重層塗布型媒体の電磁変換特性

Magnetic Recording Properties of Double Layered Coating Media

安藤康夫・川上 晃・疎 理英子・西川卓男

コニカ(株)マグネ事業部磁気材料開発センター, 東京都日野市さくら町1 (☎191)

Y. Ando, A. Kawakami, R. Ren and T. Nishikawa

Konica Corporation, Magnetic Materials Development Center, 1, Sakuramachi, Hino, Tokyo 191

Double layered magnetic coating media were made in order to obtain excellent electromagnetic conversion characteristics in wide frequency range. Video luminance signal is recorded only from a tape surface to $0.3\mu\text{m}$ in depth. However, video chrominance signal is recorded ranging from a tape surface to $0.6\mu\text{m}$ in depth. By utilizing these characteristics, high coercivity magnetic particles which are suitable for recording high frequency signals, are able to be used for the upper layer. However, these characteristics are affected by the thickness of the upper layer and the coercive force of each layer. Therefore these values should be decided carefully considering recording depth of each of each signal.

Key words: double layered coating media, video tape, electromagnetic conversion characteristics, luminance signal, chrominance signal, coercive force

1. はじめに

近年の VTR の高性能化に伴い媒体に求められる性能も高度化してきている。高密度記録を行うために種々の媒体¹⁾が提案されているが、これにも関わらず従来からの塗布型媒体はその耐久性および量産性の点で優れており、この高密度記録への対応の研究は重要である。塗布型媒体の高性能化の手段としては、磁性粉の微粒子化、高保磁力化そして高分散化、高配向化が行われてきた。さらに最近では高密度記録になれば媒体表層の垂直磁化成分が重要であるとの考え方から、1) パリウムフェライトなどもともと垂直成分の多い磁性粉を用いる^{2)~4)}、2) 従来よりの針状磁性粉を垂直または斜めに配向する^{5)~7)}、などの方法により高密度記録を実現することが報告されている。しかし実際の VTR 信号の記録においては、短波長信号のみならず $10\mu\text{m}$ 近い長波長信号も同時に記録する必要があり、これらの方法ではこのような広い周波数帯域を含んだ信号を有効に記録させることは困難である。

このような問題に対し我々は、長波長信号は短波長信

号と比較して媒体のより深層部に記録されるという性質を利用し、媒体の深層部と表層部に別々の磁気特性を持たせることにより解決することを検討した。これまでも二層媒体についてはオーディオテープにおいて検討した報告⁸⁾があるが、VTR 信号は FM 重畳記録を行っているためこれよりも問題は複雑である。また VTR 用テープとしては磁性粉を深層長手表面垂直に配向させるなどの報告^{9, 10)}もあるが、我々は深層部と表層部に別々の磁性粉を用い、二層に塗布を行うことを検討した。本報告ではこの様な重層塗布型媒体を VTR 用に用いることを想定してその基本的な入出力特性を検討するため、磁性粉として $\text{Co-}\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ を用いて検討を行った結果について述べる。

2. 実験方法

検討に用いた磁性粉の諸特性を Table 1 に示す。これらの磁性粉をバインダー中に分散し各種磁性塗料を作成し、これらを膜厚 $14\mu\text{m}$ の PET フィルム上に重層塗布して上層膜厚の異なる (全膜厚を $3\mu\text{m}$ に固定) 各種サンプルを作成した。これらは表面平滑化処理を行った後 2 分の 1 インチに裁断し、S-VHS 用テープにカセット化した。S/N 特性は S-VHS 実機 (MnZn フェライトヘッド、ヘッド gap 長 $0.3\mu\text{m}$ 、相対速度 5.8 m/s) を用

Table 1 Coercive force and particle length data of each magnetic particle

Magnetic Particle	Hc (Oe)	Particle Length (μm)
A	940	0.21
B	1040	0.21
C	1110	0.21
a	450	0.38
b	710	0.38
c	710	0.30
d	880	0.30

Fig. 1 Upper layer thickness dependence of luminance and chrominance signal output. Coercive force of upper layer magnetic particle is 940 Oe (A particle) and coercive force of lower layer magnetic particle is 710 Oe (b particle)

い、入力信号として 100% ホワイトおよび単一カラーを用いて、最適記録電流で測定した。また C/N 特性は上記ヘッドを用い、各単一周波数における最適記録電流で測定した。

3. 実験結果ならびに考察

Fig. 1 に輝度信号出力およびカラー信号出力の上層膜厚依存性の結果を示す。上層のテープ保磁力を 940 Oe (Table 1 の A 磁性粉)、下層のテープ保磁力を 710 Oe (Table 1 の b 磁性粉) に固定し、上層単層におけるそれぞれの出力に対する相対値で示してある。上層膜厚を減少させると 0.3 μm 以下で輝度信号出力が急峻に減少を始めるのに対し、カラー信号出力は約 0.6 μm 以下で上昇を始める。この結果は、輝度信号はテープ表層から 0.3 μm、カラー信号はテープ表層から約 0.6 μm の深さの範囲に記録されていることを示している。よって上層膜厚を 0.3~0.6 μm の範囲に設定することにより輝度信号出力を劣化させることなくカラー信号出力を上げることが可能となる。そこで上層膜厚を 0.3 μm、0.5 μm に設定して上層のテープ保磁力を変化させた時の輝度およびカラー信号出力を調べた。この結果を Fig. 2 に示す。下層のテープ保磁力は 710 Oe (Table 1 の b 磁性粉) に固定した。図中には上層単層の結果も合わせて示してある。この結果を見るとテープ保磁力を上げると輝度信号出力は上昇するがカラー信号出力が大きく劣化するため単層で使用するには適さない。しかし重層化を行うことにより図に示すようにカラー信号出力を上昇させることができる。これにより高保磁力の磁性粉を有効的に使用

Fig. 2 Upper layer coercive force dependence of luminance and chrominance signal output. Coercive force of lower layer magnetic particle is 710 Oe (b particle)

することが可能となる。

次に下層の特性の影響について調べた。Fig. 3 は上層のテープ保磁力を 940 Oe (Table 1 の A 磁性粉) に固定して下層の保磁力を変化させたときの輝度およびカラー信号出力の結果を示す。下層の保磁力を下げると約 700 Oe 以下で輝度信号出力は徐々に減少を始めるが、逆にカラー信号出力は大きく上昇する。この傾向は上層膜厚が薄いほど顕著である。すなわちカラー信号出力をより多く上昇させるためには輝度出力を劣化させない範囲で下層の保磁力を低く設定することが有効的である。下層テープ保磁力が 500 Oe 以下で輝度信号出力が大きく劣化しているが、これは下層磁性粉の粒径が大きいためテープ表面性が劣化しスペーシング損失を生じたためである。

このように重層媒体においては電磁変換特性は上層膜厚、上下層保磁力に大きく依存するためこの設計においては記録深さを十分考慮においた上で行わなければならない。そこで実際にこの重層媒体における輝度信号出力の記録電流依存性を調べた結果を Fig. 4 に示す。上層の保磁力は 940 Oe (Table 1 の A 磁性粉)、下層の保磁力は 710 Oe (Table 1 の b 磁性粉) に固定した。出力、記録電流は上層単層における最大値、最適値で規格化してある。上層膜厚 0.5 μm においては上層単層と違いは見られないが、上層膜厚を減少させると高記録電流において出力の劣化が見られる。この劣化の始まる電流値は、上層膜厚を薄くするに従い小さい方にシフトする。この結果は上層膜厚の薄いサンプルにおいては記録電流を増すことにより信号記録領域が保磁力に低い下層の範囲まで含まれるため、自己減磁を生じたためと解釈される。

Fig. 3 Lower layer coercive force dependence of luminance and chrominance signal output. Coercive force of upper layer magnetic particle is 940 Oe (A particle)

以上の結果は入力信号として単一波長を入れた理想的な場合であるが、実際のビデオ入力信号においては広い範囲にわたる波長の信号が含まれる。そこでこれらの媒体の出力および C/N 特性の記録周波数依存性を調べた結果を Fig. 5 に示す。上層のテープ保磁力を 940 Oe (Table 1 の A 磁性粉)、下層のテープ保磁力を 710 Oe (Table 1 の b 磁性粉) に固定し、出力、C/N は共に上層単層の値で規格化している。測定した記録周波数の範囲では出力に周波数依存性は見られず、上層膜厚の変化により出力レベルが異なる。すなわち上層膜厚を薄く設定すると各周波数において同様に出力レベルが減少するという結果が得られた。これに対し C/N 特性を見ると上層膜厚の値によっては記録周波数に大きく依存する結果が得られた。すなわち上層膜厚が 0.3 μm の場合には高記録周波数においては C/N の劣化は少ないが低記録周波数になるに従い劣化が大きくなる。上層膜厚が 0.1 μm の場合は測定したすべての周波数領域において劣化が大きくなった。出力の劣化と比較して C/N の劣化が大きいことよりこれらのサンプルにおいてはノイズが上昇していることがわかる。

Table 2 には各上層膜厚のサンプルにおける表面粗さのパラメーター R_a ならびに R_{max} を示した。単層のサンプルと比較して重層したサンプルは特に表面粗れを起こしている様子は見られず、ノイズの上昇は表面性からくるものではないことがわかる。

そこでこの現象を理解するために再生有効磁化層の膜厚を見積もってみる。再生有効磁化層の厚さを $\lambda/4$ とする。テープとヘッドの相対速度は 5.8 m/s であるので、周波数 4.5 MHz, 6.0 MHz, 8.0 MHz に相当する $\lambda/4$ はそれぞれ 0.32 μm , 0.24 μm , 0.18 μm となる。すなわちこの周波数範囲においては上層膜厚 0.5 μm のサンプル

Fig. 4 Recording current dependence of luminance signal output. Coercive force of magnetic particle used in upper layer is 940 Oe (A particle) and coercive force of magnetic particle used in lower layer is 710 Oe (b particle).

Fig. 5 Wave length response of signal output and carrier to noise ratio. Coercive force of magnetic particle used in upper layer is 940 Oe (A particle) and coercive force of magnetic particle used in lower layer is 710 Oe (b particle).

はすべて再生有効磁化層の範囲は上層に含まれ、逆に上層膜厚 0.1 μm のサンプルはすべて下層の領域まで含むことになり、これは出力および C/N の実験結果と良く一致する。しかし上層膜厚 0.3 μm のサンプルにおいては 5.0 MHz 以上の周波数においては再生有効磁化層の範囲は上層に含まれるため出力、C/N の劣化は起きな

Table 2 Surface roughness parameter of each tape

Upper layer thickness (μm)	Ra (μm)	Rmax (μm)
3.0	0.007	0.029
0.5	0.007	0.027
0.3	0.007	0.028
0.1	0.007	0.027

いはずであるが、実際は5.0 MHz より高い周波数で C/N の劣化が始まる。この結果は下層の磁性粉の粒径が上層の磁性粉の粒径より大きいいためこれらの界面付近において下層の影響が無視できないことを示している。また入出力特性における下層の影響は出力よりもむしろノイズに対してより敏感に起こることを示す。

4. ま と め

重層塗布型媒体の電磁変換特性からその記録状態を実験的に求めた。輝度信号はテープ表層より $0.3\mu\text{m}$ 、カラー信号は $0.6\mu\text{m}$ の範囲に記録されている。この特徴を利用することにより高域特性に有利な磁性粉を低域特性を損じることなく生かすことができる。しかし重層媒体においてはその上層膜厚、上下層保磁力の値により出力、ノイズ特性が大きく変化するため、記録深さを十分

考慮した上でその設計を行わなければならない。

最後に、本研究のテープ作成、測定にご協力いただいた当部署、ならびに技術研究所の皆様方に深く感謝致します。

文 献

- 1) 成瀬宏治, 館野安夫, 佐藤孝典, 佐藤研一, 千藤一信: 電子情報通信学会技術研究報告, MR90-7 (1990).
- 2) T. Fujiwara: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-21**, 1480 (1985).
- 3) T. Fujiwara: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-23**, 3125 (1987).
- 4) D. E. Speliotis: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-23**, 3143 (1987).
- 5) R. D. Weiss: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-19**, 1677 (1977).
- 6) M. Meguro, K. Iwasaki and Y. Hisagen: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **13**(Suppl. S1), 905 (1989).
- 7) I. A. Beardsley: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-18**, 1191 (1982).
- 8) 樋口重孝, 久源良明, 小津 毅, 大畠 積: 電子情報通信学会技術研究報告, MR73-15 (1973).
- 9) A. Ohtsubo, Y. Satoh, T. Masuko and T. Watanabe: *IEEE Trans. Magn.*, **MAG-23**, 3149 (1987).
- 10) Y. Satoh, A. Ohtsubo, H. Momoi, N. Kannen and T. Kobayashi: *J. Magn. Soc. Jpn.*, **13**(Suppl. S1), 899 (1989).
- 11) 西田徹二, 齊藤真二, 稲波博男, 小川 博, 笹沢幸司: 電子情報通信学会技術研究報告, MR89-35 (1989).

1990 年 12 月 3 日受理, 1991 年 2 月 28 日採録