

熱刺激電界誘起光第 2 次高調波発生測定による IZO/ $\alpha$ -NPD/Alq3/Al

積層型有機 EL 素子中に蓄積するホールのエネルギー準位の測定

Thermal stimulation measurement of holes in IZO/ $\alpha$ -NPD/Alq3/Al organic light-emitting diode by using electric-field-induced optical-second-harmonic generation

東工大<sup>1</sup>, °田口 大, 間中孝彰, 岩本光正

Tokyo Tech, °Dai Taguchi, Takaaki Manaka, Mitsumasa Iwamoto

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

はじめに これまで我々は、電界誘起光第 2 次高調波測定法 (EFISHG) により、有機 EL 素子の積層膜界面に蓄積するキャリアの空間的挙動を直接測定する手法を確立してきた[1,2]。さらにキャリアのエネルギー準位も測定できれば、有機素子中のキャリア挙動を空間的・エネルギー的に同時観察することが可能となる。今回は、EFISHG 測定系を拡張し、 $\alpha$ -NPD/Alq3 界面に蓄積するホールが熱刺激により解放される過程から直接エネルギー準位を評価したので報告する。

実験 測定試料は IZO/ $\alpha$ -NPD/Alq3/Al の 2 層積層 EL 素子である (図 1)。 $\alpha$ -NPD および Alq3 層の膜厚は 50 nm である。IZO 電極に正の電圧 (Al 電極基準) を加えると、EL 発光と共に、ホールの蓄積が生じる[1]。この状態で EL 素子を急冷してホールを凍結し、IZO、Al 電極を短絡して室温に戻るまでにホールが解放される過程を評価した (図 2 (a))。ホールの蓄積量は、EFISHG 法によりホールが  $\alpha$ -NPD 層につくる電界から直接測定した (図 1)。

結果 測定結果を図 2 (b) に示す。初期温度 ( $T_0$ : 110 K) では蓄積したホールは凍結し、 $\alpha$ -NPD 層に電界をつくるため SH 光が発生している。そして、 $T_1=280$  K でホールが解放されて SH 光が消える。ホールの初期解放過程は熱励起型となることから[3]、アレニウスプロット ( $I_{2\omega}^{0.5} \sim 1/T$ ) の傾きによりホールのエネルギー準位 0.1 eV を得た。

結論 EFISHG 測定に熱刺激法を組み合わせることで、キャリアが熱励起により解放される温度  $T_1$  を直接測定した。さらに  $I_{2\omega}^{0.5} \sim 1/T$  特性をプロットし、ホールのエネルギー準位 0.1 eV を得た。

[1] D. Taguchi, L.Zhang, J.Li, M.Weis, T.Manaka, M.Iwamoto, J. Phys. Chem. C. 114 (2010) 15136.

[2] D.Taguchi, T.Manaka, M.Iwamoto, T.Karasuda, M.Kyomasu: Jpn. J. Appl. Phys. 52 (2013) 04CK04.

[3] *Electrets*, ed. G.M.Sessler (Laplacian, California, 1998) 3<sup>rd</sup> ed, Vol.1.

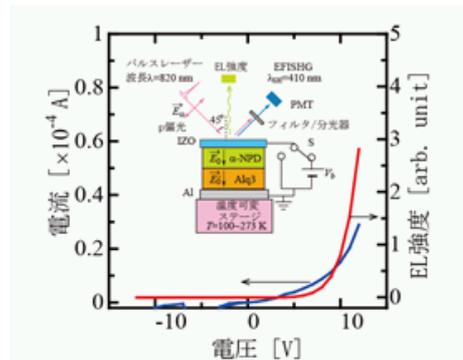


Fig.1 Experimental setup and  $I$ - $V$ - $EL$  characteristics of IZO/ $\alpha$ -NPD/Alq3/Al.

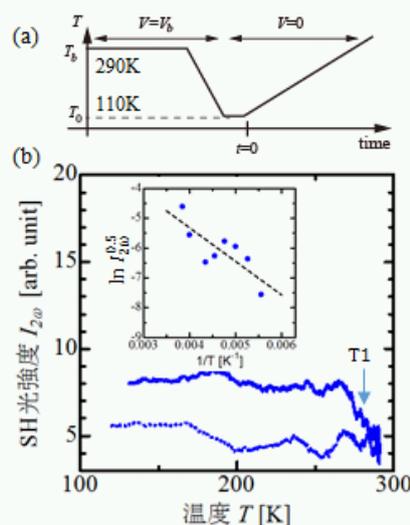


Fig.2 (a) Experimental sequence. (b) EFISHG measurement with thermal stimulation. Inset shows  $\ln I_{2\omega}^{0.5} \sim 1/T$  plot.