

如圖 3-3(b)所示，此時半導體表面呈現電洞空乏狀況。當外加正電壓足夠大，使得  $\psi_s = \psi_B$  時，半導體表面是為本質半導體狀態。最後，當  $\psi_s > \psi_B$  時，半導體表面處的  $E_i$  越過  $E_F$  如圖 3-3(c)的能帶圖所示，半導體表面發生反轉。上述對 P 型半導體表面電位與表面電荷狀態間的關係整理於表 3-1 中。

表 3-1 p 型矽半導體表面電位與表面狀態之關係

半導體表面電位			表面狀況	表面載子濃度
$\psi_s = 0$			平帶狀態	$p_s = N_A$
$\psi_s < 0$ (能帶向上彎曲)			電洞聚積	$p_s > N_A$
$\psi_s > 0$ (能帶向下彎曲)	$\psi_B > \psi_s > 0$		電洞空乏	$n_i < p_s < N_A$
	$\psi_s = \psi_B$		本質半導體	$p_s = n_s = n_i$
	$\psi_s > \psi_B$ (反轉)	$2\psi_B > \psi_s > \psi_B$	弱反轉	$p_s < n_i < n_s < N_A$
		$\psi_s = 2\psi_B$	產生強反轉臨界點	$n_s = N_A$
		$\psi_s > 2\psi_B$	強反轉	$n_s > N_A$

表 3-1 亦列出半導體表面在不同表面電位下的載子濃度關係，以及將  $\psi_s = 2\psi_B$  設定為判斷弱反轉與強反轉的準則說明如下。經由 (3.8) 式所定義的電位，我們可將 p 型半導體中電洞濃度 (3.3) 式與電子濃度 (3.5) 式改寫為：

$$n_p = n_i e^{q(\psi - \psi_B)/kT} \quad (3.9a)$$

$$p_p = n_i e^{q(\psi_B - \psi)/kT} \quad (3.9b)$$

其中當能帶向下彎曲時 (例如圖 3-4)  $\psi$  為正，且半導體表面的載子濃度為：

$$n_s = n_i e^{q(\psi_s - \psi_B)/kT} \quad (3.10a)$$

$$p_s = n_i e^{q(\psi_B - \psi_s)/kT} \quad (3.10b)$$

當  $\psi_s$  大於  $\psi_B$  時，半導體表面即發生反轉。但是，我們仍需要一個準則作