



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106338832 A

(43)申请公布日 2017.01.18

(21)申请号 201610983962.2

(22)申请日 2016.11.09

(71)申请人 苏州苏大维格光电科技股份有限公司

地址 215000 江苏省苏州市苏虹东路北钟南街478号

申请人 苏州大学

(72)发明人 陈林森 罗明辉 黄文彬 浦东林 赵改娜 乔文

(74)专利代理机构 苏州华博知识产权代理有限公司 32232

代理人 黄珩

(51)Int.Cl.

G02B 27/01(2006.01)

G02B 27/22(2006.01)

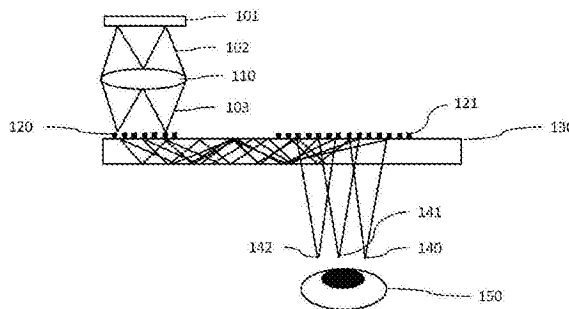
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

一种单片全息衍射光波导镜片及三维显示装置

(57)摘要

本发明公开了一种单片全息衍射光波导镜片及采用该镜片的三维显示装置,该单片全息衍射光波导镜片包括衍射光波导镜片单元,衍射光波导镜片单元包括光波导及设置于光波导上表面或下表面的三个功能性区域;所述三个功能性区域设置于光波导上同一平面空间上的不同位置,分别为第一功能性区域、第二功能性区域和第三功能性区域;三个功能性区域用于传导图像光束输出至人眼,三个功能区域上均设有全息衍射光栅;本发明提出了一种采用空间复用的单片全息衍射波导镜片,创造性的多个功能性区域的设置,使得采用单片波导就可满足近眼三维显示系统的要求,相比多层全息衍射波导镜片,本方案镜片的厚度显著变薄。



1. 一种单片全息衍射光波导镜片,包括衍射光波导镜片单元;其特征在于,所述衍射光波导镜片单元包括一层光波导介质及设置于光波导上的功能性区域;每个所述功能性区域包含多个结构单元像素,每个所述结构单元像素包含至少两个结构子单元像素。

2. 根据权利要求1所述的单片全息衍射光波导镜片,其特征在于:所述至少两个结构子单元像素为不同的结构子单元像素。

3. 根据权利要求1所述的单片全息衍射光波导镜片,其特征在于:所述功能性区域包括第一功能性区域、第二功能性区域和第三功能性区域;外部图像光束经第一功能性区域入射,耦合进入光波导,在光波导全反射的作用下,向第二功能性区域传播,经第二功能性区域衍射,在光波导全反射的作用下,继续向第三功能性区域传播,最后经第三功能性区域衍射,向外部空间出射图像光束。

4. 根据权利要求3所述的单片全息衍射光波导镜片,其特征在于,所述第一功能性区域的结构单元像素由具有波长选择性的光栅组成。

5. 根据权利要求4所述的单片全息衍射光波导镜片,其特征在于,所述具有波长选择性的光栅包括全息体光栅或斜光栅。

6. 根据权利要求1所述的单片全息衍射光波导镜片,其特征在于,结构子单元像素为三个,且三个结构子单元像素分别为红色子单元像素、绿色子单元像素和蓝色子单元像素。

7. 根据权利要求1所述的单片全息衍射光波导镜片,其特征在于,所述结构子单元像素的尺寸在5微米-200微米。

8. 一种彩色三维显示装置,其特征在于,包含如权利要求1-7所述的单片全息衍射光波导镜片。

一种单片全息衍射光波导镜片及三维显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及显示设备技术领域,更具体地说,涉及一种全息衍射光波导镜片和采用该光波导镜片的三维显示装置。

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,例如谷歌的Google Glass和微软的Hololens。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] 目前主流的近眼式增强现实的显示设备大多采用光波导原理。例如,Hololens是将LCOS上的图像经过三片全息光栅耦合至光波导,通过三片光波导分别传输,最后在人眼正前方通过相应的全息光栅耦合输出,投影至人眼,并且以多层光波导的方式,实现彩色投影。CN201620173623.3提出一种近眼显示系统及头戴显示设备,光源向导光系统输入照明光束,导光系统将光束进行传输扩展照射到图像显示系统所显示的全息图,以透射方式激活全息图。微软在专利W02014/210349 A1中提出采用滤色进行显示效率优化,通过减少至少一种颜色的色彩带宽并将变窄的色彩带宽与可视光谱中邻近的颜色的带宽耦合到同一层衍射光波导。然而,在实现近眼式彩色显示的效果及成本方面,仍然缺少简单、低成本的实现方式。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提供了一种全息衍射波导镜片和采用该镜片的彩色三维显示装置,通过单层波导上的纳米光栅像素的空间复用,实现简单、低成本近眼式三维显示。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案如下:

[0006] 一种单片全息衍射光波导镜片,包括衍射光波导镜片单元;

[0007] 所述衍射光波导镜片单元包括一层光波导及设置于光波导上表面或下表面的三个功能性区域;

[0008] 所述三个功能性区域设置于光波导上同一平面空间上的不同位置,分别为第一功能性区域、第二功能性区域和第三功能性区域;三个功能性区域用于传导图像光束输出至人眼,三个功能区域上均设有全息衍射光栅;外部图像光束经第一功能性区域入射,耦合进入光波导,在光波导全反射的作用下,向第二功能性区域传播,经第二功能性区域衍射,在光波导全反射的作用下,继续向第三功能性区域传播,最后经第三功能性区域衍射,向外部空间出射图像光束。

[0009] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0010] 本发明提出了一种采用空间复用的单片全息衍射波导镜片,每层衍射光波导镜片

单元仅采用单层波导镜片,创造性的多个功能性区域的设置,使得采用单片波导就可满足近眼三维显示系统的要求,相比多层衍射波导镜片,本方案镜片的厚度显著变薄。使实现简单、低成本构建三维显示系统成为可能。

[0011] 进一步的,三个功能性区域均包括多个结构单元像素,每一结构单元像素至少包括三个结构子单元像素,所述结构子单元像素用于与各基色图像光一一分别对应,每一结构子单元像素只与对应基色图像光耦合,通过光波导全反射及三个功能性区域的衍射,光线在第三功能性区域耦合输出至人眼,实现单片全息衍射光波导镜片的彩色显示。

[0012] 本发明提供的技术方案,采用单个衍射光波导镜片单元即可实现彩色显示,并且实现各基色图像光耦合功能性区域互不干扰,输出光合并实现彩色显示。

[0013] 进一步的,结构子单元像素为三个,且三个结构子单元像素分别为红色子单元像素、绿色子单元像素和蓝色子单元像素,红色子单元像素只与红色光波段图像光耦合,绿色图像光子单元像素只与绿色光波段图像光耦合,蓝色图像光子单元像素只与蓝色光波段图像光耦合。

[0014] 在实际应用中,图像光一般由红绿蓝三基色图像光组成,当外部器件(如图像生成装置)产生的图像光耦合进第一功能性区域,蓝色及绿色图像光入射至红色图像光子单元像素时,衍射角不满足光波导内全反射要求,从而无法继续在光波导内传输;红色及绿色图像光入射至蓝色图像光子单元像素时,衍射角不满足光波导内全反射要求,从而无法继续在光波导内传输;蓝色及红色图像光入射至绿色图像光子单元像素时,衍射角不满足光波导内全反射要求,从而无法继续在光波导内传输;因此每个结构子单元像素有对应的颜色图像光,不会形成光线干扰,通过光波导全反射及功能性区域衍射,光线在第三功能性区域耦合输出至人眼,实现单片全息衍射光波导镜片单元的彩色显示。单片衍射光波导镜片单元的三个功能性区域均含有结构单元像素,其单元像素中的衍射光栅互不干扰,红色图像光通过对应红色图像光的结构子单元像素实现全反射,绿色图像光通过对应绿色图像光的结构子单元像素实现全反射,由于全反射效应,蓝色图像光通过对应红色图像光的结构子单元产生的衍射角不满足全反射要求,透射出波导,因此不存在光线之间的干扰。

[0015] 同理,如果外部器件产生的图像光由四基色或其它数量及不同光波段的光构成时,只需要构建对应数量及衍射关系的结构子单元像素即可,各光波段的图像光在光波导内传播时互不干扰,最终在人眼合成彩色图像显示。

[0016] 进一步的,所述第一功能性区域的结构单元像素由具有波长选择性的光栅组成。

[0017] 进一步的,所述具有波长选择性的光栅包括全息体光栅或斜光栅。

[0018] 进一步的,所述全息衍射光栅为纳米衍射光栅,所述全息衍射光栅的周期及取向由入射光线的波长、入射角、衍射光线的衍射角和衍射方位角决定。

[0019] 进一步的,所述结构子单元像素的尺寸为5微米-200微米。

[0020] 进一步的,上述单片全息衍射光波导镜片由一个衍射光波导镜片单元构成。

[0021] 本发明还提供一种三维显示装置,包括图像显示装置,和左、右两个前述的单片全息衍射光波导镜片;左、右单片全息衍射光波导镜片分别对应左眼和右眼,用于传输光线至左右眼;所述图像显示装置包括光源、投影光学系统及图像信息装置,用于向左、右两个单片全息衍射光波导镜片输出图像光。

[0022] 进一步的,所述图像显示装置包括左眼图像光生成装置和右眼图像光生成装置,

分别生成左眼图像光和右眼图像光,所述左眼图像光耦合至左单片全息衍射光波导镜片,输出耦合光至左眼;右眼图像光耦合至右单片全息衍射光波导镜片,输出耦合光至右眼,左右眼同时接收到输出图像光,在人眼前方远处呈现彩色三维显示。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例技术中的技术方案,下面将对实施例技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅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。

[0024] 图1是本发明的单片全息衍射光波导镜片的剖面结构示意图;

[0025] 图2是图1所示的单片全息衍射光波导镜片的平面结构示意图;

[0026] 图3a-图3c是本发明的单片衍射波导镜片的功能性区域的平面结构示意图;

[0027] 图4a和图4b分别示出了XZ平面和XY平面的光束传播示意图;

[0028] 图4c是本发明的第一功能性区域的XZ平面的倾斜光栅剖面示意图;

[0029] 图5是本发明的第一功能性区域至第二功能性区域的剖面光束传播示意图;

[0030] 图6是本发明的第二功能性区域至第三功能性区域的剖面光束传播示意图;

[0031] 图7是本发明的第二功能性区域至第三功能性区域的彩色剖面结构示意图;

[0032] 图8是本发明的优化的单片全息衍射波导镜片实现彩色的剖面结构示意图;

[0033] 图9是本发明的彩色滤光片的平面结构示意图;

[0034] 图10是本发明的一种三维显示装置的平面结构示意图;

具体实施方式

[0035] 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、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅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作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。

[0036] 一种单片全息衍射光波导镜片,包括:包括衍射光波导镜片单元;所述衍射光波导镜片单元包括一层光波导130及设置于光波导上表面或下表面的三个功能性区域;如图2所示;所述三个功能性区域设置于光波导上同一平面空间上的不同位置,分别为第一功能性区域201、第二功能性区域202和第三功能性区域203;三个功能性区域用于传导图像光束输出至人眼,三个功能区域上均设有全息衍射光栅;在实际应用中,将外部图像光束(例如图像生成装置发出的带图像信息的图像光)经第一功能性区域201入射,耦合进入光波导130,在光波导130全反射的作用下,向第二功能性区域202传播,经第二功能性区域202衍射,在光波导130全反射的作用下,继续向第三功能性区域203传播,最后经第三功能性区域203衍射,向外部空间出射图像光束。

[0037] 与现有技术相比,本发明的有益效果在于:

[0038] 本发明提出了一种采用空间复用的单片全息衍射波导镜片,创造性的多个功能性区域的设置,使得采用单片波导就可满足近眼三维显示系统的要求,相比多层衍射波导镜片,本方案镜片的厚度显著变薄。使实现简单、低成本构建三维显示系统成为可能。单个衍

射光波导镜片单元可以作为基础的三维显示装置的部件独立生产销售,也可以用以生产三维显示装置。

[0039] 在一些实施例中,为了实现彩色三维显示,三个功能性区域均包括多个结构单元像素,每一结构单元像素至少包括三个结构子单元像素,所述结构子单元像素用于与各基色图像光一一分别对应,每一结构子单元像素只与对应基色图像光耦合,通过光波导全反射及三个功能性区域的衍射,光线在第三功能性区域耦合输出至人眼,实现单片全息衍射光波导镜片的彩色显示。

[0040] 本发明提供的技术方案,采用单个衍射光波导镜片单元即可实现彩色显示,并且实现各基色图像光耦合功能性区域互不干扰,输出光合并实现彩色显示。

[0041] 例如,结构子单元像素为三个,且三个结构子单元像素分别为红色子单元像素、绿色子单元像素和蓝色子单元像素,红色子单元像素只与红色光波段图像光耦合,绿色图像光子单元像素只与绿色光波段图像光耦合,蓝色图像光子单元像素只与蓝色光波段图像光耦合。

[0042] 在实际应用中,图像光一般由红绿蓝三基色图像光组成,当外部器件(如图像生成装置)产生的图像光耦合进第一功能性区域,蓝色及绿色图像光入射至红色图像光子单元像素时,衍射角不满足光波导内全反射要求,从而无法继续在光波导内传输;红色及绿色图像光入射至蓝色图像光子单元像素时,衍射角不满足光波导内全反射要求,从而无法继续在光波导内传输;蓝色及红色图像光入射至绿色图像光子单元像素时,衍射角不满足光波导内全反射要求,从而无法继续在光波导内传输;因此每个结构子单元像素有对应的颜色图像光,不会形成光线干扰,通过光波导全反射及功能性区域衍射,光线在第三功能性区域耦合输出至人眼,实现单片全息衍射光波导镜片单元的彩色显示。单片衍射光波导镜片单元的三个功能性区域均含有结构单元像素,其单元像素中的衍射光栅互不干扰,红色图像光通过对应红色图像光的结构子单元像素实现全反射,绿色图像光通过对应绿色图像光的结构子单元像素实现全反射,由于全反射效应,蓝色图像光通过对应红色图像光的结构子单元产生的衍射角不满足全反射要求,透射出波导,因此不存在光线之间的干扰。

[0043] 同理,如果外部器件产生的图像光由四基色或其它数量及不同光波段的光构成时,只需要构建对应数量及衍射关系的结构子单元像素即可,各光波段的图像光在光波导内传播时互不干扰,最终在人眼合成彩色图像显示。

[0044] 在一些实施例中,所述光波导镜片的三个功能性区域的形状方位不同,第一功能性区域形状为圆形或者矩形,第二功能性区域形状为三角形或者矩形,第三功能性区域为矩形。

[0045] 在一些实施例中,所述第一功能性区域的结构单元像素包括全息光栅或斜光栅,具有波长选择性。可采用斜光栅进行分光,通过控制斜光栅的倾斜角度及周期,实现不同颜色波段的光通过对应结构子单元。

[0046] 在实际应用中,所述全息衍射光栅可制作为纳米衍射光栅,纳米衍射光栅的周期及取向由入射光线的波长、入射角、衍射光线的衍射角和衍射方位角决定。

[0047] 在实际应用中,所述结构子单元像素的尺寸为5微米-200微米,可根据需要选择该数值区间中包含5微米和200微米在内的任一数值。

[0048] 在实际应用中,前述单片全息衍射光波导镜片可由一个衍射光波导镜片单元构

成。本发明创造性的设置多个(仅以三个为例)功能性区域,对应于图像光或照明光源的入射耦合、光在波导内部的传播角度的改变、出射光并在人眼前的空间中会聚层虚拟三维图像,这样既可实现单片波导结构的三维显示应用。

[0049] 本发明还提供一种三维显示装置,包括图像显示装置,和左、右两个上述的单片全息衍射光波导镜片;左、右单片全息衍射光波导镜片分别对应左眼和右眼,用于传输光线至左右眼;所述图像显示装置包括光源、投影光学系统及图像信息装置,用于向左、右两个单片全息衍射光波导镜片输出图像光。

[0050] 在一些实施例中,所述显示装置的光源包括红、绿、蓝三基色点光源或者平行光源;或者为,白光点光源或平行光源。

[0051] 在一些实施例中,所述图像信息装置设置为至少一片显示元件,所述显示元件包括LCOS显示屏和DMD数字微镜阵列。

[0052] 在一些实施例中,所述图像显示装置包括左眼图像光生成装置和右眼图像光生成装置,分别生成左眼图像光和右眼图像光,所述左眼图像光耦合至左单片全息衍射光波导镜片,输出耦合光至左眼;右眼图像光耦合至右单片全息衍射光波导镜片,输出耦合光至右眼,左右眼同时接收到输出图像光,在人眼前方远处呈现三维显示。

[0053] 当采用可实现彩色显示的单片全息衍射波导镜片时,可实现彩色三维显示。

[0054] 例如,一种全息衍射光波导镜片和图像生成装置组合构成的三维显示装置,全息衍射光波导镜片由一个衍射光波导镜片单元构成,参考图1,图1为衍射光波导镜片单元的剖面结构示意图,图像光102从作为图像生成装置的显示屏101发出,具备一定扩散角,经过透镜110聚焦成耦合光束103,耦合光束103包括红绿蓝三色图像光(当然不局限于红绿蓝三基色,根据实际需要,也可以是其他色彩组合),包含彩色图像信息。耦合光束103以一定扩散角耦合进入光波导130,光波导130上表面或下表面(图未画出)具有功能性结构区域,光束耦合至光波导,通过全反射及衍射作用,定向输出图像光(140、141和142)至人眼150。图1中,120为第一功能区的全息光栅,121为第三功能区的全息光栅。

[0055] 参考图2,图2为图1所示的衍射光波导镜片单元的平面结构示意图;光波导130上表面存在三个不同位置形状的功能性区域(第一功能性区域201、第二功能性区域202和第三功能性区域203),耦合光束103先投射到第一功能性区域201,根据其作用,第一功能性区域201也可称作耦合功能性区域201,耦合光束103经第一功能性区域201入射进入光波导130后,经光波导130全反射作用,耦合光束进入第二功能性区域202,空间上改变光束走向,最后经第二功能性区域202的作用,将光束导向第三功能性区域203,第三功能性区域203也称为输出功能性区域,其以一定方向输出光束。

[0056] 具体地,图3a-图3c均是是图2所示的第一功能性区域201的平面结构示意图(三种不同的实施方式示例);这些示例中仅画出第一功能性区域201的详细平面结构示意图,第二功能性区域202和第三功能性区域203的未画出,其具体分布可参考第一功能性区域201;在图3a-图3c中,第一功能性区域201包括多个结构单元301(又称为结构单元像素),结构单元301包括多个结构子单元(又称为结构子单元像素),在图3a所示的示例中,每个结构单元包括三个结构子单元,这三个结构子单元分别为红色图像光子单元302a,绿色图像光子单元302b和蓝色图像光子单元302c。需要注意的是,本实施例只例举了1*3横向排布方式。也可以有其他多种排布方式,如图3c所示,图3c中结构单元像素301中也包含三个结构子单元

像素,如其中虚线标示出的结构子单元302a,图3c与图3a的区别在于全息光栅与横坐标之间角度不同。图3b中,结构单元301中的三个结构子单元呈品字形排列,其中虚线标示出了结构子单元302a。依据上述原理,结构单元像素及结构子单元像素可以根据需要做任何排列,只要其符合三维显示的实际技术要求。

[0057] 本实施例中,与本全息衍射光波导镜片单元进行匹配组合成三维显示装置的图像生成装置的光源包括红、绿、蓝三基色点光源或者平行光源,或者白光点光源或平行光源。光波导130的三个功能性区域的形状方位不同,第一功能性区域201形状可为圆形或者方形,第二功能性区域202形状可为三角形或者方形,第三功能性区域203可为方形,且不局限于所述形状。所述功能性区域可位于镜片130上表面或下表面,各功能性区域的结构单元均包括衍射光栅,具备衍射及指向功能。上述衍射光栅可为纳米衍射光栅,可采用全息干涉技术、光刻技术或纳米压印技术制备而成。

[0058] 图像光从光波导镜片130第一功能性区域201传输至第二功能性区域202,沿第二功能性区域202方向扩展光束;图像光从光波导层130第二功能性区域202传输至第三功能性区域203,沿第三功能性区域203方向扩展光束。

[0059] 另外,红色图像光子单元302a,绿色图像光子单元302b和蓝色图像光子单元302c包括全息衍射光栅,且三个子单元全息衍射光栅的周期和取向角由入射角、入射方位角、衍射角和衍射方位角决定。根据第一功能性区域302a的结构子单元的分布,进一步决定302b和302c的结构子单元的分布。

[0060] 纳米全息衍射光栅为纳米级尺寸的纳米光栅,所述每一个纳米光栅即为一个纳米光栅像素,每个视角图像由多个纳米光栅像素会聚而成,各视角图像对应的纳米光栅像素通过互相嵌套的方式排列在结构单元上;

[0061] 根据光栅方程,纳米光栅像素的周期、取向角满足以下关系:

$$[0062] \quad (1) \tan \phi_1 = \sin \phi / (\cos \phi - n \sin \theta (\Lambda / \lambda))$$

$$[0063] \quad (2) \sin^2(\theta_1) = (\lambda / \Lambda)^2 + (n \sin \theta)^2 - 2n \sin \theta \cos \phi (\lambda / \Lambda)$$

[0064] 其中,光线以一定的角度入射到XY平面, θ_1 和 ϕ_1 依次表示衍射光的衍射角和衍射光的方位角, θ 和 λ 依次表示光源的入射角和波长, Λ 和 ϕ 依次表示纳米衍射光栅的周期和取向角, n 表示光波在介质中的折射率,其中,衍射角为衍射光线与z轴正方向夹角;方位角为衍射光线与x轴正方向夹角;入射角为入射光线与z轴正方向夹角;取向角为槽型方向与y轴正方向夹角。

[0065] 在本实施例中,光波导镜片130的功能性区域的结构单元的衍射光栅互不干扰,红色图像光通过对应红色图像光的结构子单元302a实现全反射,蓝色图像光通过对应蓝色图像光的结构子单元302c实现全反射,绿色图像光通过对应绿色图像光的结构子单元302b实现全反射,由于全反射效应,蓝色图像光通过对应红色图像光的结构302a子单元产生的衍射角不满足全反射要求,透射出光波导130;绿色色图像光通过对应红色图像光的结构302a子单元产生的衍射角不满足全反射要求,透射出光波导130,同理,绿色图像光和红色图像光通过蓝色图像光子单元302c及红色图像光和蓝色图像光通过绿色图像光子单元302b也不产生额外作用,不存在光线之间的干扰。

[0066] 因此,本发明提供了一种全息衍射光波导镜片单元,仅采用单层光波导空间复用,三色图像光耦合功能性区域互不干扰,输出光合并实现彩色显示,制备技术较容易。

[0067] 图4a和图4b分别示出了XZ平面和XY平面的光束传播示意图。光线以 $\theta(x)$ 角度入射功能性区域201,以 $\beta(x)$ 角度耦合进入光波导130,衍射角满足光波导内全反射要求, $\phi(x)$ 为衍射方位角,用于改变光波导内光线方向。光线(光束)从第一功能性区域201传播,经过第二功能性区域202,从第三功能性区域203传播出去,三个功能性区域位相之和为0,不存在相位改变。功能性区域的衍射光栅子单元设计依据前述光栅方程,通过设计光栅周期及取向,进行光线定向传导。

[0068] 具体地,图4c示出了第一功能性区域的XZ平面的斜光栅的结构示意图;在第一功能性区域,可采用斜光栅进行分光,通过控制斜光栅的倾斜角度及周期,实现不同颜色波段的光通过对应结构子单元。

[0069] 进一步理解光波导130内光线传导过程,图5和图6分别示出了XZ平面内,光线501和502以不同入射角入射第一功能性区域201,在光波导内传导至第二功能性区域202和在YZ平面内,第二功能性区域输出光601和602传导至第三功能性区域202。

[0070] 具体地,如图5所示,图像光从显示屏101发出,具备一定扩散角,经过透镜110聚焦耦合光束501和502。光束501和502以一定扩散角耦合光波导130, $\beta_1(x)$ 和 $\beta_2(x)$ 分别是光束502和501经过第一功能性区域201衍射产生的衍射角,光线510和511在光波导内满足全反射,其对应的全反射光束512和513反射至第二功能性区域202;如图6所示,光束沿X方向扩展; $\gamma_1(x)$ 和 $\gamma_2(x)$ 分别是光束502和501经过第二功能性区域202的衍射式反射角,满足光波导130全反射条件,光线601和602全反射光线603和604耦合至第三功能性区域203,光束沿Y轴方向扩展。

[0071] 在本实施例中,功能性区域的结构子单元的空间复用排布,可巧妙的利用光栅衍射方程,互相之间不干扰,在光波导内有序传导,最终耦合光束至人眼,实现彩色显示。

[0072] 具体地,图7示出了第二功能性区域202和第三功能性区域203的单片彩色化剖面结构示意图;701、702和703分别是第二功能性区域202空间复用的红绿蓝三色光栅结构子单元,704、705和706分别是第三功能性区域203空间复用的红绿蓝三色光栅结构子单元。通过空间复用结构子单元,实现颜色光空间传播,互不干扰。

[0073] 进一步优化彩色效果,图8示出了一种优化的单片全息衍射光波导镜片单元实现彩色的剖面结构示意图;光线102从图像生成装置的显示屏101发出,经过透镜110耦合成光束103,光束103先经过彩色滤光片801,进行空间分色,再耦合至光波导130。通过全反射及衍射作用,定向输出图像光(140、141和142)至人眼150。图8中,120为第一功能区的全息光栅,121为第三功能区的全息光栅。

[0074] 具体地,图9示出了彩色滤光片801的平面结构示意图;其中,彩色滤光片801由多个结构单元901组成,结构单元包括多个结构子单元(902a、902b和902c),这里可以为红色子单元902a、绿色子单元902b和蓝色子单元902c;红色子单元902a与红色图像光结构子单元302a对应,绿色子单元902b与绿色图像光结构子单元302b对应,蓝色子单元902c与蓝色图像光结构子单元302c对应;图像光103经过彩色滤光片801后,空间上分色再进入光波导130,使得不同颜色图像光完美匹配功能性区域结构子单元,进一步优化了光线传导,避免光线之间的干扰,对应地,第二功能性区域202和第三功能性区域203也与彩色滤光片801之间结构性匹配。

[0075] 在构成近眼式三维显示装置时,可采用图像显示装置加上两片上述的衍射波导镜

片单元组成左右全息衍射光波导镜片,左右全息衍射光波导镜片分别对应左眼和右眼,用于传输光线至左右眼;所述图像显示装置包括光源、光学系统及图像信息装置,用于输出图像光。其中,图像信息装置设置为至少一片显示元件,显示元件包括LCOS显示屏和DMD数字微镜阵列。显示屏101出射图像光,经过透镜110(光学系统)聚焦,图像光耦合至光波导130,经过光波导及光栅衍射,输出至人眼150。对称设置对应左右眼的彩色显示装置,可同时使人眼接收来自对应全息衍射光波导镜片的耦合图像光,利用双眼视差,实现三维显示。如图10所示。120为第一功能区的全息光栅,121为第三功能区的全息光栅。1001表示对应于左眼的部分装置,图中1001圈示的范围之外的部分装置是对应于右眼的部分装置。

[0076] 上述示例中,即已经阐明全息衍射光波导镜片的结构原理,也阐明了如何结合图像显示装置构建三维显示装置,本领域的研究人员完全可以根据上述内容进行近眼式三维显示装置的工业设计和生产,本发明公开的全息衍射光波导镜片也可以单独进行工业化生产及及作为三维显示装置的部件销售。

[0077] 本实施例提供的三维显示装置,光线直接在单层彩色全息衍射光波导镜片单元中耦合传导,无需采用复杂的光波导的结构,并且采用空间复用方式分配结构子单元,无需采用双层甚至多层光波导来分色导光实现彩色,在制备工艺及技术成本上面更有优势。

[0078] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相似部分互相参见即可。对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制与本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

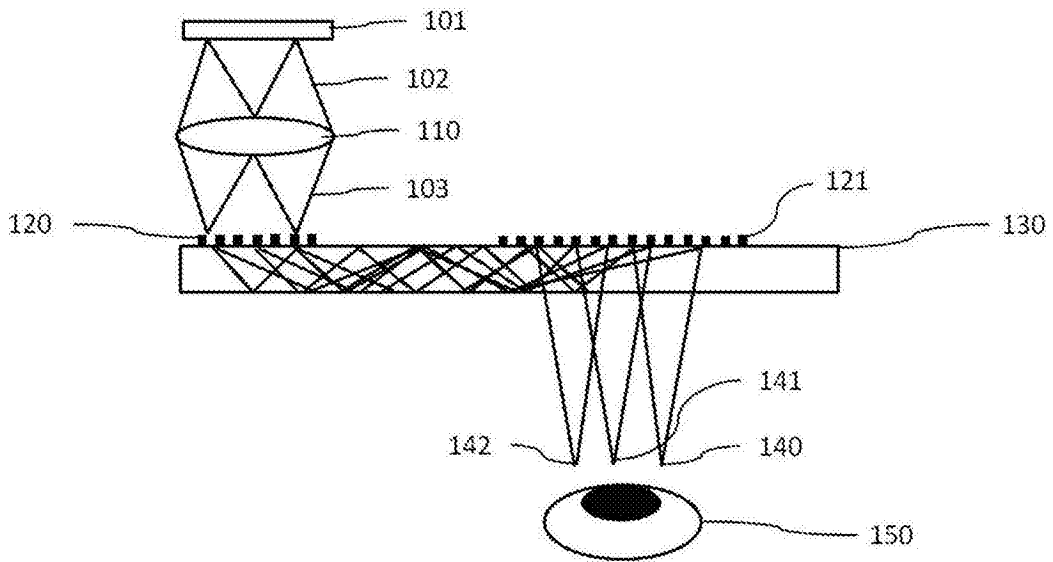


图1

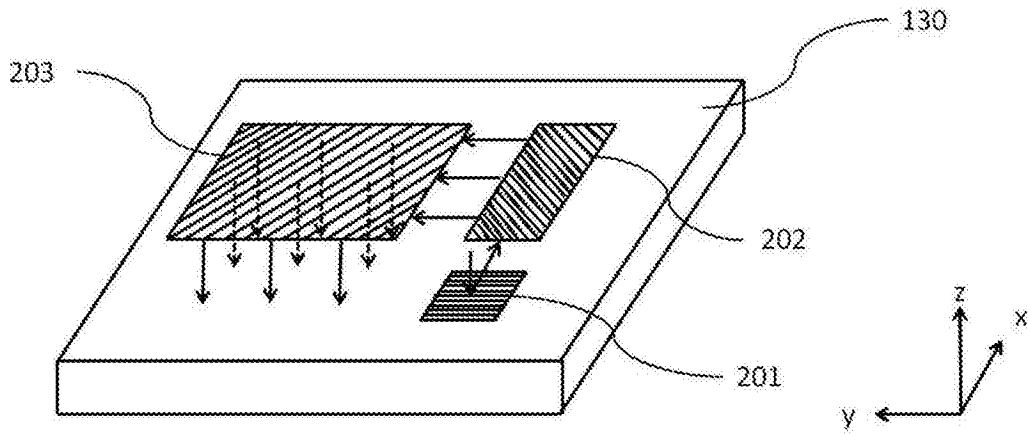


图2

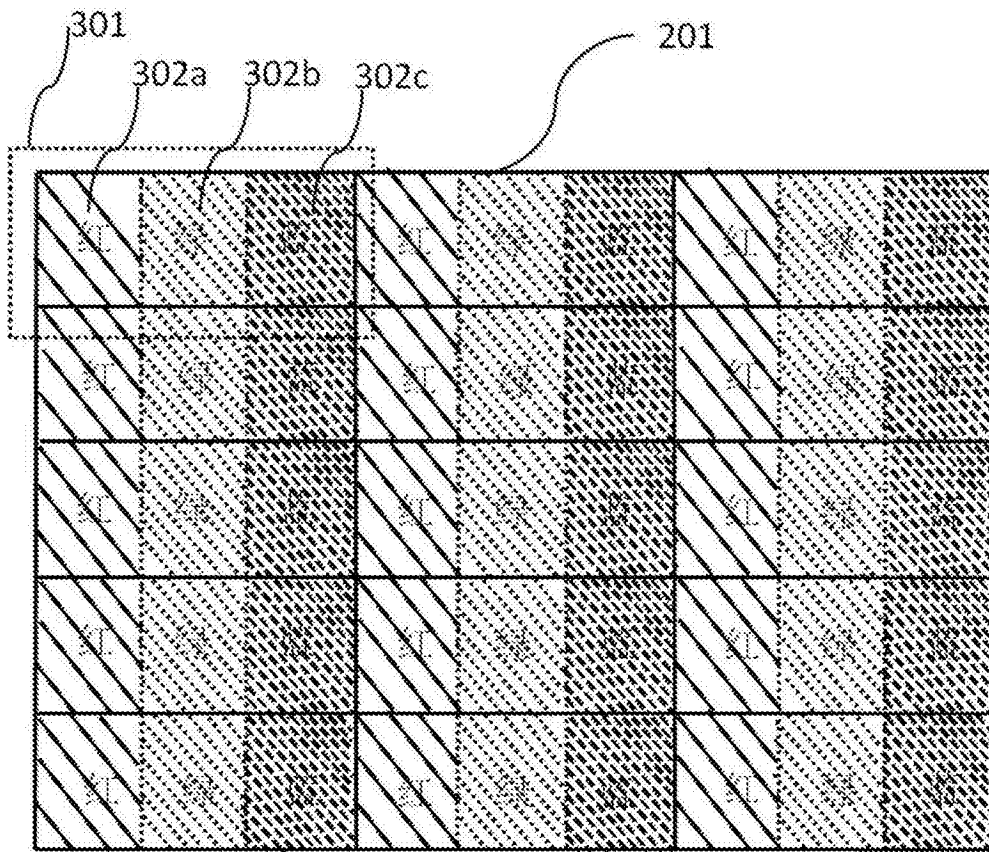


图3a

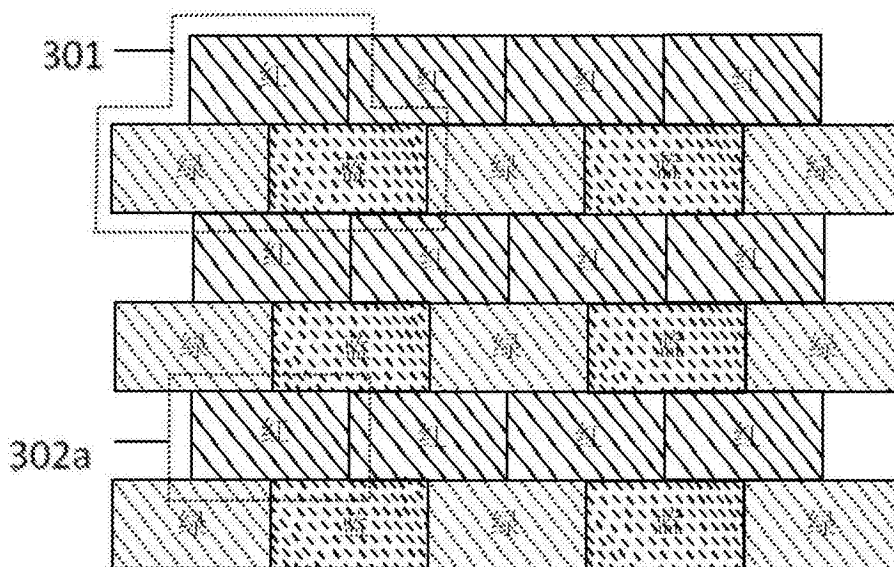


图3b

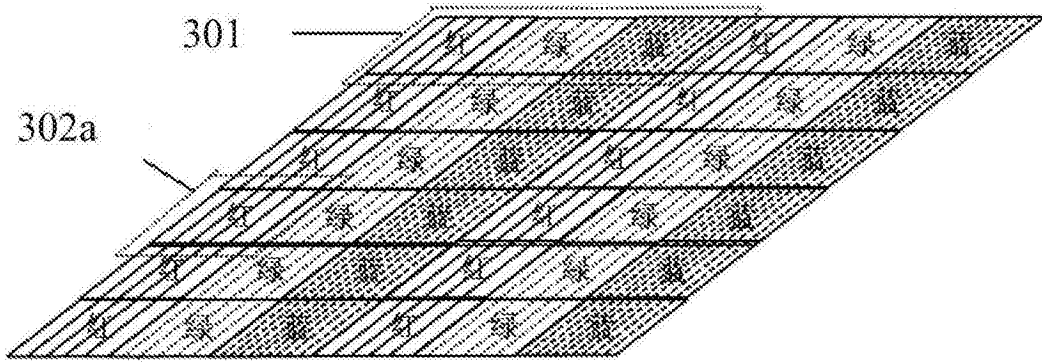


图3c

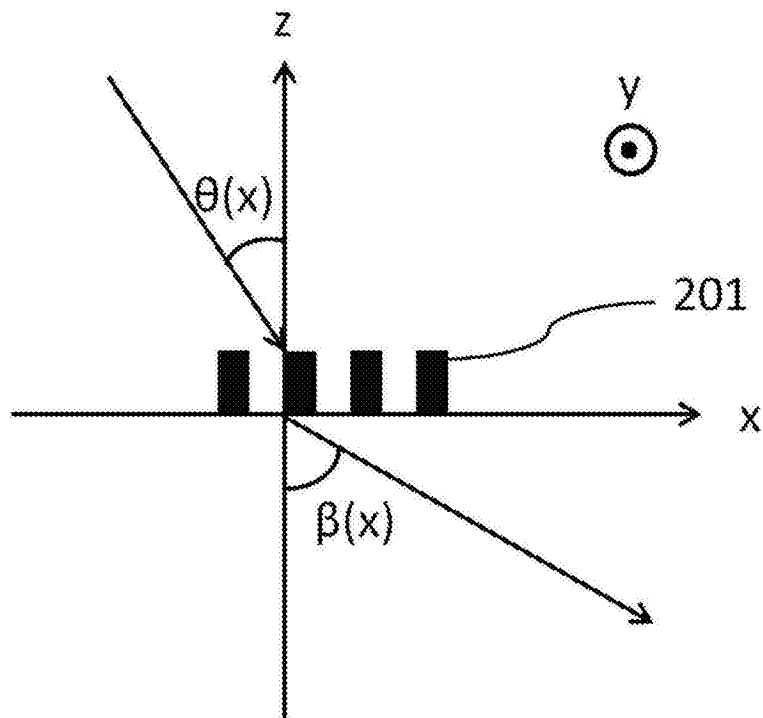


图4a

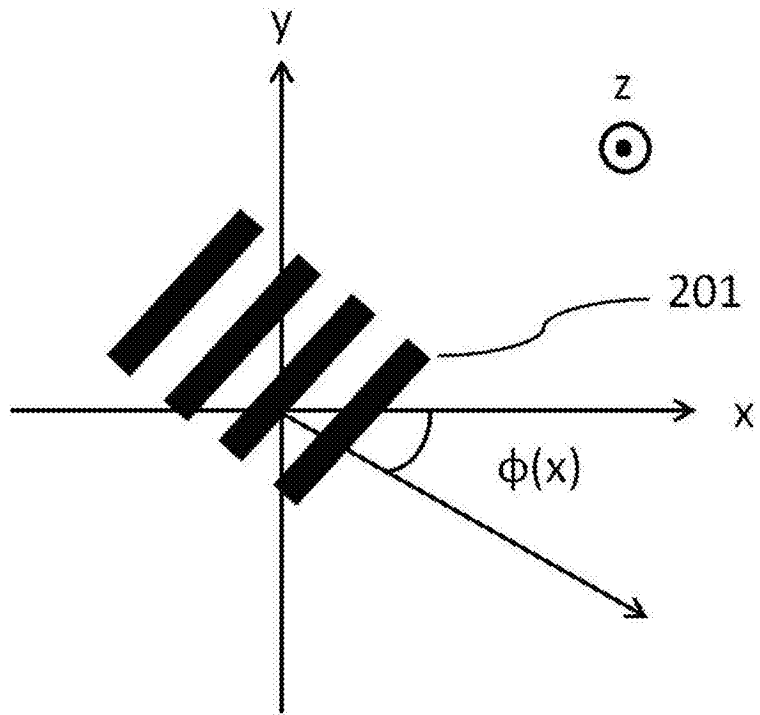


图4b

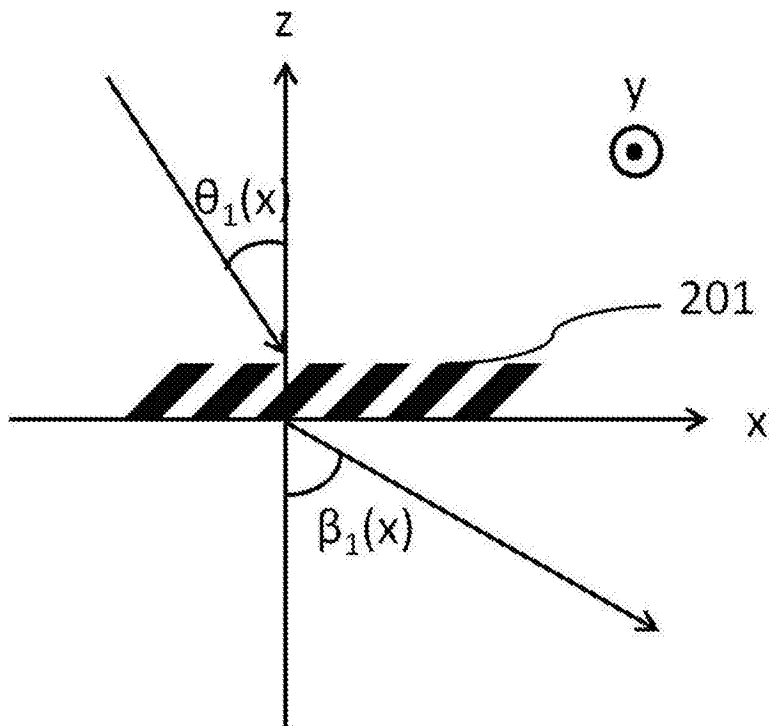


图4c

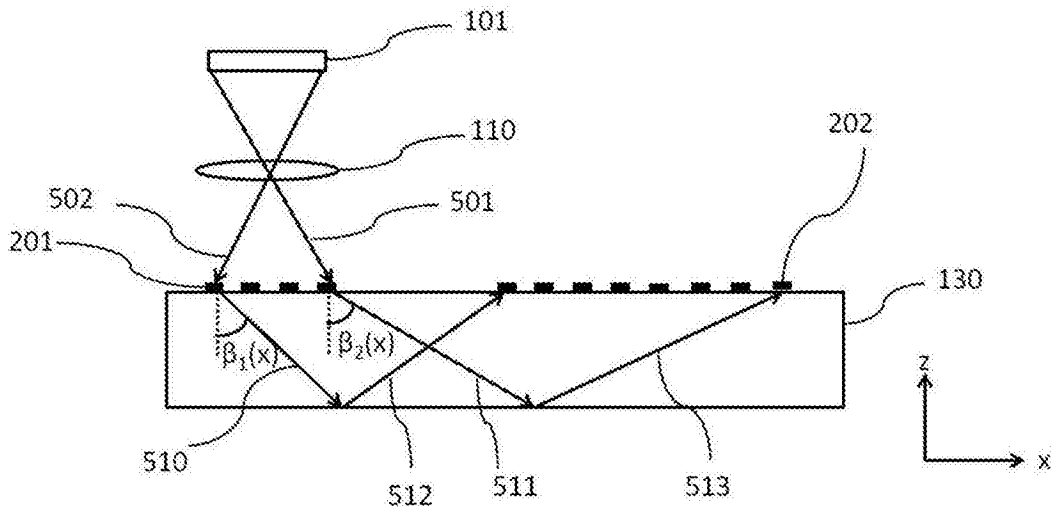


图5

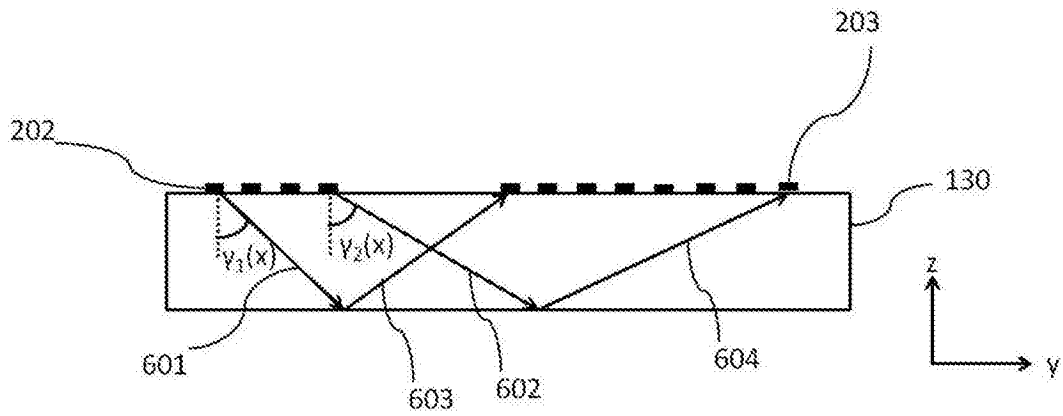


图6

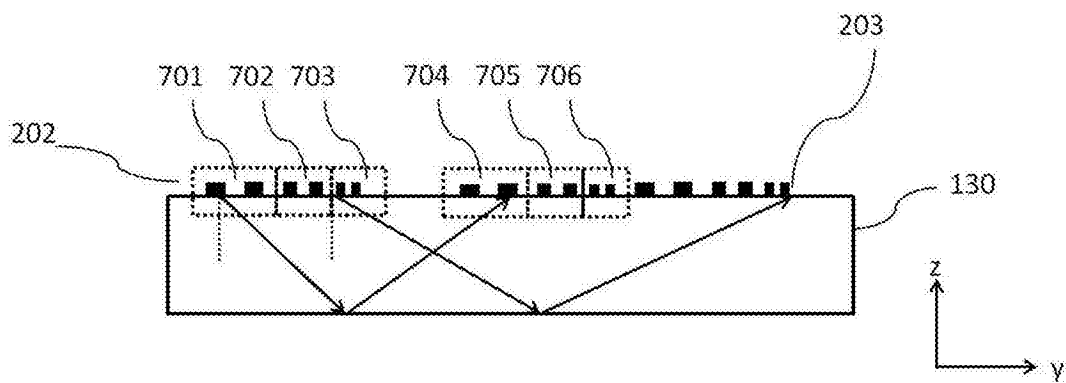


图7

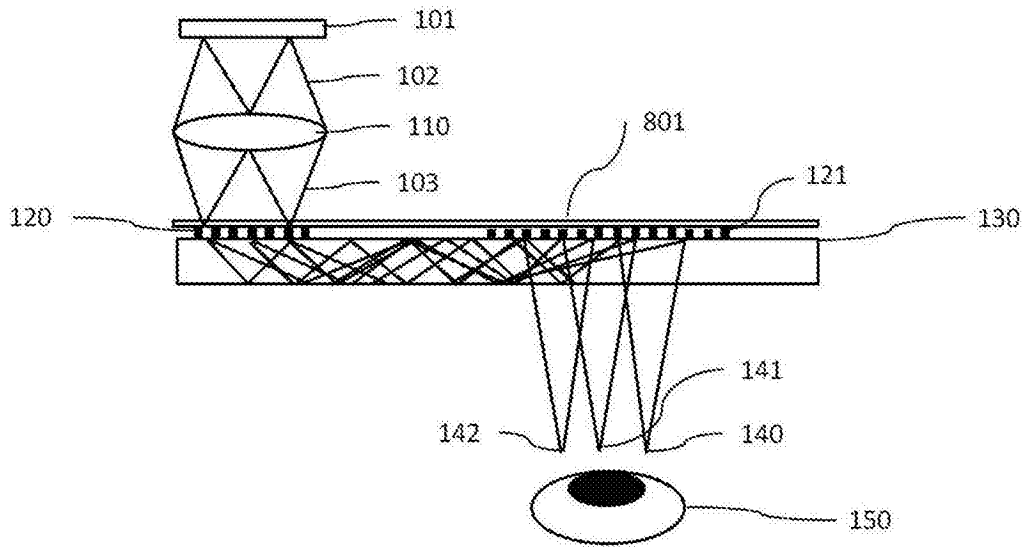


图8

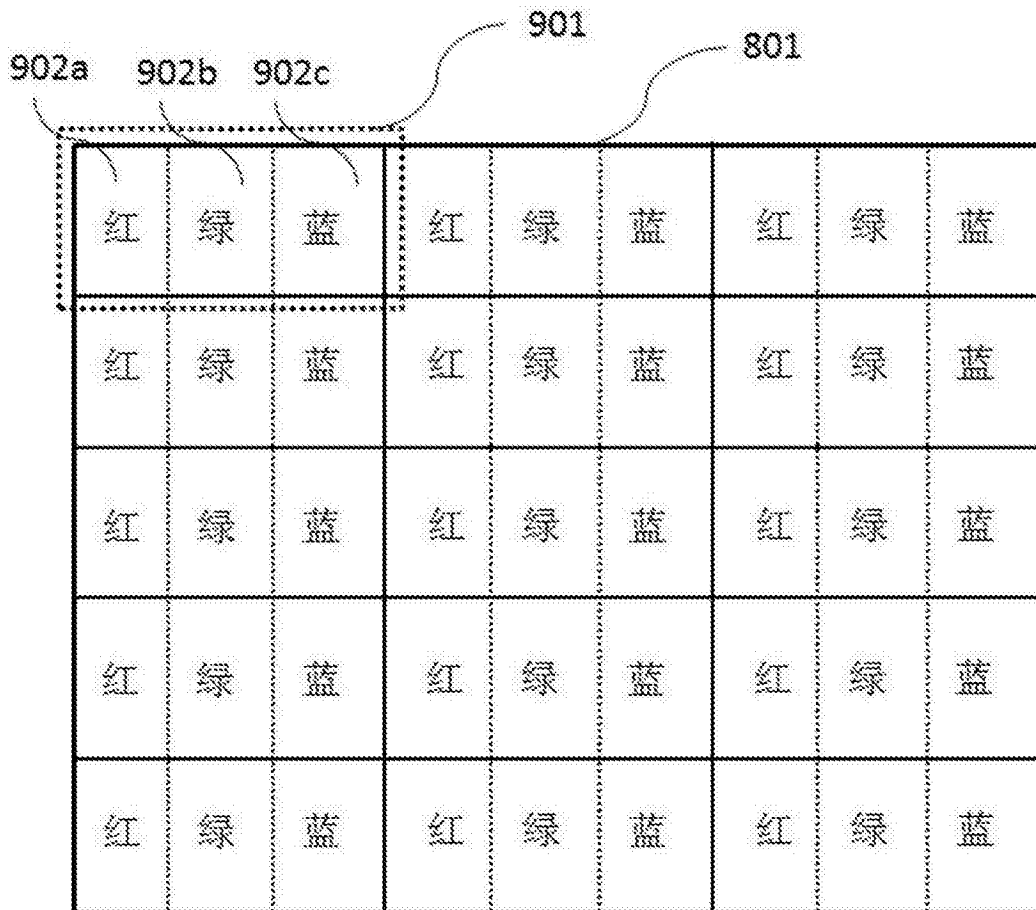


图9

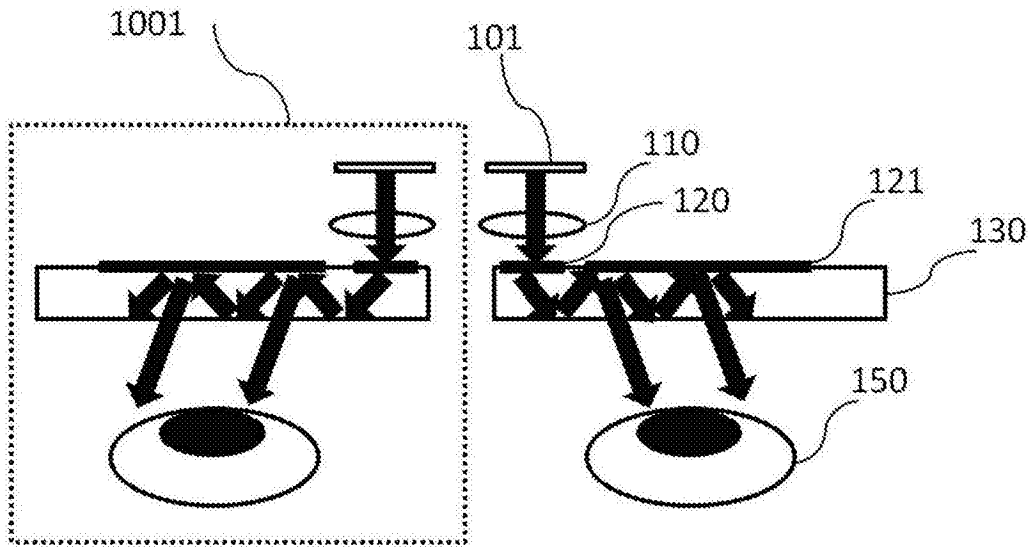


图10