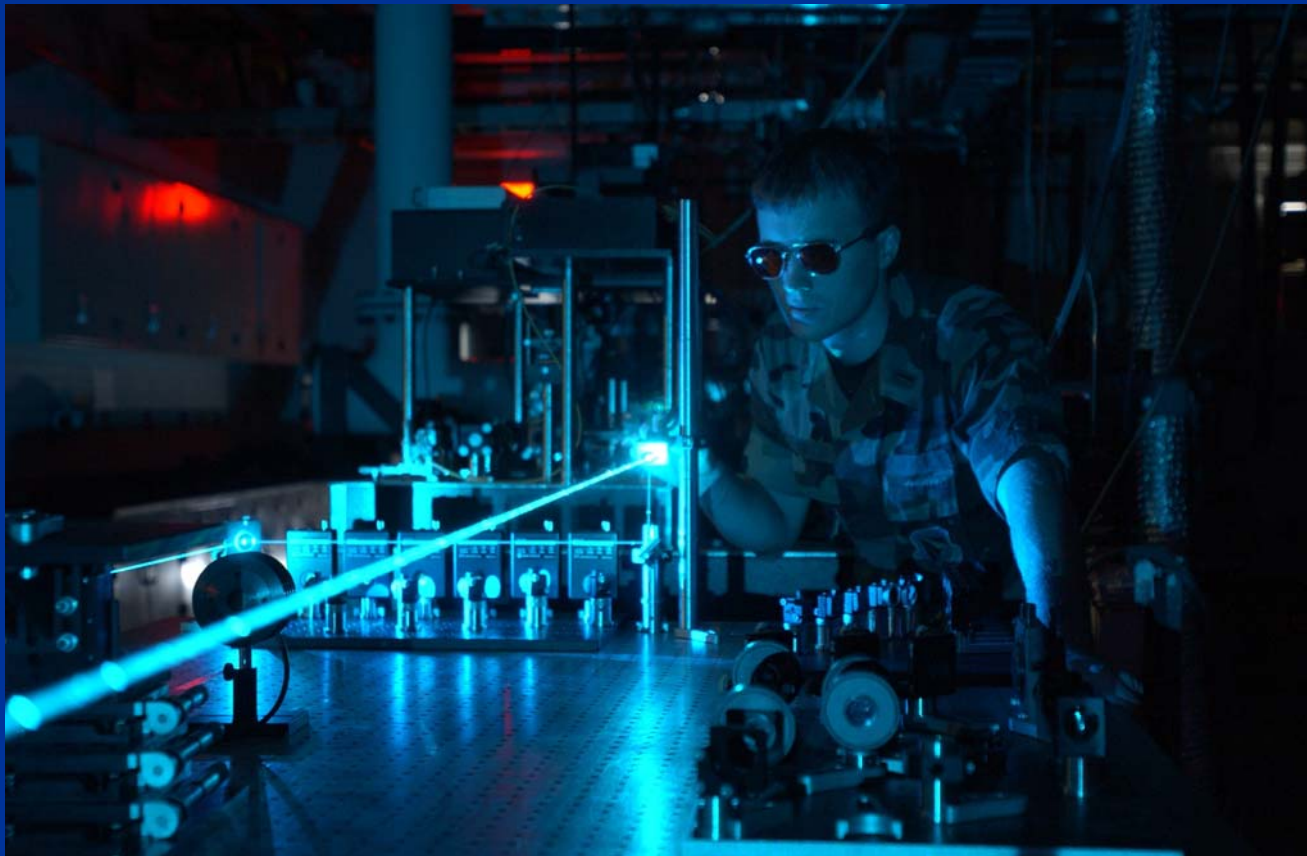


Chapter IV

雷射與光電科技之應用



大綱

- 雷射
- 光纖
- 液晶與電漿顯示器
- 電子紙張
- 問題與討論



壹、雷射

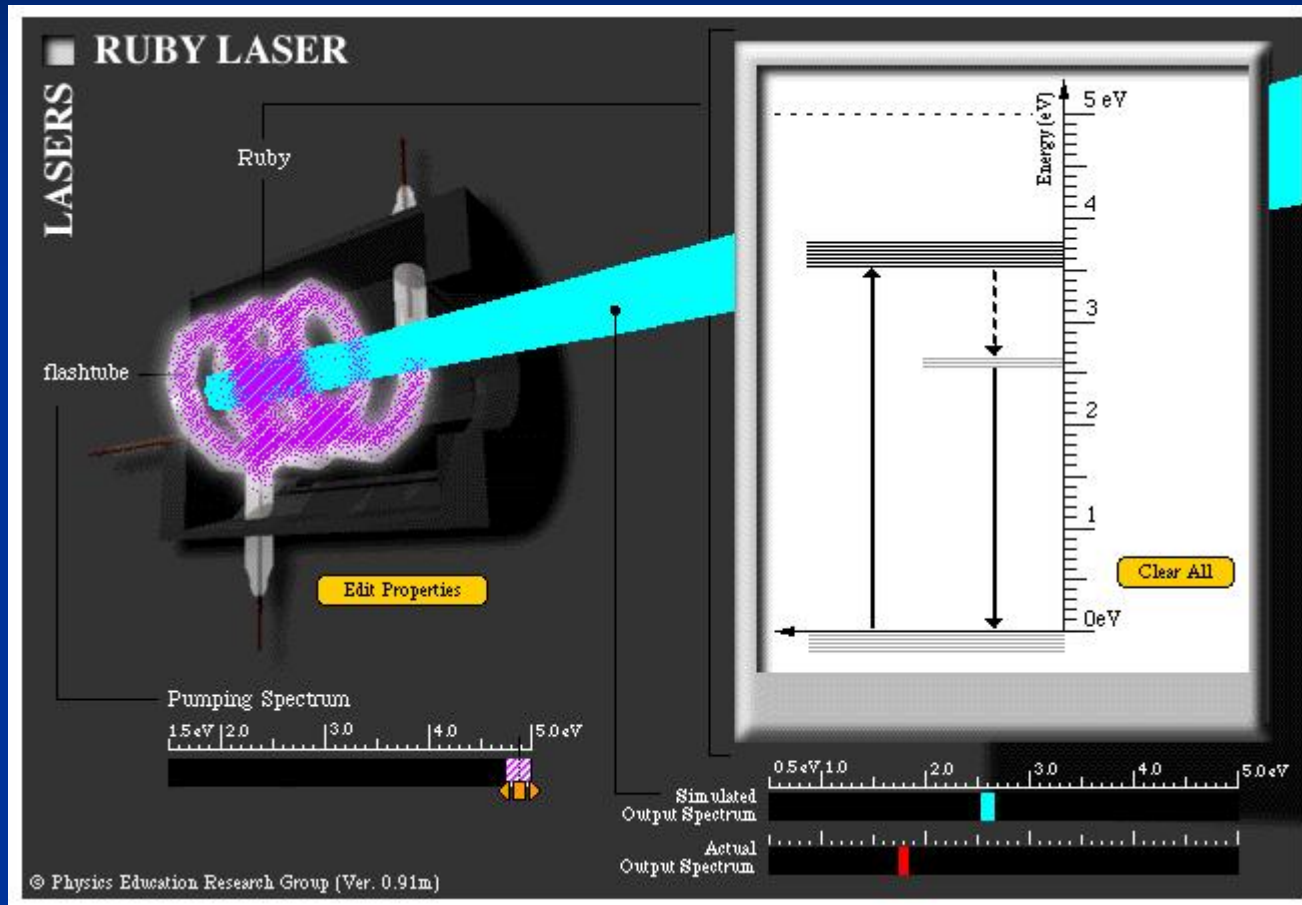
雷射史

- 1950年代，由H. Townes、N. G. Basov與A. M. Prokhorov 等人利用「受激輻射 (Stimulated Emission)」的理論，製作出微波(波長0.1-10cm)放大器的裝置，稱之為梅射(Maser)，此即為雷射(Laser)光的前身。而1964年此三人共同獲得諾貝爾獎
- 1960年，梅曼(T. H. Maiman)製作出全世界第一台可見光範圍(波長400-800nm)的雷射—紅寶石雷射，它的波長為694.3nm。而梅曼後來被尊稱為「雷射之父」

世界第一台紅寶石雷射



The Demo of Ruby Laser

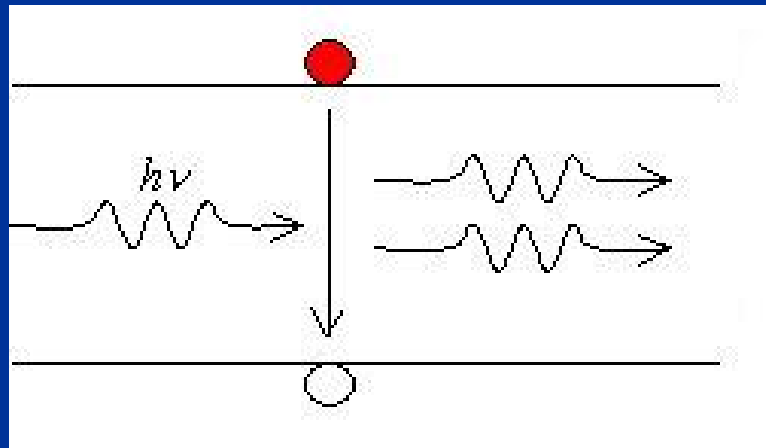


How a Ruby Laser works?



受激輻射示意圖

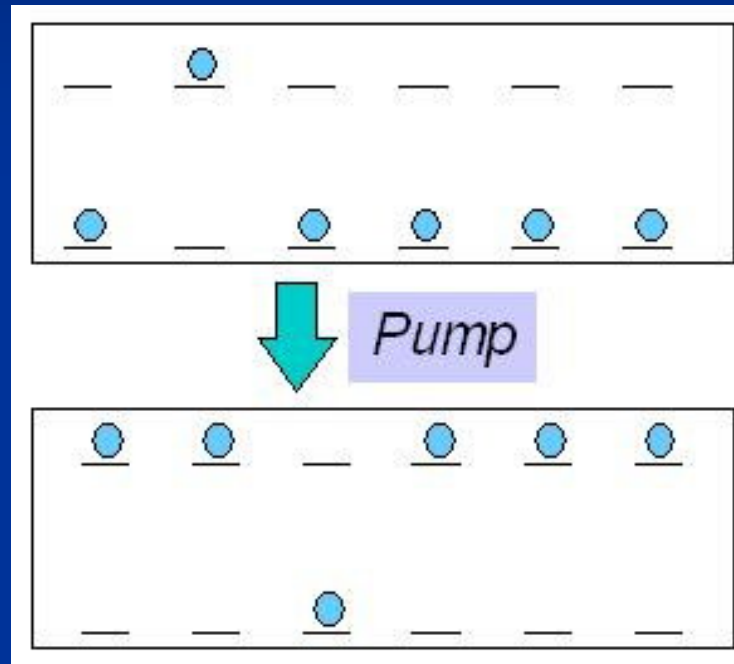
- 受激輻射：高能階電子受外來光子的影響而落至低能階，因而放出與外來光子相同相位(phase)及相同波長之光子



雷射形成的三條件

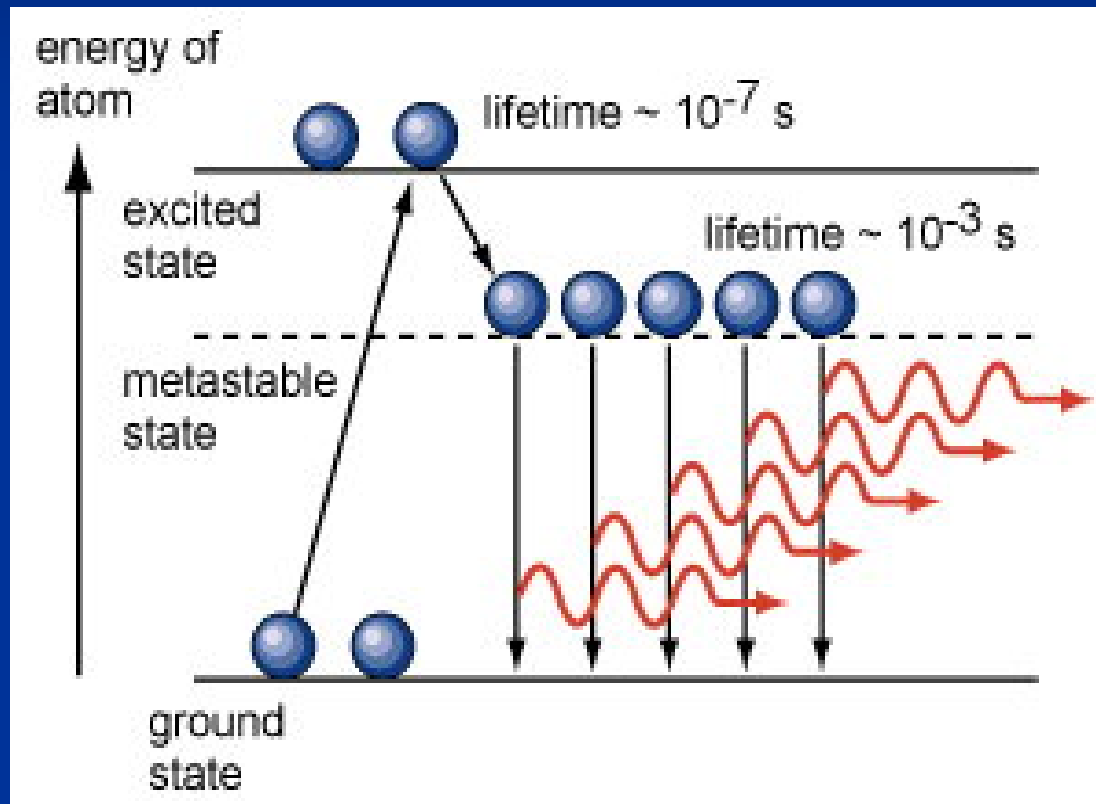
- 材料要能夠發生粒子數反轉(Population Inversion)以產生增益(Gain)現象
- 要有泵浦(Pump)系統
- 要有光學共振腔(Optical Resonator)

粒子數反轉—某個高能階的電子數目要比另一個低能階的電子數多。目前已找到或製造出上萬種材料會產生粒子數反轉，可用來作雷射物質



■ 原先高能階的電子數比低能階的電子數少(上圖)，但是經過泵浦作用後，即出現粒子數反轉現象(下圖)

紅寶石雷射的能階系統—粒子數反轉發生在「準穩定態(Metastable State)」與「基態(Ground State)」之間

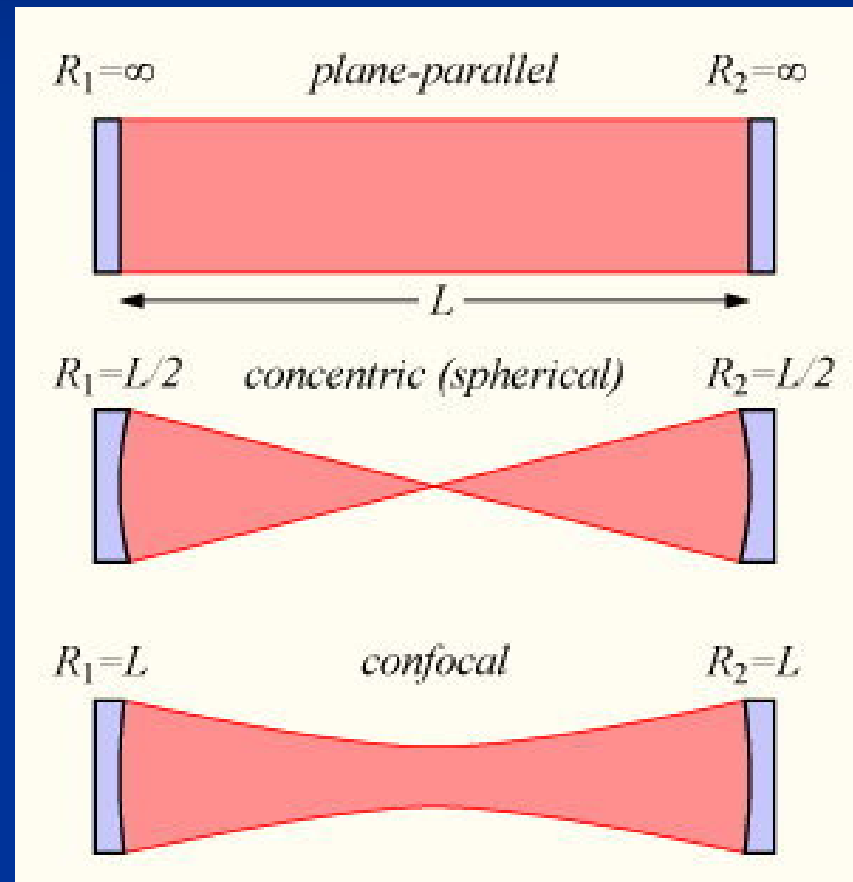


泵浦系統—將低能階的電子送到高能階，使其產生粒子數反轉的現象

- 常見的雷射泵浦系統有電流驅動(Current Driving)、加熱驅動，或用其他波長之雷射來驅動等方式
- 泵浦系統常產生大量的熱能，故需增加散熱裝置

光學共振腔—光在共振腔中來回振盪，使得雷射物質不斷地產生受激輻射，因而光得以放大

- 穩定共振腔：當 $0 \leq (1-L/R_1)(1-L/R_2) \leq 1$ 時，會產生穩定的雷射光輸出
- 常見的穩定共振腔：



雷射光的基本特性

- **光束筆直性**：雷射光束幾乎呈一直線，散射角很小



- **單一波長性**：雷射光的波長範圍很窄，幾乎為單一波長
- **高同調性(High Coherence)**：雷射光波之間的相位(Phase)幾乎固定，因此適合做光學干涉(Optical Interference)方面的實驗與應用
- **其他**

如何製造雷射武器?



雷射光束之筆直特性與其應用



雷射指示筆(Laser Pointer)

- 雷射筆可用於上課、演講之中，指出投影幕上的重點位置



雷射讀寫頭(Laser Pickup Head)

- 雷射唱盤之讀寫頭所發出的光束(左圖中紅色光點)，可取代傳統唱機之唱針(右圖)，用來讀取儲存於光碟上的訊號



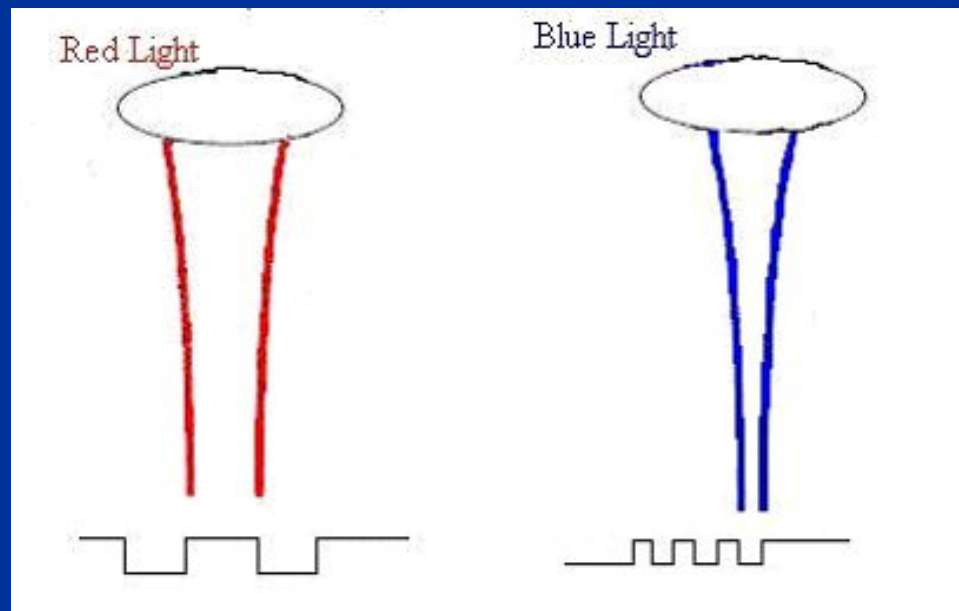
雷射光碟的優點

- 儲存容量大
- 傳統唱片、錄音帶易被唱針、磁頭等刮傷、磨損導致變形，保存不易；而雷射光碟由於讀寫頭不直接與光碟片接觸，且製作技術較進步，因此一般可保存30年以上



VCD/DVD光碟(機)與新一代光碟(機)之比較

- 傳統的VCD/DVD光碟，儲存的資訊量較少，而其光碟機之讀寫頭使用較長波長(650nm)之紅色雷射光；而新一代藍光DVD，儲存的資訊量較大(27GB)，而其光碟機之讀寫頭使用較短波長(405nm)之藍色雷射光。因為波長較短的雷射光才可聚焦在較小之區域範圍，讀取較密集的資料



雷射切割機或雷射手術刀

- 將雷射光束能量集中在一塊微小區域，可產生高熱，能切割金屬或割除身體上的痣、息肉、腫瘤等



雷射手術的優點

- 一般手術需將手術刀消毒，如果手術刀消毒不完全易造成傷口感染，而雷射手術並無手術刀，因此可降低感染風險，且雷射產生的熱具有殺菌效果
- 一般手術刀之刀刃較厚，手術切割時出血量較大；而雷射光束可聚焦在一小點，相當於用較薄之刀刃切割，因此手術時出血較少，且傷口癒合較快

Scan-195 LASIK System

(developed by JT Lin, 1995)

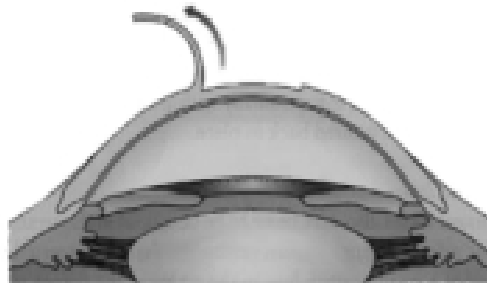


LASIK vs. PRK

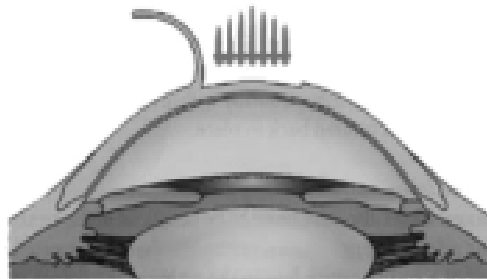
LASIK (stroma)
2 steps
+ microkeratom

PRK (surface)
1-step

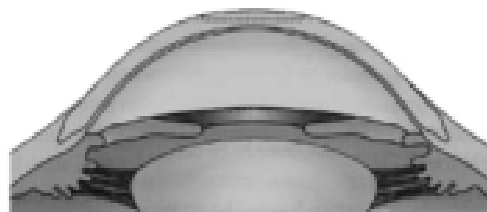
Corneal flap



Ablation with
flying spot
scanning laser.

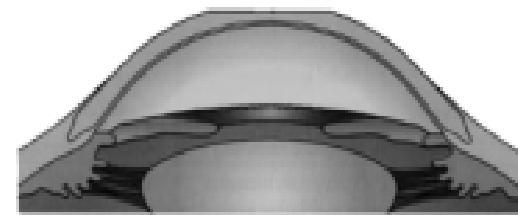
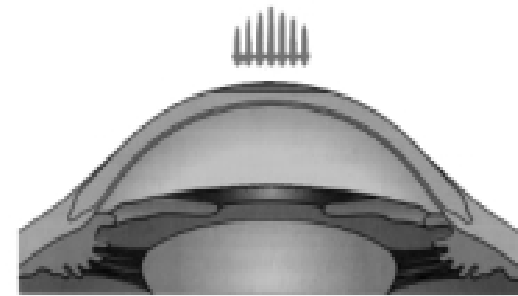


Corneal flap
set back
in place.



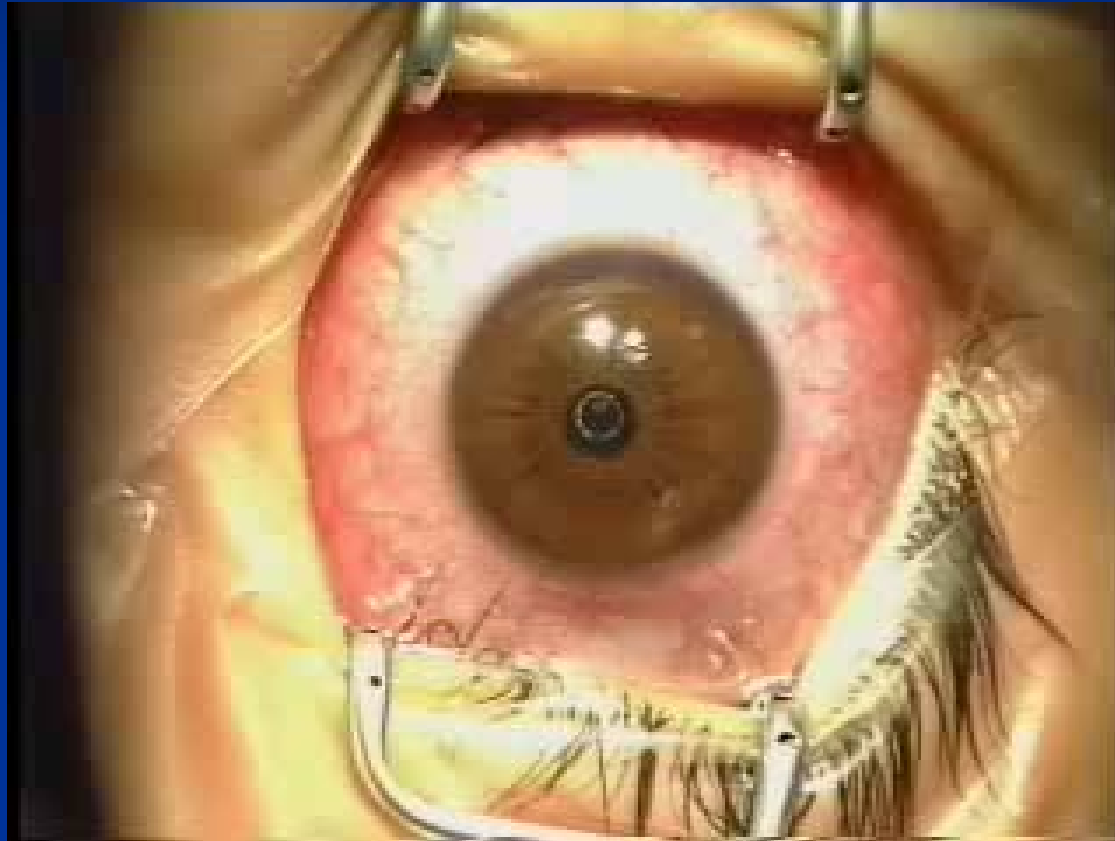
LASIK

Ablation with flying spot
scanning laser.



PRK

Laser-Assisted *in Situ* Keratomileusis



雷射針灸

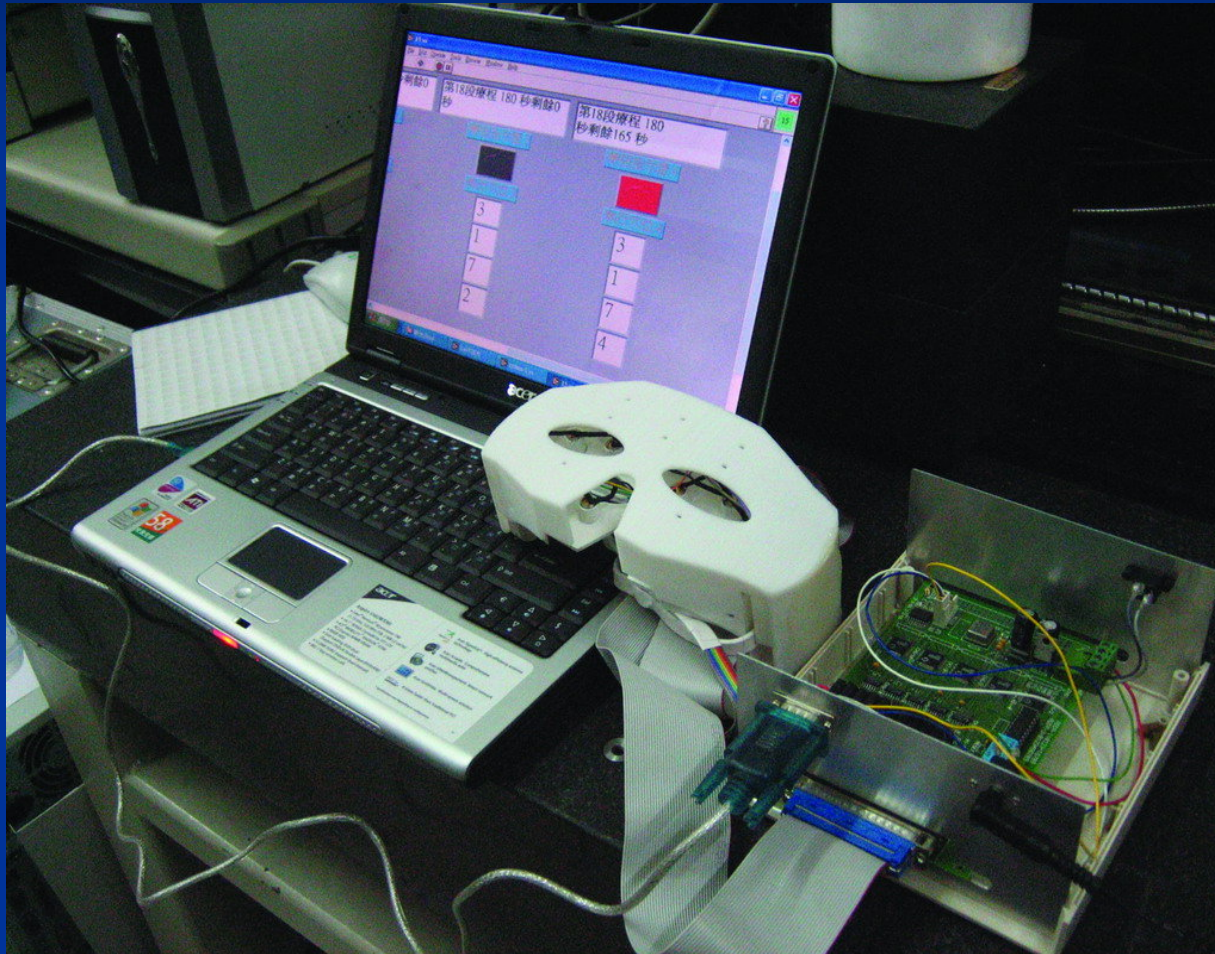
- 以雷射光束取代傳統金屬刺針，插入穴位可治療疾病、疼痛等
- 雷射光照射人體皮膚後，經由電磁效應或光化學作用，會刺激淺層皮膚內種種生理及代謝反應，例如血管擴張、去氧核糖核酸（DNA）合成增加、膠原組織增生、免疫功能增進等



雷射針灸的優點

- 雷射針灸因為沒有實際的針刺入身體，可避免感染或其他侵入性的傷害
- 雷射光還可加上弦波、方波、三角波等電氣調變訊號輔助，治療更多各式各樣的疾病

眼罩式低功率雷射針灸儀—採用自動化內建療程，配戴眼罩
透過電腦點選就可進行 (中原機械系章明教授研發)



雷射瞄準器

- 放置在槍枝上，雷射光束可協助瞄準目標物



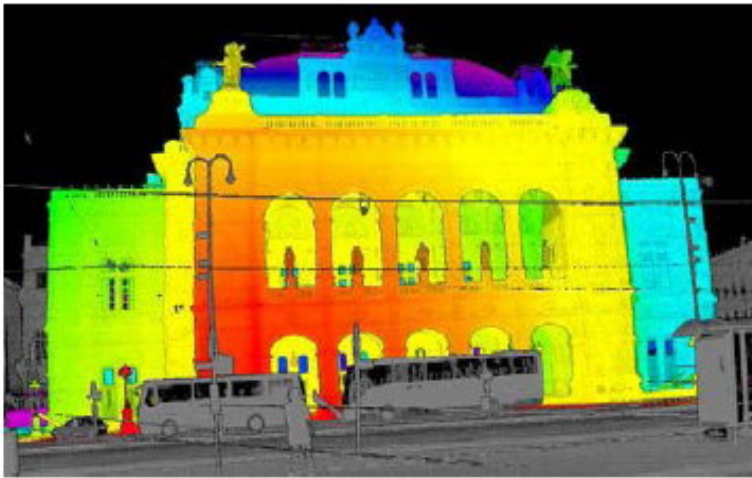
雷射測距儀與雷射掃瞄儀

- 雷射測距儀在1970年代問世，只要將雷射光束對準目標發射，待接收反射訊號後即可計算其距離
- 將雷射測距儀的雷射光束對目標物表面各處作快速掃瞄，配合影像處理系統，即可成爲雷射掃瞄儀



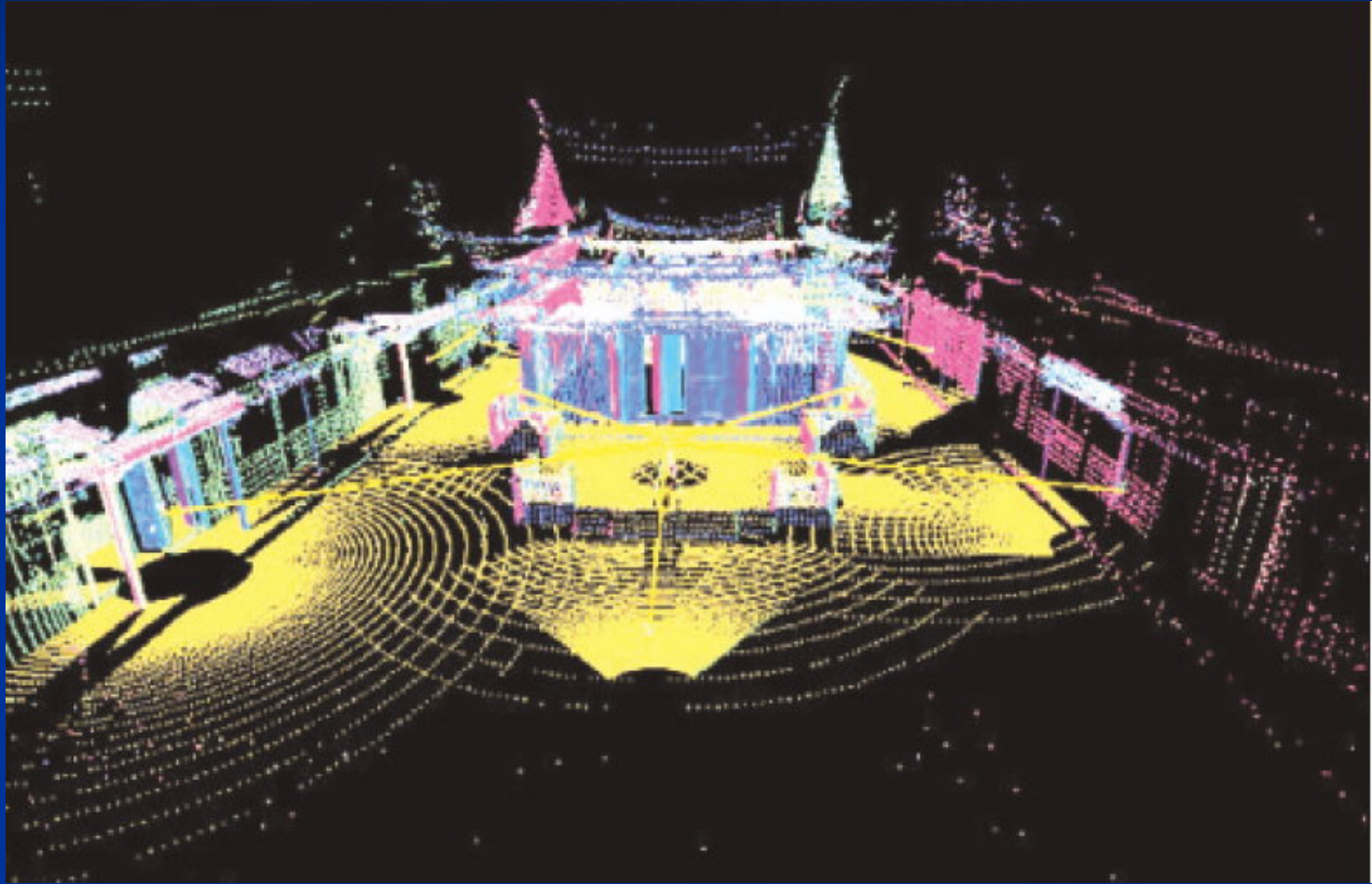
雷射掃瞄儀的應用

- 左圖為雷射掃瞄儀所掃瞄出的維也納歌劇院，將歌劇院外圍與觀察者之間不同距離的景物以不同的顏色顯示。右圖則為實際影像



維也納歌劇院

雷射掃瞄儀掃瞄台南孔廟正殿

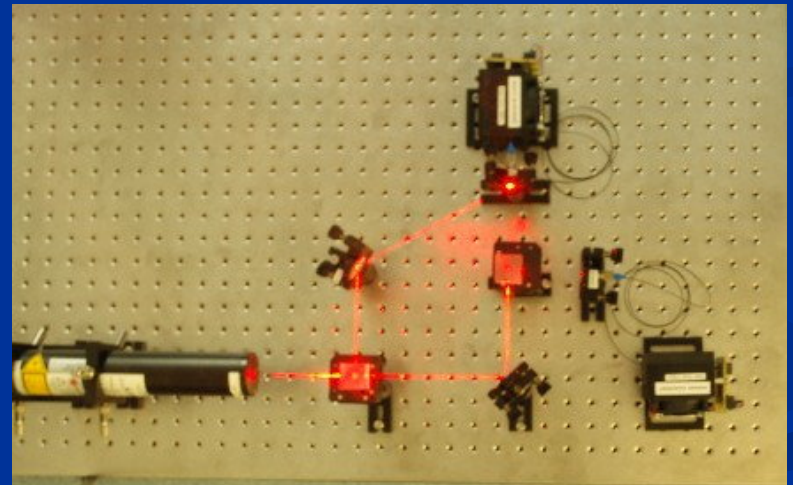
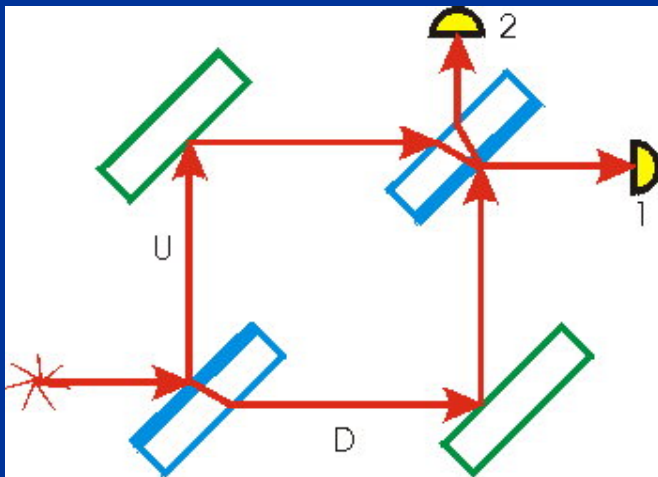


雷射水平儀



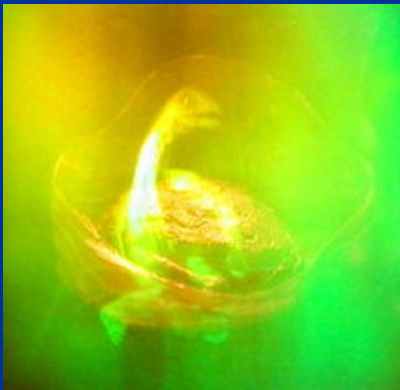
雷射光之高同調性的應用

- 全像術(Holography)
- 各式各樣的光學干涉實驗



全像術(Holography)

- 全像術是利用光學干涉原理做出來的，而雷射光之同調性高，因此特別適合做全像片(Hologram)
- 全像片在觀看時，必須要用製作此全像片時相同的光源來照射，才能產生影像
- 全像片為3D立體影像，觀察者站在不同角度，即可看到不同位置之景像
- 一般照片為2D影像，觀察者即使站在不同角度，也只能看到相同的景像。例如一個人的正面照片，絕不可能從照片中看到其側面或背影



3D 全像術(Holography)



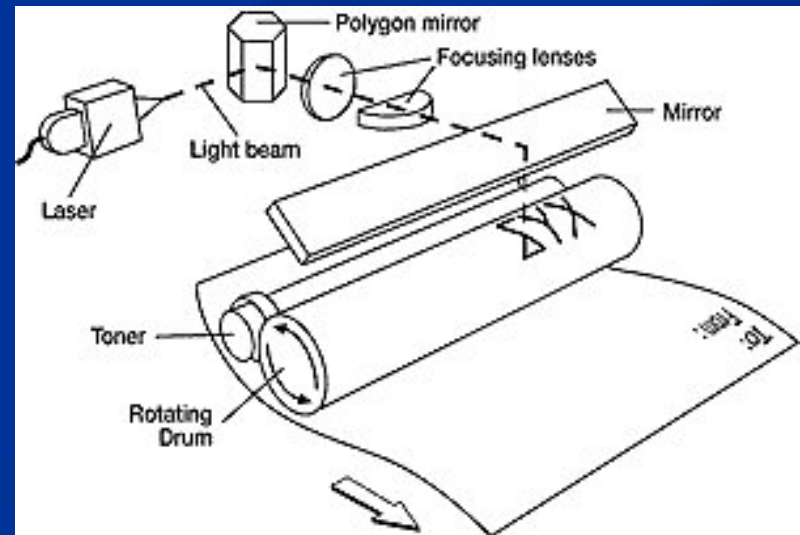
雷射光其他性質的應用

- 雷射印表機
- 雷射藝術或裝飾、煙火秀等



雷射印表機簡介

- 雷射印表機的原理和影印機類似。影印機使用可見光掃描列印滾筒，雷射印表機則改用雷射，解析度較佳。列印時印表機接收電腦傳送的資料，而雷射光則照射到滾筒，被照到的地方會帶靜電，靜電會吸引碳粉，再由滾筒壓印碳粉至紙張，經熱處理固定，即完成列印的動作



貳、光纖

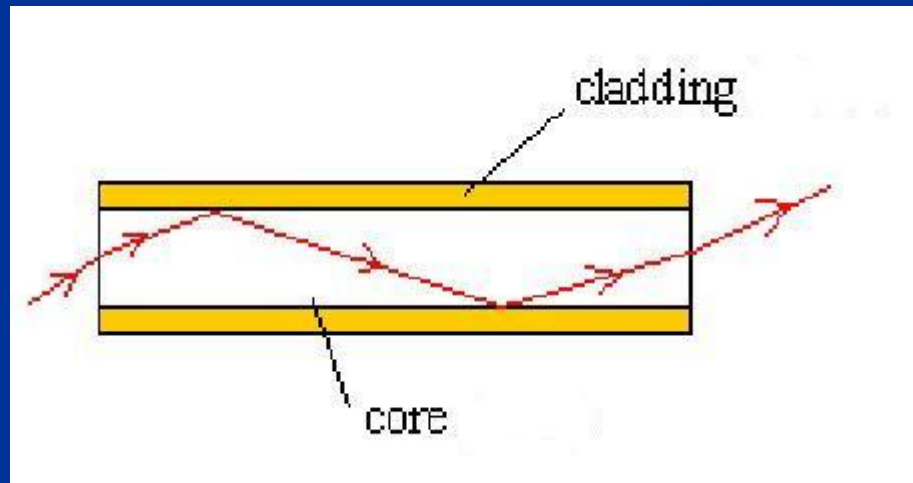
「光纖通訊之父」——高錕

- 高錕博士生於上海，其後移居香港。他在英國取得倫敦大學博士學位，歷任歐美多家著名電訊機構的重要職位及香港中文大學校長。早年使用玻璃纖維傳送光訊號時，能量損失很大，而高錕雖不是發明光纖之人，但是他在1966年提出如何消除光纖中OH離子的方法，使得光傳輸時能量損耗降至最低，從此光纖通訊便成爲可行，所以高錕被譽爲「光纖通訊之父」



光纖通訊(Optical Fiber Communication)

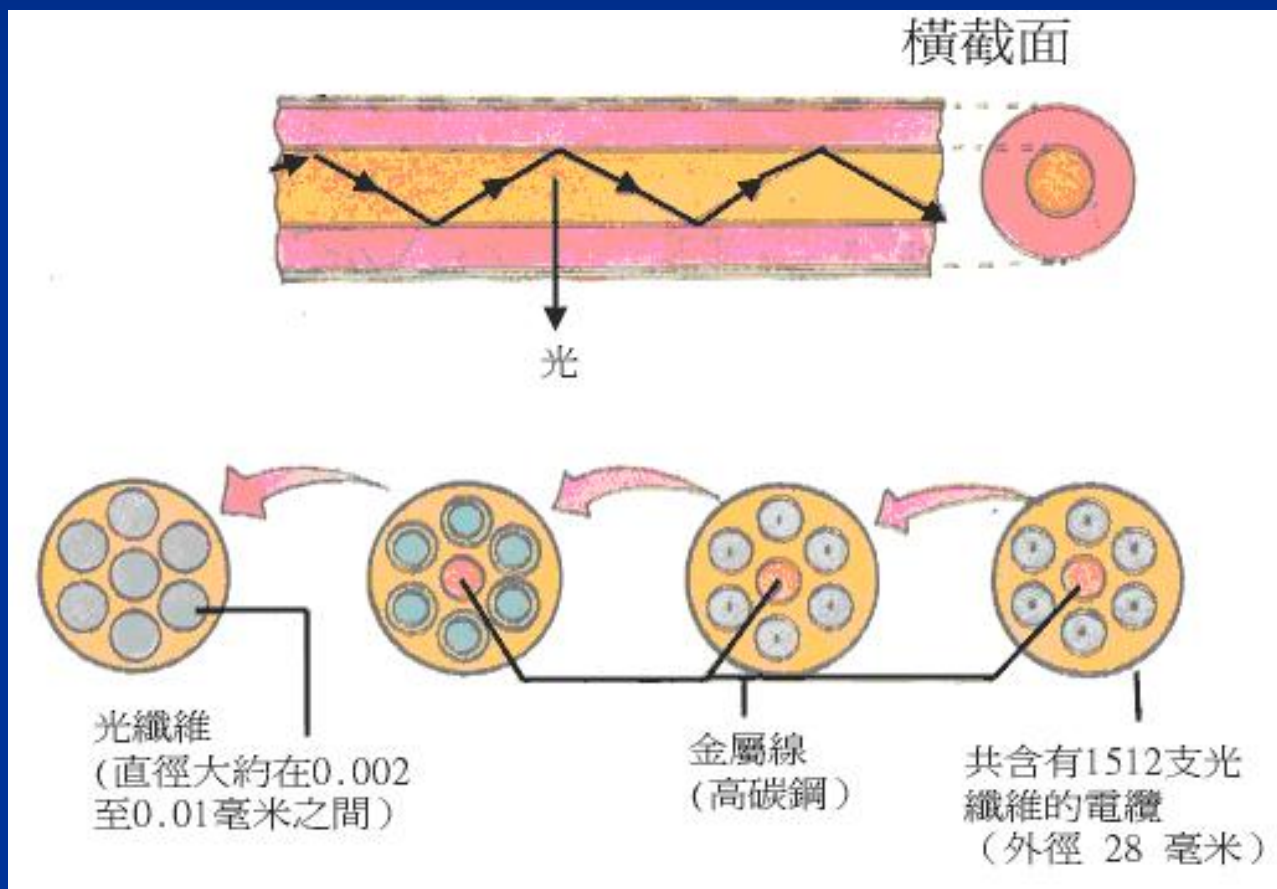
- 光纖是用玻璃纖維製成，其內層之核心(Core)部份折射率較大，而外圍之披覆層(Cladding)部份折射率較小，因此雷射光可在內外層之間形成全反射而導光
- 目前光纖通訊主要是使用波長在1320nm附近與1550nm左右的雷射光



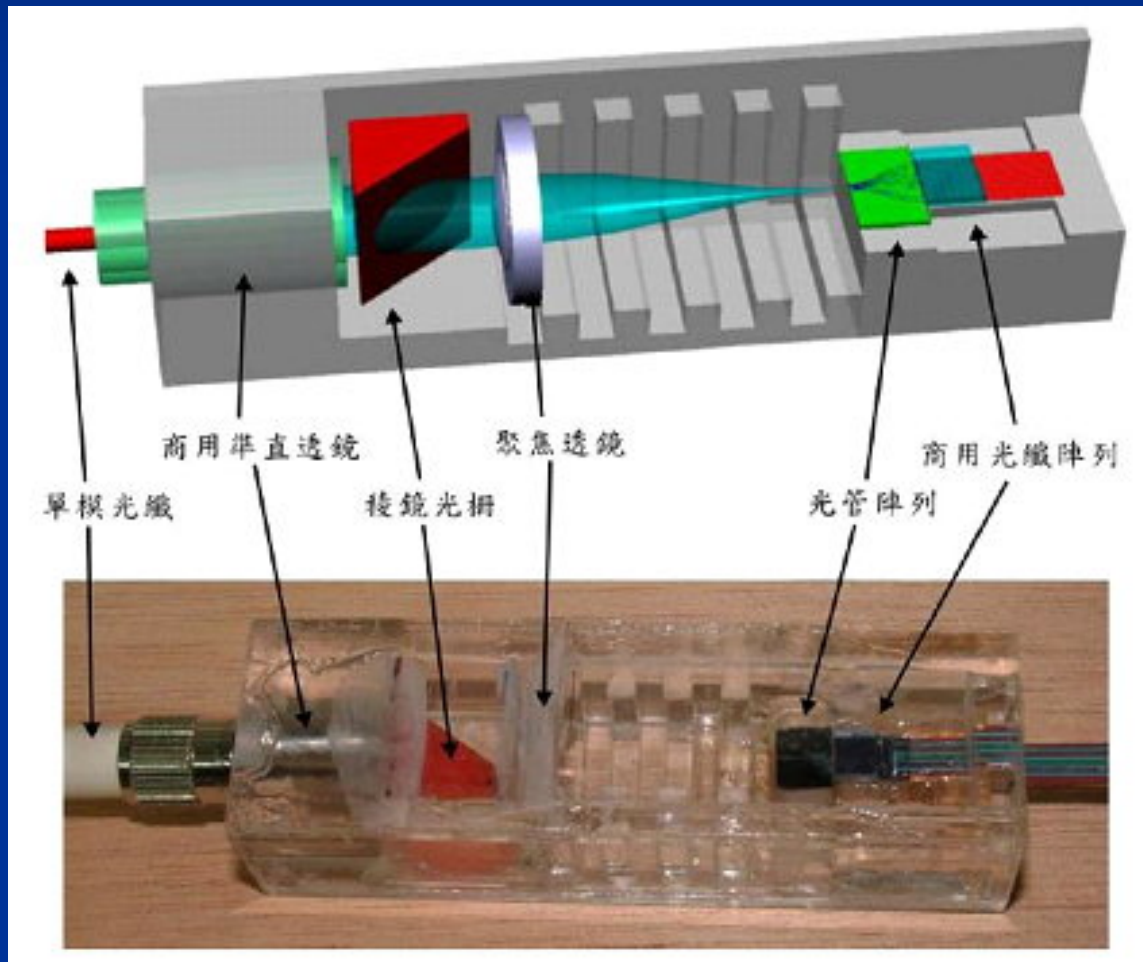
光纖通訊的優點

- 光纖通訊的傳輸頻寬，可達到微波通訊的十萬倍以上，更達到傳統低頻電纜通訊十億倍以上，因此每單位時間能傳送較多的資訊
- 光纖通訊可傳送較遠的距離，而微波通訊之訊號會隨著距離增加而快速衰減
- 光纖通訊較能避免訊號被干擾，且保密性高

光纖與光纜—將許多根光纖綑在一起，外圍再包一層塑膠，便可形成光纜，可傳送更多資訊

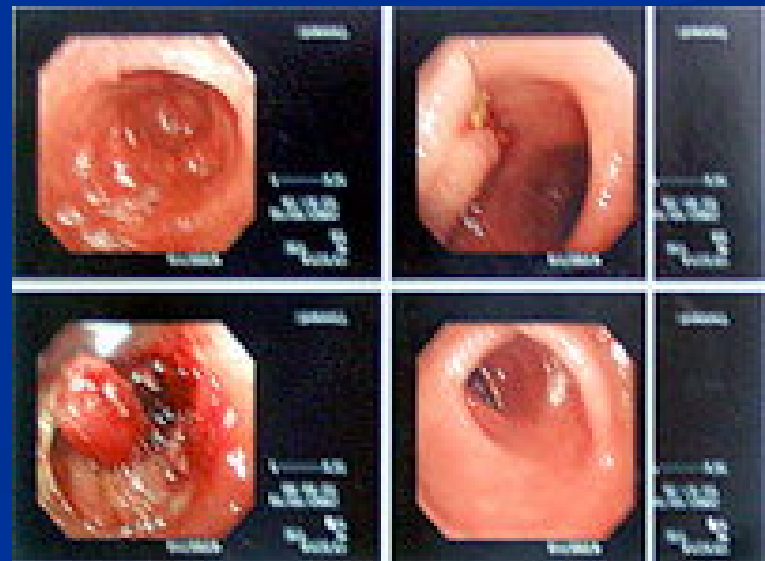


光纖通訊所用的零組件 (財團法人儀器科技中心施至柔博士提供)



光纖在醫療用內視鏡中的應用

- 各種醫療用內視鏡如胃鏡、大腸鏡等，都使用光纖傳輸訊號
- 內視鏡的基本結構—以胃鏡為例(左圖)，前端為一個迷你攝影機，而所拍攝到的胃內部影像訊號透過光纖傳送到外部螢幕上(右圖)



光纖感測器

- 光纖除了可用於通訊與醫療之外，還可用作感測器。因為光纖的折射率，會隨著微小溫度、壓力、位移等改變而發生變化，這改變會導致光在傳輸時，產生速度、相位、極化方向(Polarization Direction)等特性的改變，而這些改變被偵測出來後，便可推知溫度、壓力、位移等之變化量

光纖橋樑接縫感測器—可偵測橋樑接縫是否變大，當接縫大到超過臨界值時，便會發出警訊，通知人員檢修，以避免斷橋事件發生 (逢甲光電所劉文豐教授提供)

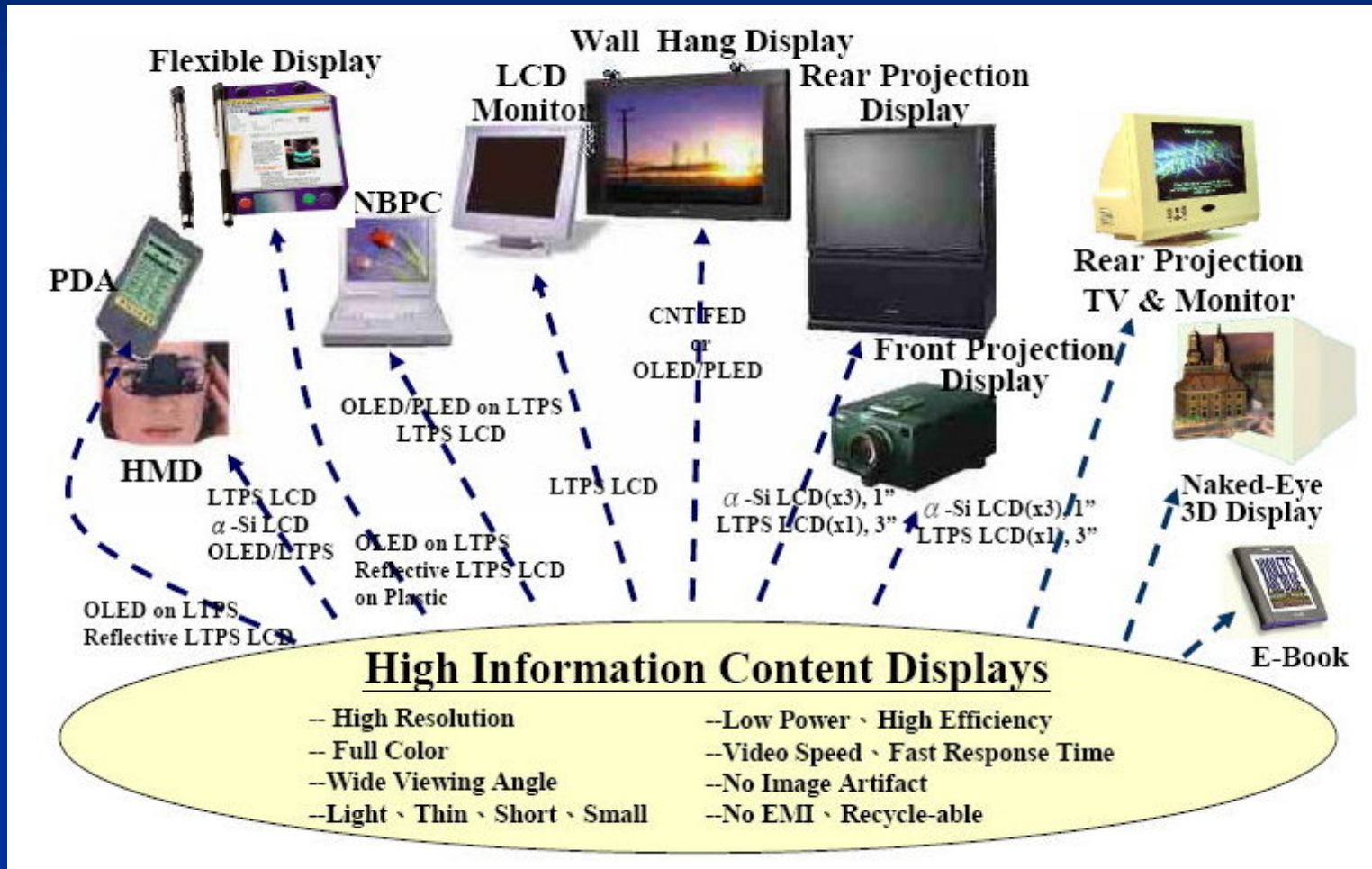


光纖的其他用途

- 可使用光纖將太陽光導引地下室或暗無天日的地方，對於必須長年生活在這些地方的人之健康極有幫助，會比只使用電燈或日光燈照明要好得多
- 許多藝術家用光纖導引各種顏色的光，製作不同的景物造型

參、液晶與電漿顯示器

各種顯示器的應用



顯示器的演進

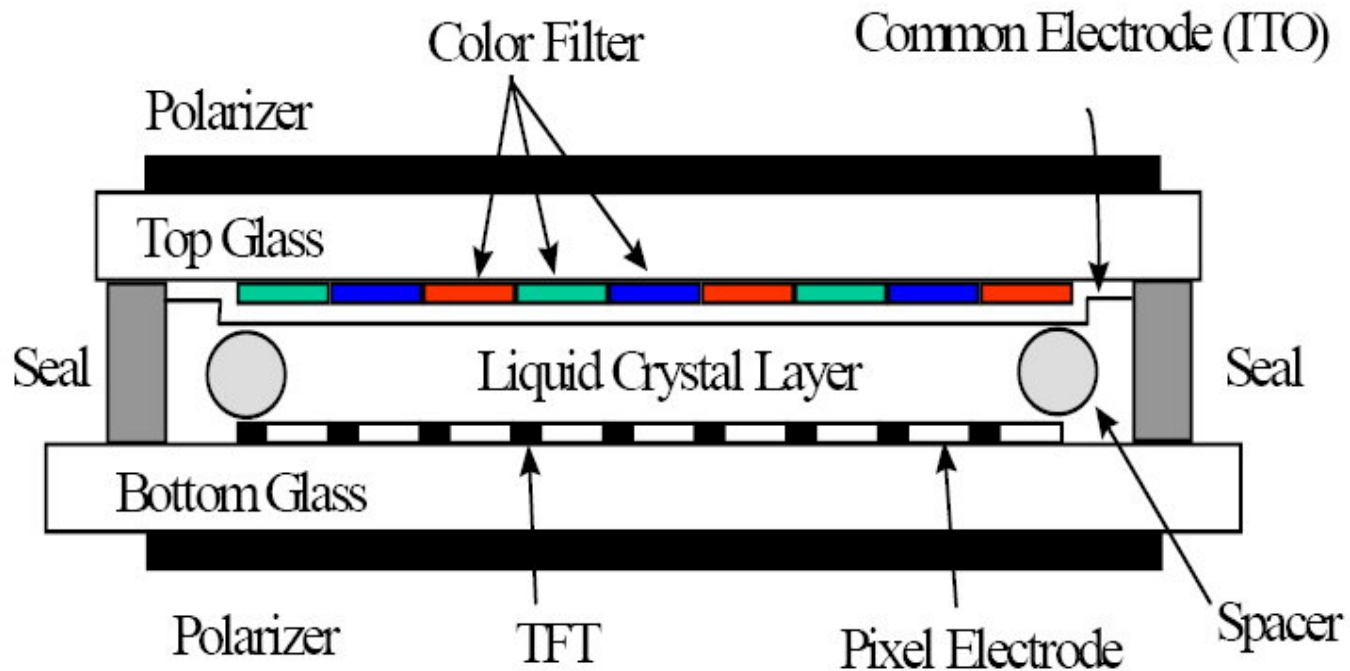
- 傳統的電視及電腦等均使用陰極射線管顯示器(CRT Display)，其螢幕解析度差、厚且笨重、耗電量大、散熱不易
- 近年來液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)及電漿顯示器(Plasma Display Panel, PDP)越來越普及，其解析度佳、耗電量小、形體薄、質量輕，於是CRT Display便逐漸遭到淘汰
- 我國政府在2002年提出的「兩兆雙星產業發展計畫」中，極力推動台灣成爲全球第一大LCD面板供應國，但是電漿顯示器產業並不在政府的規劃之中

LCD面板正面之照片(左圖)與反面照片(右圖)



LCD之基本結構(一)—包含光源、液晶(Liquid Crystal)、極化器(Polarizer)、彩色濾光片(Color Filter)、薄膜電晶體 (Thin Film Transistor, TFT)等

Structure of TFT-LCD cell



Laser High Resolution TV



肆、電子紙張

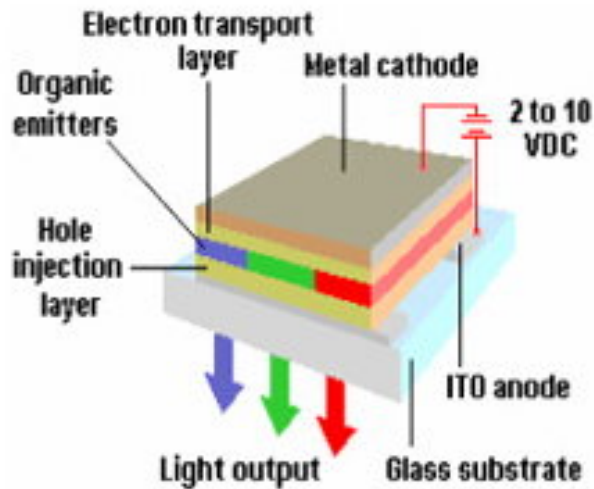
電子紙張顯示器

- 電子紙張是一種很薄的顯示器，能像紙張一樣可以折疊，或是捲起來，因此攜帶十分方便
- 未來報紙、雜誌、書籍如果都採用電子紙張並結合網路功能，便可隨時更新內容
- 電子紙張屬於「軟性電子材料」產業，我國工研院目前正結合台科大、交大、中央、台大等校光電相關系所大力發展中

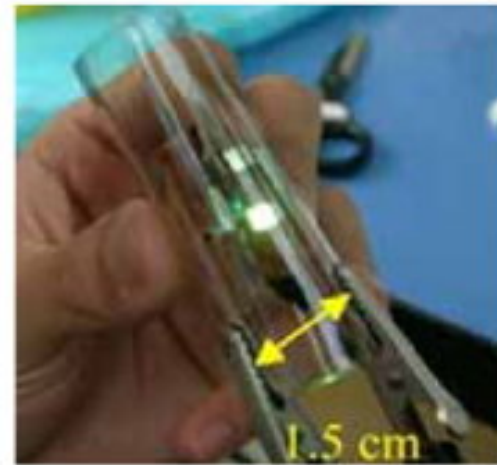
Sony Ultra Thin Flexible Video Screen



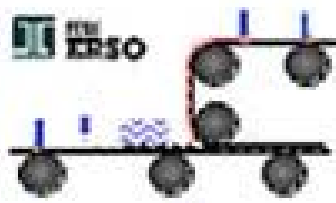
軟性電子材料顯示器



發光二極體之結構



可撓式發光二極體顯示元件

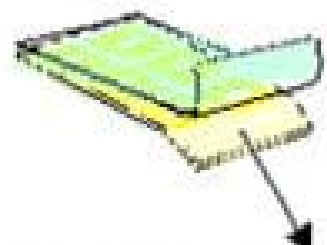
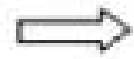
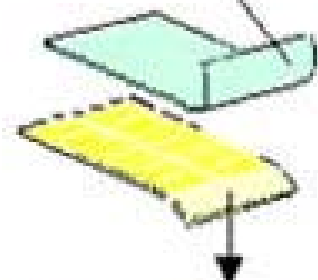
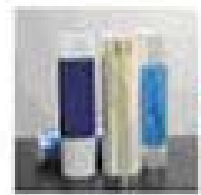


軟電實驗室
(R2R pilot line)



EO Film **A Total Solution**
Roll-to-roll process

- materials
- manufacture
- facilities
- patents



Cooperation(第一階段)
 • Backplane maker
 • Material supplier

Cooperation(第二階段)
 • Facility maker

Cooperation(第三階段)
 • Panel maker
 • System Integration

The commercial product of Amazon kindle



報紙和雜誌甚至會比實際印刷產品更快的送達到你手上的 Amazon Kindle。使用者除了可以從 Amazon 購買各類讀物還可以把自己的文件傳到 Kindle 上，不過需要把文件以電子郵件附件的方式寄到 Amazon 提供的特定郵件地址，Amazon 系統會自動把你的附件檔案轉換成 Kindle 專用的檔案回傳給使用者，目前支援的有一 Word、.JPG、.GIF、.BMP、.PNG 等，與局部支援 PDF。



Amazon kindle



Future Life



Future Laser Weapon



問題與討論

- 一、家用電器的遙控開關，是否適合用雷射光來控制？說明你(妳)的看法。
- 二、隱形斗篷的機制為何？
- 三、全像術的應用？