

エンゼルフィッシュレーストラックによるスキルミオンの移動制御

右田 幸大¹、山田 啓介²、仲谷 栄伸¹¹電気通信大学 情報理工学研究科、²岐阜大学 工学部

Control of a Skyrmion motion by an angelfish racetrack

Koudai Migita¹, Keisuke Yamada², Yoshinobu Nakatani¹¹Graduate school of Informatics and Engineering, University of Electro-Communications²Faculty of Engineering, Gifu University

はじめに

スキルミオンはトポロジカルな安定性を持つナノスケールの磁化構造であり、微小電流での駆動が可能であることから、スキルミオンを用いたレーストラックメモリの研究が注目されている[1,2]。レーストラックメモリではスピン電流の注入などによりスキルミオンを駆動させながらデータの読み書きを行うため、スキルミオンが存在しやすいポジションを作り、位置制御を行うことが重要である。本研究では、イオン照射により三角形に垂直磁気異方性を変化[3]させたエンゼルフィッシュレーストラック[4]と、交流磁界による駆動方法を提案し、マイクロマグネティックシミュレーションを用い、本手法の有効性を調査した。

計算条件

材料定数はPtCoの値を用いた：飽和磁化 $M_s=580 \text{ emu/cm}^3$ 、磁気回転比 $\gamma=1.76 \times 10^7 \text{ rad/(s} \cdot \text{Oe)}$ 、交換スチフネス定数 $A=1.5 \text{ } \mu\text{erg/cm}$ 、損失定数 $\alpha=0.3$ 、非断熱項 $\beta=0.3$ 、DMI定数 $D=3.0 \text{ erg/cm}^2$ 、磁気異方性定数は三角形領域で $K_u=7.0 \text{ Merg/cm}^3$ 、それ以外では 8.0 Merg/cm^3 とした[2]。磁性細線の大きさは $600 \text{ nm} \times 200 \text{ nm} \times 0.4 \text{ nm}$ とした。この磁性細線にスキルミオンを1つ配置し、交流磁界を面直方向に印可して駆動させるシミュレーションを行った。交流磁界は位相が逆の2種類の磁界を用いた。

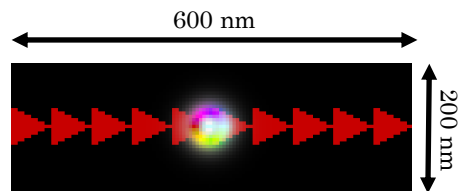


Fig.1 Schematic of the angelfish racetrack Applied by an AC magnetic field.

結果

図2に交流磁界の振幅 $H_{\max}=1 \text{ kOe}$ におけるスキルミオンの移動の様子を示す。図2より、交流磁界1周期で、スキルミオンが半径を変化させながら1つ隣の三角形領域に移動することがわかった。また交流磁界の位相によりスキルミオンの移動方向が変化することがわかった。これらの結果より、提案手法によりスキルミオンを正確に移動させることが可能であることがわかった。また双方向の移動が可能であることから、細線の両端を繋げた円形レーストラックメモリが実現可能となり、効率良くデータの読み書きを行うことができる。図3に交流磁界の1周期分の時間 t_p と損失定数 α を変化させたときにスキルミオンが正確に移動できる $H_{\max}$ の範囲を示す。左方向への移動の場合、 α または t_p を小さくすると $H_{\max}$ の範囲が広くなることがわかった。右方向への移動の場合、 α または t_p が大きい方が $H_{\max}$ の範囲が広くなることがわかった。

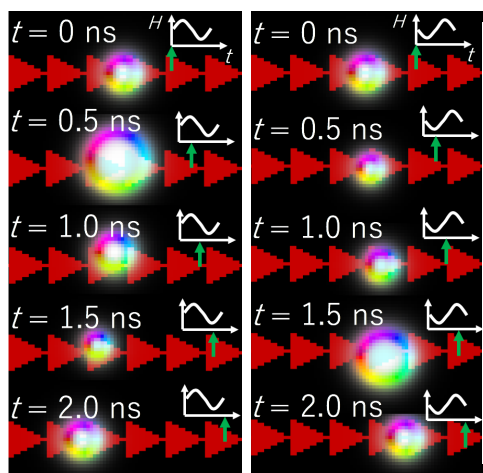


Fig.2 Time resolved Skyrmion motion by the opposite field.

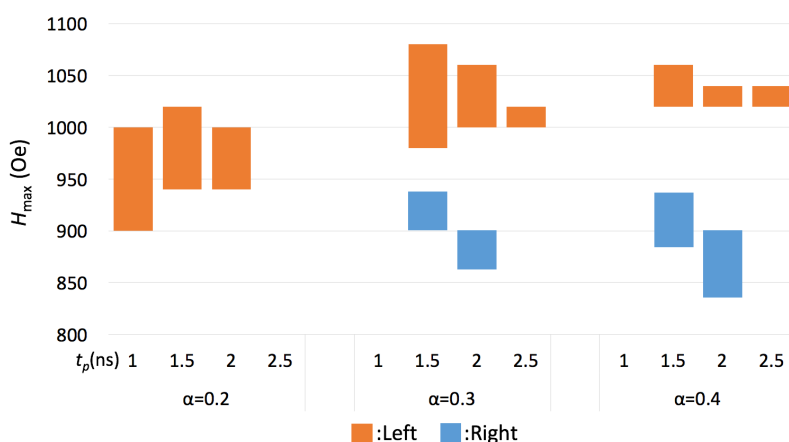


Fig.3 Conditions of a Skyrmion motion.

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] C.T.Rettner, et.al., Appl.Phys. Lett., **80**, 279 (2002). [4] N.Hayashi, et al., IEEE Trans. Magn. **8**, 16 (1972).