

有機 EL

齋藤洋介, 榊原佑樹, 内村裕之

Yosuke Saito, Yuki Sakakibara, Yushi Uchimura

1 はじめに

現在, オフィスにおける消費電力の約 40 % を照明が占めている¹⁾。これまで主な照明として使用されてきた蛍光灯は水銀による環境汚染の問題が懸念されるため, 省電力かつ環境に良い照明の必要性が高まる。その中次世代照明として登場したのが LED 照明である。LED 照明は既に普及しており, 新たな照明として有機 EL 照明の研究が進められている。

有機 EL は照明だけでなく, 次世代のディスプレイとしても注目されている。有機 EL はフレキシブルで薄膜, 透明化可能などがこれまでの照明にない大きな特徴であり, この有機 EL 照明ならではの特徴が評価され研究がされている。

本稿では有機 EL 照明に着目し, その概要, 最新の研究例, 及び導入例を述べた後, 今後の展望について考察する。

2 有機 EL 照明の概要

2.1 有機 EL とは

有機 EL とは有機エレクトロ・ルミネッセンスの略称であり, 有機化合物による発光を伴う物理現象のことである。日本では有機 EL と呼ばれるのが一般的であるが, 海外では OLED (Organic light-emitting diode) と呼ばれる。また有機 EL は LED の一種である。

有機 EL は主に照明とディスプレイが挙げられるが, 求められる性能は異なる。照明として使用する場合に有機 EL に求められるのは現在使用されている照明と同等, またはそれ以上の明るさや色の再現性などである。

2.2 有機 EL の発光原理

有機 EL の発光原理を Fig. 1 に示す。発光層, 輸送層などの有機物の層を重ねた層構造となっている。発光原理は有機物に電圧をかけ, それぞれの電極からプラスの電荷を持つ正孔, マイナスの電荷を持つ電子を注入する。注入された正孔と電子がそれぞれ輸送層を通過し, 発光層で結合することで励起状態という高いエネルギーを持った状態になる。この励起状態から安定した基底状態に戻る時にエネルギーを放出することによって発光する。

2.3 有機 EL 照明の特徴

有機 EL はその構造からとても薄く, 面で発光するという特徴がある。また使用する基板を変えることでフレキシブルや透明などといった特徴もある。これらの特徴は従来の照明にはなかったものであり, 設置場所を選ばず, 照明の形状も多種多様である。また設置場所, 設計の

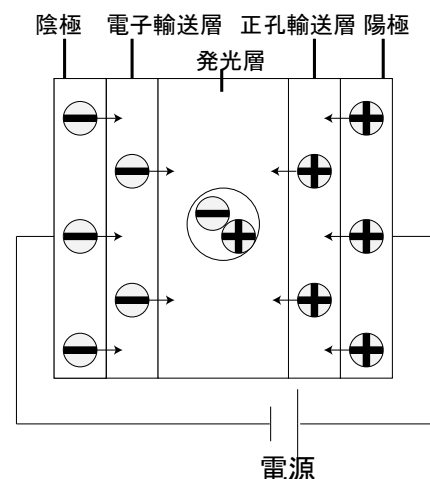


Fig.1 有機 EL の発光原理

自由度の高さからインテリアとしての面も強く, 有機 EL 照明は生活やオフィスなどの環境をより良いものにすると考えられる。

しかし課題として寿命, 発光効率などがあり, 実用化に向けて研究が続けられている。

2.4 蛍光と燐光

発光効率改善の方法として発光に使用している有機材料の改良が挙げられる。

有機 EL の発光材料として蛍光材料と燐光材料があり, 発光に使用する光が異なる。Fig. 2 は蛍光と燐光が発する際に, どのような状態遷移を辿るか示したものである。Fig. 2 中の一重項状態とは分子軌道上を回る 2 つの電子の自転が互いに打ち消しあう方向な状態であり, 三重項状態とはこの電子の自転が同方向となった状態である。また励起一重項状態、及び励起三重項状態とは有機物がエネルギーを持ち, 励起した状態である。また基底状態は一重項状態であり三重項状態はない。蛍光材料を用いた発光は励起一重項状態から基底状態に戻る時の蛍光発光を使用する。蛍光材料は蛍光 25 %, 燐光 75 % の割合で発するが, この燐光は観測が困難な弱い発光なため光には使用できず, 発光効率 25 % となる。一方, 燐光材料を用いた発光は励起一重項状態から基底状態に戻る時, 励起三重項状態を経由し, 励起三重項状態から基底状態に戻る時の燐光発光を使用する。燐光材料とは有機物にインジウム, 白金など希少金属を材料に加えたもので, 希少金属を加えることによって燐光は強くなる。これにより弱い燐光発光を使用することができる。また希少金属を加えることで励起三重項状態への遷移が速くなる。燐

光材料が理論上 100 % の発光効率と言われているのはこのためである。

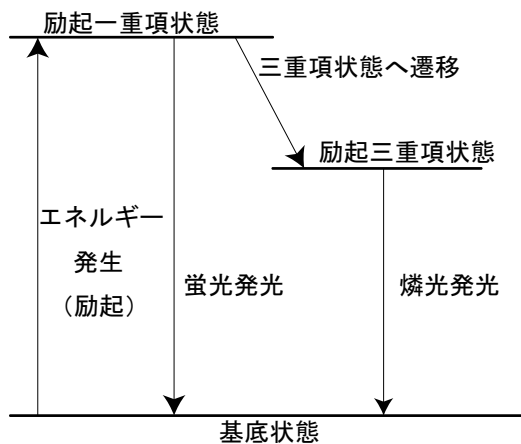


Fig.2 蛍光と燐光発光における状態遷移

3 最新の動向

3.1 最新の研究成果

有機 EL 照明が登場した頃、発光層に使用されるのは蛍光材料であった。蛍光材料は既に十分な発光効率のものがあり、照明として使用可能であるが、発光原理により長寿命化が困難という問題がある。そのため現在、燐光材料での発光を利用した有機 EL 照明が多くなってきている。しかし燐光材料を使用するための課題として青色の発光をする燐光材料の開発である。有機 EL を照明として使用するには最低限として光の三原色である赤、青、緑の発光が必要である。赤と緑の発光色を持つ燐光材料は、発光効率や寿命などの面で適正を持つものが開発されている。青色発光の燐光材料はまだ十分な特性を持つものがなく、青色燐光発光材料を用いたデバイスの高い発光効率と長寿命を両立することは非常に難しい。有機 EL の材料開発は大きな課題となっており、多くの企業が研究を続けている。

コニカミノルタは 2011 年に世界初の燐光材料のみでの有機 EL 照明の開発した有機 EL 照明の開発に成功し、その発光効率は当時での世界最高レベルであった。この燐光材料のみでの有機 EL 照明には独自開発の新規青色燐光材料を使用していた。同社はこの燐光材料を使用し、2013 年に発光効率 103 lm/W を実現し、2014 年 3 月 4 日には世界最高クラスの発光効率である 131 lm/W を持つ白色有機 EL 照明パネルを開発したと発表した²⁾。この発光効率の向上は独自開発の青色燐光材料の最適化を進め、光学シミュレーションに基づく有機層構成技術と内部光取り出し技術による光取り出し効率を高めた結果である。

さらに同社は 2014 年の夏には世界初樹脂基板フレキシブル有機 EL 照明パネル量産工場を建設し、塗布方式による同年秋より量産開始を予定している。

3.2 有機 EL 照明の導入事例

三菱化学株式会社とパイオニア株式会社の共同開発である有機 EL 照明パネル「VELVE」が六本木ヒルズで行われる「Roppongi Hills 10th Anniversary Christmas」のクリスマスツリーに採用された。ツリーに使用された VELVE は 216 枚で、シンボルツリーとして六本木ヒルズの玄関口である 66 プラザに設置された³⁾。

ツリー照明のために VELVE に防雨処理を施したことにより、有機 EL 照明パネルを初めて屋外で長期間利用できるようになった。VELVE はフルカラー調色・調光機能による目に優しい柔らかな光は、クリスマスツリーのモチーフであるキャンドルの炎の色やウイスキーを思わせる琥珀色を自在に表現できる。

4 今後の展望

有機 EL 照明は 2 章で述べたように、薄く、フレキシブルで透明化できるというこれまでの照明にない特徴が注目され研究がされている。

有機 EL 照明普及の課題として、寿命と発光効率の問題が長く言われてきた。この寿命、発光効率をそれぞれで見ると、寿命は現在、2 万時間から 4 万時間と言われており、ようやく LED 照明に追いついてきたと言える。発光効率は 3 章で述べたコニカミノルタの発光効率 131 lm/W という数値は照明として実用可能レベルである⁴⁾

LED 照明も登場した頃は蛍光灯よりも発光効率、電力消費、寿命などの面で劣っており、照明として使用することができない性能ではなかった。しかし研究が進み、現在では一般家庭にまで広く普及するようになった。有機 EL 照明の性能も改善されてきたが、寿命、発光効率などの課題が残っており、広く普及するに至っていない。しかし、有機 EL 照明には従来の照明にない薄くフレキシブルという特徴は、これまでの照明のデザインを大きく変えるだろう。今後性能が向上するにつれて、有機 EL 照明は LED 照明と同じような発展を遂げ、近い将来 LED 照明と並ぶ次世代照明として広く普及していくことだろう。

参考文献

- 1) 一般財団法人省エネルギーセンター オフィスビルのエネルギー消費の特徴。
<http://www.eccj.or.jp/office.bldg/01.html>.
- 2) コニカミノルタ 世界最高発光効率 131 lm/w を達成した白色有機 el 照明パネルを開発。
<http://www.konicaminolta.jp/about/release/2014/0304.02.01.html>.
- 3) パイオニア株式会社 報道資料。
<http://pioneer.jp/press/index/1700>.
- 4) 東芝ライテック株式会社 プレスリリース。
http://www.tlt.co.jp/tlt/press_release/p140228/p140228.htm.