**课程编号 1800450027**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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（二）**

**实验名称： 阿贝成像原理和空间滤波**

**学 院： 电子与信息工程学院**

**指导教师： 付琛、高阳**

**报告人： 黄正 组号： 7**

**学号： 2021280167 实验地点： 209**

**实验时间： 2022 年 11 月 8 日**

**提交时间： 2022 年 11 月 15 日**

|  |
| --- |
| 1. 实验目的 2. 了解阿贝成像原理，接受傅里叶光学的空间频率、空间频谱、空间滤波等概念。 3. 了解透镜孔径对成像分辨率的影响。 |
| 1. 实验原理   （一）阿贝成像原理。  以一正弦光栅为物，简要说明阿贝成像原理。如图3-14-1所示，用平行光照射旁轴  小物ABC，像成于A'B'C'阿贝认为，物是一系列不同空间频率信息的集合，成像可分为  两步，第一步是入射光经物平面发生夫琅禾费衍射，经衍射光束被分解成为不同方向传播  的多束平行光（每一束平行光相应于一定的空间频率），其作用是把光场分布转变为空间频率分布，即“分频”，第二步是衍射波被透镜接收，在透镜的焦平面上形成三个频率成分不同的衍射斑，所以把所在的焦平面称为谱平面。可看成三个次波源，三个次波源发出的球面波在透镜的像平面发生相干叠加，不同空间频率的光束又复合成像。这就是通常所说的阿贝成像原理。  （二）空间滤波  阿贝成像原理的这两个步骤本质上就是两次傅里叶变换。如果物的复振幅分布是空间  函数，第一步的作用就是把光场分布变为频谱面上的空间频率分布函数。而第二步是又一次傅里叶变换，将又还原到空间分布。如果这两次傅氏变换完全是理想的，信息在变换过程中没有损失，则像和物完全相似。但由于透镜的孔径是有限的，总有一部分衍射角度较大的高次成分（高频信息）不能进入物镜而被丢弃了，如图3-14-2所示，所以物所包含的超过一定空间频率的成分就不能包含在像上。高频信息主要反映物的细节。如果高频信息没有到达像平面，则无论显微镜有多大的放大倍数，也不能在像平面上分辨这些细节。这是显微镜分辨率受到限制的根本原因。  特别当物的结构非常精细（例如很密的光栅），或物镜的孔径非常小时，有可能只有0级衍射（直流成分）能通过，则在像平面上只有光斑而完全不能形成图像。根据上面讨论，我们可以看到显微镜中的物镜的孔径实际上起了高频滤波(即低通滤波）的作用。这也启示我们，如果在谱平面上人为地插上一些滤波器（吸收板或移像板)以提取某些频段的光信息，从而使图像发生相应的变化，这样的图像处理称为空间滤波。谱平面上放置的光阑称为滤波器。  最简单的滤波器就是一些特殊形状的光阑。将这种光阑放在频谱面上，使一部分频率分量能通过，而挡住其他的频率分量，从而使像平面上的图像中的一部分频率分量得到相对加强。下面介绍几种常用的滤波方法。  1）低通滤波  滤去高频成分，保留低频成分。由于低频成分集中在频谱面的光轴附近，高频成分则落在远离光轴的地方。故低通滤波器可以是一个圆形光孔，图像的精细结构及突变部分主要由高频成分起作用，故经低通滤波后图像的精细结构消失，黑白突变处变模糊。  2）高通滤波  滤去低频成分，而让高频部分通过。小圆屏就是一个高通滤波器。高频信息反映了图像的突变部分。如果所处理的图像由透明和不透明部分组成，则经过高通滤波的处理，图像的轮廓（及相应于物的透光和不透光的交界处）应显得特别明显。  3)方向滤波  滤波器可以是一个狭缝，如果将狭缝放在沿水平方向，则只有水平方向的衍射的物面信息能通过。在像平面上就突出了垂直方向的线条。方向滤波器有时也可制成扇形。  (三)空间滤波的基本光学系统  在光学图像处理中，最基本的系统是三透镜系统（也成4系统），如图3-14-4所示。除三透镜系统外，还有其他形式的滤波系统，如二透镜系统，这里不再详述。阿贝成像原理与空间滤波的意义在于它提供了一种频谱语言来描述信息，使人们可以通过改造频谱来改造光信息。    （四）θ调制（假彩色编码）  θ调制属于空间滤波的一种有趣形式，θ调制基本光路如图3-14-5所万仅向的光栅对物平面的各个部分调制（编码），通过滤波器控制像平面相应部位的色的一种方法。    例如，将一幅透明画拆分成三部分，即房子、草地、天空，将这三部分分别刻在取向的光栅上，将光栅叠在一起作为物，此物叫θ调制片，如图3-14-6(a）所示，用照明调制片，光束发生衍射，衍射光束经透镜后在其焦平面成像形成衍射谱，如图3-14-6（b）所示，在谱平面上放置频谱滤波器，在房子谱方向只让红色光谱通过，在草地谱方向只让绿色光谱通过，在天空谱方向只让蓝色光谱通过，在像平面上将看到图像被“着上”不同颜色，其效果如图3-14-6（c)所示。 |
| 三、实验仪器：  （1）空间滤波光路及仪器平台。    （二）θ调制仪器平台。  θ调制光路及仪器平台如图3-14-8所示，主要仪器及规格参照表3-14-2。 |
| **四、实验内容：**  （一）空间滤波实验  实验要求：  （1)参照图3-14-4光路，在物面上放置一维光栅，在频谱面上将会看到水平方向排列的等间距衍射光点。  （2)在频谱面上放置一可调狭缝，利用遮光小板，使只有0级和土1级衍射通过，观察并记录像面图像变化。  （3）利用遮光小板，使只有0级衍射通过，观察并记录像面图像变化。  （4）利用遮光小板，挡去0级衍射面使其他衍射光通过，观察并记录像面图像变化。  （5)将光栅改为正交光栅，其他条件不变，利用可调狭缝观察并记录水平方向衍射通过、垂直方向衍射通过和45度衍射通过时，像面上图像的变化。  (6)用网格字替换二维光栅，观察网格字的像的构成。将一个可变圆孔光阑放在傅氏面上，逐步缩小光阑，直到只让光轴上一个光点通过为止，再观察网格字的像的构成，试与没滤波之前的字相比较。  （二）θ调制（假彩色编码）实验  实验要求：  （1）参照图3-14-5及图3-14-8的光路，用白光源S放于准直镜L1的物方焦距处，使从L1出来的平行光垂直地照射在θ调制板上，前后移动L2使θ调制板的图像清晰地呈现在屏上。  （2）在傅氏面上加入θ调制频谱滤波器，对图像的天空、房子和草地的衍射谱进行滤波，使白屏幕上的像出现蓝色的天空，红色的房子和绿色的草地。 |

|  |
| --- |
| 五、数据记录：  组号： 7 ；姓名 黄正  成像情况  485385506905a2936d3ba02f60a47dc |
| 六、数据处理：  无 |
| 七、结果陈述：  1.成像清晰，颜色准确，呈现了蓝色天空、红色天安门城楼、绿色草坪，但是太难看右侧有一块空缺，天空颜色纯度比较好但并不是很完美。成像足够圆，与物等大。  2.仪器摆放正确，但是可能没完全对齐，或者可能有个仪器有问题，导致出现明显黑点。 |
| 八、实验总结与思考题：  实验总结  （1）实验前将仪器排在一侧，调整使得仪器同轴等高。  （2）实验时先根据透镜的焦距粗调各仪器之间的距离，再进行细调，使其能在最后的像屏上成清晰的像。  （3）在调整滤波器的滑片，使得成像部分的颜色为对应的红蓝绿。  （5）实验后要记得将仪器归位并关闭电源。  思考题  （1）通过实验，你认为阿贝成像原理和一般成像的区别在哪里？  答：一般的成像只是还原出光源的像，一般只是用了凸透镜，使得成像放大或者缩小。而阿贝成像可以直接用白光去投射一些透明图案，然后再利用滤波器，使得图案的不同位置着色成自己想要的颜色，阿贝成像的仪器会更复杂，但是成像会更自由。  （2）空间滤波有什么现实的意义？  答：空间滤波目的是改善影像质量，包括去除高频噪声与干扰，及影像边缘增强、线性增强以及去模糊等。比如让一个影像平滑一些，可以低通滤波；让一个影像锐化，可采用高通滤波。这样一来，调节影像就有了光学上的方法，影像的质量就可以得到调整。不仅如此，还能调整影像的成色，这样一来就有了“滤镜”。当然，影像也可以利用滤波，使得成像颜色更贴近真实颜色。 |

|  |
| --- |
| 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20分 | 结果陈述实验总结10分 | 思考题  10分 | **报告整体**  **印 象** | **总分** | |  |  |  |  |  |  |  | |