

スパッタ法と急速昇温熱処理による L1₀-FeNi 相の形成

田代 敬之、水口 将輝、小金澤 智之*、佐藤 和久、今野 豊彦、高梨 弘毅
(東北大学金研、JASRI-SPring-8*)

Formation of L1₀ phase for FeNi by sputtering and rapid thermal annealing
T. Y. Tashiro, M. Mizuguchi, T. Koganezawa*, K. Sato, T. J. Konno, K. Takanashi
(Tohoku Univ. IMR, JASRI-SPring-8*)

はじめに

L1₀型の結晶構造を示す磁性材料は高い一軸磁気異方性(K_u)を発現するものが多く、FePt や MnGa などスピントロニクス分野で広く利用されている。L1₀-FeNi 合金は、安価な材料で構成されているにも関わらず比較的高い $K_u(1.3 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3)^1$ を有することから、レアアース・フリー磁石材料として期待されている。しかしながら、規則-不規則相間の形成エネルギーの差が小さいため、規則-不規則変態温度が $320 \text{ }^\circ\text{C}^2$ と低く、熱処理による規則化には膨大な時間が必要である。我々は、スパッタ法と急速昇温熱処理(RTA)³を用いた手法により L1₀相の形成を試みた。

実験方法

試料は、マグネトロンスパッタリング法を用いて MgO(001)基板上に FeNi 薄膜を形成し、その後、真空中で RTA を施した。FeNi 膜は、Fe および Ni を同時もしくは交互に積層し、総膜厚および交互積層における1層あたりの膜厚を変化させて成膜した。熱処理は、昇温速度および熱処理温度を系統的に変化させた。作製した FeNi 薄膜について、電子線マイクロアナライザ(EPMA)、超伝導量子干渉素子(SQUID)、X線回折(XRD)および透過電子顕微鏡観察(TEM)により組成、磁気特性、結晶構造、組織をそれぞれ評価した。L1₀規則構造に由来する極めて強度の弱い超格子ピークの観測には、SPring-8 BL46XU の高輝度放射光を利用した XRD を行った。

実験結果

MgO 基板上に Fe および Ni を $x \text{ nm}$ ずつ積層した多層膜構造(総膜厚: 15, 30 nm)の試料について RTA を行った。これらの試料について SPring-8 で In-plane XRD を行ったところ、L1₀構造に起因する超格子ピークが明瞭に観測された。さらに、磁化曲線を SQUID を用いて測定したところ、膜面垂直方向の磁化曲線において保磁力($H_{c\perp}$)と残留磁化($M_{r\perp}$)が観測された。観測された超格子ピークおよび基本ピークの積分強度比から算出した規則度(S)と磁化曲線で観測された $H_{c\perp}$ と残留磁化比($M_{r\perp}/M_s$)を Fig. 1 にまとめた。多層膜試料における $H_{c\perp}$ および $M_{r\perp}/M_s$ は、 S に対して正の相関を持つことが分かった。また、TEM 観察から規則相は膜中に分散して存在しており、それらに起因して $H_{c\perp}$ や $M_{r\perp}/M_s$ が現れると考えられる。

参考文献

- 1) J. Paulevé *et al.*, J. Appl. Phys. **39**, 989 (1968).
- 2) K. B. Reuter *et al.*, Metall. Trans. A **20** (1989) p. 719.
- 3) M. Mizuguchi *et al.*, APL Mater. **1** 032117 (2013).

謝辞

本研究は、文部科学省元素戦略磁性材料研究拠点(ESICMM)の助成を受けて行われた。

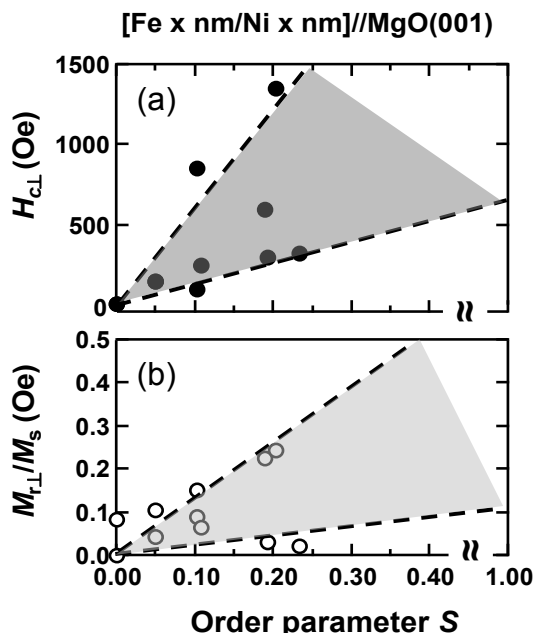


Fig. 1 (a) Coercivity ($H_{c\perp}$) and (b) remanence magnetization ratio ($M_{r\perp}/M_s$) of Fe/Ni multilayer as a function of order parameter (S).