Jahresbericht 1984

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik
Berlin GmbH

Jahresbericht 1984

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH
Einsteinufer 37, D-1000 Berlin 10, Telefon (030) 3100 20, Telex 185 995 hhi d

Inhalt

Seite

5 Bericht der Geschäftsführung

6 Forschungsaufgaben des HHI

8 Organigramm des HHI

9 Struktur

10 Mitarbeiter, Finanzierung

11 Bereich Nachrichtensysteme

13 Abteilung Vermittlung und Übertragung

14 Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich

16 Untersuchungen von Mikroprozessorsystemen zur Steuerung zentraler Digitalvermittlungsstellen

18 Untersuchung des Heterodynprinzips für die optische Nachrichtentechnik

20 Kohärente optische Breitbandübertragung für den Weitverkehr

22 Analyse der Übertragung mehrerer optischer Signale in Monomodefasern

23 Verteilung und Vermittlung von Breitbandsignalen nach dem Heterodynprinzip mit optischen Trägern

24 Lokale Breitbandkommunikation mit optischer Vermittlungstechnik

27 Abteilung Signalaufbereitung und Endeinrichtungen

28 Hochauflösende Darstellung farbiger Bewegtbilder

30 Signalaufbereitung und kompatible Signaldarstellung für hochauflösendes Fernsehen

32 Einsatz von Codiertechniken für die Breitbandkommunikation

34 Entzerrungsprobleme und Übertragungscodierung bei digitaler Dichtspeichertechnik

36 Hochintegrierte Signalprozessoren für die Telekommunikation

38 Prozessoren für Bildcodierung und Bildsignalverarbeitung

40 Programmierbarer Video-Signalprozessor für die Echtzeitverarbeitung

43 Abteilung Optische Signalverarbeitung

Seite

45 Abteilung Anthropotechnik

46 Visuelle Parameter bei der Großbilddarstellung

49 Psychooptische Begründung eines 3D-Fernsehstandards

50 Textdarstellung auf Bildschirmen

52 Eingabeverfahren für ungeübte Benutzer

55 Bewegtbildübertragung für die Individualkommunikation

58 RUBIN – Feldversuch

59 Abteilung Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Begleitforschung

60 Nachfrageimpulse und Marktaussichten für Systeme und Endgeräte zur Vermittlung von Breitbandinformation

61 Bereich Integrierte Optik

81 Ergebnis-Übersicht

82 Veröffentlichungen

97 Berichte

99 Dissertationen

101 Diplom- und Studienarbeiten

102 Patentanmeldungen

Bericht der Geschäftsführung

Forschungsaufgaben des HHI

Nach den Vorstellungen der Deutschen Bundespost soll Anfang der neunziger Jahre mit dem Ausbau des Integrated Services Digital Network (ISDN) zu einem Integrierten Breitbandfernmeldenetz (IBFN) begonnen werden. Über dieses Netz werden alle bekannten ISDN-Schmalbanddienste (Sprache, Text-, Daten- und Faxdienste,...), Breitbandkommunikationsdienste (Bildtelefon, Videokonferenz) sowie Hörfunk- und Fernseh-Verteildienste bis hin zum hochauflösenden Fernsehen (High Definition Television HDTV) abgewickelt werden.

Die Forschungsarbeiten des HHI sind auf das IBFN, insbesondere aber auf die Breitbandaspekte dieses Netzes sowie auf zukünftige interne Breitbandnetze ausgerichtet:

Integrierte Schaltkreise

In der zukünftigen Nachrichtentechnik werden für die Verarbeitung digitaler Signale nur integrationsfähige Schaltungskonzepte berücksichtigt werden, dem heutigen Systemingenieur müssen CAD-Einrichtungen zum Entwurf hochintegrierter Schaltkreise zur Verfügung stehen. Zusammen mit der Industrie werden VLSI-Schaltungen für die Nachrichtentechnik entwickelt.

Breitbandübermittlungssysteme

Besondere Bedeutung wird der Breitbandübermittlungstechnik im Teilnehmerbereich des IBFN zukommen. Fragen der digitalen Breitbandvermittlungstechnik, der Breitbandübertragungstechnik mit monomodalen Lichtwellenleitern, der Integration von Schmal- und Breitbanddiensten, der Breitband-Teilnehmeranschlußeinrichtungen sowie des Entwurfs sehr schneller integrierter Schaltungen werden eingehend untersucht. Die hohe Übertragungskapazität monomodaler Teilnehmeranschlußleitungen erlaubt die gleichzeitige Übertragung vieler Fernsehprogramme heutigen Standards oder aber von mehreren Programmen eines zukünftigen HDTV-Standards in digitaler Form. Monomodale Lichtwellenleiter sind Voraussetzung für den späteren Einsatz integrierter optoelektronischer Komponenten, die wirtschaftlich in großer Stückzahl gefertigt werden können. Schließlich bietet in ferner Zukunft die kohärente optische Nachrichtentechnik, die ebenfalls monomodale Lichtwellenleiter erfordert, die Voraussetzungen zur Entwicklung ganz neuartiger Breitbandverteilnetze.

Der Dienst Bildtelefon wird in der Fernebene des IBFN zu sehr hohen Informationsströmen und dementsprechend aufwendigen Repeaterstationen führen. Der Aufwand kann drastisch reduziert werden, wenn an Stelle der heute üblichen elektronischen Repeater optische Verstärker eingesetzt werden. Mit Hilfe der kohärenten optischen Nachrichtentechnik können mehrere dicht benachbarte Lichtträger übertragen, optisch verstärkt und detektiert werden.

Die Bürokommunikation und die Industrieautomatisierung werden in Zukunft leistungsfähige interne Nachrichtennetze erfordern. Für diese Netze sind Lichtwellenleiter infolge ihrer hohen Übertragungskapazität und ihrer Immunität gegenüber elektromagnetischen Störfeldern als Übertragungsmedium besonders geeignet. Im Vergleich zu öffentlichen Netzen ist die Zahl der Teilnehmer in internen Netzen im allgemeinen gering, so daß sich die Möglichkeit bietet, die Nachrichten nicht nur optisch zu übertragen, sondern auch optisch zu vermitteln.

Integrierte Optik

Die Integrierte Optik hat die monolithische Integration von optischen aktiven und passiven sowie von elektronischen Komponenten auf einem Halbleitersubstrat zum Ziel. Erst die Integrierte Optik wird die Fertigung opto-elektronischer Komponenten als zuverlässige, kostengünstige und raumsparende monolithische Chips erlauben, die in ferner Zukunft für den Einsatz besonders im

Teilnehmerbereich des IBFN, in internen Netzen sowie in optischen Systemen zur Signalübertragung in Schiffen, Flugzeugen, Kraftfahrzeugen und der Konsumelektronik anzustreben sind. Schließlich ist der Einsatz der Integrierten Optik im Bereich der Signalverarbeitung denkbar; die optische Signalverarbeitung ist der elektronischen prinzipiell überlegen, wenn es um die Verarbeitung sehr schneller Signale geht.

Bildcodier-Techniken

In zukünftigen öffentlichen und internen Breitbandnetzen werden Bewegtbilddienste in digitaler Form übermittelt werden. Hier gilt es, effiziente und wirtschaftlich realisierbare Verfahren zur Quellen- und Kanalcodierung von Bildsignalen sowie universell einsetzbare, programmierbare Prozessoren in integrierbarer Schaltungstechnik zu entwickeln.

Breitband-Dienste

Im zukünftigen IBFN kommt dem Dienst Bildtelefon besondere Bedeutung zu. Die Auswahl geeigneter System- und Endgeräteparameter, der Einsatz des Bildtelefons in Telekonferenzen und die Gestaltung multifunktionaler Endgeräte sind Themen der Forschung.

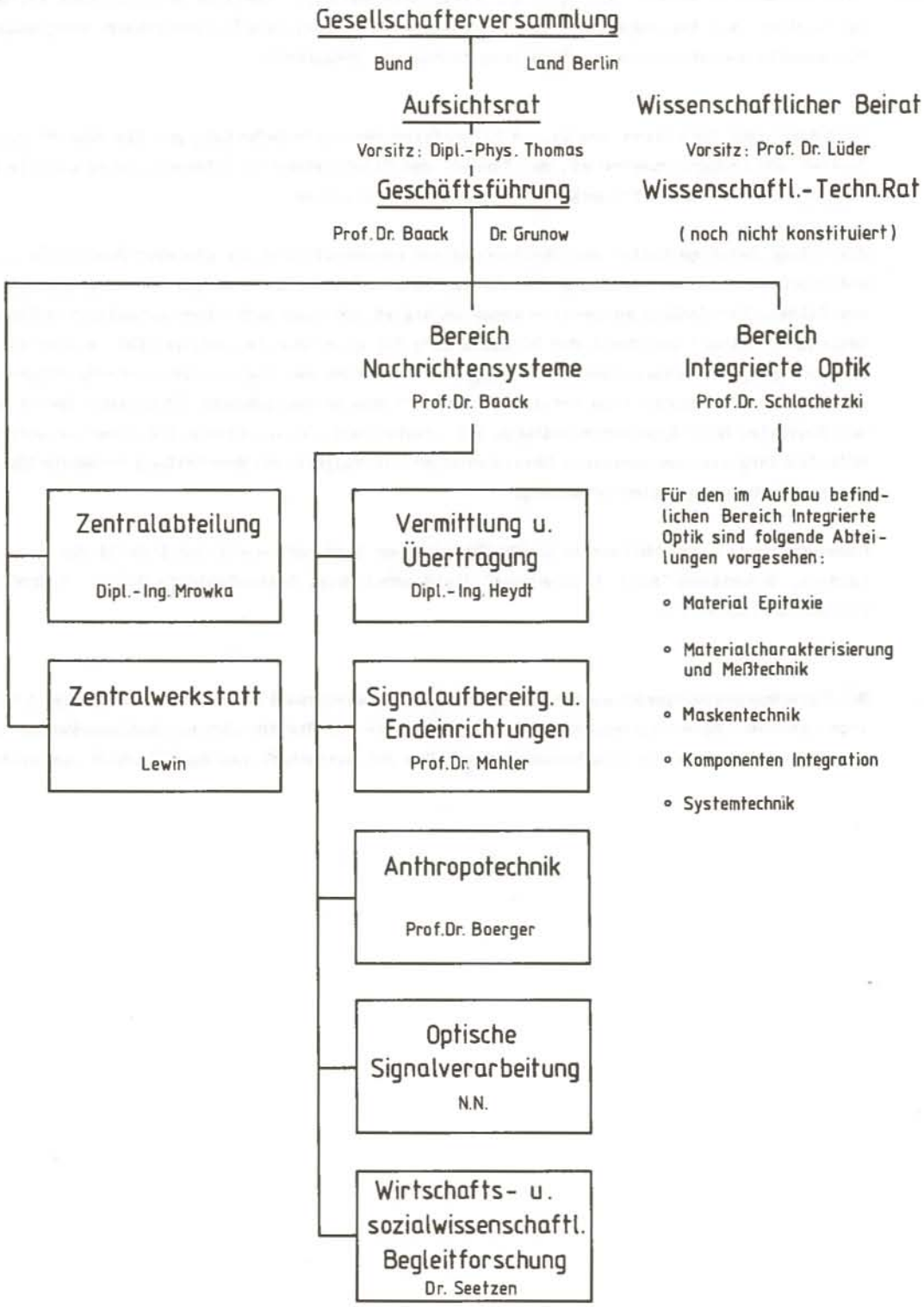
Zukünftige Netze gestatten die Übertragung von Fernsehbildern mit erhöhter Bandbreite und dementsprechend erhöhter Auflösung (HDTV). Die hohe Auflösung erlaubt die Darstellung großflächiger Bilder. Die Großbildprojektion wiederum bietet dem Zuschauer einen wesentlich größeren Gesichtsfeldwinkel und damit die Voraussetzung für eine neue Fernsehqualität. Wie im Kino mit Breitbandprojektion kann damit dem Zuschauer das Gefühl des Sich-in-der-Szene-Befindens vermittelt werden. Wesentliches Interesse gilt hier dem hochauflösenden Großbildprojektor und der digitalen HDTV-Signalverarbeitung. Zur Erarbeitung von Grundlagen für einen zukünftigen HDTV-Standard sind umfangreiche Untersuchungen zur subjektiven Beurteilung hochaufgelöster Bilder in Großbildprojektion notwendig.

Hochaufgelöste Fernsehbilder in Großbildprojektion sind noch nicht das Endziel der Fernsehtechnik. Anzustreben sind "brillenlose" dreidimensionale, hochaufgelöste Bilder in Großbildprojektion (3D-HDTV).

Begleitforschung

Der Forschungsschwerpunkt wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Begleitforschung schließlich versucht, Nachfrageimpulse und Marktaussichten für Breitbandkommunikationssysteme und zugehörige Endgeräte in verschiedenen Bereichen der Wirtschaft und Gesellschaft auszuloten.

Organigramm des HHI



Struktur

Seit 1954 verwaltete die Fördergemeinschaft des Heinrich-Hertz-Instituts für Schwingungsforschung e.V. das Institut. Die Abteilungen wurden vorwiegend von Professoren der Technischen Universität Berlin nebenamtlich geleitet. Am 13.12.1974 unterzeichneten der Bund, vertreten durch den Minister für Forschung und Technologie, und das Land Berlin, vertreten durch den Senator für Finanzen, den Gesellschaftsvertrag und gründeten damit die Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH (Gesellschaftsanteile je 50 %).

Der Gesellschaftsvertrag bildet die Grundlage für die Neuorientierung des Instituts hinsichtlich der Aufgaben und der organisatorischen Struktur.

Die Fördergemeinschaft unterstützt auch weiterhin das Institut in Form einer "Gesellschaft von Freunden des Heinrich-Hertz-Instituts e.V.". Die Neugründung dieser Gesellschaft erfolgte am 19.10.1976 in einer Mitgliederversammlung.

Dem Wissenschaftlichen Beirat des Instituts gehörten im Jahre 1984 folgende Mitglieder an:

Prof. Dr. E. Lüder, Stuttgart (Vorsitz)

Prof. Dr. R. Bernotat, Wachtberg-Werthoven
N. Gawron, Darmstadt
Prof. Dr. W. Kaiser, Stuttgart
Prof. Dr. G. Kohn, Stuttgart
R. Linhard, Esslingen
Dr. Th. Pfeiffer, Backnang
Prof. Dr. M. Pilkuhn, Stuttgart
Prof. Dr. H. Schönfelder, Braunschweig
Prof. Dr. G. Siegle, Berlin
Dr. H. Stegmeier, München
Dr. H. Weinerth, Hamburg

Die oberste Entscheidungsinstanz der HHI GmbH ist die Gesellschafterversammlung. Der Aufsichtsrat ist als Kontrollorgan gegenüber der Geschäftsleitung weisungsbefugt und bestand 1984 aus folgenden Mitgliedern:

U. Thomas, Bonn (Vorsitz)

P. Borkamm, Berlin
W. Haist, Bonn
P. Schallock, Berlin
Prof. Dr. Wagemann, Berlin
R. Wessels, Bonn
H. Wolff, Berlin

Mitarbeiter, Finanzierung

Am Ende des Berichtsjahres beschäftigte das Institut:

	1984	1983
Wissenschaftliche Mitarbeiter	118	114
Technische Angestellte und Sachbearbeiter	82	67
Lohnempfänger	12	11
Auszubildende	6	3

Insgesamt hatte das Institut zum Jahresende 218 Mitarbeiter. Zusätzlich waren 22 Aushilfskräfte und studentische Hilfskräfte beschäftigt.

Im Rahmen unserer Kooperationen arbeiteten 1984 drei Gastwissenschaftler zeitweilig im HHI.

Insgesamt waren gegen Ende 1984 für das Institut 240 Personen tätig.

Das Institut erhielt 1984 von den Zuwendungsgebern Bund und Land eine Grundfinanzierung in Höhe von ca. 16,1 Mio DM. Über die Gesellschaft der Freunde flossen dem Institut Mittel in Höhe von 242,6 TDM zu. Für Forschungsaufträge und Förderung von Vorhaben wurden 1984 dem HHI ca. 14,1 Mio DM bewilligt. Den 30,4 Mio DM an verfügbaren Mitteln im Jahre 1984 standen 1983 34,7 Mio DM gegenüber.

Allen Förderern und Freunden des Heinrich-Hertz-Instituts sei an dieser Stelle im Namen der Institutsangehörigen für die Unterstützung im vergangenen Jahr herzlich gedankt.

Berlin im Februar 1985

(Prof. Dr. Clemens Baack)

(Dr. Wolfgang Grunow)

Bereich

Nachrichtensysteme

Abteilung Vermittlung und Übertragung

Übersicht

Hauptthema der in der Abteilung Vermittlung und Übertragung laufenden Projekte ist es, Grundlagen für die Übermittlung breitbandiger digitaler Signale sowohl für künftige öffentliche als auch für künftige interne optische Kommunikationssysteme zu erarbeiten.

Im Projekt "Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich" werden Möglichkeiten zur Verteilung und Vermittlung hochratiger Bewegtbildsignale einschließlich hochauflösender Fernsehsignale (HDTV) untersucht. Hierbei wird vom Einsatz von Monomodefasern und von Bitraten im Gbit/s-Bereich für die Teilnehmeranschlußleitungen ausgegangen. Außerdem werden Fragen der Realisierbarkeit von Breitbandkoppelfeldern für sehr hohe Teilnehmerzahlen (ca. 10.000) untersucht. Dabei sollen vor allem Realisierungsmöglichkeiten sehr schneller elektronischer Bauelemente betrachtet werden. In engem Zusammenhang hiermit steht das Projekt "Untersuchung von Mikroprozessorsystemen zur Steuerung zentraler Digitalvermittlungsstellen", das die Entwicklung mathematischer Modelle für vermittlungstechnische, aus einer größeren Anzahl von Mikroprozessoren bestehenden Steuerungsstrukturen zum Inhalt hat.

Vom optischen Heterodynprinzip wird eine Erhöhung der Empfängerempfindlichkeit und die Realisierbarkeit optischer Vielkanalsysteme erwartet. In dem Mitte 1984 abgeschlossenen Projekt "Untersuchung des Heterodynprinzips für die optische Nachrichtentechnik" wurde erstmals ein zweikanaliges, Halbleiterlaser verwendendes Experimentalsystem entwickelt, bei dem zwei optische Signale mit sehr geringem Trägerabstand übertragen und mit einem optischen Heterodynempfänger selektiert wurden. Die Bitrate lag hierbei bei 70 Mbit/s.

Möglichkeiten des Einsatzes optischer Vielkanalsysteme in Verbindung mit optischen Wanderwellenverstärkern und optischem Heterodynempfang werden im Projekt "Kohärente optische Übertragung für den Weitverkehr" untersucht. Hierbei ist insbesondere zu klären, ob die Signale eines Vielkanalsystems gemeinsam von einem einzigen optischen Verstärker verstärkt werden können. Dieses Projekt wird gemeinsam mit dem Bereich Integrierte Optik des HHI durchgeführt.

Die erreichbare Übertragungskapazität vielkanaliger kohärenter optischer Übertragungssysteme kann durch in der Monomodefaser auftretende nichtlineare Effekte (Raman-Streuung, Brillouin-Streuung) begrenzt werden, die zu Störungen wie z.B. zu Nebensprechen führen können. Im Projekt "Untersuchungen nichtlinearer optischer Effekte bei mehrkanaligen kohärenten optischen Übertragungssystemen", das im Auftrag des HHI vom Weizmann Institute of Science in Israel bearbeitet wird, soll geklärt werden, welche Relevanz diese Effekte für die Realisierbarkeit entsprechender Übertragungssysteme haben.

In dem Mitte 1984 begonnenen Projekt "Verteilung und Vermittlung von Breitbandsignalen nach dem Heterodynprinzip mit optischen Trägern" sollen Grundlagen zum Einsatz optischer Frequenzvielfache und optischer Heterodyntechnik für Verteil- und Vermittlungszwecke erarbeitet werden. Dabei stehen vor allem Anwendungen im Ortsnetzbereich des öffentlichen Netzes im Vordergrund.

Weitere Möglichkeiten der optischen Vermittlung werden im Projekt "Lokale Breitbandkommunikation mit optischer Vermittlungstechnik" in Hinblick auf interne Netze behandelt. Hier wird ein experimentelles Kommunikationssystem entwickelt, bei dem für Schmal- und Mittelbanddienste ein monomodales Sternkopplersystem und für Breitbanddienste ein transparentes optisches Koppelfeld in Lithium-Niobat-Technik vorgesehen sind. Entsprechende Bauelemente werden vom Bereich Integrierte Optik des HHI für dieses Projekt entwikkelt.

Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich

Ziel

Bei der Entwicklung breitbandiger optischer Informationsübermittlungssysteme ist die Frage ihrer Anpassungsfähigkeit an künftige Entwicklungen im Dienstebereich ein sehr wesentlicher Gesichtspunkt. Dies gilt auch für den Bereich der Bewegtbilddienste, da bereits jetzt an der Entwicklung hochauflösender Fernsehverfahren (HDTV) weltweit gearbeitet wird. Ziel des Vorhabens ist daher die Entwicklung von Verfahren zur Vermittlung und Verteilung digitaler Bewegtbildsignale für den Bereich größerer Ortsnetze, wobei die sehr breitbandigen HDTV-Signale besonders zu berücksichtigen sind. Dabei wird vom Einsatz von Monomodefasern für die Teilnehmeranschlußleitung ausgegangen.

Da ein akzeptabler teilnehmerbezogener Aufwand als Grundvoraussetzung für die Einführbarkeit derartiger Systeme gelten muß, sind die verschiedenen Möglichkeiten zur Vermittlung und Verteilung insbesondere im Hinblick auf den jeweils für das Gesamtsystem resultierenden Aufwand zu betrachten.

Geschwindigkeitskritische Baugruppen sollen realisiert und in einem Versuchssystem erprobt werden. Unter Berücksichtigung der dabei erzielten experimentellen Ergebnisse soll ein Konzept für ein HDTV-fähiges, diensteintegriertes Informationsübermittlungssystem für den Ortsnetzbereich im Sinne eines integrierten Breitband-Fernmeldenetzes (IBFN) erarbeitet werden.

Stand im Projekt

Die Projektarbeit konzentrierte sich auf die Entwicklung und Realisierung wesentlicher Komponenten und Baugruppen für das geplante Versuchssystem. Dabei wurden vor allem folgende Punkte bearbeitet:

- Ausarbeitung eines detaillierten Schaltungsentwurfs zur Realisierung einer 16 x 16 Koppelmatrix auf der Basis eines 2 µm-CMOS-Gate-Arrays der Fa. National Semiconductors (NS). Nach positivem Abschluß der Simulationen erfolgte die Freigabe zur Herstellung der Matrix. Die fertigen Koppelmatrizen werden voraussichtlich Anfang 1985 ausgeliefert.
- Entwicklung des elektromechanischen Aufbaus (Anordnung der Matrizen, hochratige Verbindungstechnik) für das Breitbandkoppelnetz. Die mit 500 mW relativ geringe Verlustleistung der 16 x 16 Koppelmatrix gestattet eine enge Plazierung der Matrizen, so daß für ein 5-stufiges Koppelnetz mit 4096 Ein- und Ausgangsleitungen nur ein Gestellschrank benötigt wird.
- Detaillierte Konzeption des Teilnehmeranschlusses in der Zentrale sowie des TV-Verteilkoppelnetzes.
- Entwicklung eines 16:1 Multiplexers für die Zusammenfassung von sechzehn 70 Mbit/s-Signalen zu einem 1,12 Gbit/s-Signal. Realisierung des Multiplexers als Dickfilmschaltung. Hierbei wurden hochratige integrierte Schaltungen verwendet, die von der Ruhr-Universität Bochum im Unterauftrag entwickelt und hergestellt wurden.
- Fertigstellung der Funktionsgruppen zur Bildung eines 1,12 Gbit/s-Rahmens für die Übertragung auf der Teilnehmeranschlußleitung. Erfolgreicher Test des Zusammenwirkens von Rahmensynchronisation und Breitbandkanalselektoren (Teilnehmerstation).
- Entwicklung der Hard- und Software für den Schmalband- und für den Steuerungsbereich der Teilnehmerstation.
- Fertigung folgender integrierter Schaltungen durch die Ruhr-Universität Bochum im Rahmen eines Unterauftrages:
  4:1 Multiplexer für 1,12 Gbit/s

Ansteuerschaltung für 4:1 Multiplexer
D-Flip-Flop
D-Flip-Flop mit vorgeschaltetem 2:1 Multiplexer

- Abschluß der Untersuchungen zur Zuverlässigkeit des optischen Teilnehmeranschlusses durch die Technische Universität Braunschweig im Rahmen eines Unterauftrages.

Über die Ergebnisse der Projektarbeit wird in Publikationen /1-4/ berichtet. Die Arbeiten führten außerdem zu einer Patentanmeldung /5/.

/1/ Heydt,G.; Teich,G.; Walf,G.: 1.12 Gbit/s Optical Subscriber Loop for Transmission of High Definition Television Signals. Tagungsband der ISSLS'84, Nizza, S. 289-293

/2/ Derksen,R.H. (RUB); Rein,H.-M. (RUB); Vathke,J. (HHI): Integrated Bipolar Master/Slave D-Flip-Flop with Multiplexing Capability for Gbit/s Operation. Electronic Letters, 1984, Vol. 20, No. 15, pp. 628 - 630.

/3/ Lukanek,F.: Einsatz der Hybridtechnik für Schaltungen bis in den GHz-Bereich. Tagung der International Society for Hybrid Microelectronics-Deutschland E.V., München, 11.Okt. 1984, Tagungsband

/4/ Langer,K.-D.; Lukanek,F.; Vathke,J.; Walf,G.: Konzeption und Realisierung eines Breitband-Koppelnetzes für 70 Mbit/s. NTG-Fachtagung: "Wege zum integrierten Kommunikationsnetz", Berlin, 25.-27.März 1985, Tagungsband

/5/ Lukanek,F.; Vathke,J.: Multilayer-Leiterverbindung. 01/1284 DE; 21.12.1984

Projektleiter: G.Walf
Bearbeiter: G.Bader; G.Dulic (teilweise); R.Eggemann; H.Ehlers; M.Konitzer; K.Langer; F.Lukanek; U.Schloms; G.Teich; J.Vathke; G.Walf; B.Yener.

Zuwendungsgeber: BMFT

Untersuchungen von Mikroprozessorsystemen zur Steuerung zentraler Digitalvermittlungsstellen

Ziel

Die Steuerung eines Vermittlungssystems hat die Aufgabe, die Gesamtheit aller Vorgänge, von der Einleitung eines Vermittlungswunsches bis zur Auslösung einer Verbindung, abzuwickeln. Typisch für ein Vermittlungssystem ist dabei, daß stets eine Vielzahl von Prozessen unterschiedlichen Zustands gleichzeitig bearbeitet werden muß. Dieser Forderung kommen die großen Fortschritte auf dem Gebiet der Mikroelektronik entgegen, die es ermöglichen Steuerungstrukturen aus mehreren Mikroprozessoren aufzubauen und Steuerungsaufgaben auf diese zu verteilen.

Die Verteilung von Steuerungsaufgaben kann neben offensichtlichen Vorteilen (hohe Verkehrsleistung und Funktionssicherheit) auch nachteilige Auswirkungen haben (die zwischen den einzelnen Steuermodulen notwendige Kommunikation reduziert die Verkehrsleistung und ein verteiltes System ist nur dann zuverlässiger, wenn es gelingt die auftretenden Fehler zu beherrschen). Aus diesem Grunde ist es erforderlich, die Leistungsfähigkeit in Abhängigkeit von der Steuerungsstruktur und der Organisation der Arbeitsabläufe eingehend zu untersuchen. Dies erfolgt in enger Anlehnung an das Projekt "Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich". In diesem Forschungsvorhaben steht die Frage nach Entscheidungshilfen für den Entwurf der Steuerung und die Bewertung der Leistungsfähigkeit realisierter Komponenten im Vordergrund.

Stand im Projekt

Im Berichtszeitraum wurde die Verkehrsleistung verschiedener Zugriffsverfahren auf gemeinsame Betriebsmittel der Steuerung (Bus- und Speichersysteme) untersucht und verglichen. Als Verkehrsmodell wurde ein geschlossenes Warteschlangennetz mit mehreren Klassen von Forderungen gewählt. Die Bestimmung der stationären Zustandswahrscheinlichkeiten, aus denen die Leistungsgrößen des Modells berechnet werden, erfolgt numerisch. Für die Bewertung der Zugriffsverfahren werden geeignete Kostenfunktionen eingeführt. Die Ergebnisse zeigen für den Markoff-Fall (exponentiell verteilte Ankunfts- und Bedienzeiten), daß die am häufigsten das gemeinsame Betriebsmittel (Bus) anfordernde Quelle (Prozessor), unabhängig von der Dauer der (Bus)Bedienzeiten, mit Priorität bedient werden soll. Dies gilt nicht mehr für beliebig verteilte Bedienzeiten. Diese Ergebnisse lassen sich auch auf die Schnittstelle Teilnehmer/Vermittlungsstelle anwenden. Im Forschungsvorhaben "Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich" stehen jedem Teilnehmer mehrere Dienste zur Verfügung. Vorgesehen ist im Projekt eine gleichwahrscheinliche Bedienung aller Dienste-forderungen (Analyse und Übertragung der Signalisierdaten in der Reihenfolge ihres Eintreffens). Denkbar wäre aber auch die Einführung nicht-unterbrechender Prioritäten für die einzelnen Dienste.

Untersucht wurde außerdem die Kommunikation zwischen Steuermodulen, die Forderungen aus einer Quelle bzw. aus einem Buffer bearbeiten. Diese Ergebnisse sollen Anwendung finden bei der verteilten Steuerung der Wegesuche in einem Koppelnetz. Als Verkehrsmodell wurde ein mehrliniges Warteschlangenmodell mit Unterbrechung der Bedienung (für die Dauer der Interprozessorkommunikation) gewählt. Dem Modell liegt die Überlegung zugrunde, daß die Verteilung der Steuerungsaufgaben auf mehrere Module zwar die Leistungsfähigkeit der Steuerung erhöht, diese aber durch die Interprozessorkommunikation wieder reduziert wird. Für die mittlere Systemantwortzeit wurde ein approximativer Ausdruck hergeleitet (es existiert keine exakte Lösung). Diese mittlere Systemantwortzeit hat ein Minimum bei der optimalen Zahl der Steuermodule. Dieses Optimum entsteht durch eine von der Zahl der Module abhängigen Rate der Interprozessorkommunikation (im allgemeinen Fall kann jeder Modul kann mit jedem anderen Modul kommunizieren).

Zur Zeit wird die Abhängigkeit der Ergebnisse von der Rate der Forderungen und von der Rate der Kommunikation zwischen den Modulen untersucht. Außerdem wird zur Zeit ein Simulationsmodell in GPSS entwickelt, um die Genauigkeit der Approximation der Leistungsgrößen des Modells zu überprüfen.

Im Anschluß an die Untersuchung der Verkehrsleistung eines Mehrbussystems /1/ wurde außerdem dessen Verfügbarkeit bei verschiedenen Arten von Systemausfällen analysiert (Ausfall der zentralen Bussteuerung und Ausfall der einzelnen Busse). Das Busmodell sieht bei Ausfall eines Busses die Fortsetzung der Bedienung auf dem nächsten frei werdenden Bus vor. Der Einsatz eines Mehrbussystems für die Interprozessorkommunikation bei verteilter Wegesuche im Koppelnetz ist im Forschungsvorhaben "Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich" diskutiert worden. In der Steuerungsstruktur dieses Forschungsvorhabens sind an mehreren Stellen Systemeinheiten dupliziert (sowohl Prozessoren als auch Busse). Dabei wird das Lastteilungsprinzip angewendet und bei einem Ausfall wird die fehlerhafte Einheit abgeschaltet. Somit ist dieser Fall der Spezialfall der oben genannten Untersuchung für zwei Busse.

/1/ Giglmayr,J.: A Common Approach to the Analysis and Optimization of Bus Systems and Loss Systems, Proc. of the 6th European Conference on Electrotechnics, Computers in Communication and Control, Brighton, 26.-28.9.1984, pp. 220-224.

Projektleiter: J.Giglmayr
Bearbeiter: L.Gaeth (zeitweise); J.Giglmayr

Grundfinanziertes Projekt

Untersuchung des Heterodynprinzips für die optische Nachrichtentechnik

Ziel

In dem am 30.6.1984 beendeten Vorhaben sollten Grundlagen für den Einsatz des optischen Heterodynempfangs erarbeitet werden, bei dem die von der Eingangsfaser kommende modulierte Signalwelle durch Überlagerung mit der Welle eines Lokallasers in der Empfangsdiode in eine im Mikrowellenbereich liegende Zwischenfrequenz umgesetzt wird. Nach anschließender Filterung kann dann demoduliert werden. Da die Zwischenfrequenzfilter im Vergleich zu optischen Filtern sehr schmalbandig sind, können im Empfänger dicht bei einanderliegende Trägerfrequenzen getrennt werden. Somit könnte ein Trägerfrequenzsystem mit hoher Kanalzahl gebildet werden, das für die optische Verteil- und Vermittlungstechnik von Bedeutung ist.

Ziel des Projekts war, eine zweikanalige kohärente Punkt-zu-Punkt-Verbindung aufzubauen, bei der mit einem durchstimmbaren Heterodynempfänger wahlweise beide Trägerfrequenzsignale detektiert werden können. Die zukünftigen Einsatzmöglichkeiten des Heterodynprinzips hängen in hohem Maße von der Verfügbarkeit integrierter optischer bzw. optoelektronischer Komponenten ab (OEIC's).

Stand im Projekt

Im letzten Jahr der Projektlaufzeit wurde das geplante Übertragungsexperiment mit zwei modulierten optischen Trägern bei Verwendung einer polarisationserhaltenden Faser durchgeführt. Der Sendelaser in Kanal 1 war an einem Faserringresonator in der Frequenz absolut stabilisiert und der Laser von Kanal 2 durch Regelung der Zwischenfrequenz beider Sendelaser auf eine konstante Trägerfrequenzdifferenz von 2 GHz eingestellt /1/, /2/. Im optischen Kurzwellenbereich wurden 70 Mbit/s CMI-kodierte pseudostatistische Signale eines Fehlerratenmeßgerätes mit einer PSK/FM-Subträgermodulationsmethode gesendet. Die Methode war bereits bei einer einkanaligen Fernsehübertragung verwendet worden /3/, /4/. Am Ende der Übertragungsfaser war ein Heterodynempfänger mit durchstimmbaren Lokallaser angeschlossen, mit dem das Eingangssignal auf eine Zwischenfrequenz von 1,5 GHz umgesetzt und detektiert wurde.

Die Sende- und Empfangsbaugruppen wurden im Verlaufe des Projekts entwickelt, wobei insbesondere faseroptische Bauelemente wie Faserrichtkoppler, Ringresonator, Faradaydreher und ein Faserdämpfungsglied hergestellt wurden /5/.

Die Experimente mit der Anlage ergaben bei einer Fehlerrate von 10^{-9} eine Grenzempfindlichkeit von - 43 dBm. Weiterhin wurden Störungen im optischen Kanal wie Kanalüberkopplung, Polarisationsschwankungen, Reflexionen und nichtlineare Effekte betrachtet /6/. Das Projekt ist abgeschlossen, ein ausführlicher Abschlußbericht liegt vor /7/.

/1/ Bachus,E.-J.; Braun, R.-P.; Böhnke,F.; Eutin,W.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Two Channel Heterodyne Type Fibre Optic Transmission Experiments, Tagungsband der 10.ECOC, Stuttgart, Sept. 84,S.224-225

/2/ Bachus,E.-J.; Böhnke,F.; Braun,R.-P.; Eutin,W.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Two Channel Heterodyne-Type Transmission Experiment, Electron.Lett. 1985, 21, pp. 35-36

/3/ Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Böhnke,F.; Elze,G.; Eutin,W.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Digital Transmission of TV Signals with a Fiber-Optic Heterodyne Transmission System, Journal of Lightwave Technology, Vol. LT-2, No. 4, August 1984

/4/ Bachus,E.-J.; Böhnke,F.; Elze,G.; Eutin,W.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Optische Übertragungsstrecke mit Heterodynempfang, Kleinheubacher Berichte, Band 27, 1984

/5/ Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Foisel,H.; Goralczyk,H.; Großmann,E.; Menow,D.; Strebel,B.: Fiber-Optic-Components for Optical-Frequency-Division-Multiplex Transmission Experiments with Heterodyne Detection erscheint im Tagungsband zur OFC, San Diego, Februar 1985

/6/ Bachus,E.-J.; Böhnke,F.; Elze,G.; Eutin,W.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Digital transmission of TV signals with a fiber-optic heterodyne transmission system, Technical Digest der OFC'84, New Orleans

/7/ Bachus,E.-J.; Böhnke,F.; Eutin,W.; Strebel,B.:Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben: Untersuchung des Heterodynprinzips für die optische Nachrichtentechnik, Juli 1984

Projektleiter: B.Strebel

Bearbeiter: E.-J.Bachus, F.Böhnke, W.Eutin, H.Goralczyk, K.Heimes, D.Menow, B.Strebel.
R.-P.Braun, C.Caspar, H.Foisel (Teilzeit-Angest.)

Zuwendungsgeber: DBP

Kohärente optische Breitbandübertragung für den Weitverkehr

Ziel

Das von der Deutschen Bundespost vorgelegte Konzept zur Weiterentwicklung der Fernmeldeinfrastruktur sieht für das Jahr 1988 den Übergang auf das digitale diensteintegrierte Fernmeldenetz (ISDN) vor. Bereits ab 1985/86 soll für ausgewählte Bedarfszentren ein Glasfaser-Overlaynetz entstehen, das ein Angebot erster breitbandiger Dienste zur Individualkommunikation ermöglicht. Schließlich wird für das Jahr 1992 der Übergang zum Breitbanduniversalnetz (IBFN) anvisiert, in das neben der breitbandigen Individualkommunikation auch breitbandige Verteildienste einbezogen werden.

Verglichen mit einem Schmalband-ISDN-Kanal wird für einen Bewegtbildkanal etwa die 2000-fache Übertragungskapazität benötigt. Dies wird im Bereich des Fernnetzes des IBFN selbst bei geringer Verbreitung des Bildfernsprechens zu außerordentlichen hohen Informationsströmen führen, deren kostengünstige Übertragung als derzeit ungelöstes Problem anzusehen ist. So ist der Aufwand für die in den optischen Fernübertragungsstrecken benötigten Ketten von breitbandigen optoelektronischen Repeatern hinsichtlich Hardware, Platz- und Leistungsbedarf so beträchtlich, daß er wirtschaftlich nicht vertretbar sein dürfte.

Eine Lösung des Problems könnte der Einsatz optischer Wanderwellenverstärker statt optoelektronischer Regenerierverstärker sein. Unter der Voraussetzung, daß optische Trägerfrequenzen mit sehr geringem Trägerabstand (einige GHz) gewählt werden, können mit einem einzigen Wanderwellenverstärker prinzipiell mehrere optische Breitbandsignale gemeinsam verstärkt werden. Hierdurch ließe sich der Aufwand in den Regenerierverstärker-Stationen drastisch reduzieren, da der optische Wanderwellenverstärker selbst nur die Größe und den Stromverbrauch einer Laserdiode hat. Die Trennung der dicht benachbarten optischen Träger am Ende der Ferntrasse muß allerdings mit optischen Überlagerungsempfängern erfolgen, die durch elektronische Filterung im Mikrowellenbereich hinreichend selektiv sind. Eine Kanaltrennung mit konventionellen optischen Filtern ist nicht möglich.

Ziel des Vorhabens ist, die Aussichten des Einsatzes optischen Wanderwellenverstärker zur breitbandigen mehrkanaligen Fernübertragung zu untersuchen. Hierzu sollen zunächst gemeinsam mit dem Bereich Integrierte Optik des HHI Verfahren zur Entspiegelung von Laserdioden entwickelt werden, die dann als optische Wanderwellenverstärker verwendet werden sollen. Um die zu erwartenden Probleme untersuchen und lösen zu können, ist die Entwicklung eines Laboraufbaues vorgesehen, mit dem die Signale zweier optischer Kanäle mit einem Frequenzabstand von wenigen GHz über einen optischen Zwischenverstärker verstärkt und am Ende des Übertragungsweges durch optische Überlagerungsempfänger selektiert werden. Außerdem sind Untersuchungen zur Realisierbarkeit der erarbeiteten Systemkonzepte mit integriert-optischen Komponenten vorgesehen.

Stand im Projekt

Mit den Arbeiten für das Vorhaben wurde im Juni des Berichtsjahres begonnen. Sie konzentrierten sich bisher auf folgende Punkte:

- Aufbau von Meßplätzen zur Untersuchung von Verfahren zur Nebenmodenunterdrückung bei Lasern durch Injection Locking und durch kurze externe Resonatoren und Ausführung entsprechender Messungen.

- Zur Stabilisierung der Mittenfrequenz von Lasern wurden ein Meßplatz aufgebaut, ein Rechenmodell für unterschiedliche Aufbaukonzepte entwickelt sowie unterschiedliche Temperaturregelanordnungen untersucht.

- Zur Untersuchung der Linienbreite von Lasern wurde mit dem Aufbau eines Meßplatzes begonnen. Theoretische Arbeiten wurden insbesondere mit dem Ziel durchgeführt, die Linienbreite von DBR-Lasern zu bestimmen.

- Ein erster Prototyp eines vom Bereich IO des HHI entwickelten $LiNbO_3$-Phasenmodulators wurde untersucht.

- Zur Entwicklung von Schaltungen zur Zwischenfrequenzregelung wurde zunächst ein Meßaufbau zum Zusammenführen der Lichtwellen zweier Laser auf eine Glasfaser und anschließender ZF-Bildung mittels APD erstellt.

- Möglichkeiten zur Realisierung von optischen Heterodynempfängern mittels integriert-optischer Technogien wurden untersucht.

Projektleiter: G.Elze (bis 30.9.1984); G.Heydt (kommissarisch ab 1.10.1984)

Bearbeiter: W.Albrecht, E.Dietrich, G.Elze (bis 30.9.1984), B.Enning, G.Großkopf, C.v.Helmolt, W.Häßler (ab 1.10.1984), H.Knupke, L.Küller, P.Meißner, H.Münch (bis 31.10.1984), E.Patzak, K.Peters, G.Wenke.
R.Gross (Gastwissenschaftler ab 13.8.1984), A.Sugimura (Gastwissenschaftler 1.7. - 31.12.84)

Zuwendungsgeber: BMFT

Analyse der Übertragung mehrerer optischer Signale in Monomodefasern

Ziel

Bei vielkanaligen kohärenten optischen Übertragungssystemen kann die erreichbare Kanalzahl durch in der Monomodefaser auftretende nichtlineare Effekte (Raman-Streuung, Brillouin Streuung) begrenzt werden. Dabei können Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Trägerfrequenzsignalen zu Störungen wie z.B. zu Nebensprechen führen. Während die Auswirkungen der nichtlinearen Effekte auf einkanalige kohärente optische Übertragungssysteme bereits eingehend untersucht worden sind, ist ihr Einfluß auf vielkanalige Systeme noch weitgehend ungeklärt. Ziel des im Auftrag des Heinrich-Hertz-Instituts im Weizman Institute of Science in Israel bearbeiteten Vorhabens ist, das Ausmaß der durch die nichtlinearen Effekte verursachten Störungen sowohl theoretisch abzuschätzen als auch experimentell zu ermitteln. Hieraus soll auf die Grenzen geschlossen werden, die sich für die Realisierung vielkanaliger Systeme ergeben. Es wird angestrebt, Methoden zu finden, mit denen sich die Auswirkungen der nichtlinearen Effekte reduzieren lassen.

Mit den theoretischen und mit den experimentellen Arbeiten soll gleichzeitig begonnen werden. Dabei werden die Experimente zunächst mit Wellenlängen durchgeführt, die im Sichtbaren liegen. In einer späteren Phase des Projektes soll ein Übergang auf Wellenlängen um 1,3 µm erfolgen. Im einzelnen sollen insbesondere Auswirkungen der stimulierten Brillouin-Streuung und der Vier-Photonen-Mischung untersucht werden, da speziell von diesen Effekten störende Einflüsse auf vielkanalige Systeme erwartet werden.

Stand im Projekt

Mit den Arbeiten zu diesem Vorhaben wurde am 1.7.1984 begonnen. In den ersten sechs Monaten konzentrierten sich die Arbeiten auf die Untersuchung der stimulierten Brillouin-Streuung (SBS) und zwar insbesondere auf ihr zeitliches Verhalten. Bei den Experimenten, die sowohl mit Impulsen als auch mit Dauersignalen bei 0,514 µm durchgeführt wurden, wurde das Spektrum des reflektierten SBS-Signals beobachtet. Dieses zeigte ein stark oszillierendes Verhalten, wobei die Frequenz der Schwingung von der Faserlänge abhängt. Ein Modell zur Erklärung des Auftretens dieser Schwingungen wurde entwickelt. Durchgeführte Rechnungen ergaben Schwingungsvorgänge, die ähnlichen Charakter wie die im Experiment auftretenden haben.

Projektleiter: A.A.Friesem (Weizman Institute of Science, Israel)
Bearbeiter: I.Bar-Joseph, A.A.Friesem, Y.Silberberg (Weizman Institute of Science, Israel)

Zuwendungsgeber: BMFT

Verteilung und Vermittlung von Breitbandsignalen nach dem Heterodynprinzip mit optischen Trägern

Ziel

Der optische Heterodynempfang, bei dem das Eingangssignal mit dem Licht eines Lokallasers überlagert und durch Mischung in der Empfangsdiode in den Mikrowellenbereich umgesetzt wird, ermöglicht mittels Mikrowellenfilter eine im Verhältnis zu optischen Filtern sehr selektive Kanaltrennung. Somit lassen sich nicht nur Nachrichten in dicht benachbarten Trägerfrequenzkanälen übertragen, sondern es bieten sich Möglichkeiten zur Vermittlung und Verteilung optischer Breitbandsignale über ein Trägerfrequenzvielfach mit Hilfe durchstimmbarer Sende- und Empfangsmodule.

Nachdem im Mitte 1984 abgeschlossenen Projekt "Untersuchung des Heterodynprinzips für die optische Nachrichtentechnik" ein erstes zweikanaliges kohärentes optisches Übertragungssystem entwickelt wurde, sollen im hier beschriebenen Projekt Möglichkeiten untersucht werden, das Prinzip des optischen Frequenzvielfachs zur Verteilung und Vermittlung von Bewegtbildsignalen einschließlich hochauflösenden Fernsehens einzusetzen.

Stand im Projekt

Nach dem Projektbeginn am 1.7.1984 wurde zunächst ein Systemkonzept entworfen. Es sieht die gleichzeitige Verteilung und Vermittlung von Breitbandsignalen in einem Sternnetz vor. Die Vermittlung soll über ein optisches Trägerfrequenzvielfach erfolgen, in dem für jede Gesprächsrichtung eine Trägerfrequenz benutzt wird und die Durchschaltung über einen optischen Sternkoppler mit durchstimmbaren Sende- und Empfangslasern vorgenommen wird. Zur Verteilung ist ein getrenntes optisches Trägerfrequenzvielfach auf der Teilnehmeranschlußleitung vorgesehen.

Weiterhin wurden grundlegende Verfahren und Basiskomponenten für die Teilnehmeranschlußleitung untersucht. Hierzu gehören Anordnungen zur Erzeugung spektral reiner Zwischenfrequenzlinien durch Injection Locking, Experimente mit externem Phasenmodulator und Entwicklung eines monomodalen Sternverteilers auf Faserbasis, Fertigstellung einer Polarisationsregelung für einen Heterodynempfänger im optischen Kurzwellenbereich und Vorbereitungen für einen späteren Übergang auf 1,3 µm Wellenlänge. Für die spätere Übertragung von hochratigen Digitalsignalen (hochauflösendes Fernsehen) wurden Zwischenfrequenzkomponenten bereitgestellt.

Projektleiter: B.Strebel
Bearbeiter: E.-J.Bachus, W.Eutin, H.Goralczyk, K.Heimes, D.Menow, B.Strebel
Teilzeit-Angest.: R.-P.Braun, C.Caspar, H.Foisel, K.Schmalzigaug

Zuwendungsgeber: DBP

Lokale Breitbandkommunikation mit optischer Vermittlungstechnik

Ziel

Das Vorhaben befaßt sich mit einem Breitbandkommunikationssystem für den Inhouse-Bereich, bei dem die Vermittlung der Signale auf optischem Wege erfolgen soll. Interne Netze eignen sich besonders für einen ersten Einsatz der optischen Vermittlungstechnik, weil verglichen mit dem öffentlichen Bereich Teilnehmeranschlußlängen und Teilnehmerzahlen klein sind.

Die Arbeiten wurden Mitte 1983 aufgenommen; innerhalb einer Laufzeit von 3 Jahren soll ein experimentelles System für 4 Teilnehmer aufgebaut werden. Die für die optische Vermittlungstechnik notwendigen Komponenten sollen - soweit sie auf $LiNbO_3$-Elementen basieren - parallel vom Bereich "Integrierte Optik" entwickelt werden.

Das Systemkonzept sieht die Trennung von Schmal- und Mittelbanddiensten einerseits und Breitbanddiensten andererseits innerhalb einer sternförmigen Netzstruktur vor /1/, /2/, /5/.

Die optische Vermittlung der Schmal- und Mittelbanddienste erfolgt über einen monomodalen Transmissions-Sternkoppler als Kanalvermittlung durch ein Zeitmultiplex-Zugriffsverfahren (TDMA). Die Ausführung der Teilnehmerstationen soll ein besonders schnelles Durchschalten der Kanäle ("fast circuit switching") ermöglichen. Um die Nachteile der hier angewendeten dezentralen Vermittlung auszuschließen, werden in die Sende- und Empfangsfaser jedes Teilnehmers direkt am Sternkoppler zentral gesteuerte $LiNbO_3$-Schalter eingesetzt /4/.

Die Vermittlung der Breitbanddienste wird über ein mehrstufiges optisches Koppelfeld aus $LiNbO_3$-Schaltmatrizen vorgenommen. Das Koppelfeld wird als reines Raumkoppelfeld ausgeführt, um eine bitratenunabhängige Durchschaltung anwenderspezifischer Breitbandkanäle zu ermöglichen.

Die Signalisierung für die Breitbanddienste wird über den Schmalbandteil des Systems abgewickelt; dessen Monitorstation übermittelt die Signalisierinformation der zentralen Steuerung des Breitbandkoppelfeldes.

Neben dem Aufbau des Experimentalsystems bestehen weitere Ziele des Vorhabens in der Untersuchung der eingesetzten optischen Vermittlungstechnik, besonders im Hinblick auf den langfristig zu erwartenden Einsatz von Komponenten der Integrierten Optik auf InP-Basis.

Stand im Projekt

Nach Abschluß der Konzeptionsphase konzentrierten sich die Arbeiten auf die Entwicklung und Realisierung der Komponenten des Experimentalsystems mit den folgenden Schwerpunkten:

- Entwicklung und Aufbau des Zeitmultiplexrahmen-Generators mit umfangreichen Einrichtungen zum Systemtest
- Entwicklung der Monitor-Station zur Steuerung der $LiNbO_3$-Einzelschalter auf modularer Basis
- Entwicklung der Teilnehmerstation mit modularem Aufbau zum Anschluß von mehr als einem Schmalband-/ Mittelband-Teilnehmer
- Anpassungsentwicklung der Breitband-Endgeräte und der ISDN Endgeräte
- Untersuchung von Koppelfeldstrukturen auf der Basis von $LiNbO_3$-Koppelmatrizen.

Hervorzuheben sind theoretische Arbeiten zum Aufbau von Sternkopplern, die zu einer allgemeinen Lösung auf der Basis der Kaskadierung von Grundelementen führten /3/, /6/.

Die Überlegungen konnten in der Praxis durch Kaskadierung von 3 dB Kopplern zu kleineren Sternkopplern bestätigt werden. Auch die vom Bereich Integrierte Optik auf $LiNbO_3$ entwickelten Sternkoppler stellen eine Bestätigung dar, da sie in ihrer inneren Struktur auf dem Kaskadierungsprinzip basieren.

/1/ Kreutzer,H.W.: Lokales Breitbandkommunikationssystem mit optischer Vermittlungstechnik, ntz Band 37, Heft 6, (1984), S. 352-356

/2/ Hermes,Th.; Saniter,J., Schmidt,F.; Werner,W.: LOCNET - an Experimental Broadband LAN with Optical Switching, Tagungsband der 10.ECOC , Stuttgart, Sept. 1984, S.274-275

/3/ Hermes,Th.; Saniter,J.; Schmidt,F.: Der Aufbau großer, monomodaler Sternkoppler, ntz Band 37, Heft 10, (1984), S. 636-638.

/4/ Hermes,Th.: Dezentrale Vermittlung, ntz, Band 38, Heft 2 (1985) S.82-85

/5/ Saniter,J.; Schmidt,F.; Werner,W.: LOCNET - an All-Optical Wideband Local Area Network, Tagungsband der OFC 1985, San Diego, Februar 1985.

/6/ Saniter,J.; Schmidt,F.; Hermes,Th.: Optischer Sternkoppler mit einer großen Zahl von Ein- und Ausgängen, Patentanmeldung P 34 23 221.4

Projektleiter: H.W.Kreutzer bis 31.1.1984
Th.Hermes ab 1.2.1984

Bearbeiter: H.Bünning, M.Burmeister, Th.Hermes, H.W.Kreutzer (bis 31.1.1984), F.Raub (seit 1.6.1984), J.Saniter, F.Schmidt, D.Stein (seit 1.2.1984), W.Werner.
Teilzeit-Angest.: S.Common, R.Hadizadeh, B.Hoen, M.Huchthausen

Zuwendungsgeber: BMFT

Abteilung Signalaufbereitung und Endeinrichtungen

Übersicht

Die Forschungsschwerpunkte der Abteilung liegen auf dem Gebiet des Hochauflösenden Fernsehens, der Codierung für Bildsignale und der Entwicklung hochintegrierter, programmierbarer Signalprozessoren. Die Arbeiten liefern Grundlagen für die Breitbandkommunikation in zukünftigen Glasfasernetzen.

Ein hochauflösendes Fernsehsystem (HDTV) mit verdoppelter Zeilenzahl, digitaler Übertragung zum Teilnehmer und digitaler Signalverarbeitung mit Bildspeicherung im Studio und im Empfangsgerät soll nach unserer Konzeption der Übertragung von Bildern dienen, die gesichtsfeldfüllend wiedergegeben werden können (Bilddiagonale gleich Betrachtungsentfernung). Ein derartiges System unterscheidet sich eindeutig von anderen, die im Rahmen bestehender Standards Verbesserungen erzielen. Eine zentrale Rolle spielt die Realisierbarkeit eines Großbilddisplays hoher Auflösung. Die Lichtventilprojektion mit einem Flüssigkeitsfilm als Steuerschicht wurde hierzu in dem Projekt "Hochauflösende Darstellung farbiger Bewegtbilder" untersucht. Die Möglichkeiten und Grenzen der Technologie wurden geklärt, und ein Vorschlag für eine Prototypentwicklung eines für HDTV geeigneten Gerätes wurde ausgearbeitet. In dem Projekt "Signalaufbereitung und kompatible Signalverarbeitung für hochauflösendes Fernsehen" wurden die Vorarbeiten zu digitalen Signalverarbeitungen auf Aufnahme- und Wiedergabeseite geleistet, die notwendig sind zur Optimierung der Bildqualität, der Reduktion der erforderlichen Kanalkapazität und schließlich für den Aufbau eines vollständigen Experimentalsystems. Dabei war eine Vorstudie zur autostereoskopischen, dreidimensionalen Bildwiedergabe mit eingeschlossen.

Die Entwicklung von Codiergeräten, die die Übertragung von Videokonferenzsignalen in TV-Qualität mit 2 Mbit/s im Fernbereich und digitales Fernsehen mit z.B. 72 Mbit/s in einem Glasfaserortsnetz ermöglichen werden, wird auf der Grundlage der Ergebnisse eines vorangegangenen Projektes in dem Vorhaben "Einsatz von Codiertechniken für die Breitbandkommunikation" durchgeführt. Bei dem Interframe-Codec für 2 Mbit/s werden von uns entwickelte neue Verfahren eingesetzt, die den Aufwand verringern und den Einsatz hochintegrierter Schaltkreise ermöglichen werden. Zum Bereich der digitalen Signalübertragung gehört auch die Thematik des Projektes "Entzerrungsprobleme und Übertragungscodierung bei digitaler Dichtspeichertechnik". Zur löschbaren magneto-optischen Aufzeichnung und Wiedergabe von PCM-Signalen auf Platte wurde eine Optimalfilterung angegeben.

Jedes zukünftige Übertragungssystem wird auf den Einsatz der Hochintegrationstechnik für die Realisierung angewiesen sein. Die ständig steigende Vielfalt der Aufgaben läßt für viele Anwendungsbereiche die Konzeption eines programmierbaren, universell einsetzbaren Signalprozessors attraktiv erscheinen. Allgemeine Aufgaben der Telekommunikation soll ein programmierbarer Gleitkomma-Signalprozessor mit hoher Komplexität übernehmen, den wir zusammen mit der Fa.Siemens im Rahmen des Vorhabens "Hochintegrierte Signalprozessoren für die Telekommunikation" bis zur Realisierung als VLSI-Chip entwickeln. Für das HHI ist das der Einstieg in die Anwendung von CAD-Hilfsmitteln für die VLSI-Entwicklung. Ebenfalls das Ziel der Programmierbarkeit, jedoch angepaßt auf die notwendigen hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten der digitalen Bildsignale, wurde in dem Vorhaben "Prozessoren für Bildcodierung und Bildverarbeitung" verfolgt und erreicht. Eine Realisierung als ECL-Gate-Array liegt vor. Die Weiterentwicklung des Konzepts z.B. für den Einsatz in Codiergeräten ist die Aufgabe des Nachfolgevorhabens "Programmierbarer Video-Signalprozessor für die Echtzeitverarbeitung".

Hochauflösende Darstellung farbiger Bewegtbilder

Ziel

Ein zukünftiges hochauflösendes Fernsehen (HDTV) sollte der Übertragung von Bildern dienen, die unter einem gegenüber dem bisherigen Standard wesentlich erhöhten Gesichtsfeldwinkel betrachtet werden, etwa aus einem Betrachtungsabstand gleich der doppelten Bildhöhe bei einem Bildseitenverhältnis von 5:3. Die Bilddiagonale müßte dann gleich dem Betrachtungsabstand (z.B. 2m) sein. Bei einem derart gesteigerten Gesichtsfeldwinkel werden die Bildgrenzen kaum noch subjektiv wahrgenommen. Die entsprechend erhöhte Auflösungsfähigkeit und Lichtstromabgabe sind Forderungen, die von keinem bislang bekannten Wiedergabeverfahren zugleich erfüllt werden können. Der Displayproblematik kommt daher eine entscheidende Bedeutung für ein zukünftiges HDTV-System zu.

Die großen Abmessungen des Bildfeldes wird man aller Voraussicht nach nur mit Projektionsverfahren verwirklichen können. Hoher Lichtstrom und hohe Auflösung sind bei Projektoren, die das Licht durch Kathodolumineszenz erzeugen, zwei sich widersprechende Forderungen. Lichtventilprojektoren arbeiten mit einer Steuerschicht und einer separaten Lichtquelle, so daß Lichtstrom und Auflösung voneinander unabhängig gesteigert werden können. Eine Bündelung durch eine spezielle Bildwand ist wegen des hier erreichbaren hohen Lichtstroms kaum notwendig, so daß die für HDTV vorgesehene Weitwinkelbetrachtung ohne Lichtabfall zu den Bildrändern möglich wird. Auch neigen die vom Lichtventil erzeugten Bilder weniger zum Flimmern als die von der Kathodenstrahlröhre kommenden. Ein kleines kompaktes Gerät, das in einer Massenfertigung preisgünstig hergestellt werden kann, wird für die Heimanwendungen gefordert. Ein Einröhrenlichtventil, das für die drei Primärfarben nur eine Steuerschicht und nur eine Projektionsoptik benötigt, scheint hierfür prädestiniert zu sein, zumal damit auch die schwierigen Einstellungen der elektronischen und optischen Konvergenz entfallen. Ein solcher Lichtventilprojektor wird von der Firma General Electric hergestellt, allerdings nicht für Heimanwendungen und nicht für ein HDTV-System unserer Konzeption.

Die grundsätzlichen Möglichkeiten, die dieses Prinzip für eine HDTV-Anwendung bieten könnte, sollen in dem Projekt theoretisch und experimentell untersucht werden. Die physikalischen Ursachen für die Grenzen sollen geklärt werden. Die Analysen gehen von der von General Electric gegebenen Realisierung (1023-Zeilen-Projektor) aus /1/ /2/. Ihre Auswertung soll zu detaillierten Vorschlägen und Spezifikationen für mindestens eine Prototypenversion eines für HDTV geeigneten Lichtventilprojektors führen.

Stand im Projekt

Die beantragte Projektlaufzeit ist mit dem 31.12.84 beendet. Alle gesteckten Ziele konnten erreicht werden: Es liegt eine umfangreiche Theorie zu den einzelnen physikalischen Problemstellungen der Lichtventilprojektion vor, die genaue quantitative Vorausberechnungen zu den wesentlichen Displayparametern gestattet. Auf dieser Basis wurde eine neue Konzeption des HDTV-Lichtventilprojektors erarbeitet. Beibehalten wurde das Prinzip der Steuerschicht in der Form eines dünnen Flüssigkeitsfilms, der im Vakuum von einem Elektronenstrahl zu orthogonalen Phasengittern geformt wird und als Beugungselement in der Dunkelfeldprojektion arbeitet. Einige Komponenten wurden bereits hergestellt und überprüft.

Ein wesentliches Ergebnis der Untersuchungen ist, daß eine beträchtliche Steigerung des Nutzlichtstroms realisiert werden kann. Eine Maßnahme hierzu ist die Einführung von Farbinterferenzstreifenfiltern in der Ausgangsblende des Schlierensystems. Ein derartiges Filter wurde nach unseren Angaben von einem deutschen Hersteller gefertigt. Tests und Messungen in einer Simulationsanordnung waren sehr erfolgreich; es wurde ein Kontrast bis zu 200:1 erzielt. Außerdem wird der Lichtstrom erhöht durch die Neukonzeption des Beleuchtungs-

systems (Anwendung von gekreuzten Zylinderlinsen). Mit den genannten Maßnahmen ist eine Erhöhung des Nutzlichtstromes mindestens um den Faktor 3 zu erwarten, d.h. beim bisherigen Lampenlichtstrom auf 1200-1600 lm für Weiß. Die Aussteuerung der Steuerschicht ist dabei niedrig (Phasenhub ≤ 2 rad), um Farbtrennung und Bildkontrast nicht zu verschlechtern. Der elektrooptische Wirkungsgrad η des Projektors wird durch den Einsatz einer neuen 400 W Metalldampflampe eines deutschen Herstellers verbessert auf den Wert $\eta = 3...4$ lm/W (Vergleich GE: $\eta_{max} = 0,5$). Durch die geringe Erzeugung von Wärmestrahlung (ca. 200 W) können vereinfachte Konstruktionen im Beleuchtungsstrahlengang eingeführt werden.

Auflösungs- und Kontrastverbesserungen werden erreicht durch eine Reihe von Maßnahmen wie Verringerung der Gitterkonstanten, geänderte Filtertechnik und Veränderung des Bildseitenverhältnisses. Die Gitterkonstante für Rot wird mit $d_R = 25$ um vorgesehen, und für Blau $d_B = (3/2)d_R$. Diese Maßnahmen verkleinern die störende Magentastruktur. Die erhöhten Trägerfrequenzen für Rot und Blau führen wegen des vergrößerten Abstandes Trägerfrequenz zu Signalfrequenz zu einer verbesserten Farbreinheit bei feinen Strukturen.

Höherer Kontrast und höhere Auflösung sind außerdem durch Verbesserung der Schlieren- und Projektionsoptik zu erreichen, indem insbesondere alle 1. und 2. Beugungsordnungen der Randlichtquellen von der Projektionsoptik erfaßt werden. Auch hier ist ein namhafter deutscher Hersteller bereit, das Gesamtobjektiv nach Projektspezifikation herzustellen.

In einem Fortsetzungsvorhaben soll auf diesen Grundlagen die Entwicklung einer Prototypversion eines HDTV-Projektors aufgenommen werden.

/1/ Mahler, G.: Möglichkeiten der Lichtventil-Großbildprojektion für HDTV. Frequenz 37 (1983) Heft 11/12, S. 300 - 306.

/2/ Mahler, G.: Wiedergabe von HDTV-Bildern mit Lichtventilprojektion. Fernseh- und Kinotechnik 38 (1984) Heft 1, S. 11 - 16.

Projektleiter: Tröller

Bearbeiter : Ehrke, Kuhlow, Menzel, Rosin, Sinnig, Tepe, Tröller, Holzbecher (SHK)

Zuwendungsgeber: BMFT

Signalaufbereitung und kompatible Signaldarstellung für hochauflösendes Fernsehen

Ziel

Ein HDTV-System für eine 2H-Bildwiedergabe (Betrachtungsabstand = doppelte Bildhöhe) erfordert zusätzlich zur Verdopplung der Zeilenzahl gegenüber dem derzeitigen Fernsehsystem eine verbesserte Nutzung der aufgrund der Bildabtastung theoretisch möglichen Flächenauflösung. Hierfür ist die Verwendung eines Vollbildspeichers im Empfangsgerät eine wesentliche Voraussetzung, die es erlaubt, den Zeilensprung bei der Wiedergabe auszuschalten und darüber hinaus durch Erhöhung der Bildwiedergabefrequenz auch das Bildflimmern vollständig zu vermeiden. Auf der Aufnahmeseite muß, ebenfalls unter Verwendung eines Vollbildspeichers, zur Verbesserung der Vertikalauflösung eine vollbildgestützte vertikale Aperturentzerrung vorgenommen werden. Über die reine Auflösungserhöhung hinaus müssen jedoch auch andere, die Bildqualität bestimmende Parameter verbessert werden. Dabei handelt es sich vor allem um die Kontrast- und Farbwiedergabe sowie um die Freiheit von Stör- und Fremdkomponenten, von Abtastfehlern und von Wiedergaberasterstrukturen. Schließlich muß die für eine digitale HDTV-Übertragung benötigte Kanalkapazität im Rahmen wirtschaftlich vertretbarer Grenzen bleiben.

In dem Vorhaben sollen Methoden der digitalen Signalverarbeitung in drei Dimensionen - denen der Bildebene sowie der Zeitachse - entwickelt und in einem Versuchsaufbau realisiert werden, die für die Erreichung der geschilderten Ziele notwendig sind. In die Planung eines HDTV-Systems sollte auch die Möglichkeit der Übertragung räumlicher Bilder einbezogen werden. Im Rahmen des Projekts wird deshalb eine Vorstudie zu "brillenlosen" 3DTV-Verfahren durchgeführt. Folgende Arbeitsschwerpunkte sind vorgesehen:

- Es sind geeignete Luminanz- und Chrominanzkomponenten zu gewinnen und optimal zu quantisieren, so daß bei möglichst geringer Übertragungsrate ein subjektiv optimaler Bereich unverfälschter Kontrast- und Farbwiedergabe erreicht wird.
- Durch Bestimmung geeigneter Filter zur Frequenzbandbegrenzung, Aperturformung und Interpolation sind flächenhafte Abtaststörungen (Aliasing) und Rastereffekte (Zeilen- und Punktstrukturen) bei optimaler Bildschärfe möglichst gering zu halten.
- Zeitliche und flächenhaft wirkende Filterstrukturen zur Reduktion des Kamerarauschens sind zu entwickeln.
- Nach Klärung der theoretischen Grundlagen der Abtastung in drei Dimensionen sind zeit-räumliche Abtaststrukturen anzugeben, die alternativ zum gebräuchlichen Zeilensprungverfahren eingesetzt werden können und die Übertragung des visuell relevanten dreidimensionalen Spektralbereichs bei reduzierter Gesamtabtastrate ermöglichen.
- Alle wesentlichen Schritte der digitalen Signalverarbeitung und Übertragung sind durch Rechnersimulation und durch das Experiment mit Hilfe von digitaler Echtzeit-Signalverarbeitung unter Einsatz digitaler Bildspeicher zu überprüfen und in ihrem Zusammenwirken in einer vollständigen Übertragungskette zu demonstrieren.
- Aufnahme- und Wiedergabeverfahren zur Raumbilddarstellung sind vor allem durch Modellexperimente daraufhin zu untersuchen, welche Anforderungen sie erfüllen können und ob für sie eine Realisierung mit fernsehtechnischen Mitteln denkbar ist. Ziel ist die Auswahl eines Verfahrens, das die größte Chance für ein zukünftiges 3DTV-System ohne Stereo-Brille bietet.

Stand im Projekt

Das Vorhaben wurde zum Jahresende 1984 abgeschlossen. Weiterführende Arbeiten im Sinne der dargestellten Ziele sowie Arbeiten zu wichtigen zusätzlichen Aufgaben der HDTV- und 3DTV-Signalverarbeitung werden ab 1985 in unterschiedlichen Nachfolgeprojekten durchgeführt werden.

Die theoretischen Arbeiten, unterstützt durch die Rechnersimulation mit natürlichen und synthetischen Bildsignalen, wurden fortgeführt und haben interessante und wichtige Ergebnisse erbracht.
Die vollbildgestützte vertikale Aperturkorrektur der Bildaufnahme und -wiedergabe liefert eine vertikale Bildauflösung, die kaum geringer ist, als wenn aufnahme- und wiedergabeseitig eine Verdoppelung der Zeilenzahl im Vergleich zur Übertragenen durchgeführt wird. Durch dreidimensionale Abtastraten-Reduktion unter Verwendung adaptiver Filterstrukturen läßt sich die Übertragungsrate halbieren, ohne daß die Auflösung des ruhenden Bildes vermindert oder störende zusätzliche Bewegungsunschärfe erzeugt wird.Die Chrominanzkomponenten erfordern eine wesentlich geringere zeitliche und flächenhafte Auflösung als die Luminanzkomponenten. Diese Aussagen basieren auf der konsequenten Durchführung der vorgeschlagenen linearen Signalverarbeitung (keine Gamma-Vorentzerrung an der Kamera), die auch im Projekt "Visuelle Paramter der Großbildwiedergabe" in der Abteilung Anthropotechnik ausführlich untersucht wird. Der vermutete, wesentlich erhöhte Aufwand bei der Analog-Digital-Wandlung aufgrund der linearen Verarbeitung wird dadurch beträchtlich gemindert, daß infolge von Kamerarauschen und Rauschreduktion die erreichte Amplitudenauflösung wesentlich höher ist als die ursprüngliche Quantisierungsauflösung.

Entwicklung und Aufbau des Echtzeit-Experimentalsystems wurden fortgesetzt; eine Reihe von Komponenten für die räumlich-zeitliche Verarbeitung wurden entworfen und realisiert. Die vollständige Inbetriebnahme und Nutzung sowie wichtige Ergänzungen und Erweiterungen für Übertragungszwecke gehören zu den Aufgaben des Nachfolgeprojektes "HDTV-Signalverarbeitung".

Die Arbeiten zur Raumbilddarstellung wurden mit der theoretischen und experimentellen Behandlung von Linsenraster-Projektionsverfahren und holografischen Bildwiedergabeverfahren fortgesetzt. Farbbilder mit einer Diagonalen von 2,5 m wurden mit 6 Diaprojektoren als Parallax-Panoramagramme in Linsenrasterschirme projiziert. Die Schirme wurden in bezug auf die Linsenstruktur, die Selektivität, das Reflexionsverhalten und ihre Krümmung optimiert. Lichtventil-Steuerschichten, in denen zur Projektion ein Weißlicht-Hologramm, synthesiert aus Panoramabildern, elektronisch erzeugt wird, erfordern eine sehr fein strukturierte Verformung. Die Überlegungen und Experimente, die hierzu angestellt wurden, haben noch nicht zu einem einsatzfähigen Beugungselement geführt. Das Linsenrasterverfahren erscheint demnach gegenüber den pseudoholografischen Methoden kurzfristiger anwendbar. Deshalb wird es in einem ab 1985 laufenden Projekt "Übertragung räumlicher Bilder" weiter untersucht und videotechnisch realisiert werden.

Projektleiter: Klaas (teilweise), Kummerow

Bearbeiter : Höfker, Reuter, Dreher (teilweise), Schamel, Thomeczek
Für 3D TV: Börner, Schulze

Zuwendungsgeber: BMFT

Einsatz von Codiertechniken für die Breitbandkommunikation

Ziel

Das Vorhaben befaßt sich mit der Anwendung von in der Vergangenheit untersuchten und entwickelten Codierverfahren in der digitalen Breitbandkommunikation. In einem zukünftigen digitalen Glasfaser-Ortsnetz werden sowohl TV-Programme zu verteilen als auch bidirektionale Bewegtbildkommunikationsdienste wie Telekonferenz und Bildfernsprechen abzuwickeln sein. Unter Annahme einer Übertragungsrate von 70 Mbit/s soll ein DPCM-Codierverfahren entwickelt werden, das für beide Anwendungen hinsichtlich Bildqualität und Codieraufwand, Fehlerempfindlichkeit und Verträglichkeit mit nachfolgenden Codierschritten optimale Eigenschaften bietet. Dies Verfahren soll in Form eines einsatzfähigen Codecs realisiert werden, der wirtschaftliche Lösungsmöglichkeiten für den Teilnehmerbereich beinhaltet oder mindestens erkennen läßt.

Für Telekonferenz bzw. Bildfernsprechen wird eine Fernübertragung mit auf 2-8 Mbit/s reduzierter Datenrate notwendig sein. Ein geeignetes Interframe-Codierverfahren, das auf der DPCM-Codierung der 1.Stufe aufbaut und einen entsprechenden Reduktionsfaktor liefert, soll entwickelt werden, wobei insbesondere ein optimaler Kompromiß zwischen Komplexität und erzielbarer Bildqualität zu finden ist. Dies Verfahren soll ebenfalls in einsatzreifer Form mit möglichst niedrigem Aufwand realisiert werden.

Für die stark reduzierte Datenrate bei der Fernübertragung ist ein Fehlerschutz wegen der hohen Fehlerempfindlichkeit und der stärkeren Störbeeinflussung der Kanäle unabdingbar. Der Einsatz neuer Realisierungsprinzipien in Verbindung mit speziell zu entwickelnden hochintegrierten Schaltungen und Mikroprozessoren soll hier die Verwendung besonders effektiver BCH- und Reed-Solomon-Codes bei vergleichsweise geringem Aufwand ermöglichen.

Stand im Projekt

Begleitet durch weitere theoretische Arbeiten und Rechnersimulatoren wurden die Realisierungskonzepte für die Codier- und Decodiergeräte, die Hauptinhalt des Projektes sind, vervollständigt und es wurde mit der Hardware-Entwicklung begonnen.

Für die hochwertige Übertragung von Farb-TV-Signalen sowie Video-Konferenz-Signalen auf Teilnehmer-Anschlußleitungen war eine Rate bei 70 Mbit/s vorgesehen. Es wurde herausgefunden, daß die Rate 72,0 Mbit/s für einen Einzelkanal herausragend vorteilhafte Eigenschaften besitzt und eine extrem einfache Rahmen-Multiplexbildung für die Teildatenströme eines Bild-Kanals sowie eine Rückgewinnung der Abtasttakte für Bild und Ton mit minimalem Aufwand erlaubt. Diese Aussagen beziehen sich allein auf ein zukünftiges digitales Ortsnetz, nicht auf Zubringerleitungen und das Fernnetz, wo selbstverständlich die asynchronen Übertragungskanäle der CCITT-PCM-Hierarchie verwendet werden sollen. Für die notwendige Synchronisierung und Taktanpassung der Signale beim Übergang ins synchrone Verteil-Ortsnetz wurden einfache Lösungen angegeben.

Es wurde ein DPCM-Coder/-Decoder entwickelt, der die Video-Daten auf 67,5 Mbit/s reduziert. Ein- und Ausgabe-Schnittstellen wurden als 8-bit Parallel-Interface nach EBU-Vorschlag realisiert. Mit dem Aufbau des Codec für Luminanz und Chrominanz wurde begonnen; nur TTL-Schaltkreise werden benötigt. Die Chrominanz-Komponenten werden in einer Form übertragen, die zum analogen Komponenten-Standard MAC kompatibel ist, gegenüber diesem aber die doppelte vertikale Chrominanzauflösung ermöglicht.

Das Interframe-Codierverfahren für 2 Mbit/s Übertragungsrate wurde in Rechnersimulationen weiter verbessert und insbesondere an die durch die Codec-Realisierung vorgegebenen Randbedingungen weiter angepaßt. Das Realisierungskonzept beruht auf den Einsatz zweier programmierbarer Prozessorsysteme und erfordert auf der Sendeseite zwei, auf der Empfangsseite einen Vollbildspeicher. Der erste Prozessor muß alle für den Codiervorgang notwendigen Rechen- und Verarbeitungsschritte ausführen. Verschiedene Signalprozessoren und mikroprogrammierbare, schnelle Mikroprozessoren bzw. Bit-Slice-Prozessoren wurden auf ihre Anwendbarkeit hin untersucht. In jedem Fall wird ein Mehrprozessor-System erforderlich. Demgegenüber erlaubt der ebenfalls untersuchte HHI-Bildprozessor-Baustein eine Ein-Prozessor-Lösung und bietet dennoch ungenutzte Leistungsreserven. Dieser Weg wird intensiv weiterverfolgt. Der zweite Prozessor übernimmt alle Steuerungsaufgaben, die Pufferfüllstandsüberwachung und -auswertung, die Modus-Umschaltung und die Zwischenspeicherung der Segmentadressen. Für diesen Zweck bietet ein Mikroprozessor MC68000 eine hinreichende Leistung.

Die Fehlerkorrektur bei 2 Mbit/s Kanalrate beruht auf einem (255, 247) Reed-Solomon-Code. Die Decodierung erfolgt nach dem Berlekamp-Massey-Algorithmus (BMA) als gemischte Frequenz- und Zeitbereichsdecodierung. Für die Ausführung des BMA wird ein programmierbarer Prozessor eingesetzt. Die Verwendung eines Signalprozessorbausteins TMS 320 hat sich als leistungsfähige und wenig aufwendige Lösung herausgestellt. Eine größere Zahl von rückgekoppelten Registern ist außerdem notwendig für die Coder- und Decoderrealisierung. Es wurde eine universelle Registerstruktur entwickelt, die für alle unterschiedlichen Register eines Codecs einsetzbar ist. Durch Integration mehrerer solcher Registerstrukturen auf einem Gate-Array-Baustein sind die Coder-Register auf einem,die Decoder-Register auf 2 ICs unterzubringen. Zur Zeit laufen die Arbeiten zur Schaltungs- und Programmentwicklung für den BMA-Prozessor sowie zur endgültigen Festlegung und dem anschließenden Schaltkreisentwurf des Registerschaltkreises.

Projektleiter: Kummerow

Bearbeiter : Brüders (teilweise), Hahn, Koch (teilweise), Kummerow, Neuhold, Schüssler, Stammnitz

Zuwendungsgeber: BMFT

Entzerrungsprobleme und Übertragungscodierung bei digitaler Dichtspeichertechnik

Ziel

Die Speicherung digitalisierter Ton- und Videosignale auf Band oder Platte ist sowohl für Studio- wie für Heimanwendungen in Zukunft vorgesehen. Es sind Dichtspeichermethoden mit nicht löschbarer mechanischer, elektrostatischer und optischer Abtastung entwickelt worden, bei denen Speicherdichten bis 1 Mbit/mm^2 erreicht werden. Auch magneto-optische bzw. auf Phasenumwandlung zwischen amorphem und kristallinem Material beruhende löschbare optische Dichtspeicher sind im Entwicklungsstadium. Es ist zu erwarten, daß mit ultravioletten Lasern Dichten von mehreren Mbit/mm^2 erreicht werden können.

Eine Voraussetzung für die wirtschaftliche Realisierbarkeit von digitalen Dichtspeichertechniken sind wirksame Methoden zur Bekämpfung von Bitfehlerursachen, Fehlerkorrekturverfahren wären sonst zu aufwendig oder würden gänzlich versagen. Als Bitfehlerursachen kommen grundsätzlich Impulsnebensprechen (Intersymbol-Interferenz, ISI) und unregelmäßige Störungen, z.B. Rauschen, in Betracht. ISI, d.h. die Überlappung benachbarter Impulse, die die signalmäßige Realisierung der Codeelemente darstellen, ist eine vom Signal determinierte Form der Störung. Sie wird durch Frequenzbandbegrenzung ("lineare Verzerrung") verursacht. Die gleichzeitige Reduktion von ISI und Rauscheinflüssen führt auf die klassische Optimierungsaufgabe der Datenübertragung über einen verzerrenden, gestörten Kanal.

In der Dichtspeichertechnik besteht der "Kanal" aus dem Aufnahmewandler, dem Speichermedium und dem Wiedergabewandler. Das Ziel des Projektes ist die Angabe von Möglichkeiten zur Optimierung des digitalen Dichtspeicherkanals. Dazu wird ein für diese Untersuchungen geeignetes Dichtspeicherverfahren ausgewählt, seine Kanalmerkmale werden beschrieben und für die Simulation nachgebildet. Die Optimierung erfolgt durch Angabe von geeigneten Empfangsfiltern bei verschiedener Codierung des Sendesignals.

Stand im Projekt

Als Kanalbeispiel wurde wegen seiner Zukunftsaussichten ein magneto-optisches Aufzeichnungs- und Wiedergabeverfahren ausgewählt. In einem Industrielabor konnten von uns Messungen durchgeführt werden. Die Kanalübertragungsfunktion wird hauptsächlich durch das optische System bestimmt. Sie fällt linear mit der Frequenz bis zum Wert Null bei einer Grenzfrequenz f_c. Die Rauschstörungen sind im wesentlichen additiv und gaussisch. Ihre Spektraldichte hat einen bis f_c linear fallenden Verlauf und bleibt dann konstant. Die Mindestgröße der magnetischen Domänen im Speichermedium resultiert in erste Linie aus dem minimalen Fokusfleckdurchmesser und bestimmt die maximale Sendefrequenz. Sie liegt bei 1/3 f_c bis 1/6 f_c. Die Kanalkapazität i.S. der Systemtheorie des Dichtspeicherkanals wird daher nicht ausgeschöpft. Der hiernach modellierte Kanal wurde bei verschiedenen Entzerrungs- und Optimierungsverfahren untersucht. Als Sendeimpulse sind Biphase- und EFM-(Eight-to-Forteen-Modulation) Code bedeutsam. Sie gestatten auch, eine Frequenzweiche zur Trennung der Regelsignale für Spur und Fokus und der Nutzinformation einzusetzen, da sie im niedrigen Frequenzbereich kaum spektrale Energie besitzen. Der z.B. vor den Entzerrer zu schaltende Hochpaß beeinträchtigt das Signalrauschleistungsverhältnis nur unwesentlich. Der Nyquistentzerrer des Biphasesignals besitzt bereits von sich aus Bandpaßcharakter. Aus Gründen der Systematik wurden uni- und bipolare NRZ-Sendegrundimpulse mit in die Untersuchung einbezogen.

Für Biphase-Sendegrundimpulse wurden folgende Entzerrungsverfahren untersucht:
Optimale Nyquistentzerrung; Begrenzung des Empfangsspektrums im interessierenden Frequenzbereich durch einen idealen Tiefpaß; Biphase-Impulsformung. Die optimale Nyquistentzerrung liefert gegenüber der Begrenzung des Empfangsspektrums mit idealem Tiefpaß eine ca. 1000 mal bessere, die Biphaseimpulsformung eine 10 bis 100mal schlechtere Fehlerwahrscheinlichkeit /1/.

Der EFM-Code wird bei der Compact Disc (CD), der digitalen Schallplatte von Philips/Sony verwendet. Nach Mitteilung der Industrie gilt dies auch für eine in Entwicklung befindliche löschbare CD. Unsere Untersuchungen betreffen den EFM-Code im Zusammenhang mit obigem Kanalmodell /2/.

Der EFM-Code ist ein 3/11-lauflängenbegrenzter Code, d.h. jeder Sendeimpuls ist mindestens 3 T und höchstens 11 T lang mit T = 1/F und F = Taktfrequenz. Seine Eigenschaften wurden ausgehend vom bipolaren NRZ-Sendegrundimpuls untersucht, für den vier Entzerrungsverfahren untersucht worden sind:
Optimale Nyquistentzerrung; Begrenzung des Empfangsspektrums durch idealen Tiefpaß; Optimierung von Impulsformern; Formung des Detektionsspektrums.
Diese Optimierungsverfahren wurden für EFM-Code mit einem Sendegrundimpuls der Länge 3 T angewendet und zwar ohne und mit vorgeschaltetem Hochpaß (Frequenzweiche). Dabei ergibt sich, daß die günstigsten Ergebnisse für ein $\cos^2$-förmiges Detektionsspektrum erreicht werden, das einen Roll-off-Faktor von 1 hat. Die Rangfolge der Entzerrungsverfahren ist: $\cos^2$-förmiges Detektionsspektrum, $\cos^2$-förmiger Impulsformer, gaussförmiger Impulsformer, Nyquist-Entzerrung, Begrenzung des Kanals durch idealen Tiefpaß. Diese Rangfolge und die Parameter der optimalen Entzerrer bleiben bei Vorschalten eines Hochpasses erhalten, das Signalrauschleistungsverhältnis verschlechtert sich jedoch. Die durch Entzerrung erzielbare Verbesserung des Signalrauschleistungsverhältnisses bleibt beim EFM-Code deutlich unter der beim Biphase-Code erzielbar.

Mit diesen Ergebnissen wurde das Projekt zum Ende des Berichtsjahres planmäßig abgeschlossen.

/1/ Höhne, H.D.; Makai, B.: Eigenschaften und Optimierung eines digitalen Dichtspeicherkanals. (eingereicht bei FREQUENZ).

/2/ Makai, B.; Höhne H.D. : Optimalfilterung EFM-codierter Signale für magneto-optische Dichtspeicher. (in Vorbereitung).

Projektleiter: Höhne

Bearbeiter : Höhne, Makai, Homuth (SHK)

Zuwendungsgeber: DFG

Hochintegrierte Signalprozessoren für die Telekommunikation

Ziel

Das Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung und Realisierung eines programmierbaren Gleitkomma-Signalprozessors in VLSI-Technik mit einem breiten Anwendungsfeld in der Telekommunikation. In der Zusammenarbeit zwischen Systementwicklern und Halbleiterhersteller auf allen Ebenen des Entwurfs sollen die Arbeiten bis zur Prototypanfertigung geführt werden.

Der Signalprozessor wird folgende Eigenschaften besitzen:
- Hohe Genauigkeit durch Verwendung von Gleitkommadarstellung und -arithmetik
- Kurze Operationszeiten für die Gleitkommaoperationen
- Ausreichende Speicherkapazität
- Ein Adreßrechenwerk, das für alle wichtigen Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung geeignet ist
- Schnelle Eingabe-/Ausgabeeinheit.

Mit diesen Eigenschaften soll der breite Anwendungsbereich sichergestellt werden. Parallel zu der Realisierung des Prozessors wurden leistungsfähige Entwurfshilfsmittel, die dem Signalprozessor einen großen Anwenderkreis auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik erschließen sollen, entwickelt. Ein geeignetes Entwicklungssystem ist eine wesentliche Voraussetzung für den praktischen Einsatz.

Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit der Firma Siemens (UBK) durchgeführt (Bild 1). Siemens wird in seiner CMOS-Technologie Musterchips anfertigen, ausgehend von Layoutentwürfen für die Masken, die nach den Siemens Design-Rules von HHI Mitarbeitern entwickelt werden. Außerdem wird Siemens währen der gesamten Projektlaufzeit ständig aktiv an der Realisierung des Signalprozessors beteiligt sein. Die Entwicklung in der ersten Phase des Vorhabens soll zur Integration des Gleitkomma-Rechenwerks in 3 µ-CMOS-Technologie führen. In der zweiten Phase wird der gesamte Gleitkomma-Signalprozessor in 2 µ-CMOS-Technologie realisiert.

Die komplexe Struktur der zu entwickelnden Schaltkreise erfordert ein leistungsfähiges CAD-System, sowohl für die funktionelle als auch für die physikalische Entwurfsebene. Dabei muß der Transfer der Maskenlayout- und Testdaten zum Halbleiterhersteller gewährleistet sein.

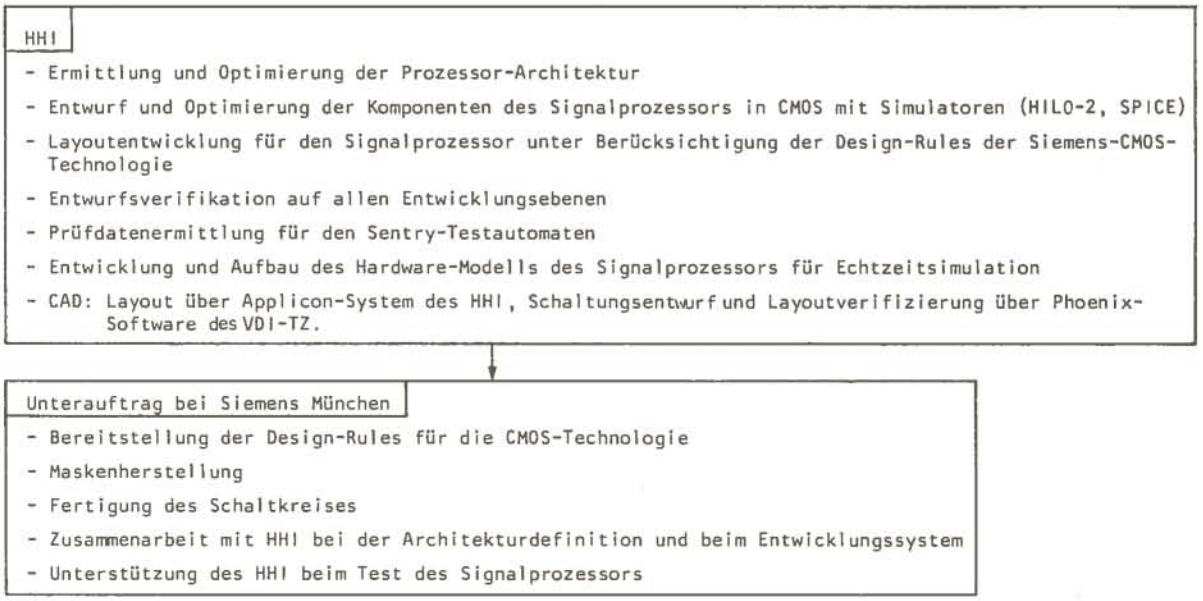


Bild 1: Zusammenarbeit mit Siemens und VDI-Technologiezentrum

Stand im Projekt

Zum Schaltungsentwurf, Schaltungs- und Layoutverifizierung wird die im VDI-Technologiezentrum vorhandene Phoenix-Software verwendet. Diese wurde aus HHI-Mitteln durch 3 Programmpakete (HILO-2, IQ und PDRC) ergänzt. Für die Layoutentwicklung wurde ein eigenes Applicon-Layoutsystem der Serie 4000 im HHI installiert. Durch die Teilnahme an einem "Gate-Array-Multiproject" im Institut für Mikroelektronik der TU-Berlin konnten Erfahrungen mit dem Applicon-System, mit Logiksimulation, Schaltungsrückgewinnung aus dem Layout, Bonden und Testen des Chips gesammelt werden. Es wurden 2 Chips in CMOS entworfen und realisiert. Das erste Chip entspricht dem 16-bit-Schiebewerk, das mehrfach im Gleitkomma-Rechenwerk vorkommt. In dem zweiten Chip wurde zusätzlich zu der Schiebelogik ein BILBO (Built-In-Logic-Block-Observer) realisiert. Das Ziel dieses Entwurfs ist die Untersuchung des Aufwandes und der Effektivität solcher additiver Teststrukturen im VLSI-Signalprozessor. Der Funktionstest der gefertigten Schaltkreise ist erfolgreich abgeschlossen worden. Einer der Bausteine (Schiebewerk) wurde im Hardware-Modell eingesetzt. Die bei dieser Entwicklung gewonnenen Erfahrungen erlaubten einen reibungslosen Übergang zu den Full-Costum-Design Arbeiten mit dem HHI-Layoutsystem. Nach Erhalt der Design-Rules für den 3 µ-CMOS-Prozeß begann die Layout-Entwicklung für einen 8-bit Carry-Ripple-Addierer, der von Siemens im Rahmen eines Multiprojects integriert werden soll. Weitere Layout-Arbeiten fanden bei der Entwicklung des Schiebewerks und des Gleitkomma-Multiplizierers statt.

Im Signalprozessor kommen Addierschaltungen mit unterschiedlichen Wortlängen vor. Zweckmäßige Anwendung findet hier der Carry-Ripple-Addierer an weniger zeitkritischen Pfaden oder in den Rechenwerken mit kurzen Wortlängen (6- bis 10-bit). Im Multiplizierer und im Mantissenteil des Gleitkomma-Addierers treten Additionen von Zahlen mit mehr als 10-bit auf. Dafür wurde der Carry-Look-Ahead-Addierer entwickelt. Die mit dem Netzwerkanalyseprogramm SPICE ermittelten Ergebnisse zeigen, daß dieses Verfahren nach dem jetzigen Entwicklungsstand um ca. 20% schneller ist als der Carry-Ripple-Addierer bei geringfügig erhöhtem Flächenaufwand. Weitere Komponenten des Gleitkomma-Rechenwerks, die "Wallace-Tree"-Struktur für die Addition der Partialsummen im Multiplizierer, die Schiebewerkmatrix, Vornullendetektor und verschiedene Verbundgatter sind in CMOS-entworfen, mit SPICE optimiert und teilweise ins Layout umgesetzt worden.

Um die Leistungsfähigkeit der entworfenen Architektur des Signalprozessors zu testen, sind mehrere Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung (FFT, FIR-Filter, Autokorrelation und schnelle Faltung) auf dem Simulationsmodell implementiert worden. Durch die Erweiterung des Simulators konnten Overhead, Auslastung der Komponenten und Befehlssatz untersucht werden.

Mit Hinblick auf Anwendung für verschiedene Filterstrukturen und zur Berechnung der Korrelationsfunktion wurde die Exponentenwortlänge untersucht. Die Ergebnisse zeigten, daß für die meisten Anwendungen in der digitalen Signalverarbeitung eine Exponentenwortlänge von 6 Bit ausreichend ist.

Projektleiter: Talmi

Bearbeiter : Block, Böttcher, Eindorf, Holstein, Schröder, Talmi, Wesseling, Markowski (SHK), Olbrich (SHK), Schade (SHK)

Zuwendungsgeber: BMFT

Prozessoren für Bildcodierung und Bildsignalverarbeitung

Ziel

In ständig steigendem Ausmaß werden bereits heute digital arbeitende Geräte zur Echtzeit-Bildcodierung und -Bildsignalaufbereitung eingesetzt. Im Zuge der Digitalisierung im Fernsehbereich und der Einführung von Bewegtbild-Kommunikationsdiensten wird der Bedarf für solche Geräte in der Zukunft noch viel stärker anwachsen. Deshalb muß der heute noch sehr hohe Auwand durch Nutzung von Hochintegrationstechniken wesentlich reduziert werden.

Wegen der Vielfalt der unterschiedlichen Verarbeitungsaufgaben ist es naheliegend, nach universell einsetzbaren Schaltkreisen zu suchen, die sich leicht an verschiedene Aufgabenstellungen anpassen lassen. Als aussichtsreich erscheint dabei das Konzept eines programmierbaren, speziell für die Echtzeit-Bildsignalverarbeitung geeigneten Prozessors.

Die Ziele des Vorhabens liegen in der Entwicklung von Strukturen programmierbarer Prozessorsysteme, in der Erprobung entwickelter Schaltungskonzepte für den Prozessor und seine peripheren Baugruppen sowie in der Integration des zentralen Prozessors nach einem ausgewählten Konzept.

Stand im Projekt

Das Projekt hätte nach dem Zeitplan zum 30.6.84 abgeschlossen sein sollen. Aufgrund technologischer Schwierigkeiten bei der Herstellung der Gate-Array-Schaltkreise verzögerte sich die Auslieferung der Bausteine um 9 Monate, so daß eine zweimalige Verlängerung des Projekts bis endgültig zum 30.6.85 notwendig wurde. Die ersten 4 der insgesamt 20 Prototypbausteine wurden schließlich geliefert und in vorhandenen Testaufbauten überprüft. Es zeigte sich, daß jeder Baustein unterhalb der errechneten worst case-Zykluszeit von 11,25 ns für eine arithmetische Operation blieb, so daß im praktischen Betrieb das Bildprozessorsystem wie erwartet mit einer Zykluszeit von 10 ns betrieben werden kann. Der Test der umfangreichen Funktionen des Schaltkreises im Bildprozessorsystem ist noch nicht abgeschlossen.

Ein wichtiger Teil der Arbeiten des Jahres 1984 war die Neugestaltung von zwei Testaufbauten für das Bildprozessorsystem. Die Erfahrungen mit dem Prototypaufbau hatten gezeigt, daß die Verzögerungszeiten auf dem Bildprozessorbus erheblich reduziert werden mußten, damit die erwartete Zykluszeit von 10 ns für den Prozessorbaustein voll ausgenutzt werden kann. Dementsprechend wurde ein kompakterer Aufbau konzipiert und realisiert, bei dem der Bildprozessorbus auf weniger als 40% seiner bisherigen Länge verkürzt wurde. Um dieses Ziel zu erreichen, war es notwendig, die Modularität der peripheren Baugruppen einzuschränken. Einzelbaugruppen wurden zu größeren Funktionseinheiten zusammengefaßt und mit einer gemeinsamen Busschnittstelle versehen.

Der Kern des Bildprozessorsystems besteht nunmehr nur noch aus 3 doppelthohen Platinen. Auf einer von diesen befinden sich der Prozessorbaustein, der Arbeitsspeicher und die gesamte Programmsteuerung sowie eine digitale 12 bit-E/A-Schnittstelle. Je eine Platine beherbert die digitale und die analoge Peripherie. Die digitale Peripheriebaugruppe enthält Zeilenspeicher, Quantisier- und Codiertabellenspeicher, die analoge den A/D- und den D/A-Wandler. Die digitale 12 bit-E/A-Schnittstelle auf der Prozessorplatine erlaubt, den Bildprozessor auch ohne periphere Baugruppen zu betreiben, z.B. als Glied einer Kette von Prozessoren, die eine umfangreichen Algorithmus zu bearbeiten haben.

Unter dem Gesichtspunkt, den Test sowie den späteren Einsatz des Bildprozessors möglichst anwendungsfreundlich zu gestalten, wurde in einem weiteren Arbeitsabschnitt die Grundversion eines "Cross-Assembler"-Programms erstellt. Damit wird das etwas mühsame und leicht zu Fehlern führende Programmieren des Bildprozessors durch Setzen bzw. Rücksetzen einzelner Bits in den Steuerworten durch Verwendung nmemonischer Ausdrücke, wie sie auch bei der Programmierung von Mikroprozessoren üblich sind, abgelöst.

Die Weiterentwicklung des Konzepts, z.B. für den Einsatz in Codiergeräten, ist die Aufgabe eines Nachfolgevorhabens "Programmierbarer Video-Signalprozessor für die Echtzeitverarbeitung".

Projektleiter: Koch

Bearbeiter : Hamborg, Liebsch (beide bis 30.6.84), Koch

Zuwendungsgeber: BMFT

Programmierbarer Video-Signalprozessor für die Echtzeitverarbeitung

Ziel

Der Einsatz programmierbarer Signalprozessoren für die Verarbeitung von Nachrichtensignalen verspricht in vielen Anwendungsfällen erhebliche wirtschaftliche und technische Vorteile. Derzeit verfügbare Signalprozessoren zeigen bereits interessante Leistungsmerkmale, jedoch ist die Einsetzbarkeit aus Geschwindigkeitsgründen auf Signale im Audio-Frequenzbereich beschränkt. Die Vorzüge eines Signalprozessor-Konzepts können auch im Bereich der digitalen Videosignalverarbeitung nutzbar gemacht werden, wozu sehr schnelle, hochwertige Halbleitertechnologien und optimale an die speziellen Anforderungen angepaßte Prozessorstrukturen zu verwenden sind. Dies wurde in dem vorangegangenen Projekt "Prozessoren für die Bildcodierung und Bildsignalverarbeitung" gezeigt.

Aus den Erfahrungen bei der Auswertung des im Vorläuferprojekt entstandenen Bildprozessorsystems und seiner Leistungsfähigkeit im praktischen Einsatz, z.B. in Codiergeräten, sollen erweiterte und verbesserte Prozessoranordnungen und -strukturen abgeleitet und entwickelt werden. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines universellen, programmierbaren Signalprozessors für die Echtzeit-Videosignalverarbeitung bei einer Abtastfrequenz von 13,5 MHz (entsprechend dem CCIR-Vorschlag). Die Zykluszeit für die Durchführung arithmetischer oder anderer Operationen soll ≤ 10 ns sein. In einem Befehlszyklus soll die gleichzeitige Eingabe aus mehreren Signalquellen, die arithmetische Verarbeitung, Zwischenspeicherung und Ausgabe zu peripheren Modulen möglich sein. Diese hohe Verarbeitungsgeschwindigkeit in Verbindung mit einem leistungsfähigen Befehlssatz soll es ermöglichen, daß alle erforderlichen Operationen für die Quellcodierung und Verarbeitung von Bildsignalen in einem Abtastintervall sequentiell in Echtzeit durchführbar sind.

Für die zentrale Prozessorschaltung soll eine integrationsfähige Schaltungsstruktur auf der Basis einer geeigneten Technologie eines Halbleiterherstellers entwickelt und zusätzlich sollen geeignete Peripheriebausteine spezifiziert werden.

Stand im Projekt

Die erste Phase des Projektes war ausgefüllt mit dem Ausbau und der Verbesserung des Video-Signalprozessors unter Berücksichtigung der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit der integrierten arithmetischen Einheit in Form eines ECL Gate-Array Schaltkreises.

Das dynamische Verhalten der einzelnen Systemeinheiten wurde weitgehend der hohen Verarbeitungsgeschwindigkeit des ECL Gate-Array Schaltkreises angepaßt und die Funktionsfähigkeit durch Labortests überprüft. Dabei wurde gleichzeitig die Prozessorleistung durch Erweiterung der Hardwarefunktionen erhöht. Hinzu kam eine erweiterte Programmverzweigungslogik und eine synchrone Interruptlogik. Ein zusätzlicher Software-Interrupt-Eingang ermöglicht eine einfache Programmerstellung in Verbindung mit einer schnellen Systemreaktion für die adaptive Video-Signalverarbeitung.

Die angestrebte Befehlszykluszeit von ≤ 10 ns konnte auch mit den erweiterten Funktionen des Prozessors und einschließlich der peripheren Systemkomponenten erreicht werden. Eine weitere Reduzierung der Befehlszykluszeit ist auch unter der Voraussetzung, daß die im Gate-Array integrierte arithmetische Einheit schnell genug ist, durch die Verwendung diskreter ECL-Baulemente für die Adreß- und Interruptlogik im nennenswerten Umfang nicht mehr möglich.

Die bestehende Grundversion des Cross-Assembler Programms wurde parallel zur weiterentwickelten Systemhardware des Video-Signalprozessors ausgebaut und mit der Entwicklung von Datentransferprogrammen begonnen. Diese Programme dienen zur Übertragung des Maschinencodes (Cross-Assembler, Z80-Mikroprozessor) zum EPROM-Programmiergerät oder direkt über eine Interfaceschaltung zum Video-Signalprozessorsystem.

Projektleiter: Liebsch

Bearbeiter : Heeren, Liebsch, Zier (teilweise)

Zuwendungsgeber: BMFT

Abteilung Optische Signalverarbeitung

Übersicht

Die Integrierte Optik, ein umfassender Forschungsschwerpunkt des HHI, hat aus heutiger Sicht zwei wesentliche Ziele:

- Entwicklung opto-elektronischer integrierter Komponenten für den Einsatz in der Nachrichtentechnik, die in großer Stückzahl kostengünstig gefertigt werden können.

- Entwicklung opto-elektronischer integrierter Komponenten für die optische Signalverarbeitung.

Bei Komponenten der ersten Art steht die kostengünstige Massenproduktion in der Optoelektronik im Vordergrund. Der Lösung dieser Aufgabe kommt allerhöchste Bedeutung für die zukünftige Kommunikationstechnik zu; der Einsatz der optischen Nachrichtentechnik im Teilnehmerbereich öffentlicher Netze ist in großem Umfang erst denkbar, wenn eine kostengünstige Massenproduktion opto-elektronischer Komponenten gewährleistet ist. Die systemtechnische Zuarbeit für diese Arbeiten erhält der Bereich Integrierte Optik aus den verschiedenen Projekten der Abteilung Vermittlung und Übertragung im Bereich Nachrichtensysteme.

Das zweite und fernere Ziel der Integrierten Optik ist die optische Signalverarbeitung, die für die zukünftige Kommunikationstechnik attraktive Verfahren für die Verarbeitung sehr breitbandiger Signale bietet. Schnelle elektronische Schaltungen werden heute im wesentlichen auf Si- und GaAs-Basis entwickelt, für extreme Verarbeitungsgeschwindigkeiten werden Schaltungen mit High Electron Mobility-Transistoren HEMT und Josephon-Elementen diskutiert. Die optische Signalverarbeitung arbeitet im Gegensatz zur elektronischen i.a. parallel und nicht seriell, die optische Signalverarbeitung ist deshalb der elektronischen in Hinblick auf Verarbeitungsgeschwindigkeit überlegen. Es ist bekannte Technik, schnelle elektrische Signale in den optischen Bereich zu wandeln, mit komplizierten optischen Aufbauten parallel zu verarbeiten und wieder in den elektrischen Bereich rückzuwandeln. Inzwischen gelang es, einige dieser Prozesse nicht nur auf der optischen Bank, sondern mit handlichen Schaltungen in Hybrider Optik auf Lithiumniobat-Basis durchzuführen. So wurden Bausteine zur sehr schnellen Spektralanalyse von Mikrowellensignalen, sehr schnelle Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandler sowie effektive Signalprozessoren für die Satellitentechnik in Hybrider Optik entwickelt. Langfristig sind hier opto-elektronische integrierte Schaltungen auf Halbleiterbasis anzustreben, die als billige, kleine Massenchips zur Verarbeitung schneller elektrischer Signale eingesetzt werden können.

Es wird Aufgabe der neuen Abteilung Optische Signalverarbeitung sein, der Integrierten Optik die notwendigen systemtechnischen Zuarbeiten für die Entwicklung von opto-elektronischen integrierten Schaltungen zur optischen Signalverarbeitung zu liefern; als Vorstufe sind hybridoptische Komponenten auf Lithiumniobat-Basis vorgesehen.

Abteilung Anthropotechnik

Übersicht

Die Aufgabe der Anthropotechnik besteht darin, die Merkmale von Techniksystemen und Benutzern in Einklang zu bringen, um damit ein Optimum der Nutzungsmöglichkeit, der Zufriedenheit, der Kosten-Nutzenbeziehung, der Sicherheit und anderer Kriterien zu erreichen. In den Vorhaben dieser Abteilung werden zu diesem Zweck die Kenngrößen, Fähigkeiten und Begrenzungen des Menschen in Bezug zu Telekommunikationssystemen bestimmt, und es werden Vorschläge für deren Berücksichtigung in Geräten und Verfahren der Telekommunikation erarbeitet. Die z.Z. bearbeiteten Projekte behandeln verschiedene Aspekte der Bildkommunikation sowie der Informationseingabe und -ausgabe.

Im HHI werden breit angelegte Vorarbeiten für die Konzipierung eines Fernsehsystems mit erhöhter Auflösung (High Definition Television) durchgeführt, an denen sich die Abteilung Anthropotechnik mit den Vorhaben "Visuelle Parameter bei der Großbilddarstellung" und "Psychooptische Begründung eines 3D-Fernsehstandards" beteiligt.

In künftigen Telekommunikationsdiensten wird die Art der Darstellung visueller Informationen auf Bildschirmen ein bestimmender Faktor für die Nutzungsbereitschaft des nichtprofessionellen Anwenders sein. Im Vorhaben "Textdarstellung auf Bildschirmen" wurden aufgabenspezifische Darstellungsvorschläge für Bildschirmtexte erarbeitet, die nach Leistungs- und Zufriedenheitskriterien optimal sind. Die Variablen umfassen formale Zeichenparameter, Farben und Bildzeichen und Bedienhinweise.

Die Eignung verschiedener Verfahren der Informationsübermittlung zu einem Informationssystem oder einem Computer wurden im Vorhaben "Eingabeverfahren für ungeübte Benutzer" untersucht. Hier wurden Verfahren, die durch "Sprechen", "Handschreiben", "Zeigen" u.a. gesteuert werden, betrachtet.

Im Vorhaben "Bewegtbildübertragung für die Individualkommunikation" werden die erforderlichen Endgeräteeigenschaften und die Merkmale eines Übertragungssystems für die Abwicklung ausgewählter Bewegtbilddienste erarbeitet. Die Themen umfassen Abtastverfahren, adaptive Luminanzbewertung, Farbkorrektur und Beleuchtungsprobleme sowie die Konzipierung und Erprobung eines Konferenzsystems und die Entwicklung einer interaktiven Bedienerführung für ein multifunktionales Bild-Endgerät.

Schließlich wurde mit der Felderprobung eines rechnergestützten Berufsinformationssystems ("RUBIN"-Feldversuch) begonnen. Mit diesem System können sich Berufswähler anhand von Film-, Bild- und Textinformationen, die über eine komfortable Benutzerführung zugänglich sind, berufsspezifische Auskünfte verschaffen. Die Arbeiten werden gemeinsam mit der Bundesanstalt für Arbeit durchgeführt.

Visuelle Parameter bei der Großbilddarstellung

Ziel

Die Fortschritte in der Technologie von Bildaufnahme- und Bildwiedergabegeräten und in der Signalverarbeitung einerseits sowie die zukünftige Bereitstellung breitbandiger digitaler Kanäle andererseits eröffnen die Möglichkeit, ein High-Definition-Television-(HDTV)System einzuführen, das gegenüber der heutigen Fernsehnorm erhöhte Qualitätsmerkmale aufweist.

Es ist das Ziel des Vorhabens, in psycho-optischen Untersuchungen die zur Zeit noch unbekannten Zusammenhänge zwischen meßbaren Bildverzerrungen und den subjektiven Urteilen über die Bildqualität so weit aufzudecken, daß eine HDTV-Norm darauf aufgebaut werden kann, die einerseits eine definierte Qualität der übertragenen Bilder und andererseits eine Reduzierung der zu übertragenden Informationen auf relevante Anteile sicherstellt.

Insbesondere sollen die Erweiterung des Raums darstellbarer Farben, die Erhöhung des Kontrastumfangs und die Codierung der Farbinformation untersucht werden.

Stand im Projekt

Ein Schwerpunkt des im HHI verfolgten HDTV-Konzepts stellt die Verbesserung der Farbverarbeitung gegenüber dem herkömmlichen Verfahren dar, das auch von den meisten Vorschlägen für ein neues HDTV-System übernommen wurde.

Im konventionellen System erfolgt kameraseitig eine colorimetrische Festlegung auf die Farbstrahler der Empfängergeräte und eine sogenannte γ-Vorverzerrung der R, G, B-Signale, die die Nichtlinearität des Endgerätes (i.a.Monitor) festlegt. Diese Art der Verarbeitung führt einerseits zu Verlusten der Farbinformation (Entsättigung von Farben, Farbverfälschungen) und andererseits zu Schärfe- und Auflösungsverlusten durch Verletzung des Konstant-Luminanz-Prinzips. Ein weiterer Nachteil dieser Verarbeitung ist die Verwendung von Luminanz- und Chrominanzsignalen, die dem Farbensehen des Menschen nicht optimal angepaßt sind.

Es wurden verschiedene Konstant-Luminanz-Systeme hinsichtlich der o.g. Mängel untersucht und subjektiv verglichen, wobei die Überlegenheit dieser Systeme gegenüber der konventionellen Verarbeitung gezeigt werden konnte.

Schließlich wurde ein neues Verfahren, der sogenannte CIELAB-Codec (Bild 1) vorgeschlagen, der die erwähnten Nachteile vermeidet und somit für ein neues HDTV-System geeignet ist.

Dieser Codec stellt weitestgehend die Realisierung der Formeln eines subjektiv gleichabständigen Farbenraumes dar, der von der internationalen Beleuchtungskommission (CIE) empfohlen wurde.

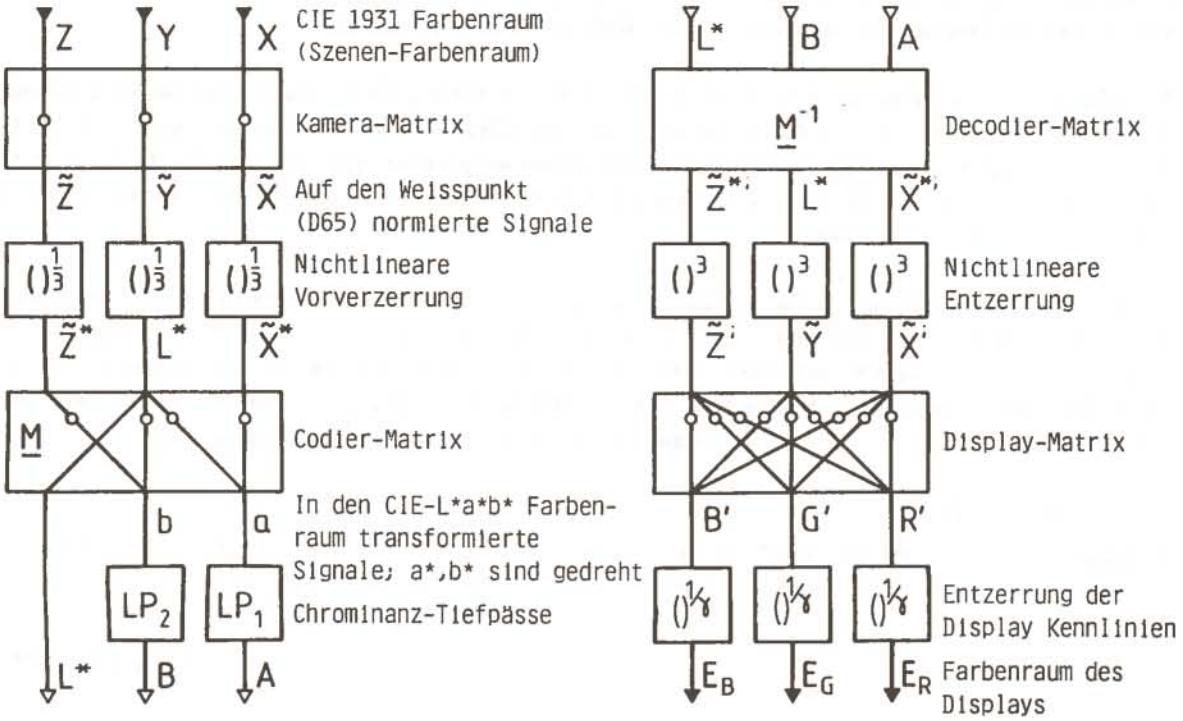


Bild 1: Blockschaltbild des CIELAB-Codec. Mit diesem Codec lassen sich Farb-, Schärfe- und Kontrastzerrungen des konventionellen Fernsehsystems vermeiden.

Desweiteren wurden subjektive Untersuchungen zur Festlegung der Chrominanzkomponenten und zur Bestimmung der relativen Bandbreiten von Chrominanzsignalen durchgeführt. Es konnten eindeutige Bereiche minimalen und maximalen Ortsfarbauflösungsvermögens festgestellt werden (Bild 2), so daß sich die Möglichkeit ergibt, die Chrominanzinformation mittels zweier Signale unterschiedlicher Bandbreite zu übertragen.

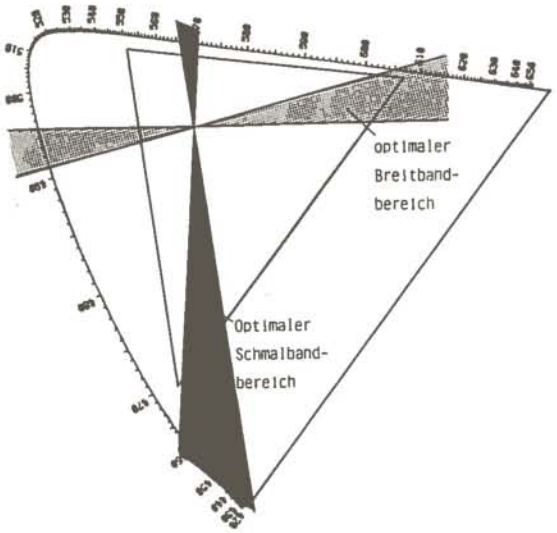


Bild 2: Winkelbereiche für maximales bzw. minimales Auflösungsvermögen des Auges bei Chrominanzgratings. Darstellung im CIE 1976 (u', v')-Diagramm

Neben den oben beschriebenen Untersuchungen wurde u.a. am Aufbau von Apparaturen für die Aufnahme, Bearbeitung und Projektion hochqualitativer Test-Bilder, die für die Arbeitspunkte "Kontrastwahrnehmung" und "Erweiterung des Bereichs darstellbarer Farben" benötigt werden, gearbeitet.

Eine Apparatur zur Aufnahme von Bildern mit hohem Kontrast (>400:1), hoher Farbgüte (Farbwiedergabeindex >90), zur Digitalisierung der Bilddaten und deren Vorverarbeitung und zum Einlesen der Daten in einen Rechner wurde fertiggestellt. Erste Schwarz-weiß-Bilder wurden aufgenommen. Für Farbaufnahmen fehlen noch Farbtrennfilter. Eine Projektionseinheit zur Wiedergabe von Rot-, Grün- und Blau-Auszügen mit erweitertem Farbbereich ist ebenfalls betriebsbereit.

Die Apparatur zur Belichtung der Farbauszugsdias wurde als Flachbettprinter ausgeführt. Eine modulierbare Lichtquelle wird über eine Autofocuseinrichtung auf eine Fotoplatte projiziert und erzeugt einen 30µm großen Punkt. Die Belichtung jedes Einzelpunktes wird über eine digitale Lichtmengenregelung gesteuert. Die Rasterung erfolgt durch Bewegung der Photoplatte in der Bildebene. Mit dieser Apparatur ist es möglich, Farbauszüge mit hoher Auflösung (> 1000 x 1000 Bildpunkte) und hohem Kontrast (> 500) herzustellen.

Projektleiter: Schäfer

Bearbeiter : Chen, Feddersen, Gölz, Günther (teilweise), Herzberg (teilweise), Ihlenburg (teilweise), Ittstein (SHK), Kauff (teilweise), Rennert (SHK), Schenke (teilweise)

Zuwendungsgeber: BMFT

Psychooptische Begründung eines 3D-Fernsehstandards

Ziel

Der gegenwärtige Stand der Technik breitbandiger digitaler Signalverarbeitungs- und Übertragungsverfahren begünstigt die Entwicklung von Fernseh-Reproduktionsverfahren für größere Bilder bei entsprechender Auflösung (HDTV) und für räumliche Bilder (3DTV). Beide Maßnahmen werden Neufestlegungen der Fernsehnorm erfordern. Deshalb ist eine koordinierte Entwicklung sinnvoll. Gegenüber dem hohen HDTV-Entwicklungsstand steht die 3DTV-Entwicklung z.Z. noch vor einer Festlegung wünschenswerter Leistungsmerkmale. Es ist das Ziel dieses Vorhabens, diese Anforderungen aus den Eigenschaften des Gesichtssinns abzuleiten, sowie nach einer Optimierung eines 3D-Verfahrens vergleichende Bewertungen verschiedener 2D- und 3D-Verfahren durchzuführen und damit Grundlagen für die Entwicklung von Endgeräten, Codierverfahren und von einem künftigen Fernseh-Gesamt-Konzept bereitzustellen.

Stand im Projekt

Das Projekt begann im August 1984 und befindet sich dementsprechend zur Zeit noch in der Vorbereitungsphase.

Im ersten Untersuchungsabschnitt soll die Störwirkung von Rekonstruktionsfehlern untersucht werden, die bei der Anwendung datenreduzierender Verfahren auf die 3D - Bildübertragung entstehen können. Die Fehlerquellen sollen in psychooptischen Experimenten systematisch variiert werden, um eine Übersicht von tolerierbaren Fehlern zu gewinnen.

Obwohl als Experimentalsystem ein stereoskopisches 3D-Verfahren vorgesehen ist, werden die Untersuchungen so angelegt, daß die Ergebnisse für andere 3D-Reproduktionsverfahren relevant sind. Zu diesem Zweck wird das stereoskopische Verfahren der jeweiligen Fragestellung angepaßt. So wird im Fall der Untersuchung von zulässigen Quantisierungsfehlern des Aspektwinkels bei der Vermittlung von Bewegungsparallaxe ein von der Betrachterrichtung abhängiges Stereopaar reproduziert.

Die Versuchsapparaturen zu diesem Untersuchungsabschnitt wurden spezifiziert und zum Teil in Auftrag gegeben (3D-Videoprojektionseinheit) oder es wurde mit der Anfertigung begonnen (Meßanordnung für laterale Kopfbewegungen). Um erste Vorüberlegungen zur Konzeption der psychooptischen Experimente zu prüfen, wurde ein einfaches 3D-Wiedergabegerät aus zwei Fernsehmonitoren aufgebaut. Beide Bildschirme werden dabei durch einen Lichtteiler zusammengespiegelt. Die Trennung der beiden Stereobilder erfolgt nach dem Polarisationsverfahren.

Die Software zur Darstellung eines s/w-Stereopaares wurde fertiggestellt. Mit der Simulation von Konturfehlern wurde begonnen (Kantendetektor, Simulation von statischen und dynamischen Fehlern). Ein Verfahren zur Erhebung der subjektiven 3D-Bildbewertung wurde konzipiert.

Projektleiter: Pastoor

Bearbeiter : Barrios (SHK), Beldie, Kramer, Schenke (teilweise), Wöpking

Zuwendungsgeber: BMFT

Textdarstellung auf Bildschirmen

Ziel

Mit der Einführung von Videotex-Systemen soll auch privaten Nutzern ein bequemer Zugang zu rechnergestützten Informationsdiensten ermöglicht werden. Ein großer Teil der abrufbaren Informationen wird in Form von elektronisch erzeugten Texten und Grafiken auf Bildschirmen von Heimfernsehgeräten dargestellt.

Im Rahmen des Projektes wurde eine Reihe der in diesem Anwendungsfeld auftretenden Gestaltungsprobleme mit empirischen Methoden untersucht. Es wurden Lösungswege entwickelt, die zu einer vom Nutzer gut beurteilten und auch hinsichtlich objektiver Kriterien gut lesbaren Informationsdarstellung führen.

Stand im Projekt

Das Vorhaben wurde Ende Juli 1984 abgeschlossen. Als Ergebnis liegen Gestaltungsregeln zu den folgenden vier thematischen Schwerpunkten vor:

(1) formale Schriftenparameter (z.B. Schriftgrößen in Abhängigkeit von der Art, dem Umfang und dem Format der darzustellenden Informationen, typografische Merkmale),
(2) farbige Gestaltung von Bildschirmschriften,
(3) Nutzung von Piktogrammen,
(4) Gestaltung der Benutzerführung (Darstellung, Anordnung und Markierung von Bedienhinweisen und Systemmeldungen).

Die Gestaltungsempfehlungen sind in /1/ detaillliert beschrieben. Sie wurden auf der Hannover-Messe 1984 in Form eines Bildschirm-Informationsdienstes präsentiert (siehe auch /2/). Zwei weitere Veröffentlichungen (/3/,/4/) wurden 1984 im Hinblick auf eine Anwendbarkeit der Ergebnisse unter den genormten Darstellungsbedingungen des Btx-Systems fertiggestellt. Der Unterschied zwischen einer Btx-Schrift und der von uns empfohlenen Proportionalschrift wird z.B. in Bild 1 veranschaulicht.

Bild 1: Btx-Schrift (oberer Textblock) und experimentell optimierte Proportionalschrift (unterer Textblock).

Die Ergebnisse einer 1984 durchgeführten Untersuchung zur Gestaltung der Benutzerführung werden am Beispiel der Reaktionen auf aktuelle Systemmeldungen bei verschiedenen Gestaltungsvarianten im Bild 2 (mittlere Reaktionszeiten) dargestellt. Darin zeigt sich, daß durch grelle Farbhinterlegung oder durch ein akustisches Begleitsignal eine besonders schnelle Aufmerksamkeitszuwendung erfolgt. In der Gesamtbeurteilung der Benutzerführung (permanente und aktuelle Hinweise) wird die akustische Markierung dagegen negativ bewertet. Verzicht auf jede Markierung wird ebenso abgelehnt, wie die Markierung durch eine abweichende Schrifttype (s. Bild 3). Die vollständigen Ergebnisse werden im September 1985 auf dem Symposium Human Factors in Telecommunication vorgetragen /5/.

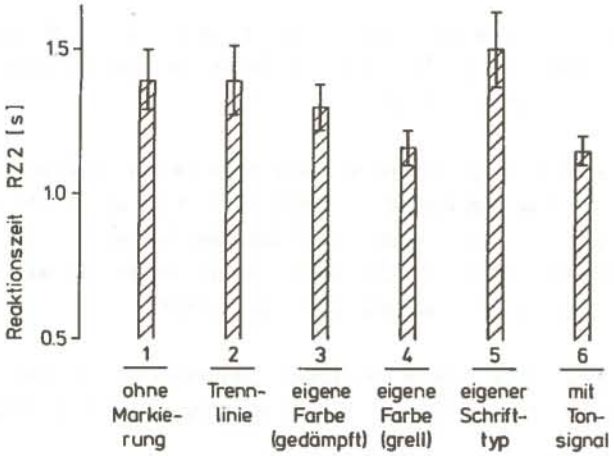


Bild 2: Mittlere Reaktionszeiten auf aktuelle Meldungen

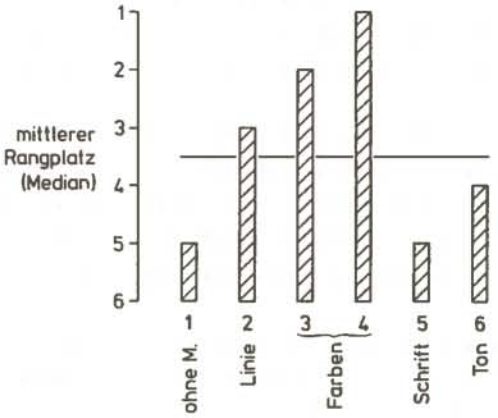


Bild 3: Mittlere Rangplätze für sechs Markierformen. 6 = schlechteste Bewertung, 1 = beste Bewertung

/1/ Pastoor,S.; Beldie,I.P.; Wöpking,M.: Textdarstellung auf Bildschirmen. Abschlußbericht zum Projekt TK 135,BMFT, August 1984.

/2/ Pastoor,S.: Textdarstellung auf Bildschirmen, Schriften-Farben-Kodierung. Broschüre zum Exponat "Bildschirm-Informationsdienst" auf der Hannover-Messe 1984.

/3/ Pastoor,S.; Beldie,I.P.; Wöpking,M.: Textdarstellung im CEPT-Standard noch nicht optimal. ntz Bd. 37, Heft 10, 1984, 640-644.

/4/ Wöpking,M.; Pastoor,S.; Beldie,I.P.: Einige Forschungsergebnisse zur Gestaltung der Nutzerführung. **Btx Praxis** Febr 2/1985, S.26-27.

/5/ Wöpking,M; Pastoor,S.; Beldie,I.P.: Design of User Guidance in Videotexsystems. HFT (1985) Rennes (zum Vortrag angenommen).

Projektleiter: Pastoor

Bearbeiter: Barrios (SHK), Beldie, Bravo (SHK), Kramer, Wöpking

Zuwendungsgeber: BMFT

Eingabeverfahren für ungeübte Benutzer

Ziel

Die technische Entwicklung rechnergestützter Systeme zum Informationsabruf, zum Editieren von Texten oder für andere Zwecke orientiert sich zunehmend an Anwendern, die keine speziellen EDV-Erfahrungen besitzen und für die die Nutzung solcher Systeme nur gelegentlich in Betracht kommt.

Damit stellt sich die Frage, welche Eingabegeräte sich im Blick auf diese Anwender am besten bewähren. Dazu sollte in diesem Vorhaben die Handhabung von 11 Eingabegeräten durch ungeübte Benutzer untersucht werden. Dabei standen Eingabeoperationen zur Menüauswahl, Stichworteingabe und Eingabe von Texten im Vordergrund. Für die Informationseingabe sollten neben gebräuchlichen Tastaturen auch solche Geräte benutzt werden, die die natürlichen Kommunikationshandlungen "Zeigen", "Sprechen", "Handschreiben" aufgreifen.

Die Ergebnisse aus objektiven und subjektiven Bewertungsexperimenten sollten es gestatten, wissenschaftlich begründete Entscheidungen über die Auswahl geeigneter Eingabegeräte für verschiedene Typen von Eingabeoperationen zu treffen.

Stand im Projekt

In diesem Vorhaben wurden Tastaturen, ein Steuerknüppel, eine Maus, ein Zeigetablett, eine Zeigezeile, ein Schreibtablett, ein Worterkenner sowie ein simulierter idealer Spracherkenner hinsichtlich ihrer Eignung bei der Menüauswahl, der Stichworteingabe und der Eingabe von Texten untersucht.

Zur experimentellen Beurteilung der verschiedenen Geräte wurden folgende Bewertungskriterien herangezogen: der Zeitbedarf zur Ausführung der verschiedenen Eingabeoperationen, die Quote fehlerhafter Eingaben und die subjektive Bewertung der Geräte durch die Versuchsteilnehmer.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Eingabegeräten für Operationen der Menüauswahl und Stichworteingabe wurden bereits im Jahresbericht '83 dargestellt. Sie sind in /1/ und /2/ ausführlich dokumentiert.

Im Berichtszeitraum wurde die Untersuchung von Eingabegeräten zum Editieren von Texten durchgeführt. Es wurden folgende Eingabegeräte untersucht:

- Volltastatur (alphanumerische Tastatur + Richtungstasten zur Cursorsteuerung + Funktionstasten)
- simulierte Spracheingabe (Leistungsmerkmale: sprecherunabhängig, unbegrenzter Wortschatz, 5% Erkennungsfehlerrate)
- Schreibtablett (handschriftliche Zeicheneingabe)
- Steuerknüppel und Maus (in Verbindung mit virtueller Tastatur)

Mit Hilfe dieser Eingabegeräte wurden die Elementarfunktionen eines bildschirm-orientierten Texteditors (z.B. Adressieren von Bildschirmstellen, Schreiben und Löschen von Zeichen bzw. Wörtern, Speichern und Wiedereinfügen von Textabschnitten) im Rahmen der Untersuchungsaufgaben genutzt. Da mit unterschiedlichen Auswirkungen der Geräteeigenschaften auf ihre Eignung zur Nutzung verschiedener Editorfunktionen zu rechnen war, wurden die Untersuchungen in Bezug auf drei verschiedene Aufgaben-Typen durchgeführt, deren Bearbeitung unterschiedliche Sets von Eingabeoperationen erfordern:

- Aufgabe "Adressieren" (Überwiegend Eingaben zur Markierung von Textstellen, Anwendungsbeispiel: Tippfehler-Korrektur)
- Aufgabe "Schreiben" (Überwiegend Texteingabe, Anwendungsbeispiel: Brief oder Kurzmitteilung schreiben)
- "Komplexe" Aufgabe (Benutzung aller Editorfunktionen im Rahmen einer Aufgabenstellung, Anwendungsbeispiel: Eintragen, Ändern und Umstellen von Informationen auf dem Bildschirm bei Führen einer Kartei)

Der Zeitbedarf und die subjektive Bewertung der Geräte durch die Versuchsteilnehmer sind in Bild 1 dargestellt. Die aus 29 Urteilsskalen gewonnenen Urteile ließen sich den dargestellten sechs Urteilsdimensionen zuordnen.

Für Eingaben zur Adressierung von Bildschirmstellen erweisen sich Steuerknüppel und Maus als signifikant schneller gegenüber den übrigen Geräten. In der subjektiven Beurteilung der Geräte erhielten die Volltastatur und die Spracheingabe positive Bewertungen. Unter Berücksichtigung aller Kriterienvariablen lassen sich für diesen Aufgabentyp die Volltastatur und die Maus empfehlen (vgl. Bild).

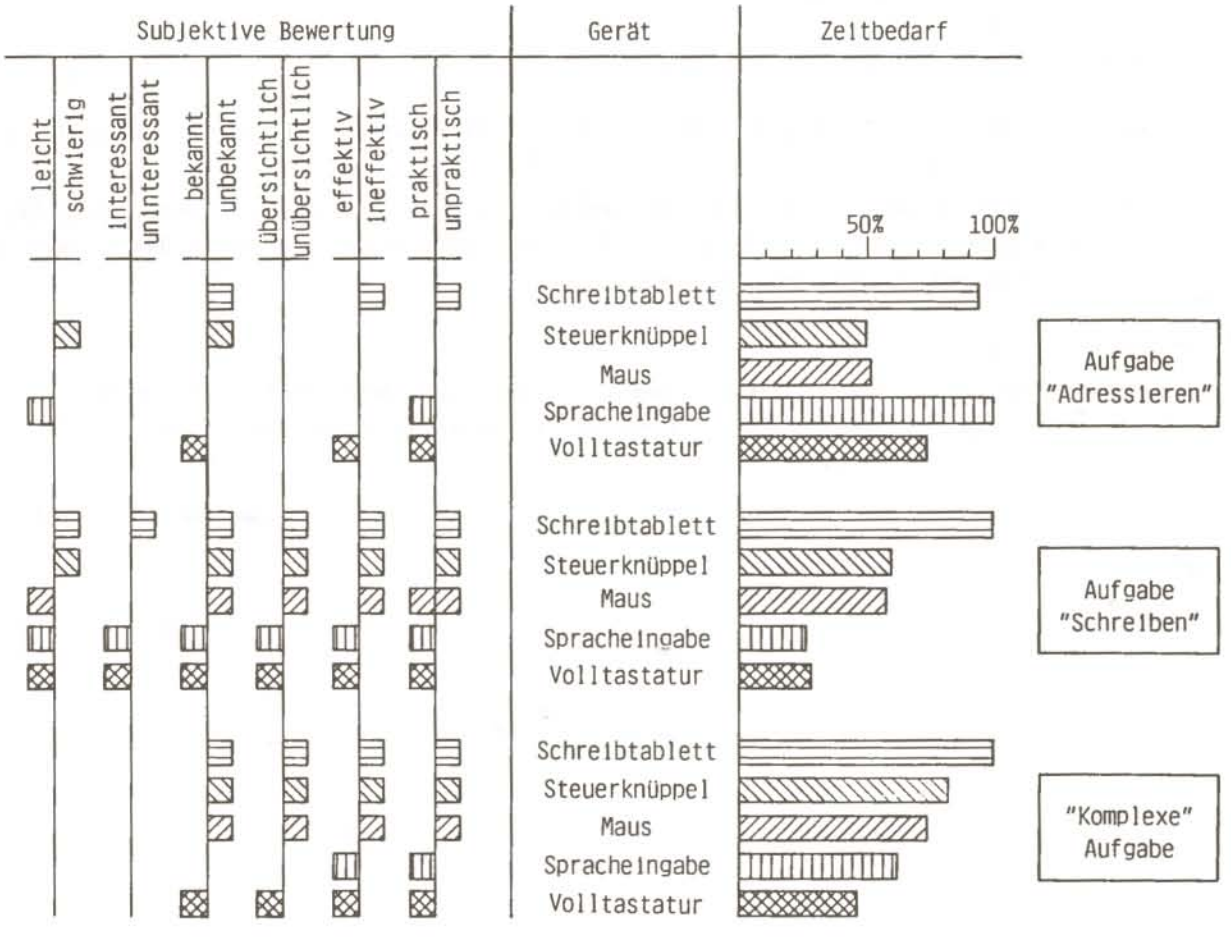


Bild 1: Ergebnisse von subjektiven Bewertungen und Zeitbedarfsmessungen bei der Ausführung verschiedener Aufgaben mit verschiedenen Eingabegeräten. Es sind nur die subjektiven Urteile für Geräte angegeben, die sich innerhalb einer Aufgabengruppe signifikant unterscheiden.

Die Eingabe von Texten wurde mit der Volltastatur und der simulierten Spracheingabe am schnellsten durchgeführt. Beide Geräte werden auch in fast allen Urteilsdimensionen signifikant besser als die übrigen Geräte

bewertet. Somit kommt für diesen Aufgabenbereich derzeit vor allem die Volltastatur in Frage. Die technische Weiterentwicklung von Spracherkennungssystemen in Richtung der hier simulierten Leistungsmerkmale erscheint auf der Basis der hier gewonnenen Ergebnisse sinnvoll.

Hinsichtlich der "komplexen" Aufgabe zeichnet sich ein ähnliches Ergebnis ab. Auch hier schneiden Volltastatur und Spracheingabe im Zeitbedarf und den subjektiven Bewertungen besser ab als die übrigen Geräte. Von den derzeit realisierten Eingabegeräten erweist sich somit vor allem die Volltastatur für diesen Aufgabenbereich als geeignet.

Sucht man ein Eingabegerät, das für den Einsatz in allen drei untersuchten Aufgabenbereichen des Texteditierens geeignet ist, läßt sich auf der Basis dieser Ergebnisse die Volltastatur als universelles Gerät empfehlen. Darüber hinaus wird die Volltastatur gegenüber den übrigen Geräten auch am häufigsten bevorzugt, gefolgt vom Spracheingabeverfahren, der Maus, dem Steuerknüppel und dem Schreibtablett.

Als Alternative zur Volltastatur ist eine Kombination aus alphanumerischen Tasten zur Texteingabe und der Maus zur Adressierung von Bildschirmstellen geeignet.
Detaillierte Ergebnisse finden sich in /2/.

Das Vorhaben wurde im Berichtsjahr abgeschlossen.

/1/ Vees, C.: Vergleich von Eingabegeräten für gelegentliche Nutzer künftiger Informationssysteme. NTZ Bd.38 (1985) Heft 1, S.24.

/2/ Vees, C.; Faber, J.: Zur Erprobung von Eingabegeräten für gelegentliche Nutzer rechnergestützter Systeme- ein experimenteller Vergleich für Menüauswahl, Stichworteingabe und das Editieren von Texten. Abschlußbericht zum Projekt TK 412-8, BMFT, Juli 1984.

Projektleiter: Vees

Bearbeiter : Berneis (teilweise), Faber (teilweise), Feddersen (teilweise), Kellner (teilweise), Kriener (teilweise), Moeser (teilweise), Müller (teilweise), Hoffmann (SHK)

Zuwendungsgeber: BMFT

Bewegtbildübertragung für die Individualkommunikation

Ziel

Das Zustandekommen eines Telekommunikationssystems unter Einbeziehung einer Bewegtbildübertragung (Bildfernsprechen) wird von der Bewertung technischer Realisierungsvorschläge durch individuelle, potentielle Nutzer abhängen. Durch die rasche Entwicklung der optischen Nachrichtentechnik besteht die Aussicht, daß einer der zu bewertenden Faktoren, nämlich die Kosten für die Übertragung und Vermittlung, nicht mehr das starke Gewicht haben wird, das er heute noch hat. Damit bestünde die Möglichkeit, hochqualitative Bildfernsprechsysteme aufzubauen, die eine hohe Akzeptanz des Benutzers erwarten lassen.

In diesem Vorhaben sollen Entscheidungsgrundlagen für die Gestaltung künftiger Systeme - insbesondere der Endgeräte - für die individuelle Bewegtbildkommunikation durch die Bearbeitung folgender Vorhabenteile geschaffen werden:

Vorhabenteil 1 : Aufbau eines vermittelbaren Bildfernsprech-Inhouse-Systems mit heute verfügbaren Komponenten.

Vorhabenteil 2 : Entwurf eines nutzerorientierten Bildfernsprechsystem-Standards nach Untersuchung und Bewertung verschiedener Einstellungen von Parametern eines Bildfernsprechsystems.

Vorhabenteil 3 : Konferenz über Bildfernsprecher.
Aufbau, Erprobung und Bewertung einer Telekonferenzschaltung mit Bildfernsprechgeräten und einer zentralen Bildmisch-Vermittlung.

Vorhabenteil 4 : Bedienbarkeit eines multifunktionalen Bildfernsprech-Endgerätes. Entwurf und Erprobung eines Systems zur interaktiven Benutzerführung für ein Endgerät, über das verschiedene Breit- und Schmalbanddienste abgewickelt werden können.

Stand im Projekt

Vorhabenteil 1 (Inhouse-System)

Zur Aufdeckung von Problemen, die sich im praktischen Einsatz von Bildtelefonen ergeben, wurde in der Verwaltung des Heinrich-Hertz-Institutes ein Bildfernsprechsystem unter Verwendung von Endgeräten aufgebaut, die mit heute marktgängigen Geräten in qualitativer Hinsicht vergleichbar sind.

Für eine explorative Nutzungsanalyse wird ein dreiphasiges Untersuchungskonzept mit unterschiedlichen Erhebungsmethoden eingesetzt. Es werden Daten vor Installation des Systems (Vorphase), während des Betriebs des Systems (Hauptphase) und nach Abschluß des Feldversuchs (Nachphase) mit Hilfe von Interviews, Fragebögen, Protokollbögen und Gruppendiskussionen erhoben. Während der gesamten Betriebszeit werden apparativ Häufigkeit und Dauer der Nutzung von Endgerätefunktionen und von Bedienelementen erfaßt.

Das Bildfernsprechsystem wurde im Juni 1984 in Betrieb genommen.

Vorhabenteil 2 (System- und Endgeräteparameter)

Aus der Fülle der für das Bildfernsprechen relevanten Systeme wurden in diesem Jahr die Auswirkungen der Änderungen des Abbildungsmaßstabes bei der Portraitübertragung infolge von Änderungen der Teilnehmerposition untersucht. Zur Stabilisierung des Abbildungsmaßstabes wurde ein gesteuertes Zoom-Objektiv verwendet. Dabei

zeigte sich jedoch, daß diese Art der Kompensation zu Bewegungen im Bildhintergrund führt, welche die Aufmerksamkeit von der aufgenommenen Person stark ablenken. Einer der am stärksten subjektiv bewerteten Mängel der Fernsehbildwiedergabe nach dem Zeilensprungverfahren ist das Kantenflimmern. Experimentell konnte gezeigt werden, daß durch eine Bildwiedergabe nach dem Punktsprungverfahren dieser Mangel fast vollständig beseitigt werden kann. Gegen eine Einführung der Bildwiedergabe nach dem Punktsprungverfahren spricht allerdings der zur Realisierung erforderliche technische Aufwand.

Vorhabenteil 3 (Konferenz über Bildfernsprecher)

Die Abwicklung einer Konferenz mit mehreren Teilnehmern, die sich an mehr als zwei verschiedenen Orten befinden, sollte mit einem Bildfernsprechsystem möglich sein. Dazu sind besondere technische Maßnahmen erforderlich, die in diesem Projekt erstmalig realisiert worden sind. Hierzu gehört eine Bild- und Ton-Mischzentrale und - neben den Standard-Bildtelefonstationen - für jeden Teilnehmer eine Bedientastatur, mit der er eine individuelle Zusammenstellung von Teilbildern unterschiedlicher Größe vornehmen kann (Bild 1). Der damit im Labor nachgebildete Bildfernsprech-Konferenzdienst ermöglicht es jedem Teilnehmer, Portraits und Dokumente der Konferenzpartner zu sehen.

Eine Analyse der Nutzungsmöglichkeiten dieses Systems wird in der folgenden Projektphase stattfinden. Erste Erprobungen des Systems mit realen Konferenzteilnehmern führten u.a. zu dem Ergebnis, daß der Konferenzdienst einen wesentlichen Beitrag zur Attraktivität des Bildfernsprechers leisten wird.

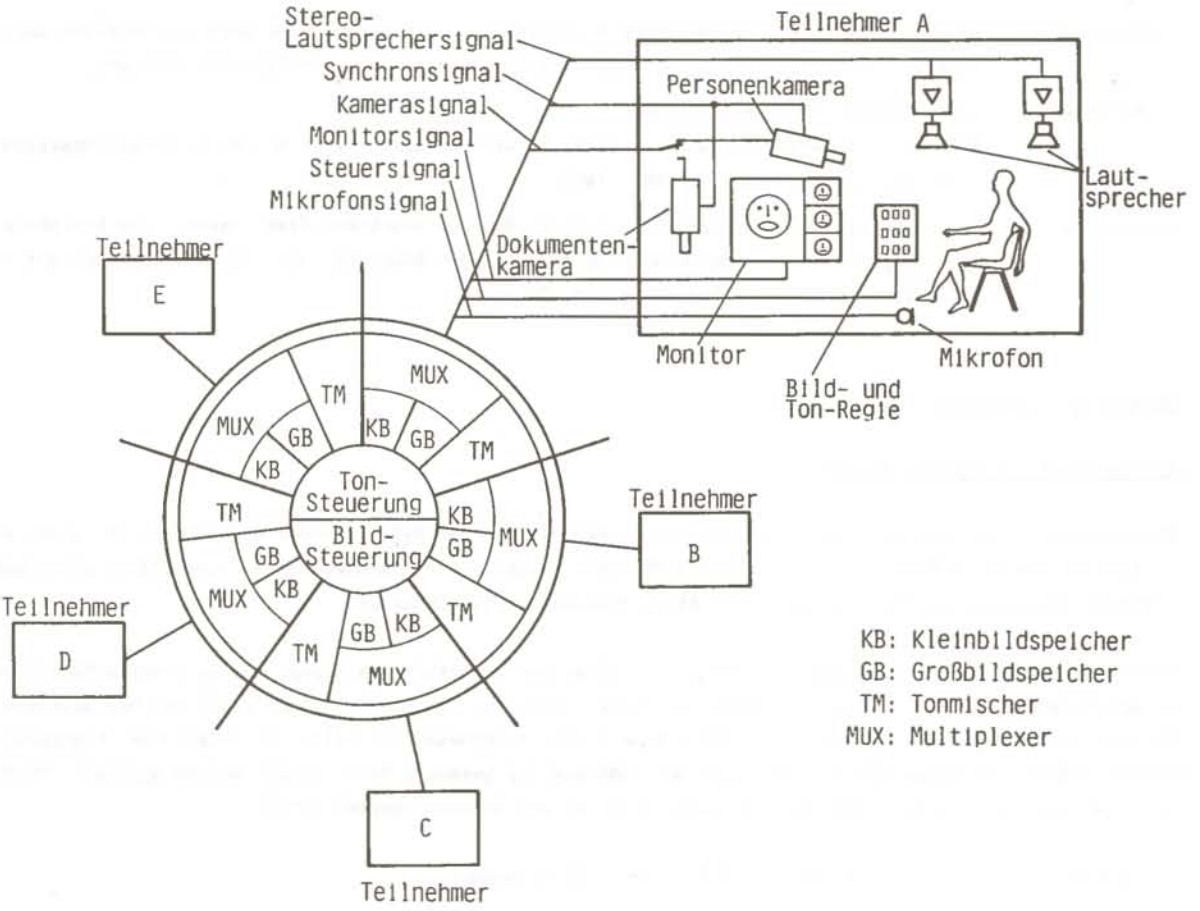


Bild 1: Bildfernsprech-Konferenz-Zentrale für die gleichzeitige Verbindung von bis zu 5 Teilnehmern. Das auf dem Monitor des Teilnehmers A gezeigte Mischbild wird durch ein vom Tln.A gesteuertes Auslesen der zwischengespeicherten Bilddaten der anderen Teilnehmer zusammengestellt. In der Zentrale liegt von jedem Teilnehmer je ein Großbild und ein Kleinbild bereit.

Vorhabenteil 4 (Bedienbarkeit eines multifunktionalen Endgerätes)

Dieser Vorhabenteil stützt sich auf die Annahme, daß mit der Bereitstellung eines Bildfernsprechgerätes dem Teilnehmer eine wichtige Basis-Ausstattung für die Abwicklung weiterer Kommunikations-, Informations- und Speicherdienste zur Verfügung steht, wodurch eine Entwicklung der Bildfernsprechstation in Richtung auf ein Multi-Service-Endgerät naheliegt. Eines der wichtigsten anthropotechnischen Probleme wird die Bedienbarkeit dieses komplexen Endgerätes sein.

Mit dem Ziel, eine Bedienungsstrategie zu entwickeln, die auch dem gelegentlichen Teilnehmer eine effektive Nutzung erlaubt, wurde ein Untersuchungskonzept entwickelt, in dem experimentelle Varianten vorgesehen sind, die sich hinsichtlich der Dimensionen, Gerätekonstellation, Bedienteile, Dialogfähigkeit, Selbsterklärungsfähigkeit, Gestaltungsspielraum, Bedienhinweise und Fehlermeldungen unterscheiden. Das Konzept stützt sich auf eine geräteunabhängige Bedienungshierarchie und wenige gerätespezifische Bedienvorgänge. Die Ermittlung der Beherrschbarkeit der sich daraus ergebenden Handlungsstruktur und der Aufbau der Experimentalvarianten erfolgen in der nächsten Projektphase.

Projektleiter: Romahn

Bearbeiter : Arif (teilweise), Blohm (teilweise), Hartke, Jerke (teilweise), Mühlbach, Pabst, Prussog, Tietje, Zemper (teilweise), Eschenberg (SHK), Lafrenz (SHK), Möller (SHK), Müller (SHK), Sandoval (SHK)

Zuwendungsgeber: BMFT

RUBIN – Feldversuch

Ziel

Das multimediale Rechner-Unterstützte Berufs- INformationssystem für Laien RUBIN soll in der Praxis erprobt werden. Die Vor- und Nachteile von RUBIN sollen dabei im Vergleich mit einer etablierten Selbstinformationseinrichtung - dem Berufsinformationszentrum Berlin - ermittelt werden. Es werden Aufschlüsse darüber erwartet, wie diese neue Technologie von den Benutzern im Hinblick auf Zufriedenheit und Benutzerfreundlichkeit beurteilt wird. Darüber hinaus möchte die Bundesanstalt für Arbeit (der Kooperationspartner) wissen, ob spezifische Leistungen mit RUBIN erbracht werden können oder ob bestimmte Benutzergruppen mehr von RUBIN profitieren als von traditionellen Medien.

Stand im Projekt

Das Projekt begann am 1.4.1983 und hat eine Laufzeit von zwei Jahren.

Nach Konzeption und ersten Realisierungsarbeiten im Jahr 1983 konnten bis Mitte 1984 die Implementierungsarbeiten am RUBIN-System abgeschlossen werden. Es umfaßt inhaltlich mit 216 Lehrberufen etwa die Hälfte aller Berufe mit betrieblicher Ausbildung. Zu jedem Beruf sind ca. 80 Einzelmerkmale gespeichert.

Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt bildete die Planung und Durchführung der empirischen Untersuchung. Um RUBIN und das Berufsinformationszentrum (BIZ) miteinander vergleichen zu können, wurde ein Experimental-Kontrollgruppen-Design gewählt mit RUBIN-Benutzern als Experimentalgruppe und Benutzern des BIZ als Kontrollgruppe. Damit für beide Gruppen dieselben Randbedingungen galten, wurde das RUBIN-System in der Mediothek des Berufsinformationszentrums aufgestellt.

Die Versuchspersonen füllten vor Beginn der Nutzung einen Vorfragebogen aus, der biographische Daten, den Stand im Berufswahlprozeß und ihre Einstellung zu Technik und Berufswahl erhob. Nach zeitlich nicht begrenzter Nutzung des RUBIN-Systems bzw. der Mediothek wurden mit Hilfe eines Nachfragebogens Daten in den Dimensionen Zufriedenheit, Benutzerfreundlichkeit und Wissensänderungen ermittelt.

Im Zeitraum vom 17. September 1984 bis 20. Dezember 84 haben insgesamt 430 Personen an der Untersuchung teilgenommen (190 RUBIN-Benutzer und 240 BIZ-Benutzer).

Im letzten Quartal der Projektlaufzeit (Jan. bis März 1985) erfolgt die statistische Auswertung der innerhalb des Feldversuchs ermittelten Daten und die daraus resultierende Beantwortung der Anfangsfragestellungen.

Projektleiter: Gold

Bearbeiter im HHI: Seyferth, div. Werkauftragnehmer

Zuwendungsgeber: Bundesanstalt für Arbeit, HHI

Abteilung Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Begleitforschung

Übersicht

Die Arbeiten der Abteilung Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Begleitforschung haben zum Ziel, die Einsatzmöglichkeiten neuer Informations- und Kommunikationstechniken sowie deren sozio-ökonomische Auswirkungen zu untersuchen. Die überragende Bedeutung der Informationstechnik für die wirtschaftliche Anpassungsfähigkeit sowohl der Unternehmen als auch der Gesamtwirtschaft ist im Regierungsbericht "Informationstechnik" von 1984 erneut dargestellt worden. Darin wird aber auch betont, daß die Rationalisierungswirkungen der Informationstechnik zu erheblichem Strukturwandel in der beruflichen Arbeit und in den Tätigkeitsmerkmalen einzelner Berufe führen werden. Dieser Strukturwandel kann am ehesten in positivem Sinne beeinflußt werden, wenn neue Informationstechniken auch für die Verbesserung der beruflichen Weiterbildung zum Einsatz kommen. Die Aus- und Weiterbildung und die berufliche Arbeit werden mehr und mehr durch die Informationstechnik geprägt. Der Bericht des Deutschen Institutes für Wirtschaftsforschung (DIW) vom Dezember 1984, der die OECD-Statistik über die Informationstätigkeiten auf den neuesten Stand bringt und an dessen Erstellung die Abteilung beteiligt war, weist einen fortgesetzten Trend zur Erhöhung des Anteils der Informationstätigkeiten aus: von 23% aller Erwerbstätigen 1961 auf 35% für 1982. Aber auch die Bereiche der privaten Alltagsorganisation und der Unterhaltung werden in steigendem Maße durch Informationstechnik bestimmt. Das hat zur Folge, daß bedeutsame gesellschaftliche und kulturelle Bereiche in Zukunft einem erheblichen Wandel unterliegen werden. Informationstechnik führt mit Sicherheit dazu, daß wirtschaftliche und gesellschaftliche Prozesse immer enger verflochten verlaufen. Es ist deshalb erforderlich, wichtige Formen des möglichen Strukturwandels frühzeitig zu erkennen, weil nur so der mögliche Gestaltungsspielraum genutzt werden kann.

Die Arbeiten der Abteilung in den vergangenen Jahren sind u.a. 1983 in den Zwischenbericht der Enquete-Kommission "Neue Informations- und Kommunikationstechniken" des Deutschen Bundestages eingeflossen und haben sich der wissenschaftlichen Begleituntersuchung zur Bildschirmtexterprobung in Berlin, einer umfassenden Technikfolgenabschätzung dieses schmalbandigen Systems der Telematik, gewidmet. Im Berichtsjahr war die Arbeit der Abteilung ausschließlich mit dem Projekt "Nachfrageimpulse und Marktaussichten für Systeme und Endgeräte zur Vermittlung von Breitbandinformation" befaßt. Über dieses Projekt wird im folgenden näher berichtet. Der Gegenstand der Betrachtung ist die neue Kommunikationsinfrastruktur, die als "Integriertes Breitbandfernmeldenetz" (IBFN) bezeichnet wird und die ab den frühen neunziger Jahren zum Einsatz kommen soll. Es zeigt sich, daß die systematische und interdisziplinäre Untersuchung von Aspekten der technischen Entwicklung, der Nutzungsmöglichkeiten und der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen zur Darstellung plausibler Szenarien führt, mit deren Hilfe sich, dem Arbeitsziel entsprechend, Entscheidungs- und Handlungsalternativen bei der Einführung dieser für die kommenden Jahrzehnte sicher bedeutendsten Infrastruktur aufzeigen lassen.

Nachfrageimpulse und Marktaussichten für Systeme und Endgeräte zur Vermittlung von Breitbandinformation

Ziel

Das Ziel des Forschungsvorhabens besteht darin, das Einsatzpotential des zukünftigen IBFN und der Nutzerendgeräte nach deren Nutzungsstruktur und Wirtschaftlichkeit hin abzuschätzen.

Stand im Projekt

Das Projekt wurde Mitte 1983 begonnen und wird Ende 1985 abgeschlossen werden. Es gliedert sich entsprechend dem Projektplan in drei Hauptbereiche: 1. Abschätzung der technischen Entwicklung, 2. Abschätzung der Nutzung in drei Nutzungsgebieten, 3. Rahmenbedingungen der Einsatzpotentiale. Die Arbeitsergebnisse in diesen drei Bereichen, die seit Projektbeginn erzielt wurden, sind in drei Zwischenberichten zusammengefaßt worden und im einzelnen in einer Reihe von internen Arbeitsberichten dargestellt worden.

Die technische Entwicklung und die Nutzungsmöglichkeiten werden in Form von Szenarien beschrieben. Für das Technikszenario liegen Beschreibungen der Übertragungstechnik sowie der Endgerätetechnik vor, so daß die Entwicklung der Gesamtsysteme auch hinsichtlich ihrer Kostenstrukturen in erster Näherung abgeschätzt werden können. Entgegen ursprünglichen Vermutungen zeigen sich für Systeme zur Vermittlung von Breitbandinformation keine besonderen technischen oder kostenmäßigen Hürden für eine erste Einführung. Allerdings müssen in vieler Hinsicht für eine insgesamt wirtschaftliche Systemlösung noch erhebliche Entwicklungen geleistet werden. Diese Perspektiven werden im verbleibenden Projektzeitraum intensiv zu bearbeiten sein.

Beim Nutzungsszenario wurde eine erste geschlossene Darstellung fertiggestellt. Hierbei sind von einem kommunikationstheoretischen Konzept ausgehend drei Bereiche getrennt untersucht worden: der Bildungsbereich, der Produktionsbereich und der Bereich privater Haushalte. Dies ergibt einen vollständigen Überblick über zukünftige Nutzungsmöglichkeiten. Die detaillierten Untersuchungen zeigen, daß das "Bildtelefon" und die "Fernkonferenz" viel zu verkürzte Vorstellungen zukünftiger Einsatzpotentiale vermittelter Breitbandinformation sind. Die Mischung von Dialog, Demonstration, Gruppengespräch und Einfügung von gespeicherter Information macht das System für viele Anwendungsfälle erst interessant. Dies gilt ganz besonders für den Bildungsbereich. Dabei wird erkennbar, daß die zukünftigen unvermeidlichen Strukturschwächen unseres Bildungssystems in dünn besiedelten Gebieten sich u.U. sehr effektiv mit den neuen Techniken überwinden oder mildern lassen. Aber auch für die geschäftliche Kommunikation ergeben sich bei der Werbung, bei Planungs- und Entscheidungsprozessen oder dem Verbund dezentraler Unternehmenseinheiten erhebliche Vorteile durch Direktkommunikation zwischen zwei oder mehr Geprächspartnern, wobei wiederum die spontanen Demonstrationsmöglichkeiten von ausschlaggebender Bedeutung sind. Im Gebiet der privaten Nutzung von vermittelter Breitbandkommunikation eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten, die nach aller Voraussicht eine erhebliche Akzeptanz haben werden. Sozialkontakte lassen sich intensivieren, die ebenfalls um die Möglichkeit von Demonstrationen angereichert werden können. Eine Art von Telepräsenz läßt sich bei Ereignissen herstellen, die sonst nur ausschnittweise im Fernsehen wiedergegeben werden. Es läßt sich Tele-Theater, Tele-Kino, Tele-Zoo oder ähnliches verwirklichen oder einfach ein Tele-Bummel durch eine ferne Stadt. Insgesamt lassen sich so vielfältige Nutzungsmöglichkeiten bildender oder unterhaltender Art denken, daß das System bei annehmbaren Kosten kaum auf Probleme bei der Einführung stoßen wird.

Was aber annehmbare Kosten sind, und wie eine solche zweifellos teure neue Telekommunikationsinfrastruktur sich einführen läßt, ist der Hauptgegenstand der Untersuchungen im verbleibenden Zeitraum der Projektlaufzeit.

Projektleiter: Seetzen

Bearbeiter: Otto, Pestel, Pfab, Sakkas, v. Stachelsky, Stransfeld, Tonnemacher

Zuwendungsgeber: BMFT

Bereich

Integrierte Optik

Integrierte Optik

Übersicht

Die Erfolge der modernen Elektronik beruhen im wesentlichen darauf, daß integrierte Schaltungen auf Halbleiterbasis realisiert wurden. Millionen von elektronischen Bauelementen können heute in einer einzigen Halbleiterscheibe untergebracht werden. Diese Entwicklung ist durch eine erhebliche Miniaturisierung und eine enorme Erhöhung der Zuverlässigkeit gekennzeichnet. Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Halbleiterelektronik liegt vor allem darin, daß über die vergangenen Jahrzehnte die Kosten für eine Schalt- oder Verstärkerfunktion kontinuierlich gesunken sind.

Heute sind Tendenzen erkennbar, daß sich eine ähnliche Entwicklung in der optischen Nachrichtenübertragung und -verarbeitung abspielen wird, wobei neben elektronischen auch optoelektronische und optische Komponenten in einer Halbleiterscheibe monolithisch integriert sein werden. Dies ist das Gebiet der integrierten Optik (IO), deren Ziel die Bereitstellung optoelektronischer, integrierter Schaltungen (optoelectronic integrated circuits, OEIC) ist /1/, /2/. Auch davon kann eine erhebliche Miniaturisierung, verbunden mit erhöhter Zuverlässigkeit bei gleichzeitig sinkenden Kosten erwartet werden. Während in der Mikroelektronik vor allem Silizium, in den letzten Jahren aber auch Galliumarsenid (GaAs) im Vordergrund stehen, sind es in der IO neben GaAs vor allem Indiumphosphid (InP), wenn an Anwendungen in der optischen Nachrichtentechnik gedacht wird. Denn in diesem Gebiet werden die Anforderungen durch die optischen Glasfasern bestimmt. Damit wird der Lichtwellenlängenbereich um 1,3 und 1,5 µm wichtig, für den Halbleiter-Bauelemente gegenwärtig nur auf der Basis von InP realisierbar sind.

Da der Bereich Integrierte Optik Komponenten für den Bereich Nachrichtensysteme bereitstellen soll, konzentrierten sich die Arbeiten im Berichtszeitraum auf InP und den darauf aufgebauten quaternären Halbleiterlegierungen InGaAsP. Da dieses Material noch viele Probleme aufwirft, wurden Komponenten auf der Basis von Lithiumniobat ($LiNbO_3$) hergestellt, um unmittelbar den Anforderungen der Systemseite nachkommen zu können. Sternkoppler und Modulatoren konnten aus $LiNbO_3$ gebaut werden. Dieses Material ist für eine Übergangsphase von Wichtigkeit, um Entwurfsverfahren und Herstellungstechniken zu entwickeln, die später auf die Halbleiter übertragen werden. Die Bauelemente, die auf InP basieren und die im Berichtszeitraum bearbeitet wurden, sind Laser, Wellenleiter, Modulatoren, Photodioden, Feldeffekttransistoren (FET) sowie bipolare Transistoren in unterschiedlichen Bauformen.

1984 war das dritte Jahr des praktischen Aufbaus für den Bereich Integrierte Optik. Daher wurden erhebliche Anstrengungen gemacht, um grundlegende Technologien bereitzustellen und Erfahrungen mit ihnen zu sammeln. Hier sind die Kristallzucht, die Lithographie und Prozesse wie Schichtendeposition, Trockenätzverfahren sowie Dotierung zu nennen. Parallel dazu ging der Ausbau der Meßtechnik mit ihren elektrischen, optischen und sonstigen physikalischen Methoden.

Das eigentliche Ziel der IO, nämlich die Integration von Bauelementen auf einem Halbleitersubstrat, wurde mit Arbeiten zur Integration von zwei Komponenten in der nächsten Zukunft angegangen. Die Entwicklung einer pin-Photodiode, integriert mit einer FET-Verstärkerstufe, ist relativ weit fortgeschritten. Konkrete Arbeiten zur Integration einer pin-Photodiode mit einem Lichtwellenleiter wurden eingeleitet. Eine Laser-Transistor-Integration ist geplant.

Der Bereich Integrierte Optik ist im Berichtszeitraum auf rund 60 Mitarbeiter angewachsen. Seine organisatorische Gliederung in fünf Abteilungen steht bevor.

Der Bereich Integrierte Optik ist z.Zt. noch nach Verfahren und Prozessen gruppiert. Während des Herstellungsablaufs der Bauelemente muß in den meisten Fällen auf die Einrichtungen und Erfahrungen der einzelnen Verfahrensgruppen zurückgegriffen werden. Im folgenden werden der Stand und die Ergebnisse aus den Gruppen und zu den bearbeiteten Bauelementen beschrieben.

/1/ Baack, D.: Integrierte Optik in der Kommunikationstechnik. Nachrichtentechnische Zeitung, Bd. 37, H. 6, pp. 338-345 (1984)

/2/ Nolting, P.: Integrierte Optik. Handbuch zum VDI-Seminar "Bauelemente der Optoelektronik", Kp. 8 (1984).

Epitaxie

MBE

Die Arbeiten zur Molekularstrahlepitaxie (MBE) waren durch drei Schwerpunkte gekennzeichnet:

a) Untersuchungen zur lateralen Homogenität der aufgewachsenen Shichten bezüglich Zusammensetzung, Dicke, Dotierung sowie Beweglichkeit. Da diese Untersuchungen infolge des kinetisch-kontrollierten MBE-Wachstums materialunabhängig sind (mit Ausnahme der Zusammensetzung), wurden sie am gut beherrschten Materialsystem GaAs/GaAlAs durchgeführt. Nach der Optimierung der Position des rotierenden Substrathalters relativ zu den Effusionszellen ist die installierte MBE-Anlage durch folgende Werte (= Maximalabweichungen vom Mittelwert über 2-Zoll) charakterisiert:

Schichtdicke:	≤ 3 %	(Rasterelektronenmikroskopmessungen)
Zusammensetzung:	≤ 2,2 %	(wellenlängendispersive Röntgenanalyse)
Dotierung, Beweglichkeit:	≤ 7 %	(Hall-Messungen)

b) Dotierungsuntersuchungen. Als Dotierstoffe wurden für die p-Dotierung Beryllium verwendet, das sich für die MBE als am besten geeignet erwiesen hat. Dotierungswerte bis zu $N_A-N_D = 4x10^{19}$ cm^{-3} wurden für GaAs erreicht. Zur n-Dotierung wurde Silizium wegen seiner vorteilhaften Eigenschaften für abrupte Dotierungsprofile benutzt. Dotierungskonzentrationen bis $N_D-N_A = 4x10^{18}$ cm^{-3} wurden gemessen. Die jeweils erreichten Beweglichkeiten waren mit typischen Literaturwerten vergleichbar. Neben den Materialuntersuchungen wurden auch Bauelementestrukturen hergestellt, um auch die Funktionstüchtigkeit der MBE-Anlage für das Aufwachsen sehr dünner Schichten (d < 100 Å) zu demonstrieren. Es wurden Schichtstrukturen für MQW-Laser und HEMT-Bauelemente sowie Bipolartransistoren hergestellt.

c) Ternäre Schichten aus InGaAs und InAlAs. Im letzten Quartal des Berichtsjahrs wurde mit der Herstellung von ternären Schichten aus InGaAs und InAlAs auf InP-Substraten begonnen. Es wurden inzwischen bereits mikroskopisch-ebene Schichten erreicht, wobei die Zusammensetzung variierte. Die Abweichung der Zusammensetzung innerhalb einer Schicht betrug ≤ 2,3 % (InGaAs) bzw. 1,6 % (InAlAs).

MOVPE

Die Wachstumsbedingungen für die metallorganische Gasphasenepitaxie (MOVPE) unter Verwendung des Adduktverfahrens wurden für binäre InP- und ternäre InGaAs-Schichten hinsichtlich der Depositionstemperatur und Gaszusammensetzungen optimiert. Die Adduktbildung geschah in situ in einem Mischzylinder vor dem Reaktor durch die Zuführung von Trimethylphosphin (TMP). Die hinsichtlich der Oberflächenmorphologie günstigsten Wachstumstemperaturen liegen für beide Materialien bei 630°C. InP-Schichten konnten bei Wachstumsraten von 2-3 µm/h abgeschieden werden. Sie zeigten spiegelnde Oberflächen (Interferenzkontrast) und wurden durch

Photolumineszenz- und van der Pauw-Messungen charakterisiert. Bei einer typischen Hintergrunddotierung von $N_D-N_A = 3x10^{16}$ cm^{-3} beträgt die Beweglichkeit 2800 cm^2/Vs bei 300 K bzw. 13000 cm^2/Vs bei 77 K, was auf noch vorhandene Störstellenkompensation schließen läßt. Gitterangepaßte $Ga_{0,47}In_{0,53}As$-Schichten konnten mit einer Wachstumsrate bis zu 7 µm/h hergestellt werden. Diese Epitaxieproben wurden zusätzlich zu den obengenannnten Meßverfahren mit der Doppeldiffraktometermethode auf ihre Gitteranpassung hin untersucht. Hierbei wurden minimale Abweichungen der Gitterkonstanten von bis zu $a/a = 3x10^{-4}$ ermittelt. Die Beweglichkeiten betrugen bei einer Ladungsträgerkonzentration von $N_D-N_A = 2x10^{16}$ cm^{-3} etwa 6500 cm^2/Vs bei 300 K. Erste Versuche zur Herstellung von Heterostrukturen verliefen wenig erfolgreich, da vermutlich Ab- und Desorptionseffekte eine hinreichend schnelle Einstellung der Gaszusammensetzung verhinderten. Daraufhin wurde eine neue Reaktorzelle konstruiert und eingebaut.

Die Arbeiten zur MOVPE wurden begleitet von Untersuchungen zur Synthese und Analyse von einer Anzahl metallorganischer Quellenmaterialien, die demnächst für die MOVPE eingesetzt werden sollen. Diese Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit der TU Berlin (Prof. Schumann) durchgeführt. Desweiteren wurde eine neue MOVPE-Anlage für das Materialsystem InGaAlAs konzipiert und bis zum Zusammenbau vorbereitet. Die Arbeiten werden ab 1985 im Rahmen eines ESPRIT-Projektes durchgeführt.

VPE

Das Wachstum von ternären GaInAs-Schichten auf InP-Substraten mittels des VPE-Verfahrens (Chlorid-Transport) wurde besonders im Hinblick auf die Gitteranpassung optimiert. Es wurde dabei eine Ga-In-Legierungsquelle (3,3 Gew. % Ga) verwendet. Die Feineinstellung der Schichtzusammensetzung erfolgte durch die Steuerung des HCl-Flusses über eine zusätzliche In-Quelle. Hiermit konnte eine Gitterfehlanpassung von $< 10^{-3}$ eingestellt werden. Es zeigte sich allerdings im Laufe der Arbeiten, daß wegen einer bevorzugten Verarmung der Legierungsquelle an Indium das Verhältnis der HCl-Flüsse über die beiden Quellen nachgeregelt werden mußte. Deshalb wird die Anlage z.Z. auf den Betrieb mit reinen In- und Ga-Quellen umgestellt. Die Oberflächen der hergestellten ternären Schichten zeigten eine gute Morphologie, sieht man von pyramidenförmigen Defekten ab, deren Ursache noch nicht geklärt ist. Die Hintergrunddotierung lag um $n = 2x10^{16}$ cm^{-3} mit Beweglichkeiten von etwa $\mu = 8500$ $cm^2/Vsec$ (300 K) bzw. 15000 $cm^2/Vsec$ (77 K). Die Photolumineszenzausbeute war mit derjenigen von LPE-Referenzproben vergleichbar. Die laterale PL-Intensität schwankte nur um etwa ± 5 % über der Probenfläche (ca. 1 cm^2). Die weiteren Arbeiten konzentrieren sich auf die Erniedrigung der Restdotierung sowie die Verbesserung der großflächigen Morphologie.

LPE

Die Flüssigphasenepitaxie war die Basis für alle Bauelementarbeiten. Schwerpunktmäßig wurden Schichtstrukturen für (elektro-optische) Wellenleiterbauelemente, für die pin/FET-Integration sowie für Laser- und Bipolartransistorbauelemente hergestellt. Im Hinblick auf Wellenleiterbauelemente und pin-Dioden wurden detaillierte Untersuchungen zur Hintergrunddotierung durchgeführt. Für ternäre InGaAs-Schichten wurden niedrigste Restdotierungen von $1,5x10^{15}$ cm^{-3} ($\mu_{77K} = 27000$ $cm^2/Vsec$) erzielt; typisch liegen die Werte nach geeigneten Ausheizzyklen bei $n > 5x10^{15}$ cm^{-3}. Um routinemäßig diese Werte zu unterschreiten, wurde der Ausbau von N_2-gespülten Handschuhboxen für notwendig erachtet. Entsprechende Umbauten stehen vor dem Abschluß.

Darüberhinaus wurde die apparative Ausstattung für die Flüssigphasenepitaxie erweitert:

- Eine dritte LPE-Anlage wurde konzipiert und fertiggestellt.
- Eine Anlage zum induktiven Ausheizen von Graphitteilen wurde im Eigenbau erstellt. Der Ausheizprozeß kann unter Vakuumbedingungen wie auch in einer Gasatmosphäre (H_2, Cl_2) durchgeführt werden. Ausheiztemperaturen bis ca. 1800°C können erreicht werden.

- Aufbau eines Ausheizofens für In-Schmelzen. Es können gleichzeitig 15 Schmelzen bei Temperaturen bis zu 850°C ausgeheizt werden. Ein spezielles Design der Anlage ermöglicht die Verwendung eines Kaltwandreaktors (H_2O-gekühlt), so daß auch bei sehr langen Ausheizzeiten eine Kontamination der Schmelzen durch Abdampfprodukte von den Reaktorwänden unterdrückt wird.

Bearbeiter: Fabian, Fiedler, Franke, Gibis, Grote, Kaumanns, Künzel, Roehle, Schlak, Wolfram;
Gastwissenschaftler: Li, Su

Prozeßtechnologie

Entsprechend dem Aufgabenbereich der Arbeitsgruppe Prozeßtechnologie wurden Verfahren der Deposition von von Metall- und dielektrischen Schichten, der Halbleiter-Dotierung, der Strukturübertragung und der Bauelement-Montage gemäß den Anforderungen der optoelektronischen Integration neu eingerichtet, weiterentwikkelt und zur Herstellung von Bauelementen eingesetzt.

Schichtendeposition

Zur Herstellung hochqualitativer ohmscher Kontakte wurde eine vorhandene Aufdampfanlage umgebaut zur Deposition von Mehrlagenschichten mit bis zu fünf verschiedenen Metallen und von binären Legierungen frei einstellbarer Zusammensetzung. Für Kontaktlegierungsprozesse wurde ein Ofen (strip heater) mit hohen Aufheiz- und Abkühlraten (ca. 50°C/sec) aufgebaut und eingefahren. Erste Versuche zur Erhöhung der Bondbarkeit von Kontaktschichten mittels galvanischer Abscheidung von Au und Au/Zn wurden durchgeführt. Die pyrolytische Abscheidung von SiO_2-Schichten - für Ätz-, Diffusionsmaskierung und Oberflächenpassivierung - konnte wesentlich verbessert werden; die Entwicklung einer speziellen Probenhalterung führte zu einer guten Dickenhomogenität und einer drastischen Reduzierung struktureller Defekte (pinholes). Die Arbeiten auf dem Gebiet der Plasmadeposition von Si_3N_4-Schichten - insbesondere benötigt für Diffusionsmaskierung auf ternärem Material - erbrachten eine Erhöhung der Haftfestigkeit, mechanischen Stabilität und Ätzresistenz dieses Materials. Hingegen sind weitere Untersuchungen zur elektrischen Isolationsfähigkeit und zur Reproduzierbarkeit notwendig.

Dotierungsverfahren

Für Diffusionsprozesse wurden zwei neue Öfen, die eine sehr genaue Einstellung ihrer Temperaturprofile erlauben, installiert und eingefahren; eine wesentliche Steigerung der Reproduzierbarkeit von Eindringtiefen und Dotierungskonzentrationen wurde hiermit erreicht. Zur Erlangung flacher p-Gebiete - z.B. für Photodioden, JFETs und elektrooptische Modulatoren - wurde das Verfahren der Cd-Eindiffusion in halboffener Ampulle erarbeitet. Es wurde erfolgreich angewandt zur Herstellung von nur 0,5 µm tiefen p-Zonen in InP, ternären und quaternären Epitaxieschichten. Die selektive Diffusion zur Realisierung planarer Bauelemente wurde unter Erprobung verschiedener Maskierungsmaterialien untersucht. Für InP und InGaAsP (λ_Q = 0,97 µm) erwiesen sich aufgedampfte SiO- und pyrolytisch deponierte SiO_2-Schichten als geeignet zur Vermeidung anomal schneller lateraler Diffusion und hoher Oberflächenleckströme. An pn-Dioden in InP wurden Dunkelstromdichten von ca. 2 pA/cm^2 erzielt. Die maskierte Diffusion in InGaAs ergab jedoch noch unbefriedigende Leckstromdichten und Durchbruchspannungen. Hierzu müssen weitere Maskierungsmaterialien und spezielle Oberflächenpräparationsmethoden erprobt werden. Das schon früher berichtete Verfahren der Zn-Diffusion /1/ wurde zur Anwendungsreife gebracht für elektrische Isolation in integrierten Schaltungen. Die Ionenimplantationsanlage der IO (maximal 400 kV Beschleunigungsspannung) wurde Ende 1984 in Betrieb genommen. Erste Untersuchungen galten der Implantationsmaskierung mit Photolacken. Geeignete Verfahren, die die vollständige Maskierung und die Ablösbarkeit des Lackes nach dem Prozeß gewährleisten, wurden gefunden. Mit der Implantation von Si zur n-Dotierung von InP und der post-implantativen Ausheilung - zunächst im konventionellen Temperofen - wurde begonnen. Die Fortsetzung der Zusammenarbeit mit der TU Berlin (Institut für Festkörperphysik) führte zur experimentellen Bestimmung der Eindringtiefen einer Vielzahl von - für die Herstellung opto-elektronischer Bauelemente interessanten - Elementen in InP /2/, /3/, /4/.

Strukturübertragung

Das Ionenstrahlätzen (IBE) von InP, ternärem und quaternärem Material wurde weiterentwickelt. Die Aktivitäten konzentrierten sich auf die Untersuchung unterschiedlicher Gasgemische und die Erarbeitung geeigneter Maskierungstechnologien. Die besten Ergebnisse hinsichtlich der Oberflächenmorphologie - glatte geätzte Flächen mit optischer Qualität - wurden mit Ar/O_2 (1:1) /5/ und mit N_2 erreicht, mit einer Ti-Maskierung konnte eine hervorragende Selektivität (ca. 1:40) gegenüber dem Halbleitermaterial erzielt werden. Der IBE-Prozeß wurde eingesetzt zur Herstellung von Gittern 1. Ordnung (240 nm Periodizität, holographisch definiert) in InP. Diese Gitter zeigten bei nachfolgender Überwachsung mit LPE keinen Strukturverlust. Eine zweite Anlage für reaktive Ionenätzung (RIE) wurde Ende 1985 installiert. Sie wird die bereits bestehende RIE-Anlage durch Übernahme der jetzt in großem Umfang anfallenden Standard-Ätzprozesse (Strukturierung von SiO_2, Si_3N_4, $LiNbO_3$, Mehrlagenresist) entlasten. Mit der Übertragung der entsprechenden Verfahren wurde begonnen. Zur Strukturübertragung in InP, InGaAs und InGaAsP wurde ein neuartiges RIE-Verfahren entwickelt, bei dem erstmals nicht-korrosive Gasmischungen verwendet werden. Da Maskierungsschichten, z.B. Photolack oder SiO_2, nicht angegriffen werden, ermöglicht der Prozeß sehr große Ätztiefen. Bei geeigneter Parametereinstellung ergeben sich nahezu senkrecht geätzte Stufen und glatte Bodenflächen. Das Verfahren wurde angewandt zur Strukturierung von Rippenwellenleitern und zur Erzeugung von nur ca. 2 µm breiten, steilen Mesastrukturen, benötigt für spezielle Lasertypen.

Bauelement-Test und -Montage

Ein rechnergesteuerter Sondenmeßplatz wurde installiert und mit geeigneter Software versehen. Damit wurden vor allem Serienmessungen von Kontaktwiderständen und Dioden-Durchbruchsspannungen durchgeführt und statistisch ausgewertet. In Eigenkonstruktion wurde ein Gerät zur Lasermontage, bestehend aus In-Aufdampfung und Laser-Lötung im Vakuum, erstellt und mit Erfolg eingesetzt. Nach Inbetriebnahme eines Thermokompressionsbonders wurde mit der Erarbeitung von Verfahren, die speziell geeignet sind zum Bonden von Bauelementen auf InP- und $LiNbO_3$-Basis, begonnen.

/1/ Schmitt, F.; Su, L.M.; Franke, D.: A New Diffusion Technique Using Evaporated Zn_3P_2 for Zn-Diffusion in InP. IEEE Trans. Electr. Dev., ED-31, 8, p. 1083 (1984)

/2/ Haberland, D.; Harde, P.; Nelkowski, H.; Schlaak, W.: Stoichiometric Disturbance in InP Measured during Ion Implantation Process, Mat. Res. Soc. Symp. Proc., Vol. 27, pp. 371-375 (1984) (Elsevier)

/3/ Haberland, D.; Harde, P.; Nelkowski, H., and Schlaak, W.: SIMS System for the Analysis of Sputtered Ions during Ion Implantation. Materials Letters, Vol. 2, No. 5b, pp. 458-461 (1984)

/4/ Schlaak, W.; Harde, P.; Haberland, D.; Nelkowski, H.: Berechnung von Implantationsprofilen unter der Berücksichtigung von Sputterprozessen und Bestimmung von Sputterausbeuten bei InP. Verhandl. DPG 152, Vol. 1 (1984)

/5/ Su, L.M.; Grote, N.; Kaumanns, R.; Katzschner, W.; Bach, H.-G.: An InGaAsP/InP Double Heterojunction Bipolar Transistor for Monolithic Integration with a 1.5 µm Laser Diode. IEEE Electr. Dev. Lett., Vol. 6, Nr. 1, pp. 14-17 (1984)

Bearbeiter: Döhler, Hensel, Katzschner, Kowalsky, Mahnkopf, Niggebrügge, Schlaak, Schmidt, Schmitt, Wehmann

Lithographie

Im Arbeitsgebiet Lithographie wurden die verschiedenen Verfahren weiterentwickelt, um den wachsenden Anforderungen an die Strukturierung der untersuchten Funktions- und Bauelemente nachzukommen.

Elektronenstrahl-Lithographie

Sämtliche Phtomasken für Bauelementestrukturen und Testmuster zur Verfahrensentwicklung wurden mit Elektronenstrahl-Lithographie erzeugt. Schwerpunkte der diesbezüglichen Arbeiten waren die Charakterisierung der technologischen Prozeßparameter zur Verfahrensoptimierung, insbesondere hinsichtlich Ausbeuteerhöhung und Dimensionstreue, die Verbesserung der Maschinenkalibrierung zur Reduzierung der Feldversatzfehler sowie die Weiterentwicklung der Kontrollsoftware. Zur Bearbeitung der Datenfiles umfangreicher komplexer Strukturen waren eine erhebliche Erweiterung der Prozeßrechnerperipherie und im Zusammenhang damit die Anpassung und Optimierung des Betriebssystems erforderlich. Für die Module Pin-FET und Bipolar-Transistorarray wurden komplexe Maskensätze mit bis zu 12 Ebenen hergestellt. Für die Strukturierung elektro-optischer Bauelemente auf der Basis von InP und $LiNbO_3$ wurde ein Rechnerprogramm entwickelt, welches aus den bauelementerelevanten Parametern ("Primärdaten") Datenfiles im Anlagenformat erzeugt, wobei die verschiedenen Ebenen für Lichtwellenleiter, Ätzgräben, Elektroden, Verdrahtung etc. simultan generiert werden. Mit Hilfe dieses Programms wurden u.a. Maskensätze für Phasenmodulator, Richtkoppler/Schalter, Interferometer, 4x4 /1/ und 8x8 Sternkoppler auf InP- bzw. $LiNbO_3$-Basis erstellt. Eine Untersuchung von gekrümmten Wellenleitern auf $LiNbO_3$ hatte zum Ergebnis, daß ein seitlicher Versatz zwischen geraden und gebogenen Abschnitten zu einer besseren Anpassung der optischen Felder an den Übergängen und damit zu einer Verminderung der Dämpfung von bis zu 2 dB führt. Für Submikronstrukturierungen wurden in dünnen Resistschichten auf InP/SiO_2 einzelne Linien von 0,25 µm direkt geschrieben und mit RIE übertragen. Damit wurden die für Betrieb mit W-Kathoden gemessenen Strahldurchmesser nahezu erreicht. Eine Herabsetzung dieser Auflösungsgrenze ist durch Einsatz von LaB_6-Emittern zu erwarten, wozu Versuchsreihen durchgeführt wurden. Die beobachteten starken Driften im Strahlstrom machen allerdings noch Verbesserungen der Kathode selbst, der Kanonenanordnung sowie der Nachführung der Elektronenstrahloptik erforderlich. Die Strahlstrommessungen bestätigen eine erhebliche Steigerung des Richtstrahlwertes. Die angestrebten Maßnahmen sollen die Voraussetzungen für die Erzeugung von Bragg-Gittern zweiter Ordnung schaffen.

Holographie

Die Erzeugung von Gittern mit Zweistrahllithographie konnte erfolgreich weiterentwickelt werden. Zunächst wurden die Resistapplikation, Belichtung und Entwicklung verbessert. Das Problem der Durchentwicklung in den Gitterfurchen läßt sich durch den Einsatz eines programmierbaren Sprühentwicklers besser beherrschen. Zur Resisthaftung wurden Versuchsreihen durchgeführt, ebenso zur Ausnutzung stehender Wellen im Resist und Einfügung einer dielektrischen $\lambda/4$-Schicht (SiO_2, Si_3N_4) mit dem Ziel einer Verbesserung des Gitterprofils. Die Ausbeute an belichteten Gittern konnte deutlich gesteigert werden durch einen neuen holographischen Aufbau, bei dem die Strahlteilung erst unmittelbar vor dem Substrat erfolgt. Untersuchungen möglicher Nachteile ("chirped gratings" durch die Asymmetrie der Konfiguration) stehen noch aus. Die Übertragung der belichteten Gitter erfolgte mit vollständiger Modulation entweder durch naßchemische oder Trockenätzprozesse. Gitter erster und zweiter Ordnung wurden ebenfalls in Epitaxieschichten hergestellt und zum Teil erfolgreich mit einer LPE-Heteroschicht überwachsen.

Photolithographie

In der Photolithographie wurden neue kommerziell erhältliche Resiste charakterisiert und teilweise zur Strukturierung eingesetzt. Das einlagige Lift-off-Verfahren mit Negativlack wurde erfolgreich weiterentwickelt, während die Versuche mit Chlorobenzol-Positiv-Lift-off wegen unzulänglicher Reproduzierbarkeit (es fehlt eine ausreichende Klimakontrolle) aufgegeben werden mußten. Für nichtplanare Oberflächen wurde das Dreilagen-Verfahren erfolgreich eingesetzt. Erste Erfahrungen wurden über den Einsatz von Polyimid zur Planarisierung als auch - mit Initiator - zur Photolithographie gewonnen.

/1/ Heidrich, H.; Hoffmann, D.; Döldissen, W.; Klug, M.: Integrated-Optical 4x4 Star Coupler on $LiNbO_3$. Electronics Letters, Vol. 20, No. 25/26, pp. 1058-1059 (1984)

Bearbeiter: Döldissen, Fürst, Hoppe, Klug, Löffler, Tiedke

Optische Meßtechnik

Faser-Raman-Laser

Der Aufbau des Faser-Raman-Lasers wurde ergänzt und optimiert. Der als Pumpquelle für die Glasfaser verwendete Nd-YAG-Laser ist mit einem im Brewsterwinkel geschnittenen Güteschalter (QS) versehen worden, der einen QS-Betrieb sowohl bei 1,06 µm als auch bei 1,3 µm gestattet. Hierdurch ist es möglich, mit hohen Pulsleistungen bei 1,3 µm die Glasfaser zu pumpen und das Ramanspektrum (Stokes- und Antistokeslinien) zu erzeugen, so daß auch im Wellenlängenbereich um 1,4 µm genügend Leistung zur Verfügung steht, was bei 1,06 µm nur bedingt der Fall ist. Zur Selektion einzelner modengekoppelter Pulse definierter Leistung innerhalb eines QS-Pulszuges wird ein Pulsschneidesystem eingesetzt, bei dem - entsprechend der eingestellten Verzögerungszeit (variabel einstellbar) - eine schnelle Pockelszelle angesteuert wird. Die im modengekoppelten Betrieb erreichten Pulsdauern betragen $\Delta\tau$ = 100 ps (mit Ge-PIN-Diode, $\Delta\tau$ = 75 ps, gemessen). Für den Anwendungsfall, bei dem es auf eine größere Durchschnittsleistung im Raman-Spektrum ankommt, wurde eine neuartige Technik zur Erzeugung der Pumpleistung angewendet. Durch Verstimmen des Resonators im modengekoppelten Betrieb durch geringfügige Änderung der Cavity-Länge läßt sich ein stabiler Bereich einstellen, der durch ungedämpfte Oszillation der "Spikes" mit einer Folgefrequenz von ca. 66 kHz gekennzeichnet ist. Man erhält somit eine Pulsleistung von einigen kW, so daß genügend Pumpleistung zur Erzeugung des Raman-Spektrums zur Verfügung steht. Die Durchschnittsleistung beträgt für die erste Stokes-Linie (λ = 1,12 µm) 20 mW, die Pulsdauer $\Delta\tau$ = 200 ps. Zur Erzeugung hoher Pulsleistungen und des Antistokes-Spektrums ist die Pulsüberhöhung, die durch die Methode der Resonatorverstimmung erreicht wird, nicht ausreichend. Für diese Fälle kommt der Güteschalter zur Anwendung, wobei wegen der geringen Pulsfolge (< 1 kHz) eine niedrige Durchschnittsleistung auftritt /1/. Der Faser-Raman-Laser wurde u.a. zur Bestimmung des Zeitverhaltens kommerzieller Detektoren, der Dispersion von Glasfasern sowie der Wellenlängenabhängigkeit der Koppelkonstanten von $LiNbO_3$-Richtkopplern eingesetzt.

Materialcharakterisierung im IR-Mikroskop

Zur Charakterisierung von Substraten, Epitaxieschichten und Bauelementen ist ein IR-Mikroskop aufgebaut worden, mit dem folgende Untersuchungen durchgeführt werden:

Methoden	Ergebnisse
Interferenzkontrast	Oberflächenqualität (Rauhigkeit, Kratzer)
Photolumineszenz in Transmission und Reflexion bei ausgewählten Wellenlängen für das Anregungs- und Emissionslicht	Kristallqualität (Unterscheidung von Kristallbaufehlern und Defekten, die z.B. durch Polieren oder Handling entstanden sind)
Spannungsoptik	Defekte, die mechanische Spannungen erzeugen (Kristallbaufehler, In-Einschlüsse)
Transmissions- bzw. Absorptionsuntersuchungen	Absorption durch Störstellen, Schichtdickenvariation

Als Lichtquelle stehen eine Jod-Wolfram-Lampe, eine Hg-Höchstdrucklampe, ein Ar-Laser und ein Nd-YAG-Laser zur Verfügung. Als Detektor wird ein IR-Vidikon (Si oder PbS) eingesetzt. Die Messungen können bei Zimmertemperatur und 80 K durchgeführt werden. Da die genannten Methoden quasi-simultan angewendet werden können, bieten sie eine zuverlässig schnelle prozeßbegleitende Charakterisierungsmöglichkeit.

Aufbau eines m-line-Spektroskopiemeßplatzes

Es wurde mit dem Aufbau eines m-line-Spektroskopiemeßplatzes zur Bestimmung des Brechungsindex von dielektrischen und leitenden, transparenten Materialien begonnen. Hierbei wird über ein Prisma das Licht in die als Wellenleiter ausgebildete Schicht eingekoppelt und bei bekanntem Brechungsindex des Cladding-Materials (i.a. Glas) der Brechungsindex der Schicht aus dem Modenspektrum bestimmt.

Laser- und Wellenleitermeßplatz

Laser- und Wellenleitermeßplatz wurden mit einer Temperaturregelung (0° - 50°C) versehen. Am Wellenleitermeßplatz wurde der Kontrast der Fabry-Perot-Resonanzen von GaInAsP-Wellenleitern in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen. Daraus wurde die Wellenleiterdämpfung berechnet. Der Vorteil dieser Methode liegt darin, daß erstens der Kristall nicht zerstört wird und zweitens die Koppelverluste eliminiert sind. Der Nachteil ist allerdings, daß die Genauigkeit bei steigenden Dämpfungswerten erheblich sinkt.

/1/ Eichler, H.J.; Krauser, J.: Pulse Energy Modulation of the cw-Mode-Locked 1.32 µm Nd-YAG-Laser by Drive Frequency Detuning. Optics Communications, Vol. 52, Nr. 2, pp. 129-130 (1984)

Bearbeiter: Albrecht, Bornhold, Bücker, Krauser, Nolting, Pärschke, Rosenzweig, Sartorius

Elektrische Meßtechnik

Meßplätze: Aufbau und Erweiterungen

Installation und Abnahme eines rechnergesteuerten DLTS-Meßsystems zur Erfassung und Auswertung von Trapspektren in Bauelementen und Teststrukturen, Einbau von Mikromanipulatoren in den Kryostaten /1/.

Konzeption, Aufbau und Inbetriebnahme eines Tieffrequenz C(V), G(V)-Meßplatzes mit Lock-in-Verstärker (0,1 Hz - 200 kHz) mit temperaturgeregeltem Kryostat (80 - 420 K) zur Charakterisierung des Feldeffektes in MIS-Strukturen und der Interface-Eigenschaften von Heterostrukturen inklusive der Meßplatz-Steuersoftware.

Inbetriebnahme eines 4-Pol-Rauschmeßplatzes für Transistor-Rauschmessungen bis 1,8 GHz; F = 0,05 dB Genauigkeit.

Konzeption eines 2-Pol-Rauschmeßplatzes für Photodiodenrauschen inklusive Kryostat (LN_2).

Bau eines Waferprobers für Großsignalabschaltzeitmessungen an Dioden und Transistoren, Schaltzeiten bis (vorläufig) < 2 ns (kommerzielle Prober: 7 ns) messbar.

Umbau am Hallmeßplatz: rechnergesteuerte Magnetfeldumschaltung.

Ausbau der Rechnersteuerung am Admittanz, I(V)-Meßsystem unter Einbezug eines Winchesterlaufwerks und Schaltungsergänzung an kommerziellen LCR-Metern:hp 4274/75A zu Verbesserung der Bias-Einspeisung /2/.

Software: Erstellung und Installation (für hp 200)

DC-Modeling von temperaturabhängigen Vorwärts- und Rückwärts-Kennlinien von pn- und Schottky-Dioden zur Ermittlung von: ideality factor, Barrierenhöhe, Durchbruchmechanismus, effektive Minoritätsträgerlebensdauer, thermisch aktivierte Stromleitung sowie Tunnelströme.

AC-Modeling zum Ersatzschaltbild der Interface-Admittanz von pn/Schottky/MIS-Dioden sowie Serienwiderstand/ Induktivität im GHz-Bereich. Auswerteprogramm für DLTS-Spektren bezüglich:

Konzentration)
Aktivierungsenergie) (tiefer) Störstellen und Majoritätsträgertraps
Einfangquerschnitte)

Time Domain Sprungantwort mittels inversen FFT zu einem vorhandenen Netzwerkanalyse-Programm.

Meßdatenauswertung und Korrektursoftware zum S-Parameter Meßplatz.

Universelle Graphik.

Messungen an Bauelementen und Teststrukturen.

Charakterisierung von CdO/p-InP Heterostrukturen zum Einsatz als Emitter in Transistoren (LEDs); Schwerpunkt: Leitungsbanddiskontinuitäten (auch an GaInAsP/InP Heterostrukturen /3/.

Dunkelstromanalysen an GaInAs(pin) Photodioden: Leckströme sind oberflächen-bestimmt.

Feldstärkeverteilung als Funktion der Aussteuerung bei diffundierten "pn-Modulatoren".

Feldeffektuntersuchungen und Durchbruchverhalten von MIS-Varaktoren mit SiO_2 und Al_2O_3-Oxiden: Inversion im Fall Al_2O_3/n-InP beobachtet.

S-Parameter-Messungen an $LiNbO_3$-Modulatorstrukturen und Optimierung der Eingangsreflexion $|S_{11}| < 10$ % bei 2 GHz.

Gain-Messungen an Doppelheterostruktur-Bipolartransistoren mit ternärer Basis: $f_r \sim 2$ GHz (arbeitspunktabhängig) /4/.

Optimierung des Design von Meßnadeln und Nadelhalter zur Kontaktierung von z.B. Modulatoren im Waferzustand (keine Bondung) bis zu Ansteuerfrequenzen von 600 MHz.

Dotierungsmessungen der aktiven Schicht in Oxidstreifenlasern.

/1/ Bach, H.G.; Klein, J.: Mikromanipulator. Erfindungsanmeldung (zusammen mit Hahn-Meitner-Institut für Kernforschung Berlin, GmbH) vom 30. Okt. 1984. Lizenzvertrag mit Firma Technomed, Berlin, in Bearbeitung

/2/ Bach, H.G.; Dressler, W.: Modification to the LCR Meters hp 4274/75A for Investigations of Device Admittance under Heavy Forward Bias Conditions". Prinzip und realisierte Schaltung an YHP, Japan, verkauft. Japanische Patentanmeldung durch YHP am 2. Nov. 1984, in Druck bei Review of Scientific Instruments (Mai 1985)

/3/ Su, L.M., Grote, N.; Kaumanns, R.; Katzschner, W.; Bach, H.G.: An InGaAsP/InP Double Heterojunction Bipolar Transistor for Monolithic Integration with a 1.5 µm Laser Diode. Submitted to IEEE Electron Device Letters, 31. Aug. 1984

/4/ Su, L.M.; Grote, N.; Bach, H.G.; Döldissen, W.; Rosenzweig, M.: A Novel Bipolar InGaAs Transistor with a Wide-Gap Cadmium Oxide (CdO) Emitter. Int. Symp. on GaAs and Related Compounds, Biarritz, Sept. 1984

Bearbeiter: Bach, Bochnia, Dressler, Mekonnen, Unterbörsch

Physikalische Meßtechnik

Im Bereich der physikalischen Analyseverfahren waren die Arbeiten auf drei Gebiete konzentriert:

Rasterelektronenmikroskopie und Röntgenanalyse wurden bei der Charakterisierung von Oberflächenstrukturen und Materialien zu selbstverständlichen, unentbehrlichen Hilfsmitteln (ca. 3000 Aufnahmen, 450 quant. Röntgenanalysen).

Der Meßplatz für zeitaufgelöste Kathodolumineszenz und elektronenstrahlinduzierten Strom bei tiefen Temperaturen steht kurz vor der Fertigstellung.

Die Entscheidung für den Kauf eines Sekundär-Ionen-Massen-Spektrometers (SIMS) wurde auf der Basis von ausgedehnten Vergleichsmessungen an eigenen III-V-Halbleitermaterial-Testproben bei verschiedenen Herstellern getroffen. Das Gerätekonzept sieht vor, daß mittels SIMS die von der zu untersuchenden Probenstelle abgesputterten, also wegfliegenden Ionen/Moleküle analysiert werden können (Primärionen O_2^+, C_s^+ aus 2 getrennten Beschußsystemen; Nachweisgrenzen $< 10^{15}$ cm^{-3}, Tiefenauflösung < 5 nm) sowie mittels Auger-Elektronen-Spektroskopie (AES) die zurückbleibende Matrix quasisimultan bezüglich Oberflächenverunreinigung oder beschußinduzierte Veränderung beobachtet werden kann. Eine Installation ist Frühjahr 1986 zu erwarten.

Bearbeiter: Garus, Jung, Steckenborn

Lithiumniobattechnologie

Für die kurz- und mittelfristige Deckung des Bauelementebedarfs zur Realisierung von optischen Nachrichtenübertragungssystemen und zur generellen Untersuchung von neuartigen Wellenleiterstrukturen, die auf das Halbleitersystem InGaAsP übertragbar sind, werden $LiNbO_3$-Bauelemente unter Einbeziehung neuer technologischer Verfahren entwickelt. Schwerpunktmäßig zielten die Arbeiten darauf ab, die Projekte "Lokale Breitbandkommunikation mit optischer Vermittlungstechnik" und "Kohärente optische Breitbandübertragung für den Weitverkehr" zu unterstützen. Im Berichtszeitraum wurden aufbauend auf den technologischen Möglichkeiten, die für die Halbleiterbauelemente entwickelt wurden (Maskentechnik, Photolithographie, Prozeßtechnik), folgende technologischen Verfahren durchgeführt bzw. neu entwickelt:

Optimierung der Diffusionsparameter mit speziell dafür entwickelten Testmasken.

Maskiertes Ätzen von Gräben zur optischen Entkopplung von Wellenleitern mit reaktivem Ionenätzen (RIE) und reaktivem Ionenstrahlätzen (RIBE) und Erprobung geeigneter Maskierungsmaterialien.

Untersuchung von dielektrischen Pufferschichten geringer Dämpfung (CdO, ITO, sputtertes SiO_2 und CVD-SiO_2) bezüglich ihrer optischen und elektrischen Stabilität (DC-drift).

Anwendung von gesputterten ITO- und $LiNbO_3$-Schichten zur Symmetrisierung der Wellenleiter.

Untersuchung der Polarisationsabhängigkeit von Richtkopplern unter Berücksichtigung der Herstellungsparameter zur Realisierung polarisationsunabhängiger Schalter.

Für die Entspiegelung hochbrechender passiver Bauelemente und die für die Zukunft geplante Entspiegelung von Lasern für deren Einsatz als optische Verstärker wurde eine Aufdampfanlage für dielektrische optische Schichten installiert, in Betrieb genommen und Vorversuche gefahren.

Zum "Device-Modelling" wurde ein BPM-Software-Paket der Firma LM Ericsson im Steuerrechner des Meßplatzes zur Charakterisierung von Lithiumniobat-Bauelementen implementiert.

Bearbeiter: Ahlers, Heidrich, Hoffmann, Küssner, Molt

Bauelementesimulation

Zur Berechnung der Wellenausbreitung und der Beeinflussung optischer Wellen in integriert-optischen Komponenten wurden mehrere Programmblöcke mit unterschiedlichen theoretischen Ansätzen erstellt bzw. modifiziert. Das Programm WG (Waveguide) berechnet Wellenleiterparameter wie Phasengeschwindigkeiten, Confinementfaktoren, Cut-off-Wellenlängen, Koppelkonstanten für symmetrische Koppler etc. auf der Basis des effektiven Brechungsindexmodells für 3-Lagen-Wellenleiter, insbesondere für Rib-Wellenleiter auf InGaAsP/InP-Schichten. Zur Analyse und Simulation der elektrooptischen Effekte (Pockels-, Kerr- und kubischer Effekt) werden die entsprechenden Überlappungsintegrale berechnet, die ihre Anwendung in der Dimensionierung von Phasenmodulatoren, $\Delta\beta$ -reversal-Koppler und balanced bridge-Schaltern bzw. Modulatoren finden. Mit Hilfe dieses Programms wurden erfolgreich Design-Regeln für eine optimierte Phasenmodulatorstruktur erarbeitet. In Verbindung mit der Coupled-Mode-Theorie für asymmetrische, wellenlängenselektive Koppler wurden erfolgreich Design-Regeln für Filterkurven im Material InGaAsP/InP berechnet. Ein im Austausch von der Firma Ericsson erhaltenes Programm zur 2-dimensionalen Beam-Propagation-Methode (BPM) wurde für die uns interessierenden Fragestellungen modifiziert. Diese Methode kann sowohl für Halbleiter- als auch für $LiNbO_3$-Wellenleiter angewendet werden. Sie ist besonders geeignet, um den Einfluß von "langsamen" Änderungen des Brechzahlprofils in Ausbreitungsrichtung der Welle zu untersuchen. Im Vordergrund stand eine Untersuchung des Taperproblems der Integrierten Optik. Dabei werden die durch Material- oder Geometrieänderungen auftretenden Wellenwiderstandsänderungen eines Streifenwellenleiters untersucht, der "aktive Bauelemente" zur Beeinflussung der Welle in "Huckepack-Anordnung" untereinander verbindet. Es wird nach technologisch einfach realisierbaren Konzepten gesucht, um die Reflexion bzw. Abstrahlung der Welle durch eine zu große Stoßstelle zu vermeiden. Ein vorläufiges Ergebnis ist, daß das bekannte Prinzip der adiabatischen Änderung des Wellenleiters, d.h. Realisierung eines Tapers der Länge einiger 10 Wellenlängen, Stoßfreiheit garantiert. Abrupte Übergänge, die z.B. durch den Beginn oder das Ende einer zusätzlichen Schicht (aktives Bauelement) entstehen, führen zur Abstrahlung und Reflexion der Welle. Darüberhinaus wurden verschiedene Untersuchungen zu Problemen des symmetrischen und asymmetrischen Richtkopplers, Y-Abzweiges und X-Schalters (BOA-Anordnung) durchgeführt. In Anlehnung an eine Arbeit von Smith und Mitchell wurde ein Programm (CNL) zur Berechnung der Wellenausbreitung in einer Sandwichstruktur von N-Schichten ($N \leq 3$) mit beliebigen komplexen Brechungsindices erstellt. Dabei wird eine 2-dimensionale Matrixdarstellung der elektrischen und magnetischen Feldstärken für jede einzelne Schicht auf der Basis der Maxwellschen Gleichungen benutzt. Die Schichtstruktur wird dann durch Matrixmultiplikation der inneren Schichten beschrieben. Diese Art der Darstellung vermeidet unnötige Pole, die bei mehr als drei Schichten unter Verwendung der Wellengleichung entstehen und große numerische Probleme verursachen können. Die Verwendung komplexer Brechungsindices erlaubt nicht nur eine Berechnung von aktiven (Laser/optischer Verstärker) und absorbierenden Bauelementen (Detektor), sondern vereinfacht auch die mathematische Darstellung für komplizierte Brechungsindexprofile (z.B. Koppler, optischer Verstärker mit passivem Wellenleiter). Dieses Programm wurde erfolgreich für verschiedene Fragestellungen eingesetzt:

- Einfluß einer absorbierenden Deckschicht (CdO) auf die Wellenausbreitung (effektiver Brechungsindex, Dämpfung des Wellenleiters).

- Untersuchung der Wellenausbreitung in Mehrschichtstrukturen aus passivem Wellenleiter und Detektorschicht aus ternärem Material (mit und ohne InP-Zwischenschicht) unter Berücksichtigung monomodaler Wellenausbreitung (Design-Regeln für pin-Diode/Wellenleiter-Integration).

- Untersuchung der Wellenausbreitung in Mehrschichtlaserstrukturen unter Berücksichtigung von verstärkenden und absorbierenden Schichten.

- Asymmetrische und symmetrische Koppler.

Bearbeiter: Nolting, Schlichting

Bauelemente

Bipolartransistoren

Es wurden zwei Typen von Bipolartransistoren hergestellt und charakterisiert:

a) Doppelheterostruktur-Transistoren, bestehend aus einer p-dotierten $In_{0,53}Ga_{0,47}As$-Basisschicht, einer quaternären InGaAsP (λ_g = 1,3 µm)-Schicht als "Wide-gap"-Emitter sowie einer niedrig dotierten InP-Schicht ($n \approx 2x10^{16}$ cm^{-3}) als Kollektor. Die Ausbildung als "Wide-gap"-Kollektor erscheint vorteilhaft im Hinblick auf die Hochfrequenz- und Schalteigenschaften der Transistoren. Es zeigte sich allerdings, daß die Stromverstärkungen bei kleineren Kollektor-Spannungen drastisch reduziert werden. Dieser Effekt wird auf den Einfluß der Leitungsbanddiskontinuität zurückgeführt, die am abrupten InGaAs/InP Basis-Kollektorübergang entsteht und das Absaugen von Elektronen in den Kollektor behindert. Dieses nachteilige Verhalten konnte durch das Einfügen einer dünnen (~ 0,1 µm) ternären Zwischenschicht eliminiert werden. Mit solchen Transistorstrukturen konnten Stromverstärkungen von über 300 erreicht werden. Die an ersten aufgebauten Elementen durchgeführten Hochfrequenzmessungen ergaben allerdings noch relativ geringe Werte für die Transitfrequenzen von etwa 1,5 GHz. Schaltzeitmessungen zeigten eine deutliche Reduzierung der Ladungsspeicherzeiten der Doppelschicht-Kollektorstruktur gegenüber einem Homojunction-Kollektor.

b) Bipolartransistoren mit gesputterten Emitterschichten aus Cadmiumoxid (CdO).
Die Arbeiten zu transparenten Steuerelektroden aus gesputtertem CdO auf n-InP bzw. n-InGaAsP für elektrooptische Wellenleiterbauelemente wurden dahingehend erweitert, daß das Kontaktverhalten von CdO auf p-dotiertem InP, InGaAsP und InGaAs untersucht wurde. Es zeigte sich, daß dabei pn-Kontakte entstehen. Bei Polung in Flußrichtung werden Elektronen aus der CdO-Schicht ($n \approx 5x10^{20}$ cm^{-3}) in das p-dotierte Halbleitermaterial injiziert, was durch die hierin entstehende Elektrolumineszenzstrahlung leicht nachweisbar ist. Hierauf aufbauend wurden Bipolartransistor-Strukturen hergestellt, in denen das CdO als Emitter dient. Transistoren mit quaternärer /1/, ternärer (Phototransistor) /2/ sowie selektiv diffuniderter Basisschicht in InP /3/ wurden realisiert. Dabei wurden Stromverstärkungen bis zu 40 erreicht. Falls sich diese Werte noch erhöhen lassen und gute Hochfrequenzeigenschaften erzielt werden können, erscheint eine solche Transistortechnologie von besonderem Vorteil für eine monolithische Integration.

Laser

Die Arbeiten zur Entwicklung von Halbleiterlasern konzentrierten sich vor allem auf folgende Punkte:

Optimierung der DH-Struktur für 1,5 µm-Laser anhand von Oxidstreifenlasern. Trotz der Vorteile der "Zwei-Phasen"-Methode bei der Dickeneinstellung der aktiven Laserschicht zeigten Laserstrukturen, deren aktive Schicht mit dem "Step-cooling"-Verfahren hergestellt wurden, statistisch die geringeren Schwellströme und einen geringeren Streubereich der Laserdaten. Als typische Werte für Al_2O_3-abgedeckte Streifenlaser (Streifenbreite 15 µm, Länge 250-300 µm): Schwellstrom 130 mA, ext. Quantenausbeute 18 %/Spiegel, T_o = 63 K (T = 0 ... 50°C). Die gewachsenen Schichtstrukturen wurden routinemäßig durch IR-Photo-Lumineszenzmessungen charakterisiert. Aufgrund der gesammelten Erfahrungen können inzwischen gute qualitative Korrelationen zwischen der PL-Ausbeute und den zu erwartenden Schwellstromdichten hergestellt werden.

Zur Entwicklung von index-geführten Laserstrukturen wurden eine Reihe von Voruntersuchungen für folgende Lasertypen durchgeführt:

a) Für Massentransport-Laser wurden die Ätzbedingungen für die Herstellung des pilzförmig unterätzten Mesastreifens ermittelt. Zur Kontrolle der Unterätzung wurde ein zerstörungsfreies Verfahren auf der Basis kombinierter Transmissions-, Reflexions- und Photolumineszenzmessungen entwickelt. Erste Versuche, die Unterätzungen mittels Massentransport in einer LPE-Anlage zuzuwachsen, waren erfolgreich.

b) Als zweite Struktur wurde mit der Herstellung von Lasern begonnen, bei denen ein in das Substrat geätzter Laserstreifen so epitaktisch überwachsen wird, daß die aktive Schicht an den Mesakanten unterbrochen wird. Die Epitaxiebedingungen hierfür wurden in einer Reihe von Versuchen ermittelt. Zum Ätzen sehr schmaler Mesastreifen (< 3 µm) wurden Trockenätzverfahren eingesetzt. Erste Ergebnisse solcher Laserelemente zeigten Schwellströme oberhalb von 100 mA. Diese noch zu hohen Werte sind insbesondere auf eine noch fehlende seitliche Strombegrenzung zurückzuführen. Versuche, diese durch Cd-Diffusion in das Substrat zu erzeugen, waren bisher nicht erfolgreich, da ein irreguläres epitaktisches Wachstum nach erfolgter Diffusion beobachtet wurde.

Arbeiten zum DFB-Laser: Es wurden naß- und auch trockenchemisch geätzte Gitter zweiter Ordnung erfolgreich überwachsen, allerdings mit noch nicht zufriedenstellender Reproduzierbarkeit. Insbesondere bei Gittern, die in InP-Substrate geätzt wurden, hängt die Erhaltung des Gitters wahrscheinlich von dem Ätzprofil ab. Vor allem bei dreiecksförmigen Korrugationen wurde aufgrund von Massentransporteffekten eine nachteilige Änderung der Gitterqualität schon vor der eigentlichen Epitaxie beobachtet. Zur Vermeidung solcher Effekte ist eine weitere Absenkung der Wachstumstemperatur vorgesehen.

pin-JFET-Integration

Die Entwicklung eines optischen Empfängermoduls wurde mit dem Konzept der monolithischen Integration einer pin-Photodiode als Detektor und eines JFET als verstärkendes Element, mit planarer Bauweise in ternärem Material, in Angriff genommen. Die Einzelkomponenten erfordern für eine optimale Funktion unterschiedliche Schichtdicken und -dotierungen. Hierfür wurden Lösungsansätze (InGaAs-Doppelschichten, V-Graben-JFET, simultane Cd- und Zn-Diffusion) entwickelt. Das Design des integrierten pin-JFET einschließlich notwendiger Testbauelemente wurde erstellt und entsprechende Sätze von Photomasken angefertigt. Die einzelnen Verfahrensschritte und ihre Kompatibilität in der Gesamtherstellung wurden erarbeitet. Die Funktionsfähigkeit der Einzelkomponenten wurde grundsätzlich erwiesen (Photodioden mit ca. 18 V Durchbruchsspannung, JFETs mit 1,2 mS Steilheit). Der Realisierung der funktionstüchtigen integrierten Bausteine steht im wesentlichen die zur Zeit noch ungenügend beherrschte maskierte Diffusion in InGaAs entgegen.

Passive Wellenleiter in GaInAsP (λ_g = 0,97 µm)

Die Arbeiten an den passiven Wellenleitern wurden mit der Zielsetzung, die Wellenleiterdämpfung weiter zu vermindern, fortgesetzt. Es konnten erstmals Stufenwellenleiter mit Dämpfungswerten < 4 dB/cm bei λ = 1,3 µm (Bestwert: 3 dB/cm) hergestellt werden. Die Stufenbreite beträgt 3 µm, die Stufenhöhe 30 nm bei einer Gesamtschichtdicke von 0,8 µm. Für die Wellenleiterstufenätzungen wurden sowohl naßchemische als auch Ionenstrahlätzmethoden eingesetzt. Ein signifikanter Unterschied im Dämpfungsverhalten konnte nicht festgestellt werden Weiterhin wurden erste Untersuchungen an gekrümmten Wellenleitern durchgeführt.

Phasenmodulator

Die Eigenschaften von Phasenmodulatoren in InGaAsP/InP wurden durch Optimierung der Bauelementestruktur entscheidend verbessert. Der bisher verwandte Quasi-Schottky-Kontakt (CdO auf InGaAsP) wurde ersetzt durch einen p^+n-Übergang, hergestellt durch eine auf den Wellenleiter beschränkte flache Eindiffusion von Cd. Die CdO-Schicht dient lediglich als transparente Elektrode. Die Vorteile sind

- höhere Durchbruchsspannungen, ca. 15 V gegenüber bisher 8 V bei gleicher Dotierung der quaternären Schicht

- wesentlich verbesserte Überlappung des äußeren elektrischen mit dem optischen Feld durch Verlagerung der Steuerelektrode in den Kern des Wellenleiters

- geringe optische Dämpfung in der CdO-Schicht durch Anpassung der Temperbedingungen.

Durch die Einführung dieser "embedded electrode"-Struktur wurde der Wirkungsgrad der Phasenmodulation von 1°/Vmm auf 8°/Vmm gesteigert.

Wellenleiterstrukturen

Im Rahmen theoretischer Untersuchungen zur Struktur monolithisch integrierbarer optischer Komponenten wurden zwei neue Bauelementekonzepte entwickelt (Patentanmeldungen eingereicht) und die Design-Regeln aufgestellt.

Polarisationsnachführung

Die für viele OEIC, insbesondere auch für einen monolithischen Heterodynempfänger, notwendige Polarisationsnachführung besteht aus der Kombination eines TE/TM-Modenwandlers und eines Phasenschiebers. Durch unterschiedlich orientierte elektrische Felder ist es möglich, beide Komponenten gemeinsam auf einem (100)-Substrat zu realisieren. Um die unvermeidliche Fehlanpassung zwischen TE- und TM-Welle zu kompensieren, muß das elektrische Feld beim TE/TM-Wandler periodisch variiert werden. Die entsprechenden Dimensionierungsvorschriften wurden mit Hilfe der Coupled-Mode-Theorie abgeleitet.

MULDEX

Für wellenlängenselektive optische Nachrichtensysteme der nahen Zukunft werden Multiplexer/Demultiplexer mit Halbwertsbreiten in der Größenordnung von 10 nm benötigt. Eine Studie der in der Literatur beschriebenen Filter zeigt, daß sie den Anforderungen einer monolithischen Integration nicht genügen. Es wurde ein neues Konzept auf der Basis von asymmetrischen Richtkopplern entwickelt, die zur Phasenanpassung für eine Wellenlänge eine periodische Unterdrückung der Kopplung, z.B. durch einen Ätzgraben zwischen den Wellenleitern, benutzen. Entscheidende Vorteile der neuen Struktur sind

- monolithisch integrierbar, auch für passive Materialien geeignet,
- Ein- und Ausgänge des Muldex sind Monomodewellenleiter und
- die Halbwertsbreite $\Delta\lambda$ ist in weiten Bereichen (2 ... 200 nm) durch Geometrie-Änderung bei nur einer Epitaxieschicht auf dem Substrat einstellbar.

Komponenten und Bauelemente auf der Basis von $LiNbO_3$

Im Berichtszeitraum wurden folgende Komponenten und Bauelemente entwickelt:

Prototyp eines Phasenmodulators für λ = 1,3 µm; Phasendrehung der TM-Grundmode 6°/Vmm, Spannung U_π = 3,6 V bei Elektrodenlänge l = 10 mm.

Richtkopplerschalter für λ = 1,3 µm und TM-Betrieb (Vorentwicklung von Schaltern kurzer Baulänge für mxn-Schaltmatrizen); Wechselwirkungslänge 5 mm, Gesamtbaulänge 20 mm, Schaltsprung 7 V, Einfügungsdämpfung - Mikroskopobjektive 3,5 dB, Verbesserung der Nebensprechdämpfung durch ein neues Verfahren von ca. 20 dB auf 30 dB.

Gekrümmte Wellenleiter geringer Dämpfung für Richtkoppler und zur Faseradaption (S-Bögen).

Polarisationsunabhängiger 4x4 Sternkoppler für λ = 1,3 µm, bestehend aus vier miteinander verknüpften 3 dB-Richtkopplern und der Möglichkeit der Faserankopplung, Einfügungsdämpfung pro Kanal ca. 10 dB, Polarisationsunabhängigkeit ± 5 %.

Faser-Wellenleiterkopplung (Einzelfasermontage und Mehrfasermontage in Silizium-V-Nuten) durch Stoßkopplung und Verkleben. Bisher erreichter Bestwert der Zusatzdämpfung pro Klebestelle ca. 0,65 dB.

/1/ Su, L.M.; Grote, N.; Kaumanns, R.; Katzschner, W.; Bach, H.-G.: An InGaAsP/InP Double Heterojunction Bipolar Transistor for Monolithic Integration with a 1.5 µm Laser Diode. IEEE Electr. Dev. Lett., Vol. 6, Nr. 1, pp. 14-17 (1984)

/2/ Su, L.M.; Grote, N.; Bach, H.-G.; Döldissen, W.; Rosenzweig, M.: A Novel npn InGaAs Bipolar Transistor with a Wide Gap Cadmium Oxide (CdO) Emitter. 11th Int. Symp. on GaAs and Related Compounds, Biarritz, Frankreich, Sept. 26-28 (1984) (in: Inst. of Phys. Conf. Ser.) (im Druck)

/3/ Su, L.M.; Grote, N.; Schmitt, F.: A Diffused Planar InP Bipolar Transistor with a Cadmium Oxide Film Emitter. Electronics Letters, Vol. 20, No. 18, pp. 716-717 (1984)

Zuwendungsgeber für alle aufgeführten Vorhaben des Bereiches Integrierte Optik ist das Bundesministerium für Forschung und Technologie und der Senat für Wissenschaft und Forschung, Berlin.

Einfluß magnetischer Gleichfelder bei der Herstellung von InP-Substratkristallen

Ziel

InP-Substratkristalle stellen die Basis für Komponenten der "langwelligen" optischen Nachrichtentechnik dar. Die Verfügbarkeit von Substraten mit der erforderlichen Qualität wie auch Quantität wird wesentliche Auswirkungen auf die Entwicklung einer "Integrierten Optik" haben. In beiderlei Hinsicht ist die derzeitige Situation unbefriedigend. Generelles Ziel des Vorhabens ist es, Beiträge zur Verbesserung der Eigenschaften von InP-Kristallen zu liefern. Dabei steht die Untersuchung des Einflusses magnetischer Felder während des Kristallziehens im Mittelpunkt. Das Projekt steht in enger Abstimmung mit einem Vorhaben bei der Fa. Wacker-Chemitronic, Burghausen, mit dem innerhalb der nächsten 2-3 Jahre der Grundstein zu einer nationalen InP-Substratversorgung gelegt werden soll.

Das Fördervorhaben, das am 1.7.1984 begonnen wurde, wird im Auftrag des Heinrich-Hertz-Institutes am "Institut für Werkstoffwissenschaften VI" der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt.

Stand im Projekt

Im Berichtszeitraum wurde an Modellkristallen des Typs $InSb_{0.977}$ - $NiSb_{0.023}$ der Einfluß der Magnetfeldrichtung untersucht. Es zeigte sich, daß eine horizontale Magnetfeldanordnung zu einem starken Auftreten von Wachstumsstreifen führte, so daß auch für die InP-Kristallzüchtung nur ein axialsymmetrisches Feld positive Ergebnisse erwarten läßt. Aufgrund dieser Vorversuche wurde ein Solenoidmagnet mit einer Flußdichte bis zu 2 kG in Auftrag gegeben. Des weiteren wurden Polierversuche zur Verbesserung der Oberflächenpräparation durchgeführt. Während Br_2-Methanol-Lösungen keine stabilen Abtragsraten ergaben, ist die Verwendung einer Br_2-Propanol-Lösung aufgrund der bisherigen Versuche, die noch fortgesetzt werden, positiv zu beurteilen.

Projektleiter: Grote (HHI)

Wissenschaftliche Leitung: Völkl (Universität Erlangen)

Bearbeiter: Marek, Müller, Völkl (Universität Erlangen) Zuwendungsgeber: BMFT

Zerstörungsfreie Halbleiteroberflächenanalyse mit optischen Methoden

Ziel

Die Technologie der Integrierten Optik erfordert eine genaue Kenntnis der Oberflächenbeschaffenheit der verwendeten Materialien. Zur Beurteilung der Oberflächenqualität sind daher zerstörungsfreie Meßmethoden, die eine prozeßbegleitende Untersuchung gestatten, einzusetzen. Ziel des Vorhabens, das im Auftrage des Heinrich-Hertz-Instituts am Technion - Israel Institute of Technology durchgeführt wird, ist die Untersuchung der Wechselwirkung von kohärenter optischer Strahlung mit Oberflächen im allgemeinen und mit Halbleiteroberflächen im besonderen im Hinblick auf Oberflächenrauhigkeit, Oberflächenadsorption und gezielte Deposition. Die Methoden werden für einen weiten Spektralbereich vom sichtbaren bis in den Infrarot-Bereich entwickelt. Am Ende des Projektes wird der Prototyp eines analytischen Systems stehen, das den speziellen Anforderungen der Technologie der Integrierten Optik genügt. Weiterhin wird die in diesem Projekt angewendete Zweistrahl-Interferenzmethode auf die Einsatzmöglichkeit zur Bestimmung des effektiven Brechungsindex von Schichtwellenleitern geprüft. Hierzu wird theoretisch und experimentell der Einfluß verschiedener Parameter, wie Spotgröße, Strahlneigung, Strahltrennung, Fokussier- und Abbildungsgenauigkeit auf die Meßgenauigkeit untersucht.

Stand im Projekt

Während der bisherigen Projektlaufzeit (Beginn am 1.3.84) wurden folgende Punkte untersucht:

1. Young-Interferenzen für Brechungsindexmessungen. Es wurden zunächst an Bulk-Material Messungen durchgeführt, deren Genauigkeit aber zur Wellenleitercharakterisierung bisher noch nicht ausreicht.

2. Ellipsometrische Methoden.
   Es wurde eine neuartige ellipsometrische Methode entwickelt, bei der die Polarisationsebene eines Laserstrahls mit 80 MHz gedreht wird. Die Messungen können in Reflexion und Transmission bei beliebigen Einfallswinkeln durchgeführt werden. Diese Methode wird auch eingesetzt zur Bestimmung der Polarisationseigenschaften von Streulicht, woraus sich Informationen über Parameter der beleuchteten Oberfläche gegeben.

Wissenschaftliche Leitung: Joseph Shamir

Bearbeiter: Zeev Shchori

Zuwendungsgeber: BMFT

Entwicklung von InP-Substratmaterial

Ziel

Auf der Basis von InP können nahezu alle Bauelemente realisiert werden, die auch mit GaAs hergestellt werden konnten. Allerdings wird InP noch nicht so gut beherrscht wie GaAs, obwohl es für die Nachrichtenübertragung mit Glasfasern von überragender Bedeutung ist. Das gilt auch für InP-Substratkristalle, die gegenwärtig weltweit nur in relativ geringen Mengen gebraucht und gefertigt werden. Entsprechend gibt es neben einer Reihe kleinerer Firmen nur einen großen Hersteller für InP-Substratkristalle. Er ist in Japan ansässig. Die InP-Substrate, die gegenwärtig auch nur mit Schwierigkeiten erhältlich sind, haben unbefriedigende Oberflächenqualität (Balligkeit, Maßhaltigkeit) und ungenügende Kristallperfektion (Inhomogenität, Versetzungsdichte, Reproduzierbarkeit). Diese Mängel sind besonders für eine integrierte Optik auf InP gravierend, da großflächige, hochqualitative Substrate benötigt werden.

Hier soll das Projekt der Fa. Wacker-Chemitronic Abhilfe schaffen, indem ab 1987 für den deutschen und später für den europäischen Markt Substratkristalle befriedigender Qualität gezüchtet werden sollen. Dies soll mit der Synthetisierung reinen Ausgangsmaterials beginnen. Eine Homogenisierung der Kristalle soll durch Zucht in einem Magnetfeld erreicht werden. Schließlich sollen Verfahren gefunden werden, um Substratscheiben von mindestens 3 Zoll Durchmesser mit hoher Perfektion wirtschaftlich bereitstellen zu können. Das HHI leistet dabei Hilfestellung in der Substratcharakterisierung sowie durch Untersuchungen, in welcher Form Substratfehler auf die Bauelemente, die aus epitaktischen Schichten gefertigt werden, einwirken.

Stand im Projekt

Die Arbeiten begannen Mitte 1984 mit der Konzeption einer Hochdruckziehanlage, die die Automatisierung der Kristalldurchmesser-Regelung während der Zucht, die Möglichkeit einer Temperaturgradienten-Optimierung sowie das Anlegen eines Magnetfeldes erlaubt. Diese Anlage, die käuflich mit den geforderten Spezifikationen nicht erhältlich ist und die daher von Wacker-Chemitronic selbst entwickelt wurde, befindet sich augenblicklich im Bau. Dazu ist auch eine Gebäudeerweiterung notwendig. Parallel dazu laufen Syntheseversuche. Bis zur Fertigstellung der erwähnten Hochdruckziehanlage wird eine kleinere, bereits bestehende Anlage vom Typ Melbourne zu Vorversuchen eingesetzt. Die Anlage wurde modernisiert. Die Vorversuche dienen hauptsächlich dem Ziel, Regelungseinheiten, die später in der Hochdruckziehanlage eingesetzt werden, zu entwickeln und zu optimieren.

Projektleiter: Dr. E. Tomzig (Wacker-Chemitronic)

Bearbeiter: Eberle, Dr. Löhnert, Schmidbauer (alle Wacker-Chemitronic)

Zuwendungsgeber: BMFT

Ergebnis-Übersicht

Veröffentlichungen

Hermes,Th.; Hoen,B.; Kreutzer,H.W.; Schmidt,F.: Bitfehleranalyse in einem Breitbandkommunikations-System mit optischer Übertragung, ntz Bd. 37 (1984) Heft 6, S. 358-363

Kurzfassung: Um die Übertragungsgüte des digitalen, diensteintegrierten Breitbandexperimentalsystems des HHI zu bestimmen, wurden Fehlerraten- und Fehlerstrukturmeßgeräte entwickelt, mit denen Messungen während des Systembetriebs mit Quasi-Zufallsfolgen oder festeinstellbaren Datenmustern in einem Breitbandkanal möglich waren. Dauermessungen über mehr als 1.400 Stunden über hochratige Vermittlungseinrichtungen, zwölf Repeater und 32 km Gradienten-Glasfaser haben eine mittlere Fehlerrate (ohne burstartig aufgetretene Fehler) von besser als 10^{-9} ergeben. Die Fehlerstrukturanalyse zeigte, daß die Bitfehler überwiegend auf den optischen Übertragungsstrecken entstanden. Burstartige Fehler wurden nur selten registriert.

Hermes,Th.; Hoen B.; Kreutzer,H.W.: Messung der Amplitudenverteilung des Taktphasenjitters in einem Breitbandkommunikationssystem, ntz Bd 37 (1984), Heft 8, S. 500-504

Kurzfassung: Der Hauptvorteil der digitalen Übertragungstechnik ist die Möglichkeit, die Signale zu regenerieren und so die Akkumulation störender Effekte zu verhindern. Bei einer Regenerierung in regelmäßigen Abständen ist so eine Übertragung über zumindest theoretisch beliebig lange Strecken bei gleichbleibender Qualität möglich.
Auf der Übertragungsstrecke entsteht unvermeidlich ein zeitlicher Versatz der Signalflanken, so daß der regenerierte Takt und damit die regenerierte Nachricht Abweichungen von der zeitlichen Sollage, den sog. Phasenjitter aufweisen. Der Phasenjitter hinter einem Übertragungsabschnitt - der sog. Restjitter - stellt dabei jeweils die Eingangsgröße des folgenden Übertragungsabschnittes dar, auf dem wiederum neu Phasenjitter entsteht. Diese Akkumulation des Phasenjitters kann bewirken, daß die Anzahl der hintereinanderschaltbaren Repeater begrenzt bleibt, da zu großer Jitter zu Fehlern bei der Übertragung führt. Die maßgebliche Größe für den Fehlereinfluß des Jitters wie auch zur Dimensionierung z.B. elastischer Speicher ist die Amplitudenverteilung des Phasenjitters, mit der die Überschreitungshäufigkeiten von vorgegebenen Schranken festliegen.

Hermes,Th.: Ein einfaches Verfahren zur Fehlerlokalisierung in digitalen Übertragungssystemen, Elektronik 5 (1985), S. 60-62

Kurzfassung: Auf digitalen Fernübertragungsstrecken kann ein einzelner Streckenabschnitt die Fehlerrate der Gesamtübertragungsstrecke maßgeblich bestimmen. Hier wäre es wünschenswert, mit Hilfe eines einfachen Meßverfahrens einen solchen Streckenabschnitt erhöhter Fehlerrate zu identifizieren, ohne daß der sonst erforderliche große Meßaufwand entsteht.

Der Aufsatz zeigt eine einfache Methode, für jeden Fehler den verursachenden Streckenabschnitt an einem einzigen Meßort zu lokalisieren.

Meißner,P.; Patzak,E.; Yevick,D.: A Numerical Investigation of Lateral Holeburning Effects on the Spectral Behaviour of Stripe Geometry Lasers, Optics Communications, Vol. 50, No. 3, June 84, p. 151-153

Kurzfassung: We show using the split-step fourier technique (SSFT) that, even in the context of a semiclassical theory of gain guided lasers, lateral holeburning effects lead to two-mode behaviour for certain ranges of output powers.

Yevick,D.; Meißner,P.; Patzak,E.: Modal Analysis of Inhomogeneous Optical Resonators, Applied Optics, Vol. 23, No. 13, July 84, p. 2127-2133

Kurzfassung: In this paper, we present a calculation which demonstrates that the lower-order modes of an optical resonator with an inhomogeneous gain distribution can potentially be obtained by employing the Fox-Li or beam propagation methods. While our calculation is performed on a highly simplified model of a typical laser's refractive index distribution, our results could eventually be incorporated into existing self-consistent laser models based on the beam propagation method to yield a complete picture of a laser mode structure.

Meißner,P.; Patzak,E.; Yevick,D.: A Self-Consistent Model of Stripe Geometry Lasers based on the Beam Propagation Method, IEEE QE-20, No. 8, August 1984, p. 899-905

Kurzfassung: Using the propagating beam technique to solve Maxwell's equations together with a shooting method solution to the carrier diffusion equation, we develop an iterative, self consistent procedure for determing the properties of stripe geometry lasers. This procedure allows us to calculate the power-current characteristics, differential quantum efficiencies, gain distributions and near and far fields over a wide range of currents at and above threshold. Far above threshold, we find, as expected, that symmetric and antisymmetric transverse modes can lase simultaneously.

Elze,G.; Großkopf,G.; Küller,L.; Wenke,G.:Experiments on Modulation Properties and Optical Feedback Characteristics of Laser Diodes Stabilized by an External Cavity or Injection Locking, IEEE Selected Areas Commun. 11-06, Nov. 1984

Kurzfassung: In the wavelength range near 1.3 µm, single-mode operation of laser diodes is achieved by means of an external cavity and injection locking. The influence of digital modulation and optical feedback from a directly taper-coupled fiber is investigated.
Lasers stabilized by injection locking showed excellent side mode suppression at CW-operation but strong side modes when the laser was modulated. The frequency of the main mode is neither affected by modulation nor by optical feedback from the fiber.
On the contrary the laser stabilized by an external cavity exhibited good side-mode suppression even when it was modulated. However, the frequency stability of the main mode was influenced severely by optical feedback and modulation. A transmission experiment over 21 km at a bit rate of 2.24 Gbit/s showed that this simple stabilization method is sufficient for applications in optical wide-band IM-PCM transmission systems.

Heydt,G.; Teich,G.; Walf,G.: 1.12 Gbit/s optical subscriber loop for transmission of high definition television signals, Tagungsband der ISSLS, Nizza, Okt. 1984, S. 289-293

Kurzfassung: Stimulated by the progress of optical broadband transmission technique, concepts for service integrated broadband networks have been developed world-wide which led in part to field projects e.g. in Biarritz (France) and in several cities of Germany (BIGFON projects). A concept of a digital

broadband public communications system with 1.12 Gbit/s optical subscriber loops using single mode fibers has been developed by the Heinrich-Hertz-Institut. Thus the possibility arises to provide the subscriber with a very flexible spectrum of broadband services from picture phone up to High Definition Television Services. Following this concept an experimental system is now developed by the HHI in order to get experiences on the design of appropriate high speed system components. The paper summarizes the system concept, describes developments for the high speed subscriber loop and presents first realizations of critical high speed components.

Derksen,R.H.; Rein,H.-M.; Vathke,J.: An integrated bipolar master-slave D-flipflop with multiplexing capability for Gbit/s operation, Electr. Lett., Vol. 20, 1984, pp. 628-630

Kurzfassung: A versatile integrated bipolar circuit developed for a broad-band communication system is described. It consists of a master-slave D-flipflop with a 2:1 time-division multiplexer at the input and a powerful buffer stage at the output. Despite realization in a relatively simple bipolar technology, bit rates up to 1.5 Gbit/s (NRZ) were measured.

Langer,K.-D.; Lukanek,F.; Vathke,J.; Walf,G.: Konzeption und Realisierung eines Breitband-Koppelnetzes für 70 Mbit/s, erscheint im Tagungsband der NTG-Fachtagung "Wege zum integrierten Kommunikationsnetz", Berlin 25.-27.März 1985

Kurzfassung: Es wird das Konzept und die exemplarische Realisierung eines 70 Mbit/s-Breitband-Koppelnetzes für eine Ortsvermittlungsstelle für 10.000 Teilnehmer vorgestellt. Als aktives Grundelement wurde auf der Basis eines CMOS-Gate-Arrays in der 2 µ-Technologie eine 16 x 16-Koppelmatrix für 70 Mbit/s entwickelt. Die relativ geringe Verlustleistung der Matrix von unter 500 mW gestattet eine gedrängte Anordnung der Matrizen, so daß ein 5-stufiges Koppelnetz mit 4096 Ein- und Ausgangsleitungen in einem Gestellrahmen angeordnet werden kann.

Giglmayr,J.: On the Kolmogorov-Feller equations for cut-off Markov processes, Stochastic Processes and their Applications, Vol. 17 (1984), p. 45

Kurzfassung: Results on cut-off Markov processes (obtained by killing) are well known for the time homogeneous case. For the general case presented (time and state dependent killing of jump and diffusion processes) our investigation is based on joint transition probabilities. The solution of the corresponding Kolmogorov-Feller equations by successive approximation (which implies some bounds for the killing rate) is presented and an improper condition is proved. Application situation in reliability theory and in queueing theory are discussed.

Giglmayr,J.: A Common Approach to the Analysis and Optimization of Bus Systems and Loss Systems, Proc. of the 6th European Conference on Electrotechnics, Computers in Communication and Control, Brighton, 26.-28. September 1984, pp. 220-224

Kurzfassung: Within this paper a multiple bus system is analysed and the optimum number of buses and processors is determined. This multiple bus system arises from duplication, triplication etc. of the single common bus. Additionally, the approach presented includes the investigation of the segmented bus. Throughout the paper the increased reliability and throughput of the multiple bus system as compared to the single common bus will be shown. By interpreting the bus system as a loss system (where the buses correspond with the Poisson sources of calls and the processors with the servers of the loss system) results obtained for the multiple bus system can be carried to the corresponding loss system and vice versa. The optimization procedure is based on cost functions and is a modification of methods

known for loss system. Two different methods to set up cost functions are applied and various cost function approaches are reviewed. Several performance measures for the bus system and for the loss system are presented. The effect of different bus assignement policies on the optimal number of buses and processors is shown. The optimization procedure and some other results are presented graphically.

Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Böhnke,F.; Elze,G.; Eutin,W.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Digital Transmission of TV Signals with a Fiber-Optic Heterodyne Transmission System, Journal of Lightwave Technology, Vol. LT-2, No. 4, August 1984

Kurzfassung: A heterodyne-type fiber-optic television transmission is reported. The setup consists of a semiconductor transmission laser, a polarization maintaining fiber, and a heterodyne receiver with a local laser, fiber coupler, and an avalanche photodiode. Further, an interference experiment between two coherent optical channels was performed.

Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Böhnke,F.; Eutin,W.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Two Channel Heterodyne Type Fibre Optic Transmission Experiments, Tagungsband der 10.ECOC, Stuttgart, Sept. 1984, S. 224-225

Kurzfassung: The contribution reports results of a two-channel heterodyne-type fibre-optic transmission experiment at 825 nm wavelength. It presents an experimental system which is a first step to investigate the feasibility of multichannel optical carrier frequency transmission for applications in distribution and switching networks.

Bachus,E.-J.; Böhnke,F.; Braun,R.-P.; Eutin,W.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Two Channel Heterodyne-Type Transmission Experiment, Electron. Lett. 1985, 21, pp. 35-36

Kurzfassung: A two channel fibre-optic transmission experiment at 825 nm wavelength with demultiplexing by a tunable optical heterodyne receiver is reported. The two optical carriers have a separation of 2 GHz. 70 Mbit/s CMI-coded data are transmitted using a PSK/FM subcarrier modulation method.

Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Foisel,H.; Goralczyk,H.; Großmann,E.; Menow,D.; Strebel,B.: Fiber-Optic-Components for Optical-Frequency-Division-Multiplex Transmission Experiments with Heterodyne Detection, erscheint im Tagungsband zur OFC, San Diego, Februar 1985

Kurzfassung: For the two-channel heterodyne experiments we manufactured several fiber components, which are described in the following: Hybrid couplers are fabricated by polishing and bonding two different fiber types: a single-mode fiber (SF) and a polarization-maintaining single-mode fiber (PMF). The polarization states of the optical fields of laser 1 and 2 are matched to the axis of the PMF-link by separately turning both couplers. Two similar fiber couplers are combined to a ring-resonator. The transmission and the absorption resonances are used for optical frequency discrimination. Laser 1 could be frequency stabilized within 2 MHz if the temperature-fluctuation of the ring was less than 0.01° C. A fiber-Faraday-rotator was designed to turn the polarization state of the local-laser-light in order to get polarization coincidence with the signal light. Further we manufactured a fiber-attenuator with 60 dB dynamic range for the measurements of heterodyne-receiver sensitivity.

Kreutzer,H.W.: Ein lokales Breitbandkommunikationssystem mit optischer Vermittlungstechnik, ntz Band 37, Heft 6 (1984), S. 352-356

Kurzfassung: Im Heinrich-Hertz-Institut wurde ein Forschungsvorhaben begonnen, das durch den experimentellen Einsatz von Verfahren der optischen Vermittlungstechnik gekennzeichnet ist. Dabei sollen inner-

halb eines integrierten lokalen Kommunikationssystems bei Schmalbanddiensten (64 kbit/s) und bei den schnellen Datendiensten (LAN) ein Monomode-Sternkoppler zur optischen Vermittlung und dezentral arbeitende Teilnehmerstationen eingesetzt werden. Für die Bewegtbildkommunikation ist ein zentral gesteuertes optisches Koppelfeld in Lithium-Niobat-Technik vorgesehen. Das Systemkonzept soll in den nächsten Jahren im Rahmen eines zu entwickelnden Experimentalsystems erprobt werden.

Der Aufsatz erläutert zunächst die grundsätzlichen Überlegungen bei der Systemkonzeption, geht dann auf die Verfahren der optischen Vermittlungstechnik und die hiermit heute noch verbundenen Probleme ein und beschreibt schließlich das geplante Experimentalsystem.

Hermes,Th.; Saniter,J.; Schmidt,F.; Werner,W.: LOCNET - an Experimental Broadband LAN with Optical Switching, Tagungsband der 10.ECOC, Stuttgart, Sept. 1984, S. 274-275

Kurzfassung: In a new research project of the Heinrich-Hertz-Institut an experimental local area broadband network utilizing optical switching techniques has been designed and will be installed as a laboratory system.

The local optical communication network - LOCNET - will support narrowband services like ISDN telephone and data communication with 64 kbit/s, high speed data communication up to some 4 Mbit/s (so called mediumband services) and broadband services like videophone and other services with transmission rates up to 216 Mbit/s and even more.

The experimental system will be realized for a small number of subscribers only, but it is designed for a typical number of subscribers to be served. The project started in the mid of 1983 and will be completed in the mid of 1986.

The HHI laboratory trial will examine the feasibility of optical transmission and optical switching in a local area network environment with the primary objective to establish optical connections without any repeater or electro/optical or opto/electrical conversions in the data path between the subscribers.

Hermes,Th.; Saniter,J.; Schmidt,F.: Der Aufbau großer, monomodaler Sternkoppler, ntz Band 37, Heft 10, (1984), S. 636-638

Kurzfassung: Der Aufsatz gibt allgemein die Vorschriften zur Kaskadierung von Sternkopplern an. Das beschriebene Verfahren eignet sich u.a. zur Herstellung großer, monomodaler Sternkoppler sowohl aus Faserkopplern als auch aus $LiNbO_3$-Kopplern, wobei die Einzelelemente ohne gravierende Nachteile klein sein können - beispielsweise käufliche 3 dB Koppler.

Hermes,Th.: Dezentrale Vermittlung, ntz, Band 38, Heft 2 (1985), S. 82-85

Kurzfassung: Ein Schwerpunkt des im Heinrich-Hertz-Institut kürzlich beendeten Projekts "Breitbandkommunikation mit optischen Kanälen" war die Untersuchung der dezentralen Vermittlung.

In einem neuen Forschungsvorhaben - einem lokalen Kommunikationssystem mit optischer Vermittlungstechnik - soll im Schmalbandteil des Systems die dezentrale Vermittlung mit zentralen Zusatzeinrichtungen zur Verhinderung des Abhörens und der Störung des Systembetriebs eingesetzt werden. Vor diesem Hintergrund wird das dezentrale Vermittlungsprinzip diskutiert.

Saniter,J.; Schmidt,F.; Werner,W.: LOCNET - an All-Optical Wideband Local Area Network, Tagungsband der OFC 1985, San Diego, Februar 1985

Kurzfassung: A wideband LAN with optical switching at 1300 nm is presently being developed. An optical exchange utilizing Lithium-Niobate technique will be used for video-communication and a single-mode star coupler for voice and data services.

Mahler, G.: High Definition Light-Valve Projection. IEEE Transactions Consumer Electr. CE-30, Nov. 1984, S. 563-567.

Kurzfassung: Within a future high definition TV-system the display component offers the most severe problems. If we are aiming at an extended HDTV system capable of transmitting pictures for viewing from a distance of 2H, we request a projection display technology which is not available today for consumer applications. At Heinrich-Hertz-Institut in Berlin a thorough investigation has been made about light-valve projection systems appearing the most promising basis for developing a suitable technology. Analyzing the imaging properties of single-gun light valves (i.e. the General Electric version) we revealed several inherent system limitations. The paper presents algorithms giving a mathematical description of system component operation, i.e. the process of creating a definite charge pattern on the control layer, the deformation of the control layer, and the imaging properties of the Schlieren-optical process. The theory is applied to explain the reasons for peculiar light valve effects which limit vertical and horizontal resolution and cause color cross talk and other troubles. Countermeasures are derived leading to system modifications and special signal processing methods.

Tepe, R.: Analysis of Fluid Light Valve Control Layers for HDTV Large Picture Projection. Journal of Applied Physics, Volume 57 (1985), erscheint März 1985.

Kurzfassung: Here, proceeding from a previous study, the deformation problem of a viscose fluid is analyzed under simplified conditions as regards the physical model. This viscose fluid is used as the light control organ in the light valve method of large-screen television projection.By using simple approximate relationships, the important properties such as dynamic behavior, frequency response, stability behavior and resolution limit of the control layer and their dependence on material and system parameter are discussed in detail. The theoretical knowledge obtained from this analysis agrees to a large extent with the experimental results.

Faber, J.; Vees, C.; Kriener, B.: Empirische Untersuchungen zur Bewertung von Eingabegeräten zur Lichtmarkensteuerung - eine Literaturübersicht. Tagungsband der 4.Arbeitstagung zur Mensch-Maschine-Kommunikation 1984, Berlin. Arbwiss.Forschungsinst.Bln (AWFI), April 1985

Kurzfassung: Es wird ein Überblick über experimentelle Untersuchungen zur Frage gegeben, welche Eingabegeräte sich unter anthropotechnischen Gesichtspunkten zur Lichtmarkensteuerung eignen. Hierzu wurden Fachzeitschriften im Zeitraum von 1971-1984 gesichtet. In zehn Untersuchungen wurden insgesamt 14 Eingabegeräte getestet. Nach einer Kurzbeschreibung aller untersuchten Geräte werden Ergebnisse zur Frage berichtet, wie sich die einzelnen Geräte im Blick auf die Kriterien Eingabezeit, Eingabefehler, Erlernen ihrer Handhabung sowie im subjektiven Urteil der Benutzergruppen bewähren.

Kriener, B.; Vees, C.; Faber, J.: Empirische Untersuchung zur Bewertung von Eingabegeräten zur Nutzung rechnergestützter Informationssysteme - eine Literaturübersicht. TIB, Hannover, April 1985

Kurzfassung: Es wird ein Überblick über experimentelle Untersuchungen zur Frage gegeben, welche Eingabegeräte sich unter anthropotechnischen Gesichtspunkten für den Einsatz in rechnergestützten Systemen eignen.

Im Vordergrund stehen dabei Eingabegeräte zur Adressierung von Bildschirmstellen,zur Eingabe kurzer Zeichenketten und zum Editieren von Texten. Insgesamt werden 19 Untersuchungen aus dem Zeitraum 1971 bis 1984 berücksichtigt. Der Überblick gibt zunächst eine Kurzbeschreibung aller untersuchten Eingabegeräte. Im anschließenden Hauptteil der Arbeit werden die einzelnen Studien einheitlich in Bezug auf untersuchte Geräte, Aufgabenstellung und Versuchsablauf, Zielkriterien, Auswertungsmethoden und Ergebnisse zusammenfassend beschrieben.

Mühlbach, L.; Prussog, A.: Bildtelefon im Wohnzimmer? - Ergebnisse einer empirischen Untersuchung - . ntz, Band 37, Heft 8, 1984, S.486-490

Kurzfassung: Im Rahmen eines Forschungsprojektes am Heinrich-Hertz-Institut wurde eine Befragung durchgeführt, die Hinweise darauf geben sollte, in welchen Situationen private Teilnehmer ein Bildtelefon bevorzugt benutzen würden und welche ergonomischen Aspekte dabei zu berücksichtigen sind. Die Ergebnisse dieser Untersuchung, die wegen der geringen Stichprobengröße als "Tendenzen" interpretiert werden sollten, deuten u.a. darauf hin, daß private Teilnehmer das Bildtelefon häufig zum Zeigen von Schriftstücken und Bildern, Gegenständen und Handlungsabläufen sowie Teilen der Wohnumgebung benutzen würden. Weiterhin scheinen vorhandene TV-Empfänger aus verschiedenen Gründen nicht in allen Fällen sinnvolle Komponenten für Heim-Bildfernsprecher zu sein.

Pastoor, S.: Textdarstellung auf Bildschirmen, Schriften-Farben-Kodierung. Broschüre zum Exponat "Bildschirm-Informationsdienst" auf der Hannover-Messe 1984

Kurzfassung: Die Broschüre enthält in gestraffter Form die wichtigsten Ergebnisse der im Projekt "Textdarstellung auf Bildschirmen" durchgeführten Untersuchungen. Es werden Empfehlungen zur formalen Schriftgestaltung, zur farbigen Gestaltung von Bildschirmschriften, zur Nutzung von Piktogrammen und zur Gestaltung der Benutzerführung gegeben.

Pastoor, S.; Beldie, I.P.; Wöpking, M.: Textdarstellung im CEPT-Standard noch nicht optimal. ntz, Band 37, Heft 10, 1984

Kurzfassung: Die bei der Erprobung von Videotex-Systemen gewonnenen Ergebnisse zur Gesamtakzeptanz dieses Mediums zeigten, daß der Informationsgestaltung ein hoher Stellenwert zugeordnet werden muß. Diese Erkenntnis fand ihren Niederschlag in den erweiterten Darstellungsmöglichkeiten, die der neue CEPT-Standard bietet. Untersuchungen des Heinrich-Hertz-Instituts weisen jedoch nach, daß auch mit heutigen Fernsehgeräten ergonomisch bessere Darstellungsbedingungen realisierbar sind, als es die derzeitige Normung vorsieht. Der Beitrag beschreibt die im CEPT-Standard anwendbaren Untersuchungsergebnisse und benennt die Schwachstellen der Normung.

Schäfer, R.; Gölz, U.: Subjective Criteria for the Transmission of Colour Information in a Digital HDTV-System. Vortrag auf dem 1984 Picture Coding Symposium, Rennes, Frankreich, 3.-5.Juli 1984 und Beitrag der Bundesrepublik Deutschland für CCIR Study Groups, Period 1982-1986, IWP 11/6, August 1984

Kurzfassung: First results of the investigations on colour processing in a digital HDTV-system are presented. It could be shown, that linear processing ("constant luminance principle") is beneficial to picture quality with the drawback of an increased hardware complexity. The gain in bandwidth for the chrominance signals in comparison to conventional processing is partly lost by the increased number of quantization steps which are required to transmit the linear chrominance signals. This disadvantage can be avoided by adaptive quantization. Subjective tests with chrominance gratings show, that there exist areas of

chrominance axis of minimum and maximum sensitivity which can be utilized to transmit the chromaticity information with one wideband signal and one narrowband signal.

Schäfer, R.; Gölz, U.: Subjektive Untersuchungen zur Übertragung der Farbinformation in einem digitalen HDTV-System. Vortrag auf dem 2.Dortmunder Fernsehseminar vom 26.9.1984 bis 28.9.1984, veröffentlicht in Fernseh- und Kinotechnik, Band 39, Heft 2, 1985, S.73-80

Kurzfassung: Nach Darstellung der allgemeinen Zielsetzung der am Heinrich-Hertz-Institut durchgeführten psychooptischen Untersuchungen zum Thema Hochauflösendes Fernsehen werden erste Ergebnisse der Verarbeitung der Farbinformation in einem digitalen HDTV-System beschrieben. Anhand der Ergebnisse subjektiver Tests wird gezeigt, daß die intensitätslineare Verarbeitung vom Standpunkt der farbgetreuen Wiedergabe der konventionellen Verarbeitung mit gamma-vorverzerrten Signalen überlegen ist. Der Beitrag endet mit einem Vorschlag zur Wahl optimaler Chrominanzachsen.

Vees, C.; Faber, J.: Comparison of input devices for casual users in menu-selection and keyword entry tasks. Zur Veröffentlichung angenommen für: 11th Symposium on Human Factors in Telecommunication, 9-13 Sept.1985, Cesson Sevigne, France

Abstract: In this study, several input devices are tested in regard to their suitibility for interactive services (e.g. information retrieval-, and text editing systems) for casual users. The experimental comparison of the devices is based on subjective and objective measures (i.e. time consumption, error frequency, rating scales, paired comparison). The results described herein refer to the suitibility of input devices for cursor positioning and input of small amounts of characters - procedures occuring in conjunction with the menu selection and the input of key words. Both direct input of characters as well as input via cursor control using virtual keyboards will be considered. The comparison covers a fully alphanumeric keyboard, blocktype keyboards, a hand-writing input device, joy-stick, mouse, a touch panel (separate from the monitor), a touch line and a word-recognizer.

Vees, C.: Vergleich von Eingabegeräten für gelegentliche Nutzer künftiger Informationssysteme. ntz, Band 38, 1985

Kurzfassung: Bei gelegentlicher Nutzung elektronischer Informationssysteme sollen dem Menschen Eingabegeräte zur Verfügung stehen, die besonders sorgfältig an seine Eigenschaften und Gewohnheiten angepaßt sind. Neue Eingabegeräte erlauben es dem Nutzer, die natürlichen Kommunikationsgewohnheiten (sprechen, zeigen, schreiben) bei der Geräte-Bedienung beizubehalten. Im Hinblick auf die Entwicklung eines Eingabegerätes, das für verschiedenartige Eingabeoperationen (Menüauswahl, Stichworteingabe, Texteingabe) in der Anwendung durch den gelegentlichen Nutzer optimal ist, wurde eine Vielzahl von marktüblichen und neuen Eingabegeräten untersucht. Die dargestellten Ergebnisse beschränken sich zunächst auf Geräte und Verfahren zur Menüauswahl.

Wöpking, M.; Pastoor, S.; Beldie, I.P.: Einige Forschungsergebnisse zur Gestaltung der Nutzerführung.Zur Veröffentlichung vorgesehen in: Btx-Praxis 1985

Kurzfassung: Der Beitrag berichtet über die Ergebnisse von zwei Versuchsreihen, in denen unter Mitwirkung repräsentativer Stichproben ungeübter Benutzer untersucht wurde, ob und wie sich unterschiedliche Anordnungen, Markierformen und die Verwendung von Bildsymbolen bei der Darstellung der Informationen zur Nutzerführung auf die "objektive" Eignung (ausgedrückt in Leistungsmaßen wie Reaktionszeiten und Fehlerquoten) und subjektiven Beurteilungen (erhoben durch Fragebögen und Interviews) auswirken.Aufgrund der

Festlegungen im Btx-System kann für die Benutzerführung in diesem System nur eine Kompromißlösung empfohlen werden. Für die Anordnung der Nutzerführung wird eine einheitliche Vorgabe empfohlen, bei der die Systemmeldungen in der untersten Zeile und permanente Hinweise unmittelbar darüber erscheinen. Die Markierung und inhaltliche Darstellung der Nutzerführung sollte dagegen nicht genormt werden, sondern auf das Gesamtlayout des jeweiligen Dienstes abgestimmt sein.

Wöpking, M.; Pastoor, S.; Beldie, I.P.: Design of User Guidance in Videotexsystems. Als Vortrag angenommen für: 11th Symposium on Human Factors in Telecommunication, 9-13 Sept.1985, Cesson Sevigne, France

Kurzfassung: Der Vortrag berichtet über die anthropotechnische Untersuchung einer Reihe sinnvoller Gestaltungsvarianten für Informationen zur Nutzerführung in Videotex-Systemen. Die Auswirkung unterschiedlicher Anordnungen, Markierformen und die Untersuchung von Bildsymbolen auf Leistungsparameter und subjektive Beurteilungen wird detailliert dargestellt. Aufgrund der Ergebnisse kann der mögliche Gestaltungsspielraum eingegrenzt und eine Empfehlung bezüglich der Normung der Nutzerführung ausgesprochen werden.

Seetzen, J.: Zur sozioökonomischen Folgenabschätzung von Btx als neuer Infrastruktur. In: W.R.Langenbucher (Hg.): Programmforschung für die Telekommunikation - Folgenabschätzung einer neuen Infrastruktur, S. 135 München 1984.

Kurzfassung: Ausgehend von den Ergebnissen der Btx-Begleituntersuchung wird auf die methodischen Probleme der Folgenabschätzung eingegangen und gezeigt, daß bei einem System wie Btx verschiedene Ansätze gewählt werden müssen je nach untersuchtem Aspekt. Bei den Auswirkungen auf die privaten Haushalte kann man eher von einer begrenzten Verbesserung von alltäglichen Organisationsaufgaben reden. Bei der Geschäftskommunikation können dagegen digitale Verbundsysteme wie Btx, wenn sie allgemein zugänglich bedeutende Veränderungen in Organisationen oder in Wirtschaftszweigen bewirken. Der erste Aspekt konnte empirisch, der zweite nur analytisch untersucht werden.

Seetzen, J.: Perspektiven der Telekommunikationstechnik - Konsequenzen für kleine und mittlere Unternehmen. In: Jahrbuch für Betriebswirte 1985, S. 320, Stuttgart 1985

Kurzfassung: Die organisatorische Herausforderung von Unternehmen durch die Informationstechnik beruht besonders auf der Kopplung der automatischen Informationsverarbeitung mit der automatischen Informationsübertragung (digitale Verbundsysteme). Die hierbei auftretenden Rationalisierungspotentiale werden aufgezeigt. Die volle Ausschöpfung dieser Potentiale gelingt aber erst, wenn Rationalität im Umgang mit Information gegeben ist. Hierzu werden erste Ansätze beschrieben.

Seetzen, J.; Zilahi-Szabó, M.G.: Die digitalen Verbundsysteme der Informationstechnik. In: Haberland, J. (Hg.): Der kaufmännische Geschäftsführer,15. Nachlieferung 1984 Abschn 12.2. Landsberg a. Lech 1984

Kurzfassung: Einerseits läßt sich der Ablauf in allen Organisationen abstrakt als eine Verkettung von Auftragsabwicklungen darstellen, andererseits sind derartige Auftragsabwicklungen Objekt der betrieblichen Datenverarbeitung. Es wird gezeigt, wie digitale Verbundsysteme der Informationstechnik rationalisierend in den organisatorischen Ablauf durch Vernetzung von Datenverarbeitung und gemeinsamen Zugriff auf Datenbestände eingreifen. Die Herausforderung an die Geschäftsführungen von Unternehmen liegt darin, Informationsprozesse als Effizienzsteigerungen und Kostenfaktoren zu erkennen.

Seetzen, J.: The Social and Economic Evaluation of New Telecommunication Systems in Germany. Erscheint in den Proceedings über das Forum "The Advanced Wired Cities" in Washington DC, USA 12.-13.7.1984

Kurzfassung: Es wird für das internationale Forum ein Überblick über Bedeutung und Ansätze sozialwissenschaftlicher Begleituntersuchungen bei der Einführung neuer Telekommunikationssysteme gegeben. Gerade die intensiven Untersuchungen vor der Btx-Einführung sind ein auch international herausragendes Beispiel.

Seetzen, J.: Gesellschaftliche Aspekte der Telekommunikation - Arbeitsmarkt, Arbeitsmarktbedingungen. In: Unterlagen zu Schwerpunktseminare 1984/1985 - Akademie für Führungskräfte der Deutschen Bundespost Bad Honnef, 1984

Kurzfassung: Die Entwicklung des Arbeitsmarktes in den vergangenen 20 Jahren wird beschrieben, wobei insbesondere der Strukturwandel hinsichtlich der Erwerbstätigenzahlen nach Beruf und Wirtschaftszweig statistisch dargestellt wird. Es zeigt sich aus den Zeitreihen, daß die laufende Produktivitätssteigerung bei nicht fortgesetzter Arbeitszeitverkürzung seit 1975 und relativ kurzfristige Kaufkraftabflüsse ins Ausland die Ursache hoher Arbeitlosenzahlen sind. Der auch durch Informationstechnik bedingte Strukturwandel und die Produktivitätssteigerung sind nur zwei Aspekte eines Phänomens, das alleine nicht Ursache der Arbeitslosigkeit ist.

Tonnemacher,J.: Kabelpilotprojekt Berlin - Thesen zu einer wissenschaftlichen Begleitforschung. In: Media Perspektiven /2/ 83, S. 876 ff

Kurzfassung: Angesichts der Wünsche an die Begleitforschung zum Berliner Kabelpilotprojekt und der insgesamt doch sehr beschränkten Finanzmittel wird ein realistischerweise zu bearbeitender Katalog von Aufgaben und Methoden für die Bearbeitung aufgestellt.

Tonnemacher,J.: Bildschirmtext- und Videotext-Begleitforschung in den Feldversuchen in der Bundesrepublik Deutschland. In: E. Witte/W.Lämmle (Hg.): ELektronische Textkommunikation in Deutschland und Japan. Berlin-Heidelberg-New York-Tokyo 1984

Kurzfassung: Es wird ein Überblick über die wesentlichen Ergebnisse der Begleitforschung in den großen Feldversuchen gegeben. Als positives Fazit gilt, daß von der neuen Kommunikationstechnik Btx erhebliche innovatorische Anstöße im Bereich der betrieblichen Kommunikation aber auch interessante Anwendungsmöglichkeiten für private Nutzer ausgehen werden, denen auf der Negativ-Seite jedoch vor allem erwartete Arbeitsplatzverluste durch Rationalisierung und ein Anstieg datenrechtlicher Probleme gegenüberstehen werden.

Pestel,R.; Hagemann, E.: Information and Communication Technology in PR China: Costs, Risks, and Benefits of Competing Options, Vortrag im "Orwellian Symposium and Conference on Applied Systems Research, Informatics, and Cybernetics" vom 1. bis 5.8.1984 in Baden-Baden. Proceedings im Druck.

Kurzfassung: The present state of China's information and communication (I&C) infrastructure is outlined, and the Government plan for development of the I&C system as a major component in the "Four Modernizations" is described. With only 16 telephones per thousand urban inhabitants (in 1982) there is an immediate but also rapidly growing need for narrowband switched communication systems. The main source of future demand for I&C services will be the office workers. Their number is expected to grow from 32 to 66 million in the next 20 years.

Total demand for narrow- and wideband transmission, switching, and terminal equipment is estimated, and different strategies for meeting this demand are discussed and compared regarding their investment requirements as well as their dependency on imports. The concept of a computer model for I&C strategy assessment is presented.

Bimberg, D.; Christen, J.; Steckenborn, A.: Advantages of Multiple Quantum Wells with Abrupt Interfaces for Light Emitting Devices. Springer in Solid State Sciences 53, p. 136 (1984)

Kurzfassung: Continuous excitation, timeresolved and timedelayed cathodo- and photoluminescence experiments prove that radiative recombination from narrow GaAs (and $In_{0.53}Ga_{0.47}As$) quantum wells (QWs) is of excitonic character at temperatures up to room temperature. The radiative recombination rate is strongly enhanced as compared to 3-dimensional material of the same quality and carrier capture by impurities is suppressed. Charge transfer from narrow barriers to wells occurs quasiballistically. The wavelength of emission from QWs is tunable with decreasing well thickness up 1.4-1.5 of the bandgap of the 3D material. All these properties lead to a novel generation of light emitting devices having properties superior to classical ones. Examples of such devices based on GaAs are given. The importance of interface quality is emphasized in connection with InP based structures, which show much less improvement yet.

Münzel, H.; Bimberg, D.; Steckenborn, A.; Christen, J.: Stufenweise Relaxation von Nichtgleichgewichts-Ladungsträgern und Einfangquerschnitte in flache Störstellen in GaAs. Verhandl. DPG (VI) 19, 196 (1984).

Kurzfassung: Einfang-Wirkungsquerschnitte flacher Störstellen in GaAs wurden aus detaillierten Analysen von zeitaufgelösten Tieftemperatur-Kathodolumineszenzmessungen bestimmt. σ wurde sowohl aus dem Anklingen der Lumineszenz mittels Pulsen einer Flankensteilheit von < 200 ps und variabler Länge bis 10 µs untersucht als auch das Abklingen aus einem Quasigleichgewicht nach langen Pulsen.

Christen, J.; Bimberg, D.; Steckenborn, A.; Weimann, G.: Zeitaufgelöste Rekombination und Subbandrelaxation in $GaAs/Ga_{0.6}Al_{0.4}As$-Übergittern. Verhandl. DPG (VI) 19, 214 (1984).

Kurzfassung: Zeitaufgelöste Kathodolumineszenz-Experimente im Temperaturbereich von 5 K bis 300 K an GaAs/GaAlAs-Übergittern im Falle entkoppelter Potentialtöpfe (GaAlAs-Schichtdicke 18 nm) zeigen eine Abnahme der Ladungsträgerlebensdauer bei Verringerung der GaAs-Schichtdicke (11 nm → 5 nm) infolge Lokalisation der (e, hh)- und (e, lh)-Exzitonen. Rekombinations- und Subbandrelaxationszeitkonstanten wurden bestimmt.

Christen, J.; Bimberg, D.; Steckenborn, A.; Weimann, G.; Schlapp, W.: Dynamics of Charge Carrier Energy Relaxation and Recombination in undoped and p-doped GaAs Quantum Wells. Int. Conf. on Superlattices,Microstructures and Microdevices, Champaign-Urbana, Ill., USA, Aug. 1984 (Solid State Communications), im Druck.

Kurzfassung: Character and dynamics of charge carrier energy relaxation and recombination are disclosed in detail by time delayed and time resolved cathodoluminescence experiments of undoped and doped $GaAs/Ga_{0.6}Al_{0.4}As$ multiple quantum wells with thickness 5 nm < L_z < 11 nm. At all temperatures up to room temperature the luminescence in doped and undoped samples is unambiguously identified to be of excitonic origin: The luminescence decays exponentially and shows no contributions of bimolecular e-h-recombination. The excitonic recombination probability is found to increase up to one order of magnitude as compared to 3D material, it also increases strongly with decreasing temperature. p-doping induces a further increase without opening undesired impurity assisted recombination channels: Enhanced occupation of several hole subbands can increase the effect of several independent excitonic recombination channels, thus reducing the effective lifetime.

Bimberg, D.; Christen, J.; Steckenborn, A.; Weimann, G.; Schlapp, W.: Injection, Intersubband Relaxation and Recombination in GaAs Multiple Quantum Wells. IUPAP Semiconductor Symposium "High Excitation and Short Pulse Phenomena", Triest, Italien (1984) (J. of Luminescence), im Druck.

Kurzfassung: Results of continuous excitation, time delayed and time resolved cathodoluminescence experiments on undoped and Be-doped GaAs multiple quantum wells of thickness 5-11 nm are reported for temperatures 5 K - 300 K and excitation intensities $1\text{-}10^3$ W/cm^2. Comparison is made with similar investigations of bulk epitaxial GaAs layers. Increasing structural localisation of the carriers is identified to lead to a qualitative change of the type of recombination. Increasingly faster radiative excitonic recombination leads to a bypass of impurity and trap capture processes in undoped as well as in doped material, at low temperatures as well as at room temperature. Despite the exponential character of excitonic decay, the luminescence transients are found to be very complex due to an interplay of intersubband scattering and recombination processes and time dependent carrier temperature. Transients are analysed in detail, excitonic lifetimes and intersubband scattering times are derived. Injection of carriers from 18 nm GaAlAs barriers to GaAs wells is found to occur in less than 10^{-12} s without loss.

Christen, J.; Bimberg, D.; Steckenborn, A.; Weimann, G.: Localisation Induced Electron-Hole Transition Rate Enhancement in GaAs Quantum Wells. Appl. Phys. Lett. 44 (1), 84 (1984).

Kurzfassung: The transition rate of excitonic e-h recombination in GaAs quantum wells is found to increase by almost one order of magnitude upon a decrease of the well width from infinit to 52 Å due to increased excitonic localisation. Competing capture of free carriers by impurities is increasingly suppressed. Time delayed cathodoluminescence spectra and decay times taken at 5-300 K show this unambiguously. Transfer of carriers from 176 Å $Ga_{0.6}Al_{0.4}As$ cladding wells is found to occur ballistically in 10^{-13} s.

Schmitt, F.; Su, L.M.; Franke, D.: A New Diffusion Technique Using Evaporated Zn_3P_2 for Zn-Diffusion in InP. IEEE Trans. Electr. Dev., ED-31, 8, p. 1083 (1984).

Kurzfassung: This letter reports a new open diffusion technique with a thin vacuum deposited Zn_2P_2 layer covered by an Al_2O_3 layer. The diffusion in (100) n-InP single crystals by this technique was studied and degradation free surfaces were obtained. The diffusion profiles were measured. With high temperature diffusion p^+p^- n-junctions were obtained, whereas at lower temperatures abrupt p^+-n-junctions were found.

Nolting, P.: Integrierte Optik. Handbuch zum VDI-Seminar "Bauelemente der Optoelektronik", Kp. 8 (1984).

Kurzfassung: Es wird ein Überblick über das Gebiet der Integrierten Optik gegeben. Dabei werden schwerpunktmäßig die Vor- und Nachteile der Integrierten Optik, ein Vergleich der hybriden mit der monolithischen Integration und einige ausgewählte Materialien und ihre Technologien behandelt. Den Abschluß bildet eine Beschreibung einiger ausgewählter optischer Bauelemente sowie einige Beispiele zum Stand der Technik.

Eichler, H.J.; Krauser, J.: Pulse Energy Modulation of the cw-Mode-Locked 1.32 µm Nd-YAG-Laser by Drive Frequency Detuning. Optics Communications, Vol. 52, Nr. 2, pp. 129-130 (1984).

Kurzfassung: The frequency of an acousto-optic mode-locker is detuned from the fundamental resonance frequency of the cavity resulting in undamped oscillations of the laser pulse energy. The envelope of the mode-locked pulse train consists of spikes 10 µs wide with a repetition time of 46 µs. The energy of the mode-locked pulses in a spike is increased by up to a factor of 50 compared to a cw-mode-locked pulse. The pulse width can be as short as 700 ps.

Su, L.M.; Grote, N.; Schmitt, F.: A Diffused Planar InP Bipolar Transistor with a Cadmium Oxide Film Emitter. Electronics Letters, Vol. 20, No. 18, pp. 716-717 (1984).

Kurzfassung: A novel bipolar InP transistor is demonstrated which comprises a Zn-diffused base and a transparent conductor wide gap emitter made of sputtered Cadmium Oxide. Preliminary current gain was about 10. Due to its less demanding, planar technology the device is assessed to be promising for monolithic integration.

Kowalsky, W.; Schlachetzki, A.: InGaAs Gunn Oscillators. Electronics Letters, Vol. 20, No. 12, pp. 502-503 (1984).

Kurzfassung: Measurements with Gunn oscillators made from epitaxial layers of the ternary InGaAs lattice matched to InP are reported. Operation in the domain mode was chosen. First results are given demonstrating the potential of this alloy for high-efficiency Gunn devices.

Su, L.M.; Grote, N.; Kaumanns, R.; Katzschner, W.; Bach, H.-G.: An InGaAsP/InP Double Heterojunction Bipolar Transistor for Monolithic Integration with a 1.5 µm Laser Diode. IEEE Electr. Dev. Lett., Vol. 6, Nr. 1, pp. 14-17 (1984).

Kurzfassung: A double heterostructure InGaAsP/InP bipolar transistor is described which comprises a CdO film as wide gap emitter made by sputter deposition. A current gain as high as 40 has been achieved. The transistor could also be operated in an inverted mode with the CdO layer acting as collector. The main feature of this transistor is the structural compatibility with a 1.5 lm DH laser allowing for monolithic integration.

Su, L.M.; Grote, N.; Bach, H.-G.; Döldissen, W.; Rosenzweig, M.: A Novel npn InGaAs Bipolar Transistor with a Wide Gap Cadmium Oxide (CdO) Emitter. 11th Int. Symp. on GaAs and Related Compounds, Biarritz, Frankreich, Sept. 26-28 (1984) (in: Inst. of Phys. Conf. Ser.) (im Druck).

Kurzfassung: A CdO film was deposited on an InGaAs pn junction to form a npn bipolar transistor, which can be used also as a phototransistor. The processing of the transistor is described. A current gain of h_{fe}=10 (V_{CE}=3V, I_c=lmA) and an emitter-collector breakdown voltage of V_{CEO}=6V were obtained.

Heidrich, H.; Hoffmann, D.; Döldissen, W.; Klug, M.: Integrated-Optical 4x4 Star Coupler on $LiNbO_3$. Electronics Letters, Vol. 20, No. 25/26, pp. 1058-1059 (1984).

Kurzfassung: A novel low loss passive planar 4x4 star coupler consisting of four interconnected 3 dB-couplers was fabricated on x-cut Ti:$LiNbO_3$ using z-propagation. Almost even distribution was achieved for both TE and TM polarized light incident on any of the four inputs. Excess loss including fibre coupling was < 4.2 dB.

Kowalsky, W.; Schlachetzki, A.: Transferred-Electron Effect in InGaAsP Alloys Lattice-Matched to InP. Solid-State Electrons (im Druck).

Kurzfassung: Measurements of the transferred-electron effect in InP, $In_{0.73}Ga_{0.27}As_{0.64}P_{0.36}$, and in $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ are presented. The results show that especially InGaAs promises superior performance for high-efficiency Gunn devices. Important properties affecting the electron transfer have been investigated. The peak velocity v_p and its temperature dependence, the accompanying threshold field F_p,

and the dependence of the current drop on the dimensions of the devices (nl and nd product) are reported. To demonstrate the potential of InGaAs first results with Gunn oscillators using devices of this alloy are mentioned.

Schlachetzki, A.: Halbleiterbauelemente der Hochfrequenztechnik. Teubner Studienskripten ISBN 3-519-00099-7, Stuttgart (1984)

Kurzfassung: Das Buch führt in das Gebiet der aktiven Halbleiterbauelemente ein, die heute in der Mikrowellentechnik eingesetzt werden. Ausgehend von den physikalischen Grundlagen werden die wichtigsten Bauformen, ihre Funktionsweise sowie ihre Herstellung beschrieben. Zum Verständnis reichen Grundkenntnisse über Halbleiter aus, wie sie bis zum Vordiplom in Elektrotechnik oder Physik an deutschen Hochschulen üblicherweise vermittelt werden.

Haberland, D.; Harde, P.; Nelkowski, H.; Schlaak, W.: Stoichiometric Disturbance in InP Measured during Ion Implantation Process. Mat. Res. Soc. Symp. Proc., Vol. 27, pp. 371-375 (1984) (Elsevier).

Kurzfassung: To measure the sputtered ions during implantation a specially designed UHV-target with a SIMS apparatus was set up. Quantitative analysis are possible with an Auger spectrometer. Disturbances in the stoichiometry in InP are measured during implantation of Sn. The enrichment of the doped surface of InP with the lighter component phosphorus will be discussed in consideration of preferential sputtering and recoil effects during implantation. Measured depth profiles of Sn in InP will be compared with calculated distributions on condition that sputtering takes place. The sputtering yield of InP bombardment by 120 keV sn^+ is 17 ± 5.

Haberland, D.; Harde, P.; Nelkowski, H. and Schlaak, W.: SIMS System for the Analysis of Sputtered Ions during Ion Implantation. Materials Letters, Vol. 2, No. 5b, pp. 458-461 (1984).

Kurzfassung: A system is described which allows secondary ion mass spectroscopy (SIMS) measurements during implantation at primary energies up to 170 keV. The secondary ions are produced by the implantation beam itself. The system has been assembled to study the stoichiometric disturbances near the surface of compound semiconductors caused by the bombardment with ions. Furthermore it is possible to examine the influence of sputter effects during implantation on the doping profile. The arrangement also provides means for standard SIMS and Auger electron spectroscopy (AES).

Baack, C.: Integrierte Optik in der Kommunikationstechnik. Nachrichtentechnische Zeitung, Bd. 37, H. 6, pp. 338-345 (1984).

Kurzfassung: Die Integrierte Optik hat das Ziel, optisch aktive und passive sowie elektronische Komponenten auf einem Halbleitersubstrat monolithisch zu integrieren. Der Beitrag beschreibt einige aus heutiger Sicht denkbare Einsatzgebiete der integrierten Optik in der zukünftigen Kommunikationstechnik.

Bach, H.-G.; Dreßler, W.: Modification to the LCR Meters hp 4274/75A for Investigation of Device Admittance under Heavy Forward Bias Conditions. Review of Scientific Instruments, im Druck.

Kurzfassung: Bei den LCR Meßbrücken hp 4274A und hp 4275A wurde das Problem der Bias-Einspeisung im Fall hoher Vorwärtsstrombelastung von Halbleiterproben untersucht. Da die in den Meßbrücken vorhandene Vorspannungserzeugung ungeregelt erfolgt, wurde eine geschlossene Bias-Regelung aufgebaut und nachgewiesen, daß die sonstigen Meßeigenschaften der LCR meter nicht beeinträchtigt werden.

Schlaak, W.; Harde, P.; Haberland, D.; Nelkowski, H.: Berechnung von Implantationsprofilen unter der Berücksichtigung von Sputterprozessen und Bestimmung von Sputterausbeuten bei InP. Verhandl. DPG 152, Vol. 1 (1984).

Kurzfassung: Beim Implantieren von InP mit Sn und Zn wird eine Abweichung zwischen den theoretischen PRAL-Profilen und den mittels SIMS experimentell bestimmten Profilen beobachtet. Diese Veränderungen werden insbesondere in Bezug auf die Lage des Maximums und die Oberflächenkonzentration gedeutet. Ein Verfahren für die Berechnung derartiger Veränderungen wird angegeben. Die Sputterausbeuten für Sn und Zn bei Energien von 120 KeV wurden experimentell bestimmt. Sie stimmen innerhalb der Fehlergrenzen mit den theoretisch berechneten Werten überein.

Aytac, S.; Schlachetzki, A.: Electroabsorption in Indiumphosphide. Proceedings, 10th ECOC'84, Stuttgart, Sept. 3-6 (1984)-

Kurzfassung: An efficient way of modulating the light in optical communication systems is by utilizing the electroabsorption or the Franz-Keldysh-effect. Reversely biased pn junctions can be employed to generate the large electric fields required for this purpose. In this contribution we wish to discuss the Franz-Keldysh effect in InP and compare the results with the experimental finding. Based on the measured doping profiles, the calculation includes the carrier-concentration dependence of the optical absorption and the impact ionization. Given the good agreement between theory and experiment, it should be possible to apply the same procedure to the design of a modulator at any wavelength by exploiting suitable interpolation schemes starting from the binary constituents in the system InGaAsP.

Baack, C.: Entwicklungsarbeiten und Versuche für die Breitbandkommunikation in der Bundesrepublik Deutschland. Tagungsband des Deutsch-Japanischen Forschungs- und Entwicklungs-Symposiums Tokyo, "Zukunft 2000" April 1984

Kurzfassung: Der Beitrag nennt wichtige Entwicklungsarbeiten und Versuche zum Aufbau des in der Bundesrepublik Deutschland geplanten dienstintegrierten digitalen optischen Breitband-Nachrichtennetzes.

Baack, C.: Optische Nachrichtentechnik und Integrierte Optik, Basistechnologien eines zukünftigen Breitband-ISDN, Tagungsband des Kongresses des Münchner Kreises und der NTG "Integrierte Telekommunikation", 5.-7.11.84, München

Kurzfassung: Die Basistechnologien zukünftiger Kommunikationssysteme sind

- die Mikroelektronik, durch die eine kostengünstige und außerordentlich vielseitige Verarbeitung digitaler Signale ermöglicht wird,
- die Optische Nachrichtentechnik, die die Übertragung großer Informationsmengen in digitaler Form gestattet,
- die Integrierte Optik, die langfristig in der Optischen Nachrichtentechnik eine kostengünstige Massenproduktion optoelektronischer Systeme gewährleisten soll.

Die Bedeutung der Mikroelektronik für zukünftige Kommunikationssysteme ist hinreichend bekannt und soll hier nicht näher erläutert werden. Diese Aussage gilt auch für die Optische Nachrichtentechnik. In diesem Beitrag soll demnach nicht die heutige, "konventionelle" Optische Nachrichtentechnik behandelt werden, vielmehr gilt es, Einsatzmöglichkeiten der nächsten Generation der Optischen Nachrichtentechnik, der sog. Kohärenten Optischen Nachrichtentechnik, in zukünftigen Kommunikationssystemen aufzuzeigen. Schließlich gilt es, den Begriff Integrierte Optik zu klären und die Bedeutung der Integrierten Optik in Verbindung mit der Kohärenten Optischen Nachrichtentechnik für die zukünftige Nachrichtentechnik darzustellen.

Berichte

Elze,G.: Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben TK 0132 "Optische Übertragungstechniken", Juli 1984

Kurzfassung: In diesem Abschlußbericht werden die wesentlichen Arbeiten und Ergebnisse des F&E-Vorhabens "Optische Breitbandübertragungstechniken" dargestellt und gewertet. Mit dem Vorhaben sollte ein Beitrag zu den Grundlagen für die zukünftige Realisierung digitaler und analoger optischer Breitbandübertragungssysteme geleistet werden. Dazu wurden neben experimentellen Untersuchungen auch Modellrechnungen für den Halbleiterlaser und den optischen Breitbandkanal durchgeführt. Wesentliche Ergebnisse des Vorhabens sind anhand eines realisierten Laborsystems demonstriert worden. Das System überträgt 2,24 Gbit/s über 21 km Monomodefaser.

Weitere Ergebnisse zeigen, daß der Einsatz analoger optischer Breitbandsysteme zumindest mit den derzeit verfügbaren Komponenten nicht sinnvoll ist.

Münch,H.: Digitale optische Breitbandübertragung für die Fernebene unter systemtheoretischen Gesichtspunkten, Technischer Bericht Nr. 224 des Heinrich-Hertz-Instituts Berlin, Oktober 1984

Kurzfassung: Auf der Grundlage der zur Zeit zur Verfügung stehenden und in naher Zukunft zu erwartenden Komponenten werden digitale optische Gbit/s-Übertragungssysteme für die Fernebene optimiert und diskutiert. Die optimierbaren Systemparameter sind Sendeimpulsform, Avalancheverstärkung, Empfangsfiltergrenzfrequenz, Stufen- und Schwellenwerte und daraus berechnete Größen wie minimal erforderliche Empfangsenergie, sowie der maximale Verstärkerabstand. Durch die endlichen Anstiegszeiten der elektronischen Komponenten, durch die Faserdispersion und die erforderliche Rauschbegrenzung im Empfänger entsteht Impulsnebensprechen, das bei großen Impulsbreiten zu einer Erhöhung der minimal erforderlichen Empfangsenergie und somit zu einer Degradation der maximal erreichbaren Verstärkerabstände führt. Besondere Beachtung wird den aus dem konstanten Vorstrom des Lasers und dem Dunkelstrom der Avalanche-Photodiode resultierenden Rauschprozessen gewidmet, da diese, speziell für RZ-Sendeformate, bei Gaußverteilung der Störamplituden am Eingang des Komparators beachtlichen Einfluß auf die berechnete Lage der Komparatorschwellen haben.

Bachus,E.-J.; Böhnke,F.; Eutin,W.; Strebel,B.: Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben "Untersuchung des Heterodynprinzips für die optische Nachrichtentechnik", Juli 1984

Kurzfassung: In dem Bericht sind die Erfahrungen beim Aufbau und beim Betrieb einer zweikanaligen kohärenten Faserübertragung im optischen Kurzwellenbereich zusammengefaßt. Beginnend mit einer theoretischen Darstellung der Grundlagen kohärenter optischer Übertragung werden die im Projekt erstellten faseroptischen Bauteile beschrieben, das Modulationsverfahren begründet und der Einfluß von Störquellen auf die Experimente erörtert. Der Bericht schließt mit einem Ausblick auf künftige optische Nachrichtensysteme mit Überlagerungsempfang.

Pastoor, S.; Beldie, I.P.; Wöpking, M.: Textdarstellung auf Bildschirmen. Abschlußbericht zum Projekt TK 135, BMFT, August 1984

Kurzfassung: Mit der Einführung von Videotexsystemen soll auch privaten Nutzern ein bequemer Zugang zu rechnergestützten Informationsdiensten ermöglicht werden. Ein großer Teil der abrufbaren Informationen wird in Form von elektronisch erzeugten Texten und Grafiken auf Bildschirmen von Heimfernsehgeräten dargestellt. Für eine Reihe der in diesem Anwendungsfeld auftretenden Gestaltungsprobleme werden Lösungswege vorgeschlagen, die mit dem Ziel einer vom Nutzer gut beurteilten und gut lesbaren Informationsdarstellung erarbeitet wurden. Die in Teil I des Berichtes ausgesprochenen Empfehlungen basieren auf empirischen Untersuchungen zu vier thematischen Schwerpunkten: (1) formale Schriftenparameter (z.B. Schriftgröße, Rasterung), (2) farbige Gestaltung von Bildschirmschriften, (3) Nutzung von Piktogrammen und (4) Gestaltung der Benutzerführung. Teil II enthält eine detaillierte Beschreibung der durchgeführten Experimente.

Vees, C.; Faber, J.: Zur Erprobung von Eingabegeräten für gelegentliche Nutzer rechnergestützter Systeme - Ein experimenteller Vergleich für Menüauswahl, Stichworteingabe und das Editieren von Texten. Abschlußbericht zum Projekt TK 412-8, BMFT, Juli 1984

Kurzfassung: Es wurden Eingabegeräte hinsichtlich ihrer Eignung für den Einsatz in rechnergestützten Systemen erprobt. Im Vordergrund standen Anwendungen für einen Personenkreis, für den die Nutzung rechnergestützter Systeme nur gelegentlich in Betracht kommt. Es war zu erwarten, daß sich die Eingabegeräte je nach Aufgabenstellung bzw. Typ der erforderlichen Eingabeoperationen unterschiedlich bewähren. Deshalb wurden drei für den Benutzerkreis voraussichtlich wichtige Anwendungsfälle in die Untersuchung einbezogen: die Menüauswahl, die Stichworteingabe und das Editieren kurzer Texte. Zur Beurteilung der Geräte wurden Daten zum Zeitbedarf, zur Fehlerhäufigkeit und zur Eignung der Geräte im subjektiven Urteil der Benutzergruppe erhoben. Anderen, gleichfalls für den Einsatz von Geräten wichtige Kriterien wie Kosten und technische Zuverlässigkeit blieben unberücksichtigt. Im Blick auf den zunehmenden Einsatz rechnergestützter Systeme im Privatbereich wurden vor allem solche Eingabegeräte berücksichtigt, die - unter Verwendung eines üblichen Fernsehbildschirms außerhalb der Reichweite des Benutzers - einsetzbar sind. Im einzelnen wurden untersucht: alphanumerische Volltastatur, Blocktastaturen, Schreibtablett, Steuerknüppel, Maus, Zeigetablett, Zeigezeile, Worterkenner und ein Verfahren zur simulierten Spracheingabe. Auf der Basis der Ergebnisse erweist sich im Blick auf den Einsatz eines Eingabegerätes für alle in der Untersuchung berücksichtigten Anwendungsfälle die Volltastatur derzeitig als bester Kompromiß. Hinsichtlich einzelner Anwendungsfälle (Menüauswahl oder Stichworteingabe..) erweisen sich andere Eingabegeräte teilweise als besser geeignet.

Dissertationen

Block, R.: Vergleich von Festkomma- und Gleitkommaarithmetik für integrierte Signalprozessoren hinsichtlich Genauigkeit und Aufwand. Technische Universität Berlin, Fachbereich Elektronik, Berlin 1984.

Kurzfassung: Die Anwendungsbereiche von Festkomma- und Gleitkomma-Signaldarstellungen in einem Signalprozessor, der typische Filteraufgaben durchführt, werden gegeneinander abgegrenzt. Kriterium für die gegenseitige Abgrenzung ist das Aufwandsminimum für die Realisierung als hochintegrierter Schaltkreis aufgrund vorgegebener Genauigkeitsspezifikationen Störabstand und Dynamikbereich.

Für die Untersuchung wird eine Anzahl charakteristischer Sytemprototypen herangezogen, wie selektive Filter und Empfängerfilter für prädiktive Codierverfahren, wobei jeweils eine Reihe unterschiedlicher Strukturen berücksichtigt wurde. Durch Simulation und Modellbildung werden rauschartige Fehler untersucht, die infolge der begrenzten Wortlänge der Koeffizienten und Signale beim angeregten, nicht übersteuerten System auftreten.

Für die Aufwandsabschätzung werden Festkomma- und Gleitkomma-Rechenwerke,die eine gleichzeitige Addition und Multiplikation durchführen können, miteinander verglichen. Es werden schnelle und aufwandsgünstige Schaltungen für die Realisierung der Rechenwerke vorgestellt.

Als Ergebnis der Untersuchungen werden normierte Kurven angegeben, die für vorgegebene Systemspezifikationen Störabstand und Dynamikbereich die Bereiche festlegen, in denen eine Festkomma- oder Gleitkomma-Realisierung die aufwandsgünstigste Lösung darstellen. Mit den Ergebnissen der Fehlersimulation lassen sich diese Kurven für jedes gewählte Filter entnormieren.

Die Ergebnisse zeigen, daß für nicht zu kleine Dynamikanforderungen die Gleitkomma-Arithmetik in Signalprozessoren aus Aufwandsgründen der Festkomma-Arithmetik vorzuziehen ist.

Menzel, I.: Entwicklung eines Gerätes für die Punktbilddirektvermessung; neues Meßverfahren zur vollständigen Beurteilung optischer Systeme. Technische Universität Berlin, Fachbereich 4 Physik, Berlin 1984.

Kurzfassung: Es konnte der Laboraufbau eines Meßgeräts verwirklicht werden, mit dem erstmalig eine punktweise Direktabtastung des Punktlichtgebirges über ein größeres Bildfeld selbst bei monochromatischen Punktbildern möglich ist.

Dieses Meßgerät schließt die immer größer gewordene Lücke zwischen den modernen Rechenverfahren und den nur wenig weiterentwickelten Meßmethoden.

Viele der für die Berechnung optischer Systeme vorgeschlagenen Bewertungskriterien waren bisher nicht meßbar. Einige dieser nun möglichen Messungen und Auswertungen wurden vorgestellt.

Besonderes Gewicht hatte die dabei gelöste Aufgabe, Wachstumskurven außerhalb der optischen Achse mit beliebig vorwählbarem Zentrum bestimmen zu können. Darüber hinaus wurden einige weitere neuartige Messungen und Auswertungen durchgeführt, andere wegen des für ihre Realisierung zu großen Aufwandes nur skizziert.

Die Probleme, die bei der Entwicklung des Meßgeräts gelöst werden mußten, wurden ausführlich beschrieben.

Einige Erfahrungen und Erkenntnisse, die bei der Konstruktion gewonnen wurden, konnten inzwischen bereits mit Erfolg bei anderen Meßaufbauten mitverwendet werden; das gilt insbesondere für einige Baugruppen bwz.

Bauelemente. Auf modularen Aufbau und leichte Austauschbarkeit der Bauelemente wurde besonderer Wert gelegt.

Es existiert damit auch für die üblichen Meßmethoden (Linien- bzw. Kantenbildabtastung) ein präzises Meßgerät. Der insgesamt recht hohe Aufwand für Konstruktion, Bau und Erprobung des Punktbildmeßgeräts wird dadurch zusätzlich gerechtgertigt.

Der Austausch der mechanischen Abtastung durch elektronische Bildsensoren, der technologisch bald möglich erscheint, sollte um eine schnellere Meßwertaufnahme zu ermöglichen, für spätere Arbeiten auf diesem Gebiet erwogen werden.
Bis zu einer Realisierung dieser Umrüstung sollte die Punktbildabtastung jedoch wegen der besonders für die Forschung sehr interessanten zusätzlichen Auswertemöglichkeiten auch mit der mechanischen Abtastung weiterverfolgt werden.

Schäfer, R.: Subjektive Dimensionierungskriterien für ein DPCM-System zur Übertragung von Farbfernsehsignalen. Dissertation an der Technischen Universität Berlin, Fachbereich Elektrotechnik, Dezember 1984

Kurzfassung: In der vorliegenden Arbeit werden verschiedene Intraframe-Verfahren zur DPCM-Codierung von Farbfernsehsignalen in Komponentenform untersucht. Dabei wurden insbesondere die Eigenschaften des menschlichen Auges berücksichtigt. Anhand grundlegender Untersuchungen zur Maskierung bei der Luminanz und der Chrominanz zeigte es sich, daß an Leuchtdichtesprüngen erhebliche Maskierungseffekte auftreten, die sich vor allen Dingen bei der Codierung des Luminanzsignals ausnutzen lassen. Eine festgestellte Asymmetrie dieses Effektes läßt sich durch ein geeignetes Schaltkriterium für die adaptive Quantisierung des Luminanzsignals verwerten. Hingegen ist die Maskierungswirkung von der Luminanz auf die Chrominanz bei dem in dieser Arbeit verwendeten Abtastraster recht gering. Zwischen den Chrominanzkomponenten untereinander konnten gar keine Maskierungseffekte festgestellt werden. Es wurde ein neues subjektives Meßverfahren für den Entwurf von Quantisierungscharakteristiken entwickelt. Dieses Verfahren garantiert, daß die Störungen jeder einzelnen Stufe einer Quantisierungskennlinie getrennt bewertet werden, ohne daß der Effekt der sich akkumulierenden Störwirkung aller Quantisierungsstufen vernachlässigt wird. Für die adaptive Quantisierung des Luminanzsignals wurde ein verbessertes Schaltkriterium vorgeschlagen, das die Asymmetrie des Maskierungseffektes berücksichtigt. Des weiteren wurde ein neues subjektives Meßverfahren zur Festlegung der Umschaltwellen für die adaptive Quantisierung vorgeschlagen. Subjektive Tests ergaben, daß mit den hier entwickelten Verfahren der adaptiven Quantisierung mit 11 Stufen ein erheblicher Qualitätsgewinn (0.8 Punkte auf der 5-stufigen Vergleichsskala bei geübten Beobachtern) gegenüber aus der Literatur bekannten Verfahren erreicht wurde. Für den Bereich der Chrominanz-DPCM-Codierung erfolgte eine systematische Untersuchung von festen und adaptiven Verfahren zur Quantisierung und Prädikation. Es stellte sich heraus, daß für die U-Komponente bei fester Quantisierung 9 Stufen und bei der V-Komponente 5 Stufen benötigt werden. Durch adaptive Verfahren bei Prädikation und Quantisierung konnten nur geringe Datenreduktionen erreicht werden. Bei der gemeinsamen Optimierung des Luminanz- und des Chrominanzkanals stellte sich dann auch heraus, daß es günstiger ist, die zeitliche Auflösung der Chrominanz zu halbieren als die Quantisierung bei den einzelnen Komponenten zu vergröbern. Eine abschließende Bewertung durch sehr kritische und geübte Beobachter mit einer von der EBU vorgeschlagenen Vergleichsmethode ergab für das subjektiv optimierte Codierverfahren, das sich für die 34 Mbit/sec Übertragung eignet, eine Bewertung von 3.2 auf der 5-stufigen Vergleichsskala, im Vergleich zu einem Bewertungsergebnis von 4.5 für die uncodierte PCM-Darstellung.

Diplom-und Studienarbeiten

Braun,R.-P.: Laserfrequenzstabilisierung mit Faserringresonator, Studienarbeit, TU Berlin, FB 19, 1984

Kurzfassung: Es wurde ein Resonator mit polarisationserhaltendem Faserring berechnet, gebaut und seine Streumatrixelemente ausgemessen. Ein Monomodelaser bei 830 nm Wellenlänge wurde an dem Resonator stabilisiert.

Bravo-Cumsille, J.: Interaktives System zur Manipulation von Bildschirmseiten auf Heimfernsehgeräten. Diplomarbeit am Institut für angewandte Informatik, Fachbereich 20, TU Berlin, 1984

Kurzfassung: Die Arbeit beschreibt die Entwicklung eines Software-Paketes zur Erzeugung und gestalterischen Überarbeitung von farbigen Bildschirmseiten mit Texten und einfachen Grafikelementen. Die Programme wurden an einem PDP 11/34-Rechner und einem VTE-Bildspeicher implimentiert. Anwendungsmöglichkeiten sind z.B. die Erzeugung beliebig gerasterter Schriftzeichensätze und Grafiksymbole, das Editieren von Texten mit den definierten Zeichensätzen und das Kopieren beliebiger Bildausschnitte.

Feuerstein, D.: Codierung von Bildschirminformationen. Studienarbeit am Institut für Luft- und Raumfahrt, TU Berlin, 1984

Kurzfassung: Im ersten Teil der Arbeit werden Programme zur Erzeugung von Grafiksymbolen auf Rasterbildschirmen entwickelt. Diese Programme ergänzen eine vorhandene Software zur Textdarstellung.
Im zweiten Teil der Arbeit wird die so erweiterte Software für eine experimentelle Untersuchung von drei möglichen Bedingungen der Informationsdarstellung verwendet. Verglichen werden dabei die textliche Darstellung mit der bildhaften Darstellung (einfache Piktogramme) und der doppelten Informationskodierung durch Texte und Bildsymbole hinsichtlich verschiedener Leistungs- und Beurteilungskriterien. Für trainierte Benutzer zeigt sich eine deutliche Überlegenheit der bildhaften Darstellung, während für gelegentliche, wenig geübte Benutzer die doppelte Kodierung am vorteilhaftesten ist.

Patentanmeldungen

Boerger, G.; Romahn, G.: Nachrichtensystem für Bildkonferenzen.
Patentanmeldung: DE: P 34 07 857.6, Anmeldetag: 29.02.84

Kurzfassung: An den Standorten ist nur eine Endgeräte-Ausstattung wie für Bildfernsprechen mit TV-Norm nötig. In der Bildkonferenz-Zentrale werden alle Bild- und Tonsignale der betreffenden Standorte für individuelle Regie - Großbildspeicher, Kleinbildspeicher, MUX, Tonmischer - bereit gehalten, zusammengefaßt und vermittelt.

Heydt, G.; Lukanek, F.; Teich, G.: Kanalwähler für digitale, bitweise verschachtelte Breitbandkanäle.
Patentanmeldung: EP 84730024.1, Anmeldetag: 16.03.84

Kurzfassung: Breitbandkanäle zu z.B. 70, 140 oder 280 Mbit/s, die bitweise in einem Mehrkanalsystem mit einer Gesamtbitrate im Gbit/s-Bereich verschachtelt sind, werden beim Teilnehmer mit einer Kanalwählerschaltung getrennt, die aus einer bistabilen Selektorschaltung und Zeitlagendetektoren bestehen. Die Zeitlagen werden dort streng hierarchisch, stochastisch oder in kontinuierlich aufeinander folgenden Schritten bestimmt (drei Alternativen).

Grote, N.; Niggebrügge, U.; Bach, H.-G.: Bauelement der integrierten Optik mit einer transparenten Elektrode aus CdO und Verfahren zur Herstellung eines solchen Bauelements.
Patentanmeldung: US: 590,713 , Anmeldetag: 19.03.84
CA: 450,403 , Anmeldetag: 23.03.84
JP: 54 613/84 , Anmeldetag: 23.03.84
EP: 84730027.4, Anmeldetag: 23.03.84

Kurzfassung: Der CdO/InP-Übergang hat von Natur aus eine zu geringe Barrierenhöhe. Durch Plasma-Oxidation der aktiven Schicht, eine darauf folgende, die Stöchiometrie erhaltende Zerstäubung des CdO und schließlich eine Temperung entsteht ein Übergang mit den gewünschten elektrischen Eigenschaften einer CdO-Elektrode nach Art eines oxidunterstützten Schottky-Kontaktes auf InP-Material.

Kreutzer, H. W.; Heydt, G.; Hermes, Th.: Lokales Kommunikationssystem mit einem Sternnetz und optischen Kanälen.
Patentanmeldung: DE: P 34 19 087.2, Anmeldetag: 18.05.84
EP: 84730052.2 , Anmeldetag: 18.05.84
JP: 98 917/84 , Anmeldetag: 18.05.84
US: 612,604 , Anmeldetag: 21.05.84

Kurzfassung: In einem Sternnetz mit rein optischen Kanälen zwischen den angeschlossenen Teilnehmerstationen werden Dienste mit einem Bandbreitenbedarf bis zu einigen Mbit/s (Schmal- und Mittelband-Dienste) in einem vollsynchronen Zeitmultiplexsystem mit wahlfreiem Zugriff und schneller Leitungsvermittlung abgewickelt. Dies gilt gegebenenfalls zumindest auch für die schmalbandige Signalisierung bei Breitbanddiensten, die als solche getrennt von den übrigen Diensten, z.B. mit Wellenlängenmultiplex oder gesondertem LWL, übertragen werden.

Kreutzer, H. W.; Hermes, Th.; Heydt, G.: Lokales Kommunikationssystem mit einem Sternnetz.
Patentanmeldung: DE: P 34 20 814.3, Anmeldetag: 30.05.84
EP: 84730060.5 , Anmeldetag: 30.05.84

Kurzfassung: In einem Sternnetz mit optischen und/oder elektrischen Kanälen zwischen den angeschlossenen Teilnehmerstationen werden Dienste mit einem Bandbreitenbedarf bis zu einigen Mbit/s (Schmal- und Mittelbanddienste) in einem vollsynchronen Zeitmultiplexsystem mit wahlfreiem Zugriff und schneller Leitungsvermittlung abgewickelt. Dies gilt gegebenenfalls zumindest auch für die schmalbandige Signalisierung bei Breitbanddiensten.

Saniter, J.; Schmidt, F.; Hermes, Th.: Optischer Sternkoppler mit einer großen Zahl von Ein- und Ausgängen.
Patentanmeldung: DE: P 34 23 221.4, Anmeldetag: 21.06.84

Kurzfassung: Die Dämpfung infolge der Leistungsteilung bei der Aufteilung der Kanäle von allen kommenden auf alle gehenden Leitungen ist direkt proportional zur Anzahl der an den kaskadierten Sternkoppler angeschlossenen Kanäle, z.B. 3 dB je Koppler-Element vom Typ 2 x 2. Hinzu kommen ca. 1,5 dB an inneren Verlusten je Koppler-Element und ca. 0,15 dB je Spleiß.

Großkopf, G.; Küller, L.; Peters, K.; Wenke, G.: Stabilisationseinrichtung für einen Halbleiter-Laser.
Patentanmeldung: US: 637,851 , Anmeldetag: 06.08.84
EP: 84730088.6 , Anmeldetag: 17.08.84
JP: 171 687/84 , Anmeldetag: 20.08.84

Kurzfassung: Die Halterung für einen Hohlspiegel als externer Reflektor ist am Wärmesenkeblock des Lasers in der zur axialen Richtung senkrechten Ebene verschiebbar befestigt und besitzt einen Federklemmenkörper, in dem der Hohlspiegelträger axial verschiebbar ist.

Peters, K.: Justiervorrichtung für die Feinsteinstellung der optischen Kopplung zwischen zwei optischen Elementen und Verwendung der Justiervorrichtung für einen Halbleiterlaser und einen faserförmigen Lichtwellenleiter.
Patentanmeldung: US: 637,902 , Anmeldetag: 06.08.84
JP: 173 458/84 , Anmeldetag: 22.08.84
EP: 84730090.2 , Anmeldetag: 24.08.84

Kurzfassung: Bezüglich eines räumlich feststehenden Elements - Laser - ist das in allen drei Raumrichtungen verstellbare Element - LWL - axial verschiebbar in einer Taumelscheibe gehaltert, die über eine Rohrschlitzfeder abgestützt und in der zur axialen Richtung senkrechten Ebene schwenkbar ist.

Grote, N.; Su, L. M.: Halbleiterbauelement, das eine Schicht aus transparentem, n-leitendem Material aufweist, und Verwendung derartiger Bauelemente.
Patentanmeldung: DE: P 34 32 603.0, Anmeldetag: 31.08.84

Kurzfassung: Die nach einem weitgehend einheitlichen Technologiekonzept herstellbaren elektronischen und/oder opto-elektronischen Bauelemente besitzen mindestens eine Schichtenfolge, in der p- oder n-dotiertes III-V-Halbleitermaterial mit dem polykristallinen bis amorphen, transparenten Oxidmaterial einen pn-Übergang oder einen quasi-ohmschen Kontakt bilden.

Nolting, H.-P.; Krauser, J.; Albrecht, P.; Bornholdt, C.; Kaumanns, R.; Schlak, M.: Elektro-optisches Halbleiter-Bauelement mit einer Lichtwellen führenden Schicht und seine Verwendung als elektro-optischer Modulator.

Patentanmeldung: US: 659,273 , Anmeldetag: 10.10.84
JP: 212 771/84 , Anmeldetag: 12.10.84
EP: 84730109.0 , Anmeldetag: 12.10.84

Kurzfassung: Der quadratische elektro-optische (Kerr-) Effekt wird dem linearen (Pockels-) Effekt bei richtiger Wahl der Ausbreitungsrichtung bezüglich der Orientierung des Materials additiv überlagert. Er ist mit der Elektroabsorption (Franz-Keldysh-Effekt) korreliert und läßt sich für dämpfungsarme Anwendungen ausnutzen, wenn der Bandabstand E_g eine genügend große Differenz gegenüber der Photonenenergie E_{ph} aufweist und der Franz-Keldysh-Effekt noch nicht spürbar in Erscheinung tritt, aber andererseits der Kerr-Effekt noch genügend groß ist.

Bachus, E.-J.; Braun, R.-P.; Strebel, B.: Optischer Resonator mit einer Monomodefaser als Resonatorring und Verwendung derartiger Resonatoren.

Patentanmeldung: DK: 5090/84 , Anmeldetag: 25.10.84
EP: 84730115.7 , Anmeldetag: 26.10.84

Kurzfassung: Der Ringsresonator ist aus einer polarisationserhaltenden Monomodefaser gebildet und wird von einem Faser-Richtkoppler gespeist, dessen Sekundärseite in den Resonatorring einverleibt ist. Mit einem entsprechend ausgebildeten zweiten Faser-Richtkoppler läßt sich der Resonator anzapfen bzw. optisch an weitere Resonatoren u. dgl. ankoppeln.

Bachus, E.-J.; Braun, R.-P.: Laser-Glasfaser-Kopplung und Verfahren zur Herstellung einer solchen Koppelverbindung.

Patentanmeldung: DK: 5091/84 , Anmeldetag: 25.10.84
EP: 84730114.0 , Anmeldetag: 26.10.84

Kurzfassung: Laser und Faser sind mittels einer aushärtenden Kunstharzmasse zur Erzielung eines gleichförmigen optischen Übergangs, eines hohen Einkopplungs-Wirkungsgrades und konstanter Lichtleistung in der Faser mechanisch dauerhaft miteinander verbunden.

Fabian, W.; Roehle, H.; Wolfram, P.: Verfahren zur Entfernung von Schadstoffen aus Prozeßabgasen.

Patentanmeldung: US: 670,478 , Anmeldetag: 13.11.84
JP: 246 399/84 , Anmeldetag: 22.11.84
CA: 468,435 , Anmeldetag: 22.11.84
EP: 84730124.9 , Anmeldetag: 22.11.84

Kurzfassung: In einer ersten Stufe werden kovalente Hydride und Triorganophosphane mittels Jod- oder Brom-Lösungen aufoxidiert und zu wasserlöslichen Salzen umgesetzt, in einer zweiten Stufe mittels einer basischen Lösung das entstandene Halogen entfernt sowie Halogen-Wasserstoffe neutralisiert. Die Reduktion auf naß-chemischem Wege führt auf < 1 ppb.

Heidrich, H.; Hoffmann, D.: Wellenleiter-Schaltmatrix mit längs und quer dicht gepackten Wellenleiterzellen.

Patentanmeldung: US: 677,810 , Anmeldetag: 04.12.84
CA: , Anmeldetag: 06.12.84 (oder davor)
JP: 256 621/84 , Anmeldetag: 06.12.84
EP: 84730135.5 , Anmeldetag: 06.12.84

Kurzfassung: Für die Kaskade werden zwei Grundtypen von Wellenleiterzellen benötigt, die an ihren Längsseiten Ätzgräben haben. Der eine ist ein Schalterelement der Länge x und der Breite y, bei dem die Wellenleiter an den Schmalseiten den Abstand y/2 voneinander aufweisen. Der andere Grundtyp ist ein Ein-Wellenleiter-Verbindungselement, hat die Länge x und die Breite y/2 und verbindet an den Längsseiten der Kaskade diejenigen Wellenleiter, die nicht durch ein Schalterelement führen.

Lukanek, F.; Vathke, J.: Multilayer-Leiterverbindung.
Patentanmeldung: DE: P 34 47 556.7, Anmeldetag: 21.12.84

Kurzfassung: In mehreren Leiterbahnebenen befinden sich kreuzungsfreie Punkt-zu-Punkt-Verbindungen. Jedes Ende einer Leiterbahn führt an einen Randkontakt. Dort befinden sich die zu den Bauelementen führenden Anschlüsse. Bisher übliche Durchkontaktierungen entfallen.