

Cu(111)下地層上におけるエピタキシャル  $R\text{Co}_5$  規則合金薄膜の形成

山田真・堀田裕介・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)

Preparation of Epitaxial  $R\text{Co}_5$  Ordered Alloy Thin Films on Cu(111) Underlayers

Makoto Yamada, Yusuke Hotta, Ataru Suzuki, Mitsuru Ohtake,  
Masaaki Futamoto, Fumiyo Kirino\*, and Nobuyuki Inaba\*\*  
(Chuo Univ., \*Tokyo Univ. Arts, \*\*Yamagata Univ.)

**はじめに**  $R\text{Co}_5$  ( $R$ : 希土類元素) 規則合金は  $10^7 \sim 10^8 \text{ erg/cm}^3$  オーダーの高い  $K_u$  を持つものが多く, そのため, これらの薄膜は高密度磁気記録媒体などへの応用に向けて研究されている. これまで, Cu(111)下地層を用いることにより, 磁化容易軸である  $c$  軸が面直に向いた  $\text{SmCo}_5$  薄膜が形成されることが報告されている<sup>1-3)</sup>. 薄膜の基本構造や磁気特性を調べるためには, 基板結晶に対して膜の結晶方位を制御できるエピタキシャルを用いることが有効である. しかしながら,  $\text{SmCo}_5$  合金膜以外の磁化容易軸が面直方向に向いたエピタキシャル  $R\text{Co}_5$  膜の形成例は殆ど報告されていない. 本研究では,  $R$  元素として,  $\text{Y}$  や  $\text{Gd}$  などを用いたエピタキシャル  $R\text{Co}_5$  膜の形成を試みた.

**実験方法** 薄膜作製には超高真空 MBE 装置を用いた.  $\text{MgO}(111)$  基板上に 20 nm 厚の  $R\text{Co}_5$  (at. %) ( $R = \text{Y}, \text{Gd}$ , など) 合金膜を形成した. 製膜時の基板温度を  $500^\circ\text{C}$  とした. 構造評価には RHEED および XRD を, 磁化曲線測定には VSM を用いた.

**実験結果** Fig. 1(a)に  $\text{Y-Co}$  膜に対して観察を行った RHEED パターンを示す. 形成初期過程から鮮明な回折パターンが観察されており, Fig. 1(b-2)に示す  $RT_5(0001)$  面の回折パターンと一致していることが分かる. このことからエピタキシャル  $\text{YCo}_5(0001)$  膜が形成されていることが確認された. また, Fig. 1(b-2)中の A, B に示すような異なる結晶方位関係を表す 2 つの回折パターンが重畳して現れている. よって作製した  $\text{Y-Co}$  膜は双晶エピタキシャル膜であることが分かった. RHEED 解析から決定したエピタキシャル方位関係は以下の通りである.

$$\text{YCo}_5(0001)[11\bar{2}0], [1\bar{1}00] \parallel \text{Cu}(111)[11\bar{2}]$$

Fig. 2 に 20 nm 厚の  $\text{Y-Co}$  膜から得られた面外 XRD スペクトルを示す.  $\text{YCo}_5(0002)$  基本反射に加え,  $\text{YCo}_5(0001)$  超格子反射が得られていることから, 規則構造を持つ合金膜が形成されていることを確認できる. 当日は, 他の  $R$  元素を用いた結果についても報告する.

**参考文献** 1) S. Takei *et al.*: *J. Magn. Magn. Mater.*, **272-276**, 1703 (2004). 2) J. Sayama *et al.*: *J. Phys. D*, **37**, L1 (2004). 3) M. Ohtake *et al.*: *J. Cryst. Growth*, **311**, 2251 (2009).

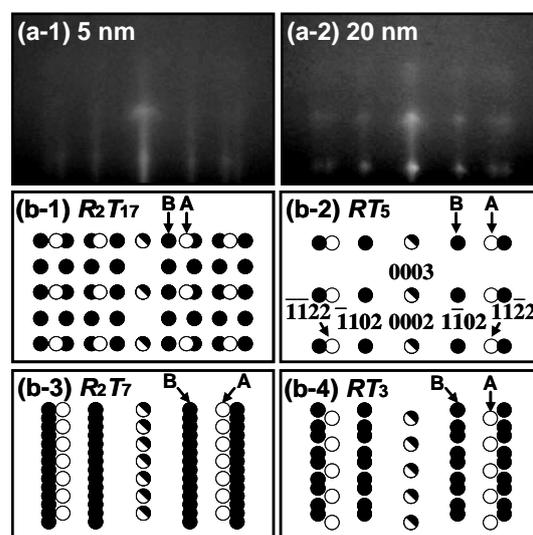


Fig. 1 (a) RHEED patterns of a  $\text{Y-Co}$  film observed during deposition on  $\text{Cu}(111)$  underlayer at  $500^\circ\text{C}$ . The film thicknesses are (a-1) 5 and (a-2) 20 nm. (b) Schematic diagrams of RHEED patterns simulated for (0001) surfaces with (b-1)  $R_2T_{17}$ , (b-2)  $RT_5$ , (b-3)  $R_2T_7$ , and (b-4)  $RT_3$  ordered structure.

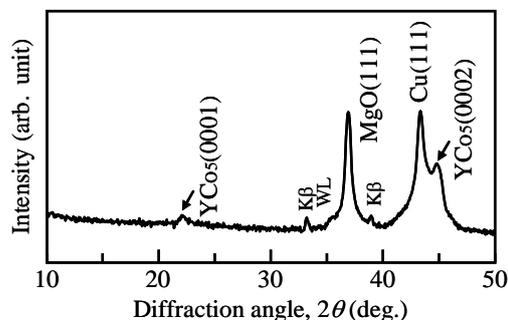


Fig. 2 Out-of-plane XRD pattern of a  $\text{Y-Co}$  film deposited on  $\text{Cu}(111)$  underlayer at  $500^\circ\text{C}$ .