



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102073264 B

(45) 授权公告日 2013. 04. 24

(21) 申请号 201010554393. 2

CN 102081339 A, 2011. 06. 01,

(22) 申请日 2010. 11. 19

CN 102183883 A, 2011. 09. 14,

(73) 专利权人 中山大学

地址 510275 广东省广州市新港西路 135 号

尹霞等. 基于 SLM 的计算全息三维显示视角扩展编码.《光子学报》. 2008, (第 06 期),

(72) 发明人 滕东东 王彪

谢敬辉等. 复合扫描全息术及透过强散射介质三维成像研究.《光子学报》. 2006, (第 05 期),

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

审查员 张春慧

代理人 禹小明

(51) Int. Cl.

G03H 1/22 (2006. 01)

H04N 13/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2009207466 A1, 2009. 08. 20,

JP 2007025421 A, 2007. 02. 01,

CN 101819401 A, 2010. 09. 01,

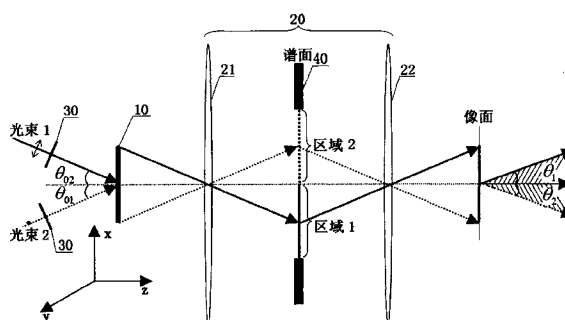
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

分时复用计算全息三维显示系统及其显示方法

(57) 摘要

本发明涉及一种分时复用计算全息三维显示系统及其显示方法,该系统包括:4f 系统,由第一、第二透镜组成;空间光调制器,输入计算全息编码,并通过上述第一透镜的转换,在空间光调制器对应频谱面上显示输入编码的频谱分布;偏振孔径光阑,孔径由并列的两个正交偏振片组成,其位于上述空间光调制器经第一透镜所确定的频谱面上;控制单元,用于控制空间光调制器入射光的入射次序和时间;光信息经偏振孔径光阑滤波后,光信息经过第二透镜再次转换,在像面复现空间光调制器的输入信息。本发明生成三维图像的观察视角近似增加一倍,可实现双目可视三维图像的单调制器件衍射显示,降低显示系统的复杂性,有利于计算全息三维显示技术实用化的发展。



1. 一种分时复用计算全息三维显示系统,其特征在于,包括:

-4f 系统,由第一、第二透镜组成;

- 空间光调制器,输入二维计算全息编码,并通过上述第一透镜的转换,在空间光调制器对应频谱面上显示输入二维计算全息编码的频谱分布;

- 偏振孔径光阑,孔径由并列的两个正交偏振片组成,其位于上述空间光调制器经第一透镜所确定的频谱面上;

- 控制单元,用于控制空间光调制器入射光的入射次序和时间;

空间光调制器输入信息并经第一透镜转换后投射在频谱面上,光信息经偏振孔径光阑滤波后,光信息经过第二透镜的再次转换,在像面复现空间光调制器的输入信息;

两束正交偏振入射光的入射角度,保证其对应零阶谱在谱面上顺序并列,并置由两个正交偏振片组成的孔径光阑于零阶谱处,每个偏振片的偏振方向和相同位置零阶谱信息光的偏振方向一致。

2. 根据权利要求1所述的分时复用计算全息三维显示系统,其特征在于,该第一透镜和第二透镜采用多个透镜或透镜组。

3. 根据权利要求1所述的分时复用计算全息三维显示系统,其特征在于,该控制单元为快门或光源电流脉冲控制器。

4. 一种根据权利要求1所述的分时复用计算全息三维显示系统的显示方法,其特征在于,包括以下步骤:

a、建立 xyz 轴坐标,其中,4f 系统、偏振孔径光阑及空间光调制器均平行 xy 面设置;两束正交偏振的光束在 xz 平面内不同角度入射空间光调制器;

b、对同一个需要显示的三维图像,计算不同入射光束入射时对应的二维计算全息编码,作为空间光调制器的输入信息;

c、空间光调制器输入信息经第一透镜转换后投射在频谱面上,调节光束在 xz 平面内的入射角,使谱面上的零阶谱项在 x 方向上依次排列;

d、偏振片组成的光阑孔径和并列的两个零阶谱重合,每个偏振片的偏振方向和相同位置零阶谱信息光的偏振方向一致,滤去高阶衍射项;

e、滤波后光信息经过第二透镜的再次转换,在像面上复现空间光调制器的输入信息;

f、利用控制单元控制两束入射光循环入射空间光调制器,调制器同步加载对应二维计算全息编码,获取稳定三维图像的显示。

分时复用计算全息三维显示系统及其显示方法

技术领域

[0001] 本发明属于三维图像显示技术领域,涉及一种分时复用计算全息三维显示系统及其显示方法。

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。全息三维显示技术利用光的衍射或干涉,记录物光的振幅和位相信息,再通过光的衍射将物光的信息重新构建出来,是各种显示方法中唯一真正意义上的三维显示技术。

[0003] 早期的光学全息需要制备三维物体的模型,反射光束进行相干记录,限制了全息技术的实际应用。随着光电技术及器件的迅速发展,计算全息三维显示技术的发展及应用取得了飞速发展,其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。

[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,需要采用其它方法,对显示三维图像的视角进行展宽。为了解决这个问题,目前常用分时复用的方法,采用具有较高刷新频率的光调制器件,将显示图像不同观察方位角对应的计算编码依次输入,通过同步扫描等技术,将不同视角的三维图顺序快速显示,依靠人眼的视觉滞留,获得较大视角的三维图像显示。但由于扫描装置的引入,造成了系统的复杂,不利于这用技术的实用化。

[0005] 以空间光调制器 10 作为三维图像信息二维编码的载入器件,其有限的个像素间距和分辨率限制了生成图像的观察视角和尺寸。比如对菲涅尔计算全息,以 x 方向为例,平行光束垂直或接近垂直入射空间光调制器,生成图像的最大观察视角 θ 可以通过光栅方程 $p_x \sin(\theta) = \lambda$ 求得。目前技术下空间光调制器 10 的最小像素尺寸在微米量级,假设 $p_x = 8\mu\text{m}$, $\lambda = 532\text{nm}$, 则 $\theta = 3.2^\circ$, 在正常的观察距离(约 0.5 米),观察者不能同时两个眼睛接收到图像信息。

[0006] 若入射光倾斜入射,根据光栅衍射方程,衍射视角也相应变化,如图 1 所示。

[0007] 以两束入射光为例,设计其入射角度,使它们通过空间光调制器 10 生成的衍射区域顺序连接,如图 2 中的阴影区域。通过快门或照明光源的电流控制等办法,反复顺序入射各照射光,并通过空间光调制器 10 同步输入对应的计算全息编码,当不同入射光之间的变换频率达到一定值时,根据视觉滞留效应,观察者可以看到稳定的三维图像,其观察视角($\theta_1 + \theta_2$)是单束入射光所能实现观察视角的近似两倍。这样,在不引入扫描装置的情况下,实现了观察视角的分时复用合成扩展。

[0008] 但目前所用任何空间光调制器都存在一个像素填充因子 σ ,其周期结构会引入高阶衍射项。如图 3,平行光束以倾斜角 θ 入射,在空间光调制器 10 的菲涅尔衍射区,不但具有零阶衍射光,还有 ± 1 阶、 ± 2 阶等高衍射光。若采用多个入射光,某一角度入射光对应

的零阶衍射项会和其它角度入射光对应的高阶衍射项在空间上重叠。结合图 2 和图 3, 令图 2 中的 θ_{02} 等于图 3 中的 θ_0 , 在两束入射光情况下, 图 2 中 θ_{01} 对应的零阶衍射区域 (即 θ_1 对应阴影区域) 和图 3 中的 +1 阶衍射区域在空间上重叠。若采用分时复用, 某一入射光束对应的高阶衍射项会叠加在其它入射光束对应的零阶衍射项上, 严重影响图像的显示质量, 不利于这种方法的实际应用。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于克服现有技术中的不足, 本发明将两束偏振方向相互垂直的平行光束, 快速切换入射空间光调制器, 设计其入射角度, 在谱面上设置偏振孔径光阑, 滤去像素周期结构引入的高阶衍射谱, 提出一种无高阶谱项叠加串扰的、基于偏振孔径滤波的分时复用计算全息三维显示系统及其显示方法, 可以将三维图像单个平面内的观察视角增大一倍。

[0010] 为实现上述目的, 本发明的技术方案为: 一种分时复用计算全息三维显示系统, 其中, 包括:

[0011] -4f 系统, 由第一、第二透镜组成;

[0012] -空间光调制器, 输入计算全息编码, 并通过上述第一透镜的转换, 在空间光调制器对应频谱面上显示输入编码的频谱分布;

[0013] -偏振孔径光阑, 孔径由并列的两个正交偏振片组成, 其位于上述空间光调制器经第一透镜所确定的频谱面上;

[0014] 一控制单元, 用于控制空间光调制器入射光的入射次序和时间;

[0015] 空间光调制器输入信息并经第一透镜转换后投射在频谱面上, 经偏振孔径光阑滤波后, 光信息经过第二透镜的再次转换, 在像面复现空间光调制器的输入信息。

[0016] 该第一透镜和第二透镜采用多个透镜或透镜组。

[0017] 该控制单元为快门或光源电流脉冲控制器。

[0018] 同时, 本发明还提供了一种分时复用计算全息三维显示系统的显示方法, 其包括以下步骤:

[0019] a、建立 xyz 轴坐标, 其中, 4f 系统、偏振孔径光阑及空间光调制器均平行 xy 面设置; 两束正交偏振的光束在 xz 平面内不同角度入射空间光调制器;

[0020] b、对同一个需要显示的三维图像, 计算不同入射光束入射时对应的二维计算全息编码, 作为空间光调制器的输入信息;

[0021] c、空间光调制器输入信息经第一透镜转换后投射在频谱面上, 调节光束在 xz 平面内的入射角, 使谱面上的零阶谱项在 x 方向上依次排列;

[0022] d、偏振片组成的光阑孔径和并列的两个零阶谱重合, 每个偏振片的偏振方向和相同位置零阶谱信息光的偏振方向一致, 滤去高阶衍射项;

[0023] e、滤波后光信息经过第二透镜的再次转换, 在像面上复现空间光调制器的输入信息;

[0024] f、利用控制单元控制两束入射光循环入射空间光调制器, 调制器同步加载对应二维计算全息编码, 获取稳定三维图像的显示。

[0025] 这里的循环入射指的是, 两束光 1、2, 先让束光 1 入射, 同时空间光调制器输入对

应编码,持续一小段时间,关闭光束 1,让光束 2 入射,调制器输入光束 2 对应的编码,持续一小段时间,关闭光束 2,再让光束 1 入射,这样反复。

[0026] 与现有技术相比较,本发明具备如下优势,

[0027] 以单个光调制器为输入器件,可以将其生成三维图像的观察视角近似增加一倍,利用现有光调制器件,在一定的观察距离下,可以实现双目可视三维图像的单调制器件衍射显示;由于可以通过快门或光源电流的输入脉冲控制等方法实现两束光的快速顺序入射,避免了机械扫描装置的使用,降低了显示系统的复杂性,有利于计算全息三维显示技术实用化的发展。

附图说明

[0028] 图 1 空间光调制器件衍射角示意图;

[0029] 图 2 两束光入射形成观察视角范围的顺序连接扩展;

[0030] 图 3 像素周期结构引入的高阶衍射项;

[0031] 图 4 本发明的系统光路结构;

[0032] 图 5 本发明的偏振孔径光阑。

[0033] 10 :空间光调制器 20 :4f 系统

[0034] 21 :第一傅里叶变换透镜 22 :第二傅里叶变换透镜

[0035] 40 :偏振孔径光阑 30 :快门

具体实施方式

[0036] 为了解决现有技术存在的问题,我们设计偏振孔径光阑,消除高阶衍射项叠加噪声的影响。光路结构如图 4 所示。

[0037] 本发明公开了一种基于偏振孔径滤波的分时复用计算全息三维显示系统,其包括:4f 系统 20、偏振孔径光阑 40、空间光调制器 10 及控制单元;

[0038] 其中,4f 系统 20,由第一、第二透镜组成,两光学元件共轴;

[0039] 偏振孔径光阑 40,孔径由并列的两个正交偏振片组成,其位于上述空间光调制器经第一透镜所确定的频谱面上;

[0040] 空间光调制器 10,输入计算全息编码,并通过上述第一透镜的转换,在空间光调制器对应频谱面上显示输入二维编码的频谱分布;

[0041] 控制单元,用于控制空间光调制器 10 入射光的入射次序和时间。

[0042] 该第一透镜和第二透镜采用多个透镜或透镜组。本实施例中,该第一、第二位相调制衍射光学元件均为多个傅里叶变换透镜或傅里叶变换透镜组。该控制单元为快门,当然,也可以为光源电流脉冲控制器。

[0043] 为了能清楚说明本发明结构,特建立 xyz 轴坐标,其中,4f 系统、偏振孔径光阑及空间光调制器均平行 xy 面设置;令两束入射光束 $\theta_{01} = \theta_{02} = \arctan(\lambda/2p_x)$,其中光束 1 偏振方向平行于 xz 面,光束 2 偏振方向垂直于 xz 面。在第一傅里叶变换透镜 21 的后焦面,即为谱面上放置偏振孔径光阑 40,遮挡除区域 1 和区域 2 外的所有信息,如图 5。区域 1 为入射光束 1 对应零阶谱项分布区域,由取样定理和透镜傅里叶变换可知,其尺寸为 $\lambda f/p_x \times \lambda f/p_x$ 。区域 1 内置第一偏振片,其通光偏振方向沿 x 轴方向,和光束 1 对应零阶谱光

的偏振方向一致,允许其无阻挡地通过。同时,入射光束 2 对应的 1 阶谱项也分布区域 1 内,但由于其偏振方向垂直于 x 轴方向,被第一偏振片截止。所以,区域 1 内,只有光束 1 对应计算全息编码的零阶谱信息通过。

[0044] 同样道理,区域 2 内置第二偏振片,其通光偏振方向平行于 y 轴方向,只允许入射光束 2 对应计算全息编码的零阶谱信息通过。

[0045] 滤除高阶谱信息后的光束继续通过第二傅里叶变换透镜 22,成空间光调制器 10 的输入信息于像面处,等效于不考虑高阶项的图 2,通过两束入射光的反复顺序入射,并由空间光调制器 10 同步输入对应的计算全息编码信息,可以实现显示图像观察视角的分时复用合成扩展,x 方向观察视角 $\theta_x \approx 2\arcsin(\lambda/p_x)$,约是单束光入射所能实现观察视角的两倍。而在 y 方向,由于没有进行分时复用合成扩展,观察视角 $\theta_y = \arcsin(\lambda/p_y)$,相对于单束光入射,没有发生变化。

[0046] 综上所述,本发明的特点在于设计两束正交偏振入射光的入射角度,保证其对应零阶谱在谱面上顺序并列,并置由两个正交偏振片组成的孔径光阑于零阶谱处,通过孔径和偏振片的共同作用,滤除除两个零阶谱外的所有谱面信息,再通过分时复用的方法,在不引进高阶噪声的情况,实现显示图像在单个方向上观察视角的近似二倍扩展。

[0047] 若空间光调制器 10 的像素为 8 微米,以 500 纳米波长光入射,则采用本专利技术分时复用后,生成衍射图像的观察视角 $\theta = 2\arcsin(\lambda/p_x) \approx 7.2^\circ$,取人双目间距约 55 毫米,则在 440 毫米处,就可以双目同时观察到生成的三维图像,实现单个空间光调制器的双目可视三维图像显示,对计算全息三维图像显示技术的实用化,具有很积极的作用。

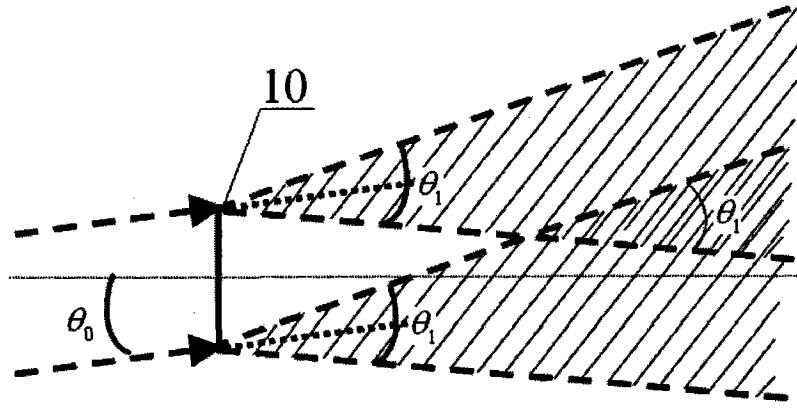


图 1

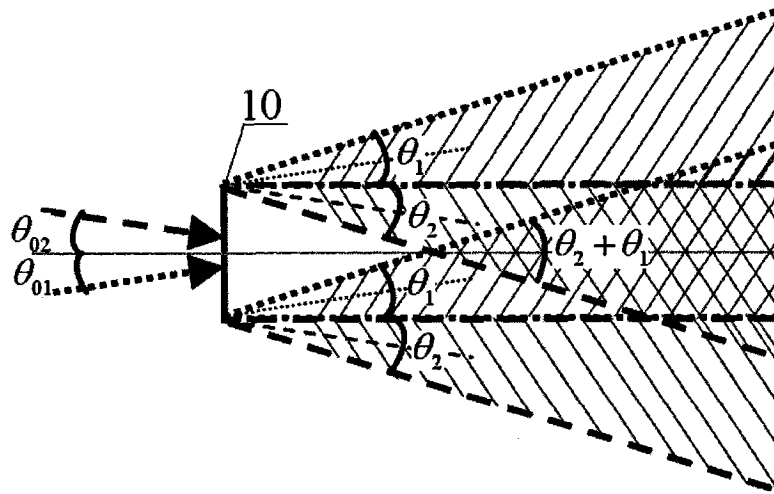


图 2

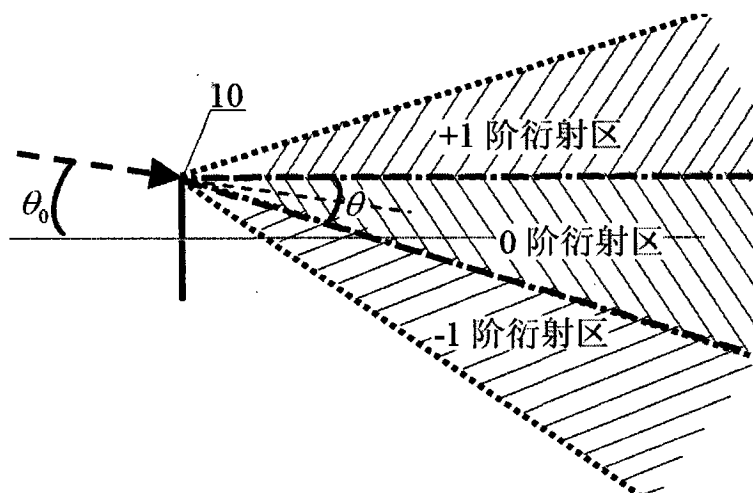


图 3

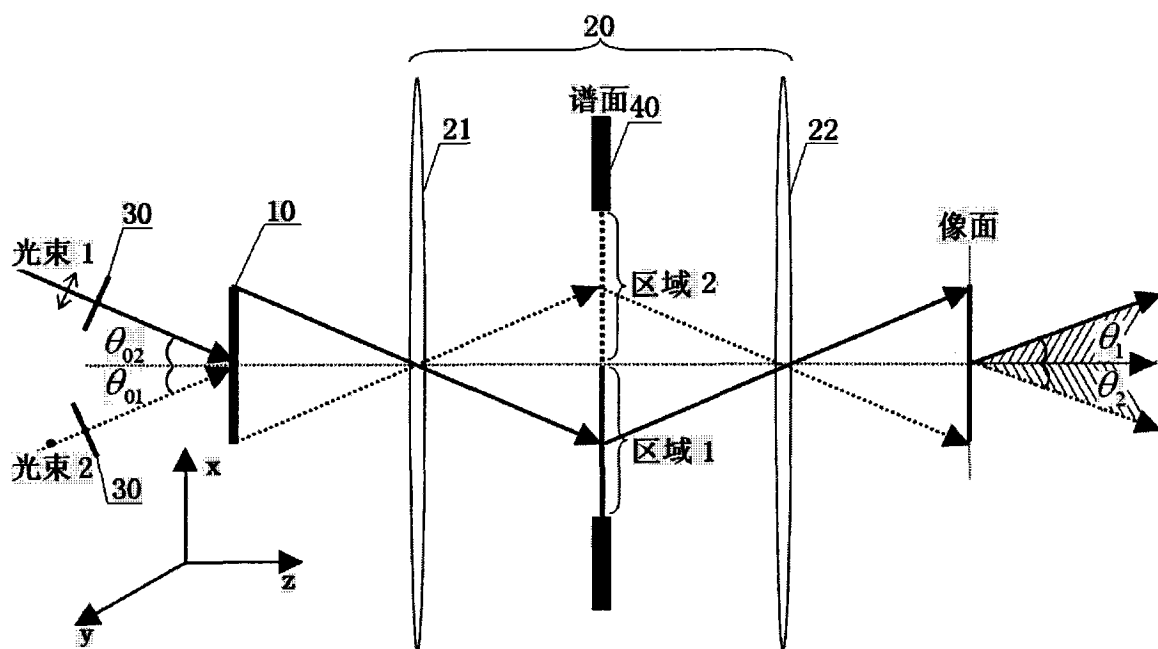


图 4

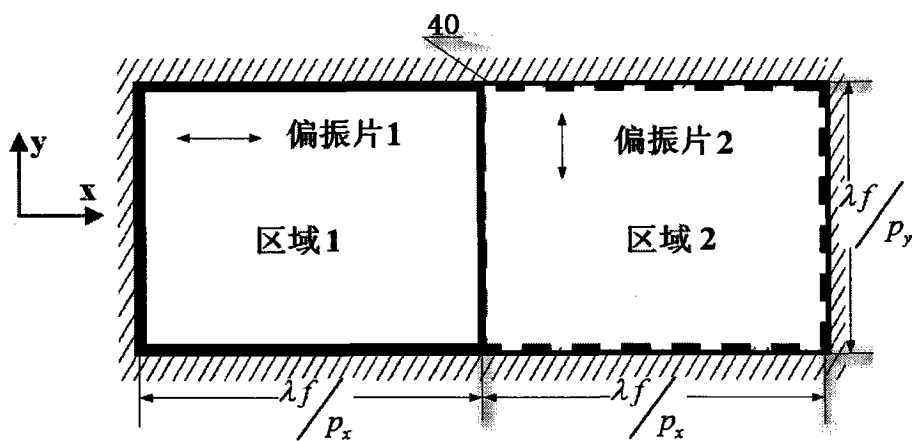


图 5