

反強磁性スキルミオンの安定性の検討

濱田 海、仲谷 栄伸
電気通信大学、情報理工学研究科

Stability of the Antiferromagnetic Skyrmion

Kai Hamada, and Yoshinobu Nakatani

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

はじめに

近年、レーストラックメモリにおいて、スキルミオンの利用が検討されている[1,2]。しかしながら、強磁性体中に現れるスキルミオンを用いた場合、電流駆動の際にトラック上を直進せず、試料端に衝突し、消滅する問題が指摘されている[3]。この問題に対し、トラック上を直進するため、試料端に衝突せず、消滅しにくいとされる反強磁性スキルミオンの利用が提案されている[4]。本研究では、マイクロマグネティックシミュレーションを用いて、強磁性および反強磁性体の領域端における消滅条件について検討した。

計算条件

材料定数はPtCoの値を用い、飽和磁化 580 emu/cm^3 、異方性定数 0.8 M erg/cm^3 、交換スティフネス定数 1.5×10^{-6} 、DMI 定数 3.4 erg/cm^2 、損失定数 0.3 、非断熱項 0.3 、分極率 0.4 とした[2]。細線トラックのサイズは $128(x) \times 64(y) \times 0.4(z) \text{ nm}^3$ とした。細線トラック上の中心に強磁性及び反強磁性スキルミオンを1つ配置し、スピンの電流を $-x$ 方向に流してスキルミオンを移動させ、領域端に衝突させた。電流密度を変化させて領域端における消滅条件を調査した。

結果

図1,2に強磁性スキルミオンの領域端における消滅の様子及び強磁性スキルミオンの中心の軌跡を示す。図1,2より、強磁性スキルミオンは電流印加後、 $+x$ 方向に移動し、領域端に衝突後、上方に移動し、領域端側から構造が崩れ、消滅することがわかった。消滅電流密度は $J=205.8 \text{ MA/cm}^2$ であった。続いて、図3,4に反強磁性スキルミオンの領域端における消滅の様子及び反強磁性スキルミオンの中心の軌跡を示す。図3,4より反強磁性スキルミオンは電流印加後、 $-x$ 方向に移動し、領域端に衝突後静止し、その後に領域端側から構造が崩れ、消滅することがわかった。消滅電流密度は $J=517.3 \text{ MA/cm}^2$ であった。これより、反強磁性スキルミオンは強磁性スキルミオンと異なり、領域端に衝突後も細線トラックの中心部に留まった後に破壊されることがわかった。また、強磁性スキルミオンに比べて消滅電流密度が約2.5倍高く、破壊されにくいことがわかった。

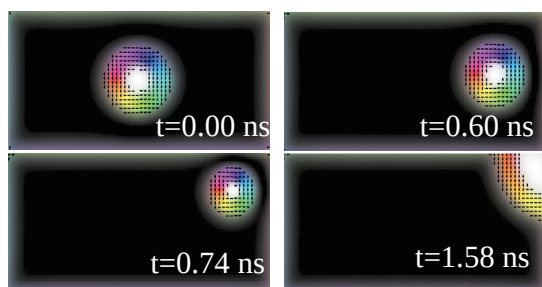


Fig. 1 Annihilation at the edge of racetrack of ferromagnetic skyrmion

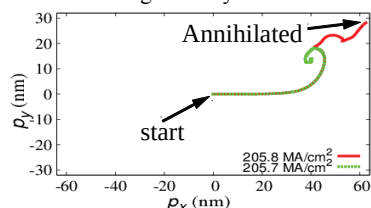


Fig. 2 Path of the center of ferromagnetic skyrmion

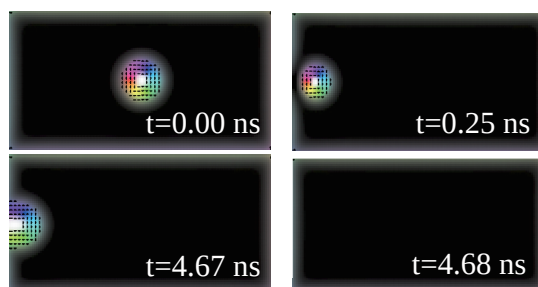


Fig. 3 Annihilation at the edge of racetrack of antiferromagnetic skyrmion

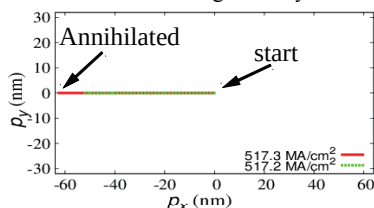


Fig. 4 Path of the center of antiferromagnetic skyrmion

参考文献

- [1] T. H. R. Skyrme, *Proc. Roy. Soc. Lond. A* **31**, 556(1962) [2] J. Sampaio, *et. al.*, *Nat. Nano.* **8**, 839(2013)
[3] M. Mochizuki, *Magnetics Jpn.*, **10**, 192 (2015) [4] X. Zhang, *et. al.*, *Sci. Rep.*, **6**, 24795 (2016)