# GdFeCo 磁性細線における磁気バブルの生成および電流駆動

Formation of magnetic bubble and current induced bubble domain motion in GdFeCo magnetic wire 豊田工業大学 <sup>○</sup>永田裕資, Pham Van Thach ,鷲見聡, 田辺賢士, 粟野博之

Toyota Technological Institute,

°Y. Nagata, S. Sumi, P. Van Thach, K. Tanabe, H. Awano E-mail: sd18305@toyota-ti.ac.jp

#### はじめに

磁気バブルを次世代の磁気記録,論理素子へ応用する研究が行われている. 当研究室では坂口が GdFeCo 磁性細線中の磁気バブルが電流印加により電流方向に移動することを確認したが、その詳細な運動については明らかにされていなかった[1]. そこで我々は磁気バブルを活用した素子の実現を見据え細線構造・組成条件を変更し磁気バブルの生成・電流駆動について明らかにした.

### 実験方法

磁気スキルミオンの安定化には,重金属層と強磁性層との界面におけるジャロシンスキー守谷相互作用が重要とされる.このため  $SiN_x$  [10 nm]/ $Gd_x$ ( $Fe_{75}Co_{25}$ )<sub>1-x</sub> [50 nm]/Pt [5 nm] 磁性細線をマグネトロンスパッタ装置で作製した.また比較試料として下地層を SiN に変更した  $SiN_x$  [10 nm]/ $Gd_x$ ( $Fe_{75}Co_{25}$ )<sub>1-x</sub> [50 nm]/ $SiN_x$  [10 nm] 細線細線も作製した.2 種類の細線構造に対し  $Gd_x$  FeCo の組成比を変更し RE-rich と TM-rich の組成で実験を行った.これら 4 種

類の組み合わせの磁性細線に対し,垂直外部磁界を印加し磁気バブルを生成した.次に幅100 ns のパルス電流を注入し電流駆動の有無を極 Kerr 光学顕微鏡で確認し,電流駆動した磁気バブルの軌跡を解析するため画像処理プログラムを開発した.

## 実験結果

全ての磁性細線で磁気バブルは出現したが、パルス電流で磁気バブルが駆動したのは条件 SiN<sub>x</sub> /RE-rich Gd<sub>24.9</sub> (Fe<sub>75</sub>Co<sub>25</sub>) <sub>75.1</sub> / SiN<sub>x</sub>のみであった。他の磁性細線上の磁気バブルは電流印加の際に迷路磁区化あるいは消失した。電流駆動した細線上の磁気バブルについて駆動軌跡を解析した結果を図1に示す。(a)は電流密度が低い状態であり、磁気バブルは電流方向に対して垂直に駆動する傾向がある。また(b)は電流密度を高くした状態である。バブルの駆動角度は電流方向に近づく傾向が確認できる。これらの磁気バブルには電流駆動開始閾値と消失閾値の電流密度を持つことが明らかになった。

次に駆動角度の温度依存性を調査した結果を図2に示す.高温環境では同一の電流密度で角度が垂直に近づく傾向が確認できた.この磁性細線には重金属層が含まれていないため、スピン軌道トルクの寄与は生じない.このため従来の重金属上で駆動する磁気スキルミオンと異なるメカニズムで駆動していると考えられる.

これらの磁気バブルの出現・駆動方向の不規則性から、今後も電流駆動のメカニズムの解明が必要とされる.

## 参考文献

[1] 坂口徹朗, 豊田工業大学 学部論文 (2018)

**謝辞** この研究は科学研究費補助金 基盤研究(B)(17H03240)の助成を受けて行われたものです.

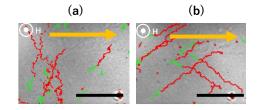
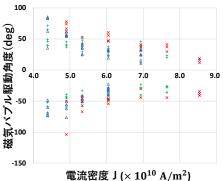


図 1 磁気パブルの電流駆動の様子 (a) J=4.  $4\times10^{10}$  (A/m²) (b) J=6.  $9\times10^{10}$  (A/m²) 黄色矢印は電流方向, 黒色パーは $10~\mu$ mを示す。 緑色は始点軌跡, 赤色は軌跡を示す,外部磁場は95 Oe である.



\* 45°C:45 Oe \* 22°C:95 Oe \* 5°C:157 Oe

図 2 磁気バブルの電流駆動角度温度依存性