

ワイヤレス給電装置の効率化に関する検討

2012.12.2019 齋藤 憲将

ワイヤレス給電は、非接触で電力を送電する。利点として使用する際の手間を省けることや感電の危険性を減らせることが挙げられる。一方、電力伝送効率は受信側コイルと送信側コイルの相対位置で変わることが、常に高い電力伝送効率を維持することが要求される。今後の応用例として電気自動車(EV 車)などの充電装置が考えられる。

本研究では電磁誘導方式を想定した給電装置について、JSOL 製 JMAG-Designer を用いてモデルを作成し周波数応答解析を行った。くぼみのある円形のソフトフェライトコアにコイルを配置し、コイルの形状を 4 パターン変えて解析を行った。4 パターンともに電力値・磁束密度の最大値と磁束密度分布は異なった。電力値が一番大きかったのは受信側コイルの厚さが送信側コイルの 1/2 のモデルであった。磁束密度の最大値が一番大きかったのは、受信側コイルと送信側コイルの厚さが同じモデルであった。

次世代磁気記録方式の概要

2013 年に生み出されたデジタルデータは 4.4 ZBytes (Z: $\zeta = 10^{21}$) と言われており、2020 年には 44 ZB に増加すると予測されている。ちなみに 44 ZB を記憶容量 4.7 GB、厚さ 1.2 mm の DVD に記録し積み重ねると地球と月を 10 往復する距離になる。保存されるデジタルデータの 80% 以上はハードディスクドライブ(HDD)に保存されることから、HDD の大容量化が求められている。HDD の大容量化のためにはデータのビットサイズを小さくし、面記録密度を向上させる必要がある。しかし、ビットサイズを小さくすると、周囲の温度の影響を受けて熱揺らぎが生じ、磁化方向を一定に保てなくなる(記録の消失)。これを克服するために、次世代磁気記録方式が研究されている。

本研究室では、数値解析シミュレーションによりマイクロ波アシスト磁気記録(MAMR)方式とビットパターン媒体(BPM)に用いる磁気記録ヘッドを研究している。

MAMR は、高周波発振層(STO)から発生する高周波磁界を主磁極(MP)からの記録磁界に重畳することで、高異方性媒体への記録を可能にする。STO は高周波発振層(FGL)とスピニ注入層(RL)で構成されている。

BPM は、複数の磁性粒子を人工的に一つの塊(磁性ドット)として形成し、規則的に並べた記録媒体である。1 つの塊にして体積を大きくすることで熱安定性が保たれ、熱揺らぎの問題を回避できる。また、粒子が規則的に並べてあるので雑音を抑制できる。

解析には、JSOL 製の電磁界解析ソフト JMAG-Studio および、富士通製の LLG シミュレータ EXAMAG を使用した。

マイクロ波アシスト磁気記録方式を想定した磁気ヘッドの STO 発振解析シミュレーション
201212001 阿部 和貴

MAMR 方式を想定した磁気ヘッドのマイクロマグネティック解析を行い, FGL の安定な発振を得ること, および FGL の発振に最適な注入電流密度を下げる目的としている. そのために, STO の構造と材料定数を変え, 解析結果から FGL の発振への影響や傾向を捉え, より良い構造と材料パラメータの提案を行う.

円筒形, 一部を切り取った円筒, 直方体, 一部を切り取った直方体の 4 種類の STO 形状で, 飽和磁化やダンピング定数, 交換スティフネス定数などの材料定数を変えて解析を行った. その結果, STO の形状による発振の傾向を捉えることができた. 円筒形の STO が一番安定した発振を得た. また, ダンピング定数を下げると注入電流密度を下げる事ができることがわかった. 交換スティフネス定数を下げると注入電流密度を下げる事ができるが, RL と FGL の相対角度が 90 度以上にはならないことがわかった.

有限要素法及び境界積分法を用いたライトヘッドの記録磁界解析シミュレーション
201212003 石橋 祐亮

本研究では, 高周波アシスト磁気記録方式を想定した磁気記録ヘッドについて, モデルを作成し解析を行った. 解析ではまず, モデルのメインポールとトレーリングシールド間の間隔を 5 通り設定し, ヘッドの静磁界解析を行った. その結果, 間隔を大きくするにつれて, JMAG-Studio の場合, EXAMAG の場合とともに強い磁界強度で記録できることが分かった. また, ヘッドコイルに与える電流値を 3 通り, およびメインポールの先端付近のメッシュサイズも 3 通り設定し, ヘッドの動磁界解析を行った. その結果, 電流値に関しては設定した 3 通りで周波数応答は大きく変化しなかった. メッシュサイズに関しては, サイズを最も小さくした場合に周波数応答が遅くなり, 記録磁界の波形は不安定になるという結果を得た.

ビットパターン媒体を想定した記録ヘッドの解析シミュレーション
201212026 中山 雅也

本研究では, BPM へ書き込むことを想定した記録ヘッドモデルの記録磁界解析を行い, メッシュサイズの依存性について検討した. リターンヨークのメッシュの辺の長さを 15 nm 以下, 20 nm 以下, 25 nm 以下, 及び 30 nm 以下と変えて, 記録磁界が時間とともに変化したときの応答波形と, ピーク値における磁界分布の計算を行った. その結果, メッシュを小さくすると, 応答が速くなり, 磁界強度も強くなるという傾向が見られた. しかし応答波形は全体的に約 0.1 ナノ秒の遅延が発生し波形も不安定であり, ピーク値における磁界分布も凹凸が大きくなってしまった. 次にリターンヨーク以外の要素のメッシュの辺の長さを 15 nm 以下に設定し, リターンヨークのメッシュの辺の最大長を 15 nm 以下, 20 nm 以下, 25 nm 以下, 及び 30 nm 以下と変えたときの応答波形と磁界分布の計算を行った. その結果, リターンヨークのみのメッシュサイズを変えたときに比べ, 応答が速くなり, 磁界分布の凹凸を小さくすることができた.