**第一章**

1. 设在半径为*Rc*的圆盘中心法线上，距盘圆中心为*l*0处有一个辐射强度为*Ie*的点源S，如图所示。试计算该点源发射到盘圆的辐射功率。

解：因为，

|  |
| --- |
| *l*0 |

|  |
| --- |
| S |

|  |
| --- |
| *Rc* |

|  |
| --- |
| 第1.1题图 |

且 

所以

2. 如图所示，设小面源的面积为Δ*As*，辐射亮度为*Le*，面源法线与*l*0的夹角为*θs*；被照面的面积为Δ*Ac*，到面源Δ*As*的距离为*l*0。若*θc*为辐射在被照面Δ*Ac*的入射角，试计算小面源在Δ*Ac*上产生的辐射照度。

|  |
| --- |
| *Le* |

|  |
| --- |
| Δ*As* |

|  |
| --- |
| Δ*Ac* |

|  |
| --- |
| *l*0 |

|  |
| --- |
| *θs* |

|  |
| --- |
| *θc* |

|  |
| --- |
| 第1.2题图 |

解：亮度定义:

强度定义:

可得辐射通量：

在给定方向上立体角为：

则在小面源在Δ*Ac*上辐射照度为：

3.假如有一个按朗伯余弦定律发射辐射的大扩展源（如红外装置面对的天空背景），其各处的辐亮度Le均相同，试计算该扩展源在面积为Ad的探测器表面上产生的辐照度。

答：由得，且

则辐照度：

4. 霓虹灯发的光是热辐射吗？

不是热辐射。霓虹灯发的光是电致发光，在两端放置有电极的真空充入氖或氩等惰性气体，当两极间的电压增加到一定数值时，气体中的原子或离子受到被电场加速的电子的轰击，使原子中的电子受到激发。当它由激发状态回复到正常状态会发光，这一过程称为电致发光过程。

6. 从黑体辐射曲线图可以看出，不同温度下的黑体辐射曲线的极大值处的波长*λm*随温度*T*的升高而减小。试由普朗克热辐射公式导出

。

答：这一关系式称为维恩位移定律，其中常数为2.898×10-3m•K。

普朗克热辐射公式求一阶导数，令其等于0，即可求的。

7.黑体辐射曲线下的面积等于等于在相应温度下黑体的辐射出射度M。试有普朗克的辐射公式导出M与温度T的四次方成正比，即



这一关系式称斯特藩-波耳兹曼定律，其中常数为5.6710-8W/m2K4

解答：教材P9，并参见大学物理相关内容。

9. 常用的彩色胶卷一般分为日光型和灯光型。你知道这是按什么区分的吗？

按色温区分。

10 为频率在间黑体辐射能量密度，为波长在 间黑体辐射能量密度。已知  ，试求。

解答：

由，通过全微分进行计算。

11 如果激光器和微波器分别在λ=10μm，λ=500nm和ν=3000MHz输出一瓦的连续功率，问每秒钟从激光上能级向下能级跃迁的粒子数分别是多少？

解答：

，

12 设一对激光能级为E2和E1（g2=g1），相应的频率为ν（波长为λ），各能级上的粒子数为n2和n1。求

（1）当ν=3000MHz，T=300K时，n2/n1=？

（2）当λ=1μm，T=300K时，n2/n1=？

（3）当λ=1μm，n2/n1=0.1 温度T=？。

解答：



13 试证明，由于自发辐射，原子在E2能级的平均寿命。

解答：

参见教材P12

14 焦距f是共焦腔光束特性的重要参数，试以f表示，，， 。 由于f和是一一对应的，因而也可以用作为表征共焦腔高斯光束的参数，试以表示f、，，。

解答：









15 今有一球面腔，R1=1.5m，R2=-1m，L=0.8m。试证明该腔为稳定腔；并求出它的等价共焦腔的参数。

解答：



稳定强条件：，求出g1和g2为腔参数。

16 某高斯光束=1.2mm，求与束腰相距0.3m，10m和1000m远处的光斑的大小及波前曲率半径R。

解答：







**第二章**

1. 何为大气窗口，试分析光谱位于大气窗口内的光辐射的大气衰减因素。

答：对某些特定的波长，大气呈现出极为强烈的吸收。光波几乎无法通过。根据大气的这种选择吸收特性，一般把近红外区分成八个区段，将透过率较高的波段称为大气窗口。

2. 何为大气湍流效应，大气湍流对光束的传播产生哪些影响？

答：是一种无规则的漩涡流动，流体质点的运动轨迹十分复杂，既有横向运动，又有纵向运动，空间每一点的运动速度围绕某一平均值随机起伏。这种湍流状态将使激光辐射在传播过程中随机地改变其光波参量，使光束质量受到严重影响，出现所谓光束截面内的强度闪烁、光束的弯曲和漂移（亦称方向抖动）、光束弥散畸变以及空间相干性退化等现象，统称为大气湍流效应。

3．对于3m晶体LiNbO3，试求外场分别加在x,y和z轴方向的感应主折射率及相应的相位延迟（这里只求外场加在x方向上）

解：铌酸锂晶体是负单轴晶体，即nx=ny=n0、nz＝ne 。它所属的三方晶系3m点群电光系数有四个，即γ22、γ13、γ33、γ51。电光系数矩阵为：

由此可得铌酸锂晶体在外加电场后的折射率椭球方程为：

 （1）

通常情况下，铌酸锂晶体采用450－z切割，沿x轴或y轴加压，z轴方向通光，即有Ez=Ey=0,且Ex≠0。晶体主轴x,y要发生旋转，上式变为：

 （2）

因，且光传播方向平行于z轴，故对应项可为零。将坐标轴绕z轴旋转角度α得到新坐标轴，使椭圆方程不含交叉项，新坐标轴取为

，z=z’ （3）

将上式代入2式，取消除交叉项，得新坐标轴下的椭球方程为：

 （4）

可求出三个感应主轴x’、y’、z’（仍在z方向上）上的主折射率变成：

 （5）

可见，在x方向电场作用下，铌酸锂晶体变为双轴晶体，其折射率椭球z轴的方向和长度基本保持不变，而x,y截面由半径为n0变为椭圆，椭圆的长短轴方向x’ y’相对原来的x y轴旋转了450，转角的大小与外加电场的大小无关，而椭圆的长度nx，ny的大小与外加电场Ex成线性关系。

当光沿晶体光轴z方向传播时，经过长度为的晶体后，由于晶体的横向电光效应（x-z），两个正交的偏振分量将产生位相差：

 （6）

若为晶体在x方向的横向尺寸，为加在晶体x方向两端面间的电压。通过晶体使光波两分量产生相位差（光程差/2）所需的电压，称为“半波电压”，以表示。由上式可得出铌酸锂晶体在以（x-z）方式运用时的半波电压表示式：

 （7）

由（7）式可以看出，铌酸锂晶体横向电光效应产生的位相差不仅与外加电压称正比，还与晶体长度比/有关系。因此，实际运用中，为了减小外加电压，通常使/有较大值，即晶体通常被加工成细长的扁长方体。

4．一块45度-z切割的GaAs晶体，长度为L，电场沿z方向，证明纵向运用时的相位延迟为。

解：GaAs晶体为各向同性晶体，其电光张量为：

 （1）

z轴加电场时，Ez＝E，Ex=Ey=0。晶体折射率椭球方程为：

 （2）

经坐标变换，坐标轴绕z轴旋转45度后得新坐标轴，方程变为：

 （3）

可求出三个感应主轴x’、y’、z’（仍在z方向上）上的主折射率变成：

 （4）

纵向应用时，经过长度为L的晶体后，两个正交的偏振分量将产生位相差：

 （5）

5. 何为电光晶体的半波电压？半波电压由晶体的那些参数决定？

答：当光波的两个垂直分量*Ex*′，*Ey*′的光程差为半个波长（相应的相位差为*π*）时所需要加的电压，称为半波电压。

6．在电光晶体的纵向应用中，如果光波偏离z轴一个远小于1的角度传播，证明由于自然双折射引起的相位延迟为，式中L为晶体长度。

解：，得

自然双折射引起的相位延迟：



7. 若取*vs*=616m/s，*n*=2.35， *fs*=10MHz，*λ*0=0.6328μm，试估算发生拉曼-纳斯衍射所允许的最大晶体长度*L*max=?

解：由公式计算。答案：3.523mm。

8 利用应变S与声强Is的关系，证明一级衍射光强I1与入射光强I0之比为（近似取）

解答：

用公式作近似？？

1. 由布拉格衍射方程直接计算，答案：sinθB=0.00363

10. 一束线偏振光经过长*L*=25cm，直径*D*=1cm的实心玻璃，玻璃外绕*N*=250匝导线，通有电流*I*=5A。取韦尔德常数为*V*=0.25×10-5（′）/cm•T，试计算光的旋转角*θ*。

解：由公式和计算。答案：0.3125’

11. 概括光纤弱导条件的意义。

答：从理论上讲，光纤的弱导特性是光纤与微波圆波导之间的重要差别之一。实际使用的光纤，特别是单模光纤，其掺杂浓度都很小，使纤芯和包层只有很小的折射率差。所以弱导的基本含义是指很小的折射率差就能构成良好的光纤波导结构，而且为制造提供了很大的方便。

14． 光纤色散、带宽和脉冲展宽之间有什么关系？对光纤传输容量产生什么影响？

（P80 2.5.3 2）

答：光纤的色散会使脉冲信号展宽，即限制了光纤的带宽或传输容量。一般说来，单模光纤的脉冲展宽与色散有下列关系：即由于各传输模经历的光程不同而引起的脉冲展宽。单模光纤色散的起因有下列三种：材料色散、波导色散和折射率分布色散。

光脉冲展宽与光纤带宽有一定关系。实验表明光纤的频率响应特性H(f)近似为高斯型，如图2-23所示。  fc是半功率点频率。 显然有 因此，fc称为光纤的3dB光带宽。

光纤的色散和带宽对通信容量的影响： 光纤的色散和带宽描述的是光纤的同一特性。其中色散特性是在时域中的表现形式，即光脉冲经过光纤传输后脉冲在时间坐标轴上展宽了多少；而带宽特性是在频域中的表现形式，在频域中对于调制信号而言，光纤可以看作是一个低通滤波器，当调制信号的高频分量通过光纤时，就会受到严重衰减，如图所示。 

通常把调制信号经过光纤传播后，光功率下降一半(即3dB)时的频率(fc)的大小，定义为光纤的带宽(B)。由于它是光功率下降3dB对应的频率，故也称为3dB光带宽。可用下式表示。 

光功率总是要用光电子器件来检测，而光检测器输出的电流正比于被检测的光功率，于是：

从上式中可以看出，3dB光带宽对应于6dB电带宽。

15. 光波水下传输有那些特殊问题？

答：主要是设法克服这种后向散射的影响。措施如下：

⑴适当地选择滤光片和检偏器，以分辨无规则偏振的后向散射和有规则偏振的目标反射。

⑵尽可能的分开发射光源和接收器。

⑶采用如图2-28所示的距离选通技术。当光源发射的光脉冲朝向目标传播时，接收器的快门关闭，这时朝向接收器的连续后向散射光便无法进入接收器。当水下目标反射的光脉冲信号返回到接收器时，接收器的快门突然打开并记录接收到的目标信息。这样就能有效的克服水下后向散射的影响。

**第三章**

1. 一纵向运用的KDP电光调制器，长为2cm，折射率*n*=2.5，工作频率为1000kHz。试求此时光在晶体中的渡越时间及引起的相位延迟。

解：0.167nS

渡越时间为：*τd*=*nL*/*c*

相位延迟因子：



2. 在电光调制器中，为了得到线性调制，在调制器中插入一个*λ*/4波片，波片的的轴向如何设置最好？若旋转*λ*/4波片，它所提供的直流偏置有何变化？

答：其快慢轴与晶体的主轴*x*成45°角，从而使和两个分量之间产生*π*/2的固定相位差。

3．当电场反向施加时，晶体依次绕z轴旋转90度，或电场同样，则光轴重合。

4 如果一个纵向电光调制器没有起偏器，入射的自然光能否得到光强度调制？为什么？

解答：

不能得到强度调制。自然光通过电光调制器后，不能形成固定相位差。

5 一个PbMoO4声光调制器，对He-Ne激光进行调制。已知声功率Ps=1W，声光相互作用长度L=1.8mm，换能器宽度H=0.8mm，M2=36.310-15s3/kg，试求PbMoO4声光调制器的布喇格衍射效率？

解答：



计算可得71.1％

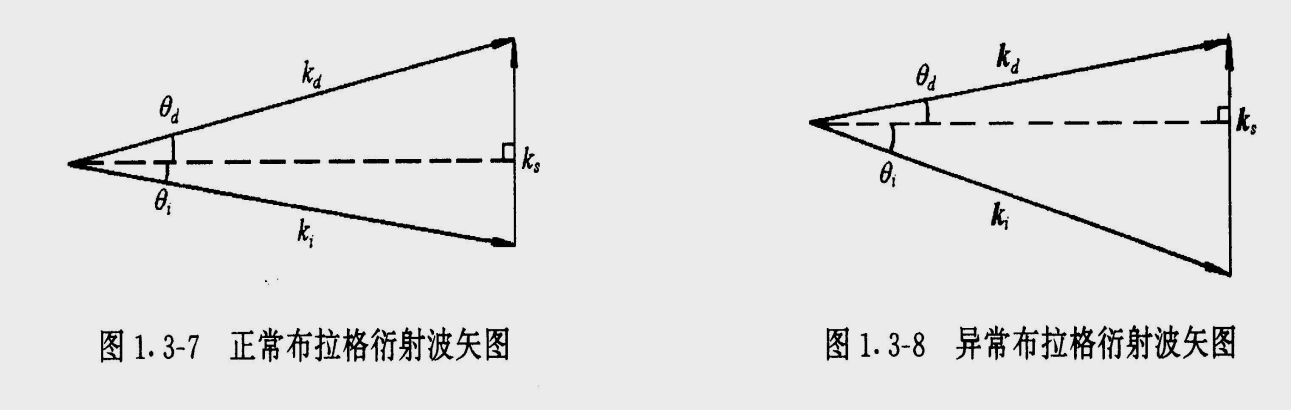
6 一个驻波超声场会对布喇格衍射光场产生什么影响？给出造成的频移和衍射方向。

解答：

新的光子沿着光的散射方向传播。根据动量守恒和能量守恒定律： ，即  （动量守恒）

 （能量守恒）

（能量守恒）——衍射级相对于入射光发生频率移动,根据光波矢量的定义，可以用矢量图来表示上述关系，如图所示



图中为声波矢量， 为入射光波矢量。

为衍射光波矢量。

**因为，*fs* 在1010Hz以下，*υ*在1013Hz以上，所以衍射光的频率偏移可以忽略不计。**

则 

在上面的等腰三角形中 

布拉格条件： 

和书中推导的布拉格条件相同。入射光的布拉格角只由光波长，声波长决定。

7. 用PbMoO4晶体做成一个声光扫描器，取*n*=2.48，*M*2=37.75×10-15s3/kg，换能器宽度*H*=0.5mm。声波沿光轴方向传播，声频*fs*=150MHz，声速*vs*=3.99×105cm/s，光束宽度*d*=0.85cm，光波长*λ*=0.5μm。

⑴ 证明此扫描器只能产生正常布喇格衍射；

⑵ 为获得100%的衍射效率，声功*Ps*率应为多大？

⑶ 若布喇格带宽Δ*f*=125MHz，衍射效率降低多少？

⑷ 求可分辨点数*N*。

解：⑴ 由公式证明不是拉曼-纳斯衍射。

⑵ ，，答案功率为0.195W。

⑶ 若布喇格带宽Δ*f*=125MHz，衍射效率降低多少？，

⑷ 用公式和计算。答案：148。

**第四章**

1 比较光子探测器和光热探测器在作用机理、性能及应用特点等方面的差异。

答：光子效应是指单个光子的性质对产生的光电子起直接作用的一类光电效应。探测器吸收光子后，直接引起原子或分子的内部电子状态的改变。光子能量的大小，直接影响内部电子状态改变的大小。因为，光子能量是*h*，*h*是普朗克常数, **是光波频率，所以，光子效应就对光波频率表现出选择性，在光子直接与电子相互作用的情况下，其响应速度一般比较快。

光热效应和光子效应完全不同。探测元件吸收光辐射能量后，并不直接引起内部电子状态的改变，而是把吸收的光能变为晶格的热运动能量，引起探测元件温度上升,温度上升的结果又使探测元件的电学性质或其他物理性质发生变化。所以，光热效应与单光子能量*h*的大小没有直接关系。原则上，光热效应对光波频率没有选择性。只是在红外波段上，材料吸收率高，光热效应也就更强烈，所以广泛用于对红外线辐射的探测。因为温度升高是热积累的作用，所以光热效应的响应速度一般比较慢，而且容易受环境温度变化的影响。值得注意的是，以后将要介绍一种所谓热释电效应是响应于材料的温度变化率，比其他光热效应的响应速度要快得多，并已获得日益广泛的应用。

2 总结选用光电探测器的一般原则。

答：用于测光的光源光谱特性必须与光电探测器的光谱响应特性匹配；考虑时间响应特性；考虑光电探测器的线性特性等。

4 已知Si光电池光敏面积为510mm2，在1000W/m2光照下，开路电压,光电流.

(1)在（200~700）W/m2光照下，保证线性电压输出的负载电阻和电压变化值；

（2）如果取反偏压V=0.3V，求负载电阻和电压变化值；

（3）如果希望输出电压变化量为0.5V，怎么办？

解答：

（1），

（2）在上面计算公式中，减去一个反偏电压再计算。

（3）增大负载电阻和扩大光照变化范围。

5 如果Si光电二极管灵敏度为10uA/uW，结电容为10pF，光照功率为5uW时，拐点电压为10V，偏压40V，光照信号功率，试求：

（1）线性最大输出功率条件下的负载电阻；

（2）线性最大输出功率；

（3）响应截止频率。

解答：

（1）

（2）



（3）

6 证明 







**第五章**

5.1 以表面沟道CCD为例，简述CCD电荷存储、转移、输出的基本原理。CCD的输出信号有什么特点？

答：构成CCD的基本单元是MOS(金属-氧化物-半导体)电容器。正如其它电容器一样，MOS电容器能够存储电荷。如果MOS结构中的半导体是P型硅，当在金属电极（称为栅）上加一个正的阶梯电压时（衬底接地），Si-SiO2界面处的电势（称为表面势或界面势）发生相应变化，附近的P型硅中多数载流子——空穴被排斥，形成所谓耗尽层，如果栅电压VG超过MOS晶体管的开启电压，则在Si-SiO2界面处形成深度耗尽状态，由于电子在那里的势能较低，我们可以形象化地说：半导体表面形成了电子的势阱，可以用来存储电子。当表面存在势阱时，如果有信号电子（电荷）来到势阱及其邻近，它们便可以聚集在表面。随着电子来到势阱中，表面势将降低，耗尽层将减薄，我们把这个过程描述为电子逐渐填充势阱。势阱中能够容纳多少个电子，取决于势阱的“深浅”，即表面势的大小，而表面势又随栅电压变化，栅电压越大，势阱越深。如果没有外来的信号电荷。耗尽层及其邻近区域在一定温度下产生的电子将逐渐填满势阱，这种热产生的少数载流子电流叫作暗电流，以有别于光照下产生的载流子。因此，电荷耦合器件必须工作在瞬态和深度耗尽状态，才能存储电荷。

以典型的三相CCD为例说明CCD电荷转移的基本原理。三相CCD是由每三个栅为一组的间隔紧密的MOS结构组成的阵列。每相隔两个栅的栅电极连接到同一驱动信号上，亦称时钟脉冲。三相时钟脉冲的波形如下图所示。在t1时刻，φ1高电位，φ2、φ3低电位。此时φ1电极下的表面势最大，势阱最深。假设此时已有信号电荷（电子）注入，则电荷就被存储在φ1电极下的势阱中。t2时刻，φ1、φ2为高电位，φ3为低电位，则φ1、φ2下的两个势阱的空阱深度相同，但因φ1下面存储有电荷，则φ1势阱的实际深度比φ2电极下面的势阱浅，φ1下面的电荷将向φ2下转移，直到两个势阱中具有同样多的电荷。t3时刻，φ2仍为高电位，φ3仍为低电位，而φ1由高到低转变。此时φ1下的势阱逐渐变浅，使φ1下的剩余电荷继续向φ2下的势阱中转移。t4时刻，φ2为高电位，φ1、φ3为低电位，φ2下面的势阱最深，信号电荷都被转移到φ2下面的势阱中，这与t1时刻的情况相似，但电荷包向右移动了一个电极的位置。当经过一个时钟周期T后，电荷包将向右转移三个电极位置，即一个栅周期（也称一位）。因此，时钟的周期变化，就可使CCD中的电荷包在电极下被转移到输出端，其工作过程从效果上看类似于数字电路中的移位寄存器。

电荷输出结构有多种形式，如“电流输出”结构、“浮置扩散输出”结构及“浮置栅输出”结构。其中“浮置扩散输出”结构应用最广泛，。输出结构包括输出栅OG、浮置扩散区FD、复位栅R、复位漏RD以及输出场效应管T等。所谓“浮置扩散”是指在P型硅衬底表面用V族杂质扩散形成小块的n+区域，当扩散区不被偏置，即处于浮置状态工作时，称作“浮置扩散区”。

电荷包的输出过程如下：VOG为一定值的正电压，在OG电极下形成耗尽层，使φ3与FD之间建立导电沟道。在φ3为高电位期间，电荷包存储在φ3电极下面。随后复位栅R加正复位脉冲φR，使FD区与RD区沟通，因 VRD为正十几伏的直流偏置电压，则 FD区的电荷被RD区抽走。复位正脉冲过去后FD区与RD区呈夹断状态，FD区具有一定的浮置电位。之后，φ3转变为低电位，φ3下面的电荷包通过OG下的沟道转移到FD区。此时FD区（即A点）的电位变化量为：



式中，QFD是信号电荷包的大小，C是与FD区有关的总电容（包括输出管T的输入电容、分布电容等）。

CCD输出信号的特点是：信号电压是在浮置电平基础上的负电压；每个电荷包的输出占有一定的时间长度T。；在输出信号中叠加有复位期间的高电平脉冲。据此特点，对CCD的输出信号进行处理时，较多地采用了取样技术，以去除浮置电平、复位高脉冲及抑制噪声。

5.2 何谓帧时、帧速？二者之间有什么关系？

答：完成一帧扫描所需的时间称为帧时Tf(s)，单位时间完成的帧数称为帧速（帧／s）：。

5.3 用凝视型红外成像系统观察30公里远，10米×10米的目标，若红外焦平面器件的像元大小是50μm×50μm，假设目标像占4个像元，则红外光学系统的焦距应为多少？若红外焦平面器件是128×128元，则该红外成像系统的视场角是多大？

答： 



水平及垂直视场角：



5.5 一目标经红外成像系统成像后供人眼观察，在某一特征频率时，目标对比度为0.5,大气的MTF为0.9，探测器的MTF为0.5，电路的MTF为0.95，CRT的MTF为0.5，则在这一特征频率下，光学系统的MTF至少要多大？

答： 



5.6 红外成像系统A的NETDA小于红外成像系统B的NETDB，能否认为红外成像系统A对各种景物的温度分辨能力高于红外成像系统B，试简述理由。

答：不能。NETD反映的是系统对低频景物（均匀大目标）的温度分辨率，不能表征系统用于观测较高空间频率景物时的温度分辨性能。

5.7 试比较带像增强器的CCD、薄型背向照明CCD和电子轰击型CCD器件的特点。

答：带像增强器的CCD器件是将光图像聚焦在像增强器的光电阴极上，再经像增强器增强后耦合到电荷耦合器件（CCD）上实现微光摄像（简称ICCD）。最好的ICCD是将像增强器荧光屏上产生的可见光图像通过光纤光锥直接耦合到普通CCD芯片上。像增强器内光子－电子的多次转换过程使图像质量受到损失，光锥中光纤光栅干涉波纹、折断和耦合损失都将使ICCD输出噪声增加，对比度下降及动态范围减小，影响成像质量。灵敏度最高的ICCD摄像系统可工作在10-6lx靶面照度下。

薄型、背向照明CCD器件克服了普通前向照明CCD的缺陷。光从背面射入，远离多晶硅，由衬底向上进行光电转换，大量的硅被光刻掉，在最上方只保留集成外接电极引线部分很少的多晶硅埋层。由于避开了多晶硅吸收， CCD的量子效率可提高到90％，与低噪声制造技术相结合后可得到30个电子噪声背景的CCD，相当于在没有任何增强手段下照度为10-4lx（靶面照度）的水平。尽管薄型背向照明CCD器件的灵敏度高、噪声低，但当照度低于10-6lx（靶面照度）时，只能依赖图像增强环节来提高器件增益，克服CCD噪声的制约。

电子轰击型CCD器件是将背向照明CCD当作电子轰击型CCD的“阳极”，光电子从电子轰击型CCD的“光阴极”发射直接“近贴聚焦”到CCD基体上，光电子通过CCD背面进入后，硅消耗入射光子能量产生电子空穴对，进而发生电子轰击半导体倍增，电子轰击过程产生的噪声比用微通道板倍增产生的噪声低得多，与它获得的3000倍以上增益相比是微不足到的。电子轰击型CCD器件采用电子从“光阴极”直接射入CCD基体的成像方法，简化了光子被多次转换的过程，信噪比大大提高，与ICCD相比，电子轰击型CCD具有体积小、重量轻、可靠性高、分辨率高及对比度好的优点。

**第六章**

1 试说明自会聚彩色显像管的特点。

答：精密直列式电子枪；开槽荫罩和条状荧光屏；精密环形偏转线圈。

2 如图6.15所示，光在向列液晶中传播，且，试分析当位相差为0，π/4,π/2,3π/4,π,5π/4,3π/2,7π/4和2π时，输出光的偏振状态。

答：线偏振光、椭圆偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光、线偏振光、椭圆偏振光、圆偏振光、椭圆偏振光、线偏振光

3 试比较TN－LCD和STN－LCD的特点。

答：TN－LCD利用了扭曲向列相液晶的旋光特性，液晶分子的扭曲角为90º，它的电光特性曲线不够陡峻，由于交叉效应，在采用无源矩阵驱动时，限制了其多路驱动能力。STN－LCD的扭曲角在180º—240º范围内，曲线陡度的提高允许器件工作在较多的扫描行数下，利用了超扭曲和双折射两个效应，是基于光学干涉的显示器件。STN-LCD所用的液晶材料是在特定的TN材料中添加少量手征性液晶以增加它的扭曲程度，盒厚较薄，一般5-7μm。STN-LCD的工艺流程基本上和TN-LCD类似，但由于STN-LCD是基于光干涉效应的显示器件，对盒厚的不均匀性要求＜0.05μm(TN-LCD只要求＜0.5μm)，否则就会出底色不均匀，预倾角要求达到3º～8º，电极精细，器件尺寸较大，因此其规模生产难度较TN-LCD大许多。

4 试说明充气二极管伏安特性中击穿电压和放电维持电压的概念。

答：曲线AC段属于非自持放电，在非自持放电时，参加导电的电子主要是由外界催离作用（如宇宙射线、放射线、光、热作用）造成的，当电压增加，电流也随之增加并趋于饱和，C点之前称为暗放电区，放电气体不发光。随着电压增加，到达C点后，放电变为自持放电，气体被击穿，电压迅速下降，变成稳定的自持放电（图中EF段），EF段被称为正常辉光放电区，放电在C点开始发光，不稳定的CD段是欠正常的辉光放电区，C点电压Vf，称为击穿电压或着火电压、起辉电压，EF段对应的电压VS称为放电维持电压。



5 试说明注入电致发光和高场电致发光的基本原理。

答：注入电致发光是在半导体PN结加正偏压时产生少数载流子注入，与多数载流子复合发光。高场电致发光是将发光材料粉末与介质的混合体或单晶薄膜夹持于透明电极板之间，外施电压，由电场直接激励电子与空穴复合而发光