

スピン流により駆動される磁気抵抗効果：スピン Hall 磁気抵抗効果

Magnetoresistance driven by spin current: Spin Hall magnetoresistance

東北大通研¹, 東北大金研², ヴァルター・マイスナー研³, アラバマ大⁴, デルフト工科大⁵,
JST-PRESTO⁶, 東北大 WPI⁷, ミュンヘン工科大⁸, JST-CREST⁹, 原研先端研¹⁰, ○中山裕康^{1,2},
M. Althammer^{3,4}, Y.-T. Chen⁵, 内田健一^{2,6}, 梶原瑛祐², 菊池大介^{2,7}, 大谷隆史², S. Geprägs³,
M. Opel³, 高橋三郎², R. Gross^{3,8}, G. E. W. Bauer^{2,5,7}, S. T. B. Goennenwein³,
齊藤英治^{2,7,9,10}

RIEC, Tohoku Univ.¹, IMR, Tohoku Univ.², Walther-Meißner-Institut³, Univ. of Alabama⁴, Delft
Univ. of Technology⁵, JST-PRESTO⁶, WPI-AIMR, Tohoku Univ.⁷, Technische Universität
München⁸, JST-CREST⁹, ASRC, JAEA¹⁰, ○H. Nakayama^{1,2}, M. Althammer^{3,4}, Y.-T. Chen⁵,
K. Uchida^{2,6}, Y. Kajiwara², D. Kikuchi^{2,7}, T. Ohtani², S. Geprägs³, M. Opel³, S. Takahashi²,
R. Gross^{3,8}, G. E. W. Bauer^{2,5,7}, S. T. B. Goennenwein³, and E. Saitoh^{2,7,9,10}

E-mail: hnakayam@riec.tohoku.ac.jp

スピン流の生成, 検出はスピントロニクス of 基盤技術として本質的役割を果たす. 本講演では, スピン流-電流相互作用(スピン Hall 効果)およびスピン流-磁化相互作用により発現する新しいタイプの磁気抵抗効果「スピン Hall 磁気抵抗効果」に関する系統的な実験結果を報告する[1].

試料として用いたのは常磁性金属/フェリ磁性絶縁体薄膜接合構造であり, 絶縁体層としては液相エピタキシャル成長法(LPE 法)により $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ (111)単結晶基板上に製膜した厚さ 1.3 μm の $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ (YIG) (111)単結晶薄膜を用いた. 金属層としては, スパッタリングにより YIG 上に製膜した膜厚 12 nm の Pt 薄膜を用いた. Pt 薄膜はメタルマスクを用いて Hall バー形状に加工した. このような試料において磁場を掃引しながら四端子法により Pt 層の電気抵抗を室温下で測定した.

測定の結果, Pt 薄膜において YIG の磁化方向に依存した磁気抵抗効果が観測された. この磁気抵抗効果は YIG と Pt の間に Cu (膜厚 6-12 nm)を挿入した Pt/Cu/YIG 構造においても観測されたため, その起源は磁氣的近接効果によって Pt 層に誘起される強磁性とは無関係である. また, Pt/YIG 構造において観測された磁気抵抗効果は磁性伝導体における通常の異方性磁気抵抗効果とは異なる外部磁場角度依存性を示した. 一方, スピン流を通さない非磁性絶縁体である SiO_2 を用いた Pt/ SiO_2 /YIG 構造および, スピン軌道相互作用(スピン Hall 効果)の小さな Cu を用いた Cu/YIG 構造において磁気抵抗効果は観測されなかった. これらの結果は, スピン Hall 磁気抵抗効果のモデルにより説明可能であり[1-3], この効果を用いることで, 常磁性伝導体のスピン Hall 角やスピン拡散長といったパラメタを簡便に定量することができる.

参考文献

- [1] H. Nakayama, M. Althammer, Y.-T. Chen *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 206601 (2013).
- [2] M. Althammer, S. Meyer, H. Nakayama *et al.*, Phys. Rev. B (in press, arXiv:1304.6151).
- [3] Y.-T. Chen, S. Takahashi, H. Nakayama *et al.*, Phys. Rev. B **87**, 144411 (2013).