

動態臨界電壓金氧半電晶體之特性及 可靠度研究


研究生：李耀仁

指導教授：黃調元博士

趙天生博士

國立交通大學電子工程系電子研究所

摘要



在本論文中，吾人先討論了在不同閘極材質和厚度下的 nMOSFETs。在利用動態臨界電壓的模式下操作，吾人發現所有在動態臨界電壓模式下操作的元件，不管其厚度或閘極材質，其臨界電壓皆趨近於 0.7V，和厚度或閘極材質無關。這是由於基底效應被消除的原因。而且其臨界電壓和次臨界擺幅的公式亦被提出來解釋此特別的現象，次臨界擺幅的模擬結果亦同時被提出。接下來，吾人將探討製作在 SOI 晶片上的 pMOSFETs，且操作在動態臨界電壓模式下，對不同的結構的閘極(T 型或 H 型)且在不同溫度下的熱載子效應。操作在動態臨界電壓的模式下，在可靠性測量以後，臨界電壓的偏移量會降低，但是其最大的轉導和驅動電流在室溫下確有更惡化的趨勢。特別是 T 型結構。操作在動態臨界電壓模式下的轉導放大效應和 T 型結構下的電位不均勻是被認為造成 T 型閘極元件更加惡化的原因。

將逆向的 Schottky 位能障製作在動態臨界電壓電晶體的基底接觸點上，使其可以操作在高電壓和高溫下，亦在本論文中討論。藉著這種製作在基底接觸點的 Schottky 位能障，動態臨界電壓電晶體可以操作在高電壓下，且高溫下亦呈現出理想的次臨界擺幅值，較低的臨界電壓和較大的驅動電流。另一方面，這種結構的 pMOSFETs 亦在本論文中討論，而且操作動態臨界電壓模式下的 NBTI 的特性亦被首次討論。因為一般的 p 型動態臨界電壓電晶體僅能操作在-0.7V 以下，以避免基底和源極間的接面二極體的啟動。另一方面，值得注意的是，在 NBTI 的量測以後，操作在動態臨界電壓模式的 pMOSFETs，其臨界電壓的偏移量有大幅下降的趨勢。

此外，在附錄中，吾人亦對 pMOSFETs 不同的區域佈植不同劑量的氮離子，進而研究 NBTI 的效應。高劑量的氮離子，不論是佈植在通道或是源極/汲極的延伸，皆會造成嚴重的 NBTI 效應。而且本論文亦研究動態 NBTI 和基板熱載子效應。大量的氮離子佈植不僅會造成嚴重的 NBTI 效應且會加速基板熱載子效應的進行。

最後，本論文最後附錄，將研究製作在(100)或(111)晶片上且具有超薄氧化層的 pMOSFETs，關於其閘極氧化層厚度，載子遷移率和氮離子劑量之效應。製作在(111)矽晶片的 pMOSFETs 可以把原本製作在(100)矽晶片上的 pMOSFETs 之轉導提升約 64%。吾人亦發現，氮離子的佈植可以增加(100)矽晶上 pMOSFETs 的載子遷移率，但是會降低(111)矽晶片上 pMOSFETs 的載子遷移率。另一方面，

因為二維的應變效應，在(111)矽晶片上的 pMOSFETs 呈現出對長寬比的高度相關性，且在(111)矽晶片上的 pMOSFETs 對溫度有比較大的靈敏度。

