

近年、高速コンピュータやクラウドコンピューティングなどの情報インフラの整備が進み、情報量は増加の一途を辿っている。そのため、大容量ストレージ装置としてハードディスクドライブ(HDD)は必要不可欠であり、今後も記録密度を向上させる必要がある。現在市販されているHDDは全て垂直磁気記録方式であり、現状の垂直磁気記録方式では媒体熱揺らぎの問題から面記録密度1 terabit/inch<sup>2</sup>が限界とされている。現在市販されているHDDの最高面記録密度は744 gigabit/inch<sup>2</sup>であり、このまま面密度が向上すると1,2年のうちに限界に達する。この限界を回避し、大容量化を進めるために、記録ヘッド、再生ヘッド、記録媒体などについて研究が行われている。

本質的な記憶容量の増加には面記録密度の向上が必要である。面記録密度の向上には、ピットサイズを小さくする必要がある。ピットサイズを極小化すると熱揺らぎと呼ばれる熱エネルギーによって磁化の向きが自由に反転してしまう問題が顕著になる。熱揺らぎによる記録の劣化を防ぐために磁性膜の磁気異方性定数を高める方法がある。保磁力を高めると、その分だけ高い記録磁界強度が求められることになり、高密度記録を行うために寸法が小さくなつた記録ヘッドでは必要な記録磁界強度を得られないという問題が出てくる。媒体SNR、媒体熱安定性、飽和記録の容易性の三つを同時に成り立たせることは難しく、磁気記録のトレンマと呼ばれている。

#### ピットパターン媒体用単磁極ヘッドの記録磁界解析

200812034 田村英和  
本研究では、ピットパターン媒体を想定した磁気記録ヘッドモデルの解析を行った。現在使われている媒体は磁性粒子が敷き詰められるように膜状で形成された媒体であり、複数の磁性粒子に1つのデータ(1ピット)を記録している。ピットパターン媒体は複数の磁性粒子を人工的にひとつの塊(磁性体ドット)として形成し、規則的に並べた媒体である。磁性体ドットが規則的に分割されて並んでいることにより雑音を抑制でき、1ピット当たりの体積が大きいので熱安定性も確保できる。

研究当初は記録層の厚さを8.8 nm、10 nmの二通りで検討していたが、厚さが10 nmではあまり良い値を得ることができなかったため厚さは8.8 nmとし検討を行った。メインポール先端の形状が長方形のモデルで目標値に近い値になつたので、実際の形状に近い台形モデルに変更し解析を行つた。本報告では記録層の厚さ8.8 nm、メインポール先端が台形のモデルのネックハイト、メインポールとサイドシールド間の距離を変更した結果を報告する。

#### 熱アシスト磁気記録を想定した垂直磁気記録単磁極ヘッド解析

200812031 田中 洋和  
本研究では、熱揺らぎの問題を回避するために、熱アシスト磁気記録(Thermally-assisted magnetic recording: TAMR)を想定して磁気ヘッドモデルの作成及び解析を行つた。TAMRとはレーザーで記録媒体を加熱しながらデータの記録を行う。記録媒体を加熱することで保磁力が低下し記録が可能となる。記録後に媒体が冷えると再び保磁力が高くなる。しかし、TAMRでは半導体レーザ素子や導光路、近接場光を発生させるための機構などを組み込

まなければならず、技術面でのハードルの高さやヘッドの製造コストが問題となる。従つてシミュレーションはヘッド開発において重要な役割を果たす。

ここでは、メインポールを分割せず、軟磁性裏打ち層(SUL: Soft magnetic Under Layer)に磁性を持たせて、磁気ヘッドモデルで解析を行つた。  
中間層(Inter layer)の厚み、SULの透磁率、起磁力(MMF: Magneto Motive Force)を変更し記録磁界強度、記録磁界勾配、漏れ磁界を計算した結果を報告する。

#### 熱アシスト磁気記録に用いる近接場光素子の3次元FDTD解析

200812056 丸山 直幸  
本研究では熱アシスト記録方式では記録する部分にレーザ光を照射したとき発生する近接場光についての数値解析を行つた。近接場光とは、物質に光を入射したとき物質の表面から発生する光であり、物質から数ナノメートルの範囲に発生し伝搬する性質をもたないので、物質から離れるに連れて强度も弱くなつてくる。ナノスケールの光であるため、狭い領域である記録トラックを加熱する際に、隣接トラックを加熱することを防ぐことができるので、物質から離れるに連れて强度も弱くなつてくる。ナノスケールの光であるため、狭い領域である記録トラックを加熱する際に、隣接トラックを加熱することを防ぐことができるという特性がある。

ここではレーザを照射する記録部分として開口を持たない金属薄膜(Eアントナモデル)に発生する近接場光についての数値解析を行つた。ここで使用する金属薄膜は非常に小さく実測することが困難であるので、本研究室で作成されたプログラムである MeshMakerによりモデルを作成し、解析を行つた。このときEアントナモデルのNotch部分を解析領域中心としている。ここでは Notch のサイズを変更したときの電界分布を3次元 FDTD 法を用いて求め、結果の比較・検討を行つ。

#### 再生ヘッド雑音のLLGマイクロマグネットイック解析

200812032 田辺 篓  
記録密度を向上させる上で再生ヘッドは、ハードディスクドライブ(HDD)の重要な構成要素である。現在、HDDの再生ヘッドにはトンネル磁気抵抗効果(TMR)素子が用いられている。ところで、記録密度2 terabit/inch<sup>2</sup>を超える次世代 HDD の再生ヘッドには、ビット分解能の向上のため再生ギヤップ(素子膜厚)を20 nm以下にする必要がある。しかし、TMR再生ヘッドにおけるスピンドル構造では多層膜を必要とするため20 nm以下の極薄素子の実現は困難である。そのため、スピンドル構造に替わる垂直通電型(CPP)の GMR 素子の研究、開発が進められている。

本研究では、LLG 方程式を解くマイクロマグネットイックシミュレーションを用いて TMR 再生ヘッド及び CPP-GMR 再生ヘッドの構造と動作原理について述べる。シザースタイルについて、今後、面記録密度4 terabit/inch<sup>2</sup>級の再生ヘッドの雑音解析を行うため、シザースタイルと呼ばれる構造の再生ヘッド解析を行つた。公開された実験結果はないところから、ヘッドに生じるノイズの特性を学術論文と比較し、計算の妥当性を確認した。