

# 修士学位論文概要

【題目】新規磁化反転手法のための電界による磁区構造制御の検討

氏名 瀨瀬 誉士

## 【概要】

現在スピントロニクスデバイスにおいては磁性材料の磁化方向が記憶機能を担っており、記憶情報を書き換えるための磁化反転は電流によって行うのが一般的である。電流による磁化反転は消費電力が非常に大きく、磁化方向を保持するエネルギー障壁から見積もられる磁化反転に要するエネルギーの $10^5$ 倍程度のエネルギーを消費している。電圧による磁化反転は磁気デバイスにおける情報書き換えを飛躍的に低消費電力化する技術として世界的に研究されてきているが、電圧のみによる磁化反転制御は現在までのところ成功していない。本研究では電圧による磁化反転制御を目指し、近年報告された二つの研究結果を元に電圧磁化反転の可能性を検討した。一つは磁性ガーネットに電界を印加することによる磁壁移動<sup>1)</sup>であり、絶縁性磁性体中の磁壁に発生する電気分極を利用したものである。もう一つは、Co超薄膜に電界を印加することによるキュリー温度の変化<sup>2)</sup>である。キュリー温度の変化は磁壁エネルギーの変化につながり、電界により磁壁を移動できる可能性がある。どちらの方法も電界により磁壁を移動させるものであるが、磁壁の移動は局所的な磁化反転を伴うため、電界による磁化反転につながるものと考えられる。

磁性ガーネットの電界磁壁移動を検討する材料として、LPE(Liquid Phase Epitaxy)法により、GGG(100)基板上に成長した $(\text{BiLu})_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ 及びGGG(111)基板上の $(\text{BiY})_3(\text{FeAl})_5\text{O}_{12}$ 膜を用いた。文献<sup>1)</sup>ではプローブによる電界印加を行っているが、本研究ではデバイス応用を視野にFig.1のような電極を膜面上にフォトリソグラフィを用いて作成した。電極のAl膜厚は300nm、電極間距離は $25\mu\text{m}$ – $200\mu\text{m}$ である。 $(\text{BiY})_3(\text{FeAl})_5\text{O}_{12}$ 膜上の電極間に $\pm 300\text{V}$ の電圧を印加した際の磁区構造を磁気光学顕微鏡により観測した結果をFig.2に示す。この観察位置はFig.1の四角で示されている電極間距離 $25\mu\text{m}$ の位置である。なお、磁壁の移動を容易にするため、膜法線方向に200 Oe程度のバイアス磁場を印加している。電極で覆われていない部分に、 $(\text{BiY})_3(\text{FeAl})_5\text{O}_{12}$ 膜のストライプ磁区構造が見られる。 $+300\text{V}$ 、 $-300\text{V}$ の電圧を印加した場合の磁区構造に変化は見られていない。この理由として今回の電界強度が小さい事や薄膜上の電極を用いた事などが考えられ、より高い電界強度を得られる電極構造を検討する必要がある。

次に、Co超薄膜の電界による磁気特性変化による磁壁移動を検討した。RFマグネトロンスパッタ法によりSi基板上にTa(3nm)/Pt(1.1nm)/Co(0.4nm)/MgO(2nm)膜を作製し、異常ホール効果を検出するための十字構造をフォトリソグラフィ及びArイオンエッチングにより作製した。微細加工したCo超薄膜上に絶縁層と電界を印加するPt電極層をフォトリソグラフィとリフトオフにより作製した。絶縁層の膜厚は50nm、電極層のPt膜厚は100nmである。異常ホール効果測定による微細加工素子の評価及び電界印加による磁化曲線の変化を観測した。

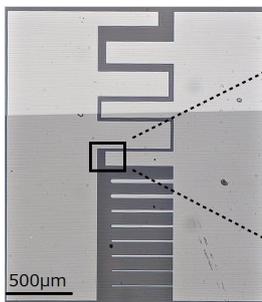


Fig. 1  $(\text{BiY})_3(\text{FeAl})_5\text{O}_{12}$ 膜上に形成したAl電極

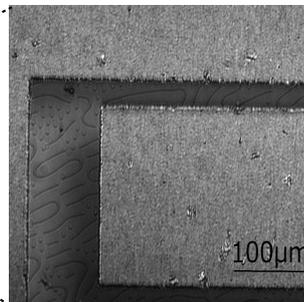


Fig. 2 Al電極に電圧を印加した際の $(\text{BiY})_3(\text{FeAl})_5\text{O}_{12}$ 膜の磁気光学顕微鏡像

- 1) A. S. Logginov et al., Appl. Phys. Lett., **93**, 182510 (2008).
- 2) D. Chiba et al., Nat. Mater., **10**, 853 (2011).