19p-E3-15

電界誘起光第二次高調波発生及び pre-bias 手法を用いた

ペンタセン FET のキャリア挙動評価

Analyzing Carrier Transport in Pentacene FETs by Pre-biasing Method Coupled with Time-Resolved Microscopic Optical Second-Harmonic Generation Measurement 東工大院理工, °竹尾 淳司, 間中 孝彰, 岩本 光正 Tokyo Tech, [°]Junji Takeo, Takaaki Manaka, Mitsumasa Iwamoto E-mail: iwamoto@pe.titech.ac.jp

はじめに

有機半導体材料の柔軟性や可溶性という特徴は、例えば roll-to-roll プロセスによるデバイスの製造を可能に する。しかし、現状ではデバイス内部のキャリア挙動の評価が十分ではなく、今後の更なる特性向上のためには 新しい評価技術が必要である。我々はこれまで、pre-bias 条件下での電界誘起光第2次高調波発生法(TRMSHG) により移動度のゲート電圧依存性を評価し、トラップキャリヤ密度の変化が移動度を大きく変化させることを示 した[1]。一方、有機 FET のキャリヤ挙動は半導体層の結晶性に依存することが知られている[2]。本発表では、結 晶サイズが異なる2種類のペンタセン FET に pre-bias 手法を用いた SHG 測定を行い、キャリヤ挙動の評価を行う。 実験

測定に用いた素子はトップコンタクト型ペンタセン FET (ペンタセン膜厚:100 nm) である(チャネル長 60 µm, チャネル幅 3 mm)。n⁺⁺-Si 基板表面の熱酸化膜 (500 nm) に PMMA (40 nm) をスピンコートしたものをゲート絶 縁膜とした。蒸着時の基板温度を 20 ℃と 70 ℃として結晶サイズを変化させ、AFM 測定によりそれぞれ直径 400 nm と 1000 nm と確認した。SHG 測定はフェムト秒レーザーを用い、Fig. 1 に示すパルス電圧を FET に印加して 時間分解測定を行う。CCD を用いて FET チャネル部の SHG 像を撮影し、キャリヤ挙動を直接可視化した。 結果・考察

SHG 像の測定結果を Fig. 1 (c)に示す。このキャリヤシートの先端位置 x とソース電圧 V_{sd} 、ソース電圧印加 からの遅延時間t を用いると、過渡状態における移動度 μ は $\mu = x^2/2V_{sd}t$ で与えられる。得られた移動度 をあらかじめ印加したゲート電圧に対してプロットすると Fig.2 が得られる。この結果より、トラップされている キャリヤ密度に応じて真の移動度が変化し、移動度が変化しない領域(region 1)とトラップが埋められていく領域 (region 2)、トラップ準位が埋まり移動度が飽和する領域(region 3)を見出した。より低電圧で移動度飽和が発生す る結晶サイズの大きい FET ではトラップ準位の密度が低いことが TRMSHG 測定から確認できた。発表では活性 化エネルギーの見積もりや、ポリマー絶縁膜の異なるペンタセン FET についても議論する。







Fig. 2. Mobility measured by pre-bias SHG vs -Vg. Mobility was normalized with the mobility of Vg=0 V.

(c) SHG image of carrier migration in the FET channel region.

References

[1] Y. Tanaka, T. Manaka, and M. Iwamoto, Chem. Phys. Lett., 507, 195-198 (2011).

[2] R. Matsubara, N. Ohashi, M. Sakai, K. Kudo, and M. Nakamura, Appl. Phys. Lett., 92, 242108 (2008).