

課題番号 : F-18-NU-0061  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 磁性/非磁性の多層構造を有する磁性ナノワイヤーにおける巨大磁気抵抗効果の観測  
 Program Title (English) : Measurements of Giant Magnetoresistance Effect in Magnetic Nanowires with Magnetic/Nonmagnetic Multilayer Structures  
 利用者名(日本語) : 山田啓介, 菊池真由, Anissa Binti Azizan  
 Username (English) : K. Yamada, M. Kikuchi, A. B. Azizan  
 所属名(日本語) : 岐阜大学工学部化学・生命工学科  
 Affiliation (English) : Faculty of Engineering, Gifu University  
 キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積, スパッタリング, 磁性ワイヤー, 電着法

### 1. 概要(Summary)

多層磁性ナノワイヤーは、ナノスケールの直径とマイクロスケールの長さを持つワイヤーで、小型電子関連機器の次世代磁気センサ素子としての応用が期待されている。本研究の最終的目的地は、水溶液電着法により作製した磁性/非磁性ナノワイヤーの電気的な磁気特性である巨大磁気抵抗(GMR)効果を測定し、多層構造を持つ特徴的な物性について明らかにすることである。

今回、電着法で多層構造の磁性ナノワイヤーを作製するために必要な条件を探るために、名古屋大学・微細加工ナノプラットフォーム施設のマグネトロンスパッタ装置を用いて、Si 基板上に Cr/Au 膜のスパッタを行い、電極を作製した。Ni/Cu 混合溶液中で Cr/Au 電極を用いて Ni を成膜し、Ni 電着電位における Cu 析出の割合を調べた。また得られた電着条件を用いて、ポリカーボネート細孔テンプレート(PC)に Ni/Cu/.Ni の構造を作製し、磁性ナノワイヤーの磁化特性についても調べた。

### 2. 実験(Experimental)

#### 【利用した主な装置】

3 元マグネトロンスパッタ装置

#### 【実験方法】

電極は、逆スパッタで表面をクリーニングした Si 基板上に Cr(5)/Au(100 nm)のスパッタを行い作製した。電着では、①Ni:0.50 M, ② Ni:0.50 M, Cu:0.01 M, ③ Ni:1.00 M, Cu:0.01M の混合溶液と電極を用いて 1  $\square$ m 厚の Ni 膜を作製し、Cu 析出割合を調べた。電着した Ni 膜は VSM を用い磁化測定を行い、EDX による組成分析により Ni 膜内の Ni 割合を調べた。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

③の試料は、電着における電荷効率率は 82%と高く、Ni 割合が 81%と Cu の析出を抑えることができた。③、は②の条件よりも良い結果となったため、③の条件を用いて PC 中に Ni/Cu/Ni の磁性ナノワイヤーを作製した。Ni 層の厚さ 3  $\mu$ m とし Cu 層の厚さ( $d_{Cu}$ )が異なる試料の磁化曲線における角形比を比べた。その結果を Fig.1 に示す。角形比は、 $d_{Cu}$  の増加に伴い減少していた。これは、上下層の磁性層の磁氣的相互作用が強くなるために磁化反転挙動が異なるからである。

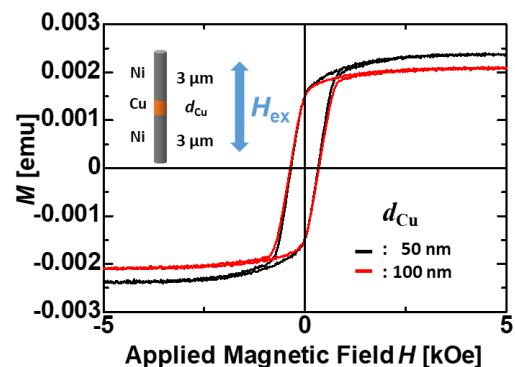


Fig. 1 Hysteresis loops for samples

### 4. その他・特記事項(Others)

・本研究は、名古屋大学、岩田聡教授、加藤剛志准教授、大島大輝助教、熊沢正幸技術補佐員のご協力のもと、研究が行われました。

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) K. Yamada et. al., 9th Joint European Magnetic Symposia, 平成 30 年 9 月 6 日
- (2) 菊池真由,他, 第 79 回・応用物理学会秋季学術講演会, 平成 30 年 9 月 20 日

### 6. 関連特許(Patent)

なし。