

# 圖目錄

## 第一章

- 圖1-1 採用矽覆蓋絕緣層(SOI)基片結合閘極堆疊結構(gate stack)和導電性側壁子(conductive spacer)後，可有效抑制邊緣電場效應。
- 圖1-2 介電常數和能隙之間的相互關係。
- 圖1-3 材料的能帶錯位圖。
- 圖1-4 金屬氧化物與矽之間的熱穩定關係圖。
- 圖1-5 原子層化學氣相沉積系統沉積二氧化鈣的示意圖。

## 第二章

- 圖2-1 二氧化鈣電容結構製作流程圖。
- 圖2-2 二氧化鈣金屬閘極場效電晶體製作流程圖。

## 第三章

- 圖3-1 SC1 前處理二氧化鈣試片的 X-TEM 圖。(a)As,(b) 經過 PDA 600°C 退火處理。
- 圖3-2 RTO 前處理二氧化鈣試片的 X-TEM 圖。(a)As,(b) 經過 PDA 600°C 退火處理。
- 圖3-3 利用 EDS 分析薄膜的組成成分。(a)TaPt 閘極，(b)二氧化鈣介電層，(c)矽基板。
- 圖3-4 SC1 前處理二氧化鈣試片的 PV-TEM 圖。(a)As，(b) 經過 PDA 600°C 退火處理。
- 圖3-5 RTO 前處理二氧化鈣試片的 PV-TEM 圖。(a)As，(b) 經過 PDA 600°C 退火處理。
- 圖3-6 SC1 前處理二氧化鈣試片的 PV-TEM 繞射圖形。(a)As，(b) 經過 PDA 600°C 退火處理。
- 圖3-7 RTO 前處理二氧化鈣試片的 PV-TEM 繞射圖形。(a)As，(b) 經過 PDA 600°C 退火處理。

## 第四章

- 圖4-1 SC1 前處理的二氧化鈣電容在不同量測頻率下的 C-V 特性。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C

退火處理。

- 圖4-2 RTO 前處理的二氧化鉛電容在不同量測頻率下的 C-V 特性。(a)As, (b)經過 PDA 600°C 退火處理, (c)經過 PDA 800°C 退火處理。
- 圖4-3 利用 Hi-Lo CV 方法所計算出的界面缺陷密度。
- 圖4-4 四元件小訊號等效電路模型。(a)假設正確的四元件電路模型, (b)並聯電路模型。
- 圖4-5 SC1 前處理的二氧化鉛電容經過四元件等效模型修正後的 C-V 特性。(a)As, (b)經過 PDA 600°C 退火處理, (c)經過 PDA 800°C 退火處理。
- 圖4-6 RTO 前處理的二氧化鉛電容經過四元件等效模型修正後的 C-V 特性。(a)As, (b)經過 PDA 600°C 退火處理, (c)經過 PDA 800°C 退火處理。
- 圖4-7 由聚積電容所計算出的電容等效厚度統計分佈圖。(a)SC1 前處理, (b)RTO 前處理。
- 圖4-8 SC1 前處理的二氧化鉛電容正掃和反掃的 C-V 特性。(a)As, (b)經過 PDA 600°C 退火處理, (c)經過 PDA 800°C 退火處理。
- 圖4-9 RTO 前處理的二氧化鉛電容正掃和反掃的 C-V 特性。(a)As, (b)經過 PDA 600°C 退火處理, (c)經過 PDA 800°C 退火處理。
- 圖4-10 由正掃和反掃的 C-V 曲線所計算出的遲滯大小統計分佈圖。(a)SC1 前處理, (b)RTO 前處理。
- 圖4-11 SC1 前處理未退火的二氧化鉛電容 C-V 曲線圖。(a)不同的正起始電壓, (b)不同的負起始電壓。
- 圖4-12 RTO 前處理未退火的二氧化鉛電容 C-V 曲線圖。(a)不同的正起始電壓, (b)不同的負起始電壓。
- 圖4-13 遲滯大小與不同退火溫度的關係。
- 圖4-14 I-V 曲線圖。(a)SC1 前處理, (b)RTO 前處理。
- 圖4-15 閘極漏電流統計分佈圖。(a)SC1 前處理, (b)RTO 前處理。
- 圖4-16 不同退火溫度下, 電容等效厚度與閘極漏電流的關係。
- 圖4-17 本論丈量測結果和文獻中發表的二氧化鉛薄膜漏電流和電容等效厚度的比較圖。
- 圖4-18 (a)F-P 漏電機制比對, (b) $\ln(J_g/V_g)$  對  $1000/T$  作圖。
- 圖4-19 (a)低電場時, Ohmic 漏電機制比對, (b) 高電場時, F-N 漏

電機制比對。

圖4-20 Frenkle-Poole 漏電機制的能帶示意圖。

圖4-21 Ohmic 漏電機制的能帶示意圖。

圖4-22 Fowler-Nordheim 漏電機制的能帶示意圖。

## 第五章

圖5-1 二氧化鉛場效電晶體的電容特性曲線。(a)SC1 前處理，(b)RTO 前處理。

圖5-2 SC1 前處理經過 800°C 退火的二氧化鉛場效電晶體，源極和汲極與矽基板等電位時的 C-V 曲線。

圖5-3 SC1 前處理二氧化鉛場效電晶體  $I_{DS}-V_{DS}$  特性。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖5-4 RTO 前處理二氧化鉛場效電晶體  $I_{DS}-V_{DS}$  特性。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖5-5 SC1 前處理二氧化鉛場效電晶體  $I_{DS}-V_{GS}$  特性。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖5-6 RTO 前處理二氧化鉛場效電晶體  $I_{DS}-V_{GS}$  特性。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖5-7 SC1 前處理二氧化鉛場效電晶體  $I_{GS}-V_{GS}$  特性。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖5-8 RTO 前處理二氧化鉛場效電晶體  $I_{GS}-V_{GS}$  特性。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖5-9 Charge pumping 電流對基準電壓關係圖。(a)SC1 前處理，(b)RTO 前處理。

圖5-10 利用 charge pumping 方法得到的界面缺陷密度。

圖5-11 遷移率對閘極電壓關係圖。(a)SC1 前處理，(b)RTO 前處理。

圖5-12 臨界電壓變化量與偏壓時間的關係圖。(a)SC1 前處理，(b)RTO 前處理。

圖5-13 正偏壓 1000 秒後電導和次臨界斜率的變化量百分比。

## 第六章

圖6-1 二氧化鉛電容的崩潰電場統計分佈圖。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖6-2 二氧化鉛電容 TDDB 測試韋柏圖(Weibull plot)。(a)As，(b)

經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖6-3 二氧化鉛電容 TDDB 測試時閘極漏電流隨偏壓時間的變化。(a)As，(b)經過 PDA 600°C 退火處理，(c)經過 PDA 800°C 退火處理。

圖6-4 二氧化鉛未退火電容不同偏壓時間下的 CV 曲線。(a)SC1 前處理，(b)RTO 前處理。

圖6-5 二氧化鉛未退火電容在不同偏壓時間下的平帶電壓變化。

圖6-6 十年工作期限的操作電壓投射圖。

圖6-7 利用場效電晶體結合載子分離方法量測電子和電洞電流。

圖6-8 n型通道金氧半場效電晶體在負偏壓下的能帶圖，圖中源極電流(source current) $J_s$ 代表的是穿隧過二氧化鉛和二氧化矽的電子電流，而井電流(well current) $J_w$ 代表的是穿隧過二氧化矽和二氧化鉛的電洞電流。

圖6-9 二氧化鉛金屬閘極場效電晶體利用載子分離方法分離電子和電洞電流。

圖6-10 二氧化鉛金屬閘極場效電晶體在定電壓偏壓下，其電子和電洞電流對偏壓時間的關係圖。

圖6-11 崩潰機制的能帶示意圖。

