

◎電機工程學系 陳金嘉副教授

白光 LED — 21 世紀的新光源



一、前言

在人類生活當中，照明所需的能源一向佔所有能源使用量的絕大部分，而地球上之主要能源來源—石油的蘊藏量卻即將於 40 年內甚或更短的時間用完，且能源之大量使用造成二氧化碳大量排放，嚴重破壞地表之臭氧層，因此如何制定並研發出省能又環保的照明光源為目前世界各先進國家所面對的一大課題。本文之目的即在介紹一個 21 世紀的新光源—白光 LED，此一新的光源不僅輕薄省能，且壽命長無污染，因此被喻為「綠色照明光源」，未來幾年內將逐步取代傳統照明光源而成為明日的照明之星。

二、LED 的發光機制

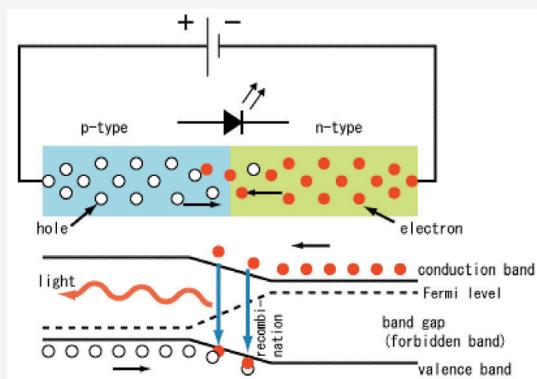


圖 1 LED 的發光機制（資料來源：Wikipedia）

LED 為英文 Light Emitting Diode（發光二極體）的縮寫，是在 1950 年代末期於實驗室發展出來的半導體產品，它是由 p 型半導體和 n 型半導體所

組成的晶片，在 p 型半導體和 n 型半導體之接面含有一個空泛層（depletion layer），當 p-n 接面受到一個外加的順向偏壓時（如圖 1 所示），則由 n 型半導體注入的電子（electron）將與由 p 型半導體注入的電洞（hole）複合並把多餘的能量以光的形式釋放出來，從而將電能直接轉換為光能。LED 具有體積小、壽命長（約為燈泡的 10 倍）、耗電量低、反應速率快、耐震性佳等優點，且顏色多樣，幾乎涵蓋所有可見光光譜及部分紅外及紫外區域，因此普遍應用於室內顯示或消費性電子產品及資訊產品指示燈，以及戶外的看板、交通號誌、汽車、背光板及電子產品。

三、白光 LED 及其發展趨勢圖

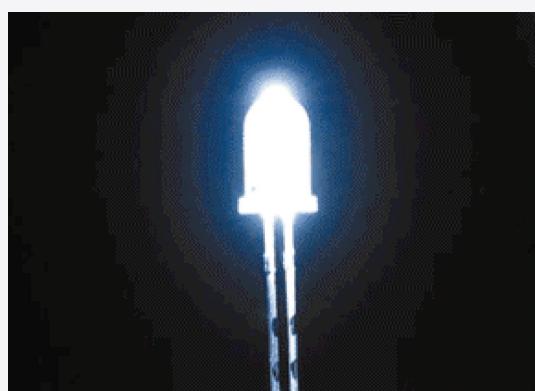


圖 2 發光效率達 100lm/W 之白光 LED。
(資料來源：日亞化學/ DigiTimes)

至於照明用的白光 LED 則是於 1996 年由日亞化學（Nichia）首度商品化，而其所以能夠實現則有

賴於 1995 年藍光 LED 研製成功（同樣由日亞化學所研製）。目前白光 LED 的製造技術大概分為三種：第一種技術是利用 RGB 三種顏色 LED 合成產生白光，但成本較高；第二種技術是利用藍光或紫外光 LED 激發螢光材料來產生白光，例如 LED 日亞化學所研製的用 InGaN 藍光 LED 照射 YAG 螢光物質以產生白光，而此種技術為目前白光 LED 市場主要的生產方法；第三種技術是由藍光 LED 搭配 ZnSe 基板以產生白光，但壽命較短。白光 LED 的發光效率進展快速，由最初的每瓦十幾流明 (lumen) 提升到目前的 100 lm/W 左右（如圖 2 所示），而實驗室之水準更高達 150 lm/W，大幅超越白熾燈、螢光燈等傳統光源。由於白光 LED 屬於「冷性發光」，先天上耗電量低，壽命長且無污染等特性，因此被認為是 21 世紀省能又環保的新光源。根據經濟部的一項報導指出，國際預估從 2007 年起白光 LED 將可逐步取代現有白熾燈、2011 年起逐步取代螢光燈，而歐、美、澳各國也分別宣示將逐步全面禁用白熾燈，故可加速全球 LED 照明之推廣與普及。

四、結論

白光 LED 在現階段由於發光效率不足及製造成本高，導致其市場價格目前仍高過傳統光源，因此不被一般民眾接受。未來白光 LED 若要普及到一般家庭之各式燈具，擴大其在照明方面的應用，除產品單價仍須持續下跌，發光效率須繼續提升外，還必須解決目前所遇到的幾個技術瓶頸，包括穩定的電流驅動、良好的散熱設計及合適的光學設計等等，以開發高功率及高效率的產品，而提升整個產品的光通量，使足以和傳統光源相抗衡。

五、參考文獻

- [1] E. Fred Schubert, *Light-emitting diodes*, 2nd ed., New York: Cambridge University Press, 2006.
- [2] “Light-emitting diode,” from Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/>.
- [3] 李季達，“21 世紀白光 LED 照明分析”，2000 年 5 月，取自 http://www.pida.org.tw/optolink/optolink_pdf/89052708.pdf
- [4] 羅清岳，“科技新知—100lm/W 白光 LED 問世擁抱更廣的應用領域”，2006 年 5 月，取自 <http://tech.digitimes.com.tw/>。
- [5] 次世代 LED 照明光電產業發展座談會議，中華民國經濟部能源局，2007 年 4 月，取自 http://cdnet.stpi.org.tw/techroom/policy/policy_07_095.htm。