

# 光源-白光 LED 之電/光特性研究及其省電照明燈具開發

## New Century Light Source-The Characteristics Study of Whight-Light-LED and Its Application on Lighting-Fittings of Energy Saving Preparation

計畫編號: NSC 91-2212-E-218-004

執行期限: 91 年 8 月 1 日至 92 年 7 月 31 日

主持人: 謝煜弘 南台科技大學電機工程系

### 一、中文摘要

優質的白光 LED 被預期在西元 2010 年將全面取代日光燈，成為照明光源主流。白光 LED 的優點有：壽命很長、體積很小、不易碎裂、無需暖燈時間、低電壓低電流操作、省電、控制迴路簡單、操作反應速度快、無熱幅射、無水銀污染物。而白光 LED 的缺點有：LED 燈的演色性低、發光角度窄、光輸出強度較低、成本價格過高、技術尚未完全成熟等。

欲將白光 LED 光源完全取代一般照明光源，仍有許多努力的空間。本計劃在於研究白光 LED 的電/光特性，並據以設計開發出新型省電燈具。本計劃為三年期計劃，著重技術的研發，屬實務導向。第一年的重點在於量測分析白光 LED 的電/光特性、電功率消耗、發光強度與效率，以及自製白光 LED 優質燈具並與商業化的燈具做特性比較。計劃的第二年則是要發展出光/電/光「蒙古包」照明系統，該系統結構為：太陽能電池層/可充電式鋰電池層/白光 LED 陣列層。此外，也要對於白光 LED

照明燈之整體經濟效益進行評估，其中考量的經濟因素包括有：燈具的製作成本、燈具節省的電能、維護費用及環保

貢獻。又，因為白光 LED 現在成本仍高且不易製成大面積元件，故計劃的第三年研發重點是，厚膜白光 OLED(有機電致發光二極體)之網簾印刷法研製。

關鍵詞：白光發光二極體、照明、光源、省電、電/光效率、燈具、白光 OLED

### Abstract

The advantages of white-light-LED (W\_LED) are : long life, small, unbreakable, no preheat time, low-voltage low-current working, saving energy, simple control-loop, high response-speed, no heat-radiation, no mercury-pollution. While its defects are : low-CRT of LED-lamp, narrow radiating-angle, lower output-intensity, higher cost, prematurity technology.

To replace conventional light source by W\_LED, still much more efforts should be done. This project will study electricity /light characteristics of W\_LED, afterwards new lighting fittings made of W\_LED will be well developed. Our project lasts for 3 years, and aims at developing technique of lighting. The points of the first year are

measuring and analyzing electricity/light behaviors of W\_LED, power expending, illuminating intensity and efficiency. Afterwards, home-made W\_LED-lamps will be developed and to be compared with other commercial lighting fittings. The points of the second year are to develop the lighting system of light/electricity /light which is named "YURT". The "YURT" system constructs as: solar cells layer/chargeable lithium battery/W\_LED array layer. Besides, estimation of economic benefits of W\_LED lighting fittings will be done, and the following factors are considered: production cost of lamps, energy saving of lamps, maintenance fee, contribution for environmental protection. The point of the third year is to research thick-film W\_OLED (organic EL device) by screen-printing since W\_LED still cost high now and difficult for large-area preparation.

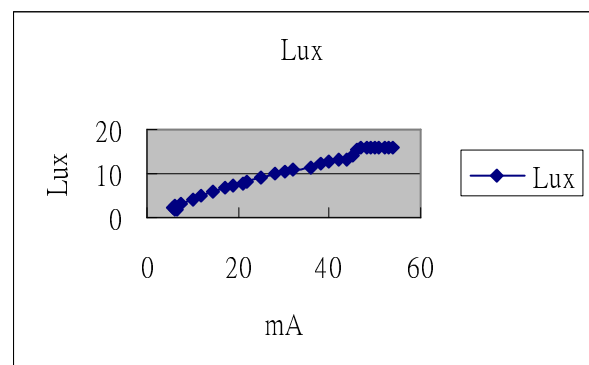
**Key words:** white-light-LED, illumination, light source, saving energy, electricity/light efficiency, lighting fittings, white-light-OLED lamps,

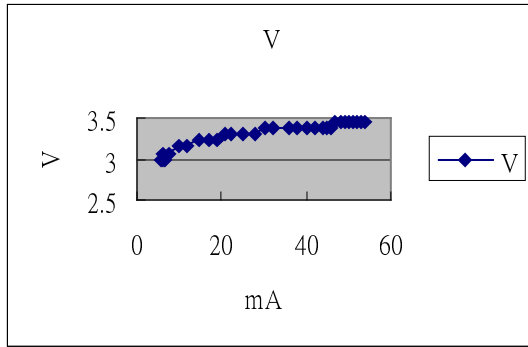
## 二、白光 LED 之特性

白光 LED 屬於冷性發光，是一種固態半導體元件，與傳統光源相比較具有許多的優勢，包括：體積極小（可視使用環境作多顆多種組合，製成可繞式或陣列式的元件）、壽命長（五萬小時以上）、不易破損（耐震動與耐衝擊）、沒有熱幅射（可見光範圍）、可在高頻率下操作（操作反應速率快約  $10^{-9}$  秒可作指示控制用）、低電壓低電流起動操作（2 個小電池就可發光，不須變壓器）、

色溫及演色性佳（色溫可調）、發光效率高省電（耗電量為一般燈泡的 1/3~1/5）、沒有管內壁塗抹水銀等污染環境的有毒物質(廢棄物處理容易具環保)等諸多優點。白光 LED 因為省電，故可減少發電量亦即減少發電時燃燒石化的用量，連帶也大幅減少 CO<sub>2</sub> 廢氣排放量，對溫室效應防止有很大的間接貢獻，是一種兼具省電和環保概念的新“綠色”照明光源。唯目前白光 LED 的亮度效率仍在每瓦 15 至 20 流明，僅達與白熾燈泡相當或略高之程度。它已應用的範圍包括，汽車儀表板、液晶顯示板背光源、室內照明、筆記型電腦顯示器、掃描器與傳真機光源...等用途。未來科學家的努力目標在於製作出耗電量低，可大量節省電能之高效率高亮度 LED，以作為新世紀的主要照明光源。日本通產省預估到 2010 年白光 LED 的發光效率，屆時將超越日光燈發光效率，其在照明市場之發展潛力值得期待。

現今白光 LED 與傳統白熾燈泡及日光燈的亮度正處於過渡期，但白光 LED 的耗電量，卻是遠小於白熾燈泡及日光燈(約白熾燈泡的八分之一，日光燈的二分之一)，而壽命長更是其一大賣點(約是日光燈的十倍)。若從發光效率來看，白光 LED 一旦跨過 60lm/W(相當於 20W 日光燈管)的門檻之後，白光 LED 照明燈具便會開始迅速普及化。下面圖表一二分別為單顆白光 LED 之 I-lux 及 I-V 的特性曲線。





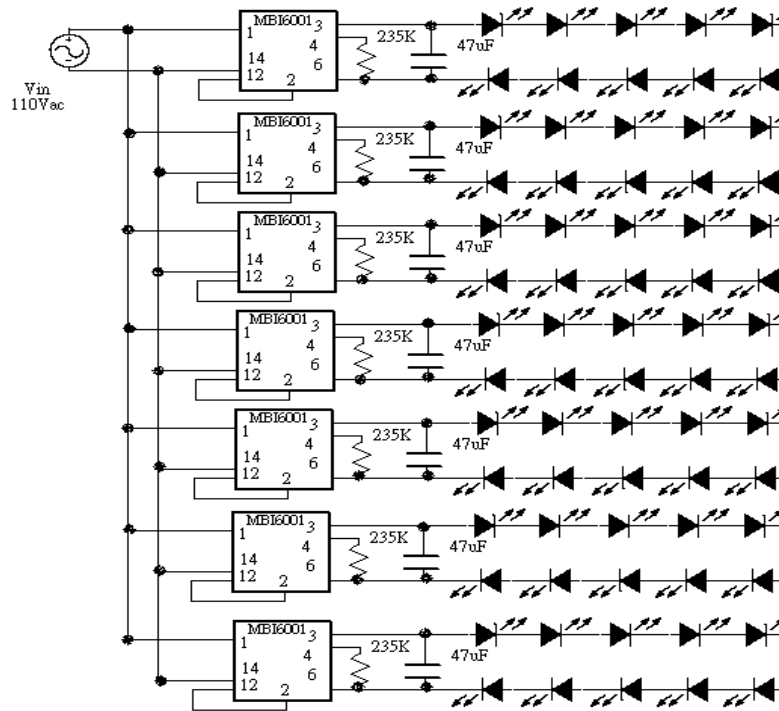
### 三、自製白光 LED 照明燈具

本實作之進行乃利用現今市售之日製白光 LED 多顆，來製作成二樣燈具成品：(1) 白光 LED 陣列兜成之桌用型照明檯燈。(2) 白光 LED 陣列兜成之省電燈泡。

本研發採用的電路具優勢特點為：

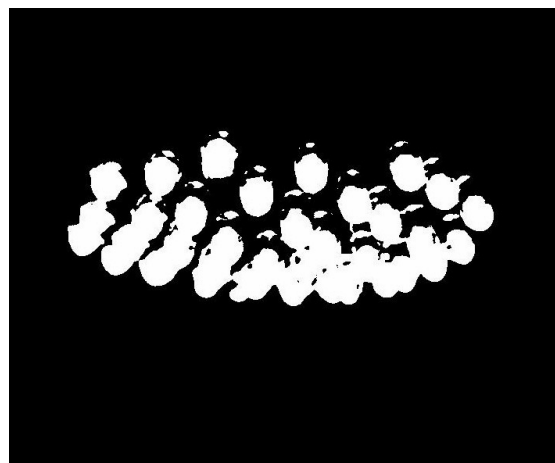
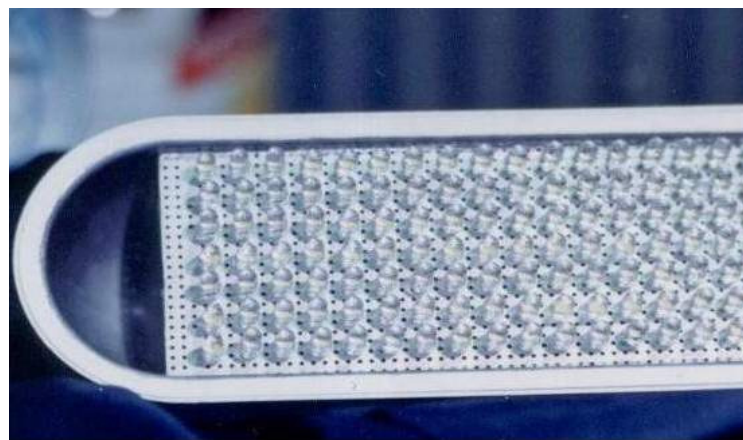
- 【1】AC/DC CONVERTER **MBI6001** 零件數極少。
- 【2】體積極小。
- 【3】轉換效率極高(不發燙)。
- 【4】定電流發光穩定。
- 【5】製作成本極低。
- 【6】調光極容易(V.R.)。
- 【7】發光效率媲美現行螢光燈者。

白光 LED 兜成省電燈泡實品圖



白光 LED 兜成桌上檯燈電路圖

白光 LED 兜成桌上檯燈實品圖



## 四、光\_電\_光\_蒙古包照明系統

白光 LED 點亮時模型屋外觀



點亮時的白光 LED 面板



點亮時的模型屋屋頂



以六片太陽能板、四顆鋰電池和二百顆的白光 LED，太陽能系統於日光照射度達到某一程度時，將光能轉為電能儲存在鋰電池上，此時的 LED 為不亮，而當日光照射度減弱時，此時太陽能系統停止對鋰電池充電，而再經由電子控制電路，使白光 LED 能

點亮照明五小時之久。

### 檯燈照射之實驗數據：

充電電流  $\approx 5\sim 15\text{mA}$

### 室外太陽光照射之實驗數據：

充電電流  $\approx 50\sim 60\text{mA}$

總電量 =  $1250\text{mA/hr}$

白光 LED 未限流的耗電量為  $1.3\text{A}$

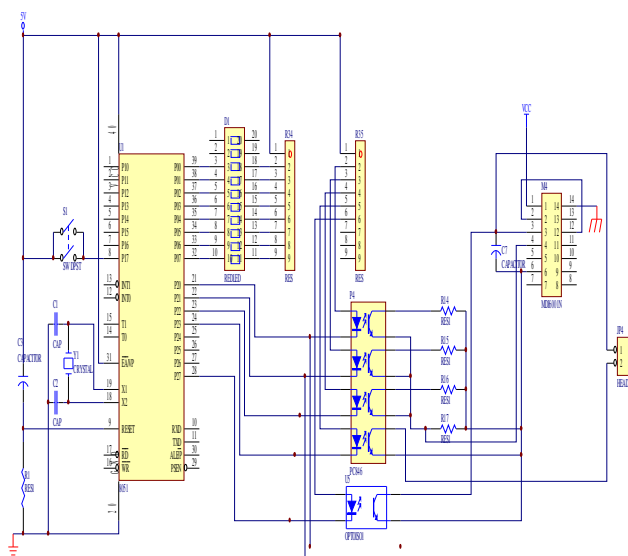
白光 LED 限流後的耗電量為  $0.45\text{A}$

估計太陽光照射充飽鋰電池時間  $\approx 20\text{ hr}$

可放電時間  $\approx 3\text{ hr}$

## 五、遙控白光 LED 照明電路圖

主電路圖



## 六、結語

總的來說，LED 光源因聚焦性佳作為直接供目視的光源體應用遠勝於傳統光源，且在照明節能方面，LED 燈(效能約  $4\%\sim 15\%$ )優於傳統白熾燈泡(效能約  $10\%$ )是深具潛力

相當被看好的。LED 燈的基本特性包含輕巧、強韌、安全及具有快速的響應時間，這些特性使它廣泛運用於特殊照明，如標示燈、儀表狀態指示燈。不過，當高亮度白光 LED 用於一般照明用途時，目前顯仍無法與螢光燈(效能約 20%~27%)相抗衡；這是因為白光 LED 目前仍存有諸多問題等待突破，那就是：LED 燈的演色性低、發光角度窄、光輸出強度較低、成本價格高 U\$ 0.5~1.0 以及技術尚未完全成熟等，故設法降低製造成本與售價乃當務之急。實現白光 LED 照明之最大瓶頸就在於光效與價格，而二者又都取決於產品技術之成熟度，故若能對此有所突破改良而提升 LED 燈的“性能/單位成本”比值，則無疑將更適用於照明系統。

## 七、參考文獻

- 【1】 謝煜弘，”新世紀光源白光 LED 之特性及應用”，照明學刊，P11—P30，2002.九月號。
- 【2】 鄭智仁，鄭伊碩，黃慶隆，”白光 LED 兜成省電燈具”，南台科技大學專題製作報告，2002 年。
- 【3】 財團法人工業技術研究院光電工業研究所網站，光電半導體元件技術--發光半導體網頁。
- 【4】 楊國棟，沈培宏，” 21 世紀的光明—白光 LED 產品發展簡析”，華東電子，01-22-2001。
- 【5】 阮世昌，”白光 LED 現況介紹”，2002.08.26。
- 【6】 劉如憲、王建源，” 白光發光二極體製作技術-21 世紀人類的新曙光 ”，2000 年。
- 【7】 陳興，” 白色光發光二極體發展動向”，零組件雜誌，P84-87，二 000. 四月號。
- 【8】 游本增，” 白光 LED 取代傳統照明光源”，光電成果季刊，第十期，p2，88 年 3 月
- 【9】 阮世昌，”白光 LED 簡介”，電子時報，89 年 11 月 25 日。
- 【10】 許榮宗，” 發光二極體之未來發展趨勢”，光學工程期刊，第七十期，p5-9，89 年 6 月
- 【11】 陳興，” 白光 LED 簡介”，工業材料，162 期，2000 年 6 月
- 【12】 史光國，”GaN 藍色發光及雷色二極體之發展現況”，工業材料，126，pp.154-166，86 年 6 月。
- 【13】 劉如喜，王健源，石景仁，”21 世紀的新照明-白光發光二極體之螢光材料介紹 ”，光訊，No.91，pp.30-37，August, 2001.
- 【14】 紀國鐘，” 藍光氮化鎵材料研發策略探討”，科學發展月刊，第二十七卷，第七期，p740-743。
- 【15】 李季達，” 光電半導體照明產業露出曙光”，經濟日報第四版，2001/8/16。