



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102466516 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201110259007. 1

(22) 申请日 2011. 09. 02

(30) 优先权数据

2010-254066 2010. 11. 12 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 舟本达昭

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

G01J 3/00(2006. 01)

G01J 3/02(2006. 01)

G02B 5/28(2006. 01)

G02B 13/22(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2000-162043 A, 2000. 06. 16, 说明书第 6-7、34-38 段及附图 4、11.

CN 101750731 A, 2010. 06. 23, 说明书第 78-82 段及附图 1、6-7.

US 2001/0050707 A1, 2001. 12. 13, 说明书第 125-129 段及附图 15.

US 6590710 B2, 2003. 07. 08, 全文.

CN 1580861 A, 2005. 02. 16, 全文.

CN 1719302 A, 2006. 01. 11, 全文.

JP 特开 2002-365535 A, 2002. 12. 18, 全文.

审查员 张婷

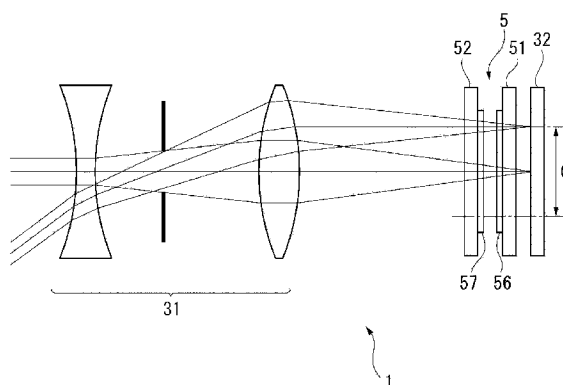
权利要求书1页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

光学装置

(57) 摘要

一种光学装置。其具备波长可变干涉滤光器、远心光学系统以及检测部,波长可变干涉滤光器具备:第一基板;第二基板,具备可动部和保持部;第一反射膜,设置在所述第一基板上;第二反射膜,设置在所述可动部上;以及静电致动器,使可动部位移,其中,在第一反射膜和第二反射膜上设置有测定有效区域,在可动部的位移量变为最大时,能够使以测定中心波长为中心且处于预先设定的容许值以内的波长的光透过,远心光学系统以使入射光的主光线平行且垂直于第一反射膜的方式将入射光导向所述波长可变干涉滤光器,同时使入射光会聚在测定有效区域内。



1. 一种光学装置,其特征在于,具备:

波长可变干涉滤光器,使入射光中的经多重干涉而加强的光透过;

远心光学系统,将所述入射光导向所述波长可变干涉滤光器;以及

检测部,检测透过了所述波长可变干涉滤光器的光,

其中,所述波长可变干涉滤光器具备:

第一基板;

第二基板,与所述第一基板对置,所述第二基板具备可动部以及保持部,所述保持部包围所述可动部的外周且将所述可动部保持为能够相对于所述第一基板进退移动;

第一反射膜,设置在所述第一基板上;

第二反射膜,设置在所述可动部上,隔着间隙与所述第一反射膜对置;以及

间隙可变部,通过使所述可动部位移以使所述间隙的尺寸变化,

通过所述远心光学系统,使所述入射光的主光线垂直导向所述第一反射膜的面或者所述第二反射膜的面,使所述入射光会聚在第一反射膜及所述第二反射膜的测定有效区域的内侧,

所述测定有效区域是在所述可动部的位移量变为最大时以测定中心波长为中心能使容许值以内的波长的光透过的区域,且还是以下的区域:在所述可动部的位移量变为最大位移量时,沿所述可动部的中心轴上的所述间隙的尺寸和所述测定有效区域的外周边缘的所述间隙的尺寸之间的差值小于等于所述容许值的一半。

2. 根据权利要求1所述的光学装置,其特征在于,

在所述波长可变干涉滤光器和所述检测部之间设置有将透过了所述波长可变干涉滤光器的透过光放大的放大透镜系统。

3. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其特征在于,

在所述远心光学系统与所述波长可变干涉滤光器之间设置有第一圆偏振片,所述第一圆偏振片使从所述远心光学系统向所述波长可变干涉滤光器的光透过,并吸收从所述波长可变干涉滤光器向所述远心光学系统的光。

4. 根据权利要求1或2所述的光学装置,其特征在于,

在所述波长可变干涉滤光器和所述检测部之间设置有第二圆偏振片,所述第二圆偏振片使从所述波长可变干涉滤光器向所述检测部的光透过,并吸收从所述检测部向所述波长可变干涉滤光器的光。

5. 根据权利要求3所述的光学装置,其特征在于,

在所述波长可变干涉滤光器和所述检测部之间设置有第二圆偏振片,所述第二圆偏振片使从所述波长可变干涉滤光器向所述检测部的光透过,并吸收从所述检测部向所述波长可变干涉滤光器的光。

光学装置

技术领域

[0001] 本发明涉及具备从入射光提取规定波长的光的波长可变干涉滤光器的光学装置。

背景技术

[0002] 目前,公知有如下的干涉滤光器:其使一对反射膜互相对置,仅使入射光中的由一对反射膜多重干涉而加强的规定波长的光透过或者反射,且公知有如下的光学装置:其通过图像传感器对透过了这样的干涉滤光器的光进行拍摄(例如,参照专利文献1)。

[0003] 在该专利文献1中记载的光学装置是如下的装置:对入射光进行校准,通过物镜使来自目标物的光平行,再使平行的光垂直入射波长可变干涉滤光器,通过图像传感器接收并拍摄透过波长可变干涉滤光器的光。

[0004] 在这种光学装置中,由于通过图像传感器接收目标波长的光,因而需要提高波长可变干涉滤光器的分辨率。作为这样的波长可变干涉滤光器,存在例如专利文献2所示的滤光器。

[0005] 该专利文献2中记载的波长可变干涉滤光器使一对基板相互对置,其中一个基板上设置有可动部和将可动部保持为相对于另一个基板能够进退移动的隔板(diaphragm)。并且,在该可动部上形成有一对反射膜中的一个反射膜,在未设置可动部的另外一个基板上形成有与可动部的反射膜对置的另一反射膜。在这样的光学滤光器装置中,通过使可动部进退,从而能够使一对反射膜间的间隙尺寸变动,进而能够提取与间隙尺寸相对应的光,同时由于可动部的挠曲量比隔板小,因而也能够抑制设置在可动部上的反射膜的挠曲。

[0006] 【现有技术文献】

[0007] 【专利文献】

[0008] 专利文献1:日本特开2000-162043号公报

[0009] 专利文献2:日本特开2009-251105号公报

[0010] 因此,在上述专利文献2中,由于可动部的厚度尺寸形成得比隔板大,因而即使在使可动部位移的情况下,也能够使可动部的挠曲量比隔板的挠曲量小。然而,实际上可动部也产生挠曲,其挠曲量在可动部的中心部小,随着从中心向可动部的外周部而变大。另外,该挠曲量也被波长可变干涉滤光器的尺寸所左右,例如在波长可变干涉滤光器的尺寸大时,可动部的形变量也变大。因而,设在该可动部上的反射膜也产生挠曲,一对反射膜间的间隙尺寸会不均匀,导致分辨率会下降。

[0011] 因而,在专利文献1记载的光学装置中,在使用上述这样的波长可变干涉滤光器时,由于波长可变干涉滤光器中的分辨率下降,因而存在有测定精度劣化这样的问题。另外,在光学装置中,虽然通过增大图像传感器的尺寸,能够取得更高分辨率的图像,但在这种情况下,需要变大波长可变干涉滤光器的尺寸。然而,如上所述,一旦使波长可变干涉滤光器的尺寸变大,则可动部的挠曲量会增大而使分辨率下降,存在测定精度劣化这样的问题。

发明内容

[0012] 本发明鉴于上述的问题,其目的在于提供能够进行高精度的分光测定的光学装置。

[0013] 本发明的光学装置具备:波长可变干涉滤光器,使入射光中的经多重干涉而加强的光透过;远心光学系统,将所述入射光导向所述波长可变干涉滤光器;以及检测部,检测透过了所述波长可变干涉滤光器的光,其中,所述波长可变干涉滤光器具备:第一基板;第二基板,与所述第一基板对置,所述第二基板具备可动部以及保持部,所述保持部包围所述可动部的外周且将所述可动部保持为能够相对于所述第一基板进退移动;第一反射膜,设置在所述第一基板上;第二反射膜,设置在所述可动部上,隔着间隙与所述第一反射膜对置;以及间隙可变部,通过使所述可动部位移以使所述间隙的尺寸变化,在所述第一反射膜和所述第二反射膜上设置有测定有效区域,在通过所述间隙可变部使所述可动部的位移量变为最大时,在所述测定有效区域,能够使以测定中心波长为中心且处于预先设定的容许值以内的波长的光透过,通过所述远心光学系统,使所述入射光的主光线垂直导向所述第一反射膜的面或者所述第二反射膜的面,使所述入射光会聚在所述测定有效区域内。

[0014] 在本发明中,远心光学系统是图像侧的远心光学系统,从远心光学系统射出的光的主光线平行于光轴,且以与波长可变干涉滤光器正交的方式被导光。并且,该远心光学系统以使所述主光线会聚在由波长可变干涉滤光器的第一反射膜和第二反射膜形成的间隙区域中的测定有效区域内的方式聚光。此外,所谓远心光学系统可以说是以使主光线通过焦点的方式排列的光学系统,其是主光线平行于光轴、即使视场角为 0 度的光学系统。另外,所谓图像侧远心光学系统是指在图像侧主光线平行于光轴的光学系统。

[0015] 在这里,测定有效区域是波长可变干涉滤光器的分辨率下降被抑制在容许范围内的区域。也就是说,在第一反射膜和第二反射膜之间的间隙区域中的该测定有效区域内被多重干涉而透过的光成为以测定中心波长为中心的容许波长范围内的光。

[0016] 因而,通过远心光学系统,从而使主光线会聚在波长可变干涉滤光器的测定有效区域内,从而能够从入射光高精度地提取以测定中心波长为中心的波段内的光,并可通过检测部接收光。据此,与例如使平行光入射到波长可变干涉滤光器,也使用间隙区域内的测定有效区域以外来提取光的情况相比,能够抑制波长可变干涉滤光器中的分辨率下降,且能够在光学装置中实施高精度的分光测定。

[0017] 在本发明的光学装置中,优选所述测定有效区域是以下的区域:在通过所述间隙可变部将所述可动部的位移量设定为最大位移量时,沿所述可动部的中心轴上的所述间隙的尺寸和与所述测定有效区域的外周边缘相对的所述间隙的尺寸之间的差值小于等于所述容许值的一半。

[0018] 在本发明中,将通过间隙可变部使可动部位移最大位移量的状态下对应于可动部的中心轴上的间隙尺寸与对应于测定有效区域的外周边缘的间隙尺寸之差设为 x 、容许值设为 λ_0 的情况下,将满足 $x = \lambda_0/2$ 的关系的区域内作为测定有效区域。

[0019] 也就是说,在波长可变干涉滤光器中,将空气的折射率设为 1,间隙的尺寸 d 与透过波长 λ 表示为 $d = \lambda/2$ 。因而,如果设可动部的中心轴上的间隙尺寸为 d_1 、对应于测定有效区域的外周边缘的间隙尺寸为 d_2 ,则透过可动部的中心轴的光的波长(测定中心波长)为 $\lambda_1 = 2d_1$,透过测定有效区域的外周边缘的光的波长为 $\lambda_2 = 2d_2 = 2(d_1 + x) =$

$2(\lambda_1/2+x)$ 。

[0020] 在这里,以测定中心波长 λ_1 为中心且处于容许值 λ_0 以内的波段是从 $\lambda_1 - \lambda_0$ 到 $\lambda_1 + \lambda_0$ 的范围。由于在可动部向第一基板挠曲时,间隙尺寸不会变得比 d_1 小,因而如果透过了测定有效区域的外周边缘的透过光的波长 $\lambda_2 (= 2(\lambda_1/2+x))$ 为 $\lambda_1 + \lambda_0$ 以下,则透过测定有效区域的透过光就成为以测定中心波长 λ_1 为中心的容许值 λ_0 以内的光。即,通过利用远心光学系统而使入射光会聚在成为 $x \leq \lambda_0/2$ 的测定有效区域内,从而能够通过检测部检测相对于测定中心波长 λ_1 在容许波长 λ_0 以内的光。

[0021] 在本发明的光学装置中,优选在所述波长可变干涉滤光器和所述检测部之间设置有将透过了所述波长可变干涉滤光器的透过光放大的放大透镜系统。

[0022] 在本发明中,由于是通过远心光学系统使入射光会聚的结构,因而能够对波长可变干涉滤光器的尺寸的小型化做出贡献。除此之外,还通过设置有放大透镜系统,从而能够将波长可变干涉滤光器透过的透过光放大后向检测部射出。在这种构成中,能够不使波长可变干涉滤光器的尺寸大型化,仅使检测部的尺寸变大,进而能够进一步提高检测精度。

[0023] 在本发明的光学装置中,优选在所述远心光学系统与所述波长可变干涉滤光器之间设置有第一圆偏振片(偏光片),所述第一圆偏振片使从所述远心光学系统向所述波长可变干涉滤光器的光透过,并吸收从所述波长可变干涉滤光器向所述远心光学系统的光。

[0024] 在本发明中,在波长可变干涉滤光器与远心光学系统之间设置有第一圆偏振片。

[0025] 一般而言,在波长可变干涉滤光器中,在第一反射膜和第二反射膜之间被多重干涉而加强的光会向检测部侧透过,但未透过的光的成分几乎都被反射到入射侧。如果该反射成分返回到远心光学系统中,则会在透镜内以及透镜间反射,进而成为重影或者光斑等的原因,导致检测部中的检测精度下降。

[0026] 与此相对,在本发明中,通过第一圆偏振片可以防止被波长可变干涉滤光器反射的光返回到远心光学系统中,且可抑制莫尔条纹或者重影的产生,进而能够提高检测部中的检测精度。

[0027] 在本发明的光学装置中,优选在所述波长可变干涉滤光器和所述检测部之间设置有第二圆偏振片,所述第二圆偏振片使从所述波长可变干涉滤光器向所述检测部的光透过,并吸收从所述检测部向所述波长可变干涉滤光器的光。

[0028] 在本发明中,在波长可变干涉滤光器和检测部之间设置有第二圆偏振片,从而能够防止被检测部反射的光返回至波长可变干涉滤光器,再通过正反射返回至检测部的不良情况。

[0029] 另外,也可以使用第一圆偏振片和第二圆偏振片这两者,在这种情况下,使第一圆偏振片的直线偏振片的偏光方向与第二圆偏振片的直线偏振片的偏光方向一致。由此便能够分别防止被波长可变干涉滤光器反射的光返回到远心光学系统返回和被检测部反射的光经由波长可变干涉滤光器而返回检测部,从而能够进一步提高检测精度。

附图说明

[0030] 图 1 是表示本发明涉及的第一实施方式的光学装置的概略结构的图。

[0031] 图 2 是表示第一实施方式的波长可变干涉滤光器的概略结构的截面图。

[0032] 图 3 是在第一电极和第二电极之间施加电压,且可动部向第一基板侧挠曲最大量

的状态下,将在图 2 中的双点划线 A 的部分放大后的放大图。

[0033] 图 4 是表示在第一实施方式的光学装置中,被远心光学系统导光的光束的光路的图。

[0034] 图 5 是表示从远心光学系统射出的光束的光线形状的概略的图。

[0035] 图 6 是相对于主光线的倾斜的、透过了波长可变干涉滤光器的透过光的峰值波长变化量的图。

[0036] 图 7 是表示通过第二实施方式的光学装置的远心光学系统导光的光束的光路图。

[0037] 图 8 是表示通过第三实施方式的光学装置的远心光学系统导光的光束的光路图。

[0038] 图 9 是表示通过第四实施方式的光学装置的远心光学系统导光的光束的光路图。

[0039] 图 10 是表示远心光学系统的其他例子的图。

具体实施方式

[0040] [第一实施方式]

[0041] 下面,根据附图说明本发明的第一实施方式。

[0042] [1. 光学装置的整体结构]

[0043] 图 1 是本发明涉及的实施方式的光学装置 1 的概略结构的示意图。

[0044] 如图 1 所示,该光学装置 1 具备光传感器 3 和控制装置 4。而且,该光学装置 1 是分光相机装置,其是通过检测部 32 拍摄测定对象 2 的图像,并测定被分光后的光量分布特性的装置。

[0045] [2. 光传感器的结构]

[0046] 如图 1 所示,光传感器 3 具备:波长可变干涉滤光器 5、将光导向波长可变干涉滤光器 5 的远心光学系统 31、接收透过了波长可变干涉滤光器 5 的光的检测部 32、以及使透过了波长可变干涉滤光器 5 的光的波长可变的电压控制电路 33。

[0047] (2-1. 波长可变干涉滤光器的结构)

[0048] 图 2 是表示波长可变干涉滤光器的概略结构的截面图。

[0049] 如图 2 所示,波长可变干涉滤光器 5 具备第一基板 51 和第二基板 52。这两块基板 51、52 分别由例如钠玻璃、结晶性玻璃、石英玻璃、铅玻璃、钾玻璃、硼硅酸盐玻璃、无碱玻璃等各种玻璃或者水晶等能够使可见光区的光透过的材料形成。并且,通过以例如硅氧烷为主要成分的等离子体聚合膜 53 相互接合沿外周缘形成的接合面 513、523 而一体地构成这两块基板 51、52。

[0050] 另外,在第一基板 51 和第二基板 52 之间设置有第一反射膜 56 和第二反射膜 57。在这里,第一反射膜 56 被固定在第一基板 51 的与第二基板 52 相对的面上,第二反射膜 57 被固定在第二基板 52 的与第一基板 51 相对的面上。另外,这些第一反射膜 56 和第二反射膜 57 隔着间隙而相对配置。在这里,将由第一反射膜 56 和第二反射膜 57 所夹的空间称作间隙区域。并且,波长可变干涉滤光器 5 在该间隙区域使入射光多重干涉,并使相互加强的光透过。

[0051] 此外,在第一基板 51 与第二基板 52 之间设置有助于调整间隙尺寸的、作为本发明的间隙可变部的静电致动器 54。该静电致动器 54 由设置于第一基板 51 的第一电极 541 和设置于第二基板 52 的第二电极 542 构成。

[0052] (2-1-1. 第一基板的结构)

[0053] 第一基板 51 在与第二基板 52 相对的相对面上通过蚀刻形成有电极槽 511 和镜固定部 512。

[0054] 虽然省略了图示,但电极槽 511 在从基板厚度方向观察第一基板 51 的滤光器俯视图中,形成为以平面中心点为中心的环形状。

[0055] 镜固定部 512 在与电极槽 511 的同轴上形成为向第二基板 52 突出的圆筒状。

[0056] 在电极槽 511 的槽底面上形成有构成静电致动器 54 的环状的第一电极 541。另外,在该第一电极 541,沿布线槽延伸的第一电极线(省略图示)形成为朝向第一基板 51 的外周部。而且,该第一电极线的前端与电压控制电路 33 连接。

[0057] 另外,在镜固定部 512 的与第二基板 52 相对的面上固定有第一反射膜 56。该第一反射膜 56 可以通过层叠例如 SiO_2 、 TiO_2 而构成的电介质多层膜,也可以是由 Ag 合金等金属膜构成的膜。另外,也可以是层叠电介质多层膜与金属膜两者的结构。

[0058] 并且,在第一基板 51 的电极槽 511 的外方形形成有第一接合面 513。如上所述,在该第一接合面 513 上形成有用于接合第一基板 51 和第二基板 52 的等离子体聚合膜 53。

[0059] (2-1-2. 第二基板的结构)

[0060] 通过蚀刻加工第二基板 52 未与第一基板 51 相对的面而形成第二基板 52。该第二基板 52 具备:以基板中心点为中心的圆形筒状的可动部 521、和与可动部 521 同轴且保持可动部 521 的保持部 522。在这里,该保持部 522 的外径(external diameter)尺寸形成为与第一基板 51 的电极槽 511 的外径尺寸相同的尺寸。

[0061] 为了防止挠曲,可动部 521 的厚度尺寸形成得比保持部 522 大。

[0062] 保持部 522 是包围可动部 521 的周围的隔板,例如厚度尺寸形成为 $50\text{ }\mu\text{m}$ 。此外,在本实施方式中,虽然例示了隔板状的保持部 522,但可以采用例如设置具有多对梁结构的保持部的结构等,该保持部设置在相对于可动部的中心成为点对称的位置上。

[0063] 在保持部 522 的与第一基板 51 相对的面上形成有环状的第二电极 542,该第二电极 542 相隔规定的间隔与第一电极 541 相对。在这里,如上所述,由该第二电极 542 和上述第一电极 541 构成静电致动器 54。

[0064] 另外,从第二电极 542 的外周边缘的一部分向第二基板 52 的外周部形成有第二电极线(省略图示),该第二电极线的前端与电压控制电路 33 连接。

[0065] 在可动部 521 的与第一基板 51 相对的面上形成有隔着间隙与第一反射膜 56 相对的第二反射膜 57。此外,由于第二反射膜 57 的结构与第一反射膜 56 相同,因而在此省略说明。

[0066] (2-1-3. 施加电压时的波长可变干涉滤光器的动作和测定有效区域)

[0067] 图 3 是在第一电极 541 和第二电极 542 之间施加电压,可动部 521 向第一基板 51 侧挠曲的状态下将图 2 的双点划线部分 A 放大后的放大图。

[0068] 在图 2 所示的初始状态下,如果从电压控制电路 33 在第一电极 541 和第二电极 542 之间施加驱动电压,则如图 3 所示,由于静电引力,第二基板 52 的可动部 521 由于静电引力而向第一基板 51 侧位移。

[0069] 此时,由于可动部 521 的厚度尺寸形成得比隔板状的保持部 522 大,因而是难以挠曲的形状,但是实际上由于保持部 522 的挠曲,也产生微小量的挠曲。在这里,可动部 521

的挠曲量随着与可动部 521 的中心轴 0 离开距离而增大。因而,在可动部 521 的外周部,形成在可动部 521 上的第二反射膜 57 与相对的第一反射膜 56 之间的间隙尺寸也会增大。在这种情况下,在间隙区域中的、可动部 521 的中心轴 0 上透过的光的峰值波长与透过了间隙区域的外周部的光的峰值波长产生偏差,从而导致波长可变干涉滤光器 5 的分辨率下降。

[0070] 为了提高检测部 32 中的检测精度,需要将上述那样的峰值波长偏差控制在预先设定的容许值以内。在本发明中,将间隙区域中的能够将峰值波长的偏差控制在容许值以内的区域作为测定有效区域 G,通过远心光学系统 31,使入射光会聚在该测定有效区域 G(在图 2、图 3 中,第一反射膜 56 和第二反射膜 57 的面上的由点划线夹持的区域)内。由此,通过检测部 32 仅检测透过了测定有效区域 G 内的光。

[0071] 在这里,将可透过以可动部 521 的中心轴 0 上透过的光的测定中心波长 λ_1 为中心在容许值 λ_0 以内的波长的光的区域作为测定有效区域 G 的情况下,该测定有效区域 G 是可动部 521 向第一基板 51 侧最大位移的状态下可动部 521 的厚度方向上的挠曲量为 $\lambda_0/2$ 以下的区域。也就是说,如果设可动部 521 的中心轴 0 上的间隙尺寸为 d_1 、测定有效区域 G 的外周边缘上的间隙尺寸为 d_2 ,则下述式 (1) 成立。

[0072] [式 1]

$$d_2 - d_1 = \lambda_0 / 2 \quad \dots (1)$$

[0074] 另外,作为容许值 λ_0 ,虽然可以根据光学装置 1 的用途而恰当设定,但在例如作为一般的图像传感器而测定可见光区的分光光谱分布时,优选将容许值设定为 5nm 以内,而在使用红外线时,优选将容许值设定为 10nm 以内。因而,在波长可变干涉滤光器 5 中,优选将可动部 521 最大位移时挠曲量在 2.5nm ~ 5nm 以下的区域设定作为测定有效区域 G。

[0075] (2-2. 远心光学系统的结构)

[0076] 远心光学系统 31 是将来自测定对象 2 的入射光导向波长可变干涉滤光器 5 的光学系统,其由多个透镜等光学部件构成。

[0077] 图 4 是表示由远心光学系统 31 导光的光束的光路的图。图 5 是表示从远心光学系统 31 射出的光束的光线形状的概略图。

[0078] 远心光学系统 31 将从通过光学装置 1 能够摄像的范围(视场角)射入的光经由多个透镜导向波长可变干涉滤光器 5。在这里,远心光学系统 31 将从目标物侧入射光学装置 1 的光变换为图 5 所示那样的圆锥形的光束。另外,该远心光学系统 31 以射出的光的主光线平行于光轴且垂直于波长可变干涉滤光器 5 的第一基板 51(第一反射膜 56)的方式射出光。并且,远心光学系统 31 进行导光,以使在能够摄像的视场角范围内入射的光会聚在波长可变干涉滤光器 5 的测定有效区域 G 内。

[0079] 此外,在这里所说的正交是指透过了波长可变干涉滤光器 5 的透过光的峰值波长不会产生偏差程度的角度即可。图 6 是相对于主光线倾斜的、透过了波长可变干涉滤光器的透过光的峰值波长变化量的图。在图 6 中,入射波长可变干涉滤光器的圆锥形光束的单侧斜度如图 5 所示地被设定为 5 度。

[0080] 如图 6 所示,从波长可变干涉滤光器 5 透过的透过光的峰值波长随入射角度的变化量的增大而较大地变化。另外,随着波长的增大,峰值波长的变化量也增大。因而,在远心光学系统 31 的透镜设计中,只要根据相对于想透过波长可变干涉滤光器 5 的波段能够容许多大程度的峰值波长变化量而恰当地进行设定即可。

[0081] 例如,在使 1100nm 的光入射波长可变干涉滤光器 5 时,入射角度偏移 2.7 度,从而导致峰值波长变动 1nm。因而,在通过波长可变干涉滤光器 5 对 1100nm 以下的波段进行分光时,在想要将由主光线的入射角度的偏移引起的峰值波长变动量控制在 1nm 以下时,需要将远心光学系统 31 射出的光束的主光线的倾斜度控制在 2.7 度以内。

[0082] (2-3. 检测部的结构)

[0083] 返回至图 1,检测部 32 被设置在远心光学系统 31 的焦点面上,视场角内的图像的图像光被远心光学系统 31 引导,且在检测部 32 中成像后被拍摄。

[0084] 该检测部 32 具备阵列状排列的多个检测元件(省略图示)。这些检测元件由诸如 CCD(Charge Coupled Device,电荷耦合装置)元件等光电转换元件构成,其生成与接收到的光的光量相对应的电信号并输出给控制装置 4。该检测部 32 被设置在远心光学系统 31 的焦点面上。

[0085] (2-4. 电压控制电路的结构)

[0086] 电压控制电路 33 根据控制装置 4 的控制,控制施加给静电致动器 54 的第一电极 541 和第二电极 542 的电压。

[0087] [3. 控制装置的结构]

[0088] 控制装置 4 控制光学装置 1 的整体动作。

[0089] 该控制装置 4 是由存储部 41 和 CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)42 等构成的计算机,其能够使用例如通用的个人计算机、便携式信息终端和测定专用计算机等。

[0090] 并且,控制装置 4 作为在 CPU 42 上运行的软件而具备驱动控制部 421、光量获取部 422 以及强度分布测定部 423。

[0091] 存储部 41 存储在 CPU 42 中执行的各种程序和各种数据。另外,存储部 41 存储表示通过检测部 32 可以检测的透过光的波长相对于施加给静电致动器 54 的驱动电压的相关数据。

[0092] 接下来,说明作为在 CPU 42 上运行的各软件的驱动控制部 421、光量获取部 422 以及强度分布测定部 423。

[0093] 驱动控制部 421 根据存储部 41 所存储的相关数据,获取通过检测部 32 能够接收到测定对象光的电压值(输入值),并将获取到的电压值输出给电压控制电路 33,进而使波长可变干涉滤光器 5 的间隙的间隔变化。

[0094] 光量获取部 422 获取由检测部 32 的各检测元件检测出的接收光量。将获取到的接收光量与检测元件的位置数据相对应地存储在存储部 41 中。

[0095] 强度分布测定部 423 根据由光量获取部 422 获取到的、由各检测元件检测出的测定对象光的光量,制作光强度分布图。

[0096] 例如,强度分布测定部 423 制作具有对应于各检测元件的坐标位置的像素的光强度分布图,并根据对应于各像素的检测元件中的接收光量,设定各像素的颜色和浓淡等。

[0097] (第一实施方式的作用效果)

[0098] 在上述这样的第一实施方式的光学装置 1 中具备:将入射光导向波长可变干涉滤光器 5 的远心光学系统 31、波长可变干涉滤光器 5 以及检测部 32。并且,远心光学系统 31 是图像侧远心光学系统,其将主光线平行于光轴,并向波长可变干涉滤光器 5 射出与第一

反射膜 56 的面正交的光束。另外,远心光学系统 31 使视场角范围内的入射光入射到透过光的波长为与测定中心波长 λ_1 相差容许值 λ_0 以内的测定有效区域 G。

[0099] 具体而言,在可动部 521 最大位移的状态下,设可动部 521 的中心轴 O 上的间隙尺寸为 d_1 时,远心光学系统 31 使视场角范围内的入射光入射到间隙尺寸 d_2 为 $d_1 \leq d_2 < d_1 + \lambda_0$ 的区域。

[0100] 因此,波长可变干涉滤光器 5 能够透过以测定中心波长为中心且容许值 λ_0 范围内的波长的光,且可提高分辨率。另外,通过由检测部 32 接收这种透过光,从而能够实施图像光的准确的分光特性测定,且能够提高测定精度。

[0101] [第二实施方式]

[0102] 接下来,根据附图说明本发明的第二实施方式。

[0103] 图 7 是表示本发明的第二实施方式涉及的光学装置的远心光学系统导光的光束的光路的图。

[0104] 如图 7 所示,在第二实施方式的光学装置 1A 中,在第一实施方式的光学装置 1 中的远心光学系统 31 与波长可变干涉滤光器 5 之间设置有第一圆偏振片 34。

[0105] 该第一圆偏振片 34 通过组合面向远心光学系统 31 侧的直线偏振片 341、和面向波长可变干涉滤光器 5 侧的 $1/4$ 波长片 342 而构成。

[0106] 在这种第一圆偏振片 34 中,在直线偏振片 341 中,仅使从远心光学系统 31 入射的光中的例如 P 偏振光波透过,而吸收 S 偏振光波。另外,在 $1/4$ 波长片 342 中,将透过的 P 偏振光波变为圆偏振光(右旋光性圆偏振光波)而向波长可变干涉滤光器 5 射出。

[0107] 另一方面,在波长可变干涉滤光器 5 中,虽然使经过多重干涉而加强(reinforced)的光作为透过光向检测部 32 侧透过,但其他波长的光几乎都被反射到远心光学系统 31 侧。

[0108] 此时,反射波的旋转方向反转。例如,在本实施方式中,由于通过 $1/4$ 波长片 342 被变换为右旋光性圆偏振光波,因而反射波变为左旋光性圆偏振光波。这种左旋光性圆偏振光波如果入射第一圆偏振片 34 的 $1/4$ 波长片 342,则会被变换为 S 偏振光波,被由直线偏振片 341 吸收,不会透过远心光学系统 31 侧。

[0109] (第二实施方式的作用效果)

[0110] 在上述这样的第二实施方式的光学装置 1A 中,在远心光学系统 31 与波长可变干涉滤光器 5 之间设置有第一圆偏振片 34,该第一圆偏振片 34 通过组合面向远心光学系统 31 的直线偏振片 341 和面向波长可变干涉滤光器 5 的 $1/4$ 波长片 342 而构成。

[0111] 因此,第一圆偏振片 34 能够使入射光从远心光学系统 31 透过波长可变干涉滤光器 5,并能够吸收被波长可变干涉滤光器 5 反射的光。据此,被波长可变干涉滤光器 5 反射的光不会返回到远心光学系统 31,且能够防止由于这种反射波在远心光学系统的透镜内或者透镜间反射而发生的莫尔条纹(moire fringe)或者重影(ghost)等的发生。因而,能够抑制检测部 32 中的光量测定精度的下降。

[0112] [第三实施方式]

[0113] 接下来,根据附图说明本发明涉及的第三实施方式的光学装置。

[0114] 图 8 是表示第三实施方式的光学装置 1B 的概略结构的图。

[0115] 在第三实施方式的光学装置 1B 中,如图 8 所示,在第二实施方式的光学装置 1A 的

基础上,还在波长可变干涉滤光器 5 与检测部 32 之间设置有第二圆偏振片 35。

[0116] 该第二圆偏振片 35 通过组合面向波长可变干涉滤光器 5 侧的 $1/4$ 波长片 351、和面向检测部 32 侧的直线偏振片 352 而构成。在这里,直线偏振片 352 具有与第一圆偏振片 34 的直线偏振片 341 相同的偏振光方向,使 P 偏振光波透过。

[0117] 右旋光性圆偏振光波由于第一圆偏振片 34 入射波长可变干涉滤光器 5。然后,在第二圆偏振片 35 中,通过 $1/4$ 波长片 351 将透过了波长可变干涉滤光器 5 的右旋光性圆偏振光波变换为直线偏振光(P 偏振光波)。变换后的直线偏振光波透过直线偏振片 352 而向检测部 32 侧射出。

[0118] 另一方面,被检测部 32 反射的光成分透过第二圆偏振片 35,被波长可变干涉滤光器 5 反射。该反射光被第二圆偏振片 35 的直线偏振片 352 吸收,进而可以防止返回检测部 32。

[0119] (第三实施方式的作用效果)

[0120] 在上述这样的第三实施方式的光学装置 1B 中,波长可变干涉滤光器 5 与检测部 32 之间设置有第二圆偏振片 35,而该第二圆偏振片 35 通过组合面向波长可变干涉滤光器 5 的 $1/4$ 波长片 351、和面向检测部 32 侧的直线偏振片 352 而构成。

[0121] 因此,第二圆偏振片 35 能够使入射光从波长可变干涉滤光器 5 透过检测部 32,并能够吸收被检测部 32 反射的光。由此,被检测部 32 反射的光不会返回波长可变干涉滤光器 5,由于这种反射波在波长可变干涉滤光器 5 的间隙内被再次多重干涉这种情况不存在,因而能够抑制检测部 32 中的光量测定精度的下降。

[0122] [第四实施方式]

[0123] 接下来,根据附图来说明本发明的第四实施方式的光学装置 1C。

[0124] 图 9 是表示第四实施方式的光学装置 1C 的概略结构的图。

[0125] 如图 9 所示,第四实施方式的光学装置 1C 是将第三实施方式的光学装置 1B 进行变形的装置,在第二圆偏振片 35 与检测部 32 之间设置有放大透镜系统 36。

[0126] 另外,在光学装置 1C 中,波长可变干涉滤光器 5 被设置在远心光学系统 31 的焦点面上,检测部 32 被设置在放大透镜系统 36 的焦点面上。

[0127] 在这种光学装置 1C 中,将透过了波长可变干涉滤光器 5 的光通过放大透镜系统 36 放大后被检测部 32 检测。在这种结构中,能够相对于波长可变干涉滤光器 5 而使检测部 32 的尺寸增大,进而能够通过更多的检测元件来获取高分辨率的图像。因而,能够实施更准确且详细的分光分布测定。

[0128] 即,在第一、第二以及第三实施方式的光学装置 1、1A、1B 中,需要使波长可变干涉滤光器 5 中的测定有效区域 G 的尺寸与检测部 32 的尺寸形成为同一程度。因此,如果检测部 32 的尺寸增大,则波长可变干涉滤光器 5 的尺寸也需要增大。

[0129] 这里,在本发明中,为了设定分辨率的下降为容许值以内的测定有效区域,需要根据检测部 32 的尺寸,配合检测部 32 来扩大测定有效区域 G 的尺寸。然而,在为了增大测定有效区域 G 的尺寸而增大波长可变干涉滤光器 5 的尺寸时,可动部 521 的挠曲量会随扩大量的增大而增大。因此,存在有如下这样的问题:例如,为了使测定有效区域 G 变为 1.5 倍大小,则例如需要使滤光器尺寸增大为 2 倍等,从而需要使波长可变干涉滤光器 5 的尺寸扩大量比测定有效区域的尺寸扩大量大。

[0130] 另外,除此之外,在使波长可变干涉滤光器 5 的尺寸增大的情况下,用于使可动部 521 位移的电力也增大,从而难以均匀地保持保持部 522 的应力平衡,因而难以进行用于使可动部 521 均匀位移的控制。

[0131] 与此相对,在本实施方式中,由于是通过放大透镜系统 36 使透过光放大后通过检测部 32 接收光的结构,因而无需使波长可变干涉滤光器 5 的尺寸大型化,而能够使用尺寸比检测部 32 小的波长可变干涉滤光器 5。

[0132] (第四实施方式的作用效果)

[0133] 如上所述,在第四实施方式的光学装置 1C 中,在波长可变干涉滤光器 5 与检测部 32 之间设置有放大透镜系统 36。因此,不使波长可变干涉滤光器 5 的尺寸大型化即可扩大检测部 32 的尺寸。因而,不存在由于使波长可变干涉滤光器 5 大型化而引起的分辨率下降或者耗电增大、可动部 521 的控制等问题,能够容易地利用大尺寸的检测部 32 来实施高精度的分光分布测定。

[0134] [其他实施方式]

[0135] 本发明并不仅限于上述的实施方式,在能够达到本发明目的的范围内的变形、改良等也包括在本发明中。

[0136] 例如,在第一实施方式中,虽然在图 2 中例示了远心光学系统 31 内设有光阑的结构图,但并不仅限于此。作为构成远心光学系统 31 的透镜组,只要能使通过光学装置 1 能够摄像的视场角范围内的入射光会聚在测定有效区域 G 内,且其主光线相互平行,可以垂直地射入到波长可变干涉滤光器 5,则其可以由任何的光学部件构成,该光学部件的个数和种类不受限制。例如,可以设置图 10 所示那样结构的远心光学系统。

[0137] 另外,在上述实施方式中,作为间隙可变部,例示了静电致动器 54,其通过在第一电极 541 和第二电极 542 之间施加电压,从而使保持部 522 挠曲以使可动部 521 位移,但并不仅限于此。

[0138] 例如,可以形成为使用感应致动器 (dielectric actuator) 的结构,该感应致动器配置第一感应线圈来代替第一电极 541、配置第二感应线圈或者永久磁铁来代替第二电极。在设置有例如第一感应线圈和永久磁铁的结构中,通过将流入第一感应线圈的电流作为输入值而产生磁力,并利用在与永久磁铁之间产生的引力或者排斥力来使可动部 521 位移。

[0139] 并且,可以形成为使用压电致动器来代替静电致动器 54 的结构。在这种情况下,例如,将下部电极层、压电膜以及上部电极层层叠配置在保持部 522 上,通过将施加在下部电极层和上部电极层之间的电压可变地作为输入值,从而使压电膜伸缩并使保持部 522 挠曲。

[0140] 并且,还可以形成为使用利用了空气压力的致动器来代替静电致动器 54 的结构。在这种情况下,将第一基板 51 和第二基板 52 之间形成为密闭空间,且设置有向密闭空间导入空气的空气导入孔。而且,在该空气导入孔中设置有使内部的空气压力可变的泵,通过将气压可变地作为输入值,从而通过内压变化来使可动部 521 位移。

[0141] 另外,在上述的实施方式中,虽然例示了隔板状的保持部 522,但也可以形成为如下这样的结构:例如,设置多个梁结构的保持部,利用这些梁结构的保持部来保持可动部 521。在这种情况下,为了使梁结构的保持部的挠曲平衡性均匀化,而优选设置相对于中心轴 O 呈点对称的保持部。

[0142] 另外,在上述的实施方式中,虽然例示了第一反射膜和第二反射膜之间的反射膜间空隙比第一电极和第二电极之间的电极间空隙小的结构的波长可变干涉滤光器的实例,但也可以是反射膜间空隙与电极间空隙尺寸相同的结构。并且,还可以为反射膜间空隙比电极间空隙大的波长可变干涉滤光器的结构。

[0143] 另外,在第二实施方式中例示了设置第一圆偏振片 34 的结构,在第三实施方式中例示了设置第一圆偏振片 34 和第二圆偏振片 35 的结构,但也可以形成为例如不设置第一圆偏振片 34 而仅设置第二圆偏振片 35 的结构等。另外,在第四实施方式中,虽然例示了设置第一圆偏振片 34 和第二圆偏振片 35 的结构,但可以形成为仅设置第一圆偏振片 34 和第二圆偏振片 35 中的任一个的结构或者不设置这些圆偏振片 34、35 的结构等。

[0144] 另外,在上述第三实施方式中,作为第二圆偏振片 35 形成为具备面向波长可变干涉滤光器 5 侧的 1/4 波长片 351 和面向检测部 32 侧的直线偏振片 352 的结构,但并不仅限于此。例如,第二圆偏振片 35 可以形成为具备面向波长可变干涉滤光器 5 侧的直线偏振片和面向检测部 32 侧的 1/4 波长片的结构。

[0145] 在这种情况下,直线偏振片使透过了波长可变干涉滤光器 5 的右旋光性圆偏振光波中的例如 P 偏振光波透过,吸收 S 偏振光波。然后,透过了直线偏振片的 P 偏振光波通过 1/4 波长片被变换为右旋光性圆偏振光波,向检测部 32 侧射出。另外,被检测部 32 反射的光成分由于因反射而成为了左旋光性圆偏振光波,因而由 1/4 波长片变换为 S 偏振光波,并通过直线偏振片吸收。

[0146] 另外,实施本发明时的具体结构和步骤在能够达到本发明的目的的范围内可以适当变更为其他结构等。

[0147] 符号说明

[0148]	1A、1B、1C 光学装置	5 波长可变干涉滤光器
[0149]	31 远心光学系统	32 检测部
[0150]	34 第一圆偏振片	35 第二圆偏振片
[0151]	36 放大透镜系统	51 第一基板
[0152]	52 第二基板	
[0153]	54 作为本发明的间隙可变部的静电致动器	
[0154]	56 第一反射膜	57 第二反射膜
[0155]	G 测定有效区域	

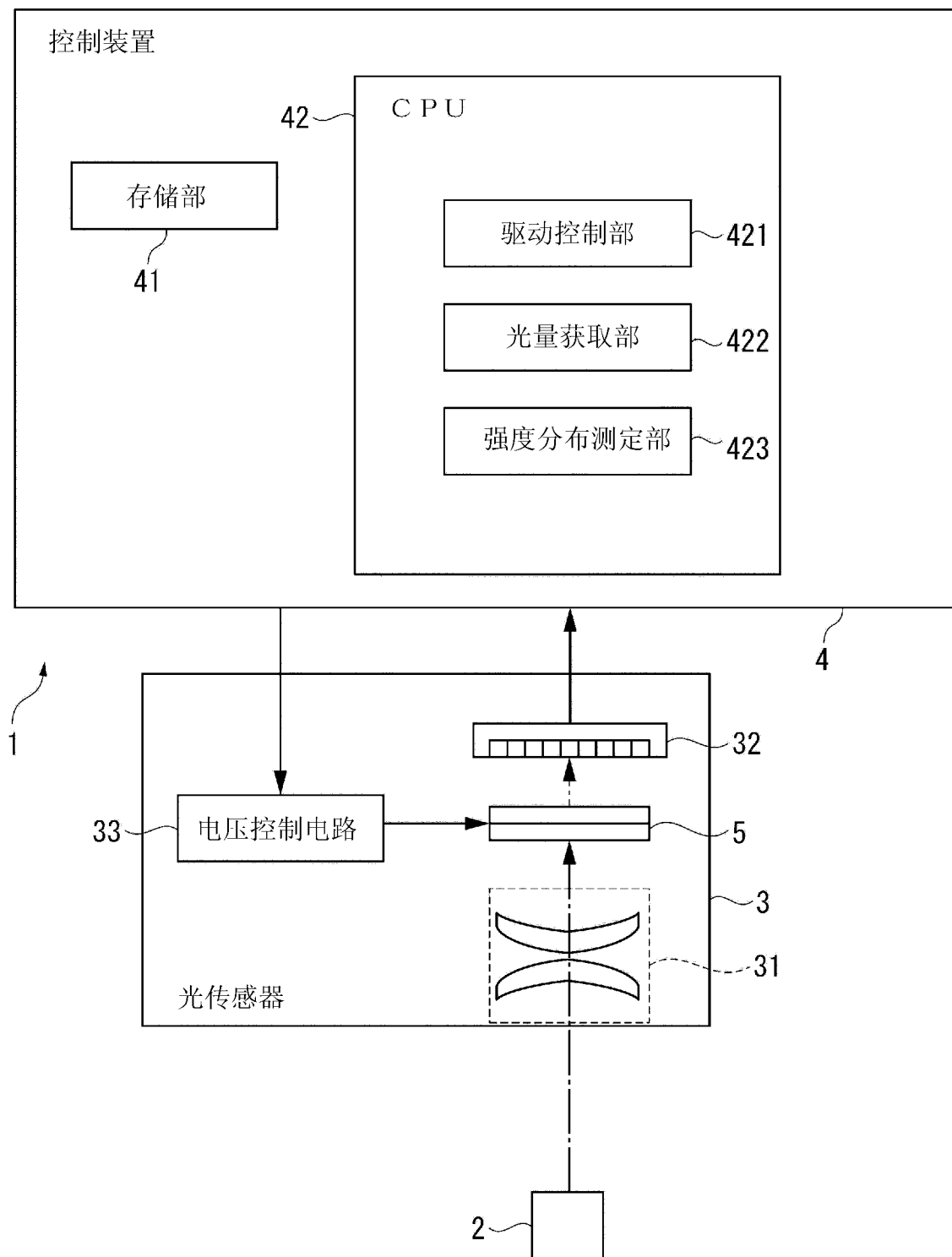


图 1

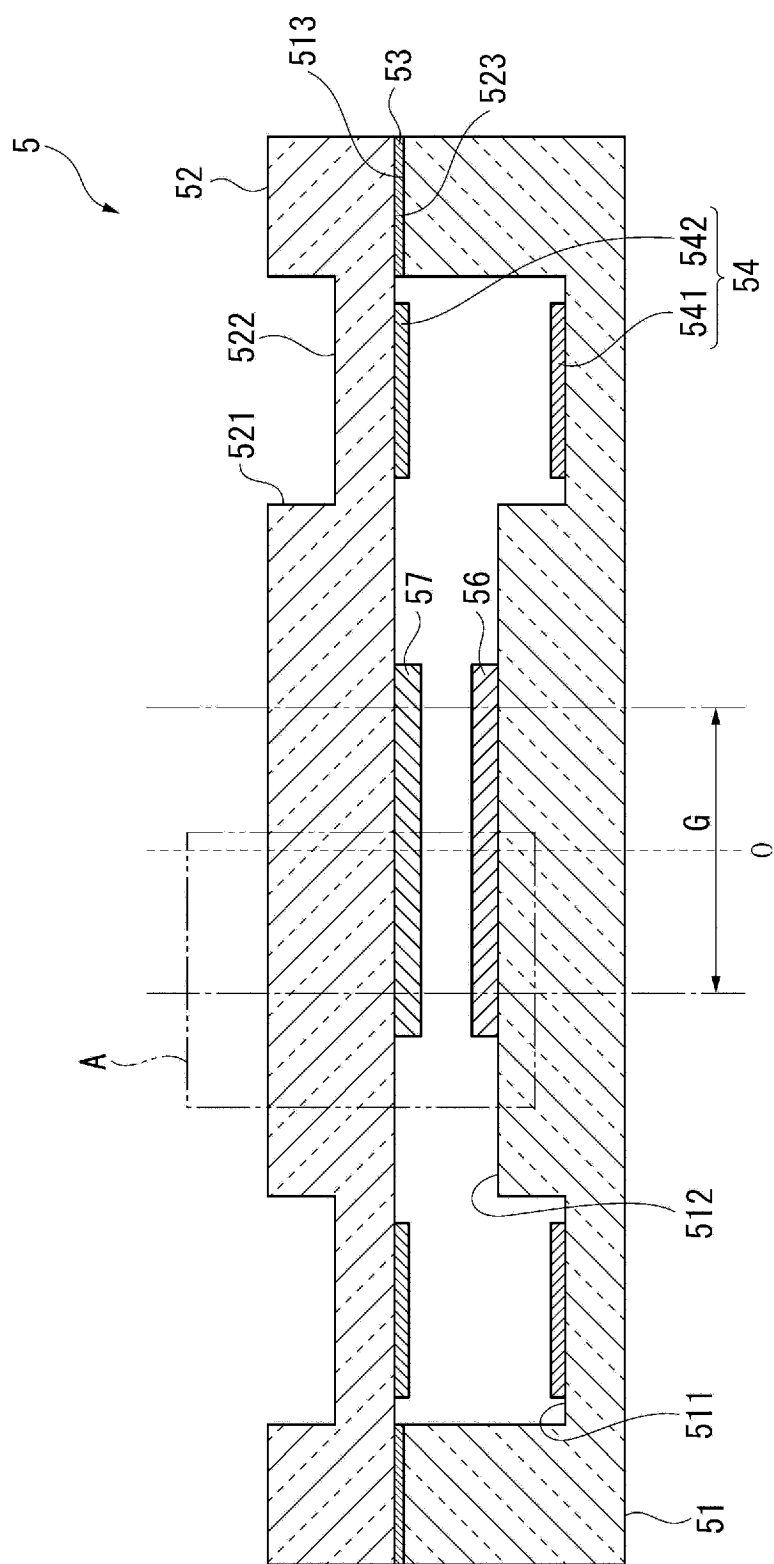


图 2

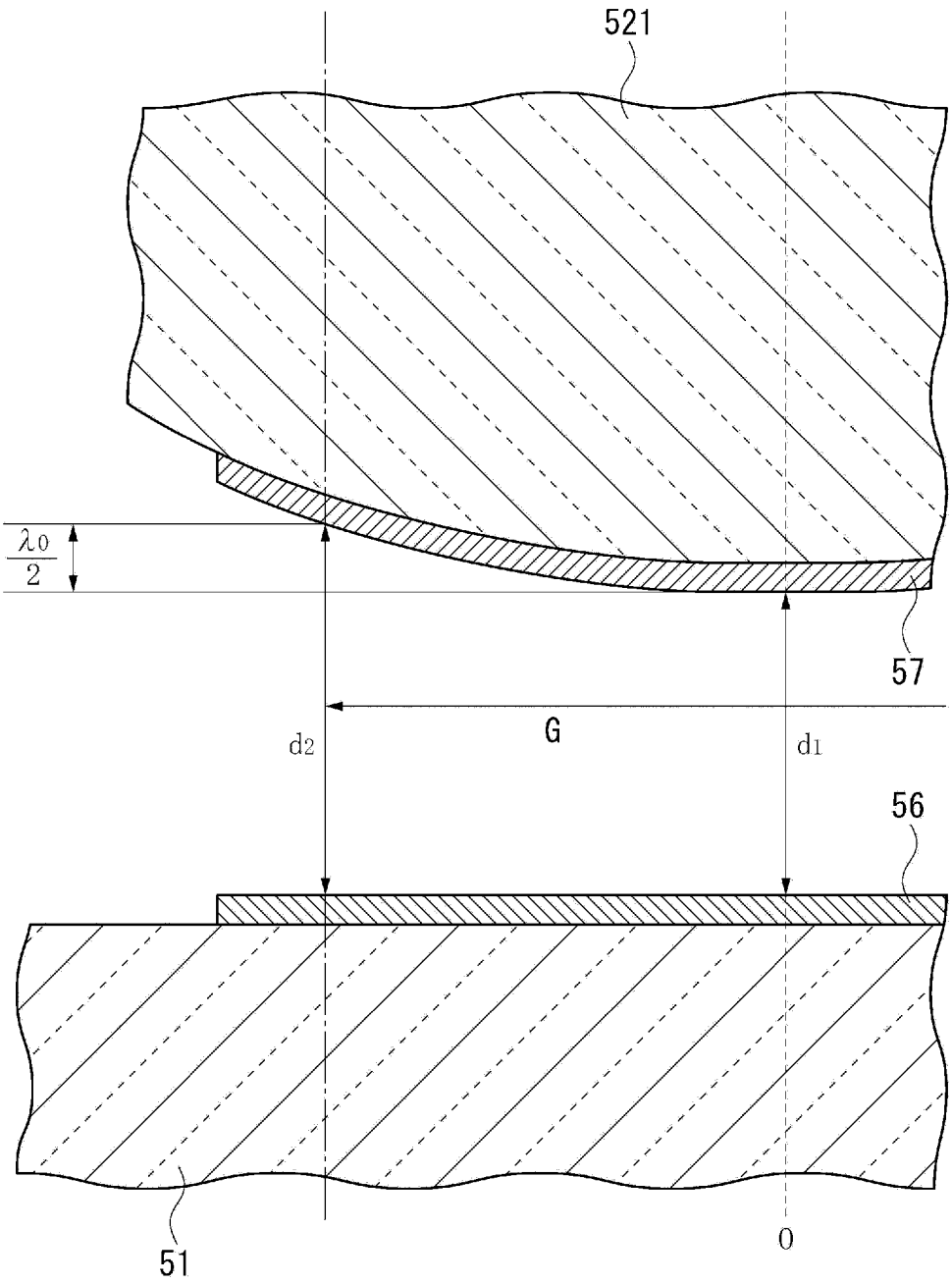


图 3

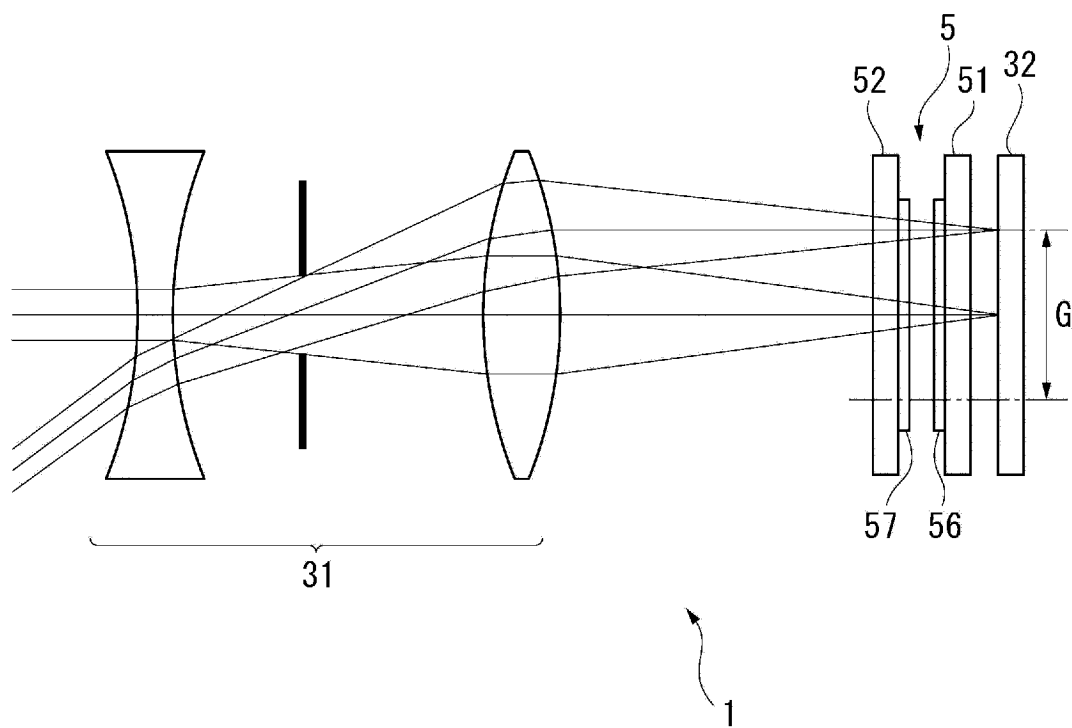


图 4

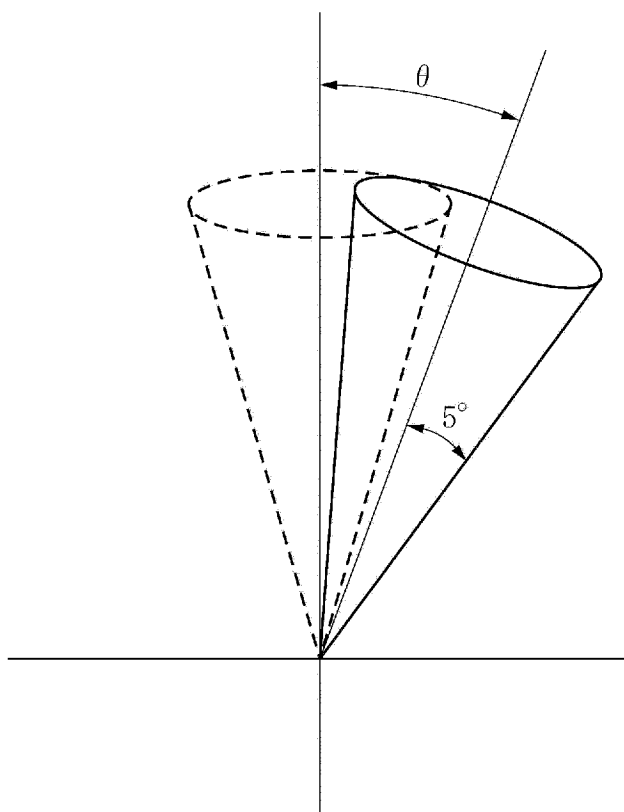


图 5

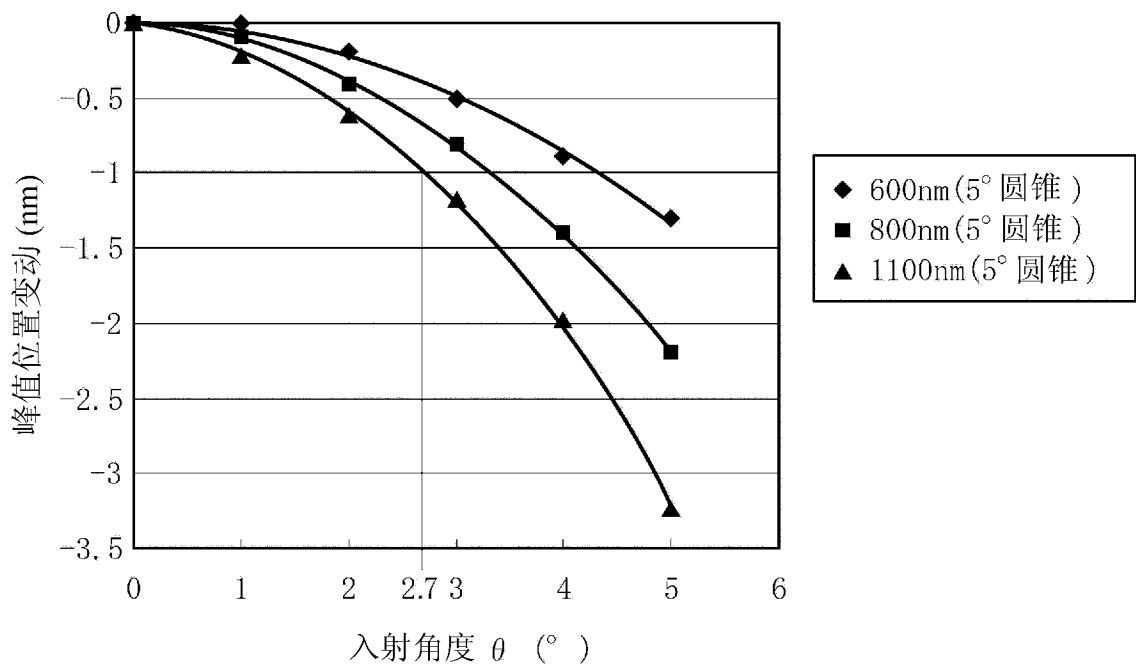


图 6

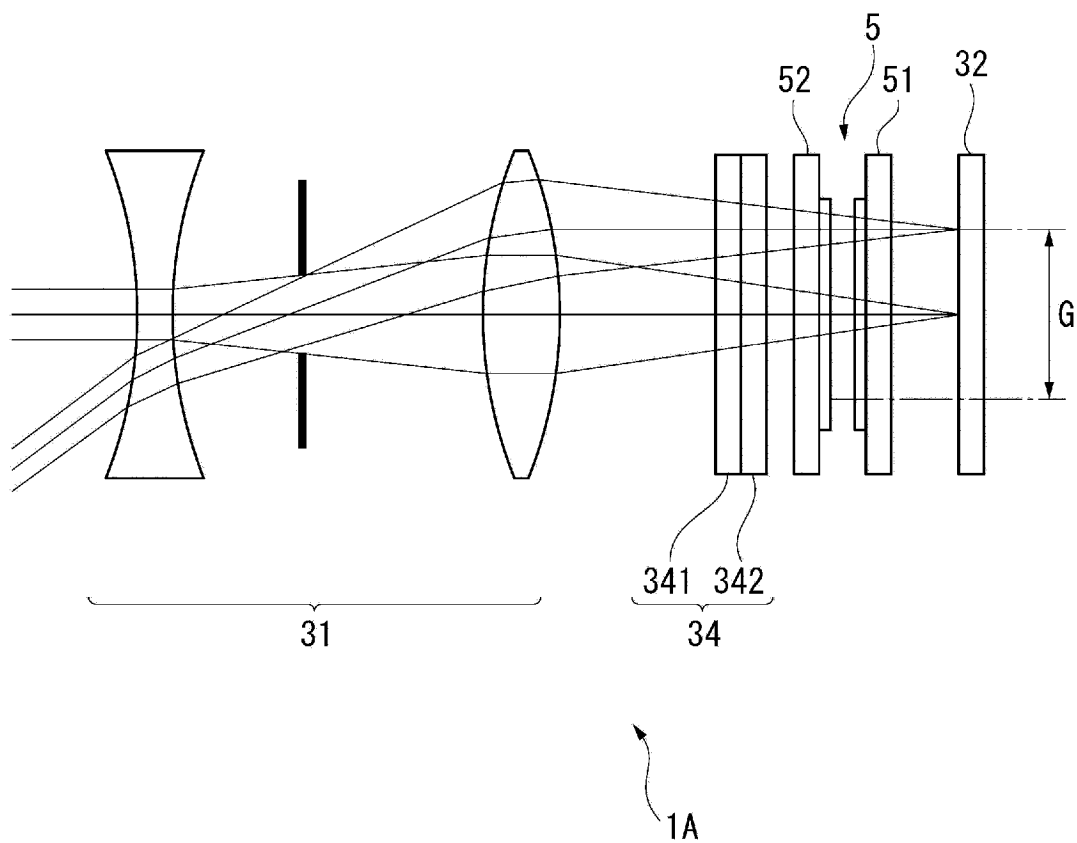


图 7

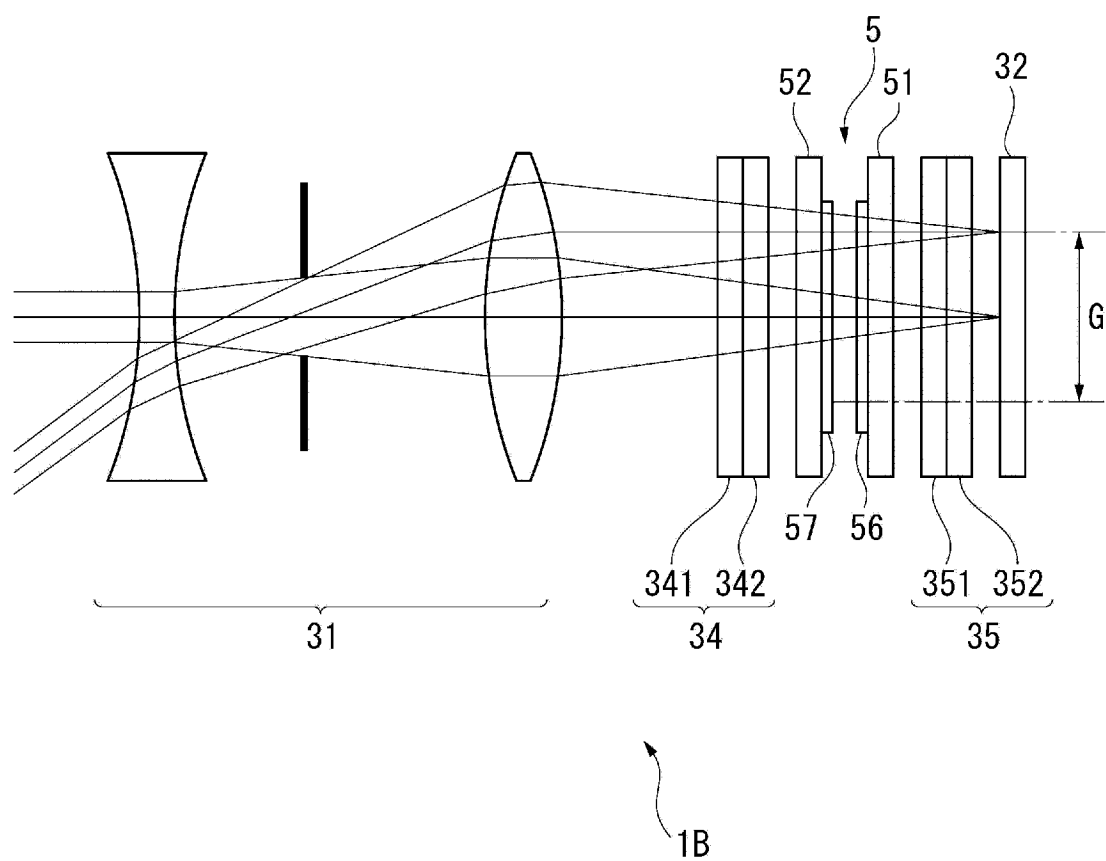


图 8

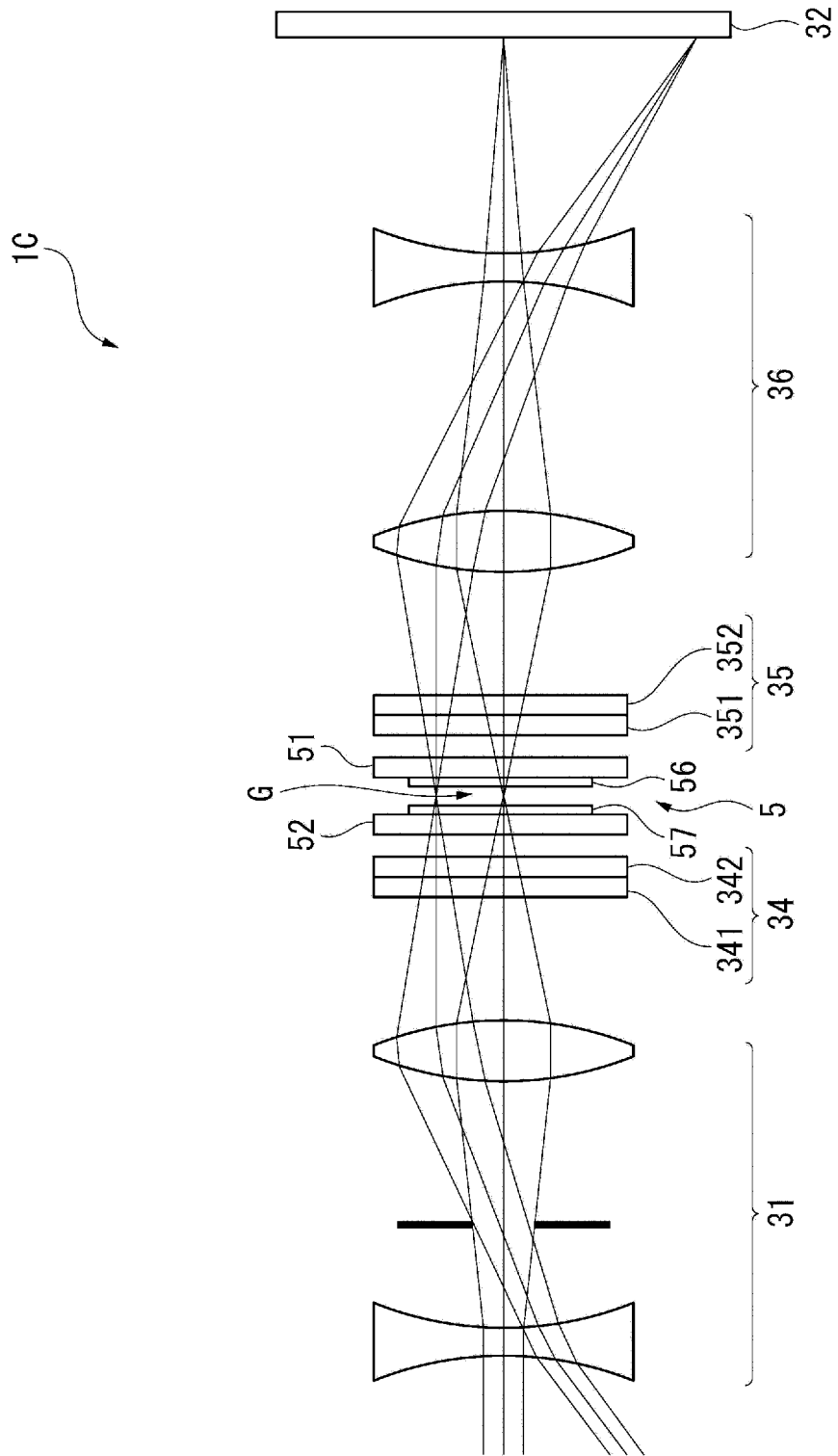


图 9

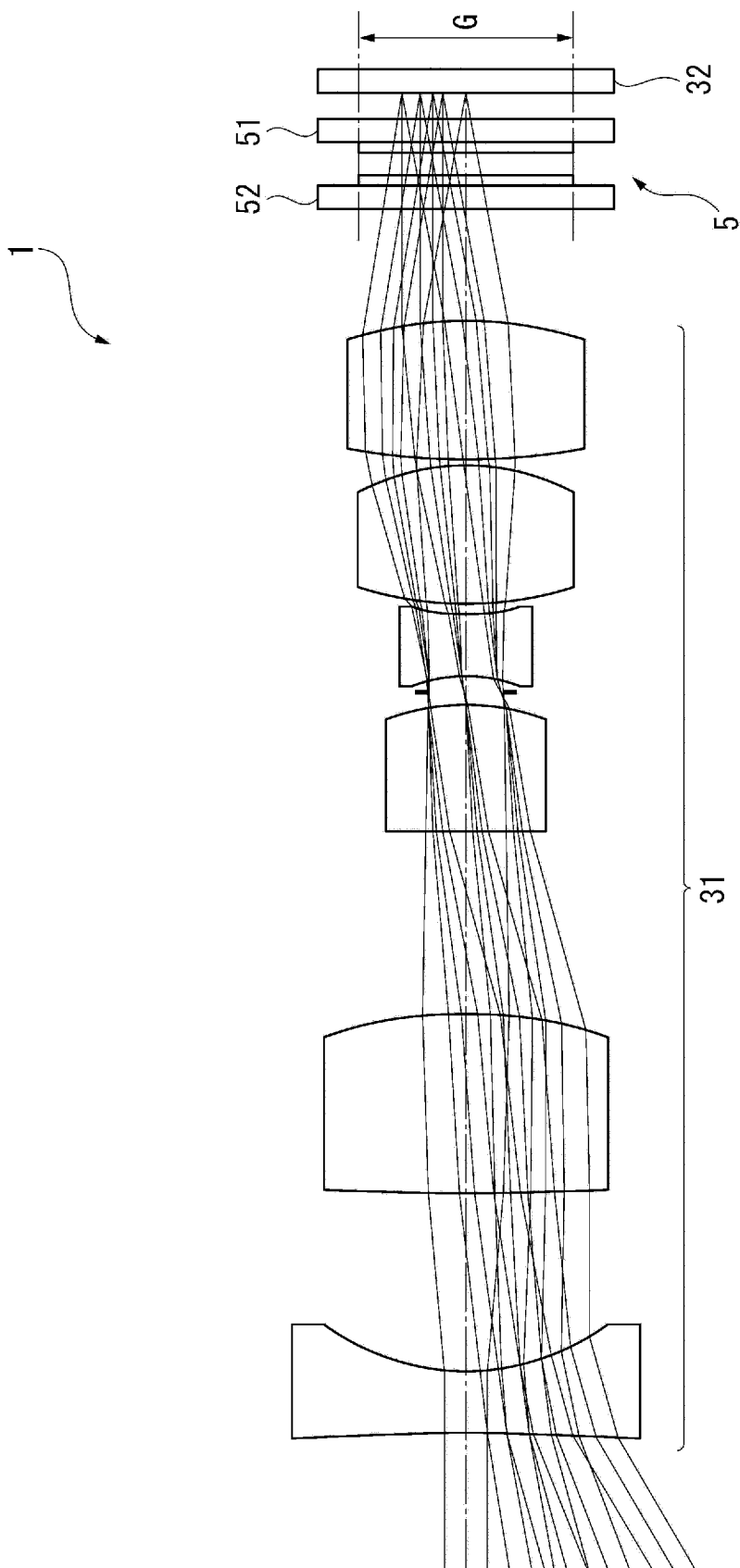


图 10