

华科光电考研复试（光电检测技术与应用题）

1、温度变化与自发极化强度有何关系？

答：晶体的整体温度的微小变化产生自发极化强度 P_s 的变化可表示为

$P_s = \sum_{i=1}^3 \pi_i \Delta T$ 式中 π_i 为热释电系数矢量，一般有三个分量 π_i ($i=1, 2, 3$)
 $\pi_i = dP_{si} / dT$ 单位 $C/m^2 \cdot K$

在与电热释电晶体的自发极化强度 P_s 轴垂直的表面内出现的束缚电荷面密度等于 P_s ，晶体内部电荷中和束缚电荷的平均时间 $\tau = \epsilon / r$ 这里 ϵ 为晶体的介电常数， r 为晶体的电导率，多数热释电晶体 τ 值在 $1 \sim 1000s$ 之间。

2、热电势探测器能否测量直流信号？为什么？

答：用于人体的热释电探测器，它的工作波长为 $7 \sim 15 \mu m$ ，人体辐射为 $9 \mu m$ ，图中被测物体（或人体）所辐射的红外线经过遮光盘的调制产生调制频率为 ω 的红外光照热释电晶体，当 $\omega \gg 1/\tau$ 时，晶体内自由电荷来不及中和表面束缚电荷的变化结果就使在垂直于极化强度 P_s 的两端面间出现交流电压，在端面上敷以电极，并接上负载电阻就有电流通过，在负载 R 两端就有交流电压输出，设温度变化率为 dT/dt ，极化强度 P_s 对时间的变化率为 dP_s/dt ，电极面积为 A ，则 $A dP_s/dt$ 就相当于电路上的电流，于是电压输出与温度变化率成正比。

3、硅光电池为什么使用梳状电池？

答：梳状电极：大面积光敏面采用梳状电极可以减少光载流子的复合，从而提高转换率，减少表面接触电阻。

4、为什么有些光敏二极管在制作 PN 结的同时还做出一个环极？

答：无光照时反向电阻很大（ M 级）只有打在 PN 结附近，使 PN 结空间电荷区（耗尽层）产生光生电子空穴对时它们与 P 区、N 区的少数载流子一起在 PN 结内电场的作用下做定向移动形成光电流，此时它的反向电阻大为降低，一般只有 $1K$ 到几百欧，当负偏压增加时耗尽层加宽使光电流增大，灵敏度提高，光电流与入射光照度成线性关系。
光敏二极管的缺点：暗电流较大

为了减少无光照时反向漏电流（暗电流）的影响有些光敏二极管（如 2DU 型）在制作 PN 结的同时还做出一个环形的扩散层引出的电极称为环极，如图所示因环极电位比负极电位高所以反向漏电流（暗电流）直接从环极流过而不再经过负极从而可以减少负极与正极之间的暗电流。

5、两种高速的光电二极管的结构特点和原理？（PIN、APD）

答：PIN 光电二极管结构特点：P 层和 N 层之间增加了一层很厚的高电阻率的本征半导体 I

增加 I 区优点：（1）因为 I 区相对的 P 区和 N 区是高阻，在反偏的工作情况下，它承受极大部分电压降，使耗尽区增大，这样展宽了光电转换有效工作区，使灵敏度增大（2）又因为 PIN 结光电二极管的工作电压是很高的反偏电压，使 PIN 结的耗尽层加宽，电场强光生电流加速因而大幅度减少了载流子在结构内漂移时间元件的响应速度加快 电路特点：反偏电压高

APD 光电二极管结构特点：在光照时 P+ 层受光子能量激发的电子从所带电跃迁到导带，在高电场作用下，电子从高速通过 P 层产生碰撞电离，形成大量新生电子空穴对，并且它们也从电场中获得高能量与从 P+ 层来的电子一起再次碰撞 P 区的其他原子，又产生大批新生电子

6、光纤传感器种类？

答：光纤传感器一般可分为两大类：一类是功能型传感器，又称 FF 型光纤传感器，它是利用光纤本身的特性，把光纤作为敏感元件，既感知信息又传输信息，所以又称传感型光纤传感器。另一类是非功能型传感器，又称 NF 型光纤传感器，它是利用其他敏感元件感受被测量的变化，光纤仅作为光的传输介质，用以传输来自于远处或难以接近场所的光信号，因此，也称为传光型光纤传感器。

7、硅光电池和硒光电池的结构，适用的波长范围（光谱特性），适合何种光，在实际中应用如何？ 答：硒光电池结构：先在铝片上覆盖一层 P 型半导体硒，然后蒸发一层镉，然后加热生成 N 型硒化镉，与原来 P 型硒形成一个大面积 PN 结，然后涂上半透明保护层，焊上电极，铝片为正极，硒化镉为负极。适用波长 $0.3 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 在实际应用中，由于硒光电池的光谱响应曲线与 $V(\lambda)$ 很相似，很适合做光度测量的检测量。

硅光电池结构：它是用单晶硅组成的，在一块 N 型硅片上扩散 P 型杂质（如硼），形成一个扩散 P+N 结；或在 P 型硅片扩散 N 型杂质（如磷），形成 N+P 结；再焊上两个电极。P 端为光电池正极，N 端为光电池负极，作光电检测器在地面技术上使用的最多为 P+N 型。适用波长 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$ 在实际应用中，把硅光电池单体经串联、并联组成电池组，与镍镉蓄电池配合，可作为卫星、微波站、野外灯塔、航标灯和无人气象站等无输电线路地区的电源供给。

8、光电导效应：在物质受到辐射光的照射后，材料的电学性质发生了变化（电导率改变、发射电子、产生感应电动势等）的现象称为光电效应。

外光电效应：是指受到光辐射的作用后，产生电子发射的现象。

内光电效应：是指受到光照射的物质内部电子能量状态产生变化，但不存在表面发射电子的现象。

光电导效应：半导体受光照后，内部产生

光生载流子，使半导体中载流子显著增加而电阻减小的现象。光生伏

特效应：光照在半导体 PN结或金属半导体接触面上时，会在 PN结或金属半导体接触的两侧产生光电动势。

本征光电导效应：只有光子能量 $h\nu$ 大于材料禁带宽度 E_g 的入射光，才能激发出电子空穴对，使材料产生光电导效应现象

光热效应：某些物质受到光照后，由于温度变化而造成材料性质发生变化的现象 温差电效应：由两种材料制成的结点出现温差而在两结点间

产生电动势回路产生电流

杂质光电导效应：是指杂质半导体中的施主或者受主吸收光子能量后电离，产生自由电子或空穴，从而增加材料电导率的现象

9、两种高速的光电二极管的结构特点，原理

答：APD：在光照时，P+层受光子能量激发的电子从价带跃迁到导带，在高电场作用下，电子从高速通过 P层并在 P层产生碰撞电离形成大量新生电子空穴对，并且它们也从电场中获得高能量，与从 P+层来的电子一起再次碰撞 P区的其他电子，又产生大批新生电子

PIN：P层和N层之间增加了一层很厚的高电阻率的本征半导体 I 10、光电管、光电倍增管的光谱特性取决于什么、结构和原理

答：光电管：光谱特性 ——阴极材料不同时，对不同波长的光敏感度不同工作原理和结构如图。光电倍增管：光谱响应宽特别是对红光和红外光。工作原理：阴极在光照下发射出光电子，光电子受到电极间电场作用而获得较大的能量，当电子以足够的速度打到倍增电极上时，倍增电极便会产生二次电子发射，使得向阳极方向运动的电子数目成倍的增加，经过多级倍增，最后到达阳极被收集而形成阳极电流随着光信号的变化、在倍增极不变的条件下，阳极电流也随光信号而变化达到把小的光信号变成大的电信号的目的。结构：光阳极 K，倍增极 D，阳极 A

11、为什么功能型光纤传感器在结构上是连续的？

答：功能型传感器利用光纤本身的特性，把光纤作为敏感元件既感知信息又传输信息，光纤与被测对象相互作用时光纤本身的结构参量（尺寸和形状）发生变化，光纤的传光特性发生相关变化，光纤中的光波参量受到相应控制即在光纤中传输的光波受到了被测对象的调制，空载波变为调制波，携带了被测对象的信息，另一层意思，光纤与被测对象作用时，光纤自身的结构参量并不发生变化，而光纤中传输的光波自身发生了某种变化，携带了待测信息

12、APD光电二极管在结构上有什么优点，为什么？

答：雪崩式光电二极管（APD）结构特点：在光照时，P+层受光子能量激发的电子从价带跃迁到导带，在高电场作用下电子从高速通过 P层产生

碰撞电离形成的大量新生电子空穴对，并且它们也从电场中获得高能量，与从 P+层来的电子一起再次碰撞 P区的其他原子，又产生大批新电子

13、PIN结光电二极管增加了一层 I区有什么优点？

答：（1）因为 I区相对于 P区的高阻，在反偏的工作情况下，它承受极大部分电压降使耗尽区增大，这样展宽了光电转换的有效工作区，使灵敏度增大（2）又因为 PIN结光电二极管的工作电压是很高的反偏电压，使PIN结的耗尽层加宽电场强光生电流加速，因而大幅度减少了载流子在结构漂移时间，元件的响应速度加快

14、为什么说光纤传感器不受电磁场干扰？

答：因为光纤传感器是利用光波传输信息，而光纤是一种多层结构的圆柱体，由石英玻璃或塑料制成的电绝缘耐腐蚀的传输媒质，并且安全可靠

15、试画出激光多普勒光纤测速系统的原理图，说明其工作原理？

答：图中 He-Ne激光器是经稳频后的单模激光，分束镜把激光分成两路，在两束光经汇聚透镜 L1把它们汇聚成焦点，在焦点附近两束光形成涉场、流体流经这一范围时，流体中的微小颗粒对光进行散射聚焦透镜 L2把这些散射光聚焦在光电倍增管上，产生包含流速信息的光电信号，经适当的电子线路处理可测出流体的流速

16、物质、能量和信息是人类发展的三大基本要素。

信息技术是一种综合技术，它包括四个基本内容，即感测技术，通信技术、人工智能与计算机技术和控制技术。

信息技术包括微电子信息技术、光子信息技术和光电信息技术等，作为核心的是微电子信息技术。

17、光敏电阻原理，如何构成？它的亮电阻、暗电阻是什么级别、它们之比是什么范围？

答：在均匀的具有光电导效应的半导体材料的两端加上电极，便构成光敏电阻，当光敏电阻的两端加上适当的偏置电压 U_{bb} 时，便有电流 I_p 流过，用检流计可以测到该电流，改变照射到光敏电阻上的光度量，发现流过光敏电阻的电流 I_p 将发生变化，说明光敏电阻的阻值随入射光辐射照度变化而变化，暗电阻为 M 级，亮电阻为几千欧的下之比可达 10^2 —— 10^6 （暗与亮）

2010

光电技术

一、选择

1. 可见光波段
2. 1cd的光在球面内的光通量
3. 发光效率的单位
4. 某波长的光照射本征半导体的禁带宽度
5. 某器件类型判断, PE/PV/PC, 内光电 / 外光电

二、问答 (30分)

1. 比探测率的公式表述及其物理意义
2. 光电倍增管的组成及工作原理
3. 探测器的 VI曲线, 并说明属于哪些器件

三、作图题 (10分)

1. 锁放的框图及其工作原理

激光技术 (说是考一二四章, 但第四章基本没考到, 反倒是第六章和激光原理有所涉及) 一、填空 (10分)

1. 调制的概念
2. 转镜调 Q的原理
3. 电光效应的概念
4. 稳频的概念

二、计算 (40分)

1. 半波电压的计算
2. 电光偏转角的计算
3. 已知束腰半径, 求发散角
4. 纵模间隔的计算

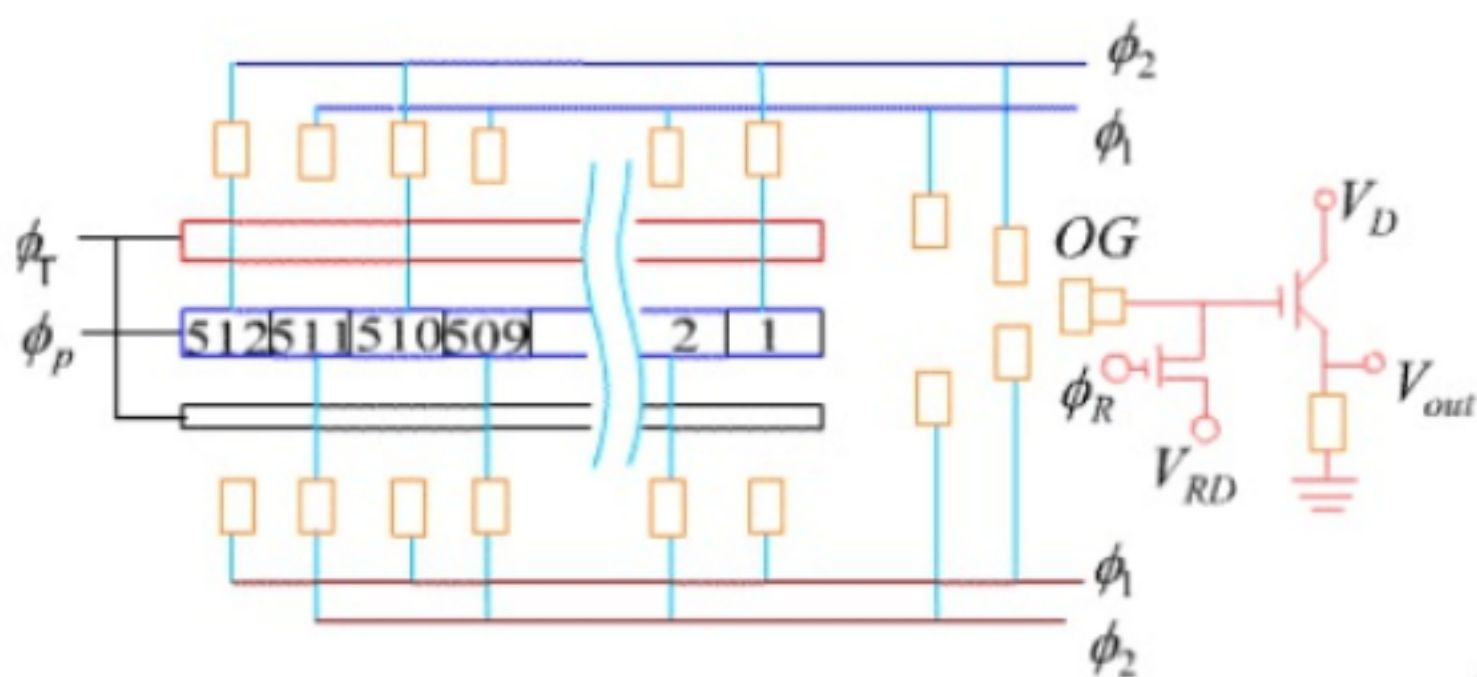
04

激光技术部分

- 1、一纵向运用的 KDP电光调制器，长为 2cm，折射率 $n = 1.5$ ，若工作频率为 1GHz(1000kHz)。试求此时光在晶体中的渡越时间及引起的衰减因子。
- 2、一个驻波超声场对布喇格衍射光会发生什么反应？给出它所造成的频移及衍射方向。
- 3、11作为调 Q激光器的物质，应具有那些条件？为什么？
- 4、一个声光调 Q器件（ $L = 50\text{mm}$ ， $H = 5\text{mm}$ ）是用熔融石英材料做成。用于连续 YAG激光器调 Q，已知激光器的单程增益为 0.3，声光器件的电声转换效率为 40%。求（1）声光器件的驱动功率 P_s 应为多大？（2）声光器件要工作于布喇格衍射区，其声场频率为多少？
- 5、在电光调制器中为了得到线性调制，在调制器中插入一个 $1/4$ 波片，它的轴向应如何放置为佳？若旋转 $1/4$ 波片，它所提供的直流偏置有何变化？

光电技术部分

- 1、简述 Boxcar积分器的定点和扫描工作方式的工作过程。
- 2、画出锁相放大器的工作原理图，并简述其工作原理。
- 3、简述 PMT的供电电路及电阻电容的取值方法和作用。
- 4、试叙光电二极管，光电池的工作原理以及开路电压，短路电流和光照度的关系。



6、如 PMT 阳极特性为 $\Phi = 4 \times 10^5 \text{lm}$ 时, $I_A = 200 \mu\text{A}$, 拐点电压 $V_m = 60\text{V}$ 如果为入射的最大光通量, 阳极电压 $= 90$, 要求在线性区内的负载电阻获得最大的输出电压, 求:

a 直流负载 $R_L = ?$

b 入射光由 $2.5 \times 10^5 \text{lm}$ 缓变为 $4 \times 10^5 \text{lm}$ 时, 输出电压的变化量 $\Delta V_A = ?$

05

激光技术部分

1、试设计一种试验装置, 如何检验出入射光的偏振态 (线偏光、椭圆偏光和自然光), 并指出是根据什么现象? 如果一个纵向电光调制器, 没有起偏器, 入射的是自然光, 能否得到光强调制? 若没有检偏器, 能否得到光强调制? 为什么?

3、用钼酸铅晶体做成一个声光偏转器, 取 $n = 2.48$, $M2 = 25$ (相对于熔融石英 $M2 \text{石英} = 1.51 \times 10$

- 15

mkgs单位), 换能器长度 $L = 1\text{cm}$, 宽度 $H = 0.5\text{cm}$, 声波沿光轴方向传播, 声频 $f_s = 0$

=

150Mhz, $v_s = 3.66 \times 10^5 \text{cm/s}$ 光束宽度 $w = 0.85\text{cm}$, $= 0.15 \text{m}$ 。

(1) 证明该偏转器只能产生正常布喇格衍射

(2) 为获得 100% 的衍射效率, 求声功率 $P_s = ?$

(3) 取布喇格带宽 $f_s = 125\text{MHz}$, 衍射效率降低多少?

(4) 求可分辨点数 $N = ?$

3、说明利用调 Q 技术获得高峰值功率巨脉冲的原理。并简单说明调 Q 脉冲形成过程中, 各参量随时间的变化。

4、14 声光调 Q 为什么运转于行波工作状态, 一般只适用于连续激光器的高重复频率运行? 加到电声换能器上的高频信号还要用频率为 f 的脉冲电压进行调制?

5、有一转镜调 Q 钕玻璃激光器, 棒的尺寸为 $20 \times 500\text{mm}$ 腔内散射损耗 $\alpha = 0.05$, 反转粒子数密度 $n = 8.17 \times 10^{17} \text{cm}^{-3}$ 受激发射截面 $\sigma = 2.4 \times 10^{-20} \text{cm}^2$ 求马达转速为 6 万转 / 分时的开关角和开关时间。

光电检测

- 1、 光电探测器按其伏安特性可分为哪几类？画出伏安特性曲线，并说明其分属于哪些器件。
- 2、 强噪声背景下的宽带周期信号用什么方法进行探测？可以采用锁相放大器吗？为什么？
- 3、 最佳源点阻是信号源的参数，还是前放的参数，它的表达式是什么？式中各项代表什么？什么是噪声匹配，通常有哪些方法可以实现噪声匹配。
- 4、 外光电效应与热电效应的主要异同点（包括各自的优缺点）。
- 5、 应如何理解光电导增益，它对提高 R_{pc} 器件设计和使用上有何指导意义。
- 6、 用2CU接受激光信号，2CU的 $R=0.5/\Omega$ ， $\omega=25$ 时，伏安特性曲线拐点电压 $V_m=10V$ ，结电容 $C_j=3pF$ ，电源电压 $V=60V$ ，引线分布电容 $C_l=7PF$ ，设激光的辐射同量 $\Phi = (20+5\sin\omega t)$ ，求管子在线区，获得最大功率时的偏置电阻和负载电阻 V_{LMAX} ， I_{LMAX} ，和上限截止频率 f_{hc} 。
- 7、 光电导探测器通常有几种直流偏置方式？在偏置直流一定的情况下，比较它们的响应度和偏置电源电压的高低。

激光技术部分

- 1、 当频率 $f_s = 40MHz$ 的超声波在熔凝石英声光介质（ $n = 1.54$ ）中建立起超声场（ $v_s = 5.96 \times 10^5 cm/s$ ）时，试计算波长为 $\lambda = 1.06 \mu m$ 的入射光满足布喇格条件的入射角 θ_i ？
- 2、 一束线偏振光通过长 $L = 25cm$ ，直径 $D = 1cm$ 的实心玻璃，外绕 $N = 250$ 匝导线，通电流 $I = 5A$ 。取范德特常数 $V = 0.5/G^2 cm$ ，试计算光的旋转角 θ 。
- 3、 试以电光调制为例，说明波导调制器与体调制器的区别和联系。
- 4、 说明利用调Q技术获得高峰值功率巨脉冲的原理。并简单说明调Q脉冲形成过程中，各参量随时间的变化。
- 5、 有一带偏振棱镜的电光调Q YAG激光器。试回答和计算下列问题：
（1）画出调Q激光器的结构示意图，并标出偏振镜的偏振轴和电光晶体各主轴的相对方向。

(2) 怎样调整偏振镜的起偏方向和晶体的相对位置才能得到理想的开关效果。 (3) 计算 $1/4$ 波长电压 $V_{\lambda/4}$ ($l = 25\text{mm}$, $n_o = n_e = 1.50$, $\lambda = 633\text{nm}$)
 $= 23.6 \times 10^{-17}\text{m/V}$

06

光电技术部分

1、 为何 pv 器件只有反偏置和零偏置是才有的光电效应。而光电三极管不能工作在零偏置状态。

2、 硅光电池与硅光电二极管有那些区别。在那种情况下选用硅光电二极管比选用硅光电池更有利。

3、 常用光电阴极多用那种类型的半导体材料，为什么？

4、 某三相线阵 CCD 共有 500 个单元，每个单元有三个电极，如果材料的热生少子寿命 $\tau = 10^{-6}\text{s}$

秒，电荷包的转移只考虑扩散作用。扩散衰减的时间常数 $\tau_d = 4\text{s}$ ，若要求电荷转

移效率不低于 90%，求时钟频率的上下限。

5、 若 PMT 中，倍增材料为银镁合金，共有十一级，每级倍增系数均相等，求：

a 要求电流放大倍数的相对变化率不大于 1% 时，电源电压的相对变化率不大于多少？ B 如果级间电压为 100 伏，光脉冲时间为 200ns，为使 PMT 在脉冲光作用下，最末三级倍增级的极间电压的相对变化率能满足上述要求，在电阻链上应分别并联多大的电容。（设脉冲电流峰值为 150 μA ）

2012华中科技大学 光电学院复试内容回忆

光电技术 10分

- 1、禁带宽度
- 2、可见光范围
- 3、4
- 4、pin探测器
- 5、pmt探测器 10分
- 1、683lm 光照度 辐照度 单色响应度 量子效率 5分
- 2、维恩位移 5分
- 3、pmt组成 5分
- 4、响应频率 5分 5、nep 5分
- 1、探测器分类 5分
- 2、光外差

激光技术 10分

- 1、g增益 10分
- 2、耦合系数和长度 10分
- 3、吸收系数 10分
- 4、电光偏转角 10分
- 5、半波电压