

MBE 法で作製した α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ ($x = 0, 1, 2$) 薄膜の磁気特性

Magnetic properties of α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ ($x = 0, 1, 2$) films by molecular beam epitaxy

筑波大 数理物質¹, 東北大 工², 学振³

○東小藺 創真¹, 伊藤 啓太^{1,2,3}, 具志 俊希¹, 高田 郁弥¹, 都甲 薫¹, 末益 崇¹

Inst. of Appl. Phys., Univ. of Tsukuba¹, Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ.², JSPS³

○S. Higashikozono¹, K. Ito^{1,2,3}, T. Gushi¹, F. Takata¹, K. Toko¹, and T. Suemasu¹

E-mail: bk201111036@s.bk.tsukuba.ac.jp

【背景】正方晶 α' -Fe₁₆N₂はレアアース・フリーの高飽和磁化材料として注目されているが、準安定相のため 200 °C 以上で急速に分解することが応用上の課題である¹。第一原理計算から、N に最も近い Fe(4e)の一部を Mn で置換した構造において、飽和磁化をほぼ下げることなく熱安定性が向上する結果が予想されているが^{2,3}、薄膜での報告例は無い。そこで本研究では、分子線エビタキシー(MBE)法により α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ ($x = 0, 1, 2$) 薄膜を作製し、その磁気特性を調べた。

【実験】MBE 法により MgAl₂O₄(MAO)(001)基板上へ、 α -Fe(3 nm)を緩衝層として、膜厚約 50 nm の α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ ($x = 0, 1, 2$)を作製した。成膜中の N₂ 分圧は 6.0×10^{-6} Torr で、基板温度は約 80 °C である。結晶性評価に反射高速電子線回折(RHEED)、 ω -2 θ X 線回折(XRD)、ロッキングカーブ測定を、膜厚評価に X 線反射率測定(XRR)を、磁気特性評価に振動試料型磁気力計(VSM)を用いた。

【結果・考察】Fig. 1 に、各試料の as-grown での ω -2 θ XRD パターンを示す。 α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ および α -Fe 下地、MAO 基板以外のピークは観測されず、 α -Fe/MAO 上に(001)配向した α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ が成長したと言える。Mn の添加量が増えるにつれ α' (002)のピークは高角側へシフトし、Mn の添加により格子定数 c が減少した。 ω ロッキングカーブ測定から、全ての試料で α' (002)の半値全幅は約 0.1 deg であった。Fig. 2 に、各試料の磁化曲線を示す。測定は室温で行い、外部磁場は膜面内方向に印加した。 α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ ($x = 0, 1, 2$)の飽和磁化はそれぞれ 1630, 1370, 1330 emu/cm³ となり、Mn 添加により飽和磁化は 15%以上減少した。第一原理計算では飽和磁化の減少は 3%以下であり、大きく異なる結果となった。この原因として、我々の作製した試料では Mn が Fe(4e)以外のサイトも占有している可能性が考えられる。また、飽和磁場も Mn の添加により 5.0 kOe から 1.5 kOe へと大きく減少し、一軸磁気異方性が弱まったと考えられる。今後は試料をポストアニールし、Mn 添加による熱安定性の変化を調べる予定である。

【謝辞】本研究は、JSPS 科研費(Nos. 26249037 and 14J01804)の助成を受けた。

1) M. Takahashi and H. Shoji, J. Magn. Magn. Mater. **208**, 145 (2000). 2) J. Huang *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. **364**, 1 (2014).

3) Y. Jiang *et al.*, AIP Advances **6**, 056007 (2016).

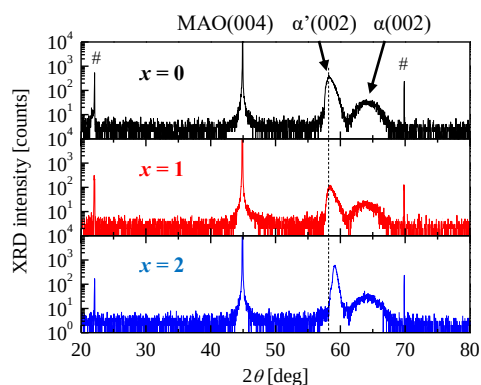


Fig.1 ω -2 θ XRD patterns of α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ ($x = 0, 1, 2$) films on α -Fe/MAO(001).

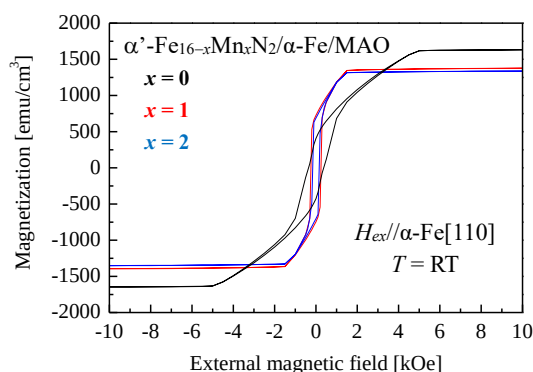


Fig.2 Hysteresis loops of α' -Fe_{16-x}Mn_xN₂ ($x = 0, 1, 2$) films on α -Fe/MAO(001) measured by VSM.