

有機ELの最前線

Current status of OLEDs

○ 城戸淳二 (山形大院有機材料システム)

○ Junji Kido (Yamagata University), E-mail: kid@yz.yamagata-u.ac.jp

【緒言】1980年代後半から実用化に向けて本格的な研究開発がスタートした有機EL素子は、97年に実用化が始まった。現在ではスマートフォン、スマートウォッチ、タブレット、などの表示部に使用されており、大型テレビも実用化が始まった。今後は、低コスト化し、液晶と競合しながら大型テレビ分野において市場占有率を高めていくと期待されている。また、照明用全固体型発光デバイスとしては、白色無機半導体発光ダイオード(LED)がすでに普及モードに入り、液晶ディスプレイのバックライトばかりでなく照明器具としても普及し始めている。したがって、照明分野では有機ELは白色LEDと競合することになる。本稿では有機EL研究開発および実用化への取り組みについて報告する。

【材料とデバイス】

低分子量の有機EL材料は真空チャンバー中で加熱して昇華、あるいは蒸発させて基板上に堆積させる。よって、有機層が三層、四層から構成される積層構造素子が作製しやすく、さらに共蒸着により発光層を色素ドーピングして各層の機能を分離する機能分離型素子を作製しやすい利点がある。発光材料には当初、蛍光材料が用いられていたが、イリジウム錯体などリン光材料を使用することにより、内部量子効率 100% が可能となり、現在では三原色のうち、緑や赤色はリン光材料が使用されている。課題としては、純青色のリン光材料で、発光色、効率、寿命など三拍子揃った材料がないことと、イリジウムなど希少金属を使用しているのでコストが高いことである。その点、熱活性化遅延蛍光材料(TADF)では、希少金属を使用しないので現在では、発光材料の研究のターゲットが、希少金属の錯体からTADF材料へと移っている。

塗布型素子では有機層を真空を用いずに塗布で成膜できる特徴がある。以前は、ポリフルオレン系など π 共役高分子が精力的に検討されてきたが、リン光材料の使用から、低分子塗布材料の開発が活発になっている。素子の高性能化には積層構造が不可欠であり、材料の溶解性を制御しながら直交溶媒を用いた多層構造が実現され始めている。今後の課題は、性能面で蒸着型に追いつくことと、製造プロセスの確立である。

ディスプレイの実用化では、蒸着型有機EL素子は、すでに量産化されており、特にポリイミド基板を用いたフレキシブル有機ELディスプレイは、液晶に代わりスマートフォンやタブレットにも広く使用されている。大型テレビも白色有機EL素子とカラーフィルターの組み合わせで量産され始め、その画質の高さから液晶に取って代わると期待されている。照明用としては、無機LEDは点光源であり、指向性の強い発光素子であり、現在では電球型および蛍光灯型LEDが実用化され白熱電球や蛍光灯の代替として普及し始めている。面光源でかつ極めて演色性の高い有機EL照明は、より「やさしい」照明として棲み分けられるとされている。

デバイス構造では、大型ディスプレイや照明用有機ELには、高輝度における高効率と長寿命が要求される。電流駆動素子である有機EL素子は、駆動電流の大きさに劣化速度が大きく依存するので、通常は高い電流で高輝度で駆動させると素子劣化は早い。逆に低電流で低い輝度であれば劣化は抑えられる。そこで、複数の素子を直列に接続して重ねた構造を有するタンデム構造にすることにより、駆動電流を飛躍的に小さくする方法を開発した。これにより、駆動寿命は低電流化により大幅に延びる。また、このようなタンデム構造では、見かけ上の内部量子効率に上限がなく、 100% を超すことも可能であり、特に発光ユニット間に電荷発生層を用いたものを「マルチフォトン素子(MPE素子)」と呼ぶ。今後、大型ディスプレイや白色照明パネルの普及に伴い、MPE素子の比率が高まると思われる。

【展望】

有機ELディスプレイの製品化は20年前の1997年にパッシブ型ディスプレイの生産に始まり、フルカラー化、そしてTFT基板を用いたアクティブ化、中小型の量産、そして小型テレビの生産が10年前の2007年に始まった。今年、2017年は国内大手テレビメーカー3社の大型テレビが市場に投入され始めた。今後の市場の拡大ばかりでなく、さらなる大型化とフレキシブル化であり、2027年には120インチを超える高精細壁紙型有機ELディスプレイの実用化が期待できる。それには、塗布型有機ELの実用化とロール to ロールでの生産を実現することが不可欠であろう。