

TRM-SHG 法による TIPS ペンタセン FET におけるキャリア輸送の温度依存性評価

Temperature dependence of the carrier transport in TIPS pentacene FET studied by the TRM-SHG measurement

東工大大院理工 ○間中 孝彰, 松原 幸平, 田口 大, 岩本 光正

Tokyo Tech., ○Takaaki Manaka, Kohei Matsubara, Dai Taguchi, Mitsumasa Iwamoto

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

はじめに 単結晶を用いた有機 FET は、高移動度の実現を目指した実用的な研究だけでなく、電荷輸送機構を議論する対象として、基礎的な研究も盛んに行われている。例えば、単結晶における電荷輸送は異方性が顕著に現れ、デバイス設計の際には、その異方性を考慮する必要がある。これまで我々は、電荷輸送の異方性を評価する手法として時間分解顕微 SHG (TRM-SHG) 法を提案し、配向した有機半導体薄膜における異方的なキャリア輸送の可視化を報告してきた [1]。この TRM-SHG 法は、電荷注入に伴うデバイス内の過渡的な電界分布変化を直接評価しているため、電極における電圧降下を考慮した解析により、材料の移動度を正確に見積もることができる [2]。本発表では、塗布法により TIPS ペンタセン FET を作製し、TRM-SHG 法により電荷挙動 (移動度や接触抵抗) の温度依存性を評価することで、電荷輸送機構に関する検討を行う。

実験 測定対象とした素子は、ディップコート法で作製したトップコンタクト型 TIPS ペンタセン FET である。時間分解顕微 SHG 測定の実験系は、文献 [2] に詳述されている。温度依存性を測定する際の基板温度は 100 K から 350 K の間の任意の温度に設定し、窒素雰囲気中で TRM-SHG 測定を行った。

結果及び考察 図 (a) は、温度 293 K において観測された FET チャンネル部分の SHG 像であり (遅延時間: 10 ns)、ソース電極から注入された電荷がチャンネル中を拡がる様子を示している。図 (b) は、電荷の移動距離と、移動距離から見積もられた移動度の時間依存性である。移動度は $\mu = 1/2 \cdot x^2 / V_s t$ で表される関係式から見積もった。ここで、 x は電荷の移動距離、 V_s はパルス電圧、 t は遅延時間である。低温では、室温における SHG 像と異なり、ソース電極端で強い信号が観測された (図 (c) の挿入図参照)。これは、ソース電極での注入障壁による電圧降下を示しており [2]、信号強度を解析することで電圧降下を定量的に見積もることができる。図 (c) は電圧降下を考慮して見積もった移動度と、電圧降下の温度依存性である。図より、低温で移動度の上昇が確認でき、バンド伝導を示唆したものと考えられる。一方で、低温で接触抵抗が大きくなることも確認できた。発表では、異方性測定用の電極を用いた温度特性評価についても議論する。

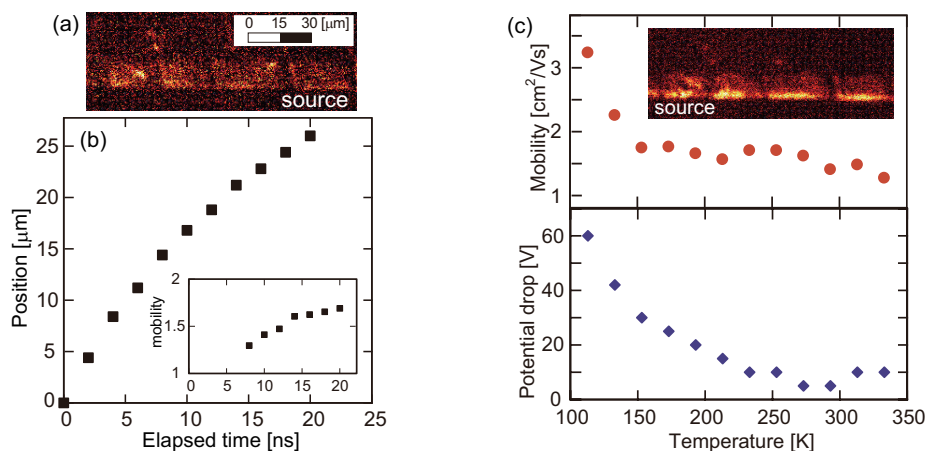


図 (a) チャンネル部分の SHG 像 (@293 K)、(b) 電荷の移動距離と移動度の時間依存性、(c) 移動度と電位降下の温度依存性

[1] T. Manaka et al., APEX, 6, 101601 (2013), [2] T. Manaka et al., JPC C, 113, 10279 (2009).