

投稿類別：工程技術類

篇名：

省電大作戰－LED 燈與一般日光燈的大對抗

作者：

蔡妍宥。台南市私立崑山高級中學。資訊科三年丙班

蔡依婷。台南市私立崑山高級中學。資訊科三年丙班

指導老師：

王世炫 老師

壹●前言

一、研究動機

因為本小組就讀於資訊科，上實習課時，經常要做到電路，為了確保電源的線路沒問題，我們都會使用 LED 來當作電源指示燈，每次做電路的時候，總是會想著為什麼小小的電力就可以使一顆不起眼的 LED 發光，因為對 LED 的好奇，讓我們決定深入探討 LED，揭開 LED 的真面目。

隨著科技日新月異的發達，時代的演進，低碳產品的潮流，綠色節能的產業逐漸抬頭，科技新產品帶給人們便利的生活，目前 LED 是熱門的產品，像是走在路上的交通號誌燈，天天使用的手機，還有代替我們步行的汽車，都有 LED 組成的結構。

自從美國發明家愛迪生發明了燈泡後，燃燒產生異味的煤油燈隨即被取而代之，而這些器物的變遷也使人類文化朝科技化的現代邁進了一大步。現代的科技越來越進步，為了追求環保又能同時達到節能省電的目的，於是發光二極體（俗稱 LED 燈）的發明就衝擊了傳統燈泡和一般日光燈的市場佔有，而這科技中的科技新品－LED 燈，當然就具有讓本小組深入研究的價值了。

二、研究目的

- (一) 是否 LED 燈比一般日光燈更省電？
- (二) 是否 LED 燈比一般日光燈更環保？
- (三) LED 燈和一般日光燈的售價比較？
- (四) LED 燈的未來發展趨勢為何？

貳●正文

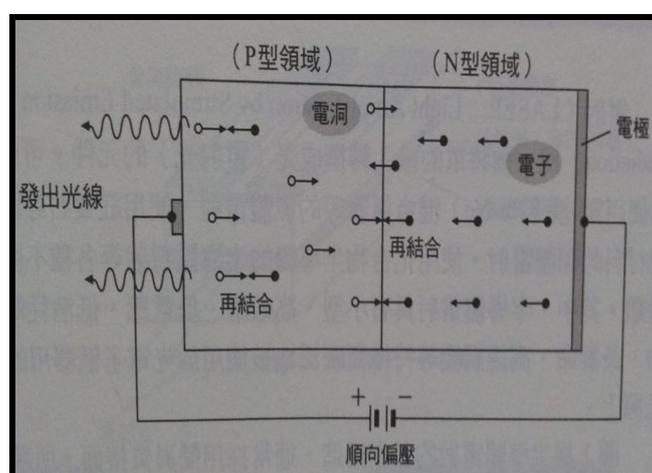
一、LED 的原理

「1950 年末期，發光二極體（Light Emitting Diode, LED）於實驗室發展出來，1960 年代由愛迪生創辦的 GE（美國通用電器公司）發現 LED 發光現象，1968 年式面開始商業量產。」（註一）

LED 是一種由電能轉換成光能的原理，它是一種電流驅動的元件，

其光輸出是由通過的正向電流來決定，「在半導體的 PN 接面上加入順方向電壓（P 型加正電壓、N 型加負電壓）時，P 型領域與 N 型領域中分別注入電子與電洞的少數載體，被注入的電子與電洞在分別的領域中進行再結合之際，」（註二）使用的材料不同，使光的能量產生不同波長的光，LED 發光的顏色，取決於芯片。

發光二極體是利用二極體內，電子與電洞結合過程中，轉換產生光的輸出。LED 發光不產生熱，元件壽命長(十萬小時以上)、反應速度快、體積小、適合量產，具高可靠度。



圖一 LED 發光基本構造

(資料來源：菊地正典 (2012 年 4 月)。圖解半導體 (改訂版)。新北市：世茂出版有限公司)

二、LED 的發展特性

「燈泡發明 100 多年之後，照明技術進步使燈泡面臨嚴重威脅。為了實現傳統的燈泡照明到 LED，主要光源製造商正在加強和 LED 製造商的聯合。超高亮度 LED 主要指 AlGaInp 的紅、橙、黃色，GaN 基藍、綠、紫和紫外線。」(註三)

「發光二極體的主要用途為光通訊與表示用的兩大類，光通訊中，傳送光訊號的石英光纖具有傳送損失與分散特性的關係，已使用長波長帶的光為主。」(註二)

「LED 的製造過程，混合適量的鋁、鈣、鎳及氮等元素，能讓 LED 發出顏色的光線，LED 亮度（發光量）與通過的順向電壓成正比，若長

期通過大電流，LED 會損壞，所以 LED 在使用時都會串聯一個電阻器作限流之用。」(註四)

用途	化合物半導體材料 (2元、3元)	發光顏色、波長領域						
		0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
表示用	GaN, SiC	藍						
	GaP	綠						
	GaP, GaAsP	黃						
	GaAsP	橙						
	GaAsP, GaAlAs,	紅						
光通信	GaAlAs	—						
	GaInAs, InAsP	—						

圖二 LED 的材料與發光顏色、波長領域
(資料來源：菊地正典(2012年4月)。圖解半導體(改訂版)。新北市：世茂出版有限公司)



圖三 LED 會照射出藍光表示圖

(資料來源：<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1007031609462>)

三、發光顏色

LED 發展初期，採用砷化鎵(GaAs)的發光二極體，只能發出紅外線或紅光，隨著材料的科學進步，「近年來藍色 LED 的實用化又向前邁進一大步，藍色 LED 的開發完成促成了全彩顯示器及交通號誌的革命性發展」(註二)，各種顏色的 LED，現今皆可以製造。

表一 發光二極體的無機半導體原料及發光顏色

顏色	化學式	半導體
紅外線	GaAs、AlGaAs	砷化鎵、鋁砷化鎵
紅色	AlGaAs、GaAsP、AlGaInP、GaP	鋁砷化鎵、砷化鎵磷化物、磷化銦鎵鋁、磷化鎵（摻雜氧化鋅）
橙色	GaAsP、AlGaInP、GaP	砷化鎵磷化物、磷化銦鎵鋁、磷化鎵
黃色	GaAsP、AlGaInP、GaP	砷化鎵磷化物、磷化銦鎵鋁、磷化鎵（摻雜氮）
綠色	InGaN/GaN、GaP、AlGaInP、AlGaP	銦氮化鎵/氮化鎵、磷化鎵、磷化銦鎵鋁、鋁磷化鎵
藍色	ZnSe、InGaN、SiC Si（研發中）	硒化鋅、銦氮化鎵、碳化矽、矽（研發中）
紫色	InGaN	銦氮化鎵
紫外線	C（diamond）、AlN、AlGaN、AlGaInN	碳（鑽石）氮化鋁、鋁鎵氮化物、氮化鋁鎵銦

（資料來源：本小組整理）

四、LED 的生活應用

LED 因為消耗功率小，壽命比傳統燈泡來得較長，加上不易破裂，環保又省電的優點，目前被大量用為指示燈、數字顯示器、手機按鍵背光、汽車儀表板、汽車車燈、液晶螢幕背光、交通號誌燈、電腦字幕機、戶外看板、小夜燈、手電筒等。以下圖片是已經運用在大眾及生活空間的實證照。

（一）汽車的市場

汽車的應用，可分為汽車內部、外部，汽車內部包含儀表板、音響、指示燈以及車內的照明燈等；汽車外部則是包含煞車燈、方向燈、尾燈等，在汽車市場的主要成長來源是替代了原本的指示燈及燈泡照明，「假設每年汽車出貨量為 6000 萬台來計算，汽車內部、外部若全面換成 LED，則亦有 60 億顆的需求，顯示汽車市場有很大的潛力。」（註五）



圖六 汽車儀表板
(資料來源：本小組整理)



圖七 汽車車燈
(資料來源：<http://auto.qq.com/a/20090401/000193.htm>)

(二) 交通號誌的市場

由於全球走向綠色環保、省電的市場，各個國家都在思考如何節省能源，因為 LED 省電效率達 85%，而且較其他燈泡的壽命長，因此將 LED 用在最靠近日常生活的交通號誌燈，「依據 NIKKEI ELECTRONICS 雜誌資料來看，目前全世界約有 2000 萬座紅、黃、綠燈，一組交通號誌燈目前所需約 20 個左右，」(註五) 在國內政府省能源的方面較不如歐美國家，因此交通號誌燈缺乏政府的支持下，這樣的市場需要在觀察。



圖八 交通號誌燈

(資料來源：

<http://chinese.engadget.com/2007/07/05/taiwan-switching-to-led-traffic-lights/>)

(三) 照明市場

LED 照明市場的發展空間很大，LED 比任何燈泡都來得省電，加上壽命長，不會散發熱能，而且更環保，這正是現代社會所追求的省電能源，雖然現在 LED 比其他燈泡都來得較貴，但我相信在接下來未來的日子裡，LED 會漸漸的變普遍，價格也就會跟著滑落下來了，一但價格滑落，相信 LED 的市場會更加擴大。



圖十 小夜燈

(資料來源：<http://www.hiyp.com.tw/com/102747/products/html/3960.html>)

表二 LED 燈的日常生活應用表

分類	應用	應用實例
食	蔬果櫥窗照明	全美國最大的 Walmart 預計同步推廣至全球，國內部分超商已在規劃
	冷凍食品展示櫃	

衣	服飾櫥窗展示櫃	用特定顏色呈現福是特色
	將 LED 鑲嵌在衣著上	警察、清潔人員衣服上的警示反光條
住	居家照明	警示燈、路標燈、情境燈、緊急照明燈、玄關走廊燈
	建築物外觀或戶外名	綠建築或建築外觀
行	車頭燈、車尾燈、腳踏車警示燈	可以轉換亮度，亦可設計不同造型與效果
	路燈	基隆、新竹、嘉義成是全國最先進示範區
	紅綠燈、交通號誌燈、出口標示燈	高速公路和交流道出口標示燈、省道旁的指示標誌
	公共設施	高雄愛河旁的照明設計，多個碼頭的燈光照明
醫療	神經細胞生長	中央大學與國泰醫院發現 LED 可促進神經細胞生長，若實驗成功，可謂脊髓損傷患者來治療
	癌症標靶治療	以特定光線殺死癌細胞，效果仍待實驗結果
其他	筆記型電腦螢幕背光源	華碩新力推出以 LED 為背光源的超薄筆電，蘋果更推出 13.5 吋超薄新款
	電視螢幕背光源	預計 3 年中可推出「背投影電視」，屆時成為大尺寸液晶平面電視的勁敵
	花卉展示櫃	以特定顏色顯示出花卉的嬌嫩欲滴特質
	戶外看板、展示照明	北京奧運會場包括鳥巢、水立方在內，所有展場照明或看版皆以 LED 做照明
	三菱冰箱殺菌 LED 光	以 UV LED 光來殺菌
	水族箱中的 LED 光	以紅外線 LED 提高水溫
	以 LED 藍光捕捉魚群	以 LED 冷光且穩定的特性取代以往強力燈光燈泡，吸引具向光性的小管或白帶魚等魚群上鉤

(資料來源：本小組整理)

五、LED 燈與其他燈泡的產品比較

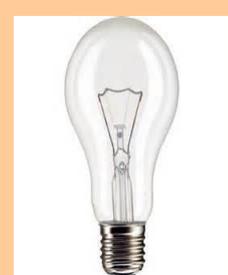
本小組利用燈泡產品公司的數據，以公正客觀的角度而做出比較。

表三 LED 燈與其他燈泡比較表

燈泡種類 (不分瓦數)	發光效率 (燭光/瓦)	效率 (LM/W 流明)	壽命
LED 燈管	2.4~3.0 (不需要任何安定器)	100 以上	100 倍
日光燈	1.03~3.25 (傳統安定器)	95	10 倍
	1.24~5.85 (電子安定器)		
省電燈泡 (圓球型)	4.24~6.5	65	5 倍
U 型	6~8.2	80	10 倍
螺旋型	7.2~12	75	5 倍

(資料來源：本小組整理)

表四 LED 燈、傳統燈泡、省電燈泡優缺點比較表

燈泡名稱及圖片 與 比較項目	 LED	 省電燈泡	 傳統燈泡
體積	單顆 LED 體積小，重量輕。	燈管彎曲，將體積縮小。	大多都是長條型，體積較大。
發光效率	發光效率高，普遍為 100 ~ 140 lm/w。	發光效率高，普遍為 60 ~ 80 lm/w。	發光效率較低，普遍為 40 ~ 80 lm/w。
發光壽命	50000 ~ 120000 小時。	2700 ~ 4000 小時。	1500 ~ 2000 小時。

優點	使用壽命長，電壓低，電流小，結構堅固，不易破碎，體積小，環保無汞，色域豐富，不會發熱。	耗電量小，發光穩定無光衰，價格適中，用量少，不會發熱。	照明度高，價格便宜。
缺點	不利於高熱、潮濕環境使用，成本高，價格貴。	含有汞、紫外線，會產生些微電磁波、微波。	含有汞、鉛，消耗電量多，容易產生高溫。

(資料來源：本小組整理)

參●結論

經過這次的研究和資料統整與收集，確實了解了不少 LED 燈的詳細資訊，包括它的製作原理、優點、缺點以及目前在市場的重要性。LED 主要優點如：壽命長、省電、較耐用、耐震、牢靠、散熱快、適合量產、體積小、反應快，很明確它的多項優點是傳統照明所比不上的，而在拿取方面更是有多樣化的設計與精巧形體讓人使用容易，多變化的光色將會成為它在未來更多樣化發展的方向、趨勢。

生產照明用的藍光在專利權保護下，產品價格仍高，加上所產生的白光較傳統的照明器材在亮度上仍有差距，短期之內仍無法取代傳統照明設備，本小組認為 LED 燈是現在及未來日常生活中重要的科技影響器物發展的依據，且 LED 燈在大大小小事物上的使用比例也會逐漸增加，以省電、環保程度而言，LED 燈是可媲美一般日光燈，且材質跟一般日光燈和傳統燈泡都更為環保且安全無污染，這也因此現在普遍的市面上 LED 燈泡單價是比其他燈泡都貴上好幾十元到幾百元不等，因為燭光不同單價也不盡相同，我想如果能降低其成本，配合著一般消費者能夠接受的價格，以便更快速融入日常生活，這正是 LED 現階段面臨的最大挑戰。

而除了價格以外，將 LED 燈效能提高至 80% 以上，且往後 LED 產品也會走向「短小輕薄化」，未來白光 LED 會成為主流，因此更希望能研發出合適的包裝和各項品質的提升，加上全球暖化和二氧化碳的排放的現象，LED 低能耗產品漸漸取代了日光燈高能耗產品，小小的改變才能使我們的未來漸漸走向環保化，也可以讓我們的子孫免於萬劫不復的危害。

肆●引註資料

註一：世屋照明。檢索於 2013/12/12，<http://www.ledcase.com/light-1.htm>

註二：菊地正典（2012 年 4 月）。**圖解半導體（改訂版）**。新北市：世茂出版有限公司

註三：**LEDinside**。檢索於 2013/12/12，
<http://www.ledinside.com.tw/knowledge/20071219-2820.html>

註四：蔡朝洋、蔡承佑（2012 年 7 月）。**電子學 I**。新北市：全華圖書股份有限公司

註五：研究報告內容。檢索於 2013/12/19，
<http://home.educities.edu.tw/jmhwang/newsfile/article030610.htm>