

氧化薄膜在記憶體之應用

系所 / 電子工程學系

指導老師 / 邱福千

組員 / 曾建豪、呂紹瑋、蔡建輝

因為傳統的快閃記憶體元件快到達物理極限，下一代非揮發性記憶體發展是急需的。電阻式非揮發性記憶體 (RRAM) 是一種新型的記憶體且具有潛力能替代新一代 NVM 的應用，電阻式非揮發性記憶體技術最吸引人的是其與互補式金屬氧化物半導體製程有良好的相容性，這表示電阻式非揮發性記憶體優點為操作低功耗，此外電阻式非揮發性記憶體的優點包括轉換速度快、高耐久性、面積縮小化、結構簡單化。

本實驗中，以氧化鎂(MgO)薄膜材料為介電層的電阻式記憶體(RRAM)結構為 Pt/ MgO/Pt 的 MIM (Metal-Insulator-Metal) 電容器，並討論其電流傳導機制與可靠度特性。我們藉由直流掃電壓(Voltage sweeping)的方式，觀察到元件非極性電阻轉換行為 (Nonpolar resistive switching behavior) 並對此電容器元件作變溫的電性量測 (I-V characteristics)，並且設置限制電流 (Current compliance) 以保護元件。

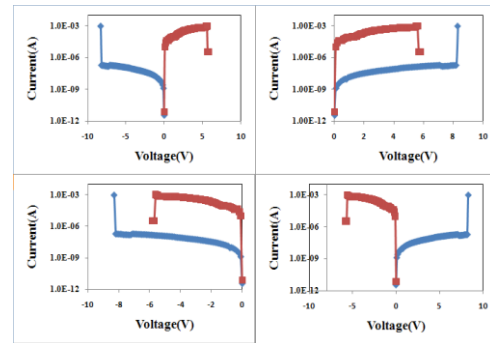


圖 1：非極性(nonpolar)的電阻轉換特性

我們以掃直流電壓 (DC voltage sweeping) 的方式，可以發現非極性電阻轉換之現象，電壓大約在正負 9V 左右，電流會瞬間地上升而阻值則由高阻態(HRS)轉換為低阻態(LRS)，此時我們定義為 Set 操作，此外此操作需設定 5mA 為限制電流以防止元件在電流遽增的狀態下，瞬間電流過大使元件無法負荷以導致永久性的損壞；再次執行直流電壓 sweep 的動作時，掃到大約正負 6V 左右，此時記憶元件的電阻會由低阻態轉換為高阻態，此時我們定義為 Reset 操作。

主題：氧化薄膜在記憶體之應用

我們進一步改變操作時的溫度進行電性量測 (I-V characteristics), 在 Set 過程中, 當溫度越高則電流越小、電阻越大; 而在 Reset 的過程中, 阻值及電流值的變化較沒在執行 Set 的過程中來的明顯與預期的結果, 溫度越高電流越低、電阻越小的結果並不是完全符合。

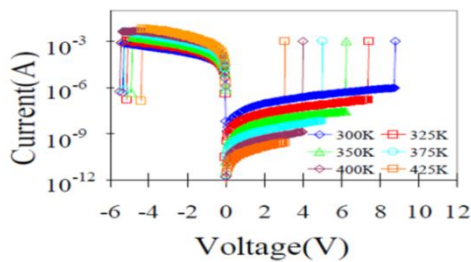


圖 2：Set 與 Reset 過程隨溫度變化之 I-V 特性圖

我們藉由使用不同的 Stress current (3uA、5uA、7uA、10uA、30uA、50uA) 和在不同溫度(85°C、105°C、125°C)下, 來觀察阻值變化與需要多少量的電荷促使其轉態。

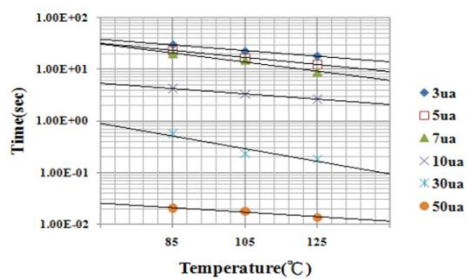


圖 3：HRS 的轉態時間變化

可靠度方面, 我們進行電荷阻值 (Charge to switch, Q_{sw}) 轉換測試可以得知, 隨著溫度升高, 轉態速度增快, 進而使得 Q_{sw} 值減少; 而若又以同一溫度為條件做為觀看角度, 我們可以發現, 隨著施加的 Stress current 升高, 轉態時間縮短, 使得 Q_{sw} 值減少。

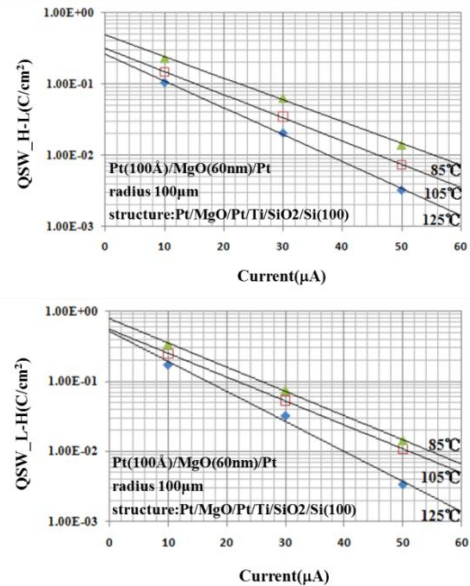


圖 4：HRS 與 LRS 之 Q_{sw} 平均值