

Co フェライトを用いた磁気力顕微鏡用プローブの作成とその特性

深谷周作 高橋尚孝 劉小晰
(信州大学)

Preparation and properties of magnetic force microscope probes using Co-Ferrite

Syusaku Fukaya Naotaka Takahashi Xiaoxi Liu
(Shinshu University)

はじめに

Nd-Fe-B のように強力な薄膜磁石の表面の磁区構造の観察を行う際、商用の MFM プローブの保磁力が小さく計測試料の漏洩磁界の影響によりプローブの磁化の方向が反転してしまい正確な観察が行えない。そのため高い保磁力を持つ MFM プローブの製作が必要になる。

本研究では、Si 製の AFM プローブ上に磁性薄膜を成膜することにより高い保磁力を持つ MFM プローブ製作を目的としている。本研究における磁性材料として Co フェライトを選択した。Co フェライトは安価であり、酸化による影響が少ないと考えられるのでプローブの寿命が長くなると考えられる。

実験方法

成膜方法には対向ターゲット式スパッタリング装置(FTS)を用いる。今回 FTS を用いたのはプラズマによる基板へのダメージが DC マグネトロン式スパッタリング装置と比べ少なく、これまでの研究からカンチレバー上に成膜した場合 FTS のほうがより先鋭的になることが確認されているからである。¹⁾

チャンパー内の到達圧力は 5.0×10^{-4} Pa 以下とし、Ar ガスを導入してスパッタガス圧を 4.0×10^{-4} Pa、基板加熱温度を 150 °C から 400 °C まで変化させ成膜を行った。また、それらの試料に対して大気中での熱処理を行った。次に室温においてガス圧を 0.5 Pa から 0.1 Pa まで変化させ成膜した。試料振動型磁力計(VSM)を用いて磁気特性を、X 線回折(XRD)を用いて結晶構造を評価し、さらに最適な条件を確認後 MFM プローブの作製を行う。

実験結果

Fig. 1 に各基板加熱温度における熱処理前と熱処理後の保磁力について示す。全体において熱処理を行うことによって保磁力の増加が確認された。最大の保磁力は、基板加熱 350°C、ポストアニール 400°C 5 時間行うことで垂直方向において約 6.8 kOe、面内方向において 6.1 kOe の保磁力が確認された。同条件において MFM プローブ上に成膜を行い、Nd₂Fe₄B 薄膜の観察を行った。Fig. 2 が得られた MFM 画像である。しかし、同プローブのアルミ製反射膜に剥離が認められた。

この問題の解決のために室温において高い保磁力を得るためにガス圧を変化させてスパッタを行った。Fig. 3 に各ガス圧に対する保磁力を示す。この図が示すように保磁力は 0.1 Pa の時に最も大きく垂直方向で約 4.9 kOe、面内方向に約 3.5 kOe となりガス圧の上昇とともに減少が見られた。このように室温においても熱処理を行った場合に近い保磁力を得ることに成功した。

各試料の結晶構造、室温で作製したプローブでの観察結果等のデータについては学会時に報告する。

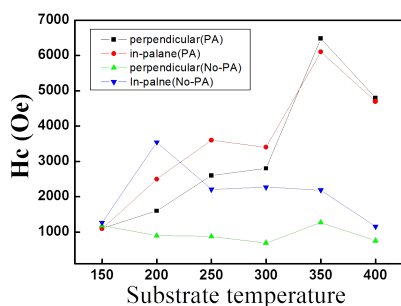


Fig.1 Coercivity of each substrate heating temperature

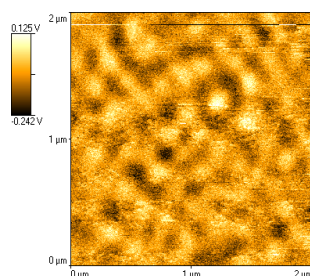


Fig.2 MFM image

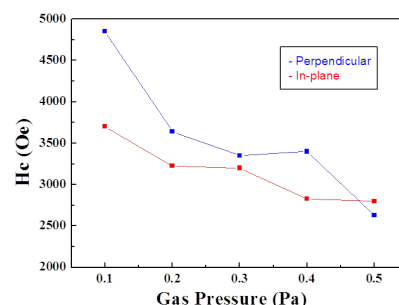


Fig.3 Coercivity of each gas pressure

参考文献

- 1) X. liu, S. Isomura, A. Morisako, IEEE Trans. MAG, 48(11), 3673-3676, (2012)