光変調・磁界変調での光磁気記録特性

Magneto-Optical Recording with Optical Modulation and Magnetic Field Modulation

高橋 明・村上善照・太田賢司・石川俊夫

シャープ(株)技術本部, 奈良県天理市機本町 2613-1 (〒632)

A. Takahashi, Y. Murakami, K. Ohta and T. Ishikawa

Corporate Research and Development Group, Sharp Corporation, 2613-1 Ichinomoto-cho, Tenri, Nara 632

The magneto-optical recording characteristics of three types of DyFeCo films with a quadri-layers structure were measured using three recording methods: the optical modulation method, magnetic field modulation method and the laser off method. In the laser off method, the laser power was lowered only while the magnetic field was changing.

As for carrier to noise ratio (C/N), the transition-metal (TM) rich type medium was best with the optical modulation method. C/N with the magnetic field modulation was lower than that with optical modulation method. The three media were similar to the magnetic field modulation method.

The laser off method improved the C/N and the magnetic field dependence of the C/N. Especially TM rich type medium exhibited the same C/N value as in the optical modulation.

Key words: magneto-optical disk, magnetic field modulation method, optical modulation method, transition metal rich, rare earth metal rich, compensation, carrier to noise ratio

1. はじめに

光磁気ディスクにおいては、他方式の記録装置と伍していくため、データ転送レート向上の研究がなされている。通常光磁気ディスクでは、あらかじめデータを消去した後、記録が行われる。ところがオーバーライト方式では記録に際してデータを消去しておく必要がなく、その分記録に要する時間が短縮できる。磁界変調方式はオーバーライト方式の一方で、既存の記録媒体構成がそのまま適応できる利点を有し、これまで磁界変調方式に適した媒体の特性や、磁界発生装置などが報告されている^{1), 2)}。

磁界変調方式では、磁界の向きが切り替わるところで記録ビットのエッジが決定される。したがって磁界のスイッチングスピードが遅いと、記録磁界が十分にかからない領域が広がり、信号品質の劣化につながる。このため、再生信号品質向上には磁界のスイッチングス

ピードの向上が重要となる。

最近、磁界を変調するだけでなく、同時に光もデータクロックに合わせて変調する方式が提案されている³⁾。我々は通常的光変調記録と磁界変調記録に加え、磁界の切り替え時にレーザー光の出射パワーを一時的に下げ、磁界が切り替わる時点では記録動作をさせない方式（ここではレーザーオフ方式と呼ぶ）で、組成比の異なった希土類・遷移金属光磁気媒体の記録再生特性を調べた。レーザーオフ方式では、磁界がスイッチングする間は、直接ビットエッジは形成されない。このため磁界のスイッチングスピードの影響は、通常の磁界変調方式より少なくなる。

2. 実 験

実験に用いた記録媒体は、DyFeCoを磁性層とした反射膜構造で、FeとCoの比率を一定にして、Dy量を変えた3種の組成のものA, B, Cを用いた。Table 1に蛍光X線分析で測ったそれぞれのDyの比率を示す。Fig. 1に $\text{Dy}_{0.21 \sim 0.24}(\text{Fe}_{0.78}\text{Co}_{0.22})$ の組成に対する保磁力を示す。図中Aが室温で遷移金属の磁気モーメントが希土類金属の磁気モーメントより優勢なTM rich, Bはそれぞれのモーメントが釣り合う補償組成でCは希土類金属の磁気モーメントが優勢なRE richである。Fig. 2にそれぞれの保磁力とカー回転角の温度依存性を示す。保磁力は室温以上でAが最も低くB, Cの順に高くなっている。カー回転角はAが最も高くB, Cの順になっており、キュリー温度もAが最も高くB, Cの順になっている。

Table 1 Dy content in DyFeCo

$\text{Dy}_x(\text{Fe}_{0.78}\text{Co}_{0.22})_{1-x}$

Media	X (%)
A	21.2
B	22.5
C	23.7

Fig. 1 Composition dependence of coercive force of DyFeCo.

ディスク基板は3.5インチ径ポリカーボネート(PC)基板で、媒体構成はPC基板/A1N/DyFeCo/A1N/A1の4層膜構造となっている。基板側からの媒体の反射率は約17%である。

記録用磁界発生には浮上型の磁気ヘッドを用いた。スライダ寸法は6mm×4mmである。コイルのインダクタンスは1μH(5.5MHz)で、RFアンプで駆動した。磁界スイッチング時間は25ns(±200Oe)であった。

光学ヘッドは波長780nm、対物レンズのNAは0.55である。記録パワーは膜面上で5~9mWである。Fig. 3に媒体の構成と磁気ヘッドの模式図を示す。

今回行った実験でのレーザーオフ方式のタイミングチャートとビットの関係をFig. 4に示す。磁界のスイッチング領域でレーザのパワーを下けているが、この時間をビット長さの1/3から1/2に設定し、最もC/Nが良くなるタイミングでレーザパワーを下げるようにした。レーザーオフ方式と従来の光変調、磁界変調の各記録方式について線速10.0m/s、記録ビット長0.9μmの条件でC/Nの記録磁界依存性の測定を行った。

3. 実験結果

実験では記録パワーの決定は、記録磁界を120Oeに固定し、各方式でC/Nが最大になるところを最適記録パワーとした。その結果記録パワーは光変調で約8.0mW、磁界変調方式、レーザーオフ方式でも約8.0mWであった。Fig. 5(a)に、光変調方式でのC/Nの外部磁界依存性を示す。Aが最もC/Nが良く、B、Cの順になっている。これはFig. 1のカー回転角、キュリー点の順と同じである。また100Oe以下の低磁界ではC/Nの差は大きくなっている。

Fig. 5(b)は磁界変調方式での結果である。光変調と比

Fig. 2 Temperature dependence of coercive force and Kerr rotation angle of DyFeCo films.

Fig. 3 Timing chart with optical and magnetic field modulation.

Fig. 4 Schematic diagram of the disk, the optical beam and the flying head.

べて全般的にC/Nが下がっており、特にAのC/Nが大きく下がっている。光変調方式ではAとBは差が見られたが磁界変調方式ではその差が小さくなっている。また最適外部磁界が、光変調方式ではAは40Oe以下、Bは200Oe付近にあったのが、磁界変調方式では、Aは160Oe、Bは240Oe以上に共に大きくなっている。

Fig. 5(c)はレーザーオフ方式で今度は全般的にC/Nは向上しており、光変調方式と同様、Aが最も良く、A、B、Cの関係は光変調とほぼ同様な結果となっている。80

Fig. 5(a) External field dependence of carrier to noise ratio with optical modulation method.

Fig. 5(b) External field dependence of carrier to noise ratio with magnetic field modulation method.

Oe から 240 Oe の間では、A, B は磁界依存性が小さく、C は 120 Oe 以上で磁界依存性が小さくなっている。またいずれの組成においても、磁界変調方式に比べて、レーザーオフ方式では C/N は上昇した。

4. 考 察

A 膜は、TM rich であるため、記録時に周囲の媒体からの磁界が他の膜 B, C に比べて大きい。このことは通常の光変調方式の低記録磁界を可能にしている一因になる。しかし磁界変調オーバーライト時は消去方向の記録磁界に対し逆の磁界として働き、信号品質を下げる要因になったと思われる。

B は補償組成の膜で、磁気モーメントが A, C に比べて小さい。これが各変調方式で安定した特性を示した原因と考えられる。ディスク C の C/N が全般的に低かったのは、この記録膜のキュリー温度が低く、カー回転角が小さかったことを反映しているものと思われる。

レーザーオフ方式は磁界のスイッチング時にレーザー

Fig. 5(c) External field dependence of carrier to noise ratio with laser off method.

パワーを下げるため、レーザーパワーが上がった時点では磁界が十分にかかって、しかも媒体は磁界変調方式に比べて温度が下がっている。このことは記録開始時点では、レーザーオフ方式は通常の光変調記録に近い状態になっていると思われる。これがレーザーオフ方式が磁界変調方式より光変調方式に似た結果を示す原因と考えられる。

記録時にレーザーが光っている時間は、磁界変調が最も多く、レーザーオフ方式、光変調方式の順に短くなる。ところが最適記録パワーはどの方式でも同じであった。光変調はオーバーライトしていないため、他方式とは単純比較できない。しかし磁界変調方式とレーザーオフ方式では、どちらもオーバーライトしているにもかかわらず、最適記録パワーに差がでなかった。これは、レーザーを照射しはじめてからビーム周辺の媒体温度分布が一定になるまでの時間が、レーザーオフ方式での記録パルス時間に比べて短いため、レーザーオフ方式でも記録時には磁界変調方式と同等の温度になり、レーザーオフ方式と磁界変調方式では特に差がでなかったものと思われる。このことはレーザーオフ方式では磁界変調方式に比べて、レーザーの出力と時間の積が小さくなり、レーザーの寿命の点で有利になってくることを意味する。

レーザーオフ方式は磁界の切り替え時にレーザーパワーを制御するため、データの変調方式によらず同じ制御回路で対応できる利点がある。このことは、磁界の切り替え時間がデータチャンネルの時間からの制御を受けないことを意味している。

一方レーザーオフ方式は光変調方式と同様、レーザーを変調しているため、記録媒体上の温度分布はデータに応じて変化しており、熱的な検討が今後の課題である。

5. ま と め

レーザオフ方式を用いることで、磁界変調方式で磁界の切り替わる領域の影響を少なくした。その結果、以下のことがわかった。

- 1) オーバーライトでの C/N の全般的な改善および磁界依存性の改善ができた。
- 2) 特に TM rich 膜を使うと、従来より低磁界でオー

バーライトが可能となった。

文 献

- 1) T. Nakao *et al.*: International Symposium on Optical Memory '87 Technical Digest WA2, p. 5 (1987).
- 2) 淵上, 他: 第 13 回応用磁気学会予稿集, 23a C-8, p. 196 (1989).
- 3) 渡辺, 他: 光メモリスンポジウム '88, p. 47 (1988).

1990 年 12 月 7 日受理, 1991 年 2 月 28 日採録