

3-1 有機 EL の原理とデバイス構造

有機 EL は発光材料として有機材料を用いるデバイスであり、1987 年から本格的な実用化開発が始まった比較的新しい技術であるが、近年、スマートフォン、テレビなどにおいて日に日に存在感を増している(2018 年現在)。

有機 EL デバイス構造は、有機材料を2つの電極で挟んだ単純な構造である。陰極から電子、陽極から正孔(ホール)が注入され、両者が有機層内で再結合することにより有機分子が励起され、励起状態から基底状態に戻るときに発光する(図)。電極から電荷が注入される注入型デバイスであり、発光メカニズムが発光ダイオードと近いため、“Organic Light Emitting Diode (OLED)”と呼ばれる。

- 有機材料を2つの電極で挟んだ単純な構造
- 全固体デバイス
- 電極から電荷が注入される注入型デバイス
- 発光メカニズム：
 - 1) 陰極から電子、陽極から正孔(ホール)が注入され、
 - 2) 電子と正孔が有機層内で再結合することにより有機分子が励起され、
 - 3) 励起状態から基底状態に戻るときに発光する。

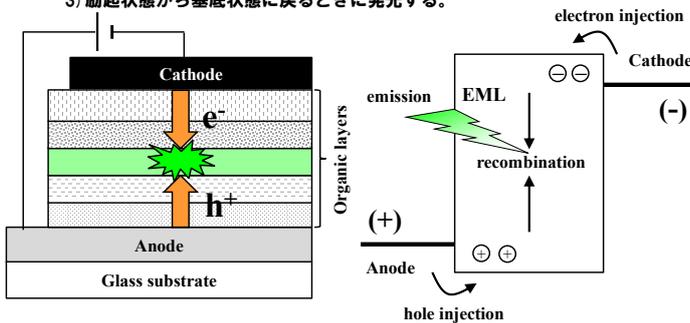


図. 有機 EL の発光原理

<発光の原理>

異なるエネルギーレベル間での遷移が起こるとき、光吸収や発光が生じる。2つの状態間のエネルギー差 (ΔE) が光吸収や発光の波長と相関する。

- 異なる定常状態 E_m , E_n の間で電子が移動(遷移)するとき、光の出入りが生じる

$$h\nu = |E_m - E_n| = \Delta E$$

$h = 6.626176 \times 10^{-34} \text{Js}$ (Planckの定数)

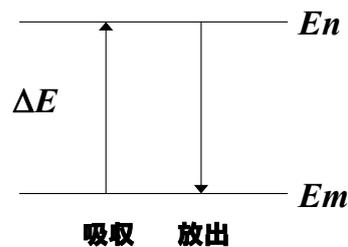


図. 光の吸収と放出

基底状態から励起状態に励起されるとき、一重項励起状態と三重項励起状態の2つの励起状態が生じる。一重項励起状態と三重項励起状態の比は量子力学的に1:3と決まっている。この2つの励起状態のうち、一重項励起状態は基底状態に戻るときに発光が可能である。一方、三重項励起状態はスピン禁制によって、通常、非発光失活過程によって基底状態に戻るため、発光しない。

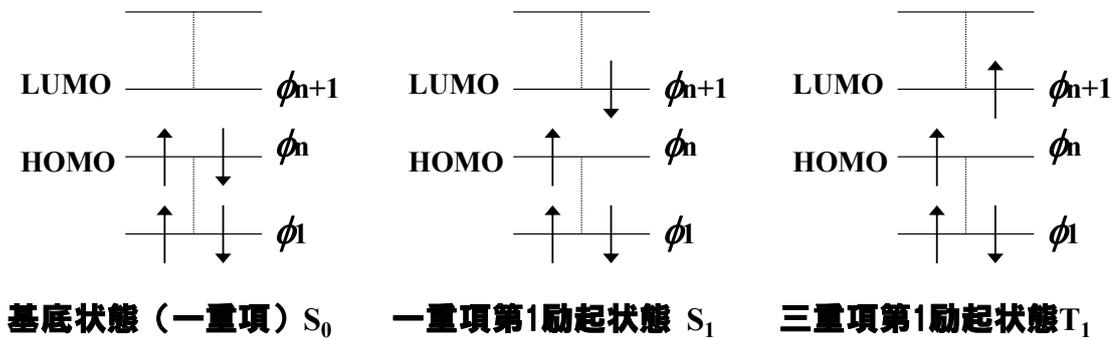


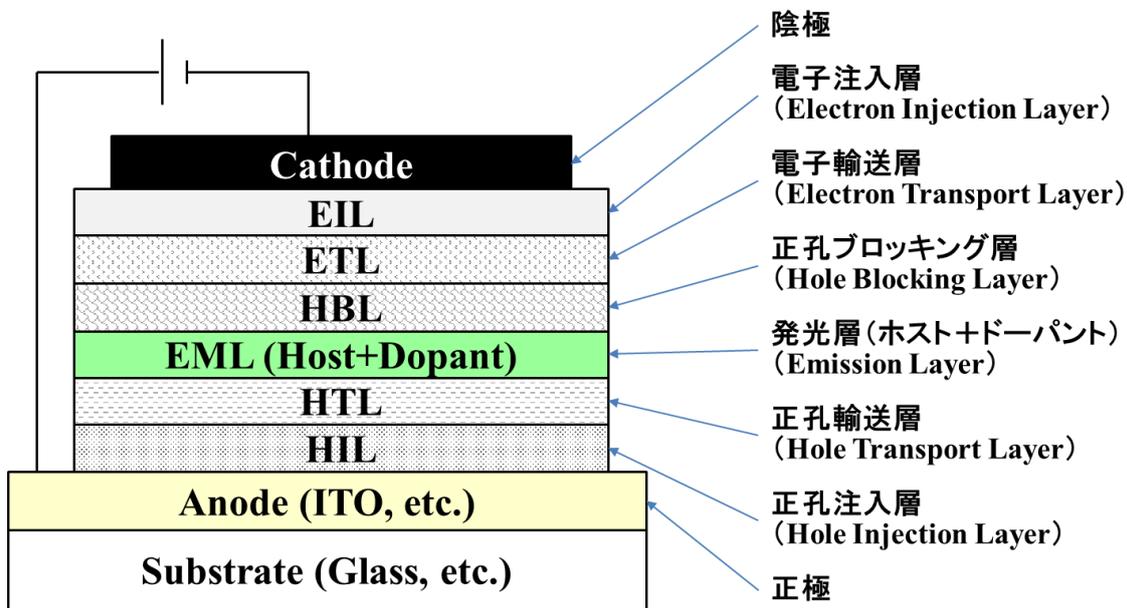
図. 基底状態と励起状態のスピン状態

<有機 EL のデバイス構造>

有機 EL デバイス構造の一例を図に示す。

ガラスなどの基板の上に、ITO(Indium Tin Oxide)などの陽極(Anode)、ホール注入層(HIL: Hole Injection Layer)、ホール輸送層(HTL: Hole Transport Layer)、発光層(Emission Layer)、ホールブロッキング層(HBL: Hole Blocking Layer)、電子輸送層(ETL: Electron Transport Layer)電子注入層(EIL: Electron Injection Layer)、陰極(Cathode)などが積層される。

陽極からホール(正孔)が注入され、一方、陰極からは発光層に向けて電子が注入され、発光層で電子とホールが再結合して光が放射される。



- ※有機層:アモルファス有機半導体を用いる。
- ※各有機層の厚さ:数nm~100nm程度(通常は数10nm)