

スピンプンピングを用いた剛直分子薄膜へのスピン輸送特性

Spin transport properties in evaporated rigid molecular film by using spin-pumping

大阪市大院工¹, 大阪市大院理², [○]西田 和弘¹, 手木 芳男², 仕幸 英治¹

Osaka City Univ. Eng.¹, Osaka City Univ. Sci.², [○]Kazuhiro Nishida¹, Yoshio Teki², Eiji Shikoh¹

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

【背景】近年、分子スピントロニクスが注目されている [1-3]。これまでにスピンプンピングにより様々な有機半導体中でのスピン輸送が達成されている [1-3]。本研究で扱う PTCDA ([4], Fig. 1) は、剛直なペリレンの π 共役骨格を有し、その薄膜上に金属を蒸着する際に高耐久性が期待できるので、有機半導体としての特性を最大限に発揮したデバイスの作製が可能となる。本研究ではスピンプンピングによる PTCDA 薄膜のスピン輸送の実証とその特性評価を目的とした。

【実験方法】Pd (膜厚 10 nm)/PTCDA (d nm)/Ni₈₀Fe₂₀ (25 nm) の三層構造を真空蒸着により作製した。Pd、Ni₈₀Fe₂₀ は電子ビーム蒸着法、PTCDA は抵抗加熱法を用いた。基板には表面に酸化被膜付き Si 基板を使用した。Ni₈₀Fe₂₀ 層の強磁性共鳴 (FMR) を励起し、PTCDA 層にスピン流を生成し、それを Pd 層における逆スピンホール効果 (ISHE) [5] により起電力として検出することでスピン輸送特性を評価した。FMR の励起には電子スピン共鳴装置を使用し、起電力の検出にはナノボルトメータを用いた。測定は全て室温条件下で行った。

【実験結果】Fig. 3 に PTCDA の膜厚 $d = 30$ nm の試料における (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。この時、200 mW のマイクロ波を印加した。FMR 磁場付近で起電力が検出され、静磁場の方向を反転させると検出される起電力も反転した。また、マイクロ波パワーを 0~200 mW の範囲において変化させた時の起電力はマイクロ波パワーに比例した。スピンプンピングにより励起されたスピン流から変換される ISHE 起因の起電力はマイクロ波パワーに比例することが示されており [1-3]、この結果はその特長と一致する。以上のことから、Pd で検出された起電力は ISHE によるものであると推測する。学会時には対照実験を含む研究の詳細について議論する。

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

[2] Y. Tani, et. al., Appl. Phys. Lett., 107, 242406 (2015).

[3] Y. Tanaka, et. al., IEEE Trans. Magn., 55, 1400304 (2019).

[4] C. Yuan, et. al., J. Am. Chem. Soc., 135, 8842 (2013).

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

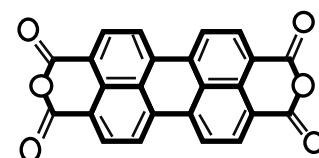


Fig. 1. PTCDA.

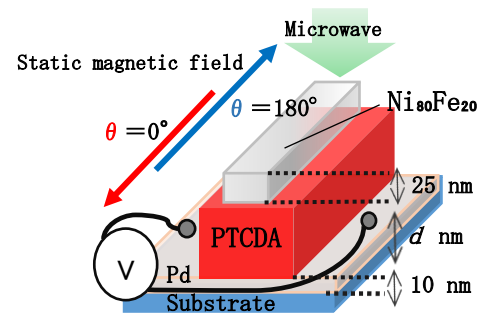


Fig. 2. Sample structure.

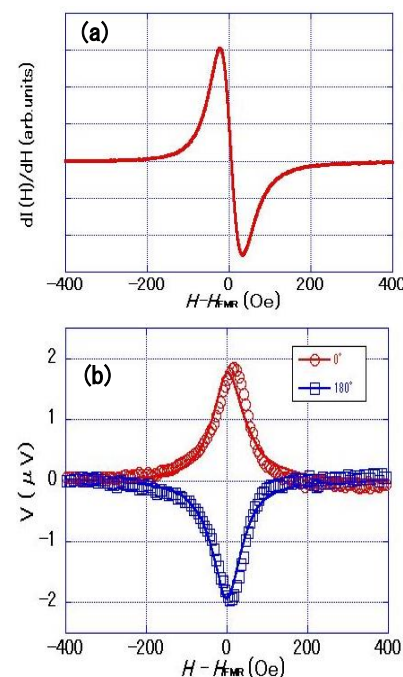


Fig. 3. (a) FMR spectrum.

(b) Detected voltage properties.