

S3—1

フレキシブル垂直磁気ディスクの 表面粗さと高密度記録特性の検討

AN INVESTIGATION OF SURFACE ROUGHNESS OF PERPENDICULAR MAGNETIC FLEXIBLE DISK
AND HIGH DENSITY RECORDING CHARACTERISTICS

石動正和 山本節夫 中村篤久 伊崎俊一

Masakazu ISURUGI, Setsuo YAKAMOTO, Yoshio NAKAMURA, Shun-ichi IWASAKI

東北大学電気通信研究所

Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

1. はじめに

垂直磁気記録は、磁化の極値を中心として磁路が密になるため、厚膜上高密度記録に適した次世代の記録方式として、実用化に向け活発に研究が行われている。その中で実用上の記録精度を制御する要因として、ヘッド・媒体間のスペーシングによる損失の重要性が挙げられている。筆者らは、このスペーシングを単色光の干渉作用を用いて定量的に評価し、実用上の高密度記録特性を決定づける要因であることを報告した【1】【2】。本報告ではスペーシングに特に深く関わり影響を及ぼすと考えられる記録媒体の表面粗さを、スペクトル解析により評価し、両者の関連性について検討する。

2. 実験

表-1に用いた媒体の諸元を、表-2に記録再生に用いたヘッドの諸元を示す。表-3は媒体表面粗さの測定条件である。

Co-Cr/Ni-Fe 二層媒体	
Co-Cr層厚み	: 0.09-0.13 μm
垂直方向抗磁力	: 380-980 Oe
飽和磁化	: 360-420 emu/cc
異方性磁界	: 2.3-6.5 kOe
Ni-Fe層厚み	: 0.5 μm
基板	: ポリイミド (厚み50 μm) : スライドガラス

触針式表面粗さ計	
Sloan Tech. DEKTAK IIA	
触針	: 先端 R=1 μm 以下 : 先端形状 丸錐形
走査速度	: 100 $\mu\text{m}/\text{s}$
荷重	: 25 mg

主磁極傾角磁形半磁極ヘッド (Co-Zr-Nb)		
主磁極厚み	: 0.3 μm	トラック幅 : 100 μm
		巻掛数 : 50 turns

【スペクトル解析】

フレキシブル垂直磁気記録媒体の表面は大きな「うねり」の中に更に細かい凸凹が存在し周波数の異なる波が複雑に重畳した形状を取る。この情報から一般に行われるように、中心線平均粗さ(Ra)を算出し議論を進めるならば、フレキシブルディスク特有の「うねり」が強く反映し、微視的な表面粗さを定量的に把握することが非常に困難になる。しかし、スペーシングを決定しているのは、微視的な表面粗さの方であるので、両者を周波数上で分離し異なる成分を取り出す必要がある。

ここではスペクトル解析の一手法である最大エントロピー法を用い、周波数解析を行った。本法は高速フーリエ変換法と比較しスペクトル分解能が極めて高く、複雑なプロファイルデータから表面粗さ由来するスペクトルを的確に検出できる優れた手法である【3】【4】。

【解析手順】

表面粗さの解析手順を以下にまとめる。(図-1)
表面粗さを測定したプロファイルデータに対し、スペクトル解析を行う。求められたスペクトル分布は「うねり」由来するなだらかなベースライン上に本来の表面粗さ由来するピークが乗った形で示される。次にピークの両側に位置するベースライン上に指定点を与え、三次のスプライン関数で「うねり」成分を推定後除去し、表面粗さ由来するピークを分離する。最後にピーク位置での波数と表面粗さの振幅に依存するパワースペクトルを求める。

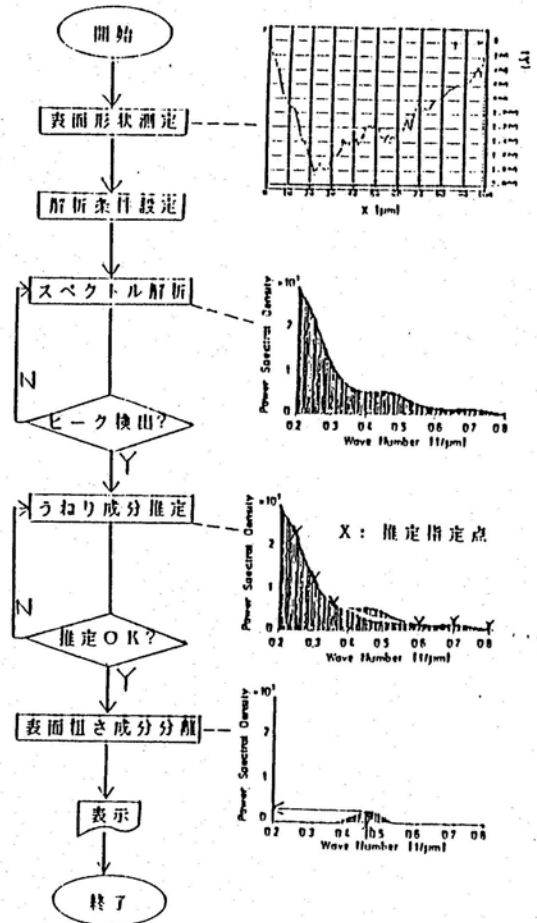


図-1 媒体表面粗さのスペクトル解析

フローチャート

3. 結果と検討

表面粗さを正弦波 $A \sin(\omega t)$ で近似される関数としてとらえると、パワースペクトル $P(\omega)$ は $A^2 \omega^2$ と算出される。(ここで A は振幅、 ω は角速度、 t は時間、また $G(L, \omega)$ は位相に係わる項であり変数であるが、測定条件の異なる場合にはほぼ定数として扱える。) 従って、パワースペクトルは振幅の2乗に比例する量と見なされる。

得られたパワースペクトルと波数の関係について図-2に示す。全体的に、波数の大きなものほどパワースペクトルは小さくなる傾向を有している。

この中で、スライドガラス基板の表面粗さが示すパワースペクトルは 10^1 のオーダーであり、この基板上にスパッタリングで作製したCo-Cr膜の値は $10^1 \sim 10^2$ である。

これに対し、ポリイミドフィルム基板の表面粗さが示すパワースペクトルはスライドガラスよりやや大きく $10^2 \sim 10^3$ である。しかし同じくスパッタリングによりポリイミド上に作製されたCo-Cr膜の値は、先の値に比較してはるかに大きな値と幅を有しており $10^1 \sim 10^4$ に分布している。従って有機フィルムを用いたスパッタリング過程で顕著な表面荒れが発生していることが分かる。

パワースペクトルの繰り返し測定精度(値の10倍以内)を考慮に加えるならば、この範囲は振幅として、およそ10Åから1000Åの正弦波で近似される表面粗さに相当すると推定される。

次に、パワースペクトルと光学干渉法により測定されたヘッド・媒体間スペイシング量の関係を図-3に示す。両者は強い相関を示し、スペイシングの規定的要因は媒体の表面粗さであることが裏付けられた。こうした表面荒れが発生する原因として、次の可能性を挙げることが出来る。

- (1) 製膜過程で放出される不純物ガスや吸着物質により形成された膜表面の突起。
- (2) 製膜中の飛来原子による表面の形状変化。
- (3) 熱履歴中に残留熱の熱膨張率差によって生ずる変形。

ここに挙げた原因を特定化し制御することが、垂直記録の高いポテンシャルを安定に確保できる条件である。

主磁極記録型単磁極ヘッドによる記録密度特性曲線のピーク値を結んで得られた包絡線上の D_{90} (再生密度が記録密度の値の1/2になる記録密度 $-D_{90}$ と表示する) と表面粗さのパワースペクトルの関係を図-4に示す。ここで、相関から、媒体上に生成した表面粗さがスペイシング特性を決め、また高密度記録特性にも一貫して強く影響している事が明らかになった。

図-5に、パワースペクトルが比較的小さい 10^2 のオーダーにある媒体の記録密度特性を示す。このように表面粗さの小さい媒体を使用すれば、数100k FRPIの超高密度領域まで記録再生ができることを確認した。

4. 結論

- 1) ヘッド・媒体間のスペイシング特性は媒体自製過程で生成拡大する微視的な表面粗さで決定され、この形成因子が高密度記録特性に強い影響を及ぼしている。
- 2) 表面粗さは、触針式表面粗さ計のプロファイルデータを最大エントロピー法により解析し、得られたパワースペクトルを用いて定量的に議論できる。

5. 文献

- [1] 山本、中村、岩崎: 信学技報 NR86-16 (1986)
- [2] 山本、中村、岩崎: 第10回日本応用磁気学会学術講演概要集 7aA-6, P.335 (1986)
- [3] 南茂夫: 科学計測のための波形データ処理 P.166, CQ出版 (1986)
- [4] 日野幸雄: スペクトル解析 P.210, 朝倉書店 (1977)

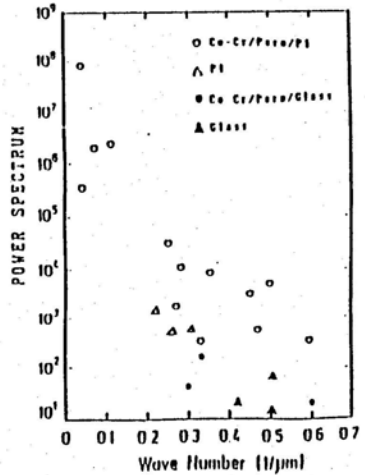


図-2 表面粗さのパワースペクトルと波数

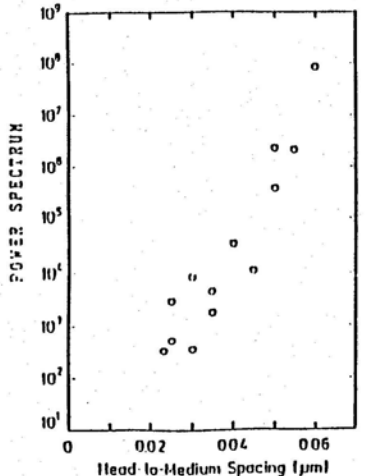


図-3 表面粗さのパワースペクトルとスペイシング

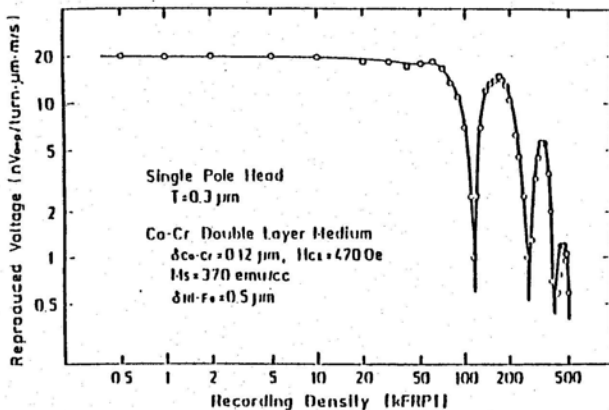


図-5 記録密度特性(パワースペクトル 10^2 のオーダーの媒体を使用)

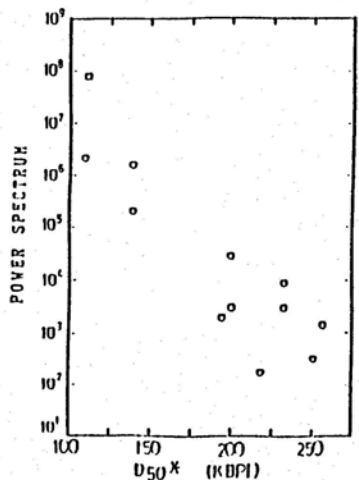


図-4 表面粗さのパワースペクトルと D_{50}^2