

和周波発生分光イメージング測定を用いた DPh-BTBT 薄膜トランジスタの電界挙動観測

Probing the electric-field behavior in DPh-BTBT OFETs by
Sum-Frequency Generation imaging microscopy

¹産総研, ²Univ. of Houston °片桐 千帆¹, 宮前 孝行¹, Hao Li², Fangyuan Yang², Steven Baldelli²

¹AIST, ²Univ. of Houston °Chiho Katagiri¹, Takayuki Miyamae¹, H. Li², F. Yang², S. Baldelli²

E-mail: chiho.katagiri@aist.go.jp

次世代電子デバイスとして注目されている有機電界効果トランジスタ (OFET) は、有機半導体材料の多様性を活かした製造コストの削減、軽量性や柔軟性を活かした製品開発が期待されているが、現在主流のシリコントランジスタに比べて性能が劣るため実用化には至っていない。この欠点を克服するには、OFET 駆動下において絶縁層/半導体界面での電荷挙動を捉えることが重要となる。そこで我々は、Baldelli らによって開発された圧縮センシング (CS) を活用した SFG イメージング技術 [1] を使い、OFET 内部の電界や蓄積電荷が引き起こす分極現象に起因した電界誘起 SFG 光の観測を試みた。本研究では、酸化アルミニウムとホスホン酸 SAM を絶縁層、DPh-BTBT を半導体層とした OFET 素子を CS-SFG 技術で観測し、電圧印加によって生じる SFG スペクトルの分布変化から素子駆動時の電界分布や電荷挙動についての知見を得ることを目的とした。

本実験で用いたボトムゲート/トップコンタクト型有機トランジスタの素子構造を Fig. 1 に示した。陽極酸化法にて形成した酸化アルミニウム Al_2O_3 とオクタデシルホスホン酸 ODPA を組み合わせたゲート絶縁層上に DPh-BTBT とソース/ドレイン電極 Au を真空蒸着法にて成膜した。OFET 素子駆動下における電界や電荷蓄積に由来した電界変化を CS-SFG 技術によって観測した。

Fig. 2 にゲート電圧印加時の SFG イメージング結果と SFG 光強度分布を示す。電圧印加によってソース・ドレイン電極縁に強い電界が生じ、SFG 光強度を増強する様子が観測された。本発表では、CS-SFG 技術を用いて開回路状態とゲート電圧印加状態での電界分布を可視化しさらに両者を比較することで、OFET 素子駆動下の絶縁層/有機半導体界面で生じる電界と電荷蓄積の関係について議論する予定である。この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (P16010) の結果得られたものである。

[1] D. Zheng, L. Lu, K. F. Kelly and S. Baldelli, J. Phys. Chem. B, 122, 464-471 (2018)

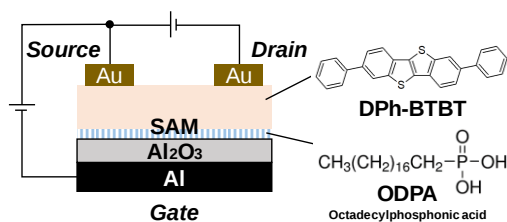


Fig. 1. OFET device structure

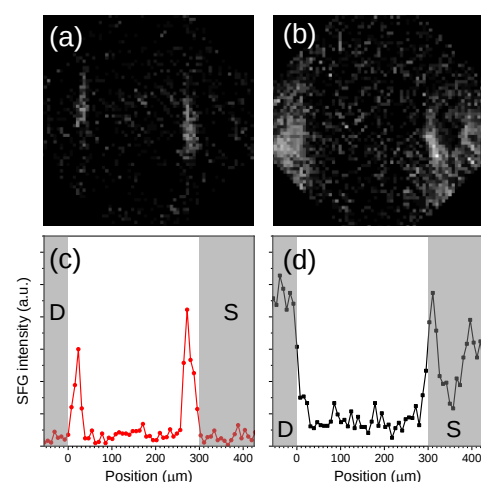


Fig. 2. SFG imaging of (a) methyl CH stretch and (b) phenyl CH stretch for $V_{\text{gs}} = -3$ V. The intensity distribution of (c) methyl CH stretch and (d) phenyl CH stretch for $V_{\text{gs}} = -3$ V.