

六方晶 $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜の原子層積層構造におよぼす下地層凹凸の影響

○タム キム コング^{a)}, 日向 慎太郎^{b,c)}, 斉藤 伸^{b)}

(^{a)}田中貴金属工業株式会社, (^{b)}東北大学, (^{c)}日本学術振興会特別研究員 (PD))

Effect of bumpy surface underlayer morphology on compositionally modulated atomic layer stacking of hcp $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ alloy film

○Kim Kong Tham^{a)}, Shintaro Hinata^{b,c)}, and Shin Saito^{b)}

(^{a)}TANAKA KIKINZOKU KOGYO K. K., (^{b)}Tohoku University, (^{c)}JSPS research fellow (PD))

はじめに 近年、マイクロ波アシスト磁気記録 (MAMR)¹⁾ はハードディスクが直面しているトリレンマ課題を打破する将来技術として注目されている。第一世代のMAMR媒体には、現行のグラニューラ媒体に用いられている六方晶CoPt合金を高軸結晶磁気異方性 (K_u) 化して用いることが提案されている²⁾。CoPt合金結晶粒の K_u をさらに高めるためには、スピン軌道相互作用を有効に活かすことが必要不可欠であり、これを達成するために我々はCoPt合金結晶粒中に、Fig. 1(a) に示す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) を実現することが有効であると考えている^{3,4)}。一般にグラニューラ媒体の下地層表面には、磁性結晶粒の析出サイトを定めるためにnm寸法の凹凸構造を具備させる必要があることが知られているが、そのような表面形態を有する下地層上での原子層組成変調構造の実現の可能性は検討されていない (Fig. 1(b))。そこで、本研究では凹凸下地層の表面粗さおよび結晶粒径が $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜の原子組成変調構造および K_u に及ぼす影響を定量的に評価したので報告する。

実験結果 検討に用いた $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜は全て基板温度 300°C の下で、同一スパッタ条件で成膜した。下地Ru層の表面形状は成膜Arガス圧、成膜後の加熱温度、金属-酸化物グラニューラ型バッファ層^{5,6)}の有無により変化させた。Fig. 2には、本検討で作製した下地層の二乗平均粗さ (R_q) と結晶粒径 (GD_{Ru}) との関係を示す。今回の検討における表面形状の変化幅は、 R_q では約0.4から2.0 nm, GD_{Ru} では6.7から12.5 nmであった。図中の等値線はこれらの下地層上に成膜した $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜の K_u および原子層組成変調割合を示す超格子回折線と基本回折線との積分強度比をLorentzおよび原子散乱因子で補正したCorrected $I_{\text{sup.}} / I_{\text{fund.}}$ である。また、挿入図には典型的な結晶粒径および表面粗さの下地上に積層した $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜の走査型電子顕微鏡の高角散乱環状暗視野 (HAADF) 像を示す。HAADF像は電子線の散乱体の電子密度を反映する特徴がある。大粒径かつ平坦な下地層上に作製した試料では明暗のコントラストを有する原子層が交互に積層している。これは $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜が平均組成としてPt-richな層とPt-poorな層とに組成変調を起こしていることに対応している。一方、小粒径かつ荒れた下地層上に作製した試料ではコントラストがついておらず、 $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金薄膜が不規則相として形成していることがわかる。 $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ 合金結晶粒の K_u を評価したところ、(R_q , GD_{Ru})の約(1.3, 7)から(0.5, 12) nmの変化により値が 1.3 から $1.7 \times 10^7 \text{ erg/cm}^3$ へと増大した。CoPt合金薄膜の知見をグラニューラ媒体の各磁性結晶粒の原子層組成変調構造の実現による高 K_u 化に活かすためには、平滑かつ小粒径で、深い空隙を有する下地層の作製が必要になると考えられる。

参考文献 1) J. G. Zhu et al., *IEEE Tran. Magn.*, **44**, 125 (2008). 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) S. Saito et al., *Abstract of 59th Annual conference on Magnetic and Magnetism Material*, GU-03 (2014). 5) K. K. Tham et al., *J. Appl. Phys.*, **115**, 17B752 (2014). 6) K. K. Tham et al., *J. Appl. Phys.*, **117**, 17A923 (2015).

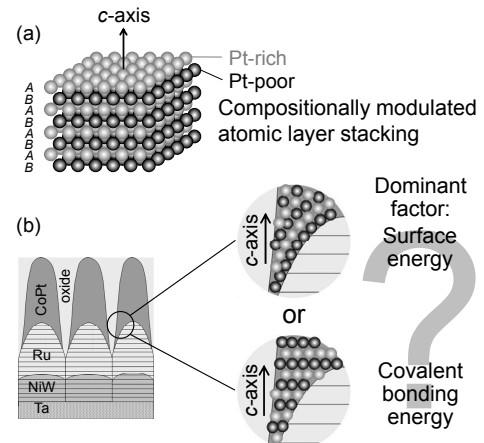


Fig. 1 (a) Compositionally modulated atomic layer stacking of a Co-Pt alloy film and (b) possible growth of Co-Pt alloy film on a bumpy surface underlayer.

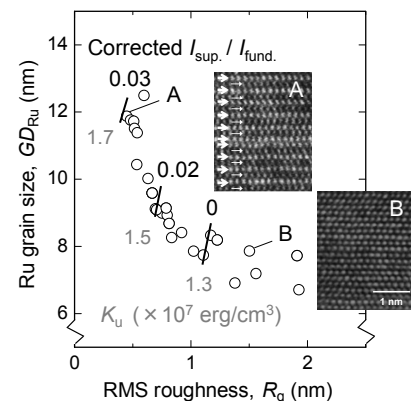


Fig. 2 Relation between the grain size and surface roughness for underlayers prepared in this experiment. Contour lines inside the graph show integral intensity ratio of the superlattice peak ($I_{\text{sup.}}$) and fundamental peak ($I_{\text{fund.}}$) and K_u of $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ films deposited on these underlayers. Insets show HAADF-STEM images of $\text{Co}_{80}\text{Pt}_{20}$ films deposited on underlayers with typical grain size and surface roughness.