

## 最近の技術から

# TbFe/SiO 組成変調膜の磁気光学効果

斎藤 信雄・佐藤 龍二

NHK放送技術研究所 〒157 東京都世田谷区砧 1-10-11

### 1. はじめに

非晶質希土類-遷移金属 (RE-TM) 合金膜は光磁気記録媒体として盛んに研究が進められ、その性能は実用化レベルに達している。しかし、高速アクセス可能という長所をもつ光磁気ディスクが、現行の VTR に代わって利用されるためには、テレビジョン信号をリアルタイムに長時間記録できることが求められており、光磁気記録媒体には、より高い SN 比、より速いデータ転送速度、より大きな記録密度といった高性能化が要求されている。これらの高性能化には、再生信号の大きさに密接に関係した、媒体の磁気カー回転角 ( $\theta_K$ ) が大きいことが重要である。

非晶質 RE-TM 合金の  $\theta_K$  は  $1^\circ$  以下と小さい。これを少しでも大きくするために、これまでさまざまな  $\theta_K$  の増大策が講じられてきた。その中の一つに、記録膜の上あるいは下に誘電体層や反射膜を設け、多重反射を利用して見かけ上  $\theta_K$  を増大する試みがある。しかし、それによる  $\theta_K$  の増大もせいぜい  $3^\circ$  ほどでありであった。

われわれは、組成変調膜を用いて、従来行なわれてきた試みを上回る高性能化を図ることを目的に研究を進めてきた。その結果の一端を紹介する。

### 2. 組成変調膜とは

組成変調膜とは、図 1 にその構造を模式的に示したように、2 種類以上の薄い膜を交互に積み重ねたものである。われわれは、非晶質 TbFe 合金と SiO を積層した TbFe/SiO 組成変調膜を用いて光磁気記録媒体の高性能化を目指した。RE-TM 合金のなかでも希土類として Tb を含むものは垂直磁気異方性が大きい。材料としての  $\theta_K$  は小さいが、光が十分な強度をもって透過する程度の薄膜を作っても容易に垂直磁化膜が得られる。SiO は、可視域の光に対して吸収が少ない、屈折率が大きく (可視光の範囲で約 2) 干渉によるエンハンスメント効果が大きいなど、RE-TM 合金と積層する際に都合のよい性質をもつ。

これら磁性体と透明非磁性体とを積層し、人工周期性、あるいは、相互界面の効果により新たな磁気特性、磁気光学特性が出現することを期待した。磁気特性の面では、界面での磁歪 (逆磁歪) 効果により垂直磁気異方性定数  $K_u$  が増大するという結果が得られた<sup>1)</sup>。組成変調構造をとることで干渉による  $\theta_K$  のエンハンスメントを目指すときの、磁性層 1 層の厚さは数十 Å から百数十 Å である。このように磁性層が薄くても  $K_u$  が大きく垂直磁化膜が得られるというのが組成変調膜の大きな長所の一つである。

### 3. カー回転角のエンハンスメント

電子銃加熱を用いた真空蒸着法により作製した TbFe/SiO 組成変調膜について、 $\theta_K$  の波長依存性を測定した結果を図 2 に示す<sup>2)</sup>。(a) からはピークの高さおよび鋭さが透明非磁性層の厚さ  $d_s$  により変化することが、(b) からはピーク位置が保護層の厚さ  $d_p$  に強く依存することがわかる。この測定結果は、仮想屈折率の考え<sup>3)</sup>に基づいた計算の結果とよい一致を示した。このことから、組成変調構造を適当に選ぶことにより、可視域の任意の波長において、必要な値の  $\theta_K$  を示す組成変調膜を得ることができる。これは、磁性体と透明非磁性体とを光の波長よりも十分に薄くして積層したときには、光の“見る”屈折率が 2 種類の材料の屈折率の平均となり、2 種類の材料の厚さの比を変えることによって、実効的な屈折率を広範囲に変化させられるからである。

さらに、図からは、ある構造の TbFe/SiO 組成変調膜が  $20^\circ$  以上もの  $\theta_K$  を示すこともわかる。また、計算からは、 $100^\circ$  以上の  $\theta_K$  を与える組成変調膜も得られることがわかった<sup>2)</sup>。記録層の実効的な屈折率を調整することが可能となり、保護層との間で、ある波長の光に対して大きなエンハンスメント効果が得られたために、従来の  $\theta_K$  増大の試みの結果をはるかに上回るこれらの値が得られたものと解釈できる。

組成変調構造をとることによって、磁性層の垂直磁気異方性を失うことなく光磁気記録媒体の光学定数を調整

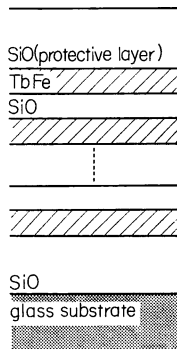


図 1 TbFe/SiO 組成変調膜の構造の模式図

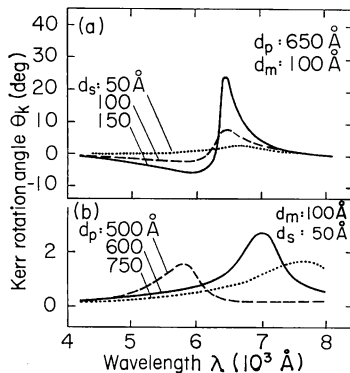


図 2 TbFe/SiO 組成変調膜の磁気カー回転角  $\theta_K$  の波長依存性  
 $d_m, d_s, d_p$  はそれぞれ磁性層, 透明非磁性層, 保護層の厚さを表す. (a), (b)ではパラメータとして, それぞれ  $d_s, d_p$  を変化させている.

し任意の磁気光学特性をもつ光磁気記録媒体を作製することが可能となる. しかも, 1 種類の透明非磁性体を用いるだけでそのような調整を行なうことができ, 媒体作製プロセスの面からも有利である.

#### 4. TbFe/SiO 組成変調膜の磁気カーヒステリシスループ

図 3(a)の磁気カーヒステリシスループからわかるように, 組成変調膜の  $\theta_K$  は必ずしも外部磁界  $H=0$  のとき最大になる (ループの縦の幅が最も広くなる) とは限らない. これは, ある磁性層の磁化の反転がカーヒステリシスループに及ぼす寄与が, 干渉の効果により, 膜の構造, 光の波長などが変わると変化するためである. 再生は,  $H=0$  の状態で行なうため, このときに  $\theta_K$  が最大になるような組成変調膜が好ましい. そのような組成変調膜を得る条件を求めるために, 3章に述べた仮想屈

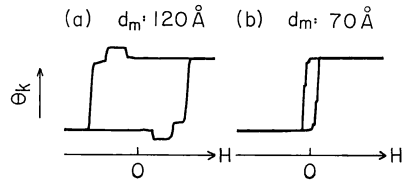


図 3 TbFe/SiO 組成変調膜の磁気カーヒステリシスループの測定結果  
 磁性層の厚さ  $d_m$  が (a) 120 Å と (b) 70 Å の場合

折率の考えに基づく計算を行ない, 磁性層の磁化が 1 層ずつ反転したときの  $\theta_K$  を求め, それからカーヒステリシスループの形を求めた. その結果, TbFe 層が 80 Å より薄いとき,  $\theta_K$  が  $H=0$  において最大となるヒステリシスループが得られることがわかった<sup>4)</sup>. 図 3 (b)はその計算の結果に基づいて作製した TbFe/SiO 組成変調膜の磁気カーヒステリシスループである. これにより, 3章で設計した  $\theta_K$  が, 最も大きくなる状態で利用できるようになる.

#### 5. む す び

TbFe/SiO 組成変調膜を用いた干渉による  $\theta_K$  のエンハンスメントについて述べた. 光磁気記録媒体としての組成変調膜は, 磁性層の垂直磁気異方性を増しながら, 記録層の屈折率を広範囲に変化させて任意の値の  $\theta_K$  をもたせ, 媒体設計の自由度を大きくできるという特長をもつ. これらの特長を生かすことにより, 光磁気記録媒体のいっそうの高性能化を図ることができると考える.

#### 文 献

- 1) R. Sato, N. Saito, T. Morishita and M. Kajiura: "Magnetic properties and thermal stabilities of Fe-Tb/SiO compositionally modulated films," *Proc. JIMIS-5: Non-Equilibrium Solid Phases of Metals and Alloys*, Kyoto (1988), Trans. JIM, 29, Suppl. (1988) pp. 321-324.
- 2) 佐藤龍二, 森下忠隆, 斎藤信雄, 梶浦正子, 佐藤勝昭, 貴田弘之, 千葉圭一: "TbFe/SiO 組成変調膜の磁気カー効果", 日本応用磁気学会誌, 13 (1989) 513-518.
- 3) K. Ohta, A. Takahashi, T. Deguchi, T. Hyuga, S. Kobayashi and H. Yamaoka: "Magneto-optical disk with reflecting layers," *Optical Data Storage*, Proc. SPIE, 382 (1983) 252-259.
- 4) N. Saito, T. Morishita, R. Sato and M. Kajiura: "Interference effect on the magneto-optical properties in compositionally modulated amorphous TbFe/SiO<sub>2</sub> films," *Proc. 1988 MRS Meet. ADVANCED MATERIALS*, Vol. 10 (Tokyo, 1988) pp. 343-348.

(1989年7月6日受理)