

傾斜電界印加による磁壁駆動シミュレーション

村山 創、山田 啓介、仲谷 栄伸
電気通信大学、情報理工学研究科

Computer simulation of a Domain Wall Motion by a Slope Electric Field

Soh Murayama, Keisuke Yamada, and Yoshinobu Nakatani

Graduate School of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

はじめに

現在、磁壁駆動型デバイスは、省電力化を担う磁気記録装置として注目されている[1]。磁壁駆動型デバイスでは、磁壁駆動の制御に外部磁界を印加する手法や、スピン偏極した電流を注入する手法が用いられている。これらの手法は、磁壁駆動のための閾電力が多く、その低減が課題となっている。近年、閾電力を低減する新たな手法として、電界印加による磁壁駆動方式が提唱されている[2, 3]。本研究では、磁性細線に傾斜電界を加えた時の磁壁駆動について、マイクロマグネティックシミュレーションより調査した。

実験結果

磁性細線のサイズは、 $200\text{ nm} \times 60\text{ nm} \times 3.9\text{ nm}$ とした。材料定数はCo/Ni多層膜の値を用い、飽和磁化 660 emu/cm^3 、異方性定数 4.1 M erg/cm^3 、交換スティフネス定数 1.0×10^6 、損失定数 0.02 とした[4]。電界効果は、異方性定数が変調する効果とした[5]。傾斜電界効果は、図1のように、磁性細線に対し異方性定数を線形に減少させることで実現し、線形減少量を ΔK_u ($\text{erg/cm}^3/\text{nm}$)と定義した。図1は、 $\Delta K_u = 1000\text{ erg/cm}^3/\text{nm}$ の場合で、左端($x = 0\text{ nm}$)で磁気異方性の減少率を 0% とし、右端($x = 200\text{ nm}$)で減少率 5% を表している。磁壁の初期位置は、細線中心 ($x = 100\text{ nm}$)とした。

シミュレーションの結果、傾斜電界印加 ($\Delta K_u = 500\text{ erg/cm}^3/\text{nm}$)によって、磁壁が異方性減少方向 ($x > 100\text{ nm}$)へ移動することを確認した。この時、磁壁移動速度は 1100 cm/s であった。図2は、各 ΔK_u における磁壁移動速度を示す。 ΔK_u が $500\text{ erg/cm}^3/\text{nm}$ までは磁壁の移動速度が単調に増大した。それ以後は、磁壁の移動速度が急激に減少する Walker breakdown と同様の現象が見られた。図2に、各外部磁界印加 (H_{ext})による磁壁移動速度を示す。それぞれの磁壁移動速度を比較すると、 $\Delta K_u = 500\text{ erg/cm}^3/\text{nm}$ の傾斜電界は、 $H_{\text{ext}} = 2\text{ Oe}$ の磁界に相当することが分かった。

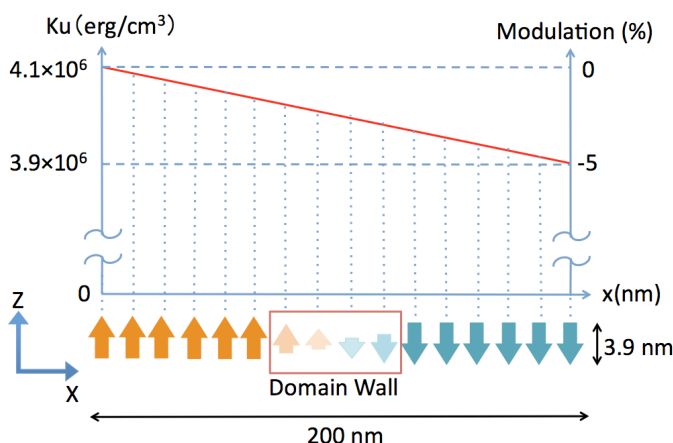


Fig. 1 Schematic of the slope electric field at $\Delta K_u = 1000\text{ erg/cm}^3/\text{nm}$

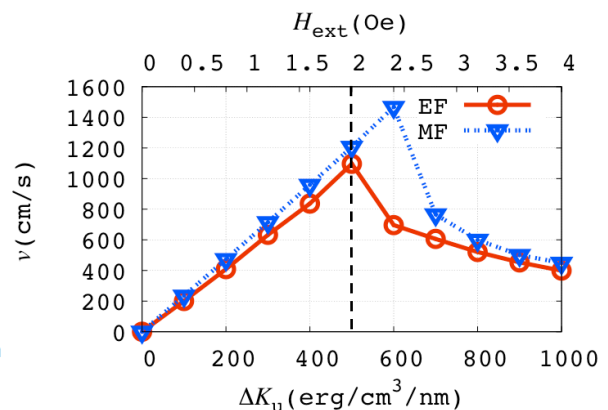


Fig. 2 Domain-wall velocity as a function of the magnetic field and the slope electric field

参考文献

- [1] S. S. P. Parkin, *et. al.*, Science **320**, 190 (2008). [2] A. J. schellekens, *et. al.*, Nat. Commun. **3**, 848 (2011).
[3] D. Chiba, *et. al.*, Nat. Commun. **3**, 888 (2012). [4] T. Koyama, *et. al.*, Appl. Phys. Exp. **1**, 101303 (2008).
[5] M. Weisheit, *et. al.*, Science **315**, 349 (2007)