

平面合成彩虹全息图

国承山 刘文贤 何 源

蔡履中

(山东师范大学物理系, 济南, 250014)

(山东大学光学系, 济南, 250100)

摘要: 提出一种记录平面合成彩虹全息图的空间分割记录方法。利用这种方法得到的彩虹全息图不仅可以在白光下再现一动态图象, 而且可以用常规方法进行模压复制。文中描述了这种方法的基本原理、实验装置及结果。

关键词: 彩虹全息 合成 空间分割

Synthetic plane rainbow holograms

Guo Chengshan, Liu Wenxian, He Yuan

(Department of Physics, Shandong Teacher's University, Jinan, 250014)

Cai Luzhong

(Department of Optics, Shandong University, Jinan, 250100)

Abstract: A method of making synthetic plane rainbow holograms by spatial division is proposed and experimentally demonstrated. This kind of holograms can record and reconstruct a 360° or moving object, and can be used to make embossed holograms.

Key words: rainbow hologram synthetic hologram spatial division

引 言

近几年在市场上大量涌现的用于防伪标志、包装装潢和立体图象显示方面的模压全息图主要是用常规的象面全息和彩虹全息技术制作的。其特点主要是色彩鲜艳, 对再现光源的要求不高。他的缺点是视场和景深受到较大的限制。如何充分利用全息图的高信息容量及存储特点使全息图显示出更丰富更新颖的内容已是这一领域的一个重要的研究方向^[1]。在这方面, 360°周视全息图是一个引起人们极大兴趣并具有重要应用价值的课题。已经发展起来的

参 考 文 献

- 1 Hecht J. L F World, 1994; 7: 53~ 55
- 2 郭振华, 李再光, 韩晏生. 激光技术, 1989; 13(6): 1~ 5
- 3 梁永茂, 吴思恩, 郭振华 *et al.* 医用激光杂志, 1995; 9(4): 1~ 429
- 4 谭恒昶, 郭振华, 黄达贤 *et al.* 准分子激光角膜手术学. 长沙: 湖南省科技出版社: 即将出版
- 5 Brint SF. J Cataract Refract Surg, 1994; 20(6): 610~ 615
- 6 郭振华. 医用激光杂志, 1993; 7(2): 6~ 8

* * *

作者简介: 许德胜, 男, 1963年9月出生。学士, 讲师, 激光技术国家重点实验室学术秘书。主要从事强激光大气传输与破坏机理研究。

收稿日期: 1995-10-16 收到修改稿日期: 1996-09-02



周视全息技术包括柱面全息图^[2]、360°合成彩虹全息图^[3]、大角度环形孔径彩虹全息图^[4]等。前两者都需要较大的环形记录介质,后者在做成模压全息图时原始象与共轭象的相互影响将难以克服^[5]。在本文中,我们提出一种可以在平面全息图上记录合成彩虹全息图的空间分割记录方法。利用这种方法得到的彩虹全息图不仅可以在白光下再现物体的全视场信息或一动态图象,而且可以用常规方法进行模压复制。文中描述了这种方法的基本原理、实验装置及结果。

二、记录原理

下面我们以记录一个可显示物体不同侧面信息的平面合成彩虹全息图(PSRH)为例,说明这种全息图的记录过程和原理。

PSRH 记录分两步进行。图 1 所示为第一步记录过程的光路原理图。激光器发出的光经一分束镜 BS 分为两束,一束经反射镜 M₁,扩束镜 L₁后照亮被记录物体 O,另一束光经反射镜 M₂,扩束镜 L₂和准直镜 L₃后作为参考光透过掩膜 P₁照射到全息干板 H₁上。物体 O 和全息干板 H₁分别置于一个由步进电机控制的转台和干板架上,如图 2 所示。图中,在全息干板 H₁前面的掩

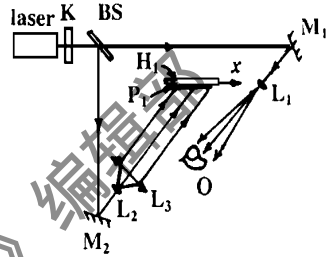


Fig. 1 The first recording configuration

膜 P₁上刻有一扫描狭缝,该狭缝可由步进电机控制做定向移动。控制电动快门对全息干板曝光;每次曝光后再控制步进电机使掩膜 P₁沿 y 方向定向移动一个缝间隔,同时使步进转台也转过一定角度,然后再进行第二次曝光。重复以上过程就可将物体 O 不同侧面的信息记录到同一块全息干板 H₁的不同窄条上(每一窄条称为一基元全息图),形成一个合成母全息图,如图 3 所示。该母

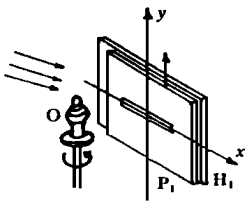


Fig. 2 The step mask and the turntable used in the first recording progress

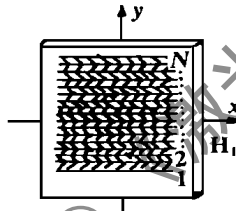


Fig. 3 The synthetic master hologram formed in the first step progress

全息图由 N 个基元全息图构成。它虽然已包含了物体各侧面的信息,但还不能在白光下再现。

图 4 是第二步记录过程的光路原理图。激光束经分束镜 BS 被分为两束;一束作为再现光使母全息图共轭再现,在其共轭再现象的位置附近放置全息干板 H₂,并用另一束光作为参考光进行全息记录。为了能达到白光再现的目的,在母全息图 H₁前放置一竖直狭缝 P₂(平行于 y 轴)作为限制光栏。用白光点源 S 对全息图 H₂进行共轭再现时,限制光栏 P₂作为一实象被再现出来,同时物体 O 各侧面的再现光也各自汇聚到了 P₂实象处的不同基元位置上。因此,当人眼位于缝象的不同高度处时,就可看到与 H₁上不同条带所相应的不同侧面的物体象;若稍微移动一下或转动一下(对于浮雕型)全息图,就可

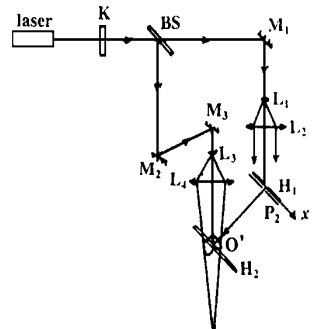


Fig. 4 The second recording configuration

顺序看到物体的各个侧面,从而产生一个动态的再现象。由于竖直狭缝 P₂在水平方向具有色

散,人眼左右移动时象的颜色会发生变化。

在图 4 所示的记录光路中,所用限制光栏 P_2 上的限制孔径是一条宽度约为 2~ 3mm 的狭缝。为了能充分利用双眼的体视效应,增加图象的立体效果及全息图的信息容量,可将限制光栏 P_2 上的单狭缝改成两条相距约 65mm 的(约等于人眼的双眼间隔)双狭缝,利用这样的限制光栏完成第二次记录过程得到的全息图再现时,就可实现双眼同时观察。

三、实验及结论

根据上述动态全息图记录原理,实现这一记录过程除需要常规的光学器件(如激光器、分光镜、反射镜、扩束镜及准直镜等)外,还需要一联动的快门、步进转台及支架系统。为此,我们

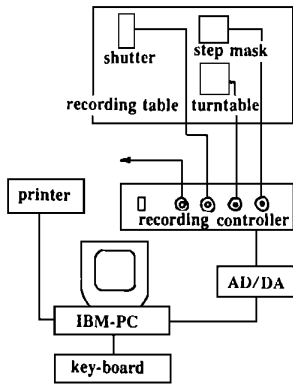


Fig. 5 The control system used in the experiments

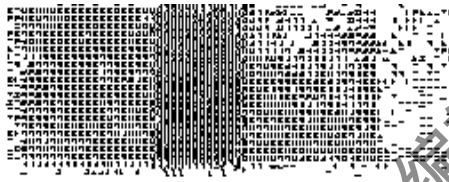


Fig. 6 Photographs of the reconstructed image from the synthetic plane hologram a- front of the image b- back of the image

设计制作了这样一套系统。该系统总体结构如图 5 所示。该系统主要由记录光路(包括程控快门、步进转台、步进干板架及有关光学原器件)、控制电路、微机接口及一台 PC 计算机组

成。计算机通过 AD/DA 接口和控制电路可程序控制记录光路中的电动快门及有关步进装置。电动快门的开启时间及顺序、步进转台及步进干板架的步进量及步进时序都可通程序来控制。利用我们编制的专用计算机软件就可自动完成记录合成母全息图的整个过程。

我们用该系统实际记录了一个物体转动 360° 的平面合成彩虹全息图。首先我们用图 1 所示的光路记录了物体的合成母全息图;该全息图包含了物体的 60 个不同侧面的基元图。然后再利用图 4 所示的光路得到物体的平面合成全息图。实验中采用 He-Ne 激光器作光源,记录介质为天津 iv 型全息干板。将得到的浮雕型平面合成彩虹全息图在白炽光源下再现,观察到了清晰的动态图象。图 6 为该合成全息图再现出的同一物体前后两个侧面象的照片。将该全息图上下微动或转动时,物体的不同侧面象相继再现,就象看到了一个正在转动的三维物体。

参 考 文 献

- 1 陈林森,胡祖元. 激光与红外, 1995; 25(2): 41~ 43
- 2 King M C. Appl Opt, 1968; 7(8): 1641
- 3 Chen H, Chen M. Appl Opt, 1983; 22(16): 2474
- 4 王典民,哈流柱,王民草. 光学学报, 1990; 10(11): 996~ 998
- 5 蔡履中,国承山. 光学学报, 1993; 13: (8): 723~ 727

* * *

作者简介:国承山,男,1958年8月出生。副教授。主要从事信息光学、激光应用研究及光学、近代物理教学。