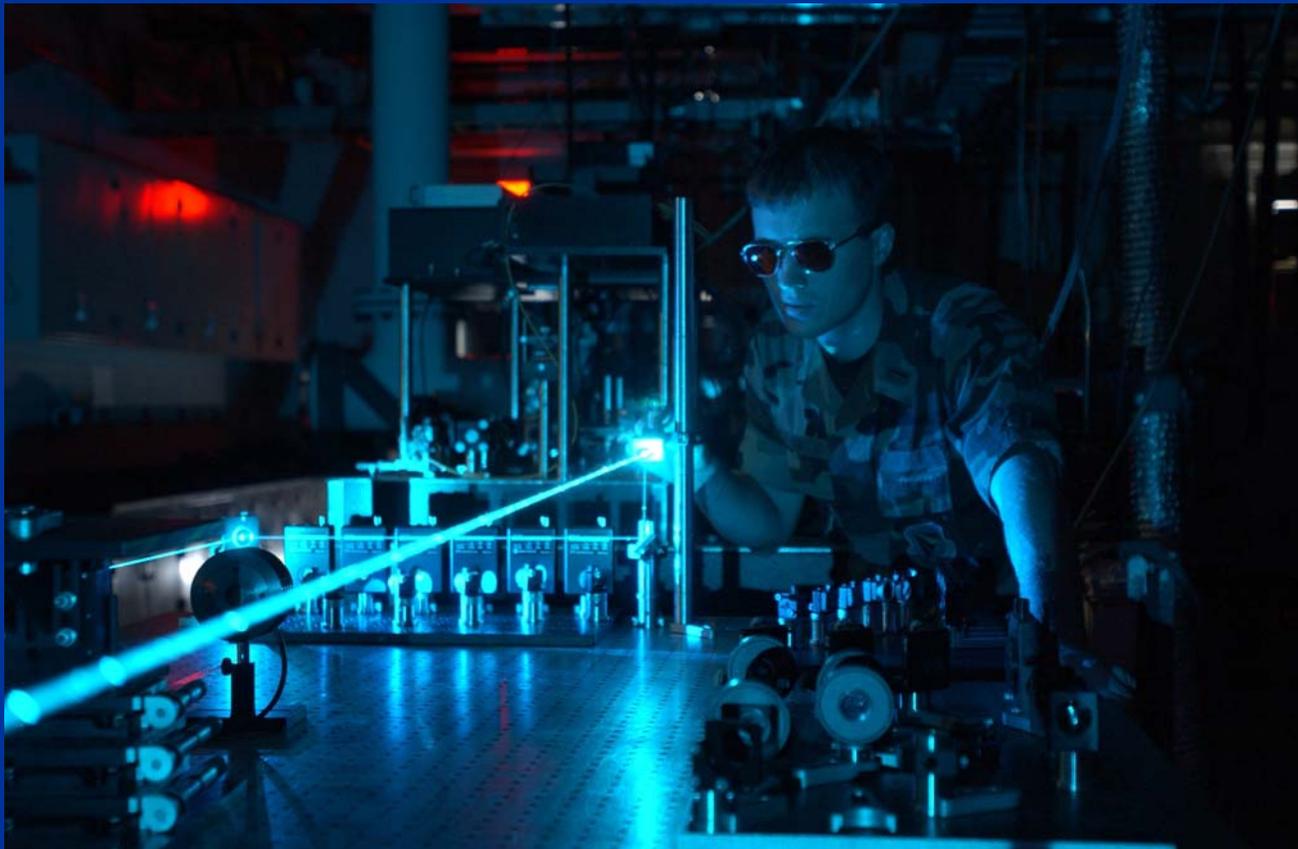


# Chapter IV

## 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

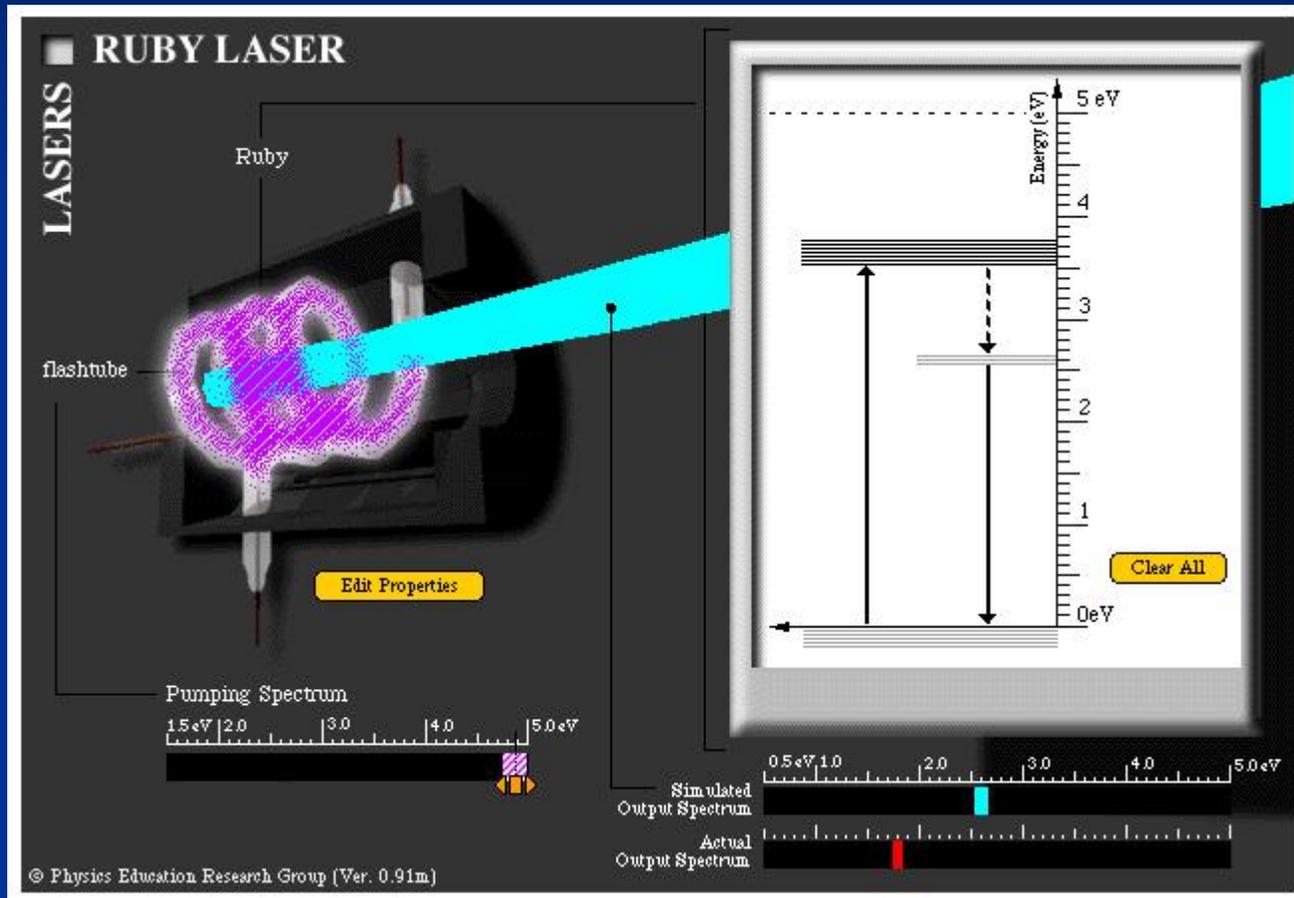
# 雷射史

- 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

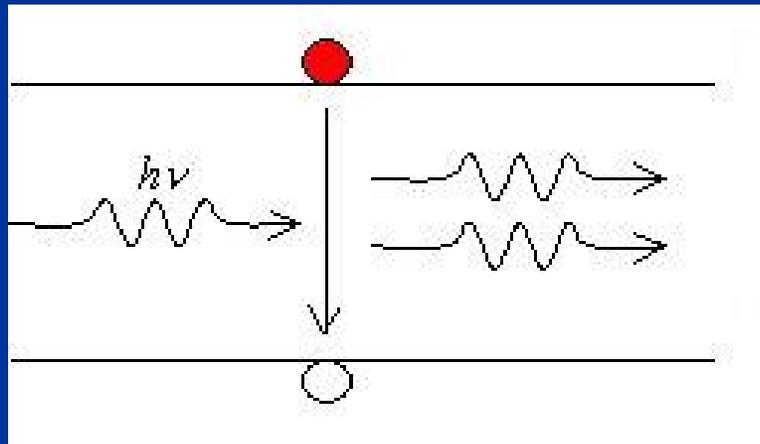


# How a Ruby Laser works?



# 受激輻射示意圖

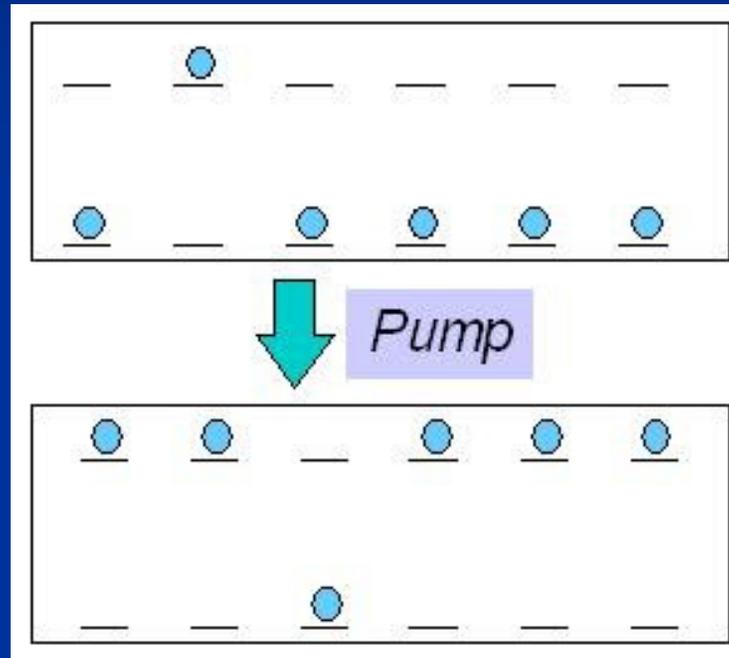
- 受激輻射：高能階電子受外來光子的影響而落至低能階，因而放出與外來光子相同相位(phase)及相同波長之光子



# 雷射形成的三條件

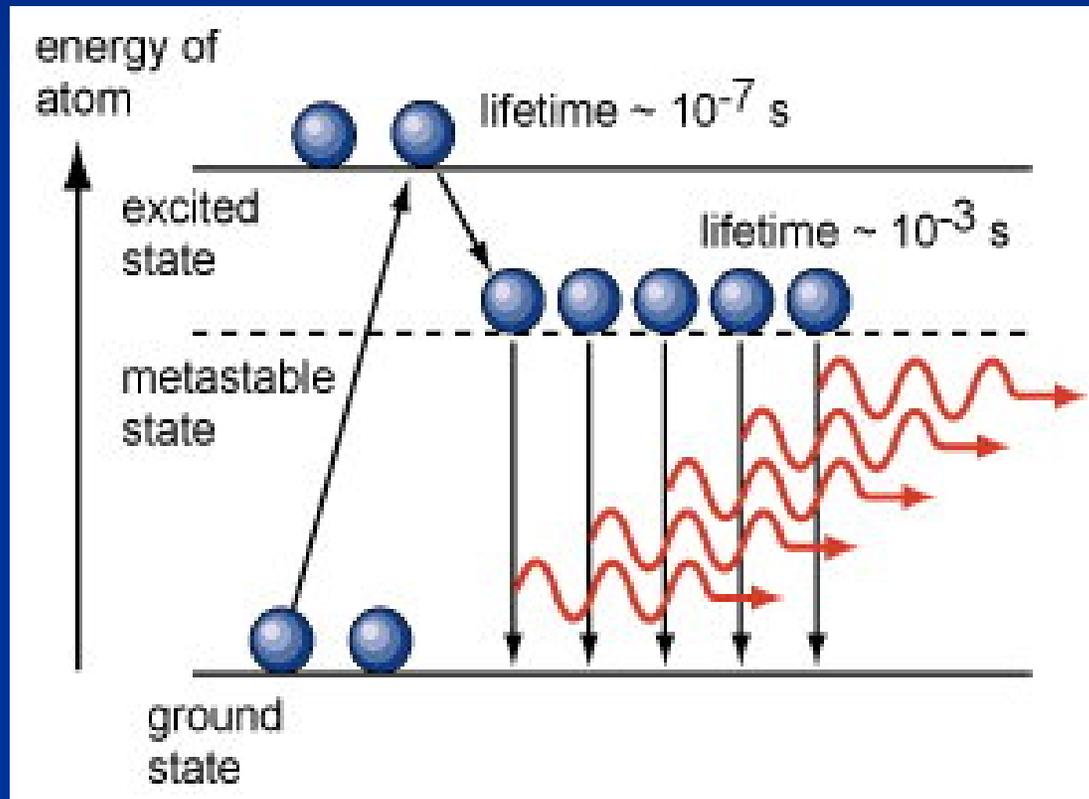
- 材料要能夠發生粒子數反轉(Population Inversion)以產生增益(Gain)現象
- 要有泵浦(Pump)系統
- 要有光學共振腔(Optical Resonator)

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

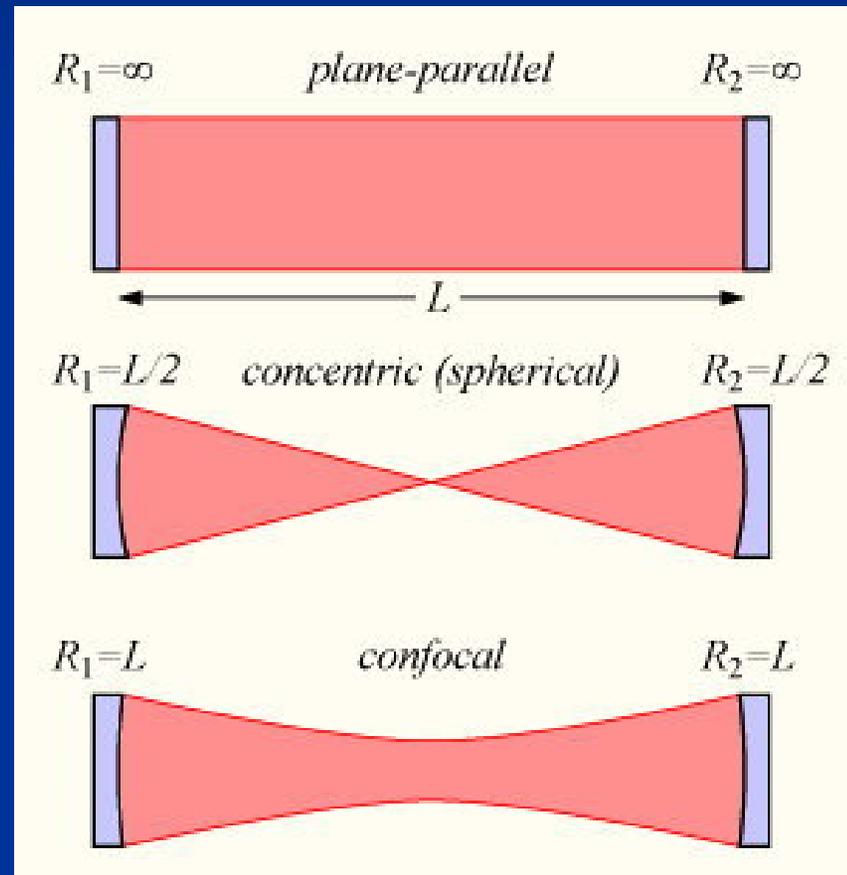


# 泵浦系統—將低能階的電子送到高能階，使其產生粒子數反轉的現象

- 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：



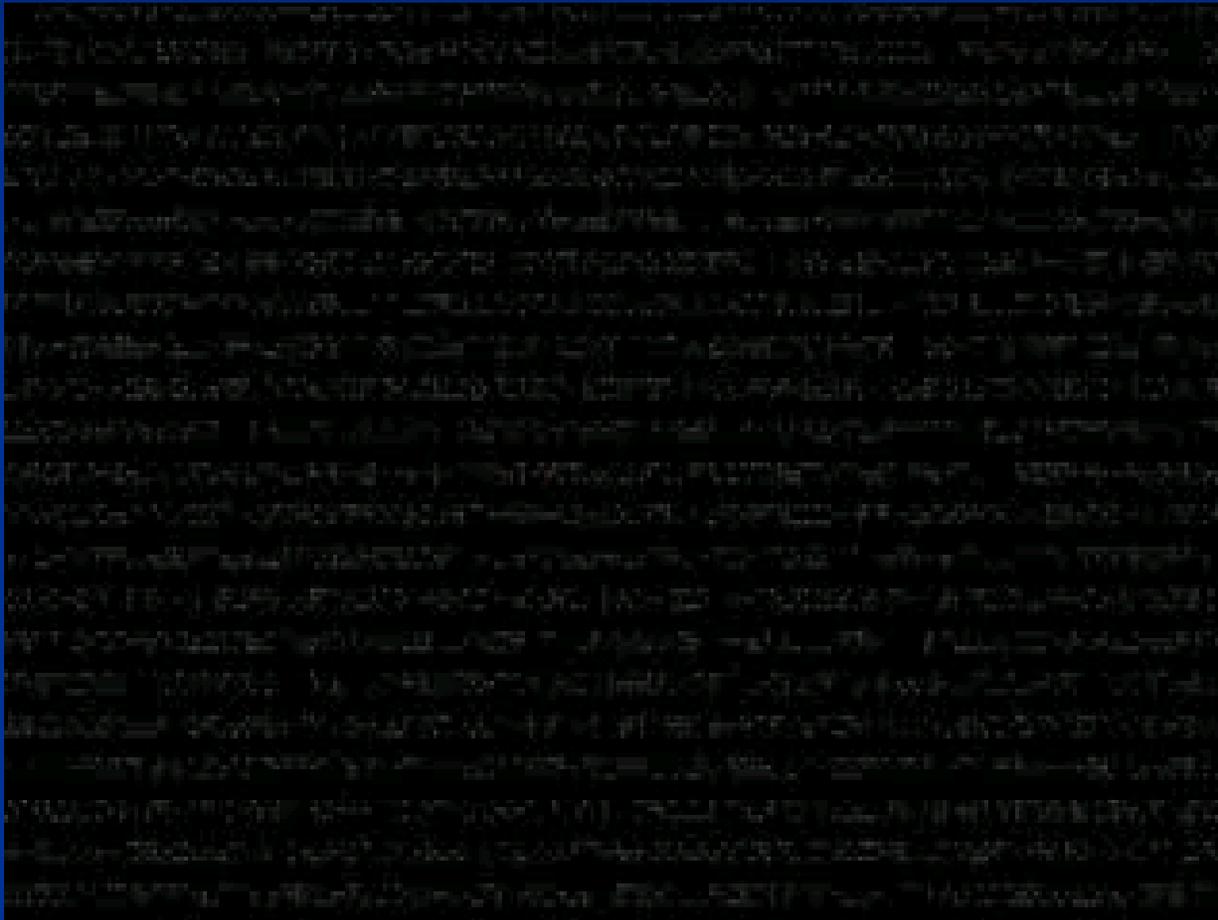
# 雷射光的基本特性

- **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



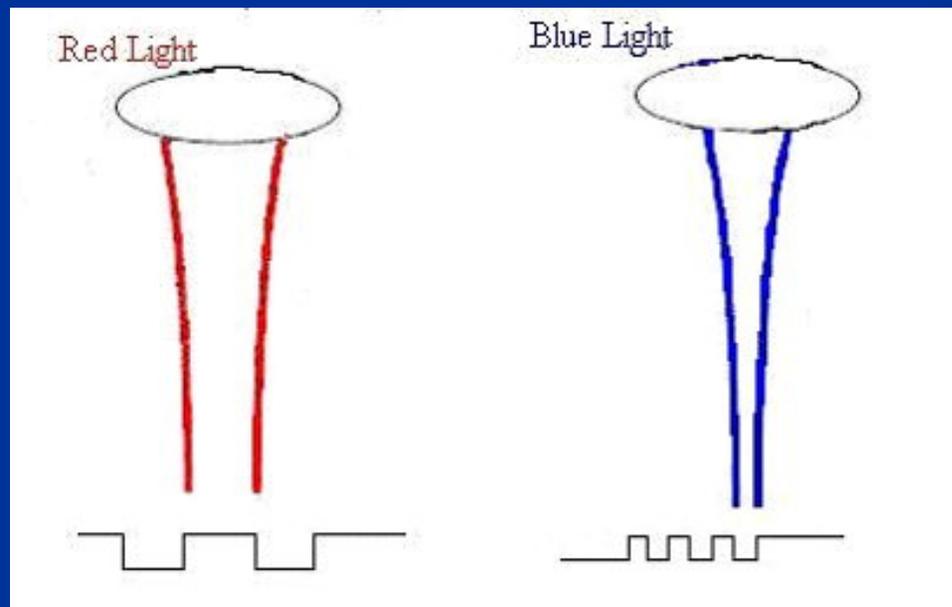
# 雷射光碟的優點

- 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)

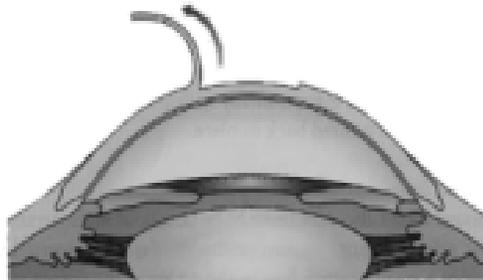


# LASIK vs. PRK

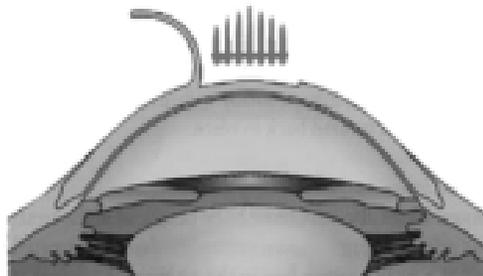
**LASIK (stroma)**  
**2 steps**  
**+ microkeratom**

**PRK (surface)**  
**1-step**

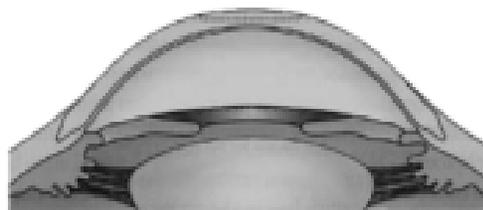
Corneal flap



Ablation with  
flying spot  
scanning laser.

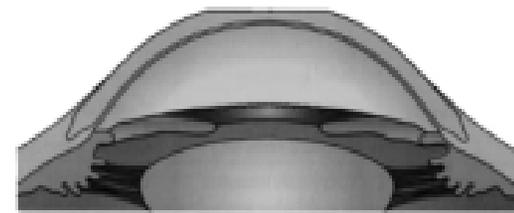
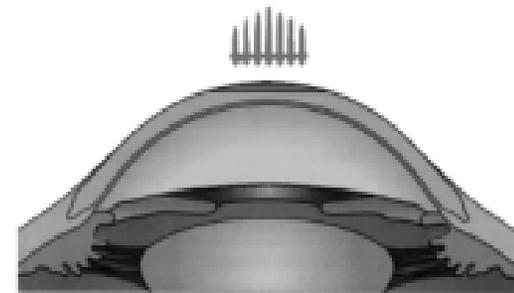


Corneal flap  
set back  
in place.



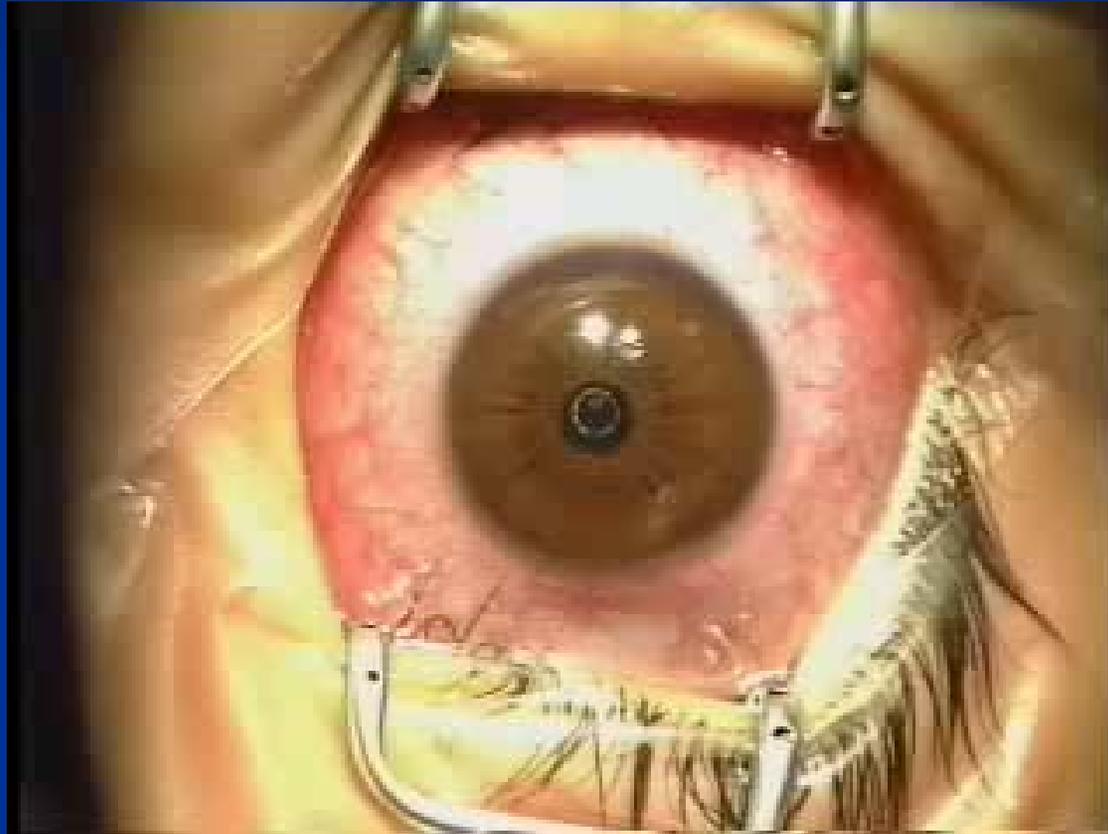
LASIK

Ablation with flying spot  
scanning laser.



PRK

# Laser-Assisted *in Situ* Keratomileusis



# 雷射針灸

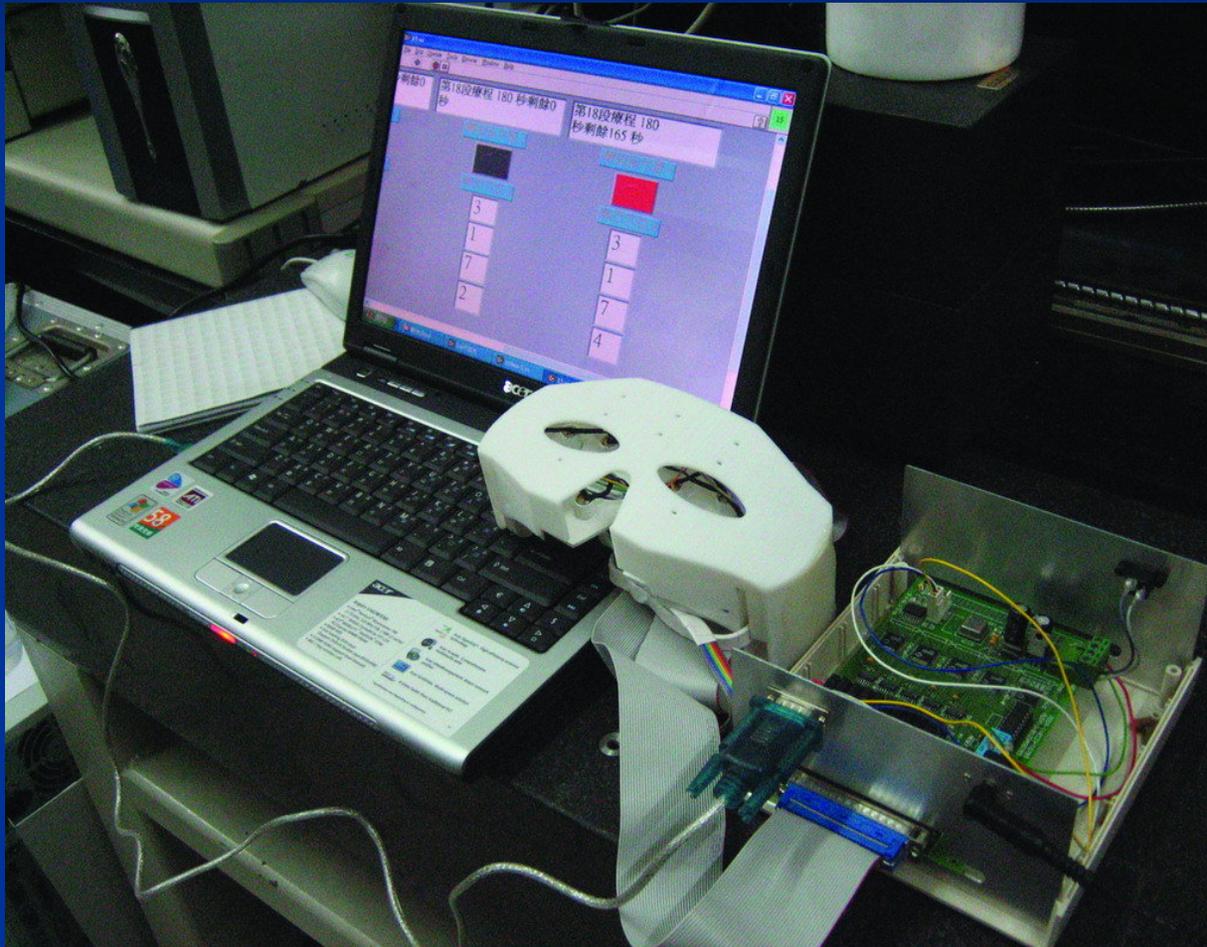
- 以雷射光束取代傳統金屬刺針，插入穴位可治療疾病、疼痛等
- 雷射光照射人體皮膚後，經由電磁效應或光化學作用，會刺激淺層皮膚內種種生理及代謝反應，例如血管擴張、去氧核糖核酸（DNA）合成增加、膠原組織增生、免疫功能增進等



# 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



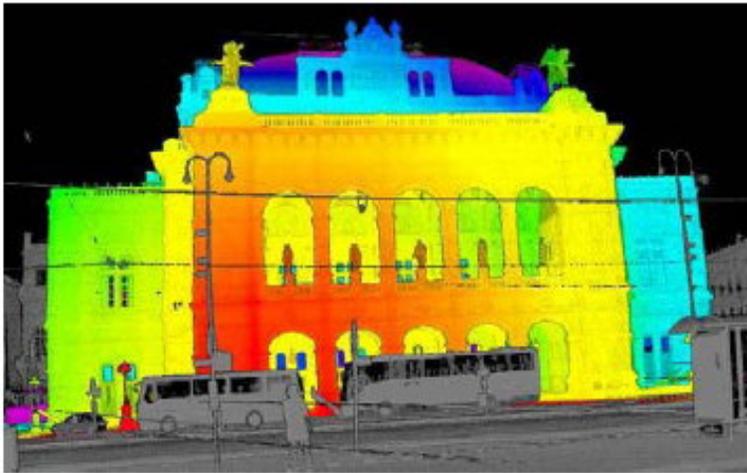
# 雷射測距儀與雷射掃瞄儀

- 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

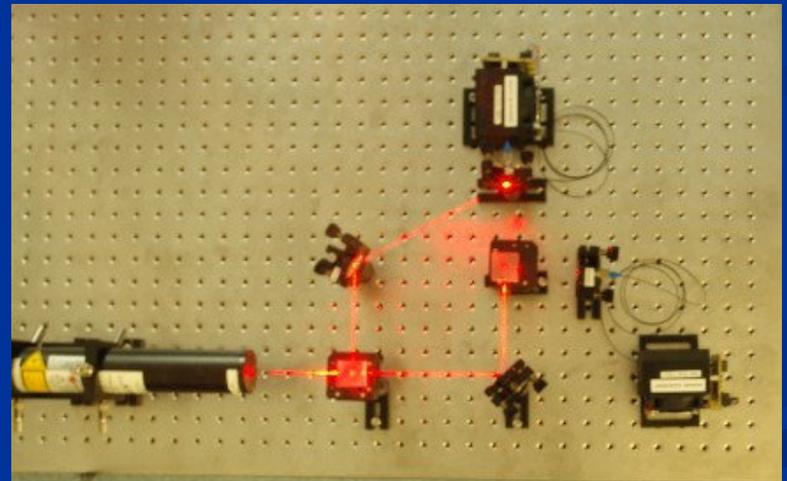
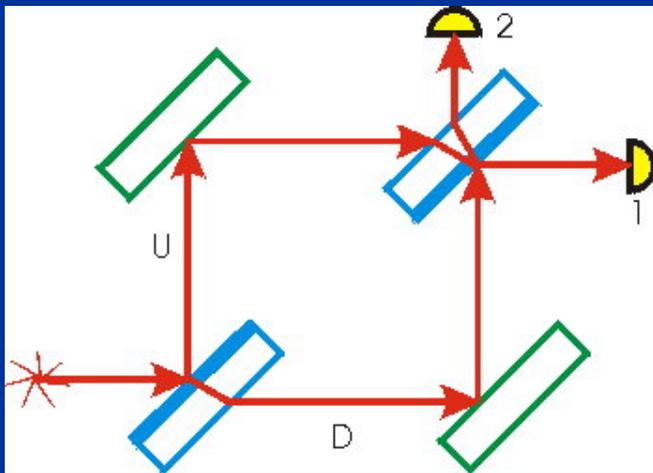


# 雷射水平儀



# 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)



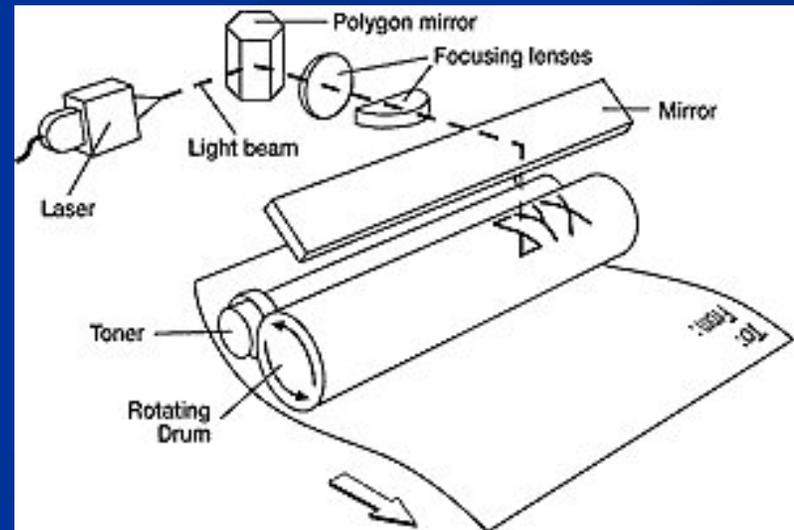
# 雷射光其他性質的應用

- 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

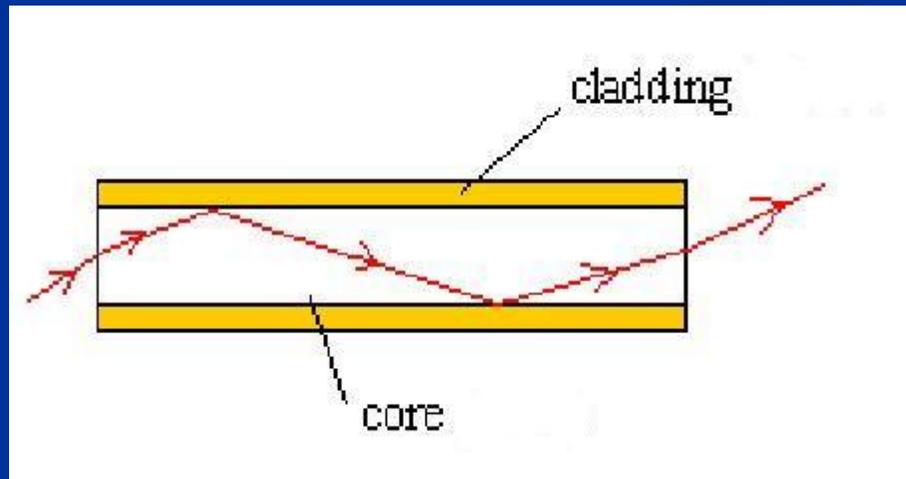
# 「光纖通訊之父」——高錕

- 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)

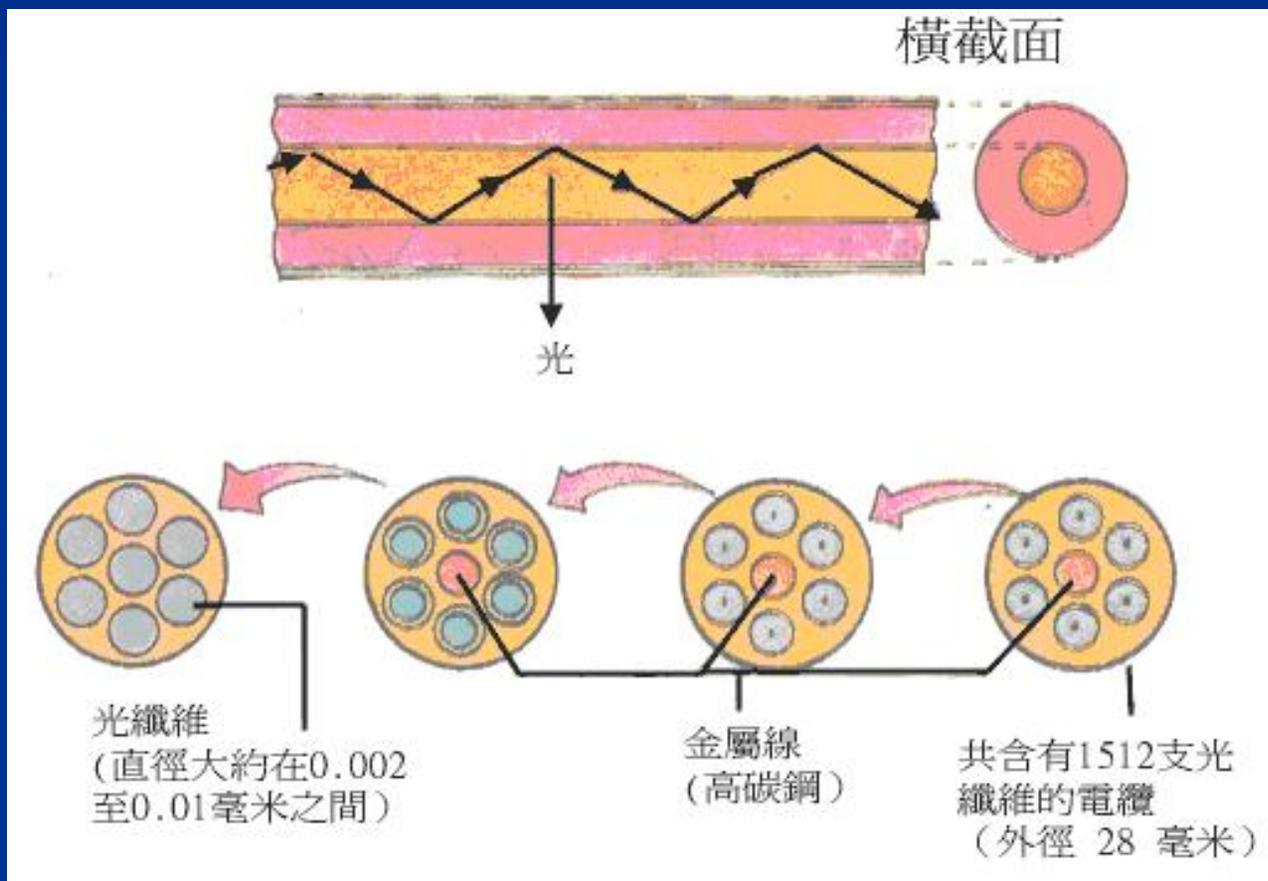
- 光纖是用玻璃纖維製成，其內層之核心(Core)部份折射率較大，而外圍之披覆層(Cladding)部份折射率較小，因此雷射光可在內外層之間形成全反射而導光
- 目前光纖通訊主要是使用波長在1320nm附近與1550nm左右的雷射光



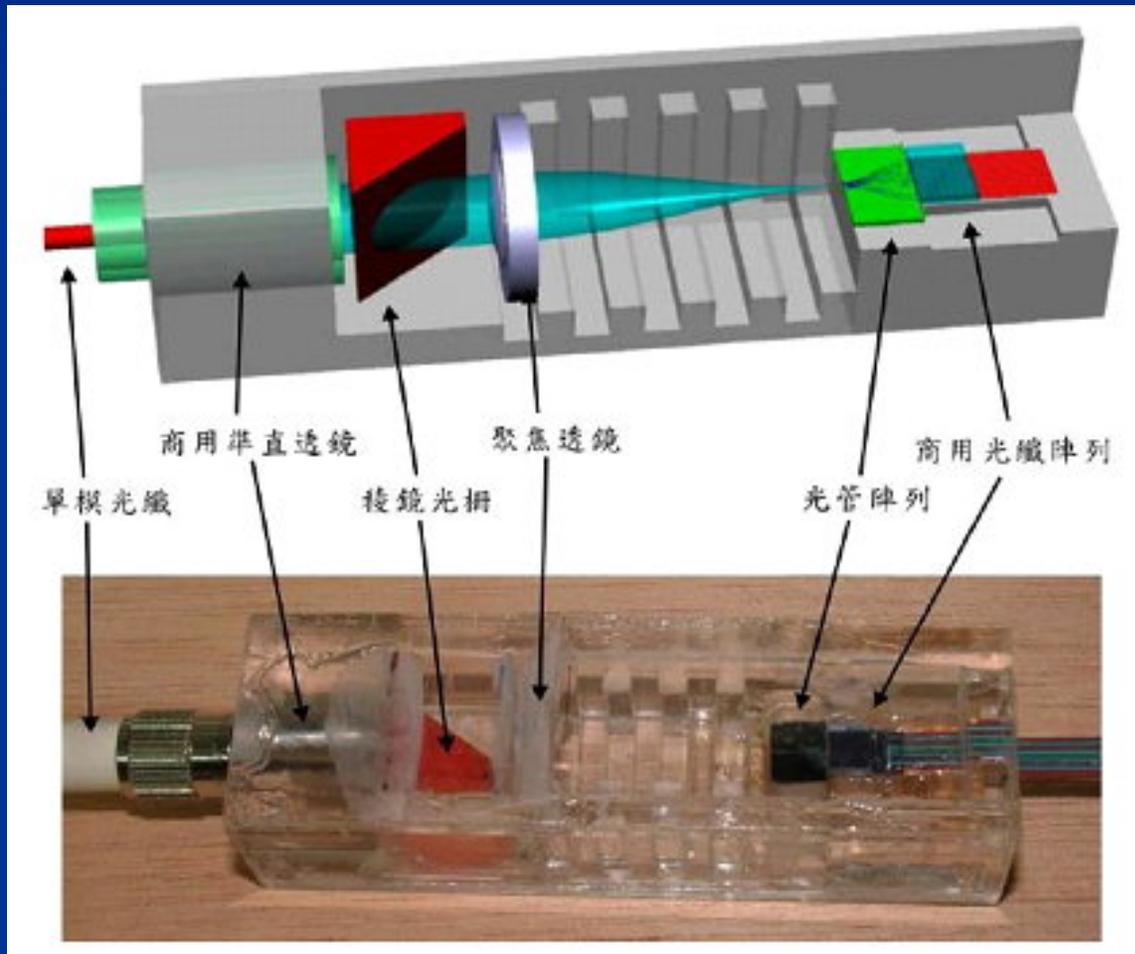
# 光纖通訊的優點

- 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

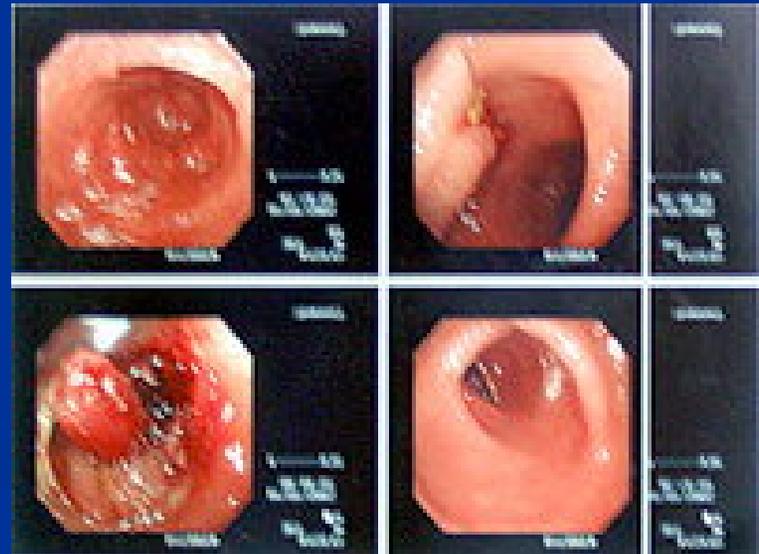


# 光纖通訊所用的零組件 (財團法人儀器科技中心施至柔博士提供)



# 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)

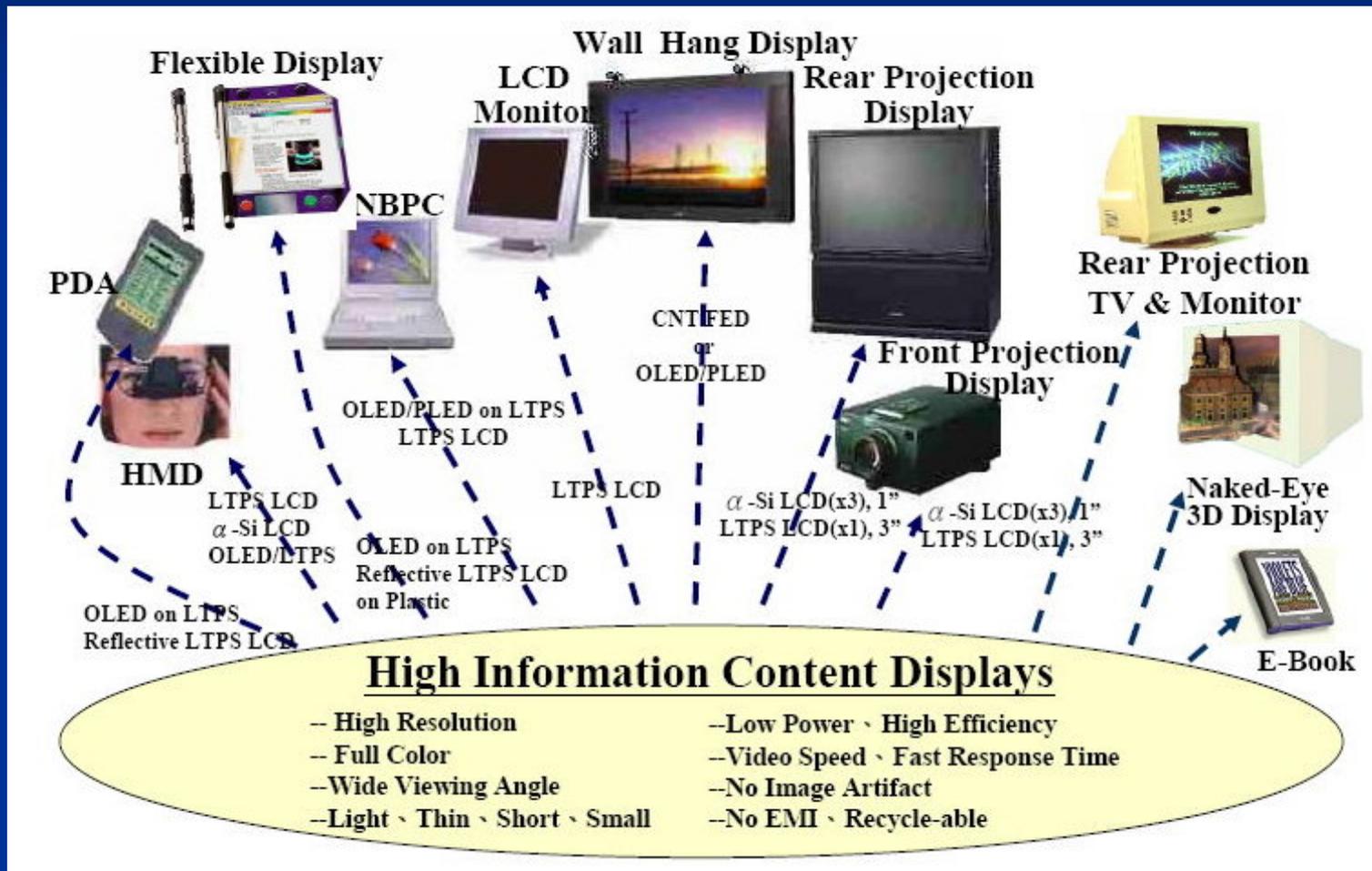


# 光纖的其他用途

- 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

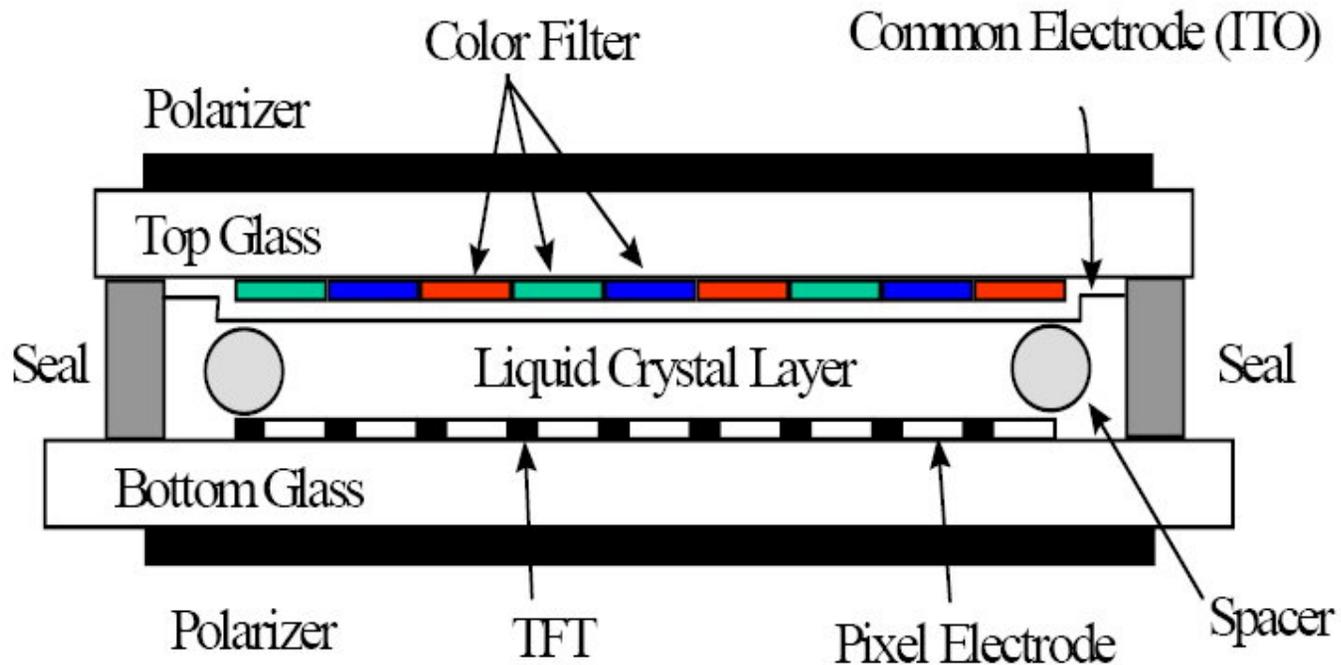
- 傳統的電視及電腦等均使用陰極射線管顯示器(CRT Display)，其螢幕解析度差、厚且笨重、耗電量大、散熱不易
- 近年來液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)及電漿顯示器(Plasma Display Panel, PDP)越來越普及，其解析度佳、耗電量小、形體薄、質量輕，於是CRT Display便逐漸遭到淘汰
- 我國政府在2002年提出的「兩兆雙星產業發展計畫」中，極力推動台灣成爲全球第一大LCD面板供應國，但是電漿顯示器產業並不在政府的規劃之中

# 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

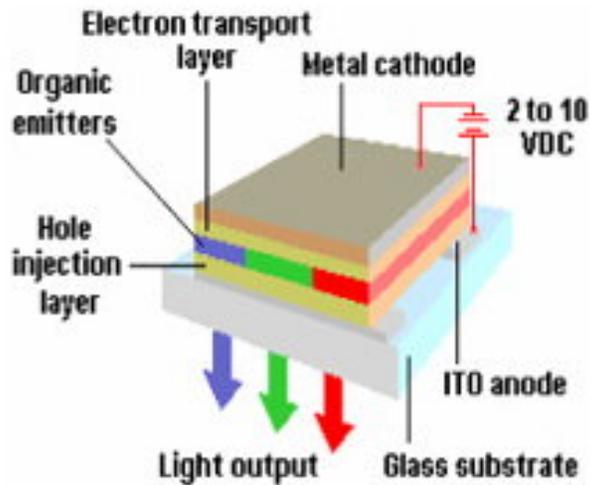
# 電子紙張顯示器

- 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

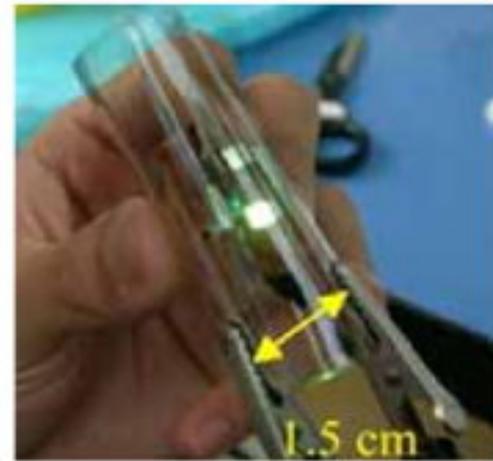
# Sony Ultra Thin Flexible Video Screen



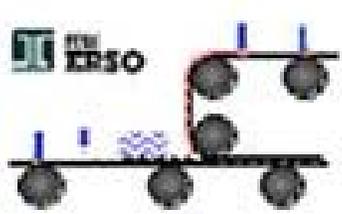
# 軟性電子材料顯示器



發光二極體之結構



可撓式發光二極體顯示元件

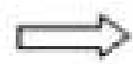
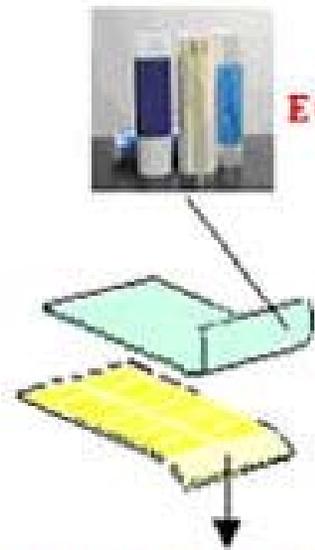


軟電實驗室  
(R2R pilot line)



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

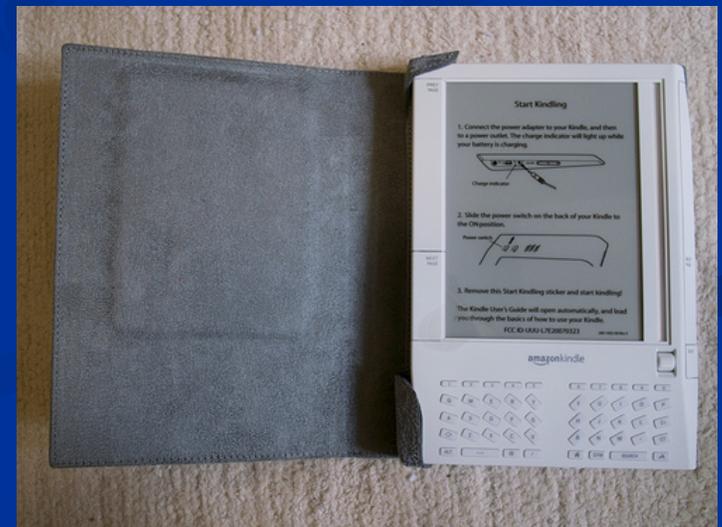
Cooperation(第三階段)  
 • Panel maker  
 • System Integration



# 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？