

## ODS2007 ショート速報

川田善正 (静岡大学)

会議名 : Optical Data Storage 2007

開催期間 : 2007年5月20日-23日

開催場所 : The Benson Hotel (Portland, 米国)

\*\*\*\*\*要 約\*\*\*\*\*

今回の会議では、光メモリの将来技術として、ビット記録型の多層光メモリとホログラムメモリの体積記録型に対する期待がより顕著になった。近接場光学を利用した技術では、熱アシスト磁気記録方式の発表が多く見られた。また、光メモリは、技術的にもアプリケーションにおいても、新しいブレークスルーが必要とされており、それらの将来性を探る上で重要な会議であったと考える。

\*\*\*\*\*

## 1. はじめに

今回の参加者は、日本 28 名、米国 16 名、台湾 16 名、韓国 14 名、シンガポール 7 名、中国 5 名となっており、アジアを中心とした国際会議となっている。特にフィリッパからの発表が 0 件となり、ヨーロッパから参加者が大きく減少している。全体をみても ODS の参加者は、2005 年 : 390 名 (ISOM との共催)、2006 年 : 220 名、2007 年 : 200 名程度と、ここ数年は減少傾向である。今回の会議では、光メモリの将来技術としてビット記録型の多層光メモリとホログラムメモリの体積記録型に対する期待がより顕著になった。スタックされた媒体を用いたもの、2 光子励起を用いたもの、マイクロホログラムなどが多数報告された。

## 2. 多層光メモリ

日立マクセルのグループは、SVOD (Stacked Volumetric Optical Discs) を発表した。0.1mm 厚のディスクを 100 枚使用することにより、0.94-5Tera-Byte までの記録容量を実現可能であることを示した。ディスク厚を 0.1mm にしているため、ディスクが柔らかく安定させて回転させる必要がある。ガラス基盤と空気の流れを利用して、ディスクを安定して回転させることに成功している。4 つのディスク形状 (シングルディスク、両面ディスク、2 層ディスク、2 層両面ディスク) を構成可能であることを示し、シングルディスク、2 層ディスクのアイパターンを示した。ブルーレイディスクと同じ面密度で、2 層両面ディスクを使用することにより、10TB の容量を持つ光メモリの可能性を示した。

Landauer 社のグループは、酸化アルミナを用いた 2 光子記録光メモリについて発表した。このグループの研究は使用している材料に特徴がある。彼らが使用している材料では、2 光子過程で励起する際に、中間準位が存在する。したがって、一つの光子を吸収して中間準位まで励起され、そこ励起された電子がさらに上の準位に励起される 2 ステップの励起過程を用いる。中間準位が存在するため、2 光子励起過程の遷移確率は、飛躍的に向上し、CW レーザー光でビットデータを記録することが可能である。2 光子励起で記録したマーク長データのダイナミックテストの結果を報告した。ダイナミックテストでは、ランダムビットパタ

ーンとして、2T から 11T のマーク長の記録を行ない、媒体を 2400rpm で回転させデータを再生した。データ記録時の線速度は、0.32m/s または 0.64m/s に固定して行なった。回転数 240rpm では 45dB の CNR、回転数 2400rpm では 20-25dB の CNR が得られることを示した。ダイナミックテストは、1 層のみにデータを記録して行なっているが、蛍光再生において、ランダムパターンを用いて実際にダイナミックテストを行なった結果として評価できる。この材料は、中間準位を用いた 2 ステップ記録を利用しているため、感度が大きいことが特徴であるが、逆に中間準位の寿命、再生時の蛍光寿命によって、データの転送レートが制限されてしまうとの問題点も有している。現状では、データ再生時の蛍光寿命が 75ns であるので、データ転送レートは 10Mbps 程度となってしまう。会議では、この点について質問があり、彼らが利用している材料には、蛍光寿命が 1ns の遷移過程も存在するので、それらを利用することを検討しているとの回答であった。

静岡大学のグループは、多層媒体を用いた 2 光子メモリについて報告した。粘着剤を用い簡単に多層媒体を作製することが可能であり、均一な膜厚の媒体作製が可能であることを示した。また、実際にディスク形状の多層媒体を作製し、改良した市販の評価機を用いることにより、はじめて回転状態で多層媒体の層構造が確認できることを示した。さらに、媒体をロール状にする新しい光メモリの構成について提案した。

日立製作所のグループは、ホモダイン検出を利用して、多層メモリからの信号を増幅する手法を提案した。多層メモリでは、一層当りからの反射率が低くなるため、得られる信号強度が小さくなり、S/N が減少する。高 S/N 実現のためにホモダイン検出を用いて信号を増幅することを提案した。光源に He-Ne レーザーを用いて、基礎実験を行なった。その結果、3 倍速、8 層のディスクを利用して、S/N を 24.2dB 向上させることに成功した。信号光と参照光の強度比は 1:10 であった。

三洋のグループはポストデッドラインペーパーで、多層メモリの球面収差補正機能を持つピックアップを提案した。これは対物レンズを二つ有し、一つはサーボとトラッキング用のビーム、もう一つは記録・再生用のビームに使用した。サーボとトラッキング用のビームの焦点位置に対して、相対的に記録・再生ビームの集光スポットを移動させることにより、多層メディアへのサーボとトラッキングを実現する。球面収差補正は、ビームエキスパンダーのレンズ位置を移動させることにより実現する。ディスクの基盤厚が 0.54mm から 0.64mm の間で球面収差を 0.07 $\lambda$  以下に補正できることを示した。球面収差補正、フォーカスおよびトラッキングサーボ技術は多層メモリにおいて重要な開発課題の一つである。企業の方が本格的にピックアップの構成について検討・設計を開始したことは、今後の多層メモリの研究を加速するものと考えられる。

Call/Recall 社のグループは、2 光子記録を用いて直径 102mm、厚み 4.5mm のディスクに 235GB のデータを記録した結果をポストデッドラインペーパーで報告した。トラックピッチ 1.4 $\mu$ m、層間隔 15 $\mu$ m で、対物レンズは NA0.5 のものを用いた。また、NA が 1.0 の対物レンズについても紹介した。Call/Recall 社のシステムでは、液体層を持つ対物レンズを使用し、多層に記録する深さを変化させる際に、液体層の厚みを調整することで球面収差を補正する点がおもしろい。材料に関しては、ポリマー材料に色素前駆体と酸発生材料をドーブしたものを用い、光照射によって蛍光物質に変換し、蛍光でデータを再生している。

### 3. マイクロホログラム

マイクロホログラム、マイクロリフレクターと呼ばれる技術は、ディスクの裏面と表面の両方から 2 光束を入射してビットデータを多層に記録するビット記録型の多層メモリであり、2 次元データを記録・再生するホログラムメモリとは異なる。ビットからの反射光強度をあげるため、ビット内に干渉縞を記録する。今回の会議では、4 件の発表があり、活発な議論が行なわれた。本方式は、データをビットデータとし

て記録するため、従来のホログラムメモリで問題となる、材料の光強度に対するダイナミックレンジの必要性、シュリンクの問題がなくなることが大きな利点である。

ソニーのグループは、4層のデータを記録し、そのアイパターンの再生結果を示した。記録には、強度4.5mWの2つのビームを使用し、再生には0.5mWのレーザー光を用いた。70rpmでディスクを回転させて、良好な再生信号を得ており、本手法の有効性を示した。ディスクの両面から入射するビームの集光点を一致させる光学系、両ビームの球面収差の補正などいくつかの課題を持つが、良好な再生信号が得られており、今後の展開が期待できる。

ベルリン工科大学のグループは、DVDと同密度の記録密度を実現した結果を報告した。このグループは、マイクロホログラムの研究に早くから着手し、波長532nmの記録光を用いてデータの記録・再生のデモンストレーションを行なった。

#### 4. ホログラムメモリ

ホログラムメモリに関しては、多くの発表があり、盛んな議論が行なわれた。ホログラムメモリは、特にアメリカで盛んに研究が行なわれているため、コリニア方式、2光束方式ともに多くの発表があった。また、展示会場ではInPhase社とオプトウェア社のドライブおよびメディアが展示されていた。特にInPhase社のドライブは、3日目に内部を公開し、多くの注目を集めていた。

東大の志村先生は招待講演を行ない、コリニアホログラムについての解析を紹介し、記録密度の限界について見通しの良い結果を示していた。講演で示された結果は、ホログラムメモリの基礎特性を議論する上で非常に有意義なものであった。

ホログラムメモリにおいては、実用化を目指したドライブの設計、レンズ設計、ホログラムのための信号処理、振動安定化技術、高速複製技術などの発表が多くなされ、より具体的な議論が進められた。

#### 5. 近接場記録

近接場記録は、熱アシスト記録に関する発表が盛んであった。シーゲート社のグループは、招待講演を行ない、熱アシスト記録(HAMR)の現状を紹介した。特に微小な光照射領域と磁界領域を実現するヘッドの構成について議論した。開発したヘッドの近接場像を観察し、半値全幅124nmの光集光スポットが形成可能であることを示した。

シャープのグループは、ナノメートル領域に光を集光可能な、近接場光ヘッドを設計し、実際に記録再生した結果を報告した。100nm以下のデータマークを記録することに成功した結果を示した。

また、近接場光学を利用した光メモリとしては、超解像を利用したものが複数のグループから報告されており、着実な進展がみられた。

#### 5. おわりに

光メモリは、技術およびアプリケーションにおいて大きなブレークスルーが必要とされる状況になっている。光メモリだけでなく、周辺技術、応用分野に関わる多くの研究者との議論を行なうことによって、明確な方向性を打ち出すことが必要である。今回の会議は、その方向性を探るうえで重要な会議であったと考える。