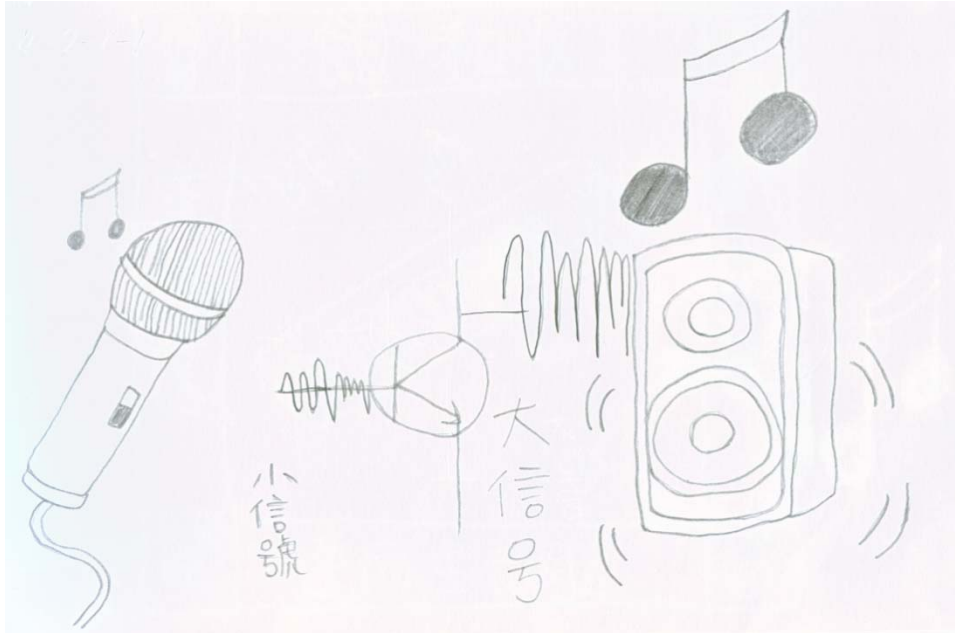
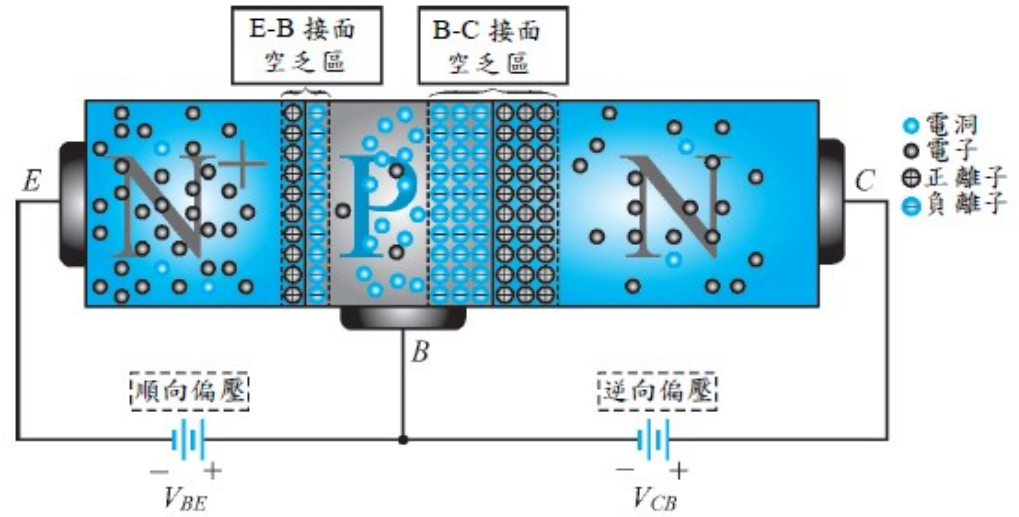


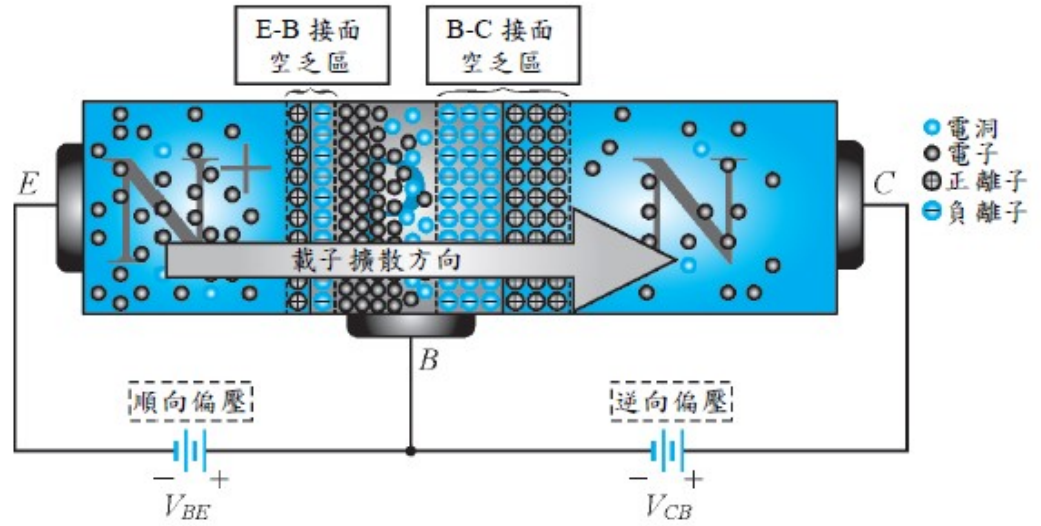
表二、高職數位教材發展與推廣計畫－電子學科單元教案設計表

單元編號		4-2-1	單元名稱	電晶體之工作原理		
對應之課綱		電晶體之工作原理		預計本單元總教學時間		42 分鐘 (約 30-50 分鐘)
教學目標	單元目標	了解電晶體四種工作模式				
	具體目標 (例如:能說出、能寫出、能列舉、能運用)	<p>1·學習目標</p> <p>(1)學生能認識電晶體的主動模式</p> <p>(2)學生能認識電晶體的飽和模式</p> <p>(3)學生能認識電晶體的截止模式</p> <p>(4)學生能認識電晶體的逆向主動模式</p> <p>2·課程內容</p> <p>(1)透過放大圖片的例子，引發學生學習的動機</p> <p>(2)學生能透過動畫，認識電晶體的主動模式加偏壓的情形，即形成電流的狀態</p> <p>(3)學生能透過圖片認識電晶體的飽和模式</p> <p>(4)學生能透過圖片認識電晶體的截止模式</p> <p>(5)學生能透過圖片認識電晶體的逆向主動模式</p>				
教學活動		教學時間	元件			元件內容說明 (請填入 8-9 個元件)
			編號	類型	時間	
準備活動	(引起動機) 複習上一單元例子，分享生活經驗，上課時老師經由麥克風透過放大，讓同學清楚的聽到聲音，但是	3 分鐘	1.4-2-1-1	動畫	3 分鐘	請製作下列圖片 第一個頁面為圖片，第二個頁片為圖說 右邊有一隻麥克風，旁邊有一個小音符，中間圖為一個 NPN 電晶體的符號，左邊為一個喇叭，旁邊有一個大音符，於電晶體符號的左邊有(小的)小信號三個字體，於電晶體符號的右邊有(大的)大信號三個字體。

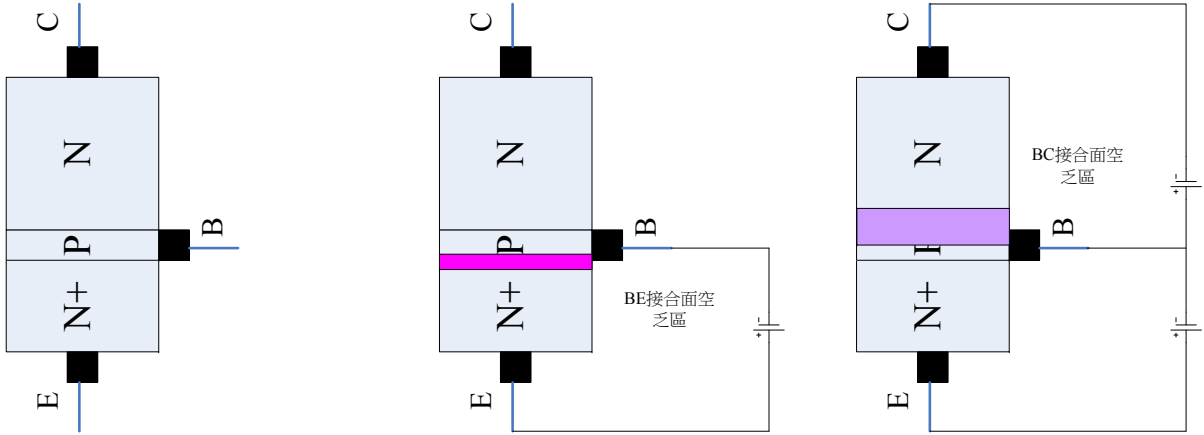
	<p>電晶體該如何接偏壓才會放大，透過此圖說讓同學明白電晶體放大的過程。</p>					<p>樣版圖</p>  <p>請製作下面圖說(旁白)</p> <p>原本微弱的小音符藉由麥克風，經由電晶體放大，再到大信號放大，透過喇叭將聲音輸出，就是放大後的大音符</p>
<p>發展活動</p>	<p>讓同學觀察 NPN 結構接合，加上 BE 二端順向偏壓，BC 二端逆向偏壓，產生電流之動畫(主動區)，即解釋 $I_E = I_B + I_C$，也可以定義典型值 α、β、γ</p>	<p>15分鐘</p>	<p>4-2-1-2</p>	<p>動畫</p>	<p>2分鐘</p>	<p>請製作下列動畫</p> <p>主動模式偏壓方式採，BE 接面加順向偏壓，BC 接面加逆向偏壓，如樣版圖一所示。由於 BE 接面加順偏，所以會有來自射極大量的電子，注入基極中，如樣版圖二所示，但因為基極中的電洞濃度遠不及射極所注入的電子濃度，且基極的寬度甚薄，所以來自射極的大量電子與基極中的電洞中和後，剩餘的多數載子電子，會穿過基極，因外加電場的關係，正電壓會吸引電子越過空乏區擴散至集極，而形成電流。</p> <p>樣版圖一</p>



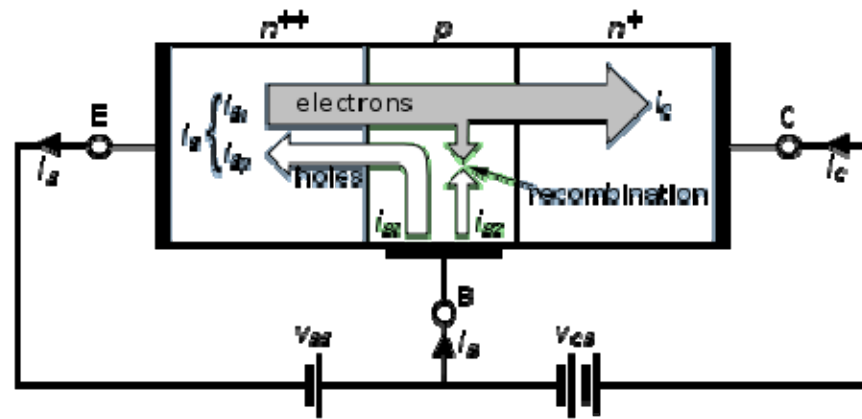
樣版圖二



請製作下列動畫

		4-2-1-3	2 分 鐘	<p>起始畫面為 NPN 接合的電晶體，尚未加入偏壓。</p> <p>10 秒後於 BE 二端接上一個電池，為順向偏壓，此時 BE 接合面產生較小的空乏區（以粉紅色表示）。</p> <p>20 秒時於 BC 二端接上一個電池，為逆向偏壓，此時 BC 接合面產生較大的空乏區（以紫色表示）。</p> <p>30 秒後動畫結束</p> <p>樣板圖</p>  <p>請製作下列動畫</p> <p>第一個畫面配置，圖的左邊有 100 隻蜜蜂聚集在一起，翅膀振動很有活力的飛行，於圖的下方有三朵花，圖的右邊有一片花海，100 隻蜜蜂同時飛行，只有一隻蜜蜂前往三朵花的地方採蜜（可以先到，因為三朵花位置在中間），剩餘的 99 隻蜜蜂，很快樂地往花海的方向前進採蜜。蜜蜂飛行至花朵上採蜜，動畫時間約為 30 秒。</p> <p>31-40 秒時在 100 隻蜜蜂上浮上『I_B 電流』的字樣。</p> <p>41-50 秒時在 1 隻蜜蜂上浮上『I_B 電流』的字樣。</p> <p>51-60 秒時在 99 隻蜜蜂上浮上『I_C 電流』的字樣。</p> <p>61-65 秒時清除以上畫面，版面為淡綠色</p>
		4-2-1-4	3 分 鐘	

66-80 秒時出現圖



請製作 electrons 色帶為電流流動的狀態

於圖的下方出現字體【NPN 接合，BE 二端加上順向偏壓，BC 二端加上逆向偏壓，形成電流之狀態】

81-85 秒時清除以上畫面，版面為淡綠色

*86-100 秒動畫不清除，保留至加總結束

86-90 秒出現【 I_E 電流為 100 隻蜜蜂】

90-92 秒時出現【=】

93-95 秒時出現【 I_B 電流為 1 隻】

96-98 秒時出現【+】

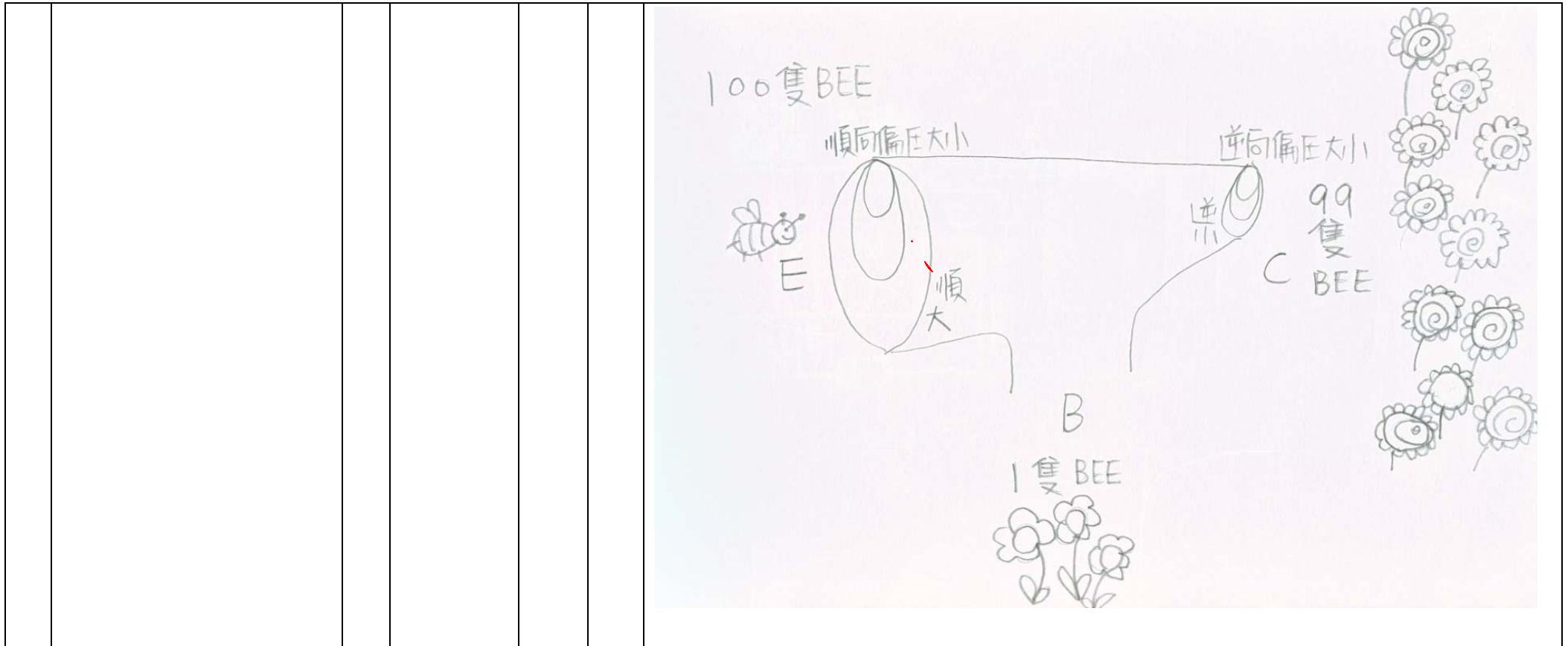
99-100 秒時出現【 I_C 電流為 99 隻蜜蜂】

101-110 秒時出現 $\alpha = I_C / I_E = 99 / 100 = 0.99$

111-120 秒時出現 $\beta = I_C / I_B = 99 / 1 = 99$

121-130 秒時出現 $\gamma = I_E / I_B = 100 / 1 = 100$

樣板圖



發展活動
讓同學觀察 NPN 結構接合，加上 BE 二端順向偏壓，BC 二端順向偏壓(飽和區)電流流動的圖片。

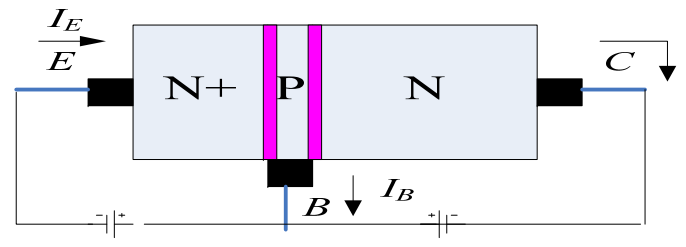
5 分鐘

1.4-2-1-5

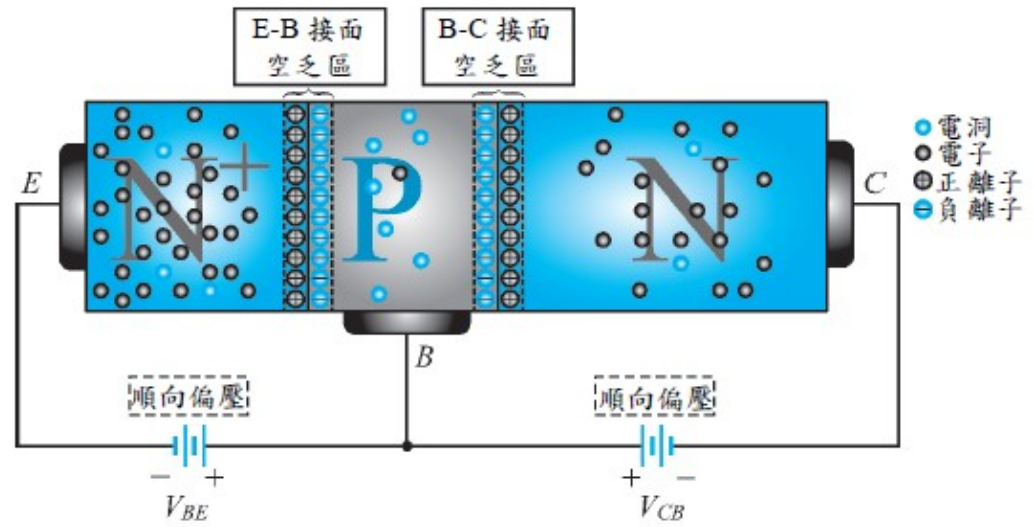
動畫

1 分鐘

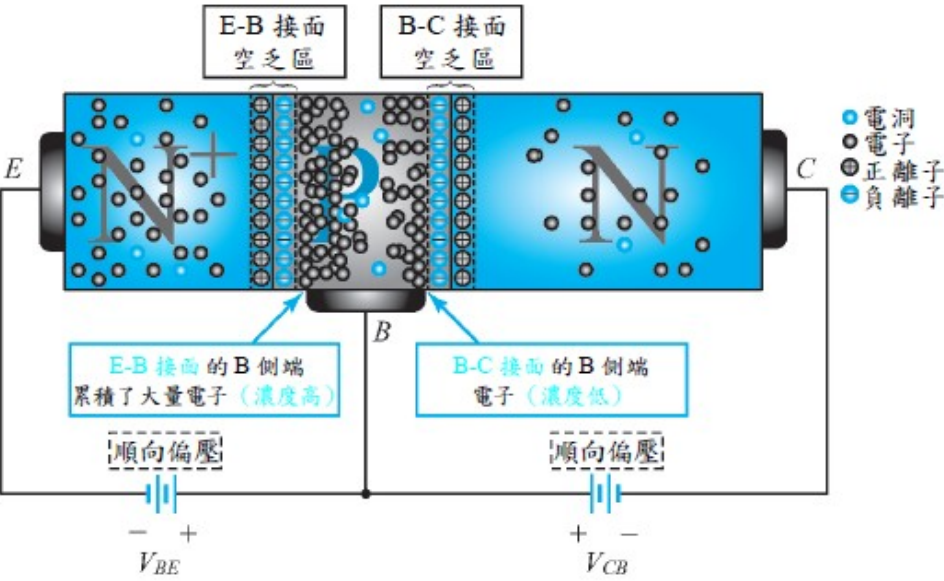
請製作下列動畫
樣板圖一

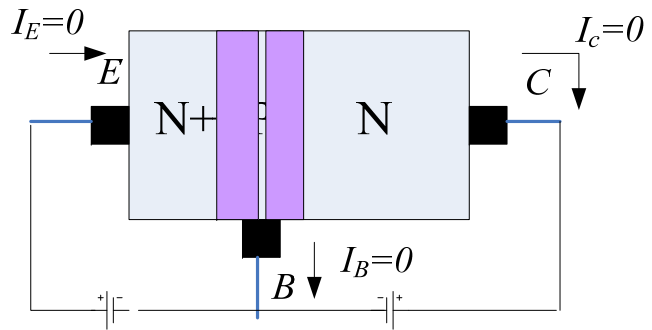
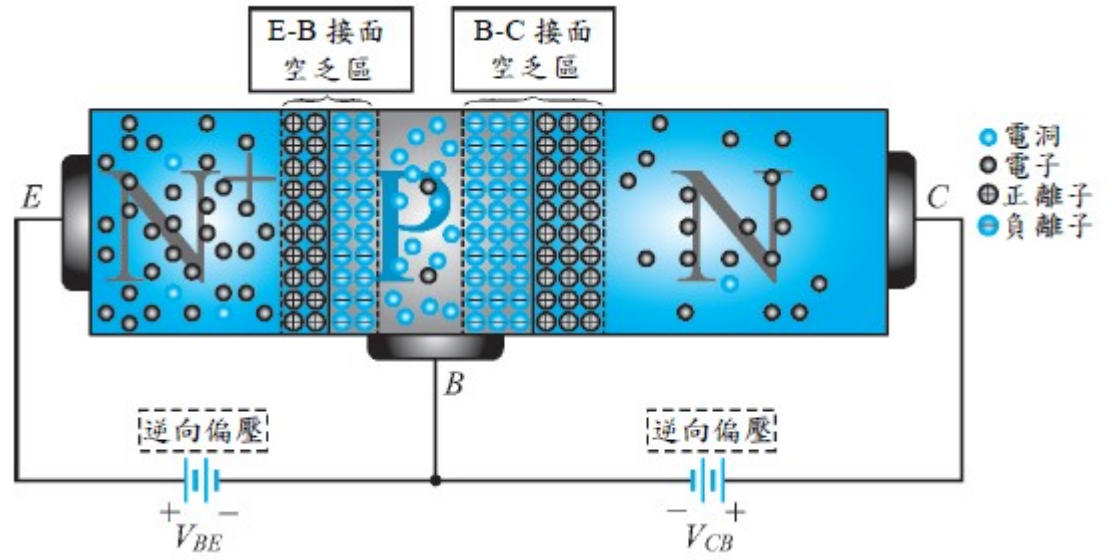


樣板圖二



樣板圖三

						 <p>請製作下列圖說</p> <p>飽和區工作模式加偏壓方式如下，如樣板圖二，BE 接面加上順向偏壓，BC 接面加上順向偏壓，接合面因加上順向偏壓的關係，所以形成的空乏區很小，V_{CE} 兩端的特性，很像一個短路的開關，這時 I_C 的電流，稱為飽和電流 ($I_{C(sat)}$)，I_C 不會因 I_B 變多而變多，此時會有從射、集極發射大量的電子，流入基極中。因為射極的濃度高於集極的濃度，在基極中，所以 BE 接面的電子濃度會高於 BC 接面電子濃度，如樣板圖三。</p>
發展活動	讓同學觀察 NPN 結構接合，加上 BE 二端逆向偏壓，BC 二端逆向偏壓(截止區)電流流動的圖片。	5 分鐘	4-2-1-6	動畫	1 分鐘	請製作下列圖片 樣板圖



請製作下列圖說

截止區工作模式加偏壓方式如下，如**樣板圖**，BE 接面加上逆向偏壓，BC 接面加上逆向偏壓，接合面因加上逆向偏壓的關係，所以形成的空乏區變得很大， V_{CE} 兩端的特性，很像一個斷路的開關，這時內部幾乎無電流流動，因此 $I_E \doteq 0$; $I_C \doteq 0$; $I_B \doteq 0$ 。且 BE 與 BC 接面空乏區會變寬。

發展活動	讓同學觀察 NPN 結構接合，加上 BE 二端順向偏壓，BC 二端逆向偏壓(逆向主動區)電流之圖片。	5分鐘	4-2-1-7	簡報	1分鐘	<p>請製作下列簡報</p> <p>Page 1</p> <p>反向主動區工作模式加偏壓方式如下，BE 接面加上逆向偏壓，BC 接面加上順向偏壓，如採此偏壓方式，很像將射極與集極對調使用，由集極發射電子，而射極收集電子，原本定義射極濃度高於集極濃度，故集極發射的多數載子會小於射極發射的多數載子，所以增益會下降。射極與集極對調使用，也會使原本 BE、BC 加逆向偏壓的耐壓降低，故此種加偏壓的方式不採用。(再放上 page 2 的表格，後面的實例表示圖 ok)。</p> <p>Page 2</p> <table border="1" data-bbox="947 568 1666 962"> <thead> <tr> <th>工作模式</th> <th>B-E 接面</th> <th>B-C 接面</th> <th>功能</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>順向主動</td> <td>順向偏壓</td> <td>逆向偏壓</td> <td>信號放大</td> </tr> <tr> <td>飽和</td> <td>順向偏壓</td> <td>順向偏壓</td> <td>開關電路 on</td> </tr> <tr> <td>截止</td> <td>逆向偏壓</td> <td>逆向偏壓</td> <td>開關電路 off</td> </tr> <tr> <td>反向主動</td> <td>逆向偏壓</td> <td>順向偏壓</td> <td>不建議使用</td> </tr> </tbody> </table>	工作模式	B-E 接面	B-C 接面	功能	順向主動	順向偏壓	逆向偏壓	信號放大	飽和	順向偏壓	順向偏壓	開關電路 on	截止	逆向偏壓	逆向偏壓	開關電路 off	反向主動	逆向偏壓	順向偏壓	不建議使用
工作模式	B-E 接面	B-C 接面	功能																							
順向主動	順向偏壓	逆向偏壓	信號放大																							
飽和	順向偏壓	順向偏壓	開關電路 on																							
截止	逆向偏壓	逆向偏壓	開關電路 off																							
反向主動	逆向偏壓	順向偏壓	不建議使用																							
綜合活動	以互動式遊戲方式，讓同學能把電晶體四種工作模式偏壓方式記憶起來。	5分鐘	4-2-1-8	動畫	2分鐘	<p>請製作下列互動式動畫</p> <p>繪製一份類似大富翁的遊戲紙，上面有一個 BE 牌，一個 BC 牌，左邊方框為主動區，上邊方框為飽和區，右邊方框為截止區，下邊方框為逆向主動區，滑鼠移動時為一隻手，可翻取 BE 牌與 BC 牌。</p> <p>BE 牌與 BC 牌為亂數選擇，BE 牌正面為順向與逆向，BC 正面為順向與逆向</p> <p>a 當 BE 牌與 BC 牌同時都為順向時，上面方框飽和區呈黃白閃爍，至三秒後結束，返回主畫面。</p> <p>b 當 BE 牌與 BC 牌同時都為逆向時，右邊方框截止區呈黃白閃爍，至三秒後結束，返回主畫面。</p>																				

					<p>c 當 BE 牌為順向、BC 牌為逆向時，左邊方框主動區呈黃白閃爍，至三秒後結束，返回主畫面。</p> <p>d 當 BE 牌為逆向、BC 牌為順向時，下面方框逆向主動區呈黃白閃爍，至三秒後結束，返回主畫面。</p> <p>樣板圖</p> 
綜合活動	以選擇題的方式，讓同學選擇出適當的選項以了解電晶體的四種模式。	4分鐘	文字	<p>() 1. 電晶體工作於何種模式下，主要是由哪二個接合面電壓來決定？(A) $V_{CE}; V_{BE}$ (B) $V_{BC}; V_{CE}$ (C) $V_{CE}; V_{CB}$ (D) 無法判斷 (A)</p> <p>() 2. 下列何者不屬於電晶體的工作模式？ (A) 主動模式 (B) 飽和模式 (C) 定電流模式 (D) 截止模式 (C)</p> <p>() 3. 電晶體放大電路中，通常用於下列模式？</p>	

					<p>(A)主動模式(B)飽和模式(C)定電流模式(D)截止模式 (A)</p> <p>()4. NPN 電晶體於飽和模式中，各腳之電壓何者正確？(A) $V_B > V_C > V_E$(B) $V_E > V_C > V_B$ (C) $V_C > V_B > V_E$(D) $V_B > V_C > V_E$ (D)</p> <p>5()電晶體主動模式電路中，BE 接合面通常採用何種偏壓？ (A)不加電(B)順向模式(C)逆向模式(D)截止模式 (B)</p> <p>6()NPN 電晶體於飽和模式中，可視為電路中的？(A)短路開關(B)斷路開關 (C)二極體 (D)電阻 (A)</p> <p>7()NPN 電晶體於截止模式中，可視為電路中的？(A)短路開關(B)斷路開關 (C)二極體 (D)電阻 (B)</p> <p>8()在電晶體的工作模式中，BE 接面加上逆向偏壓，BC 接面加上順向偏壓，這是使用於何種模式？ (A)主動模式(B)截止模式 (C)飽和模式(D)反向主動模式 (D)</p> <p>9()下列有關直流電流的定義，何者正確？ (A) $I_E = I_B + I_C$(B) $I_B = I_E + I_C$ (C) $I_C = I_B + I_E$(D) $I_D = I_B + I_C$ (A)</p> <p>10()電晶體的三個接腳中，下列何者的寬度最寬？(A)射極(B)集極 (C)基極(D)陽極 (C)</p>	
	合計：	42 分 鐘		合 計：	15 分 鐘	8 個元件
可供設計參考資源列表 (請至少填入 2-3 項)						
參考資源(線上資源或參考書籍)		簡 述				
電子學 I 引導式筆記林瑜惠 陳以熙著						

旗立資訊多媒體	
微電子電路(上)	
文字復興出版社	
http://3.bp.blogspot.com	

說明：

1. 依欲開發之單元撰寫單元教案設計表，內含教學流程與重點、教學時間、教學元件相關內容等。
2. 「教學元件」為有教學目的的物件，例：動畫、影片、圖說、簡報等，單一教學元件建議容量不要超過 30M。
3. 因本表關係經費成本估算，故請以每單元 15 分鐘元件操作或播放時間（直接換算時間成本）設計每一單元，建議平均每單元設計約 8-9 個元件。
4. 名稱定義：

名稱	說明	備註
準備活動	本活動係指課間準備，主要為引起動機。例如：複習、播放影片、遊戲等。	建議安排 1-2 個元件
發展活動	有時用介紹、提示，有時用說明、解釋，有時用討論、報告，有時用示範、練習，有時用觀察、實驗、製作，有時參觀、檢討，有時用扮演、發表，方式繁多。	建議安排 5-7 個元件
綜合活動	教學活動中的最後階段，例如：整理、評量、指定作業。	建議安排 1-2 個元件