

PEDOT:PSS 電気化学トランジスタの電荷・スピン状態と分子配向の観測

Observation of Charge and Spin States and Molecular Orientation in PEDOT:PSS

Electrochemical Transistors

筑波大数物¹, 筑波大エネ物質科学セ² ○稲井 聡志¹, 金子 侑樹¹, 山添昌人¹, 丸本 一弘^{1,2}

Univ. of Tsukuba¹, TREMS, Univ. of Tsukuba²

○Satoshi Inai¹, Yuki Kaneko¹, Masato Yamazoe¹, Kazuhiro Marumoto^{1,2}

E-mail: s2020323@s.tsukuba.ac.jp, marumoto@ims.tsukuba.ac.jp

【序論】有機薄膜トランジスタ (OTFT) はフレキシブル性、可印刷性といった無機トランジスタには無い特長を持つ。その中でも導電性高分子PEDOT:PSS (Fig. 1) を用いた有機電気化学トランジスタ (OECT) は、微弱な信号を効率的に増幅できシンプルでフレキシブルな構造を持つため、生体信号を検出するバイオセンサーとして注目されている^[1]。しかしながら、OECT中のPEDOT:PSSの電荷・スピン状態や分子配向は微視的な観点から解明されていない。本研究ではPEDOT:PSSを用いたOECTを作製し、ESR法を用いたマイクロ特性評価を行ったので報告する。

【実験】作製したOECTの構造をFig. 2に示す。絶縁層に用いたイオンゲルはイオン液体 ([EMIM][TFSI]) と共重合体高分子 (PS-PMMA-PS) で形成され、ドロップキャスト法により成膜した。ゲート、ソースおよびドレイン電極としてNi/Au (3 nm/47 nm) を真空蒸着法により、活性層としてPEDOT:PSSをスピンコート法により成膜した。その後、窒素雰囲気下で配線を行い、ESR試料管中に封止してESR測定を室温で行った。

【結果と考察】Fig. 3に示すように、ゲート電圧 V_G を0 Vから正に増加させながらESR測定を行うと、ドレイン電流 I_D が減少する一方でスピン数 N_{spin} が増加した。密度汎関数理論計算を用いて g 因子を算出し解析を行ったところ、信号の起源がPEDOT中の正ポーラロンであると同定された。従って、この I_D 減少と N_{spin} 増加はPEDOTが脱ドーピングされ正バイポーラロン (スピン0) が正ポーラロン (スピン1/2) へ移行したことを意味している。Fig. 4は $V_D = 0$ V、 $V_G = 2.0$ Vにおける g 因子の角度依存性で、基板面と外部磁場方向が垂直な角度を $\theta = 0^\circ$ としている。これらの g 因子の異方性はPEDOT正ポーラロンの g 因子の異方性 ($g_{xx} > g_{zz} > g_{yy}$) に起因し、PEDOT分子が基板に対し分子面が垂直なedge-on配向をしている分子配向により説明される。

[1] A. Campana *et al.*, *Adv. Mater.* **26** (2014) 3874.

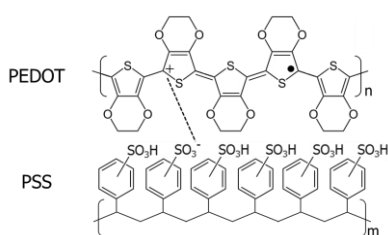


Fig. 1. Chemical structure of PEDOT:PSS.

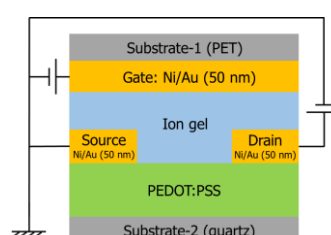


Fig. 2. Cross section of a PEDOT:PSS OECT structure.

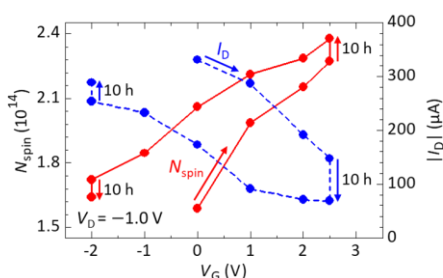


Fig. 3. Gate-voltage dependence of the number of spins and drain current of the OECT.

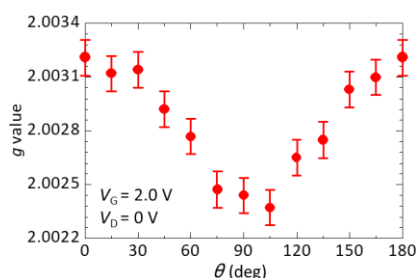


Fig. 4. Angular dependence of the g -factor of the OECT.