



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105547338 B

(45)授权公告日 2020.03.03

(21)申请号 201510695498.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.10.23

G01D 5/30(2006.01)

G01B 11/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105547338 A

审查员 王先泉

(43)申请公布日 2016.05.04

(30)优先权数据

2014-216274 2014.10.23 JP

(73)专利权人 株式会社三丰

地址 日本神奈川县

(72)发明人 木村彰秀

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

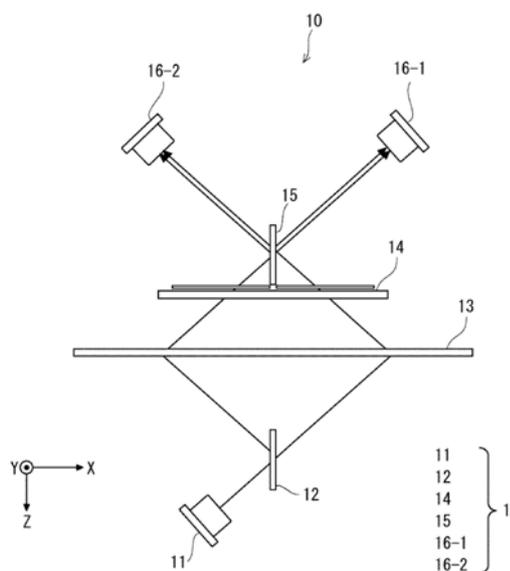
权利要求书1页 说明书10页 附图13页

(54)发明名称

光学编码器

(57)摘要

一种光学编码器(10),包括:光源(11);分割器(12),用于对来自光源(11)的光进行分割;受光单元(16);标尺(13),其配置在光路上并且沿测量方向能够移动,其中在该标尺的主面上配置光栅;以及偏移衍射光栅(14),其包括配置在从分割器(12)到受光单元(16)的光路中的多个衍射光栅,其中这多个衍射光栅使分割后的光以不同的相位发生衍射,其中,偏移衍射光栅(14)中的多个衍射光栅(13)配置在与标尺的主面平行的一面中,并且在与测量方向垂直的偏移方向上彼此偏移,以及受光单元(16)包括沿偏移方向配置的多个受光元件(16-11~16-23)。



1. 一种光学编码器,包括:

光源;

分割器,用于对来自所述光源的光进行分割;

受光单元;

标尺,其配置在光路上并且能够沿测量方向移动,其中在所述标尺的主面上配置光栅;

以及

偏移衍射光栅,其包括配置在从所述分割器到所述受光单元的光路中的多个衍射光栅区域,其中所述多个衍射光栅区域使分割后的光以不同的相位发生衍射,

其中,所述偏移衍射光栅中的所述多个衍射光栅区域配置在与所述标尺的所述主面平行的一面中,各所述衍射光栅区域具有在与所述标尺的光栅垂直的方向上所形成的多个衍射光栅图案,并且各衍射光栅区域的衍射光栅图案之间在与所述测量方向垂直的偏移方向上彼此偏移,以及

所述受光单元包括沿所述偏移方向配置的多个受光元件。

2. 根据权利要求1所述的光学编码器,其中,

所述分割器是第一非偏振分束器,以及

所述光学编码器还包括第二非偏振分束器,所述第二非偏振分束器配置在从所述标尺到所述受光单元的光路中。

3. 根据权利要求2所述的光学编码器,其中,所述偏移衍射光栅配置在从所述标尺到所述第二非偏振分束器的光路中。

4. 根据权利要求2所述的光学编码器,其中,所述偏移衍射光栅配置在从所述第一非偏振分束器到所述标尺的光路中。

5. 根据权利要求1所述的光学编码器,其中,所述分割器是折射型光栅。

6. 根据权利要求5所述的光学编码器,其中,所述偏移衍射光栅配置在从所述标尺到所述折射型光栅的向所述受光单元发出光的部位的光路中。

7. 根据权利要求5所述的光学编码器,其中,所述偏移衍射光栅配置在从所述折射型光栅的来自所述光源的光所入射的部位到所述标尺的光路中。

8. 根据权利要求5所述的光学编码器,其中,所述标尺反射光。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的光学编码器,其中,所述受光单元包括沿所述偏移方向配置多个受光元件的多个行。

光学编码器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光学编码器。

背景技术

[0002] 当前,用于测量移动量的设备其中之一是光学线性编码器。该光学线性编码器包括标尺和沿着标尺移动的检测头,并且通过读取检测头沿着标尺移动时主信号用干涉条纹的亮度的变化来测量从测量开始位置起主信号用干涉条纹的移动量。

[0003] 在该光学线性编码器中,研究了如何提高分辨率以提高测量精度。例如,考虑了可以在光学线性编码器的标尺上形成 $1\mu\text{m}$ 以下的细微间距的标尺标记作为衍射光栅来以高精度检测相对移位。将这种光学线性编码器大致分类为使用该光学线性编码器的以下四种方法。

[0004] (1) 使用偏振分束器和非偏振分束器的光学系统

[0005] 作为方法(1),公开了日本未审查专利申请公开(日本特开平)6-5326、日本未审查专利申请公开(日本特开平)6-5327和日本未审查专利申请公开(日本特开)2009-257841。参考图9来说明该方法的示例。

[0006] 在图9所示的光栅干涉型移位检测设备50中,根据偏振分束器52的偏振方向将从激光光源51发出的激光束分割成两个波。分割光束A和B入射到标尺54上的沿着测量方向形成透过型的衍射光栅53的两个不同衍射点P1和P2上。在衍射点P1和P2中分别生成分割光束A和B的一级衍射光A1和B1,并且一级衍射光A1和B1入射到非偏振分束器55上。这些一级衍射光A1和B1各自聚集到非偏振分束器55上的一个点上并且被合成,结果形成合成波MA和MB。

[0007] 利用偏振片57A对合成波MA的偏振方向进行匹配,由此使合成波MA成为干涉光。然后,在受光元件58A中将该干涉光转换成电气信号。在 $1/4$ 波片59中使合成波MB的仅一个偏振成分延迟90度之后,利用偏振片57B对合成波MB的偏振方向进行匹配,由此使合成波MB成为干涉光。并且,在受光元件58B中将该干涉光转换成电气信号。

[0008] 在方法(1)中,由于需要大量昂贵的光学组件、诸如用于对光进行分割或合成的分束器以及用于在干涉信号之间生成相位差的波片或偏振片等,因此成本增加。

[0009] (2) 使用衍射光栅的光学系统

[0010] 作为方法(2),公开了日本未审查专利申请公开(日本特开昭)60-260813、日本未审查专利申请公开(日本特开平)1-276020和日本未审查专利申请公开(日本特开)2004-69702。参考图10来说明该方法的示例。

[0011] 在图10中,从光源发出的光束在折射型光栅(index grating)61中被分割成沿直线行进的(零级衍射)光束和一级衍射光束。一级衍射光束相对于沿直线行进的光束具有相位 Ψ 。

[0012] 沿直线行进的光束经由标尺光栅62发生衍射并且成为具有相位 Ω 的光束。衍射光束经由标尺光栅62而发生衍射并且成为具有相位 $\Psi + \Omega$ 的光束。

[0013] 在折射型光栅63中,具有相位 Ω 的光束和具有相位 $\Psi + \Omega$ 的光束其中之一发生衍射并向该光束添加相位 Ψ ,另一光束沿直线行进,并且将这两个光束合成。

[0014] 因而,在方法(2)中,使用相位光栅作为折射型光栅以产生具有预定相位差的多个干涉信号。需要特殊设计该相位光栅的光栅槽深度和光栅占空比。

[0015] 因此,在方法(2)中,在细化标尺的光栅间距时,还需要细化折射型光栅的间距。然而,由于需要在同样使折射型光栅的占空比保持相对恒定的同时细化该折射型光栅,因此制造该折射型光栅很困难。

[0016] (3) 使用在测量方向上具有物理偏移的衍射光栅的光学系统

[0017] 作为方法(3),公开了日本未审查专利申请公开(日本特开平)6-201327、美国专利说明书5214280和日本未审查专利申请公开(日本特开)2004-28776。参考图11来说明该方法的示例。

[0018] 在图11中,从发光元件71发出的发散光束经由镜72发生衍射,经由透镜73成为平行光束,入射到第一衍射光栅74上,经由第一衍射光栅74发生透过衍射,并且经由标尺上的衍射光栅75发生反射衍射。由第三衍射光栅76以光路彼此叠加的方式合成后的衍射光成为干涉光束,并且该干涉光入射到受光装置77A、77B、77C和77D上。

[0019] 在该方法(3)中,使用与上述方法(2)的结构大致相同的结构作为用于对光波进行分割和合成的结构,并且使用在测量方向上存在物理偏移的衍射光栅作为用于生成具有预定相位差的多个干涉信号的结构。

[0020] 因而,在方法(3)中,不同于方法(2),没有限制光栅类型(振幅光栅/相位光栅),并且不必设计光栅参数(光栅槽深度和光栅占空比)以向干涉信号提供预定相位差。在这方面,方法(3)可以相对容易地应用于光栅干涉型编码器。

[0021] 另一方面,在方法(3)中,采用从标尺上的不同位置获得具有预定相位差的多个干涉信号各自的结构。因此,在如图12所示在标尺上的衍射光栅75上存在利用78所表示的局部缺陷的情况下,仅在受光装置77C所接收到的干涉信号中出现变化。结果,干涉信号的强度的平衡被破坏,因而位置检测精度有可能劣化。

[0022] (4) 利用受光装置阵列来检测干涉条纹的光学系统

[0023] 在方法(4)中,通过使用光学元件和标尺来生成两个光束的干涉条纹,并且利用受光装置阵列来检测干涉条纹。在日本专利申请公开(日本特表平)10-501334和日本未审查专利申请公开(日本特开)2002-350191中公开了该方法。参考图13来说明该方法的示例。

[0024] 在图13中,将利用激光二极管81和透镜82进行准直后的相干光发出。然后,将在波前校正结构83中经由光栅发生衍射的两个光束84和85入射到光栅86上。

[0025] 在这两个光束经由光栅86发生衍射之后,利用检测器87检测如此得到的干涉图案。

[0026] 由于方法(4)中的结构简单,因此不必设计光栅的参数以限制光栅的形式和获得干涉信号之间的预定相位差。此外,由于方法(4)中的受光装置的阵列结构具有使所接收到的光的强度平均化的效果,因此即使在标尺的光栅的一部分中存在缺陷,也不太可能仅在特定干涉信号中发生大的变化。

[0027] 然而,在方法(4)中,为了检测正确的信号,需要干涉条纹的间距与受光装置阵列的间距之间高度相关。由于该相关,因此在出于某些原因而导致干涉条纹受到干扰的情况

下,测量精度劣化。例如,光学元件(在图12的情况下为波前校正结构79)的形状误差和标尺上所存在的平面膨胀与干涉条纹干扰的原因相对应。

[0028] 此外,标尺间距越细微,这些容忍越严格,因而该结构很难应用于光栅干涉型光学编码器。此外,尽管需要缩短检测器87的阵列间距,但存在难以制造具有短阵列间距的检测器的问题。

发明内容

[0029] 因而,在传统的光学编码器中,存在如下问题:难以满足与部件数量、衍射光栅的制约、标尺缺陷的影响和小型化有关的所有要求。

[0030] 本发明的目的是提供一种满足与部件数量、衍射光栅的制约、标尺缺陷的影响和小型化有关的所有要求的光学编码器。

[0031] 根据本发明的第一方面的光学编码器,包括:光源;分割器,用于对来自所述光源的光进行分割;受光单元;标尺,其配置在光路上并且能够沿测量方向移动,其中在所述标尺的主面上配置光栅;以及偏移衍射光栅,其包括配置在从所述分割器到所述受光单元的光路中的多个衍射光栅,其中所述多个衍射光栅使分割后的光以不同的相位发生衍射,其中,所述偏移衍射光栅中的所述多个衍射光栅配置在与所述标尺的所述主面平行的一面中,并且在与所述测量方向垂直的偏移方向上彼此偏移,以及所述受光单元包括沿所述偏移方向配置的多个受光元件。

[0032] 根据本发明的第二方面的光学编码器的特征在于,所述分割器是第一非偏振分束器,以及所述光学编码器还包括第二非偏振分束器,所述第二非偏振分束器配置在从所述标尺到所述受光单元的光路中。

[0033] 根据本发明的第三方面的光学编码器的特征在于,所述偏移衍射光栅配置在从所述标尺到所述第二非偏振分束器的光路中。

[0034] 根据本发明的第四方面的光学编码器的特征在于,所述偏移衍射光栅配置在从所述第一非偏振分束器到所述标尺的光路中。

[0035] 根据本发明的第五方面的光学编码器的特征在于,所述分割器是折射型光栅。

[0036] 根据本发明的第六方面的光学编码器的特征在于,所述偏移衍射光栅配置在从所述标尺到所述折射型光栅的向所述受光单元发出光的部位的光路中。

[0037] 根据本发明的第七方面的光学编码器的特征在于,所述偏移衍射光栅配置在从所述折射型光栅的来自所述光源的光所入射的部位到所述标尺的光路中。

[0038] 根据本发明的第八方面的光学编码器的特征在于,所述标尺反射光。

[0039] 根据本发明的第九方面的光学编码器的特征在于,所述受光单元包括沿所述偏移方向配置多个受光元件的多个行。

[0040] 根据本发明,可以提供能够满足与部件数量、衍射光栅的制约、标尺缺陷的影响和小型化有关的所有要求的光学编码器。

[0041] 通过本文以下给出的详细说明和附图,将更加充分地理解本发明的上述和其它目的、特征和优点,其中,这些附图仅是通过例示方式给出的,因而不应被视为限制本发明。

附图说明

- [0042] 图1是示出根据第一实施例的光学编码器的光学部分的概述的顶视图；
- [0043] 图2是示出根据第一实施例的偏移衍射光栅的结构图；
- [0044] 图3是示出根据第一实施例的光学编码器的一部分的概述的立体图；
- [0045] 图4是示意性示出根据第一实施例的光学编码器的光学部分的顶视图；
- [0046] 图5是示意性示出根据第二实施例的光学编码器的光学部分的顶视图；
- [0047] 图6是示出根据第二实施例的光学编码器的一部分的概述的立体图；
- [0048] 图7是示出根据第二实施例的光学编码器的光学部分的概述的顶视图；
- [0049] 图8是示出根据第三实施例的光学编码器的光学部分的概述的立体图；
- [0050] 图9是示出传统的光学编码器的结构的图；
- [0051] 图10是示出传统的光学编码器的结构的图；
- [0052] 图11是示出传统的光学编码器的结构的图；
- [0053] 图12是示出传统的光学编码器的结构的图；以及
- [0054] 图13是示出传统的光学编码器的结构的图。

具体实施方式

[0055] 第一实施例

[0056] 以下参考附图来说明根据本发明的第一实施例的光学编码器。图1是根据第一实施例的光学编码器的光学部分的概述的顶视图。

[0057] 在图1中，光学编码器10包括光源11、非偏振分束器12(还被称为分割器12)、标尺13、偏移衍射光栅14、非偏振分束器15以及受光单元16-1和16-2。在光学编码器10中，检测头17包括光源11、非偏振分束器12、偏移衍射光栅14、非偏振分束器15以及受光单元16-1和16-2，并且测量检测头17沿着标尺13在X轴方向上相对移动的移位置。

[0058] 光源11被配置为在非偏振分束器12的方向上发出光。具体地，作为被配置为发出光束的光源11，例如可以使用LED(发光二极管)、半导体激光器、SLED(自扫描发光装置)或OLED(有机发光二极管)。

[0059] 非偏振分束器12是用于将从光源11发出的光束分割成两个光束的分割部件(分割器)。通常，非偏振分束器12使两个光束以同相方式到达标尺13。例如，非偏振分束器12配置在与标尺13垂直的面中，并且光源11被配置成使来自光源11的光束从倾斜方向入射到非偏振分束器12的主面上，由此两个光束以等距离到达标尺13。

[0060] 一个或多个衍射光栅并列配置在标尺13的主面上。标尺13可以相对于测量方向平行移动。优选标尺13的衍射光栅的图案是被配置成以微米大小的间距并排平行的线状凹凸。此外，能够形成光透过的光栅状透光部分和光没有透过的光栅状不透光部分的任何材料均可应用于标尺13。

[0061] 将多个衍射光栅图案平行地配置在标尺13的主面的一侧上的偏移衍射光栅14经由这多个衍射光栅图案使分割后的各个光发生衍射。在偏移衍射光栅14中，由于多个衍射光栅图案配置在同一平面上并且在这些衍射光栅图案之间在与测量方向垂直的方向上存在偏移，因此各个衍射光栅图案中衍射的光束具有彼此不同的相位。

[0062] 非偏振分束器15将在偏移衍射光栅14中发生衍射的光合成并且使合成后的光发

出至受光单元16-1和16-2。例如,非偏振分束器15配置在如图2所示的对称面上,其中经由光栅区域14-1发生衍射的衍射光和经由光栅区域14-2发生衍射的衍射光相对于该对称面成面对称。

[0063] 如图3所示,受光单元16-1具有在偏移方向上配置多个受光元件16-11、16-12和16-13的结构。此外,与受光单元16-1相同,受光单元16-2具有在偏移方向上配置多个受光元件16-21、16-22和16-23的结构。

[0064] 也就是说,受光单元16-1和16-2可以通过将如下的光的强度转换成电气信号来获得具有相位差的多个干涉信号作为电气信号,其中该光是通过将经由偏移衍射光栅14的各个衍射光栅发生了衍射并且具有不同的相位的光束合成所获得的。

[0065] 受光单元16-1和16-2优选包括光电二极管阵列。此外,可以应用光电晶体管和光敏电阻器等中的任意元件作为受光单元,只要该单元可以接收光并将该光转换成电气信号即可。

[0066] 现在,将说明作为本实施例的特征的偏移衍射光栅。图2是示出根据第一实施例的偏移衍射光栅的结构图。在图2中,偏移衍射光栅14具有光栅区域14-1和光栅区域14-2。

[0067] 光栅区域14-1和光栅区域14-2具有在与标尺13的衍射光栅垂直的方向上所形成的衍射光栅。在光栅区域14-1的光栅图案和光栅区域14-2的光栅图案之间在与测量方向垂直的方向上、即在Y轴方向上存在偏移。该偏移量可以是使得在各光栅区域中发生衍射的光束之间产生相位差的任何量。

[0068] 例如,在光栅间距为 p 并且偏移量 Δy 为 $p/4$ 的情况下,光束之间的相位差为 90° 。由于光束之间的相位差可以不为 0° ,因此在偏移量不等于光栅间距的整数倍的情况下在光束之间发生相位差。

[0069] 本实施例的特征在于:利用偏移衍射光栅在光束之间产生相位差,此外通过使用三维光路生成多个干涉信号。接着,将说明干涉信号的生成。

[0070] 图3是示出根据第一实施例的光学编码器的一部分的概述的立体图。将利用相同的附图标记来表示与图1的结构相同的结构,并且将省略针对这些结构的说明。

[0071] 图3示出图1的光学编码器10中的偏移衍射光栅14的后级的部分。在非偏振分束器12中将光源11的光束分割成两个光束。

[0072] 然后,这两个光束在标尺13中分别发生+1级衍射或-1级衍射,并且入射到偏移衍射光栅14上。具体地,+1级衍射光入射到偏移衍射光栅14的光栅区域14-1上,并且-1级衍射光入射到偏移衍射光栅14的光栅区域14-2上。

[0073] 这里,通过以下的等式(1)来表示在标尺13处发生衍射之后的+1级衍射光,并且通过以下的等式(2)来表示在标尺13处发生衍射之后的-1级衍射光。

$$[0074] \quad U_{x+1} = \exp\left(i \cdot 2\pi \frac{x}{g}\right) \quad \dots (1)$$

$$[0075] \quad U_{x-1} = \exp\left(-i \cdot 2\pi \frac{x}{g}\right) \quad \dots (2)$$

[0076] g 表示标尺13的光栅间距,并且 x 表示标尺的位置。另外, U 的下标表示衍射。例如, U_{x+1} 表示图1~3中的X轴(测量)方向上的+1级衍射光,并且 U_{x-1} 表示图1~3中的X轴(测量)方

向上的-1级衍射光。

[0077] +1级衍射光经由光栅区域14-1的光栅图案变为零级、+1级和-1级衍射光。同样,-1级衍射光经由光栅区域14-2的光栅图案变为零级、+1级和-1级衍射光。

[0078] 通过等式(3)~(8)来表示由此得到的衍射光。

$$[0079] \quad U_{x+1,y+1} = \exp\left(i \cdot 2\pi \frac{x}{g} + i \cdot 2\pi \frac{y+\Delta y}{p}\right) \quad \dots (3)$$

$$[0080] \quad U_{x-1,y+1} = \exp\left(-i \cdot 2\pi \frac{x}{g} + i \cdot 2\pi \frac{y}{p}\right) \quad \dots (4)$$

$$[0081] \quad U_{x+1,y0} = \exp\left(i \cdot 2\pi \frac{x}{g}\right) \quad \dots (5)$$

$$[0082] \quad U_{x-1,y0} = \exp\left(-i \cdot 2\pi \frac{x}{g}\right) \quad \dots (6)$$

$$[0083] \quad U_{x+1,y-1} = \exp\left(i \cdot 2\pi \frac{x}{g} - i \cdot 2\pi \frac{y+\Delta y}{p}\right) \quad \dots (7)$$

$$[0084] \quad U_{x-1,y-1} = \exp\left(-i \cdot 2\pi \frac{x}{g} - i \cdot 2\pi \frac{y}{p}\right) \quad \dots (8)$$

[0085] g 表示标尺的光栅间距, p 表示偏移衍射光栅的光栅间距,并且 y 表示偏移衍射光栅的位置。另外, U 的下标表示衍射。例如, U_{y+1} 表示图1~3中的Y轴方向上的+1级衍射光,并且 U_{y-1} 表示图1~3中的Y轴方向上的-1级衍射光。

[0086] 例如, $U_{x+1,y+1}$ 表示在标尺13处发生+1级衍射并且在偏移衍射光栅14处发生+1级衍射所得到的光。

[0087] 此外, Δy 表示如上所述偏移衍射光栅14中的光栅区域之间在Y轴方向上的偏移量。也就是说,在以光栅区域14-2为基准、光栅区域14-1在Y轴方向上具有 Δy 的偏移的情况下,如等式(3)、(7)所示,在光栅区域14-1中,在+1级衍射光和-1级衍射光中产生了偏移量 Δy 所引起的相位偏移。注意,光栅区域14-1的零级衍射光不是衍射光而是直线光,并且如等式(5)所述,没有产生偏移量 Δy 所引起的相位偏移。

[0088] 然后,如等式(4)、(6)、(8)所示,在光栅区域14-2中,在-1级衍射光、零级衍射光和+1级衍射光中没有产生偏移量 Δy 所引起的相位偏移。

[0089] 因而,在本实施例的编码器中,由于在与测量方向垂直的方向上具有偏移的光栅区域之间在衍射光中产生偏移量 Δy 所引起的相位偏移,因此无需使用波片或偏振片。

[0090] 此外,原理上仅偏移量 Δy 对于偏移衍射光栅而言是重要的,并且无需设计用于在干涉信号中提供预定相位差的光栅参数。

[0091] 此外,在该结构中,具有相位差的多个干涉信号是在偏移衍射光栅14中从作为 U_{x+1} 和 U_{x-1} 的合成波的干涉波中获得的。因此,由于在所有的信号中同样地产生标尺缺陷的影响,因此从未发生特定干涉信号的变化。

[0092] 接着,将说明在经由偏移衍射光栅发生衍射之后由非偏振分束器进行合成后的干涉光。

[0093] 在非偏振分束器15中将经由光栅区域14-1发生衍射的各个衍射光和经由光栅区域14-2发生衍射的各个衍射光合成为干涉光。具体地,将经由光栅区域14-1发生+1级衍射的光和经由光栅区域14-2发生+1级衍射的光合成。然后,将经由光栅区域14-1发生零级衍射的光和经由光栅区域14-2发生零级衍射的光合成。此外,将经由光栅区域14-1发生-1级衍射的光和经由光栅区域14-2发生-1级衍射的光合成。

[0094] 在受光单元16-1和16-2的受光元件中分别将合成后的光的强度转换成电气信号。具体地,在图3中,受光元件16-11和16-21接收通过将在光栅区域14-1和光栅区域14-2中发生+1级衍射的光合成所生成的干涉光。然后,受光元件16-12和16-22接收通过将在光栅区域14-1和光栅区域14-2中发生零级衍射的光合成所生成的干涉光。另外,受光元件16-13和16-23接收通过将在光栅区域14-1和光栅区域14-2中发生-1级衍射的光合成所生成的干涉光。

[0095] 这里,将在受光元件16-11中所接收到的干涉光的强度定义为 I_{A1} ,将在受光元件16-12中所接收到的干涉光的强度定义为 I_{A2} ,将在受光元件16-13中所接收到的干涉光的强度定义为 I_{A3} ,同样将在受光元件16-21中所接收到的干涉光的强度定义为 I_{B1} ,将在受光元件16-22中所接收到的干涉光的强度定义为 I_{B2} ,并且将在受光元件16-23中所接收到的干涉光的强度定义为 I_{B3} 。通过以下的等式(9)、(10)和(11)来分别表示这些干涉光的强度。

$$[0096] \quad I_{A1} = I_{B1} = |U_{X+1,Y+1} + U_{X-1,Y+1}| = 2 \left[1 + \cos \left\{ 2\pi \left(\frac{2x}{g} + \frac{\Delta y}{p} \right) \right\} \right] \quad \dots (9)$$

$$[0097] \quad I_{A2} = I_{B2} = |U_{X+1,Y0} + U_{X-1,Y0}| = 2 \left[1 + \cos \left(2\pi \cdot \frac{2x}{g} \right) \right] \quad \dots (10)$$

$$[0098] \quad I_{A3} = I_{B3} = |U_{X+1,Y+1} + U_{X-1,Y+1}| = 2 \left[1 + \cos \left\{ 2\pi \left(\frac{2x}{g} - \frac{\Delta y}{p} \right) \right\} \right] \quad \dots (11)$$

[0099] 如等式(10)所示,零级衍射光的干涉光不存在由于偏移衍射光栅的偏移量 Δy 所引起的相位偏移。另一方面,如等式(9)和(11)所示,一级衍射光的干涉光存在由于偏移衍射光栅的偏移量 Δy 所引起的相位偏移。

[0100] 因而,本实施例的光学编码器可以获得不存在相位偏移的干涉光和存在相位偏移的干涉光。

[0101] 相位偏移量可以由偏移衍射光栅中的衍射光栅之间的偏移量 Δy 来确定。

[0102] 例如,在 $\Delta y = p/8$ 的情况下,由于在 I_{A1} 和 I_{A3} 之间产生 90° 的差,因此可以输出与现有技术相同的相位A和相位B。在这种情况下,不需要 I_{A2} 。此外,在 $\Delta y = p/4$ 的情况下,由于在 I_{A1} 和 I_{A2} 之间产生 90° 的差,因此可以输出与现有技术相同的相位A和相位B。在这种情况下,不需要 I_{A3} 。

[0103] 此外,适当的信号处理方法还可以通过建立 $\Delta y = p/3$ 来在干涉信号 I_{A1} 、 I_{A2} 和 I_{A3} 之间引起 120° 的相位差,并且可以利用已知方法转换成具有 90° 的相位差的差分信号。

[0104] 然后,根据这些干涉信号获得与标尺13的移动相关联的移位 x 的变化量。可以通过模拟或数字电气信号的计算处理来实现这些干涉信号的处理。

[0105] 可以通过在编码器的内部或外部设置CPU(中央处理单元)或ASIC(专用集成电路)

并且执行预定运算处理来实现将干涉信号转换成电气信号之后的运算处理。此外,可以通过连接至外部计算机并且将该运算处理作为软件进行处理来实现该运算处理。

[0106] 因而,第一实施例的光学编码器可以通过使多个衍射光栅在与测量方向垂直的方向上彼此偏移、并且通过在无需使用波片和偏振片的情况下在偏移方向上单独测量衍射光,来获得具有相位差的多个干涉信号。

[0107] 此外,由于衍射光栅不存在除在与测量方向垂直的方向上设置偏移以外的限制,因此可以容易地使第一实施例的光学编码器小型化。此外,由于标尺的缺陷影响所有的多个干涉信号,因此第一实施例的光学编码器并未因标尺缺陷的影响而在干涉信号之间产生变化。

[0108] 偏移衍射光栅所配置的位置可以是分割后的各光束的光路上的任何位置。在本实施例中,将偏移衍射光栅配置在非偏振分束器12与非偏振分束器15之间的光路中。

[0109] 尽管在图1的光学编码器中将偏移衍射光栅14配置在标尺13与非偏振分束器15之间的光路中,但如图4所示,也可以将偏移衍射光栅14配置在非偏振分束器12与标尺13之间的光路中。

[0110] 第二实施例

[0111] 在第二实施例中,说明使用折射型光栅来对光进行分割的示例。图5是示意性示出根据第二实施例的光学编码器的光学部分的顶视图。在图5中,利用相同的附图标记来表示与图1的结构相同的结构,并且将省略针对该结构的说明。

[0112] 在图5中,光学编码器20包括光源11、折射型光栅21(还称为分割器)、标尺13、偏移衍射光栅14、折射型光栅22以及受光单元16-1和16-2。

[0113] 折射型光栅21将从光源11发出的光束分割成两个光束。通常,折射型光栅21使分割后的两个光束以同相的方式到达标尺13。例如,折射型光栅21的主面相对于标尺13的主面平行配置,并且光源11被配置成使来自光源11的光束从倾斜方向入射到折射型光栅21的主面上,由此分割后的两个光束以等距离到达标尺13。

[0114] 折射型光栅22将在偏移衍射光栅14中发生了衍射的光合成,并且使合成后的光发出至受光单元16-1和16-2。例如,折射型光栅22的主面相对于标尺13的主面平行配置。

[0115] 除利用折射型光栅21替换第一实施例的非偏振分束器12并且利用折射型光栅22替换第一实施例的非偏振分束器15以外,光学信号和电气信号的处理是与第一实施例的处理相同的处理。

[0116] 在图5所述的光学编码器20中,与第一实施例的光学编码器相同,受光单元16-1和16-2包括多个受光元件。图6是示出根据第二实施例的光学编码器的一部分的概述的立体图。

[0117] 受光单元16-1具有在偏移方向上配置多个受光元件16-11、16-12和16-13的结构。此外,与受光单元16-1相同,受光单元16-2具有在偏移方向上配置多个受光元件16-21、16-22和16-23的结构。

[0118] 如图6所示,受光元件16-11和16-12接收在折射型光栅22中对+1级衍射光进行合成后的干涉光。同样,受光元件16-12和16-22接收在折射型光栅22中对零级衍射光进行合成后的干涉光。受光元件16-13和16-23接收在折射型光栅22中对-1级衍射光进行合成后的干涉光。

[0119] 然后,受光元件16-11~16-23将各光的强度转换成电气信号。与第一实施例相同,零级衍射光的干涉光不存在由于偏移衍射光栅的偏移量 Δy 所引起的相位偏移。另一方面,一级衍射光的干涉光存在由于偏移衍射光栅的偏移量 Δy 所引起的相位偏移。

[0120] 因而,根据第二实施例的光学编码器,由于在与测量方向垂直的方向上具有偏移的光栅区域之间在衍射光中产生偏移量 Δy 所引起的相位偏移,因此不必将折射型光栅限制于相位光栅,并且不必设计用于提供预定相位差的光栅参数,因此不存在与设计衍射光栅有关的制约。

[0121] 此外,在能够对光进行分割的结构的情况下,折射型光栅21和22是可适用的,并且诸如形成狭缝的光栅等的振幅光栅也是可适用的。

[0122] 偏移衍射光栅要配置的位置可以是分割后的光束的光路上的任何位置。在本实施例中,折射型光栅21与折射型光栅22之间的光路与配置偏移衍射光栅的位置相对应。在图5的光学编码器中,尽管将偏移衍射光栅14配置在标尺13与折射型光栅22之间的光路中,但如图7所示,还可以将偏移衍射光栅14配置在折射型光栅21与标尺13之间的光路中。

[0123] 第三实施例

[0124] 此外,在第二实施例的光学编码器20中,折射型光栅21和折射型光栅22可以具有共通的结构。图8是示出根据第三实施例的反射型光学编码器的光学部分的概述的立体图。在图8中,光学编码器30包括光源11、玻璃基板31、折射型光栅32、标尺33、偏移衍射光栅14-1和14-2、以及受光单元16-11~16-23。

[0125] 玻璃基板31是具有两个平行表面的玻璃基板,在一面上形成折射型光栅32,并且在另一面上形成偏移衍射光栅14-1和14-2。此外,玻璃基板31由用于透过从光源11入射的光的材料而制成。

[0126] 折射型光栅32具有与图5中的折射型光栅21和折射型光栅22相对应的结构,将从光源11发出的光束分割成两个光束,将在包括光栅区域14-1和14-2的偏移衍射光栅中发生衍射的衍射光合成,并且将合成后的光发出至受光单元16-1和16-2。

[0127] 标尺33是反射型的标尺,并且标尺33是通过在诸如钢等的使光反射的材料的表面上形成光栅图案所获得的。标尺33在X轴方向上发生移位,并且光学编码器30测量X轴方向上的移位量。

[0128] 偏移衍射光栅14-1和14-2具有与图1或图5的偏移衍射光栅14相对应的结构。

[0129] 在光学编码器30中,从光源11入射的光在折射型光栅32中分割成两个光束,该光透过玻璃基板31,并且该光被标尺33反射。然后,所反射的光在偏移衍射光栅14-1和14-2中发生衍射,所反射的光透过玻璃基板31,并且所反射的光再次到达折射型光栅32。并且,在折射型光栅32中,将发生衍射的光相互合成,并且在受光单元16-11~16-23中,测量干涉光。

[0130] 因而,根据第三实施例的光学编码器,通过在玻璃基板的一个表面上形成折射型光栅、并且在玻璃基板的背面上形成在与测量方向垂直的方向上具有偏移的衍射光栅,可以利用更少数量的部件来实现简单的检测部位。

[0131] 在上述实施例中,将偏移衍射光栅描述为在两个光栅之间存在偏移的结构,但还可以为在三个以上的光栅之间存在偏移的结构。在这种情况下,光栅可以位于偏移衍射光栅的主面上、并且具有在与测量方向垂直的方向上偏移的结构。例如,还可以形成在三个光

栅之间使各相位偏移 $2\pi/3$ 的三相式光学系统。换句话说,在光栅之间使相位在与测量方向垂直的方向上仅偏移光栅宽度的 $1/3$ 。在光栅之间使相位在与定位方向垂直的方向上偏移光栅宽度的 $1/3$ 。

[0132] 此外,只要各光栅和标尺包括不透明部和透光部的材料的组合,则各光栅和标尺均适用。换句话说,可以形成光栅状的不透明玻璃孔来作为透光部,并且可以形成遮蔽透明玻璃的一部分的不透明部。此外,这同样适用于除玻璃以外的材料。

[0133] 本发明并不意图局限于上述实施例,并且可以在没有背离范围的情况下适当地进行改变。例如,本发明的光学编码器不限于线性编码器,并且可以应用于旋转编码器。

[0134] 根据如此描述的本发明,显而易见,可以以多种方式来改变本发明的实施例是明显的。这些变形例不应被视为背离本发明的精神和范围,并且对于本领域技术人员而言显而易见的,所有这些变形例意图包括在所附权利要求书的范围内。

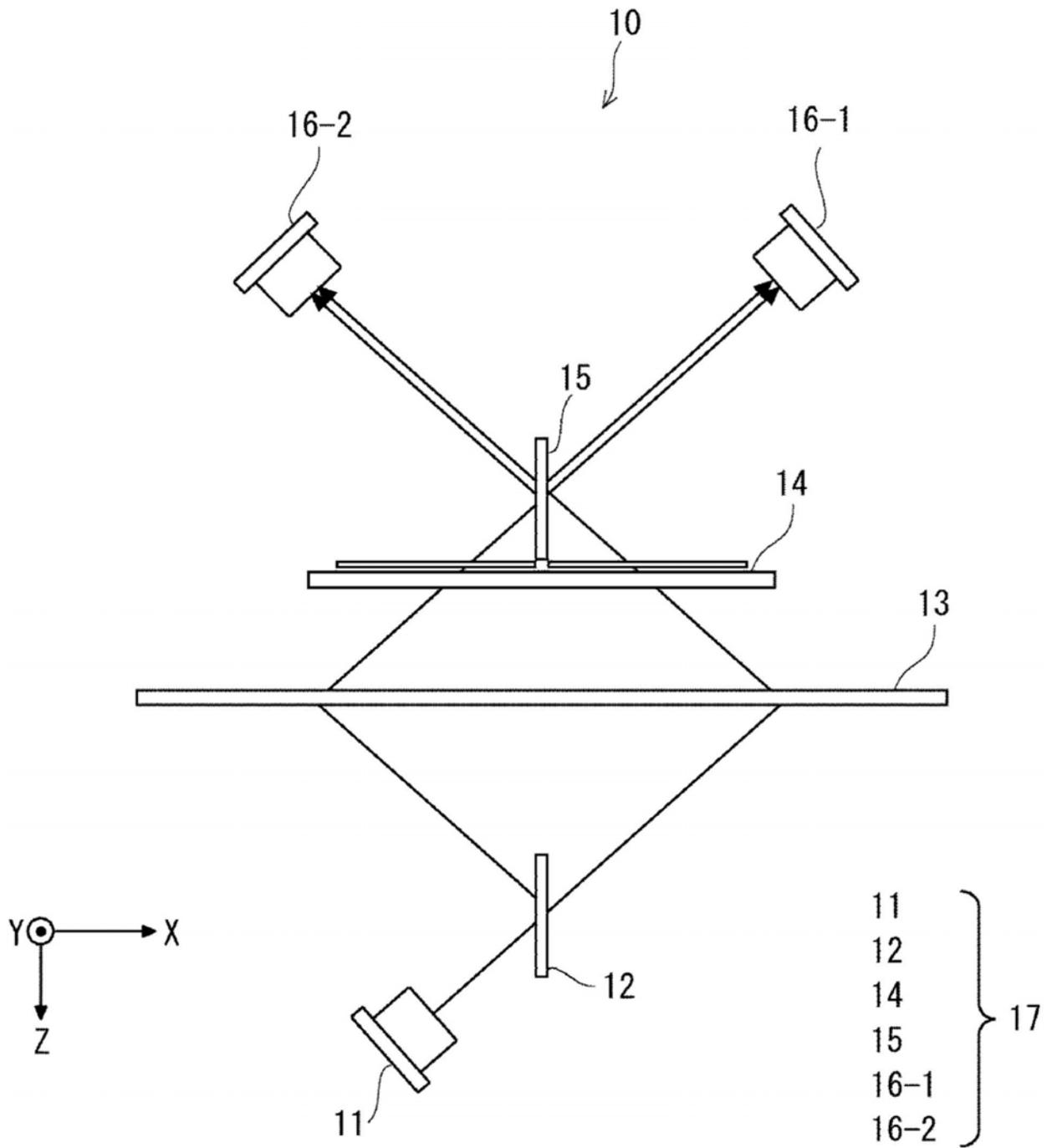


图1

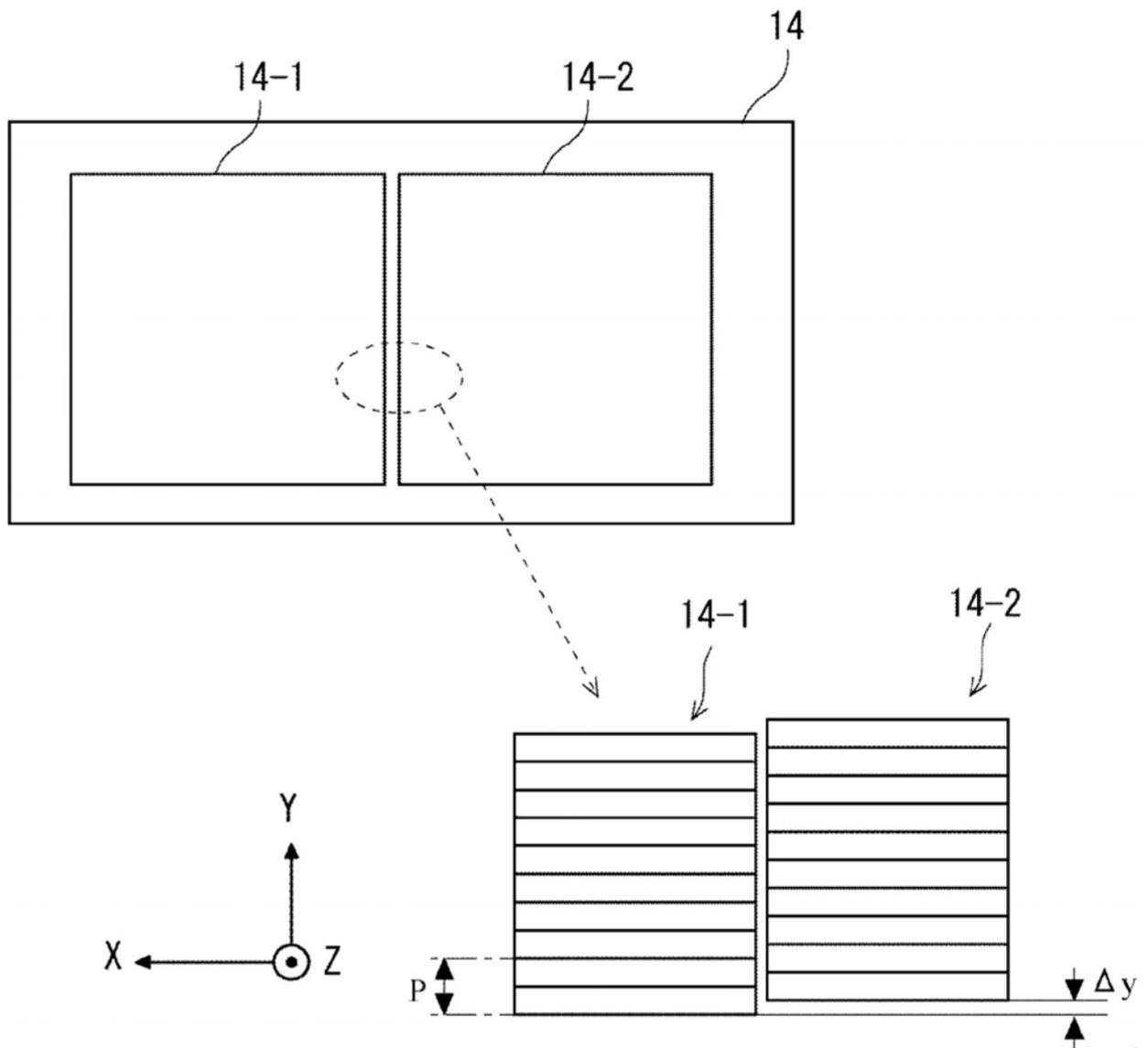


图2

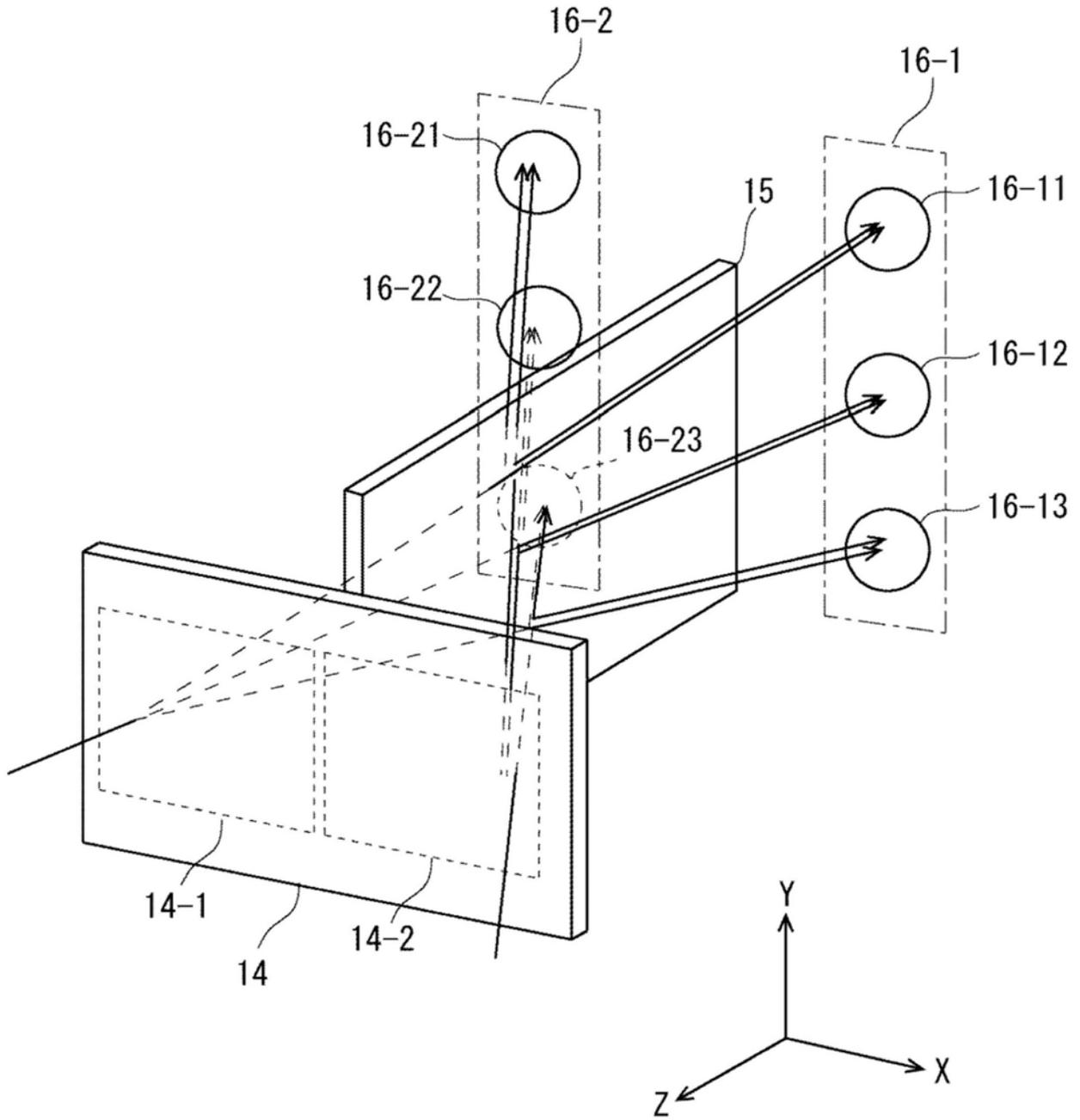


图3

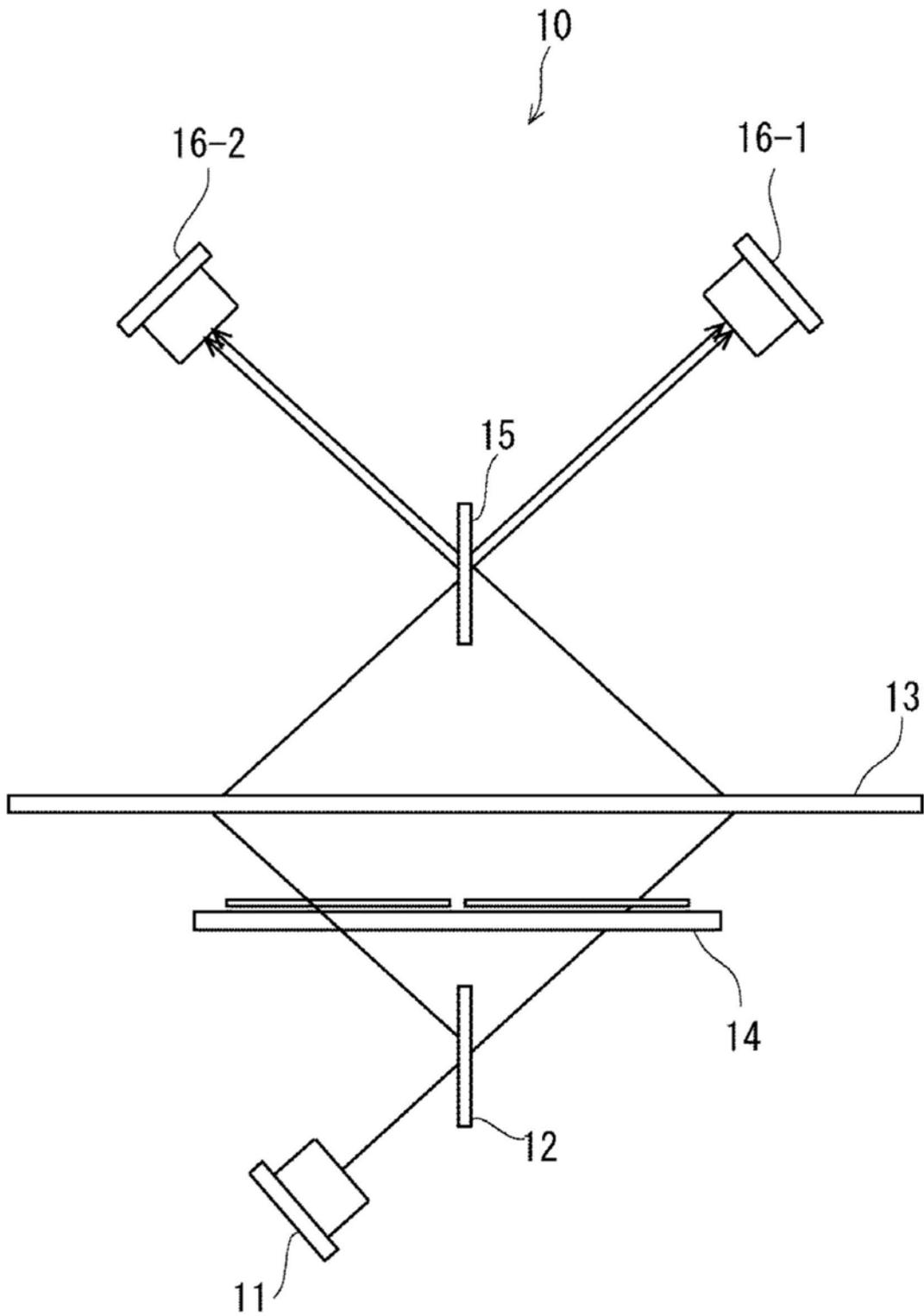


图4

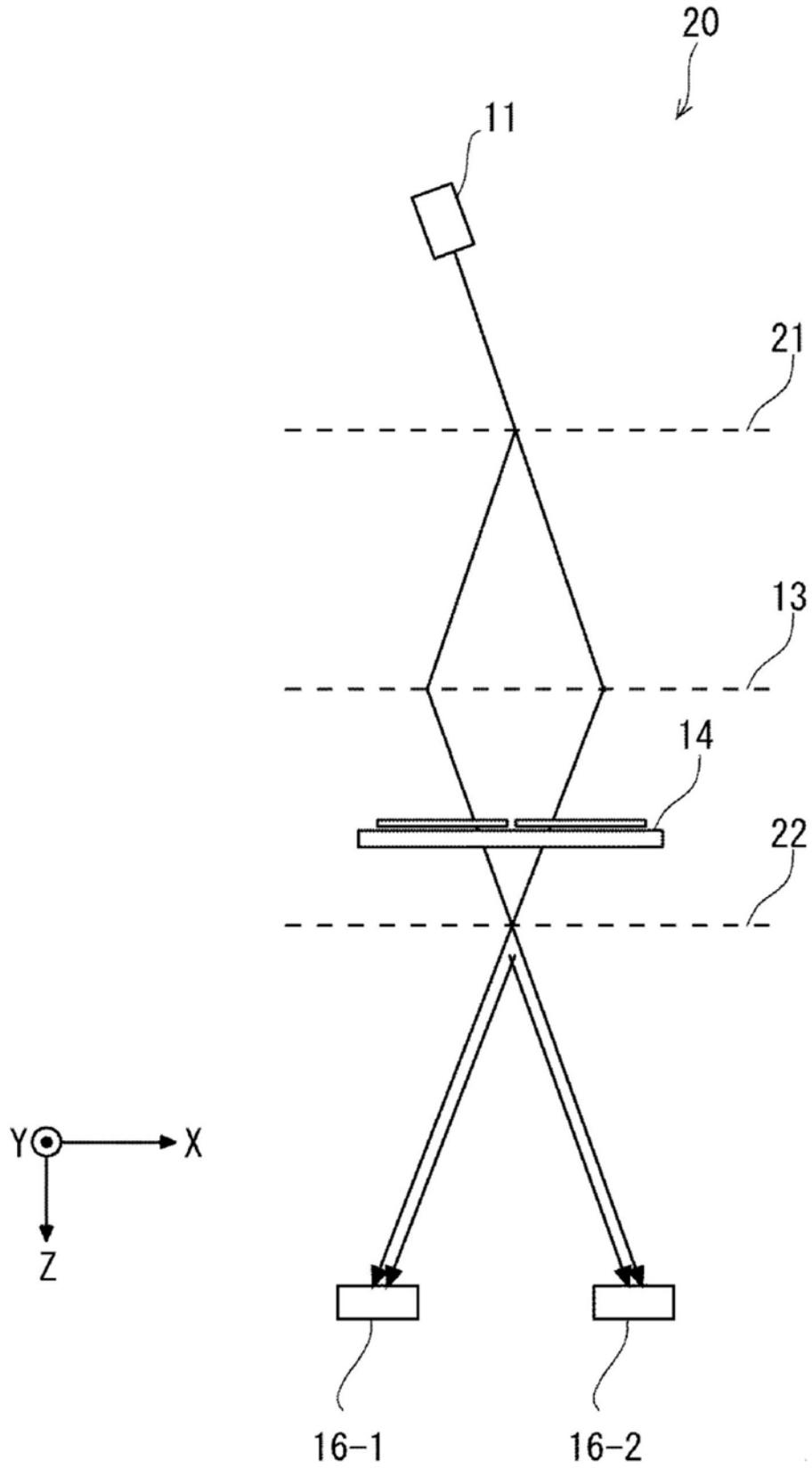


图5

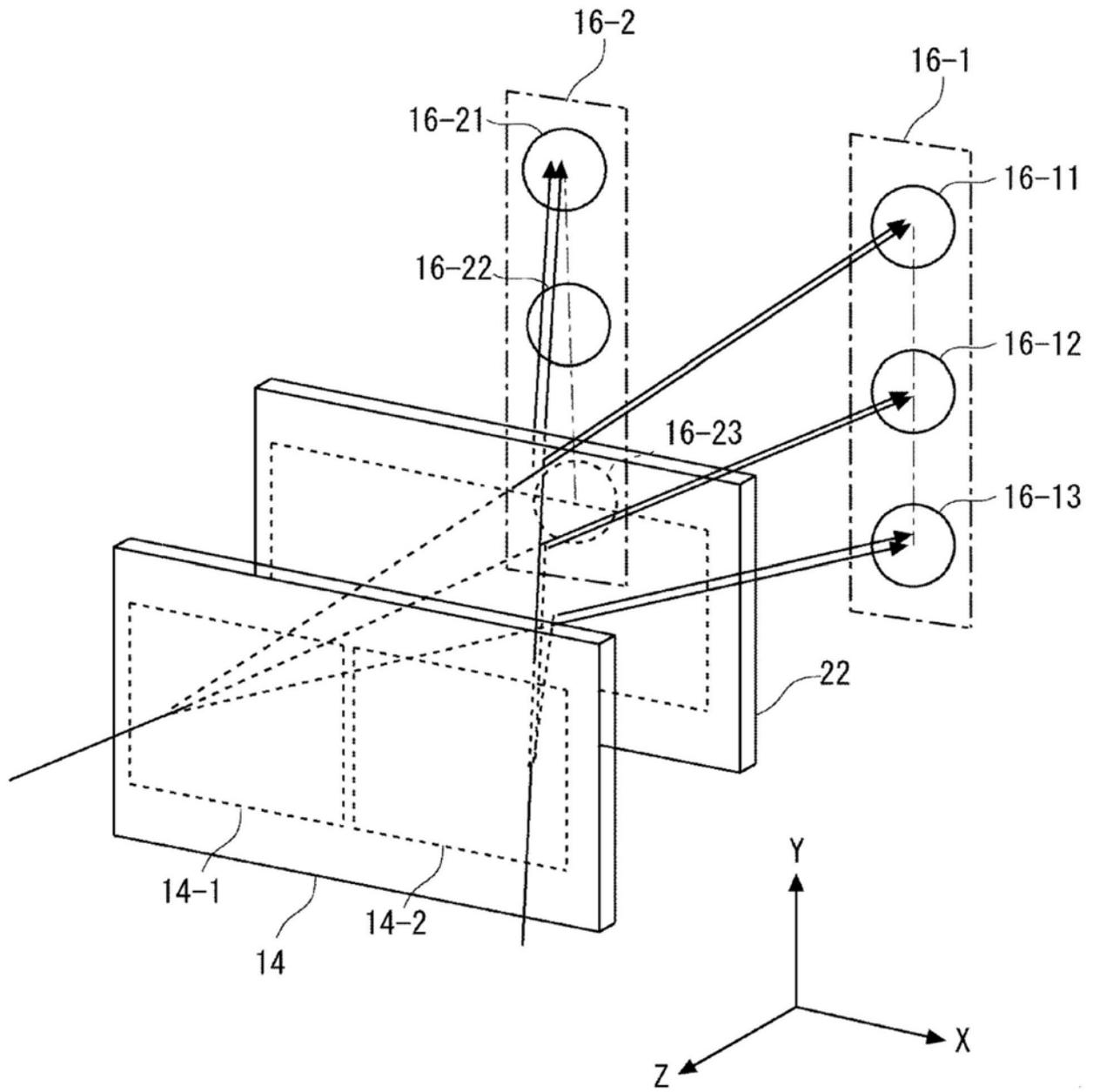


图6

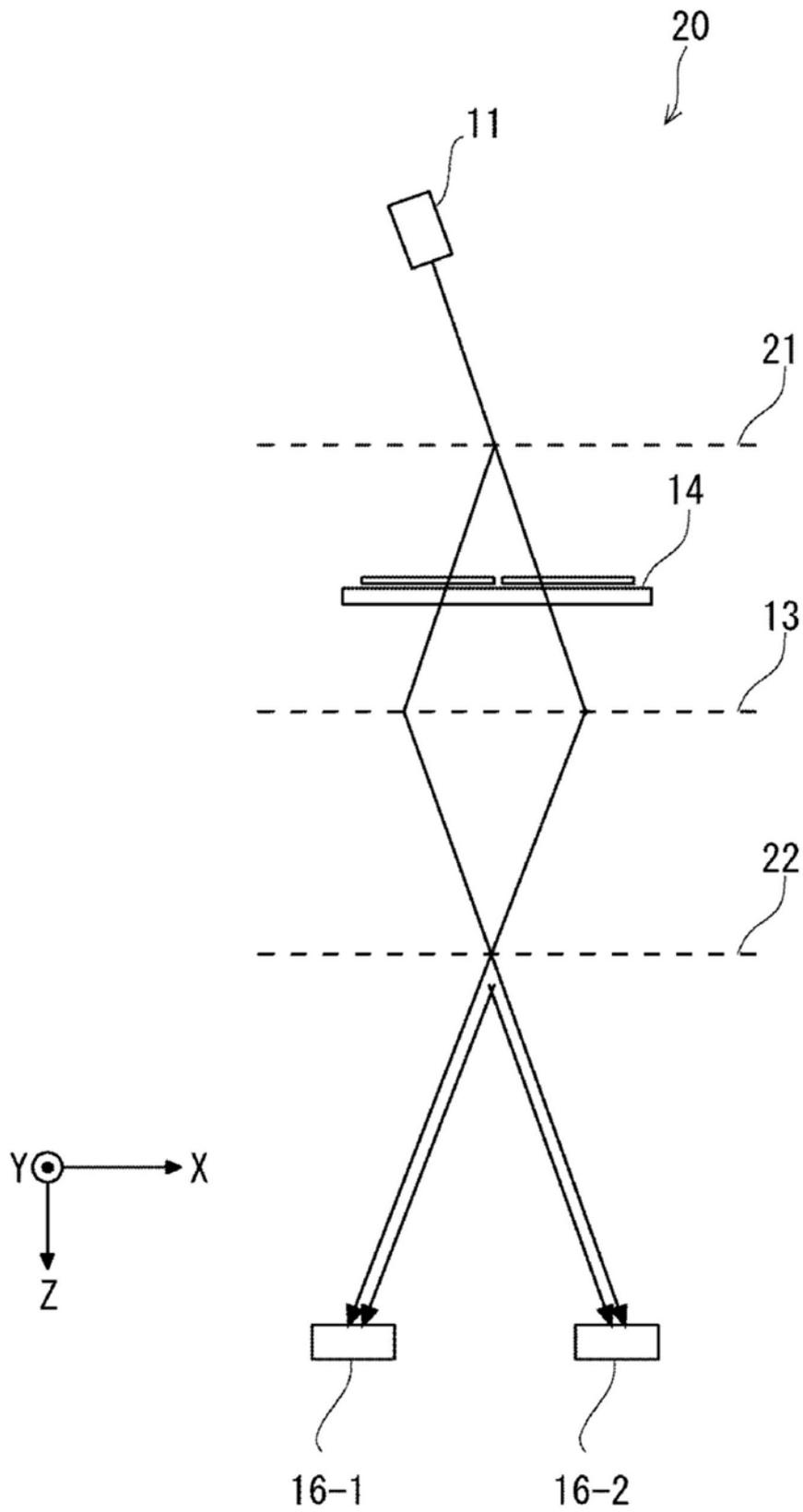


图7

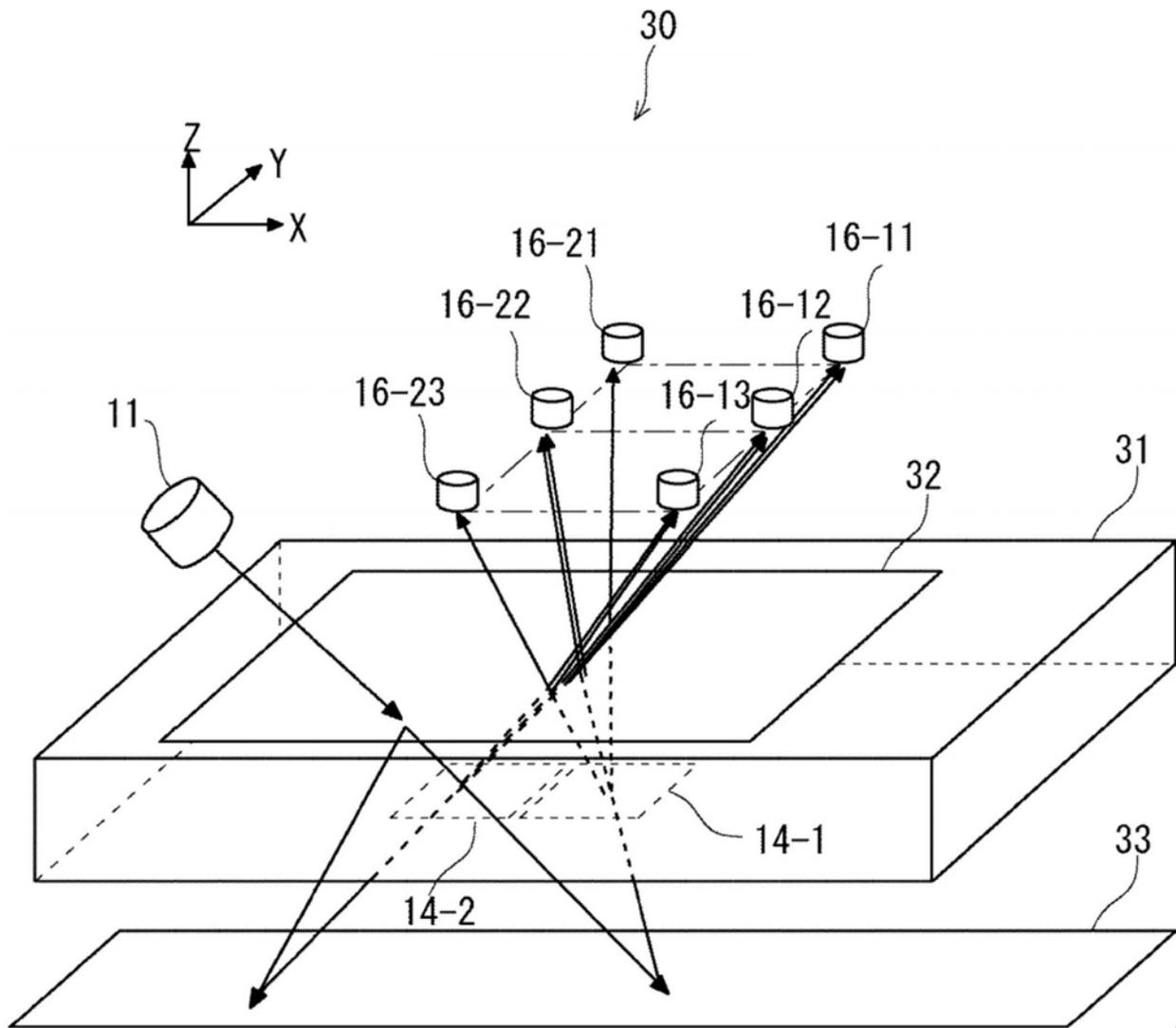


图8

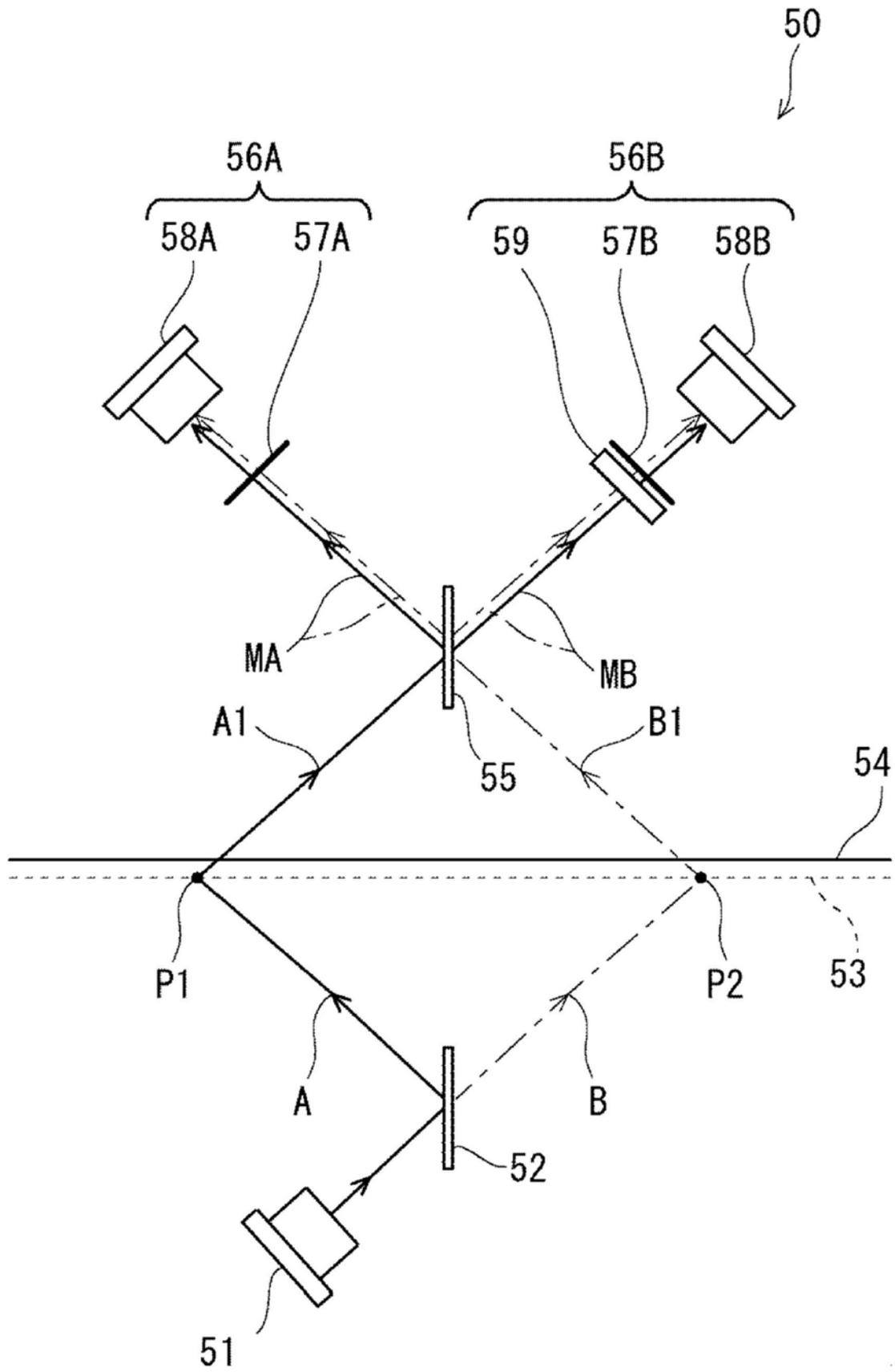


图9

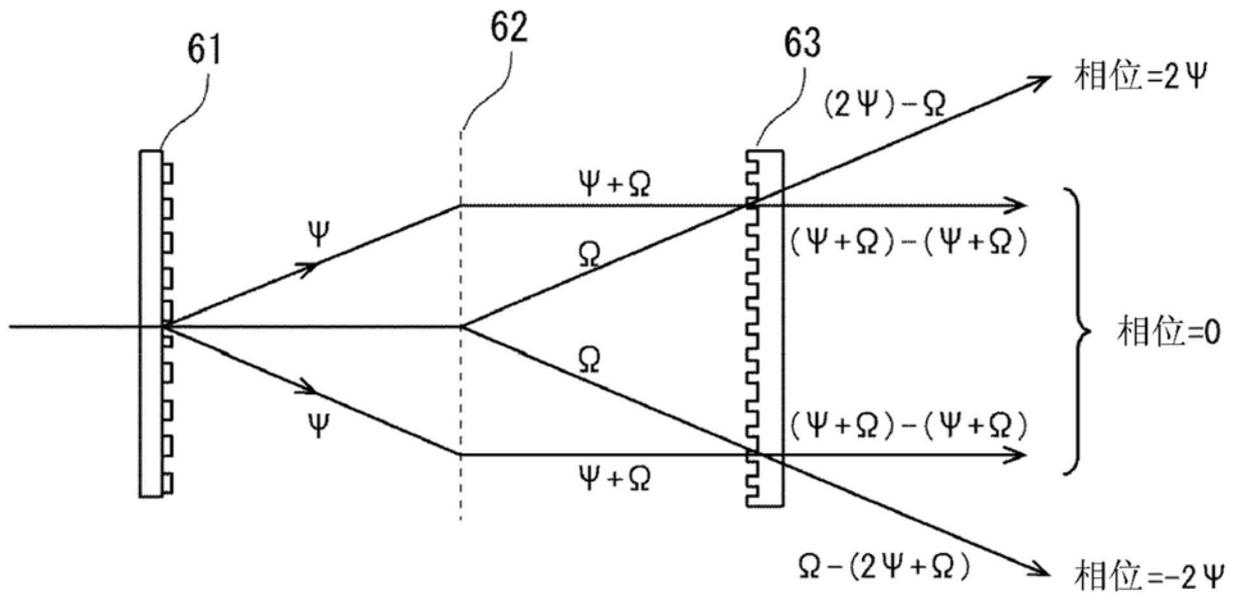


图10

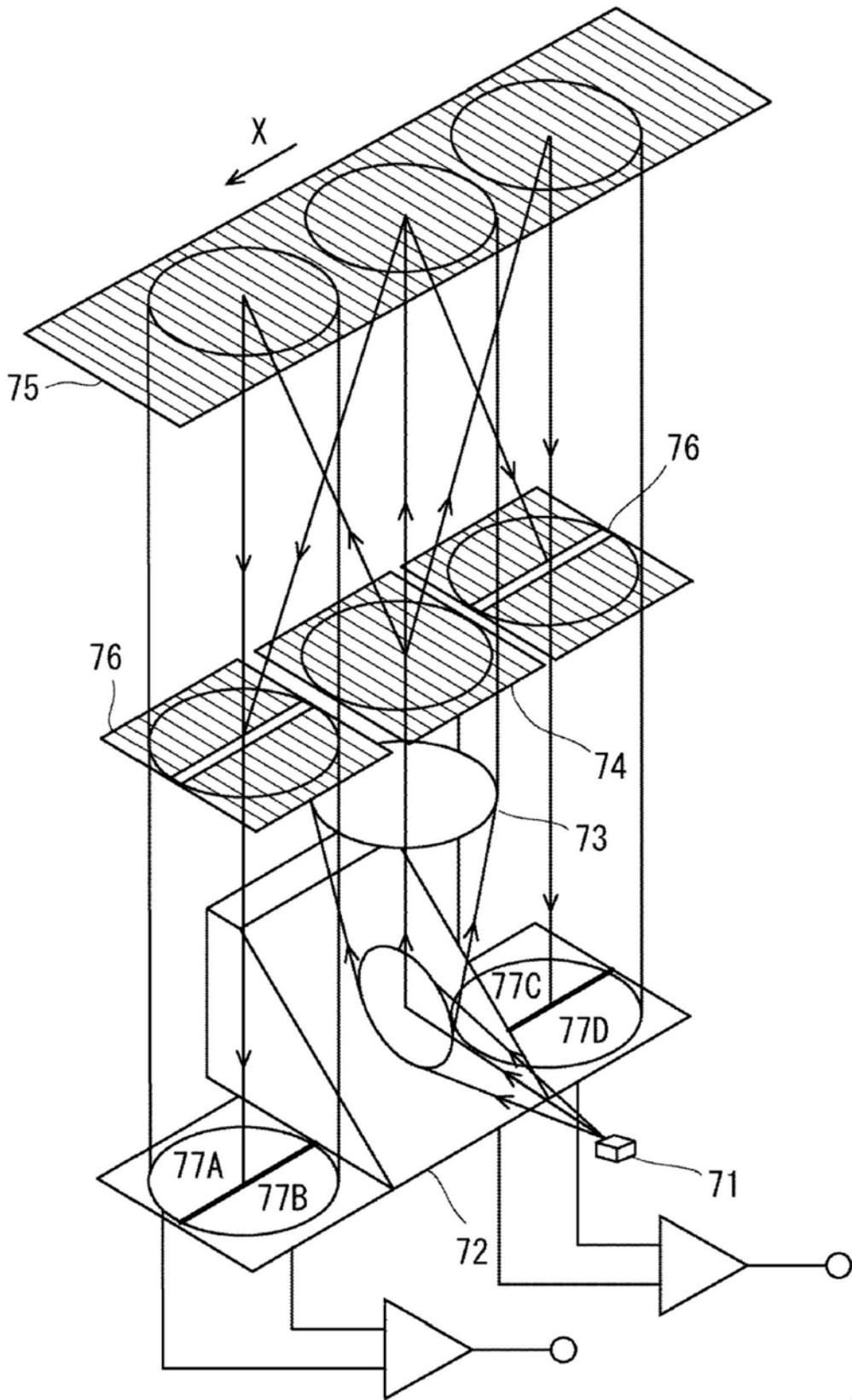


图11

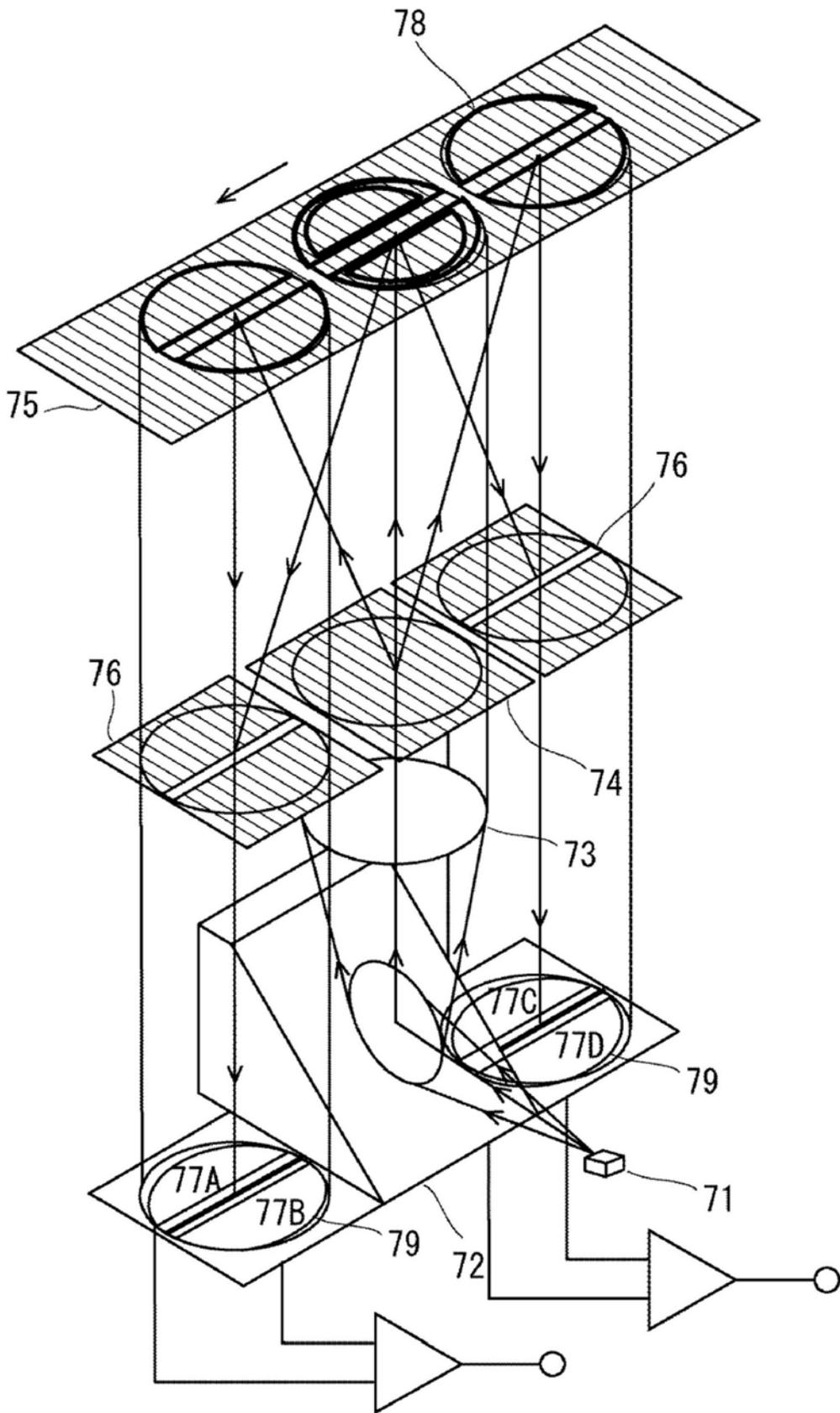


图12

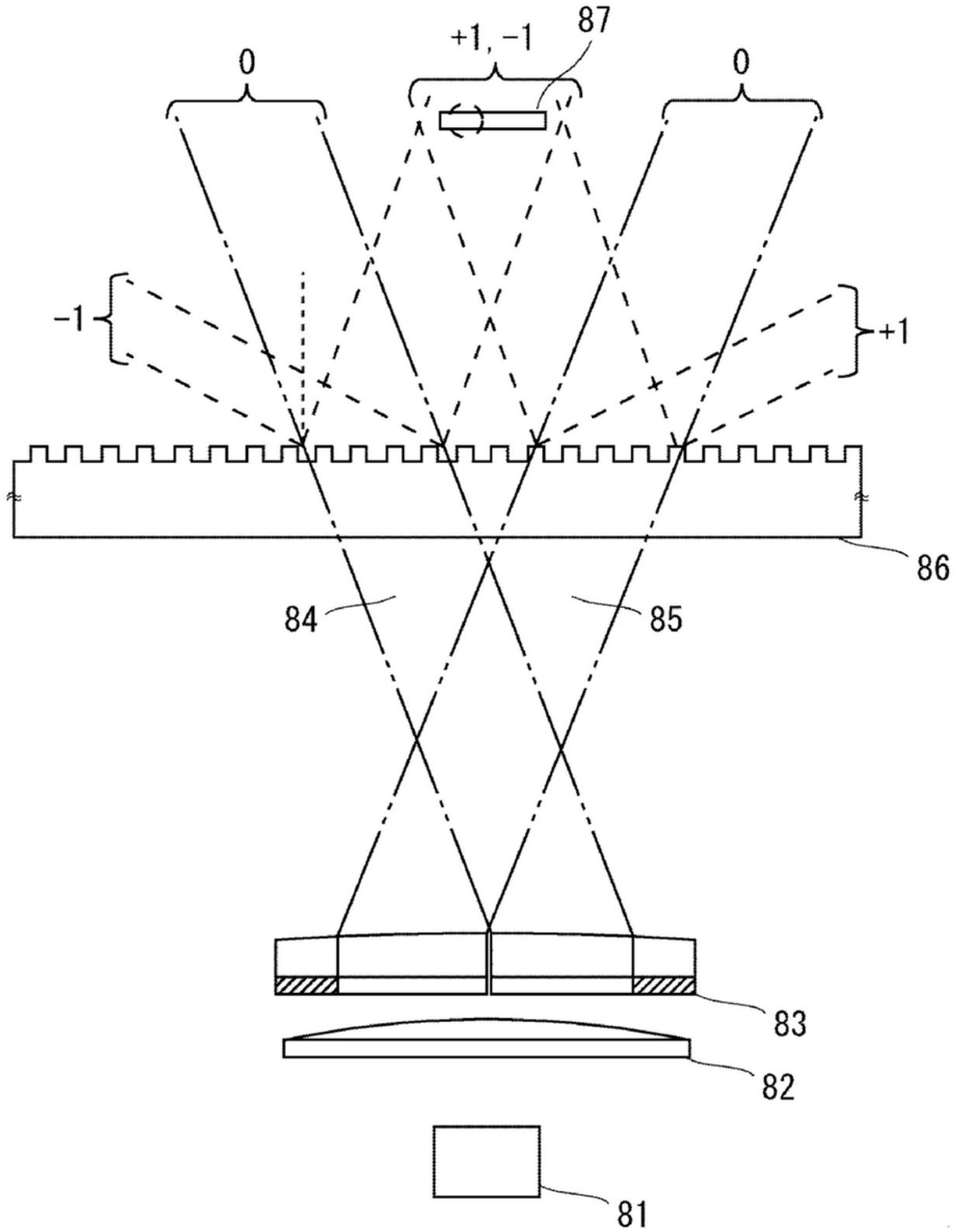


图13