(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116661142 A
(43)申请公布日 2023.08.29

(21)申请号 202310156178.4

(22)申请日 2023.02.23

(30)优先权数据
2022-027696 2022.02.25 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 斋藤淳

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 章琴 徐丹

(51)Int.Cl.
G02B 27/01(2006.01)
G02B 27/28(2006.01)
G02B 27/42(2006.01)
G02B 27/09(2006.01)
G02B 6/00(2006.01)
G02B 5/18(2006.01)
G02B 27/30(2006.01)
G02B 3/00(2006.01)

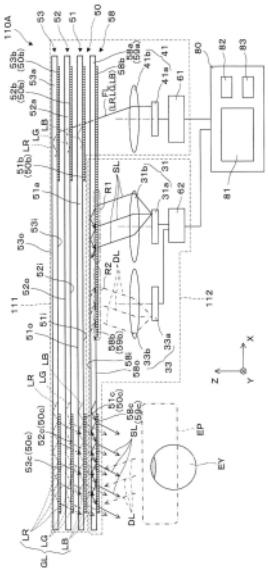
权利要求书2页 说明书16页 附图14页

(54)发明名称

虚像显示装置

(57)摘要

虚像显示装置，能够维持显示图像质量并提高视线的检测精度。虚像显示装置包含图像光生成装置(41)、红外光射出装置(31)、红外光受光装置(33)、具有第1导光部件、第1入射侧衍射元件和第1射出侧衍射元件的第1导光光学系统(50)以及具有第2导光部件、第2入射侧衍射元件和第2射出侧衍射元件的第2导光光学系统(58)。第2入射侧衍射元件使从红外光射出装置射出的红外光偏转而入射到第2导光部件内部，第2射出侧衍射元件使其偏转而朝向眼睛位置射出，第2射出侧衍射元件使来自眼睛位置的红外光入射到第2导光部件，第2入射侧衍射元件使其朝向红外光受光装置射出，第2导光光学系统配置于比第1导光光学系统靠眼睛位置侧。



CN 116661142 A

1.一种虚像显示装置,其中,该虚像显示装置具有:

图像光生成装置,其射出图像光;

红外光射出装置,其射出红外光;

红外光受光装置,其接收所述红外光;

第1导光光学系统,其具有第1导光部件、设置于所述第1导光部件的入射侧的第1入射侧衍射元件、和设置于所述第1导光部件的射出侧的第1射出侧衍射元件;以及

第2导光光学系统,其具有第2导光部件、设置于所述第2导光部件的入射侧的第2入射侧衍射元件、和设置于所述第2导光部件的射出侧的第2射出侧衍射元件,

所述第1入射侧衍射元件使从所述图像光生成装置射出的所述图像光偏转而入射到所述第1导光部件,

所述第1射出侧衍射元件使由所述第1导光部件引导后的所述图像光偏转而朝向使用者的眼睛位置射出,

所述第2入射侧衍射元件使从所述红外光射出装置射出的所述红外光偏转而入射到所述第2导光部件,

所述第2射出侧衍射元件使由所述第2导光部件引导后的所述红外光偏转而朝向所述使用者的眼睛位置射出,通过使来自所述使用者的眼睛位置的所述红外光偏转而使其入射到所述第2导光部件,

所述第2入射侧衍射元件将由所述第2射出侧衍射元件偏转而入射到所述第2导光部件的所述红外光朝向所述红外光受光装置射出,

所述第2导光光学系统配置于比所述第1导光光学系统靠所述使用者的眼睛位置侧。

2.根据权利要求1所述的虚像显示装置,其中,

在所述第2导光部件的延伸方向上,所述红外光射出装置配置于比所述图像光生成装置靠所述第2射出侧衍射元件侧。

3.根据权利要求1所述的虚像显示装置,其中,

在所述第2导光部件的延伸方向上,所述图像光生成装置配置于比所述红外光射出装置靠所述第2射出侧衍射元件侧。

4.根据权利要求1～3中的任意一项所述的虚像显示装置,其中,

所述红外光射出装置和所述红外光受光装置配置于所述第2导光光学系统的靠所述眼睛位置侧。

5.根据权利要求2所述的虚像显示装置,其中,

在所述第2导光部件的延伸方向上,所述第2入射侧衍射元件配置于比所述第1入射侧衍射元件靠所述第2射出侧衍射元件侧,在所述图像光的射出方向上,所述第2入射侧衍射元件和所述第1入射侧衍射元件配置成不重叠。

6.根据权利要求5所述的虚像显示装置,其中,

在所述第2导光部件的延伸方向上,所述第2导光部件比所述第1导光部件短。

7.根据权利要求1～3中的任意一项所述的虚像显示装置,其中,

在所述第2导光部件的延伸方向上,所述红外光射出装置配置于比所述红外光受光装置靠所述第2射出侧衍射元件侧。

8.根据权利要求1～3中的任意一项所述的虚像显示装置,其中,

所述第2导光部件具有:第1红外导光部件,其对来自所述红外光射出装置的红外光进行引导;以及第2红外导光部件,其对由使用者的眼睛反射后的红外光进行引导,

所述第2入射侧衍射元件具有:第1红外入射侧衍射元件,其设置于第1红外导光部件;以及第2红外入射侧衍射元件,其设置于第2红外导光部件。

9.根据权利要求1～3中的任意一项所述的虚像显示装置,其中,

在所述第2导光部件的入射侧和射出侧中的至少一方的端部配置有遮光膜或者反射膜。

10.根据权利要求1～3中的任意一项所述的虚像显示装置,其中,

与所述第1导光部件的入射侧的端部和靠所述第2导光部件侧的面对置地配置有波长选择部件,所述波长选择部件对红外光进行遮挡并使图像光透过。

11.根据权利要求10所述的虚像显示装置,其中,

所述波长选择部件配置于比所述红外光射出装置靠所述第2射出侧衍射元件侧。

虚像显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及能够进行虚像的观察的虚像显示装置,特别涉及利用衍射以及导光的类型的虚像显示装置。

背景技术

[0002] 作为能够观察虚像的HMD,公知有如下装置:该装置具有投影仪、摄像头、第1导光光学元件和第2导光光学元件,其中,该装置利用组装在第2导光光学元件中的多个部分透射型的小平面将来自眼睛的反射光取入到第2导光光学元件内,经由第1导光光学元件等将眼睛的图像取入到摄像头,由此能够进行视线方向的检测(专利文献1)。在专利文献1中,作为视线观察用的光学系统,还公开了组装射出红外光的光源,使返回来的反射光入射到摄像头的光学系统(参照专利文献1的图18)。

[0003] 专利文献1:日本特表2020-504832号公报

[0004] 在专利文献1所示的装置中,在代替多个部分透射型的小平面而使用例如衍射光栅的情况下,被使用者的眼睛反射而入射到摄像头的红外光由于通过可见光用的衍射光栅而衰减变大,因此不容易维持显示图像质量并且提高视线的检测精度。

发明内容

[0005] 本发明一个方面的虚像显示装置具有:图像光生成装置,其射出图像光;红外光射出装置,其射出红外光;红外光受光装置,其接收红外光;第1导光光学系统,其具有第1导光部件、使从图像光生成装置射出的图像光偏转而入射到第1导光部件的入射侧的第1入射侧衍射元件、和使由第1导光部件引导后的图像光偏转而朝向使用者的眼睛位置射出的第1射出侧衍射元件;以及第2导光光学系统,其具有第2导光部件、第2入射侧衍射元件和第2射出侧衍射元件,利用第2入射侧衍射元件使从红外光射出装置射出的红外光偏转而入射到第2导光部件内部,利用第2射出侧衍射元件使由第2导光部件引导后的红外光偏转而朝向使用者的眼睛位置射出,通过第2射出侧衍射元件使来自使用者的眼睛位置的红外光入射到第2导光部件,并通过第2入射侧衍射元件使其朝向红外光受光装置射出,第2导光光学系统配置于比第1导光光学系统靠使用者的眼睛侧。

附图说明

[0006] 图1是说明组装有虚像显示装置的HMD的佩戴状态的俯视图。

[0007] 图2是第1实施方式的虚像显示装置的俯视图。

[0008] 图3是说明拍摄装置的图。

[0009] 图4是说明视线检测装置的图。

[0010] 图5是说明红外光源、红外传感器以及显示面板的状态的图。

[0011] 图6是说明变形例的虚像显示装置的示意性立体图。

[0012] 图7是第2实施方式的虚像显示装置的俯视图。

[0013] 图8是第3实施方式的虚像显示装置的俯视图。

[0014] 图9是说明图8所示的虚像显示装置的变形例的图。

[0015] 图10是第4实施方式的虚像显示装置的俯视图。

[0016] 图11是第5实施方式的虚像显示装置的俯视图。

[0017] 图12是第6实施方式的虚像显示装置的俯视图。

[0018] 图13是第7实施方式的虚像显示装置的俯视图。

[0019] 图14是说明变形例的虚像显示装置中的红外光源等的图。

[0020] 标号说明

[0021] 31:红外光射出装置;31a:红外光源;31b:准直透镜;31d:发光面;31p:发光点;33:红外光受光装置;33a:红外传感器;33b:准直透镜;33d:感光面;33p:检测点;41:图像光生成装置;41a:显示面板;41b:准直透镜;41d:显示面;41p:像素点;50:第1导光光学系统;50a:第1导光部件;50b:第1入射侧衍射元件;50c:第1射出侧衍射元件;50e:端部;51、52、53:衍射导光部件;51a、52a、53a:导光板;58A:照明用导光光学系统;58B:受光用导光光学系统;58a:导光板;58e:端部;59a:第2导光部件;59b:第2入射侧衍射元件;59c:第2射出侧衍射元件;59m:中间衍射元件;71:遮光膜;72:波长选择部件;80:驱动控制装置;110:虚像显示装置;110A:第1虚像显示装置;110B:第2虚像显示装置;111:投影装置;112:视线检测装置;120:支承装置;AD、AI、AL:有效区域;DL:测量光;SL:照明光;EP:眼睛位置;ES:射出面;IS:入射面;RS:光取入面;EY:眼睛;FL:图像光;LB、LG、LR:图像光;GL:显示光;OS:对象面;US:佩戴者。

具体实施方式

[0022] [第1实施方式]

[0023] 以下,参照图1等,对本发明虚像显示装置的第1实施方式进行详细说明。

[0024] 图1是说明头戴式显示器(以下也称为HMD。)200的佩戴状态的图,HMD 200使佩戴该头戴式显示器的观察者或者佩戴者US识别作为虚像的影像。在图1等中,X、Y以及Z是正交坐标系,+X方向与佩戴HMD 200或者虚像显示装置110的观察者或者佩戴者US的双眼EY排列的横向对应,+Y方向相当于与对于佩戴者US而言的双眼EY排列的横向垂直的下方,+Z方向相当于对于佩戴者US而言的前方或者正面方向。±Y方向与铅直轴或铅直方向平行。

[0025] HMD 200具有右眼用的虚像显示装置110A、左眼用的虚像显示装置110B、以及包含一对镜腿120a、120b并支承一对虚像显示装置110A、110B的支承装置120。第1虚像显示装置110A以覆盖佩戴者US的右侧眼睛EY的前方即+Z侧的方式配置,第2虚像显示装置110B以覆盖佩戴者US的左侧眼睛EY的+Z侧的方式配置。第2虚像显示装置110B具有与第1虚像显示装置110A相同的构造,但使第1虚像显示装置110A的光学构造在左右的+X方向上反转。以下,主要对第1虚像显示装置110A进行说明。

[0026] 参照图2～图4,对第1虚像显示装置110A进行说明。图2所示的虚像显示装置110A具有投影装置111、视线检测装置112以及驱动控制装置80。通过投影装置111对眼睛EY显示虚像,通过视线检测装置112检测眼睛EY的朝向即视线方向。此外,虚像显示装置110A例如使与波长范围450nm～650nm对应的可见区域的外界光部分地透过,能够将外界像作为背景来显示虚像。即,虚像显示装置110A是透视型的虚像显示装置。

[0027] 投影装置111具有射出图像光FL的图像光生成装置41、使可见区域的图像光FL作为显示光GL射出的第1导光光学系统50、以及使图像光生成装置41动作的第1驱动电路61。图像光生成装置41具有显示面板41a和准直透镜41b。图像光生成装置41配置于第1导光光学系统50的靠眼睛位置EP侧、即-Z方向。第1导光光学系统50包含与XY面大致平行地延伸的3个板状的部件。第1导光光学系统50中的配置于最靠-Z侧的第1衍射导光部件51为蓝色显示用，具有第1导光板51a、第1入射衍射层51b和第1射出衍射层51c。配置于中间的第2衍射导光部件52为绿色显示用，具有第2导光板52a、第2入射衍射层52b和第2射出衍射层52c。配置于最靠+Z侧的第3衍射导光部件53为红色显示用，具有第3导光板53a、第3入射衍射层53b和第3射出衍射层53c。其中，第1入射衍射层51b、第2入射衍射层52b以及第3入射衍射层53b分别作为第1入射侧衍射元件50b发挥功能，使从图像光生成装置41射出的图像光FL偏转，以能够导光的状态入射到衍射导光部件51、52、53的导光板51a、52a、53a的内部。另外，第1射出衍射层51c、第2射出衍射层52c以及第3射出衍射层53c分别作为第1射出侧衍射元件50c发挥功能，将在导光板51a、52a、53a的内部引导后的图像光FL朝向眼睛EY所在的外部射出。第1驱动电路61在驱动控制装置80的控制下进行信号处理，使显示面板41a进行显示动作。投影装置111将由显示面板41a生成的图像光FL作为显示光GL引导至佩戴者US的眼睛EY，从而使佩戴者US看到虚像。

[0028] 视线检测装置112具有：红外光射出装置31，其射出例如作为波长范围650nm～900nm中的任意特定波长的红外光的照明光SL；红外光受光装置33，其接收作为对应的波长的红外光的测量光DL；第2导光光学系统58，其将从红外光射出装置31射出的照明光SL引导至眼睛EY所处的外部，并且将被眼睛EY反射后的测量光DL引导至红外光受光装置33；以及第2驱动电路62，其使图像光生成装置41动作。

[0029] 红外光射出装置31具有红外光源31a和准直透镜31b。红外光受光装置33具有红外传感器33a和准直透镜33b。第2导光光学系统58是与XY面大致平行地延伸的板状的部件，配置于比第1导光光学系统50更靠近眼睛位置EP的位置。第2导光光学系统58用于红外测量，具有第4导光板58a、第1红外衍射层58b和第2红外衍射层58c。第1红外衍射层58b和第2红外衍射层58c分别作为第2入射侧衍射元件59b和第2射出侧衍射元件59c发挥功能。第4导光板58a也称为第2导光部件59a。红外光射出装置31在第4导光板58a的延伸方向即X方向上配置于比图像光生成装置41靠第2红外衍射层58c侧即第2射出侧衍射元件59c侧。红外光受光装置33在X方向上配置于比图像光生成装置41、红外光射出装置31靠第2射出侧衍射元件59c侧。与此对应地，第2入射侧衍射元件59b中的被有效灵活利用的区域在第4导光板58a的延伸方向即X方向上配置于比第1入射侧衍射元件50b靠第2射出侧衍射元件59c侧。红外光射出装置31、红外光受光装置33配置于第2导光光学系统58的靠眼睛位置EP侧、即-Z方向。

[0030] 在第1红外衍射层58b即第2入射侧衍射元件59b中，第1区域R1使从红外光射出装置31射出的红外光即照明光SL偏转，以能够导光的状态入射到第2导光光学系统58的第4导光板58a的内部。另外，第2区域R2朝向红外光受光装置33射出作为从第2红外衍射层58c逆行过来的红外光的测量光DL。第2红外衍射层58c即第2射出侧衍射元件59c将在第4导光板58a内被引导并传播至射出侧的照明光SL朝向眼睛EY所在的外部射出，并且使来自眼睛位置EP的红外光即被眼睛EY反射后的红外光即测量光DL偏转，以能够导光的状态入射到第4导光板58a的内部。在此，入射侧是指以投影装置111为基准的、与第1射出衍射层51c相比相

对地位于第1入射衍射层51b侧，即位于+X侧。另外，射出侧是以投影装置111为基准的、与第1入射衍射层51b相比相对地位于第1射出衍射层51c侧，即位于-X侧。第2驱动电路62在驱动控制装置80的控制下进行信号处理，使红外光源31a在规定的定时进行点亮动作，并且使红外传感器33a进行亮度图案检测动作。作为整体的视线检测装置112将由红外光源31a产生的照明光SL向佩戴者US的眼睛EY照射，并且检测在由照明光SL照明的眼睛EY或者眼睛位置EP处反射而逆行过来的测量光DL并生成测量信号，从第2驱动电路62向驱动控制装置80输出相对于眼睛EY的朝向具有相关性的光量图案信息。

[0031] 以下，简单说明视线检测装置112的视线检测和投影装置111的显示动作的协作。在视线检测装置112中，第2驱动电路62将与测量光DL的光量图案对应的测量信号输出到驱动控制装置80，驱动控制装置80基于来自第2驱动电路62的测量信号等，关于纵向Y方向、横向X方向，计算视线的方位角。驱动控制装置80经由第1驱动电路61使显示面板41a进行显示动作，而在该显示动作中，反映视线的方位角。具体而言，驱动控制装置80基于预先保管的转换表将视线的方位角转换为显示面板41a上的配置信息，具体而言转换为像素位置或者局部的划分信息。驱动控制装置80基于这样的配置信息，经由第1驱动电路61控制显示面板41a的显示状态，使显示内容、亮度或分辨率变化。驱动控制装置80例如能够在与视线的方向对应的显示面板41a上的局部显示区域中显示标记及其他对象像。驱动控制装置80例如能够在与视线的方向对应的显示面板41a上的中央、左右、上下的任意一个划分区域中使显示亮度增加，在从视线的方向偏离的划分区域中使显示亮度降低，或者能够使显示停止。驱动控制装置80例如也可以在与视线的方向对应的显示面板41a上的中央、左右、上下的任意一个划分区域中使显示分辨率增加，在从视线的方向偏离的划分区域中使显示分辨率降低。

[0032] 以下，参照图3，对投影装置111的光学系统进行更详细的说明。在图像光生成装置41中，显示面板41a是为了形成与虚像对应的像而射出图像光FL的显示设备，具体而言，例如是有机EL(有机电致发光，Organic Electro-Luminescence)、无机EL、LED阵列的显示器，在二维的显示面41d形成彩色的静态图像或者动态图像。显示面板41a不限于自发光型的影像光生成装置，也可以由LCD等其他光调制元件构成，通过利用背光源那样的光源对该光调制元件进行照明来形成图像。作为显示面板41a，也能够代替LCD而使用LCOS(Liquid crystal on silicon:硅基液晶，LCoS为注册商标)、数字微镜器件等。

[0033] 准直透镜41b是包含使入射的光平行化的透镜的投射光学系统，将从显示面板41a的显示面41d射出的图像光FL平行化为具有规定的光线宽度的状态，并且作为与像素位置对应的倾斜角度状态朝向设置于第1～第3衍射导光部件51～53的第1～第3入射衍射层51b～53b射出。

[0034] 在第1导光光学系统50中，蓝色光用的第1衍射导光部件51中的第1导光板51a是由平行平板形成的部件，具有与XY面平行地延伸的一对平面51i、51o。第1导光板51a以±X方向为延伸方向。在此，延伸方向是指第1导光板51a主要延伸的方向，相当于从第1导光板51a的入射面IS至射出面ES的方向。在第1衍射导光部件51的右侧区域或入射侧区域、即+X侧的区域中，在眼睛EY侧即-Z侧，作为附随于平面51i的一部分或延长平面即入射面IS的构造，设置有第1入射衍射层51b。另外，在第1衍射导光部件51的左侧区域或射出侧区域、即-X侧的区域中，在眼睛EY侧即-Z侧，作为附随于平面51i的一部分或延长平面即射出面ES的构

造，设置有第1射出衍射层51c。第1导光板51a中的一对平面51i、51o作为使经由第1入射衍射层51b而被引导至第1导光板51a中的蓝色的图像光LB全反射并进行引导的全反射面而发挥功能，将图像光LB几乎不损失地进行引导。第1导光板51a例如由具有厚度0.3～2mm左右的厚度且具有高透光性的树脂或玻璃成型出。

[0035] 第1入射衍射层51b在隔着第2导光光学系统58与准直透镜41b对置的位置，形成为与XY面平行的矩形区域。第1入射衍射层51b将从显示面板41a的显示面41d射出并经过准直透镜41b的图像光LB引导至第1导光板51a的内部。第1入射衍射层51b能够与第1导光板51a一体地形成，但也可以与第1导光板51a分体地形成并与第1导光板51a的入射面IS接合或粘贴。第1入射衍射层51b通过衍射作用将入射到其的蓝色的图像光LB以在第1导光板51a的内部传播的方式取入，具体而言，例如是表面浮雕衍射光栅。第1入射衍射层51b由在纵向Y方向上包含呈直线状地延伸的多个突起或槽、在横向X方向上具有周期性的图案形成。形成于第1入射衍射层51b的图案的光栅周期(间距)和光栅高度是恒定的。为了使蓝色的图像光LB在第1导光板51a中通过全反射而传播，该图案的光栅周期被设定为使得第1导光板51a中的反射角或入射角成为比由第1导光板51a的折射率决定的临界角大的角度。另外，第1入射衍射层51b不限于使周期性凹凸露出于表面，也可以埋入有相当于周期性凹凸的界面。

[0036] 第1射出衍射层51c在第1入射衍射层51b的-X侧且与眼睛位置EP对置的位置，形成为与XY面平行的矩形区域。第1射出衍射层51c将在第1导光板51a内作为整体向-X方向行进的图像光LB取出到第1导光板51a外，使其朝向配置佩戴者US的眼睛EY的眼睛位置EP射出。第1射出衍射层51c能够与第1导光板51a一体地形成，但也可以与第1导光板51a分体地形成并与第1导光板51a的射出面ES接合或者粘贴。第1射出衍射层51c在蓝色的图像光LB被第1导光板51a的平面51i、51o反射并传播时，在任意的部位通过衍射作用使图像光LB透过并复原入射到第1入射衍射层51b之前的角度信息。具体而言，第1射出衍射层51c例如是表面浮雕衍射光栅。第1射出衍射层51c由在纵向Y方向上包含呈直线状地延伸的多个突起或槽、在横向X方向上具有周期性的图案形成。形成于第1射出衍射层51c的图案的光栅周期(间距)和光栅高度是恒定的。该图案在X方向上的光栅周期与第1入射衍射层51b在X方向上的光栅周期一致。另外，第1射出衍射层51c不限于使周期性凹凸露出于表面，也可以埋入有相当于周期性凹凸的界面。

[0037] 以下，对利用了第1衍射导光部件51的图像光LB的引导以及虚像的形成进行说明。显示面板41a在二维的显示面41d上形成彩色的静态图像或动态图像。来自显示面41d的蓝色的图像光LB经过准直透镜41b，由此在朝向+Y方向的俯视时，以与显示面41d的X方向的位置对应的角度入射到第1入射衍射层51b，在与形成于第1入射衍射层51b的图案的间距对应的角度方向上衍射，在第1导光板51a中全反射并传播，并作为整体向-X方向行进。在第1导光板51a中作为整体向-X方向传播的蓝色的图像光LB被第1射出衍射层51c衍射，从第1射出衍射层51c的位置朝向眼睛EY射出。从第1射出衍射层51c射出的图像光LB、即显示光GL在+X方向上再现从显示面41d射出时的角度状态，并且在+X方向上扩大了光瞳尺寸。即，图像光LB在横向上的光瞳尺寸经过第1衍射导光部件51被扩大，从而即使眼睛EY的位置在横向上大幅偏移，也能够观察基于来自显示面板41a的蓝色图像光LB的虚像。

[0038] 绿色光用的第2衍射导光部件52中的第2导光板52a是与第1衍射导光部件51的第1导光板51a同样的部件，具有与XY面平行地延伸的一对平面52i、52o。在第2衍射导光部件52

的入射侧区域即+X侧区域，在眼睛EY侧即-Z侧，作为附随于平面52i的一部分或延长平面即入射面IS的构造，设置有第2入射衍射层52b。另外，在第2衍射导光部件52的射出侧区域即-X侧区域，在眼睛EY侧即-Z侧，作为附随于平面52i的一部分或者延长平面即射出面ES的构造，设置有第2射出衍射层52c。第2导光板52a中的一对平面52i、52o作为使经由第2入射衍射层52b引导至第2导光板52a中的绿色的图像光LG全反射并进行引导的全反射面而发挥功能，将图像光LG几乎不损失地进行引导。

[0039] 第2入射衍射层52b在隔着第2导光光学系统58等与准直透镜41b对置的位置，形成为与XY面平行的矩形区域。第2入射衍射层52b将从显示面板41a射出并经过准直透镜41b后的图像光LG引导至第2导光板52a的内部。第2入射衍射层52b与第1衍射导光部件51的第1入射衍射层51b同样，能够与第2导光板52a一体地形成，但也可以与第2导光板52a分体地形成而与第2导光板52a的入射面IS接合或粘贴。第2入射衍射层52b通过衍射作用将入射到其的绿色的图像光LG以在第2导光板52a的内部传播的方式取入，具体而言，例如是表面浮雕衍射光栅。为了使绿色的图像光LG在第2导光板52a中通过全反射而传播，形成于第2入射衍射层52b的图案的光栅周期被设定为使得第2导光板52a中的反射角或入射角成为比由第2导光板52a的折射率决定的临界角大的角度。另外，第2入射衍射层52b不限于使周期性凹凸露出于表面，也可以埋入有相当于周期性凹凸的界面。

[0040] 第2射出衍射层52c在与眼睛位置EP对置的位置形成为与XY面平行的矩形区域。第2射出衍射层52c将在第2导光板52a内作为整体向-X方向行进的图像光LG取出到第2导光板52a外，使其朝向配置佩戴者US的眼睛EY的眼睛位置EP射出。第2射出衍射层52c与第1衍射导光部件51的第1射出衍射层51c同样，能够与第2导光板52a一体地形成，但也可以与第2导光板52a分体地形成而与第2导光板52a的射出面ES接合或者粘贴。第2射出衍射层52c在绿色的图像光LG被第2导光板52a的平面52i、52o反射并传播时，在任意的部位通过衍射作用使图像光LG透过并复原入射到第2入射衍射层52b之前的角度信息。具体而言，第2射出衍射层52c例如是表面浮雕衍射光栅。形成于第2射出衍射层52c的图案的光栅周期与第2入射衍射层52b在X方向上的光栅周期一致。另外，第2射出衍射层52c不限于使周期性凹凸露出于表面，也可以埋入有相当于周期性凹凸的界面。

[0041] 关于利用第2衍射导光部件52的绿色图像光LG的引导和虚像的形成，与利用第1衍射导光部件51的蓝色图像光LB的引导和虚像的形成相同，省略详细的说明。

[0042] 红色光用的第3衍射导光部件53中的第3导光板53a是与第1衍射导光部件51的第1导光板51a同样的部件，具有与XY面平行地延伸的一对平面53i、53o。在第3衍射导光部件53的入射侧区域即+X侧区域，在眼睛EY侧即-Z侧，作为附随于平面53i的一部分或延长平面即入射面IS的构造，设置有第3入射衍射层53b。另外，在第3衍射导光部件52的射出侧区域即-X侧区域，在眼睛EY侧即-Z侧，作为附随于平面53i的一部分或者延长平面即射出面ES的构造，设置有第3射出衍射层53c。第3导光板53a中的一对平面53i、53o作为使经由第3入射衍射层53b引导至第3导光板53a中的红色的图像光LR全反射并进行引导的全反射面而发挥功能，将图像光LR几乎不损失地进行引导。

[0043] 第3入射衍射层53b在隔着第2导光光学系统58等与准直透镜41b对置的位置，形成为与XY面平行的矩形区域。第3入射衍射层53b将从显示面板41a射出并经过准直透镜41b的图像光LR引导至第3导光板53a的内部。第3入射衍射层53b与第1衍射导光部件51的第1入射

衍射层51b同样，能够与第3导光板53a一体地形成，但也可以与第3导光板53a分体地形成而与第3导光板53a的入射面IS接合或粘贴。第3入射衍射层53b通过衍射作用将入射到其的红色的图像光LR以在第3导光板53a的内部传播的方式取入，具体而言，例如是表面浮雕衍射光栅。为了使红色的图像光LR在第3导光板53a中通过全反射而传播，形成于第3入射衍射层53b的图案的光栅周期被设定为使得第3入射衍射层53b中的反射角或入射角成为比由第3入射衍射层53b的折射率决定的临界角大的角度。

[0044] 第3射出衍射层53c在与眼睛位置EP对置的位置形成为与XY面平行的矩形区域。第3射出衍射层53c将在第3导光板53a内作为整体向-X方向行进的图像光LR取出到第3导光板53a外，朝向配置佩戴者US的眼睛EY的眼睛位置EP射出。第3射出衍射层53c与第1衍射导光部件51的第1射出衍射层51c同样，能够与第3导光板53a一体地形成，但也可以与第3导光板53a分体地形成而与第3导光板53a的射出面ES接合或者粘贴。第3射出衍射层53c在红色的图像光LR被第3导光板53a的平面53i、53o反射并传播时，在任意的部位通过衍射作用使图像光LR透过并复原入射到第3入射衍射层53b之前的角度信息。具体而言，第3射出衍射层53c例如是表面浮雕衍射光栅。形成于第3射出衍射层53c的图案的光栅周期与第3入射衍射层53b在X方向上的光栅周期一致。

[0045] 关于利用第3衍射导光部件53的红色图像光LR的引导和虚像的形成，与利用第1衍射导光部件51的蓝色图像光LB的引导和虚像的形成相同，省略详细的说明。

[0046] 在入射侧，可见的图像光FL以较少的损失通过红外用的第2导光光学系统58的第1红外衍射层58b。另外，由于第2导光光学系统58的第1红外衍射层58b的衍射光栅的间距比第3入射衍射层53b等衍射光栅的间距相对大，所以可见的图像光FL也取决于其波长，虽然被第2入射侧衍射元件59b部分地衍射，但不满足第4导光板58a的全反射条件，而是穿过第4导光板58a而偏离到光路外。

[0047] 通过第2导光光学系统58而入射到第1衍射导光部件51的第1入射衍射层51b的图像光FL中的蓝色的图像光LB被第1入射衍射层51b高效地衍射而在第1导光板51a中传播，但部分地透过第1入射衍射层51b。入射到第1入射衍射层51b的图像光FL中的绿色的图像光LG被第1入射衍射层51b部分地衍射而在第1导光板51a中传播，但几乎都通过第1入射衍射层51b。入射到第1入射衍射层51b的图像光FL中的红色的图像光LR没有衍射，通过第1导光板51a。

[0048] 通过第2导光光学系统58和第1衍射导光部件51而入射到第2衍射导光部件52的第2入射衍射层52b的绿色的图像光LG被第2入射衍射层52b高效地衍射而在第2导光板52a中传播，但部分地透过第2入射衍射层52b。另一方面，入射到第2入射衍射层52b的蓝色的图像光LB被第2入射衍射层52b衍射，但衍射角小，传播引起的损失大。入射到第2入射衍射层52b的图像光FL中的红色的图像光LR被第2入射衍射层52b部分地衍射并在第2导光板52a中传播，但几乎都通过第2入射衍射层52b。另外，在第2导光板52a中传播的红色的图像光LR的衍射效率远低于绿色的图像光LG的衍射效率。

[0049] 通过第2导光光学系统58、第1衍射导光部件51以及第2衍射导光部件52而入射到第3衍射导光部件53的第3入射衍射层53b的红色的图像光LR被第3入射衍射层53b高效地衍射并在第3导光板53a中传播，但部分地透过第3入射衍射层53b。另一方面，入射到第3入射衍射层53b的绿色的图像光LG被第3入射衍射层53b衍射，但衍射角小，传播导致的损失大。

入射到第3入射衍射层53b的蓝色的图像光LB被第3入射衍射层53b衍射，但衍射角更小，不满足第3导光板53a的全反射条件，而穿过第3导光板53a。

[0050] 在射出侧，从第1衍射导光部件51的第1射出衍射层51c射出的蓝色的图像光LB被第2导光光学系统58的第2射出侧衍射元件59c部分地衍射，但几乎都通过第2射出侧衍射元件59c。从第2衍射导光部件52的第2射出衍射层52c射出的绿色的图像光LG被第1衍射导光部件51的第1射出衍射层51c或者第2导光光学系统58的第2射出侧衍射元件59c部分地衍射，但几乎都通过第1射出衍射层51c以及第2射出侧衍射元件59c。从第3衍射导光部件53的第3射出衍射层53c射出的红色的图像光LR被第1衍射导光部件51的第1射出衍射层51c、第2衍射导光部件52的第2射出衍射层52c以及第2导光光学系统58的第2射出侧衍射元件59c部分地衍射，但几乎都通过第1射出衍射层51c、第2射出衍射层52c以及第2射出侧衍射元件59c。

[0051] 以下，参照图4，对视线检测装置112的光学系统进行更详细的说明。在红外光射出装置31中，红外光源31a是射出作为红外光的照明光SL的光设备。具体而言，红外光源31a例如是LED阵列，在发光面31d形成规定的二维的红外发光图案。红外光源31a只要能够形成连续的发光图案或离散的发光图案，则不限于其自身发光的光源，也可以是组合了光源和滤光器的光源。

[0052] 准直透镜31b包含使入射的光平行化的透镜，将从红外光源31a的发光面31d射出的照明光SL平行化为具有规定的光线宽度的状态，并且作为与图案位置对应的倾斜角度状态，朝向设置于第2导光光学系统58的第1红外衍射层58b即第2入射侧衍射元件59b射出。

[0053] 在红外光受光装置33中，红外传感器33a是检测作为红外光的测量光DL的光设备。红外传感器33a具体而言例如是光电二极管阵列，检测形成于感光面33d的二维红外投影图案。红外传感器33a只要能够检测连续的亮度图案或离散的亮度图案即可。

[0054] 准直透镜33b包含使入射的光平行化的透镜，将从第1红外衍射层58b射出的红外的测量光DL中的平行的成分会聚到感光面33d上。此时，测量光DL入射到与测量光DL相对于第4导光板58a的倾斜角对应的感光面33d上的位置。即，在感光面33d上形成的红外的亮度图案反映了测量光DL的倾斜角度状态的分布。

[0055] 在第2导光光学系统58中，第4导光板58a是由平行平板形成的部件，具有与XY面平行地延伸的一对平面58i、58o。第4导光板58a以±X方向为延伸方向。在此，延伸方向是指第4导光板58a主要延伸的方向，相当于从第4导光板58a的入射面IS经由光取入面RS而到达对象面OS的方向。在第2导光光学系统58的右侧区域或入射侧区域、即+X侧的区域中，在眼睛EY侧即-Z侧，作为附随于平面58i的一部分即入射面IS以及光取入面RS的构造，设置有第1红外衍射层58b。另外，在第2导光光学系统58的左侧区域或射出侧区域、即-X侧的区域中，在眼睛EY侧即-Z侧，作为附随于平面58i的一部分或延长平面即对象面OS的构造，设置有第2红外衍射层58c。第4导光板58a中的一对平面58i、58o作为使经由第1红外衍射层58b引导至第4导光板58a中的红外区域的照明光SL全反射并进行引导的全反射面而发挥功能，将照明光SL几乎不损失地进行引导。第4导光板58a例如由具有厚度1～2mm左右的厚度且具有高透光性的树脂或玻璃成型出。

[0056] 第1红外衍射层58b即第2入射侧衍射元件59b与红外光射出装置31、红外光受光装置33以及图像光生成装置41对置，设置成与XY面平行的矩形区域。第2入射侧衍射元件59b

能够与第4导光板58a一体地形成，但也可以与第4导光板58a分体地形成而与第4导光板54a的入射面IS接合或粘贴。在第2入射侧衍射元件59b中，第1区域R1与准直透镜31b对置，将从红外光源31a的发光面31d射出并经过了准直透镜31b的照明光SL引导至第4导光板58a的内部。第2区域R2将在第4导光板58a内作为整体向-X方向行进的测量光DL取出到第1导光板51a外，并使其朝向准直透镜33b射出而入射到红外传感器33a。第2入射侧衍射元件59b通过衍射作用将入射到第1区域R1的红外的照明光SL以在第4导光板58a的内部传播的方式取入，或者通过衍射作用将在第4导光板58a的内部逆行而入射到第2区域R2的测量光DL射出到第4导光板58a的外部。具体而言，第2入射侧衍射元件59b例如是表面浮雕衍射光栅。第2入射侧衍射元件59b由在纵向Y方向上包含呈直线状地延伸的多个突起或槽、在横向X方向上具有周期性的图案形成。形成于第2入射侧衍射元件59b的图案的光栅周期(间距)和光栅高度是恒定的。为了使照明光SL或测量光DL在第4导光板58a中通过全反射而传播，该图案的光栅周期被设定为使得第4导光板58a中的反射角或入射角成为比由第4导光板58a的折射率决定的临界角大的角度。另外，第2入射侧衍射元件59b不限于使周期性凹凸露出于表面，也可以埋入有相当于周期性凹凸的界面。

[0057] 第2红外衍射层58c即第2射出侧衍射元件59c在与眼睛位置EP对置的位置，形成为与XY面平行的矩形区域。第2射出侧衍射元件59c通过衍射将在第4导光板58a内作为整体向-X方向行进的照明光SL取出到第4导光板58a外，朝向配置佩戴者US的眼睛EY的眼睛位置EP射出，并且通过衍射将在眼睛位置EP反射而入射到第2红外衍射层58c的测量光DL取入到第4导光板58a内，使其作为整体向+X方向行进。第2射出侧衍射元件59c能够与第4导光板58a一体地形成，但也可以与第4导光板58a分体地形成而与第4导光板58a的对象面OS接合或粘贴。具体而言，第2射出侧衍射元件59c例如是表面浮雕衍射光栅。第2射出侧衍射元件59c由在纵向Y方向上包含呈直线状地延伸的多个突起或槽、在横向X方向上具有周期性的图案形成。形成于第2射出侧衍射元件59c的图案的光栅周期(间距)和光栅高度是恒定的。该图案的光栅周期与第2入射侧衍射元件59b在X方向上的光栅周期一致。另外，第2射出侧衍射元件59c不限于使周期性凹凸露出于表面，也可以埋入有相当于周期性凹凸的界面。

[0058] 入射到第2导光光学系统58的第2入射侧衍射元件59b中的第1区域R1的照明光SL的一部分不被第2入射侧衍射元件59b衍射而直线行进，通过第1衍射导光部件51、第2衍射导光部件52以及第3衍射导光部件53。在第2导光光学系统58中入射到第2射出侧衍射元件59c的测量光DL部分地通过第2射出侧衍射元件59c而入射到第1射出衍射层51c、第2射出衍射层52c以及第3射出衍射层53c，但由于没有衍射或者衍射效率低，所以几乎不与第1衍射导光部件51、第2衍射导光部件52以及第3衍射导光部件53耦合。

[0059] 图5是说明红外光源31a、红外传感器33a以及显示面板41a的具体例的图。在图5中，区域AR1是红外光源31a的发光面31d的主视图，区域AR2是红外传感器33a的感光面33d的主视图，区域AR3是显示面板41a的显示面41d的主视图。在红外光源31a的发光面31d中的有效区域AL中，以规定间隔呈格子点状排列有发光点31p。发光点31p在有效区域AL中以例如横纵19×11这样的个数离散地排列。在红外传感器33a的感光面33d中的有效区域AD中，以规定间隔呈格子点状排列有检测点33p。检测点33p在有效区域AD中以例如横纵19×11这样的个数离散地排列。在显示面板41a的显示面41d中的有效区域AI中，呈格子点状排列有像素点41p。像素点41p在有效区域AI中以例如横纵1920×1080这样的个数离散地排列。另

外，像素点41p是将RGB的像素组二维地排列而成的。

[0060] 与红外光源31a的发光面31d对应地，图2所示的眼睛位置EP被具有反映了发光点31p的角度分布的照明光SL照明。另一方面，来自眼睛位置EP的反射光即测量光DL具有反映了照明光SL的照射图案和眼睛EY的朝向的角度分布，在红外传感器33a的感光面33d上形成亮度图案。由感光面33d测量出的光量图案信息经由第2驱动电路62向驱动控制装置80输出。在驱动控制装置80中保管有针对光量图案信息与眼睛EY的朝向的相关性预先测量而得到的相关数据，驱动控制装置80能够基于相关数据并根据光量图案信息来估计眼睛EY的朝向。

[0061] 图6是说明变形例的虚像显示装置110A的示意性立体图。在该情况下，第2导光光学系统158具有第4导光板58a、第2入射侧衍射元件59b、第2射出侧衍射元件159c以及中间衍射元件59m。如上所述，第2入射侧衍射元件59b由在纵向Y方向上呈直线状地延伸、且在横向X方向上周期性地重复的衍射图案形成。第2射出侧衍射元件159c由在横向X方向上呈直线状地延伸、且在纵向Y方向上周期性地重复的衍射图案形成。中间衍射元件59m由在与XY面平行且倾斜的DS1方向上呈直线状地延伸、且在与XY面平行且与DS1方向垂直的DS2方向上周期性地重复的衍射图案形成。DS1方向是相对于+X方向逆时针旋转45°的方向，是+X方向与-Y方向的中间方向。形成于中间衍射元件59m的图案在DS2方向上的光栅周期与形成于第2入射侧衍射元件59b的图案在X方向上的光栅周期一致，且与形成于第2射出侧衍射元件159c的图案在Y方向上的光栅周期一致。

[0062] 来自红外光射出装置31的照明光SL以与发光面31d的X方向的位置对应的角度入射到第2入射侧衍射元件59b，通过衍射而被取入到第4导光板58a中，在第4导光板58a中被全反射并传播，作为整体向-X方向行进。在第4导光板58a中向-X方向传播的照明光SL被中间衍射元件59m衍射而将作为整体的光路朝+Y方向折弯，从而被移位到反映了直到被中间衍射元件59m衍射为止的反射次数的-X方向的位置。即，中间衍射元件59m具有扩大与照明光SL入射到眼睛EY的横向或X方向的光线宽度相应的横向光瞳尺寸的作用。经过中间衍射元件59m在第4导光板58a中作为整体向+Y方向传播的照明光SL被第2射出侧衍射元件159c衍射，朝向眼睛EY射出。从第2射出侧衍射元件159c射出的照明光SL在+X方向和+Y方向上再现从红外光射出装置31射出时的角度状态，并且在+X方向上扩大了光瞳尺寸。即，第2导光光学系统158在纵向和横向上扩大了光瞳尺寸。

[0063] 来自被照明光SL照明的眼睛EY的反射光即测量光DL被第2射出侧衍射元件159c导入到第4导光板58a中，经过中间衍射元件59m逆行，被第2入射侧衍射元件59b取出到第4导光板58a外，入射到红外光受光装置33。红外光受光装置33从与被第2导光光学系统158扩大后的光瞳尺寸对应的区域，取得与眼睛EY的视线方向关联的亮度图案信息。

[0064] 虽然省略详细的说明，但在第1导光光学系统50中，蓝色光用的第1衍射导光部件51包含入射侧衍射元件、射出侧衍射元件以及中间衍射元件作为与第2导光光学系统158的第2入射侧衍射元件59b、第2射出侧衍射元件159c以及中间衍射元件59m对应的要素。同样地，绿色光用的第2衍射导光部件52包含入射侧衍射元件、射出侧衍射元件以及中间衍射元件。另外，红色光用的第3衍射导光部件53包含入射侧衍射元件、射出侧衍射元件以及中间衍射元件。

[0065] 以上说明的第1实施方式的虚像显示装置110具有：图像光生成装置41，其射出图

像光FL;红外光射出装置31,其射出红外光;红外光受光装置33,其接收红外光;第1导光光学系统50,其具有第1导光部件50a、使从图像光生成装置41射出的图像光FL偏转而入射到第1导光部件50a的第1入射侧衍射元件50b、和使由第1导光部件50a引导后的图像光FL偏转而朝向使用者的眼睛位置射出的第1射出侧衍射元件50c;第2导光光学系统58,其具有第2导光部件59a、第2入射侧衍射元件59b和第2射出侧衍射元件59c、159c,利用第2入射侧衍射元件59b使从红外光射出装置31射出的红外光偏转而入射到第2导光部件59a内部,利用第2射出侧衍射元件59c、159c使由第2导光部件59a引导后的红外光偏转而朝向使用者的眼睛位置射出,通过第2射出侧衍射元件59c使来自使用者的眼睛位置的红外光入射到第2导光部件59a,并通过第2入射侧衍射元件59b使其朝向红外光受光装置33射出,第2导光光学系统58配置于比第1导光光学系统50靠使用者US的眼睛EY侧。

[0066] 在上述虚像显示装置110中,第2导光光学系统58、158配置于比第1导光光学系统50靠佩戴者US的眼睛EY侧,因此能够抑制入射到眼睛EY的红外光即照明光SL、被眼睛EY反射的红外光即测量光DL由于第1导光光学系统50或者第1入射侧衍射元件50b而衰减,能够维持显示图像质量并且提高视线的检测精度。

[0067] [第2实施方式]

[0068] 以下,说明本发明第2实施方式的虚像显示装置。另外,第2实施方式的虚像显示装置是部分地变更了第1实施方式的虚像显示装置的装置,省略对共同部分的说明。

[0069] 图7所示的第2实施方式的虚像显示装置110是右眼用的第1虚像显示装置110A,关于左眼用的第2虚像显示装置110B(参照图1),省略图示。

[0070] 在图示的虚像显示装置110A中,使图像光FL作为显示光GL射出的第1导光光学系统250将图2所示的衍射导光部件51、52、53汇总为1个,能够单独进行3色的彩色显示。关于第2导光光学系统58没有变更,省略说明。

[0071] 第1导光光学系统250具有第1导光部件50a、入射衍射层250b以及射出衍射层250c。其中,入射衍射层250b作为第1入射侧衍射元件50b发挥功能,使从图像光生成装置41射出的图像光FL偏转,以能够导光的状态入射到第1导光部件50a的内部。另外,射出衍射层250c作为第1射出侧衍射元件50c发挥功能,将在第1导光部件50a的内部被引导后的图像光FL朝向眼睛EY所在的外部射出。第1导光部件50a与衍射导光部件51、52、53的导光板51a、52a、53a相同,能够通过一对平面50i、50o进行基于全反射的导光。图像光生成装置41与图2所示的图像光生成装置相同,从图像光生成装置41射出的图像光FL包含3色的图像光LB、LG、LR。

[0072] 入射衍射层250b或第1入射侧衍射元件50b通过衍射作用将入射到其的3色的图像光LB、LG、LR以在第1导光部件50a的内部传播的方式取入,具体而言,例如是由反射型体积全息元件形成的衍射元件。为了使3色的图像光LB、LG、LR在第1导光部件50a中通过全反射传播,该反射型体积全息元件上记录的三维的图案被设定为使得各色的图像光LB、LG、LR的衍射角、即第1导光部件50a中的反射角或入射角成为比由第1导光部件50a的折射率决定的临界角大的角度。

[0073] 射出衍射层250c或第1射出侧衍射元件50c通过衍射作用将在第1导光部件50a内作为整体向-X方向行进的3色的图像光LB、LG、LR取出到第1导光部件50a外,朝向配置佩戴者US的眼睛EY的眼睛位置EP射出,具体而言,例如是由反射型体积全息元件形成的衍射元

件。记录在该反射型体积全息元件上的三维图案被设定为使得，在图像光LB、LG、LR被全反射并传播时，在任意的部位通过衍射作用使图像光LB、LG、LR透过，并且复原入射到入射衍射层250b或第1入射侧衍射元件50b之前的角度信息。

[0074] 以下，对利用了第1导光部件50a的图像光FL的引导以及虚像的形成进行说明。来自显示面板41a的显示面41d的蓝色的图像光LB经过准直透镜41b，由此在朝向+Y方向的俯视时，以与显示面41d的X方向的位置对应的角度入射到入射衍射层250b，在与形成于入射衍射层250b的反射型体全息衍射元件的三维图案对应的角度方向上衍射，在第1导光部件50a中全反射并传播，作为整体向-X方向行进。其他的绿色和红色的图像光LG、LR也入射到入射衍射层250b而被衍射，在第1导光部件50a中被全反射并传播，作为整体向-X方向行进。在第1导光部件50a中作为整体向-X方向传播的蓝色的图像光LB被第1射出侧衍射元件50c衍射，从第1射出侧衍射元件50c的位置朝向眼睛EY射出。其他的绿色以及红色的图像光LG、LR也入射到第1射出侧衍射元件50c而被衍射，从第1射出侧衍射元件50c的位置朝向眼睛EY射出。以上，从第1导光部件50a射出的图像光LB、LG、LR、即显示光GL在+X方向上的光瞳尺寸被扩大。

[0075] 在以上说明的第2实施方式的虚像显示装置110中，第1导光光学系统250将各色用的第1导光光学系统汇总为1个，从而容易实现虚像显示装置110的轻量化、薄型化。

[0076] [第3实施方式]

[0077] 以下，对第3实施方式的虚像显示装置进行说明。第3实施方式的虚像显示装置是部分地变更了第1实施方式的虚像显示装置的装置。

[0078] 如图8所示，在第1虚像显示装置110A中，第2导光光学系统58与XY面大致平行地延伸，但第2导光光学系统58延伸的横向延伸方向即X方向上的第4导光板58a的宽度、即第2导光部件59a的横向延伸方向上的宽度比第1导光光学系统50或衍射导光部件51、52、53的延伸方向即X方向上的导光板51a、52a、53a的宽度窄。另外，第2入射侧衍射元件59b在第2导光部件59a的延伸方向即X方向上，配置于比第1入射侧衍射元件50b靠第2射出侧衍射元件59c侧，第2入射侧衍射元件59b和第1入射侧衍射元件50b配置成在相当于图像光FL的射出方向的+Z方向上不重叠。在该情况下，第2导光光学系统58的横向宽度比第1导光光学系统50的横向宽度窄，第2导光光学系统58在第2导光部件59a的延伸方向即X方向上比第1导光光学系统50短，能够通过第2导光光学系统58的横向宽度的减少使第2导光光学系统58小型化。另外，从图像光生成装置41射出的图像光FL不通过第2导光光学系统58而入射到第1导光光学系统50即衍射导光部件51、52、53，因此能够避免由第2导光光学系统58引起的光量损失。

[0079] 图9是说明图8所示的第1虚像显示装置110A的变形例的图。在该情况下，第2导光光学系统58延伸的横向延伸方向即X方向上的第4导光板58a的宽度、即第2导光部件59a在横向延伸方向上的宽度与第1导光光学系统50在延伸方向即X方向上的导光板51a、52a、53a的宽度相等，但第1红外衍射层58b形成于与红外光射出装置31、红外光受光装置33对置的区域R1、R2，未形成于与图像光生成装置41对置的区域。在该情况下，虽然无法使第2导光光学系统58小型化，但能够降低由第2导光光学系统58引起的光量损失。

[0080] [第4实施方式]

[0081] 以下，对第4实施方式的虚像显示装置进行说明。第4实施方式的虚像显示装置是部分地变更了第1实施方式的虚像显示装置的装置。

[0082] 如图10所示，在第1虚像显示装置110A中，第2导光光学系统358包含照明用导光光学系统58A和受光用导光光学系统58B。外界侧的照明用导光光学系统58A具有第4导光板58a、第1红外衍射层58ba和第2红外衍射层58c。在此，第4导光板58a是第1红外导光部件8a。第1红外衍射层58ba是第1红外入射侧衍射元件，作为第2入射侧衍射元件59b的一部分发挥功能。外界相反侧的受光用导光光学系统58B具有第4导光板58a、第1红外衍射层58bb和第2红外衍射层58c。在此，第4导光板58a是第2红外导光部件8b。第1红外衍射层58bb是第2红外入射侧衍射元件，作为第2入射侧衍射元件59b的一部分发挥功能。第1红外衍射层58ba使从红外光射出装置31射出的红外光即照明光SL偏转，以能够导光的状态入射到第4导光板58a的内部。另外，第1红外衍射层58bb将作为从第2红外衍射层58c逆行过来的红外光的测量光DL朝向红外光受光装置33射出。

[0083] 在该情况下，能够将照明光SL的光路与测量光DL的光路分开，能够防止由第1红外衍射层58ba导入到第4导光板58a中的照明光SL在到达第2红外衍射层58c之前入射到第1红外衍射层58bb而直接入射到红外光受光装置33。即，能够抑制在测量光DL上重叠有照明光SL的光入射到红外光受光装置33，视线检测装置112对视线方向的检测精度提高。

[0084] [第5实施方式]

[0085] 以下，对第5实施方式的虚像显示装置进行说明。第5实施方式的虚像显示装置是部分地变更了第1实施方式的虚像显示装置的装置。

[0086] 在图11所示的第2导光光学系统58中，在作为第2导光部件59a的第4导光板58a的延伸方向上，红外光射出装置31配置于比红外光受光装置33靠第2射出侧衍射元件59c侧。即，在第4导光板58a的延伸方向上，红外光受光装置33配置于比红外光射出装置31靠图像光生成装置41侧。在该情况下，能够通过第1红外衍射层58b中的-X侧的第2区域R2，使从红外光射出装置31射出的照明光SL入射到第2导光部件59a中，通过第1红外衍射层58b中的+X侧的第1区域R1，使从第2红外衍射层58c逆行过来的测量光DL朝向红外光受光装置33射出。

[0087] 在该情况下，来自红外光射出装置31的照明光SL难以入射到红外光受光装置33，视线检测装置112对视线方向的检测精度提高。

[0088] [第6实施方式]

[0089] 以下，对第6实施方式的虚像显示装置进行说明。第6实施方式的虚像显示装置是部分地变更了第1实施方式的虚像显示装置的装置。

[0090] 在图12所示的第1虚像显示装置110A的情况下，在第2导光光学系统58的第4导光板58a的+X侧即远离第2射出侧衍射元件59c的一侧的端部58e，在其端面EG配置遮光膜71。遮光膜71粘贴于第4导光板58a的端面EG。遮光膜71使可见光衰减，防止从图像光生成装置41射出的图像光FL与第4导光板58a耦合而成为杂散光。遮光膜71也可以是通过反射使可见光衰减的反射膜。遮光膜71也可以不仅使可见光衰减，还使红外光衰减。在该情况下，能够抑制来自外界的红外光与第4导光板58a耦合而成为杂散光。

[0091] 遮光膜71也可以设置于第4导光板58a的-X侧即第2射出侧衍射元件59c侧的端部。

[0092] [第7实施方式]

[0093] 以下，对第7实施方式的虚像显示装置进行说明。第7实施方式的虚像显示装置是部分地变更了第1实施方式的虚像显示装置的装置。

[0094] 在图13所示的第1虚像显示装置110A中，第1导光光学系统50或者衍射导光部件

51、52、53中的导光板51a、52a、53a在延伸方向即X方向上的宽度比第4导光板58a在第2导光光学系统58延伸的横向延伸方向即X方向上的宽度窄。与此对应，第1入射侧衍射元件50b在第4导光板58a的延伸方向即X方向上，配置于比第2入射侧衍射元件59b靠第2射出侧衍射元件59c侧。其结果是，图像光生成装置41在第1导光光学系统50的延伸方向即X方向上，配置于比红外光射出装置31、红外光受光装置33靠第2射出侧衍射元件59c侧。

[0095] 并且，以覆盖第1导光光学系统50的+X侧和-Z侧的方式配置有波长选择部件72。波长选择部件72是片状或板状的部件，被图1所示的支承装置120支承，与第1导光部件50a的入射侧的端部50e和最靠第2导光部件59a侧的平面51i对置地配置。此时，波长选择部件72与第2导光部件59a等分离配置。波长选择部件72遮挡作为红外光的照明光SL以及测量光DL，使图像光FL透过。在该情况下，能够抑制红外光从第2导光部件59a向第1导光部件50a或其外界侧漏出，能够防止来自第1导光部件50a的入射光或返回光影响红外光的测量。

[0096] 波长选择部件72例如能够在具有透光性的树脂基材的表面成膜或粘贴由多层膜形成的分色滤光器而成，但也可以使基材的材料自身具有波长选择透射性。

[0097] 在本实施方式的情况下，图像光生成装置41在第2导光部件59a的延伸方向即X方向上，配置于比红外光射出装置31和红外光受光装置33靠第2射出侧衍射元件59c侧。由此，第1导光部件50a在其延伸方向上比第2导光部件59a短。其结果是，波长选择部件72配置于比红外光射出装置31和红外光受光装置33靠第2射出侧衍射元件59c侧。由此，能够将设置波长选择部件72的范围抑制为最小限度。

[0098] [其他事项]

[0099] 以上说明的构造是例示，在能够实现同样功能的范围内，能够进行各种变更。

[0100] 以上，由3个衍射导光部件51、52、53构成第1导光光学系统50，在各色的衍射导光部件51、52、53中对RGB三色的图像光FL进行引导，但也可以将图像光生成装置41设为单色的显示器，在单个的衍射导光部件51中对图像光FL进行引导。

[0101] 第1红外衍射层58b或第2入射侧衍射元件59b不限于浮雕衍射光栅，能够置换成由透射型体积全息元件或反射型体积全息元件形成的衍射元件，第2红外衍射层58c或第2射出侧衍射元件59c也不限于浮雕衍射光栅，能够置换成由透射型体积全息元件或反射型体积全息元件形成的衍射元件。第1入射侧衍射元件50b、第1射出侧衍射元件50c也不限于浮雕衍射光栅，能够置换为由透射型体积全息元件或反射型体积全息元件形成的衍射元件。

[0102] 参照图14，对红外光源31a、红外传感器33a等的变形例进行说明。在图14中，区域BR1是红外光源31a的发光面31d的主视图，区域BR2是红外传感器33a的感光面33d的主视图，区域BR3是显示面板41a的显示面41d的主视图。红外光源31a的有效区域AL与红外传感器33a的有效区域AD相等，但比显示面板41a的有效区域AI宽。在图14中的区域BR1、BR2中，与红外光的有效区域AL、AD重叠地示出可见光图像的有效区域AI。红外光的有效区域AL、AD比可见光图像的有效区域AI大一圈。由此，与有效区域AL、AD对应的照明光SL、测量光DL的视场角范围或视场角比图像光FL的视场角范围或视场角相对地扩展。即，照明光SL或测量光DL相对于第4导光板58a或对象面OS的法线的角度比图像光FL相对于第1导光部件50a、第4导光板58a或射出面ES等的法线的角度大例如1°左右。这样，通过相对地扩大照明光SL、测量光DL的视场角范围，能够扩大视线方向的检测范围，能够提高视线检测的可靠性。

[0103] 以上，能够将虚像显示装置110等用作HMD，但不限于此，能够应用于各种光学设

备,例如在平视显示器(HUD:Head-Up Display)中也能够应用本申请的发明。

[0104] 另外,在上述中,对重叠地看到外界像(实物)与虚像的透视型的虚像显示装置进行了说明,但不限于此,也能够用于看到所谓的封闭型的虚拟现实的装置。

[0105] 具体的方式中的虚像显示装置具有:图像光生成装置,其射出图像光;红外光射出装置,其射出红外光;红外光受光装置,其接收红外光;第1导光光学系统,其具有第1导光部件、设置于第1导光部件的入射侧的第1入射侧衍射元件、和设置于第1导光部件的射出侧的第1射出侧衍射元件;以及第2导光光学系统,其具有第2导光部件、设置于第2导光部件的入射侧的第2入射侧衍射元件、和设置于第2导光部件的射出侧的第2射出侧衍射元件,第1入射侧衍射元件使从图像光生成装置射出的图像光偏转而入射到第1导光部件,第1射出侧衍射元件使由第1导光部件引导后的图像光偏转而朝向使用者的眼睛位置射出,第2入射侧衍射元件使从红外光射出装置射出的红外光偏转而入射到第2导光部件,第2射出侧衍射元件使由第2导光部件引导后的红外光偏转而朝向使用者的眼睛位置射出,通过使来自使用者的眼睛位置的红外光偏转而使其入射到第2导光部件,第2入射侧衍射元件将由第2射出侧衍射元件偏转而入射到第2导光部件的红外光朝向红外光受光装置射出,第2导光光学系统配置于比第1导光光学系统靠使用者的眼睛位置侧。

[0106] 在上述虚像显示装置中,第2导光光学系统配置于比第1导光光学系统靠使用者的眼睛侧,因此能够抑制入射到眼睛的红外光、被眼睛反射的红外光因第1导光光学系统或者第1入射侧衍射元件而衰减,能够维持显示图像质量并且提高视线的检测精度。

[0107] 在具体的方面中,在第2导光部件的延伸方向即延伸方向上,红外光射出装置配置于比图像光生成装置靠第2射出侧衍射元件侧。

[0108] 在具体的方面中,在第2导光部件的延伸方向即延伸方向上,图像光生成装置配置于比红外光射出装置靠第2射出侧衍射元件侧。

[0109] 在具体的方面中,红外光射出装置和红外光受光装置配置于第2导光光学系统的靠眼睛位置侧。在该情况下,能够将红外光射出装置、红外光受光装置直接对置地配置于第2导光部件的邻近处。

[0110] 在具体的方面中,在第2导光部件的延伸方向即延伸方向上,第2入射侧衍射元件配置于比第1入射侧衍射元件靠第2射出侧衍射元件侧,在图像光的射出方向上,第2入射侧衍射元件和第1入射侧衍射元件配置成不重叠。在该情况下,能够防止图像光和红外光在入射侧重叠而使得第2入射侧衍射元件对图像质量产生影响。

[0111] 在具体的方面中,在第2导光部件的延伸方向即延伸方向上,第2导光部件比第1导光部件短。在该情况下,能够减少第2导光部件中的红外光的损失。

[0112] 在具体的方面中,在第2导光部件的延伸方向即延伸方向上,红外光射出装置配置于比红外光受光装置靠第2射出侧衍射元件侧。

[0113] 在具体的方面中,第2导光部件具有:第1红外导光部件,其对来自红外光射出装置的红外光进行引导;以及第2红外导光部件,其对由使用者的眼睛反射后的红外光进行引导,第2入射侧衍射元件具有:第1红外入射侧衍射元件,其设置于第1红外导光部件;以及第2红外入射侧衍射元件,其设置于第2红外导光部件。在该情况下,能够分离地处理眼睛的照明用的红外光和测量眼睛的反射状态的红外光。

[0114] 在具体的方面中,在第2导光部件的入射侧和射出侧中的至少一方的端部配置有

遮光膜或者反射膜。在该情况下，关于红外光，能够抑制杂散光的产生。

[0115] 在具体的方面中，与第1导光部件的入射侧的端部和靠第2导光部件侧的面对置地配置有波长选择部件，所述波长选择部件对红外光进行遮挡并使图像光透过。在该情况下，能够抑制红外光从第2导光部件向第1导光部件或其外界侧漏出，能够防止来自第1导光部件的返回光影响红外光的测量。

[0116] 在具体的方面中，波长选择部件配置于比红外光射出装置靠第2射出侧衍射元件侧。在该情况下，能够将设置波长选择部件的范围抑制为最小限度。

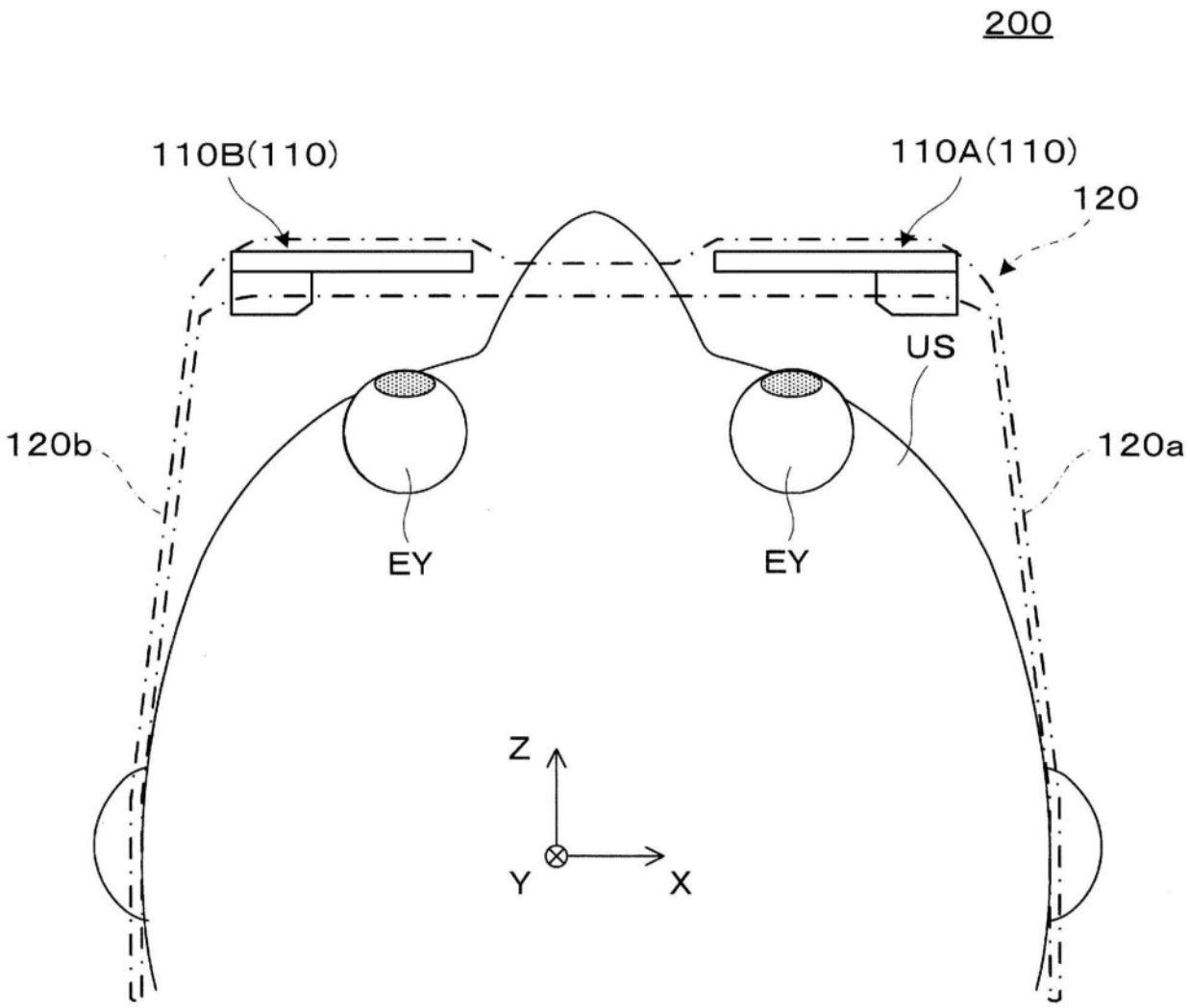


图1

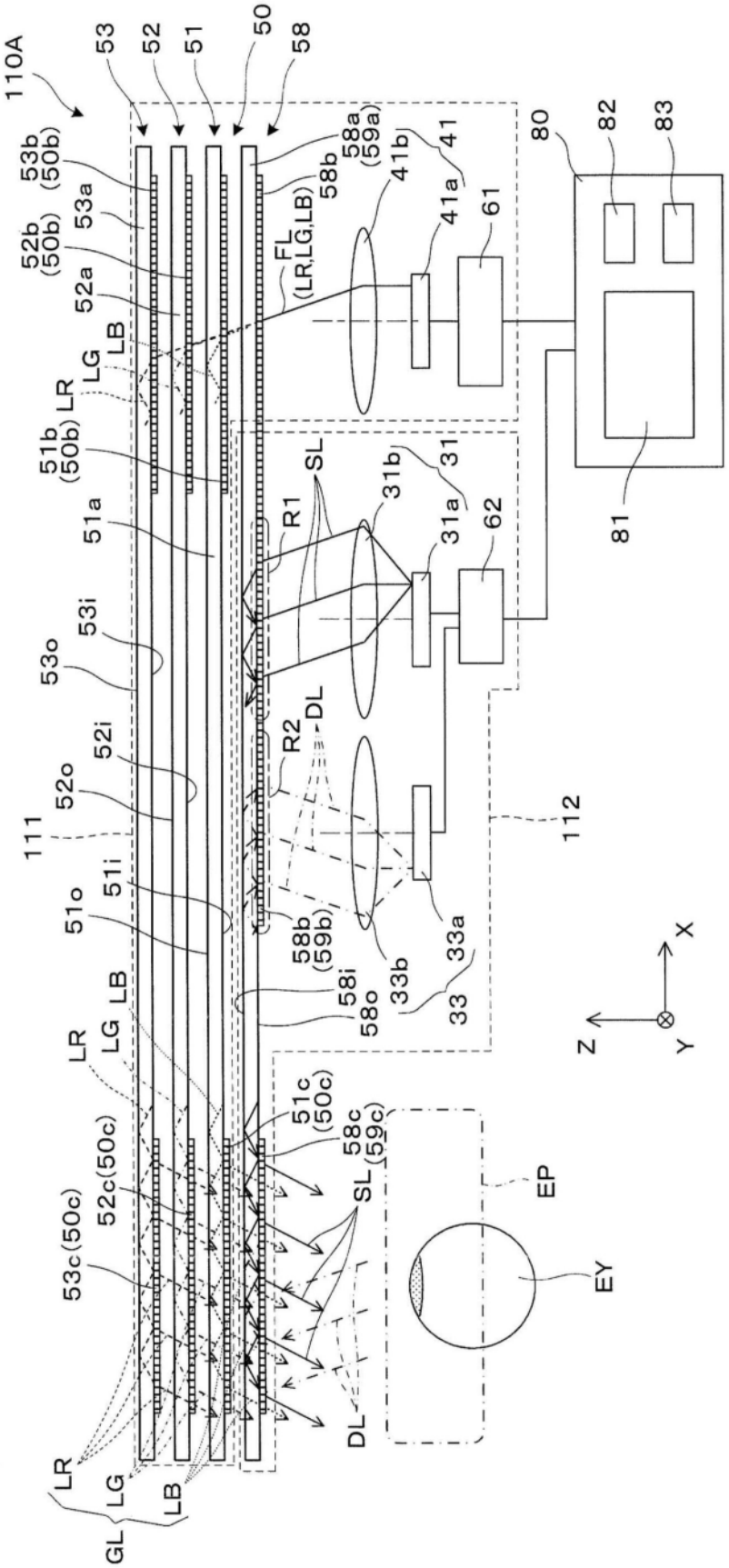

110A
53
52
51
50
58
53b (50b)
53a
52b (50b)
52a
LB
LG
LR
51b (50b)
51a
53i
53o
52i
52o
111
51i
51o
LR
LG
LB
53c(50c)
52c(50c)
51c (50c)
58c (59c)
SL
EP
EY
DL
LR
LG
LB
GL
58a (59a)
58b
41b
41
41a
61
FL (LR,LG,LB)
80
82
83
81
SL
R1
31b
31
31a
62
R2
DL
112
58b (59b)
58i
58o
33b
33a
33
X
Y
Z

图2

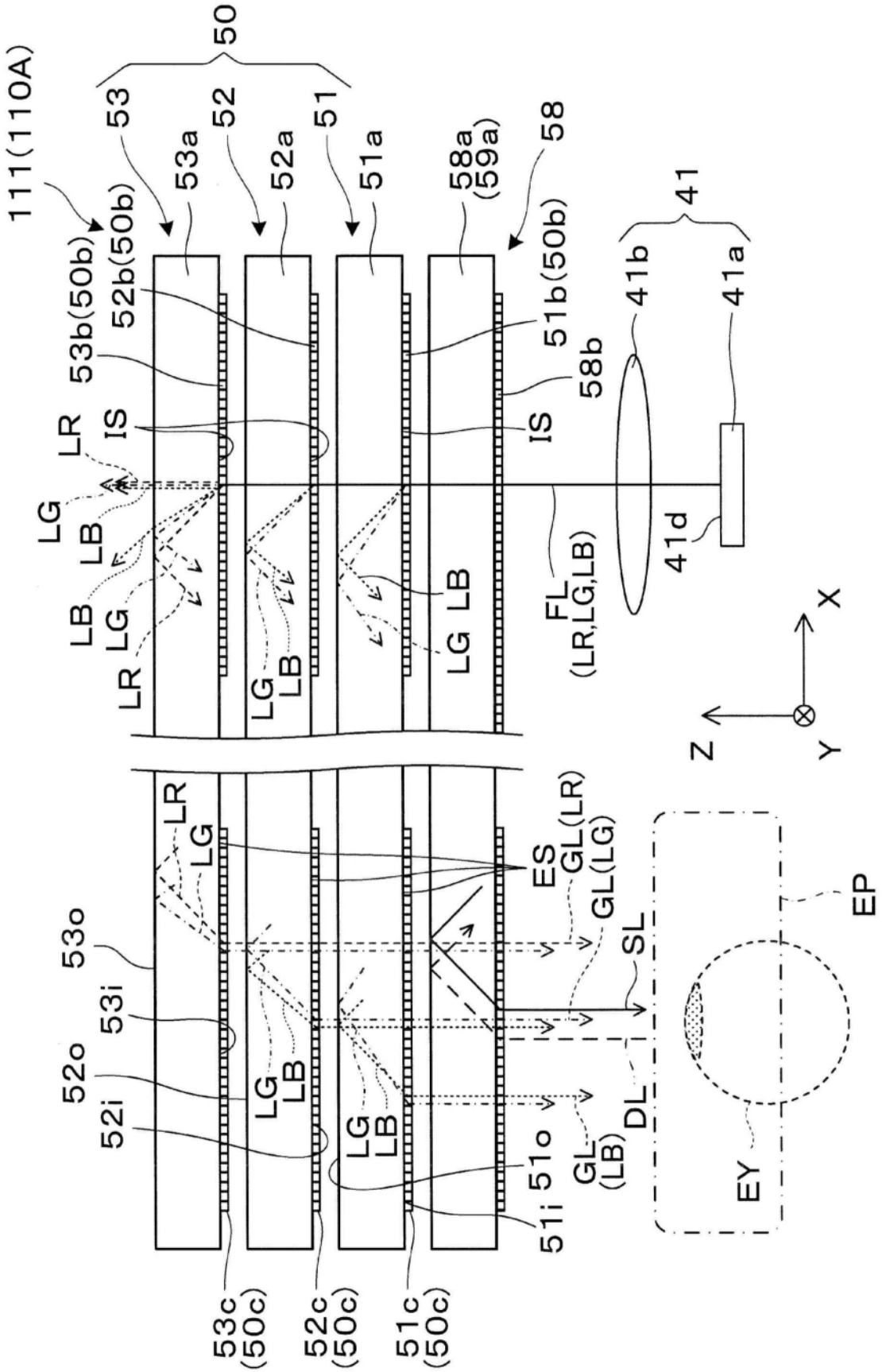

111(110A)
50
53
52
51
53a
52a
51a
58a
(59a)
58
41
41b
41a
41d
53b(50b)
52b(50b)
51b(50b)
58b
IS
LR
LG
LB
FL
(LR,LG,LB)
ES
GL(LR)
GL(LG)
GL
(LB)
SL
DL
EP
EY
X
Y
Z
53o
53i
52o
52i
51o
51i
53c
(50c)
52c
(50c)
51c
(50c)

图3

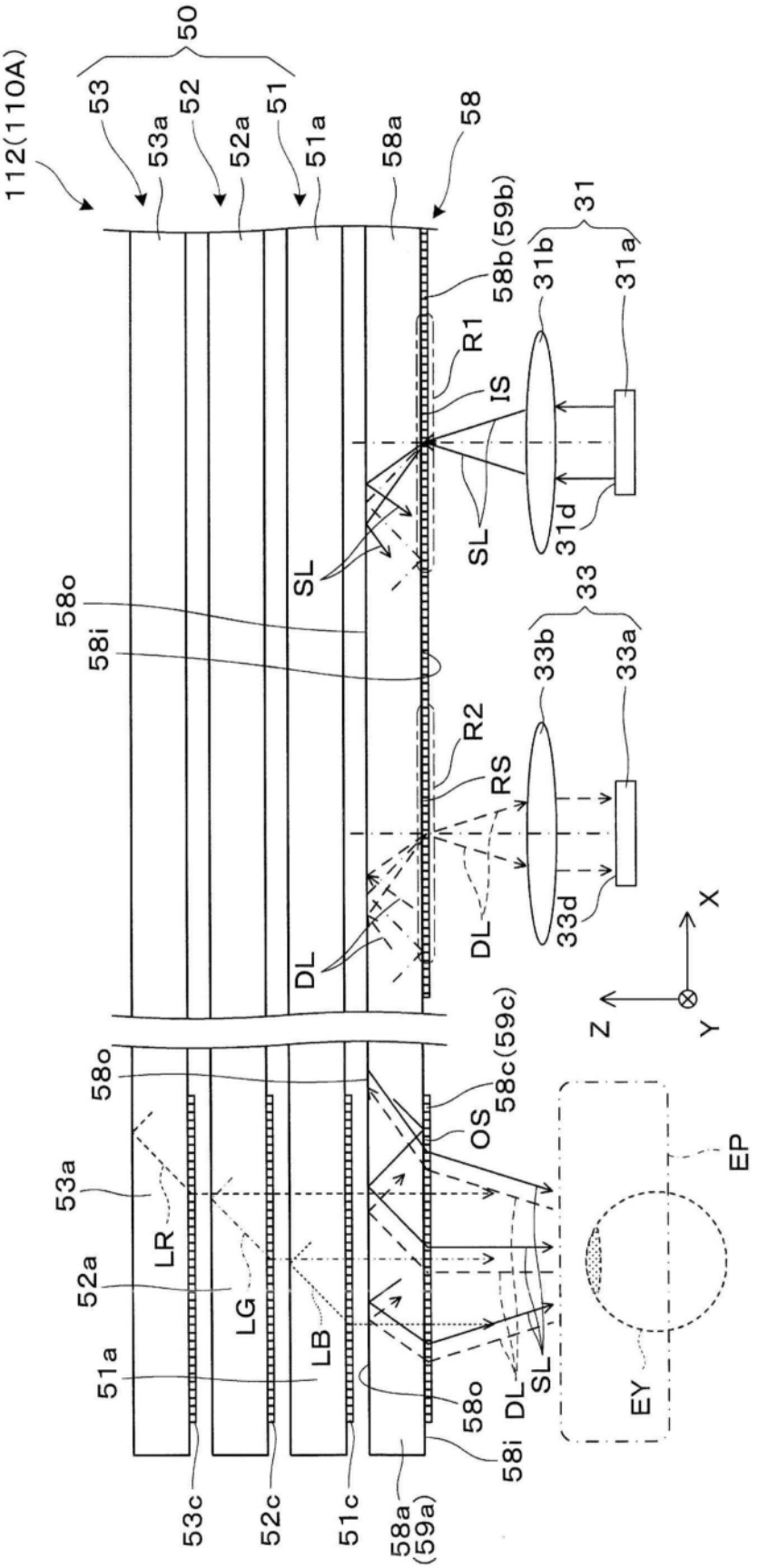

112(110A)
50
53
53a
52
52a
51
51a
58a
58
58b(59b)
31
31b
31a
R1
IS
SL
31d
58o
58i
SL
33
33b
33a
R2
RS
DL
33d
DL
X
Z
Y
58o
58c(59c)
OS
EP
53a
LR
52a
LG
LB
51a
SL
DL
58o
58i
EY
53c
52c
51c
58a
(59a)

图4

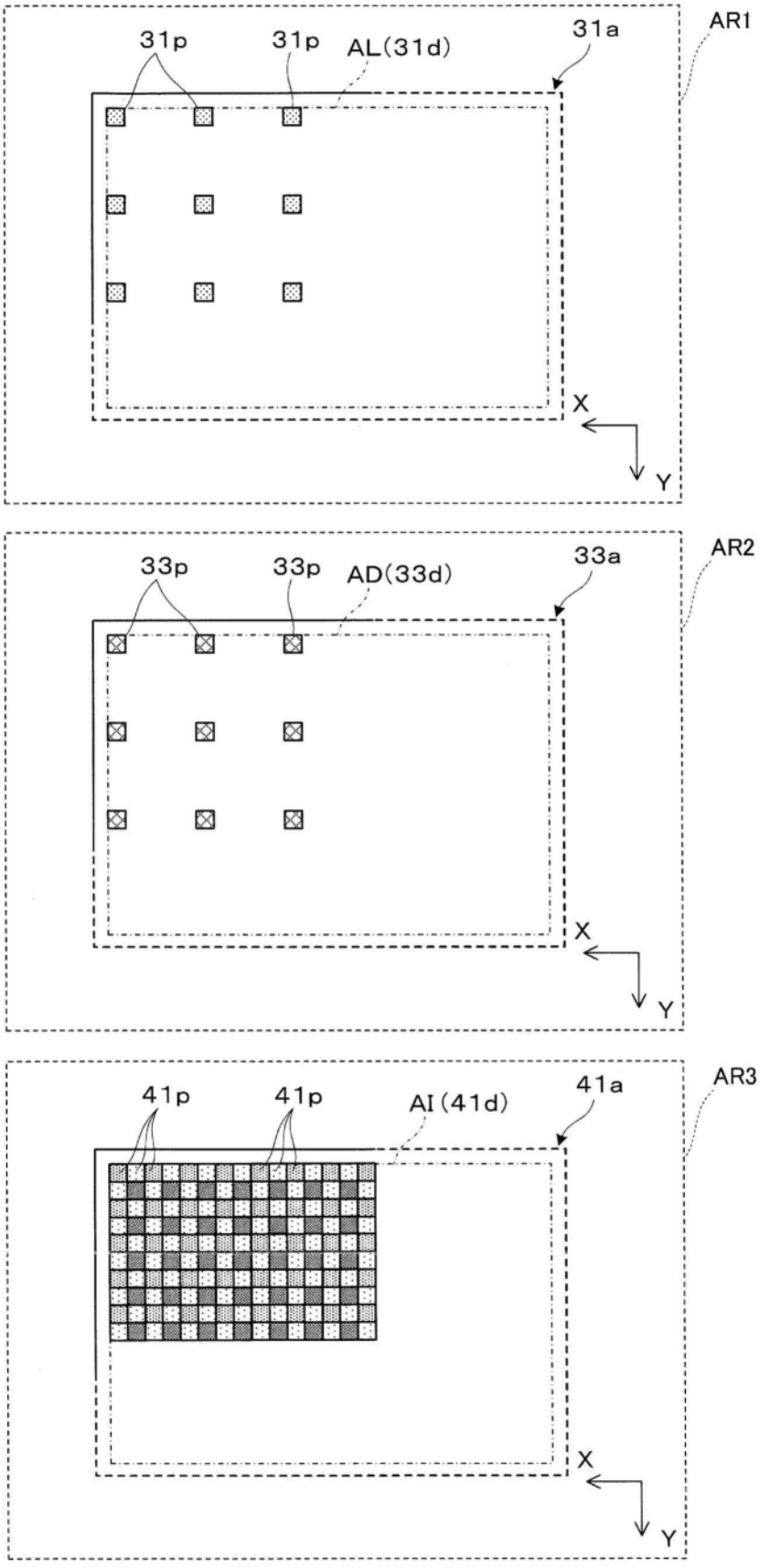

31p
31p
AL(31d)
31a
AR1
X
Y
33p
33p
AD(33d)
33a
AR2
X
Y
41p
41p
AI(41d)
41a
AR3
X
Y

图5

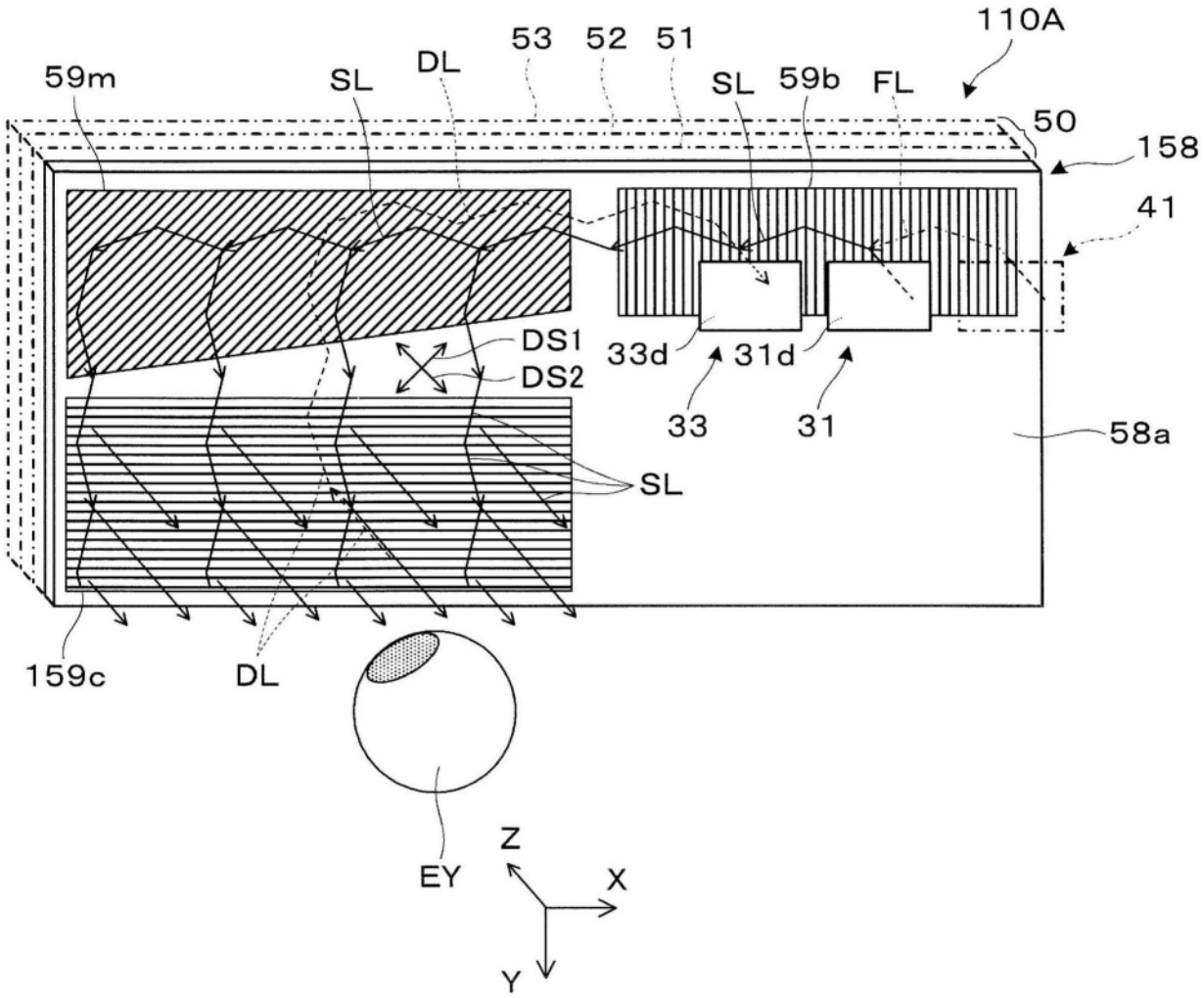

110A
59m
SL
DL
53
52
51
SL
59b
FL
50
158
41
DS1
DS2
33d
31d
33
31
58a
SL
159c
DL
EY
Z
X
Y

图6

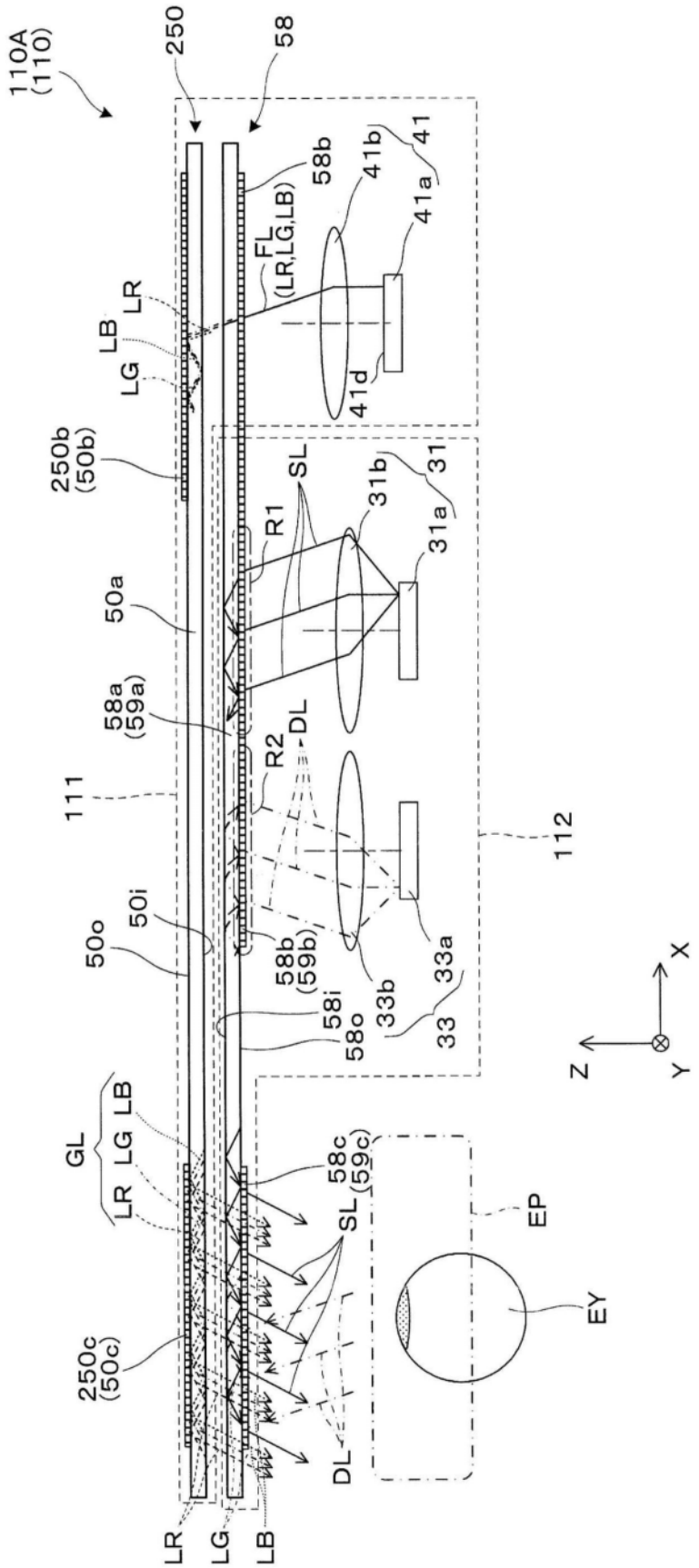

110A
(110)
250
58
58b
41b
41
41a
FL
(LR,LG,LB)
LR
LB
LG
41d
250b
(50b)
SL
31b
31
R1
31a
50a
58a
(59a)
DL
R2
111
112
50i
50o
58b
(59b)
58i
58o
33b
33a
33
GL
LR LG LB
58c
(59c)
SL
EP
EY
250c
(50c)
DL
LR
LG
LB
X
Y
Z

图7

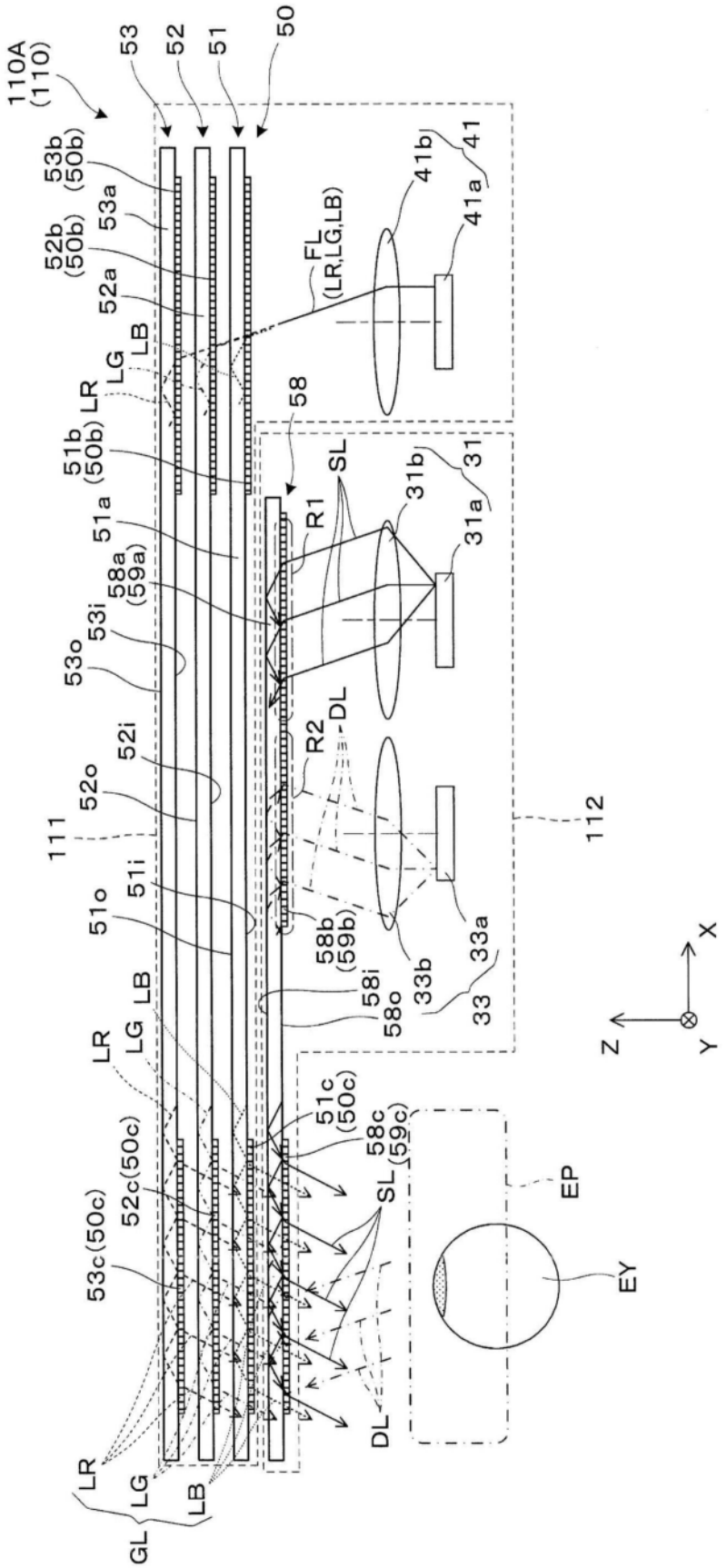

110A
(110)
53
52
51
50
53b
(50b)
53a
52b
(50b)
52a
LB
LG
LR
51b
(50b)
51a
58a
(59a)
53i
53o
52i
52o
111
51i
51o
LB
LG
LR
52c(50c)
53c(50c)
GL
LR
LG
LB
58
SL
R1
R2
DL
58b
(59b)
58i
58o
51c
(50c)
58c
(59c)
SL
DL
FL
(LR,LG,LB)
41b
41a
41
31b
31a
31
33b
33a
33
112
EP
EY
Z
X
Y

图8

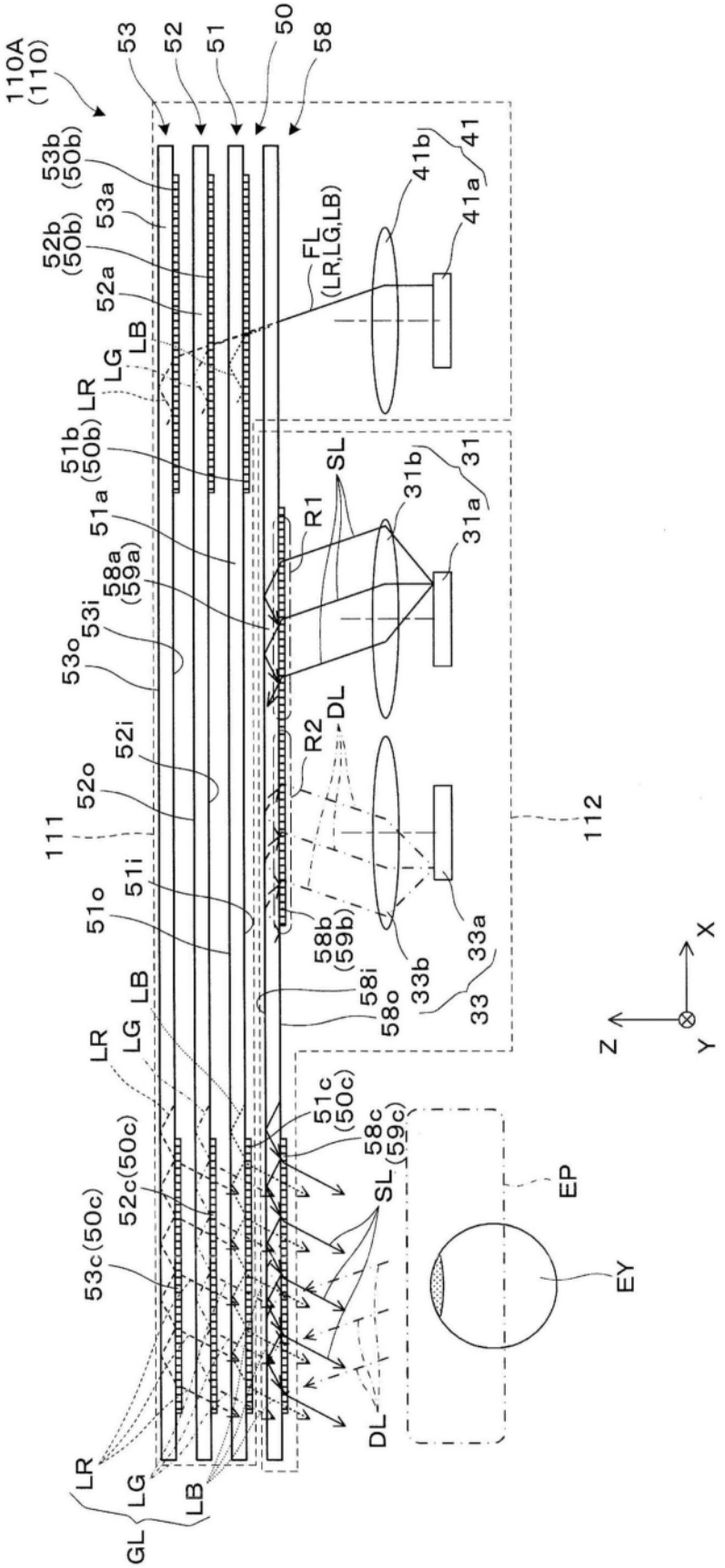

110A
(110)
53
52
51
50
58
53b
(50b)
53a
52b
(50b)
52a
LB
LG
LR
51b
(50b)
51a
58a
(59a)
53i
53o
52i
52o
111
51i
51o
58b
(59b)
58i
58o
33b
33a
33
112
31
31b
31a
41
41b
41a
FL
(LR,LG,LB)
SL
R1
R2
DL
51c
(50c)
58c
(59c)
52c(50c)
53c(50c)
EP
EY
Z
X
Y
GL

图9

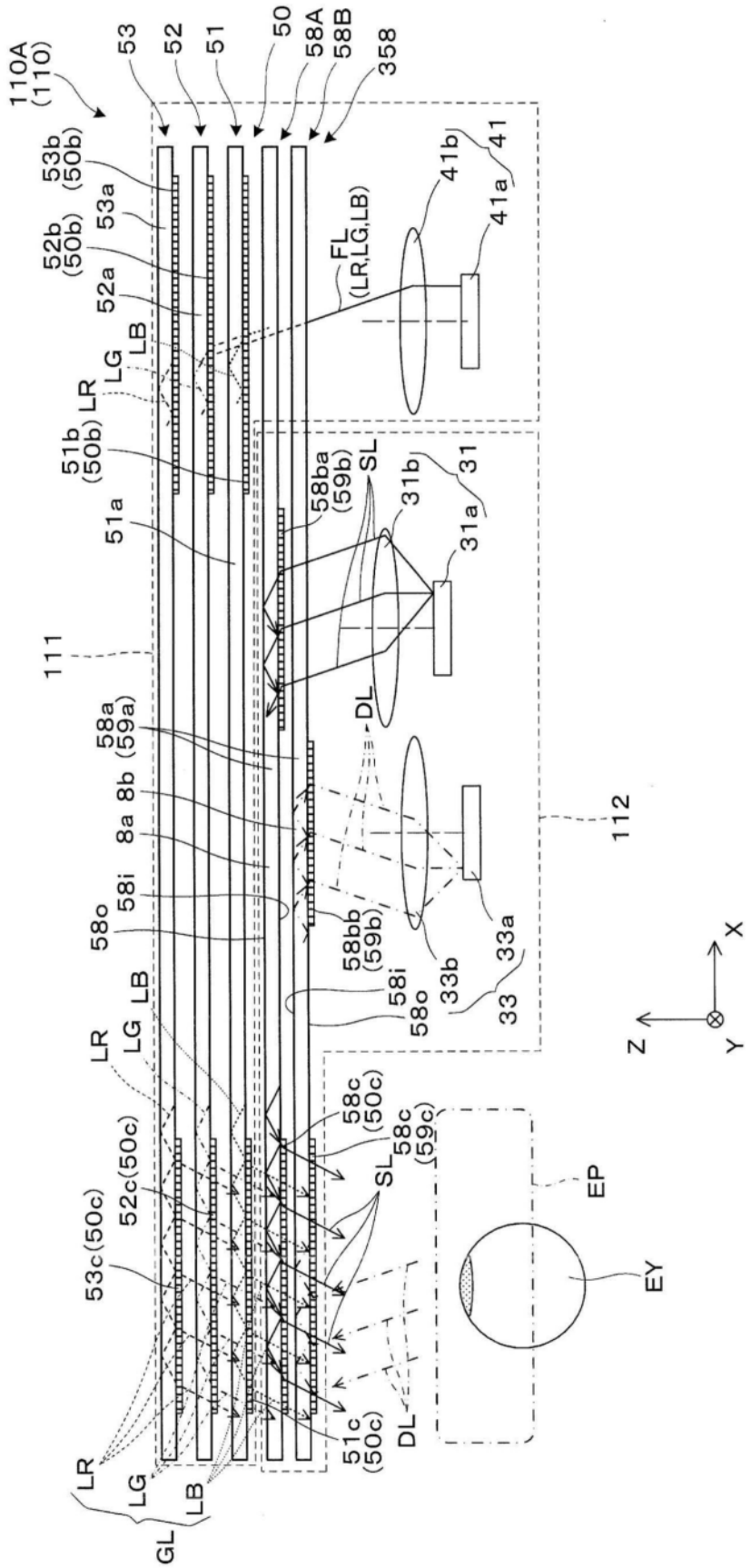

110A
(110)
53
52
51
50
58A
58B
358
53b
(50b)
53a
52b
(50b)
52a
LB
LG
LR
51b
(50b)
51a
111
58a
(59a)
8a
8b
58i
58o
LR
LG
LB
52c(50c)
53c(50c)
GL
LR
LG
LB
51c
(50c)
DL
58c
(50c)
58c
(59c)
SL
EP
EY
FL
(LR,LG,LB)
41b
41a
41
58ba
(59b)
SL
31b
31a
31
DL
112
58bb
(59b)
58i
58o
33b
33a
33
Z
X
Y

图10

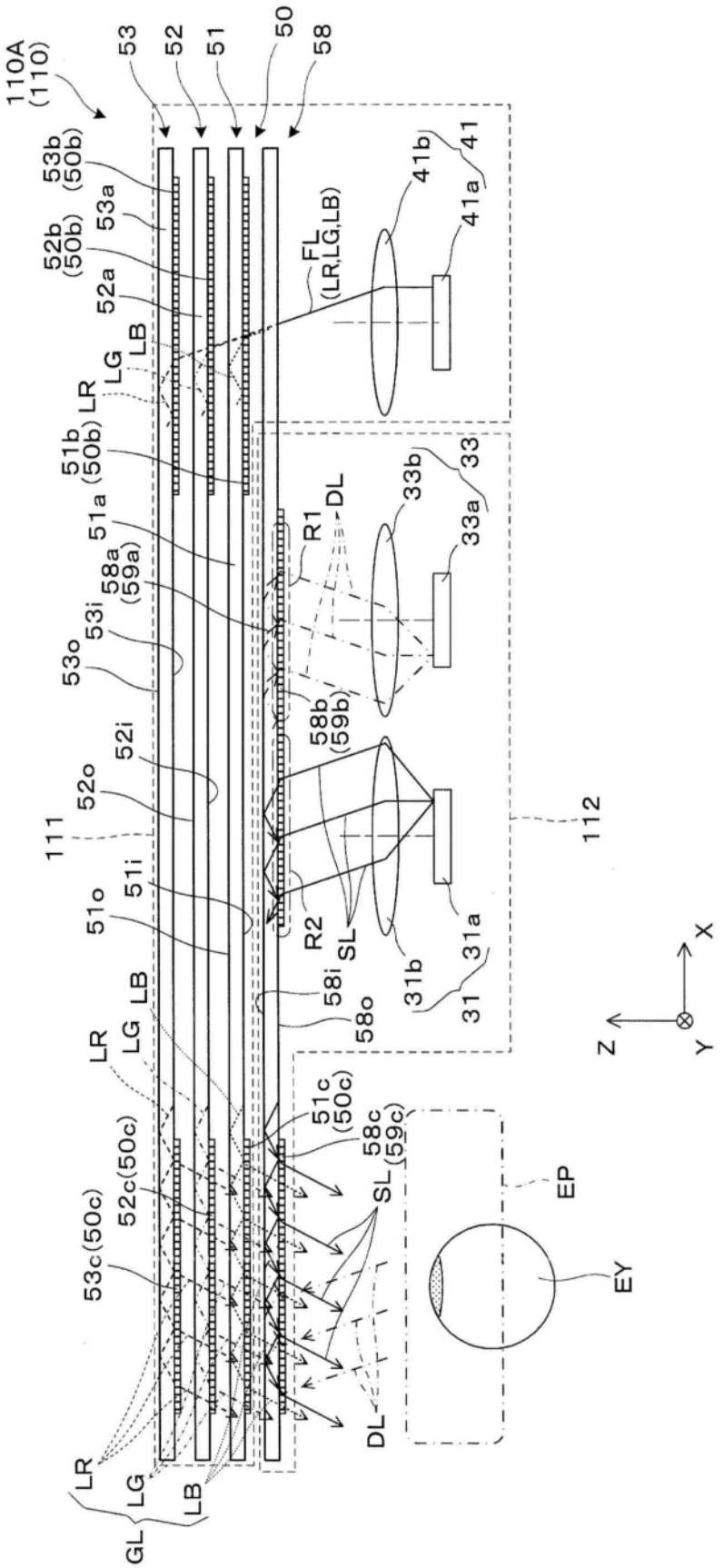

110A
(110)
53
52
51
50
58
53b
(50b)
53a
52b
(50b)
52a
LB
LG
LR
51b
(50b)
51a
58a
(59a)
53i
53o
52i
52o
111
51i
51o
LB
LG
LR
52c(50c)
53c(50c)
GL
LR
LG
LB
41b
41
41a
FL
(LR,LG,LB)
33b
33
33a
R1
DL
58b
(59b)
112
R2
SL
31b
31a
31
58i
58o
51c
(50c)
58c
(59c)
SL
DL
EP
EY
Z
X
Y

图11

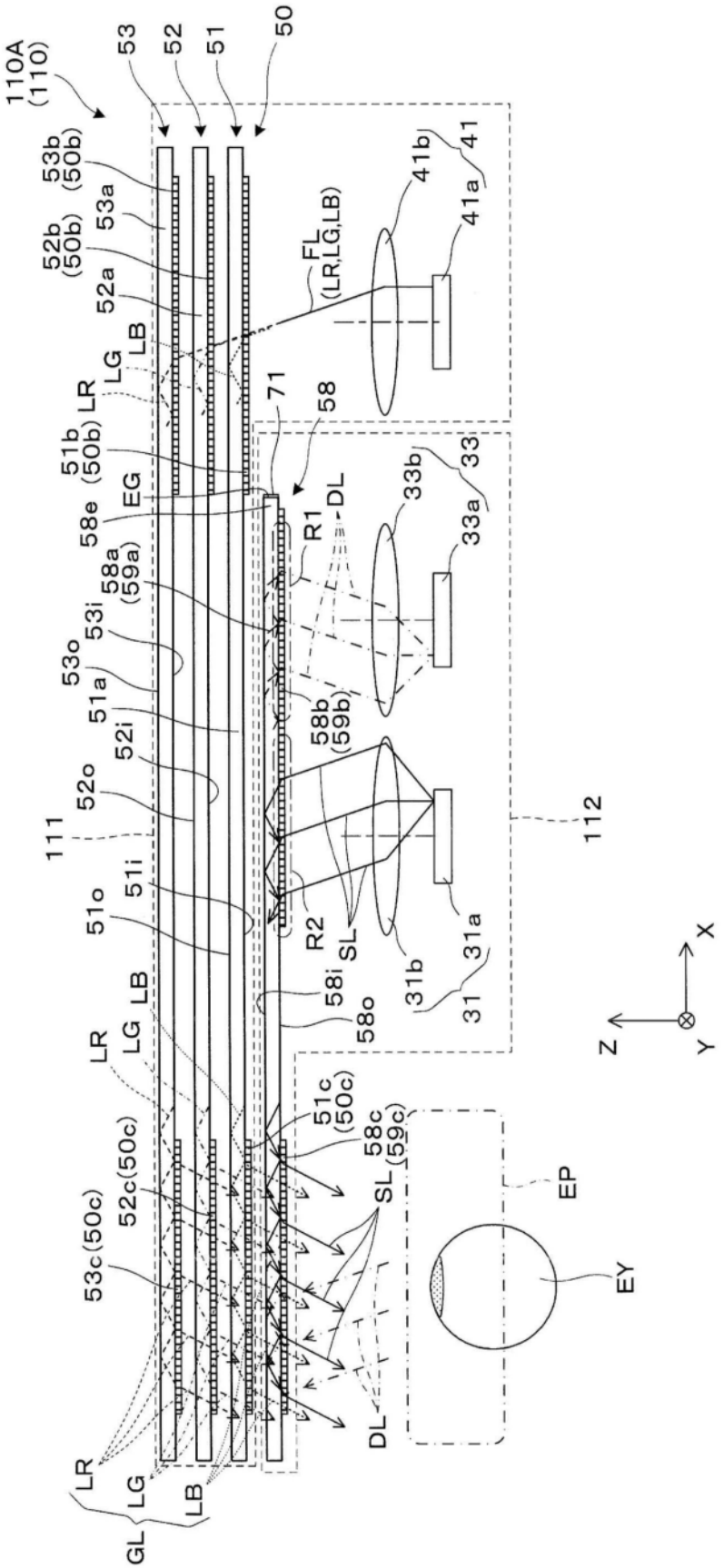

110A
(110)
53
52
51
50
53b
(50b)
53a
52b
(50b)
52a
LB
LG
LR
51b
(50b)
EG
58e
58a
(59a)
53i
53o
51a
52i
52o
111
51i
51o
LB
LG
LR
58i
58o
R1
R2
SL
DL
71
58
41b
41a
41
FL
(LR,LG,LB)
33b
33a
33
58b
(59b)
31b
31a
31
112
X
Z
Y
51c
(50c)
58c
(59c)
SL
EP
EY
52c(50c)
53c(50c)
DL
LR
LG
LB
GL

图12

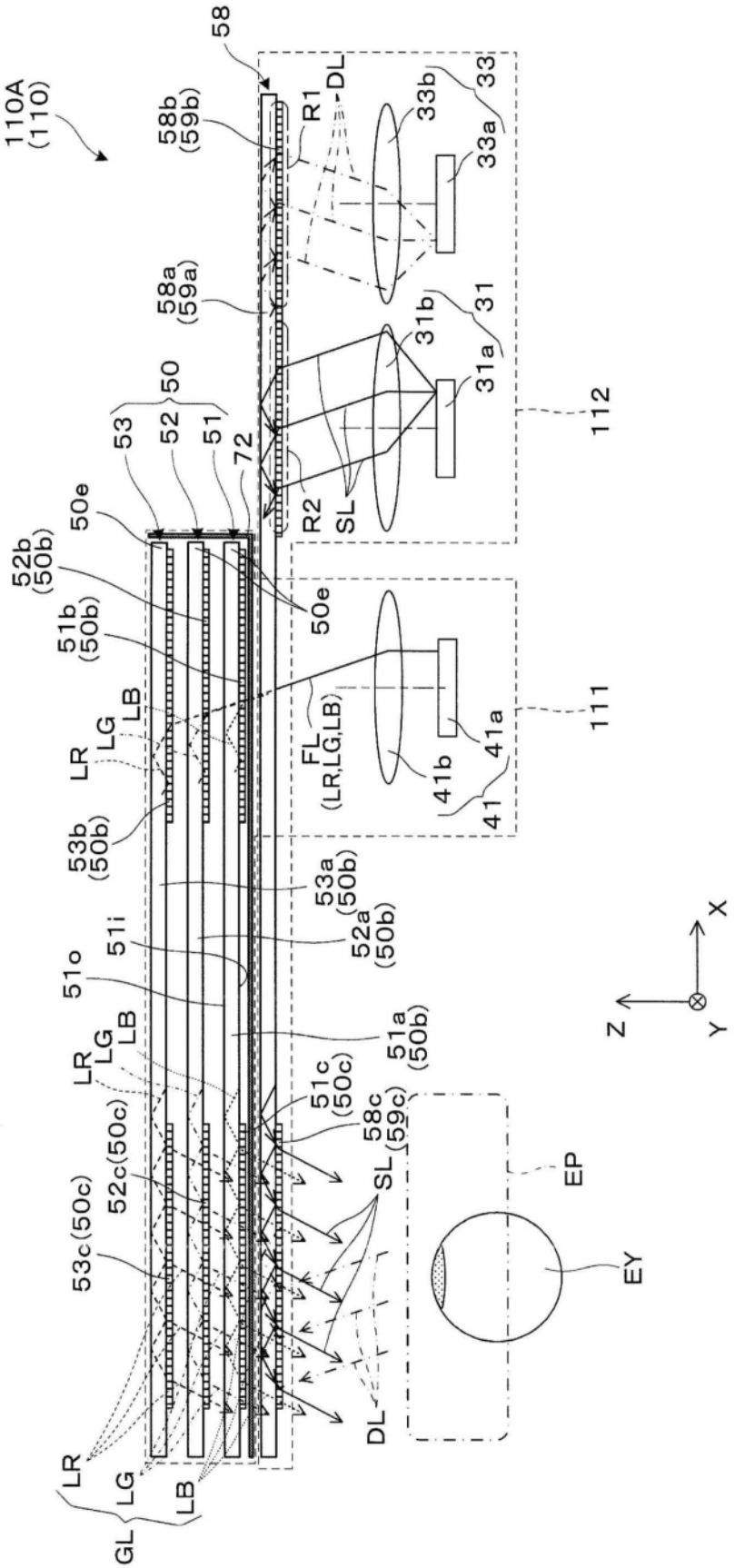

110A
(110)
58
58b
(59b)
R1
DL
33b
33
33a
58a
(59a)
31
31b
31a
50
53
52
51
72
112
50e
52b
(50b)
R2
SL
51b
(50b)
LB
LG
LR
53b
(50b)
FL
(LR,LG,LB)
41a
41b
41
111
53a
(50b)
52a
(50b)
51i
51o
51a
(50b)
51c
(50c)
58c
(59c)
52c(50c)
53c(50c)
EP
EY
X
Z
Y
GL

图13

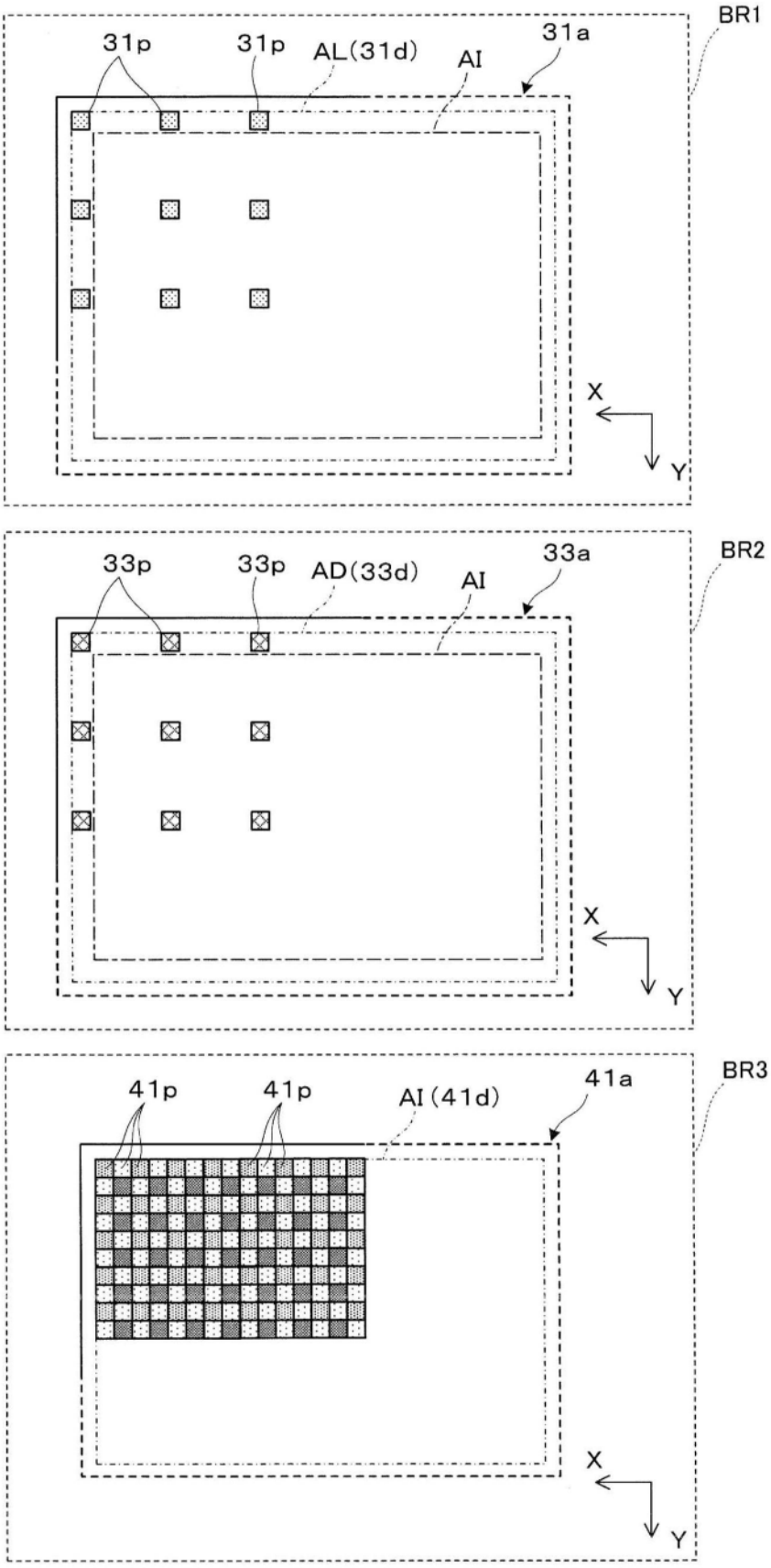

BR1
31p
31p
AL(31d)
AI
31a
X
Y
BR2
33p
33p
AD(33d)
AI
33a
X
Y
BR3
41p
41p
AI(41d)
41a
X
Y

图14