

# AgInZnO スペーサー層を用いたホイスラー合金 CPP-GMR 素子

中谷 友也、佐々木 泰祐、桜庭 裕弥、宝野 和博  
(物質・材料研究機構)

CPP-GMR devices using Heusler alloy and AgInZnO spacer layer  
Tomoya Nakatani, Taisuke Sasaki, Yuya Sakuraba, Kazuhiro Hono  
(National Institute for Materials Science)

## はじめに

ホイスラー合金を強磁性層に用いた面直電流巨大磁気抵抗 (CPP-GMR) 素子は、低素子抵抗かつ比較的大きな磁気抵抗 (MR) 出力のため、高記録密度ハードディスクドライブの再生ヘッドセンサや、高感度磁気センサへの応用が期待される。非磁性スペーサー層に Ag/InZnO など金属と酸化物の積層膜を用いることで、MR比の増大が報告されており[1]、さらなるMR出力の改善のためにスペーサー層の材料開発が重要である。本研究ではAgInZnOをスペーサー層に用いたCPP-GMR素子を作製し、磁気抵抗特性と微細構造を調査した。

## 実験方法

マグネトロンスパッタリングにより、多結晶擬スピンバルブ膜を作製した。積層構造は Cu 電極 / Ta(2)/Ru(2)/CoFe(0.5)/CoFeBTa(1.5)/CMFG(5)/CoFe(0.4)/AgInZnO(1.2)/CoFe(0.4)/CMFG(5)/CoFeBTa(1.5)/Ru(8) (膜厚は nm) であり、成膜後に 280 °C で 3 h の熱処理をおこなった。CMFG は  $\text{Co}_2(\text{Mn}_{0.6}\text{Fe}_{0.4})\text{Ge}$  ホイスラー合金であり、AgInZnO は Ag と InZnO ( $\text{In}_2\text{O}_3$  10 wt. % - ZnO 90 wt. % の混合体) の同時スパッタリングにより成膜した。AgInZnO 中の Ag の公称濃度は 20-36 at. % である。比較のため、Ag<sub>90</sub>Sn<sub>10</sub>(3.5 nm) スペーサー、Ag(0.4 nm)/InZnO(1.3-1.75 nm) スペーサーを用いた CPP-GMR 素子を作製した。

## 実験結果

図 1 に CPP-GMR 素子の室温における素子抵抗×面積 ( $RA$ ) と MR 比 ( $\Delta R/R$ ) を示す。AgInZnO スペーサーを用いた素子では、AgInZnO 中の Ag 濃度の増加とともに  $\Delta R/R$  と  $RA$  が減少し、Ag<sub>90</sub>Sn<sub>10</sub> スペーサーを用いた全金属 CPP-GMR 素子の値 ( $RA = 0.03 \Omega \mu\text{m}^2$ ,  $\Delta R/R = 18\%$ ) に漸近する。 $RA > 0.2 \Omega \mu\text{m}^2$  の領域で  $\Delta R/R \sim 60\%$ ,  $RA = 0.08 \Omega \mu\text{m}^2$  において  $\Delta R/R \sim 50\%$  という高い MR 比が多結晶薄膜を用いて実現される。これは面記録密度 5 Tbit/in<sup>2</sup> に要求される  $RA$  と  $\Delta R/R$  の値[2]を満足しており、次世代の再生ヘッドセンサとして有望である。一方、Ag/InZnO 2 層スペーサーを用いた場合では、MR 比が最大で 35% と AgInZnO スペーサーに比べ低い値しか得られない。

図 2 に走査透過電子顕微鏡でのエネルギー分散型 X 線分析法による、CPP-GMR 膜内の元素分布を示す。元来 Mn は CMFG 層にしか存在しないはずであるが、スペーサー内に高濃度の Mn と O が見られた。電子回折図形からこれは岩塩構造の MnO であることがわかった。一方、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub> は還元され、AgIn 合金を形成している。AgIn は部分的に上下の CMFG 間をつなぐパスを形成しており、電流が狭窄して流れるために大きな MR 比が得られるのであると考えられる。

**参考文献** [1] Nakatani *et al.* IEEE Trans. Magn. 54, 3300211 (2018). [2] Takagishi *et al.* IEEE Trans. Magn. 46, 2086 (2010).

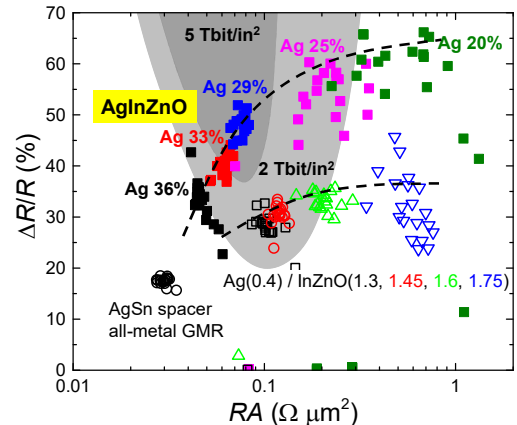


図 1 CPP-GMR 素子の  $RA$  と MR 比の分布。再生ヘッド要求値は文献[2]より引用。

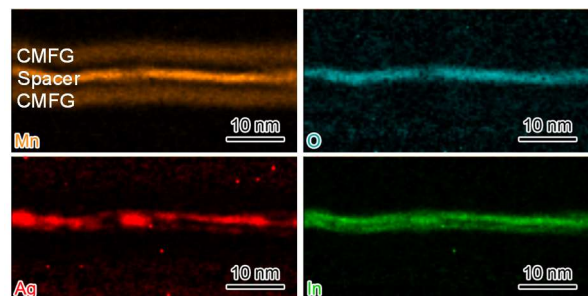


図 2 AgInZnO スペーサーを用いた CPP-GMR 膜中における Mn, O, Ag および In の分布。