



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103969728 B

(45)授权公告日 2019.04.19

(21)申请号 201410043550.1

(51)Int.CI.

(22)申请日 2014.01.29

G02B 5/28(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G03B 11/00(2006.01)

申请公布号 CN 103969728 A

审查员 欧阳姣

(43)申请公布日 2014.08.06

(30)优先权数据

2013-020168 2013.02.05 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 佐野朗

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

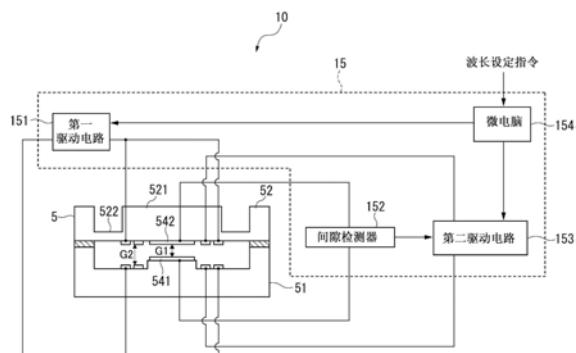
权利要求书2页 说明书21页 附图12页

(54)发明名称

光学模块、电子设备以及分光照相机

(57)摘要

本发明提供具有高分辨率的光学模块、电子设备以及分光照相机。其中，光学模块(10)具备：固定反射膜(541)，可动反射膜(542)，具有在俯视观察中通过施加电压可分别独立驱动的多个部分驱动部的第一驱动单元，使固定反射膜(541)与可动反射膜(542)之间的间隙尺寸变化的第二驱动单元，以及向部分驱动部施加第一驱动电压、向上述第二驱动单元施加第二驱动电压的电压控制部(15)，电压控制部(15)施加根据改变间隙尺寸时的固定反射膜(541)和可动反射膜(542)的平行度、按每个部分驱动部设定的第一驱动电压。



1. 一种光学模块,其特征在于,
具备:

第一基板,其上设置有第一反射膜,所述第一反射膜使入射光的一部分反射一部分透过;

第二基板,其上设置有第二反射膜,所述第二反射膜与所述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过;

第一驱动单元,具有在从厚度方向观察所述第一反射膜和所述第二反射膜时,设置在光在所述第一反射膜和所述第二反射膜之间干涉的光干涉区域外、通过施加电压能够分别独立驱动的多个部分驱动部,并且,所述第一驱动单元包括设置在所述第一基板上的第二电极和设置在所述第二基板上的第四电极;

第二驱动单元,使所述第一反射膜与所述第二反射膜之间的间隙尺寸变化,所述第二驱动单元包括设置在所述第一基板上的第一电极和设置在所述第二基板上的第三电极;

电压控制部,向多个所述部分驱动部中的各个部分驱动部施加第一驱动电压,向所述第二驱动单元施加第二驱动电压;以及

间隙检测单元,检测所述间隙尺寸,

所述第一驱动电压是根据改变所述间隙尺寸时的所述第一反射膜和所述第二反射膜的平行度、按每个所述部分驱动部施加的,

所述电压控制部通过向所述第一驱动单元施加所述第一驱动电压,驱动所述第一驱动单元之后,向所述第二驱动单元施加与所述间隙检测单元检测到的间隙量相应的反馈电压。

2. 根据权利要求1所述的光学模块,其特征在于,

所述间隙检测单元通过检测所述第一反射膜和所述第二反射膜之间的静电电容来检测间隙尺寸。

3. 根据权利要求1或2所述的光学模块,其特征在于,

所述第一驱动单元具有三个以上部分驱动部,

所述电压控制部向各部分驱动部施加两种电压波形的所述第一驱动电压中的任意一种。

4. 根据权利要求3所述的光学模块,其特征在于,

两种电压波形的所述第一驱动电压中的一种是标准电位波形。

5. 根据权利要求1或2所述的光学模块,其特征在于,

所述第一驱动单元具有三个以上部分驱动部,

所述电压控制部向各部分驱动部施加三种电压波形的所述第一驱动电压中的任意一种,

三种电压波形的所述第一驱动电压中的一种是标准电位波形。

6. 根据权利要求1或2所述的光学模块,其特征在于,

所述第一驱动单元和所述第二驱动单元是静电致动器。

7. 根据权利要求1所述的光学模块,其特征在于,

所述第一驱动单元控制所述第一反射膜和所述第二反射膜的平行度,所述第二驱动单元使所述间隙尺寸变化。

8. 根据权利要求1或2所述的光学模块,其特征在于,
所述第一驱动单元设置在所述第二驱动单元的外侧。
9. 根据权利要求1或2所述的光学模块,其特征在于,
多个所述部分驱动部中的各个部分驱动部在从厚度方向观察到的所述第一反射膜和
所述第二反射膜的俯视观察中,设置成沿着以所述第一反射膜的中心点和所述第二反射膜
的中心点为中心的虚拟圆的圆周的圆弧形、且在所述虚拟圆的圆周上等角度间隔设置。
10. 一种电子设备,其特征在于,
权利要求1至9中任一项所述的光学模块;以及
控制部,控制所述光学模块。
11. 一种分光照相机,其特征在于,
权利要求1至9中任一项所述的光学模块;以及
控制部,控制所述光学模块。

光学模块、电子设备以及分光照相机

技术领域

[0001] 本发明涉及光学模块、电子设备以及分光照相机。

背景技术

[0002] 现有技术中,已知有一种波长可变干涉滤波器,具有一对彼此相对的反射膜,通过使该反射膜间的距离发生变化,从而从测定对象的光中取出规定波长的光(例如参考专利文献1)。

[0003] 该专利文献1所述的波长可变干涉滤波器(光谐振器)具备彼此相对的第一基板和第二基板、分别配置在各基板上且隔着反射膜间间隙彼此相对的反射膜、以及分别配置在各基板上且彼此相对的电极。而且,可动侧的基板上设置有隔膜。

[0004] 在这种波长可变干涉滤波器上,可以通过向电极间施加电压,利用隔膜使第二基板变形,调整反射膜间间隙。

[0005] 然而,上述专利文献1所示的波长可变干涉滤波器由于是具有隔膜的结构,因此存在在控制反射膜间间隙时,因隔膜的厚度不均匀导致各反射膜的平行性恶化,其结果分辨率恶化的问题。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本专利特开平7-243963号公报

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供具有高分辨率的光学模块、电子设备以及分光照相机。

[0010] 本发明的光学模块,其特征在于,具备:第一反射膜,使入射光的一部分反射一部分透过;第二反射膜,隔着间隙与上述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过;第一驱动单元,具有在从厚度方向观察到的上述第一反射膜和上述第二反射膜的俯视观察中,设置在由上述第一反射膜和上述第二反射膜形成的光干涉区域外、通过施加电压可分别独立驱动的多个部分驱动部;第二驱动单元,使上述第一反射膜与上述第二反射膜之间的间隙尺寸变化;以及电压控制部,向上述部分驱动部施加第一驱动电压,向上述第二驱动单元施加第二驱动电压,上述电压控制部施加根据改变上述间隙尺寸时的上述第一反射膜和上述第二反射膜的平行度、按每个上述部分驱动部设定的第一驱动电压。

[0011] 在本发明中,电压控制部施加按每个部分驱动部设定的第一驱动电压。该第一驱动电压是根据改变间隙尺寸时的第一反射膜和第二反射膜的平行度设定的电压。通过施加这样的电压,不同的应力分别作用于各部分驱动部,以使第一反射膜和第二反射膜保持平行的方式进行控制。由此,可以改善由于波长可变干涉滤波器中的各基板的厚度不均匀引起的各反射膜的平行性的恶化。由此,可以在各反射膜保持高度平行的状态下使反射膜间间隙变化,可以取出分辨率高、即半高宽窄的光。另外,由于可以在各反射膜保持高度平行的状态下控制反射膜间间隙,因此在进行面分光时的波长精度也提高。

[0012] 本发明的光学模块优选，具备检测上述间隙尺寸的间隙检测单元，上述电压控制部通过向上述第一驱动单元施加上述第一驱动电压，将上述间隙尺寸驱动规定量之后，向上述第二驱动单元施加与上述间隙检测单元检测到的间隙量相应的反馈电压。

[0013] 在本发明中，利用第一驱动单元驱动规定量间隙尺寸之后，根据检测到的间隙尺寸设定并施加向上述第二驱动单元施加的反馈电压。

[0014] 即，在本发明中，针对目标间隙尺寸，通过第一驱动单元变位到目标间隙尺寸附近，根据间隙检测部检测的间隙尺寸，利用第二驱动单元对剩余的间隙尺寸进行微调。

[0015] 在这样的结构中，只在目标间隙尺寸附近根据间隙尺寸设定第二驱动单元的第二驱动电压，因此，第二驱动单元产生的应力大小范围小，第二驱动单元可以降低对于所施加的第二驱动电压产生的应力的灵敏度。由此，可以更高精度地进行反馈控制时的间隙尺寸的微调。另外，由于可以在将第二驱动单元的增益固定为一定的状态下，对大间隙范围进行高精度的间隙尺寸的微调，因此，第二驱动单元不需要使增益可变的结构等，可以简化结构。

[0016] 而且，仅利用第二驱动单元改变间隙尺寸的情况下，根据所改变的间隙尺寸，第一反射膜和第二反射膜的平行性有可能恶化，但在本发明中，由于通过第一驱动单元变位到目标间隙尺寸附近，因此，即使设定为目标间隙尺寸时，第一反射膜和第二反射膜也保持高度的平行性。由此，无论目标间隙尺寸如何，都可以实现高分辨率。

[0017] 本发明的光学模块优选，上述间隙检测单元通过检测上述第一反射膜和上述第二反射膜之间的静电电容来检测间隙尺寸。

[0018] 在本发明中，间隙检测单元通过检测第一反射膜和第二反射膜之间的静电电容进行检测。在这样的结构中，由于形成光干涉区域的第一反射膜和第二反射膜兼用作间隙检测单元，因此无需另外设置用作间隙检测单元的电极，从而可以实现简化结构，实现波长可变干涉滤波器的小型化、薄形化。

[0019] 本发明的光学模块优选，上述第一驱动单元具有三个以上部分驱动部，上述电压控制部向各部分驱动部施加两种电压波形的上述第一驱动电压中的任一种。

[0020] 在本发明中，通过向各部分驱动部施加两种电压波形的第一驱动电压进行控制。在这样的结构中，例如部分驱动部是三个的情况下，如果向两个施加大的第一驱动电压，向剩余的一个施加小的第一驱动电压，则可以使可动部侧的反射膜的倾斜度发生变化。此外，将施加小的第一驱动电压的电极定为哪一个，可以通过出厂前的检查，确认并选择实际的可动部侧的反射膜的倾斜方向，根据其倾斜量设定各自的第一驱动电压即可。这样，由于通过两种电压波形的第一驱动电压进行控制，可以简化电压控制部所使用的控制系统(驱动电路等)的结构。

[0021] 本发明的光学模块优选，两种电压波形的上述第一驱动电压中的一种是标准电位波形。

[0022] 在本发明中，两种电压波形的第一驱动电压中的一种是标准电位波形(GND电位)即非驱动波形。在这样的结构中，实际上形成通过一种电压波形的第一驱动电压进行控制，由于电压控制部使用的控制系统(驱动电路等)是一个，因此进一步实现结构的简化。而且，不会发生像控制系统(驱动电路等)是多个的情况下产生的机械的、电的干涉。

[0023] 本发明的光学模块优选，上述第一驱动单元具有三个以上部分驱动部，上述电压

控制部向各部分驱动部施加三种电压波形的上述第一驱动电压中的任一种,三种电压波形的上述第一驱动电压中的一种是标准电位波形。

[0024] 在本发明中,三种电压波形的上述第一驱动电压中的一种是标准电位波形,即非驱动波形。在这样的结构中,实际上形成通过两种电压波形的第一驱动电压进行控制,由于电压控制部使用的控制系统(驱动电路等)是两个,因此可以更高精度地改善各反射膜的平行性的恶化。例如,部分驱动部是五个的情况下,可以采用一个施加非驱动电压,一个施加小的第一驱动电压,剩余三个施加大的第一驱动电压等的结构。由此,可以通过波长可变干涉滤波器高精度地取出所需波长的光。另外,由于通过两种电压波形的第一驱动电压进行控制,因此可以将电压控制部使用的控制系统(驱动电路等)的数量抑制得较少。

[0025] 本发明的光学模块优选,上述第一驱动单元和上述第二驱动单元是静电致动器。

[0026] 在本发明中,第一驱动单元和第二驱动单元由静电致动器形成。在这样的结构中,只要使电极相对配置即可,可以实现结构简化,实现光学模块的小型化、薄形化。另外,只改变向电极间施加的电压,就可以容易地改变反射膜间间隙,也可以容易地进行反射膜间间隙的间隙控制。

[0027] 本发明的光学模块优选,上述第一驱动单元控制上述第一反射膜和上述第二反射膜的平行度,上述第二驱动单元使上述间隙尺寸变化。

[0028] 在本发明中,利用第一驱动单元控制反射膜间的平行度,利用第二驱动单元使间隙尺寸变化。在这样的结构中,可以取出分辨率高、即半高宽窄的光。另外,由于可以在各反射膜保持高度平行的状态下控制反射膜间间隙,因此在进行面分光时的波长精度也提高。

[0029] 本发明的光学模块优选,上述第一驱动单元在上述俯视观察中设置在上述第二驱动单元的外侧。

[0030] 在本发明中,通过将第一驱动单元设置在第二驱动单元的外侧,与设置在第二驱动单元的内侧的结构相比,可以扩大用于使反射膜间的平行度变化的调整范围,因此可以进一步高精度地改善各反射膜的平行性的恶化。

[0031] 本发明的光学模块优选,上述第一驱动单元的上述多个部分驱动部在上述俯视观察中,设置成沿着以上述第一反射膜的中心点和上述第二反射膜的中心点为中心的虚拟圆的圆周的圆弧形,且在上述虚拟圆的圆周上等角度间隔。

[0032] 在本发明中,通过将多个部分驱动部设置成等角度间隔,可以使静电引力相对于中心点均衡地起作用。由此,无论光干涉区域中的任何位置的平行度恶化,都可以根据该平行度恶化的位置施加适当的第一驱动电压,从而可以改善平行度的恶化。

[0033] 本发明的电子设备,其特征在于,具备光学模块和控制部,所述光学模块具备:第一反射膜,使入射光的一部分反射一部分透过;第二反射膜,隔着间隙与上述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过;第一驱动单元,具有在从厚度方向观察到的上述第一反射膜和上述第二反射膜的俯视观察中,设置在由上述第一反射膜和上述第二反射膜形成的光干涉区域外、通过施加电压可分别独立驱动的多个部分驱动部;第二驱动单元,使上述第一反射膜与上述第二反射膜之间的间隙尺寸变化;以及电压控制部,向上述部分驱动部施加第一驱动电压,向上述第二驱动单元施加第二驱动电压,所述控制部控制上述光学模块,上述电压控制部施加根据通过上述第二驱动单元改变上述间隙尺寸时的上述第一反射膜和上述第二反射膜的平行度、按每个上述部分驱动部设定的第一驱动电压。

[0034] 本发明与上述发明一样,可以改善因波长可变干涉滤波器中的各基板的厚度不均匀等引起的各反射膜的平行性恶化。由此,可以在各反射膜保持高平行性的状态下使反射膜间间隙变化,可以取出分辨率高、即半高宽窄的光。另外,由于可以在各反射膜保持高平行性的状态下控制反射膜间间隙,因此进行面分光时的波长精度也提高。

[0035] 本发明的分光照相机,其特征在于,具备光学模块和控制部,所述光学模块具备:第一反射膜,使入射光的一部分反射一部分透过;第二反射膜,隔着间隙与上述第一反射膜相对,使入射光的一部分反射一部分透过;第一驱动单元,具有在从厚度方向观察到的上述第一反射膜和上述第二反射膜的俯视观察中,设置在由上述第一反射膜和上述第二反射膜形成的光干涉区域外、通过施加电压可分别独立驱动的多个部分驱动部;第二驱动单元,使上述第一反射膜与上述第二反射膜之间的间隙尺寸变化;电压控制部,向上述部分驱动部施加第一驱动电压,向上述第二驱动单元施加第二驱动电压;以及摄像部,接收射入上述第一反射膜和上述第二反射膜之间的光发生干涉而选择的波长的光并取得分光图像,所述控制部控制上述光学模块,上述电压控制部施加根据通过上述第二驱动单元改变上述间隙尺寸时的上述第一反射膜和上述第二反射膜的平行度、按每个上述部分驱动部设定的第一驱动电压。

[0036] 本发明与上述发明一样,可以改善因波长可变干涉滤波器中的各基板的厚度不均匀等引起的各反射膜的平行性恶化。由此,可以在各反射膜保持高平行性的状态下使反射膜间间隙变化,由于可以抑制在反射膜面内的透过光的波长不均匀,因此进行面分光时波长的精度也提高,可以拍摄高精度的分光图像。另外,由于可以在各反射膜保持高平行性的状态下控制反射膜间间隙,因此可以取出分辨率高、即半高宽窄的光。

附图说明

[0037] 图1是表示本发明的第一实施方式的分光照相机的概略结构的框图。

[0038] 图2是第一实施方式的波长可变干涉滤波器的截面图。

[0039] 图3是表示本实施方式的波长可变干涉滤波器5的电极结构的图。

[0040] 图4是表示光学模块的电压控制部的概略结构的框图。

[0041] 图5是使图2的波长可变干涉滤波器的间隙变化时的截面图。

[0042] 图6是使现有结构的波长可变干涉滤波器的间隙变化时的截面图。

[0043] 图7是表示施加电压时的电压波形例的图,(A)是表示向各第二部分致动器中的一部分施加的第一驱动电压的电压波形的一例的图,(B)是表示向剩余的第二部分致动器施加的第一驱动电压的电压波形的一例的图,(C)是表示向第一静电致动器施加的反馈电压的电压波形的一例的图。

[0044] 图8是第三实施方式的波长可变干涉滤波器的电极配置图,(A)是设置有五个部分驱动部的配置图,(B)是设置有六个部分驱动部的配置图,(C)是在双层圆环形状分别设置有三个部分驱动部的配置图。

[0045] 图9是表示具有本发明的波长可变干涉滤波器的分光测色装置(电子设备)的概略图。

[0046] 图10是表示具有本发明的波长可变干涉滤波器的气体检测装置(电子设备)的概略图。

[0047] 图11是表示图10的气体检测装置的控制系统结构的框图。

[0048] 图12是表示具有本发明的波长可变干涉滤波器的食物分析装置(电子设备)的概略结构的图。

[0049] 符号说明

[0050] 1分光照相机,5波长可变干涉滤波器,10光学模块,11透镜组,12摄像部,15电压控制部,20控制部,21波长设定部,22分光图像取得部,23图像输出部,24存储部,51固定基板,52可动基板,53接合膜,55第一静电致动器,56第二静电致动器,100气体检测装置,110传感器芯片,120流道,130主体部,131传感器部盖,133排出单元,134壳体,135光学部,136滤波器,137受光元件,138控制部,139供电部,140操作面板,141显示部,142连接部,143连接部,144信号处理部,145光源驱动电路,146电压控制部,147受光电路,148传感器芯片检测器,149传感器芯片检测电路,150排出驱动电路,151第一驱动电路,152间隙检测器,153第二驱动电路,154微电脑,200食物分析装置,210检测器,211光源,212成像透镜,213摄像部,220控制部,221光源控制部,222电压控制部,223检测控制部,224信号处理部,225存储部,230显示部,400分光测色装置,410光源装置,411光源,412透镜,420测色传感器,430控制装置,431光源控制部,432测色传感器控制部,433测色处理部,511电极配置槽,512反射膜设置部,513第一接合部,521可动部,522保持部,523第二接合部,525基板外周部,541固定反射膜,542可动反射膜,543固定侧引出电极,544可动侧引出电极,551第一电极,552第三电极,553第一引出电极,554第三引出电极,561第二电极,562第四电极,563第二引出电极,564第四引出电极,905波长可变干涉滤波器,921可动部,922保持部,951固定基板,952可动基板,953固定反射膜,954可动反射膜,120A吸引口,120A1除尘过滤器,120B吸引流道,120C排出流道,120D排出口,135A光源,135B分束器,135C透镜,135D透镜,135E透镜,511A电极设置面,512A反射膜设置面,521A可动面,561A第二部分电极,561B第二部分电极,561C第二部分电极,562A第四部分电极,562B第四部分电极,562C第四部分电极,563A第二部分引出电极,564A第四部分引出电极,A检测对象,F静电引力,F1静电引力,F2静电引力,G1反射膜间间隙,G2电极间间隙,G3反射膜间间隙,0滤波器中心点,P虚拟圆,X测定对象。

具体实施方式

[0051] 第一实施方式

[0052] 以下根据附图对本发明的第一实施方式进行说明。

[0053] 分光照相机1的结构

[0054] 图1是表示本发明的第一实施方式的分光照相机的概略结构的框图。

[0055] 分光照相机1是本发明的电子设备,是拍摄测定对象X的分光图像的装置。并且,如图1所示,该分光照相机1具备光学模块10和控制光学模块10的控制部20。并且,在分光照相机1上另外还设置有通过用户进行的操作将操作信号输出到控制部20的操作部,在此省略了图示。另外,也可以设置向测定对象X照射光的光源、显示所拍摄的分光图像的显示部以及将分光图像发送到其他设备的接口等。

[0056] 光学模块10具备引导测定对象X的图像光并使摄像部12成像的透镜组11、波长可变干涉滤波器5、摄像部12以及电压控制部15。

[0057] 摄像部12接收透过波长可变干涉滤波器5的光(图像光),将摄像图像(分光图像)

输出到控制部20。

[0058] 波长可变干涉滤波器的结构

[0059] 以下对光学模块10的波长可变干涉滤波器5进行说明。

[0060] 图2是第一实施方式的波长可变干涉滤波器的截面图。

[0061] 波长可变干涉滤波器5例如是矩形板状的光学部件,如图2所示,具有构成第一基板的固定基板51和构成第二基板的可动基板52。这些固定基板51和可动基板52分别由例如苏打玻璃、结晶性玻璃、石英玻璃、铅玻璃、钾玻璃、硼硅玻璃、无碱玻璃等各种玻璃或水晶等形成。并且,固定基板51的第一接合部513和可动基板52的第二接合部523例如通过由以硅氧烷为主要成分的等离子聚合膜等形成的接合膜53接合,从而形成一体。

[0062] 图3是表示本实施方式的波长可变干涉滤波器5的电极结构的图。

[0063] 在固定基板51上设置有构成本发明的第一反射膜的固定反射膜541,在可动基板52上设置有构成本发明的第二反射膜的可动反射膜542。这些固定反射膜541和可动反射膜542隔着反射膜间间隙G1相对配置。

[0064] 并且,在固定基板51上设置有第一电极551和第二电极561,在可动基板52上设置有第三电极552和第四电极562。这些第一电极551和第三电极552隔着电极间间隙G2相对配置。另外,第二电极561和第四电极562隔着电极间间隙G2相对配置。

[0065] 在此,固定反射膜541和可动反射膜542具有导电性。另外,第一电极551和第三电极552构成第一静电致动器55,该第一静电致动器55构成本发明的第二驱动单元。并且,第二电极561和第四电极562构成第二静电致动器56,该第二静电致动器56构成本发明的第一驱动单元。

[0066] 在以下的说明中,将从固定基板51或可动基板52的基板厚度方向观察到的俯视观察,即,从固定基板51、接合膜53和可动基板52的层压方向观察到的波长可变干涉滤波器5的俯视观察称为滤光器俯视观察。另外,在本实施方式中,在滤波器俯视观察中,固定反射膜541的中心点和可动反射膜542的中心点一致,将俯视观察中的这些反射膜的中心点称为滤波器中心点0,将通过这些反射膜的中心点的直线称为中心轴。

[0067] 固定基板的结构

[0068] 固定基板51的厚度尺寸形成大于可动基板52的厚度尺寸,各静电致动器55、56产生的静电引力,或形成在固定基板51上的膜部件(例如固定反射膜541等)的内部引力不使固定基板51挠曲。

[0069] 如图2所示,该固定基板51具有例如通过蚀刻形成的电极配置槽511和反射膜设置部512。

[0070] 电极配置槽511在滤光器俯视观察中形成以固定基板51的滤波器中心点0为中心的环形。反射膜设置部512在滤波器俯视观察中,从电极配置槽511的中心部向可动基板52侧突出形成。该电极配置槽511的槽底面成为配置第一静电致动器55的第一电极551和第二静电致动器56的第二电极561的电极设置面511A。另外,反射膜设置部512的突出前端面成为反射膜设置面512A。

[0071] 另外,在固定基板51上设置有从电极配置槽511起向着固定基板51的外周边缘延伸的电极引出槽(省略图示)。

[0072] 在电极配置槽511的电极设置面511A上设置有构成第一静电致动器55的第一电极

551。作为第一电极551，只要是具有导电性的电极，可以使用任何电极材料，例如可以使用ITO(铟锡氧化物)或TiW/Au层压电极、Cr/Au层压电极等。

[0073] 该第一电极551设置在电极设置面511A上与后述的可动部521相对的区域。第一电极551形成圆弧形状(大致C字形)。另外，也可以形成在第一电极551上层压用于确保与第三电极552之间的绝缘性的绝缘膜的结构。

[0074] 并且，如图3所示，在固定基板51上，在第一电极551的外周边缘连接第一引出电极553。该第一引出电极553沿着电极引出槽配置，延伸到设置在固定基板51的外周部的第一端子取出部(省略图示)。并且，第一引出电极553的延伸前端部通过例如FPC(柔性印刷电路)或引线等与电压控制部15的后述的第二驱动电路153(参考图4)连接。

[0075] 并且，在电极配置槽511的电极设置面511A上设置有构成第二静电致动器56的第二电极561。作为第二电极561，只要是具有导电性的电极，可以使用任何电极材料，例如可以使用ITO或TiW/Au层压电极、Cr/Au层压电极等。

[0076] 该第二电极561在滤波器俯视观察中形成在第一电极551的外侧，设置于电极设置面511A上与后述的可动部521相对的区域。第二电极561在第一电极551的外侧，由沿着以滤波器中心点O为中心的虚拟圆P的圆周的圆弧形的多个第二部分电极561A、561B、561C构成。

[0077] 在本实施方式中，在滤波器俯视观察中，各第二部分电极561A、561B、561C形成为相同的形状。另外，第二部分电极561A、561B、561C分别设置成在虚拟圆P的圆周上形成等角度间隔(间隔120度)。另外，也可以形成在第二电极561上层压用于确保与第四电极562之间的绝缘性的绝缘膜的结构。

[0078] 并且，如图3所示，在固定基板51上分别设置有从各第二部分电极561A、561B、561C的一端部向着第一端子取出部延伸的第二引出电极563。第二引出电极563由与各第二部分电极561A、561B、561C对应的第二部分引出电极563A、563B、563C构成。这些第二部分引出电极563A、563B、563C沿着省略图示的电极引出槽配置，在第一端子取出部例如通过FPC(柔性印刷电路)或引线等与电压控制部15的后述的第一驱动电路151连接。

[0079] 如上所述，反射膜设置部512与电极配置槽511同轴，形成直径尺寸小于电极配置槽511的大致圆柱形，具有与可动基板52相对的反射膜设置面512A。

[0080] 如图2和图3所示，在该反射膜设置部512上设置有固定反射膜541。该固定反射膜541例如可以使用Ag等金属膜或Ag合金等导电性的合金膜。特别优选使用针对从可见光区到近红外光区的宽波段具有高反射特性的Ag合金膜。

[0081] 另外，固定反射膜541也可以使用例如高折射率层为TiO₂，低折射率层为SiO₂的电介质多层膜。

[0082] 固定反射膜541使用电介质多层膜的情况下，在该电介质多层膜的最下层层压导电膜。另外，也可以形成在电介质多层膜的最上层(表面层)层压导电膜的结构。在这样的结构中，即使电介质多层膜不具有导电性，通过导电膜也可以使固定反射膜541具有导电性。

[0083] 此处，形成使用了上述电介质多层膜的结构的情况下，作为导电膜优选使用与电介质多层膜的第一层(配置在最靠近固定基板51侧的层)以及固定基板51粘合性好的导电性材料。另外，使用在电介质多层膜的最上层(表面层)层压导电膜的结构的情况下，作为导电膜优选使用与电介质多层膜的最上层(配置在最靠近可动基板52侧的层)粘合性好的导电性材料。这样的导电膜可以列举出ITO膜等。

[0084] 另外,导电膜也可以使用对测定对象波长区域具有高反射率特性的、例如Ag合金等的反射膜。这种情况下,通过导电膜可以扩大波长可变干涉滤波器5的测定对象波长区域,可以对较宽波段取出所需的目标波长的光,且通过电介质多层膜可以高分辨率地取出目标波长的光。这种情况下,为了提高粘合性,也可以在导电膜与反射膜设置部512之间、导电膜与电介质多层膜之间进一步增加透明粘接层。

[0085] 另外,如图3所示,在固定基板51上设置有固定侧引出电极543,该固定侧引出电极543与固定反射膜541的外周边缘连接,通过第一电极551的C字形开口部向着第一端子取出部延伸。也可以在形成固定反射膜541时,同时形成该固定侧引出电极543。另外,由与第一电极551和第二电极561等相同的材料形成该固定侧引出电极543,由于通过在该固定侧引出电极543上连接固定反射膜541,能够不依赖于反射膜厚度而设计布线膜厚度和电阻,因此优选。

[0086] 另外,固定反射膜541由电介质多层膜和导电膜的层压体构成的情况下,固定侧引出电极543与导电膜同时形成,并与导电膜连接。

[0087] 该固定侧引出电极543的延伸前端部配置在第一端子取出部上,例如通过FPC或导线等与电压控制部15连接。此外,固定侧引出电极543与电压控制部15的间隙检测部152连接,具体内容在后面进行说明。

[0088] 另外,在固定基板51的光入射面(未设置固定反射膜541的面)上,与固定反射膜541对应的位置也可以形成反射防止膜。该反射防止膜可以通过交替层压低折射率膜和高折射率膜形成,降低在固定基板51表面的可见光的反射率,增加透过率。

[0089] 并且,在固定基板51与可动基板52相对的面中、未形成电极配置槽511、反射膜设置部512和未图示的电极引出槽的面构成第一接合部513。该第一接合部513通过接合膜53与可动基板52的第二接合部523接合。

[0090] 可动基板的结构

[0091] 可动基板52在滤波器俯视观察中,具有以滤波器中心点0为中心的圆形的可动部521、与可动部521同轴且保持可动部521的保持部522、以及设置在保持部522外侧的基板外周部525。

[0092] 可动部521形成大于保持部522的厚度,在本实施方式中例如形成与可动基板52的厚度相同的厚度。该可动部521在滤波器俯视观察中,形成至少大于反射膜设置面512A的外周边缘的直径尺寸。并且,也可以在该可动部521的与固定基板51的相反侧的面上形成反射防止膜。

[0093] 第三电极552在滤波器俯视观察中设置在可动反射膜542的外周侧,隔着电极间间隙G2与第一电极551相对配置。作为第三电极552,只要是具有导电性的电极,可以使用任何电极材料,例如可以使用ITO或TiW/Au层压电极、Cr/Au层压电极等。

[0094] 如图3所示,该第三电极552形成为圆弧形(大致C字形)。图3示出第三电极552的C字形开口部在滤波器俯视观察中设置在与第一电极551重合的位置的示例,也可以形成设置在与第一电极551的C字形开口部相对于滤波器中心点0为点对称的位置上的结构,这种情况下,可以使第一静电致动器55的静电引力F2更均衡。另外,与第一电极551相同,也可以形成在第三电极552上层压绝缘膜的结构。

[0095] 在此,在滤波器俯视观察中,由第三电极552与第一电极551重合的圆弧区域构成

第一静电致动器55。该第一静电致动器55在滤波器俯视观察中形成相对于滤波器中心点0为彼此大致点对称的形状和配置。因此,向第一静电致动器55施加电压时产生的静电引力F2也对相对于滤波器中心点0为点对称的位置作用,可以使可动部521均衡地向固定基板51侧变位。该第一静电致动器55构成第二驱动单元。

[0096] 另外,在可动基板52上设置有从第三电极552的外周边缘向着设置在可动基板52的外周部的第二端子取出部(未图示)延伸的第三引出电极554。该第三引出电极554的延伸前端部例如通过FPC或导线等与电压控制部15的后述的第二驱动电路153连接。另外,在图3中第三引出电极554和第一引出电极553重合显示,实际上彼此不重合地配置。

[0097] 另外,第四电极562在滤波器俯视观察中形成于第三电极552的外侧,隔着电极间间隙G2与第二电极561相对配置。作为第四电极562,只要是具有导电性的电极,可以使用任何电极材料,例如可以使用ITO或TiW/Au层压电极、Cr/Au层压电极等。

[0098] 该第四电极562在第一电极551的外侧,由沿着以滤波器中心点0为中心的虚拟圆P的圆周的圆弧形的多个第四部分电极562A、562B、562C构成。并且,第二部分电极561A和第四部分电极562A构成作为部分驱动部的第二部分静电致动器56A,第二部分电极561B和第四部分电极562B构成第二部分静电致动器56B,第二部分电极561C和第四部分电极562C构成第二部分静电致动器56C。

[0099] 在本实施方式中,在滤波器俯视观察中,各第四部分电极562A、562B、562C形成相同的形式。另外,第四部分电极562A、562B、562C分别设置成在虚拟圆P的圆周上形成等角度间隔(间隔120度)。另外,也可以形成在第四电极562上层压用于确保与第二电极561之间的绝缘性的绝缘膜的结构。

[0100] 在此,在滤波器俯视观察中,由第四电极562与第二电极561重合的圆弧区域构成第二静电致动器56。该第二静电致动器56构成第一驱动单元。

[0101] 并且,在可动基板52上分别设置有从各第四部分电极562A、562B、562C的外周边缘向着第二端子取出部延伸的第四引出电极564。第四引出电极564由与各第四部分电极562A、562B、562C对应的第四部分引出电极564A、564B、564C构成。该第四引出电极564沿着省略图示的电极引出槽配置,并延伸到第二端子取出部上。并且,第四引出电极564的延伸前端部例如通过FPC(柔性印刷电路)或引线等与电压控制部15的后述的第一驱动电路151连接。另外,在图3中,第四引出电极564和第二引出电极563重合显示,但实际上彼此不重合地配置。

[0102] 可动反射膜542在可动部521的可动面521A的中心部隔着反射膜间间隙G1与固定反射膜541相对设置。作为该可动反射膜542使用与上述的固定反射膜541相同结构的反射膜。在本实施方式中形成第一电极551和第二电极561设置在电极设置面511A上,固定反射膜541设置在比电极设置面511A更靠近可动基板52侧的反射膜设置面512A上的结构,因此反射膜间间隙G1小于电极间间隙G2。

[0103] 另外,在可动基板52上设置有与可动反射膜542的外周边缘连接,通过第三电极552的C字形开口部向着第二端子取出部延伸的可动侧引出电极544。也可以在形成可动反射膜542时同时形成该可动侧引出电极544。

[0104] 另外,可动反射膜542由电介质多层膜和导电膜的层压体形成的情况下,可动侧引出电极544与导电膜同时形成,且与该导电膜连接。

[0105] 并且,该可动侧引出电极544的延伸前端部配置在第二端子取出部上,例如通过FPC或导线等分别与电压控制部15连接。可动侧引出电极544与电压控制部15的间隙检测部152连接,具体内容在后面进行说明。另外,在图3中可动侧引出电极544和固定侧引出电极543重合显示,实际上彼此不重合地配置。

[0106] 另外,在本实施方式中,如图2所示,示出电极间间隙G2的间隙量大于反射膜间间隙G1的间隙量的示例,但并不局限于此。例如也可以形成在测定对象光以红外光或远红外光为对象等情况下,根据测定对象光的波长区域,使反射膜间间隙G1的间隙量大于电极间间隙G2的间隙量的结构。

[0107] 保持部522是包围可动部521周围的隔膜,形成小于可动部521的厚度尺寸。这样的保持部522比可动部521更容易挠曲,通过微小的静电引力就可以使可动部521向固定基板51侧移动。此时,由于可动部521的厚度尺寸大于保持部522的厚度尺寸,且刚性增大,因此,即使在由于静电引力而将保持部522向固定基板51侧拉伸时,可动部521的形状也不发生变化。因此,设置在可动部521上的可动反射膜55也不发生挠曲,能够使固定反射膜541和可动反射膜542成为平行状态。

[0108] 另外,在本实施方式中,示出隔膜状的保持部522,但不局限于此。例如也可以形成设置有以滤波器中心点0为中心、等角度间隔配置的梁状的保持部的结构等。

[0109] 如上所述,基板外周部525在滤波器俯视观察中设置在保持部522的外侧。在该基板外周部525的与固定基板51相对的面上设置有与第一接合部513相对的第二接合部523,隔着接合膜53与第一接合部513接合。

[0110] 电压控制部的结构

[0111] 图4是表示光学模块10的电压控制部15的概略结构的框图。

[0112] 如图4所示,电压控制部15构成为具备第一驱动电路151(第一驱动电压施加单元)、间隙检测器152(间隙检测单元)、第二驱动电路153(第二驱动电压施加单元)以及微电脑(微控制器)154。

[0113] 第一驱动电路151与波长可变干涉滤波器5的第二引出电极563和第四引出电极564连接,向第二静电致动器56施加第一驱动电压。具体而言,第一驱动电路151由具有规定比特数的D/A转换器构成,根据从微电脑154输入的偏置信号向第二静电致动器56施加电压。第一驱动电路151利用引线接合与第二引出电极563和第四引出电极564连接。

[0114] 间隙检测器152与波长可变干涉滤波器5的固定侧引出电极543和可动侧引出电极544连接,并取得基于反射膜间间隙G1的间隙量的检测信号。另外,间隙检测器152将取得的检测信号输出至第二驱动电路153。间隙检测器152利用引线接合与固定侧引出电极543和可动侧引出电极544连接。

[0115] 第二驱动电路153与波长可变干涉滤波器5的第一引出电极553和第三引出电极554连接,向第一静电致动器55施加第二驱动电压(反馈电压)。此时,第二驱动电路153向第一静电致动器55施加第二驱动电压(反馈电压),以使从间隙检测器152输入的检测信号与从微电脑154输入的目标值(目标检测信号)相同。第二驱动电路153利用引线接合与第一引出电极553和第三引出电极554连接。

[0116] 另外,本实施方式的第二驱动电路153由具有固定增益的模拟控制器构成,电压可变范围设定为规定的幅度。这样的模拟控制器例如可以内置比具有可变增益的模拟控制器

更简洁的系统结构,可以实现低成本。在此,作为模拟控制器例如可以使用PI控制器和PID控制器等。另外,也可以使用其他的控制器。

[0117] 微电脑154与控制部20、第一驱动电路151、间隙检测器152以及第二驱动电路153连接。另外,微电脑154具有由存储器等构成的存储单元(未图示)。在该存储单元中存储有例如间隙相关数据以及V-λ数据,其中,间隙相关数据为针对反射膜间间隙G1的间隙量的、由间隙检测器152检测的检测信号(电压信号),V-λ数据中存储有针对从控制部20输入的波长指令、向第二静电致动器56的各第二部分静电致动器56A、56B、56C施加的第一驱动电压。在后文对该V-λ数据进行具体说明。

[0118] 并且,微电脑154根据从控制部20输入的控制信号,控制第一驱动电路151、间隙检测器152以及第二驱动电路153,使目标波长的光从波长可变干涉滤波器5透过。

[0119] 另外,关于电压控制部15对波长可变干涉滤波器5的第二驱动电压的控制在后面进行具体说明。

[0120] 控制部的结构

[0121] 返回图1对分光照相机1的控制部20进行说明。

[0122] 控制部20相当于本发明的处理部,例如通过组合CPU和存储器等而构成,控制分光照相机1的整体动作。如图1所示,该控制部20具有波长设定部21、分光图像取得部22、图像输出部23以及存储部24。

[0123] 波长设定部21设定通过波长可变干涉滤波器5取出的光的目标波长,将旨在通过波长可变干涉滤波器5取出设定的目标波长的波长指令(控制信号)输出到电压控制部15。

[0124] 分光图像取得部22取得通过摄像部12拍摄的图像,然后存储到存储部24。

[0125] 图像输出部23将所拍摄的分光图像例如在未图示的显示部进行显示,或发送到与分光照相机1可通信地连接的外部设备。

[0126] 存储部24存储所拍摄的分光图像。另外,存储部24存储用于控制分光照相机1的各种数据和各种程序。

[0127] 波长可变干涉滤波器的光学特性

[0128] 以下根据附图对如上所述的分光照相机1的波长可变干涉滤波器5的光学特性进行说明。

[0129] 图5是表示使本发明的波长可变干涉滤波器5的反射膜间间隙G1变化的状态的截面图,图6是表示使现有结构的波长可变干涉滤波器905的反射膜间间隙G3变化的状态的截面图。

[0130] 通常在图6所示的现有结构的波长可变干涉滤波器905中,为了对设置在固定基板951上的固定反射膜953和设置在可动基板952上的可动反射膜954的反射间隙G3进行设定,向第一电极955和第二电极956之间施加电压。由此,由于静电引力F可动基板952向固定基板951侧挠曲。即,使可动基板952向缩小反射膜间间隙G3的方向挠曲。

[0131] 此时,如果向第一电极955和第二电极956之间施加电压,则有时可动部921一边倾斜一边挠曲,可动反射膜954相对于固定反射膜953的平行度恶化。

[0132] 这样,作为使相对的反射膜之间的平行度恶化的主要原因,可以列举出例如可动部921或可动反射膜954在制造时已经倾斜,以及在驱动时由于保持部922的厚度或刚性不均匀而发生倾斜。

[0133] 这样,如果相对的反射膜之间的平行度恶化,则在反射膜面内间隙存在偏差,由此透过光谱产生偏差。这种情况下,例如,在一次全部接收反射膜的透过光(接收被面分光的光)的情况下,形成该透过光谱变宽,波长分辨率降低的滤波器特性。另外还存在以下问题,利用摄像部12通过多个像素分割并接收反射膜的透过光的情况下,透过光谱的峰值波长随着像素而产生偏差,无法取得适当的分光图像。

[0134] 与此相对,本发明的波长可变干涉滤波器5设置有用于维持固定反射膜541与可动反射膜542的平行度的第二静电致动器56,该第二静电致动器56具有可独立地驱动的第二部分静电致动器56A、56B、56C。并且,通过光学模块10的电压控制部15,施加按每一个第二部分静电致动器56A、56B、56C设定的第一驱动电压,可以良好地保持固定反射膜541与可动反射膜542的平行度。以下对既控制倾斜度又使反射膜间间隙G1的尺寸变化的光学模块的驱动方法进行具体说明。

[0135] 光学模块的驱动方法

[0136] 首先,决定在向光学模块内安装时的波长可变干涉滤波器5与电压控制部15的连接方法、以及向哪个第二部分静电致动器分配哪种电压波形。具体而言,对于向光学模块10内安装之前的刚制造出的波长可变干涉滤波器5,测量向所有驱动电极施加同样的驱动电压时的可动反射膜542的倾斜度。根据该测量值,求出可动反射膜542的倾斜方向和倾斜量,因此根据该倾斜方向和倾斜量,还事先决定对各第二部分静电致动器56A、56B、56C分别施加的第一驱动电压。

[0137] 在此,在本实施方式中,通过分光照相机1取得事先设定的多个目标波长的分光图像。另外,在本实施方式的波长可变干涉滤波器5中,通过第二静电致动器56的静电引力F1使反射膜间间隙变位到与上述目标波长对应的目标间隙尺寸附近,然后通过第一静电致动器55高精度地校准为目标间隙尺寸。因此,以利用第二静电致动器56使反射膜间间隙变位到目标间隙尺寸附近时反射膜541、542平行的方式,决定针对各第二部分静电致动器56A、56B、56C的上述第一驱动电压。并且,针对多个目标波长分别决定如上所述的第一驱动电压。针对这些第二部分静电致动器56A、56B、56C分别决定的第一驱动电压与目标波长建立对应而作为V-λ数据存储在微电脑154的存储单元中。

[0138] 然后,为了实际上利用分光照相机1拍摄针对各波长的分光图像,首先控制部20利用波长设定部21设定透过波长可变干涉滤波器5的光的目标波长(目标波长设定步骤)。然后,波长设定部21向电压控制部15输出旨在使设定的目标波长的光透过的控制信号。

[0139] 如果从控制部20输入控制信号,则电压控制部15的微电脑154根据V-λ数据取得与目标波长对应的第一驱动电压(第一驱动电压取得步骤)。

[0140] 图7是表示向各致动器施加电压时的电压波形的示例,(A)是表示向第二部分静电致动器56A、56B施加的第一驱动电压的电压波形的一例的图,(B)是表示向第二部分静电致动器56C施加的第一驱动电压的电压波形的一例的波形图,(C)是表示向第一静电致动器55施加的第二驱动电压的电压波形的一例的图。

[0141] 图7是通过使间隙进行三个阶段的变化,三个阶段地扫描透过波段的示例。在该图7中列举出三个阶段的示例,更多阶段的情况下也可以进行相同的设定并驱动。如上所述,在该三个阶段的过程中,以始终保持反射膜彼此之间的平行度的方式,事先决定驱动电压。

[0142] 微电脑154向第一驱动电路151输出基于通过第一驱动电压取得步骤取得的第一

驱动电压的倾斜度控制信号。

[0143] 在本实施方式中,向各部分驱动部施加两种电压波形的第一驱动电压。由此第一驱动电路151向第二静电致动器56施加计算出的第一驱动电压(第一驱动电压施加步骤)。通过该步骤,基于第一驱动电压的静电引力F1作用于固定反射膜541与可动反射膜542之间,固定反射膜541与可动反射膜542之间的平行度得到改善的同时,可动部521向固定基板51侧变位。

[0144] 然后,通过第二驱动电路153进行反馈控制。

[0145] 在反馈控制中,微电脑154使间隙检测器152向固定反射膜541和可动反射膜542之间施加静电电容检测用的高频电压信号。在此,为了抑制静电电容检测用信号引起静电引力的变化,作为该静电电容检测用的电压信号使用与第一驱动电压相比为足够高频的电压。

[0146] 由此,与固定反射膜541和可动反射膜542的静电电容相对应的检测信号被输入间隙检测器152(反射膜间间隙检测步骤)。此外,作为间隙检测器152例如通过使用耦合电容等的电路,作为检测信号取得静电电容检测用的电压信号。在此,该检测信号形成基于反射膜间间隙G1的间隙量的信号。因此,间隙检测器152取得检测信号是指间隙检测器152检测反射膜间间隙G1的间隙量。

[0147] 另外,间隙检测器152将输入的检测信号向第二驱动电路153输出。

[0148] 另一方面,如果从控制部20输入控制信号,则微电脑154计算与目标波长对应的目标间隙量,并从存储在存储单元中的间隙相关数据中取得与目标间隙量对应的检测信号(目标检测信号),然后输出到第二驱动电路153。

[0149] 然后,第二驱动电路153计算从微电脑154输入的目标检测信号和与从间隙检测器152输入的检测信号的偏差(偏差计算步骤),并判断偏差是否为“0”(偏差判断步骤)。

[0150] 在该偏差判断步骤中,当判断为偏差不是“0”时,第二驱动电路153根据偏差设定第二驱动电压,向第一静电致动器55施加设定的第二驱动电压(第二驱动电压施加步骤)。

[0151] 在该第二驱动电压施加步骤中,第二驱动电路153根据从微电脑154输入的目标值信号与从间隙检测器152输出的信号的偏差,以偏差为0的方式设定向第一静电致动器55施加的第二驱动电压。此时,在本实施方式中,以第一静电致动器55的灵敏度基本恒定的方式,向第二静电致动器56施加第一驱动电压。因此,可以不依靠可动部521的变位量(电极间间隙G2的变化量),而以低灵敏度驱动第一静电致动器55。

[0152] 并且,在第二驱动电压施加步骤之后,返回间隙检测步骤的处理。即,电压控制部15反复进行从间隙检测步骤到第二驱动电压施加步骤的处理,直至偏差判断步骤中判断偏差为“0”。

[0153] 另外,在偏差判断步骤中,当判断偏差为“0”时,分光照相机1的控制部20的分光图像取得部22捕获摄像部12拍摄的透过波长可变干涉滤波器5的光的分光图像,并存储在存储部24(拍摄步骤)。由此,可以拍摄通过控制部20的波长设定部21设定的目标波长的分光图像。

[0154] 此外在上述中,对通过波长可变干涉滤波器5取出一个波长的光并检测该光量的处理进行了说明,例如在通过相对于测定对象光所含有的规定波长区域内的各波长的光量对测定对象光的分光光谱进行测定的情况下,可以依次改变设定的波长后重复每个步骤。

[0155] 本实施方式的作用效果

[0156] 在本实施方式中,电压控制部15施加按每个部分驱动部设定的第一驱动电压。通过施加这样的电压,不同的应力分别作用于各部分驱动部,控制固定反射膜541与可动反射膜542保持平行。由此,可以改善由波长可变干涉滤波器5的各基板的厚度的不均匀等引起的各反射膜541、542的平行性的恶化。由此,可以在各反射膜541、542保持较高平行性的状态下使反射膜间间隙G1变化,可以取出分辨率高、即半高宽窄的光。

[0157] 另外,由于可以在各反射膜541、542保持高度平行的状态下控制反射膜间间隙G1,因此在进行面分光时的波长精度也有所提高。因此,分光照相机1在拍摄规定目标波长的分光图像时,可以利用摄像部12的各像素接收相同波长的光,可以取得高精度的分光图像。

[0158] 在本实施方式中,使用第一驱动单元驱动规定量的间隙尺寸之后,根据所检测的间隙尺寸,设定向上述第二驱动单元施加的反馈电压后进行施加。

[0159] 即,在本发明中,针对目标间隙尺寸,通过第一驱动单元变位到目标间隙尺寸左右,对于剩余的间隙尺寸根据间隙检测部检测的间隙尺寸利用第二驱动单元进行微调。

[0160] 在这样的结构中,只在目标间隙尺寸附近根据目标尺寸设定第二驱动单元的第二驱动电压,因此第二驱动单元产生的应力大小范围小,第二驱动手段可以降低对于所施加的第二驱动电压产生的应力的灵敏度。

[0161] 由此,可以更高精度地进行反馈控制时的间隙尺寸的微调。另外,由于可以在将第二驱动单元的增益固定为一定的状态下,对大间隙范围进行高精度的间隙尺寸的微调,因此第二驱动单元不需要使增益可变的结构等,可以实现结构的简化。

[0162] 而且,仅利用第二驱动单元使间隙尺寸变化的情况下,根据所改变的间隙尺寸,第一反射膜和第二反射膜的平行性有可能恶化,但在本发明中,由于通过第一驱动单元变位到目标间隙尺寸附近,因此即使设定为目标间隙尺寸时,第一反射膜和第二反射膜也保持高平行性。由此,无论目标间隙尺寸如何,都可以实现高分辨率。

[0163] 在本实施方式中,间隙检测单元通过第一反射膜和第二反射膜之间的静电电容的检测来进行。在这样的结构中,由于形成光干涉区的第一反射膜和第二反射膜兼用作间隙检测单元,因此无需另外设置用作间隙检测单元的电极,从而可以实现简化结构,实现波长可变干涉滤波器的小型化、薄形化。

[0164] 在本实施方式中,通过向各部分驱动部施加两种电压波形的第一驱动电压进行控制。在这样的结构中,例如部分驱动部是三个的情况下,如果向两个施加大的第一驱动电压,向剩余的一个施加小的第一驱动电压,则可以使可动部侧的反射膜的倾斜度发生变化。另外,将施加小的第一驱动电压的电极定为哪一个,可以利用出厂前的检查,确认并选择实际的可动部侧的反射膜的倾斜方向,根据其倾斜量设定各自的第一驱动电压即可。这样,由于通过两种电压波形的第一驱动电压进行控制,可以简化电压控制部使用的控制系统(电压控制用的电路等)的结构。

[0165] 在本实施方式中,第一驱动单元和第二驱动单元由静电致动器形成。在这样的结构中,只要使电极相对配置即可,可以实现结构简化,实现光学模块的小型化、薄型化。另外,只改变向电极间施加的电压,就可以容易地改变反射膜间间隙,也可以容易地进行反射膜间间隙的控制。

[0166] 在本实施方式中,第一驱动单元在俯视观察中设置在第二驱动单元的外侧。在这

样的结构中,与将第一驱动单元设置在第二驱动单元的内侧的结构相比,可以扩大用于使反射膜间的平行度变化的调整范围,因此可以进一步高精度地改善各反射膜的平行性的恶化。

[0167] 在本实施方式中,多个部分驱动部在俯视观察中设置成沿着虚拟圆P的圆周的圆弧形,且在虚拟圆P的圆周上设置成等角度间隔。在这样的结构中,通过等角度间隔地设置多个部分驱动部,可以使静电引力相对于中心点O均衡地起作用。由此,无论光干涉区域中的任何位置的平行度恶化,都可以通过根据该平行度恶化的位置施加适当的第一驱动电压来改善平行度的恶化。

[0168] 第二实施方式

[0169] 以下对本发明的第二实施方式进行说明。

[0170] 在上述的第一实施方式中,向各部分驱动部施加两种电压波形的第一驱动电压,但在两种电压波形的第一驱动电压中的一种采用标准电位波形(GND电位)这点上有所不同。

[0171] 本实施方式中,第一驱动电路151中只设置一个驱动电路即可。例如,在第二部分静电致动器56A、56B、56C中,驱动第二部分静电致动器56A、56B,而使第二部分静电致动器56C为非驱动的情况下,将第二部分静电致动器56A、56B与施加有设定的第一驱动电压的波形的驱动电路连接。另一方面,第二部分静电致动器56C与例如GND电路连接即可。

[0172] 在这样的本实施方式中,第一驱动电路151的驱动电路可以采用一个结构,因此可以实现电压控制部15结构的简化,可以实现光学模块10的小型化,降低生产成本。而且,不会发生像控制系统(驱动电路等)是多个的情况下产生的那样的机械的和电的干涉。

[0173] 另外,如本实施方式所示,在第二部分静电致动器56A、56B、56C中包含非驱动的情况下,不进行如上述第一实施方式所示的,、针对目标间隙尺寸通过第一驱动单元变位到目标间隙尺寸附近的驱动方法,而优选第一驱动单元只控制倾斜度地驱动的方法。

[0174] 这种情况下,优选通过向第一驱动单元施加第一驱动电压,控制可动反射膜与固定反射膜的倾斜度,改善平行度,向静电致动器56施加电压,改变间隙尺寸。

[0175] 第三实施方式

[0176] 以下对本发明的第三实施方式进行说明。

[0177] 在上述的第一实施方式中,向各部分驱动部施加两种电压波形的第一驱动电压,但在第三实施方式中,在向各部分驱动部施加三种电压波形的第一驱动电压的这点上与上述第一实施方式不同。

[0178] 在本实施方式中,例如向第二部分静电致动器56A施加图7(A)的电压波形的第一驱动电压,向第二部分静电致动器56B施加图7(B)的电压波形的第一驱动电压,第二部分静电致动器56C与第二实施方式中的第二部分静电致动器56C一样,采用标准电位波形即非驱动波形。

[0179] 并且,构成第一驱动单元的第二电极561以及第四电极562的结构和配置图形采用,以120度间隔等角度间隔地具有三个第二部分电极561A、561B、561C和第四部分电极562A、562B、562C的结构,但并不局限于上述第一实施方式的结构和配置图形,可以采用各种结构和配置图形。图8示出其中一例。图8(A)是以72度间隔等角度间隔地具有五个第二部分电极和第四部分电极的结构。另外,图8(B)是以60度间隔等角度间隔地具有六个第二部

分电极和第四部分电极的结构。另外,图8(C)是第二部分电极和第四部分电极形成双重圆环形,每一个圆环形以120度间隔等角度间隔地具有三个第二部分电极和第四部分电极的结构。

[0180] 在本实施方式中,三种电压波形的第一驱动电压中的一种是标准电位波形,即非驱动波形。在这样的结构中,实际上形成通过两种电压波形的第一驱动电压进行控制,由于第一驱动单元所使用的控制系统(驱动电路)是两个,因此可以更高精度地改善各反射膜的平行性的恶化。例如,部分驱动部是五个的情况下,可以采用一个施加非驱动电压,一个施加小的第一驱动电压,剩余三个施加大的第一驱动电压等的结构。由此,可以通过波长可变干涉滤波器高精度地取出所需波长的光。另外,由于通过两种电压波形的第一驱动电压进行控制,因此可以将电压控制部使用的控制系统(驱动电路等)的数量抑制得较少。

[0181] 另外,如本实施方式所示,在各部分驱动部中包含非驱动的情况下,不进行上述第一实施方式所示的,针对目标间隙尺寸通过第一驱动单元变位到目标间隙尺寸附近的这种驱动方法,而优选第一驱动单元只控制倾斜度地驱动的方法。

[0182] 其他实施方式

[0183] 另外,本发明不局限于上述的实施方式,在可以实现本发明目的的范围内的变形、改良等都包含在本发明中。

[0184] 例如,在上述各实施方式中示出如图3所示的以120度间隔配置三个第二部分静电致动器56A、56B、56C的示例,但不局限于此。

[0185] 图8是本发明的部分驱动部的配置例。在此,图8(A)是以72度间隔等角度间隔地具有五个第二部分静电致动器56A、56B、56C、56D、56E的结构。另外,图8(B)是以60度间隔等角度间隔地具有六个第二部分静电致动器56A、56B、56C、56D、56E、56F的结构。另外,图8(C)是部分驱动部配置成双重圆环形的示例,是每一个圆环形分别以120度间隔等角度间隔地在径向内侧配置第二部分静电致动器56A、56B、56C,在径向外侧配置第二部分静电致动器56D、56E、56F的结构。

[0186] 如图8所示,通过设置更多的部分驱动部,可以更高度地控制反射膜541、542的平行性,可以进一步可靠地抑制在使反射膜间间隙G1的间隙尺寸变化时的分辨率降低。

[0187] 另外,在第三实施方式中示出,向各第二部分静电致动器56A、56B、56C施加的第一驱动电压设定为三种电压波形中的任意一种,其中一个(第二部分静电致动器56C)施加非驱动波形(GND电位)的示例,也可以采用通过与第二部分静电致动器56A、56B不同的驱动波形驱动第二部分静电致动器56C的结构。

[0188] 而且,如图8所示,在设置四个以上第二部分静电致动器的结构中,第一驱动电路151需要内置可输出分别不同的四个以上的电压波形的控制系统,但可以进行更精细的倾斜度控制,可以更高精度地维持反射膜541、542的平行性。

[0189] 作为本发明的第一驱动单元示出第二部分静电致动器56,作为第二驱动单元示出第一部分静电致动器55,但也可以由静电致动器以外的驱动系统构成。

[0190] 例如,作为第一驱动单元和第二驱动单元,取代电极,可以采用使用配置有感应线圈的感应致动器的结构,也可以采用使用压电致动器的结构。

[0191] 另外,示出将固定反射膜541和可动反射膜542作为静电电容检测量的电极的示例,但不局限于此。也可以采用独立于反射膜541、542、单独设置静电电容检测用的电极的

结构。这种情况下,可以通过将该静电电容检测用的电极配置在反射膜541、542附近,输出对应于反射膜间间隙的间隙尺寸的检测信号。

[0192] 在上述的实施方式中示出将作为第一驱动单元的第二静电致动器56除了用于反射膜541、542的倾斜度控制,还用于改变反射膜间间隙G1的间隙尺寸的示例,也可以采用例如第二静电致动器56只进行反射膜541、542的倾斜度控制,只利用第一静电致动器55改变反射膜间间隙G1的间隙尺寸的结构。

[0193] 另外,在上述的实施方式中示出将作为第一驱动单元的第二静电致动器56配置在相对于反射膜541、542比第一静电致动器55更远的位置即外侧的示例,也可以采用将作为第一驱动单元的第二静电致动器56配置在比第一静电致动器55更靠近内侧的结构。

[0194] 另外,在上述的实施方式中示出在可动基板52上设置由隔膜等构成的保持部522的示例,也可以采用不设置保持部522的结构。这种情况下,存在由于可动基板52的基板厚度不均匀、设置在可动基板52上的可动反射膜542或各种电极、接合膜产生的膜应力等、其他的外压等,在反射膜间间隙G1的间隙尺寸改变时,反射膜541、542的平行性恶化的情况。对于这样的结构,通过采用本发明的设置有第一驱动单元和电压控制部的结构,可以与上述实施方式相同地提高反射膜541、542的平行性,并能够抑制分辨率降低。

[0195] 另外,作为本发明的电子设备,在上述的各实施方式中示出分光摄像机1的示例,除此之外,可以在各个领域应用本发明的光学模块和电子设备。

[0196] 例如,如图9所示,也可以将本发明的电子设备应用于进行色度测定和分光测定的分光测色装置。

[0197] 图9是表示具有波长可变干涉滤波器的分光侧色装置400的一例的框图。

[0198] 如图9所示,该分光测色装置400具备:向检测对象A射出光的光源装置410、测色传感器420(光学模块)以及控制分光测色装置400的整体动作的控制装置430(处理部)。并且,该分光测色装置400是如下的装置:从光源装置410射出的光被检测对象A反射,通过测色传感器420接收被反射的检测对象光,根据从测色传感器420输出的检测信号来分析并测定检测对象光的色度、即检测对象A的颜色。

[0199] 光源装置410具备光源411和多个透镜412(图9中仅示出一个),对检测对象A射出例如标准光(例如白色光)。另外,在多个透镜412中也可以包含准直透镜,在这种情况下,光源装置410通过准直透镜使从光源411射出的标准光变为平行光,再从未图示的投射透镜向着检测对象A射出。另外,在本实施方式中虽然示出具备光源装置410的分光测色装置400,但例如检测对象A是液晶面板等发光部件时,也可以采用未设置光源装置410的结构。

[0200] 如图9所示,测色传感器420具备:波长可变干涉滤波器5、接收透过波长可变干涉滤波器5的光的摄像部12以及控制向波长可变干涉滤波器5的第一静电致动器55、第二静电致动器56施加电压的电压控制部15。另外,测色传感器420在与波长可变干涉滤波器5相对的位置具备未图示的入射光学透镜,该入射光学透镜将被检测对象A反射的反射光(检测对象光)向内部导入。然后,该测色传感器420通过波长可变干涉滤波器5对从入射光学透镜入射的检测对象光中的规定波长的光进行分光,并通过摄像部12接收分光后的光。

[0201] 控制装置430控制分光测色装置400的整体动作。

[0202] 作为该控制装置430,可以使用例如通用个人计算机或便携式信息终端、除此以外,还可以使用测色专用计算机等。并且,如图9所示,控制装置430构成为包括光源控制部

431、测色传感器控制部432以及测色处理部433等。

[0203] 光源控制部431与光源装置410连接,例如根据用户的设定输入向光源装置410输出规定的控制信号,使其射出规定亮度的白色光。

[0204] 测色传感器控制部432与测色传感器420连接,例如根据用户的设定输入设定由测色传感器420接收的光的波长,并将旨在检测该波长的光的受光量的指示信号输出至测色传感器420。由此,测色传感器420的电压控制部15根据控制信号,向第一静电致动器55、第二静电致动器56施加电压,驱动波长可变干涉滤波器5。

[0205] 测色处理部433根据由摄像部12检测到的受光量来分析检测对象A的色度。

[0206] 另外,作为本发明的电子设备其他示例,例如可以列举出用于检测特定物质存在的基于光的系统。作为这种系统,例如可以例示出使用波长可变干涉滤波器的、采用分光测定方式高灵敏度地检测特定气体的车载用气体泄漏检测器和呼吸检测用的光声稀有气体检测器等气体检测装置。

[0207] 根据下面的附图对这样的气体检测装置的一例进行说明。

[0208] 图10是表示具备波长可变干涉滤波器的气体检测装置的一例的概略图。

[0209] 图11是表示图10的气体检测装置的控制系统的结构的框图。

[0210] 如图10所示,该气体检测装置100构成为具备传感器芯片110,具有吸引口120A、吸引流道120B、排出流道120C和排出口120D的流道120,以及主体部130。

[0211] 主体部130由具有可装卸流道120的开口的传感器部盖131、排出单元133、壳体134、检测装置、处理检测到的信号并控制检测部的控制部138、以及供电的供电部139等构成,其中,该检测装置包括:光学部135、滤波器136、波长可变干涉滤波器5以及受光元件137(检测部)等。另外,光学部135由射出光的光源135A、将从光源135A射入的光向传感器芯片110侧反射并使从传感器芯片侧射入的光向受光元件137侧透过的分束器135B以及透镜135C、135D、135E构成。

[0212] 另外,如图11所示,在气体检测装置100的表面上设置有操作面板140、显示部141、用于与外部接口的连接部142以及供电部139。如果供电部139是蓄电池,也可以具备用于充电的连接部143。

[0213] 而且,如图11所示,气体检测装置100的控制部138具备由CPU等构成的信号处理部144、用于控制光源135A的光源驱动电路145、用于控制波长可变干涉滤波器5的电压控制部146、接收来自受光元件137的信号的受光电路147、读取传感器芯片110的代码并接收来自检测是否存在传感器芯片110的传感器芯片检测器148的信号的传感器芯片检测电路149、以及控制排出单元133的排出驱动电路150等。

[0214] 以下对上述的气体检测装置100的动作进行说明。

[0215] 在主体部130的上部的传感器部盖131的内部设置有传感器芯片检测器148,并通过该传感器芯片检测器148检测有无传感器芯片110。信号处理部144如果检测到来自传感器芯片检测器148的检测信号,则判断为处于安装有传感器芯片110的状态,并向显示部141发出使其表示旨在能够进行检测操作的显示信号。

[0216] 然后,例如当通过使用者对操作面板140进行操作,从操作面板140向信号处理部144输出旨在开始检测处理的指示信号时,首先,信号处理部144向光源驱动电路145输出光源动作的信号以使光源135A动作。如果驱动光源136A,则从光源135A输出单一波长且直线

偏光稳定的激光。另外,在光源135A内部设置有温度传感器和光量传感器,其信息被输出至信号处理部144。然后,信号处理部144根据从光源135A输入的温度和光量,判断为光源135A正在稳定操作时,则控制排出驱动电路150使排出单元133动作。由此,包括应检测的目标物质(气体分子)的气体试样被从吸引口120A导向吸引通道120B、传感器芯片110内、排出通道120C、排出口120D。另外,在吸引口120A设置有除尘过滤器120A1,除去比较大的粉尘和一部分水蒸气等。

[0217] 另外,传感器芯片110是组装有多个金属纳米结构体,利用局部表面等离子体共振的传感器。在这样的传感器芯片110中,通过激光在金属纳米结构体间形成增强电场,当气体分子进入该增强电场内时,产生包含分子振动信息的拉曼散射光和瑞利散射光。

[0218] 这些瑞利散射光和拉曼散射光通过光学部135入射到滤波器136,通过滤波器136分离瑞利散射光,从而拉曼散射光入射到波长可变干涉滤波器5。然后,信号处理部144向电压控制部146输出控制信号。由此,电压控制部146与上述第一实施方式同样地驱动波长可变干涉滤波器5的各静电致动器55、56,通过波长可变干涉滤波器5使与作为检测对象的气体分子对应的拉曼散射光分光。然后,当通过受光元件137接收到分光后的光时,与受光量对应的受光信号经由受光电路147向信号处理部144输出。这种情况下,可以通过波长可变干涉滤波器5高精度地取出作为目标的拉曼散射光。

[0219] 信号处理部144将如上所述获得的与作为检测对象的气体分子相对应的拉曼散射光的光谱数据和存储于ROM中的数据进行比较,并判断是否是目标气体分子,从而进行物质的特定。然后,信号处理部144在显示部141上显示该结果信息或从连接部142向外部输出。

[0220] 此外,在上述的图10和图11中例示出利用波长可变干涉滤波器5对拉曼散射光进行分光,并通过分光后的拉曼散射光进行气体检测的气体检测装置100,但作为气体检测装置,也可以用作通过检测气体固有的吸光度来指定气体种类的气体检测装置。在这种情况下,使用使气体流入传感器内部且检测入射光中被气体吸收的光的气体传感器作为本发明的光学模块。并且,将通过这种气体传感器分析、判断流入传感器内的气体的气体检测装置作为本发明的电子设备。在这样的结构中,也可以使用波长可变干涉滤波器5检测气体成分。

[0221] 另外,作为用作检测特定物质存在的系统,并不仅限于检测上述的气体,还可以例示出根据近红外线分光的糖类的非侵入式测定装置、以及食物或生物、矿物等信息的非侵入性测定装置等物质成分分析装置。

[0222] 以下作为上述物质成分分析装置的一例,对食物分析装置进行说明。

[0223] 图12是表示作为使用波长可变干涉滤波器5的电子设备的一例的食物分析装置的概略结构的图。

[0224] 如图12所示,该食物分析装置200具备检测器210(光学模块)、控制部220和显示部230。检测器210具有用于射出光的光源211、导入来自测定对象物的光的摄像透镜212、对从摄像透镜212导入的光进行分光的波长可变干涉滤波器5以及检测分光后的光的摄像部213(检测部)。

[0225] 另外,控制部220具备:光源控制部221,用于进行对光源211的亮灯/关灯控制、亮灯时的亮度控制;电压控制部222,用于控制波长可变干涉滤波器5;检测控制部223,用于控制摄像部213并取得通过摄像部213拍摄到的分光图像;信号处理部224(处理控制部);以及

存储部225。

[0226] 当驱动系统时,该食物分析装置200通过光源控制部221控制光源211,从光源211向测定对象物照射光。然后,被测定对象物反射的光通过摄像透镜212入射到波长可变干涉滤波器5。通过电压控制部222的控制,按照上述第一实施方式所示的驱动方法驱动波长可变干涉滤波器5。由此可以通过波长可变干涉滤波器5高精度地取出目标波长的光。然后,通过例如由CCD摄像机等构成的摄像部213拍摄被取出的光。然后将拍摄到的光作为分光图像存储在存储部225。另外信号处理部224控制电压控制部222改变施加到波长可变干涉滤波器5的电压值,并取得针对各波长的分光图像。

[0227] 然后,信号处理部224对存储部225存储的各图像中的各像素的数据进行运算处理,求出各像素中的光谱。并且,在存储部225中存储有例如与光谱相对的有关食物成分的信息,信号处理部224根据存储部225所存储的与食物有关的信息对求得的光谱数据进行分析,并求出检测对象中含有的食物成分及其含量。另外,也可以通过求得的食物成分和含量计算出食物卡路里和新鲜度等。而且,通过分析图像内的光谱分布,也可以进行检测对象的食物中新鲜度正在降低的部分的提取等,进而能够进一步进行食物内所含有的异物等的检测。

[0228] 然后,信号处理部224进行以下处理:在显示部230显示上述获得的检测对象的食物成分和含量、卡路里和新鲜度等信息。

[0229] 另外,在图12中示出食物分析装置200的示例,但可以将大致相同的结构用作如上所述的其他的信息的非侵入式测定装置。例如可以用作进行血液等体液成分等的测定、分析等的分析生物成分的生物分析装置。作为这样的生物分析装置,例如作为对血液等的体液成分进行测定的装置,如果是检测乙醇的装置,则可用作检测驾驶员的饮酒状态的防止酒后驾驶装置。另外,也可用作具有这样的生物分析装置的电子内窥镜系统。

[0230] 另外还可用作进行矿物成分分析的矿物分析装置。

[0231] 而且,作为本发明的光学模块和电子设备还可以应用于以下的装置。

[0232] 例如,通过使各波长的光的强度随着时间的变化而变化,可以利用各波长的光传输数据,在这种情况下,通过设置在光学模块的波长可变干涉滤波器对特定波长的光进行分光,并通过受光部接收,从而可以提取出通过特定波长的光传输的数据,并可通过具有这样的数据提取用光学模块的电子设备处理各波长的光的数据,从而进行光通讯。

[0233] 而且,也可以将波长可变干涉滤波器作为带通滤波器使用,例如也可被用作仅将发光元件射出的规定波长区域的光中的以规定波长为中心的狭窄波段的光通过波长可变干涉滤波器进行分光并使其透过的光学激光设备。

[0234] 另外,也可以将波长可变干涉滤波器用作生物认证装置,例如可以应用于使用了近红外区域或可见区域的光的血管或指纹、视网膜、虹膜等的认证装置。

[0235] 并且,还可以将光学模块和电子设备用作浓度检测装置。在该情况下,利用波长可变干涉滤波器对从物质射出的红外能量(红外光)进行分光以及分析,并测定采样中的被检体浓度。

[0236] 如上所述,本发明的光学模块以及电子设备还可以应用于从入射光中分光出规定的光的任意装置。并且,如上所述,波长可变干涉滤波器由于可以通过一台设备对多个波长进行分光,因此可以高精度地进行多个波长的光谱的测定、对多个成分的检测。因此,与利

用多台设备取出所需的波长的现有的装置相比,可以促进光学模块和电子设备的小型化,例如可以优先用作便携用或车载用的光学设备。

[0237] 除此之外,实施本发明时的具体结构在能够实现本发明目的的范围内,可以适当地改变成其他结构等。

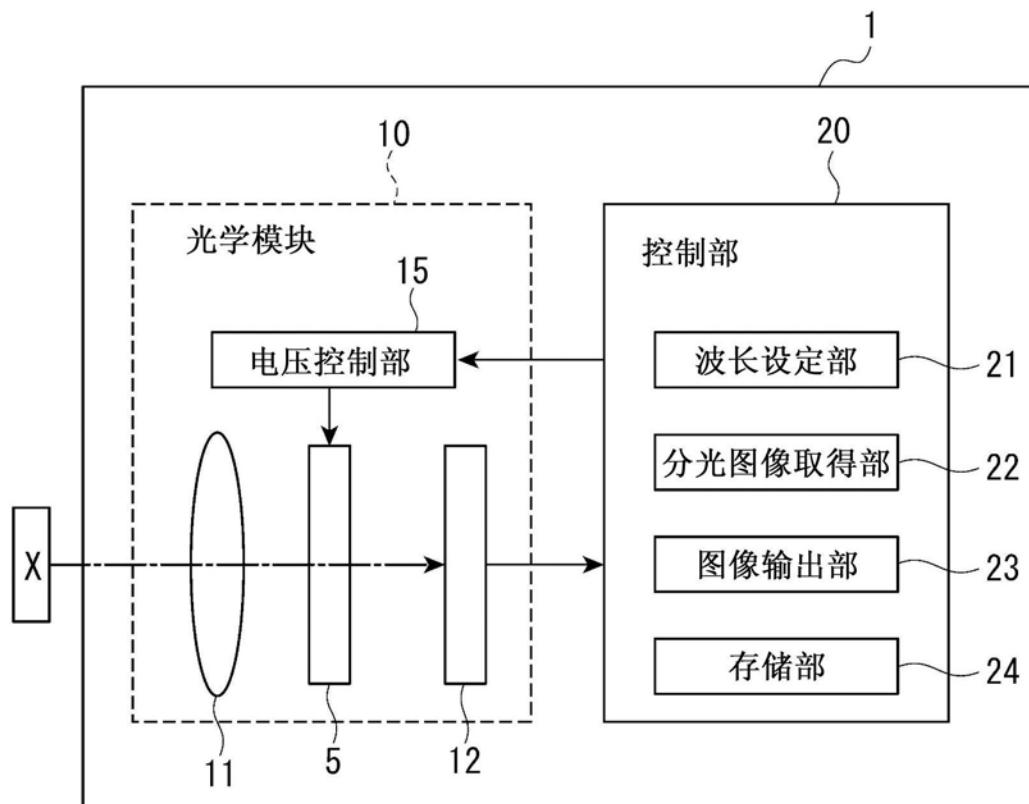


图1

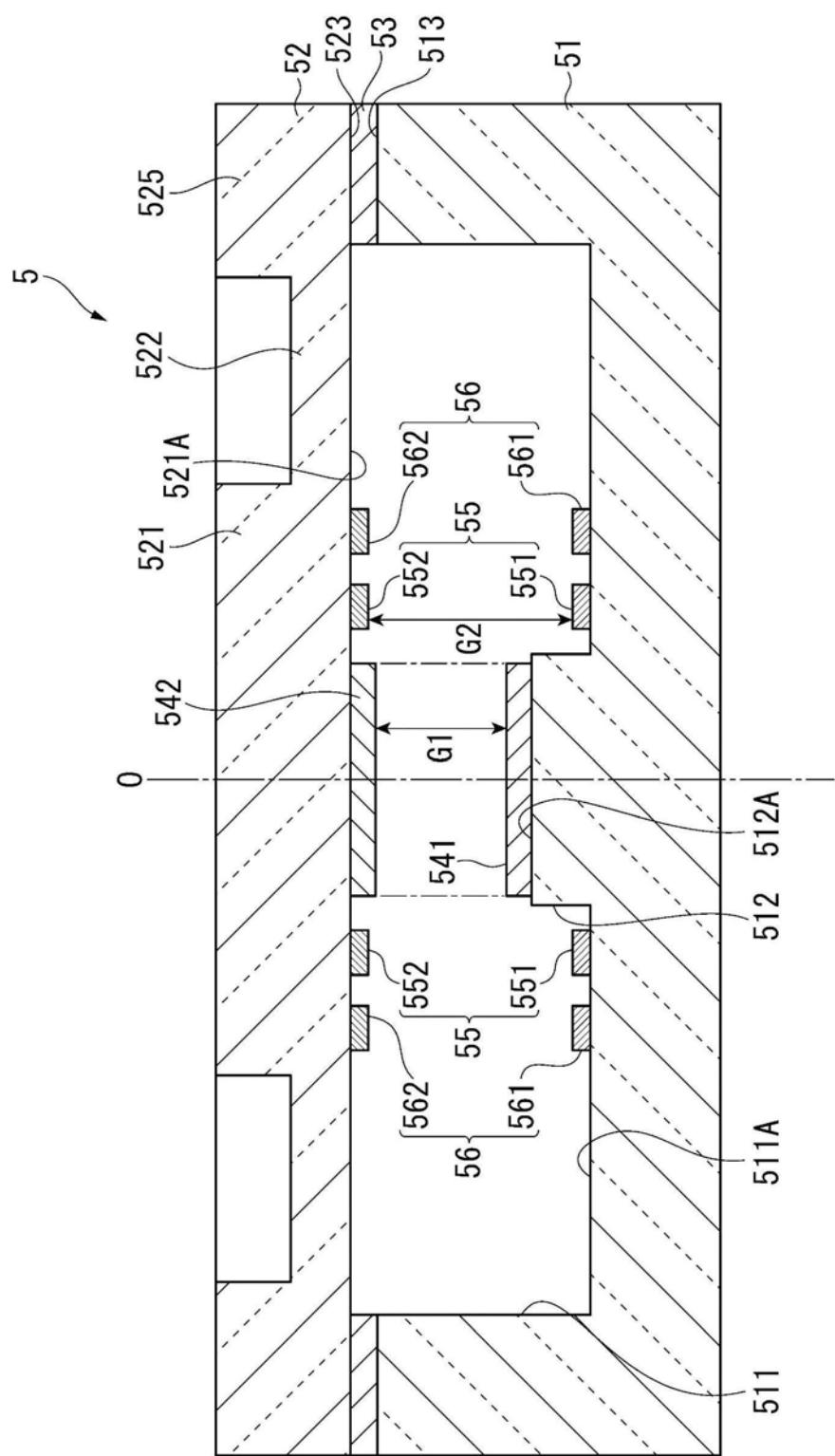


图2

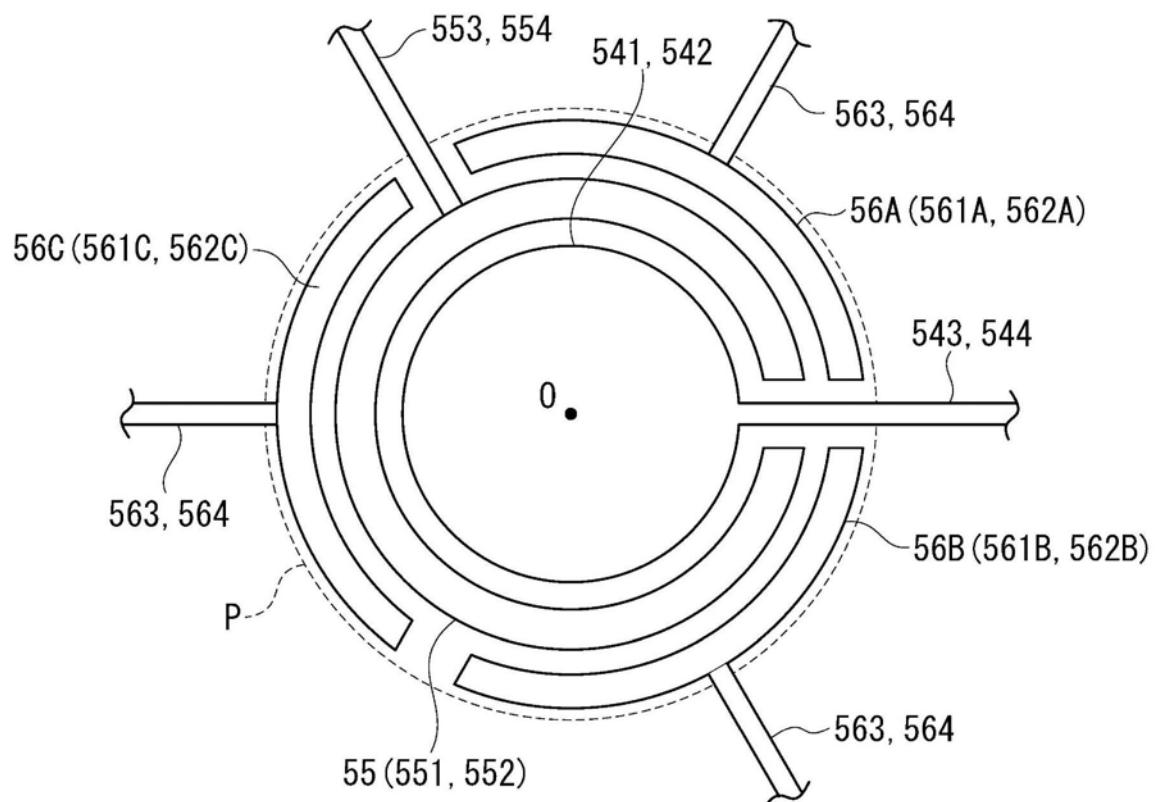


图3

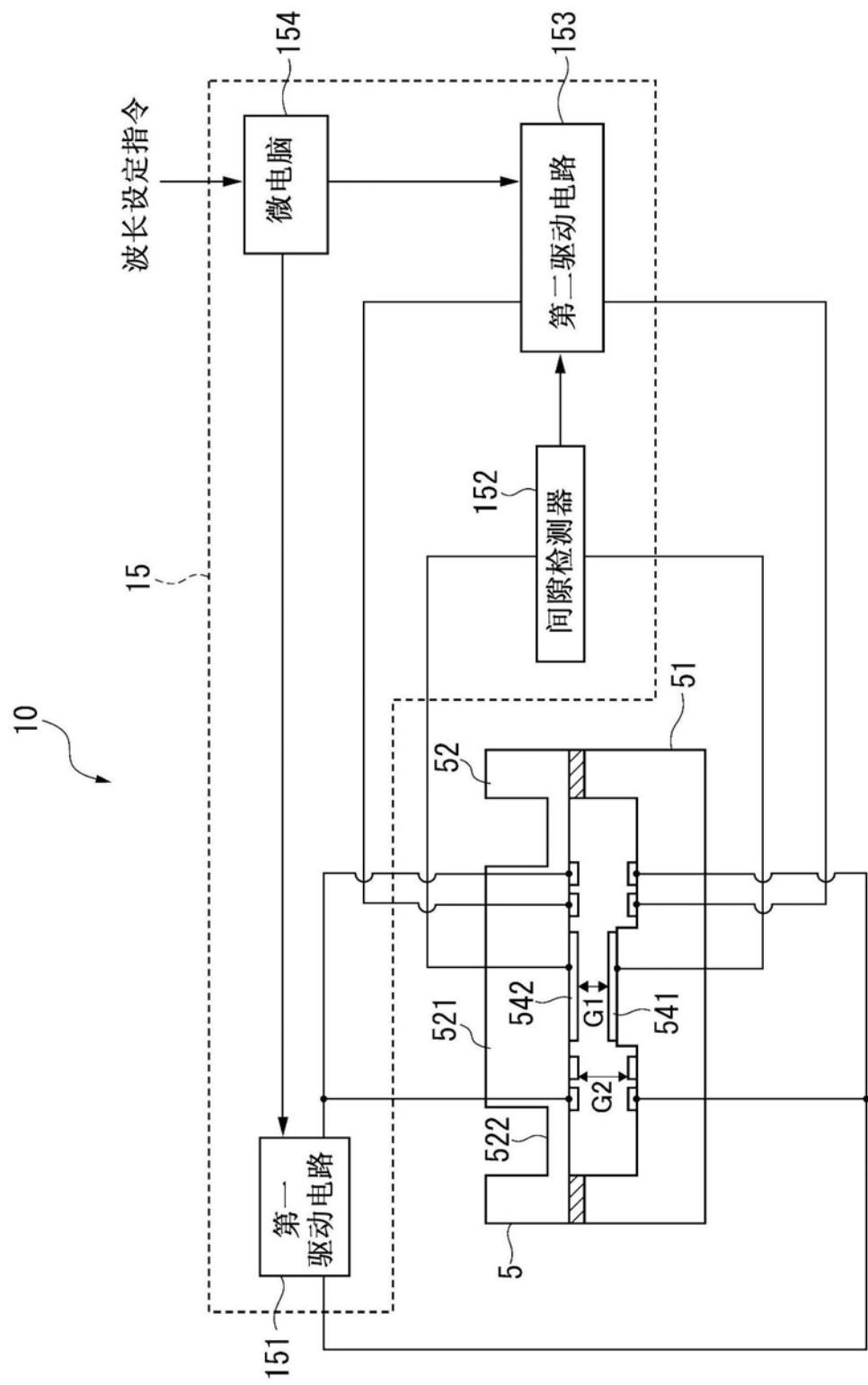


图4

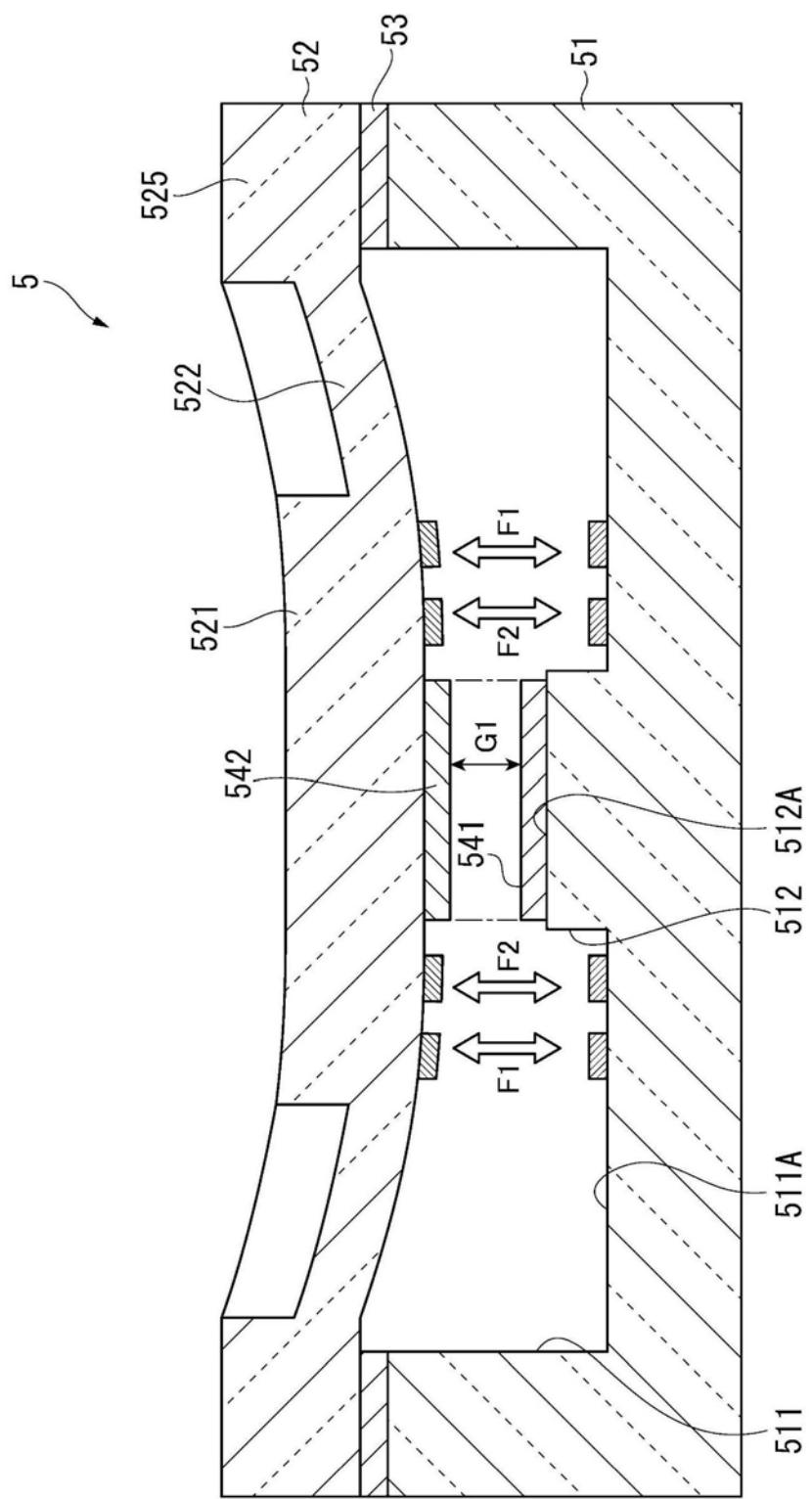


图5

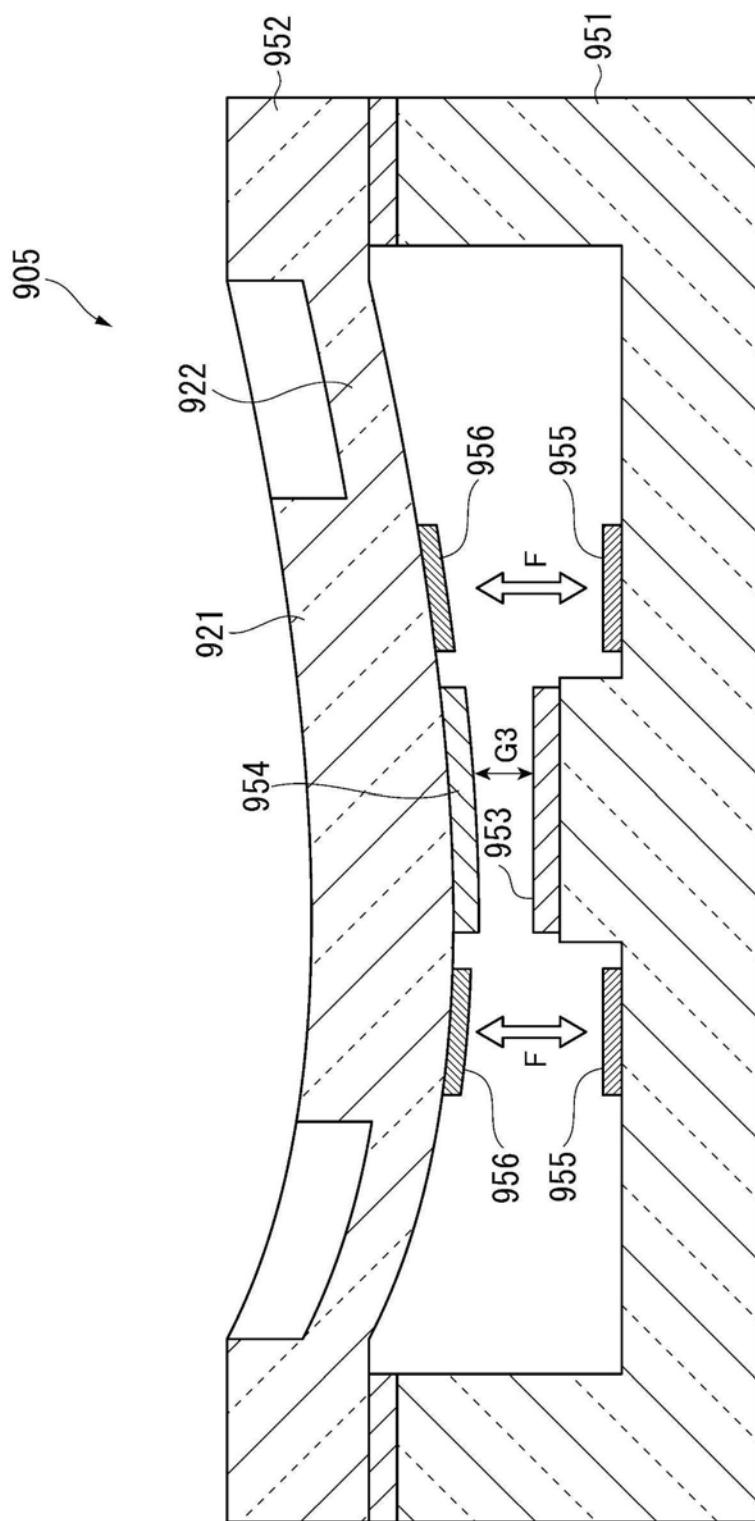


图6

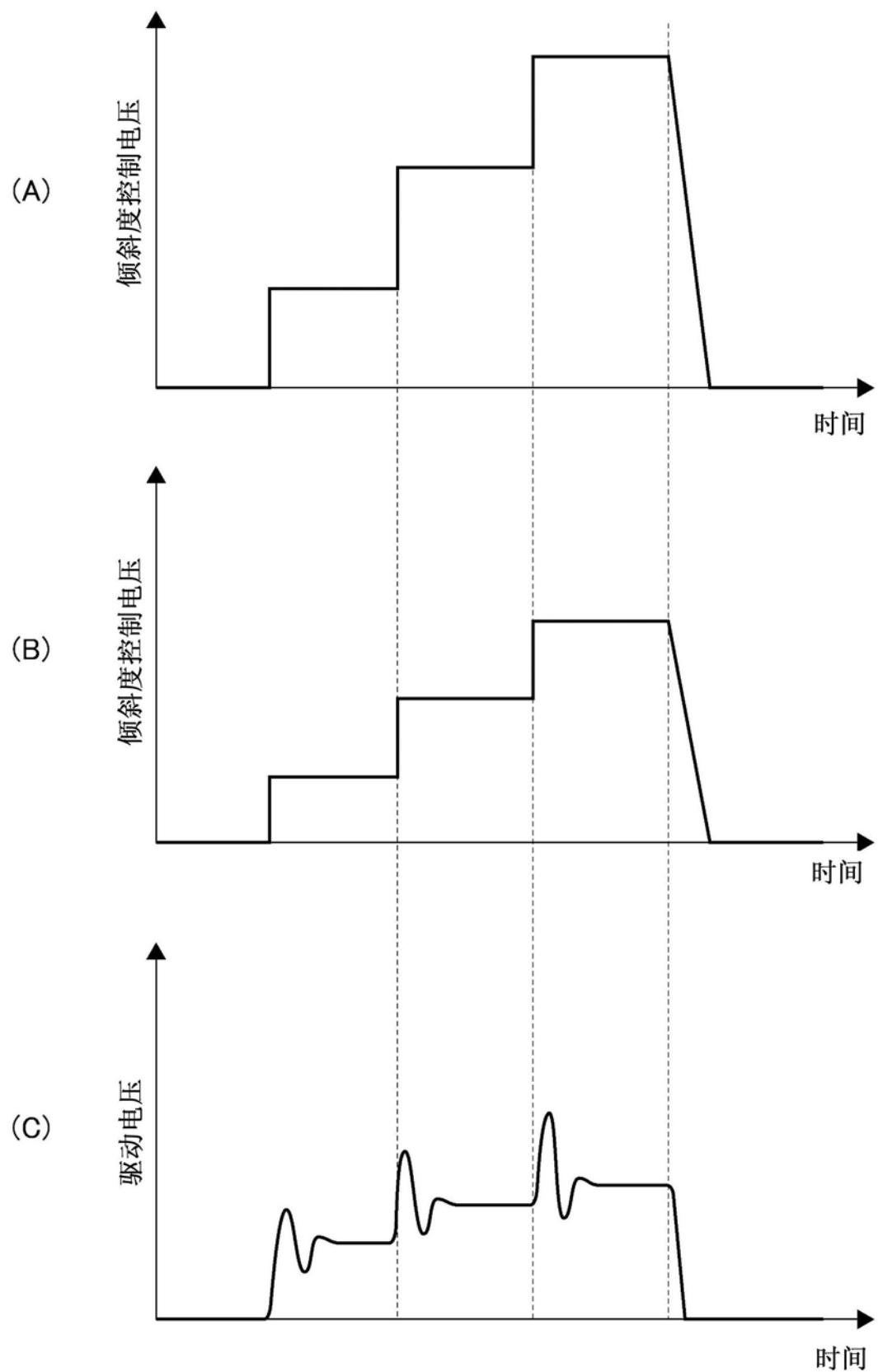


图7

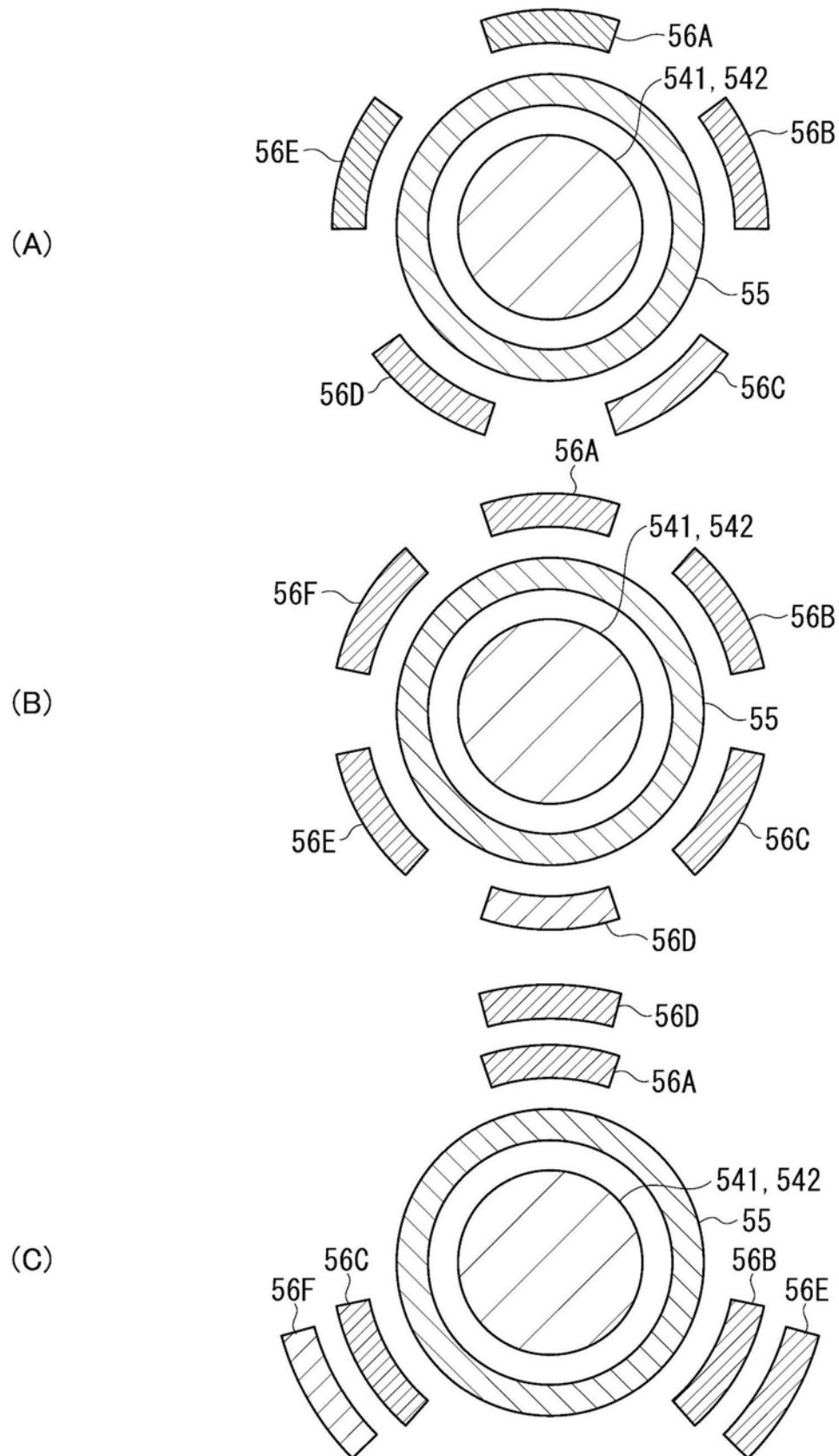


图8

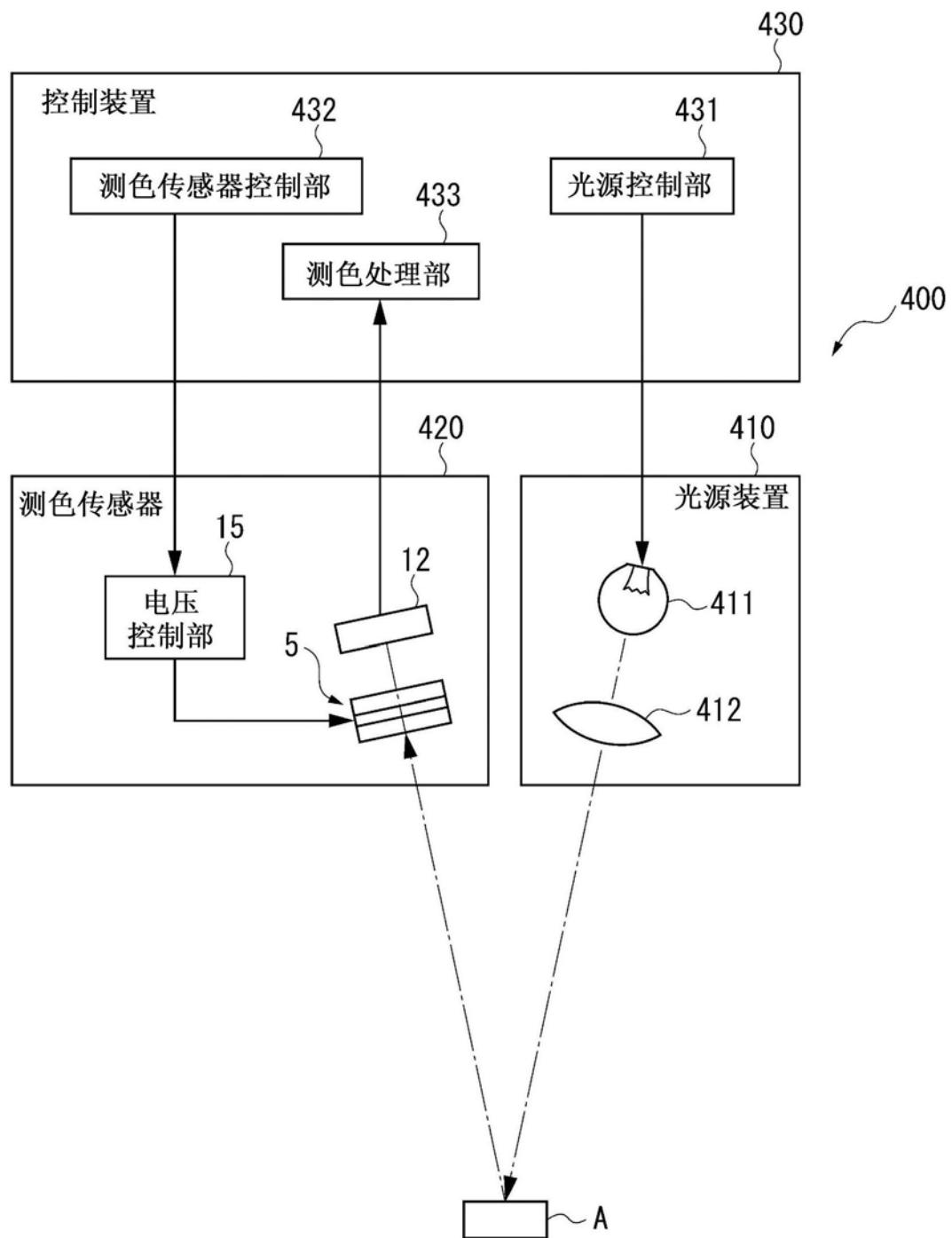


图9

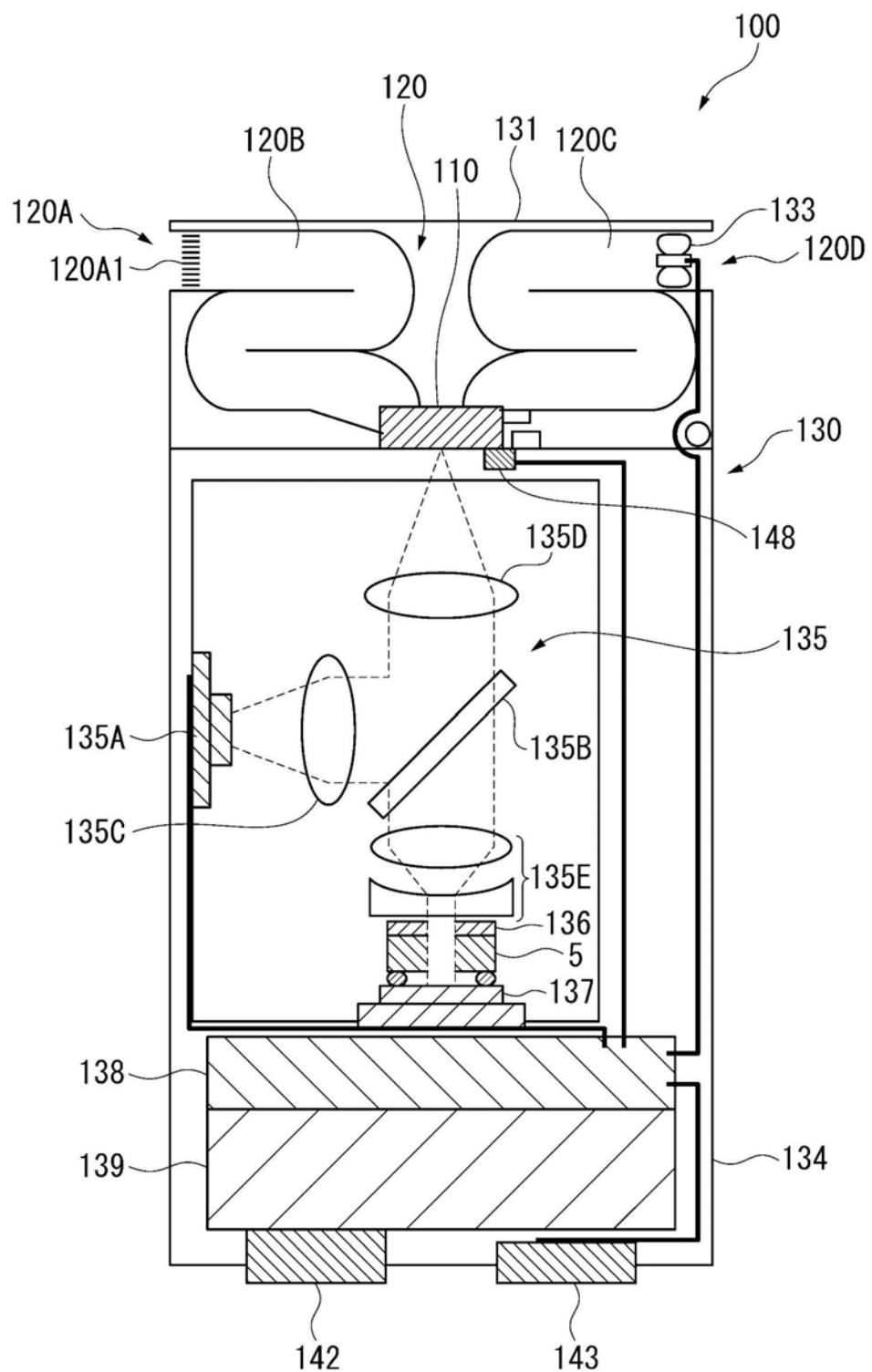


图10

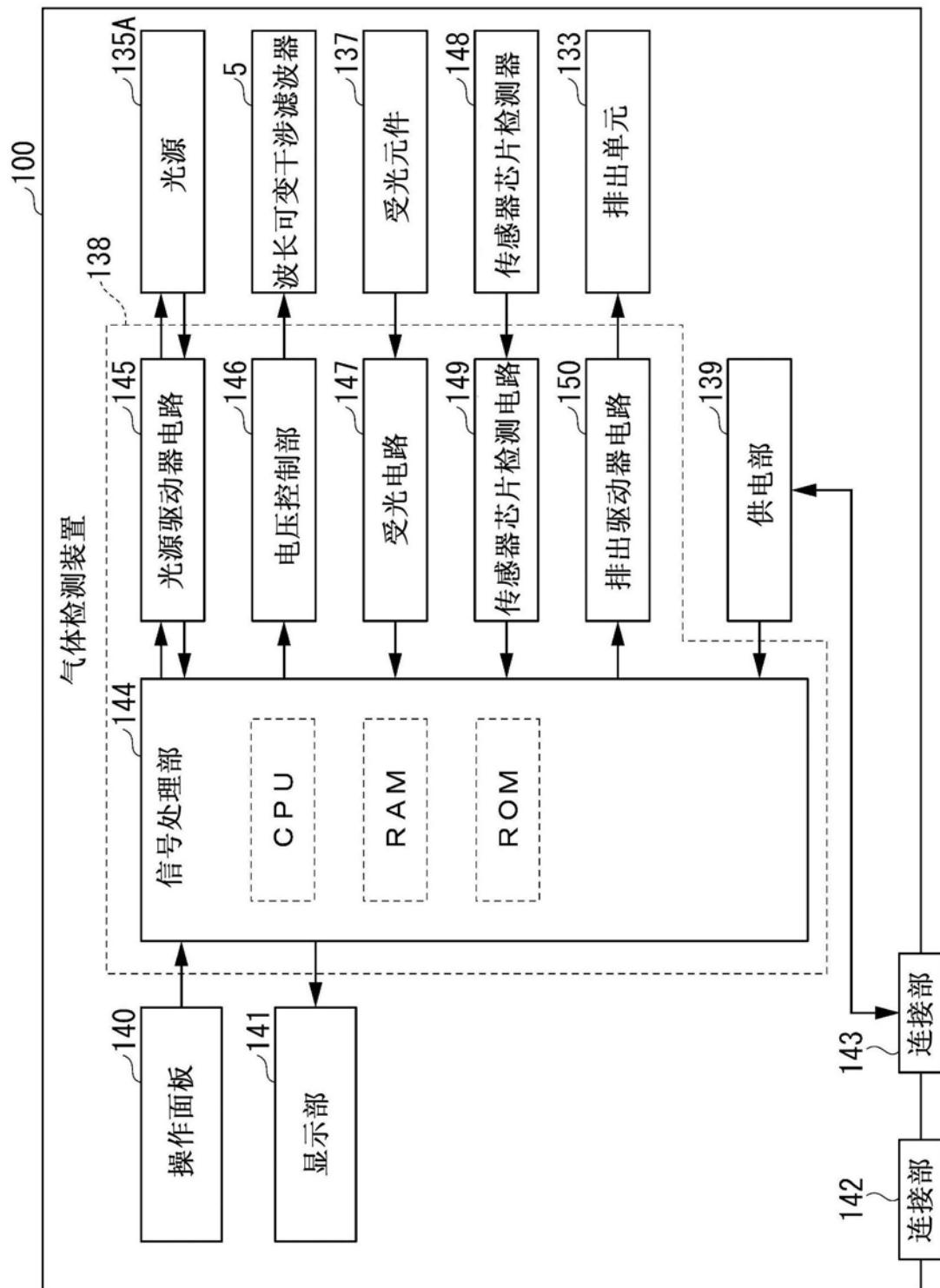


图11

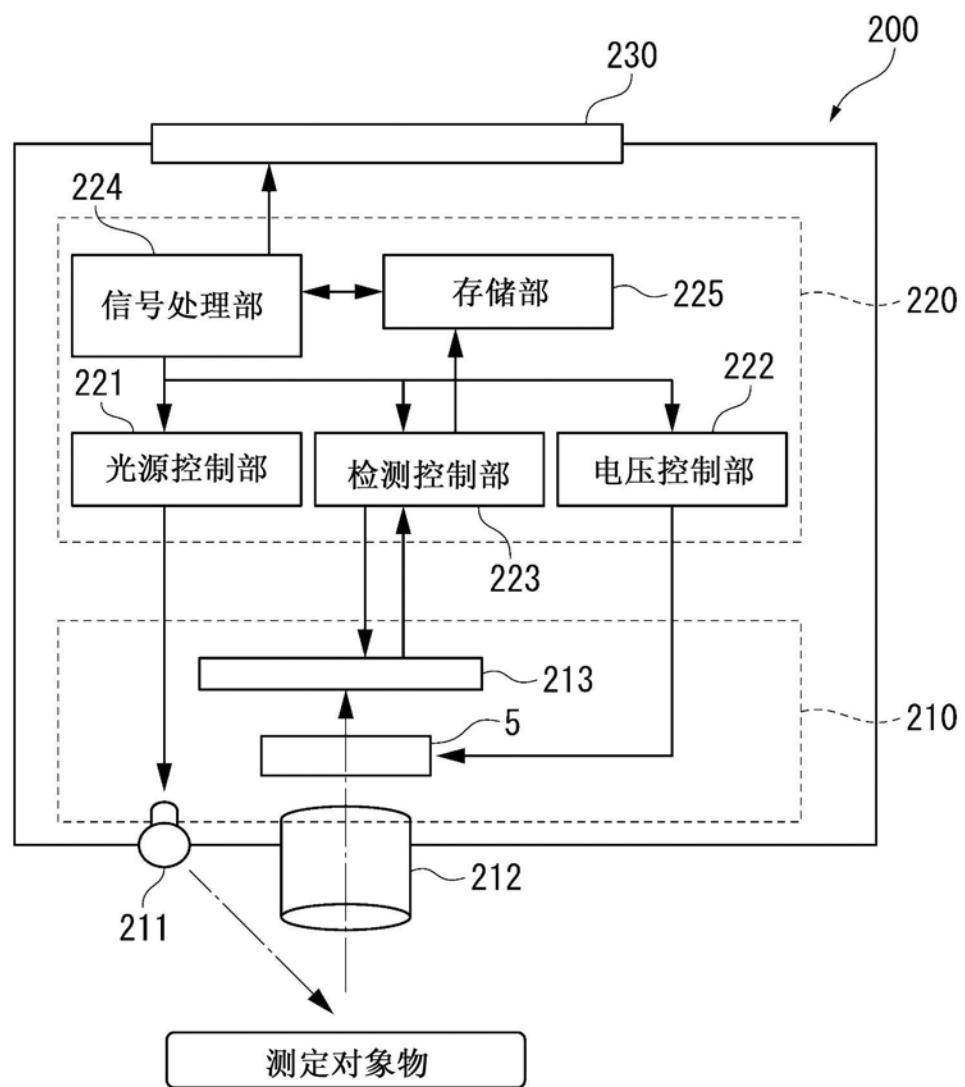


图12