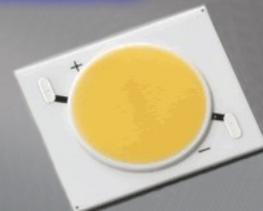


**LIMA**  
夏普COB光源

羅子強  
Sales Manager  
S.Z.Mobile:137-1457-2551  
MSN:luoziqiang@hotmail.com

QQ:107521149

利瑪電子(新加坡)有限公司  
Add: 深圳市華強北電子科技大廈A座3908室  
Tel: 0755-8836 5152 Fax:0755-8836 4656  
E-mail:lima@limaworld.com  
Website:www.limaworld.com



## LED 散熱技術之

陳隆建 田青禾

(國立臺北科技大學光電工程系)

### 1 前言

照明光源技術的發展與演進在人類文明演進的過程中扮演著重要的指標，從火、油燈或蠟燭、到近代鎢絲燈泡，及目前所使用的螢光日光燈管，在幾千年的文明演進中，人類在照明光源的尋光之旅從未停止，其終極目標即是追尋一種使用方便，可以低耗能、高亮度、低成本的光源。特別是最近幾年，因過度開發導致全球面臨能源短缺與地球環境劇變的威脅，新型具節能概念的光源就成為新世紀照明最重要的課題。

在新發展的照明光源中，發光二極體 (Light-Emitting Diode, LED) 由於具有低耗電、高亮度的優勢，已然成為新世紀最具發展潛力的新燈源，與白熾鎢絲燈泡及日光燈相比，LED 具有體積小 (多顆、多種組合)、發熱量低 (沒有熱幅射)、耗電量小 (低電壓、低電流起動)、壽命長 (1 萬小時以上)、反應速度快 (可在高頻操作)、環保 (耐震、耐衝擊不易破、廢棄物可回收，沒有污染)、可平面封裝易開發成輕薄短小產品等優點，而且沒有白熾燈泡高耗電、易碎及日光燈廢棄物含汞污染的問題等缺點，是被業界看好在未來 10 年內，成為替代傳統照明器具的一大潛力商品。因此，在 LED 光源的發展中，低熱阻、高亮度、和高可靠的新型 LED 是最近幾年主要的研究方向。其中散熱係 LED 的關鍵技術，因此本文之目的係要介紹 LED 散熱技術之發展現況。

### 2 LED 封裝的作用

LED 封裝的作用是将外引線連接到 LED 晶片的電極上，不但可以保護晶片防禦輻射，水氣，氧氣，以及外力破壞，也可保護 LED 晶粒和焊接線，使可以外加電場，以免受到外力破

壞，而且提高發光效率的作用、改變光場分佈狀態、提高元件之可靠度、改善與提升晶片性能、提供 LED 晶粒良好散熱機構，以增加產品壽命及設計各式封裝形式，以用於不同之產品應用，所以 LED 封裝不僅僅只是供應電信號，更重要的是保護管芯正常工作，輸出可見光的光源。即可見 LED 封裝既有電參數，又有光參數的設計及技術要求，再加上散熱機構的設計，所以封裝並不是一項簡單的工作。

### 3 LED 封裝與散熱

LED 的封裝要處理好，應該盡量減少光線在 LED 內部全反射，增加底座基板反射率，從而使盡量多的光線能夠透射出來，提高 LED 的外部量子效率，也就是增加 LED 的發光效能。現有技術包括基板剝離技術 (Lift-off)、Flip-Chip 技術等。選擇新型的封裝材料，以減少因為紫外線照射而引起的封裝材料發黃等帶來的顏色變化。

LED 的散熱問題是影響 LED 驅動電流提升的一個重要因素。根據下列公式：

$$T_J = T_A + P_D \times (\theta_{J-P} + \theta_{P-A}) = T_A + P_D \times \theta_{J-A}, \text{ 其中,}$$

$T_J$ : p / n 接面處的溫度；

$T_A$ : 環境溫度；

$P_D$ : 耗散功率；

$\theta_{J-P}$ : 接點與陰極插頭之間的熱阻；

$\theta_{P-A}$ : 陰極插頭與空氣之間的熱阻。

LED 晶片結點處的溫度  $T_A$  直接影響到 LED 的壽命，因此 LED 的散熱能力強弱就限制了 LED 功率的大小，以及安裝使用環境的溫度。如果熱處理沒有做好的話，LED 的亮度和壽命下降的會很快，所以對於 LED 來說，如何做到有效的可靠度和熱處理，是非常重要的。

### 4 LED 散熱封裝技術的相關專利討論

根據不同的應用場合、不同的外形尺寸、散熱方式和發光效果。LED 封裝形式多種多樣。為了使高功率 LED 能有效的導熱，在支架上更多採用具有高導熱、導電性能的鋁或銅支架，

這樣可以大大地降低 LED 的熱阻。至於基板材料方面，印刷電路基板 (PCB)、金屬芯印刷電路基板 (MCPCB)、陶瓷基板 (Ceramic Substrate)、銅 (Copper) 或鋁 (Aluminum) 基板等都是一般常用的導熱或散熱材料。目前，針對 LED 散熱封裝技術在本文將分為以下：(1) 高散熱封裝結構和 (2) 覆晶式封裝結構。

#### 4.1 高散熱封裝結構

以目前高散熱封裝結構技術發展中，其封裝技術之介紹可利用傳導、對流、幅射之導熱方式來製作發光二極體；或利用熱管結構 (Heat Pipe Structure) 之封裝方式製作；或選擇導熱良好的基板材料來當發光二極體之散熱基板；或利用放置技術、凹槽之散熱封裝、冷卻液、簡化封裝技術與具有導熱件之 LED 背光模組等，來製作高功率發光二極體，並有效解決其封裝結構之散熱問題、熱阻問題與發光效率等。在此將介紹高散熱封裝結構技術之專利：【1】英屬開曼群島商普輝科技股份有限公司-製造陶瓷發光二極體封裝之方法與具通用焊墊及互連佈置之高功率發光二極體封裝[專利號 I270993, I277227]，如圖 1 所示，此種封裝方式皆利用較佳的陶瓷層材料來製作 LED 封裝及發光裝置，一般來說傳統的封裝方式之熱阻為  $15\sim 20^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，而在本發明的封裝方式之熱阻為  $3\sim 6^{\circ}\text{C}/\text{W}$ ，可明顯看出可有效改善發光裝置之散熱，而此封裝方式可提供多個 LED 之封裝，使得 LED 可選擇性操作。導熱層可由  $\text{AlN}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  或類似的 CTE 等其它材料。【2】鴻準精密工業股份有限公司-發光二極體之封裝結構及封裝方法[[專利號 I271885]，如圖 2 所示，此封裝方式係採用熱管結構 (Heat Pipe Structure) 製作高散熱效率之發光二極體，係將 LED 之晶片黏貼在均熱裝置上，而該均熱裝置內可供一用於導熱之工作流體，藉此通過該工作流體在均熱裝置內之相變化過程或者快速流動而達到迅速將晶片所產生之熱量均勻分佈於均熱裝置上，從而有效減少熱阻之功效，及防止局部熱點之出現，有效解決高散熱效率發光二極體之散熱問題。【3】先豐通訊-發光二極體封裝結構[[專利號 I271882]，如圖 3 所示，在印刷電路板與金屬板結合之後，將中空之反射承載杯植入印刷電路板上的通孔，並露出金屬板，且具有一傾斜之內壁。而中空反射承載杯可以是塑膠、金屬或陶瓷之承載杯，且在傾斜之內壁做電鍍處理以增加光的反射性，從而提升發光二極體之發光亮度及散熱更快等目的。【4】新燈源科技有限公司-高功率發光二極體電燈[專利號

I270631、I257465]，如圖 4 所示，以前者來說，如圖 4(a)，其導熱裝置有一部分在具有可透光液體填充之腔室內，藉以幫助該導熱裝置散熱，擴增該電燈可照明的角度及提高其照明亮度。以後者來說，如圖 4(b)，在熱導體周圍並設置有數個散熱鱗片用以散熱，但當 LED 在高功率操作時，僅僅利用實心金屬導熱鋁板作為散熱途徑，其散熱能力有限，使得亮度不如預期。【5】發光裝置的散熱構造[專利號 I264269]，如圖 5 所示，此種封裝散熱構造包含：塑膠絕緣座，預計有一對以上的左、右金屬導線架，左、右金屬導線架的連接腳延伸出塑膠絕緣座外，於絕緣座中形成一上凹槽；晶粒至少一個以上，其連接端係分別連接於左、右金屬導線架，而該晶粒位於上凹槽中；於塑膠絕緣座底部設置一下凹槽，下凹槽形成散熱空間發光二極體於發光效應中，可有效降低熱量，並提升晶粒之使用壽命及維持一致性的發光強度，為本發明之目的。【6】發光二極體裝置及發光二極體散熱系統[專利號 I261938]，如圖 6 所示，此種封裝係採用冷卻液裝置於空腔中，有效改善發光二極體散熱的問題，而本發明另一目的也可提供一高發光效率之照明裝置。【7】宏齊科技-光電半導體之封裝構造[專利號 I266397]，如圖 7 所示，此種封裝結構，為一種構造簡化，而能維持高集中光源品質之發光二極體，可與透鏡共同封裝需求之發光二極體應用，可提供低成本高品質之封裝功效，且具有高導熱及一體成型之優點，不易變形，增加封裝良率及品質，因為利用一體成型材料的方法製作，可改善封裝強度及導熱構造防止 LED 晶片過熱膨脹影響發光裝置壽命。【8】友達光電-發光二極體模組[專利號 I248219]，如圖 8 所示，此封裝為提供一有效的散熱機制而無須採用昂貴及較重的電路板來承載發光二極體封裝結構，並且放置兩導熱件，使其封裝散熱機制達到簡化而增加效率，因而能縮小整個光源模組之尺寸。

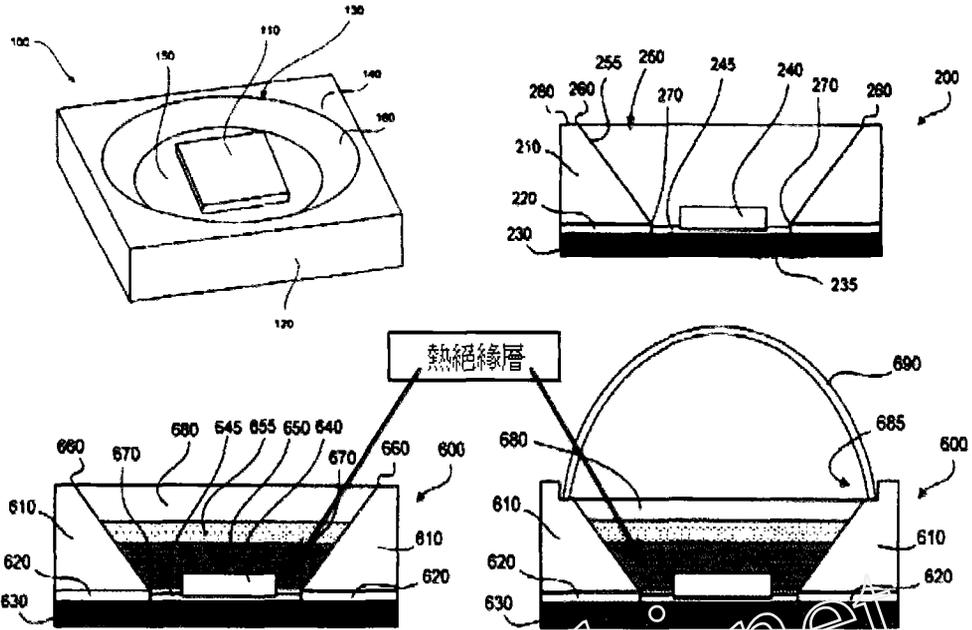


圖 1 陶瓷封裝[專利號 I270993, I277227, 英屬開曼群島喬普輝科技股份有限公司]

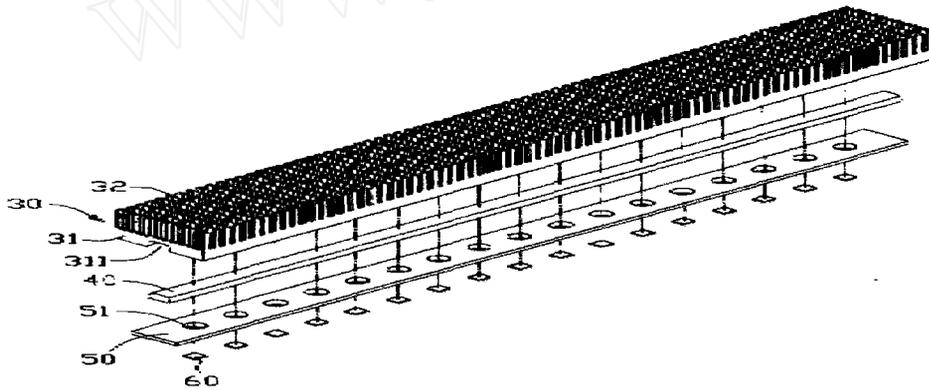


圖 2 熱管結構封裝[專利號 I271885/鴻準精密工業股份有限公司]

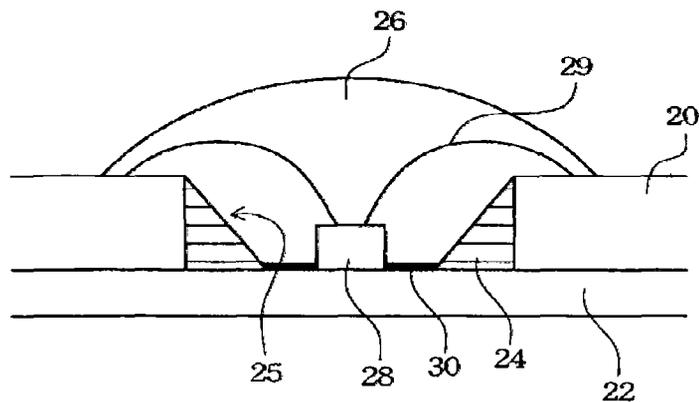


圖 3 放置技術[專利號 I271882/先豐通訊]

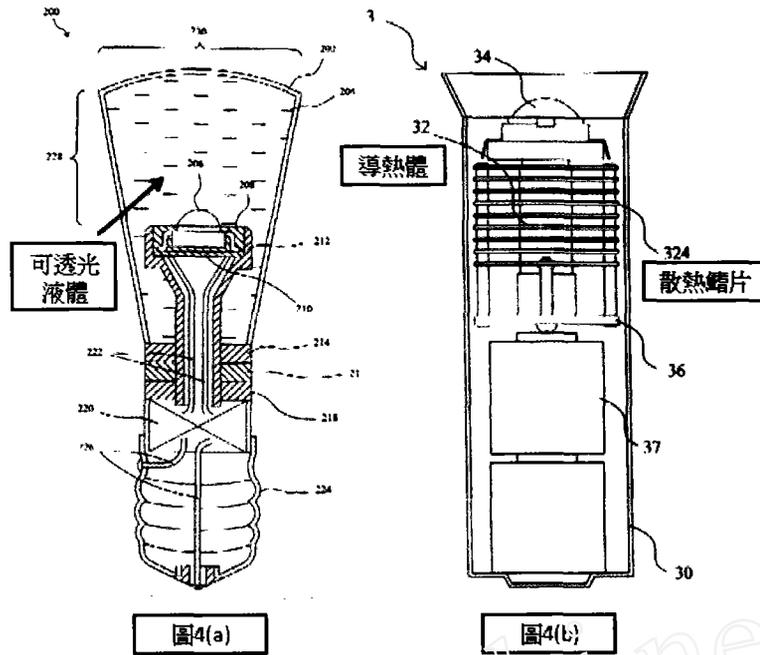


圖 4 LED 電燈[專利號 I270631、I257465/新燈源科技有限公司]

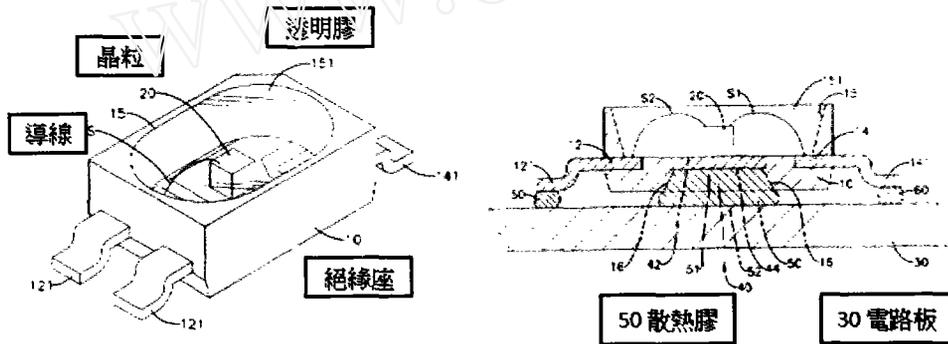


圖 5 散熱封裝[專利號 I264269]

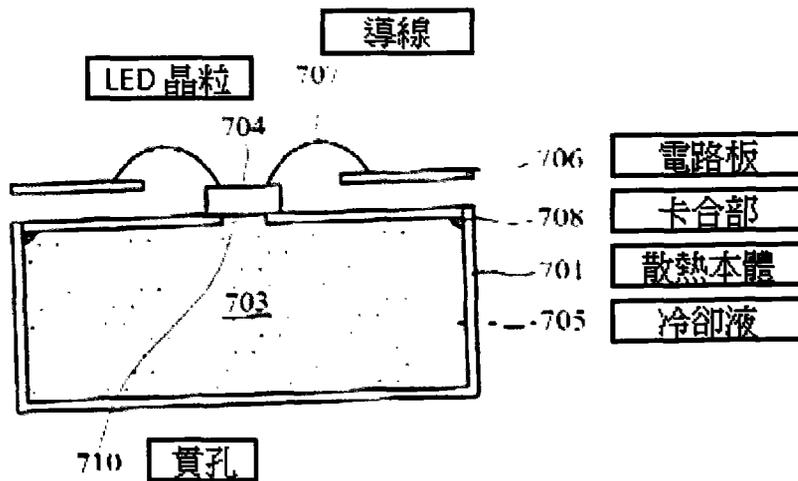


圖 6 冷卻液[專利號 I261938]

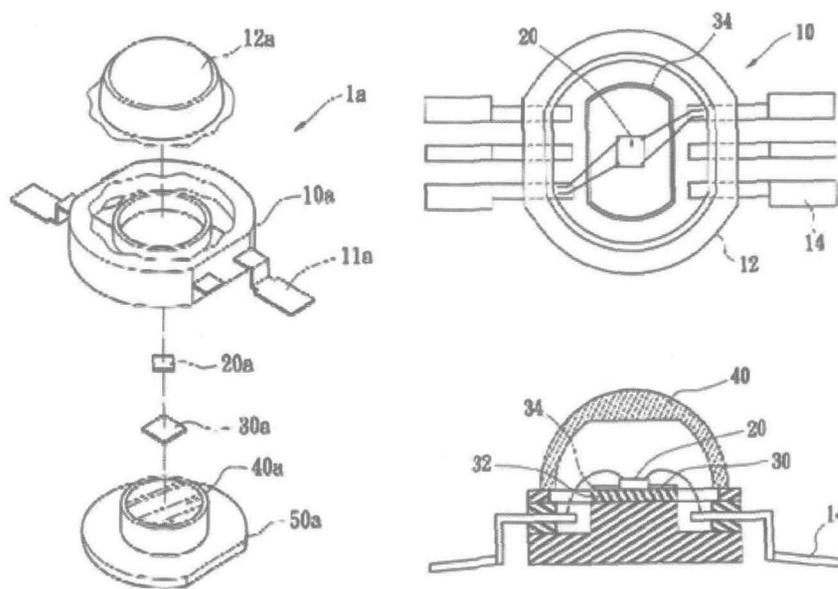


圖 7 散熱/簡化製程[專利號 I266397/宏齊科技]

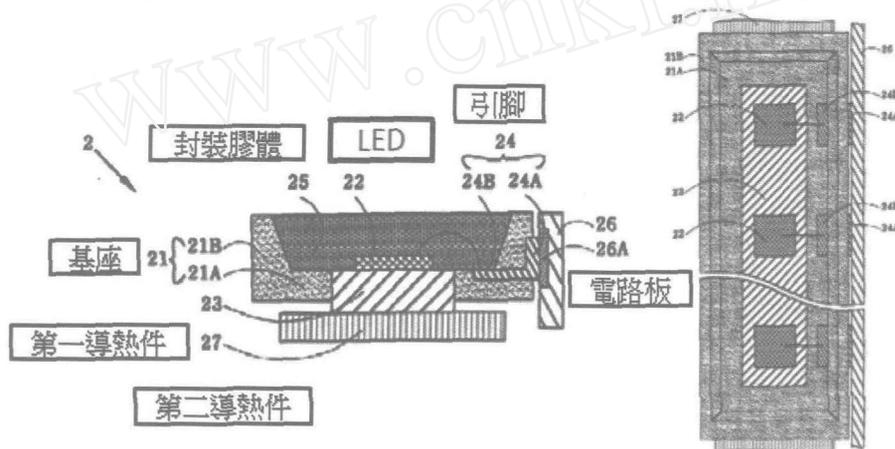


圖 8 具有高導熱件之 LED 背光模組[專利號 I248219/友達光電]

#### 4.2 覆晶式封裝結構

在此封裝技術中，覆晶式發光二極體裝結構具有防止靜電放電破壞，可以提高光取出效率，及散熱良好等優點。在這邊將介紹此覆晶式封裝結構案例：【1】工研院-覆晶式發光裝置 [I2744330/工研院]，如圖 9 所示，此種封裝係藉由發光體與承載體的簡易結構而互相配合，利用導接部提供外部電壓，以提供電源，不僅因為結構之厚度較薄，使得電源之電流路徑短而且具有降低串連的熱阻抗及低成本製造之優點，更進一步藉由增加凹槽的深度已提昇收光效率等目的。【2】鼎元光電-發光二極體之製法及其結構 [I248690/鼎元光電]，如圖 10 所示，

此封裝結構之製作方法之步驟包括：1、於基材蝕刻出一凹槽；2、於凹槽底部以離子植入出二摻雜區以形成一雙向二極體；3、蒸鍍一金屬電極於凹槽上；4、對金屬電極加工，而將單一金屬電極分為正、負兩電極；5、將晶片結合於正、負兩電極之間，並將其封裝成型，以完成發光二極體之製作。根據此封裝方式所製作出發光二極體具有高效率發光、抗靜電保護以及延長使用壽命等目的。【3】元坤光電-覆晶式發光二極體封裝結構[I260795/元坤光電]，如圖 11 所示，此種封裝結構係利用一蕭特基二極體與發光二極體反向並聯，而不須在二極體的子基座上製作出另一型摻雜區域，故可減少覆晶式發光二極體封裝結構的製程步驟，以節省製作成本，而其中發光二極體是以覆晶接合方式放置在蕭特基二極體上，而此封裝結構中包含多個焊接凸塊，這些焊接凸塊是配置於蕭特基二極體與發光二極體之間，以使發光二極體與蕭特基二極體反向並聯。此覆晶式發光二極體封裝結構可有效防止靜電破壞，並可提昇光取出效率，且蕭特基二極體之子基座為矽材質，其散熱良好，故可增加此封裝結構之壽命。

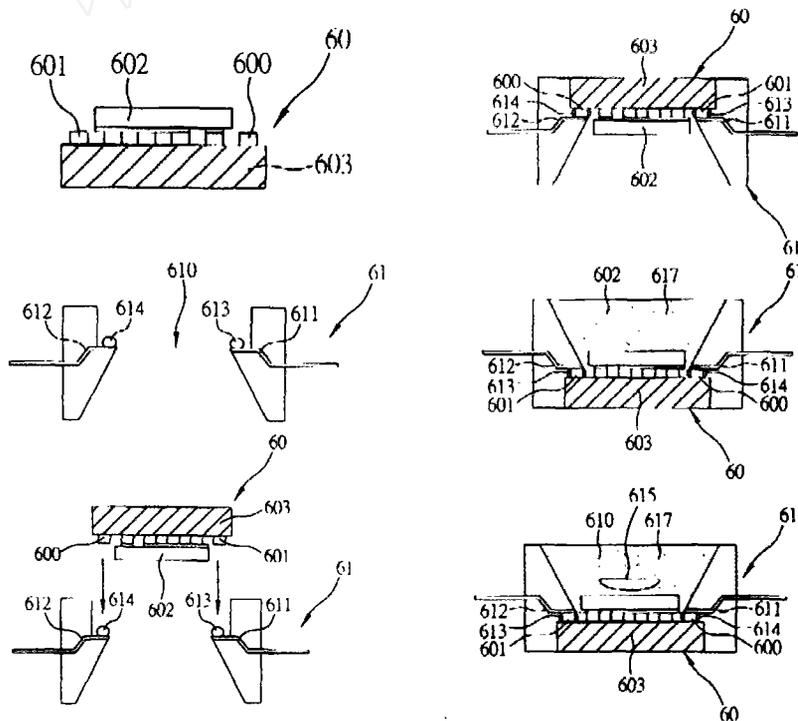


圖 9 Flip-Chip[專利號 I2744330/工研院]

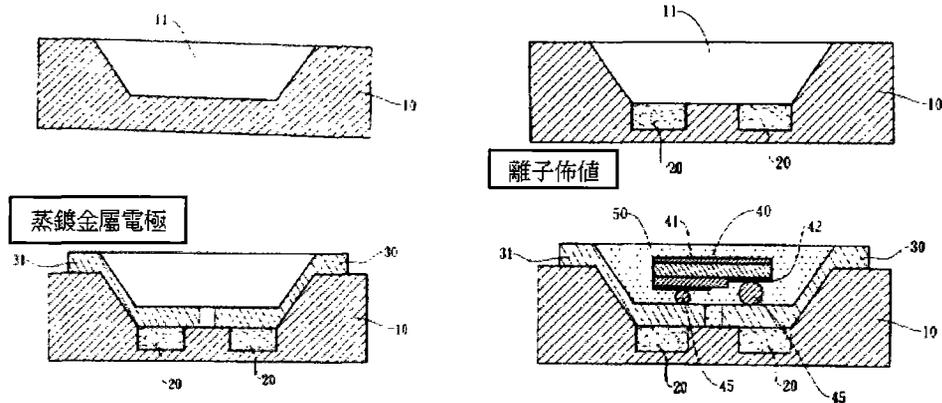


圖 10 Package/Flip-Chip[專利號 I248690/鼎元光電]

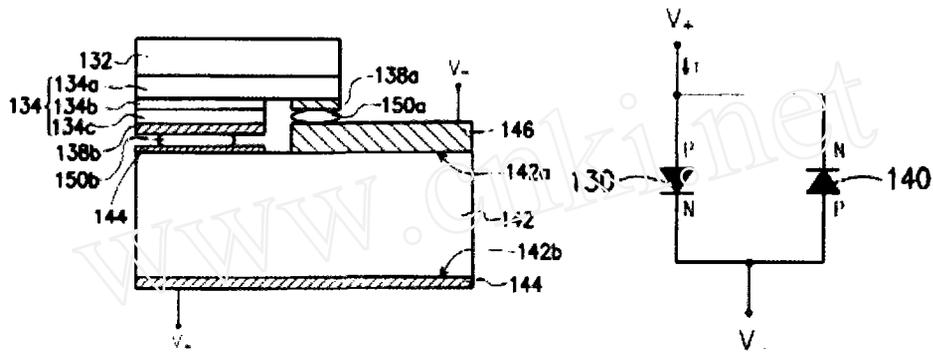


圖 11 Package/Flip-Chip[專利號 I260795/元坤光電]

## 5 LED 散熱技術未來發展

根據拓璞產研表示，由於 LED 技術的進步，LED 應用也日漸多元化，目前由早期的電源指示燈，進展至具有省電、壽命長、可視度高等優點之 LED 照明裝置。然而由於高功率 LED 輸入功率僅有 15~20%轉換成光，其餘 80~85%則轉換成熱，若這些熱未適時排出至外界，將會使 LED 晶粒界面溫度過高而影響發光效率及發光壽命。

目前 LED 廠商若要發展高功率白光 LED 須克服以下的四大課題，包括抑制溫升、維持 LED 使用壽命、改善 LED 發光效率以及發光特性均勻化。而廠商具體做法包括降低封裝的熱阻抗、改善晶片外形、採用小型晶粒、改用矽質封裝材料與陶瓷封裝材料，能使 LED 的使用壽命提高，改善 LED 的封裝方法。

散熱問題始終是高功率 LED 需克服的最大問題，熱如果無法適時的排出，就會發生光衰

退等問題。對於一些擁有類似材料開發及散熱技術的廠商如被動元件廠商、PCB 基板廠商及散熱模組廠商而言，是參與 LED 產業的另一新商機。目前國內外大廠，致力於散熱問題的克服，相信未來將能進一步克服高功率 LED 的散熱問題，LED 照明應用市場的廣大商機將會指日可待。

## 6 結語

在全球環保意識逐漸抬頭下，被喻為21世紀人類未來的曙光，「綠色照明光源」—白光 LED。由於具有不含汞等眾多優點，未來將成為一般照明市場的主要光源。而在本篇文章主要探討封裝與散熱方面，因為電功率與輸入電流的平方成正比，而大部份的電功率都會轉化成熱。這些熱一方面可由基板剝離後晶粒貼附於導熱良好的金屬基座來改善，一方面也可以由封裝材料改成矽樹脂而減少內部吸收熱量，甚至將LED封裝與PCB的散熱模組搭配來達到降低熱能的產生。要讓LED取代傳統燈具，散熱雖然不見得是最急切等待解的問題，但這方面設計在未來還是有更大的改善空間。

## 參考文獻

- [1] 新世紀 新光源—白光 LED 之發展. OPTOTECH 光電科技期刊 NO. 85, Mar, 2007
- [2] LED 封裝結構及其技術. 中國半導體照明網” Feb. 2006.
- [3] 半導體基礎講座. 中國半導體照明網—LED 學院.
- [4] 淺談 LED 封裝技術. Ledinside 網, May, 2007.
- [5] 未來產研產業高峰研討會—新進 LED 封裝技術趨勢研討會. Apr, 2007.