

課題番号 : F-21-TT-00018  
利用形態 : 技術代行、機器利用  
利用課題名(日本語) : 磁気熱電発電効果に関する研究  
Program Title (English) : Study on magnetic thermoelectric effects  
利用者名(日本語) : 田辺賢士、アハメット ヤグムール  
Username (English) : Kenji Tanabe, Ahmet Yagmur  
所属名(日本語) : 豊田工業大学工学部先端工学基礎学科  
Affiliation (English) : Toyota Technological Institute  
キーワード/Keyword : 形状・形態観察, 原子間力顕微鏡, スピントロニクス

## 1. 概要(Summary)

熱電発電技術は持続可能な社会の実現に向けて注目されている。その中でも磁性体を用いた発電効果(磁気熱電発電効果)の一つであるスピンゼーベック効果は薄膜を成膜できるだけで発電することから、低コスト化に期待されている。スピンゼーベック効果は主に、 $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ などの強磁性絶縁体と Pt に代表される重金属薄膜の界面で生じる現象である。それ故、 $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ /Pt の界面状態、 $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  の質、Pt の膜質が、大きな影響を与える。液相エピタキシー法と、高周波スパッタ法を用いて作製された  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  薄膜を用いて、スピンゼーベック効果を調べたところ、液相エピタキシー法の薄膜の方が数倍大きな熱起電力が発生することが明らかになった。この原因を調べるために、液相エピタキシー法と、高周波スパッタ法で作製された  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  薄膜の表面状態についてプローブ顕微鏡を用いて明らかにすることにした。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

ナノ物性測定用プローブ顕微鏡システム

### 【実験方法】

ナノ物性測定用プローブ顕微鏡システムの原子間力顕微鏡モードを用いて、2 種類の手法で作製された  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  薄膜の表面状態を観察し、ラフネスを調べた。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

FIG. に示すのが測定された原子間力顕微鏡画像である。スパッタ法で作製された薄膜では (FIG. (a))、 $1 \mu\text{m}$  程度の微結晶が、 $20 \text{ nm}$  程度の厚みで析出しているのがわかる。一方、液相エピタキシー法で成膜された薄膜では (FIG. (b))、 $1.0 \text{ nm}$  以上の凸凹は観測されず、清浄な表面が作製できていることがわかる。

ラフネスを求めると、スパッタ法で  $2.23 \text{ nm}$ 、液相エピタキシー法で  $0.224 \text{ nm}$  であった。原子サイズと同程度のラフネスが実現していることがわかる。スピンゼーベック効果で表れた熱起電力の違いは、この膜質の差が原因となっていると考えられる。

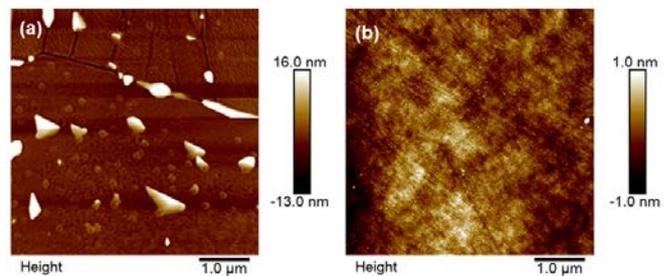


FIG. Atomic force microscopy images of the surfaces on  $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$  films deposited by the rf sputtering (a) and liquid phase epitaxy (b) methods.

## 4. その他・特記事項(Others)

A. Yagmur, S. Sumi, H. Awano and K. Tanabe, Interface and bulk induced spin-to-charge conversion at TbCo/Pt/YIG spin valve structure, 2022 Joint MMM-INTERMAG Conference 2022 年 01 月 10 日

A. Yagmur, S. Sumi, H. Awano, K. Tanabe, Spin-to-charge conversion mechanism in TbCo/Pt/YIG due to spin Seebeck effect 第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 2021 年 9 月 10 日

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

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。