

六方晶 $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜の原子層組成変調構造に及ぼす添加元素の効果 (I)

○日向 慎太郎^{a,b)}, 山根 明^{b)}, 齊藤 伸^{b)}

(^{a)}日本学術振興会特別研究員 (PD), (^{b)}東北大学)

Effect of additional element on compositional modulated atomic layered structure of the hexagonal $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ alloy film (I)

○Shintaro Hinata^{a), b)}, Akira Yamane^{b)}, Shin Saito^{b)}

(^{a)}JSPS Research Fellow (PD), (^{b)}Tohoku University)

はじめに マイクロ波アシスト磁気記録は、トリレンマ課題打破に有用な技術として提案され、近年実際の媒体へのアシスト磁化反転の結果が報告され始めた¹⁾。実用化の際には第一世代としてCoPt基合金を用いたグラニューラ媒体の適用が検討されている²⁾。CoPt基合金磁性結晶粒の一軸結晶磁気異方性 (K_u) を高めるためには、基板加熱成膜により組成の異なる原子層の交互積層構造 (原子層組成変調構造) を有する稠密面配向六方晶を形成させることが有効である³⁾。しかしながら、CoPt基合金を用いたグラニューラ媒体では、加熱成膜を行うと磁性結晶粒の K_u が合金薄膜の値の半分程度にまで低下してしまうことが判明している⁴⁾。この原因としてはグラニューラ化のために添加した非磁性粒界相に含まれる金属元素 (Si, Ti, ...etc) またはガス元素 (O等) が磁性結晶粒中に残存し、積層欠陥の発生や原子層組成変調構造形成の抑制が生じている可能性が指摘されているが、実験的には明らかにされていない。本講演では、 $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜を基準として添加元素 (Si, Ti, Zr, Cr, W) の磁性結晶粒への固溶が結晶構造および K_u に与える影響について検討した結果を報告する。

実験結果 Fig.1 には $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金へ元素Mを x at.% 添加し基板温度 $T_{\text{sub}} = 300$ °Cにて加熱成膜した $(\text{Co}_{0.8}\text{Pt}_{0.2})_{100-x}\text{M}_x$ (M: Si, Ti, Zr, Cr, W) 薄膜の六方晶積層度合いの添加元素濃度依存性を示す。縦軸はIn-plane X線回折の 10.0 回折線の 11.0 回折線との比をローレンツ因子および原子散乱因子で補正した Corrected $I_{10.0}/I_{11.0}$ である。副軸は Corrected $I_{10.0}/I_{11.0}$ から統計的な手法を用いて算出した $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金が不規則相を形成した場合の fcc 原子積層出現割合 P_{fcc} である⁵⁾。Corrected $I_{10.0}/I_{11.0}$ は $x = 0$ の $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 薄膜においては約 0.20 を示した。これはhcp原子積層中に導入されるfcc原子積層の出現割合が約 0.5 %であることを示唆している。添加の効果はM元素の族によって傾向が分かれており、CrおよびWを添加した試料では、10 at.%の添加においてもCorrected $I_{10.0}/I_{11.0}$ に変化はほとんど見られなかった。また、TiおよびZrを添加した試料では値が低下し、0 から 5 at.%の添加で P_{fcc} は約 0.5 から 3 %に増大した。Siを添加した際には顕著な低下が見られ、わずか 2 at.%の添加で主としてfcc原子積層となることが判明した。

Fig. 2 には上記試料における原子層組成変調構造の形成度合いの x 依存性を示す。縦軸はout-of-plane X線回折の超格子線の基礎線との比をローレンツ因子および原子散乱因子で補正した Corrected $I_{\text{sup.}}/I_{\text{fund.}}$ である。Corrected $I_{\text{sup.}}/I_{\text{fund.}}$ はM元素の添加により 0.015 から単調に減少した。Crでは 10 at.%添加しても組成変調構造が残った。しかしながらTiおよびWでは約 10 at.%, SiおよびZrでは約 4 %の添加でほぼ不規則相となった。上記結果から、Siは僅か 2 at.%の添加で $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜の六方晶積層および原子層組成変調構造の形成を著しく阻害することが判明した。したがってCoPt基合金のグラニューラ化において SiO_2 を非磁性粒界相として使用する場合、化学量論組成の SiO_2 形成が必須となる。講演では添加元素が K_u に与える影響についても報告する。

参考文献 1) Y. Nozaki et al., *J. Appl. Phys.*, **112**, 083912 (2012). 2) K. Yamada et al., *Digest of the 24th Magn. Rec. Conference. TMRC*, **24**, 64 (2013). 3) S. Saito, et al., *IEEE Trans. Magn.*, **50**, 3201205 (2014). 4) K. Tham, et al., *J. Appl. Phys.*, **115**, 17B752-1 (2014). 5) S. Saito, et al., *J. Phys. D: Appl. Phys.*, **42**, 145007-1 (2009).

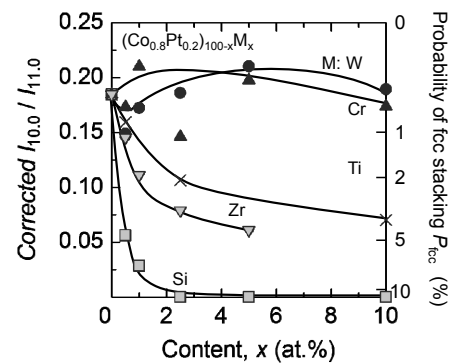


Fig. 1 Corrected $I_{10.0}/I_{11.0}$ as a function of additional material M content x for $(\text{Co}_{0.8}\text{Pt}_{0.2})_{100-x}\text{M}_x$ (M: Si, Ti, Zr, Cr, W) films.

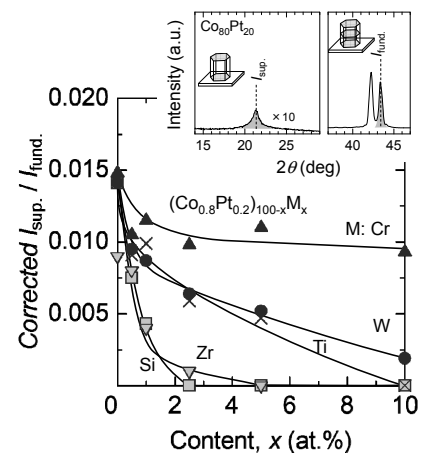


Fig. 2 Corrected $I_{\text{sup.}}/I_{\text{fund.}}$ as a function of x for $(\text{Co}_{0.8}\text{Pt}_{0.2})_{100-x}\text{M}_x$ films.