

導電性高分子 PBTTT への電気化学ドーピング：キャリア移動度

Carrier Mobility in Electrochemically Doped Conducting Polymer PBTTT

名大院工, °(M1)劉峻峰¹, (D)伊藤 駿一郎¹, 田中 久暁¹, 竹延 大志¹

Nagoya Univ., °Junfeng Liu¹, Shun-ichiro Ito, Hisaaki Tanaka¹, Taishi Takenobu¹

E-mail: liu.junfeng.d4@s.mail.nagoya-u.ac.jp

導電性高分子は軽量かつ柔軟な導電性材料として注目されており、薄膜トランジスタや熱電素子などへの応用が期待されている。特に、我々は電解質を用いた電気化学ドーピングにより、導電性高分子 PBTTT (poly[2, 5-bis(3-alkylthiophen-2-yl)thieno(3, 2-b)thiophene]) における金属的な伝導や熱電特性の最大化などを実現した [1,2]。一方、キャリア移動度の定量化には成功しておらず、電気化学ドーピング膜のキャリア濃度や伝導メカニズムの詳細な議論を妨げていた。そこで本研究では、電解質と SiO₂ の固体絶縁膜を組み合わせたデュアルゲート構造により、電気化学ドーピング膜のキャリア移動度を求め、キャリア濃度の定量化および伝導メカニズムの考察に取り組んだ。

図 1 に作製したデバイスの模式図を示す。Si/SiO₂ (300 nm) 基板上に PBTTT をスピンコートし、イオン液体 DEME-TFSI を用いた電気化学ドーピングを室温において行った。その後、イオンが凍結する 200 K 以下において Si/SiO₂ (300 nm) 基板によるバックゲート電圧の印加とキャリア濃度の変調、最終的には移動度の導出とキャリア濃度の定量化を行った。電気化学ドーピングした PBTTT の 4 端子電気伝導率の温度依存性を図 2 に示す ($V_G = -1.6$ V)。ドーピング膜は室温で約 950 S cm⁻¹、80 K で 620 S cm⁻¹ となり、高濃度ドーピングを示唆する高い伝導度と小さな温度依存性を示した。図 3 は 100 K におけるバックゲート電圧に対する伝達特性であり、電気化学ドーピング膜への本手法の有効性が確認できた。得られた二端子移動度は 100 K で約 2.9 cm² V⁻¹ s⁻¹、150 K で 2.5 cm² V⁻¹ s⁻¹ であり、低温における移動度の上昇はバンド的な伝導を示唆する。これら移動度と $\sigma = ne\mu$ の関係から、キャリア濃度は 100 K で $n = 1.50 \times 10^{21}$ cm⁻³、150 K で 1.95×10^{21} cm⁻³ と求まり、10²¹ cm⁻³ を超える極めて高濃度なドーピングと低温におけるキャリアの局在化が確認された。講演では、4 端子法を用いた移動度とキャリア濃度の定量化を行うとともに、Hall 効果から求めたキャリア濃度との比較を通じ、PBTTT 電気化学ドーピング膜の伝導メカニズムについても議論する。

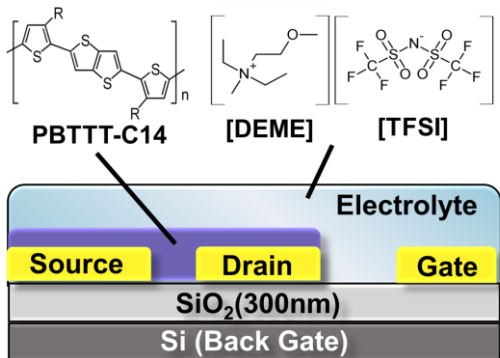


Fig.1 Schematic Illustration of PBTTT Sample.

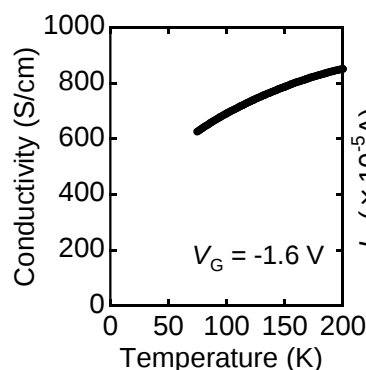


Fig.2 Temperature Dependence of Conductivity.

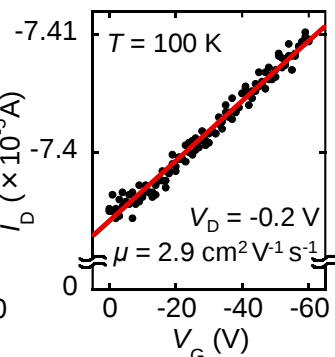


Fig.3 Backgate Voltage Dependence of Drain Current.

[1] H. Ito et al., *Commun. Phys.* **4**, 8 (2021). [2] H. Tanaka et al., *Sci. Adv.* **6**, eaay8065 (2020).