ノイズ分光による逆構造有機発光ダイオードにおける金属酸化物電極/ポリエチレンイミン界面状態評価

Interface states between metal oxide and polyethyleneimine for inverted organic emitting diodes studied by noise spectroscopy

○真弓 隆洋[1], 高田 誠[1], 森井 克行[2], 永瀬 隆[1, 3], 小林 隆史[1, 3], 内藤 裕義[1, 3]
(1. 大阪府立大, 2. 株式会社 日本触媒, 3. 大阪府立大分子エレクトロニックデバイス研)
°T. Mayumi[1], M. Takada[1], K. Morii[2], T. Nagase[1, 3], T. Kobayashi[1, 3], H. Naito[1, 3]
(1. Osaka Pref. Univ., 2. Nippon Shokubai CO., LTD, 3. RIMED)
E-mail: takahiro.mayumi.oe@pe.osakafu-u.ac.jp

1. はじめに 逆構造有機発光ダイオード(inverted organic light-emitting diode : inverted OLED[1, 2])は金属酸化物を陰極として用いているため(金属酸化物から発光層への電子注入障壁が大きいため)、電子注入の改善が課題となっている。近年では、電子注入材料として poly(ethyleneimine) (PEI)を用いることで陰極の金属酸化物と PEI 間の電気双極子により、電子注入障壁を低減できることが報告されている[3]。また、PEI を金属酸化物表面に塗布することで発光閾値以下の電流を抑えることができる。本研究では、発光閾値以下の領域において、ノイズ分光測定を行った。ノイズスペクトルを測定し、金属酸化物と PEI の界面状態を調べ、発光閾値以下の電流値と比較し、inverted OLED の界面状態に関する知見を得ることを目的とする。

2. 実験 AZO (Al を添加した ZnO)(150 nm)/PEI/ poly(9,9-dioctylfluorene-alt-benzothiadiazole) (F8BT) (100 nm)/MoO_3 (10 nm)/Al (50 nm) なる素子構造の inverted OLED を作製し、封止剤により封止した。比較のために AZO 上に直接 F8BT を製膜した inverted OLED の作製も行った。電流-電圧特性測定は、Keithley 2611 を用いた。ノイズ分光測定には、小野測器のスペクトルアナライザ CF-7200 を用いた。なお、ノイズ分光測定には電圧源として乾電池を使用した。

3. 結果 Figure 1 に作製した inverted OLED の電流密度-電圧 (*J-V*)特性を示す。PEI を有する inverted OLED では発光閾値以下の電流値が抑えられていることがわかる。また、PEI を製膜することにより電流効率を 0.83 cd/A から 11 cd/A に向上させることができた。PEI による界面パッシベーションの影響を調べるためにノイズ分光測定を行った結果を Fig. 2 に示す。測定した inverted OLED のノイズ強度はどちらも 1/*f* の周波数依存性 (1/*f* ノイズ) を示し、PEI を製膜することで、inverted OLED のノイズ強度が小さくなることがわかった。捕獲準位により自由電荷が捕獲・放出されることで 1/*f* ノイズが生じることが知られている[4]。Fig. 2 の結果は AZO 表面を PEI によりパッシベートし、界面準位に由来するノイズが減少することを示している。このため発光閾値以下では再結合電流が抑制されると考えられる。当日は、AZO/PEI 界面の状態密度分布についても議論する予定である。

謝辞 本研究の一部は、科学研究費補助金 (17H01265)および村田学術振興財団の助成を受けた。本研究で用いた F8BT を提供して頂いた住友化学株式会社に深く感謝いたします。

参考文献 [1] K. Morii, *et al.*, Appl. Phys. Lett. **89**, 183510 (2006). [2] M. Takada, *et al.*, J. Appl. Phys. **120**, 185501 (2016). [3] Y. Zhou, *et al.*, Science. **327**, 336 (2012). [4] A. Rose, "Concepts in photoconductivity and allied problems", (Krieger, 1978).

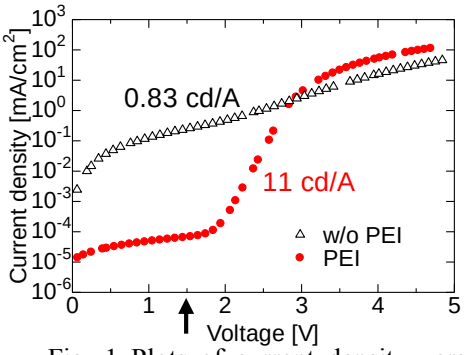

Fig. 1 Plots of current density versus voltage of inverted OLEDs.

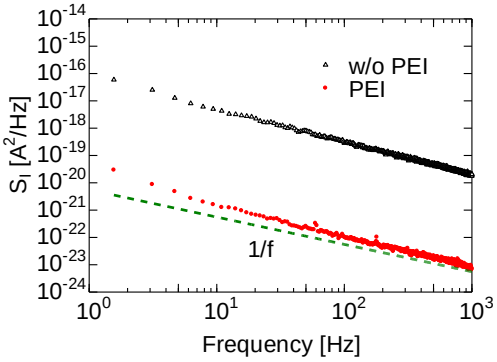

Fig. 2 Noise spectra of inverted OLEDs at applied dc bias of 1.5 V.