

2018 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. (10分) 测试光电器件对某光源的积分灵敏度实验。光源经过光栅单色仪后，每次通过的波长范围为 10nm 。测试了器件在光敏范围内各波长 λ_i 的光源辐射能量为 P_i 、器件的输出电流 I_i 。

- (1) 写出器件对该光源的光谱匹配系数积分公式。
- (2) 写出器件对该光源的射通量的积分灵敏度 (A/W) 的求和公式。

二. (15分) 图1为 InP—InGaAs—InP 材料制成的长波长的 PIN 光电探测器的结构。InP 的禁带宽度为 1.35eV ，InGaAs 的禁带宽度 0.7eV ，其光谱响应范围是多少？为什么？它的优点有哪些？为什么用 InP 和 InGaAs 的组合？

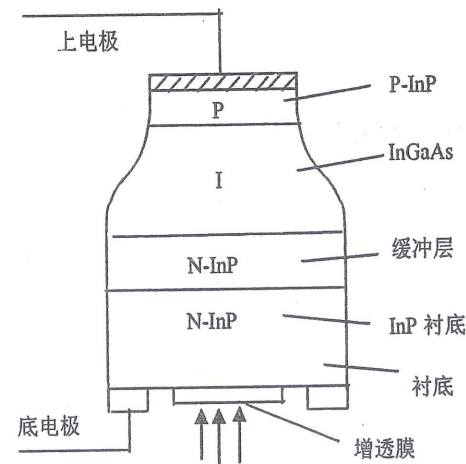


图1 某长波长的光电探测器的结构

三. (15分) 简述半导体光电发射的三步物理过程。某重 P 型掺杂半导体的禁带宽度为 1.1eV ，其电子亲和势为 2.0eV ，但由于能带弯曲，有效电子亲和势变为 0.4eV ，画出此情况下的能带图，要标出以上各量，费米能级的大致位置。其探测光的长波阈值是多少？

四. (10分) 画出第二代静电聚焦式像增强器的结构图。与第二代近贴型像增强器比较，它的空间分辨特性为什么好些？哪些因素影响了静电聚焦式像增强器的空间分辨特性？

五. (15分) 图2为帧/场转移面阵 CCD 的基本结构图。说明其工作原理。画出其光敏元的结构。假设光敏元电极上所加电压如图3，请画出处于 0.95 秒处的光敏元的能带图。

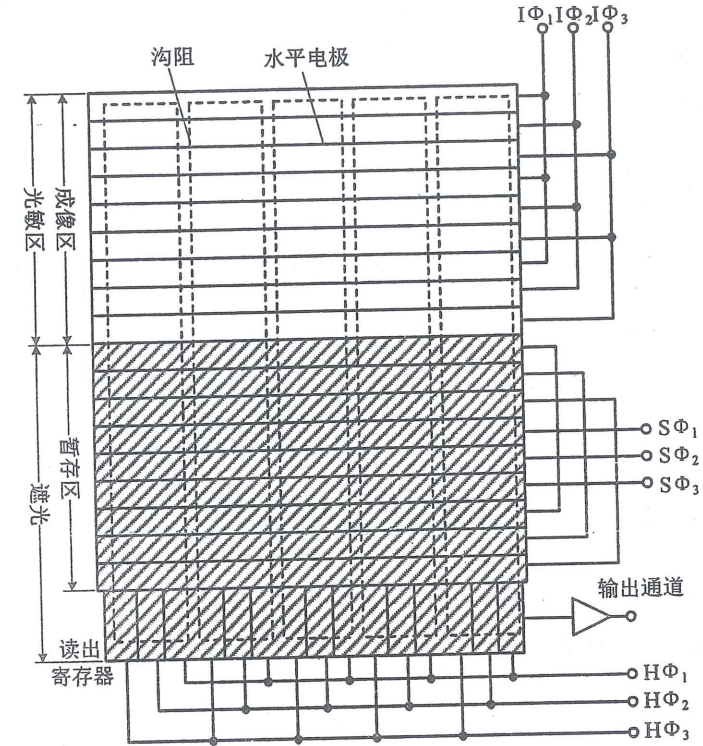


图2 帧/场转移面阵 CCD 的基本结构图

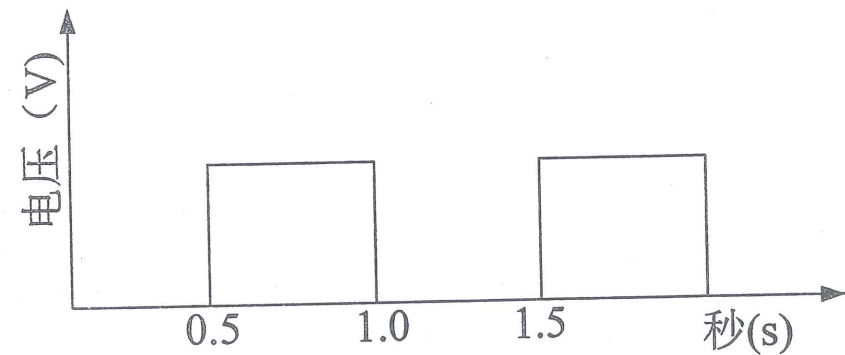


图3 加在光敏元电极上的脉冲分布图

六、(10分) 致冷型红外焦平面阵列的混合式结构有两种。画出钎对接连接的结构图, 在图中标示出光背照射方式。说明这种器件为什么设计这种方法探测红外光信号。

七、(10分) 实际的电容器中主要有哪些噪声, 各自具有什么特点? 画出实际电容器的噪声电路模型。

八、(15分) 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 $R=1\text{k}\Omega$, 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。

九、(10分) 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(需标注各极点、起点及截止频率点的位置)。

十、(15分) 锁定放大器的参考通道的作用是什么, 作出其结构框图。一个锁定放大器, 其探测灵敏度为 $0.01\mu\text{V}$, 过载电平为 $100\mu\text{V}$, 满刻度电平为 $1\mu\text{V}$, 试求出该锁定放大器的输出动态范围(以分贝形式表示)。

十一、(10分) 作出脉冲幅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?

十二、(15分) 作出光子计数系统的结构框图, 描述其工作原理, 并分析该系统能够实现光子计数必须具备的基本条件有哪些?