



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107076986 B

(45)授权公告日 2019.12.13

(21)申请号 201580057053.X

(22)申请日 2015.10.13

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107076986 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(30)优先权数据
102014115341.3 2014.10.21 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2017.04.20

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2015/073671 2015.10.13

(87)PCT国际申请的公布数据
W02016/062582 DE 2016.04.28

(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
卡尔斯腾·林迪希

(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 27/00(2006.01)

(56)对比文件
US 8233204 B1,2012.07.31,说明书第3栏
第44行—第4栏第3行,第6栏43-59行,第7栏第4-
17行,附图3,10.

US 8233204 B1,2012.07.31,说明书第3栏
第44行—第4栏第3行,第6栏43-59行,第7栏第4-
17行,附图3,10.

DE 102007004444 A1,2008.08.07,说明书
第[0080]-[0089],附图6-8,40.

US 2010208341 A1,2010.08.19,说明书第
[0051]-[65]段.

CN 104395815 A,2015.03.04,

审查员 许晓亮

权利要求书2页 说明书9页 附图6页

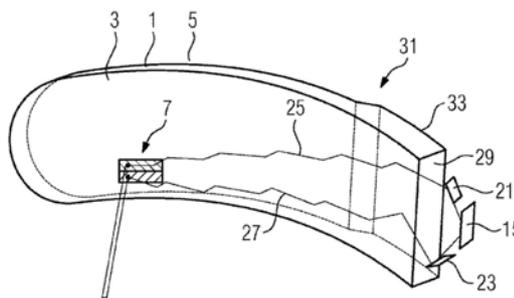
(54)发明名称

成像光学器件和数据眼镜

(57)摘要

本发明涉及一种用于产生虚拟图像的成像光学器件,包括:至少一个佩戴在眼睛前面的镜片(1),镜片具有朝向眼睛的内部面(3)和背向眼睛的外部面(5),显示装置(13),所述显示装置包括用于显示原始图像的图像生成机构(15),其中,图像生成机构(15)是从原始图像中产生虚拟图像的成像光路的初始点,耦合输入装置(29、31、33),用于将成像光路耦合输入到镜片(1)的内部面(3)与外部面(5)之间,存在于镜片(1)中的耦合输出结构(7、107、207),用于将成像光路从镜片(1)中朝向眼睛的方向耦合输出。耦合输入装置(29、31、33)将成像光路以如下方式耦合输入到镜片(1)的内部面(3)与外部面(5)之间,使得成像光路通过在内部面(3)与外部面(5)之间的反射而朝向耦合输出结构(7)传送。耦合输

出结构(7)沿分隔线(39)由两个彼此间成 β 角延伸的子结构(41、43)组成,所述子结构将由不同方向射入的光路(25、27)朝向眼睛耦合输出,其中,射入的光路(25、27)的不同的方向通过子结构(41、43)之间的角度 β 来确定。在显示装置(7)与镜片(1)的其中发生第一反射的区域之间存在分光器结构(21、23),分光器结构将从图像生成机构(15)发出的成像光路分成两条成像子光路,成像子光路形成从不同方向打在耦合输出结构的子结构(41、43)上的光路(25、27)。



1. 一种用于产生虚拟图像的成像光学器件,包括:

至少一个佩戴在眼睛前面的镜片(1),所述镜片具有朝向眼睛的内部面(3)和背向眼睛的外部面(5),

显示装置(13),所述显示装置包括用于显示原始图像的图像生成机构(15),其中,图像生成机构(15)是从原始图像中产生虚拟图像的成像光路的初始点,

耦合输入装置(29、31、33),用于将成像光路耦合输入到镜片(1)的内部面(3)与外部面(5)之间,

存在于镜片(1)中的耦合输出结构(7、107、207),用于将成像光路从镜片(1)中朝向眼睛的方向耦合输出,

其中,耦合输入装置(29、31、33)将成像光路耦合输入到镜片(1)的内部面(3)与外部面(5)之间的方式为,使得成像光路通过在内部面(3)与外部面(5)之间的反射而朝向耦合输出结构(7、107、207)导送,

耦合输出结构(7、107、207)具有:包括磨面(35、135、235)的条带结构,所述条带结构沿分隔线(39)由两个彼此间成 β 角延伸的子结构(41、43)组成,所述子结构将由不同方向射入的光路(25、27)朝向眼睛耦合输出,其中,射入的光路(25、27)的不同的方向通过子结构(41、43)之间的角度 β 来确定,条带结构沿分隔线(39)被分成两个子结构(41、43), β 角代表两个垂直于磨面(35、135、235)的伸展方向延伸的直线之间的角度,以及

在显示装置(13)与镜片(1)的其中发生第一反射的区域之间存在分光器结构(21、23),所述分光器结构将从图像生成机构(15)发出的成像光路分成两条成像子光路,所述成像子光路形成从不同方向打在耦合输出结构的子结构(41、43)上的光路(25、27),

其特征在于,耦合输出结构(7、107、207)布置在镜片(1)的外部面(5)或内部面(3)上, β 角被如下选择:在耦合输出结构(7、107)布置在镜片(1)的外部面(5)上的情况下,用于外部面(5)上的反射的最后的反射点相比于不是由两个相互间成 β 角布置的子结构(41、43)构成的耦合输出结构位于外部面(5)的一区域中,耦合输出结构(7、107)不处在外部面的该区域中,或者,在耦合输出结构(207)布置在镜片(1)的内部面(3)上的情况下,用于内部面(3)上的反射的最后的反射点相比于不是由两个相互间成 β 角布置的子结构(41、43)构成的耦合输出结构位于内部面的一区域中,耦合输出结构(207)不处在内部面的该区域中。

2. 根据权利要求1所述的成像光学器件,其特征不在于,来自不同方向的光路中的一条(25)与分隔线(39)夹成角度 $\beta/2$,相反,来自不同方向的光路中的另一条(27)与分隔线(39)夹成角度 $-\beta/2$ 。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的成像光学器件,其特征不在于,耦合输入装置(29、31、33)布置在镜片(1)的侧边棱上,耦合输出结构(7、107、207)具有沿宽度伸展方向延伸的宽度(b)和沿垂直于宽度伸展方向的高度伸展方向延伸的高度(h),其中,宽度伸展方向基本上沿镜片(1)的横向延伸,子结构之间的分隔线(39)平行于宽度伸展方向地延伸。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述成像光学器件,其特征不在于,分隔线(39)将耦合输出结构(7、107、207)分成两个相同大小的子结构(41、43)。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述成像光学器件,其特征不在于,用于每个成像子光路的光分器结构包括至少一个偏转元件(21、23),所述偏转元件将相应的成像子光路朝向耦合输出结构(7、107、207)的相应的子结构(41、43)的方向偏转进入镜片(1)中,针对两个成

像子光路的偏转元件(21、23)以如下方式取向:使得成像子光路的从图像生成机构(15)的相同的原图点发出的光束(25、27)再度会合在虚拟图像中的相同的图像点上,并且用于两个成像子光路的成像光学器件具有相同的焦距。

6. 根据权利要求5所述的成像光学器件,其特征在于,分光器结构(21、23)包括至少一个反射性的偏转元件和/或至少一个折射性的偏转元件。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的成像光学器件,其特征在于,耦合输入装置(29、31、33)和/或耦合输出结构(7、107、207)和/或分光器结构(21、23)以如下方式成型:使得耦合输入装置和/或耦合输出结构和/或分光器结构除了自身的原始功能之外,还参与到图像产生中。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的成像光学器件,其特征在于,耦合输出结构(7、107)是具有反射性条带的反射性条带结构。

9. 根据权利要求1至7中任一项所述的成像光学器件,其特征在于,耦合输出结构(207)是具有折射性条带的折射性条带结构。

10. 根据权利要求1至7中任一项所述的成像光学器件,其特征在于,耦合输出结构是具有衍射性条带的衍射性条带结构。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的成像光学器件,其特征在于,两个子结构(41、43)之间的角度 β 以如下方式选定:使得参数 $e = (E \times \alpha) / d$ 取至少0.4的数值,其中,E表示处于眼睛的输入光瞳(9)上的出瞳的直径,单位以毫米计, α 是视场角,单位以弧度计,d是镜片(1)的厚度,单位以毫米计。

12. 根据权利要求11所述的成像光学器件,其特征在于,镜片(1)具有不大于3毫米的厚度d。

13. 根据权利要求11或权利要求12所述的成像光学器件,其特征在于,水平的视场角 α 为至少12.5度。

14. 一种数据眼镜,具有用于产生虚拟图像的根据权利要求1至13中任一项所述的成像光学器件。

成像光学器件和数据眼镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于显示虚拟图像的成像光学器件以及具有用于显示虚拟图像的成像光学器件的数据眼镜。

背景技术

[0002] 数据眼镜是头戴显示器的特殊形式。头戴显示器的常见形式使用的是能够戴在眼镜前方而且向使用者展示计算机生成的图像或由照相机拍摄的图像的显示屏。这种头戴显示器通常体积庞大而且无法实现对环境的直接感知。近来,头戴显示器得到发展,其能够向使用者呈现利用照相机拍摄的图像或计算机生成的图像,而不妨碍对环境的直接感知。这种头戴显示器(下面也称数据眼镜)实现了在日常生活中利用这种技术。

[0003] 数据眼镜能够按照不同的类型来提供。数据眼镜(特别是以其紧凑性和美学上的可接受性著称)的类型基于镜片中的波导原理。在此,图像产生机构生成的光在镜片外部准直化,并且通过镜片的端面耦合输入,从镜片的端面出发,通过多次全反射一直传播到眼前。这样,这里存在的光学元件将光朝向眼瞳的方向耦合输出。在此,耦合输入镜片和从镜片中耦合输出的过程能够以衍射、反射或折射的方式实现。在衍射性的耦合输入和输出的情况下,用作耦合输入和输出元件的是几乎相同线数的绕射光栅,其中,各个光栅的强烈色散的效应彼此相互补偿。基于绕射光栅的耦合输入和输出元件例如在US2006/0126181A1和US2010/0220295A1中有所介绍。针对具有反射性或折射性耦合输入或输出元件的数据眼镜的示例例如在US2012/0002294A1中有所介绍。

[0004] 在其中将成像光束在多次(全)反射下从耦合输入元件引导至耦合输出元件的数据眼镜与使用的是衍射性、反射性或折射性的元件无关地都具有所谓的“脚印重叠(Footprint Overlap)”的问题。这种问题在下面结合图1和图2详细阐释,这种问题限制了视场(FOV field of view)的尺寸以及数据眼镜在眼动区域的位置上的出瞳尺寸,并且因此需要相对较高的镜片厚度。

[0005] 眼动区域是成像光路中光导通道的眼瞳能够在其中活动的而图像不发生渐晕的立体区域。因为在数据眼镜中,眼睛关于数据眼镜的间距基本是恒定的,所以眼动区域可以降级成二维的眼动区域,其仅涉及到眼睛的转动运动。在这种情况下,眼动区域基本上等于数据眼镜在眼睛的输入光瞳位置上的出瞳。这种出瞳一般通过眼瞳来给定。虽然数据眼镜指的是凭借其将成像光路从图像生成机构延伸至数据眼镜的出瞳的系统,但是为了理解“脚印重叠”有帮助的是,沿反向、也就是从出瞳向图像生成机构来观察光路。因此,在后续的描述中,观察的是从数据眼镜的出瞳出发的光导通道,其中,光导通道的边界通过从眼动区域的每个点朝向眼镜的方向传播的光束的视场角来确定。当在镜片1的内部面3上发生折射时,光线在光导通道中打到镜片1的外部面5上。在外部面上存在耦合输出结构7,耦合输出结构沿水平方向从点B延伸至点C。点B与点C之间的间距通过光导通道的所希望的伸展来确定,其又与眼动区域9的所希望的尺寸和所希望的视场角相关。在这里,视场角首先是水平的视场角,其关于看视轴涉及如下的角度,像场的水平边缘点以该角度入射到光瞳中。在

此,看视轴表示眼睛的中央凹(Fovea)(视网膜的视敏度最高的点)与像场中心点之间的直线。在图1中,光导通道的延伸在眼动区域直径为E而镜片1的厚度为d的情况下,对应相对较小的视场角示出。光导通道的所有光线从耦合输出结构7朝向镜片1的内部面3的方向绕射或反射,并且从那里借助于内部全反射,反射回到镜片1的外部面5上,光线从外部面出发,在全反射下再次反射回到镜片1的内部面3上。这种来回反射一直发生到达到耦合输入元件为止,光导通道从耦合输入元件出发,则再度朝向图像生成机构的方向延伸。

[0006] 当如图1中所示那样,视场角相对较小时,光导通道的光线在镜片1的内部面3上发生第一次全反射之后,打到镜片1的外部面5的处在耦合输出元件7外部的区域上(在图1中右侧点B旁边)。相反,当需要较大的视场角时,这正如在图2中所示那样,需要相对扩大的耦合输出结构7'。但是,这使得:光导通道的打到耦合输出结构7'的处在点A与点C之间的分段上的光线当在镜片1的内部面3上发生第一次全反射之后,反射返回到镜片1的外部面5的在其中还存在耦合输出结构7'的区域上。所述区域(在下面也称为重叠区域)在图2中处在点B与点D之间。由于存在耦合元件(其在图2中所选的图示中可以是折射性或反射性的耦合输出元件),从镜片1的内部片3反射到B与D之间的区域中的光线不朝向内部面3反射返回,使得用于成像的光线不丧失。

[0007] 当视场角不扩大,而是眼动区域的直径扩大的话,也出现类似的问题。在这种情况下,也给出如下的点A和点C,在点A与点C之间存在将光线朝向镜片1的内部面3的方向反射的区域,光线又从所述内部面在全反射的情况下,反射返回到耦合输出结构7'的由点B和点D标明的区域中并且因此不能用于成像。当眼动区域E和视场角保持不变而为此减小镜片的厚度时,相应的情况同样适用。换言之,在视场角足够大的情况下,足够大的眼动区域直径E仅能够凭借镜片的一定的最小厚度d来实现。

[0008] 在此处,再一次需要指出的是,针对上述观察,光路是逆反的,实际的光路从图像生成机构延伸到数据眼镜的出瞳中。但从原理上来看,不是这样,因为从图像生成机构发出的、在点B与点D之间的区域中打到耦合输出结构7'上的光线不反射到出瞳中,因为这部分光线借助于全反射朝向镜片内部面的方向反射回去,但这是需要的,用以达到点A与点C之间的耦合输出结构7'的区域,光线从该区域出发,被朝向出瞳的方向耦合输出。

发明内容

[0009] 基于所介绍的现有技术,本发明的第一个目的在于,提供一种成像光学器件,凭借这种成像光学器件能够减少“脚印重叠”的问题。此外,本发明的第二个目的在于,提供一种有利的数据眼镜。第一个目的通过根据权利要求1所述的成像光学器件来实现,第二个目的通过根据权利要求14所述的数据眼镜来实现。从属权利要求包括本发明的有利设计方案。

[0010] 本发明提供一种用于显示虚拟图像的成像光学器件,这种成像光学器件特别是能够用于数据眼镜。成像光学器件包括:

[0011] 至少一个佩戴在眼睛前面的镜片,镜片具有朝向眼睛的内部面和背向眼睛的外部面。在按照本发明的成像光学器件中,镜片可以是矫正视力缺陷的镜片,或者是光学中性元件,不对视力缺陷加以矫正。光学中性元件可以特别是当成像光学器件应当用作设计为太阳镜或护目镜的数据眼镜中时,是这种情况。此外,镜片可以由合成材料或玻璃制造。镜片可以多层地构造。

[0012] 显示装置,所述显示装置包括用于显示原始图像的图像生成机构(显示器),其中,图像生成机构是由初始图产生虚拟图像的成像光路的初始点或者说出发点。显示装置能够仅由图像产生机构构成,或者显示装置可以包括其他元件,例如透镜、反光镜、棱镜等,和/或包括用于调校图像产生机构的装置。可以考虑作为图像产生机构的是所有类型的显示器,特别是液晶显示器(LCD显示器)、基于发光二极管的显示器(LED显示器)以及基于有机发光二极管的显示器(OLED显示器)。

[0013] 用于将成像光路耦合输入到镜片的内部面与外部面之间的耦合输入装置。耦合输入装置例如可以是镜片的一部分或显示装置的一部分。

[0014] 存在于镜片中的、用于将成像光路从镜片朝向眼睛的方向耦合输出的耦合输出结构。在此,耦合输入装置将成像光路以如下方式耦合输入到镜片的内部面与外部面之间,使得成像光路通过在镜片的内部面与外部面之间的全反射而向耦合输出结构传导。反射可以通过镜片的一种/多种介质与包围的介质(一般为空气)之间的界面上的全反射来实现或者通过在施加到镜片的内部面和/或外部面上的反射性或部分反射性的涂层上的反射来实现。在此,存在的可能性是,所有反射通过全发射来实现,或者所有反射通过在反射性或部分反射性的涂层上的反射来实现。但也存在如下可能性,一个或多个反射通过在反射性或部分反射性的涂层上的反射来实现,其余的反射通过全反射来实现。内部面和/或外部面不一定是镜片的一种/多种介质与包围其的介质之间的界面。而是内部面和/或外部面在镜片多层结构的情况下,能够布置在镜片内部镜片的层或分体之间。例如,内部面可以由镜片的朝向眼睛的第一分体与镜片的背向眼睛的第二分体之间的部分反射性的层形成。相同情况适用于外部面。

[0015] 在按照本发明的成像光学器件中,耦合输出结构沿分隔线由两个以角度 β 彼此相对布置的子结构组成,从不同方向射入的光路朝向眼睛的方向耦合输出,其中,射入的光路的不同方向由子结构之间的角度 β 来确定。在此情况下,特别是存在如下可能性,分隔线将耦合输出结构分成两个相同大小的子结构。此外,从不同方向射来的光路中的一个与分隔线夹成 $\beta/2$ 的角度,从不同方向射来的光路中的另一个与分隔线夹成 $-\beta/2$ 的角度,使得关于分隔线的对称性能够得以实现。

[0016] 在显示装置与镜片的其中发生第一反射的区域之间,在按照本发明的成像光学器件中还存在分光结构,分光结构将从图像生成机构发出的成像光路分为两个成像分光路,这些分光路形成从不同方向打在耦合输出结构的子结构上的光路。分光结构特别是可以布置在图像生成机构与镜片的边缘之间。

[0017] 在按照本发明的成像光学器件中,耦合输入装置特别是可以布置在镜片的侧边棱上。这样,耦合输出结构可以具有沿宽度伸展方向延伸的宽度和沿垂直于宽度伸展方向的高度伸展方向延伸的高度,其中,宽度伸展方向基本上沿镜片的横向延伸。在这种情况下,两个子结构之间的分隔线可以平行于宽度伸展方向地延伸。这种设计方案能够特别好地与典型镜片的几何形状相统一。此外,这种设计方案实现了在设有成像光学器件的数据眼镜中,将显示装置安装在镜架中或者镜架与镜片之间,使得显示装置能够相对不引人注目地整合到数据眼镜中。

[0018] 凭借按照本发明的成像光学器件,开头介绍的“脚印重叠”的问题能够明显减轻。通过耦合输出结构由两个彼此以角度 β 布置的、将来自不同方向射入的光路朝向眼睛耦合

输出的子结构组合而成的方式,能够使镜片中必须发生反射而且在现有技术中处在点B与点D之间的分段中的区域迁移到耦合输出结构之外。当分隔线例如沿耦合输出结构的宽度伸展方向延伸时,反射能够基于子结构之间的角度而在镜片的处于耦合输出结构上方和下方的区域中迁移。

[0019] 因为耦合输出结构相对靠近成像光学器件的出瞳布置,所以出发点可以是,针对大多数原图点,成像同时通过两个成像分光路延伸,这意味着,从一个且为同一原图点发出的光束被分成沿两个成像分光路延伸的分光束。但是,分光束还必须再度到达相同的像点,这可以通过对分光结构的偏转元件调整方向来实现。此外,必须在两个成像分光路中存在相同的焦距,这能够通过成像光学器件的适当设计方案来实现。因此,按照本发明的成像光学器件的分光结构优选设计如下,分光结构针对每个成像分光路包括至少一个偏转元件,偏转元件使相应的成像光路朝向耦合输出结构的相应子结构的方向偏转,其中,偏转元件针对两个成像子光路以如下方式取向,使得成像光路的从图像生成机构的同一原图点发出的光束在虚拟图像中,再次会合在同一像点上。此外,成像光学器件对于两个成像子光路具有相同的焦距。偏转元件特别是可以是反射性的偏转元件或折射性的偏转元件。可以用作反射性的偏转元件的是反光镜、棱镜面或其他反射面,能够用作折射性的偏转元件的例如是棱镜。

[0020] 成像光学器件可以至少部分地整合到耦合输入装置中并且例如以如下方式实现,使得耦合输入装置构造有相应的自由形状面。附加地或可替换地,成像光学器件可以至少部分地整合到耦合输出结构中,耦合输出结构这样例如可以具有相应的自由形状面。另外附加地或可替换地,成像光学器件可以至少部分地整合到分光器中,其中,则起反射作用的或起折射作用的面设计为适当的自由形状面。另外附加地或可替换地,成像光学器件可以至少部分地整合到显示装置中。在这里,成像光学器件具有适当的透镜面或气隙面。特别是存在如下可能性,耦合输入装置、耦合输出结构、分光器和显示装置中的至少两个分别包括一部分成像光学器件,并且共同用于产生虚拟图像。

[0021] 耦合输出结构特别可以是指反射性的条带结构,具有反射性的条带。在这种情况下,条带结构布置在镜片的外部面上,并且能够由反光的条带或部分反光的条带构成。特别是对于反光的条带的情况,可以将反射性的条带和非反射性的条带交替布置。这样,虚拟图像以如下方式与环境图像叠加,使得被反射的光束与由镜片发射的来自环境的光线在空间上交替射入光瞳,使得在光瞳中存在几何的光线叠加。在部分反光的条带中,相应的条带能够直接彼此相邻地布置。一部分环境光可以在这种情况下,朝向出瞳的方向经过部分反光的条带。同时,从图像生成机构射出的光线被部分反光的条带朝向出瞳的方向反射,使得发生物理光线叠加。

[0022] 相对于耦合输出结构作为反射性条带结构的设计方案可替换地,条带结构也可以设计为折射性的条带结构。这种条带结构则布置在镜片的内部面上并且使从图像生成机构发出的光线发生如下折射,使得光线偏转到镜片的出瞳中。

[0023] 针对耦合输出结构的设计方案的另一替代方案在于,将条带结构设计为衍射条带结构。在这种情况下,朝向眼动区域的耦合输出不借助于反射或折射来实现,而是借助于绕射或者说衍射来实现。这样,子结构以如下方式取向,使得其分布方向彼此间具有 β 的角度。但凭借衍射条带结构,一般多色耦合输出很复杂,所以还是优选反射性或折射性的条带结

构。

[0024] 与条带结构的设计方案无关地,当耦合输出结构应当是成像光学器件的一部分时,可以向相应的条带面叠加自由形状面。

[0025] 在按照本发明的成像光学器件中,两个子结构之间的角度 β 以如下方式选定,参数 $e = (E \times \alpha) / d$ 采用至少0.4的数值,优选至少0.5,其中, E 是处于眼睛的输入光瞳上的出瞳的直径,单位以mm计, α 是视场角,特别是水平视场角,以弧度计, d 是镜片的厚度,以mm计。参数 e 是能够通过成像光学器件的光导管的光通量的量度。利用根据现有技术的耦合输出结构,参数 e 的数值最大约为0.25。通过将耦合输出结构划分成两个彼此间成角度 β 延伸的子结构,能够将针对参数的数值提高到至少0.4,特别是至少0.5。这例如实现了镜片厚度的减小,使得至少具有视场角和眼动区域的成像光学器件(如其在现有技术中实现的那样)能够以相比于现有技术减小的镜片厚度来实现,例如镜片厚度不大于3mm、特别是不大于2.5mm。相反,根据现有技术的数据眼镜的成像光学器件的典型玻璃厚度为4mm或更大。另一方面,也存在如下可行性,镜片玻璃厚度相比于现有技术不改变,并且为此将视场角提高到至少 12.5° 、特别是至少 15° 、进一步特别是提高到 20° 。与此相区别地,根据现有技术的数据眼镜的成像光学器件的视场角目前约为 10° 。此外,也存在如下可行性,相比于现有技术,使镜片厚度减小,而且视场角扩大。这样,本发明例如在相比于现有技术降低的2.5mm的玻璃厚度下,在出瞳直径为6mm时,实现了相比于现有技术提高的 12.5° 的视场角。

[0026] 按照本发明的数据眼镜具有按照本发明的、用于产生虚拟图像的成像光学器件。利用按照本发明的数据眼镜能够实现的优点直接从参照按照本发明的成像光学器件介绍的优点中获得。

附图说明

[0027] 本发明的其他特征、特性和优点从参照附图对实施例的下列说明中获得。

[0028] 图1示出根据现有技术的、具有小视场角的数据眼镜中的成像光路的截面图。

[0029] 图2示出根据现有技术的、具有大视场角的数据眼镜中的成像光路的截面图。

[0030] 图3以示意图示出具有按照本发明的成像光学器件的数据眼镜的基本结构。

[0031] 图4以透视图示出图3中的成像光学器件中的成像分光路的分布或者说走向。

[0032] 图5以剖视图示出反射性的耦合输出结构,正如其用在图3中的成像光学器件中的方式。

[0033] 图6以俯视图示出图3中的成像光学器件的耦合输出结构。

[0034] 图7以俯视图示出根据现有技术的耦合输出结构。

[0035] 图8示以剖视图出可替换的反射性的耦合输出结构,正如其用在图3中的成像光学器件中的方式。

[0036] 图9以剖视图示出折射性的耦合输出结构,正如其用在图3中的成像光学器件中的方式。

具体实施方式

[0037] 针对具有按照本发明的成像光学器件的数据眼镜的实施例在下面结合附图详细介绍。在此,图1示出数据眼镜的示意图,图3示出分成像光路在成像光学器件的数据眼镜中

的分布或者说走向。

[0038] 图3中所示的实施例的数据眼镜包括带有至少一个镜片1的按照本发明的成像光学器件,镜片具有在数据眼镜佩戴的情况下朝向用户眼睛指向的内部面3和在数据眼镜佩戴的情况下背向用户眼睛指向的外部面5。另外,数据眼镜包括镜架11,在本实施例中,将带有图像生成机构15的显示装置13整合到镜架中。显示装置13作为成像光学器件的一部分,可以不同于所示出的实施例地,也整合到布置在镜架11与镜片1之间的结构元件中。

[0039] 成像光学器件产生了由图像生成机构15生成的原始图像的虚拟图像。相应的成像光路从图像生成机构15引导到成像光学器件的出瞳9中,出瞳在数据眼镜佩戴的情况下,处在用户眼睛的眼瞳的位置上,其中,在图3中仅示出眼睛转动点17。成像光路借助于成像光学器件的分光结构19(其在本实施例中通过第一反光镜21和第二反光镜23示出)分成两个成像分光路25、27。第一反光镜21产生第一成像分光路25并且将其在耦合输入面29的上端部耦合输入到镜片1的耦合输入分段31,而第二反光镜23产生第二成像分光路27并且将其在耦合输入面29的下端部耦合输入到镜片1的耦合输入分段31中。由在镜片1的外部面5上在耦合输入分段31中形成的反射面33将耦合输入的成像分光路25、27以如下方式反射到镜片1的外部面5与内部面3之间,使得成像分光路在打到内部面3上时经历全反射,通过全反射,成像分光路能够以产生另一次全反射的角度打到外部面5上。通过在镜片1的内部面和外部面上的一系列全反射,成像分光路25、27引导至成像光学器件的耦合输出结构7,成像分光路从该耦合输出结构出发,朝向成像光学器件的出瞳9的方向从镜片1中耦合输出。

[0040] 耦合输出结构7在图5和图6中详细示出。为了将成像分光路25、27从镜片1耦合输出,镜片1具有沿直线的伸展方向延伸的磨面35,所述磨面布置在镜片1的外部面5中。磨面35形成朝向镜片1的内侧指向的、完全或部分反光的面,该面将来自镜片1的内部面3的、全反射的光束以如下方式偏转,使得光束从镜片1中输出。在此,磨面35相对于镜片1的外部面5以如下角度来布置,使得耦合输出的光束延伸穿过成像光学器件的出瞳9,出瞳在数据眼镜佩戴的情况下处在用户眼睛的眼瞳的位置上。在各个磨面35之间存在中间分段37,中间分段的面对应的是镜片1的原来的外部面5。来自环境的光束通过中间分段37,穿过镜片1进入成像光学器件的出瞳9中。按照这种方式,处在成像光学器件的出瞳9中的是来自环境的光束和图像生成机构15发出的光束的几何叠加。因此,由成像光学器件产生的虚拟图像以仿佛悬浮在环境中一样地呈现给用户。

[0041] 图6以从成像光学器件的出瞳9方向的俯视图示出耦合输出结构7。在图6中,特别是能够看到:耦合输出结构7具有条带结构,其中,条带结构沿在本实施例中平行于耦合输出结构的宽度伸展方向延伸的分隔线39分成两个子结构41、43。子结构41、43彼此间以角度 β 延伸,其中, β 代表的是两条垂直于磨面35的伸展方向延伸的直线之间的角度,其中,每条直线都与分隔楔39夹成 $\beta/2$ (正负号不同)。直线基本上也对应的是成像分光路25、27的光线到耦合输出结构7的子结构41、43上的投影。成像分光路在图6中通过两条彼此成 β 角延伸的光线来表示。此外,在镜片1的内部面3上发生光线全反射的点通过打叉来标示,在镜片1的外部面5(在其中也构成耦合输出结构7)上发生光线全反射的点通过圆圈来标示。在图6中所绘的耦合输出结构45、47上,在图中所示的光线25、27朝向成像光学器件的出瞳9的方向从镜片1中耦合输出。

[0042] 如在图6中可见那样,在镜片1的外部面5上,在耦合输出结构7的上方和下方发生

光线25、27朝向镜片1的内部面3的方向的全反射,光线25、27在从内部面出发,借助于全反射反射至其耦合输出点45、47。耦合输出点45、47处在耦合输出结构7的左侧最靠外的边缘上。对于距耦合输出结构7的左边缘更远的耦合输出点,也就是比图6中所示的耦合输出点45、47更靠近耦合输出结构7的右侧边缘的点的情况,以圆圈标示的、在镜片1的外部面5上的全反射位置距离耦合输出结构7更远。相同的情况适用于图6中很靠近分隔线39的耦合输出点45、47远离分隔线39时。按照这种方式可行的是,耦合输出结构7的整个面都有光线达到,其最后的全反射处在耦合输出结构7的外部镜片1的外部面5上。为了比较,在图7中示出根据现有技术的耦合输出结构的情况,也就是并不是由两个彼此相对成角度布置的子结构构成的耦合输出结构的情况。如从图7中毫无疑问地可知,在根据现有技术的耦合输出结构中,其上发生镜片1的外部面5上的全反射的最后的点处在耦合输出结构的内部,使得不再发生适当的全反射。由此,给出的是参照图2介绍的情形。通过将耦合输出结构分成两个子结构并且将子结构彼此成角度 β 布置,能够实现的是,对应镜片1的外部面5上的全反射的最后的反射点迁移到外部面5的其中不存在耦合输出结构7的区域中。由此,相比于现有技术,耦合输出结构的可用面积扩大。在现有技术中,仅A与D之间的面积能够用于有用的耦合输出,而在按照本发明的耦合输出结构中,整个面积都能够用于有用的耦合输出。

[0043] 耦合输出结构7处在相对靠近成像光学器件的出瞳9的位置上。因为出瞳9在其整个直径上被成像光路的所有起成像作用的光束透射,所以借助于耦合输出结构7靠近光瞳的布置方案的出发点是:耦合输出结构7以其面积的很大部分将起成像作用的光束反射到出瞳9中。因此,分光器结构19以如下方式构造,使得分光器将从原图点到图像生成机构15的光束以如下方式划分,使得从原图点发出的光束通过两个成像分光束25、27传送到耦合输出结构7。起反射作用和/或折射作用的元件在分光器结构19中对此所需的精确的布置和取向与镜片1的特性和耦合输出结构7的子结构41、43之间的角度 β 相关。镜片1的涉及起反射作用和/或折射作用的元件在分光器结构19中布置和取向的参数特别是镜片1的厚度、构成镜片1的材料的折射率、镜片1的内部面3的曲率和镜片1的外部面5的曲率。此外,必须确保的是,两个成像分光路具有相同的焦距。这可以通过成像光学机构的参与成像的面的适当构造来实现。在本实施例中,参与成像的面分为耦合输出结构7和分光器结构19。耦合输出结构7和分光器结构19的所需的聚焦和/或散焦的特性以如下方式实现,使磨面35的反射面和分光器结构19的反射面和/或折射面分别具有自由形状,其适用于产生相应的聚焦或散焦。适当的面形状可以由本领域技术人员基于镜片1的特性或所需要的成像特性借助于光学器件设计软件来获取。

[0044] 通过将成像分光路25、27分开地导向耦合输出结构7的子结构41、43,能够将作为出瞳直径E与视场角 α 的乘积同玻璃厚度d的比值的常数e相对于现有技术至少加倍。在此,常数e是图像生成机构到成像光学器件的出瞳的可行的光通量的量度。在此,视场角 α 是朝向分隔线方向的视场角,分隔线在按照本发明的成像光学器件中一般以如下方式分布,使得分隔线39在数据眼镜佩戴的情况下,基本上沿水平延伸。通过扩大常数e,可行的是,例如将当前在现有技术中常见的 10° 的视场角扩大到在出瞳直径为6mm而玻璃厚度为4mm的情况下为 20° 。另一方面,还存在如下可能性,将视场角 α 仅扩大到 12.5° ,在出瞳直径为6mm的情况下,将玻璃厚度减低至2.5mm。在两种情况下,常量e约为0.52,相反,常量e在现有技术中(其中,视场角典型地为 10° ,出瞳直径典型地为6mm而玻璃厚度为4mm的情况下)具有0.26的

数值。

[0045] 在结合图3至图7介绍的实施例中,耦合输出结构7的磨面35可以完全反光,在磨面35之间存在无磨面的区域37。耦合输出结构的可替换的构造方案在图8中示出。在这种设计方案中,耦合输出结构107具有部分反光的磨面135。从镜片1的内侧3朝向磨面135部分反射的光束被磨面135反射到出瞳9中。来自环境的光束能够朝向出瞳的方向经过部分反光的磨面,使得在出瞳9的区域中,发生成像光路与来自环境的光束的光束叠加,使得对于设有成像光学器件的数据眼镜的用户而言,产生虚拟图像悬浮于环境中的印象。在本实施例中结合图3至图7介绍的耦合输出结构7能够没有问题地通过结合图8介绍的耦合输出结构107来替换。

[0046] 耦合输出结构的另一可替换的构造方案在图9中示出。图9中所示的耦合输出结构207并不基于将需要耦合输出的光束朝向出瞳9的方向反射,而是基于将需要耦合输出的光束朝向出瞳9的方向折射。为此,在图9中所示的耦合输出结构7中,如下的磨面布置在镜片1的内部面3上,成像分光路的从镜片1的外部面5最后一次全反射的光束打到该磨面上。在穿过光学上稀薄的介质空气(或其他光学上稀薄的介质)时,光束从磨面235的面法线出发,朝向出瞳9的方向折射。当在参照图3至图7介绍的实施例中应当使用如在图9中所示的耦合输出结构207时,耦合输出结构必须从镜片1的外部面5迁移到镜片的内部面3上。此外,成像光路必须进行如下修改,使得在成像分光路耦合输出前的最后一次全反射不在镜片1的内部面3上进行,而是在其外部面5上进行。

[0047] 如在图5中所示的耦合输出机构7中那样,在图8和图9中所示的耦合输出结构107、207中,也可以在磨面的起反射作用或折射作用的面上覆盖自由形状面,使得自由形状面能够用作成像光学器件的一部分。

[0048] 本发明特别是用于依照横向格式的虚拟图像,并且图像格式中的宽高比越大,在耦合输出结构的子结构之间需要的角度就越小。因此,本发明特别适合于横向格式的图像,特别是页面比例为16:9的横向格式的图像。在竖向格式的情况下,成像分光路例如可以在镜片的上侧面或下侧面上耦合输入到外部面与内部面之间,其中,耦合输出结构的子结构之间的分隔线则平行于高度伸展方向地延伸。成像分光路与侧面和分隔线平行于耦合输出结构的宽度伸展的分布相关地耦合输入到镜片的内部面与外部面之间过程即便在竖向格式下也可以保持成立,这时,耦合输出结构的子结构之间所需的角度 β 不能大到使成像分光路中的一条穿过镜片的上侧面或下侧面的程度。

[0049] 在本实施例中,镜片的内部面与外部面之间的将成像光路导送至耦合输出结构的反射通过在镜片介质与周围的空气之间的界面上的全反射来实现。可替换地,所有或一些反射也可以借助于施加到镜片上或嵌入镜片中的反射性或部分反射性的涂层来实现。

[0050] 本发明为了阐释而借助于实施例及其改动方案详细说明。但是本领域技术人员知晓的是,其他没有在实施例中详细介绍的改动方案可以实现。例如,反射面33布置在一部分镜片中,而是布置在独立的棱镜中,该棱镜布置在镜片与图像生成机构之间。分光器结构则可以要么布置在图像生成机构与棱镜之间,要么布置在棱镜与镜片之间。此外,不一定需要将耦合输出结构分成两个相同大小的子结构,并且成像分光路不需要相对于分隔楔以相同角度(正负号不同)延伸。必须将耦合输出结构布置在镜片中的原因是,成像分光路相对于分隔线具有不同的角度,由此成像分光路不经过镜片的上边缘或下边缘,这又可能使

得必须使耦合输出结构的子结构沿垂直于分隔线的方向具有不同的尺寸。因此,本发明不应当受到所介绍的实施例及其变型的特征组合的限制,而是仅通过所附权利要求加以限定。

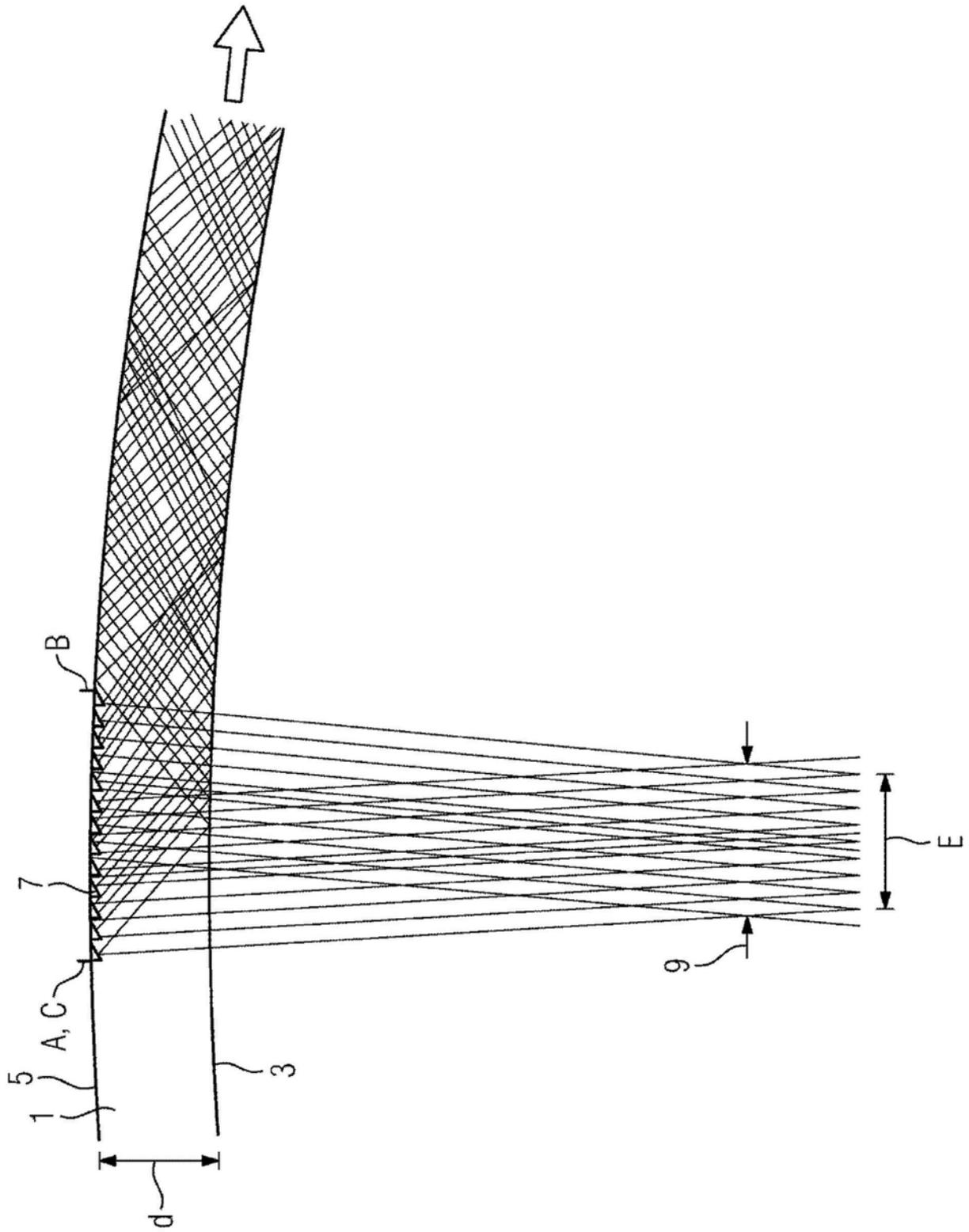


图1

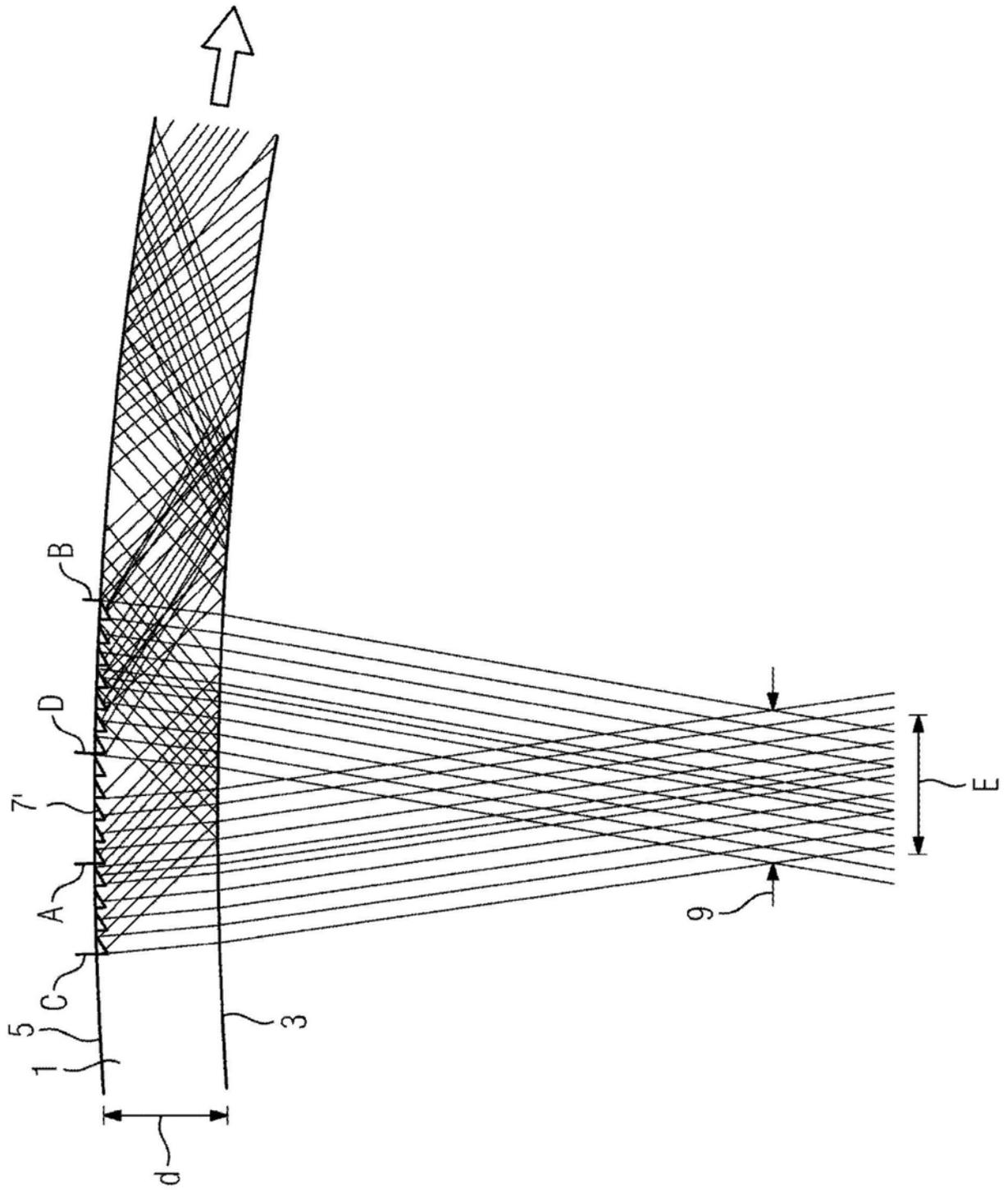


图2

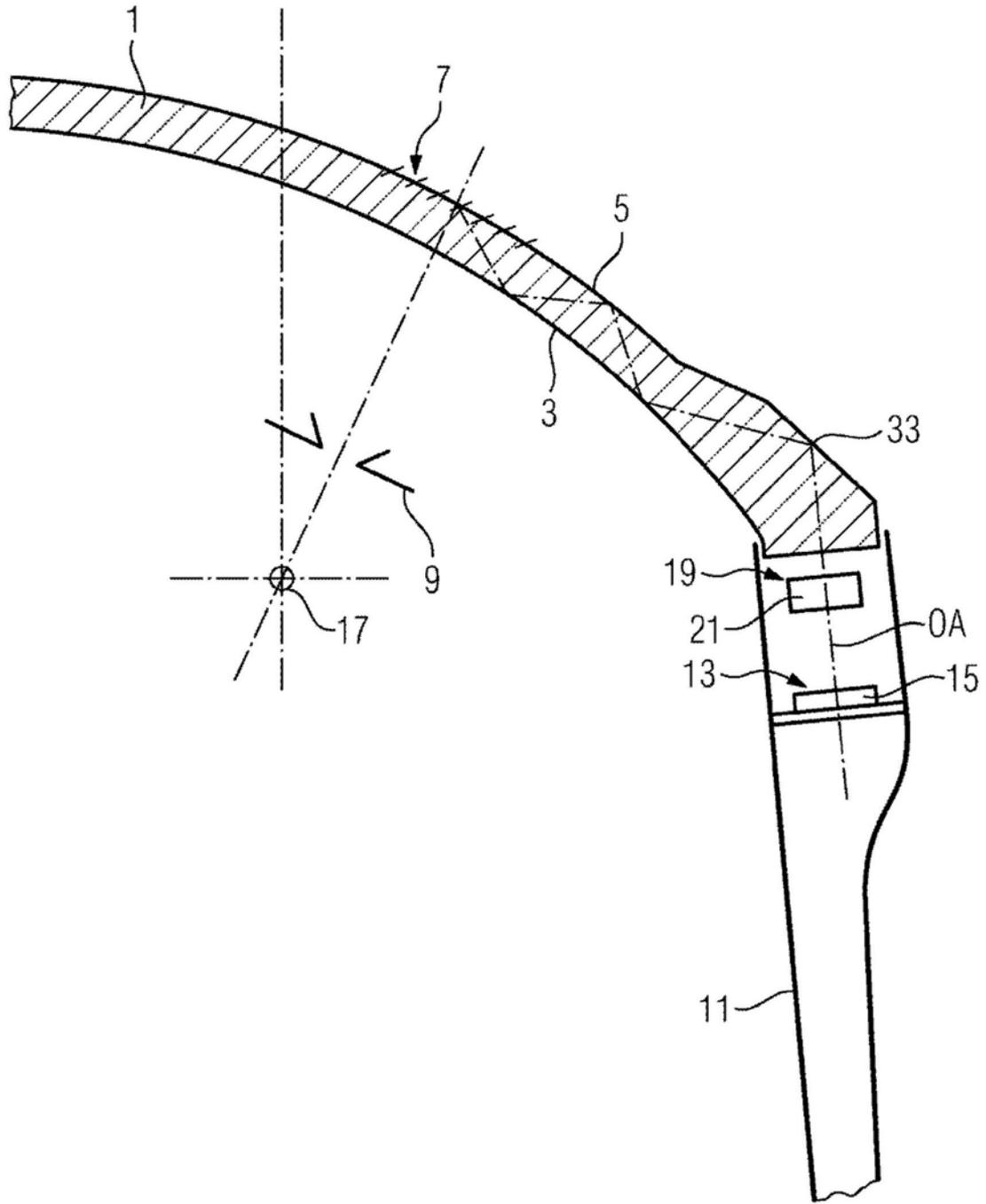


图3

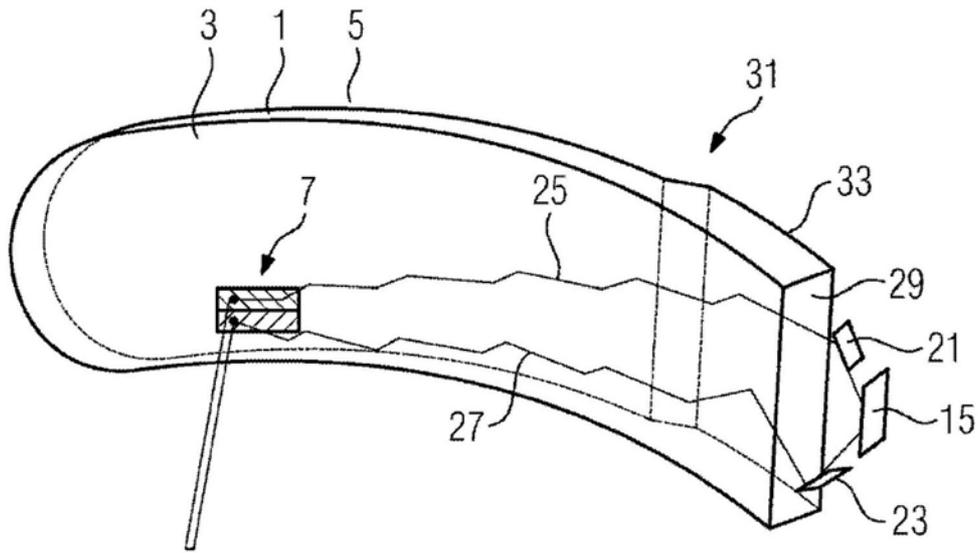


图4

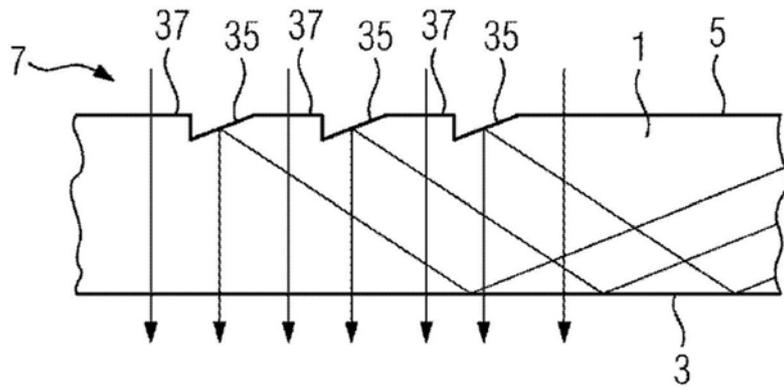


图5

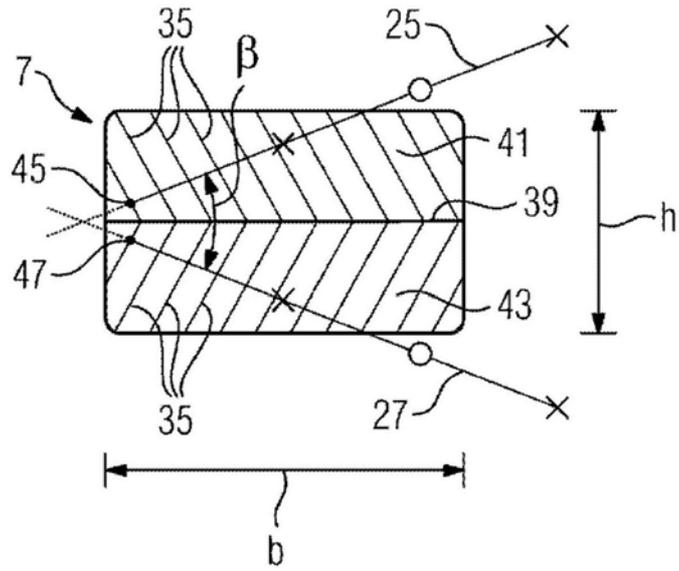


图6

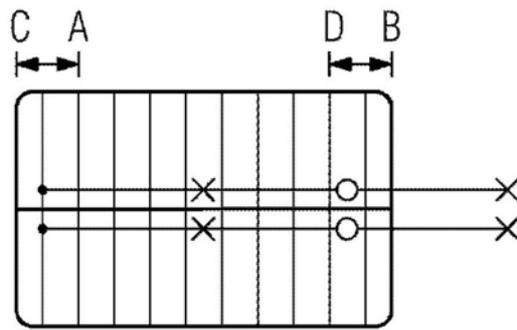


图7

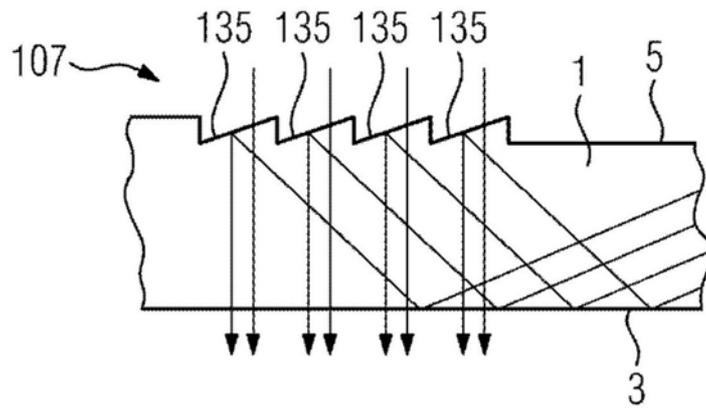


图8

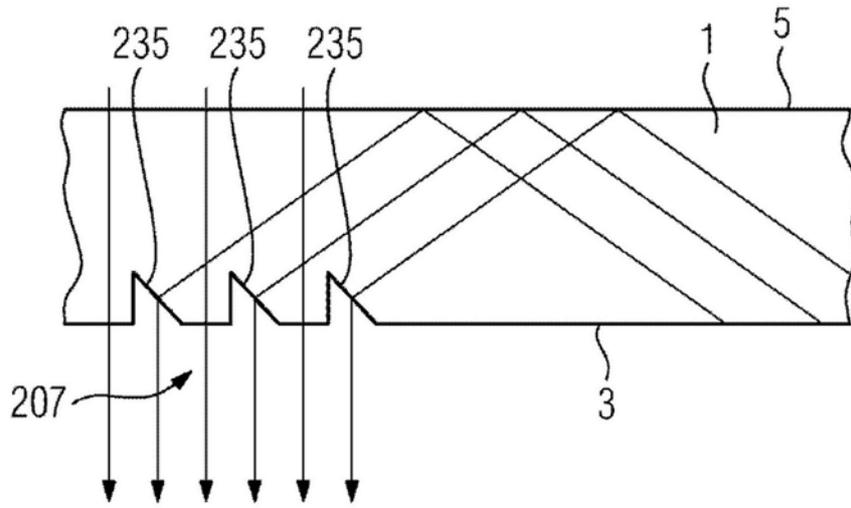


图9