

修士学位論文概要

題 目 Co/Pt 多層膜の磁区構造を利用した常磁性微粒子の捕捉

氏名 中野 翔

【概要】

はじめに

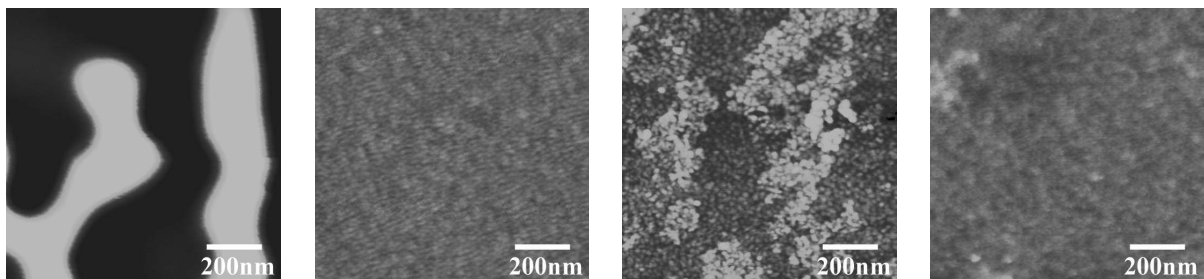
マイクロ流路や微細なピラー構造といったナノメートルサイズの構造を利用した、DNA やタンパク質の分離・分析などのバイオ MEMS の技術が注目されている。本研究では、磁性薄膜におけるナノサイズの磁区構造を利用して、特定の高分子を吸着・分離するための基礎的検討を行った。工場排水から酸化鉄の粒子を除去する高勾配磁気分離では、数 $100\mu\text{m}$ 径程度の磁性ワイヤーを利用して、磁界勾配を作り出しているが、磁性薄膜の表面には、サブミクロンサイズの磁区構造によって、2桁以上大きな磁界勾配が生じている。ここでは、この大きな磁界勾配による常磁性高分子の吸着について調べた。

実験方法

実験には、熱酸化膜付き Si を基板として、substrate/SiN(20nm)/Pt(20nm)/[Co(0.6nm)/Pt(1.6nm)]₂₀/Pt(5nm) という構成の Co/Pt 多層膜を用いた。分子中に Fe 原子 1 個を含む常磁性体の Hemin(C₃₄H₃₂ClFeN₄O₄) の粉末 6mg を、純水 100ml と 28% のアンモニア水 0.3ml の混合液に溶解させた溶液に、サンプルを 1 分間浸した。このとき、成膜したままのサンプルと磁界をかけて磁化を飽和させたサンプルについて、同様の操作を行った。それぞれのサンプルについて、磁気力顕微鏡(MFM) および原子間力顕微鏡(AFM)を用いて、磁区構造と表面の凹凸を観察した。また、二次イオン質量分析装置(SIMS)で Fe 原子の存在を調べることによって、膜表面の Hemin 粒子の存在を確認した。

実験結果

400emu/cc の飽和磁化を持ち、大きな垂直磁気異方性を示す Co/Pt 多層膜の MFM 像を Fig.1(a)、AFM 像を Fig.1(b)に示す。MFM により、磁区幅が約 200nm で、コントラストが非常に良い磁区像が得られた。これは、膜面に正・負の磁極が分布し、磁化方向が反転する磁壁の近傍に大きな磁界勾配が発生していることを示している。また、AFM 像から、表面の粗さ RMS は 0.198nm を示し、非常にフラットな表面であることが分かる。Fig.1(c)に成膜したサンプルを Hemin 溶液に浸けた後の AFM 像、Fig.1(d)に磁界を印加し磁区構造を消した後で Hemin 溶液に浸けたサンプルの AFM 像を示す。Fig.1(c)から、磁区構造程度の幅で、4nm 程度の凹凸が存在することが分かる。このとき、RMS は 0.804nm と大きくなっており、磁区構造に沿って Hemin 粒子が捕捉されたものと考えられる。Fig.1(d)と比較しても、表面の凹凸が非常に大きいことが分かる。SIMS においても、Fig.1(c)のサンプルから Fe 原子の存在が確認された。以上のことから、磁区構造を持つ Co/Pt 多層膜表面には、常磁性微粒子である Hemin が吸着されることが実証されたものと考えられる。また、磁界の印加により、磁区構造を消すことで、常磁性粒子を解放することが可能であると期待される。



(a) (b) (c) (d)

Fig.1 Co/Pt 多層膜 (a)MFM 像,(b)AFM 像,(c),(d)Hemin 溶液 dip 後 AFM 像

【学会発表等】

第 34 回日本磁気学会学術講演会(2010)