

# 臺灣的節慶與化學：台灣燈會

鄭玉鈺

工業技術研究院量測技術發展中心 ( 退休 )

元彩太工作室

[now88154163@yahoo.com.tw](mailto:now88154163@yahoo.com.tw)

## ■ 燈籠的歷史

燈籠是一種相當古老的照明設備，在古埃及便已出現。中國可能是最早使用燈籠的文明古國之一，其燈籠樣式與使用習慣與鄰近的國家也有些不同。傳統中國式的燈籠主要由紙或絹作為燈籠的外表皮，骨架通常使用竹或木條製作，燈籠裡面放上蠟燭，點燃蠟燭也可以做為照明工具。在許多廟宇裡，燈籠是相當常見的照明裝飾用。現今燈籠在中國、韓國、日本和越南常被視作的一種收藏與欣賞的傳統民間工藝品。近代則以電燈、日光燈、乃至 LED 燈取代傳統的蠟燭，如圖 1 所示。



圖 1：2012 年台灣燈會用電燈和 LED 燈取代傳統的蠟燭

在華人社會中，年節慶典時都會使用燈籠，特別是過年、元宵節和中秋節三大節日。除了慶典或廟宇使用外，在許多街頭小吃攤也有掛紅燈籠取代招牌，以吸引食客的目光。

## ■ 台灣燈會的由來

交通部觀光局為慶祝元宵節（農曆正月十五），將傳統民俗節慶燈會推廣至國際。故自 1990 年起結合民間及地方政府資源，開始辦理大型燈會活動。

燈會開始是臺北燈會，每年舉辦一次，成為臺灣重要燈會活動之一。臺北燈會場地在臺北市中正紀念堂，從 2001 年開始改為全國各地巡迴舉辦的臺灣燈會，由各縣市角逐主辦權，因此各縣市鄉土民情與花燈、主燈配樂的結合逐漸成為一大特色。例如於宜蘭縣舉辦時，主燈配樂即以午後雷陣雨聲為開頭；嘉義之配樂則融入高山青等名曲。

從 2003 年開始與日本 Yosakoi 祭典雙向交流，日本團體參與臺灣燈會踩街街舞活動與開燈表演，臺灣團體



圖 2：2013 年台灣燈會主燈（騰蛟啟盛）

則參加北海道 Yosakoi 祭典。2007 年間也邀請美國 Discovery 節目製作人來台參訪臺灣燈會元宵活動，也被美國 Discovery 頻道評選為全球最佳慶典活動之一，並且拍攝記錄，並製作了系列節目在全球播放臺灣燈會的璀璨魅力。

### ■ 臺灣燈會主燈

臺灣燈會最特別的就是主燈，並以當年歲次之生肖為主題，主燈白天時是雄偉挺拔、氣勢非凡的景觀藝術雕塑；夜晚時，為璀璨

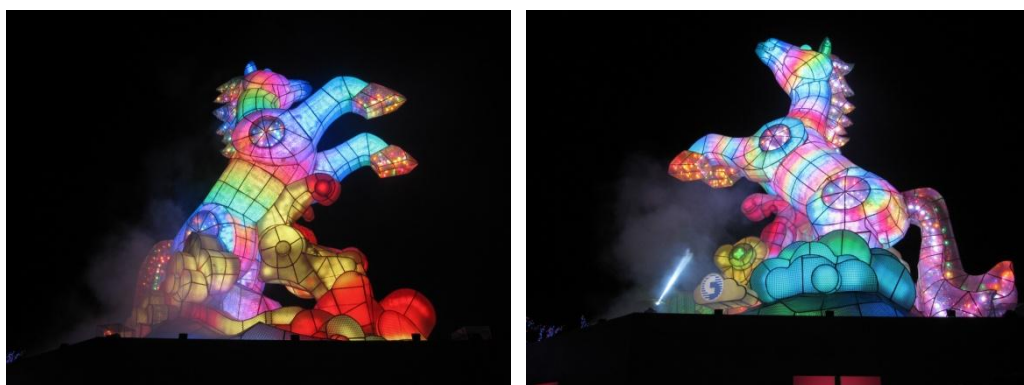


圖 3：2014 年台灣燈會主燈（龍駒騰耀）

奪目及光影幻炫、繽紛變化的美麗巨型藝術燈籠。在燈會期間每隔 30 分鐘配合音樂亮燈、旋轉，如圖 2 至圖 3 所示。

主燈在整體燈光設計上，以科技數位化控制，結合光電科技之全像技術，內部光源也安裝最新高科技節能 LED 燈超過 20 萬顆及 2,000 組燈光變化控制迴路，更符合國際趨勢與世界

節能減碳的潮流。

### ■ LED 的發展歷史

人類照明光源的歷史最早可以追溯到 50 萬年前開始使用火把。1792 年英國 William Murdock 首次應用氣體光源在自己家裡的照明。1808 年英國漢弗里·戴維 (Humphrey David) 發明電弧光燈。目前我們所使用的電燈，是在 1879 年美國愛迪生 (Thomas Edison) 與英國約瑟夫·斯萬 (Joseph Wilson Swan) 所發明，1879 年愛迪生採用白金燈絲。1930 年

代許多單位 (如英國 GEC) 製作出廣告用螢光燈。1934 年美國奇異公司推出照明用的螢光燈。1948 年美國 GE 與西屋公司利用

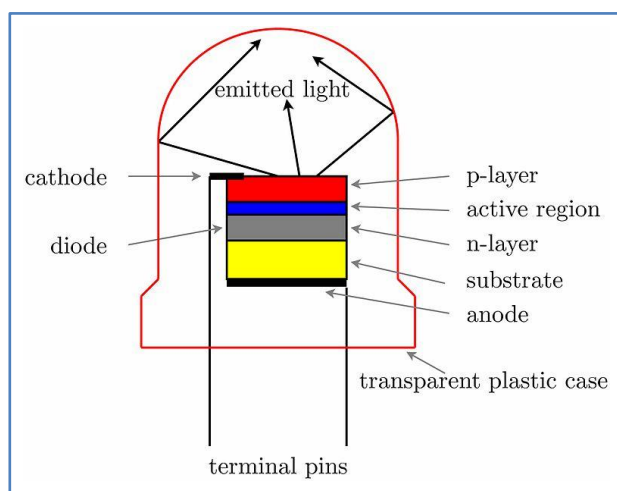


圖 4：發光二極體的結構示意圖（翻譯：diode，二極體；cathode，陰極；anode，陽極；p-layer，p 層；n-layer，N-層；active region，活性區；substrate，基板；transparent plastic case，透明塑膠外殼；emitted light，發射光）

（圖片來源：[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED\\_Device.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:LED_Device.jpg)）

Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>(F, Cl) 摻雜 Sb<sup>3+</sup> 與 Mn<sup>2+</sup> 作為白光日光燈管的螢光粉。

1907 年美國 Round 首次研發 SiC LED ( 碳化硅發光二極體 )，對元件施加 10 V 偏壓，可以在陰極處發現黃光、綠光與橘光，SiC 是研磨沙紙上常用的材料。1923 年俄國 Losseve 注入電流意外形成的 SiC p-n 界面，並使元件發出藍光。1936 年法國 Destriau 發現注入電流可以讓 ZnS 粉末發光。1962 年任職於美國 GE 公司 N. Holoyak Jr 等人製作並發表首顆 GaAsP 紅光 LED，但直到 1970 年 LED 的發光原理才被進一步瞭解，1971 年夏天美國 RCA 公司 Pankove 等人製作出第一個電激發光 MIS 結構 GaN LED。有機半導體材料 LED ( OLED ) 則在 1980 年中期到末期開始發展。1990 年初期美國 HP 公司的 Kuo 與日本 Toshiba 公司的 Sugawara 等人使用 AlInGaP 材料發展高亮度紅光與琥珀色 LED。

1986 年 Amano 等人 ( Isamu Akasaki-赤崎勇教授研究團隊 ) 利用 MOCVD 磊晶低溫 AlN 緩衝層，成功地成長出透明、沒有表面崩裂的 GaN 薄膜，Akasaki 研究團隊利用低能量電子束照射 ( low-energy electron-beam irradiation, LEEBI ) GaN 薄膜，並藉此獲得低電阻特性，同時他們也成功地製作出具有 p-n 接面的藍光 GaN LED。1992 年日本 Nichia 公司的 Nakamura ( 中村修二博士 )，使用熱

退火技術成功地活化磊晶在低溫緩衝層上的 GaN 薄膜，並在 1995 年成功地製作出 GaN 藍光與綠光 LED。1996 年 Nakamura 又提出利用 InGaN 藍光 LED ( 波長 460~470nm ) 激發鈣鋁石榴石：鈷 ( yttrium-aluminum garnet，YAG:Ce<sup>3+</sup>；鈷從 5d 傳輸到 4f 軌域 ) 黃色螢光物質之白光 LED。

## ■ LED 的發光原理

發光二極體 ( Light-Emitting Diode, LED ) 晶粒 ( Chip ) 的發光原理：在晶粒被一定的電壓施加正向電極時，正向 P 區的電洞則會源源不斷的游向 N 區，N 區的電子則會相對於電洞向 P 區運動。在電子和電洞相對移動的同時，電子和電洞互相結對，激發出光子，產生光能。電流從陽極流向陰極時，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，由於使用材料其電子電洞所

占能階不同，因此能階差不同，其釋放光的波長也隨之改變。發光二極體的結構示意圖如圖 4 所示，發光二極體的基本作用原理如圖 5 所示。

## ■ 發光二極體的材料

LED 晶粒又稱 LED 晶片，它是製作 LED 燈具 ( LED Lamp )、LED 螢幕 ( LED Display )、LED 背光 ( LED Backlight ) 的主要材料，由磷化鎵 ( GaP )、鎵鋁砷 ( GaAlAs ) 或砷化鎵 ( GaAs )、氮化鎵 ( GaN ) 等材質組成，其內部結構為一個 PN 結，具有單向導電性。晶粒是 lamp 的主要組成物料，是發

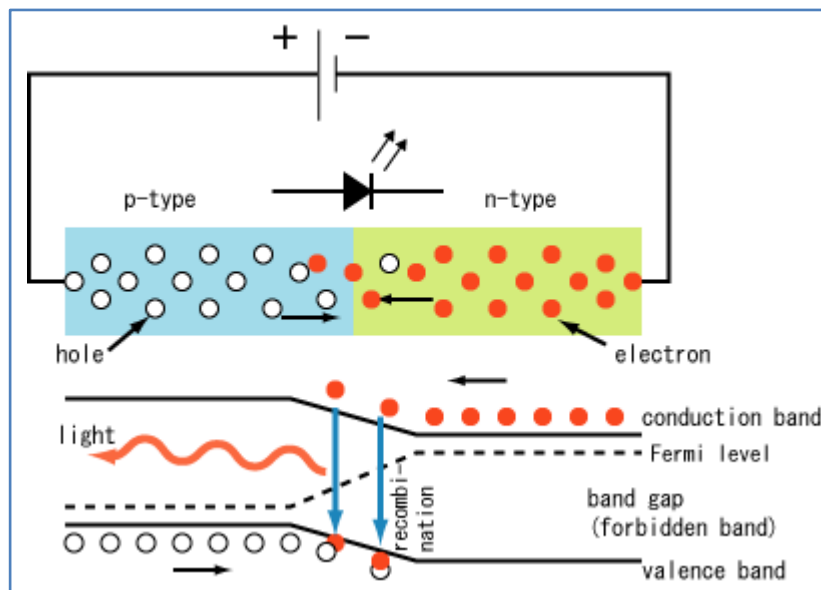


圖 5：發光二極體基本作用原理 ( 翻譯：p-type，p-型；n-type，N-型；hole，電洞；electron，電子；light，光；recombination，重組；conduction band，導帶；valence band，價帶；Fermi level，費米能級；band gap (forbidden band)，帶隙 ( 禁帶 ) )

( 圖片來源：<http://zh.wikipedia.org/wiki/二極管> )

表 1 各種發光二極體波長與材料

發光二極體	波長	材料
Infrared	880	GaAlAs/GaAs
Ultra Red	660	GaAlAs/GaAlAs
Super Red	633	AlGaInP
Super Orange	612	AlGaInP
Orange	605	GaAsP/GaP
Yellow	585	GaAsP/GaP
White	4500K ( 色溫 )	InGaN/SiC
Pale White	6500K ( 色溫 )	InGaN/SiC
Cool White	8000K ( 色溫 )	InGaN/SiC
Pure Green	555	GaP/GaP
Super Blue	470	GaN/SiC
Blue Violet	430	GaN/SiC
Ultraviolet	395	InGaN/SiC

光的半導體材料。晶粒的組成是採用磷化鎵 ( GaP )、鎵鋁砷 ( GaAlAs ) 或砷化鎵 ( GaAs )、氮化鎵 ( GaN ) 等材料組成，表 1 為各種發光二極體波長與材料。

LED 晶粒的材料：III 族元素為 P 型材料，V 族元素為 N 型材料，LED 晶粒的材料主要是 III 族，V 族元素的化合物，如表 2 所示。

晶粒的焊墊一般為金墊或鋁墊。其焊墊形狀有圓形、方形、十字形等。晶粒的發光顏色取決於波長 ( HUE )，

表 2：LED 晶粒的材料所用到的元素

族	IIA	III A	IV A	V A	VIA
週期 2	Be	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	O
週期 3	Mg	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	S
週期 4	Zn	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	Se
週期 5	Cd	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	Te
週期 6	Hg	Tl	Pb	Bi	Po

常見可見光的分類大致為：暗紅色( 700 nm )、深紅色( 640-660 nm )、桔紅色( 615-635 nm )、琥珀色( 600-610nm )、黃色( 580-595 nm )、黃綠色( 565-575 nm )、純綠色( 500-540 nm )、藍色( 435-490 nm )、紫色( 380-430 nm )。白光和粉紅光是一種光的混合效果，最常見的是由藍光 + 黃色螢光粉和藍光 + 紅色螢光粉混合而成。

發光二極體主要優點特色，近年來已快速提昇，製造成本也愈來愈低，已被大量用於行車管制號誌燈、人專用號誌燈、跑馬燈、指示燈、聖誕燈、元宵節花燈、汽車燈及大型戶外看板等等，並被視為未來最具有潛力之照明光源。目前在國際間包含日本與歐美各國世界各大照明廠均積極投入研發，未來將是 21 世紀重要的照明主力。因此，發光二極體的發展將在照明產業中佔據重要的地

位。以目前國內照明產業的歷史與近年來市場分佈來分析，各照明廠大多著力於照明燈具產品的開發以及照明產品設計與應用，發光二極體光源能有較佳的光源特性，更易於光學設計與應用，其體積小及高亮度的特性開啟了發光二極體光源的另一扇門，也使發光二極體應用的設計更具彈性。如氮化鎵( GaN )發光二極體係屬於直接能隙之半導體材料，其能隙為 3.4 eV，而氮化鋁( AlN )為 6.3 eV，氮化銦

( InN )為 2.0 eV，將這幾種材料做成混晶時，可以將能階從 2.0 eV 連續改變到 6.3 eV，因此，可以獲得從紫外線、紫光、藍光、綠光、紅光到黃光等範圍的顏色，如圖 5 所示。

發光二極體產業近來在全球得到突飛猛進的發展，特別是裝飾燈具，更是如火如荼，廣泛地用於樓體輪廓、橋樑、廣場等市政亮



圖 5：發光二極體發出各種顏色

( 圖片來源：iko, Flickr,

<https://www.flickr.com/photos/iko/2153949301/in/photostream/> )

化工程，以及各旅館、KTV、酒店、遊樂場等娛樂場所。發光二極體一般產品種類，如圖6所示。

## ■ 主燈 LED 閃爍

LED 主燈的交替閃爍的效果，主要是智慧化控制技術，如模擬或軟體技術、或微電腦控制技術，多數為嵌入式系統，一般的控制技術如下。

### 1、 變幻控制模式

為了景觀美化的要求，變幻控制模式，給人以豐富多彩，旋律優美，節奏歡快的感受，有時給人以撼動人心的強烈刺激。智慧化控制模式包括：色彩變化：色彩捨設計成控制閃爍控制，一維的點、線；漸變控制，二維的面；亮度的變化，三維的空間；旋轉控制。



圖 6：發光二極體一般產品種類

( 圖片來源：上圖和左下圖 · Light-Emitting Diode, Wikipedia,

[http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting\\_diode](http://en.wikipedia.org/wiki/Light-emitting_diode) ; 右下圖 · LEDs, Wikipedia,

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:LEDs.jpg> )

### 2、 色彩變化的控制

LED 可控性很好，色彩豐富，色彩變化幾乎無限制。依據三基本色原理，加上數字灰階控制技術，基本上可演變出幾乎超越大自然存在的任意色彩。例如：三基本色 LED，如只採用二級灰階控制，即：明和暗，就可實現 8 種色彩演變；如採用三級灰階控制，即：明、中、暗，可實現 27 種色彩變幻；如採用八位數碼的灰階控制，色彩種類竟達到 1677 萬種。

### 3、 電子控制特點

目前，LED 燈具的電子控制結構，主要有五大類：如單燈控制、群燈控制、長或超長跨距燈控制、聲響控制、感應控制。LED 微電子控制電路設計的焦點在於可靠度高、價格低，採用來源豐富通用元件。對於長或超長跨距燈的控制除以上要求，還要有數十

米、百米乃至千米以上的光帶或線狀布局的點光源。設計的目標還有：色彩豐富，變幻多姿，含跳變及漸變功能。

## ■ 結語

本文主要在台灣燈會與發光二極體的關係中，找出其中與燈會燈具應用變化的關係，進而針對各發光二極體原理與製作，作一系列之初步介紹，內容包括：(1)燈籠的歷史、(2)台灣燈會的由來、(3)臺灣燈會主燈、(4)LED的發展歷史、(5)LED的發光原理、(6)發光二極體的材料、(6)主燈LED閃爍等等，對於發光二極體應用也有一些簡易介紹，以便讀者能夠整體了解，期望本文對中小學教師教學有所助益。

## ■ 參考文獻

- [1] 鄭玉鈺，發光二極體量測技術理論與實務，第二版，工研院量測技術發展中心，民國94年。
- [2] 光強度測試標準作業程序，07-3-93-0023，第二版，工研院量測技術發展中心，民國94年。
- [3] 光強度測試系統不確定度評估報告，07-3-93-0017，第二版，工研院量測技術發展中心，民國94年。
- [4] The measurement of luminous flux, CIE Publication No 84, 1989.
- [5] Guide to the expression of uncertainty in measurement, 2<sup>nd</sup> edition, ISO, 1995.