

隔絕，除了使用厚的場氧化層外，還可在場氧化層下方植入所謂的 channel stop implant（在此為 p 型離子，如硼離子）。這也就是為何早期用 LOCOS（local oxidation of Si，矽局部氧化法）技術當元件隔離時，須要有 channel stop implant 這道植入，因為沒辦法用熱成長的方式生長非常厚的場氧化層；但使用 STI（shallow trench isolation，淺溝槽隔離）技術當隔絕後，就不須要 channel stop implant 了，因為可有相當深（即厚）的隔離氧化層。

4.4.4 遷移率退化（mobility degradation）

我們在§4.3 節推導電流－電壓特性之關係式時，曾假設 MOSFET 通道中載子的遷移率（mobility，或稱為移動率）是一個常數。然而，這個假設在以下二個效應下就必須被修改。第一個效應就是遷移率會隨著閘極電壓 V_G 的增加而退化（即變小）。曾在圖 4-8(a)與圖 4-9 中看到，在大的 V_G 值時，實際的汲極電流 I_D 會小於預測值，主要就是載子遷移率變小的原因。另一個效應就是速度飽和（velocity saturation）效應。簡言之，就是隨著載子達到速度飽和的限制，載子的有效遷移率將會降低。第一個效應是本節探討的重心，因為它不論對長通道或短通道元件都很明顯；而第二個效應將於下一章討論，乃因它對短通道元件的影響較顯著。

首先，讓我們解釋在 MOSFET 通道中的載子之遷移率比半導體本體中的遷移率低。如圖 4-14 的 n-MOSFET 元件所示，通道中的電子除了受到橫向電場 E_y 的作用流向汲極端外，還受到垂直電場 E_x （此電場是由正的閘極電壓 V_G 所形成）的作用，使它們向 SiO_2/Si 界面移動。當這些電子經過通道向汲極行進當中，會被吸引到通道表面（也就是 SiO_2/Si 界面），再由局部的庫倫作用力所反彈，這就稱為表面散射（surface scattering）效應。表面散射效應會降低載子的遷移率。另外，氧化層中的固定氧化層電荷 Q_f 與界面陷阱電荷 Q_{it} 含量（由於額外的庫倫力交互作用），以及 SiO_2/Si 界面的表面粗糙（surface roughness）程度（因為載子會有更多的碰撞），會使遷移率降的更低。（這乃是實務上亟欲要降低氧化層電荷與成長愈平坦愈好的氧化層界面的主要原因之一。）

位於通道中央位置的「平均橫貫電場（average traverse field）」 E_x 被稱為有效電場 E_{eff} ，並可以下式表示之：