

(1)移動離子電荷 Q_m ：就如圖 3-13 所繪，移動離子電荷可存在於氧化層中的任何區域，它主要是由於製造過程中不慎引入的鹼金屬離子（alkali metal ions），特別是鈉（sodium）離子 Na^+ 和鉀（kalium）離子 K^+ 。這類離子在氧化層中具有高度的移動性，所以在昇溫（如 $100^\circ C$ 以上）及施加電場的條件下，它們可從氧化層的一端漂移至另一端，也就是說，在高偏壓及高溫的操作環境下，即使是微量的鹼金屬離子污染亦可能會造成半導體元件穩定度的問題（如 V_T 的變動）。因為金屬離子為帶正電，當外加閘極電壓為正時會使得鹼金屬離子移到氧化層與矽基底的界面，此時它們對 MOS 元件特性的影響是遠大於當閘極偏壓為負時（因為這時正離子移到氧化層和閘極的界面）。也因此，若 MOS 結構中的氧化層含有相當量的移動離子電荷，其元件特性是不穩定的，所以在半導體元件的製程中必須要消除移動離子的污染問題。在 1960 年代的 MOS 元件發展時期，移動離子電荷曾是個嚴重並令研發人員困惑的問題；到了 1970 年代，形成此類電荷的機制及改善方法已被瞭解與揭露，這個問題才算被解決。氧化層內引入鹼金屬離子的含量與製程技術和製造機台的潔淨度（cleanliness）有關，例如：氧化環境、製程氣體與化學藥劑、光阻裏的不純物、晶圓清洗方式、爐管的石英材料、玻璃容器、與技術員之人手接觸等都可能都是鹼金屬離子的污染源。

以下提供三種業界常使用的方式來降低或避免鹼金屬離子污染。第一種方式為在進行氧化製程生長氧化層時，於反應氣體中加入少量含氯（chlorine, Cl）的氣態化合物，如 HCl、TCE（trichloroethylene）、或 TCA（trichloroethane）。參閱圖 3-14，一旦氯被引入氧化層後，即在 SiO_2 -Si 界面處反應形成一種新物質（chlorosiloxane），當鹼金屬離子遷移到 SiO_2 -Si 界面時便會被吸附住（稱為 gettering），而且其正電亦被氯中性化（稱為 chlorine neutralization）。一旦電荷被中和掉後，對 MOS 的元件特性就沒有影響了。這種方法廣為業界所使用，但須注意的是氯含量的控制，因為過多的氯會侵蝕矽基底造成不平坦的界面，因此一般使用腐蝕性與毒性均比 HCl 為緩和的 TCE 或 TCA。