

$$np = n_i^2 \quad (1.10)$$

$$n_i^2 = N_c N_v e^{-(E_c - E_v)/kT} = N_c N_v e^{-E_g/kT} \quad (1.11a)$$

$$n_i = \sqrt{N_c N_v} e^{-(E_c - E_v)/2kT} = \sqrt{N_c N_v} e^{-E_g/2kT} \quad (1.11b)$$

其中 E_g 為式 (1.1) 所定義的能隙。接下來，我們將針對以上所推導的式子，作進一步的重要說明：

- (1) 由於 N_c 與 N_v 的值相當接近（尤其是矽），所以 (1.9) 式的本質費米能階 E_i 相當接近能隙的中央（即 E_c 與 E_v 的中間位置）如圖 1-1 中所顯示。因此，在實際的應用上 E_i 常被稱為能隙中心（midgap），即：

$$E_i \cong \frac{E_c + E_v}{2} \quad (1.12)$$

- (2) 公式 (1.6) 與 (1.7) 乃分別利用 (1.3) 與 (1.5) 得到的，因此不論對本質半導體或對有摻雜雜質的半導體（稱為外質半導體，將於 §1.1.5 節中作深入介紹）來說都適用。只不過，對本質半導體而言， E_F 可視為與 E_i 重疊，因此 (1.6) 與 (1.7) 式亦可分別寫成：

$$n_i = N_c e^{-(E_c - E_i)/kT} \quad (1.13)$$

$$n_i = N_v e^{-(E_i - E_v)/kT} \quad (1.14)$$

以上兩式亦用到了本質半導體的基本定義 (1.8) 式。

- (3) 注意式 (1.6) 與 (1.7) 中 n 和 p 的乘積等於式 (1.13) 與 (1.14) 的乘積 n_i^2 ，此結果亦可由本質半導體的 (1.8) 式得到。因此，只要在熱平衡狀態下，公式 (1.10) 對於本質半導體或是外質半導體都適用。此式說明對一給定的半導體，在固定溫度下，半導體導電帶中的電子濃度 n 與價電帶中的電洞濃度 p 的乘積永遠是一個固定常數。雖然這個方程式看起來很簡單，但卻是半導體在熱平衡狀況的基礎原理，稱為質量作用定律（mass-action law）。此公式須牢記在心！