



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111474721 A

(43)申请公布日 2020.07.31

(21)申请号 202010378188.9

(22)申请日 2020.05.07

(71)申请人 谷东科技有限公司

地址 510000 广东省广州市黄埔区科学城  
瑞和路79号瑞博奥大楼1期2楼205室

(72)发明人 崔海涛

(74)专利代理机构 北京中和立达知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11756

代理人 祝妍

(51)Int.Cl.

G02B 27/01(2006.01)

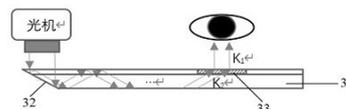
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

波导显示装置和增强现实显示设备

(57)摘要

本公开是关于一种波导显示装置和增强现实显示设备,波导显示装置,包括:波导基底、几何光学输入元件和衍射光学输出元件;几何光学输入元件设置在波导基底的光波输入区域,用于将输入的光波通过几何光学的方式耦合进入波导基底;波导基底,用于将通过几何光学输入元件耦合进入波导基底的光波采用全反射的方式传输至衍射光学输出元件;衍射光学输出元件设置在波导基底的光波输出区域,用于通过衍射光学的方式输出传输至衍射光学输出元件的光波。



1. 一种波导显示装置,其特征在于,包括:波导基底、几何光学输入元件和衍射光学输出元件;

所述几何光学输入元件设置在所述波导基底的光波输入区域,用于将输入的光波通过几何光学的方式耦合进入波导基底;

所述波导基底,用于将通过所述几何光学输入元件耦合进入所述波导基底的光波采用全反射的方式传输至所述衍射光学输出元件;

所述衍射光学输出元件设置在所述波导基底的光波输出区域,用于通过衍射光学的方式输出传输至所述衍射光学输出元件的光波。

2. 根据权利要求1所述的波导显示装置,其特征在于,所述几何光学输入元件包括表面镀有反光膜的斜面。

3. 根据权利要求1所述的波导显示装置,其特征在于,所述几何光学输入元件包括棱镜。

4. 根据权利要求2或3所述的波导显示装置,其特征在于,所述衍射光学输出元件包括体全息衍射光栅。

5. 根据权利要求4所述的波导显示装置,其特征在于,所述体全息衍射光栅通过对光敏材料进行曝光实现。

6. 根据权利要求4所述的波导显示装置,其特征在于,当所述衍射光学输出元件包括体全息衍射光栅时,所述几何光学输入元件满足以下条件:

$$\alpha + 2\beta (n_1/n_2) = \pi/2$$

其中, $\alpha$ 为耦合进入波导基底的光波与波导的夹角角度, $\beta$ 为所述斜面或者所述棱镜的顶角角度, $n_1$ 为所述波导基底的折射率, $n_2$ 为所述体全息衍射光栅的折射率。

7. 根据权利要求6所述的波导显示装置,其特征在于,耦合进入波导基底的光波与波导的夹角角度 $\alpha$ 满足以下条件:

$$\alpha > \arcsin(n_0/n_1)$$

其中, $n_1$ 为所述波导基底的折射率, $n_0$ 为空气的折射率。

8. 根据权利要求1所述的波导显示装置,其特征在于,所述衍射光学输出元件包括微纳米结构光栅,所述微纳米结构光栅为采用纳米压印的方式将光刻胶固化而成。

9. 根据权利要求8所述的波导显示装置,其特征在于,所述几何光学输入元件和所述衍射光学输出元件均设置在所述波导基底的上表面。

10. 一种增强现实显示设备,其特征在于,包括:

如权利要求1至9中任一项所述的波导显示装置。

## 波导显示装置和增强现实显示设备

### 技术领域

[0001] 本公开涉及增强现实显示技术领域,尤其涉及一种波导显示装置和增强现实显示设备。

### 背景技术

[0002] 随着虚拟现实和增强现实技术的发展,近眼式显示设备得到快速发展,增强现实的近眼式显示是一种将光场成像在现实空间的技术,并且可以同时兼顾虚拟和现实的操作。利用传统光学光波导元件耦合图像光进入人眼的方式已经被采用,包括使用棱镜、反射镜、半透半反光光波导、全息及衍射光栅。光波导显示系统是利用全反射原理实现光波传输,结合衍射元件,实现光线的定向传导,进而将图像光导向人眼,使用户可以看到投影的图像。

[0003] 如今主要的波导技术分为两大类:几何光波导和衍射光波导,几何光波导成像质量较好,不易出现色差,但是制造成本高,工艺复杂困难;衍射光波导几次衍射后成像容易出现色差,但是制造成本低,工艺简单,两种方法各有优劣。

### 发明内容

[0004] 为克服相关技术中存在的问题,本公开提供一种波导显示装置和增强现实显示设备。

[0005] 根据本公开实施例的第一方面,提供一种波导显示装置,包括:波导基底、几何光学输入元件和衍射光学输出元件;

所述几何光学输入元件设置在所述波导基底的光波输入区域,用于将输入的光波通过几何光学的方式耦合进入波导基底;

所述波导基底,用于将通过所述几何光学输入元件耦合进入所述波导基底的光波采用全反射的方式传输至所述衍射光学输出元件;

所述衍射光学输出元件设置在所述波导基底的光波输出区域,用于通过衍射光学的方式输出传输至所述衍射光学输出元件的光波。

[0006] 在一个实施例中,优选地,所述几何光学输入元件包括表面镀有反光膜的斜面。

[0007] 在一个实施例中,优选地,所述几何光学输入元件包括棱镜。

[0008] 在一个实施例中,优选地,所述衍射光学输出元件包括体全息衍射光栅。

[0009] 在一个实施例中,优选地,所述体全息衍射光栅通过对光敏材料进行曝光实现。

[0010] 在一个实施例中,优选地,当所述衍射光学输出元件包括体全息衍射光栅时,所述几何光学输入元件满足以下条件:

$$\alpha+2\beta(n_1/n_2)=\pi/2$$

其中, $\alpha$ 为耦合进入波导基底的光波与波导的夹角角度, $\beta$ 为所述斜面或者所述棱镜的顶角角度, $n_1$ 为所述波导基底的折射率, $n_2$ 为所述体全息衍射光栅的折射率。

[0011] 在一个实施例中,优选地,耦合进入波导基底的光波与波导的夹角角度 $\alpha$ 满足以下

条件:

$$\alpha > \arcsin(n_0/n_1)$$

其中,  $n_1$  为所述波导基底的折射率,  $n_0$  为空气的折射率。

[0012] 在一个实施例中, 优选地, 所述衍射光学输出元件包括微纳米结构光栅, 所述微纳米结构光栅为采用纳米压印的方式将光刻胶固化而成。

[0013] 在一个实施例中, 优选地, 所述几何光学输入元件和所述衍射光学输出元件均设置在所述波导基底的上表面。

[0014] 根据本公开实施例的第二方面, 提供一种增强现实显示设备, 包括:

上述第一方面任一项所述的波导显示装置。

[0015] 本公开的实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果:

本发明实施例中, 以几何方法耦入到波导基底, 不易产生色差, 光线在波导基底中全反射后到达光栅区域被衍射出来, 光线被衍射之前的均匀性相对较好, 这样可以很大程度上减小色散问题, 同时耦出部分采用衍射光波导将大大降低工艺难度。

[0016] 应当理解的是, 以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的, 并不能限制本公开。

## 附图说明

[0017] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分, 示出了符合本公开的实施例, 并与说明书一起用于解释本公开的原理。

[0018] 图1是衍射光波导的原理示意图。

[0019] 图2是几何光波导的原理示意图。

[0020] 图3是根据一示例性实施例示出的一种波导显示装置的原理示意图。

[0021] 图4是根据一示例性实施例示出的波导显示装置中全息衍射光栅的制备过程示意图。

[0022] 图5是根据一示例性实施例示出的反射角度示意图。

[0023] 图6是根据一示例性实施例示出的又一种波导显示装置的示意图。

## 具体实施方式

[0024] 这里将详细地对示例性实施例进行说明, 其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时, 除非另有表示, 不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本公开相一致的所有实施方式。相反, 它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本公开的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0025] 图1示出了衍射光波导的原理示意图。如图1所示, 在波导基底的光波输入区域和光波输出区域均采用衍射光栅, 当光机的光照射到光波输入区域的第一衍射光栅11时会发生衍射产生另外一束光, 该光线的角度满足全反射条件 ( $\theta > \arcsin(n_0/n_1)$ ,  $n_1$  为波导折射率,  $n_0$  为空气折射率) 在波导基底12中传播, 到达光波输出区域后光线再次经第二衍射光栅13衍射出到达人眼。

[0026] 图2示出了几何光波导的原理示意图。如图2所示, 光机的光波通过反射斜面或棱镜21等耦合进入波导基底22, 在波导基底中设置了多个按规律排布的半透半反膜23, 经半

透半反膜23反射耦出波导基底22,到达人眼。

[0027] 几何光波导成像质量较好,不易出现色差,但是制造成本高,工艺复杂困难;衍射光波导几次衍射后成像容易出现色差,但是制造成本低,工艺简单,因此,为了实现比较完美的成像效果,降低制造成本和工艺制造难度,提出了本申请的技术方案。

[0028] 图3是根据一示例性实施例示出的一种波导显示装置的原理示意图,如图3所示,波导显示装置,包括:波导基底31、几何光学输入元件32和衍射光学输出元件33;

所述几何光学输入元件32设置在所述波导基底31的光波输入区域,用于将输入的光波通过几何光学的方式耦合进入波导基底31;

所述波导基底31,用于将通过所述几何光学输入元件32耦合进入所述波导基底31的光波采用全反射的方式传输至所述衍射光学输出元件33;

所述衍射光学输出元件33设置在所述波导基底31的光波输出区域,用于通过衍射光学的方式输出传输至所述衍射光学输出元件的光波。

[0029] 在一个实施例中,优选地,所述几何光学输入元件32和所述衍射光学输出元件33均设置在所述波导基底31的上表面。

[0030] 在一个实施例中,优选地,所述几何光学输入元件32包括表面镀有反光膜的斜面或者棱镜。

[0031] 在一个实施例中,优选地,所述衍射光学输出元件包括体全息衍射光栅。其中,体全息衍射光栅可以通过对光敏材料进行曝光实现。全息光栅的制作原理是:两束具有特定波面形状的光束干涉,在记录平面上形成亮暗相间的干涉条纹,用全息记录介质记录干涉条纹,经处理得到全息光栅。采用不同的波面形状可以得到不同用途的全息光栅,采用不同的全息记录介质和处理过程可以得到不同类型或不同用途的全息光栅,如正余弦光栅,矩形光栅,平面光栅和体光栅等。

[0032] 具体地,如图3所示,光波输出区域用全息曝光的方式记录光栅,用两束光栅K1和K2相互干涉曝光,光波输入区域用斜面镀反光膜或者用棱镜将光波耦合进去,控制斜面或者棱镜的角度,使耦合进入光栅的光线与K2方向相同。这样,当光机的光波从光波输入区域进入斜面反射后的光线的传播方向与K2方向相同,且满足全反射条件,当光线到达光波输出区域后,光栅会衍射出曝光时候的K1方向的光,然后传播到眼睛。

[0033] 如图4所示,当衍射光学输出元件包括体全息衍射光栅时,全息衍射光栅的制备过程如下:用K1和K2两束相干光相互干涉形成明暗条纹,并在全息干板的光敏材料中曝光记录下该光场信息,后处理显影定影之后,当有K2的光入射到该区域时将衍射出K1的光。而在制备时,还需加入三角棱镜,三角棱镜的作用是曝光时将K2的光耦合进入该耦出区域,因为K2必须满足波导内的全反射条件,如果不加三角棱镜,那么根据光的可逆性,相同条件下,光能进入亦能出去。

[0034] 在一个实施例中,优选地,当所述衍射光学输出元件包括体全息衍射光栅时,所述几何光学输入元件满足以下条件:

$$\alpha+2\beta(n_1/n_2)=\pi/2$$

其中, $\alpha$ 为耦合进入波导基底的光波与波导的夹角角度, $\beta$ 为所述斜面或者所述棱镜的顶角角度, $n_1$ 为所述波导基底的折射率, $n_2$ 为所述体全息衍射光栅的折射率。

[0035] 上述条件的推导过程如下:假设斜面或棱镜的顶角为 $\beta$ ,K2与波导的夹角为 $\alpha$ 。图3

这种情况下,当光机的光垂直入射到光波输入区域时,光线方向不变,所以到斜面反射时的入射角为 $\beta$ ,那么反射角也为 $\beta$ 。斜面反射后光线会往波导基底的上表面传播,到达上表面时入射角为 $2\beta$ ,反射角也为 $2\beta$ ,如图5所示。但是基底和光敏材料之间折射率不一致会存在折射,考虑到折射的话,假设基底的折射率为 $n_1$ ,光敏材料的折射率为 $n_2$ ,那么反射角就变成了 $2\beta \cdot (n_1/n_2)$ ,因此 $\alpha + 2\beta \cdot (n_1/n_2) = \pi/2$ 。

[0036] 在一个实施例中,优选地,耦合进入波导基底的光波与波导的夹角角度 $\alpha$ 满足以下条件:

$$\alpha > \arcsin(n_0/n_1)$$

其中, $n_1$ 为所述波导基底的折射率, $n_0$ 为空气的折射率。

[0037] 如图6所示,在一个实施例中,优选地,所述衍射光学输出元件还可以包括表面浮雕光栅,如微纳米结构光栅,所述微纳米结构光栅为采用纳米压印的方式将光刻胶固化而成。纳米压印是加工聚合物结构的最常用方法,它采用高分辨率电子束等方法将结构复杂纳米结构图案制在印章上,然后用预先图案化印章使聚合物材料变形而在聚合物上形成结构图形。在热压印工艺中,结构图案转移到被加热软化的聚合物后,通过冷却到聚合物玻璃化温度以下固化,而在紫外压印工艺中是通过紫外光聚合来固化的。微接触印刷通常指将墨材料转移到图案化的金属基表面上,在进行刻蚀工艺。纳米压印技术是在纳米尺度获得复制结构的一种成本低而速度快的方法,它可以大批量重复性地在大面积上制备纳米图案结构,而且所制出的高分辨率图案具有相当好的均匀性和重复性。这样,当光机的光波从光波输入区域进入斜面反射后的光线满足全反射条件,将往输出光波输出区域传播,到达光波输出区域经微纳米结构光栅耦出到人眼。

[0038] 这样,将光波以几何方法耦入到波导基底,不易产生色差,光线在波导基底中全反射后到达光栅区域被衍射出来,光线被衍射之前的均匀性相对较好,可以很大程度上减小色散问题,同时耦出部分采用衍射光波导将大大降低工艺难度。

[0039] 基于相同的构思,本公开实施例还提供一种增强现实显示设备,包括上述技术方案中任意一项所述的波导显示装置。增强现实显示设备可以是AR眼睛或AR头盔等设备。

[0040] 进一步可以理解的是,本公开中“多个”是指两个或两个以上,其它量词与之类似。“和/或”,描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式,除非上下文清楚地表示其他含义。

[0041] 进一步可以理解的是,术语“第一”、“第二”等用于描述各种信息,但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开,并不表示特定的顺序或者重要程度。实际上,“第一”、“第二”等表述完全可以互换使用。例如,在不脱离本公开范围的情况下,第一信息也可以被称为第二信息,类似地,第二信息也可以被称为第一信息。

[0042] 进一步可以理解的是,本公开实施例中尽管在附图中以特定的顺序描述操作,但是不应将其理解为要求按照所示的特定顺序或是串行顺序来执行这些操作,或是要求执行全部所示的操作以得到期望的结果。在特定环境中,多任务和并行处理可能是有利的。

[0043] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后,将容易想到本公开的其它实施方案。本申请旨在涵盖本公开的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或

者适应性变化遵循本公开的一般性原理并包括本公开未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本公开的真正范围和精神由权利要求指出。

[0044] 应当理解的是，本公开并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构，并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本公开的范围仅由所附的权利要求来限制。

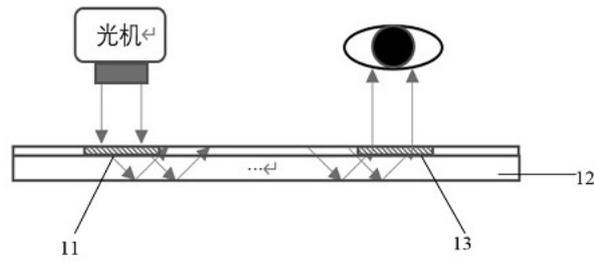


图1

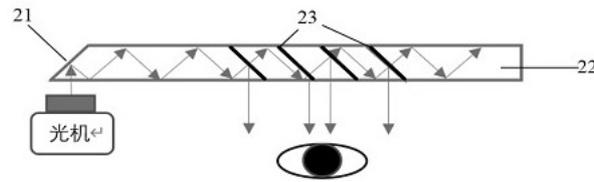


图2

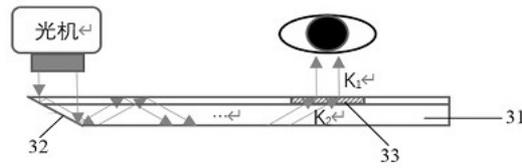


图3

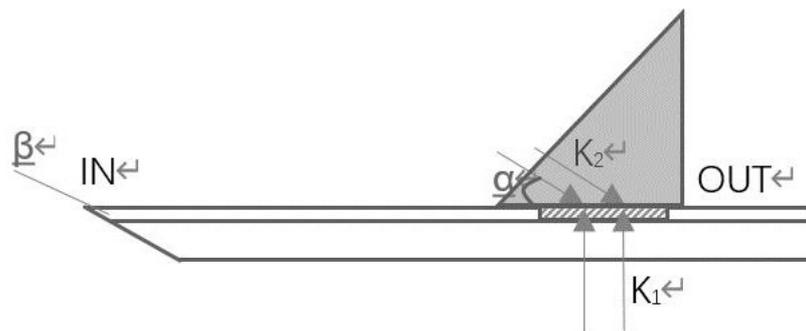


图4



图5



图6