



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116670558 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 29

(21) 申请号 202180087615.0

(22) 申请日 2021.12.24

(30) 优先权数据

2021-005766 2021.01.18 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/048374 2021.12.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/153849 JA 2022.07.21

(71) 申请人 松下知识产权经营株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 村上公博

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

专利代理师 齐秀凤

(51) Int.Cl.

G02B 26/10 (2006.01)

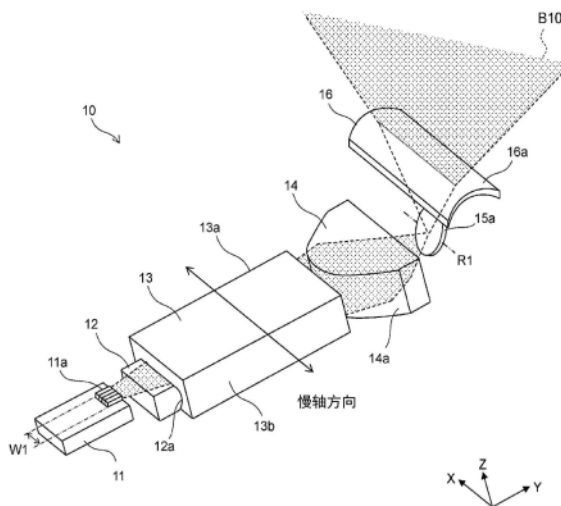
权利要求书1页 说明书13页 附图12页

## (54) 发明名称

线射束扫描光学系统以及激光雷达

## (57) 摘要

本发明提供一种线射束扫描光学系统以及激光雷达。线射束扫描光学系统(10)具备:激光光源(11a);光偏转器(15),具有反射镜(15a);慢轴柱面透镜(14),将激光聚光于线射束(B10)的长边方向并使其入射到反射镜(15a);和导光件(13),配置在激光光源(11a)与慢轴柱面透镜(14)之间,入射从激光光源(11a)射出的激光。导光件(13)具有在线射束(B10)的长边方向上对置的两个面(13a、13b),在两个面(13a、13b)使激光反射,在将激光封闭到导光件(13)的内部的同时使混合后的激光入射到慢轴柱面透镜(14)。



1. 一种线射束扫描光学系统,生成在一个方向上长的线射束并使所述线射束在其短边方向上扫描,

所述线射束扫描光学系统具备:

至少一个激光光源;

光偏转器,具有使所述线射束在所述短边方向上偏转的反射镜;

透镜,将从所述激光光源射出的激光至少聚光于所述线射束的长边方向并使其入射到所述反射镜;和

导光件,配置在所述激光光源与所述透镜之间,入射从所述激光光源射出的所述激光,

所述导光件具有在所述线射束的长边方向上对置的两个面,在所述两个面使所述激光反射,在将所述激光封闭到所述导光件的内部的同时使混合后的所述激光入射到所述透镜。

2. 根据权利要求1所述的线射束扫描光学系统,其中,

所述透镜将所述激光仅聚光于所述线射束的长边方向,

所述线射束扫描光学系统具备:其他透镜,在所述线射束的短边方向上将从所述激光光源射出的所述激光平行光化,

所述导光件配置在所述透镜与所述其他透镜之间。

3. 根据权利要求1或2所述的线射束扫描光学系统,其中,

所述导光件具有在所述线射束的短边方向上将光路折弯的其他面。

4. 根据权利要求3所述的线射束扫描光学系统,其中,

所述导光件具有所述两个面以及所述其他面被一体地形成的棱镜。

5. 根据权利要求3或4所述的线射束扫描光学系统,其中,

在所述其他面形成有反射膜。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的线射束扫描光学系统,其中,

所述激光光源被配置为慢轴方向与所述线射束的长边方向平行,

所述激光在所述两个面以满足全反射条件的入射角进行入射。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的线射束扫描光学系统,其中,

所述导光件沿着所述激光的光路而被分割为多个。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的线射束扫描光学系统,其中,

多个所述激光光源在所述线射束的长边方向上排列配置,

所述线射束的长边方向上的所述导光件的宽度比所述多个激光光源排列的宽度大。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的线射束扫描光学系统,其中,

在所述线射束的长边方向上,所述透镜的有效直径比所述导光件的射出面的宽度大。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的线射束扫描光学系统,其中,

还具备:凹柱面,将入射到所述导光件的所述激光的扩展角向所述线射束的长边方向扩展。

11. 一种激光雷达,具备:

权利要求1至10中任一项所述的线射束扫描光学系统;和

受光光学系统,对从所述线射束扫描光学系统投射的激光的从物体的反射光进行受光。

## 线射束扫描光学系统以及激光雷达

### 技术领域

[0001] 本发明涉及使线射束扫描的线射束扫描光学系统、以及使用该线射束扫描光学系统来检测物体的激光雷达。

### 背景技术

[0002] 以往,使用激光来检测物体的激光雷达在各种领域中已开发。例如,在车载用的激光雷达中,从车辆前方投射激光,基于该反射光的有无来判别在车辆前方是否存在人或车辆等物体。此外,基于激光的投射时刻和反射光的受光时刻来计测到物体的距离。

[0003] 在以下的专利文献1中,公开了一种使线状的射束在短边方向上扫描来检测车辆前方的物体的激光雷达。在该激光雷达中,多个激光光源呈直线状排列,由此提高了线射束的辐射能量。从多个激光光源射出的激光通过第1柱面透镜而在与激光光源的排列方向垂直的方向上分别被平行光化,进而,通过第2柱面透镜而聚光到光偏转器的反射镜。被反射镜反射后的激光在激光光源的排列方向上扩展。由此,形成在长边方向上扩展的线射束。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:国际公开第2020/137079号

### 发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 在上述专利文献1记载的结构中,越是增加呈直线状排列的激光光源的数量或者是扩展多个光源间的间隔,越能够扩展激光相对于第2柱面透镜的入射区域,通过使远离第2柱面透镜的光轴的折射力高的外周区域作用于激光,从而能够扩展线射束的扩展角。另一方面,在激光雷达中,从结构的简化以及小型化、成本的降低等观点出发,还有时要求削减激光光源的数量、缩减多个光源的间隔。此外,为了在线射束进行扫描的全部范围内,适当且可靠地检测距光源为等距离地存在的物体,希望在线射束的长边方向上光强度是均匀的。

[0009] 鉴于该问题,本发明的目的在于,提供一种即使在所配置的激光光源的数量少的情況、存在发光区域的范围窄的情况下也能够同时实现线射束的广角化以及光强度的均匀化的线射束扫描光学系统以及激光雷达。

[0010] 用于解决问题的技术方案

[0011] 本发明的第1方式涉及一种生成在一个方向上长的线射束并使所述线射束在其短边方向上扫描的线射束扫描光学系统。该方式涉及的线射束扫描光学系统具备:至少一个激光光源;光偏转器,具有使所述线射束在所述短边方向上偏转的反射镜;透镜,将从所述激光光源射出的激光至少聚光于所述线射束的长边方向并使其入射到所述反射镜;和导光件,配置在所述激光光源与所述透镜之间,入射从所述激光光源射出的所述激光。所述导光件具有在所述线射束的长边方向上对置的两个面,在所述两个面使所述激光反射,在将所

述激光封闭到所述导光件的内部的同时使混合后的所述激光入射到所述透镜。

[0012] 根据本方式涉及的线射束扫描光学系统,从激光光源射出的激光通过导光件而射束宽度在线射束的长边方向上扩展后入射到透镜。由此,激光在长边方向上以大的聚光角聚光并入射到反射镜,因此能够扩大被反射镜反射后的激光的扩展角。此外,激光通过在导光件的相互对置的面反复反射而被混合,从而长边方向上的强度分布被均匀化。因而,根据本方式涉及的线射束扫描光学系统,即使在所配置的激光光源的数量少的情况下,也能够同时实现线射束的广角化以及辐射强度分布的均匀化。

[0013] 本发明的第2方式涉及一种激光雷达。该方式涉及的激光雷达具备:上述第1方式涉及的线射束扫描光学系统、和对从所述线射束扫描光学系统投射的激光的从物体的反射光进行受光的受光光学系统。

[0014] 根据本方式涉及的激光雷达,由于具备第1方式涉及的线射束扫描光学系统,因此即使在削减了所配置的激光光源的数量的情况下,也能够同时实现线射束的广角化以及辐射强度分布的均匀化。

[0015] 发明效果

[0016] 如上所述,根据本发明,能够提供一种即使在所配置的激光光源的数量少的情况、存在发光区域的范围窄的情况下也能够同时实现线射束的广角化以及辐射强度分布的均匀化的线射束扫描光学系统以及激光雷达。

[0017] 本发明的效果或意义根据以下所示的实施方式的说明而变得更明确。不过,以下所示的实施方式终究只是将本发明实施化时的一个例示,本发明完全不限制于以下的实施方式记载的内容。

## 附图说明

[0018] 图1是示出实施方式涉及的激光雷达的光学系统以及电路部的结构的图。

[0019] 图2是示出实施方式涉及的线射束扫描光学系统的结构的立体图。

[0020] 图3的(a)以及图3的(b)分别是示出实施方式涉及的激光光源的结构的立体图,图3的(c)是示出实施方式涉及的激光雷达的光源阵列的结构的立体图。

[0021] 图4的(a)以及图4的(b)分别是示意性地示出实施方式涉及的扩散光学元件的结构的俯视图以及主视图。

[0022] 图5是示意性地示出实施方式涉及的激光雷达的激光的射出状态和目标区域中的线射束的状态的图。

[0023] 图6的(a)以及图6的(b)分别是示意性地示出实施方式涉及的导光件的作用的图。

[0024] 图7是示出变更例1涉及的线射束扫描光学系统的结构的立体图。

[0025] 图8的(a)以及图8的(b)分别是示出变更例1涉及的线射束扫描光学系统10的结构的侧视图以及俯视图。

[0026] 图9的(a)以及图9的(b)分别是示出变更例2涉及的线射束扫描光学系统10的结构的侧视图以及俯视图。

[0027] 图10的(a)以及图10的(b)分别是示出变更例3涉及的线射束扫描光学系统10的结构例的侧视图。

[0028] 图11的(a)以及图11的(b)是示出变更例4涉及的线射束扫描光学系统10的结构的

俯视图以及侧视图。

[0029] 图12的(a)以及图12的(b)是示出变更例5涉及的线射束扫描光学系统的结构的俯视图以及侧视图。

[0030] 不过,附图是专门用于说明的,并不限定本发明的范围。

### 具体实施方式

[0031] 以下,参照图对本发明的实施方式进行说明。方便起见,在各图中附记了相互正交的X、Y、Z轴。X轴方向以及Y轴方向分别是线射束扫描光学系统投射的线射束的长边方向以及短边方向,Z轴正方向是线射束的投射方向。

[0032] 图1是示出激光雷达1的光学系统以及电路部的结构的图。图2是示出线射束扫描光学系统10的结构的立体图。

[0033] 如图1所示,激光雷达1作为光学系统的结构,具备线射束扫描光学系统10和受光光学系统20。线射束扫描光学系统10生成在一个方向(X轴方向)上长的线射束B10并使线射束B10在其短边方向(Y轴方向)上扫描。受光光学系统20对从线射束扫描光学系统10投射的激光的从物体的反射光进行受光。

[0034] 线射束扫描光学系统10具备光源阵列11、快轴柱面透镜12、导光件13、慢轴柱面透镜14、光偏转器15和扩散光学元件16。此外,受光光学系统20具备受光透镜21和受光元件22。

[0035] 光源阵列11是集成多个激光光源11a而构成的。例如,在光源阵列11中,4个激光光源11a在与线射束B10的长边方向对应的方向上排列配置。激光光源11a射出给定波长的激光。激光光源11a是端面发光型的激光二极管。激光光源11a也可以是面发光型的激光光源。在本实施方式中,假定激光雷达1搭载于车辆。因此,各激光光源11a的射出波长被设定为红外的波段(例如,905nm)。根据激光雷达1的使用方式,激光光源11a的射出波长能够适宜变更。

[0036] 图3的(a)、(b)分别是示出激光光源11a的结构的立体图,图3的(c)是示出光源阵列11的结构的立体图。

[0037] 如图3的(a)所示,激光光源11a成为活性层111被N型包层112和P型包层113夹着的构造。N型包层112层叠于N型基板114。此外,接触层115层叠于P型包层113。通过对电极116施加电流,由此激光从发光区域117向Y轴正方向射出。一般地,在发光区域117中,与活性层111平行的方向的宽度W1比与活性层111垂直的方向的宽度W2要宽。

[0038] 发光区域117的短边方向的轴,即,与活性层111垂直的方向(Z轴方向)的轴被称为快轴,发光区域117的长边方向的轴,即,与活性层111平行的方向(X轴方向)的轴被称为慢轴。在图3的(b)中,符号118a表示快轴,符号118b表示慢轴。关于从发光区域117射出的激光,与慢轴方向相比快轴方向的扩展角更大。因此,如图3的(b)所示,射束B20的形状成为在快轴方向上长的椭圆形状。

[0039] 如图3的(c)所示,在基底120设置多个(例如,4个)激光光源11a使得沿着慢轴排列,从而构成光源阵列11。因此,各激光光源11a的发光区域117在慢轴方向上排列为1列。在此,各激光光源11a被配置为发光区域117的快轴118a平行于与图2所示的线射束B10的短边方向对应的方向。构成光源阵列11的多个激光光源11a有个体差,但均具有在规格书所示的

一定范围内分布的射出特性。

[0040] 另外,在图3的(c)中,多个激光光源11a彼此相邻地设置于基底120从而构成了光源阵列11,但也可以在基底120设置被形成多个发光区域117在慢轴方向上排列的1个半导体发光元件。在该情况下,该半导体发光元件之中从各发光区域117射出激光的构造部分各自对应于激光光源11a。

[0041] 参照图1以及图2,快轴柱面透镜12使从光源阵列11的各激光光源11a射出的激光会聚于快轴方向(Z轴方向),将快轴方向的激光的扩展调整为大致平行的状态。即,快轴柱面透镜12具有仅在快轴方向上将从光源阵列11的各激光光源11a射出的激光进行平行光化的作用。

[0042] 快轴柱面透镜12具有仅在与Y-Z平面平行的方向上弯曲的透镜面12a。透镜面12a的母线与X轴平行。入射到快轴柱面透镜12的各激光的快轴与透镜面12a的母线垂直。各激光在X轴方向上排列并入射到快轴柱面透镜12。各激光在透镜面12a处在快轴方向(Z轴方向)上受到会聚作用,从而在快轴方向上被平行光化。

[0043] 导光件13将通过快轴柱面透镜12而在短轴方向上进行了平行光化的激光引导到慢轴柱面透镜14。导光件13具有在线射束B10的长边方向上对置的两个面13a、13b,在这两个面13a、13b使激光反射,在将激光封闭到导光件13的内部的同时使混合后的激光入射到慢轴柱面透镜14。

[0044] 导光件13包含树脂或玻璃等的光透射性优异的材料。导光件13具有长方体的形状。导光件13的入射面以及射出面与X-Z平面平行,导光件13的上表面以及下表面与X-Y平面平行。构成导光件13的侧面的两个面13a、13b相互平行。导光件13被配置为宽度方向(X轴方向)的中央位置与多个激光光源11a排列的宽度W1的中央位置一致。即,入射到导光件13的射束(在此,是由多个激光光源11a形成的射束)的中心轴,在X轴方向上被定位在导光件13的宽度方向(X轴方向)的中央位置。

[0045] 在本实施方式中,由于激光光源11a的慢轴与X轴方向平行,因此如图3的(b)所示,透射了快轴柱面透镜12之后的激光的X轴方向的扩展角小。因此,激光在导光件13的入射面和射出面分别大致全透射,在导光件13的内部,在两个面13a、13b,以满足全反射条件的入射角进行入射。因而,特别是,纵使在面13a、13b不形成反射面,入射到导光件13的激光也在面13a、13b大致全反射。

[0046] 面13a、13b优选为光学研磨面,使得激光更良好地全反射。此外,也可以在面13a、13b形成反射膜。也可以在导光件13的入射面以及射出面形成反射防止膜。激光通过快轴柱面透镜12而在Z轴方向上被平行光化,因此不入射到导光件13的上表面以及下表面,从导光件13的射出面射出。

[0047] 慢轴柱面透镜14将从导光件13射出的激光聚光于线射束B10的长边方向,并使其入射到光偏转器15的反射镜15a。慢轴柱面透镜14具有仅在与X-Y平面平行的方向上弯曲的透镜面14a。透镜面14a的母线与Z轴平行。透镜面12a、14a的各母线相互垂直。

[0048] 光偏转器15例如是使用了压电致动器或静电致动器等的MEMS(Micro Electro Mechanical Systems,微机电系统)反射镜。反射镜15a通过电介质多层膜或金属膜等而提高了反射率。反射镜15a配置在慢轴柱面透镜14的Y轴正侧的焦距附近的位置。反射镜15a被驱动为关于与X轴平行的转动轴R1而转动。反射镜15a例如具有直径为3mm的程度的圆形的

形状。

[0049] 扩散光学元件16使从反射镜15a侧入射的激光向X轴方向扩散。扩散光学元件16具有以反射镜15a的转动轴R1为中心呈圆弧状弯曲的板状的形状。即,扩散光学元件16是使入射面和射出面相互平行的平板呈圆弧状弯曲的形状。扩散光学元件16的入射面以及射出面中的任一者或者两面成为使激光扩散的扩散面。在此,射出面成为扩散面16a。

[0050] 图4的(a)、(b)分别是示意性地示出扩散光学元件16的结构俯视图以及主视图。

[0051] 如图4的(a)、(b)所示,在扩散光学元件16的扩散面16a,形成有剖面为半圆形状的许多微透镜16b。微透镜16b的棱线沿着圆弧的方向(扩散光学元件16的周方向)延伸,在X轴方向上无间隙地排列。被微透镜16b扩散后的各激光重合,从而生成线射束B10。该微透镜16b的曲面被最佳设计为非球面形状,使得所形成的线射束的强度分布尽量成为广角且平坦的强度分布。

[0052] 这样,激光被扩散光学元件16扩散而生成线射束B10,因此扩散光学元件16的扩散面16a上的线射束B10的发光区域成为眼安全判定对象的表观光源。在不使用扩散光学元件16的情况下,在光偏转器15的反射镜15a上各激光重叠的微小区域成为眼安全判定对象的表观光源。因此,根据本实施方式,与不使用扩散光学元件16的情况相比,能够显著地扩大表观光源的发光面积,能够显著地抑制线射束B10对人眼的影响。

[0053] 另外,在图4的(a)、(b)的结构例中,微透镜16b为凸透镜,但微透镜16b也可以为凹透镜。

[0054] 返回到图1,光偏转器15根据来自反射镜驱动电路33的驱动信号来驱动反射镜15a,使从反射镜15a反射的射束在Y轴方向上扫描。由此,线射束B10在短边方向(Y轴方向)上扫描。在图1的结构中,在反射镜15a处于中立位置的状态下,反射镜15a相对于激光光源11a的射出光轴而倾斜 $45^{\circ}$ ,但反射镜15a相对于激光光源11a的射出光轴的倾斜角并不限于此。反射镜15a的倾斜角能够根据线射束扫描光学系统10的布局而适宜变更。

[0055] 图5是示意性地示出激光雷达1的激光的射出状态和目标区域中的线射束B10的状态的图。在图5的上段,示意性地示出了在投射方向(Z轴正方向)上观察时的线射束B10的剖面形状。

[0056] 如图5所示,在本实施方式中,激光雷达1搭载于车辆200的前侧,向车辆200的前方投射线射束B10。线射束B10的长边方向的扩展角 $\theta_{11}$ 例如为 $90^{\circ}$ 。此外,能够进行物体检测的距离D11的上限例如为250m的程度。在图5中,方便起见,扩展角 $\theta_{11}$ 表现得比实际要小。

[0057] 返回到图1,从目标区域反射的线射束B10的反射光通过受光透镜21而聚光于受光元件22的受光面。受光透镜21例如是包含多个透镜的摄像用的摄像机镜头单元,受光元件22例如是纵横地呈矩阵状配置了像素的图像传感器、传感器阵列。其中,在传感器阵列的例子中,也可以在各像素的位置配置雪崩光电二极管传感器。在该情况下,雪崩光电二极管例如以盖革模式(盖革倍增模式)被使用。在盖革模式下,若向雪崩光电二极管入射光子,则由于雪崩倍增,在雪崩光电二极管的阴极集电的电荷倍增至饱和电荷量。因此,可高灵敏度地检测有无光向像素的入射,能够实现更远距离的测距。

[0058] 受光元件22例如具有长方形的受光面,被配置为受光面的长边与X轴平行。受光元件22的受光面的长边方向与目标区域中的线射束B10的长边方向对应。线射束B10的反射光通过受光透镜21而成像于受光元件22的受光面,使得沿着受光面的长边方向延伸。

[0059] 在此,受光面的X轴方向的像素位置与目标区域中的X轴方向的位置对应。此外,受光面的Y轴方向的像素位置与目标区域中的Y轴方向的位置对应。若线射束B10在Y轴方向上扫描,则线射束B10的反射光在受光元件22的受光面上沿Y轴方向移动。因此,根据产生了受光信号的像素的位置,能够检测在目标区域的X轴方向以及Y轴方向的哪个位置存在物体。

[0060] 作为受光元件22,也可以使用像素在X轴方向上排列的线传感器。在该情况下,与线射束B10的移动同步地,确定成为检测对象的物体的Y位置。

[0061] 激光雷达1作为电路部的结构,具备控制器31、激光驱动电路32、反射镜驱动电路33和信号处理电路34。

[0062] 控制器31具备CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)等运算处理电路、ROM(Read Only Memory,只读存储器)、RAM(Random Access Memory,随机存取存储器)等存储介质,按照预先设定的程序来控制各部。激光驱动电路32根据来自控制器31的控制而使光源阵列11的各激光光源11a进行脉冲发光。控制器31在线射束B10的反射光的移动位置包含于受光元件22的各像素行的时刻,使各激光光源11a反复多次进行脉冲发光。在脉冲发光时,激光驱动电路32使各激光光源11a同时进行脉冲发光。或者,也可以是,以给定的时间差依次地使各激光光源11a进行脉冲发光。

[0063] 反射镜驱动电路33根据来自控制器31的控制对光偏转器15进行驱动。光偏转器15使反射镜15a关于转动轴R1进行转动,从而使线射束B10在线射束B10的短边方向上扫描。

[0064] 信号处理电路34将受光元件22的各像素的受光信号输出到控制器31。如上所述,控制器31根据产生了受光信号的像素的位置,能够检测在目标区域的X轴方向的哪个位置存在物体。此外,控制器31基于使光源阵列11进行脉冲发光的时刻与受光元件22对来自目标区域的反射光进行受光的时刻,即,从受光元件22接收到受光信号的时刻的时间差,来获取到存在于目标区域的物体的距离。

[0065] 这样一来,控制器31在使光源阵列11进行脉冲发光的同时通过光偏转器15使线射束B10进行扫描,由此检测目标区域中的物体的有无,进一步地,计测物体的位置以及到物体的距离。这些测定结果随时被发送到车辆侧的控制部。

[0066] 图6的(a)、(b)是示意性地示出导光件13的作用的图。方便起见,在图6的(a)中,示出了从光源阵列11到扩散光学元件16的光学系统被展开为一平面的状态。此外,在图6的(a)、(b)中,用虚线箭头示出了激光的光线。

[0067] 如图6的(a)所示,从激光光源11a射出的激光通过导光件13而射束宽度在线射束B10的长边方向(慢轴方向)上被扩展后入射到慢轴柱面透镜14。即,激光以导光件13的射出面的宽度从导光件13射出,边在慢轴方向上扩展,边向慢轴柱面透镜14入射。在慢轴方向上,慢轴柱面透镜14的有效直径D1比导光件13的宽度宽。因而,从导光件13射出的激光直接被取入到慢轴柱面透镜14,从而在慢轴方向上聚光。

[0068] 这样一来,入射到慢轴柱面透镜14的激光的射束宽度在慢轴方向上扩展,由此激光通过慢轴柱面透镜14而在长边方向上以大的聚光角 $\theta$ 进行聚光,并入射到反射镜15a。射束宽度扩展的结果是,光入射到慢轴柱面透镜14的倾斜较陡的外周部,因此被反射镜15a反射的激光所形成的线射束B10的长边方向(慢轴方向)的扩展角变大。此外,激光通过在导光件13的相互对置的面13a、13b反复反射而被混合,从而长边方向(慢轴方向)上的强度分布被均匀化。导光件13的长度被设定为通过激光在面13a、13b反复反射从而长边方向上的激

光的强度分布能够均匀化的长度。

[0069] 因此,根据本实施方式涉及的线射束扫描光学系统10,即使在所配置的激光光源的数量少的情况下,也能够同时实现线射束B10的广角化以及辐射强度分布的均匀化。

[0070] 另外,激光被快轴柱面透镜12平行光化,因此如图6的(b)所示,入射到导光件13的激光不会在导光件13的上表面以及下表面被反射,保持被平行光化的状态不变地,在导光件13的内部直线前进。因此,线射束B10的短边方向(快轴方向)的射束宽度被规定为由快轴柱面透镜12进行了平行光化时的射束宽度。这样一来,可在维持短边方向的射束宽度的同时,投射进行了广角化以及辐射强度分布的均匀化的线射束B10。

[0071] <实施方式的效果>

[0072] 根据本实施方式,可起到以下的效果。

[0073] 如参照图6的(a)、(b)说明的那样,从激光光源11a射出的激光通过导光件13而射束宽度在线射束B10的长边方向上扩展后入射到慢轴柱面透镜14(透镜)。由此,激光在长边方向上以大的聚光角 $\theta$ 进行聚光并入射到反射镜15a,因此能够扩大被反射镜15a反射的激光的扩展角。此外,激光通过在导光件13的相互对置的面13a、13b反复反射而被混合,从而长边方向上的强度分布被均匀化。因而,根据本实施方式涉及的线射束扫描光学系统10,即使在所配置的激光光源11a的数量少的情况下,也能够同时实现线射束B10的广角化以及辐射强度分布的均匀化。

[0074] 如图1以及图2所示,慢轴柱面透镜14(透镜)将激光仅聚光于线射束B10的长边方向,线射束扫描光学系统10具备将从激光光源11a射出的激光在线射束B10的短边方向上平行光化的快轴柱面透镜12(其他透镜),导光件13配置在慢轴柱面透镜14(透镜)与快轴柱面透镜12(其他透镜)之间。由此,如参照图6的(a)、(b)说明的那样,能够在通过快轴柱面透镜12规定线射束B10的短边方向的射束宽度的同时,通过导光件13实现线射束B10的广角化以及辐射强度分布的均匀化。

[0075] 如图6的(a)所示,激光光源11a被配置为慢轴方向与线射束B10的长边方向平行,激光在两个面13a以满足全反射条件的入射角进行入射。由此,纵使在导光件13的两个面13a、13b不形成反射膜,也能够抑制从导光件13的两个面13a、13b漏出激光。因而,能够谋求导光件13的结构简化以及成本的降低。

[0076] 如图6的(a)所示,多个激光光源11a在线射束B10的长边方向上排列配置,线射束B10的长边方向上的导光件13的宽度比多个激光光源11a排列的宽度 $W1$ 大。由此,能够使从导光件13的射出面射出并入射到慢轴柱面透镜14的激光的长边方向的射束宽度比多个激光光源11a排列的宽度 $W1$ 宽。因而,能够增大聚光于反射镜15a的激光的聚光角 $\theta$ ,能够适当地实现线射束B10的广角化。

[0077] 如图6的(a)所示,在线射束B10的长边方向上,慢轴柱面透镜14(透镜)的有效直径 $D1$ 比导光件13的射出面的宽度大。更详细地,慢轴柱面透镜14(透镜)的有效直径 $D1$ 比从导光件13的射出面射出之后入射到慢轴柱面透镜14时的激光的射束宽度宽。由此,从导光件13射出的激光直接被取入到慢轴柱面透镜14,从而在慢轴方向上聚光。因而,能够提高激光的利用效率,能够提高线射束B10的辐射能量。

[0078] 如图1所示,激光雷达1具备上述结构的线射束扫描光学系统10。因而,如图2所示,即使在所配置的激光光源11a的数量少的情况下,也能够同时实现线射束B10的广角化以及

辐射强度分布的均匀化。

[0079] <变更例1>

[0080] 在上述实施方式中,导光件13为长方体形状,但在变更例1中,导光件包含棱镜。

[0081] 图7是示出变更例1涉及的线射束扫描光学系统10的结构的立体图。此外,图8的(a)、(b)分别是示出变更例1涉及的线射束扫描光学系统10的结构的侧视图以及俯视图。在图8的(a)、(b)中,用虚线箭头示出了激光的光线。

[0082] 如图7以及图8的(a)、(b)所示,在变更例1中,包含棱镜的导光件41配置在快轴柱面透镜12与慢轴柱面透镜14之间。导光件41的X轴方向的宽度一定。导光件41被配置为X轴方向的宽度的中间位置与多个激光光源11a排列的宽度W1的中间位置在X轴方向上一致。导光件41通过树脂、玻璃等的光透射性优异的材料而被一体形成。导光件41以外的线射束扫描光学系统10的结构与上述实施方式相同。

[0083] 导光件41的下表面与X-Y平面平行,上表面相对于X-Y平面而倾斜。导光件41与上述实施方式同样地,具有在X轴方向上对置的面41a、41b。面41a、41b与Y-Z平面平行,且相互平行。导光件41还具有将激光的光路在与Y-Z平面平行的方向上折弯的其他面41c、41d。其他面41c、41d设定倾斜角,使得相对于在导光件41的内部前进的激光而满足全反射的条件。

[0084] 导光件41的上表面设定倾斜角,使得相对于从该上表面射出的激光的中心轴而垂直。慢轴柱面透镜14与该上表面对置地接近配置。与上述实施方式同样地,慢轴柱面透镜14的有效直径比导光件41的宽度大。因此,从导光件41的上表面射出的激光直接被取入到慢轴柱面透镜14,通过慢轴柱面透镜14而聚光于反射镜15a。被反射镜15a反射的激光以与入射到反射镜15a时的聚光角相同的扩展角,在与X-Y平面平行的方向上扩展。由此,可形成在X轴方向上长的线射束B10。

[0085] <变更例1的效果>

[0086] 根据变更例1,也与上述实施方式同样地,从激光光源11a射出的激光通过导光件41而射束宽度在线射束B10的长边方向上扩展后入射到慢轴柱面透镜14(透镜)。由此,激光在长边方向上以大的聚光角进行聚光并入射到反射镜15a,因此能够扩大被反射镜15a反射的激光的扩展角。此外,激光通过在导光件41的相互对置的面41a、41b反复反射而被混合,从而长边方向上的强度分布被均匀化。因而,即使在所配置的激光光源11a的数量少的情况下,也能够同时实现线射束B10的广角化以及辐射强度分布的均匀化。

[0087] 如图8的(a)所示,导光件41具有在线射束B10的短边方向上将光路折弯的其他面41c、41d。由此,能够在将在导光件41的内部前进的激光的距离确保得长到能够进行激光的混合的程度的同时,调整导光件41的Y轴方向的长度以及Z轴的方向的长度。因而,能够将线射束扫描光学系统10的形状收敛为与所搭载的系统对光学系统要求的尺寸、形状相适合的形状。

[0088] 如图7以及图8的(a)、(b)所示,导光件41包含两个面41a、41b以及其他面41c、41d被一体地形成的棱镜。由此,只是设置导光件41,就能够将两个面41a、41b以及其他面41c、41d配置在快轴柱面透镜12与慢轴柱面透镜14之间,能够谋求作业性的提高。

[0089] 如参照图8的(a)说明的那样,其他面41c、41d设定倾斜角,使得与相互对置的面41a、41b同样地相对于在导光件41的内部前进的激光而满足全反射的条件。由此,纵使在导光件41的两个面41a、41b以及其他面41c、41d不形成反射膜,也能够抑制从这些面漏出激

光。因而,能够谋求导光件41的结构简化以及成本的降低。

[0090] <变更例2>

[0091] 在上述实施方式以及变更例1中,导光件仅配置了一个,但导光件也可以沿着激光的光路而被分割为多个。

[0092] 图9的(a)、(b)分别是示出变更例2涉及的线射束扫描光学系统10的结构侧视图以及俯视图。

[0093] 如图9的(a)、(b)所示,在变更例2中,导光件50沿着激光的光路被分割为两个。即,通过沿着光路而排列的两个导光件51、52来构成导光件50。两个导光件51、52在相邻的端面彼此接近的状态下,配置在快轴柱面透镜12与慢轴柱面透镜14之间。导光件51、52包含光透射性高的树脂、玻璃等材料。导光件51、52以外的线射束扫描光学系统10的结构与上述实施方式以及变更例1相同。

[0094] 导光件51为长方体形状,导光件52为棱镜。导光件51具有相互对置的面51a、51b。导光件52具有相互对置的面52a、52b和其他面52c、52d。在来自导光件51的射出光至到达导光件52的光路中,光在X轴方向上发散并扩展,但基于防止在导光件52的入射面光四散的目的,导光件51的射出面的X轴方向的宽度比导光件52的入射面的X轴方向的宽度窄。面51a、51b以及面52a、52b与上述实施方式以及变更例1同样地,发挥使在慢轴方向上扩展的激光进行全反射并将激光混合的作用。其他面52c、52d与上述变更例1同样地,发挥将激光的光路在线射束B10的短边方向上折弯的作用。根据变更例2,也与变更例1同样地,通过这些面和其他光学元件的作用,可生成在X轴方向上长的线射束B10。

[0095] <变更例2的效果>

[0096] 根据变更例2,也与上述实施方式以及变更例1同样地,从激光光源11a射出的激光通过导光件51、52而射束宽度在线射束B10的长边方向上扩展后入射到慢轴柱面透镜14(透镜)。由此,激光在长边方向上以大的聚光角进行聚光并入射到反射镜15a,因此能够扩大被反射镜15a反射的激光的扩展角。此外,激光通过在导光件51的相互对置的面51a、51b以及导光件52的相互对置的面52a、52b反复反射而被混合,从而长边方向上的强度分布被均匀化。因而,即使在所配置的激光光源11a的数量少的情况下,也能够同时实现线射束B10的广角化以及辐射强度分布的均匀化。

[0097] 如图9的(a)、(b)所示,导光件50沿着激光的光路被分割为两个。由此,能够将导光件51、52的形状做成为更简单且紧凑的形状。即,导光件51只要仅考虑使在慢轴方向上扩展的激光在面51a、51b反射来设定形状即可。此外,导光件52只要考虑使在慢轴方向上扩展的激光在面52a、52b反射的同时在面52c、52d将激光的光路折弯来设定形状即可。由此,能够将导光件50的形状设计为容易制作的形状。

[0098] 另外,在图9的(a)、(b)中,示出了将图8的(a)、(b)所示的导光件41分割为两个的情况下的结构例,但图1以及图2所示的长方体形状的导光件13也可以在长边方向(Y轴方向)上被分割为多个。此外,导光件的分割数并不限于两个,也可以为三个以上。

[0099] <变更例3>

[0100] 在变更例1、2中,虽然导光件50中的将激光的光路弯曲的其他面41c、41d、52c、52d被设定为相对于激光满足全反射的条件倾斜角,但这些其他面也可以是以相对于激光不满足全反射的条件倾斜角进行倾斜。在该情况下,在其他面形成反射膜。

[0101] 图10的(a)、(b)分别是示出变更例3涉及的线射束扫描光学系统10的结构例的侧视图。

[0102] 在图10的(a)的结构例中,在图8的(a)、(b)所示的变更例1的线射束扫描光学系统10中,其他面41c的倾斜角被变更为相对于激光不满足全反射的条件的倾斜角。在其他面41c的表面形成反射膜41e,由此,可防止从其他面41c漏出激光。

[0103] 在该结构例中,由于其他面41c的倾斜角大,因此在导光件41内沿Y轴正方向前进的激光的光路通过其他面41c以及反射膜41e而向Z轴正方向折弯。导光件41的上表面与X-Y平面平行。导光件41的其他结构以及作用与变更例1的导光件41相同。

[0104] 在图10的(b)的结构例中,在图9的(a)、(b)所示的变更例2的线射束扫描光学系统10中,其他面52c的倾斜角被变更为相对于激光不满足全反射的条件的倾斜角。在其他面52c的表面形成反射膜52e,由此,可防止从其他面52c漏出激光。

[0105] 在该结构例中,由于其他面52c的倾斜角大,因此在导光件52内沿Y轴正方向前进的激光的光路通过其他面52c以及反射膜52e而向Z轴正方向折弯。导光件52的上表面与X-Y平面平行。导光件52的其他结构以及作用与变更例2的导光件52相同。

[0106] 在图10的(a)、(b)的结构例中,慢轴柱面透镜14被配置为与X-Y平面平行。根据变更例3,也与变更例1、2同样地,通过导光件41、50的各面和其他光学元件的作用,可生成在X轴方向上长的线射束B10。

[0107] <变更例3的效果>

[0108] 如图10的(a)、(b)所示,在其他面41c、52c形成有反射膜41e、52e。由此,能够将在导光件52的内部沿Y轴正方向前进的激光的光路折弯成自由的角度。因而,能够提高构成线射束扫描光学系统10的各光学部件的布局的自由度。

[0109] 此外,在图10的(b)的结构中,导光件52的Z轴方向的长度被设定得长。由此,能够使导光件52中的激光的光路变长,变得更容易促进激光的混合。因而,能够将从导光件52射出并入射到慢轴柱面透镜14的激光的慢轴方向的强度分布更加均匀化。

[0110] <变更例4>

[0111] 在上述实施方式中,使用快轴柱面透镜12以及慢轴柱面透镜14这两个透镜生成了线射束B10,但也可以由一个透镜来生成线射束B10。

[0112] 图11的(a)、(b)是示出变更例4涉及的线射束扫描光学系统10的结构的俯视图以及侧视图。与图6的(a)同样地,在图11的(a)中,方便起见,示出了从光源阵列11到扩散光学元件16的光学系统被展开为一平面的状态。

[0113] 在图11的(a)、(b)的结构中,省略了快轴柱面透镜12,在导光件13的出口配置有一个透镜17。透镜17的入射面17a成为将从导光件13射出的激光在快轴方向上平行光化并且在慢轴方向上使其聚光于反射镜15a的环形面。

[0114] 此外,在导光件13的上表面以及下表面分别形成有反射膜13c。光源阵列11与导光件13的入射面接近地配置,使得从激光光源11a射出的激光在快轴方向上无剩余地入射到导光件13。也可以在导光件13的入射面形成有反射防止膜。其他结构与上述实施方式相同。

[0115] <变更例4的效果>

[0116] 根据变更例4,也与上述实施方式同样地,通过导光件13和其他光学元件的作用,可生成在X轴方向上长的线射束B10。此外,在导光件13的面13a、13b激光反复反射而被混

合,由此从导光件13射出的激光在慢轴方向上强度被均匀化。因而,与上述实施方式同样地,即使在所配置的激光光源11a的数量少的情况下,也能够同时实现线射束B10的广角化以及辐射强度分布的均匀化。

[0117] 另外,在图11的(a)、(b)的结构中,入射到导光件13的激光在快轴方向上扩展角大,因此在导光件13的上下表面以超过临界角的角度进行入射,从而可能引起从上下表面向外部漏出。针对于此,在图11的(a)、(b)的结构中,在导管13的上表面以及下表面形成有反射膜,因此可抑制入射到导光件13的激光在扩展角大的快轴方向上从导光件13的上表面以及下表面漏出。因而,能够不使从激光光源11a射出的激光的利用效率受损地生成高的辐射能量的线射束B10。

[0118] <变更例5>

[0119] 在上述实施方式以及变更例1~4中,从激光光源11a射出的激光在慢轴方向上扩展后直接入射到导光件13,但也可以将激光的扩展角在线射束B10的长边方向上进一步扩展后使其入射到导光件13。

[0120] 图12的(a)、(b)是示出变更例5涉及的线射束扫描光学系统10的结构俯视图以及侧视图。与图6的(a)同样地,在图12的(a)中,方便起见,示出了从光源阵列11到扩散光学元件16的光学系统被展开为一平面的状态。

[0121] 图12的(a)、(b)的线射束扫描光学系统10还具备将入射到导光件13的激光的扩展角在线射束B10的长边方向上进一步扩展的凹柱面13d。在此,凹柱面13d形成于导光件13的整个入射面。

[0122] 但是,凹柱面13d也可以不必形成于导光件13的整个入射面,也可以形成于覆盖激光所入射的范围的入射面的一部分。此外,凹柱面也可以不必形成于导光件13的入射面,也可以在快轴柱面透镜12与导光件13之间另行配置具有凹柱面的柱面透镜。

[0123] 凹柱面13d仅在慢轴方向上具有曲率。凹柱面13d在不妨碍对置的两个面13a、13b中的全反射效率的范围内,扩展入射到导光件13的激光的扩展角。由此,能够使两个面13a、13b所引起的激光的反射次数增加。

[0124] <变更例5的效果>

[0125] 激光光源11a的慢轴由于光的发散角窄,因此为了在导光件13中成为光均匀的分布,必需使其光路长变长。针对于此,根据图12的(a)、(b)的结构,通过配置在入射面的凹柱面13d的作用,入射到导光件13的激光的扩展角被扩展,因此能够以短的光路长高效地混合激光,能够提高光的均匀化的效果。此外,能够谋求导光件13的小型化以及光学系统的小型化。关于变更例1~4的结构,也同样地可以进一步配置凹柱面。

[0126] <其他变更例>

[0127] 在上述实施方式以及各变更例中,使用了在内部填充了光透射性的材料的长方体或者棱镜形状的导光件,但导光件也可以不必是该构造,例如,也可以是具有相互对置的面13a、13b的框状或者空洞的构造。即,导光件只要具有用于至少在线射束B10的长边方向上封闭激光的相互对置的两个面、用于将激光的光路在线射束B10的短边方向上折弯的其他面即可。此外,这些面可以一体地形成于一个构件,也可以是各面由相互独立的构件来单独地设定。

[0128] 此外,在上述实施方式以及各变更例中,相互对置的两个面相互平行,但这两个面

也可以不相互平行。即,只要能够将入射到慢轴柱面透镜14、透镜17的激光的射束宽度在长边方向上扩展的同时,通过激光的混合将长边方向上的激光的强度分布均匀化,这两个面就也可以从相互平行的状态倾斜。

[0129] 此外,在上述变更例1、2中,用于将激光的光路折弯的其他面在导光件设置两个,在上述变更例3中,该其他面在导光件设置一个,但其他面的数量,即,将激光的光路折弯的次数并不限于这些。例如,也可以在导光件设置三个以上的其他面,激光的光路在导光件的内部折弯3次以上。

[0130] 此外,在上述实施方式以及各变更例中,多个激光光源11a被配置为慢轴成为线射束B10的长边方向,但激光光源的配置方法并不限于此。例如,也可以是,多个激光呈直线状排列配置为快轴成为线射束B10的长边方向,通过在导光件的前方紧邻配置的柱面透镜而激光在慢轴方向上被平行光化。不过,在该情况下,激光在导光件的内部,在快轴方向上以大的扩展角扩展,因此相对于相互对置的两个面,可能引起以超过临界角的角度进行入射。因而,在该情况下,优选在相互对置的两个面形成反射膜,从而防止激光从这些面向外部漏出。

[0131] 此外,在上述实施方式以及各变更例中,4个激光光源11a呈直线状配置,但所配置的激光的数量并不限于此,例如,也可以是,仅一个激光光源配置于线射束扫描光学系统10。此外,多个激光光源11a也可以不必被单元化,多个激光光源也可以单独地配置。此外,激光光源11a也可以排列为多个列。

[0132] 此外,在上述实施方式以及各变更例中,在光偏转器15的后级配置了扩散光学元件16,但也可以省略扩散光学元件16。不过,从眼安全的观点出发,如上所述,优选配置扩散光学元件16。此外,扩散光学元件16还具有如下作用,即,将通过导光件而强度分布在长边方向上被均匀化的线射束的强度分布进一步地通过扩散在长边方向上进行均匀化。因而,从该观点出发,也优选在线射束扫描光学系统10配置扩散光学元件16。扩散光学元件的形状以及构造并不限于实施方式所示的内容,例如,也可以为平板状形状。

[0133] 此外,在上述实施方式中,作为激光光源11a而使用了端面发光型的激光二极管,但也可以使用VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser,垂直腔面发射激光器)等面发光型的激光光源呈直线状排列的光源阵列11。

[0134] 此外,在上述实施方式中,如图5所示,在水平方向上长的线射束B10沿铅垂方向进行了扫描,但也可以在铅垂方向上长的线射束沿水平方向进行扫描。在该结构中,线射束B10的长边方向的扩展角较小即可,但线射束B10的水平方向的摆角变大。

[0135] 此外,在上述实施方式中,作为光偏转器15而使用了MEMS反射镜,但作为光偏转器15也可以使用磁可动反射镜、检流计反射镜等其他光偏转器。

[0136] 此外,线射束扫描光学系统10的布局也并不限于上述实施方式以及各变更例所示的内容。此外,快轴柱面透镜12、慢轴柱面透镜14以及透镜17也可以不是单一的透镜,可以组合多个透镜而构成。

[0137] 此外,在上述实施方式中,激光雷达1搭载于车辆200,但也可以在其他移动体搭载激光雷达1。此外,激光雷达1也可以搭载于移动体以外的器械、设备。此外,激光雷达1也可以仅具备物体检测的功能。

[0138] 除此之外,本发明的实施方式能够在技术方案所示的技术思想的范围内适当地进

行各种变更。

- [0139] 符号说明
- [0140] 1:激光雷达;
- [0141] 10:线射束扫描光学系统;
- [0142] 11a:激光光源;
- [0143] 12:快轴柱面透镜(其他透镜);
- [0144] 13、41、50:导光件;
- [0145] 14:慢轴柱面透镜(透镜);
- [0146] 15:光偏转器;
- [0147] 15a:反射镜;
- [0148] 20:受光光学系统;
- [0149] 13a、13b、41a、41b、51a、51b、52a、52b:面;
- [0150] 41c、41d、52c、52d:其他面;
- [0151] 52e:反射膜;
- [0152] 118a:快轴;
- [0153] 118b:慢轴。

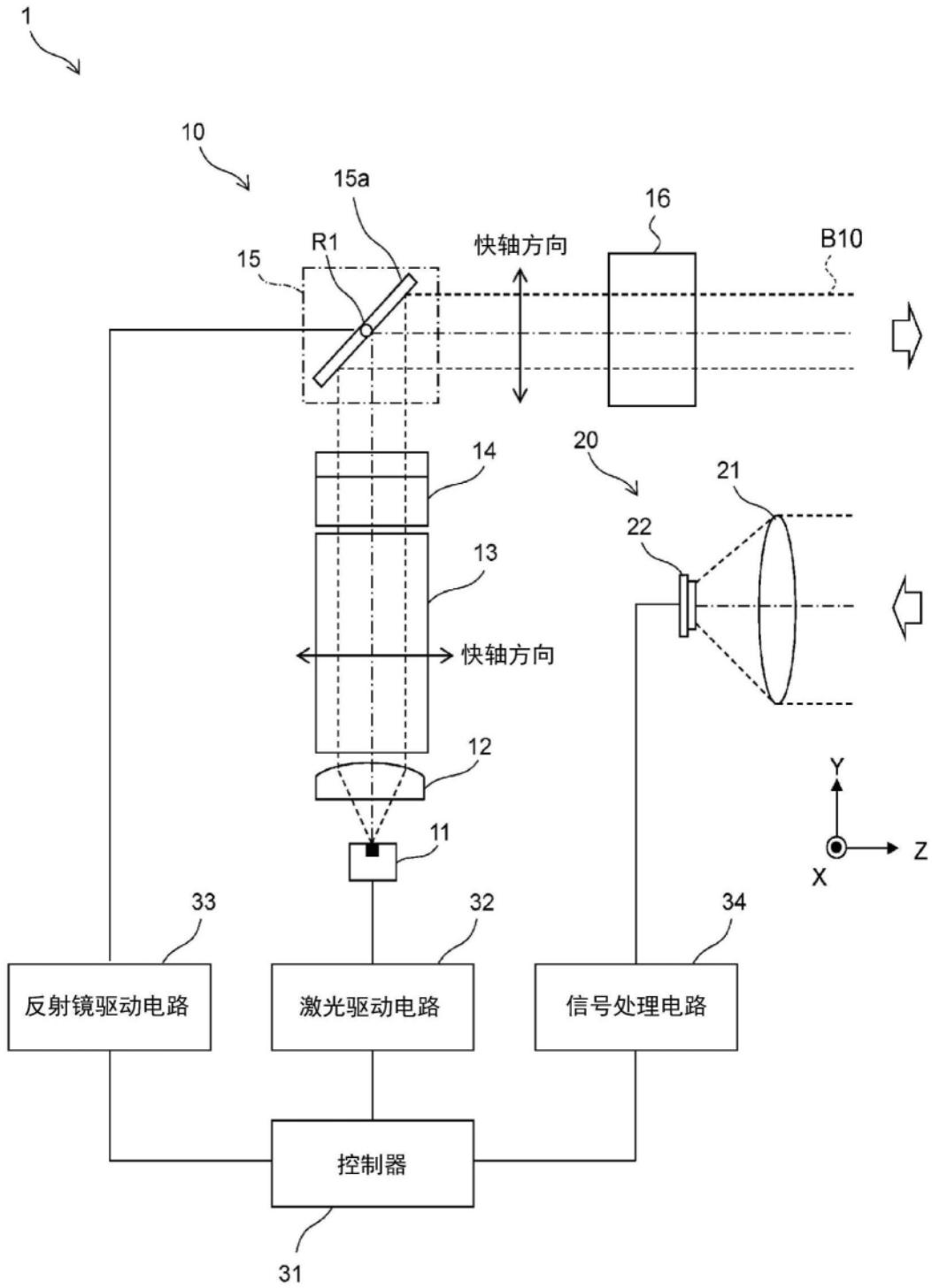


图1

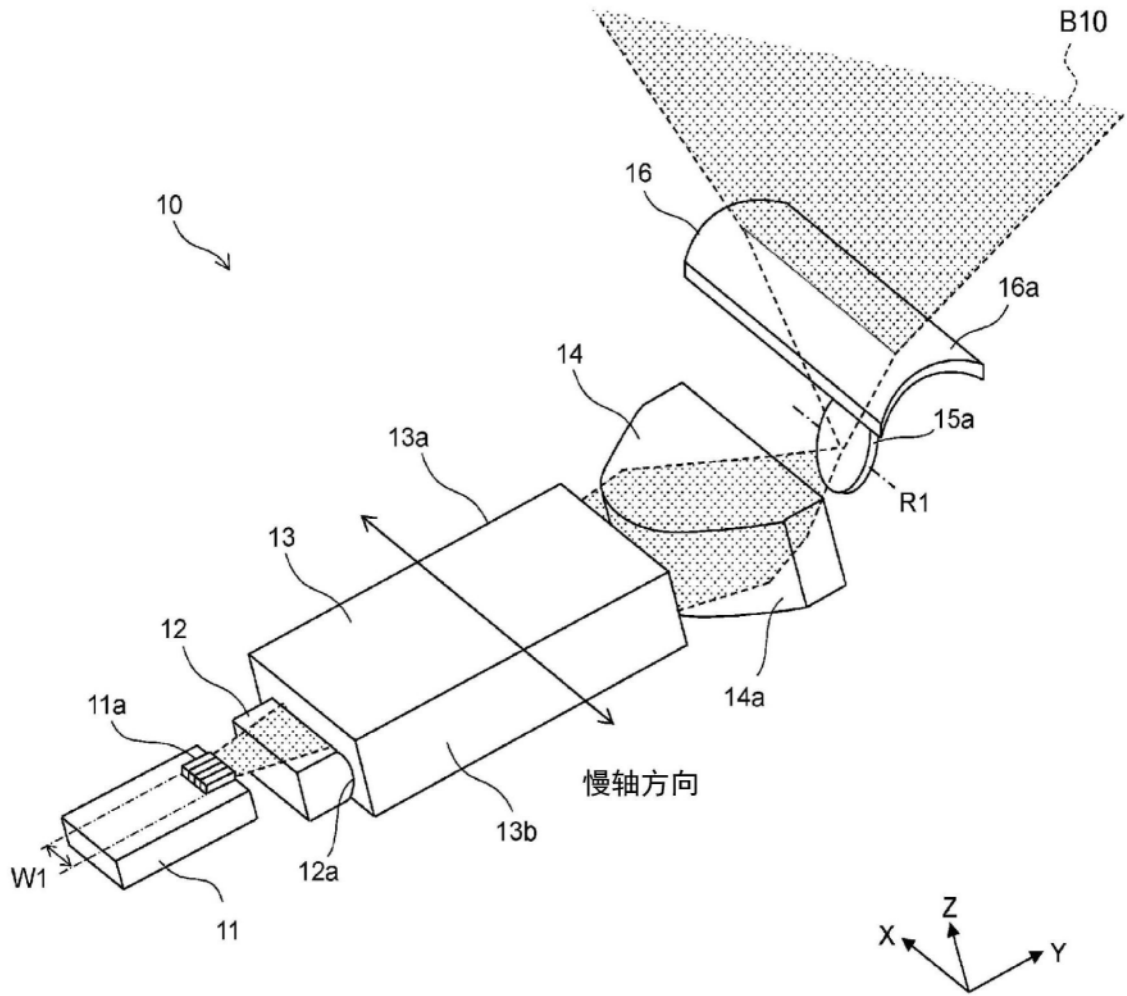


图2

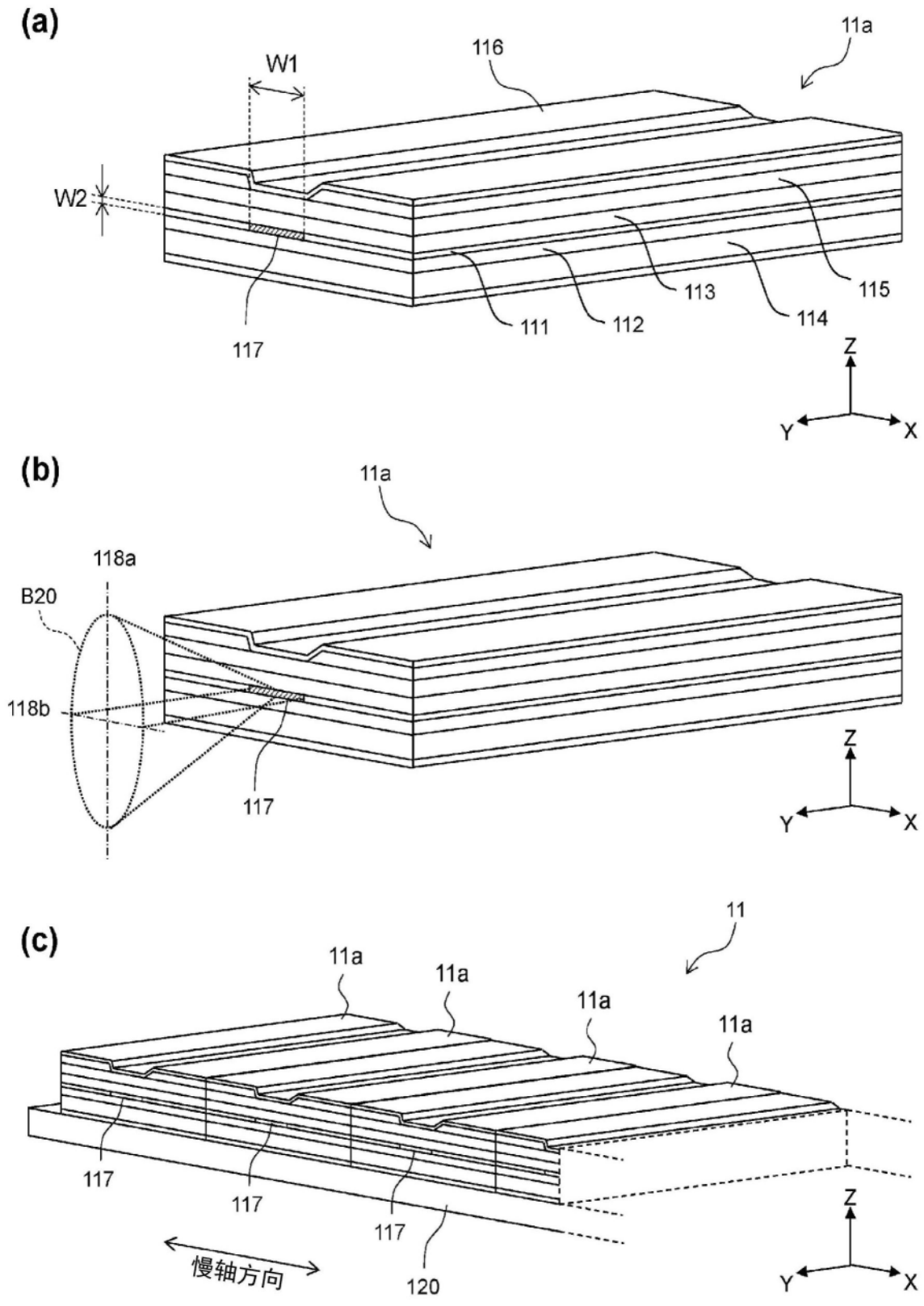
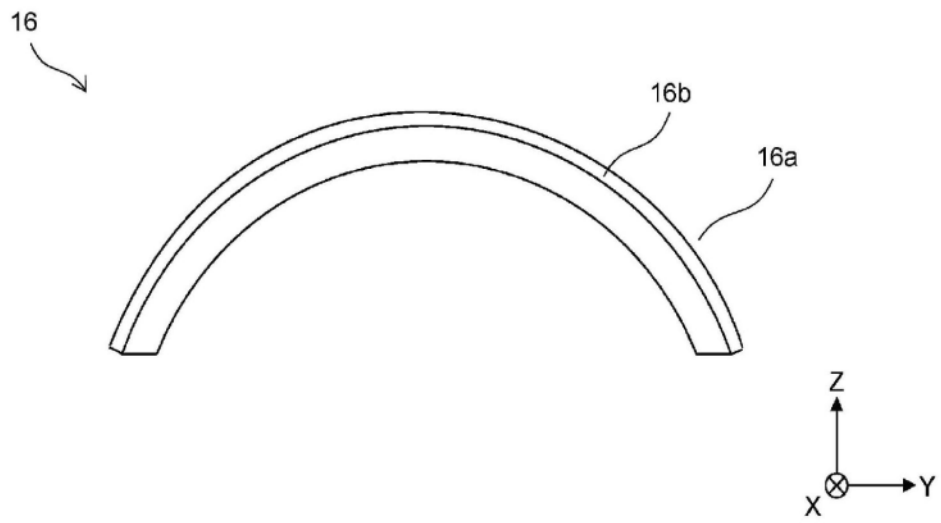


图3

(a)



(b)

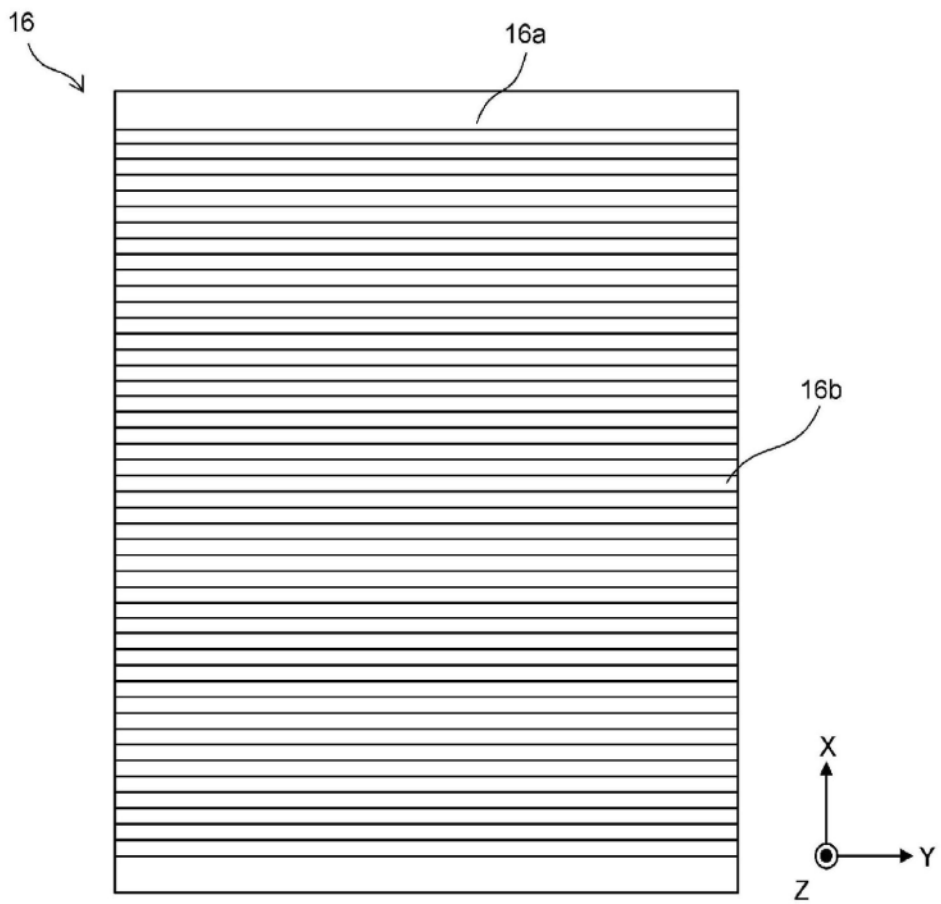


图4

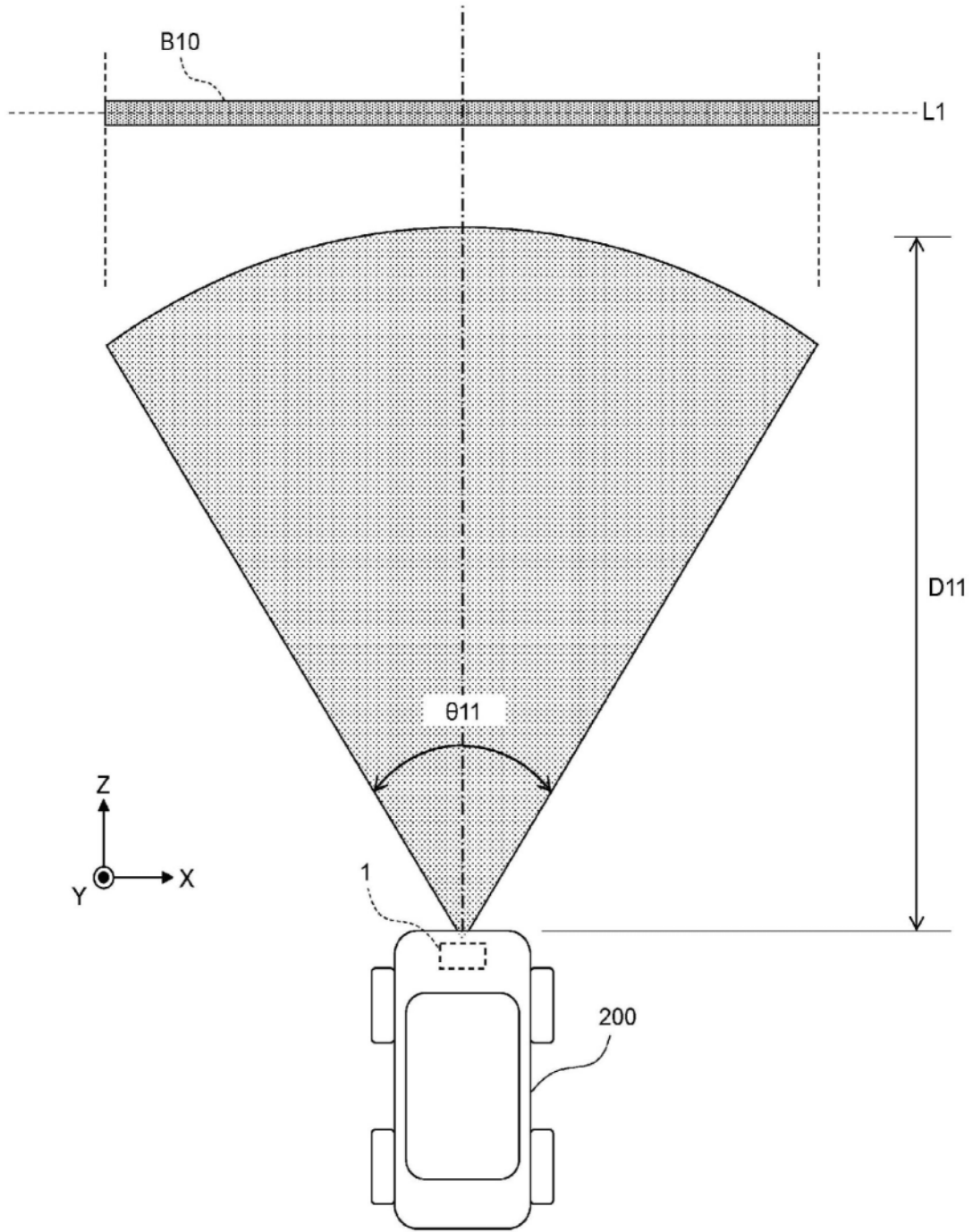


图5

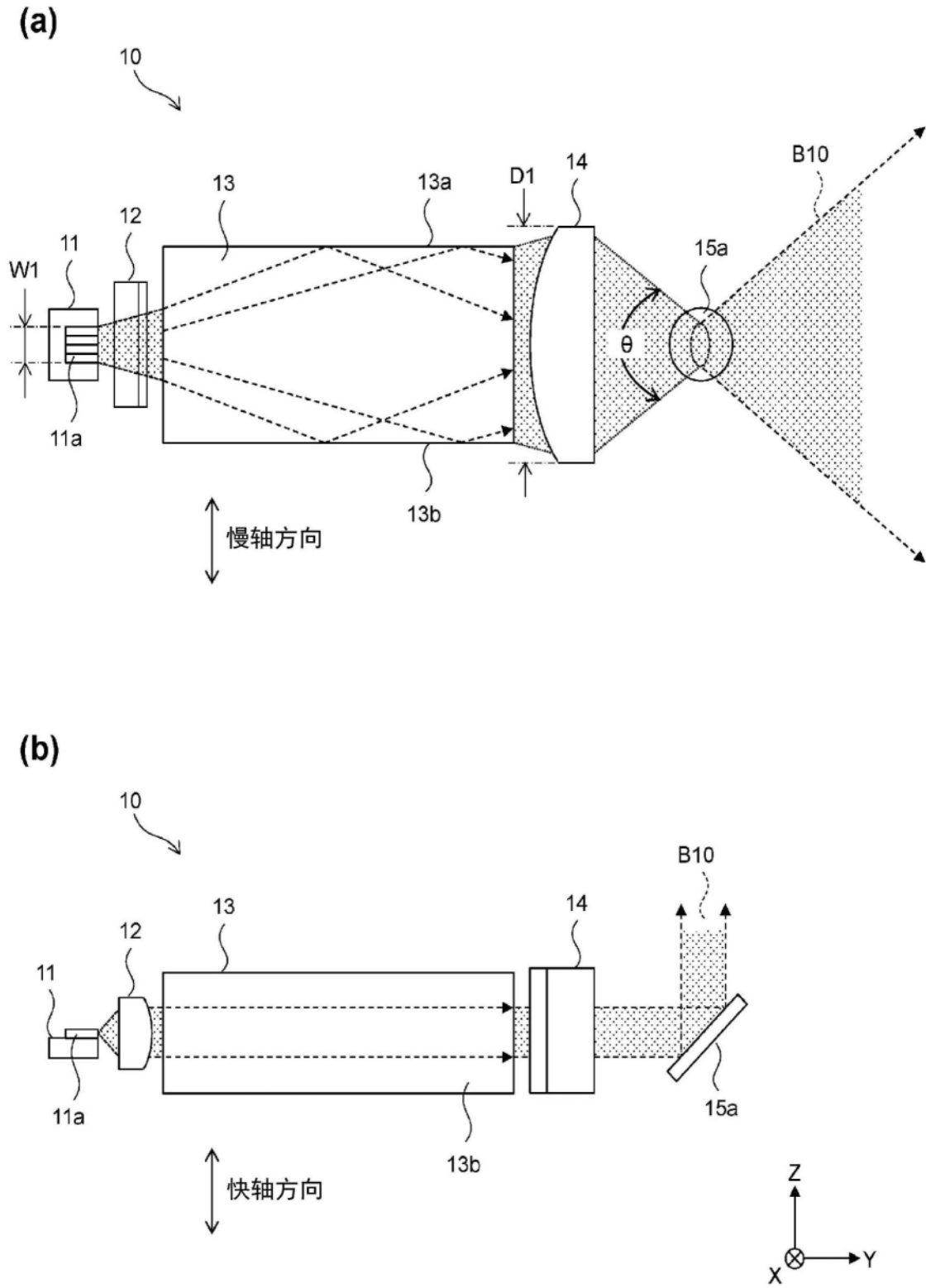


图6

变更例1

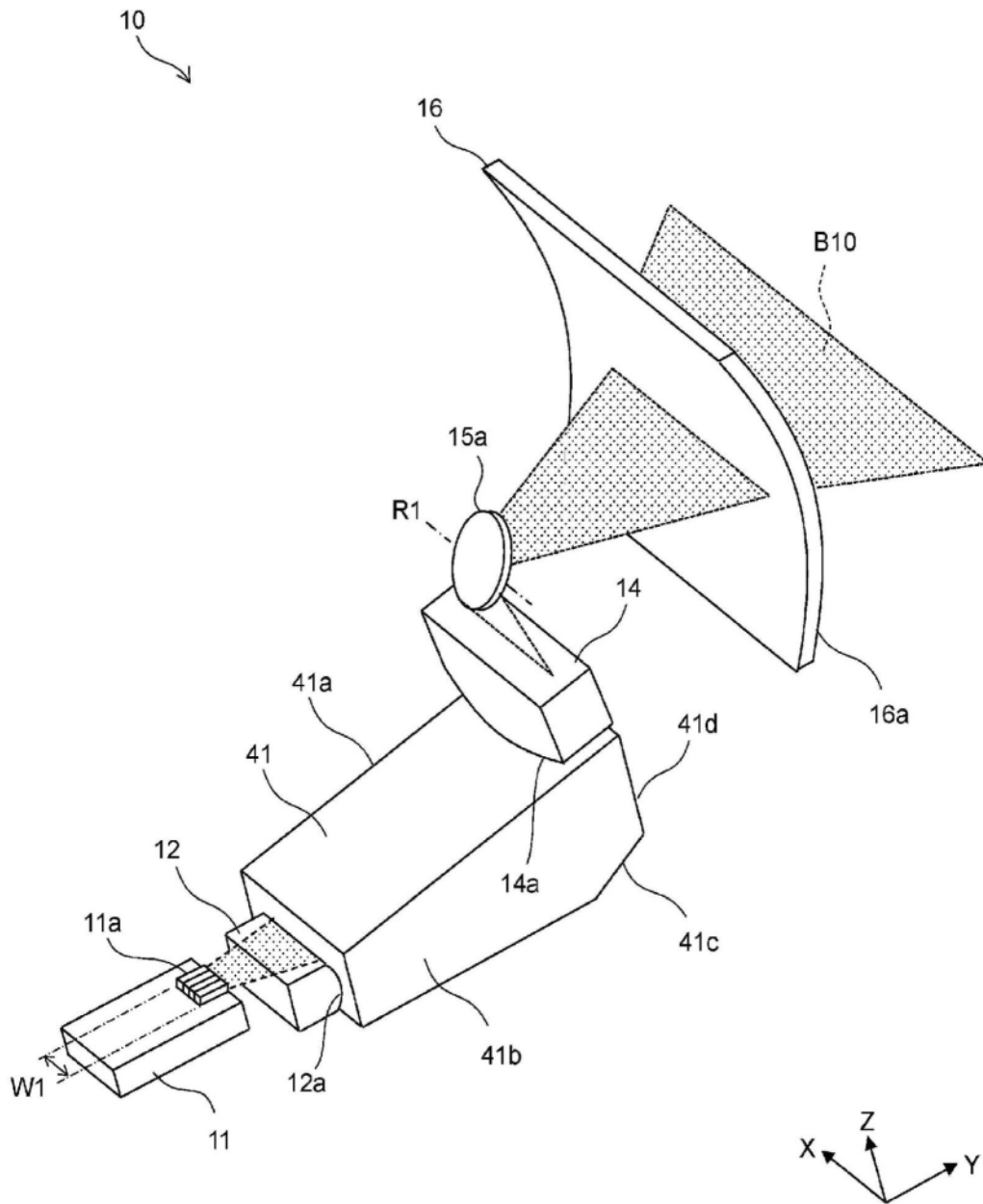


图7

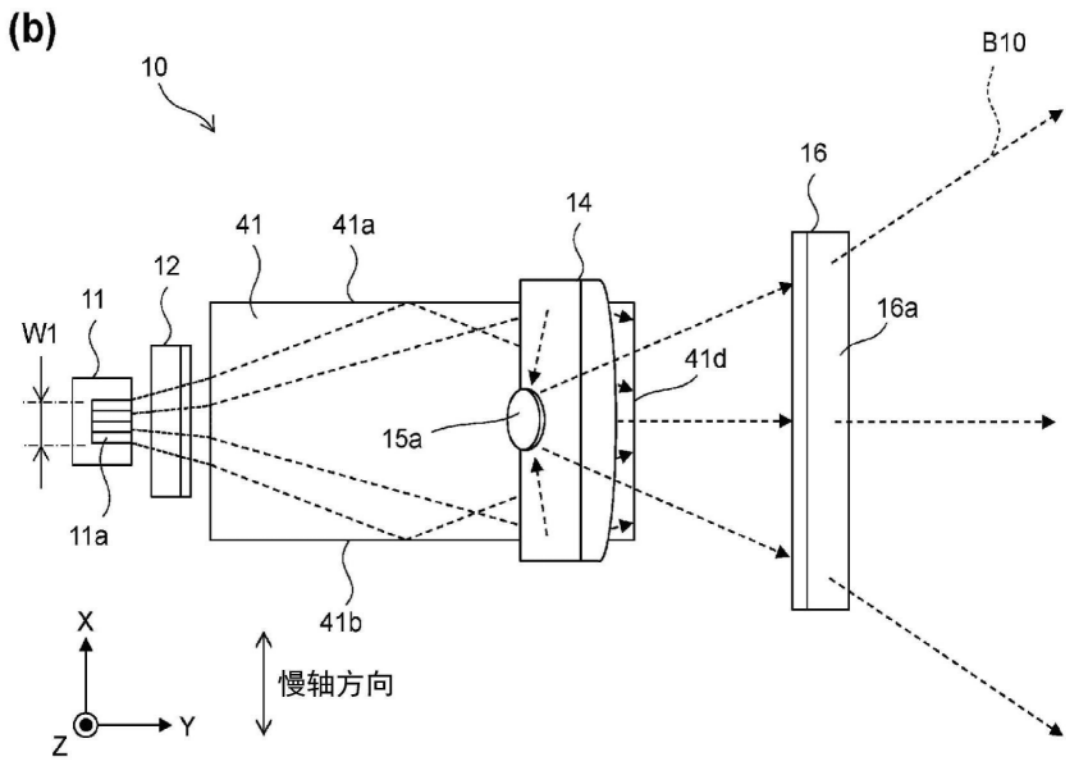
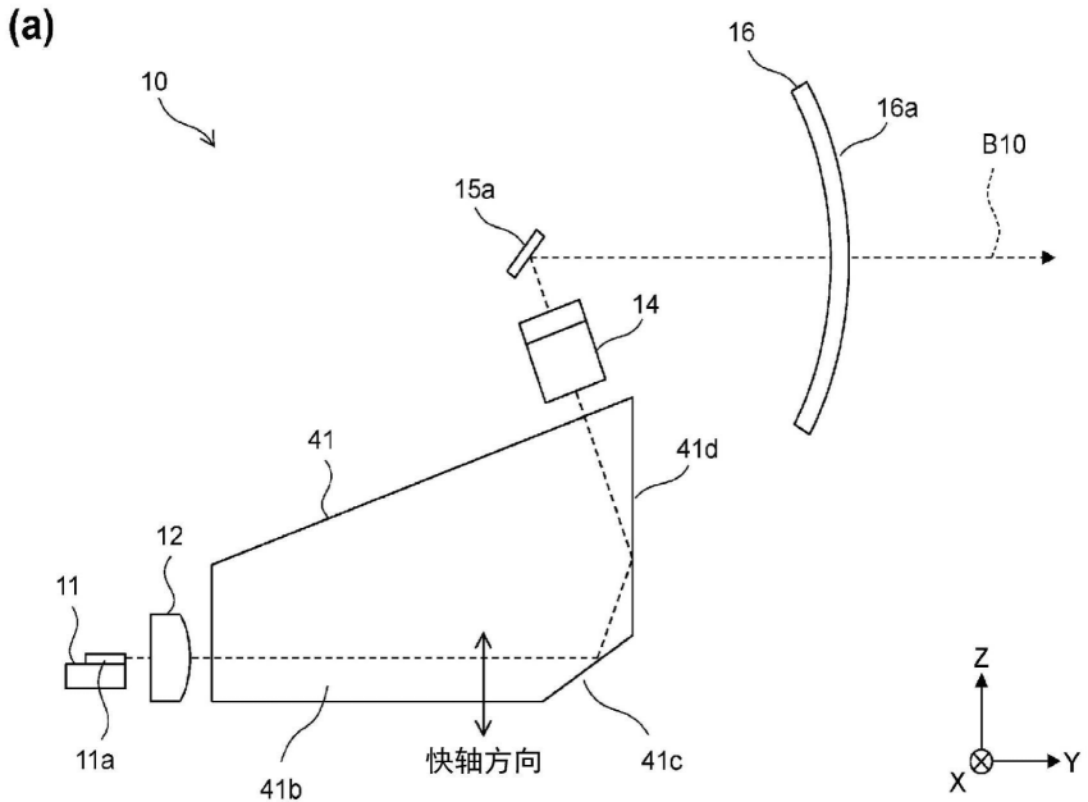


图8

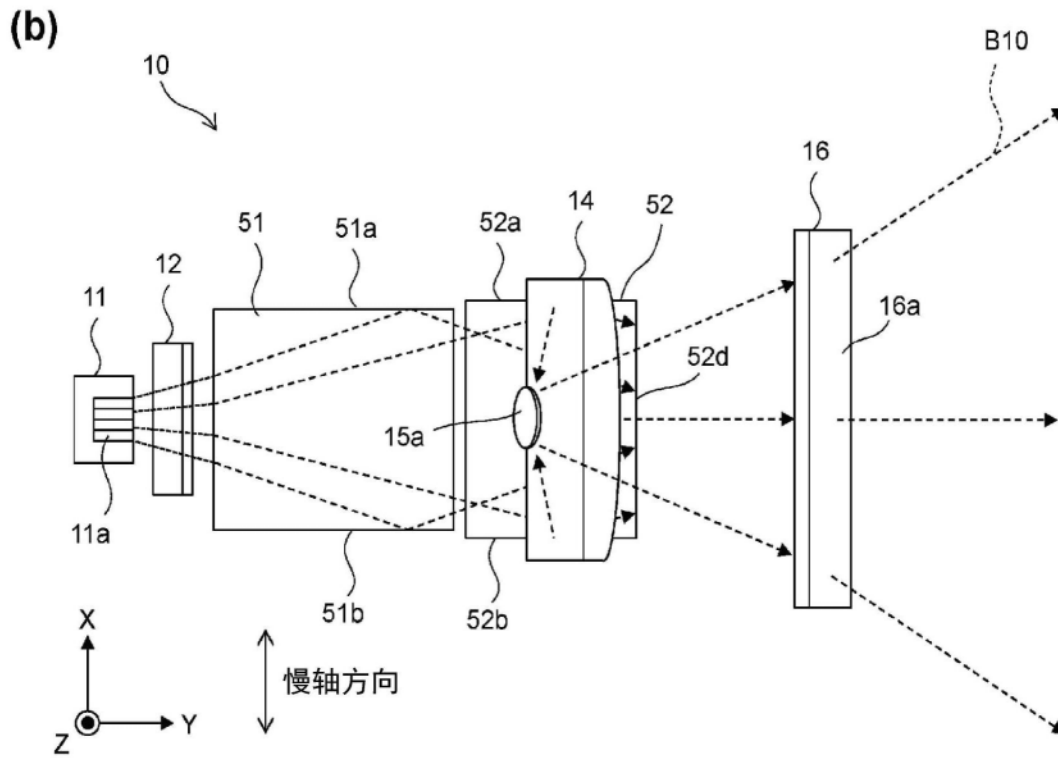
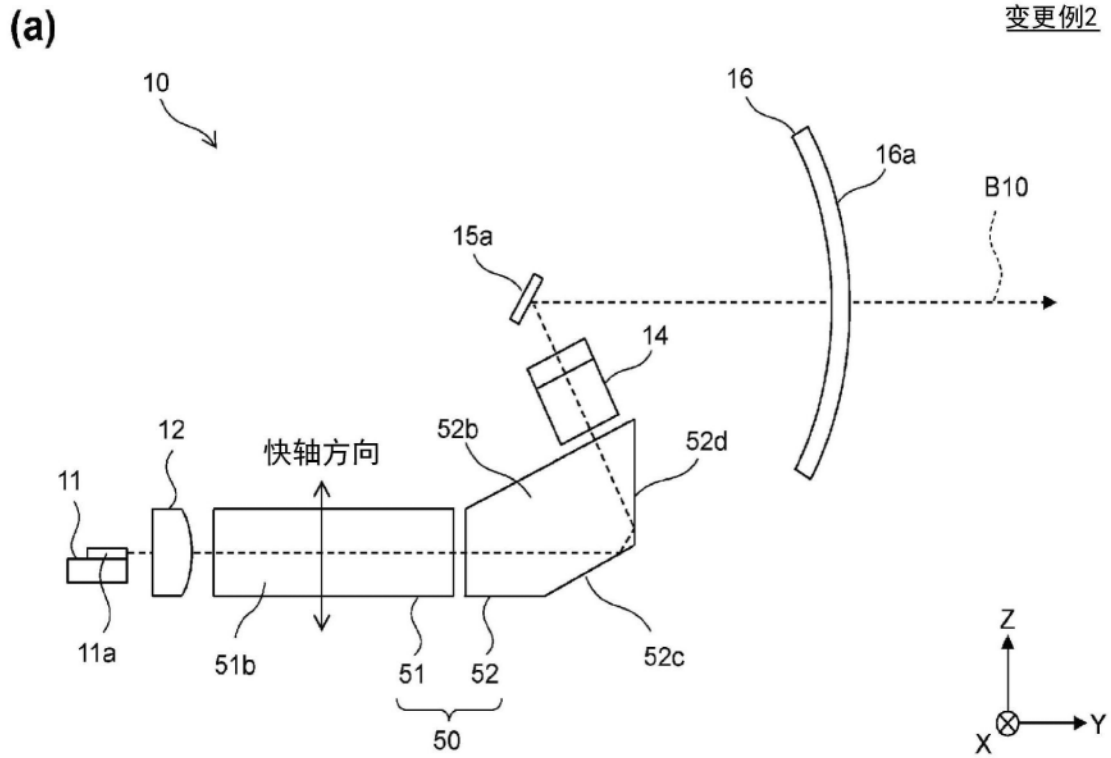


图9

变更例3

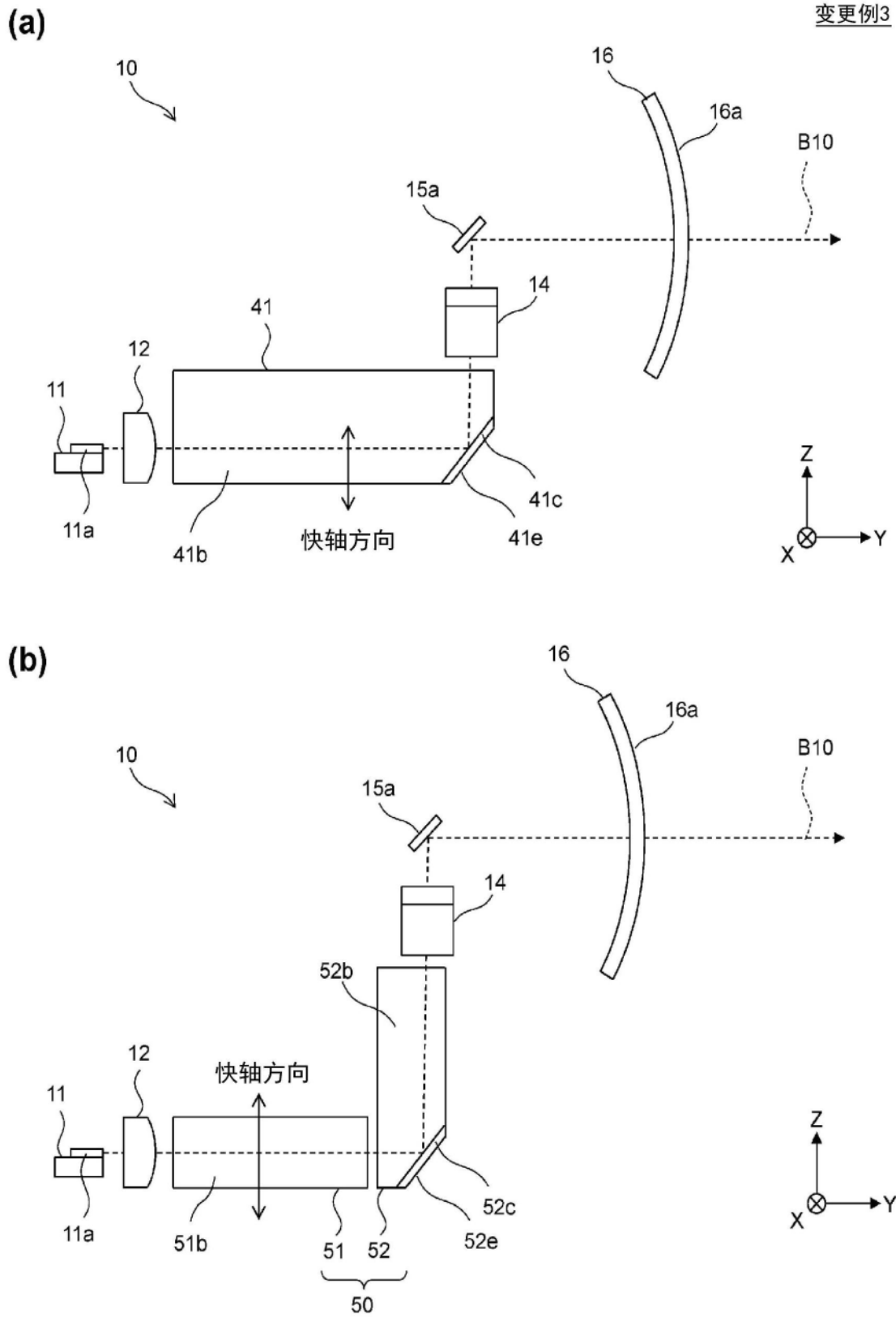
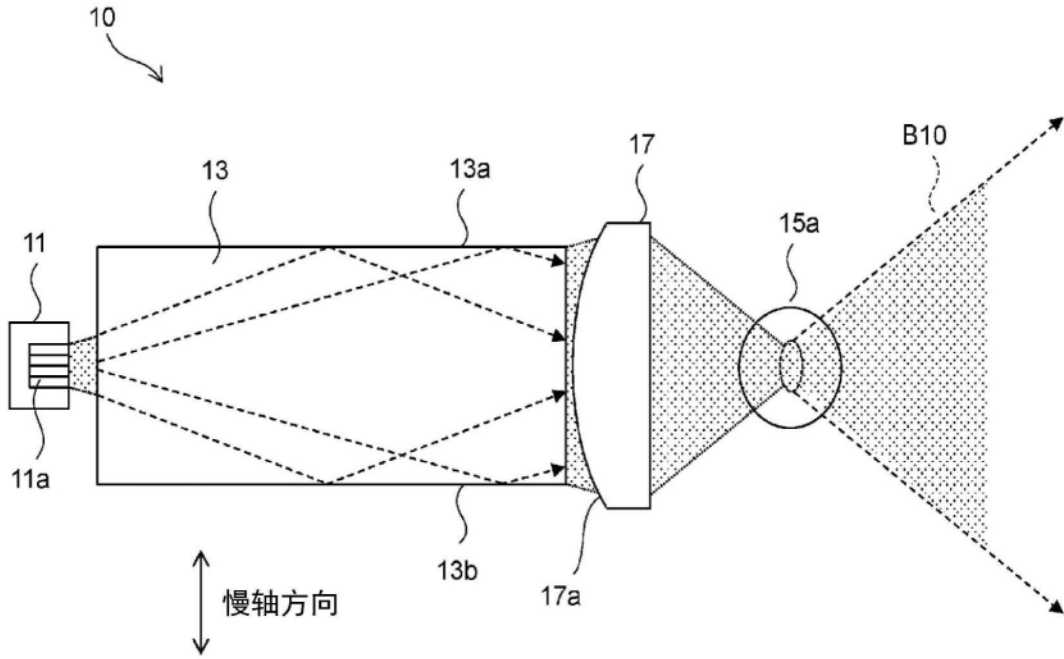


图10

变更例4

(a)



(b)

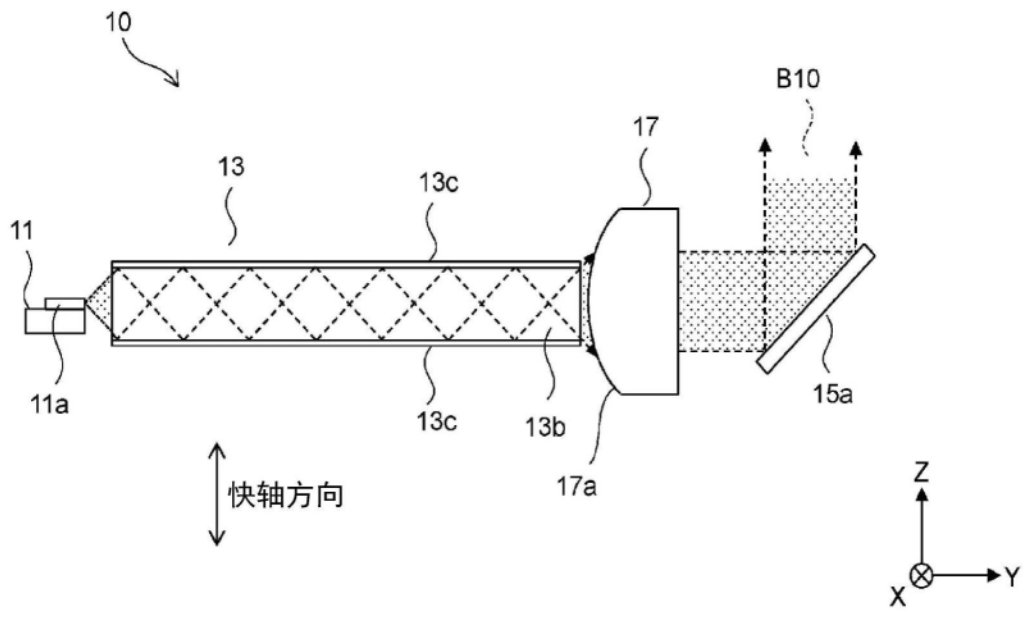


图11

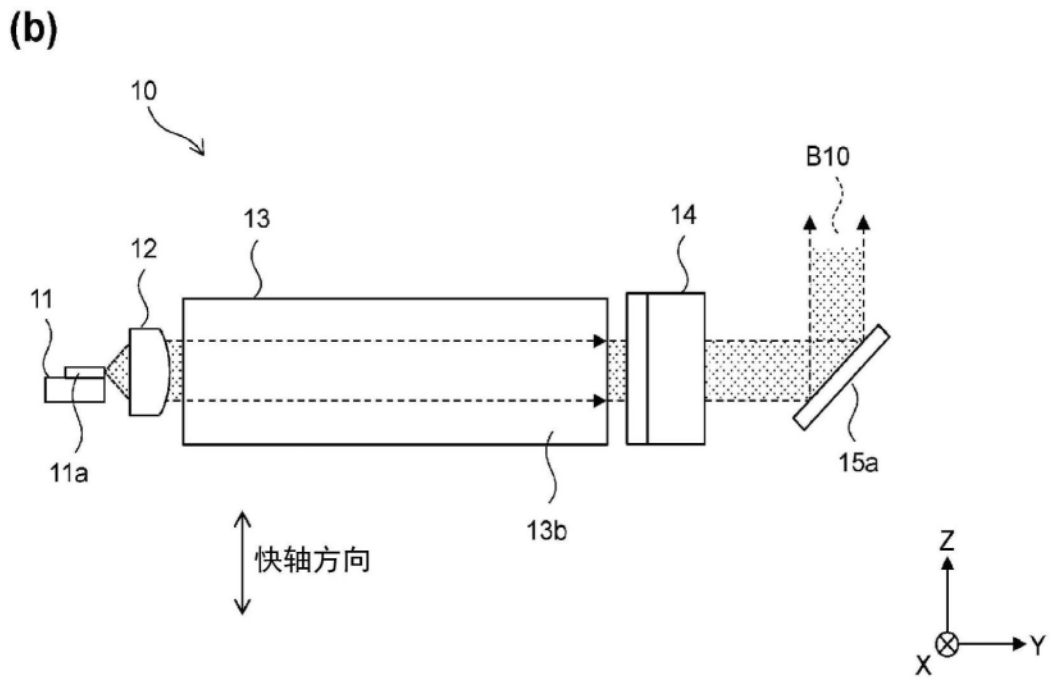
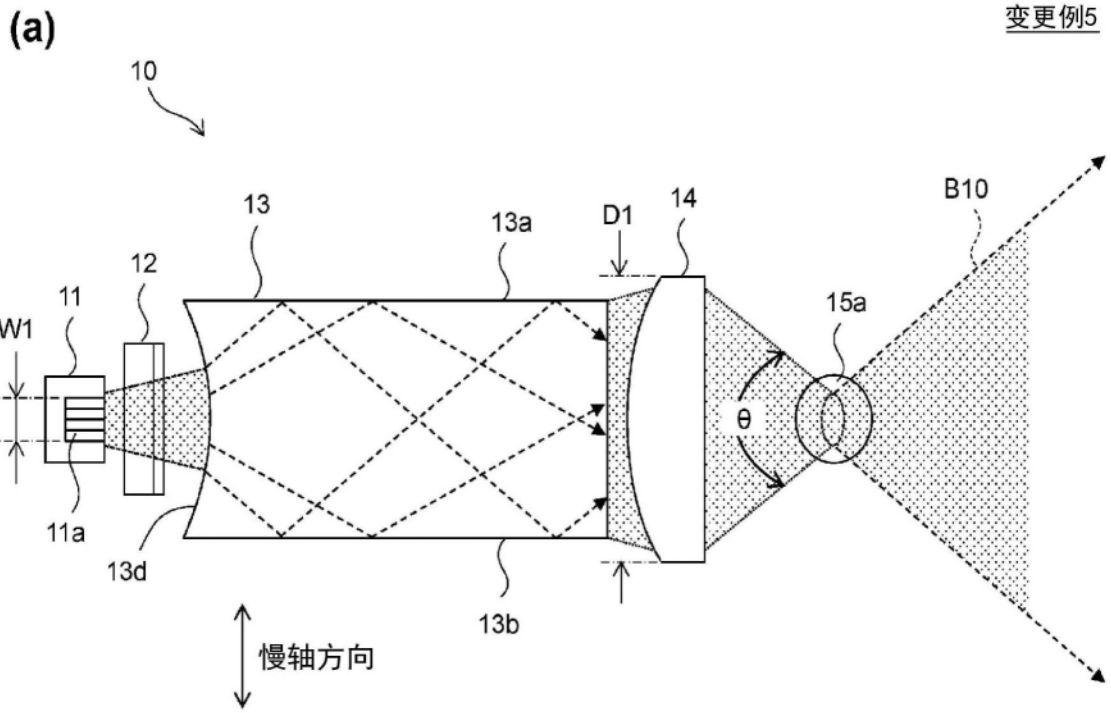


图12