

ISOM'10 ショート速報 [体積記録]

田中 拓男 (理化学研究所)

会議名 : International Symposium on Optical Memory 2010 (ISOM'10)

開催期間 : 2010年10月24日-28日

開催場所 : Parkview Hotel (花蓮 Hualien, 台湾)

*****要 約*****

この国際会議は、光メモリとその関連技術に関する会議で、年1回開催されている。2010年の会議は台湾の花蓮 (Hualien) で開催され、日本はもちろん中国、韓国、台湾などを中心に参加者が集まり、活気のある会議となった。会議では、次世代の大容量光メモリ技術から、コンポーネント、信号処理技術、記録材料などのトピックスを中心にその研究成果が報告された。それ以外にも光メモリ技術の応用展開として、バイオ、メディカル技術等への応用提案についても活発な発表と議論が行われた。

1. はじめに

International Symposium on Optical Memory 2010は、2010年10月24-28日の間、台湾花蓮(Hualien)のParkview Hotelで開催された。本会議は、光メモリとその関連技術に関する研究成果を中心に議論を行う国際会議で、米国光学学会が開催するOptical Data Storage Topical Meeting(ODS)と並んで世界最大のものである (ISOMとODSは3年に1回の割合で共同開催しており、次回の共同開催は2011年)。今年の会議では、日本はもちろん中国、韓国、台湾を中心に、米国、オーストラリア、英国からも参加者が集まった。一方で、ヨーロッパからの発表が激減したことも1つの特徴であった。

講演は、24日は4件のチュートリアル講演のみが行われ、25日からは、キーノートトークに続き、ポストデッドライン講演を含む32件の一般講演と23件の招待講演があった。プログラムでは、"New World", "Drive Technology & Signal Processing", "High Density", "Systems and Applications", "Components and Nano Fabrication", "Media and Basic Theory"の各セッションに加え、"Taiwan's Special Session"として、台湾の研究者からの報告を集めたセッションが企画された。ポスター発表は2回に分けて行われ、合計で54件の発表があった。以下では、本会の講演の中からbit-by-bit型ならびにホログラフィック型の体積記録光メモリの発表を中心にいくつかの講演をピックアップして報告する。

2. 次世代大容量光メモリ

Swinburne大のGuは、多次元光メモリと題して、 $x-y-z$ の3次元空間に偏光方向と波長の2つの次元を加えた5次元光メモリを提案した。この報告では、金ナノロッドをドーブした記録材料が用いられ、ナノロッドの形状が示す強い波長依存性と、ナノロッドの配向方向に対する偏光依存性を利用することで、波長と偏光の2つのパラメータを新たに記録空間に導入する手法が述べられた。理研の田中は、3次元多層光ディスクから効率的に光信号を取り出す手段として、金ナノ粒子に励起される局所型表面プラズモン共鳴による電場増強作用の利用を提案した。独自に開発した、蛍光色素の蛍光発光を金イオンの消光作用で制御する

光記録材料において、金イオンの光還元によって生じる直径約 10nm の金微粒子とそこに励起される表面プラズモン共鳴を利用すれば、蛍光色素を励起する励起レーザー光の増強に加え、色素から発光した蛍光成分のうち本来は検出することができないエバネッセント場成分の光成分を金ナノ粒子によって散乱して検出することが可能となり、再生信号が大幅に増強されることを指摘した。そして、試作した 10 層の記録層を持つ多層メモリを用いた実験によってその有効性を示した。

3. ビット記録型多層光メモリ

ビット記録型の多層光メモリ技術では、TDK の菊川が"Super-Multilayer Media"と題して、多層ディスクの構造を設計する上での指針に関する提案を行った。報告では、ディスク構造を簡単にするために、膜厚が 12 μ m と 16 μ m の 2 種類のスペーサーのみを利用することとし、2 つのスペーサーを交互に積層する構造に限定した。その上で、10 層光ディスクを構成する 10 の反射層の仕様について検討を行い、反射層の反射率は SN 比 (信号対雑音比) が許す限り小さくするのが良いことを示した。パイオニアの小笠原は、TDK と共同で開発した 16 層の Write-Once 型の多層光ディスクに関する最新の研究結果を報告した。提案されたディスクは、16 層の記録層に加え、別途サーボ用のガイド層を形成した構造を持つ。記録層のデータトラックピッチは 0.64 μ m で、一層辺りの記録容量を 25GB としたときのジッター値が 6% 以下、32GB としたときでも 11% のジッター値を実現できたと報告した。

ディスク材料に関連する報告としては 2 件をピックアップする。パイオニアの宮本は、有機色素を記録層に利用した 3 層ディスクの提案を行った。特に、反射層に用いる物質の検討を行い、AIN が低反射率性ならびに反射層としての硬質性の点から優れていることを指摘した。山口大の川俣は、可視レーザーで励起可能な高効率 2 光子材料に関する報告を行った。一般に色素の 2 光子吸収断面積を向上させるには、遷移ダイポールモーメントが大きくなるように設計する方法が用いられるが、この手法では、2 光子吸収断面積の向上とともに 1 光子吸収域が赤色方向にシフトしてしまうという欠点がある。そこで、遷移ダイポールモーメントを向上させずに効率の高い 2 光子材料を作り出す手段として、エネルギーギャップを低めながら陽イオン性色素を粘度鉱物と結合させる手法を提案した。

4. マイクロホログラム関連

ソニーの山津は、新たに開発した波長 405nm の全半導体ピコ秒レーザーを用いた void 型のマイクロホログラム光ディスク (マイクロリフレクター光ディスク) を報告した。Yonsei 大の Im は、マイクロホログラム光ディスクにおいて、記録材料から返ってくる光の偏光情報を利用することで、単一のレーザーのみでデータの記録・再生とフォーカスエラー信号の両方が取得できる手法を提案した。日立の井出は、マイクロホログラム光ディスクにおいて記録されるマイクロホログラムの位相をシフトさせて情報を記録する技術と、ホモダイン検波による高精度再生法を報告しその優位性を述べた。

5. 多層メモリのコンポーネント

コンポーネント関連では、日立の橋詰は、多層ディスクで問題となる球面収差を補正する素子として、電磁石を利用して非接触で鏡面の形状を変化させることができる、デフォーマブルミラーを提案した。日立の木村は、多層光ディスクの再生時に発生する層間クロストークを減少する手法として、偏光フィルターを利用する手法を提案した。NEC の片山は、省エネルギーで大記憶容量を実現できる手段としてのマイクロホ

プログラム3次元光ディスクにおいて、その鍵となる以下のようないくつかの基本技術を報告した。まず機械的駆動を含まない電子制御ビーム制御技術として液晶偏向器と液晶焦点可変レンズを、また、新しい面内エラー信号の検出技術、記録メディアに対して片側のみに配置した光学系、波長多重による2重記録と角度多重による5多重を組み合わせて合計10多重の多重記録手法の導入などを指摘した。

6. ホログラフィックメモリ

神戸大の紫垣は、ホログラフィック光メモリにおいて問題となる記録材料（フォトポリマー）の収縮を考慮したシミュレーターを開発し、解析結果が実験結果とよく一致することを実証した。神戸大の平松は、スペックルシフト多重型のホログラフィックメモリにおいて、共焦点光学系を再生ピックアップに導入することによりビットエラーレートを低減させ、結果として記録容量を5インチサイズのディスク1枚あたり4.68TB程度にまで大幅に向上させることができることを報告した。台湾 National Central 大の Wu は、 LiNbO_3 結晶を用いたホログラフィックメモリにおいて、結晶の熱膨張が再生結果に及ぼす影響を加味した計算評価手法について報告を行い、主に結晶内の不均一な温度分布に起因する熱膨張がホログラムからの回折光強度を低下されることを指摘するとともに、計算結果と実験結果とがよく一致することを報告した。山梨大の Wu は、ランダム位相フィルターとポリマー分散液晶フィルターとを用いたスペックル多重型ホログラフィックメモリを提案した。報告では、 LiNbO_3 結晶を記録材料に用いたホログラフィックメモリ光学系に、ランダム位相フィルターとポリマー分散液晶フィルターとを追加することにより、大幅に記録容量を増加させることができることを示した。Yonsei 大の Kim は、ホログラフィックメモリの記録密度を上げるには、高画素の空間光変調器と CMOS カメラが必要であるという要求に対し、現実にはカメラのピクセルピッチを小さくできないといった制約のために CMOS カメラの画素数を大幅に上げることができないという問題に対して、低解像度 CMOS カメラから得た画像に、オーバーサンプリングとフィルター処理を施すことで高解像度イメージを再構成する手法を提案した。

7. その他大容量光メモリの提案

その他、大容量光メモリを実現する手法として、Imperial College の Török は、固体浸(SIL)光メモリ技術に、さらにピットの端を斜めにカットし、そのカットした方向に情報を載せる事で、多値情報を記録・再生して全体の記録容量を上げる技術 (Multiplexed Optical Data Storage: MODS) を提案した。

8. おわりに

本報告では触れなかったが、今回の会議では、光メモリの関連技術を生体計測やエネルギー・環境問題に応用していこうという提案ならびにそれらの研究の報告がいくつか発表された。次世代の光ディスクの技術が1つに絞られず、また一方で磁気ディスクや半導体メモリの高密度化・大容量化の波に押されて、光メモリ技術では新しい技術の展開が少し停滞しているように感じられる。一方で、既存の光ディスクシステムであっても、これを直径12cmの基板全面にマイクロメートル以下の微細パターンを数分で描画して、さらに光で読み出せる技術として見ると完成度が高く、それらが1万円もしない価格で市販されていることは驚愕に値する。これら従来の光ディスク技術の開発で培ったテクノロジーを新たな分野へ展開することは、光メモリ技術にとって非常に重要な方策の1つであると考えられる。光ディスクを中心とした光記録・加工・計測技術が益々発展することを期待しながら、引き続き注目してゆきたい。