

111 年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

考試別：鐵路人員考試

等別：高員三級考試

類科組別：電子工程

科目：半導體工程

陳銘老師

一、(一)砷化鎵的晶體結構為何？(3 分)

(二)砷化鎵單位晶格中各有幾個砷原子和鎵原子？(4 分)

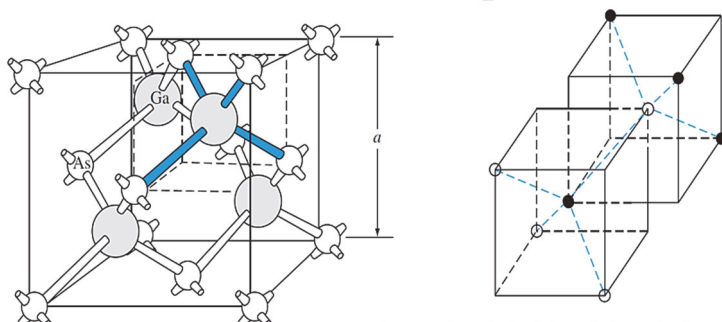
(三)已知砷化鎵的密度是 5.33 g/cm^3 ，鎵和砷的原子量分別為 69.72 和 74.92，請計算砷化鎵的晶格常數。(8 分)

1. 《考題難易》★★★

2. 《破題關鍵》：需知道閃鋅礦結構

【擬答】

(一)閃鋅礦結構，如圖所示



(二)晶格中包含兩種不同種類的原子，圖中可看出每個鎵原子有四個相鄰的砷原子，同時每個砷原子有四個相鄰的鎵原子。

(三)鎵： 69.72 g/mole ；As： 74.92 g/mole

$$\frac{4}{5.33} \times (69.72 + 74.92) / 6.02 \times 10^{23} = a^3 \Rightarrow a = 5.65 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

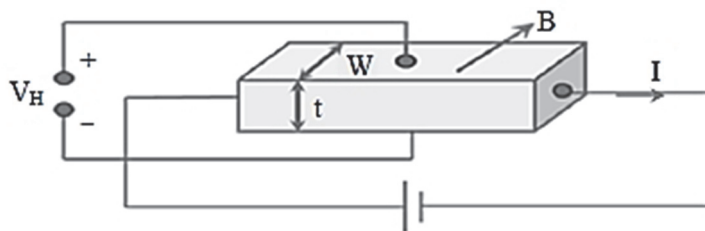
砷化鎵的晶格常數為 5.65 \AA

公職王歷屆試題 (111 鐵路特考)

二、如圖使用厚度 $t = 500 \mu\text{m}$ 、寬度 $w = 800 \mu\text{m}$ 的矽材料長方體進行霍爾效應 (Hall effect) 量測，通過的電流 $I = 1.6 \text{ mA}$ ，施加磁場 $B = 2 \text{ Tesla}$ ，此時量得的霍爾電壓 $V_H = -2.5 \text{ mV}$ 。

(一)請計算半導體的主要導電載子濃度。(10 分)

(二)若材料的電阻率是 $0.52 \Omega\text{-cm}$ ，請計算載子的遷移率值。(10 分)



1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》：瞭解霍爾效應原理

【擬答】

$$(一) N_B = \frac{1.6 \text{ mA} \times 2 \times 10^{-4}}{1.6 \times 10^{-19} \times 800 \times 10^{-4} \times 2.5 \text{ m}} = 10^{16} \text{ cm}^{-3}$$

$$(二) \rho = \frac{1}{N_B q \mu} \Rightarrow \mu = \frac{1}{0.52 \times 10^{16} \times 1.6 \times 10^{-19}} = 1201.9 \text{ cm}^2 / \text{v-s}$$

志光·學儒·保成

I can handle it.

輕鬆上榜 我做得到

鐵路特考 8 大學習資源 全面整合

基礎班

正規班

題庫班

總複習班

全國模擬考

考前關懷

申論指導

經驗傳承

善用補習班資源 幫助我上榜

寫申論題時,常常不知道如何下筆,交給老師批閱、提點後,便可朝著該方向練習,避免因為作答方向錯誤而浪費時間。

鐵路特考 員級 運輸營業 黃○禎

報名鐵路各類課程 享 專屬優惠價

公職王歷屆試題 (111 鐵路特考)

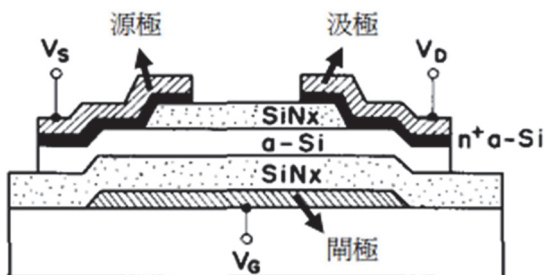
三、(一)請說明薄膜電晶體 (TFT) 的元件結構。(5 分)

(二)請說明複晶矽薄膜電晶體的載子遷移率較低的原因及如何改善?(10 分)

- 1. 《考題難易》★★★
- 2. 《破題關鍵》：需瞭解面板驅動電晶體的特性與操作

【擬答】

(一)結構如圖所示，TFT 是形成於玻璃基板上的 MOSFET



正電壓施於閘極時，在半導體層吸引電子而成電子通道，使得源極與汲極之間形成導通狀態。閘極電壓愈大，吸引的電子愈多，可以導通的電流亦愈大；負電壓施於閘極時，半導體層將電子排除，且因有非晶矽層的阻絕而無法吸引電洞，使得源極與汲極之間形成斷路狀態。

(二)非晶矽進行低溫結晶製程時，由低密度的非晶矽薄膜重新排列成為密度較高的複晶矽薄膜，過程中大量的缺陷集中在 Oxide/Si 界面處，造成 Oxide/Si 界面處形成大量的捕陷位置，界面處的捕陷密度產生之電荷會隨著元件的操作，所帶的電性也會不同，因此降低了主要載子遷移率。

可利用金屬誘發側向結晶方式(MILC)或是表面電漿處理來提升電子遷移率。

志光·學儒·保成

跳槽，國營事業吧!

找不到好工作嗎?

✔薪水高 ✔缺額多 ✔考科少 ✔好準備

比照軍公教，國營事業調升4%

新聞來源
工商時報 2022/01/07

政府支持國營事業調薪比照軍公教調升4%。經濟部也指出，已朝國營事業調薪4%方向規劃。

一年考取

楊○穎

110國營事業招考
台電企管組

面授班最大好處是若有疑問可以在課堂直接詢問老師，也可與同學一起討論。而且對於我這種自制力不夠強的人，面授班可以強迫我照著補習班安排好的進度讀書。

一年考取

崔○臺

110台電僱員
綜合行政

補習班老師對我的幫助真的很大，因為他的上課內容和書籍內容真的是完全針對台電考題去做整理，這幫我在念書時省下很多時間，最後也考了一個不錯的成績。

現在報名
國營課程

享 專案優惠價



國營事業專題
線上影音服務

立即觀看

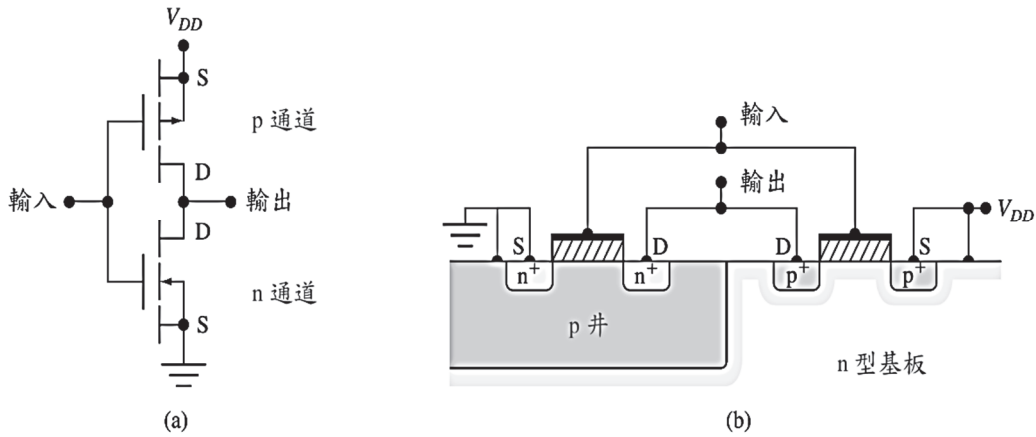
四、(一)請繪出使用 p 型井 (p-well) CMOS (complementary MOS) 反相器的橫截面圖。(10 分)

(二)請說明 CMOS 的閉鎖 (latch-up) 效應。(10 分)

1. 《考題難易》★★★
 2. 《破題關鍵》：瞭解 CMOS 製程與操作

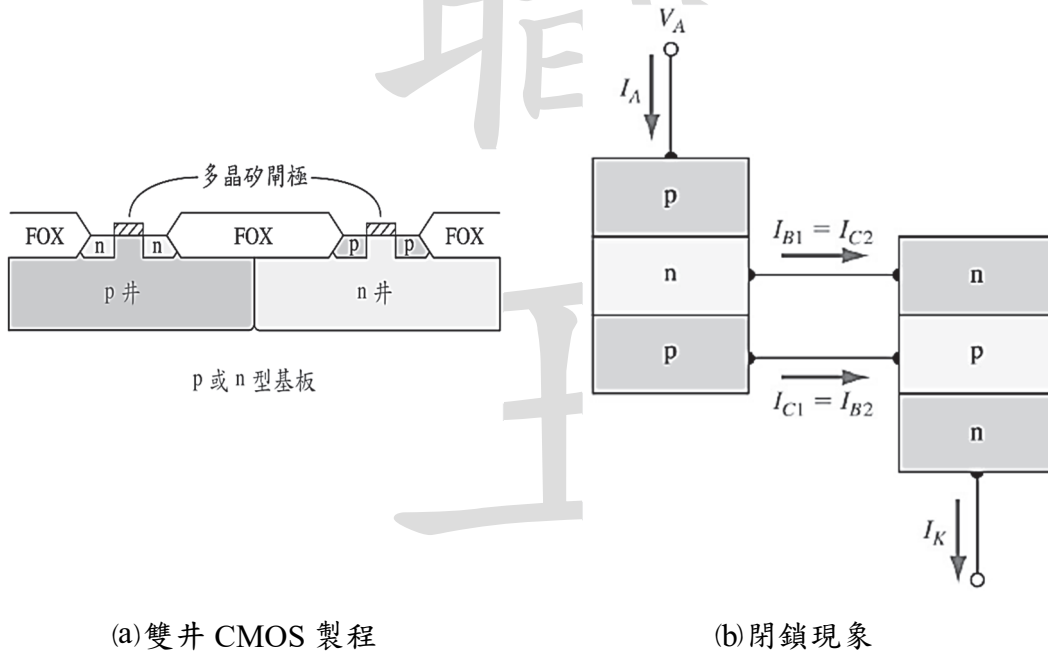
【擬答】

(一)利用一對互補的 p 通道與 n 通道組合，如圖所示，形成 CMOS 反相器電路，可以使得直流消耗功率極低。



(二)閉鎖(Latch-up)現象

發生於四層 pnpn 中的高電流、低電壓情況，圖(a)可看出在 CMOS 的布線圖中 P^+ 源極-n型基板-p井-n⁺源極，構成四層結構，如圖(b)所示。



公職王歷屆試題 (111 鐵路特考)

五、金屬 (功函數 ϕ_m) 與 n 型半導體 (摻雜濃度 N_D 、功函數 ϕ_s 、電子親和力 χ_s) 結合形成金屬-半導體界面 ($\phi_m > \phi_s$)。半導體具有導帶底部能量 E_C 、價帶頂部能量 E_V 、費米能量 E_F ，其空乏區寬度為 W 。

(一)請繪出熱平衡下金屬-半導體界面的能帶結構圖，並標示 ϕ_m 、 ϕ_s 、 χ_s 位置。(5 分)

(二)請繪出熱平衡下金屬-半導體界面的電荷分布與電場分布。(6 分)

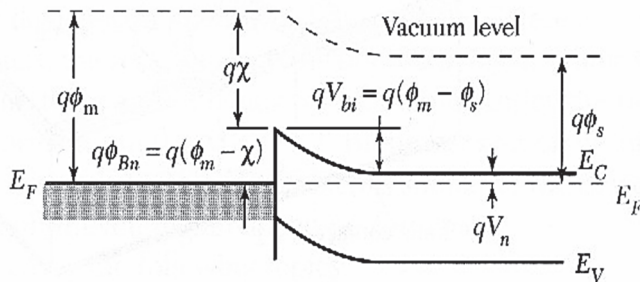
(三)請寫出界面屏障高度 (ϕ_{Bn}) 和內建電位 (V_{bi}) 的表示式，並在能帶結構圖中標示其位置。(5 分)

(四)請繪出施加正偏壓 V_F 時金屬-半導體界面的能帶結構圖。(4 分)

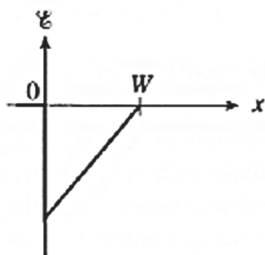
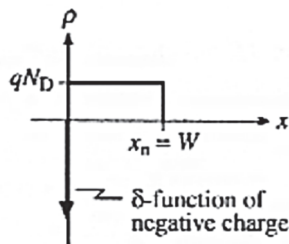
1. 《考題難易》★★★
 2. 《破題關鍵》：瞭解金屬與 N 型半導體接觸時之整流特性

【擬答】

(一)熱平衡時，相接左右的費米能階要相同，且真空能階要連續。



(二)電荷分布與電場分布如下圖所示



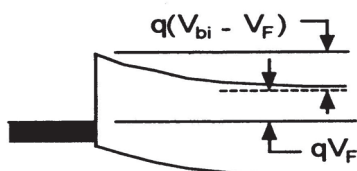
(三)由半導體往金屬看到的位障，稱為內建電位(built-in potential)，其值如下面表示式：

$$qV_{bi} = q(\phi_m - \phi_s)$$

由金屬層往半導體看到的位障，稱為蕭特基位障，其值如下面表示式：

$$q\phi_{Bn} = q(\phi_m - \chi)$$

(四)施加正偏壓 V_F 時金屬-半導體界面的能帶結構圖如下圖所示



公職王歷屆試題 (111 鐵路特考)

六、(一)熱分解反應常用來製作複晶矽，請寫出其化學反應式。(5 分)

(二)相較於複晶矽閘極電極，以鋁作為 MOS 閘極電極的穩定性較差，請說明其原因。(5 分)

- 1. 《考題難易》★★★
- 2. 《破題關鍵》：瞭解複晶矽閘極電極與鋁閘極電極之差異

【擬答】

(一)化學反應式如右： $SiH_4 + 2H_2 \rightarrow Si + 4H_2$

(二)鋁作為 MOS 閘極電極的穩定性較差，原因如下

1. 鋁有 Spiking 現象

當溫度上升至超過 600 度時，此時已超過鋁的熔點，將造成鋁的突尖 (hillocking) 現象

2. 鋁為一多晶物質，內有許多單晶晶粒，當電流流經鋁線時，電子持續地轟擊晶粒，較小之晶粒開始移動，產生電遷移效應。

志光 · 學儒 · 保成

掌握機會

你，也能
快速就業

鐵路特考攻略班 公職、國營一次搞定

鐵路運輸攻略班	鐵路事務攻略班	鐵路工科攻略班	鐵路員級攻略班
鐵路佐級運輸營業 + 初等考交通行政 + 郵局內勤(專業職二)	鐵路佐級事務管理 + 初等考一般行政 + 台電僱員綜合行政	鐵路佐級工科 + 初等考電子 + 台電工科	鐵路員級運輸營業 + 國營職員企管組

郭○伶 鐵路特考佐級運輸營業 · 郵局專業職二櫃台業務

不希望以後遇到中年失業，所以決定投入國考，由於郵局專業職二櫃台業務與鐵路佐級運輸營業有許多科目重疊，加上補習班相差的科目有優惠價，所以決定兩個考試一起準備。

連過
兩榜

★★★

現在報名鐵路課程享超值優惠價