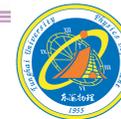
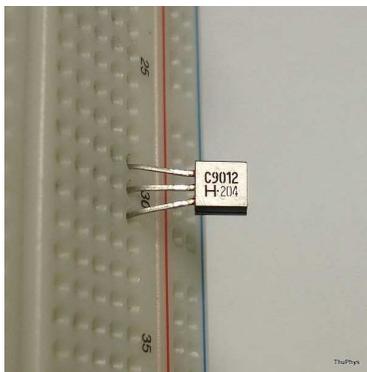




實驗06： 電晶體 (Transistor)

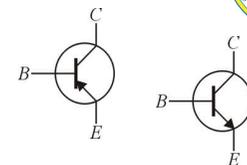
實驗08： CE放大器



電晶體 (Transistor)

雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor: BJT)

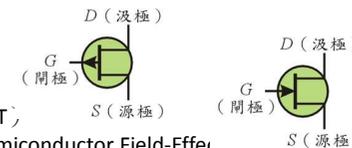
射極 (Emitter; E) 為專門發射電子或電洞；
基極 (Base; B) 則是控制電流大小。
集極 (Collector; C) 為專門收集電子或電洞，



PNP電晶體
NPN電晶體

場效應電晶體 (Field-Effect Transistor: FET)

源極 (Source; S)
閘極 (Gate; G)
汲極 (Drain; D)

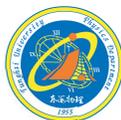


接面場效電晶體 (Junction FET: JFET)

金氧半場效電晶體 (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET)

- 增強型 (Enhancement)
- 空乏型 (Depletion)

P通道FET
N通道FET



電晶體 (Transistor)

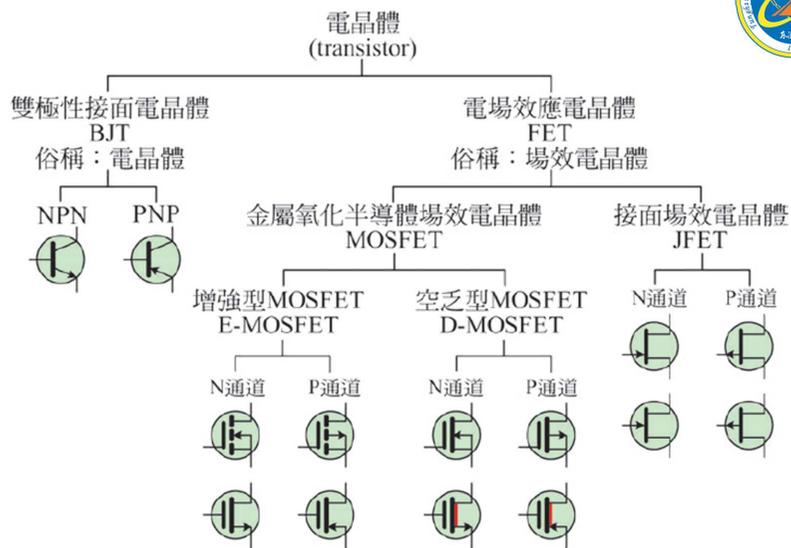
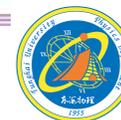
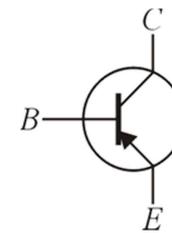
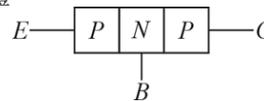


圖 8-1 常見電晶體的分類

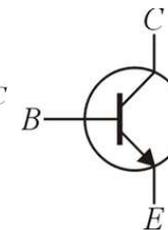
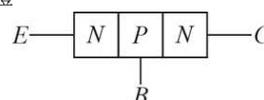


雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor, BJT)

PNP電晶體



NPN電晶體



有箭頭的是射極 (E)

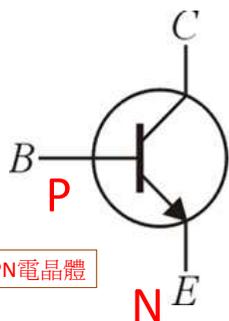
電晶體接腳：

射極 (Emitter; E) 為專門發射電子或電洞；
集極 (Collector; C) 為專門收集電子或電洞，
基極 (Base; B) 則是控制電流大小。

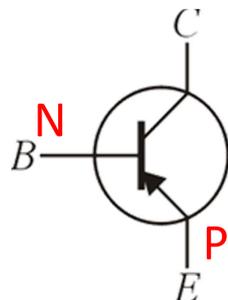
其中基極B厚度比集極C和射極E薄很多，約只佔電晶體總厚度的1/150。



雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor, BJT)



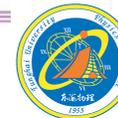
NPN電晶體



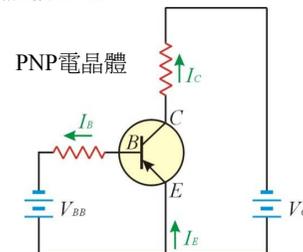
PNP電晶體

電晶體接腳：

射極 (Emitter; E) 為專門發射電子或電洞；
集極 (Collector; C) 為專門收集電子或電洞，
基極 (Base; B) 則是控制電流大小。



電晶體偏壓電路



$$I_E = I_C + I_B$$

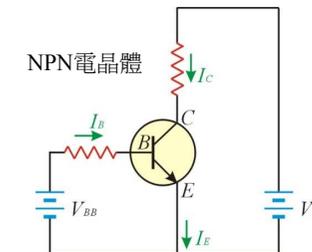
共射極電流增益 (電流放大率)

$$\beta = h_{FE} = \frac{I_C}{I_B}$$

共基極電流增益

$$\alpha = h_{FB} = \frac{I_C}{I_E}$$

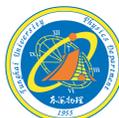
$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}$$



I_E ：代表射極 (emitter, E) 的直流電流。

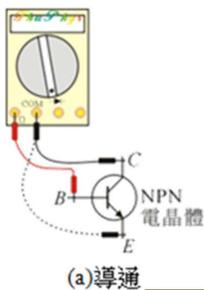
I_C ：代表集極 (collector, C) 的直流電流。

I_B ：代表基極 (base, B) 的直流電流。

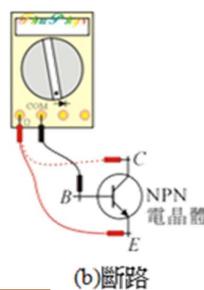


判斷電晶體 E、B、C 的三個接腳

→ 找出電晶體的 B 腳：



(a) 導通



(b) 斷路

NPN電晶體

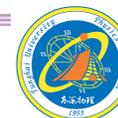


(c) 斷路



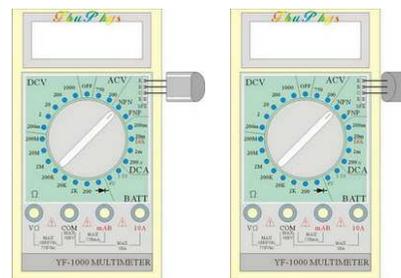
(d) 導通

PNP電晶體



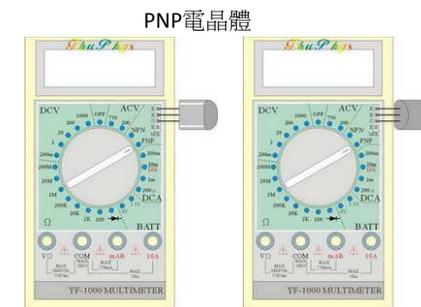
判斷電晶體 E、B、C 的三個接腳

→ 找出電晶體的 E、C 腳：



NPN電晶體

找出數值最大的那個，
對應的腳位即為正確的
EBC腳位。



PNP電晶體

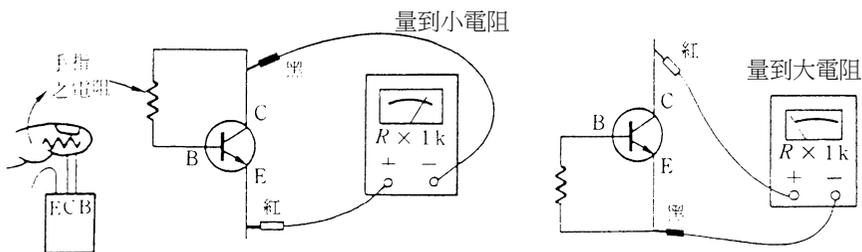
實驗室常用的是C9013，
中間腳為B。
但有些電晶體中間腳是C，
使用時要確認後再接線~



判斷電晶體 E、B、C 的三個接腳

利用指針式電表
找出EBC腳位

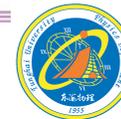
➡ 找出電晶體的 E、C 腳：



(a) 當假設正確時，電晶體由手指之電阻得到順向偏壓，指針指示低阻值

(b) 當假設錯誤時，指針指示高阻值

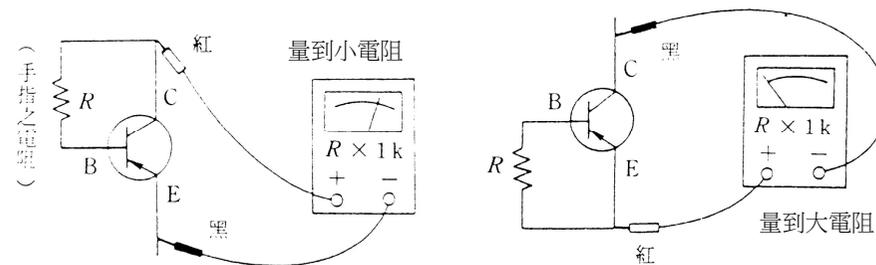
圖 4-11 NPN 電晶體之測試



判斷電晶體 E、B、C 的三個接腳

利用指針式電表
找出EBC腳位

➡ 找出電晶體的 E、C 腳：



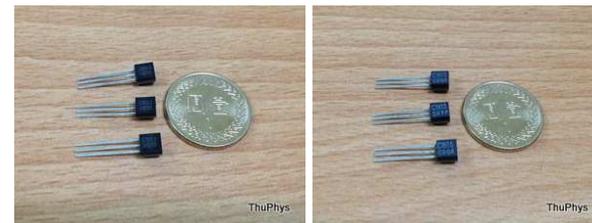
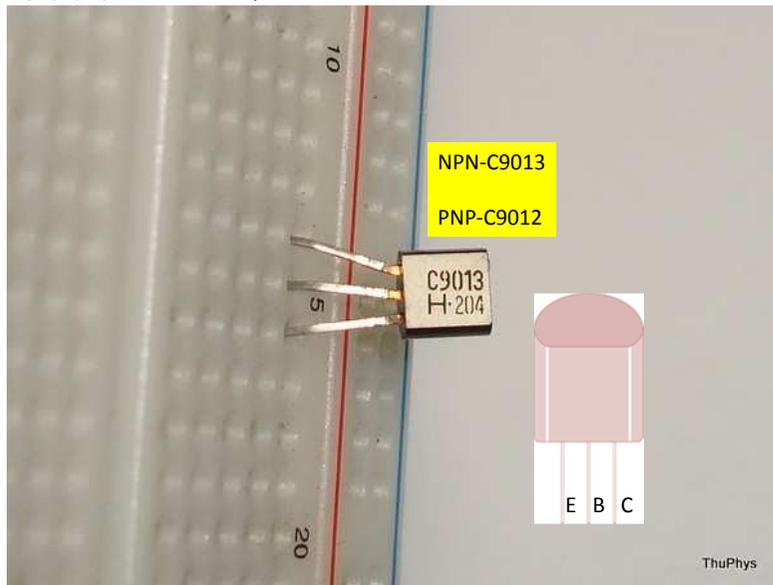
(a) 當假設正確時，電晶體由手指之電阻得到順向偏壓，指針指示低阻值

(b) 當假設錯誤時，指針指示高阻值

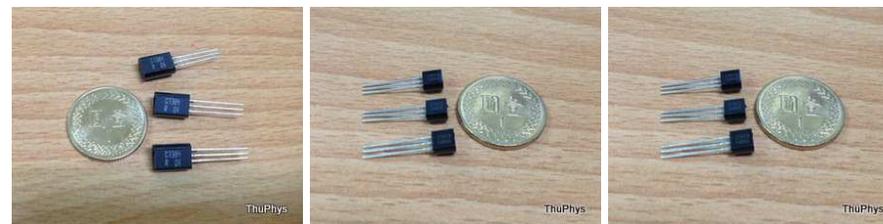
圖 4-12 PNP 電晶體之測試



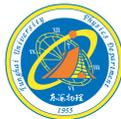
雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor ; BJT)



C1815

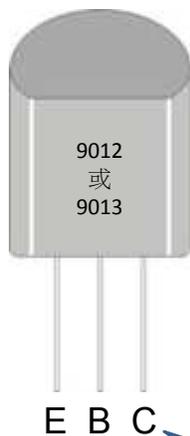


C1384



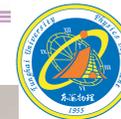
雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor ; BJT)

電晶體接腳：
射極 (Emitter ; E)
基極 (Base ; B)
集極 (Collector ; C)



NPN電晶體-C9013
PNP電晶體-C9012

其他型號電晶體的腳位要查詢data sheet

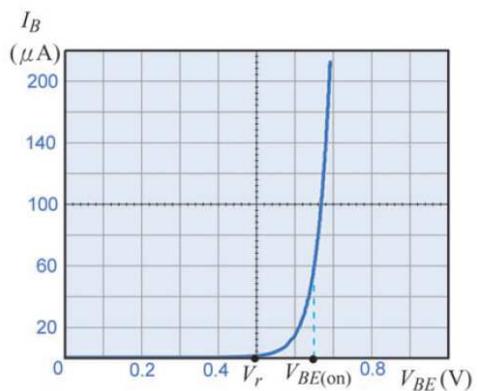


雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor ; BJT)

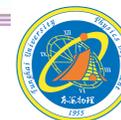


輸入特性曲線

$V_{BE}-I_B$ 曲線

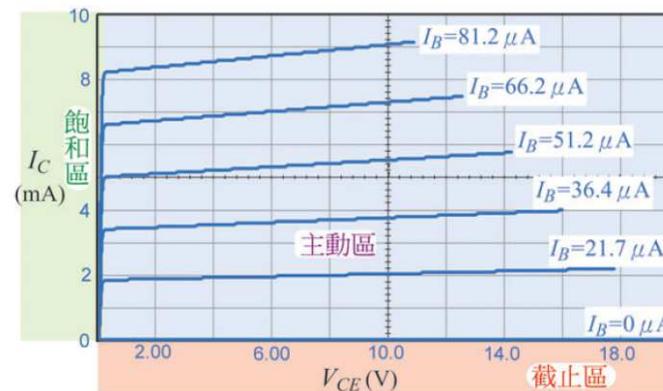


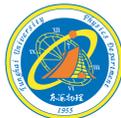
比較：
跟二極體特性曲線比較
有何差異？



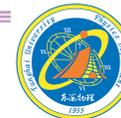
輸出特性曲線

$V_{CE}-I_C$ 曲線





CE放大器

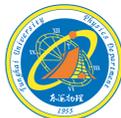


電晶體基本放大電路的三種型式：

- (1) 共射極放大電路 (common emitter) CE放大器
- (2) 共集極放大電路 (common collector) CC放大器
- (3) 共基極放大電路 (common base) CB放大器

三種電晶體基本放大電路的比較：

	共射極放大器 (CE)	共集極放大器 (CC)	共基極放大器 (CB)
輸入端	基極 (B)	基極 (B)	射極 (E)
輸出端	集極 (C)	射極 (E)	集極 (C)
共用端	射極 (E)	集極 (C)	基極 (B)
輸入阻抗	中	高	低
輸出阻抗	中	低	高
電壓增益	高	<1 (略小於 1)	高
電流增益	高	高	<1 (略小於 1)
功率增益	最大	大	大
輸入輸出訊號相位	反相 (180°)	同相 (0°)	同相 (0°)



共射極 (CE) 放大器之基本電路

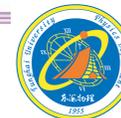
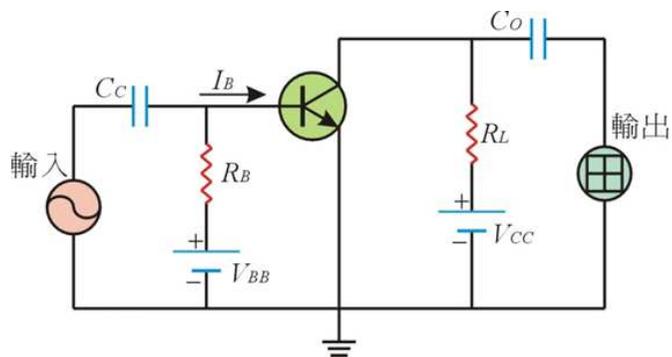
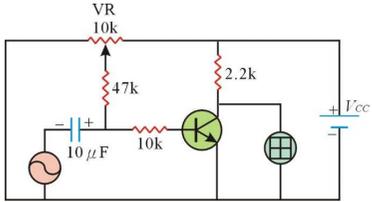
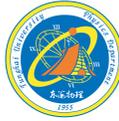


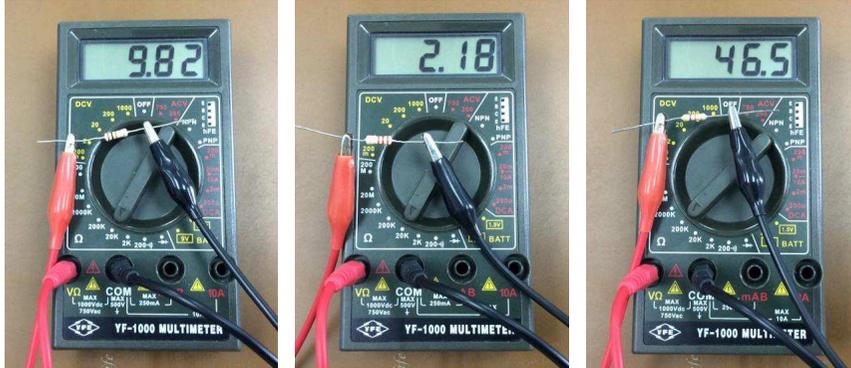
表 7-1 電晶體的工作特性

工作區域	飽和區	動作區	截止區
B-E 介面	順向偏壓	順向偏壓	逆向偏壓
B-C 介面	順向偏壓	逆向偏壓	逆向偏壓
NPN 偏壓接線圖			
PNP 偏壓接線圖			



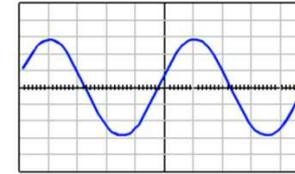
電源供應器
訊號產生器
示波器

NPN電晶體C9013
可變電阻10kΩ
電阻10kΩ、2.2kΩ、47kΩ
電解電容10uF



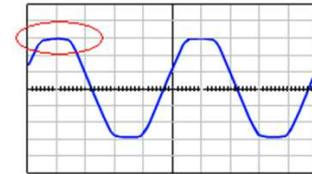
何謂不失真：
當輸入訊號為正弦波，可以在輸出訊號端看到放大的訊號，但是經過電容充電，會使輸出的訊號最後形成方波，若是降低輸入訊號振幅，可以是輸出訊號波形再恢復到正弦波，**訊號不失真即是指輸出訊號仍然維持正弦波的形狀。**

輸出電壓

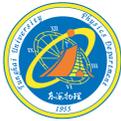
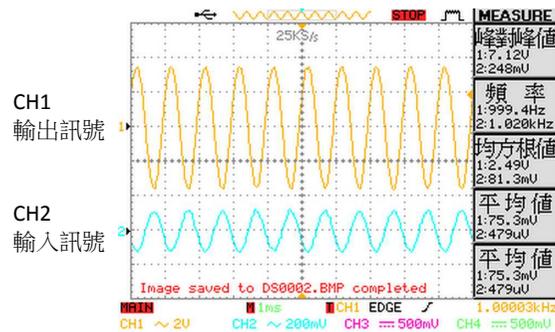
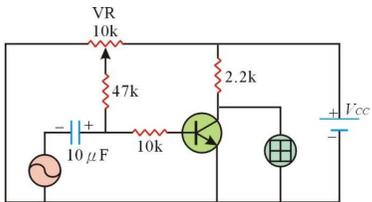
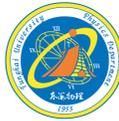


無失真

輸出電壓

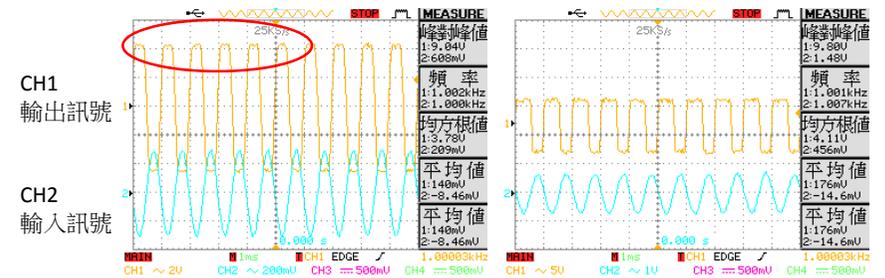


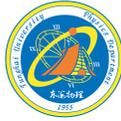
開始失真



訊號失真：

訊號失真





我們沒有最好
只有追求更好

有空繼續補~~



東海大學應用物理學系
地址：40704台中市西屯區東海大學BOX803
電話：04-23590121*32100
網址：<http://physics.thu.edu.tw/>