



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108955877 B

(45) 授权公告日 2021.02.09

(21) 申请号 201810768082.2

(22) 申请日 2013.09.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108955877 A

(43) 申请公布日 2018.12.07

(30) 优先权数据
2012-200218 2012.09.12 JP

(62) 分案原申请数据
201310404583.X 2013.09.06

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 松下友纪 广久保望

(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 张永明 玉昌峰

(51) Int.Cl.
G01J 3/02 (2006.01)
G01J 3/06 (2006.01)
G01J 3/10 (2006.01)
G01J 3/26 (2006.01)
G01J 3/28 (2006.01)
G01J 3/32 (2006.01)
G01J 3/42 (2006.01)
G01J 3/50 (2006.01)
G02B 26/00 (2006.01)

审查员 周勇

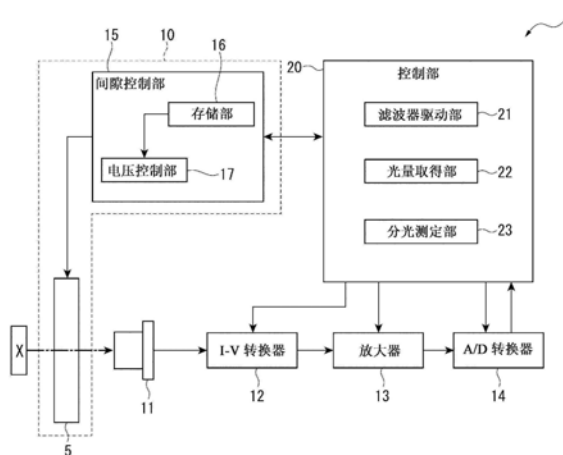
权利要求书1页 说明书28页 附图12页

(54) 发明名称

驱动方法以及分光测定方法

(57) 摘要

本发明提供了驱动方法以及分光测定方法，该驱动方法用于驱动波长可变滤波器，所述驱动方法包括：向致动器施加与作为m+1次光的第一测定光的波长对应的第一电压，m是自然数；获取所述第一测定光的光量；在获取到所述第一测定光的光量后，向所述致动器施加与作为m次光的第二测定光的波长对应的第二电压；以及获取所述第二测定光的光量，所述第一电压小于所述第二电压。



1. 一种驱动方法,其特征在于,用于驱动波长可变滤波器所具备的反射膜,所述驱动方法包括:

向致动器施加与作为 $m+1$ 次光的第一测定光的波长对应的第一电压, m 是自然数;

通过将所述反射膜之间的距离控制在第一距离,从而获取所述第一测定光的光量;

在获取到所述第一测定光的光量后,在满足切换条件时,向所述致动器施加与作为 m 次光的第二测定光的波长对应的第二电压;以及

通过将所述反射膜之间的距离控制在第二距离,从而获取所述第二测定光的光量;

其中,所述第一测定光的波长小于所述第二测定光的波长;

其中,所述切换条件为与对于包含第一测定光的波长和第二测定光的波长的全部波长的光仅使用 $m+1$ 次光相比,对于第一测定光的波长使用 $m+1$ 次光并且对于第二测定光的波长使用 m 次光能够减小致动器的间隙驱动量;

其中,根据下述式(1)取出规定波长的光

$$m\lambda = 2nd\cos\theta \cdots (1)$$

其中, λ 是取出的光的波长, θ 是入射光的入射角, n 是反射膜之间的介质的折射率, d 是反射膜之间的距离, m 是次数。

2. 根据权利要求1所述的驱动方法,其特征在于,

所述致动器是静电致动器,

所述驱动方法包括:通过电压控制部向所述静电致动器施加所述第一电压和所述第二电压。

3. 根据权利要求2所述的驱动方法,其特征在于,

所述电压控制部在读入与多个测定光各自的波长对应的多个电压值中的每个电压值后,按从小到大的顺序对读入的所述多个电压值排序。

4. 根据权利要求2所述的驱动方法,其特征在于,

所述驱动方法还包括:通过次数选择部选择测定光的次数,

所述次数选择部选择与所述第一测定光对应的次数 $m+1$, m 是自然数,

所述电压控制部从存储部读出所述第一测定光的波长以及作为与所述次数 $m+1$ 对应的电压值的所述第一电压, m 是自然数。

5. 一种分光测定方法,其特征在于,包括权利要求1至4中任一项所述的驱动方法,所述分光测定方法使估计矩阵作用于基于多个测定光各自的光量的测量光谱,从而推算分光光谱。

驱动方法以及分光测定方法

[0001] 本申请是申请日为2013年9月6日、申请号为201310404583.X、发明名称为“光学模块、电子设备及驱动方法”的专利申请的分案申请,其全部内容结合于此作为参考。

技术领域

[0002] 本发明涉及驱动方法以及分光测定方法。

背景技术

[0003] 现有技术中,已知有使用波长可变干涉滤波器测定光谱的装置(例如,参照专利文献1)。

[0004] 该专利文献1所记载的装置是具备使设置有反射膜的基板彼此相对并在基板间设置有压电元件的法布里-帕罗干涉部(波长可变干涉滤波器)、以及对压电元件施加电压的控制电路的可变干涉装置(光学模块)。在该光学模块中,通过对压电元件施加电压改变基板间的间隔,从而改变透过波长可变干涉滤波器的光的波长。

[0005] 然而,在上述的专利文献1中,在测定对象波长区域中,设波长可变干涉滤波器的峰值波长的次数 m 为相同值($m=1$),取出各波长的光。

[0006] 然而,在将次数 m 固定为低次的情况下,存在随着作为测定对象的波长的不同,反射膜间的间隙变得过小的技术问题。例如,在通过波长可变干涉滤波器的2次峰值取出目标波长400nm的光的情况下,可以将反射膜间的间隙设定为340nm,为了通过1次峰值取出目标波长400nm的光,需要将反射膜间的间隙缩小至140nm。在这种情况下,例如如果在反射膜间存在目标间隙以上的尺寸的异物等时,存在在反射膜间夹有异物,引起波长可变干涉滤波器动作不良,无法取出目标波长的光这种技术问题。

[0007] 在先技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献:日本专利特开平1-94312号公报

发明内容

[0010] 本发明的目的在于,提供能够抑制由异物引起的动作不良、且实现提高间隙控制的精度的驱动方法以及分光测定方法。

[0011] 本发明的驱动方法用于驱动波长可变滤波器,所述驱动方法包括:向致动器施加与作为 $m+1$ 次光的第一测定光的波长对应的第一电压, m 是自然数;获取所述第一测定光的光量;在获取到所述第一测定光的光量后,向所述致动器施加与作为 m 次光的第二测定光的波长对应的第二电压;以及获取所述第二测定光的光量,所述第一电压小于所述第二电压。

[0012] 本发明的分光测定方法包括上述驱动方法,所述分光测定方法使估计矩阵作用于基于所述多个测定光各自的光量的测量光谱,从而推算分光光谱。

[0013] 本发明的光学模块的特征在于,具备第一反射膜,使入射光的一部分透过一部分反射;第二反射膜,与上述第一反射膜相对配置、使入射光的一部分透过一部分反射;间隙

变更部,改变上述第一反射膜及上述第二反射膜之间的间隙的大小;以及间隙控制部,控制上述间隙变更部,上述间隙控制部根据测定对象波长、以及对两个以上的波长区域分别设定的光谱的次数控制上述间隙变更部。

[0014] 在本发明中,取得通过第一反射膜及第二反射膜取出的光中的、与测定对象波长相应的次数的峰值波长的光。即,如果对由彼此相对的第一反射膜及第二反射膜构成的法布里-帕罗标准具入射光,则根据下述式(1)取出规定波长的光。

[0015] 数学式1

$$[0016] \quad m\lambda = 2nd\cos\theta \cdots (1)$$

[0017] 在上述式(1)中, λ 是取出的光的波长, θ 是入射光的入射角, n 是第一反射膜及第二反射膜之间的介质的折射率, d 是第一反射膜及第二反射膜的距离(间隙), m 是次数,相当于本发明的光谱的次数。此外,实际上,由于第一反射膜和第二反射膜的膜厚,以及光学特性,支撑这些第一反射膜及第二反射膜的基板等因素,存在通过第一反射膜及第二反射膜取出的光的波长 λ 与式(1)稍有偏离的情况。

[0018] 如式(1)所示,通过第一反射膜及第二反射膜取出的光,形成具有与次数 m ($m=1, 2, 3, 4 \cdots$)对应的多个峰值波长的光谱。

[0019] 此处,在本发明中,间隙控制部根据对两个以上的波长区域的每一个分别设定的次数 m ,设定第一反射膜及第二反射膜的间隙(即式(1)中的 d)。

[0020] 例如,在对波长区域400nm~600nm设定次数 $m=2$,对波长区域620nm~700nm设定次数 $m=1$ 的情况下,在取出400nm的光作为测定对象波长的情况下,间隙控制部控制间隙变更部,控制为能够通过2次峰值波长取出400nm的光的间隙 $d=340$ nm。另外,在取出700nm的光作为测定对象波长的情况下,间隙控制部控制间隙变更部,控制为能够通过1次峰值波长取出700nm的光的间隙 $d=296$ nm。

[0021] 在这样的本发明中,以与测定对象波长相应的次数的峰值波长取出该测定对象波长的光,因而例如在取出短波长的光的情况下,将次数设定为较高而通过高次峰值波长取出该短波长的光,由此能够增大第一反射膜及第二反射膜之间的间隙,从而能够降低在反射膜间夹有异物、无法取出需要的波长的光的不良现象。

[0022] 另一方面,将次数固定为高次时,针对测定对象波长区域的反射膜间的间隙变化量增大。例如,在通过波长可变干涉滤波器的1次峰值依次取出400nm~700nm的测定对象波长区域的各波长的光的情况下,使反射膜间的间隙在140nm~295nm之间变化即可。与此相对,在通过波长可变干涉滤波器的2次峰值依次取出上述测定对象波长区域的各波长的光的情况下,需要使反射膜间的间隙在340nm~645nm之间变化,与使用1次峰值的情况相比,为约两倍的驱动量。这样,存在如下技术问题:当间隙的驱动量增大时,难以通过间隙变更部进行间隙控制,间隙控制的精度下降,在例如根据取出的光进行光谱分析等测定的情况下,测定精度也下降。

[0023] 与此相对,在本发明中,通过低次峰值波长取出光时,在夹有异物的风险低的情况下,能够将次数 m 设定得较低。因此,与仅使用例如高次的次数的情况相比,能够抑制因间隙变更部引起的间隙的驱动量增大,能够提高间隙变更部的间隙控制的精度。

[0024] 如上所示,在本发明中,能够改善因间隙过小而导致的动作不良,及使用高次峰值波长的情况下间隙变更部中的间隙控制的精度下降这两者。

[0025] 在本发明的光学模块中优选,上述间隙变更部通过施加电压改变上述间隙的大小,上述间隙控制部具备存储部,用于存储按照每一个上述测定对象波长记录针对测定对象波长的、对上述间隙变更部施加的电压的 $V-\lambda$ 数据,上述 $V-\lambda$ 数据是将上述测定对象波长、与对应于用于将该测定对象波长的光作为上述设定的次数的峰值波长而取出的上述间隙的电压进行关联的数据,上述间隙控制部根据上述 $V-\lambda$ 数据对上述间隙变更部施加与上述测定对象波长对应的上述电压。

[0026] 在本发明中,间隙控制部根据 $V-\lambda$ 数据,对间隙变更部施加针对测定对象波长的电压即可,能够实现结构及处理的简化。

[0027] 在本发明的光学模块中优选,上述间隙变更部通过施加电压改变上述间隙的大小,上述间隙控制部具备存储部,用于存储针对测定对象波长的、对上述间隙变更部施加的电压,按照上述每一个测定对象波长记录的 $V-\lambda$ 数据,上述 $V-\lambda$ 数据,是上述测定对象波长、与对应于用于将该测定对象波长的光作为各次数的峰值波长而取出的上述间隙的电压的关系,上述间隙控制部选择与上述测定对象波长对应的次数,并对上述间隙变更部施加与上述选择的次数对应的上述电压。

[0028] 在本发明中,间隙控制部根据测定对象波长选择次数。因此,作为 $V-\lambda$ 数据,针对各测定对象波长电压值使用按照每一个该测定对象波长的各峰值波长记录的数据。这种情况下,能够通过间隙控制部选择取出测定对象波长的峰值波长。因此,例如即使在对于既定的测定对象波长、作为初始设定设定为通过1次峰值波长取出的情况下,也能够将取出该测定对象波长的次数变更为2次峰值波长。这种情况下,例如,在与规定的测定对象波长对应地控制间隙时,在反射膜间夹有异物的情况下,也能够以通过更高次峰值波长取出该测定对象波长的方式进行控制。另外,在间隙间隔过小、间隙控制变得困难的情况下,也能够使用高次峰值波长,由此,能够提高间隙控制的精度。

[0029] 在本发明的光学模块中优选,测定波长区域包括第一波长区域,以及作为波长比上述第一波长区域长的波长区域的第二波长区域,对属于上述第一波长区域的上述测定对象波长设定的上述次数,比对属于上述第二波长区域的上述测定对象波长设定的上述次数高。

[0030] 即,在本发明中,对于取出属于短波长侧的第一波长区域的测定对象波长的情况,以通过高次峰值波长取出该测定对象波长的方式控制间隙,对于取出属于长波长侧的第二波长区域的测定对象波长的情况,以通过低次峰值波长取出该测定对象波长的方式控制间隙。这样,在短波长区域中,通过使用高次数能够增大间隙的最小值。即,与上述发明相同,能够降低间隙变得过小而夹杂异物等的风险。而且,在长波长区域中,通过选择低次数能够减小间隙变更部中的间隙驱动量,实现提高间隙控制的精度。

[0031] 在本发明的光学模块中优选,用于取出上述第二波长区域中的最长波长的光的上述间隙,比用于取出上述第一波长区域中的最短波长的光的上述间隙大。

[0032] 在本发明中,用于取出第二波长区域的光的间隙的最大值,比用于取出第一波长区域的光的间隙的最小值大。这种情况下,为了取出第一波长区域各波长而使间隙变化的范围(间隙驱动范围),与用于取出第二波长的各波长的间隙驱动范围的至少一部分重合。由此,能够进一步减少间隙驱动量,能够进一步提高间隙控制的精度,能够进一步提高测定精度。

[0033] 例如,例示如下的情况:对测定波长区域400nm~700nm以20nm间距取出测定对象波长的光,设定第一波长区域为400nm~600nm,第二波长区域为620nm~700nm,对第一波长区域设定与3次峰值波长(次数 $m=3$)对应的间隙,对第二波长区域设定与2次峰值波长(次数 $m=2$)对应的间隙。这种情况下,为了将第一波长区域的各波长作为3次峰值波长取出,间隙驱动范围设定为540nm~845nm。另外,为了将第二波长区域的各波长作为2次峰值波长取出,间隙驱动范围设定为565nm~646nm。因此,这种情况下,用于将第二波长区域的各波长作为2次峰值波长取出的间隙驱动范围,包含在用于将第一波长区域的各波长作为3次峰值波长取出的间隙驱动范围内。因此,在用于取出第一波长区域的各波长的间隙驱动范围内,也能够同时取出第二波长区域的各波长的光,不需要另外设定与第二波长区域对应的间隙驱动量,从而能够减小间隙驱动量。

[0034] 在本发明的光学模块中优选,上述间隙控制部分别取得针对上述测定波长区域所包含的多个上述测定对象波长的上述间隙,从上述间隙的最大值开始沿上述间隙减少的方向依次改变为取得的上述间隙。

[0035] 在取出第一波长区域的各波长的光后,取出第二波长区域的各波长的光的情况下,从初始间隙变化到与第一波长区域的最短波长对应的间隙后,再次变化到与第二波长区域的最长波长对应的间隙,之后,需要驱动以使变化到与第二波长区域的最短波长对应的间隙,从而间隙变更部的总驱动量增大。在变化到与第一波长区域的最短波长对应的间隙后,也可以考虑从与第二波长区域的最短波长对应的间隙开始到与最长波长对应的间隙为止依次改变间隙,这种情况下,间隙变更部的总驱动量也增大。

[0036] 对此,在本发明中,由于从初始间隙开始沿间隙缩小的方向依次切换并改变间隙,能够以一行程量驱动间隙变更部(在从初始间隙开始到规定的最小间隙为止驱动的期间),取出测定波长区域的各测定对象波长的光,从而能够减少间隙变更部中的总驱动量。

[0037] 本发明的电子设备具备:第一反射膜,使入射光的一部分透过一部分反射;第二反射膜,与上述第一反射膜相对配置、使入射光的一部分透过一部分反射;间隙变更部,改变上述第一反射膜及上述第二反射膜之间的间隙的大小;间隙控制部,控制上述间隙变更部;以及处理控制部,根据通过上述第一反射膜及上述第二反射膜取出的光进行规定的处理,上述间隙控制部根据测定对象波长、以及对两个以上波长区域分别设定的光谱的次数,控制上述间隙变更部。

[0038] 在本发明中,与上述的发明相同,能够抑制由第一反射膜及第二反射膜的间夹有异物引起的动作不良,由此,也能够抑制电子设备中的动作不良。

[0039] 另外,由于实现了提高间隙控制的精度,利用高精度的间隙控制,能够取出所需测定对象波长的光,因而在处理控制部中能够进行高精度的处理。例如,在处理控制部中,在对通过第一反射膜及第二反射膜取出的光进行光谱分析的情况下,该处理控制部通过取得通过高精度的间隙控制取出的所需测定对象波长的光,能够进行高精度的光谱分析处理。

[0040] 在本发明的电子设备中优选,具备检测通过上述第一反射膜及上述第二反射膜取出的光的检测部,上述处理控制部使将基于由上述检测部检测的各测定对象波长的光的光量的测量光谱转换为分光光谱的转换矩阵作用于该测量光谱,从而估计射入上述第一反射膜及上述第二反射膜的测定光的分光光谱。

[0041] 在本发明中,处理控制部通过检测测定波长区域内的多个测定对象波长的光量,

并使转换矩阵作用于这些测定对象波长,从而进行估计分光光谱的光谱估计。在这种光谱估计中,例如在通过第一反射膜及第二反射膜取出的光中包含测定对象波长以外的峰值波长的情况,以及通过第一反射膜及第二反射膜取出的测定对象波长的光的半高宽大的情况下,都能够获得高精度的分光光谱。

[0042] 本发明的驱动方法的特征在于,是波长可变干涉滤波器的驱动方法,该波长可变干涉滤波器具备第一反射膜,使入射光的一部分透过一部分反射;第二反射膜,与上述第一反射膜相对配置、使入射光的一部分透过一部分反射;以及间隙变更部,改变上述第一反射膜及上述第二反射膜之间的间隙的大小,该驱动方法根据测定对象波长、以及对两个以上波长区域分别设定的光谱的次数控制上述间隙变更部。

[0043] 在本发明中,在驱动具备第一反射膜、第二反射膜、以及改变这些第一反射膜及第二反射膜之间的间隙的间隙变更部的波长可变干涉滤波器时,基于根据测定对象波长设定的次数控制间隙变更部,使得以设定的次数的峰值波长取出该测定对象波长的光。

[0044] 因此,即使在测定对象波长为短波长、需要减少第一反射膜及第二反射膜的间隙的情况下,如果设定高次数,则也能够降低间隙变得过窄而夹有异物等的风险,从而能够抑制波长可变干涉滤波器的动作不良。

[0045] 另外,在仅通过高次数取出测定对象波长的情况下,间隙驱动量增大,间隙变更部的间隙控制的精度变差。对此,在本发明中,对于没有在如上上述的第一反射膜及第二反射膜之间夹有异物的风险的测定对象波长,通过设定低次的次数,能够提高间隙变更部的间隙控制的精度。

[0046] 本发明的光学模块的特征在于,具备:第一反射膜,使入射光的一部分透过一部分反射;第二反射膜,与上述第一反射膜相对配置、使入射光的一部分透过一部分反射;以及间隙变更部,改变上述第一反射膜及上述第二反射膜之间的间隙的大小,设定 m, n 为不同自然数时,在检测第一波长区域的光时,使用 m 次的峰值波长进行检测,在检测与上述第一波长区域不同的第二波长区域的光时,使用 n 次的峰值波长进行检测。

[0047] 在本发明中,在检测属于第一波长区域的测定对象波长的光时,以次数 m 的峰值波长检测该测定对象波长的光,在检测属于第二波长区域的测定对象波长的光时,以次数 n 的峰值波长检测该测定对象波长的光。

[0048] 因此,与上述发明相同,能够避免反射膜间的大小减小而夹有异物的不良情况,且能够减小用于检测测定波长区域的各测定对象波长的间隙变更部的驱动量。

[0049] 在本发明的光学模块中优选,上述第一波长区域比上述第二波长区域波长短,并满足 $m=n+1$ 的关系。

[0050] 在本发明中,在检测反射膜间的大小减小、夹有异物的可能性增高的第一波长区域的光时,使用比对于第二波长区域的次数 n 仅大1的次数 m 。由此,能够有效地避免夹有异物的不良情况。另外,与次数 m 比次数 n 增大2以上的情况相比,能够减小间隙变更部的驱动量,从而能够抑制测定精度的降低。

附图说明

[0051] 图1是表示本发明的第一实施方式的分光测定装置的概略结构的框图。

[0052] 图2是表示第一实施方式中的波长可变干涉滤波器的概略结构的截面图。

- [0053] 图3是表示第一实施方式中的波长可变干涉滤波器的透过率特性的一例的图。
- [0054] 图4是表示第一实施方式中的分光测定装置的分光测定处理的流程图。
- [0055] 图5是表示将测定波长区域的各测定对象波长的光作为1次峰值波长及2次峰值波长的光取出时的反射膜间间隙的大小的图。
- [0056] 图6是表示将测定波长区域的各测定对象波长的光作为2次峰值波长及3次峰值波长的光取出时的反射膜间间隙的大小的图。
- [0057] 图7是表示本发明所涉及的第二实施方式的分光测定装置的概略结构的框图。
- [0058] 图8是表示作为本发明的电子设备的一例的测色装置的框图。
- [0059] 图9是表示作为本发明的电子设备的一例的气体检测装置的概略图。
- [0060] 图10是表示图9的气体检测装置的控制系统的结构的框图。
- [0061] 图11是表示作为本发明的电子设备的一例的食物分析装置的概略结构的图。
- [0062] 图12是表示作为本发明的电子设备的一例的分光摄像机的概略结构的图。
- [0063] 符号说明
- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| [0064] 1,1A 分光测定装置(电子设备) | |
| [0065] 10,10A 光学模块 | 11 检测器 |
| [0066] 15,15A 间隙控制部 | 16,225 存储部 |
| [0067] 17,146,222 电压控制部 | 18 次数选择部 |
| [0068] 20 控制部 | 23 分光测定部(处理控制部) |
| [0069] 5 波长可变干涉滤波器 | 51 固定基板 |
| [0070] 52 可动基板 | 54 固定反射膜(第一反射膜) |
| [0071] 55 可动反射膜(第二反射膜) | 56 静电致动器(间隙变更部) |
| [0072] 100 气体检测装置(电子设备) | |
| [0073] 144,224 信号处理部(处理控制部) | |
| [0074] 200 食物分析装置(电子设备) | |
| [0075] 300 分光摄像机(电子设备) | 400 测色装置(电子设备) |
| [0076] 521 可动部 | 561 固定电极 |
| [0077] 562 可动电极 | G1 反射膜间间隙 |

具体实施方式

[0078] 第一实施方式

[0079] 以下,根据附图对本发明的第一实施方式进行说明。

[0080] 分光测定装置1的结构

[0081] 图1是表示本发明的第一实施方式的分光测定装置的概略结构的框图。

[0082] 分光测定装置1是本发明的电子设备,是根据被测定对象X反射的测定对象光测定测定对象光的光谱的装置。此外,在本实施方式中,示出测定被测定对象X反射的测定对象光的示例,但在使用例如液晶面板等发光体作为测定对象X的情况下,也可将由从该发光体发出的光作为测定对象光。

[0083] 如图1所示,该分光测定装置1具备光学模块10、检测器11、I-V转换器12、放大器13、A/D转换器14和控制部20。

[0084] 检测器11接收透过光学模块10的波长可变干涉滤波器5的光,输出与接收的光的光强度对应的检测信号(电流)。

[0085] I-V转换器12将从检测器11输入的检测信号转换为电压值,并输入至放大器13。

[0086] 放大器13将与从I-V转换器12输入的检测信号对应的电压(检测电压)放大。

[0087] A/D转换器14将从放大器13输入的检测电压(模拟信号)转换为数字信号,并输出至控制部20。

[0088] 光学模块10的结构

[0089] 接着,以下对光学模块10的结构进行说明。

[0090] 如图1所示,光学模块10构成为具备波长可变干涉滤波器5和间隙控制部15。

[0091] 波长可变干涉滤波器5的结构

[0092] 图2是表示波长可变干涉滤波器5的概略结构的截面图。

[0093] 本实施方式的波长可变干涉滤波器5是所谓的法布里-帕罗标准具。如图2所示,该波长可变干涉滤波器5具备固定基板51和可动基板52。这些固定基板51及可动基板52分别例如由各种玻璃、或水晶、硅等形成。而且,通过利用由例如以聚硅氧烷为主成分的等离子体聚合膜等构成的接合膜53来接合固定基板51的第一接合部513以及可动基板52的第二接合部523,将这些固定基板51及可动基板52构成为一体。

[0094] 在固定基板51上设置有固定反射膜54(第一反射膜),在可动基板52上设置有可动反射膜55(第二反射膜),这些固定反射膜54及可动反射膜55隔着反射膜间间隙G1(间隙)相对配置。而且,在波长可变干涉滤波器5上设置有用于调整(变更)该反射膜间间隙G1的大小(反射膜54、55间的距离、间隙尺寸)的静电致动器56。该静电致动器56由设置于固定基板51的固定电极561和设置于可动基板52的可动电极562构成。这些固定电极561、可动电极562隔着电极间间隙相对,作为静电致动器56(间隙变更部)起作用。此处,这些固定电极561、可动电极562分别可以是直接设置于固定基板51及可动基板52的基板表面的结构,也可以是隔着其他膜部件而设置的结构。此外,在图2中,虽然示出电极间间隙的间隙尺寸比反射膜间间隙G1的间隙尺寸大的示例,但也可以采用电极间间隙比反射膜间间隙G1小的结构等。

[0095] 以下,对波长可变干涉滤波器5的结构进行详细说明。

[0096] 在固定基板51上通过蚀刻形成有电极设置槽511及反射膜设置部512。该固定基板51形成大于可动基板52的厚度尺寸,从而不存在由向静电致动器56施加电压时的静电引力,或固定电极561的内部应力引起的固定基板51的挠曲。

[0097] 电极设置槽511例如形成为以固定基板51的平面中心点为中心的环状。反射膜设置部512在上述俯视图上,从电极设置槽511的中心向可动基板52一侧突出形成。该电极设置槽511的槽底面成为配置固定电极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。

[0098] 另外,虽省略了图示,但在固定基板51设置有从电极设置槽511向固定基板51的外周边缘延伸的电极引出槽,并设置有设置于电极设置槽511的固定电极561的引出电极。

[0099] 在电极设置槽511的电极设置面511A上设置有固定电极561。更具体而言,固定电极561设置在电极设置面511A中的、与后述的可动部521的可动电极562相对的区域上。另外,也可以采用在固定电极561上层叠用于确保固定电极561及可动电极562之间的绝缘性的绝缘膜的结构。另外,固定电极561与固定引出电极连接,该固定引出电极从上述的电极

引出槽向固定基板51的外周部引出,然后与间隙控制部15连接。

[0100] 此外,在本实施方式中,虽然示出在电极设置面511A上设置有一个固定电极561的结构,但也可以采用例如设置有成为以平面中心点为中心的同心圆的两个电极的结构(双重电极结构)等。

[0101] 如上所述,反射膜设置部512与电极设置槽511同轴,并形成直径尺寸比电极设置槽511小的大致圆柱状,具备该反射膜设置部512的、与可动基板52相对的反射膜设置面512A。

[0102] 在该反射膜设置部512上设置有固定反射膜54。作为该固定反射膜54,能够使用例如Ag等金属膜、Ag合金等合金膜。另外,例如也可以使用以高折射层为TiO₂、以低折射层为SiO₂的电介质多层膜。而且,也可以使用在电介质多层膜上层压有金属膜(或合金膜)的反射膜,在金属膜(或合金膜)上层压有电介质多层膜的反射膜,层压有单层折射层(TiO₂或SiO₂等)和金属膜(或合金膜)的反射膜等。

[0103] 另外,可以在固定基板51的光入射面(未设置固定反射膜54的面)上,在与固定反射膜54对应的位置上形成反射防止膜。该反射防止膜能够通过交替地层压低折射率膜及高折射率膜而形成,能够降低固定基板51表面的可见光的反射率,增大透过率。

[0104] 可动基板52具备以平面中心点为中心的圆形可动部521,与可动部521同轴并保持可动部521的保持部522,以及在保持部522的外侧设置的基板外周部525。

[0105] 可动部521形成比保持部522大的厚度尺寸,例如在本实施方式中,形成与可动基板52的厚度尺寸为相同尺寸。在滤波器俯视图中,该可动部521至少形成比反射膜设置面512A的外周边缘的直径尺寸大的直径尺寸。而且,在该可动部521上设置有可动电极562及可动反射膜55。

[0106] 此外,与固定基板51同样,也可以在可动部521的与固定基板51相反侧的面上形成反射防止膜。这种反射防止膜能够通过交替层压低折射率膜及高折射率膜而形成,能够降低可动基板52表面的可见光的反射率,增大透过率。

[0107] 可动电极562隔着电极间间隙与固定电极561相对,形成为与固定电极561相同形状的环状。另外,虽然省略图示,但在可动基板52上设置有从可动电极562的外周边缘向可动基板52的外周边缘延伸的可动引出电极。该可动引出电极与固定引出电极同样,与间隙控制部15连接。

[0108] 可动反射膜55隔着反射膜间间隙G1与固定反射膜54相对地设置于可动部521的可动面521A的中心部。作为该可动反射膜55,使用与上述的固定反射膜54相同结构的反射膜。

[0109] 保持部522是包围可动部521的周围的隔膜,形成为比可动部521小的厚度尺寸。这种保持部522比可动部521容易挠曲,通过微小的静电引力就能够使可动部521向固定基板51侧位移。此时,由于可动部521比保持部522厚度尺寸大且刚性增大,因此即使在由于静电引力而将保持部522向固定基板51侧拉伸的情况下,也不会引起可动部521的形状变化。因此,设置在可动部521上的可动反射膜55也不会产生挠曲,从而能够将固定反射膜54及可动反射膜55始终维持平行状态。

[0110] 此外,在本实施方式中,虽然例示了隔膜状保持部522,但并不局限于此,例如可以采用设置有以平面中心点为中心、等角度间隔配置的梁状保持部的结构等。

[0111] 如上所述,在滤波器俯视图中,基板外周部525设置于保持部522的外侧。该基板外

周部525的与固定基板51相对的面上具备与第一接合部513相对的第二接合部523,第二接合部523通过接合膜53与第一接合部513接合。

[0112] 间隙控制部15的结构

[0113] 如图1所示,间隙控制部15具备存储部16和电压控制部17。

[0114] 存储部16例如由ROM和RAM等半导体存储器构成。在该存储部16中存储有表示通过波长可变干涉滤波器5取出的光的波长(测定对象波长)与对静电致动器56施加的电压的关系的V-λ数据。

[0115] 此处,表1示出透过波长可变干涉滤波器5的光的波长和反射膜间间隙G1的关系。此外,此处假设为固定反射膜54使用Ag合金的情况。另外,表2示出本实施方式中的测定对象波长和用于取出该测定对象波长的光的反射膜间间隙G1的关系的一例。

[0116] 表1

波长 (nm)	反射膜间间距 (nm)			
	1次峰值	2次峰值	3次峰值	4次峰值
400	139.3	340.1	540.2	740.5
420	151.0	361.2	571.3	781.3
440	161.9	381.9	602.0	821.9
460	172.5	402.5	632.4	862.3
480	183.1	423.0	662.9	903.0
500	193.6	443.6	693.5	943.5
520	204.0	464.0	723.9	984.0
540	214.3	484.3	754.3	1024.3
560	224.6	504.5	784.5	1064.5
580	234.8	524.7	814.7	1104.7
600	245.1	545.0	845.1	1144.9
620	255.4	565.3	875.3	1185.3
640	265.6	585.5	905.5	1225.4
660	275.8	605.7	935.7	1265.6
680	285.9	625.9	965.9	1305.9
700	296.1	646.0	996.1	1346.1
最大间距	296.1	646.0	996.1	1346.1
最小间距	139.3	340.1	540.2	740.5
驱动量	156.9	306.0	455.9	605.6

[0117]

[0118] 表2

测定对象波长 (nm)	反射膜间间距 (nm)	电压 (V)	次数
400	340.1	23.0	2
420	361.2	20.1	
440	381.9	16.5	
460	402.5	12.1	
480	423.0	7.0	
500	193.6	31.7	1
520	204.0	31.4	
540	214.3	31.1	
560	224.6	30.8	
580	234.8	30.4	
600	245.1	30.0	
620	255.4	29.6	
640	265.6	29.1	
660	275.8	28.6	
680	285.9	28.0	
700	296.1	27.3	

[0119] 在本实施方式中,作为V- λ 数据,如表2所示,对于波长400nm~480nm(第一波长区域)记录用于设定与2次峰值波长对应的反射膜间间隙G1的间隙尺寸340.1nm~423.0nm的电压值,对于波长500nm~700nm(第二波长区域)记录用于设定与1次峰值波长对应的反射膜间间隙G1的间隙尺寸193.6nm~296.1nm的电压值。

[0121] 此外,在本实施方式中,例示了将针对测定对象波长的电压记录在V- λ 数据中的例子,但并不局限于此,也可以使用对测定对象波长关联电压及反射膜间间隙G1后的数据。并且,也可以记录如表2所示的表示测定对象波长与反射膜间间隙G1的关系的G- λ 数据,以及表示对于反射膜间间隙G1的电压的V-G数据。

[0122] 电压控制部17与控制部20、存储部16及波长可变干涉滤波器5的静电致动器56连接,根据来自控制部20的指令改变对静电致动器56施加的电压,从而控制反射膜间间隙G1。

[0123] 具体而言,当从控制部20输入指定测定对象波长的指令时,电压控制部17从存储部16的V- λ 数据中取得与指定的测定对象波长对应的电压值,然后对波长可变干涉滤波器5的静电致动器56施加电压。由此,如上述表2所示,通过静电致动器56设定针对测定对象波长的反射膜间间隙G1的间隙尺寸。

[0124] 控制部20的结构

[0125] 返回图1,对分光测定装置1的控制部20进行说明。

[0126] 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,用于控制分光测定装置1的整体动作。如图1所示,该控制部20具备滤波器驱动部21、光量取得部22和分光测定部23。

[0127] 滤波器驱动部21对光学模块10的间隙控制部15,输出旨在使规定的测定波长区域的光以规定的测定间距透过波长可变干涉滤波器5的指令信号。

[0128] 光量取得部22根据从A/D转换器14输入的信号(电压),取得由检测器11接收的光的光量(光强度)。

[0129] 分光测定部23根据由光量取得部22取得的光量,测定测定对象光的光谱特性。

[0130] 图3是表示根据与表2对应的V-λ数据驱动波长可变干涉滤波器5的情况下的、该波长可变干涉滤波器5的透过率特性的图。

[0131] 在根据与表2对应的V-λ数据驱动波长可变干涉滤波器5的情况下,如上所述,对于400nm~480nm第一波长区域通过2次峰值波长使测定对象波长的光透过,对于500nm~700nm第二波长区域通过1次峰值波长使测定对象波长的光透过。这种情况下,如图3所示,在取出第二波长区域的测定对象波长的光时,第一波长区域的光不会同时透过。

[0132] 然而,在使用高次峰值波长取出测定对象波长的情况下,与测定对象波长不同的峰值波长的光同时被取出,相应地,包括噪声成分。

[0133] 例如,在对于第一波长区域通过3次峰值波长使测定对象波长的光透过、对于第二波长区域通过2次峰值波长使测定对象波长的光透过的情况下,如表1所示,例如将波长400nm的光作为3次峰值波长取出时,波长600nm附近的光作为2次峰值波长同时被取出。同样,在取出第二波长区域的测定对象波长的情况下,第一波长区域的光作为3次峰值波长也被取出。

[0134] 因此,为了得到由测定对象X反射的光的分光光谱,分光测定部23进行根据通过光量取得部22得到的针对多个测定对象波长的光量,估计分光光谱的光谱估计处理。另外,通过光量取得部22取得的光量,严格来讲并非只有测定对象波长的光,还包括以测定对象波长为中心的规定波长幅度的光。因此,优选在根据如表2所示的V-λ数据从波长可变干涉滤波器5取出光的情况下,也通过分光测定部23进行光谱估计处理。

[0135] 以下对分光测定部23中的光谱估计处理的一例进行说明。

[0136] 如以下所示的式(2)所示,分光测定部23使例如存储于存储器等存储单元(省略图示)的估计矩阵 M_s (转换矩阵)作用于由光量取得部22得到的测量光谱(针对各测定对象波长的光量) D ,由此估计测定对象光(由测定对象X反射的光)的分光光谱 S 。

[0137] 此外,通过分光测定装置1测量预先测量了准确的分光光谱 S_0 的基准光,然后根据通过该测量得到的测量光谱 D_0 和准确的分光光谱 S_0 计算出估计矩阵 M_s 。

[0138] 数学式2

$$S^t = M_s \cdot D^t \cdot \dots \quad (2)$$

[0140] 在上述式(2)中,“t”表示转置向量。在式(2)中,由于分光光谱 S 及测量光谱 D 用“行向量”表示,因此其转置向量为“列向量”。

[0141] 如果在明示了各元素的状态表示上述式(2),则如式(3)所示。

[0142] 数学式3

$$[0143] \quad \begin{pmatrix} s1 \\ s2 \\ s3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ s59 \\ s60 \\ s61 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} m1\cdot1 & m1\cdot2 & m1\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & m1\cdot16 \\ m2\cdot1 & m2\cdot2 & m2\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & m2\cdot16 \\ m3\cdot1 & m3\cdot2 & m3\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & m3\cdot16 \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ m59\cdot1 & m59\cdot2 & m59\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & m59\cdot16 \\ m60\cdot1 & m60\cdot2 & m60\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & m60\cdot16 \\ m61\cdot1 & m61\cdot2 & m61\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & m61\cdot16 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d1 \\ d2 \\ d3 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ d14 \\ d15 \\ d16 \end{pmatrix} \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

[0144] 在上述式(3)中,测量光谱D由相当于在分光测定装置1中测量的测定对象波长的数量(波段数)的数量的元素构成。在表2所示的示例中,以20nm间距测定测定波长区域(400nm~700nm),因而上式(3)由d1~d16的16个要素构成。此外,这些d1~d16要素分别为针对各测定对象波长的、由光量取得部22取得的光量。

[0145] 另外,分光光谱S由相当于所要估计的波长的数量(光谱点数)的个数的元素构成。例如,在上式(3)中,对400nm~700nm的对象波长区域,应当以5nm间距的波长估计分光光谱S,分光光谱S构成为行向量的元素为61。

[0146] 因此,如式(3)所示,用于根据测量光谱D估计分光光谱S的估计矩阵Ms为61行×16列的矩阵。

[0147] 此处,相对于测量光谱D的元素为16个,分光光谱S的要素为61个,因而仅由一组测量光谱D及分光光谱S不能够决定61行×16列的估计矩阵Ms。因此,通过利用分光测定装置1测量多个样品光(预先测量了分光光谱S0的基准光)来决定该估计矩阵Ms。

[0148] 这种估计矩阵Ms按如下方法决定:即,由分光测定装置1测定预先测量了分光光谱S的多个样品光(基准光),取得针对各样品光的测量光谱D0。

[0149] 此处,设定分光光谱S具有光谱点数k个(在式(3)的情况下为61个)要素,在测定样品数n的样品光的情况下,分光光谱S0能够如下式(4)所示以矩阵S^t的形式表示。另外,测量光谱D0具有波段数b(在式(3)的情况下为16)个元素,可以对样品数n的样品光分别得到测量结果。因此,测量光谱D0能够如下式(5)所示以矩阵D^t的形状表示。

[0150] 数学式4

$$[0151] \quad S_{nk}^t = \begin{pmatrix} s1\cdot1 & s1\cdot2 & s1\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & s1\cdot n \\ s2\cdot1 & s2\cdot2 & s2\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & s2\cdot n \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ s60\cdot1 & s60\cdot2 & s60\cdot3 & & & & s60\cdot n \\ s61\cdot1 & s61\cdot2 & s61\cdot3 & \cdot & \cdot & \cdot & s61\cdot n \end{pmatrix} \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

$$[0152] \quad D'_{nb} = \begin{pmatrix} d1 \cdot 1 & d1 \cdot 2 & d1 \cdot 3 & \cdot & \cdot & \cdot & d1 \cdot n \\ d2 \cdot 1 & d2 \cdot 2 & d2 \cdot 3 & \cdot & \cdot & \cdot & d2 \cdot n \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & & & & \cdot \\ d15 \cdot 1 & d15 \cdot 2 & d15 \cdot 3 & & & & d15 \cdot n \\ d16 \cdot 1 & d16 \cdot 2 & d16 \cdot 3 & \cdot & \cdot & \cdot & d16 \cdot n \end{pmatrix} \quad \cdot \cdot \cdot \quad (5)$$

[0153] 然后,设定表示矩阵 S^t 与矩阵 D^t 及估计矩阵 M_s 的内积($M_s \cdot D^t$)的偏差的评价函数 $F(M_s) = |S^t - M_s \cdot D^t|^2$,以该评价函数 $F(M_s)$ 最小的方式决定估计矩阵 M_s 。即,由于通过估计矩阵 M_s 对评价函数 $F(M_s)$ 进行偏微分后的值成为0,因此估计矩阵 M_s 能够由下述式(6)决定。

[0154] 数学式5

$$[0155] \quad M_s = (D^t \cdot D)^{-1} \cdot D^t \cdot S \quad \cdot \cdot \cdot \quad (6)$$

[0156] 此外,以上设定为作为基准光的样品光的分光光谱 S_0 没有误差,但也可决定考虑了样品光的分光光谱 S_0 的误差的估计矩阵 M_s 。即,样品光的分光光谱 S_0 使用多功能分光测色仪等测量仪器进行测定,而在该测量仪器中,取出数nm左右的极窄的波长范围的光来测定分光光谱 S_0 。在这样取出极窄波长范围的情况下,由于光量小、SN比降低,因而误差容易重叠。在这种情况下,如果采用主成分分析法,则将主成分数设定为 j ,主成分值设定为 a ,主成分向量设定为 v ,矩阵 $S_{n \ k}$ 能够表示为“ $S_{n \ k} = a_{n \ j} \cdot v_{j \ k}$ ”,也能够计算出考虑了样品光的误差的估计矩阵 M_s 。

[0157] 此外,并不局限于上述光谱估计处理,也可以进行其他的估计处理。

[0158] 例如,如表2所示,在透过波长可变干涉滤波器5的光不包含多个峰值波长的情况下,能够使用现有的光谱估计。即,预先检查波长可变干涉滤波器5中的分光灵敏度特性(对各测定对象波长的透过率特性),并存储于存储器(省略图示)等存储单元,然后根据该分光灵敏度特性和取得的光量(测量光量)能够估计分光光谱。

[0159] 另外,作为分光测定部23的光谱估计处理的方法,并不局限于如上所述的两个方法,也可以采用例如维纳估计法等。

[0160] 基于分光测定装置1的分光测定处理

[0161] 图4是表示分光测定装置1的分光测定处理的流程图。

[0162] 为了通过分光测定装置1测定测定对象光的分光光谱,首先,控制部20的滤波器驱动部21对光学模块10驱动波长可变干涉滤波器5输出旨在对规定的测定波长区域(例如400nm~700nm),以规定的测定间距(例如20nm)使光透过的指令信号(步骤S1)。

[0163] 当控制部20输入指令信号时,间隙控制部15的电压控制部17从存储部16的 $V-\lambda$ 数据中读入与各测定对象波长对应的电压值(步骤S2)。然后,电压控制部17按从小到大的顺序对读入的电压值排序(步骤S3),依次向波长可变干涉滤波器5的静电致动器56施加电压(步骤S4)。由此,波长可变干涉滤波器5的反射膜间间隙 $G1$ 从初始间隙沿间隙尺寸减小的方向依次切换,依次使各测定对象波长的光透过。因此,如表2所示,在对第一波长区域通过2次峰值波长取出测定对象波长的光,对第二波长区域通过1次峰值波长取出测定对象波长的光的情况下,首先,第一波长区域的600nm的光作为2次峰值波长透过,透过波长按20nm间距缩

短。然后,400nm的光作为2次峰值波长透过后,第二波长区域的700nm的光作为1次峰值波长透过。然后,透过波长按20nm间距缩短直至620nm的光作为一次峰值波长透过。

[0164] 此外,光量取得部22依次取得透过波长可变干涉滤波器5后由检测器11接收的光的光量,并存储于存储器等存储单元。

[0165] 之后,间隙控制部15判断是否施加了步骤S2中读入的全部电压(步骤S5)。步骤S5中,在判断为“否”的情况下,即,还有未施加的电压时,返回步骤S4,对静电致动器56施加该电压,使对应的测定对象波长的光透过。

[0166] 反之,在步骤S5中判断为“是”的情况下,间隙控制部15结束波长可变干涉滤波器5的驱动(步骤S6)。

[0167] 之后,分光测定部23使用存储于存储单元的光量(测量光谱D)和估计矩阵Ms进行光谱估计(步骤S7)。

[0168] 使波长可变干涉滤波器5驱动时的反射膜间间隙

[0169] 接着,在如上所述的分光测定处理中,对驱动波长可变干涉滤波器5的情况下的、反射膜间间隙G1的距离进行说明。

[0170] 图5是表示将测定波长区域的各测定对象波长的光作为1次峰值波长及2次峰值波长的光取出时的反射膜间间隙的大小的图。

[0171] 在使用与表2对应的V- λ 数据的情况下,对400nm~480nm的第一波长区域通过次数 $m=2$ 的2次峰值波长取出测定对象波长的光,对500nm~700nm的第二波长区域通过次数 $m=1$ 的1次峰值波长取出测定对象波长的光。这种情况下,根据如图3所示的透过率特性,透过测定对象波长的光。

[0172] 即,对比第二波长区域波长短的第一波长区域,通过使用比第二波长区域高次的2次峰值波长使测定对象波长的光透过,与例如仅用1次峰值波长使测定波长区域(400nm~700nm)的各测定对象波长的光透过的情况相比,能够增大反射膜间间隙G1的最小值(对于波长400nm的间隙)。

[0173] 由此,固定反射膜54及可动反射膜55的反射膜间间隙G1不会过小,从而能够降低在这些固定反射膜54及可动反射膜55之间夹有异物的风险。

[0174] 另外,对波长比第一波长区域长的第二波长区域,使用比第一波长区域低次的1次峰值波长使测定对象波长的光透过。这种情况下,能够降低对第二波长区域的间隙驱动量。

[0175] 即,如上所述,为了降低在固定反射膜54及可动反射膜55之间夹有异物的风险,在仅使用2次峰值波长使测定波长区域的各测定对象波长的光透过的情况下,如表1及图5所示,基于静电致动器56的间隙驱动范围 G_{m2} 为340.1nm~646.0nm,为了依次取出所有测定对象波长的光,需要使可动部521驱动306.0nm。

[0176] 与此相对,在本实施方式中,基于静电致动器56的间隙驱动范围 $G_{m'}$,是作为对于第一波长区域的间隙驱动范围 $G_{m2'}$ 的340.1nm~423.0nm,以及作为对于第二波长区域的间隙驱动范围 $G_{m1'}$ 的193.6nm~296.1nm。这种情况下,为了依次取出所有测定对象波长的光,为驱动可动部521的量(间隙驱动量)229.4nm,与仅使用2次峰值波长时的间隙驱动量(306.0nm)相比,能够减小驱动量。

[0177] 一般,在使用静电致动器56的反射膜间间隙G1的调整中,需要克服可动基板52的复原力使可动部521位移,驱动量大则相应地复原力也增大,间隙控制变得困难。对此,如上

所述,通过减小间隙驱动量,间隙控制变得容易,随之,能够精度良好地将反射膜间间隙G1调整为所需的值。另外,在间隙驱动量大的情况下,驱动所需的电力也增大,而通过减少间隙驱动量,也能够降低驱动所需的电力。

[0178] 次数的设定

[0179] 在上述示例中,如表2所示,示出使第一波长区域的光作为2次峰值波长透过,使第二波长区域的光作为1次峰值波长透过的示例,但也可以设定其他次数。

[0180] 例如,如以下的表3所示,也可以使第一波长区域的光作为3次峰值波长透过,使第二波长区域的光作为2次峰值波长透过。

[0181] 表3

测定对象波长 (nm)	反射膜间间距 (nm)	次数
400	540.2	3
420	571.3	
440	602.0	
460	632.4	
480	662.9	
500	443.6	2
520	464.0	
540	484.3	
560	504.5	
580	524.7	
600	545.0	
620	565.3	
640	585.5	
660	605.7	
680	625.9	
700	646.0	

[0182]

[0183] 如表3所示,在对第一波长区域使用3次峰值波长使测定对象波长的光透过、对第二波长区域使用2次峰值波长的情况下,反射膜间间隙G1的最小值为443.6nm。在仅使用2次峰值波长使测定波长区域的各测定对象波长的光透过的情况下,反射膜间间隙G1的最小值为340.1nm,因此能够进一步增大反射膜间间隙G1的最小值。因此,在缩小反射膜间间隙G1时,能够进一步降低在固定反射膜54及可动反射膜55之间夹有异物的风险。

[0184] 图6是表示将测定波长区域的各测定对象波长的光作为2次峰值波长、及3次峰值波长的光取出时的反射膜间间隙的大小的图。

[0185] 在仅用3次峰值波长使测定对象波长的光透过的情况下,如表1及图6所示,仅需要驱动从与测定对象波长700nm对应的反射膜间间隙G1的间隙尺寸996.1nm开始,到与测定对象波长400nm对应的反射膜间间隙G1的间隙尺寸540.2nm为止的间隙驱动范围Gm3,静电致动器56的间隙驱动量为455.9nm。

[0186] 与此相对,对第一波长区域使用3次峰值波长使测定对象波长的光透过、对第二波长区域使用2次峰值波长的情况下,如表1、表3及图6所示,与属于第二波长区域的测定对象波长中的最长波长对应的反射膜间间隙G1的大小(第二波长区域中的最大间隙),比与属于第一波长区域的测定对象波长中的最短波长对应的反射膜间间隙G1的大小(第一波长区域

中的最小间隙)增大。这种情况下,第一波长区域的间隙驱动范围 $Gm3''$ (540.2nm~662.9nm)的一部分与第二波长区域的间隙驱动范围 $Gm2''$ (443.6nm~646.0nm)的一部分重合。因此,在第一波长区域的间隙驱动范围 $Gm3''$ 的一部分范围内,能够取得第二波长区域的一部分范围的测定对象波长的光量。这种情况下,基于静电致动器56的间隙驱动范围 Gm'' 为443.6nm~662.9nm,间隙驱动量为219.3nm,因此比仅使用3次峰值波长取得各测定对象波长的光量时的间隙驱动量(455.9nm)减小。

[0187] 此外,这种情况下,第一波长区域内的3次峰值波长的光与第二波长区域内的2次峰值波长的光同时透过。即使在这种情况下,在本实施方式中,通过利用分光测定部23进行光谱估计处理,也能够估计除去测定对象波长以外的光的高精度的分光光谱S。

[0188] 此外,在表3中示出了第二波长区域的间隙驱动范围 $Gm2''$ 的一部分范围与第一波长区域的间隙驱动范围 $Gm3''$ 的一部分范围重合的示例,但例如,也可以以第二波长区域的间隙驱动范围 $Gm2''$ 全部包含于第一波长区域的间隙驱动范围 $Gm3''$ 内的方式,设定第一波长区域与第二波长区域的范围、以及对各波长区域的次数。这种情况下,也与上述同样,在重合的间隙驱动范围内,可以使属于第一波长区域的测定对象波长的光、以及属于第二波长区域的测定对象波长的光的双方透过,能够有效地降低间隙驱动量。

[0189] 另外,并不局限于表2、表3所示的示例,也可以采用其他次数,将测定波长区域分类为例如3个以上的波长区域,也可以对这些各波长区域分别设定不同的次数。例如,也可以以对400nm~500nm的波长区域通过3次峰值波长使测定对象波长的光透过,对520nm~600nm的波长区域通过2次峰值波长使测定对象波长的光透过,对620nm~700nm的波长区域通过1次峰值波长使测定对象波长的光透过的方式设定V- λ 数据。

[0190] 第一实施方式的作用效果

[0191] 在本实施方式中,波长可变干涉滤波器5具备改变固定反射膜54、可动反射膜55及这些反射膜54、55之间的反射膜间间隙G1的静电致动器56。而且,间隙控制部15将反射膜间间隙G1控制成通过对第一波长区域及第二波长区域分别设定的次数的峰值波长使测定对象波长的光透过的间隙尺寸。即,在本实施方式中,对测定波长区域的各测定对象波长的光,设定作为低次峰值波长使其透过的测定对象波长,作为高次峰值波长使其透过的测定对象波长。

[0192] 在这种结构中,通过使用次数高的高次峰值波长使测定对象波长的光透过,与使用次数低的低次峰值波长使测定对象波长的光透过的情况相比,能够增大反射膜间间隙G1。因此,能够降低异物夹在反射膜54、55间的风险,从而能够抑制由此产生的动作不良。另外,存在反射膜间间隙G1随着测定对象波长而充分地增大,异物夹在反射膜54、55间的可能性低的情况,如果连这种情况都使用高次峰值波长,则静电致动器56的控制变得困难。对此,在本实施方式中,对于这种测定对象波长,使用低次峰值波长使测定对象波长的光透过,因而例如与仅使用高次峰值波长使测定波长区域的各测定对象波长的光透过的情况相比,能够降低基于静电致动器56的间隙驱动量,从而能够提高间隙控制的精度。

[0193] 在本实施方式中,将记录针对测定对象波长的电压的V- λ 数据存储于存储部16。而且,在该V- λ 数据中,对测定对象波长预先设定次数,用于通过与该次数对应的峰值波长使该测定对象波长透过的电压,与该测定对象波长进行对应后被记录。

[0194] 因此,间隙控制部15从V- λ 数据中读入与测定对象波长对应的电压值,仅通过对静

电致动器56施加与该电压值对应的电压,就能够将反射膜间间隙G1的大小控制为与根据测定对象波长设定的次数对应的大小。

[0195] 在本实施方式中,间隙控制部15使属于作为测定波长区域的短波长侧的第一波长区域(例如400nm~480nm)的测定对象波长的光作为2次峰值波长透过,使属于作为长波长侧的第二波长区域(例如500nm~700nm)的测定对象波长的光作为1次峰值波长透过。

[0196] 因此,在反射膜间间隙G1的间隙尺寸进一步减小的短波长侧能够增大间隙尺寸,因而能够有效地抑制反射膜54、55间的异物的夹入。进而,在长波长区域通过使用2次峰值波长,能够通过静电致动器56降低间隙驱动量,从而能够实现提高间隙控制中的控制。

[0197] 在本实施方式中,如表3所示,也可以将针对属于第二波长区域的测定对象波长的最长波长的反射膜间间隙G1的间隙尺寸,设定为大于针对属于第一波长区域的测定对象波长的最短波长的反射膜间间隙G1的间隙尺寸。

[0198] 这种情况下,针对第一波长区域的间隙驱动范围中的至少一部分,与针对第二波长区域的间隙驱动范围的至少一部分重合。例如,如上述表3所示,在使第一波长区域的测定对象波长的光作为3次峰值波长透过,使第二波长区域的测定对象波长的光作为2次峰值波长透过的情况下,针对第二波长区域的间隙驱动范围的一部分(545.0nm~646.0nm),与针对第一波长区域的间隙驱动范围(540.2nm~662.9nm)重合。

[0199] 因此,在重合的驱动范围内,可以使第一波长区域的测定对象波长和第二波长区域的测定对象波长的双方透过,能够进一步降低静电致动器56的间隙驱动量。例如,如上述表1所示,在仅通过3次峰值波长使各测定对象波长的光透过的情况下,如表1所示,需要从与测定对象波长700nm对应的996.1nm开始到与测定对象波长400nm对应的540.2nm为止,驱动455.9nm。对此,在本实施方式中,如表3所示,在从与测定对象波长480nm对应的662.9nm开始到与测定对象波长500nm对应的443.6nm为止驱动219.3nm的期间,也能够使各测定对象波长的光透过。

[0200] 在本实施方式中,间隙控制部15的电压控制部17在步骤S2中读入针对各测定对象波长的电压值后,在步骤S3中将读入的电压值按从小到大的顺序排序,然后按照排序依次对静电致动器56施加电压。

[0201] 因此,反射膜间间隙G1从初始间隙依次沿间隙尺寸减小的方向缩小,通过使可动部521进行一行程驱动,能够取得针对各测定对象波长的光量。

[0202] 而且,在本实施方式的分光测定装置1中,分光测定部23通过使估计矩阵 M_s 作用于基于针对得到的多个测定对象波长的光量的测量光谱D,推算由测定对象X反射的测定光的分光光谱S。

[0203] 这种估计矩阵 M_s 是根据通过分光测定装置1测定分光光谱 S_0 已知的基准光(样本光)的测量光谱 D_0 以及分光光谱 S_0 ,以使测量光谱 D_0 及估计矩阵 M_s 的内积与分光光谱 S_0 的偏差最小的方式设定的矩阵。因此,即使在透过波长可变干涉滤波器5的光中含有测定对象波长的光以外的噪声成分(例如其他峰值波长的光)的情况下,通过使估计矩阵 M_s 作用于测量光谱D,能够推算高精度的分光光谱S。

[0204] 第二实施方式

[0205] 接着,以下对本发明的第二实施方式进行说明。

[0206] 在上述第一实施方式中,间隙控制部15根据测定对象波长设定 $V-\lambda$ 数据,使得使用

的峰值波长的次数不同,并根据该 $V-\lambda$ 数据将与测定对象波长对应的电压施加到静电致动器56。与此相对,本实施方式与上述第一实施方式的不同之处在于:间隙控制部根据测定对象波长选择次数,并以设定为与选择的次数对应的反射膜间间隙 $G1$ 的方式控制静电致动器56。

[0207] 图7是表示第二实施方式的分光测定装置1A的概略结构的框图。

[0208] 如图7所示,本实施方式的分光测定装置1A的光学模块10A具备波长可变干涉滤波器5和间隙控制部15A。另外,间隙控制部15A具备存储部16、电压控制部17和次数选择部18。

[0209] 此处,在本实施方式的存储部16中存储表示与以各次数的峰值波长使各测定对象波长的光透过波长可变干涉滤波器5时的间隙对应的电压的 $V-\lambda$ 数据。即,记录针对上述表1的反射膜间间隙 $G1$ 的各间隙尺寸的电压。例如对测定对象波长 λ_1 ,记录用于作为1次峰值波长取出该测定对象波长 λ_1 的光的电压,作为2次峰值波长取出该测定对象波长 λ_1 的光的电压,作为3次峰值波长取出该测定对象波长 λ_1 的光的电压,作为4次峰值波长取出该测定对象波长 λ_1 的光的电压等。

[0210] 次数选择部18选择与测定对象波长对应的次数。

[0211] 然后,电压控制部17从存储在存储部16的 $V-\lambda$ 数据中读出测定对象波长、以及与通过次数选择部18选择的次数对应的电压值,并对静电致动器56施加与读出的电压值对应的电压。

[0212] 基于次数选择部18的次数选择处理

[0213] 在本实施方式中,如上所述,通过次数选择部18能够按照每一个波长区域选择次数。

[0214] 此处,作为通过次数选择部18选择的次数,可以根据各测定对象波长预先设定,例如,也可以由测定者适当设定。另外,也可以根据设置波长可变干涉滤波器5的环境等条件(例如气压和温度等)进行设定。

[0215] 在由测定者设定的情况下,例如,根据省略图示的操作部的输入操作取得次数。

[0216] 另外,作为环境等条件,在以周围的大气压和温度等为条件的情况下,分光测定装置1A采用具备气压计和温度计等环境测量装置的结构。而且,在通过环境测量装置测量的值例如超过预先设定的阈值的情况下,也可以进行使作为初始值设定的次数增加“1”等处理。

[0217] 进而,次数选择部18根据制造波长可变干涉滤波器5时的偏差选择次数。

[0218] 即,在波长可变干涉滤波器5中,在未对静电致动器56施加电压的初始状态下的反射膜间间隙 $G1$ 的初始尺寸,具有制造上的偏差。因此,现有技术中,开始测定的测定开始尺寸,既考虑制造时的初始尺寸的偏差,又需要设定为比初始尺寸小。即,在初始尺寸比测定开始尺寸大的情况下,首先,需要对静电致动器56施加电压使可动部521位移直至反射膜间间隙 $G1$ 达到测定开始尺寸,从而存在驱动量增大这样的课题。另外,在初始尺寸比测定开始尺寸小的情况下,不能够通过静电致动器56扩大反射膜间间隙 $G1$,因而存在不能够进行与测定开始尺寸对应的测定对象波长的测定这种课题。

[0219] 与此相对,在本实施方式中,次数选择部18根据制造时的初始尺寸选择测定开始波长。由此,通过针对测定对象波长选择适当的次数,能够不依赖于初始尺寸而取出该测定对象波长的光,另外,还可以抑制驱动量的增大。

[0220] 以下,使用具体示例,对处理在制造波长可变干涉滤波器5时产生的初始尺寸的偏差的、基于次数选择部18的次数选择方法进行说明。

[0221] 下述所示的表4是表示在上述第一实施方式的分光测定装置1中,在将初始尺寸设定为450nm、430nm、410nm的情况下,是否可以进行波长区域400nm~700nm的测定、以及在可以进行的情况下的间隙驱动量的表。

[0222] 表4

初始尺寸	可否测定	间距驱动量
450nm	可	256.4nm
430nm	可	236.4nm
410nm	不可	-

[0224] 在使用与表2对应的V-λ数据的情况下,测定开始尺寸为与测定对象波长480nm对应的423.0nm。因此,如表4所示,在初始尺寸为410nm的情况下,未能将测定对象波长480nm的光作为2次峰值波长取出,从而不能够进行测定。另外,在初始间隙450nm的情况下,首先,在将反射膜间间隙G1从初始尺寸驱动到作为测定开始尺寸的423.0nm后,需要使其变化为与各测定对象波长对应的间隙尺寸,相应地,间隙驱动量增大。

[0225] 表5是表示在本实施方式中、在初始尺寸设定为450nm、430nm、410nm的情况下的,是否可以进行波长区域400nm~700nm的测定,以及在可以进行的情况下的间隙驱动量的表。另外,表6是表示在初始尺寸为450nm的情况下通过次数选择部18选择的次数的表,表7是表示在初始尺寸为430nm的情况下通过次数选择部18选择的次数的表,表8是表示在初始尺寸为410nm的情况下通过次数选择部18选择的次数的表。

[0226] 表5

初始尺寸	可否测定	间距驱动量
450nm	可	246.0nm
430nm	可	236.4nm
410nm	可	226.9nm

[0228] 表6

测定对象波长 (nm)	反射膜间间距 (nm)	次数
400	340.1	2
420	361.2	
440	381.9	
460	402.5	
480	423.0	
500	443.6	
520	204.0	1
540	214.3	
560	224.6	
580	234.8	
600	245.1	
620	255.4	
640	265.6	
660	275.8	
680	285.9	
700	296.1	

[0229] 表7

测定对象波长 (nm)	反射膜间间距 (nm)	次数
400	340.1	2
420	361.2	
440	381.9	
460	402.5	
480	423.0	
500	193.6	
520	204.0	1
540	214.3	
560	224.6	
580	234.8	
600	245.1	
620	255.4	
640	265.6	
660	275.8	
680	285.9	
700	296.1	

[0231] 表8

[0233]

测定对象波长 (nm)	反射膜间间距 (nm)	次数
400	340.1	2
420	361.2	
440	381.9	
460	402.5	
480	183.1	1
500	193.6	
520	204.0	
540	214.3	
560	224.6	
580	234.8	
600	245.1	
620	255.4	
640	265.6	
660	275.8	
680	285.9	
700	296.1	

[0234] 在本实施方式中,在反射膜间间隙G1的初始尺寸为430nm的情况下,如表7所示,次数选择部18将从400nm到480nm设定为第一波长区域并选择次数“2”,将从500nm到700nm设定为第二波长区域并选择次数“1”。即,选择与表2同样的次数。这种情况下,间隙驱动量与第一实施方式相同。

[0235] 另一方面,在本实施方式中,在初始尺寸为450nm的情况下,次数选择部18如表6所示,将从400nm到500nm设定为第一波长区域并选择次数“2”,将从520nm到700nm设定为第二波长区域并选择次数“1”。即,将第一波长区域(400nm~500nm)内的测定对象波长的光作为2次峰值波长取出,将第二波长区域(520nm~700nm)内的测定对象波长的光作为1次峰值波长取出。这种情况下,与表2的模式不同,测定对象波长500nm的光作为2次峰值波长取出。

[0236] 在上述第一实施方式的分光测定装置1中,在初始尺寸为450nm的情况下,首先,到测定开始尺寸的423.0nm为止只需要驱动27.0nm的量,而在本实施方式中,将反射膜间间隙G1从作为初始尺寸的450nm到与测定对象波长500nm对应的443.6nm为止仅驱动6.4nm,之后使其变化到与各测定对象波长对应的尺寸即可。因此,如表5所示,间隙驱动量为246.0nm,比使用第一实施方式的分光测定装置1时的间隙驱动量(256.4nm)减小。

[0237] 另外,在第一实施方式的分光测定装置1中,在反射膜间间隙G1的初始尺寸为410nm的情况下,未能取出测定对象波长480nm的光,从而不能够进行测定。与此相对,在本实施方式中,初始尺寸为410nm的情况下,如表8所示,次数选择部18将从400nm到460nm设定为第一波长区域并选择次数“2”,将从480nm到700nm设定为第二波长区域并选择次数“1”。由此,在初始尺寸为410nm的情况下,也能够取出400nm~700nm的测定波长区域的各测定对象波长的光。另外,这种情况下,间隙驱动量为226.9nm。

[0238] 如以上所示,在本实施方式中,通过利用次数选择部18选择次数,能够使测定开始间隙带有余量。因此,在制造波长可变干涉滤波器5时,即使在初始尺寸产生偏差的情况下,通过根据其初始尺寸选择最佳次数,也能够适当地取出规定的测定波长区域内的各测定对象波长的光。另外,能够减小间隙驱动量,从而能够提基于高静电致动器56的间隙控制的精

度。

[0239] 基于分光测定装置1A的分光测定处理

[0240] 本实施方式的分光测定装置1A通过与上述第一实施方式大致同样的方法进行分光测定动作。

[0241] 此处,本实施方式中,在图3的步骤S2中,间隙控制部15A的次数选择部18按照每一个波长区域选择次数。

[0242] 在该次数选择中,能够根据如上所述的条件选择次数。

[0243] 例如,根据初始尺寸设定第一波长区域及第二波长区域,对这些的第一波长区域及第二波长区域分别选择次数。这种情况下,为了检测初始尺寸,例如可以采用在固定基板51及可动基板52之间设置静电电容检测用电极的结构等。

[0244] 另外,如上所述,也可以根据测定者的操作等改变选择的次数。这种情况下,次数选择部18根据操作部的输入操作,能够自由选择用于测定的次数,例如,也可以对第一波长区域选择次数 $m=3$,对第二波长区域选择次数 $m=2$ 。另外,在设置有检测波长可变干涉滤波器5的设置环境等的传感器的情况下,次数选择部18也可以根据通过这些传感器检测的环境选择次数。

[0245] 之后,电压控制部17针对各测定对象波长,从 $V-\lambda$ 数据中读入与通过次数选择部18选择的次数对应的电压。

[0246] 对以后的处理,与上述第一实施方式同样,进行从步骤S3到步骤S7的处理。

[0247] 第二实施方式的作用效果

[0248] 在本实施方式中,间隙控制部15A具备次数选择部18及电压控制部17,次数选择部18选择与测定对象波长对应的次数,电压控制部17对静电致动器56施加与选择的次数对应的电压。

[0249] 这种情况下,与上述第一实施方式同样,在波长可变干涉滤波器5中,能够根据测定对象波长通过适当的次数的峰值波长使光透过。即,能够降低反射膜间间隙G1的间隙尺寸减小而导致在反射膜54、55之间夹有异物的风险等,并且,与仅使用高次峰值波长使所有测定对象波长透过的情况相比,能够提高基于静电致动器56的间隙控制的精度。

[0250] 另外,在本实施方式中, $V-\lambda$ 数据中存储有使各测定对象波长的光通过各峰值波长透过时的电压,并能够通过次数选择部18选择次数,因而在测定中也可以适当改变次数。

[0251] 例如,对第一波长区域使用1次峰值波长进行测定,例如产生在反射膜54、55间夹有异物等的不良情况下,也能够进行将针对该第一波长区域的次数改变为两次这样的动作。

[0252] 而且,如上所述,次数选择部18根据反射膜间间隙G1的初始尺寸设定适当的波长区域(第一波长区域及第二波长区域)并对各波长区域选择次数。由此,即使在制造时波长可变干涉滤波器5的初始尺寸产生偏差的情况下,也能够适当取出测定波长区域(例如400nm~700nm)内的各测定对象波长的光。另外,能够减少间隙驱动量,因而能够提高基于静电致动器56的间隙控制的精度。

[0253] 进而,在本实施方式中,对各测定对象波长,可以分别通过多个次数进行光量测定。

[0254] 这种情况下,例如,在第一次测定中,对第一波长区域进行使用2次峰值波长的光

量测定,对第二波长区域进行使用1次峰值波长的光量测定,并进行基于这些光量(测量光谱)的分光光谱的推算。之后,在第二次测定中,对第一波长区域进行使用3次峰值波长的光量测定,对第二波长区域进行使用2次峰值波长的光量测定,并进行基于这些光量(测量光谱)的分光光谱的推算。然后,也可以进行如下处理:根据第一次推算出的分光光谱和第二次推算出的分光光谱,例如通过取其平均作为测定对象的分光光谱。

[0255] 其他实施方式

[0256] 此外,本发明并不局限于上述实施方式,在能够达到本发明的目的范围内进行的变形、改良等都包含在本发明中。

[0257] 例如,在上述第一及第二实施方式中,虽然设定测定波长区域为400nm~700nm,第一波长区域为400nm~600nm,第二波长区域为620nm~700nm,但并不局限于此。例如,即使也可以设定第一波长区域为400nm~480nm,设定第二波长区域为500nm~700nm,第一波长区域及第二波长区域的范围能够适当设定。通过使通过高次峰值波长取出测定对象波长的光的短波长侧(第一波长区域)变窄,能够进一步减小间隙驱动范围,基于静电致动器56的间隙驱动量也减少,因而能够提高间隙控制的精度。相反,通过将通过高次峰值波长取出测定对象波长的光的第一波长区域设定为较宽,能够更有效地防止反射膜54、55间的异物夹杂、及因其导致的不良情况。

[0258] 另外,作为测定波长区域,可以将更宽的范围作为对象,也可以将更窄的范围作为对象。

[0259] 上述第一及第二实施方式中,在步骤S2中取得与各测定对象波长对应的电压后,在步骤S3中对该电压按从小到大的顺序排序并依次向静电致动器56施加,但并不局限于此。例如,在步骤S2中,也可以进行按读入针对测定对象波长的电压的顺序,即按测定对象波长顺序施加电压的处理。

[0260] 在上述实施方式中,作为本发明的间隙变更部,例示了由固定电极561及可动电极562构成的静电致动器56,但并不局限于此。

[0261] 例如,作为间隙变更部,也可以采用使用由设置于固定基板的第一感应线圈、设置于可动基板的第二感应线圈或永久磁铁构成的感应致动器的结构。

[0262] 并且,可以采用使用压电致动器来代替静电致动器56的结构。这种情况下,例如使下部电极层、压电膜及上部电极层层压配置在保持部522上,再将数据在下部电极层及上部电极层之间的电压作为输入值并使其可变,能够使压电膜伸缩而使保持部522挠曲。

[0263] 并且,并不局限于通过数据电压改变反射膜间间隙G1的大小(间隙尺寸)的结构,例如,也可以例示通过改变固定基板51及可动基板52之间的空气压来调整反射膜间间隙G1的大小的结构等。这种情况下,能够使用记录了针对测定对象波长的空气压的数据等来代替 $V-\lambda$ 数据。即,作为改变反射膜间间隙G1的大小的结构,可以采用任何结构。而且,在存储部16中,对测定对象波长,记录用于设定用于将该测定对象波长作为规定次数的峰值波长取出的间隙的参数(例如在间隙变更部为电压驱动的情况下是电压值,间隙变更部为空气压驱动的情况是气压等)即可。

[0264] 另外,作为本发明的电子设备,在上述各实施方式中,例示了分光测定装置1,但除此以外,还可以根据各种领域应用本发明的光学模块及电子设备。

[0265] 例如,如图8所示,也能够将本发明的电子设备应用于用于测定颜色的测色装置。

[0266] 图8是表示具备波长可变干涉滤波器的测色装置400的一例的框图。

[0267] 如图8所示,该测色装置400具备:向检查对象A射出光的光源装置410,测色传感器420(光学模块),以及控制测色装置400的整体动作的控制装置430(处理部)。而且,该测色装置400是如下的装置:检查对象A反射从光源装置410射出的光,由测色传感器420接收被反射的检查对象光,根据由测色传感器420输出的检测信号,分析并测定检查对象光的色度、即检查对象A的颜色。

[0268] 光源装置410具备光源411和多个透镜412(图8中仅记载一个),对检查对象A射出例如基准光(例如白色光)。另外,多个透镜412中可以包括准直透镜,这种情况下,光源装置410通过准直透镜将从光源411射出的基准光变为平行光,并未图示的投射透镜向检查对象A射出。此外,在本实施方式中,例示了具备光源装置410的测色装置400,但在例如检查对象A是液晶面板等的发光部件的情况下,也可以采用未设置光源装置410的结构。

[0269] 如图8所示,测色传感器420具备:波长可变干涉滤波器5,用于接收透过波长可变干涉滤波器5的光的检测器11,以及用于控制对波长可变干涉滤波器5的静电致动器56施加的电压的间隙控制部15。另外,测色传感器420在与波长可变干涉滤波器5相对的位置上具备将被检查对象A反射的反射光(检查对象光)向内部导入的未图示的入射光学透镜。然后,该测色传感器420通过波长可变干涉滤波器5对从入射光学透镜射入的检查对象光中的规定波长的光进行分光,并由检测器11接收分光后的光。

[0270] 控制装置430控制测色装置400的整体动作。

[0271] 作为该控制装置430,例如可以使用通用个人计算机和便携信息终端,除此以外,还可以使用其他测色专用计算机等。而且,如图8所示,控制装置430构成为具备光源控制部431、测色传感器控制部432及测色处理部433等。

[0272] 光源控制部431与光源装置410连接,例如根据使用者的设定输入,向光源装置410输出规定的控制信号并使其射出亮度的白色光。

[0273] 测色传感器控制部432与测色传感器420连接,例如根据使用者的设定输入,设定使测色传感器420接收的光的波长,并将旨在检测该波长的光的光接收量的控制信号输出至测色传感器420。由此,测色传感器420的间隙控制部15根据控制信号向静电致动器56施加电压而驱动波长可变干涉滤波器5。

[0274] 测色处理部433是本发明的处理控制部,根据由检测器11检测的光接收量,分析检查对象A的色度。另外,测色处理部433与上述第一及第二实施方式同样,也可以通过将由检测器11得到的光量作为测量光谱D,使用估计矩阵 M_s 推算分光光谱S,从而分析检查对象A的色度。

[0275] 另外,作为本发明的电子设备的其他示例,可以列举出用于检测特定物质的存在的基于光的系统。作为这种系统,例如,能够例示出使用波长可变干涉滤波器的、采用分光测量方式高灵敏度地检测特定气体的车载用漏气检测器和呼吸检查用的光声稀有气体检测器等气体检测装置。

[0276] 以下根据附图对气体检测装置的一例进行说明。

[0277] 图9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。

[0278] 图10是表示图9的气体检测装置的控制系统的结构的框图。

[0279] 如图9所示,该气体检测装置100构成为具备:传感器芯片110、流道120以及主体部

130,其中该流道120具备吸引口120A、吸引流道120B、排出流道120C及排出口120D。

[0280] 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、处理被检测出的信号并控制检测部的控制部138、提供电力的电力供给部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以及光接收元件137(检测部)等。另外,光学部135由射出光的光源135A、分束器135B、以及透镜135C、135D、135E构成,其中该分束器135B将从光源135A射入的光反射至传感器芯片110一侧,并使从传感器芯片一侧射入的光透过至光接收元件137一侧。

[0281] 另外,如图10所示,在气体检测装置100的表面设置有操作面板140、显示部141、用于与外部的接口的连接部142以及电力供给部139。在电力供给部139为二次电池的情况下,也可以具备用于充电的连接部143。

[0282] 并且,如图10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的光源驱动器电路145,用于控制波长可变干涉滤波器5的电压控制部146,接收来自光接收元件137的信号的光接收电路147,传感器芯片检测电路149,以及控制排出单元133的排出驱动器电路150等,其中,该传感器芯片检测电路149读取传感器芯片110的码,接收来自用于检测有无传感器芯片110的传感器芯片检测器148的信号。另外,气体检测装置100具备存储 $V-\lambda$ 数据的存储部(省略图示)。此外,由电压控制部146及信号处理部144的RAM、ROM等存储部构成间隙控制部,电压控制部146根据存储于存储部的 $V-\lambda$ 数据,控制向波长可变干涉滤波器5的静电致动器56施加的电压。

[0283] 接着,以下对如上所述的气体检测装置100的动作进行说明。

[0284] 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,用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的检测信号时,则判断为处于安装有传感器芯片110的状态,并向显示部141发出使其显示旨在可以进行检测动作的显示信号。

[0285] 然后,例如由使用者操作操作面板140,如果旨在开始检测处理的指示信号从操作面板140向信号处理部144输出,则首先信号处理部144向光源驱动器电路145输出光源工作信号以使光源135A工作。如果光源135A被驱动,则从光源135A射出单一波长且直线偏光稳定的激光。另外,在光源135A内置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正在稳定地动作时,则控制排出驱动器电路150使排出单元133工作。由此,包含应检测的目标物质(气体分子)的气体样品从吸引口120A被导向吸引流道120B、传感器芯片110内、排出流道120C、排出口120D。此外,在吸引口120A处设置有除尘滤波器120A1,可以除去比较大的粉尘和一部分的水蒸汽等。

[0286] 另外,传感器芯片110是装入有多个金属纳米结构体、利用了局部表面等离子体共振的传感器。在这种传感器芯片110中,通过激光在金属纳米结构体间形成加强电场,如果气体分子进入该加强电场内,则产生包含分子振动信息的拉曼散射光及瑞利散射光。

[0287] 这些瑞利散射光和拉曼散射光通过光学部135射入滤波器136,瑞利散射光由滤波器136分离,而拉曼散射光则射入波长可变干涉滤波器5中。然后,信号处理部144对电压控制部146输出控制信号。由此,电压控制部146如上述第一实施方式所示,从存储部读入与测定对象波长对应的电压值,并对波长可变干涉滤波器5的静电致动器56施加该电压,将与作

为检测对象的气体分子对应的拉曼散射光被波长可变干涉滤波器5分光。然后,如果光接收元件137接收分光后的光,则与光接收量对应的光接收信号经由光接收电路147输出至信号处理部144。这种情况下,能够从波长可变干涉滤波器5精度良好地取出作为目标的拉曼散射光。

[0288] 信号处理部144将如上所述得到的与作为检测对象的气体分子对应的拉曼散射光的光谱数据,和存放于ROM的数据进行比较,判定是否是目标气体分子,从而进行物质的特定。另外,信号处理部144使该结果信息显示在显示部141上,或者从连接部142输出到外部。

[0289] 此外,在上述图9及图10中,例示了通过波长可变干涉滤波器5对拉曼散射光进行分光,并根据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指而对气体种类进行特定的气体检测装置。这种情况下,使用使气体流入传感器内部,并检测入射光中由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对流入传感器内的气体进行分析、辨别的气体检测装置作为本发明的电子设备。在这种结构中,也可以使用波长可变干涉滤波器检测气体的成分。

[0290] 另外,作为用于检测特定物质的存在的系统,并不局限于如上所述的气体的检测,还可以例示出基于近红外线分光法的糖类的非侵入性测定装置,以及食物、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。

[0291] 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。

[0292] 图11是表示作为利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。

[0293] 如图11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具备射出光的光源211,导入来自测定对象物的光的摄像透镜212,将由摄像透镜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)。

[0294] 另外,控制部220具备:光源控制部221,进行光源211的亮灯/关灯控制、亮灯时的亮度控制;电压控制部222,控制波长可变干涉滤波器5;检测控制部223,控制摄像部213,并取得由摄像部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。此外,由电压控制部222及存储部225构成本发明的间隙控制部。

[0295] 如果该食物分析装置200驱动系统,则通过光源控制部221控制光源211,由光源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射入波长可变干涉滤波器5。波长可变干涉滤波器5通过电压控制部222的控制,按上述第一实施方式或第二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,能够由波长可变干涉滤波器5精度良好地取出目标波长的光。然后,被取出的光用由例如CCD摄像机等构成的摄像部213进行拍摄。另外,被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改变对波长可变干涉滤波器5施加的电压值,取得针对各波长的分光图像。

[0296] 然后,信号处理部224对存储在存储部225的各图像的各像素数据进行运算处理,求出各像素的光谱。另外,在存储部225存储有例如关于光谱的食物成分的相关信息,信号处理部224根据存储在存储部225的食物相关信息分析求得的光谱数据,并求出检测对象中所含有的食物成分及其含量。另外,根据得到的食物成分及含量还能够计算出食物卡路里

和鲜度等。进而,通过分析图像内的光谱分布,还能够进行检查对象的食物中鲜度正在下降的部分的提取等,并且能够进一步进行食物内所含有的异物等的检测。

[0297] 然后,信号处理部224进行将如上所述得到的检查对象的食物成分和含量、卡路里和鲜度等信息显示在显示部230上的处理。

[0298] 另外,在图11中,例示了食物分析装置200的示例,但通过大致相同的结构也可以用作如上所述的其他信息的非侵入性测定装置。例如,可以用作血液等体液成分的测定、分析等分析生物体成分的生物体分析装置。作为这种生物体分析装置,例如作为测定血液等体液成分的装置如果作为探测乙醇的装置,则可以用作检测驾驶员的饮酒状态的酒后驾驶防止装置。另外,也可以用作具备这种生物体分析装置的电子内视镜系统。

[0299] 并且,还可以用作进行矿物成分分析的矿物分析装置。

[0300] 并且,作为本发明的光学模块、电子设备,能够应用于以下装置。

[0301] 例如,通过使各波长的光的强度随时间变化,可以用各波长的光传输数据,这种情况下,通过设置于光学模块中的波长可变干涉滤波器对特定波长的光进行分光、再由光接收部接收光,从而能够提取出由特定波长的光传输的数据,并且还可以通过具备这种数据提取用光学模块的电子设备处理各波长的光的数据,从而进行光通信。

[0302] 另外,作为电子设备,也可以应用于通过波长可变干涉滤波器对光进行分光,从而拍摄分光图像的分光照相机、分光分析仪等。作为这种分光照相机的一例,可以列举出内置有波长可变干涉滤波器的红外线照相机。

[0303] 图12是表示分光照相机的概略结构的示意图。如图12所示,分光照相机300具备照相机主体310,摄像透镜单元320,以及摄像部330(检测部)。

[0304] 照相机主体310是由使用者把握、操作的部分。

[0305] 摄像透镜单元320设置于摄像机主体310,将射入的图像光导向摄像部330。另外,如图12所示,该摄像透镜单元320构成为具备物镜321、成像透镜322以及设置在这些透镜间的波长可变干涉滤波器5。

[0306] 摄像部330由光接收元件构成,对由摄像透镜单元320导入的图像光进行拍摄。

[0307] 在这种分光摄像机300中,通过波长可变干涉滤波器5使成为拍摄对象的波长的光透过,能够对所需波长的光的分光图像进行拍摄。此时,对各波长,间隙控制部(省略图示)通过上述第一实施方式所示的本发明的驱动方法驱动波长可变干涉滤波器5,从而能够精度良好地取出目标波长的分光图像的图像光。

[0308] 而且,也可以将波长可变干涉滤波器用作带通滤波器,例如,也可以用作仅将发光元件射出的规定波长区域的光中、以规定的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式激光装置。

[0309] 另外,也可以将波长可变干涉滤波器用作生物体认证装置,例如,可以适用于利用近红外区域或可视区域的光的、血管、指纹,视网膜和虹彩等的认证装置。

[0310] 进而,可以将光学模块及电子设备用作浓度检测装置。这种情况下,通过波长可变干涉滤波器对从物质射出的红外能量(红外光)进行分光并进行分析,从而测定样本中的被检体浓度。

[0311] 如上所述,本发明的光学模块及电子设备,能够适用于对入射光规定的光进行分光的任何装置。而且,如上所述,波长可变干涉滤波器由于能够用一台设备对多个波长进行

分光,因而能够精度良好地进行多个波长的光谱测定,对多个成分进行检测。因此,与通过多台设备取出所需波长的现有装置相比,能够促进光学模块和电子设备的小型化,例如,可以优选用作便携用或者车载用的光学器件。

[0312] 另外,只要在可以实现本发明目的的范围内,实施本发明时的具体结构可以适当变更为其他结构等。

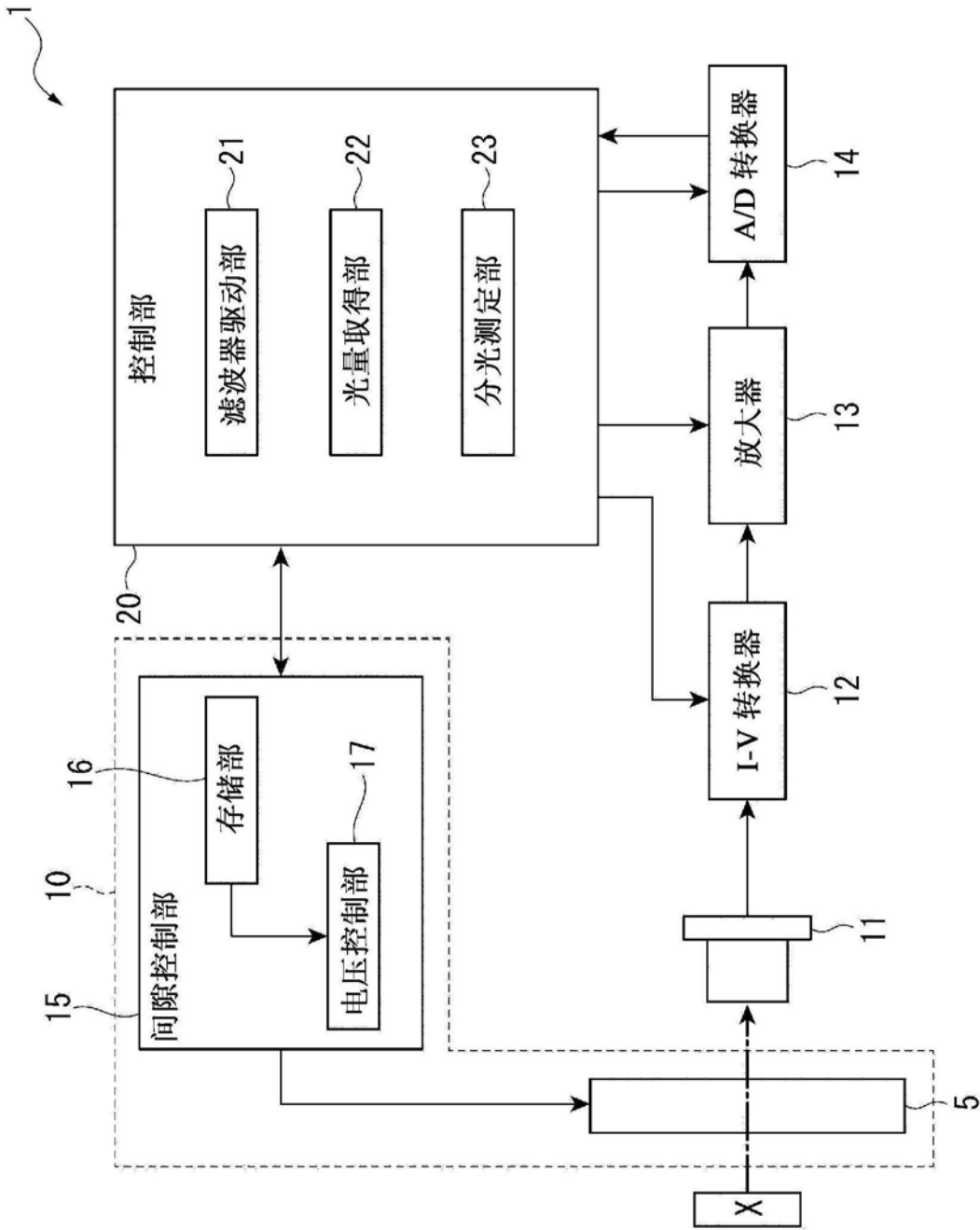


图1

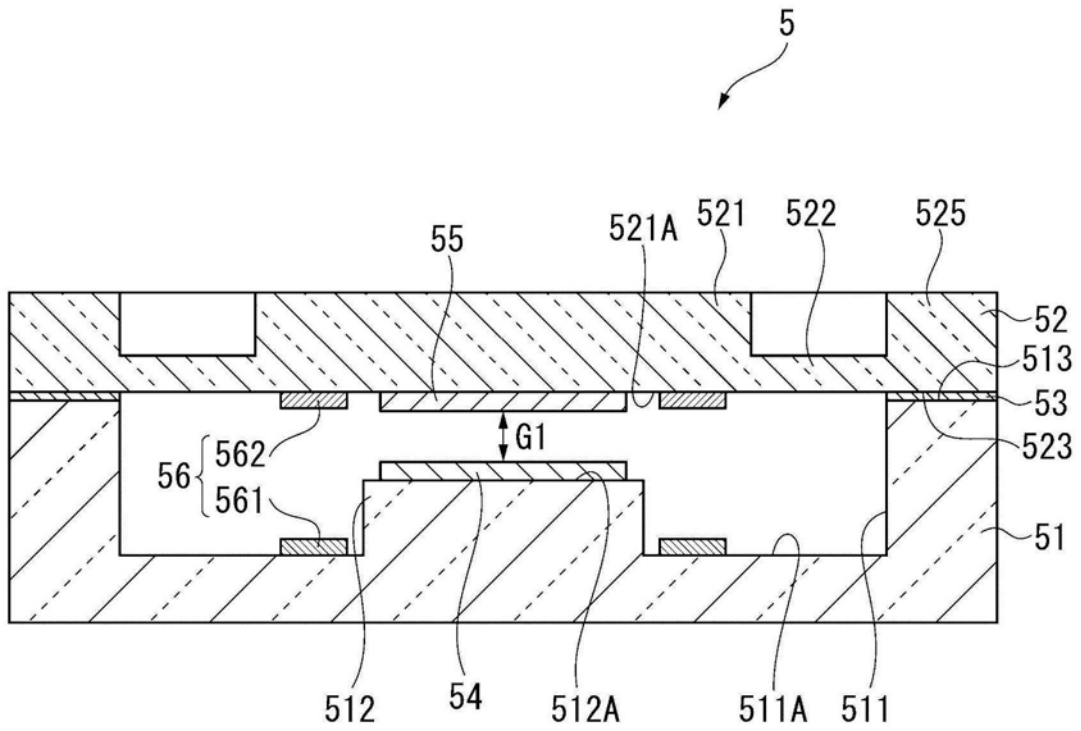


图2

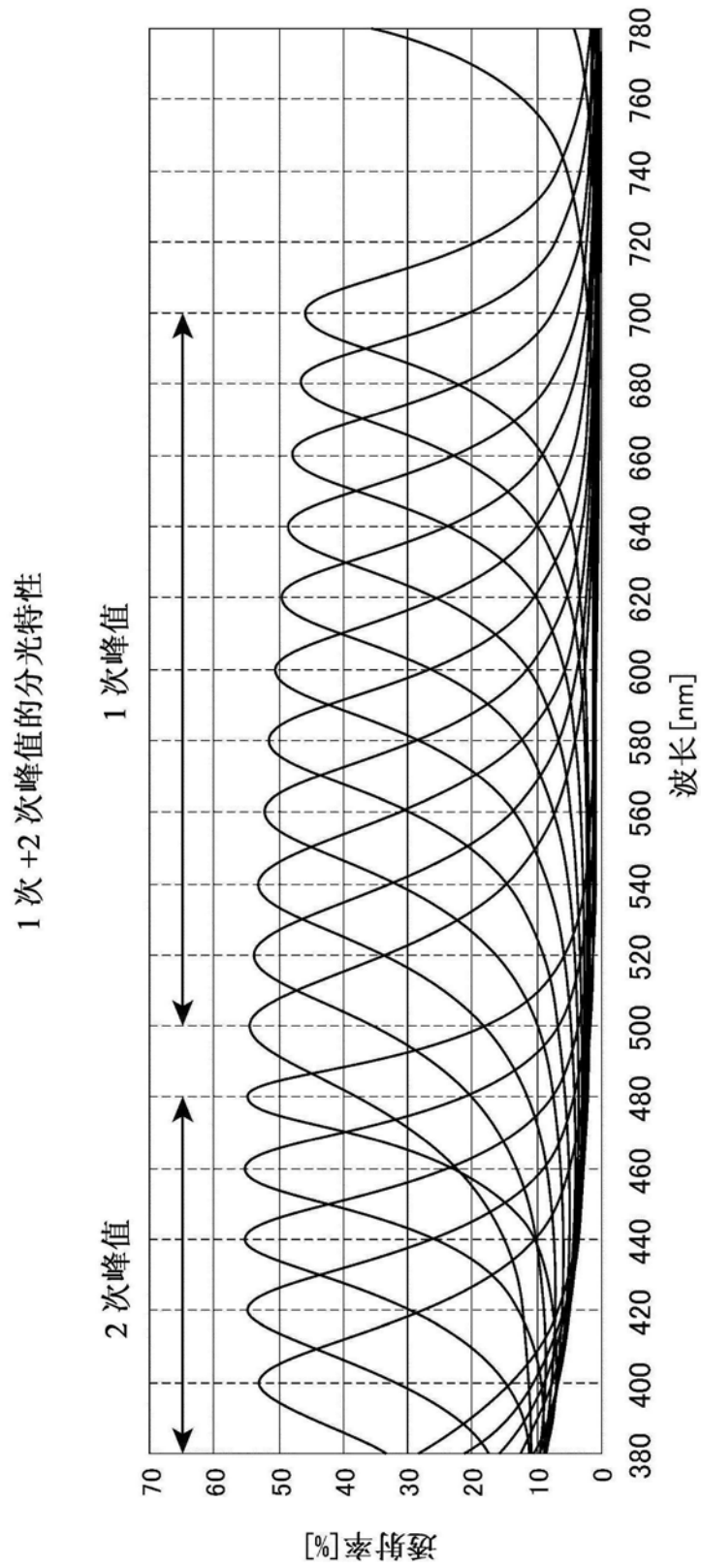


图3

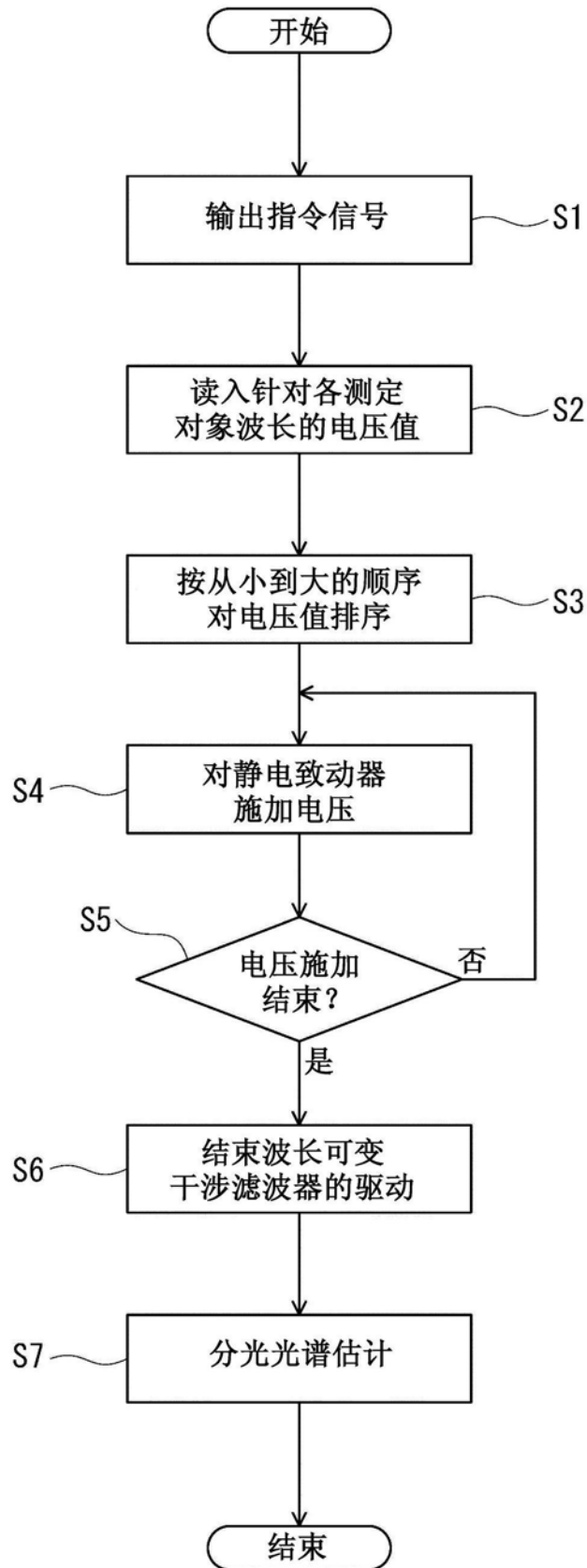


图4

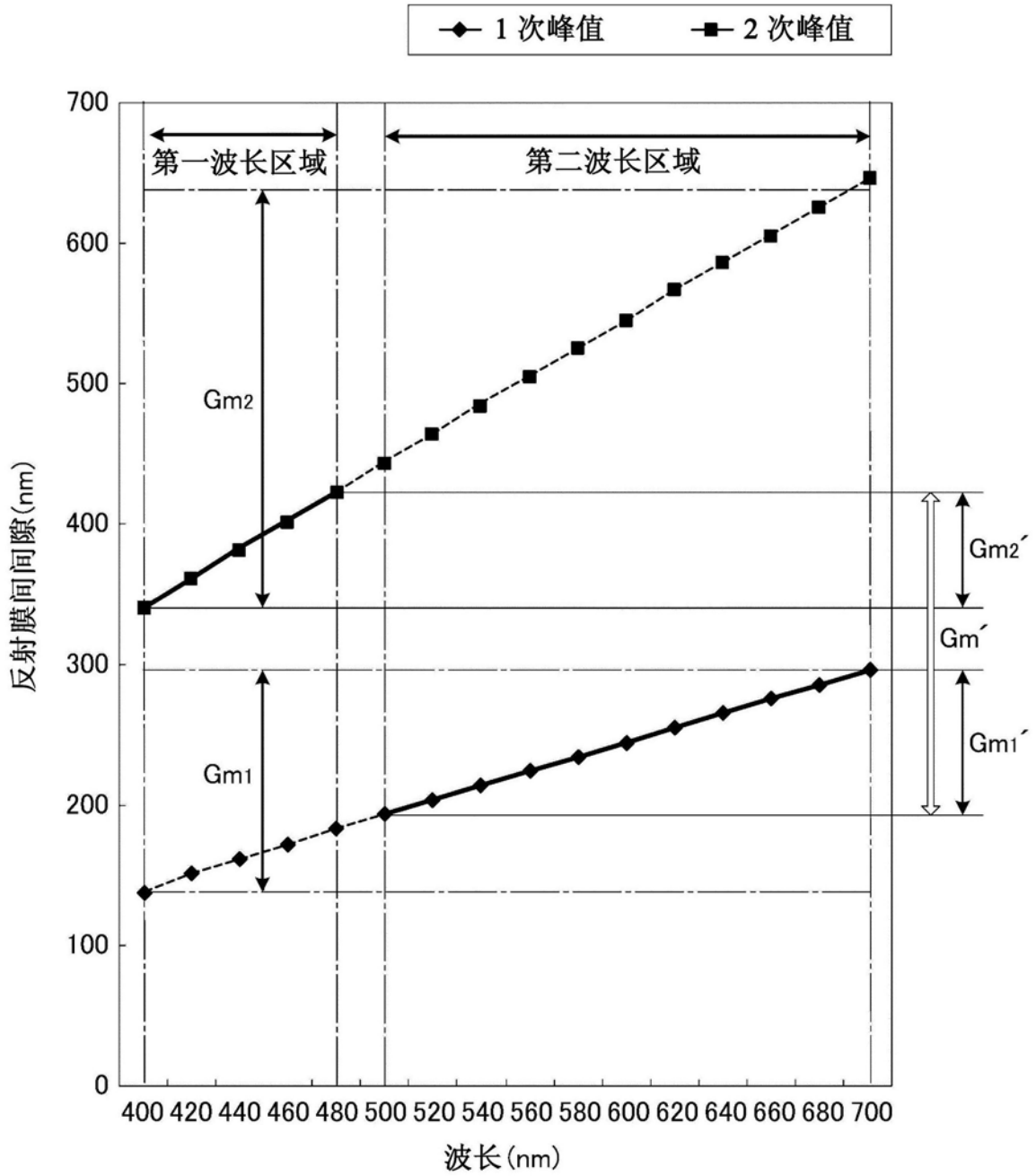


图5

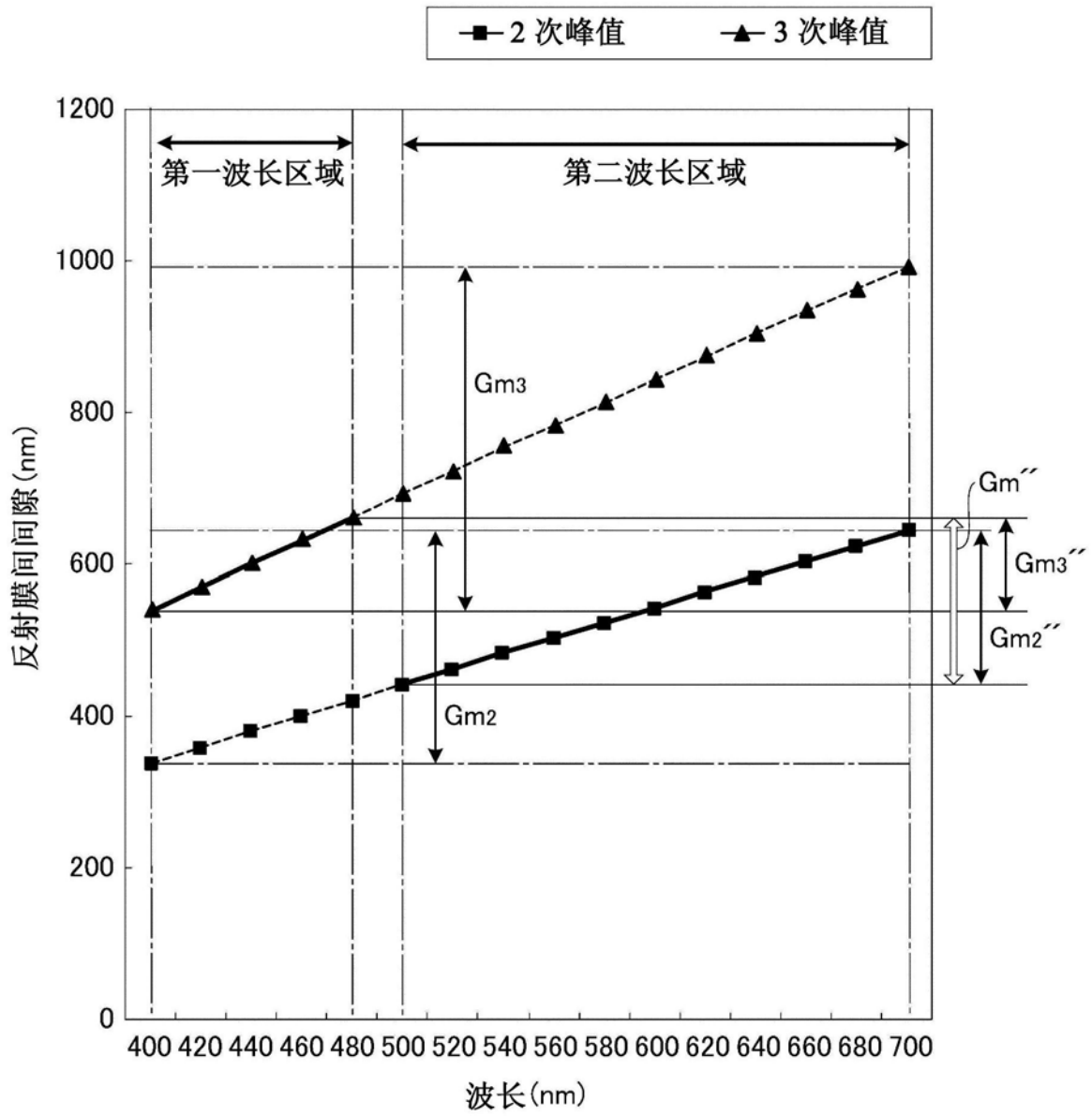


图6

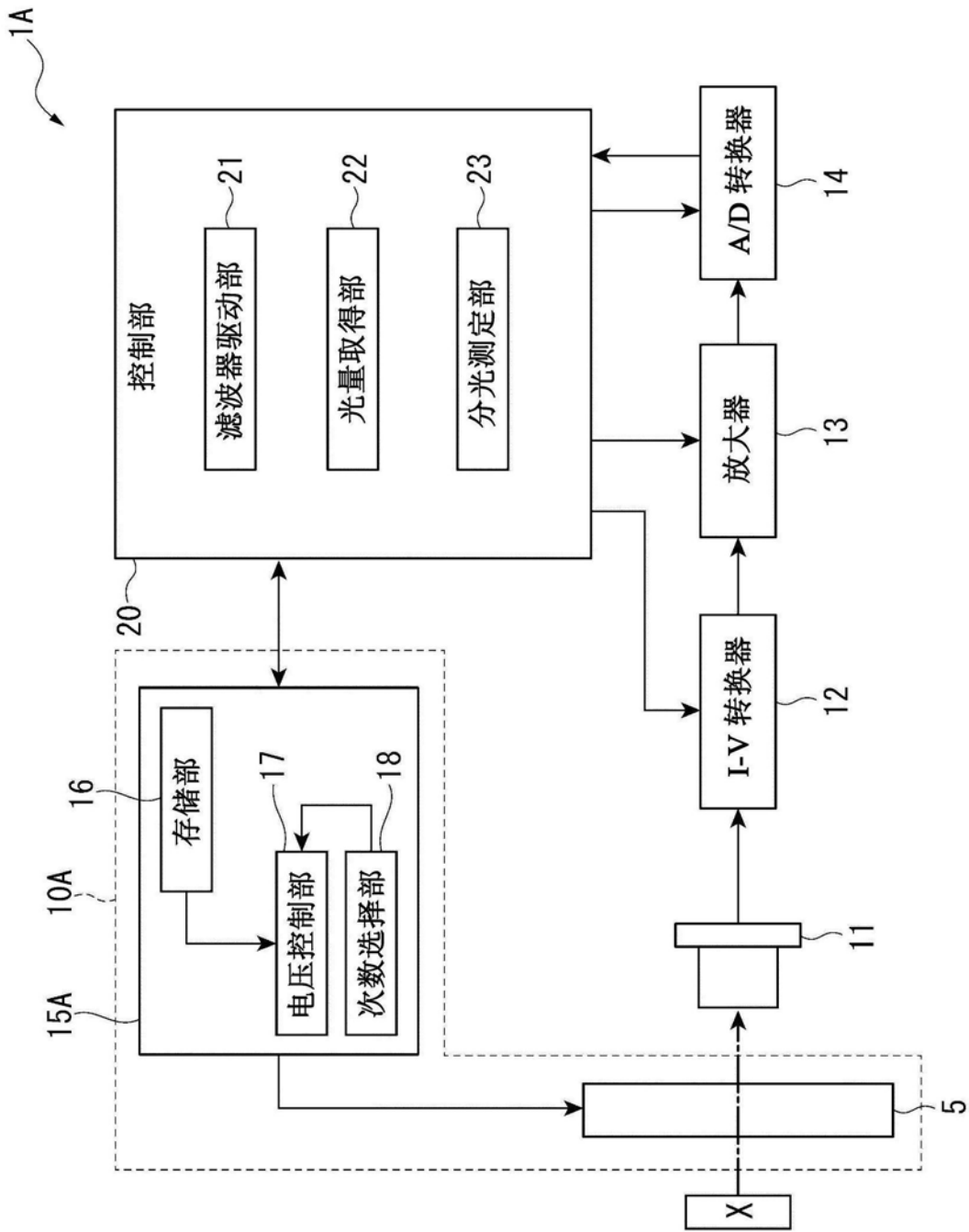


图7

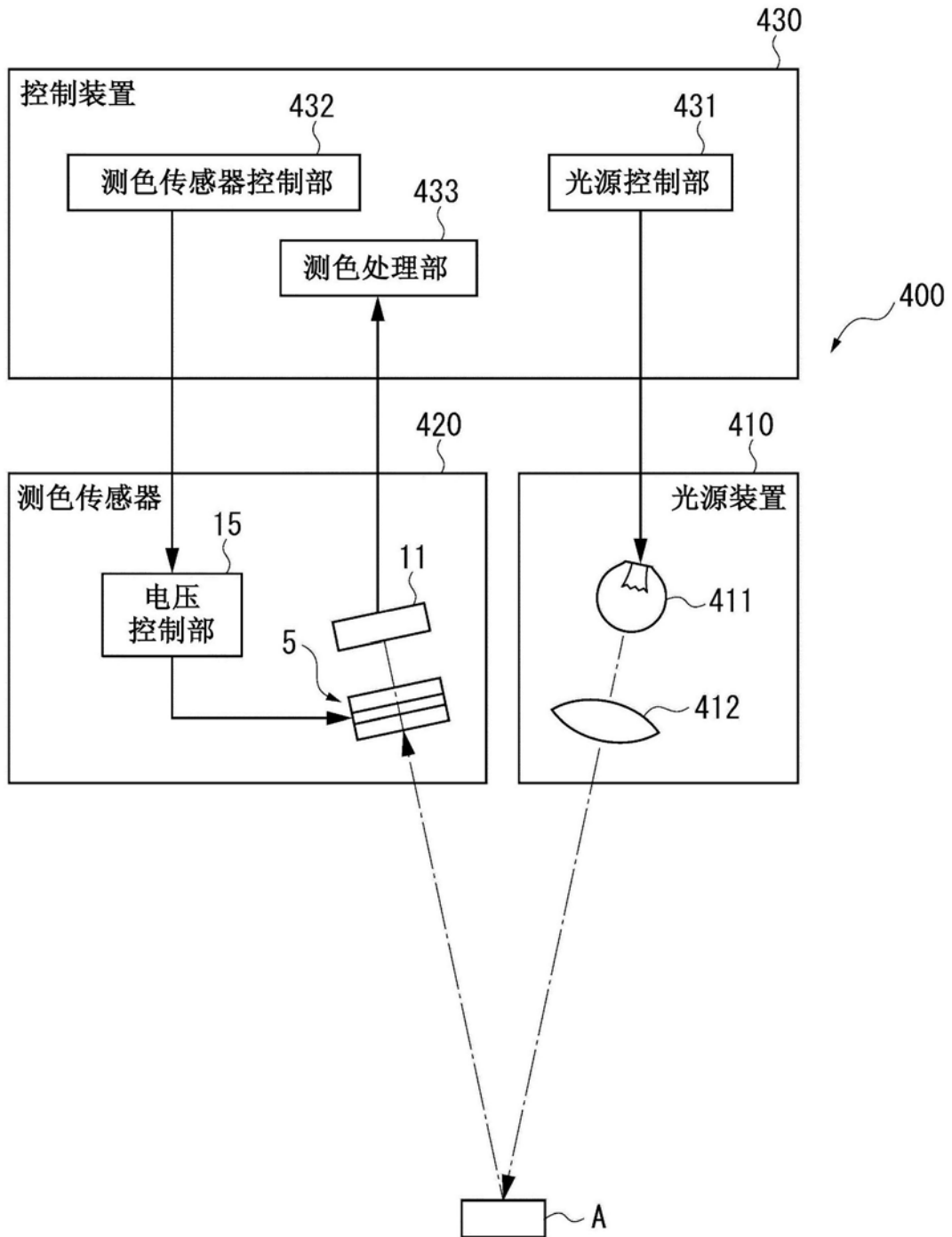


图8

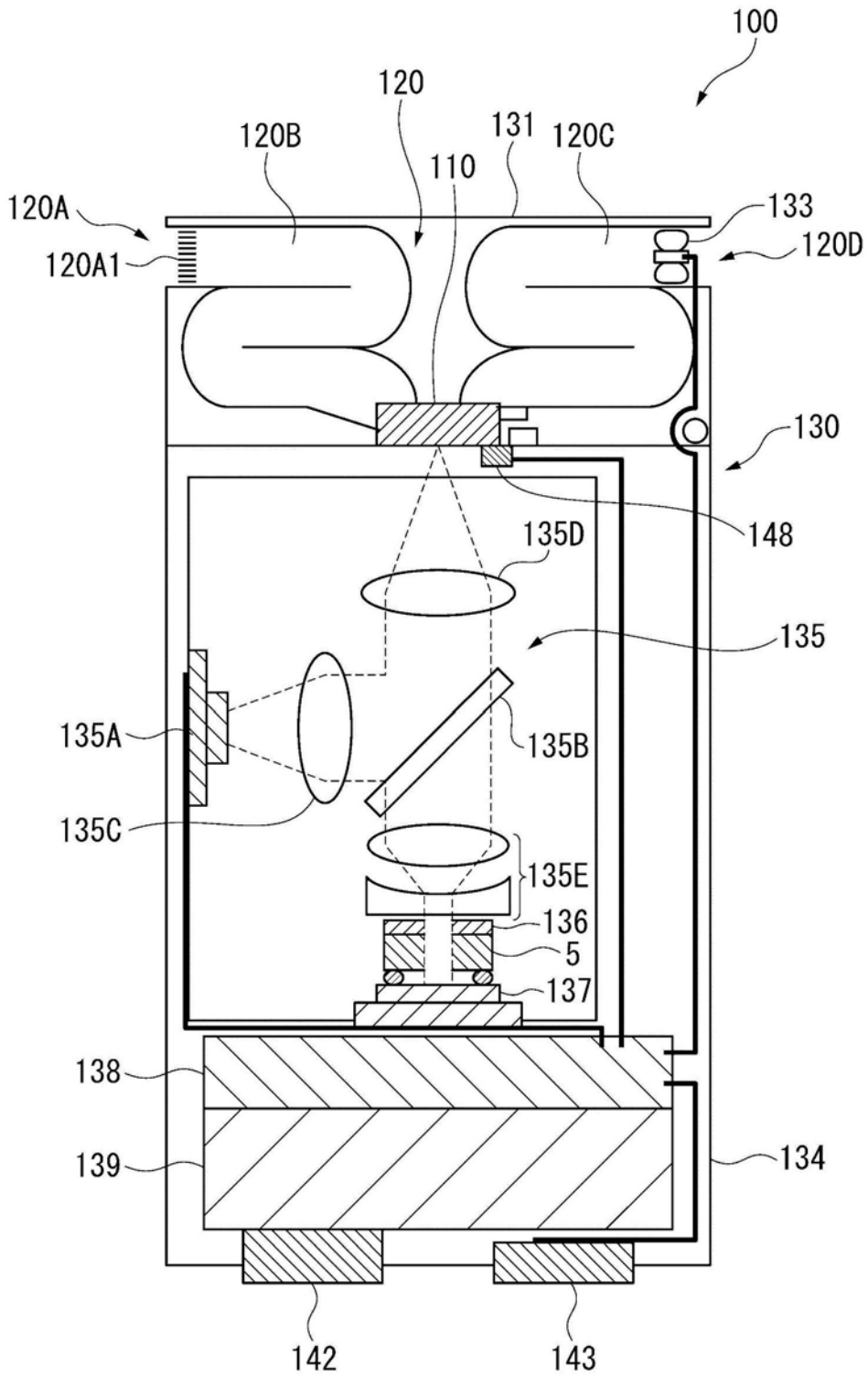


图9

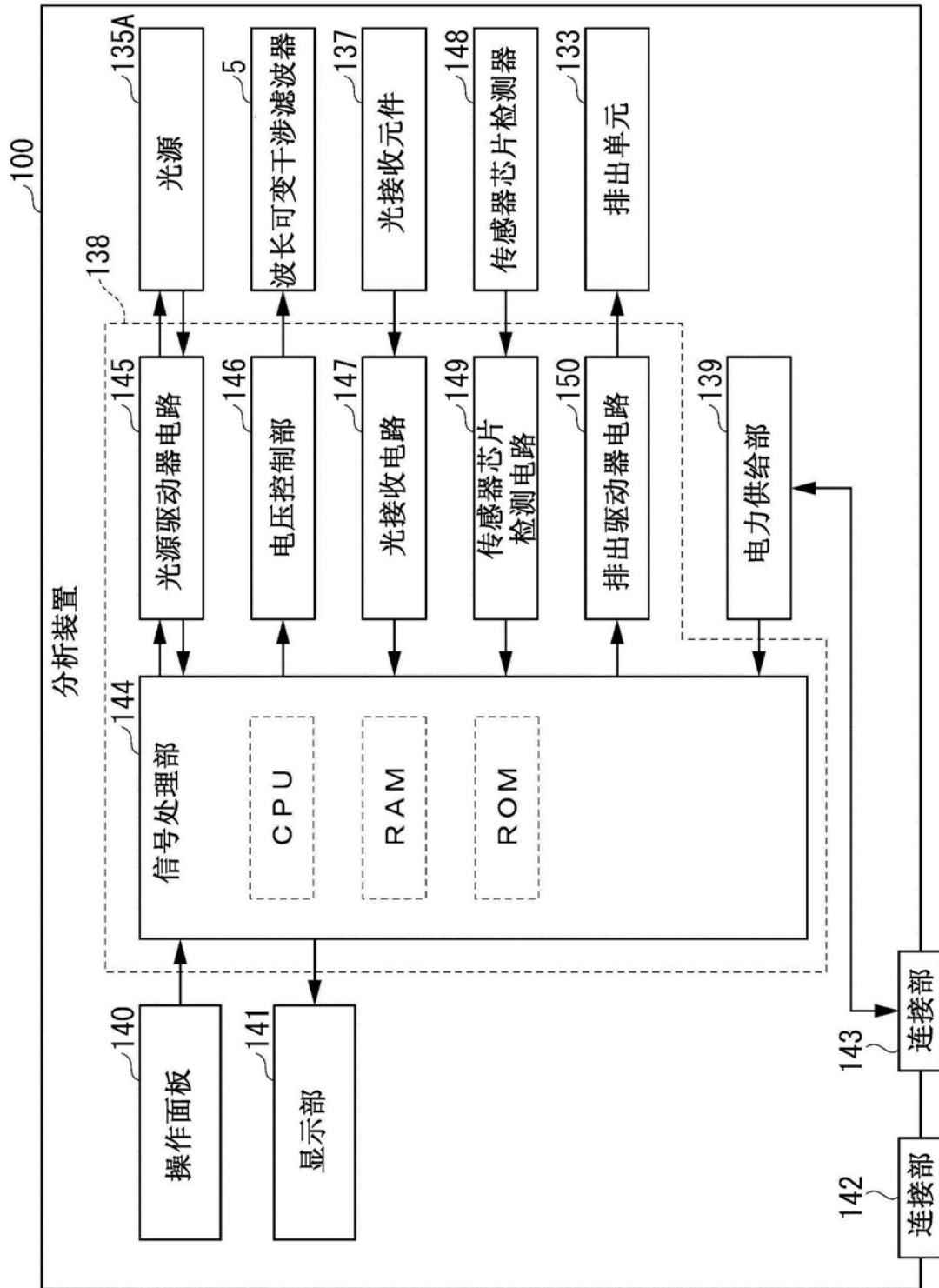


图10

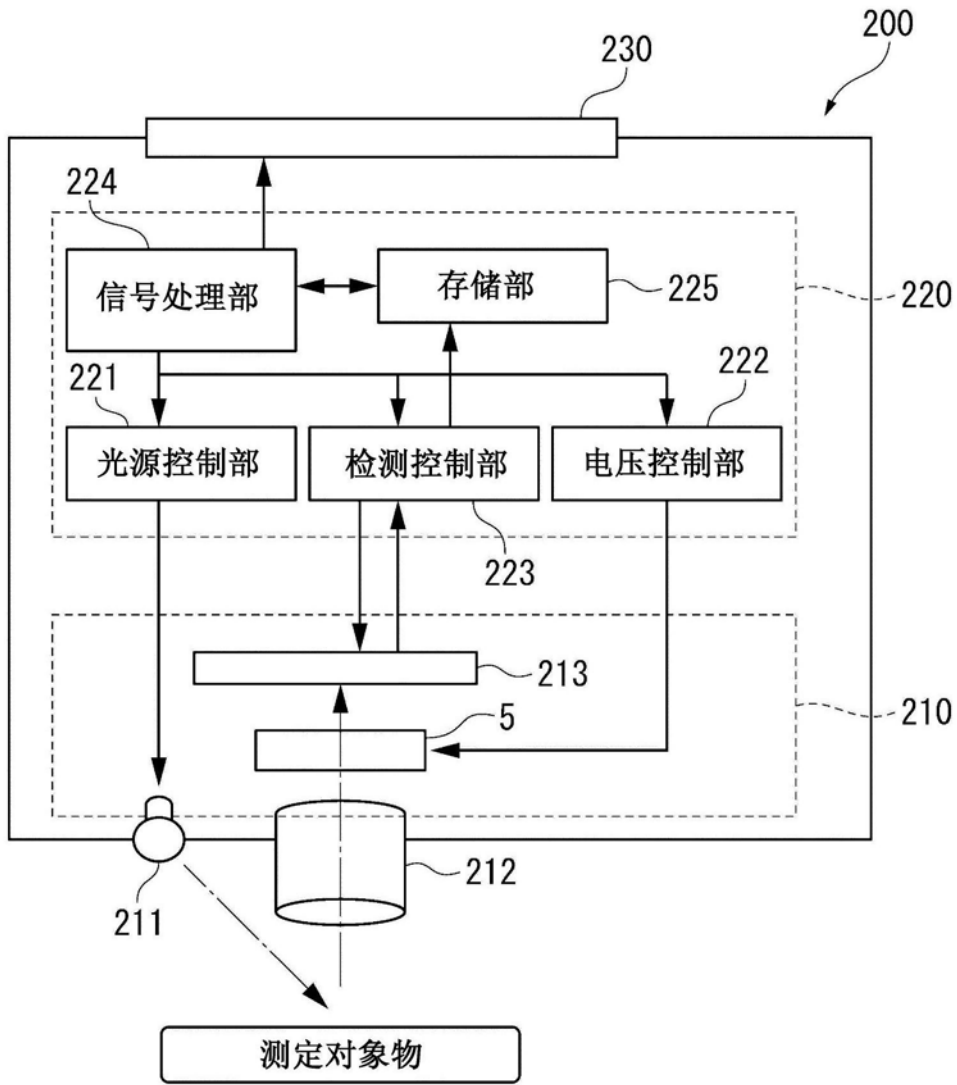


图11

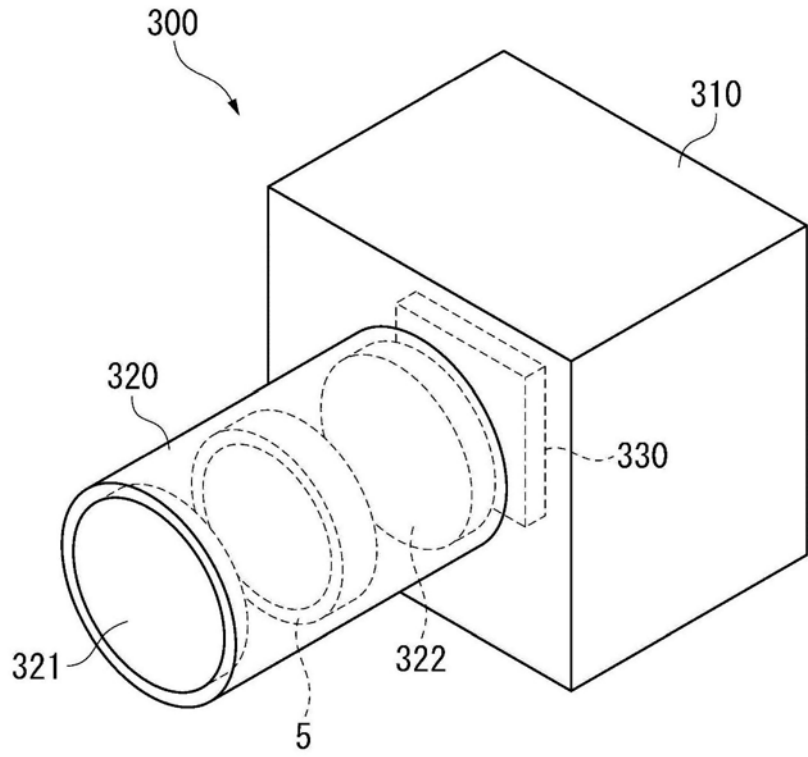


图12