

等 別：高考二級
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。

(三)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(四)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、在一半導體中只考慮電子的漂移電流密度以及電洞的擴散電流密度，且此兩者之總和為一常數。假設電子濃度為 2×10^{16} /立方公分，電洞濃度為 $10^{15} e^{-\frac{x}{L}}$ /立方公分，對於所有 $x \geq 0$ ，其中 L 為 0.0015 公分。已知電洞的擴散係數為 15 平方公分/秒，電子的移動率為 1500 平方公分/伏特-秒。總電流密度是 9.6 安培/平方公分。寫出：(每小題 10 分，共 20 分)

(一)電洞擴散電流密度

(二)電場的表示式

二、在熱平衡下的同一半導體之單邊陡峭 $p^+ - n$ 接面，若受體濃度遠大於施體濃度，

(一)繪出其空間電荷分布圖，於圖上標示空乏區，並寫出空乏區公式。(7 分)

(二)繪出其電場分布圖，於圖上標示最大電場，寫出最大電場計算式。(7 分)

(三)以中性 p 區的零電位作為參考點（在距離 $x=0$ 的電位為零）繪出其電位分布圖，於圖上標示內建電位，寫出電位隨 x 變化之式子。(6 分)

三、對於在高垂直電場下的金屬 - 絕緣體 - 半導體結構，反轉層電子的運動在垂直於半導體表面的方向受到侷限，形成二維電子氣 (2DEG)。

(每小題 10 分，共 20 分)

(一)從古典以及量子力學觀點畫出電子濃度從絕緣體 - 半導體界面深入半導體基底的分布圖，並說明之。

(二)詳述此量子侷限效應對於金屬氧化物半導體場效應電晶體 (MOSFET) 臨界電壓之影響。

- 四、雙極性接面電晶體 (BJT) 依據集極-基極接面 (當成 x 軸) 與射極-基極接面 (當成 y 軸) 的電壓極性, 可以分為四種操作模式, 分別是(1)飽和 (Saturation)、(2)順向主動 (Active)、(3)截止 (Cutoff)、以及(4)反轉主動 (Inverted) 模式。以 pnp 雙極性接面電晶體為例, 在 x - y 平面上, 以四種象限, 寫出上述四種操作模式下的接面極性, 畫出基極區少數載子分布圖, 並說明之。(20 分)
- 五、說明短通道效應對於金屬氧化物半導體場效應電晶體的(1)導通電流 (I_{on}); (2)截止電流 (I_{off}); (3)臨界電壓 (V_T); (4)次臨界擺幅 (SS); 以及(5)汲極導致位障下降 ($DIBL$) 之影響。(20 分)