Jahresbericht 1985

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik
Berlin GmbH

Jahresbericht 1985

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 Die 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 Teilnehmeranschlußleitung mit Monomode-Lichtwellenleiter für HDTV-fähige Übermittlungssysteme

17 Untersuchung des Heterodynprinzips für die optische Nachrichtentechnik

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

21 Kohärente optische Breitbandübertragung für den Weitverkehr

23 Analyse der Übertragung mehrerer optischer Signale in Monomodefasern

24 Lokale Breitbandkommunikation mit optischer Vermittlungstechnik

25 Abteilung Signalaufbereitung und Endeinrichtungen

26 Hochintegrierte Signalprozessoren für die Telekommunikation

28 Einsatz von Codiertechniken für die Breitbandkommunikation

30 Programmierbarer Video-Signalprozessor für die Echtzeitverarbeitung

32 HDTV-Lichtventilprojektor

34 Lichtventil-Steuerschichten und Mehrstrahl-CRT-Verfahren zur HDTV-Großbildprojektion

36 HDTV-Signalverarbeitung

38 Übertragung räumlicher Bilder

Seite

39 Dreidimensionale Darstellung von Parallax-Panoramagrammen mit holografischer Projektion

41 Abteilung Anthropotechnik

42 Bewegtbildübertragung für die Individualkommunikation

44 Visuelle Parameter bei der Großbilddarstellung

46 Psychooptische Begründung eines 3D-Fernsehstandards

48 RUBIN – Feldversuch

51 Abteilung Optische Signalverarbeitung

52 Digitaler Optischer Prozessor

53 Abteilung Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Begleitforschung

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

57 Bereich Integrierte Optik

77 Ergebnis-Übersicht

79 Veröffentlichungen

94 Berichte

96 Diplom- und Studienarbeiten

97 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) zum Integrierten Breitbandfernmeldenetz (IBFN) begonnen werden. Neben schmalbandigen ISDN-Diensten wird das IBFN den Teilnehmern Breitbandkommunikationsdienste wie Bildfernsprechen und Videokonferenz sowie Breitbandverteildienste wie Hörfunk, Fernsehen und hochauflösendes Fernsehen anbieten.

Die Forschungsarbeiten des Heinrich-Hertz-Instituts sind auf das IBFN, insbesondere aber auf die Breitbandaspekte dieses Netzes, auf zukünftige lokale Breitbandnetze sowie auf Breitbandendgeräte ausgerichtet. In diesem Rahmen werden folgende Schwerpunkte bearbeitet:

Breitbandübermittlungstechnik

In zukünftigen öffentlichen und lokalen 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.

Besondere Bedeutung wird der Übermittlung von digitalen Breitbandsignalen 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 auch 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 lokale 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 Teil-

nehmer in lokalen Netzen im allgemeinen gering, so daß sich die Möglichkeit bietet, die Nachrichten nicht nur optisch zu übertragen, sondern auch optische zu vermitteln.

Die Mikroelektronik wird die entscheidende Basistechnologie zukünftiger Nachrichtennetze sein. CAD-Einrichtungen zum Entwurf hochintegrierter Schaltkreise stehen zur Verfügung. Zusammen mit der Industrie werden VLSI-Schaltungen für die Nachrichtentechnik entwickelt.

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 optische Chips erlauben, die in ferner Zukunft besonders für den Einsatz im Teilnehmerbereich des IBFN aber auch in lokalen Netzen vorgesehen sind. In ferner Zukunft schließlich sind monolithisch integrierte optische Signalprozessoren für die Verarbeitung sehr schneller Signale in der Nachrichtentechnik denkbar.

Breitbanddienste

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 unserer Forschung.

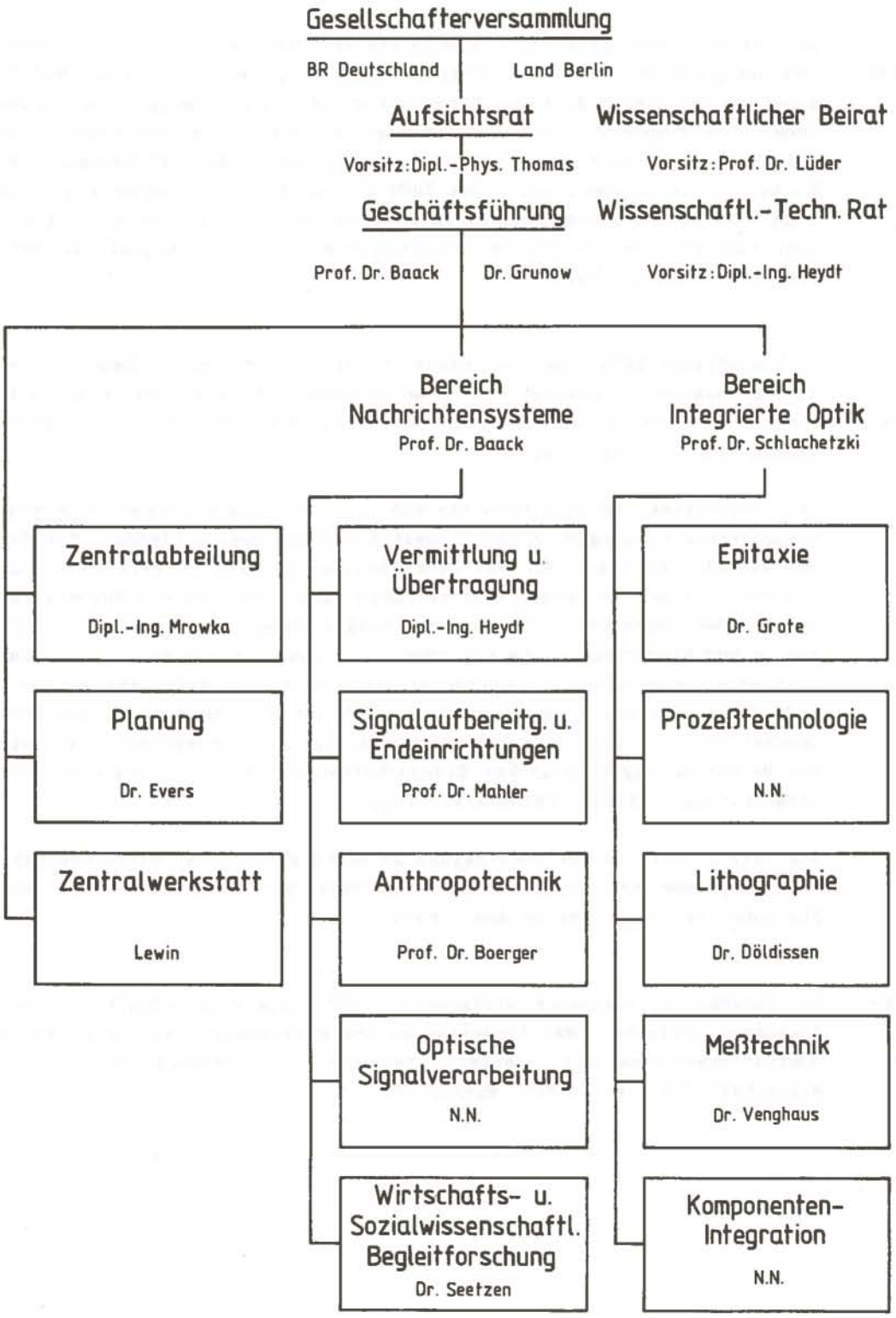
Ziel zukünftiger Fernsehtechniken muß es sein, dem Zuschauer eine möglichst naturgetreue Wiedergabe eines visuellen Ereignisses zu bieten. Der Eindruck der Natürlichkeit ist nur mit großflächigen Bildern zu erreichen, die das Gesichtsfeld des Betrachters hinreichend ausfüllen. Für ein derartiges hochauflösendes Fernsehen (HDTV) werden völlig neuartige Aufnahme-, Aufzeichnungs- und Wiedergabegeräte erforderlich. Unser Interesse gilt der Entwicklung eines kompakten und wirtschaftlich in großer Stückzahl herstellbaren HDTV-Heimprojektors. Im zukünftigen IBFN ist die Übertragung von HDTV-Programmen zu den Teilnehmern mit Lichtwellenleitern vorgesehen. Dazu sind unter Beachtung psychooptischer Eigenschaften des Auges digitale HDTV-Signalverarbeitungsverfahren bereitzustellen.

Als letzte Stufe in der Entwicklung zu einer natürlichen Bildwiedergabe sind Fernsehsysteme zur Reproduktion räumlicher Bilder anzustreben, die ohne Stereobrille betrachtet werden können.

Begleitforschung

Der Forschungsschwerpunkt wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Begleitforschung 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 1985 folgende Mitglieder an:

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

Prof. Dr. R. Bernotat, Wachtberg-Werthhoven
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 1985 aus folgenden Mitgliedern:

U. Thomas, Bonn (Vorsitz)

P. Borkamm, Berlin
W. Greite, Bonn
W. Haist, Bonn
Dr. H. Märtin, Berlin
Prof. Dr. Wagemann, Berlin
H. Wolff, Berlin

Mitarbeiter, Finanzierung

Am Ende des Berichtsjahres beschäftigte das Institut:

	1985	1984
Wissenschaftliche Mitarbeiter	127	118
Technische Angestellte und Sachbearbeiter	91	82
Lohnempfänger	12	12
Auszubildende	7	6

Insgesamt hatte das Institut zum Jahresende 237 Mitarbeiter. Zusätzlich waren 24 Aushilfskräfte und studentische Hilfskräfte beschäftigt.

Im Rahmen unserer Kooperationen arbeiteten 1985 sechs Gastwissenschaftler zeitweilig im HHI.

Insgesamt waren gegen Ende 1985 für das Institut 261 Personen tätig.

Das Institut erhielt 1985 von den Zuwendungsgebern Bund und Land eine Grundfinanzierung in Höhe von ca. 19,1 Mio DM. Über die Gesellschaft der Freunde flossen dem Institut Mittel in Höhe von 122,1 TDM zu. Für Forschungsaufträge und Förderung von Vorhaben wurden 1985 dem HHI ca. 11,5 Mio DM bewilligt. Den 30,7 Mio DM an verfügbaren Mitteln im Jahre 1985 standen 1984 30,4 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 1986

(Prof. Dr. Clemens Baack)

(Dr. Wolfgang Grunow)

Bereich

Nachrichtensysteme

Abteilung Vermittlung und Übertragung

Übersicht

In der Abteilung wird an technologischen Grundlagen zur Übermittlung breitbandiger digitaler Signale für künftige öffentliche und nicht-öffentlichen optische Kommunikationsnetze gearbeitet.

Im Projekt "Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich" wurden Möglichkeiten zur Vermittlung und Verteilung von Bewegtbildsignalen einschließlich hochauflösender Fernsehsignale (HDTV) untersucht. Ein im Sinne eines IBFN dienste-integriertes Experimentalsystem wurde aufgebaut, in dem insbesondere die Realisierbarkeit großer Breitbandkoppelfelder und der Einsatz bipolarer Gbit/s-Elektronik im Teilnehmerbereich gezeigt wird. Durch nachfolgende Arbeiten im Projekt "Teilnehmeranschlußleitung mit Monomode-Lichtwellenleiter für HDTV-fähige Übermittlungssysteme" wird dieses System durch entsprechend hochratige optische Teilnehmeranschlußleitungen ergänzt werden. In engem Zusammenhang mit diesem Experimentalsystem 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.

Das optische Heterodynprinzip erlaubt eine Erhöhung der Empfängerempfindlichkeit und die Realisierbarkeit optischer Vielkanalsysteme, deren Anwendungsmöglichkeiten in zwei weiteren Projekten untersucht werden:

Im Projekt "Verteilung und Vermittlung von Breitbandsignalen nach dem Heterodynprinzip mit optischen Trägern" werden Grundlagen zum Einsatz optischer Frequenzvielfache für Verteil- und Vermittlungszwecke erarbeitet. Dabei stehen Anwendungen im Ortsnetzbereich des öffentlichen Netzes im Vordergrund. Eine erste experimentelle vierkanalige kohärente Teilnehmeranschlußleitung konnte vorgestellt werden.

Möglichkeiten der Verwendung 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 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 "Analyse der Übertragung mehrerer optischer Signale in Monomodefasern", 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.

Erste Anwendungen 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 zur Vermittlung für Schmal- und Mittelbanddienste ein monomodales Sternkopplersystem und für Breitbanddienste ein optisches Koppelfeld in Lithium-Niobat-Technik vorgesehen sind. Entsprechende Bauelemente werden vom Bereich Integrierte Optik des HHI für dieses Projekt entwickelt.

Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich

Ziel

Für die Einführung breitbandiger Dienste im ISDN, die die Planung der Deutschen Bundespost ab 1990 (Dialogdienste) bzw. 1992 (Verteildienste) vorsieht, sind im Hinblick auf große Teilnehmerzahlen noch erhebliche technologische Entwicklungen für die breitbandige Übermittlungstechnik in der Ortsebene erforderlich.

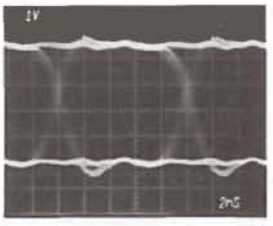
Ziel des Ende 1985 abgeschlossenen Vorhabens war die Entwicklung von Verfahren zur Vermittlung und Verteilung digitaler Bewegtbildsignale für den Bereich eines größeren Ortsnetzes. Hierbei sollte die Verteilung von HDTV-Signalen besonders berücksichtigt werden.

Ein akzeptabler teilnehmerbezogener Aufwand ist Grundvoraussetzung für die Einführbarkeit derartiger Systeme. Aus diesem Grunde sollten die verschiedenen Möglichkeiten zur Vermittlung und Verteilung im Hinblick auf den für das Gesamtsystem resultierenden Aufwand untersucht werden.

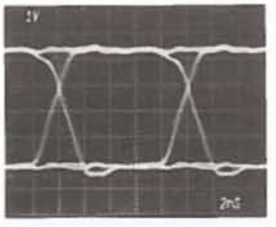
Geschwindigkeitskritische Systemkomponenten und Baugruppen, wie z.B. Breitbandkoppelnetz, TV-Verteilkoppelnetz und Teilnehmerstation, sollten realisiert und in der Zusammenschaltung zu einem Versuchssystem erprobt werden.

Stand im Projekt

Die Projektarbeit konzentrierte sich auf die Fertigstellung und auf den Test der Baugruppen und Systemkomponenten für das Versuchssystem. Es wurde ein 5-stufiges Breitbandkoppelnetz mit 4096 Ein- und Ausgangsleitungen (Vollausbau) für eine Bitrate von 70 Mbit/s exemplarisch aufgebaut. Die hierfür auf der Basis eines 2 µm-CMOS-Gate-Arrays der Fa. National Semiconductors entwickelte 16 x 16 -Breitbandkoppelmatrix, die erforderlichen Koppelnetzplatinen (500 mm x 300 mm, 4 Lagen) sowie der elektromechanische Aufbau mit der hochratigen Verbindungstechnik wurden fertiggestellt. Die durch Simulation und Berechnung vorhergesagten Spezifikationen für das Breitbandkoppelnetz wurden voll erreicht. Als Geschwindigkeitsgrenze der Matrix wurden unter Worst-Case-Bedingungen 100 Mbit/s ermittelt.



ungetaktet



getaktet

Ausgangssignal der Matrix für 100 Mbit/s
(V_{CC} = 4,75 V, C_L = 15 pF, PRBS: 2^{15}-1)

Die relative geringe Verlustleistung der Matrix von unter 500 mW (250 mW bei 70 Mbit/s-PRBS und 0,6 Erl.) gestattet eine gedrängte Plazierung der Matrizen, so daß das 5-stufige Koppelnetz mit 4096 Ein- und Ausgangsleitungen (48 Koppelnetzplatinen) in einen 19"-Gestellschrank eingebaut werden kann. Die Gesamtverlustleistung beträgt dann 600 W (70 Mbit/s-PRBS, 0,6 Erl.). Fehlerratenmessungen an dem exemplarisch bestückten Koppelnetz ergaben eine fehlerfreie Durchschaltung der 70 Mbit/s-Signale.

Das TV-Verteilkoppelnetz ist im Gegensatz zum Breitbandkoppelnetz verteilt in den einzelnen Teilnehmeranschlußschränken angeordnet. Es erfolgte ein exemplarischer Aufbau. Hierbei werden die gleichen Matrizen wie für das Breitbandkoppelnetz eingesetzt. Die TV-Verteilkoppelnetz-Module sind - zusammen mit den hochratigen 1,12 Gbit/s Multiplexern - auf einer jeweils 8 Teilnehmern zugeordneten Platine untergebracht. Jeder Teilnehmer kann hierüber auf 64 70 Mbit/s-Signale zugreifen. Bei der Verteilvermittlung von HDTV werden gleichzeitig 4 Kanäle je 70 Mbit/s geschaltet.

Die Übermittlung von 70 Mbit/s-Signalen über das TV-Verteilkoppelnetz und den hochratigen Multiplexer zur Teilnehmerstation und die entsprechende Kanalselektion in der Teilnehmerstation wurden erfolgreich getestet.

Die Entwicklung und Fertigung hochratiger integrierter Schaltungen (4:1 Multiplexer, einsetzbar bis 1,5 Gbit/s ; D-Flip-Flop und D-Flip-Flop mit vorgeschatetem 2:1 Multiplexer, beide einsetzbar bis zu einer Taktfrequenz von 1,5 GHz) durch die Ruhr-Universität Bochum wurden ebenfalls erfolgreich abgeschlossen.

Über die Ergebnisse der Projektarbeit wird in den Publikationen /1-3/ berichtet.

/1/ Teich,G.; Langer,K.D.; Ehlers,H.: Breitband-Teilnehmerstation für hochratige optische Anschlußleitungen, ntz Bd. 38 (1985) Heft 12, S. 826-830

/2/ Lukanek,F.; Heydt,G.: Phase adjustable channel selector circuit for the Gbit/s range. IEE Proc., Vol. 132, Pt.G.No. 6, Dec. 1985, pp. 288-290

/3/ Langer,K.D.; Lukanek,F.; Vathke,J.; Walf,G.: Broadband Switching Network and TV Switching Network for 70 Mbit/s, erscheint in den Proc. of the International Zürich Seminar on Digital Commun., Zürich, March 1986

Projektleiter: G.Walf

Zuwendungsgeber: BMFT

Teilnehmeranschlußleitung mit Monomode-Lichtwellenleiter für HDTV-fähige Übermittlungssysteme

Ziel

Eine der wesentlichsten Systemkomponenten in einem zukünftigen Breitbandübermittlungssystem (ISDN mit Breitbanddiensteangebot) ist die breitbandige optische Teilnehmeranschlußleitung. Durch sie werden maßgeblich die teilnehmerbezogenen Kosten und somit bei großen Teilnehmerzahlen auch die Kosten des Gesamtsystems bestimmt.

Ziel des Vorhabens sind die Entwicklung und Realisierung aufwandsarmer hochratiger optischer Teilnehmeranschlußleitungen, die für die Übertragung von HDTV-Signalen geeignet sind. Als Übertragungsmedium werden Monomode-Fasern verwendet.

Der Aufbau der optischen Sende- und Empfangseinheiten kann z.Z. nur mit diskreten optischen und elektrooptischen Komponenten erfolgen. Als Fernziel muß unter dem Aspekt der Systemkosten die monolithische Integration dieser Einheiten angestrebt werden.

Eine der geplanten Übertragungsstrecken soll für HDTV-Übertragungsversuche zwischen dem Sender Freies Berlin (SFB) und dem HHI eingesetzt werden. Diese Übertragungsstrecke ist als eine spezielle Teilnehmeranschlußleitung anzusehen, bei der der Teilnehmer auch als Anbieter von HDTV auftritt.

Stand im Projekt

Die Arbeiten konzentrierten sich auf den Aufbau der optischen Übertragungsstrecke zwischen dem SFB und dem HHI. Folgende Arbeiten wurden bisher durchgeführt:

- Verlegung eines Glasfaserkabels mit 4 Monomodefasern. Die Kabellänge beträgt 5,3 km.
- Entwicklung der Multiplex- und Demultiplexeinrichtungen zur Bildung bzw. Zerlegung des für die Übertragung vorgesehenen 1,152 Gbit/s-Signals und Anpassung dieser Einrichtungen an die Schnittstellen der HDTV-Coder bzw. -Decoder.
- Test des von der Ruhr-Universität Bochum im Rahmen eines Unterauftrages hergestellten flankengetriggerten D-Flip-Flops (zeitliche Regeneration im optischen Empfänger). Hierzu wurde ein 2,24 Gbit/s-Signal mit 1,12 GHz abgetastet und ein 1,12 Gbit/s-Signal selektiert. Mit Fehlerratenmessungen konnte eine einwandfreie Funktion nachgewiesen werden. Für die Summe aus Setup- und Holdtime wurde ein Wert von unter 200 ps gemessen.

Projektleiter: G.Walf

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 Verbindungswunsches bis zur Auslösung einer Verbindung, abzuwickeln. Im besonderen muß die Steuerung in der Lage sein, die durch Mittelwert und Streuung vorgegebenen zulässigen Verzugs- und Reaktionszeiten auf vermittlungstechnische Ereignisse einzuhalten. Solche vermittlungstechnischen Ereignisse sind z.B. das Wählen der Nummer eines Teilnehmers, oder auch das Abheben des Handapparates usw. Zentrale Aufgabe der Analyse des Verkehrsablaufs in einer Steuerung ist es daher, Aussagen über die Zeitdauer vom Auftreten einer Anforderung beim Teilnehmer bis zum Aufbau bzw. Auslösen einer Verbindung zu gewinnen. Darüber hinaus erlaubt die Verkehrsanalyse die Bestimmung der Auslastung der Prozessoren, die Dimensionierung der Puffer und der Verbindungssysteme, und sie liefert insgesamt Entscheidungshilfen für den Entwurf der Steuerungsstruktur. Das Projekt ist eng verbunden mit dem Forschungsvorhaben "Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich".

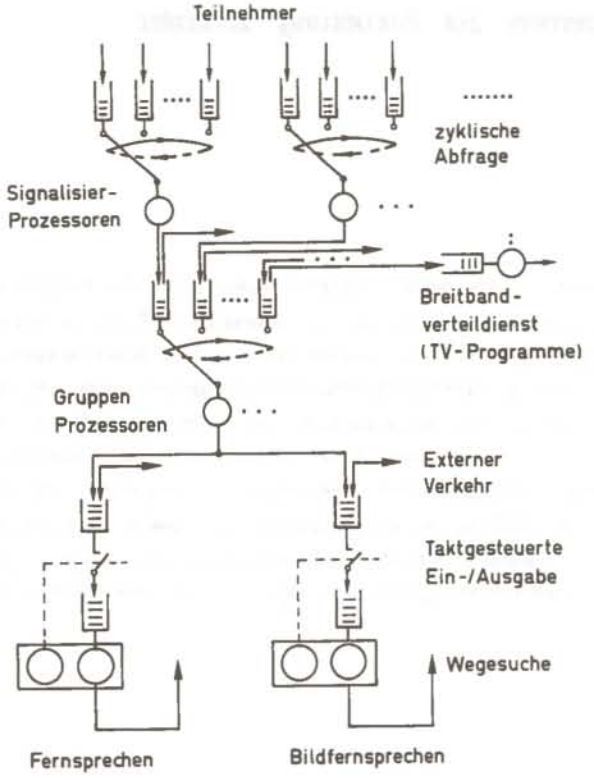
Stand im Projekt

Die Steuerungsstruktur im Projekt "Breitbandvermittlungstechniken für den Ortsnetzbereich" ist gekennzeichnet durch zwei Polling-Ebenen im peripheren Bereich (dort werden die Signalisierdaten bzgl. Teilnehmer und Dienst analysiert und Maßnahmen der Datensicherung vorgenommen) und durch die taktgesteuerte Übernahme von Signalisierdaten und deren Verarbeitung im zentralen Bereich (Wegesuche). Im einzelnen erfolgt in der ersten Polling-Ebene durch die Signalisierprozessoren die Trennung der Dienste Fernsprechen bzw. Bildfernsprechen und Breitbandverteildienst. In der zweiten Polling-Ebene wird durch die Gruppenprozessoren zwischen Fernsprech- und Bildfernsprechsignalisierung unterschieden. Die Übernahme von Signalisierdaten für die Wegesuche in den Koppelnetzen erfolgt in festen Taktintervallen. Die Wegesuchprozessoren für Fernsprechen und Bildfernsprechen (aufgebaut wurde nur der Pfad für das Bildfernsprechen), die Gruppenprozessoren und das Bussystem zwischen der Polling-Ebene 1 und 2 sind dupliziert (heiße Reserve). Die Koordination des Transfers der Signalisierdaten zwischen den einzelnen Ebenen der Vermittlungsstelle und zwischen Teilnehmer und Vermittlungsstelle (Hin- und Rückweg) als auch die Koordination der Bedienung von Forderungen in den Ebenen erfolgt durch Prioritäten.

Für die Verkehrsanalyse werden im Projekt verschiedene Modelle und Methoden eingesetzt. Im Zentrum steht die Analyse durch die Dekomposition des Warteschlangennetzes in Teilsysteme, deren isolierte Analyse und die Überlagerung dieser Teilergebnisse zu einem Gesamtergebnis unter der Annahme der Rekurrenz und Unabhängigkeit der durch die beiden ersten Momente beschriebenen Schnittstellenverkehre.

Ein weiteres im Projekt für die Verkehrsanalyse der Steuerung eingesetzten Modell sind Petri-Netze mit statistischen Übergängen. Zwei Aspekte der Steuerung einer Breitbandvermittlungsstelle lassen sich besonders gut durch solche Petri-Netze beschreiben. Dies ist die Modellierung der Dienstetrennung durch statistische Schalter und die des mehrmaligen Auf- und Abbaus einer Bildfernsprechverbindung während einer bestehenden Fernsprechverbindung durch korrelierte parallele Pfade im Petri-Netz /1/.

Weitere Arbeiten betreffen den Breitbandverteildienst. Im peripheren Bereich der Steuerung erfolgt der Transfer der Signalisierdaten durch Polling-Routinen. Dabei wird die Signalierung für den Breitbandverteildienst den Ausgabepuffern der Signalisierprozessoren gerade dann entnommen und an das Breitband-



Warteschlangennetz der Steuerung

verteilkoppelnetz weitergegeben, wenn der jeweilige Gruppenprozessor das Pollen dieses Ausgabepuffers beendet hat und den nächsten Ausgabepuffer zu Pollen beginnt. Zwei Modelle sind hierzu in Bearbeitung. Einmal der durch die Überlagerung der Wartezeiten der Breitbandverteildienstforderungen pro Signalisierprozessor entstehende Erneuerungsprozeß, wobei die einzelnen Wartezeiten gleichverteilt angenommen werden. Das zweite Modell beschreibt die Bedienung von Breitbandverteildienstforderungen in formaler Weise durch die Annahme von Gruppenankünften und einer Bedienung, die ebenfalls in Gruppen erfolgt. Hier besteht im mathematischen Modell das Problem, die Ankunftsgruppen aufzubrechen und die Bediengruppen zu konstruieren.

Die Algorithmen für die Dekomposition des Warteschlangennetzes der Steuerung wurden für den Fernsprechpfad auf dem Rechner implementiert. Der Einfluß des mehrmaligen Aufbaus und Auslösung einer Bildfernsprechverbindung während einer bestehenden Fernsprechverbindung wird mit Hilfe des Petri-Netz-Modells der Steuerung untersucht. Ein solches Modell, das noch beliebig detailliert werden kann, wurde erstellt und analysiert. Außerdem wurde ein Rechnerprogramm geschrieben, das die Markoff-Kette der Markierungszustände auswertet und anschließend die Verkehrsanalyse des Petri-Netzes durchführt. Diese Verkehrsanalyse umfaßt die Berechnung der Verteilung der Token in den Plätzen des Petri-Netzes, die Bestimmung der mittleren Flußzeit der Token durch das Netz und der mittleren Rekurrenzzeit der Markierungszustände. Ein Programm, das sämtliche Markierungszustände eines Petri-Netzes bestimmt, steht zur Verfügung. Ebenfalls begonnen wurde mit der Implementierung der Algorithmen für die Bedienung von Breitbandverteildienstforderungen auf dem Rechner. Nach Fertigstellung dieser Arbeiten werden die Algorithmen in das bestehende Rechnerprogramm für den Fernsprechpfad einbezogen (Methode der Dekomposition). Dies gilt ebenso für die Ergebnisse der Verkehrsanalyse der Steuerung durch das Petri-Netz-Modell, das auf eine einfache Weise die mehrmalige Nutzung des Dienstes Bildfernsprechen während einer bestehenden Fernsprechverbindung berücksichtigt.

Nach Abschluß dieser Arbeiten wird ein Rechnerprogramm für die Steuerung der Breitbandvermittlungsstelle zur Verfügung stehen, das die beiden ersten Momente aller wesentlichen Verkehrsgrößen in Abhängigkeit von der Verkehrslast und einiger freier Parameter liefert. Diese Verkehrsgrößen sind z.B. die Flußzeiten der Forderungen (Verzugszeiten), das optimale Taktintervall für die Übernahme der Signalisierdaten in den zentralen Bereich, die Auslastung der Prozessoren und die Länge der Puffer. Freie Parameter dieses Programms sind z.B. die Gesamtzahl der Teilnehmer, die Zahl der Teilnehmer pro Signalisierprozessor, die Zahl der Gruppenprozessoren und die für die einzelnen Prozessoren und Verbindungssysteme angenommenen Verarbeitungs- und Transferzeiten.

/1/ Giglmayr,J.: On the Traffic Performance Evaluation of Processor Systems by Stochastic Petri Nets, Conf. Proc. der Internationalen Conf. on the Management and Performance Evaluation of Computer Systems, Dallas, USA Dec. 1985, pp. 106-111

Projektleiter: Dr. J. Giglmayr

Grundfinanziertes Projekt

Verteilung und Vermittlung von Breitbandsignalen nach dem Heterodynprinzip mit optischen Trägern

Ziel

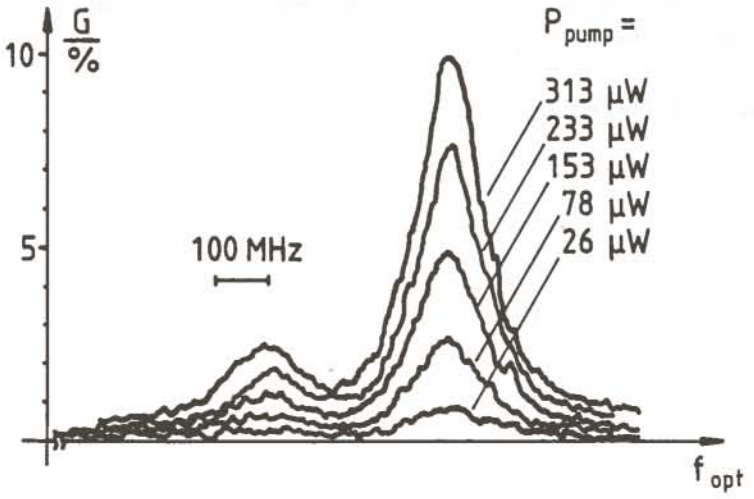
In diesem Vorhaben werden Möglichkeiten des Einsatzes optischer Trägerfrequenztechniken zur Verteilung und Vermittlung breitbandiger Signale im Ortsnetzbereich labormäßig untersucht. Hauptvoraussetzung hierfür ist die Anwendung des optischen Überlagerungsempfangs, bei dem durch Überlagerung des optischen Eingangssignals mit der optischen Welle eines lokalen Lasers ein Zwischenfrequenzsignal im Mikrowellenbereich erzeugt wird /1/. Bei Verwendung fest abgestimmter Zwischenfrequenzverstärker kann durch Abstimmung des lokalen Lasers der Empfänger auf einen gewünschten Kanal eingestellt werden. Wegen der hohen Selektivität der Zwischenfrequenzverstärker können die Abstände der optischen Träger sehr gering sein (einige GHz).

Die Schwerpunkte des Vorhabens liegen beim Aufbau einer mehrkanaligen kohärenten Teilnehmeranschlußleitung und bei einem Vermittlungsexperiment mit Trägerfrequenzvielfach.

Stand im Projekt

Eine bidirektionale kohärente Teilnehmeranschlußleitung /2-4/ mit einer 3,5 km langen Monomodefaser wurde im optischen Kurzwellenbereich aufgebaut. In Teilnehmerrichtung werden drei Kanäle mit 5 GHz Trägerfrequenzabstand zur Übertragung von 70 Mbit/s-Signalen genutzt. Zu diesen Trägern hat der in entgegengesetzter Richtung laufende Träger einen Frequenzabstand von mehr als 25 GHz. Eine neuartige Trägerfrequenzregelung, die nach einem Heterodynspektrometer-Verfahren arbeitet, wurde entwickelt. Die Empfindlichkeit der optischen Überlagerungsempfänger beträgt - 44 dBm (BER = 10^{-9}).

Für die Entwicklung bidirektionaler mehrkanaliger kohärenter Übertragungssysteme muß der Einfluß der stimulierten Brillouin-Streuung (SBS) bekannt sein. Durch SBS treten bereits bei relativ geringen optischen Leistungen des Rückkanals Verstärkungseffekte bei Trägern auf, die in entgegengesetzter Richtung laufen /5/. Diese Verstärkungseffekte, die zu Übersprechen führen, sind jedoch auf eine definierte Frequenzdifferenz der Träger beschränkt. Sie können durch geeignete Wahl der Trägerfrequenz des Rückkanals vermieden werden.



Verstärkungseffekt durch stimulierte Brillouinstreuung

In einem weiteren Experiment wurde die Übertragung mit injektionsgelockten Lasern und PSK-Modulation /6-7/ untersucht, wobei die Laser auf unterschiedliche Seitenbänder eines modulierten optischen Trägers eingerastet wurden. Diese Untersuchungen wurden jedoch wegen auftretender Instabilitäten zu Gunsten des PSK/FM-Verfahrens zurückgestellt.

Arbeiten zur Entwicklung eines HDTV-fähigen Übertragungskanals für die Teilnehmeranschlußleitung und zur Demonstration von Vermittlungsfunktionen sind z.Z. im Anfangsstadium.

Die für die Experimente erforderlichen passiven Bauelemente werden im Rahmen des Projekts erstellt /8/. Hierzu zählen Faserringresonator, Richtkoppler nach dem Anschliffprinzip, Schmelzkoppler, 1/7-Sternkoppler, Faradaydreher mit Regelschaltung /9/ sowie Faserschalter.

/1/ Bachus,E.-J.: Coherent Optical Communications, Vorträge des 7.Intern. Kongresses LASER'85 "Laser: Opto-elektronik in der Technik" Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo (1986), S. 548-553

/2/ Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Eutin,W.; Großmann,E.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Coherent optical fiber subscriber line, Electronics Letters Dec. 1985, vol. 21, No. 25/26, pp. 1203-1205

/3/ Bachus,E.-J.; Braun,R.P.; Eutin,W.; Großmann,E.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Coherent optical fiber subscriber line, IOOC-ECOC'85, Venedig, Oct. 1985, Technical Digest Vol. III, pp. 61-64

/4/ Bachus,E.-J.; Braun,R.P.; Eutin,W.; Großmann,E.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Bidirectional Four-Channel Coherent Transmission, erscheint im Tagungsband der OFC 1986 , Atlanta, Febr. 1986

/5/ Waarts,R.G.; Braun,R.P.: Crosstalk due to Stimulated Brillouin Scattering in Monomode Fiber, Electronics Letters, Nov. 1985, Vol. 21, No. 23, pp. 1114-1115

/6/ Braun,R.-P.: Überlagerungsempfang mit injektionsgelockten Lasern, Diplomarbeit TU Berlin, FB 19, 1985

/7/ Braun,R.P.; Strebel,B.: Coherent optical fibre transmission using injection-locked lasers, Colloquium "Advances in coherent optic devices and technologies", London, März 1985, Digest No. 1980/30

/8/ 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, Tagungsband der OFC 1985, San Diego, Febr. 1985

/9/ Foisel,H.: Polarisationsregelung mit einem Faradaydreher für optische Heterodynempfänger, Studienarbeit TU Berlin, FB 19, 1985

Projektleiter: Prof. Dr. B. Strebel

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 dienteintegrierte 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 außerordentlich 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 derzeit 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.

Stand im Projekt

Der Aufbau eines kohärenten optischen Übertragungssystems mit hoher Empfängerempfindlichkeit stellt die Aufgabe, einen Single-Mode-Laser mit schmaler Linienbreite und großer Langzeitstabilität zu realisieren. Zu diesem Problem wurden mehrere theoretische /1-5/ und experimentelle /6-9/ Arbeiten durchgeführt und mehrere Laser-Konfigurationen erstellt. Die für das Übertragungssystem zur Zeit geeignetste Konfiguration mit $\lambda = 1{,}3\ \mu m$ besitzt eine Linienbreite von 1-3 MHz bei einer hohen Langzeitstabilität. Die Wellenlänge der Laser-Konfiguration kann um einige Nanometer verschoben werden, wobei etwa 7 Modensprünge auftreten. Die Durchstimmbarkeit in einem Arbeitspunkt ohne drastische Verschlechterung der Linienbreite beträgt 6 GHz . Der mechanische Aufbau dieser Konfiguration ist sehr kompakt mit einer Länge von etwa 2 cm /10/. Mit Hilfe dieses Lasers wurde ein Heterodynempfänger mit automatischer Stabilisierung der Zwischenfrequenz aufgebaut.

Vom Bereich Integrierte Optik wurden Phasenmodulatoren auf der Basis von $LiNbO_3$ für das Vorhaben entwikkelt. Sie haben eine Gesamteinfügungsdämpfung von weniger als 6 dB, eine obere Grenzfrequenz von etwa 1,8 GHz und benötigen eine Spannung von 9,7 V für eine Phasenänderung π. Zusammen mit der genannten Laser-Konfiguration konnten Amplituden- und Phasenmodulation demonstriert werden. In Verbindung mit dem Heterodynempfänger haben erste Messungen am Übertragungssystem begonnen.

Vom Bereich Integrierte Optik wurden außerdem Entwicklungsarbeiten an Phasenmodulatoren auf der Basis von InGaAsP/InP und an 1,5 µm Halbleiterlasern durchgeführt. Beide Komponenten sind aber noch nicht für den Einsatz in einem optischen Übertragungssystem geeignet.

Das Schwergewicht der Arbeiten zur Realisierung eines optischen Wanderwellenverstärkers liegt auf der Entspiegelung von Halbleiterlasern mit dem Ziel, eine Restreflexion von weniger als 10^{-3} zu erreichen. Aus Kostengründen wurden bisher alle Arbeiten an billigen kurzwelligen (λ = 0,8 µm) Lasern durchgeführt. An diesen Lasern wurden mehrere Bedampfungs- und Meßverfahren erprobt. Ein optischer Verstärker mit einer Verstärkung von 12 dB bei einer Restwelligkeit von 3 dB wurde realisiert /11/.

/1/ Patzak,E.; Meissner,P.; Yevick,D.: An analysis of the linewidth and spectral behavior of DBR lasers, IEEE, Journal of Quantum Electronics, QE-21, (1985) pp. 1318-1325

/2/ Sugimura,A.; Patzak,E.; Meissner,P.: Auger Effect in GaSb Quantum Well Lasers, IEEE, Journal of Quantum Electronics, QE-21, Dec. 1985

/3/ Sugimura,A.; Patzak,E.; Meissner,P.: Reduction of Auger Effect by GaSb Quantum Well Lasers in 1.5 µm Wavelength Region, Proc. of the 2nd Intern. Conf. on Modulated Semiconductor Structure, Kyoto, Japan, 9.85

/4/ Sugimura,A.; Patzak,E.; Meissner,P.: Homogeneous Linewidth and Linewidth Enhancement Factor for GaAs Semiconductor Laser, Journal of Physics D, Vol. 19, 1986, pp. 7-15

/5/ Patzak,E.; Meissner,P.; Yevick,D.: An Analysis of the Linewidth of DBR Lasers, Colloquium on "Advances in Coherent Optic Devices and Technologies", Digest No. 1985/30, Vortrag No 7, London, March 1985

/6/ Wenke,G.; Saito,S.: Stabilised PSK-Transmitter with Negative Electrical Feedback to a Semiconductor Laser, Electr. Letters 21, 1985, pp. 653-655

/7/ Wenke,G.; Saito,S.: Phase Locking of Semiconductor Lasers Using Homodyne Detection and Negative Electrical Feedback, Jap. Journal of Appl. Physics, Vol. 24, No. 12, Dez.1985, pp. L908-L910

/8/ Schunk,K.; Großkopf,G.; Küller,L.; Petermann,K.: Noise Characteristics of Injection Locked Semiconductor Lasers, IOOC-ECOC'85, Techn. Digest, Vol. 1, pp. 717-720, Venedig, Oct. 1985

/9/ Großkopf,G.; Küller,L.: Experimental study of stability properties of injection-locked InGaAsP/InP laser diodes, Optical and Quantum Electronics 17 (1985), pp. 269-275

/10/ Wenke,G.; Patzak,E.; Meißner,P.: Frequenzstabilisierung von Halbleiterlasern, erscheint in "Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft", Frühjahrstagung, Heidelberg, 1986

/11/ Großkopf,G.; Küller,L.; Ludwig,R.; Molt,R.: Experimentelle Untersuchungen an einem optischen Verstärker, erscheint in "Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft", Frühjahrstagung, Heidelberg, 1986

Projektleiter: G.Heydt (kommissarisch bis 30.4.1985); Dr. H.G. Weber (ab 1.5.1985) 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 Weizmann 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.

Stand im Projekt

Die Arbeiten konzentrierten sich bisher auf die Untersuchung von Auswirkungen der stimulierten Brillouin-Streuung (SBS) /1/ und der Vier-Photonen-Mischung (FPM), da speziell von diesen Effekten störende Einflüsse auf vielkanalige Systeme zu erwarten sind. Ein analytisches Modell für Auswirkungen der SBS wurde entwickelt. Experimente mit zwei gegenläufigen Kanälen bei 515 nm bei einer Frequenzdifferenz von 33,7 GHz ergaben, daß die Beeinflussung des niederfrequenteren Kanals exponentiell von der im höherfrequenten Kanal auftretenden Leistung abhängt. Bei 830 nm wurde eine Verstärkungserhöhung von 10% für den Fall ermittelt, daß eine Leistung von 300 μW im Gegenkanal vorlag. Dieser Verstärkungseffekt, der in der Praxis zu Übersprechen führen würde, ist jedoch auf eine definierte Frequenzdifferenz der Träger beschränkt und kann durch geeignete Wahl der Trägerabstände vermieden werden. Mit einer Versuchsanordnung mit zwei Trägern im Abstand von 1,5 GHz bei λ = 515 nm wurden durch FPM erzeugte parasitäre Kanäle beobachtet.

Im Berichtszeitraum war einer der Mitarbeiter des Projektes für etwa zwei Monate im HHI, um an dem hier vorhandenen mehrkanaligen Experimentalsystem Messungen zur SBS vorzunehmen /2/.

/1/ Bar-Joseph,I.; Friesem,A.A.; Lichtman,E. and Waarts,R.G.: Steady and Relaxation Oscillations of Scattering in Single Mode Optical Fibers, accepted in Journal of Optical Society of America-B.

/2/ Waarts,R.G. and Braun, R.P.: Crosstalk due to Stimulated Brillouin Scattering, Electronics Letters, Nov. 1985, Vol. 21, No. 23, pp. 1114-1115

Projektleiter: Prof. Dr. A.A. Friesem (Weizmann Institute of Science, Israel) Zuwendungsgeber: BMFT

Lokale Breitbandkommunikation mit optischer Vermittlungstechnik

Ziel

Das Vorhaben befaßt sich mit einem Breitbandkommunikationssystem für den Inhouse-Bereich, bei dem die Vermittlung auf optischem Wege erfolgen wird /1/. Interne Netze eignen sich besonders für einen ersten Einsatz der optischen Vermittlungstechnik, weil verglichen mit dem öffentlichen Bereich Teilnehmeranschlußlängen und Teilnehmerzahlen klein sind. Ziel der Arbeiten ist die Entwicklung eines Experimentalsystems und dessen exemplarischer Aufbau für 4 Teilnehmer. Die für die optische Vermittlungstechnik erforderlichen $LiNbO_3$ Komponenten werden vom Bereich Integrierte Optik entwickelt.

Das Systemkonzept sieht die Trennung der Schmal- und Mittelbanddienste einerseits und der Breitbanddienste andererseits innerhalb einer sternförmigen Netzstruktur vor. Die Vermittlung der Schmal- und Mittelbanddienste erfolgt als Kanalvermittlung durch ein Zeitmultiplex-Zugriffsverfahren über einen monomodalen Transmissions-Sternkoppler. Bei der Entwicklung der Teilnehmerstationen wurde besonders Wert auf ein schnelles Durchschalten der Kanäle gelegt ("fast circuit switching"). Die in die Sende- und Empfangsfaser beim Sternkoppler einzufügenden $LiNbO_3$-Einzelschalter verhindern das Abhören und (mutwillige) Gesprächsstörungen bei der im Schmal-/Mittelbandteil des Systems eingesetzten dezentralen Vermittlung. Diese Einzelschalter werden von einer zentralen Einheit - der Monitorstation - gesteuert, die außerdem die im Schmalbandteil des Systems abgewickelte Breitbandsignalisierung der zentralen Koppelfeldsteuerung des Breitbandteils übermittelt. Die Vermittlung der Breitbanddienste wird über ein mehrstufiges optisches Koppelfeld aus $LiNbO_3$ Schaltmatrizen vorgenommen. Die Ausführung als reines Raumkoppelfeld bietet die Möglichkeit, anwenderspezifische Breitbandkanäle bitratenunabhängig durchzuschalten.

Neben der Entwicklung und dem Aufbau des Experimentalsystems sind weitere Ziele des Vorhabens die kritische Untersuchung der eingesetzten optischen Vermittlungstechnik und des Systemkonzepts, besonders in Hinblick auf den langfristig zu erwartenden Einsatz von Komponenten der Integrierten Optik auf InP-Basis.

Stand im Projekt

Die Elektronik für den Schmalbandteil des Systems ist entwickelt; ein Funktionsnachweis für den Dienst Fernsprechen und ISDN Datenverkehr konnte Ende des Berichtsjahres mit Hilfe einer elektrischen Nachbildung der Funktionseinheit Sternkoppler - $LiNbO_3$ Einzelschalter geführt werden. Darüber hinaus ließ sich zeigen, daß Verbindungen weder gestört, noch abgehört werden können. Ein für das Experimentalsystem geeigneter, exemplarischer Sternkoppler /2/ wurde aufgebaut. Der Schwerpunkt der weiteren Arbeiten lag in der Entwicklung der optischen Komponenten für die Übertragungsstrecken des Systems.

/1/ Th.Hermes, B.Hoen, J.Saniter, F.Schmidt: LOCNET - A Local Area Network using optical switching, IEEE Journal of Lightwave Technology, vol. LT-3, pp. 467-471 (1985)

/2/ W.Werner, W.Döldissen, H.Heidrich, Th.Hermes, D.Hoffmann, J.Saniter, F.Schmidt: Single-Mode Star Couplers for Optical Switching Applications. Tagungsband der 5. IOOC und 11. ECOC, Venedig 1985, S. 427-430

Projektleiter: Dr. Th. Hermes

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 die Grundlagen für die Breitbandkommunikation in zukünfigen Glasfasernetzen.

Die ständig steigende Vielfalt der Aufgaben im Bereich der digitalen Signalverarbeitung läßt die Konzeption eines universell einsetzbaren Signalprozessors attraktiv erscheinen. Ein programmierbarer Gleitkomma-Signalprozessor als "Full Custom Design" wird in Zusammenarbeit mit der Firma Siemens in dem Projekt "Hochintegrierter Signalprozessor für die Telekommunikation" entwickelt. Siemens übernimmt auch die Chip-Fertigung. Mit den CAD-Mitteln, die teils im HHI installiert sind, teils über das VDI-Technologiezentrum genutzt werden können, führen wir die Entwicklung bis hin zum Maskenlayout.

Geräte für die Quellencodierung und Fehlersicherung bei der Bewegtbildübertragung im Orts- und Fernnetz werden für die Randbedingungen geplanter Systeme in den Bereichen Fernsehen und Telekonferenz bzw. Bildfernsprechen in dem Vorhaben "Einsatz von Codiertechniken für die Breitbandkommunikation" entwickelt. Die in Vorläuferprojekten gefundenen und durch Rechnersimulation erprobten Verfahren werden für die Codec-Realisierung adaptiert. Neue Ideen zur Quellen- und Kanalcodierung werden eingesetzt, die die Integration erleichtern. Ein programmierbarer Echtzeit-Videosignalprozessor und seine ECL-Gate-Array-Integration waren das Ziel eines 1984 abgeschlossenen Projektes. Eine Erweiterung der Prozessorstruktur, höhere Integration und der Einsatz für Codiergeräte sollen im Nachfolgeprojekt "Programmierbarer Video-Signalprozessor für die Echtzeit-Verarbeitung" erreicht werden.

Der Arbeitsschwerpunkt der Abteilung ist das Hochauflösende Fernsehen (HDTV). Hier werden sowohl Signalverarbeitung und Übertragung wie auch die Großbildwiedergabe für ein großes Gesichtsfeld untersucht. Ein HDTV-System mit verdoppelter Zeilenzahl, digitaler Übertragung zum Teilnehmer und digitaler Signalverarbeitung mit Bildspeicherung im Studio und im Empfangsgerät soll der Übertragung von Bildern dienen, die gesichtsfeldfüllend wiedergegeben werden können (Bilddiagonale gleich Betrachtungsentfernung) und damit die Illusion der "Telepräsenz" liefern. 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. Ein Wiedergabegerät mit 1000 Zeilen Auflösung bei einer Bilddiagonale bis zu 2,5m ist das Ziel einer Prototypentwicklung im Projekt "HDTV-Lichtventilprojektor", ausgehend von den Ergebnissen der experimentellen und theoretischen Untersuchungen des Lichtventilverfahrens in einem Vorläuferprojekt. Alternative Verfahren grundsätzlich auf ihre Eignung für den Einsatz in HDTV-Projektoren zu untersuchen, ist die Aufgabe im Projekt "Lichtventilsteuerschichten und Mehrstrahl-CRT-Verfahren". Der gesamte Komplex der zusätzlich zur Zeilenverdopplung und Bandbreitenerweiterung notwendigen Qualitätsverbesserung durch digitale Signalverarbeitungsverfahren, der Normenumsetzung und der Erprobung in einem volldigitalen Glasfaserübertragungssystem wird in dem Projekt "HDTV-Signalverarbeitung" bearbeitet. Hierzu gehören auch der Einsatz von Kamera und MAZ und die Erstellung von Versuchsprogrammen in Zusammenarbeit mit dem SFB. Vorarbeiten zum Grundkonzept und für die Hardware der Signalverarbeitung wurden bereits in einem Vorläuferprojekt geleistet.

Eine echt räumlich wirkende Wiedergabe von Bildern ohne Stereobrille ist das Fernziel einer zukünftigen "Telepräsenz"-Übertragung. Im Rahmen einer Vorstudie waren zunächst mit foto-optischen Mitteln autostereoskopische Aufnahme- und Wiedergabeverfahren untersucht worden, wobei Parallax-Panoramagramme mit Linsenrasterprojektion und mit holografischer Projekton in Betracht gezogen wurden. In dem Projekt "Übertragung räumlicher Bilder" wird ein Versuchssystem aus Aufnahme und Wiedergabe die Anwendung der Linsenrasterprojektion auf eine Fernsehübertragung zeigen. Die Untersuchungen zur dreidimensionalen Darstellung von Parallax-Panoramagrammen mit holografischer Projektion werden daneben noch experimentell fortgesetzt.

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 Adreßwerk, 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 werden leistungsfähige Entwurfshilfsmittel, die dem Signalprozessor einen großen Anwenderkreis auf dem Gebiet der Nachrichtentechnik erschließen sollen, entwickelt.

Das Vorhaben wird in Zusammenarbeit mit der Firma Siemens (NSI) durchgeführt. 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 während der ganzen Projektlaufzeit ständig aktiv an der Realisierung des Signalprozessors beteiligt sein. Die Entwicklung in der ersten Phase des Vorhabens soll zur Integration des Gleitkommarechenwerks in 3 µ-CMOS-Technologie führen. In der zweiten Phase wird der gesamte Gleitkomma-Signalprozessor in 2 µ-CMOS-Technologie realisiert. Im HHI werden dazu folgende Arbeiten durchgeführt:
- Ermittlung und Optimierung der Prozessor-Architektur
- Entwurf und Optimierung der Komponenten des Signalprozessors in CMOS mit Simulatoren (HILO-3, SPICE)
- Layoutentwicklung für den Signalprozessor unter Berücksichtigung der Design-Rules der Siemens-CMOS-Technologie
- Entwurfsverifikation auf allen Entwicklungsebenen
- Prüfdatenermittlung für den Sentry-Testautomaten
- Entwicklung und Aufbau des Hardware-Modells des Signalprozessors für Echtzeitsimulation
- CAD: Layout über Applicon-System des HHI, Schaltungsentwurf und Layoutverifizierung über Phoenix-Software des VDI-TZ.

Stand im Projekt

1. Gleitkommarechenwerk in 3 µ-CMOS

Ergänzend zu einem Carry-Ripple-Addierer wurden weitere parallele Addierverfahren in CMOS-Technologie unter Verwendung des Netzwerksimulators SPICE entworfen und verglichen. Die besten Ergebnisse konnten mit dem Addierer in Selekt-Technik erzielt werden. Damit wurde die Verwendung dieses Addierers/Subtrahierers im Mantissenteil festgelegt, während sich im Exponententeil der Carry-Ripple-Addierer aufgrund der geringeren Wortlänge des Exponenten als günstiger erwies. Im Rahmen der Realisierung des gesamten Gleitkommarechenwerks wurden weitere Komponenten in CMOS-Technik entworfen und mit SPICE hinsichtlich des Zeitverhaltens optimiert. Das logische Verhalten und die Testbarkeit der Schaltungen sind mit HILO-3 untersucht worden. Schließlich wurde ein Maskenlayout individuell für die einzelnen Zellen (Full custom design) erstellt. Nach der Verifizierung

des Layouts hinsichtlich Verletzung der Entwurfsregeln schloß der Vergleich zwischen Maskenlayout und Schaltung die Entwicklung ab. Dieser Ablauf mußte nach jeder Ergänzung oder Korrektur erneut durchgeführt werden. Das Gleitkommarechenwerk ist in Pipelinetechnik entworfen worden. Die benötigte Chipfläche für den Gleitkommamultiplizierer (Bild 2) beträgt ca. 26 mm^2 und für den Gleitkommaddierer/-subtrahierer (Bild 1) 12,5 mm^2. Die Operationen des Gleitkommarechenwerks sind:

1. Gleitkommaaddition
2. Gleitkommasubtraktion
3. Gleitkommamultiplikation
4. Vergleich von zwei Gleitkommazahlen
5. Konversion von Festkomma- zu Gleitkommaformat
6. Konversion von Gleitkomma- zu Festkommaformat.

Die Fertigung des Chips ist für Frühjahr 1986 vorgesehen.

2. Optimierung der Architektur des Gleitkommasignalprozessors

Um die Leistungsfähigkeit des Signalprozessors zu erhöhen, ist der Befehlssatz erweitert worden. Dies geschah in Zusammenhang mit einem neuen Adreßrechenwerk, das weitgehend die Adressierung der Daten- bzw. Konstantenspeicher für die meisten Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung (FFT, FIR-Filterung, Korrelation,...) automatisiert. Folglich kann der Programmaufwand um die Programmspeicherkapazität verringert werden. Nach der Festlegung des Speichersystems, des Adreßrechenwerks und des Gleitkommarechenwerks begann die Optimierung des Steuerwerks. Dabei soll eine geeignete Codierung für die Befehle, die in drei Befehlstypen aufgeteilt sind, gefunden werden. Ein weiteres Simulationsmodell wurde anhand von neu implementierten Aufgaben der digitalen Signalverarbeitung (FFT-Radix-4, FIR-Filter, Fensterfunktionen, Polyphasennetzwerk, digitaler Signalgenerator, Transmultiplexer) getestet. Die ermittelten Ergebnisse wurden zwecks Untersuchung des Pipelinings und der Auslastung der Architektur ausgewertet.

3. Entwicklungssystem

Für Einsatz und Vermarktung des Signalprozessors sind die Hardware- und Softwarehilfsmittel zur Programmierung ausschlaggebend. Hierzu wurde die Entwicklung begonnen mit dem Aufbau eines Mikrocomputersystems, an dem bereits der Crossassembler und der Simulator in Pascal implementiert worden sind. Einige Aufgaben der digitalen Signalverarbeitung, z.B. FFT-Radix-2 und FFT-Radix-4, sind damit programmiert und getestet worden.

Projektleiter: M. Talmi

Zuwendungsgeber: BMFT

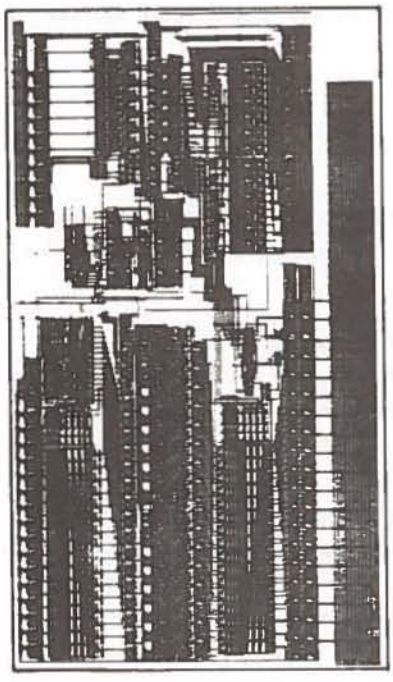


Bild 1

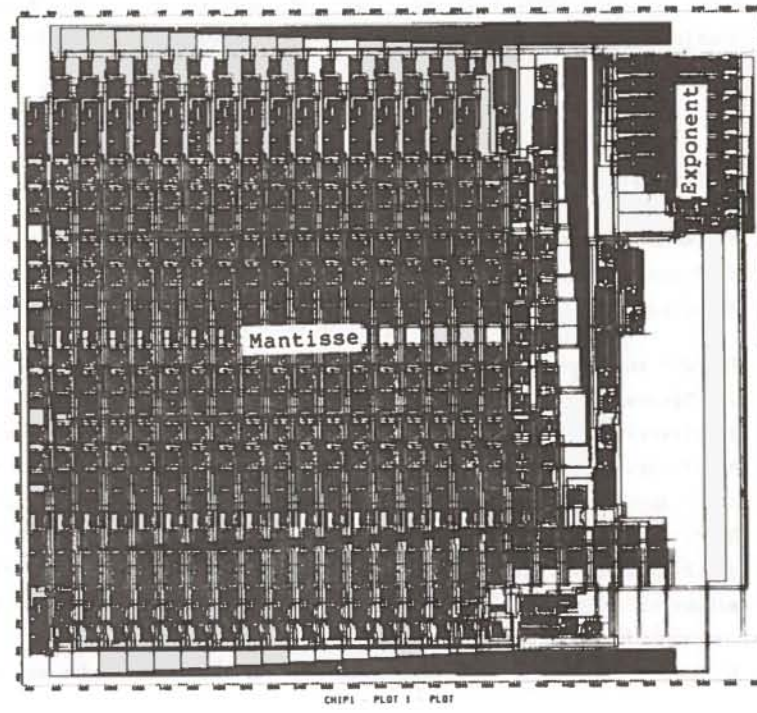


Bild 2

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 Videokonferenz und Bildfernsprechen abzuwickeln sein. Unter Annahme einer Übertragungsrate von 72 Mbit/s /1/ soll ein DPCM-Codierverfahren entwickelt werden, das für die TV-Verteilung 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 Videokonferenz bzw. Bildfernsprechen wird eine Fernübertragung mit auf 2 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-Coders bei vergleichsweise geringem Aufwand ermöglichen /2/,/4/.

Ziel ist, für alle genannten Anwendungsbereiche zunächst Laboraufbauten zur Signalcodierung und -decodierung zu erstellen, aus denen während der bis zum 31.12.86 verlängerten Projektlaufzeit Codier- und Decodiergeräte (Codecs) entstehen sollen, die Prototypcharakter besitzen. Ihr Betrieb außerhalb des Labors in Zusammenschaltung mit weiteren Geräten einer Übertragungskette unter Berücksichtiung vorhandener Übertragungsstandards und Schnittstellenfestlegungen soll möglich sein. Durch Anwendung neuartiger Prinzipien und Einsatz hochintegrierter Schaltkreise soll der Hardwareaufwand erheblich reduziert und ein problemloser Nachbau ermöglicht werden.

Stand im Projekt

Die Arbeiten konzentrierten sich auf die Entwicklung der Laboraufbauten für die zu erstellenden Codecs. Ergänzend wurden weitere Simulationen und Optimierungen vorgenommen. Mit der Planung und Entwicklung der Prototyp-Codecs für die genannten Anwendungsbereiche wurde begonnen.

Für die Intraframe-Codierung bei der TV-Verteilung mit 72 Mbit/s wurden für den Laboraufbau DPCM-Coder- und Decoder-Schaltungen für Luminanz- und Chrominanzkomponenten entwickelt, die nur mit schnellen bipolaren Schaltkreisen arbeiten. Parallel zu diesen Arbeiten wurde ein neues, sehr einfaches und kostengünstiges Realisierungskonzept in Form von PROM-Tabellen gefunden, bei dem die gesamte DPCM-Schleife (1-dim. Prädiktion) durch eine Tabelle (1 PROM für Decoder, 2 für Coder) ersetzt wird; ein VLSI-DPCM Codec wird dadurch überflüssig. Eine noch stärkere Kosten- und Aufwandseinsparung wird durch Verringerung der Wortbreite bei der Prädiktion erreicht, wodurch sich der Adreßumfang und damit die Speicherkapazität der benötigten PROM's erheblich reduzieren läßt. Der Prädiktionswert wird durch Runden der niedrigstwertigen Stellen von 8 bit auf 7,6 oder 5 bit Wortbreite reduziert. Daß dies zulässig ist, wurde in Simulationsuntersuchungen bestätigt. Entsprechend diesem Konzept wurden der Chrominanzcoder sowie die Decoder für Luminanz und Chrominanz

als PROMs realisiert. Für den Luminanzcoder liegen die reinen Bauteilekosten der PROM-Lösung z.Zt. noch höher als die der konventionellen Lösung, weshalb letztere für die Realisierung des Laboraufbaus des Intraframe-Codecs beibehalten wurde. Der Codec wurde in dieser Form fertig aufgebaut und ist betriebsbereit. Eine vollständige PROM-Realisierung des Coders erfolgt für den Prototyp des Intraframe-Codecs, für den bereits das Realisierungskonzept entworfen wurde /3/.

Im Bereich der Interframe-Codierung wurden vorbereitend zur Realisierung des 2 Mbit/s-Codec Rechnersimulationen zwecks endgültiger Festlegung der Semgentierungs- und Interpolationsalgorithmen durchgeführt. Das entwickelte Codierverfahren kann volle TV-Auflösung erreichen; ein neues Puffer-Prinzip bei Coder und Decoder erlaubt es, umfangreiche und schnelle Logik-Schaltungen durch einen Signalprozessor zu ersetzen. Dafür wird der HHI-Bildprozessor eingesetzt, der im Vergleich zu anderen Prozessoren entscheidende Vorteile aufweist und inzwischen verfügbar ist. Im Coder wird er als Codierprozessor eingesetzt, der die DPCM-Codierung und Rekonstruktion der Bildpunkte zu übernehmen hat. Wegen der im wesentlichen gleichen Algorithmen für Codierung und Decodierung kann die gleiche Bildprozessor-Anordnung für beide Aufgaben eingesetzt werden. Für die Schaltung des Bildprozessors wurde ECL-Logik, für die übrigen Komponenten des Codierprozessors TTL-Logik vorgesehen. Die beim Codierprozeß anfallenden Steueraufgaben werden vom Mikroprozessor MC 63000 übernommen. Die Realisierung leistungsfähiger Vollbildspeicher in kompakter Form mit preiswerten Speicherbausteinen wird durch eine aufwendige Multiplex-Technik erreicht. Für diesen Zweck wurde ein Multiplex-Baustein in Form eines Gate-Arrays der Firma Fujitsu mit ca. 700 Gatterfunktionen entworfen. Mit dem Aufbau des Interframe-Codecs wurde begonnen, wobei aufbauend auf dem bisherigen Stand des Laboraufbaus aus Zeit- und Aufwandsgründen direkt auf den Aufbau des Prototyp-Codecs übergegangen wurde.

Für die Fehlerkorrektur bei 2 Mbit/s Kanalrate mit Reed-Solomon-Codes wurde für die Realisierung des Laboraufbaus des Kanalcodecs das Prozessorkonzept vervollständigt. Für die Hauptverarbeitungseinheiten - die rückgekoppelten Schieberegister - wurde ein neues Realisierungskonzept entwickelt, das es erlaubt, mit auf dem Markt verfügbaren Registerbausteinen und PROM's die Zahl der benötigten Schaltkreise (ohne Berücksichtigung des Codierprozessors) um den Faktor 6-8 zu reduzieren. Die Schaltung befindet sich im Aufbau. Die Struktur des universellen Registerschaltkreises wurde endgültig festgelegt, nachdem eine Reihe neuentwickelter Schaltungskonzepte miteinander verglichen worden war. Für die Realisierung dieses Registerschaltkreises wurde das HCMOS Gate-Array C-8000 von Fujitsu vorgesehen. Als nächster Schritt ist die Umsetzung und Simulation der Schaltung auf einer CAD-Anlage vorgesehen. Der Einsatz der Registerbausteine im Prototyp-Kanalcodec wird die flexible Codebearbeitung von BCH- und Reed-Solomon-Codes ermöglichen. Außer dem universellen Registerschaltkreis wurde ein Galoisfeld-Multiplizierer für die Gate-Array-Realisierung entworfen, der sich z.Zt. in der Simulationsphase befindet.

/1/ Kummerow, Th.: Bild- und Tonübertragung in Glasfaser-Breitband-Ortsnetzen. NTZ 38 (1985) Nr. 3, S.140-144 und Nr. 4, S. 226-228.

/2/ Stammnitz, P.: Ein schnelles Decodierverfahren für binäre BCH-Codes (Zur Fehlersicherung von Fernsehsignalen bei hochratiger Übertragung). Dissertation, HdBW München, 1984.

/3/ Kummerow, Th.; Neuhold, P.: DPCM-Codierung mit hoher Qualität und geringem Aufwand für die TV-Verteilung in Glasfasernetzen. NTZ 39 (1986), erscheint demnächst.

/4/ Stammnitz, P.: Fehlersicherung für die digitale Bewegtbildübertragung. NTZ 39 (1986), erscheint demnächst.

Projektleiter: Dr. Th. Kummerow

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 universellen Signalprozessors können auch im Bereich der digitalen Videosignalverarbeitung nutzbar gemacht werden, wozu sehr schnelle, hochwertige Halbleitertechnologien und optimal an die Videosignalverarbeitung 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 in dem 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 CCIR-Rec.601 für die digitale Studionorm bei Standardfernsehen. 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

Der Systemaufbau des Video-Signalprozessors einschließlich der Entwicklungssoftware konnte nach Lieferung der ECL Gate-Array-Bausteine und einigen wichtigen Verbesserungen und Erweiterungen im wesentlichen abgeschlossen werden. Es steht nun ein leistungsfähiges Video-Signalprozessor-System für die Echtzeit-Ausführung von Codier- und Bildsignalverarbeitungsalgorithmen zur Verfügung. Mit Hilfe der Entwicklungssoftware (Cross-Assembler, Datentransfer- und Testprogramme) und insbesondere aufgrund der detaillierten Fehlermeldungen des Cross-Assemblers bei nichtablauffähigen Quellprogrammen können Programme in einem vertretbaren Zeitaufwand erstellt werden /1/.

Für die Überprüfung des logischen und dynamischen Funktionsverhaltens der gelieferten ECL Gate-Array-Bausteine auch im Zusammenwirken mit der Prozessorperipherie wurden insgesamt 16 Testprogramme mit unterschiedlichen Arbeitsfrequenzen entwickelt. Weitere Testprogramme ohne Bildschirmausgabe dienen zur Überprüfung wichtiger Funktionseinheiten (z.B. Programmspeicher, Registerspeicher, Adreßlogik). Ein ausführlicher Systemtest mit diesen Programmen wurde durchgeführt.

Eine Leistungsabschätzung des Prozessorsystems einschließlich der Entwicklungssoftware erfolgte durch die Realisierung verschiedener Prozessorprogramme aus den Bereichen Bildcodierung und Bildsignalverarbeitung. Die Auswertung der Ergebnisse in bezug auf die Prozessorleistung und Programmierbarkeit führte zu weiteren Verbesserungen und Funktionserweiterungen der Systemhardware. Die Schaltungsverbesserungen wurden soweit wie möglich ohne vorherige Rechnersimulation bereits in dem jetzigen System eingebracht, da die Ergebnisse in Echtzeit unmittelbar beobachtet werden können. Umfangreichere Änderungen am Bussystem, an der A/D-D/A-Einheit und an der Taktgeneratoreinheit werden in einem zweiten Systemaufbau realisiert. Hiermit wurde der Bauteileaufwand erheblich reduziert. Durch den kompakten Aufbau verbesserten sich die elektrischen Eigenschaften. Der Aufbau eines zweiten Prozessorsystems soll auch Erkenntnisse liefern, in welcher Weise bei Zusammenschaltung mehrerer Systeme eine Leistungssteigerung durch Last- und Funktionsteilung erzielt werden kann.

Funktionssimulationen einer erweiterten und verbesserten Schaltungsstruktur wurden mit dem Simulationsprogramm HILO-3 durchgeführt. Die praktischen Erfahrungen bei der Implementierung von Algorithmen mit dem vorhandenen Video-Signalprozessor-System wurden beim Entwurf der erweiterten Systemstruktur berücksichtigt und in die neue Schaltung eingebracht. Eine Abschätzung der technischen Realisierbarkeit durch wenige integrierte Bausteine sollte bereits bei der dynamischen Funktionssimulation möglich sein. Der endgültige Hardware-Aufwand wird sich jedoch erst bei der logischen Schaltungssimulation auf Gatterebene erkennen lassen.

/1/ W. Liebsch; W. Koch: A programmable processor for realtime video signal processing and picture coding. International Picture Coding Symposium, Juli 1984, Tagungsband, Seite 11.3.

Projektleiter: W. Liebsch

Zuwendungsgeber: BMFT

HDTV-Lichtventilprojektor

Ziel

Für ein zukünftiges HDTV-System ist ein lichtstarkes Wiedergabegerät mit hoher Auflösung Voraussetzung. Die angestrebte Bilddiagonale von 2m bis 2,5m kann voraussichtlich nur durch Projektionsverfahren erzielt werden.

Mit den im Vorläufer-Projekt erarbeiteten Vorschlägen als Basis soll der Prototyp eines HDTV-Einröhren-Lichtventilprojektors mit flüssiger Steuerschicht entwickelt werden. Gegenüber bisher verfügbaren Geräten /2//3/ soll der Lichtstrom auf 1000 Lumen und die Auflösung auf 1000 Zeilen pro Bildhöhe erhöht werden. Dazu müssen einerseits im Beleuchtungsstrahlengang und bei der Farbfilterung des Schlierenprojektionssystems neue Konzepte - wie gekrümmte Vielfachzylinderlinsen und Interferenzfilterstreifen - erprobt werden /1/. Andererseits muß für eine gesteigerte Auflösung die Steuerschichtfläche vergrößert werden, da - bedingt durch physikalische Schichtparameter - die Bildpunktgröße nicht wesentlich verkleinert werden kann. Mit einer zu entwickelnden Elektronenstrahlquelle muß die Ladungsdichte auf der Steuerschicht angehoben werden, um bei feineren Bildstrukturen einen gleichbleibenden Beugungswirkungsgrad zu erzielen. Durch optimierte Trägerfrequenzverhältnisse und dynamisch korrigierte Elektronenstrahlablenkung sollen Kontrast, Farbübersprechen und Farbreinheit verbessert und Störstrukturen unterdrückt werden.

Die Entwicklung und Konstruktion eines neuen Projektionsobjektives mit Schlierenlinse wird von der optischen Industrie übernommen. Die Lichtausbeute soll mit einer eigens entwickelten Projektionslampe verbessert werden.

Die experimentelle Bestätigung zu diesen Überlegungen und die nachfolgende Optimierung werden bei noch kleiner Steuerschichtfläche - und damit verminderter Auflösung - mit den herkömmlichen Projektionsobjektiven durchgeführt werden. In dem eigentlichen Prototyp werden dann die erprobten Verfahren und Konstruktionen an die vergrößerte Steuerschichtfläche angepaßt. Zahlreiche Industriefirmen sind an der Entwicklung der Bauteile beteiligt. Das Projekt begann am 1.1.1985, die Laufzeit beträgt 3 Jahre.

Stand im Projekt

Die Entwicklung einer neuen Projektionslampe (Osram, HTI-400W) mit 1,5mm Elektrodenabstand und 26000 lm Lichtstrom wurde in Auftrag gegeben. Die Entwicklung einer neuen Projektionsoptik für eine Steuerschichtfläche von 36x60 mm^2 wurde bei der Fa. Zeiss in Auftrag gegeben.

Optische Simulationsrechnungen zur Ortsbestimmung der Beugungsordnungen in der Ausgangsblendenebene wurden durchgeführt und an einem industriell gefertigten Eingangs- und Ausgangsblendenpaar experimentell bestätigt.

Der Beleuchtungskondensor wurde zur Kompensation des Öffnungs- und Komafehlers des Ellipsenspiegels als Asphäre und zur Kompensation des Farbfehlers als sphärischer Achromat berechnet. Leicht herstellbar ist nur der sphärische Achromat. Das Konzept des Beleuchtungsstrahlenganges wurde überarbeitet. Eine Kombination aus sphärischen und toroidalen Linsen verspricht eine Lichtführung durch die Eingangsblende und eine Ausleuchtung der Steuerfläche mit geringsten Lichtverlusten.

Eine Rechnersimulation der Elektronenbahnen mit kontinuierlicher Integrationsvariabler bei der Bahnberechnung und zwei verschiedenen Maschenweiten bei der Potentialberechnung wurde durchgeführt, um die Parametervariation bei der experimentellen Optimierung der Elektronenkanone einzuschränken.

Die Elektronen-Ablenk- und Fokussierungsstufe wurde konstruiert, aufgebaut mit metallgedichteten Vakuumflanschen und erprobt mit einem Hochspannungsverteiler für quasistatischen Betrieb. Die Module für vertikale und horizontale Ablenkspannungen, Pulssteuerung, Strahlstromregelung und Hochfrequenzoszillator und -Teiler wurden aufgebaut, mit Versorgungsspannungen verbunden und getestet.

Bei verschiedenen Firmen der chemischen Industrie und in Universitätsinstituten wurden vertiefte - vorwiegend spektroskopische - Analysen des vorhandenen Steuerschichtmaterials durchgeführt, um die physiko-chemischen Daten und die chemische Struktur zu ermitteln. Mit diesen Parametern wurde die Synthese eines solchen Materials am Institut für Organische Chemie in Angriff genommen. Parallel dazu synthetisierte die Firma Wacker Chemie eine Substanz auf Polysiloxanbasis, die die geforderten physiko-chemischen Parameter der Steuerschicht annähernd erreicht.

/1/ H.J. Ehrke; B. Kuhlow; Th. Rosin; Th. Sinnig; R. Tepe; G. Tröller: "Ein Lichtventilprojektor für HDTV mit einem Lichtstrom von 1600 lm bei 400 W Lampenleistung". Frequenz 39 (1985) H.9, S. 257-262.

/2/ G. Mahler:Möglichkeiten der Lichtventil-Großbildprojektion für HDTV. Frequenz 37 (1983) H. 11/12, S. 300-306.

/3/ G. Mahler: High Definition Light Valve Projection. IEEE Transactions CE-30 (1984), No.4, S.563-567.

Projektleiter: Dr. Th. Rosin

Zuwendungsgeber: BMFT

Lichtventil-Steuerschichten und Mehrstrahl-CRT-Verfahren zur HDTV-Großbildprojektion

Ziel

Lichtventile bieten die Möglichkeit, gleichzeitig eine hohe Auflösung und einen großen Lichtstrom zu erzielen. Damit erfüllen sie die wesentlichen Voraussetzungen zum Einsatz in einem HDTV-Großbildprojektor. Lichtventile unterscheiden sich zum einen im verwendeten Lichtsteuerverfahren (Beugung, Streuung, Polarisation, Absorption, etc.) und zum anderen in der Art der elektrischen Ansteuerung (passive oder aktive Matrix, Elektronenstrahl, Laser, etc.). Insgesamt ergibt sich eine Reihe von Steuerschicht-Ansteuerungs-Kombinationen mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen /1/.

Während im parallel laufenden Vorhaben "HDTV-Lichtventil-Projektor" das bekannte /2/ und kommerziell eingesetzte Verfahren der Elektronenstrahl-Abrasterung einer als Beugungselement wirkenden flüssigen Steuerschicht für HDTV-Anforderungen weiterentwickelt wird, sollen in diesem Projekt alternative Steuerschichten und Ansteuerungen auf ihre eventuelle Tauglichkeit für einen zukünftigen HDTV-Lichtventil-Projektor untersucht werden. Dabei werden gezielt reine Festkörper-Technologien herangezogen, weil mit solchen Verfahren ein kompaktes und kostengünstiges Gerät leichter zu realisieren sein dürfte.

Als Steuerschichten sollen Materialien herangezogen werden, die ihre prinzipielle Eignung zur räumlichen Lichtmodulation schon bewiesen haben: Elastomer-Gel-Schichten als Beugungselemente analog der o.g. Flüssigkeitsschicht und elektro-optische Kristalle oder Keramiken zur Polarisationsdrehung. Bei beiden Steuerschichtprinzipien sind die physikalischen Grenzen im Hinblick auf eine Verwendung für HDTV herauszufinden.

Zur Ansteuerung sollen vorrangig aktive Matrizen eingesetzt werden, wobei für Elastomerschichten die Siliziumtechnologie sinnvoll verwendet werden kann, während bei den elektro-optischen Materialien wahrscheinlich mit Dünnfilm-Transistoren gearbeitet werden muß, um die erforderlichen relativ hohen Spannungen schalten zu können. Auch bei den aktiven Matrizen geht es in diesem Vorhaben hauptsächlich darum, die prinzipiellen Grenzen und Möglichkeiten aufzuzeigen.

Stand im Projekt

Im Laufe des Jahres 1985 wurde vor allem an der theoretischen Analyse der Elastomerschicht-Verformung gearbeitet. Aus der Elektrostatik wurden die Druckkräfte als Funktionen der angelegten elektrischen Spannungen abgeleitet und aus der Theorie der inkompressiblen viskoelastischen Körper die daraus resultierenden Verformungen. Es wurde damit begonnen, die Ergebnisse der theoretischen Analyse für verschiedene Kombinationen von Materialparametern quantitativ auszuwerten, um Vorgaben für die Herstellung geeigneter Elastomerschichten machen zu können und um Vergleiche zwischen Theorie und Experiment zu ermöglichen.

Gegen Ende des Jahres wurde mit der Vorbereitung der experimentellen Arbeiten begonnen. Für die interferometrische Untersuchung der Elastomerschichten und das polarisationsoptische Studium der elektro-optischen Materialien wird ein großes Forschungsmikroskop eingesetzt werden. Eine Reihe von Kontakten und Kooperationen mit Firmen und Instituten wurde aufgenommen, die auf den Gebieten der Elastomerherstellung, der Züchtung elektro-optischer Kristalle, der Entwicklung und Herstellung von Silizium- und Dünnfilm-Schaltungen und der Bereitstellung geeigneter Glas-Substrate tätig sind.

Erste Messungen galten dem Beugungsmuster, das von einer verspiegelten Elastomer-Gel-Schicht bei elektrischer Ansteuerung mit Kamm-Elektroden erzeugt wird. Die Schichten waren uns vom New York Institute of Technology zur Verfügung gestellt worden. Aus den Messungen ergab sich, daß ausreichende Verformungsamplituden erreicht wurden. Allerdings lieferte die Elektrodenstruktur bereits beim Anlegen der zur Linearisierung erforderlichen Vorspannung eine unerwünschte periodische Verformung und damit ein Beugungsmuster. Als Konsequenz dieses Ergebnisses wird beim Entwurf der Ansteuerung darauf zu achten sein, daß die Gitter-Elektroden nur sehr schmale Zwischenräume freilassen.

Zukünftige Experimente sollen insbesondere das zeitliche Verhalten der Elastomer-Verformung, die Temperaturabhängigkeit und die Langzeitstabilität klären. Außerdem sollen in Versuchsreihen Elastomer-Materialien mit optimalen Parametern ermittelt werden.

Bei den elektro-optischen Kristallen und Keramiken sind grundlegende Untersuchungen zur Doppelbrechung, zum Pockels- und Kerr-Effekt, zu Raumladungs-Einflüssen, zur Temperaturempfindlichkeit, etc. geplant, um auch hier ein geeignetes Material für eine Lichtventil-Steuerschicht zu finden.

/1/ G. Mahler: The Display Problem of HDTV. Second international colloquium on new television systems: HDTV'85, Ottawa, Canada, May 13-16, 1985, Colloquium Proceedings 2.6, S. 1-10

/2/ R. Tepe: Analysis of Fluid Light Valve Control Layers for HDTV Large Picture Projection. Journal of Applied Physics, Volume 57, H. 7, April 1985, S. 2355-2360.

Projektleiter: Prof. Dr. G. Mahler (kommissarisch)

Zuwendungsgeber: BMFT

HDTV-Signalverarbeitung

Ziel

Ein HDTV-System für eine 2H-Bildwiedergabe (Betrachtungsabstand = doppelte Bildhöhe) erfordert zusätzlich zur Verdopplung der Zeilenzahl und einer etwa sechsfach größeren Signalbandbreite im Vergleich zum 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. 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 /1/.

Die für eine digitale HDTV-Übertragung benötigte Kanalkapazität muß im Rahmen wirtschaftlich vertretbarer Grenzen bleiben. Das Ziel ist eine Reduktion der Übertragungsrate auf 288 Mb/s für die Monomode-Glasfaserstrecke im Teilnehmerbereich. Hierzu sind zunächst zeitlich-räumliche Abtastratenreduktionen einzusetzen. Übertragungsversuche sind über eine Glasfaserstrecke zwischen HHI und dem Sender Freies Berlin vorgesehen.

Die HDTV-Großbildwiedergabe mit Lichtventilprojektion erfordert spezielle, für diese Displayverfahren eigentümliche Signalaufbereitungen beim Empfänger, um die Bildqualität zu optimieren. Hierzu sollen Verfahren an einem Simulationsmodell untersucht werden.

Ein sehr wichtiger Aspekt bei HDTV-Normungsfragen ist die Kompatibilität mit existierenden TV-Normen und auch die Ermittlung von Qualitätsgrenzen bei möglicherweise notwendig werdenden Umsetzungen zwischen verschiedenen HDTV-Normen. Hierzu sollen Verbesserungen bekannter Normwandlerverfahren (z.B. Anwendung von "displacement estimation" und "displacement interpolation") untersucht werden. Mit Hinblick auf 3DTV soll in diesem Zusammenhang auch mit ähnlichen Verfahren die Rekonstruktion von Zwischenbildern versucht werden, die über ein einfaches Stereobildpaar hinaus für eine autostereoskopische Bildwiedergabe benötigt werden, aber gar nicht oder nur stark reduziert übertragen werden.

Stand im Projekt

Neben den Arbeiten an dem aus dem Vorläuferprojekt übernommenen Experimentalaufbau zur Bildsignalaufbereitung wurde ein Übertragungscodec entwickelt und realisiert, der in Form von kompakten, selbständigen Sende- und Empfangseinheiten für Feldversuche geeignet ist. Über drei parallele Einzelkanäle mit je 288 Mbit/s wird zunächst eine PCM-Übertragung in Komponentenform vorgenommen. Anschließend soll die Übertragungsrate auf einen Kanal reduziert werden.

Es wurde die Frage der Quantisierungsgenauigkeit in Konstant-Luminanz-HDTV-Systemen (Systeme mit linearisiertem Display) unter Berücksichtigung des Quellenrauschens neu untersucht. Es ergab sich, daß statt einer Auflösung von max. 12 bit (3 Wandler á 8 bit) nur die 8 bit-Auflösung eines käuflichen A/D-Wandlers notwendig ist. Das in der Praxis auftretende Quellenrauschen verdeckt nicht nur, wie bisher angenommen, die Quantisierungsfehler, sondern beseitigt diese vollständig. Durch anschließende digitale Rauschfilterung kann eine echte Auflösungserhöhung z.B. auf 11 bit erreicht werden. Theoretische Überlegungen und Simulationsuntersuchungen zur Rauschreduktion führten zu einer gegenüber dem bisherigen Stand veränderten und erweiterten Struktur eines Rauschfilters, das erheblich verbesserte Eigenschaften zeigt.

Für die Entwicklung des Simulationsmodells einer Lichtventilanordnung nach dem GE-Prinzip (orthogonale Phasengitter) wurden die physikalischen Lichtsteuermechanismen in drei Funktionsblöcke unterteilt, die sich jeweils geschlossen beschreiben lassen. Das Modell ist inzwischen weitestgehend fertiggestellt und wurde bereits mit einfachen, synthetischen Testsignalen überprüft.

Die Untersuchungen zur Normumsetzung zwischen unterschiedlichen Bildfrequenzen und Zeilenzahlen mit HDTV-Qualität wurden begonnen, indem zunächst eine umfassende Analyse konventioneller Normumsetzverfahren auf theoretischer Basis durchgeführt wurde. Die Ergebnisse lassen eine genaue Beschreibung der Fehler und Störeffekte bekannter Normumsetzer zu und ermöglichen die Systematisierung und Bewertung der möglichen Bildfehlerklassen. Weitere theoretische Arbeiten führten dann auf ein Grundkonzept zur bewegungsvektor-adaptiven räumlich-zeitlichen Interpolation. Die dazu notwendigen Schritte der Bewegungsvektorschätzung und der Segmentierung wurden analysiert, mit der Entwicklung geeigneter Verfahren wurde begonnen.

Für die Zwischenbilderzeugung zur autostereoskopischen Bildwiedergabe wurden zunächst die erforderlichen technischen Voraussetzungen geschaffen. Erste Simulationen zur Segmentierung wurden durchgeführt. Daneben wurden die wichtigsten Displacement-Estimation-Verfahren zusammengetragen, die auf ihre Eignung für eine eindimensionale Schätzung unter den Randbedingungen der Autostereoskopie zu untersuchen sind.

/1/ Th. Kummerow: Gesichtspunkte zu einem volldigitalen HDTV-System. Frequenz 37 (1983) H. 11/12, S. 278-285.

Projektleiter: Dr. Th. Kummerow

Zuwendungsgeber: BMFT

Übertragung räumlicher Bilder

Ziel

Eine echt räumlich wirkende Wiedergabe von Bildern ohne Stereobrille ist das Fernziel einer zukünftigen "Telepräsenz"-Übertragung. Im Rahmen einer Vorstudie wurden im HHI zunächst mit foto-optischen Mitteln autostereoskopische Aufnahme- und Wiedergabeverfahren untersucht, wobei Parallaxpanoramagramme mit Linsenrasterprojektion und mit holografischer Projektion in Betracht gezogen wurden.

Ziel des Vorhabens ist, die aus der Vorstudie gewonnenen theoretischen und praktischen Erkenntnisse /1/ der Großbildprojektion räumlicher Bilder in Linsenrasterschirme auf ein fernsehtechnisches Aufnahme- und Wiedergabeverfahren anzuwenden. Es soll ein Versuchsaufbau entstehen, mit dem farbige, bewegte Parallax-Panoramagramme als Großbild-Videoprojektion Bildszenen räumlich wiedergeben, die von Fernsehkameras aufgenommen worden sind. Die Projektionsschirme, die Projektor- und Kameraeinheit sind zu entwickeln und aufzubauen. Mit Spiegelsystemen sollen projektor- und kameraseitig zusätzliche Stereoteilbilder gewonnen werden. Ferner sollen der Einsatz errechneter Zwischenbilder und die Anwendung eines Bildspeichers zur zeitsequentiellen Wiedergabe untersucht werden.

Stand im Projekt

Die Kontruktionspläne einer Videoprojektionseinheit mit 6 monochromatischen Bildröhren sind erstellt worden, und mit dem Aufbau ist begonnen worden. Die Projektionseinheit nutzt die Tatsache, daß die Lichtstrahlen auf dem Weg von den Projektoren zum Linsenraster-Projektionsschirm sowohl durch die auf dem Hinweg durchstrahlte Linse als auch durch deren benachbarte Zylinderlinsen reflektiert werden. Es werden nämlich bereits zur Erzeugung der Bildstreifen hinter den Zylinderlinsen auch deren benachbarte Linsen herangezogen. Das bedeutet, die Projektoren können sich in verschiedenen Panoramafeldern befinden, so daß größere Projektorabstände zulässig sind und die Projektorabmessungen unkritisch werden. Diese Lösung führte im August 1985 zu einer Patentanmeldung. Sie machte es auf der Funkausstellung in Berlin möglich, daß mit 5 konventionellen, relativ breiten Kodak-caroussel-Projektoren fortlaufend Parallax-Panoramagramme aus Dia-Serien gezeigt werden konnten.

Für das Projektionskonzept wurde ein Linsenrasterschirm berechnet. Die Einflüsse der Zylinderlinsenform und der rückseitigen Reflexionsbeschichtung beim Projektionsschirm auf die einzelnen Panoramagrammfelder wurde zusätzlich zu Experimenten mit einem Rechnerprogramm untersucht. Eine amerikanische Firma - ein Hersteller von Linsenrasterplatten und Fresnellinsen aus PVC und PMMA - erhielt den Auftrag, ein Werkzeug herzustellen, mit dessen Hilfe Platten der Abmessung 530mm x 600mm gepreßt wurden. Aus 12 Einzelplatten, die von uns mit aluminisierten Folien rückseitig beschichtet wurden, konnte ein Schirm der Abmessung 2200 x 1500 zusammengesetzt werden. Die Platten überschritten erheblich die geforderten Dickentoleranzen. Bei einer Präzisionsschleiferei wurden sie deshalb nachgeschliffen, auch für weitere Untersuchungen zur Optimierung mit variierter Dicke. Dabei mußte die Fläche der Einzelplatten aus schleiftechnischen Gründen auf das Maß 460mm x 530 mm verkleinert werden.

Angepaßt an den genannten Aufbau der Projektionseinheit wurde ein Aufbau aus 6 Schwarz-Weiß-Kameras mit Suchmonitor konstruiert. Er besteht aus nebeneinanderliegenden Kameras und einer leicht zu bedienenden Konvergenzeinstellung und läßt eine optische Kontrolle der Stereoteilbilder im Monitor zu.

/1/ R. Börner: 3D-Bildprojektion in Linsenrasterschirmen. Fernseh- und Kino-Technik, 39 (1985) H.8, S. 383-387 und H.9, S. 431-435.

Projektleiter: R. Börner

Zuwendungsgeber: BMFT

Dreidimensionale Darstellung von Parallax-Panoramagrammen mit holografischer Projektion

Ziel

In einer Vorstudie zur fernsehtechnischen Wiedergabe von räumlichen Bildern war auch die holografische Projektion von Parallaxpanoramagrammen in Betracht gezogen worden. Hiermit sollen die bei der Umsetzung der Holgrafie in ein elektronisches System entstehenden Probleme umgangen werden. Durch Verzicht auf die Wiedergabe aller vertikalen und Beschränkung auf einige, diskrete horizontale Perspektiven können wesentliche Schwierigkeiten der Systemrealisierung vermieden werden. Es bleibt jedoch die Notwendigkeit, ein extrem hochauflösendes Projektionsdisplay (Lichtventil) zu erstellen. Die Bewertung der erarbeiteten Lösungsvorschläge war im Zeitplan der Vorstudie nicht mehr möglich.

Die Untersuchungen sollen daher fortgesetzt werden mit dem Ziel, die Funktionsfähigkeit der holografischen Projektion in einem Experimentalaufbau nachzuweisen. Anstelle der in dem Systemvorschlag für 3DTV vorgesehenen, bislang nicht vorhandenen steuerbaren Beugungsschicht /1/ ist eine Thermoplastfolie zur festen Aufzeichnung eines Hologramms einzusetzen. Damit soll gezeigt werden, daß auf der Basis inkohärent aufgenommener 2D-Perspektiven einer 3D-Szene eine Hologrammsynthese und damit eine holografische 3D-Wiedergabe der Aufnahmeszene durch Projektion in einen speziellen Schirm möglich ist.

Die Synthese von Hologrammen ist im kohärenten Licht aus einem Satz von inkohärent aufgenommenen 2D-Bildern (Diapositive eines Parallaxpanoramagramms) durchzuführen. Zur Bildwiedergabe sind eine Projektionseinrichtung und ein Projektionsschirm zu entwickeln und zu realisieren. Die Arbeiten sind zum 30.4.1986 abzuschließen.

Stand im Projekt

Zur Hologrammaufnahme und -synthese und zur Erstellung eines Projektionsschirms mit abbildenden Eigenschaften wurden mechanisch-optische Komponenten entworfen und angefertigt. In den Optikaufbau zur Hologrammsynthese wurde ein Thermoplast-Hologrammaufzeichnungsgerät integriert, das seit Dezember 1985 leihweise zur Verfügung steht.

Der Aufbau gestattet die zeitsequentielle Synthese eines 30 x 50mm großen Hologramms aus etwa 15 monochromatischen 2D-Bildern mit einem HeNe-Laser. Der im Thermoplast-Hologrammaufzeichnungsgerät (Rottenkolber, HSB 1008 "Holographie-Sofortbildgerät") realisierte elektrofotografische und thermoplastische Aufzeichnungsprozess zur Erzeugung der Hologramminterferenzstrukturen zeigt, daß opto-elektronische Lichtventile zur Generierung der Hologrammphasengitter, d.h. der Hologramme,möglich wären, wenn für den sehr dünnen fotosensitiven Thermoplastfilm (1 µm Dicke) eine reversibel in ihrer Oberfläche verformbare oder in ihrem Brechungsindex änderbare dünne Schicht gefunden würde. Die Suche und Entwicklung derartiger Schichten erfolgt im Hinblick auf die Anwendung als Lichtventile für HDTV im Projekt "Lichtventil-Steuerschichten und Mehrstrahl-CRT-Verfahren zur HDTV-Großbildprojektion".

Projektionsversuche wurden zunächst mit direkt mittels Laserlicht von 3D-Objekten erstellten Hologrammen durchgeführt. Die Hologrammvergrößerung konnte mit einer hierzu aufgebauten kompakten Projektionseinheit (Bildschirmgröße 700 x 900mm) demonstriert werden. Bei den direkt aufgenommenen Hologrammen werden alle vertikalen und horizontalen Perspektiven der vom Hologramm erfaßten Betrachtungszone sehr gut rekonstruiert,

ohne Akkomodationsschwierigkeiten für den Betrachter. In den Folgearbeiten ist die Projektion der synthetisierten Hologramme mit ihren diskreten horizontalen Perspektiven vorgesehen. Die in der Projektionseinheit verwendete Fresnel-Linse soll in den zukünftigen Arbeiten durch eine holografische Linse (holografisches optisches Element) ersetzt werden, die dann auch eine Bildvervielfachung erlaubt.

/1/ Schulze, E.: Holografisches elektronisches 3D-Bildaufnahme- und Wiedergabesytem. In Teil 2 (Vorstudie zur räumlichen Großbildwiedergabe) des Abschlußberichts zum Vorhaben BMFT TK 414 0 "Signalaufbereitung und kompatible Signaldarstellung für Hochauflösendes Fernsehen", HHI 1985.

Bearbeiter: E. Schulze

Zuwendungsgeber: HHI

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 und des Fernsehens mit erhöhter Bildqualität.

Im Vorhaben "BewegtbildÜbertragung für die Individualkommunikation" werden die erforderlichen Endgeräteeigenschaften und Merkmale eines Übertragungssystems für die Bildkommunikation ausgewählter Nutzergruppen erarbeitet. Die Themen umfassen u.a. Blickkontakt, adaptive Luminanzbewertung, Farbwiedergabetreue sowie die Konzipierung und Erprobung eines Konferenzsystems mit kontinuierlicher Präsenz aller Teilnehmer und die Entwicklung einer interaktiven Bedienerführung für ein Multi-Dienste-Bild-Endgerät.

Im HHI werden breit angelegte Vorarbeiten für die Konzipierung eines Fernsehsystems mit erhöhter Zeilenzahl und 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. Diese Arbeiten liefern u.a. Beiträge zur Farbcodierung für ein neues fernsehtechnisches Konzept, mit dem neben einer Erhöhung von Bildgröße und absoluter Auflösung auch eine Vermeidung von Bildfehlern des gegenwärtigen Fernsehens erreicht wird. Darüber hinaus erlaubt dieses Konzept eine Bildwiedergabe mit Displays unterschiedlicher Primärstrahler. Es ist damit offen für die notwendigen Weiterentwicklungen auf dem Gebiet der Bildwiedergabegeräte. Parallel zu diesen Entwicklungen wurden Untersuchungen zum räumlichen Fernsehen (3DTV) durchgeführt. Hier geht es um die Ermittlung zulässiger Bildrekonstruktionsfehler in 3DTV-Systemen, mit denen 2 oder mehrere diskrete Aspekte einer Aufnahmeszene wiedergegeben werden sollen. Darüber hinaus ist eine vergleichende Bewertung von hochaufgelösten 2D-Bildern mit räumlich wiedergegebenen Szenen vorgesehen.

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

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

Das Projekt begann im Januar 1983 und endet im Juni 1986.

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.
Das System wurde ein Jahr lang von 17 Teilnehmern an 10 Endgeräten benutzt. Mit Hilfe einer Vielfalt von Erhebungsmethoden konnten im Rahmen der Langzeitstudie fünf Hauptproblembereiche für den Einsatz und praktischen Betrieb von Bildfernsprechgeräten im Bürobereich identifiziert werden/1/:

1. Integration der Endgeräte in den Arbeitsplatz
2. Anpassung von Kameras und Monitoren an die Lichtverhältnisse am Arbeitsplatz
3. Qualität der Freisprecheinrichtung
4. Bedienprozeduren
5. Dokumentenpräsentation

Eine Wiederholungsbefragung der Teilnehmer ergab folgende signifikante Änderungen ihrer Einschätzung:

- die Nutzung <u>eines</u> Bildfernsprechgerätes durch <u>mehrere</u> Teilnehmer wurde nach einjähriger Erfahrung negativer bewertet als zu Beginn des Versuchs
- die Ersparnis von Wegen durch ein Bildtelefon wird geringer eingeschätzt als zu Beginn des Versuchs
- die Bedeutung einer Dokumentenübertragung im privaten Bereich wird höher (und damit fast genau so wichtig wie in der geschäftlichen Kommunikation) eingeschätzt als zu Beginn des Versuches.

Vorhabenteil 2 (System- und Endgeräteparameter)

Zur Bedeutung des Blickkontakts beim Bildfernsprechen wurden zwei Untersuchungen durchgeführt /2/. Die erste Untersuchung diente der Ermittlung verschiedener Faktoren auf den Eindruck eines Bildfernsprechteilnehmers, vom Partner angeschaut zu werden. Einen deutlichen Einfluß hatte die Kameraposition, wobei eine seitlich neben dem Bildschirm positionierte Kamera am ehesten das Gefühl vermittelt, nicht angeschaut zu werden, günstiger ist eine Positionierung über oder unter dem Monitor. Weitere Einflußgrößen waren der Abbildungsmaßstab sowie persönliche Merkmale der Teilnehmer. Die zweite Untersuchung wurde in realistischen Kommunikationssituationen durchgeführt. Sie ergab, daß sich die Versuchspersonen bei einer Konvergenz von Kamera und Monitorachse signifikant eher angeschaut fühlten als bei einer Positionierung der Kamera am oberen Monitorrand. Die Kameraposition hatte aber keinen Einfluß auf die empfundene Natürlichkeit, die Zufriedenheit oder die Bereitschaft, sich ein Bildtelefon anzuschaffen. Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß technische Vorrichtungen zur Ermöglichung eines Blickkontaktes beim Bildfernsprechen wünschbar, aber offenbar wohl nicht unbedingt notwendig sind. Weitere Arbeiten zur visuellen Bewertung von Farbverschiebungen und zur Bewertung der Audioqualität beim Bildfernsprechen wurden durchgeführt, aber noch nicht abgeschlossen.

Vorhabenteil 3 (Konferenz über Bildfernsprecher)

Ein Multipoint-Bildfernsprech-Konferenzsystem wurde aufgebaut, welches es ermöglicht, daß sich Teilnehmer an mehr als zwei Orten während der Konferenz ständig sehen und hören können. Dieses System wurde in Zusammenarbeit mit der Abteilung Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Begleitforschung mit mehr als 25 Gruppen und über 170 Teilnehmern erprobt. Die Erprobung hat gezeigt, daß Konferenzen mit Bildfernsprechern, bei denen sich die Teilnehmer an mehr als zwei Orten befinden, sowohl aus technischer als auch aus anthropotechnischer Sicht machbar sind. Das System hat sich bewährt, Bild- und Tonregie konnte auch von ungeübten Teilnehmern leicht ausgeführt werden /3/.

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 Nutzung weiterer Kommunikations-, Informations- und Speicherdienste zur Verfügung steht, wodurch eine Entwicklung der Bildfernsprechstation in Richtung auf ein Multi-Dienste-Endgerät naheliegt. Eines der wichtigsten anthropotechnischen Probleme wird die Bedienbarkeit dieses komplexen Endgerätes sein.

Im Berichtszeitraum wurden zwei Multi-Dienste-Endgeräte aufgebaut, für die ein rechnergestütztes Bediensystem entworfen wurde. Verschiedene Tastaturvarianten zur Steuerung des Dienstes "Bildfernsprechen" konnten erprobt werden. Erweiterte Tastaturen zur vollständigen Bedienung der Endgeräte werden in zwei Varianten (mit "Hardkeys" oder "Softkeys") aufgebaut.

/1/ Romahn, G., Mühlbach, L., Prussog, A.: Videotelephone in a real work situation. Proc. of the 11th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, 0-3, Cesson Sevigne, 1985.

/2/ Kellner, B., Mühlbach, L., Prussog, A., Romahn, G.: Bildtelefon mit Blickkontakt? - Technische Möglichkeiten und empirische Untersuchungen, ntz, 38, 698-703, 1985.

/3/ Romahn, G., Kellner, B., Mühlbach, L.: Bildfernsprechkonferenz - Erste Erfahrungen mit einem Multipoint-Experimentalsystem, ntz, 38, 690-695, 1985.

Projektleiter: Dr. G. Romahn Zuwendungsgeber: BMFT

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 psychooptischen Untersuchungen die zur Zeit noch unbekannten Zusammenhänge zwischen meßbaren Bildverzerrungen und den subjektiven Urteilen über die Bildqualität so weit aufzudekken, 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. Darüber hinaus werden Verfahren zur verzerrungsfreien Bildverarbeitung entwickelt.

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. Zwei Themen wurden hauptsächlich bearbeitet:

- Untersuchung von Farbcodierverfahren zur Vermeidung der bekannten Nachteile der konventionellen Verarbeitung wie Entsättigung von Farben, Farbverfälschungen und Auflösungsverluste durch Verletzung des Konstant-Luminanz-Prinzips /1/.
- Untersuchung von Verfahren der dreidimensionalen Filterung, Unterabtastung und Rekonstruktion für die Chrominanz zum Zweck der Datenreduktion.

Im Rahmen des Projekts wurde ein neues Codierverfahren, der sogenannte CIELAB-Codec /2/, entwickelt, der die o.g. Fehler vermeidet. Zur Überprüfung der Funktionsweise dieses Codecs wurden eine Reihe subjektiver Tests zu dessen Rauschverhalten durchgeführt.

Dabei zeigte sich, daß hinsichtlich Kanalstörungen kein nennenswerter Unterschied zwischen konventioneller und CIELAB-Codierung besteht, jedoch erhöhen sich die Anforderungen beim CIELAB-Verfahren in Coder und Decoder hinsichtlich des benötigten Signal-Rausch-Abstandes. Dies ist jedoch beim heutigen Stand der Technologie nicht mehr als entscheidender Nachteil anzusehen, vor allen Dingen dann nicht, wenn an eine digitale Realisierung des Codecs gedacht wird.

Zum Zweck der Datenreduktion wurden eine Reihe von dreidimensionalen Verfahren der Filterung, Unterabtastung und Rekonstruktion der A- und B-Chrominanzkomponenten untersucht. Dabei wurden progressive und Zeilensprung-Abtast-Raster berücksichtigt. Es zeigte sich, daß eine vertikale Unterabtastung beim Zeilensprungverfahren, wie es z.B. beim MAC (Multiplexed Analogue Components) angewendet wird, zu teilweise starken Beeinträchtigungen der Bildqualität führt. Aus diesem Grunde ist beim Zeilensprung zur Datenreduktion mit linearen Methoden - also ohne bewegungsadaptive Filterung und Unterabtastung - nur eine horizontale Bandbegrenzung möglich, was dem isotropen Auflösungsvermögen des Auges nicht entspricht.

Hingegen konnte unter Zugrundelegung einer progressiven Abtastung ein dreidimensionales Reduktionsverfahren für die Chrominanz angegeben werden, das bei nahezu gleicher Bildqualität mit der halben Datenrate wie das in /3/ unter Verwendung der Zeilensprungabtastung angegebene Verfahren auskommt.

Neben den oben beschriebenen Untersuchungen wurden die Arbeiten an den Apparaturen zur Aufnahme, Reproduktion und Projektion hochqualitativer Testbilder beendet.

Die o.g. subjektiven Untersuchungen wurden teilweise mit selbst aufgenommenen Testbildern durchgeführt, die sich durch hohe Auflösung, hohen Kontrast und sehr gute Farbreproduktion auszeichnen. Erste Farbauszugsdias wurden mit Hilfe einer Belichtungsapparatur hergestellt und mit Hilfe der 3-Farben-Projektionseinheit projiziert. Der Unterschied gegenüber dem von einem Farbfernsehgerät reproduzierbaren Farbenraum konnte dabei eindrucksvoll demonstriert werden.

/1/ Schäfer, R., Gölz, U.: Subjektive Untersuchungen zur Übertragung der Farbinformation in einem digitalen HDTV-System, Fernseh- und Kino-Technik, 39. Jahrgang, Nr. 2, Februar 1985, S. 73-80.

/2/ Schäfer, R.: High-Definition Television Production Standard - An Opportunity for Optimal Color Processing, SMPTE Journal, Vol. 94, No. 7, July 1985, pp. 749-758.

/3/ Klaas, L., Höfker, U., Reuter, T.: Ein Verfahren zur Abtastreduktion der Farbdifferenzsignale in einem zukünftigen digitalen HDTV-System, AEU, Band 39, Heft 3, März 1985, S. 161-165.

Projektleiter: Dr. R. Schäfer

Zuwendungsgeber: BMFT

Psychooptische Begründung eines 3D-Fernsehstandards

Ziel

Die Entwicklung breitbandiger digitaler Signalverarbeitungs- und Übertragungsverfahren ermöglicht neben einer qualitativen Verbesserung herkömmlicher Fernsehbilder (HDTV) auch eine natürlichere Wiedergabe der räumlichen Dimensionen einer Szene (3DTV). Gegenüber dem hohen HDTV-Entwicklungsstand steht die 3DTV-Entwicklung z.Zt. noch vor einer Festlegung wünschenswerter Leistungsmerkmale. In diesem Vorhaben sollen daher aus den Eigenschaften des Gesichtssinns Anforderungen an die Darstellungsqualität eines 3D-Fernsehsystems abgeleitet werden.

Der erste Vorhabenteil befaßt sich mit der Ermittlung zulässiger Toleranzen für Bildfehler, die bei der Anwendung von 3D-spezifischen Datenreduktionsverfahren auftreten, sowie mit der Bestimmung des erforderlichen Signal-Rausch-Abstandes und der erforderlichen geometrischen Bilddeckung bei 3DTV-Verfahren.

Im zweiten Vorhabenteil soll eine vergleichende Untersuchung verschiedener 2D- und 3D-Fernsehverfahren durchgeführt werden, um den möglichen Nutzen der dreidimensionalen Darstellung bewerten zu können.

Stand im Projekt

Betrachtungsbedingungen bei 3DTV

Im Rahmen einer Voruntersuchung wurde geprüft, welchen Einfluß verschiedene Parameter der Bildkomposition (wie Motivwahl, Objektvergrößerung, Perspektive) bei räumlichen, stereoskopisch dargestellten und flachen Bildern auf die vom Zuschauer bevorzugten Betrachtungsbedingungen haben. Um eine ungestörte, qualitativ hochwertige Darstellung zu erzielen, wurden für dieses Experiment Diaprojektoren verwendet. In Abb. 1 sind die ermittelten Betrachtungsabstände für verschiedene Bildkompositionen angegeben.

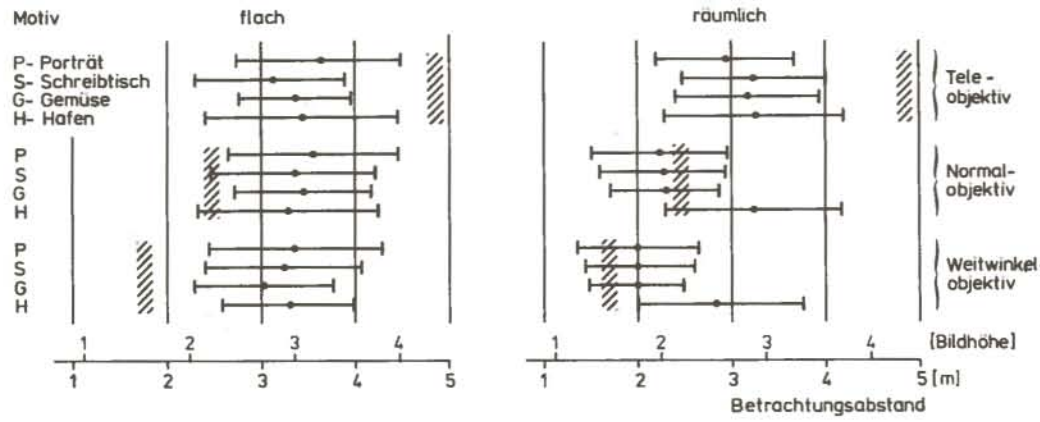


Abb.1: Bevorzugte Betrachtungsabstände bei 2- und 3-dimensionaler Großbildprojektion (1,12x1,50 m^2). Die Betrachtungsabstände sind absolut und in Vielfachen der Bildhöhe angegeben. Die für eine unverzerrte Betrachtung notwendigen Abstände sind durch markiert. Es zeigt sich ein deutlicher Einfluß der Bildkomposition bei räumlicher Darstellung (rechts) im Vergleich zur flachen Projektion (links) des gleichen Bildes.

Bei flachen Bildern entsprach der bevorzugte Betrachtungsabstand unabhängig von der Bildkomposition der dreifachen Bildhöhe. Bei räumlichen Bildern wirkten sich Tiefenverzerrungen, die dann auftreten, wenn die Aufnahme- und Betrachtungsbedingungen nicht aufeinander abgestimmt sind, signifikant auf das Verhalten der Beurteiler aus. Besonders kritisch erwiesen sich diesbezüglich Naheinstellungen mit dem Weitwinkel- und Normalobjektiv. Räumliche Bilder wurden von 70% der Beurteiler bevorzugt und im Vergleich zu flachen Bildern als natürlicher und lebendiger empfunden. Als nachteilig wurde jedoch die Einengung des verzerrungsfreien Betrachtungsspielraums bei stereoskopischer Darstellung gewertet.

Zulässige Bildfehler

Zur Reproduktion räumlicher Objekte werden bei der Aufnahme hochkorrelierte Teilsignale gewonnen. Dies gilt insbesondere dann, wenn mehr als 2 Teilansichten der Objekte übertragen werden sollen, um auf der Wiedergabeseite einen ausgedehnten Bereich von Betrachtungsrichtungen zuzulassen (Bewegungsparallaxe). Zur Datenreduktion lassen sich Signalverarbeitungsverfahren angeben, mit denen die Signale einer 2-kanaligen stereoskopischen Aufnahme von Redundanz befreit werden, oder mit denen es möglich ist, Bildpaare für solche Betrachtungsrichtungen zu berechnen, unter denen die Objekte nicht aufgenommen worden sind (Zwischenbildinterpolation).
3D-spezifische Datenreduktionsverfahren für Fernsehanwendungen wurden bislang in der Literatur nicht erörtert. Um einen Einblick in die dabei zu erwartenden Bildfehler zu erhalten, wurde eine Simulation solcher Verfahren durchgeführt. Die Datenreduktion basierte bei dieser Simulation auf einer Berechnung der Raumtiefen aus einem Stereopaar und der anschließenden 3D-Bildrekonstruktion aus einem (flachen) Teilbild und den berechneten Raumtiefen.
In Abhängigkeit von den Leistungsmerkmalen des verwendeten Algorithmus' zur Raumtiefenanalyse traten dabei typische Bildfehler in Form von unregelmäßigen horizontalen Verschiebungen der rekonstruierten Bildteile auf. Diese Ortsfehler machten sich besonders an Hell-Dunkel-Konturen mit hohem Kontrast bemerkbar.
In einer z.Zt. laufenden psychooptischen Untersuchung werden die Wahrnehmungsschwellen und die Störwirkung für derartige Bildfehler in Abhängigkeit von verschiedenen Bildparametern (wie Kontrast, Kontrastübergang, Ortsfrequenz, Raumtiefe) ermittelt. Die Testbilder werden dabei mittels einer 3D-Videoprojektionsanlage in HDTV-Auflösung dargeboten.

In einer geplanten Untersuchung sollen tolerierbare Richtungsquantisierungsfehler bei räumlichen Bildern ermittelt werden. Derartige Fehler nimmt der Betrachter bei Kopfbewegungen als sprunghafte Änderungen in den Ansichten des Raumbildes wahr. Die Teilsysteme der erforderlichen Versuchseinrichtung (berührungslose Messung der Kopfbewegungen, Aktivierung der zugehörigen Stereoansicht im Bildwiedergabesystem) sind fertiggestellt und werden z.Zt. erprobt.

Projektleiter: Dr. S. Pastoor

Zuwendungsgeber: BMFT

RUBIN – Feldversuch

Ziel

Ein rechnerunterstütztes Informationssystem für Laien, das neben Texten und Tabellen auch Standbilder und Filme integriert, sollte am Beispiel Berufsinformation für Berufswähler in der Praxis erprobt werden. Vor- und Nachteile von RUBIN (Rechner-Unterstütztes Berufs-INformationssystem) sollten durch den Vergleich mit einer etablierten Selbstinformationseinrichtung, der Mediothek des Berufsinformationszentrums Berlin (BIZ) ermittelt werden.

Stand im Projekt

Das Projekt begann am 1.4.83. Aufbauend auf den Ergebnissen des abgeschlossenen Projekts Vielteilnehmer Breitband Dialogsystem wurde ein Informationssystem mit Informationen zu insgesamt 215 Ausbildungsberufen realisiert und im Berufsinformationszentrum Berlin installiert.

Für die empirische Untersuchung wurde ein Experimental-Kontrollgruppen-Design gewählt mit RUBIN-Benutzern als Experimentalgruppe und Mediothekbenutzern des Berufsinformationszentrums als Kontrollgruppe.
Vor und nach der zeitlich unbegrenzten Benutzung wurden Daten mittels Fragebogen erhoben. Dabei ergaben sich folgende Ergebnisse /1,2/:

(1) Bereitschaft zur Nutzung von RUBIN

Von insgesamt 450 BIZ-Besuchern, die auf ihre Teilnahme an der Untersuchung angesprochen wurden, erklärten sich (bei 20 Ablehnern) 430 einverstanden. Etwa die Hälfte dieser Personen (n=218) wurde gefragt, ob sie auch bereit seien, sich mit Hilfe eines Computers zu informieren. 28 Jugendliche lehnten dies ab, überwiegend mit Begründungen wie "Ich interessiere mich nicht für Computer" oder "Ich möchte lieber in den Mappen lesen". 190 und damit 87% aller Befragten waren dagegen bereit, das System zu nutzen.
Dies kann als Beleg für die Bereitschaft gewertet werden, ein multimediales rechnerunterstütztes Informationssystem des hier untersuchten Typs in einer realen Anwendungssituation in Anspruch zu nehmen.

(2) Erreichung von Informationszielen

Hinsichtlich dieses Kriteriums bewährt sich das RUBIN-System ähnlich gut wie die etablierte Mediothek des Berufsinformationszentrums.
In einzelnen Aspekten zeigt sich eine Überlegenheit von RUBIN, z.B. in der Klarheit und Übersichtlichkeit des Informationsangebots.

(3) Zufriedenheit mit der Art und Weise des Informationsabrufs (Benutzerfreundlichkeit)

Ebenfalls vergleichbar fallen die Ergebnisse hinsichtlich des Kriteriums Benutzerfreundlichkeit aus.
In Bezug auf zwei Indikatoren "Spaß an der Benutzung" und "Einfachheit des Zugriffs auf die gewünschte Information" läßt sich eine signifikante Überlegenheit des RUBIN-Systems belegen.

Das Vorhaben wurde im April 85 abgeschlossen. Eine weitere Verwertung der Projektergebnisse liegt in den Händen des Zuwendungsgebers Bundesanstalt für Arbeit.

/1/ Gold, H., Seyferth, A.: Nutzen der Integration eines rechnerunterstützten Berufsinformationssystems

(RUBIN) in die Berufsinformationszentren der Bundesanstalt für Arbeit, Abschlußbericht zum Projekt RUBIN-Feldversuch, Berlin: Heinrich-Hertz-Institut 1985

/2/ Faber, J., Gold, H., Mühlbach, L.: Laborsystem RUBIN / Feldsystem RUBIN, in H.J. Bullinger (Hrsg): Software Ergonomie '85, Stuttgart 1985, S. 218-227.

Projektleiter: H. Gold

Zuwendungsgeber: Bundesanstalt für Arbeit, HHI

Abteilung Optische Signalverarbeitung

Übersicht

In der zukünftigen Kommunikationstechnik wird die Verarbeitung sehr breitbandiger Signale eine außerordentlich wichtige Rolle spielen. Sehr schnelle elektronische Prozessoren werden heute auf der Basis von Silizium-Schaltkreisen realisiert, in Zukunft wird außerdem Galliumarsenid zum Einsatz kommen. Drastische Erhöhungen der Arbeitsgeschwindigkeiten sind durch den Übergang von derzeit seriellen auf parallele Prozessorarchitekturen zu erwarten.

Neben den elektronischen Prozessoren bietet die Optik attraktive Verfahren zur Verarbeitung sehr schneller Signale. Im Gegensatz zur Elektronik verlaufen optische Signalverarbeitungsprozesse prinzipiell parallel und damit mit sehr hoher Arbeitsgeschwindigkeit. So ist es bekannte Technik, schnelle elektrische Signale in den optischen Bereich zu wandeln, mit komplizierten optischen Aufbauten auf der optischen Bank parallel zu verarbeiten und wieder in den elektrischen Bereich rückzuwandeln. Inzwischen gelang es insbesondere in USA, einige dieser Prozesse nicht nur auf der optischen Bank, sondern mit handlichen Schaltungen 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 entwickelt.

Ziel der Abteilung Optische Signalverarbeitung ist es, optische Prozessoren für die zukünftige Breitbandkommunikation zu entwickeln. Hier sind sinnvolle Einsatzgebiete für mikrooptische Prozessoren zu erkennen, im wesentlichen werden jedoch Signalverarbeitungsprozesse angestrebt, die für eine monolithische Integration auf Halbleiterbasis geeignet sind, die Integration soll später im Bereich Integrierte Optik durchgeführt werden. Als Vorstufe zur monolithischen Integration sind gegebenenfalls hybridoptische Prozessoren auf Lithiumniobat vorgesehen. Im Gegensatz zu Halbleitermaterialien ist Lithiumniobat wesentlich leichter zu handhaben, grundsätzliche Probleme sollten daher nach Möglichkeit im Labor mit Lithiumniobat untersucht werden.

Das Projekt "Digitaler Optischer Prozessor" soll u.a. einen Beitrag zur Technologie bistabiler optischer Elemente leisten. Für diese Basiselemente zur Informationsspeicherung in optischen Prozessoren sind überzeugende Lösungen bisher nicht bekannt. Diese Arbeiten werden zusammen mit der TU-Berlin durchgeführt.

Digitaler Optischer Prozessor

Ziel

Bei derzeitigen digitalen elektronischen Rechnern stößt die interne Kommunikationsfähigkeit auf Grenzen. Die zeitliche Serialisierung der einzelnen Dialoge führt zu einer Verlangsamung, bekannt als 'von Neumann-Engpaß'. Hinzu kommen Schwierigkeiten in der Synchronisation der einzelnen Rechenabläufe.

Optische Lösungsansätze drängen sich aus mehreren Gründen auf. So erlaubt eine optische Verbindungstechnik mit Lichtstrahlen parallele Zugriffe, da Kreuzungen keine Störungen hervorrufen. Auch läßt sich ein optischer Takt in Form eines Lichtpulses übersichtlich verteilen. Die bedeutsamen Vorteile von digitaler Informationsverarbeitung sollen mit dem Einbringen der Optik jedoch nicht verlorengehen.

Das Projekt ist eine Vorstudie zu einem geplanten umfangreicheren Vorhaben, das Mitte 1986 begonnen werden soll.

Stand im Projekt

In dem Mitte 1985 begonnenen Projekt wurden theoretische und experimentelle Untersuchungen zu nichtlinearen bzw. bistabilen optischen Elementen durchgeführt. Für diese Basiselemente zur Informationsspeicherung in optischen Prozessoren sind überzeugende Lösungen bisher nicht bekannt.

Zusammen mit dem Optischen Institut der Technischen Universität Berlin wurde ein erstes Versuchsmuster eines optischen Schaltelements hergestellt. Als optisch nichtlineares Material dient die II-VI-Verbindung ZnSe. Das Schaltelement hat die Struktur eines Fabry-Perot-Resonators, der durch beidseitige dielektrische Verspiegelung des nichtlinearen Materials gewonnen wurde.

Projektleiter: L. Ihlenburg

Grundfinanziertes Projekt

Abteilung Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Begleitforschung

Übersicht

Die Arbeiten der Abteilung Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Begleitforschung (WiSo) haben zum Ziel, die Nutzungspotentiale neuer Informations- und Kommunikationstechniken und ihre wirtschaftlich-gesellschaftlichen Auswirkungen zu untersuchen. Die große Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechniken als innovative Basistechnologien wird heute allgemein anerkannt, ihre Schlüsselfunktion bei der Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit aber auch ihr Rationalisierungspotential mit seinen Folgen für Unternehmensstrukturen, Qualifikationsanforderungen (und damit für die Aus- und Weiterbildung) und die Effekte auf dem Arbeitsmarkt sind unbestritten. Bereits bis zum Jahr 1990 werden schätzungsweise 50 % aller Arbeitsplätze mehr oder weniger stark von diesen Techniken geprägt sein. Bis in das private Alltagsleben hinein sind Wirkungen festzustellen: in der Vermehrung der audiovisuellen Unterhaltungsangebote, in den veränderten Freizeitgewohnheiten z.B. von Jugendlichen, die sich mit Computern oder Telespielen beschäftigen und auf längere Sicht in der Tendenz zur stärkeren Verknüpfung von betrieblicher Arbeit und Heimarbeit. Angesichts der herausragenden Bedeutung der Informations- und Kommunikationstechnik für den ökonomischen und sozialen Strukturwandel ist es erforderlich, bereits im Vorfeld ihrer Einführung denkbare Entwicklungen aufzuzeigen, um die vorhandenen Gestaltungsspielräume nutzen zu können.

Die Abteilung WiSo war in den Jahren 1980 bis 1983 hauptsächlich mit Arbeiten für die Enquetekommission "Neue Informations- und Kommunikationstechniken" des Deutschen Bundestages und mit der wissenschaftlichen Begleituntersuchung zur Bildschirmtexterprobung in Berlin beschäftigt. Seit Mitte 1983 wurde das Projekt "Nachfrageimpulse und Marktaussichten für Systeme und Endgeräte der vermittelten Breitbandinformation" bearbeitet. Diese Untersuchung befaßt sich mit den Nutzungsformen und Nutzungspotentialen zukünftiger Glasfasernetze unter technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Bis zum Jahre 1990 will die Deutsche Bundespost 800.000 km Glasfasern zur Übertragung und Vermittlung breitbandiger digitaler Signale verlegen. Nach dem "Mittelfristigen Programm für den Ausbau der technischen Kommunikationssysteme" werden ab 1990 die Voraussetzungen für die Einführung des Breitband-ISDN in Regeltechnik gegeben sein. Damit zeichnet sich der Weg in ein integriertes Breitbandfernmeldenetz (IBFN) ab. Die Orientierung der Arbeiten in der WiSo ergibt sich aus dieser Entwicklung.

Nachfrageimpulse und Marktaussichten für Systeme und Endgeräte zur Vermittlung von Breitbandinformation

Ziel

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

Stand im Projekt

Das Forschungsvorhaben wurde Mitte 1983 begonnen und ist zum Ende des Berichtsjahres abgeschlossen. Das Ergebnis umfaßt Aussagen in den im Projektplan vorgesehenen Bereichen, 1. Abschätzung der technischen Entwicklung, 2. Abschätzung der Nutzungspotentiale in verschiedenen Anwendungsbereichen (die Ergebnisse dieser Untersuchungsbereiche wurden in Form von Szenarien dargestellt), 3. Rahmenbedingungen der Einsatzpotentiale. Über den ursprünglich vorgesehenen Untersuchungsansatz hinaus hat es sich als zweckmäßig erwiesen, Rentabilitätsberechnungen aus der Sicht des Netzbetreibers durchzuführen und die Budgetverflechtung für die Entwicklung der Teilmärkte zu analysieren. Ferner wurde zur empirischen Stützung der Nutzungsabschätzungen die Möglichkeit wahrgenommen, mit einem in der Abteilung Anthropotechnik entwickelten Multipoint-Bildfernsprechkonferenzsystem verschiedene Anwendungen in realitätsnahen Kommunikationssituationen experimentell zu erproben.

Aus technischer Sicht ist der Aufbau eines vermittelten Breitbandkommunikationssystems machbar. Allerdings muß noch erhebliche Entwicklungsarbeit bei den höchstintegrierten Schaltkreisen (VLSI) und den optoelektronischen Komponenten für die Übertragungs- und Vermittlungstechnik geleistet werden. Ebenso bestehen noch technische Engpässe im Hinblick auf eine wirtschaftlich tragbare Kostenstruktur, und zwar in Bezug auf die optischen Sender für die Übertragung mit Monomode-Fasern und in der Übertragungskapazität auf den Verbindungslinien zwischen den Vermittlungsstellen. Die Endgerätetechnik ist bereits im wesentlichen entwikkelt, es fehlen aber noch die kostengünstigen Geräte für einen späteren Massenmarkt. Für die geschäftliche Kommunikation ist die Bereitstellung hochauflösender Dokumentenwiedergabe-Displays erforderlich. Diese Endgeräte sind noch zu entwickeln.

Die Nutzungspotentiale der Breitbandkommunikation sind hoch, was sich nicht zuletzt daraus erklärt, daß die Videokommunikation in ihren Funktionen der unvermittelten personalen Kommunikation recht nahe kommt. So erklärt sich auch ihre hohe Akzeptabilität in den Laborversuchen in allen Anwendungsbereichen. Der weitere Begriff der Akzeptanz schließt wirtschaftliche Gesichtspunkte, die Kosten, ein. Sie bleibt eine offene Frage, die sich nicht allein analytisch oder experimentell im vorhinein klären läßt.

Die Wirtschaftlichkeit insbesondere in dem für die Einführung wichtigen Geschäftsbereich ist nicht mit üblichen Verfahren bestimmbar, weil die Videokommunikation der "Produktivitätssteigerung von Entscheidungs- und Problemlösungsprozessen" dient und nicht der "Produktivitätssteigerung der Produktion". Wenn sich jedoch eine hohe Akzeptanz im geschäftlichen Bereich ergibt - dazu sind noch weitere empirische und analytische Untersuchungen erforderlich - und wenn dadurch die Nachfrageimpulse entsprechend stark sind, sind bei plausiblen Gebühren und Netzkomponentenkosten die Netzinvestitionen nach üblichen Kriterien rentabel, allerdings nur für eine zügige Einführung der neuen Infrastruktur. Die Gesamtinvestitionen für Infrastruktur und Endgeräte bewegen sich über 20 bis 30 Jahre verteilt in einer Größenordnung, die gesamtwirtschaftlich ohne weiteres tragbar ist.

Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung dieser Infrastruktur liegt im engeren Sinn in den möglichen betrieblich-organisatorischen Verbesserungen. Weiter eröffnet die vermittelte Breitbandkommunikation wichtige neue Informationsmärkte im Rahmen der privaten Nutzung, die mit Begriffen wie "Telepräsenz" und "Hochauflösendes Fernsehen" (HDTV) bezeichnet werden können. Darüberhinaus sind Beiträge zu ökonomischen und sozialen Strukturveränderungen zu erwarten, die allein durch einzelwirtschaftliche Kosten-Nutzen-Betrachtungen nicht angemessen erfaßt werden können. In diesem Zusammenhang bedürfen die Wirkungen auf Organisations- und Regionalstrukturen noch einer weiteren Klärung.

Projektleiter: Dr. J. Seetzen

Zuwendungsgeber: BMFT

Bereich

Integrierte Optik

Integrierte Optik

Übersicht

Der Bereich Integrierte Optik hat im Rahmen des HHI die Aufgabe, Bauelemente und Schaltungen bereitzustellen, die in modernen Glasfaserübertragungssystemen benötigt werden. Das Ziel ist schließlich die Realisierung monolithisch integrierter optischer und optoelektronischer Schaltungen. Von derartigen Schaltungen kann ein ähnlicher Einfluß erwartet werden, wie er in den letzten Jahren von den hochintegrierten Halbleiterchips der Mikroelektronik ausgegangen ist. Im Falle der Integrierten Optik stammen dabei wesentliche Vorgaben von den Eigenschaften der Glasfasern, bei denen der Wellenlängenbereich um 1,3 und 1,5 µm durch verschwindende Dispersion und minimale Dämpfung ausgezeichnet ist.

Dementsprechend basieren die Halbleiter, an denen im Bereich Integrierte Optik gearbeitet wird, auf der binären Verbindung Indiumphosphid (InP). Auf InP als Substrat werden insbesondere die quaternären Legierungen InGaAsP, aber auch in einem geringeren Umfang InGaAlAs aufgebaut. Halbleiter dieser Art erlauben neben einer Realisierung aller wichtigen optischen Funktionen, wie Wellenleiter, Modulatoren oder Schalter, auch den Aufbau optoelektronischer und elektronischer Komponenten, wie Laser, Photodioden oder Transistoren. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, daß InP verglichen mit dem III-V-Halbleiter Galliumarsenid (GaAs) oder gar mit Silizium (Si) noch in einem sehr frühen Entwicklungsstand ist. Weder GaAs noch Si bieten jedoch die Möglichkeit, in den vorgegebenen Wellenlängenbereich um 1,3 und 1,5 µm vorzudringen.

Da die erwähnten Legierungen auf der Basis von InP noch zahlreiche Probleme aufwerfen, werden im Bereich Integrierte Optik zu einem begrenzten Anteil auch Arbeiten an Lithiumniobat ($LiNbO_3$) durchgeführt. Zwar erlaubt der Isolator $LiNbO_3$ nicht den Aufbau aktiver elektronischer und optoelektronischer Komponenten. Es können aber leistungsfähige optische Modulatoren, Schalter oder Schaltmatrizen realisiert werden. $LiNbO_3$ ist für eine Übergangszeit die Basis, mit der wichtige Erfahrungen in der Entwicklung der Techniken der Integrierten Optik gesammelt werden können.

Für den Bereich Integrierte Optik war 1985 das vierte Jahr des praktischen Aufbaus. Der Bereich umfaßt augenblicklich rund 70 Mitarbeiter, inklusive Sekretariaten, Betriebstechnik sowie anteiliges Werkstatt- und Verwaltungspersonal. Er ist in die fünf Abteilungen Epitaxie, Lithographie, Prozeßtechnologie, Meßtechnik und Komponentenintegration gegliedert, die zur Mehrzahl mit ihren Leitern besetzt sind. Um die bisher in noch unzureichenden Labors aufgebauten Anlagen und Geräte in ausreichenden Reinräumen unterbringen zu können, wurde mit dem Bau eines Technologiegebäudes begonnen, das in der zweiten Jahreshälfte 1987 bezugsfertig sein wird.

Die Arbeiten im Bereich Integrierte Optik lassen sich im wesentlichen in drei Gruppen gliedern. Die erste Gruppe umfaßt Entwicklungen von Verfahren wie die Kristallzucht von InGaAsP mit MOVPE sowie von InGaAlAs mit MOVPE und MBE. Weiterhin gehören dazu Ionenimplantation und Trockenätzen. In der zweiten Gruppe sollen Bauelemente auf der Basis von InP gefertigt werden. Hier sind DFB-Laser, bipolare Transistoren, Modulatoren, optische Verstärker, Wellenleiter, optische Schalter und TE/TM-Modenwandler sowie die Zweierintegrationen einer pin-Photodiode mit einem Wellenleiter oder einem Feldeffektransistor zu nennen. Zur dritten Gruppe zählen die $LiNbO_3$-Bauelemente, wie Polarisationsnachführung, Koppler, Modulatoren, Schaltmatrizen und polarisationsunabhängige Schalter. Alle diese Punkte sind in einem längerfristigen Entwicklungsprogramm zusammengefaßt. Daneben wurden im Jahr 1985 eine Reihe von Verfahren nahezu standardmäßig eingesetzt und weiter verbessert. Hier sind die Flüssigphasenepitaxie, die Beschichtungs- und lithographischen Verfahren sowie eine Vielzahl von Meßtechniken beispielhaft zu erwähnen.

Die aufgeführten Prozesse und Verfahren greifen vielschichtig ineinander. Nahezu jedes Bauelement, das im Bereich Integrierte Optik gebaut wird, muß während der einen oder anderen Stufe seiner Entstehung in jeder Abteilung bearbeitet werden. Es ist daher am übersichtlichsten, wenn im folgenden die Ergebnisse des Jahres 1985 weitgehend nach Arbeitsgruppen gegliedert dargestellt werden.

Epitaxie

Molekularstrahlepitaxie

Im Mittelpunkt der Molekularstrahlepitaxie (MBE) stand die Herstellung und Untersuchung ternärer InGaAs-Schichten auf InP. Es zeigte sich, daß die Substratqualität einen erheblichen Einfluß auf das Schichtwachstum hat. Bei Verwendung von Substratmaterial ausreichender Qualität konnten atomar ebene GaInAs-Schichten reproduzierbar hergestellt werden. Die Schwankung in der Zusammensetzung von Schicht zu Schicht lag dabei innerhalb von 0,4 %. Die Restverunreini_ung konnte durch systematische Untersuchung der thermischen Behandlung der Substrate in der MBE-Anlage auf Werte von z.T. unter 10^{15} cm^{-3} gesenkt werden. Probleme bereiten noch die vorhandene Kompensation der Schichten und ein teilweise starkes "Ausfrieren" freier Ladungträger bei tieferen Temperaturen. Darüberhinaus wurde anhand von GaAs/GaAlAs-"Multi-quantum-well"-Strukturen die Tauglichkeit der vorhandenen Anlage zur Erzeugung dünnster Schichten mit innerhalb einer Atomlage abrupten Übergängen demonstriert. Zur Beurteilung der Strukturen wurden die Emissionseigenschaften untersucht. Die ermittelten charakteristischen Werte (Verschiebung der Emissionswellenlänge von 370 meV (77 K) für d_{GaAs}= 14 Å, Linienbreite von 6,5 meV (1,6 K) für d_{GaAs} = 40 Å) entsprechen internationalen Bestwerten.

Flüssigphasenepitaxie

Die Flüssigphasenepitaxie wurde fast ausschließlich zur Herstellung der für die verschiedenen Bauelemente benötigten Schichtstrukturen eingesetzt. Entsprechend dem Arbeitsprogramm lagen dabei die Schwerpunkte bei den verschiedenen Wellenleiterbauelementen (passive Wellenleiter, Polarisationskonverter, Phasenmodulatoren), Laser und Bipolartransistoren sowie pin-FET-Strukturen und Schichtsysteme für die Integration von Wellenleitern und Detektoren. Darüberhinaus wurden im Rahmen der Laserarbeiten Wachstumsversuche auf Fe-implantiertem InP-Material untersucht, um vergrabene hochohmige Bereich zu erzeugen. Es zeigte sich, daß die Qualität der aufgewachsenen Epitaxieschichten in charakteristischer Weise von der implantierten Dosis abhängt.

Gasphasenepitaxie

Mit dem "in-situ-Addukt"-MOVPE-Verfahren, mit dem bisher Einzelschichten aus InP bzw. InGaAs aufgewachsen wurden, wurden insbesondere Versuche zur Herstellung von Heterostrukturen aus diesen beiden Materialien durchgeführt. Die Ergebnisse waren durchweg unbefriedigend, was vor allem auf zu langsamen Gaswechsel und auf mögliche Memory-Effekte, bedingt durch die Mischkammer, zurückgeführt wird. Das "in-situ-Addukt"-Verfahren wird deshalb als nicht aussichtsreich betrachtet. Es wurde daher damit begonnen, die vorhandene MOVPE-Anlage, die vom Konzept und ihrer Funktionstüchtigkeit nicht mehr dem heutigen Entwicklungsstand entspricht, vollständig umzurüsten, um in Zukunft Alkylverbindungen zu verwenden.

Eine zweite MOVPE-Anlage wurde in Eigenbau gegen Ende des Jahres fertiggestellt. Diese Anlage ist insbesondere für das Materialsystem InGaAlAs vorgesehen, das zur Erweiterung der Materialsbasis das gebräuchliche System InGaAsP ergänzen soll (s.a. ESPRIT-Projekt).

Da die Resultate der metallorganischen Gasphasenepitaxie wesentlich auch von der Qaulität der Ausgangsprodukt abhängt, wurde ein Programm zur Synthese und Analyse solcher Substanzen gestartet. Die Arbeiten werden von der TU Berlin durchgeführt (s.u. ESPRIT-Projekt).

Beim VPE-Verahren wurde die bisherige Ga/In-Legierungsquelle durch zwei getrennte Ga- bzw. In-Quellen ersetzt, um eine bessere Konstanz der Materialzusammensetzung bei InGaAs-Schichten zu erzielen. Trotz insgesamt deutlicher Verbesserungen hinsichtlich der Schichtqualität (Oberflächenmorphologie, Gitteranpassung) werden vor allem Wanddepositionseffekte für die nicht zufriedenstellende Reproduzierbarkeit verantwortlich gemacht. Planungen für ein neues Reaktor-Desdign wurden durchgeführt.

Prozeßtechnologie

Die der Abteilung obliegenden technologischen Verfahren wurden entsprechend den steigenden Anforderungen bei der Herstellung optoelektronischer Bauelemente und integrierter Komponenten hinsichtlich Qualität, Reproduzierbarkeit und Ausbeute weiterentwickelt.

Schichtdeposition

Die Anlage zur pyrolytischen SiO_2-Abscheidung (SILOX) wurde zu einem geschlossenen System modifiziert, wodurch eine Verbesserung der Schichtreinheit und eine wesentliche Reduzierung von aus der Gasphase auf die Waferoberfläche ausfallenden Partikeln erreicht wurde. Darüberhinaus wurde die Anlage mit einem Vakuum-Pumpsystem versehen, um zukünftig Niederdruck-Depositionsprozesse mit erhöhter Schichtdickenhomogenität auch bei großen Proben, speziell $LiNbO_3$-Wafern, durchführen zu können. Die Abscheidung von Al_2O_3-Schichten durch thermische Verdampfung wurde hinsichtlich der Eignung für Oberflächenpassivierung von InP/InGaAsP und für MIS-Strukturen untersucht /1/. SIMS- und WDX-Messungen ergaben eine nahezu stöchiometrische Materialzusammensetzung; mit elektrischen Meßmethoden wurde die Abhängigkeit von Grenzflächen- und Durchbruchseigenschaften von Herstellungsbedingungen charakterisiert (s. "Elektrische Meßtechnik"). Für das Projekt "Kohärente optische Breitbandübertragung für den Weitverkehr" wurde die Entwicklung von Entspiegelungsschichten vorangetrieben. Nach umfangreichen Voruntersuchungen zur TiO_x-Aufdampfung, die der Anpassung des Brechungsindexes und der Erreichung eines hohen Reproduzierbarkeitstandards galten, wurden kommerzielle kurzwellige Laser (780 nm) einseitig, teilweise auch beidseitig bis auf eine Restreflexion von ca. 1% entspiegelt. Nach Umbau der vorhandenen Meßgeräte zur Verbesserung der In-Situ-Kontrolle des Aufdampfprozesses wurde mit Versuchen zur Deposition von SiO_x-Schichten begonnen, gezielt auf die Entspiegelung von 1,3 µm- und 1,5 µm-Lasern.

Metall-Halbleiter-Kontakte

Die Entwicklung ohm'scher Kontakte mit niedrigen Übergangswiderstand wurde in zwei Hauptrichtungen verfolgt:

- Deposition von Legierungen durch Simultan-Verdampfung von zwei Metallen, d.i. AuGe auf n-InP und AuZn auf p-InP. Gegenüber konventionallen Mehrschicht-Metallisierungen ergab sich eine deutliche Reduzierung des Kontaktwiderstandes, insbesondere auf p-InP. Als wesentlich erwies sich eine nur sehr kurzzeitige Kontaktlegierung (im Sekundenbereich), durchgeführt mittels eines schnellen Streifenheizers /2/.

- Herstellung von Ti/Au-Kontakten mit vorangehender Ar-Sputterätzung der Kontaktflächen. Hiermit wurden auf n^+-InP und auf n^+-InGaAs perfekt lineare Strom-Spannungs-Kennlinien und spezifische Kontaktwiderstände von ca. $8 \cdot 10^{-7}$ bzw. $5 \cdot 10^{-8}$ cm^2 erreicht, ohne daß eine Einlegierung bei erhöhten Temperaturen notwendig ist.

Dotierungsverfahren

Da die Erzeugung von lokalen pn-Übergängen von größter Bedeutung für eine Vielzahl von Bauelementen der integrierten Optik ist, wurde das bereits früher erwähnte Verfahren der flachen Cd-Diffusion in der halboffenen Ampulle weiterentwickelt. Hierbei stand die Reduzierung der Oberflächendegradation im Vordergrund, untersucht am für thermische Belastung besonders empfindlichen InP. Eine Reihe verschiedener fester und flüssiger Diffusionsquellen wurde erprobt. Insbesondere die Verwendung einer flüssigen Quelle aus Cd-InP-In führte zu einer wesentlichen Verringerung der Oberflächenzersetzung selbst bei Temperaturen von 600° C. Bei der - für tiefere p-Zonen geeigneten - Eindiffusion von Zn erwies sich der Gebrauch einer $Zn_3/Cd_3/P_2$-Mischquelle als besonders gut geeignet zur Erreichung geringer Degradation und hoher Oberflächen-Dotierungskonzentration. Die Schwerpunkte der Ionenimplantation lagen in den folgenden Aktivitäten:

- Herstellung von n^+-Zonen, geplant als Bauelement-Kontaktschichten, durch Si-Implantation in InP. Mit derzeit noch konventionellem Ausheilverfahren ergaben sich Trägerkonzentrationen bis $1 \cdot 10^{19}$ cm^{-3} bei Beweglichkeiten von 2500 cm^2/Vs.

- Erzeugung von semi-isolierenden InP-Schichten durch Fe-Implantation, vornehmlich benötigt zur Stromeinengung in Laserstrukturen. Als ein wesentliches Ergebnis wurde eine Obergrenze der Dosis von ca. $1 \cdot 10$ cm^{-2}, bei der ein Überwachsen durch LPE noch möglich ist, festgestellt. Mit dieser Dosis wurden n-i-n-Strukturen mit Sperrspannungen von 1,5 V, ausreichend hoch für ein effektives elektrisches Konfinement, hergestellt.

- Konzipierung und Beginn des Aufbaues einer Anlage zur Kurzzeit-Ausheilung implantierter Schichte, unter Verwendung leistungsstarker Halogenlampen und unterschiedlicher Schutzgase.

Strukturübertragungsverfahren

Die Ionenstrahlätzung (IBE) wurde ausgedehnt auf die standardmäßige Strukturierung von Cr-Lithographiemasken bis 4"-Größe, wie sie für die $LiNbO_3$-Technik benötigt werden. Zur Strukturübertragung in ITO-Schichten, die als transparente Kontakte in elektro-optischen Modulatoren zur Anwendung kommen, wurde ein IBE-Prozeß unter Verwendung von N_2 entwickelt. Ti/Au/Ti-Kontaktierungsschichten erwiesen sich dabei zugleich als geeignete Maskierung. Das bereits berichtete IBE-Verfahren der Ätzung von InP/InGaAsP mit N_2 und N_2/O_2-Mischungen wurde mit Untersuchungen der Einstrahlwinkel-Abhängigkeit, der Kantenrauhigkeit und der Maskierungsfähigkeit verschiedener Metall- und Photolackschichten zu einem vorläufigen Abschluß gebracht /3/. Die reaktive Ionenätzung (RIE) von InP/InGaAsP/InGaAs mit CH_4/H_2-Gasmischungen /4/ wurde erfolgreich eingesetzt zur Herstellung von BRS- und Mushroom-Lasern. Die Strukturierung der ternären Kontaktschicht mit RIE ermöglichte die Realisierung einer selbstjustierenden, das elektrische Konfinement der Laser deutlich erhöhenden lateralen Kontaktisolation. Weitere organische Ätzgase (CH_3OH, C_2H_4) wurden im RIE-Prozeß erprobt. Durch die Zugabe von CH_3OH gelang die Unterdrückung der mit einigen nachfolgenden Prozessen zu Kompatibilitätsproblemen führenden Polymerbildung auf der Maskierung. Erste massenspektroskopische Studien an Plasmen der genannten Gasmischungen liegen vor und weisen deutlich auf Molekül-aufbauende Reaktionen in der Gasphase hin. Zur Zeit werden Methoden zur Steigerung der Empfindlichkeit erarbeitet, um auch Reaktionsprodukte mit dem Halbleitermaterial nachzuweisen und daraus Rückschlüsse auf die oberflächenspezifischen Mechanismen ziehen zu können.

Bauelement-Montage

Die Aktivitäten diese Teilgebietes bestanden überwiegend in der standardmäßigen Durchführung bereits erarbeiteter Verfahren zum Aufbau von Bauelementen auf Halterungen und ihrer Bondung, bedingt insbesondere durch die angelaufene Kleinserienfertigung von $LiNbO_3$-Komponenten. Daneben sind hervorzuheben die

- Inbetriebnahme eines automatischen Ritzgerätes zur Chip-Trennung,
- Verbesserung der Laser-Montage durch Verwendung einer Halogenlampe als Heizquelle mit wesentlich verkürzten Aufheiz- und Abkühlzeiten.

/1/ Bach, H.G., Niggebrügge, U., Dreßler, W., Döhler, A.: Properties of MIS Structures with Evaporated Al_2O_3 Gate Oxide on n-type InP (InGaAsP), 15th ESSDERC, Sept. 9-12, 1985, Aachen; in: Europhysics Conferece Abstracts, Vol. 9H, p. 221 (1985)

/2/ Wehmann, H.-H., Aytac, S., Schlachetzki, A.: Strip Heater for Ohmic Contacts to Semiconductors, Rev. Sci. Instr., Vol. 56, p. 2323 (1985)

/3/ Katzschner, W., Niggebrügge, U., Löffler, R., Schroeter-Janßen, H.: Reactive Ion Beam Etching of InP with N_2 and N_2/O_2 Mixtures, Appl. Phys. Lett. Vol. 48, p. 230 (1986)

/4/ Niggebrügge, U., Klug, M., Garus, G.: A Novel Process for Reactive Ion Etching of InP Using CH_4/H_2, 12th Int. Symp. on GaAs and Related Compounds, Sept. 23-26, 1985, Karuizawa/Japan; in: Inst. of Phys. Conf. Ser. (im Druck)

Lithographie

Die bestehenden Verfahren zur Strukturerzeugung und -übertragung wurden weiterentwickelt. Zur Vorbereitung der Tief-UV-Lithographie wurde ein Exzimer-Laser installiert.

Elektronenstrahllithographie

Die Versuche mit LaB_6-Emittern wurden fortgesetzt, um zu einer Verkleinerung des Strahldurchmessers für die Erzeugung von Submikron-Strukturen zu gelangen. Unter optimierten Betriebsparametern wurde eine Strahlfokussierung auf 60 nm erreicht. Zum überwiegenden Teil wurde die Anlage wegen des großen Bedarfs für die Strukturierung von Photomasken eingesetzt. Hauptsächlich wurden Maskensätze für folgende Bauelemente hergestellt:

- TE/TM Modenwandler auf InP
- Richtkoppler-Modulator auf InP
- BRS-Laserstrukturen
- Heterobipolartransistoren
- $LiNbO_3$-Schaltmatrix 4x4
- $LiNbO_3$-Schaltmatrix 4x4, Kompaktversion
- $LiNbO_3$-Schaltmatrix 8x8
- $LiNbO_3$-polarisationsunabhängiger Schalter
- $LiNbO_3$-Polarisationskonverter
- $LiNbO_3$-Wellenleiterkrümmungen.

Für die photolithographische Justierung wurden verbesserte Marken erfolgreich erprobt.

Maskenentwurf und CAD

Die oben genannten Maskensätze wurden sämtlich mit Rechnerunterstützung entworfen. Die bisher entwickelten Fortran-Programme für das Layout komplexerer Wellenleitermasken wurden weitgehend in Programme zur Erzeuggung von CAD-Macros umgesetzt, die CAD-Designs generieren und damit alle Möglichkeiten des Applicon-Systems zur interaktiven Strukturmanipulation eröffnen. Die Frakturierung von Pattern-Files stellte bisher durch die langen Rechenzeiten einen Engpaß dar. Durch die Beschaffung eines neuen Programm-Moduls und Übergang zum VAX-Rechner konnte hier wirksam Abhilfe geschaffen werden. Insgesamt hat der Maskenentwurf inzwischen einen professionellen Stand erreicht, der durch die bevorstehende Implementierung des neuen Applicon-Systems noch verbessert werden wird.

Photolithographie

Für die Resistapplikation wurde ein neues Verfahren zur Verbesserung der Lackhaftung erprobt und eingeführt. Das Lift-off-Verfahren mit Negativresist wurde zur Übertragung auf $LiNbO_3$-Chips neu untersucht und optimiert. Mit Polyimid wurden erste erfolgreiche Versuche zur Durchkontaktierung von Leiterbahnen durchgeführt. Zur Resistbelichtung mit Tief-UV sowie zur Untersuchung neuer Anwendungsgebiete wurde ein Exzimerlaser (ArF) in Betrieb genommen. Erste Ergebnisse liegen zur Photoablation von Polyimid vor.

Holographie

Der Zweistrahl-Interferenzaufbau zur Erzeugung von Bragg-Gittern wurde weiter verbessert, um die Ausbeute zu steigern. Der zwischenzeitlich betriebene HeCd-Laser erwies sich aufgrund mangelnder Modenreinehit als ungeeignet für dieses Verfahren, so daß jetzt ersatzweise ein Ar-Laser beschafft werden soll. Die hergestellten Gitter sind schließlich Bestandteil eines einsatzfähigen DFB-Lasers geworden (s. dort).

Meßtechnik

Optische Meßtechnik

Die in den vergangenen Jahren aufgebauten Meßplätze zur Bauelemente- und Materialcharakterisierung wurden vervollständigt, den anfallenden Projektanforderungen angepaßt und z.T. mit Rechneranschlüssen zur Meßwerterfassung, Auswertung und Dokumentation versehen. Folgende Neuentwicklungen wurden durchgeführt:

Infrarot-Mikroskop

Zur Untersuchung von vergrabenen Strukturen wurde am IR-Mikroskop die Methode der "wellenlängenselektiven Mikroskopie" entwickelt. Hierbei wird durch Interferenz-Filter ein für die jeweilige Schicht und Beobachtungsmethode optimaler Wellenlängenbereich ausgefiltert derart, daß sich die interessierende Struktur bei dieser Wellenlänge in Absorption, Reflexions- und Streuverhalten von den umgebenden Schichten unterscheidet und damit sichtbar wird. Das Auflösungsvermögen für diese Strukturen konnte durch den Einsatz geeigneter Optiken bis auf ca. 1 µm gesteigert werden. Die Bedeutung dieses Verfahrens ergibt sich daraus, daß das Raster-Elektronen-Mikroskop zwar in der Auflösung weit überlegen ist, aber vergrabene Strukturen nur durch Betrachten der Spaltflächen an wenigen Punkten untersucht werden können. Mit dem optischen Verfahren dagegen kann schnell und zerstörungsfrei die gesamte Waferfläche inspiziert werden. So kann beispielsweise die Homogenität des unterätzten Bereichs sowie das Zuwachsen der Unterätzung mittels Massentransportes bei MT-Lasern beurteilt werden. Weiterhin können überwachsene Strukturen auf Anlösung durch weitere Epitaxieschritte kontrolliert werden. Schließlich ist eine Aussage über die Materialqualität möglich, da die für diese Charakterisierung entwickelten Lumineszenzverfahren an demselben Gerät vollständig und nahezu gleichzeitig zur Verfügung stehen.

Meßsystem zur Bestimmung von Reflexion und Transmission

Zur Bestimmung der Restreflexion ($R < 1\%$) von Entspiegelungsschichten für den optischen Verstärker wurde eine Meßapparatur konzipiert, die die Untersuchung von kleinflächigen Proben im sichtbaren und nahen IR-Bereich (0,5 - 2,0 µm) erlaubt. Mit dem Aufbau wurde begonnen.

Brechungsindexmessung

Es wurden Brechungsindexuntersuchungen an InAlAs-Schichten im transparenten Bereich durchgeführt. Der Brechungsindex wurde durch die Messung des Brewster-Winkels bestimmt. Durch Verwendung stark untersetzter

Schrittmotoren und empfindlicher Meßwertverarbeitung konnte eine Genauigkeit von ± 1% erreicht werden. Um bei epitaktischen Schichten Brechungsindexsprünge in der Größenordnung der Meßgenauigkeit zu erfassen, werden die Proben parallel auf die Wellenleitereigenschaft der Schicht untersucht. Die Methode fand Anwendung bei der Untersuchung des relativ neuen Materials InAlAs.

Elektrische Meßtechnik

Meßplätze: Neuaufbauten und Erweiterungen

Infolge des hohen Probenanfalls für Dotierungsmessungen wurde ein zweiter elektrochemischer Profilplotter installiert und in Betrieb genommen. Neben HCl als Elektrolyt wurde Ammoniumtartrat zur Ätzung eingesetzt. Dadurch ließen sich im Vergleich zu HCl homogenere Ätzfronten erzielen. Am DLTS-Meßsystem wurde im Rahmen einer Diplomarbeit /3/ eine im Wellenlängenbereich 0,4 - 1 bzw. 1 - 2 µm kontinuierlich durchstimmbare Lichtquelle aufgebaut. Die zusätzliche optische Anregung ist zum Nachweis von Minoritätsträger-Traps in Schottkydioden erforderlich. Vorhandene Admittanz-Meßplätze wurden so erweitert, daß Transistor- und Kontaktwiderstandsmessungen im Temperaturbereich von 90 K - 420 K möglich sind. Ein Zweipol-Rauschmeßplatz für Photodioden mit Kryostaten und rechnergeführter Temperaturregelung wurde erstellt. Der Frequenzbereich der Apparatur reicht von 0,1 Hz (Lock-in) bis 1,8 GHz (Spektrum-Analyzer) und wird momentan durch die verwendete Nadelkontaktierung des Wafers auf ~ 10 MHz eingeschränkt. Für Kalibrierzwecke wurde eine pseudostochastische digitale Rauschquelle für den Frequenzbereich von 1 Hz bis 2 MHz ($-^{+}$ 0,5 dB) entwickelt. Die schon laufenden Bemühungen um schnelle Schaltzeitmessungen auf Waferebene wurden durch Umkonstruktion des Microstrip-Probenhalters fortgesetzt; momentan sind ~ 300 ps Schaltzeit am 2-Pol-Bauelement ohne Bondung meßbar. Für die Gruppe $LiNbO_3$ wurde mit dem Aufbau eines 2-Gbit Wort-Generators begonnen.

Software-Arbeiten

Berechnung von C(V)-Kurven realer MIS-Varaktoren unter Einschluß von Interface-Zuständen (Zusammenarbeit mit Hahn-Meitner-Institut Berlin, Bereich D/E); Bestimmung der Grenzflächenzustandsdichte in MIS-Proben aus der NF/HF-Kapazität nach Castagné/Berglund; Modelling der Nichtgleichgewichts-Kapazität von MIS-Varaktoren mit Auswertung der Minoritätsträger-Lebensdauer und Oberflächenrekombinationsgeschwindigkeit (Zerbst-Methode); DLTS-Spektrum-Simulationen mit Daten tiefer Störstellen aus einer Trap-Library und automatischer Analyse von DLTS-Spektren; Auswertung von Kontaktwiderstands-Messungen auf dünnen Epitaxieschichten nach dem Transmission-Line-Modell; Verbesserung und Erweiterung der Software an bereits bestehenden Meßplätzen.

Halbleiter-Material-Charakterisierung

An den elektrochemischen Profilern und am Hg-Prober wurden mehr als 400 Proben mit verschiedenen Epitaxieschichten (InGaAs, InGaAsP) und Diffusionsstoffen (Zn, Cd) bezüglich ihrer Dotierung vermessen. Die dielektrischen Funktionen der Oxide SiO_2, SiO und Al_2O_3 wurden im Frequenzbereich ermittelt und Resultate verschieden hergestellter Schichten verglichen (Variation der Aufdampf- und Temperparameter). Es wurden DLTS-Messungen durchgeführt an CdO/n-InP Proben, die unter Variation der Substrattemperung hergegestellt waren. Dabei ergab sich die kleinste Dichte tiefer Störstellen im ungetemperten Fall mit $1,5 \cdot 10^{-3}$ zur Grunddotierung. Mit nur moderater Temperung (350° C, 15 min, N_2) stieg die Konzentration tiefer Störstellen um einen Faktor 4 an, die Aktivierungsenergien lagen im Bereich 0,3 bis 0,6 eV. Es zeigte sich, daß der Temperaturmeßbereich der DLTS-Anlage (85 K - 450 K) nach unten durch einen (geschlossenen) He-Kryostaten erweitert werden muß, um alle in den III-V-Materialien der Integrierten Optik vorkommenden (flachen) Störstellen zu erfassen. Im weiteren wurden im Rahmen einer Diplomarbeit tiefe Störstellen in Epitaxieschichten der MBE ($Ga_{1-x}Al_xAs$) in Abhängigkeit des Al-Gehalts der Probe bestimmt. Insbesondere interessiert hier das sich mit steigendem Al-Gehalt ausbildende DX-Zentrum, das als entscheidend für die quasi

'semi-isolierenden' Eigenschaften und die permanente Photoleitung in GaAlAs angesehen wird. Mit Hilfe der zuvor beschriebenen durchstimmbaren Lichtquelle wurden erste Minoritätsträger-Trapspektren in p-InP Schottky-Dioden aufgenommen /3/. Das MIS-System Al_2O_3/InP (InGaAsP) wurde umfangreich charakterisiert. Ziel dieser Untersuchungen ist es, geeignete Oxide für eine eventuell folgende Herstellung von MISFETs zu finden. Dazu wurden auf n- und p-InP Wafern mittels Elektronenstrahlverdampfung von Al_2O_3 MIS-Varaktoren hergestellt und bezüglich der Oxid- und Interface-Eigenschaften vermessen. Es konnten Durchbruchfeldstärken von 8 MV/cm und Interfacezustandsdichten < $10^{11}/cm^2$ eV im Minimum erreicht werden. Die Inversion auf n- und auf p-InP erlaubt die Herstellung von MISFETs. Dabei sind Probleme der Stabilität und Hysteresefreiheit in den C(V)-Kurven weiter zu bearbeiten /2/.

Bauelemente-Charakterisierung

An ersten pin-FETs wurden Durchbruchspannungen, Dotierungen und Serienwiderstände gemessen. Bei der pin-Fotodiode lag der Schwerpunkt bei der Dunkelstrom-Analyse. Bei Dotierungen um $10^{16}/cm^3$ wurden 30 V Durchbruchspannung (10 µA) bei Cd-diffundierten Dioden (n-InGaAs) erreicht. An Mesadioden wurde der Einfluß verschiedener Ätzverfahren auf den Dunkelstrom untersucht. RIE-Ätzung der Dioden erbrachte vergleichbare Dunkelstromwerte wie die naßchemische Ätzung. Die Erzielung von kleinen Kontaktwiderständen ohne die Notwendigkeit einer Temperung ist für viele Bauelemente wünschenswert. Dazu wurden Kontaktwiderstände nach dem Transmission-Line-Modell von Au/Sn und Ti/Au-Metallisierungen auf epitaktischen Schichten n-InP gemessen. Die besten Werte mit << 10^{-6} Ohm cm^2 wurden mit Ti/Au-Kontakten auf Ar-gesputtertem n-InP erreicht. Ein Alterungsversuch über 300 Stunden ergab bei einer Kontaktbelastung mit 20 KA/cm^2 eine Änderung des Gesamtwiderstands kleiner 3,5%. Die Temperaturabhängigkeit dieser Kontakte kann durch eine effektive Barrierenhöhe um 100 meV beschrieben werden. Die Untersuchungen zur Heterostruktur CdO/p-(InGa) (AsP) wurden anhand der Charakterisierung von Heterostruktur-Bipolar-Transistoren mit einem CdO-Emitter weitergeführt /1/. Heterostruktur-Bipolar-Transistoren mit ternärer Basis wurden bezüglich der Stromverstärkung und des Kennlinienverhaltens bei kleiner Kollektor-Basis-Spannung optimiert /4, 5, 6/. An pn-Modulatorstrukturen mit transparenten Elektroden aus CdO oder ITO auf der oberflächlich p-diffundierten quaternären aktiven n-Schicht wurden Dotierungen gemessen und Admittanzmessungen zum inneren Ersatzschaltbild der Struktur durchgeführt. Hierbei erwies sich der zusätzliche serielle quasi-pn-Übergang des CdO zum p-Gebiet als problematisch. An dieser Stelle hat die Probenpräparation zum Ziel, einen ohm'schen Kontakt zum p-Gebiet herzustellen, ohne die optischen Eigenschaften (Dämpfung) zu erhöhen.

/1/ Grote, N., Su, L.M., Bach, H.G., Fiedler, F., Hoppe, U.: InP- und InGaAs(P)-Bipolartransistoren mit Emitterschichten aus gesputtertem Cadmium-Oxid, NTG-Fachtagung "Heterostrukturbauelemente", Bad Soden, 27.-29. März 1985

/2/ Bach, H.G., Niggebrügge, U., Dreßler, W., Döhler, A.: Properties of MIS Structures with Evaporated Al_2O_3 Gate Oxide on n-type InP(InGaAsP), 15th ESSDERC 1985, Aachen, 9.-12. Sept. 1985

/3/ Schramm, C.: Charakterisierung tiefer Störstellen in III-V Halbleitern durch elektrische und optische Anregung bei der Kapazitäts-Transient-Spektroskopie (DLTS), Diplomarbeit HHI (TUB, FB 19), Dez. 1985

/4/ Grote, N., Su, L.M., Bach, H.G.: Characteristics of Double-Heterojunction InGaAsP/InP Bipolar Transistors, 12th Int. Symp. on GaAs and Related Compounds, Karuizawa, Japan, 23.-26. Sept. 1985

/5/ Su, L.M., Grote, N., Kaumanns, R., Mekonnen, G.: Doppelheterostruktur-Bipolartransistoren auf der Basis des InGaAsP-Materialsystems, NTG-Fachtagung "Heterostrukturbauelemente", Bad Soden, 27.-29. März 1985

/6/ Su, L.M., Mekonnen, G., Grote, N.: On the Storage Time of InGaAs/InP Bipolar Transistors, IEEE Electron Dev. Lett. EDL-6, Oct. 1985

Zur Unterstützung der Projekte und einer Vielzahl sonstiger Aktivitäten im Bereich Integrierte Optik sind routinemäßig Rasterelektronenmikroskopie, Röntgenanalyse sowie mit stark zunehmender Tendenz Diffraktometrie zur Mesung der Gitterfehlanpassung von Epitaxieschichten zum Einsatz gekommen. Ausgehend von vorhandener Software wurden mehrere Programmbibliotheken für universelle graphische Darstellung auf Bildschirmterminals und Meßdatenerfassung entwickelt, auf vier Prozeßrechnern installiert und damit eine starke Vereinfachung von Routinearbeiten bei Bauelementesimulation und rechnergestützen Meßplätzen erreicht. Am Kathodolumineszenzmeßplatz ist die Aufbauarbeit abgeschlossen worden; mittels Lock-In-Technik wurden CW-Spektren an InGaAs-Epitaxieschichten aufgenommen. Einsatz von Photonenzähltechnik wird in Zusammenarbeit mit der TU Berlin (Dr. Bauer, Arbeitsgruppe Prof. Bimberg) erarbeitet. Die Experimente sind sehr vielversprechend angelaufen und werden den nötigen Einblick in die Rekombinationskinetik bringen. In Zusammenarbeit mit der Fa. Atomika/München wurden auf einer SIMS-Anlage umfangreiche Testserien durchgeführt mit dem Ziel, für verschiedene III-V-Halbleiter (GaAs, InGaAs, InP) Nachweisgrenzen und Empfindlichkeitsfaktoren festzustellen. Unter Routinebedingungen wurden die besten z.Z. veröffentlichten Nachweisgrenzen in GaAs erreicht (z.B. $3 \cdot 10^{13}$ cm^{-3} für GaAs:Mn). Gleichzeitig wurden durch geringere Ionenausbeute und damit geringere Empfindlichkeit in InP um etwa einen Faktor 10 schlechtere Nachweisgrenzen nachgewiesen /1/.

/1/ Schlaak, W., Steckenborn, A.: Applications of SIMS to III-V-compounds, 1st Europ. Conf. on Appl. of Surf. and Interf. Anal., Velthoven, Niederlande, 14.-18. Okt. 1985

Lithiumniobat-Technologie

Für die kurz- und mittelfristige Deckung des Bauelementebedarfs zum Aufbau optischer Nachrichtenübertragungssysteme und zur Untersuchung von solchen rein passiven und elektro-optisch steuerbaren Wellenleiterfunktionen, die weitgehend auf das Halbleitersystem InGaAsP übertragbar sind, laufen intensive Arbeiten zur Entwicklung der $LiNbO_3$-Technologie. Schwerpunktmäßig wurden im Berichtszeitraum Bauelemente für die Projekte "Lokale Breitbandkommunikation mit optischer Vermittlungstechnik", "Kohärente optische Breitbandübertragung für den Weitverkehr" und "Technologien der Integrierten Optik" entwickelt. Bei den Bauelemententwürfen wurde dabei zunehmend die Reproduzierbarkeit der Bauelementherstellung mit definierter Schwankungsbreite unter Abwägung der technologischen Toleranzen und Erfordernisse in den Vordergrund gestellt, um den Schritt von einer Prototypenentwicklung zur quasi Kleinserienfertigung mit vertretbarer Bauelementausbeute anzugehen. Zur Verbesserung der Ausbeute wurden Untersuchungen zur Mikrostrukturierung von Metall und optischen Pufferschichten mit modifizierten Lift-off-, Naßätz- und Trockenätzverfahren durchgeführt und die Ergebnisse anhand der Charakteristiken von Richtkopplerstrukturen ausgewertet. Bei diesen Arbeiten stellte sich heraus, daß die Reinraumqualität im jetzigen Zustand für die effektive Kleinserienfertigung nicht ausreichend ist. Zur besseren Meßwertanalyse und für den Bauelemententwurf wurden die Programme für die Prozeß- und Bauelementsimulation um ein Programm der effektiven Index-Methode und um ein Programm zur Simulation des elektro-optischen Schaltverhaltens nicht-idealer Richtkoppler erweitert. Die weiteren Arbeiten konzentrieren sich auf die Fertigung in Kleinserie zur Abdeckung der Projektaufgaben und auf Packaging-Probleme der Bauelemente (DC-Drift, Faser/Chip- und Chip/Chip-Kopplung).

Im Berichtszeitraum wurden folgende Komponenten und Bauelemente entwickelt:

- Schnelle Phasenmodulatoren für λ = 1,3 µm und 1,5 µm; Einfügungsdämpfung (1,3 µm) 2,2 dB, differentielle TE/TM-Halbwellenspannung (1,3 µm) 10 V, Bandbreite 1,5 GHz.

- Weiterführung der Richtkopplerschalter-Entwicklung für λ = 1,3 µm und TM-Betrieb zur Herstellung von 4x4- und 8x8-Schaltmatrizen (Kooperation mit der Firma LM. Ericsson).

- Gekrümmte Wellenleiter mit Wellenleiterversatz zur dämpfungsarmen Verbindung von Bauelementen auf einem Chip /1/ (Kooperation mit LM. Ericsson)

- Polarisationsunabhängige 8x8 Sternkoppler für λ = 1,3 µm /3/. Anwendung der Einzelfaserjustierung zur Ankopplung und Verklebung von 16 Einmodenfasern.

- Polarisationsunabhängiger Ein/Aus-Schalter für λ = 1,3 µm mit Mach-Zehnder-Architektur und separater Aussteuerung der TE- und TM-Komponenten des eingekoppelten Lichtes. Bisher erreichte Einfügungsdämpfung 6 dB, Nullvoltverhalten, Schaltspannungen unter 20 V.

- Prototyp einer 4x4 Schaltmatrix für λ = 1,3 µm und TM-Betrieb, bestehend aus 6 Richtkopplerschaltern, Einfügungsdämpfung 5 dB, Spannungshub zwischen den Schaltzuständen < 20 V.

/1/ Döldissen, W., Heidrich, H., Hoffmann, D., Thylén, L., Lagerström, B.: Reduction of Bend-Losses in Integrated Optics Devices, Proc. 3rd ECIO'85, Berlin, Springer Series in Optic. Sciences 48, pp. 210-214 (1985)

/2/ Döldissen, W., Heidrich, H., Hoffmann, D., Ahlers, H., Döhler, A., Klug, M.: Integrated-Optical 8x8 Star Coupler in Ti:$LiNbO_3$, ibid. pp. 225-228

/3/ Werner, W., Döldissen, W., Heidrich, H., Hermes, Th., Hoffmann, D., Saniter, J., Schmidt, F.: Single-Mode Star Couplers for Optical Switching Applications, IOOC-ECOC '85, Venedig, Technical Digest I, pp. 427-430

Bauelementesimulation

Es wurden erste Erfahrungen im Umgang mit dem Cray-Rechner der TU gesammelt und das Beam Propagation (BPM)-Rechenprogramm dort unter den besonderen Bedingungen des Parallel-Rechners installiert. Erste Probeläufe für Problemstellungen mit hohem Rechenaufwand (hohe Auflösung, kleine Schrittweite) wurden durchgeführt.

λ-Muldex

Kodirektionale und kontradirektionale Richtkoppler mit periodisch variierender Koppelkonstanten wurden theoretisch und in Rechnersimulationen für das Materialsystem InGaAsP/InP untersucht. Die wesentlichen Ergebnisse sind:

- Entwicklung einer einheitlichen Theorie für kodirektionale und kontradirektionale Richtkoppler mit periodisch variierenden Koppelkonstanten (gemeinsam mit Dr. R. März, Siemens).

- Kodirektionale, periodische Koppler zeigen für heutige WDM-Systeme interessante Eigenschaften. Mögliche charakteristische Werte sind:

  - Halbwertsbreiten von einigen nm
  - Kanalabstände von 20...30 nm
  - Nebensprechunterdrückung von besser als 20 dB
  - Polarisationsunabhängigkeit auch im rein passiven Bauelement

- Die Mäander-Struktur ist einer Ätzgrabenstruktur aus technologischen Gründen vorzuziehen.

Laser

Die Arbeiten zur Herstellung index-geführter 1,5 µm-Laser konzentrierten sich auf zwei Strukturen, nämlich den Massentransport-Laser und den "Buried-ridge-structure (BRS)"-Laser. Ein wesentlicher Gesichtspunkt bei der Auswahl dieser beiden Strukturen war die spätere epitaktische Herstellbarkeit unter ausschließlicher Verwendung von Nicht-LPE-Verfahren.

a) Als Vorstufe zur Herstellung von Massentransport (MT)-Lasern wurden Laser mit einer Pilzstruktur hergestellt. Schwellströme zwischen 20 und 30 mA und externe Quantenausbeuten von 12% pro Spiegel wurden gemessen. Der Serienwiderstand von ca. 25 Ohm ist hierbei aber noch deutlich zu hoch. Das Auffüllen der unterätzten Streifenstruktur durch Massentransport wurde in einer LPE-Anlage (T = 710°C, 90 min) an Teststrukturen mit zufriedenstellenden Ergebnissen demonstriert.

b) Der BRS-Laser erfordert einen zweistufigen Epitaxieprozeß. Der aktive Laserstreifen wurde durch einen kombinierten Trocken-/Naßätzschritt in die erste mit LPE hergestellte Schichtstruktur geätzt und dann in einem zweiten LPE-Schritt überwachsen. Dieser Überwachsprozeß erwies sich schwieriger als erwartet. Trotz mehrerer erfolgreicher Versuche dauert die Optimierung (Wachstumstemperatur, Übersättigung u.a.) noch an, um anlösungsfreies, homogenes Wachstum zu erzielen. Die erfolgreichen Laser wiesen niedrigste Schwellströme von 20 mA (20°C) auf. Zur Begrenzung des lateralen Stromflusses wurden verschiedene Möglichkeiten untersucht. In der derzeitigen Form wird die ternäre Kontaktschicht als Streifen über dem Lasergebiet ausgebildet und eine seitliche Oxidschicht zur Isolation aufgebracht. Mit dieser Konfiguration wurde ein lineares Licht/Strom-Verhalten bis zu Ausgangsleistungen von ca. 5-7 mW pro Spiegel erreicht. Zur weiteren Verbesserung wurden Isolationstechniken mittels He- bzw. Fe-Implantation untersucht, die sie aber noch in der Auswertung befinden. Auf der Basis der BRS-Struktur konnten insbesondere auch erste DFB-Laserelemente mit einem Gitter zweiter Ordnung unter gepulsten Bedingungen demonstriert werden. Im besten Fall betrug der Schwellstrom 70 mA (20°C), die Ausbeute an funktionsfähigen DFB-Lasern war aber insgesamt noch sehr gering. Das Spektrum war erwartungsgemäß einmodig mit einer Temperaturempfindlichkeit der Emissionswellenlänge von 0,07 nm/K. Die Nebenmodenunterdrückung lag aufgrund einer linearen Abschätzung mindestens unterhalb von -20 dB. Der T_0-Wert betrug 45 K im gemessenen Temperaturbereich von 5-50°C.

pin-JFET-Integration

Über die bereits berichteten technologischen Vorarbeiten hinaus wurde die Gesamtherstellung des monolithisch integrierten optischen Empfängerbausteins erprobt. Es gelang erstmals die gemeinsame Realisierung von funktionsfähigen pin-Photodioden und JFETs auf einem Chip. Bei technologisch noch nicht optimiertem Aufbau wurde an den Photodioden ein Quantenwirkungsgrad bis 60% im Wellenlängenbereich 1 bis 1,55 µm erreicht. Die Transistoren zeigten Steilheiten von 60 mS/mm bei Kanallängen von ca. 2 µm. Das einer weiteren Verbesserung hauptsächlich entgegenstehende Problem der ungenügenden selektiven Diffusion in InGaAs wird zur Zeit durch Untersuchung neuer Maskierungsmaterialien (z.B. Si-Schichten) und - alternativ - durch Verwendung von InP-Überschichten angegangen.

Passive Wellenleiter in InGaAsP

Die Arbeiten von Rippenwellenleitern in InGaAsP/InP wurden in Hinsicht auf eine Erniedrigung der Dämfung weitergeführt. Durch geeignete Wahl der Wellenleiterschichtdicke konnten die Einflüsse des Substrates bzw. der Puffer-Schicht reduziert werden. Für bis zu 12 mm lange Wellenleiter wurden Dämpfungswerte von

3 dB/cm, als Bestwerte sogar 2 dB/cm erreicht. Gleichermaßen niedrige optische Verluste wurden mit als Alternative untersuchten invertierten Rippenwellenleiter erzielt, hergestellt durch Grabenätzung im InP-Substrat und epitaktischem Überwachsen.

Phasenmodulator

Der Schwerpunkt der Arbeiten am Phasenmodulator lag in den folgenden Bereichen:

- Verbesserung technologischer Einzelprozesse. Die aufgetretenen Probleme der ungenügenden Haftung der zur elektrischen Isolation dienenden Al_2O_3-Schicht konnten beseitigt werden. Durch Strukturierung der Wellenleiterrippen mittels RIE anstatt naßchemischer Ätzung wurde die Reproduzierbarkeit der Stufenhöhe gesteigert. Es wurden jedoch Mikrorisse im Al_2O_3 entlang Wellenleiterstufen festgestellt, die zu unkontrollierbaren Diffusionskanälen führen. Ihre Ursache wird derzeit untersucht.

- Untersuchung der Eignung von Indium-Zinn-Oxid (ITO) als Material für die transparente Elektrode. Es wurden Phasenmodulatoren auf der Basis des Konzeptes der "versenkten Elektrode" /1/ hergestellt. Hierbei wurde statt CdO als transparente Elektrode ITO eingesetzt /2/, das eine wesentlich höhere chemische Resistenz und mechanische Langzeitstabilität aufweist. Darüberhinaus konnte die Wellenleiterdämpfung auf 5 bis 6 dB/cm gesenkt werden. Die Durchbruchsspannungen am steuernden pn-Übergang erhöhten sich auf mehr als 30 V.

/1/ Bornholdt, C., Döldissen, W., Franke, D., Krauser, J., Niggebrügge, U., Nolting, H.P., Schmitt, F.: High Efficiency Phase Modulators in InGaAsP/InP, 3rd Europ. Conf. on Integrated Optics, May 6-8, 1985, Berlin; in: Springer Series in Optical Sciences, Vol. 48, p. 121 (1985)

/2/ Döldissen, W., Krauser, J., Niggebrügge, U., Nolting, H.P., Schlak, M.: Electrooptic Modulators in InGaAsP/InP, 2nd Int. Techn. Symp. on Optical, Electro-Optical Appl. Sci. and Eng., Nov. 1985, Cannes; in: SPIE Conf. Proc., Vol. A 587 (im Druck)

Monolithisch integrierte Polarisationsnachführung

Als erster Schritt zur Realisierung einer monolithisch integrierten Polarisationsnachführung wurde ein TE-TM-Konverter nach einem neuen Konzept (Patentanmeldung P 35 00 531.9) realisiert und seine prinzipielle Funktionsweise demonstriert. Hierbei wird ein InGaAsP/InP-Rippenwellenleiter mit (110) Orientierung auf (001) InP-Substrat durch ein elektrisches Feld mit (110) Vorzugsrichtung zur Modenkonversion mittels elektro-optischen Effekts eingesetzt. Die dafür benötigte laterale Feldverteilung wird durch seitlich zum Wellenleiter angeordnete tiefe p^+-Diffusionsgebiete realisiert, die gegen die Rückseitenelektrode in Sperrichtung vorgespannt werden. Phasenanpassung zwischen TE- und TM-Welle wird durch ein periodisch wechselndes Vorzeichen des elektrischen Feldes erreicht, d.h. Elektroden sind seitlich alternierend angebracht. Die Phasendifferenz der TE- zur TM-Welle wurde für geeignete Streifenwellenleiter gemessen und als Grundlage zur Dimensionierung der Periodenlänge des TE-TM-Modenwandlers verwendet. Es wurde eine Maske mit Elektronenstrahllithographie erstellt, bei der die Periodenabstände der Elektroden variiert wurden, um Fertigungstoleranzen auszugleichen. Es wurden Vorversuche zur selektiven Diffusion für tiefe und flache p^+-Dotierung durchgeführt. Die vorhandene Prozeßfolge für den Phasenschieber wurde weiterentwickelt. Ein erstes Exemplar des Konverters wurde mit Sperrspannungen bei U_B = -20 V realisiert. Mit dem so erzeugten elektrischen Feld lies sich eine Drehung der Polarisationsebene von 20° erzielen. Aufgrund der verbleibenden Phasenfehlanpassung war eine weitere Modenkonversion nicht möglich. Zusätzlich zur Polarisationsdrehung wurde auch eine Phasenverschiebung beobachtet, die auf vertikale Feldkomponenten zurückzuführen ist.

Technology for InP-based integrated opto-electronic circuits (ESPRIT)

Ziel

Im Rahmen des von der Europäischen Gemeinschaft geförderten Forschungsprogramms ESPRIT ist das HHI an dem Projekt 263 B beteiligt. Generelles Ziel dieses am 15.12.1984 gestarteten und für einen Zeitraum von fünf Jahren geplanten Projekts ist die Integration optoelektronischer (Laser bzw. Photodioden) und elektronischer Komponenten (Feldeffekt- und Bipolartransistoren) zur Herstellung monolithischer Sender- bzw. Empfängerbausteine. Partner in diesem Vorhaben sind die Firmen STL (Harlow, England), SEL (Stuttgart) sowie das französische CNET (Bagneux).

Die Arbeiten des HHI konzentrieren sich auf die Herstellung schneller Bipolartransistoren zur direkten Modulation integrierter Laser. Dabei sollen insbesondere auch das zu InGaAsP alternative Materialsystem InGaAlAs verwendet werden. Einen zweiten Schwerpunkt bildet deshalb die Entwicklung des MOVPE-Verfahrens zur epitaktischen Herstellung entsprechender Schichten und Heterostrukturen.

Stand im Projekt

Aufbau und Funktionstest einer MOVPE-Anlage zur Herstellung von Schichten des Systems InGaAlAs wurden gegen Ende des Berichtsjahres beendet. Die Anlage ist so konzipiert, daß als metallorganische Ausgangsmaterialien sowohl Alkyle als auch vorgeformte Adduktverbindungen verwendet werden können und somit ein Vergleich beider Methoden ermöglich wird. Das Gasversorgungssystem umfaßt insgesamt 11 Gaskanäle, davon 6 für metallorganische Quellen. Neben Arsin steht auch Phosphin zur Verfügung, so daß auch Schichten des Systems InGaAsP hergestellt werden können. Der eingebaute Reaktor, dessen Querschnitt rechteckförmig ist, wird über ein Schleusensystem beladen, wodurch die Kontamination des Reaktors reduziert und die Prozeßzeiten verkürzt werden.

Zur Unterstützung der MOVPE-Aktivitäten wurden metallorganische Ausgangsmaterialien synthetisiert und analysiert. Dabei konzentrierten sich die Arbeiten auf Trimethylphosphin (TMP)-Addukte der In-, Ga- und Al-Komponenten. Hierzu wurde insbesondere ein neues Verfahren zur Herstellung von hochreinem TMP entwickelt. Parallel dazu wurden ebenfalls neue Methoden zur Qualitätsverbesserung der Trimethyl-Indium- und -Galliumquellen erarbeitet. Die Materialien wurden speziell mit Atomemissionsspektroskopie analysiert. Die Arbeiten wurden an der TU Berlin durchgeführt.

Die Arbeiten zu Bipolartransistoren basieren auf LPE-InGaAsP-Strukturen, bis entsprechende MOVPE-Schichten zur Verfügung stehen. Die bereits im Jahre 1984 begonnenen Arbeiten zur Entwicklung von Doppelheterostruktur-Transistoren, die zur Verbesserung des Stromverstärkungsverhaltens, insbesondere bei kleinen Kollektorvorspannungen, einen Doppelschichtkollektor (NpnN-Struktur) aufwiesen, wurden im Rahmen des ESPRIT-Projektes fortgeführt und abgeschlossen. Die Transistoren lassen sich durch folgende erreichten Bestwerte charakterisieren /1-3/: Stromverstärkung von 320, Kollektordurchbruchspannung und -leckstrom von 42 V bzw. 5×10^{-6} A/cm^2 bei U_{EC} = 5 V; Speicherzeit im Sättigungsbetrieb: 0,5 ns. Sie wiesen allerdings keine Rückwärtsstromverstärkung auf, die hinsichtlich der Herstellung integrierter Lasertreiberstufen vorteilhaft ist. Die weiteren Arbeiten haben deshalb die Herstellung invertierbarer Transistoren zum Ziel. Als Vorstufe wurde bereits eine DH-Struktur mit einer pnp-Dotierungsfolge hergestellt /4/.

Die Ergebnisse der bisherigen Arbeiten zu Bipolartransistoren haben insgesamt zu einem umfassenden Verständnis des Zusammenhangs zwischen der inneren Struktur, d.h. Schichtfolge und -zusammensetzung, Dotierung, Qualität der Heteroübergänge, und den Bauelementeigenschaften geführt.

/1/ Su, L.M., Grote, N., Kaumanns, R., Schroeter, H.: NpnN Double-heterojunction Bipolar Transistor on InGaAsP/InP, Appl. Phys. Lett. 47 (1), 28 (1985)

/2/ Su, L.M., Mekonnen, G., Grote, N.: On the Storage Time of InGaAs/InP Bipolar Transistors, IEEE Electron. Dev. Lett. EDL-6, 554 (1985)

/3/ Grote, N., Su, L.M., Bach, H.G.: Characteristics of Double-heterojunction InGaAsP/InP Bipolar Transistors, 12th Intern. Symp. on GaAs and Related Compounds, Karuizawa (Japan), Sept. 1985, to be published in Inst. Phys. Con. Ser.

/4/ Su, L.M., Schroeter,Janßen, H., Li, K.C., Grote, N.: PnP-type InP/InGaAsP/InP Bipolar Transistor, Electron. Lett. 21, 989 (1985)

Projektleiter: Dr. N. Grote

Zuwendungsgeber (50%): EG

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-Instituts am Institut für Werkstoffwissenschaften VI der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt.

Stand im Projekt

Die im Berichtszeitraum vorgesehene Auslieferung des speziell geplanten Magneten und der Heizung verzögerte sich, so daß zunächst die Züchtung ohne Magnetfeld optimiert und im Arbeitsplan später vorgesehene Untersuchungen vorgezogen wurden.

Es gelang durch systematische Reduktion der Temperaturgradienten im Kristall und der Schwingungen durch bewegte Teile, die Zwillingsbildung zu vermeiden und die Versetzungsdichte zu vermindern. Die mit einem Durchmesser bis 30 mm gezogenen Kristalle, undotiert oder mit Dotierungen von S, Zn oder Fe, sind damit dem Weltstandard zumindest gleichwertig. Zur Verbesserung der Reproduzierbarkeit des Züchtungsablaufs und für gezielte Regelung und Variation von Züchtungsparametern wurde eine Rechner-Steuerungsanlage angeschafft, die sich nun in der Erprobung befindet.

Auf Wunsch der Fa. Wacker und zusätzlich zum Arbeitsplan wurden alle Vorbereitungen getroffen, um in Kürze die Züchtung von Kristallen mit einem Durchmesser von ca. 50 mm aufnehmen zu können. Für die zielgerichte Veränderung der Züchtungsbedingungen sind parallellaufende Untersuchungen wichtig. So wurden die Verteilungskoeffizienten von Zinn und Zink in InP bestimmt und durch Verformungsexperimente die Bildung und Bewegung von Versetzungen in InP untersucht. Für die Bestimmung der Restspannungen innerhalb einer Kristallscheibe wurden ein spannungsoptischer Meßplatz aufgebaut, notwendige Eichmessungen an druckbelasteten Proben durchgeführt und die Funktionsfähigkeit an einigen Proben bewiesen.

Projektleiter: Dr. N. Grote/Dr. B. Sartorius (HHI)
Wissenschaftliche Leitung: Völkl (Universität Erlangen)

Zuwendungsgeber: BMFT

Technologien der integrierten Optik

Ziel

Für optische Übertragungssysteme sollen integrierbare optoelektronische Einzelkomponenten und monolithische Bausteine zunächst noch niedriger Integrationsstufe im Halbleitersystem InGaAsP/InP entwickelt werden. Im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsauftrages werden innerhalb dieses Vorhabens folgende Aufgaben bearbeitet:

1. Integration einer PIN-Photodiode mit einem Wellenleiter für einen monolithischen WDM-Empfänger sowie für einen später zu entwickelnden monolithischen Heterodynempfänger,

2. Bauelment zur Polarisationsnachführung (TE/TM-Modenkonversion) für einen monolithischen Heterodynempfänger (auf InP) als auch für eine hybride Version auf $LiNbO_3$),

3. Erarbeitung einzelner technologischer Konzepte für einen zukünftigen monolithischen Heterodynempfänger.

Stand im Projekt

Mit den Arbeiten wurde zur Jahresmitte begonnen. Zur Herstellung der Halbleiterschichten wurde eine neue Flüssigphasen-Epitaxieanlage in Betrieb genommen. Nach anfänglichen Schwierigkeiten lassen sich inzwischen für die PIN-Wellenleiterintegration ternäre Schichten mit Hintergrunddotierungen unter 10^{16} cm^{-3} ziehen. Zur Dotierungsdiffusion wurde die halboffene Cd-Diffusion mit gutem Erfolg eingesetzt, während die selektive Diffusion, die für den TE/TM-Konverter benötigt wird, noch weiterer Verbesserung bedarf. Die Strukturierung erster Prototypen erfolgte für alle drei Bauelemente mit elektronenstrahlgenerierten Photomasken, zum Teil in Verbindung mit Trockenätzverfahren.

Eine erste Struktur für die PIN-Wellenleiter-Kombination zeigte bei noch nicht optimiertem vertikalem Aufbau einen verhältnismäßig guten Quantenwirkungsgrad. Bei Einstrahlung in einen Rippenwellenleiter ließ sich ein Photostrom nachweisen. Ein Versuch zur Realisierung eines TE/TM-Konverters auf InGaAsP/InP war ebenfalls erfolgreich, und die prinzipielle Funktionsfähigkeit dieses Bauelements mit horizontal verlaufenden Steuerfeldern konnte demonstriert werden.

Auf $LiNbO_3$ wurde ein Polarisationswandler mit einer Konversionseffizienz von fast 100% bei allerdings noch hoher Steuerspannung hergestellt. Zur Reduzierung der Steuerspannung wurde ein alternatives Bauelement mit periodisch angeordneten Elektroden und Lichtausbreitung schräg zur x-Achse konzipiert und berechnet.

Schließlich wurden zur Entwicklung technologischer Konzepte für einen zukünftigen monolithischen Heterodynempfänger Versuche zur Oberflächenplanarisierung und -passivierung mit Polyimid begonnen.

Projektleiter: Dr. W. Döldissen

Zuwendungsgeber: Siemens AG

Entwicklung von InP-Substratmaterial

Ziel

Ziel des Vorhabens ist die Herstellung von InP-Einkristallen und -Substratscheiben, damit die Belieferung der deutschen Forschungsinstitute und der deutschen Industrie sichergestellt ist. Entsprechend den Anforderungen der Bauelementhersteller an das Substrat sind die Arbeiten ausgerichtet. Durch die Entwicklung und den Bau einer vollautomatischen Hochdruckziehanlange einschließlich Durchmesserregelung sollen die Voraussetzungen für die reproduzierbare Züchtung von InP-Einkristallen geschaffen werden.

Zur Herstellung von reinem InP-Polymaterial wird ein neues Syntheseverfahren einschließlich In-Reinigung entwickelt. Gestützt auf die Erfahrungen der GaAs- und GaP-Züchtung werden Optimierungen der Wachstumsbedingungen zur Erniedrigung der Versetzungsdichte durchgeführt. Durch die Erarbeitung der optimalen thermischen Bedingungen zusammen mit Dotierstoffhärtung sollen versetzungsarme Substrate hergestellt werden. Eine Homogenisierung ist durch Anlegen von Magnetfeldern beim Ziehen angestrebt. Bei der Weiterverarbeitung von InP-Kristallen ist das Ziel, die gleichen Oberflächenqualitäten wie beim GaAs zu erreichen. Die für GaAs und GaP aufgebaute Meßtechnik soll zur Charakterisierung der InP-Substrate modifiziert und erweitert werden.

Stand im Projekt

Eine vorhandene Hochdruckziehanlage wurde auf einer PC-Steuerung zur Prozeßkontrolle und zur automatischen Durchmesserregelung umgebaut und im 3. Quartal in Betrieb genommen. Es wurden erfolgreich erste InP-Einkristalle in <111>-Richtung mit einer Versetzungsdichte < 50.000/cm^2 gezogen. Die erforderlichen Verfahren zur Standardcharakterisierung wurden erarbeitet. Mit der Entwicklung des Prozesses für <100>-InP-Einkristalle wurde begonnen.

Die Komponenten der in Eigenentwicklung geplanten und konstruierten Hochdruckziehanlage wurden fertiggestellt und die Montage planmäßig abgeschlossen. Die durchgeführten Funktionstests, teilweise als Aufschmelzversuche durchgeführt, verliefen positiv. Der für die zur Aufstellung der Hochdruckanlage notwendige Anbau wurde im Rohbau fertiggestellt, so daß im Februar 1986 mit der Endmontage der Hochdruckziehanlage begonnen wird. Die Installierung eines Magnetfeldes wird dabei mit vorgenommen. Die Detailplanung und Konstruktion für die neue Hochdrucksyntheseanlage wurde abgeschlossen, die Fertigung in Auftrag gegeben. Die Planung der Steuerung wurde ebenfalls durchgeführt. Mit dem Entwurf und der Konstruktion der Inneneinbauten wurde begonnen.

Eine vorhandene GaP-Hochdruck-Boot-Syntheseanlage wurde auf die InP-Synthese umgestellt. Die Reinheit der hergestellten InP-Poly-Barren konnte durch Verwendung von pBN-Booten und durch Direkteinkopplung der HF verbessert werden. Die Analyse von Indium und Phosphor in verschiedenen Qualitäten bzw. von verschiedenen Lieferanten wurde begonnen.

Die Detailplanung für die im Vorhaben vorgesehenen Geräte für die Charakterisierung (DLTS-Gerät, Aufdampfanlage, Traveling-Dark-Spot-Meßplatz) wurden abgeschlossen.

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

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, Oberflächenabsorption 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

Im vergangenen Jahr wurde im Rahmen dieses Projektes die Analyse von Oberflächen in dreifacher Hinsicht angegangen:

1. Es wurde eine Interferenzmethode (Youngsche Beugung) benutzt, um den Brechungsindex von Volumenmaterial zu untersuchen und die Leistungsfähigkeit dieser Methode festzustellen. Die Methode kann auch zur Messung des effektiven Brechungsindexes von Wellenleitern eingesetzt werden. Jedoch konnte bisher noch nicht eine hinreichende Meßgenauigkeit erreicht werden.

2. Eine neue ellipsometrische Methode wurde entwickelt, die Laserlicht verwendet, dessen Polarisationsebene mit hoher, durchstimmbarer Frequenz rotiert. Es wurden Messungen mit sichtbarem Licht bei 80 MHz gemacht. Das Verfahren erwies sich als eine sehr wirksame Methode zur Untersuchung von Oberflächen und von dünnen Filmen, auch in anisotropen Material. Die Messungen können sowohl in Reflexion als auch Transmission bei beliebigem Einfallswinkel durchgeführt werden. Wegen der großen Schnelligkeit können auch transiente Phänomene untersucht werden, wie z.B. im Zusammenhang mit dem elektrooptischen Effekt und mechanischen Verspannungen in photoelastischem Material.

   Eine weitere ellipsometrische Methode wurde untersucht, bei der der vom Objekt reflektierte Strahl mit einem frequenzverschobenen Referenzstrahl überlagert wird. Das Überlagerungssignal ist zur elektronischen Auswertung der ellipsometrischen Parameter geeignet, ohne daß bewegliche mechanische Teile benötigt werden.

   Beide Methoden werden nun auf optimale Messbedingungen für unterschiedliche Anwendungen und Datenanalyse untersucht.

3. Rauhe leitfähige Oberflächen wurden ausgemessen, wobei das rotierende polarisierte Licht zur Beleuchtung eingesetzt wurde. Vorläufige Messungen, die auf dem Polarisationszustand des gestreuten Lichtes aufbauen, deuten eine gute Übereinstimmung mit theoretischen Vorhersagen an.

Wissenschaftliche Leitung: Prof. Dr. Joseph Shamir

Zuwendungsgeber: BMFT

Ergebnis- Übersicht

Veröffentlichungen

Heydt,G.: Optical Fibre Networks with HDTV-Capability, Proc. of the High Definition Television Colloquium'85, Ottawa, Mai 1985, Vol. 1, 3.15

Abstract: Future service integrated broadband networks of the next decades will use optical communication techniques and digital signals and will include distribution or switching of TV signals. Due to the long-term scope of introduction of these systems it may be expected that they have to be also capable for the transmission of HDTV signals.

The paper discusses features and outlooks of main ways to supply the subscriber with a transmission capacity capable for HDTV. Further, problems connected with switching of HDTV signals are treated.

Teich,G.; Langer,K.D.; Ehlers,H.: Breitband-Teilnehmerstation für hochratige optische Anschlußleitungen, ntz Bd. 38 (1985) Heft 12, S. 826-830

Kurzfassung: Wegen der Fortschritte der optischen Nachrichtentechnik und der Mikroelektronik wird eine künftige Nutzung von Monomode-Lichtwellenleitern auch im Teilnehmeranschlußbereich eines IBFN möglich. Dadurch wird auf der Teilnehmeranschlußleitung eine Übertragungskapazität bis in den Gbit/s-Bereich hinein erreichbar, die z.B. für mehrere gleichzeitig angebotene Standard-TV-Programme, aber auch für die Bewegtbildübertragung in HDTV-Qualität (HDTV: High Definition Television) genutzt werden kann. Die wirtschaftliche Realisierung eines solchen Konzeptes setzt u.a. eine Teilnehmerstation voraus, die einen möglichst aufwandsarmen Individualzugriff gewährleistet.

Lukanek,F.; Heydt,G.: Phase adjustable channel selector circuit for the Gbit/s range. IEE Proc., Vol. 132, Pt.G.No. 6, Dec. 1985, pp. 288-290

Abstract: The paper describes a channel selecting module which singles out a 72 or a 288 Mbit/s channel from a 1.152 Gbit/s bit interleaved data stream. Additionally, the circuit provides the possibility of microprocessor controlled adjustment of the data scanning instant. Future optical television (TV) distributing systems with a high-definition television (HDTV) option may be considered as the main field of application of this type of channel selector.

Langer,K.D.; Lukanek,F.; Vathke,J.; Walf,G.: Broadband Switching Network and TV Switching Network for 70 Mbit/s, erscheint in den Proc. of the International Zürich Seminar on Digital Commun., Zürich, March 1986

Abstract: The concept and construction of a demonstration broadband switching network and a TV switching network for 70 Mbit/s to be used in a future broadband integrated services local network is presented. As the basic component for both switching networks a 16 x 16 switching element has been developed using a CMOS Gate Array in 2 µm technology. The low power consumption (less than 500 mW) of the switching element creates the possibility for a densed arrangement of a switching network. It is possible to install a five-stage switching network with 4096 in- and outlets in one 19-inch rack. Results of the development of the switching element, the broadband switching network and the TV switching network are given.

Giglmayr,J.: On the Traffic Performance Evaluation of Processor Systems by Stochastic Petri Nets, Conf. Proc. der Internationalen Conf. on the Management and Performance Evaluation of Computer Systems, Dallas, USA Dec. 1985, pp. 106-111

Abstract: In the present paper processor systems are modelled and analysed by stochastic Petri nets. The analysis is based on the equivalence of stochastic Petri nets with Markov chains. In particular, two approaches to the traffic performance evaluation will be presented. Additionally, the reduction of Markov chains isomorphic to stochastic Petri nets will be discussed.

Giglmayr,J.: On the Repair of Two Classes of Components, ntz Archiv, zur Veröffentlichung angenommen

Abstract: The repair of two classes of components under the Markov regime is considered - the priority class containing N_1 components and the ordinary class containing N_2 components. One class of components has non-preemptive priority over the other class. In particular, the head-of-the-line priority discipline has been assumed. Under the same operating conditions, the steady-state availability was found to be highest when the components with the smallest failure rate have priority over the others. Contrary, the priority assignment of the components with the highest failure rate maximizes the repairman efficiency.

Giglmayr,J.: On the lower and upper bound for the steady-state availability of systems, ntz-Archiv, zur Veröffentlichung angenommen

Abstract: This paper presents the lower and upper bound for the steady-state availability of a parallel-redundant system. The lower bound corresponds to failures occurring independent of the system state (even when the system is idle) and the upper bound corresponds to failures occurring only when the system is operational. The lower bound is present in the literature while the upper bound for the parallel-redundant system is a contribution of this paper. The computation of the upper bound presents an increased accuracy of the system analysis. Although, a considerable effort is required to achieve this accuracy.

Großkopf,G.; Küller,L.: Experimental study of stability properties of injection-locked InGaAsP/InP laser diodes, Optical and Quantum Electronics 17 (1985), pp. 269-275

Abstract: Single-mode operation of the laser is a basic condition in an optical wide-band transmission link. Lasers stabilized by injection locking showed excellent side-mode suppression. Slight detunings within the locking range between the master laser and slave laser caused by modulation, bias current variations or optical feedback led to unstable behaviour and disturbed the BER of a 1.12 $Gbit/s^{-1}$ transmission experiments via a 21 km singl-mode fibre.

Patzak,E.; Meissner,P.; Yevick,D.: An analysis of the linewidth and spectral behavior of DBR lasers, IEEE, Journal of Quantum Electronics, QE-21, (1985) pp. 1318-1325

Abstract: Using recently developed techniques for calculating the linewidths of lasers with arbitrary external feedback, we evaluate the linewidths of DBR lasers with various material and geometrical parameters. Our results show that substantial linewidth reduction can be obtained in DBR lasers with long grating lengths. We also discuss effects due to the carrier dependence of the refractive index such as the strong dependence of the linewidth and threshold current upon changes of the roundtrip phase. Such linewidth and threshold variations are especially pronounced for long grating lengths.

Sugimura,A.; Patzak,E.; Meissner,P.: Auger Effect in GaSb Quantum Well Lasers, IEEE, Journal of Quantum Electronics, QE-21, Dec. 1985

Abstract: The Auger recombination effect in GaSb quantum well lasers is discussed. A formula for the calculation of the CHSH Auger rate in quantum well structures is presented, which can be applied to the material where the bandgap is almost the same as the split-off gap. Using this formula, the quantum efficiency of the GaSb quantum well laser is calculated and compared with those of convential double hetero-structure lasers. It is found that the quantum efficiency of the GaSb quantum well laser can be improved to values higher than 50% in the wavelength range of 1.5 - 1.8 µm.

Sugimura,A.; Patzak,E.; Meissner,P.: Reduction of Auger Effect by GaSb Quantum Well Lasers in 1.5 µm Wavelength Region, Proc. of the 2nd Intern. Conf. on Modulated Semiconductor Structure, Kyoto, Japan, 9.85

Abstract: A GaAs quantum well (QW) laser exhibits very low threshold current. Not much improvement is seen in a QW laser with InGaAsP, however, because the Auger effect is not reduced by introduction of a QW structure. In this paper, we show theoretically that the Auger effect is significantly reduced in a GaSb QW laser in the long wavelength region.

Sugimura,A.; Patzak,E.; Meissner,P.: Homogeneous Linewidth and Linewidth Enhancement Factor for GaAs Semiconductor Laser, Journal of Physics D, Vol. 19, 1986, pp. 7-15

Abstract: The homogeneous linewidth and the linewidth enhancement factor α for room temperature GaAs laser are studied, calculating the time constant for the relaxation of the polarization. The obtained homogeneous linewidth caused by electron-electron and electron-phonon interactions is in the order of several meV. It depends on carrier density and photon energy. The gain coefficient and the α parameter are calculated using this homogeneous linewidth. The value strongly depends on the photon energy, ranging from 2 to 8. Its value at maximum gain wavelength becomes smaller for higher carrier density conditions.

Patzak,E.; Meissner,P.; Yevick,D.: An Analysis of the Linewidth of DBR Lasers, Colloquium on "Advances in Coherent Optic Devices and Technologies", Digest No. 1985/30, Vortrag No 7, London, March 1985

Abstract: We demonstrate that linewidths small compared to those of FP lasers can be achieved by suitably designed DBR-lasers. With respect to linewidth the DBR-laser cannot compete with external cavity lasers, but it is much more compact and could be sufficient in heterodyne systems with not so high requirements on linewidth.

Wenke,G.; Saito,S.: Stabilised PSK-Transmitter with Negative Electrical Feedback to a Semiconductor Laser, Electr. Letters 21, 1985, pp. 653-655

Abstract: A method for PSK signal generation using a semiconductor laser and negative feedback control in an optical phase locked loop is presented. The error signal caused by imperfect PM response and phase noise is obtained by optical homodyne detection and fed back to the semiconductor laser. Flat PM response up to about 8 MHz is achieved and PSK signal generation is demonstrated.

Wenke,G.; Saito,S.: Phase Locking of Semiconductor Lasers Using Homodyne Detection and Negative Electrical Feedback, Jap. Journal of Appl. Physics, Vol. 24, No. 12, Dez.1985, pp. L908-L910

Abstract: Investigations of an optical phase locked loop using semiconductor lasers and homodyne detection are reported. The phase noise in the phase locked loop, that is, the fluctuation of phase difference between the slave and master laser is measured under free running and locked conditions. Strong phase noise reduction has been observed under locked condition. The measured results are in reasonable agreement with calculated results applying the linear transfer function of a phase locked loop.

Schunk,K.; Großkopf,G.; Küller,L.; Petermann,K.: Noise Characteristics of Injection Locked Semiconductor Lasers, IOOC-ECOC'85, Techn. Digest, Vol. 1, pp. 717-720, Venedig, Oct. 1985

Abstract: The measured relative intensity noise and the side mode suppression of 1.3 µm injection locked lasers are described by a model taking the spontaneous emission noise into account. Very low noise may be obtained for injection locked lasers with low linewidth enhancement factors.

Wenke,G.; Patzak,E.; Meißner,P.: Frequenzstabilisierung von Halbleiterlasern, erscheint in "Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft", Frühjahrstagung, Heidelberg, 1986

Kurzfassung: Es wird eine externe Resonatoranordnung vorgestellt, mit deren Hilfe bei einem 1,3 µm Halbleiterlaser sowohl Einmodigkeit als auch eine Reduktion der Linienbreite von 80 MHz auf unter 1 MHz erreicht wurde.

Großkopf,G.; Küller,L.; Ludwig,R.; Molt,R.: Experimentelle Untersuchungen an einem optischen Verstärker, erscheint in "Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft", Frühjahrstagung, Heidelberg, 1986

Kurzfassung: Es werden Messungen der Verstärkung und des Reflexionsvermögens bei AlGaAs-Halbleiterlasern mit entspiegelten Endflächen vorgestellt. Es wurden Restreflektivitäten von weniger als 1% erreicht. Bei einer Restwelligkeit von 50% wurde eine Leistungsverstärkung von 20 gemessen.

von Helmolt,C.H.: Broadband Single Mode TE/TM convertors in $LiNbO_3$: A Novel Design, Electr. Letters 3, 1986, pp. 155-156

Abstract: Broadband TE/TM conversion is obtained by adjusting the direction of wave propagation with respect to the optical axis. z-10° wave propagation offers 3% related bandwidth at λ_0 = 1.3 µm combined with low temperature dependence and 100% crossover efficiency.

Bachus,E.-J.: Coherent Optical Communications, Vorträge des 7.Intern. Kongresses LASER'85 "Laser: Optoelektronik in der Technik" Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo (1986), S. 548-553

Abstract: The development of single-mode solid-state lasers and monomode fibers led to investigations in the field of optical heterodyne and homodyne detection techniques. In the first part of this lecture the physical fundamentals of coherent detection will be given, followed by an overview of experiments carried out so far. Then the limitations through noise and nonlinearities will be discussed, and some future applications concerning long-distance and multichannel techniques will be pointed out.

Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Eutin,W.; Großmann,E.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Coherent optical fiber subscriber line, Electronics Letters Dec. 1985, vol. 21, No. 25/26, pp. 1203-1205

Abstract: A laboratory bidirectional four channel broadband coherent type fiber optic subscriber line (3.5 km) is reported. The carriers are center frequency stabilized by a "heterodyne spectroscope" and demultiplexed by a tunable heterodyne receiver. In a very special state of the system, BER increases for nonlinear interaction between two counter progagating narrowband lightwaves, because of Brillouin scattering.

Bachus,E.-J.; Braun,R.P.; Eutin,W.; Großmann,E.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Coherent optical fiber subscriber line, IOOC-ECOC'85, Venedig, Oct. 1985, Technical Digest Vol. III, pp. 61-64

Abstract: A loboratory bidirectional four channel broadband coherent type fiber optic subscriber line is reported. The carriers are spectroscopically centre frequency stabilized and demultiplexed by heterodyning. Bit error rate increase for nonlinear carrier interaction was observed.

Bachus,E.-J.; Braun,R.P.; Eutin,W.; Großmann,E.; Foisel,H.; Heimes,K.; Strebel,B.: Bidirectional Four-Channel Coherent Transmission, erscheint im Tagungsband der OFC 1986 , Atlanta, Febr. 1986

Abstract: A heterodyne-type fiber-optic bidirectional broadband transmission is reported. The setup consists of four transmission lasers with centre frequency stabilization, an all fiber network and two optical heterodyne receivers. Nonlinear channel interaction by Brillouin scattering is measured.

Waarts,R.G.; Braun,R.P.: Crosstalk due to Stimulated Brillouin Scattering in Monomode Fiber, Electronics Letters, Nov. 1985, Vol. 21, No. 23, pp. 1114-1115

Abstract: Interactions between two counter propagating narrowband lightwaves (frequency difference = 20 GHz, λ = 825 nm) in a monomode optical fiber can occur because of stimulated Brillouin scattering. Maximal signal gain of 10% is obtained for a pump power of 313 W. The interactions extend over 500 MHz with two resonant frequencies.

Braun,R.P.; Strebel,B.: Coherent optical fibre transmission using injection-locked lasers, Colloquium "Advances in coherent optic devices and technologies", London, März 1985, Digest No. 1980/30

Abstract: The application of sideband injektion locking to optical frequency-division multiplex systems with narrow channel distance in the subscriber area is discussed and a first laboratory transmission experiment is presented.

Hermes,Th.; Hoen,B.; Saniter,J.; Schmidt,F.: LOCNET - A Local Area Network Using Optical Switching, Journal of Lightwave Technology, Vol. LT-3, No. 3, June 1985, pp. 467- 471

Abstract: A wide-band local area network using optical switching is presently being developed by the Heinrich-Hertz-Institut in Berlin (West). To ensure high reliability the system will be implemented as a star type network, divided into two subsystems. All switching within the system will be done by optical switching techniques. The wide-band subsystem will use Lithium-Niobate switching matrix elements, interconnected as a multistage space switch. Thus bit rate independent channels will be available with the ability to establish various wide-band services of the in-house area. The second subsystem makes use of a single-mode star coupler. Distributed circuit switching with fast switching capability and flexible data rates will be implemented, utilizing a TDM frame, that supports 63 narrow-band connections and a capacity of 8 Mbit/s for fast data services.

Werner,W.; Doeldissen,W.; Heidrich,H.; Hermes,Th.; Hoffmann,D.; Saniter,J.; Schmidt,F.: Single-Mode Star Couplers for Optical Switching Applications, IOOC-ECOC'85, Venedig, Oct. 1985, Technical Digest, Vol. 1, pp. 427-430

Abstract: For application in an experimental network (LOCNET) two prototypes of single-mode star couplers (glass-fiber and planar type) were developed. The principle of construction (cascading) and their respective properties will be reported in this paper.

Kummerow, Th.: Bild- und Tonübertragung in Glasfaser-Breitband-Ortsnetzen. NTZ 38 (1985) Nr. 3, S.140-144 und Nr. 4, S. 226-228.

Kurzfassung: Zukünftige Breitbandortsnetze auf der Basis von Monomode-Glasfaserkabeln werden in der Lage sein, auf einer Teilnehmeranschlußleitung alle schmal- und breitbandigen Kommunikations- und Verteildienste (Bildfernsprechen, Hochauflösendes Fernsehen eingeschlossen) zu übermitteln. Wirtschaftlichkeit und Zukunftssicherheit derartiger Netze werden durch die erzielbare Dienste- bzw. Bildqualität, durch Codieraufwand und Übertragungsraten und durch das gewählte Synchronisier- und Multiplexkonzept entscheidend mitbestimmt. In dem Aufsatz werden die Gründe für die Wahl der Übertragungsrate 72 Mbit/s für Fernsehverteilung und Bildfernsprechen dargestellt, bei der hohe Bildqualität und geringer Codieraufwand erreichbar sind. Es wird ein Konzept zur synchronen Zeitmultiplexübertragung der Bildsignale im Teilnehmerbereich erläutert, das auf der gewählten Rate 72 Mbit/s aufbaut und sehr erhebliche Einsparungen gegenüber anderen, asynchronen Konzepten erlaubt.

Ehrke, H.J.; Kuhlow, B.; Rosin, Th.; Sinnig, Th.; Tepe, R.; Tröller, G.: Ein Lichtventilprojektor für HDTV mit einem Lichtstrom von 1600 lm bei 400 W Lampenleistung. Frequenz, 39 (1985) H. 9, S. 257-262.

Kurzfassung: Der Aufsatz beschreibt ein verbessertes Einröhren-Lichtventilsystem für die Farbbildwiedergabe. Eine Erhöhung der Auflösung wird durch Wahl feinerer Trägergitter unter Beachtung der Deformationseigenschaften der Steuerschicht erreicht. Durch Optimierung des Beleuchtungsstrahlenganges unter Einsatz von Zylinderlinsen und Anwendung von Interferenzfilterstreifen im Dunkelfeldsystem wird der Wirkungsgrad des Lichtventils deutlich erhöht. Zusätzlich wird eine Projektionslampe mit gesteigertem elektrooptischen Wirkungsgrad verwendet. Darauf basierend wird ein Konzept für einen HDTV-geeigneten Lichtventilprojektor mit 1600 lm Nutzlichtstrom bei Verwendung einer 400 W Lampe vorgestellt.

Tröller, G.; Ehrke, H.J.; Sinnig, Th.: Sind CRT-Projektoren HDTV-fähig ? Fernseh- und Kino-Technik, 39 (1985) H. 9, S. 421-424.

Kurzfassung: Ausgehend von meßtechnischen Untersuchungen werden die Problempunkte von CRT-Projektoren analysiert und separiert. Eine Reihe von Lösungswegen, die aus der Literatur bekannt sind, werden erläutert und bewertet. Das Ergebnis der Analyse zeigt, daß die kommerziell erhältlichen Projektionsröhren bei kleinen Strahlströmen fast die für HDTV notwendige Auflösung erreichen. Ebenso wird deutlich, daß Lichtstrom und Auflösung bei CRT-Projektoren noch beachtlich zu steigern sind und daß die HDTV-Anforderungen voll erreicht werden können.

Mahler, G.: The Display Problem of HDTV. Second international colloquium on new television systems: HDTV'85, Ottawa, Canada, May 13-16, 1985, Colloquium Proceedings 2.6, S. 1-10.

Kurzfassung: The display problem has turned out the most serious obstacle to the introduction of high definition TV to the consumer market. HDTV or even less pronounced quality improvements by enhanced systems would be fully acknowledged only by displaying the picture on screens of both larger size and higher resolution. A dramatic improvement in the impression of presence and reality ("Telepresence") justifying the efforts of the new system would be possible by 100"displays resolving 1000 TV lines with sufficient luminance.

Direct view CRT's offer a solution for monitor purpose only. 30"tubes with 5:3 aspect ratio have become available providing 800-1000 TV lines resolution. Plasma displays, electroluminescent displays, vacuum fluorescent displays and liquid crystal displays have been constructed for direct view large flat panels but none of them can meet the requirements of size, resolution, color, and motion simultaneously.

A projection technology offers the solution to the size demand. HDTV projectors have been developed in Japan using the conventional 3-CRT design. A resolution of 800 TV lines has been achieved. A high gain front projection screen (gain >10) is required for providing sufficient luminance. In principle, light-valve projection systems could achieve high light output. The light controlling element may act by polarization or diffraction. Similar to slide projectors, the light comes from high intensity lamps, and the controlling element takes the place of the slide. For the polarization case this may be an electro-optic crystal or liquid crystals. For the diffraction case the control layer is placed inside a dark field (schlieren-optical) projection system and may be an elastomer material or a fluid transparent film. A single gun version is using only one control layer and one optical system for all three primary colors thus allowing a compact design without registration problems. Available projectors deliver more than 1000 lumens and nearly 700 TV lines resolution. It has been shown that improvements are possible. The light-valve technology appears to be a promising technology for HDTV applications.

Klaas, L.; Höfker, U.; Reuter, Th.: Ein Verfahren zur Abtastratenreduktion der Farbdifferenzsignale in einem zukünftigen digitalen HDTV-System. AEU, 39 (1985) H. 3, S. 161-166.

Kurzfassung: Die digitale Übertragung eines hochauflösenden Fernsehbildes (High Definition Television, HDTV) auf der Basis des derzeitigen Studiostandards, d.h. Zeilensprungverfahren 1:2 und Komponentenkodierung, erfordert eine Abtastratenreduktion der Chrominanzkomponenten, um die reduzierte Farbauflösung des Auges zur Einsparung von Übertragungsbandbreite zu nutzen. Zur Erzielung einer optimalen Bildqualität sind dabei besondere Forderungen an den von dem reduzierten Abtastmuster zu Übertragenden Spektralbereich zu stellen, die von den bisher genutzten Verfahren zur Übertragung der Chrominanzkomponenten nicht erfüllt werden können. Es wird ein Verfahren zur Reduktion der Abtastrate vorgestellt, das optimale Bildqualität bei einem Abtastratenverhältnis von 4:1 oder 6:1 gewährleistet.

Börner, R.: 3D-Bildprojektion in Linsenrasterschirmen. Fernseh- und Kino-Technik, 39 (1985) H.8, S.383-387 und H. 9, S. 431-435.

Kurzfassung: Es wird die Möglichkeit einer räumlich wirkenden Großbildwiedergabe dargestellt, die im Gegensatz zu bekannten Verfahren ohne spezielle Brille auskommen soll. Mit photooptischen Verfahren wurden Aufnahme und Wiedergabe sogenannter Parallaxpanoramagramme untersucht. Sequentiell aufgenommene Stereo-Bilder wurden mit einer Vielzahl von Projektoren in ein Linsenraster projiziert, der als großflächiger Auffangschirm richtungsselektierend die Wiedergabe räumlich wirkender Bilder ermöglicht. Der Beitrag zeigt, wie die geometrisch-optischen Probleme bei der Aufnahme und bei der Wiedergabe gelöst worden sind. Berechnungen und Experimente zur Realisierung und Optimierung des Wiedergabeverfahrens werden mitgeteilt.

Höhne, H.D.; Makai, B.: Eigenschaften und Optimierung eines digitalen Dichtspeicherkanals. Frequenz, 39 (1985) H.10,S. 266-272 und H. 11,S. 290-297.

Kurzfassung: Löschbare magneto-optische Speicher erlauben höhere Speicherdichten, haben jedoch auch höhere Fehlerraten als andere sequentielle Speicher. In der vorliegenden Arbeit wird das Prinzip der magneto-optischen Speicherung erläutert, das System aus Speichermedium und Wiedergabewandler als Kanal zur Übertragung digitaler Signale aufgefaßt und durch Übertragungsfunktion und Störquellen beschrieben. Es wird ein Nyquistentzerrer für ein konkretes Beispiel aus der Literatur mit Biphasecode als Kanalcode berechnet. Dabei ergibt sich gegenüber bisher bei Biphasesignalen verwendeten Entzerrern eine Verbesserung der Fehlerquote um mehrere Zehnerpotenzen.

Romahn, G., Kellner, B., Mühlbach, L.: Bildfernsprechkonferenz - Erste Erfahrungen mit einem Multipoint-Experimentalsystem, ntz, 38, 690-695, 1985.

Kurzfassung: Im Heinrich-Hertz-Institut wurde ein Multipoint-Bildfernsprech-Konferenzsystem für experimentelle Zwecke aufgebaut, welches es ermöglicht, daß sich Teilnehmer an mehr als zwei verschiedenen Orten während der Konferenz ständig sehen und hören können. Für die Übertragung von Bild und Ton werden in diesem System wie bei jeder Bildtelefonverbindung pro Teilnehmer nur ein Hin- und Rückkanal benötigt. Über erste Erfahrungen bezüglich der Möglichkeiten und Probleme eines derartigen Konferenzsystems sowie über Ergebnisse von Benutzeruntersuchungen wird berichtet.

Kellner, B., Mühlbach, L., Prussog, A., Romahn, G.: Bildtelefon mit Blickkontakt? - Technische Möglichkeiten und empirische Untersuchungen, ntz, 38, 698-703, 1985.

Kurzfassung: Es werden Ergebnisse von Untersuchungen zur Bedeutung des "Blickkontakts" beim Bildfernsprechen sowie technische Lösungen zur Vermeidung des Blickfehlwinkels bei Bildfernsprechgeräten vorgestellt. In einem Versuchsaufbau mit teildurchlässigen Spiegeln konnten Versuchspersonen verschiedene Gespräche mit und ohne Blickkontakt zum Gesprächspartner führen. Die Ergebnisse der Versuche legen nahe, daß technische Vorrichtungen zur Ermöglichung von Blickkontakt für Situationen, bei denen ein Heimfernsehgerät als Bildfernsprechmonitor benutzt wird, nicht als unbedingt notwendig angesehen werden müssen.

Romahn, G., Mühlbach, L., Prussog, A.: Videotelephone in a real work situation. Proc. of the 11th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, 0-3, Cesson Sevigne, 1985.

Kurzfassung: The development of optical telecommunication technology has opened prospects of broadband switched transmission channels which are suited for video telephone services.
A video telephone inhouse system was set up with supporting measures in order to collect subjective judgements and objective usage data in the Heinrich-Hertz-Institut (HHI) and made available to a selected user group, in order to indentify problems occuring in conjunction with the use of such a system in the course of a field study, and in order to obtain criteria for the design of future systems.
Some of the results are reported.

Mühlbach, L., Kellner, B., Prussog, A., Romahn, G.: The importance of eye contact in a videotelephone service. Proc. of the 11th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, 0-4, Cesson Sevigne, 1985.

Kurzfassung: Two studies will be described which focused on the effects of various factors - especially the camera position - on the impression of being looked at and on the contentment with the communication via video telephones. The results of these studies indicate that technical devices to permit eye contact by video telephones using a TV-set may have certain advantages, but they also show that such devices cannot be considered as being indispensible, especially against the background of expenses and costs.

Schäfer, R., Gölz, U.: Subjektive Untersuchungen zur Übertragung der Farbinformation in einem digitalen HDTV-System, Fernseh- und Kino-Technik, 39. Jahrgang, Nr. 2, Februar 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 gammavorverzerrten Signalen überlegen ist. Der Beitrag endet mit einem Vorschlag zur Wahl optimaler Chrominanzachsen.

Schäfer, R.: High-Definition Television Production Standard - An Opportunity for Optimal Color Processing, SMPTE Journal, Vol. 94, No. 7, July 1985, pp. 749-758.

Kurzfassung: To justify the enormous investments necessary to establish a new HDTV system, the gain in quality over enhanced TV, based on the digitals standard for studios (CCIR Rec. 601), must be substantial. The conventional method of generation and processing of color components causes deficiencies: loss of sharpness and resolution; reduced contrast ratio and color gamut; and changes in hue, saturation, and brightness. Five constant-luminance systems were investigated and subjectively compared using artificial test patterns. All these systems exhibit considerable gain in quality over conventional processing. A new coding system that uses the 1976 CIE $L^xa^xb^x$ formulas and avoids all the above deficiencies, is presented.

Schäfer, R., Gölz, U.: Three Dimensional Prefilterung, Subsampling and Reconstruction of Chrominance Components for Efficient Transmission of HDTV Signals. Erscheint im Tagungsband des Picture Coding Symposium, Tokio, April 1986.

Kurzfassung: Color-TV information is usually splitted up into one luminance and two chrominance signals. While in the studio the chrominance bandwidth has to be kept sufficiently high (generally half of luminance bandwidth) to allow proper chroma key operation, further 2- or 3-dimensional bandwidth reduction can be performed before transmission to the subscriber, because the human eye is less sensitive to spatial and temporal changes in chromaticity than in luminance.
Therefore the type of chrominance signals, their relative bandwidths, the filter characteristics and the subsampling structures have to be chosen carefully in order to take advantage of color perception in an optimal manner.
Results on the choice of optimal chrominance axes and components have recently been published and a new coding system, the CIELAB codec, has been presented.
The A- and B-chrominance components generated by this codec have been used to investigate different 3-dimensional subsampling structures.
During presentation, design procedures for prefilters as well as results of subjective tests evaluating different types of 2- and 3-dimensional prefiltering, subsampling and interpolation will be described. Especially the performance of interlaced and progressive scan in the camera will be compared and the advantages of progressive scan for chrominance compression will be demonstrated.

Schäfer, R., Kauff, P.: Subjective Evaluation of Improved Colorimetry and Optimized Chrominance Coding for High Definition Television. Erscheint im Tagungsband des Picture Coding Symposiums, Tokio, April 1986.

Kurzfassung: To justify the enormous investments necessary to establish a new HDTV-system, the gain in quality over high-quality TV, based on the digital standard for studios (CCIR Rec. 601) or on the Multiplexed Analogue Components standards, must be substantial. The conventional method of generation and processing of color components causes deficiencies: loss of sharpness and resolution; reduced contrast ratio and color gamut; and changes in hue saturation and brightness.
A new coding system, the CIELAB codec, that uses the 1976 CIE-$L^xa^xb^x$ formulas and avoids all the above deficiencies has recently been presented.

The subjective effects of expanding the color gamut over the one reproduced by RGB monitors have been investigated by using a specially designed projection aparatus. Results of subjective tests showing the gain in quality by using optimal chrominance axes, by considering the "constant luminance principle" and by expanding the color gamut will be presented.

The use of virtual primaries and the increased number of nonlinearities in the CIELAB codec have some implications on its noise performance. These implications have been analysed and tests have been carried out in order to evaluate the subjective noise sensitivity of the CIELAB codec in comparison to conventional processing.

Faber, J., Gold, H., Mühlbach, L.: Laborsystem RUBIN / Feldsystem RUBIN, Bullinger (Hrsg.): Software Ergonomic '85, Stuttgart 1985, S. 218-227.

Kurzfassung: Im Rahmen des Projekts "Laborsystem RUBIN" (Rechner-Unterstütztes BerufsINformationssystem) wurde ein Konzept für Laieninformationssysteme entworfen. Dieses wurde am Beispiel "Berufsinformation für Berufswähler" in verschiedenen Varianten implementiert. Informationen zu Berufen können hier in Form von Texten, Standbildern und Filmen abgerufen werden. In Benutzeruntersuchungen wurde geklärt, wieweit sich die einzelnen Varianten bewähren..
Im Folgeprojekt Feldsystem RUBIN wurde untersucht, in welchem Ausmaß sich ein System vom Typ RUBIN unter praxisnahen Anwendungsbedingungen im Vergleich zu einer bestehenden Selbstinformationseinrichtung bewährt, die den Zugriff auf ein vergleichbares Informationsangebot auf herkömmliche Weise ermöglicht.

Otto, P.; Sonntag, Ph.: Wege in die Informationsgesellschaft, dtv Wissenschaft, Nov. 1985

Kurzfassung: Der Übergang von der Agrargesellschaft zur Industriegesellschaft im 19. Jahrhundert hat die Lebensbedingungen der Menschen tiefgreifend verändert. Das gleiche geschieht heute, allerdings in unvergleichlich schnellerem Tempo, beim Übergang in die Informationsgesellschaft. Die Grundlagen der dafür erforderlichen Technologiepolitik werden in diesem Buch dargestellt anhand der zunehmenden Automatisierung der Arbeit, der Umorganisation der Bürotätigkeit, der veränderten Vorraussetzungen für Rüstungskontrolle und der neuen Aufgaben in Aus- und Fortbildung.

Otto, P.; Stransfeld, R.; Tonnemacher, J.: Bildfernsprechkonferenz - Nutzung und Beurteilung in verschiedenen Anwendungsbereichen. In: Nachrichtentechnische Zeitschrift, Bd. 38 (1985) H.12, S. 832-837

Kurzfassung: Im Heinrich-Hertz-Institut ist ein Multipoint-Bildfernsprechkonferenzsystem mit fünf Teilnehmerplätzen entwickelt und erprobt worden. In Experimenten mit Gruppen aus dem Geschäfts-, dem Bildungs- und dem privaten Bereich wurde untersucht, ob ein solches System realen Kommunikationsbedürfnissen gerecht wird, ob die Gesprächsziele erreicht wurden, welche Besonderheiten gegenüber der face-to-face-Kommunikation auftraten und wie die Teilnehmer diese Form der technischen Kommunikation akzeptierten und beurteilten. Erste Erfahrungen und Ergebnisse werden vorgelegt.

Stransfeld, R.: Unterricht als Telekonferenz: Experimentelle Erfahrungen und Perspektiven in Aus- und Weiterbildung. In: Strukturveränderungen in den Universitäten durch neue Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten, Freie Universität Berlin, ZEAM, 1985

Kurzfassung: Mit dem in der Abteilung Anthropotechnik entwickelten Multipoint-Konferenzsystem wurde mit 13 Gruppen aus der schulischen und betrieblichen Praxis "Tele-Unterricht" erprobt. Es erwies sich, daß sich die pädagogischen Zielsetzungen im wesentlichen realisieren ließen, wobei der Einsatz von zusätzlichen "Dokumenten-Kameras" von großer Bedeutung war. Die Akzeptabilität dieser Unterrichtsform war bei den Teilnehmern recht hoch.

Stransfeld, Reinhard: Medienverbundsystem. In: Otto, G.; Schulz, W. (Hrsg.); Enzyklopädie Erziehungswissenschaft, Bd. 4, Methoden und Medien der Erziehung und des Unterrichs, S. 525-530. Klett-Cotta, Stuttgart-1985

Kurzfassung: Unter dem Stichwort "Medienverbundsystem" wird eine Gegenstandsbestimmung geleistet, die historische Entwicklung und Zielsetzung sowie Anwendungsbereiche und -probleme beschrieben und die Perspektiven derartiger Verbundsysteme umrissen.

Seetzen, J.: Neue Nachrichtentechniken. In: Die technische Revolution und ihre Folgen. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz 1983

Kurzfassung: Von der Technik-geschichtlichen Entwicklung ausgehend wird die Bedeutung der Integration durch die digitale Telekommunikation der Zukunft beschrieben. Die Schritte hierzu sind die Digitalisierung des Telefons, die Satelliten-Übertragung und die Einführung der digitalen Glasfasernetze, die allen denkbaren Kommunikationsbedürfnissen dienen können.

Seetzen, J.: Kommunikationstechnische Entwicklungen und ihre Herausfoderung für Wissenschaft und Bildung. In: Strukturveränderungen in den Universitäten durch neue Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten. Freie Universität Berlin (Hrsg.), ZE f. AV-Medien (ZEAM), 1985

Kurzfassung: Die Bedeutung des informationstechnischen Wandels für die Forschungs- und Bildungslandschaft wird sowohl historisch als auch mit Blick auf die zu erwartenden Entwicklungen dargestellt.Die Herausforderungen an die Universität werden in fünf Thesen beschrieben.

Hausser, S.; Zielinski, E.; Eisele, H.; Rosenzweig, M; Schweizer, H.; Pilkuhn, M.H.: Derivation of Modelling Parameters for GaInAs(P) Optical Amplifiers and Lasers, Proceedings, 3rd European Conference on Integrated Optics, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 48, pp. 103-107 (1985)

Kurzfassung: A method for finding modelling parameters for optical amplifiers and lasers by means of optical gain measurements based on an excitation length procedure is presented. The found g L product of GaInAs and GaInAsP shows that earlier theoretical calculations overestimate the possible optical gain, thus increasing the numbers of repeaters. Intrinsic material dependent loss mechanisms are responsible for the reduction of gain at higher temperatures.

Bornholdt, C.; Döldissen, W.; Franke, D.; Krauser, J.; Niggebrügge, U.; Nolting, H.P.; Schmitt, F.: High Efficiency Phase Modulators in InGaAsP/InP, Proceedings, 3rd European Conference on Integrated Optics, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 48, pp. 121-125 (1985)

Kurzfassung: The efficiency of an electro-optical RWG phase modulator in InGaAsP/InP was considerably improved on the basis of a model aiming at maximum field overlap. A phase shift of 8 deg/Vmm was measured with a device employing a p-n junction located near the center of the wave guiding layer.

Nolting, H.P.; Hoffmann, D.; Schlichting, M.: Integrated Optical Wavelength Multiplexer/Demultiplexer for Optical Communication, Proceedings, 3rd European Conference on Integrated Optics, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 48, pp. 215-220 (1985)

Kurzfassung: We propose a new multiplexer/demultiplexer structure with tunable center wavelength and a bandwidth between several nm to 100 nm on InP by varying waveguide dimensions.

Döldissen, W.; Heidrich, H.; Hoffmann, D.; Thylén, L.; Lagerström, B.: Reduction of Bend-Losses in Integrated Optics Devices, Proceedings, 3rd European Conference on Integrated Optics, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 48, pp. 210-214 (1985)

Kurzfassung: Losses at curved/straight waveguide transitions are investigated experimentally and by BPM simulations by introducing lateral offsets compensating for mode displacement. A loss reduction up to 2 dB is obtained.

Döldissen, W.; Heidrich, H.; Hoffmann, D.; Ahlers, H.; Döhler, A.; Klug, M.: Integrated-Optical 8x8 Star Coupler on Ti:$LiNbO_3$, Proceedings, 3rd European Conference on Integrated Optics, Springer Series in Optical Sciences, Vol. 48, pp. 225-228 (1985)

Kurzfassung: The first planar 8x8 star coupler, fabricated on x-cut Ti:$LiNbO_3$ consisting of twelve interconnected 3-dB-couplers with almost uniform power distribution is presented.

Bornholdt, C.; Krauser, J.; Nolting, H.P.: A Novel Simple Method for Determination of Refractive Index of Optical Monomode Slabwaveguides, Electronics Lett., Vol. 21, No. 16, pp. 706-708 (1985)

Kurzfassung: A novel simple nondestructive interference method is proposed for measuring the refractive index of optical monomode slab waveguides and cladding layers of sufficient thickness. This method has been used to investigate thin films of III-V compounds on binary substrates, especially GaInAsP/InP, with respect to application for integrated optical devices in the transparent wavelength region.

Wehmann, H.-H.; Aytac, S.; Schlachetzki, A.: Strip Heater for Ohmic Contacts to Semiconductors, Rev. Sci. Instrum., Vol. 56, p. 2323 (1985)

Kurzfassung: A fast sheet-molybdenum strip heater for alloying of ohmic contacts to semiconductor devices is described. Its temperature/time program is microprocessor controlled, so that heating and cooling rates of 3700 and 2800°C/min, respectively, can be achieved reproducibly.

Krauser, J.: Aufbau einer breitbandigen IR-Pulslichtquelle und deren Anwendung zur Charakterisierung von Bauelementen der Integrierten Optik, 7. Int. Kongress Laser 85, Opto-Elektronik, München, 1.-5. Juli 1985; in: Laser, Optoelektronik in der Technik, Springer-Verlag, S. 207 (1985)

Kurzfassung: Es wird der Aufbau einer Faser-Raman-Puls-Lichtquelle für den Wellenlängenbereich 0,75 µm bis 1,6 µm auf der Basis eines Nd:YAG-Lasers mit Güteschalter und Modenkoppler und einer 290 m langen Monomode-Faser als Raman-Medium erläutert. Verschiedene Möglichkeiten zur Erzeugung benötigter Pulsleistungen werden beschrieben. Eine Anwendung, die Bestimmung der Wellenlängen-Abhängigkeit eines $LiNbO_3$-Richtkopplers, wird vorgestellt.

Eichler, H.J.; Krauser, J.: Amplitudenmodulation und Pulsverstärkung des modengekoppelten Nd:YAG-Lasers durch Treiberfrequenzverstimmung, 7. Int. Kongress Laser 85, Opto-Elektronik, München, 1.-5. Juli 1985; in: Laser, Optoelektronik in der Technik, Springer-Verlag, S. 112 (1985)

Kurzfassung: Es wird eine neue Methode zur Pulsenergieverstärkung im cw-modengekoppelten Nd:YAG-Laser vorgestellt. Durch Verstimmen der Resonatorlänge oder der Mode-Lock-Frequenz wird eine Pulsverstärkung gegenüber dem resonanten Mode-Lock-Betrieb von 20-40 erreicht.

Krauser, J.; Grote, N.: Technologie der Integrierten Optik, 7. Int. Kongress Laser 85, OptoElektronik, München, 1.-5. Juli 1985; in: Laser, Optoelektronik in der Technik, Springer-Verlag, S. 541 (1985)

Kurzfassung: Am Beispiel eines optischen Sende/Empfänger-Moduls wird die Notwendigkeit der Entwicklung einer monolithisch integrierten Optik dargelegt. Es werden die Funktionselemente, mögliche Materialsysteme und Beispiele einiger Grundkomponenten vorgestellt.

Katzschner, W.; Niggebrügge, U.; Löffler, R.; Schroeter-Janßen, H.: Reactive Ion Beam Etching of InP with N_2 and N_2/O_2 Mixtures, Appl. Phys. Lett., Vol. 48, p. 230 (1986)

Kurzfassung: A reactive ion beam etching process (RIBE) of InP with N_2 and N_2/O_2 mixtures is described. The application of N_2 or N_2/O_2 ion beams to InP results in high quality surfaces with the virtual elimination of cone formation. The influence

Krauser, J.; Albrecht, P.; Bornholdt, C.; Döldissen, W.; Niggebrügge, U.; Nolting, H.-P.; Schlak, M.: Electro-optic Modulators in GaInAsP/InP, 2nd Int. Techn. Symp. on Optical, Electro-Optical Appl. Sci. and Eng., Nov. 1985, Cannes; in: SPIE Conf. Proc., Vol. A 587 (im Druck)

Kurzfassung: The semiconductor material system InGaAsP on InP is being increasingly used for waveguide based electro-optic devices such as phase modulators, directional coupler modulators, and switches with the long term goal of opto-electronic monolithic integration. We have demonstrated the fabrication of long passive rib waveguides (RWG) with low optical losses (3 dB/cm) in this material. Electro-optical light modulation was achieved employing a p-n junction. The linear, quadratic and cubic term of the electro-optic effect could be identified.

Niggebrügge, U.; Klug, M.; Garus, G.: A Novel Process for Reactive Ion Etching of InP, Using CH_4/H_2, 12th Int. Symp. on GaAs and Related Compounds, Sept. 23-26, 1985, Karuizawa/Japan; in: Inst. of Phys. Conf. Ser. (im Druck)

Kurzfassung: A new method for RIE of InP is presented, applying mixtures of CH_4 and H_2 as etching gases. Thus problems of corrosion in the vacuum system are avoided. With optimized process parameters smooth bottom surfaces and almost vertical sidewalls are achieved, without encountering the effect of overcutting usually appearing in Cl-based RIE of InP. Masking layers of photoresist or SiO_2 undergo a self-passivation during the process, allowing precise pattern transfer and very deep etching. The etching mechanism is not yet fully understood; however, empirical facts emphasize the key role of chemical reactions.

Künzel, H.: Molecular Beam Epitaxy of III-V Compounds, Physica 129B, pp. 66-80 (1985)

Kurzfassung: A new technique for epitaxial growth of thin semiconductor films, molecular beam epitaxy (MBE), provides superior control over composition, thickness, and doping profile in the direction of growth on an atomic scale. Electrical and optical properties of III-V semiconductor films grown by MBE have been improved quite recently. Thus, the MBE technique offers the feasibility of tailoring new epitaxial superlattice structures with promising future device applications.

Aytac, S.; Schlachetzki, A.: Franz-Keldysh Effect in InP, Journal of Optical Communications, Vol. 6, pp. 82-88 (1985)

Kurzfassung: Measurements of the Franz-Keldysh effect (electroabsorption) taken with a diode in InP are reported. Starting from the known doping profile, the optical absorption and ionization data as well as the measured electron diffusion lengths the Franz-Keldysh effect is calculated. The results agree well with the measurements with the exception of the largest reverse-voltage value where the influence of a step in the doping profile is noticeable.

Su, L.M.; Mekonnen, G.; Grote, N.: On the Storage Time of InGaAs/InP Bipolar Transistors, IEEE Electron Dev. Lett., EDL-6 , 554 (1985)

Kurzfassung: The collector storage time was measured for InGaAs/InP bipolar transistors with a homojunction- and a modified wide-gap-collector structure, respectively. For the evaluation the transistors were driven into deep saturation choosing a test condition with no reverse base current. For the latter device structure a marked reduction of the storage time by a factor of 10 as compared to the homojunction-collector transistor was found.

Su, L.M.; Schroeter-Janßen, H.; Li, K.C.; Grote, N.: PnP-type InP/InGaAsP/InP Bipolar Transistor, Electronics Letters, 21, (21), 989 (1985)

Kurzfassung:A PnP double-heterostructure InGaAsP/InP bipolar transistor was fabricated which is capable of bilateral operation. Forward and reverse current gains of about 15 and 5, respectively, were achieved. In the emitter-up configuration an offset voltage of 1 V, believed to be due to the valence-band discontinuity at the base/collector heterojunction, occurs in the I_C-V_{CE}-characteristics.

Kowalsky, W.; Schlachetzki, A.: Current Instabilities in $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ Transferred-Electron Devices, Electronics Letters, Vol. 21, 1192 (1985)

Kurzfassung: Time dissolved measurements of the device current in $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ transferred-electron devices are presented. The current drop usually ascribed to domain nucleation shows an unexpected behaviour because a drop of the device current of up to 90% is observed. This cannot be explained solely by the model of domain formation caused by electron transfer. The influence of transport properties of the central valley is discussed giving rise to the assumption of its dominant effect on domain nucleation.

Fiedler, F.; Wehmann, H.-H.; Schlachetzki, A.: Growth and Doping of InGaAsP/InP by Liquid-Phase Epitaxy, Journal of Crystal Growth (im Druck)

Kurzfassung: The paper reports on doping experiments with LPE growth in the system InGaAsP lattice matched to InP in (100) orientation. We find Sn to be the best suited donor for the whole composition range, the acceptor Mn for InGaAs and the acceptor Cd for the other compositions. We compare our results with doping experiments described in the literature. Whereas the bulk of our experiments was done with an In-rich melt, we also studied the growth of InP from the Sn-rich melt and found it to be diffusion limited. We present mobility data for electrons and holes in the doping range covered by our experiments.

Thylén, L.; Djupsjöbacka, A.; Janson, M.; Döldissen, W.: Integrated-Optic Device for High-Speed Databuses, Electronics Lett., Vol 21, No. 11, pp. 491-493 (1985)

Kurzfassung: We describe a Ti:$LiNbO_3$ integrated-optic device which incorporates an integration of a high-speed travelling-wave modulator and two switches. Experimental results are reported and system characteristics reviewed.

Grote, N.; Su, L.M.; Bach, H.G.: Characteristics of Double-Heterojunction InGaAsP/InP Bipolar Transistors, 12t Int. Symp. on GaAs and Related Compounds, Sept. 23-26, Karuizawa/Japan; in: Inst. of Phys. Conf. Ser. (im Druck)

Kurzfassung: Double-heterojunction InGaAsP/InP bipolar transistors comprising a double-layer n-InGaAs/N-InP collector structure to overcome a pronounced gain reduction at low collector bias voltages have been characterized in terms of current/voltage and gain properties, including their dependence on temperature. Preliminary results on switching behaviour are given in addition.

Su, L.M.; Grote, N.; Kaumanns, R.; Schroeter, H.: NpnN Double-Heterojunction Bipolar Transistor on InGaAsP/InP, Appl. Phys. Lett. 47 (1) , 28 (1985)

Kurzfassung: Double-heterojunction bipolar transistors have been fabricated on InGaAs(P) with current gains of up to 200. Transistors with a p^+-InGaAs/N-InP base/collector junction exhibited drastic gain reduction at low collector bias voltages which is ascribed to the electron repelling effect of the conduction-band spike formed at the collector heterojunction. To overcome this complication a thin n-InGaAs transition layer was inserted between the ternary base and the InP wide-gap collector. The resulting nN double-layer collector structure leads to excellent current/voltage characteristics.

Bach, H.G.; Niggebrügge, U.; Dreßler, W.; Döhler, A.: Properties of MIS Structures with Evaporated Al_2O_3 Gate Oxide on n-type InP(InGaAsP), 15th ESSDERC, Aachen, Europhysics Conference Abstracts, Vol. 9H, pp. 221-222 (1985)

Kurzfassung: MIS structures were fabricated by e-beam evaporation of Al_2O_3 on n-type InP(InGaAsP). The breakdown and field-effect properties of the MIS diodes were characterized. Inversion of the semiconductor surface can be achieved on n-type and p-type InP.

Bimberg, D.; Münzel, H.; Steckenborn, A.; Christen, J.: Kinetics of Relaxation and Recombination of Nonequilibrium Carriers in GaAs: Carrier Capture by Impurities, Physical Review B, Vol. 31, No. 12 (1985)

Kurzfassung: The fundamentals of the kinetics of relaxation and capture in a direct-band-gap semiconductor are reviewed and the determination of a number of capture cross sections of impurities using a specially devised low temperature cathodoluminescence system is presented. There is large interest in these data because properties and performance limits of many devices depend on capture cross sections: the speed of electronic switches, the response time of ir-radiation detectors, and the efficiency of solar cells and lasers are the most important ones.

Fabian, W.: Metallorganische Gasphasenepitaxie von InP und $Ga_{0,47}In_{0,53}As$ mit "in situ" gebildeten Addukten, Z. Kristallogr. 170, 42 (1985)

Kurzfassung: Es werden die Züchtungsergebnisse von InP und $Ga_{0,47}In_{0,53}As$, gitterangepaßt auf InP, beschrieben. Bei InP wurden Wachstumsraten von 3 µm/h erhalten, und die Schichten zeigten bei einer Hintergrunddotierung von $N_D-N_A = 3 \cdot 10^{16}$ cm^{-3} eine Bweglichkeit von 2800 cm^2/Vs (300 K). Bei $Ga_{0,47}In_{0,53}As$ beträgt die Wachstumsrate bis zu 7 µm/h und bei einer Hintergrunddotierung von $N_D-N_A = 2 \cdot 10^{16}$ cm^{-3} konnte eine Beweglichkeit von 6500 cm^2/Vs gemessen werden.

Fabian, W.: Iodsäure - ein wirksames Oxidationsmittel zur Entgiftung der Abgase von VPE-Systemen, Z. Kristallogr. 170, 43 (1985)

Kurzfassung: Das Oxidationsverhalten von Iodsäure auf die toxischen Gase Arsin und Phosphin und Trimethylphosphin wurde untersucht. Auf der Grundlage der erhaltenen Ergebnisse wurde ein Gaswäscher entwickelt, der die Abgase von MOVPE- und VPE-Anlagen quantitativ reinigt.

Berichte

Koch, W.; Liebsch, W.: Abschlußbericht zum Vorhaben BMFT TK 413 9 "Prozessoren für Bildcodierung und Bildsignalverarbeitung", HHI 1985.

Kurzfassung: Der Bericht enthält die Erfahrungen und Ergebnisse bei der Entwicklung einer programmierbaren Prozessorschaltung für die Verarbeitung von Fernseh-Bildsignalen. Das Hauptziel des Vorhabens bestand darin, den zentralen Rechenbaustein des Prozessors zu integrieren, um die häufigsten Algorithmen der Bildsignalverarbeitung in Echtzeit bearbeiten zu können. Für die Integration wurde aufgrund der vorhandenen Randbedingungen ein Gate Array in ECL-Technologie mit einer Kapazität von 2500 Gatterfunktionen gewählt. In diesem Baustein wurde ein 12 bit-Addierer/Subtrahierer mit diversen Möglichkeiten der Operanden-Stellenverschiebung sowie Ein- und Ausgangsregistern untergebracht. Für eine Register-Register-Operation wurde eine Zykluszeit von <10 ns gemessen, womit Fernseh-Bildsignale, die mit 13,5 MHz abgetastet werden (PCM), beispielsweise einer Intrafield-DPCM-Codierung unterzogen werden können. Andere per Programm wählbare Algorithmen sind die Tiefpaß-FIR-Filterung und die horizontale und vertikale Aperturkorrektur des Bildsignals. Zuletzt wird über eine notwendige Weiterentwicklung berichtet; diese muß in Richtung einer verkürzten Zykluszeit und einer erhöhten Integration von Prozessorkomponenten erfolgen.

Tröller, G.; Ehrke, H.J.; Kuhlow, B.; Menzel, I.; Rosin, Th.; Sinnig, Th.; Tepe, R.: Abschlußbericht zum Vorhaben BMFT TK 140 9 "Hochauflösende Darstellung farbiger Bewegtbilder", HHI 1985.

Kurzfassung: Es wird ein Lichtventilverfahren unter Ausnutzung von orthogonalen Phasengittern untersucht in Hinblick auf die Anwendung für hochauflösendes Fernsehen (HDTV). Eine umfangreiche mathematische Analyse der Signalverarbeitungskette des Displays wird ausgeführt. Hierzu zählen im einzelnen die Verformung dünner viskoser Steuerschichten, die Beugung des Lichtes an Phasengittern, die spektrale Ortsfrequenzfilterung, die elektrische Signalaufbereitung und die Analyse des Lichtventil-Beleuchtungsstrahlengangs. Als Ergebnis der Analyse werden zwei Lichtventil-Prototypen mit exakten Daten spezifiziert, die einen Nutzlichtstrom von 1600 lm im Projektionsbild bei 400 W Lampenleistung erbringen.

Kummerow, Th.; Höfker, U.; Reuter, Th; Börner, R.; Schulze, E.: Abschlußbericht zum Vorhaben BMFT TK 414 0 "Signalaufbereitung und kompatible Signaldarstellung für Hochauflösendes Fernsehen", HHI 1985. Teil 1: Digitale Signalaufbereitung für ein Hochauflösendes Fernsehsystem, Teil 2: Vorstudie zur räumlichen Großbildwiedergabe.

Kurzfassung zu Teil 1: Für ein Hochauflösendes Fernsehsystem mit digitaler Übertragung über Glasfaserkabel und Digitaltechnik, einschließlich Bildspeichern im Studio und Heimempfänger wurden Verfahren zur Video-Signalaufbereitung entwickelt, untersucht und schaltungstechnisch realisiert. Mit diesen Verfahren wird die Bildqualität beträchtlich verbessert und die Übertragungsrate erheblich vermindert. Die nutzbare Vertikalauflösung wird durch Vollbildwiedergabe und Aperturentzerrung bei Aufnahme und Wiedergabe um mindestens 50% gesteigert. Durch zeitliche Filterung wird das Rauschen im Kamerasignal um ca. 12 dB vermindert. Eine adaptive zeitlich-räumliche Vorfilterung und Interpolation gestattet eine Unterabtastung, durch die die Übertragungsrate von ca. 1 Gbit/s auf 280 Mbit/s gesenkt werden kann. Durch lineare Verarbeitung ohne Gamma-Vorentzerrung werden Auflösungsverluste und Störungen vermieden.

Kurzfassung zu Teil 2: Die räumliche Großbildwiedergabe ohne Stereo-Brille könnte der nächste Entwicklungsschritt des Hochauflösenden Fernsehens sein. Es wurden zwei grundsätzlich verschiedene Methoden untersucht und experimentell erprobt. Die holografische Bildwiedergabe kann nur längerfristig zum Ziel führen und erfordert noch intensive Grundlagenarbeit. Die Projektion in Lenticular-Linsenraster konnte erfolgreich erprobt werden und verspricht eine schnellere Realisierbarkeit.

Höhne, H.D.; Makai, V.: Abschlußbericht zum Vorhaben DFG-Ma 917/1-1 "Entzerrungsprobleme und Übertragungscodierung bei digitaler Dichtspeichertechnik", HHI 1985.

Kurzfassung: Der löschbare magneto-optische Speicher hat wegen seiner hohen Speicherdichte eine besondere Bedeutung als sequentieller digitaler Massenspeicher. Der vorliegende Bericht beschreibt die Optimierung der Entzerrung des Empfangssignals aus dem Dichtspeicher. Dabei wurden Methoden der Kanalentzerrung, wie z.B. die Nyquistentzerrung auf den als Kanal modellierten Dichtspeicher bei in der Praxis bedeutsamen gleichstromfreien Codes wie Biphase- und EFM-Code angewendet. Es ergaben sich erhebliche Verbesserungen des Signal-Rausch-Verhältnisses gegenüber der bisher üblichen Entzerrung.

Gold, H., Seyferth, A.: Abschlußbericht zum Vorhaben RUBIN-Feldversuch, Berlin, Heinrich-Hertz-Institut 1985 "Nutzen der Integration eines rechnerunterstützten Berufsinformationssystems (RUBIN) in die Berufsinformationszentren der Bundesanstalt für Arbeit".

Kurzfassung: Ein rechnergestütztes Informationssystem, das neben Texten und Tabellen auch Standbilder und Filme integriert, wurde am Beispiel Berufsinformation für Berufswähler realisiert und mit einer etablierten Selbstinformationseinrichtung, der Mediothek des Berufsinformationszentrums Berlin, verglichen.
Die Auswertung der mittels Fragebogen von den Benutzern erhobenen Daten führte zu folgenden Ergebnissen: Hinsichtlich der Zielkriterien "Erreichung von Informationszielen" und "Zufriedenheit mit der Art und Weise des Informationsabrufs" bewährt sich das RUBIN-System ähnlich gut wie die Mediothek. In Bezug auf einzelne Indikatoren, z.B. Übersichtlichkeit, Spaß an der Benutzung, Einfachheit des Informationszugriffs, läßt sich eine signifikante Überlegenheit des RUBIN-Systems nachweisen.
Generell legen die Ergebnisse nahe, daß ein multimediales rechnergestütztes Informationssystem des hier untersuchten Typs in einer realen Anwendung auch von Laien erfolgreich genutzt werden kann.
Die für die Realisierung erarbeitete Softwarekonzeption kann dabei leicht auf andere Anwendungsbereiche übertragen werden.

Seetzen, J.: Otto, P.; Pfab, R.; Sakkas, K.; von Stachelsky, Fr.; Stransfeld, R.; Tonnemacher, J.: Schlußbericht zum Forschungsvorhaben TK 0422/6 "Nachfrageimpulse und Marktaussichten für Systeme und Endgeräte zur Vermittlung von Breitbandinformation".

Kurzfassung: Im zusammenfassenden Schlußbericht und in 6 Ergebnisberichten werden die Vorgehensweisen und die Ergebnisse des Forschungsvorhabens dargestellt. Zur Stützung der analytisch ermittelten Aussagen konnten die Ergebnisse der zusätzlich zum Projektauftrag durchgeführten Laborexperimente herangezogen werden. Es konnte das Ziel erreicht werden, quantitative Aussagen zur Frage der technischen Machbarkeit eines IBFN einerseits, zum Umfang des Nutzungspotentials andererseits zu finden, wobei die wesentlichen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt wurden. Der Bericht weist auf die noch offenen Fragen zur Akzeptanz, insbesondere in dem für die Einführung entscheidenden geschäftlichen Bereich, hin und auf Fragen der organisatorischen, regionalen und sozialen Strukturveränderungen.

Diplom-und Studienarbeiten

Böhlke,K.: Steuerung einer digitalen Breitband-Teilnehmerstation mit Nebenstellencharakter, Studienarbeit, TU Berlin, FB 19, 1985

Kurzfassung: Gegenstand der Studienarbeit war die Generierung eines PCM 30-Rahmens nach den Empfehlungen der CCITT-Serie G.700, die Erstellung eines entsprechenden Empfängers sowie die Adaption des Zeitschlitzes 16 an ein vorgegebenes Mikroprozessor-System. Ferner wurde eine Schaltung realisiert, die das PCM 30-System unter Zuhilfenahme eines Mikroprozessors mit einem weiteren PCM 30-System blockierungsfrei vermittelt. Die Hardware ist verlustleistungsarm und zeichnet sich durch einen geringen Bauteileaufwand aus.

Der Zeitschlitz 16 wird als zentraler Signalisierkanal unter Berücksichtigung der HDLC-Übermittlungsvorschrift nach DIN 66 221 genutzt. Die erforderliche Software wurde in 8051-Assembler erstellt.

Foisel,H.-M.: Polarisationsregelung mit einem Faraday-Dreher für optische Heterodynempfänger, Studienarbeit, TU Berlin, FB 19, 1985

Kurzfassung: Beschreibung der Möglichkeiten der Polarisationsregelung und Ausführung einer einkreisigen Polarisationsregelung mit einem Faraday-Dreher in der Form eines Toroids als Stellglied.

Braun,R.-P.: Überlagerungsempfang mit injektionsgelockten Lasern, Diplomarbeit, TU Berlin, FB 19, 1985

Kurzfassung: Die Anwendbarkeit des Seitenbandinjektionslocking bei der kohärenten Faserübertragung wird gezeigt. Das Übertragungsverfahren mit PSK-moduliertem Träger wird ermöglicht durch die schmale Zwischenfrequenzbandbreite, die sich bei der Überlagerung von zwei Lasern ergibt, die auf verschiedene Seitenbänder eines FM-modulierten Masterlasers gelockt sind.

Schramm, C.: Charakterisierung tiefer Störstellen in III/V-Halbleitern durch elektrische und optische Anregung bei der Kapazitäts-Transient-Spektroskopie (DLTS), Diplomarbeit, TU Berlin, FB 19 (1985)

Kurzfassung: Es wurden DLTS-Messungen zur Störstellencharakterisierung an InP-Substraten und $Al_xGa_{1-x}As$-MBE-Schichten durchgeführt. Das vorhandene DLTS-Meßsystem wurde um eine im infraroten (0,5-2 µm) durchstimmbare Lichtquelle erweitert. Damit ist auch eine Minoritätsträgerspektroskopie an Schottkydioden mittels der MCTS-Technik möglich und demonstriert worden.

Patentanmeldungen

Nolting, H.-P.; Bauelement der integrierten Optik.
Patentanmeldung: DE: P 35 00 531.9, Anmeldetag: 07.01.85

Kurzfassung: Ein TE/TM-Modenwandler/Phasenschieber, der für eine allgemeine Polarisationstransformation benötigt wird, ist monolithisch integriert aus III-V-Halbleiter-Mischkristallmaterial aufgebaut. Die optische Achse wird bevorzugt in die [110]-Richtung gelegt, elektrische Felder sowohl bei (001)- als auch bei (110)-Substraten in die [001]- bzw. die [110]-Richtungen. Diese drei Richtungen bilden dann immer ein rechtwinkliges Orthogonalsystem. Horizontale bzw. vertikale elektrische Felder vertauschen bezüglich ihrer Auswirkungen auf Phasenlage und Polarisationszustand der geführten Lichtwelle bei (001)- bzw. (110)-Orientierung ihre Rolle.

Nolting, H.-P.; Hoffmann, D.; Schlichting, M.: MULDEX für optische Übertragungssysteme.
Patentanmeldung: DE: P 35 00 532.7, Anmeldetag: 07.01.85

Kurzfassung: Ein MULDEX für optische Übertragungssysteme mit Lichtwellenlängen-Multiplex enthält auf der Sende- und der Empfangsseite die Multiplexer/Demultiplexer. Mehrere $\Delta\kappa/2$-Koppler als optische Filter bilden einen derartigen MULDEX. Dabei sind die Filterkomponenten aus kodirektional gekoppelten, ungleichen Wellenleitern aufgebaut. Eine Phasenanpassung wird für eine vorgegebene Nennwellenlänge durch periodische Wiederholung von Streckenabschnitten mit und ohne - bzw. mit reduzierter - Kopplung herbeigeführt.

Schäfer, R.: Farbsignal-Kodierung.
Patentanmeldung: DE: P 35 05 368.2, Anmeldetag: 14.02.85

Kurzfassung: Für ein Farbfernsehsystem, das zukünftige Fortschritte (farbtreue Displays bei HDTV) nutzbar macht, werden anstelle von R, G, B die Normvalenzen X, Y, Z der Farbmetrik gewählt. Y wird als echtes Luminanzsignal (s/w-Kompatibilität, Konstant-Luminanz-Prinzip) verwendet. Die Signale werden mit exakt der dritten Wurzel komprimiert und anschließend kodiert. Die Chrominanzachsen werden etwas gedreht und bandbegrenzt (Anpassung an Farbauflösungsvermögen des Auges).

Boerger, G.; Romahn, G.: Nachrichtensystem für Bildkonferenzen.
Patentanmeldung: DE: P 35 07 152.4, Anmeldetag: 26.02.85
CA: 475,477 , Anmeldetag: 28.02.85
US: 706,718 , Anmeldetag: 28.02.85
EP: 85730028.9 , Anmeldetag: 26.02.85
JP: 37 811/85 , Anmeldetag: 28.02.85

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 - Großbildspreicher, Kleinbildspeicher, MUX, Tonmischer - bereit gehalten, zusammengefaßt und vermittelt.

Börner, R.: Projektionseinrichtung für Parallax-Panoramagramme.
Patentanmeldung: DE: P 35 29 819.7, Anmeldetag: 16.08.85

Kurzfassung: Auf einer großen Fläche - Diagonale z.B. 2,5 m - sollen für mehrere Personen gleichzeitig und ohne zusätzliche optische Hilfsmittel dreidimensional wahrnehmbare Bilder dargestellt werden. Es werden mehrere Projektoren in verschiedenen Panoramafeldern eines Linsenrasterschirmes angeordnet, um von den kritischen Abmessungen unabhängig zu sein. Die Erzeugung der Bildstreifen für die einzelnen Perspektiven erfolgt durch Linsenraster auf einer Reflexionsschicht, die Wiedergabe durch die von eintreffenden Lichtstrahlen durchstrahlten Linsen des Rasters sowie aus dazu benachbarten Linsen.

Grote, N.; Su, L. M.: Halbleiterbauelement, das eine Schicht aus transparentem, n-leitendem Material aufweist, und Verwendung derartiger Bauelemente.
Patentanmeldung: EP: 85730114.7, Anmeldetag: 27.08.85
US: 769,005 , Anmeldetag: 23.08.85
JP: 190 052/85, Anmeldetag: 30.08.85

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.