

# 磁性細線メモリー素子における磁区記録電流の低電流化に向けた検討

小倉 溪, 中谷 真規, 石井 紀彦, 宮本 泰敬  
(NHK 放送技術研究所)

Micromagnetic analysis for reduction of write current in magnetic nanowire memory element

K. Ogura, N. Nakatani, N. Ishii and Y. Miyamoto  
(NHK Science & Technology Research Labs.)

## はじめに

我々は将来の立体テレビの時代に向け、大容量・超高速転送が可能な磁性細線メモリーを提案している。その基礎実験として、1本の磁性細線媒体に直交配置した2本の金属線A、Bを記録素子としたFig.1に示すような素子構造において、各記録素子に逆方向のパルス電流を印加することによりそのギャップに合成電流磁界を形成し、磁性細線に磁区を形成する手法について解析を進めた。今回、記録素子に印加するパルス電流に適切な時間遅延を設けることで、従来よりも低い電流値で磁化反転が可能であることを見出した。

## シミュレーション条件

Fig.1の磁性細線モデルにおける磁区形成過程を、LLG (Landau-Lifshitz-Gilbert) 方程式により計算した<sup>2)</sup>。磁性細線の計算メッシュサイズは4nmとし、磁性細線と記録素子が導通しないよう両者間に10nmの絶縁層を設けた構造とした。さらに記録素子間のギャップに磁束を集中させて磁区形成しやすくするため、記録素子間に軟磁性材料(ソフトフェライト)を挿入した。記録素子Aに幅1nsのパルス電流を印加した後、遅延時間 $T=0\sim 300\text{ps}$ の範囲で遅れて記録素子Bに同様のパルス電流を逆方向に印加し、磁区形成過程を解析した。

## シミュレーション結果

上記の記録素子構造と記録電流印加法を用いることで、特定範囲の $T$ に対して、従来よりも低い電流値で磁区形成できることを確認した。その際、Fig.2の $\alpha$ 点(50nm, -58nm, 6nm)付近に核となる磁化反転がまず誘起され、その後磁壁が伝搬することで記録素子ギャップに反転磁区が形成された。 $T=150\text{ps}$ としたときの $\alpha$ 点、及び原点付近の $\beta$ 点(2nm, 2nm, 6nm)における磁気モーメントの軌跡をFig.3に示す。 $\alpha$ 点ではダンピングの影響を受けて複数回円を描く複雑な経路を経た後に磁気モーメントが反転した。一方、 $\beta$ 点では近接メッシュの磁気モーメントとの相互作用により一気に反転した。また $\alpha$ 点の磁気モーメントの歳差運動は、記録素子Bへの記録電流の印加タイミング(磁気モーメントの歳差運動に対するインパクト開始位置)に応じて変化し、磁区形成が可能となる遅延時間 $T$ が周期的に存在することが判明した。遅延時間 $T$ を変化させたときの、各観測点における磁気モーメントの歳差運動の変化と磁化反転について、当日詳細を報告する。

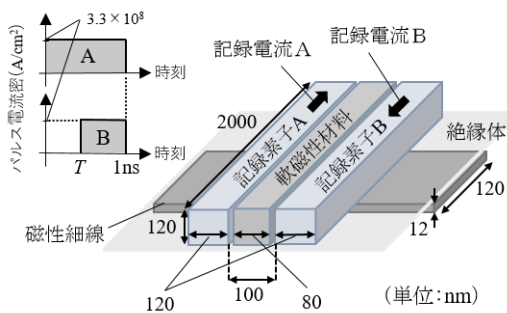


Fig.1 解析した磁性細線メモリーモデル

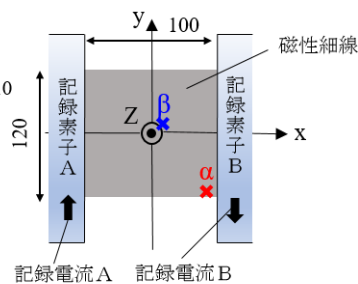


Fig.2 モデル中の解析点

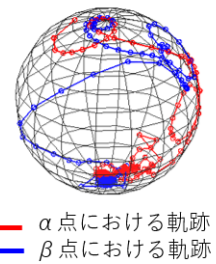


Fig.3 磁気モーメントの軌跡

## 参考文献

- 1) 宮本ほか: “磁性細線メモリーにおける磁区形成・駆動と磁気光学検出,” NHK 技研 R&D, No.181, pp. 20-31 (2020)
- 2) 遠藤ほか: “磁性細線デバイスにおける記録用金属線に流す記録電流の低電流化と発生磁界による磁気モーメントの解析,” 映像情報メディア学会年次大会, 34D-2 (2019)