

2層構造有機発光ダイオードの負の静電容量 -デバイスシミュレーション-

Negative capacitance of bilayer organic light-emitting diodes -device simulation-

大阪府立大¹, 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研²

○高田 誠¹, 永瀬 隆^{1, 2}, 小林 隆史^{1, 2}, 内藤 裕義^{1, 2}

Osaka Pref. Univ.¹, RIMED², ○M. Takada¹, T. Nagase^{1, 2}, T. Kobayashi^{1, 2}, H. Naito^{1, 2}

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

1. はじめに

インピーダンス分光 (IS)では、有機半導体デバイスの電荷移動度、局在準位、等価回路などのさまざまな物理量を評価することが可能である。有機発光ダイオード (OLED)では、発光閾値以上における IS 測定において、低周波域で静電容量が負となる現象 (負の静電容量) が観測される[1]。これまで我々は、単層構造 OLED をモデルとしたデバイスシミュレーションで、負の静電容量が移動度バランス、再結合定数に依存することを明らかにした[2]。さらに、複素インピーダンスに関する解析解を導出し、デバイスシミュレーションで得られた負の静電容量の起源が妥当であることを示した。[3]。実験では、異なる仕事関数を有する陰極金属 (Al, Mg:Ag, LiF/Al)を用いた 2 層構造 OLED において、電子注入障壁が低減すると負の静電容量の絶対値が増加すること、および、デバイス寿命が向上することを見出した[4]。

本研究では、異なる陰極材料を有する 2 層構造 OLED で観測される負の静電容量の挙動をデバイスシミュレーションにより再現することを目的とする。

2. 解析及び結果

デバイスシミュレータ (Atlas, Silvaco)を用い、ポアソンの式、電流の式、電流連続の式を自己無撞着に解くことにより複素インピーダンスを算出した。仮定した素子構造は、陽極 (ITO/PEDOT:PSS)/正孔輸送層 (4,4-bis[N-(1-naphthyl)-N-phenylamino]biphenyl: α -NPD)/発光層 (Tris-(8-hydroxyquinolate)aluminum: Alq₃)/陰極 (LiF/Al)である。

電流密度 25 mA/cm²において、陰極の仕事関

数を 2.9 から 3.2 eV まで変化させたときに得られる静電容量の周波数特性を Fig. 1 に示す。Alq₃ の LUMO 準位は 3.1 eV と仮定しており、陰極の仕事関数が増加、すなわち Alq₃ への電子注入障壁が増加するほど、負の静電容量の絶対値が減少する結果となった。注入障壁の低下によりキャリアバランスが改善し、負の静電容量の絶対値が増大した。これは単層構造 OLED と同様の挙動であり、さらに、上述の実験結果 [4]を再現することができた。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金及び新学術領域研究「元素ブロック高分子材料の創出」(24102011) の助成を受けた。

参考文献

[1] L. S. C. Pingree *et al.*, Appl. Phys. Lett. **86**, 073509 (2005). [2] 岡地崇之, 大阪府立大学, 博士学位論文 (2009). [3] M. Takata, *et al.*, J. Nanosci. Nanotechnol., **16**, 3322 (2016). [4] 高田他, 有機 EL 討論会第 19 回例会, 講演予稿集, S7-3.

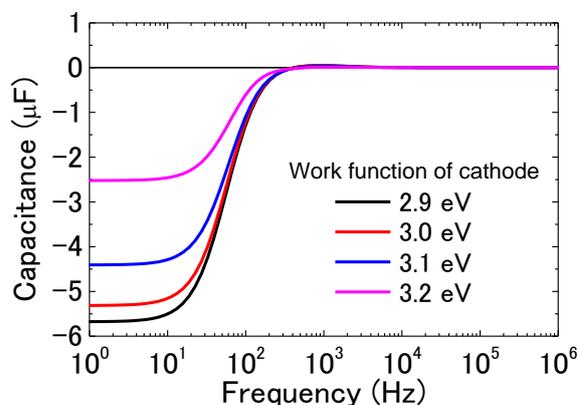


Fig. 1 Capacitance-frequency characteristics with different cathode work functions (ITO/PEDOT:PSS/ α -NPD/Alq₃/Cathode).