

塗布型正孔注入層が発光層の電荷輸送特性に及ぼす影響

Influence of hole-injection layers on carrier transport properties of an emissive layer

大阪府立大¹, 日産化学工業(株)², 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研³

○高田 誠¹, 遠藤 歳幸², 佐野 翔一¹, 小林 隆史^{1, 3}, 永瀬 隆^{1, 3}, 内藤 裕義^{1, 3}

Osaka Pref. Univ.¹, Nissan Chemical Industries, Ltd.², RIMED³

○M. Takada¹, T. Endo², S. Sano¹, T. Kobayashi^{1,3}, T. Nagase^{1,3}, H. Naito^{1,3}

E-mail: m-takada@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに 有機発光ダイオード (organic light-emitting diode :OLED)における代表的な塗布型正孔注入材料として、PEDOT:PSS (poly(3,4-ethylenedioxythiophene):poly(styrenesulfonate))がある。PEDOT:PSSには、ITOからの正孔注入特性の改善、ITO表面の平滑化する効果がある [1]。しかし、陰極から注入された電子とPSSの反応による硫黄化合物の生成、および発光層への拡散による素子の耐久性低下が問題となっている。本研究では、良好な正孔注入特性、段差被覆性を示すHIL-N (日産化学社製)を用いた高分子LED (PLED) と、PEDOT:PSSを有するPLEDにおいて、インピーダンス測定による正孔移動度、および、正孔寿命 (deep trapping lifetime) 評価から塗布型正孔注入層 (HIL) が発光層の電荷輸送特性へ及ぼす影響について議論する。

2. 実験および結果 正孔注入層 (HIL) が発光層に与える影響を調べるため、発光性ポリマーである Super Yellow (SY: Merck)を用いたITO/PEDOT:PSS (40 nm) or HIL-N (30 nm)/SY (150 nm)/MoO₃ (10 nm)/Al (50 nm)なる構造の正孔オンリー素子 (HOD) を作製した。素子面積は 4 mm²である。インピーダンス分光 (IS) 測定には、Solartron Modulab XM を用いた。

作製した二種類の HOD の IS 測定から得られた、直流印加電圧 0.5 V、温度 300 K における静電容量の周波数 ($C-f$) を Fig. 1 に示す。静電容量が低周波数から高周波数にかけて増加する現象 (走行時間効果) が観測されている。走行時間効果から得られる周波数 f_{μ} から、差分サセプタンス- AB 法 [2]より求めた正孔走行時間の電界強度依存性を Fig. 2 に示す。HIL による正孔走行時間の変化は観測されておらず、HIL が発光層の正孔移動度には影響を与えていないことがわかる。

これまで、我々の研究グループでは、単電荷注入素子の $C-f$ 特性において、走行時間効果が観測される周波数域よりも低周波数域で静電容量が幾何容量と一致する周波数 f_c から、電荷寿命が評価できることを報告している [3, 4]。本研究で用いた HIL を有する HOD でも、 f_c が観測されており、これより得られた正孔寿命の電界強度依存性を Fig. 2 に併せて示す。直流印加電圧 0.5 V、温度 300 K において、正孔寿命は PEDOT:PSS を有する HOD、HIL-N を有する HOD において、それぞれ 0.73 s、24 s と 1 桁以上正孔寿命が異なり、このとき正孔の飛程はそれぞれ 16 μm 、440 μm であった。この原因は、PEDOT:PSS が、SY 中に深い局在準位を形成するためと考えられる。

謝辞 本研究の一部は、科研費 (JP17H01265)、および村田学術振興財団の助成を受けた。

参考文献 [1] P. K. H. Ho, *et al.*, Nature **404**, 481 (2000). [2] R. Kassing, Phys. Status Solidi A **28**, 107 (1975). [3] K. Takagi, S. Abe, T. Nagase, T. Kobayashi, and H. Naito, J. Mater. Sci. Mater. Electron. **26**, 4463 (2015). [4] K. Takagi, T. Nagase, T. Kobayashi, and H. Naito, Appl. Phys. Lett. **108**, 053305 (2015).

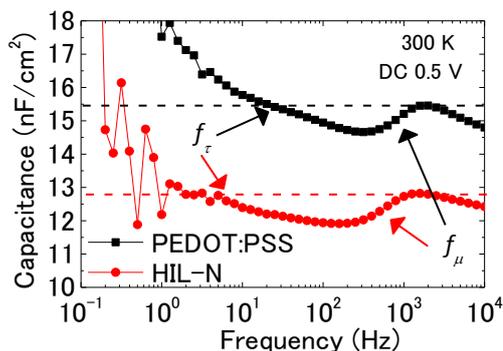


Fig. 1 $C-f$ characteristics at dc 0.5 V, 300 K in the SY HODs with different HILs (black : PEDOT:PSS, red : HIL-N).

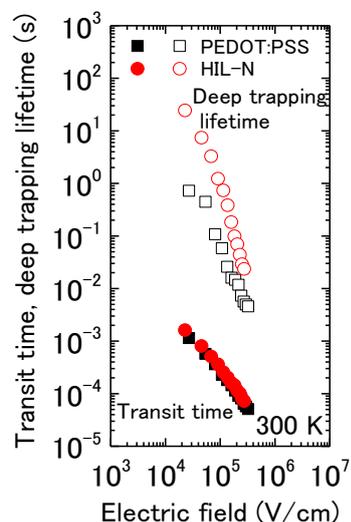


Fig. 2 Plots of hole transit time and deep trapping lifetime versus electric field determined by IS in the SY HODs with different HILs (black : PEDOT:PSS, red : HIL-N).