



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102968037 B

(45) 授权公告日 2016.05.04

(21) 申请号 201210430041.5

审查员 逯雪峰

(22) 申请日 2012.11.01

(73) 专利权人 中山大学

地址 510275 广东省广州市新港西路 135 号

(72) 发明人 滕东东 王彪 刘立林

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 林丽明 林伟斌

(51) Int. Cl.

G03H 1/22(2006.01)

G02B 27/22(2006.01)

H04N 13/04(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102081340 A, 2011.06.01,

CN 102436169 A, 2012.05.02,

WO 2012/095703 A1, 2012.07.19,

CN 102213943 A, 2011.10.12,

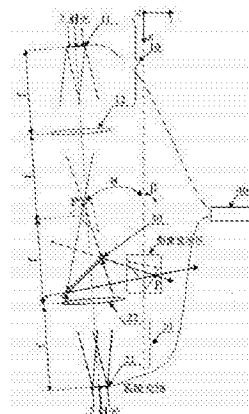
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

基于多调制器件的全息三维显示系统及方法

(57) 摘要

本发明涉及三维图像显示技术领域,具体涉及基于多调制器件的全息三维显示系统及方法。采用多空间光调制器技术,结合半反镜,通过待显示三维图像具有不同视角范围的实像和虚像的叠加合成,实现无机械运动的全视角全息三维图像显示。该系统包括:正向全息图生成单元、反向全息图生成单元、半反镜和控制单元。采用多调制器件,结合虚像和实像的视角合成,实现了无机械运动的全视角全息三维图像显示,且对空间光调制器的刷新频率没有特殊要求,有利于获得结构简单的全息图像显示系统。



1. 基于多调制器件的全息三维显示系统的显示方法, 其中, 该系统包括: 一正向全息图生成单元, 用于复现全息三维光场; 一反向全息图生成单元, 用于复现全息三维光场; 两个全息图生成单元分别复现的三维光场反向或接近反向传输, 具有重叠的复现空间; 一半反镜, 倾斜插入正向全息图生成单元和反向全息图生成单元光路中, 用于反射两个全息图生成单元生成的全息三维光场沿不同方向传输, 该半反镜和该正向全息图生成单元和该反向全息图生成单元构成一个图像生成单元; 奇数  $(2k+1)$  个相同结构的图像生成单元绕系统光轴分布, 对应偶数  $(4k+2)$  个全息三维光场的镜像的视角绕轴覆盖  $360^\circ$  的视角范围; 一控制单元, 控制正向全息图生成单元和反向全息图生成单元复现正确的全息三维光场, 虚拟放置目标三维图像于目标图像显示区, 目标图像显示区域为以系统光轴为中心的圆柱体区域, 获取目标三维图像关于各图像生成单元至其半反镜的镜像并控制该图像生成单元对应正向全息图生成单元和反向全息图生成单元分别投射该镜像的全息三维光场到半反镜;

该方法包括以下步骤: A、建立 xyz 轴坐标, z 轴为系统光轴, 目标图像显示区为以系统光轴为中心的圆柱体区域; B、选择奇数  $(2k+1)$  个上述图像生成单元绕系统光轴分布, 取某个图像生成单元为图像生成单元 1, 按顺时针或逆时针方向依次命名后续的为图像生成单元 2, ... 图像生成单元 m, ... 图像生成单元  $2k+1$ ; 其中图像生成单元 m 对应的正向全息图生成单元分别命名为正向全息图生成单元 m 和反向全息图生成单元 m, 对应的半反镜命名为半反镜 m; 计算各正反向全息图生成单元全息三维光场的可视角大小, 据此设置奇数  $(2k+1)$  个图像生成单元的位置, 使反向全息图生成单元 m 全息三维光场的可视角范围可以覆盖正向全息图生成单元  $m+k-1$  和  $m+k$  全息三维光场可视角范围之间的间隔, 其中  $m \leq k+1$ ; 或使反向全息图生成单元 m 全息三维光场的可视角范围可以覆盖正向全息图生成单元  $m-k-2$  和  $m-k-1$  全息三维光场可视角范围之间的间隔, 其中  $k+1 < m \leq 2k+1$ ; C、虚拟放置待显示三维物体于目标图像显示区, 控制正向全息图生成单元 m 和反向全息图生成单元 m 分别投影待显示三维图像关于半反镜 m 的镜像的全息三维光场, 经半反镜 m, 沿不同方向显示具有一定视角的目标三维图像; 若所有奇数  $(2k+1)$  个图像生成单元同时投影, 反射产生偶数  $(4k+2)$  个目标三维图像的视角范围连接合成, 实现全视角的三维图像显示。

2. 根据权利要求 1 所述的基于多调制器件的全息三维显示系统的显示方法, 其特征在于: 所述的绕系统光轴分布的奇数  $(2k+1)$  个图像生成单元中, 如果某部分正向全息图生成单元或反向全息图生成单元缺失, 则系统生成显示图像的该某部分视角随之缺失。

3. 根据权利要求 1 所述的基于多调制器件的全息三维显示系统的显示方法, 其特征在于: 所述的正向全息图生成单元和反向全息图生成单元是基于傅里叶变换全息技术的图像生成单元, 均包括用于加载计算全息编码的空间光调制器、用于变换上述空间光调制器的输出光信息并形成全息三维图像的变换透镜。

## 基于多调制器件的全息三维显示系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及三维图像显示技术领域,具体涉及基于多调制器件的全息三维显示系统及方法。

### 背景技术

[0002] 由于二维显示难以清楚准确表达第三维的深度信息,人们一直在致力于研究可显示立体场景的显示技术——三维图像显示技术。目前主要的三维技术为体视三维图像显示技术,通过给观察者的双目提供不同视角的平面图像,由人脑合成获取三维显示效果。进一步,结合扫描技术,可以在 360 度的范围实现全视角的图像显示。但其基元图像是二维图像,若想获得连续的三维显示效果,需要大量的二维图像,对显示器件的刷新频率要求非常高,且由于体视技术不是真正意义上的三维显示,容易造成观察者视觉疲劳而影响了其推广应用。

[0003] 计算全息三维显示的基本原理是用计算机模拟光学衍射过程,并用光调制器件代替传统全息记录材料,在光波传输路径的某一个平面上模拟衍射光的复振幅,实现三维图像信息的全记录,再通过光学衍射,复现出三维图像。它可以提供三维物体所有的深度信息,是一种真正意义上的三维显示技术。

[0004] 但受调制器空间分辨率的限制,光调制器通过光学系统衍射直接生成的三维图像观察视角比较小。

### 发明内容

[0005] 本发明解决的技术问题是提供基于多调制器件的全息三维显示系统及方法,利用半反镜叠加合成具有不同视角范围的目标三维图像的虚像和实像,通过其视角范围的连接合成,最终实现 360° 可视真三维图像显示。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:基于多调制器件的全息三维显示系统,包括:

[0007] 一正向全息图生成单元,复现全息三维光场;一反向全息图生成单元,复现全息三维光场;两个全息图生成单元复现的三维光场反向或接近反向传输,具有重叠的复现空间;

[0008] 一半反镜,倾斜插入正向全息图生成单元和反向全息图生成单元光路中,反射两个全息图生成单元生成的图像沿不同方向传输,和该正向全息图生成单元和该反向全息图生成单元构成一个图像生成单元;奇数 $(2k+1)$ 个相同结构的图像生成单元绕系统光轴分布,对应 $4k+2$ 各复现全息图的镜像的视角绕轴覆盖 360° 的视角范围;

[0009] 一控制单元,控制正向全息图生成单元和反向全息图生成单元复现正确的光场分布;虚拟放置目标三维图像于目标图像显示区域,目标图像显示区域为以系统光轴为中心的圆柱体区域;获取目标图像关于各图像生成单元半反镜的镜像并控制该图像生成单元对应正向全息图生成单元和反向全息图生成单元投射该镜像的全息图到半反镜。

[0010] 该绕系统光轴分布的奇数 $(2k+1)$ 个图像生成单元中,部分正向全息图生成单元或反向全息图生成单元可以缺失,此时系统生成显示图像的部分视角随之缺失;

[0011] 该正向全息图生成单元和反向全息图生成单元是基于傅里叶变换全息技术的图像生成单元,均包括用于加载计算全息编码的空间光调制器、用于变换上述空间光调制器的输出光信息并形成全息三维图像的变换透镜;

[0012] 另外,本发明提供了基于多调制器件的全息三维显示系统的显示方法,其包括以下步骤:

[0013] A、建立 xyz 轴坐标, z 轴为系统光轴, 目标图像显示区为以系统光轴为中心的圆柱体区域;

[0014] B、选择奇数  $(2k+1)$  个上述图像生成单元绕系统光轴分布放置,取某个单元为图像生成单元 (1),按顺时针(或逆时针)方向依次命名后续的为图像生成单元 (2),... 图像生成单元 (m), ... 图像生成单元  $(2k+1)$ ;其中图像生成单元 (m) 对应的正反向全息图生成单元分别命名为正向全息图生成单元 (m) 和反向全息图生成单元 (m),对应的半反镜命名为半反镜 (m);计算各正反向全息图生成单元衍射生成图像的视角大小,设计  $2k+1$  个图像生成单元的位置,使反向全息图生成单元 (m) 衍射光场的视角范围覆盖正向全息图生成单元  $(m+k-1)$  和  $(m+k)$  衍射光场视角范围之间的间隔(这里若  $m+k-1$  或  $m+k>2k+1$  时,二者取为  $m-k-2$  或  $m-k-1$ );

[0015] C、虚拟放置待显示三维物体于目标图像显示区,控制正向全息图生成单元(m)和反向全息图生成单元(m)投影待显示三维图像关于半反镜(m)的镜像的全息图,经半反镜(m),沿相反不同方向显示具有一定视角的目标三维图像;若所有 $2k+1$ 各图像生成单元同时投影,经半反镜反射,产生 $4k+2$ 个目标三维图像的实像或虚像,其视角范围连接合成,实现全视角的三维图像显示。

[0016] 与现有技术相比,有益效果是:本发明采用多调制器件,结合虚像和实像的视角合成,实现了无机械运动的全视角全息三维图像显示,且对空间光调制器的刷新频率没有特殊要求,有利于获得结构简单的全息图像显示系统。

### 附图说明

[0017] 图1采用傅里叶计算全息技术的图像生成单元光路图；

[0018] 图2采用6个调制器件的全息三维显示系统结构示意图；

[0019] 图3相邻的正向全息图生成单元1和2复现光场视角分布示意图；

[0020] 图4反向全息图生成单元4复现光场视角分布示意图；

[0021] 10:正向全息图生成单元 20:反向全息图生成单元

[0022] 11,21:空间光调制器 12,22:变换透镜

[0023] 10(1):正向全息图生成单元 1      10(2):正向全息图生成单元 1

[0024] 20(4):反向全息图生成单元4 30:半反镜

[0025]      30(1) :半反镜 1                          30(2) :半反镜 2

[0026] 30(4):半反镜4 40:控制单元。

## 具体实施方式

[0027] 为了解决现有技术存在的问题,本专利以基于傅里叶计算全息的全息图生成单元为例,采用多各调制器件,说明本专利提出的基于多调制器件的全息三维显示系统及方法。

[0028] 采用傅里叶变换全息技术的基于多调制器件的全息三维显示系统,其单个图像生成单元的光路结构如图 1 所示:正向全息图生成单元 10 由空间光调制器 11 和变换透镜 12 组成;反向全息图生成单元 20 由相同的空间光调制器 21 和变换透镜 22 组成。变换透镜 12 和 22 共用相同的焦平面,光轴重合于相对于系统光轴倾斜  $\theta$  角的直线。半反镜 30 倾斜插入变换透镜 12 和 22 之间,相对系统光轴的倾角为  $\beta$ 。上述半反镜 30、正向全息图生成单元 10 和反向全息图生成单元 20 组成一个图像生成单元。

[0029] 虚拟放置待显示三维图像于以系统光轴为中心的圆柱体凸显显示区内,图 1 在  $yz$  平面内以实线三角形代表待显示三维图像。图像显示区中心和变换透镜 12 和 22 共焦面的中心重合。忽略半反镜的厚度,待显示三维图像关于半反镜的镜像,图 1 中在  $yz$  平面内以虚线三角形代表,位于正向全息图生成单元 10 和反向全息图生成单元 20 的重合的傅里叶变换全息图像显示区域内。

[0030] 以该镜像作为正向全息图生成单元 10 和反向全息图生成单元 20 要编码生成的图像,控制系统 40 计算得到编码后,由正向全息图生成单元 10 和反向全息图生成单元 20 沿相反的方向同时投影,经半反镜反射,正向全息图生成单元 10 显示给观察者的是待显示三维图像的虚像,反向全息图生成单元 20 显示给观察者的是待显示三维图像的实像,它们沿相反的方向传输,但沿传输方向其视角都是有限的。

[0031] 设上述实像和虚像的视角为  $36^\circ$ ,以此为例对我们提出的系统进行分析说明。

[0032] 令五个相同的上述图像生成单元绕系统光轴均匀分布,如图 2 所示。

[0033] 各图像生成单元的正向全息图生成单元 10 和反向全息图生成单元 20 投影图像显示区域内虚置待显示三维图像关于对应半反镜 30 的镜像的全息图。

[0034] 按半反镜 30(1) 和 30(2) 的反射面对光路进行对折,图像生成单元 (1) 和图像生成单元 (2) 的正向全息图生成单元的光路在  $xy$  面上的投影如图 3 所示。

[0035] 受光路中光学器件的限制,相邻两个正向全息图生成单元复现的待显示三维图像的虚像,其视角范围存在一个间隔。如图 3,  $\theta_1$  和  $\theta_2$  之间存在一个角度间隔  $\theta_{12}$ 。在图 2 所示光学结构中,  $\theta_1 = \theta_2 = \theta_{12} = 36^\circ$ 。

[0036] 同样,按半反镜 30(4) 的反射面对光路进行对折,图像生成单元 (4) 的反向全息图生成单元的光路在  $xy$  面上的投影如图 4 所示。复现的待显示三维图像实像,可以透过半反镜 30(1) 和 30(2),其视角范围  $\theta_{r4}$  恰恰重合于视角范围  $\theta_1$  和  $\theta_2$  之间的角度间隔  $\theta_{12}$ 。

[0037] 所以,当正向全息图生成单元 1 和 2、反向全息图生成单元 4 同时投影对应全息图时,显示图像的视角范围为  $\theta_1 + \theta_2 + \theta_{12}$ 。

[0038] 同理,当所有 5 个正向全息图生成单元和 5 个反向全息图生成单元同时投影全息图时,则可以实现  $360^\circ$  的全息三维显示。

[0039] 如果有正向全息图生成单元或反向全息图生成单元出现缺失,系统所显示的三维图像,其可视角范围会随之出现缺失。

[0040] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,对发明的技术方案可以做若干适合实际情况的改进。因此,本发明的保护范围不限于此,本领域中的技术人员任何基于本发明技术方案上非

---

实质性变更均包括在本发明保护范围之内。

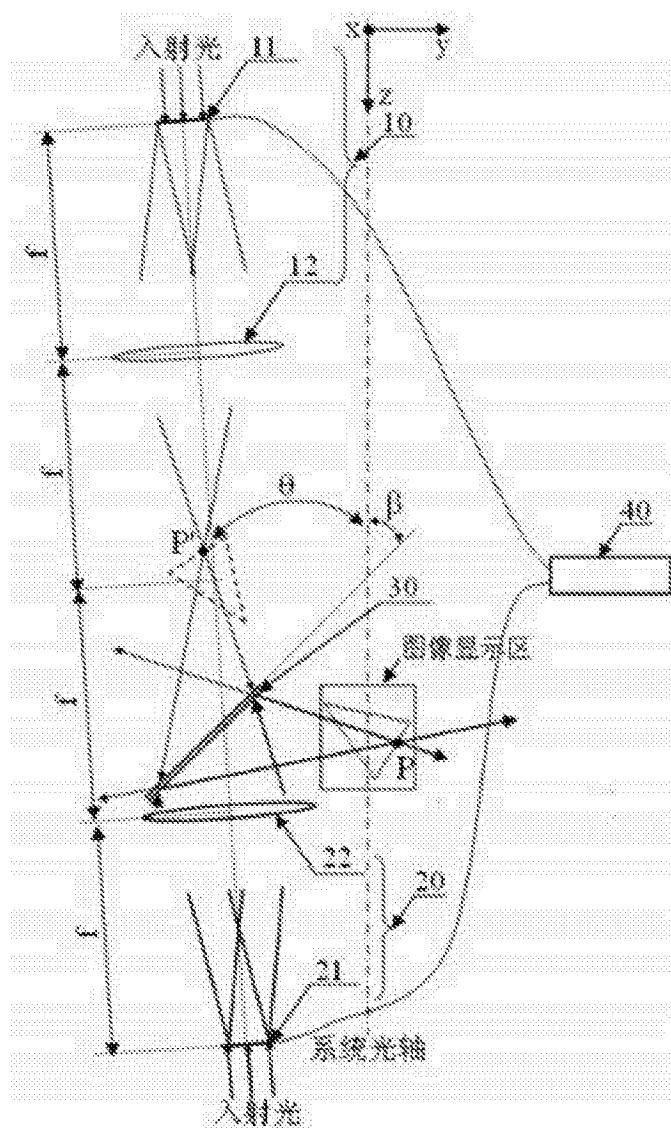


图 1

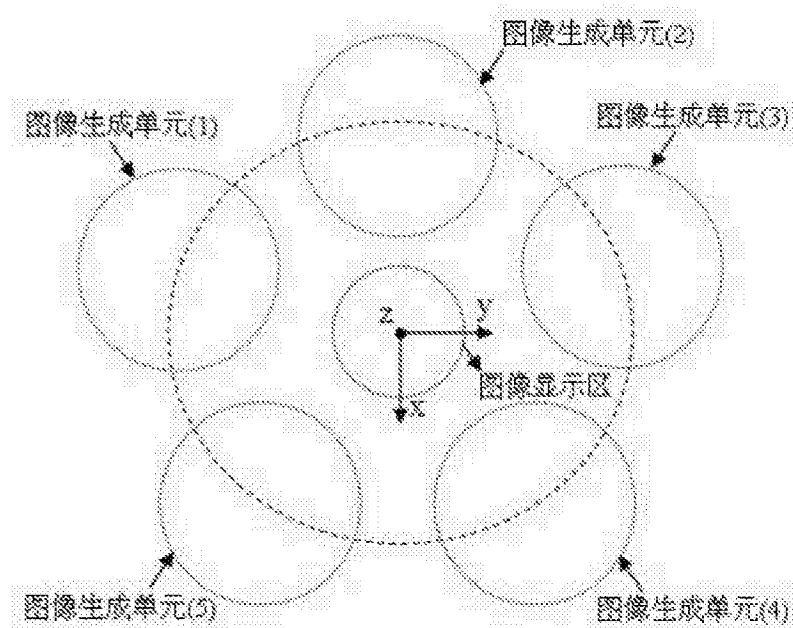


图 2

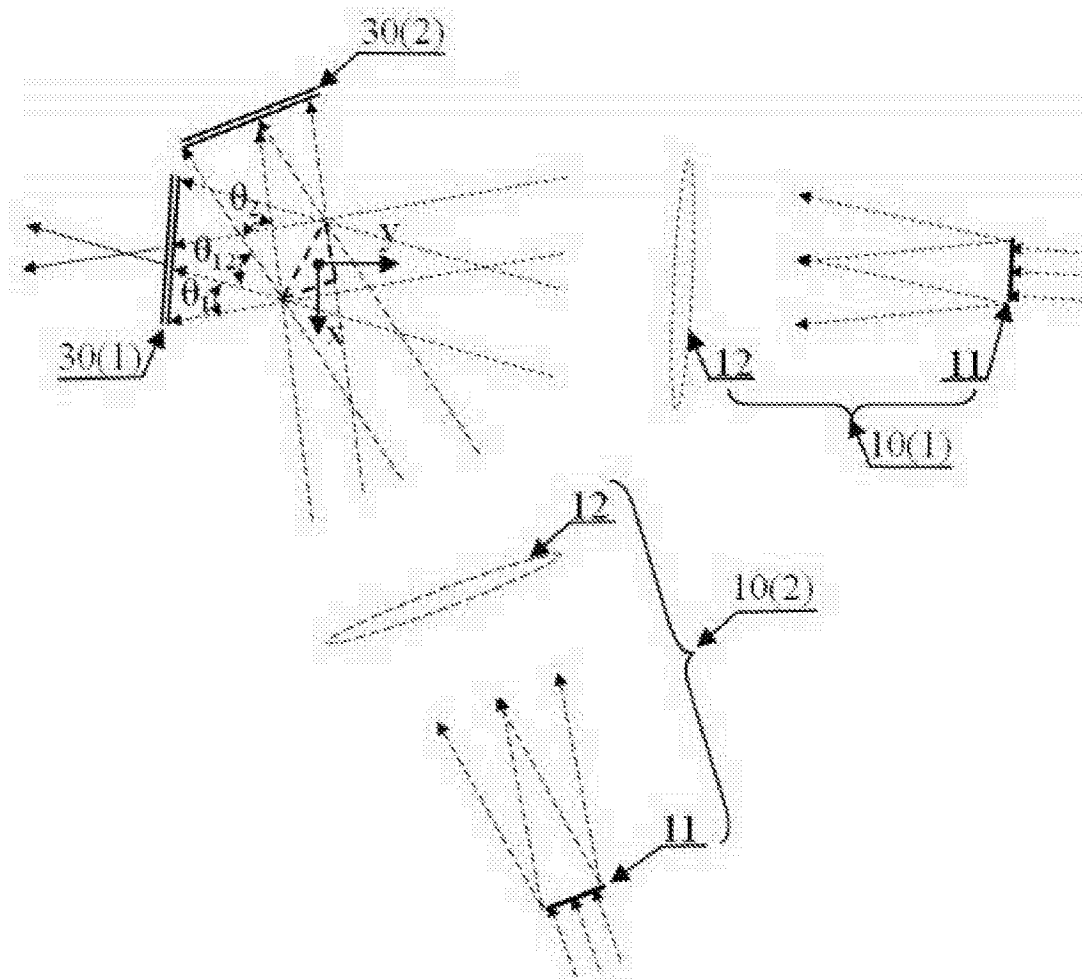


图 3

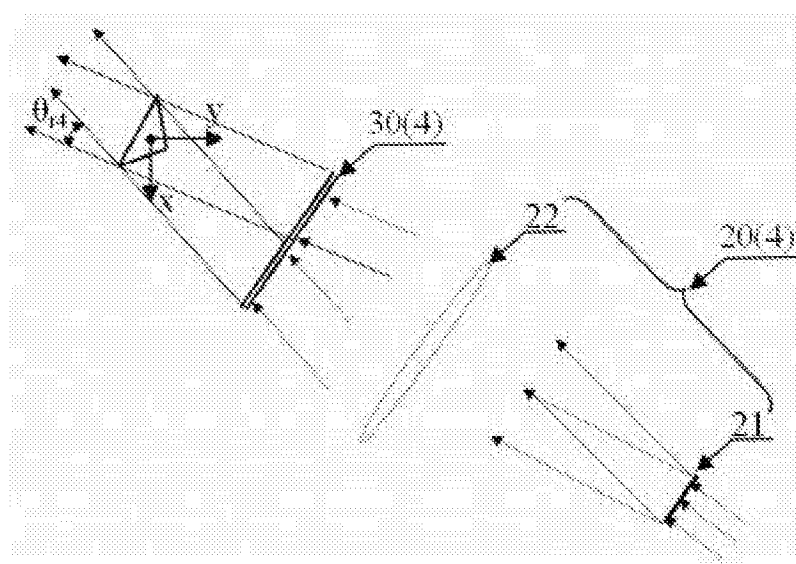


图 4