



圖 1-5 (a)摻雜 As (為施體) 與(b)摻雜 B (為受體) 之化學鍵結模型 (取自 Sze [5])。

一般來說，在室溫下即有足夠的熱能，供給游離所有施體或受體雜質所需的能量，因此可提供等量的電子數或電洞數，此稱為「完全游離」。讓我們考慮一個 n 型半導體，其摻雜施體濃度  $N_D \gg n_i$ ，因此在完全游離的情形下，自由電子濃度等於  $n = N_D + n_i \cong N_D$ ，將此代入式 (1.6) 可得到：

$$E_C - E_F = kT \ln \left( \frac{N_C}{N_D} \right) \quad (1.15)$$

相同地，若 p 型半導體中受體濃度  $N_A \gg n_i$ ，在完全游離下之電洞濃度  $p = N_A + n_i \cong N_A$ ，代入式 (1.7) 可得到：

$$E_F - E_V = kT \ln \left( \frac{N_V}{N_A} \right) \quad (1.16)$$

由式 (1.15) 可知，當施體濃度  $N_D$  愈大，則能量差  $(E_C - E_F)$  愈小，表示費米能階  $E_F$  愈往導電帶底部  $E_C$  接近，如圖 1-6(a) 所顯示。同樣地，若 p 型半導體中的受體濃度  $N_A$  愈大，則式 (1.16) 中的  $(E_F - E_V)$  愈小，表示費米能階  $E_F$  愈遠離本質半費米能階  $E_i$ ，且愈往價電帶頂部  $E_V$  靠近，如圖 1-6(b) 所顯示。