

修士学位論文概要

題目 垂直磁化膜表面に発生する高磁界勾配を利用した常磁性微粒子の捕捉

氏名 丸山 晃司

【概要】

はじめに

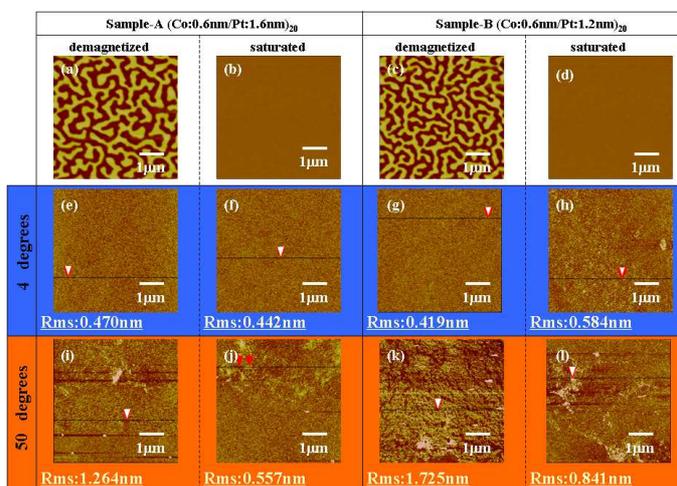
マイクロ流路や微細なピラー構造を利用した、DNA やタンパク質の分離・分析などの技術が注目されている。本研究では、磁性薄膜におけるナノサイズの磁区構造を利用して、特定の高分子を吸着・分離するための基礎的検討を行った。工場排水から酸化鉄の粒子を除去する高勾配磁気分離では、数 100 μm 径程度の磁性ワイヤーを利用して、磁界勾配を作り出しているが、磁性薄膜の表面には、サブミクロンサイズの磁区構造によって、より大きな磁界勾配が生じている。ここでは、大きな磁界勾配による強磁性微粒子と常磁性高分子の吸着について調べた。

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(X nm)/Pt(Y nm))_N/Pt(5nm) という構成の Co/Pt 多層膜を用いた。Co 膜厚 X、Pt 膜厚 Y、そして周期 N を変えることにより、磁気特性や磁区構造を制御した。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ものを試験液として用いた。成膜した 2 つのサンプル (A(Co:0.6nm/Pt:1.6nm)₂₀、B(Co:0.6nm/Pt:1.2nm)₂₀) のそれぞれについて消磁状態のサンプルと膜面直方向に磁界をかけて磁化を飽和させたサンプルの計 4 つを、4°C 又は 50°C にした hemin 試験液中に 1 日 (24 時間) 固定保持した。それぞれのサンプルについて、交番磁界勾配型磁力計 (AGM)、磁気力顕微鏡 (MFM) および原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて、磁気特性、磁区構造そして表面モフォロジーを観察した。

実験結果

2 つのサンプル A、B それぞれの飽和磁化の値は 470emu/cc、580emu/cc であり、表面平坦性を示す Rms の値は 0.381nm、0.375nm と表面の粗さが同程度であった。消磁状態においては図 1(a)(c) の MFM 像の様に、サンプル A、B でそれぞれ磁区幅 300nm、200nm 程の迷路磁区構造を示す。一方、磁界をかけると図 1(b)(d) の様に磁区構造を消すことができた。4°C の Hemin 試験液に浸けたサンプルの AFM 像を図 1 (e)(f)(g)(h) に、50°C の Hemin 試験液に浸けたサンプルの AFM 像を図 1 (i)(j)(k)(l) に示す。50°C の液に浸けたほう Rms がより大きな値を示しており多くの Hemin が吸着しているものと考えられる。また、磁化の大きいサンプル B でより多くの微粒子が吸着されている。以上により溶液の温度を上げ、磁化の大きな Co/Pt 多層膜を用いた場合には、磁化率の小さな常磁性微粒子でも補足をすることができることが確認された。



- ・(Co:0.6nm/Pt:1.6nm)₂₀ のサンプルの (a) 消磁状態 (b) 飽和状態の MFM 像
- ・(Co:0.6nm/Pt:1.2nm)₂₀ のサンプルの (c) 消磁状態 (d) 飽和状態の MFM 像
- ・4°C の Hemin 試験液に (e) 消磁状態 (f) 飽和状態の (Co:0.6nm/Pt:1.6nm)₂₀ のサンプル浸けたあとの AFM 像
- ・4°C の Hemin 試験液に (g) 消磁状態 (h) 飽和状態の (Co:0.6nm/Pt:1.2nm)₂₀ のサンプル浸けたあとの AFM 像
- ・50°C の Hemin 試験液に (i) 消磁状態 (j) 飽和状態の (Co:0.6nm/Pt:1.6nm)₂₀ のサンプル浸けたあとの AFM 像
- ・50°C の Hemin 試験液に (k) 消磁状態 (l) 飽和状態の (Co:0.6nm/Pt:1.2nm)₂₀ のサンプル浸けたあとの AFM 像

図1 使用したCo/Pt多層膜のMFM像とHemin試験液(4°C or 50°C)に浸けた後のAFM像

【学会発表等】

平成 24 年度 電気関係学会東海支部連合大会