テープ・ヘッド接触面観察装置によるドロップアウトの非破壊検出法

Non-Destructive Detection of Drop Out by a Measurement of Tape/Head Contact Condition

向江秀明・三小田眞彬・黒江章郎*・田原健司**

松下電器産業(株)磁気記録(事), *開発研究所, 門真市大字門真 1006 (☎571)

**松下技研(株), 川崎市多摩区東三田 3-10-1 (☎214)

H. Mukae, M. Mikoda, A. Kuroe* and K. Tahara**

Matsushita Electric Ind. Co., Ltd., Magnetic Recording Division, *Development Res. Lab., 1006, Kadoma, Osaka 571

**Matsushita Technical Research Lab., 10-1, Higashimita 3-chome, Tama-ku, Kawasaki 214

With the recent increase in recording density of VTR, tape/head interface problems become more important. Magnetic recording characteristics such as drop out are greatly affected by dust and protrusion on tape. In this paper, we report on non-destructive detection of drop out using a system which measures tape/head contact condition. It has been experimentally found that the stretch of tape/head spacing was several hundred times with the height of protrusion, and that the coefficient of record/play back spacing loss was 100 dB.

1. はじめに

小型 VTR の分野では、記録密度の向上に伴って記録信号の短波長化が進んでいる。このような短波長化に伴いテープ・ヘッドインターフェイス問題はますます重要なものとなってきている。その中の一つとしてテープ上の付着物や凹凸部によるドロップアウト (D.O.) の問題がある。D.O. に関しては、コンピュータ用テープでの報告が若干あるものの^{1)~3)} VTR における D.O. の報告は少ない。

そこで、筆者らは記録再生信号が低下する状態と D.O. との対応が可能なテープ・ヘッド接触面観察装置を開発した。さらに上記装置を用いて VTR のテープ・ヘッド間の接触状態を明確にし、実験的に検討した結果について報告する。

2. テープ・ヘッド接触面観察装置

2.1 光学系の収差解析

テープ・ヘッド接触面観察装置を開発する上で重要なことは、ガラスヘッドを通して得られる情報ができるだけ正確なものであることである。一般に顕微鏡対物レンズは被検物との間の媒質が空気 (屈折率 $n=1$) で、しかも、被検物が平面である時に収差が最小となるように設計されている。したがって、曲面を有するガラスヘッドと組み合わせる場合には、この光学系における収差に問題がないかどうかを検討する必要がある。そこでコンピュータを用いて Fig. 1 に示す光学系の収差解析を行った。この時、ガラスヘッドのテープ摺動方向のテープとの接触長、先端半径および屈折率の値はそれぞれ 1.6 mm, R8 mm, 1.51633, ヘッド高さを 2 mm とした。また、プリズムの屈折率および長さは 1.51633, 20 mm, 対物レンズの光学定数として焦点距離 40 mm, レンズの曲率半径 14.248 mm などの値⁴⁾を用いた。

Fig. 2 はこの光学系における収差の計算結果を示したものである。この図より球面収差は最大 $65 \mu\text{m}$ であるが、コントラストを若干劣下させる程度のものであり、一方、像のゆがみを発生させる非点収差・歪曲収差はそれぞれ $0.6 \mu\text{m}$, 0.3% と十分小さいため、像面の直線性は確保されていることがわかった。

Fig. 1 Schematic diagram for analysis of aberration.

Fig. 2 Results of calculation on aberration (a) longitudinal spherical aberration, (b) astigmatic field curves aberration and (c) distortion aberration.

2.2 テープ・ヘッド接触面観察装置の構成

今回開発したテープ・ヘッド接触面観察装置を Fig. 3 に示す。

一般に VTR の上シリンダーには 2 個のフェライトヘッドが搭載されているが、そのうち一方を光学ガラス (BK7) で製作した模擬ヘッドに置き換えた。ヘッドの高さはフェライトヘッドのトラック幅中央とガラスヘッドの中央とが一致するようにし、さらに、テープ・ヘッド接触状態をシリンダー回転軸上から観察できるように一体プリズムを配した。これにより回転するヘッドがどの位置にあってもシリンダー回転軸上からテープ・ヘッド接触面を観察することが可能となる。照明として VTR のヘッドスイッチングパルスに同期させたストロボを用い、テープ・ヘッド間のすきまによって生じる干渉縞の本数から D.O. の高さを測定するために波長 526 nm、半値幅 20 nm の干渉フィルターを用いた。テープ・ヘッド接触状態の情報はカメラヘッドを通して高解像度モニターで、また、D.O. による記録再生信号の低下状態はエンベロープの検波信号をオシロスコープで観察することができる。

3. D.O. 検出方法

D.O. は下記の方法を用いて検出する。

- (1) テープに単一周波数信号 (5 MHz) を記録する。
- (2) そのテープを Fig. 3 に示すコマ送り可能なテープ・ヘッド接触面観察装置でコマ送り走行させながら再生する。
- (3) この時、フェライトヘッドからの再生信号を検波して D.O. 発生位置を検出する。
- (4) 次に遅延回路を用いて、D.O. 発生位置よりシリンダー半回転分の約 16.7 msec ずらした位置でストロボを発光させて D.O. の核を観察する。

4. 実験結果および考察

4.1 ヘッド突出量と D.O. との関係

Fig. 4 はヘッド突出量と D.O. との関係を示したものである。横軸のヘッド突出量はシリンダー面を基準として機械的に変化させたものであり、供試テープとして D.O. の比較的少ないテープ A と多いテープ B を用いた。D.O. の測定条件は小型 VTR で一般に用いられているノーマル D.O.: 15 μ s, -16 dB, スモール D.O.: 5 μ s, -10 dB とした。テープ A, B とともに突出量の減少とともに D.O. は増加しており、ヘッド突出量 40 μ m に比べて 20 μ m の場合は D.O. の個数が約 1.3 倍となっている。

4.2 テープ・ヘッド間のすきまの広がり

Fig. 5 はヘッド突出量 40 μ m、テープ・ヘッド相対速度 5.8 m/s、シリンダー入口側テンション 25 g の場合、

Fig. 3 Schematic diagram of D.O. detective system.

Fig. 4 Relation between head projection and D.O.

テープ上に付着した異物によってすきまが生じた時の干渉縞の一例を示したものである。この図によると干渉縞の本数から D.O. の高さは約 $0.8\mu\text{m}$ 、すきまは楕円状になっていることがわかる。

ところで、なぜヘッド突出量の減少に伴って D.O. の個数が増加するかを次に考察する。Fig. 6 にヘッド突出量とヘッドに加わる法線方向の接触力⁶⁾との関係を示す。この図よりヘッド突出量とヘッドに加わる法線方向の接触力とはほぼ比例関係にあり、ヘッド突出量 $20\mu\text{m}$ の場合は $40\mu\text{m}$ に比べて約半分の値となっている。また、Fig. 7 と Fig. 8 はそれぞれヘッド突出量とヘッド出力との関係、ヘッド突出量が $40\mu\text{m}$ と $20\mu\text{m}$ の場合の凸部の高さとしきまの広がりとの関係を示したものである。ここですきまの広がりとはヘッド摺動方向のテープ・ヘッド間に生じるすきまの長さを表し、一方、凸部の高さはテープ・ヘッド間に生じた干渉縞の本数により

Fig. 5 Tape/head interference fringe caused by protrusion on tape.

Fig. 6 Contact force by head projection.

算出した。これらの図より、ヘッド突出量が半分になりヘッド法線方向の接触力が半分になってもヘッド出力は変化しないが、すきまの広がりにはヘッド突出量が $40\mu\text{m}$ の時は凸部高さの約 500 倍、 $20\mu\text{m}$ の時は約 600 倍にも及んでいることがわかる。

以上の結果より、ヘッド突出量の減少に伴って D.O. が増加するのはヘッドに加わる法線方向接触力の減少によりテープが浮きやすくなってすきまが広がり、見掛け上 D.O. が増加したものと推測できる。

Fig. 7 REC/P.B. output by head projection.

Fig. 8 Relation between height of protrusion and stretch of spacing at head projection of $40\mu\text{m}$ and $20\mu\text{m}$.

Fig. 9 Relation between height of protrusion and REC/P.B. spacing loss.

4.3 録再間隔損失係数

一般に再生時におけるスペーシング損失は式 (1) のように表現されるが、記録・再生におけるスペーシング損失に関する報告は非常に少ない^{6),7)}。

$$L = -54.6 \frac{d}{\lambda} \quad (1)$$

L : スペーシング損失 (dB)

d : スペーシング

λ : 記録波長

そこで、D.O. による記録再生信号の低下と D.O. の高さとの関係を求めてみた。D.O. の高さは触針式表面粗さ計により測定し、最も高いところを凸部の高さとした。また、記録再生信号の低下はオシロスコープにより測定した。その結果を Fig. 9 に示す。これによると記録再生

信号の低下と凸部の高さとは比例関係にあり、記録再生時の間隔損失係数は約 100 dB という値をとることがわかった。つまり D.O. の規格を $15 \mu\text{s}$, -16 dB として、本報告のように 5 MHz の単一周波数信号を記録した場合、D.O. を低減させるためにはテープ上の付着物や凹凸部を約 $0.2 \mu\text{m}$ 以下にする必要があることがわかる。

5. 結 論

記録再生信号の低下する状態と D.O. との対応が可能なるテープ・ヘッド接触面観察装置を開発し D.O. に関して実験的に検討した結果、主として次のことが明らかになった。

ヘッド突出量の減少に伴う D.O. の増加はヘッドに加わる法線方向の接触力が減少したことによるテープ・ヘッド間のすきまの拡大が原因であることが確かめられた。また、記録再生時における間隔損失係数は約 100 dB であることが確認できた。

文 献

- 1) 小島東作, 鈴木喜久, 三谷正一, 前島 浩: 電子通信学会論文誌, **J64C**, 530 (1981).
- 2) 吉澤高志, 原 臣司: 精密工学会誌, 521 (1986).
- 3) 伊藤克彦, 村上洋一: 電子通信学会技術研究報告, MR79-27, 15 (1980).
- 4) 東城 勉: 公開特許公報, 1977-80134.
- 5) 上仲浩之, 向江秀明, 黒江章郎: 第 12 回日本応用磁気学会学術講演概要集, 139 (1988).
- 6) 村松珊吾: 信学会磁気記録研資, MR75-28, 13 (1975).
- 7) 谷 豊文, 小林 喬, 三輪 博, 温井浩三: 電子通信学会総合全国大会 1-235 (1985).

1988 年 11 月 21 日受理, 1989 年 2 月 10 日採録