

Ni₈₀Fe₂₀ 膜における逆スピンホール効果による起電力の観測
Observation of electromotive force due to the inverse spin Hall effect
in Ni₈₀Fe₂₀ layer

阪大院基礎工 °塚原文香, 北村雄太, 仕幸英治, 安藤裕一郎, 新庄輝也, 白石誠司

Grad. Sch. of Eng. Sci., Osaka Univ., °Ayaka Tsukahara, Yuta Kiatamura,

Eiji Shikoh, Yuichiro Ando, Teruya Shinjo, Masashi Shiraishi

E-mail: ayakatsukahara089@s.ee.es.osaka-u.ac.jp

強磁性体/非磁性体接合系において強磁性体の磁化の歳差運動を利用して非磁性体中にスピンを注入する「スピンプンピング」と、非磁性体中に注入された純スピン流を電流に変換して起電力としての観測を可能にする「逆スピンホール効果(ISHE)」は、非磁性体のスピン輸送物性を調べるのに非常に有効的なスピン注入・検出手法である[1]。ここで ISHE は重い元素が持つスピン軌道相互作用由来の効果であるため、Pt、Pd などでの効果が観測されてきたが、強磁性体も無視し得ないスピン軌道相互作用を有するため ISHE も観測できると予想される。今回我々はスピンプンピングの実験によく用いられる強磁性体の Ni₈₀Fe₂₀ 自身の ISHE について研究を行った。

Ni₈₀Fe₂₀ 膜は酸化膜付き Si 基板上に電子ビーム蒸着法により蒸着した。測定は全て電子スピン共鳴装置を用いて室温で行われた。サンプルは周波数 9.62 GHz を持つマイクロ波が照射されている TE₁₀₂ キャビティの中心に置かれており、外部磁場の方向は図 1(a) の様に膜面に対して任意の方向に可変になっている。

図 2(a)と図 2(b)は強磁性共鳴スペクトルと起電圧シグナルを示している。

本実験で得られた起電力シグナルの磁場角度依存性は従来

の研究で得られた $J_s \sim J_c \times \sigma$ という ISHE の有する対称性とよ

く一致しており、Ni₈₀Fe₂₀ 膜の ISHE を観測したと考えられる。また起電圧シグナルの極性からパーマロイ中でスピン流は基板界面へ向かって流れていることがわかるが、これは SiO₂ と Ni₈₀Fe₂₀ 膜の界面でのスピン緩和が強いためであると予想された。ダンピング定数が小さい Yttrium Iron Garnet を基板に用いて同様の実験を行った所、起電圧シグナルが約 1 桁減少した事も上の予想を支持する結果である。起電力の Ni₈₀Fe₂₀ 膜厚依存性に関する実験結果を、Ni₈₀Fe₂₀/Pd 系におけるモデル[2]を minimal に拡張したモデルでフィッティングした結果、Ni₈₀Fe₂₀ のスピンホール角は 0.013 であると計算された。一方、別のアプローチとして Ni₈₀Fe₂₀ の異常ホール伝導度からスピンホール角を見積もった。[3] [参考文献][1] E. Saitoh et al., Appl. Phys. Lett. **88**, 182509(2006). [2] K. Ando et al., J. Appl. Phys. **108**, 113925(2010). [3] T. Naito et al., Phys. Rev. B. **81**, 195111(2010).

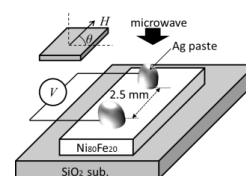


Fig. 1. A sample structure and outline of the experiment.

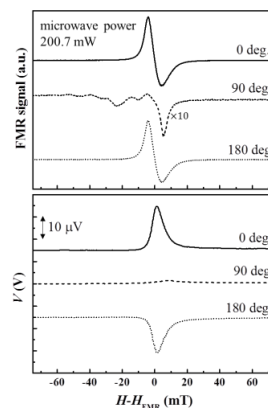


Fig. 2. (a) FMR spectrum and (b) output voltage for Ni₈₀Fe₂₀ deposited on a thermally oxidized Si(SiO₂) substrate.