

用光导热塑全息技术记录彩虹全息图

罗振坤 许澍翔 谢忠明 李维宁 马萍

(军事医学科学院放射医学研究所, 北京, 100850)

摘要: 本文用光导热塑全息技术记录了彩虹全息图, 并对其关键技术问题进行了详细地讨论。

关键词: 光导热塑全息技术 彩虹全息图

Recording of rainbow hologram by means of photoconductive thermoplastic holography

Luo Zhenkun, Xu Shuxiang, Xie Zhongming, Li Weining, Ma Ping

(Institute of Radiation Medicine, Academy of Military Medical Sciences)

Abstract: A useful method making rainbow hologram by means of photoconductive thermoplastic holography is described and the key technical problems in recording process are discussed in detail.

Key words: photoconductive thermoplastic holography rainbow hologram

一、引言

目前, 围绕彩虹全息的象质讨论和记录技术的研究已有许多报导^[1~2]。所用记录介质多为银盐和光刻胶干板^[3]。而用光导热塑作为记录材料, 制作高质量全息图, 还需要进一步地研究^[4~6]。光导热塑是一种浮雕型位相记录介质^[7], 具有全色响应, 干式原位实时显影, 衍射效率和灵敏度高, 可于明室操作及重复使用等特点, 是一种实用性较强的全息记录材料。然而, 由于它是靠塑料表面形变来记录干涉图形, 其形变受温度、充电电压和曝光量等诸多条件的限定, 要得到一张高质量的全息图并非易事。本文侧重实践, 探讨并利用光导热塑全息技术, 进行了彩虹全息图记录的尝试。

二、实验方法

以输出 48mW 氦氖激光为光源, 以某院徽为记录对象。先用普通照相方法对分解后的院徽图案分别进行拍摄, 制成三幅输入片。于光路中分两步进行全息记录。

第一步, 光路中采用变比例分束器分束, 40 倍显微物镜扩束、棱镜转向, 毛玻璃散射, 透射

照明输入片。以天津 HP633 银盐干板为记录介质。参物光强比 10 : 1, 参物光夹角分别约为 38°, 45° 和 54°, 全息光路见图 1。实验中, 将输入片分别装入三个同等大小的片夹, 调整好三幅图案的相对位置, 分别置于光路中, 用遮光板将全息干板隔为三个并列的狭缝区域, 每个区域对应于一幅输入片。棱镜被用来变换照明光束的方向, 使各输入片的光信息更多地到达所对应的全息干板曝光区域。每幅输入片曝光一次, 曝光时间 30s。在含有白光的绿色安全灯下, 用 D-76 倍稀释显影液实时监视显影约 8min, F-5 定影液定影 4min, 从而得到在一张干板上分别记录的三幅并列的全息图。

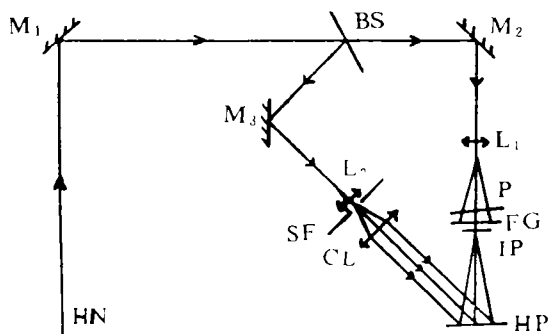


Fig. 1 Optical arrangement for holographic recording
HN—He-Ne laser M₁₋₃—mirrors L₁₋₂—lenses CL—collimating lens HP—holographic plate BS—beam splitter SF—spatial filter P—prism FG—frosted glass IP—input pattern

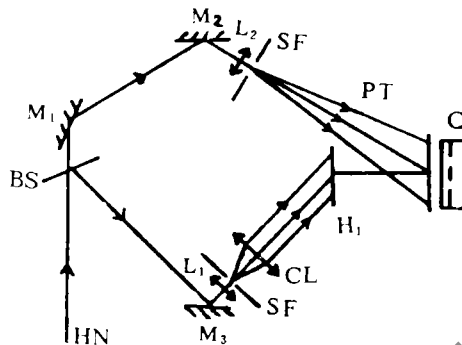


Fig. 2 Recording geometry of rainbow hologram
HN—He-Ne laser BS—beam splitter M₁₋₃—mirrors L₁₋₂—lenses CL—collimating lens SF—spatial filter H₁—hologram PT—photoconductive thermoplastic plate C—charger

第二步, 将上述记录的全息图置于光路中进行逆场再现, 从而得到全息图衍射出的院徽图案的三个再现实象, 它们分别出自三个全息图, 并按各自的路径传播, 最后汇于一处, 在空间成为一个完整的院徽图案的再现实象。以此再现实象作为物, 以山西大学化学系研制的 SPT- I 光导热塑全息片 (下称光塑片) 为记录介质, 置于再现实象平面。以再现实象中心为基点, 其成像光束 (物光) 与参考光所构成的参物光夹角约 30°。参物光强比 3 : 1。使用自制的 JFJ-1 光导热塑全息记录仪进行彩虹全息图记录。记录光路见图 2。

光导热塑全息记录条件和方法:

准备: 用万用表测光塑片的电阻, 确定加热电压, 本实验根据片的大小, 采用 20W 电加热。充电器靠近光塑片涂层, 距离 1~1.5cm。在离光塑片约 0.5m 处放置一盏 100W 白炽灯。实验采用慢加热和余热两种方法进行全息记录。

(1) 慢加热法: 先加热光塑片, 常用电压为 20~40V。约 10s 后, 曝光并加高栅压, 常用高压为 8000~9000V, 栅压 1500~2500V。全息片起霜后, 加热停止, 用白光照明, 并实时监视负一级衍射象, 当再现实象逐渐形成时, 迅速降低充电电压, 数秒后, 停止高栅压充电, 完成彩虹全息图记录。

(2) 余热法: 对已有霜的光塑片再次加热消霜, 并同时用白光照射, 以使霜完全消除, 避免记忆效应引起的再现实象重现。待消霜后, 停止加热及白光照射, 使片子在空气中自然冷却, 并根据环境温度及散热情况, 推断高栅压充电的起始时间, 通常停留 20~70s 后开始充电曝光 (此时热塑层处于软化状态), 电压值与慢加热法相同。当光塑片起霜时, 用白光照射, 并实时监视

透或反射负一级衍射象产生过程,待成象清晰明亮时,降低栅压,数秒钟后,停止充电,记录完毕。若对已制作全息图不满意,可重复上述步骤,直到满意为止。

三、实验结果

光导热塑全息片记录了由三幅分图案构成的一个完整的院徽图案。在白光下,三幅图案分别显示出三种颜色,整个画面清晰,图案中文字清楚可辨,全息图衍射较强,再现的院徽图案直径为20mm。

四、讨论

1. 在第二步全息记录时,由于物光是来自三个狭缝的全息图所衍射的再现象光束,它们分别与参考光构成了不同的参物光夹角,因此,用白光再现彩虹全息图时,能够观察到三种不同颜色。为了使每幅图案的颜色更加纯正,在保证物光(再现实象)强度的情况下,可适当减小单个狭缝的宽度。

2. 光路中加入棱镜或柱镜,变换其方向或位置,可使透过输入片的物光束定向投射全息干板的指定曝光区域,从而使全息干板更多地接受来自输入片的光信息。

3. 第一步全息记录时,参考光应采用平行光。如用发散光为参考光,当全息图逆场再现时,就需用相应的大口径透镜会聚照明光束,才能使再现象放大率等于1和不产生象的畸变,这样再现较困难。如用平行光为参考光,仍用平行光做逆场再现就相当容易了。

关于光导热塑全息记录的几点体会:

1. 光导热塑全息记录的实时监视^[6]是保证全息图质量和提高成功率的重要手段。光塑片起霜时,将会出现由负一级衍射构成的再现实象从无到有,由暗变亮的动态变化过程,人眼处在明视距外对准成象光束观察,再现实象达最清晰明亮时降低电压,这样形变不会继续加深,也不因表面张力而回缩,几秒钟后,热塑料固化,停止充电。通常,反射再现实象先出现,若持续充电曝光,反射实象渐模糊,而透射实象达最清晰明亮。为此,可根据全息图观察方式,选择透射监视或反射监视。本实验用反射再现实象实时监视法,记录了反射观察的全息图,并以此为母板,制出了较为满意的模压全息图。

2. 光塑片上霜的厚薄、面积大小和均匀程度等直接关系到全息记录的成功与否及再现实象的质量优劣,通过调整高压、栅压或充电距离可使光塑片起霜得到控制和改善。通常,在霜过薄或起霜太慢的情况下,可适当提高充电电压,反之,则降低电压。栅压过低,片子不易起霜,栅压过高,霜面会出现栅网格。高压的选择,以合金钨丝的电晕充电强度而定。充电器与光塑片间的距离调整,可视起霜情况而定,若起霜快,而噪声大,可拉远充电距离,一般随着记录次数增加,距离应逐步缩短。另外,还可根据霜的分布情况,将充电器做倾斜或俯仰调整,易起霜部位离远,难起霜处则靠近。

3. 掌握光塑片合适温度是记录高质量全息图的基本条件。片温过低,不能形成霜变,片温过高,会产生烧蚀斑,影响光塑片寿命,严重者还会出现“炸片”。以霜作为指示,控制片温是个好办法。记录时,片子上的霜呈倒马蹄形或仅在片的边缘有霜,说明片温偏高,应在下一次记录时,推迟充电曝光的开启时间,即延长散热时间,使片温降低一些。反之,若仅片子中间出现小块面积的霜,说明片温偏低,应缩短散热时间,提前充电曝光。

4. 由实验得出:参物光夹角不同,光塑片记录条件也不同。夹角大,充电曝光时间长,霜厚;而夹角小,时间短,霜也薄。对不同的空频光,每个光塑片的频率响应也不尽相同。记录前,最好能通过某种测试,了解所用光塑片的中心频率及通频带宽度。记录时,根据各片的具体情况,施以不同的记录条件和方法。如此,不难记录出优质全息图。

参 考 文 献

- 1 于美文,张静方. 全息显示技术. 北京:科学出版社,1989:94,26
- 2 Sato Ryuji, Murata kazumi. Appl. Opt. 1985; 24(14):2161~2164
- 3 赵业玲,谢敬辉. 光学技术,1990;(3): 5~9
- 4 Credelle T C, Spong F W. RCA Review, 1972; (33):206
- 5 Saito T, Honda T, Tsujiuchi J. Opt Commun, 1977; 23(1):44~48
- 6 Saito T, Imamura T, Honda T *et al.* J Optics (Paris), 1981; 12(1):49~58
- 7 史密斯 H M 编. 全息记录材料. 北京:科学出版社,1984:207~267
- 8 许澍翔,李维宁,谢忠明 *et al.* 激光杂志. 1991;12(2):105

* * *

作者简介:罗振坤,男,1954年出生。助理研究员。从事激光技术、激光全息和光信息处理应用研究。

收稿日期:1993-03-29 收到修改稿日期:1993-04-16

· 简 讯 ·

硅光电探测器突破现有探测信息频率限制

一种能探测 75GHz 频率上的光信号的硅金属-半导体-金属(MSM)光电探测器由 Rochester 大学的研究小组研制成功。国会图书馆的文库的全部容量能够以 75GHz 传送的话在一条电话线下用个工作日即可完成。使用目前可买到的在大约 2GHz 上运转的商业探测器,则需 2 周时间。据小组负责人 Thomas Hsiang 说,硅基元件是最佳的,因为这种技术是成熟的,很好理解,使用广泛。

MSM 装置可对只有 20ps 的信号探测还原。对紫色光和红色光的响应分别是 75GHz 和 38GHz。因为红波长如此容易穿透硅,所以 Hsiang 打算改善红波特性(用于通讯),用埋在表面下的绝缘层来限制电子的活动范围。

译自 L F World, 1993; 29(7): 11 张贤义 译 巩马理 校