

磁性シフトレジスタを用いたファンアウト素子

野村 光, 吉岡 直倫, 中谷 亮一
(大阪大)

Fan-out element based on nano-magnet shift register
Hikaru Nomura, Naomichi Yoshioka, Ryoichi Nakatani
(Osaka Univ.)

はじめに

近年, 磁性量子セルラオートマタ (Magnetic quantum cellular automata : MQCA)¹ に代表される微小磁性体を利用した素子が低消費電力, 荷電粒子に対する高い耐性などの利点から注目を集めている. なかでもバイナリ演算が可能な磁性論理演算素子(magnetic logic gate : MLG)²は従来の半導体を基盤とした論理ゲートを代替する新規素子として期待されている. 我々はこれまでに, MLG を基盤とした NAND/NOR 論理ゲートや, 磁性シフトレジスタ³を提案してきた. しかし, 実用を考えた場合, 複数の論理ゲートを組み合わせなければならない. このためには, ファンアウト数 2 以上の素子が不可欠となる. そこで本研究では, 磁性シフトレジスタに基づくファンアウト数 2 の素子を提案する.

実験方法

図 1 に磁性シフトレジスタに接続された磁性ファンアウト素子の模式図を示す. 磁性ファンアウト素子として, Au(3 nm)/Ni-20 at.%Fe(20 nm)の膜構成を持つ微小磁性体を電子線リソグラフィ法, イオンビームスパッタリング法, リフトオフ法を用いて Si 基板上に作製した. また, 本素子の動作検証を行うため, 始めに磁気力顕微鏡法(magnetic force microscopy: MFM)による磁性マニピュレーションを用い情報の書き込みを行った. 続いて, 一様な外部磁場をトリガーとしてファンアウト操作を実行した. 最後に, 高さ一定モード磁気力顕微鏡法により素子のバイナリ状態を確認した. MFM には外部コントローラにより制御可能にした日立ハイテクサイエンス社製磁気力顕微鏡(SII-A300)を用いた. MFM の外部コントローラには LabVIEW FPGA を用いて開発した独自のコントローラを, MFM 探針には市販のカンチレバー (SI-DL40) にイオンビームスパッタリング法を用いて Co-17 at.%Pt (80 nm)を製膜したものをを用いた.

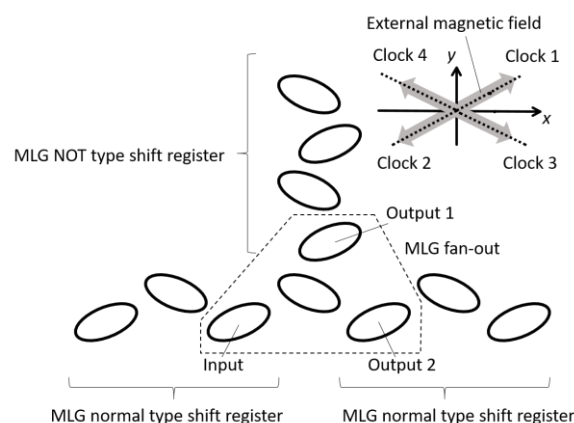


図 1 磁性シフトレジスタに接続された磁性ファンアウト素子の模式図.

実験結果

磁性ファンアウト素子に対し, Input へ 1 を入力後, 図 1 中の Clock 1 ~Clock 4 に示す向きに適切な強度の外部磁場を印加した結果, Input へ書き込まれた情報が, Output 1 と Output 2 へそれぞれ分岐した. Output 1 は NOT 型シフトレジスタであるため Output 1 = NOT(Input) = 0 の情報が出力された. Output 2 は通常のシフトレジスタであるため, Output 2 = Input = 1 の情報が出力された. このことから, 本素子は, 磁性シフトレジスタと組合せた状態でファンアウト数 2 の素子として動作することが示された. 本素子を用いることで, 近い将来, 複数の演算ゲートを接続した MQCA 回路が実証されるものと期待している.

参考文献

- 1) R. P. Cowburn and M. E. Welland, Science, 287, 1466 (2000).
- 2) H. Nomura and R. Nakatani, Applied Physics Express, 013004 (2011).
- 3) 野村 光, 森田陽大, 中谷亮一, 信学技報, vol. 113, no. 407, MR2013-39, pp. 35-40, 2014 年 1 月.