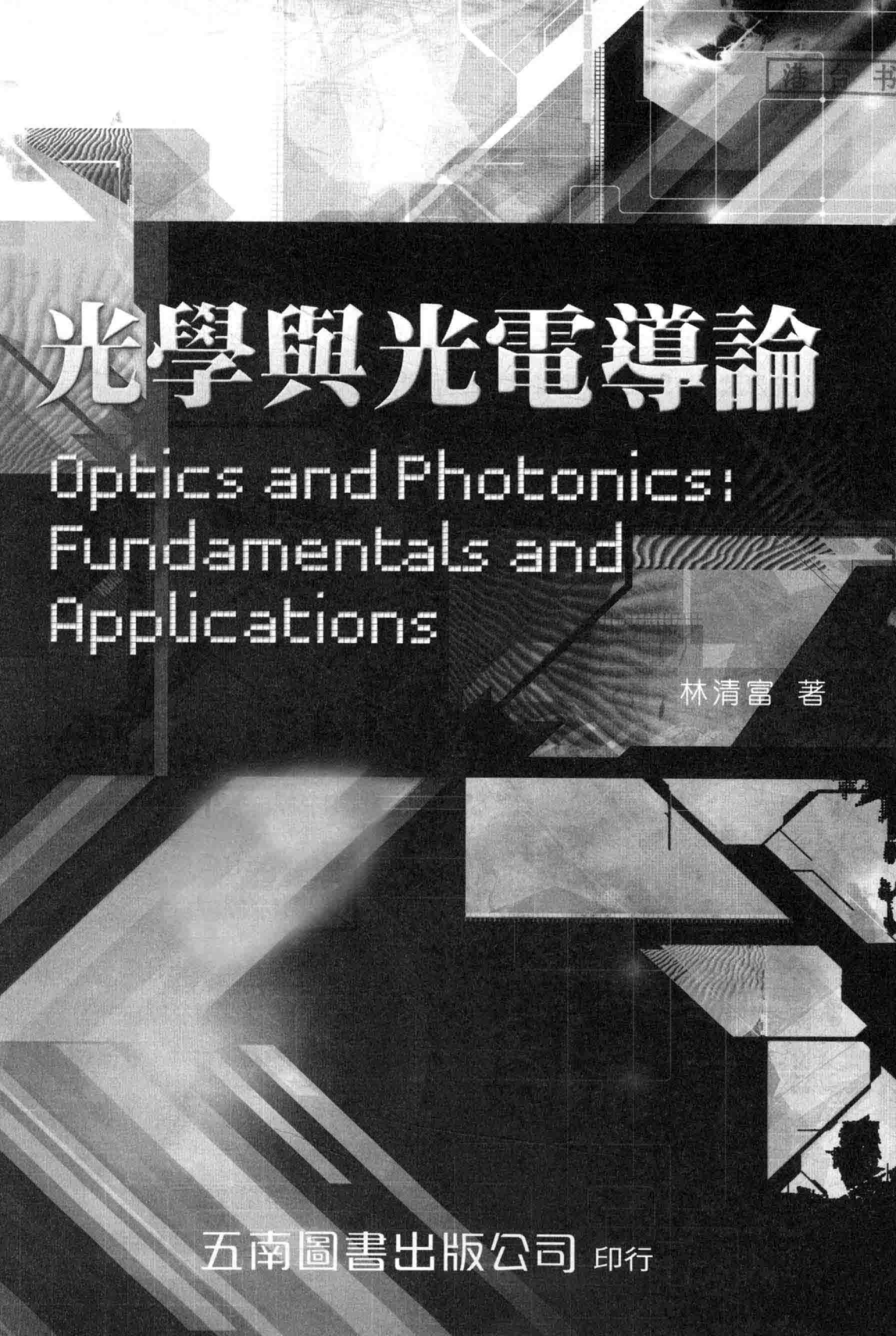


光學與光電導論

Optics and Photonics:
Fundamentals and
Applications

林清富 著



光學與光電導論

Optics and Photonics:
Fundamentals and
Applications

林清富 著

五南圖書出版公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

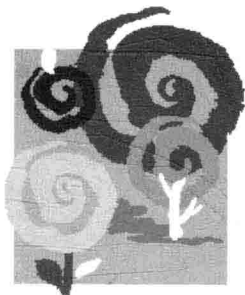
光學與光電導論／林清富著． — 初版． —
臺北市：五南，2012.09
面： 公分．--

ISBN 978-957-11-6830-2（平裝）

1. 光電科學

448.68

101016866



5DF1

光學與光電導論

Optics and Photonics:

Fundamentals and Applications

作 者 — 林清富

發行人 — 楊榮川

總編輯 — 王翠華

主 編 — 王正華

責任編輯 — 楊景涵

封面設計 — 簡愷立

出 版 者 — 五南圖書出版股份有限公司

地 址：106台北市大安區和平東路二段339號4樓

電 話：(02)2705-5066 傳 真：(02)2706-6100

網 址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：wunan@wunan.com.tw

劃撥帳號：01068953

戶 名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室/台中市區中山路6號

電 話：(04)2223-0891 傳 真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室/高雄市新興區中山一路290號

電 話：(07)2358-702 傳 真：(07)2350-236

法律顧問 元貞聯合法律事務所 張澤平律師

出版日期 2012年9月初版一刷

定 價 新臺幣480元



五南

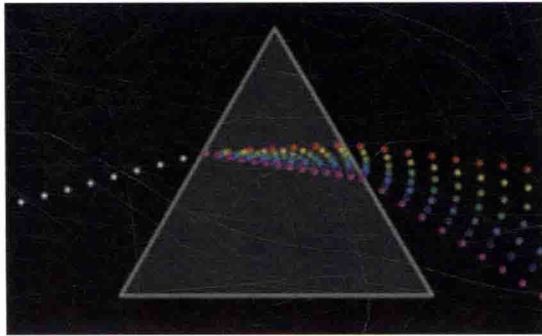


圖 1-5 牛頓用光粒子觀點解釋彩虹的顏色（示意圖）。
(<http://en.wikipedia.org>)

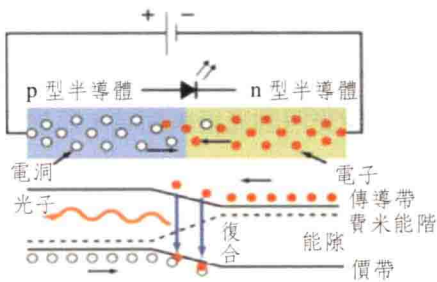


圖 1-14 發光二極體示意圖（左）和實體相片（右）
(<http://en.wikipedia.org>)

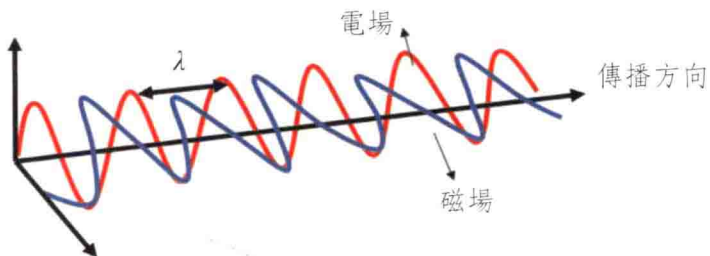


圖 3-1 某瞬間的電場和磁場隨空間位置的變化圖。

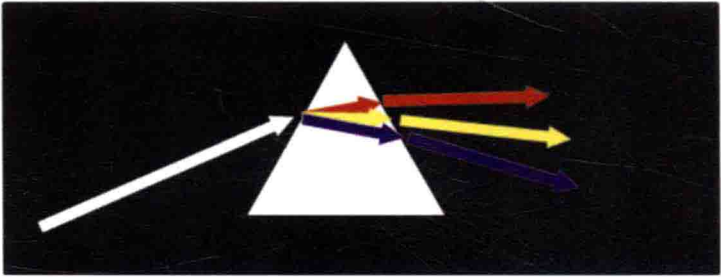


圖 4-10 光經過三角稜鏡的情形。

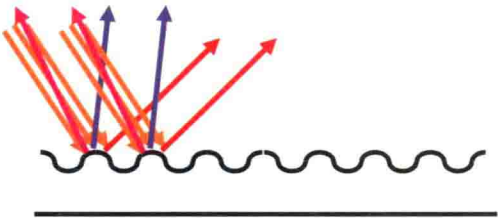


圖 4-17 光柵表面高低變化的示意圖，以及當光照到光柵表面時，將被反射到很多方向。

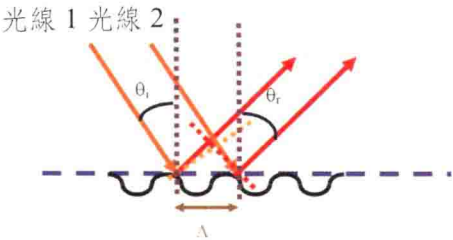


圖 4-18 入射光被光柵的兩個週期反射，入射光路徑和反射光路徑之關係。

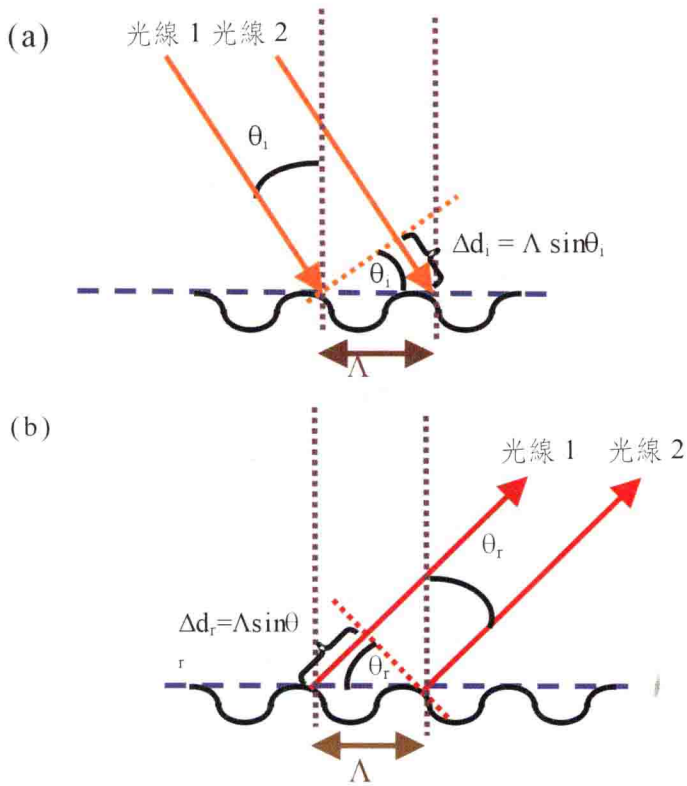


圖 4-19 路徑差之示意圖：(a)入射光；(b)反射光。

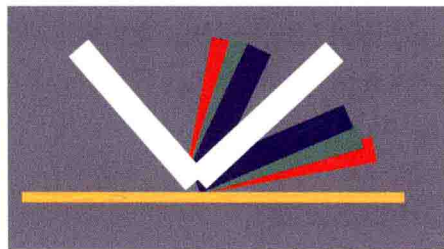


圖 4-21 光柵對由紅、綠、藍三顏色組成白光的繞射效果：第 0 次的繞射方向沒有分光效果，所以顯現的還是白色；第 1 次和第 -1 次都有分光效果，所以將紅、綠、藍三顏色分離出來。

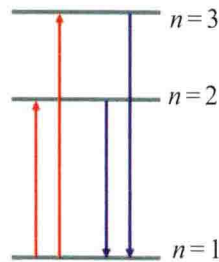


圖 5-2 電子在不同能階之間躍遷的情形之示意圖。

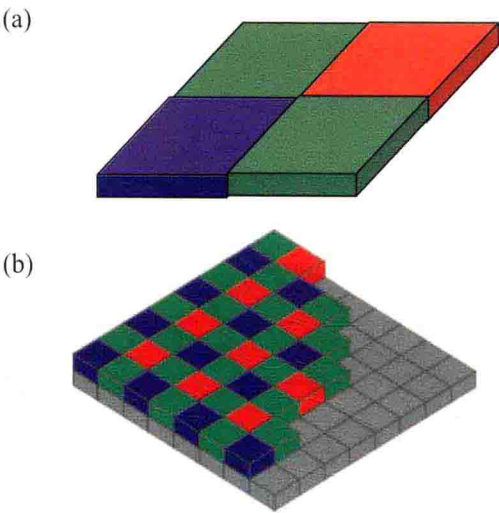


圖 9-14 (a)由四個像素組成一彩色像素，(b)整體彩色像素構成的二維陣列。

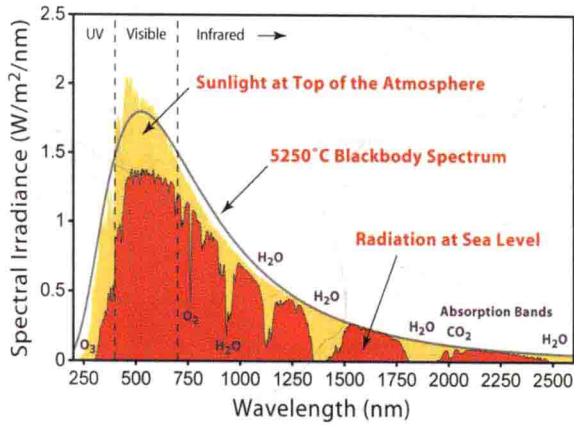


圖 10-1 太陽光與黑體輻射光譜之比較

表 10-1 太陽光強度隨著緯度變化之情形

入射光與垂直線的夾角	r	因為污染引起的強度變化範圍 (W/m^2)	公式 (10-2) 之結果 (W/m^2)
-	0	1367	---
0°	1	$840 \sim 1130 = 990 \pm 15\%$	1131
23°	1.09	$800 \sim 1110 = 960 \pm 16\%$	1114
30°	1.15	$780 \sim 1100 = 940 \pm 17\%$	1103
45°	1.41	$710 \sim 1060 = 880 \pm 20\%$	1060
48.2°	1.5	$680 \sim 1050 = 870 \pm 21\%$	1046
60°	2	$560 \sim 970 = 770 \pm 27\%$	977
70°	2.9	$430 \sim 880 = 650 \pm 34\%$	876
75°	3.8	$330 \sim 800 = 560 \pm 41\%$	796
80°	5.6	$200 \sim 660 = 430 \pm 53\%$	672
85°	10	$85 \sim 480 = 280 \pm 70\%$	477

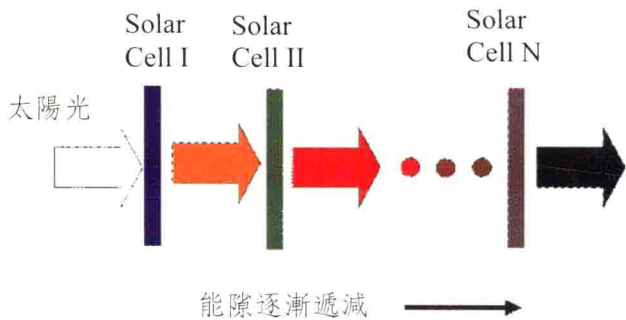


圖 10-9 多接面太陽能電池之光路示意圖，能隙較大的先照射太陽光，能隙較小的後照射太陽光。

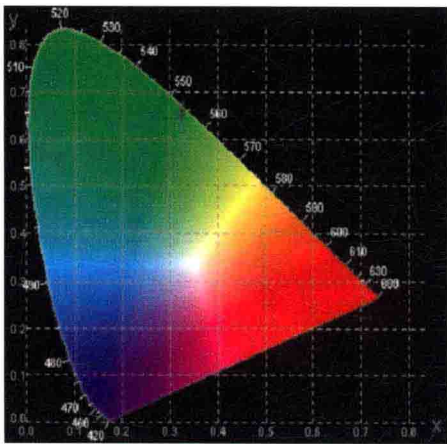


圖 11-5 CIE 色座標圖。

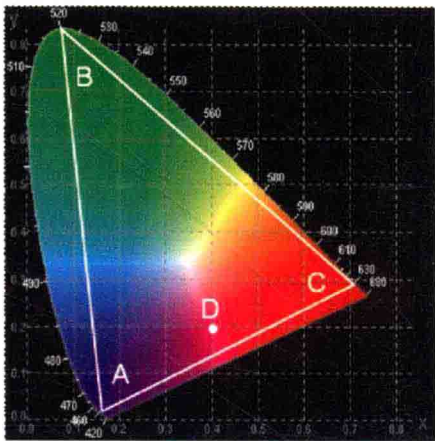


圖 11-6 ABC 三角形內之顏色可以由配色達到。

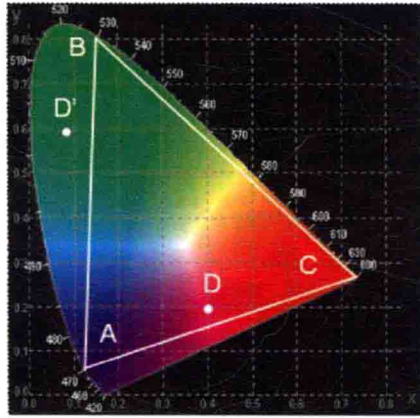


圖 11-7 另一個 ABC 三角形，其內之顏色可以由配色達到。

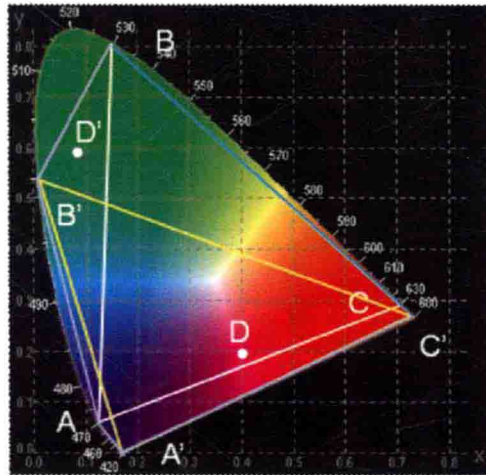


圖 11-8 A, A', B, B', C 和 C' 等六個波長之光合起來的六邊形（淺藍色區域，比 ABC 和 $A'B'C'$ 各別三角形能組成的顏色要多。

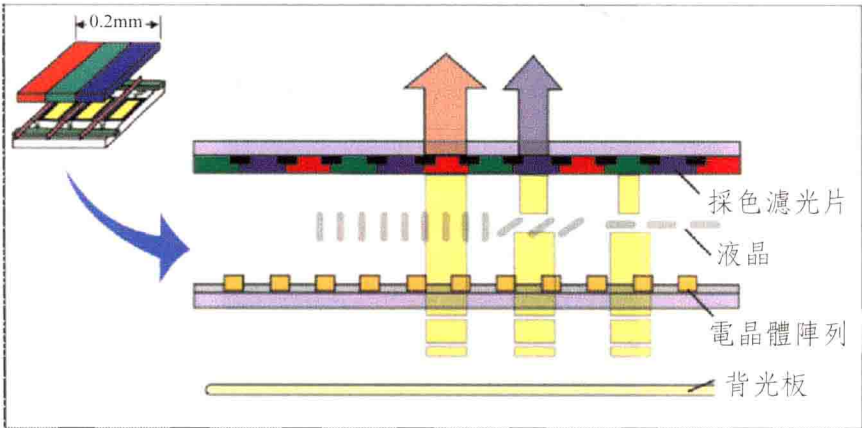


圖 11-16 彩色液晶顯示的結構。

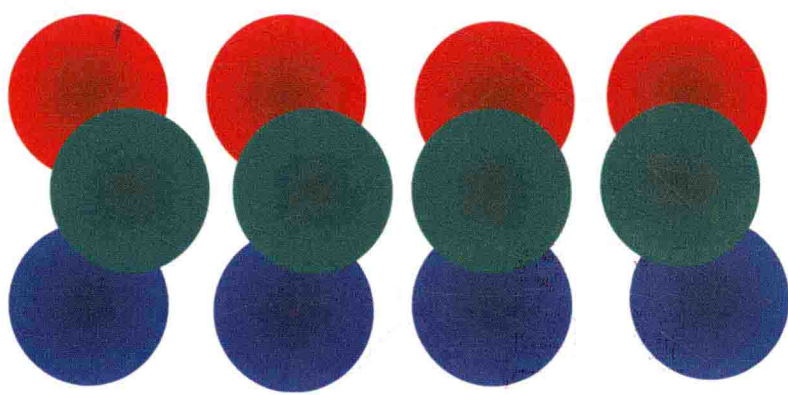


圖 11-19 可以產生立體影像幻覺的另一個圖案。

序

全球的光電市場於 2000 年時為 1500 億美元，比全球晶圓代工市場小，到了 2008 年，全球的光電市場成長到 3500 億美元，已超過全球晶圓代工市場的 3080 億美元。而台灣的光電產業也蓬勃發展，從 2009 年以後，台灣的光電產值就超過 2 兆新台幣(約六百多億美元)，佔全世界光電產值的 16-18%，與台灣人口只佔全世界的 0.35% 相比，台灣在全球光電界的成就，可說是令人刮目相看。

然而，不可諱言的，台灣的光電產業還有相當的危機，2012 年，被媒體點名的四大慘業中有三個是光電業。媒體的報導或許有些失真，但長期以來，台灣的高科技業，包括光電業常是以量產為主要考量，生產所需的設備依賴進口，而原創技術也多由國外引進，較少自己研發的光電科技，這樣的營運模式導致產品的附加價值不高，而且一旦其他國家或地區引進新一代設備，我們的產業界就得面臨更新設備，或是被淘汰的命運。因為獲利不多，若要更新到新一代設備，更是面臨資金不足的困境。

為什麼台灣產業不能有自己的原創技術？為什麼總是依賴進口設備和自國外移轉技術？究其原因，或許我們的高科技知識所紮的根不深所致，基礎不夠穩固，所以在使用資料時，無法判斷其正確性；因為不能從基礎做起，也就無法從源頭開創新做法，只能跟進；例如某位知名人士，現在國家重要單位擔任要職，其文章談到「也有文獻指出，如果經歷數億年演化的植物，其光合作用的能源轉換效率最多都只有百分之卅出頭，那麼人類的產品效率，可能也很難突破這個演化

上限。」其對光合作用的能源轉換效率之認知和事實差異極大，也不知道太陽能電池的轉換效率早就超過植物光合作用的能源轉換效率，且超過許多。如此身負重任的知名人士，其對高科技知識都有這麼嚴重的認知落差，遑論一般人士。

因此，我們覺得有必要將科技知識從基礎談起，讓我們的下一代可以有紮實的知識基礎，未來在開創新技術時，不會淪為人云亦云，而是能夠自己判斷那些資料具有嚴格的科學根據，甚至於自己也能依據嚴謹的科學學理去研發嶄新的技術，就如諺語所談：「將房子蓋在磐石上，而不是建基在沙土上。」盼望這本光電基礎的書能扮演此一角色，為光電科技業，甚至於一般人士或投資者提供深入淺出的光電基礎知識。但百密一疏，書上內容難免有疏漏之處，還望專家們不吝惠予指正，將不勝感激！

林清富 謹上

第 1 章 光的歷史和特性 1

1.1	光是什麼	2
1.2	光線	3
1.3	讓科學家們爭論不休的焦點：光粒子或光波	7
1.4	波動說的勝利：光是電磁波和此觀點的巨大影響	11
1.5	光的粒子說又起死回生-波動和粒子雙重性的新觀點	12
1.6	光電效應的影響無遠弗屆	15
1.7	從「光速是多少」到相對論	19

第 2 章 光的傳播——幾何光學 25

2.1	幾何光學之緣起	26
2.2	光線傳播方程式	27
2.3	透鏡的幾何光學	31
2.4	$ABCD$ 矩陣表示法	39
2.5	光學成像系統	45
2.6	像差	52

第 3 章 光的傳播——波動光學 57

- 3.1 光是波動 58
- 3.2 諧振平面波 63
- 3.3 光波的反射和折射 68
- 3.4 光波的干涉現象 81
- 3.5 光波的繞射現象 86

第 4 章 光學元件與應用 97

- 4.1 透鏡 98
- 4.2 平面鏡 99
- 4.3 具多層膜之平面鏡 107
- 4.4 凹面鏡與凸面鏡 116
- 4.5 色散與稜鏡 117
- 4.6 抗反射鍍膜 126
- 4.7 分光鏡 128
- 4.8 光柵 129

第 5 章 發光原理與光源 135

- 5.1 量子物理 136

5.2	量子物理觀點下的光與物質之交互作用	139
5.3	發光原理	141
5.4	光源種類和其對應的發光機制	149
第 6	章 發光二極體與固態照明	157
6.1	半導體的基本特性	159
6.2	摻雜半導體特性	163
6.3	p-n 二極體	168
6.4	發光二極體	171
6.5	具載子侷限結構之發光二極體	175
6.6	白光二極體	178
6.7	量子效率不等於發光效率	180
第 7	章 雷射原理	183
7.1	受激性放光或吸光	185
7.2	居量反轉	187
7.3	雷射的基本架構	188
7.4	自發性放光的變率方程式	191
7.5	受激性放光	194
7.6	受激性放光或吸收	197
7.7	含受激性放光之變率方程式	198
7.8	N_2 和 N_1 之變率方程式的穩態解	200

7.9 雷射的條件	202
-----------	-----

第 8 章 雷射光之特徵和應用	207
-----------------	-----

8.1 高斯光束	208
8.2 光學元件對高斯光束之影響	211
8.3 短脈衝雷射光	216
8.4 雷射種類與應用	221
8.5 非線性光學	228

第 9 章 光偵測器與數位相機	231
-----------------	-----

9.1 光電效應	232
9.2 光電二極體	234
9.3 PIN 二極體	242
9.4 數位相機	246

第 10 章 太陽能電池	257
--------------	-----

10.1 太陽光與地球表面之接收	258
10.2 半導體太陽能電池的元件特性	262
10.3 影響太陽能電池特性的因素	267
10.4 太陽能電池之種類	275