Co/Pt 膜における SiN 下地層のエッチング効果

Sputter Etching Effect of SiN Underlayers for Co/Pt Films

続山浩二・重松茂人・渡辺 淳・戸上雄司

三井石化機能材研究所, 千葉県袖ヶ浦市長浦 580-32 (☎299-02)

K. Tsuzukiya, S. Shigematsu, J. Watanabe and Y. Togami

High Performance Materials and Products Research Lab., Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.,
580-32 Nagaura, Sodegaura 299-02

Magneto-optical disks with Co/Pt multilayered films on RF-etched SiN underlayers were prepared. Thermomagnetic writing experiments showed that RF-etching of SiN reduces playback noise by 4 dB. We have achieved a C/N ratio of 58 dB under conditions of linear velocity, 11.3 m/s; recording frequency, 1 MHz; reading laser power, 1.2 mW; and resolution bandwidth, 30 kHz. Results of measurements of XRD and magnetic properties for Co/Pt films on both unetched and etched SiN suggest that noise reduction by etching of SiN underlayer comes from the better crystallographical $\langle 111 \rangle$ orientation perpendicular to film surface.

Key words: Co/Pt, multilayered film, magneto-optical disk, C/N ratio, SiN underlayer, sputter etching.

1. はじめに

Co/Pt 組成変調膜は, ①積層周期を選ぶことで垂直磁化膜となり^{1,2)}, ②短波長でのカー回転角 θ_k が大きい²⁾ことから, 将来の高密度光磁気ディスク用記録膜として期待され活発に研究が行われている。Co/Pt 組成変調膜への熱磁気記録の実験も行われており^{3)~6)}, 作製条件によっては 60 dB 近い C/N が得られている。しかしながら, Co/Pt 組成変調膜の作製条件と記録再生特性との関係, 特にノイズに関する検討は詳細には行われていない。

これまでの研究で, Co/Pt 組成変調膜は下地の種類や下地のエッチング処理により磁気特性が大きく変わることが報告されている^{7),8)}。そこで今回我々は, Co/Pt 膜を透明誘電体膜である SiN でサンドイッチした Co/Pt 光磁気ディスクにおいて, 干渉膜として用いる SiN 下地膜への RF エッチング処理と記録再生特性との関係について調べた。

2. 実 験

Fig. 1 に作製した光ディスクの模式図を示す。ISO フォーマット入り APO®ディスク基板およびダイレクト・エッチングにより作製されたスパイラル・グルーブ付のガラス基板上に, 透明誘電体膜である SiN で Co/Pt 組成変調膜をサンドイッチしてある。基板側の SiN 膜はカー効果をエンハンスするように, 膜厚を 80 nm とした。成膜を行う前の到達真空度は約 3×10^{-7} Torr である。SiN は, Si ターゲットを Ar と N₂ の混合ガスによりスパッタリングを行う RF 反応性スパッタリング法にて成膜した。この時の混合ガスのガス圧力は 0.5 mTorr である。Co/Pt 組成変調膜は, Co と Pt のターゲットを同時にスパッタリングしながら, 回転テーブルに取り付けられた基板が Co と Pt のターゲット上を交互に通過する DC 二元マグネトロンスパッタ法にて成膜した。この時の Ar ガス圧力は 10 mTorr, 成膜速度は約 3 nm/min である。成膜した膜は Co 層厚み 0.5 nm, Pt 層厚み 1.5 nm, 全膜厚約 20 nm である。Co/Pt 組成変調膜を成膜する前の基板 SiN 膜への RF エッチング処理は, Ar ガス圧力 15 mTorr, 投入パワー密度 0~1 W/cm², エッチング時間 5 min という条件で行なった。エッチング処理により SiN 厚みが減少するため, 成膜直後の SiN 厚みは前もって測定したエッチング深さ分だ

SiN	10nm
Co/Pt	Co0.5nm/Pt1.5nm(20nm)
SiN	80nm
Substrate	APO®(ISO-formatted) or Glass(non-formatted)

Fig. 1 Disk structure with Co/Pt multilayered film as magneto-optical active layer.

け加算した。

作製した Co/Pt 光磁気ディスクの記録再生特性は波長 780 nm の半導体レーザーおよび N.A.=0.55 の対物レンズを用いた光ヘッドを搭載した光ディスクドライブにて評価した。この時の線速は 11.3 m/s、記録周波数 1 MHz (デューティ比 50%)、記録時バイアス磁界 500 Oe、再度時レーザーパワー 1.2 mW、分解能帯域幅 30 kHz である。本論文で示すキャリアレベルおよびノイズレベルは、2 次高調波周波数 (2 MHz) でのキャリアレベルが最低になる記録レーザーパワーでの値を用いた。Co/Pt 組成変調膜の磁気特性は振動試料型磁力計 (VSM) およびトルクメータにて測定した。結晶配向性は Cu-K α を X 線源とする X 線回折装置 (XRD) にて評価した。結晶粒径は透過型電子顕微鏡 (TEM) にて観察した。SiN 膜の表面性は走査型トンネル顕微鏡 (STM) により観察した。

3. 結果と考察

Fig. 2 は、基板として APO®を用いた Co/Pt 光磁気ディスクのノイズレベルと C/N 値を SiN 下地へ行うエッチングのパワー密度に対してプロットしたものである。エッチング処理を施した媒体は SiN 下地における厚みの減少を補正してあるので、各媒体の磁気光学特性 (反射率およびカー回転角) はほぼ同じである。エッチングのパワー密度を上げていくとノイズの改善効果も大き

Fig. 2 The effect of RF sputter etching of SiN underlayers on recording characteristics of Co/Pt MO-disks.

くなることわかる。パワー密度が 0.44 W/cm² の時が最もノイズの改善効果が大きく、この時ノイズは約 4 dB 改善される。パワー密度を大きくし過ぎると基板へのダメージが発生した。一方、キャリアレベルは SiN のエッチングの有無に関わらず一定であるので、結果として C/N が約 4 dB 向上している。SiN 下地層へのエッチング処理によるノイズレベルの改善は基板として APO®を用いた場合に特有の効果ではなく、基板としてガラスを用いた場合にも APO®と同様のノイズ改善効果がある。Fig. 3 はガラス基板を用いた Co/Pt 光磁気ディスクにおいて、SiN 下地層への RF エッチング処理を施した場合の記録再生特性を示している。C/N 値は 58 dB を得ている。これまで、Co/Pt 組成変調膜を用いた光ディスクで 60 dB 近い C/N を出しているのは Co/Pt を E-beam 蒸着で成膜するか Xe ガスによるスパッタリングで成膜する場合であった^{5), 6)}が、今回、Ar ガスによるスパッタリング成膜で作製した Co/Pt 組成変調膜を用いても同程度の C/N を得られることが示された。

一般に光磁気ディスクにおける媒体ノイズは、①反射率の変動に起因するノイズ、②偏光面の変動に起因するノイズ、③記録ノイズが考えられる。SiN 下地へのエッチング処理の有無に関わらず、記録ノイズはいずれも 1 dB 程度であり大きな差はなかった。反射率変動に起因するノイズと偏光面の変動に起因するノイズとを分離する目的で、追記型光ディスク評価用の光ヘッドを用いて Co/Pt 光磁気ディスクを再生しノイズレベルを比較した。しかしノイズレベルの差は見られなかった。よって SiN 下地へのエッチング処理により改善されたノイズ

Fig. 3 Carrier to noise ratio of Co/Pt MO-disk [Glass-sub SiN (80 nm) Co (0.5 nm)/Pt (1.5 nm) (20 nm) SiN (10 nm)] at 1 MHz (duty 50%).

は、残された偏光面の変動に起因するものであると考えられる。

RF エッチング処理により SiN の表面性がどのように変わるかを STM にて観察した。Fig. 4 は APO®基板上に成膜した SiN 表面の STM イメージを示している。エッチング処理により SiN 表面の凹凸が滑らかになっていることがわかる。 z 方向での振幅には差がみられないが、凹凸の周期が長くなっている。FFT 解析の結果、エッチング処理を行うことにより周期が約 2 倍になっていることがわかった。

Co/Pt 組成変調膜は多結晶膜であるため、粒径が異なればノイズレベルの差として現れることが考えられる。TEM 観察の結果を Fig. 5 に示す。粒径はいずれの場合も約 10 nm であり、改善されたノイズが結晶粒径の差に起因するものでないことが確認された。

Fig. 6 は SiN 上に成膜された Co/Pt 組成変調膜における (111) 面ロックン・カーブの半値幅を SiN 表面に行った RF エッチング処理での投入パワー密度に対してプロットしたものである。SiN へのエッチング処理を行うことにより、ロックン・カーブの半値幅は約 1/2 に減少している。これは、SiN 下地へのエッチング処理が Co/Pt 組成変調膜の結晶配向性を高めたことを意味

Fig. 4 STM images of (a) unetched and (b) 0.44 W/cm² etched SiN surface.

Fig. 5 TEM photographs of Co/Pt films prepared on (a) unetched and (b) 0.44 W/cm² etched SiN underlayers.

Fig. 6 Etching power density dependence of the half width of XRD rocking curve in (111)-peak for Co/Pt films.

する。この半値幅の減少の程度は、STM 観察で見られた SiN 表面の凹凸周期の変化と対応しているため、Co/Pt 膜の (111) 面が SiN 表面と平行に積層されていると考えられる。

SiN 下地へのエッチング処理による Co/Pt 組成変調

Fig. 7 The change in magnetic properties of Co/Pt film by the etching of SiN underlayer.

膜の磁気特性の変化を Fig. 7 に示す。飽和磁化 M_s および保磁力 H_c には変化は見られないが、垂直磁気異方性定数 $K_{\text{eff}} (=K_u - 2\pi M_s^2)$ は SiN へのエッチング処理により大きくなっている。一方、ヒステリシスループの角形性に大きな変化は見られず、いずれも角形性は良好である。Co/Pt 組成変調膜では (111) 面の配向性と垂直磁気異方性との間に密接な関係があることが報告されている⁹⁾。エッチング処理による異方性定数の増大は SiN の表面が滑らかになることで (111) 面の結晶配向性が向上した結果であると考えられる。さらに、改善されたノイズが偏光面の変動に起因するノイズであることから、この偏光面の変動は SiN 下地上の Co/Pt 組成変調膜の結晶配向性を反映した異方性の分散によるものではないかと考えられる。

4. ま と め

Ar ガススパッタにより成膜を行う Co/Pt 組成変調膜

を、透明誘電体膜である SiN でサンドイッチした光磁気ディスクにおいて、基板上的 SiN 下地への RF エッチング処理と波長 780 nm の LD による記録再生特性との関係を調べた。その結果、SiN へのエッチング処理はノイズレベルの改善に効果があることがわかった。ガラス基板を用いた場合、SiN へのエッチング処理を施した光ディスクの C/N として 58 dB を得た。この値は、E-beam 蒸着や Xe ガススパッタにより Co/Pt 組成変調膜を成膜した光ディスクの C/N と同程度である。

SiN の表面観察および Co/Pt 組成変調膜に関する XRD 測定および磁気特性測定の結果から、ノイズの改善は、SiN 表面性の改善によって Co/Pt 組成変調膜の結晶配向性が向上したことによると考えられる。

文 献

- 1) P. F. Carcia: *J. Appl. Phys.*, **63**, 5066 (1988).
- 2) S. Hashimoto, Y. Ochiai and K. Aso: *J. Appl. Phys.*, **67**, 2136 (1990).
- 3) W. B. Zeper and F. J. A. M. Greidanus: *IEEE Trans. Magn.*, **25**, 3764 (1989).
- 4) S. Hashimoto, H. Matsuda and Y. Ochiai: *Appl. Phys. Lett.*, **56**, 1069 (1990).
- 5) C. J. Lin and H. V. Do: *IEEE Trans. Magn.*, **26**, 1700 (1990).
- 6) S. Hashimoto, A. Maesaka and Y. Ochiai: International Workshop on Magnetic Superstructured Films (Nagoya, 1991), p. 10.
- 7) P. F. Carcia and M. Reilly: *Appl. Phys. Lett.*, **58**, 191 (1991).
- 8) S. Hashimoto and Y. Ochiai: *J. Magn. Magn. Mat.*, **88**, 211 (1990).
- 9) M. Hasegawa, K. Nakamura, S. Tsunashima and S. Uchiyama: Digest of the 14th Annual Conference on Magnetism in Japan (1990), p. 64.

1991 年 11 月 12 日受理, 1992 年 1 月 30 日採録