



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101846803 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201010145507. 8

W0 2008090000 A1, 2008. 07. 31,

(22) 申请日 2010. 03. 23

审查员 吴松江

(30) 优先权数据

2009-074420 2009. 03. 25 JP

(73) 专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 井场阳一 杉原良平 龙田成示

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 党晓林

(51) Int. Cl.

G02B 27/01 (2006. 01)

G02B 5/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2008061052 A, 2008. 03. 13,

JP 2008083352 A, 2008. 04. 10,

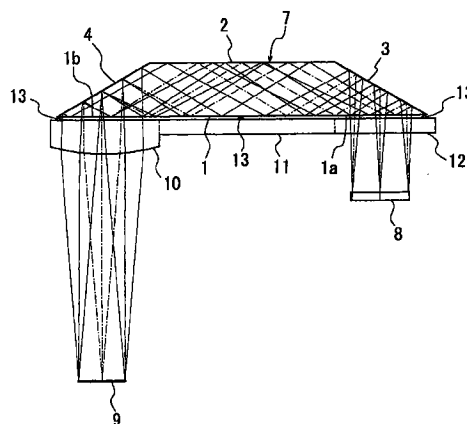
权利要求书1页 说明书9页 附图10页

(54) 发明名称

头戴式图像显示装置

(57) 摘要

一种头戴式图像显示装置,包括六面体棱镜,其中,彼此相对的第一光学表面和第二光学表面大致平行,所述第一光学表面与彼此相对的第三光学表面和第四光学表面中的每一个之间的内角相等,彼此相对的第五光学表面和第六光学表面构造成朝向彼此倾斜,并且所述第五光学表面和所述第六光学表面之间的距离从所述第三光学表面到所述第四光学表面变窄,此外,来自图像显示元件的光束通过第一部分光学表面进入所述六面体棱镜,在该棱镜内反射,并且通过第二部分光学表面出射到用户的眼瞳孔。



1. 一种头戴式图像显示装置,所述头戴式图像显示装置包括六面体棱镜,在所述六面体棱镜中,

彼此相对的第一光学表面和第二光学表面大致平行;

彼此相对的第三光学表面和第四光学表面中的每一个与所述第一光学表面之间的内角 θ 相等;并且

彼此相对的第五光学表面和第六光学表面构造成朝向彼此倾斜而使得所述第五光学表面和所述第六光学表面之间的距离从所述第三光学表面到所述第四光学表面变窄,其中

来自图像显示元件的光束通过作为所述第一光学表面的一部分的第一部分光学表面进入所述六面体棱镜,首先从所述第三光学表面反射出,然后按顺序从所述第一光学表面、所述第二光学表面、所述第一光学表面以及所述第四光学表面反射出,并且沿用户的眼瞳孔的方向通过作为所述第一光学表面的另一部分的第二部分光学表面出射,从而投射图像。

2. 根据权利要求1所述的头戴式图像显示装置,其中,所述内角 θ 是大约 30 度。

3. 根据权利要求1所述的头戴式图像显示装置,其中,对于所述六面体棱镜,在所述第二部分光学表面附近,沿着光轴方向的投影横截面的宽度等于或小于 4mm,所述宽度小于眼球的眼瞳孔的直径。

4. 根据权利要求1所述的头戴式图像显示装置,其中,所述第一部分光学表面和所述第二部分光学表面用一体模制的共用光学构件覆盖,并且在所述第一部分光学表面和第二部分光学表面与所述一体模制的共用光学构件之间插置有气隙,并且所述一体模制的共用光学构件相对于通过所述第二部分光学表面出射的光束起凸透镜的作用。

5. 根据权利要求4所述的头戴式图像显示装置,其中,所述一体模制的共用光学构件相对于通过所述第二部分光学表面出射的光束也起楔形棱镜的作用,并且相对于来自图像显示单元通过所述第一部分光学表面进入的光束也起楔形棱镜的作用。

6. 根据权利要求5所述的头戴式图像显示装置,其中,来自所述图像显示元件的光束通过所述一体模制的共用光学构件以入射角 Φ 入射在所述第一部分光学表面上,

所述入射角 Φ 是来自所述图像显示元件的光束与所述第一部分光学表面的法线所成的夹角。

7. 根据权利要求6所述的头戴式图像显示装置,其中,所述入射角 Φ 在 5 至 15 度之间。

8. 根据权利要求5所述的头戴式图像显示装置,其中,所述第一光学表面和所述第二光学表面的法线构造成相对于用户的沿正面方向的视轴以从 5 到 20 度的角倾斜设置。

9. 根据权利要求5所述的头戴式图像显示装置,其中,通过所述第二部分光学表面出射的光束轴和用户的沿正面方向的视轴具有沿水平方向的 20 ± 5 度的角和沿竖直方向 10 ± 5 度的角。

10. 根据权利要求1所述的头戴式图像显示装置,其中,所述头戴式图像显示装置和眼镜一起使用,并且从所述六面体棱镜出射的光束通过所述眼镜的镜片沿所述用户的眼瞳孔的方向投射图像。

头戴式图像显示装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2009 年 3 月 25 日提交的日本专利申请 No. 2009-074420 的优先权, 该日本专利申请的内容以引用方式并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种头戴式图像显示装置。

背景技术

[0004] 最近几年中, 所谓的头戴式图像显示装置 (或头戴显示器) 已引起注意。对于这种头戴式图像显示装置, 通过光学技术 (诸如镜子或棱镜) 将由紧凑型图像显示元件 (例如, 液晶显示屏和有机电致发光器件) 发出的视频图像光或静止图像光引导到用户的眼瞳孔。

[0005] 在这种情况下, 用于叠加外部光和图像光的方法包括使用光学元件 (所谓的组合器) 例如半透明反射镜的方法和瞳孔区分 (pupil division) 法。例如, 如日本专利申请 No. 2006-3879 所公开的, 瞳孔区分法具有诸如紧凑、轻质以及外部视野大的优点。

[0006] 另外, 例如, 如日本专利申请 No. 2008-535001 所公开的, 已知图像光通过在棱镜内部多次全反射从图像显示元件到眼瞳孔的光学系统。

发明内容

[0007] 然而, 对于上述相关技术中描述的传统光学系统, 难以提供沿横向的大直径的光瞳。特别是, 相对于瞳孔区分法, 沿横向延长光瞳的宽度以便与随观测者的不同而不同的瞳孔间距相对应是重要的。

[0008] 此外, 对于采用全反射的光学系统, 应该在光学表面上适当地保持具有空气的界面。换句话说, 对于进行全反射的光学表面, 要求防止水滴和灰尘进入气隙 (所谓的空气间隙)。特别是, 对于用于头戴式图像显示装置的光学系统, 提供能经受住外部环境 (诸如雨和风) 同时满足要求 (诸如紧凑和轻质) 的气隙是很重要的。

[0009] 因此, 在本发明中, 提供一种头戴式图像显示装置, 所述头戴式图像显示装置的光瞳的宽度沿瞳孔间距的方向大。此外, 所述头戴式图像显示装置是紧凑、轻质的并且可以经受住外部环境。

[0010] 上述问题能通过包括六面体棱镜的头戴式图像显示装置解决, 在所述六面体棱镜中, 彼此相对的第一光学表面和第二光学表面大致平行, 所述第一光学表面与彼此相对的第三光学表面和第四光学表面中的每一个之间的内角是相等的, 彼此相对的第五光学表面和第六光学表面构造成朝向彼此倾斜并且它们之间的距离从所述第三光学表面到所述第四光学表面变窄, 并且来自图像显示元件的光束通过作为所述第一光学表面的一部分的第一部分光学表面进入所述六面体棱镜, 首先从所述第三光学表面反射出, 然后从所述第一光学表面、所述第二光学表面、所述第一光学表面以及所述第四光学表面反射出, 并且通过

作为所述第一光学表面的另一部分的第二部分光学表面沿用户的眼瞳孔方向出射,从而投射图像。在这种情况下,可以说所述六面体棱镜具有锥形结构,其中高度方向从入射侧到出射侧变窄。除此之外,在所述六面体棱镜内的反射可以是通过镜面的反射和全反射,这可以根据每个光学表面适当地选择。

[0011] 在上述结构中,优选所述内角 θ 是大约 30 度,并且此外,对于所述六面体棱镜,在所述第二部分光学表面附近(即,所述六面体棱镜的出射端部),优选沿着光轴方向的投影横截面的宽度等于或小于 4mm。

[0012] 此外,优选所述第一部分光学表面和所述第二部分光学表面被一体模制的共用光学构件隔着气隙所覆盖,并且优选该一体模制的共用光学构件相对于通过所述第二部分光学表面出射的所述光束起凸透镜的作用。换句话说,所述光学构件可以被认为是凸透镜和六面体棱镜的保护构件(或保持构件)的一体模制。此外,所述光学构件可以是在所述光束通过的部分(例如凸透镜)和其他部分是不同的材料的一体模制(所谓的双色模制或双模制)。

[0013] 另外,所述一体模制的共用光学构件相对于通过所述第二部分光学表面出射的光束也可以起楔形棱镜的作用,并且相对于从图像显示单元入射到所述第一部分光学表面上的光也起楔形棱镜的作用。换句话说,所述光学构件可以被认为是凸透镜、两个楔形棱镜以及六面体棱镜的保护构件(或保持构件)的一体模制。所述光学构件也可以是在光束通过的部分(例如,凸透镜和楔形棱镜)和其他部分是不同的材料的一体模制。

[0014] 此外,来自所述图像显示元件的光束可以通过所述一体模制的共用光学构件以入射角 Φ 入射到所述第一部分光学表面上。换句话说,可以构造成使得图像光倾斜地进入六面体棱镜并且从该六面体棱镜上倾斜地出射(即所谓的在顶部分开的倒 V 形)。这时,当光束倾斜地进入所述第一光学表面时出现的像差可以通过将楔形棱镜插入该光束和该第一光学表面之间而减小。换句话说,在优选的结构中,所述楔形棱镜的楔角等于相对于所述第一光学表面的入射角 Φ ,并且图像光垂直进入该楔形棱镜。此外,即使当所述光束从所述六面体棱镜出射时,也优选相对于所述第一光学表面的出射角 Φ 等于楔形棱镜的楔角。

[0015] 另外,优选所述入射角 Φ 在从 5 至 15 度的范围内。

[0016] 此外,优选所述第一光学表面和所述第二光学表面的法线构造成被设置成使得所述法线相对于用户的沿正面方向的视轴以从 5 至 20 度的角倾斜。换句话说,优选所述六面体棱镜的纵向和连接用户的两个眼瞳孔的线设置成以 5 至 20 度的角倾斜。

[0017] 此外,优选沿所述用户的眼瞳孔的方向通过所述六面体棱镜的所述第一光学表面出射的光束的轴和沿用户的正面方向的视轴形成沿水平方向的 20 ± 5 度的角和沿竖直方向的 10 ± 5 度的角。换句话说,当从用户角度观察时,优选图像的显示位置定位于沿水平方向的 20 ± 5 度和沿竖直方向的 10 ± 5 度的范围内。

[0018] 另外,所述头戴式显示器和眼镜一起使用,并且优选从六面体棱镜出射的光束通过所述眼镜的镜片沿用户的眼瞳孔的方向投射图像。

[0019] 根据本发明,可以提供一种头戴式图像显示装置,所述头戴式图像显示装置在沿瞳孔间距的方向具有大宽度的光瞳。此外,所述头戴式图像显示装置是紧凑、轻质的并且可以经受住外部环境。

附图说明

- [0020] 图 1 是示出根据本发明一种实施方式的六面体棱镜的示意图；
- [0021] 图 2 是示出根据本发明的实施方式的光导光学系统的示意图；
- [0022] 图 3 是示出沿根据本发明的实施方式的光导光学系统的纵向的光束的示意图；
- [0023] 图 4 是示出根据本发明的另一实施方式的光导光学系统的示意图；
- [0024] 图 5 是示出根据本发明的实施方式的镜框架结构的示意图；
- [0025] 图 6 是示出根据本发明的又一实施方式的光导光学系统的示意图；
- [0026] 图 7 是示出根据本发明的实施方式的镜框架结构的示意图；
- [0027] 图 8 是示出根据本发明的实施方式的镜框架结构的示意图；
- [0028] 图 9 是示出根据本发明的实施方式的头戴式显示器的示意图；
- [0029] 图 10 是示出根据本发明的实施方式的光学单元的优选布置的示意图；
- [0030] 图 11 是示出根据本发明的实施方式在右眼的视野内的图像显示位置的示意图。

具体实施方式

[0031] 下面将参照附图描述本发明的实施方式。

[0032] （第一实施方式）

[0033] 图 1 是示出用于本发明的该实施方式的六面体棱镜 7 的示意图。图 1(a) 是正视图,图 1(b) 是平面图。图 1 所示的六面体棱镜 7 包括第一光学表面 1、第二光学表面 2、第三光学表面 3、第四光学表面 4、第五光学表面 5 以及第六光学表面 6。

[0034] 第一光学表面 1 和第二光学表面 2 在六面体中彼此相对并且彼此大致平行。第三光学表面 3 和第四光学表面 4 在六面体中彼此相对并且相对于第一光学表面 1 倾斜成彼此面对。换句话说,第三光学表面 3 和第四光学表面 4 构成所谓的在顶部分开的倒 V 形。此外,第一光学表面 1 和第三光学表面 3 之间的内角 θ 大约等于第一光学表面 1 和第四光学表面 4 之间的内角。在本实施方式中,两个内角都采用 30 度的结构。此外,由于第一光学表面 1 和第二光学表面 2 是平行的,因此第二光学表面 2 和第三光学表面 3 之间的内角等于第二光学表面 2 和第四光学表面 4 之间的内角。另外,第三光学表面 3 和第四光学表面 4 用反射镜涂层处理。

[0035] 换句话说,在根据本实施方式的六面体棱镜 7 中,如图 1 所示,第一光学表面 1、第二光学表面 2、第三光学表面 3 以及第四光学表面 4 构成具有等腰梯形形状的横截面。此外,在该梯形的横截面图中,第一光学表面 1 比第二光学表面 2 长,第二光学表面 2 比第三光学表面 3 和第四光学表面 4 长。更具体地说,在本实施方式中,该横截面的第一光学表面 1 是 32mm,第二光学表面 2 是 16mm。此外,第一光学表面 1 和第二光学表面 2 之间的距离是 4.61mm。

[0036] 另一方面,第五光学表面 5 和第六光学表面 6 在六面体中彼此相对并且稍微地倾斜成彼此面对。对于这种倾斜,如可从图 1 所见,第五光学表面 5 和第六光学表面 6 之间的距离从第三光学表面 3 到第四光学表面 4 变窄。此外,在第四光学表面 4 附近,优选第五光学表面 5 和第六光学表面 6 之间的距离等于或小于 4mm。在本实施方式中,该距离是 2.7mm。另外,在本实施方式的第三光学表面 3 附近,第五光学表面 5 和第六光学表面 6 之间的距离是 4mm。

[0037] 图 2 是示出根据本发明的光导光学系统的实施方式的示意图。

[0038] 图 2 所示的光导光学系统设有六面体棱镜 7 和目镜 10。目镜 10 是平凸透镜并且构造成：设置成使得该目镜 10 的平面在靠近第四光学表面 4 的位置邻近于第一光学表面 1。然而，第一光学表面 1 和目镜 10 的平面是邻近的，而不是相连。这是因为，如后面描述的，在目镜 10 附近，第一光学表面起透射面和全反射面的作用。对于图像显示元件 8，应当注意可以在液晶面板、有机 EL 面板等当中适当地选择。

[0039] 如图 2 所示，从图像显示元件 8 发出的图像光入射在第一部分光学表面 1a 上，该第一部分光学表面 1a 是第一光学表面 1 的一部分。之后图像光首先从第三光学表面 3 反射或全反射出，然后按顺序从第一光学表面 1、第二光学表面 2、第一光学表面 3 以及第四光学表面 4 反射出，并且通过第二部分光学表面 1b 出射，该第二部分光学表面 1b 是第一光学表面 1 的另一部分。此外，通过第二部分光学表面 1b 出射的图像光进入邻近的目镜 10 并且通过目镜 10 的正功率出射至用户的眼瞳孔位置 9。

[0040] 如图 2 所示，通过作为第一光学表面 1 的一部分的第一部分光学表面 1a 进入的图像光首先从第三光学表面 3 反射出，并且（从内部）再次入射在第一部分光学表面 1a 上。这时，由于光以第三光学表面 3 的倾角（根据本实施方式大约 30 度）反射出，因此第一部分光学表面 1a 上的入射角（根据本实施方式大约 60 度）大于临界角。换句话说，在这种情况下图像光从第一部分光学表面 1a 全反射出。即，第一部分光学表面 1a 同时起透射面和全反射面的作用。

[0041] 对于作为第一光学表面 1 的另一部分的第二部分光学表面 1b 和第四光学表面也会出现相同的现象。换句话说，光束从第二部分光学表面 1b 全反射出，之后从第四光学表面 4 全反射出，从而以等于或小于临界角的入射角入射在第一光学表面 1 上，并且最终穿过第一光学表面 1。

[0042] 如上所述，根据本发明的六面体棱镜 7 利用临界角的性质。因此，在六面体棱镜 7 的界面处的折射率差异是重要的。因此，优选六面体棱镜 7 和目镜 10 设置成具有插置于它们之间的空气距离（所谓的气隙）。

[0043] 另外，如从图 2 所见，对于根据本发明的光导光学系统，横向瞳孔直径大。例如，在本实施方式中，虽然第一光学表面 1 和第二光学表面 2 之间的距离是 4.61mm（见图 1），但是横向瞳孔直径是 8mm。当光束在第一光学表面 1 和第二光学表面 2 之间线性传播时不会出现这种现象。然而，通过使光束在第一光学表面 1 和第二光学表面 2 之间重复全反射的同时进行传播可以实现这种现象。

[0044] 为了示出本实施方式的光导光学系统的纵向光束，在图 3 中，省略了全反射，以用于直线表示。换句话说，省略了第三光学表面 3、第一光学表面 1、第二光学表面 2、第一光学表面 1 以及第四光学表面 4 上的全反射，通过平行于图 2 中的第一光学表面 1 或第二光学表面 2 的横截面示出光束示意图。

[0045] 如图 1 以及对其的描述，可以从图 3 中看出，在本实施方式的六面体棱镜 7 中，第五光学表面和第六光学表面构造成朝向彼此倾斜，出射孔（即，第二部分光学表面 1b）的竖直直径小于入射孔（即，第一部分光学表面 1a）的竖直直径。特别是，在图 3 所示的实施方式中，入射孔的竖直直径是 4mm，并且出射孔的直径是 2.6mm。

[0046] 如上所述，在本实施方式的六面体棱镜 7 中，虽然出射孔的竖直直径小于入射孔

的竖直直径,但是可以有效地将图像光从大于出射孔的竖直直径的图像显示元件 8 透射到大于出射孔的竖直直径的眼瞳孔 9。换句话说,在本实施方式的光导光学系统中,纵向光瞳位置定位于出射孔或目镜 10 的附近。应当注意,纵向光瞳位置指的是沿纵向移动的离轴的主光束和光轴交叉的位置。

[0047] 应当注意在图 3 所示的实施方式中,图像显示元件 8 沿纵向的尺寸是 3.6mm,并且即使光通量从图像显示元件 8 的上边缘或下边缘发出,其也可以通过具有 2.6mm 的竖直直径的出射孔有效地到达尺寸为 4mm 的眼瞳孔。换句话说,当通过使入射孔变小而有效地实现瞳孔区分法的图像合成时,通过有效地将光束从大图像显示元件 8 透射到眼瞳孔,六面体棱镜 7 可以投射清晰图像。

[0048] (第二实施方式)

[0049] 接着,参照图 4 说明根据本发明的光导光学系统的另一实施方式。

[0050] 图 4 所示的光导光学系统由六面体棱镜 7 和一体模制的光学构件 11 构成,并且该导光系统将图像光从图像显示元件 8 输出到用户的眼瞳孔 9。

[0051] 图 4 所示的六面体棱镜 7 可以与第一实施方式中的六面体棱镜 7 相同。换句话说,图 4 所示的六面体棱镜 7 包括第一光学表面 1、第二光学表面 2、第三光学表面 3、第四光学表面 4、第五光学表面 5 以及第六光学表面 6。第一光学表面 1 和第二光学表面 2 在六面体中彼此相对并且彼此大致平行。第三光学表面 3 和第四光学表面 4 在六面体中彼此相对并且相对于第一光学表面 1 倾斜成彼此面对。此外,第一光学表面 1 和第三光学表面 3 之间的内角 θ 大约等于第一光学表面 1 和第四光学表面 4 之间的内角。另外,图 4 未示出的第五光学表面 5 和第六光学表面 6 在六面体中彼此相对并且稍微倾斜成彼此面对。此外,第三光学表面 3 和第四光学表面 4 用反射镜涂层处理。

[0052] 如可以从图 4 理解的,在本实施方式的光导光学系统中,从图像显示元件 8 发出的图像光入射在为第一光学表面 1 的一部分的第一部分光学表面 1a 上并且通过该第一部分光学表面 1a 透射。之后图像光首先从第三光学表面 3 反射或全反射出,然后按顺序从第一光学表面 1、第二光学表面 2、第一光学表面 1 以及第四光学表面 4 反射出,并且通过作为第一光学表面 1 的另一部分的第二部分光学表面 1b 出射。这时,第一部分光学表面 1a 和第二部分光学表面 1b 被一体模制的光学构件 11 隔着气隙覆盖,并且该一体模制的光学构件 11 相对于通过第二部分光学表面 1b 出射的光束起凸透镜的作用。换句话说,一体模制的光学构件 11 可以被认为是目镜 10 和六面体棱镜 7 的保护元件(即保护窗 12)的一体模制。此外,根据本实施方式的一体模制的光学构件 11 由在光束穿过的部分(目镜 10 和保护窗 12)和其他部分之间是不同的材料一体模制(所谓的双色模制或双模制)。

[0053] 此外,由于六面体棱镜 7 和一体模制的光学构件 11 通过插置在它们之间的气隙来保持,因此突起 13 模制在一体模制的光学构件 11 的一部分上。当然,优选突起 13 也和目镜 10、保护窗 12 等一起模制。另外,优选突起 13 设置在第一光学表面 1 的图像光不会全反射出的部分上。在本实施方式中,突起 13 设置在脊线部分附近,该脊线部分形成在第一光学表面 1 和第三光学表面 3 之间及第一光学表面和第四光学表面 4 之间,并且围绕第一光学表面 1 的中心。

[0054] 通常,用于瞳孔区分法的头戴式图像显示装置的光导光学系统通过使每个部件小型化而构成,使得一个人的外部视野不会被阻碍。因为如此,所以六面体棱镜 7 和目镜 10 也

是非常紧凑的部件并且不易于在这些部件之间具有适当气隙的情况下将它们保持。然而，在本发明的实施方式的情况下，目镜 10 和保护窗 12 等一体模制，以形成一个光学构件 11，并且该一体模制的光学构件 11 和六面体棱镜 7 在它们之间具有气隙的情况下被保持，从而显著地便于生产头戴式图像显示装置。

[0055] 接着，将参照图 5 说明本实施方式的镜框架结构。如图 5 所示，在用于本实施方式的镜框架结构中，本实施方式的六面体棱镜 7 存储在外壳体 14 中并且被一体模制的光学构件 11 覆盖，从而将六面体棱镜 7 密封在镜框架内部。如上所述，该结构允许在六面体棱镜 7 和一体模制的光学构件 11 之间保持适当的间隙。换句话说，在本发明的实施方式中，目镜 10 和保护窗 12 一体模制以形成一个光学构件 11，并且该一体模制的光学构件 11 用作镜框架结构的一部分。换句话说，在本实施方式中，镜框架结构不仅容易地在光学构件 11 和六面体棱镜 7 之间保持气隙，而且可以用作密封构件以防止雨滴或灰尘进入气隙。

[0056] (第三实施方式)

[0057] 接着，将参照附图 6 说明根据本发明的光导光学系统的又一实施方式。

[0058] 图 6 所示的光导光学系统由六面体棱镜 7 和一体模制的光学构件 11 构成，并且该光导光学系统将图像光从图像显示元件 8 输出到用户的眼瞳孔 9。

[0059] 图 6 所示的六面体棱镜 7 可以与第一实施方式中描述的六面体棱镜 7 相同。换句话说，图 6 所示的六面体棱镜 7 包括第一光学表面 1、第二光学表面 2、第三光学表面 3、第四光学表面 4、第五光学表面 5 以及第六光学表面 6。第一光学表面 1 和第二光学表面 2 在六面体中彼此相对并且彼此大致平行。第三光学表面 3 和第四光学表面 4 在六面体中彼此相对并且相对于第一光学表面 1 倾斜成彼此面对。此外，第一光学表面 1 和第三光学表面 3 之间的内角 θ 大约等于第一光学表面 1 和第四光学表面 4 之间的内角 θ 。另一方面，图 6 未示出的第五光学表面 5 和第六光学表面 6 在六面体中彼此相对并且稍微倾斜成彼此面对。此外，第三光学表面 3 和第四光学表面 4 用反射镜涂层处理。

[0060] 如可以从图 6 所理解的，在本实施方式的光导光学系统中，从图像显示元件 8 发出的图像光入射在作为第一光学表面 1 的一部分的第一部分部分光学表面 1a 上，并且透射该第一部分部分光学表面 1a。之后图像光首先从第三光学表面 3 反射或全反射出，然后按顺序从第一光学表面 1、第二光学表面 2、第一光学表面 1 以及第四光学表面 4 反射出，并且通过作为第一光学表面 1 的另一部分的第二部分光学表面 1b 出射。这时，第一部分光学表面 1a 和第二部分光学表面 1b 被一体模制的光学构件 11 隔着气隙覆盖，一体模制的光学构件 11 相对于通过第二部分光学表面 1b 出射的光束起凸透镜和偏心像差校正板的作用，并且还相对于入射在第一部分光学表面上的光束起偏心像差校正板的作用。换句话说，一体模制的光学构件 11 可以被认为是目镜 10 以及两个楔形棱镜 14a 和 14b 的一体模制。此外，根据本实施方式的一体模制的光学构件 11 由在光束穿过的部分（凸透镜 10 以及楔形棱镜 14a 和 14b）和其他部分之间不同的材料一体模制（所谓的双色模制或双模制）。

[0061] 此外，由于六面体棱镜 7 和一体模制的光学构件 11 以它们之间具有气隙的方式被保持，所以突起 13 模制在一体模制的光学构件 11 的一部分上。当然，优选突起 13 也和目镜 10、楔形棱镜 14a 和 14b 等一起模制。另外，优选突起 13 设置在第一光学表面 1 的图像光不会全反射出的部分上。在本实施方式中，突起 13 设置在脊线部附近，所述脊线部形成在第一光学表面 1 和第三光学表面 3 之间以及第一光学表面 1 和第四光学表面 4 之间，并

且围绕第一光学表面 1 的中心。

[0062] 如可以从图 6 所见的,在本实施方式的光导光学系统中的光程中,来自图像显示元件 8 的光束以入射角 ϕ 通过一体模制的共用光学构件 11 入射在第一部分光学表面 1a 上。之后,光束在六面体棱镜 7 内部重复全反射并且以折射角 ϕ 通过第二部分光学表面 1b 出射(当对于方向放置符号时,光束以 ϕ 角度进入并且以 $-\phi$ 角度出射)。换句话说,根据本实施方式的光导光学系统的路径是呈所谓的在顶部分开的倒 V 形。通过这种方式,由于根据本实施方式的光导光学系统的光路是呈倒 V 形,因此可以将图像光引导到用户的眼瞳孔同时减少外部视野的阻碍。

[0063] 另外,光束倾斜地入射在第一部分光学表面 1a 和第二部分光学表面 1b 上,从而产生像差。在本实施方式的光导光学系统中,通过插置楔形棱镜减小像差。在本实施方式的光导光学系统中,由于光束以 ϕ 角度进入并且以 $-\phi$ 角度出射,所以优选楔形棱镜的楔角以同样的方式构造成相等。在其中入射角和发射角不相等的结构中,显然楔形棱镜的楔角偶尔应该被相应地改变。

[0064] 图 7 示出了用于本实施方式的镜框架结构的实施例。如图 7 所示,在本实施方式的镜框架结构中,六面体棱镜 7 存储在外部壳体 14 中并且用一体模制的光学构件 11 覆盖,从而将六面体棱镜 7 密封在镜框架内。如上所述,该结构允许在六面体棱镜 7 和一体模制的光学构件 11 之间保持适当的间隙。换句话说,本镜框架结构的实施例也具有与第二实施方式中描述的结构相同的结构。因此,以同样的方式,镜框架结构不但容易地在光学构件 11 和六面体棱镜 7 之间保持气隙,而且也可以用作密封构件以防止雨滴或灰尘进入气隙。

[0065] 图 8 示出了用于本实施方式的镜框架结构的另一个实施例。如图 8 所示,在本实施方式的镜框架结构中,一体模制的光学构件 11 还和外部壳体 14 一体模制。因而六面体棱镜 7 存储在和外部壳体 14 一体模制的光学构件 11 中并且被罩 15 密封。在此结构中,还优选用在光束通过的部分(凸透镜 10 以及楔形棱镜 14a 和 14b)和其他部分(外部壳体 14 等)是不同的材料进行双模制。

[0066] 而且在参照图 7 和 8 说明的上述镜框架结构的实施例中,镜框架结构不但容易地在光学构件 11 和六面体棱镜 7 之间保持气隙,而且也可以用作密封构件以防止雨滴或灰尘进入气隙,这明显有助于使包括该镜框架的光导光学系统小型化并且易于制造该光导光学系统。

[0067] (将光导光学系统安装在头戴式图像显示装置上的实施例)

[0068] 以下描述将根据上述第一至第三实施方式的光导光学系统安装在头戴式图像显示装置之上的实施例。然而,不仅第一至第三实施方式的光导光学系统而且这些系统的适当的替代系统能用于以下描述的头戴式图像显示装置。

[0069] 图 9 所示的头戴式图像显示装置设有主体单元 16 和光学单元 17,并且和普通的眼镜 18 一起使用。主体单元 16 内部具有图像显示元件 8(诸如液晶面板或有机 EL 等),该主体单元 16 设有未示出的图像显示元件驱动装置等,并且该主体单元 16 固定于眼镜 18 的镜腿 20。光学单元 17 包括在其内部的六面体棱镜 7 并且独立于主体单元 16 而构造。这里,作为光学单元 17,可以使用存储在一体模制的光学构件 11、外部壳体 14 等中的根据第一至第三实施方式的六面体棱镜 7。应当注意光学单元 17 通过保持构件 19 固定于端件 21。

[0070] 在使用本发明的第一至第三实施方式头戴式图像显示装置中,通过引导光束同

时在六面体棱镜 7 内反射光束可以将图像显示元件 8 (即, 主体单元 16) 设置在不阻碍视野的部分, 并且由于导光路径可以缩短因而可以使用比传统图像显示元件小的图像显示元件 8。换句话说, 根据本发明, 可同时实现使主体单元 16 小型化和避免阻碍视野。

[0071] 对于图 9 所示的结构, 主体单元 16 和光学单元 17 是分开的。因此, 当折叠眼镜 18 的镜腿 20 时, 主体单元 16 被与其一起折叠。

[0072] 接着, 将参照图 10 更详细地描述光学单元 17 的优选布置。在图 10 中, 省略其他构件以强调光学单元 17 的布置。此外, 象征性地示出光学单元 17 的形状, 并且光学单元 17 可以根据第一至第三实施方式以及其替代实施方式设有关联的部件 (诸如凸透镜、棱镜等)。

[0073] 图 10(a) 是用于示出俯视的光学单元 17 的优选布置的示意图。该图示出了眼镜 18 (包括镜腿 20、护壳 (armor) 21 等)、戴眼镜 18 的用户的眼球 22 和眼球的中心 23 以及光学单元 17 之间的关系。

[0074] 如图 10(a) 所示, 对于光学单元 17, 其纵向相对于瞳孔间距的方向倾斜设置。更具体地, 它是在光学单元 17 内的六面体棱镜 7 的第一光学表面和第二光学表面的长轴方向相对于瞳孔间距的方向倾斜设置的结构。另外, 范围在从 5 到 20 度的具体倾角是优选的。在图 10(a) 示出的布置实例中, 该角是 10 度。换句话说, 优选第一光学表面 (和第二光学表面) 的法线相对于用户的沿正面方向的视轴以 5 到 20 度的角倾斜, 在图所示的布置中为 10 度。

[0075] 另外, 优选从光学单元 17 输出的图像光的光轴和用户的沿正面方向的视轴设置成使得它们之间的角是从 15 到 25 度。具体地, 在图 10(a) 所示的布置实例中该角是 20 度。

[0076] 此外, 优选图像光的光轴相对于沿正面方向的用户的视轴向外倾斜设置。换句话说, 当将光学单元 17 设置在右眼时, 图像光的光轴相对于沿正面方向的视轴以 15 到 25 度的角向右设置。当设置在左眼时, 显然向左倾斜设置光轴是优选的。

[0077] 图 10(b) 是用于示出从前面看的光学单元 17 的优选布置的示意图。

[0078] 如图 10(b) 所示, 光学单元 17 设置在连接右眼球和左眼球的中心的水平面之下。另外, 光学单元 17 设置在通过眼球 23 的中心的垂直线的外侧。更具体地, 优选光学单元 17 的目镜 10 相对于用户的沿正面方向的视轴以 10 ± 5 度的角向下并且以 20 ± 5 度的角向外设置。

[0079] 当在图 10(a) 和 10(b) 所示的布置的情况下, 头戴式图像显示装置可以用于通过提供以下结构来根据用户校正视力的情形中, 即该结构允许来自图像显示元件 8 的图像光从眼镜 18 的镜片的横向外侧进入光学单元 17, 并且将从光学单元 17 输出的图像光通过眼镜 18 的镜片引导到用户的眼球 22。换句话说, 本发明的结构的头戴式图像显示装置不需要在没有包括眼镜的镜片的情况下使用的结构所需的视度分划调整机构不是。

[0080] 图 11 示出了在使用具有上述结构的头戴式图像显示装置的情况下, 用户右眼的视野中的图像显示位置。如图所示, 根据具有上述结构的头戴式图像显示装置, 像场 24 相对于沿正面方向 25 的视轴显示在向右 20 ± 5 度角和向下 10 ± 5 度角的位置处。另外, 在头戴式图像显示装置用于左眼的情况下, 优选相对于沿正面方向 25 的视轴以向左 20 ± 5 度角显示像场 24。此外, 还优选图像显示在向上 10 ± 5 度角的位置而不是向下 10 ± 5 度角的位置处。

[0081] 通过上述结构,根据本发明的头戴式图像显示装置的用户可以以较小负荷执行基于来自外部视野的信息的正常工作和基于来自该头戴式图像显示装置的信息的工作。

[0082] 工业实用性

[0083] 本发明对于以下应用是有用的,其中,利用光学装置将由紧凑的视频显示元件显示的视频图像或静止图像的图像光引导到用户的眼瞳孔。

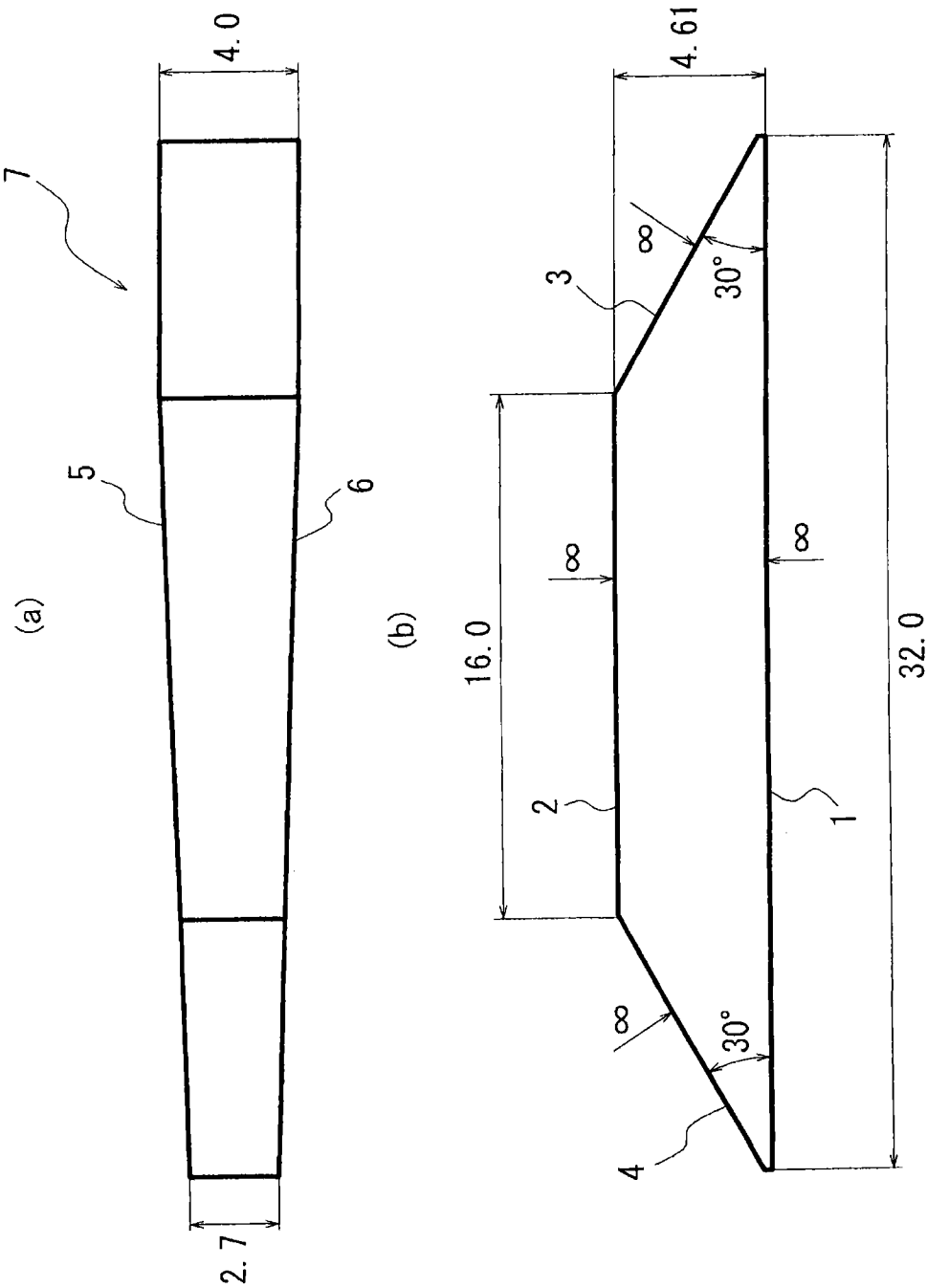


图 1

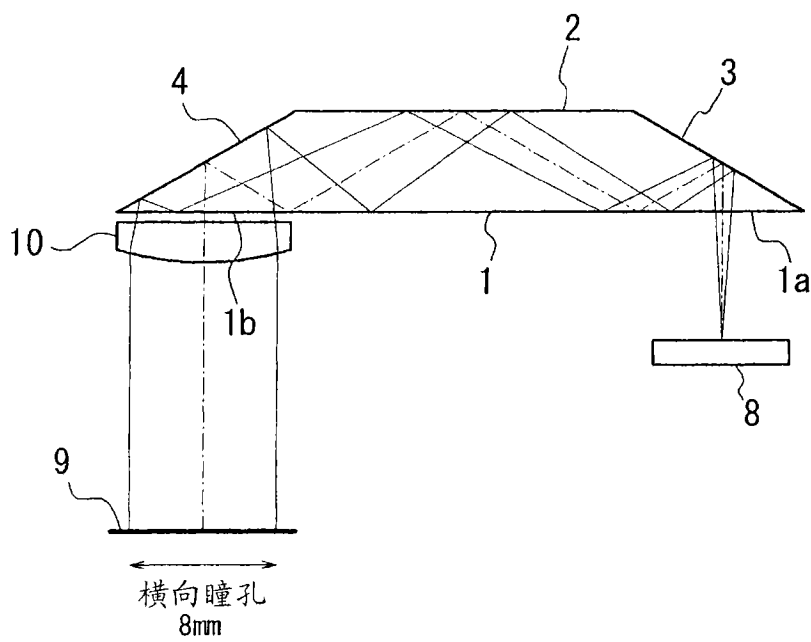


图 2

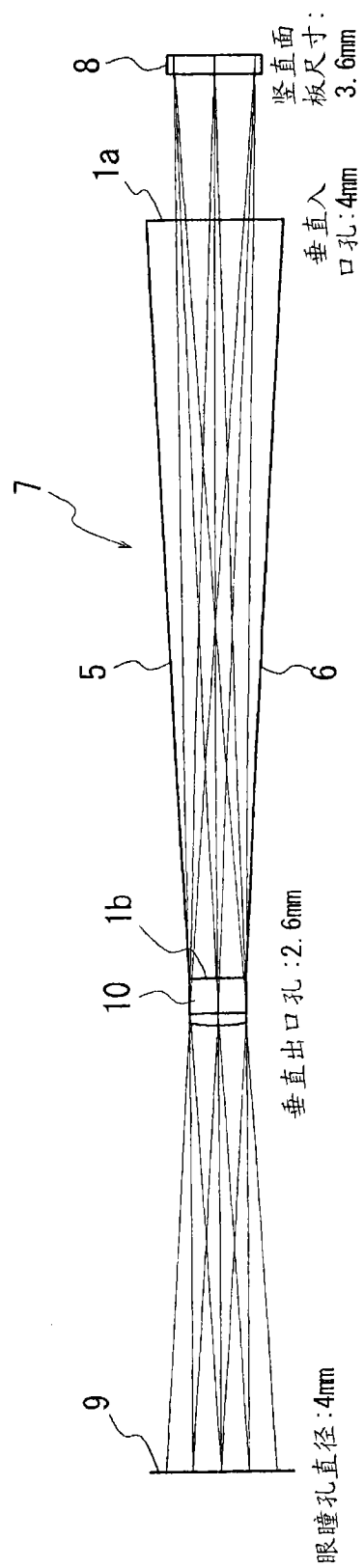


图 3

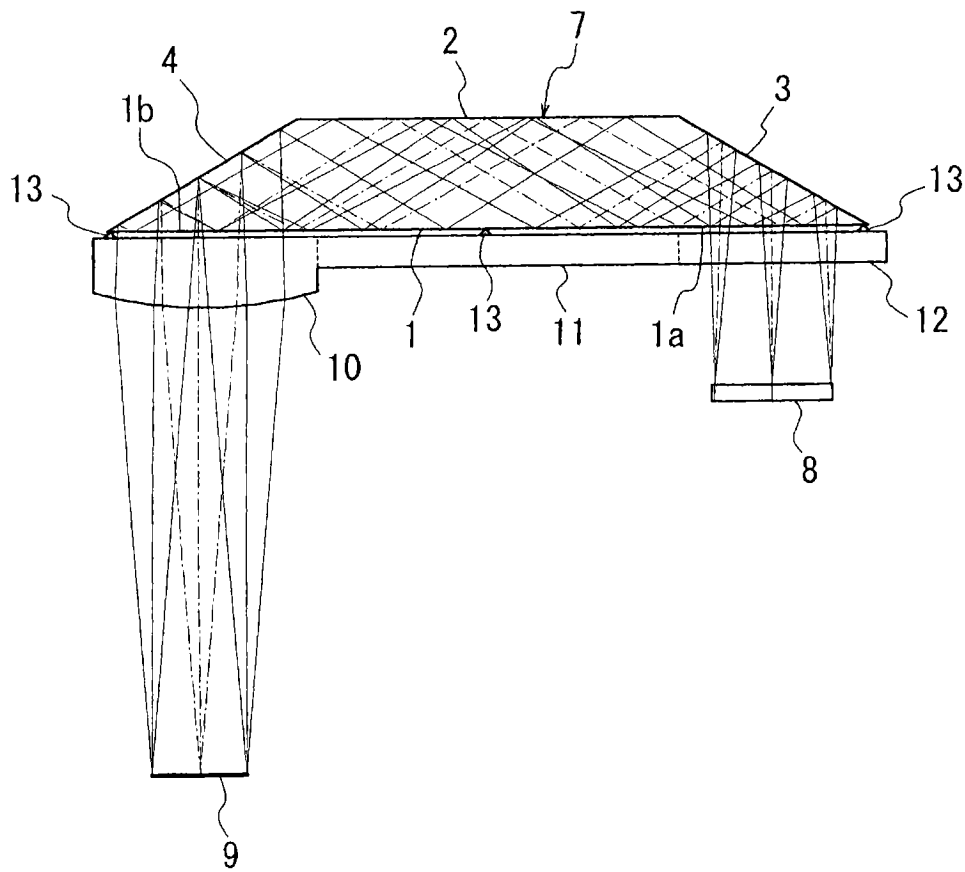


图 4

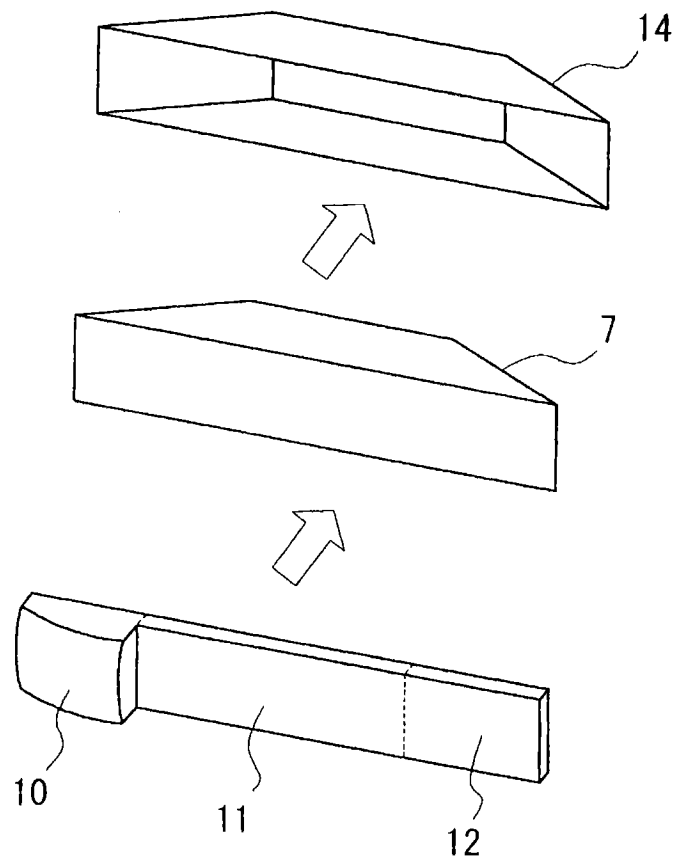


图 5

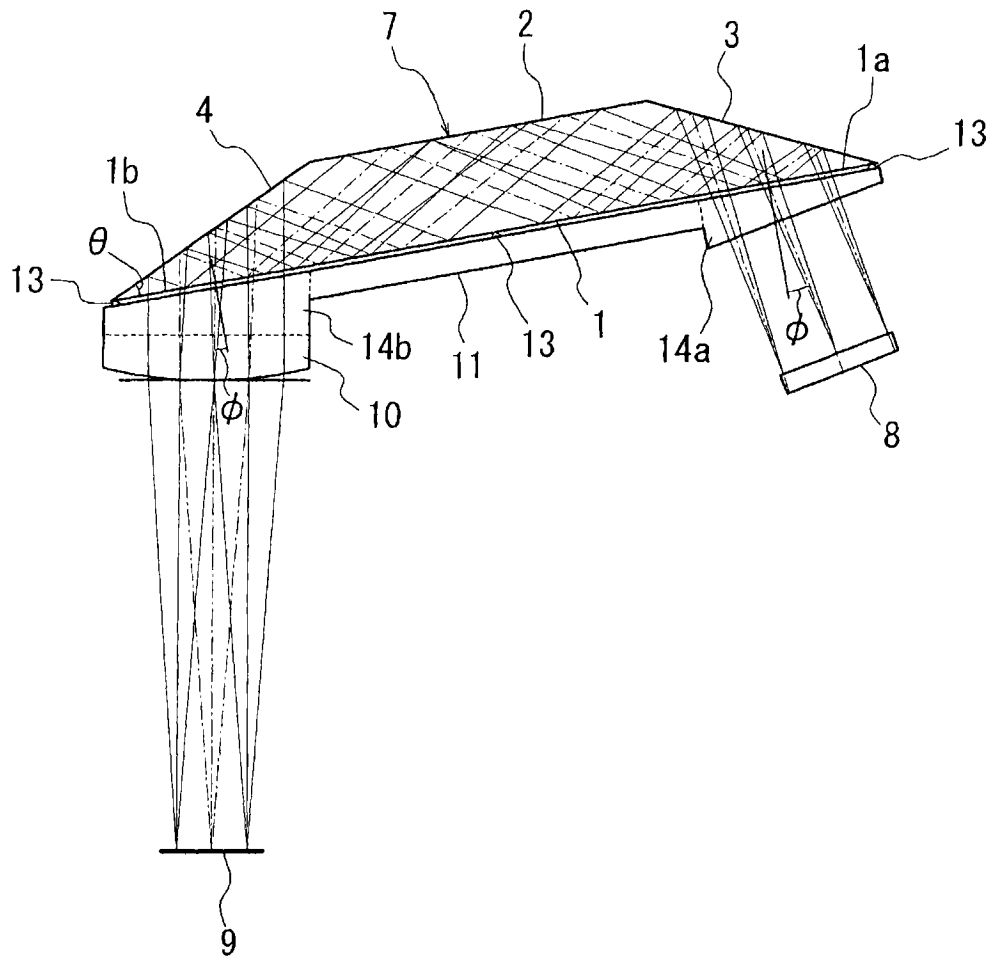


图 6

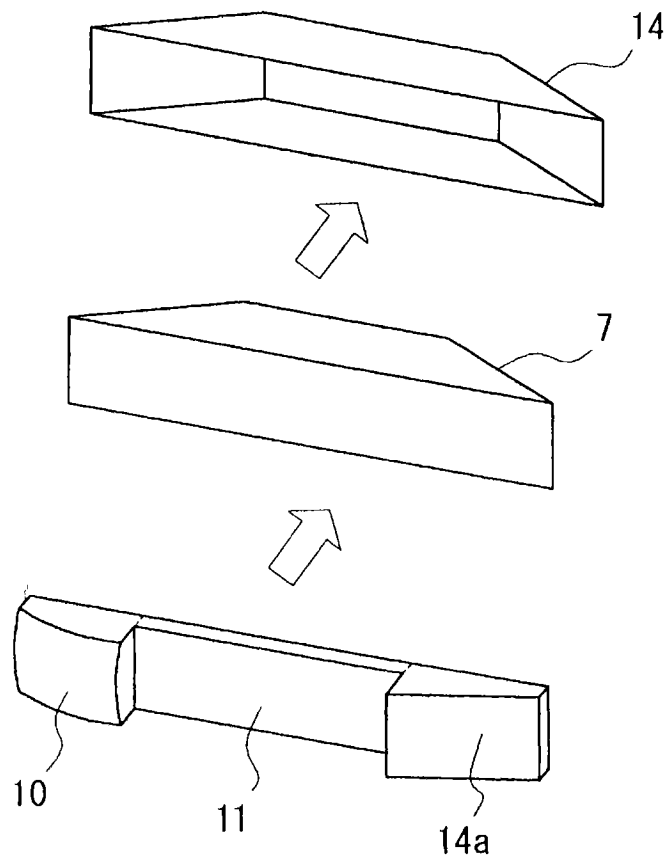


图 7

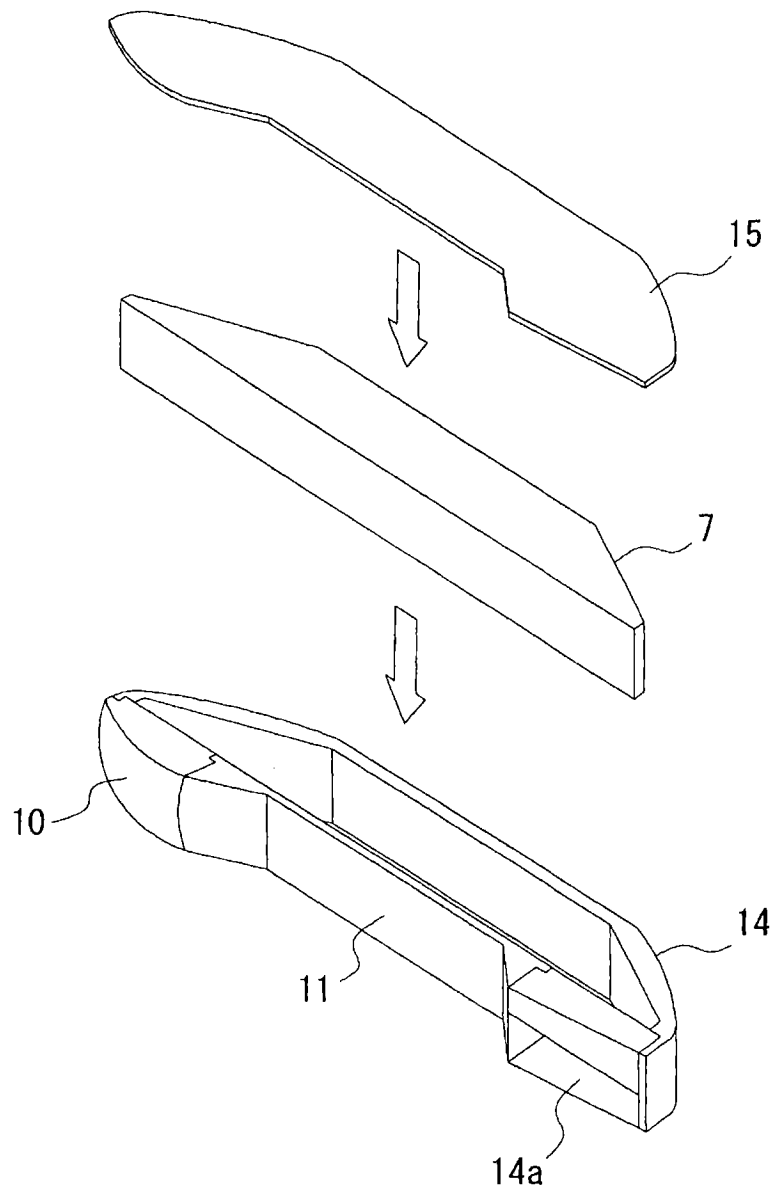


图 8

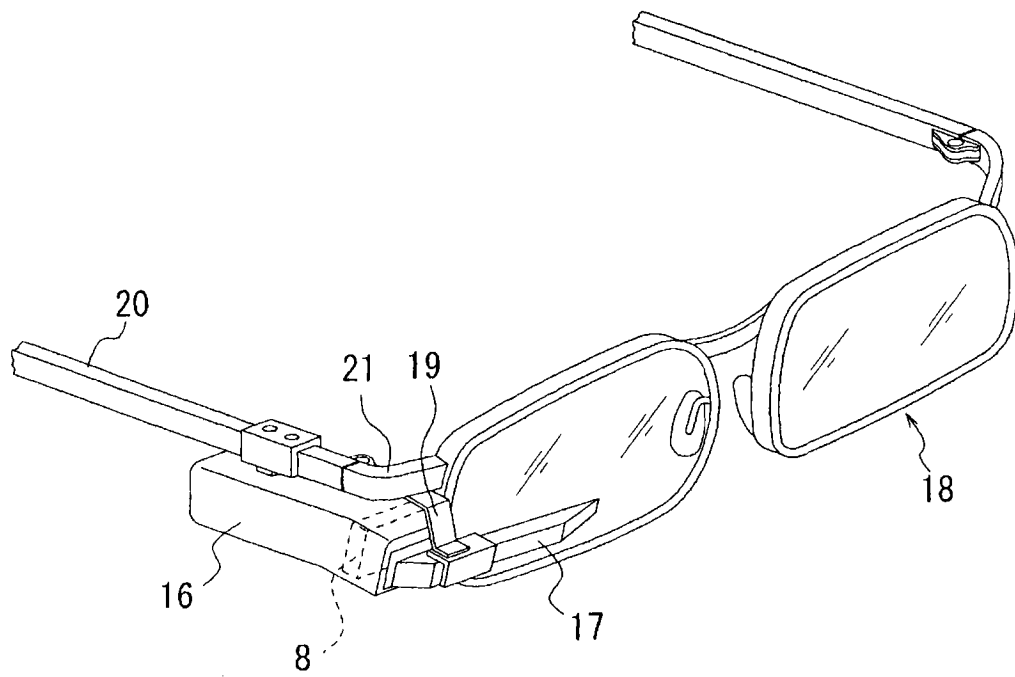


图 9

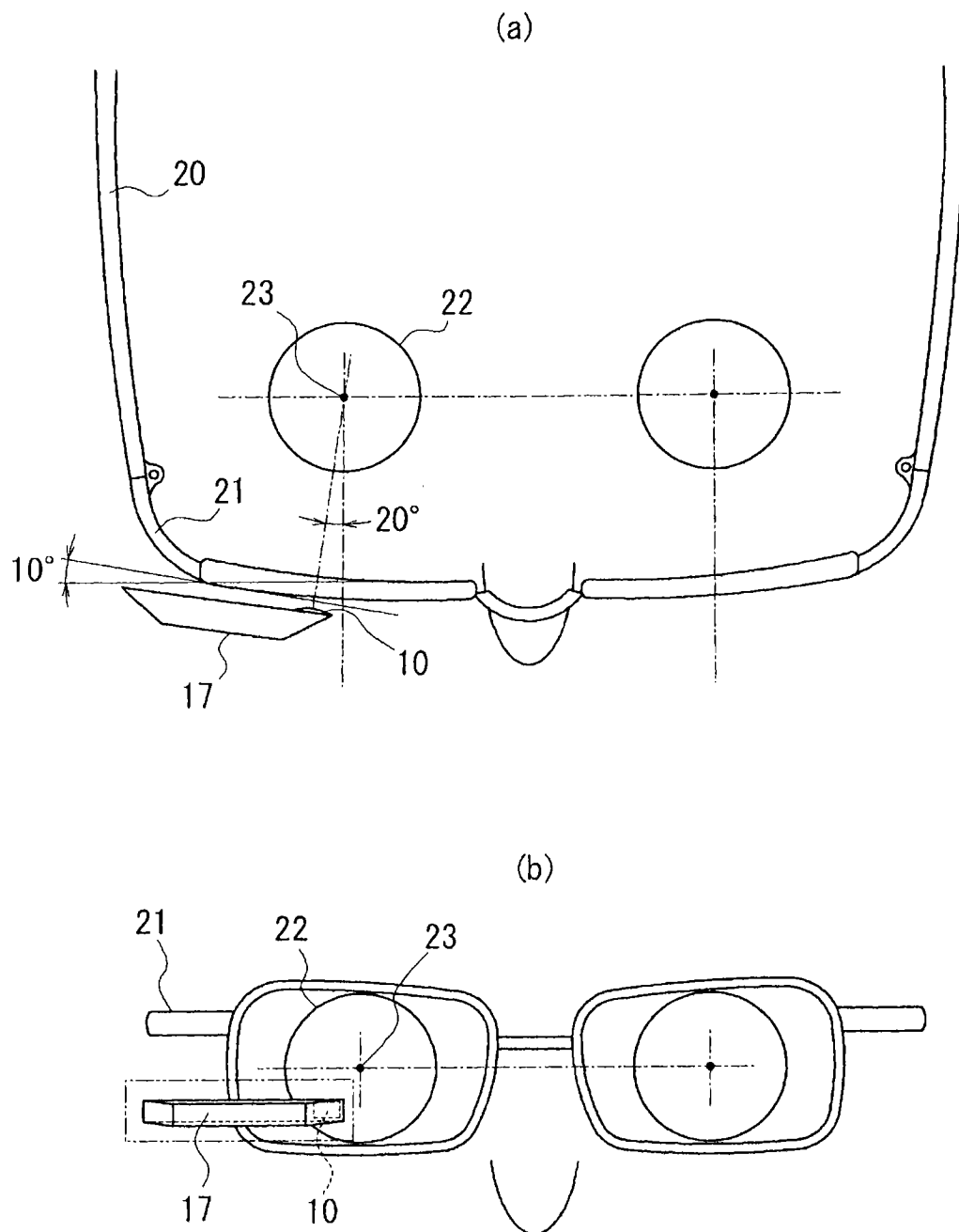


图 10

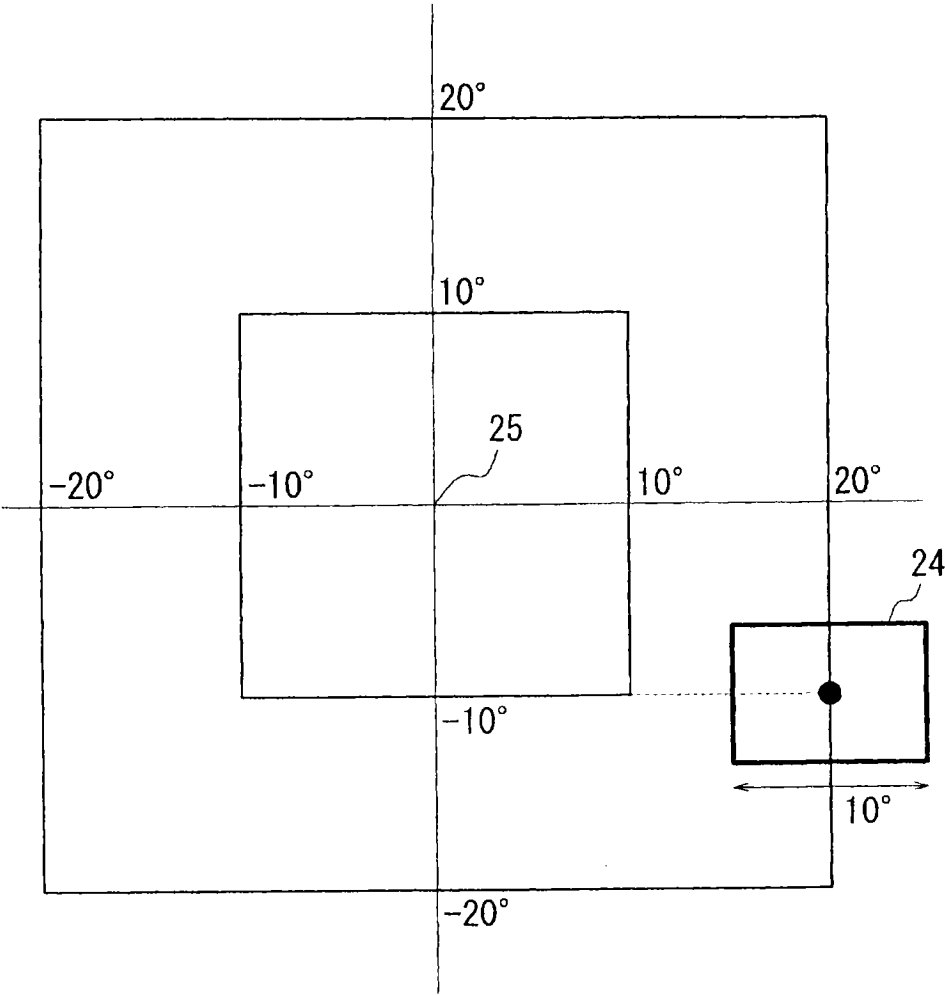


图 11