

南京理工大学

2019 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、某半导体探测器在 $0.62 \mu\text{m}$ 处的光量子效率为 10%, 该探测器在该波长处的电流响应率是多少? 若该半导体材料的禁带宽度为 1.1eV , 电子亲和势为 0.4eV , 将其做成光电导探测器、做成光电阴极时, 其响应的长波阈值分别是多少? 当用它测量 $0.3\mu\text{m}$ 的紫外光, 其灵敏度为什么下降? (10 分)

二、如图 1, 画出光电三极管正常工作(加电压且有光照)的能带图, 简述其光照特性。(10 分)

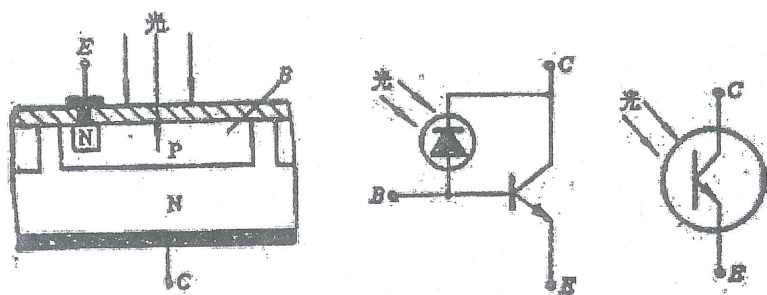


图 1 光电三极管的结构及简化原理图及符号

三、叙述半导体光电发射的三步物理过程。根据图 2 在答题纸上重画此图, 标出电子亲和势, 有效电子亲和势, 热逸出功, 光电逸出功。其中 E_0 是真空处电子能级。(10 分)

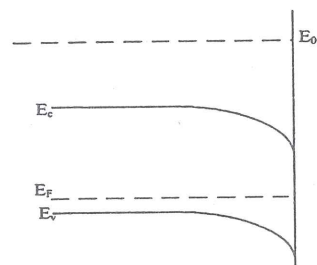


图 2 某半导体的能带图

四、某三级级联像增强管, 三个光电阴极均为 S-25, 它对标准光源的积分灵敏度 $R=400 \mu\text{A/lm}$, 三个荧光屏均为 P-20, 它的发光效率为 50lm/W , 各级电压均为 12KV , 各级电子光学系统通过系数为 1, 各级放大率为 1, 具体参数参考表 1 和表 2。在不考虑极间耦合损失的情况下:

- (1) 计算它对星光下绿色草木反射光的亮度增益 G_L 。
- (2) 亮度增益的来源是什么?
- (3) 说明提高阴极长波响应增加对比度和 G_L 的意义。(15 分)

表 1 光谱匹配系数

光源 \ 光阴极		S-1	S-11	S-20	S-25
		反射绿色草木			0.0148
晴朗星光					
	标准红外光源	0.269			0.539
标准光源		0.516	0.06	0.112	0.227
P-20 荧光屏		0.395	0.427	0.583	0.782

表 2 光源的光视效能

光源	2856K 标准光源	标准红外光源	标准红外光源下的绿色草木	晴星下的绿色草木	满月光下的绿色草	P-11 荧光屏	P-20 荧光屏	P-31 荧光屏
光视效能 K								
$K (\text{lm/W})$	23	130	19.9	5.45	59.2	140	476	421.3

五、埋沟信道的 CCD 的部分结构如图 3, 画出 U_B 和 U_G 上加上正常工作电压的能带图。说明其信号转移的原理。(10 分)

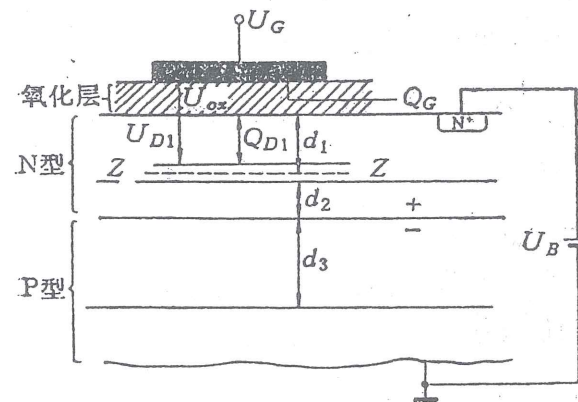


图 3 埋沟信道的 CCD 的部分结构

六、致冷型红外焦平面阵列的混合式结构是哪两种？画出钎对接连接的结构图，在图中标示出光背照射方式。简述进行连接的工艺过程。（10分）

七、为什么热释电探测器只能探测调制的或变化的热辐射？一般器件不加调制器，用什么方法来探测移动的热辐射源？简述其探测原理。（10分）

八、作出相关器的结构图并描述其工作原理，从时域角度分析相关检测抑制噪声并且有效地提取信号的原理。（15分）

九、根据图4所示放大器的噪声电压—电流模型，推导等效输入噪声模型（需作图）。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）

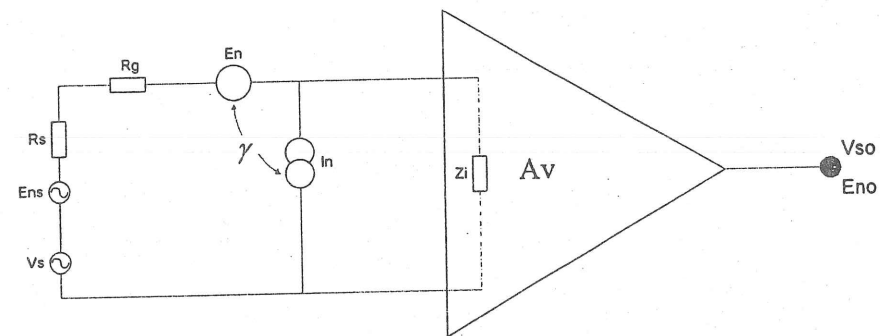


图4 放大器噪声电压—电流模型电路图

十、实际的电阻器主要产生哪些噪声，各自具有什么特点？画出实际电阻器的噪声电路模型。（10分）

十一、切比雪夫低通滤波器的幅频特性具有怎样的特点？试作出五阶归一化切比雪夫低通滤波器的幅频特性曲线（需标出各极点、起点及截止频率点）。（10分）

十二、作出锁定放大器的系统结构框图，分析每部分主要作用及工作原理。假设输入待测信号 $V_s = V_{sm} \sin(\omega_s t + \theta_s)$ ，以此为例分析锁定放大器如何实现相位锁定。（15分）

十三、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）