

实验报告

第 1 页

系别 _____ 班号 _____ 姓名 _____ 同组姓名 _____

实验日期 _____ 教师评定 _____

【实验名称】全息照相

【目的要求】

- a) 了解全息照相的基本原理。
- b) 学习全息照相的实验技术。

【仪器用具】

简易隔震台，氦氖激光器，快门及定时曝光器，阔属透镜，反射镜和分束器，光电池和光电检流计，全息底片，被摄物体，显微镜，洗相设备。

【实验原理】

全息照相原理是 D. 嘎波在 1948 年提出的。60 年代以后，全息技术有了迅速和宽广的发展。

a) 投射式全息照相

所谓透视时全息照相是指重现时所观察和研究的是全息图透射光的成像。

i) 全息记录

如果将物光和参考光的干涉条纹用感光底片记录下来，那就记录了底片所在位置物光波前的振幅和位相。

$$t(x,y) = t_0 - \beta I(x,y) = t_0 - \beta(A_R^2 + A_0^2 + 2A_0 A_R \cos(\phi_0 - \phi_R))$$

ii) 物光波前的重现

用一束与参考光完全相同的平面波照在全息图上，则在 $z = 0$ 平面上全息图透射光的复振幅分布为： $\tilde{U}_t(x,y) = \tilde{U}_R(y) \cdot t(x,y)$

这样，

$$\tilde{U}_t(x,y) = [t_0 - \beta(A_R^2 + A_0^2)]A_R \exp[i\frac{2\pi}{\lambda} \sin\alpha \cdot y] - \beta A_R^2 A_0 \exp(i\phi_0) - \beta A_R^2 A_0 \exp[-i\phi] \exp[i\frac{2\pi}{\lambda} 2\sin\alpha \cdot y]$$

透过全息图以后 $z = 0$ 平面上波前就可以分成 3 项，第一项是一个衰减了的照明光，第二项是 +1 级衍射，它对应原来的物光，第三项是物光的共轭波前。这三项有一个角度分离，因

实验报告

第 2 页

系别 _____ 班号 _____ 姓名 _____ 同组姓名 _____

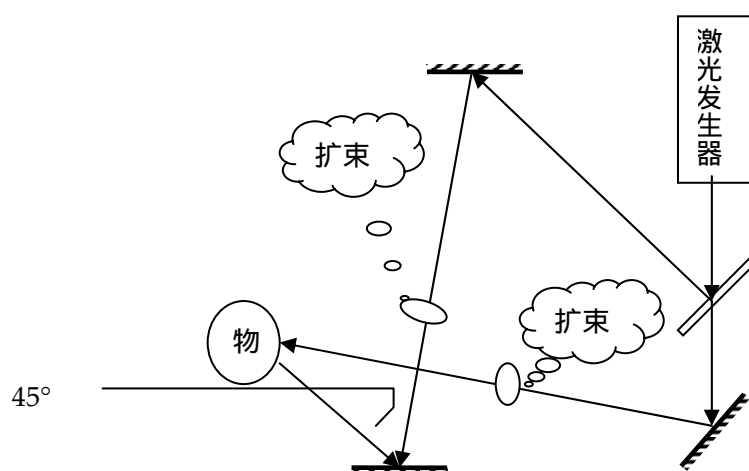
实验日期 _____ 教师评定 _____

此我们可以分开他们。

【实验内容】

a)透射式全息图的记录

i)打开激光器，设计安排光路，光路满足要求：



经透镜扩展后的参考光应均匀照在整个底片上，被摄物体各部分也应得到较均匀照明；

物光和参考光的光程大致相同，相差不要超过 5cm；

在底片处物光和参考光的光强比约为 1:2 到 1:6.

ii)关上照明灯（可以打开暗绿灯）。调节定时曝光器，为 1 秒到 3 秒。

iii)关闭快门挡住激光，经底片装在底片夹上，注意让乳胶面对着光入射方向。静置两三分钟后，开始曝光。

iv)对曝光后底片作化学处理，显影液用 D-19，定影液用 F-5，显影时间 30 秒，定影时间 2 分钟，完事以后用清水冲洗。晾干。

b)透射式全息图的重现

i)用透镜将激光扩束后照明全息图，尽可能使光照方向沿着原来参考光的方向。观察虚像。

实验报告

第 3 页

系别 _____ 班号 _____ 姓名 _____ 同组姓名 _____

实验日期 _____ 教师评定 _____

可以看到立体的图像。

ii)遮住全息片的一部分，发现仍然能看到全部虚像。

iii)反转全息片，发现有时候能看到虚像，有时候有模糊的虚像，但是找不出明确的规律。

【分析讨论】

实验一共反复进行了三次：第一次是毛主席像章，第二次是骷髅头和戒指，第三次是手表。其中第二次照的最清楚，可以明显看到骷髅头和戒指的远近层次。第三次手表采用连续三次曝光，每次时间长度为 1 秒的方法拍摄，本来预期得到三个秒针，但后来因为表面反射太强，看不到秒针。

过去这个实验成功率比较低，但是这次我们进行的实验获得成功，包括三个方面的原因：

- (1)老师总结了过去多年进行全息照相实验的经验，并把它们传授给我们，节约了大量时间；
- (2)实验器材同过去相比有了质的飞跃，需要的曝光时间大大缩短，减少了微小振动带来的困扰；
- (3)实验过程中，我们认真按照要求操作，不犯原则性的失误，在重要细节上不惜多花时间。