

スピンプンピングによるペンタセン蒸着膜のスピントランスポート特性

Spin transport characteristic of evaporated pentacene film by using spin pumping

○谷 泰雄¹, 手木 芳男², 仕幸 英治¹ (1. 大阪市大院工、2. 大阪市大院理)

○Yasuo Tani¹, Yoshio Teki², Eiji Shikoh¹ (1.Osaka City Univ. Eng., 2.Osaka City Univ. Sci.)

E-mail: tani@mc.elec.eng.osaka-cu.ac.jp

近年、分子材料を用いたスピントロニクスが注目されている[1-4]。これまでにスピコート法により作製された高分子薄膜へのスピ注入[1]および、高分子薄膜中のスピントランスポート[2]が確認されている。しかしながらデバイス化を目指す場合、スピコート法では用途が限定される。一方、パターニングのしやすさなどの点で有利な真空蒸着法を用い、これまでに低分子材料ペンタセン(C₂₂H₁₄, 図1)のスピントランスポート特性が、電気的スピ注入法を用いて試みられた[3, 4]。ペンタセンは蒸着膜でも高い結晶性を有し、有機分子材料の中では高い導電性を有する材料である[5]。一方、従来[3, 4]は局所磁気抵抗効果法、即ちスピントラnsポート電流によるスピントランスポートが試みられたが、この手法では外的要因の排除が困難だった。そこで本研究では純スピントラnsポートを生成することができ、かつ、異種材料界面でのコンダクタンスミスマッチ問題[6]が極めて小さい動力学的スピントラnsポート、即ちスピンプンピングを用い、ペンタセン蒸着膜のスピントランスポート特性を評価した。

図2に示す「Ni₈₀Fe₂₀(膜厚 25 nm)/ペンタセン(d nm)/パラジウム Pd(10 nm)」三層構造の試料を作製した。Ni₈₀Fe₂₀とPdの成膜には電子ビーム蒸着法を、ペンタセンの成膜には抵抗加熱蒸着法をそれぞれ用いた。強磁性共鳴 FMR を用いたスピンプンピングにより Ni₈₀Fe₂₀ からペンタセンへ純スピントラnsポートが生成され、その生成されたスピントラnsポートは Pd へと吸収される。Pd に吸収された純スピントラnsポートは Pd 中で逆スピントラnsポート効果 ISHE[7]により起電力に変換されることが期待されるため、Pd において起電力が観測できれば、ペンタセン蒸着膜中のスピントラnsポートの証拠になる。FMR の励起には電子スピントラnsポート装置を、起電力の検出にはナノボルトメータを用いた。全ての測定は室温で行った。

図3に d = 50 nm の試料の、(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。高周波出力は 200 mW である。FMR 磁場付近において、外部静磁場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。更に、Pd の代わりにスピントラnsポート相互作用の小さな Cu を用いた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。即ち、ペンタセン蒸着膜のスピントラnsポートに成功した。学会時には以上の詳細について、起電力のペンタセン膜厚依存性の実験等とともに議論する。

[1] K. Ando, *et.al.*, Nature Mat., 12, 622 (2013).

[2] S. Watanabe, *et.al.*, Nature Phys., 10, 308 (2014).

[3] T. Ikegami, *et.al.*, Appl. Phys. Lett., 92, 153304 (2008).

[4] T. Shimada, *et.al.*, Jpn. J. Appl. Phys., 47, 1184 (2008).

[5] H. Cheng, *et.al.*, Appl. Phys. Lett., 90, 171926 (2007).

[6] G. Schmidt, *et.al.*, Phys. Rev. B 67, R4790 (2000)

[7] E. Saitoh, *et.al.*, Appl. Phys. Lett., 88, 182509 (2006).

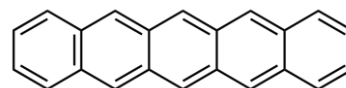


図1. ペンタセン分子の構造。

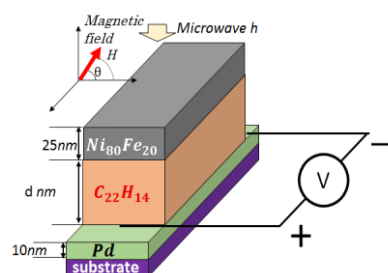


図2. 三層構造試料。

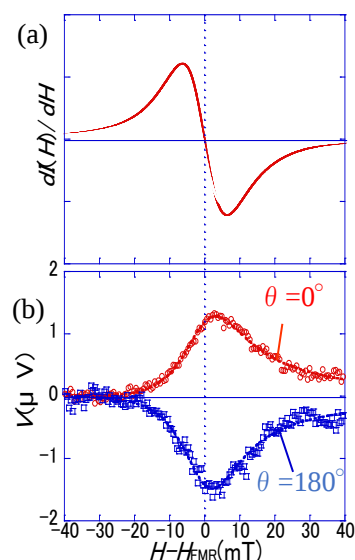


図3.(a)Ni₈₀Fe₂₀のFMR スペクトル及び(b) Pd における出力電圧特性