

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的相同角度照射全息图, 通过全息图, 就能够在原来被拍摄物体的位置再现物体^{*}。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, 使用感光干板可以较高精度地记录下这些干涉条纹。设 $M(x, y)$ 为感光干板平面上的任意一点, P 表示物光的一个点光源, Q 表示参考光的一个点光源, 它们在感光干板上的任意一点 $M(x, y)$ 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 $M(x, y)$ 的强度为

$$\begin{aligned} I(x, y) &= [P(x, y) + Q(x, y)]^2 \\ &= [P(x, y)]^2 + [Q(x, y)]^2 + P(x, y)Q(x, y)^* \\ &\quad + P^*(x, y)Q(x, y) = A_1^2 + A_2^2 + A_1A_2 \exp[i(\varphi_1 - \varphi_2)] \\ &\quad + A_1A_2 \exp[-i(\varphi_1 - \varphi_2)] \end{aligned}$$

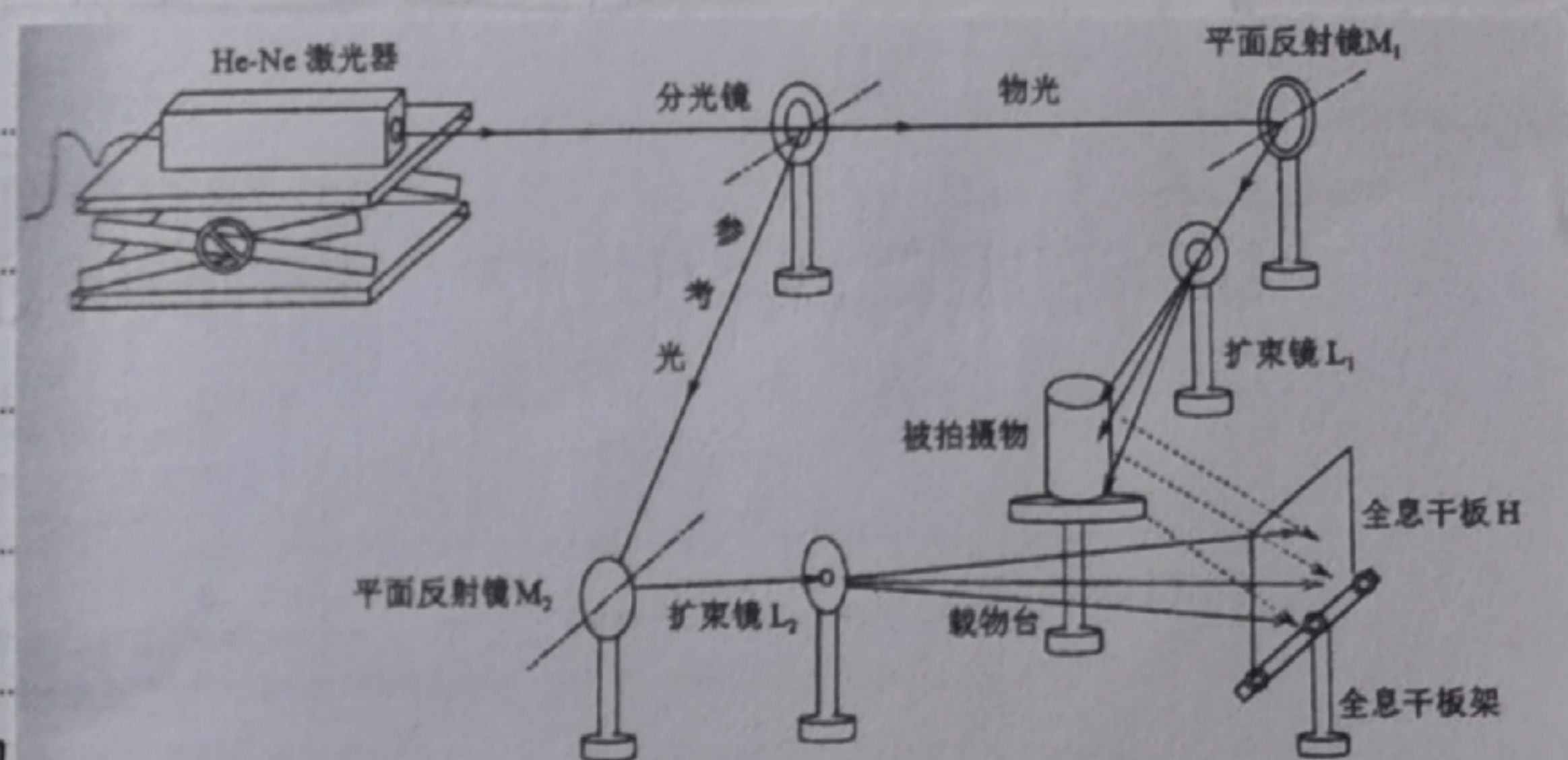


图 2.8.2 激光全息光路图

(3) 全息摄影光路

① 光路图 ② 相干条件 ③ 拍摄条件

(4) 全息图的再现

① 观察虚像光路: 由光栅对光的衍射作用, 透过干板可以在载物台后位置观察到一个和被拍摄物体一样的三维立体虚像

② 实像的观察方法: 用白光照射观察虚像

实验仪器 半导体激光器, 全息实验台, 载物台及支架附件, 分光板1片, 反射镜2片, 被摄物体1个, 曝光定时器及快门, 全息干板及干板架, 暗室冲洗设备等等

实验步骤与数据记录

- ① 打开激光器, 识别各光学元件, 调节各元件的高度及倾斜度, 以保证激光束构成平面光波
- ② 按照光路图摆好光学元件, 并按照实验原理中拍摄条件逐一进行光路调节
- ③ 在老师指挥下, 统一曝光, 将干板固定到干板架上, 干板的药膜面朝向被拍摄物体使用干板架的固定螺钉钉固定干板, 在老师指挥下统一曝光完成拍摄, 曝光一般般为5s左右
- ④ 显影时, 如曝光量合适, 将干板固定到干板架上, 干板药膜显影液温度在20℃左右, 则显影时间一般般在5min, 具体时间要根据显影浓度及曝光强度而定, 显影后放入清水中进行冲洗, 再放入定影液中定影, 定影时间不少于3min, 然后使用清水冲洗, 晾干, 即得一张照片
- ⑤ 取下被拍摄物体, 将干板放入原光路中观察虚像, 并使用手机照相机拍摄记录
- ⑥ 记录实验现象

表 2.8.2		漫反射物体三维全息摄影
被拍摄物		硬币
描述干板显影状态		良好
虚像 原物 进行 比较	大小	等大
	色彩	银色
	完整度	良好
	清晰度	良好

实验数据处理



实验结论①了解了全息摄影的基本原理

②掌握全息摄影的基本技术

③学习了部分暗室技术, 提高动手能力的

④观察并记录了清晰虚像

实验讨论

1. 注意事项: ①禁止用眼直视激光, 禁止用手或其它东西触摸光学镜头

②拆卸光学元件时, 应贴在全息盒的后面, 缓慢移动, 轻拿轻放

③拍摄时应保持安静, 切勿喧哗

④拍摄和冲洗底片在暗室进行, 不可用手直接接触药水或全息干板药膜

2. 错误及其纠正: 在实验中, 小组成员将各光学元件不能很好像的将其中心置于同一水平面, 并且不能很好的将光学元件摆放至同一直线上, 在测量间距时偶尔会有较大误差, 在实验中应仔细调节各光学元件, 做不到细致入微, 尽可能完美地完成实验, 小组成员间永不气馁, 互相鼓励, 争取得到一个好的结果

3. 可能导致误差的因素:

①物光和参考光的光程不等

②曝光前或曝光时可能会受其他光照影响

③各光学元件中心高度可能不同, 实验中位置可能偏斜

④物光与参考光光强非1:4左右, 角度不合适

4. 改进措施: ①保证各光学元件处于稳定性

②加强实验手册效果

③保证显影剂效果

④使感光板位置不变

思考题

1. 光波信息包含哪些因素?

包括频率、振幅、相位, 其中振幅和相位是光波主要特征

2. 全息摄影和普通摄影有何异同?

相同点: 两者都要光与设备

不同点: 类别

记录方式

记录内容

成像介质

影像观察方式

色彩表示

影像特点

全息摄影

物光与参考光束

物体散射光强度及相位

记录后称全息片

一般借助激光还原观看

彩色干涉条纹图像

三维空间立体感, 景物只有
散射光线无实物

一般摄影

光学镜头成像(物光束)

景物本身或反射光强度

感光胶片

眼睛直接观察

彩色物体图像

平面物体图像

全息摄影记录所有信息, 并能在与拍摄条件相同下再现

普通摄影只能记录部分信息

3. 再现与原物相同影像所需条件是什么?

还原光线与原参考光线发散程度相同, 按拍摄时一样的照射于板药膜面、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, 振动导致干板记录条纹起伏、紊乱, 会导致全息摄影失败

消除方法: 保证全息摄影台绝对稳定不动, 或远离振动源拍摄, 若无法避免就要
采取减振措施

原始记录

表 2.8.2 漫反射物体三维全息摄影记录

被拍摄物	硬币
描述干板显影状态	良好
虚像	等大
与原物比较	颜色
	良好
	良好

7-2000