

## 認識 LED 發光關鍵材料：鎵金屬

金屬中心 MII 產業分析師 林偉凱

出版日期：2012.12.07

### 一、概論

鎵是在 1871 年門德列夫從理論上推測出的元素之一。根據這一推測，1875 年法國化學家布伊斯保德蘭(paul-Emile Lecoqde Boisbaudran)發現並確認該元素，他用法國的拉丁文名字「Gallia」命名該元素，以紀念他的祖國。隨著電子產業和照明市場等應用擴增，鎵的利用價值也引起國際高度重視。金屬鎵(Gallium)在固態時呈現淡綠色的金屬光澤，熔點低，為 29.75°C，僅次於銀，有延展性，在空氣中很穩定，液態時幾乎與銀相同，易溶解於酸與鹼。鎵是一種伴生礦，屬於稀有金屬的一種，99%以上的鎵伴生在鋁土礦中。

鎵與鋁屬同族元素，因此他們許多化學性質相似(鎵為銀白色金屬，毒性低)。鎵很軟，可用刀切；熔點很低，只有 29.8°C。由於人體體溫有 37°C，所以把它放在手心中，它就會熔化。然其沸點很高，可達 2,403°C，因而其液態溫度範圍大於任何已之金屬，這使得它適用於特殊的高溫溫度計。此外，與水一樣，它也有凝固時體積增大這一不尋常之處。隨著電子產業和照明市場等應用擴增，鎵的利用價值也引起國際高度重視。鎵多半以化合物的型態被應用在電子領域、照明領域以及醫療領域中。鎵常用於電子產業的上游半導體材料，並以化合物半導體(compound semiconductor)的型式為主，其中以 III-V 價化合物的砷化鎵(GaAs)、磷化鎵(GaP)、磷砷化鎵(GaAs<sub>x</sub>P<sub>1-x</sub>)為主，多用於製作光電元件(opto-electronic device)。砷化鎵(英文名稱為 Gallium arsenide, 化學式為 GaAs)是鎵和砷兩種元素所合成的化合物。也是很重要的半導體材料，被用來製作像微波積體電路(例如單晶微波積體電路(MMIC))、紅外線發光二極體、雷射二極體和太陽電池等元件。磷化鎵(英文名稱為 Gallium arsenide, 化學式為 GaP)是鎵和磷兩種元素所合成的化合物，主要用於 LED 晶片的用途目前常用於紅光，黃光，綠光等光源的 LED。

發光二極體(Light-emitting diode, 簡稱 LED)，是一種半導體元件。初時多用作為指示燈、顯示板等；隨著白光發光二極體的出現，也被用作照明。它是 21 世紀的新型光源，具有效率高、壽命長、不易破損等傳統光源無法與之比較的優點。加正向電壓時，發光二極體能發出單色、不連續的光，這是電致發光效應的一種。改變所採用的半導體材料的化學組成成分，可使發光二極體發出在近紫外線、可見光或紅外線的光。LED 可區分為三種：高亮度 LED、一般亮度 LED 及紅外光 LED，近年相關技術快速提升，高亮度 LED 的效率及成本都有大大改進，產品朝高附加價值方向邁進。其高亮度 LED 占全球 LED 出貨比重也漸年提

升，預期未來將達到 80% 以上。



LED 發光二級管

## 二、LED 的發光原理及結構

1955 年，美國無線電公司(Radio Corporation of America)的魯賓·布朗石泰(Rubin Braunstein)生首次發現了砷化鎵(GaAs)及其他半導體合金的紅外放射作用。1962 年，通用電氣公司的尼克·何倫亞克(Nick Holonyak Jr.)開發出第一種實際應用的可見光發光二極體。LED 是 Light Emitting Diode 的縮寫，中文譯名為“發光二極體”，是半導體材料製成的固態發光元件，材料使用 III-V 族化學元素(如：磷化鎵(GaP)、砷化鎵(GaAs)等)，發光原理是將電能轉換為光，也就是對化合物半導體施加電流，透過電子與電洞的結合，過剩的能量會以光的形式釋出，達成發光的效果，屬於冷性發光，壽命長達十萬小時以上。

發光二極管的核心部分是由 p 型半導體和 n 型半導體組成的晶片，在 p 型半導體和 n 型半導體之間有一個過渡層，稱為 p-n 結。在某些半導體材料的 PN 結中，注入的少數載流子與多數載流子復合時會把多余的能量以光的形式釋放出來，從而把電能直接轉換為光能。PN 結加反向電壓，少數載流子難以注入，故不發光。這種利用注入式電致發光原理制作的二極管叫發光二極管，通稱 LED。當它處於正向工作狀態時(即兩端加上正向電壓)，電流從 LED 陽極流向陰極時，半導體晶體就發出從紫外到紅外不同顏色的光線，光的強弱與電流有關。發光二極體結構它的基本結構是一塊電致發光的半導體材料，置於一個有引線的架子上，然後四周用環氧樹脂密封，起到保護內部芯線的作用，所以 LED 的抗震性能好如【圖 1】。

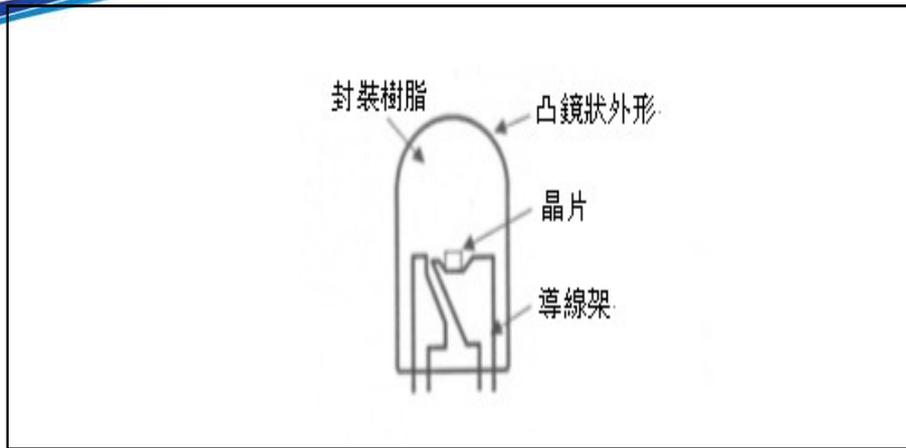


圖 1 LED 結構

資料來源：金屬中心 ITIS 計畫整理

### 三、LED 的種類

LED 最大的特點在於：無須暖燈時間(idling time)、反應速度快(約在 10-9 秒)、體積小、用電省、耐震、污染低、適合量產，具高可靠度，容易配合應用上的需要製成極小或陣列式的元件。LED 因材料的不同，其二極體內中電子、電洞所佔的能階也有所不同，能階的高低差影響結合後光子的能量而產生不同波長的光也就是不同顏色的光，如紅、橙光、黃、綠、藍或不可見光等，目前可見光 LED 已普遍應用在生活中多項產品如手機、PDA 產品的背光源、資訊與消費性電子產品的指示燈、工業儀表設備、汽車用儀表指示燈與煞車燈、大型廣告看板及交通號誌等；至於不可見光，主要分為二種，短波長紅外光應用在無線通訊用(如 IrDA 模組)、遙控器、感測器；長波長紅外光則用在短距離光纖之通訊光源。以下將可見光的種類及材料整理如【表 1】。

表 1 LED 的種類

光色	波長(nm)	半導體材料	化學符號
紅	760~610	鋁砷化鎵	AlGaAs
		磷化銦鎵鋁	AlGaInP
		磷化鎵(摻雜氧化鋅)	GaP:ZnO
橙	610~590	砷化鎵磷化物	GaAsP
		磷化銦鎵鋁	AlGaInP
		磷化鎵	GaP
黃	590~570	砷化鎵磷化物	GaAsP
		磷化銦鎵鋁	AlGaInP
		磷化鎵(摻雜氮)	GaP:N
綠	570	銦氮化鎵/氮化鎵	InGaN/GaN
		磷化鎵	GaP
		磷化銦鎵鋁	AlGaInP
		鋁磷化鎵	AlGaP
藍	450~500	硒化鋅	ZnSe
		銦氮化鎵	InGaN
		碳化矽	SiC
白光	白光	氮化鎵	GaN

資料來源：LED 投資新趨勢

#### 四、有機發光二極體 OLED

OLED 全名叫做有機發光二極體(Organic Light-Emitting Diode)，與「薄膜電晶體液晶顯示器」(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display, TFT-LCD)是不同類型的產品。部分國外又稱 OLED 為有機電激光顯示(Organic Electroluminescence Display, OLED)。其發光原理跟 LED 一樣，不同之處是其發光物質是有機物質，例如有機聚合物等。OLED 具有自發光性、廣視角、高對比、低耗電、高反應速率、製程簡單等優點，OLED 顯示器因為不需背光元件，所以可以比 LCD 顯示器造得更薄，不同顏色的 OLED 有不同壽命，衰退程度也不同(藍色 OLED 的壽命最短)，因此作為全彩色顯示器時，色溫會隨使用時間而變；較常用的像點會較衰退得較其他像點快而使得光暗不均。OLED 顯示器的壽命只有 LCD 顯示器

的 1/4，日本 Toshiba 跟 Panasonic 近年有新技術使 OLED 的壽命加倍。水份、濕氣等會對 OLED 做成破壞，因此對封裝的防水性也有要求。

## 五、結論

### 1. LED 未來的需求仍持續提高，其中對於鎳金屬材料的需求仍居高不下

隨著 LED 背光在液晶電視、筆記型電腦、液晶監視器等市場的滲透率逐步提高，將驅動對於 LED 的需求持續成長未來發展空間相當大。2010 年各大品牌廠商已陸續開始推出 LED 背光的液晶電視與液晶監視器，目前導入 LED 背光的機種大多以高階機種為主，未來隨著高亮度的 LED 晶粒產能的陸續開出，可望進一步降低採用 LED 背光的成本，將使得 LED 背光在液晶電視及液晶監視器的市場滲透速度加快。

### 2. 歐盟法規的要求將提高 LED 的需求量

由於 LED 為環保光源，因此隨著歐盟及中國等法規的要求日益嚴格，如要求面板背光源由 CCFL 改為 LED，將使得符合環保規定之 LED 產品的需求增加。我國 LED 產業發展蓬勃未來產業發展如果要更上一層樓，關鍵原料的自主性及鎳化合物技術的精進是必要之路。