

111 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：電子工程

科 目：半導體工程

陳銘 老師

一、(一)何謂接觸電阻 (contact resistance)？何謂片電阻 (sheet resistance)？何謂特徵電阻 (specific contact resistance)？並寫出上述三種電阻的單位。(20 分)

(二)請說明如何量測這三種電阻？(10 分)

1.《考題難易》★★★

2.《破題關鍵》：針對半導體量測方式說明

【擬答】

(一)接觸電阻：單位為 Ω

使用四根探針接觸晶圓表面，探針之距離皆相同，外加固定之電流 I 流經外側的兩根探針，內側兩根量測電壓 V ，即可量測出接觸電阻。

(二)片電阻 (sheet resistance)：單位為 Ω / sq

利用四點探針法之公式為 $\rho = R_s \times W = \frac{V}{I} \times W \times CF (\Omega - cm)$

其中 R_s 稱為片電阻 (Sheet resistance)， CF 稱為修正因子，在 $\frac{d}{s} \gg 20$ ，一般為 4.54。

(三)特徵電阻 (specific contact resistance)：單位為 $\Omega - cm^2$

$$R_C = \left(\frac{\partial J}{\partial V} \right)^{-1} \Big|_{V=0}$$

量測積體電路的接觸電阻一般是用傳輸線測量 (transmission line measurement)。

傳輸線測量的基本思路是描繪類似接觸之間同寬不同長度的條狀電阻值，所得之曲線斜率是塊狀薄膜電阻率 (resistivity) 的函數，截距即為特徵接觸電阻 (resistance)。

二、對一長度為 L 且此長度兩端施加偏壓 V 的 n 型半導體，假設電子的擴散長度為 L_n ，電子的擴散係數為 D_n ，電子的遷移率 (mobility) 為 μ_n ，電子濃度為 n ，電子電荷為 q 。假設沿長度 L 方向為 x 軸方向，且電子速度達到飽和值 v 。請寫出此半導體的漂移 (drift) 電流密度與擴散 (diffusion) 電流密度方程式？(20 分)

1.《考題難易》★★★

2.《破題關鍵》：瞭解半導體材料載子之遷移有兩種機制

【擬答】

(一)載子漂移與電流密度：外加電場所造成。

$$J_{drift} = J_p + J_n = pq\mu_p E + nq\mu_n E = (pq\mu_p + nq\mu_n) \times E = \sigma \times E$$

其中漂移速度： $v_p = \mu_p E$ ； $v_n = \mu_n E$

(二)載子擴散與電流密度：載子分佈不平均所造成。

$$J_{diff} = J_n + J_p = qD_n \frac{dn}{dx} - qD_p \frac{dp}{dx}$$

其中 D_n 為電子的擴散係數； D_p 為電洞的擴散係數。

公職王歷屆試題 (111 地方政府特考)

三、(一)對一 npn 雙極性接面電晶體 (Bipolar Junction Transistor, BJT)，若基極濃度由射極-基極接面 (emitter-base junction) 朝向基極-集極接面 (base-collector junction) 逐漸減少的結構，請說明這樣可以提供什麼優點？(10 分)

(二)對一 npn 雙極性接面電晶體，通常電流增益 (β) 是一常數，但是它在低集極電流 (I_C) 與高集極電流區域都會呈現減少的趨勢。請說明為什麼會減少的原因？(10 分)

1. 《考題難易》★★

2. 《破題關鍵》：需瞭解 BJT 的元件特性

【擬答】

(一)中間基極處可使用漸變型濃度摻雜方式，如此基極將有一內建電位存在，可讓射極注入基極之電子可加速通過，因而減少載子復合效應，故增加了電流增益與截止頻率。

(二)短路電流增益 β 在集極電流 I_C 小時會因小的復合因數而變小，在大的集極電流 I_C 時會因高階注入效應而下降。

四、考慮一多晶矽閘極金氧半電容 (polysilicon-gate MOS capacitor)，在高摻雜的閘極，其 $E_F - E_C = 0.2 \text{ eV}$ ；在一般摻雜的矽基板，其 $E_C - E_F = 0.2 \text{ eV}$ 。假設此結構理想化，

(一)畫出此多晶矽閘極金氧半電容在平帶 (flat-band) 情況下的能帶圖。(10 分)

(二)當閘極電壓等於零 ($V_G = 0$) 時，此多晶矽閘極金氧半電容是處於下列那一種情況？聚積 (accumulation)？空乏 (depletion)？反轉 (inversion)？(10 分)

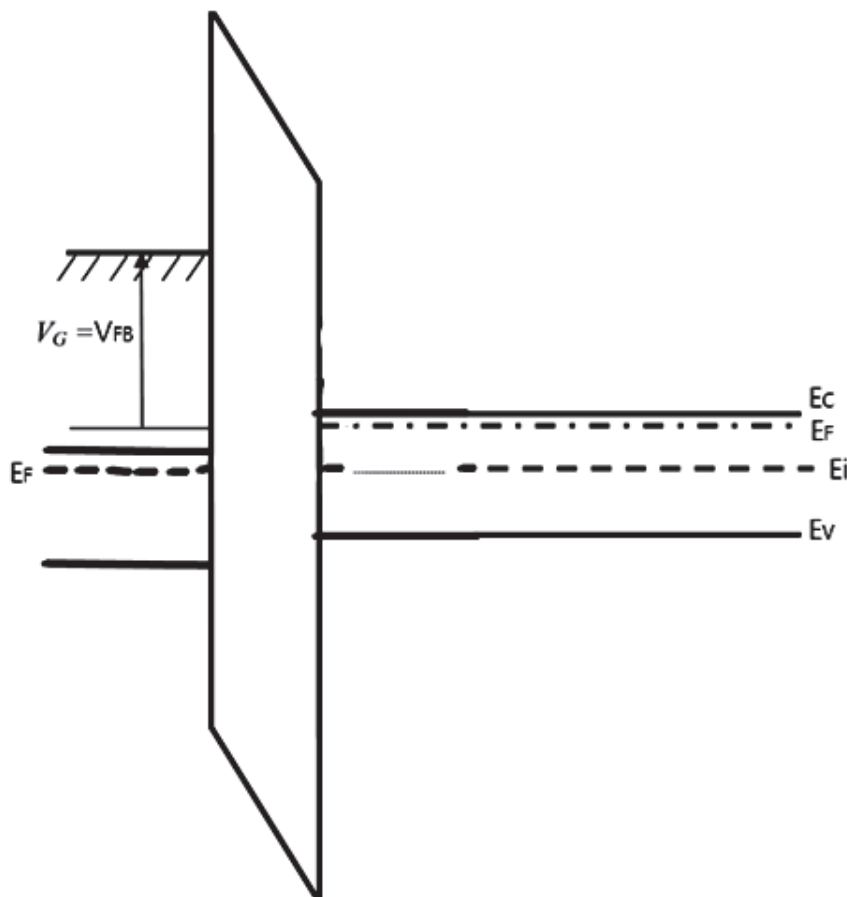
(三)請說明閘氧化層和場氧化層的差異。(10 分)

1. 《考題難易》★★★★

2. 《破題關鍵》：瞭解 MIS 閘極電容器的特性

【擬答】

(一)多晶矽閘極金氧半電容在平帶 (flat-band) 情況下的能帶圖



(二)反轉 (inversion) : $\phi_{ms} < 0$

(三)1. 當成閘氧化層使用

為薄的氧化層，在 MOS 元件中當作閘極氧化層與穿隧氧化層，持續的微縮之中需強調氧化層的品質，不只是絕緣能力。

2. 當成場氧化層(field oxide)使用

厚度在 $1\mu\text{m}$ 左右，可提供晶圓表面相鄰元件側向絕緣使用。

志光 保成 學儒 機械工程 | 電子工程 | 電力工程 | 資訊處理

一起站上工科勝利頂點

考取菁英 強勢佔榜

狀元	榜眼	探花
【全國狀元】111高 考電子工程-洪○銓	【全國榜眼】111普 考資訊處理-羅○昌	
【竹苗區狀元】110地特四等電子工程-詹○凱	【高雄市榜眼】110地特三等電力工程-江○展	
【台北市狀元】110地特四等資訊處理-于 ○	【高雄市榜眼】110地特四等電子工程-曾○富	
【台中市狀元】110地特四等電力工程-柯○訓	【台北市探花】110地特三等電力工程-黃○任	
【金門縣狀元】110地特四等資訊處理-吳○展	【台北市探花】110地特五等電子工程-柯○輝	

【花東區第四】110地特三等資訊處理-羅○哲 【全國第七】111普 考電子工程-卓○倫 【全國第八】111普考電力工程-陳○瑋
【桃園市第四】110地特三等資訊處理-丁○妮 【全國第七】111初 考電子工程-柯○輝 【全國第八】111普考電子工程-李○穎
【高雄市第四】110地特四等電力工程-盧○源 【桃園市第七】110地特三等電力工程-張○培 【全國第九】111普考機械工程-施○佑
【高雄市第六】110地特四等電力工程-蘇○禎 【全國第八】111高 考機械工程-江○禾

單一年度優秀考取

高考試訊處理 賴○全；高考試訊處理 郭○楷；普考試訊處理 劉○廷；普考試訊處理 賴○全；高考試訊處理 吳○顯；高考試訊處理 曾○倫；高考試訊處理 王○楷
高考試訊處理 黃○迪；高考試訊處理 廖○仲；普考試訊處理 張○偉；普考試訊處理 張○慧；高考試訊處理 鄧○駿；高考試訊處理 吳○聰；高考試訊處理 莊○雪
高考試訊處理 張○偉；高考試訊處理 羅○昌；普考試訊處理 褚○華；普考試訊處理 劉○銘；高考試訊處理 葛○宇；高考試訊處理 蔡○昇；普考試訊處理 馮○恩
高考試訊處理 郭○哲；高考試訊處理 劉○廷；普考試訊處理 李○庭；普考試訊處理 陳○堂；高考試訊處理 陳○瑋；普考試訊處理 吳○聰；普考試訊處理 蔣○森
高考試訊處理 胡○敏；高考試訊處理 李○庭；普考試訊處理 陳○明；普考試訊處理 廖○仲；高考試訊處理 王○甫；普考試訊處理 吳○哲；普考試訊處理 黃○榮
高考試訊處理 許○傑；高考試訊處理 曾○瑄；普考試訊處理 鄭○然；高考試訊處理 蔡○鎮；高考試訊處理 梁○豐；普考試訊處理 梁○豐；普考試訊處理 江○禾
高考試訊處理 陳○明；普考試訊處理 黃○迪；普考試訊處理 吳○翰；高考試訊處理 李○源；高考試訊處理 廖○榮；普考試訊處理 卓○倫；普考試訊處理 金○理
高考試訊處理 陳○明；普考試訊處理 黃○迪；普考試訊處理 曾○瑄；高考試訊處理 丁○翔；高考試訊處理 吳○哲；

志光 保成 學儒

我這樣做,一年連過4榜!

李○穎 111年度同時考取

普考電子工程	鐵路特考員級電子工程
中華電信線路建設及維護	台電僱員儀電運轉維護(中區)

選擇志光.保成.學儒,是因為資源多,時間上也比較好配合,而且還有配合疫情的遠距離教學,因此我報名了兩年班課程。
<基本電學>和<電子儀表>題型變化不大,主要將課本裡的題型練到熟,就能應付大部分了。<電子學>和<計算機概論>算是我的大敵,解決方法就是多做題目。
要上榜,就把常考的練到易如反掌,拿下有把握的分數。

你還有~這些機會!!

鐵路特考 高普考 地方特考 自來水評價人員 台電僱員 中油僱員 中華電信 國營聯招職員級

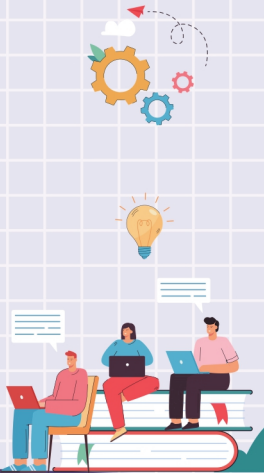


志光 保成 學儒

真的有輕鬆考取的方法！

掌握上榜8大招

 法科架構班 結合實務例子 建構法科概念	 扎實正規班 完整堂數 循序漸進	 工科全科班 公職+國營 一次到位	 作文實戰班 強化寫作架構 理清邏輯概念
 主題題庫班 主題教學 考點分析	 精華總複習 掌握考點 增強實力	 全真模擬考 比照真實考試 檢視應考實力	 考前關懷講座 名師最終提點 觀念更加清晰



志光 保成 學儒

還想變更强

學長姐推薦

工科題庫班

 解析 題目觀念 精選易錯題型 加強觀念解析	 強化 解題技巧 以題目授課 加強應考實力	 增快 答題速度 加強快速審題 增加取分機會
---	--	--

題庫班老師會針對考題趨勢，整理一系列的考試重點，有著老師精選過後的考古題再加上老師帶過一遍，讓頭腦立刻有深刻的印象。

111年普考資訊處理 張〇慧 **優秀考取**

