

非磁性金属 TiN 上の $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 垂直磁化膜の作製と スピン依存トンネル伝導評価

Preparation of $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4/\text{TiN}$ films with perpendicular magnetization and evaluation of the spin-dependent tunnel conduction

名工大工¹, 京大化研², [○]成瀬 克芳¹, 野村 幸佑¹, 谷口 卓也²,
田中 雅章¹, 小野 輝男², 壬生 攻¹

Nagoya Inst. Tech.¹, Kyoto Univ.², [○]Katsuyoshi Naruse¹, Kosuke Nomura¹, Takuya Taniguchi²,
Masaaki Tanaka¹, Teruo Ono², Ko Mibu¹

強磁性絶縁体を利用したトンネル型スピニフィルター素子は半導体などへの高効率なスピン注入源として注目されている。なかでもキュリー温度の高い CoFe_2O_4 を用いたトンネル型スピニフィルター効果は室温動作に向けて有望視されており、面内磁化方式での効果の観測が報告されている^{1,2)}。一方、 $\text{MgO}(001)$ 基板上に直接成膜された $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ ($x = 0.5 \sim 1.0$) 薄膜は、面内方向に伸びる格子の歪みにより大きな垂直磁気異方性を示すことが報告されている³⁾。本研究では、これまでに報告例のない垂直磁化を持つスピニフィルター素子の実現を目的に、トンネル電極として用いることのできる非磁性金属 TiN 上に CoFe_2O_4 垂直磁化膜の作製を行ってきた。しかし、素子に要求される角型の良い磁化のシャープなスイッチングを示す膜が得られていなかった。そこで、絶縁体である MgO 上の $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 膜において、Co 組成 x が 1 から減ると角型が上がるという報告⁴⁾をもとに、Co を減らした $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 膜を TiN 上に作製した。さらに、垂直磁化を持つ $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 層をトンネル障壁に用いたスピニフィルター素子の作製と、そのスピン依存トンネル伝導評価を行った。

パルスレーザー堆積(PLD)法を用いて $\text{MgO}(001)$ 基板上に $\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ (約 20 nm)/TiN (約 15 nm) の積層膜を作製した。SQUID 磁束計を用いて膜に対して面内、垂直方向の磁化測定を行った。また、 $\text{Fe}/\text{MgO}/\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4$ 構造の磁気トンネル接合素子を、フォトリソグラフィーを用いて作製し、磁気抵抗測定を行った。

$\text{Co}_x\text{Fe}_{3-x}\text{O}_4/\text{TiN}$ 膜の膜面に垂直方向の磁化測定から得られた角型比の Co 組成 x 依存性を Fig. 1 に示す。 MgO 上と同様に、TiN 上でも Co を減らすことで、素子に必要な角型の良いヒステリシスをもつ膜が得られた。発表ではスピニフィルター素子の I - V 特性及び磁気抵抗特性についても発表する予定である。

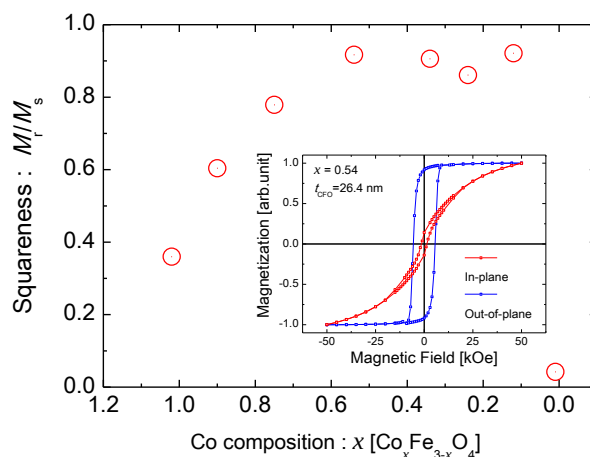


Fig. 1 Co composition dependence of squareness M_r/M_s for magnetization loops in perpendicular direction. Inset shows hysteresis loops of $\text{Co}_{0.54}\text{Fe}_{2.46}\text{O}_4/\text{TiN}$ film on $\text{MgO}(001)$ substrate.

- 1) M. G. Chapline *et al.*, Phys. Rev. B, **74**, 014418 (2006).
- 2) Y. K. Takahashi *et al.*, J. Appl. Phys., **96**, 072512 (2010).
- 3) H. Yanagihara *et al.*, J. Appl. Phys., **109**, 07C122 (2011).
- 4) H. Yanagihara *et al.*, Metar. Trans., **57**, 777 (2016).