

EASA 法で成膜した磁性金属を内包するメソポーラスシリカ薄膜のバイアス電場の効果

市村明雄、榮岩哲二

(信州大学大学院 理工学系研究科 情報工学専攻)

Effect of bias voltage to mesoporous silica including magnetic metal formed by EASA method

Akio Ichimura, Tetsuji Haeiwa

(Faculty of Engineering, Graduate School of Science and Engineering, Shinshu Univ.)

はじめに

磁性ナノワイヤや磁性ナノアレイ細線は、高感度磁気センサ材料として期待されており、一般にはリソグラフィ技術による表面加工によって研究されている。一方、界面活性剤の集合体を鋳型として形成されるメソポーラス材料の細孔を利用することで、リソグラフィでは困難な数 nm 径の太さの磁性ナノワイヤの規則配列が実現できると期待されている。A.Walcarius[1]らは EASA 法により表面に細孔を有するメソポーラス薄膜が成膜されることを報告している。我々は同方法による垂直配向メソポーラス薄膜を磁性ナノワイヤ合成の鋳型として利用することを試みているが、初期成長層に細孔を持たないスポンジ層が存在することが細孔内への磁性金属の充填を妨げていることが分かった。

本研究では、EASA 法によるメソポーラス薄膜の合成に先立ち、基板にバイアス電場を印加することで初期成長層の細孔率の向上を試みたので報告する。

実験方法

基板には Cu を真空蒸着したガラス基板及び低抵抗シリコンウェハ基板を用いた。界面活性剤には STAC(トリメチルステアリルアンモニウムクロリド)を用いた。成膜の 60 秒前に、外部の SUS 板と基板との間に、外部電源を用いて 0-500V の範囲のバイアス電圧を印加した。メソポーラスシリカ薄膜の成膜にはポテンショスタットを用い、銀-塩化銀参照電極に対し、-1.0V の電位を印加してメソポーラスシリカ薄膜を成膜した。成膜したメソポーラスシリカ薄膜は FE-SEM を用いて表面構造を観察し、磁化特性は試料振動型磁力計を用いて評価した。

実験結果

Fig1 にバイアス電圧 100V を印加した際の SEM 像を示す。赤線で囲った部分にはメソ孔が確認されず、スポンジ層であると考えられる。SEM 像から、スポンジ層を除いた領域の割合を細孔率とし、バイアス電場依存性を評価した。

Fig2 に細孔率のバイアス電圧依存性を示す。バイアス電圧 0V の時 35.1%であった。細孔率は、バイアス電圧 100V で最大 90.2%となり、それ以上の電圧では電圧の上昇とともに減少することが分かった。バイアス電圧を印加することによって、前駆体溶液内の STAC の陽イオンが基板付近に引き寄せられ、無バイアスに比べ STAC 濃度が増加し、自己組織化率を高め、細孔率が上がったと考えられる。

Fig3 に Co パルスめっきをしたメソポーラスシリカ薄膜の磁化曲線を示す。ヒステリシスの無い常磁性的な磁化曲線となった。Co は微粒子状態で孤立・分散しているものと思われる。Co による磁化が確認できたが、現状では Co による磁化がごく僅かであるため、めっき条件について更に検討する必要がある。

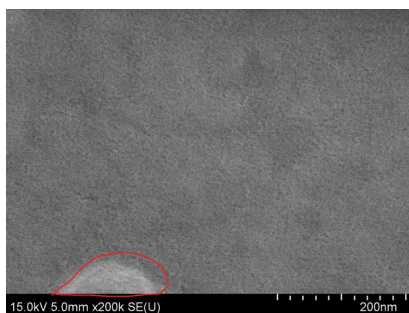


Fig1. Image of SEM

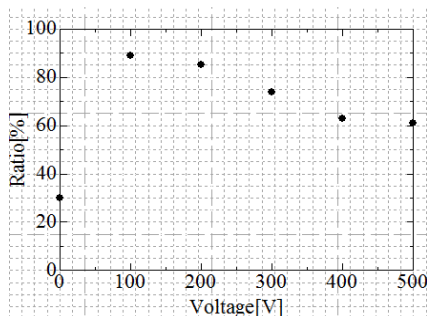


Fig2. Relationship of bias voltage and ratio of meso pore area

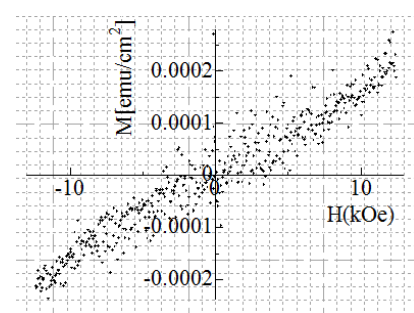


Fig3. Magnetization curve

謝辞

本研究は JSPS 科研費 15K05982 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] A.Goux, M.Etienne, E.Aubert, C.Lecomte, J.Ghanbaja, A.Walcarius. Master. 21, 731-741,(2009).