

高周波誘導起電力測定による半導体/磁性体界面におけるスピン流電流変換物性測定

Spin / charge conversion in semiconductor / ferromagnet interfaces

probed by inductive measurement

°重松 英¹, Lukas Liensberger², Mathias Weiler², 大島 諒¹, 安藤 裕一郎¹, 新庄 輝也¹,Hans Hübl², 白石 誠司¹京大院工¹, Walther Meißner Institute²

E-mail: shigematsu.ei.74w@st.kyoto-u.ac.jp

スピンプンピングを用いた直流スピンホール起電力の測定によって、固体中におけるスピン流電流変換物性が明らかにされてきた。しかし、特に非磁性体/磁性体の二層構造ではスピン流電流変換とは別起源である起電力の重畳が課題となってきた。例として、マイクロ波電界成分と歳差磁化の位相差に起因する異常ホール効果[1]や磁性体における表面波モードによる熱輸送効果に起因するゼーベック起電力成分[2]が挙げられる。とりわけ、スピン流電流変換効率が低くゼーベック係数が高い物質の測定ではこれらの直流起電力の重畳を排除した測定法が求められてきた。Bergerらは、金属/磁性体界面において、交流スピン注入によるスピン流電流変換を誘導起電力として観測することに成功したが[3]、この報告ではPt/パーマロイ(Ni₈₁Fe₁₉, Py), Cu/Pyの二層構造においてスピンホール起電力が観測された。

我々は、この手法を半導体/Py二層構造に適用することを考え、測定を行った。膜厚100nmのn, p型Si層を持つSOI基板上にPyを電子線蒸着法で7nm蒸着した。このSi/Py試料とコプレナー導波路を近接させ、外部静磁場を印加し導波路をネットワークアナライザに接続し、強磁性共鳴条件における導波路のマイクロ波透過係数を測定した。透過係数のうち試料におけるスピン流電流変換に伴う誘導起電力(Fig. 1)に相当する位相成分を抽出し、スピンホール伝導度を算出したところ(Fig. 2)、Siの伝導型やドーピング濃度の変化によるスピンホール伝導度の変調が観測された。一般に非磁性体/磁性体界面におけるスピン流電流変換のメカニズムとして、1) 非磁性体バルクにおける逆スピンホール効果と 2) 界面における逆ラシュバ・エーデルシュタイン効果が挙げられる。講演では実験結果をもとに、観測されたスピン流電流変換起電力の起源を議論する。

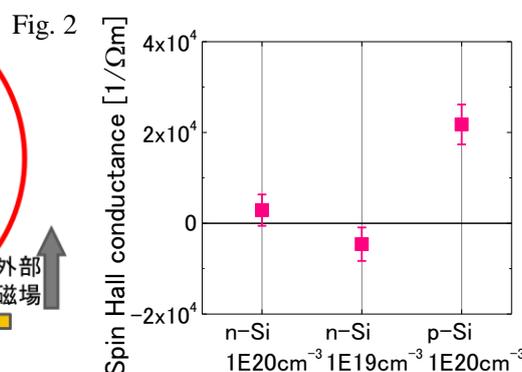
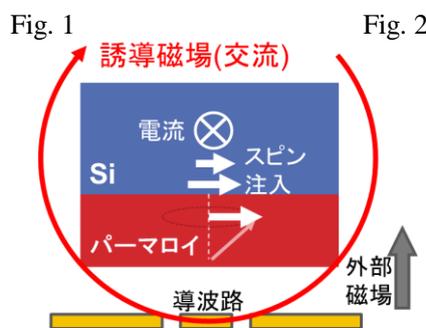


Fig. 1: A schematic image of inductive detection of spin to charge conversion.

Fig. 2: Spin Hall conductance of the measured samples.

References:

[1] W. G Egan and H. J. Juretschke, J. Appl. Phys. **34**, 1477 (1963).[2] P. Wang *et al.*, Phys. Rev. Lett. **120**, 047201 (2018). [3] A. J. Berger *et al.*, Phys. Rev. B **97**, 094407 (2018).