

# GaAs 基板上に形成した CoFeB 垂直磁化膜のスピントルク磁化反転

Spin-orbit torque induced magnetization switching of perpendicularly magnetized CoFeB grown on GaAs

北海道大学

小川峰登, 山ノ内路彦, 植村哲也

Hokkaido University

Mineto Ogawa, Michihiko Yamanouchi, and Tetsuya Uemura

## 1.はじめに

近年, トランジスタやレーザなどの既存の半導体デバイスにスピンの機能性を付加したスピントランジスタやスピントラジスタの研究が盛んに行われている[1, 2]. これらの素子では, 素子中に形成した強磁性体の磁化方向を変化させることによってデバイス機能が発現する. このため, 低消費電力, かつ高速, 高信頼な磁化制御手法の確立は, スピン機能デバイス開発における主要な研究課題の一つである. このような中, 最近, スピン軌道相互作用の大きな非磁性体におけるスピントルク効果によって生成されたスピントルクを用いて隣接する強磁性体の磁化を反転するスピントルク(SOT)磁化反転が示され[3], スピン機能デバイスにおける新たな磁化制御手法として注目されている. 本研究では, スピントランジスタやスピントラジスタの実現に向け, GaAs 基板上に形成した CoFeB 垂直磁化膜の SOT 磁化反転を実証したので報告する.

## 2.実験方法

GaAs(001)基板上に GaAs バッファを成膜したのち, 基板側から MgO(1.0-2.5 nm)/Co<sub>20</sub>Fe<sub>60</sub>B<sub>20</sub>(1.6 or 1.4 nm)/Ta(5 nm)を成膜した. 成膜後, CoFeB の垂直磁気異方性を向上させるため, 0.5 T の面直磁場下にて 300°Cで 30 分間アニールした. CoFeB の垂直磁化特性は異常ホール効果(AHE)により評価した. さらに積層膜をチャンネル幅 1  $\mu\text{m}$  のホールバー構造に加工し, SOT 磁化反転特性を測定した.

## 3.結果と考察

図 1 に CoFeB 膜厚 1.4 nm のサンプルに対する 77 K での AHE 信号の MgO 膜厚( $t_{\text{MgO}}$ )依存性を示す. 垂直磁化特性は  $t_{\text{MgO}}$  に敏感に依存し,  $t_{\text{MgO}}$  の増加とともに保磁力が増加することが分かった. 一方, CFB/MgO/GaAs の接合抵抗は  $t_{\text{MgO}}$  に対して指数関数的に増加することがわかっており, 接合抵抗の増大を防ぐには  $t_{\text{MgO}}$  をなるべく薄くすることが望ましい. 測定温度 77 K においては  $t_{\text{MgO}} = 1.25 \text{ nm}$  まで垂直磁化特性が維持されることが分かった.

図 2 に GaAs/MgO(2.5)/CoFeB(1.6)/Ta(5)の室温における SOT 磁化反転の測定結果を示す. 図より明瞭な SOT 磁化反転が観察され, スイッチングに必要な閾値電流密度はおよそ  $1.4 \times 10^7 \text{ A/cm}^2$  であった. 講演では, SOT 特性の温度依存性についても報告する.

## 参考文献

[1] S. Sugahara *et al.*, Appl. Phys. Lett. **84**, 2307 (2004).

[2] M. Holub *et al.*, Phys. Rev. Lett. **98**, 146603 (2007).

[3] I. M. Miron *et al.*, Nature **476**, 189 (2011).

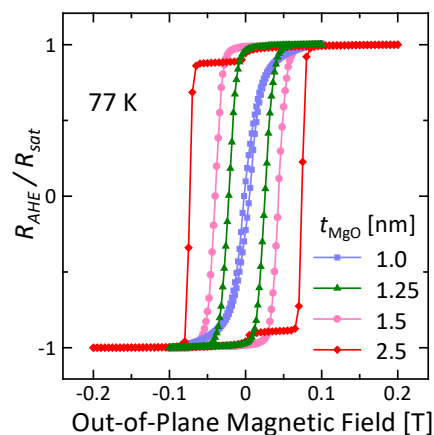


図 1 77 K における CoFeB 膜厚 1.4 nm の AHE 信号の  $t_{\text{MgO}}$  依存性. 縦軸は磁化が飽和した時のホール抵抗の値 ( $R_{\text{sat}}$ ) で規格化されている.

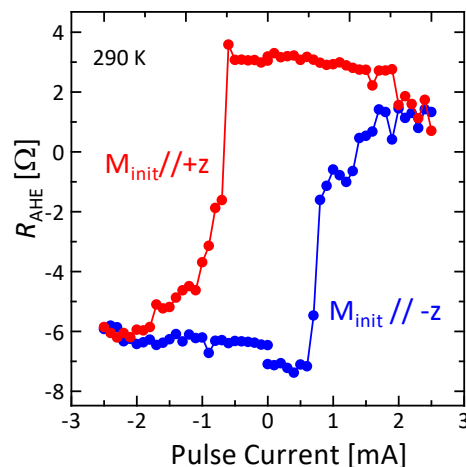


図 2 GaAs/MgO(2.5)/CoFeB(1.6)/Ta(5)の SOT 特性. 赤(青)は CoFeB の初期磁化 ( $M_{\text{init}}$ ) の方向を +z (-z) としたときの特性.