

電気化学に関する環太平洋地域国際会議（Prime 2012）に参加して

工学研究科 総合工学専攻 化学・物質工学コース 博士前期課程 2年 合屋直樹
（派遣期間：平成 23 年 10 月 7 日～平成 23 年 10 月 13 日）

私は、電気化学に関する環太平洋地域国際会議(Prime 2012)に参加し、研究成果発表 (title: CPP-GMR of Co/Cu Multilayered Nanowires Electrodeposited into Anodized Aluminum Oxide Nanochannels with Large Aspect Ratio) ならびに電気化学的手法により作製された機能性材料の新規物性等に関し情報収集しましたので、その概要を報告いたします。

1. 国際会議の概要

電気化学に関する環太平洋地域国際会議（Prime 2012）は、アメリカ電気化学会と日本電気化学会との共催による国際会議であり、その他、日本応用物理学会、韓国電気化学会、中国電気化学会、オーストラリア電気化学会等も協賛しており、全世界から、専門分野の研究者や技術者が集まる大規模な国際会議である。ハワイ・ホノルルにあるコンベンションセンターで 6 日間（平成 23 年 10 月 7 日～平成 23 年 10 月 12 日）に亘り、電気化学に関する 10 分野のシンポジウムが実施された。図 1 に、国際会議場ホール前での様子、図 2 に、著者による研究成果発表の様子を示す。



図 1. コンベンションセンター（ハワイ・ホノルル）国際会議場ホール前にて（右側：著者）

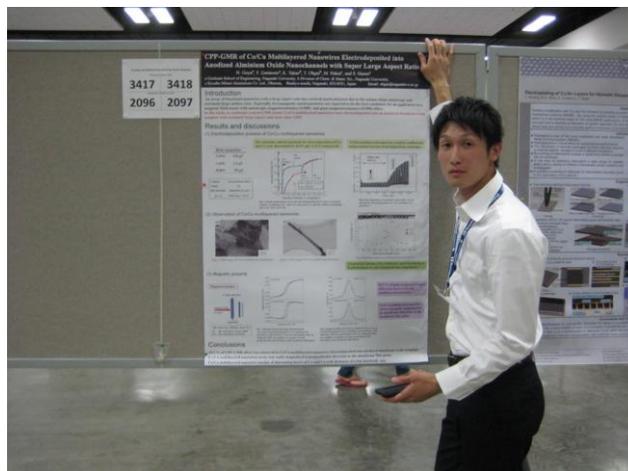


図 2. 著者による研究成果発表の様子（コンベンションセンター国際会議場ホール内にて）

2. 発表内容と成果

発表題目：電析 Co/Cu 多層ナノワイヤー配列素子の作製とその CPP-GMR 特性評価

発表内容：厚さ 60 μm の陽極酸化アルミナメンブレンフィルター中の高アスペクト比形状のナノチャンネル内へコバルト 10 nm と銅 10 nm を交互に積層させた Co/Cu 多層ナノワイヤーを電析法により作製した。Co/Cu 多層ナノワイヤーの成長速度は、約 30 nm/sec であり、

アスペクト比は、約 1,000 に到達した。直径 60 nm の Co/Cu 多層ナノワイヤーは、その一軸形状異方性により、長軸方向に容易に磁化した。3,000 層のバイレイヤーからなる Co/Cu 多層ナノワイヤーは、10.5 % の界面垂直型巨大磁気抵抗効果を示すことが判明した。図 1 に電析 Co/Cu 多層ナノワイヤー配列素子の磁化曲線を示す。保磁力は約 1kOe であり、陽極酸化アルミナ皮膜の膜面に対して垂直方向に磁化する垂直磁化膜となった。これは、アスペクト比の大きなナノワイヤーの長軸方向が膜面垂直方向に配列した構造の場合、長軸方向の反磁界係数が小さくなる形状磁気異方性により、膜面垂直方向が磁化容易方向となったものと推定される。図 2 に Co/Cu 多層ナノワイヤーの磁気抵抗曲線を示す。超高アスペクト比形状（長さ $L = 60 \mu\text{m}$, 直径 $d = 60 \text{ nm}$, アスペクト比 $L/d = 1000$ ）を有する多層ナノワイヤー（Co 層厚さ: 10nm, Cu 層厚さ: 10 nm）は、膜面内磁化および膜面垂直磁化された何れの場合においても、10.5 % の CPP-GMR 特性を示した。特に、膜面垂直磁化された場合、異方性磁界が小さくなり、磁気抵抗変化率 dM/dH が大きくなることが判明した。

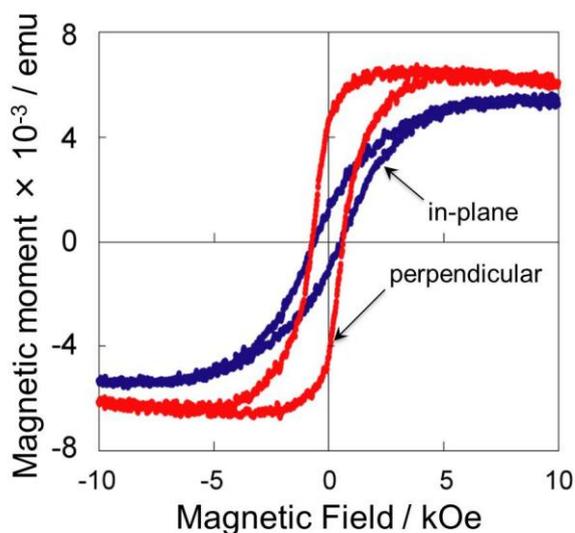


図 1. 電析 Co/Cu 多層ナノワイヤー配列素子の磁化曲線

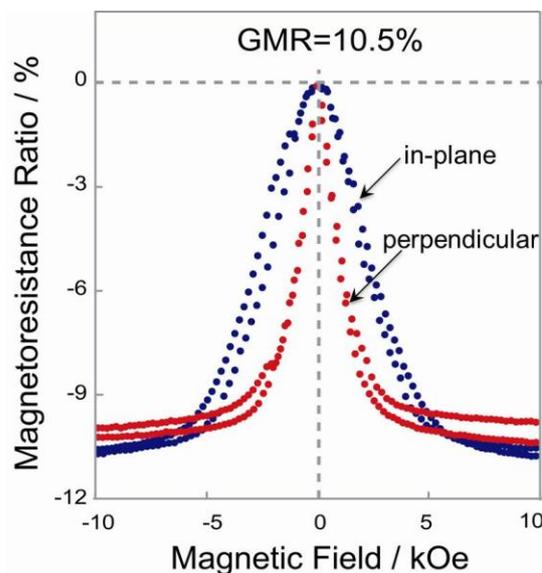


図 2. 電析 Co/Cu 多層ナノワイヤー配列素子の磁気抵抗曲線

Co/Cu multilayered nanowires with alternating Co and Cu layers of 10 nm in thickness were electrodeposited into extremely long nanochannels of anodized aluminium oxide thick films with 60 μm in thickness. Growth rate of Co/Cu multilayered nanowires was around 30 nm/sec and the cylindrical shape was precisely transferred from the nanochannels to the nanowires and the aspect ratio reached up to ca. 1,000. Co/Cu multilayered nanowires with diameter 60 nm were easily magnetized to the long axis direction of nanowires due to the uni-axial shape anisotropy. 10.5 % of perpendicular giant magnetoresistance effect was observed in Co/Cu multilayered nanowires with 3,000 Co/Cu bilayers.

3. 今後の展望と感想

本研究の今後の展望として、以下の事項を明確にする必要がある。

- ・透過型電子顕微鏡 (TEM) を利用して、Co/Cu 多層ナノワイヤーの微細組織を観察する。
- ・X 線回折法 (XRD) を利用して、Co/Cu 多層ナノワイヤーの構成相を調査する。
- ・電析 Co/Cu 多層ナノワイヤー試料を熱処理し、格子欠陥等を除去する。
- ・磁性層を Co 層から Co-Ni 合金層に変更し、耐食性を向上させる。
- ・電析浴を硫酸塩浴からスルファミン酸塩浴に変更し、電析試料の内部応力を低減させる。

今回の国際会議 (Prime 2012) に参加して得られた感想を以下に記載する。

- ・磁性材料や半導体材料等の機能性材料の電気化学的合成法に関して、海外の著名な研究者と研究発表を通じて討論でき、大変良い経験となった。この経験を生かして、今後の研究を更に進展させたい。