

## $Co_2Fe(AlSi)-Al_2O_3$ グラニューラー多層膜における 磁気抵抗効果の熱処理温度依存性

石井良亮、藤原裕司、前田浩二、加藤剛志\*、大島大輝\*、神保睦子\*\*、小林正、岩田聡\*  
(三重大工、\*名古屋大工、\*\*大同大)

Annealing temperature dependence of MR ratio of  $Co_2Fe(AlSi)-Al_2O_3$  granular films

R. Ishii, Y. Fujiwara, K. Maeda, T. Kato\*, D. Ohshima\*, M. Jimbo\*\*, T. Kobayashi, S. Iwata\*  
(Mie Univ., \*Nagoya Univ., \*\*Daido Univ.)

### はじめに

グラニューラー膜に高スピン分極率を示す  $Co_2FeAlSi$  (CFAS)<sup>1)</sup> を用いることで MR 比の向上が期待できるが、CFAS を規則化させるためには、540°C 以上での熱処理が必要であると報告されている。<sup>2)</sup> これまでの我々のグループでは絶縁膜/CFAS/絶縁膜の構成でグラニューラー膜を作製していたが、300°C-400°C の熱処理で MR 比が低下した。これは熱処理により、微粒子間距離が大きくなりすぎたことが原因であると推測している。本研究では、多層構造を導入した  $(Co_2Fe(AlSi)/AlO_x)_n$  のグラニューラー多層膜を作製し、熱処理を行ったのでその結果を報告する。

### 実験方法

薄膜作製は RF 及び DC マグネトロンスパッタリング法を用いた。スパッタガス Ar、1.0Pa 中で熱酸化膜付き Si 基板に  $((Co_2FeAl_{0.5}Si_{0.5}(t_{CFAS})/絶縁体(t_{AlO}))$  を n 層堆積させた。また、 $1.2 \times 10^{-5}$ Pa 以下で 1 時間、200°C-600°C で熱処理を施した。TMR 効果は直流 2 端子法で最大印加磁界 ±15kOe で測定し、また、磁気特性は VSM 及び AGM で測定した。

### 実験結果

Fig. 1 は  $t_{CFAS}=1.0$ nm の比抵抗の熱処理温度依存を示す。 $t_{AlO}=0.5, 1.0$ nm の時、熱処理温度の増加とともに比抵抗は減少した。比抵抗の値が  $10^2 \mu\Omega \cdot cm$  程度と金属の値に近くグラニューラー薄膜として成膜できていないことが原因と推測される。一方が、 $t_{AlO}=3.0, 4.0$ nm では、比抵抗は上昇していた。Fig. 2 は  $t_{CFAS}=1.0$ nm の MR 比の熱処理温度依存である。 $t_{AlO}=0.5, 1.0$ nm では MR が得られなかった。 $t_{AlO}=3.0$ nm では 400°C まで MR 比は上昇し、最大 MR 比 5.5% を記録したが、その後減少した。 $t_{AlO}=4.0$ nm の時、熱処理温度 600°C まで MR 比は上昇し、600°C で最大 MR 比 6.0% を得た。 $t_{AlO}=3.0, 4.0$ nm、熱処理温度 600°C の試料の MR ループを Fig. 3 に示す。 $t_{AlO}=4.0$ nm では超常磁性的な特徴を示しているが、 $t_{AlO}=3.0$ nm では強磁性的な性質を示している。従って、 $t_{AlO}=3.0$ nm では微粒子が大きくなったことで MR が低下したものと考えられる。一方で、 $t_{AlO}=3.0$ nm の磁化曲線からは MR 曲線で確認されたほどの保磁力は確認されておらず、電流がグラニューラー膜全体を一様に流れていない可能性がある。

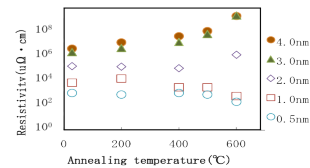


Fig. 1 Annealing temperature dependence of Resistivity

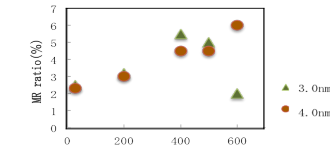


Fig. 2 Annealing temperature dependence of MR ratio

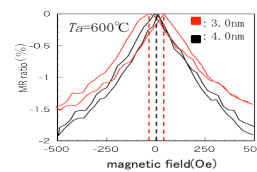


Fig. 3 MR loop at annealing 600°C

### 参考文献

- 1) N. Tezuka and N. Ikeda and S. Sugimoto and K. Inomata: Appl. Phys. Lett. 89, 252508 (2006)
- 2) W. Wang et al: Appl. Phys. Lett. 92, 221912 (2008)