

班级 自动化7班 学号 \_\_\_\_\_ 姓名 彭尚品 教师签字 \_\_\_\_\_

实验日期 2024/3/23 预习成绩 2 总成绩 \_\_\_\_\_

实验名称 全息技术实验

一、预习

简述全息照相的记录与再现原理

答: 1. 记录原理.

全息照相记录了物体光波的振幅与相位信息, 能够体现物体的三维特征。由于所有的记录介质只能对光强响应, 因此可在拍摄全息图时使被摄物体在激光照射下形成漫射式的物光束, 同时用另一束激光作为参考光束 (与物光束有良好的相干性) 射到全息底片上和物光束叠加产生干涉, 从而将物体光波各点的相位和振幅转换成在空间上变化的强度, 利用干涉条纹的反差和间隔将物体光波的全部信息记录到记录介质上。

全息图形成的过程:



O 为物点, R 为参考光点

拍好的全息图的复振幅透射率:

$$T_h(x,y) = \beta + \mu = \beta + \mu [A_o^2 + A_r^2 + 2A_o A_r \cos(\phi_o - \phi_r)]$$

2. 再现原理:

拍摄好的全息底板, 经过适当的显影、定影和漂白的后, 将得到一个各点透光率不同的全息片, 当以原参考光照射全息片时, 透射光波为

$$U(x,y) = [\beta + \mu(A_o^2 + A_r^2)] A_r e^{i\phi_r} + \mu A_o A_r e^{i\phi_o} + \mu A_o A_r^2 e^{i(2\phi_r - \phi_o)}$$

说明全息照相有以下特点:

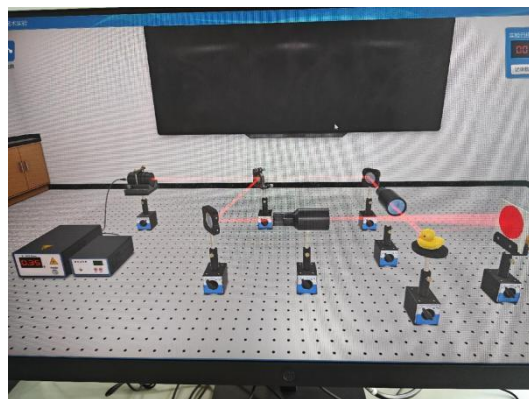
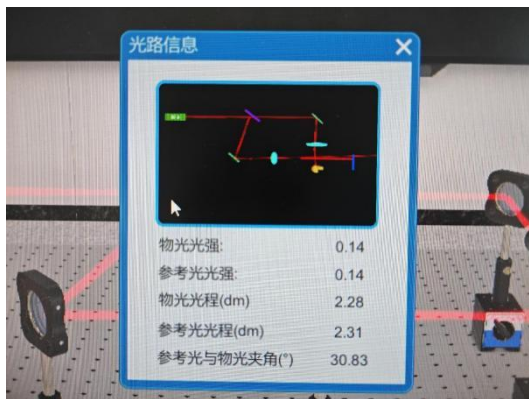
- ① 全息图具有光栅结构, 使物体的原始虚像和共轭实像共存;
- ② 再现像是形象逼真的三维立体图像;
- ③ 全息照片上每处都记录了物体上所有物点的发光信息。

二、原始数据记录

表1 光路信息

物光光强	参考光光强	物光光程(dm)	参考光光程(dm)	参考光与物光的夹角(°)
0.14	0.14	2.28	2.31	30.83

实验记录:



教师	姓名
签字	叶晓凡

3

### 三、实验现象分析及结论

试分析哪些因素会对全息成像有影响。

答:

- 1、光的波长会影响成像，因为干涉条纹与光的波长有关；
- 2、物光与参考光的光强会影响成像，因为全息成像利用了对光强敏感的介质；
- 3、物光与参考光的光程差越小越好、曝光时间、参考光与物光的夹角等也会影响成像；
- 4、全息图的化学处理过程，包括显影、定影、漂白等步骤，也对成像结果有重要影响。不当的化学处理可能导致图像的失真或损坏；
- 5、在全息图的记录和再现过程中，需要尽量避免环境光的干扰。任何非预期的光线都可能影响干涉图样的质量。

### 四、讨论题

1. 试比较全息照相与普通照相的异同点。
2. 为什么用白光照射全息照片会出现彩带?为什么说观察到彩带即说明拍摄成功?
3. 参考光与物光之间夹角的大小对成像有何影响?

答:

1、相同点：全息照相与普通照相都用感光材料作为记录介质，都利用光来记录图像。

不同点：

①记录的信息：普通照相仅记录物体的强度信息（即光的振幅或亮度），成像为二维平面图像，失去了物体的深度信息；而全息照相还记录了光波的相位信息，这使得全息照相能够再现物体的三维形状。

②观看角度：普通照片的观看角度是固定的，而全息图可以从不同角度观看物体，显示不同的视图，类似于真实物体。

③成像过程：普通照相通过透镜直接成像，而全息照相需要两步过程：波前记录（干涉条纹的记录）和波前再现（利用衍射光重建物体像）。

2、在全息照相中，记录了物体光波和参考光波之间的干涉图样。当使用白光（包含多种波长的光）照射全息照片时，由于不同波长的光会在全息图上产生不同的衍射角度，导致再现像中出现不同颜色的光相互叠加，形成彩带。观察到彩带说明全息图成功记录光的相位信息，并且在白光的照射下能够通过衍射效应再现出物体的光波前。彩带的出现是因为全息图能够分解不同波长的光，这表明全息图确实记录了光的波前信息，即拍摄全息图的过程成功地完成了。

3、夹角在  $30^\circ \sim 50^\circ$  之间可形成清晰的干涉条纹；夹角太大会导致无法干涉成像；夹角太小会影响全息图片再现时的效果。