

RuO₂ 導電膜を用いた全酸化物型スピンゼーベック素子のアニール温度依存性

All-oxide spin Seebeck devices using RuO₂ films depending on annealing temperature

NEC¹, JST-ERATO², 東北大金研³, JST さきがけ⁴, 東北大 AIMR⁵, 原研⁶

○桐原 明宏^{1,2}, 石田 真彦^{1,2}, 井原 和紀^{1,2}, 岩崎 悠真¹, 染谷 浩子^{1,2}, 弓削 亮太¹,
内田 健一^{3,4}, 齊藤 英治^{2,3,5,6}, 萬 伸一^{1,2}

NEC Corp.¹, JST-ERATO², IMR, Tohoku Univ.³, JST-PRESTO⁴, AIMR, Tohoku Univ.⁵, JAEA⁶

○Akihiro Kirihiro^{1,2}, Masahiko Ishida^{1,2}, Kazuki Ihara^{1,2}, Yuma Iwasaki^{1,2}, Hiroko Someya^{1,2},
Ryota Yuge^{1,2}, Ken-ichi Uchida^{3,4}, Eiji Saitoh^{2,3,5,6}, and Shinichi Yorozu^{1,2}

E-mail: a-kirihiro@cw.jp.nec.com

スピンゼーベック効果を利用した熱電変換素子は、磁性絶縁体（酸化物）層と導電膜というシンプルな2層構造から構成することができ[1]、様々な場所に配置可能な熱流センサ等への応用が期待される。このうち逆スピンホール効果によって起電力を取り出す導電膜材料としては、これまで白金(Pt)などの貴金属が主に用いられていたが、素子の更なる高起電力化が求められることに加え、高い材料コストなどの点でも課題があった。今回は、導電膜材料として導電性酸化物である酸化ルテニウム(RuO₂)を用いたスピンゼーベック素子について報告する。

試料は、GGG 基板上に有機金属分解法(MOD 法)で形成した YIG 膜上に、室温下での反応性スパッタ法により 10nm 厚の RuO₂ 膜を成膜することで作製した。素子の熱電特性を評価した結果、興味深いことにポストアニール温度によって起電力の符号・大きさが変化するという結果が得られており(図1)、逆スピンホール効果が RuO₂ の結晶状態に依存する可能性が示唆される。また、 $T_a = 500^\circ\text{C}$ の温度でアニールした素子では Pt 膜を超える電圧出力性能が得られた(図2)。このような導電性酸化膜は安定で耐腐食性が高く、MOD 法といった塗布ベースのプロセスでも成膜可能であることから、Pt 代替用の導電膜として実装面でも有望な材料系であると期待される。

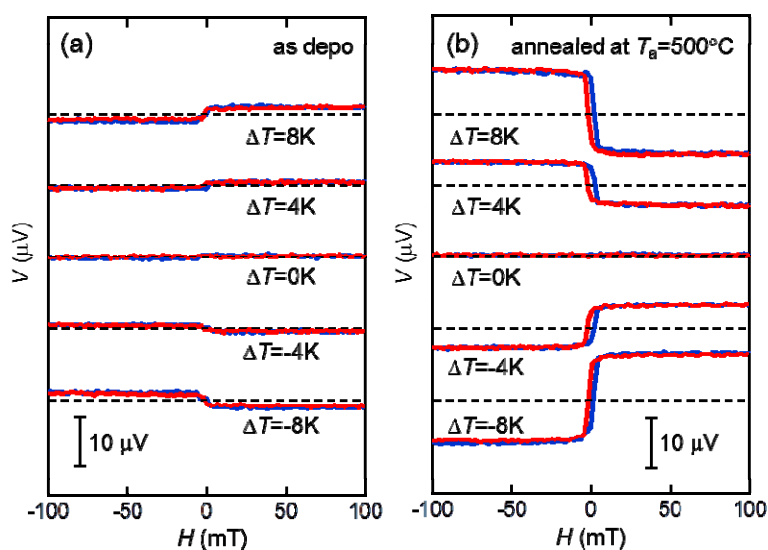


図1：アニール無しの場合(a)、及び $T_a = 500^\circ\text{C}$ でポストアニールを行った場合(b)の熱電素子起電力の外部磁場依存性。

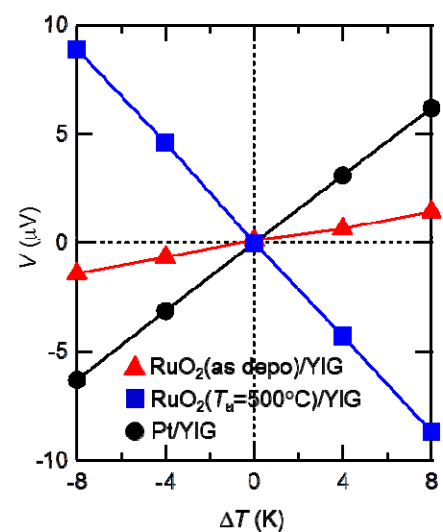


図2：導電膜として RuO₂ および Pt を用いた場合の起電力の温度依存性。

[1] A. Kirihiro, et al., Nature Mater. 11, 686 (2012).