

南昌大学物理实验报告

课程名称: 普通物理实验 (3)

实验名称: 光栅的制作及衍射特性研究

学院: 理学院 专业班级: 物理学 151 班

学生姓名: 黄泽豪 学号: 5502115014

实验地点: B306 座位号: 14

实验时间: 第四周星期四上午 9:45 开始

【实验目的】

1. 学习掌握制作全息光栅的原理和方法。
2. 掌握制作全息光栅的常用光路和调整方法。
3. 通过实验制作一个低频全息光栅，观察并分析实验结果。

【实验原理】

光栅也称衍射光栅，是利用多缝衍射原理使光发生色散(分解为光谱)的光学元件。它是一块刻有大量平行等宽、等距狭缝(刻线)的平面玻璃或金属片。光栅的狭缝数量很大，一般每毫米几十至几千条。单色平行光通过光栅每个缝的衍射和各缝间的干涉，形成暗条纹很宽、明条纹很细的图样，这些锐细而明亮的条纹称作谱线。谱线的位置随波长而异，当复色光通过光栅后，不同波长的谱线在不同的位置出现而形成光谱。光通过光栅形成光谱是单缝衍射和多缝干涉的共同结果。

全息光栅是利用全息照相技术制得的光栅。利用激光良好的时间相干性和空间相干性，用分束板分成两束光，经过空间滤波和倒置望远镜的扩束，形成两束平行光，这两束有一定夹角的平行光在空间相遇形成干涉场。干涉的结果是一组平行的条纹—光栅。将全息干板放入干涉场中记录下干涉的条纹。经显影定影处理后就形成了全息光栅。

设两束光 R 和 O 均为平面波时，两个的光扰动分别如下：

$$R = R_0 e^{-ikz}$$

$$O = O_0 e^{-ik(z \cos \theta + x \sin \theta)}, \text{ 其中波数 } k = \frac{2\pi}{\lambda} \text{ (空气折射率为 1)}$$

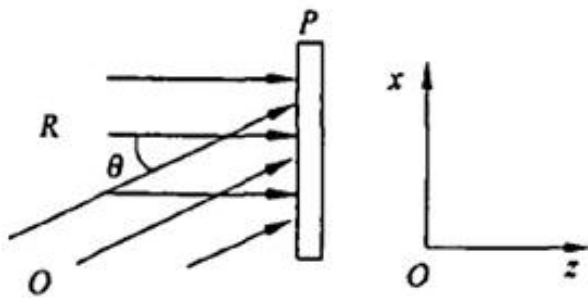


图1 全息光栅原理图

在全息感光板上的合成光强分布为：

$$I = |R|^2 + |O|^2 + 2R_0 O_0 \cos k[z(\cos \theta - 1) + x \sin \theta] \quad (1)$$

令 $k \sin \theta = \omega$ ， ω 称为空间圆频率， $\phi(z) = kz(\cos \theta - 1)$ ，则 (1) 式可写为

$$I = |R|^2 + |O|^2 + 2R_0 O_0 \cos[\omega x + \phi(z)]$$

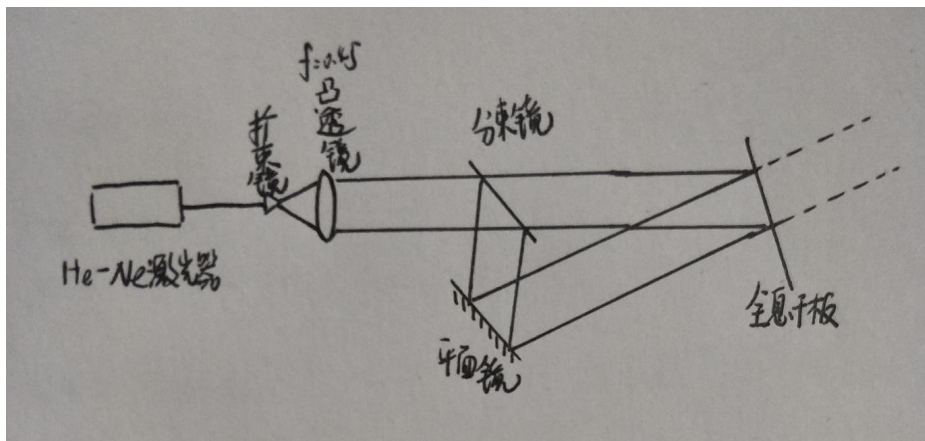
式中的 $2R_0 O_0 \cos[\omega x + \phi(z)]$ 为干涉项，由此可知，全息感光板上的干涉条纹就是余弦(正弦)光栅，只要控制好拍摄时的曝光时间及冲洗恰当，就可以制成全息光栅。

【实验仪器】

光学平台(全息台)、He-Ne 激光器、定时器、快门、50%分束镜、平面镜、全息干板、像屏、底片夹、透镜、显影定型用具等。

【实验内容及步骤】

一、. 制作光路



打开 He-Ne 激光发射器 ($\lambda = 632.8\text{nm}$)，利用白屏使激光束平行于水平面。

先放上扩束镜、凸透镜和白板，调节好凸透镜的位置使白板上的图像大小基本不变，固定仪器。

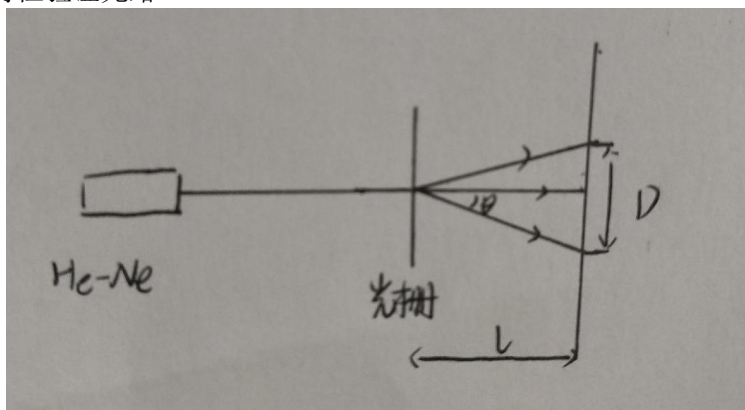
2. 按上面光路图摆放好实验仪器并调到共轴，光束走向应相对于台面保持平行，调节好旋钮使之固定。

3. 移动并调节好平面镜使全息干板上出现一个重合光斑，并使白板上的两亮点距离为 3.9cm，固定好平面镜。

4. 将全息干板移走，并放上底片。

5. 进行曝光、显影、定影操作，之后进行自然晾干或吹干。

二、衍射特性验证光路



按如上摆放好实验仪器，可观察到三个亮点，并记录下其距离 Δx 。

【注意事项】

1. 在任何情况下，不能使激光直接射入眼睛。
2. 按要求调整光路，正确使用磁力座。
3. 光学元件表面不可任意触摸。
4. 全息干板上不出现各种杂纹。
5. 曝光前要稳定 1min。

【数据处理】


$$\nu = \frac{D}{2l\lambda} = \frac{8.5\text{cm}}{2 \times 17.4\text{cm} \times 632.8\text{nm}} = 386.0/\text{mm}$$

【实验结果分析与小结】

这次实验仪器中的磁力座引起了我的好奇心，在网上搜索得知，磁力座是通过铁磁性材料不同方向的顺磁特性制成的，当铁磁性材料被永磁铁磁化后，磁力座便可吸附在试验台上，保持光学器件的稳定性。如果将磁力座用于挂钩的底座，既能提高最大承重量，又可多次移

动位置, 重复使用。

【原始数据】

 **南昌大学实验报告**

学生姓名: 黄泽豪 学号: 5502115014 专业班级: 物理151班

实验类型: ☐验证 ☐综合 ☐设计 ☐创新 实验日期: _____ 实验成绩: _____

$\lambda = 3.79$

$D = 8.5 \text{ cm}$

$L = 17.4 \text{ cm}$

