

垂直磁気ディスクドライブにおけるエラーレートの検討

Error Rate of Perpendicular Magnetic Disk Drive

山本 節夫 藤村 篤史 中村 慶久
 Setsuo YAMAMOTO Atsushi FUJIMURA Yoshihisa NAKAMURA

東北大学電気通信研究所
 Research Institute of Electrical Communication, Tohoku University

1 まえがき

筆者らは、垂直磁気記録において、表面平滑性に優れたハードディスクに単磁極ヘッドを接触走行させることにより、モジュレーションの少ない再生電圧と良好な高密度記録再生特性が得られることを確認しており、この方式で狭トラックヘッドを用いた高密度の磁気ディスクドライブの実現を目指している。本報告では、ピークシフトやSN比などをエラーレートの観点から総合的に評価し、高密度垂直磁気記録装置実現の可能性について検討した結果を述べる。

2 実験方法

本実験に用いた媒体は、ガラス基板に、厚み 0.94 μm のFe-Ni-Nb裏打ち層と、膜厚 0.10 μm 、垂直方向抗磁力 1060 Oe、飽和磁化 445 emu/cc のCo-Cr層、および厚み40ÅのSiO₂保護層を付けたハードディスクである。使用したヘッドは、Fe-Si/SiO₂積層膜を主磁極とした巻線数50ターンの非浮上形の主磁極励磁単磁極ヘッドである。

エラーレートの測定には、データ・セルの中心の周りにウィンドーを設定し、データ再生時に、ウィンドーから外れたパルスを検出してカウントする方法を用い、全データ・パルス数に対するエラー数の割合をエラーレートとした。ウィンドーの幅は 0からビット・セルの半分まで変化させた。本実験においては、変調方式をMFMとし、データ転送レートは10Mbit/sとした。データの検出には、ヘッドの再生電圧を増幅し、遮断周波数8MHzのローパスフィルタを通した後に、微分検出法を用いた。なお本実験では書き込み補償および波形等価は行っていない。

3 結果および考察

主磁極厚みが0.2 μm で、トラック幅が100 μm と広く、大きなSN比が得られる単磁極ヘッドを用いて、パターンピークシフトおよびSN比がエラーレートに及ぼす影響を調べた。

図1は、線密度80k、90k、100kFRPIで、ウィンドー幅を変えながら測定したエラーレートの値を、ビットシフト量(データ・セルの中心からウィンドーの境界までの距離に相当する)に対してプロットしたものである。2Fパターン(11)のSN比(p-p/rms値)は100kFRPIで38.5dB、90kFRPIで40dB、80kFRPIで42.4dBであった。パターンピークシフトが発生しない1F(10)および2Fパターンについては、1Fパターンは2Fパターンよりもノイズジッターの影響を大きく受けているものの、2FパターンのSN比がこの程度あれば1Fパターンでも100kFRPIにおいて、最大幅の50%以内のウィンドーで10⁻⁹のエラーレートになっている。(110)パターンのエラーレート曲線は、主として波形干渉のために1Fパターンのエラーレート曲線よりも、80kFRPIで5ns、100kFRPIで12.5nsほどシフトしている。したがって主磁極を薄く

したり、波形等化を行うなどしてピークシフト量を減少すれば、この図で得られている位相マージンをさらに大きくできる。

次に、2FパターンのSN比と1Fパターンのエラーレートとの関係を探るために、このトラック幅100 μm のヘッドで90kFRPIの信号を記録した後、記録トラックの一部を消去し、トラック幅を80 μm 、50 μm に狭めて、2FパターンのSN比を40dB、38.1dB、34dBと変化させ、1Fパターンのエラーレートを測定した。その結果、図2のようにいずれのトラック幅でも、パターンピークシフトが発生しない1Fパターンにおいては、10⁻⁹のエラーレートが得られた。なお本測定結果についてはノイズジッター以外にディスク回転機械系のジッターの影響なども検討することが必要と思われるが、この結果から、2Fパターンで34dB程度のSN比があり、パターンピークシフトが少なければ、最もエラーの発生しやすい(110)パターンにおいても10⁻⁹のエラーレートが実現できる可能性があるといえる。

そこで実際に、トラック幅が28 μm および6.5 μm のヘッドを試作してエラーレートを測定してみた¹⁾。トラック幅が28 μm のヘッドでは、再生感度は70nVo-p/(turn $\mu\text{m}^2\text{m/s}$)で、線密度63.5kFRPIにおいて2FパターンのSN比は37.8dBが得られ、(110)パターンに対しては10⁻⁹のエラーレートが達成できていることが確認された。トラック幅6.5 μm のヘッドでは再生感度が154nVo-p/(turn $\mu\text{m}^2\text{m/s}$)で、線密度50kFRPIにおいて2Fパターンで33dBのSN比が得られた。この時、1Fパターンについては10⁻⁹のエラーレートが実現できたが、(110)パターンでは最大幅のウィンドーでエラーレートは10⁻⁹止まりであった。これには主磁極厚みが0.3 μm と厚かったことによるパターンピークシフトやヘッド可動部のがたつきによるオフトラックなどが影響しているものと思われる。

4 おわりに

トラック幅100 μm 、主磁極厚み0.2 μm の単磁極ヘッドを用いた場合には100kFRPIで、またトラック幅が28 μm で主磁極厚みが0.3 μm のヘッドを用いた場合には63.5kFRPIで、ともに10⁻⁹のエラーレートが実現できた。トラック幅が6.5 μm のヘッドでも50kFRPIにおいて33dBのSN比が得られており、パターンピークシフトの低減などを行えばさらに高密度で低エラーレートを達成できる可能性がある。今後、高い再生感度と高い再生分解能をもつ単磁極ヘッドを作成し、波形等化なども導入して、高密度で大容量の垂直磁気ディスク装置の実現を目指したい。

本報告をまとめるにあたり、村岡裕明助手から有益な助言を得た。また本実験には本学院生 高野研一君および学部4年生 西田靖孝君、藤井秀夫君の協力を得た。心から感謝する。

【参考文献】 1. 高野、渡辺、中村：1991信学会春季全大 (発表予定)

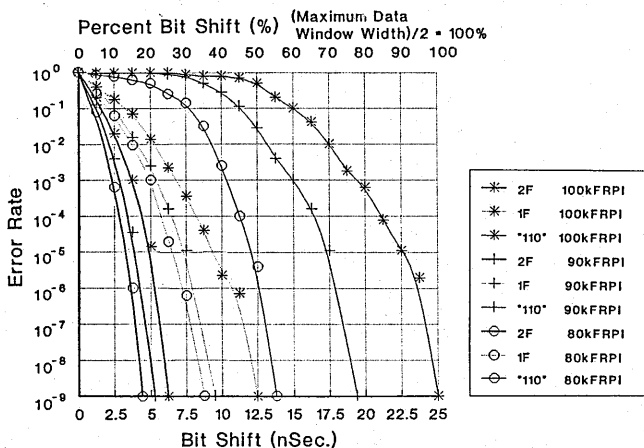


図1. トラック幅100 μm 、主磁極厚み0.2 μm のヘッドでのエラーレート

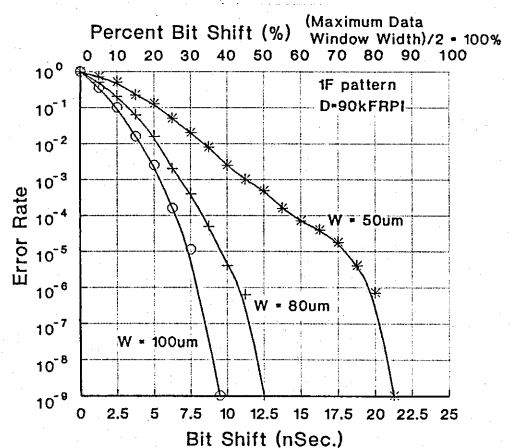


図2. 記録トラック幅を変えてSN比を変化させたときのエラーレート