

酸化物／強磁性金属へテロ接合膜における磁気抵抗効果と強磁性金属結晶配向性との相関

○磯上慎二¹, 埋橋 淳¹, 大久保忠勝¹, 林 将光^{1,2}
(¹ 物材機構, ² 東京大)

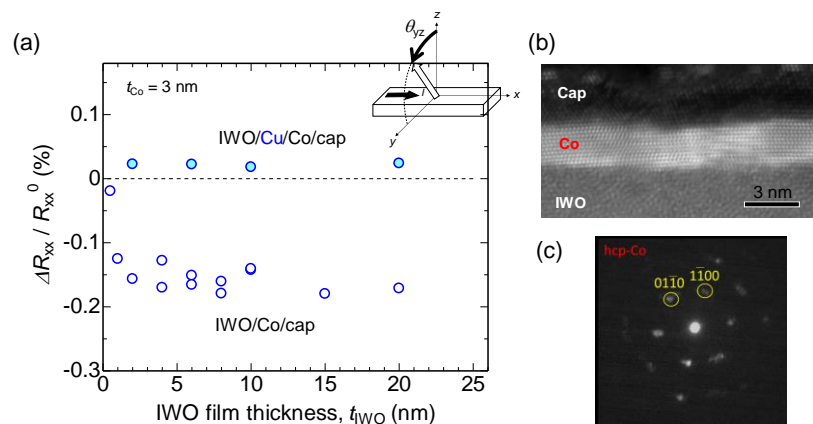
Relationship between magnetoresistance effect and crystal orientation of ferromagnetic-metal in oxide/ferromagnet heterostructure

Shinji Isogami¹, Jun Uzuhashi¹, Tadakatsu Ohkubo¹, and Masamitsu Hayashi^{1,2}
(¹ NIMS, ² Univ. of Tokyo)

1. はじめに ヘテロ接合膜面内 (x 方向) へ電流を流しながら, 直交する面内 (yz 面) で磁場を回転すると, 電気抵抗変化が生じるスピンホール磁気抵抗 (SMR) 効果が報告されている¹⁾. この測定配置は通常の面内異方性磁気抵抗 (in-plane-AMR) 効果と異なるが, 例えば MgO/Fe/MgO 接合中の Fe の結晶性や配向性によっては, 上述の SMR 測定配置において Transverse-AMR 効果が観測されている²⁾. 我々は, アモルファス相の In-W 酸化物 (IWO) / 強磁性金属へテロ接合に対し SMR 測定配置にて磁気抵抗 (MR) 測定したところ, IWO の膜厚によらず一定の MR 変化率が観測された. この起源としては界面における本質的な SMR 効果, 強磁性金属層内部の Tr-AMR 効果などの可能性が予測されるが未解明である. そこで本研究では, 観測された MR 変化率の起源の理解を深めるため, 界面微細構造の解析を目的とした. その結果, MR 効果を示すものと示さないものでは, 強磁性層の結晶配向性に違いが明らかとなったため, 詳細を報告する.

2. 実験方法 試料の膜構成は, 熱酸化膜付き Si 基板 / IWO / Cu / FM 層 / Cap 層とした. 成膜には RF マグネトロンスパッタリング装置を用いた. IWO 膜は酸素を 0.5 % 含んだアルゴン混合ガスによる反応性スパッタリング法にて室温で成膜した. FM 層には Co, Co₂₀Fe₆₀B₂₀, Fe₆₇Co₃₃ などを用いた. ホールバーはメタルマスクを用いて作製し, サイズは $L = 1.2$ mm, $W = 0.8$ mm とした. 抵抗 (R_{xx}) の測定には直流四端子法を用い, 十分飽和する 4 T の磁場を yz 面内で回転させながら行った (上述の SMR 測定配置). ここで電流方向を x 方向と定義している. IWO / Co 界面の微細構造は, HAADF-STEM 像とナノビーム電子線回折パターンを用いて解析した.

3. 実験結果 Fig. 1(a) は IWO 膜厚 (t_{IWO}) に対する MR 変化率 ($\Delta R_{xx}/R_{xx}^0$) を示す. Cu 膜厚がゼロ (IWO/Co/cap) の時, IWO 膜厚が数 nm を越える領域で -0.2% 一定値となったことが見て取れる. しかし Cu 挿入膜 (IWO/Cu/Co/cap) では MR 変化率がほぼゼロとなった. Fig. 1(b) は Cu を挿入していない IWO/Co/cap の STEM 像を示す. アモルファス IWO 上に高配向 Co の形成が見て取れる. Fig. 1(c) は Co 層におけるナノビーム電子線回折パターンを示す. 解析の結果, Co は c 面が面内方向を向いた六方最密充填構造をとっていることが判った. 講演会では Cu を挿入した時の Co の結晶性を示し, 結晶構造と磁気抵抗の関連について議論する.



参考文献

- 1) H. Nakayama, et al., PRL **110**, 206601 (2013).
- 2) L.K. Zou, et al., PRB **93**, 075309 (2016).

Fig.1(a) IWO thickness dependence of MR ratio with and without 1-nm-thick Cu layer insertion between IWO and Co layers. (b) Cross sectional HAADF-STEM image for IWO/Co/cap structure. (c) Nano-beam electron diffraction pattern of specific point in Co layer.