

反強磁性 MnN 薄膜のエピタキシャル成長と交換結合特性

吉田 拓也、羽尻 哲也、倪 遠致、石野 直、浅野 秀文
(名大院工)

Epitaxial growth of antiferromagnetic MnN thin films and exchange-coupling properties

T. Yoshida, T. Hajiri, Y. Z. Ni, S. Ishino and H. Asano

(Nagoya Univ.)

はじめに

近年、反強磁性体(AFM)/強磁性体(FM)積層構造では、FM を介して AFM 磁気モーメントの制御が可能である事が明らかになり¹⁾、FM よりも省電力化・高速化が期待される、AFM を主体とした AFM スピントロニクスに向けた研究が精力的に行われてきている。その中で我々は、Mn₃GaN (AFM) /Co₃FeN (FM) 積層膜において $T=4\text{ K}$ で、界面交換結合と AFM スピントランスファートルクにより、AFM 磁気モーメントの電流駆動磁化スイッチングを報告した²⁾。今回は、室温での磁化スイッチングを目指すために 660 K と高いネール温度を有する反強磁性 MnN³⁾とハーフメタル Co₃FeN 積層膜に注目し、高品質な MnN エピタキシャル成長膜の作製と、Co₃Fe およびスピン注入に有利なハーフメタル Co₃FeN との積層膜で交換結合特性評価を行ったので報告する。

実験方法

反応性マグネトロンスパッタ法により Mn ターゲットを用いて MnN 薄膜を MgO 基板(001) (格子ミスマッチ: -1.0 %)、MgAl₂O₄(MAO)基板(001)(格子ミスマッチ: -5.3 %)上に、基板温度 325 °C、膜厚 30-50 nm、スパッタガス Ar + 5-50 N₂%, ガス圧 1-4 Pa、の範囲で作製した。

交換結合磁界(H_{ex})は Co₃Fe ターゲットを用いて Co₃Fe、Co₃FeN を積層させ、温度 400 °C、磁場 10 kOe でアニールして測定を行った。

実験結果

Fig. 1 に、基板温度 325 °C で作製した MnN 薄膜の面直 XRD パターンを示す。MgO 基板と MAO 基板との両方で、N₂=8 %-50 % と広い N₂% 範囲での成長が確認され、N₂=18 % で θ 相 MnN の a 軸長理論値(0.4256 nm)に近い格子定数(0.4249 nm)が得られた。また MgO 基板上では、X 線回折(XRD)パターンからは MnN(200)ピーク付近にラウエ振動が確認でき、ロッキングカーブ半値幅(FWHM)が 0.049 ° と狭い高品質な MnN が得られていることが分かった。Fig. 2 に MnN 上に室温で Co₃Fe を積層させた積層膜における磁化曲線を示す。交換結合磁界は、それぞれの基板において N₂=10 % で最大値を示したが、MgO 基板上でより大きな $H_{ex}=230\text{ Oe}$ が発現した。この MnN は、XRD パターンから理論値に近い格子定数と狭い FWHM を有しており、反強磁性体 MnN の結晶性と交換結合特性の関係性を示していると考えられる。

参考文献

- 1) B. G. Park, *et al.*, Nature Mat. **10**, 347 (2011).
- 2) H. Sakakibara *et al.*, J. Appl. Phys., **117**, 17D725 (2015).
- 3) A. Leineweber *et al.*, J. Mater. Chem. **10**, 2827 (2000).

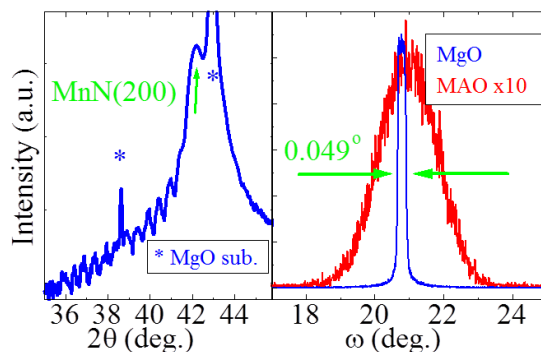


Fig.1. Out-of-plane XRD pattern of MnN deposited on MgO sub. (blue line) and MAO sub. (red line)

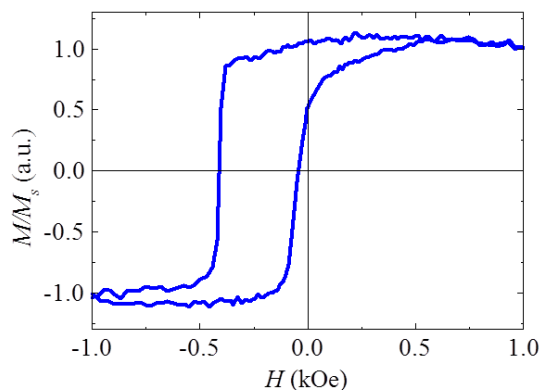


Fig.2. M-H loops of MgO sub./MnN/Co₃Fe bilayer, measured at 300 K after annealing at 400 °C in the field of 10 kOe.