

研究の背景

世界中で生み出されるデジタル情報は常に増加しており、2009 年は 800EB (エクサバイト, 10^{15} バイト), 2012 年には 2.8ZB (ゼタバイト, 10^{21} バイト) であったものが、2020 年には 40ZB に増加すると言われている。また、ビジネスや IT 業界では、ビッグデータという 1000TB (テラバイト, 10^{12}) 級の大規模データを扱い、様々な面で活用すると言われている。デジタル情報の 80-90% はハードディスクドライブ (HDD) に保存されるため、ビッグデータ等の膨大なデータの記録には、安価で大容量なストレージ装置として HDD が必要不可欠であり、今後のデジタルデータ量の増大に対応した大容量化が求められている。

HDD の記憶容量の増加のためには、面記録密度の向上が必要である。そのためには、データのビットサイズ (つまり、磁性粒子) を小さくする必要がある。しかし、磁性粒子を小さくすると、周囲の温度 T の影響を受けて熱揺らぎが生じ、磁化方向を一定に保つ力 K_0V が弱くなる。ところが、磁性粒子の磁化方向を一定に保つために磁性体の異方性定数 K_u 、結果として保磁力、を大きくすると、磁化反転に必要なエネルギーが大きくなり、磁気ヘッドの記録磁界を大きくしなくてはならない。一方では、高密度で記録するためには、記録ヘッドの ABS (媒体摺動面) 寸法を小さくしなければならず、結果として強い記録磁界は得られない。この問題、つまりビットサイズ狭小化、媒体熱安定性、磁化反転のし易さを同時に成り立たせることが難しく、磁気記録のトリレンマと呼ばれる。これらをどのように解決していくかが重要な課題である。

シングル磁気記録方式のための単磁極ヘッドの記録磁界解析

本研究では、シングル磁気記録方式 (SMR) を想定した、磁気ヘッドのモデリングと解析を行っている。SMR はトラックの上から次のトラックを、瓦を葺くように、トラック幅にとわれない幅広の記録ヘッドでデータを重ね書きするので高密度化が可能である。最近、SMR 方式を採用した HDD が販売され、それまで (0.744 Tb/in^2) を大幅に上回る面記録密度 (1.25 Tb/in^2) を達成している。今後はさらなる高密度化が課題である。

今回の検討では、コイルの位置を変更することで、隣接トラックへの漏れ磁界が抑制できるかどうかを検討した。そのために、円形コイルの半径と中心座標位置を変更し、そのコイルに合わせて主磁極の形状を変えた。主磁極の先端形状はそのままであるが、後方形を改良して、隣接トラック方向への磁界を抑制できるような、斜め方向の磁界が得られるように形状を変えた。モデリングと解析には、J-SOL 製の電磁界解析ソフト JMAG-Studio と Fujitsu 製の LLG 計算ソフト Accumag を使用して、静解析と動解析を行った。

モデルを改良して解析した結果、静解析では良い値が得られていたが、動解析では周波数応答が遅くなっていた。値は十分に高いと思われ、良い値を保ちつつ周波数応答を良くすることが今後の課題であると考えられる。

ビットパターン媒体のための単磁極ヘッドの記録磁界解析

201012025 酒井 悠希

ビットパターン媒体 (BPM) とは磁性粒子を人工的に一つの塊 (磁性体ドット) として形成し、規則的に並べた記録媒体である。規則的に並べてあるので雑音を抑制でき、磁性体ドットの体積が大きいため熱安定性が保たれ、熱揺らぎの問題を回避できることが利点である。また、高い磁気異方性を持つ材料も開発され、ドットの大きさを小さくすることができ、さらに BPM の高密度化ができるようになった。

今回の検討では、メインポールの先端を 3 段形状にし、1 段目と 3 段目の間の長さとして 2 段目の角度を変更していくことで記録磁界に与える影響について検討していった。その後、トレリングシールド側のテーパ角の変更、トレリングシールドを 2 段形状にしたことによる記録磁界への影響を検討した。また、従来モデルと改良モデルをマイクロログネティクス解析し比較を行った。

トンネル効果型ハードディスク再生ヘッドのマイクロログネティクス雑音解析

201012066 山田 雄大

リードヘッドは HDD で最も重要な構成要素のひとつであり、インダクティブ型、AMR、GMR を経て、現在は TMR が使用されている。HDD の記録密度の向上のためにはデータのビットサイズを小さくしなければならず、そのため、リードヘッドでは読み込み位置の正確さ、感度の高さ、ノイズの抑制が重要である。

本研究では Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG) 方程式を解くマイクロログネティクスシミュレーションを用いてリードヘッドの雑音解析を行う。シミュレーションで得たノイズスペクトラムのピーク強度や半値幅などを評価し、どのような雑音が生じているのか解析を行っている。また、計算結果と実測結果 (東北大学の提供) との比較を行い、信頼性の高いデータであるか確認を行っている。