29a-A7-4

UHV スパッタリング法によるエピタキシャル Sm(Co,Cu)₅ 合金薄膜の形成

Formation of Sm(Co,Cu)₅ Alloy Epitaxial Thin Films by UHV Sputtering

中央大理工¹, 東京藝大² ⁰山田 真¹, 柳川 貴人¹, 大竹 充¹, 桐野 文良², 二本 正昭¹

Chuo Univ.¹, Tokyo Univ. Arts²

^oMakoto Yamada¹, Takato Yanagawa¹, Mitsuru Ohtake¹, Fumiyoshi Kirino², Masaaki Futamoto¹

E-mail: m-yamada@futamoto.elect.chuo-u.ac.jp

SmCo₅規則合金は 1.1×10⁸ erg/cm³の高い K_uを持つ磁性材料であり、その薄膜は垂直記録媒体な どへの応用に向けて研究されている. (111)優先配向の多結晶 Cu 下地層上にスパッタ製膜するこ とにより、垂直磁気異方性を持つ Sm-Co 膜が形成されている¹⁻³⁾. 下地層の Cu 原子が Sm-Co 膜 に拡散し、Co サイトの一部が Cu 原子で置換された Sm(Co,Cu)₅規則相が形成されることにより、 膜の結晶化が促進されると解釈されている^{3,4)}. 基本構造を把握するためには、結晶配向などの構 造均一性が優れたエピタキシャル膜を用いて調べることが有効である. 我々は、これまで、分子 線エピタキシー法により、Al₂O₃(0001)などの単結晶基板上においてエピタキシャル Sm(Co,Cu)₅膜 が形成できることを報告してきた^{5,6)}. 本研究では、UHV スパッタリング法により、エピタキシ ャル膜の形成を試み、基板温度が構造と磁気特性に及ぼす影響について系統的に調べた. MgO(111)基板上にヘテロエピタキシャル成長させた Cu(111)下地層上に、300~600 °C の間の一定 基板温度で、20 nm 厚の Sm-Co 膜を形成した.

Fig. 1(a)に基板温度 400 °Cで形成したSm-Co膜に対して観察したRHEEDパターンを示す. Fig. 1(b)に示す*RT*₅型構造の(0001)表面に対応する規則的な回折パターンが観察されており、エピタキシ

ャルSmCo5 膜が形成されていることが分かる. RHEEDから決定したエピタキシャル方位関係は、 $SmCo_{5}(0001)[11\overline{2}0] \& (0001)[1\overline{1}00] \parallel Cu(111)[1\overline{1}0]$ であった.エピタキシャル膜は双晶として形 成されていることが分かった. Fig. 2(a)および (b)に面外および面内XRDスペクトルを示す. 面外スペクトルでは, Sm-Co(0002)基本反射に 加え, Sm-Co(0001)超格子反射が観察されてお り、面内スペクトルでは、双晶膜に対応する Sm-Co(1120)およびSm-Co(2200)反射が認めら れる. Fig. 2(c)および(d)に格子定数cおよびaの 基板温度依存性を示す.いずれの基板温度で 形成した膜の格子定数も、バルクSmCo5 結晶 のものより大きく、バルクSmCu5 結晶のもの より小さくなっていることから、Coサイトの 一部がCu原子で置換され, Sm(Co,Cu)5相が形 成されていることが考えられる.また,基板 温度の上昇に伴い、格子がより膨張する傾向 が認められ、よりCuリッチの規則相が形成さ れているものと解釈される. Fig. 3 に磁化曲線 を示す. 400 ℃で形成した膜は垂直異方性を 示している.一方,600°Cで形成した膜は膜 面内方向に磁界を印加した際,磁化容易な傾 向を示した.よりCuリッチのSm(Co,Cu)5相の 形成により、磁気異方性が減少したものと考 えられる.

- 2) J. Sayama et al.: J. Phys. D 37, L1 (2004).
- 3) Y. K. Takahashi *et al.*: JAP **100**, 053913 (2006).
- 4) J. Sayama *et al.*: JMMM **301**, 271 (2006).
 5) Y. Nukaga *et al.*: IEEE TMAG **44**, 2891 (2008)
- 6) M. Ohtake *et al.*: J. Cryst. Growth **311**, 2251 (2009).



Fig. 1 (a) RHEED pattern observed for an Sm-Co film deposited on Cu(111) underlayer at 400 °C. (b) Schematic diagram of RHEED pattern simulated for $RT_5(0001)$ surface.







Fig. 3 Magnetization curves of Sm-Co films deposited on Cu(111) underlayers at (a) 400 and (b) 600 $^{\circ}$ C.

¹⁾ S. Takei et al.: JMMM 272–276, 1703 (2004).