代號：22560
頁次：2－1

114年公務人員高等考試一級暨二級考試試題

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：㈠禁止使用電子計算器。
㈡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。
㈢請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。
㈣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$x\geq0$，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）
㈠電洞擴散電流密度
㈡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，
㈠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）
㈡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）
㈢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）
㈠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。
㈡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⑴飽和（Saturation）、⑵順向主動（Active）、⑶截止（Cutoff）、以及⑷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⑴導通電流（I_{on}）；⑵截止電流（I_{off}）；⑶臨界電壓（V_T）；⑷次臨界擺幅（*SS*）；以及⑸汲極導致位障下降（*DIBL*）之影響。（20 分）