

## ISOM09 ショート速報

中野隆志 ((独) 産業技術総合研究所)

会議名 : International Symposium on Optical Memory 2009

開催期間 : 2009年10月4日-8日

開催場所 : Nagasaki Brick Hall (長崎、日本)

\*\*\*\*\*要 約\*\*\*\*\*

ISOM は、光ディスクの重要な国際会議 2 つの内の 1 つであり、主に国内外のメーカーの研究者が多く集う会議である。今回は、Blu-ray ディスクベースの多層化技術でサブテラバイト容量を目指した発表が、ROM、追記型、書換型のメディアで行われ、実用化を目指したものとして注目された。次世代の光メモリ技術では、超解像メディアによるシステムが現状のドライブや信号技術そのまま、50GB/layer が実現できることがコンテンツ再生 (倍速) で示された。また、プラズモンを用いた多値記録の新規提案が報告された。

\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

ISOM09 は、長崎の長崎ブリックホールにて 10 月 4 日から 8 日までの 5 日間にわたって開催された。今年の会議では、115 件 (oral:51、poster: 64) の発表が行われ、現状の BD ベースの多層化技術への取り組みと、次世代光メモリと目されている多くの手法における進展結果が報告された。また、新しいトピックスとして、光メディアへのプラズモン利用の取り組みが招待講演として集中的に紹介された。本報告では、会議で注目を集めたトピックについてピックアップして報告する。

## 2. 多層ディスク

光ディスク技術は、これまで CD から DVD、BD へと、記録密度を上げて大容量化に対応してきた。しかしながら、BD の誕生により記録密度の向上に必要であった短波長化とピックアップレンズの高 NA 化は限界に近づき、大容量化の実現は多層化の推進に限られてきている。今回の ISOM でもこの分野における数多くの発表があり、BD ベースの ROM、追記型、書換型の 3 種類のメディア全てで報告があった。

## a) 16 層 400GB ROM メディア (invite)

パイオニアのMitsumoriらから、昨年度発表された 16 層 (400GB) ROMメディア・ドライブについて、その後の進展を含めて報告があった。この多層ROMメディアでは、多層メディアで重要な各層での反射率を確保するため、反射膜にはレーザー波長(405nm)で吸収が無く高屈折率のNb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を用い、各層の間隔を同一にせず、2 つの値の組み合わせにすることで層間干渉をさせていることが報告された。また、光学系では 200μm の範囲で収差補正が可能なシステムを実現していることが示された。さらに、これらの基礎データ・設計から、20 層 x 25GB=500GB が実現可能であることが報告された。

## b) 10 層 320GB 追記型メディア (post-deadline)

TDKのKikukawaらから、10 層の追記型メディアの開発の報告があった。これは、2006 年の ODS で報告があった 6 層追記型メディアをさらに多層化したもので、10 層での記録・読み出しが実現できるように、各

層の反射率の理論設計値等を $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (光吸収層) /  $\text{TiO}_2$  /  $\text{BiOx-Ge-Oy}$  (記録層) /  $\text{TiO}_2$  の基本層構造で行い、 $\text{BiOx-Ge-Oy}$ の組成比率による屈折率調整や、全体の膜厚制御の高精度化で実現したことが報告された。また、 $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$  /  $\text{BiOx-Ge-Oy}/\text{SiO}_2$ の組み合わせを用いて更に最適化を進めることで、16層追記型メディア (>500GB/) が実現可能であることが、各層の材料設計やテスト結果を基に報告された。記録・読み出しの評価は、通常のBDと同等の記録密度 (25GB/layer) だけでなく、32GB/layer (PRML12221の適用) でも実施され、bERは $10^{-4}$ 以下となり、各層の信号のeye-patternが得られたことが報告された。また、講演では10層、16層といった多層化の実用化については、メディアの作り込みにコスト的に不安点はあるが、その他の必要な技術要素は全て解決できると述べている。

### c) 3層 100GB 書換型メディア(invite & contribute)

ROM や追記型メディアより層構造が複雑であり、多層化のための設計が光学だけでなく熱力学的な解析が必要となる相変化材料を用いた書換型メディアにおいても、さらなる用途の拡大を図るため、3層化による容量増大を目指した発表があった。

TDKのShingaiらは、3層全てでの書換を実現するために必要な光学条件や熱条件を実現するため、メディア構造の要素として、L2層 (ピックアップ側) への $\text{MnSbTeGe}$ 記録膜の導入と透過率を得るための反射膜の薄膜化、新しいヒートシンク材料としての $\text{AlN}$ の導入を行っている。また、反射膜の薄膜化によって生じる、記録・消去時の熱問題を解決するため、記録のスペース時間を長くしたストラテジを採用し、32GB/layerの記録・読み出しを3層で実現したことが報告された。

パナソニックのNishiharaは、上記と同様の条件をクリアするため、ディスク構造に $\text{GeTe}$ の組成を多くした $\text{GeSbTe}$ の相変化膜と、反射膜の後に $\text{TiO}_2$ を基本とした高屈折率材料 ( $n=2.65$ ) を導入している。彼らは、33.4GB/layer (PRML12221の適用) の記録条件で、3層各層で実用化を目指していくのに十分な記録・再生特性が得られたことを報告している。(ISOM09 Award)

### 3. 超解像 50GB ROM メディアのコンテンツ再生(post-deadline)

この数年、bERや耐久性向上の報告が続いていた超解像による高密度化の検討は、実用化の検討を目標にした評価が期待されていたが、今回の会議ではその解答の1つとなる報告がなされた。

三菱電機のNakaiらは、解像限界を超える75nmを2Tピットとする構成で、線密度方向にBDの2倍密となる50GB/layerの容量を有するROMディスクをHDTV仕様の映像コンテンツ入りで実際に作製し、超解像膜 ( $\text{InSb}$ ) を用いて再生することに成功したことを報告し、その再生の様子のビデオ上映を行った。再生は、BDと同一転送レートの36Mbpsと2倍速となる72Mbpsで実施され、どちらもノイズ等の出現もなく、十分実用に耐えるレベルであった。また、2倍速の再生では、HDTV仕様の4種類のコンテンツを接続したデータを用い、バッファ無しでシームレスに同時再生できることを示しており、今後の3Dディスプレイ等と展開を合わせれば、高転送レートの利点を生かした応用が期待できると考える。

また、この50GBの超解像再生では、2T信号自体も単体では40dB以上の信号強度を持ち、処理回路も通常のシステムで実現できていることから、PRML12221を用いた信号処理やアダプティブの非線形回路等を利用することで、もう少しのびしろが期待出来る。さらに、同一の超解像材料を用いたROMメディアの評価結果の報告がCEA-LETIのHyotらからあり、この超解像膜は透明性が高く、2層を前提で反射率を調整したメディアでも十分なbERが実現できることが示された。また、トラックピッチを280nmとした場合の評価結果も報告された。

これらの結果から、100GB (=50GBx2) 以上の実現は可能性が高いと予測できる。

#### 4. Solid Immersion Lens

Solid immersion Lens (SIL)を用いた光ディスクは、これまでソニーが中心で進められてきたが、今回の会議では、LG と Yonsei 大の韓国勢が主に報告を行っていた。内容的には、これまでの高屈折率の SIL を用いた高密度システムとしての評価から、多層メディアへの SIL の適用を進めるため、エバネッセント場結合でメディア内に高 NA の状態を維持して光を導入するための高屈折率のカバー層の検討結果や、より精密な制御方法、汚れの解析等があった。

#### 5. Bit by bit 3D recording

ソニーの Ueda らからは、マイクロリフレクターと呼ばれるシステムの最新報告がなされた。今回は、有機材料を記録に用い、片側のピックアップから ps のパルスレーザーを入射して焦点位置にバブルを形成し、マイクロリフレクターとしている。3次元記録としては 10 $\mu$ m 間隔で 20 層の記録をピットポジションのコードで行い、各層でのジッター (8%) を測定した結果が報告された。

理研の Tanaka らから、蛍光材料と 2 光子励起、プラズモン増幅を組み合わせた 3次元記録のシステムが報告された。このシステムでは、蛍光色素と金イオンを含んだ媒体に対し、2 光子励起で金イオンを金ナノ粒子に変換する。この変換された点が記録スポットとなり、読み出し光を入射した場合に金ナノ粒子が蛍光発光を増強して信号光を生み出している。実際に多層 (10 層) 構造を作製し、それぞれの層にモノトーンのパターンを記録し、読み出すことに成功した結果が報告された。

#### 6. Holographic data storage

次世代光メモリの本命と言われているホログラムに関する発表も数多くあったが、その内容としては基礎研究の段階のものが多かった。このホログラムメモリを推進してきた InPhase の発表では、共同開発を進めている日立製作所から、InPhase はプロ用途に特化したシステムの開発を進め、小型化した一般向けのシステムの開発は日立が進めるとの発表があった。

#### 7. Plasmonic Optical ストレージ(invite)

本会議では、新しい大容量光メモリの技術の 1 つとしてプラズモンを用いた技術が特集され、招待講演として 3 件の報告があった。そのうちの 2 件は、プラズモンによる多値記録の検討であった。

1 つはアリゾナ大の Mansuripur らによるもので、ナノ構造パターン (ナノスリット or ホール) に対する SPR の波長依存性を利用した多値記録のシステムであった。金属薄膜の unit-cell 内にパターン化したナノ構造を形成し、そのプラズモン共鳴のスペクトル変化で多値記録としている。また、スペクトルの変化の検出に必要な広波長域光には、短パルスレーザーの波長拡がりを利用することを提案している。

もう 1 件は、Samsung の Kim らによる、金属ナノロッドを用いた多値記録システムであった。材料技術等は、Swinburne Univ.の Min Gu らの開発となっているが、LD 光源と薄膜状に形成したナノロッドサンプルを記録面を用いて偏光読み出しが可能 (読み出しと書き込みの偏光が同じでないと信号がない) であることを示している。この記録層を多層化できれば、クロストークの削減、偏光による多重記録が可能となると説明している。

これまでのプラズモンの利用が、解像限界以下の微小スポットを作ることに目指していたのに対し、今回は、主として、マルチレベル化やクロストーク無しの体積記録材料・方法としてプラズモンを利用している。ナノパターンの作り込みや多層化に解決すべき問題は多々あるが、テラバイトのストレージの実用化材料の1つとしては興味深い。

#### 8. おわりに

光ディスク・メモリの開発は、その他の記録媒体や通信速度の開発や社会状況に押され、全体的に活気を失ってきており、ISOM09の参加者も222名であった。この人数を少ないとみるか多いとみるかは分からないが、参加者の内、日本が160名であり、依然としてこの分野の研究開発を日本が支えていることが分かる。また、こういった状況の中で、BD ベースながらサブテラバイトの記録システムの実用化研究が進められ、光記録の特徴を生かした、大容量アーカイバルシステムの提案や高規格ディスプレイ・映画とのコラボレーションの模索が示されてきている。これらの大容量化（追記型）のアプリケーションの出現が、停滞している次世代光記録の開発の推進に結びつくことを期待したい。