

電気工学専攻 田島 研究室

国際学会『International Council on Electrical Engineering Conference 2022』において「BEST POSTER AWARD」受賞

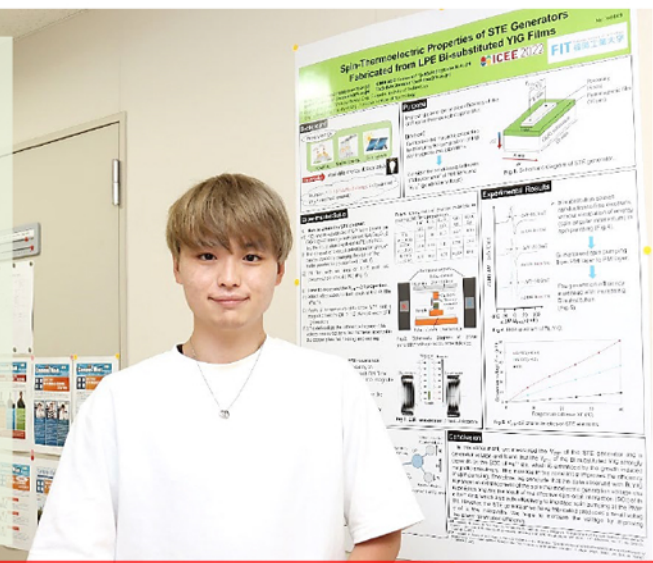
2022年6月28日(火)～7月2日(土)ソウルにおける対面とオンラインのハイブリッド形式にて開催された国際学会「International Council on Electrical Engineering Conference 2022 (ICEE2022)」において、修士課程 電気工学専攻 2年 田島研究室の加納 侑弥さんのポスター発表が「BEST POSTER AWARD」を受賞しました。

タイトルは「Spin-thermoelectric Properties of STE Generators Fabricated from LPE Bi-substituted YIG Films」(Bi置換 YIG 膜を用いたスピン熱電発電素子の発電電圧向上の検討)です。

「Spin-thermoelectric Properties of STE Generators Fabricated from LPE Bi-substituted YIG Films」

(Bi置換 YIG 膜を用いたスピン熱電発電素子の発電電圧向上の検討)

近年、身の回りの廃熱を利用して発電する熱電発電技術に注目が集まっています。本研究では、熱電発電技術の一つであるスピン熱電発電 (STE: spin thermoelectric)技術に着目しました。STE 発電素子は、強磁性体と常磁性金属膜層のシンプルな構造になっているため、従来の熱電素子よりも形状の自由度が高いです。しかし現状では発電効率が小さいという課題があります。そこで、より高い熱電発電電圧を得る事を目的として、YIG(イットリウム鉄ガーネット)の Y を Bi(ビスマス)置換した Bi:YIG 膜を液相成長法で作製し、発電効率の向上を目指しました。



修士課程 電気工学専攻 2年 田島研究室

加納 侑弥 さん (小倉高校出身)

実験方法

Experimental Setup

1. How to create the STE element.

(1) YIG and Bi-substituted YIG* were grown on GGG (gadolinium gallium garnet: $Gd_3Ga_5O_{12}$) by the liquid phase epitaxial (LPE) method.
※ The amount of bismuth substituted for yttrium can be varied by changing the ratio of the metal powder to be dissolved. (Tab.1).

Tab.1. Mixing ratio of powder materials in making FMI films preparation.

	PbO (g)	Bi ₂ O ₃ (g)	Fe ₂ O ₃ (g)	Y ₂ O ₃ (g)	Bi ₂ O ₃ (g)
YIG (x=0.00)	50.0	1.00	4.12	0.417	0.00
Bi:YIG (x=0.30)	35.0	0.70	4.11	0.291	14.0
Bi:YIG (x=0.65)	35.0	0.70	4.23	0.299	17.0

(2) Pt film with an area of $1 \times 8 \text{ mm}^2$ as paramagnetic metal (PM) (Fig.1).

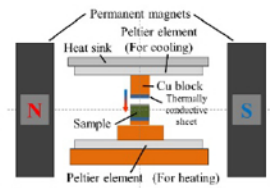


Fig.2. Schematic diagram of power generation voltage measurement device.

2. How to measure the $V_{STE} - \Delta T$ properties.

(1) Attach electrodes to both ends of the Pt film (Fig.1).

(2) Apply a temperature difference ΔT° and a magnetic field H ($26 \times 10^3 \text{ A/m}$) to each STE generators.

※ ΔT is defined as the difference between the values measured by a thermometer inserted in the copper plate for heating and cooling.

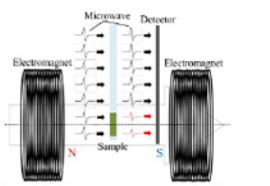


Fig.3. ESR measurement principal diagram.

3. How to measure the FMI resonance.

(1) The magnetic field generated by an electromagnet is applied to each FMI films and change the direction of the magnetic moment.

(2) The microwave is irradiated to obtain the precessional motion of spins.

(3) The magnetic relaxation is discussed by measuring the half-width ΔH

研究成果と今後の展望

Experimental Results

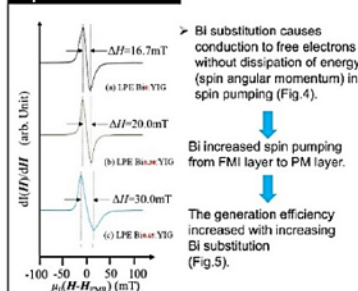


Fig.4. FMR spectrum of Bi:YIG.

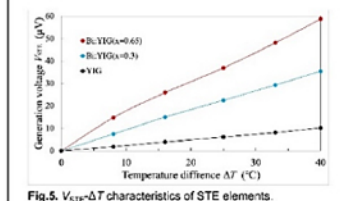


Fig.5. $V_{STE} - \Delta T$ characteristics of STE elements.

液相成長の YIG 膜と Bi 置換 ($Y_{3-x}Bi_x$) $_3Fe_5O_{12}$ 膜を用いた STE 素子の発電電圧と温度差 ΔT の関係を図に示す。Bi 置換 YIG 膜の Bi 置換量に比例して発電電圧が増加する事が分かった。また LPE 法で Bi:YIG 膜を成長させる事で、膜に大きな成長誘起磁気異方性が生起することが確認されており、その成長誘起磁気異方性が発電効率向上に寄与していると、FMR スペクトルの測定結果から考察できた。

本研究では、LPE Bi 置換 YIG 膜を STE 素子に用いることで、発電電圧が向上する事が分かった。今後は、Bi 置換量を大きくした Bi:YIG 膜、あるいは新しい素材を用いた強磁性体を作製し、それを STE 素子に組み込むことで発電電圧をさらに向上させたい。