

Ru 下地層上の CoNi 人工格子の磁気特性

菊池直登¹、伊藤啓太^{1,2}、関剛斎^{1,2}、高梨弘毅^{1,2}

(¹東北大学 金属材料研究所, ²東北大学 スピントロニクス学術連携研究教育センター)

Magnetic properties of CoNi superlattices on Ru under layers

Naoto Kikuchi¹, Keita Ito^{1,2}, Takeshi Seki^{1,2}, Koki Takanashi^{1,2}

(¹IMR, Tohoku Univ. ²CSRN, Tohoku Univ.)

はじめに

磁気ランダムアクセスメモリ(MRAM)は不揮発性による低消費電力、高速動作が期待されるデバイスである。MRAM に用いられる強磁性材料には、高い軸磁気異方性エネルギー(K_u)と、低いダンピング定数(α)が求められる。高い K_u を持つ材料として貴金属元素を含む規則合金が挙げられるが、同時に大きなスピン軌道相互作用から α も増大する傾向がある。そこで本研究では貴金属元素を含まない高 K_u 材料として CoNi 規則合金に着目した。Co と Ni を単原子層(monolayer: ML)の単位で交互に積層することにより、高い K_u を持つ CoNi 垂直磁化膜を得られることが報告されている^{1,2)}。理論計算からの予想では、 α を低くするためには Co と Ni を 1 原子層ごとに交互積層することが望ましい。このとき CoNi 合金は fcc 積層である $L1_1$ 構造または hcp 積層である B_h 構造を持つと予想されるが、第一原理計算の結果から B_h -CoNi がより大きな K_u を持つことが示唆されている³⁾。本研究では CoNi の下地層に hcp 構造を持つ Ru を用いることで B_h -CoNi を得ることにより、貴金属元素を含まない高 K_u かつ低 α の強磁性材料の作製を目的とした。

実験

硝酸 3% エタノール溶液で処理した $Al_2O_3(11-20)$ 基板を 800 °C でフラッシングし、分子線エピタキシー(MBE)法により室温または 150 °C で Ru を 20 nm 成膜し 800 °C でアニーリングを行った。次に、これらの Ru 下地層上へ MBE 法により室温において Co と Ni を 1 ML ずつ交互に 20 回積層し、Au キャップ層を施した。表面形態を反射高速電子線回折(RHEED)、結晶構造を X 線回折(XRD)、磁気特性を振動試料型磁束計(VSM)で評価した。

結果

ω -2 θ XRD 測定の結果から、いずれの試料も $Al_2O_3(11-20)$ 基板上での Ru(0001)および CoNi(0001) or (111)配向でのエピタキシャル成長が、 ϕ -scan XRD 測定の結果から双晶構造が確認された。CoNi の RHEED 像は、Ru を 150 °C で成膜した試料の方がシャープな回折像となった。Fig. 1 に室温で Ru を成膜した試料、Fig. 2 に 150 °C で成膜した試料の室温での磁化曲線を示す。Fig. 2 の 150 °C で Ru を成膜した試料で垂直磁気異方性が確認され、 $K_u = 6.1 \times 10^6$ erg/cm³ となった。これは Ru 下地層の成長温度の上昇により CoNi 層の結晶配向も改善されたためと考えられる。この試料に対してより詳細な ϕ -scan XRD 測定を行ったところ、少量ながらも hcp-CoNi の存在を確認できた。今後は、hcp-CoNi の体積割合と K_u の増大を目指す。

謝辞

本研究は JSPS 科研費基盤 S(No. 25220910)の支援を受けた。

参考文献

1)S. Girod *et al.*, Appl. Phys. Lett. **94**, 262504 (2009). 2)T. Seki *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn., accepted for publication.

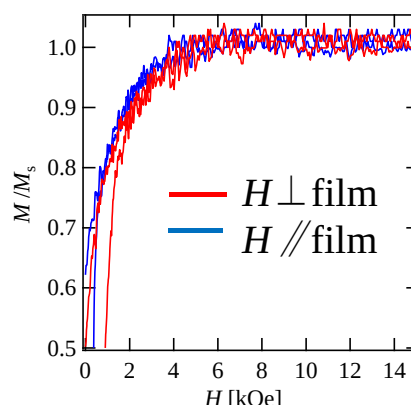


Fig. 1 M - H curves of CoNi on Ru deposited at RT. $M_s = 910$ emu/cm³.

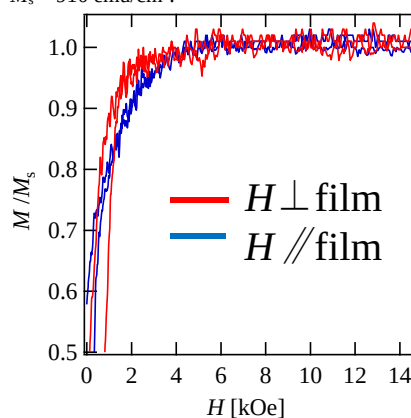


Fig. 2 M - H curves of CoNi on Ru deposited at 150 °C. $M_s = 970$ emu/cm³.