

# 電界注入型マイクロ波共振法による界面における電荷キャリア輸送評価 Evaluation of Charge Carrier Behavior at the Interface Using Field-Induced Microwave Resonance Technique

○筒井 祐介<sup>1</sup>、崔 旭鎮<sup>1</sup>、櫻井 庸明<sup>1</sup>、佐伯 昭紀<sup>1</sup>、関 修平<sup>1</sup> (1. 阪大院工)

○Yusuke Tsutsui<sup>1</sup>, WookJin Choi<sup>1</sup>, Tsuneaki Sakurai<sup>1</sup>, Akinori Saeki<sup>1</sup>, Shu Seki<sup>1</sup> (1. Osaka Univ.)

E-mail: seki@chem.eng.osaka-u.ac.jp

【緒言】新規設計された半導体材料は FET や SCLC、TOF 法を筆頭とする種々の手法によって特性が評価されている。中でも FET 法は、実デバイスに基づいた評価手法であり、測定システムの簡便性からも汎用的に利用されている。しかし、これらの手法はバルク中での長距離電荷輸送特性を強く反映し、不純物による散乱や電極からの注入などの要因をも内包するため、材料の本質的な評価という面から眺めると、新たな評価手法開発の重要性にいささかの疑いもない。我々は Field-Induced Time Resolved Microwave Conductivity (FI-TRMC)法を新たに開発し、材料界面における電荷キャリアの局所輸送特性の評価を可能とした。

【実験結果】評価素子としては p 型有機半導体としてよく知られるペンタセンを有機半導体層とし、Au/SiO<sub>2</sub>/PMMA/Pentacene/Au からなる MIS 素子を作成した。この素子をマイクロ波共振器内に挿入し、10 Hz の矩形波電圧を印加して半導体層に電荷を注入したところ、充電電荷量に応答して反射マイクロ波強度の変化  $\Delta P_r$  が見られた (Figure 1a, b)。 $\Delta P_r$  と材料のキャリア移動度  $\mu$  の間には、係数 K、注入電荷量  $\Delta N$  を用いて  $\Delta P_r = K\Delta N\mu$  なる比例関係が成立する<sup>1,2</sup>。電流積算から得られる  $N_{inj}$  と反射マイクロ波強度の変化から得られる  $\Delta N\mu$  の相関評価において、低電荷注入量域では線形性が失われる (Figure 1c)。この非線形性は界面に存在するトラップに由来し、絶縁体材料の選択によって強く影響を受ける。トラップ充填後に見積もられる局所正孔移動度は  $8.9 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  であった。

また、近年盛んに研究されているチエノアセン系化合物の 1 つである C<sub>8</sub>-BTBT に対して FI-TRMC 測定を行ったところ、蒸着膜において  $150 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$  とペンタセンと比較して非常に高い局所正孔移動度を示した (Figure 1d)。我々が新規に開発した FI-TRMC 法は、プロセスを交えた実デバイスの界面環境下において、材料の有する本質的特性を評価することができるのみならず、時間分解測定によりキャリア注入現象あるいは材料バルク中での特性や、電荷の 2 次元閉じ込めに関する諸特性を探索するのに新たな可能性を有しており、基礎物理学的にも有用な測定法であるといえる。

【参考文献】 [1] Y. Honsho, S. Seki *et al. Sci. Rep.* **2013**, 3, 3182. [2] W. Choi, S. Seki *et al. Appl. Phys. Lett.* **2014**, 105, 033302.

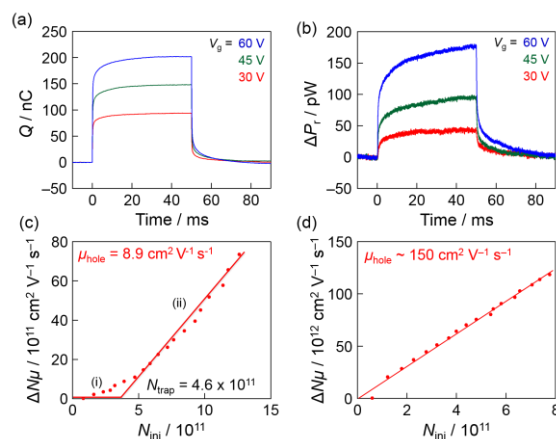


Figure 1. 10 Hz 矩形波電圧印可下のペンタセンデバイスにおける (a) 注入電荷量と (b) 反射マイクロ波強度の変化量の時間依存性。 (c) ペンタセンデバイスにおける注入電荷数と擬電気伝導度  $\Delta N\mu$  の相関。 (d) C<sub>8</sub>-BTBT デバイスにおける注入電荷数と擬電気伝導度  $\Delta N\mu$  の相関。