

ECOC2008 ショート速報[光材料・デバイス]

狩野 文良(日本電信電話株式会社)

会議名:The 34th European Conference and Exhibition on Optical Communication

開催期間:2008年9月21日-25日

開催場所:Brussels Expo (Brussels, ベルギー)

*****要約*****
 光デバイス関連の発表は、概ね省電力化(高温動作, uncooled 動作), 多値変復調方式・デジタルコヒーレントレシーバ, 40GbE/100GbE のいずれかに主眼を置いたものであった。光変調器に関して、さらなる多値化や変調器の構成や駆動方法を工夫することで baud rate を落す試みが多くなされていた。また、小型化や高機能化の要求に対応するため集積化についていろいろな検討が進められていた。シリコンフォトニクスに関して注目度は高く研究は盛んで技術の向上はあるものの、あまり大きな進展は見られてない。

1. はじめに

今回の ECOC は、レギュラーペーパーは投稿件数 811 件、採択内訳は口頭発表 267 件、ポスター129 件、採択率は 49%、ポストデッドラインペーパーは投稿件数 71 件、採択数 25 件、採択率 35%で、これらに加えて招待講演 37 件、チュートリアル講演 7 件の発表が行われた。また、会議参加者数は 1240 名で、うち日本からの参加は 230 名で国別ではもっとも多く、本会議への日本の貢献度の高さが際立っていた。尚、展示会参加者数は約 5000 名とのことである。

全体の動向としては、近年の潮流である多値変復調方式や OFDM 方式、デジタルコヒーレントレシーバ等のデジタル信号処理技術に基づく周波数利用効率を重視した次世代光通信技術に関する報告が多く見受けられ、関連したワークショップやチュートリアル講演は盛況であった。光デバイス関連の発表については、上記の次世代光通信への適用をターゲットとしたデバイスの他、40GbE/100GbE 向けのデバイス、現行システムの低消費電力化に向けた高温動作・uncooled 動作デバイスに主眼を置いたものであった。また、シリコンフォトニクスはチュートリアル講演と 2 つのセッションが設定され、研究の活発さがうかがえた。以下、主に聴講した光半導体デバイスを中心に報告する。

2. 半導体レーザー

NEC から 10G 小型トランシーバー向けに 2 件報告があった。液晶ミラーを用いた外部共振器型波長可変レーザーの利得部分(SOA)にマッハツェンダー変調器をモノリシック集積し、14 ピンバタフライpkgに実装した小型の波長可変送信モジュールで C-band 全域で 10Gb/s, SMF80km の良好な伝送特性が報告された(We1.C.2)。また、PLC (Planer Lightwave Circuit)ベースの Chirp Managed Laser (CML)で、分散補償なしで 10.7Gb/s SMF305km に相当する分散 5180ps/nm での伝送が報告された(We.1.C.4)。素子は PLC ベースのリング共振器上に DFB-LD とモニタ PD(2 個)がハイブリッド集積されており、サイズが 2mm×2.9mm で XFP (10Gbit/s small Form-factor

Pluggable)用 TOSA (Transmitter Optical Sub-Assembly)-pkg に実装している。

日立/Opnext より LAN/MAN 向けの $1.3\mu\text{m}$ 帯の EML で 43Gb/s の uncooled($25\text{-}85^\circ\text{C}$)が報告された(We3.C.3)。素子構造は LD 部, EA 部ともに InGaAlAs 系の MQW を用い,両者間に別組成の導波路を入れた構造である。変調振幅 2.2V の一定電圧で $25\text{-}85^\circ\text{C}$ の範囲で良好なアイ波形を SMF10km 伝送後も実現している。

Bookham からは AlGaInAs 系 MQW を用いた波長可変 DS-DBR レーザの 55°C Semi-cooled 動作が報告された(We.3.C.4)。活性層に InGaAsP 系 MQW より温度特性に優れた AlGaInAs 系 MQW を用い, 55°C で C-band 全域の波長可変を実現している。光出力・閾値は P 系よりよいとのことで, また, 高温(110°C)で 3000 時間以上の信頼性を確認している。

住友電工からは 100GbE 向けに 25Gb/s の小型 EA-DFB-LD TOSA モジュールが報告された(P.2.07)。波長は 1307nm で 25.8Gb/s で SMF75km の伝送を実現している。

Alcatel Thales III-V Lab.からは WDM PON 用の偏波無依存の injection locked FP-LD が報告された(TH.3.D.1)。バルク InGaAsP 系活性領域と birefringence 補償領域からなる構造で, どの偏波でもロックがかかることを実証し, 波長域 20nm (32ch)で 2.5Gb/s , SMF50km 伝送を実現した。

3. 半導体光増幅器(SOA)

半導体光増幅器(SOA)関係では Quantum Dot (QD)も用いた 2 件の報告が注目される。

富士通から $1.55\mu\text{m}$ 帯の偏波無依存の QD-SOA が報告された(Th.1.C.1)。引張歪(3.2%)InGaAsP バリア層に埋め込まれた Columnar QDs 構造により TM 波の利得を上昇させ, 偏波無依存化を行っている。また, Karlsruhe 大学からは入力光パワーに対して大きなダイナミックレンジ(IPDR)を有する線形 QD-SOA が報告された。QD-SOA が QW-SOA と比較して IPDR に優れていることを実証し, また, バースト信号に対しての良好なトランスがありアクセス系の in-line アンプとして適用できることを示した。

4. 光変調器

光変調器について, 多値変復調方式や OFDM 方式など次世代の超高速光通信方式対応のため多値化や変調器の構成や駆動方法を工夫することで baud rate を落す試みが多くなされていた。

NTT からは PLC と LN 位相変調器からなるハイブリッド変調器(PLC-LN)で 100Gb/s 偏波多重(PDM)QPSK 変調器(Mo.3.C.1)と周波数ドメイン光 CDMA 変調器(Th.1.C.5)の 2 件と, 小型半導体 DQPSK 変調器(Mo.3.C.4)の報告があった。PLC-LN は, 複雑な光回路部分は PLC で構成し, それに直線の LN 位相変調器をハイブリッド実装したもので, 100Gb/s PDM-QPSK 変調器では 2 つの QPSK 変調器と偏波多重回路が集積されている。また, 光 CDMA 変調器は PLC の符号化回路を集積した構造となっている。小型半導体 DQPSK 変調器は実装方法の工夫によりモジュール片側に 4 つの高周波端子(GPPO)を集めてドライバ回路との整合性を良くしており, 通常のバタフライ pkg と同等のサイズのモジュールで, L-band 全域で 3.5V の駆動電圧で 40Gb/s DQPSK 変調が実現されている。

Bell Lab.からはハイブリッド集積の 50Gb/s RZ-DQPSK 送信器(MO.3.C.3)と EAM ベースの 40G 用 MZ 変調器(Th.3.D.2)が報告された。 50Gb/s RZ-DQPSK 送信器は, 4ch の EAM/SOA と PLC のハイブリッド集積でパルスカーブフリーの RZ-DQPSK 送信機を構成し, 2.3V の低駆動電圧で 50Gb/s のエラーフリー動作を得ている。EAM ベース MZ 変調器では, 各アームに印加する信号を半ビットずらして入力し, PSBT (duobinary)信号を生成している。

Alcatel Thales III-V Lab.からはPLCとEAMのハイブリッド集積変調器が報告された(Th.3.D.3). PLCのMZI (Mach-Zehnder Interferometer)にEAM, カップリング補償用SOAをハイブリッド集積したRZ-OOK変調器で40Gb/s以下の駆動系で80Gb/s動作を実現している.

NICTからは, Quad MZM構造によるDQPSK変調器が報告された(Th.3.D.5). Quad MZM構造はMZMのアームのそれぞれにsub-MZMが2つ直列に配置された構成でbaud rateをbit rateの1/4にすることが可能となっており(通常の平行構成DQPSK変調器は1/2), 40Gb/sの場合は10Gb/sの駆動回路で行うことができる. 報告されたデバイスは, LNでモノリシック集積されたもので3dB帯域は36GHzあり100Gb/s超への適用も可能である.

5. 受光器・受信器

日立/Opnextより100GbE向けの低コスト25Gb/s ROSAモジュールの報告があった(We.1.C.6). 低コスト化のためには10Gb/s用に用いられている同軸pkgとFPC(Flexible Printed Circuits)を用い, また, 電気的な共振と損失を低減させることで25Gb/s動作を実現している.

NTTからは, 43Gb/s DQPSK用の単一pkgに搭載した2ch バランスレーザモジュールが報告された(P.2.13). デバイスは4つのPDと2chのInP HBT ICが単一基板上にモノリシック集積され, 小型pkgに実装されており, 43Gb/s DQPSK用の良好な特性を実現している. また, NTTからは小型のDQPSK復調器が報告されている(Mo.3.C.2). PLCで2つのMZIを織り交ぜた構成にして小型化し, チップサイズは従来に比べて半分程度の12mm×19mmで, さらにモジュールのTEC(Termo Electric Cooler)を小さくできるため消費電力を低減している. 43Gb/s RZ-DQPSK信号の良好な復調特性を得ている.

NECからはRZ-DPSK用の43Gb/s 差動レーザモジュールが報告された(P.2.14). モジュールはエバネッセント結合型の導波路型dual-PIN-PDとInP HBTをベースとしたTIA(Trans-Impedance Amplifier)から構成され, 帯域は42GHz, トランスインピーダンスゲインは58dB Ω で良好な43Gb/s DPSK動作を実現している.

6. シリコンフォトニクス

シリコンフォトニクスに関しては, 2つのセッションの他, チュートリアル講演もあるなど研究の活発さがうかがえる.

LuxteraからはPD集積のWDM CMOS フォトニクスランシーバについて報告があった(Tu.3.C.1). CMOSダイチップ上に送信用MZI, 光Mux, 光Demux, 制御回路, アンプを集積し, さらにPDをGe選択成長でモノリシック集積した4×10Gb/s WDM用ランシーバで, 光源は外部からファイバ結合となっている.

Intelからは, 導波路形成後のSOI基板に貼り付け後プロセスの量子井戸のインターミキシングを利用したEA-SGDBRレーザについて報告があった(Tu.4.C.4).

Ghent大学からはCWDM用4chレーザの発表があった(Tu.4.C.5). 回折格子を形成したSOI基板の導波路上にPDエピをBCB(Benzocyclobutene)で貼り付け後にプロセスしている.

シリコンフォトニクスについては欧米を中心に研究は以前盛んであり, Luxteraに代表されるように技術の向上はあるものの大きな進展は見られてないように思われる. 適切なターゲットが不明瞭で, また, 光部品の性能がまだ既存デバイスより劣るためシリコン上に集積するメリットが引き出せていない. 特に光源についてはブレークスルーが必要と思われる.

7. おわりに

昨年比で投稿数も増え比較的盛況で、初日のワークショップから最終のPDセッションまで次世代の光通信技術を中心に活発な議論がなされていたように思われる。トップクラスの発表は日本の研究機関が多く、また、投稿件数・参加者からも日本の寄与が大変大きいといえる。光デバイス関係について、様々な形での集積化の検討が進められており、集積化が基本路線であるということに変化はないと考えられる。来年のECOCは9月20日～24日までオーストリアのウィーンで、また、再来年は9月19日～23日までイタリアのトリノで開催予定である。