

实验目的

- (1) 了解全息摄影的基本原理。
- (2) 掌握全息摄影的基本技术。
- (3) 学习暗室技术, 提高动手能力。

实验原理 (1) 全息摄影的特点:

全息摄影是以光的干涉和光的衍射理论为基础, 记录全息图是光的干涉理论, 再现全息图是光的衍射理论。当用参考光以拍摄时相同的角度照射全息图, 透过全息图, 就能在原来放置物体的位置再现物体的三维立体图, 这种将光波的全部信息同时记录并再现的技术称为全息摄影。

(2) 全息摄影的记录原理:

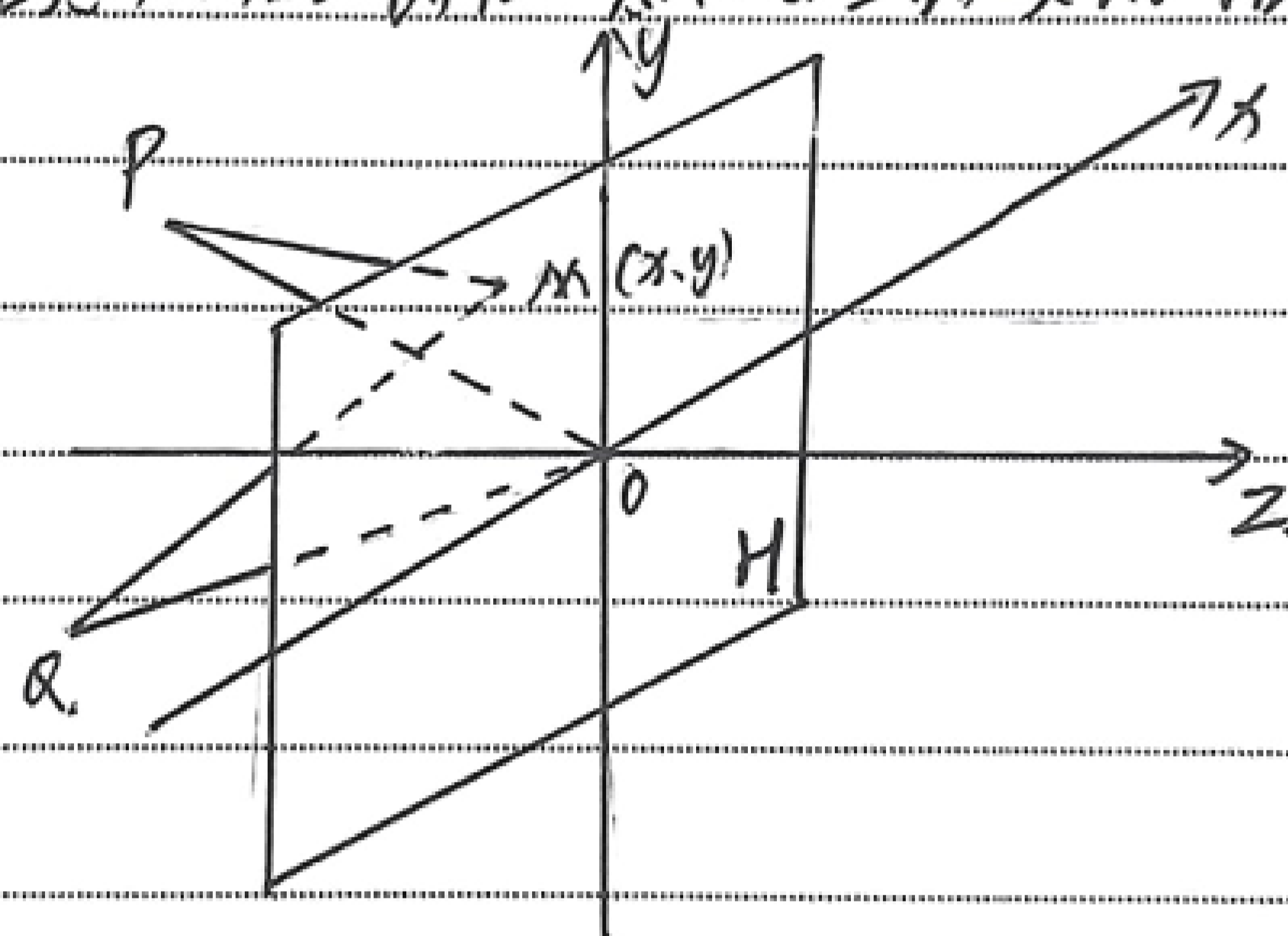
利用光的干涉原理, 将物光光波与参考光光波叠加, 会产生干涉现象。使用感光干板可以较高精度地记录下这些干涉条纹。设从 (x, y) 为感光板平面 H 上任意一点, P 表示物光的一个点光源, Q 表示参考光的一个点光源, 它们在感光板上的任一点 (x, y) 上的复振幅分别为:

$$P(x, y) = A_1(x, y) \exp[i\varphi_1(x, y)]$$

$$Q(x, y) = A_2(x, y) \exp[i\varphi_2(x, y)]$$

光波叠加后, 点 (x, y) 的强度为:

$$\begin{aligned} I(x, y) &= |P(x, y) + Q(x, y)|^2 \\ &= A_1^2 + A_2^2 + A_1 A_2 \exp[i(\varphi_1 - \varphi_2)] \\ &\quad + A_1 A_2 \exp[-i(\varphi_1 - \varphi_2)] \end{aligned}$$



(3) 全息摄影光路:

1. 光路图
2. 相干条件: 采用分光板将一束激光分成物光和参考光。
3. 拍摄条件: 激光均匀照亮物体, 漫反射光最强部分均匀落在干板, 参考光均匀覆盖干板。

(4) 全息图的再现:

1. 观察虚像的光路: 由于光栅对光的衍射作用, 透过干板可在载物台位置观察到虚像。
2. 实像的观察方法: 用参考光照射再现。



实验仪器

He-Ne 激光器、全息实验台、载物台及支架附件、分光板 1 片、反射镜 2 片、被摄物 1 个、曝光定时器及光快门、全息干板及干板架、暗室冲洗设备等。

实验步骤与数据记录

1. 打开激光器，将各光学元件底部旋钮旋至上升，调节各元件的高度及角度以保证激光光束构成的平面平行于全息台。
2. 按光路图设置好光路并进行调节，然后将底部旋钮旋至锁住元件。
3. 将干板的药膜面朝向被拍摄物体，并固定干板，在老师的统一指挥下统一曝光约 40 s。
4. 显影：若曝光量合适，显影液温度在 20°C 左右则显影时间在 2~3 min，具体时间由显影液浓度及曝光强度确定。定影：显影后放入清水冲洗，再放入定影液中定影，定影时间不少于 3 min 然后水洗晾干，即得全息照片。
5. 取下被拍摄体，将干板放入原光路中观察虚像并记录。
6. 整理实验器材，关闭激光器，盖上防尘布。

漫反射物体的三维全息摄影记录

被拍摄物		摄像头原景
摄于干板显影状态		良好
虚像与	大小	基本等大
原物进	色彩	原像为彩色，虚像为黑红
行比较	完整度	良好
	清晰度	良好



实验结论

- (1) 了解了全息摄影的基本原理。
- (2) 掌握了全息摄影的基本技术。
- (3) 学习了部分暗室技术, 提高了动手能力
- (4) 观察并记录到了清晰的虚像。

较为

实验讨论

- (1) 注意事项 ① 严禁直视激光, 禁止用手或其他物体触碰光学镜片, 及防止激光源移动。
② 移动光学元件时应避免将元件拿起, 需贴着衬缓慢移动
③ 在进行曝光时, 应保持肃静并减少走动。
④ 不能用手直接接触药水或全息干板的药膜面。
- (2) 缺陷分析: ① 物光与参考光的光程不能完全相等。
② 拍摄前及显影过程中可能存在漏光的现象。
③ 物光和参考光的角度偏大, 应保持在 40° 左右
④ 光路未完全在光学元件的中心。

(3) 对实验的认识及对全息摄影技术的展望:

认识: ① 全息摄影是以光的干涉与衍射为理论为基础, 记录并再现全息图, 记录是光的干涉理论, 再现则为光的衍射理论。

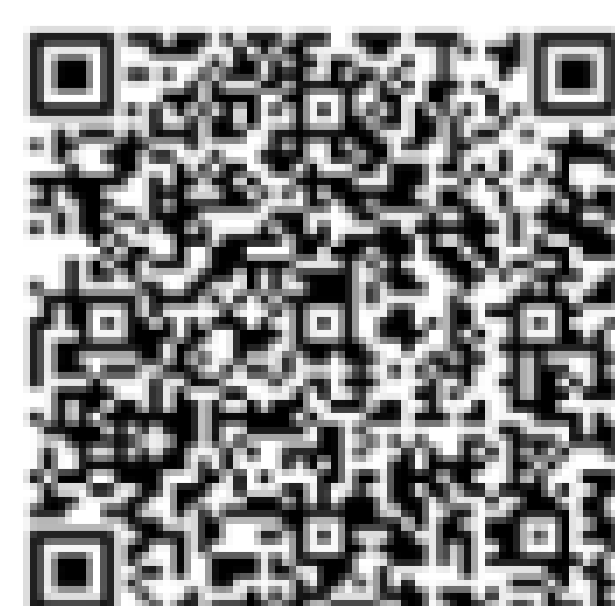
展望: ① 利用全息摄影可以进行显微放大, 由于全息摄影再现物体逼真形象, 立体感强, 成为立体电影和立体电视的发展方向。

② 全息显示技术现已被应用在防伪标志, 保密标识, 艺术和装饰等方面。

③ 全息信息储存: 把文字, 图片或资料制成透光片, 再制成全息图, 可再现的实像可供直读。

④ 在军事领域全息技术可以弥补一般雷达系统的不足, 能提供目标的三维图像。

⑤ 在医学领域中, 利用全息成像技术可以提供病灶的三维立体图像, 有利于早期病症的诊断和治疗。



思考题

(1) 光波的信息包含哪些因素?

在任何物体表面上所发出的光波可以看作是反射光波的总和,其中频率,振幅相位,为主要特征,振幅和相位为特征信息。

(2) 全息摄影与普通摄影有何异同?

相同点: 两种均需要光与设备。

不同点:	类别	全息摄影	普通摄影
	记录介质	物体光与参考光束	光学镜头(物体光)
	记录内容	物体散射光的强度相位	物体本身或反射光强度
	成像介质	全息片	感光胶片
	观察方式	一般借助激光还原观察	眼睛直接观察
	色彩表现	彩色干涉条纹图像	彩色或黑白图像
	影像特点	三维空间立体感的景物	平面物体图像

(3) 再现与原物相同的虚像所需条件是什么?

还原光线与参考光发散程度相同,沿拍摄时一样的方向照射于板药膜面,眼睛看向拍摄时物体的位置。

(4) 振动对全息摄影有什么影响?如何消除?

影响很大,振动会导致干板记录的条纹起伏,模糊,导致全息摄影失败。

消除方法: 保证全息板稳定不动或远离振动源,并确保所有光学元件底端旋鈕旋至ON锁死光学元件。



原始记录

漫反射物体的三维全息摄影记录

被拍摄物	猫头鹰
干涉条纹状态	良好
虚像大小	等大
与原物色彩	红色
进行比较	完整度
	清晰度
	良好

2020

