

垂直構造のシールドを考慮したシールドプレーナ型ヘッドの記録磁界計算

— 二層構造のシールドを考慮したシールドプレーナ型ヘッド —

200612052 細貝 秀人

近年の情報社会により、企業や個人が扱う情報量は増加の一途をたどっている。情報記録媒体としては HDD, SSD, 磁気テープなどがある。HDD は SSD と比べて単位あたりの記録容量に対するコストが安く、磁気テーブルと比べて読み書きが速く（ランダムアクセスができるため記録装置として世界中で広く用いられている）。垂直磁気記録は、1977 年に東北大学の岩崎俊一教授（現東北工業大学理事長）により提唱され、2005 年に東芝から世界で初めて垂直磁気記録方式を採用した磁気ディスク装置が商品化された。現在では市販の全ての HDD が垂直磁気記録方式を採用している。記録容量を増やすには、面積あたりの記録密度（面記録密度）をいかに増やすかに依っている。

金井研究室では、HDD 内部の垂直磁気記録用単磁極ヘッドに着目して研究を進めてきた。本研究では、対象をシールドプレーナ型ヘッドとしている。このヘッドは従来型ヘッドと比較して強い磁界強度を持ち、急峻な磁界勾配を持つているため 1 Terabit/inch² を超える高密度記録用単磁極ヘッドとして有望なヘッドである。しかし、構造に起因した漏れ磁界が大きいという欠点がある。そこで、有限要素法静磁界解析を行い、ヨークの厚み、先端部の幅や構造を変えることで磁気ヘッドの最適化を行った。なお、構造が比較的簡単で、より強い磁界強度を持ち漏れ（磁界の幅）の少ない磁界を発するモデルを最適モデルとする。漏れ磁界を抑える手段としては、磁気ヘッドの先端付近に磁性体を設置する構造（シールド）がある。シールドにより、漏れ磁界を減少させることができる。しかし、同時に記録媒体に記録するのに必要な磁界（記録磁界強度）も減少してしまう。したがって、いかにも記録磁界強度を減少させず、漏れ磁界を減少させられるかが重要である。本報告では、シールドの構造を変えることで、これらを改善することができたので報告する。

熱アシスト磁気記録に用いる近接場光の数値解析

— ビットパターン媒体を考慮した場合 —

200612050 番場 雄一

近年、情報のデジタル化が進み情報量の増加に伴い、HDD の普及が著しくなっております。PC, HDD プレーヤー、等に幅広く活用されている。これらのデータ量の増加に伴い、さらなる記憶容量の大容量化が望まれている。記録容量を大容量化するには、記録密度の向上が必要になる。記録密度を高めるには、記録媒体の磁性層を小さくする必要がある。磁性層の粒子を小さくすると、個々の磁性粒子の磁化が熱的に不安定になり、記録した情報を長期間保持できなくなる。熱安定性を高めるには、磁気に強い高保磁力媒体を使用する必要があるが、大きな記録磁界を発生させなければならぬ。現在の磁気ヘッドでは、理論上の上限である磁束密度をもつ磁性材料を使っているが、例えば現状よりも 50% 高い保磁力を有する媒体には記録が困難であるため、大幅な高密度記録は困難であると思われる。熱アシスト磁気記録方式は、通常の磁気記録で記録できないような高保磁力媒体に対し

て、レーザー光を照射して記録媒体を加熱し、保磁力が小さくなつた状態で磁気による記録を行うため、大きなかへッド記録磁界を発生させなくとも、高保磁力媒体への記録が可能である。書き込み時間を除くと媒体は常温に保たれるため、高保磁力媒体へ記録された磁化は安定に保つことができる。熱アシスト磁気記録は、磁気ドミナント方式と熱ドミナント方式の 2 種類があるが、本研究では、熱ドミナント方式を仮定し、記録ビット幅のみを加熱することを目指している。例えば、レーザーをレンズで集光させる方法では、記録ビット幅が回折限界より小さいため、隣接ビットに加熱の影響を与えてしまい不安定な状態となることから近接場光を考える。近接場光とは、物質に光を入射したときに物質の表面から発生するナノスケールの光である。近接場光を用いることで、隣接ビットに影響を与えることなく、記録ビットのみを加熱することができ、熱ドミナント方式での高密度記録が可能となる。

本研究では、高密度記録の有効な方法として、熱アシスト磁気記録と BPM(bit patterned media) を使用した方法が検討されていることから、解析領域に BPM 含めた近接場光の FDTD 電磁界解析を行った。また、解析結果の電界強度を利用して、BPM のジユール損の検証を行ったので、合わせて報告する。

GPU を用いた Landau-Lifshitz-Gilbert マクロマグネティックシミュレーションの高速化

Landau-Lifshitz-Gilbert(LLG) マイクロマグネティックシミュレーションを用いれば、実験では観測不可能な微視的かつ微小時間における磁気現象を解析することができる。一方、この手法は計算量が非常に多く、計算時間の短縮が重要な課題となる。そこで現在、話題となっている Graphics Processing Unit (GPU) を用いた並列計算に着目した。

従来、CPU の性能が解析計算時間には限度があり、GPU もデータを機械的に処理してモニタに表示させることしかできなかった。しかし、GPU のハードウェアの発展と、NVIDIA 社の GPU 用の CUDA (C 言語を基とした言語) を用いることにより、CPU で計算機システムを構築するよりも安価かつ簡単に高速計算処理を実現することが可能になった。

本研究では、マイクロマグネティックシミュレーション計算のうち最も処理時間がかかる部分を FFT (高速フーリエ変換) を用いた畳み込みで高速化した。リードヘッドの離音計算解析プログラムを例にとり、CPU および GPU を用いた場合の処理時間（ループ回数 = 150 万回）を比較する。なお、現状の GPU は倍精度浮動小数点数値を 64bit で表す）を用いると処理速度が大幅に低下することから、単精度浮動小数点（数値を 32bit で表す）を用いている。

中間報告では、FFT のみを GPU 処理に変更した場合に CPU の約 1.6 倍の処理速度を得たことを示した。ここでは、FFT に加え畳み込みも GPU で行なうようプログラムを変更した。その結果、処理速度は CPU を用いた処理に比べ約 5.9 倍となった。計算精度に関して、CPU および GPU を用いた場合の差異は小数点以下 6 行目以降に現れ、十分無視できる結果となつた。以上、並列化できる箇所が多いプログラムほど高速化できることが分った。