バリウムフェライト系新酸化物テープの電磁変換特性

Magnetic Recording Properties of Spinel Rich Barium Ferrite Tapes

落合圭一・青木延之・菰田英明

松下電器産業(株)開発研究所, 大阪府門真市大字門真 1006 (〒571)

K. Ochiai, N. Aoki and H. Komoda

Development Res. Lab., Matsushita Electric Industrial Co., Ltd., 1006, Kadoma, Osaka, 571

Perpendicularly and longitudinally oriented (PO and LO) tapes were prepared from spinel rich barium ferrite pigments with different coercivity (H_c). SFD and SFD_r for LO tapes were much smaller than those for the metal particulate (MP) tape. Their outputs were measured on a drum tester using a sendust sputtered sheet laminated head. In low recording density region, the LO tapes showed greater output than the PO tapes. However, in high recording density region, the PO tapes showed about 3dB greater outputs than the LO tapes with almost the same H_c values in the oriented direction. D_{50} of the LO tape was greater than that of MP tape for almost the same longitudinal H_c value.

Key words: magnetic recording, spinel rich barium ferrite, magnetoplumbite, perpendicularly oriented tape, longitudinally oriented tape, drum tester, SFD, SFD_r

1. はじめに

M型マグネトブランバイト構造をもつ Co-Ti 置換バリウムフェライト磁性粉とそれを用いた磁気記録媒体については、これまで多くの報告がなされてきた^{1), 2)}。この媒体は良好な高密度記録特性を示すが、その理由として、藤原や山森らの垂直磁化成分の寄与による³⁾という報告^{2), 3)}がある一方で、Speliotis の磁性材の磁気損失の小ささにより理解できるという報告⁴⁾もあり、大変興味深い。

従来より知られる M 型マグネトブランバイト構造の Co-Ti 置換バリウムフェライト磁性粉の保磁力 (H_c) の温度係数は正の比較的大きな値となっている。我々は、このことが実用上問題になると考え、温度係数の改善について、著者のひとりでもある青木らが M 型マグネトブランバイト構造にさらに過剰のスピネル層を含む磁性粉について提案してきた⁵⁾。この磁性粉を本稿ではバリウムフェライト系新酸化物磁性粉と呼び、以下、SRB (Spinel Rich Barium ferrite) と略す。今回、 H_c の異なる

SRB を用い、垂直方向および長手方向に配向処理した磁気テープを試作した。試作テープの電磁変換特性の H_c 依存性ならびに配向度依存性について報告する。

2. 実験方法

電子顕微鏡により観察した SRB の格子像と M 型マグネトブランバイト構造をもつ Co-Ti 置換バリウムフェライト磁性粉の格子像をそれぞれ Photo 1(a), (b) に

Photo 1 Transmission electron microscope photograph. (a), spinel rich barium ferrite; (b), Co-Ti substituted barium ferrite (M type magnetoplumbite); (c), schematic figure of SRB.

示す。SRBは、磁性粉の中心部はM型マグネトプランバイト構造であるが粒子表面には過剰のスピン層が存在している。参考のため、Photo 1(c)にSRBの説明図を示した。SRBと従来より知られるM型マグネトプランバイト構造のものとの微視的構造の違いが明瞭である。

テープ試作には、Co-Tiの置換量により制御した H_c の異なる5種類のSRBを用いた。磁性粉の特性をTable 1に示す。平均板状比はいずれの H_c でも約6であった。

塗料化は同一の組成・方法で行い、厚さ14 μm のPETフィルムに塗工し、磁場配向処理(垂直・長手)した後、表面平滑化処理を行った。

得られたテープは2分の1インチ幅に裁断し、ドラムテスターを用いて電磁変換特性を測定した。測定では積層センダストヘッド(ギャップ長0.20 μm 、トラック幅20 μm)を用い、相対速度1.47 m/sで矩形波信号を用いて記録・再生を行った。

3. 実験結果ならびに考察

試作した垂直配向(PO)、長手配向(LO)テープと業務用MII-VTR用メタル塗布(MP)テープの磁気特性ならびに表面粗さについて、Table 2, 3にまとめる。POテープの反磁界補正後の角型比ならびにLOテープの長手方向の角型比は0.80前後の値であった。試作したテープ

の H_c の最大値は2200 Oe程度で現在実用化されている磁気テープの H_c と比較すると、かなり高い。注目されるのはLOテープのSFDの値であるが、MPテープと同程度の長手方向角型比においても、MPテープの値0.50の約半分となっている。表には示していないが、レマネンスループより求められるSFD r の値もSFD値とほぼ同じ値であった。今回のLOテープのSFDの値は、Speliotisの報告している数値0.10⁽⁴⁾と比較すると、やや大きい。

スペクトラム・アナライザーを用いて、測定した基本波出力の入出力特性をFig. 1に示す。また、 H_c の最も低いPOテープの出力を0 dBとして相対表示した最適記

Table 2 Properties of perpendicularly oriented tapes

Parameter	LO-1	LO-2	LO-3	LO-4	LO-5	MP
$M_s(\text{emu/cc})$	123	136	136	122	136	237
$H_c''(\text{Oe})$	980	1111	1324	1536	2253	1514
SQR''	0.79	0.81	0.80	0.81	0.83	0.81
SPD''	0.24	0.25	0.27	0.28	0.29	0.50
$H_c^\perp(\text{Oe})$	740	821	1006	1117	1604	951
$\text{SQR}^\perp$	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.23
Roughness						
R.M.S.(nm)	13.6	12.2	16.3	9.1	8.9	4.8

Table 3 Properties of longitudinally oriented tapes

Parameter	PO-1	PO-2	PO-3	PO-4	PO-5
$M_s(\text{emu/cc})$	133	126	125	129	124
$H_c''(\text{Oe})$	652	736	891	943	1320
SQR''	0.33	0.33	0.34	0.32	0.33
$H_c^\perp(\text{Oe})$	942	1078	1285	1484	2185
$\text{SQR}^\perp$	0.78	0.79	0.79	0.82	0.83
Roughness					
R.M.S.(nm)	12.7	12.7	12.8	8.8	6.3

Table 1 Pigment properties

Pigment	Moment (emu/g)	Surface Area (m^2/g)	H_c (Oe)
P-1	61.1	48.3	866
P-2	61.2	47.0	1002
P-3	58.9	49.7	1195
P-4	58.3	45.8	1395
P-5	57.0	51.6	2083

Fig. 1 Output signal vs. write current. (a), PO-4; (b), LO-4; (c), MP.

Fig. 2 Relative output at different recording densities vs. coercivity in oriented direction of tapes. (a), 8.6 kFRPI; (b), 69 kFRPI; (c), 104 kFRPI; (d), 138 kFRPI.

録電流での基本波出力の配向方向の H_c に対する依存性を Fig. 2 に示す。8.6 kFRPI の低記録密度においては、PO テープよりも LO テープの方が、かつ H_c の低い方が出力では有利である。記録密度を 69 k, 104 k, 138 kFRPI と増していくと、PO テープが LO テープに対し出力で優位となってくる。さらに、ヘッドによる漏れ磁界で十分に書き込めていない高 H_c テープを除けば、 H_c が増大するにつれ出力面では優位である。特に 138 kFRPI の記録密度では H_c が 2000 Oe を超えても、良好な出力を得ることができる。

D_{50} の保磁力依存性を Fig. 3 に示す。記録密度特性としては PO テープが LO テープよりも良好であり、 H_c を増大させると D_{50} も増大する。MP テープと H_c 同程度

Fig. 3 D_{50} vs. coercivity in oriented direction of tapes.

の試作 LO テープの D_{50} を比較すると、試作 LO テープの方が良好な値を示している。

バリウムフェライト媒体の高密度記録時の出力の実験的解析については、山森らの報告がある³⁾。彼らは、3.5 インチフロッピーディスクの電磁変換特性を調べた結果、出力 E は、垂直方向の角型比 $SQR^\perp$ と $H_c^\perp$ とを用いて

$$E \propto SQR^\perp \cdot \sqrt{H_c^\perp}$$

と表されることを報告している。今回の SRB を用いた試作 PO テープの 104 k, 138 kFRPI の出力の実測値とこの実験式による計算値とを比較して Table 4 に示す。この表より高密度記録時の PO テープの出力は、山森らの報告する実験式と、高 H_c のものを除いて比較的良好に合っていることが分かる。

Wollack らは長手配向したバリウムフェライトテープの出力の H_c 依存性を 8 mm VTR とドラムテスターで測定した結果、ドラムテスターでは出力の H_c 依存性が小さいことを報告している⁶⁾。記録密度 104 kFRPI における LO テープの出力をみると、出力の H_c 依存性は小さい。今回の結果は、さらに高保磁力化した領域でも、Wollack らのドラムテスターでの報告と出力の H_c 依存性において定性的傾向は一致している。

M 型マグネトプランバイト構造をもつ Co-Ti 置換バリウムフェライトを用いた垂直配向および長手配向媒体の出力については、藤原がギャップ長 $0.28 \mu\text{m}$ の MIG ヘッドを用いて出力を測定した結果、記録波長 $0.4 \mu\text{m}$ で約 10 dB の差があることを報告している²⁾。今回の SRB を用いたテープでは、やはり垂直配向の方が長手配向よりも高密度記録時の出力としては有利ではあるものの、その出力差は約 3 dB 程度である。これが SRB を用いたテープ固有の特性であるのかどうかについての検討は今後の課題である。

今回の試作テープは、Table 2, 3 に示したように、MP

Table 4 Measured output of perpendicularly oriented tapes, with calculated output after Yamamori *et al.*'s formula

Parameter	P0-1	P0-2	P0-3	P0-4	P0-5
Measurement(dB)					
104KFRPI	0	+0.5	+1.5	+2.5	+1.0
138KFRPI	0	0.0	+1.5	+2.1	+2.5
Calculation(dB)					
$SQR^{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{H_c^{\frac{1}{2}}}$	0	+0.7	+1.5	+2.4	+4.2

テープに対し、表面粗さの自乗平均値が大きく、 H_c の異なるサンプル間で粗さのばらつきもある。今回のドラムテスターを用いた低い相対速度での測定系では、比較的表面粗さによる出力低下は小さいと思われるが、SRBを用いたテープの高密度記録時の出力の解析を実験的にさらに定量化していくには、表面平滑度の向上達成が必要である。

5. ま と め

従来のM型マグネトブランバイト構造を持つCo-Ti置換バリウムフェライト磁性粉粒子中にさらに過剰のスピネル層を含んだバリウムフェライト系新酸化物磁性粉を用いて各種磁気テープを試作した。今回の実験で明らかになったことを以下にまとめる。

① 長手配向したテープの長手方向の角型比はMPテープと同程度でも、SFDの値はMPテープの約半分であった。

② 低密度記録時の出力は、長手配向が垂直配向に比べて有利で、 H_c が低いテープの方が良好であった。

③ 高密度記録時の出力は、垂直配向が長手配向に比べて有利であり、ヘッドにより書き込めていれば H_c の増大とともに出力は増大する傾向を示した。垂直配向テープの出力依存性は、山森らの報告している実験式と基本的にはよい一致を示した。

④ 長手配向テープの高密度記録時の出力の保磁力依存性は小さく、Wollackらの報告しているドラムテスターでの結果をさらに高保磁力化した領域でも、出力の H_c 依存性について定性的傾向は一致していた。

今後は、バリウムフェライト系新酸化物磁性粉と従来より知られるM型マグネトブランバイト構造をもつバリウムフェライト磁性粉との磁氣的構造の違いおよび媒体としての特性の違いを明らかにすることが課題である。

最後に、ご指導頂きました東北大学中村慶久教授に心より感謝致します。

文 献

- 1) O. Kubo, T. Ido and H. Yokoyama: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-18**, 1122 (1982).
- 2) T. Fujiwara: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-23**, 3125 (1987).
- 3) 山森一毅, 田中 勉, 森 英明, 地頭所保, 橋本 稔: 電子情報通信学会技術研究報告, MR89-5 (1989).
- 4) D. E. Spiliotis: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-23**, 3143 (1987).
- 5) 青木延之, 鳥井秀雄, 青木正樹: 電業協会昭和62年度年会講演予稿集, p. 116 (1987).
- 6) E. F. Wollack, R. M. Erkkila, and T. C. Mitchell: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-25**, 4054 (1989).

1990年1月9日受理, 1990年3月13日採録