

白光全息图拍摄研究

陕西 理工学院物理系 张 锴

[摘 要]本实验采用 SRP- I型红敏光致聚合物干版,在白光条件下对透射式全息图的拍摄过程及条件进行了研究。
[关键词]全息图 红敏光致聚合物干版

1 引言

全息照相是借物光与参考光干涉的机理把物光波前的强度(振幅)和相位以干涉条纹的形式记录在全息干版上。全息干版的记录介质以银盐乳胶最为常用。由于银盐乳剂本身性质所限,从干版的保存、裁切、拍摄到冲洗,都只能在暗室中进行,这给进行全息实验带来了诸多不便。而 SRP- I型红敏光致聚合物干版,采用了新型的重铬酸盐明胶作为记录介质,以上操作均可在明室白光条件下进行,极大的方便了实验操作。

2 实验原理

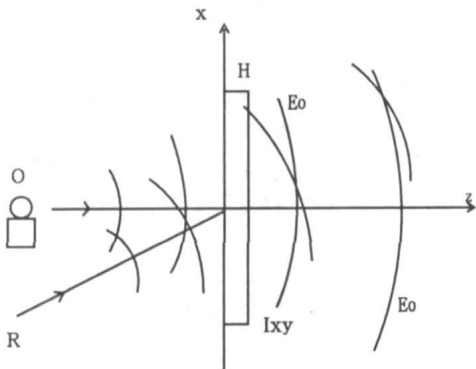


图1 物光波前的记录

3 记录介质

本实验中使用的 SRP- I型红敏光致聚合物干版采用红敏重铬酸盐明胶作为记录介质,它是一种位相型的记录介质。这种记录介质的特点是:只对 650nm 附近相当窄的波段的光敏感,对这个波段以外的光都不敏感;其分辨率> 4000线/mm,光噪

声小,版面干净、清晰;衍射效率很高,实际可达 90% 以上,而最常用的银盐干版,其最高衍射效率也不过 40%。由于该版吸收谱线对红光部分存在峰值,在可见光区蓝、绿光部分吸收很少,吸收谱图如 3,故此版可在日光灯或白昼光下进行明室的裁版、拍摄、冲洗等操作。

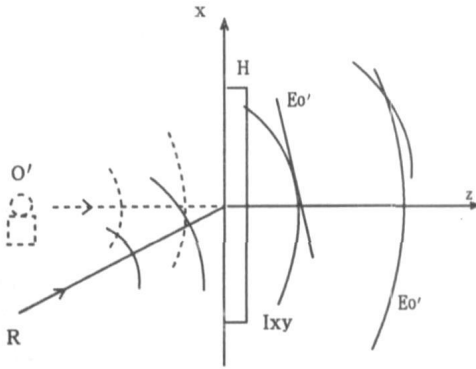


图2 物光波前的重建

声小,版面干净、清晰;衍射效率很高,实际可达 90% 以上,而最常用的银盐干版,其最高衍射效率也不过 40%。

由于该版吸收谱线对红光部分存在峰值,在可见光区蓝、绿光部分吸收很少,吸收谱图如 3,故此版可在日光灯或白昼光下进行明室的裁版、拍摄、冲洗等操作。

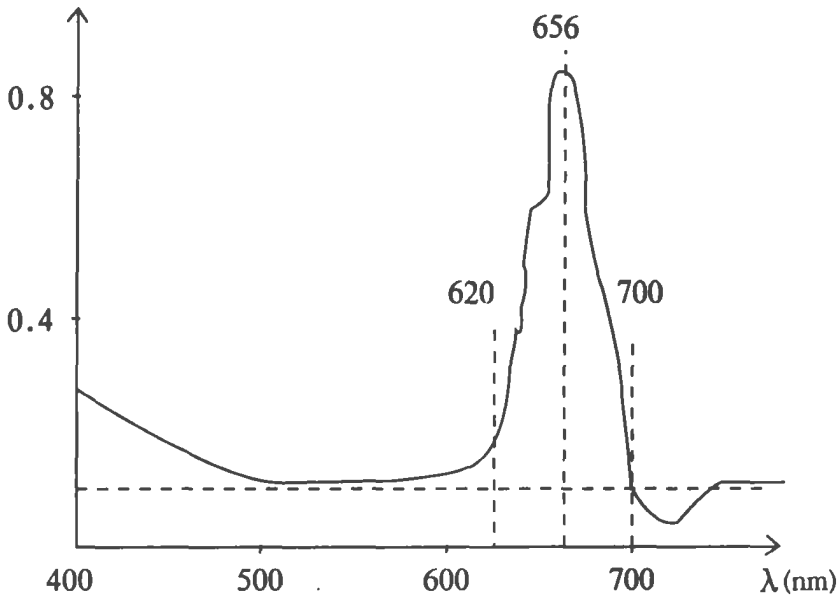


图 3

4 实验方法

实验仪器: 半导体激光器,分束镜(3 7),反射镜,扩束镜,干

版,小物体,吹风机。

实验光路图如图 4,

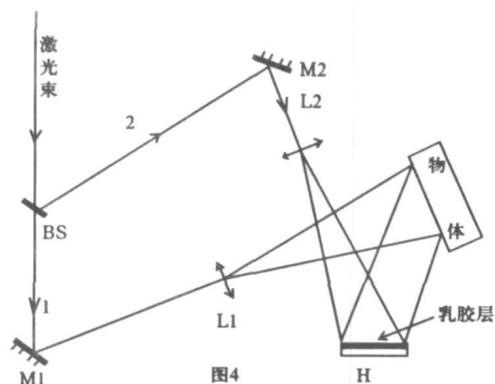


图4

图4光路较为复杂,但此光路可以拍摄体积较大的物体。本实验采用此光路拍摄全息图,拍摄物体为一枚一角硬币。

曝光时间 130—150秒。

干版处理方法:

- (1)在蒸馏水内静置 30秒。
- (2)在浓度为 40% 的异丙醇中脱水 1分钟。
- (3)在浓度为 60% 的异丙醇中脱水 1分钟。
- (4)在浓度为 80% 的异丙醇中脱水 15秒。
- (5)在浓度为 100% 的异丙醇中脱水,直至出现清晰、明亮的红色或黄绿色图像为止。
- (6)取出干版,迅速用吹风机热风快速吹干,到全息图重现现象变为金黄色清晰、明亮图像为止。

(7)封装:用干净的玻璃片(如洗干净的废光谱版)覆盖感光层面,再用市售密封胶密封,室温固化后即得到一块永久性保存的全息片或全息工艺品。若未封装,重现现象会在一定时间后逐渐消失,只需在需要时按上述步骤重新冲洗,重现现象会再次出现。

5 实验条件研究

(1)激光器的选用。本实验比较使用了半导体激光器和 He-Ne 激光器,以半导体激光器效果为佳。

透射式光路物光、参考光比反射式弱,故应选用功率较大的半导体激光器。He-Ne 激光器功率较小,扩束后激光强度不够,对于 SRP-I 型干版,由于其灵敏度远较银盐版差,因此重现现象亮度低、像质差,而半导体激光器功率比 He-Ne 激光器大,重现现象效果好;He-Ne 激光器光斑小、为圆形,扩束后不能照亮较大的物体,而半导体激光器的光斑较大,为方形,扩束后可照亮较大的物体;He-Ne 激光器本身噪音较大,不如半导体激光器工作安静。

(2)最佳曝光时间。

结果比较:

- 100秒——冲洗时间较长,图像很模糊。
- 120秒——冲洗时间较长,图像基本可辨。
- 130秒——重现现象不够亮,硬币中心“1”比较清晰。
- 130秒——图像亮度好,硬币中心“1”清晰。
- 140秒——图像亮度好,硬币中心“1”清晰。
- 150秒——重现现象开始变暗,硬币中心“1”比较清晰。
- 160秒——重现现象变暗,硬币中心“1”较模糊。

结论:最佳曝光时间为 130 至 150 秒。

6 注意事项

一张好的全息图要求重现图像清晰,亮度高,立体感强,版面清洁,信噪比好。要得到高质量的全息图,必须重视拍摄过程中每一个环节。只要一步操作不仔细,不按规定要求处理,就有可能得不到一张好的全息图。

6.1 曝光前激光器输出光束的调整

(1)激光器接通电源后,点燃半小时以上,使输出光功率稳

定。

(2)把激光器输出功率调到最佳值。

(3)检验输出光束通过光束镜后在屏上形成的光斑是否是高斯光斑。

(4)在拍摄反射全息图时应把拍摄目标放在高斯光斑中心,光斑应大于物,使物体中心与边缘光强比在 2—3 倍内。

6.2 感光版的裁切。

RSP-I 型红敏光致聚合物全息干版在正常情况下,版面稍稍发粘,用手指摸上去微微粘手,因此不能像天津 I 型全息干版那样把胶面直接贴在桌面或纸面上切割,否则损伤感光层,应将版面朝下垫于干燥的硬塑料条上进行裁切。此步可在日光灯下进行。

6.3 曝光时间的确定。

透射式曝光时间 130—150 秒。具体拍摄时还要根据拍摄物体面积大小范围内光强的均匀性,物体的反射本领等因素做若干次曝光实验,最终确定最佳曝光时间。

6.4 注意防震。

由于 RSP-I 型红敏光致聚合物全息干版的记录介质重铬酸盐明胶的灵敏度低,和银盐版相比可差几个量级,故曝光时间较长,特别是本实验采用的透射式光路本身曝光时间长,加之其分辨率可达 4000 条线/mm,稍有震动,干涉条纹就会相互掩盖,而拍不出来图像。故此实验对防震要求较高。

(1)全息干版夹持牢固,最好不要有自由端。特别是全息干版面积较大时,自由端要夹住,不要让其振动。版面小时只夹住一端,问题不大。

(2)全息干版固定好后,最好等几分钟(看版面大小决定时间,面积大,等待时间长)再拍摄。在这段时间内可以让玻璃版慢慢释放夹持应力,否则易出现粗大的干涉条纹,影响重现现象亮度与像质。

(3)不必要的元器件最好不要放在全息台上,因为这些元器件往往没有牢固固定,易产生震动。

(4)拍摄光路上所用的各个元器件必须用磁性表座、磁铁或螺栓牢固固定。

(5)曝光时间内不要在室内走动或敲击全息台,以免震动使干涉条纹模糊化,影响衍射效率,严重时甚至不能记录干涉条纹。

6.4 注意激光器输出光波相干长度及参物光的光强匹配。

(1)在相干长度一定时,物体不能太大,景深不能太大。

(2)有条件的可以选用长相干长度的激光器(如腔内加标准具的激光器)拍摄大景深物体。

(3)参考光、物光一定要尽量匹配。可以采用分束器、衰减器调整光束光强,也可采用双光束或多光束光路照明物体或设法增大物体反射率以增强物光。

6.5 曝光后全息干版的处理

要获得好全息片,处理方法很重要。处理方法中要特别注意在 100% 异丙醇中观察重现现象颜色变化这个步骤。

参考文献

- [1] 提高高楼层全息照相实验成功率的研究,齐文辉,徐挺,大学物理实验,2005.9
- [2] 在灯光下演示全息照相,王军丽,物理实验,2004.9
- [3] 全息照相的摄制,李云领,安阳师范学院学报,2001
- [4] 全息照相实验,刘成林,河北理工学院学报,2003.11
- [5] 《普通物理实验教程》曾贻伟,龚德顺,王书颖,汪顺义,北京师范大学出版社
- [6] 《光学教程(第二版)》姚启钧原著,华东师大《〈光学〉教材编写组改编,高等教育出版社