

有機デバイスの界面におけるキャリア挙動 ～SHG 測定からわかること～

Interfacial carrier behavior in organic devices studied by EFISHG measurement

東工大院理工 ○間中 孝彰, 岩本 光正

Tokyo Tech., ○Takaaki Manaka, Mitsumasa Iwamoto

E-mail: manaka@ome.pe.titech.ac.jp

はじめに 近年、有機トランジスタや有機EL、太陽電池など、有機半導体材料を用いたデバイスに関する研究が活発である。有機トランジスタは、ゲート電圧印加によりソース電極から注入されたキャリアが有機半導体とゲート絶縁膜の界面に蓄積し、それらが輸送されることで動作する。一方、有機太陽電池はn型およびp型材料中で発生した励起子が界面で分離し、キャリアとなることで電流が発生する。このように、有機デバイスにおいて界面は機能を発現する場であり、界面におけるキャリアの挙動がデバイス特性を決定している。したがって、界面におけるキャリア挙動の評価が、デバイス動作に対する議論や、ひいてはデバイス性能の向上には欠かせない。

これまで我々は、有機デバイス内のキャリア挙動を電界誘起光第2次高調波発生 (EFISHG: Electric-Field Induced Second Harmonic Generation) 法によって評価する手法を開拓してきた。本来、EFISHGは電界によって誘起されるが、ガウスの法則からわかるようにキャリアからは電界が発生するため、この電界を観測することで電荷の挙動も評価できるという考えが基本となっている。本シンポジウムでは、有機トランジスタにおいてこれまで観測してきた絶縁膜界面におけるキャリア挙動 [1] や、積層型有機ELにおける界面電荷蓄積 [2] などの知見を紹介しつつ、最近の進展、特に有機トランジスタの界面におけるキャリア輸送の異方性について報告する。

実験 ここでは界面におけるキャリア輸送の異方性について、実験方法および結果を述べる。測定対象とした素子は、高濃度ドーパされたSi上 (nドーパ、抵抗率: $0.02\Omega\cdot\text{cm}$ 以下、 SiO_2 膜厚: 500 nm) に作製されたトップコンタクト型のTIPSペンタセンFETである。TIPSペンタセン薄膜は、1 wt%のトルエン溶液を準備し、ディップコートによって成膜した。時間分解顕微SHG測定の実験系は、文献 [1] に詳述されている。なお測定は、大気下および室温で行った。

結果及び考察 図 (a) は今回測定に用いたサンプルの偏光顕微鏡像である。図のように先端が円形をした電極を用いることで、電極の周囲全方向にキャリアを同時注入することが可能となり、キャリア輸送の異方性を容易に測定できる。図 (b) は実際にキャリアを注入させた際のSHG像である (注入開始後 20 ns におけるイメージ)。図からわかるように、方向によってキャリアの進行距離が異なっていることがわかる。これは、材料の移動度異方性を反映した結果であり、輸送の異方性を画像として捉えることに成功した。同様の測定を一軸配向した π 共役系高分子についても行っており、併せて報告する予定である。

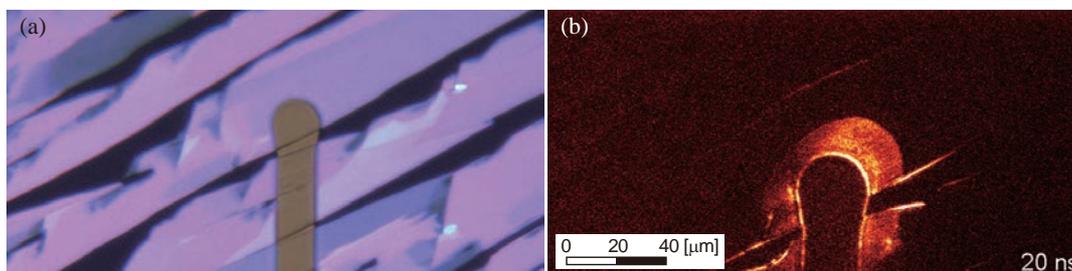


図 (a) グレインの偏光顕微鏡像、(b) 時間分解 SHG 像 (注入開始後 20 ns)

[1] T. Manaka, E. Lim, R. Tamura, and M. Iwamoto, Nat. Photonics, 1, 581 (2007).

[2] D. Taguchi, S. Inoue, L. Zhang, J. Li, M. Weis, T. Manaka, and M. Iwamoto, J. Phys. Chem. Lett., 1, 803 (2010).