

剛直性分子蒸着膜中のスピンプンピングによるスピン輸送

西田和弘、手木芳男*、仕幸英治
(阪市大院工、*阪市大院理)

Spin-pump-induced spin transport in thermally-evaporated rigid molecular films

K. Nishida, Y. Teki*, E. Shikoh

(Osaka City Univ. Grad. of Eng., *Osaka City Univ. Grad. of Sci.)

はじめに

分子薄膜は一般にスピン軌道相互作用が小さく、スピン輸送の点において有望であり、スピントロニクスデバイスへの応用が期待されているが、分子薄膜は金属に比べて電気抵抗が高いため、スピン偏極電流によるスピン注入は困難である¹⁾。そこで、この困難を回避できると考えられるスピンプンピングによる純スピン流注入により、これまでに様々な分子薄膜のスピン輸送特性が評価されてきた²⁻⁵⁾。一方、分子薄膜材料は一般に物理的耐久性が低い。そこで本研究では分子エレクトロニクス分野で実績のある剛直性分子 PTCDA 薄膜に着目し、その純スピン流輸送を達成することによりスピントロニクス材料としての有望性を調査した。

実験方法

電子ビーム蒸着法および抵抗加熱蒸着法を用いて「Pd(膜厚 10 nm)/PTCDA(d)/Ni₈₀Fe₂₀(25 nm)」の三層構造試料(Fig. 1)を作製した。強磁性共鳴 FMR を用いたスピンプンピングにより Ni₈₀Fe₂₀ から PTCDA 分子膜へ純スピン流 J_s が生成される。その J_s は Pd へと吸収され、Pd 中で逆スピンホール効果 ISHE⁶⁾により起電力 E に変換される。そのため Ni₈₀Fe₂₀ の FMR 下において、Pd の ISHE による起電力が観測されれば PTCDA 薄膜中のスピン輸送達成の証拠になる。FMR 励起には ESR 装置を、起電力検出にはナノボルトメータを用いた。評価は全て室温で実施した。

実験結果

Fig. 2 に $d = 30$ nm 試料の(a)FMR 特性と(b)FMR 磁界付近における Pd からの起電力特性を示す。高周波の出力は 200 mW である。FMR 磁界付近において、静磁界 H に対して反転対称性を示す起電力特性が観測された。また、観測された起電力は高周波出力に比例した。一方 Pd の代わりにスピン軌道相互作用の小さな Cu を用いた試料からは大きな起電力は得られなかった (Fig. 2(C)&(d))。以上より Pd 試料で観測された起電力は Pd の ISHE による起電力と結論した。即ち、PTCDA 薄膜の室温スピン輸送を達成した⁷⁾。更に起電力の PTCDA 膜厚依存性の評価により PTCDA 蒸着膜のスピン拡散長を約 14 ± 2.0 nm と見積もった⁷⁾。これらにより PTCDA 薄膜はスピントロニクス材料としても有望であると結論した。学会時には詳細を議論する。

参考文献

- 1) G. Schmidt, *et al.*, Phys. Rev. B **67**, R4790 (2000).
- 2) S. Watanabe, *et al.*, Nature Phys. **10**, 308 (2014).
- 3) M. Kimata, *et al.*, Phys. Rev. B **91**, 224422 (2015).
- 4) Y. Tani, Y. Teki, E. Shikoh, Appl. Phys. Lett. **107**, 242406 (2015).
- 5) Y. Tanaka, K. Kono, Y. Teki, E. Shikoh, IEEE Trans. Mag., **55**, 1400304 (2019).
- 6) E. Saitoh, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **88**, 182509 (2006).
- 7) K. Nishida, Y. Teki, E. Shikoh, Solid State Commun., **312**, 113898 (2020).

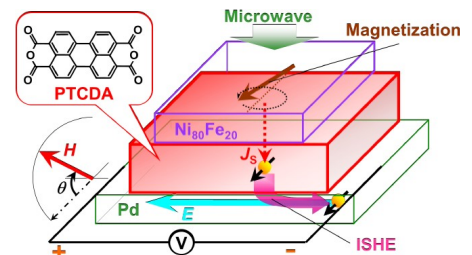


Fig. 1. A sample structure in this study.

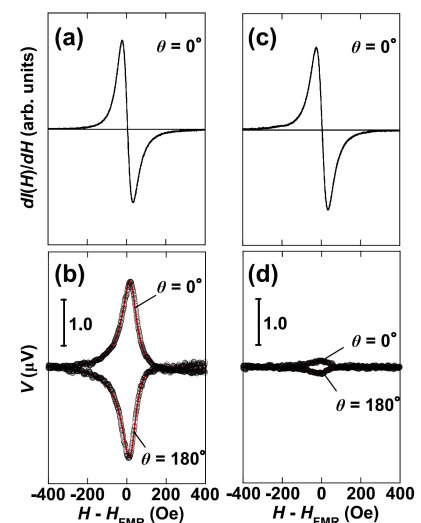


Fig. 2. (a) FMR spectrum and (b) output voltage properties of a sample with a Pd layer⁷⁾. (c) FMR spectrum and (d) output voltage properties of a sample with a Cu layer⁷⁾.