

# P 型鍺金氧半場效電晶體之特性研究

系所／電子工程學系

指導老師／邱福千

組員／陳育靖、王家樂、楊書孟

隨著半導體工業的與日俱進，元件也隨著科技與技術上的進步漸漸地越變越小，但近幾年矽互補式金氧半場效電晶體的微縮接近了極限，而產生出許多不好的效應，為實現更高的驅動電流和開關速度，等效氧化層厚度(EOT)，具有高電洞遷移率(Mobility)的鍺做為下一代 PMOS 通道材料，詳細的堆疊如圖 1。

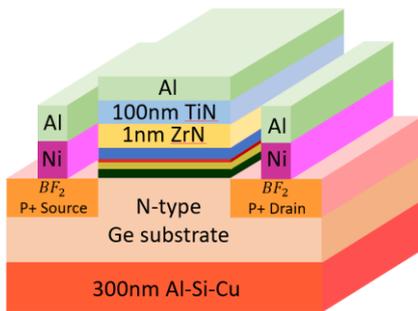


圖 1：MOSFET 堆疊圖

本次研究中，我們利用負偏壓溫度不穩定性效應 (Negative Bias Temperature Instability, NBTI)，來判斷其量測成品是否優良，我們藉由在閘極設定偏壓(Bias)，觀察元件特性的退化情形，而這個退化的現象就是偏壓不穩定性，施加的偏壓稱為應力電壓 (Stress Voltage)。NBTI 大多都發生在 PMOSFET，因為 PMOS 在操作的時候

必須在閘極施加負偏壓。實驗中，最重要的特性指標即是臨界電壓(Threshold Voltage,  $V_{th}$ )，因此這次實驗我們也以三種不同方法（線性外插法，次臨界斜率法，跨導轉換法）去求臨界電壓，並針對臨界電壓求得元件的十年電壓，之後再根據我們 NBTI 的 Recovery 部分的資料，觀察 Recovery 時間與電壓對元件臨界電壓以及 Lifetime 的影響。圖 2 為當 Stress voltage = -1.4V 並且 Recovery voltage = 0.6V 的  $I_d$ - $V_{gs}$  圖。

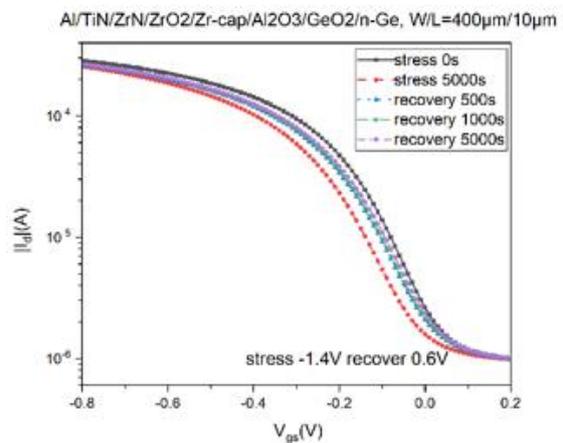


圖 2： $I_d$ - $V_{gs}$  Stress Voltage=-1.4V，Recovery Voltage=0.6V

通過圖 2，我們可以觀察到臨界電壓的偏移，然後我們再去利用三種不同的臨界電壓取法，去畫出臨界電壓對時間的偏移，如圖 3（跨導轉換法）。

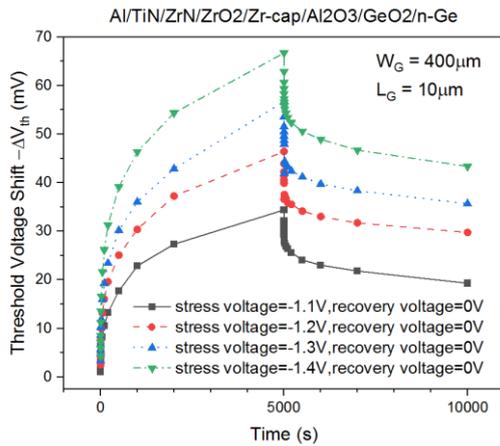


圖 3：跨導轉換法臨界電壓偏移

從圖 3 中我們可以看出時間增加對臨界電壓偏移的影響還是非常大的，同樣，在 Recovery 階段臨界電壓的恢復我們認為可以作為增加元件壽命的一個重要因素，所以之後我們也去做了不同 Recovery 時間以及電壓對元件 Lifetime 以及 10 年電壓的影響。

若把圖 3 轉換成 Log Scale 的形式，便可以更直觀的看出臨界電壓的偏移以及 Stress/Recovery 電壓對臨界電壓偏移的影響，並且也更好做壽命預測。我們取偏移 50mV 為標準來衡量元件的 10 年電壓，圖 4 為我們取到臨界電壓偏移 50mV 的 Lifetime，隨後我們利用 V model 以及 Power Law model 來預測元件的 10 年工作電壓。

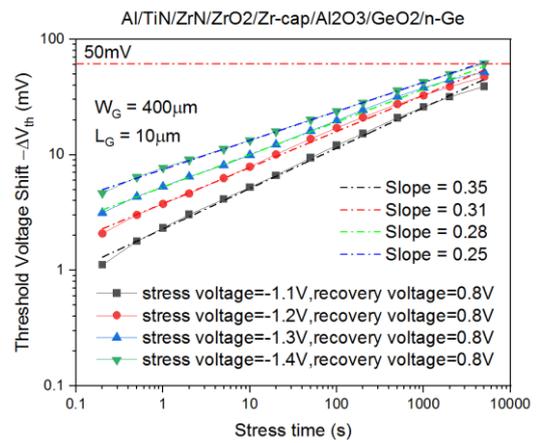


圖 4：跨導轉換法 lifetime 預測

圖 4 為僅有 Stress 階段的 Lifetime 預測，之後實驗有再考慮 Recovery 的影響去預測 Lifetime，取了幾個不同的 Recovery 時間去預測 10 年電壓來對比僅有 Stress 的情況從而得出我們的結論。