

スキルミオンバブルの電界駆動特性

劉小晰¹, 馬闢¹, 張溪超¹, 山田侑生¹, 森迫昭光¹, 小野輝男²
(¹信州大学, ²京都大学)

Electrical field induced controllable motion of skyrmion bubbles

Xiaoxi Liu¹, Chuang Ma¹, Xichao Zhang¹, Yusei Yamada¹, Akimitsu Morisako¹, Teruo Ono²
(¹Shinshu University, ²Kyoto University)

はじめに

磁気スキルミオンは磁性体の中の渦巻き状のスピン配向構造である。その小ささから超高密度記録媒体や論理素子と期待されている。これらの応用を実現するために、より低消費電力な磁気スキルミオンの生成、駆動方法が必要である。本研究では、ジュール熱を出さずに磁気スキルミオンの電界駆動手法を提案し、楔先端を有する磁性細線を作製した。ここでは、電界印加時にスキルミオンバブルの生成及び駆動特性を報告する。

実験方法

マスクレーズ露光装置、金属ステンシルマスク、スパッタリング装置を用いて Pt (0.5 nm)/CoNi (0.5 nm)/Pt (0.5 nm)/CoNi (0.5 nm)/Pt (1 nm) の多層構造で、楔先端を有する細線をガラス基板上に作製した。細線の幅は $6\mu\text{m}$ から $100\mu\text{m}$ までとした。電極は Pt (5 nm)/Al (100 nm)/Ti (3 nm) 用いて形成した。更に、細線の上に SiO₂ 絶縁層と ITO 電極層を作製した。Fig. 1 に試料構造の断面図を示す。

約 300 nm のスポットに集光できるレーザーマイクロカー測定装置 (自作) を用いて、作製した磁性細線の各所の磁化曲線並びに電界印加時の磁気特性を測定した。カー顕微鏡を用いて、細線の中の磁区構造を観察した。

実験結果

Fig. 2(a) にレーザーマイクロカー測定装置を用いた試料の細線方向 (以下 x 方向) に沿って、磁界を基板の垂直方向に印加時の磁化曲線を示す。x = 1 μm で楔エッジ付近は面内磁気異方性を示すが、x の増加により垂直異方性が増加に伴う。x = 20 μm で完全な垂直磁気異方性を示す。Fig. 2(b) に x = 30 μm 位置でゲート電界を $V_G = 0\text{V}$ から $V_G = 8\text{V}$ の磁化曲線を示す。Fig. 3 に MOKE による各外部磁界において電界を印加した時の磁区の様子を示す。(a)+2 Oe、(b)0 Oe、(c)-2 Oe のそれぞれの外部磁界を印加しながら電界を印加した時に、全ての結果から磁壁の移動を確認できた。(a)、(b)の場合にスキルミオンバブルの生成を確認できた。また、(d)外部磁界のみの場合と電界印加時の場合の磁壁移動の様子が異なることも確認した。

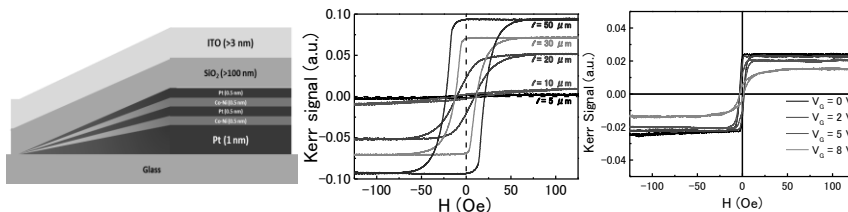


Fig. 1 Illustration of the sample

Fig.2(a) Kerr hysteresis at different thickness in the absence of the EF, (b) Kerr hysteresis x = 30 μm for different applied gate voltage V_G

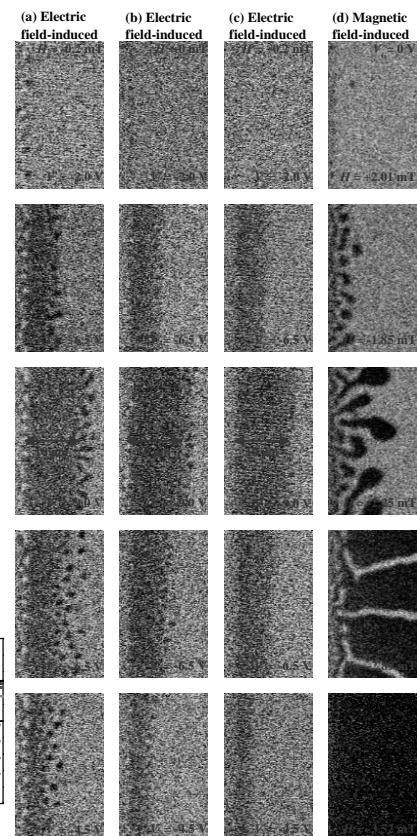


Fig.3 MOKE microscopy images of EF-induced and magnetic field-induced motion of domain walls in the region with the thickness gradient.