



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102998798 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 17

(21) 申请号 201210338954. 4

页第 13-17, 55 段 .

(22) 申请日 2012. 09. 13

US 7583445 B2, 2009. 09. 01, 说明书第 4-6 栏, 附图 2.

(30) 优先权数据

201464/2011 2011. 09. 15 JP

US 6124977 A, 2000. 09. 26, 全文 .

US 20020034016 A1, 2002. 03. 21, 全文 .

US 20020060851 A1, 2002. 05. 23, 全文 .

EP 1385023 A1, 2004. 01. 28, 全文 .

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京都

审查员 周峰

(72) 发明人 武田高司 户谷贵洋 高木将行

小松朗 宫尾敏明

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 陈海红 段承恩

(51) Int. Cl.

G02B 27/01(2006. 01)

G02B 6/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101627622 A, 2010. 01. 13, 说明书第 3, 10-11, 14 页, 附图 8, 12.

JP 2009051920 A, 2009. 03. 12, 说明书第 4

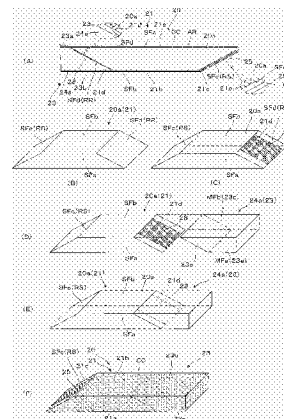
权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 12 页

(54) 发明名称

虚像显示装置及虚像显示装置的制作方法

(57) 摘要

本发明提供一种虚像显示装置及虚像显示装置的制作方法, 该虚像显示装置具有硬涂层, 能抑制损伤、消除表面的污物, 并且, 能将光学特性维持在良好的状态。在导光装置 20 的制作中在通过作为覆盖部件的透光主体部分 24a 即光透射部件 23 覆盖作为光弯曲用的反射膜的半透半反镜层 28 的状态下, 将硬涂层 CC 成膜。因此, 即使作为硬涂层 CC 的成膜的预处理, 清洗构成导光装置 20 的导光主体部分 20a、透光主体部分 24a 的表面, 也能避免由此引起半透半反镜层 28 剥落的情形, 不会损坏半透半反镜层 28 的光学特性。



1. 一种虚像显示装置,其特征在于,包括:

图像显示装置,其形成图像光;

投射光学系统,其形成基于从上述图像显示装置射出的上述图像光的虚像;和

导光装置,其具有:光入射部,向内部取入通过了上述投射光学系统的上述图像光;导光部,通过在第1及第2面的全反射引导从上述光入射部取入的上述图像光;和光射出部,向外部取出经过了上述导光部的上述图像光,

上述导光装置具有:反射部,在上述光入射部及上述光射出部的至少一方弯曲上述图像光;覆盖部件,覆盖上述反射部;和硬涂层,保护至少含有上述第1及第2面的上述图像光的导光面,

上述硬涂层,在上述反射部被上述覆盖部件覆盖的状态下形成为:至少覆盖在包括至少构成上述光入射部、上述导光部及上述光射出部的导光主体部分和覆盖光弯曲用的上述反射部的状态下的上述覆盖部件的部件全体中的、上述图像光的导光面。

2. 如权利要求1所述的虚像显示装置,其特征在于,

光弯曲用的上述反射部是设置于上述光射出部侧,向外部取出上述图像光并使外界光透射的反射膜。

3. 如权利要求2所述的虚像显示装置,其特征在于,

上述覆盖部件是通过与上述光射出部接合而构成覆盖上述反射膜并且使外界光的观察成为可能的透视部的光透射部件。

4. 如权利要求2所述的虚像显示装置,其特征在于,

上述导光装置具有:在上述光入射部侧设置于上述硬涂层上,并向上述导光部引导上述图像光的镜膜。

5. 如权利要求3所述的虚像显示装置,其特征在于,

上述导光装置具有:在上述光入射部侧设置于上述硬涂层上,并向上述导光部引导上述图像光的镜膜。

6. 一种虚像显示装置,其特征在于,包括:

图像显示装置,其形成图像光;

投射光学系统,其形成基于从上述图像显示装置射出的上述图像光的虚像;和

导光装置,其具有:光入射部,向内部取入通过了上述投射光学系统的上述图像光;导光部,通过在第1及第2面的全反射引导从上述光入射部取入的上述图像光;和光射出部,向外部取出经过了上述导光部的上述图像光,

上述导光装置具有:硬涂层,保护至少含有上述第1及第2面的上述图像光的导光面;和反射部,在上述光入射部及上述光射出部的至少一方弯曲上述图像光,

上述硬涂层,至少覆盖在包括至少构成上述光入射部、上述导光部及上述光射出部的导光主体部分的部件全体中的、上述图像光的导光面,光弯曲用的上述反射部形成在上述硬涂层上。

7. 如权利要求6所述的虚像显示装置,其特征在于,

光弯曲用的上述反射部是设置于上述光射出部侧,向外部取出上述图像光并使外界光透射的反射膜。

8. 如权利要求7所述的虚像显示装置,其特征在于,

上述导光装置具有通过与上述光射出部接合而构成使外界光的观察成为可能的透视部的光透射部件。

9. 如权利要求 6 所述的虚像显示装置,其特征在於,

光弯曲用的上述反射部是设置于上述光入射部侧并向上述导光部引导上述图像光的镜膜。

10. 如权利要求 1 至 9 中任一项所述的虚像显示装置,其特征在於,

上述硬涂层通过浸泡处理而涂布涂层材料来形成。

11. 如权利要求 1 至 9 中任一项所述的虚像显示装置,其特征在於,

上述导光部具有彼此平行配置并能通过全反射来导光的上述第 1 面和上述第 2 面,

上述光入射部具有对上述第 1 面成预定的角度的第 3 面,

上述光射出部具有对上述第 1 面成预定的角度的第 4 面。

12. 如权利要求 10 所述的虚像显示装置,其特征在於,

上述导光部具有彼此平行配置并能通过全反射来导光的上述第 1 面和上述第 2 面,

上述光入射部具有对上述第 1 面成预定的角度的第 3 面,

上述光射出部具有对上述第 1 面成预定的角度的第 4 面。

13. 一种虚像显示装置的制作方法,其特征在於,

上述虚像显示装置包括:图像显示装置,其形成图像光;投射光学系统,其形成基于从上述图像显示装置射出的上述图像光的虚像;和导光装置,其具有:光入射部,向内部取入通过了上述投射光学系统的上述图像光;导光部,通过在第 1 及第 2 面的全反射引导从上述光入射部取入的上述图像光;光射出部,向外部取出经过了上述导光部的上述图像光;反射部,在上述光入射部及上述光射出部的至少一方弯曲上述图像光;覆盖部件,覆盖上述反射部;和硬涂层,保护至少含有上述第 1 及第 2 面的上述图像光的导光面,

上述虚像显示装置的制作方法包括:

反射部制作步骤,在构成上述光入射部或上述光射出部中至少一方的导光主体部分制作光弯曲用的上述反射部;

覆盖步骤,通过上述覆盖部件覆盖在上述反射部制作步骤制作的上述反射部;和

硬涂层成膜步骤,在上述覆盖步骤之后,对覆盖部件全体的上述硬涂层进行成膜,上述部件全体包含至少构成上述光入射部、上述导光部及上述光射出部的导光主体部分,和在上述覆盖步骤覆盖光弯曲用的上述反射部的状态下的上述覆盖部件。

14. 一种虚像显示装置的制作方法,其特征在於,

上述虚像显示装置包括:图像显示装置,其形成图像光;投射光学系统,其形成基于从上述图像显示装置射出的上述图像光的虚像;和导光装置,其具有:光入射部,向内部取入通过了上述投射光学系统的上述图像光;导光部,通过在第 1 及第 2 面的全反射引导从上述光入射部取入的上述图像光;光射出部,向外部取出经过了上述导光部的上述图像光;硬涂层,保护至少含有上述第 1 及第 2 面的上述图像光的导光面;和反射部,在上述光入射部及上述光射出部的至少一方弯曲上述图像光,

上述虚像显示装置的制作方法包括:

硬涂层成膜步骤,对覆盖部件全体的上述硬涂层进行成膜,上述部件全体包含至少构成上述光入射部、上述光射出部及上述导光部的导光主体部分;和

反射部制作步骤,在上述硬涂层成膜步骤已成膜的上述硬涂层中构成上述光入射部或上述光射出部的至少一方的导光主体部分上制作弯曲上述图像光的反射部。

15. 如权利要求 13 及 14 中任一项所述的虚像显示装置的制作方法,其特征在于,在上述硬涂层成膜步骤中,包含:浸泡处理步骤,通过浸泡处理涂布要成为上述硬涂层的涂层材料。

虚像显示装置及虚像显示装置的制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在头部安装使用的头戴显示器等的虚像显示装置。

背景技术

[0002] 近年来,作为像头戴显示器那样可进行虚像的形成及观察的虚像显示装置,提出了各种通过导光板将来自显示元件的图像光引导至观察者的瞳孔的类型(例如参照专利文献1、2等),还提出例如通过对导光板组装全息元件(hologram element),能使图像光和外界光重叠的透视光学系统(参照专利文献3)。还有,并非涉及头戴显示器的技术,但是为了保护树脂制的成型品的表面,公知的有设置硬涂层(例如参照专利文献4)。

[0003] 在头戴显示器,为了以恰当的状态引导图像光,需要良好地保持通过反射等使图像光进行传送处理的导光板的表面部分的状态。因此,考虑设置硬涂层,以防止该表面部分的损伤,和容易地进行表面的污物的消除。特别地,在透视型的头戴显示器情况下,导光板中露出的部分容易变多,在表面部分设置硬涂层变得更重要。这里,在硬涂层的成膜中,为了成为在成膜之前的表面部分没有附着物的状态,一般进行清洗。

[0004] 然而,在头戴显示器的导光部分,需要设置例如像上述专利文献3的全息元件那样用于导光的各种光学元件。因此,若将清洗作为例如硬涂层的成膜的预处理,则在导光部分设置的的光学元件产生剥落等的情形,有导光的性能等恶化的可能性。

[0005] 专利文献1:日本特开2008-172367号公报

[0006] 专利文献2:日本特开2000-249969号公报

[0007] 专利文献3:日本特开2007-240924号公报

[0008] 专利文献4:日本特开2009-51920号公报

发明内容

[0009] 本发明鉴于上述背景技术的问题而提出,目的是提供一种虚像显示装置及虚像显示装置的制作方法,该虚像显示装置具有硬涂层,能抑制损伤、消除表面的污物,并且,能将光学特性维持在良好的状态。

[0010] 为了解决上述问题,本发明涉及的第1虚像显示装置包括:(a)图像显示装置,其形成图像光;(b)投射光学系统,其形成基于从图像显示装置射出的图像光形成的虚像;和(c)导光装置,其具有:(c1)光入射部,向内部取入通过了投射光学系统的图像光;(c2)导光部,通过在第1及第2面的全反射引导从光入射部取入的图像光;和(c3)光射出部,向外部取出经过了导光部的图像光,(d)导光装置具有:反射部,在光入射部及光射出部的至少一方弯曲图像光;覆盖部件,覆盖反射部;和硬涂层,保护至少含有第1及第2面的对图像光进行导光的面(即图像光的导光面),(e)硬涂层,至少覆盖在包括至少构成光入射部、导光部及光射出部的导光主体部分和覆盖光弯曲用的上述反射部的状态下的覆盖部件的部件全体中的、对图像光进行导光的面。

[0011] 根据上述虚像显示装置,在通过覆盖部件覆盖在用于进行导光的导光装置内组装

的光学元件即光弯曲用的反射部的状态下,将硬涂层成膜。因此,即使例如在虚像显示装置的制作中作为硬涂层的成膜的预处理,清洗构成导光装置的导光主体部分的表面,也能避免由此引起光弯曲用的反射部剥落的情形,不会损坏该反射部的光学特性。依据以上内容,虚像显示装置通过具有硬涂层,能抑制损伤、容易消除表面的污物,并且,能将光学特性维持在良好的状态。再者,在上述的反射部,包括弯曲图像光并使外界光透射的各种部件。即,在反射部,不仅有通过将金属反射膜和 / 或电介质多层膜成膜而形成的半透射反射膜,还包含具有半透射反射性的半透射部件、半透射性的片、仅对特定波长的光起作用而使其他波长的光透射的全息元件等各种半透射性的反射部(半透射反射部)。

[0012] 根据本发明的具体方面,上述光弯曲用的反射部是设置于光射出部侧,向外部取出图像光并使外界光透射的反射膜。这个情况下,通过反射膜反射图像光并使外界光透射的透视观察成为可能。

[0013] 根据本发明的具体方面,覆盖部件是通过与光射出部接合而构成覆盖反射膜并且使外界光的观察成为可能的透视部的透射部件。这个情况下,在通过透视部的透视观察中可成为没有失真的状态。

[0014] 根据本发明的其他方面,导光装置具有:在光入射部侧设置于硬涂层上,并向导光部引导图像光的镜膜。这个情况下,镜膜在硬涂层的成膜后形成。因此,能不受硬涂层的成膜时的清洗等的影响将良好的状态的镜膜成膜。

[0015] 为了解决上述问题,本发明涉及的第2虚像显示装置包括:(a)图像显示装置,其形成图像光;(b)投射光学系统,其形成基于从图像显示装置射出的图像光的虚像;和(c)导光装置,其具有:(c1)光入射部,向内部取入通过了投射光学系统的图像光;(c2)导光部,通过第1及第2面的全反射引导从光入射部取入的图像光;和(c3)光射出部,向外部取出经过了导光部的图像光,(d)导光装置具有:硬涂层,保护至少含有第1及第2面的对图像光进行导光的面;和反射部,在光入射部及光射出部的至少一方弯曲图像光,(e)硬涂层,至少覆盖在包括至少构成光入射部、导光部及光射出部的导光主体部分的部件全体中的、对图像光进行导光的面,光弯曲用的反射部形成在硬涂层上。

[0016] 上述虚像显示装置中,在进行硬涂层的成膜之后,形成光弯曲用的反射部。因此,即使例如在虚像显示装置的制作中作为硬涂层的成膜的预处理,清洗构成导光装置的导光主体部分的表面,也不产生由此引起光弯曲用的反射部剥落的情形,不会损坏该反射部的光学特性。依据以上内容,虚像显示装置具有硬涂层,能抑制损伤、消除表面的污物,并且,能将光学特性维持在良好的状态。

[0017] 根据本发明的具体方面,上述光弯曲用的反射部是设置于光射出部侧,向外部取出图像光并使外界光透射的反射膜。这个情况下,通过保护反射图像光并使外界光透射的反射膜,良好的透视观察成为可能。

[0018] 根据本发明的其他方面,导光装置具有通过与光射出部接合构成使外界光的观察成为可能的透视部的透射部件。这个情况下,在通过透视部的透视观察中可成为没有失真的状态。

[0019] 根据本发明的其他方面,上述光弯曲用的反射部是设置于光入射部侧并向导光部引导图像光的镜膜。这个情况下,通过保护镜膜,能进行良好的图像光的传送。

[0020] 根据本发明的其他方面,硬涂层通过浸泡处理而涂布(涂敷)涂层材料来形成。这

个情况下,能避免硬涂层的成膜时的清洗等的影响,能将良好的状态的镜膜成膜。

[0021] 根据本发明的其他方面,导光部具有彼此平行配置并能通过全反射来导光的上述第 1 面和上述第 2 面,光入射部具有对第 1 面成预定的角度的第 3 面,光射出部具有对第 1 面成预定的角度的第 4 面。这种情况下,将反射次数不同的图像光同时合成并取出形成 1 个虚像的图像光,能很大地确保越过光射出部观察的虚像的显示尺寸。

[0022] 为了解决上述问题,本发明涉及的第 1 虚像显示装置的制作方法中,上述第 1 虚像显示装置包括:(a) 图像显示装置,其形成图像光;(b) 投射光学系统,其形成基于从图像显示装置射出的图像光的虚像;和(c) 导光装置,其具有:(c1) 光入射部,向内部取入通过了投射光学系统的图像光;(c2) 导光部,通过在第 1 及第 2 面的全反射引导从光入射部取入的图像光;(c3) 光射出部,向外部取出经过了导光部的图像光;(c4) 反射部,在光入射部及光射出部的至少一方弯曲图像光;(c5) 覆盖部件,覆盖反射部;和(c6) 硬涂层,保护至少含有第 1 及第 2 面的对图像光进行导光的面,上述第 1 虚像显示装置的制作方法包括:(d) 反射部制作步骤,在构成光入射部或光射出部中至少一方的导光主体部分制作光弯曲用的反射部;(e) 覆盖步骤,通过覆盖部件覆盖在反射部制作步骤制作的反射部;和(f) 硬涂层成膜步骤,对覆盖部件全体的硬涂层进行成膜,上述部件全体包含至少构成光入射部、导光部及光射出部的导光主体部分,和在覆盖步骤覆盖光弯曲用的反射部的状态下的覆盖部件。

[0023] 根据上述虚像显示装置的制作方法,在覆盖步骤用覆盖部件覆盖在反射部制作步骤中制作的光弯曲用的反射部的状态,对光弯曲用的反射部不构成影响的状态下,在硬涂层成膜步骤中可将硬涂层成膜。因此,即使在硬涂层成膜步骤中,作为成膜的预处理,清洗构成导光装置的导光主体部分的表面,也能避免由此引起光弯曲用的反射部剥落的情形,不会损坏该反射部的光学特性。依据以上内容,由此制作方法制作的虚像显示装置具有硬涂层,能抑制损伤、消除表面的污物,并且,能将光学特性维持在良好的状态。

[0024] 为了解决上述问题,本发明涉及的第 2 虚像显示装置的制作方法中,上述第 2 虚像显示装置包括:(a) 图像显示装置,其形成图像光;(b) 投射光学系统,其形成基于从上述图像显示装置射出的上述图像光的虚像;和(c) 导光装置,其具有:(c1) 光入射部,向内部取入通过了上述投射光学系统的上述图像光;(c2) 导光部,通过在第 1 及第 2 面的全反射引导从上述光入射部取入的上述图像光;(c3) 光射出部,向外部取出经过了上述导光部的上述图像光;(c4) 硬涂层,保护至少含有上述第 1 及第 2 面的对上述图像光进行导光的面;和(c5) 反射部,在上述光入射部及上述光射出部的至少一方弯曲上述图像光,上述第 2 虚像显示装置的制作方法包括:(d) 硬涂层成膜步骤,对覆盖部件全体的上述硬涂层进行成膜,上述部件全体包含至少构成上述光入射部、上述光射出部及上述导光部的导光主体部分;和(e) 反射部制作步骤,在上述硬涂层成膜步骤已成膜的上述硬涂层中构成上述光入射部或上述光射出部的至少一方的导光主体部分上制作弯曲上述图像光的反射部。

[0025] 根据上述虚像显示装置的制作方法,在硬涂层成膜步骤中进行硬涂层的成膜之后,在反射部制作步骤中在硬涂层上形成光弯曲用的反射部。因此,即使在硬涂层成膜步骤中,作为硬涂层的成膜的预处理,清洗构成导光装置的导光主体部分的表面,也不产生由此引起光弯曲用的反射部剥落的情形,不会损坏该反射部的光学特性。依据以上内容,由此制作方法制作的虚像显示装置具有硬涂层,能抑制损伤、消除表面的污物,并且,能将光学特性维持在良好的状态。

[0026] 根据本发明的具体方面,在硬涂层成膜步骤中,包含:浸泡处理步骤,通过浸泡处理涂布要成为上述硬涂层的涂层材料。这个情况下,即使制作的导光装置的形状比较复杂,也能均匀地将希望的厚度的膜成膜。

附图说明

[0027] 图 1 是表示实施方式的虚像显示装置的立体图。

[0028] 图 2(A) 是构成虚像显示装置的第 1 显示装置的主体部分的俯视图,(B) 是主体部分的主视图。

[0029] 图 3(A) 是展开与纵的第 1 方向相关的光路的概念图,(B) 是展开与横的第 2 方向相关的光路的概念图。

[0030] 图 4 是具体地说明虚像显示装置的光学系统中的光路的俯视图。

[0031] 图 5(A) 表示液晶显示装置的显示面,(B) 是概念性地说明观察者所见的液晶显示装置的虚像的图,(C) 及 (D) 是说明构成虚像的部分图像的图。

[0032] 图 6(A) 是表示导光装置的结构截面图,(B) 是表示导光部件的主体部分的图,(C) 是表示施加反射膜的状态的图,(D) 是表示接合导光部件和光透射部件的步骤的图,(E) 是表示接合导光部件和光透射部件的状态的图,(F) 是表示施加硬涂层及镜膜的状态的图。

[0033] 图 7(A) 是表示第 2 实施方式的虚像显示装置涉及的导光装置的结构截面图,(B) 是表示导光部件的主体部分的图,(C) 是表示施加硬涂层的状态的图,(D) 是表示施加反射膜及镜膜的状态的图,(E) 是表示接合导光部件和光透射部件的步骤的图,(F) 是表示接合导光部件和光透射部件的状态的图。

[0034] 图 8(A) 是导光部件的主视图,(B) 是导光部件的仰视图,(C) 是导光部件的左视图,(D) 是导光部件的右视图。

[0035] 图 9(A) 是光透射部件的后视图,(B) 是光透射部件的 BB 截面图,(C) 是光透射部件的左视图,(D) 是光透射部件右视图。

[0036] 图 10 是表示构成第 1 实施方式的虚像显示装置的第 1 显示装置的变形例的图。

[0037] 图 11(A) 是表示构成第 2 实施方式的虚像显示装置的第 1 显示装置的变形例的图,(B) 是表示第 1 显示装置的其他变形例的图。

[0038] 图 12 是表示构成第 1 实施方式的虚像显示装置的第 1 显示装置的其他变形例的图。

[0039] 符号的说明

[0040] 10...图像形成装置,11...图像显示装置,12...投射光学系统,20...导光装置,20a...主体部分,21、221...导光部件,21a、21b、21c、21d...反射面,21e...第 1 侧面(上表面),21f...第 2 侧面(下表面),21h...端面,23、223...光透射部件(覆盖部件),23a、23b、23c...面,24a...透光主体部分(覆盖部件),25...镜层(反射膜),28...半透半反镜(half mirror)层(反射膜,半透射反射膜),31...照明装置,32...液晶显示装置,32b...显示区域,34...驱动控制部,100...虚像显示装置,100A、100B...显示装置,110...光学面板,121...框,131、132...驱动部,AX1...第 1 光轴,AX2...第 2 光轴,B1...光入射部,B2...导光部,B3...光射出部,B4...透视部,CC...粘着层,EY...眼,FS...平坦面,GL...图像光,GL'...外界光,GL11、GL12、GL21、GL22...

图像光, IM1、IM2…投射像, IS…光入射面, L1、L2、L3…透镜, OS…光射出面, P1…显示点, P2…显示点, SL…照明光, CC、CC1、CC2…硬涂层, AR…反射防止涂层

具体实施方式

[0041] 第 1 实施方式

[0042] 以下,参照附图,详细说明本发明的第 1 实施方式涉及的虚像显示装置。

[0043] A. 虚像显示装置的外观

[0044] 图 1 所示的本实施方式的虚像显示装置 100 是具有像眼镜那样的外观的头戴显示器,可以使佩戴该虚像显示装置 100 的观察者识别基于虚像的图像光,并可以使观察者透视观察外界像。虚像显示装置 100 具备:覆盖观察者的眼前的光学面板 110;支持光学面板 110 的框 121;在框 121 的从外壳(ヨロイ)到镜腿的部分附加的第 1 及第 2 驱动部 131、132。这里,光学面板 110 具有第 1 面板部分 111 和第 2 面板部分 112,两个面板部分 111、112 成为在中央被一体连结的板状的部件。附图上由左侧的第 1 面板部分 111 和第 1 驱动部 131 组合而成的第 1 显示装置 100A 是形成左眼用的虚像的部分,也可以单独作为虚像显示装置起作用。另外,附图上由右侧的第 2 面板部分 112 和第 2 驱动部 132 组合而成的第 2 显示装置 100B 是形成右眼用的虚像的部分,也可以单独作为虚像显示装置起作用。

[0045] B. 显示装置的构造

[0046] 如图 2(A) 等所示,第 1 显示装置 100A 具备图像形成装置 10 和导光装置 20。这里,图像形成装置 10 与图 1 中的第 1 驱动部 131 相当,导光装置 20 与图 1 中的第 1 面板部分 111 相当。另外,图 1 所示的第 2 显示装置 100B 具有与第 1 显示装置 100A 同样的构造,仅仅是左右反相,因此,第 2 显示装置 100B 的详细说明省略。

[0047] 图像形成装置 10 具有图像显示装置 11 和投射光学系统 12。其中,图像显示装置 11 具有射出 2 维的照明光 SL 的照明装置 31;透射型的空间光调制装置即液晶显示装置 32;控制照明装置 31 及液晶显示装置 32 的操作的驱动控制部 34。

[0048] 照明装置 31 具备:产生包含红、绿、蓝的 3 色光的光源 31a;使来自光源 31a 的光扩散形成矩形截面的光束的背光导光部 31b。液晶显示装置 32 空间地调制来自照明装置 31 的照明光 SL,形成要成为动态图像等的显示对象的图像光。驱动控制部 34 具备光源驱动电路 34a 和液晶驱动电路 34b。光源驱动电路 34a 向照明装置 31 的光源 31a 供给电力,使其射出稳定亮度的照明光 SL。液晶驱动电路 34b 通过对液晶显示装置 32 输出图像信号或驱动信号,形成成为动态图像、静态图像的基础的彩色的图像光,作为透射率图案。另外,液晶驱动电路 34b 可具备图像处理功能,但是也可以由外接的控制电路具备图像处理功能。投射光学系统 12 是将从液晶显示装置 32 上的各点射出的图像光形成为平行状态的光束的准直透镜。

[0049] 液晶显示装置 32 中,第 1 方向 D1 与包含穿过投射光学系统 12 的第 1 光轴 AX1 和与后述的导光部件 21 的第 3 反射面 21c 平行的特定线的纵截面的延伸方向对应,第 2 方向 D2 与包含上述第 1 光轴 AX1 和上述第 3 反射面 21c 的法线的横截面的延伸方向对应。即,液晶显示装置 32 的位置中,第 1 方向 D1 与纵的 Y 方向相当,第 2 方向 D2 与横的 X 方向相当。

[0050] 导光装置 20 由导光部件 21 和光透射部件 23 接合而成,全体构成与 XY 面平行延

伸的平板状的光学部件。

[0051] 导光装置 20 中, 导光部件 21 是俯视为梯形的棱镜状部件, 具有第 1 反射面 21a、第 2 反射面 21b、第 3 反射面 21c 和第 4 反射面 21d, 作为构成侧面的第 1 面至第 4 面。另外, 导光部件 21 具有与第 1、第 2、第 3 及第 4 反射面 21a、21b、21c、21d 邻接并相互相对的第 1 侧面(上面)21e 和第 2 侧面(下面)21f。这里, 第 1 及第 2 反射面 21a、21b 沿 XY 面延伸, 以导光部件 21 的厚度 t 离开。另外, 第 3 反射面 21c 相对于 XY 面以 45° 以下的锐角 α 倾斜, 第 4 反射面 21d 相对于 XY 面例如以 45° 以下的锐角 β 倾斜。穿过第 3 反射面 21c 的第 1 光轴 AX1 和穿过第 4 反射面 21d 的第 2 光轴 AX2 平行配置, 以距离 D 离开。另外, 将在以下进行详述, 在第 1 反射面 21a 和第 3 反射面 21c 之间, 以除去棱的方式设置了端面 21h。导光部件 21 若包含该端面 21h, 则成为具有 7 面的多面体状的外形。

[0052] 导光部件 21 利用作为相对延伸的第 1 及第 2 面的第 1 及第 2 反射面 21a、21b 的全反射进行导光, 具有导光时通过反射折返的方向和导光时未通过反射折返的方向。考虑到导光部件 21 导光的图像的场合, 导光时通过多次反射折返的横方向即封闭方向 DW2 与第 1 及第 2 反射面 21a、21b 垂直(与 Z 轴平行), 如后述直到光源侧为止展开光路时, 与液晶显示装置 32 的第 2 方向 D2 相当。另一方面, 导光时未通过反射折返而传送的纵方向即非封闭方向 DW1 与第 1 及第 2 反射面 21a、21b 及第 3 反射面 21c 平行(与 Y 轴平行), 如后述直到光源侧为止展开光路时, 与液晶显示装置 32 的第 1 方向 D1 相当。再者, 在导光部件 21 中, 传送的光束全部朝向的主导光方向成为 $-X$ 方向。

[0053] 导光部件 21 由在可视范围呈现高的光透射性的树脂材料形成。导光部件 21 作为以通过射出成型一体成型的块状部件为主体部分的导光主体部分 20a, 导光主体部分 20a 例如通过向成型模具内射出热或光聚合型的树脂材料并热固化或光固化而形成。这样的导光部件 21 是将导光主体部分 20a 一体形成的部件, 但是, 功能上, 可以考虑分成光入射部 B1、导光部 B2 和光射出部 B3。

[0054] 光入射部 B1 是三角棱镜状的部分, 具有作为第 1 反射面 21a 的一部分的光入射面 IS; 与光入射面 IS 相对的第 3 反射面 21c。光入射面 IS 是用于取入来自图像形成装置 10 的图像光 GL 的内侧或观察者侧的平面, 与投射光学系统 12 相对, 与其第 1 光轴 AX1 垂直延伸。第 3 反射面 21c 具有矩形的轮廓, 在其矩形区域整体, 将通过光入射面 IS 的图像光 GL 反射并引导至导光部 B2 内。为了形成第 3 反射面 21c, 在光入射部 B1, 形成反射用的镜层 25(镜膜)。该镜层 25 通过在导光部件 21 的导光主体部分 20a 的斜面 RS 上由铝等的蒸镀实施成膜而形成。第 3 反射面 21c 相对于投射光学系统 12 的第 1 光轴 AX1 或 XY 面例如以锐角 $\alpha = 25^\circ \sim 27^\circ$ 倾斜, 通过将光入射面 IS 入射的全体朝向 $+Z$ 方向的图像光 GL 弯曲为全体地朝向偏 $-Z$ 方向 $-X$ 方向, 将图像光 GL 可靠地结合到导光部 B2 内。再者, 如上述那样, 镜层 25 通过与要成为第 3 反射面 21c 的面重叠地将铝等成膜而形成, 成为外光等没有透射进入光入射部 B1 那样的构成。

[0055] 导光部 B2 具备分别全反射由光入射部 B1 弯曲的图像光的第 1 反射面 21a 和第 2 反射面 21b, 作为相互相对与 XY 面平行延伸的 2 个平面。即, 第 1 及第 2 反射面 21a、21b 与上述的镜层 25 和 / 或后述的半透半反镜层 28 不同, 在导光部 B2 和外部的空气层界面被划定, 利用在该界面的折射率差高效率地进行光的导光。第 1 及第 2 反射面 21a、21b 的间隔即导光部件 21 的厚度 t 为例如 9mm 左右。这里, 第 1 反射面 21a 设为接近图像形成装置 10

的内侧或观察者侧,第2反射面21b设为远离图像形成装置10的表面侧或外界侧。该场合,第1反射面21a成为与上述的光入射面IS和/或后述的光射出面OS共同的面部分。第1及第2反射面21a、21b是利用折射率差的全反射面,未施加镜层等的反射涂层,但是为了防止表面的损伤和防止影像的分辨率降低,用表面涂层即硬涂层CC来覆盖。作为原则,硬涂层CC形成露出的最表面的部分,但是,如果需要,如图示那样,可在硬涂层CC上进一步用反射防止涂层AR来覆盖。这个情况下,反射防止涂层AR防止在表面的反射,并且例如与硬涂层CC协作,作为更加提高硬涂层的性能的多层镀膜起作用。

[0056] 光入射部B1的第3反射面21c反射的图像光GL首先入射第1反射面21a并全反射。接着,该图像光GL入射第2反射面21b并全反射。以下该操作反复进行,从而图像光全体被引导至导光装置20的内侧的主导光方向即设置光射出部B3的+Z侧。另外,由于在第1及第2反射面21a、21b未施加反射涂层,因此从外界侧入射第2反射面21b的外界光或外光以高透射率通过导光部B2。即,导光部B2是可透视外界像的透视型。

[0057] 光射出部B3是三角棱镜状的部分,具有作为第1反射面21a的一部分的光射出面OS和与光射出面OS相对的第4反射面21d。光射出面OS是用于向观察者的眼EY射出图像光GL的内侧平面,与光入射面IS同样,成为第1反射面21a的一部分,与第2光轴AX2垂直延伸。穿过光射出部B3的第2光轴AX2和穿过光入射部B1的第1光轴AX1的距离D考虑观察者的头部宽度等设定成例如50mm。第4反射面21d是矩形的平坦面,反射经第1及第2反射面21a、21b入射的图像光GL并向光射出部B3外射出,并且使外界光透射。为了形成第4反射面21d,在光射出部B3,形成作为反射部(半透射反射部)的半透半反镜层28。即,这个半透半反镜层28是弯曲图像光的光弯曲用的反射膜,是使外界光透射的具有光透射性的半透射反射膜。半透半反镜层(半透射反射膜)28通过在构成导光部件21中第4反射面21d的斜面RR上将例如由银等形成的金属反射膜、电介质多层膜以重叠的方式成膜而形成。再者,在半透半反镜层28上,由于配置了后述的光透射部件23,透视成为可能。半透半反镜层28对图像光GL的反射率从容易透视地观察外界光GL'的观点看,在假定的图像光GL的入射角范围中设为10%以上50%以下。具体的实施例的半透半反镜层28对图像光GL的反射率设定成例如20%,对图像光GL的透射率设定成例如80%。

[0058] 第4反射面21d相对于与第1反射面21a垂直的第2光轴AX2或XY面以例如锐角 $\beta = 25^\circ \sim 27^\circ$ 倾斜,通过上述半透半反镜层28,使经导光部B2的第1及第2反射面21a、21b入射的图像光GL部分地反射,以全体朝向-Z方向的方式弯曲,从而通过光射出面OS。还有,第4反射面21d是使外界光GL'部分地透射并通过光射出面OS的面,也是半透射半反射面。另外,透射第4反射面21d的图像光的成分入射光透射部件23,未用于影像的形成。

[0059] 光透射部件23包括与导光部件21的主体相同的材料,具有相同的折射率,具有第1面23a、第2面23b、和第3面23c。第1及第2面23a、23b沿着XY面延伸。还有,第3面23c相对于XY面倾斜,与导光部件21的第4反射面21d相对地平行配置。即,光透射部件23成为具有由第2面23b和第3面23c夹着的楔状的部件的部件。光透射部件23,与导光部件21相同,由在可视范围呈现高光透射性的树脂材料形成。光透射部件23是通过射出成型而一体成型的块状部件,例如通过向成型模具内射出热或光聚合型的树脂材料并热固化或光固化而形成。再者,在光透射部件23的表面,与导光部件21共同,施加硬涂层CC。

[0060] 在光透射部件 23, 第 1 面 23a 在设置于导光部件 21 的第 1 反射面 21a 的延长平面上配置, 位于接近观察者的眼 EY 的内侧, 第 2 面 23b 在设置于导光部件 21 的第 2 反射面 21b 的延长平面上配置, 位于远离观察者的眼 EY 的表面侧。第 3 面 23c 是通过粘接剂与导光部件 21 的第 4 反射面 21d 接合的矩形的透射面。以上的第 1 面 23a 和第 3 面 23c 形成的角度与导光部件 21 的第 1 反射面 21a 和第 4 反射面 21d 形成的角度 ϵ 相等, 第 2 面 23b 和第 3 面 23c 形成的角度与导光部件 21 的第 1 反射面 21a 和第 3 反射面 21c 形成的角度 β 相等。

[0061] 光透射部件 23 和导光部件 21, 在两者的接合部分及其附近, 构成透视部 B4。即, 由于在第 1 及第 2 面 23a、23b 未施加镜层等的反射涂层, 因此与导光部件 21 的导光部 B2 相同, 使外界光 GL' 以高透射率透射。第 3 面 23c 也可使外界光 GL' 以高透射率透射, 但是, 因为导光部件 21 的第 4 反射面 21d 具有半透半反镜层 28, 通过第 3 面 23c 的外界光 GL' 例如减光 20%。即, 观察者观察到使减光到 20% 的图像光 GL 和减光到 80% 的外界光 GL' 重叠的光。

[0062] 这里, 覆盖导光装置 20 的露出面的硬涂层 CC 是构成接合的导光部件 21 及光透射部件 23 的表面的要素, 在接合导光部件 21 的导光主体部分 20a 和光透射部件 23 的透光主体部分 24a 之后, 通过将两者的表面合并并将包含各种树脂材料的硬涂剂成膜而形成。更具体地, 硬涂层 CC 覆盖将导光装置 20 中导光主体部分 20a 和透光主体部分 24a 作为一体的部件全体, 其中, 导光主体部分 20a 包含要成为光入射部 B1、导光部 B2、和光射出部 B3 的部分, 透光主体部分 24a 以成为覆盖在导光主体部分 20a 侧成膜的半透半反镜层 28 的状态接合导光主体部分 20a。由此, 这个硬涂层 CC 通过覆盖作为第 1 及第 2 反射面 21a、21b 的有助于导光的表面来实现防止损伤和容易消除污物的功能。特别地, 通过如虚像显示装置 100 那样具有透视部 B4 的类型, 设置硬涂层在确保良好的透视观察上是重要的, 但是在虚像显示装置 100 的制作中进行硬涂层的成膜时, 为了确保其性能, 成膜前的清洗成为必要。另一方面, 在构成虚像显示装置 100 的导光部件 21 等, 设置半透半反镜层 28 等的光学元件, 若进行清洗等, 有这些光学元件的性能恶化的可能性。本实施方式中, 在硬涂层 CC 的成膜时, 通过由作为覆盖部件的透光主体部分 24a 覆盖保护半透半反镜层 28, 免受由于清洗等的影响。

[0063] C. 图像光的光路的概要

[0064] 图 3(A) 是与液晶显示装置 32 的纵截面 CS1 对应的第 1 方向 D1 的光路的说明图。沿第 1 方向 D1 的纵截面即 YZ 面 (展开后的 Y'Z' 面) 中, 从液晶显示装置 32 射出的图像光中, 将图中点划线表示的从显示区域 32b 的上端侧 (+Y 侧) 射出的分量设为图像光 GLa, 图中双点划线表示的从显示区域 32b 的下端侧 (-Y 侧) 射出的分量设为图像光 GLb。

[0065] 上侧的图像光 GLa 被投射光学系统 12 平行光束化, 沿展开的光轴 AX', 穿过导光部件 21 的光入射部 B1、导光部 B2 及光射出部 B3, 相对于观察者的眼 EY, 以平行光束状态从角度 ϕ_1 的上方向倾斜入射。另一方面, 下侧的图像光 GLb 被投射光学系统 12 平行光束化, 沿展开的光轴 AX', 穿过导光部件 21 的光入射部 B1、导光部 B2 及光射出部 B3, 相对于观察者的眼 EY, 以平行光束状态从角度 ϕ_2 ($|\phi_2| = |\phi_1|$) 的下方向倾斜入射。以上的角度 ϕ_1 、 ϕ_2 与上下的半视角相当, 设定成例如 6.5° 。

[0066] 图 3(B) 是与液晶显示装置 32 的横截面 CS2 对应的第 2 方向 (封闭方向或合成方

向)D2的光路的说明图。沿第2方向D2(封闭方向或合成方向)的横截面CS2即XZ面(展开后的X'Z'面)中,从液晶显示装置32射出的图像光中,将图中点划线表示的面向显示区域32b从右端侧(+X侧)的第1显示点P1射出的分量设为图像光GLc,图中双点划线表示的面向显示区域32b从左端侧(-X侧)的第2显示点P2射出的分量设为图像光GLd。图3(B)中,为了参考,追加了偏右内侧射出的图像光GLe和偏左内侧射出的图像光GLf。

[0067] 来自右侧的第1显示点P1的图像光GLc被投射光学系统12平行光束化,沿展开的光轴AX',穿过导光部件21的光入射部B1、导光部B2及光射出部B3,相对于观察者的眼EY,以平行光束状态从角度 θ_1 的右方向倾斜入射。另一方面,来自左侧的第2显示点P2的图像光GLd被投射光学系统12平行光束化,沿展开的光轴AX',穿过导光部件21的光入射部B1、导光部B2及光射出部B3,相对于观察者的眼EY,以平行光束状态从角度 θ_2 ($|\theta_2| = |\theta_1|$)的左方向倾斜入射。以上的角度 θ_1 、 θ_2 与左右的半视角相当,设定成例如 10° 。

[0068] 另外,对于第2方向D2的横方向,导光部件21中图像光GLc、GLd通过反射折返,反射的次数也不同,因此,各图像光GLc、GLd在导光部件21中表现为不连续。另外,相对于观察者的眼EY,与图2(A)的场合比较,观察方向成为上下相反。结果,对于横方向,全体画面左右反相,但是如后详述,通过高精度加工导光部件21,可将液晶显示装置32的右半图像和液晶显示装置32的左半图像无缝连续地结合。另外,考虑两图像光GLc、GLd的导光部件21内的反射次数互异,右侧的图像光GLc的射出角度 θ_1' 和左侧的图像光GLd的射出角度 θ_2' 设定成不同。

[0069] 以上,入射观察者的眼EY的图像光GLa、GLb、GLc、GLd成为来自无限远的虚像,对于纵的第1方向D1,在液晶显示装置32形成的图像正立,对于横的第2方向D2,在液晶显示装置32形成的图像反相。

[0070] D. 与横方向相关的图像光的光路

[0071] 图4是说明第1显示装置100A中的具体的光路的截面图。投射光学系统12具有3个透镜L1、L2、L3。

[0072] 来自液晶显示装置32的右侧的第1显示点P1的图像光GL11、GL12通过投射光学系统12的透镜L1、L2、L3被平行光束化,入射导光部件21的光入射面IS。导向导光部件21内的图像光GL11、GL12在第1及第2反射面21a、21b中以相等角度反复全反射,最终从光射出面OS以平行光束射出。具体地说,图像光GL11、GL12作为平行光束被导光部件21的第3反射面21c反射后,以第1反射角 γ_1 入射导光部件21的第1反射面21a并被全反射(第1次的全反射)。然后,图像光GL11、GL12以保持第1反射角 γ_1 的状态,入射第2反射面21b并被全反射(第2次的全反射),然后再度入射第1反射面21a并被全反射(第3次的全反射)。结果,图像光GL11、GL12在第1及第2反射面21a、21b中共计3次全反射后,入射第4反射面21d。图像光GL11、GL12由该第4反射面21d以与第3反射面21c同一的角度反射,从光射出面OS相对于与该光射出面OS垂直的第2光轴AX2方向倾斜角度 θ_1 ,作为平行光束射出。

[0073] 来自液晶显示装置32的左侧的第2显示点P2的图像光GL21、GL22通过投射光学系统12的透镜L1、L2、L3被平行光束化,入射导光部件21的光入射面IS。导向导光部件21内的图像光GL21、GL22在第1及第2反射面21a、21b中以相等角度反复全反射,最终从

光射出面 OS 以平行光束射出。具体地说,图像光 GL21、GL22 作为平行光束被导光部件 21 的第 3 反射面 21c 反射后,以第 2 反射角 γ_2 ($\gamma_2 < \gamma_1$) 入射导光部件 21 的第 1 反射面 21a 并全反射(第 1 次的全反射)。然后,图像光 GL21、GL22 以保持第 2 反射角 γ_2 的状态,入射第 2 反射面 21b 并全反射(第 2 次的全反射),再度入射第 1 反射面 21a 并全反射(第 3 次的全反射),再度入射第 2 反射面 21b 并全反射(第 4 次的全反射),再度入射第 1 反射面 21a 并全反射(第 5 次的全反射)。结果,图像光 GL21、GL22 在第 1 及第 2 反射面 21a、21b 中共计 5 次全反射后入射第 4 反射面 21d。图像光 GL21、GL22 在该第 4 反射面 21d 以与第 3 反射面 21c 同一的角度反射,从光射出面 OS 相对于与该光射出面 OS 垂直的第 2 光轴 AX2 方向倾斜角度 θ_2 ,作为平行光束射出。

[0074] 图 4 中,描绘了导光部件 21 展开时与第 1 反射面 21a 对应的假想的第 1 面 121a 和导光部件 21 展开时与第 2 反射面 21b 对应的假想的第 2 面 121b。通过这样展开可知,来自第 1 显示点 P1 的图像光 GL11、GL12 通过与光入射面 IS 对应的入射等价面 IS' 后,2 次通过第 1 面 121a,1 次通过第 2 面 121b,从光射出面 OS 射出后入射观察者的眼 EY,来自第 2 显示点 P2 的图像光 GL21、GL22 通过与光入射面 IS 对应的入射等价面 IS'' 后,3 次通过第 1 面 121a,2 次通过第 2 面 121b,从光射出面 OS 射出后入射观察者的眼 EY。若改变观察方法,则观察者重叠观察到在 2 个位置的不同入射等价面 IS'、IS'' 的附近存在的投射光学系统 12 的透镜 L3。

[0075] 图 5(A) 是概念地说明液晶显示装置 32 的显示面的图,图 5(B) 是概念地说明观察者所见的液晶显示装置 32 的虚像的图,图 5(C) 及 5(D) 是构成虚像的部分图像的说明图。图 5(A) 所示在液晶显示装置 32 设置的矩形的图像形成区域 AD 观察为图 5(B) 所示虚像显示区域 AI。在虚像显示区域 AI 的左侧,与液晶显示装置 32 的图像形成区域 AD 中从中央向右侧的部分相当的第 1 投射像 IM1 形成,该第 1 投射像 IM1 成为图 5(C) 所示右侧缺口的部分图像。另外,在虚像显示区域 AI 的右侧,与液晶显示装置 32 的图像形成区域 AD 中从中央向左侧的部分相当的投射像 IM2 形成虚像,该第 2 投射像 IM2 成为图 5(D) 所示左半部分缺口的部分图像。

[0076] 图 5(A) 所示液晶显示装置 32 中,仅仅形成第 1 投射像(虚像)IM1 的第 1 部分区域 A10 包含例如液晶显示装置 32 的右端的第 1 显示点 P1,射出导光部件 21 的导光部 B2 中合计 3 次全反射的图像光 GL11、GL12。液晶显示装置 32 中,仅仅形成第 2 投射像(虚像)IM2 的第 2 部分区域 A20 包含例如液晶显示装置 32 的左端的第 2 显示点 P2,射出导光部件 21 的导光部 B2 中合计 5 次全反射的图像光 GL21、GL22。液晶显示装置 32 的图像形成区域 AD 的偏中央部分,来自第 1 及第 2 部分区域 A10、A20 夹着纵长延伸的带域(带状区域)SA 的图像光,形成图 5(B) 所示重复图像 IS。即,来自液晶显示装置 32 的带域 SA 的图像光成为由导光部 B2 中计 3 次全反射的图像光 GL11、GL12 形成的第 1 投射像 IM1 和由导光部 B2 中计 5 次全反射的图像光 GL11、GL12 形成的第 2 投射像 IM2,在虚像显示区域 AI 上重叠。若导光部件 21 的加工精密,形成由投射光学系统 12 正确准直的光束,对于重复图像 IS,可防止 2 个投射像 IM1、IM2 的重叠导致的偏移、模糊。

[0077] 以上,从包含液晶显示装置 32 的右侧的第 1 显示点 P1 的第 1 部分区域 A10 射出的图像光 GL11、GL12 在第 1 及第 2 反射面 21a、21b 形成的全反射次数设为共计 3 次,从包含液晶显示装置 32 的左侧的第 2 显示点 P2 的第 2 部分区域 A20 射出的图像光 GL21、GL22

在第 1 及第 2 反射面 21a、21b 形成的全反射次数设为共计 5 次,但是全反射次数也可以适宜变更。即,通过导光部件 21 的外形(即厚度 t , 距离 D , 锐角 α , β) 的调节,也可以将图像光 GL11、GL12 的全反射次数设为共计 5 次,图像光 GL21、GL22 的全反射次数设为共计 7 次。另外,以上,图像光 GL11、GL12、GL21、GL22 的全反射次数为奇数,但是,若在相反侧配置光入射面 IS 和光射出面 OS,即导光部件 21 设为俯视为平行四边形,则图像光 GL11、GL12、GL21、GL22 的全反射次数成为偶数。

[0078] E. 虚像显示装置的制作步骤

[0079] 以下,通过图 6(A) ~ 6(F),说明本实施方式涉及的虚像显示装置的制作步骤。这里,说明各制作步骤中作为特征的部分的导光部件 21 和光透射部件 23 的接合前后的导光装置 20 的制作步骤。图 6(A) 是表示经过各步骤制作的导光装置 20 的结构的截面图,图 6(B) ~ 6(F) 表示用于制作图 6(A) 的结构的各步骤。

[0080] 首先,如图 6(B) 所示,准备构成导光部件 21 的光入射部 B1、导光部 B2 及光射出部 B3 的导光主体部分 20a。导光主体部分 20a 由在可视范围呈现高的光透射性的树脂材料形成,但是,这里,通过将例如甲基丙烯酸苯乙烯等作为材料射出成型而成形。导光主体部分 20a 具有要形成导光部件 21 的第 1 ~ 第 4 反射面 21a、21b、21c、21d(参照图 6(A) 等)的部分即第 1 ~ 第 4 面 SFa、SFb、SFc、SFd。

[0081] 接着,如图 6(C) 所示,导光主体部分 20a 的面 SFa、SFb、SFc、SFd 中,在作为斜面 RR 的第 4 面 SFd 的面上,在用于图像光的反射及外界光的透射而需要的区域通过蒸发银等将半透半反镜层 28 成膜,形成作为半透射面的第 4 反射面 21d(反射部制作步骤)。

[0082] 接着,如图 6(D) 所示,准备与要成为导光部件 21 的导光主体部分 20a 接合的要成为光透射部件 23 的透光主体部分 24a。透光主体部分 24a 具有要形成导光部件 21 的第 1 及第 2 面 23a、23b(参照图 6(A) 等)的部分即第 1 及第 2 平坦面 MFa、MFb。还有,透光主体部分 24a 具有与导光主体部分 20a 的第 4 反射面 21d 相对的相对面即第 3 面 23c。

[0083] 接着,如图 6(E) 所示,在要成为导光部件 21 的导光主体部分 20a 的第 4 反射面 21d,通过粘接剂等贴合要成为光透射部件 23 的透光主体部分 24a 的第 3 面 23c,从而接合两者(接合步骤)。如果用不同的观察方法,通过作为覆盖部件的透光主体部分 24a 覆盖第 4 反射面 21d 的半透半反镜层 28(覆盖步骤)。

[0084] 接着,如图 6(F) 所示,在呈接合的状态的导光主体部分 20a 和透光主体部分 24a 中露出的表面全体,将作为表面涂层的硬涂层 CC 成膜。硬涂层 CC,例如通过浸泡处理而涂布涂层材料(浸泡处理步骤),在导光主体部分 20a 及透光主体部分 24a 的表面全体以基本均匀的膜厚来形成(硬涂层成膜步骤)。由此,通过覆盖导光主体部分 20a 的第 1 及第 2 表面 SFa、SFb 形成第 1 及第 2 反射面 21a、21b。并且,在作为斜面 RS 的第 3 面 SFc 上,通过在硬涂层 CC 上蒸发铝等将作为镜膜的镜层 25 成膜而形成第 3 反射面 21c(镜层成膜步骤)。通过以上内容,将在导光主体部分 20a 使硬涂层 CC 及镜层 25 成膜的导光部件 21 和在透光主体部分 24a 使硬涂层 CC 成膜的光透射部件 23 以一体化的状态来制作。这里,在硬涂层 CC 的成膜中,若在导光主体部分 20a 和透光主体部分 24a 的表面附着尘土等,可能无法实现防止损伤和容易消除污物的作为硬涂层的功能。因此,作为成膜的预处理,进行导光主体部分 20a 和透光主体部分 24a 的表面部分的清洗。这时,因为半透半反镜层 28 成为通过作为覆盖部件的透光主体部分 24a 覆盖的状态,所以能够避免由于清洗引起半透半反

镜层 28 剥落或缺口、或者由于清洗受到化学作用的情形。再者，在镜层 25 的形成中，因为在将硬涂层 CC 成膜后进行，所以能不受到硬涂层 CC 的成膜时的清洗等的影响以良好的状态成膜。

[0085] 通过以上内容，制作具有如图 6(A) 所示的结构 of 导光装置 20 (导光装置制作步骤)。并且，如果需要，也可以在镜层成膜步骤后将反射防止涂层 AR 成膜。再者，关于镜层 25，通过将例如框 121 (参照图 1) 作为保护条等来保护。

[0086] 在上述的硬涂层成膜步骤中，硬涂层 CC 的膜厚优选地为 $5\ \mu\text{m}$ 左右。由此，硬涂层 CC 成膜后的形状成为维持可将成膜前的导光主体部分 20a 和透光主体部分 24a 接合的形状，并且，硬涂层 CC 具有对导光主体部分 20a 和透光主体部分 24a 防止损伤和容易消除污物的作为硬涂层的功能的程度的厚度。

[0087] 如以上那样，本实施方式涉及的虚像显示装置 100 中，在导光装置 20 的制作中在由作为覆盖部件的透光主体部分 24a 即光透射部件 23 覆盖在用于进行导光的导光装置内组装的光学元件即光弯曲用的反射膜的半透半反镜层 28 的状态下，将硬涂层 CC 成膜。因此，即使例如在虚像显示装置 100 的制作中作为硬涂层 CC 的成膜的预处理，清洗要成为导光装置 20 的导光主体部分 20a、透光主体部分 24a 的表面，也能避免由此引起半透半反镜层 28 剥落的情形，不会损坏半透半反镜层 28 的光学特性。依据以上内容，虚像显示装置 100 具有硬涂层 CC，能抑制损伤、消除表面的污物，并且，能将半透半反镜层 28 的光学特性维持在良好的状态。特别地，上述情况下，覆盖部件是光透射性的光透射部件 23，在良好的状态下的透视观察成为可能。

[0088] 还有，以上，在光射出部侧，用覆盖部件覆盖光弯曲用的反射部，但是，不限于此，在光入射部侧，也可用覆盖部件覆盖光弯曲用的反射部。具体地，上述中，在光射出部 B3 侧，将光弯曲用的反射部用作半透半反镜层 28，将覆盖部件用作透光主体部分 24a 即光透射部件 23，用光透射部件 23 覆盖并保护半透半反镜层 28，但是，本实施方式不限于此。例如，在光入射部 B1 侧，作为镜膜的镜层 25 是弯曲图像光的光弯曲用的反射部。即，也可将光弯曲用的反射部用作镜层 25，在图 6(C) 中在第 3 面 SFc 将镜层 25 成膜，在以其他用途设置覆盖镜层 25 的覆盖部件的状态下将硬涂层 CC 成膜。通过保护镜层 25，能进行良好的图像光的传送。

[0089] 还有，在以上那样制作的导光装置 20 的导光部件 21 中，在例如未施加反射防止涂层 AR 的情况下，第 1 及第 2 反射面 21a、21b 通过位于最表层的硬涂层 CC 和空气层的界面而形成 (参照图 6(F))。还有，第 3 反射面 21c 通过镜层 25 和第 3 面 SFc 的界面而形成 (参照图 6(A))。还有，第 4 反射面 21d 通过半透半反镜层 28 和第 4 表面 SFd 的界面而形成 (参照图 6(A))。再者，如图 6(A) 所示，在将反射防止涂层 AR 成膜的情况下，能将反射防止涂层 AR 和空气层的界面用作第 1 及第 2 反射面 21a、21b。

[0090] 再者，在第 1 及第 2 反射面 21a、21b 的全反射通过硬涂层 CC 的折射率的设定，如上述，能在硬涂层 CC 和空气层的界面即硬涂层 CC 的表面侧产生，但是，也能在硬涂层 CC 的内侧即面 SFa、SFb 产生。即，将作为第 1 及第 2 反射面 21a、21b 实际起作用的面，设为面 SFa、SFb，也可设为硬涂层 CC 的表面。无论导光部 B2 中哪个面成为有助于图像光的导光的面即第 1 及第 2 反射面 21a、21b 的情况下，保护第 1 及第 2 反射面 21a、21b 的是硬涂层 CC。

[0091] 第 2 实施方式

[0092] 以下,通过图7(A)~7(F),说明第2实施方式涉及的虚像显示装置的制作步骤,进而说明本实施方式的虚像显示装置。再者,本实施方式的虚像显示装置200是第1实施方式的虚像显示装置100的变形例,未特别说明的部分或事项与第1实施方式的情况相同,除了构成虚像显示装置200的导光装置220的结构以外,省略图示及说明。图7(A)是表示经过各步骤制作的导光装置220的结构的截面图,图7(B)~7(F)是用于制作图7(A)的结构的各步骤。

[0093] 首先,如图7(B)所示,准备要成为导光部件221的导光主体部分20a。接着,如图7(C)所示,在导光主体部分20a中露出的表面全体作为表面涂层的硬涂层CC1例如通过浸泡处理而成膜(硬涂层成膜步骤)。由此,通过覆盖导光主体部分20a的第1及第2表面SFa、SFb形成第1及第2反射面21a、21b。

[0094] 接着,如图7(D)所示,在作为斜面RR的第4面SFd的面上,在硬涂层CC上将作为半透射反射膜的半透半反镜层28成膜而形成第4反射面21d(反射部制作步骤),在作为斜面RS的第3面SFc上,在硬涂层CC上将镜膜25成膜而形成第3反射面21c(反射部制作步骤)。通过以上内容,制作导光部件221(导光部件准备步骤)。

[0095] 接着,如图7(E)所示,准备与导光部件221接合的光透射部件223(光透射部件准备步骤)。光透射部件223例如通过浸泡处理在透光主体部分24a将硬涂层CC2成膜而形成。硬涂层CC2用与硬涂层CC1相同的材料构成。再者,第3面23c(相对面)与导光部件221的第4反射面21d相对。

[0096] 接着,如图7(F)所示,通过由粘接剂等将光透射部件223与导光部件221贴合,将两者接合(接合步骤)。这个情况下,硬涂层CC1中,第4反射面21d的成为基础的部分成为在接合光透射部件23的状态下存在于装置的内部侧的中间层。硬涂层CC1中,覆盖第1及第2表面SFa、SFb的部分成为形成露出的表面的表面涂层。

[0097] 通过以上内容,制作具有如图7(A)所示的结构的导光装置120(导光装置制作步骤)。并且,如果需要,也可在接合步骤后将反射防止涂层AR成膜。再者,关于镜层25,通过将例如框121(参照图1)作为保护条等来保护。

[0098] 本实施方式中,在导光装置220的制作中,在进行构成导光部件221的硬涂层CC1的成膜之后,形成作为光弯曲用的反射部的镜层25及半透半反镜层28。因此,即使例如在虚像显示装置200的制作中作为硬涂层CC1的成膜的预处理,清洗要成为导光装置的导光主体部分20a的表面,也不产生由此引起镜层25、半透半反镜层28剥落的情形,不会损坏镜层25及半透半反镜层28的光学特性。依据以上内容,虚像显示装置200具有硬涂层CC1、硬涂层CC2,能抑制损伤、消除表面的污物,并且,能将半透半反镜层28的光学特性维持在良好的状态。特别地,上述情况下,光透射部件223是光透射性,在良好的状态下的透视观察成为可能。

[0099] 还有,本实施方式的情况下,接合部分通过用相同的材料构成的硬涂层CC1、CC2而形成,所以通过利用适合粘接该材料的粘接剂,能确保需要的足够粘着力。因此,作为导光部件221的导光主体部分20a和光透射部件223的透光主体部分24a的材料,可使用通常难以直接接合的环烯聚合物。在使用环烯聚合物的情况下,保持导光部件221、光透射部件223的高的光透射性,并且,特别是能抑制吸湿性,在更良好的状态下的透视观察成为可能。还有,这种情况下,即使导光主体部分20a和透光主体部分24a中材料不同,也能确保

需要的足够粘着力。

[0100] F. 其他

[0101] 根据以上实施方式说明了本发明,但是,本发明不限于上述的实施方式,在不越出其主旨的范围内可以实施各种的形态,例如也可以如下的变形。

[0102] 上述实施方式中,将虚像显示装置 100 作为透视类型的装置来说明,但是,本发明即使在非透视的类型的头戴显示器中也能适用。

[0103] 光透射部件 23、223 的形状不限于在横即 X 方向延长导光部件 21、221,也可包含从上下夹着导光部件 21 那样扩展的部分。例如,考虑图 8(A) ~ 8(D) 及图 9(A) ~ 9(D) 所示的导光部件 21、221 及光透射部件 23、223 的组合。再者,即使是这些比较复杂的形状的导光部件 21 及光透射部件 23,例如通过浸泡处理将硬涂层 CC、CC1、CC2 成膜,从而能均匀地将全部比较薄的膜成膜。再者,关于硬涂层 CC、CC1、CC2 的成膜方法,不限于浸泡处理,也可以适用通常的涂布方式和 / 或喷雾方式、辊涂方式、湿式 / 干式的涂布方式等。在导光部件 21 等的形状比较简单的情况下,通过这样的各种方法,能形成希望的膜厚的硬涂层 CC、CC1、CC2。

[0104] 上述实施方式中,作为半透射反射部的半透半反镜层 28 通过将例如银等的金属反射膜和 / 或电介质多层膜成膜而形成,以作为半透射反射膜,但是,不限于此,也可通过具有半透射反射性的半透射部件和 / 或半透射性的片等构成半透射反射部。还有,例如如图 10 及图 11(A) 所示,在第 1 显示装置 100A、200A 中,也可代替镜层 25、半透半反镜层 28(参照图 2(A) 等),通过全息元件 HE1、HE2 形成第 3 反射面 21c、第 4 反射面 21d。即,也可以用全息元件 HE2 构成弯曲图像光并使外界光透射的半透射反射部。这个情况下,作为光源,图像显示装置 11 具有例如产生 3 色的光束的 LED 光源,全息元件 HE1、HE2 具有与该 3 色对应的 3 层结构的全息层。由此,作为在第 3 反射面 21c、第 4 反射面 21d 的附近形成的虚拟的镜,全息元件 HE1、HE2 具有使来自图像显示装置 11 的各色光向希望的方向反射的功能。即,全息元件 825 可以进行图像光的反射方向的调整。还有,在使用全息元件 HE1、HE2 的情况下,能将各色光向希望的方向反射。因此,例如如图 11(B) 所示,作为第 1 显示装置 200A 的变形例,也可构成为,使第 3 及第 4 反射面 21c、21d 相对第 1 反射面 21a 不倾斜,在与延长第 2 反射面 21b 的第 1 反射面 21a 平行的面上形成全息元件 HE1、HE2。再者,由于全息元件 HE2 仅对特定波长带的光起作用而使其他波长带的光透射,所以使外界光通过并进行透视观察成为可能。

[0105] 上述的说明中,使用了具备光入射部 B1、导光部 B2 和光射出部 B3 的导光装置 20,但是,在光入射部 B1 和 / 或光射出部 B3 中,不需要使用平面镜,通过球面或非球面的曲面镜也能保持透镜的功能。并且,如图 12 所示,作为光入射部 B1,可使用从导光部 B2 分离的棱镜或块状的中继部件 1125,在这个中继部件 1125 的入射出射面和 / 或反射内面保持透镜的功能。再者,在构成导光部 B2 的导光体 26,设置通过反射而使图像光 GL 传送的第 1 及第 2 面即第 1 及第 2 反射面 21a、21b,但是,这些反射面 21a、21b 不需要彼此平行,也可作为曲面。再者,这里,关于基本沿着曲面延伸的面,作为彼此相对并延伸的面进行操作。

[0106] 上述实施例中,来自照明装置 31 的照明光 SL 未特别具有指向性,但是也可以使照明光 SL 根据液晶显示装置 32 的位置而具有指向性。从而,可以高效地照明液晶显示装置 32,降低图像光 GL 的位置导致的亮度不均。

[0107] 上述实施例中,未特别地调节液晶显示装置 32 的显示亮度,但是,可以根据如图 5(B) 所示的投射像 IM1、IM2 的范围和 / 或重复而调节显示亮度。

[0108] 上述实施例中,图像显示装置 11 采用透射型的液晶显示装置 32 等,但是图像显示装置 11 不限于透射型的液晶显示装置 32,可采用各种装置。例如,可以是采用反射型的液晶显示装置的构成,也可以取代液晶显示装置 32 而采用数字微镜装置等。另外,图像显示装置 11 也可以采用以 LED 阵列、OLED(有机 EL) 等为代表的自发光型元件。

[0109] 上述实施例的虚像显示装置 100 中,与右眼及左眼的双方对应,一组一组设置的图像形成装置 10 及导光装置 20,但是,也可以仅仅在右眼或左眼的任一方设置图像形成装置 10 和导光装置 20,形成单眼观察图像的构成。

[0110] 上述实施例中,穿过光入射面 IS 的第 1 光轴 AX1 和穿过光入射面 IS 的第 2 光轴 AX2 平行,但是这些光轴 AX1、AX2 也可以设为非平行。

[0111] 上述的说明中,具体说明了虚像显示装置 100 为头部佩戴显示器的情况,但是虚像显示装置 100 也可以改变为抬头显示器。

[0112] 上述的说明中,第 1 及第 2 反射面 21a、21b 中,说明了在表面上未施加镜面、半透半反镜等而通过与空气的界面使图像光全反射并导入的情况,但是,对于本发明中的全反射,也包含在第 1 及第 2 反射面 21a、21b 上的全体或一部分形成反射涂层和 / 或半透半反镜的反射。例如,也包含图像光的入射角度满足全反射条件且在第 1 及第 2 反射面 21a、21b 的全体或一部分施加反射涂层等,实质上反射全部图像光的场合。另外,只要可以获得充分亮度的图像光,也可以由具有若干透射性的镜面来涂布覆盖第 1 及第 2 反射面 21a、21b 的全体或一部分。

[0113] 上述的说明中,导光部件 21 在眼 EY 的排列的横向延伸,但是导光部件 21 也可以纵向延伸。该场合,光学面板 110 不是直列,而是并列地平行配置。

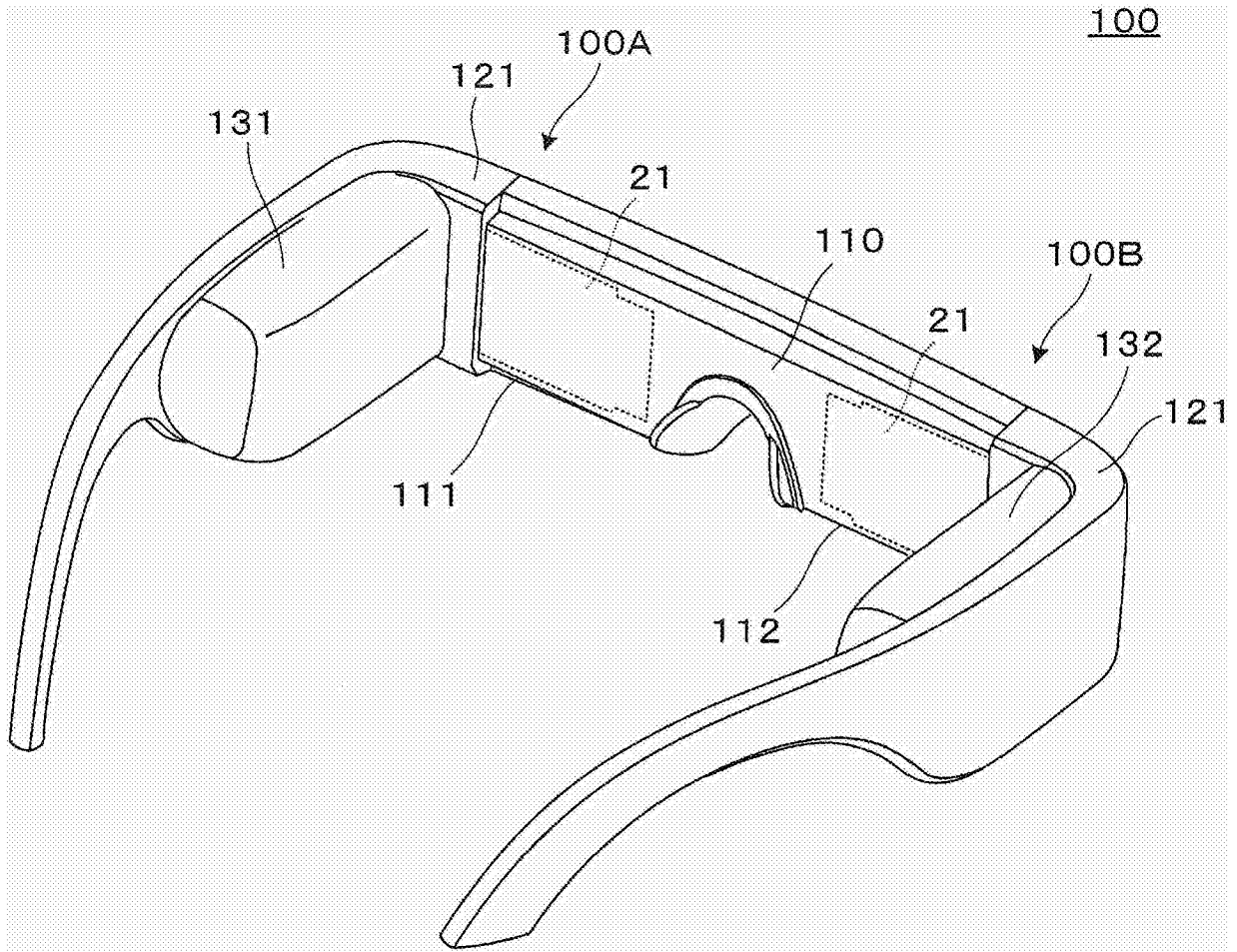


图 1

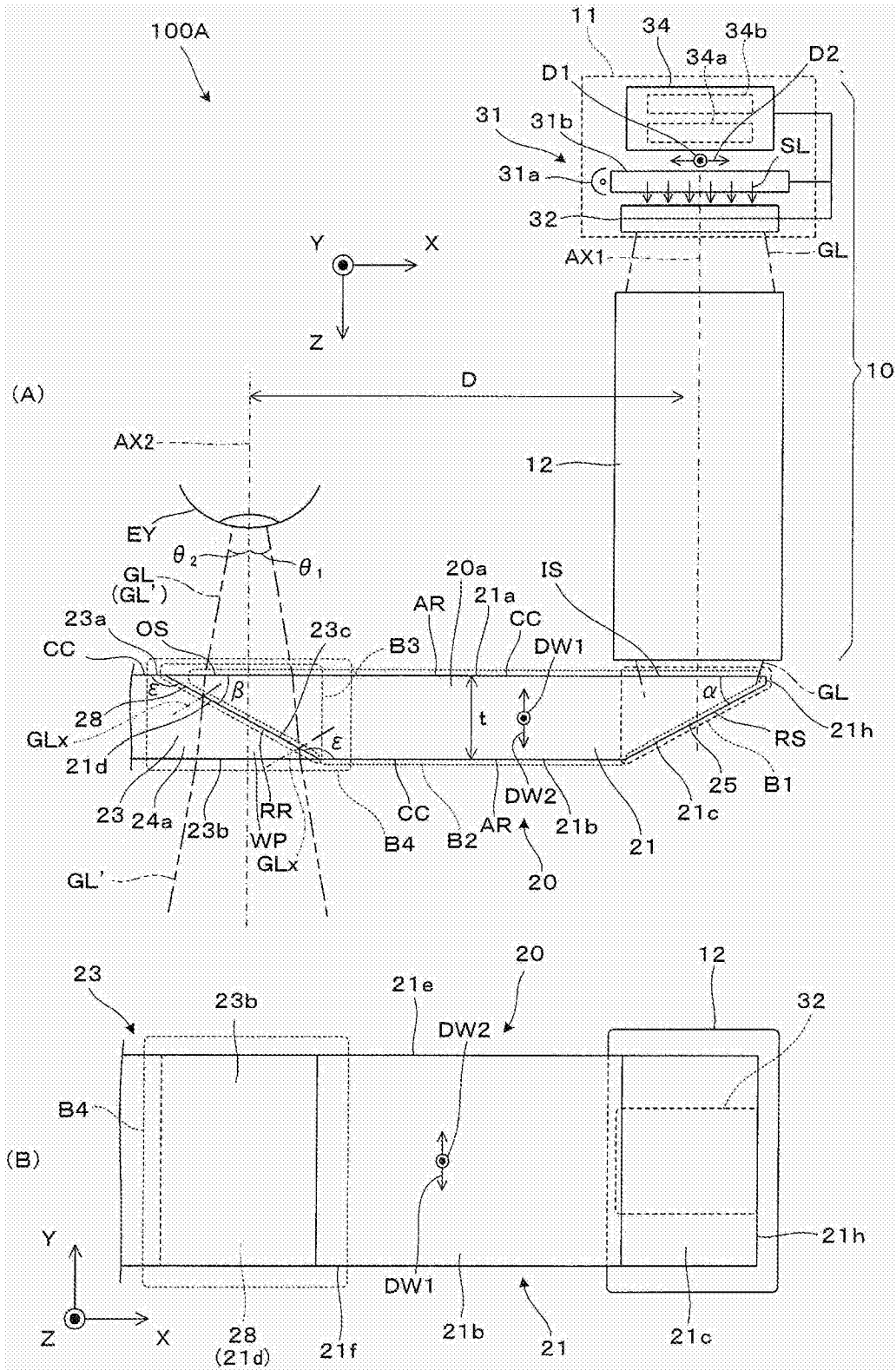


图 2

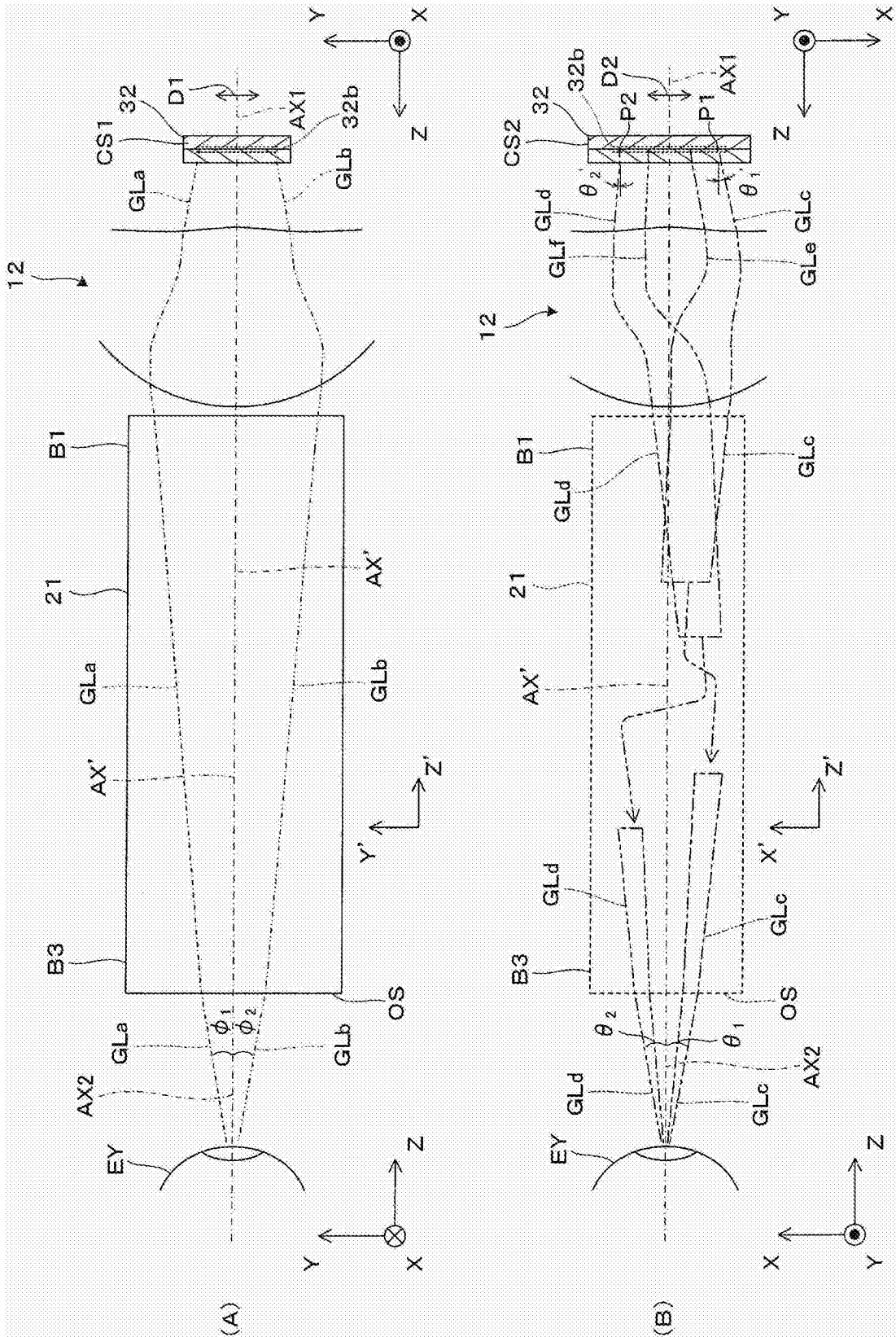


图 3

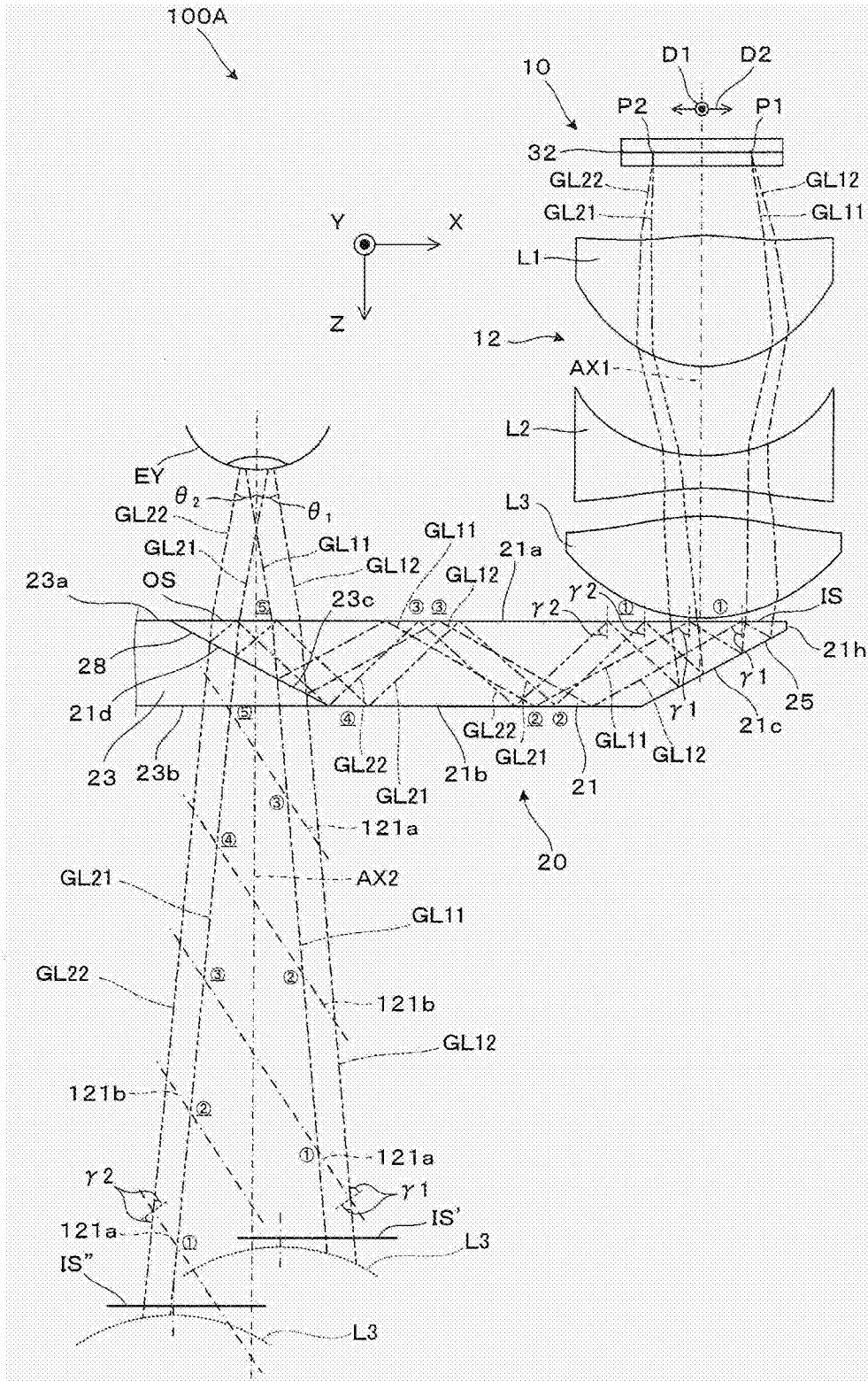


图 4

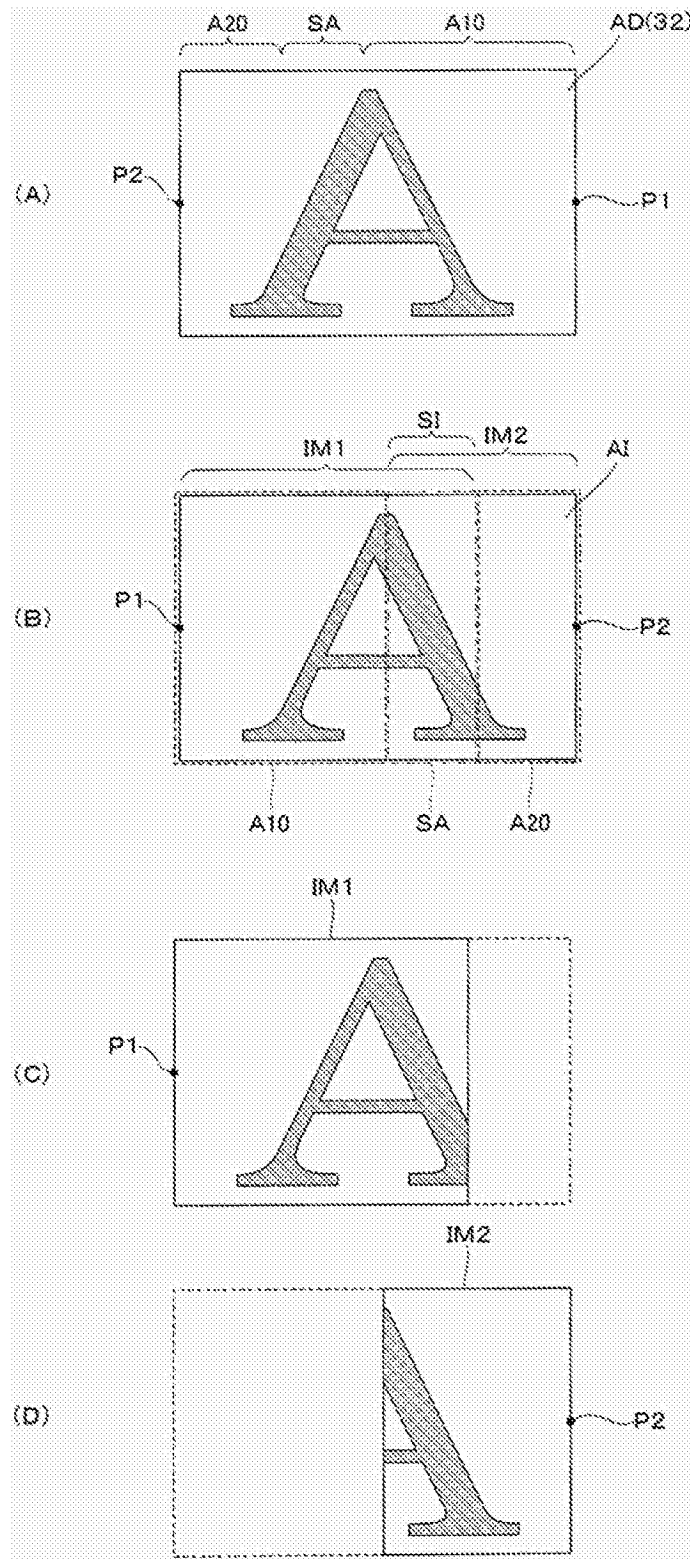


图 5

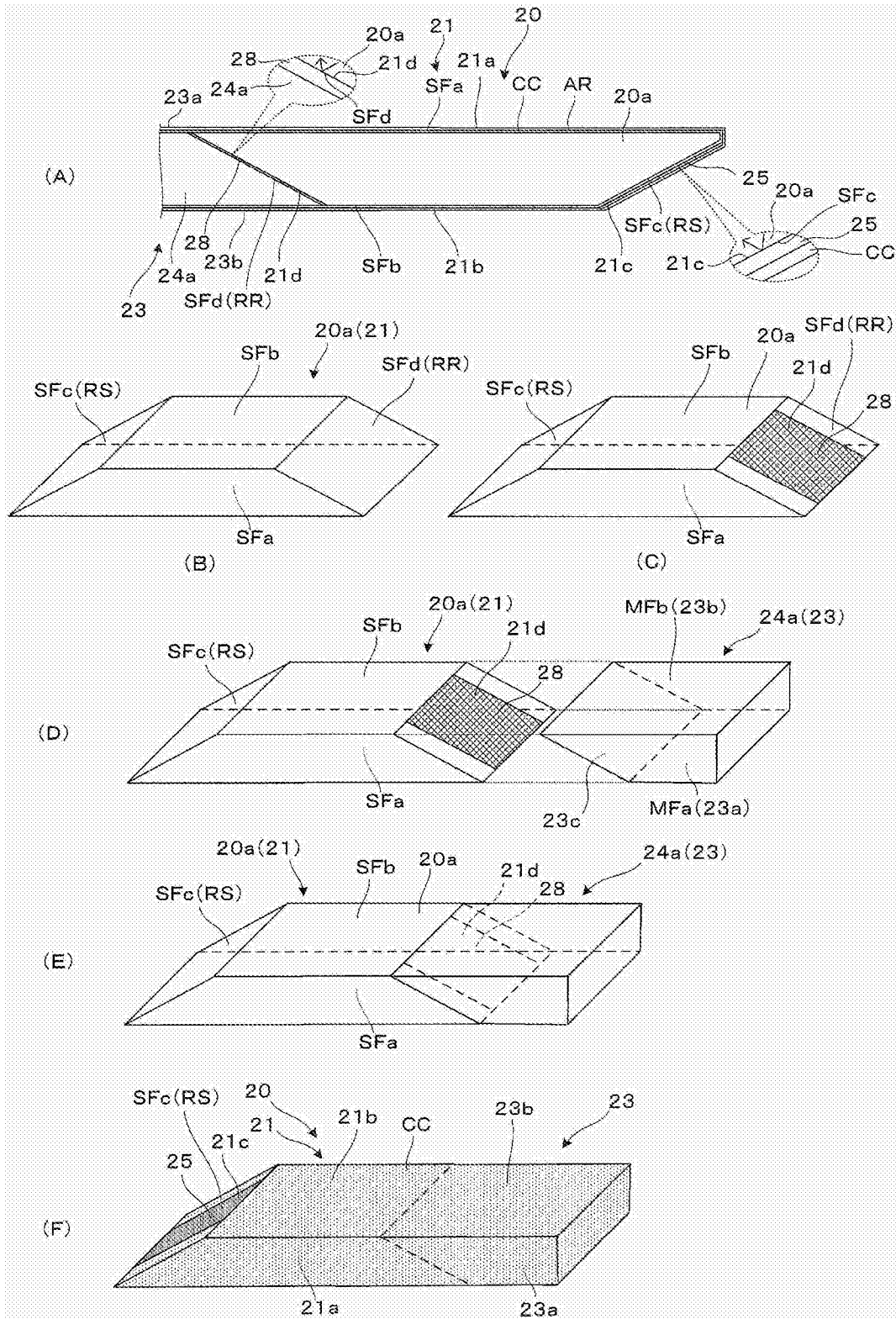


图 6

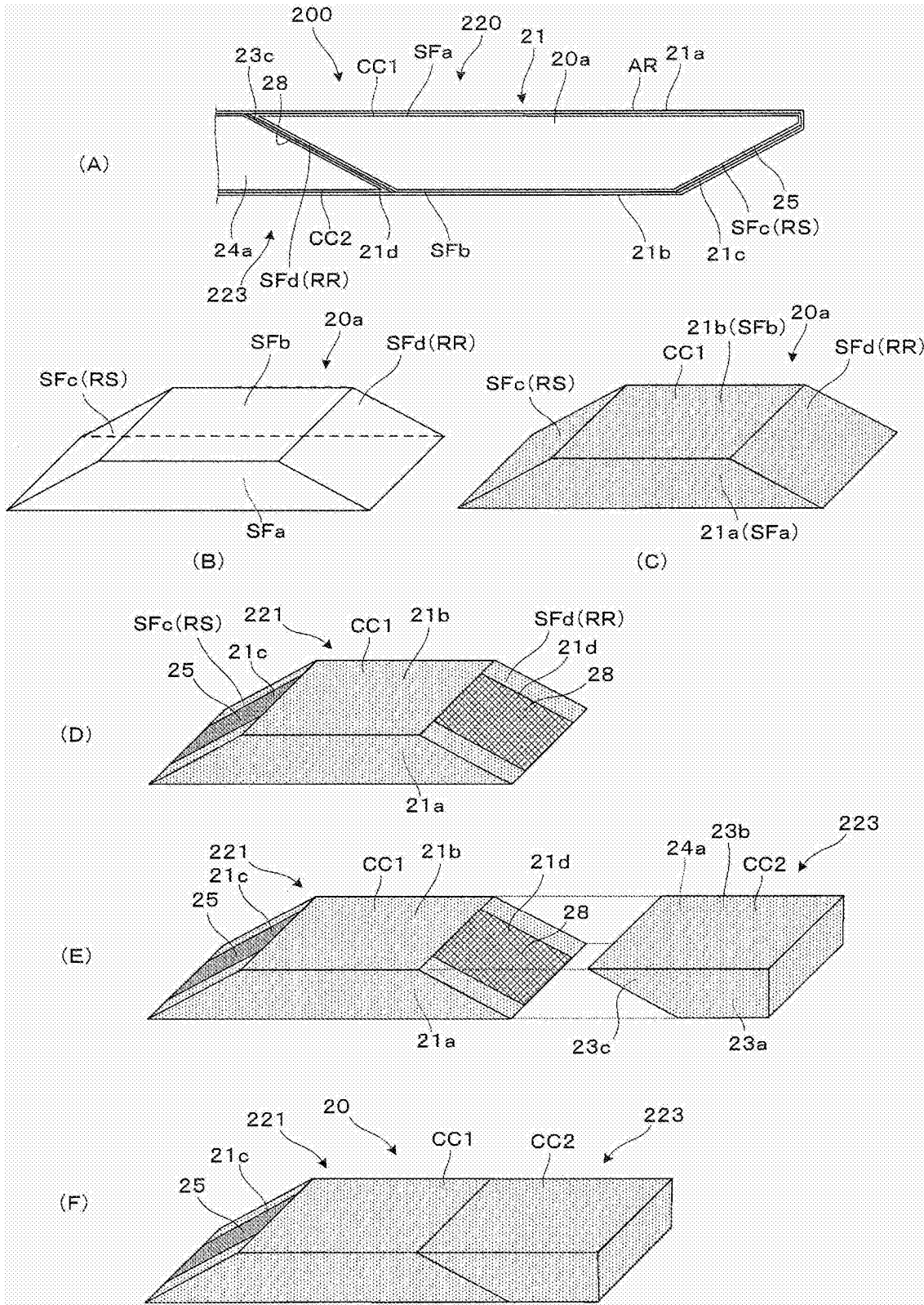


图 7

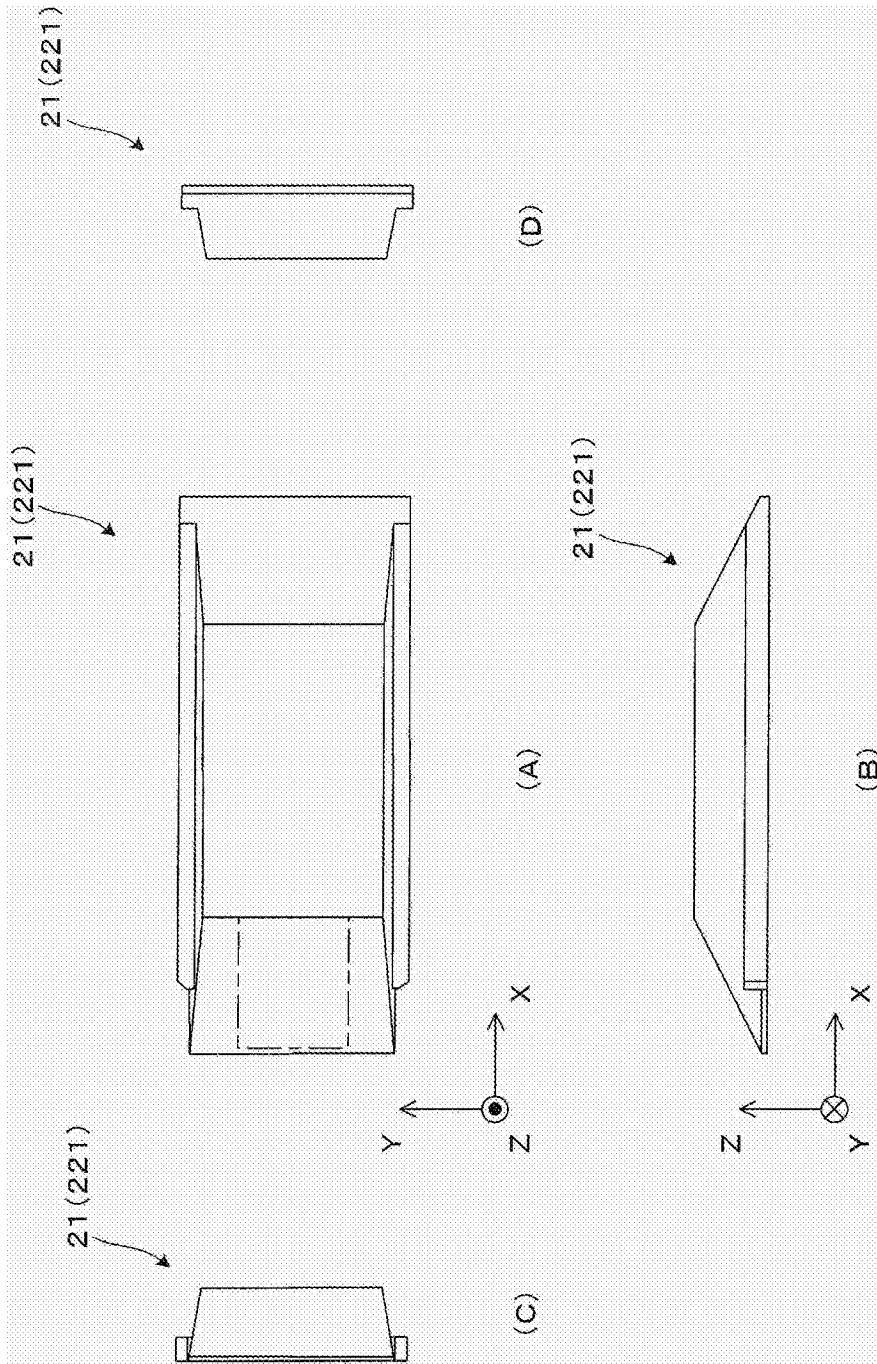


图 8

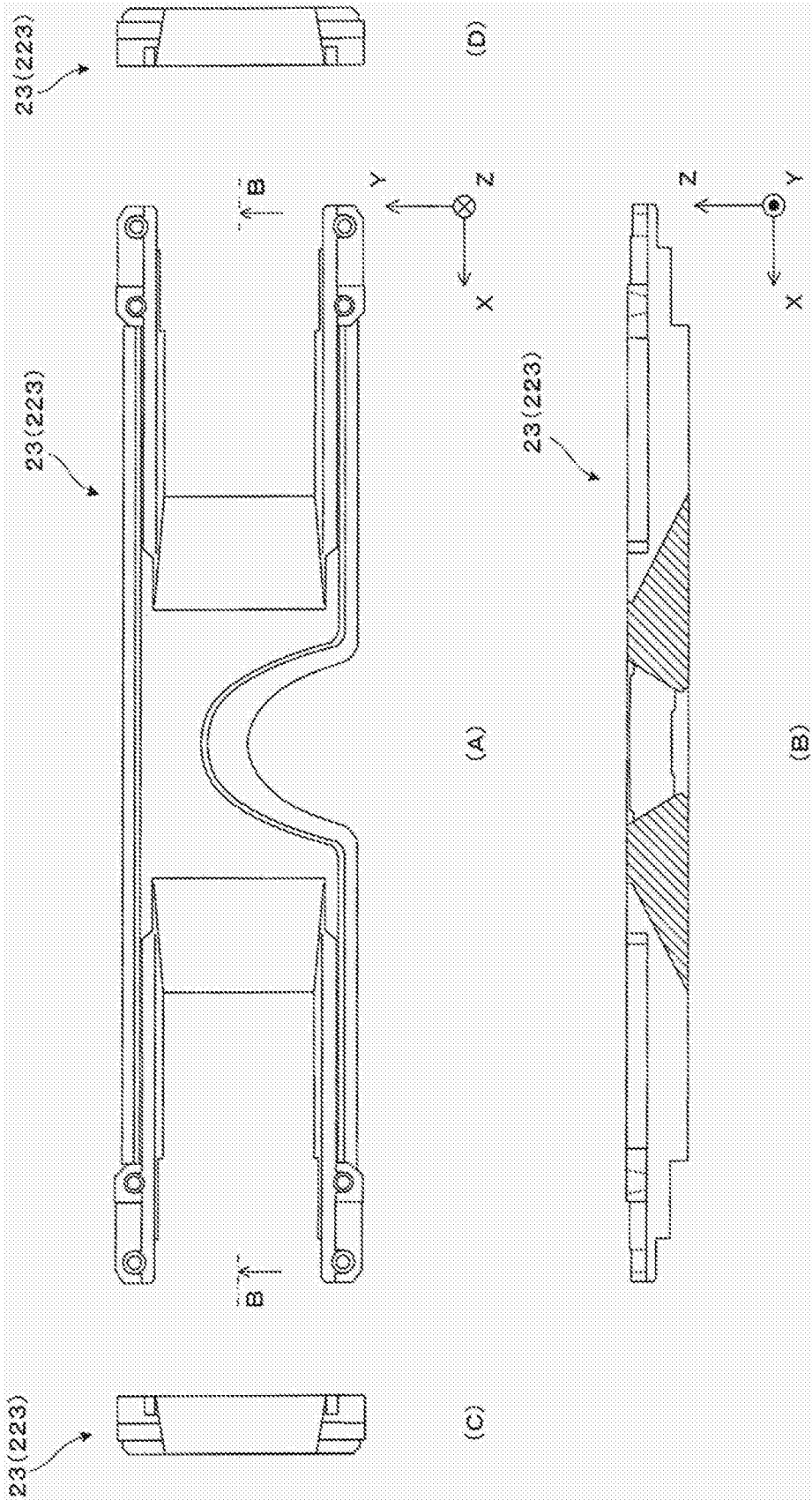


图 9

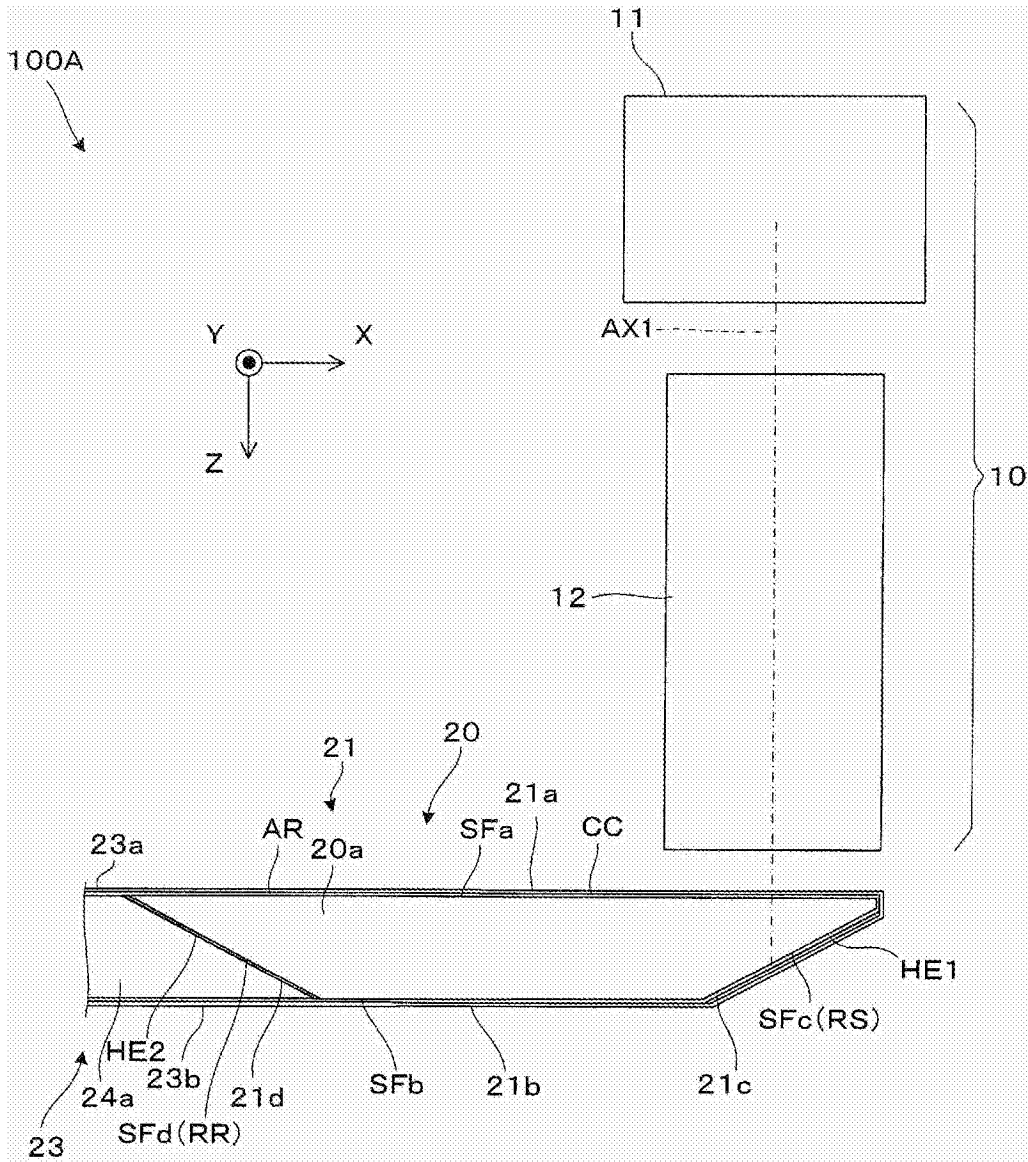


图 10

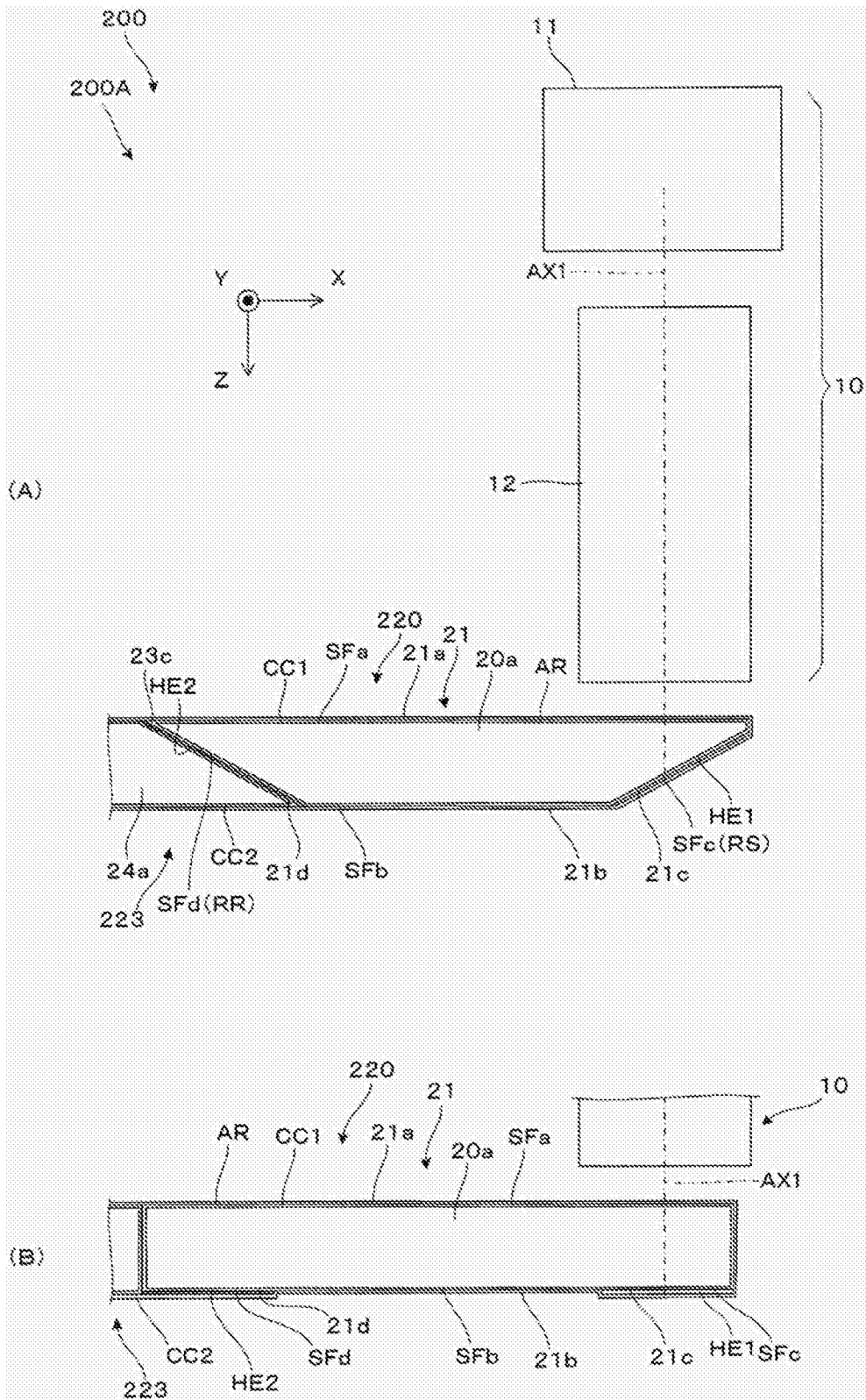


图 11

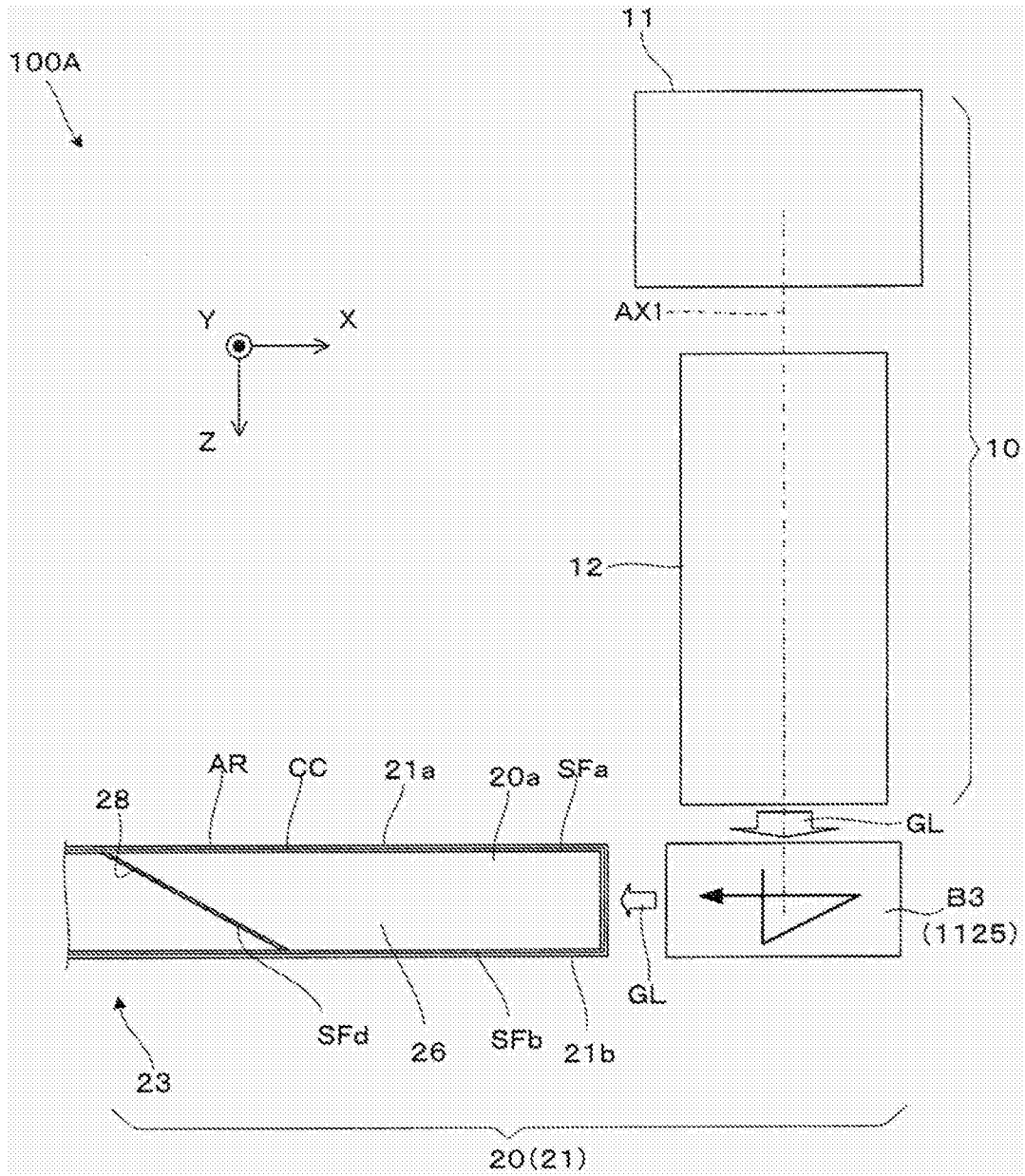


图 12