



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108919502 A

(43)申请公布日 2018.11.30

(21)申请号 201810874390.3

(22)申请日 2018.08.03

(71)申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

申请人 四川大学

(72)发明人 王琼华 邢妍 罗令 任慧 邓欢

(51)Int.Cl.

G02B 27/22(2006.01)

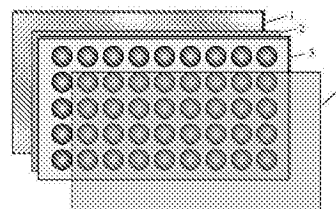
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置

(57)摘要

本发明提出一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,所述装置由2D显示面板、光阑阵列、透镜阵列和光学扩散屏组成,2D显示面板位于最后方,往前依次是光阑阵列、透镜阵列和光学扩散屏。2D显示面板上显示组合图像阵列,组合图像阵列由子图像阵列I和子图像阵列II相间排列而成。2D显示面板上组合图像阵列的所有像素发出的光线通过光阑阵列对光束传播路径进行控制后,经过透镜阵列进行光线调制,在前方的不同轴向位置处产生两个分开的3D图像,每个3D图像不连续分布。这些3D图像被光学扩散屏接收,在两个较大的观看视区内分别重构出包含不同3D场景立体信息的连续光场,位于两个观看视区的观看者各自看到相应的完整3D图像。



1. 一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,其特征在于,所述装置由2D显示面板、光阑阵列、透镜阵列和光学扩散屏组成,2D显示面板位于最后方,往前依次是光阑阵列、透镜阵列和光学扩散屏;2D显示面板上显示组合图像阵列,组合图像阵列由子图像阵列I和子图像阵列II相间排列而成,2D显示面板上组合图像阵列的所有像素发出的光线通过光阑阵列对光束传播路径进行控制后,经过透镜阵列进行光线调制,在前方的不同轴向位置处产生两个分开的3D图像,每个3D图像不连续分布,这些3D图像被光学扩散屏接收,在两个较大的观看视区内分别重构出包含不同3D场景立体信息的连续光场,位于两个观看视区的观看者各自看到相应的完整3D图像;2D显示面板用于显示组合图像阵列,其中,组合图像阵列由子图像阵列I和子图像阵列II相间排列而成,两幅子图像阵列的大小完全相同,均由 $M \times N$ 个子图像元组成,1个子图像元I和1个子图像元II构成了组合图像阵列中的1个图像元,子图像阵列I包含3D场景I的立体信息,子图像阵列II包含3D场景II的立体信息;光阑阵列由多个小孔等间距排列而成,用于对2D显示面板上像素发出光线的传播路径进行约束,消除相邻图像元之间的串扰,并扩大再现3D图像的深度范围,光阑阵列紧贴在透镜阵列的后表面上,每个小孔的直径小于透镜阵列中对应透镜元的直径;透镜阵列由多个透镜元等间距排列而成,用于对2D显示面板上组合图像阵列发出的光线进行调制,向前方的光学扩散屏投射所成的3D图像,此时光线传播路径已被光阑阵列所限制,1个图像元发出的光线仅可通过对应的1个透镜元,组合图像阵列中,由子图像元I和子图像元II组成的1个图像元经过对应的1个透镜元,在光学扩散屏所在的位置处对应生成像I和像II;光学扩散屏用于对经透镜阵列调制后的光线进行扩散,产生连续的3D图像I和3D图像II。

2. 根据权利要求1所述的一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,其特征在于,所述光学扩散屏的扩散角为 $\theta$ ,其与所述透镜阵列中透镜元的节距 $p$ 满足 $\theta = 2\arctan(\frac{p}{2L})$ ,其中, $L$ 为光学扩散屏距透镜阵列像方主平面的距离。

3. 根据权利要求1所述的一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,其特征在于,光阑阵列中小孔的形状与透镜元的形状保持一致。

4. 根据权利要求1所述的一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,其特征在于,所述透镜元的直径大于10mm,以确保在不同的视区内能分别观看到具有密集视点的两幅3D图像。

5. 根据权利要求1所述的一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,其特征在于,所述组合图像阵列、光阑阵列和透镜阵列三者的水平和垂直中轴线分别对齐,组合图像阵列的图像元与透镜阵列的透镜元一一对应,图像元节距 $p'$ 大于透镜元节距 $p$ ,以确保重建的3D图像I和3D图像II都具有较大的观看视区。

6. 根据权利要求1所述的一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,其特征在于,所述2D显示屏与透镜阵列物方主平面的距离 $l$ 由透镜元焦距 $f$ 及光学扩散屏与透镜阵列像方主平面的距离 $L$ 两个参数确定,其表示为 $l = \frac{L \cdot f}{L - f}$ 。

## 一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置

### 一、技术领域

[0001] 本发明涉及双视显示技术,特别涉及一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示技术。

### 二、背景技术

[0002] 双视显示是近年来发展的一种具有特定用途的新型显示技术,它通过在显示装置上同时显示两幅不同的图像,使位于不同位置的观看者能够看到各自区域对应的其中一幅图像,从而实现在一个显示装置上同时满足两类观看者的不同需求。

[0003] 集成成像是一种裸眼3D显示技术,具有全真色彩、准连续视点和无需佩戴辅助观看设备等优点,利用集成成像可以实现无视疲劳的裸眼双视3D显示。这种显示技术通过将记录了两个3D场景信息的微图像阵列显示在显示屏上,利用微透镜阵列在不同的观看空间中重建出不同3D场景的3D图像。传统的集成成像双视3D显示装置多利用针孔阵列、狭缝光栅或微透镜阵列对显示屏像素发出的光线进行调制,存在视点少和观看视角窄等问题,会大大降低不同观看视区的再现3D图像质量。

### 三、发明内容

[0004] 为解决上述问题,本发明提出一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置。如附图1所示,所述装置由2D显示面板、光阑阵列、透镜阵列和光学扩散屏组成,2D显示面板位于最后方,往前依次是光阑阵列、透镜阵列和光学扩散屏。2D显示面板上显示组合图像阵列,组合图像阵列由子图像阵列I和子图像阵列II相间排列而成。如附图2所示,2D显示面板上组合图像阵列的所有像素发出的光线通过光阑阵列对光束传播路径进行控制后,经过透镜阵列进行光线调制,在前方的不同轴向位置处产生两个分开的3D图像,每个3D图像不连续分布。这些3D图像被光学扩散屏接收,在两个较大的观看视区内分别重构出包含不同3D场景立体信息的连续光场,位于两个观看视区的观看者各自看到相应的完整3D图像。

[0005] 所述2D显示面板,用于显示组合图像阵列;其中,如附图3所示,组合图像阵列由子图像阵列I和子图像阵列II相间排列而成,两幅子图像阵列的大小完全相同,均由 $M \times N$ 个子图像元组成,1个子图像元I和1个子图像元II构成了组合图像阵列中的1个图像元。子图像阵列I包含3D场景I的立体信息,子图像阵列II包含3D场景II的立体信息。

[0006] 所述光阑阵列,如图4所示,由多个小孔等间距排列而成,用于对2D显示面板上像素发出光线的传播路径进行约束,消除相邻图像元之间的串扰,并扩大再现3D图像的深度范围。光阑阵列紧贴在透镜阵列的后表面上,每个小孔的直径小于透镜阵列中对应透镜元的直径。

[0007] 所述透镜阵列,由多个透镜元等间距排列而成,用于对2D显示面板上组合图像阵列发出的光线进行调制,向前方的光学扩散屏投射所成的3D图像,此时光线传播路径已被光阑阵列所限制,1个图像元发出的光线仅可通过对应的1个透镜元。如图5所示,组合图像阵列中,由子图像元I和子图像元II组成的1个图像元经过对应的1个透镜元,在光学扩散屏

所在的位置处对应生成像I和像II。

[0008] 所述光学扩散屏,用于对经透镜阵列调制后的光线进行扩散,产生连续的3D图像I和3D图像II,如附图6所示,光学扩散屏的扩散角为 $\theta$ ,其与所述透镜阵列中透镜元的节距 $p$ 满足:

$$[0009] \quad \theta = 2\arctan\left(\frac{p}{2L}\right) \quad (1)$$

[0010] 其中, $L$ 为光学扩散屏距透镜阵列像方主平面的距离。

[0011] 优选地,光阑阵列中小孔的形状与透镜元的形状保持一致。

[0012] 优选地,所述透镜元的直径大于10mm,以确保在不同的视区内能分别观看到具有密集视点的两幅3D图像。

[0013] 优选地,所述组合图像阵列、光阑阵列和透镜阵列三者的水平和垂直中轴线分别对齐,组合图像阵列的图像元与透镜阵列的透镜元一一对应,图像元节距 $p'$ 大于透镜元节距 $p$ ,以确保重建的3D图像I和3D图像II都具有较大的观看视区。

[0014] 优选地,所述2D显示屏与透镜阵列物方主平面的距离 $l$ 由透镜元焦距 $f$ 及光学扩散屏与透镜阵列像方主平面的距离 $L$ 两个参数确定,其表示为:

$$[0015] \quad l = \frac{L \cdot f}{L - f} \quad (2)$$

[0016] 根据本发明提出的一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,通过利用由大尺寸透镜元组成的透镜阵列和具有特定扩散角的光学扩散屏对组合图像阵列进行调制,实现了不同视区观看者看到不同3D图像的效果。同时,所述装置利用光阑阵列消除了相邻图像元之间的串扰并增大了再现3D图像的深度范围。

#### 四、附图说明

[0017] 本发明的前述方面及优点从下述结合附图与实施例的详细描述中将得以进一步明确和容易理解,其中:

[0018] 附图1为基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置的结构示意图

[0019] 附图2为基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置的光路示意图

[0020] 附图3为组合图像阵列的排布示意图

[0021] 附图4为光阑阵列的结构示意图

[0022] 附图5为透镜元的光路示意图

[0023] 附图6为光学扩散屏的扩散作用示意图

[0024] 上述附图中的图示标号为:

[0025] 1 2D显示面板,2光阑阵列,3透镜阵列,4光学扩散屏,5 3D图像I,6 3D图像II,7视区I,8视区II,9组合图像阵列,10图像元,11子图像阵列I,12子图像元I,13子图像阵列II,14子图像元II,15透镜元,16像I,17像II。

[0026] 应该理解上述附图只是示意性的,并没有按比例绘制。

#### 五、具体实施方式

[0027] 下面详细描述本发明提出的一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置的

一个典型实施例,对本发明进行进一步的具体描述。有必要在此指出的是,下面描述的实施例是示例性的,旨在对本发明做进一步的解释,而不能理解为对本发明保护范围的限制,该领域技术熟练人员根据前述本发明内容对本发明做出一些非本质的改进和调整,仍属于本发明的保护范围。

[0028] 本发明提出的一种基于光学扩散屏的集成成像双视3D显示装置,所述装置由2D显示面板、光阑阵列、透镜阵列和光学扩散屏组成,2D显示面板位于最后方,往前依次是光阑阵列、透镜阵列和光学扩散屏。2D显示面板上显示组合图像阵列,组合图像阵列由子图像阵列I和子图像阵列II相间排列而成。2D显示面板上组合图像阵列的所有像素发出的光线通过光阑阵列对光束传播路径进行控制后,经过透镜阵列进行光线调制,在前方的不同轴向位置处产生两个不连续的3D图像,这些3D图像被光学扩散屏接收,在两个较大的观看视区内分别重构出包含不同3D场景立体信息的连续光场,位于两个观看视区的观看者各自看到相应的3D图像。

[0029] 本实施例中,2D显示面板采用4K超高清液晶面板,用于显示组合图像阵列。组合图像阵列由子图像阵列I和子图像阵列II相间排列而成,两幅子图像阵列的大小完全相同,其分辨率为 $3840 \times 2160$ 。两幅子图像阵列均由 $20 \times 35$ 个子图像元组成。1个子图像元I和1个子图像元II构成了组合图像阵列中的1个图像元。子图像阵列I包含3D场景I的立体信息,子图像阵列II包含3D场景II的立体信息。本实施例中,3D场景I为立体字母“A”,3D场景II为立体字母“B”。

[0030] 光阑阵列由 $20 \times 35$ 个圆形小孔排列而成,用于对2D显示面板上像素发出光线的传播路径进行约束,消除相邻图像元间的串扰,并扩大再现3D图像的深度范围。本实施例中,每个圆形小孔的直径为 $10.7\text{mm}$ ,小于透镜元的直径,相邻圆形小孔中心在水平和垂直方向的距离为 $14.7\text{mm}$ 。光阑阵列紧贴在透镜阵列的后表面上。

[0031] 透镜阵列由 $20 \times 35$ 个圆形透镜元等间距排列而成,透镜元节距 $p=14.7\text{mm}$ 。为确保在不同视区内能分别观看到具有密集视点的两幅3D图像,本实施例选用的透镜元直径为 $12.7\text{mm}$ ,焦距 $f$ 为 $12.7\text{mm}$ 。透镜阵列用于对2D显示面板上组合图像阵列发出的光线进行调制,向前方的光学扩散屏投射所成的3D图像,此时光线传播路径已被光阑阵列所限制,1个图像元发出的光线仅可通过对应的1个透镜元。组合图像阵列中,由子图像元I和子图像元II组成的1个图像元经过对应的1个透镜元,在光学扩散屏所在的位置处对应生成像I和像II,其中,像I包含立体字母“A”的视差信息,像II包含立体字母“B”的视差信息。

[0032] 光学扩散屏,用于对经透镜阵列调制后的光线进行扩散,产生连续的3D图像I和3D图像II,光学扩散屏的扩散角为 $\theta$ ,其与所述透镜阵列中透镜元的节距 $p$ 满足:

$$[0033] \quad \theta = 2\arctan\left(\frac{p}{2L}\right) \quad (1)$$

[0034] 其中, $L$ 为光学扩散屏距透镜阵列像方主平面的距离。本实施例中,扩散角 $\theta$ 为 $6^\circ$ , $L=140\text{mm}$ 。2D显示屏与透镜阵列物方主平面的距离 $l$ 由透镜元焦距 $f$ 及光学扩散屏与透镜阵列像方主平面的距离 $L$ 两个参数确定,其表示为:

$$[0035] \quad l = \frac{L \cdot f}{L - f} \quad (2)$$

[0036] 本实施例中,计算得出 $l=13.97\text{mm}$ 。

[0037] 本实施例中,组合图像阵列、光阑阵列和透镜阵列三者的水平和垂直中轴线分别对齐,组合图像阵列的图像元与透镜阵列的透镜元一一对应,图像元节距 $p' = 14.9\text{mm}$ 大于透镜元节距 $p = 14.7\text{mm}$ ,以确保重建的3D图像I和3D图像II都具有较大的观看视区。再现的3D图像I的观看视区为 $-25^\circ \sim -5^\circ$ ,3D图像II的观看视区为 $5^\circ \sim 25^\circ$ 。

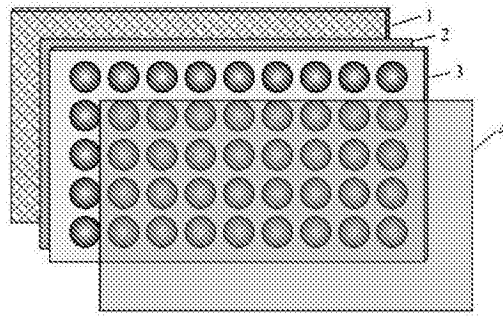


图1

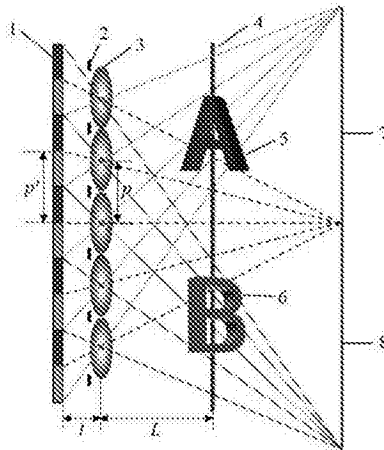


图2

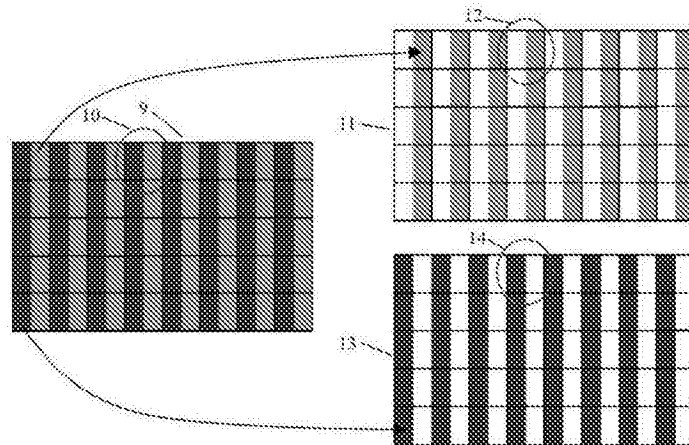


图3

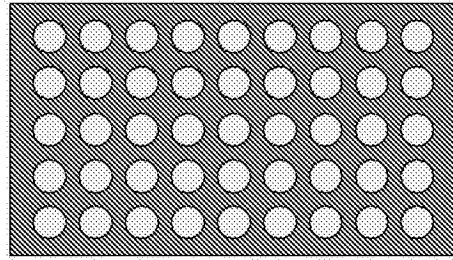


图4

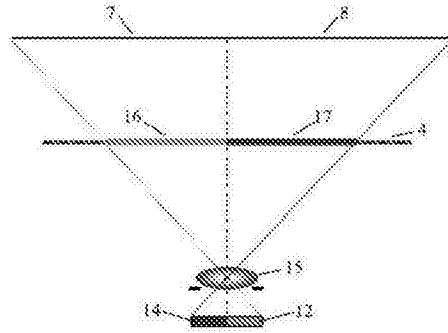


图5

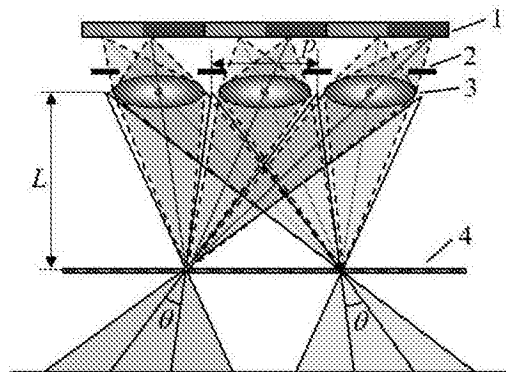


图6