



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105898276 A

(43)申请公布日 2016.08.24

(21)申请号 201610305900.6

(22)申请日 2016.05.10

(71)申请人 北京理工大学

地址 100081 北京市海淀区中关村南大街5号

(72)发明人 刘娟 高乾坤 韩剑

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 李相雨

(51)Int.Cl.

H04N 13/00(2006.01)

H04N 13/04(2006.01)

G02B 27/22(2006.01)

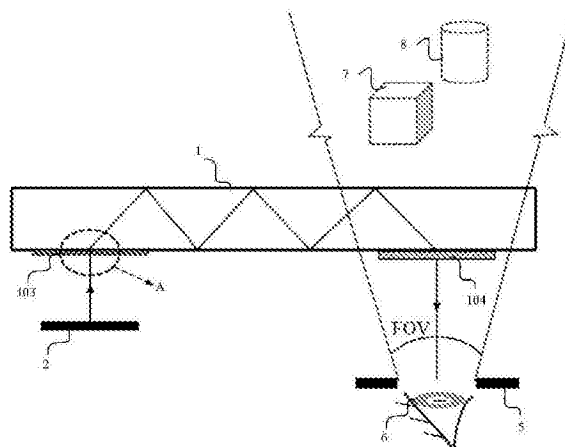
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统

(57)摘要

本发明涉及一种基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统,包括透明基板波导,以及按照光线由发出到入射的次序设置的显示装置、非周期全息微透镜阵列、耦合输出全息光栅以及观察窗;其中所述非周期全息微透镜阵列和所述耦合输出全息光栅位于所述透明基板波导的表面上;所述非周期全息微透镜阵列用于对所述显示装置发出的入射光线进行调制成像;所述透明基板波导用于对经所述非周期全息微透镜阵列调制成像后的光线进行波导传输;所述耦合输出全息光栅用于对所述透明基板波导传输的光线进行调制耦合,并与外界真实场景进行叠加。本发明采用非周期全息微透镜阵列、全息光栅和波导传输技术,实现了大视场、轻小型和低像差的三维显示,具有结构紧凑轻薄、佩戴便利的优点。



1. 一种基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统,其特征在于,包括透明基板波导,以及按照光线由发出到入射的次序设置的显示装置、非周期全息微透镜阵列、耦合输出全息光栅以及观察窗;

其中,所述非周期全息微透镜阵列和所述耦合输出全息光栅位于所述透明基板波导的表面上;

所述显示装置用于根据计算机生成的多视角集成成像图像发出入射光线;

所述非周期全息微透镜阵列用于对所述显示装置发出的入射光线进行调制成像;

所述透明基板波导用于对经所述非周期全息微透镜阵列调制成像后的光线进行波导传输;

所述耦合输出全息光栅用于对所述透明基板波导传输的光线进行调制耦合,并与外界真实场景进行叠加,以将叠加后的三维图像通过所述观察窗进行显示。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述非周期全息微透镜阵列包括但不限于轴向排布不同的非周期全息微透镜阵列。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述非周期全息微透镜阵列为反射式非周期全息微透镜阵列。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述非周期全息微透镜阵列为透射式非周期全息微透镜阵列。

5. 根据权利要求3或4所述的系统,其特征在于,所述耦合输出全息光栅为反射式耦合输出全息光栅。

6. 根据权利要求3或4所述的系统,其特征在于,所述耦合输出全息光栅为透射式耦合输出全息光栅。

7. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述显示装置包括但不限于液晶微显示器。

8. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述透明基板波导的材料包括但不限于光学玻璃以及光学塑料。

9. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述耦合输出全息光栅的材料包括但不限于卤化银、重铬酸盐明胶、光致聚合物、光致抗蚀剂、光导热塑或光折变晶体。

10. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述耦合输出全息光栅的光透过率大于50%。

基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统

技术领域

[0001] 本发明涉及集成成像技术领域,尤其涉及一种基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统。

背景技术

[0002] 集成成像(Integral Imaging,II)技术是一种采用微透镜阵列记录和再现空间物体的三维信息的技术。与其他裸眼三维成像技术相比,集成成像具有全视差、多视角、真彩色和无需相干光源等突出优势,因此被认为是未来三维显示领域内最具发展潜力的技术之一。

[0003] 近些年来,集成成像技术得到了较快的发展,但仍然需要解决一些关键的技术难题:

[0004] 如何制备多阵列、同焦距的微透镜组,以获取三维场景的深度和多视角信息;如何突破透镜成像原理的限制,增大视场;如何使集成成像装置的设计更加轻薄化,以突破推广使用的障碍。

[0005] 综上所述,当前亟待解决的技术问题之一是:如何开发出一种易加工、宽视场的近眼三维显示系统。

发明内容

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明提出一种基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统,包括透明基板波导,以及按照光线由发出到入射的次序设置的显示装置、非周期全息微透镜阵列、耦合输出全息光栅以及观察窗;

[0007] 其中,所述非周期全息微透镜阵列和所述耦合输出全息光栅位于所述透明基板波导的表面上;

[0008] 所述显示装置用于根据计算机生成的多视角集成成像图像发出入射光线;

[0009] 所述非周期全息微透镜阵列用于对所述显示装置发出的入射光线进行调制成像;

[0010] 所述透明基板波导用于对经所述非周期全息微透镜阵列调制成像后的光线进行波导传输;

[0011] 所述耦合输出全息光栅用于对所述透明基板波导传输的光线进行调制耦合,并与外界真实场景进行叠加,以将叠加后的三维图像通过所述观察窗进行显示。

[0012] 可选地,所述非周期全息微透镜阵列包括但不限于轴向排布不同的非周期全息微透镜阵列。

[0013] 可选地,所述非周期全息微透镜阵列为反射式非周期全息微透镜阵列。

[0014] 可选地,所述非周期全息微透镜阵列为透射式非周期全息微透镜阵列。

[0015] 可选地,所述耦合输出全息光栅为反射式耦合输出全息光栅。

[0016] 可选地,所述耦合输出全息光栅为透射式耦合输出全息光栅。

[0017] 可选地,所述显示装置包括但不限于液晶微显示器。

[0018] 可选地,所述透明基板波导的材料包括但不限于光学玻璃以及光学塑料。

[0019] 可选地,所述耦合输出全息光栅的材料包括但不限于卤化银、重铬酸盐明胶、光致聚合物、光致抗蚀剂、光导热塑或光折变晶体。

[0020] 可选地,所述耦合输出全息光栅的光透过率大于50%。

[0021] 本发明的基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统,采用非周期全息微透镜阵列、全息光栅和波导传输技术,实现了大视场、轻小型和低像差的三维显示,具有结构紧凑轻薄、佩戴便利的优点。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1为本发明实施例一的基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统的结构示意图;

[0024] 图2为本发明实施例一中区域A的局部放大示意图;

[0025] 图3为本发明实施例二的基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统的结构示意图;

[0026] 图4为本发明实施例三的基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统的结构示意图;

[0027] 图5为本发明实施例四的基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统的结构示意图。

具体实施方式

[0028] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0029] 图1为本发明实施例一的基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统的结构示意图;如图1所示,该系统包括透明基板波导1,以及按照光线由发出到入射的次序设置的液晶微显示器2、透射式非周期全息微透镜阵列103、透射式耦合输出全息光栅104以及观察窗5。其中,6为人眼,7和8分别为显示出的两个三维物体,FOV表示系统的观察视场角,非周期全息微透镜阵列所在区域A的局部放大示意图参见图2。

[0030] 具体来说,本发明主要包括三个不同的关键技术:非周期全息微透镜阵列,全反射波导传输和全息光栅的调制耦合,以下具体说明:

[0031] (1)非周期全息微透镜阵列

[0032] 微显示器的加载信号是由计算机生成的多视角集成成像图像。该图像在非周期全息微透镜阵列的调制下,以一定的角度入射至玻璃基板内,形成多视角的三维物体信息供人眼观察。

[0033] 相对于传统周期型的透镜阵列,非周期全息微透镜阵列结合了曲面排布式微透镜阵列的特性,因此具有更大的视场角,且可同时校正成像像差。

[0034] 本发明所用的全息微透镜由一束球面光波和一束平面光波在一定离轴角度下干涉生成,设振幅为1,则其过程可由下式描述:

$$\begin{aligned}
 I_m &= \left| \frac{1}{r} \exp(-i\vec{k}_1 \cdot \vec{r}) + \exp(i\vec{k}_2 \cdot \vec{r}) \right|^2 \\
 [0035] \quad &= \frac{1+r^2}{r^2} + \frac{2}{r} \cos\left[\left(\vec{k}_1 + \vec{k}_2\right) \cdot \vec{r}\right] \\
 &= \frac{1+r^2}{r^2} + \frac{2}{r} \cos\left(\vec{k}_m \cdot \vec{r}\right)
 \end{aligned} \tag{1}$$

[0036] 式中的 I_m 即为生成的全息微透镜, \vec{k}_1 、 \vec{k}_2 、 \vec{k}_m 均为波矢,表示干涉条纹峰值强度面的法线方向, \vec{r} 为方向向量。该干涉光斑经感光材料曝光记录和后处理形成一个微透镜,顺序移动感光材料和改变干涉光束类型可得到所需的非周期全息微透镜阵列。

[0037] 具体来说,曝光材料不同的话,上述后处理方式是不同的,比如若感光材料是银盐干板,则后处理为显影定影等;若感光材料是光致聚合物,则后处理为紫外固化和烘烤定形。需要说明的是,该后处理的具体过程为现有技术,本发明不对此进行限定。

[0038] 耦合输出全息光栅(衍射光学元件)的厚度可为 $1\mu\text{m}$ – $100\mu\text{m}$,材料为卤化银、重铬酸盐明胶、光致聚合物、光致抗蚀剂、光导热塑或光折变晶体,光透过率大于50%。

[0039] 该非周期全息微透镜阵列可根据微显示器尺寸和放置距离进行灵活调节,以达到最优化效果。

[0040] (2)全息光栅的调制耦合

[0041] 非周期全息微透镜阵列成像后的光线在玻璃基板内进行波导传输,并在输出耦合全息光栅的调制下与外界真实场景进行叠加,达到视透式的增强现实佩戴效果。

[0042] 本发明所用的耦合全息光栅为两束平面光波按一定角度干涉叠加生成的体全息光栅。设振幅为1,两束干涉平面波的相干叠加为:

$$\begin{aligned}
 I_e &= \left| \exp(i\vec{k}_1 \cdot \vec{r}) + \exp(i\vec{k}_2 \cdot \vec{r}) \right|^2 \\
 [0043] \quad &= 2 + 2 \cos\left[\left(\vec{k}_1 - \vec{k}_2\right) \cdot \vec{r}\right] \\
 &= 2 + 2 \cos\left(\vec{k}_e \cdot \vec{r}\right)
 \end{aligned} \tag{2}$$

[0044] 式中的 I_e 即为生成的体全息光栅, \vec{k}_1 、 \vec{k}_2 、 \vec{k}_m 均为波矢,表示干涉条纹峰值强度面的法线方向,。若干涉条纹的空间周期为 Δ ,则根据光栅方程有:

$$\Delta = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\varphi_0}{2}} \tag{3}$$

[0046] 其中, λ 为光波长, φ_0 为两平面波的夹角。

[0047] 体全息光栅与平面光栅的不同之处在于,两个干涉光波位于记录干涉面的两侧,因此当体全息光栅使用时还需满足布拉格条件:

$$[0048] \quad 2\Delta \sin \varphi_b = \lambda \quad (4)$$

[0049] 其中 φ_b 为布拉格角。

[0050] (3)全反射波导传输

[0051] 经微透镜阵列成像后的光线以一定的角度在玻璃基板内形成波导传输,复振幅信号的传播角度需满足:

$$[0052] \quad \varphi_i \geq \varphi_c = \arcsin \frac{1}{n} \quad (5)$$

[0053] 式中的 φ_i 为复振幅信号传播角, φ_c 为全反射角, n 为玻璃基板的折射率。此外,根据简单的几何关系可得出传播角与布拉格角满足:

$$[0054] \quad \varphi_b = \frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_i}{2} \quad (6)$$

[0055] 图3为本发明实施例二的基于非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统的结构示意图;与图1所示结构不同的是,本实施例中的非周期全息微透镜阵列为透射式非周期全息微透镜阵列203,耦合输出全息光栅为反射式耦合输出全息光栅204。

[0056] 图4为本发明实施例三的非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统的结构示意图;与图1、图2所示结构不同的是,本实施例中的非周期全息微透镜阵列为反射式非周期全息微透镜阵列303,耦合输出全息光栅为透射式耦合输出全息光栅304。

[0057] 图5为本发明实施例四的非周期全息微透镜阵列的近眼三维显示系统的结构示意图;与图1、图2、图3所示结构不同的是,本实施例中的非周期全息微透镜阵列为反射式非周期全息微透镜阵列303,耦合输出全息光栅为反射式耦合输出全息光栅304。

[0058] 特别说明的是,实施例一至实施例四中的非周期全息微透镜阵列为球面光波和平面光波离轴干涉形成的复杂光栅,即轴向排布不同的非周期全息微透镜阵列,可根据公式(1)进行制作。输出耦合全息光栅为两个平面光波干涉形成的体全息光栅,可根据公式(2)进行制作。波导传输满足玻璃基板的全反射条件,即公式(4),耦合满足布拉格条件,即公式(5)。

[0059] 本发明提出的基于非周期阵列的三维近眼显示系统,采用全息干涉方法加工制作非周期微透镜阵列,通过全息光栅和波导传输实现三维深度图像和人眼观察到的外界场景的耦合,达到增强现实的显示效果,一方面非周期微透镜阵列具有曲面排布的特性,可有效增加物体观察的视场角;另一方面全息干涉易于加工制作大面阵的微透镜阵列,系统的视场范围能够得到进一步地增加,并且全息光栅和波导传输也利于进行轻薄化的系统集成。

[0060] 以上实施例仅用于说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

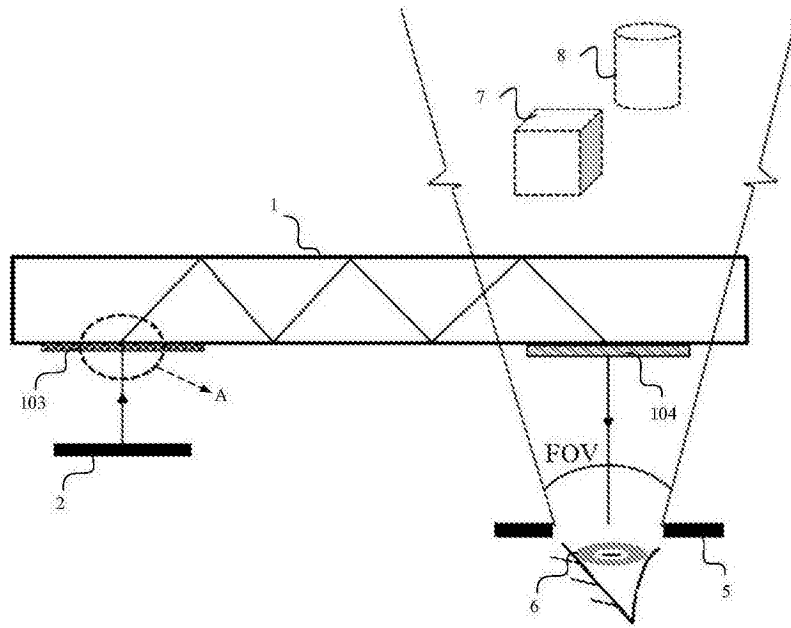


图1

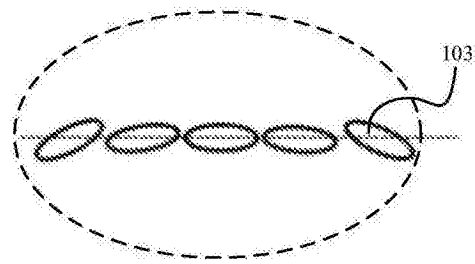


图2

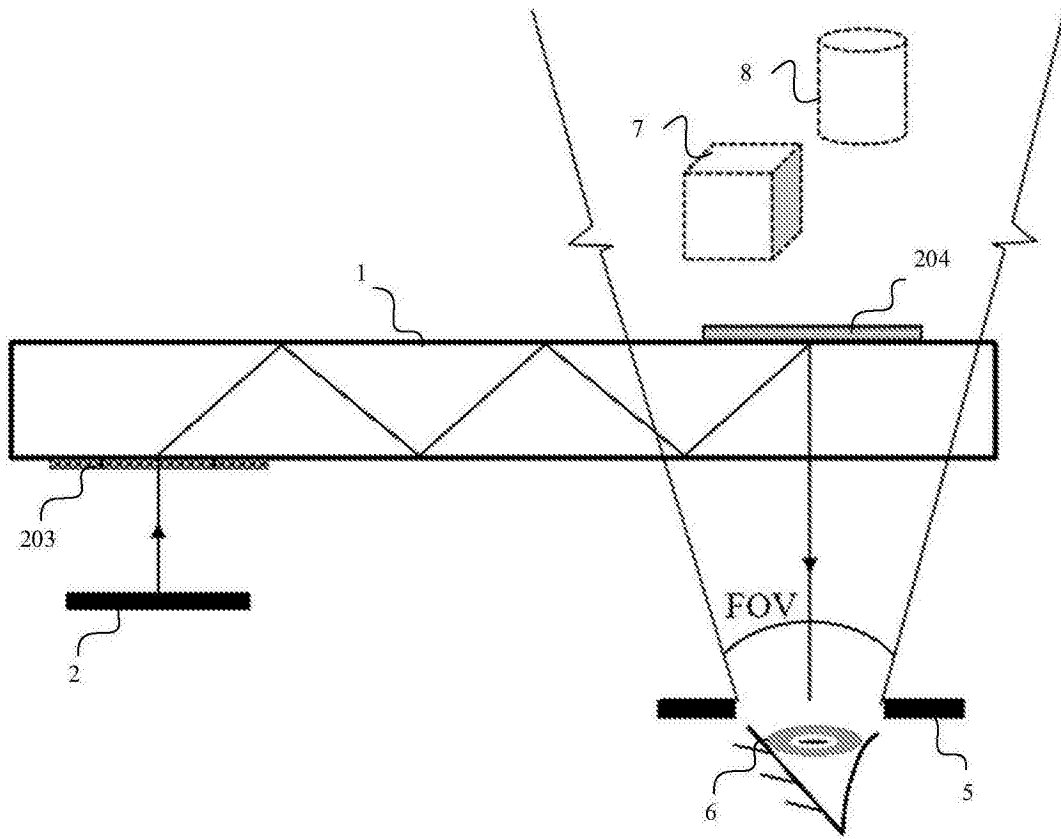


图3

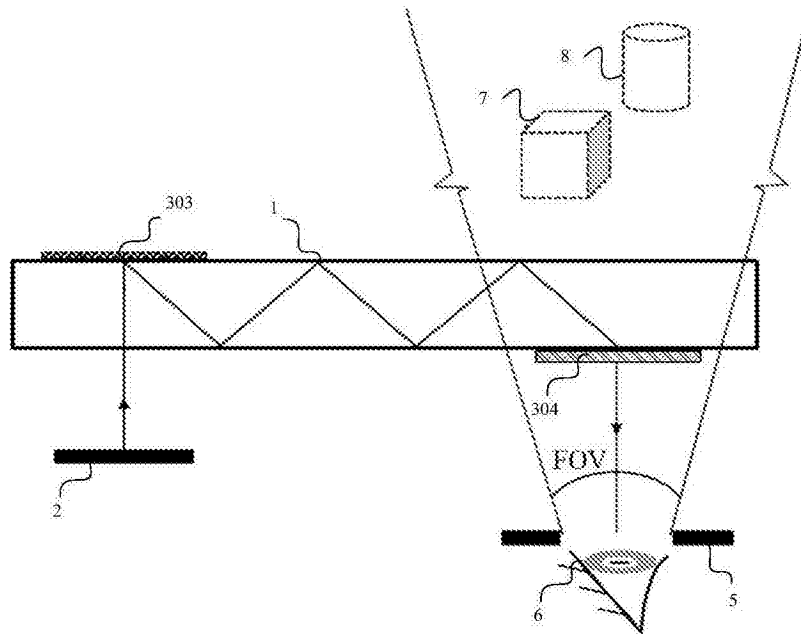


图4

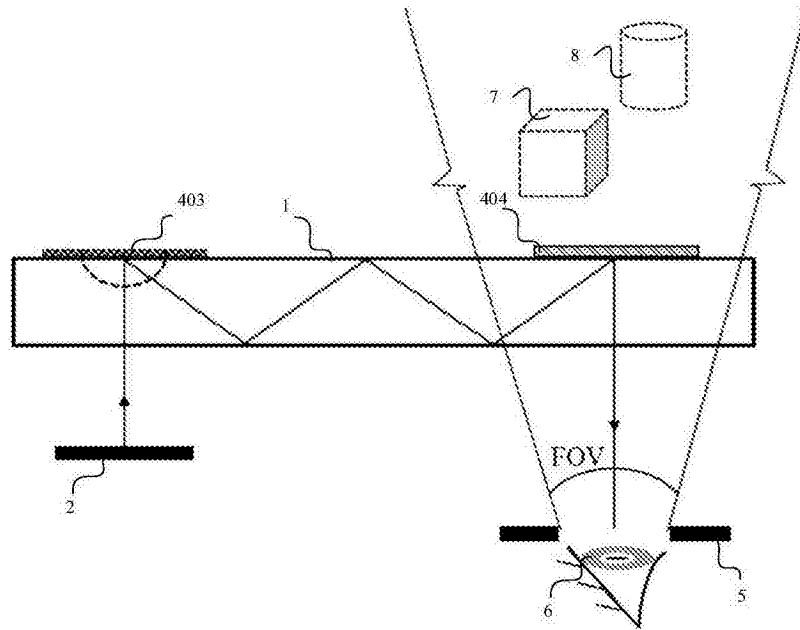


图5