

横型スピバルブを用いたスピン依存ペルチェ効果の観測

須小遼河、松田亮、伊藤大樹、有木大晟、大西紘平*、木村崇*
(九大理、*九大スピNSE)

Observation of the spin-dependent Peltier effect in lateral spin valve

R.Suko,R.Matsuda,D.Ito,T.Ariki,K.Ohnishi*,T.Kimura*

(Kyushu Univ., *Spin Research Center of Kyushu Univ.)

はじめに

異なる金属の接合面に電流を流すことでその界面に放熱又は吸熱現象が発生するペルチェ効果は広く知られているが、近年この効果が電流だけでなくスピン流を流すことでも生じることが知られている。我々は、特にスピン依存型のペルチェ効果について、興味を持っている。既に、熱スピン注入の実験において、強磁性体 CoFeAl(CFA) が非常に大きなスピン依存ゼーベック係数を持つことを報告しており、オンサーガーの相反定理から、CFA は高いスピン依存ペルチェ係数を持つと考えられる。今回はこの CFA を用いて、より効果的なスピン依存ペルチェ係数の観測を期待するべく実験を行ったので報告する。

実験方法

今回の実験では Cu と CFA の二つの金属細線からなる横型スピバルブ構造を電子線リソグラフィにより Si/SiO₂ 基板上に作成し、測定を行った。Fig.1 試作した素子の電子顕微鏡写真とスピン依存ペルチェ効果測定時の端子配置を示す。電気的非局所スピン注入とスピン吸収効果により、Cu1-CFA2 界面に純スピン流を注入し、その際に生じた発熱(吸熱)効果を、熱電対として付加した Cu2 および CFA2 電極のゼーベック電圧により評価した。測定には交流電源を用い、外部磁場を付加した上で、ロックインアンプによって信号検出をおこなった。

また測定温度を室温から 2.4K まで変化させ、測定温度と得られた信号の相関にも着目した。

実験結果

Fig.2 は、Fig 1 の端子配置において測定温度 20K で観測された電圧の磁場依存性である。得られた曲線は、横型スピバルブにおけるスピン流検出の際に観測されるスピン信号に類似している。この結果から、CFA2 内部の磁化方向と電子スピン流の持つスピン方向の関係が CFA2-Cu2 検出端子の温度変化に関係していることがわかり、これはスピン依存ペルチェ効果によって発生した熱流が検出端子の温度変化を誘発していることを強く示唆している。得られた信号と CFA-Cu の相対ゼーベック係数のデータから検出端子の温度変化は 0.5mK 程度であることが分かった。

加えて発表では他の強磁性金属でのスピン依存ペルチェ信号とその温度依存性について報告する。

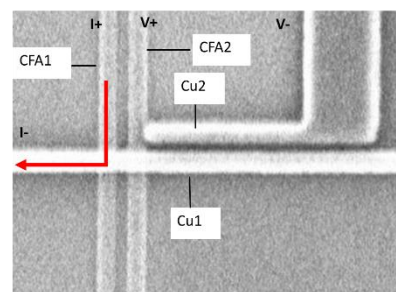


Fig.1 the lateral spin valve structure

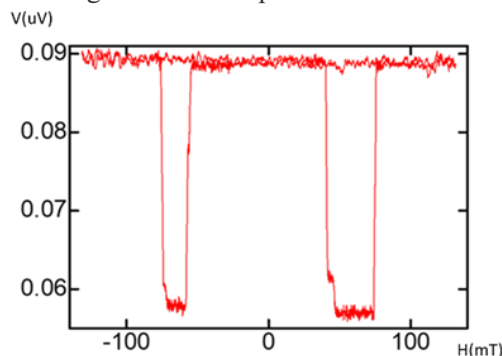


Fig.2 spin-dependent Peltier signal on 20K

参考文献

- J. Flipse, F. L. Bakker, A. Slachter, nature nanotechnology, Vol.7, p.166-168 (2012)
- A. Slachter, F. L. Bakker, B. J. van Wees, Phys. Rev. 84, 174408 (2011)