

電界誘起光第 2 次高調波発生法による IZO/ α -NPD/Alq₃/Al 積層有機 EL 素子中のトラップ電荷の直接測定

Probing of Trapped Carrier Created in IZO/ α -NPD/Alq₃/Al Organic Light-emitting Diodes
by Using Electric-field-induced Optical Second-harmonic Generation Measurement

東工大・理工 °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 有機 EL 素子動作は、電極からのキャリア注入、キャリア輸送・再結合・発光の過程からなる。そこで我々は、キャリアから発生する電界により生じる電場誘起光第 2 次高調波(EFISHG)を用いて、これらの過程を追跡する手法を開拓してきた [1-3]。一方、実際の EL 素子では、DC 駆動により発光開始電圧が変化し、デバイス寿命が制限されるという問題がある。この原因は、トラップ電荷が空間電荷電界をつくり注入開始電圧を変えるためとされるが、直接、この電界を実測した例はない。本報告では、EFISHG 法を用い、DC 電圧印加に伴って 2 層有機 EL 素子(IZO/ α -NPD/Alq₃/Al)中にトラップ電荷が蓄積され、空間電界が形成される様子を実証した。

実験 図 1 に 2 層積層 EL 素子と EFISHG 測定系を示す。

図 2a に示したように 10 s 毎に DC 電圧印加(V)と 0 V (短絡)を繰り返し、EL 素子を通る電流、EL 強度、EFISHG 強度を測定した。短絡中もトラップ電荷 Q_t が α -NPD/Alq₃ 界面に残れば電界 $E_1 = 1/d_1 \cdot Q_t / (C_1 + C_2)$ (d_1 : α -NPD 膜厚, C_1 , C_2 : α -NPD 層及び Alq₃ 層のキャパシタンス) が α -NPD 層内部につくられるので、EFISHG 強度 ($\propto |E_1|^2$) から Q_t を直接測定できる。

結果 図 2 に測定結果を示す。電圧 $V > 11$ V から EL 発光し、電圧の増加とともに EL 強度が大きくなる。11 V $< V < 18$ V では EL 発光にともない α -NPD/Alq₃ 界面に正の電荷蓄積が生じるが、外部電圧を 0 V とすると放電して EFISHG 強度も 0 に戻る(図 2:領域 1)。一方、 $V > 18$ V では外部電圧を 0 V としても EFISHG 強度は 0 に戻らない(領域 2)。これは、0 V で短絡した 10 s よりも長い放電時間を要するトラップ電荷が生じて、空間電荷電界を形成することを示している。EFISHG 強度を規格化すると、25 V 印加後のトラップ電荷密度は 4.5×10^{-7} C/cm² ($Q_t > 0$)となる。

まとめ EFISHG 法により、2 層積層 EL 素子を DC 電圧駆動中にトラップ電荷が発生し、素子内部に空間電荷電界が形成されることを実証した。

- [1] 田口, 長田, ワイス, 間中, 岩本, 秋季第 70 回応用物理学会学術講演会, 10p-ZC-14 (2009).
- [2] D. Taguchi, M. Weis, T. Manaka, M. Iwamoto, Appl. Phys. Lett. 95, 263310 (2009).
- [3] D. Taguchi, L. Zhang, J. Li, M. Weis, T. Manaka, M. Iwamoto, Jpn. J. Appl. Phys. 50, 04DK08 (2011).

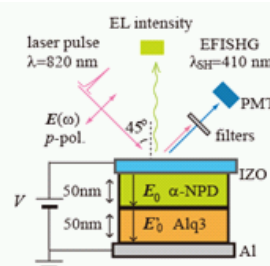


Fig.1: IZO/ α -NPD/Alq₃/Al OLED and optical arrangement for the EFISHG measurement.

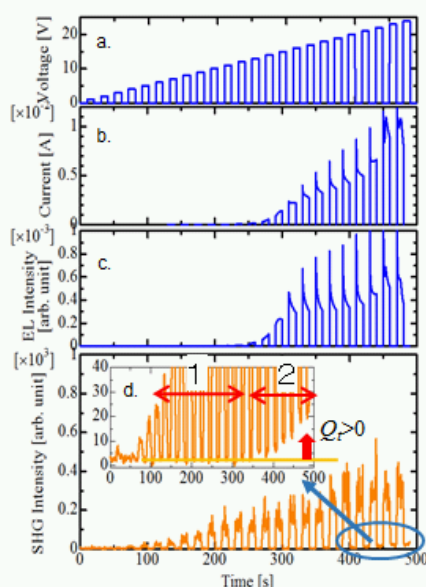


Fig.2: EFISHG under DC voltage application. (a) DC voltage-form, (b) current, (c) EL intensity, (d) EFISHG intensity (the inset enlarges EFISHG intensity near zero level).