

MOC '07 速報

宮下隆明（リコー）

会議名： Microoptics conference '07

開催期間： 2007年10月28日－10月31日

開催場所： サンポート高松（香川、日本）

*** 要 約 ****

MOCはMicroopticsに特化した学会で、1987年に第1回が日本で開催されて以来、今回が13回目になった。参加者は267名、論文は132件が報告された（うち日本からは91件）。本年は「マイクロ・ナノ構造デバイス」はじめ9分野のセッションに加え、「オプティカル・インターコネクト」の特別セッションが設けられた。微小光学に関して日本の果たしている役割は大きい、海外での研究意欲も旺盛であり、今後さらに世界をリードできる競争力をつけるための研究開発努力が重要になる。

1. はじめに

MOCはMicroopticsに特化した学会で、1987年に第1回が日本で開催されて以来、隔年で第9回まではいずれも日本で開催されてきた。しかし、2004年の10回目の記念会議、12回目の会議（ソウル：韓国）を除き日本で隔年開催されており、今回が13回目になった。参加者はここ数回200名強で推移していたものが、第10回のドイツでは280名になり、第11回(2005年：東京)もそれに近い参加者があった。昨年の韓国では135名と参加者が半減して心配されたが、今年はまた日本での開催になったと言うこともあり267名が参加した。昨年の韓国では会えなかった、いつも日本の会議で出会う、特にヨーロッパからのメンバーの顔が見られほっとした面もある。昨年は93件（ポスターセッション35件を含む）とやや少なかった論文が、132件（ポスターセッション89件を含む：他に招待講演15件）と大幅に増えた。うち日本からの論文は91件と約70%を占めた。

本年は、以下のカテゴリー別に整理され、「マイクロ・ナノ構造デバイス」、「導波路デバイス・部品」、「光インターコネクトデバイス」、「マイクロオプティクスの新分野」、「フォトニック記録・センシング」、「レーザ・光源」、「周波数（波長）変換・ディスプレイ」、「能動的機能デバイス」といった「マイクロオプティクス」関連の多岐にわたる報告がおこなわれた。開催年により分類されるカテゴリーは若干変化しており、その時点のホットな研究分野がカテゴリー名に使われることが多い。また、本年は「オプティカル・インターコネクト」の特別セッションが設けられた。

MOCはポスターセッションを除き全ての講演がシリアルセッションで構成されているため、全ての講演が聞けるというメリットがある反面、プレゼンテーション時間が短いため十分な報告ができない、議論ができないといったデメリットもある。今年は、3日（会議）+1日（Tutorial）の会期が設定された。また、今年は報告件数が増えた分、89件の報告がポスターセッションで行われた。

会議は、高松駅前に2004年に再開発により完成した、サンポート高松の中核である30階建ての高層ビル

「高松シンボルタワー」の6・7階にある「かがわ国際会議場」で開催された。会議場の施設は新しく機能的で非常に良かったと言える。

特に、微小光学に関して日本の果たしている役割は大きい、海外での研究意欲も旺盛であり、今後さらに世界をリードできる競争力をつけるための研究開発の努力が重要になる。

2. 会議の概要

3日間の会議に先立ち、10/28(日)には、Tutorialが開催され"VCSEL (*) photonics"はじめMicrooptics関連の5件の講演がおこなわれた。*) VCSEL : Vertical Cavity Surface Emitting Laser : 面発光レーザー

会議では、「マイクロ・ナノ構造デバイス」: 5件、「導波路デバイス・部品」: 7件、「光インターコネクトデバイス」: 6件、「マイクロオプティクスの新分野」: 5件、「フォトニック記録・センシング」: 7件、「レーザー・光源」: 6件、「周波数(波長)変換・ディスプレイ」: 7件、「能動的機能デバイス」: 7件の講演がおこなわれた。また、特別セッションである「オプティカル・インターコネクト」では、4件の招待講演がおこなわれた。特定の技術分野というよりもマイクロオプティクス全般に焦点をあてているため、同技術関連の幅広い分野の報告が集まっていた。

メインの会議は、10/29(月)~10/31(水)の間おこなわれ、初日は、特別セッションの「オプティカル・インターコネクト」のパネルディスカッションが盛り上がりを見せ、予定を超えて21:00頃まで行われた。二日目は16:40までポスターセッションがおこなわれたあと、17:00から高松シンボルタワーに隣接するホール棟4階の第1小ホールに会場を移し、MOCアワードセレモニー、続いてMicro Concertが行われた。Micro Concertは、MOCの恒例となっているイベントで、伊賀東工大学長とその仲間達である町田フィルハーモニーバロックのメンバーたちによる素晴らしい演奏が披露された。コンサートのあと、再度会場を高松シンボルタワー30階のレストランに移しConference Partyがおこなわれた。パーティーには200名以上の参加があり盛況であった。旧友たちとの楽しい語らいの場、あるいは新しい友との出会いの場もあったようだ。会期三日目(最終日)10/31(水)には、17:00過ぎまで会議が続いた。以下、興味深かった講演について紹介する。

3. 会議の内容

3-1. プレナリー (Plenary)

プレナリーでは、3件の講演があった。Y. Koike (Keio University) がPOF(プラスチック光ファイバ)の技術の進展と高速光通信への応用、HSOT(高散乱光透過ポリマー)を応用したLCD(液晶)ディスプレイのバックライトなどについて紹介した。プラスチック光デバイスの進化、進展が、高度なフェイス・トゥー・フェイス コミュニケーションの進展へとつながる期待を示した。J. Bowers (UC Santa Barbara) は、高速データ転送を行うためには、低パワーで消費電力が小さく、かつ低コストの可能性のある光スイッチが解決の可能性があることを示した。H. Thienpont (Vrije Univ.)は、シリコン基板に形成された電子回路へのオプティカル・インターコネクト実現するための、低コストな3次元フリースペースプラスチックデバイスの可能性を示した。特に、彼の研究室がすすめているシンクロトロンから放射されたプロトンビームを用いた露光でプラスチック形状加工をおこなう技術、同技術を用いたプラスチックデバイスの作成について解説した。

彼自身の研究室のアクティビティーは限られているが、2004年秋から始めた「NOMO : Network of

Excellence for MicroOptics」プロジェクトは EU の“フレームワーク 6”のファンド（4年間で約 8 億円程度）を獲得して活発な活動をしている。ヨーロッパ内のネットワークを構築し、研究機関同士が互いに補完しあうような体制を構築し牽引している。Microoptics だけでなく、Optical MEMS も含め幅広い研究者が参加している。最も力を入れているのが、オプティカル・インターコネクションの分野であるが、4年間で実用化までの成果を出すのはかなりハードルが高いようだ。ただ、このような協力関係が構築できたことで、技術の補完だけでなく人材ネットワークの構築が、将来に向けて大きな財産になって行くと思われる。

EU のファンドを活用したプロジェクトを立ち上げる際に、国際的なネットワーク構築を EU から求められたこともあり、日本、米国から一応参画した形になっている。日本は、國分教授（横浜国大）が代表になり、筆者が Secretary として EU に登録されている。実際はあまり大きな動きは無いのだが、互いの協力関係を構築できていることが重要になっている。

後述するが、本会議が来年 Brussels で開催されるのは、NEMO プロジェクトの最後の締めくくりとして彼が招請したこととも無縁ではない。

3-2. マイクロ・ナノ構造デバイス (Micro and Nano Structured Devices)

マイクロ・ナノ構造デバイスでは 5 件の講演があり、共鳴領域・サブ波長格子回折光学デバイスの動向、高屈折率サブ波長格子の高精度ガラスモールドの作成、フーリエモーダル解析の直交構造を持つ回折格子の 2 次高調波評価への応用、ウェハレベルカメラの動向、UV ナノインプリント技術を応用した非球面レンズシートのイメージセンサへの応用などの報告があった。

特に、T. Mori (Konica Minolta Opto, Inc.)、H. Kasa (AIST) らは、数百 nm の幅、深さの周期構造を持つ溝をガラスモールド法で実現した。特に、幅 150nm×深さ 380nm、幅 220nm×深さ 510nm、幅 290nm×深さ 610nm、幅 330nm×深さ 730nm の 4 種のグループ（溝）をガラスモールドで高精度に転写することができた。同デバイスの使用により、540nm よりも波長の短い領域で若干のシミュレーションとの誤差があるが、TE-TM モード間のレタデーション（遅延）を可視光域で $0.1-0.15\lambda$ が達成できることを示した。

M. Feldman (Tessera North America, Inc.) は、2006 年に Tessera が買収した Digital Optics (North Carolina) が得意とするウェハ実装技術を用いた「Wafer camera」の技術を紹介した。Digital Optics は、レンズ、プリズム、回折格子などの受動部品とイメージセンサ、VCSEL などの能動部品をウェハのまま接合して作成する機能デバイスを得意としていた。Tessera の持つ高密度基板実装技術との融合により、さらに高機能なデバイス作成を目指しているようである。今回は、撮影レンズとイメージセンサをウェア段階で接合し、ブロック状に切り出すことでカメラモジュールのキーデバイスを作成した。レンズを保持するケースなどが不要になるため従来の製品と比べると大幅に小型化が実現できるとしている。今回の報告は、VGA レベル（約 30 万画素）のカメラの試作例であったが、画素数を増やして行くのはそれほど難しいことではないため、近々数百万画素の製品ができる可能性がある。ただし、レンズが固定されていることがデメリットになりオートフォーカス、可変焦点機構の実装が困難になる可能性がある。非常にハードルは高いが、何らかの解決が望まれる。

また、J Lim (Yonsei Univ.) のグループは、UV（紫外線）インプリント技術を用いた非球面マイクロレンズアレイの作成法について示した。最近の CCD、CMOS などの多くのイメージセンサは集光効果を向上させるために、フォトエレメントにそれぞれフォトリソグラフィーの技術を用いてマイクロレンズを作成している。しかし、その作成法の制約によりレンズは球面レンズに限られる。本研究は、イメージセンサに直接

作成するのが難しい非球面レンズをイメージセンサ上に同じディメンジョンで形成できるように数ミクロンの厚さでUVインプリント技術を用い作成した。現時点では、同じ形状のダミーセンサ上に形成しただけであるが、次ステップでは実際のセンサ上への形成が可能になると考えられる。球面レンズを用いた場合の集光効率の向上分45.52%に比べ非球面レンズは67.88%と22.36ポイントの効率向上がはかれるとの結果を示した。興味深い研究である。実際に量産ベースのことを考えると、接合時のゴミの混入、アライメントの誤差、接着の信頼性、温度特性などいくつかの大きな課題があるが、集光効率の向上は大きな課題であるため、実用化の可能性が無いとは言えない。

3-3. 導波路デバイス・部品 (Waveguide Devices and Components)

導波路デバイス・部品のセッションでは7件の講演があり、光導波路関連では、導波路の偏光制御、SiONコアを用いた低損失光導波路、3次元構造中空光導波路の波長可変デバイスへの応用、4重ループを持つマイクロリング共振器フィルタの波長選択チューニングの最適化、2個の直径の異なる球を連結した光導波路結合デバイス、デバイス関連では、1次元フォトニッククリスタルの分散補償デバイス的高速光伝送への適用検討、2重周期ポール構造高速電気光学偏光変調器、などの講演があった。

M. Sagawa (Univ. of Tokyo) らは、40Gbit/secの伝送速度を持つ次世代メトロ系のネットワークの分散補償デバイスとして、1次元フォトニッククリスタルを用いた結果を報告した。高屈折材料であるTiO₂と低屈折材料であるSiO₂とを積層し1次元のフォトニッククリスタルを試作した。群速度分散が大きくとれ、かつ透過損失の小さい条件を求めデバイスを試作した。60層の薄膜1次元フォトニッククリスタルを用いた場合、10kmのシングルモードファイバを透過した信号も分散補償を行うことができ良好な特性が得られた。受光用のフォトダイオードと一体のモジュール化をおこない、22×40×24.5mmの小型デバイスも試作し実用化の可能性を示した。本研究は、NEDO、OITDAのフォトニックネットワーク技術開発事業プロジェクトの一環で実施されたものである。多層膜（ブラッグミラー）のような1次元の周期構造体が、最もシンプルなフォトニック結晶であり、作成や制御が比較的容易で、単純な機構で分散制御ができるため早期の製品化の可能性もある。1次元周期構造はいろいろな分野で研究され、分布帰還 (DFB) レーザの反射構造としても応用されている。次世代40-Gbit/s伝送の要素技術の一つとして期待したい。

その他、Y. Goebuchi (Yokohama National Univ.) らは、4重ループを持つマイクロリング共振器フィルタの波長選択チューニングの最適化について報告した。透過帯域の平坦化とクロストークの改善のためにマイクロリング共振器の複数個の直列配列は有効な手法で、消光比24.9dB、スイッチングクロストーク28.6dBを実現した。T. Tsuchizawa (NTT Corp.)、A. Gomyo (MIRAI-Selete) らは、SiO₂中にSiONで作成した850nm帯域で動作する光導波路は、曲率半径0.5mmのパターンでの製作も可能で、伝播ロス0.2dB/cmを達成すると同時に良好な分岐特性を示した。など、が興味をひく報告があった。（できれば、内容記述をお願いします）。

3-4. 光インターコネクタデバイス (Advanced Devices for Interconnects)

光インターコネクタデバイスでは、オプティカル・インターコネクタ用途で、Erを用いたデバイスのSiフォトニクスデバイス、WDM用集光グレーティングカップラ、4チャンネルポリマー導波路、プラグ着脱可能な多層光導波路間の結合用デバイス、陽子線露光法により作成したシングルモードファイバ用コネクタ、その他、Siベンチと平板光導波路を用いた1×8オプティカルスプリッタのアライメント構造提案などが報告がさ

れた。

S. Murata (Kyoto Inst. Tech.)、K. Kintaka (AIST) らのグループは、VCSELアレイとフォトダイオードアレイ、FGCs (Focusing Grating Couplers : 集光グレーティング結合素子)、光導波路で構成されるWDM用フリースペース・アド・ドロップ・マルチプレクサ (多重変換) の結合効率の向上をおこなった例を示した。導波路、グレーティング形成部の屈折率制御により結合効率の向上をはかった。また、波長可変LD (半導体レーザ) から導波路に導入した信号光を、はじめて異なる6波長に分割して取り出すことができたとしている。A. Aratake (NTT Corp.) らは、1本のファイバの信号を8分岐するスプリッタの低コスト実装、および高信頼性を実現する手法を提案した。入射ファイバ (1本) と出射ファイバ (8本) とをそれぞれSi (シリコン) ベンチに作成したV溝に固定し、ファイバ間はPLC (Planer Lightwave circuit : 平板光導波回路) で結合する。その際に、PLCにはノッチ (突起) を出し、ファイバを固定するSiベンチにPLCのノッチが固定されるV溝を形成した。すべての部品をV溝とノッチで固定することができるため、組み立ての精度向上、実装時間の短縮、信頼性の向上もはかれるとしている。Si基板へのV溝の作成は、異方性エッチングを用いることで容易に作成できるため、位置決め的手法としては有効である。FTTH (Fiber to the home) のさらなる普及のための低コストデバイス作成の可能性を示した。J. Erps (Vrije Univ.)、N. Hendrickx (Ghent Univ.) らのグループは、多層光導波路アレイ間の光信号の交換用、あるいは外部取り出し用に、シンクロトロンから放射されたプロトンビーム (陽子線) をプラスチック部材に照射、選択エッチングにより形状加工をおこなったデバイスを作成した例を示した。プラスチック部材に中空部を設け2面の平行ミラー、あるいは2面の直交ミラーの作成など形状加工精度の高さ、自由度の高さを示した。J. Erps (Vrije Univ.)、J. Watté (TYCO Electronics) らのグループは、前述の報告と同じく、シンクロトロンから放射されたプロトンビームをプラスチック部材に照射、選択エッチングによりファイバ固定用のスルーホールを高精度加工した例を示した。プロトンビームの露光エネルギー分布の特徴もあり、プラスチック基板への入射表面近傍はエネルギー密度が高いためファイバを保持する部分の径より若干大きめに加工される。それにより断面がテーパ構造に近い形状になるためファイバの挿入が容易になるなどの特徴ももっている。マルチファイバの組み立て用に効果を発揮する。いずれもプロトンビームでプラスチックの加工を行うのは母型加工用であり、製品加工は、母型を元にプラスチック成型により行うことができる。Y. Takeyoshi (Keio Univ.) らは、断面がW形状の屈折率分布を持つ4チャンネルのプラスチックファイバアレイを試作し、屈折率分布のW形状がクロストークを減少させ、特に850nmの波長領域での帯域向上と低損失化を実現することを報告した。研究レベルの域を出ない技術から実用化に近い技術まで混在している感は否めないが、「光インターコネクタデバイス」は、マイクロオプティクス関連の技術の中でも期待度の高い分野であることは間違いない。

3-5. オプティカル・インターコネクタ (Optical Interconnects) [特別セッション]

今回の会議ではオプティカル・インターコネクタの特別セッションが設けられた。パネルディスカッションに先立ち4人の招待講演がおこなわれた。

まず、K. Kobayashi (Tokyo Inst. Tech.) は、スーパーコンピュータの進化の歴史を示し、マルチCPUとメモリ間の信号伝送が高速化に大きな役割を持ち、オプティカル・インターコネクタ技術の進化の重要性を示した。また、2次元光導波路とVCSELアレイとのオプティカル・インターコネクタのコンセプト、高速変調が可能なVCSELの構造についても解説した。T. Okayasu (ADVANTEST Corp.) は、マルチ光ファイバを用いたパラレルオプティカル・インターコネクタを応用した高速のメモリテストシステムにつ

いて解説した。M. Karppinen (VTT)、N. Hendrickx (Ghent Univ.)、J. Erps (Vrije Univ. Brussel)、S. Obi (CSEM)、M. Immonen (Aspocomp Group)、J. Kivilahti (Helsinki Univ. Tech.)、A. Glebov (Fujitsu Lab. America) らのグループは、ハイブリッド化したPCB (プリント基板) と光導波路の複合構造に適用するVCSELに形成した柱状オプティカルピラー (光導波ポール) と光導波路を結合するためのプラスチックミラーデバイス、さらには、両者を一体化する構造を示し、オプティカル・インターコネクション実現の可能性を示した。Y. Taira (IBM Corp.) らは、パラレルオプティカル・インターコネクションのブレードサーバーを含めたサーバーへの適用事例を示しながら解説した。光ファイバ、あるいはポリマー光導波路を用いたオプティカルI/Oリンクの現状、さらに開発のロードマップを示した。H. Schröder (Fraunhofer IZM) らは、「Electrical-optical circuit boards (EOCB) – Optical interconnects and the thin glass layer concept」を紹介する予定であったが、エールフランス航空のストの影響で来日ができなかつたようで、残念ながらキャンセルされた。

次いで、S. Ura (Kyoto Inst. Tech.) が司会を担当しパネルディスカッションが行われた。オプティカル・インターコネクションが今後どの分野に適用されるかという話題の議論が特に盛り上がった。基幹系、メトロ系 (都市間伝送) の光通信の高速化、さらにはサーバ間通信、PC内のボード間伝送、あるいはCPUとメモリ間の伝送速度向上のための応用などに話が進んだ。一方、M. Karppinen (VTT) 氏がモバイル機器へのオプティカル・インターコネクション技術の導入の可能性を提起したが、いまひとつ議論の盛り上がりには欠けた。小型機器では電磁放射の問題があり、光接続が求められるという論調であった。折角のいい技術も無理やり適性を欠く分野に応用しようとするどこかで破綻をきたす可能性がある。無理をしないで考えて行く必要がある。

いずれにしろ短時間で議論の結論が出るわけではなく、次回の会議 (2008年 Brussels) で継続議論をしようという話で締めくくられた。

3-6. マイクロオプティクスの新分野 (New Areas of Microoptics)

マイクロオプティクスの新分野では、オプティカル・トウィザー (ピンセット) というテーマで、微小粒子をトラップしたり移動させたりする電気力、磁気力を利用した技術を解説、最近のSiベースのMEMS技術を用いたマイクロミラー駆動、3Dアクチュエーターの報告、放射状のマイクロパターンを形成した液晶レンズの焦点距離コントロール技術、表面プラズモン共振センサの生体計測応用、DNAの単分子濃縮に応用できるレーザートラッピング法を用いたDNA分子のリアルタイム蛍光ラベル観測法に関する報告があった。

R. Bitterli (Univ. Neuchâtel)、T. Overstolz (CSEM)、F. Zamkotsian (Laboratoire d'Astrophysique de Marseille) らのグループは、SiベースのMEMS技術のマイクロミラー駆動デバイス、3Dアクチュエーター、ファイバーレーザーカプラ、多目的スペクトロメータなどへの応用の可能性を示した。S. Choi (Yonsei Univ.) らは、放射状に形成したマイクロパターンを形成した液晶レンズに電圧を印加することで焦点距離を制御できることを示した。電圧を30Vから150Vまで変化させた場合、焦点距離は30cmから10cmへの変化が観察できた。シミュレーション結果ともほぼ一致しているとの報告もあり興味を引いた。

液晶の屈折率変化のコントロール技術を用いたデバイスは、光ピックアップ用光学系の波面収差補正デバイスに代表されるように実用化が進んでいる。今後の応用がさらに広がって行く可能性がある。

3-7. フォトニック記録・センシング (Photonic Recording and Sensing)

フォトリック記録・センシングのセッションでは、ソリッド・イマージョン・レンズ（固体浸レンズ）を用いた近接場光記録技術の解説、光ファイバを用いたエンドスコープ用の同軸双方向光伝送システムの提案、マイクロオプティカルファイバセンサー、顔認識システムなどの報告があった。

N.-C. Park (Yonsei Univ.) のグループは、ソリッド・イマージョン・レンズ（固体浸レンズ）を用いた近接場光記録の現状を解説した。特に、100–200nm程度の制御が必要とされるギャップコントロール技術の動向もあわせて解説している。

W. Kubo (PENTAX Corp.) らは、エンドスコープのプロブ部と装置本体間的高速データ伝送システムに応用するグレーティングプレートとマイクロレンズを一体で形成したデバイスにより、ファイバの光軸上に設置したVCSELと周辺に設置したフォトダイオードのそれぞれが同時にアップリンク、ダウンリンク信号の発光・受光が可能なシステムを提案した。S. Ishikawa (Japan Women's Univ.) らは、従来から開発を続けてきた顔認識システムにソフトウエアフィルタを組み合わせることで、64×64ピクセルの小さなサイズの画像を用いても、非認識率（本人拒否率）：1%以下、誤認識率（他人受け入れ率）：0%を実現したと報告。同システムは通常のユーザが使用するレベルのPCで演算が可能で応用範囲の広さが期待できる。最近のセキュリティ技術への期待の高さもあり、様々な方法が開発されているが、人間の固体識別情報をいかにして本人に違和感を持たせないで収集して行くかということが重要になっている。日本では、生体情報でも指紋を使用することへの抵抗感は大きく、それに比べ顔の情報を活用することへの抵抗感はまだ低いと言われている。そのような観点からも比較的受け入れられやすい手法になってゆく可能性が高い。

3-8. レーザ・光源 (Advanced Lasers and Light Sources)

レーザ・光源では、MOCVD法で作成したGa-Nベースの青色発光のVCSEL、AlInGaN 405nm DFB(分布帰還型)レーザ、表面励起赤色DFBレーザの蛍光生体センシングへの応用、レーザダイオードバーと光導波路とを組み合わせた200Wの高出力レーザ光源などが報告された。

H. C. Kuo (National Chiao-Tung Univ.) らは、MOCVD法で作成したGa-NベースのハイブリッドDBR構造の青色発光VCSELの試作結果を示した。29ペアのAlN/GaNのDBR層、がスーパーラティス層と挿入され、8ペアのTaO₅/SiO₂を用いたDBR構造のミラーでGa-Nをサンドイッチする構造をとっている。室温で波長448.9nmの発振が確認できたと報告している。K. Hasegawa (TOYOTA Central R&D Labs.) らは、6光源を持つレーザダイオードバーと光導波路とを組み合わせ、さらに光ファイバで合成した200Wの高出力レーザ光源の開発結果を報告した。溶接などの用途に適用可能としている。

3-9. 周波数（波長）変換・ディスプレイ (Frequency Conversion and Advanced Displays)

周波数（波長）変換では、PPMgLN (periodically poled Mg:LiNbO₃ : 周期的分極反転ニオブ酸リチウム結晶) を用いた高出力SHGグリーンレーザ、結晶水晶中にQPM (Quasi-phase Matching : 疑似位相整合) を形成したSHGを用いた266nmレーザなどが、ディスプレイでは、マイクロオプティクス技術のイメージングとディスプレイへの応用、パルスレーザを用いた透明液体中の3次元ディスプレイ、マルチレーザ光源用いたプロジェクションテレビジョンシステムの開発などの報告が目立った。

T. Yokoyama (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.) らは、PPMgLN (periodically poled Mg:LiNbO₃ : 周期的分極反転ニオブ酸リチウム結晶) を用いた高出力のSHGグリーンレーザの開発結果を報告した。0.7Wの出力があり、3ccの容積のサイズに構成し温度安定性も高いことを示した。Andreas. Bräuer (Fraunhofer

IOF) らは、彼らが研究を進めてきたいくつかのマイクロオプティクスデバイス技術を紹介した。ウェハスケール実装技術を応用した3群3枚マイクロレンズをCMOSイメージセンサを組み合わせたカメラデバイス技術、超薄型複合レンズカメラモジュール技術、マイクロストラクチャ構造を応用したLED照明光源の平坦出力を実現した例を報告した。A. Chekhovskiy (Univ. Tokyo) らは、パルスレーザを用いた透明液体中の3次元ディスプレイの可能性を示した。液体中の焦点が合った箇所にバブルが発生し可視化することができる。透明液体は水道水の使用が良い効果を得たとしている。今後の更なる開発、応用も期待される。T. Itoh (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.)、T. Hiratsuka (Panasonic Shikoku Electronics Co., Ltd.) らのグループは、複数のレーザ光源の出力をホモジナイザ光学系を用いてライトパイプに導き平坦出力光源を構成、背面投射ディスプレイを試作した。青は6個の半導体レーザ、赤色は10個の半導体レーザを使用、緑色はファイバレーザにSHGを組み合わせている。スペckルノイズは、複数のレーザを組み合わせることにより低減されているとのとである。消費電力の低減、光源寿命の課題などへの期待が大きい試みではある。

3-10. 能動的機能デバイス (Active and Functional Devices)

能動的機能デバイスのセッションでは、VCSEL開発の現状と将来展望、850nm発光の10Gbps/chの10チャンネルVCSELアレイの開発、アクセス系ネットワークに適用可能な低損失シグナルセレクター、モードロック波長可変ファイバレーザなどの報告が目をつけた。

R. King (U-L-M Photonics GmbH (a Philips Lighting Co.)) らは、最近のVCSEL技術を展望した。様々な異なる波長のVCSELが開発され、連続発振モードでは100mW、パルス発振モードでは4W程度の出力が達成されている。アプリケーションもPC用レーザマウスからオプティカル・インターコネクト、レーザ吸収分光、高出力分野では車のドライバーアシスタンスシステムなどへの応用例の紹介、さらに将来のアプリケーションとしてレーザプリントヘッドをあげている。

4. おわりに

本会議は、「マイクロ」というキーワードで関連付けができる、光技術のみならずオプトエレクトロニクス技術全般の会議として育ち、第1回が開催されてから20年が経過した。黎明期の頃はGRINレンズの会議と併催され、どちらかと言うとオプティクスの要素の方が強かった。しかし、GRIN技術は成熟にともない活発な活動が無くなったこともあり、その後は単独でマイクロオプティクスというさらに幅広い分野をカバーする会議としてその価値を定着させてきた。GRINの技術は消失したわけではなく、今でも重要な要素技術の一つとしてマイクロオプティクスのなかで活用されている。これはひとえに伊賀先生をはじめ、微小光学研究会のスタッフの熱意、さらには海外研究者とのパイプの構築、維持をはじめとした努力の成果であり、深く敬意を払いたい。

微小光学 (マイクロオプティクス) というキーワードで結ばれる、パッシブ、アクティブを問わない各種のデバイス、応用技術、計測技術など幅広い技術分野をカバーしており、また最近では、ナノの世界への広がりも見せ始めている。今後のますますの進展を期待したい。

以下の3件が論文賞に選出された。

- 40-Gbit/s operation of ultracompact PD integrated dispersion compensator based on 1D photonic crystals / M. Sagawa (Univ. Tokyo) ら
- Fabrication of sub-wavelength periodic structures upon high-refractive-index glasses by precision glass

molding / T. Mori (Konica Minolta Opto, Inc.)ら

- Fabrication and evaluation of liquid crystal lens with radial micro patterns for the focal length control / S.-W. Choi ら(Yonsei Univ.)

また、学生論文賞には次の論文が選出された。

• 4-channel polymer waveguides with parabolic and W-shaped index circular cores for optical interconnects / Y. Takeyoshi (Keio Univ.) ら

今回は、また場所を海外に移し、Brussels（ベルギー）で2008年9月25日－27日の開催が予定されている。