積層アモルファスヘッドの高周波電磁変換特性

High-Frequency Recording Characteristics of Laminated Amorphous Film Heads

夏井昭長・長谷川博幸・村岡俊作・仲谷安広*・養田 広

松下電器産業(株)磁気デバイス研究所・*デバイス工法開発研究所, 大阪府守口市八雲中町 3-1-1 (〒570)

A. Natsui, H. Hasegawa, S. Muraoka, Y. Nakatani* and H. Yohda

Magnetic Devices Res. Lab. and *Devices Process Technol. Res. Lab.,

Matsushita Electric Ind. Co., Ltd., 3-1-1, Yagumonaka-machi, Moriguchi, Osaka 570

A Co-based laminated amorphous film head was tested in a rotary drum system at relative velocities from 5.8 m/s to 69.6 m/s. Sufficient contact was maintained between the head and tape even at relative velocities as high as 69.6 m/s. A frequency loss in the head was caused by playback output and recording sensitivity. The experimental data agreed well with the loss calculated from the frequency dependence of the initial permeability of the magnetic core by using the magnetic circuit method. A frequency loss of 180 MHz / 1.25 MHz was about 16 dB, and was independent of the magnetic field level.

Key words: Co-based laminated amorphous film head, rotary drum system, high relative velocity, frequency loss, high frequency

1. はじめに

我々は、VTR 信号の高周波化に対応して、これまでに Co 系アモルファス膜を用いた積層ヘッドを開発し、MII-VTR 用、D-3VTR 用磁気ヘッドとして実用化してきた。この積層型ヘッドは磁気コアとして磁性膜と絶縁膜の積層膜を用い、磁性膜の膜厚を薄くすることにより、高周波領域における渦電流損失を低減し、高い再生特性を実現している(～30 MHz)¹⁾。

近年、デジタル VTR の高画質化に伴い記録される情報量が増大しており、今まで以上に記録密度特性、高周波特性の優れた磁気ヘッドの開発が望まれている。

そこで我々は、積層膜の一層の膜厚を最適化し、無磁界中熱処理を施すことにより高周波特性の向上を図ってきた²⁾。今回、この熱処理を施した Co 系アモルファス積層ヘッドの高周波電磁変換特性(～180 MHz)を、高相対速度にて測定し、初透磁率特性から求めたヘッド特性と良い一致を見たので報告する。

2. 実験方法

Table 1 に測定に用いたヘッドとテープの諸元を示す。ヘッドは飽和磁束密度 0.8 T の Co 系 4 元アモルファス、ギャップ長 0.2 μm のものを用いた。テープは抗磁力 127 kA/m, 全厚 13.5 μm の MP テープで、PET ベースのものを用いた。

Fig. 1 に測定に用いたヘッドの摺動面の顕微鏡写真を示す。一層の磁性層膜厚は 2.9 μm, 絶縁膜厚は 0.2 μm で積層数は 9 層である。

Fig. 2 に測定に用いたヘッドのインピーダンスの周波数特性を示す。また、Fig. 3 にアモルファス膜の初透磁率の周波数特性を示す。初透磁率の測定は 8 の字コイル法³⁾で行った。

電磁変換特性はドラムテスターを用い、相対速度 5.8 m/s～69.6 m/s, 周波数 1.25～180 MHz における自己録再生により求めた。

Table 1 Specifications of head and media

(1) Head

Co-based laminated amorphous	
Bs [T]	0.8
Track width [μm]	26.0
Gap length [μm]	0.21
Gap depth [μm]	22.0
Number of turns	8

(2) Media

Metal particulate	
Hc [kA/m]	127
Thickness [μm]	13.5
Magnetic layer [μm]	2.7
Base film [μm]	10 (PET)
Back coat [μm]	0.8

Fig. 1 Magnified photograph of the head surface.

Fig. 2 Frequency dependence of the impedance.

Fig. 3 Frequency dependence of initial permeability.

3. 結果と考察

3.1 再生出力

Fig. 4 に測定した各相対速度、各波長における再生出力の周波数特性を示す。なお、同一相対速度を実線で、同一波長を点線で結んでいる。また、それぞれの値はそれぞれの最適起磁力で記録したときの再生出力である。

Fig. 4 Frequency dependence of the head output at various relative velocities.

Fig. 5 Frequency dependence of the normalized output at various wavelengths.

これより、長波長領域で出力は相対速度の増加に対してほぼ 6 dB/oct. で増加しているのに対し、短波長、高周波領域でその傾向がみられず損失が大きいたことがわかる。

Fig. 5 に、Fig. 4 における出力を、トラック幅、巻数および相対速度で規格化し、各波長一定の線（点線）を取り出した結果を示す。これらの曲線はそれぞれ、相対速度により規格化されており、かつ波長一定の線であるから、測定した相対速度域 (5.8 m/s～69.6 m/s) におけるヘッド、テープ間スペーシング量の変化による損失と、周波数による損失とを表していると考えられる。Fig. 5 における各曲線の相対高さにはギャップロスなどの波長に起因する損失が含まれているので、それらを取り除いてヘッドの周波数特性をみるために、これらの曲線を滑らかな 1 本の曲線になるように縦方向に平行移動して重ねた結果を Fig. 6 に示す。周波数 2.5 MHz～150 MHz において、各波長一定の線がよく重なっており、同一周波数における各線の傾きは相対速度が異なる

Fig. 6 Frequency dependence of the relative reproducing efficiency, derived from Fig. 5.

Fig. 7 Output envelope at 180 MHz and 69.6 m/s.

にも関わらずほぼ一致している。各波長で相対速度の増加に応じてヘッド、テープ間スペーシング量が急激に増加するとすれば、各曲線の右端はスペースロスにより曲線の重なりよりはずれはらずであり、Fig. 6の結果から測定した相対速度域におけるスペーシング量はほとんど変化していないことがわかる。すなわち Fig. 6における傾きは、そのまま周波数損失を表していると考えられ、その値は、周波数 1.25 から 180 MHz において約 16 dB である。

Fig. 7 に相対速度 69.6 m/s、周波数 180 MHz で測定したスペクトラムアナライザによるエンベロープを示す。エンベロープの変動はドラム 1 周当たり約 2 dB 以下であり、高相対速度にもかかわらず良好なインターフェイスが実現できていることがわかる。この時、RBW 300 kHz で、キャリア基本波レベルとアンブノイズで定義して CN 比 27 dB を得ている。

Fig. 8 に、Fig. 3 に示した実効透磁率の周波数特性を用いて、磁気回路法により計算した再生効率の周波数

Fig. 8 Frequency dependence of the relative reproducing efficiency, derived from Fig. 3.

特性を示す。なお、周波数 1 MHz における効率を 0 dB として示している。この結果は、Fig. 6 に示したカーブと良く一致しており、再生出力から求めた周波数損失が膜特性を良く反映していることがわかる。すなわちヘッド形状でも膜の特性が十分に実現できていると考えられる。

3.2 記録感度

Fig. 9 に、Fig. 4 で求めた各点での最適起磁力の周波数特性を示す。なお、Fig. 4 と同様に同一相対速度を実線で、同一波長を点線で結んでいる。また、長波長領域における最適起磁力は、入出力特性に記録減磁がみられず何処を最適起磁力とするかが問題となり、実際の最適起磁力より高く表示されているので、以下の処理からはこれらを除く。これより、高周波領域では起磁力が多く必要で、損失が多くなっていることがわかる。

Fig. 10 に、Fig. 9 における最適起磁力の逆数をとり、各波長一定の線（点線）を取りだした結果を示す。波長一定の線上の各点は同じ深さで記録されているので、ギャップ磁界 (H_g) は一定である。また、コイルの起磁力は最適起磁力 (NI_{opt}) であるから、記録効率は式 (1) で表される。

$$\eta \propto \frac{H_g}{NI_{opt}} \quad (1)$$

Fig. 10 に示した曲線は、最適起磁力の逆数を取っているので、効率の周波数特性を示していると考えられる。

Fig. 11 に、Fig. 6 と同様に、Fig. 10 における曲線を滑らかな 1 本の曲線になるように縦方向に平行移動して重ねた結果を示す。これより、周波数 2.5~150 MHz において、記録効率の周波数特性は Fig. 6 の再生出力より求めた周波数損失と良く一致していることがわかる。すなわち、このヘッドにおいては、磁界レベルが 0.5 A/m 程度の再生時も、500 A/m 程度の記録時も、そ

Fig. 9 Frequency dependence of the optimum magnetomotive force at various relative velocities.

Fig. 10 Frequency dependence of $1/MMF$ at various wavelengths, derived from Fig. 9.

の磁界レベルに関わりなく 0.08 A/m で測定した膜特性を反映しており、これ以上のヘッド特性の改善は膜特性の改善に依存していることがわかる。

4. まとめ

Co 系積層アモルファスヘッドを用いて、高相対速度、

Fig. 11 Frequency characteristics of the relative recording efficiency, derived from Fig. 10.

高周波数における電磁変換特性を測定した。その結果以下のことがわかった。

- (1) 相対速度 69.6 m/s 、周波数 180 MHz における良好なエンベロープが得られた。また CN 比 27 dB を得た。
- (2) ヘッドの周波数損失は、測定に用いたヘッドにおいては、記録と再生の磁界レベルに関わりなく、周波数 $180 \text{ MHz}/1 \text{ MHz}$ にて約 16 dB であった。

謝 辞 本研究の機会を与えて頂きました当社磁気デバイス研究所紙中所長、デバイス工法開発研究所米澤所長に感謝します。

文 献

- 1) 高橋 健, 沢井瑛昌, 養田 広, 村岡俊作, 井原慶太: 電子通信学会技術報告, MR86-31 (1986).
- 2) 村岡俊作, 高橋 健, 榊間 博: 日本応用磁気学会誌, 17, 113 (1993).
- 3) 村岡俊作, 榊間 博, 井原慶太, 島田 寛: 電子通信学会技術報告, MR92-12 (1992).

1993 年 10 月 8 日受理, 1994 年 1 月 28 日採録