

平成30（2018）年度修士論文発表内容要旨

電子工学専攻

氏名	石井 克弥	研究室名	岩田研究室
題目	MgO/Fe/Pt積層膜のスピンダイナミクスとその電界による制御		

研究背景

次世代のメモリとして、不揮発性、高速な動作、無限の書き換え耐性、低消費電力といった特徴を持つ磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) が注目されている。MRAM のメモリ素子の情報の書き換えにはスピン注入磁化反転が用いられるが、スピン注入磁化反転の臨界反転電流密度は磁化のダイナミクスに非常に敏感である。本研究では、電圧印加用の絶縁層/強磁性界面を有する MgO/Fe/Pt 積層膜のダンピング定数 α を超短パルスレーザーを用いた Pump-Probe 法により測定し、その後実際に電界を印加してそのスピンダイナミクスを観測した。

実験方法

試料は石英ガラス基板上に MgO (10 nm) / Fe (x nm) / Pt (1.5 nm) / SiN (5 nm) を RF マグネトロンスパッタ装置により成膜した。x は 0.3 ~ 0.6 で変化させた。また、電圧印加用に絶縁層として HfO₂ 100nm、電極として ITO 50nm を積層した。ダンピング定数 α は、中心波長が Pump 光 1040 nm、Probe 光 520 nm、パルス幅 500 fsec、繰り返し周波数 100 kHz のファイバレーザーを用いた時間分解磁気光学 Kerr 効果 (TRMOKE) 計測により見積もった。測定時には外部磁界を膜面法線方向から 60° に印加し、その大きさを 4kOe ~ 12 kOe で変化させた。薄膜を微細加工し、直流電圧を印加しながら Pump-probe 測定を行った。

実験結果

図1は Fe0.6nm の試料において、外部磁界 14kOe で直流電圧 +15V、0V、-15V を印加しながら測定した pump-probe 波形とその fitting 波形である。横軸は pump 光に対する probe 光の時間遅れであり、pump 光が照射された 0 psec 以降で磁化の歳差運動に起因する Kerr 回転角の振動が見られている。この波形から減衰振動部分のみを取り出し、式 $f(t) = Ae^{-t/\tau} \sin \omega t$ でフィッティングし、歳差運動の角周波数 ω と緩和時間 τ の外部磁界依存性を求めた。 ω と τ の外部磁界依存性から、磁化ダイナミクスを支配する g 係数、異方性磁界 H_k 、ダンピング定数 α を求めた。表1はそれらをまとめたものとなっている。今回の結果では電界をかけたことによる α の変化を観測することはできなかった。理由としては、今回使用した膜における電界効果がとても小さいことが考えられ、今後は膜構成やスパッタ条件などを見直していく必要がある。

発表実績… 第6回応用物理学会学生セッション東海地区学術講演会

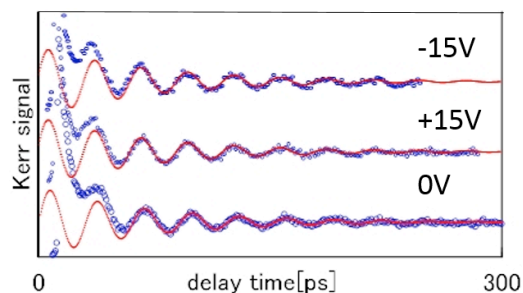


図1 fitting 波形

表1 各種データ

試料番号	0V	+15V	-15V
ダンピング定数 α	0.057	0.057	0.057
異方性磁界 H_k [kOe]	-1.5	-1.5	-1.5
g 係数	1.96	1.96	1.96