

## IPRM 2010 ショート速報 [光材料・デバイス]

瀬川 徹 (NTT フォトニクス研究所)

会議名 : Indium Phosphide and Related Materials

開催期間 : 2010年5月31日-6月4日

開催場所 : 高松シンボルタワー (香川県高松市)

\*\*\*\*\*要 約\*\*\*\*\*

IPRM は InP とその関連材料の結晶成長やプロセス技術、および光デバイスや電子デバイスへの応用技術に関する国際会議である。今回の第 22 回会議は、GaAs など化合物半導体関連の技術を扱う国際会議である ISCS (37th International Symposium on Compound Semiconductors) と初めて併催されて行われた。どちらか一方の会議に参加登録すれば二つの会議を自由に聴講することが可能であり、また Banquet などの Social events も共同で行われたため、参加者にとって人的ネットワークの構築を含め、自らの見識を広めるには極めて有益な会議であった。多値位相変調など新たな変調フォーマットに対応した光送受信器や 40/100GbE 用光送受信器、さらには高速光スイッチなど、構成が複雑で部品点数が多い高機能デバイスを小型、低コスト、低消費電力で実現するための集積化技術への関心が高い会議であった。

\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

IPRM は InP (Indium Phosphide : リン化インジウム) とその関連材料の結晶成長やプロセス技術、および光デバイスや電子デバイスへの応用技術に関する国際会議である。今回の第 22 回会議は、GaAs など化合物半導体関連の技術を扱う国際会議である ISCS (37th International Symposium on Compound Semiconductors) と初めて併催されて行われた。今回アナウンスされた参加者は、IPRM が 22 カ国 274 人 (出展者数 64 人含む)、ISCS を含めると 32 カ国 769 人となった。どちらか一方の会議に参加登録すれば二つの会議のセッションを自由に聴講することが可能であり、また Banquet など Social events も共同で行われたため、参加者にとって人的ネットワークの構築を含め、自らの見識を広めるには極めて有益な会議であったといえる。

本会議は、2つのセッションがそれぞれ並行して進められ、プレナリートーク 2 件、招待講演 19 件、口頭発表 60 件 (採択率 53%)、ポスター発表 50 件の計 131 件の発表が行われた。光デバイスの分野では、前回の OFC、ECOC に引き続き集積化技術に大きな注目が集まった。多値位相変調など新たな変調フォーマットに対応した光送受信器や 40/100GbE 用光送受信器、さらには高速光スイッチなど、構成が複雑で部品点数が多いデバイスを小型、低コスト、低消費電力で実現するための集積化技術への関心は高いことが感じられた。以下、著者が主として聴講した光デバイスを中心に、テーマ毎に技術概要を報告する。

## 2. 発光・変調デバイス

主な発表としては、40/100 GbE用光源、波長可変レーザ、SOA (Semiconductor Optical Amplifier : 半導体光増幅器) 関連、量子ドット関連デバイスが報告されていた。日立からは、40/100 GbEに向けた 1.3  $\mu\text{m}$

帯Al系un-cooled EA-DFB (Electro-Absorption Modulator Integrated Distributed Feedback) レーザ、直接変調DFBレーザ、およびレンズ集積PD (Photo Diode) が招待講演として報告された。優れた高温特性を有するAl系レーザ作製技術に加え、フリップチップ実装やファイバとの低損失な表面直接結合を可能とするレンズ集積技術が紹介された。Alcatel Thales III-V Lab (仏)からは、活性層にInAs Quantum Dash (QDash) を用いた直接変調DFBレーザ (DML) の報告があった。高電流注入下でも線幅増大係数が増加しないというQDashの効果により過渡チャープが抑制され、伝送距離が従来型DMLに比べ延伸する (<65 km) ことを示した。NECからは、波長可変レーザと半導体マッハツェンダー変調器とのモノリシック集積化に関する報告があった。波長可変レーザは、2つのリング共振器をループ状に接続して後側反射器とし、前側反射器には方向性結合器型ミラーを用いた構成がとられている。波長可変域は約 22 nmとやや小さいものの 10Gbit/s 変調動作が報告されている。Cork大 (アイルランド)からは、インターリーブ型後側反射器を用いた波長可変レーザのスイッチング特性に関する報告があった。リッジ導波路に溝 (Slot) を周期的に形成することで複数の反射ピークをもつ波長選択用反射器とし、それを2つ交互に接続して大きな波長可変範囲を得ている (バーニア効果)。ヘテロダイン法で測定したスイッチング時間は 2ns以下であることが示されている。

### 3. 受光デバイス

受光関係は、受光素子単体のセッションに加え集積化光受信器のセッションがあり、新たな変調フォーマットに対応した受信器を小型に実現する集積化技術への関心の高さを伺わせた。HHI (独)からはInP系 90° ハイブリッドとデュアルPDアレイのモノリシック集積光レシーバに関連して、特に半導体 2x4 MMI (Multimode Interference) カプラの設計マージンと温度依存性に関する報告があった。また、BCB (Benzocyclobutene) プリズムによる平面入射PDとSOI導波路との光結合に関する報告があった。60x40 $\mu\text{m}^2$ のBCBプリズムから光を入射した時の受光感度は 0.75A/Wであり、またSOI (Silicon On Insulator) 集積時の 3dB帯域は 4.5GHzであることが示された。富士通研からは、2x8 MMI、位相シフタ、2x2 MMIカプラを用いた 45° ハイブリッドの発表があった。また、テーパー型の 2x4 MMIと 2x2 MMIカプラを用いたInP系 90° ハイブリッドに関する報告があった。2x4 MMIと 2x2 MMIカプラの併用により、出力導波路が交差せずにバランス型PDに接続でき、さらにテーパー型の 2x4 MMIを使用したことで、従来必要であった位相シフタが不要となり、素子長を 227 $\mu\text{m}$ と短くできることが示された。NTTからは、MIC-PD (Maximized-Induced-Current Photodiode : 層厚比を最適化したフォトダイオード) を用いた 25Gbit/s ROSA (Receiver Optical Subassembly) が報告された。MIC-PDの高速性を用いることによって、高周波での部材の損失を補償し、10Gbit級ROSAと同じパッケージ構成で 25Gbit/s動作を可能としている。さらに続けてNTTから、MIC-PDを改良したComposite Field MIC-PDについての報告があった。従来構造よりも空間電荷効果を抑圧することにより、2Vの低バイアス電圧、+7dBmの高光入力において 30GHzの広帯域性を有することが実証されている。

### 4. 光制御デバイス

InP 大規模集積による光デバイスの高機能化への試みが進展している。継続的に報告を行う機関は限られているが、将来の基盤技術として注目度は高い。今回、高速光スイッチのセッションが設けられ、光パケットスイッチ等を用途とする高機能光デバイスが報告された。UCSB からは SG-DBR (Sampled Grating Distributed Bragg Reflector) レーザ、SOA を用いた全光型波長変換素子、AWG (Arrayed Waveguide

**Grating** : アレイ導波路回折格子) をモノリシック集積した 8x8 ルーティング素子が招待講演として報告された。大規模モノリシック集積を支えるデバイス作製技術を紹介するとともに、40 Gbit/s 入力信号光の複数出力ポート間への波長ルーティング動作が示された。NTT からは高反射ミラー集積二重リング共振器型波長可変レーザを集積光源とした 8x8 波長ルーティングスイッチが報告された。信号光を波長変換し、AWG の波長周回性を用いて所望のポートに出力する構成は UCSB の素子と同様であるが、入力信号光が AWG を通過しないためノンブロッキングスイッチが可能となり、スイッチの高効率化、大容量化がはかられる。10 Gbit/s 信号光の高速な (<10ns) 1x8 波長ルーティング動作が示された。富士通研からはモノリシック集積 8:1 SOA ゲートスイッチが報告された。テーパー型の 8:1MMI カプラ用いることによりチャンネル間の利得ばらつきが抑制され(<2dB)、C-band 帯全域で 10dB 以上の利得と 50dB 以上の ON/OFF 比、8x10Gbit/s WDM 信号光のペナルティフリー増幅動作が実証された。

## 5. ナノ構造デバイス・フォトニック結晶

ナノ構造デバイス、フォトニック結晶に関連してそれぞれ 2 つのセッションが設けられた。選択成長を用いて量子ドットを半導体ナノワイヤ中に埋め込み光学的特性を調べた報告や、フォトニック結晶共振器中に量子ドットを形成して、ドットと共振器の相互作用を調べた報告など、量子ドット+ $\alpha$  という報告が目立った。量子ドットについてはこれまでに多く見られた自己形成型ドットの高密度化・高均一化など、通信用光デバイスの高性能化と実用化に向けた研究というよりも、学術的関心に研究トピックがシフトしている印象を受けた。

## 6. おわりに

本会議開催期間中は天候にも恵まれ、展示も含め概ね盛況であったといえる。また、今回初めての試みであった ISCS との併催はシナジー効果をもたらし、会議運営的にも十分メリットがあったと思われる。InP をベースとした 40/100 GbE 用光源、波長可変光源、集積型レーザー等は各社/各研究機関が研究開発を行っていると思われ、ドイツ・ベルリンにおいて開催予定である来年の IPRM では今年を上回る盛り上がりを目指したい。また、大きなブレークスルーをもたらす革新的な技術が数多く提案されることも併せて希望する。最後に、本報告においては光材料・デバイスの全分野を網羅しきれていない点についてお詫び申し上げたい。