

南京理工大学

2021 年硕士学位研究生入学考试试题

科目代码: 820

科目名称: 光电基础

满分: 150 分

注意: ①认真阅读答题纸上的注意事项; ②所有答案必须写在答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效; ③本试题纸须随答题纸一起装入试题袋中交回!

一、图 1 为 Si 半导体的光吸收系数曲线。设想有一圆形光束, 直径为 2mm, 光功率为 3mW, 光波长为 $0.62 \mu\text{m}$, 照射在厚度为 1mm, 边长为 10mm 的正方形 Si 样品上。Si 材料表面的反射比为 0.2, 在光谱响应范围内光电转换的量子效率为 0.9, 计算该光束在表面、离表面 0.05mm 处的电子-空穴对的产生率。(10 分)

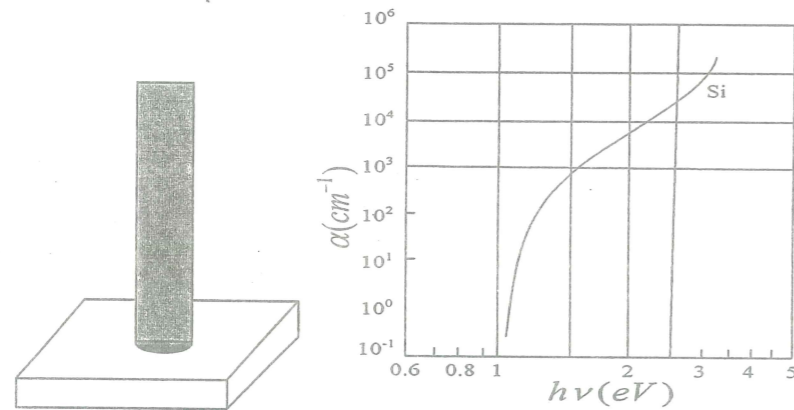


图 1 光照示意图和 Si 的光吸收系数曲线

二、画出 Si 的 PIN 型光电二极管加了正常工作电压的能带图, 设计出用这种器件检测光信号的电路连接图。与光电二极管的检测方法相比, 分析比较 PIN 型光电二极管检测方法的合理性。(15 分)

三、某光电倍增管有 10 个倍增级, 每个倍增级的二次电子发射系数 $\delta = 4$, 阴极灵敏度为 $R_K = 200 \mu\text{A/lm}$, 如阳极噪声电流为 4nA, 求该管的噪声等效功率。噪声的来源主要有哪些? 简述之。(10 分)

四、画出像管的枕形畸变图和桶形畸变图。第一代微光像增强器的单级像增强器暗背景亮度是 $2 \times 10^{-4} \text{cd/m}^2$, 阴极灵敏度为 $300 \mu\text{A/lm}$, 阳极高压为 12KV,

荧光屏的发光效率为 50lm/W , 其电子光学的透过率为 1, 荧光屏面积与阴极面积相等, 求该单级像管的等效背景照度。(10 分)

五、如图 2 所示, 说明帧行间转移 (FIT) 结构 CCD 成像器件的工作原理。(10 分)

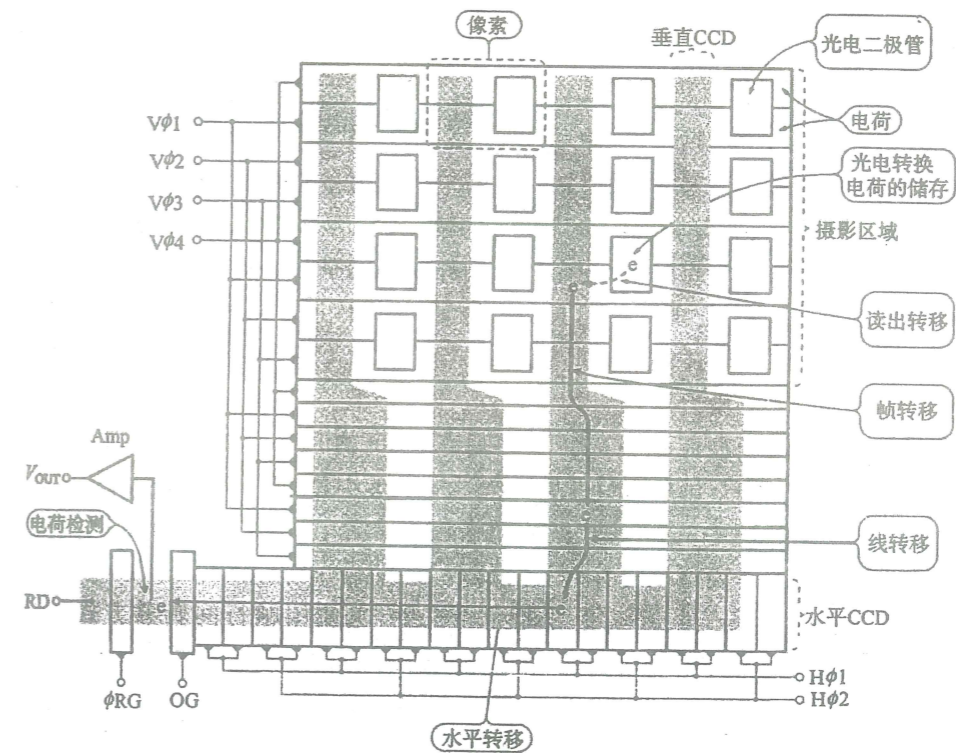


图 2 帧行间转移 (FIT) 结构 CCD 成像器件

六、PtSi 红外探测器的微结构如图 3，标示出这 5 层的结构各是什么，并说明这种光腔结构的特点。(10 分)

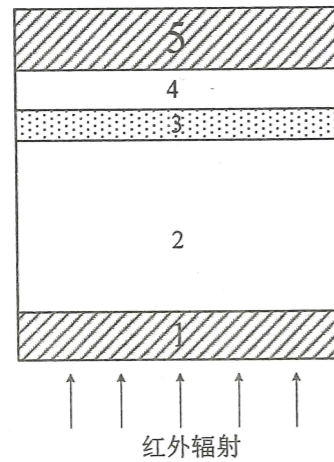


图 3 PtSi 红外探测器的微结构

七、微测辐射热计红外焦平面阵列的微桥结构有何特点？某微桥的热导为 $2 \times 10^{-5} \text{W/K}$ ，热容为 $3 \times 10^{-9} \text{J/K}$ ，求该微结构的热时间常数？这样的器件在使用时存在什么问题？提出一种可行的解决措施。(10 分)

八、脉冲调制的优点有哪些？若调制信号函数为 $V_s = V_{sm} \sin \omega_s t$ ， $\omega_s = 100 \text{Hz}$ ，载波脉冲信号 $\omega_c = 1 \text{kHz}$ ，请作出脉冲幅度调制的波形示意图，并说明其工作原理。(15 分)

九、以三级级联放大电路为例，当其各级各自的噪声功率分别为 P_{n1} 、 P_{n2} 、 P_{n3} ，各级增益分别为 K_{p1} 、 K_{p2} 、 K_{p3} ，各级噪声系数分别为 F_1 、 F_2 、 F_3 ，求解其总的噪声系数和各级噪声系数之间的关系；并以此证明：第一级放大器（前置放大器）决定多级放大电路的噪声性能。(10 分)

十、什么是噪声功率谱密度，其物理意义是什么？晶体三极管在中频段的噪声主要有哪些，各自产生机理是什么，分别具有什么特点？室温 ($T=290\text{K}$) 条件下，带宽 $\Delta f = 500 \text{Hz}$ ，电阻 $R = 15 \text{k}\Omega$ ，试计算该电阻上产生的热噪声均方根电压及噪声功率谱密度。(15 分)

十一、如图 4 所示的电路， $R_1 = R_2 = 20 \text{k}\Omega$ ， $R_3 = 15 \text{k}\Omega$ ， $R_f = 15 \text{k}\Omega$ ， $C_1 = C_2 = 2000 \text{pF}$ ，试分析该电路的幅频特性，计算截止频率 ω_0 和阻带衰减率（每十倍频段，用分贝数表示）。并以此电路分析，有源滤波电路比无源滤波电路的优势在哪里？(10 分)

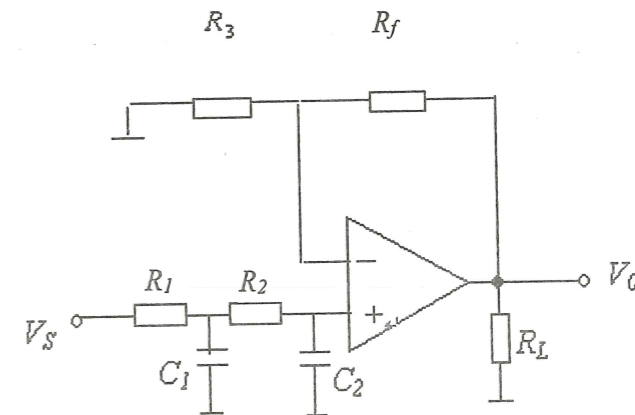


图 4 二阶有源滤波器电路图

十二、设计一个基于锁定放大原理的测量光学样品光学吸收参数的系统，作出系统结构框图，描述其工作原理，并分析该测量方法的优点。(10 分)

十三、试作出指数门积分器电路原理图，描述其工作原理（需作出输出特性曲线，说明该方法的优点），并以此为例分析取样积分器如何提高信噪比？(15 分)