

# 從物理學中的光學到現在的光電

## 談光電高科技發展現況及未來趨勢

石大成

國科會光電小組執行秘書

### 光學對“多媒體社會”及社經重大影響

從物理學中對光的論述研究及發展，以至於藉由光學和其他學科的結合及應用產生的巨大衝擊與影響是難以想像的，是以日、美、英等先進國家，將 21 世紀譽為“光的世紀”。現在我們是身處“多媒體社會”中，在多媒體的 續紛世界裡，我們所接觸到的、看到的、聽到的，多的是“光”的產品及功能，如 CD、DVD、LCD(平面液晶顯示器)、雷射傳真機、印表機等，此外醫院裡用的雷射手術、眼科、皮膚科、外科、診斷等應用，工廠裡用“光”來切、割、焊接製造生產。做為武器的用途更不用說了，以上種種離不了光。而目前正熱鬧滾滾興起的網際網路，光纖正在以每秒一公里的速度在鋪設。總之：光所創造及帶來社經價值與影響是無法估量的！

### 從牛頓的光學、愛因斯坦的“光電效應”及歷年來十多位光電相關諾貝爾獎得主對科研的貢獻

有物理學之始，光學就與物理界巨人有著密不可分的关系。在牛頓的著作中就有“opticks”“光學”，比牛頓早的笛卡兒 Descartes，著有 Dioptriques，另有 Kepler 等人。因從事光學、光電、

雷射相關研究而獲諾貝爾獎的物理學者專家估計有十多位。從愛因斯坦著名的論文之一“光電效應”，雷射原理可追溯到的依據，更早的 1902 年 Zeeman 因提出“磁光效應”而獲諾貝爾獎，匈牙利裔科學家 Gabor 1948 年因發明全相術 Holography 而獲 1971 年的物理諾貝爾獎。其他因為雷射、光譜學、量子電子/光學而得獎者如美、俄國四位物理學 Charles Townes, Prokhorov 及 Lebedev, Basov 因提出雷射原理共獲 1964 年諾貝爾獎，法國的 Kastler 因提出 Laser Pumping 而獲獎，史坦福大學的 Schawlow，亞利桑那大學 Lamb，研究雷射致冷的華裔科學家朱棣文及法國的 Cohen-Tannoudji、及美國的 B.Philips 等都是獲諾貝爾獎的個中翹楚。而華人在光電領域有重大貢獻者亦不下十多位，如“光纖通訊之父”高錕教授及“MBE 之父”卓以和博士，在國際上都獲獎無數，包括號稱日本諾貝爾獎的“日本獎”、白宮科學獎、富蘭克林獎、馬可尼獎等，其他在 LCD、光學儲存、積體光學、藍光雷射，非線性光學等，都有華人創始、創新的重大貢獻。

對從事物理專業學問並對光學有興趣者，對上述科學家們的成就及貢獻，想必引發“心嚮往之”的鼓舞作用，如當年楊政道、李振寧獲獎的影響。果然如此，是最好不過了。即或不往學術路發展，而往應用技術的路，亦是大有可為，有一大片天地可探索與發揮！

## 光電對 21 世紀“生態化社會”、能源、環境的衝擊。

光電的發展除了現階段符合多媒體應用的要求外，還在於它非常符合未來社會型態的需要，即永續經營的觀念。如在環保、能源、民生福祉、災害、安全、生態發展方面，都可藉著光的技術解決問題，用光纖取代銅的電線，可免煉銅造成污染及能源損耗，一張光碟片可儲存 10 多本大英百科全書，省了很多紙材及樹木，將來的照明燈管、燈泡會以半導體材料取代，只耗 1/5 的電能，壽命長 50 倍以上，醫學、醫療的改善，公安，地震的偵防，全球環境監測及太陽電能的推廣，均為 21 世紀的能源的主力。這是我們推行光電發展的另一個重要方向，即除了在高科技工業產生重大的經濟價值貢獻外，更應開始注意到光電在 21 世紀“生態化社會”所扮演的角色及帶來的衝擊，將是無與倫比的。

綜合上述，可知“光電世界是很迷人的！”，其魅力就在於其“無限的可能性”。光電高科技在國內的發展，經過我們十多年的努力，從無到有，創造了一個新興產業(見圖一)。去年剛好突破 2000 億台幣產值，公元 2000 年預估將破 3000 億，高成長的邁步向前。根據最近一期的天下雜誌針對去年國內 100 家成長最快的公司所作的統計，可以發現到第一名是生產液晶顯示投影機，第 10 名是生產高亮度發光二極體，其他名列 10 名內的尚有生產不同型的光碟的公司，光電幾乎佔了一半，可見光電產業的蓬勃發展的程度。根據我們歷年的統計，1996 年是光電的起飛年 (非起跑點)，為光電產值首次超過一千億台幣。

光電高科技能成功的在國內發展為一個新興產業，主要得力於以下幾個有利因素：

### 政策面：

1. 早於民國 72 年在 CD 還未問世的年代，政府在政策上即將光電列為八大重點科技，成立政策規劃小組，訂定國家中，長程發展計畫，預算編列等措施。由於政府的遠見，決策時機的正確，引導民間往有利方向投資及發展。
2. 宣導及推廣工作的持續投入；達到普及的效果。

### 環境與資源面：

3. 有良好的電子、機械技術及龐大 PC 產業基礎，帶動影像、掃描器、光碟機、光碟片、數位相機、LCD 等的發展。
4. 擁有充沛且具經驗的海外光電專業人才，使技術來源不虞匱乏。
5. 學校及研究機構人才培訓及技術養成。
6. 充裕的民間資金及創投公司的興起。
7. 中小企業體質優點的發揮，適合光電產業的發展。

以下是光電科技工業協進會，根據國內外的資訊，對我國光電科技與產業所作的統計調查結果，據此可以體現我國光電發展的現況及未來的趨勢：

我國光電產業在 1998 年呈現出相當具戲劇性的一面，雖然國內景氣遭受衝擊之際，光電產業仍然延續著歷年來的成長趨勢，在整體光電業界的努力下，交出一份可觀的成績單。不過在分項光電產業也呈現出強弱不同的態勢，為與往年較不同之處。

## 一、我國光電產業

### 產值統計

我國光電產業 1998 年產值如表一所示。

表一 1998年我國光電產業各分項產值統計

單位：百萬元新台幣

產品別/年	1997年	1998年推估		1999年	2000年	2003年
	產值	產值	成長率	產值	產值	產值
光電材料與元件	17,874	21,902	22.54%	26,366	32,035	63,592
光電顯示器	30,420	34,820	14.46%	53,930	96,090	167,000
光學元件與器材	21,963	23,540	7.18%	26,551	29,008	38,012
光輸出入	37,851	52,698	39.23%	56,767	62,115	76,206
光儲存	39,905	58,169	45.77%	68,772	86,648	123,981
光通訊	3,992	4,539	13.70%	5,363	5,939	7,633
雷射及其他光電應用	2,244	4,436	97.74%	4,982	5,185	7,481
合 計	154,248	200,105	29.73%	242,732	317,020	483,904

資料來源：光電科技工業協進會

整體而言，光電材料與元件、光電顯示器、光學元件與器材、光輸出入、光儲存等分項仍是我國光電產業主力。

## 十大光電產品

在我國前十大產品方面，光碟機位居十大光電產品的首位。掃描器位居第二位，第三位仍為LCD，合計前三大產品，即佔有我國光電產業二分之一的產出。

表二 1998年我國十大光電產品

單位：百萬元台幣

1998排名	項目名稱	產值	產值比重	成長率
1	CD-ROM 光碟機	41,920	20.95%	24.54%
2	掃描器	34,572	17.28%	27.63%
3	LCD	24,600	12.28%	17.70%
4	傳真機	15,100	7.55%	63.33%
5	LED 下游封裝	13,000	6.50%	7.44%
6	照相機	11,861	5.93%	-5.00%
7	CD-R 光碟片	9,240	4.62%	187.18%
8	VFD 真空螢光顯示器	8,100	4.05%	6.58%
9	LED 中游晶粒	5,532	2.76%	50.61%
10	雷射指示器	3,400	1.70%	151.85%
十大光電產品小計		167,325	83.62%	--

資料來源：光電科技工業協進會

回顧歷年來十大光電產品的排名變化，可以看出傳統光學產品的地位，逐漸被光輸出入類、光儲存類、光電顯示器類與光電材料與元件類所取代。

## 年度投資概況

受到國際金融風暴與國內經濟景氣低迷的影響，

1998 年我國光電產業的主要投資情形，與 1997 年相比投資總金額方面略微下降了 5.21%，達 43,414 百萬台幣。不過若就件數而言，1998 年則是達到 52 件，較 1997 年的 22 件成長一倍有餘。至於詳細投資內容可彙整分類說明如表三。

表三 1998年台灣主要光電廠商投資分類一覽表

項目 \ 年度	件數		金額（百萬元）		比例（%）	
	1998	1997	1998	1997	1998	1997
光電半導體類	10	2	1,868	86	4.30	0.19
光電顯示器類	6	6	28,100	37,400	64.73	81.66
光學類	9	--	1,442	--	3.32	--
光輸出入類	9	4	5,643	960	13.00	2.10
光儲存類	9	5	4,750	5,500	10.94	12.01
光通訊類	8	5	1,538	1,855	3.54	4.05
雷射及其他類	1	--	73	--	0.17	--
合計	52	22	43,414	45,801	100%	100%

資料來源：光電科技工業協進會

## 二、世界光電產業

統計，1998 年世界光電市場規模約估為 110,867 百萬美元（約 37,285 億台幣），年成長率為 6.71%。

世界光電市場的變化請參照表四。依據本會的

表四 世界光電產業各分項市場值統計

單位：百萬美元

產品別/年	1997年	1998年推估		1999年	2000年	2003年
	市場值	市場值	成長率	市場值	市場值	市場值
光電材料與元件	4,574	5,078	11.03%	5,698	6,488	9,959
光電顯示器	14,111	13,726	-2.73%	15,628	16,757	23,483
光學元件與器材	14,232	14,781	3.86%	15,511	16,380	18,655
光輸出入	23,253	23,651	1.71%	24,247	25,119	29,129
光儲存	16,855	18,369	8.98%	20,542	24,055	33,273
光通訊	24,333	27,677	13.74%	31,801	36,544	52,020
雷射及其他光電應用	6,537	7,585	16.03%	8,196	8,969	11,071
合計	103,895	110,867	6.71%	121,622	134,312	177,591

資料來源：光電科技工業協進會

綜觀 1998 年的世界光電市場，佔規模最大者為光通訊類，市場值為 27,677 百萬美元，市場分額為 24.96%。由於受到國際景氣低迷的影響，光輸出入類產品市場競爭較為激烈，致使市場價格滑落幅度較大，1998 年世界市場值為 23,651 百萬美元，僅較 1997 年小幅成長 1.71%。

光儲存類產品分為儲存裝置與媒體兩大類，在儲存裝置方面因為生命週期短，加上 DVD 世代交替效果，使得產品結構有了較大的變化，儲存媒體則是在碟機效應下，有著相對的成長幅度。光電顯示器類之市場比重目前以 TFT-LCD 為主體，佔市場比值相當重要的地位，由於 1998 年間 TFT 的價格大幅滑落，導致產量雖然增加，市場規模卻相對縮小。至於光電材料與元件與光學元件與器材類市場

仍可維持在穩定的成長。而雷射與其他光學應用類雖然比重不大，但在雷射加工機與醫療用雷射市場日漸擴大下，市場規模亦呈現擴大狀態。

### 三、小 結

總結 1998 年，世界光電市場在產品應用範圍越見普及、新產品推陳出新之下，呈現蓬勃而穩定的發展，展望未來 5~10 年在各國持續投入，以及技術應用趨於成熟之下，加上在多媒體、資訊、通訊市場龐大需求的推波助瀾下，全球光電產業前景依然看好。

對於我國光電產業在 1998 年的表現，可整理出十大主要趨勢如表五。

表五 1998年我國光電產業十大發展趨勢

一	台灣已成為全球可見光 LED 下游封裝產品最大供應中心，高亮度 LED 亦已進入世界排名，台灣在 LED 競爭力大幅提升。
二	雖受歐盟安規禁售 Class III A、B 級產品的影響，雷射指示器產量仍創新高。
三	TFT-LCD 投資持續擴大，台灣成日商技術新舞台。
四	液晶投影機開發有成，國產品將陸續亮相。
五	掃描器廉價輸出，財測紛紛調低，上游光學元件業者苦於應變。
六	國產 80 萬畫素數位相機，陸續問世。
七	CD-R 生產線倍增，產量再創世界第一。
八	CD-ROM 光碟機競爭升高，倍數突破 50X，價格戰時代來臨。
九	DVD-ROM 光碟機量產延後，DVD-Player 後來居上且投入者日增。
十	光被動元件需求旺盛，國內廠商積極擴充產能。

備註：排名係依分類順序，不代表重要性順序

資料來源：光電科技工業協進會

雖然受國際景氣低迷的影響，國內光電廠商在市場上面臨艱辛的挑戰，但無論在產值、成長與投資方面，仍然呈現出極具發展潛力的一面。與其他

傳統產業相比較，也十足表現出科技產業「倍數」發展的特色。另一方面，也說明了光電產業尚未發展到穩定的狀態，且就整體光電產業領域中，還有

很多發展的空間，未來的前景值得加以重視。

預期未來，光電半導體、光電顯示器、光資訊等產品仍為我國光電產業的重心。隨著 DVD 光碟

機及各類光碟片等產品的研製，TFT-LCD 步入量產階段，與 LED、LD 光電半導體的發展，將成為台灣光電產業發展之新動力。

#### 四 1998年我國與世界各國光電技術動向比較說明(表六至十二)

表六 光電材料與元件技術動向一覽表

技術類	世界	台灣
發光二極體(LED)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ROHM 開發出 440nm InGaN 藍光 LED，將於 1999 年 3 月量產 300 萬個/月。</li> <li>• HP 推出特殊 optical-lens 結構、505nm 超高亮度綠光(4700mcd)及藍綠光(2300mcd)LED，將應用於交通號誌燈、戶外資訊看板及 LCD back light。</li> <li>• EMCORE 開發出 470nm InGaN 藍光 LED 量產技術及 MOCVD 量產設備。</li> <li>• Nichia 開發出氮系 594nm 黃光 LED，其藍光 LED 壽命已達 8,000 小時。</li> <li>• Cree 量產新一代 conductive buffer 技術藍光 LED，可簡化製程，增加良率與產量，並提高 50%亮度。</li> <li>• IBM 推出使用有機 Color-Conversion Layer 在 GaN on Si 結構之紅、綠、藍全彩 LED，將用於小尺寸顯示器上。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 國聯光電開發出低成本高亮度 AlInGaP 紅光 LED 磊晶技術。</li> <li>• 台灣光寶電子、台灣瑋旦、億光電子、今台電子相繼推出白光 LED 產品。</li> <li>• 鼎元光電與東貝光電將於 1999 年初共同推出 IrDA 紅外線無線傳輸模組。</li> <li>• 興光光電 1998 年底正式量產紅外光 LPE 之 LED Wafer，為全亞洲唯一專業 LPE 紅外光 LED 磊晶廠。</li> <li>• 晶元光電與國聯光電預計 1999 年推出藍光 LED Wafer 樣品，其技術主要來自工研院。</li> <li>• 鴻程半導體預計 1999 年量產藍光 LED Wafer，其技術源自日本 NTT。</li> </ul>
雷射二極體(LD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SONY 開發出 401.2nm GaN 藍紫光 LD。</li> <li>• 富士通研究所開發出 408nm GaN 藍紫光 LD。</li> <li>• PIONEER 開發出 410nm GaN 藍紫光 LD 量產技術，將用於 DVD 上。</li> <li>• Nichia 率先開發出採用 408nm GaN 之藍光 LD，壽命超過 4,000 小時，其 90mW 之輸出為業界最高記錄。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 聯亞光電將在 1999 年量產紅光及紅外光 LD Wafer。</li> <li>• 嘉信光電開發出 50/250 mW 高功率紅光 LD 和 1310 nm 通信用 LD 以及 5 mW DVD 用 LD</li> </ul>
垂直共振(面射型雷射 VCSEL)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gore 開發出 1310nm、1.3mW 及 1.25Gbit/s 之 VCSEL。</li> <li>• 東京大學生產技術研究所開發出 GaN 系藍光 VCSEL。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 光環科技於 1998 年底正式量產紅外光 VCSEL。</li> </ul>
電荷耦合元	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IBM 推出 134 萬畫素(1/3 吋)及 208 萬畫素(1/2 吋)數位相機用 CCD，並採用先進</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 敦南科技正式量產 600dpi 彩色 CIS。</li> </ul>

技術類	世界	台灣
件 CCD 及接觸式影像感測器 CIS	<p>0.5~0.35 <math>\mu\text{m}</math> 半導體製程技術。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SONY 開發出 202 萬畫素數位相機用 CCD。</li> <li>• Toshiba 開發出 166 萬畫素(1/2 吋)CCD。</li> <li>• Matsushita 開發出 231 萬畫素(1/2 吋)CCD。</li> </ul>	
互補式金氧半元件 (CMOS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toshiba 量產低耗電力 CMOS 影像感測器，將應用於行動資訊機器上。</li> <li>• Sharp 量產 10 萬畫素 PDA 及行動電話用之鏡片一體成型 CMOS 影像感測器，消耗電力僅 60MW 為 CCD 的 1/5。</li> <li>• 韓國 LG 量產 CMOS 影像感測器。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 宜霖科技推出主動式彩色 CMOS 影像感測器，其 ARAMIS 專利技術，能使畫素兼具感光與記憶功能，以及能隨機讀取特定影像。</li> </ul>
太陽電池 Solar Cell	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SANYO SOLAR 開發出內外兩側皆可發電之單/非晶矽混合太陽電池模組，電能轉換效率可達 16.1%。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 茂迪公司預計 1999 年於南科設廠生產單/多晶矽太陽電池</li> </ul>

表七 光電顯示器技術動向一覽表

	世界	台灣
液晶顯示器 (LCD)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 東芝開發出 8.4 吋、10.4 吋低溫多晶矽 TFT LCD，並計劃發展 13 吋大型面板及反射型技術。</li> <li>• Sharp 的 CGS-TFT LCD 技術更趨成熟，並有投影電視產品。</li> <li>• Sharp 的 super HA 及 Sony 的 RMP 結構等反射式 TFT 技術進展。</li> <li>• 富士通的 MVA 廣視角技術已正式商品化。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 台灣多家廠商與日本大廠技術合作，並於 1999 年中旬將可量產。</li> <li>• 工研院電子所開發出低溫多晶矽 TFT LCD 元件。</li> </ul>
電漿顯示器 (PDP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pioneer 與 Philips 合作研發高功能低價產品，其中包括發光材料開發、加工等技術。</li> <li>• 富士通「Alis」新技術，使顯示電極增加，達到高解析 PDP 效果。</li> <li>• 新螢光材料開發，使畫面亮度提高壽命延長。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 達基試作 42 吋 PDP。</li> <li>• 聲寶公司與富士通技術合作，推出 PDP TV。</li> </ul>
廠發射顯示器(FED)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sony 與 Candescent 共同研發 FED，並預計在 2000 年開發 14~17 吋產品。</li> <li>• FEPET 公司開發融合 CRT 及 FED 技術的「HyFED」技術。</li> <li>• Orion 電氣研發 FEA 製程技術、真空封</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 電子所繼發表 3 吋 FED 樣品後，將開發出 4 吋多色 FED。</li> <li>• 聯友光電為 Pixtech 代工 FED，有少量產品出貨。</li> </ul>

	世 界	台 灣
	裝、螢光體技術成功，發表 3.5 吋低壓與高壓型 FED。	
有機發光元件 EL (或稱有機發光二極體 OLED)、高分子發光顯示元件 (PLEP)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siemens 和新加坡 IMRE 共同開發 organic LED，將用於 Vehicle Display 上。</li> <li>• Cambridge 研發出 100cd/m<sup>2</sup> 的 polymer plastic LED(PLED)。</li> <li>• Thomons-CSF、三洋電機分別開發出壽命達 5,000 小時、100cd/m<sup>2</sup> 綠藍光有機 EL 顯示器，以及壽命達 2 萬小時、100cd/m<sup>2</sup> 之黃光有機 EL 顯示元件。目前 CDT、UNIAX、PIONEER、出光興產、Brite-Euram 均在研發之中。</li> <li>• UNIAX 預計 1998 年下半年度量產 PLED 單色顯示器，其中，橙光壽命超過一萬小時、100cd/m<sup>2</sup>，綠光僅數百小時，藍光與白光 PLED 亦在研發中，並準備繼 CDT、Seiko-Epson 之後以白光 PLED 製作四色 Video 顯示器。</li> <li>• Pioneer 成功開發 5.2 寸全彩有機 EL。</li> <li>• 出光興產利用控制蒸著技術、溫度、真空度的控制，開發出 20 吋藍光有機 EL 元件。</li> <li>• CDT 與杜邦合作研發新式可彎曲式有機 EL 產品。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 漢光科技領先國內業界研發 PLED。</li> <li>• 材料所研發藍光有機 EL 材料及單色矩陣式元件。</li> <li>• 激態科技與 UNIAX 技術合作生產小型有機 EL 顯示器</li> </ul>

表八 光學元件與器材技術動向一覽表

技 術 類	世 界	台 灣
光學元件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 繞射光柵式低通濾波器技術商品化。</li> <li>• BALZERS 開發出精密 X 稜鏡，用在液晶投影機上。</li> <li>• EPSON 加裝微透鏡組在 LCD 上，增加光利用效率</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 開發出百萬像素數位相機鏡頭。</li> <li>• 設計並製造光碟機讀取頭鏡片。</li> <li>• 積極開發高精度鏡膜技術，應用在投影機、光纖元件等產品上。</li> <li>• 石英式低通濾波器技術成熟。</li> </ul>
光學器材	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 美國 TI 開發出 DLP 投影技術。</li> <li>• IBM 開發反射式液晶投影機。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 光電所、慧生科技開發 XGA 液晶投影機光學引擎。</li> <li>• 信統科技開發出數位相機鏡頭自動檢測儀。</li> </ul>



表九 光輸出入技術動向一覽表

	世 界	台 灣
傳真機	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Super G3 新通訊協定發表</li> <li>• LAN 傳真機、Internet 傳真機問世</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 台灣發表 Super G3 機種</li> <li>• 台灣量產普通紙傳真機以主流</li> <li>• 彩色傳真機仍在發展中</li> </ul>
影像掃描器	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 彩色 CIS 問世</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 發表 CIS 機種</li> </ul>
數位相機	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CMOS Sensor 技術日益精進</li> <li>• 200 萬畫素準備上市</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 發展 CMOS Sensor 如火如荼</li> <li>• 推出 100 萬畫素機型</li> </ul>
條碼掃描器	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 二維掃描器仍在發展當中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 開始代工生產雷射式條碼掃描器</li> </ul>
雷射印表機	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 競相開發彩色雷射印表機</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 積極開發 LED 彩色印表機</li> <li>• 應用全像掃描器技術於印表機上</li> </ul>
影印機	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 數位與彩色為主要趨勢</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 廠商對於感光鼓投資興趣濃厚</li> </ul>

表十 光儲存技術動向一覽表

	世 界	台 灣
佳讀型	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD-ROM 光碟機資料傳輸速率進展到 50 倍速。</li> <li>• 6 倍速 DVD-ROM 光碟機量產。</li> <li>• 推出可讀 DVD-9 碟片之光碟機。</li> <li>• 多家日商發表雙波長、超薄型光學讀取頭技術。</li> <li>• Zen 開發 True-X 技術，可使光碟內圈速度達 40 倍以上。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1997 年底量產 50 倍速之 CD-ROM 光碟機。</li> <li>• 多家廠商推出 6 倍速 DVD-ROM 光碟機。</li> <li>• 多家廠商量產 DVD Player。</li> <li>• 銖德、訊碟有能力量產 DVD-9 光碟片</li> <li>• 聯發科技有能力提供 DVD Chipset。</li> <li>• 建準完成量產主軸馬達準備</li> <li>• 成立鴻景科技預備量產 DVD 光學讀取頭。</li> </ul>
重寫一次型	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 倍速寫錄 CD-R 光碟機量產。</li> <li>• Pioneer 推出 4.7GB 之 DVD-R 光碟機原型機。</li> <li>• 多家日商發表 4.7GB 之 DVD-R 光碟片技術。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 銖德發表 3.95GB DVD-R 光碟片原型。</li> <li>• 工研院材料所發展 DVD-R 光碟片材料。</li> </ul>
可覆寫型	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CD-RW 光碟機進入 4 倍速寫錄時代。</li> <li>• Philips 推出消費型 CD Recorder。</li> <li>• Matsushita 推出監視用途 DVD-RAM Recorder。</li> <li>• 4.7GB DVD-RAM 規格 Ver. 1.9 確定。</li> <li>• Pioneer 推出 4.7GB DVD-RW 光碟機原型機。</li> <li>• Sony 推出 4.7GB DVD+RW 光碟機原型機。</li> <li>• 3.5inch MO 光碟機容量達 1.3GB。</li> <li>• 5.25inch MO 光碟機容量達 5.2GB。</li> <li>• Sony 制定 Data MD Disc 650MB 規格。</li> <li>• Quinta 開發結合 MO 與 HDD 技術之新儲存系統。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 銖德發表 2.6GB DVD-RAM 光碟片原型</li> <li>• 工研院材料所發展 DVD-RAM 光碟片材料。</li> </ul>

表十一 光通訊技術動向一覽表

	世 界	台 灣
電信通訊	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本發展 FTTH 第一階段 <math>\pi</math> 網路。</li> <li>Lucent 率光發表 80 通道速率高達 400Gpbs 的 DWDM 系統。</li> <li>鋪設全球海底光纜的氧氣計畫定案，1999 開始進行工程。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>資策會與 Cisco 合作成立 ADSL 實驗室。</li> <li>中華電信持續採購 SDH 與設備。</li> <li>工研院技轉廠商 ADSL 技術，與中華電信相互授權。</li> </ul>
數據通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>ATM LAN 崛起。</li> <li>PON 被動光纖網路安裝普及。</li> <li>HFC 網路積極鋪設，纜線數據機大量應用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有線電視業者提供纜線數據機服務。</li> </ul>
光纖元件	<ul style="list-style-type: none"> <li>1310nm 光放大器 VCSEL 發展漸趨成熟。</li> <li>日本 NTT 朝降低光纖零組件成本方向研發。</li> <li>美國廠商開發不用陶瓷套管的連接器技術，已進入生產。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中華電信開發積體光電元件及模組技術。</li> <li>華新麗華與 E-Tek 合作成立瀚宇光源，初期以生產耦合器，隔離器為主。</li> <li>卓越開發光敏性單模光纖纖殼。</li> <li>台精科技開發 WDM 技術。</li> <li>廠商引進陶瓷套管技術生產。</li> </ul>

表十二 雷射技術動向一覽表

	世界	台灣
雷射加工	<ul style="list-style-type: none"> <li>Motorola 研究準分子雷射晶圓清洗技術，可用於深次微米之半導體製程。</li> <li>GSI 與 ESI 皆推出新一代倍頻紫外光固態雷射之 IC 修補系統，可提高 IC 製造良率。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>精儀中心開發出 10W 以上，波長 1.06<math>\mu</math>m 之氣冷式全固態雷射。</li> <li>交大光電所積極投入多波長光纖雷射之研製。</li> </ul>
其他光電應用	<ul style="list-style-type: none"> <li>Omron 研發出免投射光源之光電感測器。</li> <li>美國 Sandia 國家實驗室研製出高解析度之雷射影像雷達。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>工研院光電所研製雷射 3D 影像掃描系統。</li> <li>中科院進行雷射拉伸量測技術研究。</li> </ul>

## 結語與展望

最近在國外參加會議，美國的代表發表報告提到，到底美國本身有無科技政策，答案是既“有”又“無”，因為既有的政策已有 40 年了，所以需要一個新的科技政策。這中間美國科學界與工程界對光電做了一系列討論，如 E-O, Opto, Photonics, Optics 定義一致化等，並注意到光電跨領域的特性，根據美

國國家科學基金會(NSF)的說法，光電本身為一學術領域，而其在資訊、通訊、微電子、半導體、生物、醫學、能源等之跨領域之性質，亦為大家所認同。即在不同領域中有其共通的部分。在此次大型光電會議一千多人中，有三百多人是從事 DNA, Genetic 研究的生物學家。光電的重要性在美國如同在日本、歐洲，已重新獲得重視，並一致認為光的進一步研究及其技術所帶來的革新，對人類下一世紀將

有重大衝擊。為長遠計，該代表認為應：

1. 重新調整研究優先順序
2. 有效整合資助單位及民間資金
3. 政府應主導研發力量更集中

對於我國光電科技與產業未來發展，個人認為除繼續在原有良好的基礎及環境上，努力經營發展之外，還有以下幾方面，需要大家共同協力加強、注意及改善的地方：

1. 我國中小企業林立，研發能力不足，過去我國在關鍵技術的取得上，多依賴國外（尤其是日本）的供應，因此在這十年以來，政府投入大量經費從事研發（特別是在工研院，電信研究所及中科院等研發單位），使情況有所改善；另方面，在大學中，有優良的研究資源，所以國科會近年來倡導產學合作計畫，成效亦日見彰顯，也希望藉此鼓勵中小企業進行研發並改善我國中小企業研發能力薄弱的現象；我國光電科技人才存在於產、學、研及海外各個層面，未來應積極在縱向上透過計畫合作方式，加強產、學、研及海外人士的關係，並在橫向上加以擴散推廣，帶動研究發展風氣、加速技術及產品的開發、厚植科技研發基礎，才能使台灣成為名符其實的科技島，享有科技帶來豐碩的成果。

2. 國內高科技產業在技術及規模上均急速的成長，在這種變化快速的環境之下，對於未來人力需求的質與量更應妥為查察、預估及規劃，靈活運用學校長期教育、職訓機構中期專長訓練及企業短期進修，培訓符合光電科技產業所需的人才，並積極延攬海外光電人才，藉以引進國外先進技術，以維繫科技產業的永續發展及成長。

3. 科技的進步加速世界朝高資訊化、多媒體化發

展，高科技產品必將會像家用消費性產品一樣的普及伸入到每一個家庭中，使每個人都有機會享受到科技帶來的成果，屆時不只是工業化已開發國家，連東南亞、中國大陸、東歐、中南美洲等地區也都將會在很短的時間內趕上這股潮流，所以我們除了繼續開發原有的市場外，也要適時加強新興市場的開發。

4. 在專利的申請、國家標準的制定、智慧財產權的保障、擴大租稅減免與投資優惠及面對兩岸關係所衍生的人才交流、成品、半成品及材料進出口等種種與高科技有關法令規章，都應視現實狀況的發展，隨時檢討改善，妥為因應，為高科技產業發展排除障礙並建立良好的發展環境。

至於光技術對及將來臨的二十一世紀“資訊化社會”或“多媒體社會”的貢獻外，不要忽略了如文章前面所闡述的對“生態化社會”的重大衝擊及影響，更是我們對光技術審慎及衷心的期許與希望，因他會貸給人類文明更光明燦爛，重複一遍，“光的世界是迷人的，在於他無限的可能性！”。

## 歡迎刊登廣告

「物理雙月刊」是一份報導物理界動態發展之刊物，其內容深入淺出，涵蓋物理新知、物理專文、人物專訪、物理消息、研討會消息等專欄，為台灣物理界人士所熟知。若有需要，歡迎學校各系所或廠商利用本刊物刊登廣告，有意者請向物理學會李衷潔小姐聯絡。

TEL：02-23634923