

位面積的正電荷量與 Q_m 為金屬中每單位面積的負電荷量（注意，由理想 MOS 的第三個假設可知 Q_s 和 Q_m 為極性相反但具等量的電荷）。觀念上，聚集在 $SiO_2 - Si$ 界面的超量電洞（正的電荷）可想像為受到施加於閘極上負電壓的吸引所致；而在 MOS 電容的金屬端也必須有等量的負電荷才可維持電荷中性（charge neutrality）。

- (2)空乏（depletion）：相反地，當外加一個小的正電壓（ $V > 0$ ）於理想 MOS 的閘極上時，金屬端的費米能階向下降低 qV ，使得半導體表面的能帶跟著向下彎曲如圖 3-3(b)顯示。此時，因為半導體表面 ($E_i - E_F$) 的能量差小於半導體內部的能量差，故由 (3.3) 式可知半導體表面的電洞濃度小於半導體內部的電洞濃度 N_A ，這種情況稱為空乏。（換言之，伴隨著 p 型或 n 型半導體表面能帶分別向下或向上彎曲而使得半導體表面的多數載子形成空乏，稱為空乏情形。）同樣在觀念上可想像，於 $SiO_2 - Si$ 界面的電洞形成空乏是因受到閘極上的正電壓排斥引起。接下來之討論類似在第二章學過的 p-n 接面空乏區（或稱之為空間電荷區）的情況，原先在 $SiO_2 - Si$ 界面的電洞離開半導體表面造成空乏也同時留下帶負電的受體原子，此負電荷是不會移動的空間電荷。圖 3-3(b)右方顯示的即為半導體中單位面積之空間電荷 Q_{sc} ，亦即為空乏區內的電荷：

$$Q_{sc} = -qN_A W \quad (3.4)$$

其中 W 為表面空乏區的寬度；同樣地，為了維持電荷中性，在金屬端同時也存在等量的正電荷 Q_m （然而此正電荷是可移動的）。當外加偏壓繼續增加時，半導體表面的能帶便更向下彎曲，可使得表面的本質費米能階 E_i 等於費米能階 E_F ，在此時半導體表面可視為本質半導體（intrinsic semiconductor），其導電帶中的電子濃度等於價電帶中的電洞濃度，即 $n = p = n_i$ 。

- (3)反轉（inversion）：繼續上面電洞空乏的條件，當所加的正電壓不斷升高時，半導體表面能帶向下彎曲的幅度愈大，使得表面的 E_i 越過 E_F 如圖 3-3(c)所示。此時，半導體表面的電子濃度大於電洞濃度，且電子濃度的大小為：