

大视角无畸变彩虹全息图的制作技术

王典民 哈流柱 王民草

(北京理工大学, 北京)

摘要: 本文给出了利用全息光学元件制作大面积大视角无畸变彩虹全息图的方法, 并给出了实验结果。

Technique for making rainbow hologram to reconstruct large viewing angle and distortionless image

Wang Dianmin, Ha Liuzu, Wang Mincao

(Beijing Institute of Technology)

Abstract: A new technique for making rainbow hologram to reconstruct large viewing angle and distortionless image by use of holographic optical element is described and the result of experiment is given.

一、概 述

彩虹全息图的制作已出现了很多方法^[1~5], 虽然各有特色, 却无外乎两种类型, 一是通过透镜成象的一步法, 一是利用主全息图再现象记录彩虹全息图的两步法。一步法中透镜的口径直接限制了彩虹全息图的视角; 两步法^[6]中, 主全息图的长度即狭缝的长度, 第二步记录需要共轭再现主全息图, 要获得无畸变的全息象, 必须用大口径的透镜产生的会聚光或准直光作为主全息图的参考光或照明光, 以便准确地共轭再现。而实际上透镜的口径不可能做得太大, 而且制造代价十分昂贵。因此, 用传统方法不可能制得大视角无畸变的彩虹全息图。

本文鉴于以上考虑, 给出了利用全息光学元件获得大口径会聚球面波的方法, 阐述了利用这种全息光学元件制作大视角无畸变彩虹全息图的原理过程, 并进行了实验。

[6] 李好平, 才庆魁, 师昌绪. 激光处理钢疲劳寿命的函数表达. 应用激光, 1990, 10 (3): 135~137

*

*

*

作者简介: 李好平, 男, 1958年出生。讲师, 硕士。现从事激光应用研究。

王 莉, 女, 1956年出生。工程师。从事热工及电器研究。

才庆魁, 男, 1946年出生。副教授。从事激光应用研究。

收稿日期: 1990年2月27日。

二、大口径会聚波的产生方法

其原理光路如图1、图2所示。图1、图2中L、HL为同一元件，而且二者的相对位置

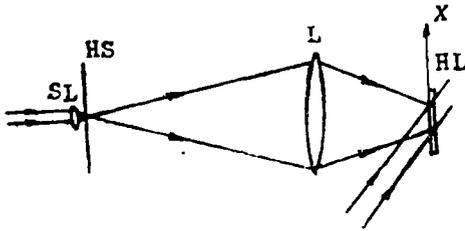


图1 记录光路

SL—扩束镜 HS—针孔滤波器
 L—聚光元件 HL—全息干板
 R—准直参考光

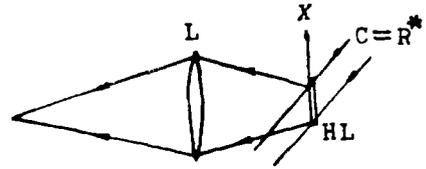


图2 HL-L系统-大口径会聚球面波产生系统

L—聚光元件 HL—全息光学元件
 C—照明准直光 R^* —R的共轭光

不变。L为一有聚光能力的透光元件，例如菲涅耳螺纹透镜即可，其口径可以很大，因而产生的会聚光的口径可以很大。由全息图与光学元件的光路可逆性^[7]，L的聚光质量并不影响图2中获得的会聚光波的质量，只要保证HL相对于L准确复位以及 $C=R^*$ 即可。

三、利用HL-L系统制作彩虹全息图

首先，记录菲涅耳全息图，如图3所示。其中，HL的再现光直透部分作为物体照明光，充分利用了光能。彩虹全息图记录光路如图4所示。彩虹全息图再现光路如图5所示。

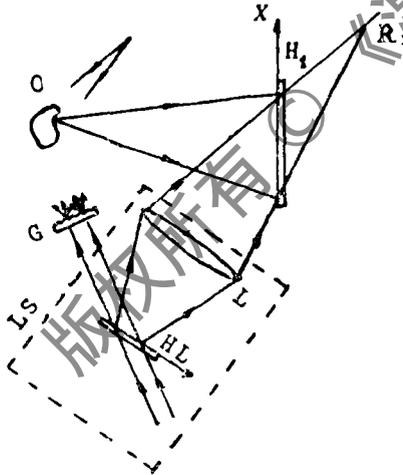


图3 菲涅耳全息图记录光路

LS—HL-L系统 G—毛玻璃 O—目标
 H₁—全息干板 R₁—H₁的参考光

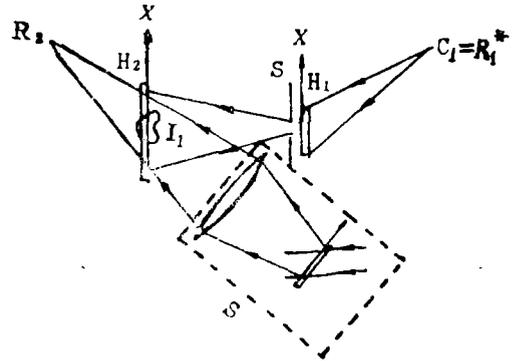


图4 彩虹全息图记录光路

LS—HL-L系统 H₁—菲涅耳全息图
 R_1^* — R_1 的共轭光波 H₂—全息干板
 R_2 —H₂的参考光波 I₁—O的共轭象
 $C_1=H_1^*$ —H₁的照明波 S—狭缝

以上过程与传统的两步法^[6]相同，但HL-L系统的采用，一方面增加了H₁的尺寸，从而获得了大视角的彩虹全息图，另一方面增大了H₂的面积，可制得大面积的彩虹全息图。由于图4、图5中H₁、H₂两张全息图的再现都是 $C=R^*$ 即准确的共轭再现，所以I₁、I₂都没有象差^[8]，即都与原物O等大小，而且最终获得的再现象I₂是原物O的正视象。

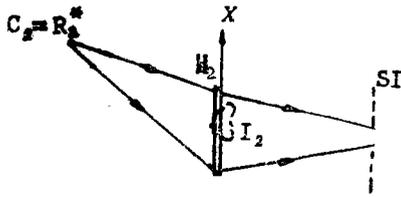


图5 彩虹全息图再现光路

C_2-H_2 照明光波(白光) $SI-S$ 再现象
 $R_2^*-R_2$ 的共轭光波 H_2-I_2 彩虹全息图
 I_2-I_1 的共轭象

四、实验结果及分析

首先,我们由图1光路,采用口径 $300 \times 400\text{mm}^2$ 的螺纹透镜,利用天津I型干板记录了口径为 30mm 的全息透镜HL,然后,利用此全息透镜与螺纹透镜系统按图3、图4光路记录了面积为 $180 \times 240\text{mm}^2$ 的彩虹全息图,仍采用天津I型干板。以白光源再现此彩虹全息图,再现象清晰明亮无畸变,视角达 60° 以上。在实验过程中,由于复位精度不够准确,由H-HL系统获得的会聚光点有一定大小,但实

验结果并未受到明显影响。实验中发现,HL-L系统在布置光路时有时不够方便,这可采用以一个全息透镜取代HL-L系统的方法来解决,如图6。图7为全息图再现现象片。

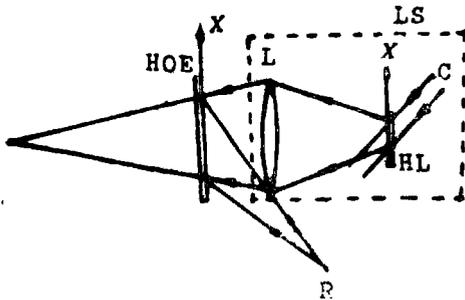


图6 取代HL-L系统的HOE记录光路
 $LS-HL-L$ 系统 HOE—全息透镜
 $R-HOE$ 的记录参考光

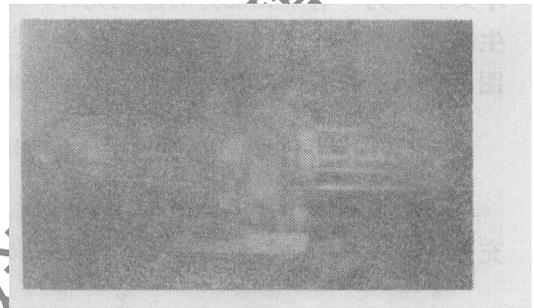


图7 全息图再现现象——
 国产天象仪模形

五、小 结

实验证明,本文给出的方法是制作大面积大视角无畸变彩虹全息图的实用方法,由于光路图1中的L可以为任意具有聚光功能的光学元件,这就为制作超大面积大视角无畸变的彩虹全息图提供了一种可行方法。

本文完成过程中得到于美文教授的指导和张静芳老师的帮助,在此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] Benton A Stephen. J O S A, 1969, 59(11): 1545A
- [2] Chen Hsuan, Yu F T S. Opt Lett, 1978, 2(4): 85
- [3] Leith E N, Chen Hsuan. Opt Lett, 1978, 2(4): 82
- [4] Grover C P, Driel H M Van. Opt S A, 1980, 70(3): 335
- [5] Sato Ryuji, Muratu Kazumi. Appl Opt, 1985, 24(14): 2161
- [6]、[7]、[8] 于美文,哈流柱,王民草.光学全息及信息处理.北京:国防工业出版社,1984: 158, 238, 24

收稿日期:1990年3月5日。