

# 令和元（2019）年度修士論文発表内容要旨

電気工学専攻/電子工学専攻/情報・通信工学専攻

氏名	國島 和哉	研究室名	岩田研究室
題目	MgO/Co/Pt積層膜におけるスピン軌道トルク磁化反転の電界アシスト効果		

## はじめに

現在、MRAMの新しい磁化反転手法として注目されているスピン軌道トルク磁化反転(SOT)の更なる高効率化のために、電界による磁気特性の制御と組み合わせた電界アシストSOT磁化反転が注目されている。電界アシストSOT磁化反転では、電界により磁気特性が大きく変化する材料開発が必要である。本研究では、垂直磁気異方性をもち、SOT磁化反転が可能なMgO/Co/Pt積層膜において、ゲート絶縁層として様々な成膜条件のHfO<sub>2</sub>を用い、電界による磁気特性の変調やSOT磁化反転の電界アシスト効果を調べた。

## 実験結果

本研究ではHfO<sub>2</sub>ゲート絶縁層をスパッタ時に導入するAr圧 $P_{Ar,HfO_2}$ を0.4 Paから8 Paの間で変化させて成膜した。Fig.1にHfO<sub>2</sub> (100 nm) / MgO (10 nm)絶縁層にゲート電圧 $V_G = \pm 20$  Vを印加し、異常ホールループを測定することで得られた磁気異方性の電界効果 $\eta$ の $P_{Ar,HfO_2}$ 依存性を示す。 $P_{Ar,HfO_2} = 0.4-2$  Paでは $\eta$ は正となり、垂直磁気異方性が正の $V_G$ で増加、負の $V_G$ で減少していることを示している。一方、 $P_{Ar,HfO_2} = 3-6$  Paでは $\eta$ は負となるとともに、 $V_G$ 印加後、数10 minにわたり磁気特性が徐々に変化する現象が確認された。この $P_{Ar,HfO_2}$ による $\eta$ の変化の原因は不明であり、HfO<sub>2</sub>層の構造や電気特性についてより詳しく検討する必要がある。Fig.2に $P_{Ar,HfO_2} = 0.4-2$  Paにおける電界アシストSOT磁化反転の反転電流密度 $J_c$ の電界効果を示す。SOT磁化反転測定はパルス幅0.01 msから1 msのパルス電流を試料に印加後のホール抵抗を測定することで確認した。 $P_{Ar,HfO_2}$ とともに $J_c$ の電界効果が大きくなっていることが確認できる。 $J_c$ の電界効果10%という値は、磁気異方性の電界効果100 fJ/Vmで概ね説明でき、電界により積層膜の磁気異方性が変化することで $J_c$ が減少したと考えられる。

## 学会発表

MORIS 2019/ICMaSS 2019/第42回日本磁気学会学術講演会/第43回日本磁気学会学術講演会/IEEE Magnetic society 若手研究会/平成30年度 物質・デバイス領域共同研究拠点 展開共同研究B「新機能創出に向けたスピンドYNAMIXSに関する研究」研究会

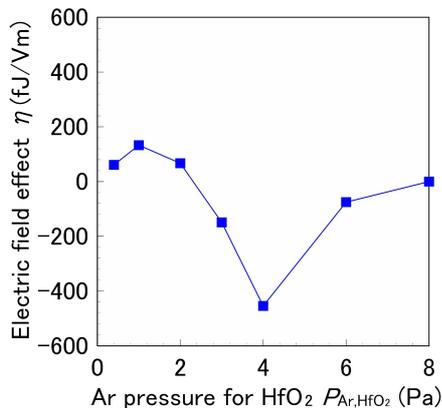


Fig.1 HfO<sub>2</sub>/MgO/Co/Pt積層膜の磁気異方性の電界効果 $\eta$ の $P_{Ar,HfO_2}$ 依存性

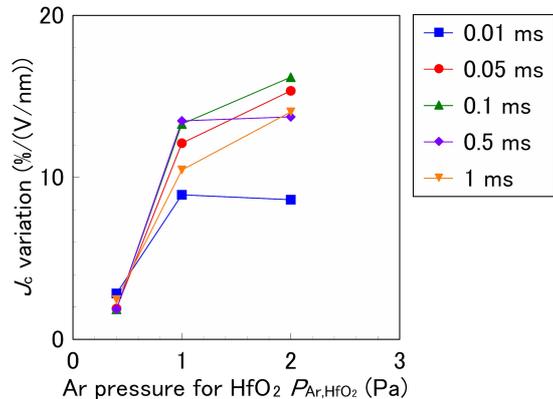


Fig.2  $P_{Ar,HfO_2} = 0.4-2$  Paで作製したHfO<sub>2</sub>/MgO/Co/Pt積層膜のSOT磁化反転の臨界電流密度 $J_c$ の電界効果。SOT磁化反転の電流パルス幅は0.01 ~ 1 msで変化させた。