

稠密面配向 CoPt 合金スパッタ薄膜の原子積層構造および一軸結晶磁気異方性 (II)

○齊藤伸, 野沢直樹, 日向慎太郎, 高橋研, 澁谷一成*, 星野和哉*, 栗屋聡*
(東北大学, *材料科学技術振興財団)

Atomic Layer Stacking Structure and Uniaxial Magnetocrystalline Anisotropy of CoPt Alloy Sputtered Films with Close-packed Plane Orientation (II)

S. Saito, N. Nozawa, S. Hinata, M. Takahashi, K. Shibuya*, K. Hoshino* and S. Awaya* (Tohoku Univ., MST)

1. はじめに

高い一軸結晶磁気異方性 (K_u) を備えた材料開発の一つの指針として, 規則相の探索が有望視されている. 稠密面配向 Co-Pt 合金スパッタ薄膜においては, 平衡状態では形成されないスパッタ膜特有の構造として $\text{Co}_{75}\text{Pt}_{25}$ 組成近傍で $m\text{-D0}_{19}$ 型構造, $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ 組成近傍で $L1_1$ 型構造の存在が超格子回折線の観測を根拠として報告されている. しかしながらこれらの実験報告によると試料の規則度は大きくても 0.6 程度であり, 各サイトの原子まで特定した構造解析は行われていない. 著者らは稠密面配向 Co-Pt 合金薄膜では, 膜面と平行に積層欠陥が導入されやすいこと, すなわち fcc 原子積層と hcp 原子積層との形成安定性が拮抗していることを別途見出ししており, そのような合金系でも規則相が存在するのか興味を持たれる. 本研究では, 超格子回折線が観測される Co-Pt 合金スパッタ薄膜に形成される原子積層構造について, プローブ径 1\AA 以下の走査型透過電子顕微鏡の高角散乱環状暗視野法 (HAADF 法) にて直接評価したので報告する.

2. 実験結果

Fig. 1 に基板温度 400°C で作製した $\text{Co}_{100-x}\text{Pt}_x$ 薄膜の out-of-plane X 線回折プロファイルを示す. 純 Co 薄膜において 44.5° 付近に観測された hcp (00.2) 回折線は x の増加に伴い, 純 Pt 薄膜で 39.8° 付近に観測される fcc (111) 回折線へと滑らかに低角側にシフトしている. これを基礎線とすると, $10 \leq x \text{ (at\%)} \leq 50$ の薄膜では基礎線の 2 倍の面間隔に相当するブラッグ角に超格子線が観測されていることがわかる. この超格子線に注目すると, 積分強度が $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 薄膜で最大となっていること, 並びに $x \geq 20 \text{ at\%}$ ではブロードニングを起こしていることが特筆される.

Fig. 2 に $T_{\text{sub}} = 300^\circ\text{C}$ で作製した $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 薄膜の断面方向の HAADF 像を示す. 各結像点は奥行き方向に連なる原子群に対応する. 結像点の位置関係に注目すると, ほぼ hcp 原子積層していることがわかる. またコントラストに着目すると, 明点と暗点は概して層状かつ交互に配列しており, 同一原子層内では結像点にコントラストがついていない. これらのことから本薄膜では, 原子稠密面内では Pt と Co がランダムにサイトを占めており, 膜厚方向には Pt リッチ, Pt プア層が交互積層された原子層組成変調構造が形成されていることがわかった. この CoPt 合金スパッタ薄膜中にみられる原子層組成変調構造は, 最隣接原子が上下の稠密面内に存在すること (交互積層), Co-Pt 原子対を可能な限り多く形成すること (層状配列) という配列原理により形成されたものと推察している.

講演では, 積層欠陥の導入度合い, 並びに組成変調度合いに対する K_u の変化について, 結晶磁気異方性の高次項の発現についても触れながら説明する.

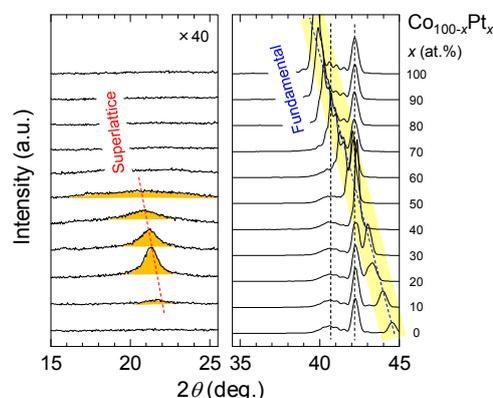


Fig. 1 Out-of-plane XRD for $\text{Co}_{100-x}\text{Pt}_x$ sputtered films with $(00.2)_{\text{hcp}}$ and/or $(111)_{\text{fcc}}$ sheet texture sputtered under $T_{\text{sub}} = 400^\circ\text{C}$.

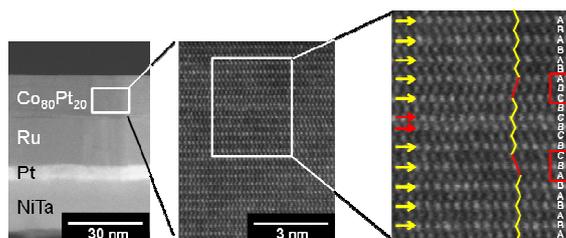


Fig. 2 HAADF image for a $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ sputtered film fabricated under $T_{\text{sub}} = 300^\circ\text{C}$.