



Ch. 12 雙極性接面電晶體 02



參考資料:

1. 電子學 I/ Ch. 04 陳清良 編著 龍騰文化
2. 基本電學 I/ Ch. Ch. 01 – 04. 07-08 康嘉宗
李天良 李源永 陳昭博 編著 復文書局
3. 電子學/ Ch. 04 /高立圖書出版
原著：Mitchel E. Schultz
審訂：沈志忠
編譯：余永平 郭有順 蔡忠良

[4. http://score.ptivs.ptc.edu.tw/chenjy/ELECTRON/ELECTRON.HTM](http://score.ptivs.ptc.edu.tw/chenjy/ELECTRON/ELECTRON.ELECTRON.HTM)



12-3 工作區



- 在圖4-6(a)中，可以調整 V_{BB} 以提供大範圍的基極與集極電流值。
- 假設 V_{BB} 被調到可產生 $50\mu A$ 的 I_B 。
- 若 $\beta_{dc}=100$ ，則 I_C 為

$$\begin{aligned}I_C &= \beta_{dc} \times I_B \\ &= 100 \times 50 \mu A \\ &= 5 \text{ mA}\end{aligned}$$

- 只要基-集接面維持逆向偏壓， I_C 就維持在 5mA ，與基極和集極間之實際電壓多寡無關。

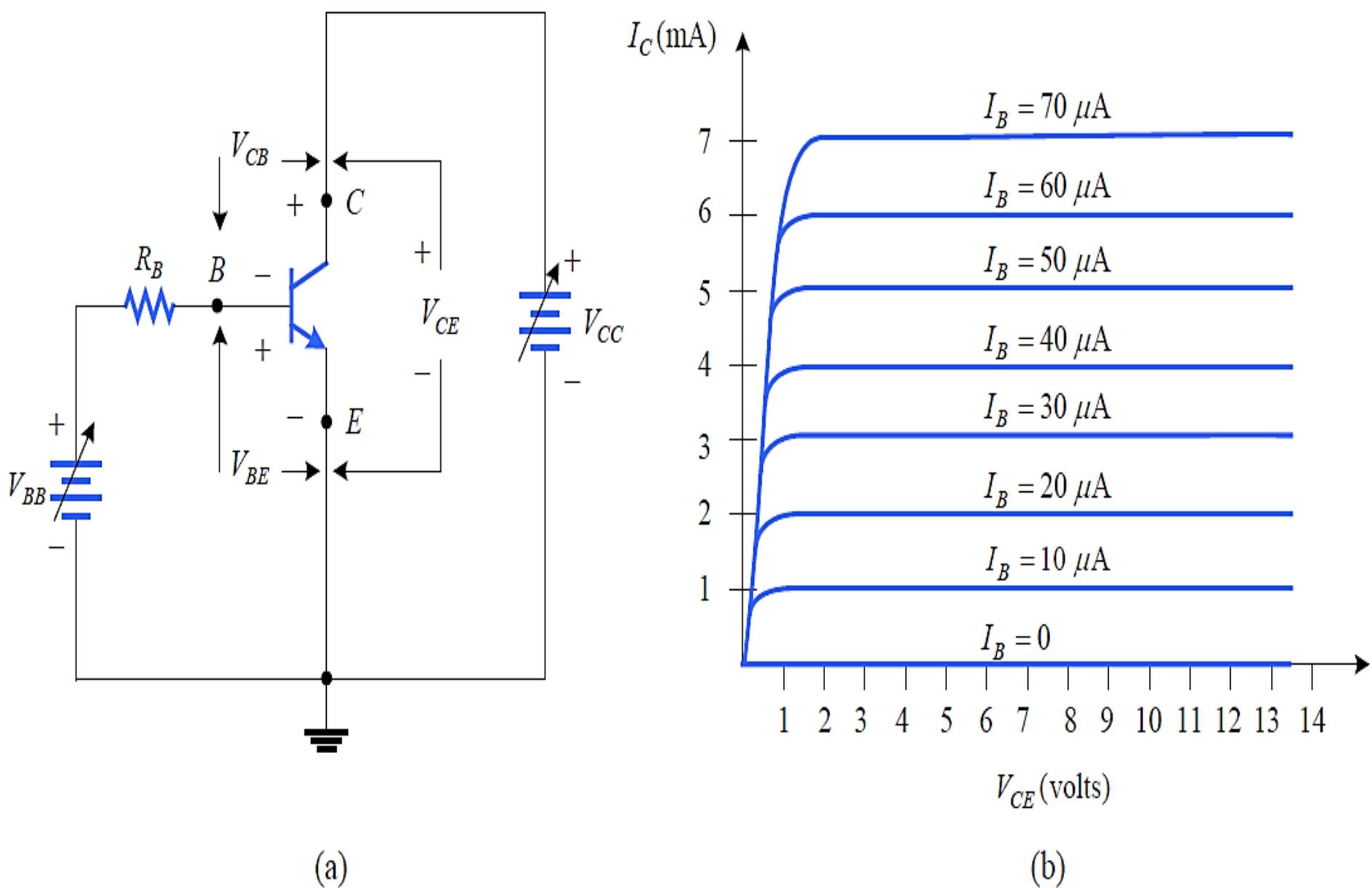


圖 4-6 共射極接線：(a) 電路；(b) 不同基極電流所對應的 I_C 對 V_{CE} 曲線圖。



- 在圖4-6(a)中，只要電晶體的基-集崩潰電壓額定值沒有被超過， V_{CC} 可以從零點幾伏特改變至幾伏特的電壓，而不會對集極電流 I_C 有任何影響。
- 在圖4-6(a)中， $V_{EC} = V_{EB} + V_{BC}$ 。
- 當 V_{BC} 為零點幾伏特時，基-集二極體是逆向偏壓且 $I_C = I_B \times \beta_{dc}$ 。
- 這意謂著 I_C 是單獨由基極電流 I_B 所控制，而不是由供應電壓 V_{CC} 所控制。



飽和區 (Saturation Region)



- 當 V_{EC} 為零， I_C 為零 (ie. Fig. 4-6 b 座標原點)。這是因為 $V_{EC} = 0$ ，則基-集接面就不是逆向偏壓。
- 當 V_{EC} 由 0 開始增加， I_C 也線性地增加。
- 曲線接近原點的垂直部分稱為飽和區。
- 當電晶體在飽和區時，集極電流 I_C 不再單獨由基極電流 I_B 所控制， $\therefore I_C = I_B \times \beta_{dc}$



崩潰區 (Breakdown Region)



- 當基-集電壓太大 (ie. V_C 超過額定電壓值) 時，集-基二極體會損壞 (Failure)，造成一個巨大、不想要的集極電流，在圖 4-6(b) 中無顯示此區域。
- 這就是崩潰區，電晶體電路應該避免在此區域工作。



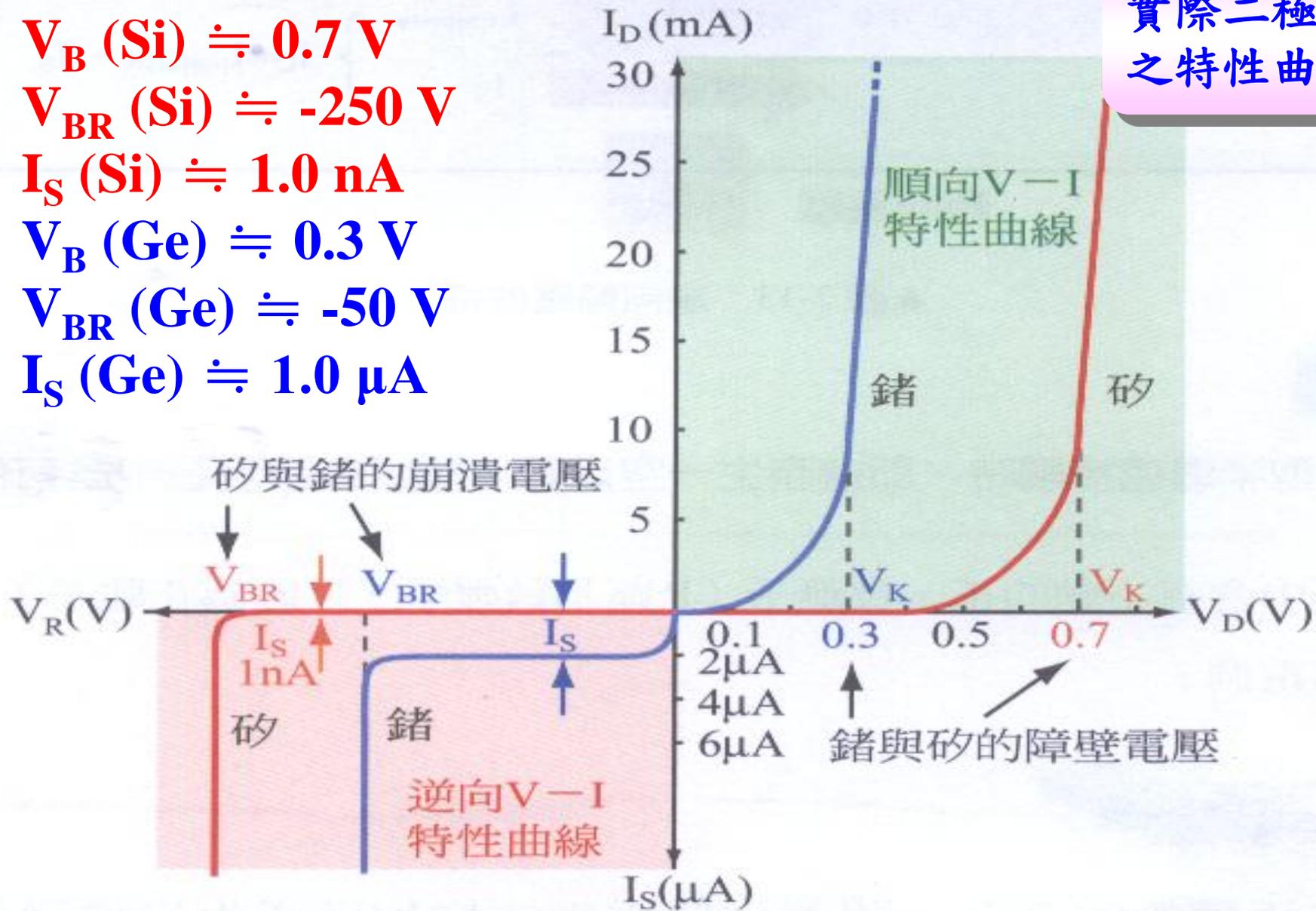
截止區 (Cutoff Region)



- 最接近水平軸的 $I_B = 0$ 曲線，稱為截止區 (ie. V_{EC} 可調變增加時， I_C 仍然為零)。
- 對矽質電晶體，此電流極小 ($I_S (\text{Si}) \doteq 1.0 \text{ nA}$)，因此通常都忽略它。
- 當電晶體集極電流 I_C 為零時，我們說它是截止的。

實際二極體之特性曲線

- $V_B (\text{Si}) \doteq 0.7 \text{ V}$
- $V_{BR} (\text{Si}) \doteq -250 \text{ V}$
- $I_S (\text{Si}) \doteq 1.0 \text{ nA}$
- $V_B (\text{Ge}) \doteq 0.3 \text{ V}$
- $V_{BR} (\text{Ge}) \doteq -50 \text{ V}$
- $I_S (\text{Ge}) \doteq 1.0 \text{ } \mu\text{A}$



▲圖 2-14 矽製與鍺製二極體的順向與逆向特性曲線



主動區 (Active Region)



- 電晶體的主動區是指接近水平的集極曲線。
- 當電晶體在主動區工作時，集極電流 I_C 為 β 值乘上基極電流 I_B ，ie. $I_C = \beta_{dc} \times I_B$ 。
- 在主動區，集極電路的作用就像一個電流源。



直流等效電路

- 圖4-7顯示在主動區工作的電晶體直流等效電路。
- 注意，射-基接面的作用類似一個具有電流 I_B 的順向偏壓二極體。
- 我們通常是採用二極體的第二種近似模型。

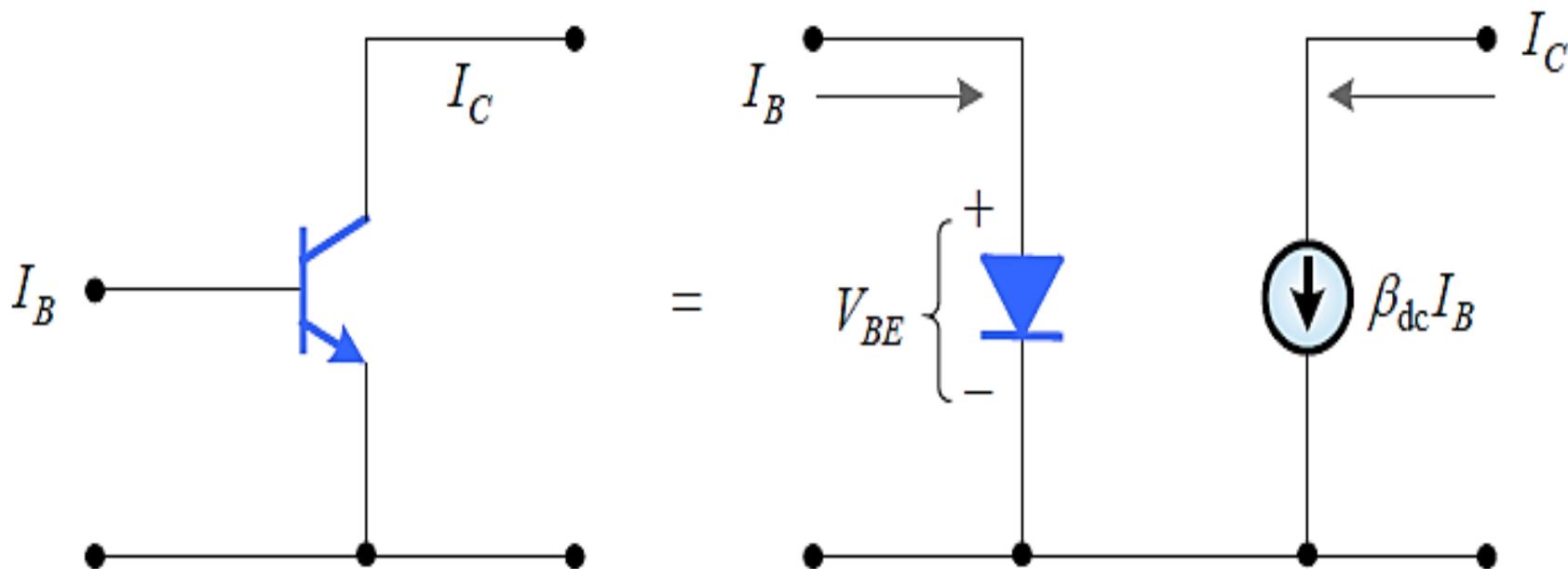


圖 4-7 在主動區工作的電晶體直流等效電路。



- 第二種近似模型是把一個順向偏壓的二極體，當成一個理想的二極體串聯一個電池(Fig. 1-12a)。
- 對於矽質二極體，電池電壓假設為0.7V，逆向偏壓二極體的第二種近似模型為開路(不導通)開關(Fig. 1-12b)。
- 電路計算時，如果需要比較精確的答案，則使用第二種近似模型。

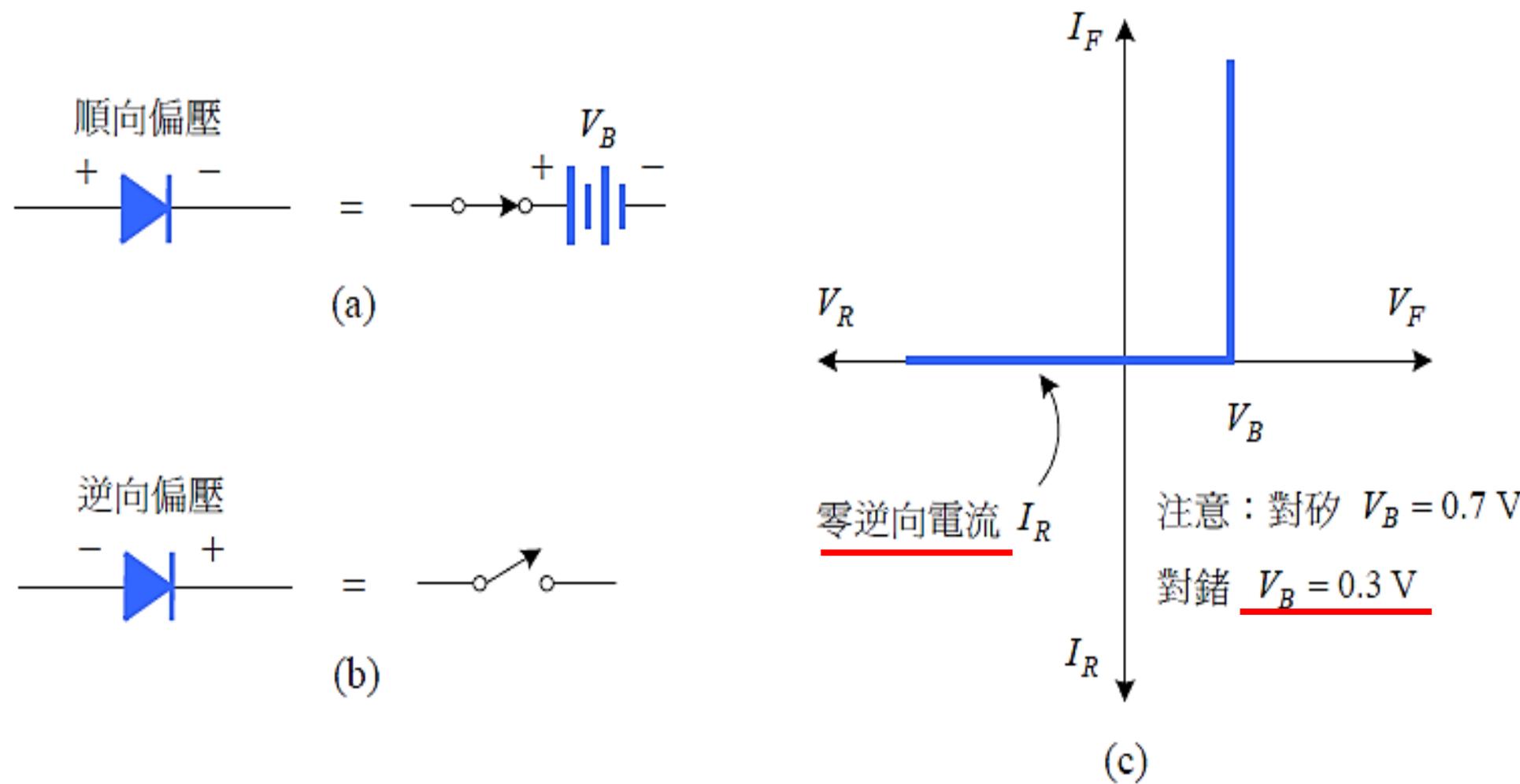


圖 1-12 二極體的第二種近似模型：(a) 把順向偏壓二極體當成理想二極體串聯一個電池；(b) 逆向偏壓二極體當成一個開路開關；(c) 顯示順向與逆向特性。



- 若電晶體是矽質，則假設 V_{BE} 等於 $0.7V$ 。
- 圖4-7中之集極電路以電流源取代。
- 集極電流源 I_C 有一個等於 $\beta_{dc} \times I_B$ 的輸出電流。



12-4 電晶體額定值



功率額定值 (Power Dissipation Rating)

- V_{EC} 和 I_C 的乘積得到電晶體的功率散逸 P_d

$$P_d = V_{CE} \times I_C \quad (4-8)$$

- $V_{CE} \times I_C$ 不可超過電晶體的最大功率額定值 P_d
(max) °



A: 計算題 9



例題 9

在圖 4-6(a) 中，若 $V_{CC} = 10\text{ V}$ 且 $I_B = 50\ \mu\text{A}$ ，計算 P_d 。假設 $\beta_{dc} = 100$ 。

答：首先計算集極電流 I_C

$$\begin{aligned} I_C &= \beta_{dc} \times I_B \\ &= 100 \times 50\ \mu\text{A} \\ &= 5\ \text{mA} \end{aligned}$$

其次，從圖 4-6(a) 中， $V_{CC} = V_{CE} = 10\text{ V}$ 。因此，功率散逸 P_d 可用 (4-8) 式計算



$$\begin{aligned}P_d &= V_{CE} \times I_C \\ &= 10 \text{ V} \times 5 \text{ mA} \\ &= 50 \text{ mW}\end{aligned}$$

此電晶體必須具有大於 50 mW 的功率額定值，以避免它遭受損壞。
順便說明，小信號電晶體所具有的功率額定值小於 0.5 W，而功率電
晶體所具有的 P_d 額定值則大於 0.5 W。 ■



A: 計算題 10



例題 10

在圖 4-6(a) 中，電晶體具有 0.5 W 的功率額定值。若 $V_{CC} = 20\text{ V}$ ，試計算不會超過電晶體功率額定值而可存在的最大容許集極電流 I_C 。

答：整理 (4-8) 式以求得集極電流 I_C

$$I_{C(\max)} = \frac{P_{d(\max)}}{V_{CE}}$$

代入 $V_{CE} = 20\text{ V}$ 及 $P_{d(\max)} = 0.5\text{ W}$ 得

$$\begin{aligned} I_{C(\max)} &= \frac{0.5\text{ W}}{20\text{ V}} \\ &= 25\text{ mA} \end{aligned}$$





課後重點整理 1



- 電晶體是由三個摻雜區組成。
- 基極是一個極為狹窄的區域，並且夾在較大的射極與集極之間。
- 基極區非常薄且為輕度摻雜，射極區是重度摻雜，它的工作是發射或注射電流載子進入薄而輕度摻雜的基極。
- 集極區是適度摻雜而且是三區中最大的。



課後重點整理 2



- 在電晶體中，電流的關係是： $I_E = I_B + I_C$ 、 $I_C = I_E - I_B$ 、 $I_B = I_E - I_C$ 。
- 直流 α_{dc} 是直流集極電流對直流射極電流之比， $\alpha_{dc} = I_C / I_E$ 。
- 直流 β_{dc} 是直流集極電流對直流基極電流之比， $\beta_{dc} = I_C / I_B$ 。



課後重點整理 3



- 電晶體具有4個工作區：崩潰區、主動區、飽和區與截止區。
- 當電晶體在主動區工作時，集極的動作類似一個電流源，其值等於 $I_B \times \beta_{dc}$ 。
- 電晶體的功率額定值 ($P_d = V_{EC} \times I_C$) 會隨著溫度升高而減少。

