

透明薄膜電阻式記憶元件的電流傳導機制量測

系所／電子工程學系

指導老師／邱福千

組員／王心玫、廖格加

近年來電阻式隨機存取記憶體 (Resistive Random Access Memory, RRAM) 已備受關注，因其具有與互補式金氧半 (CMOS) 電晶體製程相容、操作電壓低、快速操作、結構簡單化、可多位元記憶、耐久性佳、記憶元件面積縮小化、非破壞性讀取以及可應用於嵌入式記憶體等優點，因此是最具有發展潛力的記憶體之一。本實驗中，以摻雜硼的氧化鋅 (Boron doped Zinc Oxide, BZO) 為介電層的 MIM (Metal Insulator Metal) 電容器，結構為 Al / BZO / TaN 和 Ni / BZO / Ni 藉由直流掃電壓之方式，觀察到 Al / BZO / TaN 為硬性崩潰 (Breakdown)、Ni / BZO / Ni 為單極性電阻轉換行為 (Unipolar resistive switching behavior)。

我們將 Ni / BZO / Ni 分為 As-deposited 和 500 °C Anneal 兩種不同退火條件和不同溫度之比較，我們發現 500 °C Anneal 高阻態轉低阻態 (Set) 電壓會隨著溫度變化而有所改變，但 As-deposited 並不會有此現象產生。

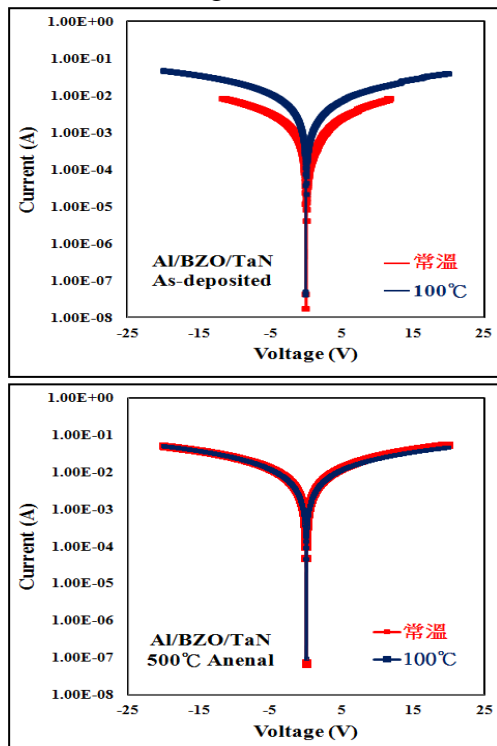


圖 1：電流-電壓轉換特性圖。

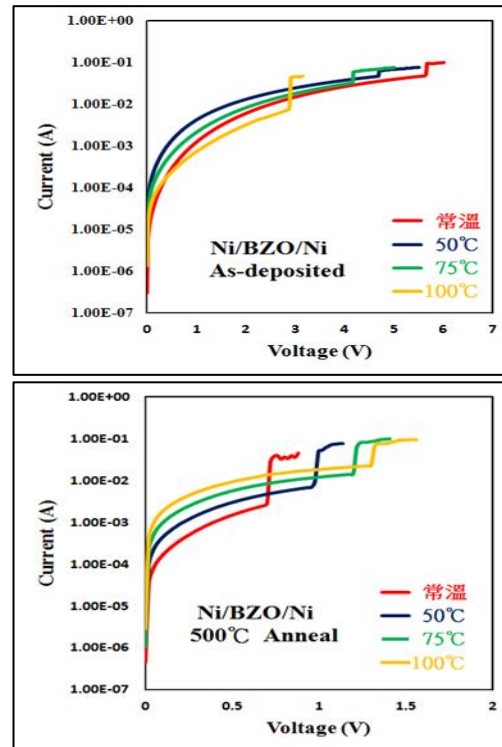


圖 2：不同退火條件和溫度的比較圖。

為了更進一步了解記憶體元件的特性，所以我們做傳導機制之分析，Set 有四種傳導機制的分析，分別為蕭基發射 (Schottky emission)、普爾-法蘭克發射 (Poole-Frenkel emission)、跳躍傳導 (Hopping conduction)，經過模擬分析後我們認為 Ni / BZO / Ni 這個元件在 Set

條件下為 Hopping conduction。而在 Reset 時，經過分析後我們發現它符合歐姆傳導 (Ohmic conduction)。

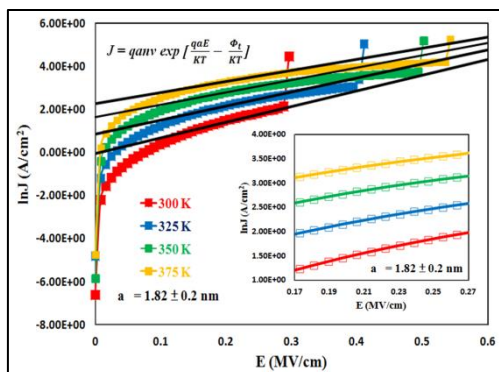


圖 3：Hopping conduction。

Hopping conduction 的公式為 $J = qanv \exp[\frac{qaE}{KT} - \frac{\Phi_t}{KT}]$ ，透過圖 3 可以得知 a (陷阱間的距離) 為 1.82nm。接著做阿瑞尼士 (Arrhenius plot)，透過圖 4 可得知 Φ_t (陷阱的能障高度) 為 0.27 eV。經由分析後可以更加確定電場 0.17 ~ 0.27 MV/cm 時，是符合 Hopping conduction，所以我們判斷 Ni / BZO / Ni 在 Set 條件下為 Hopping conduction。

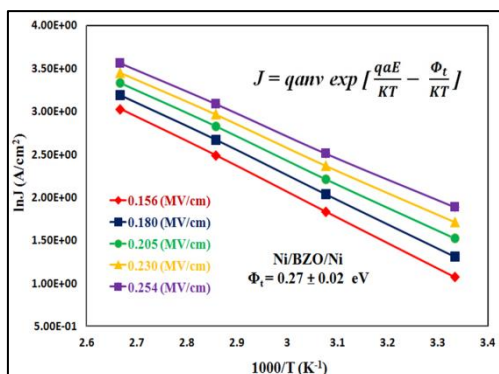


圖 4：Arrhenius plot。

透過圖 5 我們發現電流密度和電場呈現線性關係，所以我們判斷 Ni / BZO / Ni 在 Reset 條件下為 Ohmic conduction。

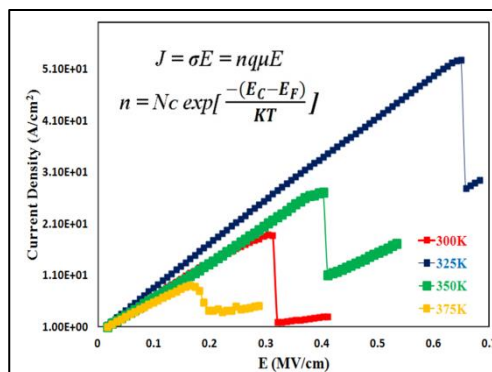


圖 5：Ohmic conduction。

接著又對 Ni / BZO / Ni 的 Q_{sw} (Charge to switch) 分析，如圖 6 所示，我們發現電流越大 Q_{sw} 的值越低。

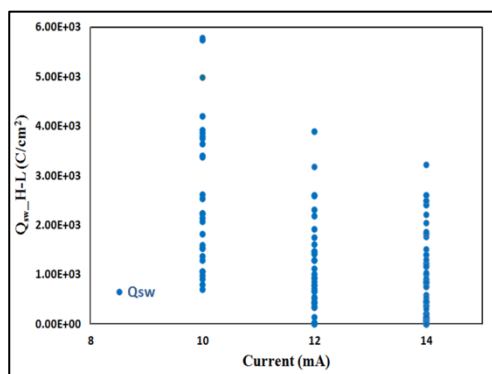


圖 6：Ni / BZO / Ni 的 Q_{sw} 。