

磁性細線における高速磁区形成シミュレーション

川那真弓、奥田光伸、宮本泰敬、宮下英一
(NHK 放送技術研究所)

Simulation for Rapid Formation of Magnetic Domains in Magnetic Nanowire

M. Kawana, M. Okuda, Y. Miyamoto, E. Miyashita
(NHK Science & Technology Research Labs.)

はじめに

NHK では将来のテレビ方式として 8K スーパーハイビジョン (SHV) の開発を進めている。フル解像度 SHV の非圧縮映像は転送レート 144 Gbps を超えるため、記録装置には大容量化に加えて飛躍的な高速化が要求される。近年、スピントランスファー効果による磁壁の電流駆動現象が注目されており¹⁾、我々はこの現象を利用した小型かつ高速な非圧縮 SHV 記録装置の実現を目指している。これまでに既存の HDD 用磁気ヘッドを用いて磁性細線中の磁区形成 (記録)・駆動・磁区検出 (再生) を一連の動作で実証した²⁾。今回、マイクロマグネティックシミュレーションを用いて主に磁区形成に着目して高速化の検討を行ったので報告する。

シミュレーション方法

磁区形成過程は、スピントルク項を追加した拡張 LLG 方程式を用いて計算を行った。磁性細線は、長さ 1.5 μm 、幅 60 nm、膜厚 20 nm でメッシュサイズは 4 nm 一定とした。磁性細線の磁気特性は、飽和磁化 200 emu/cc、異方性磁界 8.9 kOe とした。Fig. 1 に磁性細線と記録ヘッドのモデルを示す。磁性細線-記録ヘッド磁極間距離は 10 nm とし、細線の上部に配置した記録ヘッドの磁極から下向きに磁束が流れるよう、細線下部にも同形状の記録ヘッドを鏡像として配置した。細線の初期磁化方向は全て上向きとし、コイルに電流を印加することで下向き磁界を発生させた場合について、反転磁区の形成過程を計算した。

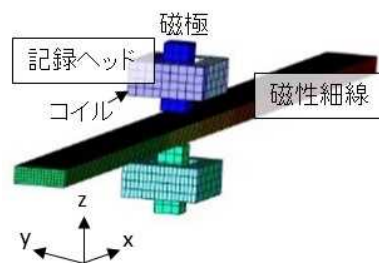


Fig. 1 Simulation model

シミュレーション結果と考察

Fig. 2 に磁性細線の直上に記録ヘッドを配置した場合 (上下記録ヘッドの磁極を結ぶ線と細線法線のなす角 0°) の磁区形成過程を示す。ヘッド磁界印加後 0.3 ns で反転磁区が核形成され、その後、反転磁区が拡大し安定化するまで 4 ns かかった。Fig. 3 に上下の記録ヘッドを細線の+y 方向、-y 方向にそれぞれ 30 nm ずらした場合 (上下ヘッドの磁極を結ぶ線と細線法線のなす角 56°) の磁区形成過程を示す。この場合には 0.01 ns で反転磁区が核形成され、0.3 ns の極短時間で磁区が安定化することがわかった。また、それぞれの場合において記録ヘッドの磁界分布を計算したところ、 0° の場合には z 方向成分のみで x、y 方向には磁界は分布しないが、 56° の場合には x、y 方向にもヘッド磁界が分布している結果が得られた。このことから、x、y 方向の磁界成分が z 方向への磁化反転をアシストすることによって、高速に磁区形成できたと考えられる。

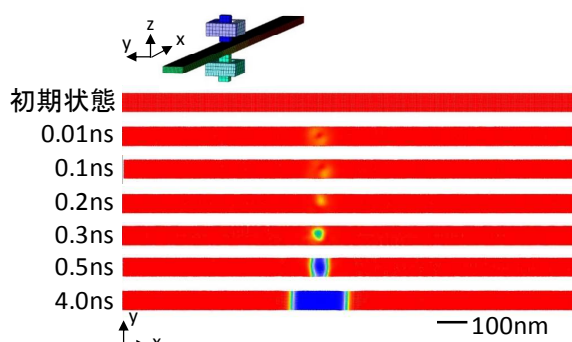


Fig.2 Time-dependent change of magnetic

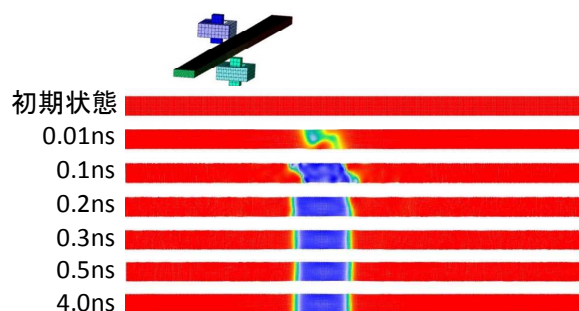


Fig. 3 Time-dependent change of magnetic domain formation at an angle between recording head and nanowire of 56°

参考文献

- 1) S. S. P. Parkin et al. : Science, 320, 190, (2008)
- 2) 奥田光伸ほか : 第 38 回日本磁気学会学術講演概要集, 9aC-11, p.130 (2015)