

Mobility(遷移率)

熱平衡條件下，載子可以發射和吸收聲子，能量的淨交換率為0，熱平衡時能量分布遵守波茲曼分布。施加電場後，載子從電場獲得能量，發射的聲子比吸收的聲子多，將能量轉移給聲子。中等電場強度下，發生最頻繁的散射機制為聲學聲子的發射，載子平均獲得的能量高於熱平衡狀態下。隨著電場增加，載子的平均能量也增加，其有效溫度 T_e 高於晶格的溫度 T ，當從電場轉移給載子的能量等於載子損失給晶格的能量時達到平衡對於鍺和矽，可以得到

$$\frac{T_e}{T} = \frac{1}{2} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{3\pi}{8} \left(\frac{\mu_0 E}{c_a} \right)^2} \right] \text{ 和 } v_d = \mu_0 E \sqrt{\frac{T}{T_e}} \quad \mu_0 \text{ 為 低電場遷移率, } c_a \text{ 為 聲速}$$

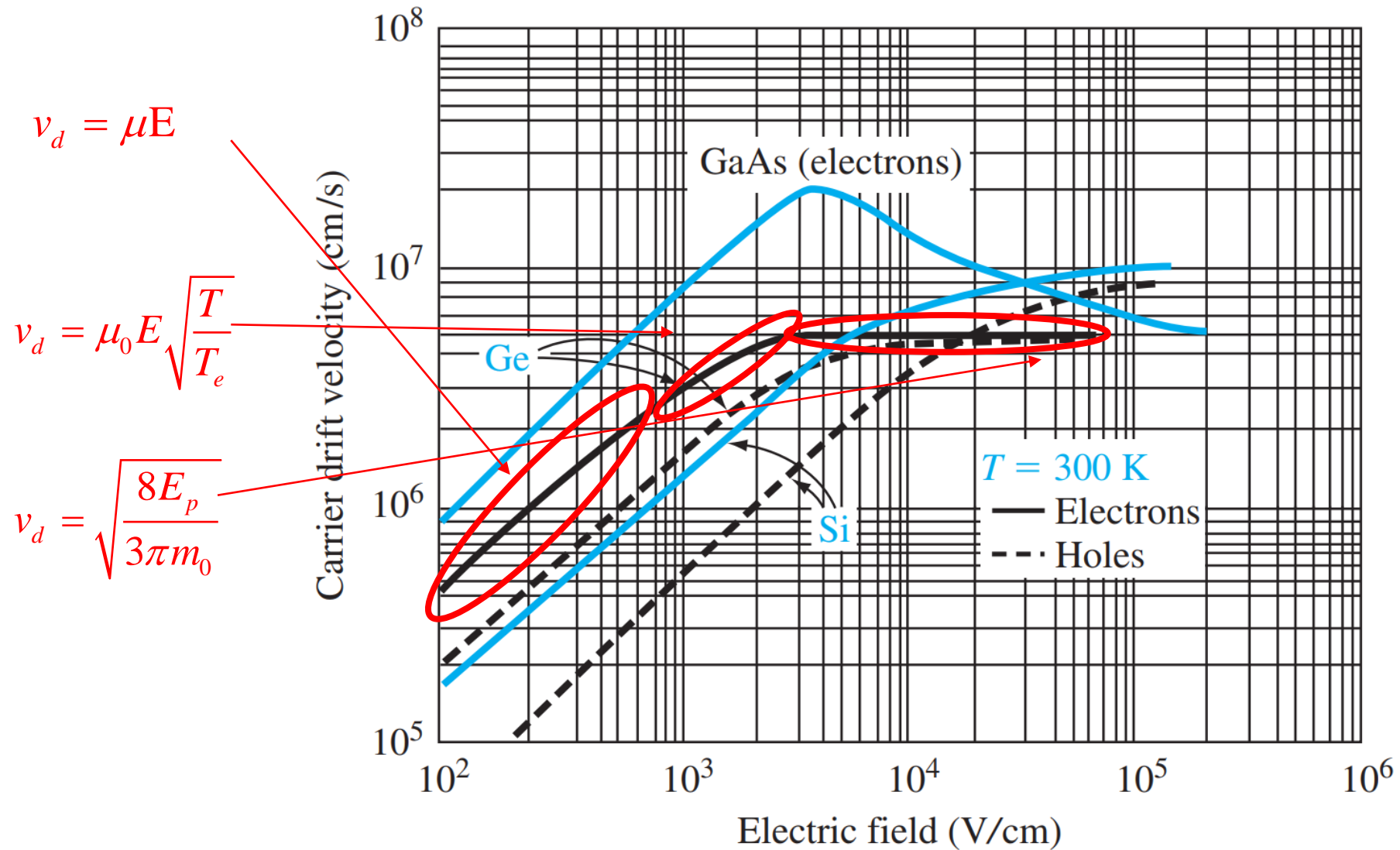
對於中等電場強度，當 $\mu_0 E$ 與 c_a 相比擬時，載子飄移速度 v_d 與所加電場開始偏離線性關係，偏離因子為 $\sqrt{T/T_0}$ 。最後當電場足夠高時，載子開始與光學聲子相互作用。上式不再適用。鍺和矽飄移速度越來越不依賴於施加電場，最終達到飽和表示如

$$v_d = \sqrt{\frac{8E_p}{3\pi m_0}} \approx 10^7 \text{ cm/s}$$

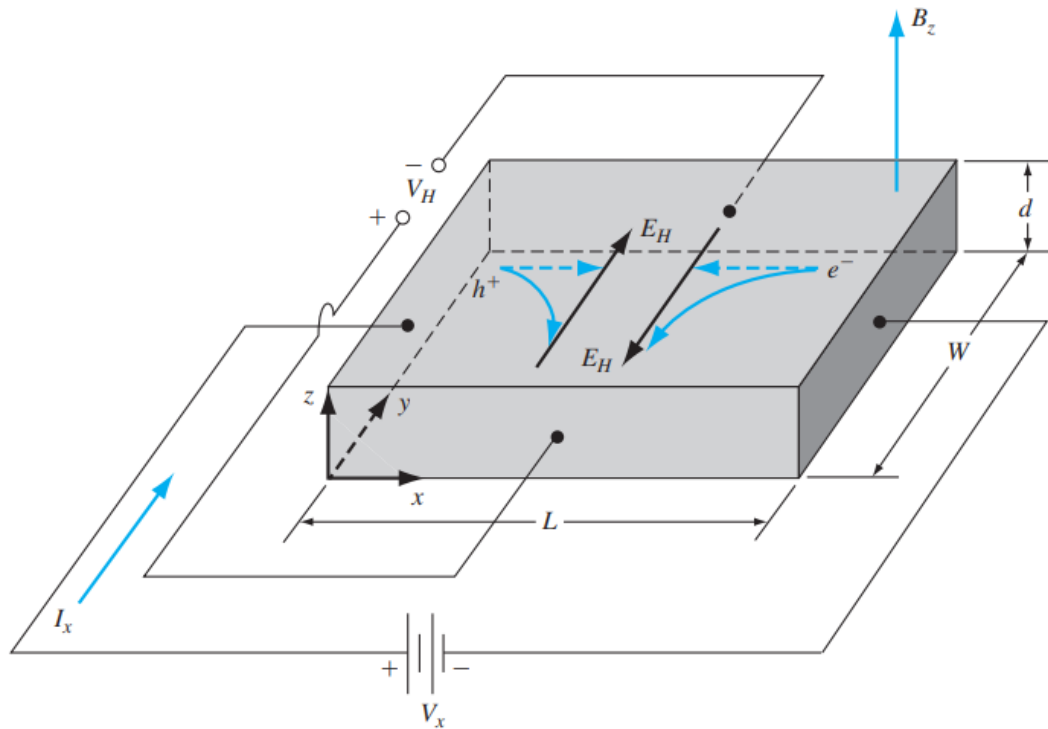
為了減少上面兩個式子覆蓋區域的不連續性，通常用一個經驗公式來描述從低電場飄移速度到速度飽和區整個區域。

$$v_d = \frac{\mu_0 E}{\left[1 + (\mu_0 E / v_s)^{C_2} \right]^{1/C_2}} \quad \text{對於電子常數 } C_2 \text{ 接近 } 2 \text{ 對於電洞接近 } 1$$

Mobility(遷移率)



Hall effect (霍爾效應)



誘發電場稱作霍爾電場，並產生霍爾電壓

$$V_H = E_H W \quad (2)$$

以p型半導體為例如圖所示，把(2)帶入(1)

$$V_H = v_x W B_z \quad (3)$$

電洞的漂移速度可以表示為

$$v_{dx} = \frac{J_x}{ep} = \frac{I_x}{(ep)(Wd)} \quad (4), \quad (4) \text{帶入}(3) \text{得}$$

$$V_H = \frac{I_x B_z}{epd}$$

p型電流密度 $J = ep\mu_p E_x$ ，換成電流與電壓表示如

$$\frac{I_x}{Wd} \frac{ep\mu_p V_x}{L} \Rightarrow \mu_p = \frac{I_x L}{epV_x Wd}$$

$$F = qv \times B \text{ (磁場造成的力)}$$

$$F = q[E + v \times B] = 0 \text{ (勞倫茲力) which become}$$

$$qE_y = qv_x B_z \quad (1)$$