拡張タイムドメインリフレクトメトリによる 逆バイアス下の OLED 動作の時間分解解析

Time-resolved analysis of OLED operation by extended time domain reflectometry

千葉大院工 [1]

廖 維淞 [1]，酒井 正俊 [1]，工藤 一浩 [1]

Department of Electrical and Electronic Engineering, Chiba University [1],

Liao Weisong [1], Masatoshi Sakai[1], and Kazuhiro Kudo[1]

E-mail: cama6549@chiba-u.jp

有機発光ダイオード(OLED)では、陰極と陽極からそれぞれ注入された電子とホールがキャリア輸送層を通過し、発光層で再結合することにより発光する。キャリアが注入されてから発光層で再結合するまでのキャリア分布の時間変化は OLED の動作解析に重要である。従来、時間分解 EFISHG や電荷変調イメージング、変位電流測定などの方法により、有機薄膜トランジスタや OLED のキャリアダイナミクスが観測されている[1,2,3]。我々は本研究で提案する拡張タイムドメインリフレクトメトリ(ExTDR)を用いて、OLED のキャリア分布の時間変化を実時間で観測した。ExTDR では OLED 試料へ矩形波を送出し、その反射波または透過波の波形から瞬間的なインピーダンスを観測した。等価回路モデルから計算された波形によって、観測された波形のフィッティングを行い、ホール分布の時間変化を追跡する。ExTDR の結果として、時刻ゼロにおいて 0V → -5 V の逆バイアス電圧が印加されると、電場によってホールが陽極側に排出されていく様子が観測された。初期状態(0V)において陽極(ITO)側に分布するホールのフロントラインは陽極の上端から 32 nm と見積もられ、これはα-NPD の膜厚(40 nm)と同程度であった。時間の経過に従ってホールのフロントラインは陽極側に後退していき、1000 ns までにホールがほとんど排出される様子が観測された。この過程では同時にホール分布面積の増加に対応するインピーダンス変化が観測された。このことは、ホール分布が面内方向に押し拡げられながらホールが排出されていく過程を反映していると考えられる。本研究で用いた封止 OLED 試料は千葉大学先進科学センターの石井・田中研究室からご提供頂きました。感謝申し上げます。

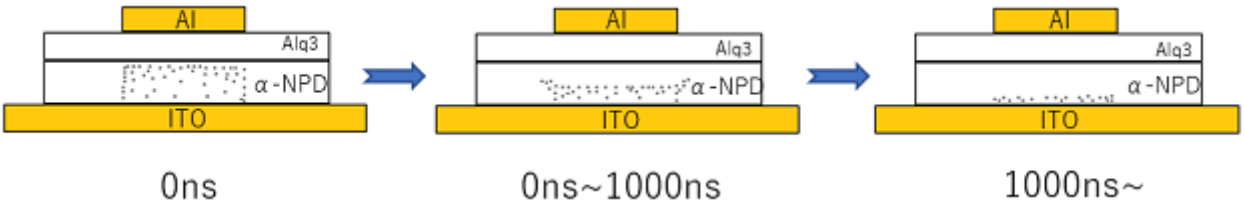

図 1. 逆バイアス下の OLED におけるホール排出過程

[1] T. Manaka et al., Nature Photonics 1, 581 (2007).他 [2] S. Matsuoka et al. Phys. Rev. Applied 9, 024025 (2018).他

[3] Y. Tanaka et al. Organic Electronics 14, 2491 (2013).他