

記録素子を一体化形成した磁性細線メモリ素子の試作と磁気光学評価

堀 洋祐、遠藤 充泰、石井 紀彦、宮本 泰敬
(NHK 放送技術研究所)

Fabrication of magnetic nanowire device with writer for future high-speed memory application

Y. Hori, M. Endo, N. Ishii and Y. Miyamoto
(NHK Science & Technology Research Labs.)

はじめに

近年、磁性細線における磁区の電流駆動に関する研究¹⁾に注目が集まり、レーストラックメモリ²⁾に代表される新しい原理のメモリが提案されている。我々は磁性細線を複数本並列配置し、パルス電流を印加することで磁区を高速に駆動させる高速磁気記録デバイスの実現に向け、研究を進めている³⁾。これまで磁性細線への磁区形成には、ハードディスク用磁気ヘッドを磁性細線に接触固定させて動作検証を進めてきた。しかし、磁気ヘッドと磁性細線の接触状態によって記録位置精度が異なり、記録再生の再現性に問題があった。そこで、記録素子を磁性細線上に一体化形成することで高い記録位置精度と耐久性を保持しつつ、より近接に記録素子を形成することで低電流記録の実現が期待できることから、記録素子を一体化した磁性細線デバイスの開発を進めた。記録素子を磁性細線とねじれの位置に形成し、記録素子へのパルス電流印加によって発生する電流磁界を用いて磁区形成を行う方式を採用することとした。今回、記録素子を一体化形成するプロセスを開発するとともに、磁区の形成と磁区駆動の一連動作に成功したため、その内容について報告する。

実験方法

磁性細線には、垂直磁化を持ち磁区駆動に実績のある材料である Pt (3 nm) / [Co (0.3 nm) / Tb (0.6 nm)]₅ 多層膜を用いた。磁性細線と記録素子の絶縁性を確保するため、層間絶縁膜として窒化シリコン Si₃N₄ 膜をイオンビームスパッタ法およびレーザーリソグラフィを用いて磁性細線に堆積し、更にその上に記録素子を形成した。記録素子には Ta (5 nm) / Au (100nm) / Ta (5 nm) 多層膜を用い、磁性細線とねじれの位置となるようにイオンビームスパッタ法および電子線リソグラフィを用いて形成した。記録素子に 500 ns のパルス電流を印加した時の磁性細線上に形成される磁区の様子を、磁気光学顕微鏡を用いて観察した。また、磁区の形成・磁区の駆動時において、層間絶縁膜層を介した記録素子と磁性細線の相互への電流リークの影響についても、あわせて調査を進めた。

実験結果

層間絶縁 Si₃N₄ 膜層の層厚を 10nm とした場合、記録電流 3.1×10^7 A/cm²、パルス幅 500 ns の条件で磁区の形成を確認できた。しかし同試料では磁区形成→駆動の一連の動作は確認できなかった。解析の結果、Si₃N₄ の膜厚が薄く、磁区駆動電流印加時に Si₃N₄ を介して記録素子側にリークが発生し実効電流が低下したことが判明した。そこで Si₃N₄ の膜厚を 18 nm に厚膜化した試料を作製し、記録素子に記録電流 2.6×10^7 A/cm²、パルス幅 500 ns を印加することで磁区形成を確認できた。また磁性細線に 2.5×10^7 A/cm² を印加したときに、外部磁界を印加しない状態で磁区駆動速度 2.1m/s を得た。Fig.1 は記録電流の方向を交互に変更しながら磁区駆動を行うことで、磁性細線の長手方向に上向き、下向きの磁区 (情報) を交互に記録した状態を示している。今後、記録素子を 2 本化しそのギャップ間に生じる合成磁界を用いた安定磁区形成法の検討や、磁性細線の複数本化等を進めていく。

参考文献

- 1) A. Yamaguchi *et al.*: *Phys. Rev. Lett.*, **92**, 077205 (2004).
- 2) S. S. P. Parkin *et al.*: *Science*, **320**, 190 (2008).
- 3) M. Okuda *et al.*: *IEEE Trans. Magn.*, **52**, 7, 3401204 (2016).

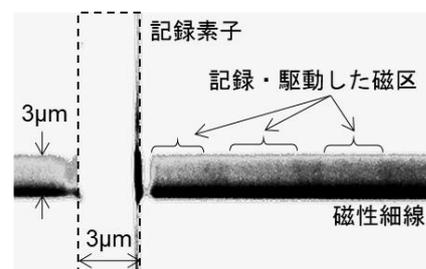


Fig.1 Magneto-optical Microscope image for Magnetic nanowire with integrated recording head.