

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 (I)

○斉藤伸, 野沢直樹, 日向慎太郎, 高橋研 (東北大学)

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

S. Saito, N. Nozawa, S. Hinata, and M. Takahashi (Tohoku Univ.)

1. はじめに

次世代のエネルギーアシスト磁気記録媒体では、室温での高い熱擾乱耐性が求められ、 10^7 erg/cm^3 を越える高い一軸結晶磁気異方性 (K_u) を備えた材料の開発が必須である。我々は、六方晶 (hcp) Co-Pt 系合金を次世代媒体に適用することが、現行の成膜プロセスや結晶配向制御用下地材料についての知見を引き継げるため有益であると考え、本合金の稠密面配向薄膜の材料探索を続けている。Co-Pt 合金の結晶構造と磁性に関する研究の歴史は古いですが、スパッタ法により作製される薄膜では、新たな規則相や積層欠陥 (SFs) 等、平衡状態図に記載されない準安定構造が形成され、またそれらに対応する K_u は $10^6 \sim 3 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ 程度の様々な値が報告されており、未だ構造と K_u の体系的な理解に至っていない。一般に Co 基合金の K_u はスピン-軌道相互作用によってもたらされることが知られており、六方晶の格子定数比 (c/a) や SFs, 異種原子の配列周期性により大きく影響を受けると考えられるため、スパッタ薄膜についてもこれらを定量的に評価する必要がある。

一方で我々は、稠密面配向薄膜中の SFs の導入度合いをインプレーン X 線回折装置により定量評価する解析法を確立しており、これを種々の非磁性遷移金属合金スパッタ薄膜 (host; Ru, Rh, Ir, Ni, Pd, Pt, Cu, Au Additional; Cr, Mo, W, Ta, Ti) について適用した結果、合金の平均価電子数 9 が hcp と面心立方構造 (fcc) との臨界であることを見出している。このような観点からも 9 族元素と 10 族元素との合金である強磁性 Co-Pt 合金薄膜中の SFs の導入量には興味を持たれる。そこで本講演では、種々のプロセス条件にて作製した c 面配向 CoPt 合金薄膜の原子積層構造を評価した結果を説明する。

2. 実験結果

Fig. 1 および Fig. 2 に種々の基板温度 T_{sub} にて作製した hcp $\text{Co}_{100-x}\text{Pt}_x$ 薄膜の SFs の導入度合い P_{fcc} と格子定数比 c/a を Pt 濃度 x に対して示す。横軸副軸には合金の平均価電子数も付した。Fig. 1 によると $T_{\text{sub}} \geq 300^\circ\text{C}$ では、 P_{fcc} は純 Co 薄膜の 0.7% 程度から $\text{Co}_{50}\text{Pt}_{50}$ 薄膜の 100% に向け x に対して単調に増加している。Fig. 2 によると、 c/a は T_{sub} に依らず $x < 50 \text{ at}\%$ では剛体球モデルの理論値 1.633 より小さく、 $x = 50 \text{ at}\%$ 付近でほぼ 1.633 となっている。すなわち Co-Pt 合金薄膜は、hcp-fcc の共有結合をもたらす混成軌道の安定性が拮抗している材料系であり、その原子積層構造は $T_{\text{sub}} \geq 300^\circ\text{C}$ では、概して平均価電子数に対応して、軸比と SFs 導入度合いとが決定づけられていることがわかった。

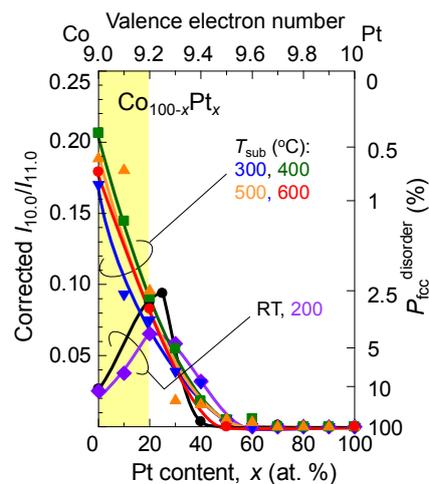


Fig. 1 Integral intensity ratio of $I_{10.0}$ to $I_{11.0}$ in in-plane XRD corrected by Lorentz and polarization factors for $\text{Co}_{100-x}\text{Pt}_x$ sputtered films. The second vertical axis corresponds to fcc-like stacking faults probability.

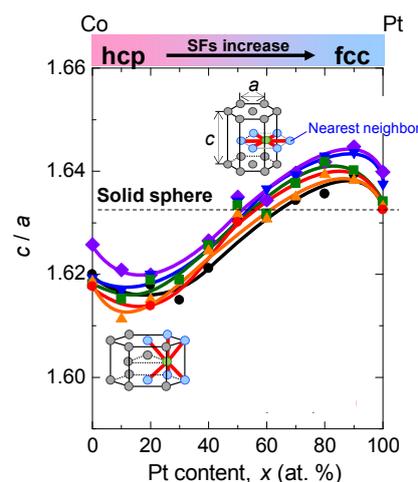


Fig. 2 Lattice constant ratio, c/a for $\text{Co}_{100-x}\text{Pt}_x$ sputtered films. The theoretical value of c/a (1.633) for solid sphere model is also shown by a broken line.