

酸化物磁性体/非磁性金属界面への Ru 挿入による スピンゼーベック起電力の増加

中田記矢¹、中村瞭平¹、稲見翔¹、湯浅裕美^{1,2}

(1.九州大学、2.JST PRESTO)

Spin Seebeck voltage enhancement by inserting Ru layer into interface of oxidized magnetic material/nonmagnetic metal

F.Nakata¹, R.Nakamura¹, S.Inami¹, H.Yuasa^{1,2}

(1.Kyushu Univ. 2.JST PRESTO)

はじめに

熱電発電の一種であるスピンゼーベック発電について、その起電力を決定付ける重要なパラメータの一つであるスピンホール角に着目し、スピンゼーベック発電の起電力向上を図った。Ta や W は Pt よりもスピンホール角が大きいにも関わらず^{1),2),3)}、YIG と組み合わせたときの起電力は大きくない⁴⁾。この原因を YIG との界面の酸化によるスピンミキシングコンダクタンスの劣化と考えた。これを改善するため、Ta や W よりも酸化しにくいと報告されている Ta₅₀W₅₀ 合金を非磁性層に採用したところ⁵⁾、酸化抑制によるスピンミキシングコンダクタンスの改善は見られなかったが、Ta₅₀W₅₀ のスピンホール角が W よりも大きいことが分かった⁶⁾。本報告では、界面に酸化耐性の高い金属を挿入し、スピンミキシングコンダクタンスを改善する方針とした。

実験方法

磁性絶縁体として厚さ 1 mm のバルク焼結体 YIG を用い、その上に各種非磁性層をスパッタし試料を作成した。Fig.1 に示した熱付与機構を用いて試料に温度差を加え、起電力を測定し、スピンゼーベック係数を算出した。

実験結果

非磁性金属層の総膜厚 5 nm におけるスピンゼーベック係数の大きさを Fig.2 に示す。界面に何も挿入していない試料、界面の酸化を抑制すべく界面に Pt を 0.5 nm 挿入した試料、同じく界面に Ru を 0.5 nm 挿入した試料をそれぞれ作成した。ここで、Pt, Ru は Ta, W, Ta₅₀W₅₀ とスピンホール角の符号が逆であることに留意が必要である。界面に Pt を挿入した試料では、スピンミキシングコンダクタンスが劣悪な Ta, Ta₅₀W₅₀ では僅かにスピンゼーベック係数が増加したものの、大きな効果は得られなかった。次に、Ru を挿入した試料では、全ての試料でスピンゼーベック係数は増大し、バルク部分がスピンホール角の大きい Ta₅₀W₅₀ の試料で、今回作成した試料の中で最も大きなスピンゼーベック係数を示した。さらに、YIG/Pt に比べて YIG/Ru/Pt の起電力が大きいことから、Ru のスピンミキシングコンダクタンスが Pt より高いことが分かった。

謝辞

この研究は、JST さきがけ (No. JPMJPR15R8)、立石科学技術振興財団の支援を受け行われました。

参考文献

- 1) L.Liu *et al.*: Phys. Rev. Lett. 106, 036601 (2011) etc,
- 2) L.Liu *et al.*: Science 336 555 (2012). etc,
- 3) Qiang Hao *et al.*: Phys. Rev. Appl. 3, 034009 (2015). etc,
- 4) Ishida *et al.*: arXiv:1307.3320,
- 5) Yoda *et al.*: J. Japan Inst. Met. Mater. 361121 (1972)
- 6) Nakata *et al.*: The 64th JSAP spring meeting 14p-P10-78 (2017)

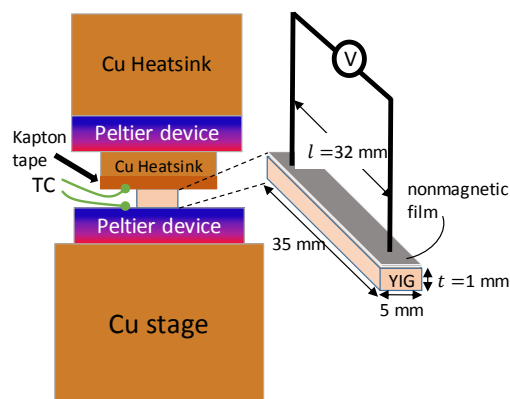


Fig1. Experimental structure.

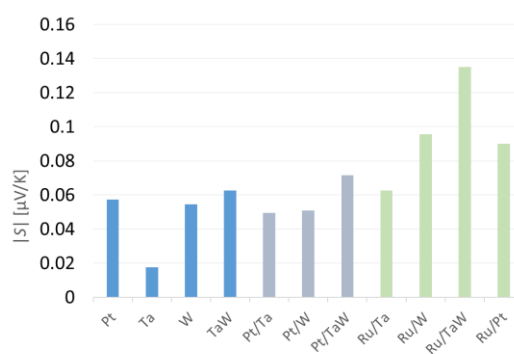


Fig2. Spin Seebeck coefficient dependence on materials.