

解説

素朴な疑問



MO ディスクの動作原理を知りたいのですが?†

三橋 慶喜††

Q. エムオー (MO) ディスクとは

データの記録・消去・書換のできる光ディスクのことです。エムオーとは記録再生の原理に Magneto-Optic Effects (光磁気効果) を利用しているためエムオー (光ディスク) と略称されています。ちなみに、書換の可能な光ディスクにはピーシー (PC: Phase Change: 相変化) と呼ばれるものもあります。MO はハードディスク (HD) より大容量でフロッピーディスク (FD) のように持ち運びができる可搬形の外部記憶装置です。一般的な MO には直径 130 mm (5.25") 両面で記録容量 650 MByte のものと、直径 90 mm (3.5") 片面で記録容量 128 MByte のものがあります。90 mm MO は見た目には 3.5" の FD と同じ大きさのケース (縦横は同じ、厚さのみが少し厚い) で容量は 100 倍以上です。そして特筆される特長として部分書換形も実用化されていることです。これは、1 枚の光ディスクの外周部は ROM (Read Only Memory) として、内周部は RW (Rewritable) 書換用として用いることができます。外周部は CD-ROM のように情報の大量流通に、内周部はその更新とかユーザ情報の追加など、これまでの磁気記録媒体では実現不可能な機能を利用することができます。

Q. MO の記録再生原理は

最も一般的な光ディスクである CD (コンパクトディスク) では情報はピットと呼ばれる小さな凹凸で記録されています。この凹凸は工場でプレス加工により作製されるので一度に大量生産が可能ですが、情報は再生専用でユーザが情報を追加したり、書き換えたりはできません。MO はユーザがデータを自由に記録・消去・書換・再生できます。それは書換可能な光磁気記録材料を用いて

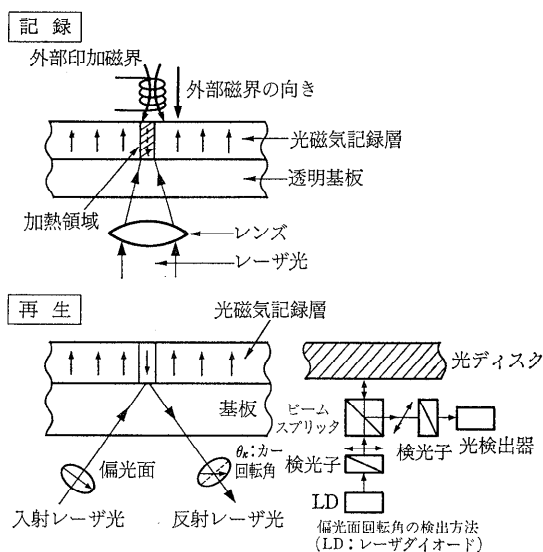


図-1 光磁気記録の記録・再生の原理<sup>1)</sup>

いるからです。記録・再生の原理を図-1 に示します<sup>1)</sup>。記録にはレーザー光の照射と外部磁界の印加との二つを同時に行い、記録層の磁気ドメインの垂直方向の反転をおこないます。再生には光磁気効果 (カー効果とファラデー効果による) レーザ光の偏光面の回転を利用しています。

記録のときには約 10 mW の強いレーザー光を照射しその熱エネルギーで記録層を加熱します。すると集束スポットの記録層温度が 200°C 近くに上昇し (光磁気記録材料ではキュリー点といわれる温度以上になると) 記録層の保磁力が急減し磁気ドメインがばらばらになります。このときに同時に外部磁界を印加すると、昇温部分の磁化の向きは外部磁界の向きに揃い、レーザー光の照射が終わると記録層は急冷され、磁化ドメインの方向は固定されます。こうして垂直方向磁化ドメインの反転をレーザー光照射の有無と外部磁界の方向を反転する二つの要素で自由に制御することができます。記録するデータの "0", "1" に対応して記

† What is an MO disk? by Yoshinobu MITSUHASHI (Tsukuba Research Center, Nippon Sheet Glass Co. Ltd.)  
†† 日本板硝子 (株) 筑波研究所

録層の磁化ドメインを“上向き”，“下向き”に変化させてデータの記録を行います。

再生のときには約 1 mW の弱いレーザ光を 사용합니다。光磁気記録膜の記録感度にはしきい値があり，記録光パワーと出力信号の特性は非線形です。あるしきい値以下のレーザ光（たとえば 1 mW）では記録層は何も変化しません。再生光の熱エネルギーで記録層は少し温まりますが磁化ドメインは反転せず元の状態が保たれ，再生光がなくなり記録層が冷えると再生前の状態と同じになります。再生光ではデータの読み出しはできませんが，ほんのわずかな記録もおこなわない，記録済のデータには影響を与えないのです。このことは，データの非破壊再生を繰り返し何万回もできる特長になっているのです。さて，“0”，“1”のデータは記録層の磁化ドメインの反転により記録されており，記録層に直線偏光の再生光を照射すると，その反射光の偏光面は光磁気効果により少し回転します。その回転方向が磁気ドメインの方向（上向き，下向き）により左右に異なるのでその変化を検光子（偏光プリズム）により光強度に変換して光検出器で，“0”，“1”データとして読み出すことができます。偏光面の回転角はほんの少しなのですが，現在，一般に用いられている光磁気記録材料であるテルビウム・鉄・コバルト（TbFeCo）のアモルファス合金膜材料では，その信号対雑音比は約 50 dB 以上も得ることができます。

MO の記録層の保磁力は FD のそれより 1 桁以上大きく，それだけ外部磁界の影響を受けません。MO は FD のような接触形記録再生ではなく非接触の光記録再生です。しかも記録層は光ディスク透明基板の内側に保護されています。これらの理由で MO は外部磁界とか，温度湿度など外部環境の変化に対して非常に強い，取扱いに優れ信頼性の高い記録媒体になっています。

#### Q. MO ドライブで CD-ROM が使えますか

残念ながら使えません。絵の出るレーザディスク（LD: Laser Disc），音の出るコンパクトディスク（CD: Compact Disc）そして MO，いずれの光ディスクもコヒーレントなレーザ光を用いることは共通しています。光ディスクドライブの要には光ピックアップがあり，半導体レーザとレンズなどの光学素子，光検出器などから構成されていま

す。さて，光ディスクの信号の記録再生のためにはレーザビームを所定のトラックにアクセスし，トラックに沿って，フォーカスさせる必要があります。これら，アクセス，トラッキング，フォーカシングというサーボ技術には各種方式があります。トラッキング方式は，再生専用の LD，CD，CD-ROM のグループでは共通ですが，追記形と書換形のグループとは異なります。そのため，二つのグループ間では同一ドライブでの媒体の相互利用は一般にはできないのです。

#### Q. MO ディスクの記録密度は

普通の光源（ランプ，太陽など）からの光は，光が単色ではない，発散性であるなどの性質があつてどんなに上等なレンズで絞ってもその集束スポットの直径はせいぜい 0.1 mm 程度です。これに対してレーザ光はコヒーレント光と呼ばれ単色で，何よりも半導体レーザは光源の大きさが 0.001 mm と非常に小さいのが特長です。そのため，その放射光をレンズで集束すると容易に直径 0.001 mm (=1  $\mu$ m) の極小スポットを実現できるのです。この極小スポットの大きさでデータを記録再生できることがすべての光ディスクに共通しています。そのために必然的に，面積当たりの記録再生密度が高いのです。このことこそがこれまでの記録媒体に対して有利なところなのです。1 ビット=1  $\mu$ m $\phi$  として単純に計算しますと， $10^6 \text{ bit}/1 \text{ mm}^2 = 645 \text{ Mbit}/\text{in}^2$  となりますから，現在の最高性能の磁気ディスクより高記録密度であることが分かるでしょう。

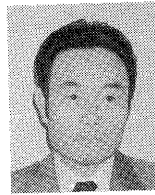
MO は高記録密度で大きさの割に大容量，しかも可搬性があるので，計算機間での情報のやり取りや，膨大なデータベースの構築に向いています。そして，その特長を生かすための互換性確保に向けて国際的な標準化が着々と進められています<sup>2)</sup>。冒頭の 130 mm MO と 90 mm MO はすでに標準化が完成し，それぞれ国際規格 ISO/IEC 10089 (1991 年)，ISO/IEC 10090 (1992 年) として出版されています。現在は，次世代の規格としてこれらの 2 倍，3 倍容量のものが検討され，すでに技術的審議は終了しています。半導体レーザの短波長化とか，信号処理技術の改良により，MO は今後ともその記録密度を次々と増大していくことが可能です。光記録は，その限界記録密度が磁気記録より 2 桁は高いことが期待できる

ので、発展性の高い記録媒体ということができません。

#### 参考文献

- 1) 電子情報通信学会編：先端デバイス材料ハンドブック第3編，オーム社（1993年）。
- 2) 三橋：光ディスクの標準化，情報処理，Vol. 33, No. 1, pp. 40-47 (Jan. 1992).

（平成6年2月1日受付）



三橋 慶喜（正会員）

1940年生。1964年東京工業大学制御工学科卒業。同年電子技術総合研究所入所。光情報処理技術の研究に従事。オプトエレクトロニクス研究室長，光機能研究室長，1984年から1992年まで情報規格調査会技術委員会 SC 23 専門委員会委員長を歴任。1991年日本板硝子(株)に入社，現在，筑波研究センター長。工学博士。著書「応用物理ハンドブック」(分担執筆)，「情報処理ハンドブック」(分担執筆)，「先端デバイス材料ハンドブック」(分担執筆)，「光ディスクのお話」(日本規格協会)など。計測自動制御学会，応用物理学会，電子情報通信学会，OSA など各会員。

