

等 別：三等考試
類 科：電子工程
科 目：半導體工程
考試時間：2 小時

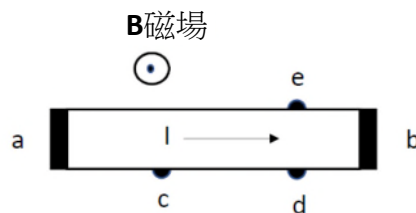
座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

- 一、砷化鎵半導體的晶格結構為閃鋅 (zincblende) 結構；其中砷原子構成一個面心立方次晶格 (sub-lattice)，而鎵原子構成另一個面心立方次晶格。
- (一)繪出閃鋅晶格結構，並說明次晶格如何使兩種原子組合成共價鍵鍵結。(10 分)
- (二)若以矽原子為砷化鎵半導體的雜質。分別就矽原子進入砷原子的次晶格取代砷原子、以及進入鎵原子的次晶格取代鎵原子，討論如何影響砷化鎵的導電型態。(10 分)
- 二、考慮在一個順偏發光二極體元件的主動層內的電子、電洞復合 (recombination)，舉出三種復合的方式，說明其物理機制，並敘述其復合速率與電子、電洞濃度的關係。(20 分)
- 三、如下圖所示為一霍爾效應 (Hall effect) 量測結構，所量測為一半導體薄膜長方形結構。電流 I 如圖所示，由接點 a 流入，接點 b 流出。磁場 $\mathbf{B}$ 為出紙面方向，與薄膜電流方向垂直。由接點 c 與接點 d 量得的電壓為 V_{cd} ；由接點 e 與接點 d 量得的電壓為 V_{ed} 。
- (一)若此半導體為 n 型半導體，由電子傳導，問電子會堆積在 e 接點側或 d 接點側？電壓 V_{ed} 為正或為負？說明你的理由。若半導體為 p 型半導體又會如何？(10 分)
- (二)若 ed 的間距為 W ， cd 的間距為 L ，薄膜的厚度為 t ，磁場的大小為 $|\mathbf{B}|$ ，單位電荷以 q 表之。就半導體為 n 型半導體，電子濃度為 n 的條件，求 V_{ed}/I 之值，以上述參數表之。(10 分)



- 四、考慮一個異質 PN 接面，P 型半導體的能隙為 1.4 eV，其中性區之費米能階在價電帶上方 0.05 eV。N 型半導體的能隙為 1.7 eV，其中性區的費米能階在導電帶下方 0.1 eV。若在接面接合處 N 型半導體的導電帶比 P 型半導體的導電帶高 0.2 eV。假設 P 型半導體的雜質濃度 N_A 遠高於 N 型半導體的雜質濃度 N_D ，畫出平衡時的能帶圖概要圖，圖中需標出能隙、中性區費米能階、接合處的導電帶與價電帶差異，以及空間電荷區。說明空間電荷區的主要電荷及其電場方向。並求此 PN 接面的內建電位 (built-in potential) 大小。(20 分)
- 五、舉出兩種乾式蝕刻 (dry etch) 法，說明其工作之原理。並說明乾式蝕刻為何能夠達到具高深寬比的非等向性 (anisotropic) 蝕刻。(20 分)