



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116897310 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 17

(21) 申请号 202180095015.9

(22) 申请日 2021.10.29

(30) 优先权数据

2021-035695 2021.03.05 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.08.31

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/040064 2021.10.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/185609 JA 2022.09.09

(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 葛原聪 南和博 冈山裕昭

(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 柯瑞京

(51) Int.Cl.

G02B 27/02 (2006.01)

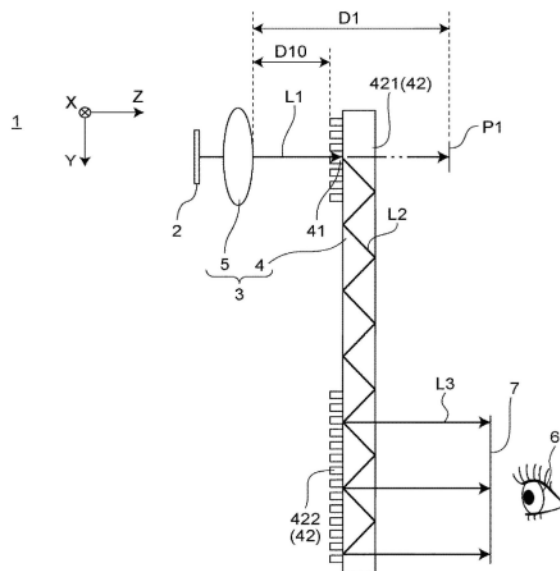
权利要求书2页 说明书16页 附图14页

(54) 发明名称

光学系统以及图像显示装置

(57) 摘要

光学系统(3)具备:投射形成从显示元件(2)输出的图像的图像光(L1)的投射光学系统(5);和将投射光学系统(5)所投射的图像光(L1)作为虚像引导到用户的视野区域(7)的导光构件(4)。导光构件(4)具备:耦合区域(41),其将图像光(L1)引导到导光构件(4)内,使所述图像光(L1)在导光构件(4)内朝向第1轴(X轴)的方向;和传播区域(42),其使来自耦合区域(41)的图像光(L1)在第1轴的方向上传播,使图像光(L1)的一部分朝向包含与第1轴正交的第2轴(Y轴)的方向分量的规定方向。在投射光学系统(5)所投射的图像光(L1)的光路上,从投射光学系统(5)到与第1轴正交的面内的针对显示元件(2)的投射光学系统(5)的入射光瞳(P1)的距离(D1)比从投射光学系统(5)到耦合区域(41)的距离(D10)长。



1. 一种光学系统,具备:
投射光学系统,其投射形成从显示元件输出的图像的图像光;和
导光构件,其将所述投射光学系统所投射的所述图像光作为虚像引导到用户的视野区域,
所述导光构件具有:
耦合区域,其将所述图像光引导到所述导光构件内,使所述图像光在所述导光构件内朝向第1轴的方向;和
传播区域,其使来自所述耦合区域的所述图像光在所述第1轴的方向上传播,使所述图像光的一部分朝向包含与所述第1轴正交的第2轴的方向分量的规定方向,
在所述投射光学系统所投射的所述图像光的光路上,从所述投射光学系统到与所述第1轴正交的面内的针对所述显示元件的所述投射光学系统的入射光瞳的距离比从所述投射光学系统到所述耦合区域的距离长。
2. 根据权利要求1所述的光学系统,其中,
所述图像光的光路上的从所述投射光学系统到与所述第1轴正交的面内的针对所述显示元件的所述投射光学系统的入射光瞳的距离比所述图像光的光路上的从所述投射光学系统到与所述第2轴正交的面内的针对所述显示元件的所述投射光学系统的入射光瞳的距离长。
3. 根据权利要求1或2所述的光学系统,其中,
所述导光构件是板状,
所述第1轴、所述第2轴以及所述规定方向分别与所述导光构件的厚度方向正交。
4. 根据权利要求1~3中任一项所述的光学系统,其中,
从所述投射光学系统入射到所述耦合区域的所述图像光包含:与所述虚像的中心对应的主光线;和随着从所述投射光学系统朝向所述耦合区域而在所述第2轴的方向上靠近所述主光线的多个副光线,
所述多个副光线在所述传播区域内与所述主光线交叉。
5. 根据权利要求1~4中任一项所述的光学系统,其中,
所述耦合区域的所述第2轴上的尺寸比所述耦合区域的所述第1轴上的尺寸大。
6. 根据权利要求1~5中任一项所述的光学系统,其中,
所述传播区域包含:第1扩展区域,其通过将所述图像光分割成朝向所述规定方向的平行的多个图像光,来将所述投射光学系统所投射的所述图像光的光瞳在所述第1轴上进行复制,从而扩展。
7. 根据权利要求6所述的光学系统,其中,
所述第1扩展区域具有所述第1轴上的第1端以及第2端,
所述第1端位于比所述第2端更靠所述耦合区域侧,
若将所述图像光的所述第1端处的光路的宽度设为W1,将所述图像光的所述第2端处的光路的宽度设为W2,则W1以及W2满足 $0.4 < W1/W2 < 1.8$ 的关系。
8. 根据权利要求6或7所述的光学系统,其中,
所述传播区域使来自所述第1扩展区域的所述图像光在所述规定方向上传播,将所述图像光的一部分从所述导光构件出射到所述视野区域。

9. 根据权利要求8所述的光学系统,其中,

所述传播区域包含:第2扩展区域,其通过将来自所述第1扩展区域的所述图像光分割成从所述导光构件朝向所述视野区域的平行的多个图像光,来将所述投射光学系统所投射的所述图像光的光瞳在所述第2轴上进行复制,从而扩展。

10. 根据权利要求9所述的光学系统,其中,

所述传播区域具有在所述第1轴的方向上并排的一对第1扩展区域,

所述一对第1扩展区域的一方使所述图像光在所述第1轴的第1方向上传播,使所述图像光的一部分朝向所述规定方向,

所述一对第1扩展区域的另一方使所述图像光在与所述第1方向相反的第2方向上传播,使所述图像光的一部分朝向所述规定方向,

所述第2扩展区域使来自所述一对第1扩展区域的所述图像光在所述规定方向上传播,将所述图像光的一部分从所述导光构件出射到所述视野区域。

11. 根据权利要求1~10中任一项所述的光学系统,其中,

所述耦合区域包含:周期构造体,其具有对所述图像光的衍射作用。

12. 根据权利要求1~11中任一项所述的光学系统,其中,

所述导光构件通过将所述耦合区域入射到所述导光构件内的图像光在所述导光构件内分割成相互平行的多个图像光并出射到所述视野区域,来复制所述投射光学系统所投射的所述图像光的光瞳,从而扩展。

13. 根据权利要求1~12中任一项所述的光学系统,其中,

所述投射光学系统使所述图像光作为大致准直光入射到所述耦合区域。

14. 一种图像显示装置,具备:

权利要求1~13中任一项所述的光学系统;和
所述显示元件。

15. 根据权利要求14所述的图像显示装置,其中,

所述显示元件具有所述图像光在所述第2轴比所述第1轴更加拓宽的出射角度特性。

光学系统以及图像显示装置

技术领域

[0001] 本公开涉及光学系统以及图像显示装置。

背景技术

[0002] 专利文献1公开了具备用于将出射光瞳在2个方向上进行扩展的波导路(导光构件)的光学元件(光学系统)。光学要素具备3个衍射光学元件(DOE)。第1DOE使来自显示元件的光在波导路的内部耦合。第2DOE使出射光瞳在第1方向上沿着第1坐标轴扩展。第3DOE使出射光瞳在第2方向上沿着第2坐标轴扩展,使光向波导路的外部射出。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:美国专利第10429645号说明书

发明内容

[0006] -发明所要解决的课题-

[0007] 专利文献1所记载的光学要素例如利用在头戴显示器中。在头戴显示器中,虽然也取决于光学要素的使用方式,但有时期望光学要素的波导路的小型化。

[0008] 本公开提供谋求导光构件的小型化的光学系统以及图像显示装置。

[0009] -用于解决课题的手段-

[0010] 本公开的一方式所涉及的光学系统具备:投射形成从显示元件输出的图像的图像光的投射光学系统;和将所述投射光学系统所投射的所述图像光作为虚像引导到用户的视野区域的导光构件。所述导光构件具有:耦合区域,其将所述图像光引导到所述导光构件内,使所述图像光在所述导光构件内朝向第1轴的方向;和传播区域,其使来自所述耦合区域的所述图像光在所述第1轴的方向上传播,使所述图像光的一部分朝向包含与所述第1轴正交的第2轴的方向分量的规定方向。在所述投射光学系统所投射的所述图像光的光路上,从所述投射光学系统到与所述第1轴正交的面内的针对所述显示元件的所述投射光学系统的入射光瞳的距离比从所述投射光学系统到所述耦合区域的距离长。

[0011] 本公开的一方式所涉及的图像显示装置具备上述的光学系统和所述显示元件。

[0012] -发明效果-

[0013] 根据本公开的方式,谋求导光构件的小型化。

附图说明

[0014] 图1是具备一实施方式所涉及的光学系统的图像显示装置的结构例的概略图。

[0015] 图2是图1的图像显示装置的YZ平面中的概略图。

[0016] 图3是图1的光学系统的导光构件的结构例的XY平面中的概略图。

[0017] 图4是图1的图像显示装置的投射光学系统的YZ平面中的入射光瞳的位置的说明图。

- [0018] 图5是图1的图像显示装置的投射光学系统的XZ平面中的入射光瞳的位置的说明图。
- [0019] 图6是变形例1的图像显示装置的YZ平面中的概略图。
- [0020] 图7是变形例2的图像显示装置的YZ平面中的概略图。
- [0021] 图8是变形例3的图像显示装置的投射光学系统的XZ平面中的入射光瞳的位置的说明图。
- [0022] 图9是变形例4的图像显示装置的导光构件的结构例的XY平面中的概略图。
- [0023] 图10是变形例4的图像显示装置的导光构件的其他结构例的XY平面中的概略图。
- [0024] 图11是变形例5的图像显示装置的导光构件的结构例的XY平面中的概略图。
- [0025] 图12是变形例6的图像显示装置的导光构件的结构例的XY平面中的概略图。
- [0026] 图13是变形例7的图像显示装置的导光构件的结构例的XY平面中的概略图。
- [0027] 图14是变形例8的图像显示装置的投射光学系统的YZ平面中的入射光瞳的位置的说明图。
- [0028] 图15是图14的投射光学系统的XZ平面中的入射光瞳的位置的说明图。

具体实施方式

[0029] 以下,适当参照附图来详细说明实施方式。但有时省略必要以上详细的说明。例如,有时省略针对已经广为人知的事项的详细说明、实质相同的结构的重复说明。这是为了避免以下的说明不必要地变得冗长,使本领域技术人员的理解容易。另外,发明者(们)为了本领域技术人员充分理解本公开而提供附图以及以下的说明,并不意在由这些来限定记载于权利要求书的主题。

[0030] [1实施方式]

[0031] [1.1概要]

[0032] 图1是图像显示装置1的结构例的概略图。图像显示装置1例如是装备于用户的头部且显示图像(影像)的头戴显示器(HMD)。以下,基于图1所示的X轴、Y轴以及Z轴来说明与图像显示装置1相关的方向。X轴与水平方向对应,Y轴与铅垂方向对应。Z轴与用户的前后方向对应。在本公开中,“○○轴的方向”是指穿过任意的点与○○轴平行的方向。在本公开中,关于光,“使朝向○○方向”以及“使在○○方向上传播”等表现是指形成图像的光作为整体朝向○○方向,形成图像的光中所含的光线也可以相对于○○方向倾斜。例如,关于“朝向○○方向的光”该光的主光线朝向○○方向即可,光的副光线也可以相对于○○方向倾斜。

[0033] 如图1所示那样,图像显示装置1具备显示元件2和光学系统3。显示元件2输出形成图像的图像光L1。光学系统3具备导光构件4和投射光学系统5。投射光学系统5投射形成从显示元件2输出的图像的图像光L1。导光构件4将投射光学系统5所投射的图像光L1作为虚像引导到用户的视野区域7。导光构件4具有耦合区域41和传播区域42。耦合区域41将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向第1轴(本实施方式中是X轴)的方向。传播区域42使来自耦合区域41的图像光L1在第1轴的方向上传播,使图像光L1的一部分(L2)朝向包含与第1轴正交的第2轴(本实施方式中是Y轴)的方向分量的规定方向(本实施方式中是第2轴的方向)。图2是图1的图像显示装置1的YZ平面中的概略图。如图2所示那样,在投

射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第1轴正交的面(本实施方式中是与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离D1比从投射光学系统5到耦合区域41的距离D10长。

[0034] 在本公开中,“针对显示元件的投射光学系统的入射光瞳”相当于投射光学系统的孔径光阑。“针对显示元件的投射光学系统的入射光瞳的位置”是构成图像光L1的从显示元件的各点出射的光束的中心光线在从与投射光学系统的光轴平行的截面观察时与光轴交叉的位置。

[0035] 图3是图1的光学系统3的导光构件4的结构例的XY平面中的概略图。在图像显示装置1中,在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第1轴正交的面(本实施方式中是与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离D1比从投射光学系统5到耦合区域41的距离D10长。在本实施方式中,由于投射光学系统5和导光构件4在一直线上并排,因此,与第1轴正交的面(与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的位置相对于耦合区域41位于与投射光学系统5相反侧。并且在从投射光学系统5到入射光瞳P1为止之间,构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线会聚,从入射光瞳P1发散。为此,如图3所示那样,在传播区域42内,能使构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线会聚。另一方面,在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,在距离D1比距离D10短的情况下,针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的位置相对于耦合区域41位于与投射光学系统5的相同侧。在该情况下,在传播区域42内,构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线不会聚而发散。因此,如本实施方式的图像显示装置1那样,在传播区域42内,通过使构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线会聚,能减小传播区域42为了传播来自显示元件2的图像光L1所需的大小。由此,谋求导光构件4的小型化。

[0036] [1.2详细]

[0037] 以下,参照图1~图6来更详细说明本实施方式的图像显示装置1。如图1所示那样,图像显示装置1具备显示元件2和光学系统3。

[0038] 显示元件2为了显示图像(影像)而输出形成图像的图像光L1。图像光L1包含从显示元件2的各点输出的光线。显示元件2的各点例如与显示元件2的各像素对应。显示元件2配置成显示元件2的光轴沿着Z轴,在显示元件2显示的图像的横向以及纵向分别沿着X轴以及Y轴。显示元件2的光轴是图像光L1的光轴。图像光L1的光轴例如是从显示元件2的中心输出的光的光轴。作为显示元件2的示例,能举出液晶显示器、有机EL显示器等已知的显示器。

[0039] 在本实施方式中,如图4以及图5所示那样,显示元件2具有图像光L1在第2轴比第1轴更拓宽的出射角度特性。由此,通过后述的投射光学系统5,容易使与第1轴正交的面(与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的位置和与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的位置不同。

[0040] 如图1所示那样,光学系统3将显示元件2所输出的图像光L1引导到对用户的眼6设定的视野区域7。在视野区域7中,用户能在自身的眼6没有中断地视觉辨识显示元件2所形成的图像。特别在本实施方式中,光学系统3通过光瞳扩展的作用来拓宽视野区域7。

[0041] 如图1所示那样,光学系统3具备导光构件4和投射光学系统5。

[0042] 导光构件4将形成从显示元件2输出的图像的图像光L1作为虚像引导到用户的视野区域7。导光构件4是板状。更详细地,导光构件4具有板状的主体部40。主体部40含有透明的材料,具有厚度方向的第1面40a以及第2面40b。如图1所示那样,导光构件4使主体部40的厚度沿着Z轴,并使第1面40a朝向显示元件2侧,使第2面40b朝向视野区域7侧来配置。

[0043] 如图1所示那样,导光构件4具有耦合区域41和传播区域42,作为用于将来自显示元件2的图像光L1引导到用户的视野区域7的要素。

[0044] 耦合区域41将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向沿着第1轴的方向。耦合区域41用在显示元件2与导光构件4的耦合(coupling)中。耦合区域41使来自外部的光(图像光L1)在全反射条件入射到导光构件4内,以使得在导光构件4内传播。这里说的所谓“耦合”,是在全反射条件下在导光构件4内传播的状态。在本实施方式中,第1轴与导光构件4的厚度方向正交。在本实施方式中,第1轴是X轴。耦合区域41由具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体构成。耦合区域41的周期构造体例如是透过型的衍射光栅。耦合区域41例如形成于主体部40的第1面40a。耦合区域41的衍射光栅例如可以包含沿着第2轴延伸且沿着第1轴以给定间隔并排的多个凹部或凸部。另外,在图2中,仅为了易于理解地图示耦合区域41具备具有衍射作用的周期构造体,图示为凸部沿着Y轴并排。耦合区域41通过衍射作用使图像光L1在相对于第1面40a以及第2面40b全反射的条件下入射到导光构件4内。通过耦合区域41,图像光L1在导光构件4内(即主体部40内)在第1面40a以及第2面40b进行全反射,由此在第1轴(本实施方式中是X轴)的方向上前进。

[0045] 设定耦合区域41的大小,以使经过投射光学系统5的来自显示元件2的图像光L1的一部分或全部入射到耦合区域41。在本实施方式中,如图3所示那样,耦合区域41在XY平面为椭圆形状,长径沿着第1轴,短径沿着第2轴。即,耦合区域41的第2轴(Y轴)上的尺寸比耦合区域41的第1轴(X轴)上的尺寸大。其中,耦合区域41并不限定于椭圆形状,也可以是耦合区域41的第2轴(Y轴)上的尺寸比耦合区域41的第1轴上的尺寸大的矩形形状。

[0046] 传播区域42包含第1扩展区域421和第2扩展区域422。

[0047] 如图3所示那样,第1扩展区域421在第1轴上与耦合区域41并排而配置。第1扩展区域421使来自耦合区域41的图像光L1沿着第1轴传播,使图像光L1的一部分(图像光L2)朝向规定方向。规定方向是包含与第1轴正交的第2轴的方向分量的方向。在本实施方式中,第2轴与导光构件4的厚度方向以及第1轴正交。在本实施方式中,第2轴是Y轴。在本实施方式中,规定方向仅包含第2轴的方向分量,与第2轴的方向一致。在本实施方式中,第1扩展区域421在第1轴上进行图像光L1的光瞳的扩展。更详细地,如图3所示那样,第1扩展区域421通过将图像光L1分割成朝向规定方向的平行的多个图像光L2,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第1轴上进行复制,从而扩展。第1扩展区域421由具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体构成。第1扩展区域421的周期构造体例如是反射型的衍射光栅。第1扩展区域421例如形成于主体部40的第1面40a。第1扩展区域421的衍射光栅例如可以包含在与Z轴正交的面内沿着相对于Y轴45度倾斜的方向延伸且在相对于Y轴135度倾斜的方向上以给定间隔并排的多个凹部或凸部。

[0048] 设定第1扩展区域421的大小,以使得来自耦合区域41的图像光L1全都入射到第1扩展区域421。在本实施方式中,如图3所示那样,第1扩展区域421在XY平面中为四边形状。第1扩展区域421具有第1轴中的第1端421a以及第2端421b。第1端421a位于比第2端421b更

靠耦合区域41侧。在第1扩展区域421中,若将图像光L1的第1端421a处的光路的宽度设为W1,将图像光L1的第2端421b处的光路的宽度设为W2,则宽度W1以及宽度W2满足 $0.4 < W1/W2 < 1.8$ 的关系。通过宽度W1以及宽度W2满足 $0.4 < W1/W2 < 1.8$ 的关系,为了在导光构件4内部使图像光L1在第1轴的方向上传播而第1扩展区域421所需的区域变小,并且,能抑制耦合区域41的尺寸的大型化。因此,通过使第1扩展区域421的第1端421a处的宽度与光路的宽度W1相等,第1扩展区域421的第2端421b处的宽度与光路的宽度W2相等,能减小第1扩展区域421的尺寸,谋求导光构件4的小型化。第1扩展区域421的第1轴(X轴)上的尺寸对应于视野区域7的第1轴的尺寸来设定。

[0049] 如图2所示那样,第2扩展区域422在第2轴(Y轴)上配置成与第1扩展区域421并排。第2扩展区域422使来自第1扩展区域421的图像光L2在规定方向上传播,将图像光L2的一部分(图像光L3)从导光构件4出射到视野区域7。在本实施方式中,第2扩展区域422在第2轴上进行图像光L1的光瞳的扩展。更详细地,如图2所示那样,第2扩展区域422通过分割成从导光构件4朝向视野区域7的平行的多个图像光L3,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第2轴上进行复制从而扩展。图像光L3例如在第3轴的方向上前进。第2扩展区域422由具有对图像光L2的衍射作用的周期构造体构成。第2扩展区域422的周期构造体例如是反射型的衍射光栅。第2扩展区域422例如形成于主体部40的第1面40a。第2扩展区域422的衍射光栅例如可以包含在第1轴的方向上延伸且在第2轴的方向上以给定间隔并排的多个凹部或凸部。

[0050] 设定第2扩展区域422的大小,以使得来自第1扩展区域421的图像光L2全都入射到第2扩展区域422。在本实施方式中,如图3所示那样,第2扩展区域422在XY平面中是四边形形状。第2扩展区域422的第1轴(X轴)上的尺寸与第1扩展区域421的第1轴上的尺寸相等。第2扩展区域422的第2轴(Y轴)上的尺寸对应于视野区域7的第2轴的尺寸来设定。

[0051] 如以上叙述的那样,导光构件4将从耦合区域41入射到导光构件4内的图像光L1在导光构件4内分割成相互平行的多个图像光L2、L3并出射到视野区域7,由此复制图像光L1的光瞳,从而扩展。更详细地,导光构件4具有耦合区域41和传播区域42,将从耦合区域41入射到导光构件4内的图像光L1通过传播区域42的第1扩展区域421以及第2扩展区域422在导光构件4内分割成相互平行的多个图像光L2、L3并出射到视野区域7,由此在第1轴以及第2轴上复制图像光L1的光瞳,从而扩展。

[0052] 投射光学系统5投射形成从显示元件2输出的图像的图像光L1。由此,投射光学系统5使来自显示元件2的图像光L1入射到导光构件4。如图1以及图2所示那样,投射光学系统5位于显示元件2与导光构件4的耦合区域41之间。投射光学系统5例如使来自显示元件2的图像光L1准直地入射到耦合区域41。投射光学系统5使图像光L1作为大致准直光入射到耦合区域41。投射光学系统5例如是双面凸透镜。

[0053] 投射光学系统5构成为投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第1轴正交的面(与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统的入射光瞳P1的距离D1(参照图4)比投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的距离D2(参照图5)长。在本实施方式中,由于投射光学系统5和导光构件4在一直线上并排,因此,与第1轴正交的面(与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系

统5的入射光瞳P1的位置和与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的位置相比,更加远离投射光学系统5。

[0054] 接下来,参照图4以及图5来说明投射光学系统5的入射光瞳的位置。图4是图像显示装置1的投射光学系统5的YZ平面中的入射光瞳P1的位置的说明图。图5是图像显示装置1的投射光学系统5的XZ平面中的入射光瞳P2的位置的说明图。另外,在图4以及图5中,为了易于理解地图示耦合区域41,在导光构件4中以阴影示出与耦合区域41对应的部分。

[0055] 特别如图4所示那样,在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第1轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离D1比从投射光学系统5到耦合区域41的距离D10长。由此,在图4中,与第1轴正交的面(与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的位置相对于耦合区域41位于与投射光学系统5的相反侧。此外,设置入射光瞳P1的位置,以使得在传播区域42的第1扩展区域421内引起构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线的会聚以及发散。更详细地,如图4所示那样,从投射光学系统5入射到耦合区域41的图像光L1包含与虚像的中心对应的主光线L10、和随着从投射光学系统5朝向耦合区域41而在第2轴(Y轴)上靠近主光线L10的多个副光线L11-1、L11-2、…、L11-n(以下总称附注附图标记L11)。如图3所示那样,多个副光线L11-1、L11-2在传播区域42的第1扩展区域421内与主光线L10交叉。如此地,通过在传播区域42的第1扩展区域421内使构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光的光线(主光线L10以及副光线L11)会聚以及发散,能减小传播区域42(特别是第1扩展区域421)为了传播来自显示元件2的图像光L1所需的大小。在此,所谓“交叉”,在将光路投影到包含第1轴和第2轴的平面的情况下表征主光线L10和副光线L11相交,也可以在三维空间中处于扭曲的关系。

[0056] 另一方面,如图5所示那样,在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第2轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的距离D2与从投射光学系统5到耦合区域41的距离D20相等。由此,在图5中,与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的位置在导光构件4的第1面40a中位于与耦合区域41对应的位置。因而,构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线在耦合区域41会聚。更详细地,如图5所示那样,从投射光学系统5入射到耦合区域41的图像光L1包含:与虚像的中心对应的主光线L10、和随着从投射光学系统5朝向耦合区域41而在第1轴(X轴)上靠近主光线L10的多个副光线L12-1、L12-2、…、L12-n(以下总称附注附图标记L12)。多个副光线L12在耦合区域41中与主光线L10交叉。

[0057] [1.3效果等]

[0058] 如以上叙述的那样,光学系统3具备:投射形成从显示元件2输出的图像的图像光L1的投射光学系统5;和将投射光学系统5所投射的图像光L1作为虚像引导到用户的视野区域7的导光构件4。导光构件4具有:将图像光L1引导到导光构件4内、使其在导光构件4内朝向第1轴的方向的耦合区域41;和使来自耦合区域41的图像光L1在第1轴的方向上传播、使图像光L1的一部分朝向包含与第1轴正交的第2轴的方向分量的规定方向的传播区域42。在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第1轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离D1比从投射光学系统5到耦合区域41的距离D10长。根据该结构,谋求导光构件4、特别是传播区域42的小型化。

[0059] 在光学系统3中,导光构件4是板状,第1轴、第2轴以及规定方向分别与导光构件4的厚度方向正交。根据该结构,能减小导光构件4的第2轴的尺寸。

[0060] 在光学系统3中,从投射光学系统5入射到耦合区域41的图像光L1包含:与虚像的中心对应的主光线L10;和随着从投射光学系统5朝向耦合区域41而在第2轴的方向上靠近主光线L10的多个副光线L11-1、L11-2。多个副光线L11-1、L11-2在传播区域42内与主光线L10交叉。根据该结构,谋求导光构件4的小型化。

[0061] 在光学系统3中,图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第1轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离D1比图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第2轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的距离D2长。距离D1以及距离D2满足 $3.0 < D1/D2 < 100$ 。根据该结构,能合适地设定多个副光线L11-1、L11-2在传播区域42内与主光线L10交叉的位置,谋求导光构件4的小型化。

[0062] 在光学系统3中,耦合区域41的第2轴上的尺寸比耦合区域41的第1轴上的尺寸大。根据该结构,谋求导光构件4的小型化。

[0063] 在光学系统3中,传播区域42包含第1扩展区域421,其通过将图像光L1分割成朝向规定方向的平行的多个图像光L2,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第1轴上进行复制,从而扩展。根据该结构,能进行第1轴上的光瞳的扩展。

[0064] 在光学系统3中,第1扩展区域421具有第1轴中的第1端421a以及第2端421b。第1端421a位于比第2端421b更靠耦合区域41侧。若将图像光L1的第1端处的光路的宽度设为W1,将图像光L1的第2端处的光路的宽度设为W2,则宽度W1以及宽度W2满足 $0.4 < W1/W2 < 1.8$ 的关系。根据该结构,能减小第1扩展区域421,从而谋求导光构件4的传播区域42的小型化。

[0065] 在光学系统3中,传播区域42使来自第1扩展区域421的图像光L2在规定方向上传播,使图像光L2的一部分图像光L3从导光构件4出射到视野区域7。根据该结构,能拓宽视野区域7。

[0066] 在光学系统3中,传播区域42包含第2扩展区域422,其通过将来自第1扩展区域421的图像光L2分割成从导光构件4朝向视野区域7的平行的多个图像光L3,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第2轴上进行复制,从而扩展。根据该结构,能进行第2轴上的光瞳的扩展。

[0067] 在光学系统3中,耦合区域41包含具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体。根据该结构,谋求导光构件4的小型化。

[0068] 在光学系统3中,导光构件4通过将从耦合区域41入射到导光构件4内的图像光L1在导光构件4内分割成相互平行的多个图像光L1、L2并出射到视野区域7,来复制投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳,从而扩展。根据该结构,能进行光瞳的扩展。

[0069] 在光学系统3中,投射光学系统5使图像光L1作为大致准直光入射到耦合区域41。根据该结构,谋求导光构件4的小型化。

[0070] 以上叙述的图像显示装置1具备以上叙述的光学系统3和显示元件2。根据该结构,谋求导光构件4的小型化。

[0071] 在图像显示装置1中,显示元件2具有图像光L1在第2轴比第1轴更拓宽的出射角度特性。根据该结构,通过投射光学系统5,容易使与第1轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的位置和与第2轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统

5的入射光瞳P2的位置不同。

[0072] [2.变形例]

[0073] 本公开的实施方式并不限于上述实施方式。上述实施方式只要能达成本公开的课题,则能对应于设计等进行各种变更。以下列举上述实施方式的变形例。以下说明的变形例能适当组合运用。

[0074] [2.1变形例1]

[0075] 图6表示变形例1的图像显示装置1。特别是,图6是变形例1的图像显示装置1的YZ平面中的概略图。在变形例1的图像显示装置1中,导光构件4的耦合区域41与上述实施方式的图像显示装置1的导光构件4的耦合区域41不同。图6的导光构件4的耦合区域41将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向第1轴的方向。耦合区域41由具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体构成。耦合区域41的周期构造体例如是反射型的衍射光栅。耦合区域41例如形成于主体部40的第2面40b。耦合区域41的衍射光栅例如可以包含沿着第2轴延伸且沿着第1轴以给定间隔并排的多个凹部或凸部。另外,在图6中,仅为了易于理解地图示耦合区域41具备具有衍射作用的周期构造体,而图示为凸部沿着Y轴并排。耦合区域41通过衍射作用,使图像光L1在相对于第1面40a以及第2面40b全反射的条件入射到导光构件4内。通过耦合区域41,图像光L1通过在导光构件4内(即主体部40内)在第1面40a以及第2面40b全反射而在第1轴的方向上前进。

[0076] [2.2变形例2]

[0077] 图7表示变形例2的图像显示装置1。特别是,图7是变形例2的图像显示装置1的YZ平面中的概略图。在变形例2的图像显示装置1中,导光构件4的耦合区域41与上述实施方式的图像显示装置1的导光构件4的耦合区域41不同。图7的导光构件4的耦合区域41将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向第1轴的方向。耦合区域41由具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体构成。耦合区域41的周期构造体例如是以折射率的周期调制使衍射作用产生的体积全息图(全息衍射光栅)。耦合区域41例如形成于主体部40的内部。耦合区域41的衍射光栅例如具有折射率相互不同的第1部位411以及第2部位412交替并排的构造。耦合区域41通过衍射作用使图像光L1在相对于第1面40a以及第2面40b全反射的条件下入射到导光构件4内。通过耦合区域41,图像光L1通过在导光构件4内(即主体部40内)在第1面40a以及第2面40b全反射而在第1轴的方向上前进。

[0078] [2.3变形例3]

[0079] 图8表示变形例3的图像显示装置1。特别是,图8是变形例3的图像显示装置1的光学系统3的XZ平面中的入射光瞳P2的位置的说明图。在变形例3的图像显示装置1的光学系统3中,在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的距离D2比从投射光学系统5到耦合区域41的距离D20长。在图8中,由于投射光学系统5和导光构件4的耦合区域41在一直线上并排,因此,与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的位置相对于耦合区域41位于与投射光学系统5的相反侧。如此地,距离D2并不需要与距离D20一致。即,入射光瞳P2的位置并不需要如上述实施方式那样与耦合区域41一致。

[0080] [2.4变形例4]

[0081] 图9表示变形例4的图像显示装置的导光构件4的结构例。特别是,图9是导光构件4的XY平面中的概略图。在图9中,与上述实施方式同样,第1轴是X轴,第2轴是Y轴。图9的传播区域42的第1扩展区域421在第1轴(X轴)上与耦合区域41并排而配置。第1扩展区域421使来自耦合区域41的图像光L1在第1轴(X轴)的方向上传播,使图像光L1的一部分朝向包含与第1轴正交的第2轴(Y轴)的方向分量的规定方向。在图9中,规定方向与上述实施方式不同,包含第1轴以及第2轴的方向分量。即,规定方向不是与第1轴正交的第2轴的方向,而是与第1轴非正交地交叉的方向。规定方向中所含的第1轴的方向分量是从第1扩展区域421朝向耦合区域41的方向的分量。

[0082] 图10表示变形例4的图像显示装置的导光构件4的其他结构例。特别是,图10是导光构件4的XY平面中的概略图。在图10中,与上述实施方式同样,第1轴是X轴,第2轴是Y轴。图10的传播区域42的第1扩展区域421在第1轴(X轴)上与耦合区域41并排而配置。第1扩展区域421使来自耦合区域41的图像光L1在第1轴(X轴)的方向上传播,使图像光L1的一部分朝向包含与第1轴正交的第2轴(Y轴)的方向分量的规定方向。在图10中,规定方向与上述实施方式不同,包含第1轴以及第2轴的方向分量。即,规定方向不是与第1轴正交的第2轴的方向,而是与第1轴非正交地交叉的方向。规定方向中所含的第1轴的方向分量是从耦合区域41朝向第1扩展区域421的方向的分量。

[0083] 如此地,规定方向可以不一定非要与第2轴的方向一致,可以是包含第2轴的方向分量的方向。特别是,规定方向包含第1轴的方向分量和第2轴的方向分量,不含第3轴的方向分量。规定方向的第2轴的方向分量的大小为第1轴的方向分量的大小以上即可。

[0084] [2.5变形例5]

[0085] 图11表示变形例5的图像显示装置的导光构件4。特别是,图11是导光构件4的结构例的XY平面中的概略图。在上述实施方式中,第1轴是X轴,第2轴是Y轴,但变形例5中,第1轴是Y轴,第2轴是X轴。

[0086] 因此,在变形例5中,耦合区域41将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向第1轴(Y轴)的方向。耦合区域41在XY平面中是椭圆形状,长径沿着第1轴(Y轴),短径沿着第2轴(X轴)。

[0087] 传播区域42的第1扩展区域421在第1轴(Y轴)上与耦合区域41并排而配置。第1扩展区域421使来自耦合区域41的图像光L1在第1轴(Y轴)的方向上传播,使图像光L1的一部分朝向包含与第1轴正交的第2轴(X轴)的方向分量的规定方向。在变形例5中,规定方向仅包含第2轴的方向分量,与第2轴的方向一致。

[0088] 传播区域42的第2扩展区域422在第2轴(X轴)上与第1扩展区域421并排而配置。第2扩展区域422使来自第1扩展区域421的图像光L2在规定的方向上传播,将图像光L2的一部分从导光构件4出射到视野区域7。

[0089] 在变形例5的导光构件4中,能在X轴上减小导光构件4的传播区域42(特别是第1扩展区域421)。由此,谋求导光构件4的小型化。

[0090] [2.6变形例6]

[0091] 图12表示变形例6的图像显示装置的导光构件4。特别是,图12是导光构件4的结构例的XY平面中的概略图。在变形例6中,与上述实施方式同样,第1轴是X轴,第2轴是Y轴。

[0092] 图12的导光构件4具有耦合区域41和传播区域42,作为用于将来自显示元件2的图

像光L1引导到用户的视野区域7的要素。

[0093] 耦合区域41将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向第1轴的方向。更详细地,耦合区域41使得从入射到耦合区域41的图像光L1产生朝向与第1轴不同的方向的2个图像光L1-1、L1-2。图像光L1-1向第1轴的第1方向(图12的左方向)前进,图像光L1-2向与第1方向相反的第2方向(图12的右方向)前进。耦合区域41由具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体构成。耦合区域41的周期构造体例如是透过型的衍射光栅。

[0094] 传播区域42包含一对第1扩展区域421-1、421-2和第2扩展区域422。一对第1扩展区域421-1、421-2在第1轴的方向上并排。如图12所示那样,一对第1扩展区域421-1、421-2在第1轴上位于耦合区域41的两侧。一对第1扩展区域421-1、421-2的一方(第1扩展区域421-1)使来自耦合区域41的图像光L1-1在第1方向上传播,使图像光L1-1的一部分朝向包含第2轴的方向分量的规定方向(图12中是第2轴的方向)。如图12所示那样,第1扩展区域421-1通过将图像光L1-1分割成朝向规定方向的平行的多个图像光L2-1,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第1轴上进行复制,从而扩展。一对第1扩展区域421-1、421-2的另一方(第1扩展区域421-2)使来自耦合区域41的图像光L1-2在第2方向上传播,使图像光L1-2的一部分朝向包含第2轴的方向分量的规定方向(图12中是第2轴的方向)。如图12所示那样,第1扩展区域421-2通过将图像光L1-2分割成朝向规定方向的平行的多个图像光L2-2,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第1轴上进行复制,从而扩展。第1扩展区域421-1、421-2由具有对图像光L1-1、L1-2的衍射作用的周期构造体构成。第1扩展区域421-1、421-2的周期构造体例如是反射型的衍射光栅。

[0095] 如图12所示那样,第2扩展区域422在第2轴(Y轴)上与一对第1扩展区域421-1、421-2并排而配置。即,第2扩展区域422是对一对第1扩展区域421-1、421-2共通的第2扩展区域。第2扩展区域422使来自一对第1扩展区域421-1、421-2的图像光L2-1、L2-2沿着规定方向传播,使图像光L2-1、L2-2的一部分从导光构件4出射到视野区域7。第2扩展区域422通过将图像光L2-1、L2-2分割成从导光构件4朝向视野区域7的平行的多个图像光,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第2轴上进行复制,从而扩展。第2扩展区域422由具有对图像光L2-1、L2-2的衍射作用的周期构造体构成。第2扩展区域422的周期构造体例如是反射型的衍射光栅。此外,第2扩展区域422也可以是在包含耦合区域41的第2轴的方向分量的规定方向(图12中是第2轴的方向)上没有衍射光栅的区域。第2扩展区域422是相对于一对第1扩展区域421-1、421-2的一对第2扩展区域422-1、第2扩展区域422-2即可。

[0096] 如以上叙述的那样,在变形例6中,传播区域42包含沿着第1轴并排的一对第1扩展区域421-1、421-2。一对第1扩展区域421-1、421-2的一方使图像光L1-1在第1轴的第1方向上传播,使图像光L1-1的一部分朝向包含第2轴的方向分量的规定方向。一对第1扩展区域421-1、421-2的另一方使图像光L1-2在与第1方向相反的第2方向上传播,使图像光L1-2的一部分朝向包含第2轴的方向分量的规定方向。第2扩展区域422使来自一对第1扩展区域421-1、421-2的图像光L2-1、L2-2在规定方向上传播,将图像光L2-1、L2-2的一部分从导光构件4出射到视野区域7。根据该结构,能拓宽视野区域7。

[0097] [2.7变形例7]

[0098] 图13表示变形例7的图像显示装置的导光构件4。特别是,图13是导光构件4的结构例的XY平面中的概略图。在变形例7中,与上述实施方式同样,第1轴是X轴,第2轴是Y轴。

[0099] 图13的导光构件4具有多个耦合区域41和传播区域42,作为用于将来自显示元件2的图像光L1引导到用户的视野区域7的要素。变形例7的图像显示装置具备:与多个耦合区域41分别对应的多个显示元件2;和分别配置于多个耦合区域41与多个显示元件2之间的多个投射光学系统5。

[0100] 多个耦合区域41包含在第1轴的方向上并排的第1耦合区域41-1以及第2耦合区域41-2。第1耦合区域41-1以及第2耦合区域41-2将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向第1轴的方向。更详细地,第1耦合区域41-1将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向第1轴的第1方向(图13的右方向)。第2耦合区域41-2将图像光L1移动到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向与第1方向相反的第2方向(图13的左方向)。第1耦合区域41-1以及第2耦合区域41-2由具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体构成。第1耦合区域41-1以及第2耦合区域41-2的周期构造体例如是透过型的衍射光栅。

[0101] 传播区域42包含在第1轴的方向上并排的一对第1扩展区域421-1、421-2。如图13所示那样,一对第1扩展区域421-1、421-2在第1轴上位于第1耦合区域41-1以及第2耦合区域41-2之间,第1扩展区域421-1、421-2位于第1耦合区域41-1以及第2耦合区域41-2各自的旁边。一对第1扩展区域421-1、421-2的一方(第1扩展区域421-1)使来自第1耦合区域41-1的图像光L1在第1方向上传播,使图像光L1的一部分朝向包含第2轴的方向分量的规定方向(图13中是第2轴的方向)。如图13所示那样,第1扩展区域421-1通过将图像光L1分割成朝向规定方向的平行的多个图像光L2,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第1轴上进行复制,从而扩展。一对第1扩展区域421-1、421-2的另一方(第1扩展区域421-2)使来自第2耦合区域41-2的图像光L1在第2方向上传播,使图像光L1的一部分朝向包含第2轴的方向分量的规定方向(图13中是第2轴的方向)。如图13所示那样,第1扩展区域421-2通过将图像光L1分割成朝向规定方向的平行的多个图像光L2,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第1轴上进行复制,从而扩展。一对第1扩展区域421-1、421-2由具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体构成。一对第1扩展区域421-1、421-2的周期构造体例如是反射型的衍射光栅。此外,也可以在第1扩展区域421-1与第1扩展区域421-2之间的导光构件具备遮断壁,以使得来自第1耦合区域41-1的图像光L1来不到第1扩展区域421-2,来自第2耦合区域41-2的图像光L1来不到第1扩展区域421-1。

[0102] 如图13所示那样,第2扩展区域422在第2轴(Y轴)上与一对第1扩展区域421-1、421-2并排而配置。即,第2扩展区域422是对一对第1扩展区域421-1、421-2共通的第2扩展区域。第2扩展区域422使来自一对第1扩展区域421-1、421-2的图像光L2在规定的方向上传播,将图像光L2的一部分从导光构件4出射到视野区域7。第2扩展区域422通过将图像光L2分割成从导光构件4朝向视野区域7的平行的多个图像光,来将投射光学系统5所投射的图像光L1的光瞳在第2轴上进行复制,从而扩展。第2扩展区域422由具有对图像光L2的衍射作用的周期构造体构成。第2扩展区域422的周期构造体例如是反射型的衍射光栅。

[0103] 如以上叙述的那样,在变形例7中,导光构件4具备包含第1耦合区域41-1以及第2耦合区域41-2的多个耦合区域41,传播区域42包含在第1轴的方向上并排的一对第1扩展区域421-1、421-2。一对第1扩展区域421-1、421-2的一方(第1扩展区域421-1)使图像光L1在第1轴的第1方向上传播,使图像光L1的一部分朝向包含第2轴的方向分量的规定方向。一对第1扩展区域421-1、421-2的另一方(第1扩展区域421-2)使图像光L1在与第1方向相反的第

2方向上传播,使图像光L1的一部分朝向包含第2轴的方向分量的规定方向。第2扩展区域422使来自一对第1扩展区域421-1、421-2的图像光L2在规定方向上传播,使图像光L2的一部分从导光构件4出射到视野区域7。根据该结构,能拓宽视野区域7。

[0104] [2.8变形例8]

[0105] 图14以及图15表示变形例8的图像显示装置的投射光学系统5。特别是,图14是变形例8的图像显示装置的投射光学系统5的YZ平面中的入射光瞳P1的位置的说明图,图15是变形例8的投射光学系统5的XZ平面中的入射光瞳P2的位置的说明图。另外,在图14以及图15中,为了易于理解地图示耦合区域41,在导光构件4以阴影示出与耦合区域41对应的部分。

[0106] 在变形例8中,投射光学系统5使来自显示元件2的图像光L1入射到导光构件4。投射光学系统5位于显示元件2与导光构件4的耦合区域41之间。投射光学系统5具备第1光学元件51以及第2光学元件52,作为多个光学元件。第1光学元件51例如是组合了负弯月透镜和双面凸透镜的接合透镜,第2光学元件52是组合了正弯月透镜和负弯月透镜的接合透镜。

[0107] 图14以及图15的投射光学系统5构成为图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第1轴正交的面(与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离D1(参照图14)比图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的距离D2(参照图15)长。如此一来,能减小传播区域42的尺寸的同时,减小耦合区域41的第1轴(X轴)的尺寸。

[0108] 如图14所示那样,在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第1轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离D1比从投射光学系统5到耦合区域41的距离D10长。由此,在图14中,与第1轴正交的面(与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的位置相对于耦合区域41位于与投射光学系统5的相反侧。此外,设定入射光瞳P1的位置,以使得在传播区域42的第1扩展区域421内引起构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线的会聚以及发散。更详细地,如图14所示那样,从投射光学系统5入射到耦合区域41的图像光L1包含:与图像的中心对应的主光线L10;和随着从投射光学系统5朝向耦合区域41而在第2轴(Y轴)上靠近主光线L10的多个副光线L11-1、L11-2、L11-3、L11-4、...、L11-n(以下总称附注附图标记L11)。多个副光线L11在传播区域42的第1扩展区域421内与主光线L10交叉。如此地,通过在传播区域42的第1扩展区域421内使构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线(主光线L10以及副光线L11)会聚以及发散,能减小传播区域42(特别是第1扩展区域421)为了传播来自显示元件2的图像光L1所需的大小。

[0109] 如图15所示那样,在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第2轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的距离D2与从投射光学系统5到耦合区域41的距离D20相等。由此,在图15中,与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的位置在导光构件4的第1面40a中位于与耦合区域41对应的位置。因而,构成图像光L1的来自显示元件2的各点的光线会聚在耦合区域41。更详细地,如图15所示那样,从投射光学系统5入射到耦合区域41的图像光L1包含:与图像的中心对应的主光线L10;和随着从投射光学系统5朝向耦合区域41而在第1轴(X轴)上靠近主光线L10的多个副光线L12-1、L12-2、L12-3、L12-4、...、L12-n(以下

总称附注附图标记L12)。多个副光线L12在耦合区域41与主光线L10交叉。

[0110] 如以上叙述的那样,投射光学系统5可以组合多个光学元件来构成,以使得图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第1轴正交的面(与X轴正交的YZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离比图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第2轴正交的面(与Y轴正交的XZ平面)内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的距离长。

[0111] [2.9其他变形例]

[0112] 在上述的实施方式中,投射光学系统5和导光构件4的耦合区域41在一直线上并排,但投射光学系统5和导光构件4的耦合区域41不一定非要在一一直线上并排。即,图像光L1向投射光学系统5和导光构件4的耦合区域41的光路不一定非要限于是直线。例如,可以使来自投射光学系统5的图像光L1在反射板反射并入射到导光构件4的耦合区域41。在该情况下,图像光L1向投射光学系统5和导光构件4的耦合区域41的光路可以不是直线状,例如成为L字状。即使是这样的情况,也通过满足如下条件来谋求导光构件4的小型化:在投射光学系统5所投射的图像光L1的光路上,从投射光学系统5到与第1轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离比从投射光学系统5到耦合区域41的距离长。此外,图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第1轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P1的距离能设定得比图像光L1的光路上的从投射光学系统5到与第2轴正交的面内的针对显示元件2的投射光学系统5的入射光瞳P2的距离长。

[0113] 在一变形例中,导光构件4的耦合区域41也可以不一定非要设于主体部40的第1面40a或第2面40b。耦合区域41可以形成于主体部40的侧面(端面)。例如,耦合区域41可以由相对于主体部40的厚度方向倾斜的面构成。由此,耦合区域41能将图像光L1引导到导光构件4内,使其在导光构件4内朝向第1轴的方向。在该情况下,耦合区域41可以不一定非要由具有对图像光L1的衍射作用的周期构造体构成,也可以由使图像光L1折射成朝向第1轴的方向的面构成。

[0114] 如上述那样,传播区域42的第1扩展区域421使来自耦合区域41的图像光L1在第1轴的方向上传播,使图像光L1的一部分朝向包含与第1轴正交的第2轴的方向分量的规定方向。在上述实施方式中,第1轴是X轴,第2轴是Y轴,但也可以第1轴是X轴或Y轴,第2轴是Z轴。在该情况下,导光构件4在第1轴或第2轴上进行光瞳扩展。在该情况下,第2扩展区域422并非必须。此外,第2轴也可以不与第1轴正交。例如,在第1轴是X轴的情况下,第2轴也可以不是Y轴或Z轴,而是相对于X轴以45度交叉的轴。

[0115] 在一变形例中,W1以及W2可以满足 $0.4 < W1/W2 < 1.8$ 的关系。其中,W1以及W2更优选满足 $W1/W2 = 1$ 。

[0116] 在一变形例中,第2扩展区域422也可以不是反射型的衍射光栅而是透射型的衍射光栅,也可以是体积全息图(全息衍射光栅)。

[0117] [3.方式]

[0118] 如从上述实施方式以及变形例所明确的那样,本公开包含下述的方式。以下,仅为了明示与实施方式的对应关系而将附图标记带括弧标注。

[0119] 第1方式是光学系统(3),具备:投射形成从显示元件(2)输出的图像的图像光(L1)的投射光学系统(5);和将所述投射光学系统(5)所投射的所述图像光(L1)作为虚像引导到

用户的视野区域(7)的导光构件(4)。所述导光构件(4)具有:耦合区域(41),其将所述图像光(L1)引导到所述导光构件(4)内,使所述图像光(L1)在所述导光构件(4)内朝向第1轴的方向;和传播区域(42),其使来自所述耦合区域(41)的所述图像光(L1)在所述第1轴的方向上传播,使所述图像光(L1)的一部分朝向包含与所述第1轴正交的第2轴的方向分量的规定方向。在所述投射光学系统(5)所投射的所述图像光(L1)的光路上,从所述投射光学系统(5)到与所述第1轴正交的面内的针对所述显示元件(2)的所述投射光学系统的入射光瞳(P1)的距离(D1)比从所述投射光学系统(5)到所述耦合区域(41)的距离(D10)长。根据该方式,谋求导光构件(4)、特别是传播区域(42)的小型化。

[0120] 第2方式是基于第1方式的光学系统(3)。在第2方式中,所述图像光(L1)的光路上的从所述投射光学系统(5)到与所述第1轴正交的面内中的针对所述显示元件(2)的所述投射光学系统(5)的入射光瞳(P1)的距离(D1)比所述图像光(L1)的光路上的从所述投射光学系统(5)到与所述第2轴正交的面内的针对所述显示元件(2)的所述投射光学系统(5)的入射光瞳(P2)的距离(D2)长。根据该方式,谋求导光构件(4)的小型化。在第2方式中,若将所述图像光(L1)的光路上的从所述投射光学系统(5)到与所述第1轴正交的面内中的针对所述显示元件(2)的所述投射光学系统(5)的入射光瞳(P1)的距离设为D1,将所述图像光(L1)的光路上的从所述投射光学系统(5)到与所述第2轴正交的面内的针对所述显示元件(2)的所述投射光学系统(5)的入射光瞳(P2)的距离设为D2,则D1以及D2可以满足 $3.0 < D1/D2 < 100$ 的关系。在该情况下,能合适地设定多个副光线(L11-1、L11-2)在传播区域(42)内与主光线(L10)交叉的位置,谋求导光构件(4)的小型化。

[0121] 第3方式是基于第1或第2方式的光学系统(3)。在第3方式中,所述导光构件(4)为板状,所述第1轴、所述第2轴以及所述规定方向各自与所述导光构件(4)的厚度方向正交。根据该方式,能减小导光构件(4)的第2轴的尺寸。

[0122] 第4方式是基于第1~第3方式的任一者的光学系统(3)。在第4方式中,从所述投射光学系统(5)入射到所述耦合区域(41)的所述图像光(L1)包含:与所述虚像的中心对应的主光线(L10);随着从所述投射光学系统(5)朝向所述耦合区域(41)而在所述第2轴的方向上靠近所述主光线(L10)的多个副光线(L11-1、L11-2)。所述多个副光线(L11-1、L11-2)在所述传播区域(42)内与所述主光线(L10)交叉。根据该方式,谋求导光构件(4)的小型化。

[0123] 第5方式是基于第1~第4方式的任一者的光学系统(3)。在第5方式中,所述耦合区域(41)的所述第2轴上的尺寸比所述耦合区域(41)的所述第1轴上的尺寸大。根据该方式,谋求导光构件(4)的小型化。

[0124] 第6方式是基于第1~第5方式的任一者的光学系统(3)。在第6方式中,所述传播区域(42)包含:第1扩展区域(421),其通过将所述图像光(L1)分割成朝向所述规定方向的平行的多个图像光(L2),来将所述投射光学系统(5)所投射的图像光(L1)的光瞳在所述第1轴上复制,从而扩展。根据该方式,能进行第1轴上的光瞳的扩展。

[0125] 第7方式是基于第6方式的光学系统(3)。在第7方式中,所述第1扩展区域(421)具有所述第1轴上的第1端(421a)以及第2端(421b)。所述第1端(421a)位于比所述第2端(421b)更靠所述耦合区域(41)侧。若将所述图像光(L1)的所述第1端处的光路的宽度设为W1,将所述图像光(L1)的所述第2端处的光路的宽度设为W2,则W1以及W2满足 $0.4 < W1/W2 < 1.8$ 的关系。根据该方式,能减小传播区域(42)的第1扩展区域(421),从而谋求导光构件(4)

的传播区域(42)的小型化。

[0126] 第8方式是基于第6或第7方式的光学系统(3)。在第8方式中,所述传播区域(42)使来自所述第1扩展区域(421)的所述图像光(L2)在所述规定方向上传播,使所述图像光(L2)的一部分(图像光L3)从所述导光构件(4)出射到所述视野区域(7)。根据该方式,能拓宽视野区域(7)。

[0127] 第9方式是基于第8方式的光学系统(3)。在第9方式中,所述传播区域(42)包含:第2扩展区域(422),其通过将所述图像光(L1)分割成从所述导光构件(4)朝向所述视野区域(7)的平行的多个图像光(L1),来将所述投射光学系统(5)所投射的图像光(L1)的光瞳在所述第2轴上进行复制,从而扩展。根据该方式,能进行第2轴上的光瞳的扩展。

[0128] 第10方式是基于第9方式的光学系统(3)。在第10方式中,所述传播区域(42)包含所述第1轴的方向上并排的一对第1扩展区域(421-1、421-2)。所述一对第1扩展区域(421-1、421-2)的一方使所述图像光(L1)在所述第1轴的第1方向上传播,使所述图像光(L1)的一部分朝向所述规定方向。所述一对第1扩展区域(421-1、421-2)的另一方使所述图像光(L1)在与所述第1方向相反的第2方向上传播,使所述图像光(L1)的一部分朝向所述规定方向。所述第2扩展区域(422)使来自所述一对第1扩展区域(421-1、421-2)的所述图像光(L2)在所述规定方向上传播,使所述图像光(L2)的一部分从所述导光构件(4)出射到所述视野区域(7)。根据该方式,能拓宽视野区域(7)。

[0129] 第11方式是基于第1~第10方式的任一者的光学系统(3)。在第11方式中,所述耦合区域(41)包含具有对所述图像光(L1)的衍射作用的周期构造体。根据该方式,谋求导光构件(4)的小型化。

[0130] 第12方式是基于第1~第11方式的任一者的光学系统(3)。在第12方式中,所述导光构件(4)通过将从所述耦合区域(41)入射到所述导光构件(4)内的图像光(L1)在所述导光构件(4)内分割线相互平行的多个图像光(L1、L2)并出射到所述视野区域(7),来复制所述投射光学系统(5)所投射的所述图像光(L1)的光瞳,从而扩展。根据该方式,能进行光瞳的扩展。

[0131] 第13方式是基于第1~第12方式的任一者的光学系统(3)。在第3方式中,所述投射光学系统(5)使所述图像光(L1)作为大致准直光入射到所述耦合区域(41)。根据该方式,谋求导光构件(4)的小型化。

[0132] 第14方式是图像显示装置(1),具备:基于第1~第13方式的任一者的光学系统(3);和所述显示元件(2)。根据该方式,谋求导光构件(4)的小型化。

[0133] 第15方式是基于第14方式的图像显示装置(1)。在第15方式中,所述显示元件(2)具有所述图像光(L1)在所述第2轴比所述第1轴更加拓宽出射角度特性。根据该方式,通过投射光学系统(5),容易使与第1轴正交的面内的针对显示元件(2)的投射光学系统(5)的入射光瞳(P1)的位置和与第2轴正交的面内的针对显示元件(2)的投射光学系统(5)的入射光瞳(P2)的位置不同。

[0134] 如以上那样,作为本公开中的技术的例示而说明了实施方式。为此提供附图以及详细的说明。因此,在附图以及详细的说明所记载的构成要素中,不仅包含为了课题解决所必须的构成要素,还为了例示上述技术而包含为了课题解决而不必须的构成要素。为此,不应因这些不必须的构成要素记载于附图、详细的说明中,则直接认定为这些不必须的构成

要素是必须的。此外,上述的实施方式由于用于例示本公开中的技术,因此,能在权利要求书或其等同的范围内进行各种变更、置换、附加、省略等。

[0135] 产业上的可利用性

[0136] 本公开能运用于光学系统以及图像显示装置。具体地,能在用于将来自显示元件的光引导到用户的视野区域的光学系统、以及具备该光学系统的图像显示装置中运用本公开。

[0137] -符号说明-

[0138] 1 图像显示装置

[0139] 2 显示元件

[0140] 3 光学系统

[0141] 4 导光构件

[0142] 41 耦合区域

[0143] 42 传播区域

[0144] 421、421-1、421-2 第1扩展区域

[0145] 421a 第1端

[0146] 421b 第2端

[0147] 422 第2扩展区域

[0148] 5 投射光学系统

[0149] 7 视野区域

[0150] L1 图像光

[0151] L10 主光线

[0152] L11-1、L11-2 副光线

[0153] P1 入射光瞳

[0154] P2 入射光瞳。

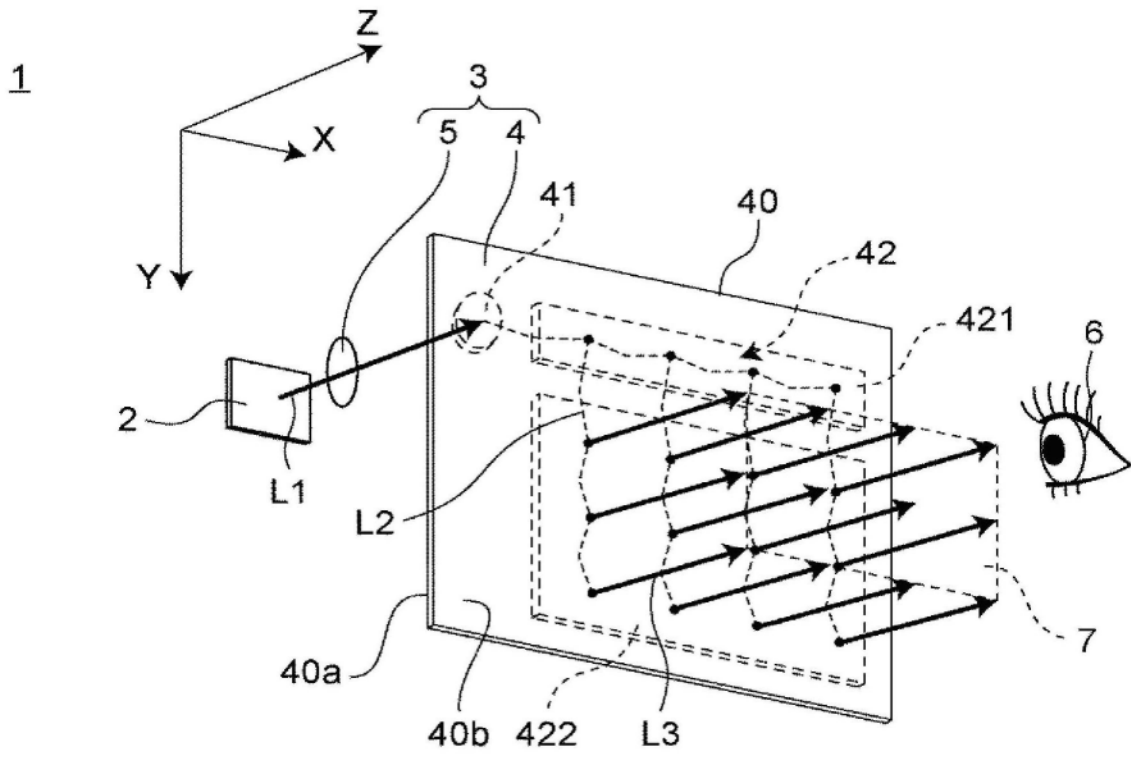


图1

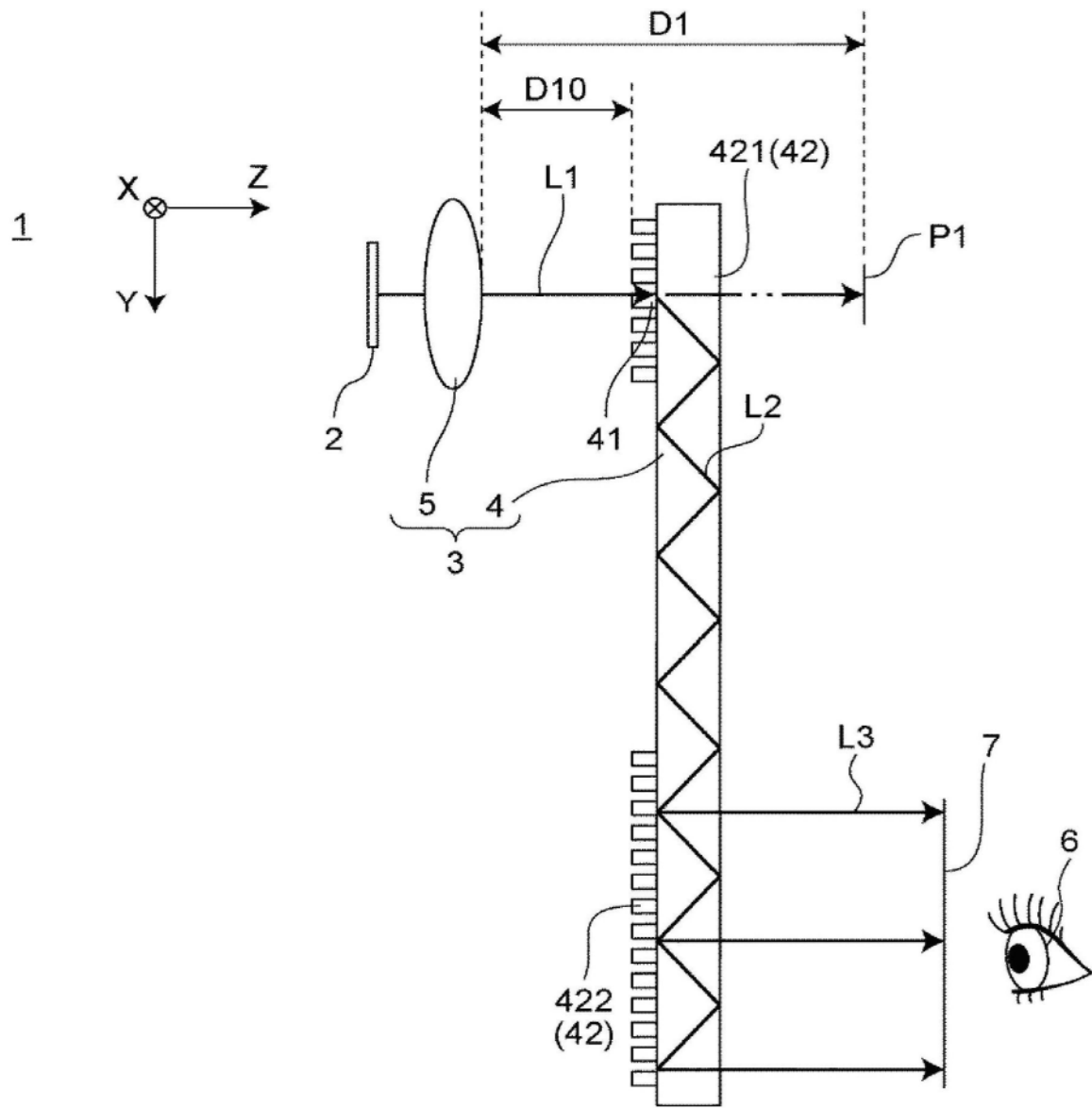


图2

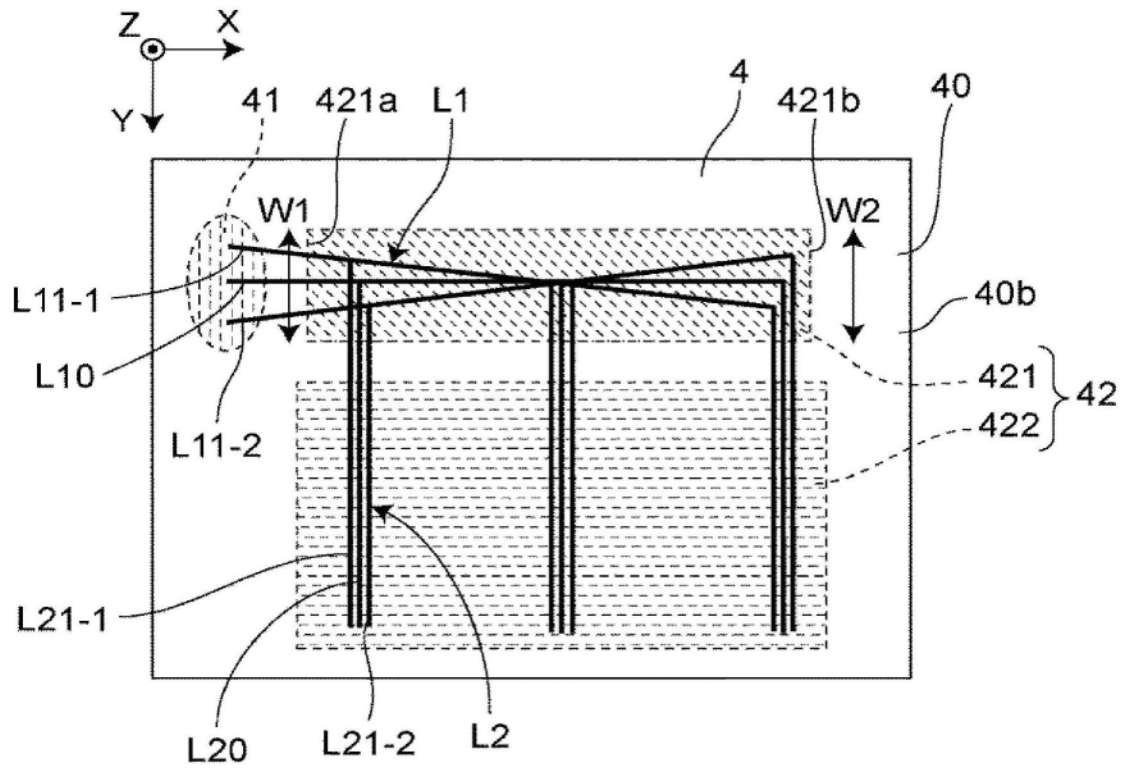


图3

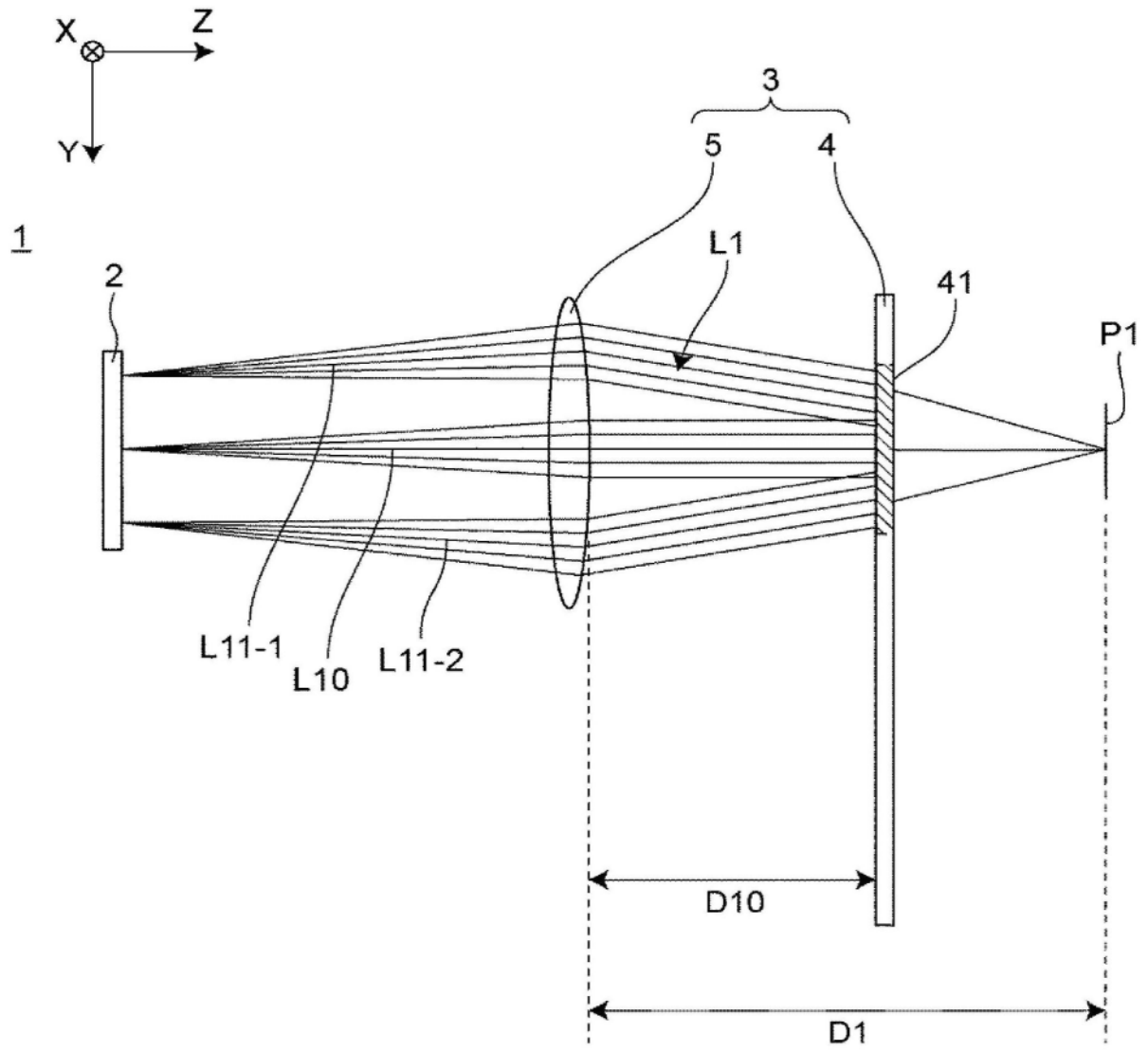


图4

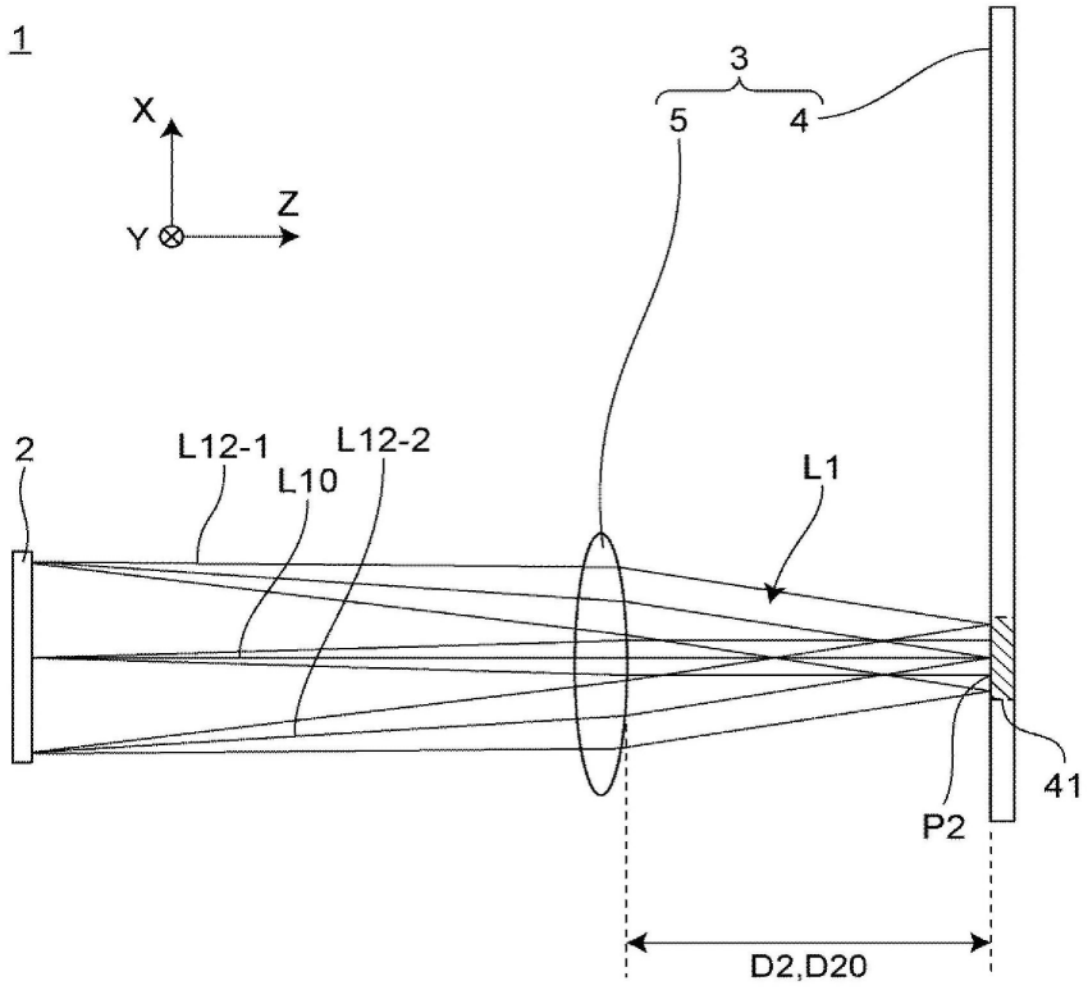


图5

1

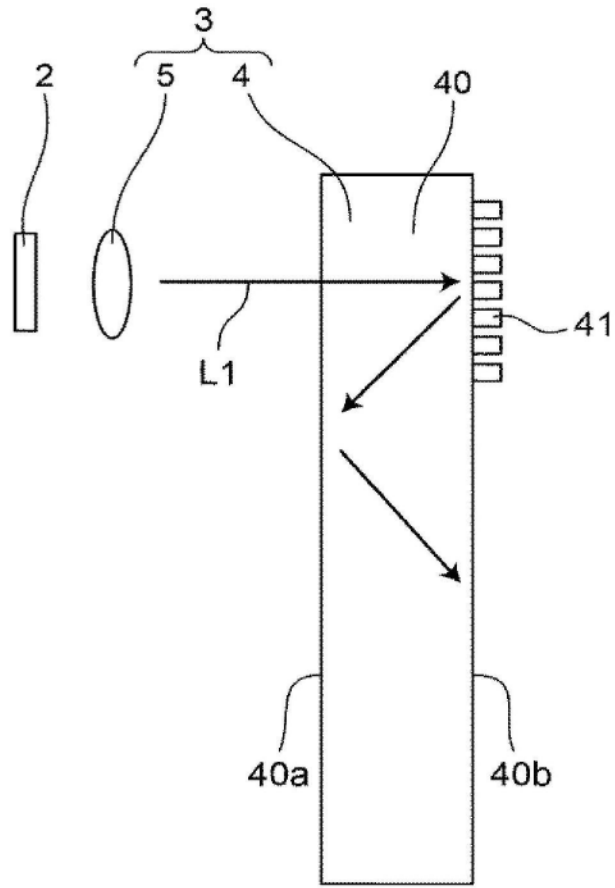


图6

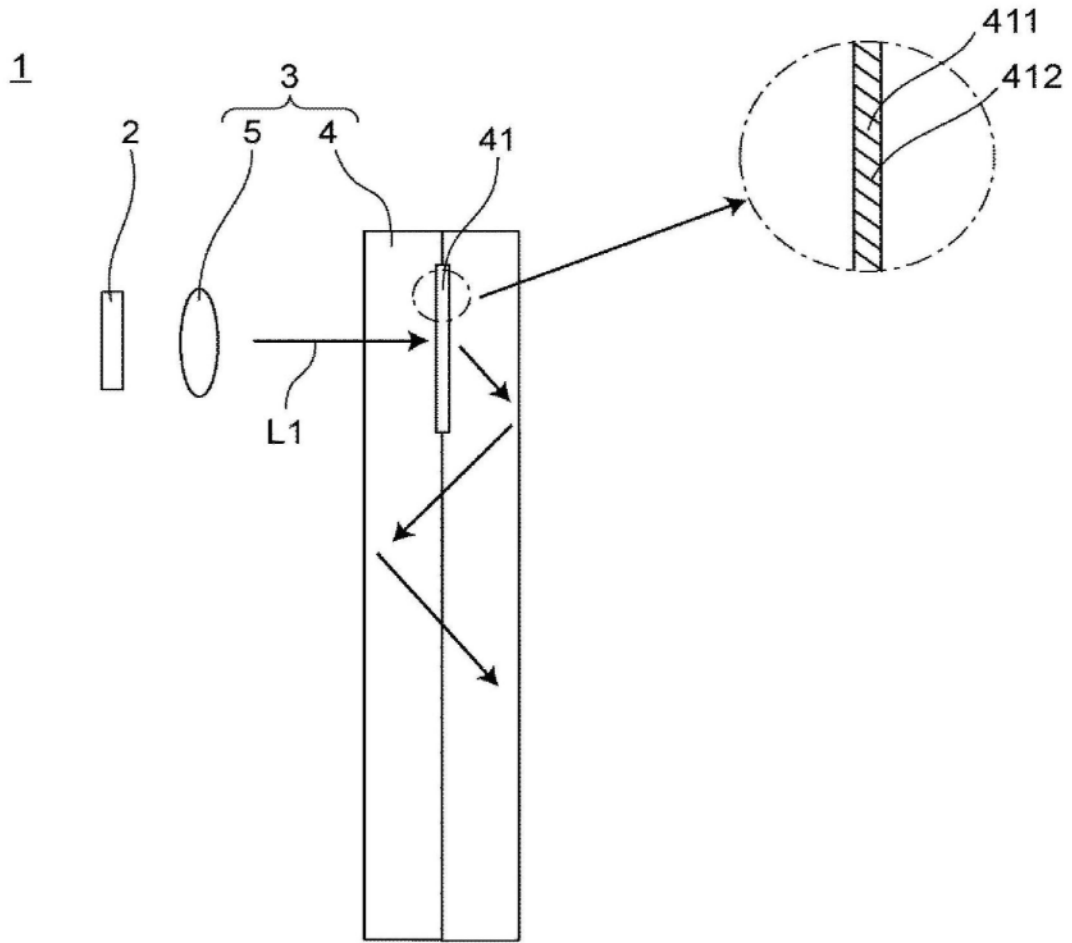


图7

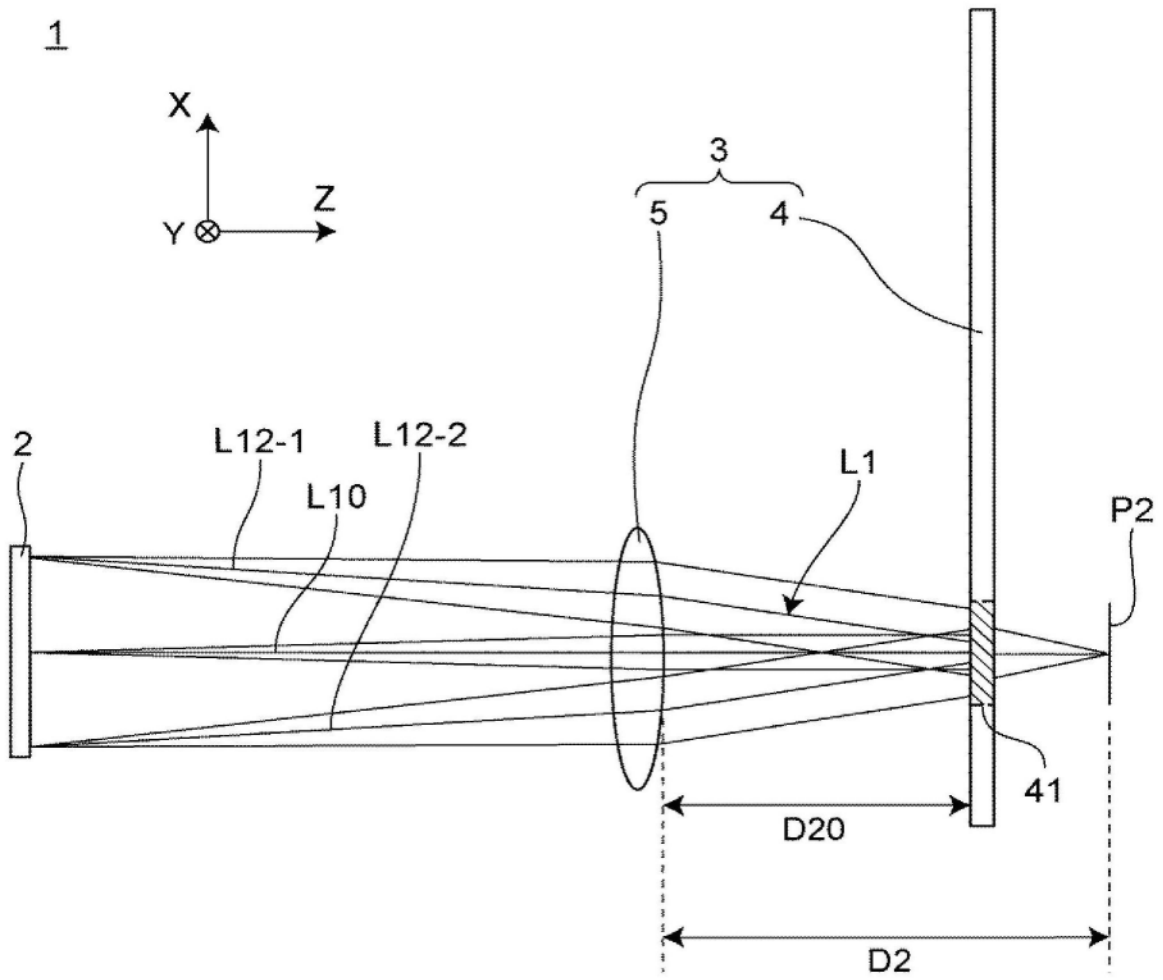


图8

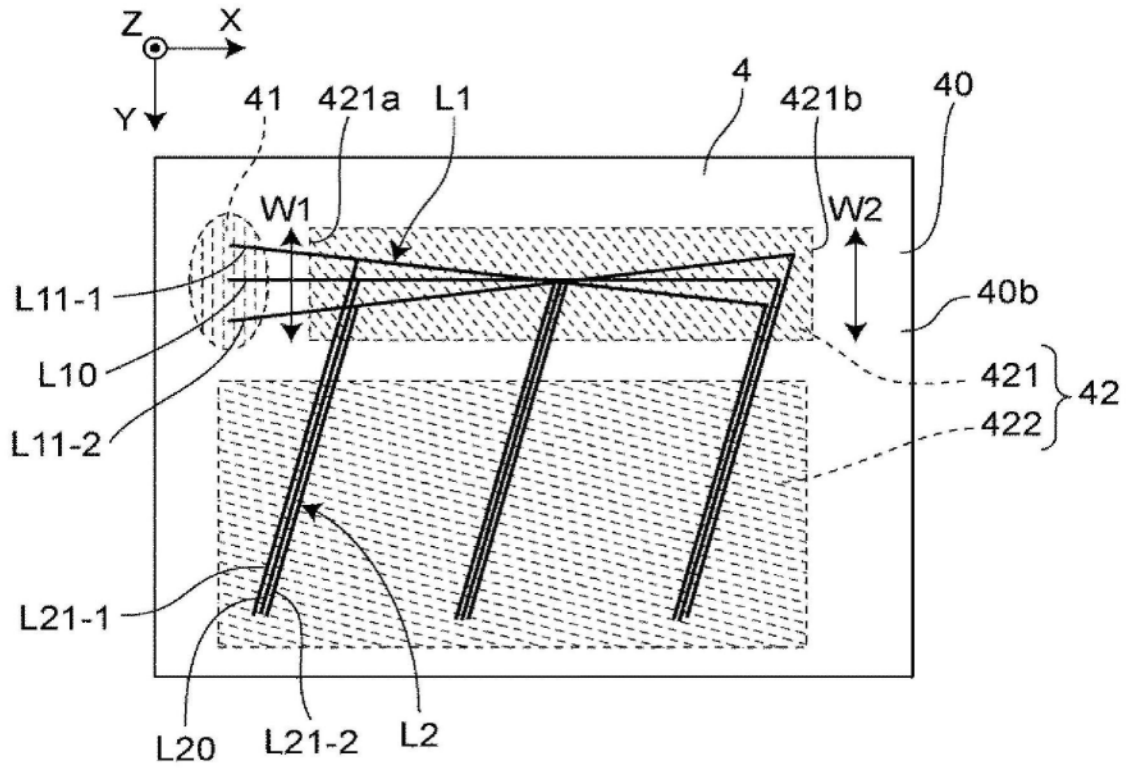


图9

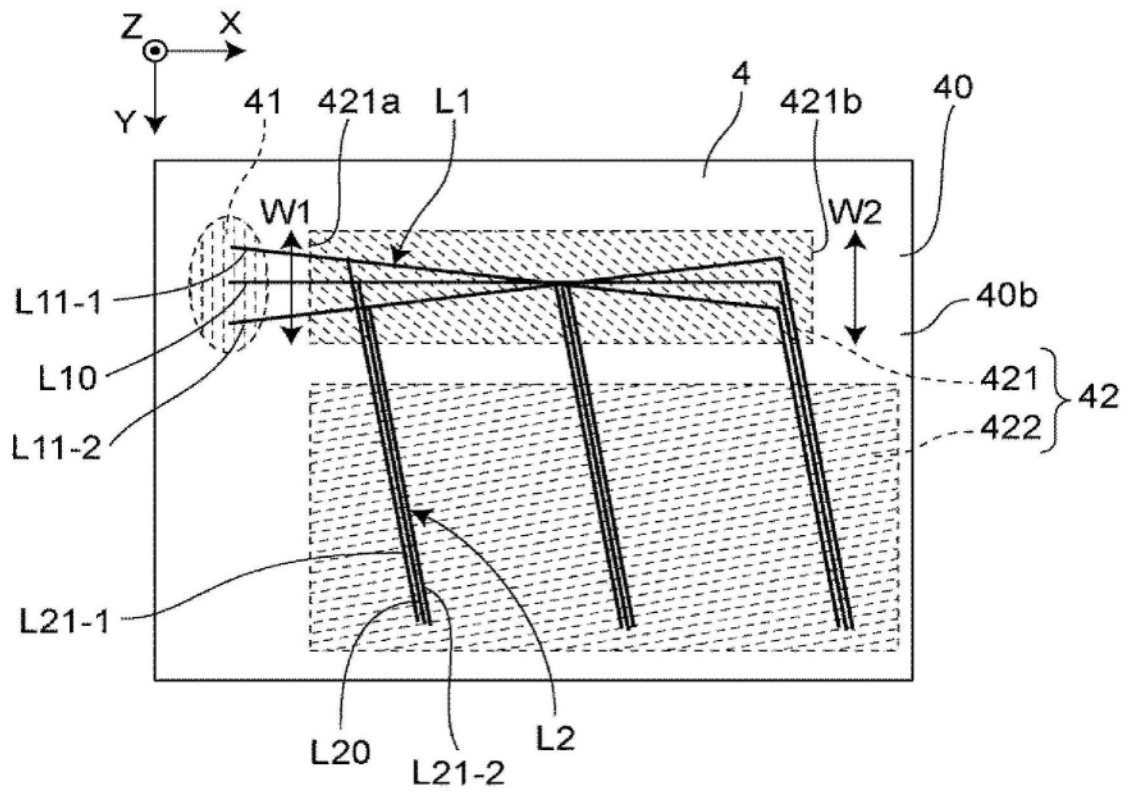


图10

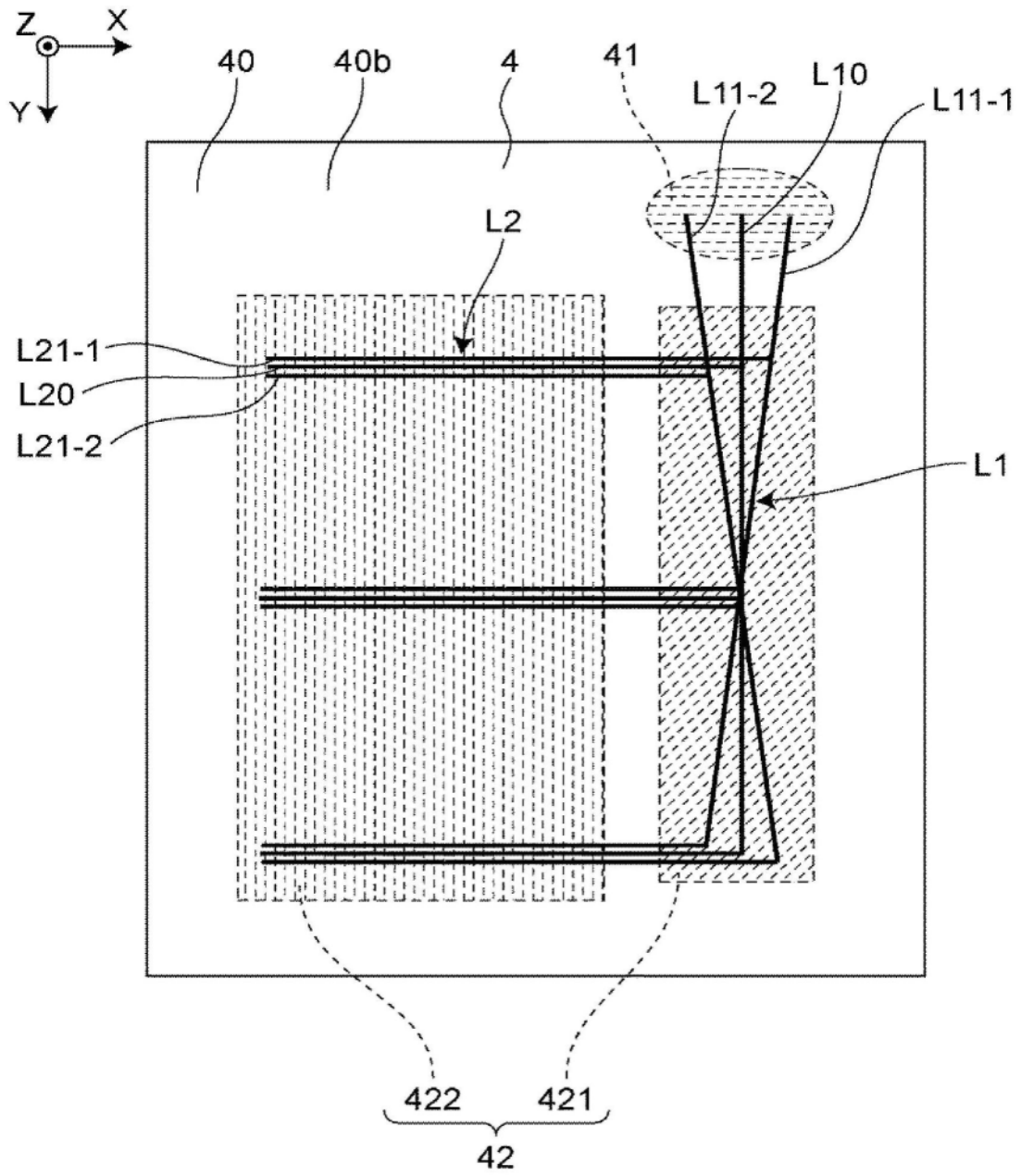


图11

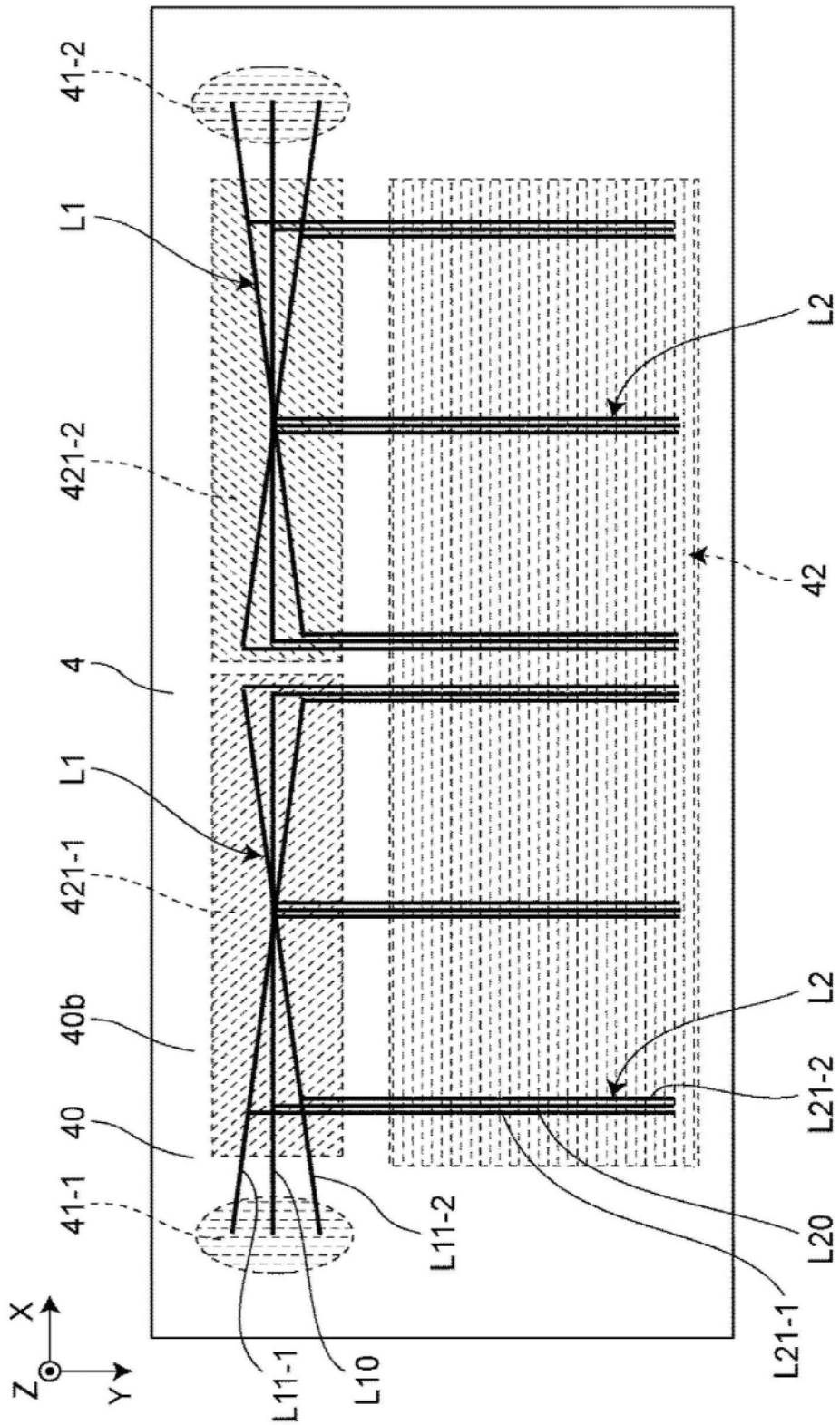


图13

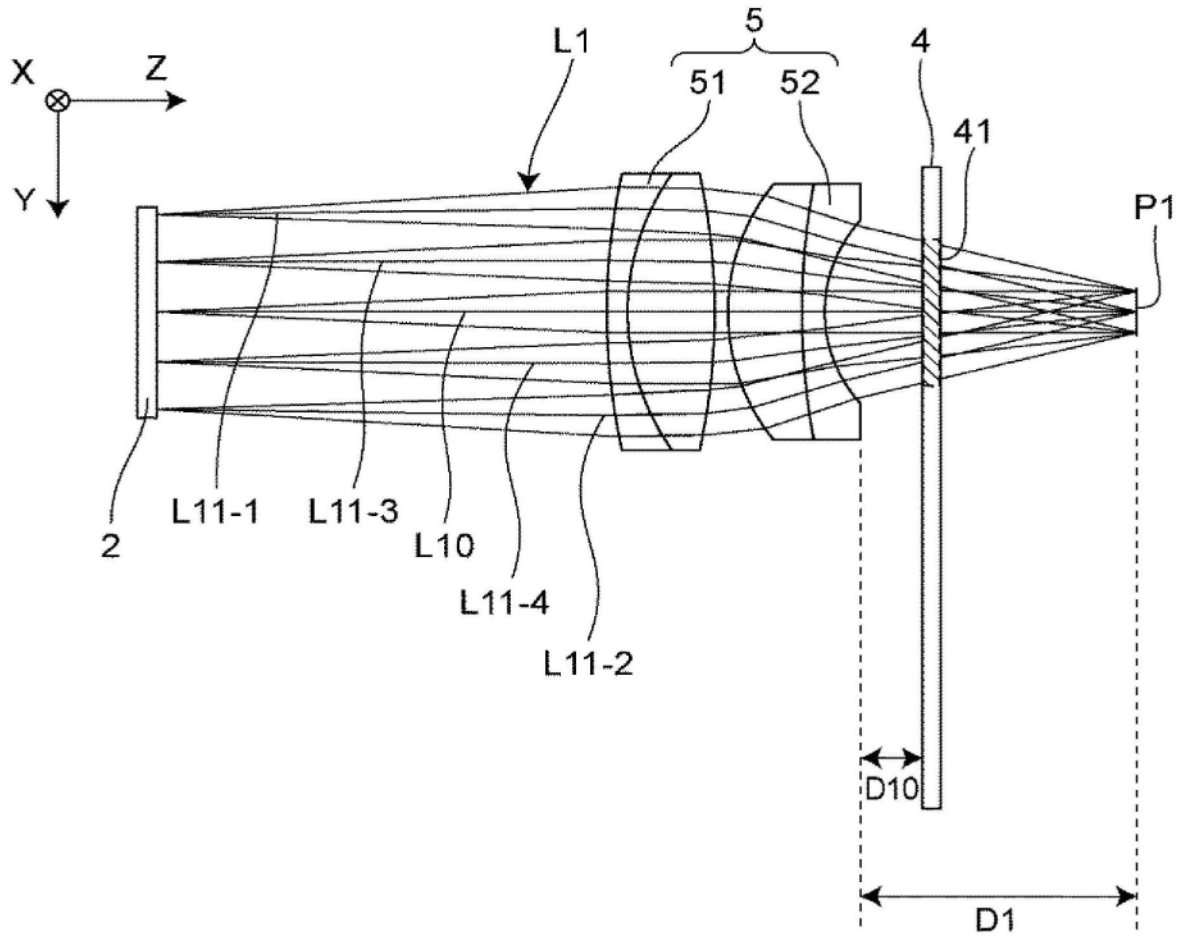


图14

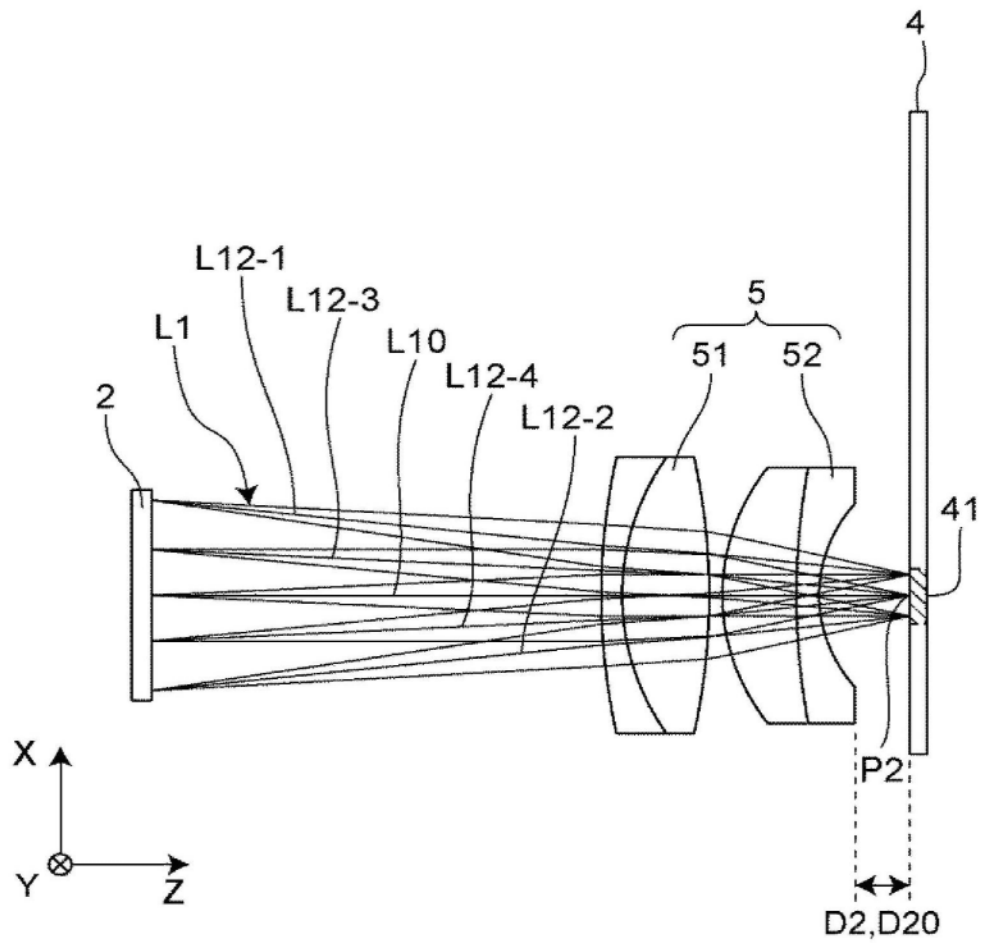


图15