

Year (aggressive)	2003	2005	2007
Node (nm)	90	65	45
<u>低漏電 (LSTP) -ITRS</u>			
EOT (nm)	2.1	1.6	1.3
I_g (A/cm ² @1V/V _t)	5e-3	2.3e-2	8e-2
介電氧化層	SiON	HfSiON	HfSiON
電極層	poly	poly	poly
<u>高性能 (HP) -ITRS</u>			
EOT (nm)	1.2	0.9	0.7
I_g (A/cm ² @1V/V _t)	450	930	1900
介電氧化層	SiON	SiON	HfO ₂
電極層	poly	poly	metal

圖 8-25 不同世代對閘極氧化物的要求與發展中的高介電常數材料。

在過去幾年，已有許多有關高介電常數材料的研究，其中以鋇基 (Zr-based)、鋁基 (Al-based) 與鉛基 (Hf-based) 氧化物為主。因為鋇基在複晶矽閘極製程中的穩定性較差（意指其在高介電材料／閘極介面容易形成金屬矽化物）。此外，由於氧原子或摻雜物容易沿晶界擴散，應避免採用易於形成結晶結構的氧化物。氧化鋁閘極氧化物 (Al₂O₃) 在金氧半導體系統中的使用可使 EOT 大幅縮小到 1.0 奈米以下。然而，由於鋁基材料有著嚴重的電荷相關問題，造成其在臨界電壓的控制與遷移率方面的表現令人無法接受，目前研究大多傾向鉛基材料系統。在鉛基中，與 HfO₂ 相比，HfSi_xO_y 和 HfSi_xO_yN_z 不僅改善了熱穩定性，也提高了結晶溫度，但是其介電常數卻相對較低，這將使其尺寸微縮的能力限制僅在未來幾個世代上。

8.5.2 高介電閘極氧化層的工程問題

雖然在新閘極介電材料系統的研究已經有相當多的努力，但是在高介電材料能被整合到 CMOS 製程前仍有幾項關鍵議題待解。其中最重要的是：等效氧化層厚度 (equivalent oxide thickness, EOT) 與閘極漏電流的降低以符合 ITRS 的