

イオン液体を用いた青色電気化学発光セルの作製

Fabrication of blue light-emitting electrochemical cells using ionic liquids

早稲田大理工¹, 早稲田大材研², 日本化学工業³○坂上知¹, 田中美奈子¹, 竹延大志^{1,2}, 米川文広³Fac. Sci. Eng., Waseda Univ.¹, Zaiken, Waseda Univ.², Nippon Chemical Industrial Co. Ltd³○Tomo Sakanoue¹, Minako Tanaka¹, Taishi Takenobu^{1,2} Fumihiko Yonekawa³

E-mail: sakanoue@aoni.waseda.jp

【緒言】塗布製膜によって脱真空プロセスを実現し、低コストで高性能デバイスを作製することは有機半導体デバイスには極めて重要なトピックスである。我々は電気化学発光セル [Light-emitting Electrochemical Cell (LEC)] が塗布プロセスに高い適合性を有していることから、超低コストのポスト有機 EL デバイスとなる可能性を検討している。LEC は有機発光材料と電解質、塩の 3 種の混合薄膜からなる素子で、電気化学ドーピングによりシンプルな単層構造でも高性能を実現できる。デバイス特性が膜厚に左右されにくい、電極仕事関数の制御が不要という特徴は、有機 EL 作製プロセスにおける様々な難しさを解決するため、Roll to Roll 等の超低コストでの素子作製が期待されている。我々はこれまでに有機発光材料と相溶性の高いイオン液体を用いることで LEC が高性能を示すことを報告してきた[1]。本研究では特に、HOMO-LUMO ギャップが広く、電荷注入が難しい青色発光材料を用いて、様々なイオン液体を検討することで高輝度・高効率の青色 LEC の作製を検討した。

【結果と考察】作製した LEC は、単層のサンドイッチ型デバイスである。活性層は青色発光ポリマー poly(9,9-dioctylfluorene) (PFO) とイオン液体の混合膜 (混合比 PFO:イオン液体=4:1) であり、電極には ITO および Al を用いている。イオン液体には 30 種類を超える材料を検討した結果、アンモニウム系のイオン液体が低電圧駆動と耐電圧に優れていることを見出した。図 1 にこの青色発光デバイスのデバイス特性を示す。発光強度は 10 V で 19,000 cd/m² に到達した。これまでの青色発光 LEC の輝度は ~2,000 cd/m² が報告されており [2]、これほどの高輝度は実現されていない。発光効率は 2.8 cd/A であり、参照として作製した同じ発光性ポリマーを用いた有機 EL (ITO/PEDOT:PSS/PFO/Ca/Al 構造) の効率 (0.6 cd/A) と比較しても高効率であり、キャリアバランスに優れていることが示唆された。

一方で、適切でないイオン液体を用いた場合には、駆動電圧の大幅な上昇、あるいは低電圧においても電気化学的な劣化を引き起こし、イオン液体の選択が極めて重要であることが分かった。特に、

- i) 電気化学的な安定性
 - ii) 発光性ポリマーへの P 型/N 型の同時ドーピング
 - iii) 発光性ポリマーとの高い相溶性
- の 3 つを満たすことが重要であった。一方で、図 1 のデバイスのイオン液体は、(i),(ii) を満たすものの、混合膜にはイオン液体と発光性ポリマーの相分離が観察され、(iii) の点で最適とは言えない。イオン液体および発光性ポリマーを LEC に特化して開発していくことで、さらなる素子性能の向上が期待できる。

[1] T. Sakanoue *et al.* *Appl. Phys. Lett.* **100**, 263301 (2012).

[2] Z. Yu *et al.* *Appl. Phys. Lett.* **95**, 203304 (2009).

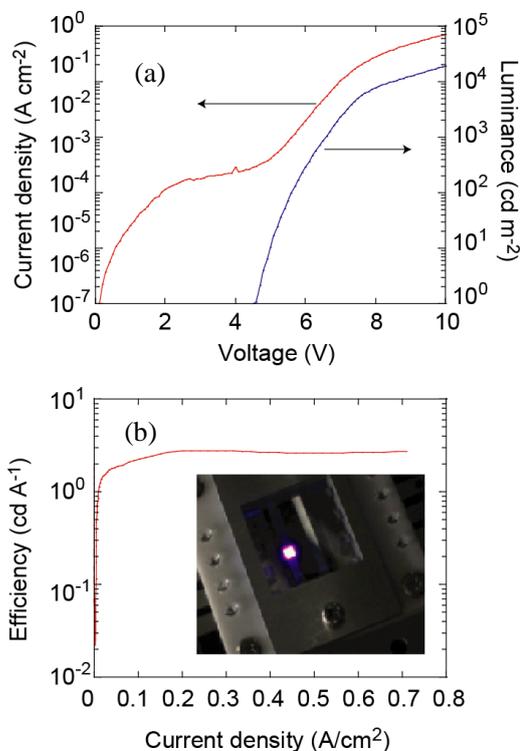


Fig.1 J-V-L (a) and efficiency characteristics (b) of blue-emitting LEC. Inset shows photo of driving LEC.