

二维编码片的一步彩虹全息术

王取泉 答孝义

(武汉大学物理系, 武汉 430072)

提要 本文提出了二维编码透明片的一步彩虹全息的记录方法,并给出了有关实验结果。

关键词 编码透明片,彩虹全息术

1 引言

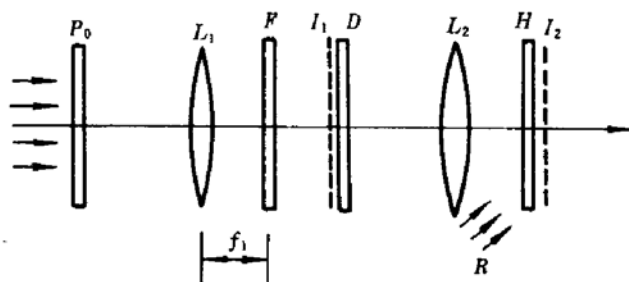
利用 θ 调制技术,可以将多重二维图像编码记录在同一张黑白胶片上,在白光信息处理系统中,通过适当的解码滤波后可以对图像进行假彩色编码或恢复真彩色像^[1,2]。本文提出将编码记录在同一张黑白胶片上的多重二维图像拍摄成彩虹全息的记录方法。该方法只需一次曝光,同时能对多重二维图像进行色彩编码,还可应用于拍摄二维物体的真彩色彩虹全息图。

2 原理分析

图1是利用 θ 调制编码透明片拍摄彩虹全息的基本光路,其中 P_0 为编码片,在 P_0 的空间频谱面上放置解码滤波带 F ,它由几个小圆形的通孔组成,分别选取各个编码图像的 $+1$ 级(或 -1 级)衍射谱通过。图2标出了一张空间三个方向上 θ 调制的编码片的频谱分布和滤波器 F 的选通方法。

Fig. 1 A basic recording geometry of one-step rainbow hologram for 2D encoded transparency

P_0 — encoded transparency; F — filter; L_1, L_2 — lens;
 I_1, I_2 — image; f_1 — focal length of L_1 ; D — diffuser;
 R — reference beam; H — holographic plate



如果直接将解码后的图像进行全息记录,则在共轭再现时,其出瞳面上的光强分布就是通滤波器 F 后的频谱分布,由于这个频谱分布的范围很小,因此再现像的水平观察视角非常小,难以获得全息像的深度(立体)视觉效果。解决的方法是在其解码后的图像的像平面 I_1 上加一个散射屏 D 对其频谱再进行扩展,这也正是拍摄透明片的全息图时通常在透明片上贴一块毛玻璃的原因,毛玻璃的随机微细结构可以将频谱向各个方向上均匀地扩展。不过,对拍摄

彩虹全息,毛玻璃并不是最佳选择,因为彩虹全息的记录光路中需要加一个水平狭缝,此时只需将其频谱在水平方向上进行一维扩展,这样将充分有效地提高光能利用率^[3]。

通过解码滤波器 F 后的三个点状分布的频谱(如图 2),经过在水平方向上的一维扩展之后就变成了三条平行的狭缝状分布(见图 3),而且这三条狭缝通道分别对应着编码片中的三种图像,因此,在白光再现时,这三种图像的彩虹全息像的色彩是不一样的。

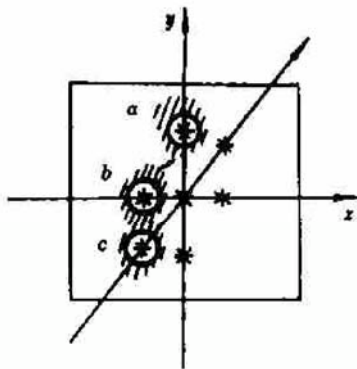


Fig. 2 Distribution of spatial frequency of encoded transparency P_0 and spatial filter F

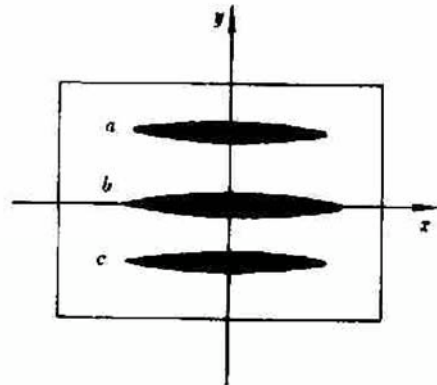


Fig. 3 Spatial frequency distribution of I_1 expanded by one-dimensional diffuser

3 实验结果

为了实验方便,选用了空间二个方向上 θ 调制的编码透明片进行实验,编码光栅的空间频率约为 120 线/mm,两个编码方向的夹角约为 40° ,图 4(a) 是其频谱的照片;解码滤波器 F 分别选通两种图像的 $+1$ 级与 -1 级衍射谱。一维散射屏采用二个低频光栅(25 线/mm,50 线/mm),经过 F 滤波后的两个点状频谱分布被扩展成为二个水平的点线状狭缝形式的分布(见图 4(b)),记录光源为 He-Ne 激光,在白光再现下观察到清晰明亮的两种图像不同色彩的彩虹全息像。

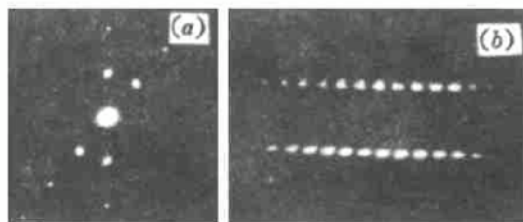


Fig. 4 Photographs of spatial frequency distribution of encoded transparency (a) and double slit (b)

4 讨 论

4.1 本实验中的一维散射屏采用的是一维光栅,其特点是狭缝宽度窄,但狭缝呈点线状分布,若采用条形散斑屏则可以得到呈连续分布的狭缝。

4.2 对于密度非连续变化的黑白透明片(如一般的商标图案),则可以将编码片上的光栅结构由黑白振幅型漂白成位相型,以提高编码片的频谱分布中 ± 1 级衍射谱的光能量。

4.3 如果将一幅彩色图像的三个分色像编码记录在三个空间方向上(如图 2 所示),适当选择编码光栅的空间频率和衍射方向,并适当选取光路结构参数,使得在共轭白光照明再现时的红分色像所对应的狭缝通道的红色狭缝像、绿分色像所对应的狭缝通道的绿色狭缝像以及蓝分色像所对应的狭缝通道的蓝色狭缝像三者重合在一起,则可以得到真彩色的彩虹全息像。

参 考 文 献

- 1 于美文. 光学全息及信息处理. 北京:国防工业出版社, 1984. 271
- 2 杨振寰. 光学信息处理. 天津:南开大学出版社, 1986. 350
- 3 王取泉, 答孝义. 中国激光, 1993, 20(3): 202

One-step Rainbow Holography for 2D Encoded Transparency

Wang Ququan Da Xiaoyi

(Department of Physics, Wuhan University, Wuhan 420072)

Abstract A method of recording rainbow hologram for 2D encoded transparency is proposed, and the experimental results are also given.

Key words encoded transparency, rainbow holography