

動力学的スピンの注入法を用いたペンタセン蒸着膜のスピンの輸送

仕幸英治、谷 泰雄、手木芳男*
(阪市大院工、*阪市大院理)

Spin transport in thermally-evaporated pentacene films by using a dynamical spin injection method

E. Shikoh, Y. Tani, Y. Teki*
(Osaka City Univ. Eng., *Osaka City Univ. Sci.)

はじめに

近年、純スピン流を用いた分子材料のスピンの輸送の研究が注目され、これまでにスピコート法で作製された高分子薄膜等においてスピンの輸送が達成されている^{1,2)}。本研究では応用展開の観点から、一般的な真空蒸着法で成膜可能な低分子量材料のスピンの輸送に注目する。ペンタセン分子(分子構造を Fig. 1. に示す)の薄膜は蒸着法による膜でも高い結晶性を有し、比較的高い導電性を有する³⁾。これまでにスピン偏極電流を用いたペンタセン薄膜のスピンの輸送が試みられたことがあるが⁴⁾、外的要因の排除が困難だった。本研究では純スピン流を生成可能で、且つ、異種材料界面でのコンダクタンスミスマッチ⁵⁾が無視できるとされるスピンポンピング(動力学的スピン注入法)を用い、ペンタセン蒸着膜のスピンの輸送特性を室温で評価した⁶⁾。

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 Fig. 1 に示す「パラジウム Pd(膜厚 10 nm)/ペンタセン(d)/Ni₈₀Fe₂₀(25 nm)」の三層構造試料を作製した。強磁性共鳴 FMR を用いたスピンポンピングにより Ni₈₀Fe₂₀ からペンタセンへ純スピン流 J_S が生成され、その J_S は Pd へと吸収される。吸収された J_S は Pd 中で逆スピンホール効果 ISHE⁷⁾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ペンタセン薄膜のスピンの輸送達成の証拠になる。FMR の励起には電子スピン共鳴装置を、起電力の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 $d = 50$ nm 試料の(a)FMR スペクトルと(b)FMR 磁場付近における Pd からの出力電圧特性を示す。高周波の出力は 200 mW である。FMR 磁場付近において、静磁場 H に対する反転対称性を示す出力電圧特性が観測されている。また、観測された出力電圧は高周波出力に比例した。一方、比較のために Pd の代わりに、スピン軌道相互作用の小さな Cu を用いたところ、その試料からは明確な起電力が得られなかった。以上により観測された出力電圧は Pd の ISHE による起電力と結論した。すなわち、ペンタセン蒸着膜のスピンの輸送に成功、しかも室温で達成した⁶⁾。更に起電力のペンタセン膜厚依存性の評価により、ペンタセン蒸着膜のスピンの拡散長を約 42 nm と見積もった⁶⁾。学会時には以上の詳細と併せて薄膜の結晶性の影響についても議論する。

参考文献

- 1) S. Watanabe, *et al.*, Nature Phys. **10**, 308 (2014).
- 2) M. Kimata, *et al.*, Phys. Rev. B **91**, 224422 (2015).
- 3) H. Cheng, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **90**, 171926 (2007).
- 4) T. Ikegami, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **92**, 153304 (2008).
- 5) G. Schmidt, *et al.*, Phys. Rev. B **67**, R4790 (2000).
- 6) Y. Tani, Y. Teki, **E. Shikoh**, Appl. Phys. Lett. **107**, 242406 (2015).
- 7) E. Saitoh, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **88**, 182509 (2006).

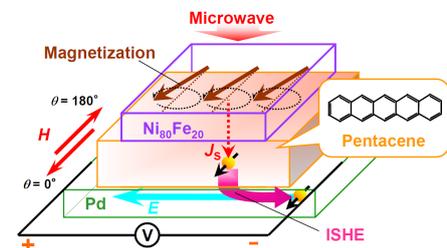


Fig. 1. Sample structure and evaluation method.

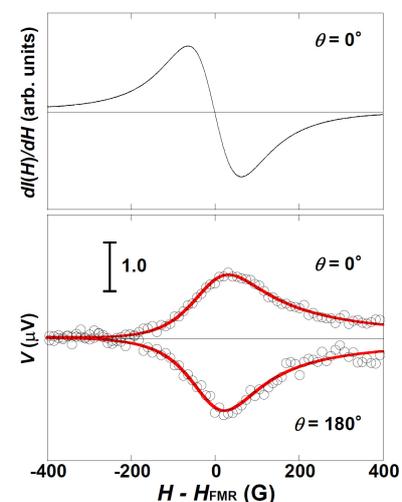


Fig. 2. (a) An FMR spectrum. (b) Output voltage property under the FMR.