

軟性 DNA 電阻式記憶體製作

Flexible DNA-based Resistive Switching Memory

組別： A106

指導教授：洪毓珽 教授

組員：王昱雅

一、 摘要

軟性電阻式記憶體有重複讀寫、低操作功率、可彎曲等優點，用於穿戴裝置上非常方便，因此本專題嘗試製作出以 PET 為基板的軟性 DNA 電阻式記憶體。電阻式記憶體為金屬－絕緣體－金屬組成，而我們製作出的記憶體下電極使用氧化銻錫，中間絕緣層為 DNA－CTMA，而上電極使用銀。其中 DNA－CTMA 使用旋轉塗佈法塗佈在元件上，而銀使用蒸鍍法鍍上。旋轉塗佈轉速不同，絕緣層會有不同厚度，因此本專題使用不同轉速製作軟性電阻式記憶體，並發現 1000 rpm 轉速下所得到的 DNA－CTMA 膜厚讓記憶體有最佳電阻轉換特性。

二、 前言

記憶體在日常生活中不可或缺，一般記憶體分為兩大類：揮發性記憶體和非揮發記憶體，其中非揮發性記憶體的 RRAM 有重複讀寫、操作快速、低操作電流、低操作功率等優點，此外，RRAM 簡單的三明治結構容易製作，因此電阻式記憶體成為許多研究的對象。

近年穿戴裝置逐漸成為主流，相較於傳統平坦狀態不可折疊的記憶體，可折疊的記憶體更適合應用於穿戴裝置，像是可摺疊手機，因此本專題使用軟性基板製作電阻式記憶體。

三、 實驗原理與設計

首先使用丁醇作為溶劑，將 DNA－CTMA 粉末配置成重量百分比 3% 的溶液，配置好的溶液加入磁攪拌子，放置在磁攪拌機上，使溶質和溶劑完全混合。配置好的溶劑利用旋轉塗佈 (Spin-coating)，將作為介電層的 DNA－CTMA 溶液塗抹在 ITO 上方，其原理利用抽真空吸住 ITO 基板，將配置好的溶液滴加在基板中心，設定與均勻度有關的初轉參數 (10s, 500rpm)，而末轉速度與膜厚度有關，本實驗以末轉速度為變數 (20s, 四種轉速：500rpm、1000rpm、1500rpm、300rpm)，試圖找出何種轉速所製作的 DC 薄膜厚度，有最好的電阻轉換特性。塗佈完成後 DNA-CTMA 完全覆蓋下方 ITO 層，因此使用 99% 乙醇將元件周圍部分進行擦模，使 ITO 不被覆蓋以便量測電性。擦模後立刻進行軟

烤 40 分鐘，將溶劑丁醇蒸發，增加 DNA-CTMA 對基板的附著力。最後使用蒸鍍，將 Ag 放在蒸發源上，進行抽真空避免蒸鍍材料和機台內氣體分子發生反應，當內部氣壓值小於 3×10^{-6} torr，打開電流開始蒸鍍，當電流通過電阻時，會產生熱能並加熱蒸發源，Ag 蒸發後往上鍍在基板上。

四、 實驗結果

製作出的軟性電組式記憶體如圖 1-1。分別量測旋轉塗佈末轉速度不同所製作出的元件電性，如圖 1-2、1-3、1-4、1-5，其限制電流為 0.5A。在 500 rpm、1000 rpm 與 1500 rpm 轉速下的第一次 Set 時，其高阻抗與低阻抗的電阻皆相差約 1-order，然而在三者之中耐久性最好的為 1000rpm 轉速下所製作的元件，如圖 1-3。而圖 1-5 中 2000rpm 所量測的結果並沒有明顯電阻轉換特性，推測其原因為旋轉塗佈轉速越快，形成的膜厚度越薄，在 2000rpm 下的 DNA-CTMA 膜厚度太薄，所以量測時像是量測由銀與 ITO 組成的導體。由本次實驗結果發現在四種不同轉速中，1000rpm 製作出的元件有最好的電性。

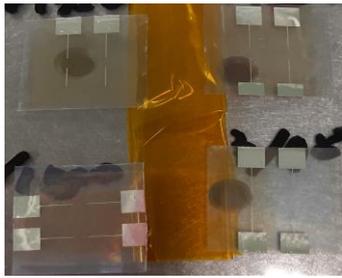


圖1-1 製作好的軟性記憶體元件

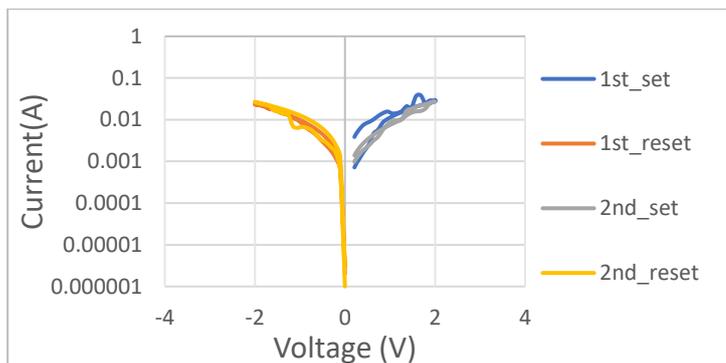


圖1-2 :末轉速度500rpm

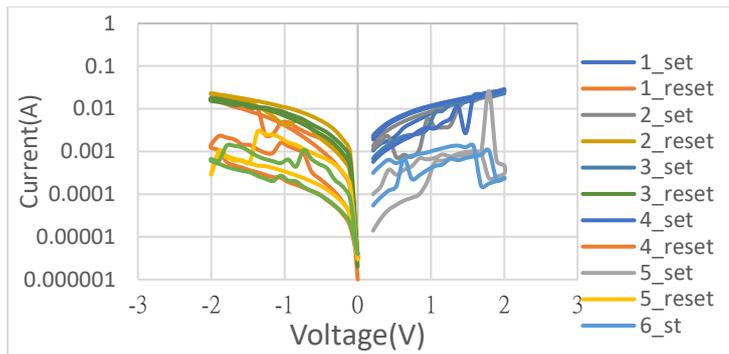


圖1-3 末轉速度1000rpm

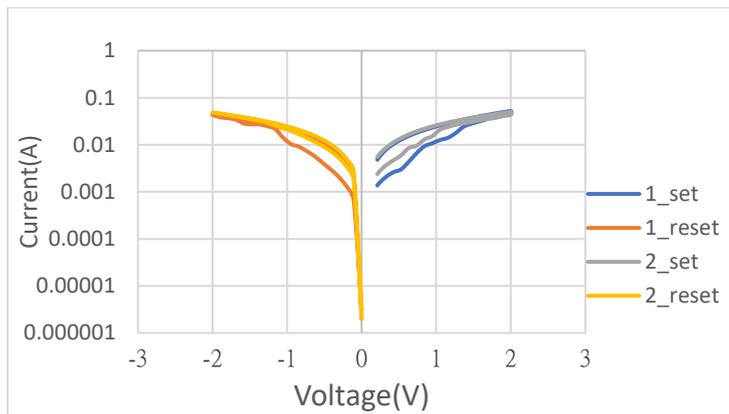


圖1-4 末轉速度1500rpm

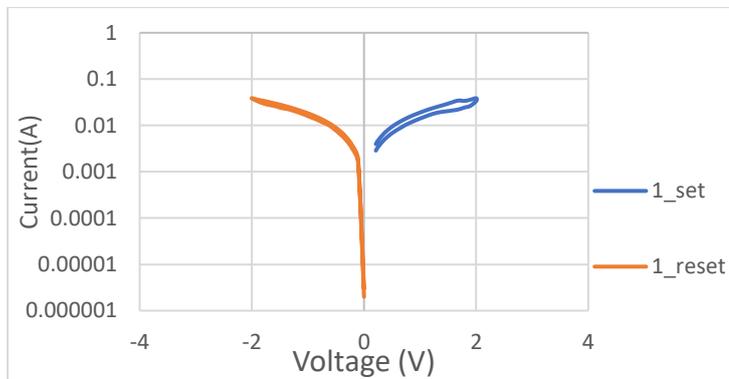


圖1-5 末轉速度2000rpm

五、心得

在將近一年的時間裡，非常謝謝教授與學姊的指導，讓我了解製程每一道步驟的原理及作用，並能夠自行製作記憶體元件。親自製作元件後，才深深體會製程需要專心、細心和耐心，像是如果在某一道製程出錯，整個元件就要重新製作。本次專題主要探討調整 spin-coating speed 製作出不同的介電層厚度對記憶體元件的影響，但這些都是在元件平坦狀態下測量，軟性記憶體元件固然是在彎曲時，仍可發揮其作用，未來或許我們可以針對元件平坦和彎曲狀態做電性的探討。