



半導體材料認識

DELTA WJ

2006.08.10

課程內容

- 1) 半導體材料的基本知識
- 2) 半導體材料製造流程以及常見元件
- 3) 半導體材料實際應用
-----以在FAN產品的應用為例
- 4) 半導體材料的失效分析



1) 半導體材料的基本知識

1.1 半導體材料以及基本特性

1.2 半導體材料基本原理

1.1 半導體材料及基本知識

1.1.1 導電能力大小分類:

導體: 良好的導電性, 電阻率 $< 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$

半導體: 純淨的半導體, 電阻率約 $2.14 * 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$

絕緣體: 導電能力差/不導電, 電阻率 $> 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$

1.1.2 半導體特性:

1. 電阻率大小受雜質含量多少影響極大:

Si 中加入 1/100 萬硼, 電阻率: $2.14 * 10^5 \rightarrow 0.4 \Omega \cdot \text{cm}$ (50 萬倍)

2. 受外界影響大:

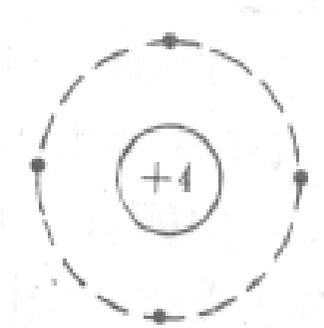
2.1 溫升 80, 純淨 Si 電阻率降低 1/2 (金屬升 100, 電阻率增加 4%).

2.2 光線照射, 也會影響其導電性

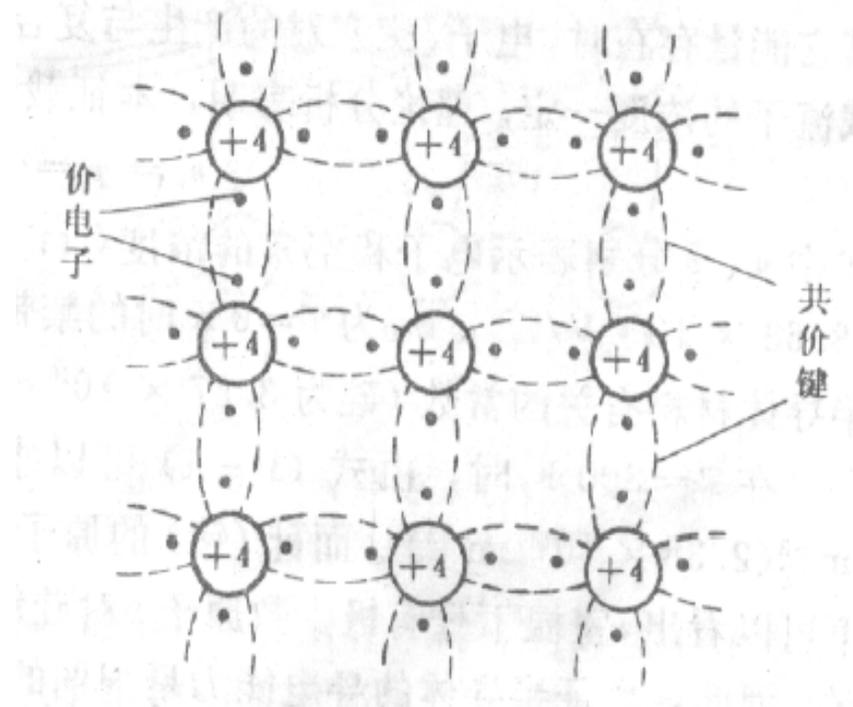
2.3 其他環境對特定半導體的影響: 溼度, 氣體等.

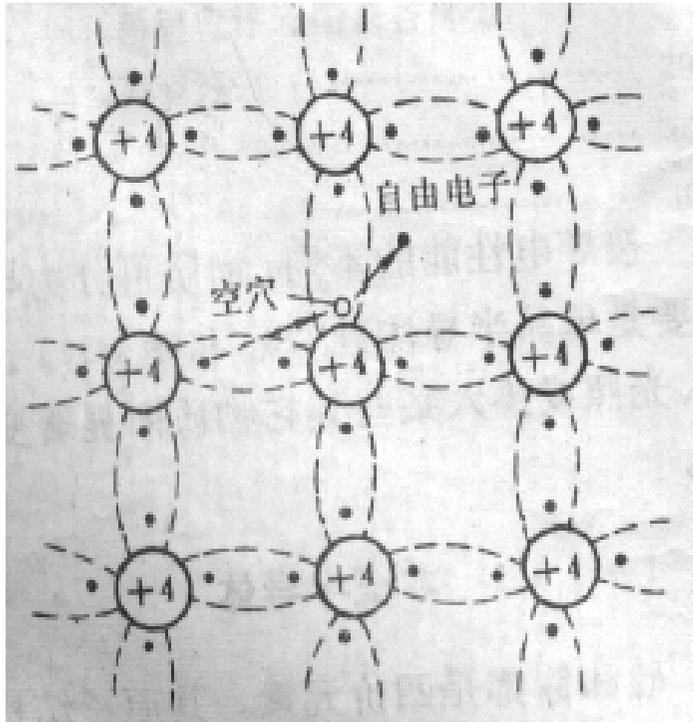
按導電性能的不同，物質可分為導體，絕緣體和半導體。目前用來制造電子器件的材料主要是單晶半導體硅（Si）和鍺（Ge）。

硅和鍺都是四價元素，其原子圖如下所示：



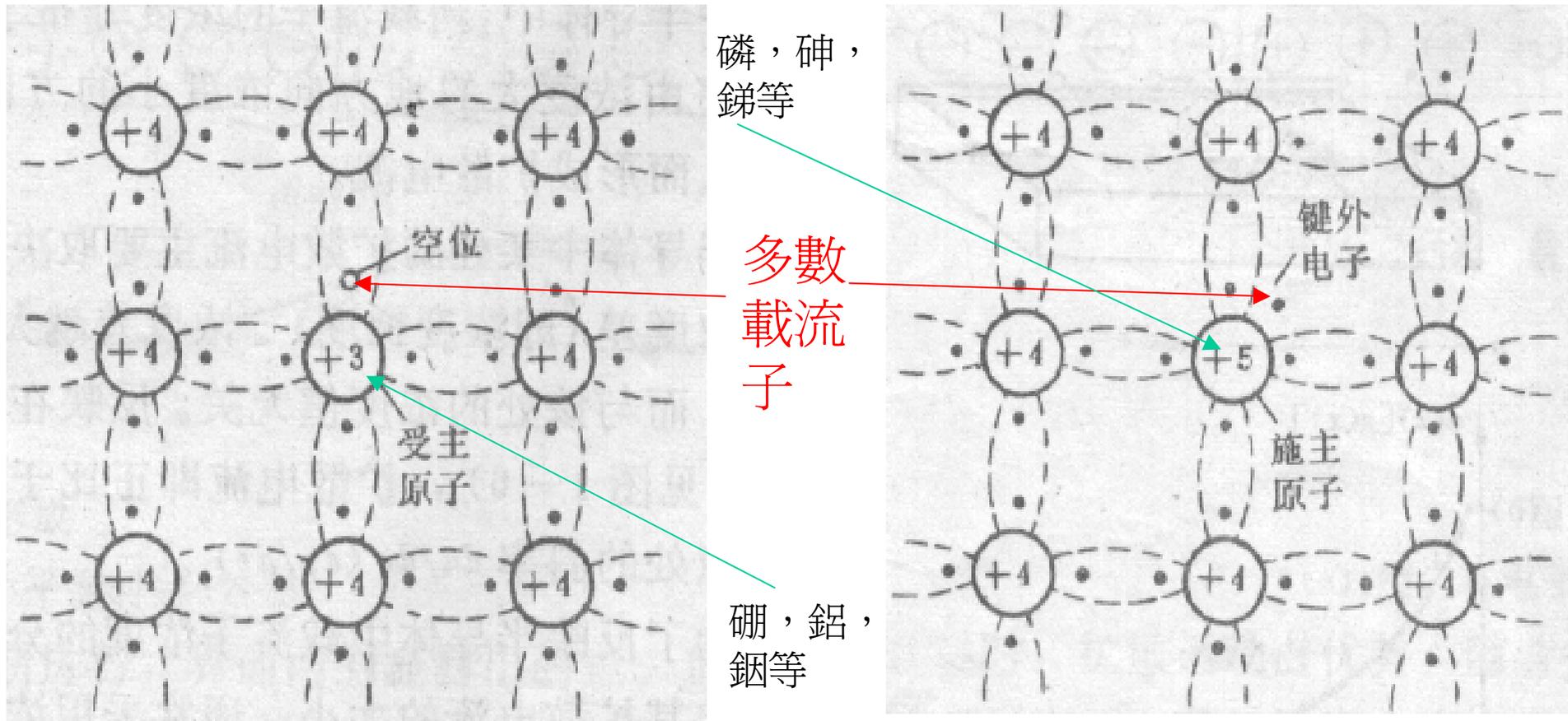
純淨的半導體稱為**本征半導體**，會形成如下的空間點陣





在受熱或有外加電場的情況下，共價鍵中的價電子有可能掙脫共價鍵的束縛而形成自由電子，帶“-”電，其原來的位罝形成一個帶“+”電的空穴。

相鄰共價鍵內的電子在正電荷的吸引下會填補附近的空穴，從而把空穴移動到別處去。依此類推，空穴便可在整個晶體內移動。當有電場作用時，價電子定向地填補空位，使空位做相反方向的移動，這與帶正電荷的粒子做定向運動的效果完全相同。在這裡，帶負電荷的自由電子和帶正電荷的空穴都稱為**載流子**。



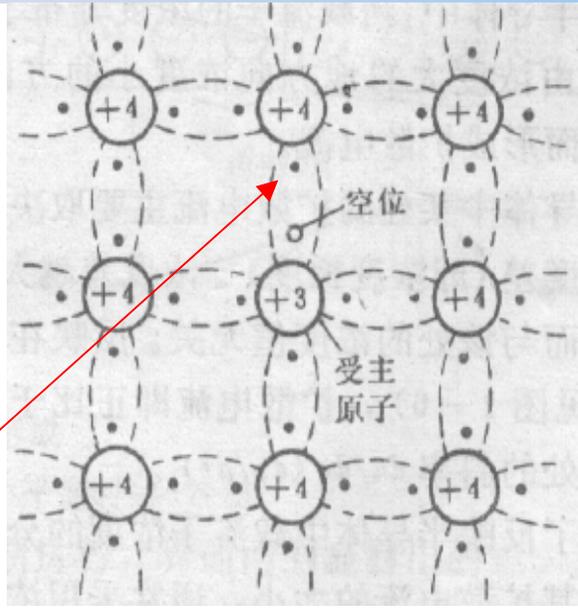
P型半導體

N型半導體

純淨半導體由於其內部的載流子濃度有限，導電能力較差；經過摻雜之後，加大了**載流子濃度**，導電能力大大提升

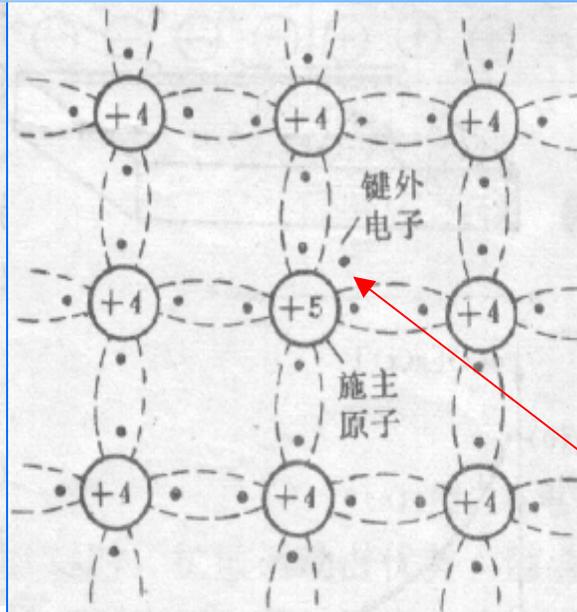
半導體的基本原理-如何形成PN結

P型半導體

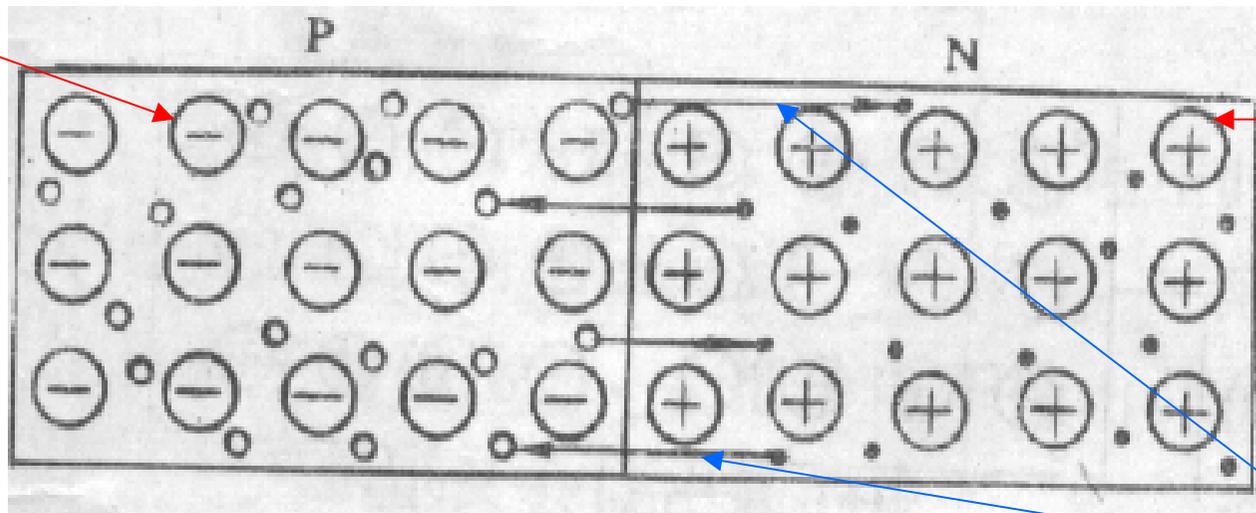


雜質原子
多一個價
電子而成
為負離子

N型半導體



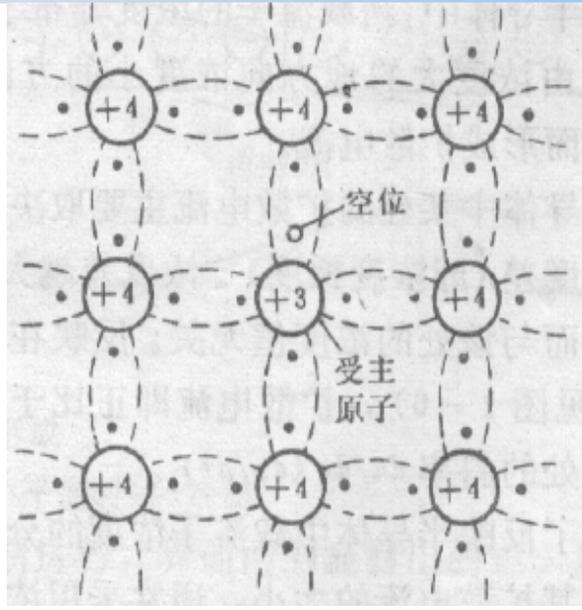
雜質原子
失去一個
價電子而
成為正離子



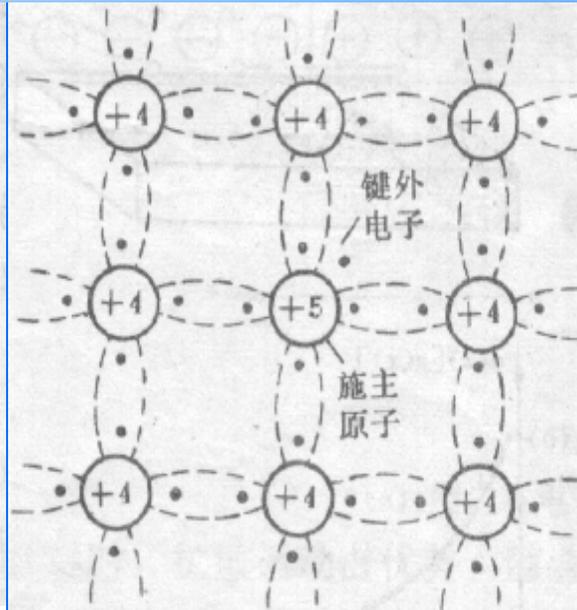
有濃度差，相
互進行擴散

半導體的基本原理-如何形成PN結

P型半導體

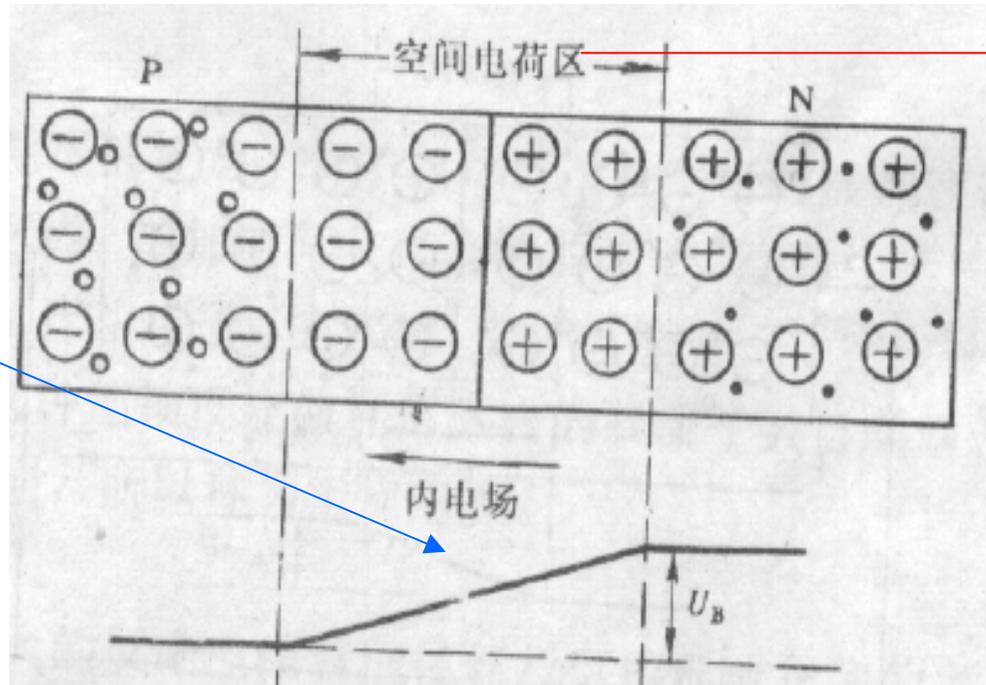


N型半導體



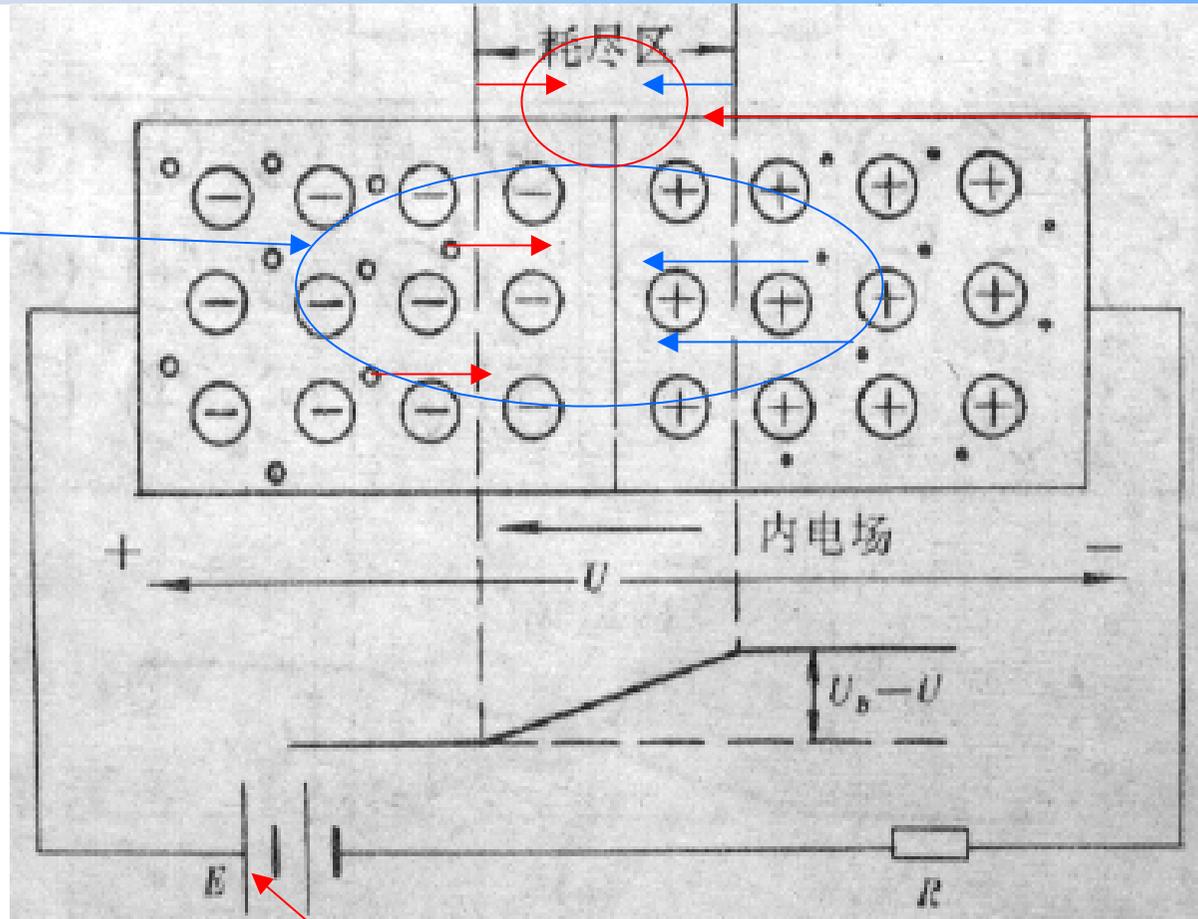
?...

擴散後形成內建電場



稱為耗盡層，對載流子的擴散有阻礙作用，又稱為阻擋區或勢壘區

多數載流子被強行推入耗盡區，中和其中的正負離子

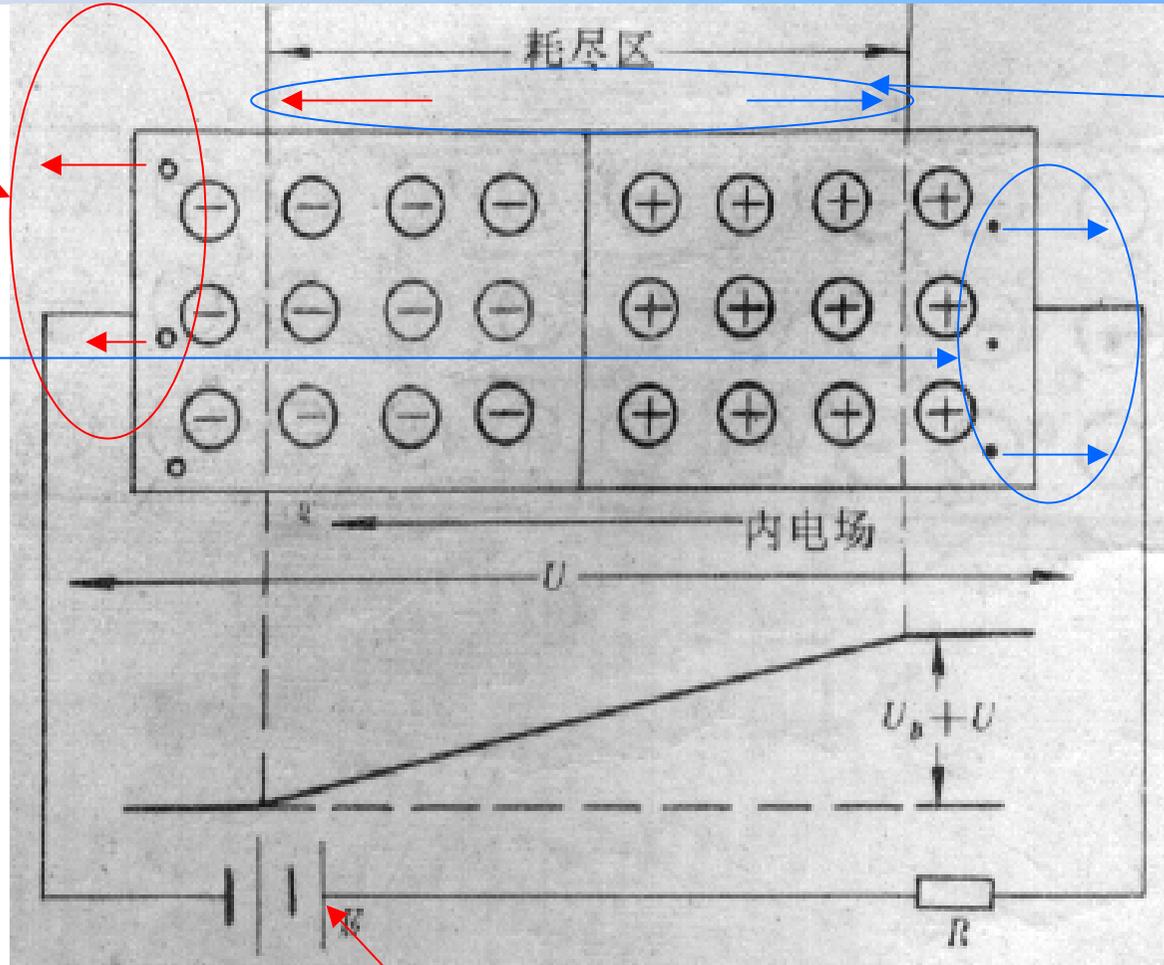


耗盡區變窄並最終消失，利於多數載流子擴散，導電能力大大增強。

PN結正向偏置

半導體的基本原理

多數載流子被強行拉離耗盡區，使更多的正負離子裸出來

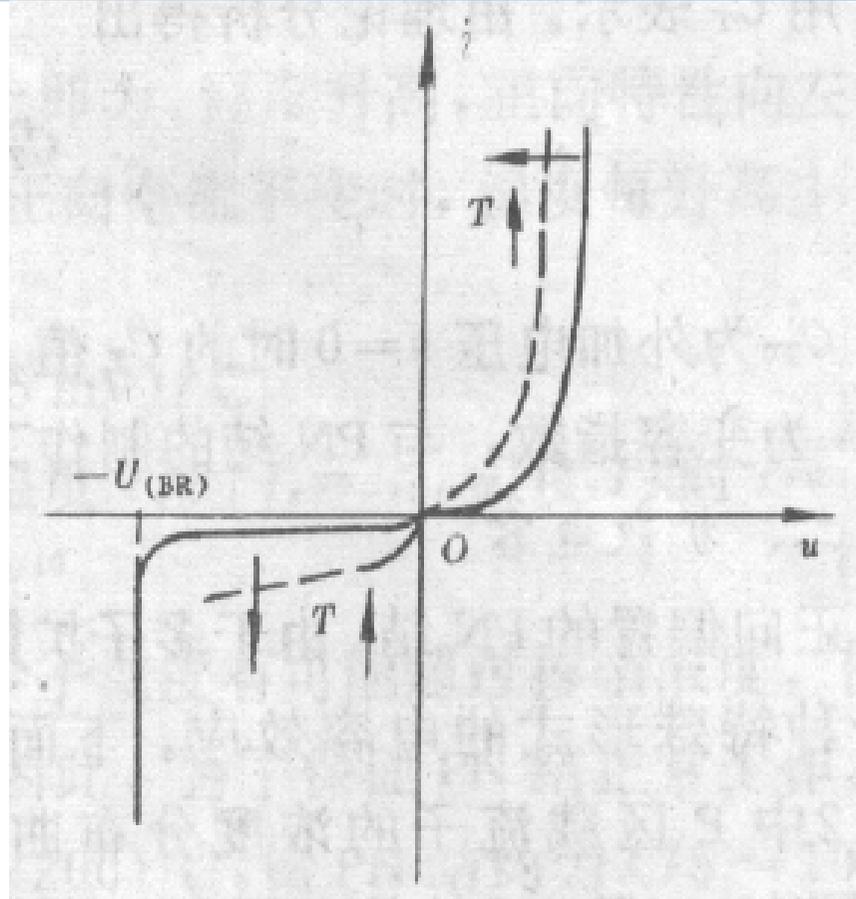


耗盡區變寬，更不利於多數載流子擴散，導電能力大大削弱。

PN結反向偏置

...原來如此，怪不得二極體有這樣得特性



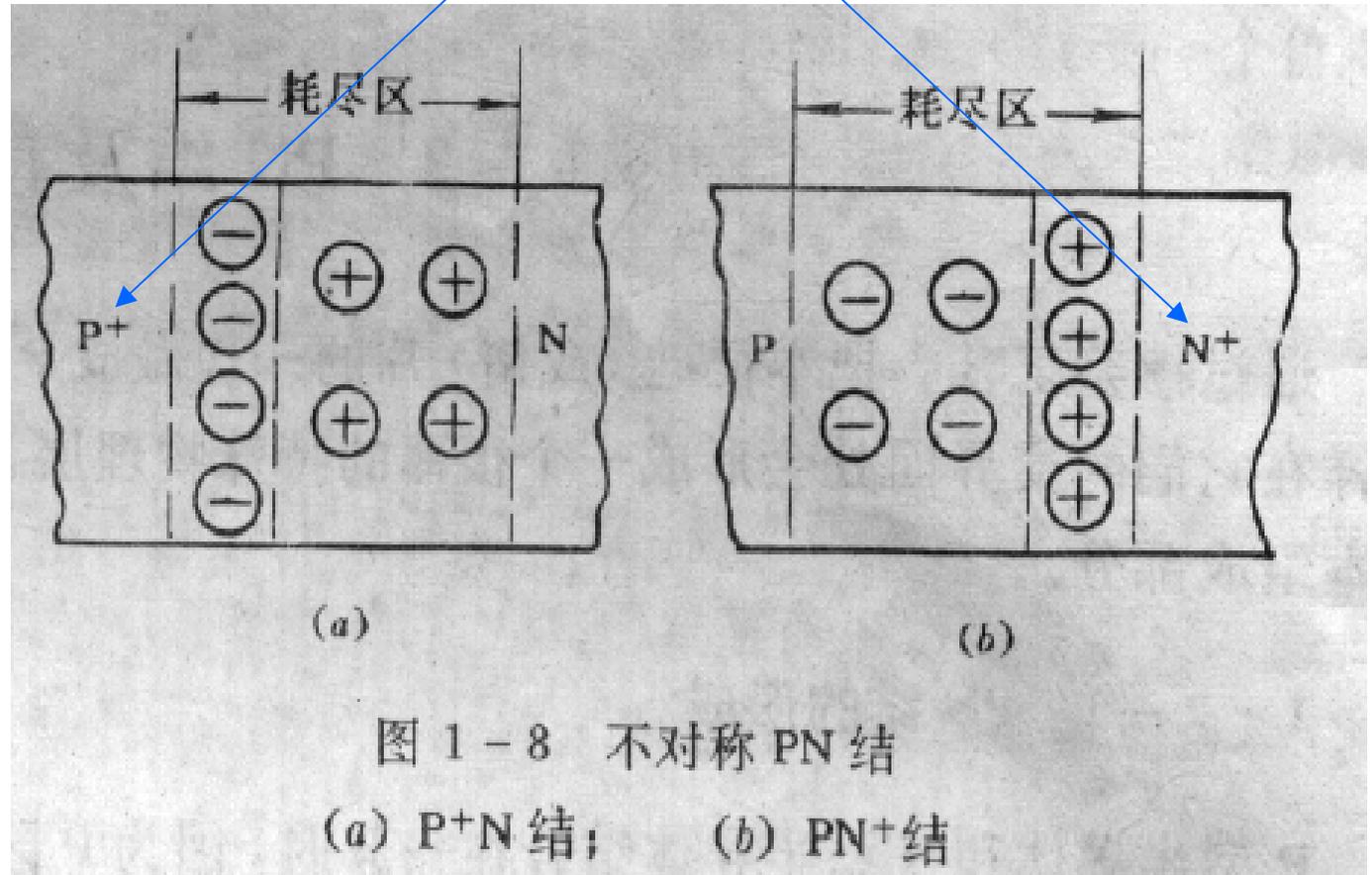


PN結的伏安特性

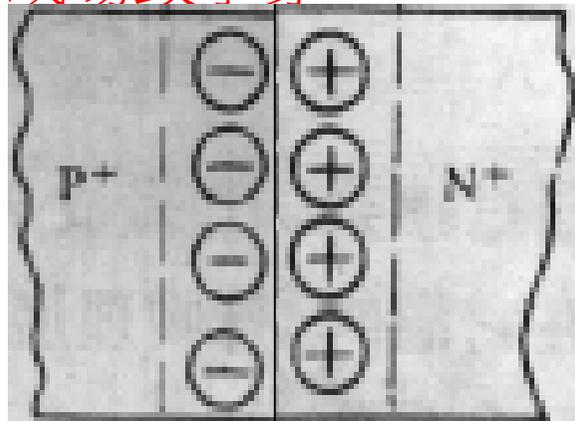
重摻雜的好處
在哪裡呢？



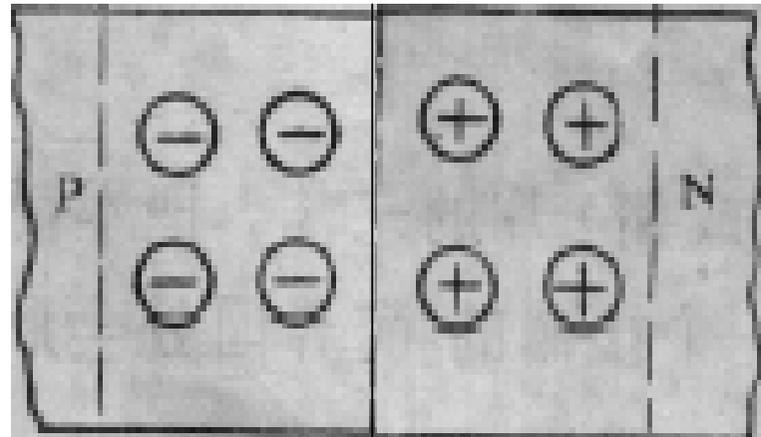
重摻
雜



在重摻雜的PN結中，耗盡區很窄，所以不大的反向電壓就能使耗盡區內形成很強的電場。當反向電壓大到一定值時，強電場足以使耗盡區內的中性原子的價電子直接拉出共價鍵，產生大量的電子、空穴對，使反向電流急劇增大。這種擊穿成爲齊納擊穿或場致擊穿。



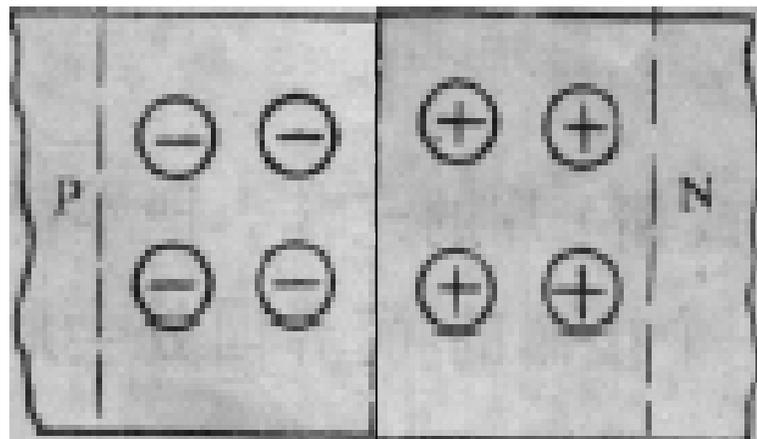
重摻雜



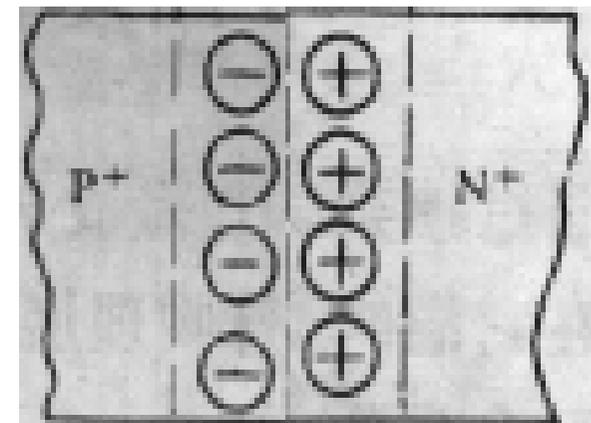
輕摻雜

隻要控制擊穿電流，擊穿是可以恢復而不會毀壞PN結。

在輕摻雜得PN結中，外加反向電壓時，耗盡區較寬，少子漂移通過耗盡區時被加速，動能增大。當反向電壓大到一定值時，在耗盡區內，被加速而獲得高能得少子，在與中性原子得價電子相碰撞時，會把價電子撞出共價鍵，產生電子、空穴對。新產生得電子、空穴被強電場加速後，又會撞出新的電子、空穴對。這種連鎖反應使耗盡區內的載流子數目劇增，從而引起反向電流急劇增大。其現象類似於雪崩，所以成爲**雪崩擊穿**。



輕摻雜



重摻雜

2) 半導體材料製造流程 以及常見元件

2.1 半導體材料製造流程

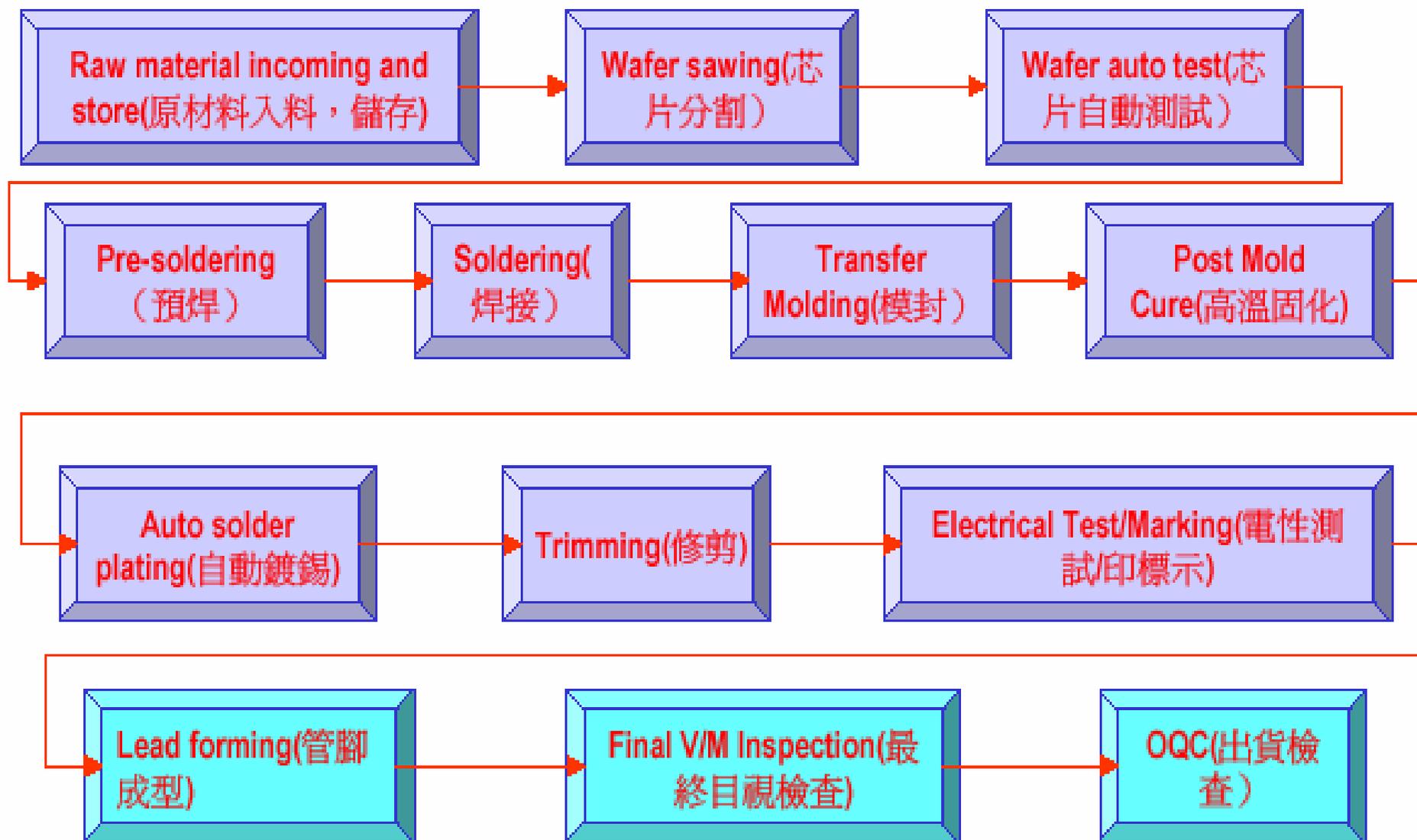
2.2 半導體材料常見元件

2.2.1 二極體

2.2.2 三極體

2.2.3 IC(集成電路)

2.1 半導體材料製造流程

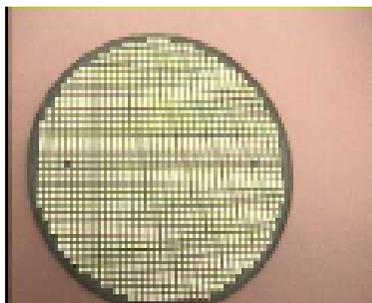


2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-1

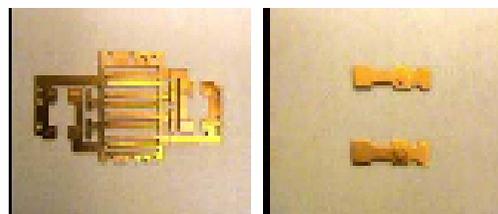
Main Raw Material used in Bridge Diode

制造橋式整流器的主要原材料

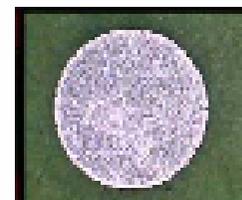
- ❖ Dice (芯片) ----- Dice(Diode) kept in the space full of Nitrogen to Prevent be oxidized 芯片會儲存在充滿氮氣的環境中以防止被氧化
- ❖ Lead Frame and Jumper (框架及內聯片)
- ❖ Soldering wafer(焊片)
- ❖ Molding compound (模封材料) ----- epoxy (樹脂)



Dice(before cutting)
芯片(切割前)

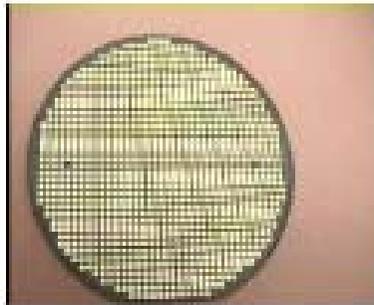


Lead frame& Jumper
框架&內聯片



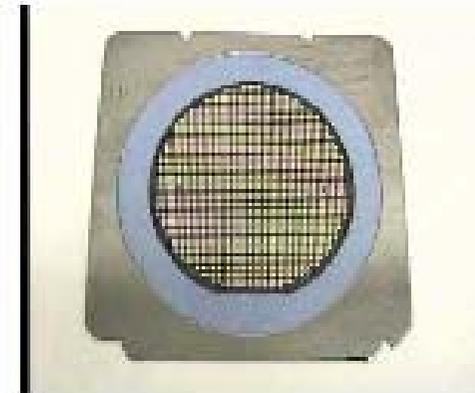
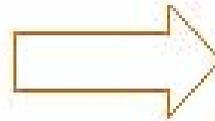
Soldering wafer
焊片

2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-2



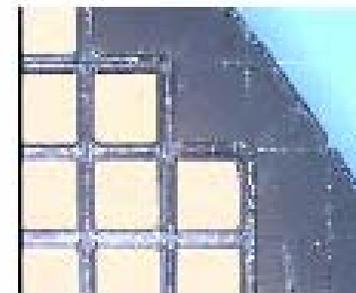
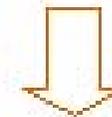
Dice(before cutting)

芯片(切割前)



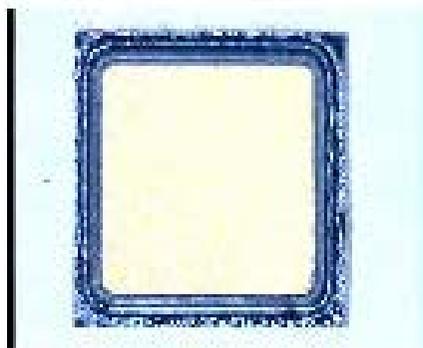
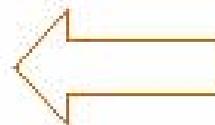
Wafer mounting

貼藍膜



Detail view

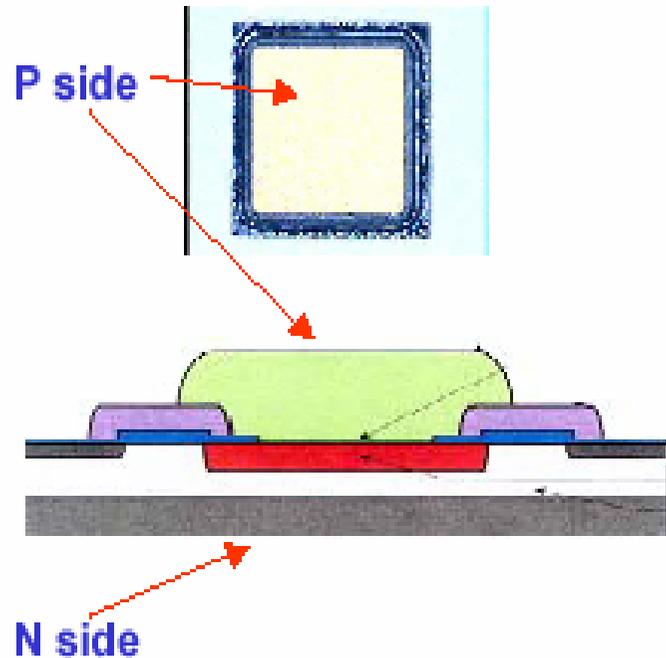
微觀圖



Dice in single piece after cutting

切割後的單個芯片

2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-3



This is a single dice after sawing, dimension is about 2*2mm(for bridge diode), through the picture(section view), we can find the P side is inflate , and N side is very flate,so it's easy to perform the electrical auto test if the auto test machine with the vibration rotator.

這是切割後的單個芯片的示意圖，尺寸大約 2*2mm見方(用於橋式整流器),從它的截面圖我們可以看到，P面凹凸不平，而N面非常平坦，使得非常容易在帶有振動轉盤的自動測試系統中進行電氣特性的測試

The related pictures are not available now, in searching...

目前暫無相關的圖片,搜尋中...

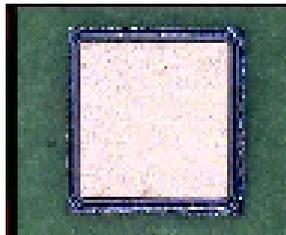
Auto test system 自動測試系統

2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-4

Solder
Wafer
焊片

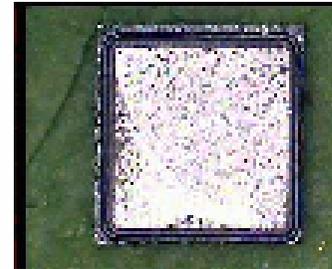


Dice
芯片

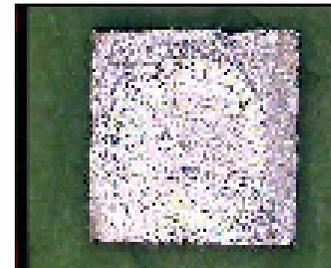


Pre-soldering

預焊



“P” side



“N” side

Control Points

- 1)no loss in the loading boat(Dice or solder wafer)
- 2)Temp profile
- 3)Gas flow rate
- 4)Belt transfer speed

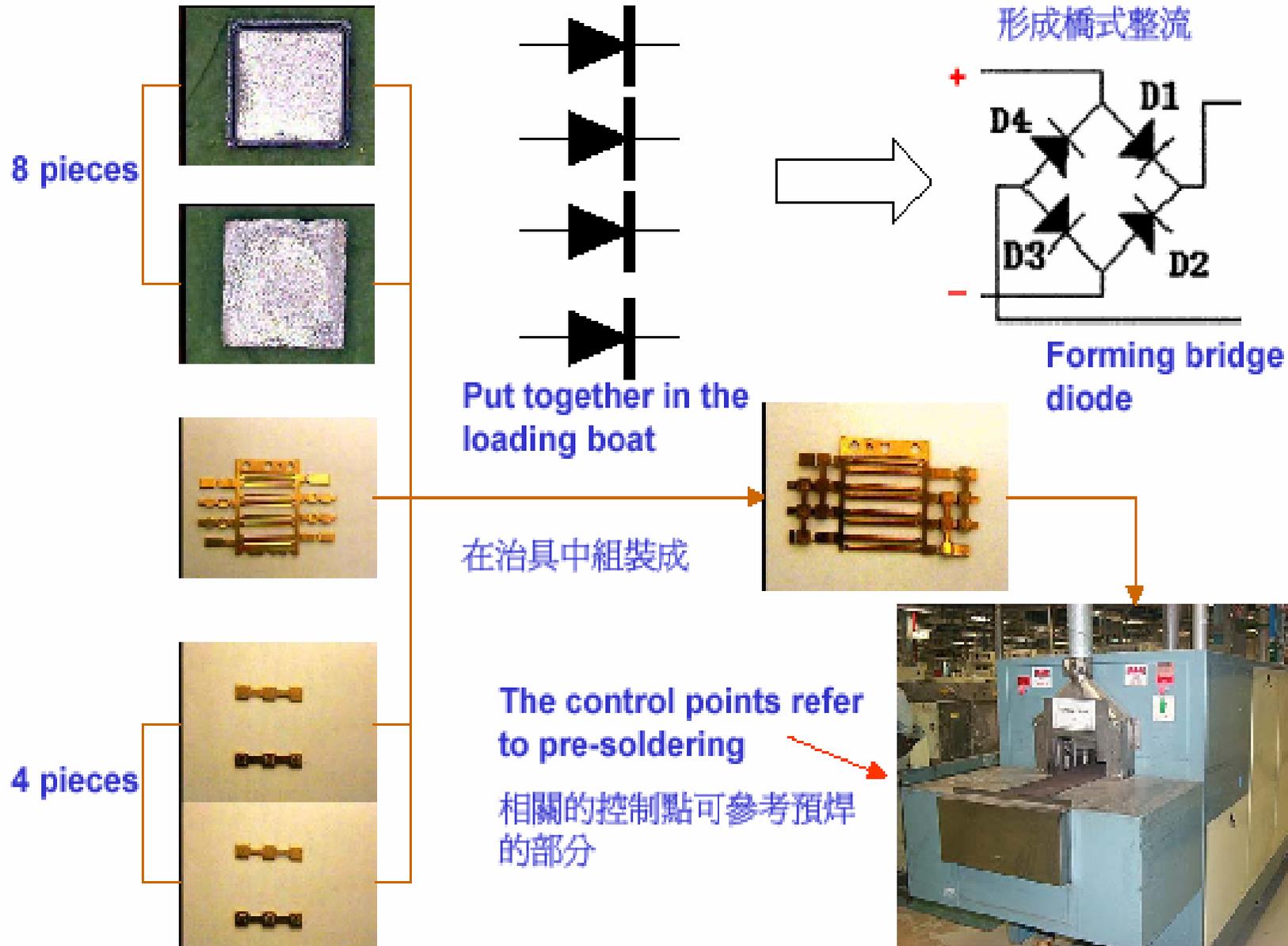


Furnace 隧道爐

控制點

- 1)不能漏件(芯片或焊片)
- 2)溫度曲線
- 3)氣體流量
- 4)傳輸速率

2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-5



2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-6



微波加熱器先對模封料進行預熱

Microwave heater to pre-heat molding compound



Control points:

- 1) Mold chase temp & hot plate temp.
- 2) transfer time, clamp pressure etc.

控制點：

- 1) 模封機，治具，注料時的溫度控制
- 2) 時間，壓力等等。

2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-7

Control points:

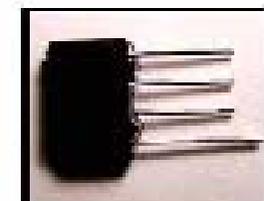
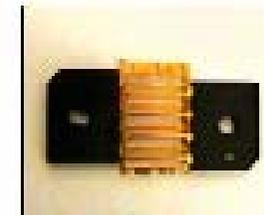
- 1)temperature profile
- 2)curing time
- 3)some parts need to add filling N₂ to prevent oxidized



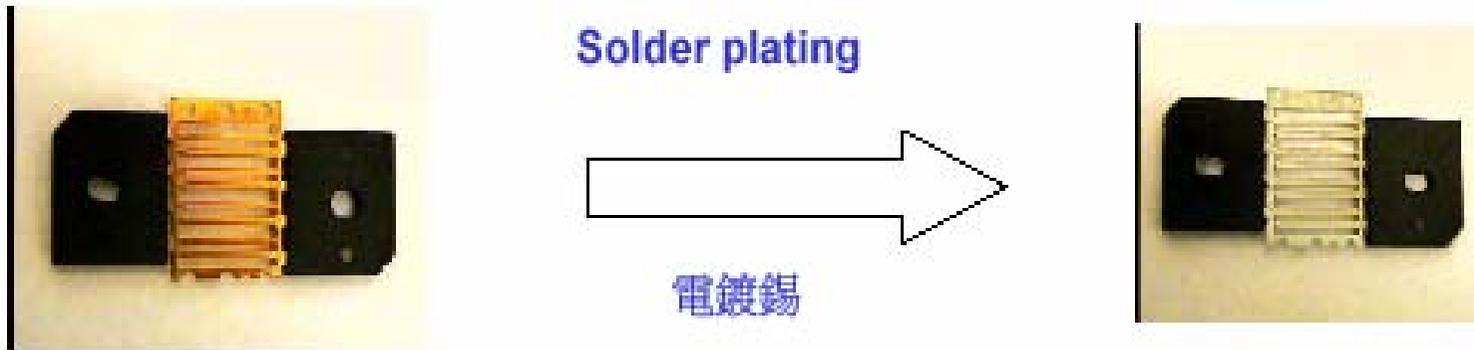
Post Mold Cure
高溫固化

控制點：

- 1)固化溫度
- 2)固化時間
- 3)某些系列的產品需要充N₂以防止氧化



2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-8



Control Points:

- 1)Plating tank temp.
- 2)Pre-treatment and post-treatment tank temp.
- 3)Plating bath ingredient etc.



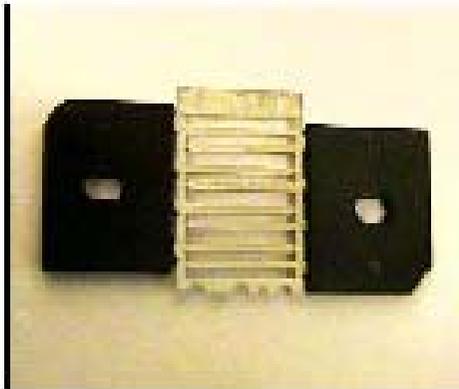
Auto Plating system

自動鍍錫系統

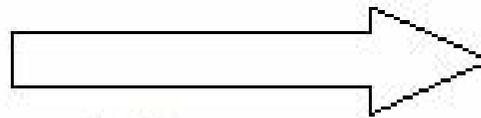
控制點：

- 1)電鍍槽的溫度
- 2)預處理及後處理各槽的溫度
- 3)電鍍槽中的電鍍液成份等等.

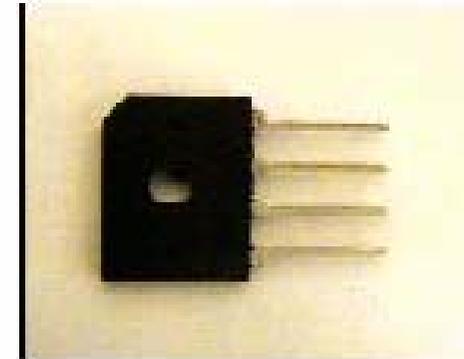
2.1 Bridge Diode Manufacturing Process-9



Trimming



切筋



Control points:

- 1) Clamp Pressure
- 2) Tooling status check
- 3) Die set cleaning

The related pictures are not available now, in searching...

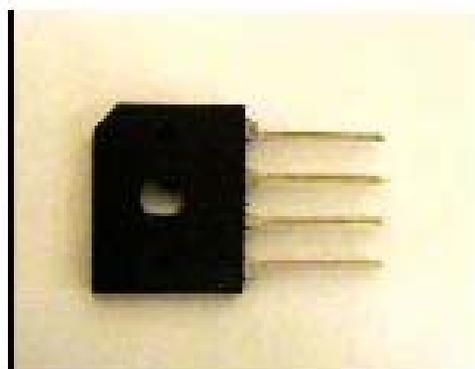
目前暫無相關圖片，搜索中...

Auto trimming machine

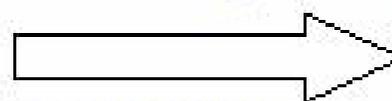
自動切筋機器

控制點：

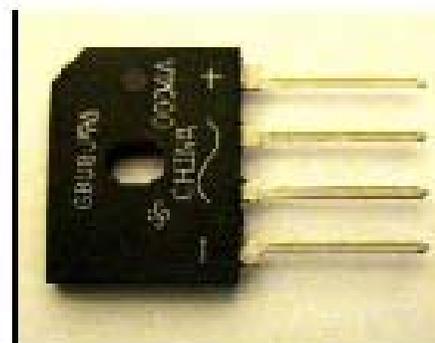
- 1) 模具壓合切割時的壓力
- 2) 模具狀況確認
- 3) 模具清理



Electrical test
and Marking



電性能測試及
打標識



Control points:

1) Tester elec.
accuracy cyclely
check

2) marking
permanence etc.



控制點：

1) 周期性地確認測
試儀器的準確性

2) 標識是否牢固等
等

Electrical test and marking system

電性能測試及標識系統

**Lead forming(管
腳成型)**

Lead forming to meet customer's requirements, such as Kink etc.

管腳成型是爲了滿足客戶地具體需求,主要是踢腳或撐腳成型等等

**Final V/M
Inspection(最終目
視檢查)**

Check Mechanical property, such as marking defects, molding defects, plating defects and forming dimension

主要確認外觀，如標識，模封，電鍍，成型尺寸等等有無缺陷

**OQC(出貨檢
查)**

Sampling inspection, including electrical test and mechanical visual inspection etc.

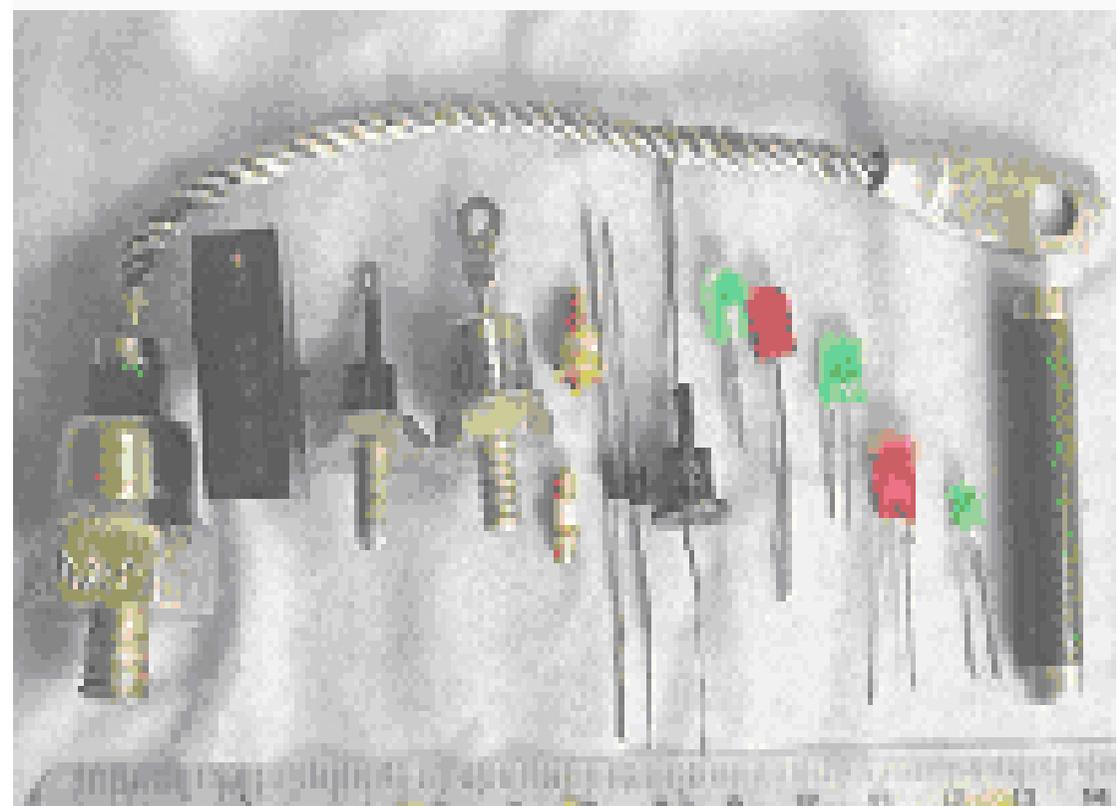
採抽測的方式，包括電氣性能測試及外觀檢查等等

2.2 半導體材料常見元件

2.2.1 二極管

2.2.2 三極管,場效應管

2.2.3 IC基本介紹

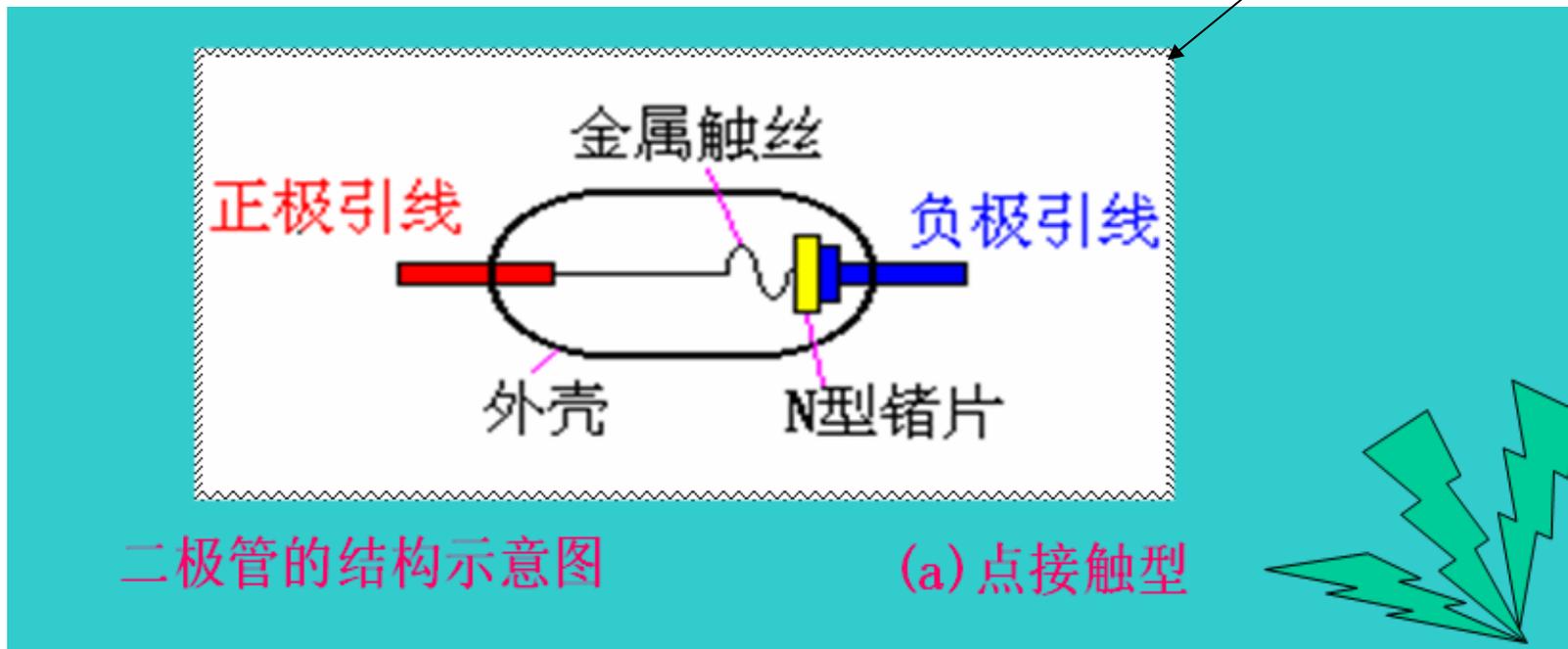


2.2.1 二極管

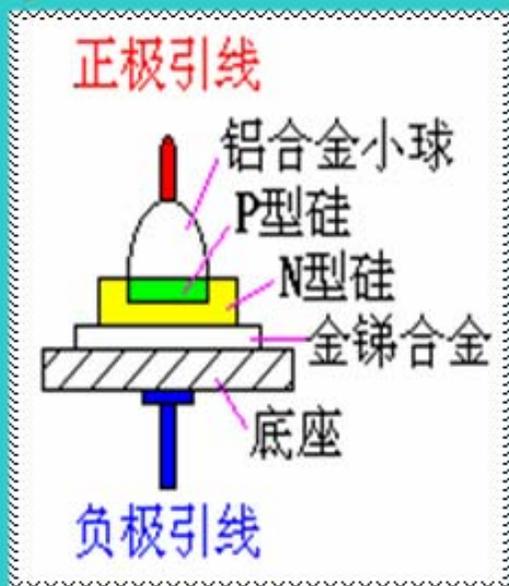
2.2.1.1 半導體二極管的常見結構可以分爲： 點接觸型, 面接觸型, 平面型

1. 點接觸型二極管

P/N結面積小, 結電容小,
用于檢波和高頻電路



(2) 面接触型二极管

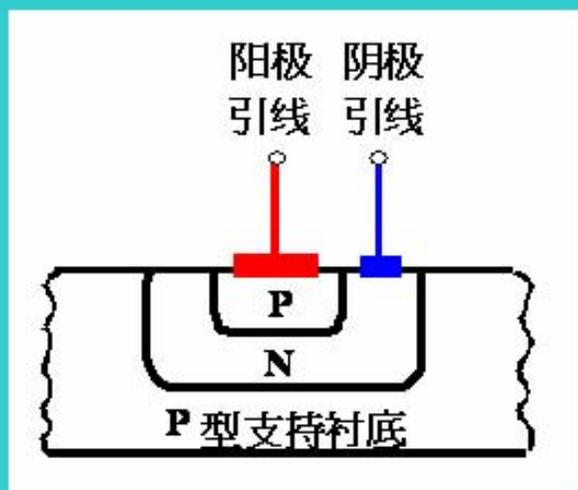


(b) 面接触型

PN结面积大，用于工频大电流整流电路。

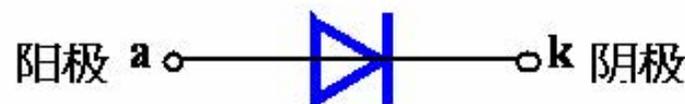
往往用于集成电路制造工艺中。PN结面积可大可小，用于高频整流和开关电路中。

(3) 平面型二极管



(c) 平面型

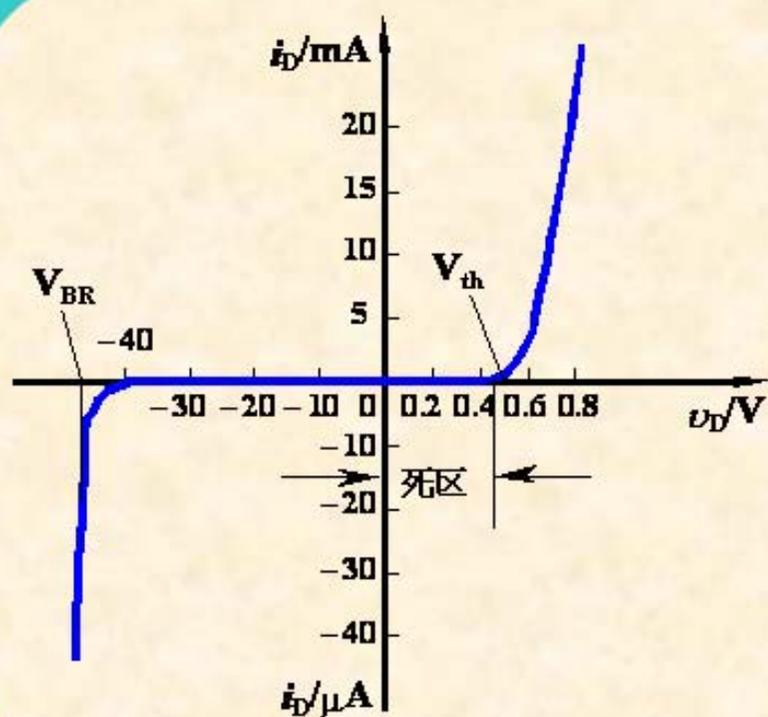
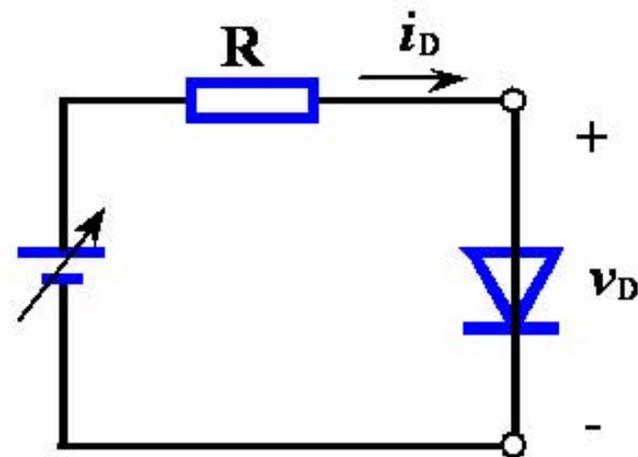
(4) 二极管的代表符号



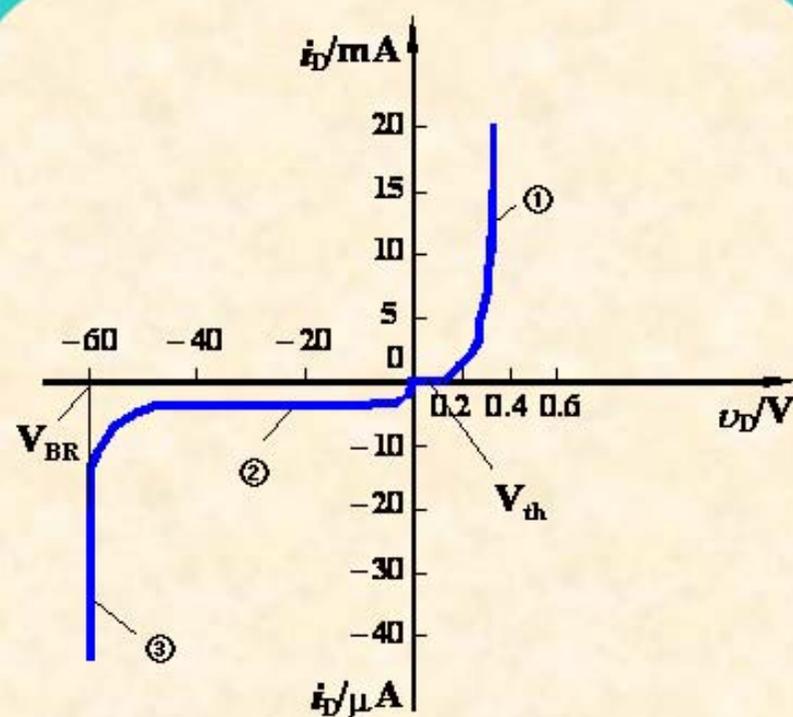
(d) 代表符号

二极管的伏安特性曲线可用下式表示

$$i_D = I_S (e^{v_D/V_T} - 1)$$



硅二极管2CP10的 $V-I$ 特性

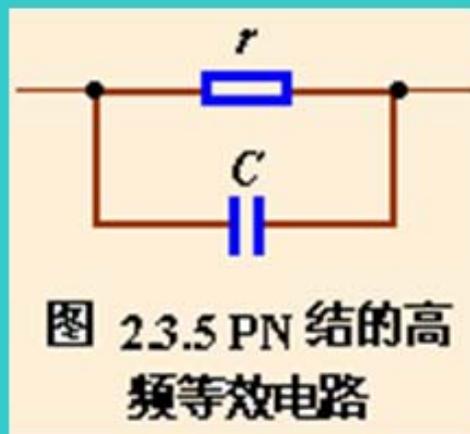


锗二极管2AP15的 $V-I$ 特性

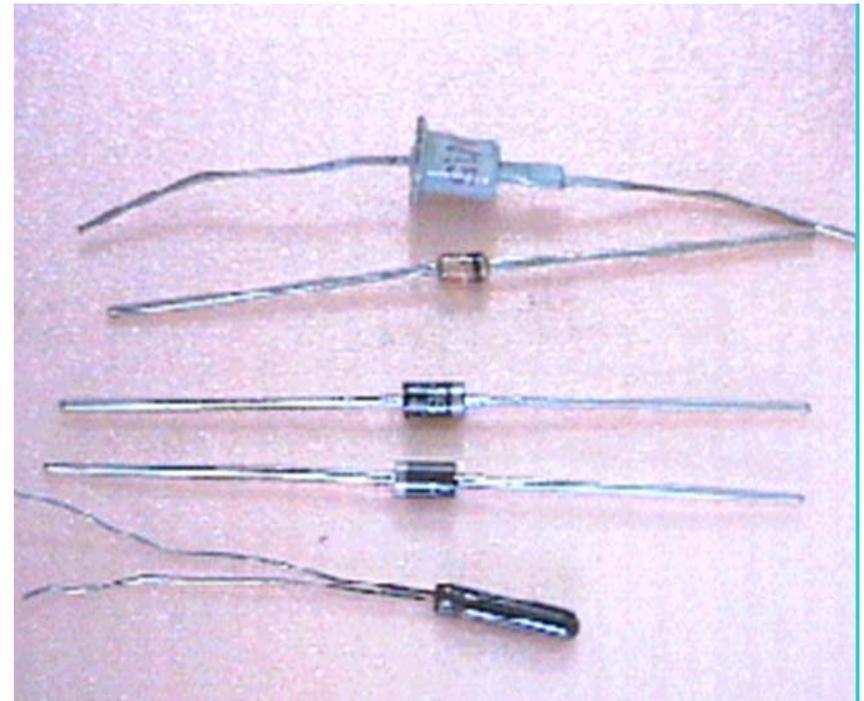
2.2.1.3 二极管的參數



- (1) 最大整流电流 I_F
- (2) 反向击穿电压 V_{BR} 和最大反向工作电压 V_{RM}
- (3) 反向电流 I_R
- (4) 正向压降 V_F
- (5) 极间电容 C_B



二極管的實物圖片



2.2.2 二極體材料分類以及電氣參數

Si diode. Ge diode GaAs(砷化鎵) diode – 材料

點接觸 diode. 面接觸 diode– 結構

隧道 diode. 雪崩 diode 變容 diode – 工作原理

檢波 diode. 整流 diode 開關 diode – 用途

Special : 肖特基diode

Ps : 檢波diode作用是將調制在高頻訊號上的低頻訊號檢出來.
要求結電容以及反向電流小.容值隨反向電壓而變化.



開關diode利用diode的單向導電性能.以玻璃或者陶瓷封裝以減少管殼電容.

二極管結構參數

- 反向击穿电压值 **$U(\text{BR})_{\text{CEO}}$** 。
- ----指基极开路时加在c、e两端电压的最大允许值，一般为几十伏，高压大功率管可达千伏以上。
- 最大集电极电流 **I_{CM}** 。
- 指由于三极管集电极电流 **I_{C}** 过大使 β 值下降到规定允许值时的电流（一般指 β 值下降到2/3正常值时的 **I_{C}** 值）。实际管子在工作时超过 **I_{CM}** 并不一定损坏，但管子的性能将变差。
- 最大管耗 **PCM** 。
- 指根据三极管允许的最高结温而定出的集电结最大允许耗散功率。在实际工作中三极管的 **I_{C}** 与 **U_{CE}** 的乘积要小于 **PCM** 值，反之则可能烧坏管子。
- 穿透电流 **I_{CEO}** 。
- 指在三极管基极电流 **$I_{\text{B}}=0$** 时，流过集电极的电流 **I_{C}** 。它表明基极对集电极电流失控的程度。小功率硅管的 **I_{CEO}** 约为0.1 A，锗管的值要比它大1000倍，大功率硅管的 **I_{CEO}** 约为mA数量级。
- 特征频率 **f_{T}** 。
- 指三极管的 β 值下降到1时所对应的工作频率。 **f_{T}** 的典型值约在100~1000MHz之间。

三极管的基本性能指标

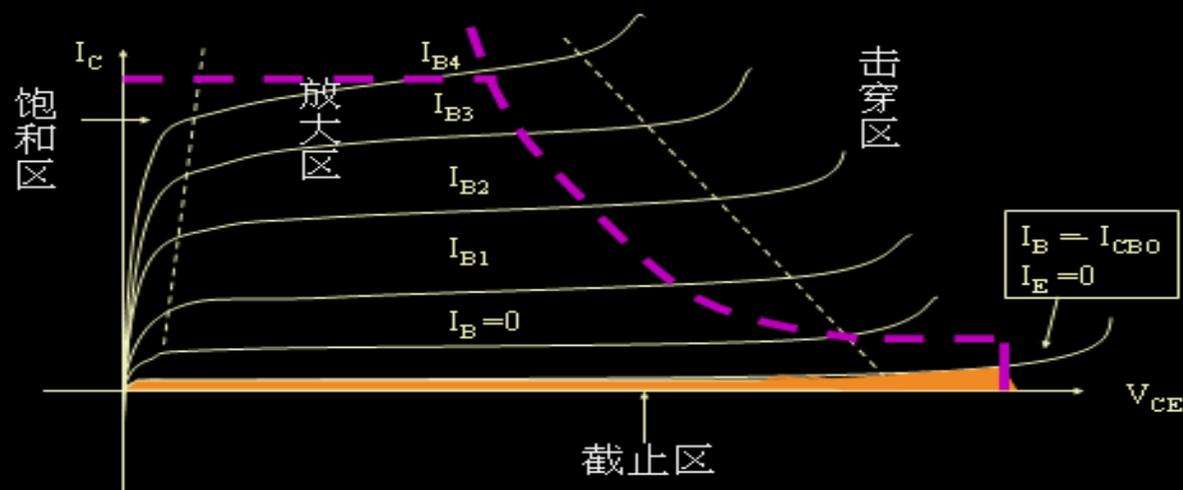
1. 共射电流放大系数 β ----- 它是表征三极管电流放大作用的最主要的参数。

二、输出特性曲线：

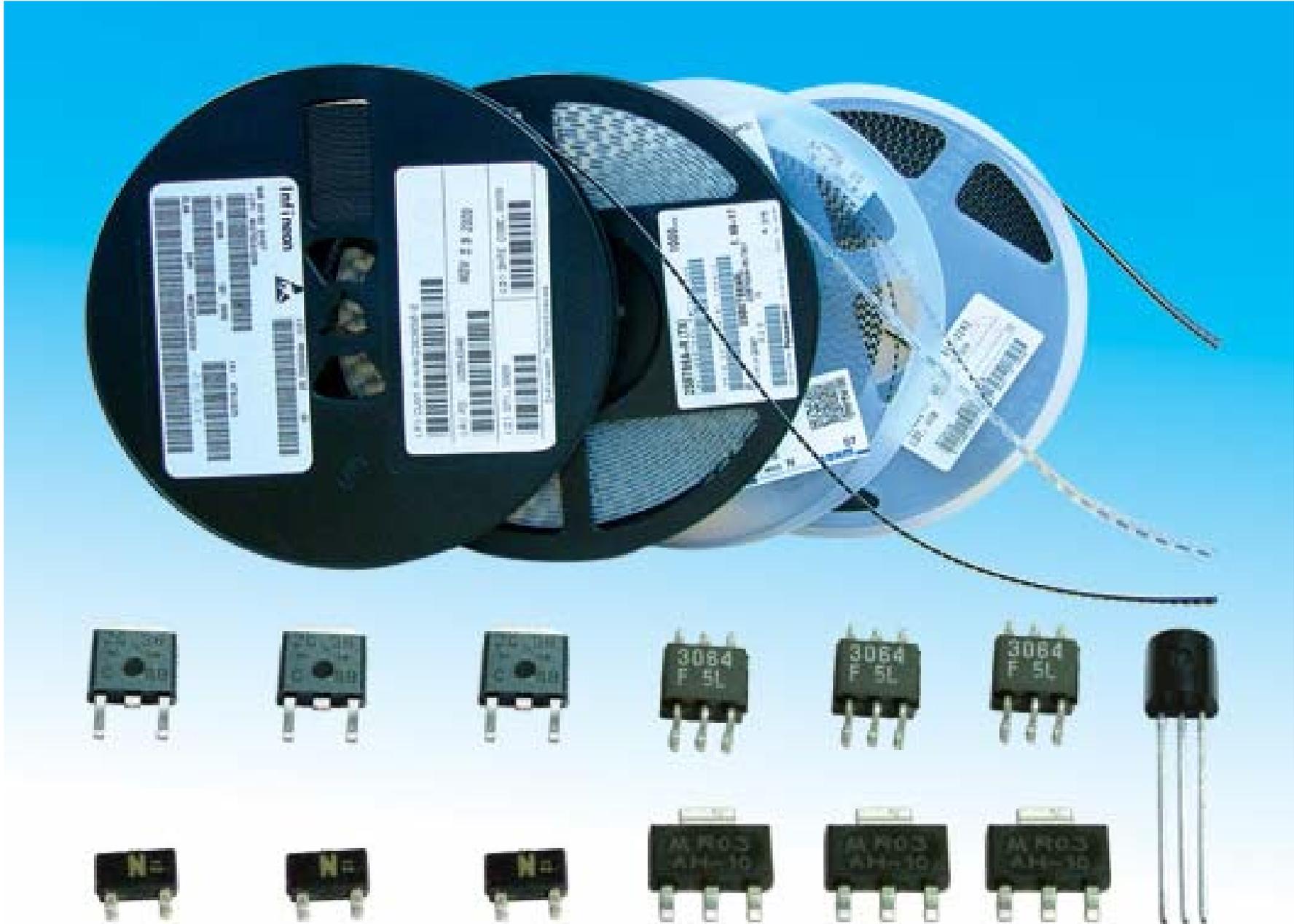
$$I_C = f_{2E}(V_{CE}) \Big|_{I_B = \text{常数}}$$

根据 V_{CE} 的不同，输出特性曲线划分为四个区：放大区、截止区、

饱和区和击穿区，实测曲线如下所示：



2.2.2.3 三极管的實物圖片



2.2.2.4 半导体三极管使用注意事项

- (1) 使用三极管时，不得有两项以上的参数同时达到极限值。
- (2) 焊接时，应使用低熔点焊锡。管脚引线不应短于**10mm**，焊接动作要快，每根引脚焊接时间不应超过两秒。
- (3) 三极管在焊入电路时，应先接通基极，再接入发射极，最后接入集电极。拆下时，应按相反次序，以免烧坏管子。在电路通电的情况下，不得断开基极引线，以免损坏管子。
- (4) 使用三极管时，要固定好，以免因振动而发生短路或接触不良，并且不应靠近发热组件。
- (5) 功率三极管应加装有足够大的散热器。

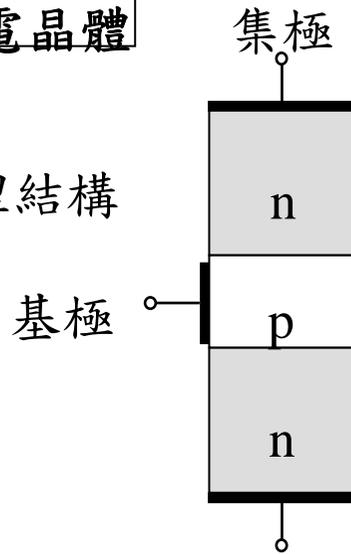
2.2.2 三極管,場效應管

- 半导体三极管亦称双极型晶体管，其种类非常多。
- 按照结构工艺分类，有PNP和NPN型；
- 按照制造材料分类，有锗管和硅管；
- 按照工作频率分类，有低频管和高频管；
- 一般低频管用以处理频率在3MHz以下的电路中，高频管的工作频率可以达到几百兆赫。
- 按照允许耗散的功率大小分类，有小功率管和大功率管；
- 一般小功率管的额定功耗在1W以下，而大功率管的额定功耗可达几十瓦以上。

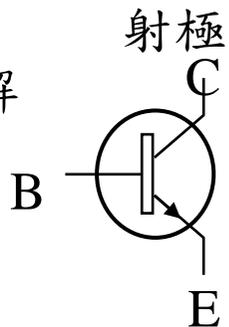
雙極型BJT.場效應管 (結型場效應管和MOS管).

npn電晶體

物理結構

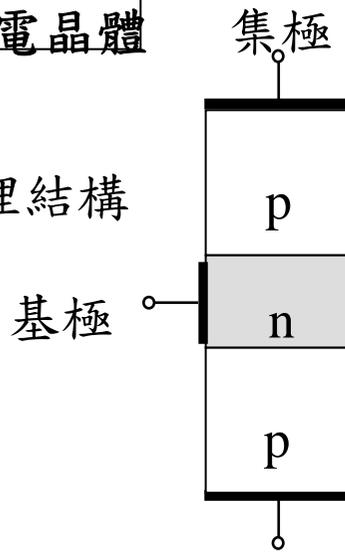


符號圖解

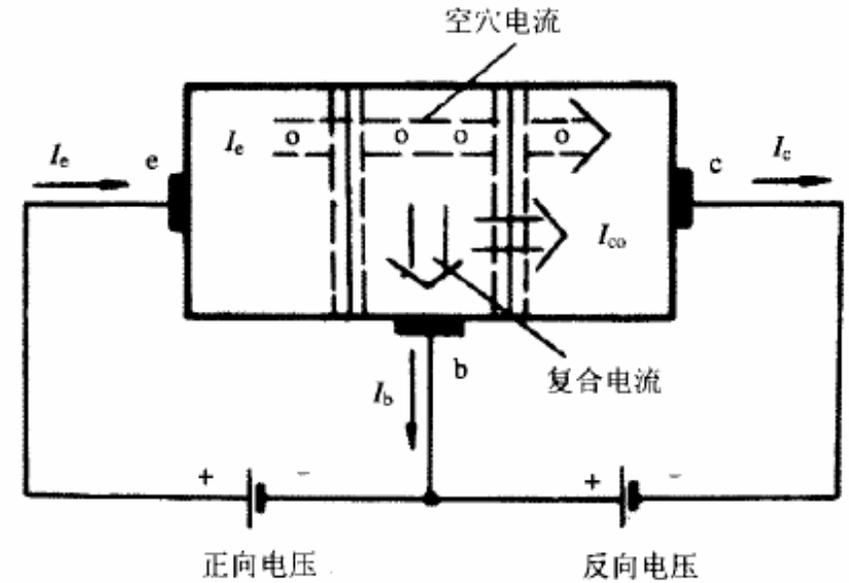
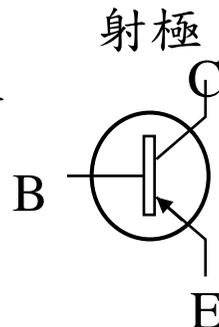


pnnp電晶體

物理結構



符號圖解



*放大係數 $\beta = \Delta C / \Delta B$
實現電流的放大作用。

電流控制器件！



結型場效應管(JFET)

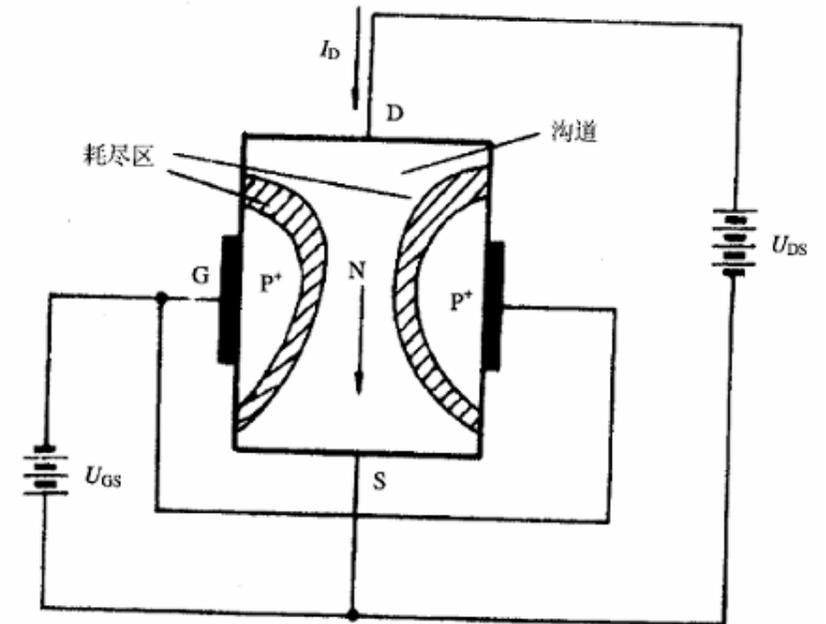
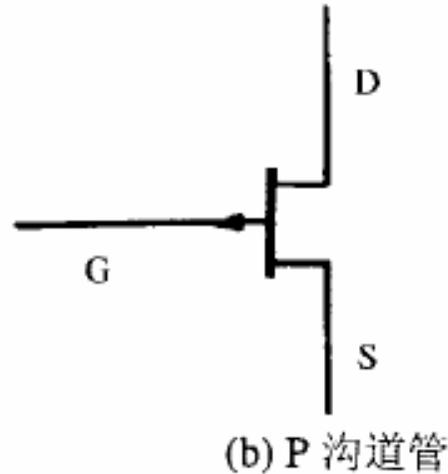
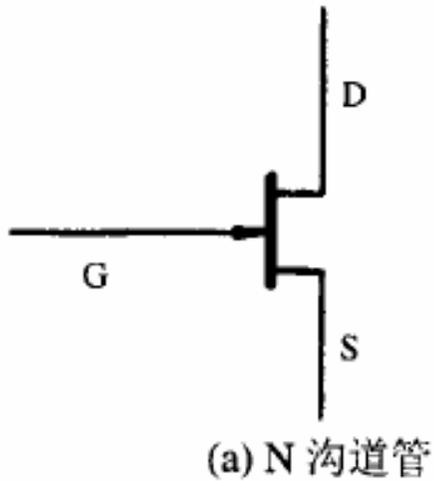


图 5-37 结型场效应管工作原理

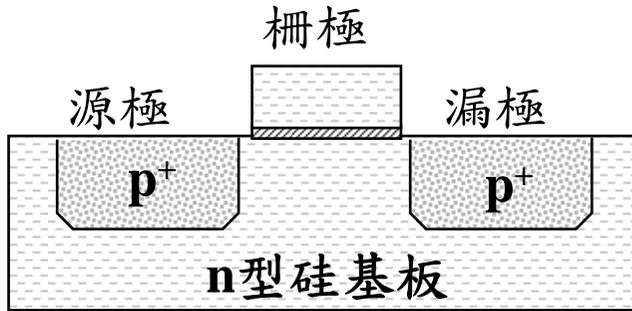


What is MOS mean ...?

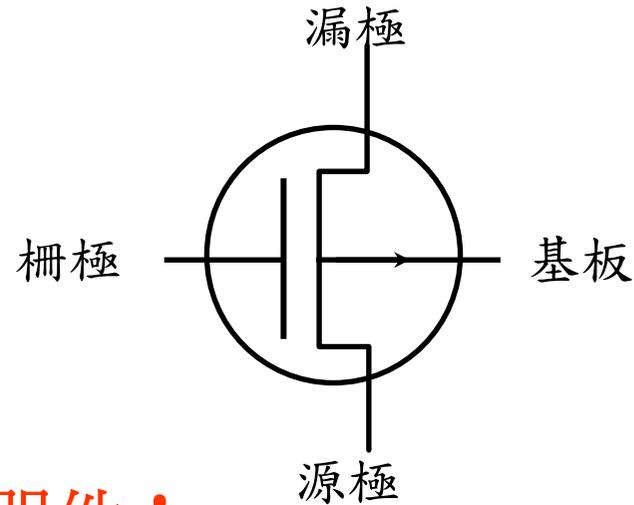
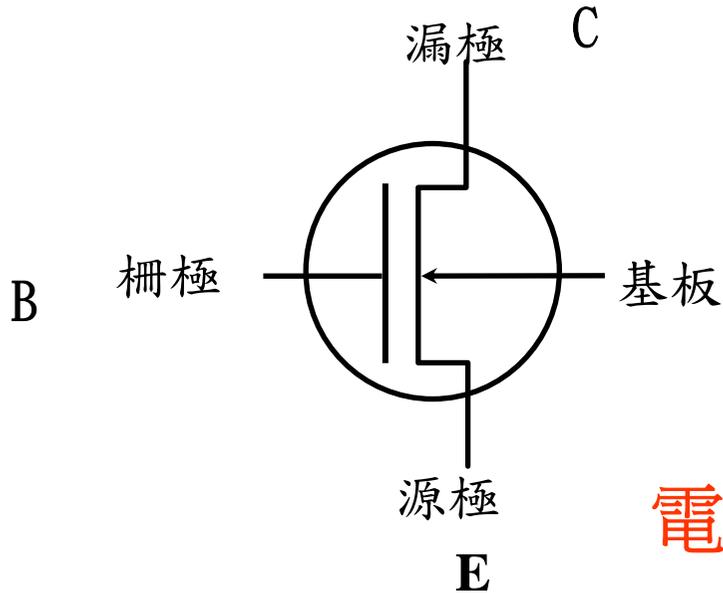
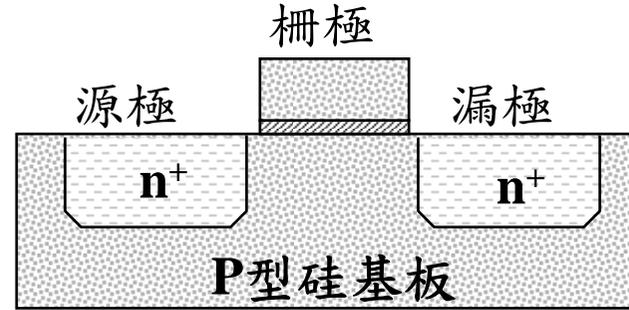
MOS = Metal(金屬)+Oxide(氧化物)+Semiconductor(半導體)

MOSFET原理

pMOSFET
(p通道)



nMOSFET
(n通道)

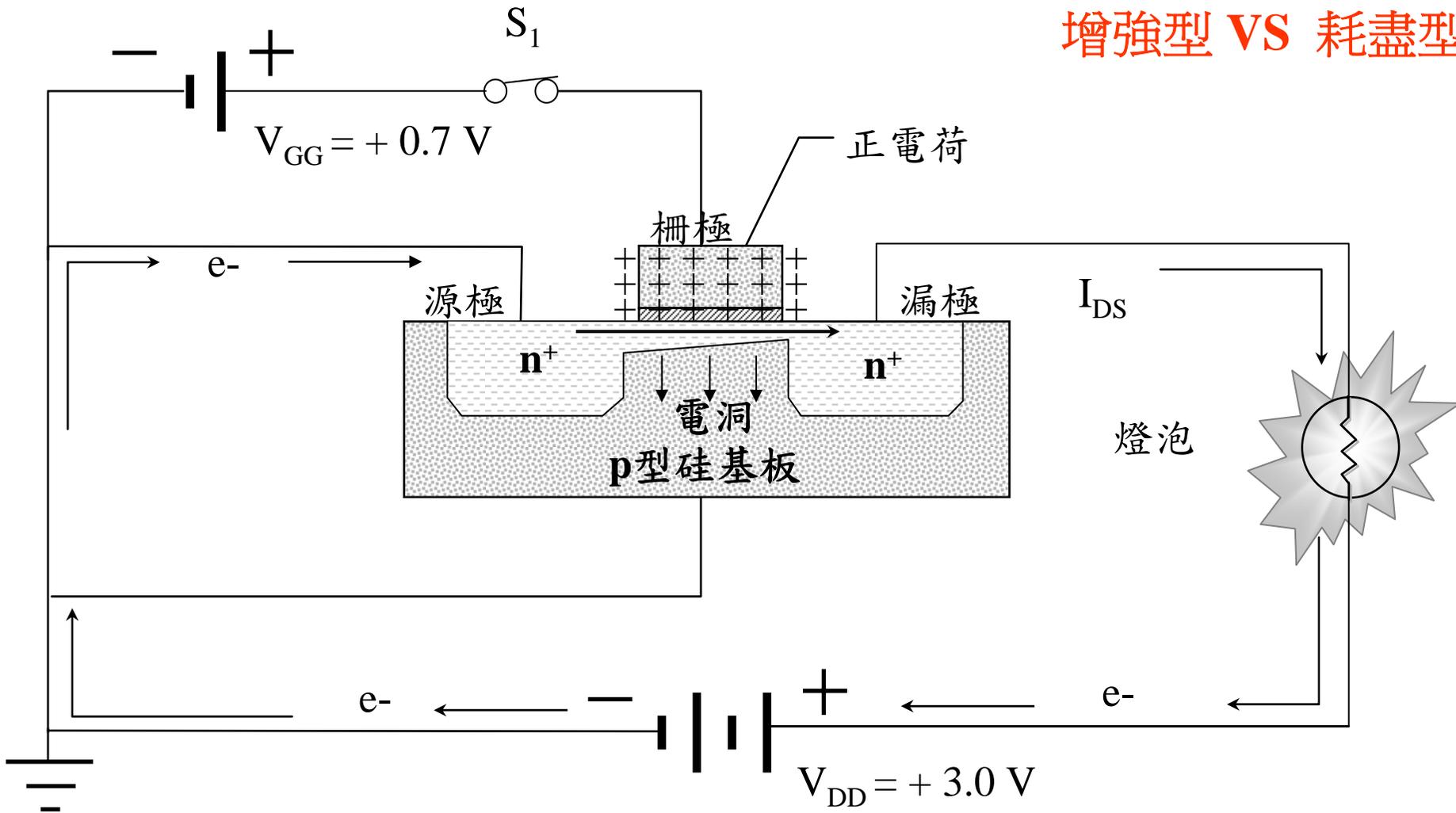


電壓控制器件！

MOSFET原理是利用半導體表面層形成導電溝道工作。



Enhanced VS Depletion 增強型 VS 耗盡型



$U_{gs} > U_t$ (稱為管子的開啓電壓) 時 I_{ds} 隨著
 栅源電壓 V_{gs} 的增加而增加. 當 $U_{gs}=0$ 的時候
 沒有反型層的出現的稱為增強型 mos.



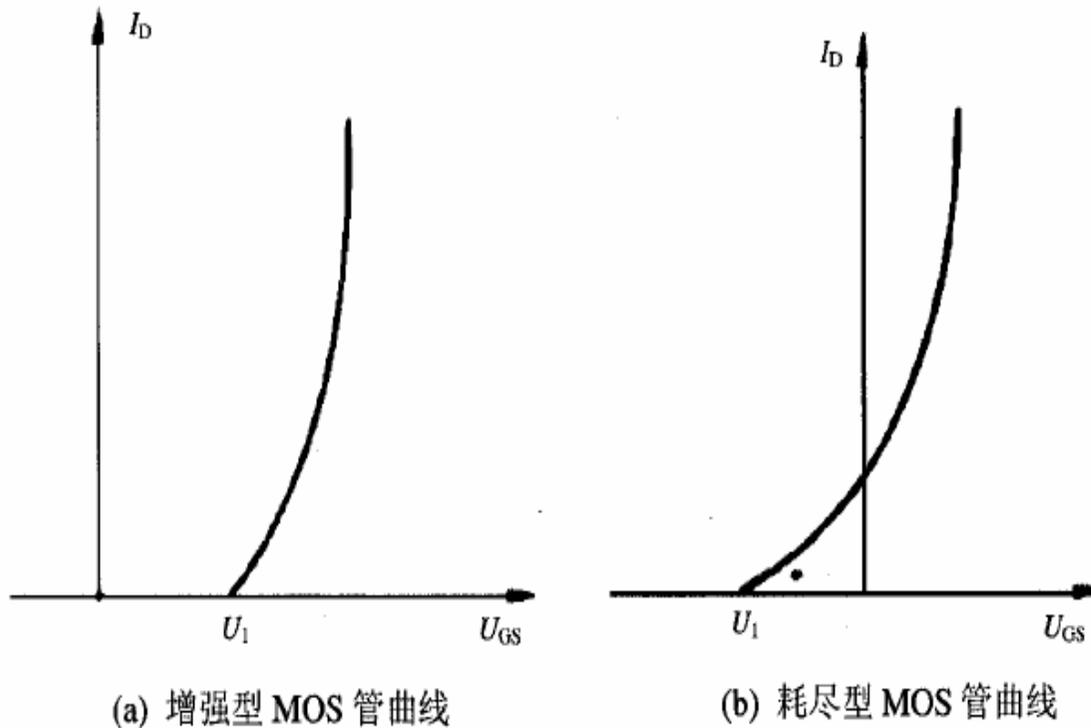


图 5-40 N 沟道增强型与耗尽型 MOS 管特性曲线

場效應管特性參數(僅針對MOS管)：

1. 開啓電壓 U_T

2. 飽和漏電流 $U_{gs}=0$ 但是 U_{ds} 足夠大的狀況下的漏電流 I_{dss}

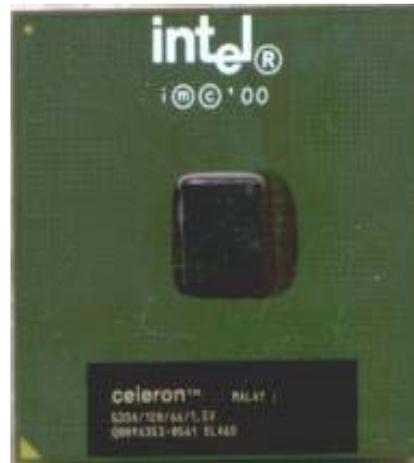
3. 導通電阻(U_{gs} 足夠小)
 $R_{on} = U_{ds}/I_d$

4. 柵極加上一定的反向電壓.有很小的柵極電流 I_G .
MOS管有很高的輸入阻抗

5. 跨導.表徵柵源電壓 U_{gs} 控制漏極電流 I_d 的能力.
 $g_m = \Delta I_d / \Delta U_{gs}$ (unit : S)



2.2.3 IC(集成電路)基本介紹

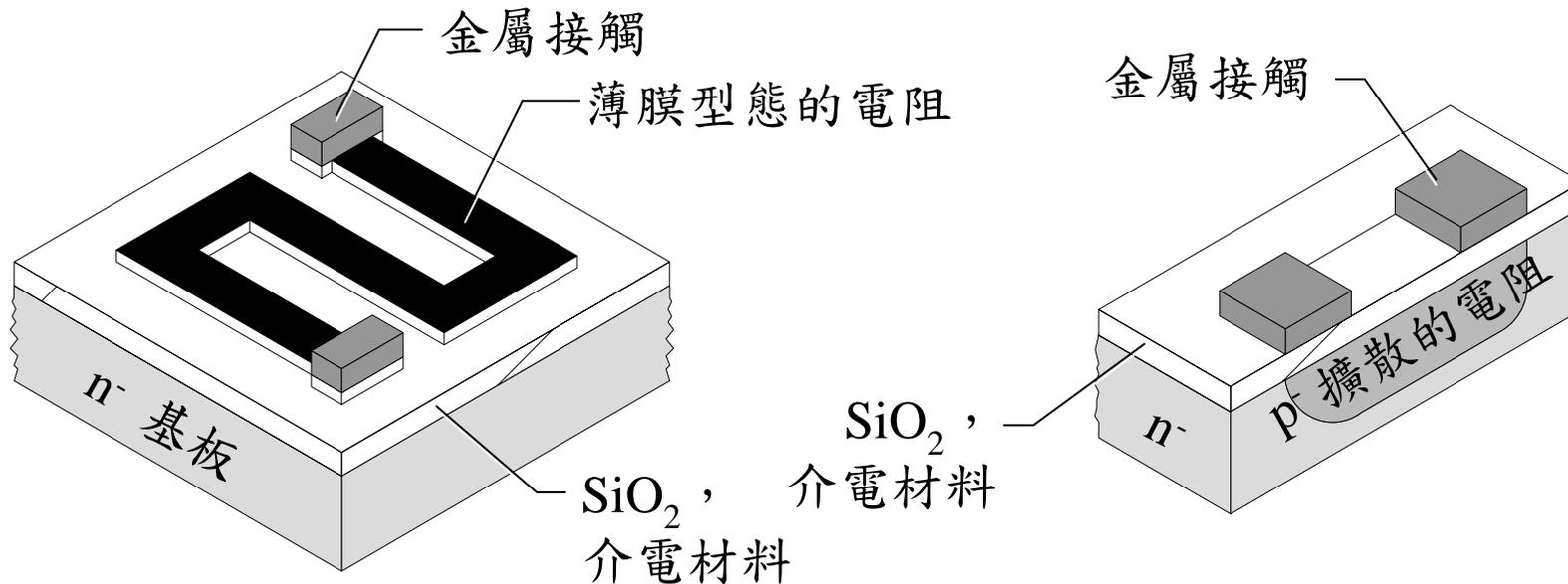




2.2.3.1 IC 的主要性能參數(datasheet)

- 1.General description;
- 2.Feature;
- 3.Pin function description
- 4.AC and DC character
- 5.Typical application note
- 6.Package dimensions

補充內容：如何在IC製造中完成電阻電容的製作。

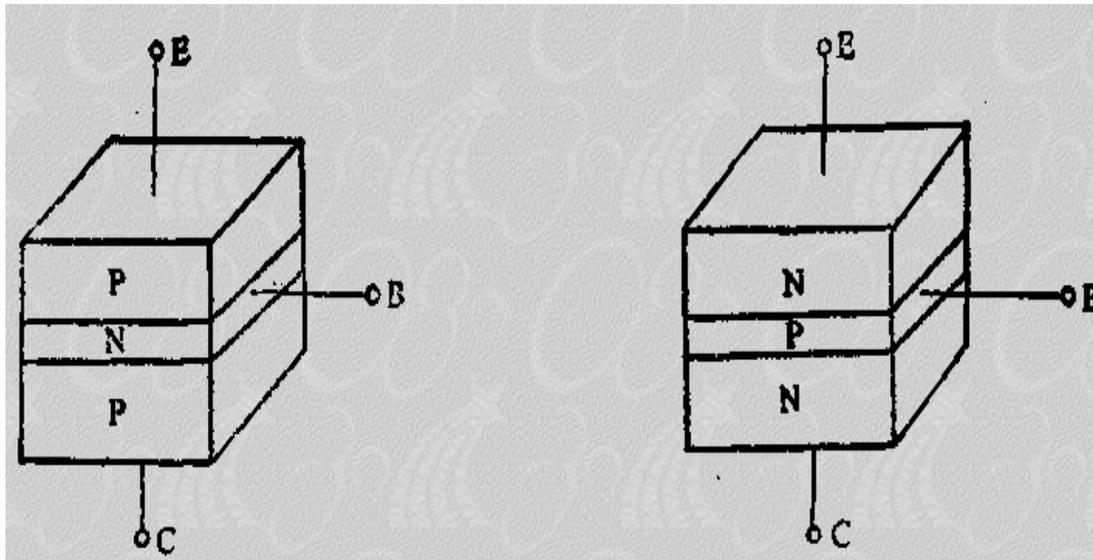


$R = \rho * L / D * W$ 爲了獲得大的電阻值. 常做成Zig-zag的形狀.

其中寬度 w 受掩膜光刻製程的照相技術和功率損耗的限制.

Method 1 :

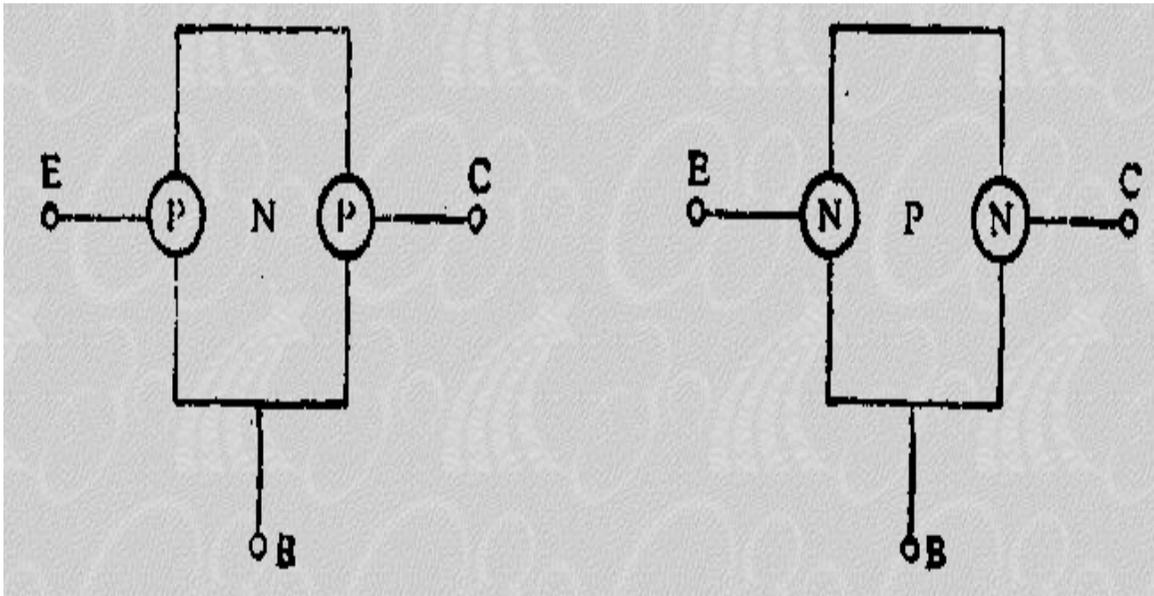
製作分立晶體管的工藝.最原始的方法是使用生長法.就是在製作硅(Si)或者鍺(Ge)時,通過改變摻雜劑的多少.生長成爲我們需要的P-N-P或者N-P-N型材料.



基區的厚度無法控制！

Method 2 :

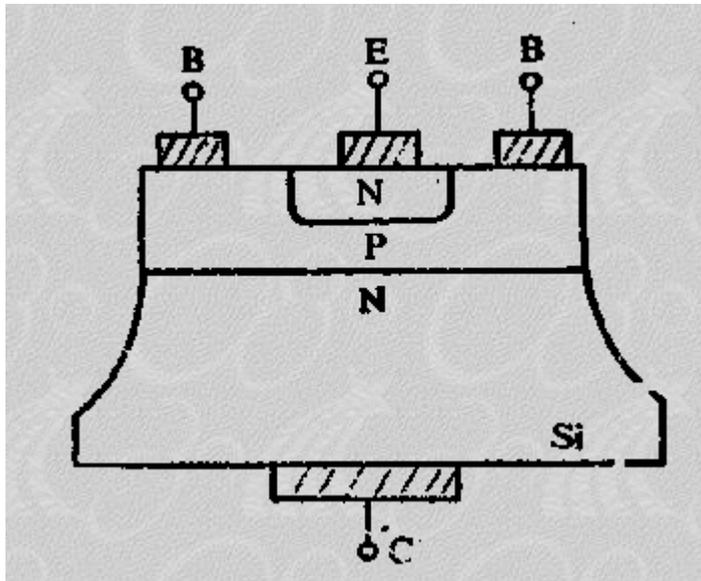
合金法：用一個含有**P**型或者**N**型材料的小球.放在一個**N**型或者**P**型材料的單晶上面.放在高溫下加熱.小球鎔化之後行成合金.晶片冷卻之後下面就行成了再結晶體.



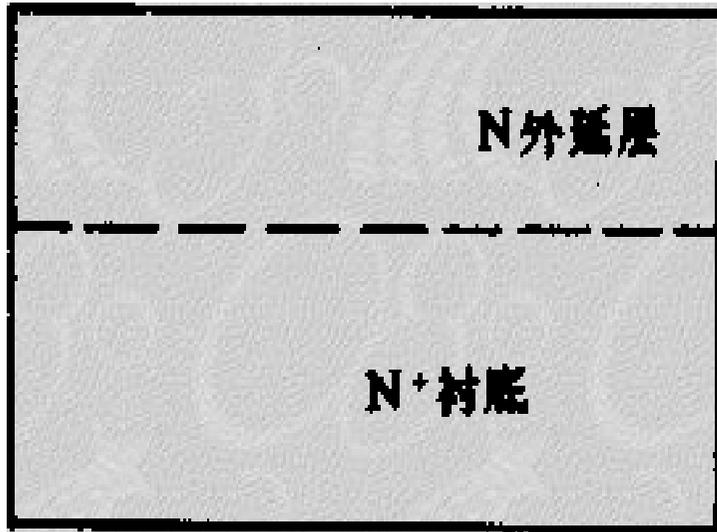
Method 3 :

擴散法 .

原因：生長法以及合金法無法準確控制基區(B區)的寬度(Wb),而且Wb對器件的性能有很大的影響,所以有擴散法出現.



以下圖示說明擴散法的製作流程.



圖A

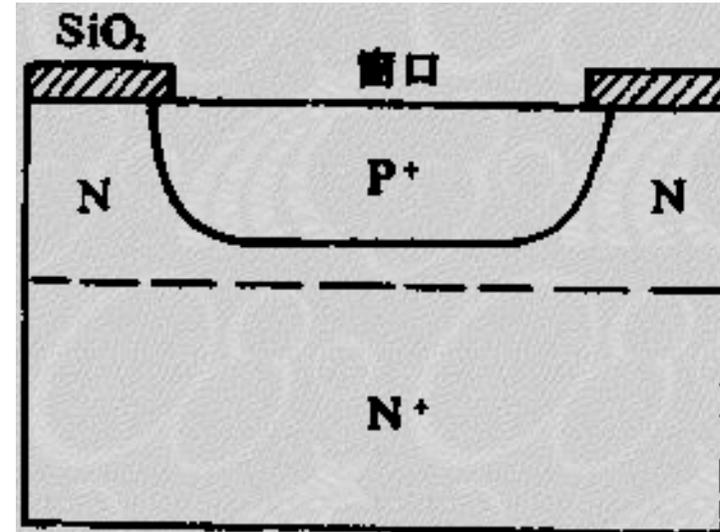
在玻璃或者石英反應器內放入足夠數量的單晶N硅片(稱為襯底)

加熱到高於1000度C



SiCl_4 和N型雜質氫蒸氣

中等程度的N型層生長在重摻雜的襯底上.圖A



圖B

氧化爐加熱到高於1000度C



外延層暴露在含有水蒸氣和氧氣的環境

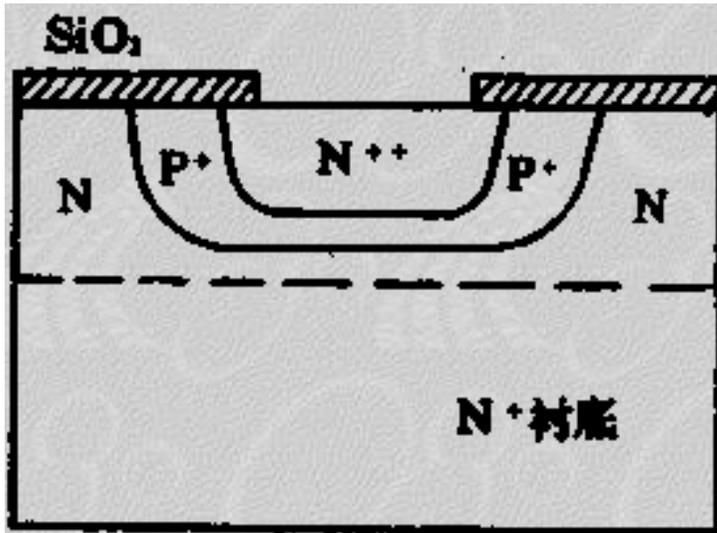
生成 SiO_2 保護層

利用氫氟酸溶解一部分的氧化物

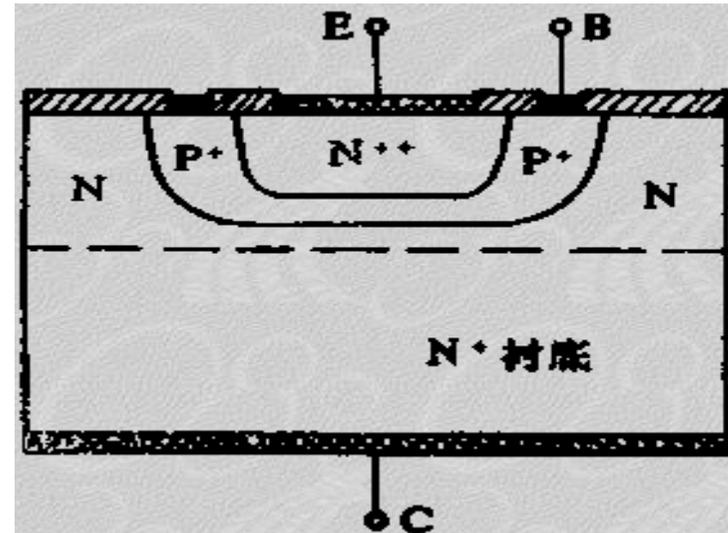


行成光刻的小窗口

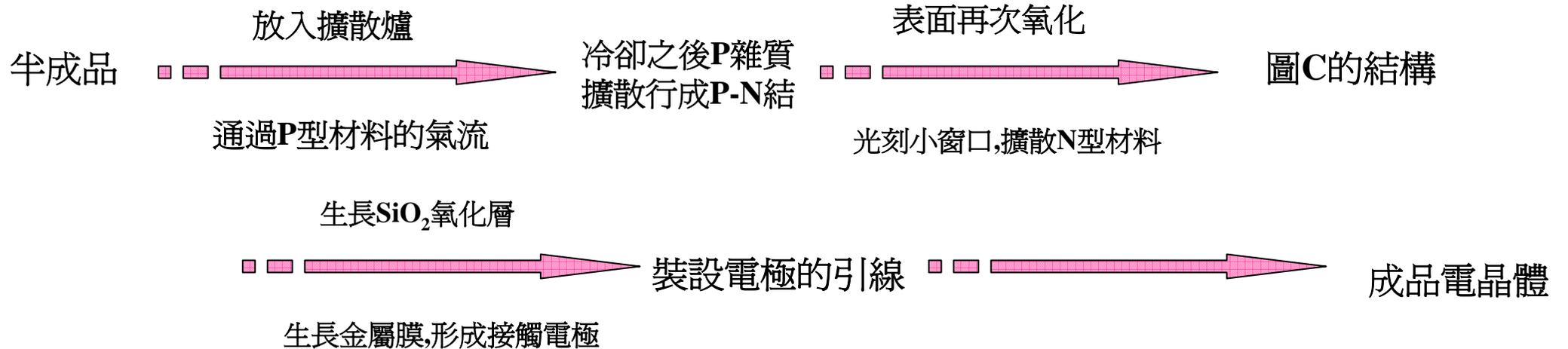
* : 利用氧化薄膜層試平面工藝的一種基本的方法.



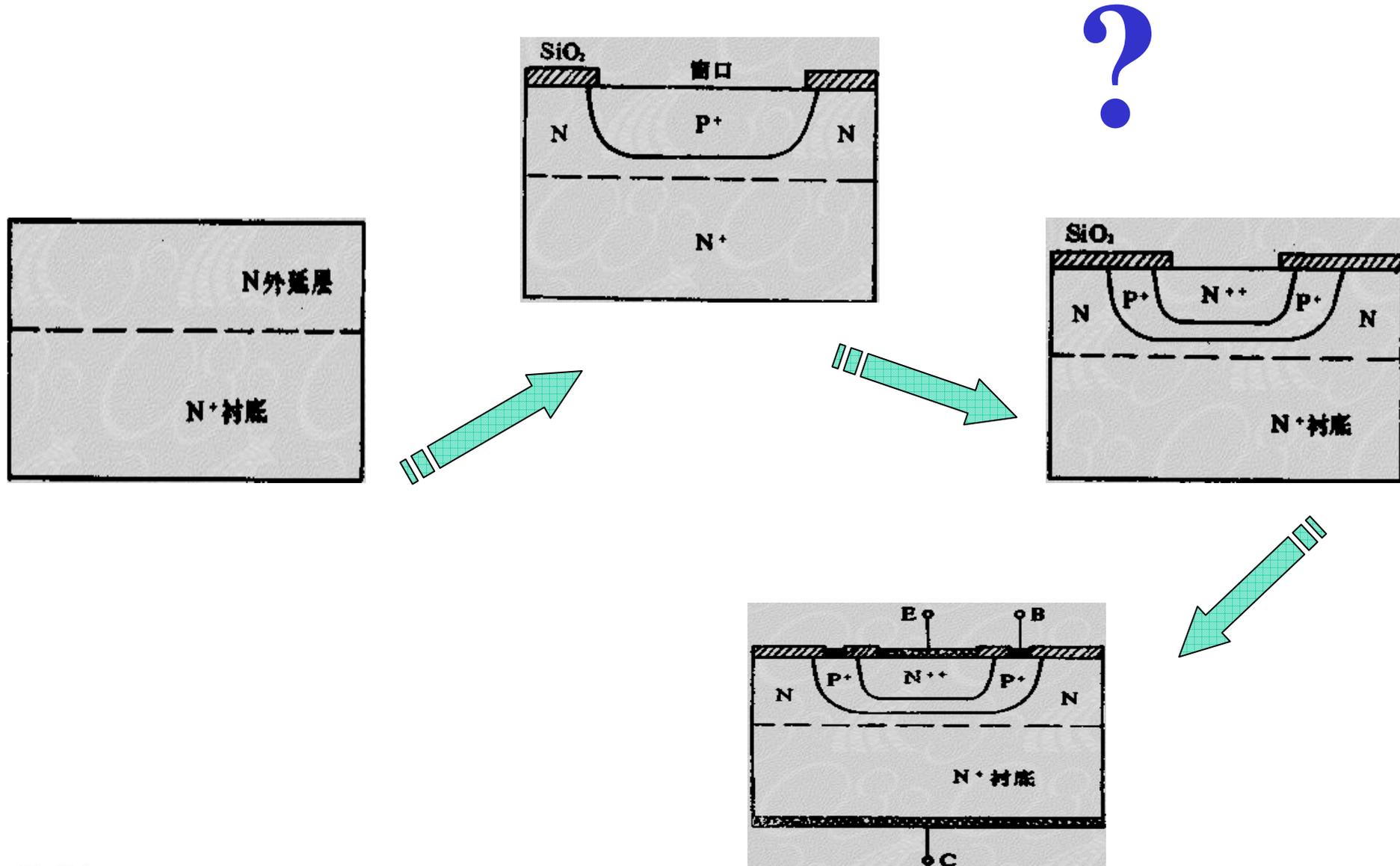
圖C



圖D

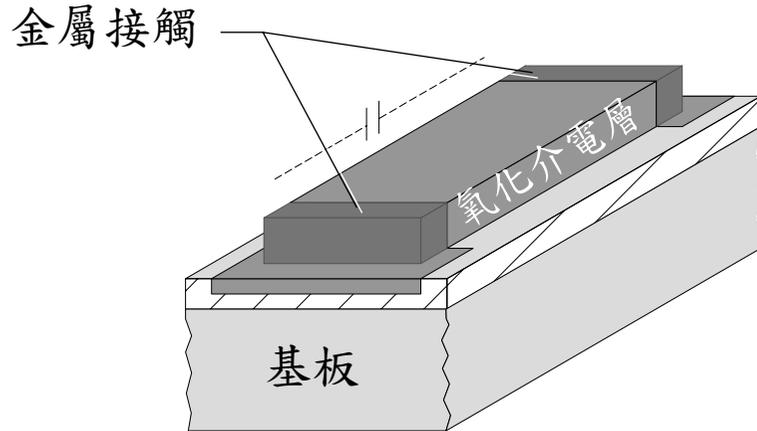


問題：如何說明下圖的電晶體製作過程：



?

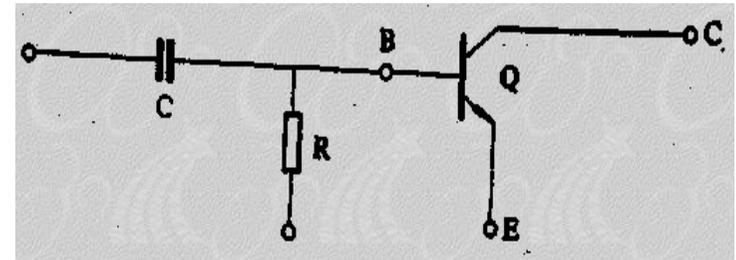
補充內容：如何在IC製造中完成電阻電容的製作。



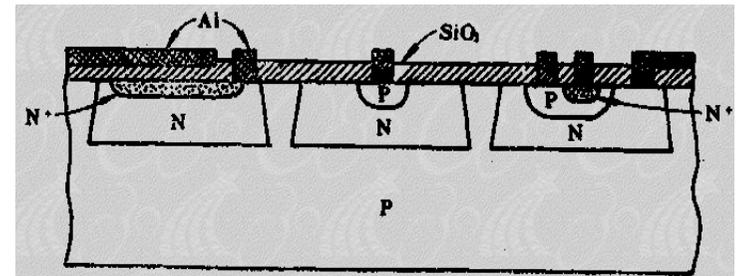
圖A：電路符號。

圖B：芯片截面圖樣

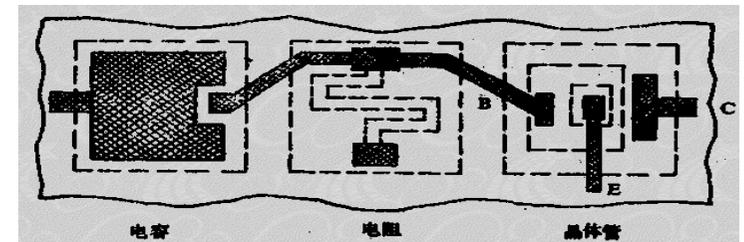
圖C：微觀電路構成。



圖A



圖B



圖C

Part 3 半導體材料的實際應用

---以在FAN產品的應用為例

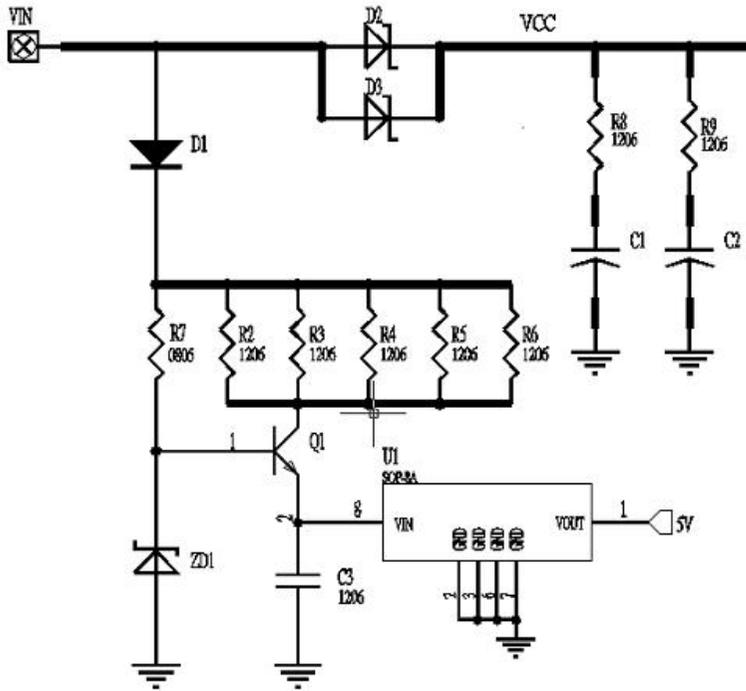


Front side



Back side





輸入迴路使用7805(U1)輸出穩定的5V電源供給MCU(Micro control unit)作為工作電壓.使用到的半導體元件有

D1.D2.D3(二極體) ZD1(Zener二極體) U1(7805穩壓模快). Q1(開關電晶體)

D1的作用是單向的隔離.防止後面的電路對電源產生影響.

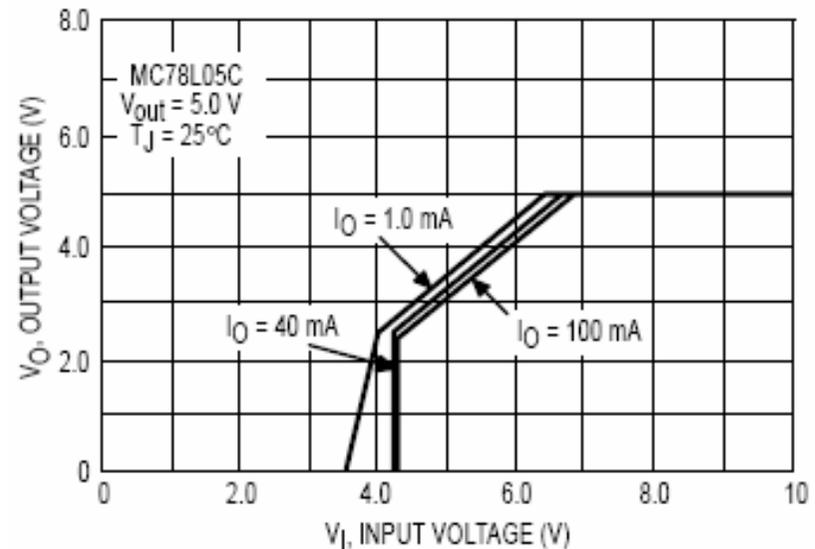
D2 & D3為Polarity protection (極性保護)二極體.其作用是防止當電源反接的狀況下.工作電路的電流反竄回來形成通路燒毀Diver. 電路正常工作電壓下風扇主迴路的電流為1A左右.

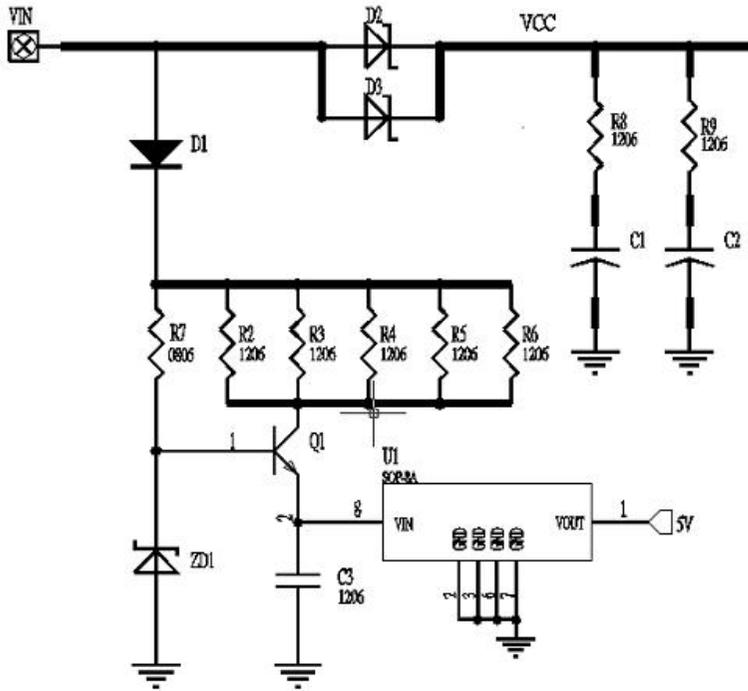
D2 & D3的規格

Maximum average forward rectified current (平均整流電流)為3A. 正常狀況下D2&D3可以工作.

Maximum recurrent peak reverse voltage (可重複的反向工作電壓)為 100V.可以滿足要求.

穩壓管ZD1(穩壓範圍11.13-11.71V)從U1的輸入輸出特性曲線可以看出當輸入電壓到達6.9V的時候即可以保證輸出為5V.





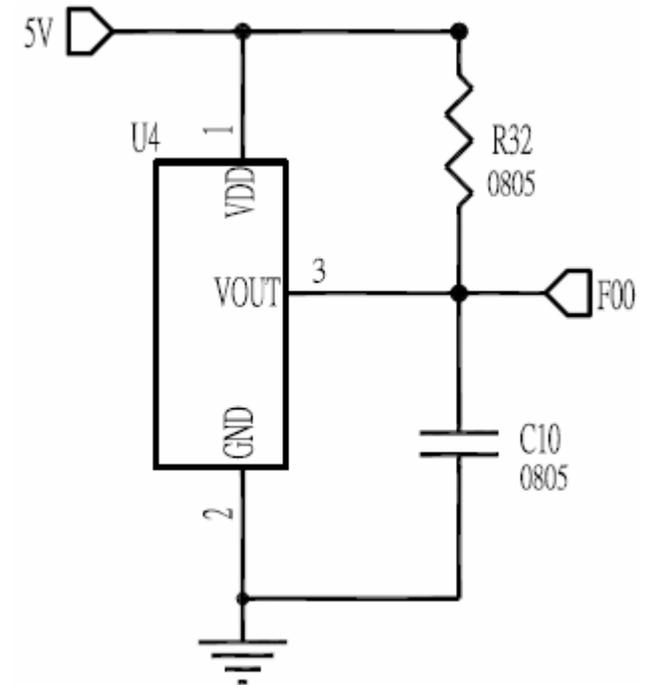
Q1通過設置合適的工作點在放大狀況下提供給U1以合適的工作電壓. Collector current (集電極電流) 為5A.

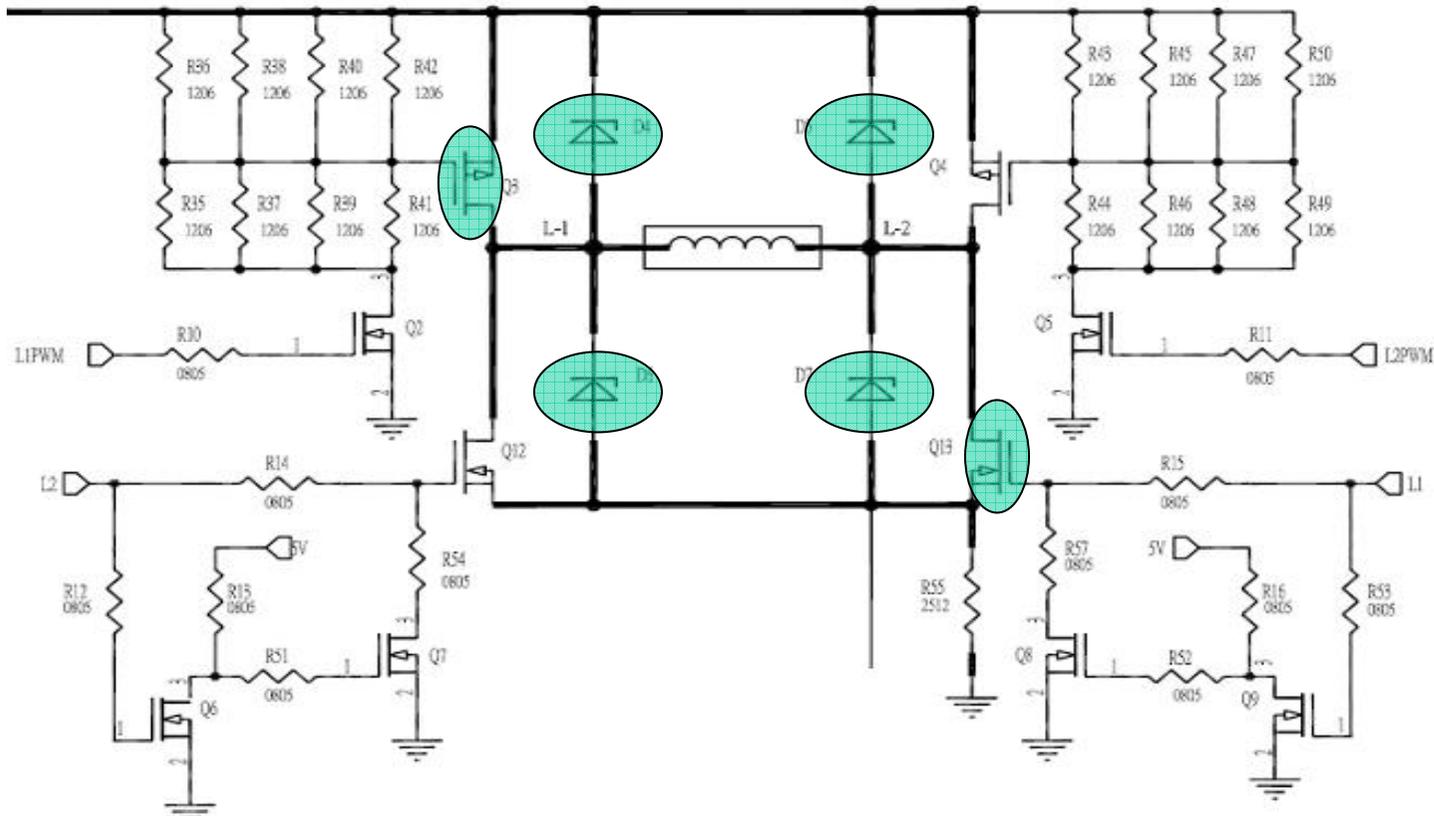
供電的電壓為電源電壓48V. 所以使用了如圖的R2- R6的集電極分流電阻. 必須要求Q1的集電極電流很大.

Q1的Base current (基極電流) 為100mA. 設定基極的線流電阻為51kOhm.

如果Q1的集電極電流取值過小. 就會導致其CE燒毀. 7805無法正常工作.

MCU的工作脈衝輸入電路. 使用到的半導體器件就是U4(hall element) Hall 是IC器件, 它通過感知磁場的變化在風扇正常運轉時輸出特定頻率的方波訊號. 供給MCU作為輸出觸發條件.



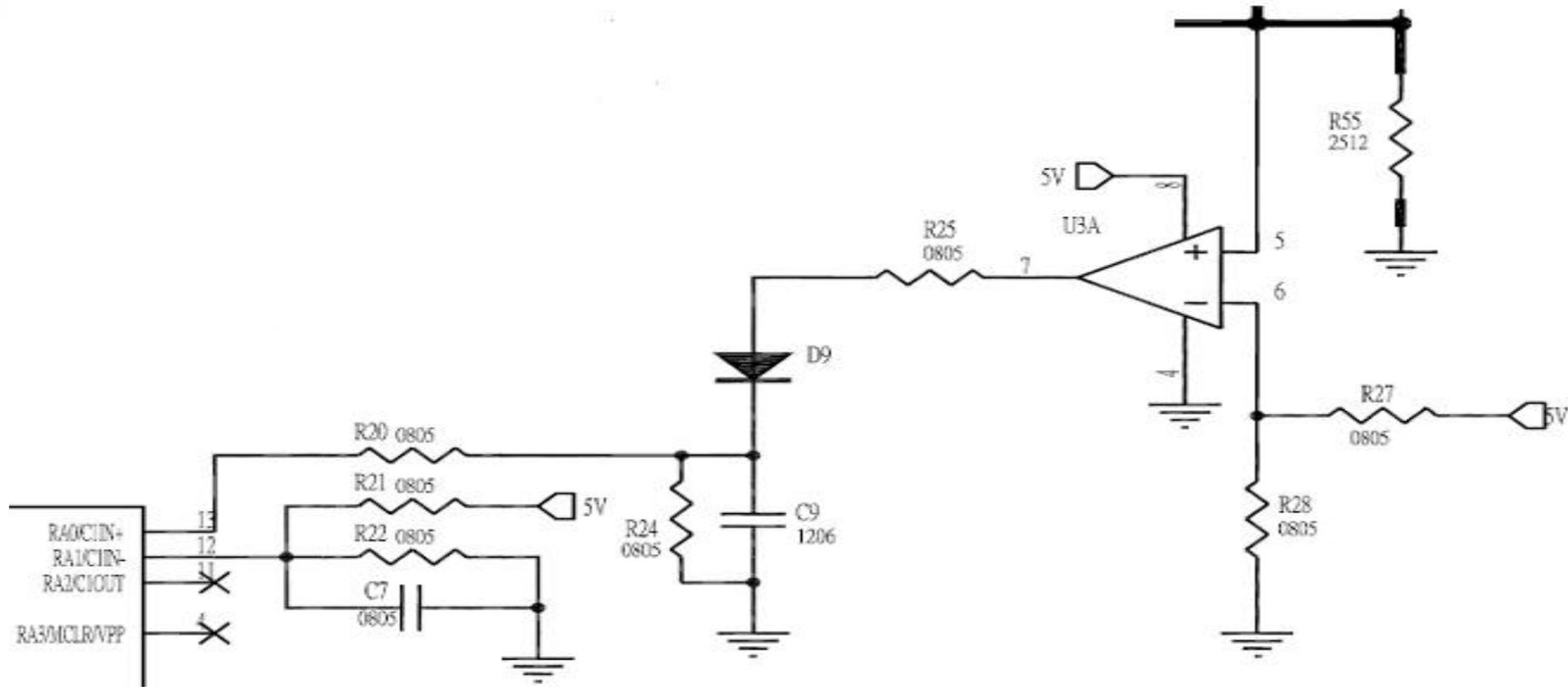


主電路的線圈的驅動部分。

使用到的半導體器件有Q2-5 Q6-9 Q12 Q13以及續流二極管D4-D7。

MOSFET其作用為大功率的開關管。MCU根據接收到的HALL元件的輸出訊號控制L1 L2 L1pwm L2pwm腳位的輸出電平。控制橋管的兩路輪流開通,通過控制電流的流向來產生定子線圈的磁場產生的方向。

馬達的線圈在切換瞬間產生的巨大的反向電動勢,當換相的時候這些的反電動勢必須通過一定的洩放迴路洩放.D4-D7就提供了此項的續流功能。



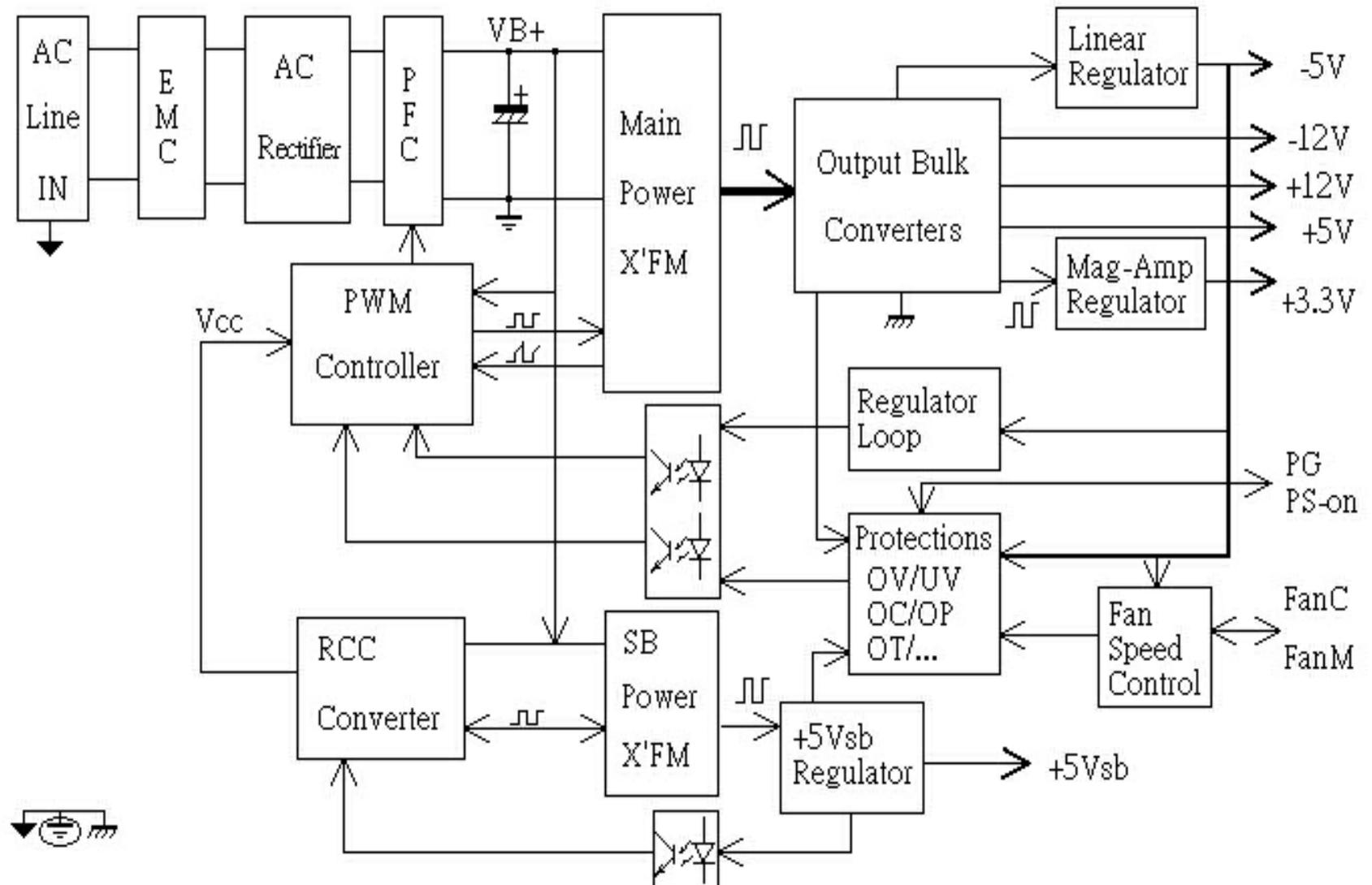
過電流檢測迴路.使用到的半導體器件有Comparator(比較器) U3.二極體D9.

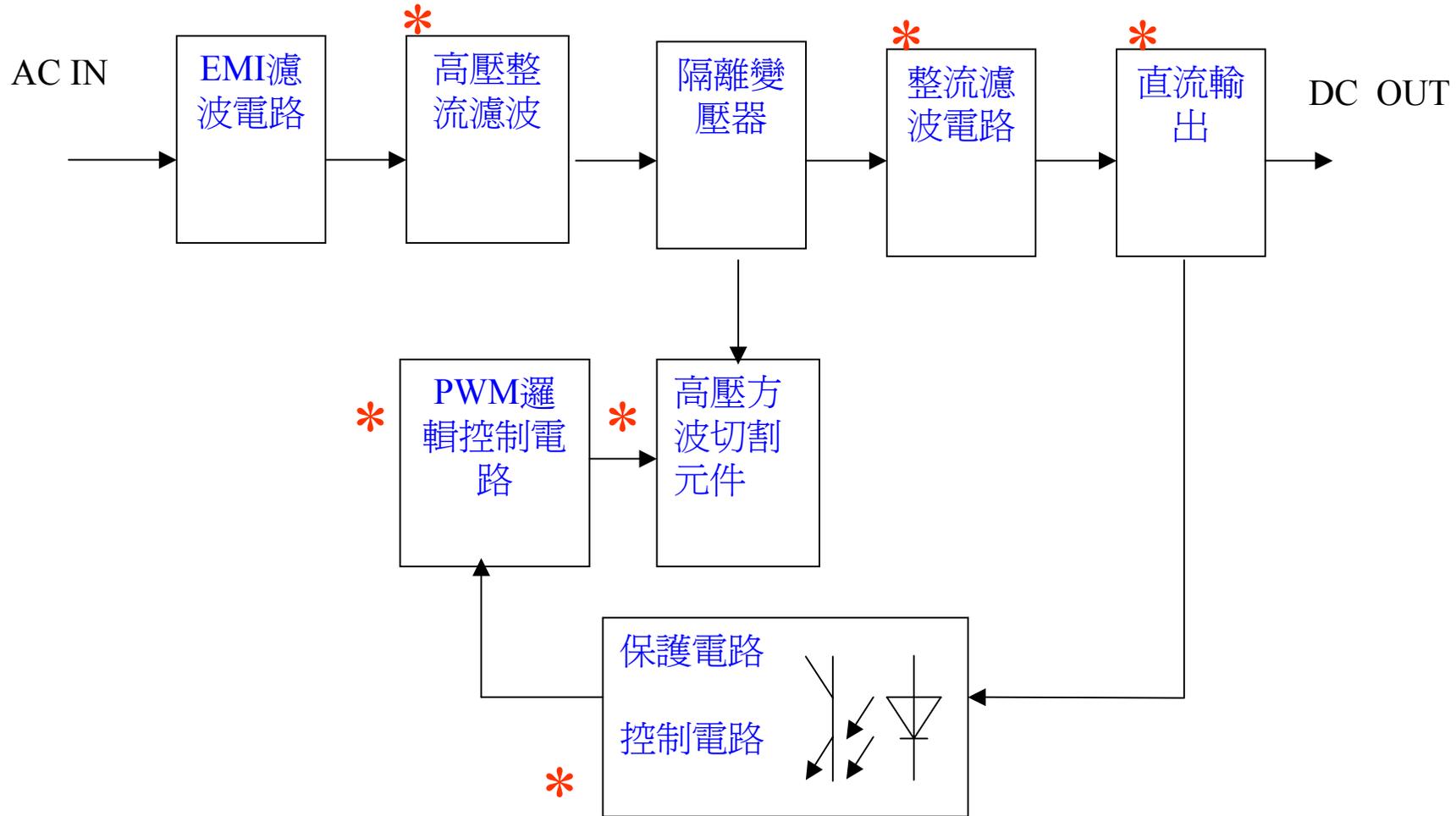
原理：比較器的同向輸入端取的是取樣電阻R55(150m0hm)上的電壓值.反向輸入端取的是R28上的分壓值 $5 \times 620 / (10000 + 620) = 0.292V$.當取樣的電流值過大超過限制值輸出高電平訊號到MCU的RA0/C1 IN+,MCU採用相應的限流措施.限制電流的進一步升高.

以上即為風扇電路使用到的半導體原件的說明.管于這些元件的特性參數說明.我們在Part 2部分有介紹到.後續我們將針對半導體器件的失效做分析.

Part3:

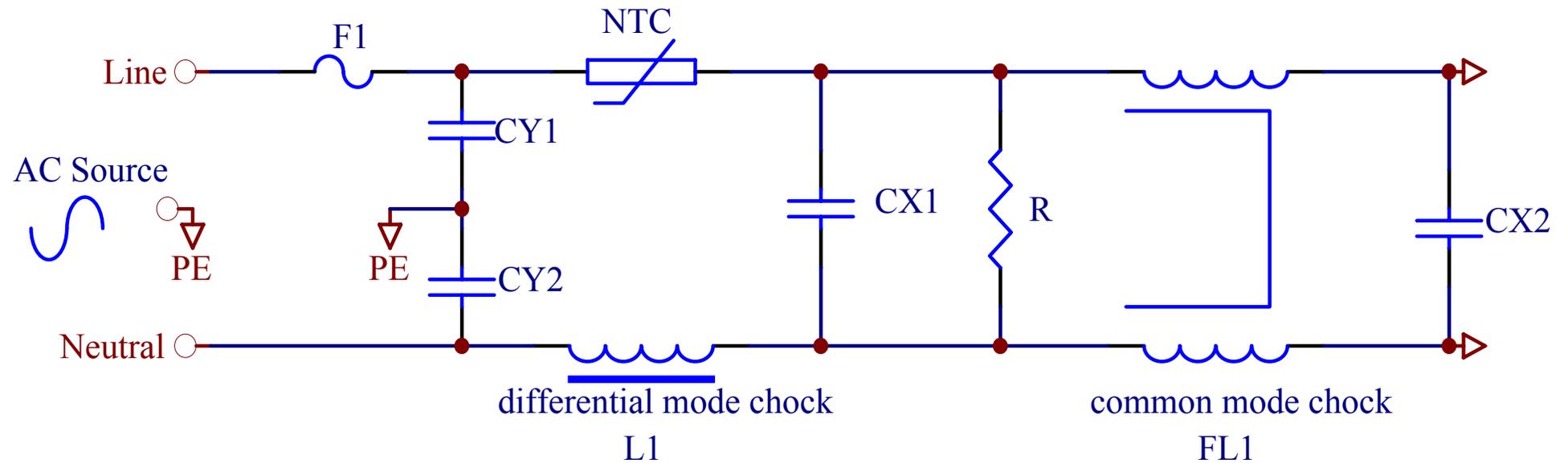
SMPS CKT BLOCK





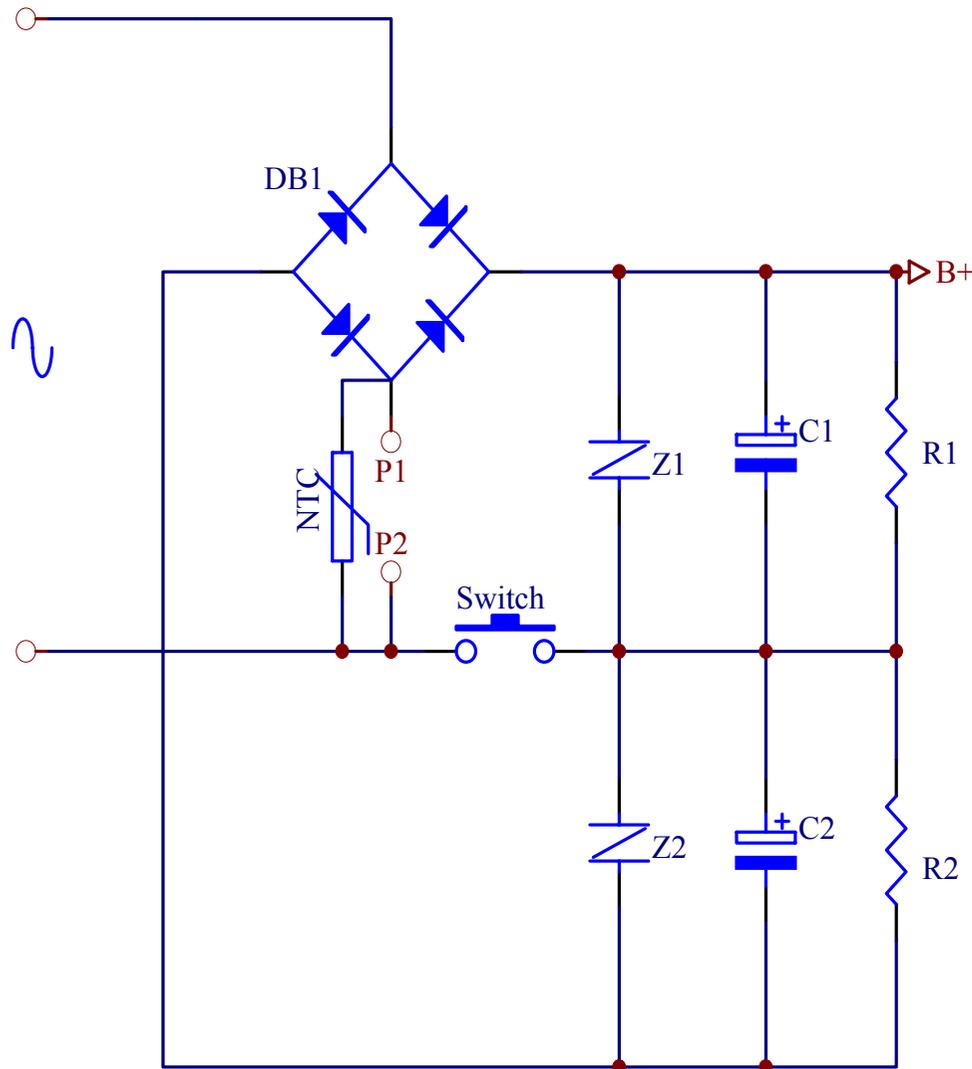
經過簡化後S. P. S的方框圖

Input EMI Section



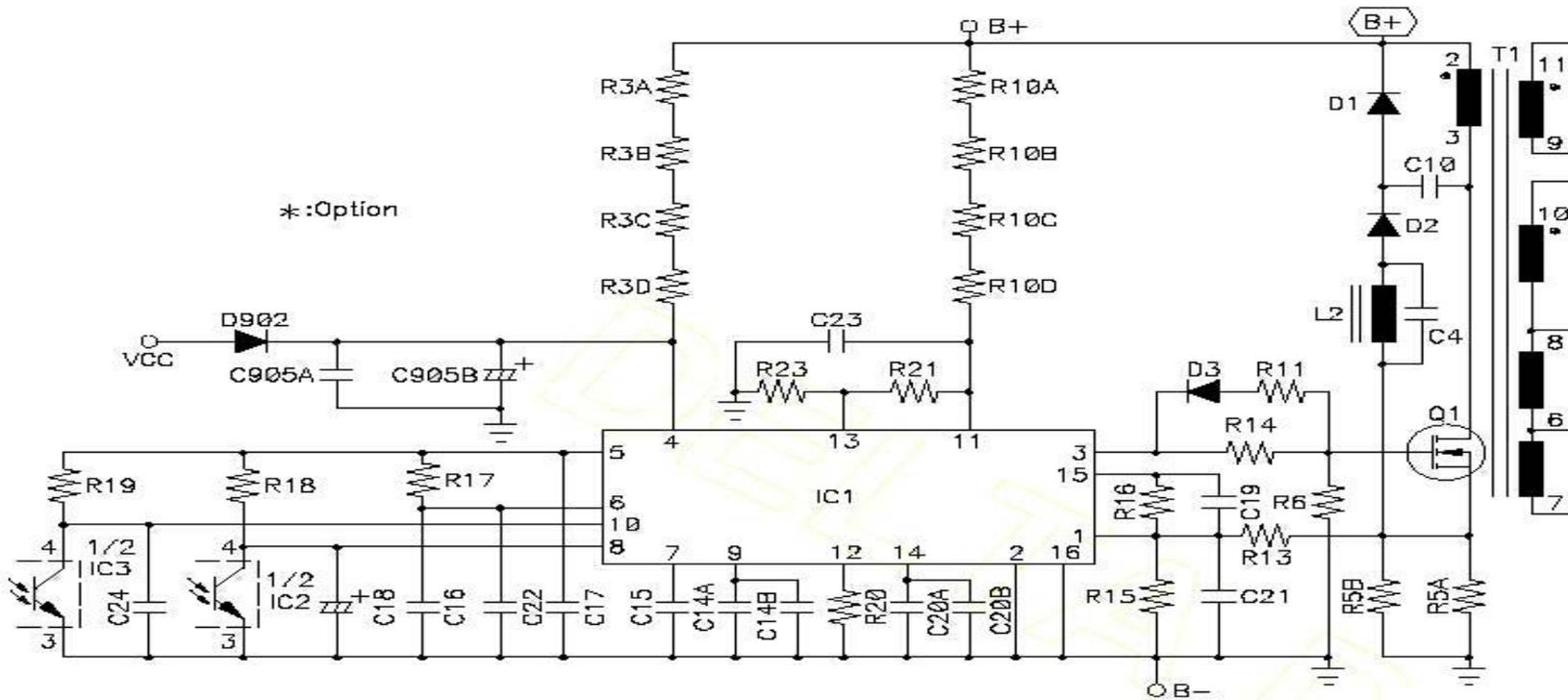
Note:基本上不會使用到半導體器件

AC Rectification Section



Note: 這個電路模塊中用到的主要半導體器件是整流橋。整流橋其實是有4個Diode組成，AC經過整流橋整流後變成初步的DC，再由後面的BULK電容進行平滑濾波

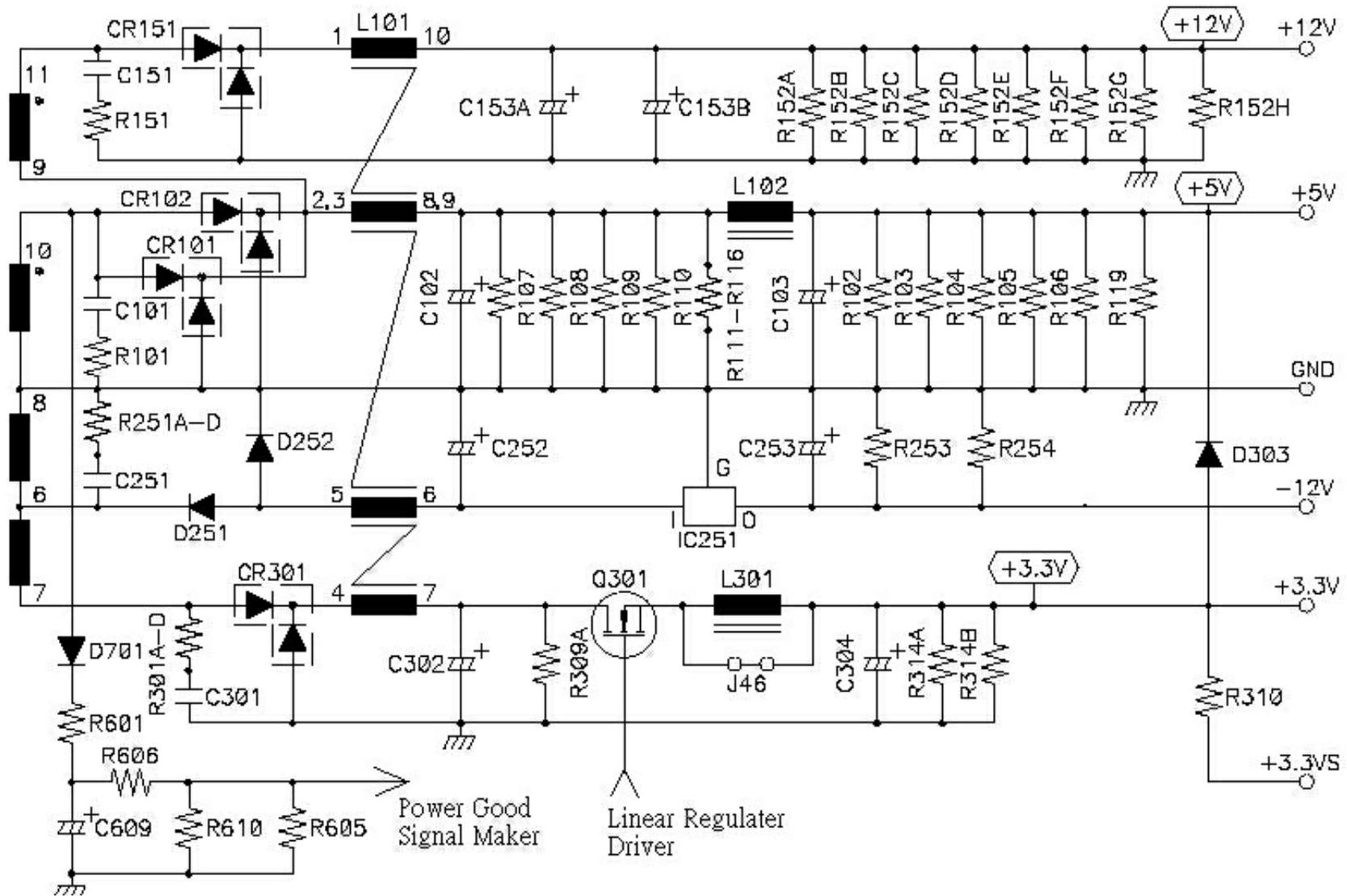
PWM Switch Section



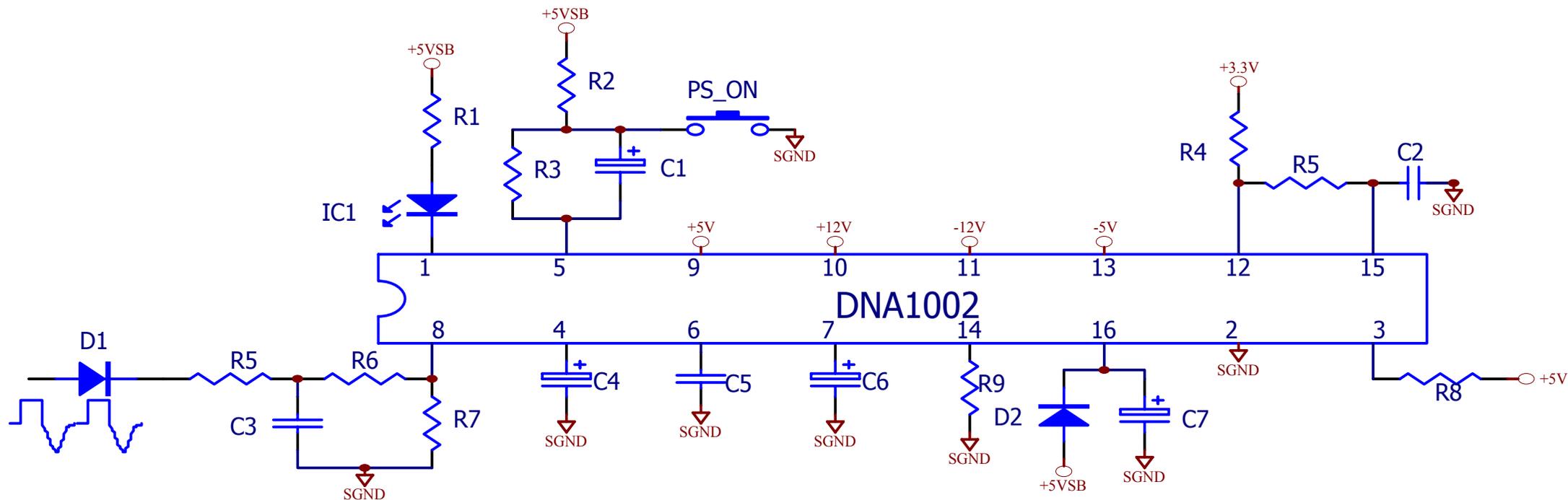
MOSFET is a power switch component . When turning on , it has a very low impedance , but it has very high impedance during turning off . LCD snubber consisted of L1 , D2 , D3 , C1 and C2 provides magnetic reset so as to prevent transformer from saturation and make MOSFET operate in it's safe area .

RC snubber made up of R3 and C3 can sorb instant overshoot energy to protect rectifier

Output Converter Section



Output Monitor Section



- Description :
- 1. Latch
 - 2. SGND
 - 3. PG
 - 4. Tdon
 - 5. Remote
 - 6. TdoFF
 - 7. DUV
 - 8. Bsense
 - 9. V5
 - 10. V12
 - 11. V-12
 - 13. V-5
 - 14. Rcrnt
 - 15. Vref
 - 16. Vcc

While VCC reaches to turn-on threshold voltage , VREF will rise up to 2.5V immediately . If PS_ON is pressed down , Remote is drown low , and Latch will go low . At the time PWM controller can drive MOSFET so that main power is turn on . But power good signal is still low . Only after both Bsense and Tdon are more than 2.5 Volt , the signal will become high to 5 Volt .



Failure Analysis

失效分析

Like most semiconductor components, perform a failure analysis on the bridge diode usually follow below important steps:

跟大多數的半導體器件一樣，橋式整流器在做不良分析時通常有以下幾個主要步驟:

Step1, External Visual Investigation

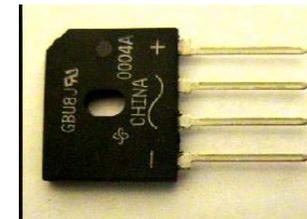
步驟1，外觀檢查

including confirm if cracks, Stained, Bent, Soldered, Chipped, Bubbles, etc.

確認是否有裂痕，沾污，彎曲，焊錫，破碎，封裝是否有氣泡等等.

It's unnecessary to destruct the component, so call it non-destructive investigation.

因為不需要去破壞到零件，因此這是一種非破壞性的調查



Step2, Electrical test

步驟2，電性測試

Including confirm if the electrical parameters within the specification.

確認電氣參數是否有在規格範圍之內。

Like step1, this is also an non-destructive investigation. Usually, the following instruments will be adopted to perform the analysis in this step.

跟步驟1一樣，這也是非破壞性的。這個階段通常會採用如下的儀器來進行不良分析。

Digital
Tester



IR/IF testing



Curve
Tracer

V/I electrical Characteristics curve

Step3, inner-construction investigation

步驟3，內部結構檢查

a, X-ray Imaging Penetration investigation

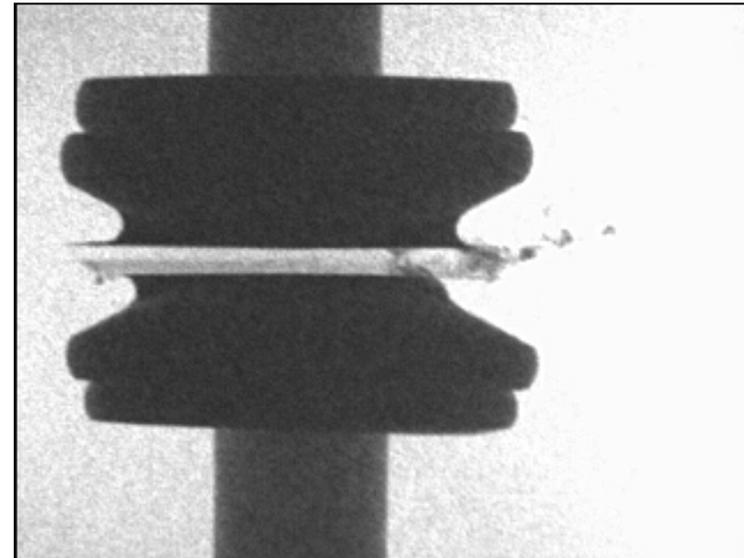
X射線成像

透視內部結構進行分析

It is also an non-destructive investigation.



X-ray Imaging system

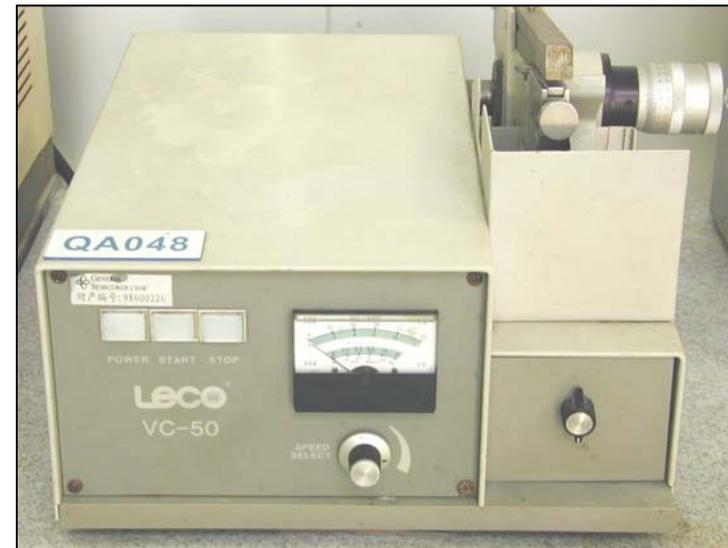


Inner-construction through X-ray Imaging

b, micro-sectioning analysis 剖面微觀分析

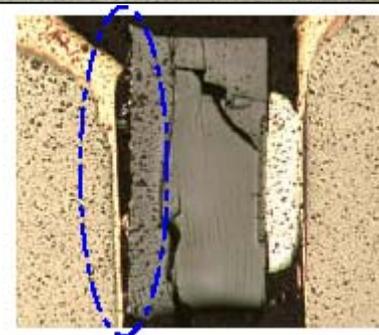
This is a destructive investigation

這是一種破壞性的分析



Cross-Section, Grinder/Cutter

透過截斷研磨的方式進行剖面分析



Failure Analysis

c, Decapsulation analysis. Use wet chemical to remove the molding but make sure no destroying on the inner construction, such as wire-bonding, dice etc. especially the area you want to focus on . H_2SO_4 and HNO_3 and their compounds are usually adopted to used on decapsulation.

去模封分析法. 採用化學試劑去除零件的模封材料,但要確保不毀壞到內部結構,如金屬焊線, 芯片等等, 尤其是想著重分析的部位。硫酸, 硝酸及它們的混合物通常被用於**Decap**的分析活動裡面。



Decapsulation working plate

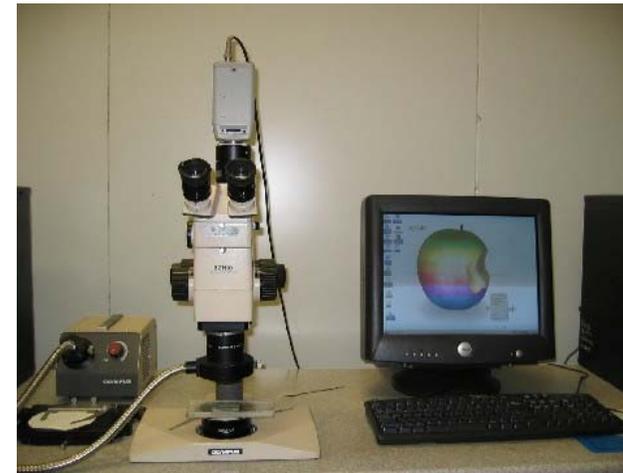
Decap 工作平台

d, Optical Microscopy imaging and SEM(Scan Electron Microscopy) imaging

光學顯微成像及掃描式電子顯微成像

The specimens after decapsulation or cross section grinding can be performed inner construction investigation by optical imaging and SEM imaging.

樣品經過Decap或截面研磨後可採用光學顯微鏡和電子顯微鏡進行內部結構的微觀檢查



Optical microscopy, usually 10~500 magnification

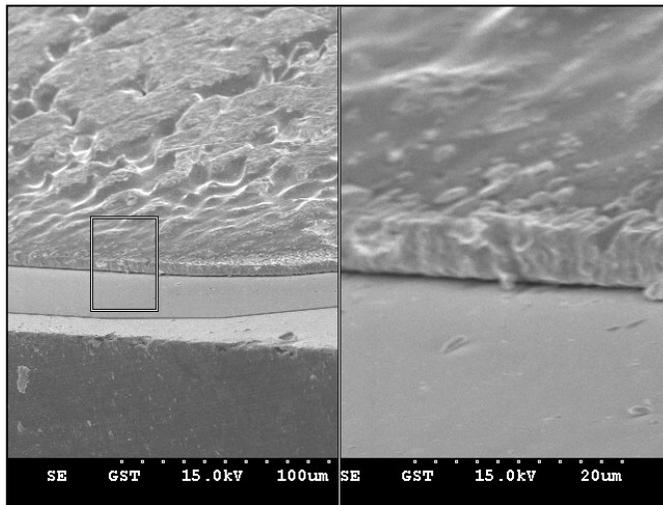
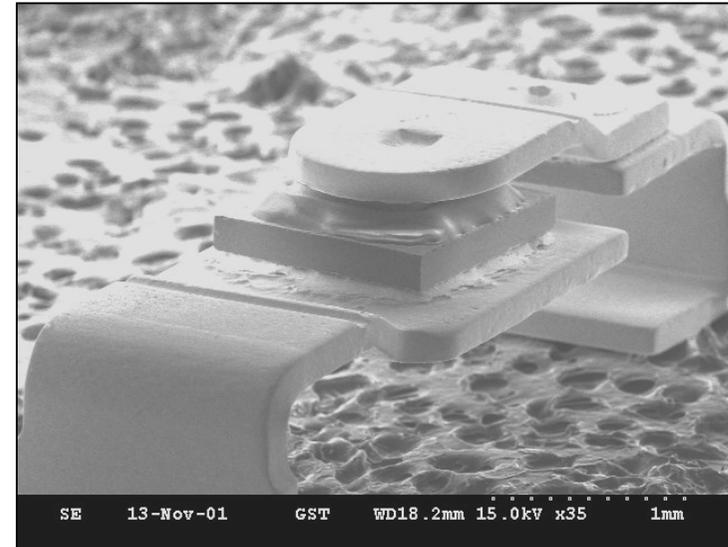
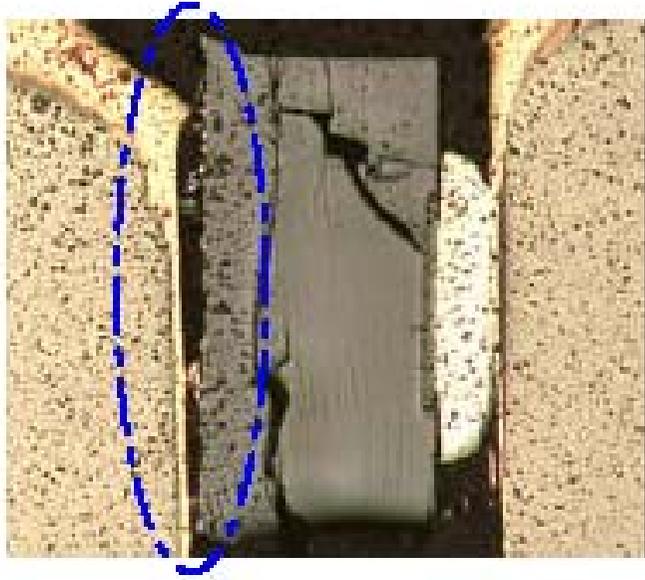
光學顯微鏡，通常能進行10~500倍的放大

Failure Analysis



SEM imaging system, up to x10K magnification

SEM 成像系統，高達x10K的放大成像



Some pictures got from the microscopy imaging, from these pictures, the inner construction of the DUIs(device under investigation) appear very clearly, easy for probing.

這是在顯微成像時得到的一些圖片，透由這些圖片，待分析器件的內部結構顯的非常清楚，易於觀察



Reliability Test

信賴性實驗



Reliability Test

a, short term reliability test

<u>Test Item</u>	<u>Frequency</u>	<u>Life Time</u>	<u>Condition</u>
◆ Temp cycling	Weekly	30 Cycles	-55C / +150C / 30min
◆ HTRB	Weekly	24Hrs.	80% Vr / Max Tj
◆ Solder Dip	Weekly		260C x 10 Sec
◆			
◆ Forward Surge	Monthly		Rated IFSM
◆ Pressure Cooker	bi-weekly	24Hrs	121C / 15 Psig



Reliability Test

b, long term reliability test

<u>Test Item</u>	<u>Life Time</u>	<u>Condition</u>
OP Life	1000 hrs.	Rated Vr / IF / Temp
HTRB	1000 hrs.	80%VR / MaxTj
High Temp Storage	1000 hrs.	150° / 175°
Low Temp Storage	1000 hrs.	- 55°
Shelf Life	2 months	25°
Humidity	1000 hrs.	85% RH / 85°
Pressure Cooker	96	121° / 15 Psig
Temp Cycling	1000 Cycles	- 55° / +150° / 30 min.
Thermal Shock	30 Cycles	0° / 100° / 5 min
Salt Spray	48 hrs.	35C / 5% Salt
Bend Test	3 times	1Lb. / 2 Lb. / 90 Deg.
Terminal Strength	60 sec.	2.2 Lb.
Pull Test	15 or 30 sec.	12 Lb. or 20 Lb.

Main instruments used in reliability test
用於信賴性實驗中的主要的儀器



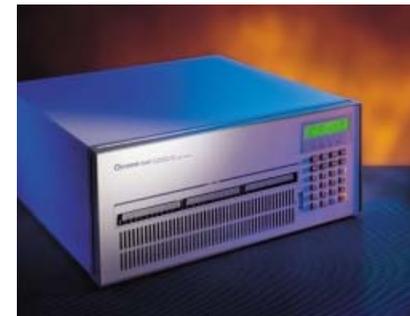
Chamber
環境試驗箱



DC SOURCE 直流電源



Salt Spray 鹽霧實驗



Electronic Load 電子負載



THANKS!

Q & A