Jahresbericht 1989

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik

Berlin GmbH

Jahresbericht 1989

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH
Einsteinufer 37, D-1000 Berlin 10, Telefon 030/310 02-0, Fax -213, Telex 185 995 hhi d

Inhalt

5 **Bericht der Geschäftsführung**

6 **Forschungsaufgaben des Instituts**
8 **Organigramm des HHI**
9 **Struktur**
10 **Mitarbeiter, Finanzierung**

11 **Bereich Nachrichtensysteme**

13 **Abteilung Optische Signalverarbeitung**
14 Kohärentes optisches Mehrkanalübertragungssystem für den Weitverkehr
15 Frequenzmultiplex-Techniken für die kohärente optische Breitbandübermittlung
16 Untersuchungen zum digitalen optischen Prozessor

18 **Abteilung Vermittlung und Übertragung**
19 Hochratige Teilnehmeranschlußleitung mit integrierten optoelektronischen Komponenten
20 Kohärentes optisches Fernsehverteilnetz
21 Subscriber CMC System, Teilprojekt Systemaspekte (RACE 1010)

22 **Abteilung Anthropotechnik**
23 Bewegtbildübertragung für die Individualkommunikation (2)
24 Bedeutung von Bewegtbilddarstellungen für die Informationsvermittlung
25 HDTV-Bildaufnahme mit augengerechter örtlich-zeitlicher Auflösung
26 Bildgüteparameter bei HDTV und 3D-TV

27 **Abteilung Bildsignalverarbeitung**
28 Digitales HDTV-System
29 Normwandlung für HDTV
30 VLSI für HDTV
31 Digitale Magnetbandaufzeichnung für HDTV

32 **Abteilung Bildendeinrichtungen**
33 Hochauflösende räumliche Lichtmodulatoren mit elektrischer Ansteuerung
34 Lichtventilprojektion mit Festkörpersteuerschichten für HDTV
35 Übertragung räumlicher Bilder

37 **Bereich Integrierte Optik**

38 **Übersicht**
38 **Abteilung Epitaxie**
39 **Abteilung Prozeßtechnologie**
39 **Abteilung Lithographie**
40 **Abteilung Meßtechnik**
40 **Abteilung Komponentenintegration**

41 **Projekte des Bereichs Integrierte Optik**
41 Entwicklung einer Empfängerzelle für integrierte optoelektronische Wandler
42 Herstellung und Untersuchung von elektrisch durchstimmbaren Lasern und Quantum-Well-Lasern auf InP
43 Integriert-optischer wellenlängen-selektiver Multiplexer/Demultiplexer auf InP
44 Entwicklung von integrationsfähigen DFB-Lasern (1,5 μm) auf der Basis fortschrittlicher Technologieverfahren
45 Wellenleiter-Integration
46 Technology for InP-Based Integrated Opto-Electronic Circuits (ESPRIT)
47 Subscriber CMC System, Technologieteil (RACE 1010)
48 Dotierungstechniken für optoelektronisch integrierte Bauelemente

49 **Ergebnis-Übersicht**

50 **Veröffentlichungen**
67 **Berichte**
70 **Dissertationen, Diplom- und Studienarbeiten**
70 Dissertationen
70 Diplom- und Studienarbeiten
72 **Preisverleihungen, Ehrungen**
73 **Patentanmeldungen**
75 **Vorträge**
82 **Workshops**
83 **Vorlesungen**

Bericht der Geschäftsführung

Forschungsaufgaben des Instituts

Ein Ziel des Förderprogramms "Informationstechnik" der Bundesregierung war es, die Planungen der damaligen Deutschen Bundespost zu unterstützen, das Integrated Services Digital Network (ISDN) in den neunziger Jahren zu einem Breitband-ISDN (B-ISDN) auszubauen. Diese Planungen werden, soweit z.Z. erkennbar, von der heutigen DBP Telekom übernommen. Auf europäischer Ebene wird das B-ISDN im Rahmen des RACE-Programms der Europäischen Gemeinschaft angestrebt. Das Förderprogramm "Informationstechnik" lief im Jahre 1988 aus. In Hinblick auf die Bedeutung der Informationstechnik als Schlüsseltechnologie für die industrielle Wettbewerbsfähigkeit hat die Bundesregierung inzwischen ein Anschlußprogramm "Zukunftskonzept Informationstechnik" zur weiteren Förderung der Informationstechnik für den Zeitraum 1990-1993 vorgelegt.

Die im Jahre 1989 im Heinrich-Hertz-Institut (HHI) durchgeführten Arbeiten waren auf das B-ISDN, insbesondere aber auf die Breitbandaspekte dieses Netzes, auf Breitbandendgeräte sowie auf Breitbanddienste ausgerichtet. Die Projekte wurden aus Mitteln des Programms "Informationstechnik" des BMFT, sowie aus Mitteln der Europäischen Gemeinschaft (RACE, ESPRIT) und der DBP Telekom finanziert. Die meisten dieser Projekte laufen im Jahre 1990 aus. Es ist geplant, Nachfolgevorhaben im Rahmen des "Zukunftskonzepts Informationstechnik" des BMFT sowie im Rahmen europäischer Projekte durchzuführen.

Das Forschungsprogramm des HHI konzentrierte sich im Jahre 1989 auf folgende Schwerpunkte:

Breitbandübertragungstechniken

Das Übertragungsmedium zukünftiger Breitbandnetze ist die Glasfaser. Das eigentliche Potential der Glasfaser, nämlich die nahezu unbegrenzte Bandbreite, läßt sich nur durch optische Frequenzmultiplextechniken (OFDM) ausschöpfen. Das Interesse des HHI gilt vornehmlich dem Einsatz von OFDM-Techniken sowohl in der Fernebene als auch in der Teilnehmerebene zukünftiger Breitbandnetze.

Integrierte Optik

Ein Problem bei der Einführung der Glasfaser im Teilnehmerbereich stellen die zu hohen Kosten der optischen Teilnehmeranschlußleitungen dar, die durch die optoelektronischen Schaltkreise verursacht werden. Während alle elektronischen Schaltkreise zukünftiger Nachrichtennetze integrierte Bausteine der Mikroelektronik sein werden, ist eine Integration und damit eine kostengünstige Massenfertigung der optoelektronischen Schaltkreise heute nicht möglich. Es ist Aufgabe der Integrierten Optik, die Technologie zur Integration von optischen und elektronischen Komponenten bereitzustellen. Der Integrierten Optik kommt für zukünftige Breitbandnetze eine ähnlich wichtige Rolle zu wie der Mikroelektronik.

Optische Signalverarbeitung

In der Telekommunikation wird die Optik heute nur zur Nachrichtenübertragung eingesetzt. Es gilt zu untersuchen, inwieweit Gebiete der Telekommunikation, die z.Z. von der Elektronik beherrscht werden, in Zukunft mit Vorteil von der Optik übernommen werden können. Entscheidend für die Verarbeitung von Signalen im optischen Bereich wird die Verfügbarkeit integrierter optoelektronischer Schaltkreise sein.

Erste Anwendungsgebiete der optischen Signalverarbeitung sind die optische Vermittlungstechnik und digitale optische Prozessoren. Die Arbeiten sollen in dem Verbundprojekt Photonik des BMFT fortgesetzt werden.

Breitband-dienste

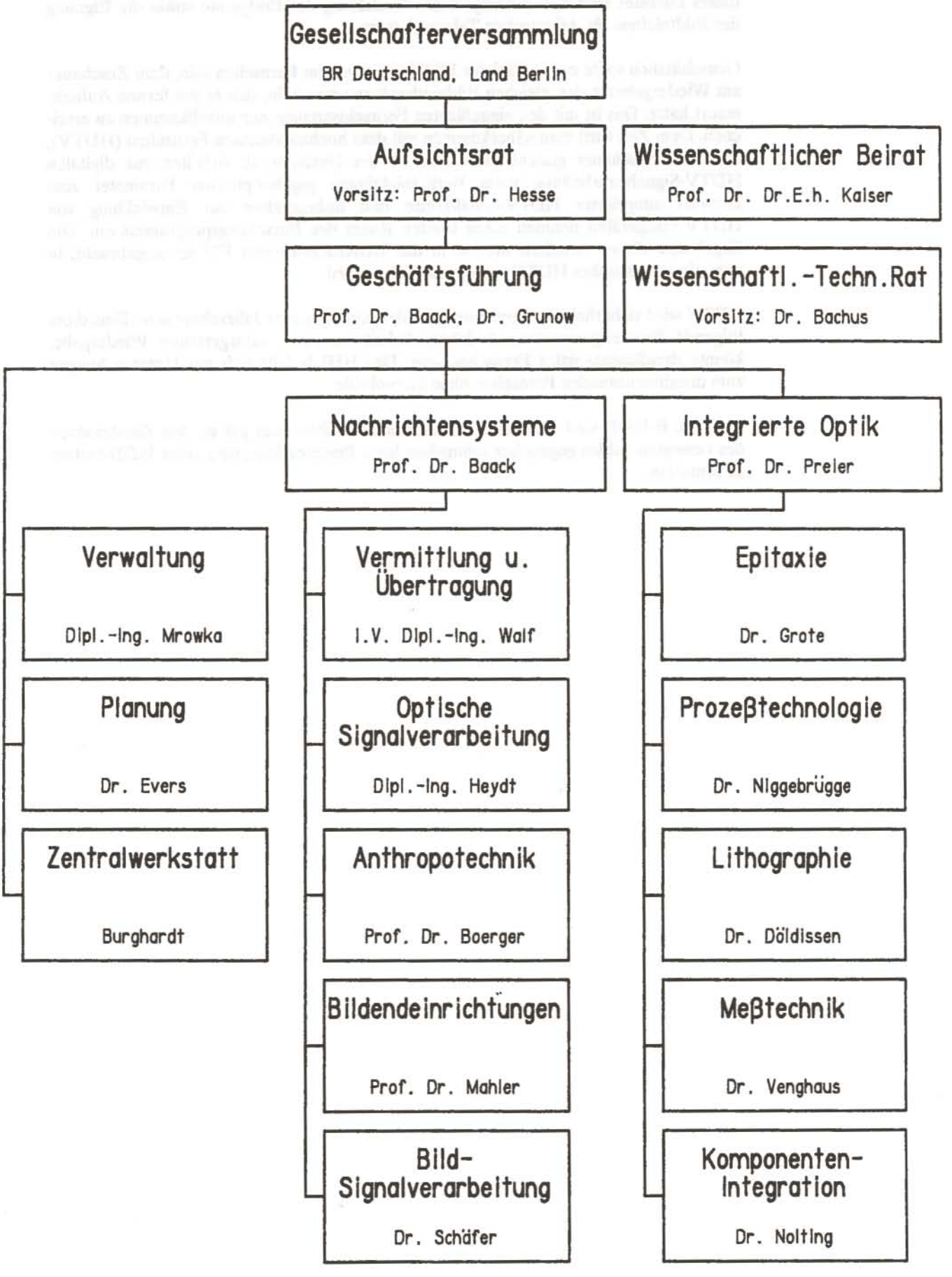
Ein weiteres Problem bei der Einführung der Glasfaser im Teilnehmerbereich sind die Breitbanddienste. Besondere Bedeutung im geschäftlichen Teilnehmerbereich kommt dem breitbandigen Bildtelefon zu. Voraussetzung für eine ausreichende Akzeptanz dieses Dienstes sind eine nutzergerechte Gestaltung der Endgeräte sowie die Eignung des Bildtelefons für Arbeitsplatz-Telekonferenzen.

Grundsätzlich sollte es das Ziel der Bildübertragung im Fernsehen sein, dem Zuschauer am Wiedergabeort den gleichen Bildeindruck zu vermitteln, den er am fernen Aufnahmeort hätte. Das ist mit den eingeführten Fernsehsystemen nur unvollkommen zu erreichen. Dem Ziel wird man näherkommen mit dem hochauflösenden Fernsehen (HDTV), das dem Zuschauer gesichtsfeldfüllende Bilder bieten wird. Arbeiten zur digitalen HDTV-Signalverarbeitung unter Berücksichtigung psychooptischer Parameter zum Entwurf integrierter HDTV-Schaltkreise und insbesondere zur Entwicklung von HDTV-Endgeräten nehmen einen breiten Raum des Forschungsprogramms ein. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden in das EUREKA-Projekt EU 95 eingebracht, in dem ein europäisches HDTV-System entwickelt wird.

HDTV wird sicherlich die Fernsehtechnik der nächsten zwei Jahrzehnte sein. Eine dann folgende Fernsehgeneration, als letzter Schritt zu einer naturgetreuen Wiedergabe, könnte dreidimensionales Fernsehen sein. Das HHI befaßt sich mit Untersuchungen zum dreidimensionalen Fernsehen ohne Stereobrille.

In einem B-ISDN sind Breitband-Abrufdienste denkbar. Hier gilt es, den Zusatznutzen des bewegten Bildes gegenüber schmalbandigen Präsentationsarten eines ISDN-Netzes zu ermitteln.

Organigramm des HHI



Struktur

Das Heinrich-Hertz-Institut wurde im Februar 1928 durch Erlaß des damaligen Preußischen Ministers für Wissenschaft, Kunst und Volksbildung gegründet und der Technischen Hochschule Berlin angegliedert. Im Jahr 1936 wurde das Institut in "Institut für Schwingungsforschung" umbenannt, das 1938 vom Preußischen Staat übernommen wurde. Nach dem Krieg wurde es bis 1954 von der neuentstandenen Technischen Universität Berlin und von 1954 bis 1974 von der "Förderungsgemeinschaft des Heinrich-Hertz-Instituts für Schwingungsforschung e.V." betrieben. Seit 1974 hat das Institut die Rechtsform einer Gesellschaft mit beschränkter Haftung (HHI GmbH), deren Gesellschafteranteile je zur Hälfte von der Bundesrepublik Deutschland und vom Land Berlin gehalten werden. Die Fördergemeinschaft unterstützt auch weiterhin das Institut in Form einer "Gesellschaft von Freunden des Heinrich-Hertz-Instituts e.V.".

Aufgabe der HHI GmbH ist es, Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Informationstechnik zu betreiben.

Die Organe der HHI GmbH sind die Gesellschafterversammlung, der Aufsichtsrat, die Geschäftsführer und der Wissenschaftlich-Technische Rat.

Dem Aufsichtsrat gehörten im Berichtsjahr folgende Mitglieder an:

Prof. Dr. J. Hesse, Köln (Vorsitz)
Dr. K. Rupf, Bonn (1. stellv. Vorsitzender)
A. Kurrek, Berlin (2. stellv. Vorsitzender, bis 30.11.89)
P. Schuhe, Berlin (2. stellv. Vorsitzender, ab 1.12.89)
Prof. Dr. Berger, Berlin
P. Borkamm, Berlin
Dr. K. Kroll, Bonn
H. Scholz, Bonn
V. Steiner, Bonn
H. Wolff, Berlin
Dr. B. Kuhlow, Berlin
Dr. P. Meißner, Berlin
Dr. H. Roehle, Berlin

Der Wissenschaftlich-Technische Rat ist paritätisch mit Abteilungsleitern und gewählten Mitarbeitern des Instituts besetzt und berät den Aufsichtsrat und die Geschäftsführung in allen wichtigen wissenschaftlichen und technischen Fragen.

Die Gesellschaft beruft außerdem einen Wissenschaftlichen Beirat aus Experten der Industrie, der DBP Telekom und des Hochschulbereichs. Dem Wissenschaftlichen Beirat gehörten im Berichtsjahr folgende Mitglieder an:

Prof. Dr. Dr. W. Kaiser, Stuttgart (Vorsitz)
Prof. Dipl.-Ing. G. Bolle, Hildesheim
Prof. Dr. W. Harth, München
Prof. Dr. G. Kohn, Stuttgart
Prof. Dr. M. Maslowski, Ulm
Prof. Dipl.-Ing. U. Mlecek, Darmstadt
Dr. E.h. F. Ohmann, München
Dr. H. Ohnsorge, Stuttgart
Prof. Dr. A. Picot, München
Dr. H. Thielmann, Nürnberg
Dr. R. Steinhart, Backnang
Prof. Dr. B. Wendland, Dortmund

J. Kanzow, Berlin (Gast)
V. Steiner, Bonn (Gast)
A. Kurrek, Berlin (Gast bis 30.11.89)
P. Schuhe, Berlin (Gast ab 1.12.89)

Mitarbeiter, Finanzierung

Am Ende des Berichtsjahres (Stichtag 01.11.1989) beschäftigte das Institut:

Wissenschaftliche Mitarbeiter	150
Technische Angestellte und Sachbearbeiter	110
Lohnempfänger	11
Auszubildende	5

Insgesamt waren im Institut zum Jahresende 329 Mitarbeiter beschäftigt, davon entfielen neben der technischen und administrativen Infrastruktur auf den Bereich Nachrichtensysteme 151 und auf den Bereich Integrierte Optik 89 Mitarbeiter. Hinzu kamen 48 studentische Hilfskräfte und Aushilfskräfte.

Im Rahmen unserer Kooperationen arbeiteten 1989 elf Gastwissenschaftler zeitweilig im HHI.

Das Institut erhielt 1989 von den Zuwendungsgebern Bund und Land als institutionelle Förderung einen Gesamtzuwendungsbetrag in Höhe von ca. 25,2 Mio DM. Für Forschungsaufträge von Projekten wurden 1989 dem HHI ca. 29,6 Mio DM bewilligt. Die Gesellschaft von Freunden des HHI stellte dem Institut Mittel in Höhe von 276,5 TDM DM zur Verfügung. Den 55,1 Mio DM an verfügbaren Mitteln im Jahre 1989 standen 1988 59,2 Mio DM gegenüber.

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

Berlin, im November 1989

Clemens Baack Wolfgang Grunow

Bereich

Nachrichtensysteme

Abteilung Optische Signalverarbeitung

Übersicht

In der Informationstechnik erfolgt die Signalverarbeitung derzeit größtenteils mit mikroelektronischen Schaltkreisen, also mit Elektronen. Der Einsatz von Photonen zur Signalverarbeitung hat zwar in denjenigen Disziplinen der Informationstechnik, die der physikalischen Optik nahestehen, eine lange Tradition, in anderen Bereichen der Informationstechnik wurde diese Möglichkeit bisher jedoch kaum genutzt.

Elektronen und Photonen haben unterschiedliche, meist komplementäre Eigenschaften. So führen Wechselwirkungen zwischen Elektronenströmen zum Übersprechen zwischen elektrischen Leitungen, Lichtstrahlen können sich dagegen ohne Beeinflussung kreuzen. Elektronen können in Kondensatoren gespeichert werden, Photonen lediglich in dynamischen optischen Laufzeitgliedern. Optische Signalpfade haben verglichen mit elektronischen eine außerordentlich hohe Bandbreite, Elektronenströme lassen sich im Gegensatz zu Photonenströmen relativ problemlos schalten.

Aufgabe der Abteilung Optische Signalverarbeitung ist es zu untersuchen, bei welchen informationstechnischen Systemen der Einsatz optischer bzw. optoelektronischer Verfahren zu eindeutigen Verteilen gegenüber der Verwendung ausschließlich elektronischer Verfahren führt. Als Beispiel aus der Vergangenheit ist hier das Gebiet der Fernübertragungstechnik zu nennen, in dem sich die optische Übertragungstechnik bereits durchgesetzt hat.

Im vom BMFT geförderten Projekt "Kohärentes optisches Mehrkanalsystem für den Weitverkehr" wurden optische Halbleiterlaserverstärker entwickelt, die in optischen Frequenzmultiplex-Übertragungssystemen (OFDM-Systemen) die heute üblichen optoelektronischen Repeater ersetzen können. Da sämtliche Träger des optischen Frequenzvielfachs mit demselben optischen Verstärker verstärkt werden, ist eine erhebliche Reduzierung des Aufwands gegenüber Systemen mit optoelektronischen Repeatern möglich. Die Verstärker wurden außerdem zur optischen Frequenzumsetzung und als Modulatoren eingesetzt. Eine weitere Aufgabe des Projektes ist die Entwicklung und Untersuchung optischer Mehrtor-Übertragungssysteme.

Ziel des von der DBP Telekom geförderten Projektes "Frequenzmultiplextechniken für die kohärente optische Breitbandübermittlung" ist die Untersuchung von Möglichkeiten zur OFDM-Vermittlung mit optisch-optischer Frequenzkonversion. Ein erstes entsprechendes Vermittlungsexperiment konnte bereits durchgeführt werden. Für die Experimente sollen optisch lineare und nichtlineare Komponenten auf der Basis von Polymeren entwickelt werden.

Das vom BMFT geförderte Projekt "Untersuchungen zum digitalen optischen Prozessor" wurde zum Ende des Berichtsjahres abgeschlossen. In seinem Verlauf wurden sowohl im HHI als auch bei den F&E-Vertragspartnern optische Schaltzellen aus unterschiedlichen Materialien und mittels verschiedener Technologien entwickelt. Als wesentlichstes Ergebnis ist festzuhalten, daß derzeit optoelektronischen Schaltzellen aus III-V-Halbleitermaterialien der Vorzug für den Einsatz in Systemen zu geben ist.

Am Ende des Berichtsjahres befand sich das Verbundforschungsprogramm des BMFT "Photonik" in der Definitionsphase. Das HHI ist für eines der beiden im Programm vorgesehenen Verbundforschungsprojekte federführend und beabsichtigt, sich mit Beiträgen zu den Themen OFDM-Vermittlung, Vermittlung mit dreidimensionaler Verbindungsstruktur und OTDM-Vermittlung zu beteiligen.

Kohärentes optisches Mehrkanalübertragungssystem für den Weitverkehr

Ziel

In diesem Vorhaben sollen kohärente optische Verfahren zur Fernübertragung mit möglichst hoher Kapazität entwickelt und erprobt werden. Eine hohe Kapazität des Einzelkanals soll durch Einsatz von kohärenten optischen Mehrtor-Empfängern erreicht werden. Die Grenzempfindlichkeit und die Anforderungen an die Linienbreite der Laser sind bei derartigen Empfängern die gleichen wie bei Heterodynempfängern. Sie haben jedoch eine Zwischenfrequenz, die bei Null liegt. Bei Verwendung optischer Detektoren und elektrischer Verstärker gleicher maximaler Arbeitsgeschwindigkeit können mit Mehrtor-Empfängern im Vergleich zu Heterodynempfängern um etwa den Faktor 3 höhere Bitraten erreicht werden.

Ein weiteres Ziel des Vorhabens ist es, optische Wanderwellenverstärker (Halbleiterlaser-Verstärker) zu entwickeln, und im Hinblick auf ihren Einsatz in dem entwickelten Mehrkanalübertragungssystem zu untersuchen. Diese Verstärker dienen dazu durch Faserdämpfung, -kopplung und -verzweigung verursachte Verluste zu kompensieren. Hierdurch kann die Zahl der für Fernübertragungssysteme benötigten optoelektronischen Repeater erheblich reduziert werden.

Stand im Projekt

Es wurde ein 2 x 2 Tor-Phase-Diversity-Empfänger aufgebaut und getestet. Die Arbeiten konzentrierten sich insbesondere auf die Realisierung des 'optischen Hybrids', dessen Funktion darin besteht, bei der Überlagerung des Lokal-Oszillatorsignals mit dem Empfangssignal Zwischenfrequenzen mit Phasenlagen von 0°, 90°, 180° und 270° bereitzustellen. Die jeweils gegenphasigen Signale sorgen für einen Gegentaktempfang und die orthogonalen Komponenten für den Phase-Diversity-Empfang. Neben einem integriert optischen 90°-Hybrid auf $LiNbO_3$-Basis (Bericht 1988) wurde ein rein "bulk"-optisches Hybrid aufgebaut und untersucht /5/. Beide Hybride wurden in einen 565 Mbit/s DPSK Übertragungssystem eingesetzt /5, 7/. Eine Empfängerempfindlichkeit von -48,5 dBm bei einer BER = 10^{-9} konnte für das "bulk"-optische Hybrid erzielt werden. Für die Weiterentwicklung des Mehrtorempfängers wurden theoretische Arbeiten /8/ zu einem 3 x 3-Tor Empfänger mit Gegentaktschaltung durchgeführt. Die experimentellen Arbeiten zu diesem Empfänger laufen zur Zeit. Für den 2 x 2 Tor-Empfänger wurde ein schneller Polarisationssteller entwickelt /9/. Mit Heterodynempfängern wurde eine bidirektionale 565 Mbit/s DPSK-Übertragung durchgeführt, für die nur zwei Laser benötigt wurden /11/.

Die theoretischen Arbeiten an Halbleiterlaser-Verstärkern konzentrierten sich auf Untersuchungen der Rauscheigenschaften, auf das Entstehen von Signalechos /13, 18/ und auf den Einsatz in Verteilsystemen /17/. In experimentellen Arbeiten wurde der Einsatz der optischen Verstärker als Phasenmodulator /12, 16/ und als Frequenzumsetzer /15/ untersucht. Außerdem wurden jetzt auch optische Verstärker für den Wellenlängenbereich um 1,5 µm entwickelt und getestet, nachdem geeignete Entspiegelungsverfahren erarbeitet worden waren.

Projektleiter:	Dr.rer.nat. H.G.Weber	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 1989:	12	
Laufzeit:	1.7.1987 - 31.12.1990	

Frequenzmultiplex-Techniken für die kohärente optische Breitbandübermittlung

Ziel

Es soll untersucht werden, ob die kohärente optische Vielkanaltechnik auch für Breitbanddialogdienste eingesetzt werden kann. Das Projekt konzentriert sich deshalb auf die Strukturen und Technologie einer Frequenzmultiplexvermittlung, bei der die Signaltransportebene im optischen Frequenzbereich liegt. Es soll also mit rein optischen Komponenten, wie Filtern und Frequenzumsetzern, eine Vermittlung zwischen beliebigen Eingangs- und Ausgangswellenleitern sowie beliebigen Stellen eines definierten Trägerfrequenzrasters möglich sein. Zu diesem Zweck sollen elektronisch gesteuerte Trägerfrequenzkoppelpunkte entwickelt werden. Das Projekt soll mit einem mehrkanaligen Demonstratorsystem abgeschlossen werden, an dem alle wesentlichen Funktionen einer Vermittlungsstelle für optische Trägerfrequenzverbindungen gezeigt werden können.

Stand im Projekt

Nach der Definition des Trägerfrequenz-Vermittlungs-Knoten wurden verschiedene Knotenstrukturen untersucht. Zunächst wurde eine Matrixanordnung verfolgt, deren Knotenpunkte aus parallel angeordneten optischen Trägerfrequenzschaltelementen bestehen. Diese Elemente sind zusammengesetzt aus Kanalabzweigfiltern und optisch-optischen Frequenzumsetzern /21, 24, 25/.

Für ein erstes Experiment mit einem Trägerfrequenzschaltelement wurden daher thermisch durchstimmbare Filter in Fasertechnologie mit Ring- und Mach-Zehnder-Struktur entwickelt /22/. Die Frequenzumsetzung konnte in einem DFB-Laserverstärker mit Hilfe zweier Pumpwellen genügend verlustarm durchgeführt werden. Das Vermittlungsexperiment /19, 20/ hatte zwei modulierte optische Eingangsträger, die einzeln ausgefiltert, umgesetzt, und über das ausgangsseitige Kanalfilter einem Heterodynempfänger zugeführt wurden. Die Träger- und Pumpwellenlaser waren über ein Heterodynspektrometer frequenzstabilisiert. Zur Reduzierung des über die Pumpwellen einstreuenden Phasenrauschens wurde ein phasenrausch-reduzierendes Übertragungsverfahren mit Frequenzmodulation des Senders entwickelt /23/. Die Untersuchungen an bistabilen DFB-Schaltzellen führten zur Demonstration eines ersten mit optischen Pulsen gesteuerten Trägerfrequenzschaltelements für Abrufdienste.

Die Experimente an einer erbiumdotierten Faser wurden bei verschiedenen Pumpwellenlängen mit dem Ziel durchgeführt, die im Koppelelement anfallenden Mischverluste auszugleichen.

Ein wesentlicher Projektteil war der Aufbau einer Fertigung und Meßtechnik für optische Polymere Komponenten, die in einem späteren Entwicklungsstadium die faseroptischen Komponenten ersetzen sollen. Es konnten Schicht- und monomodale Streifenwellenleiter hergestellt und ausgemessen werden. Phasenmodulationsexperimente an koronagepolten Schichten waren erfolgreich.

Der Aufbau des Demonstratorsystems wird zur Zeit hardwaremäßig und durch Entwicklung einer Vermittlungssteuerungssoftware vorbereitet.

Projektleiter:	Prof.Dr.-Ing. B.Strebel	Auftraggeber: DBP Telekom
Mitarbeiter in 1989:	7	
Laufzeit:	1.7.1987 - 30.6.1991	

Untersuchungen zum digitalen optischen Prozessor

Ziel

In dem Projekt sollte geklärt werden, ob es möglich ist, einen konkurrenzfähigen, rein optisch arbeitenden, digitalen Prozessor zu entwickeln. Hierzu sollten folgende Arbeiten durchgeführt werden:

- Entwicklung und Herstellung optisch steuerbarer optischer Schalter und Speicherelememte, die sich für den Einsatz in Logiknetzwerken eignen.
- Realisierung logischer Grundglieder wie z.B. AND, OR, NAND und NOR aus diesen Schaltzellen.
- Untersuchungen zur Architektur parallel arbeitender optischer Prozessoren.

Stand im Projekt

In dem Ende 1989 abgeschlossenen Projekt wurde eine Reihe unterschiedlicher Schalterprinzipien und Herstellungsverfahren im HHI und bei Kooperationspartnern untersucht.

Am HHI wurden Fabry-Perot-Resonatoren (FPR) als Schaltzellen basierend auf II/VI-Halbleitermaterialien mit Ionensputtertechnik entwickelt. Die für die FPR notwendigen Spiegelschichten wurden als "sandwichs" aus SiO_2 und TiO_2 hergestellt. Es konnten Spiegelschichten hoher mechanischer und chemischer Resistenz, guter Reproduzierbarkeit und geringer Absorption und hoher Laserstrahlzerstörungsschwelle hergestellt werden. Als nichtlineares Halbleitermaterial für den Spacer wurde ZnSe verwendet. Theoretische Untersuchungen des Schaltzellenverhaltens liefern die bei der Herstellung einzuhaltenden Parameter. Das ermöglicht einen optimalen Kompromiß zwischen Schaltschwelle und "Fan-Out". Die maximalen "Fan-Out"-Werte liegen bei 3, was die Möglichkeiten von Prozessorarchitekturen stark beschränkt. Die hergestellten Zellen schalten thermisch und arbeiten bei einer Schaltleistung von einigen mW im sichtbaren Spektralgebiet (bei den Ar^+-Laserlinien 514,5 nm bzw. 488 nm) mit Schaltzeiten im μs-Bereich. Diese Werte stimmen mit international bekannten überein. Die hier ebenfalls untersuchte absorptive Bistabilität an ZnSe-Schaltzellen tritt erst bei deutlich höheren Schwelleistungen im 100 mW-Bereich auf.

Bei den Untersuchungen zur Rechnerarchitektur wurden dreidimensionale Verbindungssysteme einer umfassenden mathematischen Behandlung unterzogen. Es zeigte sich, daß bei Schaltnetzwerken mit optischer Verbindung reguläre 3D-Muster vorteilhaft sind, die auf übersichtliche Muster geringerer Dimension abgebildet werden können. Für nichtblockierende Netzwerke wurde die Anzahl der Stufen in Abhängigkeit von der Schaltergröße (kxk; $k > 4$) in jeder Stufe untersucht /28, 29/.

An der Technischen Unversität Berlin wurden Schaltzellen innerhalb eines F&E-Vertrages "Optische FPR- und SEED-Schaltzellen in Aufdampftechnik" hergestellt. Bei den FPR-Zellen wurden CdS, ZnS oder ZnSe als Spacermaterial und CdSe als externer Absorber auf der Zellenoberfläche verwendet. Auch hier wurden im sichtbaren Spektralbereich um 500 nm Schaltschwellen im mW-Bereich mit Schaltzeiten teilweise im μs-Bereich erreicht. Weiterhin wurden thermooptische SEED-Zellen auf ZnSe- und auf Si-Basis hergestellt und untersucht. Diese funktionieren, wie auch aus ihrem Arbeitsprinzip erklärlich, mit geringerer optischer Schaltschwelle. Da die restliche Schaltleistung elektrisch zugeführt wird, ist die Verlustleistung insgesamt zumindest nicht geringer als die bei den rein optisch arbeitenden Zellen.

An der Technischen Universität München, mit der ein F&E-Vertrag "GaAs/AlGaAs BCRW-Doppelstreifenlaser für optische Schalter" bestand, wurde ein neuartiger GaAs/AlGaAs-Doppelstreifenlaser entwickelt. Dieser kann optisch von einem auf den anderen Laserkanal umgeschaltet werden. Hiermit kann ein aktives optisches NOR-Glied realisiert werden, das aufgrund seines relativ großen "Fan-Out"-Wertes für Logikanwendungen sehr interessant ist. Einschränkungen ergeben sich aus der Zeilenanordnung der Elemente und dem derzeit noch relativ hohen Schwellstrom der Laser von ca. 40 mA.

An der Technischen Universität Braunschweig wurden innerhalb des F&E-Vertrages "Optische Schaltelementen in InGaAlAs/InP-Systemen" optisch steuerbare Reflexionsmodulatoren sowie SEED-Elemente hergestellt. Für den Aufbau beider Elementtypen wurde die "Molecular Beam Epitaxie"(MBE) eingesetzt. Die Modulatoren arbeiten nach dem Pump- und Probe-Prinzip bei zwei Wellenlängen beiderseits der Band-

kante. Dieses Zweiwellenlängensystem erlaubt jedoch keine direkte Kaskadierung der Elemente. Bei den SEED-Elementen wird der "quantum confined Stark effect" der Exzitonenniveaus in "Multiple Quantum Well"-Strukturen ausgenutzt. Es sind die Elemente, die schon bei AT&T entwickelt wurden und zur Zeit am vielversprechendsten sind.

An der Universität Münster wurden innerhalb des F&E-Vertrages "Halbleiterbauelemente als optische Schalt- und Speicherzellen" thermooptische SEED-Zellen auf der Basis von Si, GaAs und InP hergestellt und untersucht. Die erforderlichen Wärmesenken für Schaltzellenarrays konnten deutlich verbessert werden. Der Prozess der wechselseitigen Beeinflussung von optischem und elektrischem Anteil am Schaltvorgang konnte weitgehend aufgeklärt werden.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die erzielten Ergebnisse den derzeitigen Stand der Forschung widerspiegeln. Die untersuchten thermischen Schaltzellen sind als 'Demonstrationsobjekt' geeignet, obgleich sie um Größenordnungen zu langsam (>1 µs) sind. Selbst wenn hinreichend schnelle Schaltzellen zur Verfügung stünden, gäbe es eine Reihe von weiteren Problemen. So führen z.B. geringste Fertigungstoleranzen (0.1%-Bereich) bei Schaltzellen-Arrays aus passiven Fabry-Perot-Bauelementen zu erheblichen Schwankungen des Fan-Outs (mehrere %) der einzelnen Schaltelemente. Deshalb ist der Einsatz von Fabry-Perot-Schaltzellen mit "critical-biasing" als optischer Schalter als problematisch anzusehen. Darüber hinaus weisen die entwickelten Schaltzellen bis auf einige Ausnahmen zu kleine Fan-Out Werte auf.

Für die Zukunft werden integrierte elektrooptische Bauteile hoher Funktionalität benötigt. Schon heute zeichnet sich ab, daß diese integrierten optoelektronischen Schaltelemente, wegen der noch unzureichenden Entwicklung in der II-VI-Optoelektronik, nur auf III/V-Halbleiterbasis zu realisieren sind.

Projektleiter:	Dr.-Ing.L.Ihlenburg bis 31.5.1989; Dr.rer.nat. J.Schwider ab 1.6.1989	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 1989:	6	
Projektlaufzeit:	1.10.1986 - 31.12.1989	

Abteilung Vermittlung und Übertragung

Übersicht

Aufgabe der Abteilung ist es, technologische und systemtechnische Grundlagen für die Übermittlung breitbandiger digitaler Signale in künftigen öffentlichen optischen Kommunikationsnetzen zu erarbeiten. Die z. Z. in der Abteilung durchgeführten Vorhaben sind thematisch auf den breitbandigen optischen Teilnehmeranschluß ausgerichtet. Ziel der Projekte ist die Entwicklung breitbandiger optischer Übertragungsverfahren zur TV- und HDTV-Verteilung sowie zur Bewegtbildkommunikation für den Teilnehmerbereich eines universellen Breitbandkommunikationsnetzes.

Im Projekt "Hochratige Teilnehmeranschlußleitung mit integrierten optoelektronischen Komponenten" werden Teilnehmeranschlußleitungen mit hochratiger Zeitmultiplextechnik entwickelt. Hierbei werden zunächst kommerziell erhältliche optoelektronische Komponenten eingesetzt. Ziel ist es, diese - sobald verfügbar - durch integrierte optoelektronische Komponenten, die z. Z. von dem Bereich Integrierte Optik entwickelt werden, zu ersetzen. Die Teilnehmeranschlußleitungen sollen mit bereits aufgebauten vermittlungstechnischen Einrichtungen zu einem breitbandigen diensteintegrierten Experimentalsystem zusammengeschaltet werden, in dem neue optoelektronische Komponenten und Komponenten der Integrierten Optik im Systembetrieb erprobt werden sollen.

Eine Alternative zu hochratigen Zeitmultiplexsystemen sind optische Frequenzmultiplexsysteme (Optical Frequency Divison Multiplex, OFDM) mit geringem Abstand der optischen Träger, die eine außerordentliche hohe Übertragungskapazität bieten. Hierfür können durch Einsatz optischer Überlagerungsempfänger, die sehr empfindlich, trennscharf und abstimmbar sind, neue Systemkonzepte realisiert werden.

Ziel des Projektes "Kohärentes optisches Fernsehverteilnetz" ist die Entwicklung eines zehnkanaligen TV/HDTV-Verteilnetzes, das im optischen Langwellenbereich arbeitet und mit dem die technische Realisierbarkeit kohärenter vielkanaliger Verteilnetze gezeigt werden soll. Hierzu sind u. a. möglichst kompakte optische Überlagerungsempfänger zu entwerfen und aufzubauen, für die zur Zeit von der deutschen Industrie spezielle Komponenten im Rahmen von F&E-Aufträgen entwickelt werden.

Die beiden genannten Vorhaben laufen Ende 1990 aus. In den folgenden Jahren sollen sich die Forschungsarbeiten der Abteilung auf die Thematik "Optische Vermittlungstechnik" konzentrieren. Es ist eine Beteiligung im Rahmen von Forschungsvorhaben an dem Verbundforschungsprogramm Photonik geplant.

Das HHI ist Partner im RACE-Projekt R 1010 "Subscriber Coherent Multi-Channel (CMC) System". Weitere Partner sind die Firmen Philips (NL, Prime Contractor), Plessey (UK), Siemens (D), LEP (F) sowie die Universität Gent (B). Ziel des Projektes ist die Untersuchung und Demonstration von Einsatzmöglichkeiten von CMC-Techniken für den Teilnehmeranschluß im europäischen universellen Breitbandnetz (IBCN). Die Abteilung Vermittlung und Übertragung trägt hierzu mit der Entwicklung einer Einheit zur Stabilisierung der optischen Sendefrequenzen und durch Systemstudien bei.

Hochratige Teilnehmeranschlußleitung mit integrierten optoelektronischen Komponenten

Ziel

Eine der wesentlichen Systemkomponenten in zukünftigen öffentlichen Breitbandübermittlungssystemen 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 ist die Entwicklung und der Aufbau aufwandsarmer hochratiger optischer Teilnehmeranschlußleitungen mit einer Übertragungsrate (Nutzbitrate) von 1,152 Gbit/s bei Verwendung von Einmoden-Lichtwellenleitern. Ausgehend von früheren Entwicklungen und Realisierungen im HHI soll die gleichzeitige Übertragung mehrerer Breitbandsignale (Bildfernsprechen, Standard-TV, HDTV) zum Teilnehmer mit einer Gesamtbitrate von 1,152 Gbit/s (16 x 72 Mbit/s) erfolgen. Für die Übertragung der Schmalbandsignale ist ein 2,048 Mbit/s-Zeitmultiplexrahmen vorgesehen.

Für die Schlußphase des Vorhabens ist die Zusammenschaltung der Teilnehmeranschlußleitungen mit bereits entwickelten vermittlungstechnischen Einrichtungen (Breitbandkoppelnetz, TV-Verteilkoppelnetz) und Breitbandendgeräten zu einem Experimentalsystem vorgesehen. Das Experimentalsystem soll als "Testbett" für integrierte optoelektronische Komponenten dienen. Die monolithische Integration der optischen und opto-elektronischen Komponenten ist als eine wesentliche Voraussetzung für die Reduzierung der z. Z. sehr hohen Investitionskosten für eine optische Teilnehmeranschlußleitung anzusehen.

Stand im Projekt

Das Vorhaben befindet sich z. Z. in der Komponentenduplizierungs- und Systemintegrationsphase. Als ein wichtiger experimenteller Zwischenschritt wurde eine hochratige optische Teilnehmeranschlußleitung aufgebaut, wobei zur Richtungstrennung die Wellenlängenmultiplextechnik (λ_1 =1,3 µm, λ_2 =1,55 µm) verwendet wird. Diese erste Teilnehmeranschlußleitung dient als Referenzsystem zum Austesten weiterer Komponenten vor ihrem Systemeinsatz. Im System wurden vorerst kommerziell erhältliche optische und optoelektronische Komponenten eingesetzt, die - sobald verfügbar - durch integrierte optoelektronische Komponenten ersetzt werden sollen. Im einzelnen wurden folgende Komponenten weiterentwickelt bzw. für den Systemeinsatz aufgebaut:
Auf der Sendeseite der hochratigen bidirektionalen optischen Teilnehmeranschlußleitung wurde das Konzept des hochratigen Multiplexers hinsichtlich der Aufbautechnik unter Berücksichtigung der Signalverteilung und Taktbereitstellung optimiert. Dabei wird von einem zweistufigen Multiplexer mit einer 288 Mbit/s-Zwischenschnittstelle und einer 72 MHz-Taktverteilung mit dezentraler Taktaufbereitung ausgegangen. Das im Multiplexer erzeugte 1,152 Gbit/s-Signal wird einem als Dickschichtmodul aufgebauten (Manchester-)Leitungscoder/Lasertreiber zugeführt. Ebenso wie in der zweiten Multiplexer-Stufe wurden Gigabit-ECL-Schaltkreise verwendet. Als Laser wurden kommerziell erhältliche Komponenten eingesetzt: Im 1,3 µm-Wellenbereich ein Fabry-Perot-Laser-Modul, für die bei 1,55 µm betriebene Gegenrichtung ein DFB-Laser-Modul. Für die Richtungstrennung kamen Duplexer vom Filtertyp zum Einsatz.

Auf der Empfangsseite wurden für die Kombination "Photodiode/Transimpedanzvorverstärker" mehrere Dickschicht-Aufbauvarianten mit integrierten Vorverstärker-Schaltkreisen untersucht.

Die Zeitmultiplexsignale (2,048 Mbit/s und 1,152 Gbit/s) für die Schmalband- und Breitbanddienste werden im elektrischen Frequenzmultiplex zusammengefaßt. Dafür wurden die sende- und empfangsseitigen Einrichtungen entwickelt und aufgebaut, insbesondere für die Empfangsseite eine Multilayer-Dickschichtschaltung zur Schmalband-Signalregeneration, die zusammen mit dem Breitbandvorverstärker zu einem kompakten Empfangsmodul zusammengefaßt wurde. Aufgrund von Messungen an der aufgebauten Teilnehmeranschlußleitung wurden die durch den elektrischen Frequenzmultiplexbetrieb bedingten theoretisch ermittelten Penaltywerte bestätigt.

Projektleiter:	Dipl. - Ing. G. Teich (i.V.)	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	11	
Laufzeit:	01.07.87 - 31.12.90	

Kohärentes optisches Fernsehverteilnetz

Ziel

Das kabelgebundene Verteilen von Fernseh- und Tonprogrammen erfolgt derzeit mit analogen Signalen über breitbandige Koaxial-Kupferkabelnetze, die eine Baumstruktur haben und bei denen in relativ kurzem Abstand Verstärker eingesetzt werden müssen. Kennzeichen dieser Netze ist, daß sämtliche zu verteilende Programme über das Kabel zum Teilnehmer geführt werden und die Programmauswahl direkt im jeweiligen Endgerät stattfindet. Die Kapazität heute international diskutierter digitaler optischer Zeitmultiplex-Teilnehmeranschlußsysteme (maximal 622 Mbit/s) reicht nicht aus, um die notwendige hohe Zahl von Programmen gleichzeitig dem Teilnehmer zuzuführen. Dies gilt in noch stärkerem Maße für den Fall, daß künftig auch Dienste mit erhöhtem Bandbreitenbedarf wie hochauflösendes Fernsehen (HDTV) angeboten werden sollen. Es können daher nur wenige TV/HDTV-Kanäle gleichzeitig zum Teilnehmer geführt werden, eine Vermittlung der Programme von der Zentrale her ist daher unvermeidlich.

Will man in künftigen optischen Verteilnetzen, wie bei den Koaxialkabelsystemen, sämtliche angebotenen Programme zum Teilnehmer führen, muß die Kapazität des optischen Teilnehmeranschlusses wesentlich erhöht werden. Hierfür stehen grundsätzlich drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Erhöhung der verwendeten Bitrate bis in den Multi-Gbit/s-Bereich,
- Verwendung eines sehr breitbandigen elektronischen Frequenzvielfachs,
- Verwendung eines optischen Frequenzvielfachs und Selektion durch optische Filter oder durch optische Überlagerungsempfänger.

Die letztere Möglichkeit bietet prinzipiell die größte erreichbare Übertragungskapazität (Hunderte von Gbaud) und eine hohe Empfängerempfindlichkeit, die sich sowohl durch das verwendete optische Überlagerungsprinzip ergibt als auch durch die im einzelnen optischen Kanal auftretende relativ niedrige Bitrate bestimmt wird.

Ziel des am 01.07.1987 begonnenen Vorhabens ist die Entwicklung eines im optischen Langwellenbereich (λ =1,55 µm) arbeitenden kohärenten zehnkanaligen TV- und HDTV-Verteilsystems, mit dem die Möglichkeit des Einsatzes der Glasfaser für künftige Breitbandverteilnetze im Sinne eines Feldversuchs demonstriert werden soll.

Stand im Projekt

Ein Schwerpunkt der bisherigen Arbeiten lag bei der Entwicklung, der Konstruktion und dem Aufbau stabiler, rückwirkungsunempfindlicher Lasermodule. Nach dem Vergleich von Lasern verschiedener Hersteller auf ihre Verwendbarkeit in kohärenten Systemen, wurden 20 DFB Laser mit einer maximalen Wellenlängendifferenz von +/- 1 nm erworben, die im September 89 geliefert wurden. Da dem Projekt bisher keine über Injektionsströme abstimmbare Laser zur Verfügung stehen, werden die DFB-Laser sowohl als Sendemodule als auch als lokale Oszillatoren verwendet. Deshalb war es notwendig, besonders kleine kompakte Module als lokale Oszillatoren zu entwickeln, die in ihrer Wellenlänge mit Hilfe der Temperatur schnell abstimmbar sind. Es wurden hierfür Module entwickelt, die sich durch hohe in die Faser eingekoppelte Leistung (> 1 mW) und eine sehr gute Rückwirkungsunempfindlichkeit auszeichnen.

Ein zweiter Schwerpunkt lag in der Entwicklung, im Aufbau und Testen eines ersten FSK-Single Filter Systems: Die Datenrate beträgt 140 Mbit/s CMI, die Empfindlichkeit bei einer Fehlerrate von 10^{-9} ist -49,5 dBm und die LO-Leistung beträgt -2,5 dBm. Der Empfänger ist ein Gegentakt-Empfänger mit einem äquivalenten Rauschstrom von 7 pA/√Hz. Erste faseroptische Komponenten für das optische Eingangsteil (3 dB Koppler in polarisationshaltender Faser und TE/TM Splitter) wurden von der Industrie im Rahmen von F&E Verträgen entwickelt und stehen dem Projekt seit Oktober 89 zur Verfügung. Diese Arbeiten werden mit der Entwicklung eines faseroptischen Polarisations-Diversity-Eingangsteils fortgeführt. Parallel werden im Rahmen anderer F&E Verträge hybride optische Eingangsteile und abstimmbare Halbleiter-Laser entwickelt.

Projektleiter:	Dr. - Ing. P. Meißner (seit März 89)	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	15	
Laufzeit:	01.07.87 - 31.12.90	

Subscriber CMC System, Teilprojekt Systemaspekte (RACE 1010)

Ziel

Das HHI war bereits im Jahr 1986 in der RACE Definitionsphase (RDP) Prime Contractor des RDP Projekts 1032, das die Einsatzmöglichkeiten von kohärenten optischen Vielkanalsystemen (Coherent Multi-Channel, CMC) für den Teilnehmeranschluß im europäischen IBCN untersuchte. Diese Arbeiten bildeten die Grundlage zur Bildung eines europäischen Konsortiums, das im Herbst 1987 einen Projektvorschlag zu diesem Thema bei der Europäischen Gemeinschaft im Rahmen der anlaufenden Hauptphase von RACE einreichte. Der Antrag wurde, wenn auch gekürzt, bewilligt. Das neue Konsortium besteht aus den Firmen Philips (NL), Siemens (D), Plessey (UK) und LEP (F) und den Instituten HHI (D) und IMEC (B). Die Firma Philips ist Prime Contractor. Mit den Arbeiten wurde am 01.01.1988 begonnen. Die vorgesehene Laufzeit beträgt fünf Jahre, der personelle Gesamtaufwand etwa 180 Mannjahre.

Ziel des Gesamtprojekts ist es einerseits, durch die Entwicklung eines Demonstrationssystems die Möglichkeiten und die technische Realisierbarkeit von CMC-Teilnehmeranschlußsystemen zu zeigen. Kritische Baugruppen wie kohärente Sendermodule und optische Heterodynempfänger werden nach zu vereinbarenden Spezifikationen von Philips, Siemens und Plessey für das System geliefert werden. Weitere Ziele des Projekts sind die Weiterentwicklung abstimmbarer Laser, die Entwicklung integrierter optoelektronischer Komponenten und die Anfertigung von Systemstudien zum Einsatz von CMC-Techniken im IBCN. Das HHI hat u. a. die Aufgabe übernommen, für das Demonstrationssystem, das bei Plessey aufgebaut werden soll, die Vielkanal-Frequenzstabilisierung (Multi-Channel Stabilization Unit, MSU) zu entwickeln und das Gerät zu Beginn des vierten Jahres der Projektlaufzeit im Demonstrationssystem einzusetzen.

Stand im Teilprojekt Systemaspekte

Multi-Channel Stabilization Unit, MSU:

Die MSU basiert auf einem Heterodynspektrometer und einem "wavelength-meter" (WM) für die Stabilisierung des Kanalabstandes bzw. der absoluten Frequenz.

Mit dem WM wurde eine digitale Frequenzregelschleife für einen DFB Laser aufgebaut, die eine relative Genauigkeit von +/-2 pm (+/-250 MHz), begrenzt durch die Auflösung des WM, zeigte. Die gemessene Frequenzstabilität des Lasers bei offener Regelschleife betrug +/-1,3 GHz innerhalb einer Meßzeit von zwei Tagen. Das zur Messung benutzte WM hat eine absolute Genauigkeit von +/-1,1 GHz bei 195 THz.

Zur Selektion des Lokaloszillator (LO) Lasers für das Heterodynspektrometer wurden verschiedene elektronisch durchstimmbare Laser, die die Industriepartner zulieferten, aufgebaut und vermessen. Neben den üblichen Laserparametern wie P/I-Kennlinie, Seitenmodenunterdrückung und Linienbreite interessierte hierbei insbesondere die Abstimmcharakteristik. Ein TTG Laser zeigte den größten kontinuierlichen Abstimmbereich mit 6,5 nm, gefolgt von einem Drei-Sektions-DBR Laser mit 2,2 nm und einem Zwei-Sektions-DFB Laser mit 1,5 nm. Der Schmalbandempfänger des Heterodynspektrometers wurde entwickelt und in einem Versuchsaufbau gemessen. Der Empfänger zeigt einen effektiven äquivalenten Eingangsrauschstrom von 18 nA in einer Bandbreite von 50 MHz.

Systemstudien:

Die Arbeitsgruppe "Systeme", die vom HHI geleitet wird, hat einen zweiten CMC Bericht /88/ verfaßt, in dem auch das Problem der CMC Vermittlung diskutiert wird.

Projektleiter:	Dr. - Ing. C. v. Helmolt	Zuwendungsgeber: EG (50%)
Mitarbeiter in 89:	3	
Laufzeit:	01.01.88 - 31.12.92	

Abteilung Anthropotechnik

Übersicht

Mit dem geplanten Ausbau des derzeitigen Fernsprechnetzes zu einem Breitbandnetz entsteht die Möglichkeit, Breitbanddienste für Dialog-, Informations- und Verteilzwecke einzurichten. Zur Sicherung einer hohen Nutzungsbereitschaft bei den künftigen Teilnehmern ist die Ausstattung der Kommunikationsdienste mit einem sinnvollen Nutzungsspektrum erforderlich. In der Abteilung Anthropotechnik des HHI werden deshalb Nutzungsaspekte künftiger Breitbandkommunikationsdienste untersucht. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt ist die Entwicklung und Bewertung neuer Fernsehtechniken auf der Grundlage von wahrnehmungspsychologischen Phänomenen.

Im Vorhaben "Bewegtbildübertragung für die Individualkommunikation (2)" werden mit besonderem Engagement des BMFT Grundlagen für eine bedarfsgerechte Gestaltung eines künftigen Bildfernsprechdienstes erarbeitet, Optimierungen an Endgeräten durchgeführt und Bedienprozeduren entwickelt. Unter besonderer Berücksichtigung der Nutzungsformen 'Arbeitsplatzkonferenz mit Teilnehmern an verschiedenen Orten' (Mehrpunkt-Videokonferenz) und 'Integrierte Dienstenutzung' werden unterschiedliche Systemvarianten aufgebaut und in realitätsnahen Modellkonferenzen von Versuchspersonen bewertet. Die im HHI gewonnenen Erkenntnisse wurden gemeinsam mit einem Industriepartner beim Aufbau von Bildtelefon-Endgeräten ausgewertet.

Unter dem Titel "Bedeutung von Bewegtbilddarstellungen für die Informationsvermittlung" soll untersucht werden, ob bei Informationssystemen ein breitbandiger Bewegtbildabrufdienst einen zusätzlichen Nutzen gegenüber Informationsdiensten ohne Bewegtbild hat. Für die Vorbereitung von Lernversuchen sind Gesetzmäßigkeiten der menschlichen Objekt- und Bewegungswahrnehmung zu ermitteln, die auch für die Entwicklung von intelligenten Codierverfahren bedeutsam sind.

Im Rahmen des Projektes "HDTV-Bildaufnahme mit augengerechter örtlich-zeitlicher Auflösung" wurde die Weiterentwicklung der HDTV-Technik in Richtung auf eine progressive Abtastung sowie auf eine sender- und empfängerseitige Verarbeitung progressiver Signale abgeschlossen. Dabei wurden die Vorteile der progressiven Technik deutlich. Die Bearbeitung von Signalverarbeitungsproblemen im Zusammenhang mit der HDTV Technik wird in der Mitte 1989 neu gegründeten Abteilung "Bildsignalverarbeitung" weitergeführt.

Der Qualitätsgewinn durch die Wiedergabe der binokularen Tiefeninformation gegenüber der 2D-Darstellung wird im Vorhaben "Bildgüteparameter bei HDTV und 3D-TV" ermittelt. Unter anderem soll hierbei auch der Einfluß des Betrachtungsabstandes auf die Bewertungsvariablen "Realitätsempfinden" und "Betrachtungskomfort" bei der Wiedergabe von bewegten Szenen untersucht werden. Derzeitige Festlegungen (z.B. Betrachtungsabstand = 2 x Bildhöhe) basieren auf Standbilduntersuchungen.

Bewegtbildübertragung für die Individualkommunikation (2)

Ziel

Im Rahmen dieses Vorhabens werden solche anthropotechnischen Probleme des Bildfernsprechens bearbeitet, die sich als Einführungshemmnisse dieses Telekommunikationsdienstes auswirken könnten.
So werden z.B. Verfahren untersucht, mit denen eine bedarfsgerechte interaktive Dokumentenbearbeitung und -übertragung in benutzerfreundlicher Weise ermöglicht wird.
Die Anwendung des Bildfernsprechens für Mehrpunkt-Videokonferenzen vom Arbeitsplatz aus wird als besonders sinnvolle Nutzungsart angesehen. Hierfür sind u.a. Prinzipien zur benutzerfreundlichen Gestaltung der Endgeräte und der Vermittlungsprozeduren zu erarbeiten.
Bildfernsprechgeräte können auch als Multidienste-Endgeräte genutzt werden. Die damit erreichbare erweiterte Dienstenutzung führt zu höherer Bedienungs-Komplexität und entsprechenden Bedienproblemen, die analysiert und gelöst werden müssen.
Die in diesem und in einem Vorläufervorhaben gewonnenen Erkenntnisse sind in den Bau von 7 Prototypen von Bildfernsprechendgeräten und einer Vermittlungssteuerung für Mehrpunkt-Konferenzen eingeflossen, der von einem Kooperationspartner aus der Industrie durchgeführt wurde.

Stand im Projekt

Benutzeruntersuchungen zur interaktiven Dokumentenbearbeitung beim Bildfernsprechen sollen im Hinblick auf die örtliche Auflösung, die Beeinflussung des Bildausschnitts der Partnerkamera und auf Fernzeige- und Zeichenfunktionen durchgeführt werden. Ein Versuchsaufbau für ein Experiment, bei dem eine dem HDTV entsprechende örtliche Auflösung bei der Dokumentenübertragung mit einer Auflösung nach TV-Standard verglichen werden soll, ist fast fertiggestellt. An einem Versuchsaufbau, der die höchstaufgelöste Aufnahme von Dokumenten und kleinen Objekten mittels Scannerkamera und die auch vom Gesprächspartner steuerbare ausschnittweise Wiedergabe auf dem Bildschirm eines Bildfernsprechendgeräts ermöglicht, wird z.Zt. gearbeitet. Ein Versuchsaufbau, der das Zeigen auf und das Markieren von bestimmten Stellen auf einem vom Partner präsentierten Dokument mittels Maus ermöglicht, ist fertiggestellt; Benutzeruntersuchungen zur Evaluierung der Bedienprozeduren werden Anfang 1990 stattfinden.

Die bisher im Rahmen des Projekts durchgeführten Untersuchungen zu Mehrpunkt-Videokonferenzen befaßten sich schwerpunktmäßig mit der Bild- und Tonpräsentation und mit dem Nutzen des Bewegtbildes /30/. Geplant ist eine weitere Untersuchung, bei der die Entwicklung und Evaluierung von benutzerfreundlichen Vermittlungsprozeduren für die Einberufung von Mehrpunkt-Konferenzen im Vordergrund steht. Hierzu wurde in Kooperation mit einem Industriepartner ein Versuchsaufbau (bestehend aus Endgeräten, Vermittlungssteuerung und Einrichtungen zur Aufbereitung von Bild und Ton) fertiggestellt, der den Aufbau von Mehrpunkt-Bildkonferenzen von bis zu fünf Teilnehmern per Selbstwahl sowie die Durchführung von Unterkonferenzen ermöglicht.

Um Bedienprobleme von Multidienste-Endgeräten zu lösen, die insbesondere bei einer gleichzeitigen und kombinierten Nutzung mehrerer Dienste auftreten, wurden zwei neue Bedienkonzepte entwickelt /31/ und im Rahmen einer Benutzeruntersuchung miteinander sowie mit einem an herkömmlichen Endgeräten orientierten Bedienkonzept verglichen. Eine erste Auswertung der Ergebnisse zeigte, daß sich die neu entwickelten Konzepte bewährt haben, wobei das "Funktionenkonzept" dem "Informationsflußkonzept" in gewisser Hinsicht überlegen zu sein scheint.

Projektleiter:	Dr. L. Mühlbach	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	9	
Laufzeit:	1.7.86 - 31.6.90	

Bedeutung von Bewegtbilddarstellungen für die Informationsvermittlung

Ziel

Mit dem künftigen Integrierten Breitband-Fernmeldenetz werden breitbandige Informationsdienste realisierbar sein, die den interaktiven Zugriff auch auf Bewegtbilder ermöglichen. Ungeklärt ist, ob der praktische Einsatz eines solchen Dienstes im Beruf, in der Ausbildung und im Privatbereich zu einer Nachfrage führt, welche seine Kosten rechtfertigt. Dies hängt wesentlich von der Frage ab, ob es gelingt, eine Vielfalt von Bewegtbilddarstellungen anzubieten, welche für den Benutzer bei der Erfüllung seiner Informationsbedürfnisse einen Zusatznutzen im Vergleich zu Text-, Ton-, Grafik- und Standbilddarstellungen haben. Als Kriterien des Zusatznutzen kommen dabei in Betracht: der Lernerfolg, der Lernaufwand und die Lernfreude. Die Beantwortung der o.g. Frage ist das erste Ziel des laufenden Vorhabens. Im Vordergrund der Arbeiten soll der Erwerb von Informationen über Bewegungseigenschaften von Objekten und über ihren räumlichen Aufbau stehen.

Voraussetzungen hierfür sind Kenntnisse der Gesetzmäßigkeiten, nach denen die visuelle Wahrnehmung die o.g. Informationen aus der Bewegtbilddarstellung entnimmt. Die Ermittlung solcher heute weitgehend unbekannter Wahrnehmungsgesetze ist das zweite Ziel des Vorhabens. Die Arbeiten hierzu sind zusätzlich im Hinblick auf die Entwicklung von datenkomprimierenden Quellcodierverfahren bedeutsam, welche an die Leistung des visuellen Wahrnehmungssystems heranreichen, die im Bewegtbild enthaltene Redundanz auszunutzen.

Stand im Projekt

Arbeiten zu Ziel 1: Im ersten Jahr der Projektlaufzeit ging es um den Nachweis der Überlegenheit des Bewegtbildes für das Erlernen von Bewegungseigenschaften starrer Objekte, die sich mit kinematischen Parametern, also mit Begriffen der Rotation und Translation beschreiben lassen (Beispiel: Differentialgetriebe). Dabei wurden Darstellungen mit Bewegtbildern (im folgenden: B-Darstellungen) und Darstellungen ohne Bewegtbilder (im folgenden: NB-Darstellungen) einander gegenübergestellt. In der NB-Darstellung wurden die zu lernenden Bewegungseigenschaften mit Hilfe von Standbildern, Pfeilen und Begleittexten verdeutlicht. Gemessen an den Kriterien "Lernerfolg", "Lernaufwand" und "Lernfreude" ergaben sich keine bedeutsamen Vorteile für die B-Darstellung. Dieses unterwartete Ergebnis geht vermutlich darauf zurück, daß sich mit der B-Darstellung von Bewegungseigenschaften nicht nur Vorteile, sondern auch Nachteile im Vergleich zur NB-Darstellung verbinden. Es deutet sich an, daß die Bewegtbilddarstellung auch zu einer Überlastung bei der Informationsaufnahme führen kann. Deshalb wurde eine neue Darstellungsmethode entwickelt, die darauf abzielt, durch die Kombination von B- und NB-Darstellungen die Vorteile beider Medien zu nutzen und zugleich ihre Nachteile zu vermeiden. In einem laufenden Lernversuch wird jetzt getestet, ob eine praktisch bedeutsame Überlegenheit für diese Medienkombination im Vergleich zu einer reinen NB-Darstellung vorhanden ist.

Arbeiten zu Ziel 2: Ausgangspunkt der gegenwärtigen Arbeiten ist das Phänomen, daß simultane Bewegungen mehrerer Punkte wahrnehmungsmäßig in Komponenten relativ zu bewegten Bezugssystemen aufgespalten werden und daß die Bewegungen der Bezugssysteme davon separiert erlebt werden. In der Identifikation dieser Bezugssysteme scheint der Schlüssel zur Erkennung zusammengehöriger Objektteile und ihrer gemeinsamen Bewegungsbahnen zu liegen. Bei Untersuchungen der gesetzmäßigen Zusammenhänge zwischen der Struktur der genannten optischen Reize und den resultierenden Wahrnehmungen ist es im Hinblick auf technische Anwendungen zweckmäßig, die Vorgänge systemtheoretisch zu beschreiben und durch Rechnersimulation zu überprüfen. In ersten Versuchen konnten bestimmte scheinbare Bewegungsbahnen von bisher drei bewegten Punkten mit recht befriedigendem Erfolg vorausgesagt werden.

Projektleiter:	Dr. J. Faber	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	4	
Laufzeit:	1.1.89 - 31.8.92	

HDTV-Bildaufnahme mit augengerechter örtlich-zeitlicher Auflösung

Ziel

In diesem Vorhaben werden Fragen zur optimalen örtlichen und zeitlichen Auflösung der Szene bei der HDTV-Bildaufnahme und -Übertragung behandelt sowie die Auswirkungen eines progressiven Aufnahmestandards (ohne Zeilensprung) auf Verfahren der Studiotechnik untersucht. Weiterhin werden Verfahren zur Datenreduktion für die Übertragung von HDTV-Signalen untersucht.

Stand im Projekt

Die Arbeiten konzentrierten sich auf folgende Punkte:

4-Kanal-Aufnahmesystem: Mit diesem System soll ein Kompromiß zwischen der Zeilensprungabtastung und der progressiven HDTV-Abtastung, die z.Zt. auf technische Barrieren stößt, gefunden werden. Es werden die Signale eines Helligkeitskanals (1250/25/1:1) und von 3 Farbkanälen (625/50/1:1) zu einem RGB-Signal (1250/50/1:1) kombiniert. Die Arbeiten wurden abgeschlossen und die Funktionsfähigkeit des Systems konnte demonstriert werden. Allerdings bestätigten sich die Vermutungen, daß der Konvergenzabgleich gegenüber einer RGB-Kamera erschwert wird und daß das optische System einer solchen Kamera bedeutend aufwendiger ist.

Studioverfahren: Ein Chromakeyverfahren wurde softwaremäßig implementiert und zum Vergleich verschiedener Aufnahmestandards verwendet. Diese Untersuchungen haben ergeben, daß eine vertikale Unterabtastung der Chrominanz bei progressiver Bildaufnahme ohne nennenswerte Qualitätsverluste möglich ist, so daß bei dem von EUREKA 95 vorgeschlagenen progressiven HDP Standard eine halbierte vertikale Chrominanzauflösung verwendet werden kann. Dadurch läßt sich die Datenrate von 2.304 Gbit/s auf 1.728 Gbit/s senken /61/.

100 Hz Hochkonversion zur flickerfreien Bildwiedergabe: Drei Verfahren der Hochkonversion von 50 Hz progressiv nach 100 Hz Zeilensprung wurden untersucht. Es wurde gezeigt, daß dabei die Vorteile der progressiven Abtastung (bessere statische und dynamische Auflösung) teilweise verloren gehen, so daß sehr wohl zwischen Flickerreduktion und Schärfereproduktion unterschieden werden sollte. Falls die Zeilenfrequenz auf 64 kHz beschränkt werden muß, sollte daher insbesondere bei nicht zu hellen und nicht zu großen Displays auf 100 Hz Wiedergabe zugunsten der progressiven Wiedergabe verzichtet werden.

Rauschuntersuchungen: Mit den durchgeführten Arbeiten ist erstmalig eine universelle Methode zur multidimensionalen Rauschbewertung erarbeitet worden, mit der auch das Rauschverhalten komplexer Übertragungsverfahren wie MUSE und HD-MAC wahrnehmungsgerecht gemessen werden kann. Eine Umsetzung der erarbeiteten Algorithmen in eine hardwarefreundliche Prozessorlösung ist nach dem erreichten Kenntnisstand möglich und wird z.Zt. entwickelt. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, ein universelles Rauschmeßinstrument zu konstruieren /62, 95, 96/.

Mitarbeit im EUREKA-Projekt EU 95 - Farbsignalverarbeitung: Durch die Mitarbeit des Projektleiters bei EU 95 und durch die dadurch im Projekt entstandenen Beiträge wurde das am HHI entwickelte CIELAB-Verfahren Grundlage des EU 95 Vorschlags zur Farbsignalverarbeitung an den CCIR. Seitens des HHI wurden auch gemeinsame Untersuchungen mit der Firma ITT-Intermetall initiiert, durch die gezeigt werden konnte, daß eine CIELAB-Decodierung im Heimempfänger mit vernachlässigbarem Aufwand durchgeführt werden kann /63/.

Projektleiter:	Dr. R. Schäfer	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	7	
Laufzeit:	1.7.86 - 30.6.89	

Bildgüteparameter bei HDTV und 3DTV

Ziel

Die Bildgüte soll beim künftigen Fernsehen durch eine gesichtsfeldfüllende Großbilddarstellung (HDTV) und ggf. durch die Wiedergabe binokularer Tiefeninformationen (3DTV) wesentlich gesteigert werden. Beide Systeme sind noch nicht hinreichend untersucht, um die bestmögliche Ausnutzung zu gewährleisten. Eine offene Frage betrifft den anzustrebenen Betrachtungsabstand. Konzepte, die das Realitätsempfinden des Zuschauers durch eine drastische Verringerung des Betrachtungsabstandes steigern wollen (z.B. "2H"-Konzept) und dadurch höchste Anforderungen an das Wiedergabegerät stellen, basieren ausschließlich auf Untersuchungen mit Standbildern. Es ist jedoch nachgewiesen, daß der bevorzugte Abstand bei steigendem Bewegungsgehalt der Bilder auf mehr als 4H (H = Bildhöhe) zunehmen kann. Beim heutigen Kenntnisstand ist ein sinnvoller Kompromiß nicht hinreichend zu begründen. Ungeklärt ist auch, welcher Qualitätsgewinn durch die Wiedergabe der binokularen Tiefeninformation beim Großbildfernsehen erzielbar ist. In diesem Vorhaben sollen die genannten Fragen durch die subjektive Beurteilung von Bewegtbilddarstellungen mit HDTV-Geräten bzw. mit Modellsystemen geklärt werden. Ergänzend sollen 3DTV-Parameter untersucht werden, die bei Bewegtbildern vermutlich kritischere Bewertungen erhalten als bei den in einem vorangegangenen Projekt /34, 35/ verwendeten Standbildern. Ein weiterer Vorhabenteil, der 1989 in das laufende Projekt aufgenommen wurde, befaßt sich mit dem Problem des Blickkontaktes beim Bildfernsprechen. Das Ziel der Arbeiten besteht darin, mit Hilfe trinokularer Stereoanalyse- und Rekonstruktionsverfahren das Bild einer virtuellen Kamera zu konstruieren, die sich an der Augenposition des Gesprächspartners befindet.

Stand im Projekt

Die angestrebte Zuschauerwirkung künftiger Fernsehentwicklungen wird als "Telepräsenzeffekt" bezeichnet, d.h. man möchte dem Zuschauer in bislang ungewohnter Weise das Gefühl vermitteln, sich am Ort der wiedergegebenen Szene zu befinden. Für die im Projekt geplanten Untersuchungen stellt sich daher die Aufgabe, anthropotechnische Verfahren zu entwickeln, die geeignet sind, Fernsehkonzepte hinsichtlich dieses Zielkriteriums zuverlässig zu bewerten. Im Berichtszeitraum konnte die Entwicklung derartiger Evaluierungsmethoden zu einem vorläufigen Abschluß gebracht werden. Für die jetzt anstehenden Untersuchungen mit Zuschauerstichproben wurde in Zusammenarbeit mit verschiedenen Produktionsstudios geeignetes Testbildmaterial hergestellt. Produziert wurden eine Magazinsendung in 3D, eine HDTV-Reportage sowie eine systematische Variation der wesentlichen Bildaufnahmeparameter in HDTV-Technik.

Die stereoskopische Tiefenwahrnehmung ist als eine sehr sensitive Funktion des Wahrnehmungssystems bekannt. Vor dem Hintergrund einer notwendigen Datenreduktion beim dreidimensionalen Fernsehen stellt sich daher die Frage, inwieweit eine Quantisierung der Tiefeninformation in 3DTV Bildern ohne sichtbare Qualitätseinbußen zulässig ist. Eine psychooptische Untersuchung dieser Frage konnte abgeschlossen werden. Die Ergebnisse zeigen, daß die Tiefenauflösung eines Fernseh-Stereopaares beträchtlich gröber als das Tiefenunterscheidungsvermögen eines normalsichtigen Betrachters sein darf. Der zulässige Quantisierungsfehler bei gleichförmiger Quantisierung der Disparitätsinformation liegt je nach verwendetem Rekonstruktionsverfahren zwischen 0,8 und 1 Winkelminute.

Zu den weiteren Arbeiten liegen noch keine abschließenden Ergebnisse vor. Im Berichtszeitraum wurde bei der Planung eines neuen COST Projektes mit dem Thema "Stereoskopisches Fernsehen" mitgewirkt.

Projektleiter:	Dr. S. Pastoor	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	8	
Laufzeit:	1.7.87 - 30.6.91	

Abteilung Bildsignalverarbeitung

Übersicht

Die Aufgaben der Abteilung sind auf die Signalaufbereitung, -verarbeitung und -codierung für das Hochauflösende Fernsehen (HDTV) ausgerichtet und dienen zu einem großen Teil der Unterstützung des europäischen HDTV-Forschungsprogramms EUREKA 95.

Im Rahmen der durchgeführten Arbeiten werden sowohl Aspekte der Signalverarbeitung im Studio als auch der Übertragung von codierten HDTV-Signalen über zukünftige Glasfasernetze behandelt. Darüber hinaus werden VLSI-Schaltkreise entworfen, mit denen wesentliche Funktionen der HDTV-Signalverarbeitung ausgeführt werden können.

Ein HDTV-System mit digitaler Signalverarbeitung bei Aufnahme und Wiedergabe wird im Projekt "Digitales HDTV-System" entwickelt und aufgebaut. Mit bildspeichergestützter adaptiver Verarbeitung werden Auflösungsverbesserung und Rauschreduktion und progressive Wiedergabe erreicht. Außerdem werden Verfahren zur digitalen HDTV-Übertragung mit 140 Mbit/s anhand von Rechnersimulationen untersucht.

Im Projekt "Normwandlung für HDTV" werden in der Simulation neue, verbesserte Verfahren auf der Basis von bewegungsadaptiven Filtern entwickelt, die zur Umsetzung von HDTV in Standard-TV, von HDTV zum Kinofilm und umgekehrt sowie zwischen unterschiedlichen HDTV-Normen einsetzbar sind. Diese Arbeiten laufen im Rahmen der Projektgruppe 2 von EUREKA 95.

Trotz der etwa sechsmal höheren Verarbeitungsgeschwindigkeit, die von HDTV im Vergleich zu Standard-TV gefordert wird, kann eine VLSI-Realisierung auch für HDTV gelingen, wenn neue Halbleitertechnologien mit neuen Architekturen und Algorithmen zur hochgradigen Parallelisierung kombiniert werden. Mit diesem Ansatz werden im Projekt "VLSI für HDTV" u.a. einige wichtige Teile des digitalen HDTV-Systems in integrierte Schaltungen umgesetzt. An den Beispielen sollen die mit verschiedenen Technologien und Algorithmen erreichbaren Grenzen verglichen werden.

Die digitale Magnetbandaufzeichnung stellt eine entscheidende Schlüsselkomponente im HDTV-Studio dar, da die analoge Aufzeichnung aufgrund des schlechten Störabstandes nicht für die Produktion geeignet ist. Im Rahmen des EUREKA 95 Projekts wird von der Firma BTS ein digitaler Video-Cassetten-Recorder entwickelt, dessen Spielzeit jedoch auf ca. 30 Minuten begrenzt sein wird. Im Projekt "Digitale Magnetbandaufzeichnung für HDTV" sollen deshalb Codieralgorithmen entwickelt werden, die für die Magnetbandaufzeichnung geeignet sind und mit denen sich die effektive Aufzeichnungskapazität verdoppeln bis verdreifachen läßt. Diese Arbeiten laufen im Rahmen von Projektgruppe 10 von EUREKA 95.

Digitales HDTV-System

Ziel

In diesem Forschungsvorhaben zum Thema hochauflösendes Fernsehen (HDTV) ist die Realisierung eines HDTV-Experimentalsystems mit digitaler Signalverarbeitung unter Einsatz von Vollbildspeichern bei Aufnahme und Wiedergabe und digitaler Übertragung der Signalkomponenten geplant. Die wesentlichen Arbeitsziele sind die Verbesserung der Bildqualität und der Einsatz von Datenreduktionsverfahren für eine HDTV-Übertragung mit 140 Mbit/s. Geeignete Verfahren hierzu werden mit Hilfe der Rechnersimulation ausgewählt.

Die Verbesserung der Bildqualität soll duch verschiedene Maßnahmen erreicht werden:

- Bildspeichergestützte Aperturkorrektur der Kamerasignale zur Verbesserung der örtlichen Auflösung.
- Bildspeichergestützte, adaptive Signalverarbeitung auf der Empfangsseite zur Vollbildwiedergabe und
  damit Vermeidung der Bildstörungen durch Zeilensprung und Ausnutzung der erhöhten örtlichen Auflösung, die durch die Aperturkorrektur der Sendeseite ermöglicht wird.
- Reduktion des Quellenrauschens.

Für die Datenreduktion sollen Unterabtastverfahren, Hybridcodierung und Subbandcodierung in der Simulation unter den Randbedingungen von HDTV verglichen werden.

Stand im Projekt

Zum Thema Datenreduktion wurden Simulationsarbeiten zur Transformationscodierung von dreidimensional unterabgetasteten HDTV-Signalen durchgeführt /107/. Es wurde ein zweistufiges Verfahren untersucht (2:1 Unterabtastung und Diskrete-Cosinus-Transformation (DCT) mit dem Reduktionsfaktor 4) mit dem Ziel, ausgehend von 1,155 GBit/s (Europäischer HDTV-Standard, 1250/50/2:1) eine Bitrate von 140 MBit/s zu erreichen /59,103/. Die Untersuchungen hinsichtlich Blockformat und Blockgröße wurden abgeschlossen. Bei der Codierung der DCT-Koeffizienten wurde der Einfluß von Schwellwert-Operation und notwendiger Quantisierungsgenauigkeit untersucht. Simulationsergebnisse mit HDTV-Sequenzen für eine 140 MBit/s-Reduktion liegen vor. Das zweistufige Verfahren läßt sich zu einer dreidimensionalen Teilbandcodierung erweitern /57/. Damit ist es möglich, Störungen, die im genannten zweistufigen Verfahren in sehr kritischen und bewegten Bildbereichen auftreten, vollkommen zu eliminieren. Außerdem wurde eine 4-Kanal- bzw. 8-Kanal-Zerlegung untersucht.

Die erste Ausbaustufe des HDTV-Experimentalsystems, das z.Z. mit einer Abtastfrequenz von 67.5 MHz arbeitet, und mit dem eine Übertragung von PCM-codierten Bildsignalen mit 1,08 GBit/s erfolgt, wurde in Betrieb genommen /55,58/. Hierzu gehört die A/D-und D/A-Wandlung, die programmierbare digitale Matrizierung und Dematrizierung /104/, die digitale Chrominanzvorfilterung mit anschließender 2:1 Unterabtastung, der Multiplexer und der Demultiplexer für die Chrominanzkomponenten. Von den Komponenten, die zur Verbesserung der Bildqualität und zur Datenreduktion benötigt werden, wurde der Bildspeicher, die Rauschreduktion /56/ und die sendeseitigen programmierbaren Luminanz- und Chrominanzfilter fertiggestellt.

Projektleiter:	Dr. P. Stammnitz	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	12	
Laufzeit:	1.7.87 - 30.6.90	

Normwandlung für HDTV

Ziel

Ziel des Vorhabens ist es, mittels Rechnersimulationen ein verbessertes Verfahren zur Umsetzung zwischen verschiedenen Fernsehnormen, die sich in ihrer Zeilenzahl und ihrer Bildwiederholfrequenz unterscheiden, zu entwickeln /47, 48, 49, 53/. Neben einer Umsetzung von HDTV auf TV, von HDTV zum Kinofilm und umgekehrt wird auch eine Umwandlung zwischen verschiedenen HDTV Normen untersucht /51, 52/. Seit 1989 erfolgt eine Mitarbeit in der Projektgruppe 2 (Standards and standards conversion) von EUREKA 95.

Stand im Projekt

Neben der Weiterführung der Arbeiten zur Normwandlung für das Luminanzsignal wurde mit zwei weiteren Arbeitspunkten - "Chrominanzumsetzung" und "Hardware Konzept" - begonnen.
Bei der Bewegungsvektorschätzung wurden verschiedene Modifikationen der bisherigen Verfahren implementiert /50/. Bei der Berechnung der lokalen Vektoren werden jetzt mehrere (oder alle) globalen Vektoren als Testvektoren verwendet. Außerdem kann nun vor der Berechnung der lokalen Vektoren eine Nachverarbeitung der globalen Vektoren durchgeführt werden.
Weiterhin wurde ein neues adaptives Blockmatching Verfahren unter Verwendung mehrerer kleinerer Musterfenster implementiert. Eine weitere Modifikation erlaubt die direkte blockweise Bestimmung eines Parameters für rotierende Bildbereiche.
Das Programm zur Berechnung von Bewegungsvektoren mit dem Phasenkorrelationsverfahren wurde überarbeitet.

Auch bei der Segmentierung wurden Modifikationen durchgeführt (bessere örtliche Interpolation, Erkennung unzuverlässiger Vektoren, andere Nachverarbeitungsverfahren).

Zur Erkennung kritischer Bildbereiche sind im Arbeitspunkt Klassifizierung verschiedene Verfahren entwickelt worden /52/:
a) Erkennung der Bewegungsart (Zoom, Rotation, Translation),
b) Erkennung von Schnitt,
c) Erkennung periodischer Strukturen.
In den kritischen Bildbereichen wird entweder von der bewegungskompensierenden Interpolation auf die nicht bewegungskompensierende Interpolation umgeschaltet (Fallback Mode, z.B. bei Schnitt) oder bei der lokalen Bewegungsvektorschätzung werden entsprechend der erkannten Bewegung verschiedene Parameter adaptiert.
Im Arbeitspunkt Klassifizierung wurde außerdem das Spektrum für verschiedene Bewegungsarten (z.B. Rotation, beschleunigte Translation) berechnet.

Zur Chrominanzumsetzung wurden geeignete Filter entworfen und die Simulationsprogramme - soweit erforderlich - modifiziert.

Zum Arbeitspunkt Hardware Konzept wurden in Zusammenarbeit mit dem Projekt "VLSI für HDTV" Untersuchungen zum Hardwareaufwand für die einzelnen Teilkomponenten eines bewegungskompensierenden Normumsetzers durchgeführt. In diesem Projekt sollen Chips entwickelt werden, mit denen die Verfahren zur Bewegungsvektorschätzung und Segmentierung realisiert werden können.
Die künftigen Arbeiten werden die weitere Signalverbesserung in den kritischen Bildbereichen durch adaptive Verfahren und die weitere Entwicklung eines Hardware Konzeptes betreffen.

Projektleiter:	Dr.-Ing. T. Reuter	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	3	
Laufzeit:	1.7.87 - 30.6.90	

VLSI für HDTV

Ziel

Für die Einführung des Hochauflösenden Fernsehens (HDTV) ist die Nutzung der zukünftigen Möglichkeiten der Mikroelektronik ausschlaggebend. Es sind die Einsatzmöglichkeiten der Mikroelektronik für die digitale Signalverarbeitung bei HDTV unter Berücksichtigung der absehbaren zukünftigen Entwicklungen der Halbleitertechnologie zu klären, und es sind Realisierungsentwürfe auszuarbeiten, die zu einer Prototypentwicklung von integrierten Systemen führen. Im einzelnen sind folgende Aufgaben zu lösen:

- Entwurf paralleler Strukturen für die Schaltkreisumsetzung verschiedener Algorithmen.
- Ermittlung aufwandgünstiger und schneller Verfahren für die Realisierung von Rechenwerken für hochparallele Strukturen.
- Realisierung geeigneter Speicherstrukturen für HDTV-Systeme, die auf käuflichen schnellen Speichern basieren und die sich nach fortschrittlichen Aufbautechniken in Form von Multichip-Moduln realisieren lassen.
- Vergleichende Untersuchung verfügbarer ASIC-Technologien (CMOS, ECL) für die Integration von HDTV Komponenten.
- Integration komplexer Systemkomponenten in Full-Custom-Design bei Verwendung von CMOS- bzw. ECL-Technologien (1,5µm bis 0,8µm).

Stand im Projekt

Im Berichtszeitraum konzentrierten sich die Projektarbeiten auf die Realisierung von HDTV-Komponenten in verschiedenen Technologien. Die Untersuchung der Algorithmen der HDTV-Bildsignalverarbeitung auf ihre Eignung für die Integration mit verfügbaren Technologien erfolgte in enger Zusammenarbeit mit den HHI Projekten "Digitales HDTV-System" und "Normwandlung für HDTV". Die in der Entwicklung befindlichen Bausteine, die dem EUREKA-Standard (Abtastfrequenzen bis 144 MHz) entsprechen, ermöglichen die Realisierung der wichtigsten Funktionen von HDTV-Systemen /69/:
Speichersystem: Der HDTV-Bildspeicher, der unter Verwendung modernster Aufbau- und Verbindungstechnik aufgebaut wird, soll mit käuflichen und ungehäusten Chips (Wafer) realisiert werden. Im Berichtszeitraum wurde mit dem Aufbau des Bildspeichermoduls begonnen /67/.
Controller: Ein wesentliches Leistungsmerkmal der entwickelten Struktur des Controllers ist seine Multifunktionalität, zum einen hinsichtlich verschiedener Anwendungen in einem HDTV-System und zum anderen bezüglich unterschiedlicher Normen. Der Controller kann normunabhängig (50/60 Hz, beliebige Zeilenzahlen, etc.) Adressen und Steuersignale für unterschiedliche HDTV-Komponenten generieren. Die Schaltungsumsetzung mit einer BICMOS-Technologie ermöglicht die Verwendung von CMOS- und ECL-Ports.
HDTV-Multifunktions-Chip: Dieser Chip, der als ECL-Gate-Array entwickelt wird, kann für FIR-Filterung, DCT/IDCT, Matrizierung/Dematrizierung eingesetzt werden. Es kann ohne Geschwindigkeitsverlust beliebig kaskadiert werden und soll in einem Experimentiersystem für Echtzeituntersuchungen sowie im Hardware-System des Projekts "Digitales HDTV-System" eingesetzt werden /66/.
2D-DCT Baustein in CMOS: Diese Komponente wird als Full-Custom-Design in der CMOS-Technologie der Fa. ITT realisiert und steht im Rahmen der Untersuchungen des Einsatzes von CMOS für die Transformationscodierung in HDTV-Systemen. Ein Basiselement der hochparallelen Struktur wird im Rahmen eines Testchips integriert /68/.
Bewegungsvektorschätzung: In Zusammenarbeit mit dem Institut für Mikroelektronik der TU Berlin wurde eine Schaltkreisstruktur entwickelt, mit der sowohl die Phasenkorrelation als auch das Blockmatching durchgeführt werden kann. Das Basiselement der systolischen Struktur entspricht einer Komplexität von 100.000 Gates und wird in einer 1µm-CMOS Technologie entwickelt.

Projektleiter:	Dipl.-Ing. M. Talmi	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	11	
Laufzeit:	1.7.87 - 31.12.90	

Digitale Magnetbandaufzeichnung für HDTV

Ziel

Mit dem europäischen Vorschlag für einen progressiven Produktionsstandard (HDP) ergibt sich die Notwendigkeit, die hierzu benötigten Studiokomponenten zu realisieren. Während eine progressive Kamera zumindest schon als Prototyp vorhanden ist, bildet die Magnetbandaufzeichnung (MAZ) momentan die Schwachstelle des europäischen Konzepts. Aufgrund der enormen Bandbreite ist ein ausreichender Störabstand nur in digitaler Form zu erreichen, jedoch wird die Technologie zur Realisierung einer digitalen MAZ mit der benötigten Datenrate von 1728 Mbit/s auf absehbare Zeit nicht beherrscht. Aus diesem Grunde sollen im Rahmen des EUREKA 95 Pojekts und in Zusammenarbeit mit der Firma BTS Codierungsverfahren entwickelt werden, mit denen sich die Rate auf den realisierbaren Wert von 1152 Mbit/s reduzieren läßt, ohne die Nachverarbeitung der Signale einzuschränken. Weiterhin sollen Codierverfahren entwickelt werden, um Signale, die im Zeilensprungstandard (HDI) aufgenommen wurden und eine Datenrate von 1152 Mbit/s aufweisen, mit der halben Datenrate von 576 Mbit/s aufzuzeichnen, wodurch sich die effektive Spieldauer der MAZ verdoppeln ließe.
Zur Durchführung der Arbeiten und zum Testen der Algorithmen unter realen Bedingungen soll im Rahmen eines parallel laufenden F&E Vorhabens eine digitale MAZ mit einer Aufzeichnungsdichte von 1152 Mbit/s durch BTS entwickelt werden.

Stand im Projekt

Das Projekt befindet sich in der Vorbereitungsphase. Die für die Durchführung der Arbeiten benötigten Geräte - ein Parallelrechnersystem auf Transputerbasis und eine digitale Studio-Magnetbandmaschine (D1-MAZ) - wurden angeschafft. Nach den Installationen des Transputersystems sollen dort die Codieralgorithmen simuliert und die codierten Bilddaten von dort über eine vorhandene Bildsequenzanlage auf die digitale MAZ übertragen werden. Auf diese Weise lassen sich die Algorithmen unter realistischen Aufzeichnungsbedingungen testen.

Es wurden erste Untersuchungen für die verlustfreie bzw. verlustarme Codierung (Reduktionsfaktor 1.5) von HDP-Signalen bzw. die hochqualitative Codierung (Reduktionsfaktor 2) von HDI-Signalen durchgeführt. Dazu wurden folgende Intraframecodierverfahren implementiert:

- Blockkompandierung (BLKP)
- Differentielle Puls-Code-Modulation (DPCM) mit zweidimensionaler Prädiktion
- Hierarchische Interpolation (HINT)
- Subbandcodierung mit Entropiecodierung
- Diskrete-Cosinus-Transformation (DCT) mit Entropiecodierung

Für die HDP-Codierung wurden mit den verlustarmen Verfahren Subbandcodierung und DCT gute Ergebnisse erzielt. Bei einem SNR des Rekonstruktionsfehlers von rund 50 dB wurde die Datenrate von 6 bit/Bildelement immer unterschritten. Dagegen wurden bei der verlustfreien Codierung (HINT, DPCM, BLKP) die geforderten 6 bit leicht überschritten.

Bei der hochqualitativen Codierung wurden mit der DPCM, der DCT und der Subbandcodierung SNR's von über 40 dB bei weniger als 4 bit pro Bildpunkt erreicht.

Weiterhin wurden Verfahren des Fehlerschutzes bei der Magnetbandaufzeichnung analysiert und Möglichkeiten untersucht, den Fehlerschutz bei der D1-MAZ zu erhöhen, um eine Restfehlerwahrscheinlichkeit von 10^{-11} zu erreichen, wie sie bei der digitalen HDTV-MAZ angestrebt wird.

Projektleiter:	Dr. R. Schäfer	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89:	4	
Laufzeit:	1.7.89 - 31.12.92	

Abteilung Bildendeinrichtungen

Übersicht

Die Aufgaben der Abteilung beziehen sich auf die Probleme der Großbilddisplay-Technologie für HDTV und auf die autostereoskopische Bildwiedergabe für 3DTV. Die weiteren Aufgaben zum Thema HDTV in der ehemaligen Abteilung "Signalaufbereitung und Endeinrichtungen" wurden Mitte des Jahres 1989 in die neu gegründete Abteilung "Bildsignalverarbeitung" übernommen (s. dort).

Zur HDTV-Großbildwiedergabe werden Projektionsverfahren auf der Basis von Lichtventilen entwickelt. Ziel ist eine Auflösung von 1000 Linien/Bildhöhe bei einer Bilddiagonale von typisch 2,5 m. In dem Projekt "Hochauflösende räumliche Lichtmodulatoren" werden Festkörpersteuerschichten entwickelt, die in zukünftigen HDTV-Heimprojektoren als Lichtventile eingesetzt werden könnten. Dazu werden viskoelastische Schichten, Flüssigkristallzellen und elektrooptisch aktive Materialien untersucht und zur Ansteuerung aktive Matrizen in Si- und TFT-Technologie in Betracht gezogen. Versuchsmuster solcher Schichten werden in verschiedenen Entwicklungsschritten entstehen. Die aktiven Matrizen sollen im Rahmen von FE-Verträgen vom Fraunhofer-Institut bzw. vom Institut für Bildschirmtechnik an der Universität Stuttgart zugeliefert werden. Projektionssysteme für Versuche mit diesen Elementen werden im Projekt "Lichtventilprojektion mit Festkörper-Steuerschichten" entwickelt.

Eine zukünftige Erweiterung des hochauflösenden Fernsehens zum dreidimensionalen Fernsehen (3DTV) erfordert eine räumliche Bildwiedergabe, die ohne eine Stereo-Brille auskommen sollte. "Brillenlose" Verfahren sind viel weniger erforscht und haben noch lange nicht den Perfektionsgrad der stereoskopischen Verfahren mit Polarisationsbrille erreicht. Sie können wegen der prinzipiell höheren Aufwands auch erst in ferner Zukunft realistisch erscheinen. Mit der Entwicklung einer Linsenrasterprojektion war die autostereoskopische Wiedergabe von Fernsehbildern in dem Projekt "Übertragung räumlicher Bilder" bereits prinzipiell gelungen. Die weiteren Arbeiten bezogen sich auf die Reduktion des Geräteaufwands durch Multiplexverfahren bei der Farbbildaufnahme und -Wiedergabe und auf die Verbesserung der Bildqualität.

Hochauflösende räumliche Lichtmodulatoren mit elektrischer Ansteuerung

Ziel

Hochauflösende räumliche Lichtmodulatoren sind von großer Bedeutung für die Lichtventil-Großbildprojektion künftiger HDTV-Bilder. Ziel des Vorhabens ist daher die Untersuchung und Bereitstellung geeigneter Steuerschichten und Ansteuerungen. Als Steuerschichten sollen vorwiegend verspiegelte viskoelastische Schichten eingesetzt werden, deren elektrisch gesteuerte Oberflächenverformung zur Beugung des Lichts führt. Weiterhin werden auch die Herstellbarkeit und die Eigenschaften von elektrooptischen Kristallschichten untersucht, in denen das Licht durch eine vom elektrischen Feld abhängige Doppelbrechung (longitudinaler Pockels-Effekt) moduliert wird. Schließlich soll die Eignung von Flüssigkristallzellen für HDTV-Lichtventile studiert werden, wobei die elektrisch steuerbare Doppelbrechung oder die direkte Polarisationsdrehung zur Lichtmodulation verwendet werden können. Zur Ansteuerung sind aktive Matrizen in Silizium- oder in Dünnfilmtransistor-Technologie vorgesehen, die gemeinsam mit zwei Partnerinstituten erarbeitet werden. Die zugehörigen optischen Systeme und elektronischen Versorgungsschaltungen werden im Parallelprojekt "Lichtventil-Projektion mit Festkörper-Steuerschichten für HDTV" (s.u.) untersucht und aufgebaut.

Stand im Projekt

Mitte 1989 wurden die Zielsetzung und der Arbeitsplan des Projekts an die im neuen Parallelprojekt begonnenen Aktivitäten angepaßt. Daher wird das Hybrid-Ansteuerungskonzept mit Spaltenleitungen und zeilenweiser optischer Signaldurchschaltung vorerst nicht weiterverfolgt; stattdessen wurden theoretische und experimentelle Untersuchungen an Flüssigkristall-Lichtventilzellen, die in Reflexion betrieben werden können, aufgenommen. Im Laufe des Jahres konnte die eigene Herstellung von verspiegelten viskoelastischen Schichten /36-38, 40, 42/ begonnen werden. Die Oberflächendeformation der räumlichen Lichtmodulatoren wird mit Hilfe des 3-Phasen-Interferometers untersucht /36, 38, 40, 42/ und mit den Ergebnissen der theoretischen Analyse /37, 40/ verglichen. Neue Auswertungen des theoretischen Modells /40/ gestatten eine genaue Vorhersage über das Verformungsverhalten an einzelnen Bildpunkten /37/ und damit über die Auflösungsgrenzen der verspiegelten viskoelastischen Steuerschichten. Zur Herstellung von elektrooptischen Kristallschichten, die für eine Verwendung des longitudinalen Pockels-Effekts mit relativ geringen elektrischen Spannungen geeignet sind /39/, wurden Versuche mit dem Verfahren der Laserpuls-Abscheidung begonnen. Entscheidende Probleme sind dabei die Präparation von Sintertabletten, die zu Kristallschichten mit der richtigen stöchiometrischen Zusammensetzung führen, und die Auswahl von Substraten, auf denen die Schichten mit der gewünschten Orientierung aufwachsen. Bei beiden Fragestellungen wurden bereits wesentliche Fortschritte erzielt.

Für die Ansteuerung wurden und werden vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme in Duisburg aktive Matrizen in Silizium-CMOS-Technologie entworfen und hergestellt. Die erste kleine Matrix enthielt nur einen Transistor pro Bildpunkt und lediglich je ein Zehntel der Zeilen und Spalten, aber bereits die für HDTV erforderliche Bildpunktdichte und Geschwindigkeit; eine zweite kleine Matrix mit je zwei Transistoren pro Bildelement und einer diagonalen Bildpunktanordnung sowie eine festverdrahtete große Matrix mit etwa 1,8 Millionen Bildelementen wurden entworfen und hergestellt. Im letzten Projektjahr sollen schließlich zwei große aktive Matrizen bereitgestellt werden. Messungen der Ebenheit der ersten kleinen Matrix zeigten, daß die von den Aktivgebieten verursachten Unebenheiten in Zukunft durch einen veränderten Entwurf vermieden werden sollten. Außerdem wurde beim Institut für Netzwerk- und Systemtheorie der Universität Stuttgart mit dem Entwurf von Dünnfilmtransistor-Ansteuermatrizen sowohl für verspiegelte viskoelastische Schichten als auch für Reflexions-Flüssigkristall-Lichtventile begonnen. Für Vorversuche wurden uns Matrizen zur Verfügung gestellt, deren Bildpunktfläche etwa das Einhundertfache der für HDTV angestrebten Größe beträgt.

Projektleiter:	Dr.-Ing. R. Gerhard-Multhaupt	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 1989:	7	
Laufzeit:	01.01.1988 - 31.12.1990	

Lichtventilprojektion mit Festkörpersteuerschichten für HDTV

Ziel

Für ein zukünftiges HDTV-System ist ein lichtstarkes Wiedergabegerät mit hoher Auflösung Voraussetzung. Die angestrebte Bilddiagonale von etwa 2,5 m kann beim gegenwärtigen Stand der Technik nur mit Projektionsverfahren erzielt werden. Ein hoher Lichtstrom ist mit Lichtventilverfahren zu erwarten.

Für beugungsoptische und polarisationsoptische Steuerschichten, die in Reflexion arbeiten, werden farbtaugliche Projektionsverfahren entwickelt. Für die drei Farbkanäle sind Steuerschichten mit identischen geometrischen Abmessungen vorgesehen. Die Steuerschichten werden im Projekt "Hochauflösende räumliche Lichtmodulatoren mit elektrischer Ansteuerung" entwickelt und uns zur Verfügung gestellt.

Die Projektionsaufbauten sollen mit nur einer Lichtquelle betrieben werden und zur Vermeidung von Konvergenzproblemen bei der Zusammenführung der Farbkanäle nur ein Projektionsobjektiv besitzen. Es wird ein Lichtstrom von etwa 1000 Lumen angestrebt. Die Lampenleistung sollte 1 kW nicht übersteigen. Untersucht werden Projektionssysteme, bei denen die Steuerschichten entweder von einer einzigen punktförmigen Lichtquelle, z. B. dem Brennfleck einer Entladungslampe, oder von einer Anordnung mehrerer solcher Lichtquellen ("Stufenspiegel") ausgeleuchtet werden.

Die optischen Komponenten der Projektionsaufbauten - Spiegel, Farbteiler, Polarisatoren, Schlierenobjektiv, Projektionsobjektiv - werden am HHI konzipiert und entwickelt. Dabei werden auch bewährte Konzepte bereits verfügbarer Normal-TV-Projektoren berücksichtigt. Die Konstruktion und Fertigung der Bauteile wird von der optischen Industrie übernommen.

Stand im Projekt

Die Beleuchtungseinrichtung zur Erzeugung von Punktlichtquellen wurde aus einem hochgeöffneten (1:0,7) Kondensor mit korrigiertem Öffnungsfehler und einem Kaltlichtsammelspiegel aufgebaut. Diese Anordnung erfaßt etwa 20 % des Raumwinkels, in den Entladungslampen Licht abstrahlen. Der Aufbau wurde mit einer Xenonhochdrucklampe (500 W) und einer Metalldampflampe (270 W) getestet. Es zeigte sich, daß damit ausreichend kleine Punktbilder für Projektoren mit beugenden Steuerschichten hergestellt werden können.

Probleme bereiten die Lampen selbst: Die Strömung des Gases in der Xenonlampe erzeugt Schlieren, die im projizierten Bild stören. Die Metalldampflampe leuchtet zwar die Steuerschicht homogen aus, kann aber den Sammelspiegel nicht nutzen, weil das von diesem in sich zurückreflektierte Licht vom Metalldampf in der Lampe absorbiert wird. Zur Klärung dieser Probleme führen wir Gespräche mit den Herstellern der Lampen.

Die notwendigen Formelsätze zur Konstruktion eines rotationssymmetrischen, asphärischen Kondensorspiegels für eine Projektionsanordnung mit einem Stufenspiegel wurden zusammengestellt. Die besondere Form dieses Spiegels leuchtet die Steuerfläche homogen aus und erzeugt im Strahlengang am Ort des Stufenspiegels eine Einschnürung. Der Stufenspiegel kann somit klein dimensioniert werden, wodurch die Anforderungen an die Abbildungsleistung des Schlierenobjektives reduziert werden. Die geometrisch-optischen Konstruktionsdaten für einen Projektionsaufbau mit einer Punktlichtquelle wurden zusammengestellt. Ein Entwicklungsauftrag wird in Kürze an eine Firma vergeben.

Es wurde ein reprographisches Verfahren zur Herstellung von modulierten Beugungsgittern erarbeitet. Diese Beugungsgitter sollen zum Aufbau und Testen einer Projektionsanordnung mit 3 Farbkanälen verwendet werden.

Projektleiter:	Dipl.-Phys. H. Röder	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 1989:	7	
Laufzeit:	01.02.1989 - 31.12.1992	

Übertragung räumlicher Bilder

Ziel

Im Projekt "Übertragung räumlicher Bilder" wurde ein farbtüchtiges Video- Aufnahme- und Projektionsverfahren entwickelt, das mit autostereoskopischen, hochselektiven Linsenrasterprojektionsschirmen auf der Basis von Parallax-Panoramastereogrammen arbeitet /43, 44/. In der zweijährigen Verlängerungsphase (1988 und 1989) wurde an der Reduktion des Geräteaufwandes für Aufnahme und Wiedergabe von bewegten Farbbildern und an der Reduktion des Springens der diskontinuierlichen Stereoperspektiven gearbeitet. Experimentell war zu klären, wie hoch der Zwischenbildaufwand werden muß. Das Projekt endet am 31.12.1989 und soll durch ein Folgeprojekt fortgesetzt werden.

Stand im Projekt

Im Berichtszeitraum wurden die in unserem Auftrag von Philips/Eindhoven gefertigten Strukturplatten für 3D-Bildschirme geliefert. Bei den zwar innerhalb der Toleranz liegenden Rasterplatten, aus denen 3 Bildschirme für das 9-kanalige Schwarzweiß-Projektionsverfahren mit z.Zt. einem Zwischenbild, die 2-kanaligen Farbprojektionen und Übertragungsstrecken mit elektronischem und optischem Bildsplitting aufgebaut worden sind, ist die bisher erreichte Dickentoleranz noch ungenügend. Ganz hervorragend sind dagegen die Abformungen der Linsenstrukturen nach dem von Philips angewendeten UV-Lackabformungsverfahren auf Plexiglasträgerplatten gelungen. Die Selektivität in Bezug auf Kanaltrennung (geringes Übersprechen ohne Doppelbilderscheinungen, mögliche Zwischenbilder) und Schirmbildhelligkeit sind allen bisherigen Schirmbildvarianten gegenüber erheblich gesteigert. Die einwandfreie Linsenbeschaffenheit in Verbindung mit einem inhomogenen Dickenverlauf zur Verbesserung der optischen Eigenschaften liefert in 5 Panoramazonen wie geplant nahezu gleiche Bildqualität.

Die Farbvideo-Kameraeinheiten sind aufgebaut, ebenfalls die verschiedenen Projektionsverfahren für Geräte- und Kanalreduktion. Die Entwicklung der Versuchsaufbauten ist aus Aufwandgründen auf zwei Kanäle des vielkanaligen autostereoskopischen 3DTV-Systems beschränkt. Dies reicht aber auch aus, um die grundsätzliche Eignung unserer Verfahren zur Reduktion des Geräte- und Übertragungsaufwands experimentell unter Beweis zu stellen. Es entstand ein 2-kanaliges Aufnahme- und Projektionssystem, dessen zwei Kameras direkt mit zwei Projektoren verbunden sind. Diese Strecke soll den gegenwärtig erreichbaren autostereoskopischen Farbvideoqualitätsstand zeigen. An einem weiteren System, bestehend aus zwei Kameras, elektronischem Splitting und einem Projektor mit optischem Bildsplitting soll demonstriert werden, daß mit einem Projektor und nur einer Übertragungsstrecke bei der Stereoprojektion die wichtige Tiefeninformation erhalten bleibt. Der rechte und linke Bildinhalt haben nur noch halbe Höhe, die Bildbreite aber ist unverändert (Horizontalsplitting). Das extreme Panoramaformat entspricht etwa dem Breitwandformat des Kinofilms. Das dritte System, das bei nur einem Übertragungskanal gleiches Bildformat liefert, besteht aus einer Kamera und einem Projektor, beide mit ähnlichen optischen Bildsplittern bestückt. Am vierten System, bestehend aus zwei Kameras, zwei Bildspeichern mit Multiplexer und einem Projektor wird ein autostereoskopisches Zeitmultiplexverfahren nach dem elektronischen Shutterverfahren demonstriert.

Die theoretischen Arbeiten über die Wiedergabe von Raumbildern werden fortgeführt. Berücksichtigt werden dabei alle Übertragungsparameter und das Springen der diskreten Stereoteilbilder bei einem vielkanaligen 3D-Aufnahme- und Wiedergabeverfahren. Die Inhomogenität der "3D-Volumina" im Zuschauerbereich wird definiert, und Optimierungen des Systems werden aus der Theorie abgeleitet.

Projektleiter:	Dipl.-Ing. R. Börner	Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 1989:	4	
Laufzeit:	01.01.1985 - 31.12.1989	

Bereich

Integrierte Optik

Übersicht

Ziel der Integrierten Optik ist die Entwicklung von optoelektronischen Komponenten und integrierten Subsystemen für die anwendungsbezogene nachrichtentechnische Grundlagenforschung. Zur Zeit bildet die Einführung eines optischen Breitbandkommunikationsnetzes auf der Teilnehmerebene weltweit einen wichtigen Schwerpunkt der Systementwicklung. Man ist überzeugt, daß ein wirtschaftliches und zuverlässiges Netz nur dann verwirklicht werden kann, wenn die monolithische Integration von optoelektronischen Schaltkreisen gelingt. Wie in den führenden nachrichtentechnologischen Zentren in Japan, den USA und in Europa wird in der Integrierten Optik des HHI an der Entwicklung dieser neuartigen optoelektronisch integrierten Schaltungen (OEICs) schwerpunktmäßig gearbeitet.

In den 5 Abteilungen Epitaxie, Prozeßtechnologie, Lithographie, Meßtechnik und Komponentenintegration werden die technologischen, meßtechnischen und theoretischen Grundlagen bereitgestellt, die für die Bearbeitung der Projekte benötigt werden. Es ist Aufgabe der Abteilungen, diese Grundlagen so weiterzuentwickeln, daß für die Komponenten- und OEIC-Entwicklung jeweils der neueste Stand der Technik zur Verfügung steht.

Als Materialien für die optoelektronische Integration dient die Klasse der InP-III-V-Halbleiter, die wegen ihres Bandabstandes die Herstellung von Lasern und Detektoren für den optimalen Übertragungsbereich von Lichtwellenleitern bei Wellenlängen von 1,3 und 1,55 µm ermöglicht. Mit dieser Materialklasse können neben den optoelektronischen Komponenten auch passive Wellenleiterstrukturen und elektronische Komponenten, wie z.B. Transistoren, hergestellt werden. Eine monolithische Integration von komplexen optoelektronischen Schaltkreisen ist daher im Prinzip möglich. Die besondere Schwierigkeit ergibt sich in der Verbindung von Funktionselementen, die bezüglich ihrer epitaktischen Schichtzusammensetzung und ihrer geometrischen Struktur völlig verschieden aufgebaut sind. Die optoelektronische Integration zielt auf die Beherrschung der materialtechnischen und strukturellen Komplexität bei einer verhältnismäßig niedrigen Anzahl von Elementen ab.

Eine wichtige Voraussetzung für die Herstellung von integrierten Schaltungen ist die Verfügbarkeit von Arbeitsräumen mit einer hohen Reinheitsklasse. Zu diesem Zweck wurde im HHI ein Technologisches Zentrallabor (TZL) eingerichtet, das die Reinheitsklasse 1000, beziehungsweise 10 für die kritischen Bereiche der Lithographie, gewährleistet. Während die Abteilungen Prozeßtechnologie und Lithographie das TZL schon im Herbst 1988 beziehen konnten, wurde die Installation des Gassicherheitssystems erst im März 1989 abgeschlossen, so daß die Abteilung Epitaxie erst dann die Arbeit im TZL aufnehmen konnte. Die Installation des Brandmeldesystems hat sich weiter verzögert, so daß mit einer endgültigen Abnahme des TZL's erst in 1990 gerechnet werden kann. Trotz dieser Verzögerung ist das TZL seit April 1989 voll in Betrieb.

Abteilungen

Epitaxie

In der Abteilung Epitaxie werden die für die verschiedenen optischen, optoelektronischen und elektronischen Bauelemente erforderlichen Epitaxieprozesse weiterentwickelt und geeignete Schichtstrukturen für die Bauelementgruppen hergestellt. Als Epitaxieverfahren stehen dabei sowohl die metallorganische Gasphasenepitaxie (MOVPE) als auch die Molekularstrahlepitaxie (MBE) zur Verfügung. Der Einsatz der Flüssigphasenepitaxie (LPE), auf der bislang der überwiegende Teil der Bauelemente basierte, wurde mit den erreichten Fortschritten bei den oben genannten Verfahren erheblich reduziert. Die MOVPE-Technologie wurde nach der endgültigen Fertigstellung des neuen Reinraumlabors im Mai wieder aufgenommen. Seitdem wurden die Wachstums- und die Dotierungsparameter für die bauelementerelevanten Zusammensetzungen des Materialsystems InGaAsP eingestellt. Mit der Optimierung der Gleichmäßigkeit der Schichten auf 2"-Wafern wurde begonnen. Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt bestand in der Herstellung und Untersuchung von Multi-Quantum-Well (MQW) Strukturen mit den Schichtfolgen InGaAs/InP und

InGaAs/InGaAsP. MQW-Schichten mit quaternären Barriereschichten wurden insbesondere als aktive Schichten in Lasern mit separatem optischem Confinement eingesetzt und führten zu sehr niedrigen Schwellstromdichten von etwa 500 A/cm^2. Diese Ergebnisse demonstrieren, daß die MOVPE-Technologie insgesamt in kurzer Zeit auf den internationalen Stand gebracht werden konnte und für die Bauelementeherstellung in breitem Umfang zur Verfügung steht. Die MBE wurde schwerpunktmäßig im Projekt "Entwicklung einer Empfängerzelle für integrierte optoelektronische Wandler" zur Herstellung integrierbarer InGaAs-JFET/Detektor-Strukturen eingesetzt [71]. Darüber hinaus wurden die Untersuchungen zum Materialsystem AlGaInAs fortgesetzt. Seit Jahresmitte befindet sich zusätzlich eine Experimentieranlage für die MBE mit gasförmigen Quellen im Aufbau.

Prozeßtechnologie

Der Aufgabenbereich der Abteilung Prozeßtechnologie umfaßt alle zur Herstellung der optoelektronischen Bauelemente und OEICs erforderlichen Verarbeitungsschritte mit Ausnahme des Materialwachstums (Epitaxie) und der lithographischen Strukturerzeugung. Dabei handelt es sich um die Deposition von Metall- und dielektrischen Schichten mittels Aufdampfen, Sputtern und Plasma-Abscheidung, um die Strukturübertragung durch trockenchemische Ätzverfahren, um die lokale Dotierung des Halbleiters mittels Eindiffusion aus der Gasphase sowie durch Ionenimplantation und um die Techniken zur Chip-Montage. Auf diesen Gebieten sind einerseits neue, fortgeschrittene Verfahren zu entwickeln, um dem Bedarf an steigender Komplexität der optoelektronischen Halbleiterstrukturen gerecht werden zu können; andererseits werden bestehende Prozesse hinsichtlich Reproduzierbarkeit und Uniformität optimiert, einer ständigen Qualitätskontrolle unterzogen und routinemäßig in der im Rahmen von Projekten durchgeführten Realisierung von Bauelementen eingesetzt. Eine Reihe von prozeßtechnologischen Entwicklungen haben einen sehr spezifisch auf einzelne Bauelement-Projekte ausgerichteten Charakter und werden in den entsprechenden Einzeldarstellungen dargestellt. Die Aktivitäten auf dem Gebiet der Halbleiterdotierung wurden, da sie von allgemeiner Wichtigkeit für nahezu alle Bauelementvorhaben des Bereiches Integrierte Optik bei ähnlich gelagerten Anforderungen und Problemen sind, in einem gesonderten Projekt zusammengefaßt (Ergebnisbericht siehe unten).

Lithographie

Die Aufgaben im Technologiebereich Lithographie konzentrieren sich zunehmend auf die Beherrschung von Strukturen im Mikrometer- und Submikrometerbereich. Demzufolge stand die Weiterentwicklung der Elektronenstrahllithographie und die Verbesserung der holographischen Belichtung im Mittelpunkt der Arbeiten des vergangenen Jahres. Außerdem bleibt es eine ständige Aufgabe, die Standardverfahren in der Photolithographie durch Verbesserungen im Detail und Modernisierung der Prozeßgeräte reproduzierbarer zu machen. In den Aufgabenbereich der Abteilung fällt schließlich auch der Maskenentwurf, an den entsprechend dem Fortschritt der Bauelementeentwicklungen in der Integrierten Optik ständig wachsende Anforderungen gestellt werden. Um Geometrien im Mikrometer- und Submikrometerbereich mit Elektronenstrahllithographie strukturgetreu zu erzeugen, muß die Elektronenstreuung im Resist und im Substratmaterial berücksichtigt werden (sog. Proximityeffekt). Zu diesem Zweck wurde ein selbstkonsistentes Verfahren zur Figurenzerlegung und Dosisberechnung entwickelt. Erstmals gelang die Herstellung von Bragg-Gittern 1. Ordnung für DFB-Laser (230 nm Periode) mit Elektronenstrahllithographie, wobei gezeigt werden konnte, daß die bei praktikablen Stromstärken erreichbare Strahlfokussierung für solche Strukturen ausreicht. Allerdings wiesen die Gitterlinien eine ausgeprägte Kantenrauhigkeit auf, die auf Rauschanteile, hervorgerufen durch die Elektronik des Strahlablenksystems, zurückzuführen ist. Die umfangreiche Modernisierung der Anlage, die im Oktober begonnen wurde und noch nicht abgeschlossen ist, soll gerade in dieser Hinsicht Abhilfe schaffen. Überwiegend wird für die Erzeugung von Bragg-Gittern weiterhin noch die holographische Interferenzbelichtung eingesetzt, die technisch ausgereift ist.

Meßtechnik

Die Arbeiten der Abteilung dienen sowohl der Material- als auch der Bauelement-Charakterisierung. Sie umfassen optische und elektrische Meßverfahren und zusätzlich auf Ionen-, Elektronen- und Röntgen-Strahlen basierende Methoden (Physikalische Meßtechnik). In der optischen Meßtechnik wurden Untersuchungen der thermischen Degradation von InP fortgesetzt /77/. Weiterhin wurde ein Zweistrahl-Absorptions-Meßverfahren weiterentwickelt, das die zerstörungsfreie und flächenhafte Dickenmessung von Epitaxieschichten über ganze Wafer hin ermöglicht. Reproduzierbarkeit und Auflösung liegen für die Schichtdicken im Bereich weniger nm. Ladungsträgerlebensdauern von Halbleiter-Lasern können bis zu 0.2 ns gemessen werden. Die tatsächlichen Lebensdauern in Buried Ridge Structure und Ridge Waveguide Lasern lagen im Bereich von 0.4 ns bis 1.5 ns. Für die Charakterisierung passiver Wellenleiter-Bauelemente wurde ein bereits vorhandener Meßplatz weiter ausgebaut, so daß jetzt der Wellenlängenbereich von 1.2 μm bis 1.55 μm (mit Ausnahme des Intervalls von 1.35 μm bis 1.4 μm) kontinuierlich durchgestimmt werden kann.

Im Bereich der elektrischen Meßtechnik wurde ein Netzwerkanalysator mit einem Meßbereich bis 18 GHz installiert für Messungen an bipolaren und Feldeffekttransistoren auf dem Wafer. Bipolartransistoren für einen integrierten Lasertreiber erreichten mit einem verbesserten Maskendesign eine Transitfrequenz von 2.8 GHz, für FETs als Teil der Photodioden-FET-Integration wurden 10 GHz ermittelt. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit der Akademie der Wissenschaften der DDR zum Thema "Heterostrukturgrenzflächen-Charakterisierung an Halbleiterlasern" wurde die Modellierung von C-V Kurven so weiterentwickelt, daß der Nachweis der Umladung tiefer Grenzflächenterme gelang /80, 81/. Die Materialanalyse des AlGaInAs-Systems wurde weitergeführt mit den Arbeitsschwerpunkten Bestimmung von Barrierenhöhen und Sperrverhalten von Schottky-Dioden und Charakterisierung tiefer Störstellen durch Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS).

In der physikalischen Meßtechnik bildeten SIMS-Untersuchungen den wichtigsten Aufgabenkomplex. Es wurden Tiefenprofile von verschiedenen Dotierstoffen bestimmt, und zwar an Bauelementen und auch prozeßbegleitend an großflächigen Strukturen. Untersucht wurden Diffusionsprofile von Zn in GaInAs und InP, Implantationsprofile für FETs und Photodioden, die Verteilung von Eisen in semi-isolierenden InP:Fe Schichten und Mn- und Be-Dotierprofile an MBE-gewachsenen Proben /79/. Untersuchungen des Überwachsens von Laserstreifen mit verschiedener Orientierung mit Hilfe ortsaufgelöster SIMS-Messungen wurden abgeschlossen /83/.

Komponentenintegration

Im Mittelpunkt der Arbeiten der Abteilung Komponentenintegration stehen Probleme der Integration von optischen und elektrooptischen Komponenten in InGaAsP/InP. Diese Arbeiten sind überwiegend projektbezogen; die Ergebnisse sind im Abschnitt Projekte des Bereiches Integrierte Optik dargestellt. Zur numerischen Simulation integriert-optischer Bauelemente (Projekte: RACE 1010, wellenlängenselektiver Multiplexer/Demultiplexer auf InP, Laser) wurden neue Rechenprogramme auf der Basis der zweidimensionalen Finite-Differenzen- und der Mode-Matching-Methode entwickelt. Außerdem wurde die Entwicklung einer dreidimensionalen Beam-Propagation-Methode begonnen, die für den neu installierten Array-Prozessor optimiert wird. Die internationalen Kontakte zu theoretisch arbeitenden Gruppen, zum Teil organisiert in COST 216 und im VDI-Workshop "Simulation von Bauelementen der Integrierten Optik", haben zu einem intensiven Ideen- und Programmaustausch geführt. Für die erweiterten Aufgaben zur Charakterisierung von OEIC-Bauelementen wurde ein neues Labor bezogen und zum großen Teil eingerichtet. Es wurde mit dem Aufbau einer Interferometer-Anordnung zur Analyse von dämpfungsarmen Wellenleiterstrukturen begonnen (Fabry-Perot-Methode). Für die optische Aufbau-, Verbindungs- und Gehäusungstechnik wurde ein staubgeschützter Justage- und Montageplatz zur Faser/Chip-Kopplung etabliert. Weiterhin wurde ein Aufbau zur Feinjustierung verschiedener Faserstecker fertiggestellt.

Projekte des Bereichs Integrierte Optik

Entwicklung einer Empfängerzelle für integrierte optoelektronische Wandler

Ziel

Ein für die Leistungsfähigkeit entscheidender Bestandteil sowohl eines optoelektronischen Wandlers als auch eines kohärenten optischen Überlagerungsempfängers ist die Empfängerzelle. Sie besteht aus drei im strukturellen Aufbau und in der Funktion sehr unterschiedlichen Bauelementen: dem Lichtwellenleiter (WL), dem Photodetektor (PD) und dem Feldeffekt-Transistor (FET) als verstärkender Transistorstufe. Das Ziel des Vorhabens ist die monolithische Integration dieser Komponenten im In(GaAs)P-Halbleitermaterialsystem und die hierzu erforderliche Optimierung technologischer Verfahren.

Stand im Projekt

Aufbauend auf den Ergebnissen des ersten Projektjahres wurde eine Optimierung der integrierbaren FETs und der WL/PD-Kombination durchgeführt, wobei begleitend zur Bauelementeherstellung auch Untersuchungen zum Schichtenwachstum mittels Molekularstrahlepitaxie (MBE) notwendig waren. Im zweiten Projektjahr wurden folgende Ergebnisse erzielt:

Bei der MBE konnte die Hintergrunddotierung von InGaAs-Einzelschichten auf ca. $5*10^{15}$ cm^{-3} bei einer Beweglichkeit von etwa 8000 cm^2/Vs gesenkt werden. Die Oberflächenmorphologie des Schichtenpakets für FETs wurde auf einen für die Strukturierung im µm-Bereich adäquaten Stand gebracht. Das MBE-Wachstum von p^+-InGaAs (Be-dotiert) für die Gateschicht der FETs wurde, als Kompromiß zwischen kleinem Kontaktwiderstand einerseits und Reduktion der Ausdiffusion von Be in die Kanalschicht andererseits, durch die Einführung eines Dotierungsgradienten weiter optimiert.

Die Arbeiten zur Entwicklung integrationsfähiger FETs konzentrierten sich auf Untersuchungen zur Eignung unterschiedlicher Pufferschichten und auf die Reduzierung parasitärer Elemente (Kontaktwiderstände). FETs mit undotierter Pufferschicht wiesen die bisher besten Eigenschaften auf. Bei 1.5 µm Gatelänge erreichten diese FETs 60 - 70 mS/mm Steilheit und 10 GHz Transit-Grenzfrequenz, was dem internationalen Stand bei integrierbaren FETs entspricht.

Das Berechnungsverfahren zur Simulation der FETs wurde um die Modellierung der Hochfrequenzeigenschaften erweitert. Mit den Parametern des Ersatzschaltbildes kann anschließend direkt die optische Empfindlichkeit der gesamten Empfängerzelle berechnet werden. Eine detaillierte experimentelle Untersuchung der Lichtkopplung in Wellenleiter-integrierten Photodioden erbrachte die für das Design der Empfängerzelle wichtigen Größen der optimalen vertikalen Dimensionen der WL- und PD-Schichten. Basierend auf den Ergebnissen der Einzelbauelemente wurde mit Hilfe von Modellrechnungen das Design der Empfängerzelle in Hinblick auf eine möglichst hohe Empfindlichkeit festgelegt und als Maskensatz realisiert.

Ausgehend vom derzeitigen Stand werden sich die weiteren Arbeiten in 1990 auf die Realisierung erster integrierter Empfängerzellen konzentrieren. Parallel dazu wird die Optimierung der Herstellungsprozesse und der Einzelbauelemente fortgeführt.

Projektleiter: Dipl.-Phys. G. Unterbörsch — Zuwendungsgeber: BMFT
Mitarbeiter in 89: 8
Laufzeit: 1.1.1988-31.12.1990

Herstellung und Untersuchung von elektrisch durchstimmbaren Lasern und Quantum-Well-Lasern auf InP

Ziel

Für ein zukünftiges Coherent-Multi-Carrier-Verteilsystem werden Halbleiterlaser entwickelt, deren Emissionswellenlänge (1.5 μm) sich elektrisch variieren läßt. Es sollen Mehrsektions-DFB-Laser als technologisch relativ einfache, spektral gering durchstimmbare, aber hochfrequent modulierbare Einzellaser für den Sender hergestellt und charakterisiert werden. Als Vorstufe eines spektral weiter durchstimmbaren, kontinuierlich emittierenden, integrationsfähigen DBR-Lasers für den Lokaloszillator des optischen Überlagerungsempfängers wird die Laser-Wellenleiter-Kopplung theoretisch und technologisch untersucht. Außerdem wird diskutiert, inwieweit sich die Betriebsströme von Halbleiterlasern durch die Verwendung von Multi-Quantum-Well Strukturen verringern lassen. Dazu sollen InGaAs/InP-Quantum-Well-Schichten für eine Emissionswellenlänge von 1.3 μm hergestellt (Unterauftrag an RWTH-Aachen, Inst. f. Halbleitertechnik) und zu "broad-area"-Lasern verarbeitet und charakterisiert werden.

Stand im Projekt

Im zweiten Projektjahr wurden zunächst Ein-Sektions-DFB-Laser mit holographischen Gittern hergestellt, um den Anschluß an den Stand vor dem Umzug ins neue Technologiezentrum zu gewährleisten. Die prozessierten Ridge Waveguide (RW-) und Buried Ridge Structure (BRS)-DFB-Laser erreichen eine Seitenmodenunterdrückung von -28 dB bei einer optischen Leistung von bis zu 7 mW (siehe Projekt "Entwicklung von integrationsfähigen DFB-Lasern auf der Basis fortschrittlicher Technologieverfahren"). Zwei-Sektions-DFB-Laser befinden sich zum Jahresende 1989 im Prozeßdurchlauf.

Als weiteres Analyseverfahren zur Optimierung der Schwellenströme und der Durchstimmeigenschaften wurde ein Meßverfahren zur Bestimmung der Ladungsträgerlebensdauer in Halbleiterlasern aufgebaut. Es basiert auf der Messung der zeitlichen Verzögerung zwischen dem elektrischen und dem optischen Puls und ermöglicht Lebensdauermessungen bis hinunter zu 0.2 ns.

Die Modematching-Methode zur Berechnung der optischen Feldverteilung in Wellenleitern senkrecht zur Ausbreitungsrichtung unter Berücksichtigung komplexer Brechungsindizes ist im Rechnersystem implementiert. Das Überlappungsintegral der zweidimensionalen Feldverteilung der Grundmoden des Lasers und des Wellenleiters ist ein Maß für die Laser-Wellenleiter-Kopplung; erste Rechnungen wurden durchgeführt. Parallel dazu wurden die Rückkopplungskoeffizienten von Bragg-Gittern in DFB-Lasern als Funktion des Tastverhältnisses und der Gitterform berechnet. Neben einer guten Übereinstimmung mit dem Experiment zeigt sich, daß für Gitter II. Ordnung ein Tastenverhältnis von 3:1 zwischen Graben und Steg einen günstigen Wert darstellt. Zwar ergibt sich dann nicht der größtmögliche Kopplungskoeffizient, aber der Einfluß von Herstellungstoleranzen ist in diesem Fall besonders gering.

In Zusammenarbeit mit der RWTH-Aachen wurden InGaAs/InP-Multi-Quantum-Well-Laser mit unterschiedlichen Topf- und Barrierenbreiten hergestellt. Sie haben Schwellenstromdichten größer als 20 kA/cm^2. Mögliche Ursachen für diese hohen Werte sind das fehlende optische Confinement und die inhomogene Ladungsträgerinjektion über die hohen Barrieren. Alternativ wurden modifizierte Quantum-Well-Strukturen hergestellt, in denen die Quantum-Wells (Emissionswellenlänge 1.5 μm) in einen Wellenleiter aus InGaAsP mit λ_g = 1.3 μm eingebettet sind, so daß sowohl ein separates optisches Confinement als auch niedrigere Barrieren vorliegen. Broad-area-Laser mit 4 Quantentöpfen weisen Schwellenstromdichten auf von weniger als 500 A/cm^2 bei gegen unendlich gehender Resonatorlänge, was derzeitig weltweit zu den Bestwerten gehört. BRS-Laser der gleichen Schichtenfolge zeigen Schwellenströme von 7 mA für eine Resonatorlänge von 400 μm.

Projektleiter:	Dr. M. Rosenzweig	Zuwendungsgeber:BMFT
Mitarbeiter in 89:	7	
Laufzeit:	1.1.88-31.12.90	

Integriert-optischer wellenlängen-selektiver Multiplexer/Demultiplexer auf InP

Ziel

Als Vorstufe für einen monolithisch integrierten opto-elektronischen Wandler soll im Rahmen des Projektes ein wellenlängen-selektiver Multiplexer/Demultiplexer ('λ-Muldex') hergestellt und charakterisiert werden, und zwar im III-V-Halbleitersystem GaInAsP/InP für optischen Duplexbetrieb mit unterschiedlichen Wellenlängen (λ_1, λ_2) für jede Übertragungsrichtung. Wichtige Teilziele sind die technologische und auch theoretische Beherrschung symmetrischer Koppler mit hohen Rippen, asymmetrischer Koppler und S-förmiger Wellenleiter-Bögen.

Im Bereich der Technologie ist ein Trockenätzprozeß zu entwickeln und mit einer in-situ Ätztiefenkontrolle zu kombinieren, so daß zweistufige Wellenleiterstrukturen innerhalb enger Toleranzen reproduzierbar hergestellt werden können. Außerdem soll die Herstellung der für den λ-Muldex erforderlichen Schichten von der LPE auf die Niederdruck-MOVPE umgestellt werden, da von diesem Epitaxieverfahren langfristig größere Wafer bei gleichzeitig besserer Homogenität erwartet werden. Zur adäquaten theoretischen Beschreibung der Strukturen müssen zweidimensionale Rechenverfahren wie z.B. die Finite-Differenzen-Methode entwickelt und am Experiment überprüft werden.

Stand im Projekt

Mit der am Ende des Vorjahres gelieferten MOVPE-Anlage wurden mittlerweile InP-, GaInAs- und GaInAsP-Epitaxieschichten hergestellt und Restverunreinigungskonzentrationen und Ladungsträgerbeweglichkeiten der Schichten sind bereits zufriedenstellend. Wellenleitende GaInAsP-Schichten mit einer Bandlücke, die λ_Q = 1.06 μm entspricht, zeigen bisher räumliche Variationen der Zusammensetzung, die noch reduziert werden müssen. Die im Rahmen des Vorhabens angeschaffte Trockenätzanlage mit in-situ Ätztiefenkontrolle ist eingefahren. Gewünschte Ätztiefen können mit einer Genauigkeit von ± 10 nm erreicht werden. Die ellipsometrische Analyse hat das Prozeßverständnis erheblich verbessert.

Die experimentellen Arbeiten konzentrierten sich auf die Charakterisierung symmetrischer und asymmetrischer Richtkoppler einschließlich Mäander und Interferometerstrukturen. Schwerpunkt der theoretischen Arbeiten waren Rechnungen zur optimalen Dimensionierung von Mäanderkopplern mit dem Akzent auf der Wellenleiter-Dispersion, die sich als eine Größe von fundamentaler Bedeutung herausgestellt hat. Im einzelnen wurden die im folgenden Absatz genannten Resultate erhalten.

Die Untersuchung symmetrischer Koppler wurden bis zur Herstellung eines breitbandigen Muldex fortgeführt Bei 1.3 μm und 1.5 μm Arbeitswellenlänge betrug die Fernnebensprechdämpfung -27 dB bzw. -23 dB, die Bauelementdämpfung war -1.3 dB bzw. -1.1 dB.

Ein erstes Filter mit Mäanderstruktur brachte den Existenzbeweis für dieses Bauelementkonzept, allerdings waren die Halbwertsbreite und die maximale Transmission noch unbefriedigend als Folge nicht optimierter Bauelementparameter. Aufbauend auf der detaillierten Analyse asymmetrischer Richtkoppler, und zwar sowohl experimentell als auch in zweidimensionalen Simulationsrechnungen, wurde ein neuer Maskensatz erstellt, dessen Verwendung Mäanderkoppler mit stark verbesserten Filtereigenschaften liefern soll.
Interferometer-Strukturen wurden hergestellt, die im 1.3 μm und 1.55 μm Wellenlängenbereich Transmissionsmaxima und -minima mit Abständen von 20 nm bis 50 nm zeigen.
Der λ-Muldex-Meßplatz wurde -auch unter Verwendung am HHI hergestellter Laser- so erweitert, daß gegenwärtig ein kontinuierlich durchstimmbarer Wellenlängenbereich zwischen 1.2 μm und 1.55 μm mit Ausnahme des Intervalles von 1.35 μm bis 1.4 μm zur Verfügung steht.

Projektleiter: Dr. H. Venghaus
Mitarbeiter in 89: 6
Laufzeit: 1.1.88-31.12.90

Zuwendungsgeber: BMFT

Entwicklung von integrationsfähigen DFB-Lasern (1,5 µm) auf der Basis fortschrittlicher Technologieverfahren

Ziel

Das Gesamtziel dieses grundfinanzierten Projektes besteht in der Entwicklung von DFB-Lasern (1,5 µm) auf der Basis von "Ridge-Waveguide" (RW) - und "Buried Ridge Structure" (BRS) - Laserstrukturen. Aus technologischer Sicht ist dabei die vollständige Herstellung der Schichtstrukturen mit dem MOVPE-Verfahren ein wesentlicher Arbeitsschwerpunkt. Die Herstellung der DFB-Gitter soll parallel zu den konventionellen Methoden mittels Elektronenstrahllithographie und Trockenätztechnik erfolgen.

Stand im Projekt

Seit der Inbetriebnahme der Niederdruck-MOVPE (LP-MOVPE) im neuen Technologie-Zentrallabor (TZL) ist es nun möglich, sowohl DFB-BRS-Laser als auch DFB-RW-Laser vollständig im Hause herzustellen. Beide Lasertypen verlangen eine zweistufige Epitaxie. In der ersten Stufe wird LPE angewendet, in der zweiten Stufe werden die Laser mittels LP-MOVPE mit p-InP/p^+-GaInAs überwachsen. Die Erfahrungen, die für diesen Prozeß zuvor in Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen gewonnen wurden, haben die diesbezüglichen Entwicklungen am HHI beschleunigt. Hybrid-epitaktisch (LPE/LP-MOVPE) hergestellte "broad-area"-Laser zeigen Schwellstromdichten von 1.1 - 1.2 kA/cm^2, die mit "broad-area"-Lasern vergleichbar sind, die ausschließlich mit LPE hergestellt wurden.

Die geplante Direktbelichtung von Gittern 2. Ordnung für DFB-Laser mit Elektronenstrahl-Lithographie (ESL) erwies sich als schwierig, da die Anlage, bedingt durch den Umzug in das TZL, Modernisierungsmaßnahmen und den hohen Maskenbedarf im Bereich der Integrierten Optik, dem Projekt für Gitterbelichtungen nur sehr eingeschränkt zur Verfügung stand. Daher wurden die Gitter zumeist mit holographischen Methoden hergestellt. Die Qualität der Gittermasken hinsichtlich Homogenität und Reproduzierbarkeit ist als hoch zu bewerten.

Zur Übertragung der Gitter in den Halbleiter werden sowohl naßchemische Ätzverfahren als auch reaktives Ionenätzen (RIE) angewendet, die beide zu Gitterprofilen mit Koppelkoeffizienten im gewünschten Bereich von 80 - 130 cm^{-1} führen. Prinzipiell lassen sich mit RIE noch größere Koppelkoeffizienten durch größeren Gitterhub erreichen, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß durch diesen Prozeß Kristallschäden in einem oberflächennahen Bereich erzeugt werden. Theoretische und experimentelle Ergebnisse zeigen jedoch, daß bei optimalen Tastverhältnissen der Gitter Ätztiefen von 50 - 80 nm ausreichen, um Koppelkoeffizienten von mehr als 100 cm^{-1} zu erhalten. Der geschädigte Bereich wird auf diese Weise die aktive Laserschicht nicht erreichen.

Bei Fabry-Perot-Lasern liegen die Schwellenströme für BRS-Laser im Bereich von 10 - 15 mA und für RW-Laser von 30 - 40 mA. Die optischen Ausgangsleistungen erreichen für beide Typen über 10 mW pro Endfläche. Die Laserwellenlängen sind auf 1530 nm oder 1580 nm eingestellt. Letztere Elemente werden entspiegelt und als optische Verstärker für eine Betriebswellenlänge von 1550 nm eingesetzt.

DFB-RW-Laser mit naßchemisch geätzten Gittern zeigten Schwellenströme von ca. 40 mA und Einmodigkeit bis zu 7 mW optischer Ausgangsleistung bei einer Seitenmodenunterdrückung von mindestens -30 dB. Die entsprechenden Werte für DFB-BRS-Laser mit RIE-geätzten Gittern und Koppelkoeffizienten von ca. 100 cm^{-1} lagen bei 25 mA bei einer Resonatorlänge von 250 µm, Ausgangsleistungen von 9 mW und einer Seitenmodenunterdrückung von ebenfalls < -30 dB.

Projektleiter: Dipl.-Phys. F. Fidorra
Mitarbeiter in 89: 6 1/2
Laufzeit: 1.11.1988-30.06.1990

Zuwendungsgeber: HHI

Wellenleiter-Integration

Ziel

Ein zukünftiger OEIC wird neben Lasern und Detektoren auch eine Vielzahl passiver Wellenleiterkomponenten wie optische Modulatoren, optische Schalter, Verbindungswellenleiter, Wellenleiterspiegel Modenkonverter und -Splitter enthalten. Ziel in diesem Projekt ist es, unter der Randbedingung der Integration einen geeigneten Wellenleiter zu entwickeln und ihn im Zusammenwirken mit den anderen Komponenten des OEICs zu testen.

Stand im Projekt

Eine unabdingbare Voraussetzung zur Realisierung integrierbarer Wellenleiter ist die MOVPE (oder MBE), da nur hiermit eine genügend präzise Schichtdickenkontrolle möglich ist. Eine weitere Fortsetzung der Wellenleiterstudien auf der Basis von LPE-Schichten erschien im Herbst 1988 nicht mehr sinnvoll und wurde verschoben, bis MOVPE-Schichten verfügbar waren. Seit September 1989 werden von den im Technologie Zentrallabor neu installierten MOVPE-Anlagen erste Schichten für Wellenleiterkomponenten hergestellt.

Der Schwerpunkt der Projektarbeiten hat sich seit dem letzten Berichtszeitraum von der Untersuchung der separaten Wellenleiterkomponenten auf die Integration des Wellenleiters mit den Lasern (und auch den Detektoren) verlagert. Die bisher untersuchten Rippenwellenleiter sind zwar einfach herzustellen aber für eine Integration mit Lasern weniger gut geeignet. In den Laserprojekten werden die Laser noch als Einzelkomponenten entwickelt und daneben wird die Laser-Wellenleiter-Kopplung untersucht. Die Funktionsweise des Lasers hängt empfindlich von dem angekoppelten Wellenleiter ab. Daher legt der Laser die Struktur des Wellenleiters weitgehend fest. Aus gegenwärtiger Sicht muß es sich um einen vergrabenen Wellenleiter handeln. Die Aufgabe besteht in der Entwicklung eines neuen einheitlichen Prozesses mit dem sich Laser und Wellenleiter gemeinsam herstellen lassen. Diese Aufgabe ist bisher noch nicht bearbeitet worden und soll sich zunächst eng an einen von AT&T vorgeschlagenen Prozeß anlehnen. Wichtig ist hierbei, eine Epitaxiefolge und auch die notwendigen Prozeßschritte für alle Komponenten des OEICs zu ermitteln und festzulegen. Erste konzeptionelle Arbeiten wurden in enger Abstimmung mit den Laser-Projekten durchgeführt. Experimente zur Strukturierung passiver Wellenleiter mit Hilfe eingebauter Ätzstoppschichten sind ermutigend.

Projektleiter: Dr. D. Hoffmann — Zuwendungsgeber: HHI
Mitarbeiter in 89: 4
Laufzeit: 1.1.1988-31.12.1990

Technology for InP-Based Integrated Opto-Electronic Circuits (ESPRIT)

Ziel

Im Rahmen des von der Europäischen Gemeinschaft geförderten Forschungsprogramms ESPRIT ist das HHI zusammen mit den Firmen STC (Harlow, England), CNET (Bagneux, Frankreich) und SEL (Stuttgart) am Projekt 263 B beteiligt. Das Ziel des Gesamtprojektes ist die Untersuchung grundlegender technologischer Prozesse sowie die Herstellung monolithisch integrierter opto-elektronischer Sender bzw. Empfänger. Schwerpunkt des HHI in diesem Gemeinschaftsprojekt, das Ende 1989 ausläuft, ist die Entwicklung eines integrierten Lasertreiber-Schaltkreises auf der Basis von Bipolartransistoren für Bitraten im Gbit/s-Bereich und die Realisierung einer monolithischen Laser/Bipolartransistor-Integration.

Stand im Projekt

Zu den technologischen Themen wurden - teilweise in enger Kooperation mit Projektpartnern - Untersuchungen zum Diffusionsverhalten von Fe in semi-isolierenden InP-Schichten, zur Herstellung von Mesastrukturen mit sehr flachen Kanten mittels Ionenstrahlätzen, zu Akzeptor-Passivierungseffekten in hochdotierten InGaAs:Zn Schichten beim reaktiven Ionenätzen mit wasserstoffhaltigen Ätzgasen [74] sowie zum Dotierungs- und Diffusionsverhalten von Zn in InGaAs-Schichten, hergestellt mit LP-MOVPE, durchgeführt.

Die Entwicklung von integrierten bipolaren Lasertreiberschaltungen auf der Basis invertierbarer Doppelheterostruktur-Transistoren wurde fortgeführt. Als Ergebnis konnte die Strommodulierbarkeit auf 1,12 Gbit/s erhöht werden [82]. In Verbindung mit einem BRS-Laser und einer Dickfilm-Keramik-Testschaltung wurde hiermit ein hybrid-integrierter optischer Sender aufgebaut, der ebenfalls einwandfrei bis 1,12 Gbit/s betrieben werden konnte. Dieser Sender war Bestandteil eines 100 Mbit/s Videoübertragungssystems, das als Testsystem für die im Projekt entwickelten optoelektronischen Komponenten anläßlich der ESPRIT Technical Week '89 in Brüssel ausgestellt wurde.

Zur Steigerung der Modulationsrate wurde ein neuer Maskensatz mit dem Ziel konzipiert, die kritischen Transistorgeometrien zu reduzieren, so daß die Emitterfläche jetzt 4x60 μm^2 bei minimalen Kontaktabständen von 2 μm beträgt. Die ersten hiermit hergestellten Einzeltransistoren zeigten in guter Übereinstimmung mit modellierten Werten eine Transitfrequenz um 8 GHz, was eine Erhöhung gegenüber vorherigen Werten um etwa den Faktor 4 bedeutet. Gleichzeitig hergestellte integrierte Treiberschaltungen werden noch ausgewertet.

Parallel hierzu wurde mit der monolithischen Integration von Lasern vom BRS-Typ und Bipolartransistoren begonnen. Es wurde eine vertikale Integrationsstruktur auf semi-isolierendem Substrat gewählt und hierfür ein komplexer Maskensatz, bestehend aus 13 Ebenen, entwickelt und hergestellt. Das Lay-out sieht vor, daß ein Laserelement wahlweise mit unterschiedlichen Transistoren und Treiberschaltungen angesteuert werden kann. Mit ersten Prozeßdurchläufen von Wafern, die mit LP-MOVPE gewachsen wurden, wurde begonnen.

Projektleiter:	Dr.Ing. N. Grote	Zuwendungsgeber: EG (50%)
Mitarbeiter in 89:	4	
Laufzeit:	15.12.1984-14.12.1989	

Subscriber CMC System, Technologieteil (RACE 1010)

Ziel

Im Rahmen des von der Europäischen Gemeinschaft geförderten Forschungsprogramms RACE ist das HHI zusammen mit den Firmen Philips (Eindhoven, Niederlande), Plessey (Caswell, England), Siemens (München), IMEC (Leuven, Belgien) und LEP (Paris, Frankreich) am Projekt RACE 1010 beteiligt. Thema des Projektes ist die Demonstration eines kohärenten optischen Fernsehverteilnetzes. Im technologischen Projektschwerpunkt sollen fortschrittliche Technologien für die zukünftige wirtschaftliche Realisierung eines solchen Systems unter Verwendung von InP-OEICs entwickelt werden. Die Aufgabe des HHI ist die Realisierung eines integrierten kohärenten "Polarisation Diversity" Netzwerks bestehend aus den Funktionselementen: 3 dB Koppler, TE/TM-Modensplitter und TE/TM-Konverter. Schwerpunkt des zweiten von insgesamt fünf Projektjahren war die Entwicklung des integrierbaren TE/TM-Modensplitters und die Weiterführung der Arbeiten zum TE/TM-Modenkonverter.

Stand im Projekt

Während zu Beginn ausschließlich LPE-Schichten verwendet wurden, konnten in der zweiten Jahreshälfte die ersten MOVPE-gewachsenen GaInAsP-Schichten mit einer Bandlücke entsprechend einer Wellenlänge von 1,06 µm prozessiert werden. Ergebnisse zur Entwicklung dieser Schichten sind unter dem Projekt "Integriert-optischer wellenlängen-selektiver Multiplexer/Demultiplexer auf InP" beschrieben.
Zu den Einzelbauelementen TE/TM-Modensplitter und -konverter konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

Eine Schlüsselkomponente des Netzwerkes, der TE/TM-Modensplitter, wurde erstmals auf dem InP-Materialsystem realisiert. Zunächst konnte das bereits in Lithiumniobat-Technologie demonstrierte Prinzip einer einseitig metallbelegten Richtkopplerstruktur auf das InP-Materialsystem übertragen werden. (Der Metallbelag auf dem Auskoppelzweig des Richtkopplers bewirkt, daß der Koppler selektiv für TM-Moden stark asymmetrisch wird. Für TE-Moden ist ein symmetrischer Koppler von einer Koppellänge zu dimensionieren). Ein TE/TM-Modensplitter dieses Typs konnte mit (Au/)InP/GaInAsP/InP-Rippenwellenleitern hergestellt werden, der eine TE- und TM-Modenisolation von -23,5 dB bzw. -14,5 dB aufweist. Durch geeignete Wellenleiterdimensionierung ist es weiterhin gelungen, die Wirkung des Metallbelags auf die TM-Mode soweit auszunutzen, daß die TM-Wellenleitung sogar eliminiert wird und die TM-Mode nur einen Wellenleiter sieht. In ersten Bauelementen dieses Typs wurde eine TE- und TM-Modenisolation von -12 dB bzw. < -30 dB erreicht. Die Bauelementstrukturen wurden in einer begleitenden Bauelementesimulation ausführlich analysiert. Als Ergebnis dieser Analyse wurde eine Vorschrift für das Design des integrierbaren TE/TM-Modensplitters abgeleitet.

Die zweite Schlüsselkomponente des Netzwerks auf dem InP-Materialsystem ist der TE/TM-Modenkonverter. Erstmals konnte über 50% der eingekoppelten TE-Mode in die TM-Mode transformiert werden. Die Komponente war zunächst in einer intensiven theoretischen Studie unter Verwendung der zweidimensionalen Methode der finiten Differenzen analysiert worden, um das optimale Design für ein integrierbares Bauelement festzulegen. Durch Verbesserung der Epitaxie-, Diffusions- und Maskierungstechnologie ist es jetzt möglich, Schaltspannungen bis 50 V zuzulassen. Bei dieser Spannungsamplitude und einer Bauelementelänge von 4 mm wurde ein maximaler Drehwinkel von 60° erreicht. Die durch die Diffusionsgebiete bedingte Zusatzdämpfung betrug lediglich 0,5 dB. Weitere Aufgabe ist es, die von der Simulation vorgegebene optimierte Geometrie zu erreichen. Dabei geht es vor allem um die exakte Positionierung der Diffusionsgebiete relativ zum Wellenleiter entsprechend den theoretisch ermittelten Werten.

Projektleiter: Dr. H. Heidrich
Mitarbeiter in 89: 5 1/2
Laufzeit: 1.1.1988-31.12.1992

Zuwendungsgeber: EG (50%)

Dotierungstechniken für optoelektronisch integrierte Bauelemente

Ziel

Für die Integration von elektronischen und optoelektronischen Halbleiterbauelementen ist es erforderlich, die selektive Dotierung, d.h. die gezielte Einstellung des Leitungstyps und der Ladungsträgerdichte in lokal begrenzten Gebieten, zu beherrschen. Dieses Vorhaben umfaßt die Entwicklung der Diffusion aus der Gasphase, der Ionenimplantation und der zugehörigen Maskierungs- und Passivierungsverfahren, wie sie für die selektiven Dotierungstechniken im In(GaAs)P-Materialsystem benötigt werden. Sie sind als Basistechnologien im Hinblick auf qualitativ hochwertige Bauelementeigenschaften sowie enger Reproduzierbarkeits- und Gleichförmigkeitstoleranzen für die optoelektronische Integration der im Bereich Integrierte Optik in Angriff genommenen Komponenten bereitzustellen.

Stand im Projekt

Bei der p-Diffusion aus der Gasphase wurde eine Reproduzierbarkeit des p^+p^--Überganges auf ± 0,1 µm erreicht. Dafür war neben der verbesserten Vorbehandlung eine genaue Kontrolle der Prozeßparameter Temperatur und Zeit durch einen standardisierten Diffusionsprozeß und ein Vergleich der Dotierungsprofile mittels Sekundär Ionen Massen Spektroskopie und elektrischen Ätzprofilermessungen von entscheidender Bedeutung. Dieser Fortschritt ermöglichte es, früher als im Projektplan vorgesehen, mit der p-Diffusion über Heteroübergänge hinweg zu beginnen. Die unterschiedliche Diffusionsgeschwindigkeit in den einzelnen Materialien erfordert eine genaue Kenntnis der Schichtdicken, um die Lage des p^+p^--Überganges vorherzuberechnen und einzustellen, im Hause wurde ein entsprechendes Simulationsverfahren entwickelt. Die Reproduzierbarkeitsgrenzen betragen zur Zeit ± 0,2 µm.

Bei der p-Dotierung durch Mg-Implantation konnten im InGaAs bei einem Aktivierungsgrad von 80% (Ausheilbedingung 600 °C, 60 sec) sowohl Mesa- als auch planare Dioden mit einer hohen Gleichförmigkeit der elektrischen Eigenschaften (Leckströme 5×10^{-9} A bei -10 V, Sperrspannungen > 30 V) über den Wafer hergestellt werden.

Der selektiven n-Dotierung durch Si-Implantation kommt eine besondere Bedeutung zu, da eine n-Diffusion nicht möglich ist. Sie ergibt im InGaAs bereits bei Ausheilbedingungen von 650 °C, 60 sec einen Aktivierungsgrad von > 70%, Ladungsträgerkonzentrationen von $1{,}2 \times 10^{18}$ cm^{-3} und Beweglichkeitswerte von 2.700 cm^2/Vs, die denen in epitaktisch mit gleicher Dotierung gewachsenem Material entsprechen.

Für die Maskierung sowohl der Diffusion als auch der Implantation können SiO und SiN_x eingesetzt werden. Durch einen Umbau der Beschichtungsanlage stieg beim Plasma unterstützten CVD von SiN_x die Ausbeute der brauchbaren Diffusionsmasken von 1% auf > 50%. Die elektrischen Eigenschaften der Passivierungen auf ternärem Material sind für Bauelemente wie Laser ausreichend, bei Komponenten wie Dioden oder FET kommt es jedoch zu einer Verschlechterung des Sperrverhaltens (hohe Leckströme, kleine Durchbruchspannungen).

Die zukünftigen Arbeiten befassen sich mit der Verbesserung der Passivierungseigenschaften dielektrischer Schichten durch veränderte Prozeßfolgen und Beschichtungsverfahren sowie mit der Einführung einer 2"-Wafer-Technologie bei den Dotierungstechniken.

Projektleiter:	Dipl.-Phys. W. Schlaak	Zuwendungsgeber: HHI
Mitarbeiter in 89:	3	
Laufzeit:	1.7.1988-30.6.1991	

Ergebnis-Übersicht

Veröffentlichungen

/1/ Baack,C.; Heydt,G.; Walf,G.: Faseroptische Systeme für TV/HDTV-Verteilung, LASER'89, 5.-9.Juni 1989, München, Tagungsband
Kurzfassung: Die Verteilung von Fernsehprogrammen ist neben dem Fernsprechen der bedeutendste Kommunikationsdienst für den privaten Teilnehmer und beeinflußt daher maßgeblich die Systementwicklungen für den Teilnehmeranschlußbereich. Neben dem Fernziel, die Fernsehverteilung in einem diensteintegrierten Breitbandübermittlungssystem (Breitband-ISDN) durchzuführen, wird wegen der hohen Leistungsfähigkeit der optischen Nachrichtentechnik zunehmend nach Möglichkeiten gesucht, diese Technik möglichst bald anstelle der Koaxial-Kabeltechnik für die TV-Verteilung einsetzen zu können. In dem Beitrag werden die heute diskutierten optischen TV-Verteiltechniken, unter der Zielsetzung 100 TV/HDTV-Programme anbieten zu können, kurz dargestellt und gewertet. Hierbei soll die Frage offen bleiben, ob die TV-Verteilung über ein diensteintegriertes Breitbandkommunikationsnetz oder über ein separates Verteilnetz erfolgt. Die Techniken unterscheiden sich in ihrer Leistungsfähigkeit und in ihren technologischen Erfordernissen und hierdurch bedingt im Zeitpunkt ihrer Einsatzmöglichkeit.

/2/ Stammnitz,P.; Walf,G.; Weber,H.G.: HDTV-Übertragungssystem mit optischem Verstärker, Beitrag in dem Buch "Kommunikationstechnik für morgen", herausgegeben im Auftrag der AMK Berlin Ausstellungs-Messe-Kongress-GmbH von Claus Reuber, Vistas, 1989, ISBN 3-89158-038-x
Kurzfassung: Im Rahmen der Internationalen Funkausstellung 1989 wurde die Fernseh-Live-Übertragung in HDTV-Qualität (HDTV: High Definition Television) über ein hochratiges optisches Übertragungssystem mit optischem Verstärker demonstriert. Das vom Heinrich-Hertz-Institut entwickelte optische Übertragungssystem ermöglicht die Übertragung digitaler HDTV-Signale ohne Datenreduktion, wie sie beispielsweise für den Programmaustausch zwischen Fernsehstudios benötigt wird, über große Entfernungen.

/3/ von Helmolt,C.: Efficiency of acousto-optic modulation by Z-propagating SAWs in X-cut lithium niobate und Efficiency of acousto-optic modulation by Z-propagating SAWs in Y-cut lithium niobate, Beiträge in dem Buch Properties of Lithium Niobate, emis Datareviews Series No.5, INSPEC, The Institution of Electrical Engineers, London and New York, 1989
Kurzfassung: The efficiency of acousto-optic modulation in X(Y)-cut $LiNbO_3$ is reviewed, where the optical wave is guided in a single mode slab waveguide and only TE-TE and TM-TM phase matched Bragg diffraction is considered.

/4/ Heydt,G.: Optical Technology Options for the European IBCN, Eurocomp'89, Mai 1989, Hamburg, Tagungsband.
Kurzfassung: Intensive worldwide activities are directed today towards the development of service integrated public broadband networks. The paper illustrates the various options for the customer broadband access of a future European integrated broadband communications network. Such a network may provide the infrastructure for new broadband services the introduction of which is a main goal of the RACE programme of the European Communities. The main message of the paper is to point to the fact that there are a number of technical options for the design of broadband customer access systems, especially optical options. It depends on the time of introduction and on the regulatory conditions in the countries of the European Communities which options will have to be used. At present, the potential of the different options are investigated in the RACE programme in order to make the results of the investigations available for decisions which have to be made in the near future.

/5/ Langenhorst,R.; Pieper,W.; Weber,H.G.; Knupke,H.; Flüge,M.*; Wenke,G. (*Gastwissenschaftler: PKI, Nürnberg): Balanced Phase Diversity Receiver in 565 Mbit/s DPSK Transmission System, Electron.Lett. Vol. 25, No. 19, 1989 pp. 1286-1288
Kurzfassung: 565 Mbit/s DPSK optical transmission experiments with a balanced phase diversity

receiver are reported. By employing a bulk optical 90° hybrid in the input stage and a silicon bipolar multiplier IC in the demodulator and AFC stages, a system with a receiver sensitivity of -48.5 dBm and longterm stability was realised.

/6/ Langenhorst,R.; Wenke,G.: Compact bulk optical 90° hybrid for balanced phase diversity receivers, Electron.Lett., Vol. 25, No. 22, 1989 pp. 1518-1519
Kurzfassung: We describe a compact and stable bulk optical 90° hybrid offering advantages as compared to fiber optic realizations. The excess loss of the pigtailed hybrid is only 2.0 dB. The proper hybrid function has been proved in a self-heterodyne measurement set-up.

/7/ Langenhorst,R.; Wenke,G.; Flüge,M.*; Pieper,W.; Weber,H.G. (*Gastwissenschaftler: PKI, Nürnberg): Phase diversity transmission experiments employing novel optical and electronic components, SPIE'89, Boston Symposium on Optoelectronics and Fiber Optic Devices and Applications, 5.-8.Sept.1989, Boston, USA
Kurzfassung: 565 Mbit/s DPSK optical transmission experiments with a balanced phase diversity receiver are reported. The receiver was realized employing two different optical 90° hybrids, an integrated optics hybrid on $LiNbO_3$ and a compact bulk optical hybrid. A silicon bipolar multiplier IC was used in the demodulator and in the AFC-stage of the receiver. Long term stability at a BER of 10^{-9} with a receiver sensitivity of -48.5 dBm was obtained.

/8/ Patzak,E.; Langenhorst,R.: Sensitivity degradation of conventional and balanced 3 x 3 Port Phase Diversity DPSK receivers due to thermal and local oscillator intensity noise, Electron.Lett. Vol. 25, No. 8, (1989) pp. 545-547
Kurzfassung: We propose a balanced configuration for a 3 x 3 port phase diversity receiver. The performance of this receiver is compared with the conventional 3 x 3 port receiver. Since exact solutions are derived, a comparison of these with the Gaussian approximation is given.

/9/ Frederiksen,P.T.*; Flüge,M.**; Dietrich,E.; Weber,H.G. (*Gastwissenschaftler:EMI, Lyngby, **Gastwissenschaftler:PKI, Nürnberg): A fast polarization controller for coherent phase diversity receivers, Journal of Optical Communications, December 1989
Kurzfassung: A coherent phase diversity ASK/DPSK receiver with fast and simple polarization control is presented. The receiver employs an optical 90° hybrid and a $LiNbO_3$ integrated optic polarization transformer providing polarization control with a 3 dB bandwidth of >1 kHz and with possible endless control.

/10/ Baack, C.; Heydt,G.: Research and trends in broadband networks, invited paper, ECOC'89, Proceedings, Volume 3, pp.98-104
Kurzfassung: Research in broadband networks will be directed to the issue of employment of photonics for switching and signal processing. The paper illustrates, guided by examples, future applications of optical and optoelectronic means in broadband networks.

/11/ Heydt,G.; Kohn,U.*; Ludwig,R.; Schnabel,R. (*Gastwissenschaftler: ANT, Backnang): Coherent 565 Mbit/s DPSK bidirectional transmission experiment with local transceiver lasers, ECOC'89, Proceedings Volume 1, pp.417-420
Kurzfassung: We reported on a coherent 565 Mbit/s DPSK bidirectonal transmission system with local transceiver lasers. The influences of reflections are investigated. In our system no penalty occurs due to the employment of the local lasers for both heterodyning and transmitting.

/12/ Groβkopf,G.; Ludwig,R.; R.Schnabel; Weber,H.G.: Characteristic of semiconductor laser optical amplifier as phase modulator, Electron.Lett. Vol. 25, No. 17, 1989 pp. 1188-1189

Kurzfassung: Direct phase modulation with the use of an optical amplifier has been investigated. We report on measurements of the phase and amplitude modulation index over a frequency range of 1 GHz and as a function of the bias current.

/13/ Dietrich,E.; Enning,B.; Groβkopf,G.; Küller,L.; Ludwig,R.; Molt,R.; Patzak,E.; Weber,H.G.: Semiconductor Laser Optical Amplifiers for Multichannel Coherent Optical Transmission, J. of Lightwave Technology, Vol. 7, No. 12, Dec. 1989
Kurzfassung: The application of semiconductor laser optical amplifiers in multichannel coherent optical transmission systems is investigated . The considered amplifiers (= 1.3 μm) exhibit a gain of 24 dB at a gain ripple < 2 dB and a 3 dB bandwidth of about 4000 GHz. The characteristics of these amplifiers and transmission experiments with these amplifiers are described. The investigations concern noise accumulation in an amplifier chain, generation of echoes due to backward gain in cascaded amplifiers, crosstalk in multichannel transmission, and the effect of gain saturation due to spontaneous emission. It is shown that the advantages of multichannel coherent optical transmission systems fit well to the properties of semiconductor laser optical amplifiers. These optical amplifiers are very promising components in future long haul optical transmission systems.

/14/ Baack,C.; Heydt,G.: Optical Frequency Division Multiplex Systems in ISDN., invited paper, IOOC'89, Technical Digest, Vol. 1, pp. 38-39
Kurzfassung: The two optical windows of the single-mode fiber around 1300 and 1500 nm offer an enormous bandwidth of several THz which can be utilized by Optical Frequency Division Multiplex Systems in the future ISDN.

/15/ Groβkopf,G.; Ludwig,R.; Schnabel,R.; Weber,H.G.: Frequency Conversion with Semiconductor Laser Amplifiers for Coherent Optical Frequency-Division Switching, IOOC'89, Technical Digest, Vol. 2, pp.136-137
Kurzfassung: Recently we showed that nearly degenerate four wave mixing (NDFWM) in a travelling wave semiconductor laser optical amplifier (OA) is a means for all-optical frequency conversion of an optical data signal. A 140 Mbit/s DPSK modulated optical data signal was converted by 1500 GHz with a fibre to fibre efficiency of -10 dB. In the present paper we report on measurements of the conversion efficiency over the entire 4000 GHz bandwidth of an OA and consider applications for coherent optical frequency-division switching.

/16/ Groβkopf,G.; Ludwig,R.; Schnabel,R.; Weber,H.G.: Semiconductor Laser Optical Amplifier as Phase Modulator in a 140 Mbit/s DPSK Transmission Experiment, IOOC'89, Technical Digest, Vol. 4, pp. 34-35
Kurzfassung: In the present paper we report on the successful operation of a travelling wave semiconductor laser optical amplifier (OA) as phase modulator in a 140 Mbit/s DPSK transmission experiment. A comparison of transmission experiments with a $LiNbO_3$ phase modulator and an OA phase modulator reveals that the OA phase modulator results in a system improvement of about 15 dB. Moreover the possibility of integration of the OA phase modulator with a semiconductor laser on a single substrate makes this device very interesting for future coherent optical transmission systems.

/17/ Groβkopf,G.; Küller,L.; Ludwig,R.; Schnabel,R.; Weber,H.G.: Semiconductor laser optical amplifiers in switching and distribution networks, Optical and Quantum Electronics, Vol. 21, Dec. 1989
Kurzfassung: Applications of semiconductor laser optical amplifiers in coherent multichannel systems are investigated with respect to switching and distribution of many channels to a large number of customers. All-optical switching of data signals is achieved with the optical amplifier operating as frequency converter. Measurements of the conversion efficiency and a transmission experiment with a 1500 GHz conversion range are described. Possible applications are all-optical "multipoint to point" and "point to multipoint" switching. Optical amplifiers may also be useful in multichannel

distribution networks to compensate for combining and splitting losses. We discuss an example demonstrating how optical amplifiers increase the number of customers in a coherent multichannel distribution system.

/18/ Patzak,E.: Calculation of Bit Error Rate in DPSK-system with interfering echoes from optical amplifier gain, Electron.Lett. Vol. 25, No. 14, 1989, pp. 902-904
Kurzfassung: The bit error rate degradation due to echoes caused by cascaded nearly travelling wave amplifiers in an optical DPSK-heterodyne transmission system is calculated. Using these results, an estimate is derived for the maximum allowable facet reflectivity in dependence of the number of in-line optical amplifiers.

/19/ Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Caspar,C.; Foisel,H.-M.; Heimes,K.; Keil,N.; Strebel,B.; Vathke,J.; Weickhmann,M.: Coherent Optical Multicarrier Switching Node, OFC'89, postdeadline paper, PD13-1
Kurzfassung: A crosspoint of an optical carrier frequency switching node containing tunable fiber channel branching filters and optic frequency conversion in a DFB amplifier has been set up. A coherent two channel experiment is reported.

/20/ Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Caspar,C.; Foisel,H.-M.; Heimes,K.; Keil,N.; Strebel,B.; Weickhmann,M.; Yao,H.H.* (*Gastwissenschaftler: Shanghai University of Science & Technology): Optical Coherent Multicarrier Switching Experiment, IOOC'89, Technical Digest, Vol. 3, pp. 184-185
Kurzfassung: A switching experiment in a two channel optical frequency division multiplexing system is presented. Switching is performed by a coherent multicarrier switching element, consisting of tunable channel separating filters and an all-optical frequency converter.

/21/ Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Caspar,C.; Foisel,H.-M.; Keil,N.; Yao,H.H.*; Strebel,B. (*Gastwissenschaftler: Shanghai University of Science & Technology): Broadband Exchange by Coherent Multi-Carrier Switching, invited paper, SPIE'89 Boston Symposium DE/Fibers'89, Coherent Lightwave Communication II, Session 4, paper 1175-23
Kurzfassung: A proposed high capacity optical Coherent Multi-Carrier (CMC) switching node for broadband application is described. The switching of signals is performed in the optical domain by routing the carriers through broadband and selective stars, by frequency conversion and tunable heterodyne-receivers. Experimental results of a switching element are presented and a simple calculation shows, that more than 10,000 broadband carriers could be processed.

/22/ Caspar,C.; Bachus,E.-J.; Foisel,H.-M.; Strebel,B.: Optical Carrier-Frequency Branching-Filters in CMC-Switching Nodes, ECOC'89; Proceedings Vol. 1, pp. 98-102
Kurzfassung: A transparent switching node in coherent multicarrier systems requires branching filters for selective routing functions. Based on experimental results, ring-resonator- and cascaded Mach-Zehnder-devices are discussed.

/23/ Bachus,E.-J.; Braun,R.-P.; Caspar,C.; Foisel,H.-M.; Strebel,B.: Phase Noise Cancellation of Directly Frequency Modulated Optical Signals, ECOC'89, postdeadline paper, Proceedings, Vol. 3, pp.17-20
Kurzfassung: A novel phase noise cancelling coherent transmission experiment is reported. Two oppositely FSK modulated carriers, generated by optical filtering of the signal of a directly FSK/FM modulated laser, are transmitted and detected in an nonlinear heterodyne receiver.

/24/ Strebel,B.: Coherent Multichannel Experiments, Tirrenia Int.Workshop on Digital Communications, Sept. 1989, invited paper, Tagungsband erscheint demnächst
Kurzfassung: CMC experiments demonstrate a parallel and independent transmission of signals by optical carriers, the carrier frequency conversion in switching nodes and a first all optical signalling.

/25/ Strebel,B.; Bachus,E.-J.; Vathke, J.: Switching in Coherent Multi-Carrier Systems, Globecom'89, Dallas, invited paper, Conference Record, Vol. 1, pp. 32-36
Kurzfassung: The coherent multi-carrier network needs switching nodes, in which the signals arriving on input carriers are converted to arbitrary output carriers on arbitrary output waveguides. After the description of switching node structures containing coherent multi-carrier switching elements, the single components such as channel branching filters and optical frequency converters are explained. A two-channel switching experiment is described, followed by the characterization of frequency bundle transfer through a more general switching node.

/26/ Schwider,J.: Advanced evaluation techniques in interferometry, Review article: Progress in Optics Volume 28, Editor E.Wolf, North-Holland Publishing House Amsterdam, in print.
Kurzfassung: A review of the most advanced evalution techniques for interference patterns is given. Two main categories of methods can be discerned. Methods relying on interference fringes and ac-methods, where the reference phase is modulated either sinusoidally (phase-lock-interferometry), or in a linear fashion (heterodyne interferometry), or in discrete phase steps (phase shifting interferometry). Fringe patterns can be evaluated with respect to the positions of the fringe maxima/minima with different image processing methods. The ambiguities of the fringe pattern have to be resolved with the help of a priori knowledge. Ac-methods presuppose phase shifting devices and photoelectric detectors. By the use of microcomputers phase deviation pictures can be established and different merit functions be gained.

/27/ Schwider,J.: Phase Shifting Interferometry: Reference Phase Error Reduction. Applied Optics 28 (1989) pp.3889-3892
Kurzfassung: The accuracy of phase shifting interferometry is limited by reference phase errors caused by nonlinearities in the phase shifter movements, calibration errors of this device, phase drifts during the measuring interval, and low frequency mechanical vibrations. Since the error depends on the phase to be measured in a sinusoidal fashion one can reduce the influence of this error on the measuring results greatly. For this purpose a functional containing also the characteristic error function is fitted to the measured data. In a second step the error function is subtracted from the measuered phase values. In most cases an error reduction by one order of magnitude seems achievable as has been demonstrated by computer simulations.

/28/ Giglmayr,J.: Spatial Extension of Multistage Interconnection Networks, Proceedings of the OSA Topical Meeting on Photonic Switching, March 1 - 3,1989, Salt Lake City, USA.
Kurzfassung: The extension of common multistage interconnection networks (MINs) to three-dimensional (3D)- MINs causes various problems for their definition and analysis. Some of them and their relations to photonic switching and optical computing are addressed throughout this paper. In particular, three questions are discussed: 1. The appropriate interconnection pattern, 2. the number of stages and 3. the size of the switching modules.

/29/ Giglmayr,J.: Classification scheme for 3-D shuffle interconnection patterns, Applied Optics, Vol. 28, No. 15, Aug. 1989
Kurzfassung: Two different types of the generalized perfect shuffle (GPS) and the generalized inverse shuffle (GIS) are considered in this paper: the standard symmetric GPS and GIS where a common basis exists for the numbering of both coordinates of the data array and the nonsymmetric GPS and GIS where each coordinate has a different basis. Additionally, the GPS is combined with the GIS providing the generalized mixed shuffle pattern. These shuffle patterns are transformed into their isomorphic 2-D counterparts and classified with respect to the number of standard perfect shuffle steps obtained by factorizing the permutations.

/30/ Mühlbach, L.; Arif, M.; Hopf, K.; Romahn, G.: Mehrpunkt-Telekonferenzen - Nutzeruntersuchungen mit verschiedenen Varianten. ntz Nachr.-techn. Z. 42 (1989) H.1, S. 8-12.
Kurzfassung: Im Berliner Heinrich-Hertz-Institut wurden verschiedene Varianten eines experimen-

tellen Mehrpunkt-Telekonferenzsystems vergleichend untersucht. Es zeigte sich, daß Mehrpunkt-Telekonferenzen sich bereits mit einem guten Tonkonferenzsystem erfolgreich und zufriedenstellend abwickeln lassen. Für die Übermittlung von Dokumenten-Information sollte zusätzlich eine Faksimileübertragung möglich sein. Die Bewegtbildübertragung im Rahmen von Mehrpunkt-Telekonferenzen bringt einige Vorteile bei der Übertragbarkeit nonverbaler Signale und kann das Konferenzsystem für die Benutzer interessanter machen.

/31/ Blohm, W.; Prussog, A.: Multiservice Telecommunications Terminals: Performance and Design Concepts for the User Interface. In: Proc. of the Third Int. Conf. on Human-Computer Interaction, Boston 1989, Vol. I. Amsterdam: Elsevier 1989, S. 579-586.
Kurzfassung: Service-integrated telecommunication networks suggest the use of a single terminal for accessing various narrow and broadband services. Such multiservice terminals encourage a combined use of services. Previous human factors tests revealed that a servive-oriented operational concept has fundamental shortcomings in handling this form of service use. This paper presents a discussion of alternative operational concepts. On the basis of their pros and cons, a hybrid operational concept is derived. Empirical human factors tests of this new concept are in progress.

/32/ Faber, J.; Graveman, R.; Meiers, Th.; Ruschin, D.: Vorteile von Bewegtbilddarstellungen für den Informationserwerb? NTZ, zur Veröffentlichung angenommen (Nov./Dez. 1989).
Kurzfassung: Mit dem zukünftigen Integrierten Breitband-Fernmelde-Netz werden breitbandige Informationsdienste realisierbar sein, die den interaktiven Zugriff auch auf Bewegtbilder ermöglichen. Ob sich mit einem solchen Dienst ein Zusatznutzen bzw. eine Nachfrage ergeben, die seine Kosten rechtfertigen, ist u.a. von der Bereitstellung eines Bewegtbildangebots abhängig, durch das der Erwerb von weithin interessierender Information erfolgreicher, leichter oder angenehmer möglich ist als bei Beschränkung auf schmalbandige Text-, Ton- und Standbilddarstellungen. Hiervon ausgehend zielt ein laufendes Forschungsvorhaben des Heinrich-Hertz-Instituts auf die Erarbeitung von Grundlagen, welche die Erstellung des erforderlichen Bewegtbildangebots ermöglichen. Hintergrund, Stand der Forschung, methodischer Ansatz sowie erste orientierende Untersuchungen des Vorhabens werden vorgestellt.

/33/ Gölz, U.; Schäfer, R.: Considerations on the Possibility to Exchange Temporal against Spatial Resolution. Submitted to Image Communications Journal, Jun. 1989.
Kurzfassung: In order to transmit High Definition Television signals economically some kind of data compression has to be utilized. We investigate the question how spatio-temporal properties of human vision can be exploited for data reduction. By means of pyramid coding we implemented coding schemes which transmit spatial detail information with reduced temporal resolution. In moving areas with correlated motion we introduce motion compensated interpolation. In the case of uncorrelated motion, where motion estimation often fails and the eye cannot follow the movement, high spatial frequencies are suppressed. The different systems are rated by means of subjective tests. Furthermore motion compensated interpolation of the highpass signals of a subband codec using Quadrature Mirror Filters will be analysed.

/34/ Pastoor, S.; Beldie, I.P.: Subjective Assessments of Dynamic Visual Noise Interferences in 3DTV Pictures. Proceedings of the Society of Information Display, Vol. 30/3, 1989, 211 - 215.
Kurzfassung: Stereoscopic pictures are often said to appear clearer, i.e. less noisy, than flat pictures of the same technical quality. This paper argues that two factors may be involved in the subjective effect of visual noise interferences, namely (1) the degree of correlation between the noise patterns of the left and right eye picture and (2) the in-depth separation between a stereoscopicallly localized noise and the displayed objects. An exploratory study was conducted to test if a standard subjective assessment procedure would reveal any substantial effects of both factors. Results were that subjective impairment decreased significantly when correlation decreased, while the effect of in-depth separation was only marginal. Regarding TV applications, it is concluded that under specified conditions the signal-to-noise ratio of 3DTV may be about 3dB smaller than that of an iso-quality 2DTV.

/35/ Pastoor, S.; Schenke, K.: Subjective Assessments of the Resolution of Viewing Directions in a Multi-Viewpoint 3DTV System. Proceedings of the Society of Information Display, Vol. 30/3, 1989, 217 - 223.
Kurzfassung: For future 3DTV systems with multi-viewpoint (look around) capability, it is not known how many spatially adjacent images of the same scene ought to be reproduced. For an empirical test, an experimental system was developed which permitted a variation of the number of images covering a fixed range of viewing positions. Within the viewing zones of discrete stereopairs, there was constant luminance and no cross-talk between adjacent images. Twelve non-expert observers assessed the quality of the 3D reproduction as well as typical interferences with a standardized rating procedure. The essential performance feature turned out to be the maximum magnitude of the parallax shifts, which occur at the transition points between adjacent image zones (so-called flipping). It is concluded that flipping must not exceed 1.15 min of arc (0.34 mrad) for a system to be rated *good* on the CCIR quality scale. Hence, the requirements for a 3D reproduction covering the full depth range utilized in 3D cinematography amount to about 60 views per interocular distance.

/36/ Brinker, W.; Gerhard-Multhaupt, R.; Molzow, W.-D.; Tepe, R.: Deformation behaviour of thin viscoelastic layers used in an active-matrix-addressed spatial light modulator, in: Electro-Optic and Magneto-Optic Materials, Proceedings of the SPIE, Volume 1018, pp. 79-85 (1989).
Kurzfassung: Thin viscoelastic layers with active-matrix addressing are proposed as high-resolution spatial light modulators (SLM's) for eventual use in a reflective schlieren light valve. Light modulation is achieved by diffraction from the periodically deformed mirror electrode covering the SLM layer. A two-dimensional array of Si-MOS transistors will be employed for addressing the viscoelastic SLM. Orthogonal and diagonally offset arrangements of pixels with two grating periods each are suggested for this active matrix. For measuring the deformation behaviour of viscoelastic layers with a reflective top electrode, a standard microscope interferometer was modified so that the phase-shift technique could be employed. The deformation profile is recorded by means of a CCD image sensor, while the temporal development of the deformation is detected with a photomultiplier tube. Qualitatively, the experimental results agree with previously obtained predictions from an extensive theoretical analysis of the SLM's time behaviour and spatial-frequency response.

/36a/ Mahler, G.: HDTV-Displays: Anforderungen, Stand der Technik, Ausblick. Tagungsband ED89 Electronic Displays, Wiesbaden, S. 10-16. Referat in Markt & Technik 32/1989, S. 36-40.
Kurzfassung: Die Forderungen, die das hochauflösende Fernsehen (HDTV) an Displays stellt, werden erläutert und den Forderungen des Standardfernsehens gegenübergestellt. Es folgt eine Übersicht über den gegenwärtigen Stand, wobei insbesondere die am Heinrich-Hertz-Institut laufenden Arbeiten zur Lichtventilprojektion vorgestellt werden. Abschließend wird ein Ausblick auf mögliche Entwicklungen zu HDTV-Flachbilddisplays gegeben.

/37/ Tepe,R. und Emich, L.: Festkörper-Lichtventile mit viskoelastischen Steuerschichten für Projektionsdisplays: I. Funktionsprinzip und theoretische Analyse, in: Vakuumelektronik und Displays, ITG-Fachbericht 108 (VDE-Verlag, Berlin, Offenbach 1989), S. 37-44.
Kurzfassung: Projektionsverfahren nach dem Lichtventilprinzip, die mit einer Steuerschicht und einer separaten Lichtquelle arbeiten, bieten die Möglichkeit, gleichzeitig eine hohe Auflösung und eine hohe Leuchtdichte zu erzielen. Damit erfüllen sie die wesentlichen Voraussetzungen zum Einsatz in einem HDTV-Großbildprojektor. In diesem Beitrag wird ein Festkörper-Lichtventil vorgestellt, das die Beugung an optischen Phasengittern ausnutzt. Diese werden durch Anlegen eines elektrischen Feldes an der Oberfläche von sehr dünnen viskoelastischen Schichten erzeugt. Zur Ansteuerung soll vorrangig eine aktive Matrix, die den Vorteil des kompakten Aufbaus in Form eines integrierten "Lichtventilchips" mit sich bringt, eingesetzt werden. Hier werden die Übertragungseigenschaften, wie Zeit- und Ortsfrequenzverhalten sowie Auflösungsgrenzen der viskoelastischen Steuerschicht, in Abhängigkeit von Material- und Ansteuerungsparametern diskutiert und die Optimierung der Lichtventil-Anordnung im Hinblick auf eine HDTV-Anwendung erläutert.

/38/ Molzow, W.-D.; Gerhard-Multhaupt, R.; Brinker, W.: Festkörper-Lichtventile mit viskoelastischen Steuerschichten für Projektionsdisplays - II. Aktive Ansteuer-Matrix und Experimente, in: Vakuumelektronik und Displays, ITG-Fachbericht 108 (VDE-Verlag, Berlin, Offenbach 1989), S. 37-44.
Kurzfassung: Zur Ansteuerung der verspiegelten viskoelastischen Steuerschichten wurde eine aktive Matrix entworfen, bei der sich in jedem Bildpunkt zwei Gitterelektrodenpaare befinden. Ein irreversibles Einprägen der sinusförmigen Verformungsstruktur wird dadurch vermieden, daß das Verformungsgitter periodisch um eine halbe Gitterperiode hin- und hergeschoben wird. Dazu werden für jeden Bildpunkt zwei Transistoren benötigt, womit auch noch eine wünschenswerte Teil-Redundanz erreicht werden kann. Neben der Beschreibung verschiedener Bildpunktgeometrien und Schaltungsmöglichkeiten wird auch über die mit ersten Matrizen erzielten Ergebnisse berichtet. Die Bewertung des Steuerschicht-Verhaltens und der Vergleich mit den Vorhersagen der theoretischen Analyse erfolgt durch direkte Bestiummung des zeitlichen und räumlichen Verlaufs der Oberflächendeformation. Hierzu wurde ein Meßsystem aufgebaut, das unter Verwendung eines Mikroskop-Interferometers und eines Bildauswertesystems zu quantitativen Darstellungen des Oberflächenprofils führt. Eine Auswahl von Ergebnissen wird zur Veranschaulichung des Verfahrens vorgestellt; daraus läPtt sich zumindest eine grundsätzliche Eignung von viskoelastischen Steuerschichten für Lichtventil-Projektionsdisplays erkennen.

/39/ Yilmaz, S.; Gerhard-Multhaupt, R.: Active-matrix-addressed spatial light modulators based on the longitudinal Pockels effect in oblique-cut perovskites, Ferroelectrics Volume 94, pp. 103-109 (1989).
Kurzfassung: Oblique-cut layers from the perovskite crystals potassium tantalate niobate and barium titanate and from the tungsten-bronze crystal strontium barium niobate are suggested as control layers for active-matrix-addressed electro-optic spatial light modulators. Since all these materials consist of oxygen octahedra as building blocks and since they all exhibit their highest electro-optic effect in the tetragonal (4mm) phase, a common theoretical treatment is used to determine the optimal oblique-cut angle. Preliminary experimental results on oblique-cut crystals are presented and a compact and efficient optical system for their use is proposed.

/40/ Tepe, R.; Gerhard-Multhaupt, R.; Brinker, W.; Molzow, W.-D.: Viscoelastic spatial light modulator with active matrix addressing, Applied Optics Volume 28, im Druck (15 November 1989).
Kurzfassung: Thin metallized viscoelastic layers, to be addressed by an active matrix of MOSFET's and to be used in a schlieren-optical light valve, are described. Time behaviour and spatial-frequency response of these incompressible deformable spatial light modulators are evaluated on the basis of a detailed theoretical analysis which takes into account the electrostatic-field distribution, the viscoelasticity of the elastomer material, and the elasticity of the thin mirror electrode; some of the theoretical predictions are compared to corresponding experimental results. The findings indicate satisfactory deformation properties of viscoelastic spatial light modulators for such applications as high-resolution light-valve projectors and optical-information-processing devices.

/41/ Gerhard-Multhaupt, R.: Solid-State Light-Valve Technology for HDTV Projection Displays, in: Proceedings, European Conference on the Technologies of High-Definition Television, Grenoble, 15-17 November 1989, im Druck.
Kurzfassung: HDTV images should be bright as well as large. Light-valve projection, whose feasibility is proven by several existing commercial devices (e.g. GRETAG Eidophor, GE Talaria, SODERN Titus, HUGHES LCLV, several Japanese LCLV projectors), offers high resolution together with large image areas and high brightness and thus appears to be very suitable for HDTV displays. In this paper, research on deformable viscoelastic light-valve control layers for use in schlieren-optical systems and on Si-MOSFET active matrices for their addressing is reported. The deformation behaviour of thin metallized elastomer layers was analysed by combining the theories of electrostatics, linear viscoelasticity, and thin plates; the calculated time behaviour and spatial-frequency response are found to be sufficient for HDTV projection displays. Viscoelastic and metal layers were manufactured by spin coating and vacuum evaporation, respectively; the deformation is determined experimentally mainly by phase-shift interferometry and found to be in reasonable agreement with theoretical predictions. Sample MOSFET active matrices with picture-element densities suitable for HDTV were designed and fabricated. In addition, liquid-crystal cells and electro-

optic crystal layers for use in polarisation-optical light valves as well as thin-film-transistor arrays and a combination of column electrodes and photoconductor layer for addressing are briefly described.

/42/ Gerhard-Multhaupt, R.; Brinker, W.; Tepe, R.: Optical measurements of the deformation behaviour of thin metallized viscoelastic layers for light valves, Progress in Colloid & Polymer Science Volume 80, im Druck (1989).
Kurzfassung: The investigation of thin viscoelastic layers coated with a highly reflective top electrode is surveyed. Such layers find applications in active-matrix-addressed spatial light modulators that are of potential use for the light-valve projection of high-resolution images, for input devices of optical information-processing systems, for adaptive optical components, for optical interconnections, for wavelength conversion of images, etc. Spatially and temporally varying electric fields generated by active matrices lead to a deformation of the top mirror electrode. Phase-shift interferometry is employed in order to gain quantitative experimental information on the deformation behaviour. From a comparison of experimental results with the predictions of an extensive theoretical analysis, some material properties of the thin viscoelastic layers may be estimated.

/43/ Börner, R.: Vom Linsenraster zur 3D-Fernsehbildwiedergabe. Schriftenreihe des Museums für Verkehr und Technik. Publikation zur Ausstellung "Von der Stereofotografie zur 3D-Show".
Kurzfassung: Der Leser wird mit den Anforderungen an ein zukünftiges 3D-Übertragungssystem vertraut gemacht, in dem möglichst gesichtsfeldfüllende, natürlich groβe, farbige und bewegte brillenlose Raumbildwiedergabe wichtigste Forderungen ist. Über die Entwicklung autostereoskopischer Verfahren wird aus der Historie berichtet bis hin zu Multikanal-Aufnahme- und Projektionsystemen mit Groβbildlinsenrasterschirmen, wie sie im Heinrich-Hertz-Institut entwickelt und aufgebaut wurden. Probleme der Raumbildtransmission und -wiedergabe in Bezug auf einen hohen Grad an Realismus werden diskutiert und abschlieβend eine Beurteilung dieser Systeme gegeben.

/44/ Börner, R.: Autostereoskopische 3D-Systeme mit Zwischenbildern in Linsenraster-Groβbildschirmen. Fernseh- und Kinotechnik, geplant für 1990.
Kurzfassung: Am Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik in Berlin wird ein Aufnahme- und Projektionsverfahren von Parallax-Panoramastereogrammen für ein zukünftiges brillenloses 3D-Groβbildfernsehsystem entwickelt, über das in der Fernseh- und Kinotechnik in Bd. 39 (1985) Nr. 8 und Nr. 9, Bd. 41 (1987) Nr. 3 und Nr. 4 und Bd. 42 (1988) Nr. 8 und Nr. 9 bereits berichtet wurde. Verbesserungen an den optischen Eigenschaften der verwendeten Linsenrastergroβbildschirme ermöglichen nun auch das Erzeugen von interocularen Zwischenbildern, was zu Verbesserungen des Springens der diskreten Stereoperspektiven führt und die Tiefe der nutzbaren Panoramazonen für die Betrachter vergröβert.
Im zweiten Teil des Berichtes wird über den gegenwärtigen technischen Stand der Aufnahme- und Wiedergabegeräte berichtet unter besonderer Berücksichtigung von Multiplexverfahren zur Geräte- und Kanalreduktion.

/45/ Börner, R.: Autostereoscopic Photography and Video Projection of Parallax-Stereopanoramagrams onto Large Lenticular Screens, Proceedings of "Japan Display '89", Kyoto, Japan, pp.40-43.
Kurzfassung: A multichannel 3D-System has been developed including a large lenticular screen. Improvement of selectivity properties had to be made as for wideangle projection strong image crosstalk appears. Development of screen, camera- and projection-system and method of projection will be discussed.

/46/ Börner, R.: 3D-TV Camera and Projection System for Large Wideangle Lenticular Screens. The Journal of Three Dimensional Images, Vol. 3, No. 4, pp. 103-104.
Kurzfassung: An autostereoscopic mutichannel videosystem by lenticular methods is shortly explained and further development is shortly explained and further development is proposed.

/47/ Reuter, T.: Standards Conversion Using Motion Compensation. Signal Processing 16, 1989, S. 73-82.
Kurzfassung: After a short description of the general multi-dimensional sampling rate conversion, the degradations inherent in conventional converters are explained. To improve the conversion, a motion-compensating filter is used in the new converter. To adapt the filter a motion vector has to be computed for each pixel of the intermediate output field. The motion vector estimation and segmentation algorithms used to obtain suitable motion vectors are described. Conventional standards converters and the improved converter were simulated on a computer.

/48/ Reuter, T.; Höhne, H.D.; Ernst, M.: Verbesserte HDTV- und TV-Normumsetzung, Teil 1. Fernseh- und Kinotechnik, Bd. 43, Nr. 2, 1989, S. 73-76.
Kurzfassung: Nach einer Erläuterung der in Zukunft erforderlichen Normumsetzungen zwischen den verschiedenen HDTV- und TV Normen wird die ideale Abtastratenumsetzung beschrieben. Die bei den wichtigsten bereits realisierten Normumsetzern (z.B. BBC Converter, IBA Converter, IRT Converter, NHK Converter) auftretenden Fehler werden analysiert.

/49/ Reuter, T.; Höhne, H.D.; Ernst, M.: Verbesserte HDTV- und TV-Normumsetzung, Teil 2. Fernseh- und Kinotechnik, Bd. 43, Nr. 3 , 1989, S. 135-142.
Kurzfassung: Das am HHI entwickelte Konzept eines bewegungskompensierenden Normumsetzers wird beschrieben. Das zur Steuerung des dreidimensionales zeit- und ortsvarianten bewegungsvektoradaptiven Konversionsfilters entwickelte Verfahren zur Bewegungsvektorschätzung und Segmentierung wird ausführlich erläutert. Über die Ergebnisse der Rechnersimulation konventioneller Verfahren und des neu entwickelten Verfahrens wird berichtet.

/50/ Reuter, T.: A Modified Blockmatching Algorithm with Vector Reliability Checking and Adaptive Smoothing. Proceedings of Third International Conference on Image Processing and its Applications, University of Warwick, England, 18.7.-20.7 1989.
Kurzfassung: The algorithm developed to obtain smooth and reliable motion vector fields for motion compensating interpolation is based on a blockmatching method (full search or menu search, one stage or hierarchical). A smoothing of the vector field is achieved by taking into consideration the deviation of the current blockvector from the previous horizontal and vertical vectors. The smoothing terms are adapted according to the reliabilty of the corresponding vectors.

/51/ Ernst, M.; Reuter, T.: A Universal Standards Converter Concept for HDTV Applications. Third International Workshop on HDTV, Turin, Italien, 30.8. -1.9 1989.
Kurzfassung: The filter concept of a universal standards converter is described. In contrast to other converters only one three-dimensional time- and spacevariant motion vector adaptive filter is used for the simultaneous line- and field rate conversion. Input and output signals may be scanned interlaced, progressively or with another periodic sampling lattice (e.g. quincunx). The results of computer simulations are presented.

/52/ Reuter, T.; Ernst, M; Höhne, H.D.: Konzept eines universellen Fernsehnormumsetzers. Tagungsband zum 3. Dortmunder Fernsehseminar, Universität Dortmund, 2.-4.10.1989.
Kurzfassung: Das am HHI mittels Rechnersimulation entwickelte universelle Verfahren zur Umsetzung zwischen verschiedenen HDTV- und TV- Normen wird erläutert (Filterkonzept, Bewegungsvektorschätzung, Segmentierung). Zur zuverlässigen Bewegungsvektorschätzung und Segmentierung wurden bestehende Verfahren erweitert und verbessert. Zur Beseitigung der bei besonders kritischen Testsequenzen noch verbleibenden Reststörungen wurden Verfahren zur Erkennung besonders kritischer Bereiche entwickelt.

/53/ Reuter, T.: Normwandlung für HDTV, TV und Film. In: Kommunikationstechnik für morgen, Vistas Verlag, Berlin, 1989, ISBN3-89158-038-x, S. 63-64.

Kurzfassung: Konzepte für die Normwandlung zwischen verschiedenen HDTV, TV- und Film-Standards werden erläutert, und es werden die Demonstrationen auf der Internationalen Funkausstellung in Berlin bechrieben.

/54/ Hahn, M.: Universelle Registerschaltkreise für die Kanalcodierung. NTZ, Jan. 1989, S. 26-31.
Kurzfassung: Mit Hilfe der Kanalcodierung können digitale Daten auf Übertragungs- und Speicherkanälen gegen die verschiedensten Störungen geschützt werden. Technische Realisierungen von Einrichtungen zur Kanalcodierung sind meist an einen speziellen Kanal und dessen Störverhalten angepaßt. Ein im HHI entwickeltes Konzept eines flexiblen Kanalcodecs läßt sich demgegenüber an unterschiedliche Kanalcharakteristika anpassen. Wesentlicher Bestandteil dieses Codecs sind mehrere universelle Registerschaltkreise.

/55/ Stammnitz, P.; Höfker, U.: Digitales HDTV-System. Fernseh- und Kino-Technik, Mai 1989, S. 227-233.
Kurzfassung: Im Heinrich-Hertz-Institut wurde ein digitales HDTV-Übertragungssystem realisiert und im Feldversuch erfolgreich eingesetzt. Die Abtastrate beträgt 54 MHz. Zur Übertragung des mit 864 Mbit/s PCM-codierten Datenstroms wird eine Einmodenglasfaser verwendet. Ein verbessertes System mit 67,5 MHz Abtastrate befindet sich zur Zeit im Aufbau. Mit diesem HDTV-Experimentalsystem können unterschiedliche Experimente zur Datenreduktion, Bildqualitätsverbesserung und zu verschiedenen Übertragungs- und Wiedergabemodi durchgeführt werden. Die dazu notwendigen Komponenten werden in dieser Arbeit beschrieben.

/56/ Zier, D.: Rauschreduktion in einem digitalen HDTV-System. NTZ Archiv Bd. 11, Nr. 4, 1989, S. 191-196.
Kurzfassung: Am Heinrich-Hertz-Institut Berlin wurde ein neues Verfahren zur digitalen Rauschreduktion in unbewegten und bewegten Bildbereichen entwickelt, bei dem subjektiv kein Verlust an Bildschärfe wahrgenommen werden kann. Die Umsetzung dieses bewegungadaptiven Verfahrens zur Rauschreduktion in eine Schaltungsstruktur unter Berücksichtigung von verfügbaren integrierten Bausteinen und die Simulationsarbeiten dazu werden erläutert.

/57/ Schamel, G.: Three-Dimensional Subband-Coding of HDTV-Signals with 140 Mbit/s. Proceedings of 3rd Int. Conf. on Image Processing, University of Warwick, England, July 1989.
Kurzfassung: In this paper a new subband technique is suggested. The procedure is based on spatial-temporal decomposition into two subbands. The digitized video signal is processed with a motion adaptive filter that utilizes both the spatial and the temporal frequency content. Then spatial-temporal subsampling with a quincunx sampling pattern is performed. The low frequency subband is coded using transform coding of subsampled blocks within a field. The high frequency band is produced by interpolating the low frequency band, subtracting the reconstructed signal from the original signal and modulating it to the baseband. This corresponds to subsampling a signal with purely high frequencies. An adaptive tree coding algorithm is used for coding the second subband with a very low bitrate.

/58/ Grüneberg, K.; Hahn, M.; Höfker, U.; Klein, H.; Makai, B.; Schamel, G.; Stammnitz, P.; Zier, D.: Digitales HDTV-Experimentalsystem. NTZ, Sept. 1989, S. 556-563.
Kurzfassung: Zum Thema hochauflösendes Fernsehen (HDTV) wird im Rahmen des Forschungsvorhabens "Digitales HDTV-System" am Heinrich-Hertz-Institut ein HDTV-Experimentalsystem mit digitaler Signalverarbeitung unter Nutzung von Vollbildspeichern bei Sender und Empfänger realisiert; auch die Übertragung der HDTV-Signale ist digital. Die wesentlichen Arbeitsziele sind die Verbesserung der Bildqualität und der Einsatz von Datenreduktionsverfahren für eine HDTV-Übertragung ohne eine bei der Großprojektion erkennbare Bildverschlechterung.

/59/ Schamel, G.: Transform Coding of Subsampled HDTV-Signals. Proceedings of 3rd Int. Workshop on HDTV-Signal Processing, Aug. 30 - Sept. 1, 1989, Torino, Italy.
Kurzfassung: The object of the paper is to describe a tow-stage coding system for reducing the high data rate of an HDTV signal to less than 140 MBits/sec. Three-dimensional subsampling is used to create the baseband of the interlaces source signal. A motion-adaptive filter structure adjusts the three-dimensional spectrum of the television signal to some reduced region supported by the quincunx sampling pattern. The visibility of the transition between different spatial resolutions is decreased by 3D-filtering of slowly moving areas. Consequently, artifacts, which appear in the HD-MAC and in the MUSE system are avoided. After subsampling the sampling frequency can be halvened. Transform coding of the remaining samples is performed. The quincunx sampling structure is rotated within blocks of 8 by 8 to result in a rectangular block structure. Different possibilities for transforming the quincunx sampled field have been investigated and compared in terms of energy packing, entropy calculation and coding efficiency. The bit reduction of the transform coefficients is about four or five. A modified threshold coding algorithm is used to code the coefficients. Sampling, normalization and quantization are adapted and controlled by the buffer status. The buffer equalizes the variable bit-rate at the output of the Huffman coder. All steps of signal processing have to be adapted to preserve the high quality of the original signal.

/60/ Schäfer, R.; Kauff, P.; Gölz, U.: On the Application of Spatio-Temporal Contrast-Sensivity-Functions to HDTV. Proceedings of Topical Meeting (OSA), Jul. 12-14, 1989, San Francisco, USA.
Kurzfassung: Spatio-temporal contrast sensitivity functions have been measured by many psychophysicists and the published data have been used by TV-engineers for various applications. The most attractive property of these functions is the apparent exchangeability between spatial and temporal resolution, which is utilized by many signal compression schemes. This paper describes three different applications - a camera system, a pyramid coding scheme and a noise weighting model - in which these functions are more or less successfully used.

/61/ Schäfer, R.; Kauff, P.; Chen, S.C.; Leptin, M.: A Comparison of Different HDTV-Standards Using Subjective and Objective Criteria. Proceedings of 3rd Int. Workshop on HDTV, Aug. 30 -Sept. 1, 1989, Torino, Italy.
Kurzfassung: Progressive scan (HDP) has been proposed by the EUREKA 95 project for worldwide production and program exchange, although two substandards - interlaced (HDI) and linequincunx (HDQ) - are considered for transmission. These three standards and additionally a 4-channel camera system, which produces progressive pictures with reduced dynamic resolution, have been compared by carrying out subjective tests and by testing their suitability for chromakey operations.

/62/ Kauff, P.; Schäfer, R.: Multidimensional Noise Weighting in HDTV and its Application to HD-MAC. Proceedings of 3rd Int. Workshop on HDTV, Aug. 30 - Sept. 1, 1989, Torino, Italy.
Kurzfassung: In the EUREKA document EU95-001/143 a 3-dimensional noise weighting scheme has been proposed in order to describe the noise performance of HDTV transmission systems, like HD-MAC or MUSE. However, this proposal is limited to luminance interferences only. Therefore the principle of 3-dimensional weighting has been extended to a multidimensional noise weighting scheme, which allows the common weighting of both, luminance and chrominance interferences. The concept of multidimensional noise weighting, its application to HD-MAC and the results of subjective tests are presented in this paper.

/63/ Schäfer, R.: HDTV Farbcodierung. In: Kommunikationstechnik für morgen, Vistas Verlag, Berlin, 1989, ISBN 3-89158-038x, S. 65.
Kurzfassung: In dem im Rahmen des europäischen HDTV-Forschungsprojekt EUREKA 95 erarbeiteten Normvorschlag für HDTV ist der Farbsignalverarbeitung die sogenannte CIELAB-Codierung zugrundegelegt. Dieses Verfahren, das hauptsächlich am Heinrich-Hertz-Institut entwickelt wurde, zeichnet sich durch die Konstant-Luminanz-Codierung, die schärfere und rauschärmere Bilder garantiert sowie durch eine Erweiterung des Bereichs darstellbarer Farben aus.

/64/ Gölz, U.; Schäfer, R.: Subbandcodierung für die ATM-Übermittlung von HDTV-Signalen. Tagungsband zum 3. Dortmunder Fernsehseminar, 2.-4. Oktober 1989, S. 103-106.
Kurzfassung: In Zusammenhang mit der ATM-Übermittlung für eine kompatible HDTV-TV-Übertragung werden Subband-Codierverfahren vorgestellt. Das Prinzip der Subbandcodierung mittels QMF-Filtern wird erläutert. Die Abhängigkeit der Bildqualität eines kompatiblen TV-Empfangs von den Filterparametern wird mit Hilfe von subjektiven Tests bewertet. Für prädiktive Codierverfahren werden in den einzelnen Subbändern Entropiemessungen durchgeführt und verglichen.

/65/ Selinger, Th.; Talmi, M.: Signal Processor SIPRO 23 with Minimized Overhead. Proceedings of ICASSP '89, S. 1314, Glasgow, May 1989.
Kurzfassung: The performance of single chip digital signal processors has often lagged behind the requirements of many DSP applications. The architecture of SIPRO23 was designed with special regards to the problems of data addressing in DSP algorithms in order to increase the throughput of the processor. The derivation of the architecture and the processor components from DSP algorithms is explained together with the results of the processor design in 2-um-CMOS.

/66/ Liebsch, W.; Talmi, M; Wolf, S.: Prozessoren für die Echtzeit-Bildtransformation von HDTV-Signalen. ITG-Fachbericht 110, Mikroelektronik für die Informationstechnik, Stuttgart, Okt. 89, S. 175-180.
Kurzfassung: Für HDTV-Bildsignale wurden schnelle Transformations-Schaltkreisstrukturen entwickelt, die eine Echtzeitverarbeitung der Bildsignale ermöglichen. Beispeilhafte Anwendungen finden sich in der Datenreduktion für die Bildsignalübertragung und in der Realisierung von Filterfunktionen. Es werden parallele Prozessorarchitekturen vorgestellt, die für den Einsatz in HDTV-Systemen geeignet sind. In einer 1,5 um-CMOS-Technologie wird am Heinrich-Hertz-Institut (HHI) ein Prozessor für die zweidimensionale diskrete Cosinus-Transformation (2D-DCT) mit einer Blockgröße von 8*8 Punkten entwickelt. Der Baustein erreicht einen Datendurchsatz von 80 MS/s. Für die Verarbeitung von Signalfrequenzen bis 150 MHz wird ein Multifunktions-Baustein in ECL-Technologie realisiert. Dieser Schaltkreis kann für die digitale Filterung, die Cosinus-Transformation und die Matrizierung bzw. Dematrizierung verwendet werden.

/67/ Heeren, H.; Selinger, Th.: Speicherstrukturen und Datenflußsteuerung für HDTV-Systeme. ITG-Fachbericht 110, Mikroelektronik für die Informationstechnik, Stuttgart, Okt. 89, S. 169-174.
Kurzfassung: Der Beitrag diskutiert verschiedene Speicherkonzepte im Wechselspiel mit einem Controller, dessen Adressierungsfunktionen von den HDTV-Algorithmen der digitalen Signalverarbeitung abgeleitet wurden. Über die Entwicklung des Controllers wird ebenso berichtet wie über einen kompakten Systemaufbau mit Hilfe von modernsten Aufbau- und Verbindungstechniken.

/68/ Liebsch, W.: Parallel Architecture and VLSI Implementation of a 2-Dimensional Discrete Cosine Transform for Image Coding. IEE Conference on Image Processing and its Application, Nr. 307, 1989, S. 609-612.
Kurzfassung: A new efficient discrete cosine transform (DCT) coder for bit-rate reduction of video signals is presented. The design combines a parallel two-dimensional DCT architecture with a distributed coder function. This circuit is applicable in advanced television systems (HDTV) operating at video sampling rates up to 80 MHz and can be realized in CMOS technology as a single VLSI component. This architecture utilizes the advantages of parallel and distributed arithmetic to achieve high-speed performance. The resulting circuit structure is highly regular and relatively easy to implement because of widely identical basic elements. This parallel architecture combines direct calculation of two-dimensional DCT values and an adaptive coding procedure. It does not require any scratch-pad memory for matrix transposition and is chracterized by a regular structure. Due to parallelism, the internal clock rate is reduced by a factor of 4. The accurcy of the DCT values calculated with this parallel structure has been evaluated for a given 8x8 input sub-block in order to

determine the minimum number of bits which does not produce any visible degradation after direct and inverse transforms. The mean square error (MSE) generated by the limited DCT word length is better than 44 dB.

/69/ Talmi, M.; Heeren, H.; Wolf, S.: VLSI Circuits for HDTV-Coding and Filtering. Proceedings of European Conference on the Technologies High Definition Television, Grenoble, Nov. 1989.
Kurzfassung: The need for realization of real-time HDTV systems leads to the development of circuits for data processing up to an approximateley 150 MHz pixel rate (EUREKA standard 144 MHz). Some of the main algorithms in HDTV systems are 3-dimensional digital filters, transform coding based on the Discrete Cosine Transform (DCT and IDCT), and matrixing/dematrixing. Dedicated high-performance architectures have been investigated for these applications. The aim of our investigations is the design of devices to achieve a transmission rate reduction to about 140 MBit/s without noticeable quality degradation. A case study is presented which involves the implementation of single devices capable of dealing with many HDTV processing operations aimed specifically at the implementation of coding and multi-dimensional filtering. Parallel architectures exploring different ways to handle the challenge of providing the large computational power required by real-time processing with reasonable power consumption are described.

/ 70/ Wolfram, P., Reier, F.W., Franke, D., *Schumann, H. (*Technical University Berlin): Very High Purity InP Layers Grown by Adduct-MOVPE, Journal of Crystal Growth 96 (1989) 691
Kurzfassung: Using the adduct compound trimethylindium-trimethylposphine (TMIn-TMP) very high purity InP layers have been grown by AP-MOVPE. Residual electron concentrations of less than $4x10^{14}$ cm^{-3} and mobilities of up to 149.000 cm^2/Vsec at 77 K have been obtained.

/ 71/ Künzel, H., Bochnia, R., Gibis, R., Harde, P., Passenberg, W.: Beryllium and Manganese Diffusion in $Ga_{0.47}In_{0.53}As$ during MBE-Growth, Proceedings, 19th European Solid State Device Research Conference (ESSDERC 89), Berlin, 11.-14.9.1989, pp. 55-58
Kurzfassung: Beryllium (Be) is the p-type dopant best suited for GaAs/AlAs. For GaInAs Be doping is claimed to yield highly compensated material at low and medium doping levels. A potential alternative is manganese (Mn), since due to the relatively narrow band gap of GaInAs, as compared to GaAs, the acceptor binding energy is low and the activation at room temperature is practicably high. Mn and Be doping during MBE is determined by the vapour pressure of the elements and a unity sticking coefficient. Smooth surfaces of MBE grown GaInAs up to acceptor levels of $5 \cdot 10^{18}$ cm^{-3} and $5 \cdot 10^{19}$ cm^{-3} are obtained for Mn and Be, respectively. Higher dopant fluxes lead to acceptor incorporation in agreement with the corresponding vapour pressure, but to an increase in deterioration of surface morphology. Low vapour pressure elements like Be and Mn are expected to exhibit low diffusivity. Even for Be, diffusion during MBE growth of GaAs/AlAs is not negligible. Diffusion of Mn and Be during MBE growth in the GaInAs homomaterial and across the layer/substrate heterointerface using SIMS- and CV-measurements has been studied.

/ 72/ Grote, N., Bach, H.G., Feifel, Th., Franke, D., Harde, P., Sartorius, B., Wolfram, P.: Assessment of Semi-Insulating InP:Fe Layers for Substrate Applications, Proceedings, 19th European Solid State Device Research Conference (ESSDERC 89), Berlin, 11.-14.9.1989, pp.67-70
Kurzfassung: Semi-insulating InP epi-substrates formed by epitaxial InP:Fe layers on suitable base substrates are proposed and investigated. Compared to standard commercial s.i. bulk substrates, such epi-substrates offer lower defect densities, well-controllable Fe-levels and considerably higher specific resistivities.

/ 73/ Su, L.M., Grote, N., Schumacher, P., Franke, D.: Implanted-Collector InGaAsP/InP Heterojunction Bipolar Transistor, Proceedings, 19th European Solid State Device Research Conference (ESSDERC 89), Berlin, 11.-14.9.1989, pp. 275-278
Kurzfassung: A novel structure for an InP-based heterojunction bipolar transistor is proposed and demonstrated which not only provides technological advantages over conventional structures but is

also particularly suited for high-frequency applications due to the inherent reduction of parasitic time constants. The main structural feature of this transistor is an embedded rather than a mesa type collector which was created by ion implantation. Large-area devices showed well-behaved static I/V characteristics with a current gain of 250 and emitter-collector breakdown voltages between 3 V and 6 V.

/74/ Möhrle, M.: Passivation of Zn Acceptors in InGaAs During RIE with CHF_3/H_2 and CH_4/H_2, Proceedings, Fall 1989 Meeting of MRS, Symposium G on Impurities, Defects, and Diffusion in Semiconductors: Bulk and Layered Structures, Boston, USA, 27.11.-2.12.1989 (accepted for publication)
Kurzfassung: It is shown that the use of hydrogen-containing gases such as CHF_3/H_2, CHF_3, CH_4/H_2, and CH_4/He in reactive ion etching processes leads to a drastical reduction of the concentration of electrically active acceptors in a thin layer at the surface of highly Zn-doped InGaAs. This passivation effect leads to strongly non-linear current/voltage characteristics of non-alloyed Ti/Pt/Au contacts when applied directly on as-treated p^{++}-InGaAs layers. The observed de-activation of acceptors is inferred to be caused by hydrogen since no such an effect was found with the use of hydrogen-free etching gases.

/75/ Albrecht, P., Döldissen, W., Niggebrügge, U., Nolting, H.-P., Schmid, H.: Waveguide-Mirror Components in InGaAsP/InP, Proceedings, Mikrowellentechnologie und Optoelektronik-Tagung (MIOP), 1989, Session 7B.2, 4. Kongreßmesse für Höchstfrequenztechnik, Sindelfingen, 28.2.-2.3.1989
Kurzfassung: We report on the design, fabrication and performance of totally reflecting waveguide mirror for 90° directional change of monomode rib waveguides in the InGaAsP/InP material system. The precise lateral position and angular orientation of the mirror relative to the waveguide is ensured to a high degree by employing a self-aligning method. Waveguide mirrors etched by RIE in a CH_4/H_2 plasma show an average loss of only 1.0 dB and a best value of about 0.5 dB. Directional couplers and beam splitters employing waveguide mirrors have been investigated. Calculations show that the main loss mechanisms are attributed to mode conversion and mirror edge imperfection.

/76/ *Winzer, G., *Cremer, C., *Heise, G., *März, R., *Mahlein, H.F., *Matz, R., *Schienle, M., *Schulte-Roth, G., *Thulke, W., *Unzeitig, H., *Wolff, U., Döldissen, W., Fiedler, F., Kaiser, R., Mörl, L., Nolting, H.P., Rehbein, W. Unterbörsch, G. (*Siemens AG, München): Monolithically Integrated Transmitter and Receiver Chip for a Two-Channel Unidirectional WDM-Link at $\lambda = 1.5$ µm, 7th Internat. Conf. on Integrated Optics and Optical Fiber Commun. (IOOC), Kobe, Japan, 18.-21.7.1989, Techn. Dig. 2, pp. 72-73
Kurzfassung: An approach to integrate active and passive optical components in InGaAsP/InP for a WDM-DFB-transmitter and for a WDM-receiver using grating filters is presented. Polarization independent operation for a channel spacing of 3.4 nm at $\lambda = 1.5$ µm is demonstrated.

/77/ Sartorius, B., Pfanner, K.: Origin and Penetration Depth of Thermal Degradation in InP, Appl. Phys. Lett. 54 (25), p. 2539 (1989)
Kurzfassung: Thermal degradation is examined in a development stage in which local damage in the crystal lattice already exists, although the known surface deformations are not yet visible. The existence of these crystal defects is shown by means of luminescence microscopy. Depth profiles reveal that the damage is not restricted to the surface. On "dark disks", e.g. a spherical spreading of the degradation by some 10 µm into the crystal volume is observed. Correlation with the position of dislocation etch pits shows that all dislocations are "decorated" with thermally induced defects. "Dark disks", however, represent no advanced stage of degradation after having been "decorated", but develop separately from a different defect type, visible as "S" or "flat" etch pits. This type of defect has not yet been taken into consideration with regard to crystal quality criteria. We suspect that thermal degradation developing from this defect type is the missing link between substrate quality and certain problems in processing and device failure.

/ 78/ Kaiser, R., Mörl, L., Döldissen, W., Jahn, B., Rehbein, W., Unterbörsch, G.: Monolithic Integration of Photodiodes and Buried Stripe Waveguides on InP, Proceedings, 15th European Conference on Optical Communication 1989 (ECOC 89), Gothenburg, Schweden, 10.-14.9.1989
Kurzfassung: The integration of InGaAs mesa photodiodes with buried InGaAsP (λ_g = 1.05 µm) stripe waveguides is reported. Dark currents of 1...10 nA (-10 V), breakdown voltages of 40...65 V, a maximum external quantum efficiency of 14% (λ = 1.47 µm) and a bandwidth of 420 MHz at -5 V (λ = 1.30 µm) were obtained.

/ 79/ Schramm, C., Künzel, H., Bornholdt, C., Su, L.M., Wehmann, H.H.: Quality and Applications of In(Ga)AlAs-Layers, Proceedings, 19th European Solid State Device Research Conference (ESSDERC 89), Berlin, 11.-14.9.1989, pp. 59-62
Kurzfassung: In the last few years the InGaAlAs material system received increasing interest for application in integrated optoelectronic devices. We present an analysis of layer and surface quality of MBE-grown InAlAs material, a systematic improvement of Schottky contacts characterized by electrical measurements and finally, the fabrication of MeSFET (Metal Semiconductor Field Effect Transistors), DHBT (Double Heterostructure Bipolar Transistors) and rib waveguide devices.

/ 80/ Bach, H.G., *Beister, G. (*Akademie der Wissenschaften, Berlin, DDR): Capacitance-Voltage Investigation of Rechargeable Traps in Isotype Laser Heterojunctions, Proceedings, 19th European Solid State Device Research Conference (ESSDERC 89), Berlin, 11.-14.9.1989, pp. 483-486
Kurzfassung: A new analytical C-V modelling procedure is presented which comprises deep level recharging processes at the isotype Pp heterojunction in conventional PpN DH laser structures. Experimental results on AlGaAs laser diodes can be explained by this approach.

/ 81/ *Beister, G., *Maege, J., Bach, H.-G. (*Akademie der Wissenschaften, Berlin, DDR): Capacitance-Voltage Dependence for Isotype AlGaAs/GaAs Heterointerfaces Comprising Rechargeable Traps, Solid-State Electronics (accepted for publication)
Kurzfassung: The influence of rechargeable traps at the isotype interface in AlGaAs/GaAs P^+pN^+ double-heterostructure lasers on the apparent carrier profile is evaluated. C-V measurements at different frequencies demonstrate the effects of interface states in the range below 100 kHz sometimes resulting in local maxima in the C-V curves. An analysis is given based on a new, mostly analytical modelling approach for the equilibrium case assuming continuity of the electrical potential at the heterojunction and using the balance equation for the recharging process of the interface states. It leads also to an additional relation concerning the ratio of the capture cross sections for such traps.

/ 82/ Paraskevopoulos, A., Bach, H.G., Mekonnen, G., Schroeter-Janßen, H., Fiedler, F., Grote, N.: InP Based Integrated Laser Driver Circuit, Proceedings, 19th European Solid State Device Research Conference (ESSDERC 89), Berlin, 11.-14.9.1989, pp. 385-388
Kurzfassung: An integrated laser driver circuit representing a step towards a monolithic optical transmitter was fabricated on InGaAsP/InP employing invertible double-heterojunction bipolar transistors. Static transconductance of up to 200 mS was attained. Well-behaved eye pattern diagrams have been demonstrated at modulation rates of as high as 1.12 Gbit/s.

/ 83/ Fidorra, F., Harde, P., Venghaus, H., *Grützmacher, D. (*RWTH Aachen): Orientation Dependent MOVPE Regrowth on GaInAsP/InP Laser Structures, Appl. Phys. Lett. 55 (13), p. 1321 (1989)
Kurzfassung: GaInAsP/InP lasers made by low-pressure metalorganic vapor phase epitaxy regrowth on patterned surfaces exhibit yield and performance dependent on laser stripe orientation. Structures with stripes parallel to the $<011>$ and $<0\bar{1}1>$ directions are investigated by secondary-ion mass spectroscopy (SIMS). Three-dimensinal SIMS profiles taken with high horizontal resolution using the checkerboard matrix gate technique yield unexpected results for structures with stripes parallel to the $<0\bar{1}1>$ direction: phosphorus is found in the nominal GaInAs layer, its

distribution is strongly inhomogeneous. Zn diffused into the GaInAs layer exhibits also pronounced spatial variations. Unwanted P outdiffusion and anomalous Zn diffusion are attributed to reduced crystalline perfection of the InP above $<0\bar{1}1>$ oriented laser stripes.

/ 84/ Hoffmann, D., Heidrich, H.: $LiNbO_3$ Devices for Coherent Communication Applications (invited paper), 5th European Conference on Integrated Optics (ECIO'89), Paris, 26.-28.4.1989, published in SPIE 1141, September 1989
Kurzfassung: The number of coherent optical systems is continuously increasing especially in long haul transmission and for subscriber systems. $LiNbO_3$ devices have reached a mature phase to test these systems for future network applications today. The aim of this contribution is to give a survey of promising integrated optics $LiNbO_3$ devices: Amplitude modulators and phase modulators for external transmitter laser modulation are already commercially available. As far as standard single mode fibres are used in the system set-up, polarization matching devices must be implemented at the receiver side. Devices for polarization control, polarization diversity reception, and polarization scrambling (located at the receiver or the transmitter side) are discussed. In addition an integrated optical 90°-hybrid for phase diversity reception in a homodyne system is sketched.

/ 85/ Heidrich, H. Hoffmann, D.: Integrated-Optics Switch Matrices in $LiNbO_3$ (eingeladener Vortrag), 7th Internat. Conf. on Integrated Optics and Optical Fiber Commun. (IOOC), Kobe, Japan, 18.-21.7.1989, Techn. Dig. 4, pp. 8-9
Kurzfassung: $LiNbO_3$ switch matrices are attractive devices for small scale optical digital data interchange and service routing. This contribution gives an overview on the state of the art of the first generation of photonic switch matrices as well as future prospects.

/ 86/ Heidrich, H., Hoffmann, D., v. Helmolt, C.H., Ahlers, H.: Lithium Niobate Guided-Wave Network for a Coherent Receiver, Opt. Lett., Vol. 14, No. 1, pp. 99-901 (1989)
Kurzfassung: We report on a packaged $LiNbO_3$ guided-wave network for a heterodyne receiver that combines a tunable 3 dB coupler with temperature and wavelength insensitive optical compensators for continuous reset-free polarization transformation. A fabrication yield of 90% could be achieved by employing indium-tin-oxide-metal electrodes. Characteristic data of the device are given.

/ 87/ Nolting, H.-P., Weinert, C.M.: Zweidimensionale Simulationsmethoden, Hard and Soft 6 (1989), Nr. 5/6, Fachteil Mikroperipherik, XI
Kurzfassung: Die Herstellung integriert-optischer Bauelemente auf Halbleiterbasis ist mit aufwendigen Verfahren verbunden. Das gilt für das Wachsen von III-V-Komponentenhalbleitern wie InP, für das Aufwachsen von gitterangepaßten quaternären Epitaxieschichten (InGaAsP) sowie für die anschließenden Lithographie-, Ätz-, Depositions- und Diffusionsprozesse. Um die kostspieligen Prozeßschritte minimal zu halten, muß vor der Herstellung eines integriert-optischen Bauelementes das optimale Design möglichst gut bekannt sein. Dazu dienen numerische Rechenverfahren, mit denen die Funktionsweise des Bauelementes simuliert wird.

Berichte

/88/ Heydt, G. et al.: RACE 1010, CMC Broadband Customer Access, CMC Transmission and Switching for Multi-Frequency IBCN, Sept. 1989

Kurzfassung: The report is a deliverable of R1010 workpackage T1.1-1 which includes Coherent Multi-Channel (CMC) system and implementation studies.
The report consists of seven chapters and of an annex with information on the state of the art of CMC dedicated components and CMC systems. Subsequent to a short introduction (Chapter 1) Chapter 2 deals with R1010 contributions to the work on Common Functional Specifications (CFS). During the review period R1010 has contributed to the Group 2 - Part I discussions on the key issues of optical interfaces and wavelength allocation and on network and services evolution. This work will continued and extended to CMC switching issues which are treated in Chapter 3. In this chapter an example of a CMC transit exchange is given which could be capable of either circuit or ATM switching. It is pointed out that CMC techniques could be applied not only to customer access connections but also to switching and trunk systems.
In Chapter 4 the application of CMC techniques for business customers is discussed with respect to business traffic in the public part of the IBCN and to the business customer premises network.
Whereas the above mentioned chapters deal with more general aspects of CMC applications in the network, in the following three chapters some selected issues of CMC implementation and CMC development trends are treated. In Chapter 5 an overview of polarization handling methods in CMC systems is given which includes polarization handling at the receiver and at the transmitter. The application of optical amplifiers in the customer premises network for increasing the number of optical outlets and in TV distribution centres to reduce the number of frequency stabilized lasers is discussed in Chapter 6. Finally, Chapter 7 indicates trends in the development of CMC dedicated components and system characteristics i.e. tunable lasers, receiver sensitivity and optical channel spacing.

/ 89/ Faber, J.; Meiers, Th.; Ruschin, D.; Seyferth, A.: Nutzen von Bewegtbildabrufdiensten für den Wissenserwerb. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben TK 0432-4, HHI, Berlin, Mai 1989.

Kurzfassung: In einem künftigen Breitband-Fernmeldenetz bietet sich die Möglichkeit, einen Informationsdienst einzurichten, der die Informationsausgabe auch in Form von bewegten Bildern ermöglicht. Dazu werden Breitbandinformationssysteme benötigt.
Ob für einen solchen Dienst einmal eine kostendeckende Nachfrage entstehen wird, ist u.a. davon abhängig, welchen Zusatznutzen das Bewegtbild für den Teilnehmer beim Erlernen der angebotenen Information hat. Hierbei ist an einen Vergleich mit Informationssystemen gedacht, die auf schmalbandige Text-, Ton- und Standbilddarstellungen beschränkt sind.
Zur Ermittlung dieses Zusatznutzens wurden methodische Vorarbeiten und erste orientierende Untersuchungen zum Vergleich des Lernerfolgs nach einer Unterweisung mit und ohne Bewegtbildeinsatz durchgeführt. Hierbei zeigte sich beim Erwerb von Kenntnissen über einfache Bewegungsvorgänge, daß sich auch ohne Bewegtbilder gute Erfolge erzielen lassen, wenn man die Möglichkeiten ausschöpft, die sich mit Kombinationen von Text, Ton und Standbild ergeben.
Eine abschließende Klärung der Frage nach dem Zusatznutzen des Bewegtbildes setzt umfassende Untersuchungen an Beispielen von Informationen über "zeitliche Veränderungen " und "räumliche Relationen" voraus. Dies ist in einem Folgevorhaben vorgesehen.

/90/ Kauff, P.; Schäfer, R.: Considerations on Three-Dimensional Noise Weighting in HDTV and its Application to HD-MAC. EUREKA 95-Project 1, doc. EU95-001/143, Feb. 1989.

Abstract: As pictures degraded by noise are finally assessed by the human observer, it is common practice to describe the noise performance of conventional TV transmission by a subjectively weighted signal-to-noise-ratio. However, conventional noise weighting schemes, in which 1-dimensional weighting filters are applied to noise interferences in the video signal, are not sufficient for analysing the noise performance in HDTV transmission systems, like HD-MAC or MUSE. This is,

because these systems utilize motion adaptive and spatio-temporal signal processing in order to compress the signal bandwidth before transmission. Therefore a more general approach to noise weighting and its application to HD-MAC are discussed in this paper. In opposition to conventional noise weighting schemes this approach uses a 3-dimensional weighting filter, which has been deduced from well-known psycho-physical data.

/91/ Wolf, S; Schäfer, R.: An Estimation on the Circuity for a Constant-Luminance Decoder as ECL Gate-Array. EUREKA 95-Project 1, doc. EU95-001/145, Feb. 1989.
Abstract: A constant luminance decoder following the EUREKA 95 specifications has been investigated towards its implementation as ECL gate array. The results show that for a sampling frequency of 108 MHz about 50.000 transistors are required which corresponds to three commercially available gate arrays.

/92/ Kauff, P.; Schäfer, R.: Noise Weighting in HDTV-Transmission Systems. EUREKA 95-Project 1, doc. EU95-001/158, Apr. 1989.
Abstract: This paper extracts main topics from EUREKA document EU95-001/143, like performance, features and applications of 3-dimensional noise weighting

/93/ Kauff, P.; Schäfer, R.: Measurements of 3-dim. Noise Weighting Function for Luminance Interferences. EUREKA 95-Project 1, doc. EU95-001/171, Jun. 1989.
Abstract: In the EUREKA document EU95-001/143 a 3-dimensional online weighting scheme has been proposed in order to describe the noise performance of HDTV transmission systems, like HD-MAC or MUSE. The corresponding 3-dimensional weighting function has been deduced from well-known psycho-physical data in a theoretical study. Although this theoretically deduced model leads to rather good results, it fails in some special cases. Therefore the 3-dimensional noise weighting function has also been measured by the means of subjective tests. Experimental procedures and results are presented in this paper.

/ 94/ Schäfer, R.: HDTV-Bildaufnahme mit örtlich-zeitlicher Auflösung. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben TK 433 5, HHI, Berlin, Okt. 1989.
Kurzfassung: Nach dem Scheitern der CCIR-Vollversammlung im Frühjahr 1986 wurde das europäische HDTV-Forschungsprojekt EUREKA 95 ins Leben gerufen, in dessen Rahmen ein europäisches HDTV-System basierend auf 1250 Zeilen und 50 Hz Bildwechselfrequenz entwickelt und erfolgreich demonstriert wurde. Ein Hauptergebnis der europäischen Anstrengungen ist der Vorschlag für einen weltweiten Standard zur Produktion und zum Programmaustausch mit 50 Hz, 1250 Zeilen und progressiver Abtastung.
In diesem Vorhaben wurden frühzeitig Untersuchungen zur Unterstützung eines solchen progressiven Standards durchgeführt. Ziel der Untersuchungen waren (a) der Nachweis der Vorteile der progressiven Abtastung gegenüber der Zeilensprungabtastung, (b) die Entwicklung eines Kamerasystems mit progressiver Abtastung, welches die Verdopplung der Signalbandbreiten in den Aufnahmeröhren vermeidet und (c) das Aufzeigen von Möglichkeiten zur Übertragung progressiv abgetasteter HDTV-Signale unter Ausnutzung der Auflösungseigenschaften des menschlichen Auges. Darüber hinaus wurden Untersuchungen zur Signalverarbeitung im Studio (Chromakey), zur Kantenversteilerung bei Chrominanzsignalen, zur Hochkonversion nach 100 Hz (Flimmerreduktion), zur multidimensionalen Rauschbewertung und zur Farbsignalverarbeitung unter Berücksichtigung des Konstant-Luminanz-Prinzips und einer Erweiterung des Farbenraums (CIELAB-Codierung) durchgeführt. Die letzten beiden Punkte wurden im Rahmen des EUREKA 95 Projekts durchgeführt, und die Ergebnisse der CIELAB-Codierung sind Grundlage des europäischen Vorschlags zur Farbsignalverarbeitung beim HDTV. Die Untersuchungsergebnisse zur progressiven Bildaufnahme zeigen eindeutige Vorteile dieses Abtastverfahrens gegenüber der Zeilensprungabtastung hinsichtlich statischer und dynamischer Auflösung sowie hinsichtlich der Nachverarbeitung im Studio.

/95/ Kauff, P.; Schäfer, R.: Multidimensional Noise Weighting and its Application to HD-MAC. EUREKA 95-Project 1, doc. EU95-001/180, Sep. 1989.

/96/ Kauff, P.; Schäfer, R.: Multidimensional Noise Weighting in HDTV. EUREKA 95-Project 1, doc. EU95-001/181, Sep. 1989.

/97/ Liebsch, W.: Universeller 7-Tap FIR Filter-Baustein für digitale HDTV Systeme. Technischer Bericht zur CMOS-Realisierung von HDTV-FIR-Filterbausteinen, HHI, Nov. 1989.

/98/ Cibis,N.; Ehrke,H.J.; Mayer,St.; v.Reden,W.; Röder,H.; Rosin,Th.; Schmidt, Susanne; Sinnig, Th.: HDTV-Lichtventilprojektor. Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben TK 0428 1, HHI, Berlin, Mai 1989.
Kurzfassung: Es sollte der Prototyp eines HDTV-Lichtventilprojektors entwickelt werden. Das Ziel war die Verbesserung von Auflösung, Farbtrennung und Wirkungsgrad in einem Einröhren-Lichtventil nach dem GE-Talaria-Prinzip mit flüssiger Steuerschicht und Elektronenstrahlabrasterung im Vakuum.
Für eine auf 36x60 mm^2 vergrößerte Steuerfläche und auf 25 µm verkleinerte Trägergitter wurde das Dunkelfeldprojektionsobjektiv von der Fa. Zeiss und im HHI die Elektronenoptik des Lichtventils entwickelt. Der Elektronenstrahl wurde dynamisch fokussiert und die Ablenkung dynamisch korrigiert. Im Start-Stopp-Betrieb wurden Steuerfrequenzen bis zu 400 MHz erzeugt und mit 30 MHz-Videosignalen amplitudenmoduliert. Das Beleuchtungssystem wurde mit gekreuzten Toroidlinsenschalen und Ausgangsinterferenzfilterstreifen aufgebaut. Die Steuerflüssigkeit wurde mit Zuschlagsstoffen für bessere Eigenschaften synthetisiert. Da es nicht gelang, eine Elektronenstrahlquelle mit den geforderten Daten zu entwickeln, wurde das Projektziel nicht erreicht.

Dissertationen, Diplom- und Studienarbeiten

Dissertationen

/99/ Reuter, T.: Allgemeine mehrdimensionale Abtastratenumsetzung und ihre Anwendung zur Normumsetzung von Fernsehsignalen, Dissertation an der TU Berlin, Mai 1989.
Kurzfassung: Zunächst wird die allgemeine mehrdimensionale Abtastung für beliebige reguläre und nicht reguläre aber periodische Abtastmuster beschrieben. Darauf aufbauend wird die allgemeine mehrdimensionale Abtastratenumsetzung zwischen zwei mehrdimensionalen Signalen im Frequenzbereich und als lineares zeit- und ortsvariantes System erläutert und eine für eine Realisierung geeignete Struktur angegeben. Im zweiten Teil wird die entwickelte Theorie auf die Umsetzung zwischen verschiedenen Fernsehnormen angewandt. Aus einer Analyse der Fehler konventioneller Normumsetzverfahren ergibt sich, daß eine verbesserte Normumsetzung nur mit einem bewegungskompensierenden Verfahren möglich ist. Das bei translatorisch angenommener Bewegung optimale Konversionsfilter wird angegeben. Zur bewegungsvektoradaptiven Steuerung dieses Filters wird ein Verfahren zur Bewegungsvektorschätzung und Segmentierung vorgestellt. Das neuentwickelte Verfahren sowie konventionelle Normumsetzer wurden auf Rechnern simuliert.

Diplom- und Studienarbeiten

/100/ Pérez-Aros,J.: Meßeinrichtung zur Bestimmung der Gruppenlaufzeitdrift eines hochratigen optischen Übertragungssystems, Studienarbeit, TU Berlin, FB 19, 1989
Kurzfassung: Es wird die Entwicklung und Realisierung einer Meßeinrichtung zur Ermittlung der Gruppenlaufzeitdrift im Pikosekundenbereich auf der Basis phasenempfindlicher Bauelemente beschrieben. Schlüsselelement ist ein EXOR-Gatter von der Ruhr-Universitäöt Bochum mit analogen Multipliziereigenschaften im Kleinsignalbetrieb.

/101/ Hügerich, B.: Entwurf eines hierarchischen Bewegungsschätzverfahrens für Bildsequenzen, Diplomarbeit TU Berlin, FB 21, 1989.

/102/ Ohnesorge, K.W.: Bestimmung der Disparitätsfunktion digitalisierter Stereobilder unter Anwendung der Block-Matching Technik. Studienarbeit TU Berlin, FB Informatik, 1989.
Kurzfassung: Ein sehr effektiver Ansatz zur Datenreduktion in 3D-Fernsehbildern wäre gefunden, wenn es gelänge die stereoskopische Tiefe der abgebildeten Objekte zu bestimmen. Die zur Wiedergabe benötigten perspektivischen Ansichten könnten dann mit Hilfe der Bildinformation eines 2D-Bildes und der Tiefeninformation näherungsweise konstruiert werden. Zur Ermittlung der Tiefeninformation ist das sog. Korrespondenzproblem zu lösen, d.h. es sind die örtlichen Unterschiede zwischen den Abbildungen identischer Objektpunkte im linken und rechten Stereobild (die Disparitätsfunktion) zu ermitteln. Diese Aufgabe weist Parallelen zur Bewegungsvektorschätzung in zeitlich aufeinander folgenden Bildern auf. In der Studienarbeit wurde die Brauchbarkeit der zur Bewegungsvektorschätzung entwickelten Block-Matching Technik für die Lösung des Korrespondenzproblems in Stereobildern untersucht.

/103/ Motahar, A.: Codierung des Interpolationsfehlersignals in einem mehrstufigen System zur Reduktion der HDTV-Datenrate. Diplomarbeit, TU Berlin, FB 20, März 1989.

/104/ Frindt, H.-J.: Entwicklung und Aufbau eines programmierbaren Matrizenmoduls für die Matrizierung und Dematrizierung digitaler Bildsignale eines HDTV-Experimentalsystems. Studienarbeit TU Berlin, FB 19, 1989.

/105/ Parbey, J.D.: Charakterisierung invertierbarer InGaAsP/InP Doppelheterostruktur-Bipolartransistoren, Diplomarbeit, Fachbereich 19, Technische Universität Berlin, 1989
Kurzfassung: Invertierbare Doppelheterostruktur-Bipolartransistoren werden in der optoelektronischen Integration von langwelligen (1,3 µm bis 1,5 µm) Senderbausteinen im InGaAsP-Materialsystem benötigt. Ziel dieser Diplomarbeit ist die Charakterisierung dieser Transistoren durch Messungen der Ausgangskennlinienfelder, der Gummel-Plots und der Serienwiderstände in Abhängigkeit der technologischen Parameter, wie Emitter-, Basis- und Kollektor-Dotierungen, Schichtdicken, Epitaxieparameter (Graduierung der Heteroübergänge) und des Layouts der Masken. Dazu werden auch Messungen an Testdioden zur Ermittlung von Device-Modelling-Parametern ausgewertet. Im Ergebnis entstand eine Übersicht, aus der ein Zusammenhang zur Symmetrie der Vorwärts-Rückwärts-Stromverstärkung mit den oben erwähnten Technologieparametern hervorgeht.

/106/ Schneemann, B.: Meßsystem-Software für ein automatisches Halbleiter-Meßsystem und Homogenitätsuntersuchungen an semiisolierenden InP-Proben, Diplomarbeit, Fachbereich 19, Technische Universität Berlin, 1989
Kurzfassung: Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde in der Abteilung Meßtechnik Software für ein Halbleiter-Meßsystem entwickelt, das die automatisierte Aufnahme von Einzelmeßwerten für alle Bauelemente auf einem Wafer und deren statistische Analyse erlaubt.

Preisverleihungen, Ehrungen

/107/ Schamel, G.: Mehrdimensionale Vorfilterung, Reduktion der Abtastrate und Interpolation von HDTV-Signalen. Frequenz, Bd. 42, Heft 10, 1988. Literaturpreis der ITG 1989.

/108/ Gerhard-Multhaupt, R.: Einladung der Stiftung Werner-von-Siemens-Ring zu ihren Veranstaltungen im Dezember der Jahre 1989-1991 in Anerkennung seiner Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Elektret-Werkstoffe, durch die er das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten dieser Werkstoffe erheblich erweitert und die Kenntnisse über diese Stoffe vertieft hat.

Patentanmeldungen

/109/ Mayer, St.; Schmidt, S.: Fluid mit erhöhter Beständigkeit gegen Strahlungsschädigungen.
Aktenzeichen DE: P 39 04 264.2; Anmeldetag: 08.02.1989

Kurzfassung: Das als dünne dielektrische Schicht mit elektrostatisch verformbarer Oberfläche einsetzbare Fluid soll als Steuerschicht eines Lichtventilprojektors optische und auf HDTV-Anforderungen ausgerichtete, verbesserte hydromechanische, hydrodynamische, elektrische und weitere physikalische und chemische Eigenschaften aufweisen. Dazu ist bei dem aus einem organischen Grundstoff und mindestens einem organischen Zusatzstoff zusammengesetzten Fluid als Zusatzstoff ein Oligo(phenylenmethylen)-resorcin der Formel $H(C_6H_4CH_2)_{n-1}C_6H_3(OH)_2$ mit n gleich oder größer 3 vorgesehen.

/110/ Börner, R.: Wiedergabeeinrichtung für dreidimensionale Wahrnehmung von Bildern.
Aktenzeichen DE: P 39 21 061.8; Anmeldetag: 23.06.1989

Kurzfassung: Bei einem autosteroskopischen System mit flachem Bildschirm wird ein großer Bewegungsspielraum, in dem die Wiedergabequalität möglichst gleichmäßig ist und Unschärfen, Übersprechen und andere nachteilige optische Wirkungen weitgehend ausgeschlossen sind, mit Maßnahmen zur optischen Korrektur erzielt. Diese beruhen auf einer planparallelen veränderbaren Positionierung von flachem Bildschirm und Zylinderlinsen-Rasterplatte und bei dieser auf zunehmender Dicke sowie abnehmbarer Pitchbreite der Zylinderlinsen, von der Mitte zu den vertikalen Seitenrändern hin. Dabei bleibt der Pixel- bzw. Bildstreifenabstand auf dem Bildschirm konstant.

/111/ Kohn, U.; Ludwig, R.: Datennetz mit Lichtwellenleitern.
Aktenzeichen DE: P 39 28 116.7; Anmeldetag: 25.08.1989

Kurzfassung: Die optischen Verstärker im Lichtwellenleiternetz sind mit Ein- und Ausgangsschaltungen für elektrische Signale ausgerüstet und für die Betriebsarten: "Optische Verstärkung"/"Optische Verstärkung und simultane Datenempfangswandlung"/"Datensendewandlung" eingerichtet. Sie bilden damit die wesentliche netzseitige Komponente an einer Teilnehmeranschlußstelle.

/112/ Nolting, H.-P.:Anordnung zur Herstellung einer Kopplung zwischen einem optischen Schichtwellenleiter und einem optischen Absorber.
Aktenzeichen EP: 89 116 476.6; Anmeldetag: 06.O9.1989

Kurzfassung: Zur Kopplung mit erhöhter Absorption zwischen einem Schichtwellenleiter und einer Schicht aus lichtabsorbierendem Material eines optischen Detektors in monolithischer Integration wird eine an den Schichtwellenleiter leckwellengekoppelte Schicht aus lichtabsorbierendem Material verwendet, die aus einer aus dünneren Schichten gebildeten Schichtenfolge besteht. Diese Schichtenfolge weist wenigstens eine dünnere Schicht aus transparentem Material und wenigstens eine dünnere Schicht aus lichtabsorbierendem Material auf.

/113/ Nolting, H.-P.: Anordnung zur Herstellung einer Kopplung zwischen einem optischen Schichtwellenleiter und einem optischen Absorber.
Aktenzeichen EP: 89 116 475.8; Anmeldetag: 06.09.1989

Kurzfassung: Zur Kopplung mit erhöhter Absorption zwischen einem Schichtwellenleiter und einer Schicht aus lichtabsorbierendem Material eines optischen Detektors in monolithischer Integration ist neben einer auf einer Seite des Schichtwellenleiters angeordneten Schicht aus lichtabsorbierendem Material auch eine auf der anderen Seite des Schichtwellenleiters angeordnete zweite Schicht aus lichtabsorbierendem Material durch Leckwellenkopplung an den Schichtwellenleiter gekoppelt.

/114/ Mahler, G.; *Müller-Mach, R., *Müller, G. O.(*Akademie der Wissenschaften der DDR): Elektrolumineszenz-Flachdisplay und Verfahren zur Herstellung derartiger Flachdisplays.
Aktenzeichen DD: WP G09F¦336101.6; Anmeldetag: 21.12.1989
Aktenzeichen DE: P3942699.8; Anmeldetag: 21.12.1989

Kurzfassung: Die Anordnung enthält einen Weißlichtemitter und Farbfilter an der Display-Vorderfront. Die Substratplatte des Displays bildet die Rückfront, auf der sich die Festkörperstruktur für den Weißlichtemitter befindet. Die Farbfilter für R, G, B bedecken die transparenten Elektroden und dienen als Maske bei der selbstjustierenden Strukturierung der transparenten Elektroden.

Vorträge

Hahn, M.: Aufwandsvergleich von algebraischen Codierverfahren für einen flexiblen, fehlerkorrigierenden Kanalcodec. Vortrag an der TH Darmstadt, Jan. 1989

Ludwig,R.: Kaskadierte Wanderwellenwellenverstärker im Mehrkanalheterodyn-Systemen, HFT-Kolloquium, TU Berlin, 13.01.1989

Langenhorst,R.: Mehrtorempfänger für die kohärente optische Nachrichtentechnik, HFT-Kolloquium, TU Berlin, 13.01.1989

Mahler, G.: Zum Stand der HDTV-Bildwiedergabe durch Lichtventilprojektoren. ETV-Vortrag, Berlin, 19.01.1989

Eggemann,R.: Integrierte digitale Schaltkreise für hochratige Teilnehmeranschlußsysteme, HHI-Kolloquium, Berlin, 7.02.1989

Ludwig,R.: Halbleiterlaser-Verstärker für die optische Signalübertragung, HHI-Kolloquium, Berlin, 14.02.1989

Höfker, U.; Selinger, Th.; Talmi, M.; Wolf, S.: Realisierung von FIR/DCT-Komponenten für HDTV. Vortrag auf der ITG-Fachgruppensitzung in Darmstadt, 3.1.1 und 3.1.2 am 28.02.1989

Schamel, G.: Transformationscodierung von unterabgetasteten HDTV-Signalen. ITG-Sitzung, Darmstadt, Feb. 28, 1989

Liebsch, W.: CMOS-HDTV-Coder. Vortrag auf der ITG-Fachgruppensitzung in Darmstadt, 3.1.1 und 3.1.2 am 28.02.1989

Brinker, W.: Experimentelle Untersuchungen an viskoelastischen Lichtventil-Steuerschichten (Elastomere), HHI-Kolloquium, Berlin, 28.02.1989

Tröller, G.: Flache Bildschirme für TV/HDTV. Institut für Rundfunktechnik, München, 3.03.1989

Künzel, H., Gibis, R., Harde, P., Passenberg, W.: Manganese Doping of MBE $Ga_{0.47}In_{0.53}As$, EURO MBE '89, Grainau, 6.-8.03.1989

Groβkopf,G.; Ludwig,R.; Schnabel,R.; Weber,H.G.: Untersuchungen zur homogenen Linienbreite von Halbleiterlaser optischen Verstärkern, DPG-Frühjahrstagung, Essen, 10.03.1989

Baack,C.: Anmerkungen zur optischen Nachrichtentechnik in zukünftigen Breitbandnetzen, Österreichischer Verband für Elektrotechnik (ÖVE), Sektion Elektronik und Nachrichten**k (ENT), Wien, 16.03.1989

Ahlers, H., Heidrich, H., Hoffmann, D., Langenhorst, R., Wenke, G.: Optisches 90°-Hybrid in $LiNbO_3$, 4. DFG-Kolloquium "Integrierte Optik", Stuttgart, 29.-30.03.1989

Bornholdt, C., Kappe, F., Weinert, C.M.: Einfluß der Herstellungstoleranzen auf die Eigenschaften von Richtkopplern auf InP: Experiment und numerische Simulation, 4. DFG-Kolloquium "Integrierte Optik", Stuttgart, 29.-30.03.1989

Fidorra, F., Grote, N., Rosenzweig, M., Harde, P.: Technologie und Eigenschaften von LPE/MOVPE gewachsenen BRS-Lasern, 4. DFG-Kolloquium "Integrierte Optik", Stuttgart, 29.-30.03.1989

Kaiser, R., Mörl, L., Jahn, B., Rehbein, W., Unterbörsch, G., *Schienle, M. (*Siemens AG, München): Monolithische Integration eines Photodiodenpaares mit einer vergrabenen Streifenwellenleiterstruktur, 4. DFG-Kolloquium "Integrierte Optik", Stuttgart, 29.-30.03.1989

Mörl, L.,Kaiser, R., Bornholdt, C., Jahn, B., Rehbein, W., Unterbörsch, G.: Wellenleiterintegrierte Photodioden auf InP-Basis - Herstellung und Eigenschaften, 4. DFG-Kolloquium "Integrierte Optik", Stuttgart, 29.-30.03.1989

Heydt,G.: Technologische Realisierungsmöglichkeiten für das europäische integrierte Breitbandnetz (IBCN), Hannover Messe, April 1989

Groβkopf,G.: Semiconductor Laser Amplifiers, Nanjing Institute of Posts and Telecommunications, Wuhan Research Institute of Posts and Telecommunications, Beijing Institute of Posts and Telecommunications, China, April 1989

Weber,H.G.: Coherent Optical Fiber Transmission Techniques, Nanjing Institute of Posts and Telecommunications, Wuhan Research Institute of Posts and Telecommunications, Beijing Institute of Posts and Telecommunications, China, April 1989

Langer,K.: Entwurf einer ATM-Koppelmatrix mit räumlich schaltenden Koppelelementen, Forschungskolloquium über Breitbandnetze, HHI, Berlin, 4.04.1989

Patzak,E.; Langenhorst,R.: Sensitivity degradation in 3 x 3 port phase diversity DPSK receivers due to thermal and local oscillator intensity noise, Joint TFL/BTRL Workshop on Coherent Communication and Laser Phase Noise, Vedboek, Dänemark, 5.-7.04.1989

Kost, B.: Construction of Intermediate Views for Multi-Viewpoint 3DTV-Systems. European Workshop on 3DTV, Berlin, 5.-7.04.1989

Pastoor, S.: Experimental Results on Psychooptical Parameters of 3DTV. European Workshop on 3DTV, Berlin, 5.-7.04.1989

Wöpking, M.: Some Proposals for Human Factors Research on New Types of TV Systems. European Workshop on 3DTV, Berlin, 5.-7.04.1989

Börner, R.: Camera- und projection system for large parallax-panoramastereograms by lenticular methods. Cost 230, European Workshop on 3DTV, Berlin, FRG, 5.-7.04.1989

*Nell, M.E., *Eschrich, H., *Lin, D., *Wagemann, H.-G., Schramm, C., Dreßler, W.(*Technische Universität Berlin): Beryllium-Diffusion in GaAs, Tagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Arbeitskreis Festkörperphysik, Münster, 3.-7.04.1989

Schramm, C.: DLTS-Untersuchungen an Al-haltigen Verbindungshalbleitern - Abweichungen von der Standardtheorie, DLTS-Seminar der Firma BIO-RAD GmbH, München, 11.04.1989

Niggebrügge, U.: Monolithic Integration of a Photodiode and an Optical Waveguide, Bellcore, Red Bank, N.J., USA, 14.4.1989 and AT&T Bell Labs., Holmdel, N.J., USA, 17.04.1989

Grote, N.: Semi-Insulating InP:Fe Layers - Properties and Applications, Bellcore, Red Bank, N.J., USA, 13.4.1989 and AT&T Bell Labs., Holmdel, N.J., USA, 18.04.1989

Walf,G.: Einsatz von OEICs in hochratigen Teilnehmeranschlußleitungen - Anforderungen und Systemaspekte, INP-Workshop, HHI, Berlin, 8.-09.05.1989

Bornholdt, C., Kappe, F., Nolting, H.-P., Schmid, H., Stenzel, R., Venghaus, H., Weinert, C.M.: Wellenlängen-Multiplexer/Demultiplexer auf der Basis von InGaAsP/InP-Richtkopplern, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Fidorra, F., Harde, P., Venghaus, H., Rosenzweig, M.: Eigenschaften von MOVPE-LPE gewachsenen 1,5 µm BRS-Lasern, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Grote, N., Franke, D., Feifel, T., Harde, P., Wolfram, P.: Semi-isolierende InP:Fe Epitaxieschichten für Substratanwendungen, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Kaiser, R., Bornholdt, C., Döldissen, W., Jahn, B., Mörl, L., Rehbein, W., Unterbörsch, G.: Wellenleiterintegrierte Photodioden auf InP-Basis - Herstellung und Eigenschaften, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Paraskevopoulos, A., Bach, H.G., Fiedler, F., Grote, N.: Integrierte bipolare InGaAsP/InP Lasertreiberschaltung, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Passenberg, W., Künzel, H., Bochnia, R., Gibis, R., Harde, P.: Mangan zur p-Dotierung von MBE gewachsenem $In_{0.53}Ga_{0.47}As$ für Feldeffekttransistoren, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Sartorius, B.: Thermische Degradation - Fundamentales Problem der InP Technologie?, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

*Ullrich, H., *Bimberg, D., **Kräutle, H., Schlaak, W.(*Technische Universität Berlin, **Forschungsinstitut am FTZ der DBP, Darmstadt): Diffusionsverhalten von Ti und Fe implantiert in InP und GaAs, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Weber, R., Schneider, K., Harde, P., Bochnia, R., Dreβler, W.: Diffusion in In(GaAs)P aus der Gasphase - Vergleich zweier Diffusionsverfahren, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Weinert, C.M., Heidrich, H., Hoffmann, D., Nolting, H.-P., Schlak, M.: Optimierung integriert optischer Bauelemente am Beispiel des optischen Polarisations Diversity Empfängerbausteins auf InP, InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin, 8.-09.05.1989

Tepe, R.: Festkörper-Lichtventile mit viskoelastischen Steuerschichten für Projektionsdisplays: I. Funktionsprinzip und theoretische Analyse, ITG-Fachtagung "Vakuumelektronik und Displays", Garmisch-Partenkirchen, 8.-10.05.1989

Molzow, W.-D.; Brinker, W.; Gerhard-Multhaupt, R.: Festkörper-Lichtventile mit viskoelastischen Steuerschichten für Projektionsdisplays - II. Aktive Ansteuer-Matrix und Experimente, ITG-Fachtagung "Vakuumelektronik und Displays", Garmisch-Partenkirchen, 8.-10.05.1989

Tröller, G.: Projection Displays for TV/HDTV. Lebedev Institute; Moskau, 12.05.1989

Bach, H.G., Grote, N., Mekonnen, G.G., Schroeter-Janβen, H., Fiedler, F.: Integrated Laser Driver Circuit Based on InGaAsP/InP Bipolar Transistors, 13th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits, Cabourg, Frankreich, 10.-12.05.1989

Meiβner,P.: Anwendungen von Halbleiter-Lasern in der Nachrichtentechnik, Jahrestagung der Gesellschaft für angewandte Optik, Berlin, 16.05.1989

Groβkopf,G.; Ludwig,R.; Schnabel,R.; Weber,H.G.: Halbleiterlaser-Verstärker für optische Kommunikationssysteme, Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik, Berlin, 17.05.1989

Baack,C.: Entwicklungstendenzen in der optischen Nachrichtentechnik, Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik, Berlin, 16.-20.05.1989

Schwider,J.: Phase Shifting Interferometrie: Verminderung des Einflusses von Referenzphasenabweichungen, Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik, Berlin, 16.-20.05.1989

Kinnstätter,K.*; Lohmann,A.*; Schwider,J.; Sinzinger,S.* (* Physikalisches Institut Erlangen): Vermessung von Durchlicht-Phasenobjekten mit einem "Phase-shifting"-Interferometer (PSI), Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik, Berlin, 16.-20.05.1989

Döldissen, W., Niggebrügge, U., Nolting, H.-P.: Wellenleiterspiegel und ihre Anwendung zur Kompaktierung integriert optischer Bauelemente und Schaltkreise, Jahrestagung Deutsche Gesellschaft für Angewandte Optik (DGaO), Berlin, 16.-20.05.1989

Hoffmann, D., Heidrich, H.: $LiNbO_3$-Bauelemente für kohärente Empfängerschaltungen, Jahrestagung Deutsche Gesellschaft für Angewandte Optik (DGaO), Vortrag, Berlin, 16.-20.05.1989

Heidrich, H.: Arbeiten im Bereich Integrierte Optik des Heinrich-Hertz-Instituts, Seminarvortrag, Humboldt-Universität, Sektion Elektronik, Berlin, DDR, 23.05.1989

Baack,C.: Systeme der optischen Nachrichtentechnik, Institut für Angewandte Physik der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Abteilung für wissenschaftliche Photographie, Frankfurt, 30.05.1989

Langenhorst,R.: Untersuchungen zum Mehrtorempfänger in einem kohärenten optischen Übertragungssystem, HFT-Kolloquium, TU Berlin, 02.06.1989

Schnabel,R.: Optischer Halbleiterlaser-Verstärker als nichtlineares Element, HFT-Kolloquium, TU Berlin, 02.06.1989

Feifel, Th., Franke, D., Harde, P., Wolfram, P., Grote, N.: Doping and Diffusion Behaviour of Iron in AP-MOVPE Grown InP, EW-MOVPE-III, Montpellier, 5.-07.06.1989

*Grützmacher, D., *Meyer, R., *Wolter, K., *Balk, P., Sartorius, B. (*RWTH Aachen): Controlled Uniform Growth of Very Narrow GaInAs/InP MQW Structures by LP-MOVPE, EW-MOVPE-III, Montpellier, 5.-07.06.1989

*Schmitz, D., *Knauf, J., *Heyen, M., *Jürgensen, H., Grote, N., Harde, P. (*Aixtron GmbH, Aachen): Incorporation of Dopants During Low Pressure MOVPE, EW-MOVPE-III, Montpellier, 5.-07.06.1989

Wolf, St.: Realisierung von HDTV-Teilsystemen in ECL-Technologie. HHI-Kolloquium, Berlin, 13.06.1989

Heeren, H.: Entwicklung und Realisierung eines Bildspeichers unter Berücksichtigung moderner Aufbau- und Verbindungstechniken. HHI-Kolloquium, Berlin, 20.06.1989

Selinger, Th.: Controller für HDTV-Anwendungen. HHI-Kolloquium, Berlin, 27.06.1989

Mahler, G.: HDTV-Displays: Anforderungen, Stand der Technik, Ausblick. ED89 Electronic Displays, Wiesbaden, 28.06.1989

Strebel,B.: Broadband Information Distribution, IOOC'89, Workshop on Optical Communication Theory, Kobe, Japan, 17.07.1989

Heidrich, H.: Polarization Handling (invited paper), Workshop on Fabrication and Characterization for Waveguide Devices, Kobe, Japan, 17.07.1989

Tepe, R.: Festkörper-Lichtventile mit viskoelastischen Steuerschichten für Fernsehgroßbildprojektion, Institut für Netzwerk- und Systemtheorie, Universität Stuttgart, 20.07.1989

Gerhard-Multhaupt, R.: Hochauflösende räumliche Lichtmodulatoren für die HDTV-Großbildprojektion, Balzers AG, Balzers, Fürstentum Liechtenstein, 18.08.1989

Schamel, G.: 3D-Frequency Splitting and Coding of HDTV-Signals. 6th Multidimensional Signal Processing Workshop, Monterey, USA, Sept. 1989

Harde, P., Fidorra, F., Venghaus, H.: MOVPE Regrowth on GaInAsP/InP Laser Structures for complex OEICs, Seventh International Conference on Secondary Ion Mass Spectrometry, Monterey, California, USA, 3.-8.09.1989

Blohm, W.: Multiservice Telecommunications Terminals: Performance and Design Concepts for the User Interface. Third Int. Conf. on Human-Computer Interaction, Boston, 21.09.1989

Heidrich, H., Hoffmann, D., Nolting, H.-P.: Ti:$LiNbO_3$ and InGaAsP/InP Optical Waveguide Circuits for Communication System Applications (invited paper), European Conference on Optical Integrated Systems (ECOISA), Amsterdam, Niederlande, 25.-28.09.1989

Venghaus, H.: Integrierte optoelektronische Schaltkreise für die Nachrichtentechnik, VDI/VDE Ausschuß-sitzung "Optische Bauelemente", Wuppertal, 5.-06.10.1989

Weinert, C.M.: Simulation eines TE/TM-Modensplitters auf InP, VDI/VDE-Workshop "Berechnung und Simulation integriert-optischer Schaltungen", Berlin, 5.-06.10.1989

Sztefka, G.: Laser-Simulation mit der Mode-Matching-Methode, VDI/VDE-Workshop "Berechnung und Simulation integriert-optischer Schaltungen", Berlin, 5.-06.10.1989

Börner, R.: 3D-TV System without glasses. 10th 3D-FORUM Conference, Yokohama, Japan,12.-13.10.1989

Baack,C.: Stand der Entwicklung der optischen Nachrichtentechnik, 3.FKTG-Regionaltagung, Berlin, 17.10.1989

*Zhao, Y.Y., *Wei, C.J., Bach, H.G. (Inst. of Semiconductor, Chinese Acad. of Sciences, Peking, China): Electrochemical Photovoltage-Spectroscopy Characterization of Minority Carrier Diffusion Length in InGaAsP in State-of-the-Art Program on Compound Semiconductors (SOTAPOCS XI), Hollywood, Florida, USA, 16.-17.10.1989

Mühlbach, L.: Usability Aspects of Videotelephony. 13th RACE Concentration Meeting, Brüssel, 18.10.1989

Börner, R.: Autostereoscopic Photography and Video Projection of Parallax-Stereopanoramagrams onto Large Lenticular Screens. The 9th International Display Research Conference, Japan Display 89, Kyoto, Japan, 16.-18.10.1989

Tepe, R.: Festkörper-Lichtventile mit viskoelastischen Steuerschichten für Fernsehgroßbildprojektion, Elektrotechnisches Kolloquium, Universität Stuttgart, 24.10.1989

Bachus,E.-J.: Coherent Multicarrier Switching by Wavelength Conversion and Optical Routing, COST 216, Berlin, 09.11.1989

Mahler, G.: HDTV-Displays. FKTG Regionalveranstaltung, Mainz, 09.11.1989

Rosenzweig, M.: Halbleiterlaser für die optische Nachrichtentechnik, Seminarvortrag, Universität Osnabrück, Fachbereich Physik, Osnabrück, 13.11.1989

Kost, B.: Zur Quantisierung der Tiefeninformation bei Stereobildern. HHI-Kolloquium, Berlin, 14.11.1989

Gerhard-Multhaupt, R.: Solid-state light-valve technology for HDTV projection displays, European Conference on the Technologies of High-Definition Television, Grenoble, Frankreich, 15.-17.11.1989

Gerhard-Multhaupt, R.: Lichtsteuerschichten und Ansteuer-Matrizen für HDTV-Lichtventile - Ein Überblick, HHI-Kolloquium, Berlin, 21.11.1989

Heidrich, H.: Integriert-optische Wellenleiterschaltkreise auf InP, Seminarvortrag, Friedrich-Schiller-Universität, Sektion Physik, Jena, DDR, 27.11.1989

Langenhorst,R.: Untersuchungen zum Mehrtorempfänger in einem kohärenten optischen Übertragungssystem - Einfluß von Fehlern des optischen 90°Hybrides auf einen DPSK-Empfänger, HFT-Kolloquium , TU Berlin, 1.12.1989

Schnabel,R.: Untersuchungen zum Halbleiterlaser-Verstärker als Phasenmodulator, HFT-Kolloquium , TU Berlin, 1.12.1989

Ludwig,R.: Optische Verstärker in Verteilnetzwerken, HFT-Kolloquium, TU Berlin, 1.12.1989

Kuhlow,B.; Ferstl,M.; Patzak,E.; Pawlowski,E.: Nonlinear Fabry-Perot Switching Cells, AT & T Bell Labs, Holmdel, USA, 12.12.1989

Kost, B.: Irrelevanz Reduction of the Depth Information in Stereo Images. SPIE/SPSE Symposium on Electronic Imaging, (angenommen).Santa Clara, USA, Februar 1990

Workshops

Forschungskolloquium über Breitbandnetze, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin 4.4.1989

Workshop IO: InP-Workshop, Heinrich-Hertz-Institut, Berlin 8.-9.5.1989

Vorlesungen

Meißner, P., Baack, C.:	Kohärente optische Nachrichtentechnik, TU-Berlin, FB 19
Bachus, E.-J.:	Meßverfahren der optischen Nachrichtentechnik, TU-Berlin, FB 19
Strebel, B.:	Optische Wellenleiter, TU-Berlin, FB 19
Weber, H. G.:	Optische Signalübertragung auf Glasfasern, TU-Berlin, FB 4
Schwider, J.:	Ausgewählte Kapitel aus der Interferometrie, Univ. Erlangen, Angewandte Optik
Kuhlow, B.:	Einführung in die optische Signalverarbeitung, TU-Berlin, FB 4
Boerger, G.:	Elektrobiologie: Neurophysiologische Grundlagen. FB 21, TU Berlin, SS 89.
Boerger, G.:	Elektrobiologie: Meßtechnik. FB 21, TU Berlin, WS 89/90.
Kost, B.:	Numerische Mathematik, TFH-Berlin
Mahler, G.:	Fernsehtechnik I und II, Universität Hannover
Tepe, R.:	Grundlagen der optischen Informationsverarbeitung, TU-Berlin, FB 19
Höhne, H.D.:	Digitale Signalverarbeitung/Bildsignalverarbeitung. TU Berlin, WS 89/90.
Preier, H.:	Halbleiterlaser, Johannes Kepler Universität, Linz
Bach, H.G.:	Meßverfahren für Halbleiterbauelemente, FB 19, Techn. Universität Berlin, 1989
Rosenzweig, M.:	Technische Optik und Optoelektronik, FB 10, TFH- Berlin, 1989