

等 別：二級考試

類 科：電子工程

科 目：電子元件

考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

- 一、(一)通常我們定義半導體中的電子質量為有效電子質量 (Effective Electron Mass, m_e^*)，請說明為什麼半導體中的電子質量不同於一般在真空中的電子質量 (m_0)。(10 分)
- (二)請寫出愛因斯坦關係式 (Einstein Relationship)，並說明其物理意義。(10 分)
- 二、(一)對於一工作於逆向偏壓的蕭特基二極體 (Schottky Diode)，若蕭特基二極體半導體為 n 型，請問負電極是接在金屬邊或 n 型半導體邊？若蕭特基二極體半導體為 p 型，請問負電極是接在金屬邊或 p 型半導體邊？並說明原因。(10 分)
- (二)對於 p 與 n 濃度皆為低度摻雜 (Lightly Doped) 的 p-n 二極體，當 p-n 二極體工作在很大的逆向偏壓會產生崩潰 (Breakdown) 現象，此時之電壓稱為崩潰電壓。當它的工作溫度上升時，此 p-n 二極體的崩潰電壓會上升或減少？請說明原因。(10 分)
- 三、(一)現今半導體製程都使用 n 型高摻雜的多晶矽做為 npn 雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor, BJT) 的射極層與歐姆接觸層，以取代傳統的 n 型高摻雜單晶矽與金屬歐姆接觸層，請說明原因。(10 分)
- (二)對於一雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor, BJT)，當它的工作溫度上升時，請問電流增益 (β) 是增加或降低？請說明原因。(10 分)
- 四、(一)對於一金屬-氧化層-半導體的金氧半電容 (MOS Capacitor) 元件，若使用 p 型的基板，請畫出基板電荷對閘極電壓 (Q_{sub} versus V_G) 的關係圖，並指出累積區、空乏區與反轉區。(10 分)
- (二)請說明在金氧半場效電晶體 (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET) 中常觀察到的長通道效應與短通道效應，它的關鍵區隔是什麼？(10 分)
- 五、(一)通常成長二氧化矽 (SiO_2) 或矽的氧化層薄膜的方式有熱氧化法 (Thermal Oxidation) 中的乾氧化 (Dry Oxidation) 與濕氧化 (Wet Oxidation)，化學氣相沉積 (Chemical Vapor Deposition)，與電漿加強式化學氣相沉積 (Plasma-Enhanced Chemical Vapor Deposition, PECVD)。若要成長應用於金氧半電晶體 (MOSFET) 的高品質二氧化矽薄膜，應該使用那一種氧化技術？請說明原因。(10 分)
- (二)若以熱氧化法 (Thermal Oxidation) 在矽晶圓上成長二氧化矽 (SiO_2) 薄膜，已知矽的原子量是 28，矽的密度是 2.33；氧的原子量是 16；二氧化矽的密度是 2.2。請問矽晶圓消耗的厚度占成長出二氧化矽薄膜的厚度的百分之幾？(10 分)