

Organic Electrophosphorescent Devices : Extremely High-Efficiency Light Emission

Masamichi Ikai

有機EL (エレクトロルミネッセンス) 素子は厚さ100nm程度の有機薄膜を電極 (少なくとも一方は透明) ではさみ、数Vの直流電圧を印加することで発光する素子である。(1)自発光, (2)高視野角, (3)高輝度・高コントラスト, (4)高速応答などの特徴を有するため、液晶ディスプレイに代わる次世代平面ディスプレイとして最有力視されている。省電力化の観点より、電気から光への変換効率の向上が求められている。

有機分子の励起状態には一重項励起状態と三重項励起状態の二つの状態が存在し、一重項励起状態からの発光を蛍光、三重項励起状態からの発光をリン光という。それらの生成割合は1:3であり、リン光を活用することで変換効率の大幅な向上が期待できる¹⁾。しかし、これまで室温でリン光を発する有機材料はほとんど存在せず、従来の有機EL素子は蛍光材料を利用したものに限定されていた。最近、室温で高効率発光する緑色リン光発光材料 (Ir(ppy)₃: イリジウム錯体) を用いた有機EL素子が報告された²⁾。このリン光発光材料の特性を最大限に生かすために、我々はEL素子作製に際して以下の(A), (B)に示す改善を行い、変換効率を劇的に改善することに成功した。

(A) 高輝度 (高電流密度) 領域における変換効率を高めるため、リン光材料 (Ir(ppy)₃) のホスト材料としてホール輸送性有機材料 (TCTA) を利用する。

(B) 陽極から注入されたホールを発光層内に閉じ込めることで電子とホールの再結合確率を向上させるため、イオン化ポテンシャルの大きいフルオロベンゼン系の電子輸送性材料 (CF-X, CF-Y) を適用する。

高効率発光の鍵となる有機材料の分子構造式を Fig. 1 に示す。リン光材料のホストとして TCTA, ホールブロック層として CF-X または CF-Y を用いた場合、外部量子効率それぞれ最大 19.2%, 18.2% (変換効率 約 90% 以上に相当する) という理論限界に近づく発光効率に達した³⁾。従来の蛍光ELでは外部量子効率の理論限界が約 5% であるから、いかに高効率であるかがわかる。実際、蛍光EL素子とリン光EL素子のパネルを作製し、輝度を比較するとその差は一目瞭然である (Fig. 2)。注目すべき点は、高輝度領域においても高い発光効率を維持することである。10,000cd/m² という蛍光灯の数倍の輝度領域で変換効率が 75% 以上を維持する例は他にない。

カーナビ, 携帯電話, PDA (Personal Digital Assistant) などの省電力情報表示デバイスへの利用価値が高いと考えられる。

参考文献

- Baldo, M. A., et al. : Nature, 395(1998), 151
- Baldo, M. A., et al. : Appl. Phys. Lett., 75(1999), 4
- Ikai, M., et al. : Appl. Phys. Lett., 79(2001), 156
(2001年6月28日原稿受付)

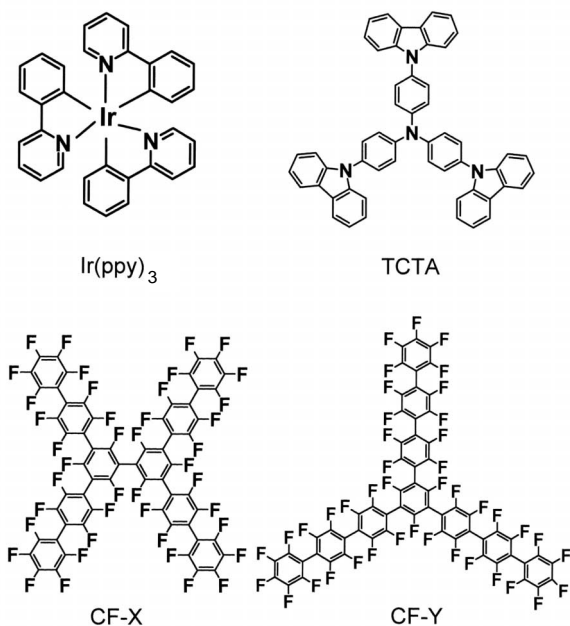


Fig. 1 Chemical structures of Ir(ppy)₃, TCTA, CF-X and CF-Y.

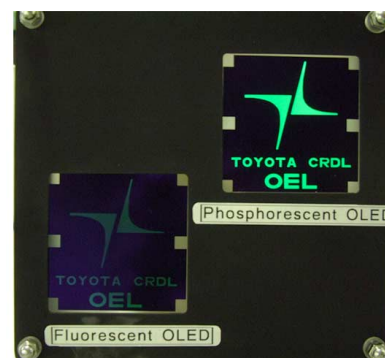


Fig. 2 Demonstration of organic light-emitting device (OLED) panels for the comparison between fluorescent- and phosphorescent- OLEDs. (Panel size : 80mm × 80mm each)