



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109031663 B

(45) 授权公告日 2022. 01. 25

(21) 申请号 201810824275.5

(22) 申请日 2014.09.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109031663 A

(43) 申请公布日 2018.12.18

(30) 优先权数据
102013219625.3 2013.09.27 DE

(62) 分案原申请数据
201480053197.3 2014.09.25

(73) 专利权人 图茨技术股份有限公司
地址 德国阿伦

(72) 发明人 汉斯-约尔根·杜伯沙尔

(74) 专利代理机构 北京市创世宏景专利商标代
理有限责任公司 11493

代理人 崔永华

(51) Int.Cl.
G02B 27/01 (2006.01)
G02B 27/42 (2006.01)
G02B 5/18 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 101963703 A, 2011.02.02

审查员 李飞

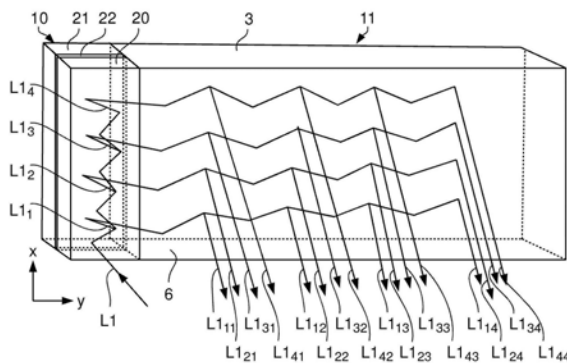
权利要求书2页 说明书10页 附图11页

(54) 发明名称

用于可装配于用户头上并产生图像的显示装置的眼镜片、及具备眼镜片的显示装置

(57) 摘要

本发明提供一种眼镜片,其具有前侧和后侧,前侧和/或后侧是弯曲的,眼镜片具有在边缘区域中的耦合输入部段以及在中央区域中的耦合输出部段且适合于将所生成的图像的像素的光束经由耦合输入部段耦合输入到眼镜片中,在眼镜片中引导它们至耦合输出部段并且经此处耦合输出,其中,在耦合输入期间,耦合输入部段将光束中的每一个分束为若干第一子光束并且将第一子光束以在第一方向上彼此偏离的方式地耦合进入到眼镜片中,使得第一子光束在眼镜片中被沿横过第一方向的第二方向引导至耦合输出部段,并且其中,在耦合输出期间,耦合输出部段将若干第一子光束中的每一个分束为若干第二子光束并且将第二子光束在第二方向彼此偏离地从眼镜片中耦合输出。



1. 一种眼镜片,用于能够装配到用户的头部并且生成图像的显示装置(1),
所述眼镜片具有前侧(5)和后侧(6),其中所述前侧(5)和/或所述后侧(6)是弯曲的,
并且,在俯视图中观察所述眼镜片(3,4)时,所述眼镜片具有在眼镜片(3,4)的边缘区域(15)中的耦合输入部段(10)以及在眼镜片(3,4)的中央区域(16)中的耦合输出部段(11),

其中,所述眼镜片(3,4)适合于将所生成的图像的像素的光束(L1,L2,L3)经由所述耦合输入部段(10)耦合输入到眼镜片(3,4)中,在眼镜片(3,4)中引导所述光束至耦合输出部段(11)并且经由耦合输出部段(11)将所述光束从眼镜片(3,4)中耦合输出,

其中,在耦合输入期间,耦合输入部段(10)将所述光束中的至少一个光束(L1)中的每一个分束为若干第一子光束(L1₁,L1₂,L1₃,L1₄)并且将所述第一子光束以在第一方向上彼此偏离的方式地耦合输入到所述眼镜片(3,4)中,使得所述第一子光束(L1₁-L1₄)在眼镜片(3,4)中沿横过第一方向的第二方向被引导至耦合输出部段(11),

并且其中,在耦合输出期间,耦合输出部段(11)将所述若干第一子光束中的至少一个第一子光束(L1₁)中的每一个分束为若干第二子光束(L1₁₁,L1₁₂,L1₁₃,L1₁₄)并且将所述第二子光束在第二方向彼此偏离地从所述眼镜片中耦合输出;

其中,耦合输入部段(10)和耦合输出部段(11)包括若干部分反射面元(32,35)以便通过反射和透射引起形成所述第一和第二子光束(L1₁-L1₄;L1₁₁-L1₁₄)的分束,

其中所述耦合输入部段(10)包括位于所述边缘区域(15)中的第一板状部段(20)和位于所述边缘区域(15)中的第二板状部段(21),

其中所述耦合输入部段(10)包括设置于所述第一板状部段(20)的第一侧(23)处的部分反射面元(32)和设置于所述第二板状部段(21)的第二侧(26)处的反射面元(33),

其中所述第一板状部段(20)的第一侧(23)与所述眼镜片(3,4)的后侧(6)齐平并且所述第二板状部段(21)的第二侧(26)与所述眼镜片(3,4)的前侧(5)齐平;并且

其中所述耦合输入部段(10)包括所述第一板状部段(20)与所述第二板状部段(21)之间的气隙(22)。

2. 根据权利要求1所述的眼镜片,其中,所述耦合输入部段(10)包括位于所述第一板状部段(20)的第二侧(24)处的反射面元(31),

其中所述耦合输入部段(10)拆分至少一个光束(L1)使得经由所述第一板状部段(20)的第一侧(23)进入所述第一板状部段(20)的所述至少一个光束(L1)由所述反射面元(31)朝向所述第一板状部段(20)的所述第一侧(23)往回反射并且击中至少一个部分反射面元(32),其中:

所述至少一个光束(L1)的第一部分作为第一子光束(L1₁)而被转向从而使得其运行通过所述第一板状部段(20)的第二侧(24)、所述气隙(22)、所述第二板状部段(21)的第一侧(25),并且击中至少一个反射面元(33),这在第二方向上产生了转向,并且

所述至少一个光束(L1)的未在所述至少一个部分反射面元(32)处反射的第二部分(L1')运行穿过所述至少一个部分反射面元(32)并且击中所述第一板状部段(20)的所述第一侧(23),在所述第一板状部段(20)的所述第一侧(23)处在朝向所述第一板状部段(20)的第二侧(24)的方向上发生全内反射,结果是所述第二部分(L1')再次运行穿过所述至少一个部分反射面元(32),继而在所述第一板状部段(20)的所述第二侧(24)处通过全内反射朝

向所述第一板状部段(20)的所述第一侧(23)转向并且因而再次击中所述部分反射面元(32),使得继而在该处产生分束。

3.一种显示装置,具有:

保持器(2),所述保持器能够装配在用户的头部;

固定到所述保持器(2)的图像生成模块(8),所述图像生成模块生成图像;以及

固定到所述保持器(2)的成像光学系统(14),该成像光学系统包括根据权利要求1至2之一所述的眼镜片,并且当保持器(2)装配至头部时,所述成像光学系统对所生成的图像进行成像,使得用户能够将该图像感知为虚像。

用于可装配于用户头上并产生图像的显示装置的眼镜片、及 具备眼镜片的显示装置

[0001] 本申请是原申请人为“卡尔蔡司斯马特光学有限公司”的进入中国国家阶段日期为2016年3月25日的申请号为201480053197.3的发明名称为“用于可装配于用户头上并产生图像的显示装置的眼镜片、及具备眼镜片的显示装置”的专利申请(国际申请日为2014年9月25日,国际申请号为PCT/EP2014/070557)的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种可装配于用户头上并产生图像的显示装置的眼镜片,以及具备这种眼镜片的显示装置。

背景技术

[0003] 对于这种眼镜片而言,原则上希望眼镜片尽可能薄以便确保期望的佩戴舒适度。然而,眼镜片的薄构造不利地导致了眼睛框或眼动范围(Eyebow)(即,在眼镜片中被引导的且被耦合到眼镜片以外的图像能够被感知为虚像的区域)通常是非常小的。

发明内容

[0004] 源于此,本发明的目的因此在于提供一种用于可装配到用户头上并且产生图像的显示装置的眼镜片,其中眼镜片包括弯曲的前侧和/或弯曲的后侧并且同时可提供具有足够大视场的大眼睛框/眼动范围。

[0005] 根据本发明通过一种用于可装配于用户的头部且产生图像的显示装置的眼镜片实现了此目的,其中所述眼镜片包括前侧和后侧并且所述前侧和/或所述后侧是弯曲的,并且在俯视图对眼镜片进行观察时,眼镜片包括在眼镜片的边缘区域中的耦合输入部段、以及在眼镜片的中央区域中的耦合输出部段,其中所述眼镜片适合于将所生成的图像的像素的光束经由所述耦合输入部段而耦合进入到眼镜片中,在眼镜片中引导它们到耦合输出部段,并且经由所述耦合输出部段将它们从所述眼镜片中耦合输出,以将所生成的图像显示为虚像,其中,在耦合输入期间,所述耦合输入部段将所述光束中的至少一个光束中的每个光束分束为若干第一子光束并且将它们在第一方向上彼此偏离地耦合输入到眼镜片内,使得第一子光束在眼镜片中被沿横过第一方向的第二方向引导至耦合输出部段,并且其中,在耦合输出期间,所述耦合输出部段将所述若干第一子光束中的至少一个第一子光束中的每个子光束分束为若干第二子光束并且将它们第二方向上彼此偏离地从所述眼镜片中耦合输出。

[0006] 在根据本发明的眼镜片的情况下,耦合输入部段被如此地形成成为第一扩束器,其在第一方向执行扩束。耦合输出部段被形成成为第二扩束器,其在第二方向执行扩束。结果,与在第一方向和第二方向上不执行所描述的扩束的眼镜片相比,眼睛框(其中用户可感知所述耦合输出虚像的区域)在第一方向和第二方向上都被放大。

[0007] 第一和第二方向优选地彼此正交。

[0008] 在根据本发明的眼镜片的情况下,耦合输入和/或耦合输出部段可以具有成像特性。

[0009] 特别地,耦合输入和耦合输出部段可以分别包括光栅。光栅可以分别形成成为反射式光栅,并且特别地,可以形成成为反射式体光栅或反射性全息图。此外,光栅可以被形成于眼镜片的前侧或后侧处。

[0010] 特别地,耦合输入和/或耦合输出部段的光栅可以形成成为成像光栅。因而可以补偿特别是由于光束以非常平的角度击中所述耦合输入光栅(例如,由于眼镜片中的全反射进行的引导)而产生的成像误差。这特别涉及散光和斜射球面象差。

[0011] 在根据本发明的眼镜片的情况下,根据相关联的像素的位置,第一子光束可能击中所述耦合输出部段的光栅(下面也称为耦合输出光栅)最多 n 次,其中 n 是大于或等于三的整数;并且其中,根据相关联的像素的位置,所述第一子光束被耦合输出1至 m 次并连续击中所述耦合输出部段的光栅,其中 m 是大于或等于1且小于 n 的整数并且耦合输出最迟在第 $(n-m+1)$ 次击中时发生。

[0012] 借助于取决于相关联像素的位置的光束或对应的第二子光束的这种耦合输出,耦合输出光栅可以适于击中第一子光束,使得可以同时实现具有预定的视场的期望的眼睛眶。由于随着第一子光束分别通过它们在不同位置以顺序击中的方式击中所述耦合输出光栅,因此所必需的耦合输出光栅的对应调适是可容易地实现的。

[0013] 此外,在根据本发明的眼镜片的情况下,耦合输出部段的光栅可以被设计成使得其针对第一子光束的衍射效率在从第一次至第 m 次耦合输出的过程中逐渐增加。

[0014] 在根据本发明的眼镜片的情况下,耦合输入部段的光栅和耦合输出部段的光栅可以分别是被设计用于不同中心频率的若干单独的光栅的叠置,其中这两个光栅中的每个光栅的所述若干单独的光栅的中心频率成对地重合。

[0015] 此外,在根据本发明的眼镜片的情况下,耦合输入部段可包括第一和第二耦合输入光栅,其中至少一个光束由第一耦合输入光栅而偏转至第二耦合输入光栅,并且第二耦合输入光栅引起形成所述若干第一子光束的分束。第一和第二耦合输入光栅可以分别形成成为反射式光栅并且特别地,形成成为反射式体光栅或反射性全息图。这两个耦合输入光栅可以按照相同的方式进一步地开发为耦合输入和耦合输出部段的两个光栅,用于将第一子光束耦合输入到眼镜片内以及用于耦合输出第二子光束。

[0016] 特别地,第一和第二耦合输入光栅可以形成成为使得依赖于波长的衍射效应被补偿。为此,例如,第一耦合输入光栅的第一阶衍射可以用于朝向第二耦合输入光栅的偏转。随后在第二耦合输入光栅处发生形成若干第一子光束的分束,优选地也借助于第一阶衍射实现。光束的将要再次击中所述第二耦合输入光栅的部分在第二耦合输入光栅处借助于先前的一次或多次击中期间的零阶衍射而被反射。

[0017] 当然,耦合输入和/或耦合输出部段的光栅也可能形成成为透射光栅。

[0018] 反射表面可位于第二耦合输入光栅的相对处,可以使用该反射表面(例如反射层,反射层系统或发生全内反射的边界表面),从而所述至少一个光束在不同位置处击中所述第二耦合输入光栅若干次

[0019] 此外,在根据本发明的眼镜片的情况下,耦合输入部段和/或耦合输出部段可以包括若干部分反射式面元(Facetten)以便借助于反射和透射(且非借助于衍射效应)获得形

成第一和/或第二子光束的分束。

[0020] 在每种情况下,反射层或反射表面(例如,用于全内反射的表面)可以布置于部分反射面元的后面,且结果是透射通过所述面元的部分在此反射层或反射表面处被反射,从后面运行通过所述部分反射面元并且被反射表面或第二反射层再次反射到相对于第一次击中时的位置有所偏离的位置处的反射面元上。

[0021] 部分反射面元的反射性可以在从第一次分束到最后一次分束成相应子光束的过程中逐步增加。

[0022] 耦合输出部段可以是眼镜片的一部分。然而,耦合输出部段也可以单独地制造并且连接至眼镜片的边缘区域。

[0023] 根据本发明的眼镜片可以由玻璃和/或塑料制造。

[0024] 如果眼镜片的前侧或后侧被形成为弯曲的,则这两侧中的另一侧是平坦的。优选地,前侧和后侧二者都形成为弯曲的。

[0025] 特别地,耦合输入和/或耦合输出部段的光栅或面元可以形成在眼镜片的前侧。前侧是在预期使用期间面向远离用户眼睛的方向的侧面。

[0026] 特别地,面元的意思是,一块表面、表面元素、或表面。所述一块表面、表面元素或表面可以提供所描述的面元的光学效果。

[0027] 特别地,眼镜片可以形成为使得第一子光束和因此的所述第一子光束的若干第二子光束的若干次耦合输出在眼睛框/眼动范围中部分地重叠。

[0028] 特别地,所述眼镜片和所述耦合输出部段可以被形成为使得用户可以感知到与周围环境叠加的所产生图像。

[0029] 根据本发明的眼镜片也可称为二维扩束器。

[0030] 所述耦合输入部段可以例如具有准直效果,使得至少一个光束首先被准直,然后才被分束为第一子光束。

[0031] 此外,提供了一种显示装置,其具有可装配于用户头上的保持器、固定至保持器的用于生成图像的图像生成模块,以及固定至所述保持器的成像光学系统,所述成像光学系统包括根据本发明的眼镜片并且当保持器被装配在头上时,该成像光学系统对所生成的图像进行成像,使得用户可以将其感知为虚像。保持器可以是呈一副眼镜形式。

[0032] 成像光学系统中可以只有所述眼镜片被用作光学元件。然而,除了眼镜片以外,成像光学系统也可以包括至少一个另外的光学元件。

[0033] 因而,所述另外的光学元件可以是例如准直光学系统,其布置于眼镜片与图像生成模块之间,且结果是来自图像生成模块的光束作为准直光束而被耦合输入到眼镜片内。

[0034] 图像生成模块可以特别地包括二维成像系统,例如,LCD模块、LCoS模块、OLED模块或倾斜镜面矩阵。成像系统可以是自发光的或非自发光的。

[0035] 图像生成模块可以特别地形成为使得其产生单色或多色图像。

[0036] 另外,分度/渐变滤光镜可以布置于眼镜片与图像生成模块之间。补充地或替代地,图像生成模块可以包括辐射光强度的与位置相关的变化。由此,继而,在可以由用户感知的图像中可以实现尽可能均一的强度。

[0037] 根据本发明的显示装置可以包括本领域技术人员已知的/对于其操作必需的另外的元件。

[0038] 应理解到,上述特征和下面另外解释的那些特征可以不仅用于所陈述的组合中而且也用于其它组合或单独使用,而不离开本发明的框架。

附图说明

[0039] 在下文中将参考附图以举例方式以更细节方式解释本发明,附图也披露了本发明必要的特征。所示的附图如下:

[0040] 图1是根据本发明的显示装置的实施例的示意性透视图;

[0041] 图2是图1的显示装置的第一眼镜片的截面视图;

[0042] 图3是根据本发明的眼镜片的示意性透视图;

[0043] 图4是耦合输入部段10的视图;

[0044] 图5是眼镜片的截面视图;

[0045] 图6a-6e是根据图2的第一光束L1的各种不同耦合输出的细节视图;

[0046] 图7是根据图6a-6e在眼睛的瞳孔的平面中的耦合输出的局部光束的俯视图;

[0047] 图8a-8e是根据图2的第二光束L2的各种不同耦合输出的细节视图;

[0048] 图9是根据图8a-8e在眼睛的瞳孔的平面中的耦合输出局部光束的俯视图;

[0049] 图10a-10e是根据图6a-6e的第三光束L3的不同耦合输出的细节视图;

[0050] 图11是根据图10a-10e在眼睛的瞳孔的平面中的耦合输出局部光束的俯视图;

[0051] 图12是耦合输出的第二子光束的进一步的俯视图;

[0052] 图13是根据另一实施例的耦合输入部段10的视图;以及

[0053] 图14是用以解释所述另一实施例的眼镜片3的截面视图。

具体实施方式

[0054] 在如图1所示的实施例中,根据本发明的显示装置1包括保持器2,所示保持器2能够装配在用户头上并且能够例如以常规的眼镜架的方式形成;以及以第一和第二眼镜片为形式的第一光引导元件3和第二光引导元件4,它们牢固固定至保持器2。

[0055] 两个眼镜片3、4分别包括弯曲的前侧面5、5' 和弯曲的后侧面6、6' 。

[0056] 在图2中,在示意性俯视图中,第一眼镜片3图示为与根据本发明的显示装置1的其他部件协作。眼镜片具有1.5mm的厚度,其中前侧5和后侧6中的每一个的曲率半径为100mm。Zeomex的PMMA被用作眼镜片3的材料。显示装置1还包括控制单元7、图像生成模块8(其在此处例如包括以OLED模块为形式的二维光调制器)以及布置于图像生成模块8与第一眼镜片3之间的附加光学系统9。附加光学系统9被可选地提供。

[0057] 在第一眼镜片3的边缘区域15中,形成衍射耦合输入部段10,并且与其间隔开地在眼镜片3的中央区域16中形成衍射耦合输出部段11。此外,在图2中示意性地绘制出佩戴根据本发明所述显示装置1的用户的眼睛的瞳孔12和视网膜12。另外,从图像生成模块8至视网膜13的三个光束L1、L2和L3的光束路径被示意性地绘制出。

[0058] 由成像系统8所发出的光束L1-L3(每个光束L1-L3从图像生成模块8的二维光调制器的若干像素之一显现)由附加光学系统9引导至第一眼镜片3的后侧6上,经由后侧6进入所述眼镜片3并且击中所述耦合输入部段10。在耦合输入部段10处,光束L1-L3各自分成在x方向(第一方向)上彼此偏离或间隔开的四个第一子光束L1₁、L1₂、L1₃和L1₄,如在图3中示意

性地图示的那样。为简化图示,在图3中,仅示出了光束L1和四个第一子光束L₁₁-L₁₄,且在图4和5中,所述前侧5和后侧6被图示平坦的,而不是弯曲的。此外,在下列说明中,实质上仅提及了光束L1。当然,说明书也涉及到图像生成模块8的其它光束L2、L3。

[0059] 第一子光束L₁₁-L₁₄被耦合输入部段10在第二方向(y方向)进一步偏斜并且耦合进入所述眼镜片3内,使得它们以发生全内反射的角度击中所述后侧6。因而,第一子光束L₁₁-L₁₄借助于全内反射在后侧6和前侧5处被引导至耦合输出部段11,这引起了第一子光束L₁₁-L₁₄经由后侧6的耦合输出,使得用户能够将由成像系统8生成的图像感知为虚像。耦合输出以这样的方式发生,即,所述第一子光束L₁₁-L₁₄各自分成若干第二子光束L₁₁₁-L₁₁₄并且在y方向上彼此间隔开地耦合输出,如在下文中更详细地描述的那样。与第一眼镜片3协作的附加光学系统9以及耦合输入部段10和耦合输出部段11因而形成成像光学系统14,该成像光学系统将由图像生成模块8所生成的图像针对用户成像为虚像。

[0060] 由于子光束L₁₁-L₁₄的引导路径几乎在y方向上彼此重叠,因此成像光学系统14的出瞳在x方向上被放大。形成第二子光束L₁₁₁-L₁₁₄的这种分开以及第二子光束的耦合输出导致了成像光学系统14的出瞳在y方向上的放大。为了使得用户可由感知虚像,用户的眼睛的瞳孔12必须位于成像光学系统14的出瞳中。由于根据本发明出瞳在x和y方向上被放大,因此根据本发明的显示装置1可以被例如由具有不同目距(这导致在y方向上的相应瞳孔12的不同位置)的不同用户使用。

[0061] 首先,结合图3至5,更详细地描述了耦合输入部段10的构造,其生成了在x方向上间隔开的第一子光束L₁₁-L₁₄,且因而使得有可能沿x方向放大出瞳。为此,耦合输入部段10包括第一板状部段20和与之间隔开的第二板状部段21,其中在这两个板状部段20和21之间是气隙22。

[0062] 第一板状部段20包括了背离所述气隙22的第一侧23和面朝所述第二板状部段21的第二侧24。第二板状部段21包括面朝所述第一板状部段20的第一侧25和背离所述第一板状部段20的第二侧26。

[0063] 光束L1-L3经由第一板状部段20的第一侧23进入所述第一板状部段20并且运行直到所述第二侧24。在此区域中,形成了第一反射光栅27,其竖直地或在x方向上衍射(一阶衍射)所述光束L1-L3(在下文中,为简单起见,仅提及光束L1)。竖直地衍射的光束向第一侧23运行,所述第一侧在此区域中包括第二反射光栅28,所述第二反射光栅被形成使得一部分(第一子光束L₁₁)在朝向第二侧24的方向上衍射并且以其离开第一板状部段20的角度(此处为90°)击中所述第二侧24、运行穿过所述气隙22、经由第二板状部段的第一侧25进入所述第二板状部段21并且击中形成在第二侧26处的第三反射光栅29。第三反射光栅29在水平方向(y方向)上反射所述第一子光束L₁₁,使得其通过在后侧6和前侧5处的全反射引导至耦合输出部段11。在图3和5的图示中,耦合输入部段10与耦合输出部段11之间的距离在图示中被显著地缩短了。

[0064] 在第一次击中所述第二反射光栅28上的过程中,光束L1的未被衍射的部分以及因此零阶衍射L1'的部分被朝向所述第一板状部段20的第二侧24反射,并且,继而,被如下的第二侧24反射,在该第二侧24处次部分L1'再次击中所述第二反射光栅28。衍射的部分L12运行穿过第二侧24、气隙22、第一侧25,并且在第二侧26处击中所述第三反射光栅29。第一子光束L12的入射区域在x方向上相对于第一子光束L11的入射区域偏离,这可以从图3和4

中看出。第一子光束L12继而在水平方向被第三反射光栅29转向并且因后侧6和前侧5处的全内反射而被引导至耦合输出部段11。如图3和4所示,其图示了四个第一子光束L1₁-L1₄,它们的引导路径沿x方向彼此叠置。

[0065] 这些第一子光束L1₁-L1₄中的每一个随后被耦合输出一次或若干次,借助于耦合输出部段11在y方向上相对于彼此偏离,如在图5中以示例方式示出的仅针对第一子光束L1₁的引导路径中的最低引导路径。此第一子光束L1₁被分为四个第二子光束L1₁₁、L1₁₂、L1₁₃、L1₁₄、它们在y方向上彼此间隔开地耦合输出。

[0066] 在下文中,为简化说明,通常仅描述光束L1-L3(实际上意指相应的第一和第二子光束)。

[0067] 此处形成耦合输出部段11,使得其包括第四反射光栅30,所述第四反射光栅实现了经由第四光栅30的一阶衍射实现的第二子光束L1₁₁-L1₁₄的耦合输出。没有被耦合输出的部分由第四光栅30反射至第一眼镜片3的后侧6作为零阶衍射,从而使得相应的光束L1-L3和/或相应的光束L1-L3的一部分在后侧6处进行全内反射之后在沿y方向与第一次击中的区域间隔开的区域中再次击中所述第四光栅30。继而,这些光束L1-L3或光束部分的仅一部分被耦合输出(一阶衍射,第二子光束L1₁₂)。其余的部分继而被朝向后侧6反射(零阶衍射),从而使得在后侧6处进行全内反射之后,光束L1-L3或光束部分的光柱继而击中所述第四光栅30。此处,第四光栅30被设计成使得其执行最多五次耦合输出(在目前为止的说明中,为简化起见,图3-5中仅标示出了四次耦合输出)。因而,通过每次耦合输出,相应第一子光束L1₁-L1₄的第二子光束L1₁₁-L1₁₄被生成,其中第二子光束在y方向上相对于彼此偏离。这里,第四光栅30被设计成使得第一子光束L1₁-L1₄的相邻的第二子光束分别在出瞳的平面中部分地重叠。因而,在y方向上的所述成像光学系统14的出瞳或在y方向上的所述成像光学系统14的眼睛框/眼动范围(即,用户的眼睛能够移动并且用户能够总是感知到耦合输出图像的区域)大于眼睛的瞳孔,其中,同时在y方向上出现了大的视场。

[0068] 在本文描述的实施例中,提供给用户的视场具有12°×4°的尺寸和7mm的眼睛框的直径,其中假定眼睛的瞳孔具有3mm的直径。

[0069] 在图6a-6e中,示意性地图示了所提供视场的+6°的上视场角的单个耦合输出。上视场角在成像系统8(或图像生成模块的二维光调制器)上对应于与所述成像系统8的中心相对的2mm的y值。在图6a中,示出了在第一子光束L1₁第一次击中所述第四光栅30期间所导致的第一耦合输出,以及由此产生的所述第一子光束L1₁的第二子光束L1₁₁。随后,在图6b-6e中,图示了在第二至第五次击中期间所导致的第二至第五次耦合输出以及由此产生的第二子光束或第二局部光束L1₁₂、L1₁₃、L1₁₄、L1₁₅。

[0070] 如可从图6a-6e中所知晓的,能够由用户感知的光的主要部分源自第一次耦合输出(第二子光束L1₁₁)。小部分源自第二次耦合输出(第二子光束L1₁₂)。用户可能不会再感知到第三至第五次耦合输出的光。因此,第四光栅(或耦合输出光栅)30被设计成使得第一子光束L1₁经由第一和第二次耦合输出被尽可能完全地耦合输出。由于第三至第五次耦合输出可能不会击中眼睛12的瞳孔,因此耦合输出光栅30不再针对此目的进行设计。例如,在用于确定必要光栅参数的通常的常优化计算中,没有考虑对应的第二子光束L1₁₃-L1₁₅。

[0071] 在图7中,在眼睛12的瞳孔的平面中图示了用于第一子光束L1₁的五个耦合输出的第二子光束L1₁₁-L1₁₅,其中没有实际生成并且仅被描述以用于例示本发明的第二子光束

$L1_{13}$ - $L1_{15}$ 以虚线绘制出。

[0072] 在图8a-8e中,图示了用于中央视场角的第一光束 $L2_1$ 的五次耦合输出,在所述中央视场角中,入射角垂直于眼睛12的瞳孔,该眼睛的瞳孔对应于成像系统上的0mm的y值,并且因而以与图6a-6e相同的方式对应于成像系统8的中心。在图9中,按照与图7相同的方式图示了相对于五个第二子光束 $L2_{11}$ 、 $L2_{12}$ 、 $L2_{13}$ 、 $L2_{14}$ 、 $L2_{15}$ 的眼睛12的瞳孔的位置。可以从根据图8a-8e以及图9的图示看出,第一子光束 $L2_1$ 的第三次耦合输出 $L2_{13}$ 向观察者递送了大部分光。第二和第四次耦合输出 $L2_{12}$ 和 $L2_{14}$ 仅贡献了小部分。因此,耦合输出光栅30被设计成使得在第二至第四次击中所述第四耦合输出光栅30期间发生第一子光束 $L2_1$ 的耦合输出。

[0073] 在图10a-10e中,以与图6a-6e相同的方式,示出了用于在眼睛12的瞳孔上的 -6° 下视场角(第一子光束 $L3_1$)的耦合输出,其对应于源自图像生成模块8的二维光调制器上的中心的-2mm的y值。在图11中,继而,图示了根据图7以俯视图示出的相对于耦合输出的部分光束 $L3_{11}$ 、 $L3_{12}$ 、 $L3_{13}$ 、 $L3_{14}$ 、 $L3_{15}$ 而言的眼睛12的瞳孔的位置。可以从图10a-10e以及图11看出,光的主要部分源自第五次耦合输出 $L3_{15}$ 。第四次耦合输出 $L3_{14}$ 也小程度地作出了贡献。因此,耦合输出光栅30被设计成使得在第四次和第五次击中期间发生第一子光束 $L3_1$ 的耦合输出。

[0074] 在图12中,在眼睛的瞳孔的平面中或在成像光学系统14的出瞳中示意性地示出了光束L1的所有第二子光束 $L1_{11}$ - $L1_{15}$ 、 $L1_{21}$ - $L1_{25}$ 、 $L1_{31}$ - $L1_{35}$ 以及 $L1_{41}$ - $L1_{45}$ 。这示出了在x方向和y方向上实现的出瞳的大小或放大。

[0075] 耦合输出光栅30优选地具有用于每次耦合输出的最优光栅结构,其中所述光栅结构被优选地设计,使得对于被若干相邻耦合输出服务的视场角而言实现了全等。这意味着,在眼睛的分辨率的框架内($<1\text{min}$)击中了视网膜13上的相同的位置。也可以说,对于用于一个视场角的这些相邻耦合输出(相邻的第二子光束)而言,存在着相同的主束角。这能够实现,例如,是因为第三光栅29和第四光栅30二者被设计用于成像并且结合第一眼镜片3的特定形状而得以被同时优化,使得,一方面,满足了调制传递函数的需求,并且另一方面,实现了所描述的全等。通常,视场角或场点被y方向上的至多三个耦合输出所服务,且结果是因而针对在实践中可以容易地实现的至多三个相邻耦合输出实现了全等。

[0076] 如果第三光栅29和第四光栅30被设计用于成像,则可以补偿由第一子光束 $L1_1$ - $L3_1$ 在第四光栅30上的倾斜入射所导致的成像误差,例如,散光和斜射球面象差。在第四光栅30上的倾斜入射不可避免地存在,这是因为第一子光束 $L1_1$ - $L3_1$ 被在第一眼镜片3的前侧5和后侧6处的全内反射引导至第四光栅30。

[0077] 附加光学系统9被设计成使得光束L1-L3作为经准直的光束击中眼镜片3或耦合输入部段10。然而,附加光学系统9也可被省掉。在此情况下,耦合输入部段10可以例如接管该准直功能。

[0078] 成像光学系统14的入射光瞳优选地置于第三光栅29上或附近,以便图像生成模块8的二维光调制器的所有像素的光柱光束或光束L1-L3在第三光栅29上实现尽可能小的的光斑扩大。

[0079] 此外,第三光栅29和第四光栅30优选地具有大致相同的中心频率,以便使光谱依赖最小化。另外,第三光栅29和第四光栅30可以具有大致相同尺寸的基部色散,这是通过以下方式实现的:一方面,使光在眼睛的方向上再次从眼镜片3衍射出来,另一方面,使依赖于

颜色的衍射角大致彼此补偿。所有颜色在离开眼镜片3之后分别尽可能地在相同的方向上运行,其结果是能够防止颜色明显地散开。为实现这种全等,相应的第二子光束的朝向所需目标图像位置的各个相邻的耦合输出的堆叠可以作为评估参数插入到正常优化的优值函数中,即,对于每个目标图像位置,针对光能够到达所述目标图像位置的不同的可能的耦合输出分支进行图像品质(调制传递函数、光斑大小等等)以及叠置准确度方面的优化。此处的自由度是用于在全息图的照明中以生成第三光栅29和第四光栅30的激光源的位置。由于眼镜片的相对较小的厚度,由弯曲眼镜片3、4处的全反射导致的波的干涉状态方面的差异相对于相邻的耦合输出而言是相对较小的,并且因此可以被非常良好地加以优化。

[0080] 第三光栅29和第四光栅30的特征和设计可以按照与第一光栅27和第二光栅28的情形相同的方式实现。这两个光栅27和28也可以设计成使得,例如,取决于或依赖于颜色的衍射角被大致地补偿。两个光栅27和28也可被一起优化。

[0081] 此外,附加校正光学系统(例如,透镜、镜面、计算机生成的全息图等)也可以被引入全息图的照明结构中以实现性能的额外改进。

[0082] 为了在强度方面尽可能地实现均一的场分布,第四光栅30和/或第二光栅28的衍射效率可以例如随着耦合输出的增加而增加。这可以通过相应光栅30、28的轮廓深度的适当分布来实现。因而,在第一耦合输出中,仅有相对小部分的可能的衍射效率被使用,并且衍射效率从第一耦合输出向最后的耦合输出是增加的。

[0083] 此外,可以将一分度/渐变滤光片(例如,可变灰色滤光片)布置成靠近图像生成模块8。也可以针对强度提供所述成像系统的适当的与位置相关的辐射特征。

[0084] 为了获得针对白光的尽可能良好的结果,第三光栅29和第四光栅30可以分别设计为例如三个相应光栅的叠加,它们的中心频率被设计成使得对应的中间波长的光束被叠置。这里,一对光栅可以分别例如被调适为用于红光、绿光和蓝光。第一光束27和第二光栅28也同样适用上述设定。

[0085] 效率特性的另外改进可以通过将第三光栅29与第四光栅30和/或第一光栅27与第二光栅28分别设计为反射体光栅而实现。

[0086] 耦合输出部段11被设计成使得用户可以感知在周围环境上叠加的耦合输出虚像。此外,第三光栅29和第四光栅30可以分别形成于前侧5上作为反射光栅。两个板状部段20、21可以例如通过在边缘区域15中产生用于形成气隙22的狭缝而形成。

[0087] 在根据本发明的显示装置中,根据成像系统的相关联的像素的位置,第一子光束因而击中第四光栅30最多 n 次,其中 n 是大于或等于3的整数。在实施例中,此处所描述的 n 等于5。另外,根据相关联的像素的位置,每个第一子光束被耦合输出,1至 m 次连续击中所述第四光栅30,其中 m 是大于或等于1并且小于 n 的整数。在此处所描述的实施例中, m 对于光束 L_1 的第一子光束而言为2,对于光束 L_2 的第一子光束而言为3,且对于光束 L_3 的第一子光束而言为2。相应第一子光束的耦合输出最迟开始于在第四光栅30上的第 $(n-m+1)$ 次击中时。在第一子光束 L_{1_1} 的情况下,耦合输出开始于在第四光栅30上的第一次击中,在第一子光束 L_{2_1} 的情况下,耦合输出开始于在第四光栅30上的第二次击中,并且在第一子光束 L_{3_1} 的情况下,耦合输出开始于在第四光栅30上的第四次击中。

[0088] 另外,在所描述的实施例中,情况是,对于相应第一子光束的所需的输出而言,需要二到三个耦合输出或衍射耦合输出。然而,也可能对于第一子光束 L_1 - L_3 中至少一个而言

仅需要一个衍射耦合输出。

[0089] 由于第三光栅29必须强烈地衍射第一子光束 $L1_1-L1_4$ 使得第一子光束 $L1_1-L1_4$ 随后在眼镜片3中通过全内反射引导,因此需要大约1700-2300线/mm的光栅频率。在绿光的情况下,例如,需要大约2000线/mm的光栅频率,在红光的情况下,例如需要大约1700线/mm的光栅频率,并且在蓝光的情况下,例如需要大约2300线/mm的光栅频率。同样的情况也适用于第四光栅30,其必须借助于全反射将射向它的第一子光束 $L1_1-L1_4$ 朝向用户的眼睛耦合输出。因此优选的是通过具有平面波和/或球面波的全息照明制造第三光栅29和第四光栅30。用在全息图的照明中使用的激光源的位置是可用于校正调制传递函数和全等性的可能的校正系数。为了实现改进,特别地,也可使用变形的波前。在光栅的照明期间,特殊的光学系统或计算机生成的全息图可以被引入到照明束路径中以进一步改进整体性能。

[0090] 在目前为止所描述的实施例中,耦合输入部段10和耦合输出部段11分别被形成为衍射式的。然而,也可能的是,将耦合输入部段10和耦合输出部段11分别形成为非衍射式的部段。例如,耦合输入部段10和耦合输出部段11可以分别被形成为局部或部分反射式部段。

[0091] 在图13中,耦合输入部段10以与图4相同的方式被示意性地图示,其中相同的元件被标示以相同的附图标记,并且在对其的说明中,参考上文所述。与根据图4的实施例形成对照的是,在根据图13的耦合输入部段10的情况下,没有提供光栅,而是在第一板状部段的第二侧24处提供了反射面元31,在第一板状部段的第一侧23处提供了部分反射面元32并且在第二板状部段21的第二侧26处提供了反射面元33。

[0092] 面元31-33被定向,使得经由第一侧23进入第一板状部段20的光束L1被朝向第一侧23反射并且击中第一(一个或若干)面元32。光束L1的一部分作为第一子光束 $L1_1$ 而被转向从而使得其运行通过第二侧24、第一侧25并且击中反射面元33,这在y方向上产生了转向。光束L1的未在面元32处反射的部分运行穿过面元32并且击中第一侧23,在该处在朝向第二侧24的方向上发生全内反射,结果是此部分 $L1'$ 再次运行穿过部分反射面元32,并继而在第二侧24处通过全内反射朝向第一侧23转向并因而再次击中所述部分反射面元32。以同样方式,继而在该处产生分束,结果是光束L1被分成若干子光束 $L1_1-L1_4$,它们被耦合进入眼镜片3中,使得它们在后侧6和前侧5处通过全内反射引导至耦合输出部段11。

[0093] 所述部分反射面元通过面元34连接。它们可以优选地是透明的或部分透明的,其结果是,在第一侧32处完全地反射的光束也可运行穿过面元34。

[0094] 如可以从图14的图示中习知的,耦合输出部段11包括若干部分反射面元35,它们通过面元36连接,面元36优选地是透明的或部分反射性的。

[0095] 如可从图14中的图示所习知的,部分反射面元35充当分束器,其结果是,在每种情况下被反射的第一子光束 $L1_1$ 的部分被作为第二子光束 $L1_{11}-L1_{14}$ 耦合输出,并且将投射的部分在前侧5和后侧6处进行另一次全反射之后引导成另外的耦合输出(在y方向上偏移)。

[0096] 当然,所描述的实施例也可以彼此组合。因而,例如,结合图13加以描述的面元31、32可以形成在第一板状部段20处,同时第三光栅29被设置在第二板状部段21处,并且第四光栅30被设置于耦合输出部段10中。此外,也可以在第一板状部段处提供第一光栅27和第二光栅28,以及在第二板状部段21处以及在耦合输出部段11中提供相应的面元33和35。

[0097] 所描述的五个耦合输出仅是意图作为示例。当然,也可提供更少(但至少三个)或更多的耦合输出。利用更多的耦合输出,可以提供更大的视场。

[0098] 另外,到目前为止,仅已针对一个眼镜片(左侧眼镜片3)描述了根据本发明的显示装置。根据本发明的显示装置可以形成为使得额外的信息项(成像系统8的图像)仅经由一个眼镜片(例如左侧眼镜片)生成并且反射至用户的视野中。当然,也可能形成两个眼镜片,其结果是额外项信息可以反射至用户的双眼。在此情况下,这些信息项也可被反射成使得对于用户而言形成所反射的信息的三维图像印象。

[0099] 眼镜片3、4可以是用于校正有视觉缺陷的眼镜片。然而,它们并不必须是这样的眼镜片;它们也可以对于视力缺陷不具有光学校正效果。根据本发明的显示装置1可以被形成为运动眼镜、太阳镜和/或用于校正视觉缺陷的眼睛。

[0100] 眼镜片3、4且特别是左侧眼镜片3与根据本发明的显示装置一起描述,仅作为示例。眼镜片3、4,或至少左侧眼镜片3,分别单独地形成为根据本发明的眼镜片3、4。根据本发明的左侧眼镜片3自然也可以形成为右侧眼镜片。

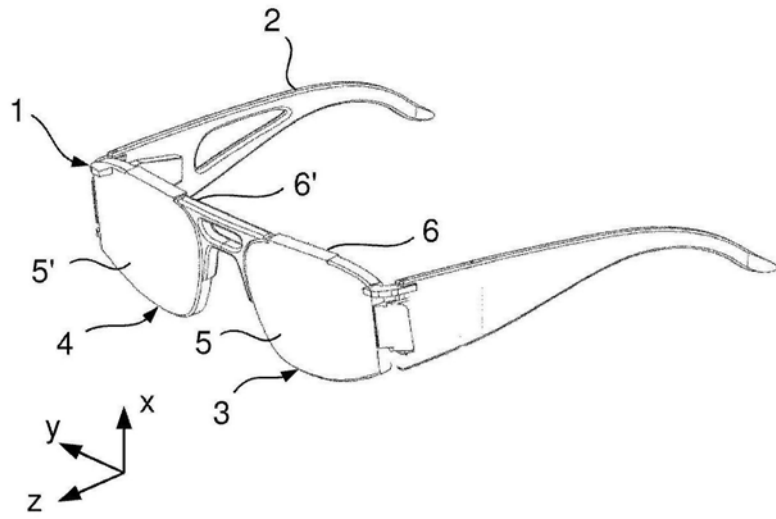


图1

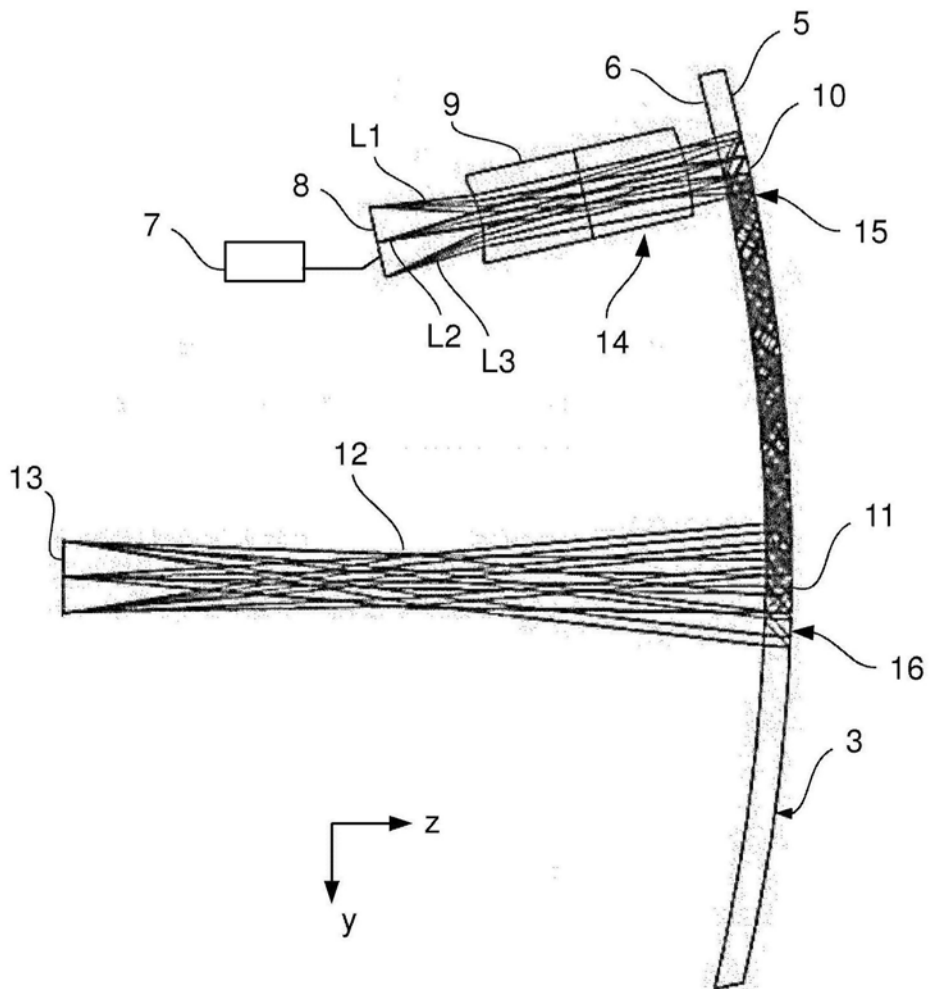


图2

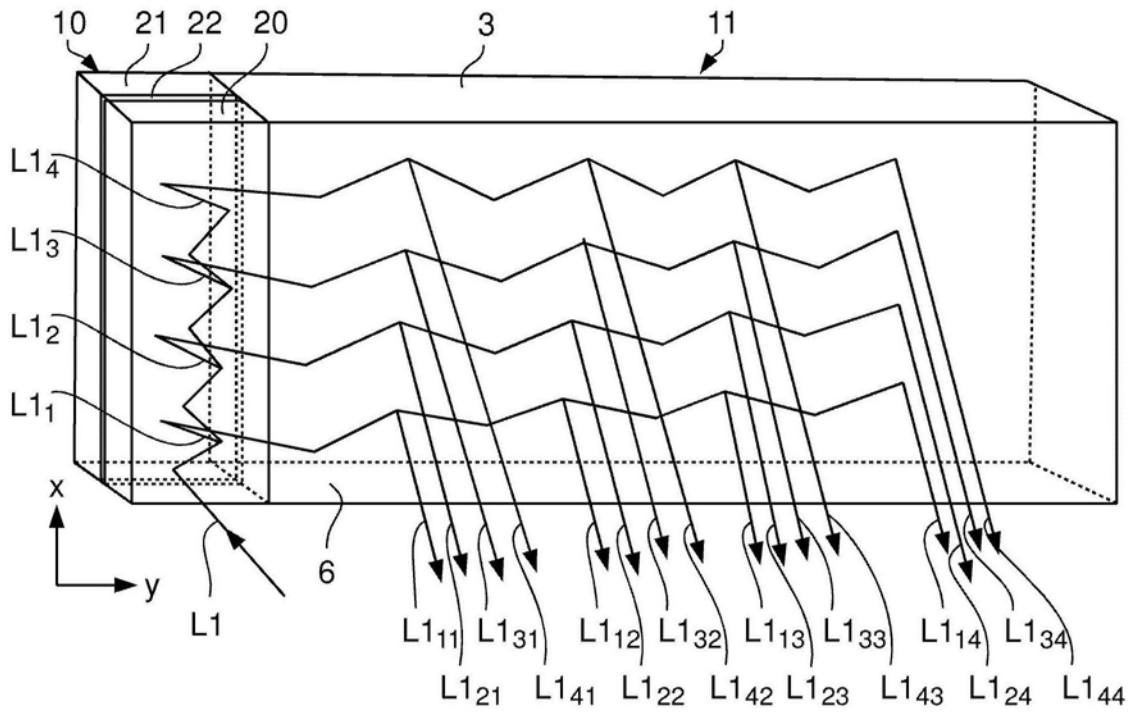


图3

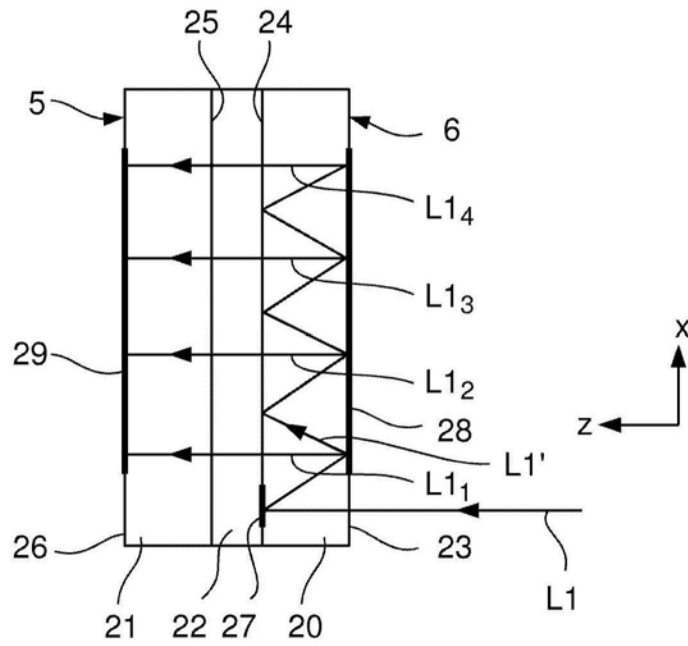


图4

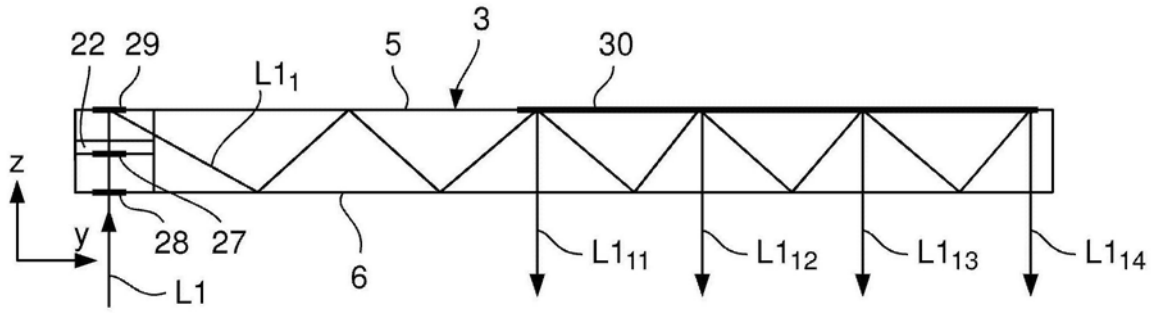


图5

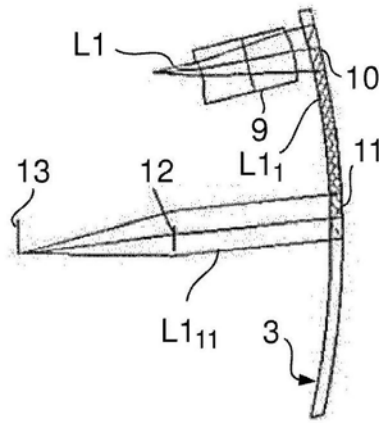


图6a

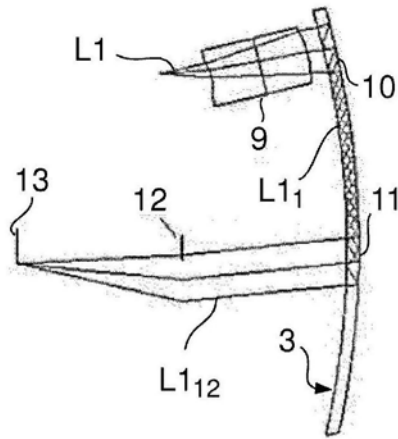


图6b

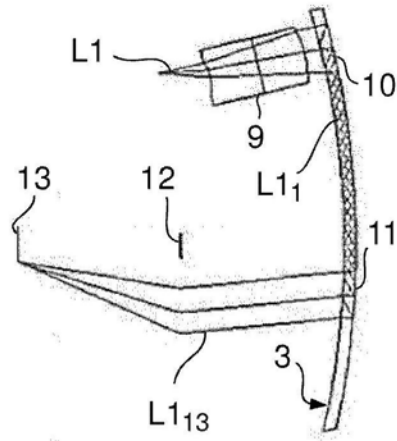


图6c

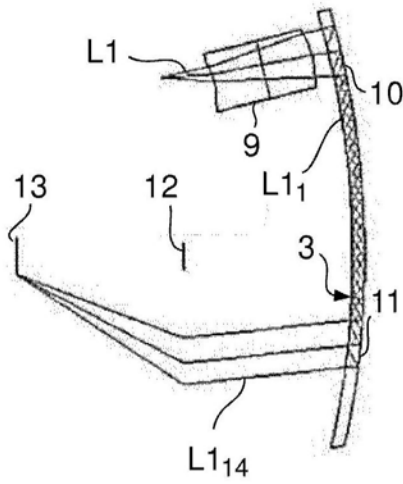


图6d

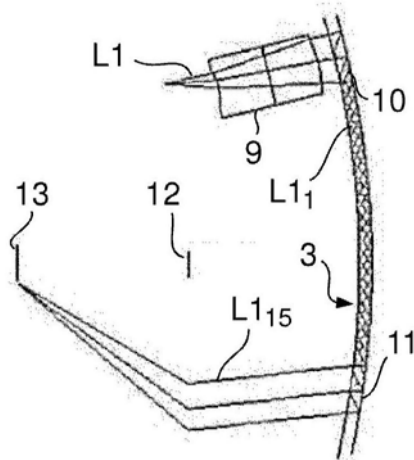


图6e

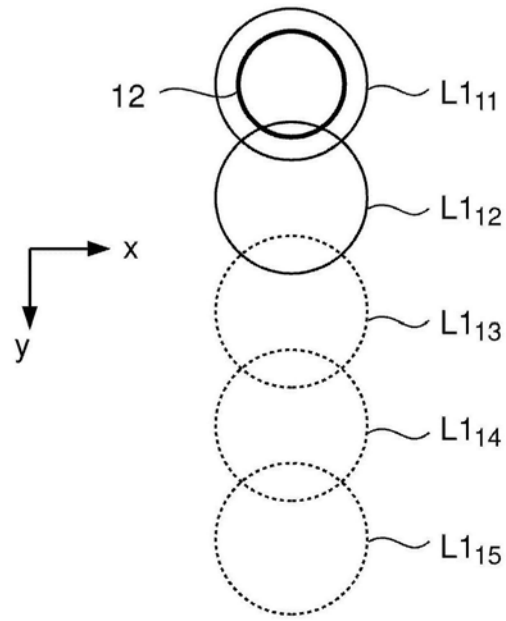


图7

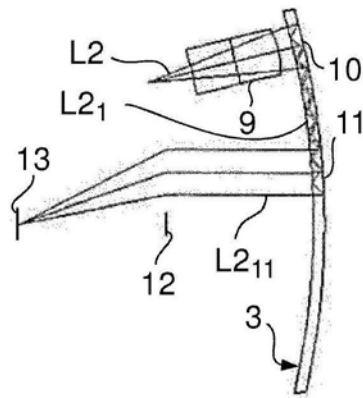


图8a

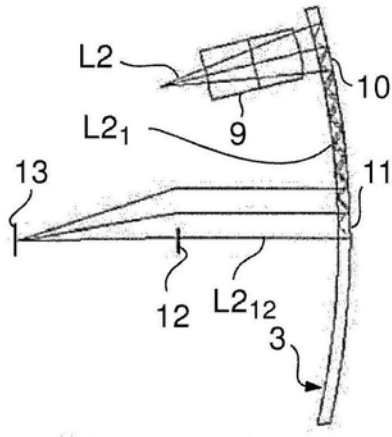


图8b

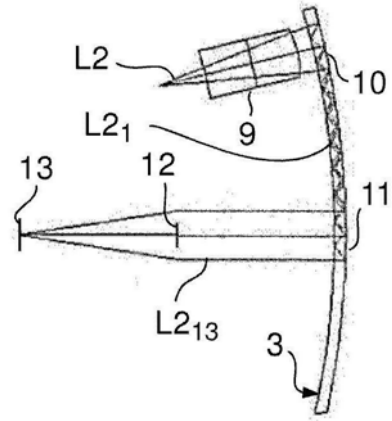


图8c

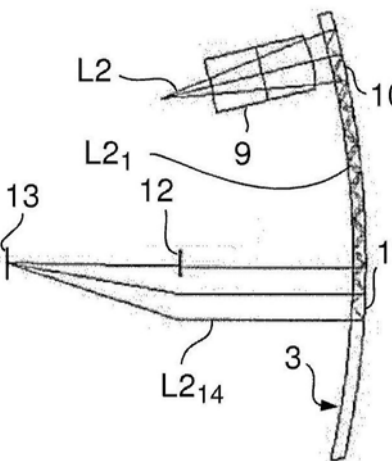


图8d

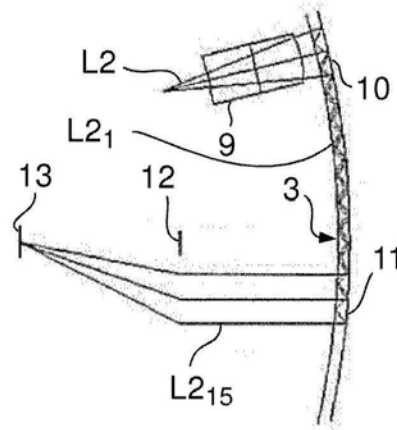


图8e

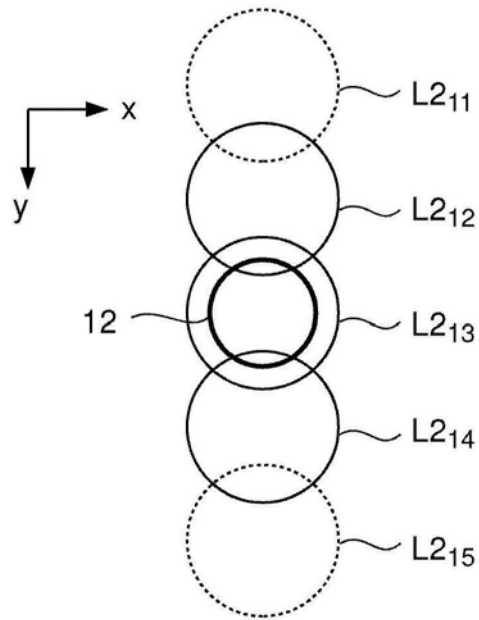


图9

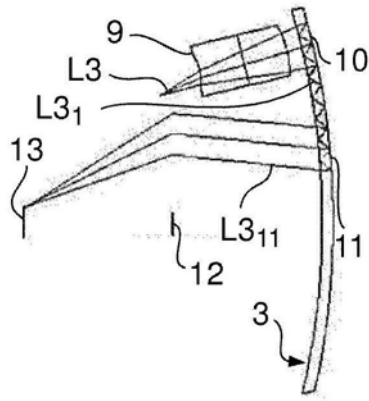


图10a

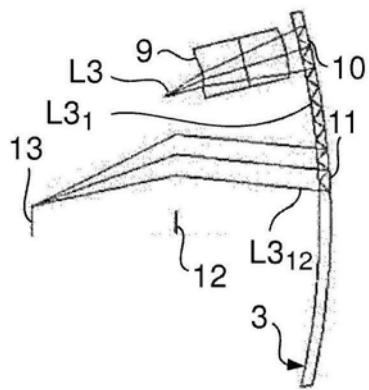


图10b

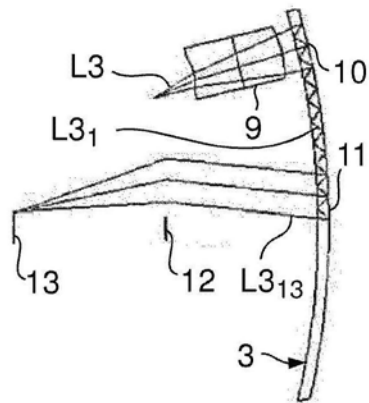


图10c

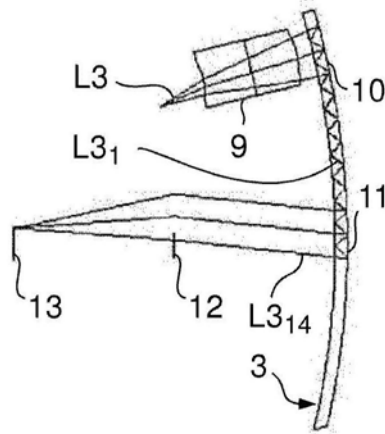


图10d

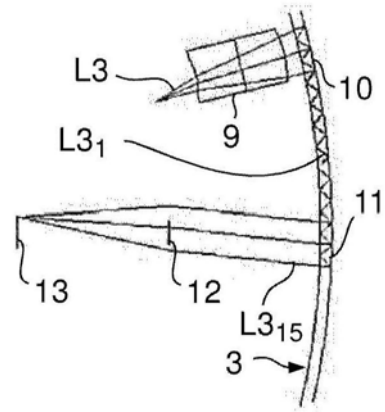


图10e

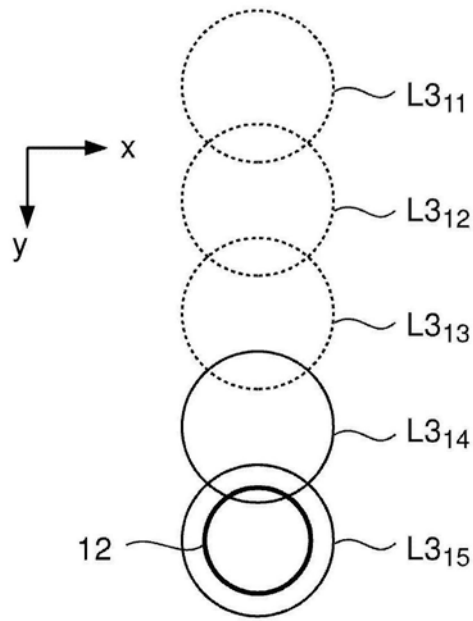


图11

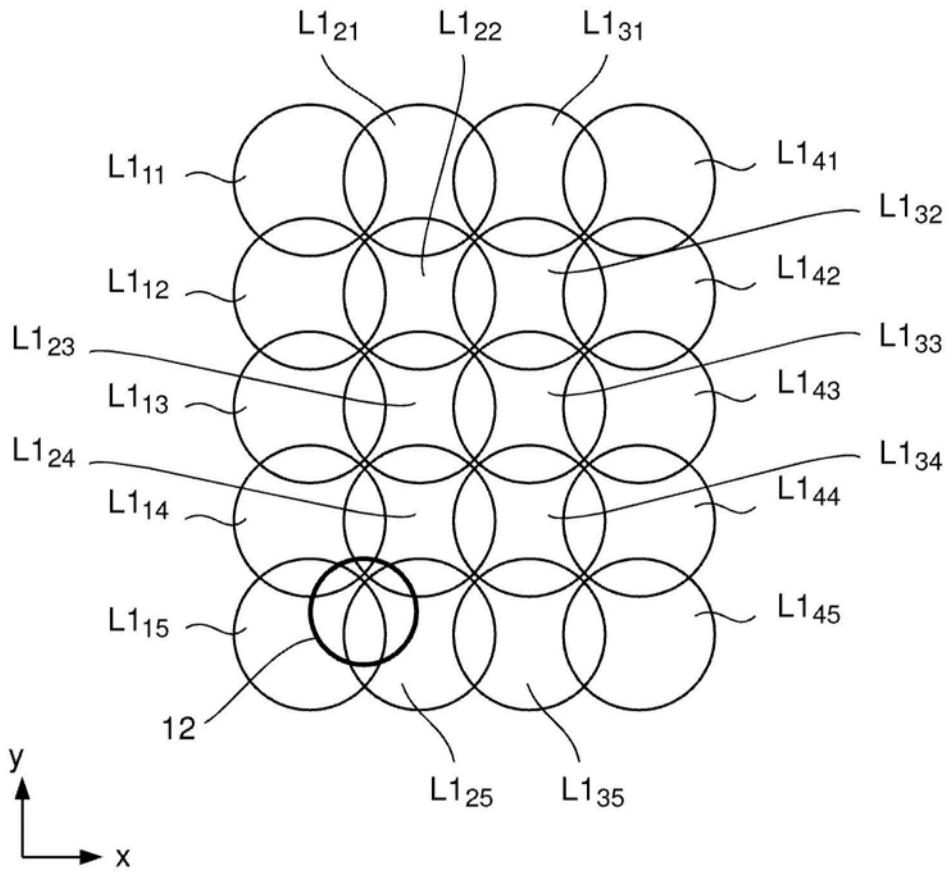


图12

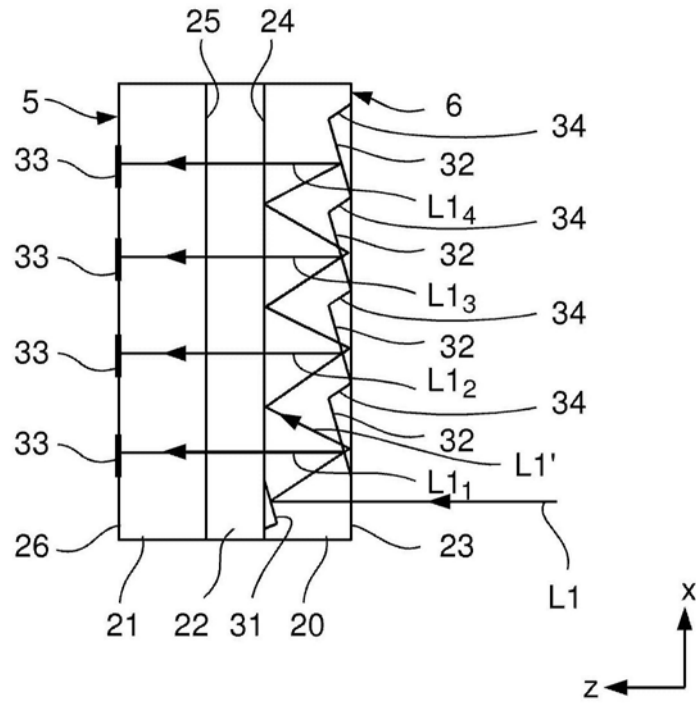


图13

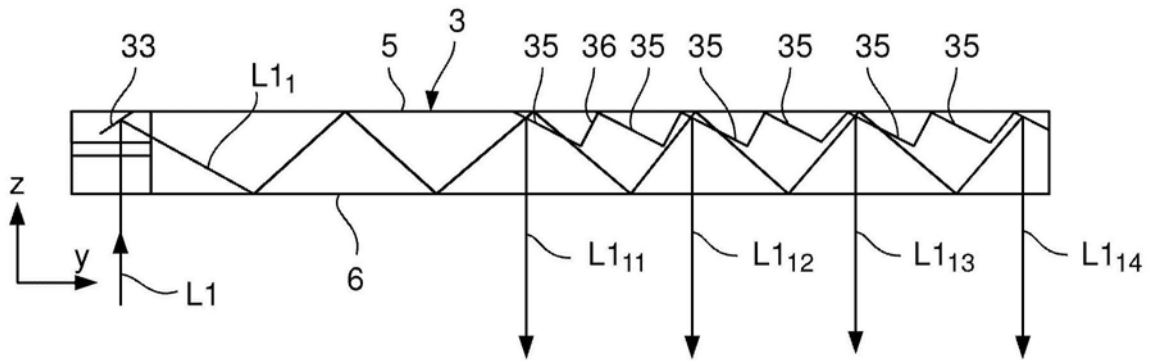


图14