リングヘッド/垂直面内複合型媒体系のピークシフト特性

Peak Shift Characteristics of Ring-Type-Head and Perpendicular-Longitudinal Composite Medium System

黒川義昭・長崎 顕・本間敬之・逢坂哲彌

早稲田大学理工学部応用化学科; 各務記念材料技術研究所,
東京都新宿区大久保 3-4-1 (〒169)

Y. Kurokawa, A. Nagasaki, T. Homma, and T. Osaka

Department of Applied Chemistry, School of Science and Engineering;
Kagami Memorial Laboratory for Materials Science and Technology,
Waseda University, 3-4-1 Okubo, Shinjuku-ku, Tokyo 169

The peak shift characteristics of perpendicular-longitudinal composite media in combination with a ring-type-head were investigated. It was found that the composite media had excellent peak shift characteristics in the region where the underlayer-medium showed worse characteristics. In the case of the composite media, strong perpendicular magnetization of the perpendicular recording layer suppressed the unfavorable effect of the underlayer. The underlayer's magnetization had an great influence on the peak shift characteristics of the composite media, especially in the higher recording region. It is suggested that the peak shift characteristics are mainly subject to the condition of perpendicular magnetic reversal formed in the composite media.

Key words: peak shift characteristics, perpendicular-longitudinal composite media, ring-type head, strong perpendicular magnetization, underlayer magnetization

1. はじめに

リングヘッド/垂直二層膜媒体系においては、面内磁化容易な下地層の磁気特性が記録再生特性に大きく影響を及ぼすことが明らかにされている^{1)~3)}。我々は特に保磁力が数百 Oe 以上の下地層（面内記録媒体）を適用した垂直面内複合型媒体に着目して研究を進めてきた。この系においては、再生出力が垂直記録層および下地層（面内記録層）に起因する出力の単純な重

畳以上となることが明らかとなっている^{4)~6)}。また、種々のヘッド・媒体パラメータを検討することにより、系の最適化を試みている。これまでは主として記録密度特性、孤立再生波形に関する検討を行ってきたが、今回は複合型媒体系のピークシフト特性に注目し、詳細な検討を試みたので、ここに報告する。

2. 実験方法

媒体はすべて無電解めっき法により作製し^{7), 8)}、98 mmφ に切り出したフレキシブルディスクとして評価した。基板は厚さ 40 μm のポリイミド上に非磁性 NiP を 0.05 μm 成膜したものとし、垂直記録層、面内記録層には各々 CoNiReP 膜、CoP 膜を用いた。磁気特性の測定には振動試料型磁力計 (VSM) を用いた。複合型媒体のピークシフト特性および下地面内記録層の磁化量の影響を検討するため、膜厚により面内記録層の磁化量を変化させた 2 種類の複合型媒体および各々の垂直記録層、面

Table 2 Read/write conditions

Head	Nanomax MIG	Mn-Zn Ferrite
Gap length (μm)	0.25	0.37
Track width (μm)	21	60
Bs (kG)	13	5
Coil turns	22	15
Relative velocity (ms ⁻¹)	1.0	

Table 1 Magnetic properties of composite media

Medium	A	B	C	D	E
Top layer	CoNiReP	CoNiReP	CoNiReP	NiP	NiP
Thickness (μm)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Ms (emu cm ⁻³)	350	350	350	Non-mag	Non-mag
Hc(⊥) (Oe)	1200	1200	1200		
Underlayer	CoP	CoP	----	CoP	CoP
Thickness (μm)	0.05	0.03		0.05	0.03
Ms (emu cm ⁻³)	1000	1000		1000	1000
Hc(//) (Oe)	640	640		640	640

内記録層のみの媒体を用いた。各媒体の諸元を Table 1 に示す。なお、面内記録層のみの媒体については複合型媒体における面内記録層とスペーシングをそろえるため非磁性 NiP 層を $0.2\mu\text{m}$ 付与している。ヘッドには VHS ビデオ用の Mn-Zn フェライトヘッドおよび 8mmVTR 用の Nanomax MIG ヘッドを用いており、ヘッドの諸元および記録再生条件を Table 2 に示す。ピークシフト特性は AC 消磁後の媒体に 2 ビットパターンでの記録を行い、ビット間のピーク間隔を測定し、式 (1) により評価した。

$$\text{Peak shift (\%)} = \{(t_2 - t_1)/t_1\} \times 100 \quad (1)$$

t_1 , 記録間隔; t_2 , 再生波形のピーク間隔

3. 実験結果および考察

3.1 垂直面内複合型媒体のピークシフト特性

垂直磁気記録は磁化反転領域での反磁界が原理的に無視できることから、記録減磁は極めて小さく、良好なピークシフト特性を示すと考えられている⁹⁾。また、本研究の対象であるリングヘッド/垂直面内複合型媒体系においては、記録時に垂直記録層・面内記録層双方に磁化遷移領域が形成される。その残留磁化状態は強い垂直磁化領域主体の馬蹄型磁化モードをとることにより、垂直記録層の反磁界が低減される。また、面内記録層の記録減磁も緩和され、各記録層とも単層時より安定化されることが考えられている⁴⁾。そこで、このようなモードを有する垂直面内複合型媒体のピークシフトの挙動を明らかにするために、まず複合型媒体および垂直記録層、面内記録層のみの媒体について評価した。

Fig. 1 にビット間距離を 24 kFRPI に相当する間隔一定とし、記録起磁力の変化によるピークシフト特性を示した。ヘッドには Mn-Zn フェライトヘッドを用いている。いずれの媒体

Fig. 1 Dependence of the peak shift on the MMF for media A, C, and D with transition separation corresponding to 24 kFRPI.

においても $0.4 \sim 0.5 \text{ AT}_{P-P}$ 付近でピークシフト特性が改善される傾向を示しているが、高起磁力領域において差が認められる。つまり、面内記録層のみの媒体 D においては、 0.5 AT_{P-P} 付近から起磁力の増大とともに特性が劣化しているが、複合型媒体 A では垂直記録層のみの媒体 C と同様、 0.5 AT_{P-P} 付近からピークシフトは急激に減少した後、ほぼ一定となる傾向を示している。Fig. 2 の磁化遷移領域のモデル図に示すように、面内記録層のみにおいては、表層に生じる磁極による反磁界が記録密度および起磁力の増大に伴い、磁化遷移長を増大させる。これに対し、複合型媒体においては上に垂直記録層の強い垂直磁化領域が存在するために面内記録層表層の磁極が打ち消される結果、磁化遷移長の増大が抑制されると考えられる。以上により、面内記録層のみではピークシフト特性が劣化する高起磁力領域においても、複合型媒体は面内記録層の特性に制限されず、垂直記録層のみの媒体と同様、良好な特性を示す。

3.2 面内記録層の磁化量の影響

面内記録層の磁化量の影響を明らかにするために、まず面内記録層の磁化量の異なる複合型媒体のピークシフトの起磁力依存性について検討した。Fig. 3 に 50 kFRPI に相当するビット

Fig. 2 Schematic models of remanent magnetization states: A) underlayer-only-medium; B) composite medium.

Fig. 3 Dependence of the peak shift on the MMF for media A, B, and C with transition separation corresponding to 50 kFRPI.

間距離におけるピークシフトの起磁力依存性を示す。両複合型媒体 A, B とともに垂直記録層のみの媒体 C と同様、 0.5 AT_{p-p} 付近からピークシフト量が急激に減少する傾向を示しているが、高起磁力領域におけるピークシフト量に大きな差が認められる。これに対し、 24 kFRPI に相当するビット間距離については、両媒体に顕著な差は認められなかった。このように複合型媒体においても、 50 kFRPI に相当するビット間距離では、面内記録層の磁化量がピークシフト特性に大きく影響することがわかる。このような特性の差を検討するために、下地面内記録層の特性に着目し、面内記録層のみの媒体の比較を行った。

面内記録層のみの媒体のピークシフトの起磁力依存性および

Fig. 4 Dependence of the peak shift on the MMF for media D and E with transition separation corresponding to 24 kFRPI .

Fig. 5 Dependence of the peak shift on the recording density for media D and E.

記録密度依存性を各々 Fig. 4 および Fig. 5 に示す。Fig. 5 の記録起磁力は Fig. 4 で特性の改善された 0.60 AT_{p-p} とした。Fig. 4 および Fig. 5 とともに記録層の厚さにかかわらず、プロファイルがほぼ一致する傾向を示している。これは、この条件ではヘッド-磁性層間のスペーシングが大きいので、磁化量の変化がピークシフト特性に及ぼす影響は小さくなっているためと考えられる。このことから、上述の面内記録層の磁化量の異なる複合型媒体の特性の差は、各々の面内記録層のみの特性の差異よりは複合型媒体としての残留磁化状態の差に起因すると考えられる。Fig. 6 のモデル図に示すように、両媒体とも垂直記録層の強い垂直磁化領域の存在により、面内記録層に起因する磁化遷移長の増大が抑制されている。ところが、面内記録層の磁化量の差によりこの強い垂直磁化領域による面内記録層表層の磁極打ち消しの度合いが異なっている。また、媒体 B の方が面内記録層の磁化遷移長が小さく、面内記録層の垂直磁化と強い垂直磁化直前の垂直磁化との干渉が緩和され则认为される。これらのことより、両複合型媒体の垂直磁化反転の安定性に差が生じていると考えられる。今回の両媒体のピークシフト特性の差はこのような垂直磁化反転の安定性に起因すると考えられる。

Fig. 6 Schematic models of remanent magnetization states: A) medium A; B) medium B.

Fig. 7 Dependence of the peak shift on the MMF for media A and B with transition separation corresponding to 50 kFRPI .

Fig. 8 Dependence of the peak shift on the recording density for media A and B.

一方、このようなピークシフト特性にはヘッドパラメータも影響を及ぼすことが予想される¹⁰⁾。そこで、Nanamax MIG ヘッドを用いて同様の評価を行った。Fig. 7 に MIG ヘッドでの面内記録層の磁化量の異なる複合型媒体のピークシフトの起磁力依存性を示す。ビット間距離は Fig. 3 と同様、50 kFRPI に相当するものである。MIG ヘッドを用いても Fig. 3 の結果と同様、媒体 B の方が低いピークシフト量を示している。また、2 ビットパターンの再生波形にも大きな違いはみられなかったことから、今回の系ではヘッドパラメータによる大きな特性の変化は認められず、いずれのヘッドにおいても媒体 B の方が良好な特性を示すといえる。

Fig. 8 はピークシフトの記録密度依存性を示している。記録起磁力は Fig. 7 でピークシフト特性が良好である 0.60 AT_{p-p} とした。記録密度の増加に伴い、両媒体ともピークシフト特性が劣化する傾向を示しているが、媒体 B の方が劣化が抑制されていることがわかる。これは、Fig. 6 のモデル図で考察したよ

うに、両媒体における垂直磁化反転の安定性に起因していると考えられる。また、面内記録層の磁化量に起因する特性の差は高記録密度領域において大きく影響を及ぼすといえる。

4. ま と め

リングヘッド/垂直面内複合型媒体系のピークシフト特性について検討を行った結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 垂直面内複合型媒体系においては、垂直記録層の強い垂直磁化領域により、面内記録層に起因するピークシフト特性の劣化が抑制される。
- 2) 面内記録層の磁化量はピークシフト特性に大きく影響し、特に高記録密度領域において顕著であることが明らかとなった。
- 3) 面内記録層の磁化量の異なる複合型媒体の特性の差は、面内記録層のみの特性の差よりも複合型媒体を構成したときの垂直磁化反転の安定性に起因する。

文 献

- 1) S. Iwasaki and K. Ouchi: *IEEE Trans. Magn.*, **26**, 97 (1990).
- 2) H. Matubara, H. Mizutani, S. Mitamura, and T. Osaka: *Jpn. J. Appl. Phys.*, **27**, 1895 (1988).
- 3) T. Osaka, T. Homma, T. Watanabe, and Y. Kurokawa: *J. Magn. Magn. Mat.*, **134**, 331 (1994).
- 4) 逢坂哲彌, 本間敬之, 黒川義昭, 山本真由美, 長崎 顕: 日本応用磁気学会誌, **17**(S2), 103 (1993).
- 5) Y. Kurokawa, A. Nagasaki, T. Homma, and T. Osaka: *J. Mag. Soc. Jpn.*, **18**(S1), 455 (1994).
- 6) Y. Kurokawa, A. Nagasaki, T. Homma, and T. Osaka: *IEEE Trans. Magn.*, **31**, 3102 (1995).
- 7) T. Homma, T. Watanabe, T. Osaka, and F. Goto: *J. Mag. Soc. Jpn.*, **15**(S2), 305 (1991).
- 8) 後藤文男, 山本武彦, 塩田則夫, 逢坂哲彌: 表面技術, **42**, 345 (1991).
- 9) 岩崎俊一, 鈴木俊行: 電子通信学会技術研究報告, **MR78-24**, 13 (1978).
- 10) 村山裕樹: 電子通信学会技術研究報告, **MR84-5**, 1 (1984).

1995 年 10 月 12 日受理, 1996 年 1 月 12 日採録