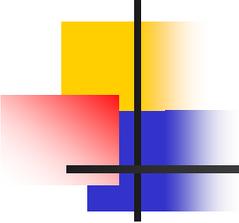


化合物半導體在生活上的應用

國立東華大學

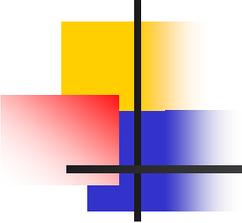
材料科學與工程學系

林育賢



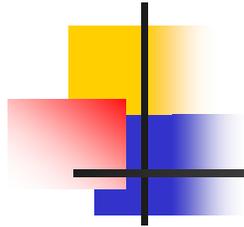
綱要

1. 前言
2. 半導體材料
 - (a) 元素
 - (b) 化合物半導體
3. 半導體製程
4. 光電元件
 - (a) 發光二極體 (LED)
 - (b) 雷射二極體 (LD)
 - (c) 太陽電池
5. 結論



一、前言

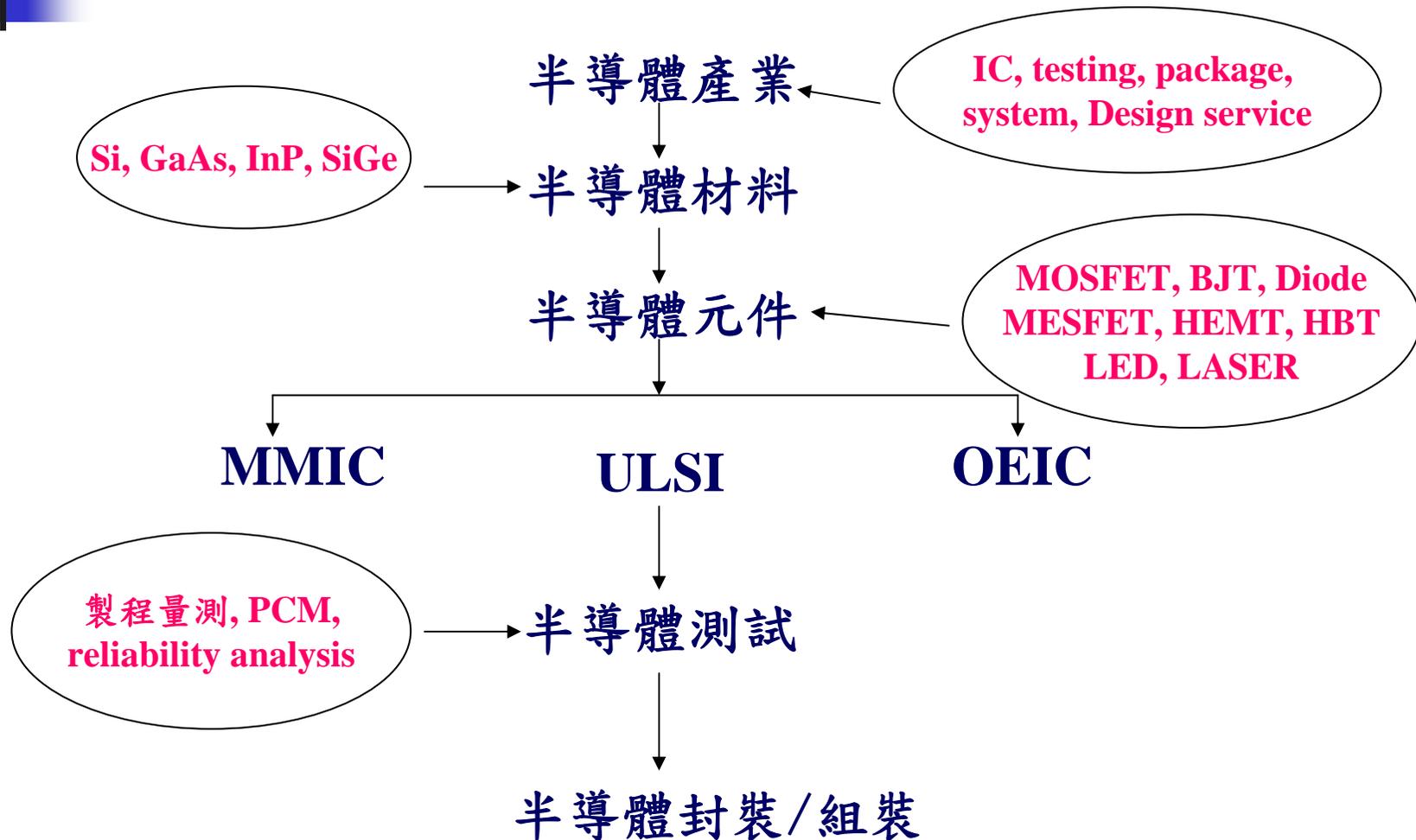
- 人類文明，在第一次工業革命以機器取代人力，使人類能充分利用地球所藏資源。
- 到第二次工業革命，由於積體電路的發明，有了電腦的輔助，使得人類能輕易將活動範圍擴展至地球每一角落，甚至外太空。
- 半導體科技是這個文明的核心技術之一。

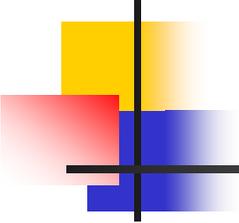


為因應世界光電科技蓬勃發展之潮流，由行政院所推動的「挑戰2008—國家重點發展計畫」中，便針對「半導體」與「影像顯示產業」兩項經濟發展重點，規劃了「兩兆雙星產業發展計畫」，在政府的政策支持下，相關廠商積極投入後，光電產業之產值已有快速成長的表現。

在本課程中，將介紹化合物半導體材料、半導體製程、元件的設計與應用應用，以使得各位同學，能對光電半導體領域有初步的認識。

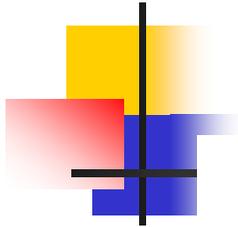
半導體產業





一、半導體材料

- 半導體材料的種類？
- 化合物半導體材料之磊晶設備？
- 什麼是半導體？



元素週期表

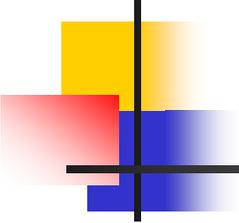
Periodic Table of the Elements

	IA															0		
1	1 H	IIA															2 He	
2	3 Li	4 Be										5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII	IB	IIB		13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	*57 La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	+89 Ac	104 Rf	105 Ha	106 Sg	107 Ns	108 Hs	109 Mt	110	111	112	113					

* Lanthanide Series

+ Actinide Series

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr



半導體材料

• 元素: Si (矽), Ge (鍺)

III	IV	V
B	C	N
Al	Si	P
Ga	Ge	As
In	Sn	Sb

• 二元化合物

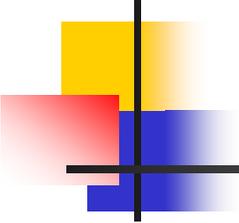
GaAs (砷化鎵), InP (磷化銦), GaN (氮化鎵),
GaSb, InAs, AlAs, AlP

• 三元化合物

AlGaAs, InGaAs, InGaP, AlGaP, InAlAs,
GaAsSb

• 四元化合物

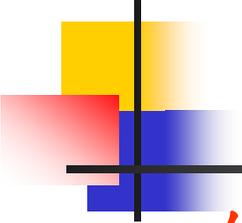
InGaAsP, AlGaAsP, InAlGaAs, AlInGaP



半導體材料之種類

■ 元素半導體

- Ge:最早之半導體材料
 - 能隙小,漏電流大
- Si:目前應用最廣之半導體
 - 地表含量多
 - 純度高
 - 製程技術成熟
 - 發光效率差
 - 操作頻率低
 - high substrate loss



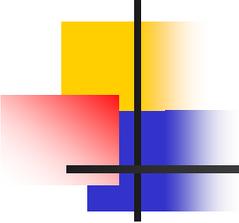
半導體材料之種類

■ 化合物半導體

- 磊晶價格昂貴
- 晶片面積小
- 發光效率高
- 操作頻率高
- 多層結構應用
- 附加價值高
- III-V化合物
 - GaAs, InP, AlGaAs, GaInP, InGaAs, AlGaInP, GaSb, InSb, InAs, GaP
- II-VI化合物
 - ZnSe, ZnS, ZnTe, CdS, CdTe, HgCdTe

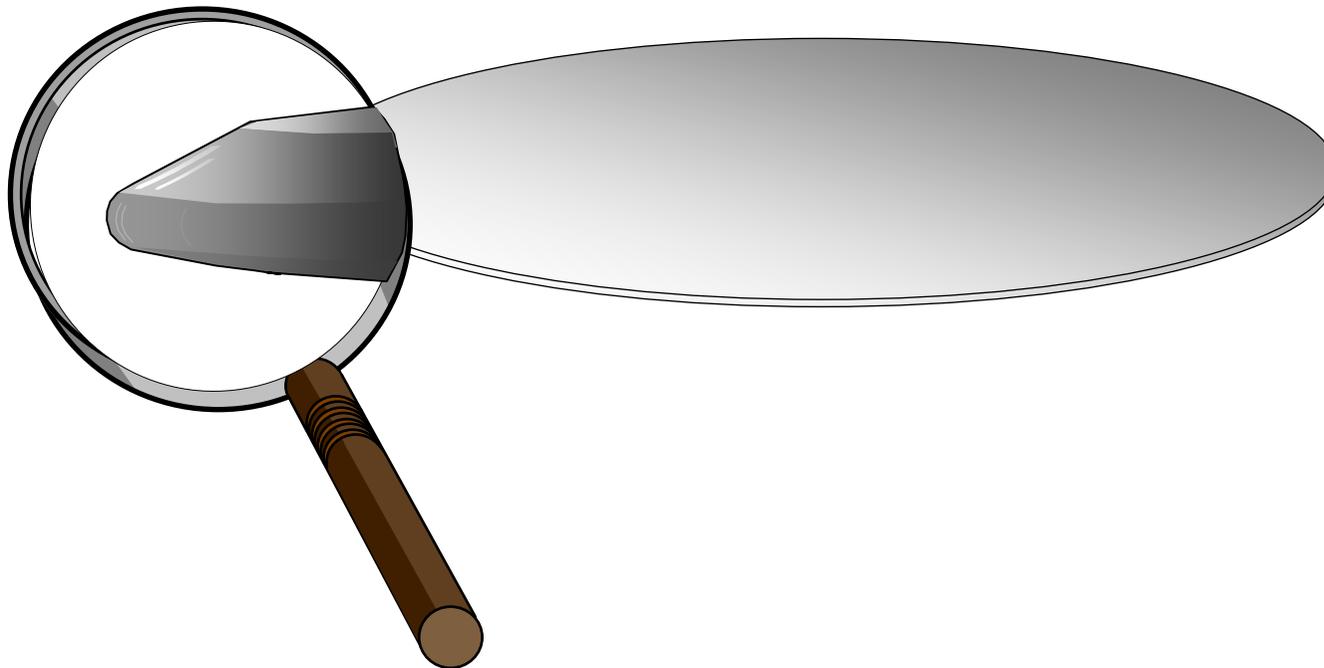
■ SiGe: 新的高頻元件材料

- 操作速度快
- 使用矽基板
- 發光效率差
- 晶格應力大



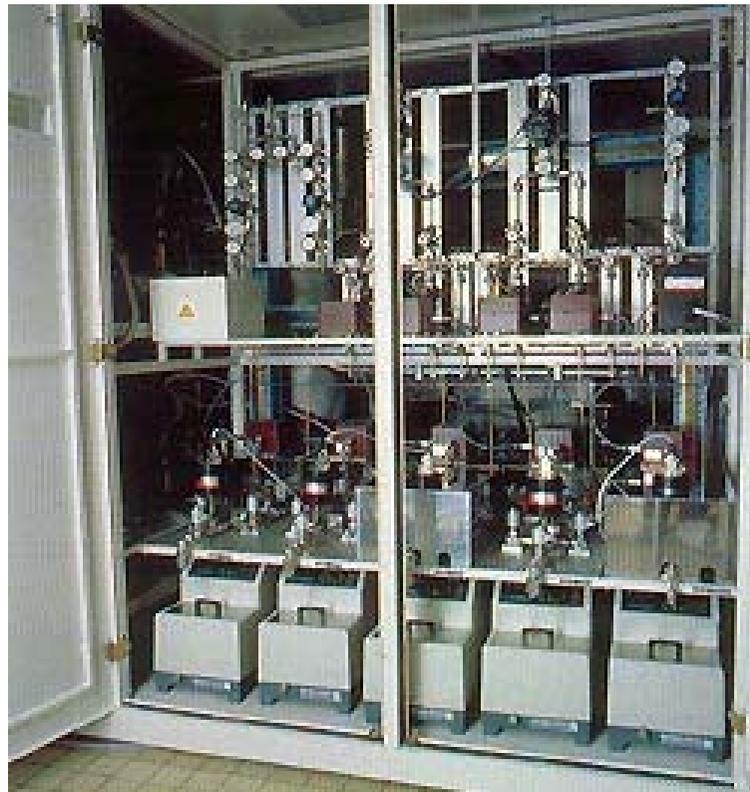
拋光後的晶圓邊緣

甚麼是晶圓？



化合物半導體材料之磊晶設備

Metal-Organic Chemical Vapor Deposition (MOCVD)
有機金屬化學汽相沈積系統



三、半導體製程

半導體廠的無塵室



(Photograph courtesy of Advanced Micro Devices, main fab corridor)

穿著無塵衣之技術員

無塵室服裝系統必須發揮下列各項指標功用：

- 服裝內之所有污染物必須完全隔離於無塵室
- 不得釋放微粒
- 不得存在靜電荷
- 不得排放化學性或生物性碎渣



(Photo courtesy of International SEMATECH)

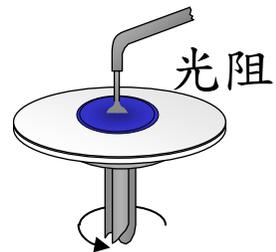
晶圓廠的技術人員



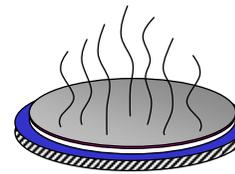
微影之步驟



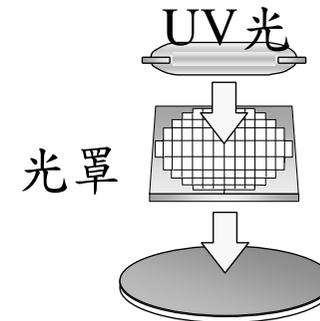
1) 氣相塗底



2) 旋轉塗佈



3) 軟烤



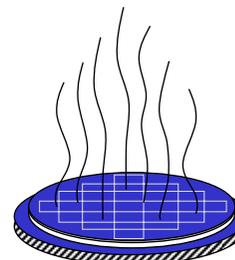
4) 對準及曝光



5) 曝光後烘烤



6) 顯影



7) 硬烤



8) 顯影後檢視

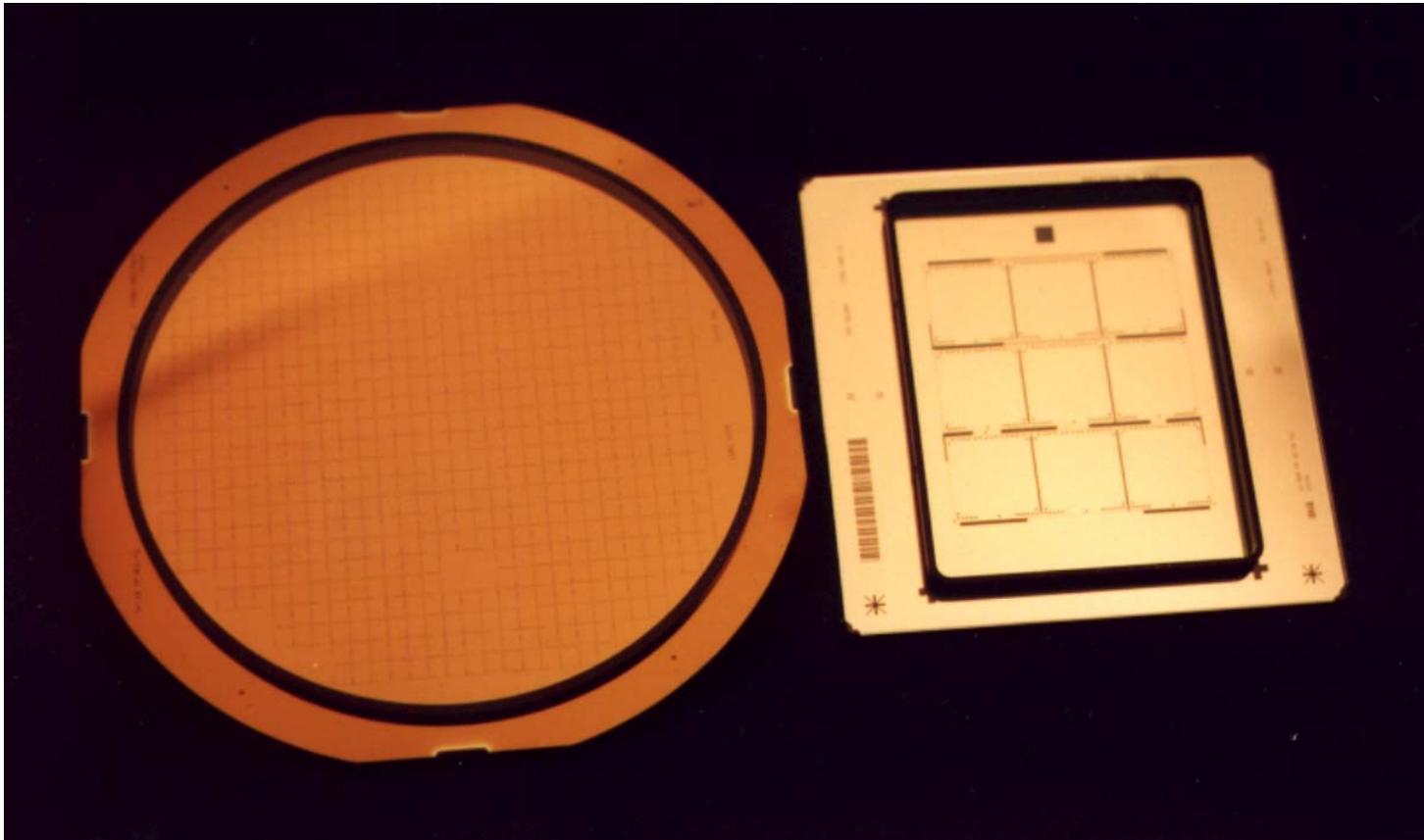
微影工作站

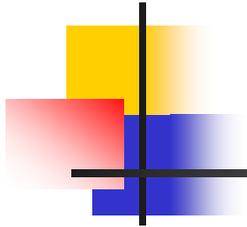


微影的標線板和光罩

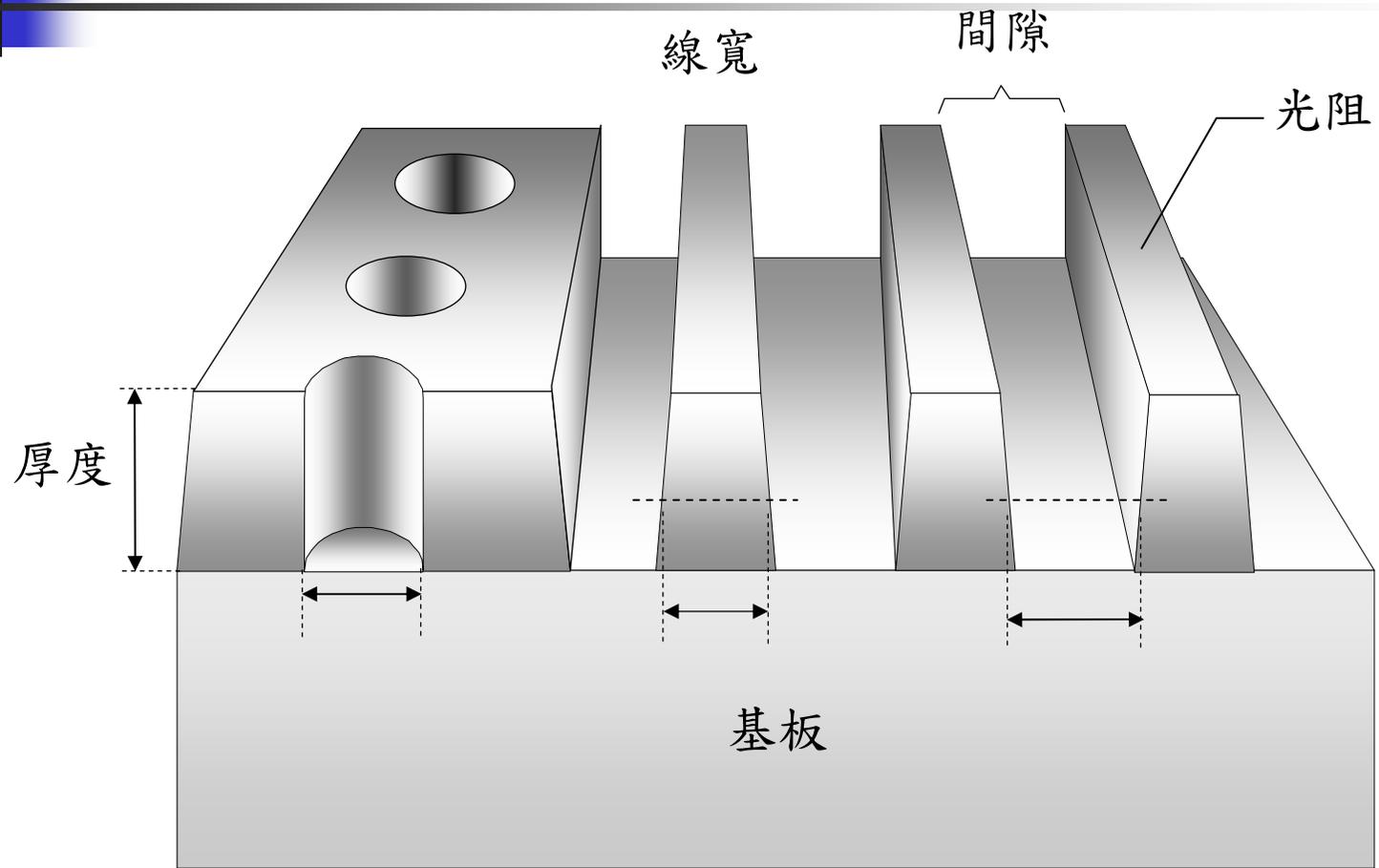
1:1 光罩

4:1 標線板

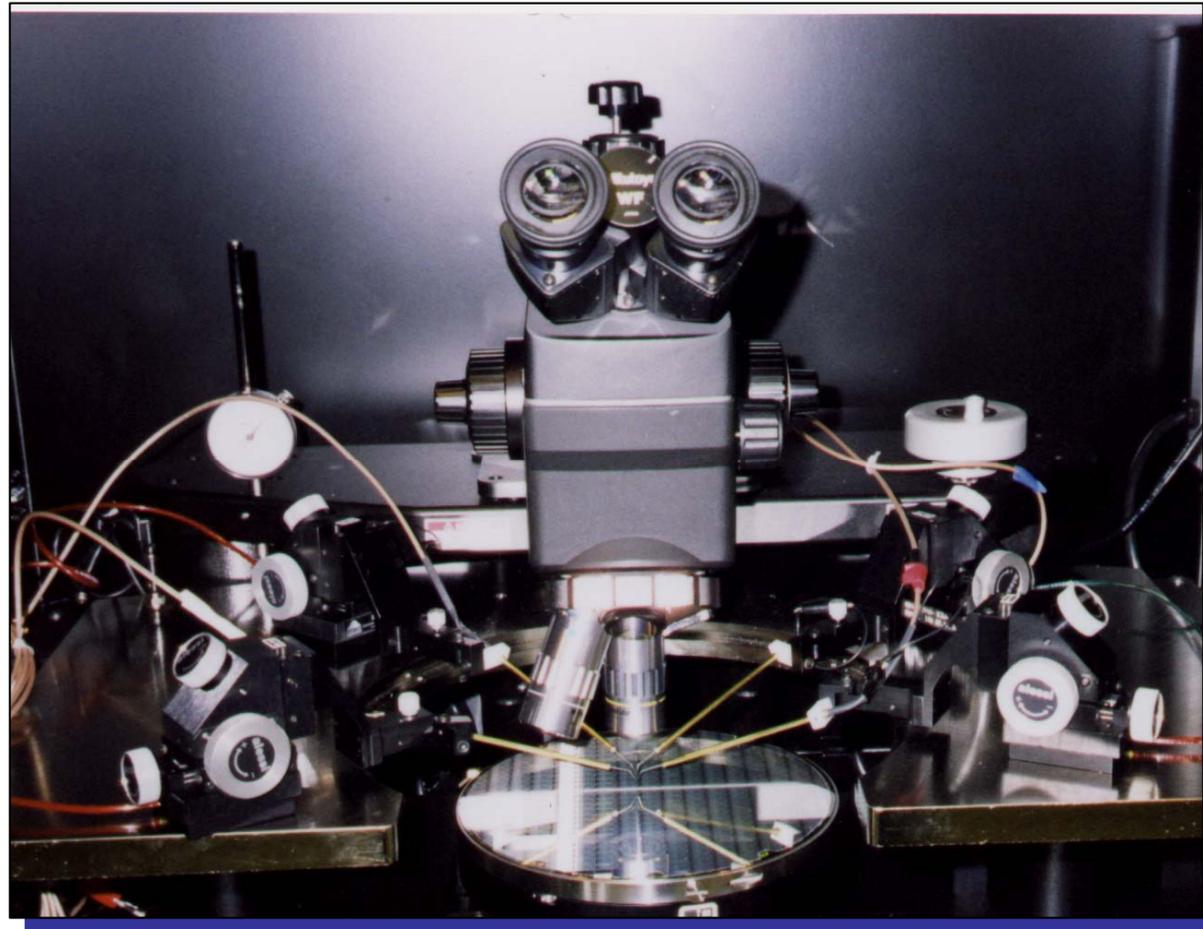


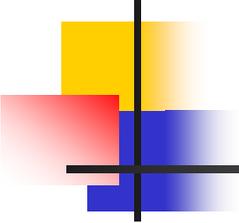


光阻之三維圖案



探針之電特性測量





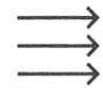
四、光電元件

光電元件種類：

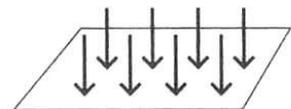
- (1) 發光二極體
- (2) 雷射二極體
- (3) 太陽電池

照明用語

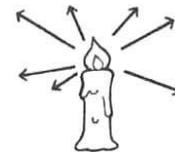
光通量，又稱光束，表示光的能量

 光通量 (lm)

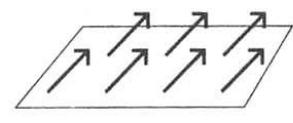
照度，表示受光面的受光密度

 $\frac{\text{光通量}}{\text{面積}}$ (lm/m²=lx)

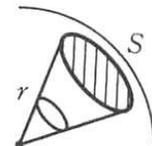
發光強度，表示點光源的明亮度

 $\frac{\text{光通量}}{\text{立體角}}$ (lm/sr=cd)

輝度，表示面光源的明亮度

 $\frac{\text{發光強度}}{\text{面積}}$ (cd/m²)

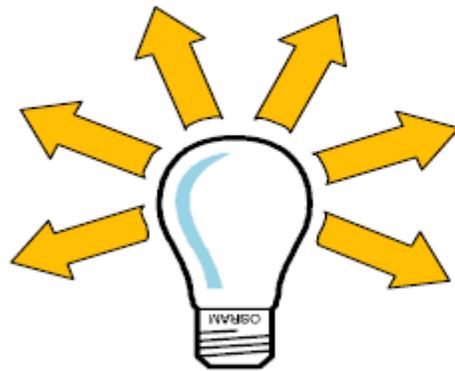
立體角為球的表面積除以半徑平方

 $\text{立體角} = \frac{S}{r^2}$ (sr)

資料摘自：漫畫建築物理環境，原口秀昭

光通量 – Luminous Flux

總光通量用於測量一個非方向性的光源，在任意時刻，任意方向上輸出可見光的總和。



光通量

是指光源輸出可見光的總和。

單位: 流明 (lumen, lm)

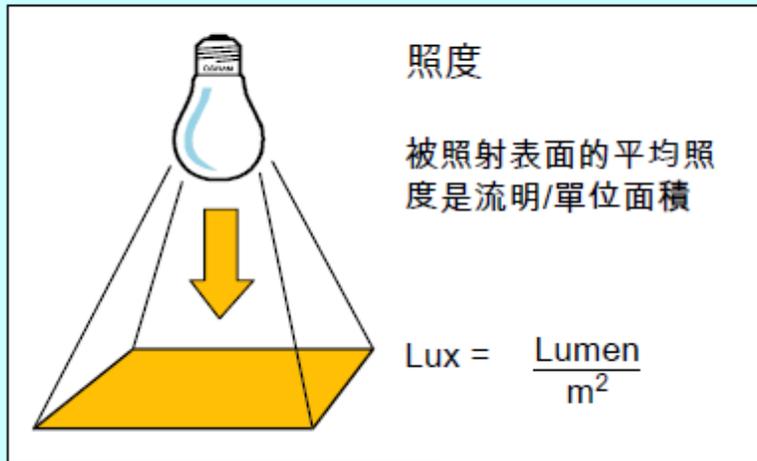
光通量數值越高，表示光源越光亮

照度 – Illuminance

測量單位: 勒克斯 (lux)

照度是指落在單位面積上光通量的多少。

它受到光源與被照射表面的距離影響。當1流明的光線均勻地分佈在1平方米的被照面積時，就產生了1勒克斯的照度。



賣場或室內空間被照面
照度越高，視覺感覺就越清楚，才會吸引消費者注意力

自然光的照度大約如下：

100000lx 晴天的陽光直射下

10000lx 晴天時背陰處

20lx 晴天時室內角落

0.2lx 月夜

一般辦公室和起居室要求的照度 **150lx~300lx**

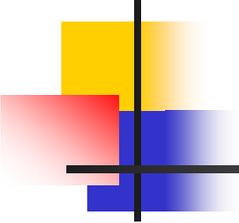
閱讀時所需之照明照度則為**500~600Lx**

輝度 – luminance

測量單位: 坎德拉/平方米, cd/m²

輝度(L)是指光源或者反射面單位面積上發出**對人眼視覺的光強度**





照度與輝度的差異

輝度

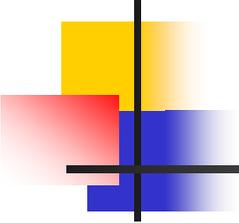
輝度意指光源體在某一方向上，每單位投影面積所發出的光度。

輝度是用來評估光源或發光點的光亮與刺眼程度，光源產生的輝度也越高，眼睛感覺越刺眼。故輝度是用來評估發光體對眼睛之刺激程度。

照度則是用來測量亮度的單位。

至於照度則是代表物體或被照面上被光源照射所呈現的光亮程度，單位為每平方公尺的平均流明數(lumen/m²)，簡稱為勒克斯(lux)或米燭光。當被照面物體的照度越高，則越容易被辨識。

(360° DIGITIMES)



演色性 (Color rendering index)

白熾燈與鹵素燈	Ra=100
螢光燈	Ra=65~85
高壓氣體放電燈	Ra=20~90
固態光源 LED	Ra=60~85

演色性指數為物件在某光源照射下顯示之顏色與其在參照光源(太陽光)照射下之顏色兩者之相對差異。

演色性指數Ra值越低，所呈現之顏色越失真。

演色性比較



Ra : 60



Ra : 80



Ra : 90

色溫

- 單位：絕對溫度(Kelvin, K)
- 光源色溫被定義為與其具有相同光色之"標準黑體 (black body radiator)" 本身之絕對溫度值。

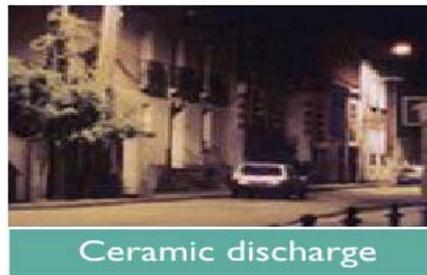


4100 K



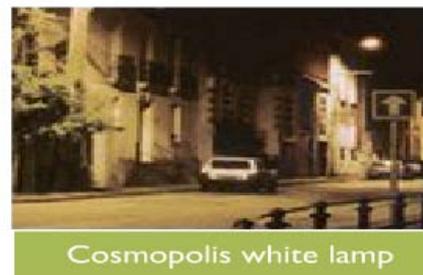
Mercury
Neutral white

3000 K



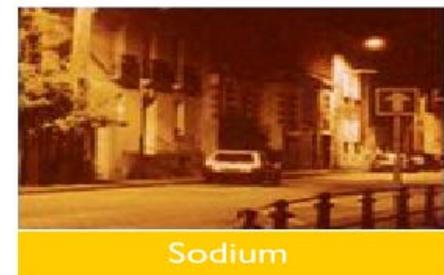
Ceramic discharge
"Crisp" warm

2800 K



Cosmopolis white lamp
"Cosy" warm

1950 K



Sodium
"Functional" orange

(Philips Electronics)

光源色温



Colour appearance = Colour temperature

Unit : Kelvin (K)
0°C = 273 K

Indicates appearance of light (not the objects)



10 000 K

6000 K

5000 K

2000 K



sky

Light of the North



Sun in the Zenith

Daylight



In the afternoon

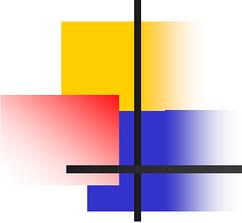
Sunlight



Twilight

Sunset

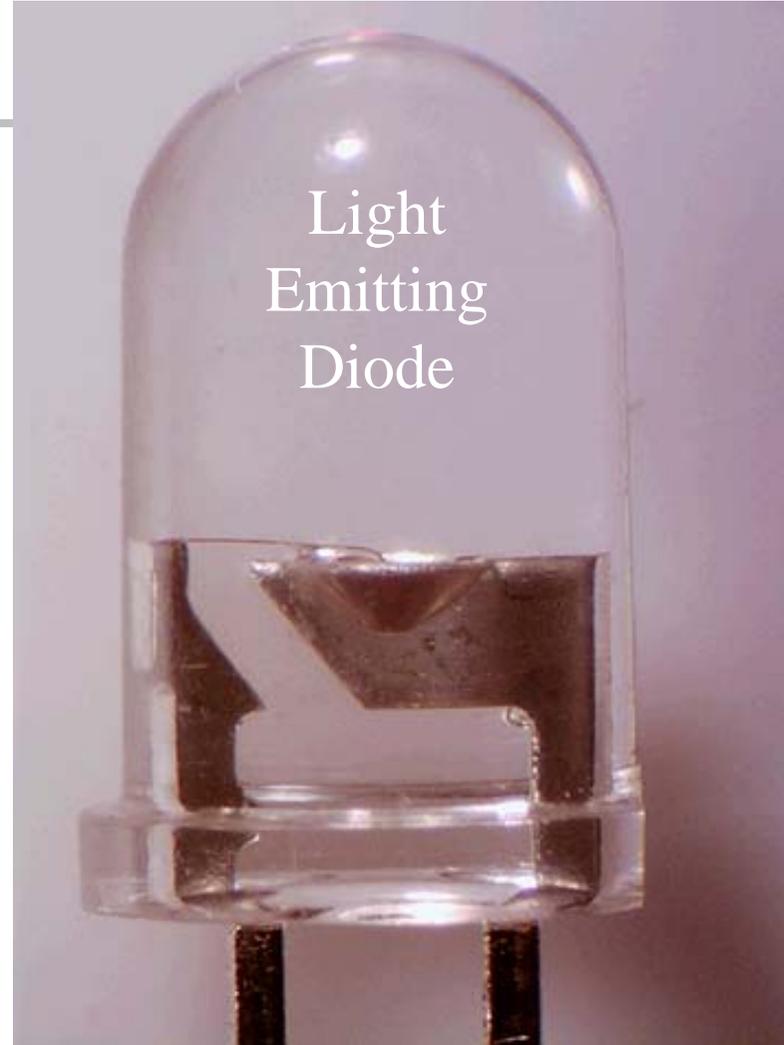
(Philips Electronics)

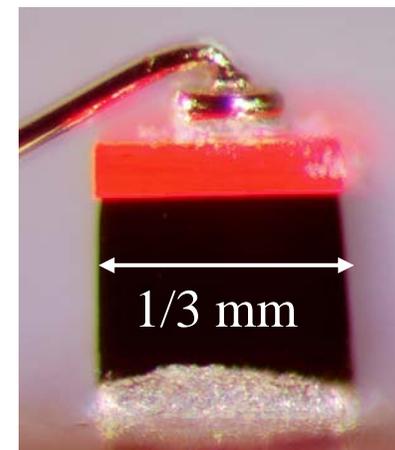
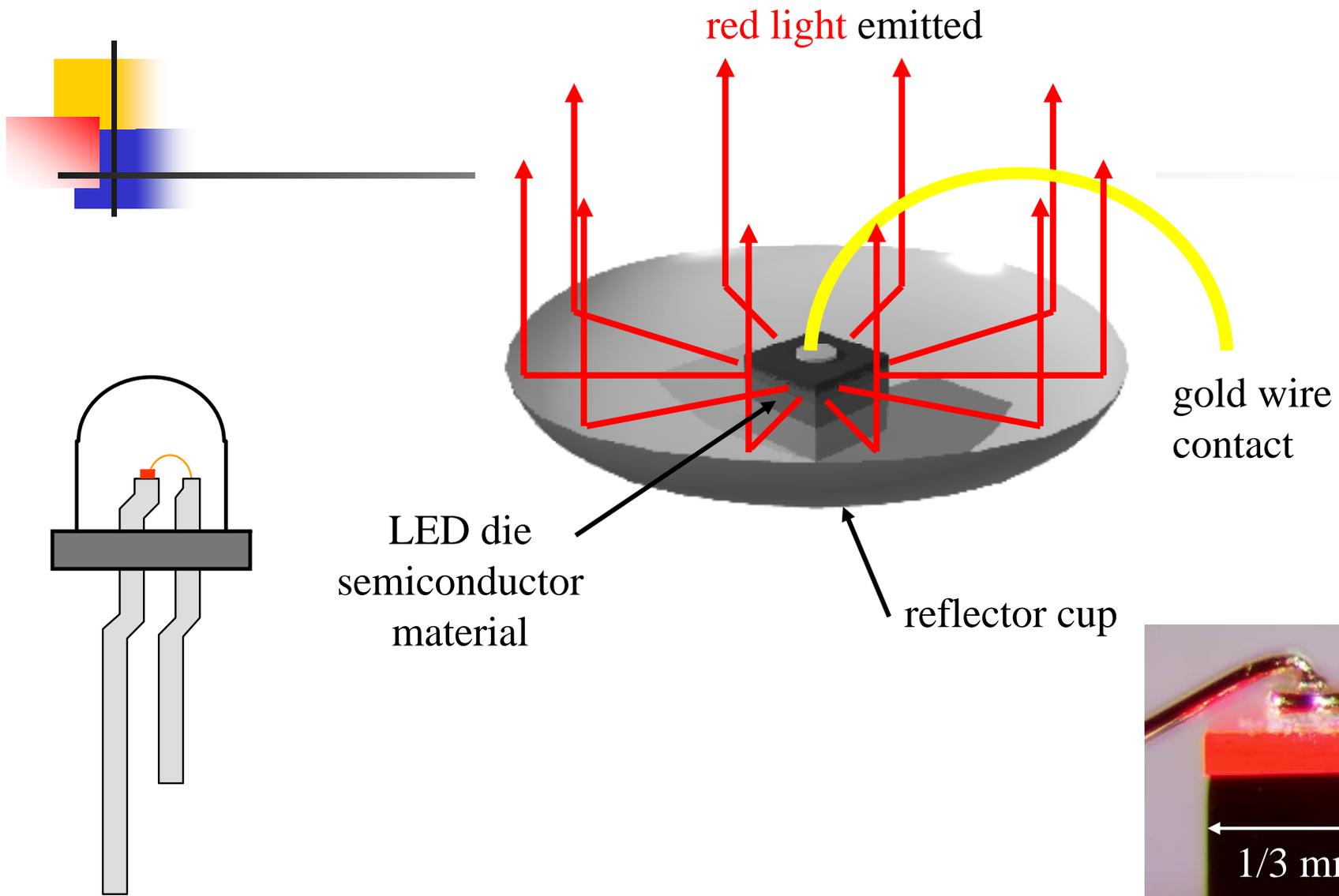


LED較傳統光源的照明優勢

1. 有許多小型且不同尺寸可供設計選擇。
2. 可承受高衝擊力。
3. 低的功率損失。
4. 亮度衰減較緩慢。
5. 極長的使用壽命，約5萬至10萬小時。
6. 低耗電量。
7. 全系列發光顏色皆有生產(由藍色460 nm 至 暗紅色660 nm)。
8. 白色照明光源。
9. 提供高功率使用與高亮度產品。
10. 利用紅、綠、藍3原色晶片封裝技術製作單顆全彩機種(three in one)

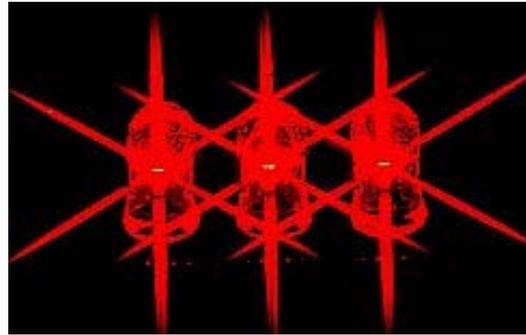
New Lamps for Old



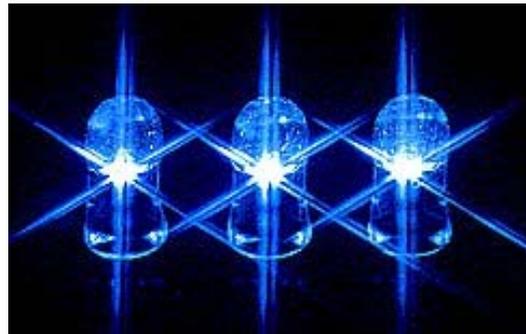


發光二極體

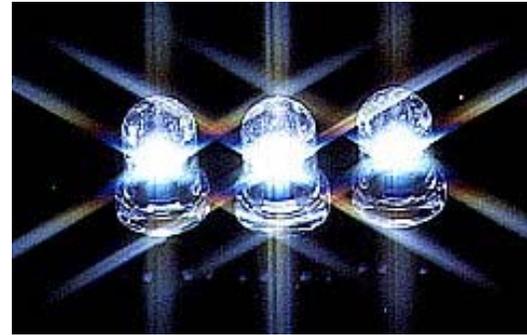
紅光 LED



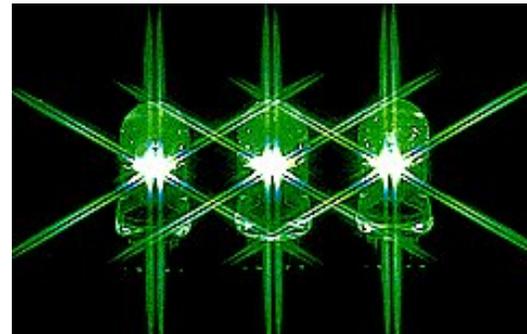
藍光 LED

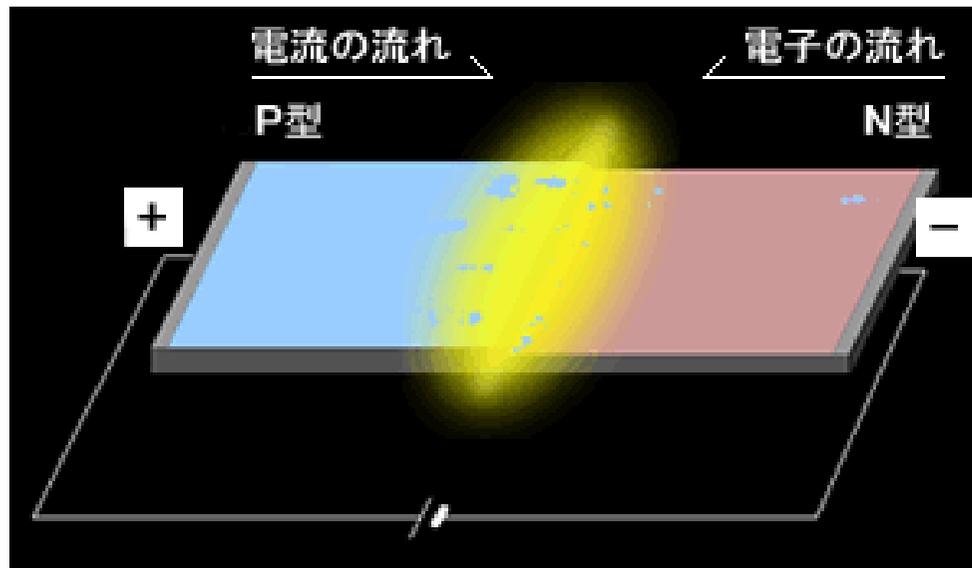
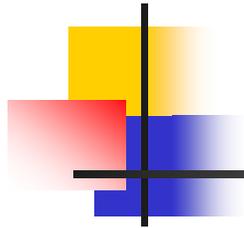


白光 LED



綠光 LED



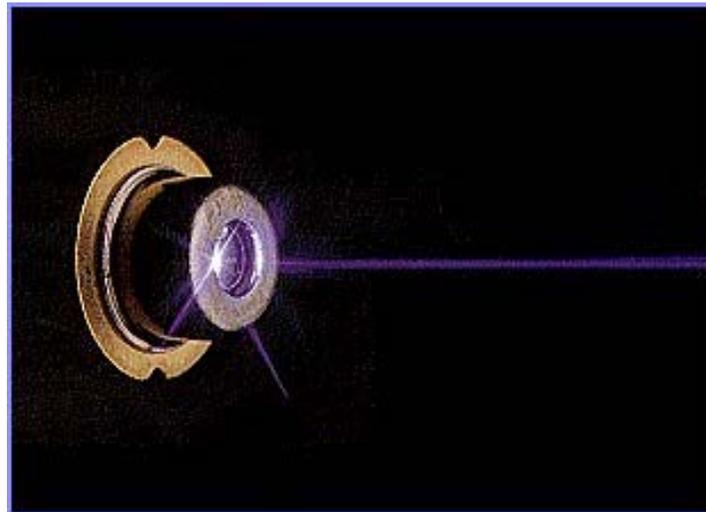


LED 在順向偏壓下，電子在接合面流動時，會在電子-電洞復合的過程中發光

雷射(LASER)

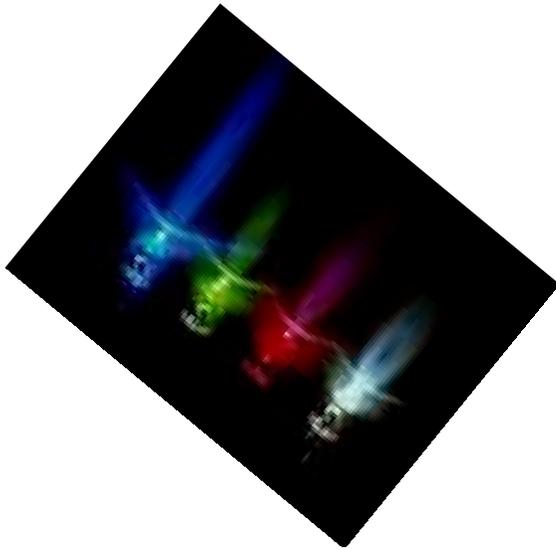
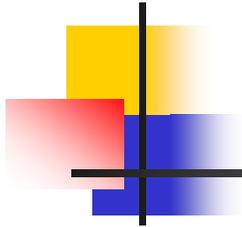
Light **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation

Blue Laser Diode
(藍光雷射二極體)

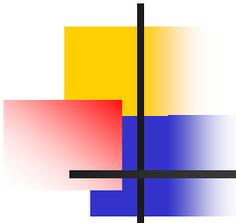


Nichia

LEDs

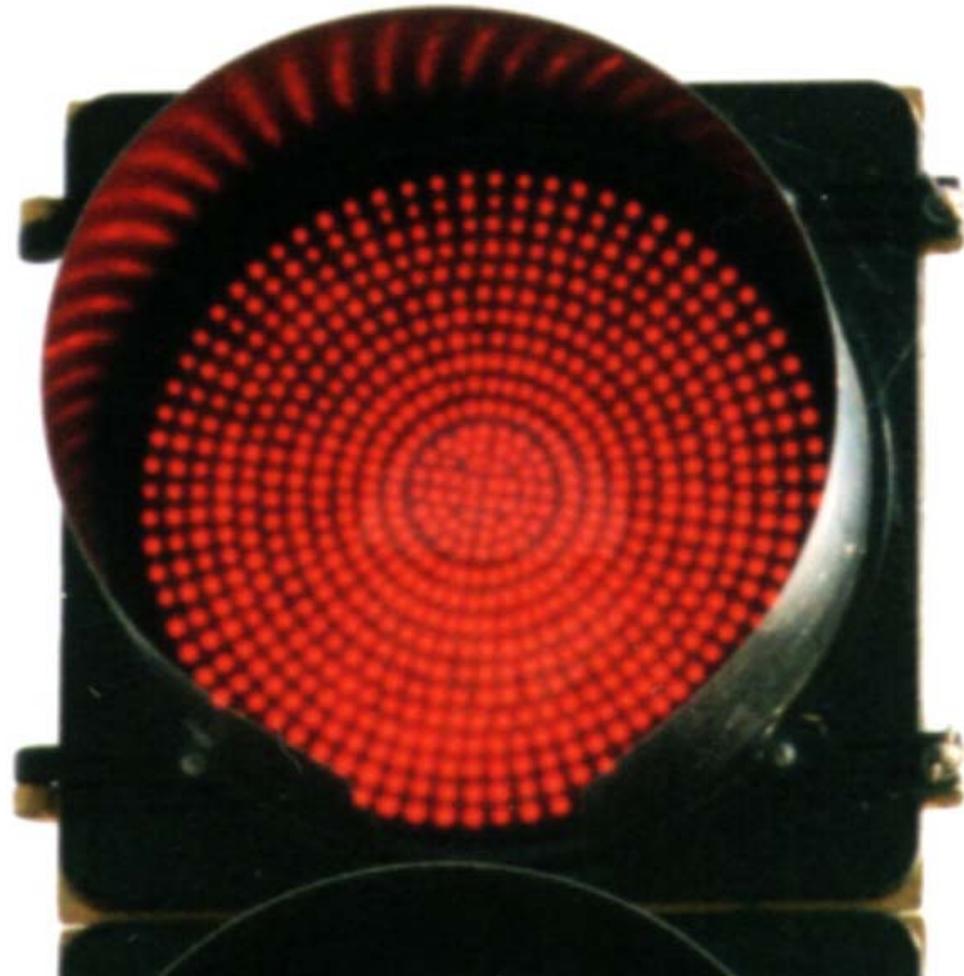
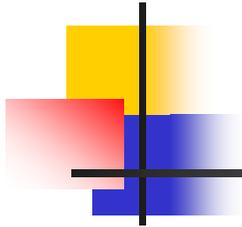


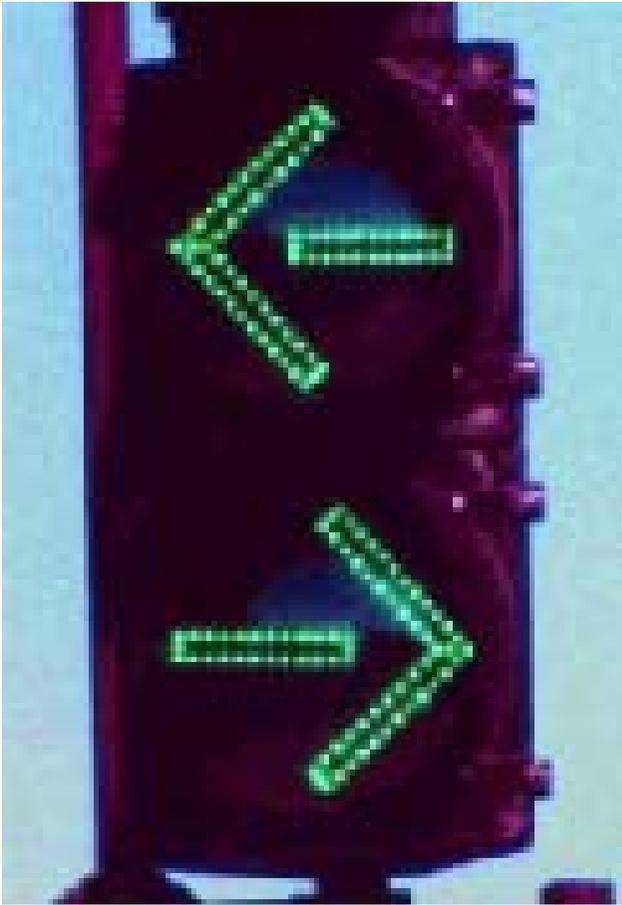
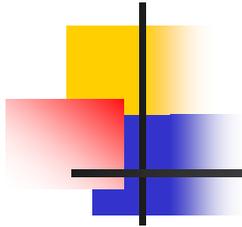
LEDs

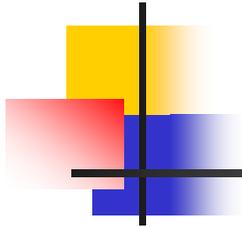


LEDs

Traffic Light (交通號誌)







LEDs

Mobile Phone (行動電話、手機)



LEDs

Full Color Display (全彩顯示器)





LED Globe



LED 電視

2007年才由三星電子率先推出全球第一臺商用的使用LED背光源的70英寸電視，正式拉開了LED電視進入市場的序幕。



LED電視屏幕的亮度可以隨著畫面的亮度進行主動調節，相比液晶(LCD)電視有效節能可以達到30%以上，且完全不含鉛和汞等有毒有害物質，是真正的綠色環保光源。

2009-04

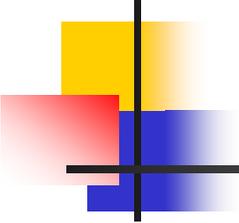
薄如手指



LED 電視

LED光源不僅使**電視厚度和重量均實現大幅度減少**，同時還擁有**更高的可靠性和穩定性**。如果按每天開機五小時計算，一臺LED電視可以使用將近**55年**。由于採用了比熒光燈體積更小的半導體，LED電視較液晶電視的另一個特點還在于**超薄**。三星日前全球同步上市的LED電視新品，甚至做到了如手指般的**2.99厘米超薄機身**。

三星日前全球同步上市的LED電視新品，做到了如手指般的**2.99公分超薄機身**。

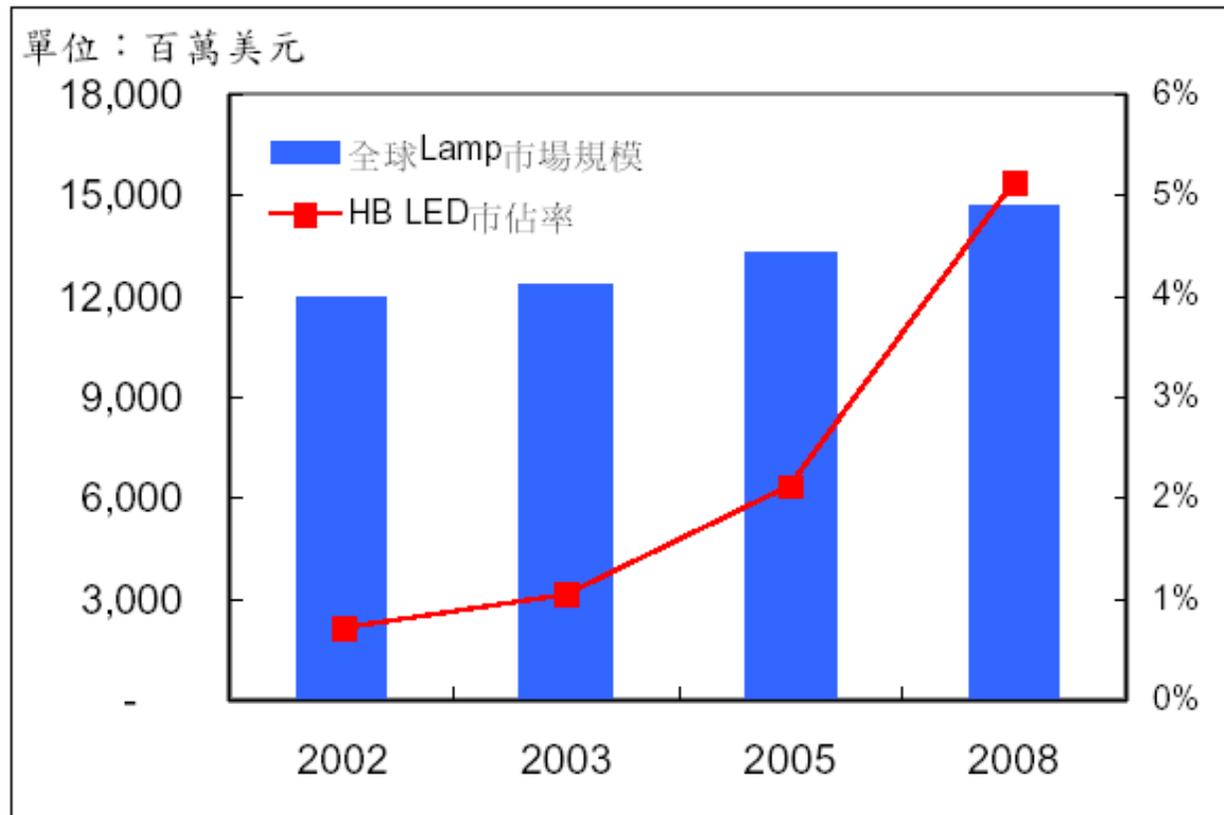


LED 電視

液晶電視的運動圖像有拖尾現象。而採用LED技術的平板電視則很好改善了這些缺點，從畫面穩定性以及色域寬廣度來看，其畫面顯示都有著獨到的優勢。

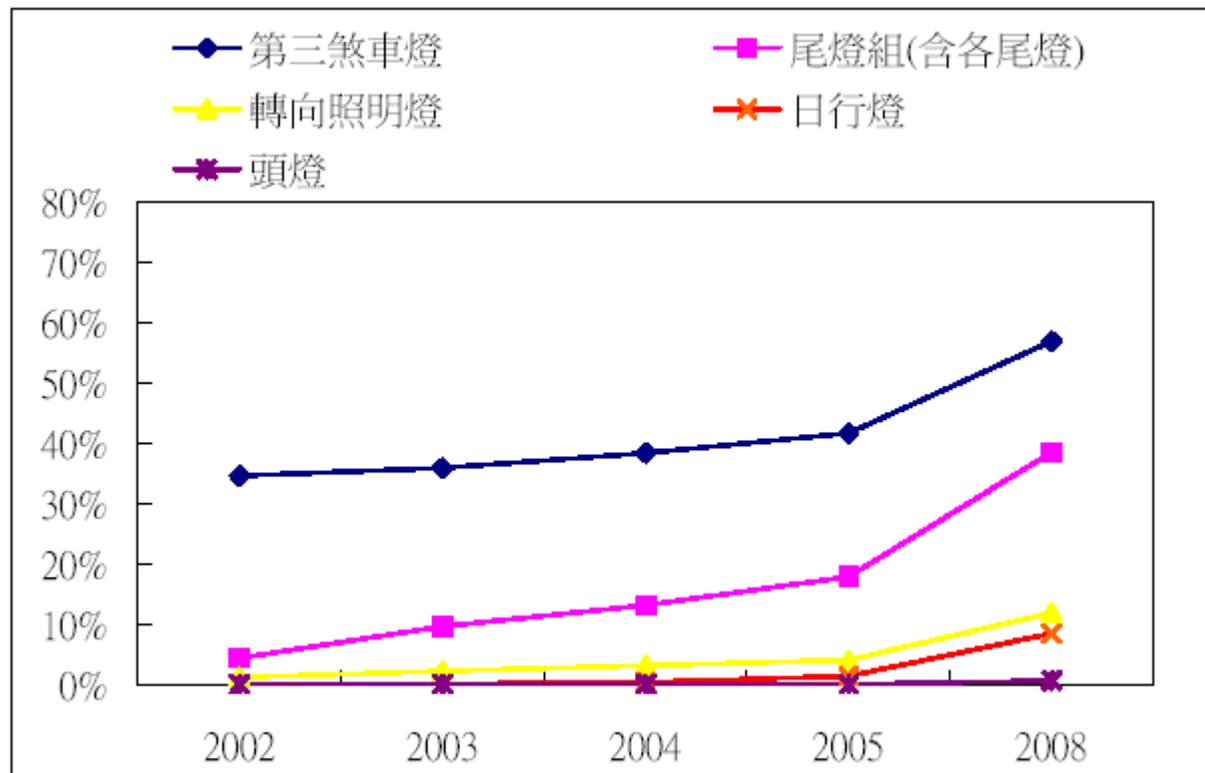
目前的缺點：價高不敵液晶

LED市場規模



資料來源：工研院 IEK(2004)

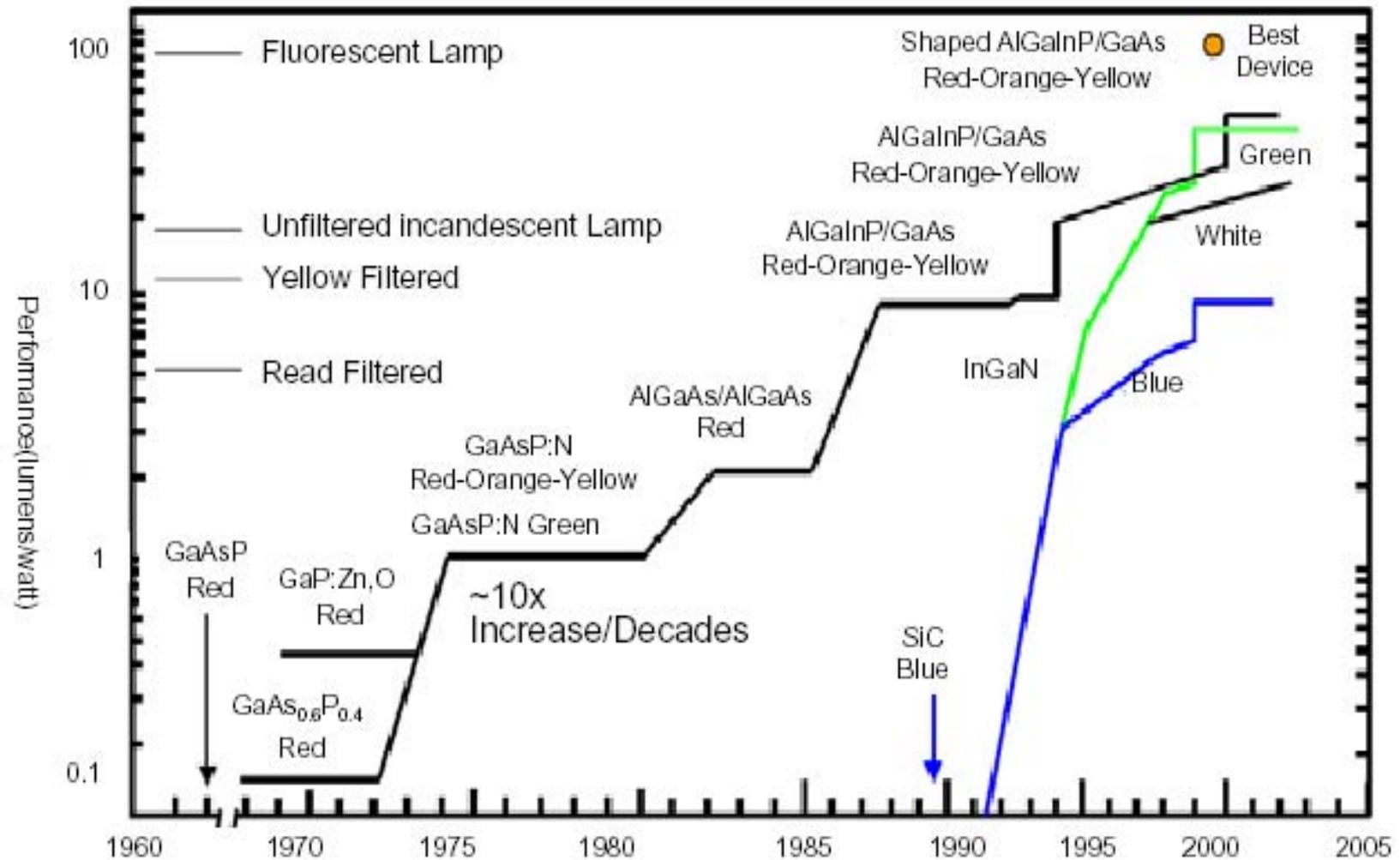
高亮度發光二極體於車外光源應用比例



資料來源：工研院 IEK(2004)

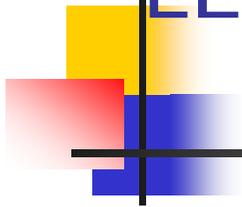
光電材料之發展

為甚麼要用氮化鎵(GaN)材料?

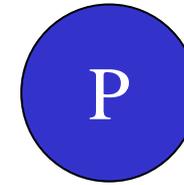
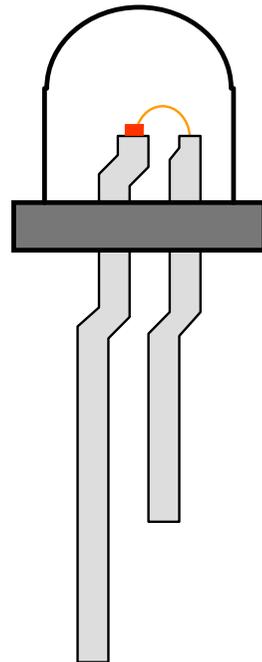


資料來源：Lumileds(2002)

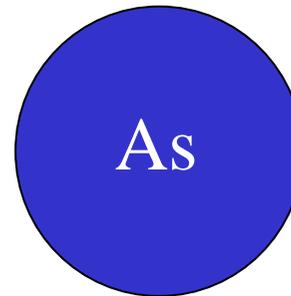
LEDs and Color



		N
Al		P
Ga	Ge	As
In		

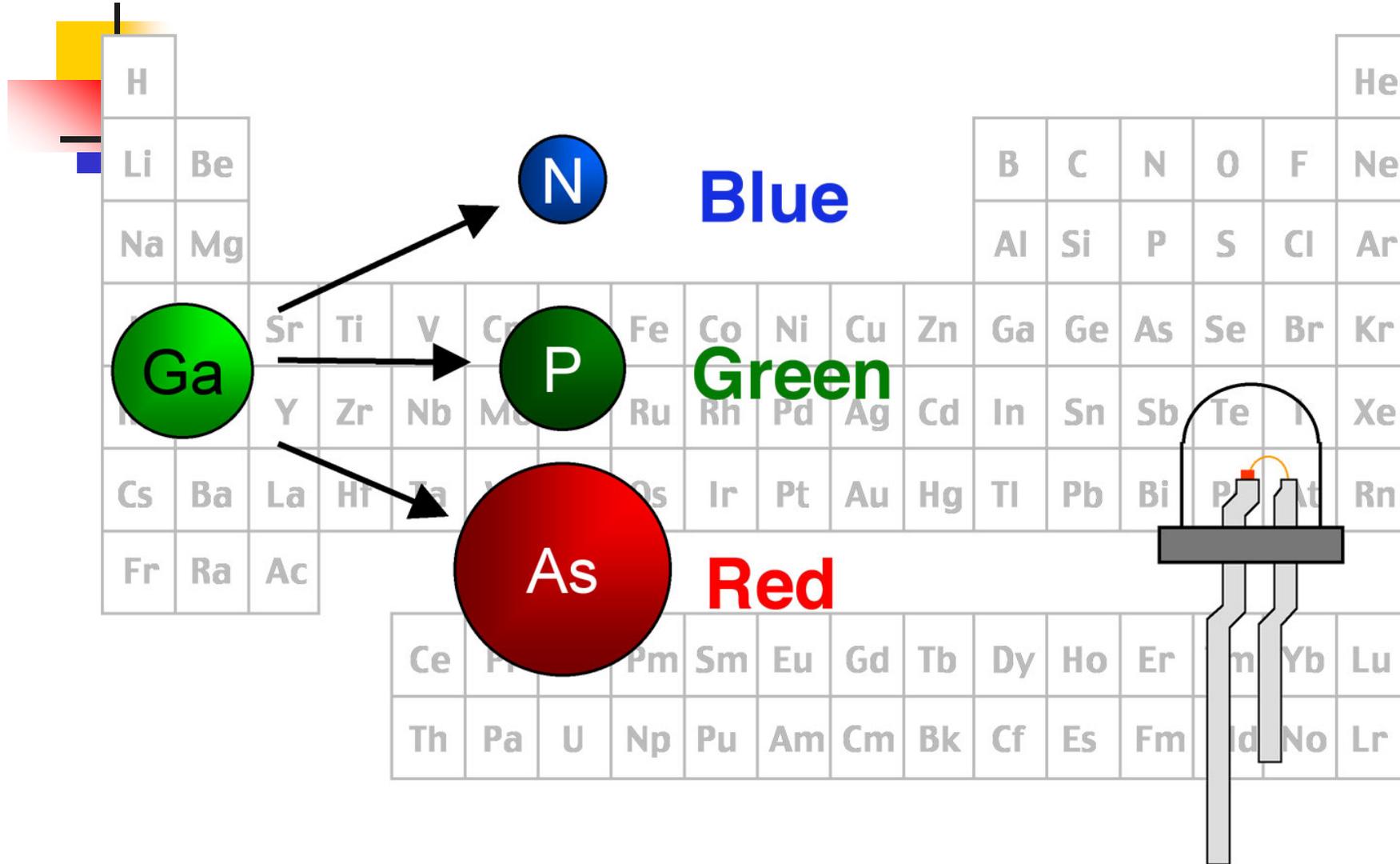


electrons held tightly

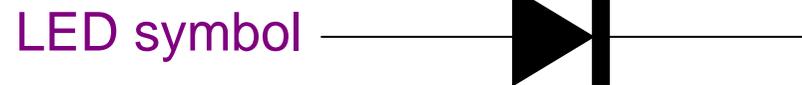
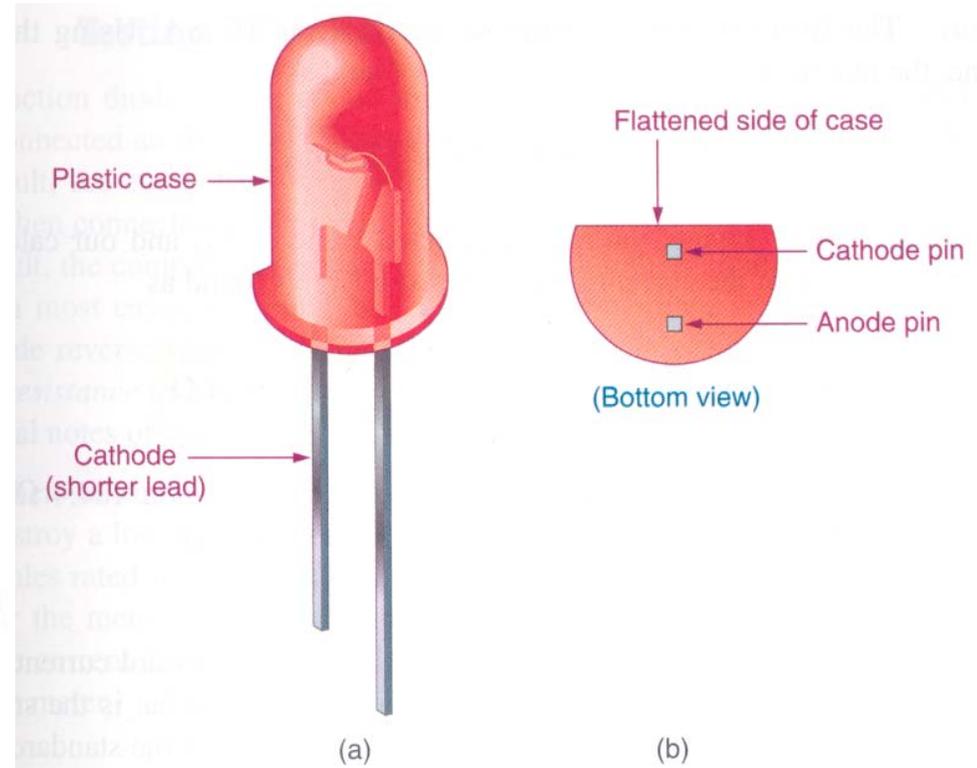
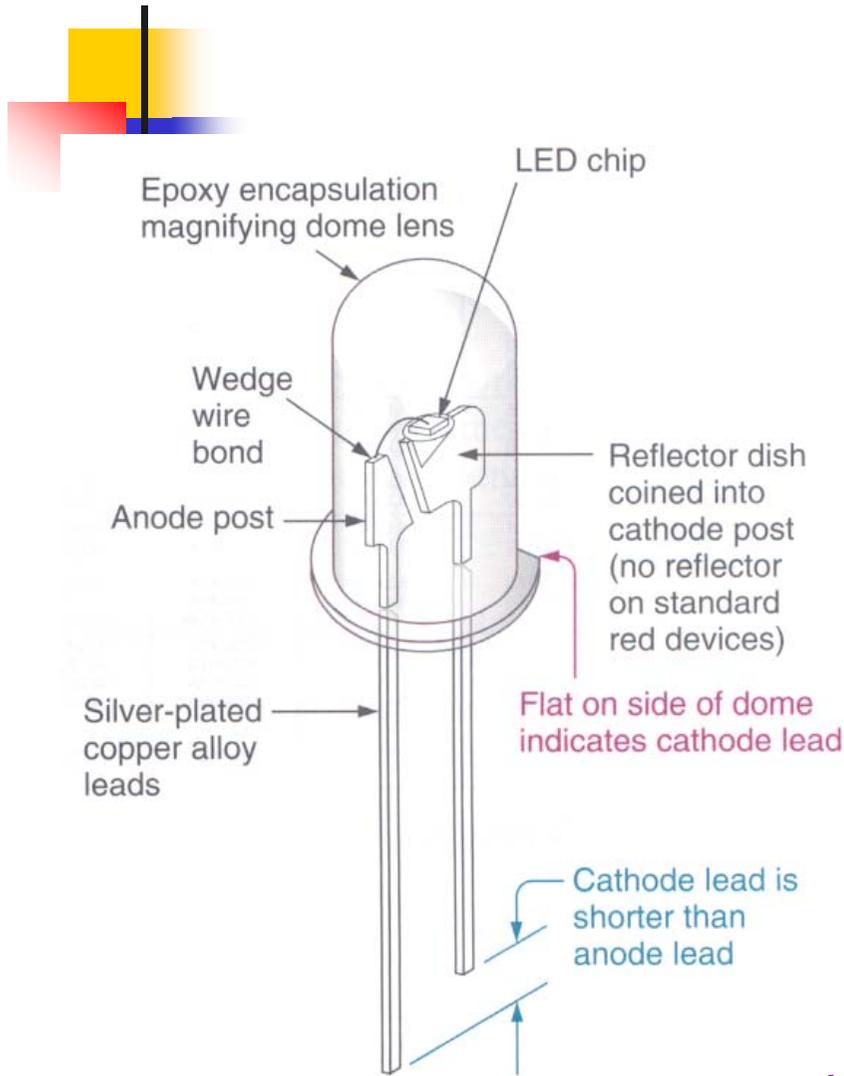


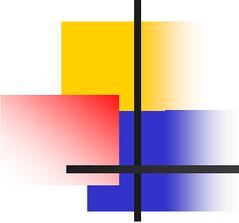
electrons held loosely

LEDs of All Colors



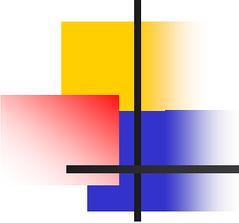
Light emitting diodes.





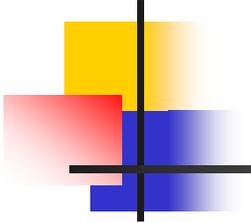
氮化鎵(GaN)材料

- 日亞公司(Nichia)宣稱成功研製藍光(波450 nm)及綠光(波長520 nm)之具有高亮度之氮化鎵(InGaN)發光二極體
- 接著在1998年底又宣佈已成功研製可連續操作的藍光雷射二極體



為何要研製藍光LED, LD?

- (1) 顯示器達到全彩化目標。
- (2) DVD影音光碟之存取密度大增。
- (3) 可做白光照明燈源以及交通號誌。
- (4) 可做短波長紫外光LED，可應用於醫療、食物處理、溫室栽培...等各類新興應用上。



發光之波長與材料能隙之關係

- $\lambda (\mu\text{m}) = 1.24/E_g (\text{eV})$

λ :wavelength (波長)

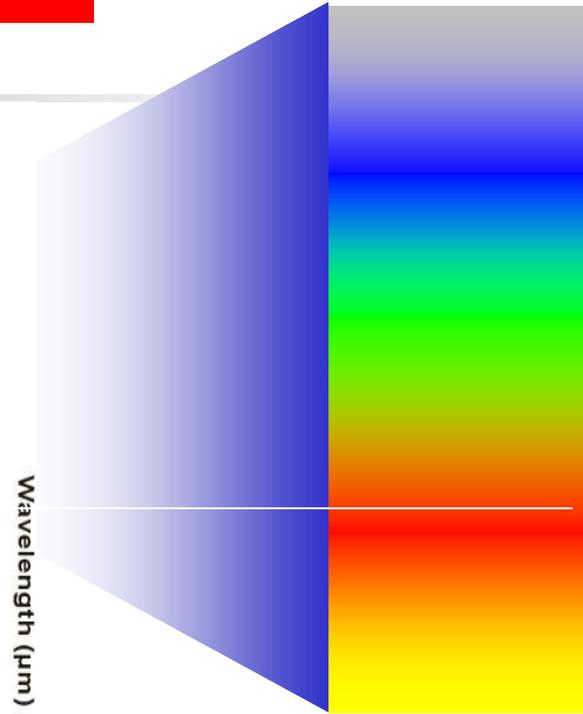
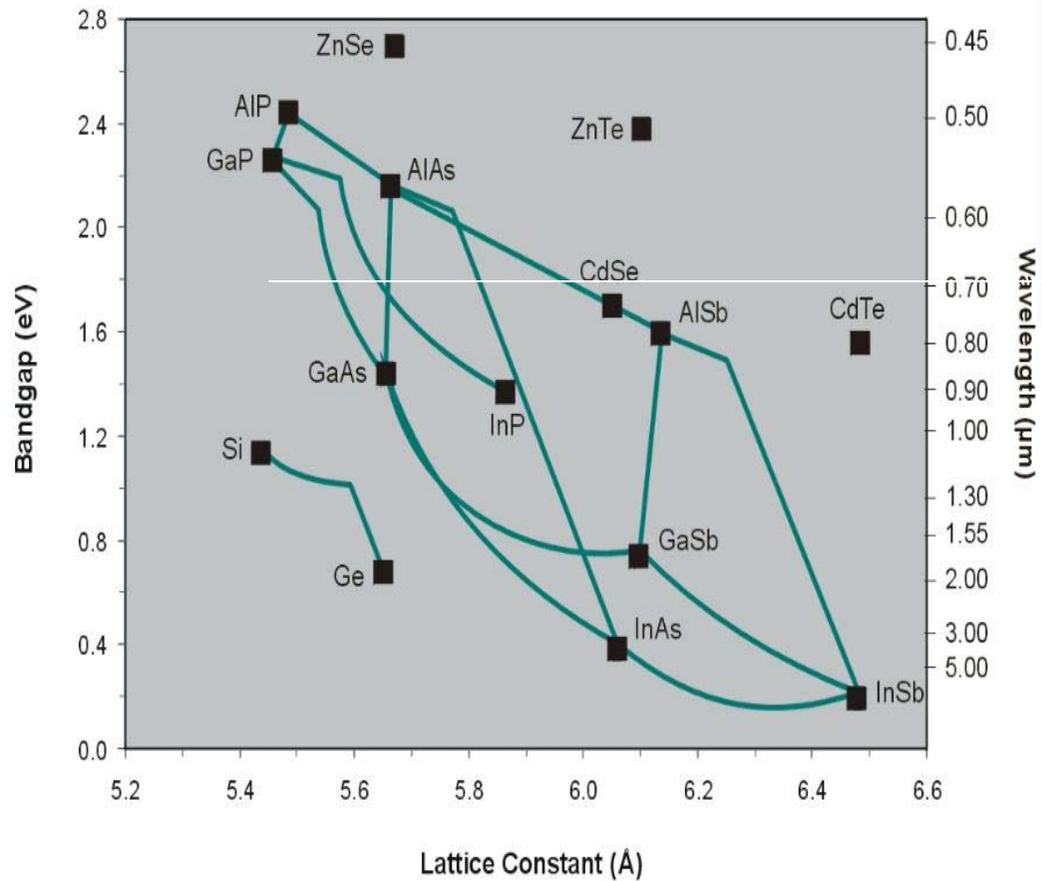
E_g :Energygap (能隙)

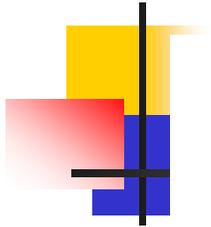
- $1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm} = 10,000 \text{ \AA}$

III-V 化合物半導體材料之能隙與發光波長之關係

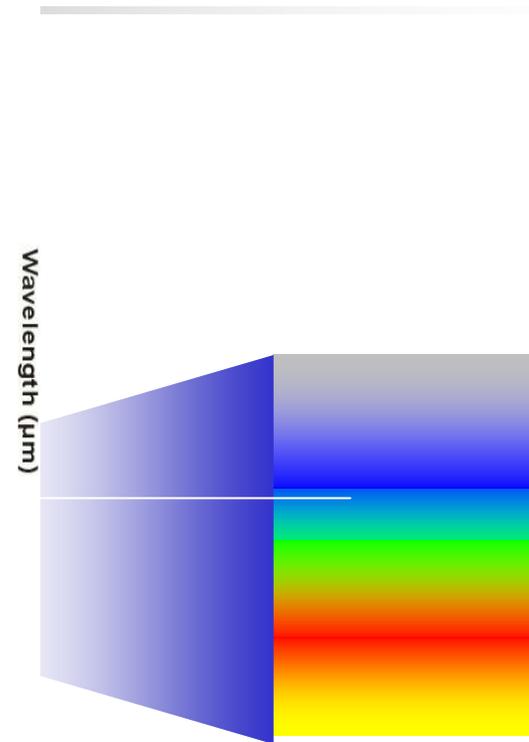
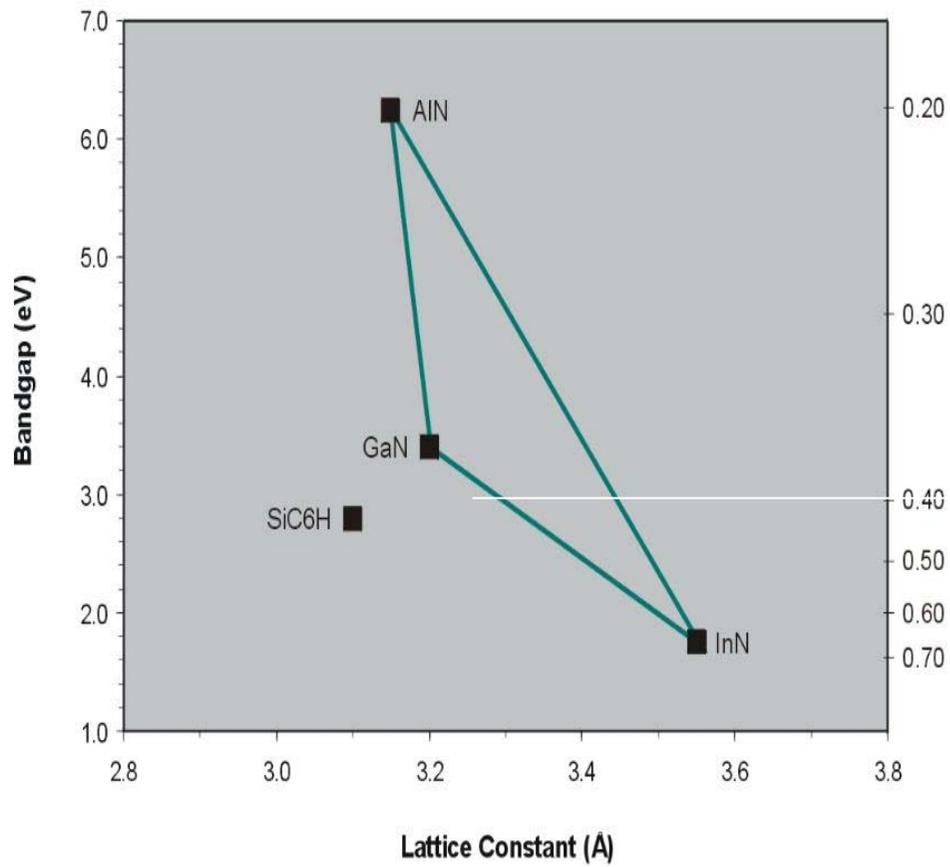
材料與參數	GaN	In _{0.14} Ga _{0.86} N	In _{0.24} Ga _{0.76} N	GaP	GaAs	InP
E _g (eV)	3.4	3.1	2.8	2.26	1.43	1.35
λ (nm)	365	400	445	548	867	918
顏色	紫外	淺藍	藍	綠	紅外	紅外

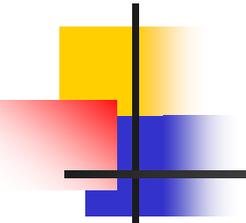
Materials: Colors of LEDs



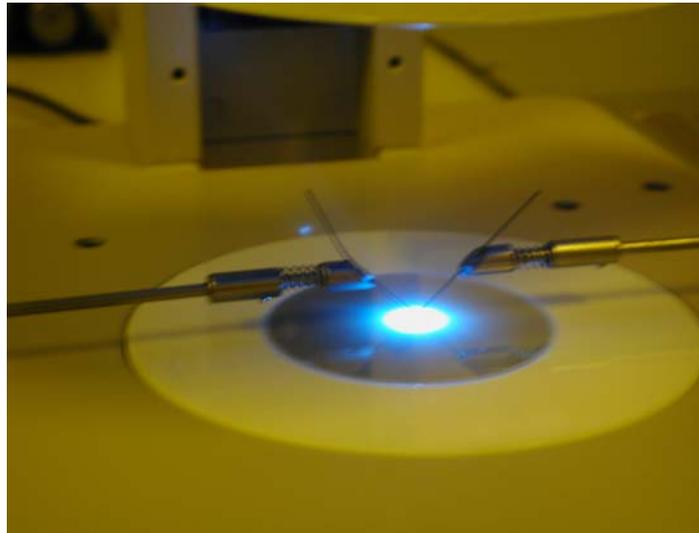


Materials: Colors of LEDs

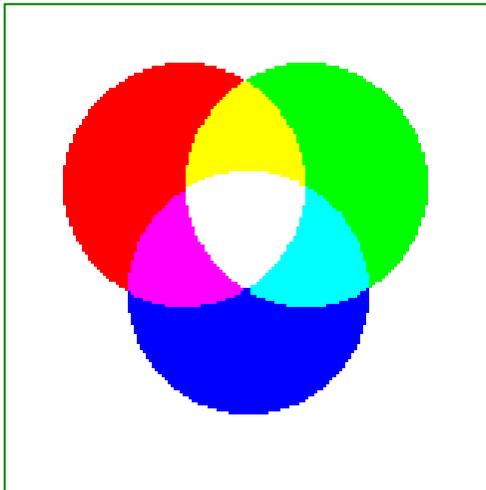




Demon of Electrical Illumination of Blue Epi-Wafer in Taiwan, 2001

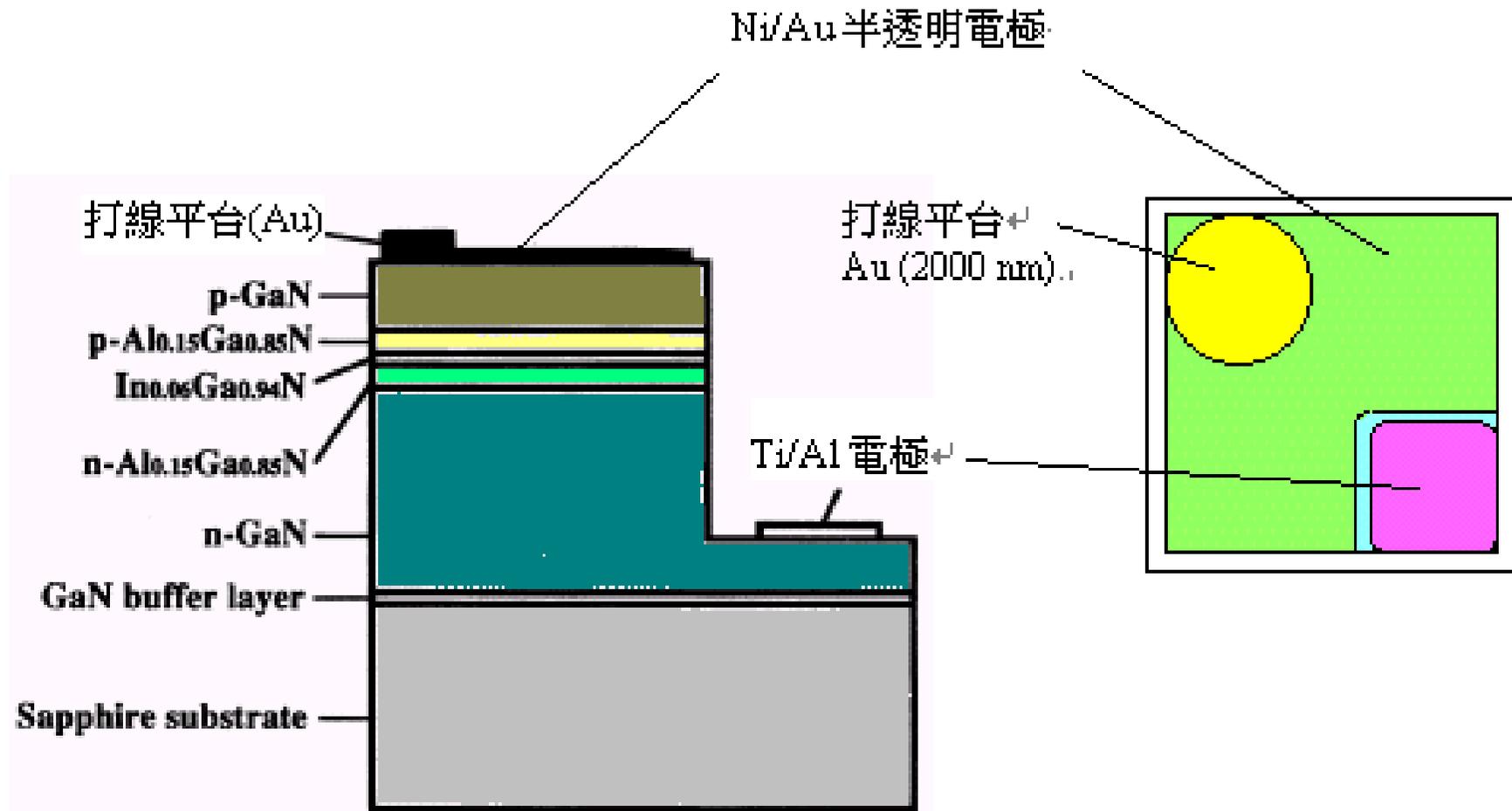


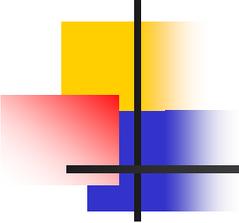
色光的三原色



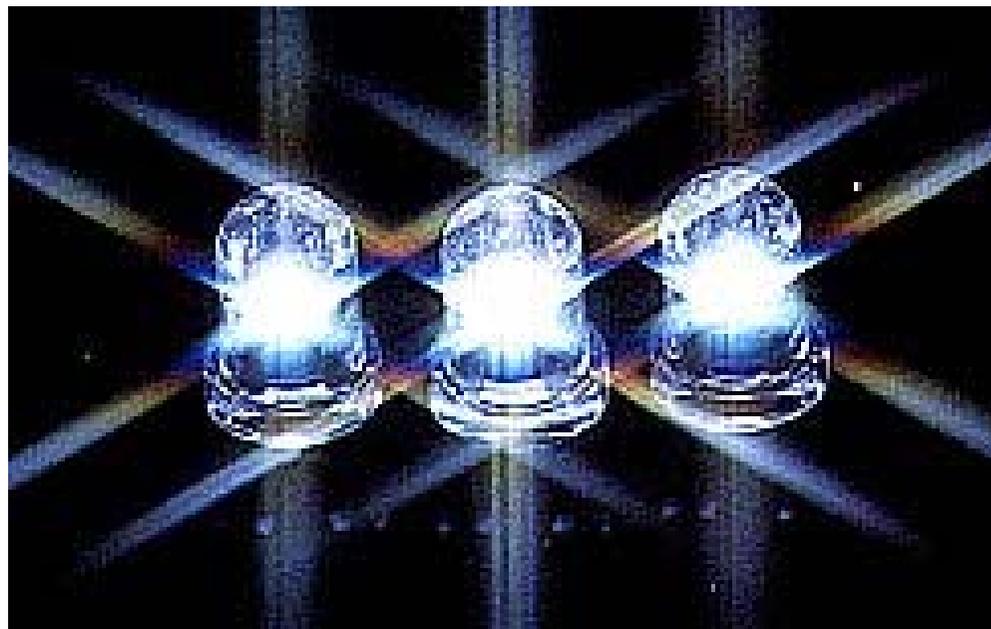
- ✦ 色光的三原色 \Rightarrow
紅光(Red)、綠光(Green)、藍光(Blue)
- ✦ 紅光(R) + 綠光(G) \Rightarrow ?
- ✦ 綠光(G) + 藍光(B) \Rightarrow ?
- ✦ 紅光(R) + 藍光(B) \Rightarrow ?
- ✦ 紅光(R) + 綠光(G) + 藍光(B) \Rightarrow ?

藍綠光LED元件結構



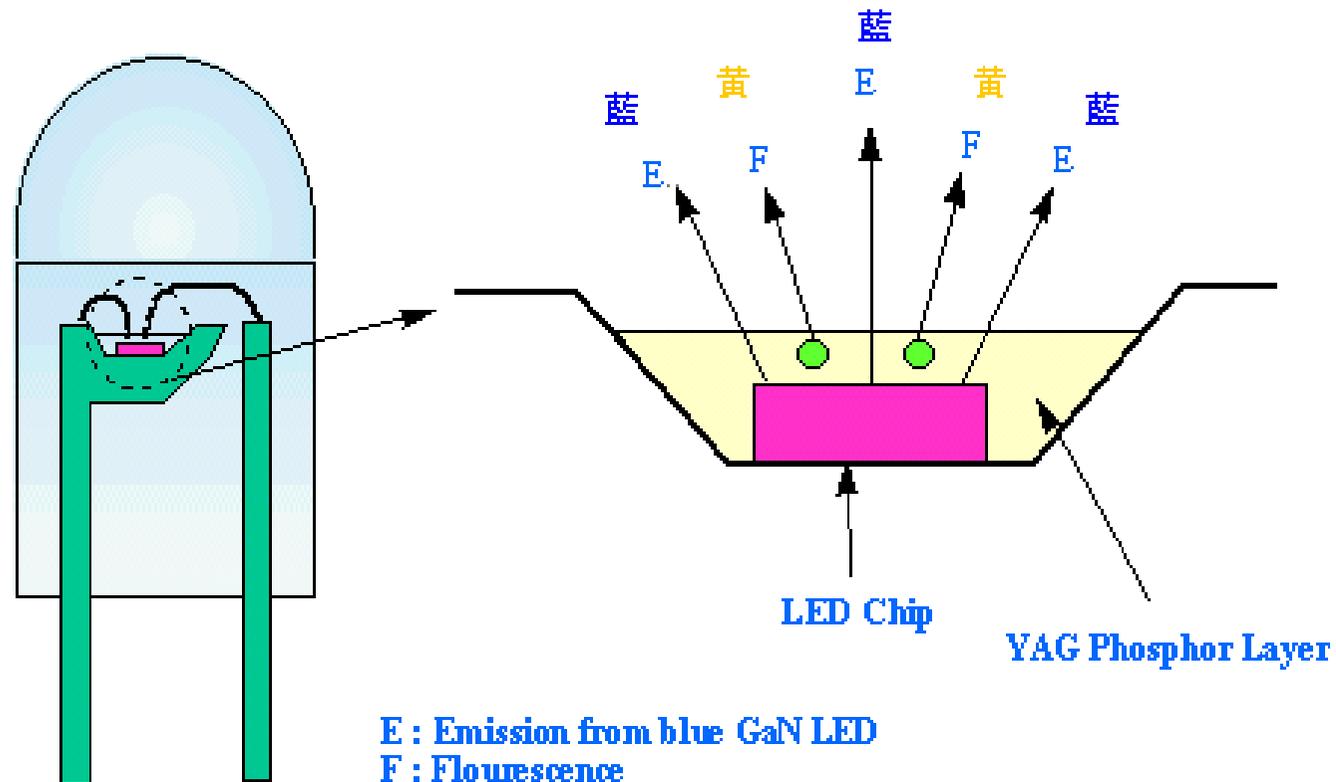


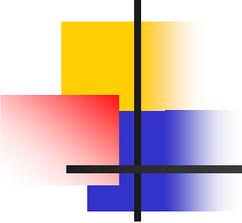
White LED (白光 LED)



氮化物白光LED

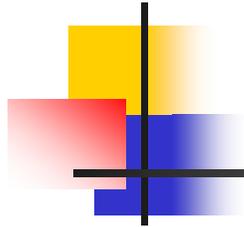
藍光LED + 黃光(螢光粉) → 白光





以氮化鎵晶片研製白光LED

- 使用白光LED當照明，每年可節省相當於五座核能發電廠的發電量。
- 白色LED與一般照明比較，除了省電外，還有壽命長，不發熱，對於廢棄物的處理既安定又環保，因此白光LED被喻為「綠色照明光源」的明日之星。



太陽電池

太陽能利用為何重要？

溫室效應使地球平均氣溫一直升高



Original photograph taken in 1928 of the Upsala Glacier, Patagonia, Argentina

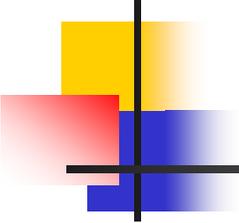


Climate Impact Documentation Patagonia (Chile - 2008). Composite image of Upsala Glacier, Patagonia, Argentina.

1928年與2004年阿根廷的冰河消退對照

資料來源：Renewable Energy The Solution to Climate Change, www.erec-renewables.org

- 天然石化燃料逐漸耗盡
- 石化燃料燃燒釋放CO₂，濃度逐年增加造成溫室效應
- 兩極冰層加速融化，海平面上升淹沒低海拔地區
- 暖化另生物代謝加快，生理週期異常，物種棲息地變異，破壞生物網
- 各國積極開發潔淨替代性能源(太陽能/風能/地熱/生質能)
- 太陽能取之不盡用之不竭



新能源

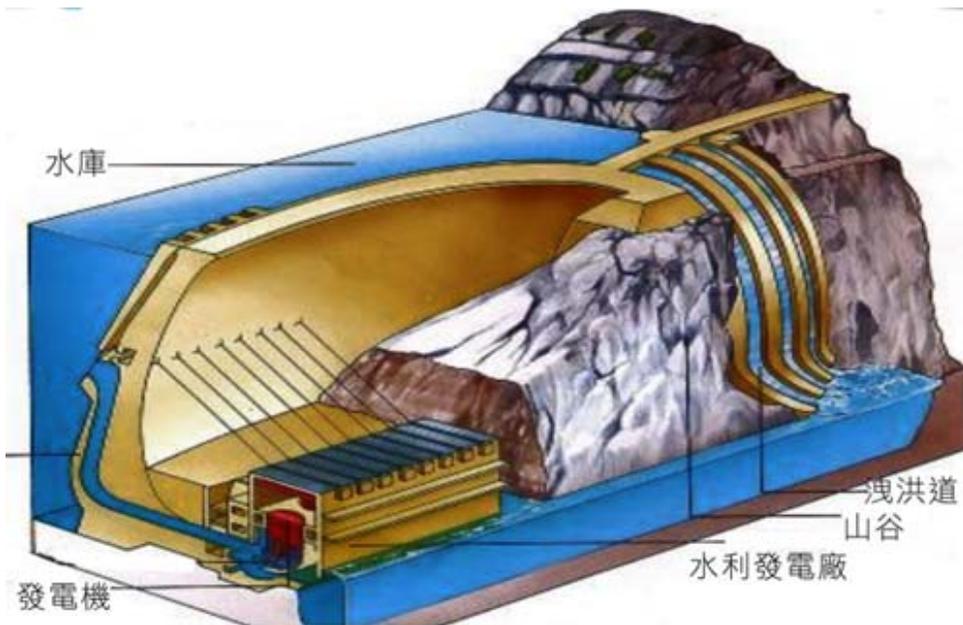
根據IEA國際能源署最新資料統計結果：

- 石油僅剩下40年
- 天然氣僅剩62年
- 煤炭剩216年
- 原子能鈾70年

石化燃料僅剩無幾，尋找**新能源**迫在眉睫。

其他能源種類

水利發電



水是自然動力中最有用，因為它最容易被掌控。流水可經由水閘或管線被輸送，更重要的，一條河流可藉水壩區隔成能容納大量水的水庫，當需要時便釋出其所需的量。水力常被規劃成水力發電廠，通常建基於大型的水壩，最佳的地理位置是在高山地區且狹窄而兩側陡峭的河谷，水壩建於如此的河谷可以產生超過100公里(60英哩)長的蓄水庫。大規模的計劃或許就不只一個簡單的水壩和蓄水庫。在澳洲的雪山(Snowy Mountains)，雪河的水藉由一連串的地下通道，轉至十六個發電廠。

風力發電



利用風力推動風車旋轉發電機，叫風力發電。風力發電主要是使用螺旋槳型風車，有時亦採用錐形或新式多翼型等。風力發電的優點是不會造成公害，而且取用不盡。但風力發電也有困難，就是風向和風力時常改變，且無法將能量集中。為了解決這些問題，所以需組合特殊裝置。目前已有3000千瓦的風力發電設備在運轉。

發電的方法 中型風力發電裝置的內部，由風車翼、變距機構、加速器、發電機和方向控制用小風車所組成。變距機構可以依風力大小改變風車翼的受風面積大小，以調整轉速使保持一定。方向控制用風車是依風向調整風車翼，保持風車翼正面朝著風向。當加速器使風車的轉速〔即每秒的旋轉次數〕升高到一定限度時才開始發電。這種發電設備，最高可發電10千瓦。

火力發電

自從人類發明鑽木取火以後，就不斷利用火產生的熱能源征服大自然。火力發電是將**煤炭**、**石油**、**天然氣**等化石燃料放入鍋爐裡燃燒，鍋爐裡裝置一圈一圈的水管。

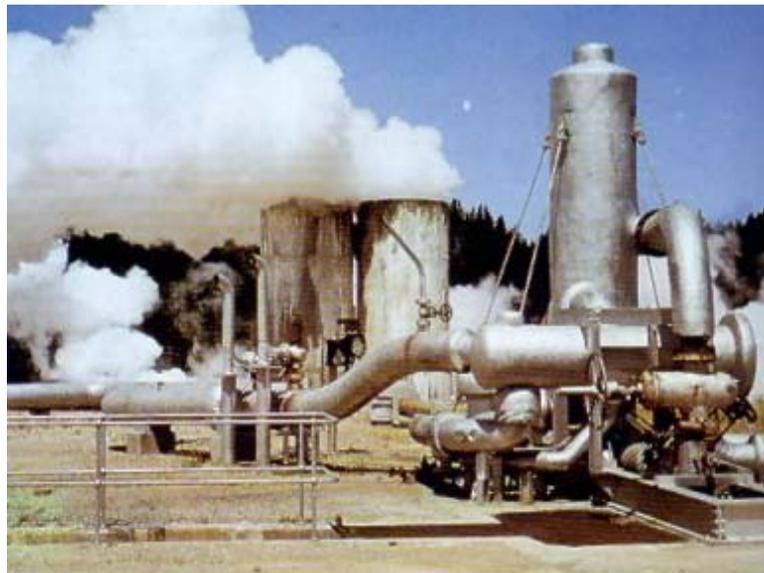
水管裡的水被燃燒成高溫的水蒸氣後，就會推動**蒸氣渦輪機**，進而轉動發電機產生電力。火力發電廠是現今發電方式最普及的發電廠，但它產生廢氣、灰塵、空氣污染與燃料成本貴、燃料運輸與儲存不易等問題是它最大的缺失。



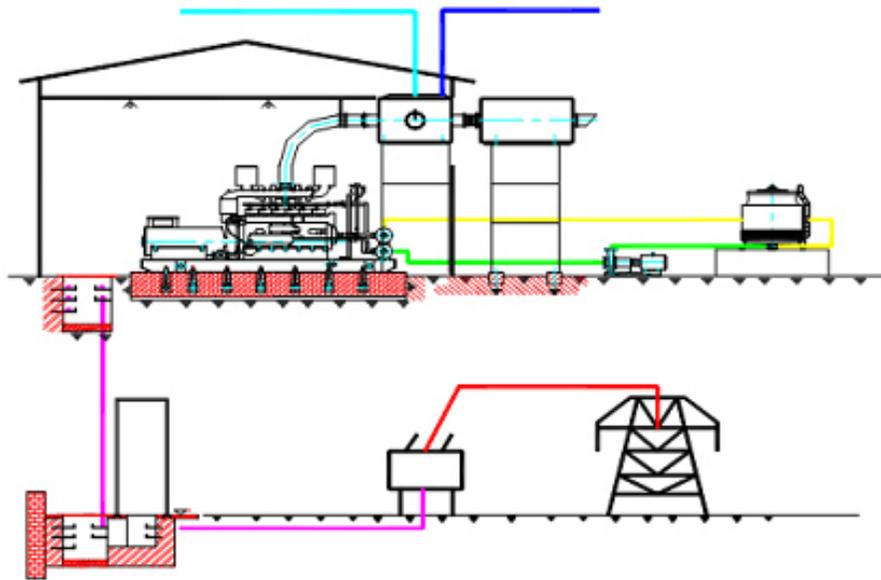
地熱發電

台灣位處地熱地帶中，對於地熱的利用抱著莫大的期待和遠景；目前正不斷進行研究和探測的工作，相信不久將可加速開發。我國國民每人使用的平均電約0.4千瓦，所以人口5萬人的鄉鎮只要有2萬千瓦的地熱發電廠，即可供應全鄉鎮的用電量。

位於宜蘭縣的清水地熱發電廠，目前發電量已有800千瓦。現在所進行的地熱發電廠，是採直接取用地下蒸氣來旋轉汽輪機發電的蒸氣發電法。另外還有從地面將水送入地下產生蒸氣的方法，使用此法時，即使地下沒有蒸氣儲存層的地方，仍然可以發電。所以，地熱可說是無窮盡的地下能源。



沼氣發電

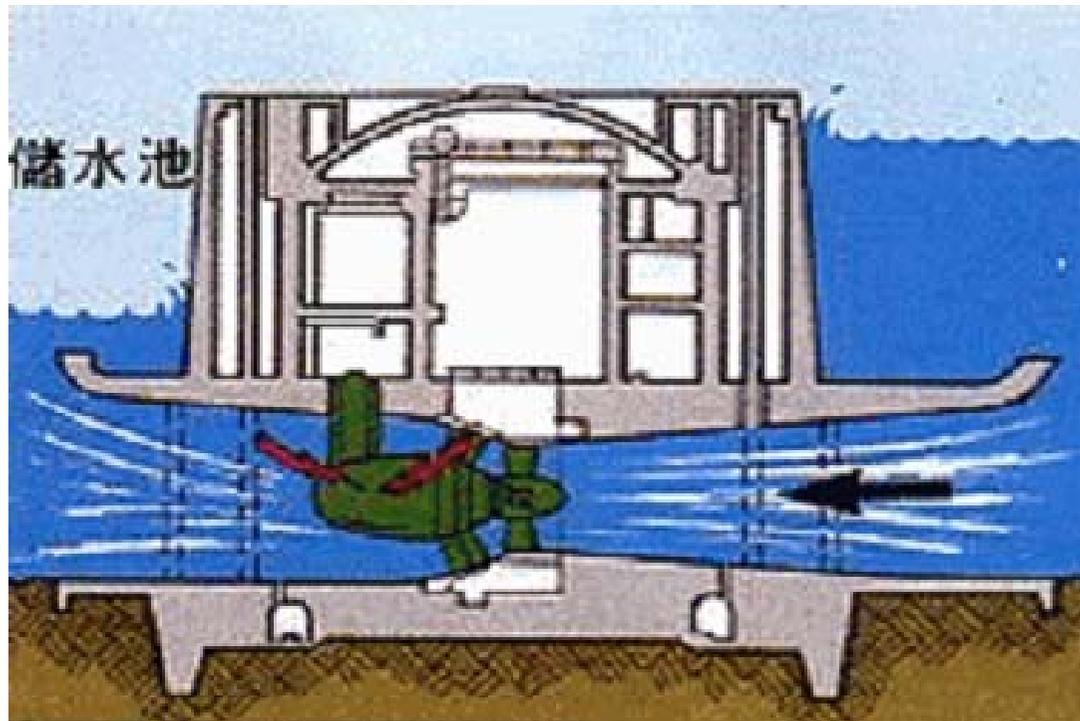


掩埋層廢棄物在穩定化過程中所生的氣體主要有 CH_4 、 CO_2 、 CO 、 H_2 、 NH_3 、 H_2S 、 N_2 及其他少量氣體，此混合氣體即所謂的”沼氣 (Landfill Gas)”。

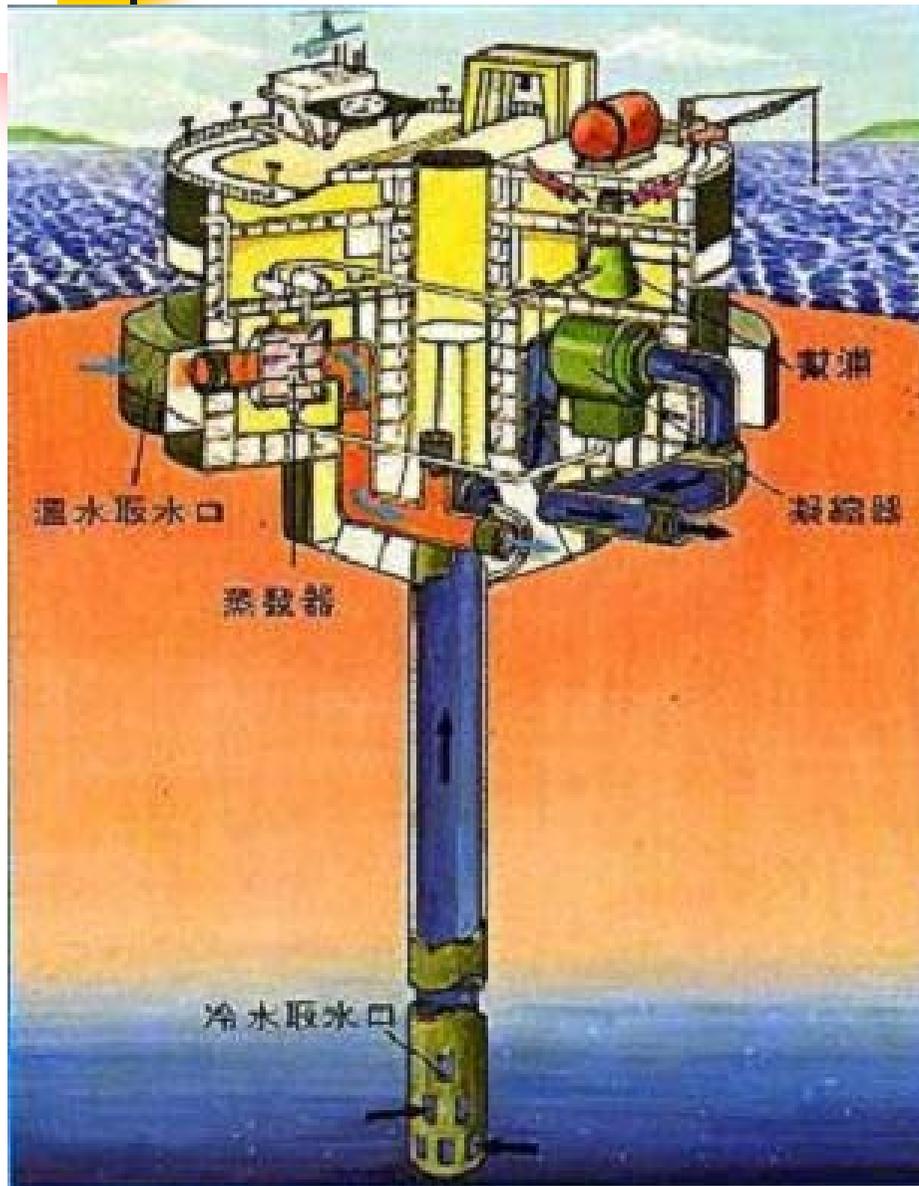
沼氣資源再利用的開發，藉由處理沼氣中的甲烷將其資源化應用發電，不僅減少了溫室效應氣體的排放，及早因應與規劃調整能源結構與產業政策，以提昇國際競爭力，同時亦能有效完成沼氣污染防治的工作。

洋流發電

與黑海同規模的墨西哥灣洋流，目前有「可里奧利里 1 號」，正在從事實驗中，外徑 171 公尺，長 110 公尺，重量約 6000 噸，具有逆方向旋轉的 2 枚大型螺旋槳的巨大洋流發電系統。每秒 2.3 公尺的洋流，可輸出 8 萬 3000 千瓦的電力。



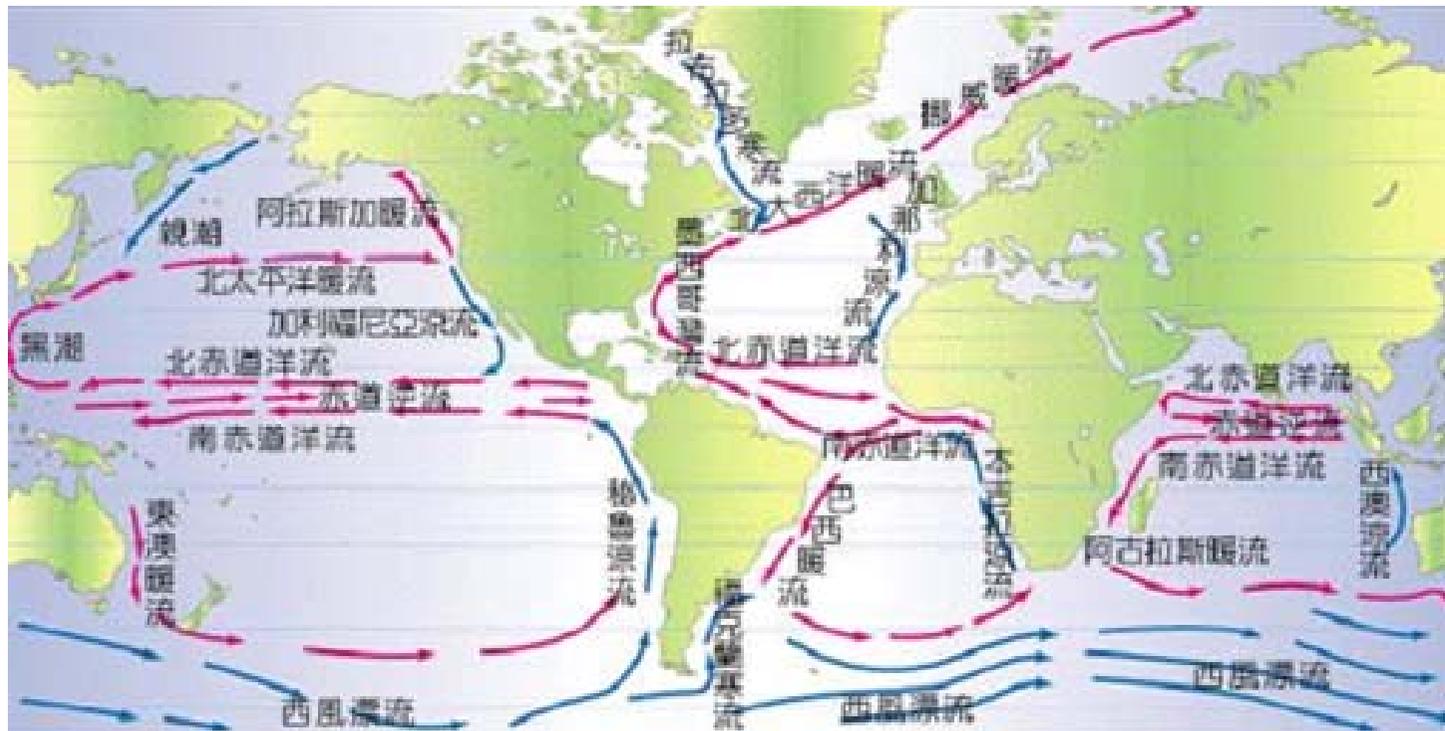
溫差發電

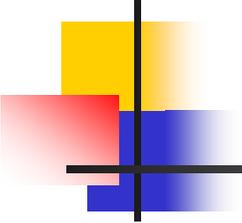


近年來由於能源危機的發生，也有人談及利用海水溫差來發電。當海水表層與底層的溫度差約在攝氏二十度左右，就可以發電了。利用表層和底層海水的溫度差的發電方式，乃是利用沸點低的液體，使溫水蒸發為氣體，以便旋轉汽輪發電，而經過汽輪機後的氣體，被冷水冷卻恢復原來的液體。此時，沸點低的液體就被密封在封閉管的回路中，故稱為封閉循環式。

潮汐發電

利用潮的滿乾所型成的落差，來從事發電的方法，如圖所示，在海灣圍建提防和水，在漲潮時引水入儲水池；退潮時將儲水放出，每日可發電4次，但當潮的滿乾落差小時，則很難發電。

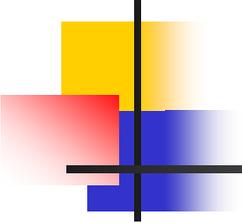




最有潛力的綠色能源—太陽能電池

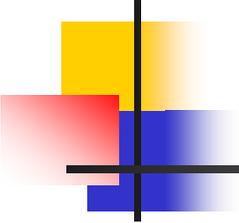
太陽所傳到地球大氣層的總能量每年達 1.55×10^{15} 百萬度之多。其中大約35%被反射回太空去，18%被大氣層所吸收，47%到達地面。

單就到達地面的那一部份來說，假設，只轉換地球表面0.1%的太陽能為電能，設轉變率5%，每年發電量可達 5.6×10^{12} 度，相當於目前世界上能耗的40倍之多，太陽能電池無疑是當今最有潛力的綠色能源。



太陽電池的簡介

太陽電池是一種能量轉換的光電元件，它是經由太陽光照射後，把光的能量轉換成電能，此種光電元件稱為**太陽電池(Solar Cell)**。從物理學的角度來看，有人稱之為**光伏電池(Photovoltaic，簡稱PV)**，其中的photo就是光(light)，而voltaic就是電力(electricity)。

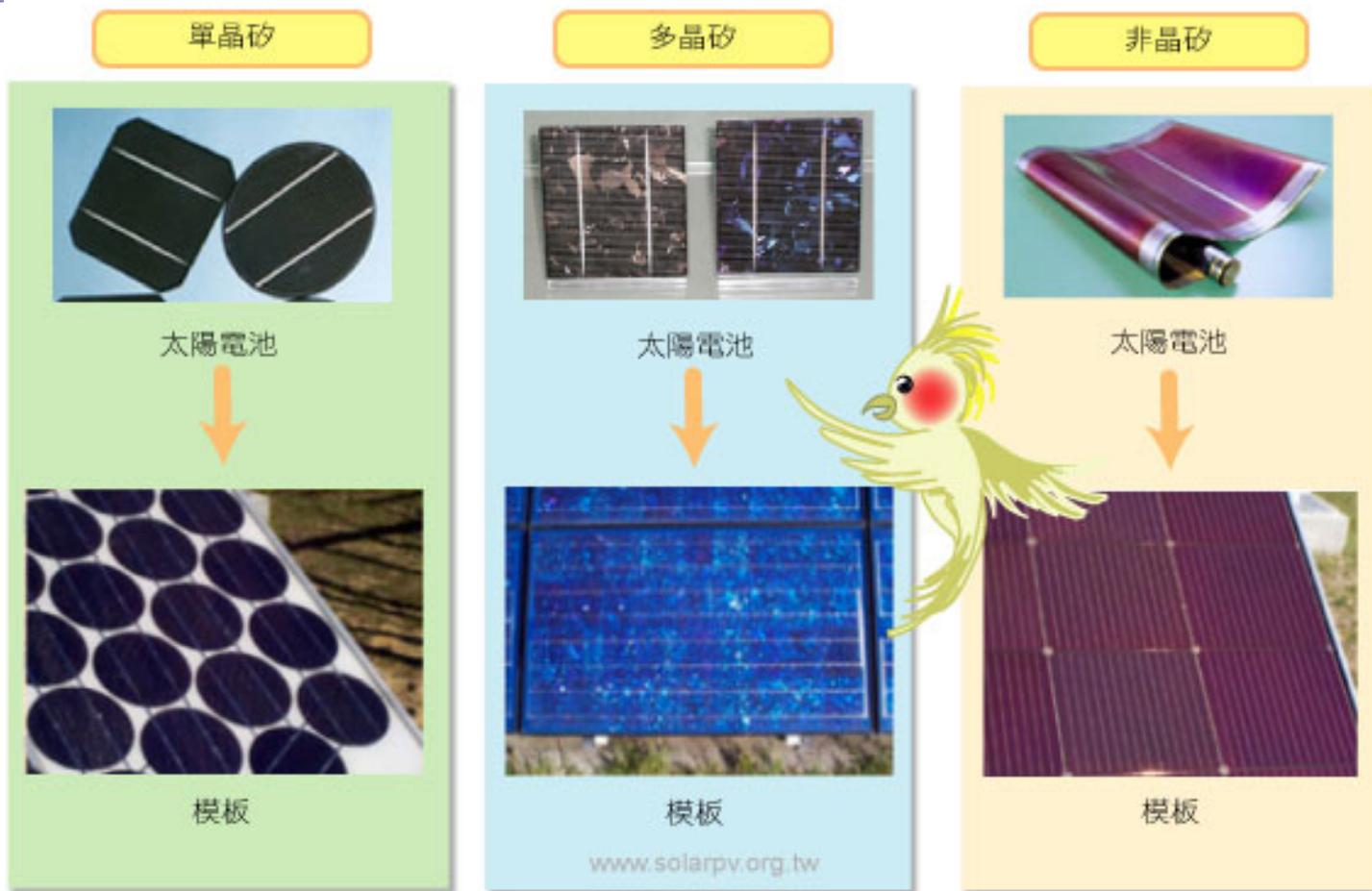


太陽電池的應用

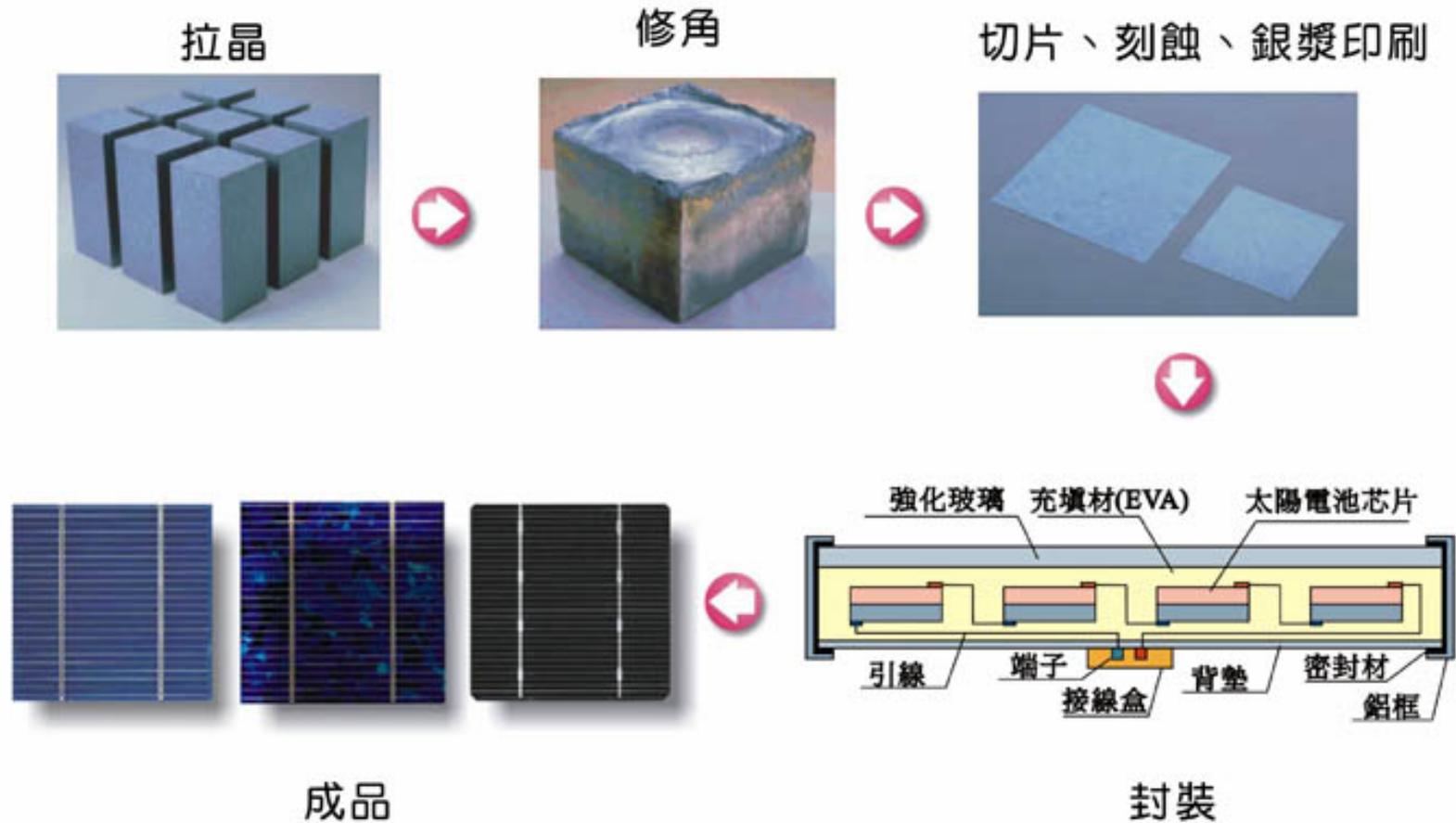
太陽電池應用的範圍非常廣，可分為下列幾項：

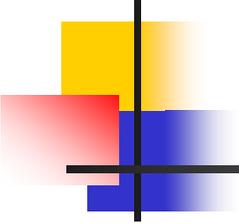
- (1) 電力：大功率發電系統、家庭發電系統等。
- (2) 通訊：無線電力、無線通訊等。
- (3) 消費性電子產品：計算機、手錶、電動玩具、收音機等。
- (4) 交通運輸：汽車、船舶、交通號誌、道路照明、燈塔等。
- (5) 農業：抽水機、灌溉等。
- (6) 其他：冷藏疫苗、茶葉烘焙、學校用電等。

常見的太陽電池及模板外觀



太陽能電池製作步驟

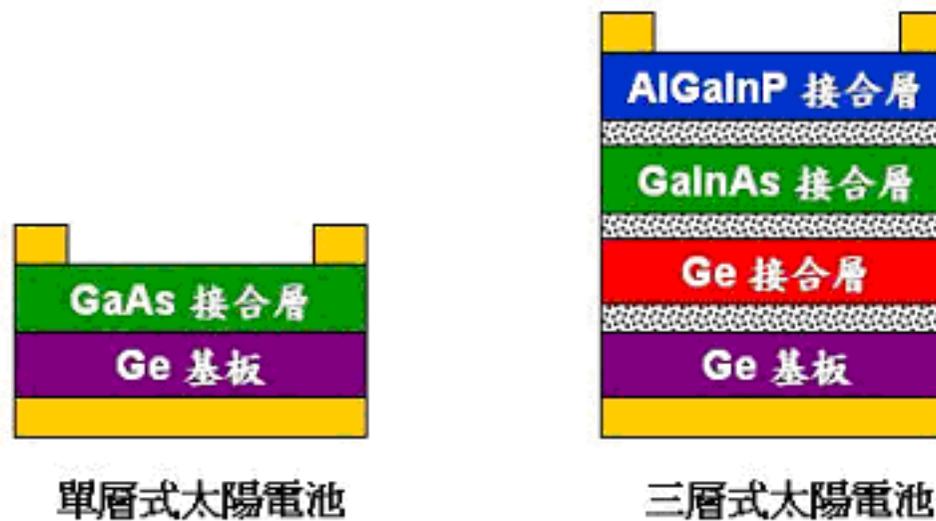




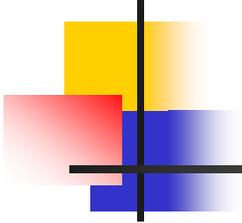
III-V族太陽能電池發展簡史

- 1839年** 法國科學家貝克勒爾發現“光生伏打效應”，即“光伏效應”。
- 1954年** 韋克爾首次發現了砷化鎵有光伏效應，第一塊薄膜太陽電池。
- 1955年** 美國R C A研究砷化鎵太陽電池。
- 1962年** 砷化鎵太陽電池光電轉換效率達13%。
- 1973年** 砷化鎵太陽電池效率達15%。
- 1980年** 砷化鎵電池達22.5%。
- 1995年** 高效聚光砷化鎵太陽電池效率達32%。
- 2006年** 波音子公司Spectrolab研發出轉換率41%的砷化鎵太陽能。

單層與三層式GaAs太陽電池結構

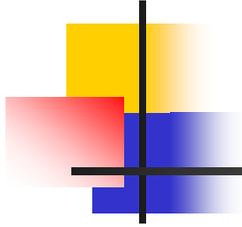


早期 GaAs太陽電池的基板係直接採用GaAs晶圓片，但是由於成本的考量與晶態的匹配，美國兩大生產廠商，Spectrolab與Emcore公司，都是改用Ge基板。如圖表所示，上述兩家公司在1995年以前的GaAs太陽電池都是採用單層式結構，效率約為24%，但是2000年以後全部改為三層式結構，效率可達到35%以上。



III-V 族太陽能價值鏈

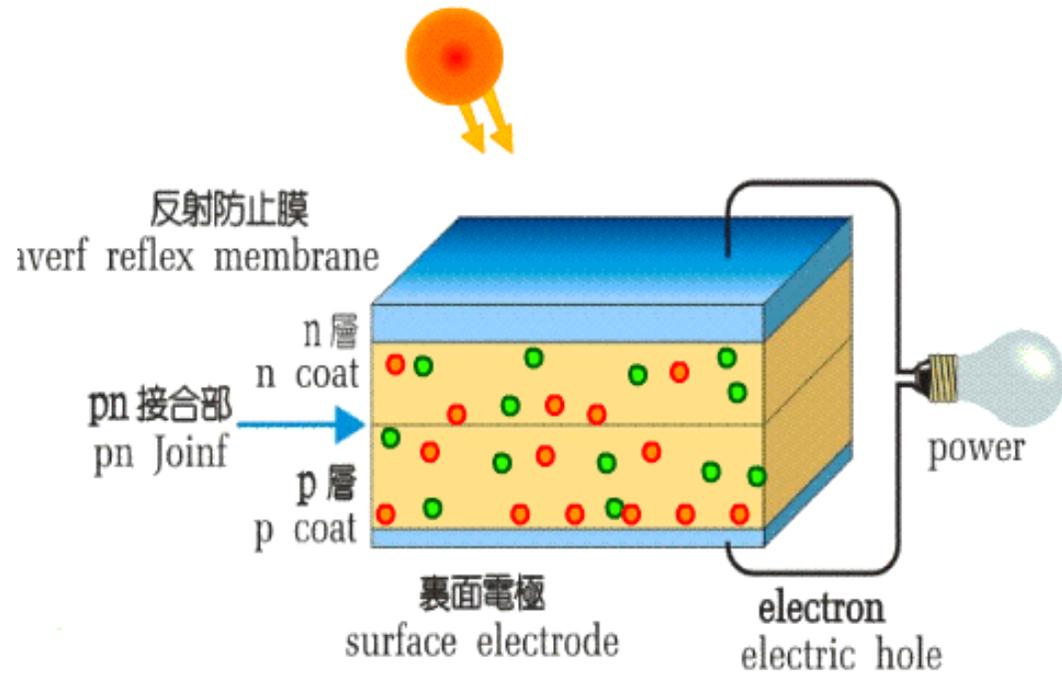
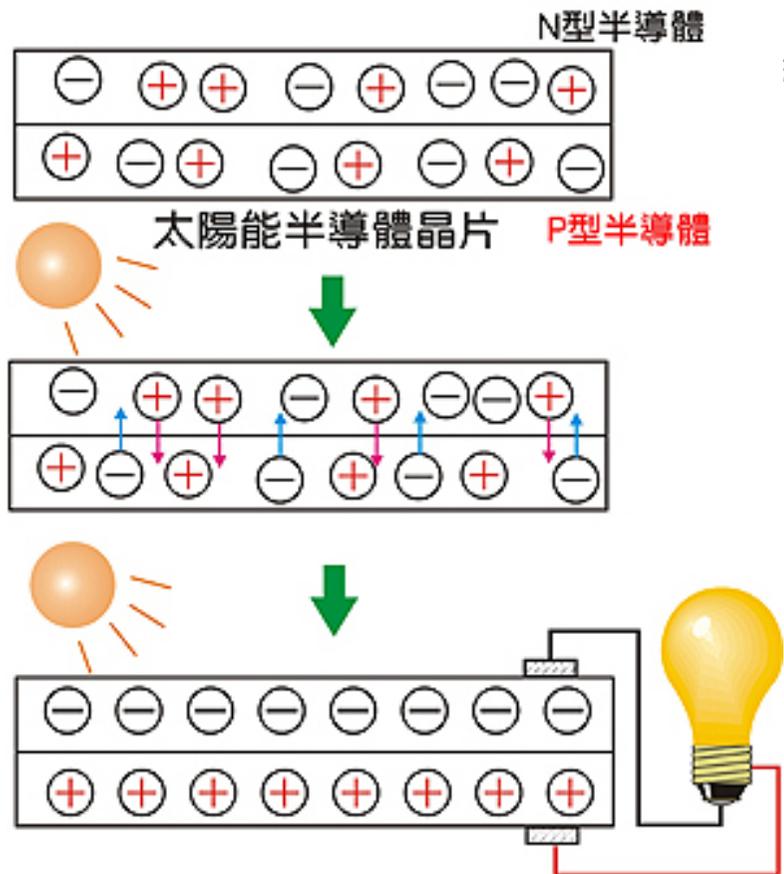
上游	核研所, 全新, 華上, 晶電, 禧通, 佰鴻, 億光, Solfocus, Emcore, Spectrolab, Sharp, Concentrix,
中游	太聚, Solfocus, Emcore, Sharp, 東貝
模組	核研所, 華旭環能, 海德威, 台達電
系統	Concentrix, Sunball, Amonix, Sharp, Daido Steel, Solar Systems, Sol3g, Guascor Foton, Green & Gold Energy



太陽光發電原理

太陽電池構造

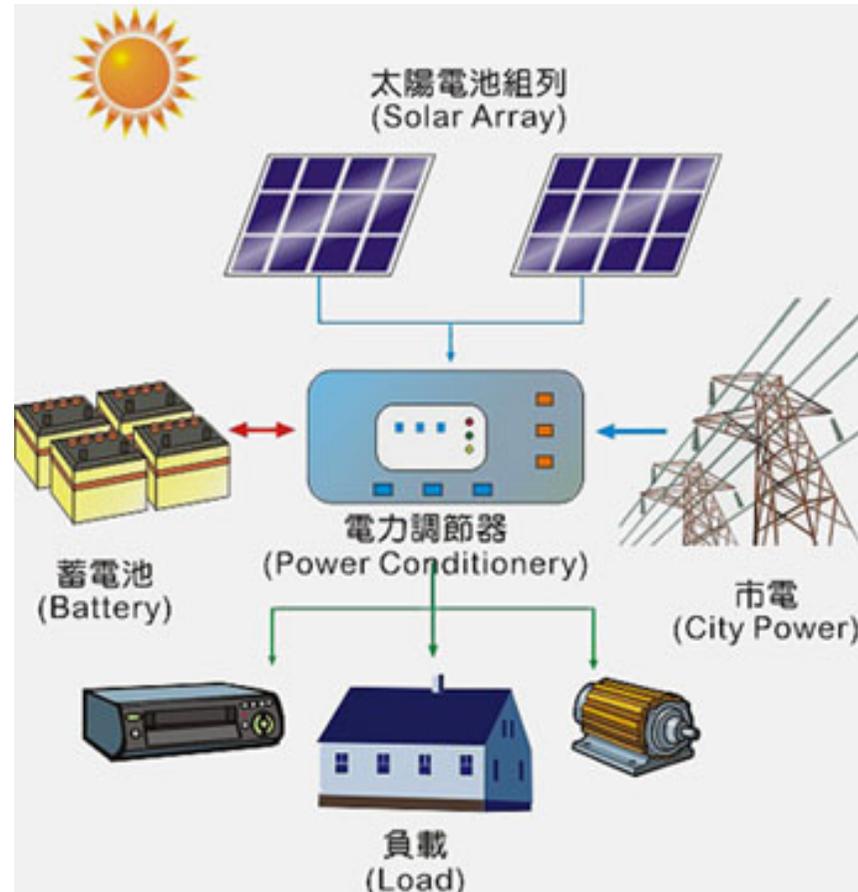
太陽能電池發電原理



太陽光電的發電原理，是利用太陽電池吸收 $0.2 \mu m \sim 0.4 \mu m$ 波長的太陽光，將光能直接轉變成電能輸出的一種發電方式。

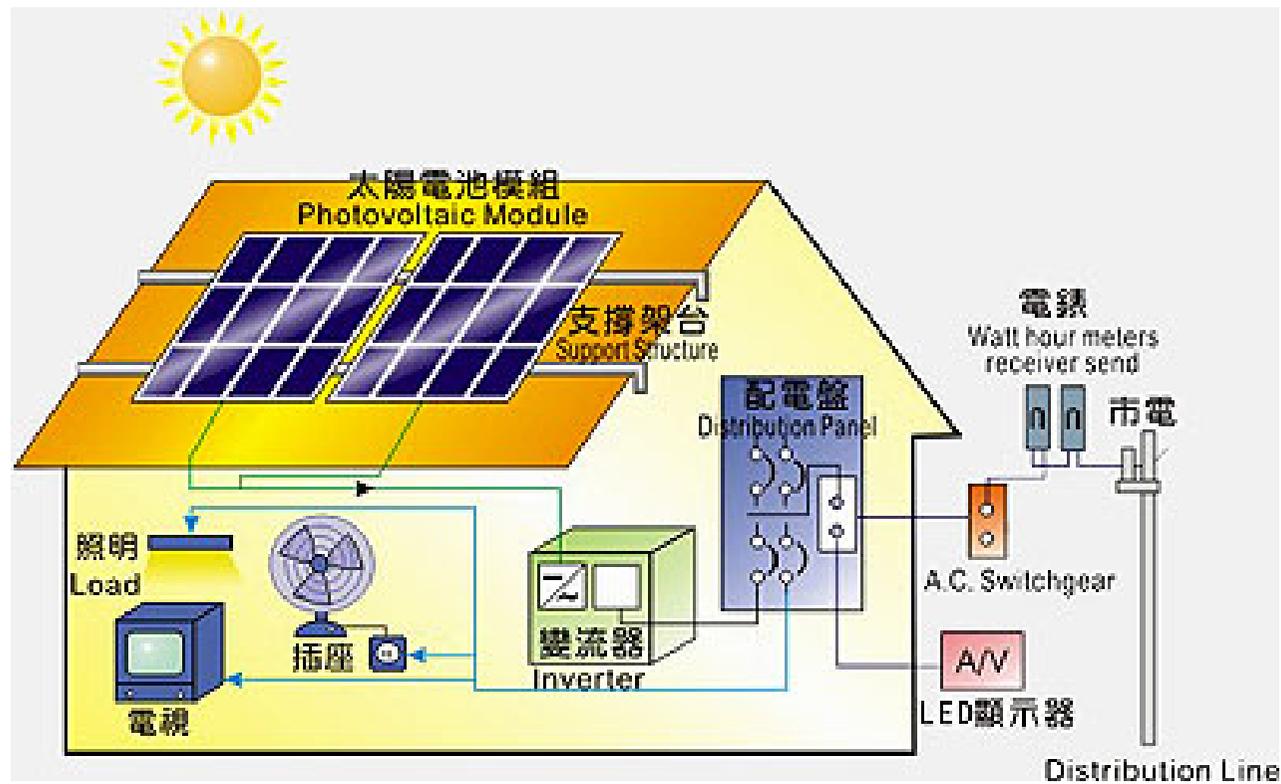
太陽電池模組

獨立型：日間將太陽能電池所發電力經由電力調節器儲存於蓄電池，夜間再將蓄電池電力(DC)轉換成交流(AC)供應負載使用。



太陽電池模組

並聯型：日間將太陽能電池所發電力(DC)經由直交流轉換器轉換成交流電力(AC)與市電並聯使用。



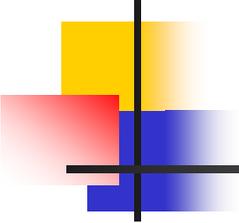
基礎座施工



基礎座上漆



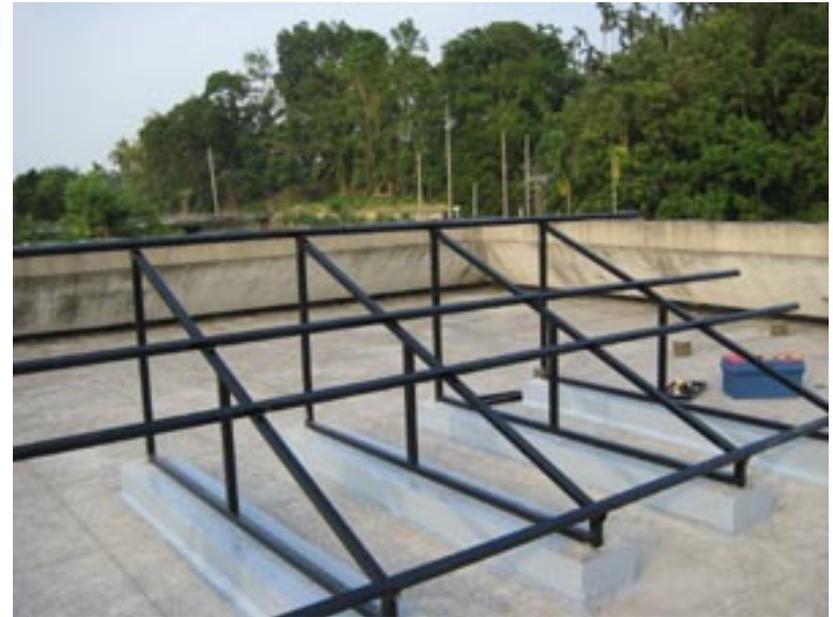
基礎座完成



支撑架施工



支撑架施工

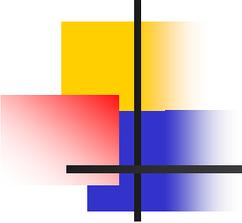


支撑架完成

太陽能模組施工



太陽能模板完成

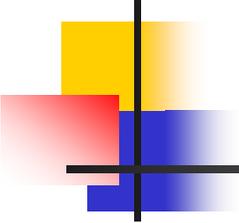


建材一體型太陽電池模板之應用 Building-integrated photovoltaic (BIPV)

BIPV是以建築設計手法將具有建材功能之太陽光電模板導入與建築物結合，使系統元件不單只有發電之功能，也是建築外殼的一部份，更可進而替代既有建材，降低初置之相關成本，並且結合遮陽處理、採光照明等設計手法，增加建築節能之效益。

應用範圍：

- 大樓帷幕牆
- 大樓、停車場遮陽棚
- 大樓天井
- 住家式斜瓦屋頂
- 大型建築物屋頂
- 隔音牆

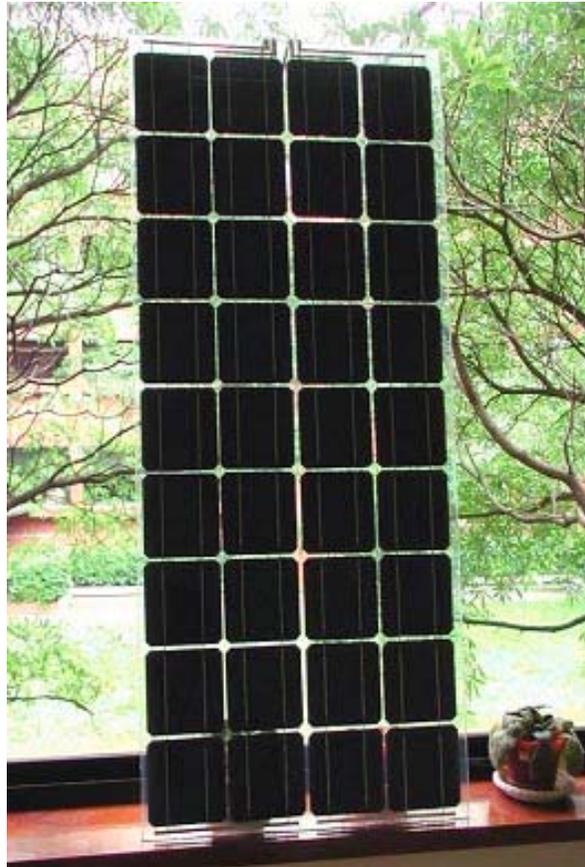


建材一體型太陽電池模板之優點

- 建築物美觀
- 降低整體建築成本
- 空間充份利用
- 結構安全性
- 建築施工時間縮短
- 避免二次施工

無框式雙層玻璃BIPV模板

半透光型模板



彩色太陽能電池

樂福彩色太陽能電池問世 能源轉換率世界第一

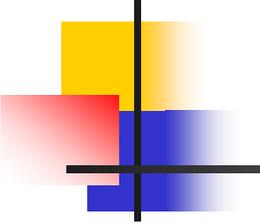
發表於：2008-03-27



德國Centrotherm Managing Director-Hans Autenrieth 和樂福董事長兼執行長黃惠良先生



太陽能電池過去考量太陽光吸收率，僅能以表面抗反射鍍膜產生的**藍紫色**為主色，隨樂福推出彩色太陽能電池，全球太陽能電池產品將揮別「單色系」，邁入「彩色化時代」。



太陽電池面板的轉換效率

用多大的面板可以製作出多少的電？

從太陽到達地表的光能源，在晴朗、垂直受光的情況下每1平方公尺約1千瓦。因為實際有裝置的轉換損失，並且因為陰天、斜面受光、表面有污穢因此可以成為電力的僅為其中一部分。

所謂的「轉換效率」係指可以取出的電力能源與入射的太陽光能源的比率，現在這個數字被認為是10~20%。假設轉換效率為15%的情況，在住宅的屋頂設置太陽電池面板，要供給其一家的電力(假設為3千瓦)則需要20平方公尺。而實際上也有陰天的日子，無法總是取出3千瓦。

太陽電池之各種應用

Accessory



Integration



Embedment



電池新技術／太陽能板 充電「袋」著走



可放筆電的太陽能**筆電包**，前面的板子即為太陽能板，用來接收太陽能，不過只能用來充手機、隨身聽等小型電子產品。
(記者陳英傑攝)

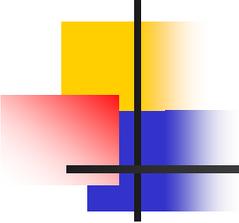


太陽能技術也運用在**電腦包**或是**腰包**上，利用太陽能替手機、電腦等電子產品充電，免去找插頭的困擾。(宇太光電提供)

日本技術工會將太陽能電池做成葉片

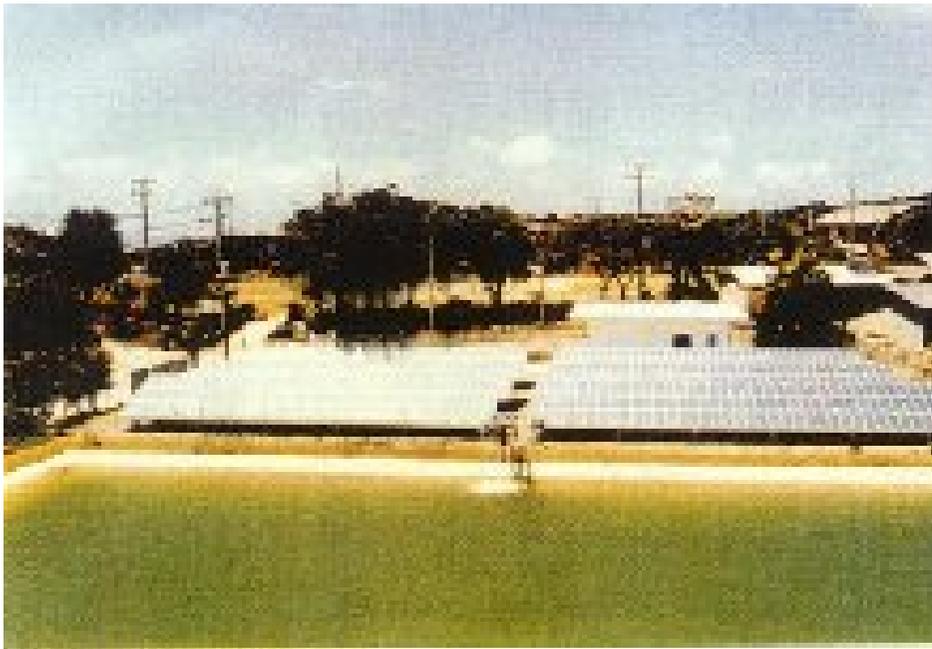


日本高級科學和技術國家工會展示的樣品，這個樣品是由Mitsubishi和Tokki合作推出的，他們用非常薄的太陽能電池模組，通過設計架構，完美模仿了植物葉片。



太陽電池發電系統於農牧之應用

灌溉用獨立型PV系統32 kW

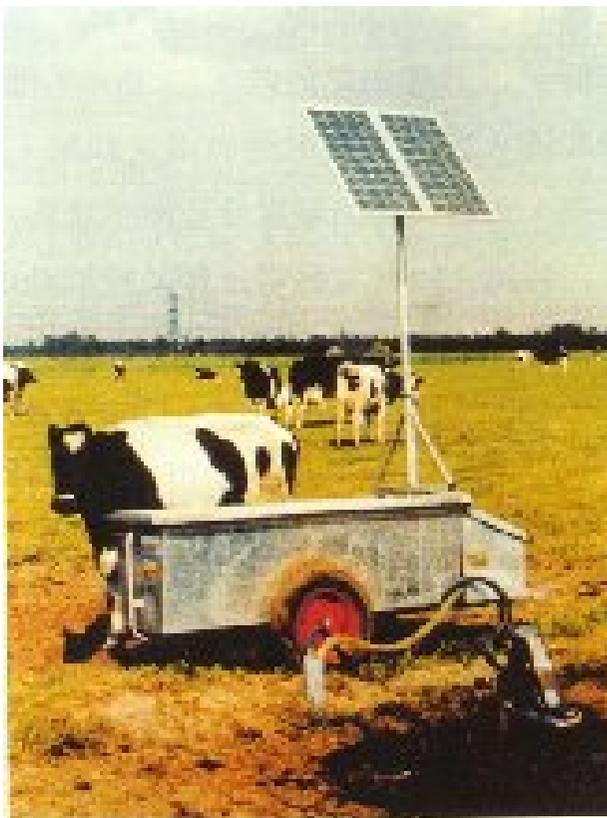


牧場牛籬獨立型PV系統700 W



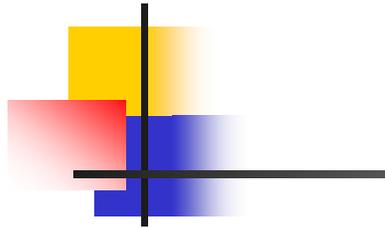
太陽電池發電系統於**農牧**之應用

乳牛放牧飲用水抽水馬達
用獨立型PV系統100 W



酪農家用獨立型PV系統12.6 kW，偏遠地區牛乳生產、冷藏、照明、抽水用。





台灣

追日型太陽能供電道路照明系統將在台南縣柳營環保科技園區照亮夜晚的道路

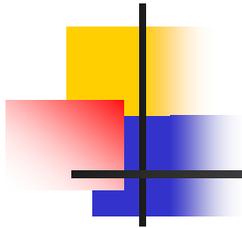
本系統以單桿撐起 1200 W 發電量模組來作每日由東至西的追日，其造型兼具**涼亭功能(可遮陽遮雨)**及**發電**，全系統光電板總設置容量 10800 W 依台南縣日照時數每日可發電 54000 W (因追日型態每日可增加到 70000 W)全部發電量將提供園區道路照明用。



台灣

台南市站前入口意象





台灣

南科管理處



台南縣東河國小



台中高工



中國

河南太陽能路燈



中國大漠光電工程



中國

西藏太陽能發電站



日本

日本一般家庭用太陽光電發電系統 (3~5 kWp)



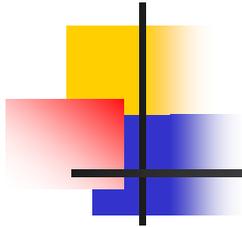
日本



日本新幹線京都車站之太陽光電發電系統(100 kWp)

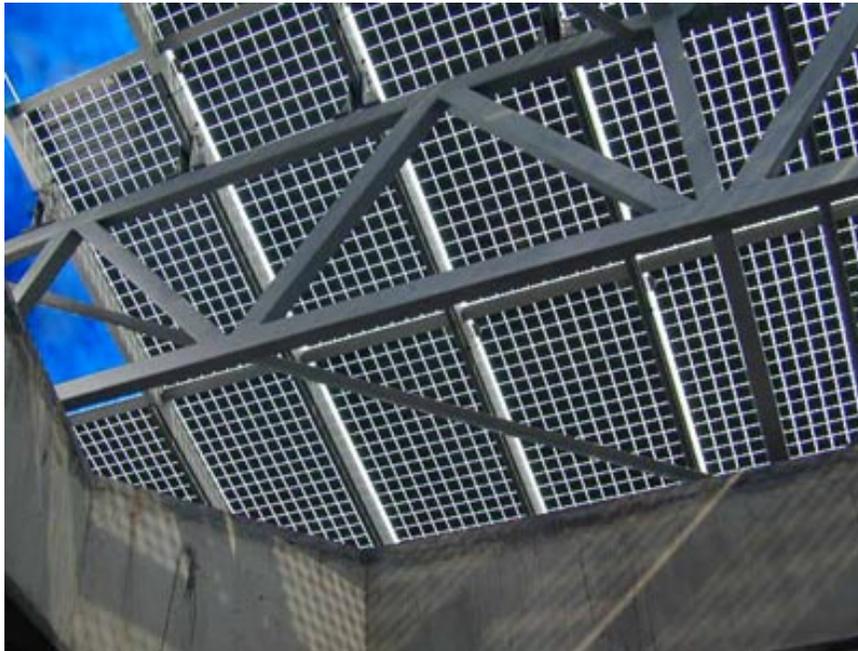


日本高知縣動物園70 kw太陽能停車棚



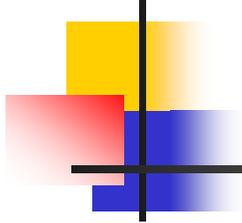
中國

深圳帷幕牆太陽光電設備



西藏：太陽能 改變了農牧民生活方式

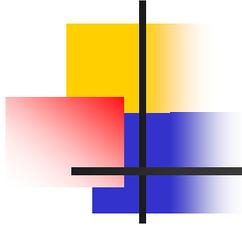




中國

上海地區





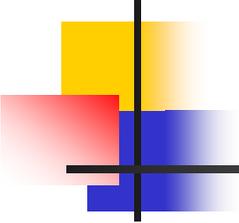
美國

美國鳳凰城太陽能電廠



美國南加州太陽光電廠





美國

波士頓太陽能電廠



荷蘭

Nieuwlande是荷蘭Amersfoort新興住宅區約11,000位居民，提供約4,000所住宅。



荷蘭

荷蘭 Amersfoort 陽光電城 (1 MWp)



西班牙

山坡上的向日葵造型發電板



太陽能隔音牆



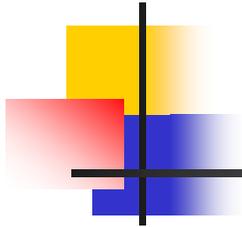
西班牙



西班牙全球首座商用太陽能發電站

西班牙的**太陽能塔**足以點亮整個城市

西班牙的太陽能系統是由一座**四十層樓**太陽能塔以及**600片**（數目還在增加）面積有**120平方公尺**的**陽光追蹤鏡**所組成的。由鏡子所收集到的陽光將會在塔上的接收器將水加熱成蒸氣，進而推動發電機。雖然到目前為止只有部分的鏡子開始運作，但所發出的電力已經足以供應六十萬人的日常生活。



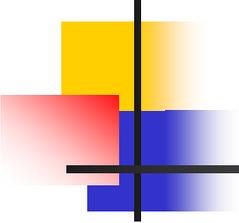
德國

德國 Solar Park Fuerth 1,000 kWp



德國 Solarpark Hemau 設置容量：4 Wp





德國

慕尼黑貿易事務中心 2.2 MWp PV 發電系統



德國

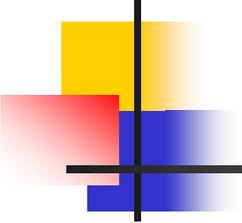
德國巴伐利亞電廠(目前世界最大)



德國

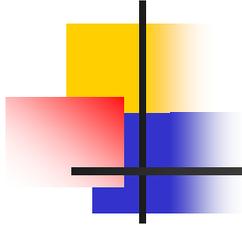
德國 New Munich Trade Fair Center





六、結論

- 伴隨磊晶技術的發展，利用III-V族材料之特有電子性質而開發的電子元件也隨之蓬勃發展。
- 半導體製程技術的開發，可以大幅提升元件的性能。
- 台灣在未來的技術開發上，要講求創新，才能在競爭激烈的科技領域，持續佔有一席之地。



The End

