



圖 8-26 高介電常數材料因聲子散射造成電子遷移率下降。

## 2. 臨界電壓不穩

在直流條件下，高介電常數薄膜會發生快速暫態充電（fast transient charging）造成臨界電壓不穩定以及飽和電流降低。高介電常數薄膜之沉積技術、沉積後退火、薄膜和介面層的組成成份、以及製程整合（意指高介電層在閘極蝕刻或側壁蝕刻後的去除）顯然在電荷捕捉的數量上扮演著重要的角色。在一些文獻指出  $\text{HfSi}_x\text{O}_y\text{N}_z$  的電荷捕捉特性是可以接受的，然而未經最佳化的堆疊薄膜，包括一些  $\text{HfSi}_x\text{O}_y/\text{HfSi}_x\text{O}_y\text{N}_z$  疊層，則發現在 0.5 秒脈衝電壓下，就會出現巨大的臨界電壓改變，並造成高達 90% 的飽和電流降低。

近來利用脈衝波量測  $I_d-V_g$  特性曲線，以評估薄膜內電荷捕捉以及其對臨界電壓穩定性與飽和電流降低的影響，受到相當的重視。電荷捕捉行為可藉由改變電壓脈衝的上升／下降時間，與寬度／高度來展現。但是電荷捕捉對於 CMOS 元件操作在 GHz 高頻時的重要性，並未能從這類測試的結果得知。

## 3. 費米能階固定（Fermi level pinning）

與高介電常數閘極介電層有關的重要議題是臨界電壓的控制度與穩定性。所有高介電常數材料在複晶矽閘極的應用中都有臨界電壓不對稱性改變之現象（threshold voltage shift）（意指在 NMOS 元件有 0.3V 的改變，而在 PMOS 元件