

Gradient-Index の形成法としてはこのほかに、ガラスのイオン交換 (保谷, ロチェスター大, 東工大),  $\text{LiNbO}_3$  への Ti 熱拡散およびプロトン交換 (大阪大), プレポリマー中に屈折率の低いモノマーを拡散させたのちに重合を行なう方法 (慶応大),  $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$  で  $x$  を変える方法 (IROE), 結晶引上げ時に  $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$  の  $x$  を温度コントロールで変化させる方法 (ロチェスター大) などが紹介された。

理論および解析では, イメージングシステムに有効な伝送マトリクス (Hangzhou 大), GRIN ロッドレンズによるイメージおよび変換伝送の解析 (サンチアゴ大), 光線追跡法 (インド工大), GRIN ロッドレンズの収差解析 (ロチェスター大), GRIN ファイバ中のモード伝播および像品質の解析 (IROE), GRIN 媒質中を伝播する光線の位置および傾きを追跡することによる, 多モード分岐導波路の評価 (東工大) が扱われていた。

測定法では, 干渉を利用した非破壊の屈折率分布測定を GRIN ロッドレンズ (ロチェスター大) およびプラスチック球レンズ (慶応大) に適用した例, 同じく干渉を利用して平板マイクロレンズの集光特性を測定した例 (東工大), チャンネル導波路中の伝播光の状態をビデオカメラで視覚化した例 (大阪大) が紹介された。

さて応用であるが, 最近遠距離通信へのシングルモードファイバ (SMF) の使用が増大するに従って, 半導体レーザーと SMF との低損失結合に関心を集めるようになったが, 直径 3 mm の平凸 GRIN レンズを用いて結合損失 2 dB を得た例, および, 同じ構造ではあるが, 直径 1.8 mm のレンズを用いて小型化を図った例 (いずれも日本板硝子) が発表された。その他の GRIN ロッドレンズの応用としては, ビームスプリッタやマルチプレクサ (1:2) への使用を考慮した, 大小のロッドレンズを組み合わせた Y-カップラ (IROE), コンパクト

ディスクのピックアップ用に設計された平凸 GRIN ロッドレンズ (日本板硝子), ディスクカメラ用レンズ (ロチェスター大), 直径 5 mm, 長さ 70 mm の GRIN レンズを用い, 像伝送と照明とを同一レンズで行なった内視鏡 (ミンスター大), GRIN レンズアレイとフォトダイオードアレイを組み合わせて小型, 軽量化を図った光学読出しヘッド (エリクソン) が紹介された。その他, 球分布を持つピックアップ用レンズ (キヤノン), 双眼鏡用 axial GRIN レンズ (ロチェスター大) が発表された。

$\text{LiNbO}_3$  基板を用いた応用例としては,  $\text{Pd}/\text{WO}_3$  構造の水素吸着による光吸収係数の増大を, 単一モード導波路伝播光のエバネッセント波部分で検知する導波路型水素センサーを試作し, 常温下で水素濃度 1000 ppm を応答時間約 1 分で検出していた (日本板硝子)。そのほか, レーザープリンタや光データ並列処理への適用を考慮した導波路モジュレータのリニアアレイ (日立中研) や, Ti 拡散  $\text{LiNbO}_3$  導波路上にプロトン交換でフレネルレンズを形成した光集積 RF スペクトルアナライザを試作し, 分解能 2 MHz, 帯域幅 1 GHz を得た例 (大阪大) が報告された。

以上, 2 日間にわたり, Gradient-Index に関する発表が行なわれ, 活発な質疑が展開された。会場のホテルに到着した日のイタリア式歓迎晩餐会, その翌日のコンファレンスディナーには正直いって驚嘆させられたが, これもイタリアの GRIN についてはオプトエレクトロニクスに対する関心の高さの表われと理解している。来年は残念ながら開催されないが, 2 年後のアメリカ (ネバダ州) でのミーティングでは, 今回の研究発表がさらに進展しての実用化報告, また新たなアイデアによる応用が数多く発表されることを期待したい。

(1985年10月19日受理)

## IOOC-ECOC '85 報告

小林 盛 男

NTT 茨城電気通信研究所 〒319-11 茨城県那珂郡東海村白方白根 162

### 1. はじめに

隔年開催の IOOC (Integrated Optics and Optical Fibre Communication) と毎年開催の ECOC (European

Conference on Optical Communication) の共催による本会議は風光明媚なイタリアのベニスにおいて 10 月 1 日～4 日まで 4 日間開かれた。参加者は約 1000 名で, 国別内訳は, 開催国のイタリアが 192 名で, 以下西

## 第1 セッション構成

( )内は発表件数

Oral presentation session		
New materials and processes (5)	DFB laser diodes (5)	Integrated optical waveguide fabrication (6)
Fibre fabrication (6)	DFB-DBR laser diodes (6)	Optical waveguide devices (5)
Polarization in single mode fibres (5)	Optical amplifiers (4)	Integrated optics waveguide components (5)
Dispersion optimized fibres (5)	Laser diodes (6)	Nonlinear and nonreciprocal integrated optics devices (5)
Fibre characterization (6)	System technology (4)	Optoelectronic integrated circuits (5)
Single mode fibre properties (6)	Coherent optical systems (5)	Waveguide optical switches (5)
Optical cables (6)	Coherent transmission technology (5)	Optical interconnects and switching (4)
Wideband subscriber loop (5)	Multiquantum well structures (5)	Environmental effects and fibre coating (5)
Single mode fibres in the subscriber loop (3)	Photodetectors (6)	Single mode couplers and WDM devices (6)
Subscriber loop and LAN technology (6)	Advanced laser diode structures (5)	Coupling and WDM (6)
Optical networks (5)	Noise in semiconductor lasers (6)	Topics on future optical communications (4)
High speed systems (5)	Frequency control of laser diodes (6)	Sensors (5)
Single mode systems (5)	Linewidth in single mode lasers (5)	Sensors and special applications (6)
Poster session I, II, III (30)		
Post deadline session I, II (16)		

独165名, 米151名, 日119名, 仏113名, 英89名, スウェーデン50名, デンマーク46名, オランダ45名, スイス28名等であった。

会議は、表1に示すように、口頭講演セッションが39、ポスターセッションが3、ポストデッドラインセッションが2で構成され、発表総数は249件(招待講演24、一般口頭講演179、ポスター発表30、ポストデッドライン16)であった。日本からの発表は77件(招待講演6、一般口頭講演59、ポスター発表5、ポストデッドライン7)で、全体の約1/3を占め、わが国のアクティビティの高さを示していた。

Contributed papers (一般口頭講演+ポスター発表)の分野別件数を表2に示す。また IOOC における Contributed papers の発表分野の推移を表3に示す。今回もファイバ・ケーブルの発表が多いこと、オプトエレクトロニクスデバイス(光半導体部品)の発表が増えたことがわかる。

会議は3会場を使っての平行セッションで行なわれた。筆者の聴講は一部のセッションに限られたため、ここではプログラム委員長の B. Costa 氏の Opening session での会議概要報告を参考に、私見を加えていくつかの話題を述べたい。なお、本会議を対象に IEEE J.

表2 Contributed papers (一般口頭講演+ポスター発表)の分野別件数

Fibres and cables	Opto-electronic devices	Systems	Integrated optics	Passive devices	Sensors
58	56	37	34	14	10

表3 IOOC における Contributed papers の分野別推移

	Fibres and cables	O. E. devices	Systems	I. O.	Passive devices	Sensors
	(%)					
'79	41	23	9	17	11	0
'81	36	20	12	16	9	7
'83	31	17	19	22	7	5
'85	28	27	18	16	6.5	5

of Lightwave Technology で Special Issue を予定しているようなので、詳細な内容はそれを参照していただきたい。

## 2. 会議の話題

### (1) コヒーレント光伝送

コヒーレント光伝送の進展が本会議の大きなトピック

であった。コヒーレント光伝送は、受信感度の向上に伴う伝送距離の延長と周波数多重化による伝送容量の増大への期待から研究開発が進められている。会議では、システムと光部品に関連した2件の招待講演(東大, 英国 BTRL)とヘテロダイン検波や偏波面制御など要素技術についての8件の講演(Bell Lab., BTRL, NEC など)があり, さらに最新の成果としてポストデッドラインにおいて長距離伝送実験の結果が3件発表された。すなわち符号速度460Mb/sで伝送距離250kmの実験(NTT), 1Gb/sで150kmの実験(Bell Lab.), 140Mb/sで243kmの実験(NEC)である。これらの実験で, 従来の光伝送で使われている光強度変調直接検波にくらべて感度が6~8dB向上していることが示された。今後コヒーレント光伝送の研究開発は方式から部品まで裾野を拡げながらますます盛んになるものと思われる。

#### (2) 加入者系光伝送システム, LAN

光伝送技術が従来の中継回線だけでなく加入者系あるいはLAN(local area networks)へと拡がって来ていることが明確に示された。NTTにおけるINSに向けた光伝送システムをはじめとして各種システム(Philips, Bell Commun. Res., BTRL, イタリア CSELT など)の現状と将来について発表された。また, 加入者系への単一モードファイバ系導入について3件の招待講演(Bell Commun. Res., CSELT, 西独 ANT-Nachr. Forsch.)があり, 今後の動向が注目される。

#### (3) 光ファイバ, ケーブル

ファイバ製造に関しては, 屈折率分布を制御しやすい plasma CVD 法(西独 Philips など), 格段の高速ファイバ製造を可能にした VAD 法(NTT)などが発表された。

また単一モード光ファイバの分散特性について, 伝送損失極小の波長  $1.5\mu\text{m}$  に零分散波長を移した dispersion-shifted fiber の発表(藤倉, 波長  $1.3\sim 1.5\mu\text{m}$  にわたって低分散を得た dispersion-flattened fiber (仏 CGE Lab., 西独 Philips)の発表が関心を集めたようである。

#### (4) DFB レーザー

半導体レーザーに関しては, DFB レーザーが話題の中心であったようである。研究開発の狙いは, 単一縦モード発振を共通の利点としながら, かつ高出力(100mW), 低閾値(8mA), 波長制御, 高速変調のいずれかを実現することであった(NEC, 富士通, 東工大, 日

立, 三菱, 仏 CGE Lab.)。波長帯としては InP 系 LD の  $1.3\mu\text{m}$  あるいは  $1.5\mu\text{m}$  が大部分で, GaAs 系 LD の  $0.8\mu\text{m}$  帯も1件発表された。日本からの発表件数が90%以上を占め, 先進性を示していた。

なお, 半導体レーザーは, 上記以外に周波数制御, 雑音, 高速変調, スペクトル幅, MQW レーザーのセッションが設けられ, 多数の発表がなされた。

受光器では, 20GHz のバンド幅を持つ InGaAs pin フォトダイオードの発表(米国 GTE Lab.)およびバンド幅6GHz, 利得帯域積60GHzのInGaAs APDの発表(Bell Lab.)が注目された。

#### (5) 光集積回路

導波形の光波長フィルタ, Y分岐回路, 光アクセッサなどの基本光回路の発表が大半であった。しかし光ディスクピックアップ(阪大), 光エラー検出回路(阪大)のように機能の集積化が進んでいることを示した発表もあり, 注目された。導波路材料では, InP系導波路が光波長フィルタの製作に使用されており, 今後半導体導波路の研究が活発化すると思われる。

OEIC(光・電子集積回路)は, DFB レーザーと FET の集積やフォトダイオードと FET の集積などが発表された。ほとんどが日本からの発表であった。

#### (6) 光スイッチ

光交換網の構築法(BTRL), InP系導波形光スイッチ(日立), 時分割光スイッチ(NEC), 光導波ゲートマトリクススイッチ(NTT)などの発表があった。着実に進展して来ているものの実用化までにはまだかなりの時間を要するようである。

以上述べた話題のほかに, 光ファイバカップラー, 光増幅, 光配線, 光非線形など興味深い多数の発表があった。

### 3. む す び

現在, 光通信や光技術に関連する国際会議は乱立気味と感じられるほど多数開催されているが, その中にあって本会議は最新の話題に富み充実した内容の会議だったと思う。次回の IOOC は OFC との共催で1987年1月19~22日米国 Reno (Nevada) で開かれる予定である。また ECOC は来年9月22~25日スペインの Barcelona での開催が予定されている。

(1985年10月19日受理)