

スピンプンピングを用いたナフチルジアミン薄膜のスピントランスポート特性

Spin transport property in naphthyl diamine derivative films by using the spin pumping

大阪市大院工¹, 大阪市大院理², 大阪公大院工³ 大西 裕一郎¹, 手木 芳男^{2,3}, ○仕幸 英治^{1,3}

Osaka City Univ., Eng.¹, Osaka City Univ., Sci.², Osaka Metropolitan Univ., Eng.^{1,3}

Yuichiro Onishi¹, Yoshio Teki^{2,3}, ○Eiji Shikoh^{1,3}

E-mail: shikoh@omu.ac.jp

分子スピントロニクス展開には様々な分子薄膜のスピントランスポート特性の解明が必要である。これまで、スピントランスポート時のコンダクタンスミスマッチを回避できるとされるスピンプンピングによるスピントランスポートを用いた導電性高分子 PBTBT 薄膜[1]のスピントランスポートの報告を皮切りに、ペンタセンや PTCDA 等の典型的な分子薄膜のスピントランスポート特性が報告されている[2-4]。一方、分子薄膜には、一つの分子の大きさ、分子配向、 π 電子軌道など、無機材料とは異なる材料固有の特徴があるが、スピントランスポート機構の解明にはデータが不足している。本研究では有機 EL 素子のホール輸送層等に使用されるナフチルジアミン薄膜の一つである α NPD 分子薄膜のスピントランスポート特性を評価した。

熱酸化膜付き Si 基板上に、Pd(膜厚 10 nm)/ α NPD(d)/ $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ (25 nm) の三層構造試料 (Fig. 1) を作製した。金属膜の形成には電子ビーム蒸着法を、 α NPD 膜の形成には抵抗加熱蒸着法を用いた。 $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ の強磁性共鳴(FMR)を励起するとスピンプンピングにより α NPD 膜にスピントランスポートが生成され、Pd 層に吸収される。吸収されたスピントランスポートは Pd の逆スピントランスポート効果 (ISHE)により起電力に変換されることが期待できるため、 $\text{Ni}_{80}\text{Fe}_{20}$ の FMR 下で Pd から起電力が観測されれば α NPD 膜中のスピントランスポートの証拠となる。FMR の励起には ESR 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。

XRD を用いた構造解析により、本研究の α NPD 薄膜はアモルファスであることがわかっている。Fig. 2 に $d = 50$ nm の試料の(a)FMR スペクトルと(b)FMR 磁界 (H_{FMR}) 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。 H_{FMR} 付近にて、静磁界に対して反転対称性を示す起電力が観測されている。この起電力は高周波出力に比例した。一方、Pd の代わりにスピントランスポート相互作用の小さな Cu を用いた試料でも起電力が観測されたが、その起電力は Pd 試料の半分以下であった。以上により、Pd 試料で観測された起電力は Pd の ISHE のよる起電力と結論、即ち、 α NPD 分子薄膜のスピントランスポートに成功した。学会時には以上の詳細について、起電力の α NPD 膜厚依存性の実験から求めたスピントランスポート緩和長等とともに議論する。

[1] S. Watanabe, et al., *Nature Phys.*, **10**, 308 (2014)., [2] Y. Tani, Y. Teki, E. Shikoh, *Appl. Phys. Lett.*, **107**, 242406 (2015)., [3] Y. Tani, T. Kondo, Y. Teki, E. Shikoh, *Appl. Phys. Lett.*, **110**, 032403 (2017)., [4] K. Nishida, Y. Teki, E. Shikoh, *Solid State Commun.*, **312**, 113898 (2020).

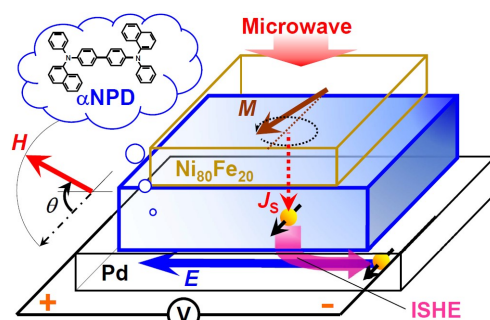


Fig. 1. A schematic illustration of our sample structure and evaluation method.

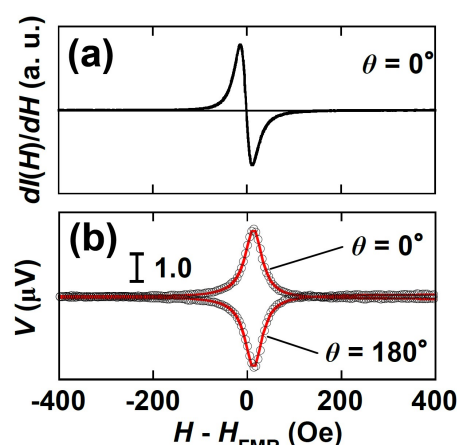


Fig. 2. Typical (a) FMR and (b) EMF properties for a $d = 50$ nm sample.