

**駆動中有機 EL 内部のキャリア挙動解析：
高効率青色発光素子に対する電界誘起 2 重共鳴 SFG 分光の適用**
Carrier behavior analysis of organic light-emitting diode during operation:
Application of the electric-field-induced double-resonant sum-frequency generation
vibrational spectroscopy for high efficiency blue-OLED
産業技術総合研究所¹, 次世代化学材料評価技術組合²

[○]佐藤 友哉¹, 宮前 孝行¹, 大畑 浩², 筒井 哲夫²

AIST¹, CEREBA², [○]Tomoya Sato¹, Takayuki Miyamae¹, Hiroshi Ohata², Tetsuo Tsutsui²

E-mail: tmy-sato@aist.go.jp

近年、有機 EL (OLED) はテレビやスマートフォンなどのディスプレイとして実用化され、広く一般家庭に普及しつつある。今後さらなる市場拡大のためには、OLED の素子性能の向上が重要な課題であり、駆動中の OLED 素子内部でのキャリア挙動を理解することが、動作機構や劣化機構の理解には必要不可欠である。しかしながら、様々な役割を担う有機層が積層された多層構造を有する OLED 素子内部のキャリア挙動を直接的に調べられる手法はほとんどないのが現状である。これに対し、我々はこれまでに可視光を波長可変化した 2 重共鳴和周波発生 (DR-SFG) 分光[1]に加え、さらに素子に電圧を印加することで引き起こされる電界誘起効果を利用した電界誘起 2 重共鳴和周波発生 (EFI-DR-SFG) 分光を用いて駆動中の OLED 内部のキャリア蓄積の直接観察に成功し報告してきた[2]。本研究では、この EFI-DR-SFG 分光を三重項-三重項消滅過程 (TTA: Triplet-Triplet Annihilation) を活用した青色発光素子の解析に適用することで駆動中の素子内部でのキャリア挙動および動作機構の検討を行ったので報告する。

本研究で用いた素子は CaF₂/IZO/正孔注入層/正孔輸送層/電子ブロック層/発光層/電子輸送層/電子注入層/Al で構成された多積層構造を有する青色発光素子である。素子性能としては、初期輝度からの輝度減衰は 1000 時間連続駆動で 5 % 以下であり、また外部量子効率 は 10 % 程度であった。測定は素子に対して定電圧を印加し駆動させた状態で EFI-DR-SFG 測定を行った。

Fig. 1 に 0 V、2 V および 5 V を印加した際に得られた EFI-DR-SFG スペクトルを示す。Fig. 1 に矢印で示している 1405 cm⁻¹ のピーク強度の印加電圧に対する顕著な変化が確認され、これは素子内部でキャリアが形成した内部電界に起因する強度変化である。このピークの帰属を行うために各有機層で構成された単電荷素子に対し同様に EFI-DR-SFG 測定を行った結果、この 1405 cm⁻¹ のピークが発光層材料由来であることが確認できた。さらに、印加電圧を -6 V ~ 10 V の範囲で 1 V ずつ変えながら逐一 EFI-DR-SFG 測定を行い 1405 cm⁻¹ のピーク強度変化を見たところ、素子に印加する電圧に対して EFI-DR-SFG 強度が非線形に変化する挙動が見られた。この強度変化は駆動中の素子内部のキャリア量の変化と相関があると考えられる。本講演では、実験結果の詳細を報告するとともに EFI-DR-SFG でのキャリア挙動解析について議論する。本研究の一部は NEDO の助成事業の支援を受けたものである。

[1] T. Miyamae *et al.*, J. Phys. Chem. C, **115**, 9551 (2011).

[2] T. Miyamae *et al.*, Appl. Phys. Lett., **101**, 073304 (2012).

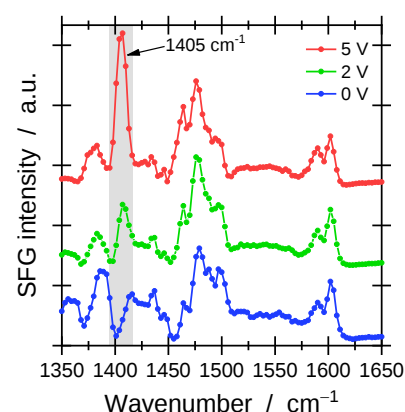


Fig. 1. EFI-DR-SFG spectra of Blue-OLED device with applying the bias voltage at 0 V, 2 V, and 5 V, respectively.