



# 具有新穎結構非揮發性記憶體元件之研究

## A Study on Novel Structure of Non-Volatile Memory Devices



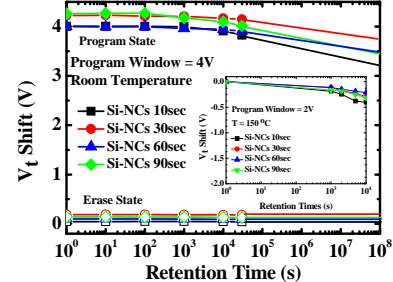
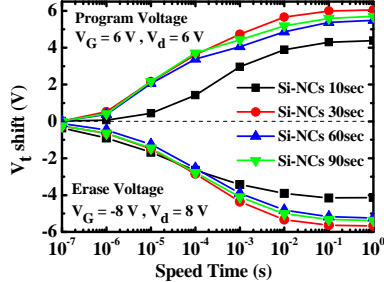
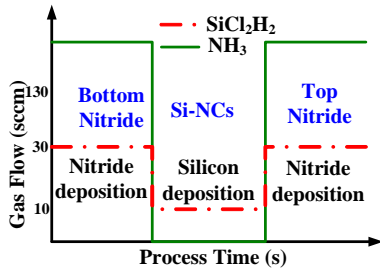
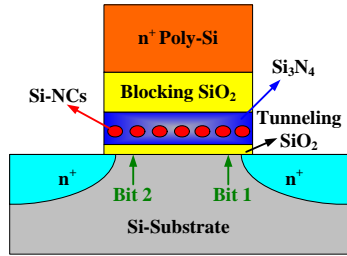
國立交通大學 電子物理學系 博士班四年級 江宗育  
指導教授：趙天生教授

### 研究重點

1. 記憶體元件: 利用臨場方法內嵌矽奈米晶體作為電荷捕捉層, 可以提高電荷捕捉能帶, 提高元件寫入與抹除速度與電荷保存能力。
2. PN二極體記憶體元件: 結合二極體元件與記憶體結構, 利用熱載子作寫入與抹除, 有效的提高寫入速度, 同時可以維持電荷儲存能力。
3. 記憶體薄膜電晶體元件: 結合記憶體元件與邏輯元件在相同電路, 可以達成系統製程於玻璃基板上(SOP)。

### 研究成果

1. 記憶體元件: 我們成功地利用 ex-situ 與 in-situ 方法在氮化矽層內嵌矽奈米晶體製造出新穎的 SONOS 型記憶體結構, 並且可以達到多位元層級和 2-bit/cell 之操作。這個方法相當簡單、低成本和現在的 COMS 製程有高度的相容性。此次的實驗聚焦於非臨場與臨場方法以不同時間堆疊矽奈米晶體, 矽奈米晶體和矽奈米晶體與氮化矽界面將會提供載子捕捉層多餘的缺陷能階, 因此矽奈米晶體密度較高的元件, 有較多的缺陷能階, 得到較好的元件特性。此記憶體元件具有極佳的特性表現: (1) 較大的記憶體窗 (> 5.5-V)、(2) 較低的操作電壓、(3) 可忽略的閘極與汲級干擾擾應、(4) 可忽略的 2-bit 效應、(5) 快速的寫入/抹除速度、(6) 長時間的載子保存性、(7) 良好的可靠度特性。本研究有助於了解不同堆疊時間對於記憶體元件電性及物性的影響。(本實驗結果收錄於 2008EDL 與 2010TED)



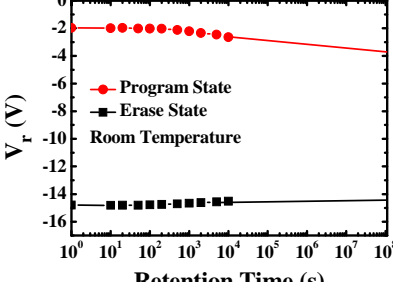
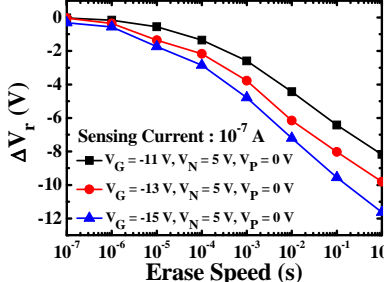
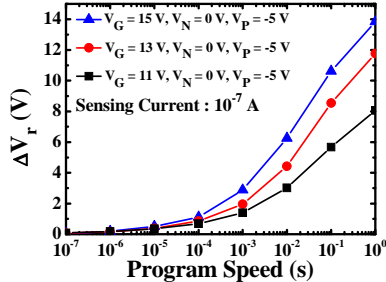
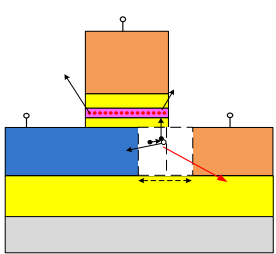
圖一、記憶體元件結構示意圖

圖二、臨場方法沉積之氣流示意圖

圖三、記憶體元件寫入/抹除特性

圖四、記憶體元件電荷儲存特性

2. PN二極體記憶體元件: 在元件繼續微縮下, 要有效在相同的面積下提高元件密度, 就必須提出新的元件構想, 或者利用新的曝光系統來達成, 在新的曝光系統必須大幅提高成本支出, 因此我們提出新的結構, 來達成提高元件密度的效果, 利用在薄膜電晶體上, 完成一個 PN 元件搭配記憶體元件, 由於使用薄膜電晶體緣故, 可做 3D 的堆疊, 使元件可以做垂直的增加密度, 有效的在相同面積下達到提高密度的效果, 同時因為使用 PN 結構, 在閘極的微縮不用再受到元件的特性控制, 可大幅提高元件密度, 再搭配臨場方法內嵌矽奈米晶體, 有效的提高電荷保存能力。(本實驗結果收錄於 2010EDL)

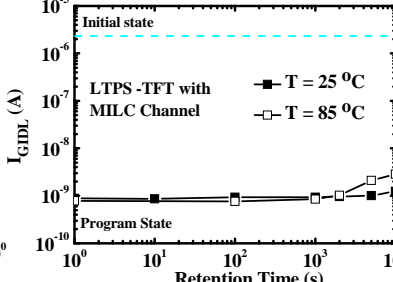
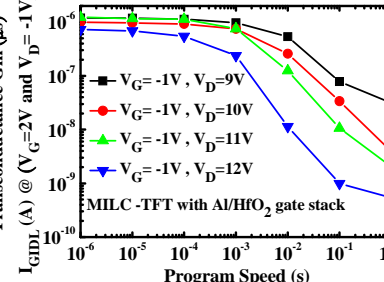
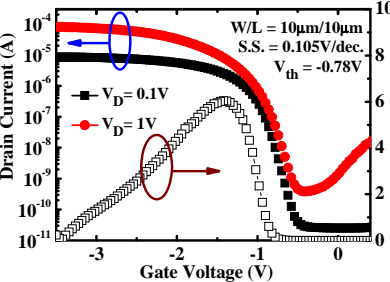
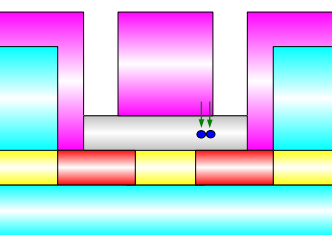


圖一、PN二極體記憶體元件結構示意圖

圖二、PN二極體記憶體元件寫入/抹除特性

圖三、記憶體元件電荷儲存特性

3. 記憶體薄膜電晶體元件: 如果能將記憶體元件與邏輯元件作在同一電路上, 有效的整合電路, 但是在傳統記憶體元件中, 氧化層結構必須使用 ONO 型式, 此氧化層對於邏輯元件會大幅降低其電容值, 使邏輯電路元件特性下降, 因此提出新的元件結構與量測方法, 此結構有效的提高邏輯電路電特性, 同時維持記憶體元件的特性, 不需要額外的製程, 可以降低製作能源與成本支出。我們提出金屬閘極搭配高介電質材料二氧化矽, 應用於薄膜電晶體上, 搭配利用 GIDL 方法, 做為記憶體的感測電流, 用高介電質氧化層提高電容值, 使作為邏輯元件時, 可達高性能特性的表現, 達到較小的  $V_{th}$  與較陡峭的 S.S., 然而高介電質氧化層的捕捉載子的特性, 可作為記憶體的操作, 此元件可以達到電路整合, 不需要額外的製程與支出。(本實驗結果收錄於 2009EDL)



圖一、MILC-TFT 元件結構示意圖

圖二、邏輯元件結構傳輸特性

圖三、記憶體元件寫入特性

圖四、記憶體元件電荷儲存特性

### 研究生活及心得

在研究所這幾年, 我才真正的體悟到何謂做研究, 而非像高中大學對於知識一味的囫圇吞棗, 在碩博生活中能遇到趙天生老師是相當大的福氣, 感謝趙老師願意將我收入其實驗室, 在這個團隊中我學會了如何獨立規劃實驗, 因為老師願意讓我們的創意無限的發揮, 並適時旁提出幫助, 同時在團隊中也學會了合作的重要性, 學習如何帶領夥伴們進入你創意的領域, 也學會如何去解決問題的能力, 在這個團隊讓我的研究所生活多采多姿, 每年都大家會一起出遊, 增進夥伴的感情, 讓我體悟到除了讀書研究以外, 培養自己生活興趣的重要性, 並在遇到困難時如何有效的轉換心情, 用積極樂觀正面的心情來面對問題, 同時也在老師身上, 學習到家庭的重要性, 老師常說的一句話「家庭是你第一的事業」, 我將會把學習到的東西謹記在心中, 希望再往後的研究或者工作中, 能發展出對於社會更有幫助的發現。