



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103364951 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 23

(21) 申请号 201310083031. 3

(22) 申请日 2013. 03. 15

(30) 优先权数据

2012-075036 2012. 03. 28 JP

(71) 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

(72) 发明人 堀田相良 井之本实 奥村治彦

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 韩宏 陈松涛

(51) Int. Cl.

G02B 27/01 (2006. 01)

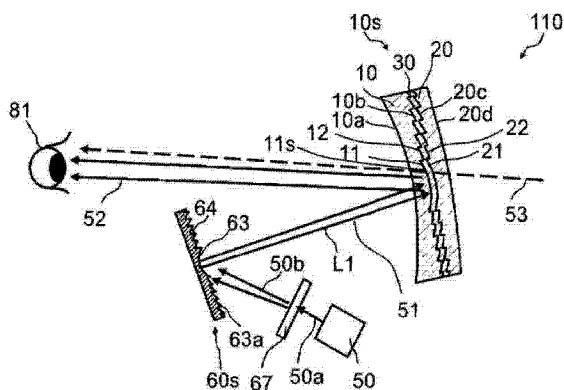
权利要求书3页 说明书8页 附图5页

(54) 发明名称

显示装置

(57) 摘要

根据一个实施例,一种显示装置包括图像投影单元、扩散元件、菲涅尔型凹面镜元件、光学单元和安装单元。该图像投影单元发出包括图像的图像光。该扩散元件可使光扩散。该光学单元包括第一光学层、第二光学层和中间层。该第一光学层具有第一主面和第二主面。该第二主面具有突起和凸面。该第二光学层具有第三主面和第四主面。该第三主面具有凹入部和凹面。该中间层设置在该第二主面与第三主面之间。该安装单元保持该图像投影单元、扩散元件、凹面镜元件和光学单元,并确定该光学单元与观看者的眼睛之间的相对位置关系。



1. 一种显示装置,包括:

图像投影单元,其配置为发出包括图像的图像光;

扩散元件,其可使光扩散;

菲涅耳型凹面镜元件;

光学单元,所述光学单元包括:

第一光学层,其具有第一主面和在所述第一主面相对侧的第二主面,所述第二主面具有弯曲面的突起和设置在所述突起周围的多个凸面,所述第一光学层是可透光的;

第二光学层,其具有第三主面和第四主面,所述第三主面与所述第二主面相对,所述第四主面在所述第三主面的相对侧,所述第三主面具有沿着所述突起的形状凹入的凹入部和设置在所述凹入部周围的多个凹面,所述凹面中的每一个的形状与所述凸面中的每一个的形状相一致,所述第二光学层是可透光的;以及

中间层,其设置在所述第二主面与所述第三主面之间,所述中间层配置为反射从所述第一主面朝向所述第二主面行进的光的至少部分,并透射从所述第四主面朝向所述第三主面行进的光的至少部分;

安装单元,其保持所述图像投影单元、所述扩散元件、所述凹面镜元件和所述光学单元,以允许从所述图像投影单元发出的所述图像光通过所述扩散元件,使从所述扩散元件发出的所述图像光在所述凹面镜元件处被反射,并使在所述凹面镜元件处反射的所述图像光从所述第一主面进入所述光学单元,并且所述安装单元被配置为确定所述光学单元与观看者的眼睛之间的相对位置关系,以使得反射光从所述第一主面发出并入射在所述观看者的眼睛上,通过在所述中间层处反射进入所述光学单元的所述图像光来获得所述反射光。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,

所述凸面以同心圆的形式设置在所述突起的周围,并且

所述凹面以同心圆的形式设置在所述凹入部的周围。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中,出自所述凸面中的两个最近的凸面之间的距离不小于所述图像光的像素的间距的1/2且不大于所述图像光的像素的间距的10倍。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中,在沿着垂直于第一方向的第二方向的邻近的凸面之间的间隔不同于沿着垂直于第一方向和第二方向的第三方向的邻近的凸面之间的间隔,所述第一方向是从所述第一主面朝向所述第二主面。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述第一光学层的折射率等于所述第二光学层的折射率。

6. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述第一光学层的折射率与所述第二光学层的折射率之间的差的绝对值不大于 1×10^{-3} 。

7. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述中间层是金属膜或金属化合物膜。

8. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述中间层对波长为550nm的光的透射率不小于90%。

9. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述图像光是激光。

10. 根据权利要求1所述的装置,其中,从所述扩散元件发出的所述图像光的光通量的宽度大于入射到所述扩散元件上的所述图像光的光通量的宽度。

11. 根据权利要求1所述的装置,其中,

所述凹面镜元件具有镜主面，
所述镜主面具有：
凹弯曲面形状的凹入部，以及
设置在所述凹入部的周围的多个凹面；并且
以同心圆的形式且以所述凹入部的中心为中心来设置所述凹面中的每一个。

12. 根据权利要求 1 所述的装置，还包括：

第一透镜元件，其设置在所述图像投影单元与所述扩散元件之间；
镜，其设置在所述第一透镜元件与所述扩散元件之间；以及
第二透镜元件，其设置在所述镜与所述扩散元件之间。

13. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，所述第一主面的曲率不同于所述第二主面的曲率。

14. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，

所述扩散元件包括：

第一柱状透镜，其具有在第一方向上延伸的多个第一柱状凸面；以及
第二柱状透镜，其具有在与所述第一方向相交的第二方向上延伸的多个第二柱状凸面。

15. 根据权利要求 14 所述的装置，其中，所述第一柱状凸面的间距不小于所述图像光的像素的间距的 75% 且不大于所述图像光的像素的间距的 125%。

16. 根据权利要求 1 所述的装置，其中，

所述扩散元件包括微透镜阵列，并且
所述微透镜阵列具有
基体，以及

设置在所述基体的表面上的多个透镜。

17. 根据权利要求 16 所述的装置，其中，所述透镜的间距不小于所述图像光的像素的间距的 75% 且不大于所述图像光的像素的间距的 125%。

18. 根据权利要求 16 所述的装置，其中，

所述扩散元件还包括设置在所述基体的表面上的所述透镜之间的遮光层。

19. 根据权利要求 1 所述的装置，还包括：

柱面透镜，其设置在所述凹面镜元件与所述光学单元之间的所述图像光的光路上。

20. 一种显示装置，包括：

图像投影单元，其配置为发出包括图像的图像光；

扩散元件，其可使光扩散并具有凸弯曲面形状的正面；

光学单元，其包括：

第一光学层，其具有第一主面和与所述第一主面相对侧的第二主面，所述第二主面具有弯曲面的突起和设置在所述突起周围的多个凸面，所述第一光学层是可透光的；

第二光学层，其具有第三主面和第四主面，所述第三主面与所述第二主面相对，所述第四主面在所述第三主面的相对侧，所述第三主面具有沿着所述突起的形状凹入的凹入部和设置在所述凹入部周围的多个凹面，所述凹面中的每一个的形状与所述凸面中的每一个的形状相一致，所述第二光学层是可透光的；以及

中间层,其设置在所述第二主面与所述第三主面之间,所述中间层配置为反射从所述第一主面朝向所述第二主面行进的光的至少部分,并透射从所述第四主面朝向所述第三主面行进的光的至少部分;

安装单元,其保持所述图像投影单元、所述扩散元件和所述光学单元,以允许从所述图像投影单元发出的所述图像光通过所述正面并从所述第一主面进入所述光学单元,并且所述安装单元被配置为确定所述光学单元与观看者的眼睛之间的相对位置关系,以使反射光从所述第一主面发出并入射在所述观看者的眼睛上,通过在所述中间层处反射进入所述光学单元的所述图像光来获得所述反射光。

显示装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请基于并要求享有于 2012 年 3 月 28 日提交的在先日本专利申请 No. 2012-075036 的优先权的权益,通过引用将其全部内容并入本文。

技术领域

[0003] 本文描述的实施例总体上涉及显示装置。

背景技术

[0004] 开发了一种安装在使用者(观看者)的头部并在该使用者的眼睛上进行显示的头部安装型显示器。例如,提出了一种显示装置,在该显示装置中,反射面设置在透明构件的背面并将在反射面处反射的光引导至使用者的眼睛。

[0005] 对于这样一种显示装置,期望其易于观看、尺寸小且重量轻。

附图说明

[0006] 图 1 是示出根据第一实施例的显示装置的示意图;

[0007] 图 2A 到 2D 是示出根据该第一实施例的显示装置的示意图;

[0008] 图 3A 到图 3C 是示出根据该第一实施例的部分显示装置的示意图;

[0009] 图 4 是示出根据该第一实施例的另一种显示装置的示意图;

[0010] 图 5 是示出根据该第一实施例的另一种显示装置的示意性截面图;

[0011] 图 6 是示出根据第二实施例的显示装置的示意图;

[0012] 图 7A 和图 7B 是示出根据该第二实施例的显示装置的示意图;以及

[0013] 图 8 是示出根据本实施例的显示装置的示意图。

具体实施方式

[0014] 根据一个实施例,显示装置包括图像投影单元、扩散元件、菲涅耳型凹面镜元件、光学单元和安装单元。该图像投影单元被配置为发出包括图像的图像光。该扩散元件可使光扩散。该光学单元包括第一光学层、第二光学层和中间层。该第一光学层具有第一主面和在所述第一主面相对侧的第二主面。该第二主面具有弯曲面的突起和设置在该突起周围的多个凸面。该第一光学层是可透光的。该第二光学层具有第三主面和第四主面。该第三主面与该第二主面相对。该第四主面在该第三主面的相对侧。该第三主面具有沿着该突起的形状凹入的凹入部和设置在该凹入部周围的多个凹面。该凹面中的每一个的形状与该凸面中的每一个的形状相一致。该第二光学层是可透光的。该中间层设置在该第二主面与该第三主面之间。该中间层配置为反射从该第一主面朝向该第二主面行进的光的至少部分,并透射从该第四主面朝向该第三主面行进的光的至少部分。该安装单元保持图像投影单元、扩散元件、凹面镜元件和光学单元,以便允许从图像投影单元发出的图像光通过扩散元件,使得从扩散元件发出的图像光在凹面镜元件处被反射,并使得在凹面镜元件处反射的图像

光从第一主面进入光学单元,并且所述安装单元被配置为确定光学单元与观看者的眼睛之间的相对位置关系,以使得反射光从第一主面发出并入射在观看者的眼睛上,通过在中间层处反射进入光学单元的图像光来获得反射光。

[0015] 根据另一实施例,显示装置包括图像投影单元、扩散元件、光学单元和安装单元。该图像投影单元配置为发出包括图像的图像光。扩散元件可使光扩散并具有凸弯曲面形状的正面。光学单元包括第一光学层、第二光学层和中间层。该第一光学层具有第一主面和在第一主面相对侧的第二主面。第二主面具有弯曲面的突起和设置在突起周围的多个凸面。第一光学层是可透光的。第二光学层具有第三主面和第四主面。第三主面与所述第二主面相对。第四主面在第三主面的相对侧。第三主面具有沿着突起的形状凹入的凹入部和设置在凹入部周围的多个凹面。所述凹面中的每一个的形状与所述凸面中的每一个的形状相一致。第二光学层是可透光的。中间层设置在第二主面与第三主面之间。所述中间层配置为反射从第一主面朝向第二主面行进的光的至少部分,并透射从第四主面朝向第三主面行进的光的至少部分。该安装单元保持图像投影单元、扩散元件和光学单元,以便允许从图像投影单元发出的图像光通过该正面并从该第一主面进入光学单元,并且安装单元被配置为确定光学单元与观看者的眼睛之间的相对位置关系,以使得反射光从第一主面发出并入射在观看者的眼睛上,通过在所述中间层处反射进入光学单元的图像光来获得该反射光。

[0016] 下文将参照附图对不同实施例进行描述。

[0017] 附图为示意性或概念性的;并且各部分尺寸的比例等并不必需与其实际值相同。而且,这些附图中的尺寸和比例,甚至同一部分,可以不同。

[0018] 在本申请的说明书和附图中,采用相同的附图数字来标记与关于上述附图描述的部件相类似的部件,且根据情况省略详细描述。

[0019] 第一实施例

[0020] 图 1 是示出根据第一实施例的显示装置的示意图。

[0021] 图 2A 到 2D 是示出根据该第一实施例的显示装置的示意图。

[0022] 图 2A 是正视图,并且图 2B 是侧视图。图 2C 是示出光学元件布置的顶视图。图 2D 是示出包括在该显示装置内的光学元件的示意性透视图。

[0023] 如图 2A 和图 2B 所示,根据本实施例的显示装置 110 包括图像投影单元 50、扩散元件 67、凹面镜元件 60s、光学单元 10s 和安装单元 15。

[0024] 安装单元 15 保持图像投影单元 50、扩散元件 67、凹面镜元件 60s 和光学单元 10s。图像投影单元 50、扩散元件 67、凹面镜元件 60s 和光学单元 10s 被安装在安装单元 15 上。安装单元 15 确定光学单元 10s 与观看者 80 的眼睛 81 之间的相对位置关系。观看者 80 是显示装置 110 的使用者。

[0025] 如图 2B 所示,观看者 80 可以观看通过光学单元 10s 透射的包括在透射光 53 中的背景图像。显示装置 110 是例如光学透视式头部安装型显示装置。

[0026] 将从观看者 80 来看从后向前的方向定义为例如 Z 轴方向。将观看者 80 的垂直方向定义为例如 Y 轴方向。将观看者 80 的横向方向定义为 X 轴方向。

[0027] 图 1 示出了凹面镜元件 60s 和光学单元 10s 的截面。

[0028] 如图 1 所示,图像投影单元 50 发出包括图像的图像光 50a。图像光 50a 例如是激光。图像光 50a 入射到扩散元件 67 上。扩散元件 67 可使光扩散。从扩散元件 67 发出的

光(图像光 50b)的光通量的宽度(沿垂直于光通量的轴的平面截取的光通量的横截面的宽度)大于入射到扩散元件 67 的图像光 50a 的光通量的宽度。扩散单元 67 扩大了入射光的扩散角。

[0029] 凹面镜元件 60s 为菲涅耳型。凹面镜元件 60s 具有例如镜主面 63a。镜主面 63a 具有成凹弯曲面形状的内凹部 63 和设置在凹入部 63 周围的多个凹面 64。例如,以与凹入部 63 成同心的圆的形式来设置多个凹面 64 中的每一个。以同心圆(包括平面圆)的形式且以凹入部 63 的中心为中心来设置多个凹面 64 中的每一个。凹面镜元件 60s 对光是反射的。

[0030] 光学单元 10s 包括第一光学层 10、第二光学层 20 和中间层 30。

[0031] 第一光学层 10 具有第一主面 10a 和第二主面 10b。第二主面 10b 是在第一主面 10a 相对侧的面。第二主面 10b 具有突起 11 和多个凸面 12。突起 11 具有成弯曲面形状的面 11s。多个凸面 12 设置在突起 11 周围。第一光学层 10 是可透光的。

[0032] 第二光学层 20 具有第三主面 20c 和第四主面 20d。第三主面 20c 与第二主面 10b 的相对。第四主面 20d 是在第三主面 20c 的相对侧的面。第三主面 20c 具有凹入部 21 和多个凹面 22。凹入部 21 沿突起 11 的形状凹入。也就是说,凹入部 21 沿突起 11 的突起方向凹入。多个凹面 22 设置在凹入部 21 周围。多个凹面 22 中的每一个的形状与多个凸面 12 中的每一个的形状是一致的。第二光学层 20 是可透光的。

[0033] 中间层 30 设置在第二主面 10b 与第三主面 20c 之间。中间层 30 反射至少部分的从第一主面 10a 朝向第二主面 10b 行进的光 L1(例如,图像光 51)的。从第一主面 10a 经由第一光学层 10 发出在中间层 30 处反射的光 L1 的至少部分。中间层 30 透射从第四主面 20d 朝向第三主面 20c 行进的光 L2(例如,透射光 53)的至少部分。

[0034] 安装单元 15 保持图像投影单元 50、扩散元件 67、凹面镜元件 60s 和光学单元 10s,以便允许从图像投影单元 50 发出的图像光 50a 通过扩散元件 67,使得从扩散元件 67 发出的图像光 50b 在凹面镜元件 60s 处被反射,并使得在凹面镜元件 60s 处反射的图像光 51 从第一主面 10a 进入光学单元 10s。安装单元 15 确定光学单元 10s 与观看者 80 的眼睛 81 之间的相对位置关系,以使得反射光 52 可以从第一主面 10a 发出并入射在观看者 80 的眼睛 81 上,通过在中间层 30 处反射进入光学单元 10s 的图像光 51 来获得该反射光 52。

[0035] 在显示装置 110 中,设置在第二主面 10b 处的突起 11 是突起的,并且设置在第三主面 20c 处的凹入部 21 是凹入的。多个凸面 12 中的每一个均围绕着突起 11。多个凸面 12 中的每一个与突起 11 是同心的。以同心圆(包括平面圆)的形式且以突起 11 的中心为中心来设置多个凸面 12 中的每一个。多个凹面 22 中的每一个以与凹入部 21 成同心的圆的形式来设置。以同心圆(包括平面圆)的形式且以凹入部 21 的中心为中心来设置多个凹面 22 中的每一个。

[0036] 第二主面 10b 具有菲涅耳透镜面的配置。在第二主面 10b 中,突起 11 和多个凸面 12 形成菲涅耳透镜的面。第三主面 20c 具有菲涅耳透镜面的配置。在第三主面 20c 中,凹入部 21 和多个凹面 22 形成菲涅耳透镜的面。

[0037] 因此,中间层 30 起到具有菲涅耳透镜配置的凹面镜的作用。在通过在中间层 30 处反射所获得的反射光 52 中包括的图像大于在图像光 51 中包括的图像。也就是说,图像在中间层 30 被放大。因此,显示装置 110 可以为观看者 80 提供一种易于观看的显示。也就是说,光学单元 10s 起到菲涅耳半镜(Fresnel half mirror)的作用。

[0038] 由于第二主面 10b 具有菲涅耳透镜面的配置,且第三主面 20c 具有菲涅耳透镜面的配置,因此可以将整个光学单元 10s 的厚度制造得很薄,同时将中间层 30 的整个凹面镜的曲率制造(保持)得很大。

[0039] 因此,在并不使用校正透镜等的情况下,获得了一种小而轻的、能够提供易于观看的显示的显示装置。

[0040] 另一方面,当菲涅耳半镜(光学单元 10s)被用作目镜时,投影图像的成像面是扭曲的。如果使用校正透镜以便对此进行校正,则零件的数量将增加,并且整个装置的尺寸和重量也将增加。

[0041] 相比之下,在根据本实施例的显示装置 110 中,通过组合使用菲涅耳半镜(光学单元 10s)和凹面镜元件 60s,可以省去校正透镜。显示装置 110 可以提供一种易于观看、小而轻的显示装置。可以通过使用菲涅耳型凹面镜元件 60s 来提供一种更小、更轻的显示装置。

[0042] 在显示装置 110 中,扩散元件 67 作为用于控制图像光 50a 的扩散控制单元来提供。通过提供扩散控制单元来加深焦点的深度。而且,在眼睛 81 处,即使在眼睛发生转动时,也能够确保可看到图像的范围。

[0043] 在显示装置 110 中,通过使用菲涅耳型凹面镜元件 60s 来抑制由于菲涅耳半镜(光学单元 10s)而导致的成像面的扭曲。因此,在没有使用校正透镜等的情况下获得了小而轻的、能够提供易于观看的显示的显示装置。

[0044] 因此,可以通过组合使用菲涅耳半镜和菲涅耳镜来抑制成像面的扭曲。

[0045] 在从图像投影单元 50 发出的图像光 50a 的光路上,可以将各种光学元件设置在图像投影单元 50 与扩散元件 67 之间。

[0046] 例如,如图 2C 和 2D 所示,第一透镜元件 55a 可以设置在图像投影单元 50 与扩散元件 67 之间,镜 55b 可以设置在第一透镜元件 55a 与扩散元件 67 之间,并且第二透镜元件 55c 可以设置在镜 55b 与扩散元件 67 之间。可以通过使用镜 55b 弯曲光路来减小整个装置的体积。

[0047] 对于第一光学层 10 和第二光学层 20,可以使用玻璃、树脂或诸如此类的对于可见光是可透射的材料。

[0048] 对于中间层 30,例如可以使用金属膜(例如,铝膜等)、金属化合物膜等。通过充分薄化中间层 30 的厚度,中间层 30 反射图像光 51 并透射透射光 53。

[0049] 而且,由多层层积膜等形成的反射透射膜例如可以用作中间层 30。多层层积膜具有例如波长选择性。中间层 30 可以包括例如多个第一层和设置在多个第一层之间的第二层,该第二层具有与多个第一层的折射率不同的折射率。同样在这种情况下,中间层 30 反射图像光 51 并透射透射光 53。

[0050] 中间层 30 对可见光(例如,绿光,诸如,具有波长为 550nm 的光)的透射率优选为例如 90% 或更高(反射率优选小于 10%)。如果中间层 30 的透射率极低,透射光 53 则不能充分地到达眼睛 81。通过将中间层 30 的透射率设定为 90% 或更高,可以获得明亮的实景(在实际空间中的图像,即,背景图像)。

[0051] 在本实施例中,第一光学层 10 的折射率优选与第二光学层 20 的折射率相同。例如,第一光学层 10 的折射率与第二光学层 20 的折射率之间的差的绝对值优选为 1×10^{-3} 或更小。因此,包括在透射光 53 中的背景图像的扭曲能够被有效地抑制。

[0052] 凹面镜元件 60s (菲涅耳镜) 的间距 (多个凹面 64 的间距) 优选为约等于在光学单元 10s (菲涅耳半镜) 处反射的图像 (图像光 50a) 的像素间距。

[0053] 下文是详述显示装置 110 的示例。水平分辨率 (在水平方向的像素数) 是 800, 并且垂直分辨率 (在垂直方向的像素数) 是 480。有效图像距离是 2500 毫米 (mm)。观看的水平角度是 20 度。眼睛范围 (最小值) 是 10mm。瞳孔与镜 (光学单元 10s, 菲涅耳半镜) 之间的距离是 15mm。此时, 例如, 凹面镜元件 60s (菲涅耳镜) 的间距 (多个凹面 64 的间距) 是约 $5\mu\text{m}$ 。在这种情况下, 凹面镜元件 60s 的多个凹面 64 的间距基本上等于像素间距, 从而获得良好的图像质量。

[0054] 由于衍射的影响, 菲涅耳透镜结构中的极短的间距会降低图像质量。通过设定菲涅耳透镜结构中的间距约等于像素间距, 可以基本上抑制图像质量的降低。

[0055] 菲涅耳透镜结构中的极长的间距会使多个凸面 12 或多个凹面 22 变得明显, 并降低了图像质量。如果菲涅耳透镜结构中的间距是像素间距的大约 10 倍或更小, 则凹凸结构是明显的。在本实施例中, 菲涅耳透镜结构中的间距 (例如, 出自多个凸面 12 中两个最近的凸面 12 之间的距离) 优选为不小于图像光 51 的像素间距的 $1/2$ 且不大于该图像光 51 的像素间距的 10 倍。图像光 51 的像素间距是例如图像光 51 在光学单元 10s (菲涅耳半镜) 上的像素间距。

[0056] 相似地, 在凹面镜元件 60s (菲涅耳镜) 中, 菲涅耳透镜结构的间距 (例如, 出自多个凹面 64 中的两个最近的凹面 64 之间的距离) 优选为不小于图像光 51 的像素间距的 $1/2$ 且不大于该图像光 51 的像素间距 10 倍。在这种情况下, 图像光 51 的像素间距是例如图像光 51 在凹面镜元件 60s (菲涅耳镜) 上的像素间距。

[0057] 该光学单元的第一主面 10a 与观看者 80 的眼睛 81 之间的距离是例如不小于 5mm 且不大于 30mm。当第一主面 10a 与观看者 80 的眼睛 81 之间的距离是如此短的时候, 由于眼睛的焦点没对准, 因此在间距为例如 $1000\mu\text{m}$ 或更小时, 由间距宽阔而导致的图像质量的降低实际上是可接受的水平。

[0058] 在本实施例中, 第一主面 10a 的曲率可以设定为与第四主面 20d 的曲率不同。因此, 例如, 对于外面的背景图像而言, 光学单元 10s 的作用类似于普通玻璃。同时, 对于显示图像投影而言, 光学单元 10s 起反射屏的作用。因此, 可以获得具有很小失真且宽视野的显示。具体来说, 可以在 AR 显示中为观看者 80 提供良好的图像。

[0059] 图 3A 到图 3C 是示出根据该第一实施例的部分显示装置的示意图。

[0060] 图 3A 和图 3B 是示意性透视图。图 3C 是沿图 3B 中的线 A1-A2 截取的截面图。图中显示了扩散元件 67 的示例。

[0061] 如图 3A 所示, 扩散元件 67 可以包括第一柱状透镜 68 和第二柱状透镜 69。第一柱状透镜 68 具有在第一方向上延伸的多个凸面 68a (第一柱状凸面)。凸面 68a 具有大体上半圆形的圆柱形状。圆柱体的轴在第一方向上延伸。第二柱状透镜 69 具有在第二方向上延伸的多个凸面 69a (第二柱状凸面)。第二方向大体上垂直于第一方向。凸面 69a 具有大体上半圆形的圆柱形状。圆柱体的轴在第二方向上延伸。因此, 轴垂直组合的两个柱状透镜可以用作扩散元件 67。通过这种配置, 可以通过简单的配置高精度地控制扩散。

[0062] 柱状透镜的间距优选于大体上等于像素尺寸 (例如, 不小于像素间距的 75% 且不大于像素间距的 125%)。例如, 柱状透镜的间距不小于 $20\mu\text{m}$ 且不大于 $30\mu\text{m}$ 。已发现可

以在这种情况下获得良好的图像。在一个示例中,柱状透镜的间距是 0.03mm,曲率半径是 0.05mm,并且发散角 θ 是 8.6 度。

[0063] 如图 3B 和 3C 所示,微透镜阵列 67ma 可以用作扩散元件 67。微透镜阵列 67ma 具有基体 67b 和设置在基体 67b 的表面的多个透镜 67m1。当微透镜阵列 67ma 用作扩散元件 67 时,通过一个薄片就能够获得必需的扩散特性。此时,微透镜阵列 67ma 的间距(多个透镜 67m1 的间距)优选大体上等于像素尺寸(例如,不小于像素间距的 75% 且不大于像素间距的 125%)。微透镜阵列 67ma 的间距是例如不小于 20 μm 且不大于 30 μm 。

[0064] 在微透镜阵列 67ma 中,遮光层 67s 可以设置在透镜 67m1 之间的平面部分中。因此,可以抑制透镜 67m1 之间平面部分的漏光。因此,可以获得更高质量的图像。

[0065] 通过使用关于图 3A 到图 3C 所描述的扩散元件 67,可以获得小而轻的、能够提供易于观看的显示的显示装置。然而,在本实施例中,扩散元件 67 的配置是任意的。

[0066] 图 4 是示出根据该第一实施例的另一种显示装置的示意图。

[0067] 如图 4 所示,根据本实施例的显示装置 111 还包括柱面透镜 56。柱面透镜 56 被设置在凹面镜元件 60s 与光学单元 10s 之间的光路上。

[0068] 在例如光从相对于凹面镜元件 60s 的主面倾斜的方向入射在凹面镜元件 60s (菲涅耳镜元件)上的情况下,取决于入射角而可能会出现散光。此时,可以使用柱面透镜 56 来校正该散光。

[0069] 凹面镜元件 60s (菲涅耳镜)的凹入部 63 和多个凹面 64 可以配置为具有扁圆形(椭圆)的平面形状;因此,可以抑制上面所提到的散光。

[0070] 图 5 是示出根据第一实施例的另一种显示装置的示意性截面图。

[0071] 如图 5 所示,在根据本实施例的显示装置 112 中,与光学单元 10s 相类似的配置被用作凹面镜元件 60s。另外,该配置类似于显示装置 120。

[0072] 在该示例中,凹面镜元件 60s 包括第三光学层 60、第四光学层 70 和中间反射层 65。第三光学层 60 具有第五主面 60a 和在与第五主面 60a 的相对侧的第六主面 60b。第六主面 60b 具有曲面的镜突起 61 和设置在镜突起 61 周围的多个镜凸面 62。第三光学层 60 是可透光的。

[0073] 第四光学层 70 具有与第六主面 60b 相对的第七主面 70c 和在第七主面 70c 的相对侧的第八主面 70d。第四光学层 70 是可透光的。第七主面 70c 具有沿镜突起 61 的形状凹入的镜凹入部 71 和设置在镜凹入部 71 周围的多个镜凹面 72。多个镜凹面 72 中的每一个形状与多个镜凸面 62 中的每一个形状相一致。

[0074] 中间反射层 65 被设置在第六主面 60b 与第七主面 70c 之间。中间反射层 65 反射从第五主面 60a 朝向第六主面 60b 行进的光的至少部分。

[0075] 凹面镜元件 60s 的设计参数可以设定为与例如光学单元 10s 的设计参数大体相同。

[0076] 显示装置 112 也可以提供一种易于观看、小而轻的显示装置。

[0077] 第二实施例

[0078] 图 6 是示出根据第二实施例的显示装置的示意图。

[0079] 图 7A 和图 7B 是示出根据第二实施例的显示装置的示意图。

[0080] 图 7A 是正视图,并且图 7B 是侧视图。

[0081] 如图 7A 和 7B 所示,根据本实施例的显示装置 120 包括图像投影单元 50、扩散元件 40、光学单元 10s 和安装单元 15。

[0082] 图像投影单元 50、光学单元 10s 以及安装单元 15 的配置与关于第一实施例中所描述的配置相类似,并因此省略描述。

[0083] 安装单元 15 保持图像投影单元 50、扩散元件 40 和光学单元 10s。在此情况下,观看者 80 也可以观看通过光学单元 10s 透射的包括在透射光 53 中的背景图像。显示装置 120 是例如光学透视式头部安装显示装置。

[0084] 图 6 示出了扩散元件 40 和光学单元 10s 的截面。

[0085] 如图 6 所示,安装单元 15 保持图像投影单元 50、扩散元件 40 和光学单元 10s,以便允许从图像投影单元 50 发出的图像光 50a 穿过扩散元件 40 的正面 42 并从第一主面 10a 进入光学单元 10s。而且,安装单元 15 确定光学单元 10s 与观看者 80 的眼睛 81 之间的相对位置关系,以使得反射光 52 可以从第一主面 10a 发出并入射在观看者 80 的眼睛 81 上,通过在中间层 30 处反射进入光学单元 10s 的图像光 51 来获得该反射光 52。

[0086] 扩散元件 40 具有凸弯曲面形状的正面 42。扩散元件 40 可使光扩散。正面 42 是凸弯曲面。凹面和凸面形成在正面 42,并由此,正面 42 对光进行散射。另外,包含微粒的层形成在正面 42 中,并由此,正面 42 对光进行散射。扩散元件 40 具有在正面 42 的相对侧的背面 41。例如,背面 41 对光是不扩散的。扩散元件 40 是可透光的。背面 41 可以是平面、凸弯曲面或凹弯曲面。在背面 41 为弯曲面的情况下,背面 41 的曲率低于正面 42 的曲率。扩散元件 40 具有例如凸透镜的透镜效应。

[0087] 将图像光 50a 入射到扩散元件 40 的背面 41 上,且入射图像光 50a 作为图像光 51 从正面 42 发出。从正面 42 发出的图像光 51 的光通量的宽度(沿垂直于光通量的轴的平面截取的光通量的横截面的宽度)大于入射在背面 41 上的图像光 50a 的光通量的宽度。正面 42 扩大了入射光的扩散角。

[0088] 扩散元件 40 具有扩散效应和凸透镜的透镜效应。透明玻璃、透明树脂等例如被用于扩散元件 40。

[0089] 在显示装置 120 中,将扩散元件 40 设置为扩散控制单元来控制图像光 50a 的扩散。通过提供扩散控制单元,焦点的深度被加深。而且,在眼睛 81 处,即使在眼睛发生转动时,也能够确保可看到图像的范围。

[0090] 另一方面,当菲涅耳半镜(光学单元 10s)被用作目镜时,投影图像的成像面是扭曲的。如果使用校正透镜以便对此进行校正,则零件的数量将增加,并且整个装置的尺寸和重量也将增加。

[0091] 相对之下,在根据本实施例的显示装置 120 中,上面提到的扩散元件 40 被用作扩散控制单元。扩散元件 40 的正面 42 具有可使光扩散的凸弯曲面形状。也就是说,所制造的正面 42 对应于菲涅耳半镜(光学单元 10s)的成像面。因此,可以抑制成像面的失真。也就是说,将正面 42 设计成用于抑制成像面的失真。因此,起到扩散控制单元作用的扩散元件 40 抑制(例如,抵消)了由于菲涅耳半镜(光学单元 10s)而导致的成像面的扭曲。

[0092] 因此,在不使用校正透镜的情况下,获得了小而轻的、能够提供易于观看的显示的显示装置。

[0093] 图 8 是示出根据本实施例的显示装置的示意图。

[0094] 图 8 示出了图像投影单元 50 的示例,该图像投影单元 50 可以用于根据上述实施例的显示装置 110、111、112 和 120 等。

[0095] 在图 8 中,扩散元件 40、扩散元件 67、凹面镜元件 60s 等均被省略。在该示例中,激光扫描视网膜直接绘图显示器被用作图像投影单元 50。

[0096] 如图 8 所示,图像投影单元 50 包括图像引擎 312。在该示例中,图像引擎 312 包括光源 311 (蓝光源 311B、绿光源 311G 和红光源 311R) 和光开关 312a。

[0097] 蓝激光、绿激光和红激光分别被用于蓝光源 311B、绿光源 311G 和红光源 311R。MEMS (微电子机械系统) 扫描仪例如被用于光开关 312a。

[0098] 根据图像信号从光源 311 发出亮度调节光。从光源 311 发出的光入射在 MEMS 装置的反射面上。MEMS 扫描仪改变入射光的方向。沿水平和垂直方向扫描在 MEMS 扫描仪处所反射的光。因此,形成图像。

[0099] 在光的光路上,将光学元件(扩散元件 40、扩散元件 67、凹面镜元件 60s 等)和光学单元 10s 设置在 MEMS 扫描仪与观看者 80 的眼睛 81 之间。

[0100] 光学单元 10s 反射扫描光(图像光 51)并使得反射光 52 进入观看者 80 的眼睛 81。因此,图像显示在眼睛 81 的视网膜表面上。

[0101] 观看者 80 可以通过光学单元 10s 观看实景和由图像投影单元 50 显示的显示图像。因此,可以看到与实景重叠的显示图像。

[0102] 本实施例提供了一种易于观看、小而轻的显示装置。

[0103] 在上文中,参照特定的示例描述了本发明的实施例。然而,本发明的实施例并不限于这些特定的实施例。例如,本领域技术人员可以根据已知技术来合适地选择显示装置的部件的特定配置,例如,图像投影单元、扩散元件、凹面镜元件、光学单元、第一光学层、第二光学层、中间层和安装单元,并类似地实施本发明。这样的实施在对本发明获得类似效果的程度上包括在本发明的范围内。

[0104] 而且,该特定实施例的任意两个或多个部件可以在技术可行的程度内被组合,并在包括本发明的意图的程度上包括在本发明的范围内。

[0105] 另外,通过由本领域技术人员基于如本发明实施例中所述的显示装置的适当设计修改而可实施的显示装置也在包括本发明的精神的程度上处于本发明的范围内。

[0106] 本领域技术人员在本发明的精神内可以构思各种其它变形和修改,并且应当理解,这样的变形和修改也均包含在本发明的范围内。

[0107] 虽然已描述了特定的实施例,然而这些实施例仅通过示例的方式来提出,而并不旨在限制本发明的范围。事实上,本文描述的新颖的实施例可通过各种其它的方式来实现;而且,可以以本文描述的实施例形式做出各种省略、代替和改变而不背离本发明的精神。所附权利要求及其等同体旨在覆盖将落入本发明的范围和精神的形式和修改。

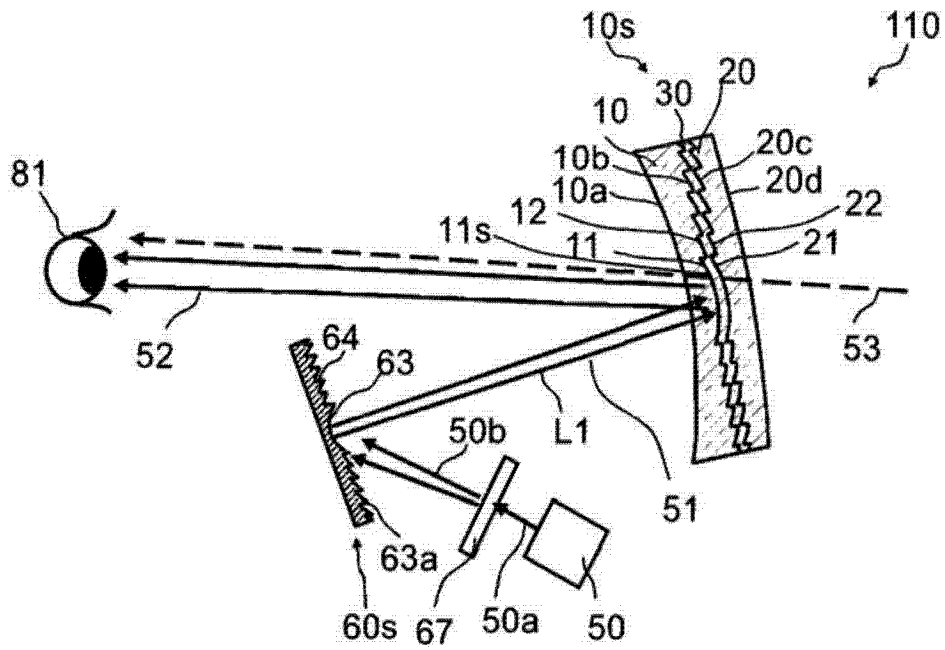


图 1

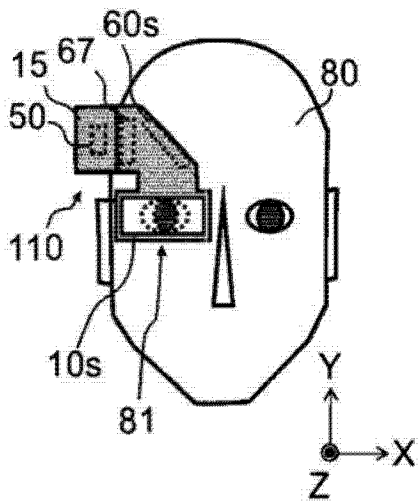


图 2A

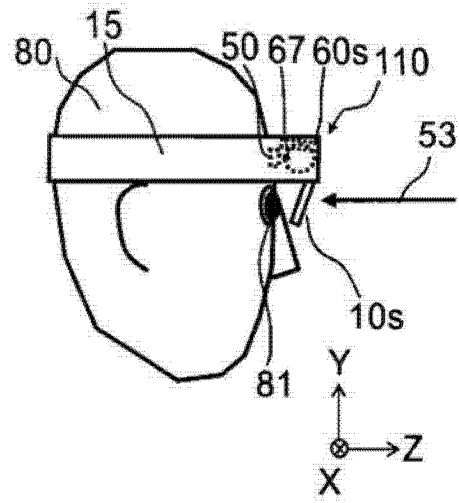


图 2B

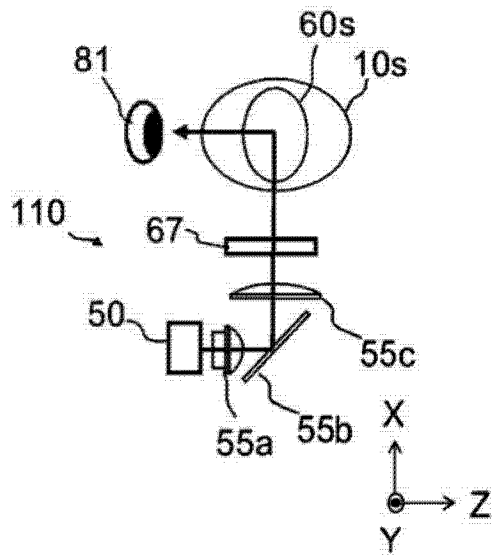


图 2C

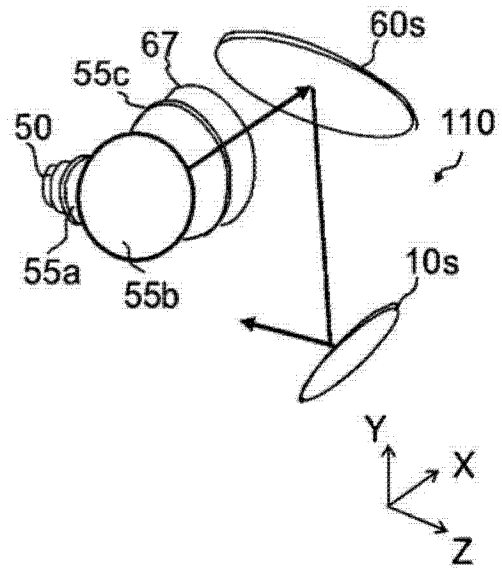


图 2D

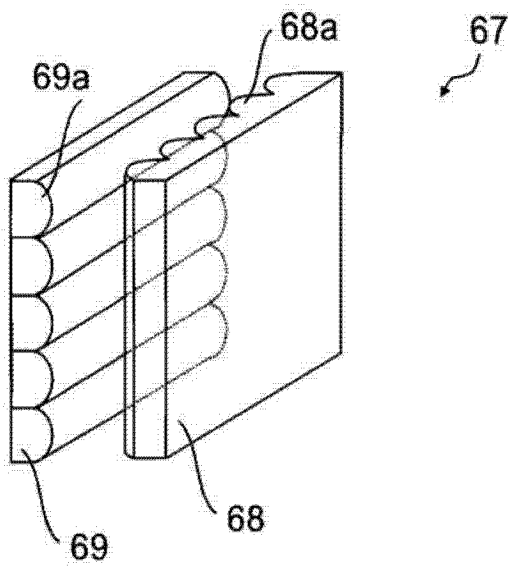


图 3A

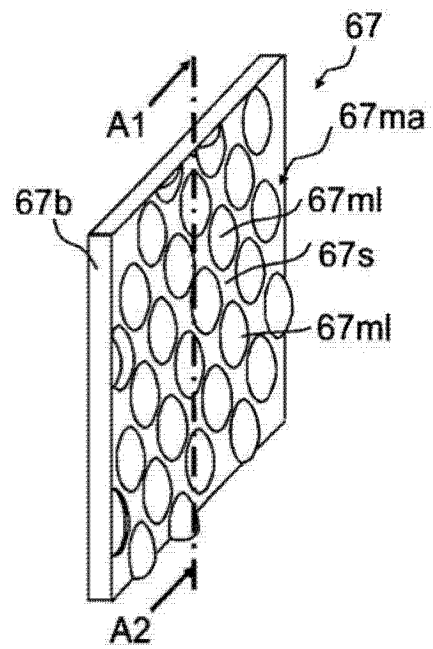


图 3B

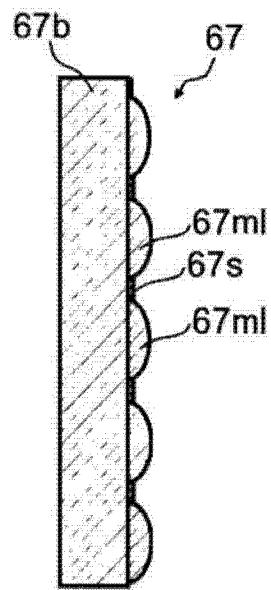


图 3C

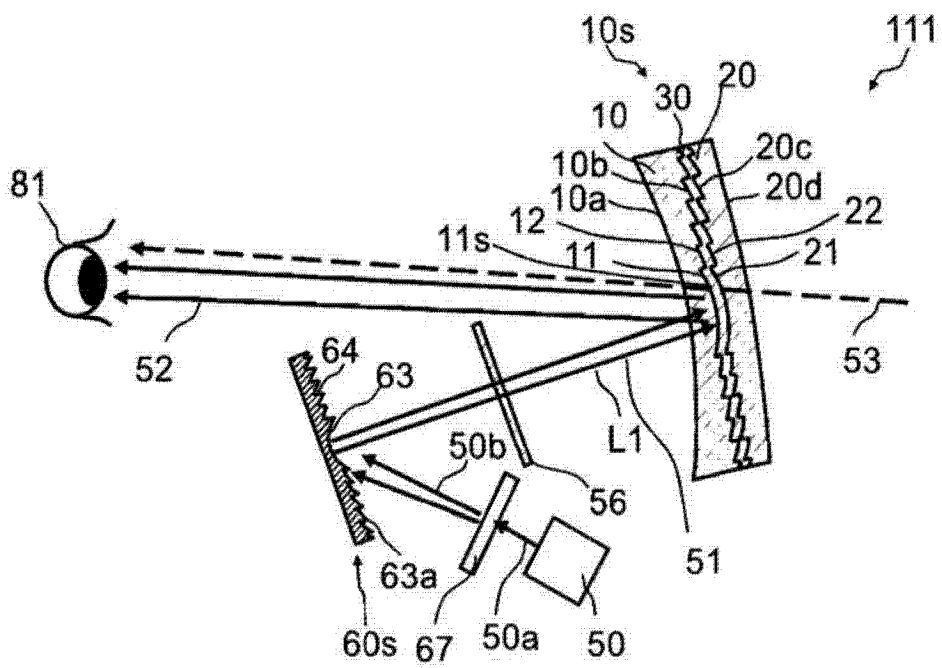


图 4

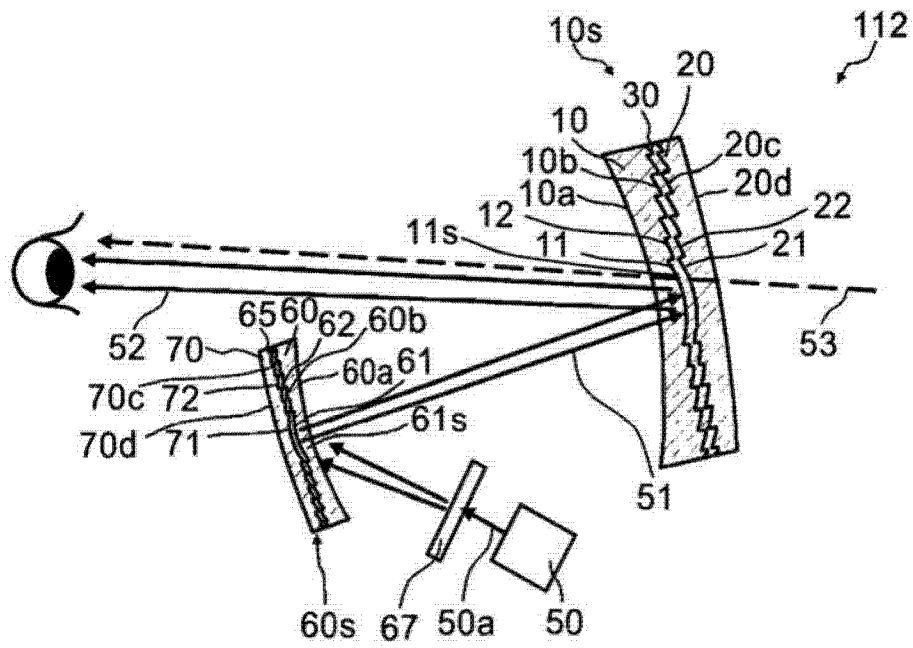


图 5

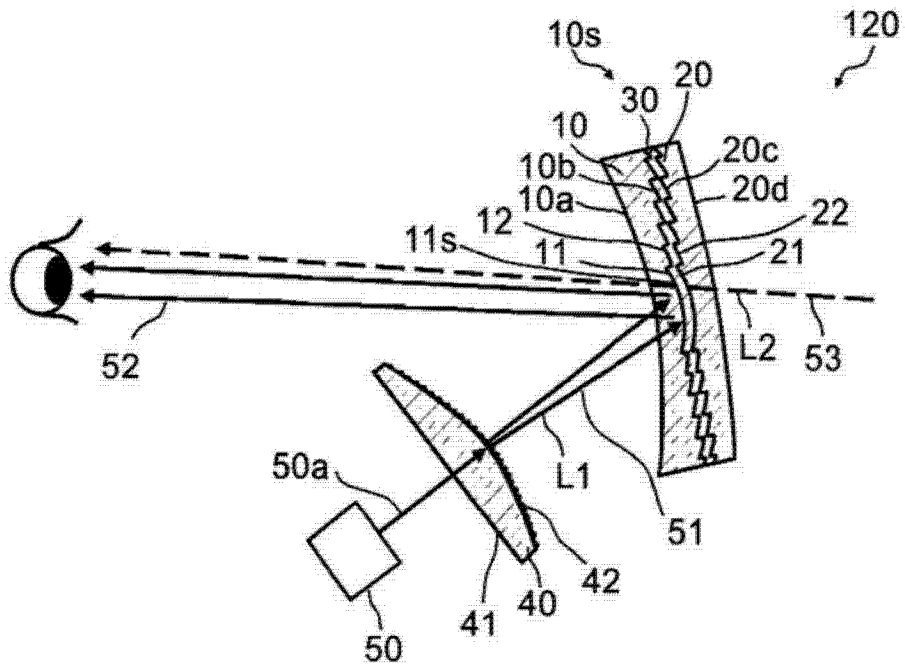


图 6

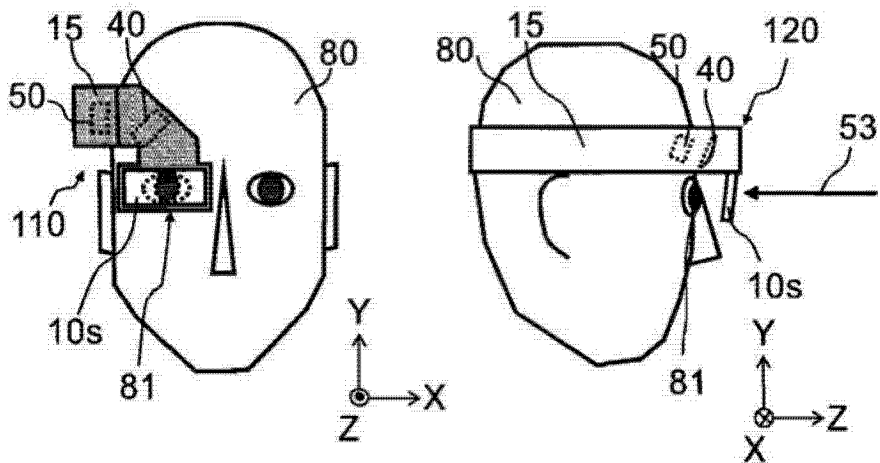


图7A

图7B

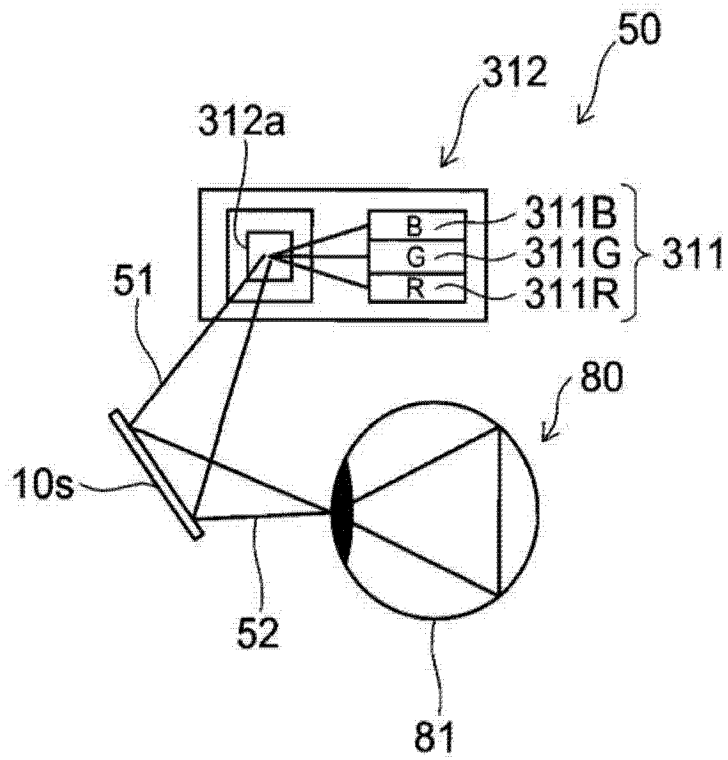


图 8