

超薄高介電係數閘極介電層金氧半感測元件之特性分析、靈敏度與可靠度之改善

Characterization, Sensitivity Enhancement and Reliability Improvement of MOS Sensors with Ultrathin High-k Dielectrics

國立臺灣大學電子工程學研究所 博士班四年級 林建智

指導教授 胡振國博士



★ 研究重點

本研究利用低溫低成本製程配合室溫硝酸氧化法製備高品質高介電係數氧化鋁閘極介電層。接著比較硝酸氧化補償前後之特性、電性、可靠度及溫度效應，進而了解元件在應用上的穩定性及評估其壽命。經研究後發現硝酸氧化法可有效的改善元件特性。並將其製作為溫度感測器，可發現相較於二氧化矽及二氧化鈣等材料，氧化鋁金氧半穿隧式溫度感測器具有具有更高的靈敏性，更接近理想的電流機制，及更低的操作電壓，可達到節省能源之效果。

★ 研究成果

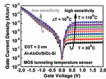
如圖一，利用與CMOS可相匹配且低溫(<380°C)製程來製作氧化鋁(Al_2O_3)金氧半感測元件。圖二為氧化鋁閘極介電層之元素分析與TEM圖，顯示超薄氧化層具有均勻性及高品質。圖三是等效厚度為2奈米之氧化鋁溫度感測器之J-V曲線隨溫度變化之關係圖，可觀察到正偏壓之電流容易飽和且高度敏感於溫度變化。因此可利用正偏壓電流來做為溫度感測指標。關於感測器的可靠度評估，在定電壓(2伏特)情況下，監測電流變化，同時改變矽基板溫度(由30°C升溫至100°C，每隔1000秒升溫10°C)，重複兩次相同的升降溫設定，由圖四可看出電流變化相當敏感具有重覆性。此外，在相同等效厚度下，將其和二氧化矽(SiO_2)與二氧化鈣(HfO_2)兩種感測器比較，圖五為三種溫度感測器之靈敏度隨溫度變化之關係圖，可以觀察出利用高介電係數材料可有效改善靈敏度，而氧化鋁感測器的表現又比二氧化鈣感測器好。由圖五還可發現氧化鋁感測器最快進入達到電流飽和，電流越容易進入飽和(低飽和電壓)，表示該元件可使用較低操作電壓，可有效達到節能的功效。

- 1290 Pre-poly Si with RCA clean
- Interfacial layer SiO₂
- KTi in N₂ ambient at 200°C
- Ultrathin high-k dielectric layer deposition
- Compostion of Al₂O₃ in nitric acid
- POx at 200°C in N₂ ambient
- Al gate electrode evaporation
- Passivation by photoresistography
- Al back contact

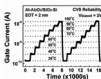
圖一



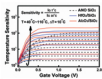
圖二



圖三



圖四



圖五

★ 研究生活與心得

從大二開始進入清華大學林錫山老師實驗室做專題，謝謝林老師的指導，讓我對研究保持正確而積極的態度。大三後修了不少半導體製程與固態元件相關的課，也確立了未來研究所的方向。加入台大電子所胡振國老師的團隊後，在胡老師細心指導下，一年後決定直升博士班，博士班第一個學期便下定決心考過資格考，讓我往後三年多的博班生涯沒太多懸念，可以專攻研究，並連續四年擔任電資學院課程助教。踏入博士班這條路不是個容易的決定，博士班一路走來種種遭遇，點滴在心頭，唯有督促自己不斷學習與進步，才能爬上巨人的肩膀向前展望。感謝胡振國教授的大力栽培與指導。最後，深深感謝我的家人、好友與實驗室成員們的支持與陪伴，讓我有勇氣堅持地向前邁進。