

# 光電科技簡介

逢甲大學電機系  
田春林 教授  
2011年9月20日



## 大綱

- 何謂「光電」？
- 電磁波頻譜
- 光是什麼？
- 光的性質
- 光源、光傳輸及光偵測器
- 台灣光電學術研究概況
- 光電產業分類
- 光電產品及應用領域
- 結語



## 何謂「光電」？



「光電」——光學與電子學相互結合與應用的科學及技術

「光電」的英文字彙：

Electro-Optics (光電科技)

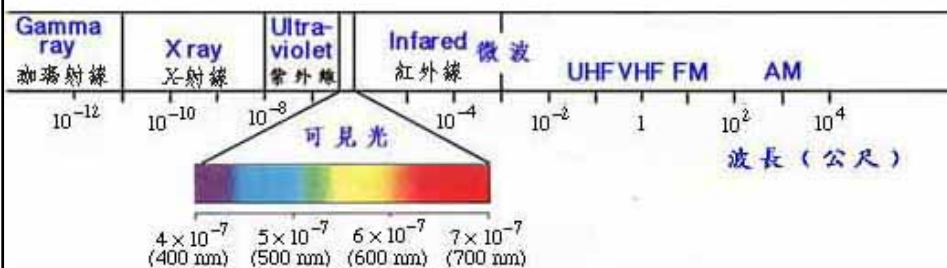
Optoelectronics (光電子科技)

Photonics (光子科技)

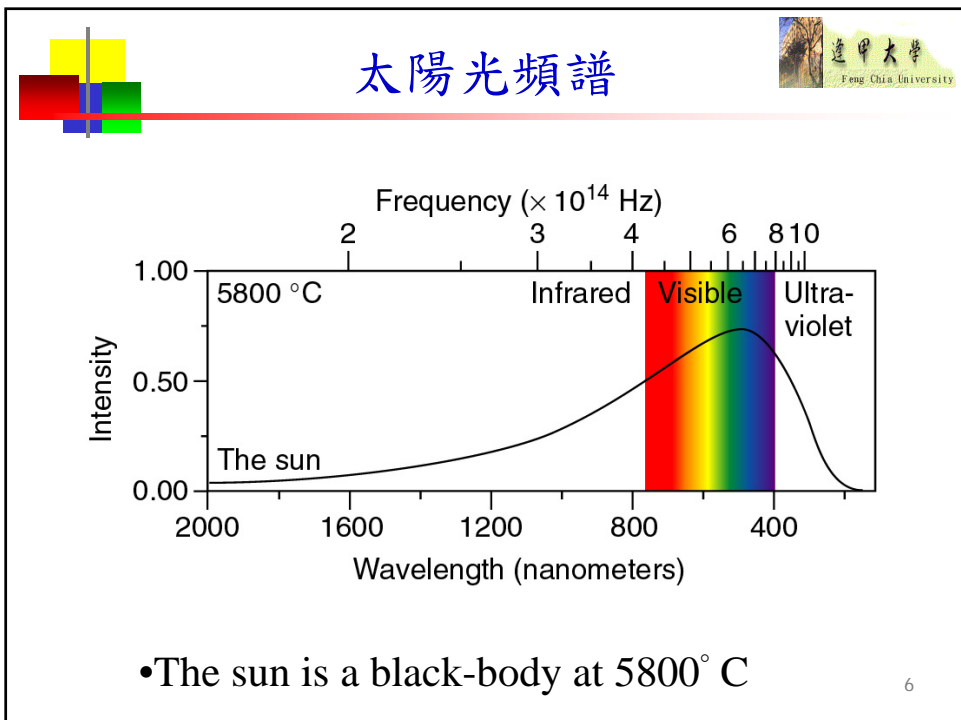
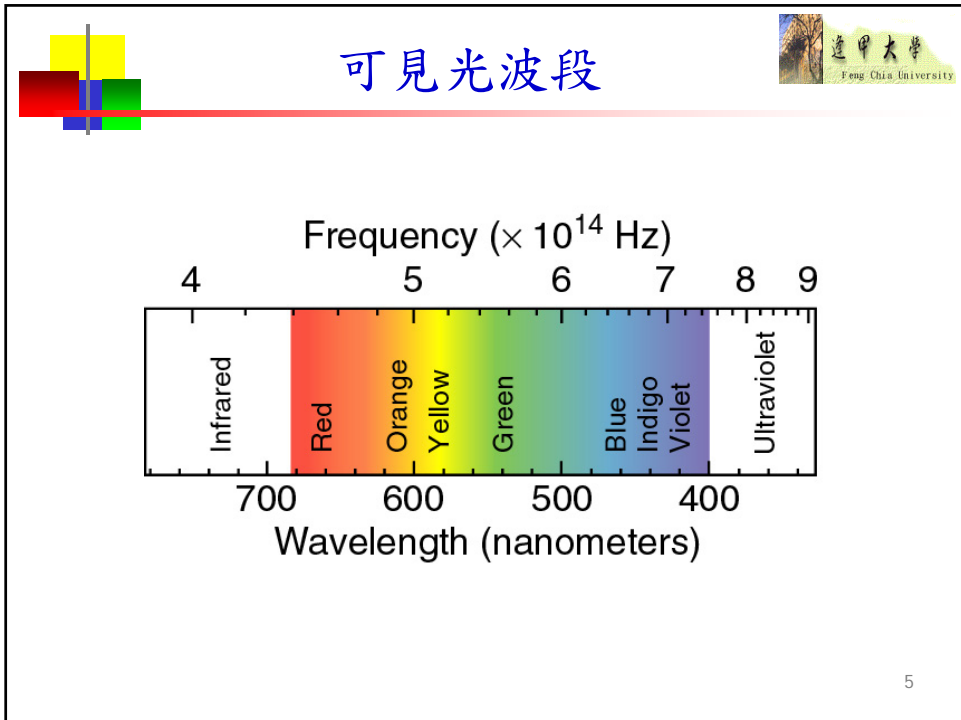
3

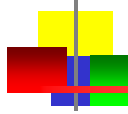


## 電磁波頻譜



4





# 光是什麼？



## I. 粒子說(Particle models)

1621 : W. Snell(英) : 折射(Snell's Law)

1637 : R. Descartes(法): 折射, 反射

1664 : P. Fermat

觀察 (a)自然界遵循最短距離行為

(b)光速恆定( $c=3 \times 10^8$  m/s)

Fermat Principle 為幾何光學基礎

1704 : I. Newton : 稜鏡, 色散現象(Dispersion)

7

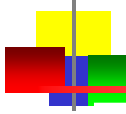


## II. 波動說(wave theory)



- 1665 : F. M. Grimaldi : 繞射
- R. Hooke : 干涉
- 1779: C. Huygens : 惠更斯第二波前理論
- 1802: T. Young : 雙狹縫干涉
- 1815: A. Fresnel : 繞射理論  
偏極光反射(Fresnel eq.)  
橫波(transverse wave)

8



### III. 量子論



• 波粒雙重性 (particle-wave duality)

波動

$$E = h\nu$$

$$P = h / \lambda$$

波傳播

1. 干涉
2. 繞射
3. 偏振

粒子

$$\nu = E / h$$

$$\lambda = h / p$$

與物質互作用

1. 光發射
2. 光吸收
3. 光電效應

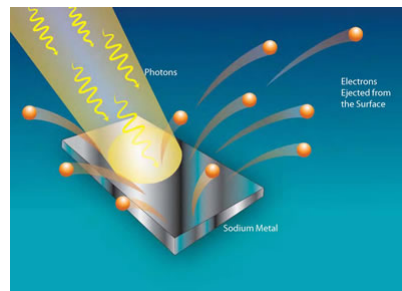
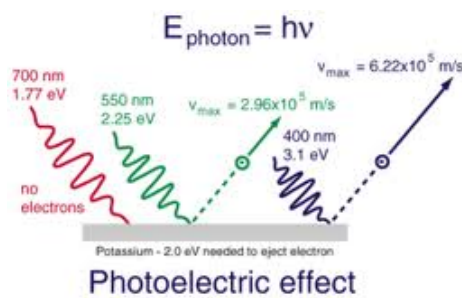
◆ Bohr : 互補原理 (principle of complementarity) 9

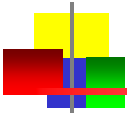


### 光的性質




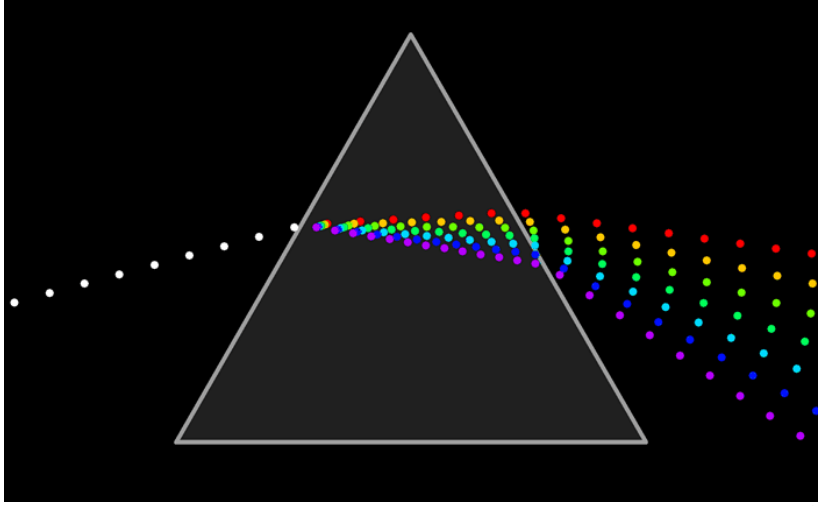
光電效應 (photoelectric effect)



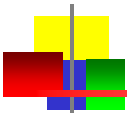


# 光的色散




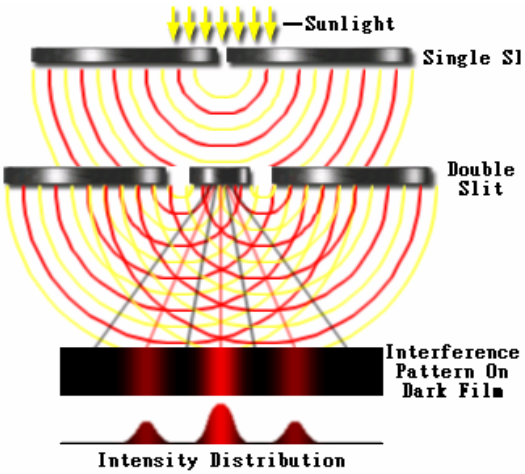


11

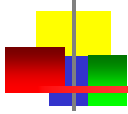


# 楊氏雙狹縫實驗



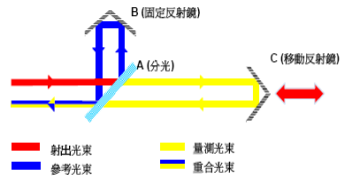


12

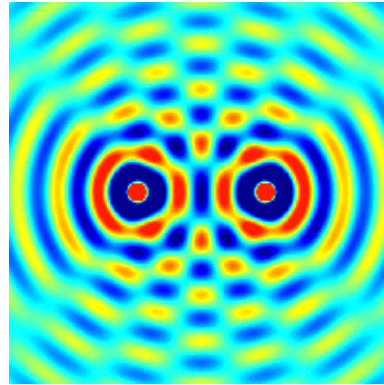


# 光波干涉

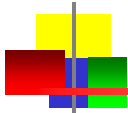
雷射光波經過干涉鏡後的路徑顯示如下。



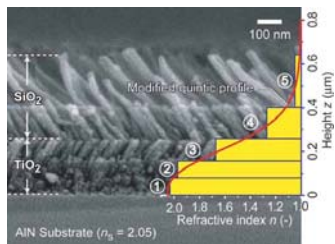
雷射光波經過干涉鏡(A)後被分成兩道光波。一道光波射入固定的反射鏡(B)而形成參考光束。另一道光波射入移動的反射鏡(C)而形成量測光束。

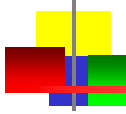


干涉是兩列或兩列以上的波在空間中重疊時發生疊加從而形成新波形的現象。重疊區域內的光強並不是均勻分布的：其明暗程度隨其在空間中位置的不同而變化，最亮的地方超過了原先兩束光的光強之和，而最暗的地方光強有可能為零，這種光強的重新分布被稱作「干涉條紋」。

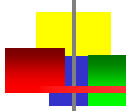
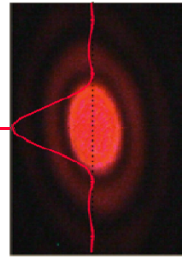
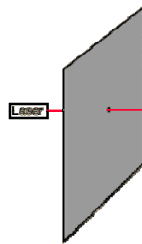
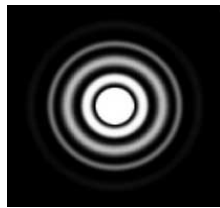


# 光學薄膜

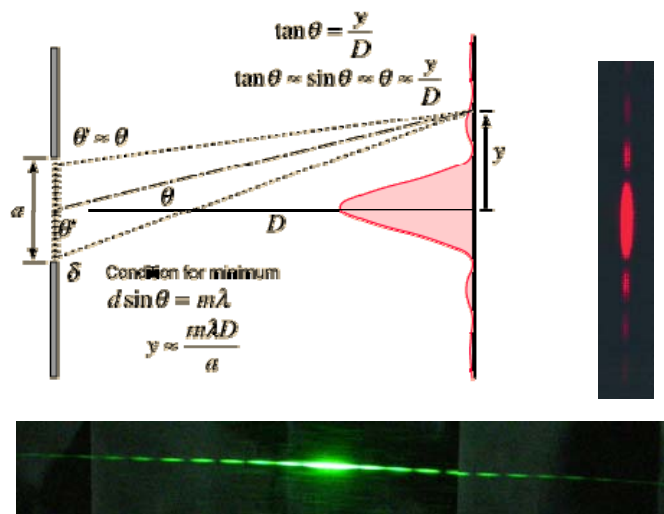




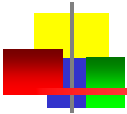
# 圓孔繞射




# 單狹縫繞射

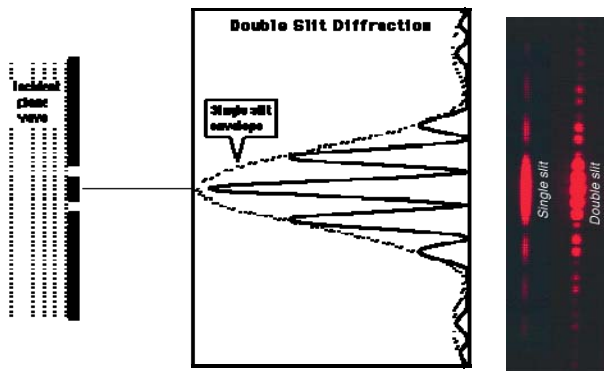




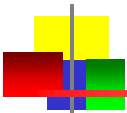


# 雙狹縫繞射







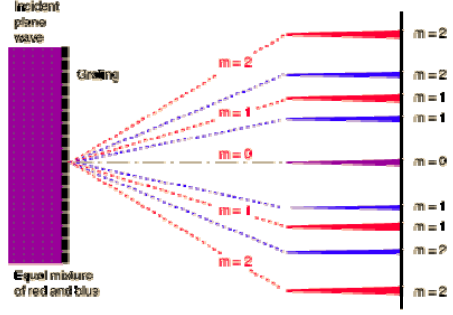
17



# 繞射光柵



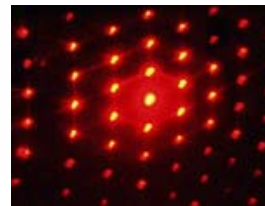
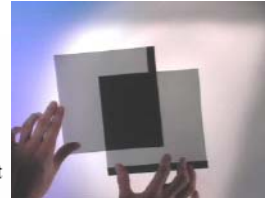
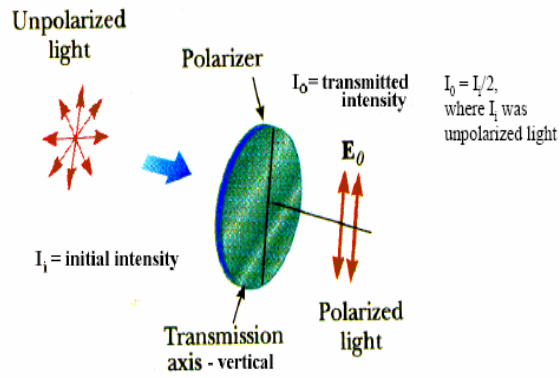




18



## 偏振光



液晶偏振光柵

19



## 偏振之應用

- (1) 液晶顯示器、偏光顯微鏡。
- (2) 製作偏振攝像鏡頭、太陽鏡、稜鏡等光學元件。
- (3) 雷射的布魯斯特窗。
- (4) 立體電影、車窗、飛機舷窗等的製作。



20



## (一) 光源



### ◎ 普通光源—非同調光(incoherent light)

- 太陽
- 熱輻射燈(白熾燈、鎢絲燈)
- 氣體放電燈(鈉燈、汞燈、螢光燈)
- 半導體光源(白光LED)

### ◎ 雷射光源—同調光(coherent light)

- 氣體雷射(He-Ne雷射、Ar<sup>+</sup>雷射、CO<sub>2</sub>雷射)
- 固體雷射(Ruby雷射、Nd:YAG雷射)
- 液體雷射(染料雷射)
- 半導體雷射(GaAs、GaAlAs、AsInAsP、GaN)
- 其它雷射(準分子雷射、化學雷射、自由電子雷射等)

【註】 **Laser**(雷射)—Light amplification by stimulated emission of radiation



## 雷射 (LASER)

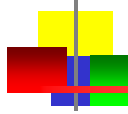


Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

- ◆ 高亮度
- ◆ 高方向性
- ◆ 高單色性
- ◆ 高同調性



22



## (二) 光的傳輸方式

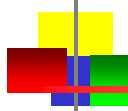


- ◎ 密閉式傳輸—將光的傳輸方向與能量限制於某種介質之中
  - 光纖(optical fiber)
  - 光波導(optical waveguide)
- ◎ 開放式傳輸—光訊號或能量直接在空間中傳送
  - 自由空間(例如：物體投影、成像)
  - 大氣層

【註】光纖發明人 — 高錕博士(Dr. Charles Kao)



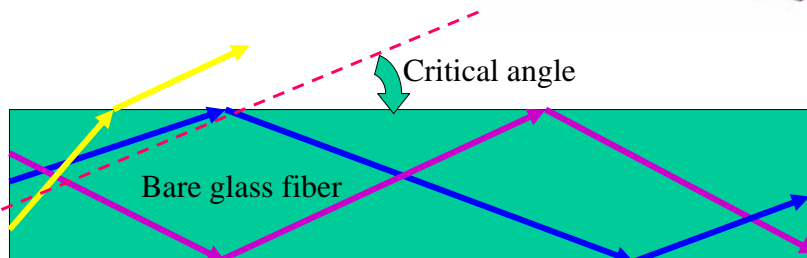
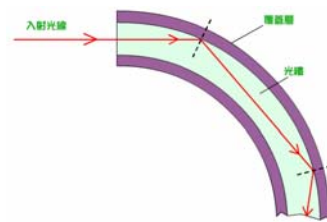
23



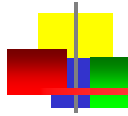
## 光纖傳輸



最大可接受角 $\theta_m$ 為剛好  
在纖核-纖殼的界面上發  
生內部全反射



24



### (三) 光偵測器



- ◎ 熱偵測器—對光能量的吸收所產生溫度上升效應
  - 熱電偵測器(thermoelectric detector)
  - 壓電偵測器(pyroelectric detector)
- ◎ 光子偵測器—對光子的吸收時率所產生之計量
  - 光電二極體(photodiode)
  - 光倍增器(photo-multiplier)
  - 光導偵測器(photoconductive detector)
  - 光影像偵測器(CCD/CMOS image detector)

【註】人眼是一種類似CCD功能的絕佳的光偵測器

25



### 台灣光電學術研究概況



我國自三十年前開始推動光電科技之教學與研究，目前已有良好基礎。目前有35所大學設有光電相關研究所，包括：台大、交大、中央、成大、清大、中山、陽明、台科大、北科大、台師大、中正、海洋、逢甲、中興、彰師、高師、嘉大、台南、長庚、大同、輔大、淡江、聯合、元智、暨南、東華、雲科大、虎尾科大、高應大、高雄第一科大、國防大學、明新、南台、崑山、明道等校，其他公私立大學在電機、電子、機電及材料科系亦有若干教授從事光電相關研究。在研究機構方面，工業技術研究院、中華電信研究所、中央研究院與中山科學研究院均有規模不小的光電科技研究計畫。

26

## 光電產業分類



資料來源:PIDA

27

## 2010年台灣十大光電產品

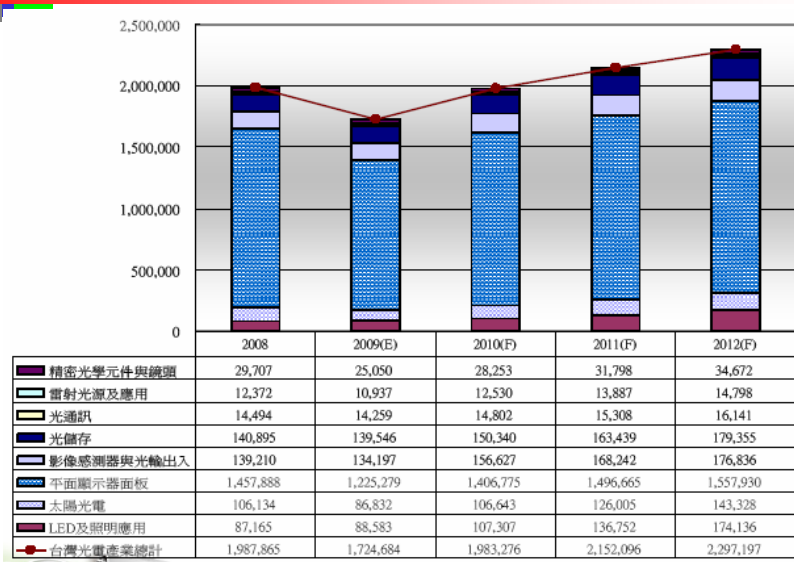


- PIDA統計並分析台灣主要的光電產品，包括**TFT-LCD**面板、**TFT-LCD**材料與零組件、**數位相機(代工)**、**太陽電池**、**光碟機**、**LED封裝**、**LED磊晶**、**光碟片**和**太陽能矽材料**以及**光學元件**等為**2010年台灣十大光電產品**。
- 這十大光電產品即占有台灣整體光電產值**94%**。

資料來源:PIDA

28

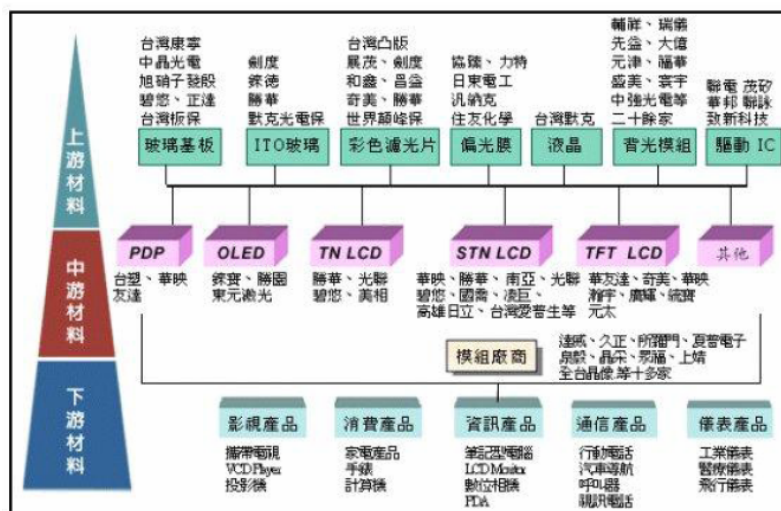
# 台灣光電成長趨勢



資料來源:PIDA

29

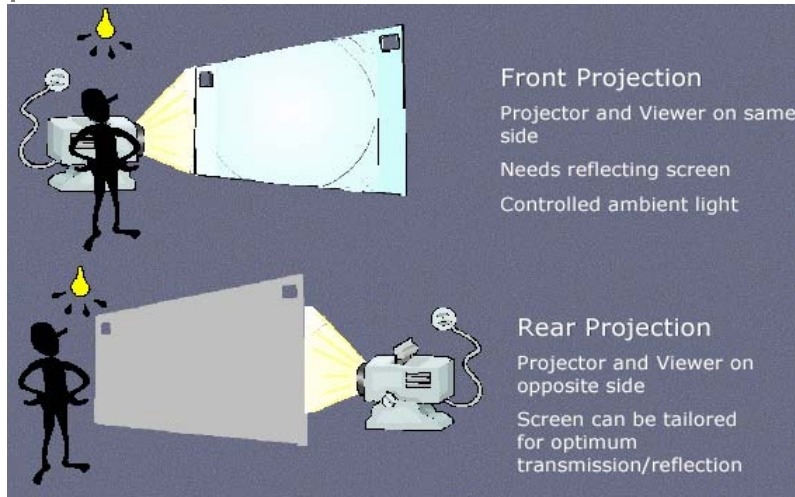
# 平面顯示器產業產業範疇



30



## 前投影與背投影



31

## 背投影電視



1947: RCA 第一台背投影電視

- 1947年RCA發表了“648PTK”背投影電視，克服了CRT小尺寸的問題。右圖照片為15x20吋的長方形螢幕，稱“巨人giant”的電視機。
- 這投影電視並沒有很快上市，原因是影像暗且模糊 (dim image).



32



## 背投影電視



33

## FPD平面顯示器

### ■ 平面顯示器革命-接「觸」未來

- (1) 「一觸即發」時代的來臨.
- (2) 多點觸控-功能大躍進.
- (3) 觸控螢幕大未來.



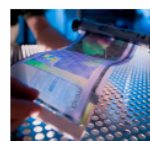
### ■ 平面顯示器革命-「3D立體顯示」新時代的開始

- (1) 由2D到3D顯示-眼球革命.
- (2) 3D立體顯示帶動-娛樂新世紀.
- (3) 3D立體顯示器大未來.



### ■ 出版業大危機-「電子書」產業橫空出世

- (1) 電子書產業-台灣的新希望.
- (2) 傳統出版業-產業鏈大變革.
- (3) 電子書未來發展.



資料來源:PIDA

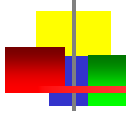
34



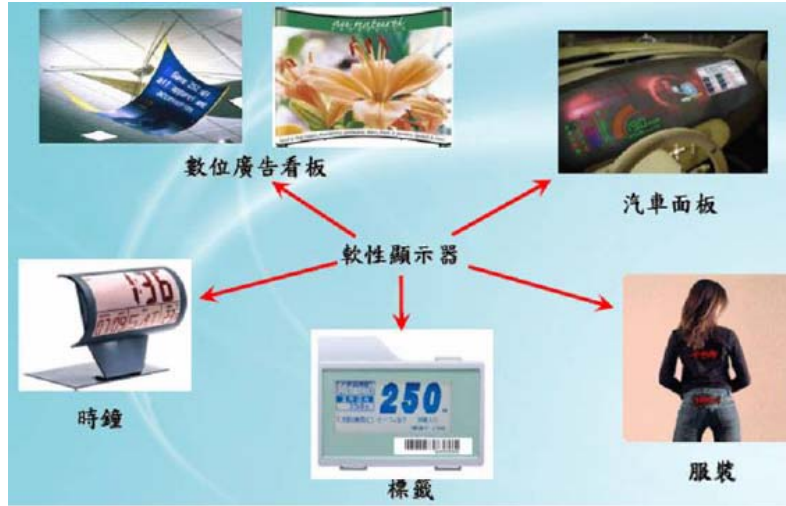
35



36



# 軟性顯示器



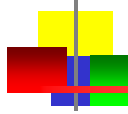
37



# LED應用



38

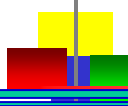


## LED 照明應用的優點



特點	說明	應用領域
點滅速度快、混光機能強、單色性佳	白熾燈泡約0.2秒，螢光燈需數秒，LED只要100ns，可結合電腦控制	煞車燈、全彩顯示器、號誌、舞台燈、
體積微小	LED發光晶片極為細小、可以點線面搭配組合，且可隨意與建築結構彈性結合	建築照明、面發光照明器具
光指向性強	一般日光燈或鹵素燈需具有特殊設計之反光板才可達到光之指向效果，LED有極高指向性	重點照明、階梯燈、導引燈、警示燈、舞台燈
功率微小化	單只LED消耗功率通常<1W，發熱與功率成正比，此可應用於需避免高熱的場合	櫥窗照明、博物館照明、
無熱輻射光	紅外線會有熱效果，LED照明應用無此光譜，屬冷光源	醫學照明、食品照明、博物館照明
低電壓/直流電驅動	LED為半導體元件產品，可在低電壓與直流電下操作。可與太陽能作結合	手電筒、與PCB基板結合之照明、顯微照明、太陽能照明燈
耐震動、無汞污染	環保光源	汽車

39

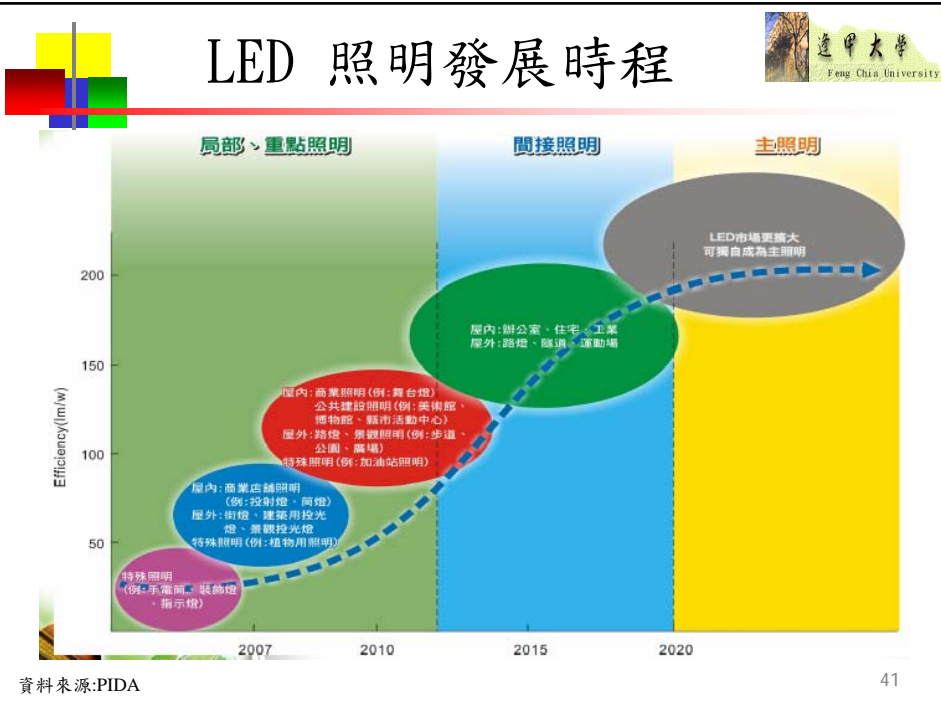


## 常見燈具在功能上的比較




光源種類	發光效率(lm/w)	演色性指數	經濟壽命(hrs)
白熾燈(Incandescent)	低(8-15)	極佳(100)	1000
鹵素燈Halogen	低(12)	極佳(100)	3000
螢光燈Fluorescent	高(80)	佳(60)	5000-10,000
水銀燈	可(40-65)	可(50)	12,000
高壓鈉氣燈泡	極高(90-140)	差(25)	12,000
白光LED(BlueLED+YAG)	低(30, 2002年)		>10,000

40





# 高效率太陽能電池



Efficiency 20.2%

Wafer thickness 42 μm

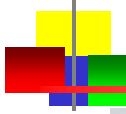




4-inch wafer with 1000 PV cells of highest efficiency

42





## 太陽能發電



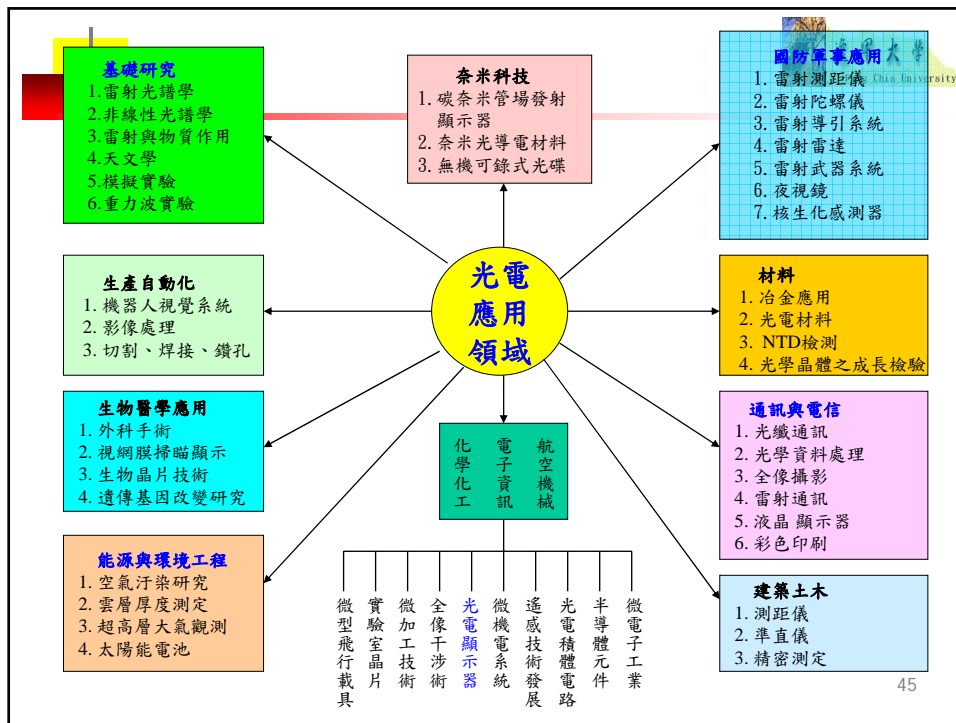
43




## 太陽能夢幻車




44





## 結語

光電即是光與電的美妙結合!



Thank you for your attention !

46