$SrTiO_3$ バックゲートを用いた Co 極薄膜の電界効果：面方位依存性

°中澤 新悟 [1], 大日方 絢 [2], 千葉 大地 [2],上野 和紀 [1]
(1.東大院総合, 2. 東大院工)
E-mail: 9653820319@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

強磁性体金属の磁化反転の手法として電界効果が注目され、TMR 素子の絶縁層や電解液など様々なゲートを用いた研究が報告されている[1-3]。前回、我々は低温で非常に高い誘電率を持つ $SrTiO_3$ (100)単結晶を基板として Co 極薄膜を作成し、基板の裏側からゲート電圧を印加することで保磁力 H_c を制御したことを報告した[3]。しかし、$SrTiO_3$ (100)面上の Co 極薄膜は室温で面内容易軸であり、190 K 以下の低温でのみ垂直容易軸になる。今回、様々な面方位を持つ $SrTiO_3$ 基板に Co 極薄膜を作成し、(111) 面でバックゲート電界による保磁力制御を試みたので報告する。

Pt(2.4 nm) / Co(0.3 nm – 0.7 nm 程度) の膜厚傾斜を持つ薄膜を rf スパッタを用いて 0.5 mm の厚さの $SrTiO_3$ (100), (110), (111) 基板に作製した。室温で磁場を垂直に印加し、Kerr 効果を用いて強磁性ヒステリシスを評価した。また、(111)基板上の薄膜をホールバー形状に加工し、低温で磁場を垂直に印加しながら異常ホール効果を用いてバックゲート電場下での磁気ヒステリシスを評価した。

図 1 に示すように、約 0.6 nm の薄膜では(100), (110) 面上では磁気ヒステリシスを持たないが、(111) 面上では箱型の磁気ヒステリシスを持ち、室温で垂直磁気異方性を持つ強磁性体となった。さらに(111) 面上の Co 薄膜にバックゲート電場を印加したところ、300 K では H_c の変化が確認できないものの、200 K から 2 K で正負のバックゲート電場により H_c がそれぞれ増加、減少した。図 2 に示すように H_c の変化は 200 V (4kV/cm)で 1mT 程度である。この値を電界強度あたりの H_c 変化に換算すると (100)基板上の Co 薄膜の約 10 倍となり、同一の物質をゲート絶縁層として用いるにも関わらず、電界効果の大きさが大きく面方位依存している。講演では面方位依存性について詳細な議論を行う。

[1] T. Maruyama *et al.*, Nature Nanotechnol. **4**, 158 (2009). [2] K. Shimamura *et al.*, Appl. Phys. Lett. **100**, 122402 (2012). [3] S. Nakazawa, et al., 第 76 回応用物理学会秋季学術講演, 13a-2J-9 (2015).

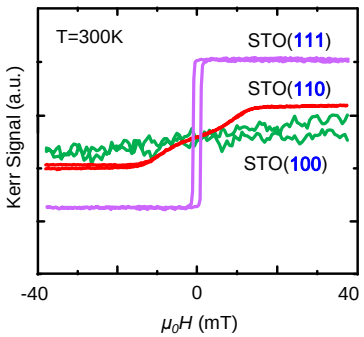

図 1 STO(100),(110),(111)面に作成した Co 極薄膜の Kerr 効果による強磁性ヒステリシスループ

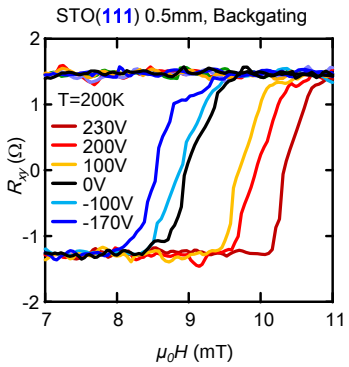

図 2 STO(111)面に作成した Co 極薄膜の 200 K でのバックゲートによる保磁力変調

© 2016年 応用物理学会