

金属/強磁性絶縁体界面における磁気層間結合の電圧制御

Voltage control of magnetic interlayer coupling at metal/ferrimagnet insulator interface

筑波大学¹, 物質・材料研究機構² 日高 温志¹, 柳原 英人¹, 介川裕章²

Univ. of Tsukuba¹, NIMS² A. Hidaka¹, H. Yanagihara¹, H. Sukegawa²

E-mail: s2120292@s.tsukuba.ac.jp

【背景】

磁気層間結合(IEC)の電圧制御(VCIEC)は、様々な試みがなされているものの未だ明確な実証に至っていない[1]。金属人工格子における IEC は広く知られているが、絶縁性強磁性体を用いた系では容易に大きな電圧を印加することができる。このため我々は VCIEC を検証する系として負の IEC が確認されている Fe/Co_{0.75}Fe_{2.25}O₄ (CFO)/MgO(001) [2]に電圧印加することを検討した。CFO は膜面内方向に引張歪みを導入することによってのみ垂直磁気異方性を生じるため、下部電極層は CFO ($a=8.38 \text{ \AA}$)との格子不整合が小さい必要がある。我々は室温で $65 \text{ m}\Omega\text{cm}$ と導電性を示し、格子定数が $8.407 \text{ \AA}$ [3] であるスピネル型酸化物 CoV₂O₄ (CVO)に着目した。これまでの研究から CVO の上部に直接 CFO を作製すると CFO の磁気特性が低下することが分かったため、NiO 緩衝層を用いた Fe/CFO/NiO/CVO(001)構造における VCIEC の検出を目指し、IEC の結合強度評価及びその電圧依存性を測定した。

【実験・結果】

試料構造は Au (5 nm)/Fe (1.2 nm)/CFO (20~60 nm)/NiO (5 nm)/CVO (50 nm)/MgO(001) sub.とした。CFO、NiO、CVO は反応性 RF マグネトロンスパッタリング法、Fe、Au は DC スパッタリング法によりそれぞれ作製し、数十 μm ϕ の微細加工ピラー状に加工した。バイアス電圧の直流 4 端子測定と異常ホール効果測定を行った。

Fig. 1 に膜面垂直方向に 2 端子電圧 5 V を印加し、CFO に実際に印加された 4 端子電圧を示す。CFO 膜厚と印加電圧に線形な応答が見られたことから、CFO に望まれる電圧が印加されていることがわかる。Fig. 2 には異常ホール効果から Fe の保磁力を測定し、その電圧依存性を示したものである。また、2 つのグラフはそれぞれ同一ウェハ内の異なる

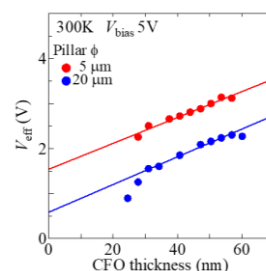


Fig.1 Bias voltage dependence of CFO film thickness

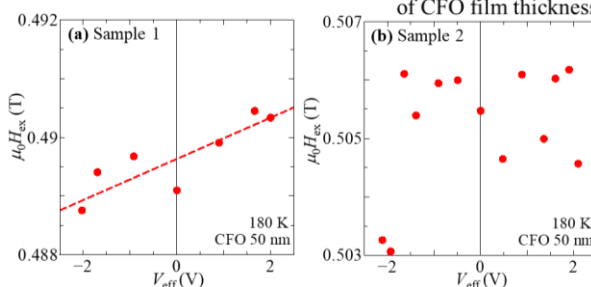


Fig.2 Voltage change of coercivity due to AHE

素子に対して行われた実験について示している。Fig. 2(a)では保磁力の変化が系統的に観察され、その最大の変化は 20 Oe 程度であった。このことは VCIEC の可能性を示唆している。一方、図 2(b)では保磁力の系統的な変化は見られず、同一ウェハ内であっても再現性が低いことも示唆される。

【参考文献】

- [1] D. Zhang, *et.al.*, Nano. Lett. **22**, 622-629 (2022). [2] H. Koizumi *et.al.*, AIP Adv. **10**, 015108 (2020).
[3] S. Mesoraca, *et.al.*, J. Phys.:Condens. Matter. **30**, 015804 (2018).