

垂直磁気記録用単磁極ヘッドの記録磁界計算

- シールドブレナ型ヘッド -

200612052 細貝 秀人

近年の情報社会の発達により、企業や個人が扱う情報量は増加の一途をたどっている。これに伴い、高度な情報社会を支える情報ストレージ装置が必須となっている。本研究室では、その中でも HDD 内部の磁気ヘッドに着目している。垂直磁気記録は当時、1977年に東北大学の岩崎俊一教授(現在 東北工業大学の理事長)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。

本研究では、垂直磁気記録用単磁極ヘッドの有限要素法静磁界解析を行い、単磁極ヘッドの厚み、先端部の幅や構造を変え、磁気ヘッドの最適化を行っている。構造が比較的簡単であり、より強い磁界強度を持ち漏れ(磁界の幅)の少ない磁界を発生するモデルを最適モデルとする。今回は単磁極ヘッドの構造をこれまで行ってきた従来型ヘッドではなく、シールドブレナ型ヘッドにして解析を行った。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っているため 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、シールドブレナ型ヘッド特有の構造により「漏れ磁気の増加」や「現状のプロセス技術では量産が難しい」といった欠点がある。これらを解消し、強い磁界強度をもつ磁気ヘッドの開発を目的とする。

なお、シールドブレナ型ヘッドについて、以前から共同研究を行っている、秋田県産業総合研究センター 高度技術研究所 首席研究員の山川清志氏に資料を提供頂き研究を行っている。山川氏の解析結果では、記録エレメントの先端の角度は最大磁界強度に影響を与えないという結果が出た。ここでは、その原因を解明するべく、まず、最初の段階として山川氏と同様の解析を行い同様の結果が得られるかを検証する。

熱アリスト磁気記録に用いる近接場光の数値解析

200612050 番場 雄一

熱アリスト記録は磁気記録とレーザー光による熱を組み合わせた記録方式である。記録媒体の加熱方法としては、例えばレーザー光をレンズで集光させ局所的に加熱する方法があるが、この方法では波長より小さい範囲に集光できないので、近接場光を用いる。近接場光とは、球体に光が当たると、その中に多数の電気双極子モーメントが発生し、これらの電気双極子モーメントの間にはクーロン力が発生。このクーロン力は電気力線によって表される。この電気力線のうち、球の外側にはみ出したものが近接場光であり、さらに電気力線がループ状となって飛んでいくのが散乱光である。高密度の記録状態を長期安定して保存するためには高い異方性磁界(保磁力)を有する記録媒体が必要であり、高い保磁力の媒体に記録するために大きな記録磁界が必要となる。しかしながら、磁気記録ヘッドに用いられる軟磁性材料には既に理論的な上限とされている飽和磁束密度の材料が使用されており、現在以上の強い磁界を得ることが困難である。熱アリスト記録方式では記録媒体を加熱し保磁力が小さくなった状態で記録を行うため、高保磁力媒体への記録が可能となり、熱安定性を保ちながら磁性粒子を微細化できる。

ここでは開口を有する金属薄膜から発生する近接場光の数値解析について述べる。近接場光を発生させる金属開口付近の電界分布の3次元数値解析をFDTD法により解析を行う。本研究で行ってきたことは、同一波長による材質依存性の検証と材質による波長依存性の検証についてである。この結果が得られたので報告する。

この解析結果からわかったことは、同一波長における材質依存性が650 nmと800 nmで異なっていることである。650 nmではAlの電界強度が高いが、800 nmではAuの電界強度が高くなっている。以上のことから、材質によって最適な周波数が異なることがわかった。周波数依存性で電界強度が高いのは、Agで800 nm, Alで650 nm, Auで800 nmである。以上のことから、材質によって電解強度の強さが異なり、650 nm~800 nmの周波数で高い値が得られる。

今後は、3次元での熱分布を見られるようにする。また、計算する周波数の光学定数を調べることで、周波数依存性、材質依存性の関係を調べることである。

GPUを用いたLLGマクロマグネティックシミュレーションの高速化

200612018 加藤 健太郎

Landau-Lifshitz-Gilbert(LLG)マ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。ただし、GPUは倍精度浮動小数点(数値を64bitで表す)を使用できないため、単精度浮動小数点(数値を32bitで表す)での実行となる。

これまでは、CPUの性能が計算時間を左右していたため処理速度には限度があり、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で構築するよりも安価かつ簡単に計算させることができるようになった。

本研究では、LLGの計算をFFT(高速フーリエ変換)を用いた畳み込みで高速化した、リードヘッドの雑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を比較する。すなわち、時間ステップを1000回とした場合の処理時間を比較する。

これまでに、FFTのみ変更の状態での処理を1000回ループさせた場合、処理時間は変更前の約107秒に比べて、約39秒少ない、約68秒という結果が得られている。よって、畳み込みをGPUで行えば更なる高速化が期待できる。計算精度に関し、CPUおよびGPUを用いた場合の差異は小数点以下6桁目以降に現れ、十分無視できる。今後、畳み込みを行なった場合、どの程度の差異になるかも同時に検証する。