2 周波記録法による VTR 再生出力変動要因の一測定法

正会員 坂井 忠裕[†], 近藤 悟[†], 正会員 関口 卓司[†]

Method for Measuring Spacing and Off-Track Characteristics of VTR using Two Different Frequency Signals

Tadahiro Sakai[†], Satoru Kondoh[†] and Takuji Sekiguchi[†]

Abstract To obtain stable reproduced output on a VTR, it is necessary to analyze the causes of output fluctuation in spacing or off-tracking and study them quantitatively. We have developed a method for such quantitative measurement in which two frequency-time division signals are recorded and the ratios between the reproduced output at each wavelength and the peak output are plotted in 2-D. Using this method, we conducted an experiment and the results confirmed its validity in measuring off-track and spacing fluctuation. In addition, it was confirmed that the time division method is superior to the frequency multiple method on using two-frequency signals. Furthermore, it was demonstrated that fluctuations can be measured even in ultra-narrow-track recording by carrying out off-track correction that takes into account the recording/reproduction crosstalk.

1. ま え が き

VTR の高密度大容量記録を目指して線記録密度の向上と共に、体積密度の面から狭トラック化、テープの薄型化が進められているが、安定な再生出力、高精度なトラッキングを達成するためには、実際の VTR においてヘッド・テープインタフェースあるいはテープ走行特性に起因する出力変動の要因を分析し、定量的に評価することが重要である。

再生出力の変動要因として主にオフトラック損失とスペース損失があり、それぞれがランダムに出力変動

として影響を及ぼすことが考えられる。従来、スペース測定には光学的測定法が用いられているが¹⁾、複数の変動要因を実際の VTR において、実時間で分析評価する有効な測定法はなかった。

今回、周波数の異なる信号を記録することによって最大再生出力値を基準としたときの、ドラム上再生エンベロープ各点の出力変動要因を定量的に分析する測定法を考案し、2 周波を短時間に順次切換えて記録再生する方式(以下時分割方式と呼ぶ)を構成し実験検討を行った結果、オフトラック変動およびスペース変動を分離して測定することができることがわかった。

キーワード：2 周波記録法，測定システム，オフトラック変動，スペース変動，テープ・ヘッドインタフェース，VTR

1994 年 8 月 19 日，テレビジョン学会画像情報記録研究会(電子情報通信学会磁気記録研究会共催)で発表

1994 年 12 月 5 日受付，1995 年 4 月 10 日最終受付

[†] NHK 放送技術研究所(〒157 東京都世田谷区砧 1-10-11, TEL 03-5494-2332)

[†] NHK Science and Technical Research Laboratories (1-10-11, Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo 157, Japan)

本稿では、まず2周波記録法を用いた再生出力変動要因の測定原理、時分割方式による測定法、および測定原理の理論値と実際のVTRによる測定値との検証実験について、次に2周波記録法においては、時分割方式の他に周波数を重畳して記録する方式(以下重畳方式と呼ぶ)があるが、重畳方式の問題点の検証、および時分割方式との比較実験について述べる。さらに、本測定方式において狭トラックで無視できない記録トラックの広がりやを考慮したオフトラック補正の検討と、これを適用した極狭トラック時における出力変動要因分析の検証実験について、最後に本方式の有効性を確認する測定例について報告する。

2. VTR 再生出力変動要因と測定原理

図1に示すように、VTRの記録再生出力のエンベロープ形状は、テープ走行およびテープ・ヘッドインタフェースの状態によって振幅変調的な変動を受けるが、形状だけでは変動の原因は判断できない。一般に出力変動の要因には次のことが考えられる。

- ① 記録、再生におけるテープ・ヘッド間スペース損失 L_s (dB)

$$L_s = \frac{K_r S_r + K_p S_p}{\lambda} \quad (\text{dB}) \quad (1)$$

ただし、 S_r, S_p ：記録、再生時のヘッド・テープ間スペース量

K_r, K_p ：記録、再生時のスペース損失係数

λ ：記録波長

- ② 記録と再生とのトラック誤差によるオフトラック損失 L_t (dB)

$$L_t = -20 \log \left(\frac{W - \Delta W}{W} \right) \quad (\text{dB}) \quad (2)$$

ただし、 W ：トラック幅

ΔW ：オフトラック量

図1 VTR 再生出力変動要因

Causal factor of reproduced output fluctuation on VTRs.

- ③ 記録と再生におけるトラックの傾斜の変化によるアジマス損失 L_θ (dB)

$$L_\theta = -20 \log \left(\frac{\sin((\pi W \tan \theta)/\lambda)}{(\pi W \tan \theta)/\lambda} \right) \quad (\text{dB}) \quad (3)$$

ただし、 θ ：記録再生時のトラック傾き角

(1)～(3)式から任意の記録波長における変動量は、変動の原因がオフトラック損失によるものであれば記録波長にかかわらず一定であり、スペース損失、あるいはアジマス損失によるものであれば波長に依存することがわかる。したがって波長の異なる2周波を記録し、各波長の再生出力を観測することにより変動の原因を分類できることになる。以下この性質を利用した測定の原理を示す。

いま、2周波信号(長波長 λ_L 、短波長 λ_H)を記録再生したとき、各記録波長の最大出力を E_{Lmax}, E_{Hmax} 、またドラム上の任意の測定点における出力を E_L, E_H とし、それぞれ最大値との比をとり、 $[E_L/E_{Lmax}] = 20 \log(E_L/E_{Lmax})$ 、 $[E_H/E_{Hmax}] = 20 \log(E_H/E_{Hmax})$ と表せば、

$$\left[\frac{E_L}{E_{Lmax}} \right] = - \left\{ \frac{K_r S_{rL} + K_p S_{pL}}{\lambda_L} + L_t + L_{\theta L} \right\} \quad (\text{dB}) \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \left[\frac{E_H}{E_{Hmax}} \right] &= - \left\{ \frac{K_r S_{rH} + K_p S_{pH}}{\lambda_H} + L_t + L_{\theta H} \right\} \\ &= - \left\{ \frac{K_r S_{rL} + K_p S_{pL}}{\lambda_H} + L_t + L_{\theta H} \right\} \quad (\text{dB}) \end{aligned} \quad (5)$$

ただし、 $S_{rH}, S_{rL}, S_{pH}, S_{pL}$ は再生出力最大の時のスペース(基準スペース量と呼ぶ)に対する相対的なスペース量(相対スペース量と呼ぶ)で、

$S_{rH} = S_{rL}$ S_{rH}, S_{rL} ： λ_H, λ_L における記録時の相対スペース量

$S_{pH} = S_{pL}$ S_{pH}, S_{pL} ： λ_H, λ_L における再生時の相対スペース量

となり、それぞれの波長の記録再生出力の最大値に対する変動量(以下再生出力変動量)を表す式になる。ここで、記録と再生において、トラック角が傾いたときに生じるアジマス損失とオフトラック損失の関係は、計算上 $L_\theta \ll L_t$ であるので、アジマス損失項は無視し、変動要因をオフトラック、スペース損失に限定する。次に、同一のテープにおいてテープ・ヘッドインタフェースが下記に示すような2つの状態をとったと仮定した場合について、2周波信号の再生出力変動量の比を考える。

- (a) スペース量が一定でオフトラック量(ΔW)が変化すると仮定した場合

図 2 測定に関する理論曲線
Theoretical line on measurement method.
(a) Off-tracking fluctuation only, (b) spacing fluctuation only.

(1)式において $(K_r S_{rL} + K_p S_{pL})/\lambda_L = S$ (一定) とすれば

$$\frac{[E_H/E_{Hmax}] + (\lambda_L/\lambda_H) \cdot S}{[E_L/E_{Lmax}] + S} = 1 \quad (6)$$

(b) オフトラック量が一定でスペース量 (S_{rL} , S_{pL} , S_{rH} , S_{pH}) が変化すると仮定した場合

(2)式において, $L_t = T$ (一定) とすれば

$$\frac{[E_H/E_{Hmax}] + T}{[E_L/E_{Lmax}] + T} = \frac{\lambda_L}{\lambda_H} \quad (7)$$

(6), (7)式を $([E_L/E_{Lmax}], [E_H/E_{Hmax}])$ 座標上に表すと, 図2(以下, 要因分析マッピング図と呼ぶ)のようになる. 図2(a)はオフトラック量のみが変化する場合で, 再生出力データは(6)式から傾斜 $a_T=1$ の直線上を推移することがわかる. 図2(a)において座標 $(0, 0)$, および $(S_1, (\lambda_L/\lambda_H) \cdot S_1)$ を起点とした傾斜

a_T の直線は, 再生エンベロープ中のすべての測定点において, 出力最大値の基準スペース量に対する相対スペース量による損失 S が, それぞれ $S=0$, および $S=S_1$ となる条件下でのオフトラック変動の推移を表す.

また, 図2(b)はスペース量のみが変化する場合で, 再生出力データは, (7)式から傾斜が記録波長の比 $a_S=(\lambda_L/\lambda_H)$ の直線上を推移することがわかる. 図2(b)において座標 $(0, 0)$, および (T_1, T_1) を起点とした傾斜 a_S の直線は, 再生出力最大値に対してそれぞれ, オフトラックがない場合, および, すべての測定点で一般的なオフトラック損失 $T=T_1$ が存在する条件におけるスペース変動の推移を示している.

このように, VTR ドラム上の各測定点の再生出力から最大値に対する変動量を求め, これを要因分析マ

図 3 測定システム系統図
Block diagram of measurement system.

図 4 測定方式の検証実験

Comparison experiment between theory and measurement.

- (a) Output fluctuation on VTR with offtracking, (b) output fluctuation on VTR with spacing, (c) a case of different recording wavelength ratio on VTR with spacing.

ッピング図上にプロットすることによって、データの分布の様子から直截的に、かつ定量的に再生出力変動の要因であるスペース変動とオフトラック変動を分離して把握することができ、個々の VTR が有する出力変動要因の特性、および各種仕様のテープを走行した場合にスペース、オフトラック変動に係わるテープ・ヘッドインタフェースの評価を行うことができる。

3. 測定方式と測定系

測定の原理に基づく測定装置のブロックダイアグラムを図 3 に示す。記録信号は③に示すように、VTR の PG パルスによって同期化され、2 周波(波長 λ_L , λ_H)を時間 Δt で順次切り換えた時分割信号とし、各波長の最適電流値でテープ上に記録される。ここで Δt はドラム上 1 トラックの再生エンベロープ出力において所望の要因分析する変動周波数の上限値から設定されるが測定点において各波長におけるスペース量が、(4)、(5)式において、 $S_{rL}=S_{rH}$, $S_{pL}=S_{pH}$ と仮定しても差し支えないような、ごく短い時間間隔にする必要がある。今回は 1 トラック当たりの測定点を 26 ポイントと設定し、 $\Delta t=160 \mu s$ とした。再生出力はフィルタにより 2 周波に分離された後、包絡線検波され(b), (c), エンベロープ情報がディジタイジングされる。

ここで、再生出力データは記録時と同様、PG パルスに同期してディジタイジングされることによって、記録信号の λ_L , λ_H と同一位置、かつ、再生におけるドラム上の測定点の位置が繰り返し測定で同一位置となるように規定される。これにより再生出力変動の統計的なデータの把握を可能としている。

ディジタイジングされた繰り返し測定データはコンピュータによって、次のように処理される。ドラム上

表 1 測定方式の検証実験諸元
Specifications of verification experiment.

機構系	
ドラム径	76 mm ϕ
ドラム回転数	60 rps
相対速度	14 m/s
テープ	メタル塗布 $B_r=2500$ G $H_c=1500$ Oe $\delta=3 \mu m$
ヘッド	全厚 $13 \mu m$ MIG タイプ $g_t=0.2 \mu m$ $t_w=33 \mu m$

各測定点の λ_L , λ_H の出力値は、ノイズによる影響の軽減を目的にそれぞれ Δt 区間の複数のサンプリングデータを平均した値とされる。さらに図 3 に示した包絡線検波器の非線形特性の補正と、ノイズによる検波出力の誤差の補正が行われる。一方、繰り返し測定したすべてのデータから λ_L , λ_H の最大値を検出し、各測定点の出力値に対して $[E_L/E_{Lmax}]$, $[E_H/E_{Hmax}]$ を算出し、要因分析マッピング図にプロットされる。

4. 測定方式の有効性の確認実験

本測定法の再生出力要因の分析に対する有効性を見きわめるため、2 章の測定原理に述べた 2 つの出力変動の状態について、実際の VTR を用い、実測による確認実験を行った。

オフトラック量のみが変化する状態を得るために、ヘッドトレース線上より離れた位置に再生時のみパルジを設置し、スペース変動に対してオフトラック変動が支配的と仮定できる走行状態(a)を形成した。スペ

ース量だけが変化する状態を得るためには、記録再生時ともにドラム入口のみテープテンションを弱く設定することにより、オフトラック変動に対してスペース変動が支配的と仮定できる走行状態(b)を形成した。また、図4中に示すように、再生エンベロップ形状は両走行状態ともに λ_L の再生出力 E_L の出力低下が最大値に対して、徐々に-1 dBとなるように設定した。これらの条件のもとで測定値と理論直線とを比較した。表1にテープ・ヘッド系および実験諸元を示す。

図4(a), (b)はそれぞれの走行系における再生出力変動の測定結果を表わした要因マッピング図である。図中メッシュの部分はオフトラック、スペースの理論直線および理論値である。スペース変動の定量値を得るための理論直線の値は、(4), (5)式において $K_r + K_p = 90^{(23)}$ 、ただし $S_{rL} = S_{pL}$, $S_{rH} = S_{pH}$ として求めた。

次に、記録周波数に対する理論値との対応を検証するために、走行状態(b)において記録波長比の異なる場合について測定を行った。結果を図4(c)に示す。これらの実験結果より次のことがいえる。

- ① 走行状態(a)では、 λ_L の1 dB程度の再生変動量の条件下において、変動の推移が理論直線に近似している。
- ② 走行状態(b)では、 λ_L の再生出力変動量の増加に従ってスペース変動以外に、徐々にオフトラック変動が発生した様子がうかがえる。理論値と若干差はあるが、スペース変動に近い傾向を示している。
- ③ 2周波の記録波長比を変えた場合、理論値と比較して原因の特定できない差がみられるが、波長比による傾きの変化は近似した傾向を示している。

これらから、理論値と実測値との関係は、理論上の走行状態が完全に実現できないことによる誤差は認められるが、近似した値を示している。したがって、再生出力変動の要因を予測することが充分可能であると考えられ、2周波時分割信号を記録再生する本測定方式の有効性が確認された。

5. 2周波重畳方式との比較

2周波記録として、重畳方式と時分割方式が考えられる。測定原理で述べた理論に従って要因分析を行うとき、時分割方式では、2周波信号の最小測定時間 $2\Delta t$ の間にスペース、オフトラックの高速な変動がある場合に測定誤差となることが予想される。

図5 2周波重畳記録による記録再生特性
Characteristics of recording/reproducing by 2-frequency multiple method.

一方、時分割方式の場合、 $2\Delta t$ が記録波長の1周期に比べ充分大きいとき各波長が独立に最適電流記録できると考えられるのに対し、重畳方式では、2周波のそれぞれを最適記録電流に設定できない。そのため信号の C/N が劣化すること、単一波長記録とは磁化過程が異なり、各波長の記録電流の設定条件によっても異なること、また2周波を同時に記録することにより相互変調が生じることなど、本質的な問題により単一信号記録から得られている理論値に対して差異を生ずることが考えられる。

そこで、オフトラックの影響は両方式に共通であると考えられるので、4章で示した検証実験と同一な条件において、スペースのみが存在すると仮定した走行状態(b)を用い、重畳方式の記録電流条件に対する要因分析測定値の検証、および時分割方式との比較を行った。図5は低域2 MHz($\lambda_L = 7 \mu m$)と高域20 MHz($\lambda_H = 0.7 \mu m$)それぞれの信号の最適記録電流を I_{Lopt} , I_{Hopt} (0 dB)とし、 λ_H の記録電流 $I_{Hopt} + 3 \text{ dB} \sim I_{Hopt} - 5 \text{ dB}$ の範囲で、 λ_L の記録電流 $I_{Lopt} \sim I_{Lopt} - 33 \text{ dB}$ における2周波の再生出力を表した測定例である。重畳方式では、記録電流の設定に関して無数の条件がとり得るが、ここでは高域の C/N 劣化が測定系に影響を与えない範囲で任意に選択した。また、図5において記録電流 I_{Hopt} , $I_{Lopt} - 18 \text{ dB}$ を中心とし(②点)、 λ_L の記録電流を一定として異なる λ_H の記録電流の条件②④⑤、および λ_H の記録電流を一定として異なる λ_L の記録電流の条件①②③について、2周波重畳信号を記録再生したときのエンベロップ変動の要因分析測定を行った。図6は条件①～⑤における分析結果を表す要因マッピング図である。図中SWは時分割方式の場合の測定結果である。

図7は条件①③④⑤について、テープ厚み方向の磁

図 6 重畳記録条件と要因分析マッピング図
Analysis of output fluctuation causal factor
by 2-frequency multiple recording conditions.

化の状態を円筒状磁化モデル⁴⁾によって表したものである。各条件におけるヘッド端の記録電流を、実測値から 2 MHz と 20 MHz の重畳波形として表した。また磁化モデルにおいて、磁化円筒の大きさは重畳記録電流(図中 TOTAL で表す)の値に対応させている。

図 6 から、要因分析マッピング図において重畳方式では、記録電流の設定条件によってスペース変動の傾きが測定原理で示した $a_s = (\lambda_L/\lambda_H)$ と異なること、その傾きは、図 7 において残留磁化パターンと相関のある傾向を示し、テープ表面層の高域成分が低域成分の磁化により消されるほど傾きが小さくなること(記録条件③、⑤)、また、高域信号を過飽和記録にした方(記録条件①)が時分割方式、理論値に近い値を示すことがわかった。

一方、時分割方式では記録信号の 1 周期に対し Δt が大きいので、2 波長が独立に記録された状態に近く、各波長の磁化円筒は、同じ半径で重なりつつ移動するように残留するため、単一信号記録から導かれた理論値と近似した値が得られると考えられる。

本実験結果から、2 周波信号それぞれを単一信号で

図 7 各重畳記録条件における円筒磁化モデル
Cylindrical magnetization model of 2-frequency
multiple recording conditions.

記録したものと等価と考えられる時分割方式が、理論式から得られた値に近似し有効であるといえる。

6. 狭トラックにおける変動要因分析

トラック幅方向には、磁気ヘッドのサイドフリンジ磁界により実際のヘッド幅よりも広く記録される「記録トラックの広がり」が生じるが⁵⁾⁶⁾、狭トラックになるに従ってこの影響が無視できない。記録トラックの広がりには長波長の方が短波長に比べ大きいために、ヘッドがオントラック状態からオフトラック変動する場合、短波長信号のレベル低下が相対的に大きくなり、本測定法では、あたかもスペースが生じたような結果となる可能性がある。記録トラックの広がりを考慮した測定法について次に述べる。

長手記録におけるオフトラック特性は次式で表される⁷⁾。

図 8 記録波長比，トラック幅に対する記録広がり考慮した理論値

Calculated value of off-track and spacing to recording signal length ratio and track width in consideration of write and read crosstalk.

$$\begin{aligned} \frac{\Delta W}{W} < 1 \text{ の場合} \\ \frac{E}{E_{max}} &= 1 - \left(\frac{\Delta W}{W} \right) + \left(\frac{1}{kW} \right) A(k\Delta W) \\ \frac{\Delta W}{W} \geq 1 \text{ の場合} \\ \left(\frac{1}{kW} \right) \{ A(k\Delta W) - A(k\Delta W - W) \} \end{aligned} \quad (8)$$

ここで，

$$A(x) = \left(\frac{1}{2} \right) [1 - e^{-x} + (1 - S)^{-1} \{ 1 - \sqrt{S} \operatorname{erf}(\sqrt{x}) - e^{-x(1-S)} \operatorname{erfc}(\sqrt{Sx}) \}]$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad S = 2 \left(\frac{3}{4} \right)^3$$

E_{max} : オントラック時の再生出力

E : オフトラック時の再生出力

erf , erfc : 誤差関数

図 8 にトラック広がり考慮した要因分析マッピング図を示す。図において実線は (8) 式を用いたときの理論値，波線はトラック広がり考慮していない値である。図 8(a)(b) は記録波長の比が 1:10，(c)(d) は 1:4 でそれぞれトラック幅 30 μm ，5 μm について示している。これからトラック広がり影響は，トラック幅 30 μm ではほとんど問題にならないが，5 μm においては，オントラック状態からオフトラックする場合に変動要因をオフトラック，またはスペース変動に分離することが難しくなること，またこれは周波数比が大きいほど著しく，1:10 では 0.5 μm (1 dB) 以内の変動の分析はできないことがわかる。逆に記録波長比を小さくすればトラック広がり影響は少なくなるが，オフトラックとスペースの理論曲線が接近するために変動要因の分析が困難になる，あるいは， λ_L の記録波長が短くなるために生じる

(a) 実時間変動測定

(b) 定点アベレージ測定

図 9 オフトラックの存在する系における変動要因分析の測定例

An example of measurement on VTR with off tracking.

(a) Real time measurement, (b) average mode measurement.

C/N 低下による誤差などが問題となり，記録波長の選定にはこれらを考慮した設定が必要である。トラック幅 5 μm 程度であれば，周波数比 1:4 程度が C/N，分解能から妥当と考えている。

表 2 異なるテープの変動要因測定諸元
Specifications for measurement of output fluctuation by different tapes.

機構系	ヘッド	テープ 1	テープ 2
ドラム径 66 mmφ	MIG タイプ	メタル塗布	メタル蒸着
ドラム回転数 60 rps	$g_t = 0.2 \mu\text{m}$	$B_r = 2610 \text{ G}$	$B_r = 4470 \text{ G}$
相対速度 11.6 m/n	$t_w = 5 \mu\text{m}$	$H_c = 1550 \text{ Oe}$	$H_c = 1070 \text{ Oe}$
		$\delta = 2.8 \mu\text{m}$	$\delta = 0.18 \mu\text{m}$
		$R_a = 4.1 \text{ nm}$	$R_a = 2.2 \text{ nm}$
		全厚 $10.7 \mu\text{m}$	全厚 $10.5 \mu\text{m}$

図 10 異なるテープにおける変動要因分析測定例

An example of measurement by different tapes.

(a) Metal powder tape, (b) metal evaporated tape.

次に、実際の VTR において、図 8 の理論値と同一条件で、4 章で示したような意図的にオフトラックだけが存在すると仮定した走行状態(b)を形成し、トラック幅 $5\mu\text{m}$ 、記録波長比 1:4 で記録再生したときの要因分析測定を行った結果を図 9 に示す。図 9(a) は実時間での変動特性で、再生エンベロープの測定点データを逐次表示したもの、図 9(b) は再生エンベロープ上で同じ位置の繰り返し測定データをアベレージした場合(定点アベレージ測定と呼ぶ)の測定結果である。これから、本実験におけるオフトラック変動は、記録トラックの広がりやを考慮した理論値に近い推移を示し、狭トラックにおける変動要因の分析も精度良くできることがわかった。また、再生出力を時間アベレージをすることにより、テープ走行系、あるいはテープ・ヘッドインタフェースの定常的な特性を顕著に表すことができることがわかった。

7. 異なるテープによる変動要因の測定例

本測定システムの一実施例として、同じ走行系を用いて、メタル塗布および蒸着テープにおける再生出力の変動要因分析を時間アベレージモードで測定した。実験条件およびテープの諸元を表 2 に、再生出力変動の分析結果を図 10(a)、(b)に示す。図において①は再生エンベロープ、②は要因分析マッピング図、③はドラム上の各測定点におけるスペース、オフトラック値を求めたものである。

図 10(b)②において、蒸着テープの場合にはメタル塗布とはスペース損失係数 K_r 、 K_b が異なるのでスペース量の定量値は補正する必要があるが、これらの測定結果から、同一走行系(VHS)において、蒸着テープではヘッド・テープの当たり始めと終わりで明らかにスペースが生じていることがわかる。このように再生エンベロープだけでは把握できない変動要因の評価に、本測定法が有効であることが確認された。

8. む す び

VTR の再生出力変動の要因分析測定システムについて検討し、検証実験を行った。その結果、2 周波を時分割で記録し、それぞれの波長の再生出力の最大値に対する各測定点における再生出力との比を変動要因分析マッピング図上にプロットすることによって、スペースおよびオフトラックに起因する変動要因が直截的に把握でき、かつ定量的分析が可能であることを示した。この測定法により比較的簡便なシステムで変動

要因を実機、実時間で分析することができ、複雑に絡む狭トラック、薄型テープにおける走行系、テープ・ヘッドインタフェースの評価に有効であることがわかった。

また、2 周波記録方式について時分割と重畳記録方式との比較を行った結果、後者の場合、記録電流値により、磁化パターンの違いと考えられる原因によって、変動要因の分析結果が理論値と異なることがわかり、2 周波時分割記録方式の有効性が確認された。

さらに、狭トラックにおいて問題となる記録広がりやの影響について、これを考慮した補正を行うことにより、数 μm のトラック幅のヘッドにおいても測定値が理論値に近似した値が得られ、極狭トラックにおける変動の要因分析もできることが確認された。

最後に、本研究を進めるに当たり日頃ご指導を頂く記録・機構研究部 大島英男部長に深く感謝致します。

〔参 考 文 献〕

- 1) 奥脇, 提, 王丸: “磁気テープ/ヘッド間スペーシングに関する一考察”, 信学技報, MR77-44 (1977)
- 2) 村松: “無バイアス記録時の短波長記録特性の検討”, 信学技報, MR75-28 (1976)
- 3) Mee, Daniel: “Magnetic Recording Handbook”, p1087, McGraw-Hill Book (1988)
- 4) 西川: “磁気記録の理論”, 朝倉書店(1985)
- 5) 岩崎, 藍沢: “磁気ヘッドのトラック端効果に関する一実験”, 信学技報, MR71-19 (1971)
- 6) 近藤, 坂井, 関口: “狭トラック記録におけるトラック広がりやの一評価法”, 信学全大, C-516 (1994)
- 7) D. A. Lindholm: “Spacing Losses in Finite Track Width Reproducing Systems”, IEEE Trans., MAG-14, 2, pp. 55-59 (1978)

さかい ただひろ
坂井 忠裕 昭和 52 年、苫小牧工業高等専門学校電気工学科卒業。同年、NHK に入局。帯広放送局を経て、昭和 57 年より、同放送技術研究所に勤務。以来、HIC、ハイビジョン VTR、記録機構制御技術の研究に従事。正会員。

こんどう かつひろ
近藤 悟 平成 5 年、東北大学工学部通信工学科卒業。同年、NHK に入局。以来、放送技術研究所、記録・機構研究部にて、VTR の機構制御の研究に従事。

せきぐち たくじ
関口 卓司 昭和 40 年、東京電機大学卒業。昭和 35 年、NHK に入局。テレビ運行部、TOC などを経て、昭和 49 年、同放送技術研究所に勤務。現在、同所記録・機構研究部主任研究員。テレビカメラ防振装置の開発、VTR の機構制御の研究に従事。正会員。