

南京理工大学

2020 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!

(电子电量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{C}$, 真空中的光速 $c=3 \times 10^8 \text{m/s}$, 普朗克常数 $h=6.63 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s}$, 玻尔兹曼常数 $k=1.38 \times 10^{-23} \text{J/K}$, 供参考使用)

一、选择题 (每题 2 分, 共 10 分):

- 作为优异的半导体光电阴极, 要求光电逸出功和热逸出功的表述哪项是正确的?
 - 光电逸出功要求小, 热逸出功要大;
 - 光电逸出功要求小, 热逸出功也要小;
 - 光电逸出功要求大, 热逸出功小;
 - 光电逸出功要求大, 热逸出功也要大。
- 要探测波长为 $10.6 \mu\text{m}$ 的长波红外线, 下列半导体材料哪个合适?
 - Si; b. Ge; c. GaAs; d. HgCdTe.
- 关于红外焦平面阵列器件, 哪种是正确的:
 - 红外图像是对比度低, 背景很强, 这主要是受到温度噪声的限制;
 - 红外图像是对比度低, 背景很强, 这主要是受到光子噪声的限制;
 - 红外图像是对比度高, 背景很弱, 这主要受到光子噪声的限制;
 - 红外图像是对比度高, 背景很弱, 这主要受到温度噪声的限制。
- 下列四种说法中, 哪种是正确的?
 - 微光像增强器的空间分辨率好, 成像质量就好;
 - 光学传递函数全面表征成像质量, 是输入函数与线扩展函数的卷积;
 - 微光像增强器的相位传递函数好, 成像质量好;
 - 微光像增强器的调制传递函数值在中低频高, 一般成像质量就好。
- 热释电探测器在使用时:
 - 具有较宽的频带宽度, 从 0Hz 到几 KHz 的频率响应;
 - 电流会流过探测器;
 - 主要响应在红外光, 不响应可见光区;
 - 输出的电压随温度的变化。

二、如图 1 为 PIN 型雪崩光电二极管的结构, 画出该雪崩光电二极管未加电压、加上正常工作电压的能带图, 说明其工作原理。其有保护环的作用是什么? (15 分)

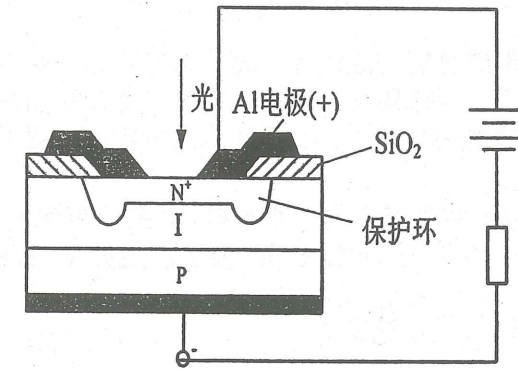


图 1 PIN 型雪崩光电二极管的结构及连接图

三、画出光电倍增管加负高压情况下电阻电容简明连接图。并说明电阻链的电阻值如何选取? 最后几级的旁路电容的作用是什么? (10 分)

四、微通道板输入端的电子流为 $2 \times 10^{-10} \text{A}$, 而输出端获得的电子流为 $3 \times 10^{-7} \text{A}$, 则该微通道板的电子增益是多少? 用电流连续方程, 解释微通道板的电流饱和特性。这对像增强器应用有何影响? (10 分)

五、图 2 为 CCD 输入结构图和势阱变化图, 说明其工作原理。(10 分)

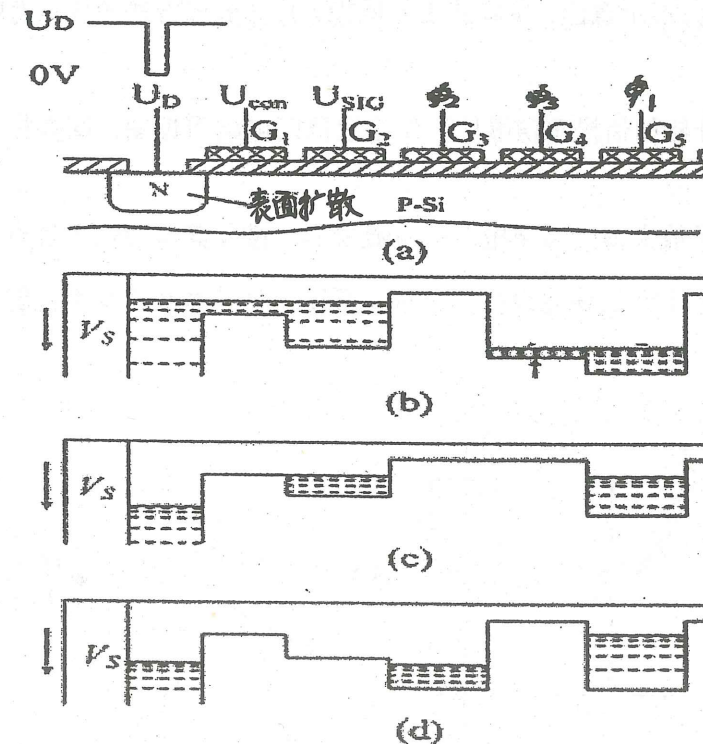


图 2 CCD 电位平衡法输入结构图和势阱变化图

六、微测辐射热计红外焦平面阵列的微桥结构有何特点？微桥与 Si 读出电路之间的间隙一般为多少？为什么？（10 分）

七、简要画出热释电探测器的电压响应率与调制频率的完整曲线。说明在较大的频率范围内如何做到均匀的频率-电压响应率特性。（10 分）

八、什么是等效噪声带宽，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？当晶体三极管用于低噪声放大电路设计中，为了获得最佳的噪声性能，三极管的选型标准有哪些？（15 分）

九、常用的对理想滤波器的幅度特性逼近方法有哪些，简要分析比较它们的特点。设计一个归一化的 n 阶 Butterworth 低通滤波器，要求满足如下条件：

$$\text{通带 } |H(j0.5)|^2 > 0.9$$

$$\text{阻带 } |H(j2)|^2 < 0.001$$

求解满足上述条件的最小 n 阶 Butterworth 低通滤波器的各极点以及对应的传递函数方程；并作出幅频特性曲线（需标明起始点、截止频率点）。（10 分）

十、设计一个基于相关检测原理测量运动目标相对观察者距离的系统，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。（15 分）

十一、假设调制信号函数为 $V_s = V_{sm} \sin \omega_s t$ ， $\omega_s = 100\text{Hz}$ ，载波脉冲信号 $\omega_c = 1\text{kHz}$ 作出脉冲宽度调制的波形示意图，说明其工作原理。并分析该方法的优点有哪些？（10 分）

十二、分析取样积分器如何提高信噪比？作出取样门电路原理图，简要描述工作原理。（10 分）

十三、根据图 3 所示放大器的噪声电压-电流模型，推导其等效输入噪声模型（需作图描述）。并分析当 R_g 满足怎样的条件，可以忽略其对系统噪声性能的影响。（15 分）

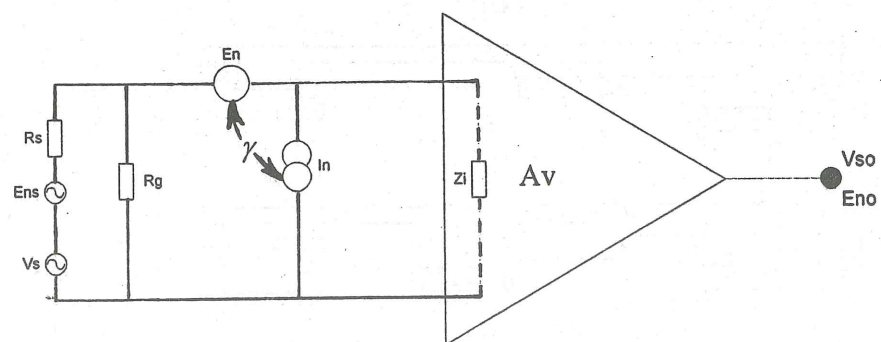


图 3 放大器噪声电压-电流模型电路图