

SC-5-1

非浮上形単磁極ヘッドを用いた垂直磁気ハードディスク装置の  
ヘッド・媒体間インターフェースについての検討

Head-Disk Interface in Perpendicular Magnetic Hard Disk System Using Non-Flying Single-Pole Head

山本 節夫 渡辺 功 大内 一弘 中村 慶久  
Setsuo YAMAMOTO Isao WATANABE Kazuhiro OUCHI Yoshihisa NAKAMURA

東北大学 電気通信研究所

Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

1. はじめに

最近、筆者らは平滑な表面を持つハードディスク媒体と、これに接触走行しながら記録再生を行う方式の単磁極ヘッドを組み合わせて、垂直磁気記録方式の研究を進めている<sup>1,2,3)</sup>。従来のハードディスクシステムが浮上形の磁気ヘッドを用いているのに対し、本方式では垂直記録方式の優れた高密度特性を引き出すために、接触形としたもので、そのヘッド・媒体間インターフェースについては未知の部分が多い。本報告ではこのヘッド/媒体系におけるヘッド・媒体間の接触状態やバスマウェア耐久性など、ヘッド・媒体間インターフェースについて調べた結果を述べる。

2. ヘッド・媒体系

ハードディスク媒体

図1に、ハードディスク媒体の構造を示す。テクスチャの無いガラス基板上に磁性層の付着強度を増すため厚さ 250Å の Cr 下地層を設け、その上に Ni-Fe 軟磁性裏打ち層、Co-Cr 垂直記録層、SiO<sub>2</sub> 保護層を順次スパッタ法で付けている。この媒体を実際に使用する時には、表面に液体潤滑剤を塗布して用いている。触針式表面粗さ計で測定したガラス基板の中心線平均粗さ(R<sub>a</sub>)、最大高さ(R<sub>max</sub>)はそれぞれ 25Å、125Åで、媒体作成後もこの粗さにはほとんど変化しておらず、平滑な表面の記録媒体が作成できている。

非浮上形単磁極ヘッド

ハードディスク媒体と組み合わせて使用する非浮上形単磁極ヘッドの概略図を図2に示す。主磁極励磁形の単磁極ヘッドは上下に自由にスライドする可動部の先端に取り付けられている。ガイドピンは可動部がシリンダー内で回転するのを規制するためのものである。媒体面に対して上からアクセスする場合には、(a)のようにヘッドは自重でハードディスクに接触する。一方、媒体面に対して下からアクセスする場合には、(b)のように(a)のヘッドを上下逆に配置し、ジンバルを流用したバネで可動部の後端を押して支えるようにした。ヘッド自体の重さは約50mg、可動部を含む総重量は700mg程度、(b)の場合のバネ圧は1,800mgとした。

筆者らが使用している記録再生実験装置においてはディスクの面振れは10μm程度あるが、図2の構造のヘッドはこの程度のディスク面振れに十分に追従でき、モジュレーションの少ないエンベロップの再生信号が得られている。

3. ヘッド・媒体間スペーシング

ガラス製のダミーヘッドをハードディスク媒体に接触させ、光干渉法を用いてヘッド・媒体間スペーシング量を測定した結果、媒体保護層の表面からヘッドの先端までの距離、すなわちヘッドの浮上量は、300~400Åであった。これは表面性の良いフレキシブル媒体の場合のヘッド浮上量200Åよりも100~200Å程度大きな値である。媒体静止時においても同程度のヘッド浮上量が存在すること、ヘッド荷重を変えても浮上量に変化が無いことなどから、この浮上にはヘッド先端加工後の表面粗さが関係していることが考えられる。

図3に、ヘッドの浮上量と媒体の周速との関係について調べた結果を示す。この実験では、あらかじめ周速2m/sで5kFRPIの信号を記録し、その後周速を11m/sまで増加させながら再生電圧を測定した。図中、縦軸は再生電圧をヘッド・媒体間の相対速度で割った値である。媒体の上面に自重で接触するヘッド支持方式(○印)、下から媒体にバネによってヘッドを押し当てる方式(●印)、どちらの場合

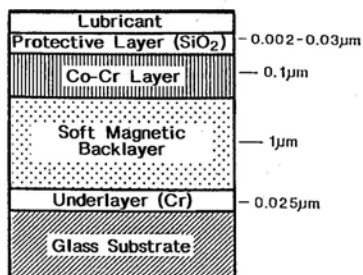


図1 ハードディスク媒体の構造

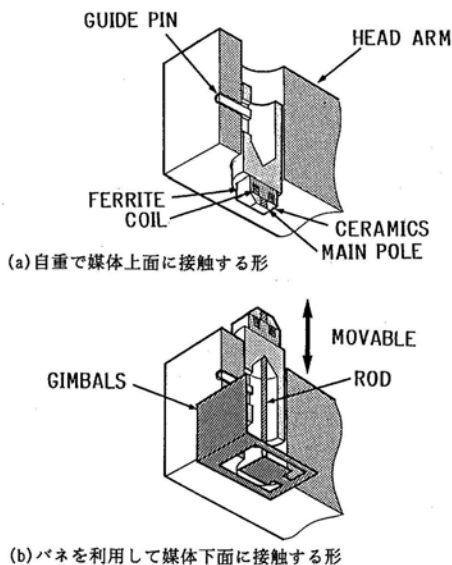


図2 非浮上形単磁極ヘッドの構造

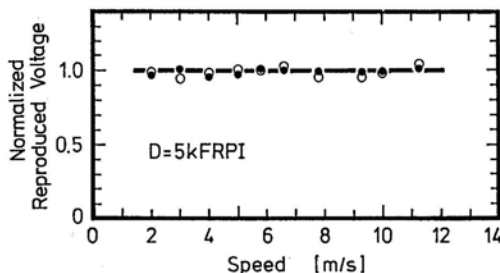


図3 単位速度あたりの再生電圧と周速の関係

でも周速11m/sまでの範囲内では、単位速度あたりの再生電圧は減少しておらず、このことはこの速度範囲内でヘッドの浮上量に変化がないことを意味している。

図4には、これら二つのヘッド支持方式の場合について測定した記録密度特性を示す。両方式ともほとんど差異のない記録密度特性が得られており、バネを用いてヘッドを媒体の下側にあてた場合でも自重式の場合とほぼ同じ接触状態が実現できていることを示している。

4. パスウェア耐久性

図5に再生電圧とパス数の関係を示す。この測定では、50kFRPIの信号を記録し、その後、ヘッド・媒体間の相対速度2.0m/sで再生し続け、再生電圧の変化をモニターした。この測定例では、媒体にはわずか25Åの厚みのSiO<sub>2</sub>保護層が付けてあるだけだが、400万パス後においても初期値の約7割の再生電圧が得られている。このとき、一旦ヘッド先端をクリーニングし、再度同一トラックに記録しなおすと実験当初と同じ再生電圧が得られた。また、エネルギー分散形X線マイクロアナライザでヘッド先端への付着した物質の成分分析を行った結果ではSiが検出されたのみで、媒体の磁性層が損傷した形跡はみられなかった。再生電圧がパス数とともに若干減少するのは、主磁極の基板に軟らかい結晶化ガラスを用いているためヘッド先端が若干削られ、その研削粉がヘッドと媒体の間に入り込み、スペーシングを増加させたためであると思われる。

5. ドロップアウト

媒体全体におけるドロップアウトの発生状況を調べた。この測定は、スペクトラムアナライザのゼロスパンモードで再生信号の基本波のエンベロープを観測し、ドロップアウトの発生状況をディスク全面について探索した。ここでは図6の上図に示すように、再生電圧がディスク媒体一周での平均値の50%以下に落ちた場合をドロップアウトと定義し、その発生箇所をマップとして表示した。比較のためにフレキシブルディスクの場合についても調べた。測定は記録密度50kFRPI、トラック幅100μm、トラックピッチ100μmで行なった。代表的な測定結果を図6に示す。フレキシブルディスクの場合には、媒体作成工程において発生した異常析出物に起因するドロップアウトが多数検出される。これに対してハードディスクではドロップアウトは極めて少ない。ハードディスクにおけるドロップアウトの主な原因は、ディスクへ付着した塵埃やディスク表面に残った溶剤であり、これらは、クリーンな環境において媒体を取扱うことや、基板洗浄を十分に行うことで容易に除去できる。本質的にはハードディスクでは媒体欠陥が極めて少ないと言える。

ところで一般的にハードディスクにおいてはヘッドと媒体の接触状態が安定しており、良好なエンベロープの再生信号がフレキシブルディスクの場合よりも容易に得られるが、それでも時として再生電圧のエンベロープにモジュレーションがみられる場合もある。これは、トラック一周中における軟磁性裏打ち層やCo-Cr層の磁気特性の変化によるものであることがわかっており、磁気特性の分布のない媒体の作成方法を検討する必要がある<sup>4)</sup>。

6. むすび

平坦な表面のハードディスク媒体と、これに自重あるいはバネを利用して軽く接触する単磁極ヘッドを組み合わせたヘッド/媒体系では、ヘッド・媒体間の相対速度によらずスペーシング量300~400Åの接触状態が実現でき、数百万パス後においても媒体にはほとんど損傷が無いことが確認された。また、フレキシブルディスク媒体と比較して、基板に起因するドロップアウトの発生が少ないことも明らかになった。

今後も、ヘッド・媒体間のスペーシングが小さく、パスウェア耐久性の高い理想的なヘッド・媒体系を追求し、垂直磁気記録方式の持っている高密度記録の可能性を引き出していきたい。

【参考文献】

(1) 福岡、中村：信学技報 MR89-4 (1989) pp.1-7.  
 (2) 中村、大内、渡辺：日本応用磁気学会誌 Vol.14, No.2 (1990) pp.135-138.  
 (3) 山本、渡辺、大内、中村：信学技報 MR90-14 (1990) pp.31-38.  
 (4) 藤村、山本、大内、中村：平成2年度電気関係学会東北支部連合大会 (1990) 発表予定。

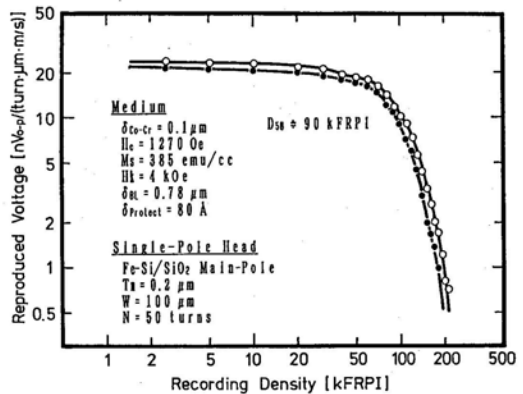


図4 記録密度特性

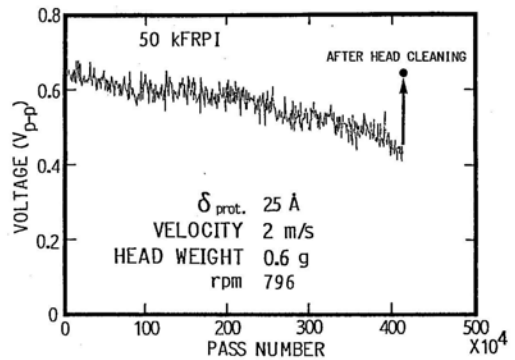


図5 パスウェア耐久性

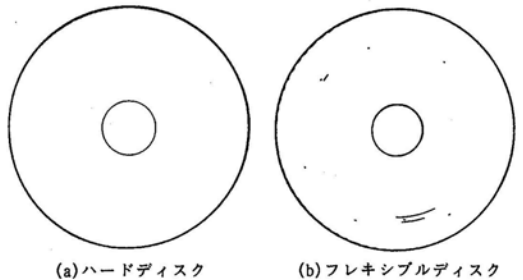
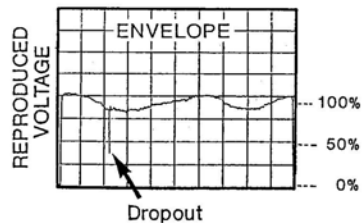


図6 ドロップアウトマップ (記録密度:50kFRPI, W=100μm)