



圖 4-13 兩個相鄰 MOSFET 元件間寄生的場電晶體之剖面圖（取自 Streetman and Banerjee[5]）。

最後我們要來討論調整  $V_T$  的技術就是離子佈植（ion implantation）。這種是所有的方法中最好的，因為這種技術可精確地引入雜質的數量（藉由植入的劑量與時間）與位置（藉由植入的能量），所以臨界電壓可得到嚴謹的調整與控制。在  $V_T$  的公式 (4.33) 中，除了  $Q_{ox}/C_{ox}$  這項以外，其餘各項均與半導體基底的雜質濃度有關。例如，圖 3-10 指出基板雜質濃度會影響  $\phi_{ms}$  值，進而改變臨界電壓。然而， $\phi_{ms}$  和  $2\psi_B$  這二項與  $Q_{sc}/C_{ox}$  相較之下，它們受到基底濃度的影響較小，這可由 (3.42) 式瞭解  $Q_{sc}$  是和基底雜質濃度的平方根成正比。因此，一般來說，調整臨界電壓最有效的方法就是利用離子佈植技術將雜質（n 型或 p 型）植入通道區。舉例來說，若將額外的 p 型離子（如硼離子，為正電）植入 n-MOSFET（為 p 型基板）可增加  $V_T$ ；然而，若此 p 型離子植入 p-MOSFET（為 n 型基板）則降低  $V_T$  的絕對值。直觀的想法為：若增加 n-MOSFET 通道區域的電洞，則  $V_T$  變大；若減少 n-MOSFET 通道區域的電洞（如植入額外的 n 型離子，如磷和砷離子），則  $V_T$  變小。

上述利用離子佈植來控制  $V_T$  的方法，不僅可用在 MOSFET 上，還可用在場電晶體上提高  $V_T$  值。如圖 4-13 所繪，為了確保相鄰 MOSFET 元件間有好的