

財信focus



LED

投資新趨勢

新技術、新挑戰、新機會

LED從黃光到白光百年蛻變

次世代新興技術與挑戰

全球LED產業四大趨勢預測

從專利保護時代到專利競爭時代

3C背光、車用、低溫照明、路燈商機處處

光寶、鴻海、聯電、面板雙虎LED戰略布局

財信出版

今日的技術突破 就是明日的贏家

IC產業有所謂的摩爾定律，是指IC晶片上可容納的電晶體數目，平均每十八個月便會增加約一倍，而其性能也將提升一倍。在LED產業也有類似的定律，前安捷倫科學家Roland Haitz認為，LED的價格每十年就會降為原先的十分之一，但其性能將會提高二、三十倍，一般稱為Haitz定律。就因為有Haitz定律，十年前高不可攀的LED，如今卻顯得平易近人。

隨著LED的應用從消費性電子跨足到照明市場，代表著更多新技術的演進，同時還有產業生態、市場機制的改變，而在這多層面的變化中，台灣廠商能否卡住有利的位置，將攸關未來的營運表現，以及在資本市場中的股價變化。

本書首先介紹LED的基本結構、製程與供應鏈，隨後深入剖析LED目前亟待克服的亮度、成本、散熱等技術挑戰，由於每一項技術的背後都潛藏著全新的市場機會，誰能在今日領先突破技術上的瓶頸，誰就可能是明日的贏家；其次則追蹤LED的下一階段新應用市場，讓讀者掌握市場先機；最後再個別檢視台灣上市櫃LED產業聚落中的相關廠商，做為讀者投資時的參考。

ISBN 978-986-841016-9



00300



9 789868 410169

<http://book.wealth.com.tw/>

財信出版 Wealth Press WF018 定價300元

〈編者的話〉今日的技術突破，就是明日的贏家	5
第一篇 新技術、新挑戰、新機會	7
21世紀最閃亮的光源	
LED從黃光到白光百年蛻變	9
LED發光的秘密	
波長、半導體材料與LED的種類	12
驚人的節能減排效果	
LED形體小，綠色節能效益大	16
基本製程與產業價值鏈	
台灣聚焦中下游，貼近終端應用市場	19
國際LED大廠誰與爭鋒	
積極布局，搶占LED照明時代新商機	23
發光效率與散熱的挑戰及商機	
LED新材料與新技術（1）	28
螢光粉：白光LED中的關鍵要角	
LED新材料與新技術（2）	33
氮化鎵基板：藍光LED主流技術	
LED新材料與新技術（3）	37
矽基板LED：降低成本、提升毛利的關鍵	
LED新材料與新技術（4）	40
光子晶體LED：大幅提升取光效率	
LED新材料與新技術（5）	43
紫外光LED：搶攻白光市場的利器	
LED新材料與新技術（6）	46
交流LED：突破直流電源驅動的限制	
LED新材料與新技術（7）	48
無極性LED：實現高效率LED的技術革命	
LED新材料與新技術（8）	51
垂直結構LED：提升發光效率、改善散熱問題	
LED新材料與新技術（9）	54

第二篇 LED產業大趨勢	57
LED產業四大趨勢預測	
恢復二位數字成長，拓展新應用領域	59
全球LED產業競爭力分析	
美、日技術領先，台、中、韓擴大量產實力	66
從專利保護時代到專利競爭時代	
台灣廠商的機會與挑戰	73
由小而大搶攻背光源市場	
手機、NB、LCD TV各有商機	78
車用LED穩健成長	
車內、車外多種應用，替代商機龐大	86
低溫照明開拓產業新版圖	
LED低溫照明，愈冷愈發光	94
一般照明市場蓄勢待發	
建築照明比重高，居住、屋外應用潛力大	98
LED路燈全新大商機	
先進國積極測試，中國市場快速崛起	106
第三篇 企業集團戰略布局	113
合縱連橫，打造產業新版圖	
上游積極合併，下游異業合作	115
光寶集團LED戰略布局	
靠LED發跡，進一步強化深度和廣度	121
垂直布局，再造LED「聯家軍」	
複製半導體經驗，主導業界合併案	125
面板雙虎全面切入LED產業	
友達、奇美電目標一致，策略不同	129
鴻海戰略動見觀瞻	
沛鑫切入路燈照明，先進開發專攻下游封裝	133
IC設計新戰場	
產品類型多，客製化程度高	138

第四篇 追蹤LED焦點個股	143
光磊科技	
日亞化「分身」，減資重新出發	144
億光電子	
國內第一大、全球第七大專業封裝廠	146
晶元光電	
四元產能全球第一大，藍光產能全球第三大	148
一詮精密	
國內第一大、全球第三大LED導線架廠商	150
佰鴻工業	
國內第二大封裝廠，積極切入LED號誌市場	152
璨圓光電	
引進奇美電資金，持續改善產品結構	154
新世紀光電	
國內最大綠光LED供應商，積極擴充藍光產能	156
宏齊科技	
調整產品結構，觀察毛利變化	158
單井工業	
國內最大LED模具廠	160
華興電子	
低溫照明點亮華興成長動能	162
先進開發光電	
鴻海入主，具集團資源優勢	164
凱鼎科技	
富爸爸友達入主，積極開拓背光市場	166
艾笛森光電	
主攻高功率LED，引進台達電、萬海資金	168
廣錄光電	
引進新投資團隊，營運重新出發	170
【附錄】上市櫃LED相關個股經營績效概況	172

編·者·的·話

今日的技術突破 就是明日的贏家

IC產業有所謂的摩爾定律，是指IC晶片上可容納的電晶體數目，平均每十八個月便會增加約一倍，而其性能也將提升一倍。在LED產業也有類似的定律，前安捷倫科學家Roland Haitz認為，LED的價格每十年就會降為原先的十分之一，但其性能將會提高二、三十倍，一般稱為Haitz定律。就因為有Haitz定律，十年前高不可攀的LED，如今卻顯得平易近人。

自1996年全世界第一顆白光LED正式問市，並導入手機應用開始，LED的節能特性一直是照明市場的革命性話題。隨著發光效率的提升及成本的降低，LED已經成功征服了手機鍵盤背光、中小尺寸螢幕背光源、相機閃光燈、裝飾燈、交通號誌、戶外看板、汽車車燈等領域，目前更努力滲透NB背光、路燈等市場，而循著Haitz定律繼續往前推進，預估未來十年內將再走入人們的家居生活，成為液晶電視和一般照明電燈的主流光源。無論是政府或民間，無論是廠商或消費者，對於LED的期待似乎也愈來愈大，而在可預見的未來，LED將帶來各種令人驚喜的應用，同時為投資市場提供更新的機會。

經過近十年來的推廣，使用LED的好處多數人都已琅琅上口，包

括：積體小、壽命長、無污染、低功耗、省電、反應速度快等等；其中，近期吸引全球科技業與投資資金關注的焦點，就在這個微小晶粒的節能特性，尤其是搭配使用太陽電池模組，吸收大自然最乾淨的太陽光，並轉換成零污染的電能，這種太陽能LED照明系統，將會實現節能、環保、安全、高效率的完美照明，對全球暖化危機提供另一個解套方案，因此吸引各方的關注，許多國家也開始把LED列入次世代照明的重點發展計畫。

以台灣為例，計畫在2012年將全面淘汰白熾燈，並逐步導入LED照明，一旦能百分之百汰換，估計節電效果將超過四成，換算下來每年可節省超過100億度的用電量，相當於一座麥寮電廠一年的發電量，以及減少逾九百萬噸的二氧化碳排放量，同時省下約新台幣267億元的電費。

隨著LED的應用從消費性電子跨足到照明市場，代表著更多新技術的演進，同時還有產業生態、市場機制的改變，而在這多層面的變化中，台灣廠商能否卡住有利的位置，將攸關未來的營運表現，以及在資本市場中的股價變化。

儘管如此，要達到完美的綠色照明，仍有不少技術門檻要跨越；本書首先介紹LED的基本結構、製程與供應鏈，隨後身入剖析LED目前亟待克服的亮度、成本、散熱等技術挑戰，由於每一項技術的背後都潛藏著全新的市場機會，誰能在今日領先突破技術上的瓶頸，誰就可能是明日的贏家；其次則追蹤LED的下一階段新應用市場，讓讀者掌握市場先機；最後再個別檢視台灣上市櫃LED產業聚落中的相關廠商，做為讀者投資時的參考。f

第一篇

新技術、新挑戰、新機會

LED從黃光到白光百年蛻變

21世紀最閃亮的光源

文·編輯部

發光二極體（Light Emitting Diode，簡稱LED）可以說是人類自二百萬年前開始用火，以及1879年愛迪生發明電燈後，照明市場的另一次革命性光源。自20世紀初意外地揭開了LED的發光秘密後，有超過半世紀的時間，LED多處於實驗室階段，遲至1970年代才正式商品化，但初期也只是充當電子設備的電源指示燈而已，直到近幾年因為發光效率大幅提升，以及環保節能需求的刺激，使得LED成功地滲透到手機、PDA、NB、TV等背光領域，甚至逐漸延伸至一般照明市場，取代低效率、高耗能的發光源。歷經整整一個世紀，LED從過去不起眼的小配角，正蛻變成爲新世紀的主流光源之一。

1907年美國的Henry Joseph Round首次發現在10 V的偏壓下，當半導體中的電子與電洞結合時，過剩的能量會以光的形式釋出，產生暗淡的黃光、橙光，稱之爲激發光（Electroluminescence）。1923年，俄國的O. W. Lossev將電流注入SiC（碳化矽）半導體材料，並能使元件發出藍光，被視爲LED的開山始祖。

往後的三、四十年間，包括英、法等國的科學家，陸續進行各種半導體的激發光實驗，直到1962年美國GE公司成功開發出全球第一顆磷砷化鎵的紅光LED，並在四年後正式量產，LED自此進入商品化

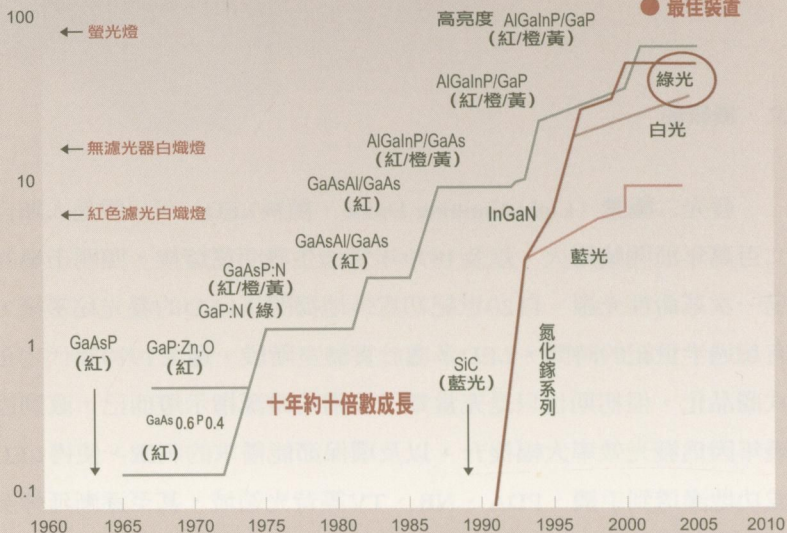
**1991年開發出四元化合物LED，
正式揭開高亮度LED時代的序幕。**

階段。

從1970年代到1980年代中期，LED大多處於亮度偏低、發光區域集中在紅、黃、橙、綠等所謂的傳統LED時代；採用有機材料的發光二極體（即OLED，有機發光二極體），則在1980年代末期才出現。到了1991年，由HP（LED部門已分割獨立為Lumileds，後為飛利浦收購）與東芝合作開發出四元化合物LED（磷化鋁鎵銦，

圖一 可見光LED發展史

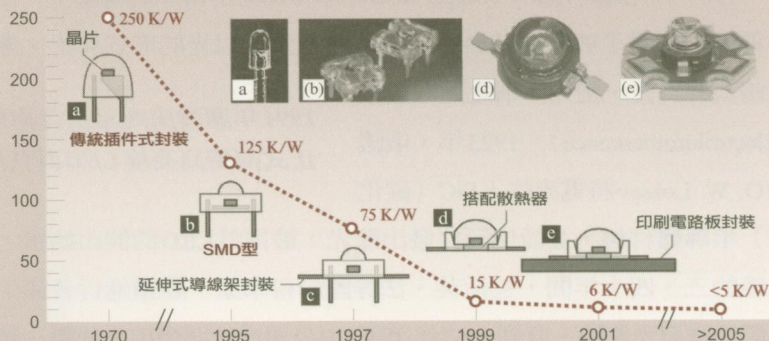
發光效率（流明／瓦）



資料來源：大和國泰證券；本書整理

圖二 LED封裝技術演進史

熱阻抗 R_{th} (K/W)



資料來源：www.LightEmittingDiodes.org；本書整理

AlGaInP)，可發出高亮度紅光與琥珀色光，正式揭開高亮度LED時代的序幕。

此後，LED的技術演進如同搭上特快車，1993年日亞化學開發出以氮化鎵銦（GaN）為材質的藍光LED，配合MOVPE（有機金屬氣相磊晶法）的磊晶技術，可製作出

高亮度的純綠光及藍光LED，打開邁向全彩化目標的新里程碑；到了1996

年，日亞化學成功地以藍光為基礎，

搭配螢光粉開發出白光LED，成為全球照明市場最受矚目的新興光源。現階段白光LED正逐步提升其發光效率，並向每一個準下游市場進軍，拓展應用領域。 

**1996年日亞化開發出白光LED，
成為全球照明市場最受矚目的新興光源。**

波長、半導體材料與LED的種類

LED發光的秘密

文·編輯部

光是電磁波的一種，隨著波長的不同，則會產生不同的顏色。通常肉眼所能看到的光，統稱為可見光，其波長介於380nm至760nm之間，可產生如彩紅般的七彩顏色，依波長遞減依序為紅光、橙光、黃光、綠光、藍光、紫光。而如果波長超過上述的區間（過高

能夠讓LED產生不同波長的關鍵，在於使用不同的半導體材料結構。

或過低），就不是肉眼所能見的範圍，通常高於760nm以上的波長稱為紅外光（Infrared），低於380nm則稱為紫外光（Ultraviolet）。不過，每個人對光源頻譜的感受多少會有些差異，顏色的感受度也不盡相同；一般在物理學上，將波長與顏色的關係簡單區分如附表一。

LED是將電能轉換成光，而能夠讓LED產生不同波長的關鍵，在於使用不同的半導體材料結構。一般來說，組成二極體的半導體材料可分為二六族（II-VI）或三五族（III-V），由於二六族元素的光穩定性不足，故目前比較普遍被用來做為LED半導體基板或發光層的材料多為三五族，如砷化鎵（GaAs）、磷化鎵（GaP）、砷化鋁鎵（AlGaAs）、氮化鎵（GaN）等。

其中，砷化鎵材料可以發出紅光或紅外光，氮化鎵可發出綠光或藍光，而如果在基板上覆蓋不同化學元素的發光層材料，並配合不同的磊晶技術，也可以顯示多種色彩。例如，在磷化鎵基板上放

入磷砷化鎵三種元素為發光層，並採用VPE（氣相磊晶）加擴散法磊晶，透過調整磷、砷的比例，便可使發光波長範圍涵蓋紅光、橙光及黃光，但光度都不到1燭光（1000 mcd），一般稱為傳統LED。此外，若在砷化鎵基板上，以磷化鋁鎵銦（AlGaInP）四種元素為發光層材料，搭配MOVPE（有機金屬氣相磊晶）的磊晶法，則可將LED發光波長延伸到黃綠光範圍，且光度可達8燭光，稱為高亮度LED。

目前新一代的技術主流是以氮化鎵（GaN）為發光層材料，並改用藍寶石（Sapphire）做為基板，採用MOVPE法磊晶，產生出藍綠光或藍光，且光度仍可維持在8燭光的高亮度LED，又稱為GaN系列化合物LED。

LED雖然擁有七彩顏色，但要達到全彩化或高效率照明的目標，仍必須要能發出白光，而白光LED的形成有多種方式，其中最早達成商品化的二大白光技術，分別出自日亞化學與住友電工之手。日亞化學是以InGaN藍光LED加上YAG（鈹鋁石榴石）螢光材料，製造出白光LED。主要原理是利用藍光LED照射YAG螢光物質後，產生與藍光互補的黃光波長，再利用透鏡原理，將互補的黃光、藍光加以混合，然後得出白光。住友電工

目前普遍被用來做為LED半導體基板或發光層的材料多為三五族。

