

PdSb 添加 FeNi 合金薄膜の結晶構造と磁気特性

西野 昂史・神島 謙二・柿崎 浩一
(埼玉大学 大学院 理工学研究科)

Crystal structure and magnetic properties of FeNi alloy thin films doped with PdSb

T. Nishino, K. Kamishima, and K. Kakizaki

(Graduate School of Science and Engineering, Saitama University)

緒言

当研究グループではこれまでに Pd および Sb を複合添加した CoPt および FePt 合金薄膜において、磁化容易軸である $\langle 001 \rangle$ 方向が膜面垂直方向に配向した L_{10} 規則相が得られることを報告した¹⁾²⁾。そこで本研究では、CoPt および FePt 合金と同様に、 L_{10} 規則構造を形成するとされる FeNi 合金³⁾に添加物として Pd-Sb を加えることで、CoPt および FePt 合金薄膜と同様のメカニズムにより L_{10} 規則相を生成できないか検討したので報告する。

実験方法

成膜には rf マグネトロンスパッタ装置を用いた。ターゲットには 76 mm ϕ の Fe₅₅Ni₄₅ 円板上に Pd チップおよび粒状の Sb を貼り付けたものを用いた。チャンバー内を 7.0×10^{-7} Torr 以下に排気後、スパッタガスとして Ar を導入し、Ar ガス圧は 10 mTorr とした。スパッタ時の投入電力は 2.2 W/cm² とし、合成石英ガラス基板上に膜厚が約 80 nm となるよう室温で成膜した。成膜後、減圧下水素気流中 700°C で 1 時間の急加熱急冷処理を行い、試料を得た。

結果および考察

Fig. 1 は成膜後 700°C で 1 時間熱処理した Sb/Pd 比の異なる (PdSb)₉(Fe_{0.5}Ni_{0.5})₉₁ 薄膜の X 線回折図を示す。すべての膜において、(Fe_{0.5}Ni_{0.5})Sb₂ が生成しており、CoPt および FePt 合金薄膜では優先的に生じた Sb と Pd の反応が起きていない。これに伴い、すべての膜において fcc-FeNi 相が生成し、わずかに生成する L_{10} 規則相は fct-FePd 相由来であると考えられる。すなわち、Sb が FeNi 格子中から Pd を引き抜けないことが原因で、FePd 規則相が生成したと推察できる。このように、熱処理時の各相の生成過程が CoPt および FePt 薄膜と異なる可能性が示唆されたが、生成エンタルピーを計算したところ、Sb との反応は FeNi-Sb > Ni-Sb > Pd-Sb > Fe-Sb の順で反応しやすい。そのため FeNi 薄膜で Sb は Pd と反応するのではなく、FeNi と反応して (Fe_{0.5}Ni_{0.5})Sb₂ を形成すると考える。

Fig. 2 は成膜後 700°C で 1 時間熱処理した Sb/Pd = 1.46 の (PdSb)₉(Fe_{0.5}Ni_{0.5})₉₁ 薄膜の磁化曲線を示す。膜面垂直方向に測定した保磁力は、約 1.5 kOe であり、膜面内方向と比較して大きい値を示すことから、垂直磁化膜となっている。これは、 L_{10} -FePd の (001) 面が膜面直方向に配向したことに加えて、基板と膜との熱膨張係数の差が原因で生じた膜面内方向への引っ張り応力が原因であると考えられる。

参考文献

- 1) 狩野智弘, 柿崎浩一, 神島謙二; 第 39 回日本磁気学会学術講演概要集(2015) 34.
- 2) K. Kakizaki, S. Takakuwa, K. Kamishima; J. Jpn. Soc. Powder Metallurgy, 64 (2017) 355.
- 3) L. Néel, J. Paulevé, R. Pauthenet, J. Laugier, and D. Dautreppe; J. Appl. Phys. 35 (1964) 873.

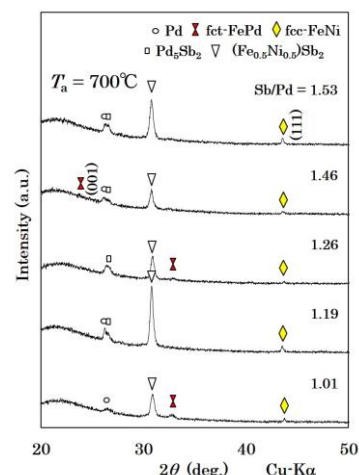


Fig. 1 XRD patterns of PdSb-FeNi thin films with different Sb/Pd ratios.

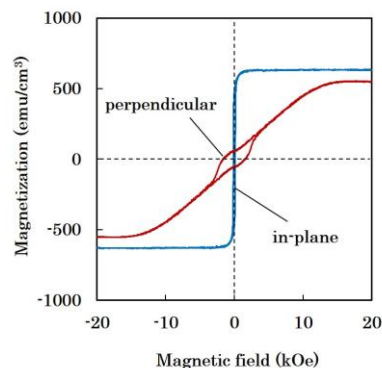


Fig. 2 In-plane and out-of-plane hysteresis loops of a PdSb-FeNi thin film with an Sb/Pd ratio of 1.46.