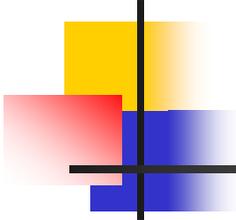


瑋群(光電)事業部

LED基礎知識教程



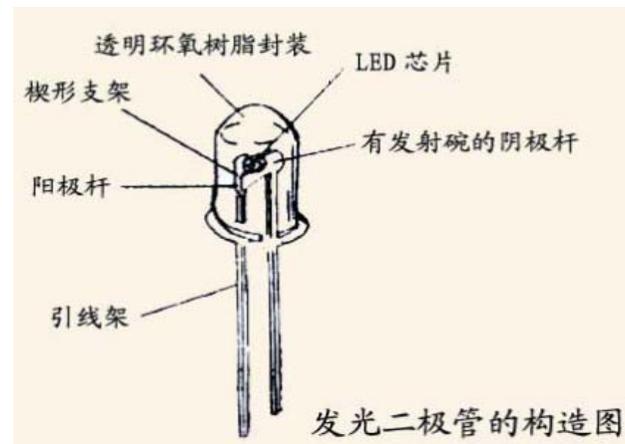
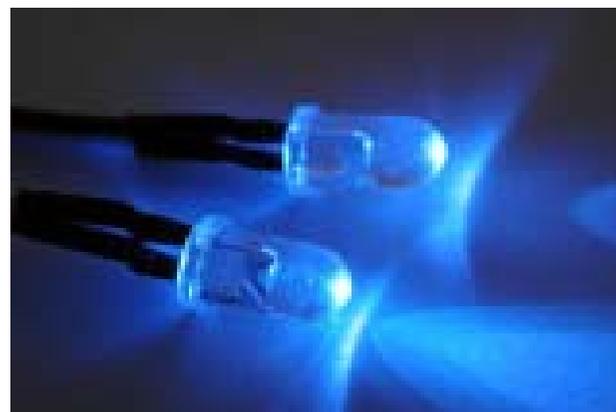
LED基礎知識教程

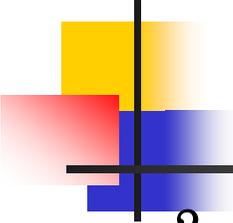
目 錄

- 一、LED定義及發展
- 二、LED發光原理分析
- 三、LED制程工藝介紹
- 四、LED制程配套工程注意事項
- 五、LED常用單位及專業術語

一、LED定義及發展

1. LED的定義：發光二極體（Light Emitting Diode, LED），是一種半導體元件。初時多用作為指示燈、顯示板等；隨著白光發光二極體的出現，也被用作照明。它是21世紀的新型光源，具有效率高、壽命長、不易破損等傳統光源無法與之比較的優點。加正向電壓時，發光二極體能發出單色、不連續的光，這是電致發光效應的一種。改變所採用的半導體材料的化學組成成分，可使發光二極體發出在近紫外線、可見光或紅外線的光。

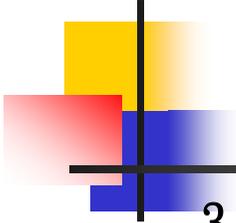




一、LED定義及發展

2. LED發展史

- ① 1907年，Henry Joseph Round第一次在碳化硅里观察到电致发光现象。
- ② 20世纪20年代晚期，Bernhard Gudden和Robert Wichard在德国使用从锌硫化合物与铜中提炼的黄磷产生发光。
- ③ 1936年，George Destian发表了关于硫化锌粉末发射光线的报告。
- ④ 20世纪50年代，英国科学家在电致发光的实验中使用（半导体）砷化镓发明了第一枚具有现代意义的LED。
- ⑤ 20世纪60年代末，人们在砷化镓基体上使用磷化物发明了第一只可见红光的LED。
- ⑥ 70年代中期，黄光和绿光LED面世。
- ⑦ 20世纪80年代，高亮LED面世。
- ⑧ 20世纪90年代，蓝光LED问世，开启了照明和光电显示领域的新境界，1997年，白光LED诞生。



一、LED定義及發展

3. LED具有之特性

發光效率高，遠景可比白熾燈節能90%，比熒光燈節能50%

壽命長，使用壽命可達10萬小時

體積小，耐沖擊，不易損壞

色彩豐富，可實現各種顏色的變化

安全環保，使用電壓低，晶粒可回收，無熒光燈水銀污染

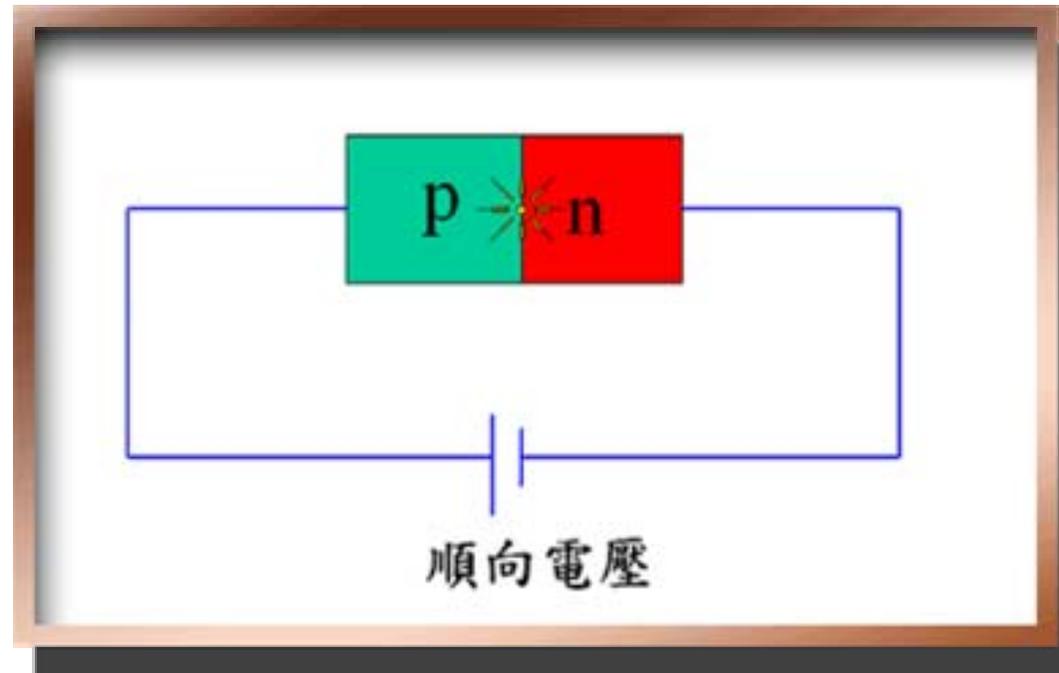
4. LED目前市場應用範圍

交通信號燈、NOTEBOOK背光源、大型LED顯示器、景觀燈、路燈、隧道燈、手電筒、日光灯、汽車等各種車輛的指示燈、LED字母數字顯示器、遙控器等

二、LED發光原理及結構

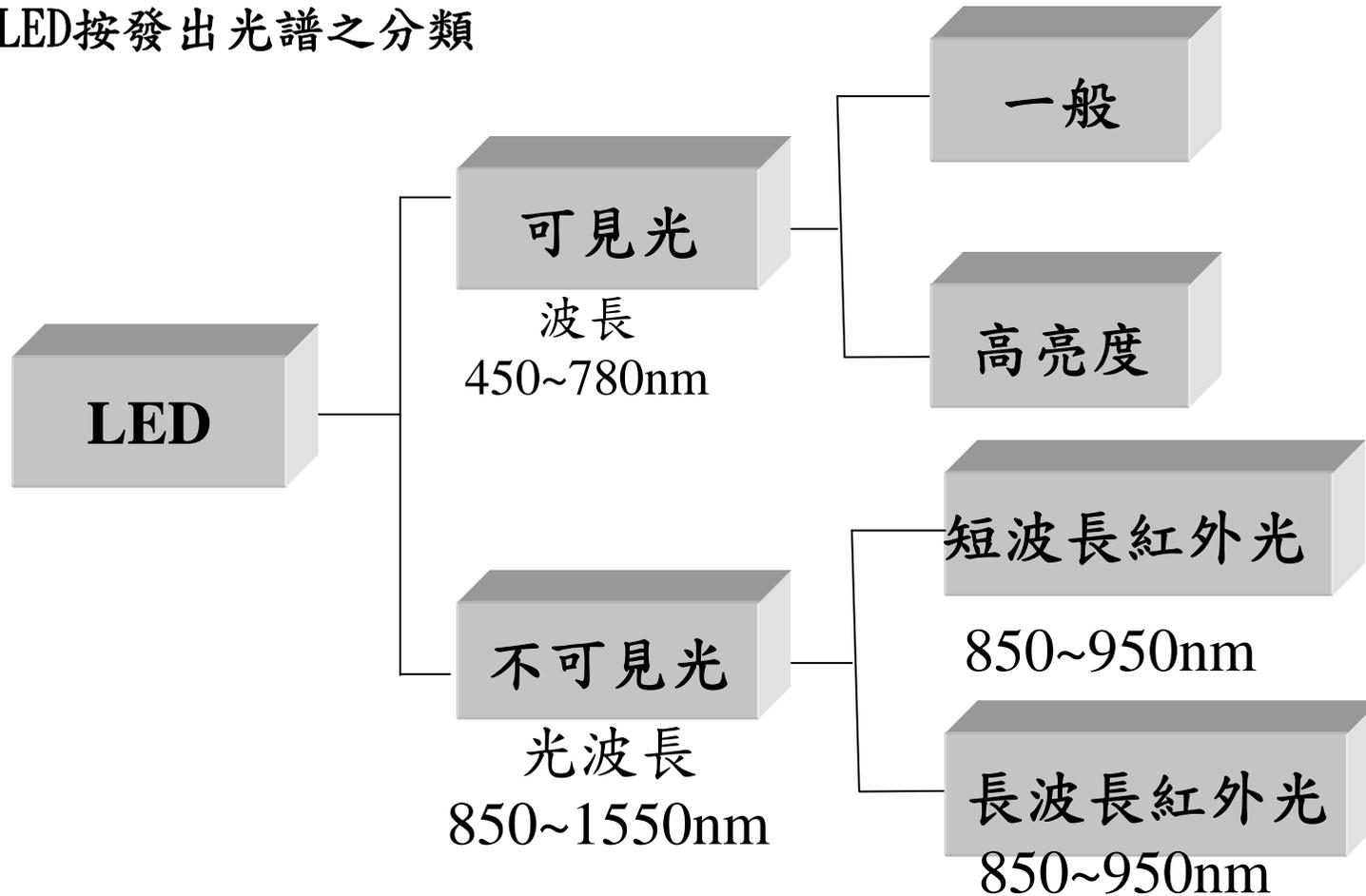
1. LED發光的基本原理

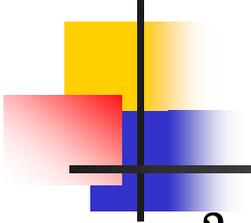
利用P型材質(電洞)及N型材質(電子)，通入順向電壓，電子由N區流向P區，電洞則由P區流向N區，電子與電洞於PN接面結合而產生光。



二、LED發光原理及結構分析

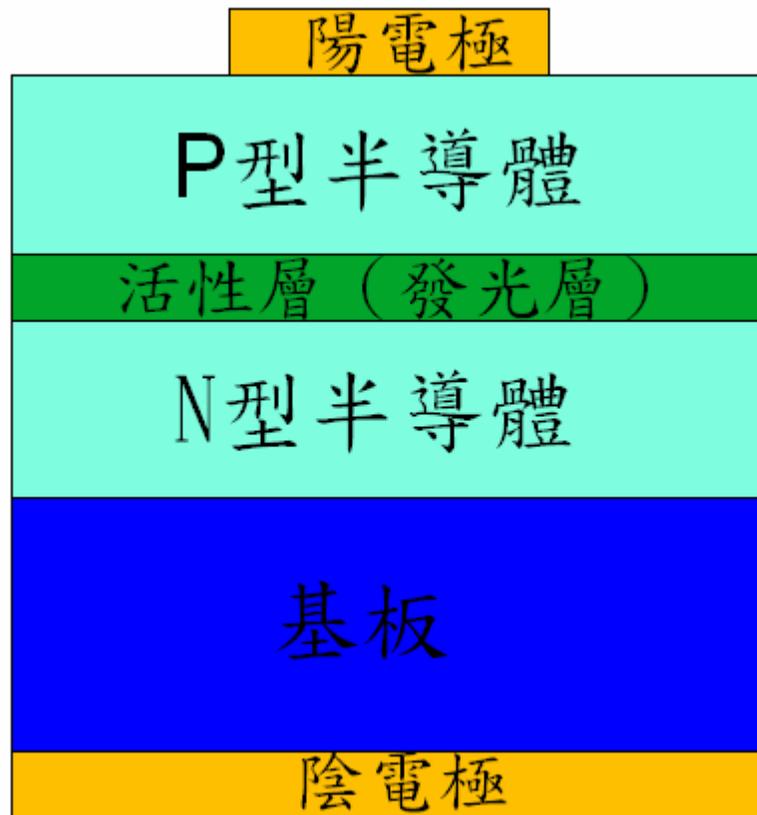
2. LED按發出光譜之分類





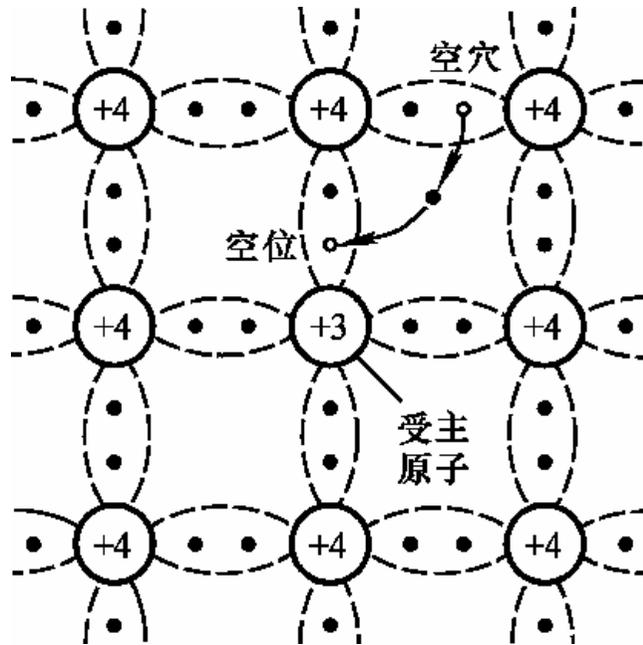
二、LED發光原理及結構分析

3. LED晶粒基本結構，從N層至P層為LED磊晶層。

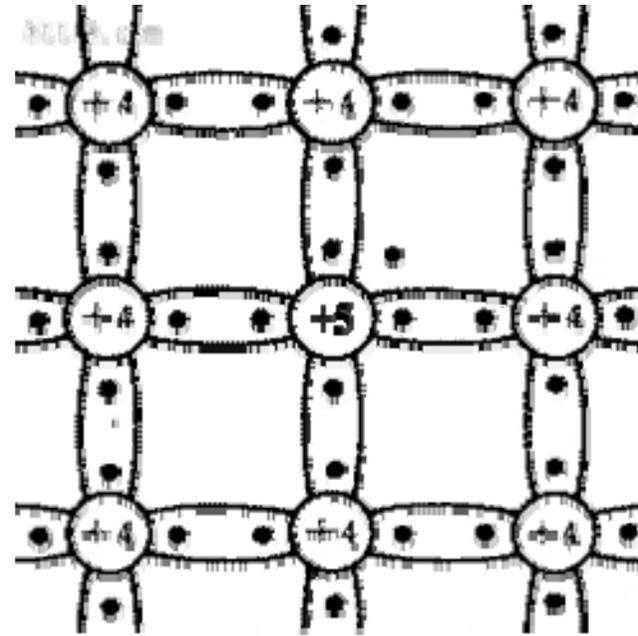


二、LED發光原理及結構分析

4. P型半導體與N型半導體概述：



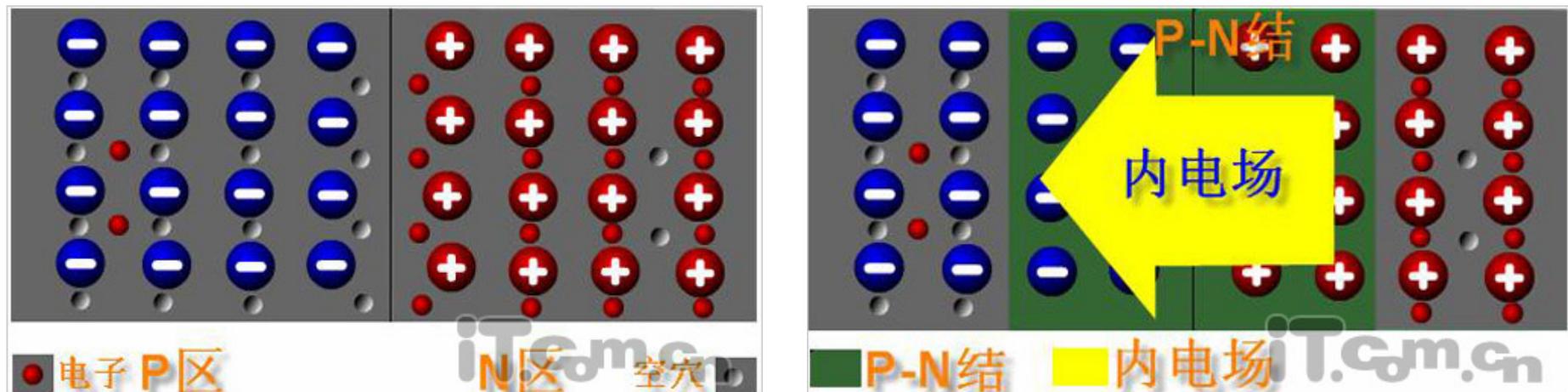
P型（在4價本征半導體材質中摻入3價雜質，如硼、鎵、銦、鋁等，獲得大量空穴，形成P形半導體）



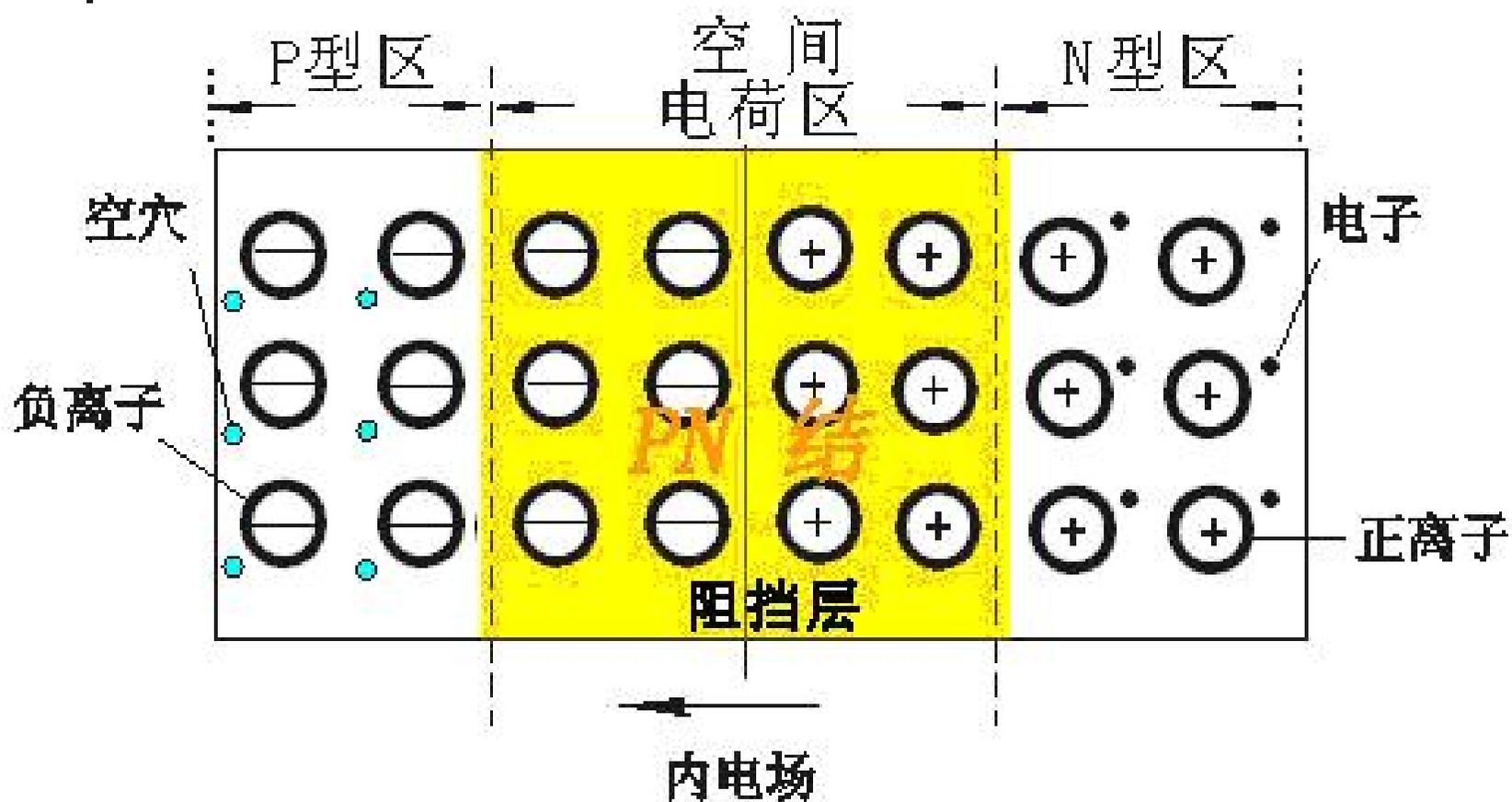
N型（在4價本征半導體材質中摻入5價雜質，如氮、磷、砷等，獲得大量電子，形成N形半導體）

二、LED發光原理及結構分析

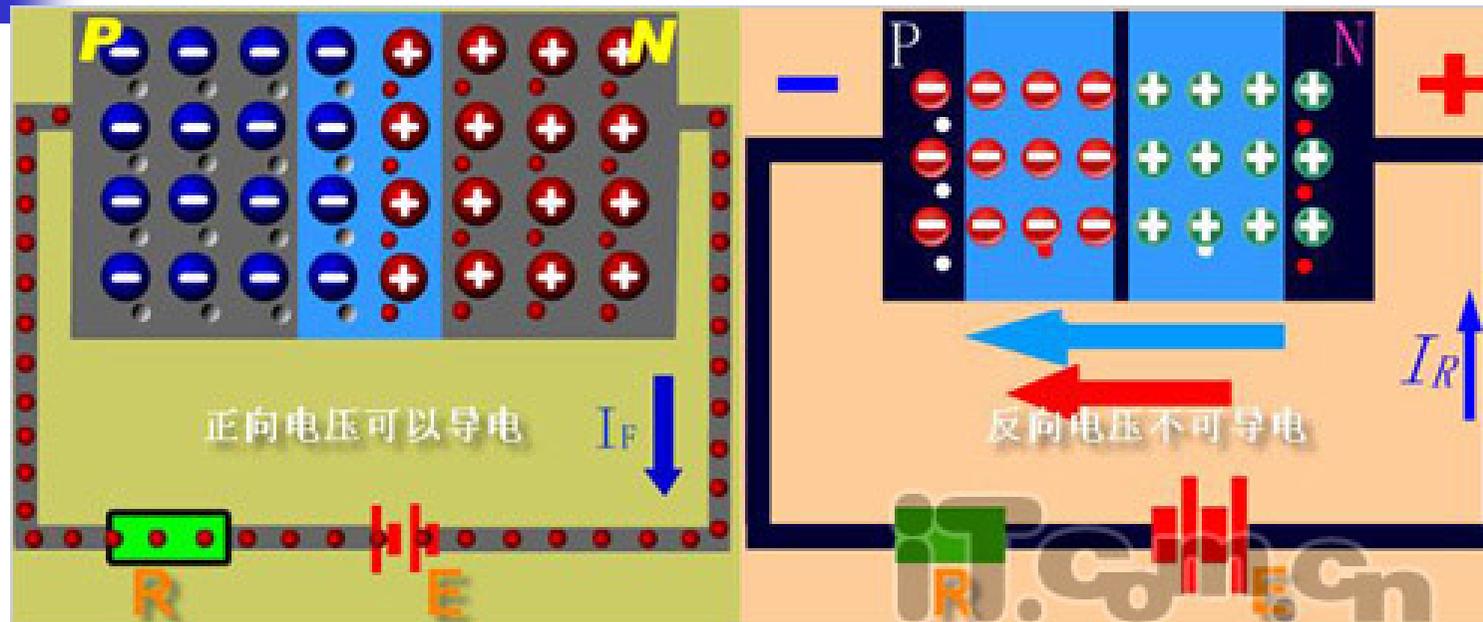
5. PN結概述：當P形半導體與N形半導體接觸後，根據擴散原理，空穴要從濃度高的P區向N區擴散，自由電子要從濃度高的N區向P區擴散，並在交界面發生復合(耗盡)，形成載流子極少的正負空間電荷區(如圖所示)，也就是PN結，又叫耗盡層



二、LED發光原理及結構分析



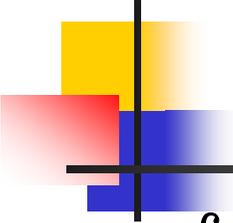
二、LED發光原理及結構分析



PN结的特性：由于内电场阻挡了多数载流子的运动，阻挡层中没有载流子，因此PN结是不导电的。但是，如果我们在PN结上接一个外加电压来改变了内电场，也就是改变阻挡层，PN结的导电性能就会发生变化。

当外加电场与内电场方向一致：不导电，

当外加电场与内电场方向相反：导通。



二、LED發光原理及結構分析

6. 決定LED發光顏色的重要因素：能隙 E_g (eV電子伏特)

能隙的定義：半導體化合物中的電子吸收足夠的能量才能跳出形成電子或電洞，所需吸收的最小能量叫做能隙(band gap) E_g ，能隙的大小與共價鍵強度有關，共價鍵強度越強，能隙越大。

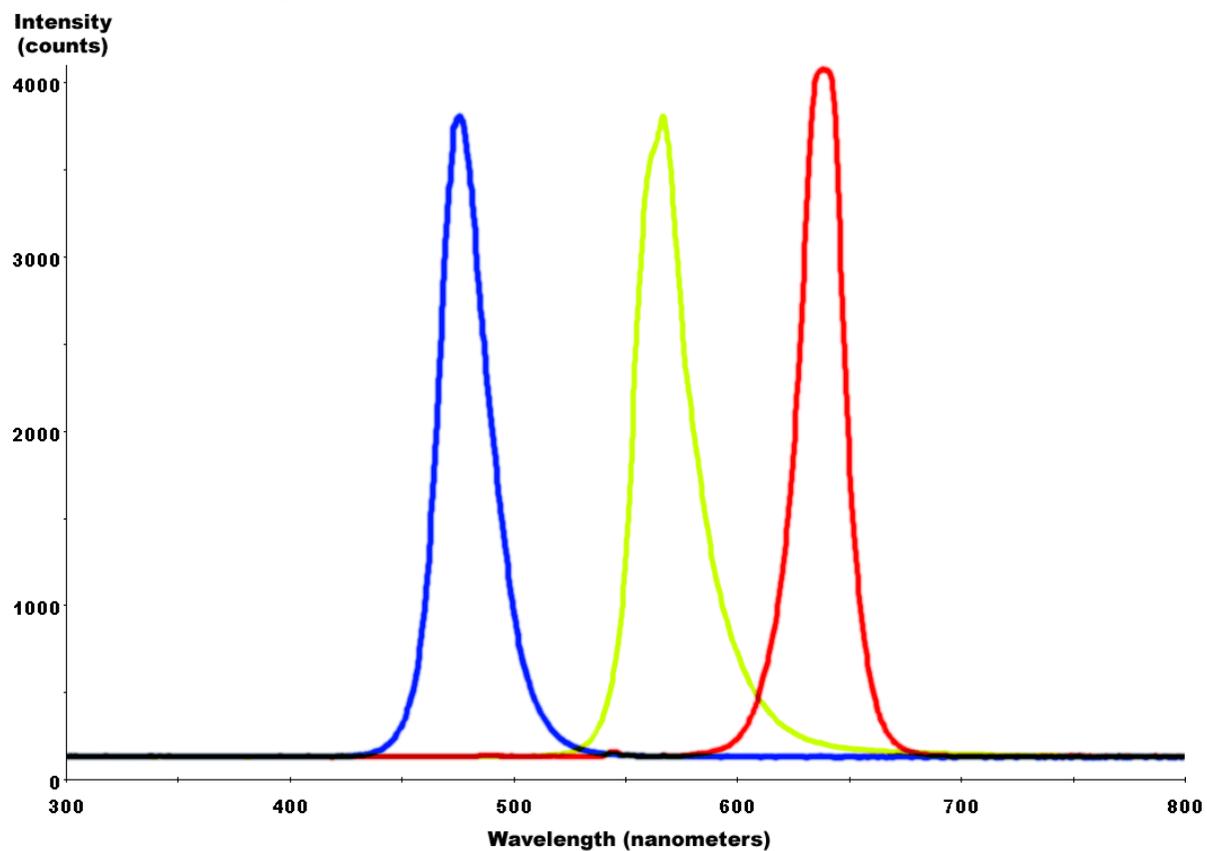
7. LED發光波長 λ

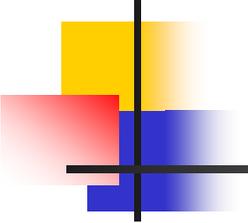
$$\lambda = 1240/E_g \quad (\text{nm})$$

8. 目前LED結構常加入活性層（發光層），控制發光波長，提高發光效率。

二、LED發光原理及結構分析

● LED可見光光譜：





二、LED發光原理及結構分析

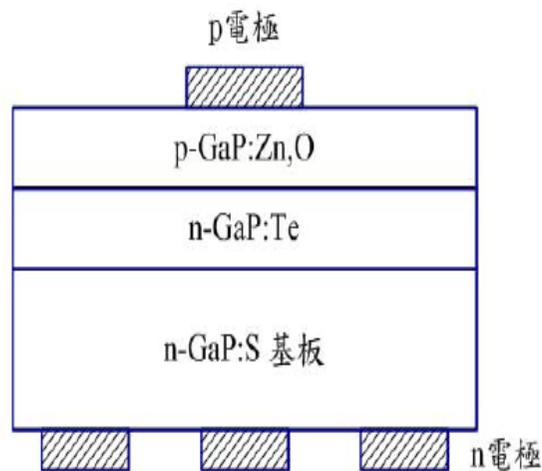
9. 目前常見可見光發光二極體及結構

- a. GaP/GaAsP系發光二極體
- b. AlGaAs系發光二極體
- c. AlInGaP系發光二極體
- d. GaN系發光二極體

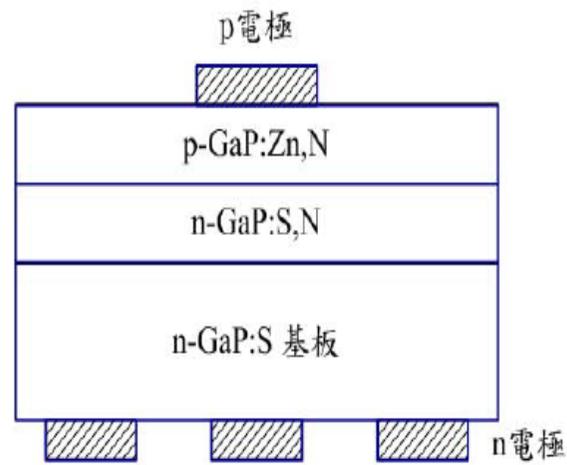
二、LED發光原理及結構分析

a. GaP/GaAsP系發光二極體

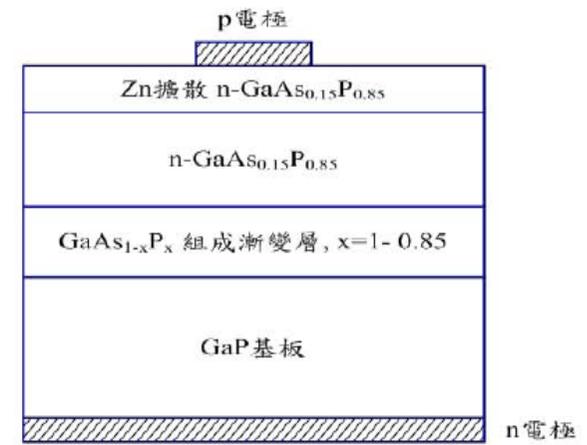
此系之發光二極體有三種，GaP 680nm紅光發光二極體，GaP570nm黃綠光發光二極體，與GaAsP系發光二極體



(一)



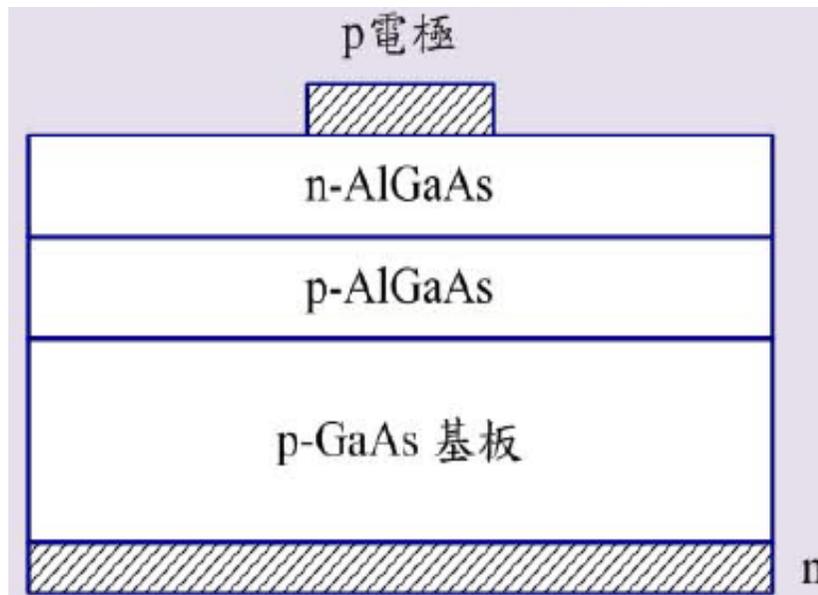
(二)



(三)

二、LED發光原理及結構分析

b. AlGaAs系發光二極體

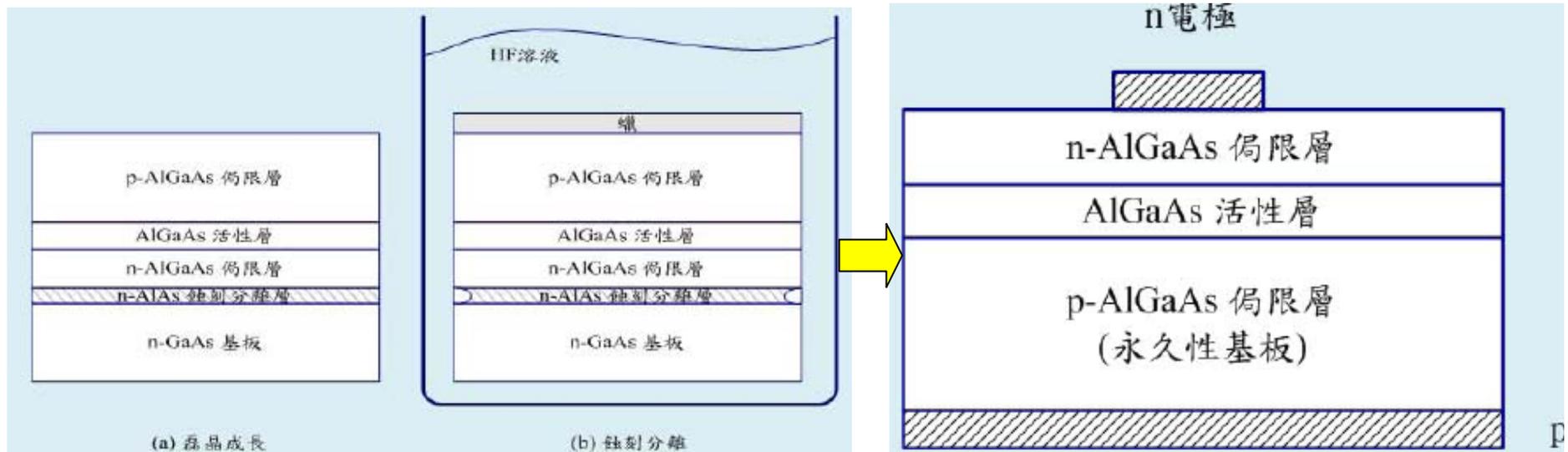


單異質結構紅光LED



雙異質結構紅光LED

二、LED發光原理及結構分析

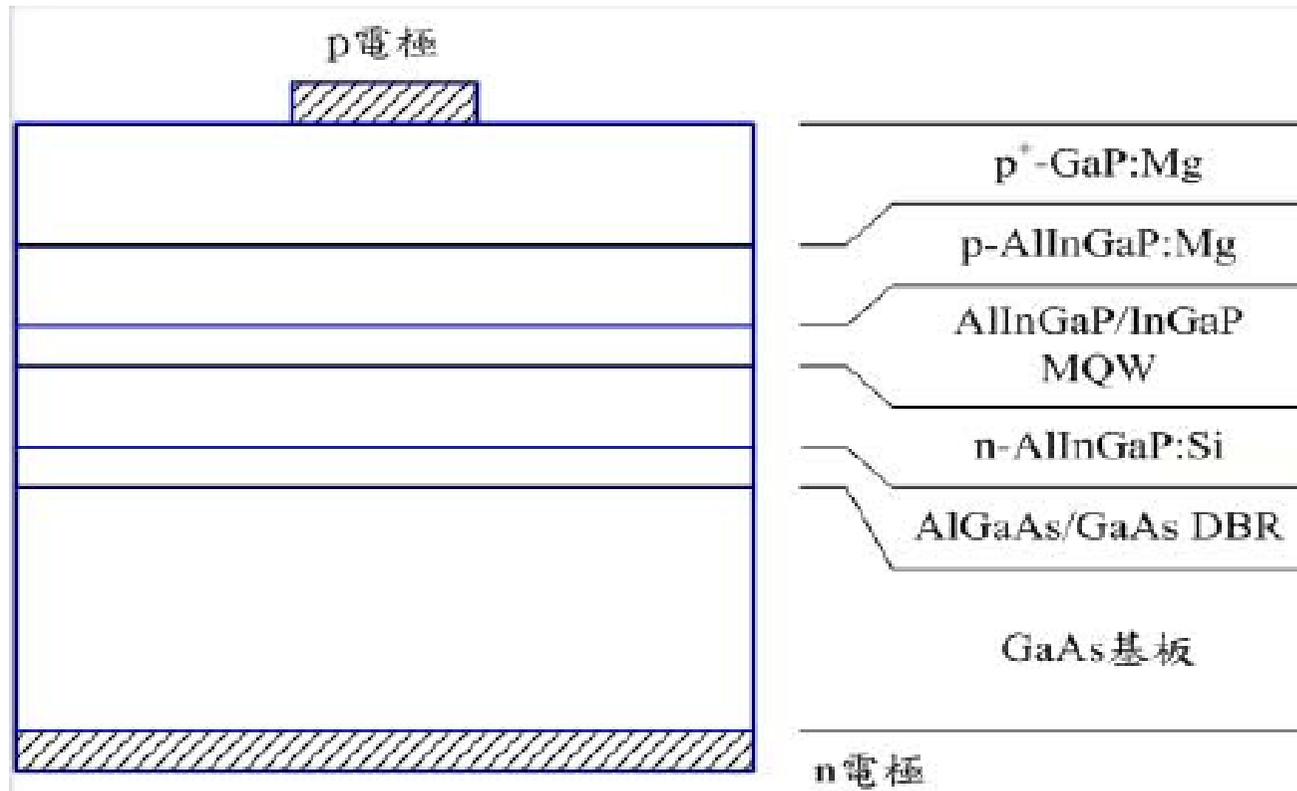


基板分離過程

雙行雙異質結構發光LED

二、LED發光原理及結構分析

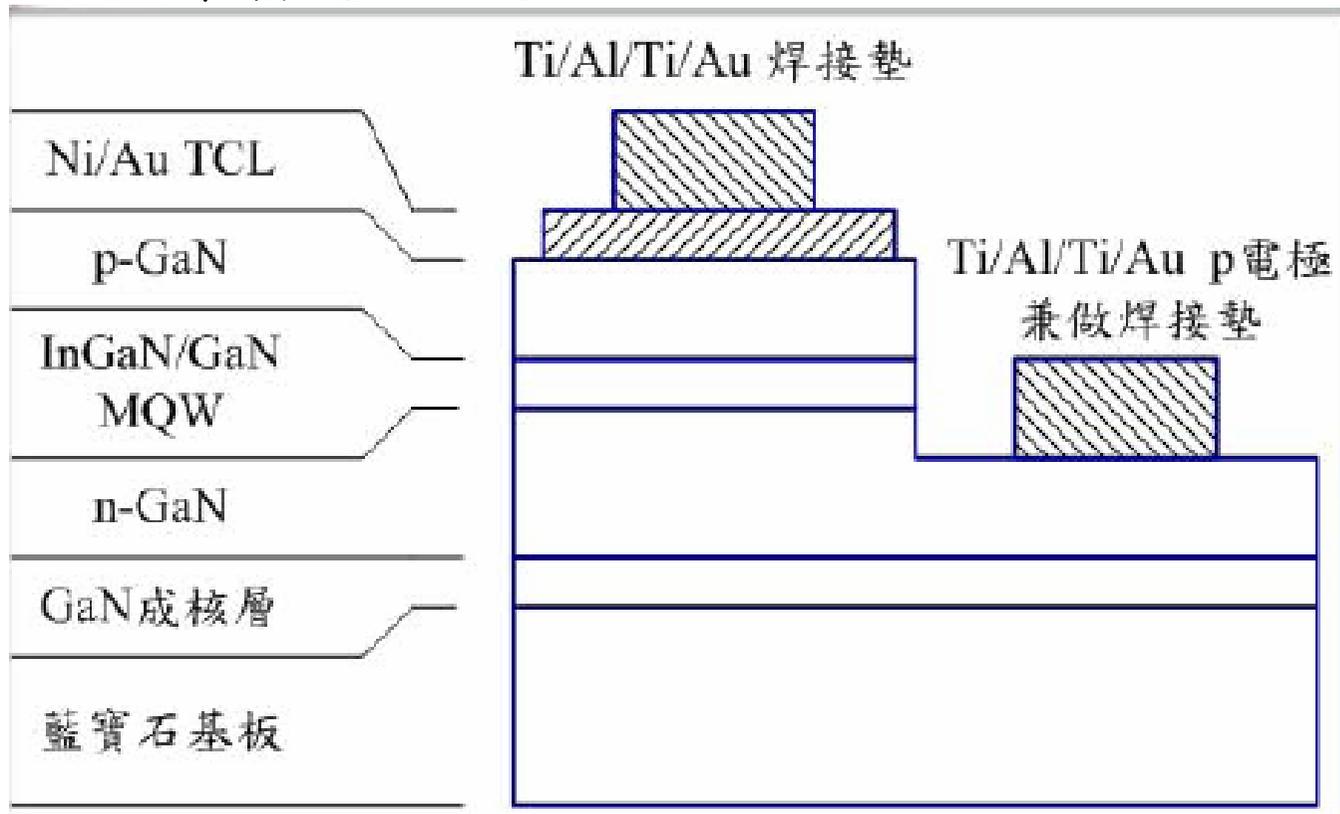
c. AlInGaP系發光二極體



AlInGaP發光二極體斷面圖

二、LED發光原理及結構分析

d. GaN系發光二極體



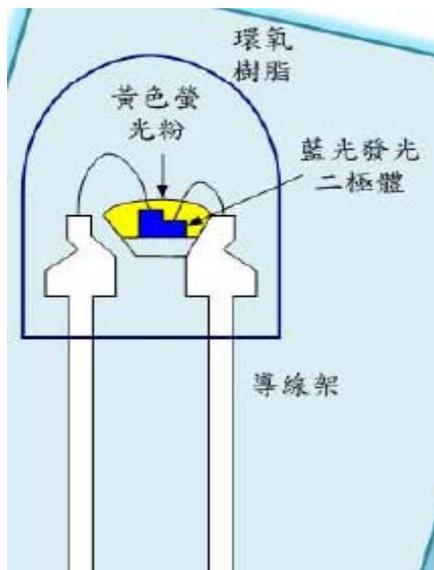
GaN發光二極體斷面圖

二、LED發光原理及結構分析

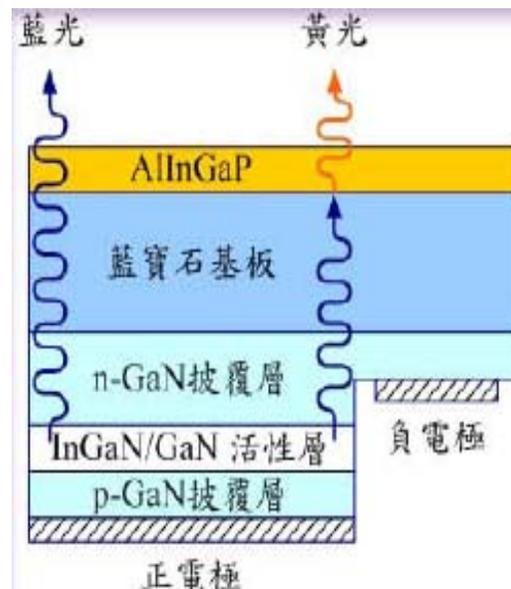
10. 目前白光二極體的結構形式

① GaN藍色發光二極體＋黃色螢光粉

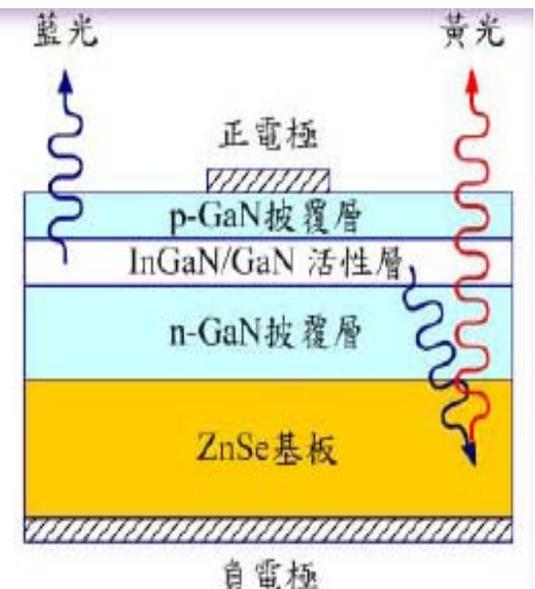
② 光子回收式（藍光與黃光混後發出白光）



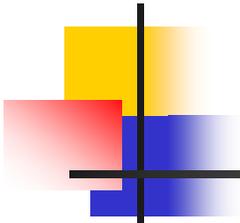
(一)



(二)



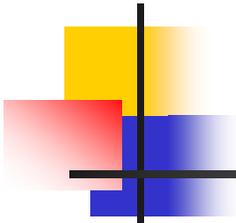
負電極



二、LED發光原理及結構分析

11. 發光二極體特征匯總：

光色	基板	發光層	結構	磊晶方式	發光波長 (nm)	裸晶亮度(mcd)(典型值)
紅外線	GaAs	AlGaAs	DH	LPE	880, 940	—
紅光	GaP	GaP	HS	VPE+擴散	700	0.6
紅光	GaP	GaAsP	HS	LPE	650	15
紅光	GaAs	AlGaAs	SH	LPE	660	20
紅光	GaAs	AlGaAs	DH	LPE	660	50
紅光	AlGaAs	AlGaAs	DDH	VPE+擴散	660	70

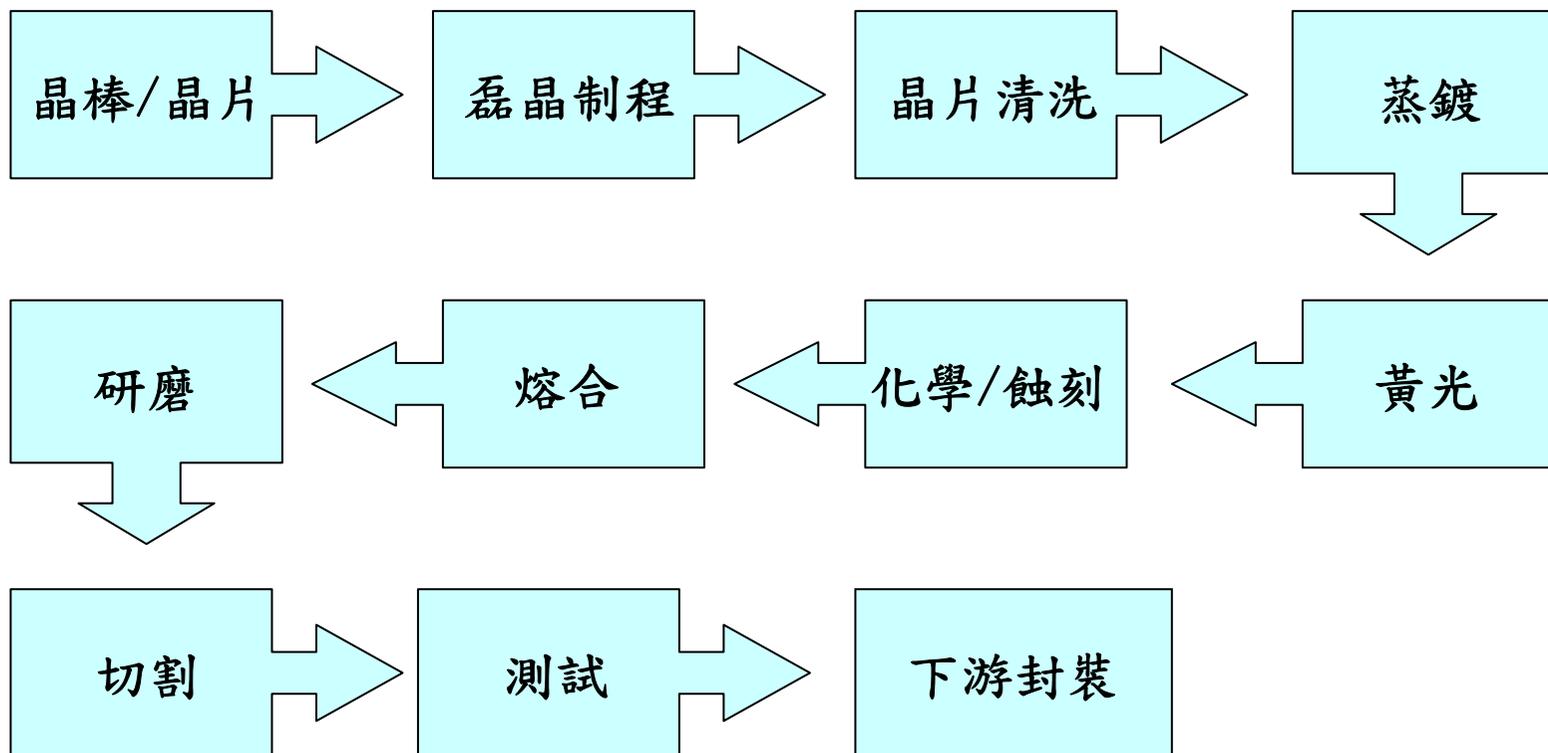


二、LED發光原理及結構分析

橘紅光	GaP	GaAsP	HS	VPE+擴散	630	15
橘紅光	GaAs	AlInGaP	MQW	MOCVD	625	150
黃光	GaP	GaAsP	HS	VPE+擴散	590	15
黃光	GaAs	AlInGaP	MQW	MOCVD	590	100
黃綠光	GaP	GaP	HS	LPE	570	14
綠光	sapphire	InGaN	MQW	MOCVD	525	300
藍光	sapphire	InGaN	MQW	MOCVD	470	100
白光	sapphire	InGaN+ 黃色螢光粉		MOCVD	470+580雙峰	50流明/瓦

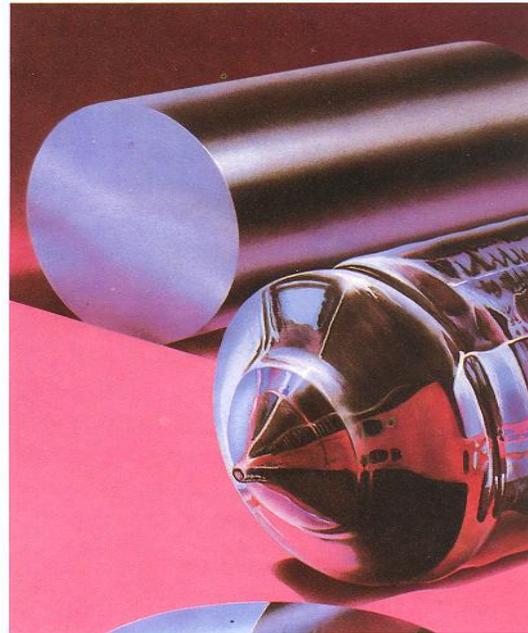
三、LED制程工藝介紹

LED制造工藝流程圖：



三、LED制程工藝介紹

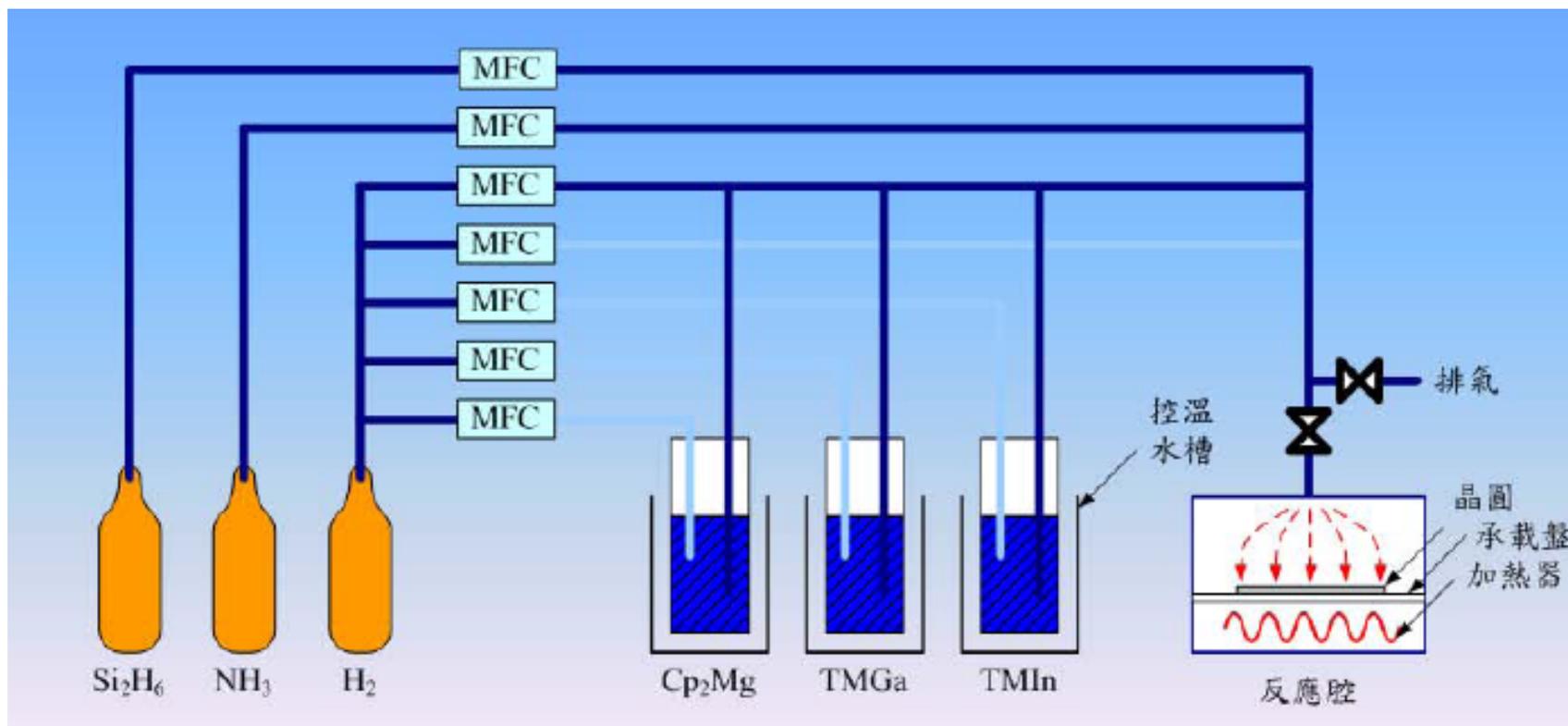
1. 晶棒/晶片：晶棒成長共有柴可拉斯基長晶法、Bridgman Method、Vertical Gradient Freeze(VGF) Method 三種。晶棒直徑一般為2” , 3” , 4” ，後利用切片機將其切成要求之晶片。



2. 磊晶制程：磊晶有液相磊晶法，氣相磊晶法，有機金屬化學氣相沉積（MOCVD）法，分子束磊晶法等。

三、LED制程工藝介紹

有機金屬化學氣相沉積 (MOCVD) 法介紹：利用氫氣將相應有機金屬帶入MOCVD反應室與其它特氣反應，生成的固態物便沉積在基板上。

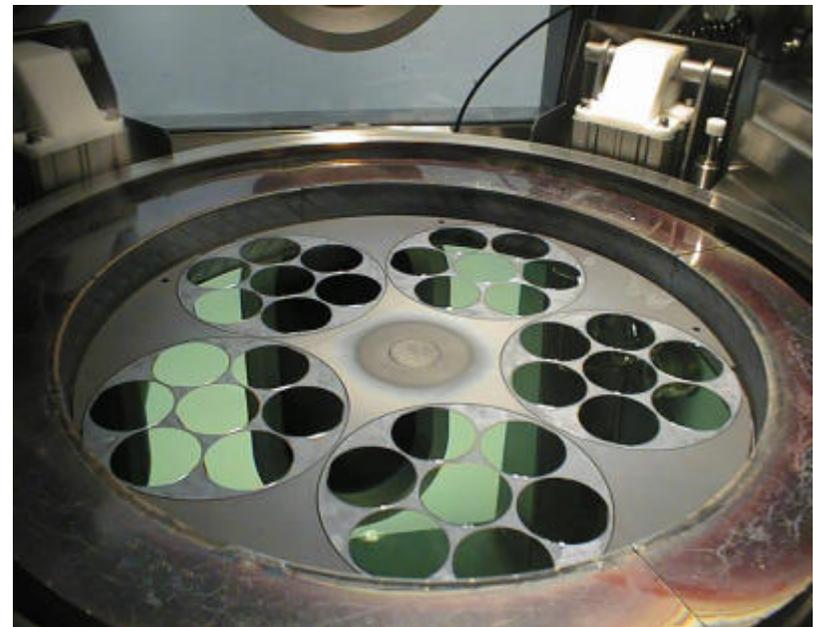


三、LED制程工藝介紹

MOCVD設備：



設備外觀



反應爐

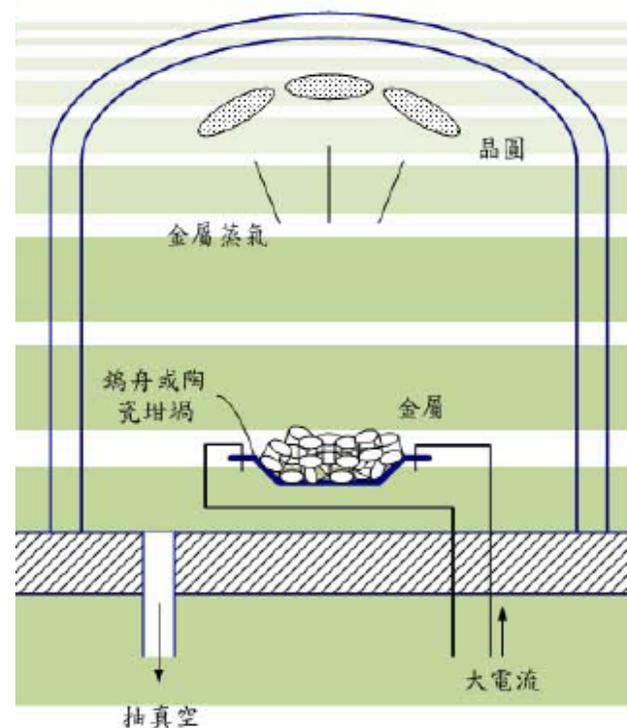
三、LED制程工藝介紹

3. 晶片清洗：除去晶片上磊晶完成後所殘留的物質，如不除去，蒸鍍上的金屬易起層脫落。使用設備：自動清洗機

4. 蒸鍍：在晶片表面鍍上一層或多層金屬（Au、Ni、Al等），一般將晶片置於高溫真空下，將熔化的金屬蒸著在晶片上（如圖）。

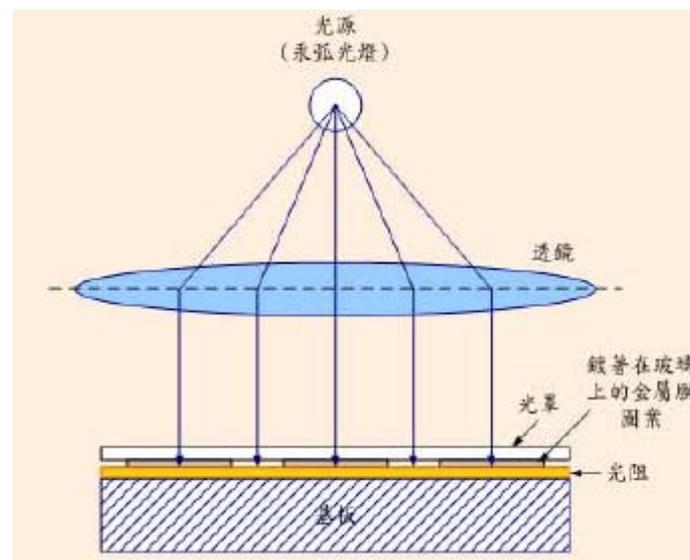
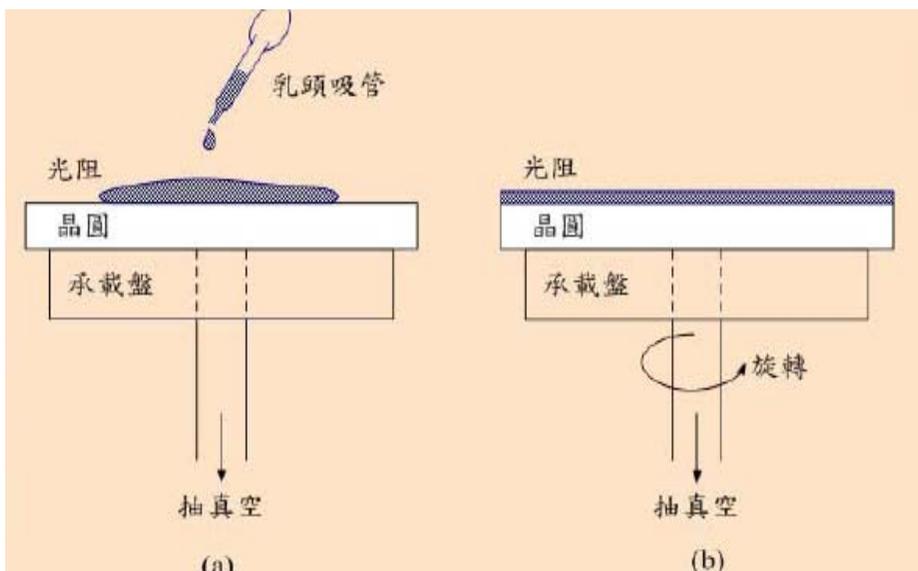
作用：1) 便於在晶片上焊接電極

2) 加大晶片的電流導電面積



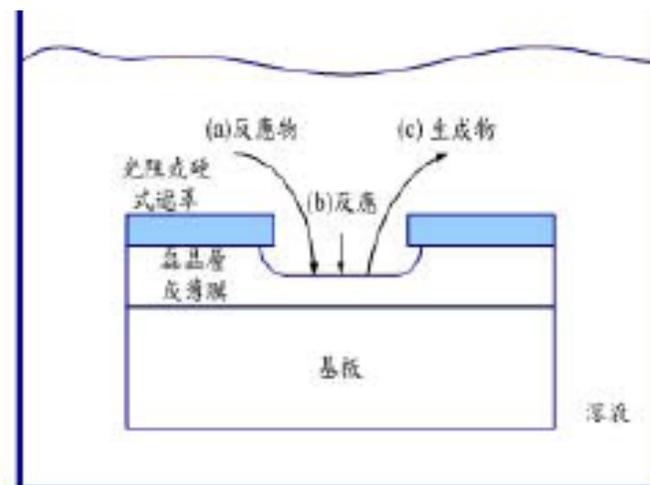
三、LED制程工藝介紹

5. 黃光：在晶片上塗佈光阻溶液，經曝光後在晶片上形成一定圖案的工藝。

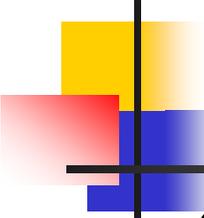


三、LED制程工藝介紹

6. 化學（或蝕刻）：去除黃光制程中未保護的部分，形成所需圖案。

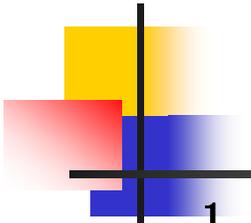


7. 熔合：使蒸鍍過程中蒸鍍的多層金屬分子間更緊密結合，減少接觸電阻。



三、LED制程工藝介紹

8. 研磨：減小基板厚度，降低晶粒電阻，同時以利切割。有研磨法與切削法兩種。
9. 切割：將晶片切割為要求之晶粒。常用輪刀式，鑽石式與激光式三種方法。
10. 測試：挑選出各種波長之晶粒，剔除不合格之產品。另有目檢流程，以保證銷售晶粒之品質。



四、LED制程配套工程注意事項

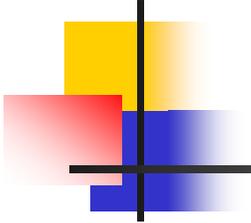
1. 磊晶區

a. MOCVD機台

- ① 排氣較大 以有機廢氣為主，風管室內鍍鋅螺旋管、室外SUS304材質，防銹，排氣風速約8米以上
- ② 冷卻水 溫度 $18\sim 20^{\circ}\text{C}\pm 0.5$ ，壓力約5KG，管徑約為1”
- ③ 特氣管 數量較多

b. Local SCR 處理MOCVD產生之有毒氣體

- ① 冷卻水 ，管徑約為6分
- ② 排氣 酸鹼 PP管 (SCH80) 3寸
- ③ 排水管、純水管



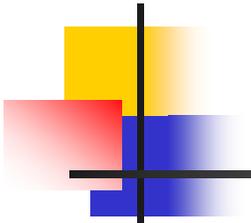
四、LED制程配套工程注意事項

c. 特氣櫃

- ① 酸鹼排氣，PP管
- ② 有機排氣 SUS或鍍鋅，易燃易爆
- ③ 特氣管 電子級，配至室內相應位置（類似電盤形式）
- ④ 室外 N₂ 儲氣罐

d. 隔間

- ① 控制室盡可能開多窗戶，使人坐著可以看到MOCVD與LOCAL SCR，窗戶不宜過高
- ② 氫氣純化室隔間需至房頂，並設排氣，以防氫氣洩漏
- ③ 業主機台可能多期進駐，隔間需留活動牆



四、LED制程配套工程注意事項

e. 氣流方向

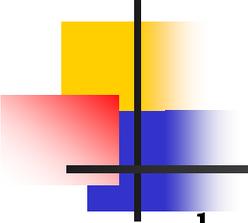
- ① 氣流由前至後：控制室—MOCVD—LOCAL SCR 空調設計需注意
- ② 門的開向配合氣流

f. 地面要求

- ① MOCVD地面無特殊處理
- ② LOCAL SCR 需耐酸鹼EPOXY

g. 冷卻水供給模式

- ① 需板換，一對一輸出
- ② 水需過濾，裝流量計，需控制壓力



四、LED制程配套工程注意事項

h. 王水室

- ① 有清洗機，需PP排氣與排水
- ② 需純水

i. 氫氣室、特氣室、LOCALSCR、王水室

- ① 需使用防爆燈具
- ② 無回風，防毒氣擴散

j. 排水

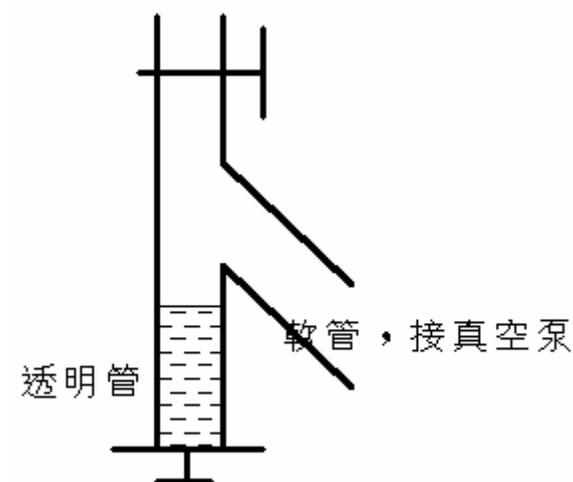
- ① 需設置存水彎，以防毒氣進入室內
- ② 注意破氣封

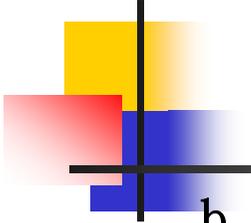
四、LED制程配套工程注意事項

2. 無塵區

a. 蒸鍍室 (1K)

- ① 蒸鍍機特點：真空、高溫、耗電量大
- ② 排氣 含少量油，使用PP管
- ③ 冷卻水 1寸管 70~80LPM
- ④ 注意排油方式，如圖：
- ⑤ 制程水，需流量計，調壓計，不銹鋼軟管接至機台（不銹鋼球閥）
- ⑥ 烤箱排氣，鍍鋅螺旋管，接機2寸（主要排出熱量）





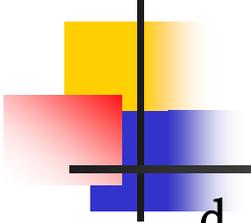
四、LED制程配套工程注意事項

b. 黃光區 (1K)

- ① 排氣 SUS304 使用法蘭連接 (因為有油) , 耐高溫氣密墊
- ② AIRSHOWER 窗戶等需貼黃光紙 室內使用黃光燈

c. 清洗化學 (10K)

- ① 清洗機需純水、藥水、排水、排氣
- ② 氣味重 新風量大 新風口開一固定口與一比例調節口
- ③ 使用電加熱時須加防火開關
- ④ 純水 排水 排氣 制程冰水使用位置未定時天板上不開孔, 天板上預留閥門即可。
- ⑤ 排氣 使用中也可開孔



四、LED制程配套工程注意事項

d. 熔合 (10K)

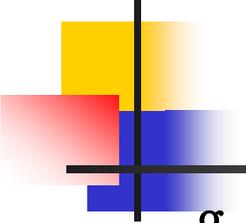
- ① 產生高溫 需制程冰水6分
- ② 排氣較多 鍍鋅

e. bonding (10K)

- ① 真空泵排氣 (PP)
- ② 制程冰水 (約30LPM)

f. CVD (10K)

- ① 排氣 PP 不銹鋼 防爆防燒 10寸配法蘭 (水管做法)
- ② 制程冰水 (約30LPM)

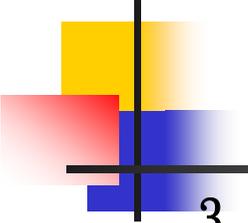


四、LED制程配套工程注意事項

g. 研磨（一般空調）

① 初中效濾網

② 排氣 PP管 另有排水、純水、制程冰水



四、LED制程配套工程注意事項

3. 後處理

a. 切割

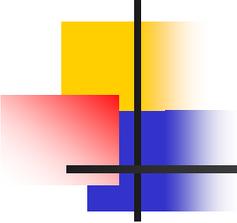
- ① 水 恆定溫度 使用電熱水器與板換
- ② 激光切割 機台熱量大 需排氣 補氣量也較大

b. 測試

- ① 機台熱量大
- ② 需空壓 電 整齊排列

c. 目檢

- ① 防靜電 靜電風扇 導電環 導電磚



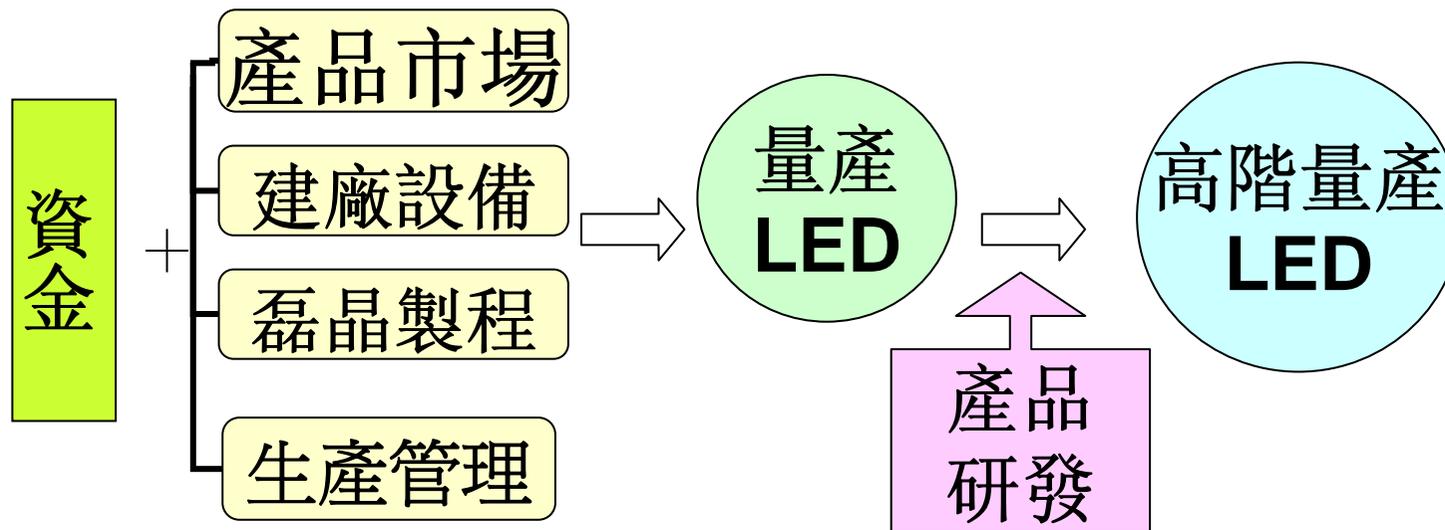
五、LED常用單位

- Mil 密耳（千分之一英寸） LED晶粒大小單位
- Iv 光強（法向光強） 與LED芯片結構有關
Iv的單位 mcd 光源在給定方向上的發光強度
- 光通量 單位 lm（流明） 光源在單位時間發出的光量
- 照度 單位 LUX 1流明的光通量在 1m^2 表面的光照強度
- Wafer 晶元 chip 晶粒
- Sapphire 藍寶石 作基板用

瑋群(光電)事業部

技術轉移類服務：

1：高亮度 & High-Power 之 LED 量產技術



2：新建LED厂房整厂技术输出服务

3：已有LED产线磊晶、晶粒制程技术改良服务

4：LED投资、生产类咨询服务

瑋群（光電）事業部

台灣總公司

聯繫人：黃育倫先生

地址：苗栗縣銅鑼鄉中興工業園區中興路29號

TEL：+886-37-232523 FAX：+886-37-228241

EMAIL：wei-qun@umail.hinet.net

蘇州公司

聯繫人：朱學敏先生

地址：蘇州工業園區中新路韶山花園11-208室

TEL：+86-512-67623041 FAX：+86-512-62515355

EMAIL：woeicnyu@vip.163.com

廣州公司

聯繫人：鄭舟榮先生

地址：廣州永和經濟開發區嚇大街29號2樓

TEL：+86-13922377569

EMAIL：woeicnyu@126.com