

面内磁気異方性を持つエピタキシャル RCo_5 規則合金膜の構造解析

堀田裕介・山田真・鈴木中・大竹充・二本正昭・桐野文良*・稲葉信幸**
(中央大, *東京藝大, **山形大)

Structural Characterization of RCo_5 Ordered Alloy Epitaxial Thin Films with In-plane Magnetic Anisotropies
Yusuke Hotta, Makoto Yamada, Ataru Suzuki, Mitsuru Ohtake,
Masaaki Futamoto, Fumiyoshi Kirino*, and Nobuyuki Inaba**
(Chuo Univ., *Tokyo Univ Arts, **Yamagata Univ.)

はじめに 希土類金属 (R) と $3d$ 強磁性遷移金属の Co からなる RCo_5 規則合金は高い K_u 特性を示し, その薄膜は薄膜磁石, アクチュエータ, マイクロモータなどへの応用に向けた研究が行われている. これまで, (100) もしくは (211) 配向の $W^{1)}$ や $Cr^{2)}$, $Fe^{3)}$ などの bcc 金属下地層を用いることにより, c 軸が面内に存在するエピタキシャル $SmCo_5$ 膜の形成が報告されている. 本研究では, MgO 単結晶基板の上にヘテロエピタキシャル成長させた $Cr(100)$ および $Cr(211)$ 下地層上に種々の希土類元素を用いた RCo_5 規則合金膜の形成を行い, 膜形成条件と膜構造の関係を調べた.

実験方法 膜形成には超高真空分子線蒸着装置を用いた. $MgO(100)$ および $MgO(110)$ 基板に, それぞれ, ヘテロエピタキシャル成長させた $Cr(100)$ および $Cr(211)$ 下地層上に 20 nm 厚の R と Co の組成比が $1:5$ となる組成で基板温度 $500\text{ }^\circ\text{C}$ で膜形成した. 構造評価には RHEED および XRD, 磁気特性評価には VSM を用いた.

実験結果 Fig. 1(a) および (b) に $Cr(100)$ 下地層上に $Sm-Co$ 膜形成中に観察した RHEED パターンを示す. 形成初期段階から製膜後まで, Fig. 1(d) の $SmCo_5(11\bar{2}0)$ 表面の形成を示す回折パターンが観察されており, エピタキシャル $SmCo_5$ 膜が得られていることが分かる. RHEED 解析により決定したエピタキシャル方位関係は以下の通りである.

$$\begin{aligned} SmCo_5(11\bar{2}0)[0001] \parallel Cr(100)[011] \\ SmCo_5(11\bar{2}0)[1\bar{1}00] \parallel Cr(100)[011] \end{aligned}$$

$SmCo_5$ 膜は, c 軸が面内に存在し, 互いに直交した方位関係を持つ 2 つのバリエーションから構成されていることが分かった. Fig. 2 に XRD パターンを示す. 面外パターンでは, $SmCo_5(11\bar{2}0)$ 反射が認められる. 面内パターンでは, $SmCo_5(0002)$ 基本反射に加え, $SmCo_5(0001)$ 超格子反射も観察されており, RT_5 型構造に規則化した $SmCo_5$ 膜が形成されていることが分かる. 当日は Sm 以外の R 元素を用いた RCo_5 膜についても報告する.

参考文献 1) E. E. Fullerton *et al.*: *Appl. Phys. Lett.*, **69**, 2438 (1996). 2) E. E. Fullerton *et al.*: *Appl. Phys. Lett.*, **71**, 1579 (1997). 3) M. J. Pechan *et al.*, *J. Appl. Phys.* **87** 6686 (2000).

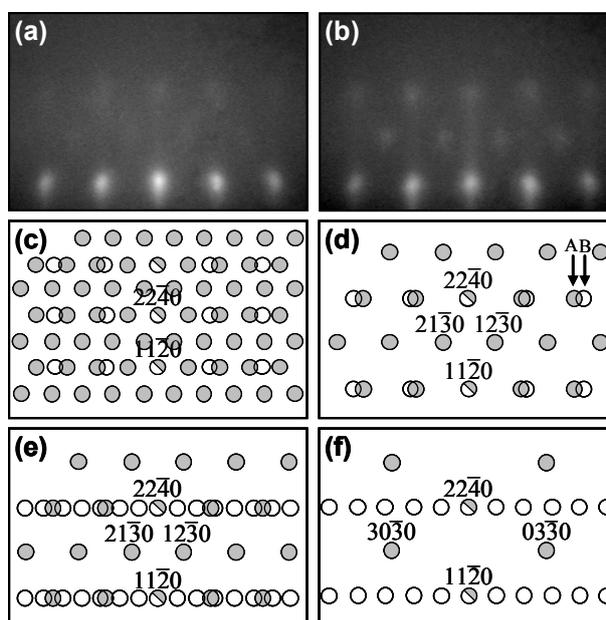


Fig. 1 (a, b) RHEED patterns observed during $Sm-Co$ deposition on $Cr(100)$ underlayer at $500\text{ }^\circ\text{C}$. The $Sm-Co$ film thicknesses are (a) 5 and (b) 20 nm . (c-f) Schematic diagrams of RHEED patterns simulated for $(11\bar{2}0)$ surfaces of (c) Sm_2Co_{17} , (d) $SmCo_5$, (e) Sm_2Co_7 , and (f) $SmCo_3$ crystals.

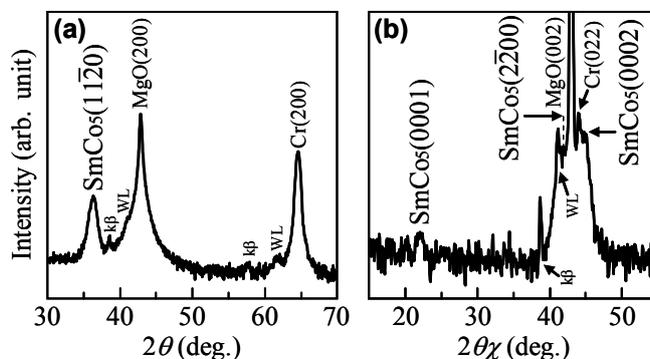


Fig. 2 (a) Out-of-plane and (b) in-plane XRD patterns of an $Sm-Co$ film deposited on $Cr(100)$ underlayer at $500\text{ }^\circ\text{C}$.