课程编号 1800440001(86)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称： 大学物理实验（1）**

**实验名称： 光敏电阻基本特性测量**

**指导教师： 敬守勇**

**报 告 人： 学号：**

**学 院： 计算机与软件学院**

**实验地点： 致原楼 212B 室 组号： 01**

**实验时间： 2025 年 04 月 03 日**

**提交时间： 2025 年 04 月 10 日**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1、测量光敏电阻的伏安特性  2、测量光敏电阻的光照特性 |
| 1. **实验原理**   光敏电阻是基于内光电效应的一种光传感器探头，用于光的测量、光的控制和光电转换（将光的变化转换为电的变化）。  2.1 电阻下降的特性及原因  光敏电阻又称光导管，在特定波长的光照射下，其阻值会迅速减小。  原因：光照后产生的载流子都参与导电，从而使光敏电阻的阻值迅速下降（百兆欧到百欧）  1. 光敏电阻伏安特性    图1 光敏电阻伏安特性图  在给定的偏压情况下，光照度越大，光电流也就越大；  在一定光照度下，加的电压越大，光电流越大，没有饱和现象。  光敏电阻的最高工作电压是由耗散功率决定的，耗散功率又和面积 以及散热条件等因素有关。  2. 光电效应  物体在光的作用下释放出电子的现象称为光电效应，所释放出的电子称为光电子。光电效应分为内光电效应和外光电效应。入射光子使吸收光的物质表面发射电子，这种效应称为外光电效应或光电发射效应；光激发的载流子仍保留在晶体内部称为内光电效应，它又可分为光导效应和光伏效应。有些半导体材料在黑暗环境下的电阻很大，但受到光照射时，若光子的能力大于半导体材料的禁带宽度，则价带中的电子吸收光子的能量后就会跃迁到导带，从束缚状态变成自由状态，激发出电子-空穴对，这样由于半导体中载流子浓度的增加，使材料的电导率增加，电导率的改变量为：    式（1）中，e为电荷电量，Δp为空穴浓度的改变量，Δn为电子浓度的改变量，μp为空穴的转移率，μn为电子的迁移率。  照射光线越强，电阻值下降愈多，光照停止，自由电子与空穴逐步复合，电阻又恢复原来值，这就是光导效应，根据这一原理制成的器件称为光敏电阻。    图 2 光电效应示意图  2.2 光敏电阻其它特性参数  （1）暗电流、暗电阻：在一定的电压下，没有光照的时，流过的电流称为暗电流。外加电压与暗电流之比称为暗电阻。  （2）灵敏度：灵敏度是指暗电阻与受光照射时的亮电阻的相对变化值。  （3）光谱响应：是指光敏电阻在不同波长的光照下的灵敏度多数在540nm附近出现峰值  （4）温度系数：光电效应受温度影响较大，部分光敏电阻在低温下的光电灵敏较高，而在高温下的灵敏度则较低。  （5）额定功率： 50~100mW    图 3 光敏电阻  光敏电阻的基本特性包括伏安特性、光照特性、光电灵敏度、光谱特性、频率特性和温度特性。本实验主要研究光敏电阻的伏安特性和光照特性。当光敏电阻两端加上电压 U 之后，光电流为  其中， A 为与电流垂直的截面积， d 为电极间的距离，由式（1）和（2）可知，光照一定时，光敏电阻两端电压与光电流为线性关系，呈电阻特性，该直线经过零点，其斜率反映在该光照下的阻值状态。  光照特性是指在一定的外加电压下，光敏电阻的光电流与光通量之间的关系。光电流随着照度的变化而改变的规律称为光照特性。不同类型的光敏电阻的光照特性不同，当人射光很强或很弱时，光敏电阻的光电流与光照之间会呈现非线性关系；其他照度区域近似呈线性关系。不同类型的光敏电阻的光照特性不同，但大多数光敏电阻的光照特性是非线性的。  2.3光的偏振性与马吕斯定律  光是电磁波，电磁波是横波，横波具有一个纵波没有的特性—偏振，图3表明横纵波在偏振方面的区别。    图 4 横纵波方向图  对于不同光：  自然光：在与光传播方向垂直的平面内，光矢量沿各个方向的平均值相等。普通光源发光的是自然光。    图 5 自然光  偏振光：自然光经过反射、吸收、折射后，可能会只保留某一方向的光振动或振动在某一方向较强，即偏振光。其中，完全偏振光（平面偏振光，线偏振光）是指振动只在某一方向上的偏振光。自然光经过偏振片后，变成完全偏振光——起偏。    图 6偏振光及起偏过程示意图    图7 偏振系统图  通过控制偏振片的夹角，可以控制光强从0到I0连续变化。  当偏振片的夹角为α时，光照φ为：  推出式：  其中，为不加偏振片时的光照，为两偏振片平行时的透明度，为初始光电流。 |
| 1. **实验仪器**   导轨、五个磁力滑座、光源、两个聚光透镜、偏振器、接收器    图 8 实验仪器图 |
| **四、实验内容与步骤**  **1.** 线路连接、光路调整  实验装置结构如图7所示。仪器接线图如图8所示。  （1） 连接光源与电源，调整光源方向沿光具座方向，打开电源开关，点亮光源；  （2） 以光源光束为参考，在光源后轮换放置和调节各个透镜、偏振片、光敏电阻等的高度和横向位置与光源相同，使得它们近似共轴；  （3） 光源后放置第一个透镜，调整距离，使其输出平行光；  （4） 紧靠第一个透镜放入偏振器，并将偏振器夹角置为零——透过偏振片的光强最大；  （5） 偏振器后放置第二个透镜和光敏电阻探头，并将光束聚焦在光敏电阻感光面中央；  （6） 光敏电阻连接直流电源，并串联电流表；  （7） 调节光敏电阻电压（尽量高些），然后，细调光敏电阻位置，使得光电流最大——即细调步骤5；  （8） 调整第一个透镜的位置，使光功率显示值最大——即细调步骤3。    图 9 仪器接线表  2. 光敏电阻伏安特性测量  （1） 将偏振器夹角调为零，使入射光强最强，调节施加到光敏电阻上的电压，测量电压与相应的电流；  （2） 调整偏振器夹角为30度、45度、60度，改变入射光光强，重复步骤1）。  图10 简化电路图  3. 光敏电阻光照特性测量:  （1） 保持施加到光敏电阻上的电压不变，旋转偏振器夹角，每间隔大约10度，改变入射光光强，测量相应的光电流，并记录旋转角度、施加电压与相应的电流；  （2） 改变光敏电阻电压，重复步骤（1）。  注意事项：  1：不要超过电表量程；  2：不要超过光敏电阻的额定功率100mW。 |
| **五、数据记录（原始数据整理）**  表1 伏安特性实验数据记录表  θ=30°   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | U(V) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | | I(mA) | 0.00 | 0.45 | 0.92 | 1.38 | 1.85 | 2.32 | 2.78 | 3.27 |   表2 光照特性实验数据记录表  加电压： 2.00 V   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | θ | 00 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | 900 | | I(mA) | 1.99 | 1.95 | 1.84 | 1.66 | 1.44 | 1.17 | 0.85 | 0.55 | 0.32 | 0.22 | |
| **六、数据处理**  对光敏电阻伏安特性实验数据进行处理：  表3 伏安特性实验数据表  θ=30°   |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | U(V) | 0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 | 3.5 | | I(mA) | 0.00 | 0.45 | 0.92 | 1.38 | 1.85 | 2.32 | 2.78 | 3.27 | | R(Ω) | / | 1.11 | 1.09 | 1.09 | 1.08 | 1.08 | 1.08 | 1.07 |   当U=0.5V时，I=0.45mA，此时算得R=U/I=0.5/0.45=1.11Ω，其他数据同理计算。  根据数据进行绘图，得到该光敏电阻的伏安特性曲线图和拟合直线方程式。    图11 伏安特性图  由方程式可知，该光敏电阻的阻值约为1.07Ω。  对光敏电阻光照特性实验数据进行处理：  U=2.00V   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | θ（°） | I（mA） | cosθ | cos2θ | 相对光照 | R（Ω） | | 0 | 1.99 | 1 | 1 | 1 | 1.005 | | 10 | 1.95 | 0.984808 | 0.969846 | 0.969846 | 1.026 | | 20 | 1.84 | 0.939693 | 0.883022 | 0.883022 | 1.087 | | 30 | 1.66 | 0.866025 | 0.749999 | 0.749999 | 1.205 | | 40 | 1.44 | 0.766044 | 0.586824 | 0.586824 | 1.389 | | 50 | 1.17 | 0.642788 | 0.413176 | 0.413176 | 1.709 | | 60 | 0.85 | 0.5 | 0.25 | 0.25 | 2.353 | | 70 | 0.55 | 0.34202 | 0.116978 | 0.116978 | 3.636 | | 80 | 0.32 | 0.173648 | 0.030154 | 0.030154 | 6.250 | | 90 | 0.22 | 0 | 0 | 0 | 9.091 |   对数据进行绘图处理：    图12 光照特性曲线图    图13 阻值-相对光强曲线图 |
| **七、结果陈述（含实验总结）**  1. 光强不变时，光敏电阻电流随电压的增大而增大，具有线性关系；  2. 光敏电阻阻值与光照呈非线性关系，随光照强度增大而减小；  3. 电流与电压的比值为光敏电阻阻值的倒数。  4. 电压不变时，光敏电阻阻值随光照强度的增大而减小。  5. 电压不变时，光电流随光照强度的增大先快速增加，然后缓慢增加，最终达到饱和，增加速率最小，光 电流最大。 |
| **八、思考题**  1、当光照达到一定的强度，光敏电阻的电阻会否再发生变化？  光敏电阻的电阻值会随着光照强度的增加而减小，但存在一个饱和点。当光照强度超过该饱和点后，电阻值不会再显著变化。这是因为：  光敏电阻基于内光电效应工作，光照产生的载流子（电子 - 空穴对）数量有限，当载流子浓度达到材料极限时，继续增加光照强度不会进一步降低电阻，不同材料的光敏电阻饱和阈值不同（例如硫化镉光敏电阻的饱和点通常在强光环境下）。  2、如果我们改变电流电压方向，测量结果是否会发生变化？  不会发生变化。  光敏电阻本质是纯电阻元件，不具有极性；其电阻值仅由材料特性和光照强度决定，电流方向改变不会影响材料内部载流子的迁移率。 |
| **指导教师批阅意见** |
| **成绩评定**     |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | 预习  （20分） | 操作及记录  （40分） | 数据处理与结果陈述  （30分） | 思考题  （10分） | 报告整体印象  （±分） | 总分 | |  |  |  |  |  |  | |