

H₂ プラズマを用いた *in-situ* 脱窒素法による L₁₀-FeNi 薄膜の作製

林田誠弘¹、伊藤啓太^{1,2}、水口将輝^{1,2}、柳原英人³、高梨弘毅^{1,2}
(¹東北大金研、²東北大 CSRN、³筑波大物工)

Fabrication of L₁₀-FeNi films by *in-situ* denitriding method using radio frequency H₂ plasma

M. Hayashida¹, K. Ito^{1,2}, M. Mizuguchi^{1,2}, H. Yanagihara³, K. Takanashi^{1,2}

(¹IMR, Tohoku Univ., ²CSRN, Tohoku Univ., ³Inst. of Appl. Phys., Univ. of Tsukuba)

はじめに

一軸磁気異方性エネルギー(K_u)が大きな強磁性体材料には希土類または貴金属元素が含まれているものが多く、元素戦略上これらの元素を含まない新しい材料が必要とされている。我々は L₁₀-FeNi 規則合金に注目して単結晶薄膜の作製と、規則度および K_u の向上に取り組んできた¹⁾。本研究では、FeNiN 薄膜に対する脱窒素法²⁾による高規則度単結晶 L₁₀-FeNi 薄膜の作製と高 K_u の実現を目的とし、分子線エピタキシー(MBE)法により作製した FeNiN 薄膜に高周波(RF)H₂を用いた *in-situ* 脱窒素処理を行い L₁₀-FeNi 薄膜を作製した。

実験方法

Fe、Ni および RF-N₂ の同時供給による MBE 法により³⁾、SrTiO₃(STO)(001)基板上に FeNiN 薄膜(20 nm)のエピタキシャル成長を行った。N₂ 流量を 1.0 sccm、RF 入力を 250 W、蒸着レートは 0.042 Å/s (Fe)と 0.039 Å/s (Ni)、成膜温度を 350 °C とした。成長後、MBE 装置内で RF-H₂を用いた *in-situ* 脱窒素処理を行った。H₂ 流量を 1.0 sccm、RF 入力を 300 W とし、RF-H₂ を供給しながら 350 °C の熱処理を最長で 16 時間行った。脱窒素処理後、面外(ω -2 θ)および面内(ϕ -2 θ)X 線回折(XRD)で試料の構造評価を、振動試料型磁力計(VSM)で磁化曲線を測定し K_u の評価を行った。

実験結果

XRD パターンから、処理時間が長くなると FeNiN→Fe₂Ni₂N→FeNi の過程で脱窒素が進み、16 時間の脱窒素処理では窒素がほとんど抜け、大部分が FeNi となっていた。 ω -2 θ XRD では FeNi 200、 ϕ -2 θ XRD では FeNi 200 および 002 が重なったピークが見られ、 a 軸配向した L₁₀-FeNi の形成と、膜面内に倒れた c 軸の方向が互いに 90°異なるバリエーションの形成が示唆された

{L₁₀-FeNi[001](100) || STO[100](001)および L₁₀-FeNi[010](100) || STO[100](001)}。図 1 に VSM で評価した飽和磁化(M_s)および K_u を示す。 M_s および K_u はそれぞれ脱窒素処理時間が長くなるにつれて大きくなり、16 時間では 1141 ± 9 emu/cm³ および $(2.3 \pm 0.1) \times 10^6$ erg/cm³ の値が得られた。Fe₂Ni₂N および FeNi の M_s はそれぞれ 730 emu/cm³ 程度⁴⁾ および 1280 emu/cm³ 程度⁵⁾ であり、脱窒素は Fe₂Ni₂N で止まることなく FeNi まで進んでいることが XRD の結果と同様に示唆された。

参考文献

- 1) K. Takanashi *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **50**, 483002 (2017).
- 2) S. Goto *et al.*, Scientific Reports **7**, 13216 (2017).
- 3) F. Takata *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 058004 (2018).
- 4) X. G. Diao *et al.*, J. Appl. Phys. **85**, 4485 (1999).
- 5) J. Pauleve *et al.*, J. Appl. Phys. **39**, 989 (1968).

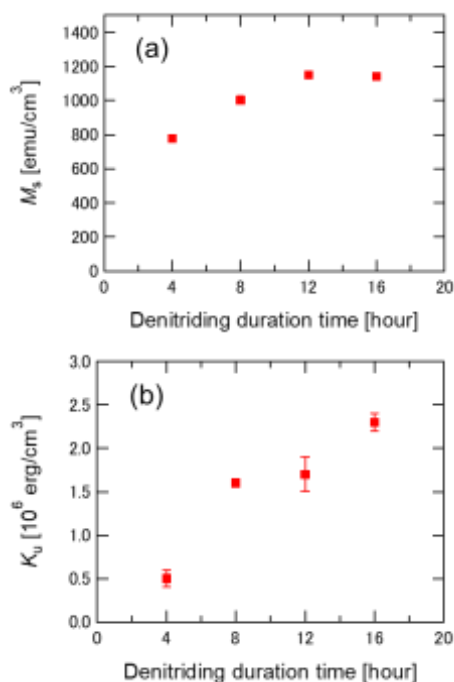


図 1 各試料の(a) M_s および(b) K_u