

MgO/Fe/Au 系における磁化ダイナミクスの検討

神谷 尚輝, 大島 大輝, 加藤 剛志, 岩田 聡
(名古屋大学)

Investigation of magnetization dynamics in MgO / Fe / Au system

N.Kamiya, D.Oshima, T.Kato, S.Iwata

(Nagoya University)

はじめに

磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)は不揮発性、高速動作、無限の書き換え耐性、低消費電力といった特徴を持つ次世代のメモリとして注目されているが、高密度化のためには、メモリ層の磁化ダイナミクスの理解が求められる。スピン軌道相互作用の大きな金属と絶縁体の間に 3d 遷移金属の超薄膜を挟んだ系では、ラッシュバスピ軌道相互作用の有効場により、垂直磁気異方性(PMA)が大きくなることが報告されている^[1]。本研究では、MgO / Fe / Au 系を分子線エピタキシー法によって成膜し、その PMA および磁化ダイナミクスを調べたので報告する。

実験方法

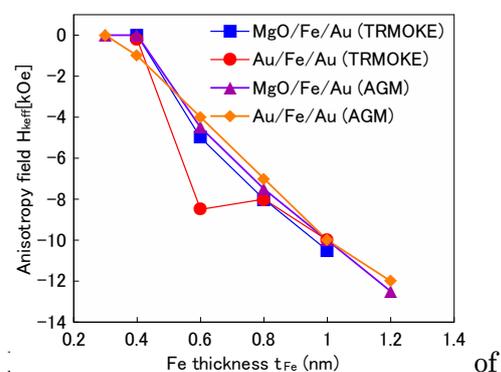
測定試料は分子線エピタキシー (MBE) 法により作製し、膜構成は、MgO (5 nm) / Fe (t_{Fe}) / Au (20 nm) / Cr (5 nm) / MgO (001)基板、Au (2 nm) / Fe (t_{Fe}) / Au (20 nm) / Cr (5 nm) / MgO (001)基板とした。Fe 層厚は $t_{Fe}=0.3 \sim 1.2\text{nm}$ で変化させた。MBE による成膜後、光学測定用の干渉膜として SiN をスパッタ成膜した。試料の磁気特性は交番磁界勾配型磁力計 (AGM) により測定した。また磁化ダイナミクスは、中心波長が 1040 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) 計測により調べた。なお、TRMOKE 測定では Pump 光として 1040 nm、Probe 光として第二高調波の 520 nm の光を用いた。測定時には膜面法線方向から 40~60 度傾けた方向に外部磁界 H_{ext} を 4~14 kOe の範囲で印加した。

実験結果

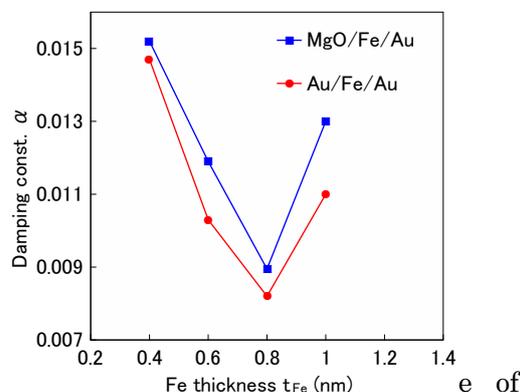
TRMOKE 法により測定した磁化の歳差運動を減衰振動関数 $e^{-\alpha t} \sin \omega t$ によりフィッティングし、 ω と t の外部磁界依存性から異方性磁界 H_{keff} 、 g 係数、ダンピング定数 α 、異方性分散 ΔH_{keff} を求めた。Fig. 1 は H_{keff} の t_{Fe} 依存性を示している。なお、Fig. 1 には、AGM により見積もった H_{keff} も示した。TRMOKE および AGM による H_{keff} は Au / Fe (0.6 nm) / Au を除きおおよそ一致している。 H_{keff} は t_{Fe} の減少により増加し、MgO / Fe (0.4 nm) / Au では垂直磁化膜となり、一方、Au / Fe (0.4 nm) / Au では面内磁化膜であった。Fig. 2 はダンピング定数 α の t_{Fe} 依存性を示している。 t_{Fe} 層厚が 0.8 nm 以下では Fe 層厚の減少により α が増加しており、Au 層内でのスピン緩和の影響を反映していると考えられる。一方、 α は MgO / Fe / Au 系の方が Au / Fe / Au 系よりも大きいことが確認された。スピンポンピングによるスピン流は MgO 層には流れないことから、MgO / Fe / Au 系ではスピン緩和に別の機構を考える必要があることを示唆している。

参考文献

[1] S. E. Barnes et al., Sci. Rep. 4, 4105 (2014).



of effective anisotropy field H_{keff} of MgO / Fe / Au and Au / Fe / Au trilayers.



e of damping constant α of MgO / Fe / Au and Au / Fe / Au trilayers.