

熱刺激電流 (TSC) – EFISHG 同時測定による IZO/polyimide/pentacene/Au 素子のキャリアトラップ評価

Development of electric-field-induced optical second-harmonic generation measuring system
coupled with thermally stimulated current measurement for evaluation of trapped carriers

○田口大、細川英機、間中孝彰、岩本光正 (東工大・理工)

○Dai Taguchi, Hideki Hosokawa, Takaaki Manaka, Mitsumasa Iwamoto (Dept. of Phys. Elec., Tokyo Tech)

E-mail: iwamoto@pe.titech.ac.jp

はじめに 有機デバイスの研究開発が活発に行われ、新規プロセスによる高品質化などが進められている。デバイスの特性は、作製プロセスで発生する物理的・化学的トラップなどの影響を受ける。このため、デバイス動作の特性改善には、キャリアトラップの密度やエネルギー分布の評価が必要である。その評価には熱刺激電流 (TSC) 測定を用いることができる。しかし、トラップは有機半導体層の内部や界面に存在し、かつ、空間電荷電界を形成するため、その評価も併せて行うことが有効である。我々は、これまで、有機材料内部の電界を測定できる光学的手法である EFISHG 法を開発してきた[1]。そこで、今回、TSC と EFISHG を同時に測定できるシステムを構築し、デバイス内部の電界を直接評価しながらトラップを評価した[2]。

実験 Fig. 1 に測定系と測定に用いた MIS 構造素子 (IZO/polyimide(Pi)/pentacene(Pen)/Au) を示す。Pi と Pen 層は膜厚 100 nm である。この素子に IZO 電極を基準として Au 電極に電圧($V_b > 0$)を印加すると正孔が注入して Pi/Pen 界面に蓄積し、トラップされる。この状態で素子を急冷し、トラップキャリアを凍結してから一定昇温 (10 K/min) して TSC を測定した。また、EFISHG 法で同じ昇温過程での Pen 層内部の電界を測定した。Pen 層の電界を選択的に測定するために、レーザー光波長を 860nm とした。

結果及び検討 Fig. 2 に TSC 測定結果を、Fig. 3 に EFISHG 測定結果を示す。 $V_b = +15V$ とすると正孔が Pi/Pen 界面に蓄積してトラップされる。トラップされた正孔が昇温過程で $T_1 = 200$ K までに解放されることに伴って、TSC 電流(>0)および SHG 強度の減衰を測定できた。TSC 積分値および SHG 強度から計算したトラップキャリア量は、どちらも $\sim 10^{-7}$ C/cm² であり、トラップキャリアにより Pen 層内部につくられる電界の変化を直接測定できたと考えられる。

結論 TSC-EFISHG 同時測定系を構築し、IZO/Pi/Pen/Au 素子中にトラップされた正孔の解放過程を測定した。これにより、トラップキャリアが Pen 内部につく電界の変化を直接測定することに成功した。

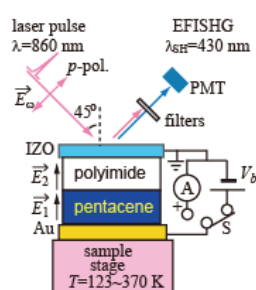


Fig. 1 Experimental setup for EFISHG-TSC measurements.

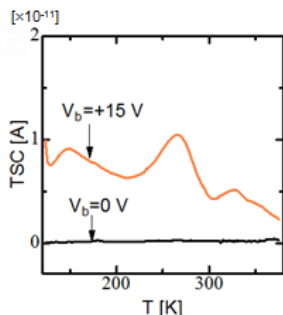


Fig. 2 TSC current with ($V_b = +15V$) and without (0V) carrier injection.

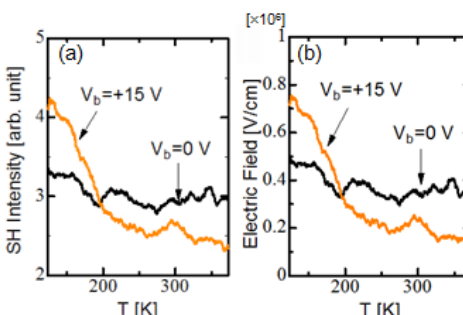


Fig. 3 (a) SHG intensity and (b) electric field E_1 in the pentacene layer, during the heating process.

[1] (Invited Review) M. Iwamoto, T. Manaka, D. Taguchi, Jpn. J. Appl. Phys. 53, 100101 (2014).

[2] D. Taguchi, T. Manaka, M. Iwamoto, SSDM2014, K-6-2, 11 Sep 2014.