

[Fe/Co/Ni]_n 多層膜の作製と温度の最適化

齋藤 彪我¹, 宮下 拓也¹, 熊谷 卓也¹, 中尾 太一¹, 古矢大悟¹, 小嗣 真人¹
(東京理科大学¹)

Fabrication of [Fe/Co/Ni]_n thin films and optimization of temperature

Hyuga Saito¹, Takuya Miyashita¹, Takuya Kumagai¹, Taichi Nakao¹, Daigo Furuya¹, Masato Kotsugi¹
(Tokyo Univ. of Sci.¹)

はじめに

社会の次世代エネルギーの発展に伴い、高い磁気異方性をもつハード磁性材料は非常に重要な役割を果たす。さらに、資源の枯渇リスクや環境破壊の観点から、貴金属フリーの新規磁性材料が求められている。そこで我々は、レアアースフリーかつ高い一軸異方性をもつ規則合金に着目し、L1₀合金のパルスレーザー蒸着(PLD)法による人工創製と物性調査に取り組んできた。しかしながら、既往の研究では2元系合金に限定されており、元素種および積層順、また蒸着温度には検討の余地が大きく残されている。

そこで本研究では、PLD装置を用いてFe、Co、Niを蒸着元素とし、単原子構造積層により、新たな磁気多層膜の創製を行った。さらに蒸着温度を変えたものを複数作製し、それらの表面構造、結晶構造解析、磁気特性解析を行うことによって作製温度の最適化を行った。

実験方法

実験では、MgO(001)単結晶上にPLD装置による単原子交互積層法を用いて成膜を実施した。試料の内容としては、Cu 25 nmの下地層の上に(Fe/Co/Ni)を1単位として51ML蒸着した。このときの蒸着温度を室温から600°Cまで100°Cごとに変化させた。作製した試料については、各層ごとに反射高速電子回折(RHEED)を用いた表面の面内格子定数の調査を行った。物性解析では、原子間力顕微鏡(AFM)を用いて表面平坦性の調査し、X線回折(XRD)を用いて結晶構造を評価した。さらには超伝導量子干渉磁力計(SQUID)を用い、磁気特性評価を行った。

実験結果

Fig1にXRD測定で得られたFe/Co/Ni試料の200°C、300°C、400°Cにおける面外スペクトルを示す。本測定結果より、どの蒸着温度においてもCu(002)ピークとCu(004)ピークの広角側にそれぞれ試料由来と見られるピークが出現した。また、温度が上がるとそれらのピークが低角側にシフトしていく傾向が見られた。

Fig2にSQUID測定で得られた蒸着温度300°C作製のFe/Co/Ni試料の磁化曲線を示す。磁気ヒステリシスより、飽和磁化M_sは549 emu/cc、磁気異方性エネルギーK_uは9.39×10⁴ erg/ccと算出された。まず磁化容易軸は面内方向であった。今回の試料では蒸着レートが遅れによりM_s、K_uともに値が小さかったが、今後は特性の更なる向上が期待される。

参考文献

- [1] M. Saito et. al., Appl. Phys. Letters 114, 072404, (2019)
- [2] T. Kojima et. al., Jpn. J. Appl. Phys., 51, 010204, (2012)
- [3] H. Ito et al., AIP Advances 9, 045307 (2019)

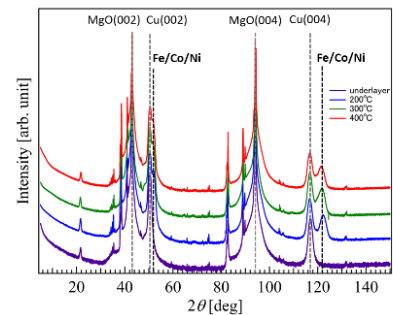


Fig.1 XRD patterns of Fe/Co/Ni sample

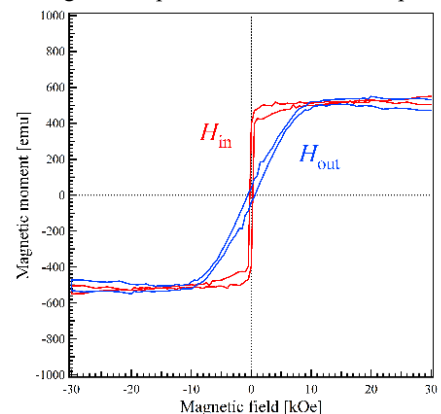


Fig.2 Magnetization curve of Fe/Co/Ni deposited on 300°C