$L1_1$-FeNi の創製に向けた基板の検討

Preparation of suitable substrate for the creation of $L1_1$-FeNi

東京理科大学 [1]，東京大学物性研究所 [2]
○(B)宮下 拓也 [1]，(M1)伊藤 久晃 [1]，(B)熊谷 卓也 [1]，宮町 俊夫 [2]，小森 文夫 [2]，小嗣 真人 [1]
Tokyo Univ. of Sci. [1], ISSP of the Univ. of Tokyo [2]
○(B)Takuya Miyashita[1], (M1)Hisaaki Ito[1], (B)Takuya Kumagai[1], Toshio Miyamachi[2],
Fumio Komori[2] and Masato Kotsugi[1]
E-mail: 8215165@ed.tus.ac.jp

近年、電気自動車やスピントロニクスデバイスなどに使われる磁性材料への需要の高まりに加え、元素戦略的観点からレアメタルフリーかつ高性能な新規磁性材料に注目が集まっている。特に FeNi 合金はレアメタルフリーでありながら高い飽和磁化(M_s)を有するため[1]、実用に向けて様々な研究が行われている。我々は FeNi 合金の中でも高い一軸異方性を有し、第一原理計算から飛躍的に大きい K_u を発現すると予測されている $L1_1$ 型 FeNi 規則合金($L1_1$-FeNi)に着目した。また $L1_1$ 相では一軸磁気異方性が担保されることが従来の $L1_0$ 相と大きく異なる。本研究ではパルスレーザー蒸着(PLD)法を用いた $L1_1$-FeNi の作製を行う準備として下地層の最適化、そして最適化した下地層への $L1_1$-FeNi の創製に関しての検討を行ったため、その結果を報告する。

実験方法では Saphhire(0001)基板を超高真空下にて 1000℃で 2h 熱処理し清浄表面を得た。その後下地層として Nd:YAG レーザー(266 nm)を光源とする PLD 装置を用いて Cu を蒸着した。Cu 蒸着時基板温度(T_s = RT ~ 300℃)、膜厚(t = 10 ~ 50 nm)を制御パラメーターとし、これを系統的に調査した。$L1_1$-FeNi 作製は最適化した下地層に単原子交互積層を用いて行った。表面の結晶性の評価は反射高速電子回折 (RHEED)、表面の平坦性の評価は原子間力顕微鏡(AFM)、結晶構造の評価は X 線回折(XRD)、磁気特性の評価は超伝導量子干渉(SQUID)磁力計を用いて行った

Fig.1 に Cu/sapphire-sub.試料の AFM 像を示す。Fig.1(a)は t = 10 nm、Fig.1(b)は t = 25 nm、Fig.1(c)は t = 50 nm で作製したものであり、温度依存性調査の結果を踏まえ T_s を 80 ℃とした。膜厚が薄いほどテラス幅が小さくなる傾向があり、表面粗さの RMS 値に関しても(a)で 1.2 nm (b)で 2.1 nm (c)で 2.6 nm であることから、膜厚の減少に伴って、表面平坦性が向上することを確認した。Fig.2 には同試料の XRD パターンを示す。全ての試料においてCu(111)のピークが観測され、基板面に対してエピタキシャル成長していることを確認した。また膜厚の増加に伴って、ピーク強度が高くなり、結晶性が向上することが考えられる。以上のことから平坦性と結晶性にはトレードオフの関係が成り立つことが確認された。その一方で、本下地層の目的は FeNi の(111)方向へのエピタキシャル成長であり、結晶性がより重要な要素となると考えられる。このことから t = 50 nm に膜厚を固定し下地層を最適化した。当日は T_s 依存性、$L1_1$-FeNi の磁気特性に関する結果も報告する。

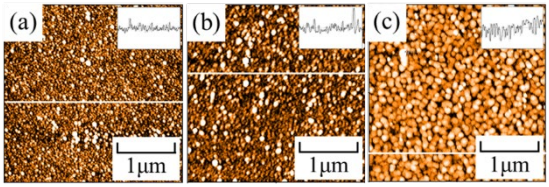


Fig.1. AFM topography images of the surface of Cu thin films at t = (a) 10 nm, (b) 25nm, (c) 50nm. All the samples were prepared under the same conditions of T_a =1000 ˚C and T_s = 80 ℃. The inset indicates a cross-sectional view of a line in the surface.

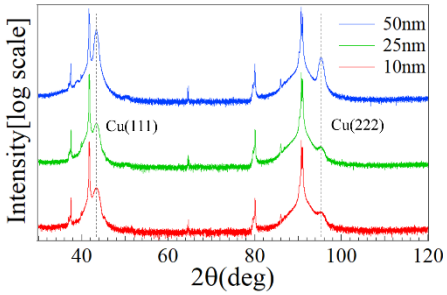


Fig.2. XRD patterns measured by CuKα radiation for Cu thin films on sapphire-sub. deposited at 80 ℃.

[1] Kotsugi *et. al.*, Appl. Phy. Express **3**, 013001, (2010)

© 2019年 応用物理学会