

Cr(100)単結晶下地層に形成した Sm-Co_{1-x}Cu_x および Er-Co_{1-y}Cu_y 合金薄膜の構造解析

大竹充^{1,2}・落合亮真²・鈴木中²・二本正昭²・桐野文良³・稲葉信幸⁴

(¹工学院大, ²中央大, ³東京藝大, ⁴山形大)

Structure Analysis of Sm-Co_{1-x}Cu_x and Er-Co_{1-y}Cu_y Alloy Thin Films Formed on Cr(100) Single-Crystal Underlayer

Mitsuru Ohtake^{1,2}, Ryoma Ochiai², Ataru Suzuki², Masaaki Futamoto², Fumiyoshi Kirino³, and Nobuyuki Inaba⁴

(²Kogakuin Univ., ¹Chuo Univ., ³Tokyo Univ. Arts, ⁴Yamagata Univ.)

はじめに 高 K_u 磁性薄膜は磁気記録媒体などへの応用に向けて研究されており, また, 異方性ナノコンポジット磁石の基礎検討にも用いられている. 希土類金属 (R) と Co からなる $D2_d$ 型六方規則格子構造を持つ RCo_5 合金は $10^7 \sim 10^8 \text{ erg/cm}^3$ の高い K_u を持つものが多い¹⁾. また, R 元素の原子番号の増加に伴い ($57 \Rightarrow 68$), M_s と T_c が増加する傾向が認められる. しかしながら, バルク状態では 66 番以降の R 元素 (^{66}Dy , ^{67}Ho , ^{68}Er) からなる RCo_5 規則相は 1100°C 以下において準安定である²⁾. RCo_5 規則相は Co サイトを Cu 原子で部分置換することにより安定化させられることが Sm-Co 合金に対して報告されており³⁾, $^{66-68}\text{R-Co}$ 合金に対しても同様な効果が期待される. 本研究では, Cu/Co 組成比 x , y を変化させることにより $\text{Sm}_{17}(\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x)_{83}$ および $\text{Er}_{17}(\text{Co}_{1-y}\text{Cu}_y)_{83}$ 合金膜 (at. %) を Cr(100)単結晶下地層上に形成し, 規則相の安定化を試みた.

実験方法 膜形成には超高真空 MBE 装置を用いた. MgO(100)基板上に 20 nm 厚の Cr(100)下地層を形成し, その上に Cu/Co 組成比 x , y を 0 から 1 の間で変化させた状態で 20 nm 厚の $\text{Sm}_{17}(\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x)_{83}$ もしくは $\text{Er}_{17}(\text{Co}_{1-y}\text{Cu}_y)_{83}$ 合金膜を形成した. 膜形成時の基板温度は 500°C とした. 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)に $\text{Sm}_{17}(\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x)_{83}$ 膜に対して観察を行った RHEED パターンを示す. いずれの組成比 x に対しても, Fig. 1(c)に示す $D2_d(11\bar{2}0)$ 表面に対応する回折パターンが現れており, エピタキシャル膜が形成されていることが分かる. RHEED 解析から決定した Cr 下地層に対する方位関係は $RT_5(11\bar{2}0)[0001]$, $(11\bar{2}0)[1\bar{1}00] \parallel \text{Cr}(100)[011]$ である. $\text{Sm}_{17}(\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x)_{83}$ 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 $D2_d$ バリエーションから構成されていることが分かった. Fig. 1(b)に $\text{Er}_{17}(\text{Co}_{1-y}\text{Cu}_y)_{83}$ 膜の RHEED パターンを示す. $y = 0$ では, 不鮮明なパターンが現れており, 結晶化が起きていないことが分かる. y を 0.25 まで増加させると, $\text{Sm}_{17}(\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x)_{83}$ 膜と同様に $D2_d(11\bar{2}0)$ 表面に対応する回折パターンが観察されており, Cu 原子による部分置換により規則相形成が促進されていることが分かる. y が 0.75 まで増加すると, $D2_d(11\bar{2}0)$ 表面とは異なる回折パターンが観察されている. したがって, $D2_d$ 規則相の安定化のためには, Cu 原子による置換量の制御も重要であることが分かる.

1) K. J. Strnat: Handbook of Ferromagnetic Materials (Elsevier Science B. V., New York, 1988). 2) T. B. Massalski: Binary Alloy Phase Diagrams (ASM International, Ohio, 1990). 3) F. Hofer: IEEE Trans. Magn., 6, 221 (1970).

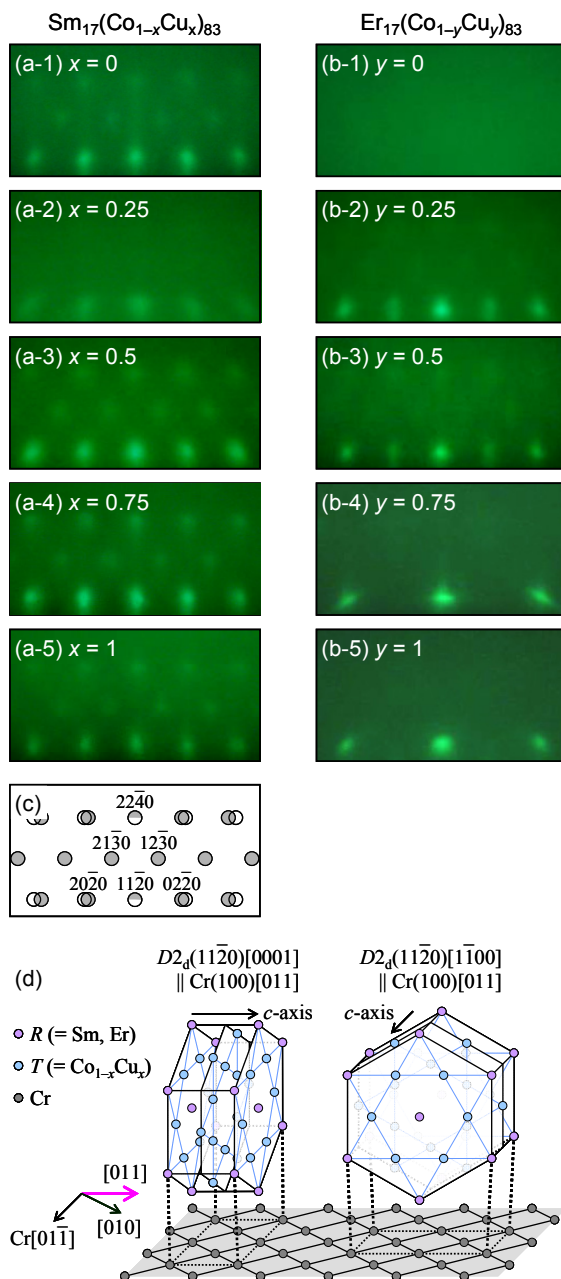


Fig. 1 RHEED patterns observed during formation of (a) $\text{Sm}_{17}(\text{Co}_{1-x}\text{Cu}_x)_{83}$ and (b) $\text{Er}_{17}(\text{Co}_{1-y}\text{Cu}_y)_{83}$ films on Cr(100) underlayers. (c) Schematic diagram of RHEED pattern simulated for $D2_d(11\bar{2}0)$ surface. (d) Epitaxial orientation relationship between $D2_d(11\bar{2}0)$ crystal and Cr(100) underlayer.