



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102313984 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 10

(21) 申请号 201110189166. 9

(22) 申请日 2011. 07. 06

(30) 优先权数据

2010-154158 2010. 07. 06 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 松下友纪 漆谷多二男

(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

1 (A) -4 (B).

US 2007242358 A1, 2007. 10. 18, 权利要求
1-22, 说明书第 16-81 段, 图 1-16.

CN 101750731 A, 2010. 06. 23, 权利要求
1-9, 说明书第 9-104 段, 图 1-11.

CN 1719302 A, 2006. 01. 11, 全文.

CN 101051096 A, 2007. 10. 10, 全文.

US 2003012250 A1, 2003. 01. 16, 全文.

JP 2001264646 A, 2001. 09. 26, 全文.

JP 2000137175 A, 2000. 05. 16, 全文.

审查员 梁乐民

(51) Int. Cl.

G02B 26/00(2006. 01)

G01J 3/00(2006. 01)

G01J 3/02(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 03038482 A2, 2003. 05. 08, 权利要求
1-22, 说明书第 3 页第 7 行至第 13 页第 31 行, 图
1 (A) -4 (B).

WO 03038482 A2, 2003. 05. 08, 权利要求
1-22, 说明书第 3 页第 7 行至第 13 页第 31 行, 图

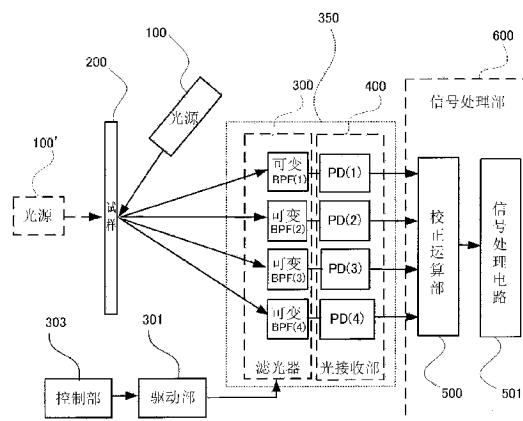
权利要求书2页 说明书20页 附图17页

(54) 发明名称

滤光器、滤光器组件、分光测量仪以及光设备

(57) 摘要

本发明提供了滤光器、滤光器模块、分光测量仪和光设备。该滤光器具有：第一可变波长带通滤波器，其能够将第一波段（400nm ~ 460nm）分光，并且具有以上述第一波段内的第一波长为中心波长的第一光谱带以及以第一波段内的第二波长为中心波长的第二光谱带；以及第二可变波长带通滤波器，其能够将邻接于第一波段的第二波段（480nm ~ 540nm）分光，并且具有以第二波段内的第三波长为中心波长的第三光谱带以及以第二波段内的第四波长为中心波长的第四光谱带。



1. 一种滤光器,其特征在于,包括:

第一可变波长带通滤波器;

第二可变波长带通滤波器;

驱动部,驱动所述第一可变波长带通滤波器以及所述第二可变波长带通滤波器中的每一个;以及

控制部,可变式地控制所述第一可变波长带通滤波器以及所述第二可变波长带通滤波器各自的光谱带,

所述第一可变波长带通滤波器能够将期望波段中的第一波段的光分光,并且,至少具有以所述第一波段内的第一波长为中心波长的第一光谱带和以所述第一波段内的第二波长为中心波长的第二光谱带作为光谱带,

所述第二可变波长带通滤波器能够将所述期望波段中的邻接于所述第一波段的第二波段的光分光,并且,至少具有以所述第二波段内的第三波长为中心波长的第三光谱带和以所述第二波段内的第四波长为中心波长的第四光谱带作为光谱带,

与所述第一波段相比,所述第二波段为更长波长侧的波段,并且,所述第二波段的带宽比所述第一波段的带宽宽。

2. 根据权利要求 1 所述的滤光器,其特征在于,

所述第一可变波长带通滤波器具有:

第一基板;

第二基板,与所述第一基板相对;

第一光学膜,设置在所述第一基板上;

第二光学膜,设置在所述第二基板上,并与所述第一光学膜相对;

第一电极,设置在所述第一基板上;以及

第二电极,设置在所述第二基板上,并与所述第一电极相对,

通过所述第一电极与所述第二电极之间的静电力,控制所述第一光学膜与所述第二光学膜之间的间隙,从而能够将所述第一光谱带或所述第二光谱带的光分光,

所述第二可变波长带通滤波器具有:

第三基板;

第四基板,与所述第三基板相对;

第三光学膜,设置在所述第三基板上;

第四光学膜,设置在所述第四基板上,并与所述第三光学膜相对;

第三电极,设置在所述第三基板上;以及

第四电极,设置在所述第四基板上,并与所述第三电极相对,

通过所述第三电极与所述第四电极之间的静电力,控制所述第三光学膜与所述第四光学膜之间的间隙,从而能够将所述第三光谱带或所述第四光谱带的光分光。

3. 根据权利要求 2 所述的滤光器,其特征在于,

在从所述第一基板的基板厚度方向看的俯视图中,所述第一电极形成在所述第一光学膜的周围,

在从所述第二基板的基板厚度方向看的俯视图中,所述第二电极形成在所述第二光学膜的周围,

在从所述第三基板的基板厚度方向看的俯视图中,所述第三电极形成在所述第三光学膜的周围,

在从所述第四基板的基板厚度方向看的俯视图中,所述第四电极形成在所述第四光学膜的周围。

4. 根据权利要求 3 所述的滤光器,其特征在于,

所述第一光学膜、所述第二光学膜、所述第三光学膜以及所述第四光学膜由相同的材料构成。

5. 根据权利要求 1 所述的滤光器,其特征在于,

在所述第一波段内设有规定带宽的多个光谱带,并且,在所述第二波段内设有规定带宽的多个光谱带,在所述第一波段内设置的所述多个光谱带的数量为 m 、所述第二波段内设置的所述多个光谱带的数量为 n 的情况下, $m < n$ 成立。

6. 根据权利要求 5 所述的滤光器,其特征在于,

当将所述第一可变波长带通滤波器的光谱带变化 m 次时的每一光谱带的保持期间设为 Δt_m ,并将所述第二可变波长带通滤波器的光谱带变化 n 次时的每一光谱带的保持期间设为 Δt_n 时, $\Delta t_m > \Delta t_n$ 成立。

7. 根据权利要求 6 所述的滤光器,其特征在于,

所述控制部以使 $m \cdot \Delta t_m$ 与 $n \cdot \Delta t_n$ 相同的方式设定 Δt_m 以及 Δt_n 。

8. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的滤光器,其特征在于,

所述滤光器还具有第三可变波长带通滤波器,所述第三可变波长带通滤波器能够将所述期望波段中的邻接于所述第二波段的第三波段的光分光,

与所述第一波段以及所述第二波段相比,所述第三波段为更长波长侧的波段,所述第三波段的带宽设定得比所述第一波段的带宽宽,在所述第三波段内设有规定带宽的多个光谱带,并且当将所述第一波段内设置的多个光谱带的数量设为 m 、将所述第二波段内设置的多个光谱带的数量设为 n 、将所述第三波段内设置的所述多个光谱带的数量设为 s 时, $m < n \leq s$ 或 $m \leq n < s$ 成立,并且当 $m < n$ 时, $n = m+1$,当 $n < s$ 时, $s = n+1$ 。

9. 一种滤光器模块,其特征在于,包括:

权利要求 1 至 8 中任一项所述的滤光器;以及

接收透过所述滤光器的光的光接收元件。

10. 一种分光测量仪,其特征在于,包括:

权利要求 1 至 8 中任一项所述的滤光器;

接收透过所述滤光器的光的光接收元件;以及

信号处理部,基于根据从所述光接收元件获取的信号进行的信号处理,执行给定的信号处理。

11. 一种光设备,其特征在于,包括权利要求 1 至 8 中任一项所述的滤光器。

12. 一种滤光器,其特征在于,利用多个可变波长带通滤波器分担并接收光谱带的光,所述可变波长带通滤波器能够对各自分担的所述光谱带的光进行分光,并且,在分担邻接的光谱带的所述可变波长带通滤波器中,负责长波长侧的所述光谱带的所述可变波长带通滤波器所分担的所述光谱带比负责短波长侧的所述光谱带的所述可变波长带通滤波器所分担的所述光谱带更宽。

滤光器、滤光器组件、分光测量仪以及光设备

技术领域

[0001] 本发明涉及滤光器、滤光器组件、分光测量仪以及光设备等。

背景技术

[0002] 一直以来,干涉滤波器使用在分光测量仪等中。作为干涉滤波器的一个形态,已知有对透过波长进行可变控制的干涉滤波器(法布里-珀罗标准具(Fabry-Perot etalon)干涉滤波器)(例如,参照专利文献1)。专利文献1中记载的透过波长为可变的可变透过波长干涉滤波器(以下,称为可变间隙标准具(gap etalon)滤波器或者简称为可变间隙标准具)包括保持相互平行的一对基板、以及以彼此相对且具有一定间隔的间隙的方式形成在该一对基板上的一对多层膜(光学膜),利用外力使一对多层膜(光学膜)之间的间隙的大小变化,而可变地控制透过波长。

[0003] 但是,当利用一个可变波长滤波器(例如可变间隙标准具滤波器)覆盖期望波段时,当透过光的波长范围宽时,需要利用致动器使可变波长滤波器的可动部跨越宽范围移动。即,可变波长滤波器的可动部的可动范围变大,存在驱动电压增加的问题。

[0004] 并且,为了确保可变波长滤波器的频带,透过光的波长范围越宽,会产生光学膜的构造越复杂的问题。即,需要设计覆盖期望波段的全频带的光学膜,光学膜的构造变复杂。如果光学膜的构造复杂化,则会增加制造上的负担,并且容易产生透过光的强度降低的问题。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开平11-142752号公报

发明内容

[0008] 根据本发明的至少一个方式,例如,能够抑制可变波长滤波器的可动范围。并且,例如,能够抑制光学膜的构造复杂化。

[0009] (1) 在本发明的滤光器的一个方式中,包括:第一可变波长带通滤波器;第二可变波长带通滤波器;驱动部,驱动上述第一可变波长带通滤波器以及上述第二可变波长带通滤波器各自;以及控制部,可变式地控制上述第一可变波长带通滤波器以及上述第二可变波长带通滤波器各自的光谱带;上述第一可变波长带通滤波器能够将期望波段中的第一波段的光分光,并且,至少具有以上述第一波段内的第一波长为中心波长的第一光谱带和以上述第一波段内的第二波长为中心波长的第二光谱带作为光谱带,上述第二可变波长带通滤波器能够将上述期望波段中的邻接于上述第一波段的第二波段的光分光,并且,至少具有以上述第二波段内的第三波长为中心波长的第三光谱带和以上述第二波段内的第四波长为中心波长的第四光谱带作为光谱带。

[0010] 在本方式中,不是用一个可变波长滤波器来覆盖期望波段,而是使用多个(即两个以上)可变波长带通滤波器进行覆盖。即,至少设置第一可变波长带通滤波器以及第二

可变波长带通滤波器。第一可变波长带通滤波器能够将期望波段中的第一波段的光分光，第二可变波长带通滤波器能够将期望波段中的邻接于第一波段的第二波段的光分光。

[0011] 第一可变波长带通滤波器以及第二可变波长带通滤波器例如可以由可变间隙标准具滤波器构成。通过控制可变间隙标准具的间隙值，使用一个光学滤波器实质上可以实现多个（即两个以上）光谱带。即，作为光谱带，第一可变波长带通滤波器至少具有以第一波段内的第一波长为中心波长的第一光谱带、以及以第一波段内的第二波长（例如，在波长轴上，离开第一波长至少第一光谱带的带宽以上的波长）为中心波长的第二光谱带。同样，作为光谱带，第二可变波长带通滤波器至少具有以第二波段内的第三波长为中心波长的第三光谱带、以及以第二波段内的第四波长（例如，在波长轴上，离开第三波长至少第三光谱带的带宽以上的波长）为中心波长的第四光谱带。

[0012] 可变波长带通滤波器具有如下特性：能够以一个光学滤波器实质上实现多个光谱带，能够以简化的构成覆盖宽的波长区域，以及使用方便。通过使用多个该可变波长带通滤波器，并且在各滤波器上分配所分光频带，实现了能够有效地覆盖更宽范围的波长区域并且具有简单化构成的滤光器。因此，例如，能够抑制各个可变波长带通滤波器的可动部的可动范围，并且抑制驱动器的驱动电压的上升。并且，例如，能够使各可变波长带通滤波器中使用的光学膜（具有将折射率不同的膜层压的构造并同时具有光的反射特性与透过特性的光学膜）的构造或者构成（包含厚度等）简单化。根据本方式，能够减小滤光器的设计上的负担（设计负担）以及制造上的负担（加工负担）。

[0013] (2) 在本发明的滤光器的其它方式中，上述第一可变波长带通滤波器具有：第一基板、与上述第一基板相对的第二基板、设置在上述第一基板上的第一光学膜、设置在上述第二基板上并与上述第一光学膜相对的第二光学膜、设置在上述第一基板上的第一电极、以及设置在上述第二基板上并与上述第一电极相对的第二电极，通过上述第一电极与上述第二电极之间的静电力，控制上述第一光学膜与上述第二光学膜之间的间隙，从而能够将上述第一光谱带或上述第二光谱带的光分光，上述第二可变波长带通滤波器具有：第三基板、与上述第三基板相对的第四基板、设置在上述第三基板上的第三光学膜、设置在上述第四基板上并与上述第三光学膜相对的第四光学膜、设置在上述第三基板上的第三电极、设置在上述第四基板上并与上述第三电极相对的第四电极，通过上述第三电极与上述第四电极之间的静电力，控制上述第三光学膜与上述第四光学膜之间的间隙，从而能够将上述第三光谱带或上述第四光谱带的光分光。

[0014] 在本方式中，作为第一可变波长带通滤波器以及第二可变波长带通滤波器，使用静电驱动式的可变间隙标准具滤波器。第一可变波长带通滤波器具有第一基板（例如固定基板）、以及与第一基板相对配置的第二基板（例如可动基板）。在第一基板（例如固定基板）上形成有作为静电驱动器的构成要素的第一电极，此外形成有第一光学膜。在第二基板（例如可动基板）上，作为静电驱动器的构成要素的第二电极例如与第一电极相对配置，并且以例如与第一光学膜相对的方式形成有第二光学膜。第一光学膜与第二光学膜具有作为干涉仪的构成要素的反射膜的功能。当第一电极与第二电极之间产生规定的电位差时，在电极之间例如产生静电力（例如静电引力）。例如作为可动基板的第二基板具有挠曲性，在第二基板上由于静电力而产生挠曲，第一光学膜与第二光学膜之间的间隙（干涉间隙）的大小发生变化（例如缩小），可变间隙标准具滤波器的光透过频带（即光谱带）发生变

化。

[0015] 第二可变波长带通滤波器的构成与操作也相同。即,第二可变波长带通滤波器具有第三基板(例如固定基板)、以及与第三基板相对配置的第四基板(例如可动基板)。在第三基板(例如固定基板)上形成有作为静电致动器的构成要素的第三电极,此外形成有第三光学膜。在第四基板(例如可动基板)上,作为静电致动器的构成要素的第四电极例如与第三电极相对配置,并且以例如与第三光学膜相对的方式形成有第四光学膜。第三光学膜与第四光学膜具有作为干涉仪的构成要素的反射膜的功能。

[0016] 可变间隙标准具滤波器为利用法布里-珀罗(Fabry-Perot)干涉仪的原理、构成简单、适于小型化、低价格的可变波长滤波器,在本方式中,使用多个该可变间隙标准具滤波器,在各滤波器中分别使不同的波段的光分光。通过使用多个可变波长滤波器,一个滤波器中的致动器的可动范围变窄,因此,能够降低驱动电压(省电效果),并且由于一次的驱动电压的变化量变小,因此与使驱动电压变大的情况相比,能够获得提高驱动电压的精度效果。并且,光学膜的设计也容易。因此,能够降低设计负担以及加工负担。

[0017] 根据本方式,例如,能够实现具有简单化的构成、小型轻量、能够覆盖宽的波长范围的使用方便的滤光器。

[0018] (3) 在本发明的滤光器的其它方式中,在从上述第一基板的基板厚度方向看的俯视图中,上述第一电极形成在上述第一光学膜的周围,在从上述第二基板的基板厚度方向看的俯视图中,上述第二电极形成在上述第二光学膜的周围,在从上述第三基板的基板厚度方向看的俯视图中,上述第三电极形成在上述第三光学膜的周围,在从上述第四基板的基板厚度方向看的俯视图中,上述第四电极形成在上述第四光学膜的周围。

[0019] 在本方式中,第一可变波长带通滤波器的第一电极、第二电极分别形成在第一光学膜、第二光学膜的周围。并且,第二可变波长带通滤波器的第三电极、第四电极分别形成在第三光学膜、第四光学膜的周围。这样,通过在第一光学膜、第二光学膜的周围设置第一电极、第二电极,并且在第三光学膜、第四光学膜的周围设置第三电极、第四电极,能够以电极间产生的静电力高精度地控制第一光学膜之间以及第二光学膜之间的间隙。

[0020] (4) 在本发明的滤光器的其它方式中,上述第一光学膜、上述第二光学膜、上述第三光学膜以及上述第四光学膜由相同的材料构成。

[0021] 在本方式中,能够使设置于多个可变波长带通滤波器的每一个的光学膜的构成材料通用化。因此,能够减轻滤光器的制造负担(例如,制造加工的简单化)。

[0022] (5) 在本发明的滤光器的其它方式中,与上述第一波段相比,上述第二波段为更长波长侧的波段,并且,上述第二波段的带宽比上述第一波段的带宽宽。

[0023] 在本方式中,在与第一可变波长带通滤波器能够分光的第一波段相比,第二可变波长带通滤波器能够光分的第二波段为长波长侧的波段的情况下,第二波段的带宽设定得比第一波段的带宽宽。

[0024] 例如,当各滤波器中所使用的光学膜的材料(以及构成)通用化时,使用通用的光学膜能够实现的带通滤波器的带宽具有越往短波长侧变得越短的倾向。例如,作为决定带通滤波器的带宽的参数,在包含透过该带通滤波器的波长本身的情况下,波长越短,该参数值变得越小,结果带通滤波器的带宽也变短。并且,在分光测量仪中,在需要规定带宽的八个光谱带的情况下,假设在第一波段分配四个光谱带,在第二波段同样分配四个光谱带。在

该情况下,从上述情形可以看出,短波长侧的第一波段比第二波段短,因此存在在第一波段中难以分配四个光谱带(即,确保四个测定点)的情况。在该情况下,关于能将短波长侧的波段分光的第一可变波长带通滤波器中所使用的光学膜,需要使用不同的材料(以及采用不同的构造)。在该情况下,增加了光学膜制造上的负担。

[0025] 因此,在本方式中,允许第一波段与第二波段的带宽具有差别,将长波长侧的第二波段的带宽设定得比短波长侧的第一波段的带宽宽。因此,在短波长侧的第一波段中,没有必要强制确保光谱带的数量,能够合理地设计滤光器。

[0026] (6) 在本发明的滤光器的其它方式中,在上述第一波段内设有规定带宽的多个光谱带,并且,在上述第二波段内设有上述规定带宽的多个光谱带,在上述第一波段内设置的上述多个光谱带的数量为 m 、上述第二波段内设置的上述多个光谱带的数量为 n 的情况下, $m < n$ 成立。

[0027] 如上述(5)方式中的说明,通过将长波长侧的第二波段的带宽设定得比短波长侧的第一波段的带宽宽,在短波长侧的第一波段中,没有必要强制确保光谱带的数量。

[0028] 因此,在本方式中,在第一波段与第二波段的每个上分配的光谱带的数量不均等,在短波长侧的第一波段中,采用将其数量设定得较少的设计手法。即,在第一波段内设置的多个光谱带的数量为 m 、第二波段内设置的多个光谱带的数量为 n 的情况下, $m < n$ 成立。

[0029] 例如,在需要七个光谱带(七个测定点)的情况下,在第一波段上设定三个($m = 3$)光谱带(三个测定点),在第二波段上设定四个($n = 4$)光谱带(四个测定点)。因此,即使是在短波长侧的波段,也能够通过使用通用光学膜的可变波长滤波器进行分光,滤光器(具有多个可变波长带通滤波器的滤光器装置)整体的构成不会复杂化。因此,制造上的负担和设计上的负担不会增大。

[0030] (7) 在本发明的滤光器的其它方式中,当将上述第一可变波长带通滤波器的光谱带变化 m 次时的每一光谱带的保持期间设为 Δt_m ,并将上述第二可变波长带通滤波器的光谱带变化 n 次时的每一光谱带的保持期间设为 Δt_n 时, $\Delta t_m > \Delta t_n$ 成立。

[0031] 在本方式中,着眼于各可变波长带通滤波器中一个光谱带的保持期间。第一可变波长带通滤波器的光谱带进行 m 次变化,上述第二可变波长带通滤波器的光谱带进行 n 次变化。如上述(5)的方式中的说明, $m < n$ 成立。

[0032] 这里,例如,作为第一可变波长带通滤波器以及第二可变波长带通滤波器,使用可变间隙标准具滤波器,并且,例如,假设各可变波长带通滤波器中可动基板(第二基板以及第四基板)的总移动量(总间隙变化量)相同的情况。例如,当可动基板的总间隙变化量为 G 时,关于第一可变波长带通滤波器,光谱带每变化一次,间隙值仅变化 (G/m) ,关于第二可变波长带通滤波器,光谱带每变化一次,间隙值仅变化 (G/n) 。由于 $m < n$,因此 $(G/m) > (G/n)$ 。即,当比较各带通滤波器的每一次的间隙变化量时,第一可变波长带通滤波器的每一次的间隙变化量 (G/m) 较大。因此,对于供应至致动器的驱动电压的每一次的变化量(步进电压变化量),第一可变波长带通滤波器的较大。当驱动电压的变化量较大时,到其驱动电压稳定的稳定时间(稳定化时间)变长。

[0033] 着眼于该点,在本方式中,在第一可变波长带通滤波器中一个光谱带的保持期间为 Δt_m 、第二可变波长带通滤波器中一个光谱带的保持期间为 Δt_n 的情况下,设定 $\Delta t_m > \Delta t_n$ 。即,由于第一可变波长带通滤波器的驱动电压每一次的变化量较大,稳定时间较长,

因此一次光谱带保持期间 Δt_m 比 Δt_n 长。因此,关于第一可变波长带通滤波器的驱动,能够确保驱动电压的稳定期间,关于第二可变波长带通滤波器的驱动,不用设置无用的较长保持期间。因此,实现了合理并且有效的分光处理。

[0034] (8) 在本发明的滤光器的其它方式中,上述控制部以使 $m \cdot \Delta t_m$ 与 $n \cdot \Delta t_n$ 相同的方式设定 Δt_m 以及 Δt_n 。

[0035] 在本方式中,实现了各可变波长带通滤波器从开始进行分光处理到结束分光处理的时间大致均等。在上述的 (6) 的方式中,设定 $\Delta t_m > \Delta t_n$ 。这里,如果调整 Δt_m 以及 Δt_n 的长度,能够使 $m \cdot \Delta t_m$ 与 $n \cdot \Delta t_n$ 大致相同。因此,各可变波长带通滤波器从开始进行分光处理到结束分光处理的时间大致均等。通过使各可变波长带通滤波器的总分光处理时间均等,容易进行例如分光测量仪中的信号处理(例如,容易匹配各信号的处理定时)。该情况对分光测量仪等光设备中的信号处理的效率做出了贡献。

[0036] (9) 在本发明的滤光器的其它方式中,上述滤光器还具有第三可变波长带通滤波器,上述第三可变波长带通滤波器能够将上述期望波段中的邻接于上述第二波段的第三波段的光分光,与上述第一波段以及上述第二波段相比,上述第三波段为更长波长侧的波段,上述第三波段的带宽设定得比上述第一波段的带宽宽,在上述第三波段内设有上述规定带宽的多个光谱带,并且当将上述第一波段内设置的上述多个光谱带的数量设为 m 、将上述第二波段内设置的上述多个光谱带的数量设为 n 、将上述第三波段内设置的上述多个光谱带的数量设为 s 时, $m < n \leq s$ 或 $m \leq n < s$ 成立,并且当 $m < n$ 时, $n = m+1$, 当 $n < s$ 时, $s = n+1$ 。

[0037] 在本方式中,在使用三个以上的可变波长带通滤波器的情况下,对各可变波长带通滤波器中设定的光谱带的数量(间隙可变数或者测定点数)设置限制。即,当第一可变波长带通滤波器中设定的光谱带数量为 m 、第二可变波长带通滤波器中设定的光谱带数量为 n 、第三可变波长带通滤波器中设定的光谱带数量为 s 时, $m < n \leq s$ 或者 $m \leq n < s$ 成立,并且, m 与 n 的差或者 n 与 s 的差设定为 0 或者 1。这里,作为前提, m 、 n 、 s 为 2 以上的自然数。即,当 $m < n$ 时, $n = m+1$ 成立,并且当 $n < s$ 时, $s = n+1$ 成立。

[0038] 例如,假设包含多个可变波长带通滤波器的滤光器中能够设定的总光谱带的数量(总可变间隙数)为 X (X 为偶数:这里为 16),并且使用四个可变波长带通滤波器的情况。并且,设第四可变波长带通滤波器中设定的光谱带的数量为 p 。

[0039] 在该情况下,当在各可变波长带通滤波器中均等地分配光谱带时,在各滤波器中分配四个光谱带。与此相对,在本方式中,设定例如 $m = 3$ 、 $n = 4$ 、 $s = 4$ 、 $p = 5$ 。在该实例中,关于 m 、 n 、 s , $m < n = s$ 成立,并且,关于 n 、 s 、 p , $n = s < p$ 成立(这里,当将 n 、 s 、 p 各自重新置换成 m 、 n 、 s 时, $m = n < s$ 成立)。

[0040] 当设置本方式中的限制时,以使光谱带难以增长的短波长区域带宽变短、使长波长区域带宽变长的原则(上述 (4) 的方式的原则)作为基本,能够使将邻接的波段分光的两个可变波长带通滤波器之间的光谱带数量的差为 0 或者 1(具有不会增大光谱带数的不均的效果)。因此能够进行合理的设计。例如,如 (7) 的方式,容易使各可变波长带通滤波器的总分光处理时间均等。

[0041] (10) 本发明的滤光器组件的一方式包括:上述任一项的滤光器;以及接收透过上述滤光器的光的光接收元件。

[0042] 滤光器组件可以用作例如光通信装置的接收部（包括光接收光学系统与光接收元件），并且可以用作例如分光测量仪的光接收部（包括光接收光学系统与光接收元件）。根据本方式，实现了能够扩大透过光的波长范围、小型、使用方便的滤光器组件。

[0043] （11）本发明的分光测量仪的一方式包括：上述任一项的滤光器；接收透过上述滤光器的光的光接收元件；以及信号处理部，基于根据从上述光接收元件获取的信号进行的信号处理，执行给定的信号处理。

[0044] 根据本方式，例如，能够实现具有简单的构成、小型轻量、能够覆盖宽波长范围的使用方便的分光测量仪。信号处理部基于从光接收元件获取的信号（光接收信号）进行规定的信号处理，例如，测定试样的分光光度分布。通过测定分光光度分布，例如，能够进行试样的测色、试样的成分分析等。并且，对从光接收元件获取的信号，当进行除去噪音的校正时，可以使分光测定的精度提高。并且，该噪音例如是起因于各滤波器的宽的透过率的半值宽，为重叠于各滤波器所对应的光接收信号的不需要频带的光接收成分等。

[0045] （12）本发明的光设备的一方式包括上述任一项的滤光器。

[0046] 因此，实现了具有简单的构成、小型轻量、能够覆盖宽波长范围的使用方便的光设备（例如，各种传感器或光通信应用设备）。

附图说明

[0047] 图 1(A) 以及图 1(B) 是示出分光测量仪的整体构成例与滤光器的构成例的图。

[0048] 图 2(A) 至图 2(D) 是示出可变间隙标准具滤波器的原理与构造例的图。

[0049] 图 3(A) 以及图 3(B) 是用于说明可变间隙标准具滤波器的具体构造例及其操作的视图。

[0050] 图 4(A) 至图 4(C) 是用于说明可变间隙标准具滤波器中电极以及光学膜的配置的图。

[0051] 图 5 是用于说明使用静电致动器的间隙控制的图。

[0052] 图 6 是示出能够使间隙以四阶段变化的可变间隙标准具滤波器的透过特性的一例的图。

[0053] 图 7 是示出能够进行合计十六阶段的间隙变化的可变间隙标准具滤波器的构成的一例及其驱动方法的一例的图。

[0054] 图 8(A) 至图 8(D) 是用于说明求出入射至可变波长带通滤波器的光的分光特性的方法的图。

[0055] 图 9(A) 至图 9(D) 是用于说明求出入射至可变波长带通滤波器的光的分光特性的方法的图。

[0056] 图 10(A) 以及图 10(B) 是示出第二实施方式中可变波长滤波器的特性的具体设计例的图。

[0057] 图 11 是用于说明使用三个以上可变波长标准具的情况下关于各滤波器能够分光的带宽的考察的图。

[0058] 图 12(A) 至图 12(C) 是示出多个可变波长带通滤波器的驱动方法的一例的图。

[0059] 图 13 是示出作为本发明所涉及的一实施方式的分析设备的一例的色度计的简要构成的框图。

[0060] 图 14 是示出分光测量仪的分光测定操作的一例的流程图。

[0061] 图 15 是示出作为本发明所涉及的一实施方式的光设备的其它实例的波分复用通信系统的发射机的简要构成的框图。

具体实施方式

[0062] 以下,对本发明的优选实施方式进行详细说明。并且,以下说明的本实施方式并不是对权利要求中所记载的本发明的内容进行不当的限定,并且没有限定本实施方式所说明的全部构成必须作为本发明的解决手段。

[0063] (第一实施方式)

[0064] 在本实施方式中,以包括滤光器(具备多个可变波长带通滤波器)的光设备(这里为分光测量仪)为例,对滤光器的构成例与操作例进行说明。并且,作为分光测量仪的例子,列举出例如色度计、分光分析仪、分光光谱分析仪等。

[0065] (分光测量仪的整体构成例与滤光器的构成例)

[0066] 图 1(A) 以及图 1(B) 是示出分光测量仪的整体构成例与滤光器的构成例的图。例如,在进行试样 200 的测色时,使用光源 100,并且在进行试样 200 的分光分析时,使用光源 100'。

[0067] 如图 1 所示,分光测量仪具有:光源 100(或者 100')、具备多个可变波长带通滤波器(可变 BPF(1)~可变 BPF(4))的滤光器(分光部)300、包括光电二极管等光接收元件 PD(1)~PD(4)的光接收部 400、基于从光接收部 400 获得的光接收信号(光量数据)进行规定的信号处理从而求出分光光度分布等的信号处理部 600、驱动各个可变 BPF(1)~可变 BPF(4)的驱动部 301、以及对各个可变 BPF(1)~可变 BPF(4)的光谱带进行可变控制的控制部 303。信号处理部 600 具有信号处理电路 501,根据需要还可以设置校正运算部 500。通过分光光度分布的测定,例如能够进行试样 200 的测色、试样 200 的成分分析等。

[0068] 并且,通过滤光器 300 以及光接收部 400,构成了滤光器组件 350。滤光器组件 350 除了可以适用于分光测量仪,例如还可以用作光通信装置的接收部(包括光接收光学系统与光接收元件)(关于该实例,使用图 15 在后面进行描述)。本实施方式中的滤光器组件 350 能够扩大透过光的波长范围,具有小型轻量并且使用方便的优点。

[0069] 并且,信号处理部 600 如上所述,可以包括校正从光接收部 400 获得的光接收信号(光量数据)的校正运算部 500。例如,对从光接收部 400 获得的信号进行除去噪音的校正时,可以使分光测定的精度提高。并且,噪音是起因于各个可变 BPF(1)~可变 BPF(4)的宽的透过率的半值宽,为重叠于各滤波器所对应的光接收信号的不需要频带的光接收成分。

[0070] 作为光源 100(100'),例如,可以是使用白炽电灯泡、荧光灯、放电管、LED 等固体发光元件的光源(固体发光元件光源)等。

[0071] 如图 1(B) 所示,滤光器 300 实质上是覆盖贯穿波长 400nm~700nm 的宽范围的波段(即期望频带)、并且能够设定多个光谱带的带通滤波器。即,滤光器 300 具有第一可变波长带通滤波器(可变 BPF(1))、第二可变波长带通滤波器(可变 BPF(2))、第三可变波长带通滤波器(可变 BPF(3))以及第四可变波长带通滤波器(可变 BPF(4))。

[0072] 第一可变波长带通滤波器(可变 BPF(1))将波长 400nm~460nm 的波段(第一波段)的光分光,并且具有带宽被设定为 20nm 的四个光谱带(透过波段)b1~b4。b1~b4

的各个频带的中心波长为 400nm、420nm、440nm 以及 460nm。第二可变波长带通滤波器（可变 BPF(2)）对波长 480nm ~ 540nm 的波段（第二波段）进行分光，并且具有带宽被设定为 20nm 的四个光谱带（透过波段）b5 ~ b8。b5 ~ b8 的各个频带的中心波长为 480nm、500nm、520nm 以及 540nm。第三可变波长带通滤波器（可变 BPF(3)）对波长 560nm ~ 620nm 的波段（第三波段）进行分光，并且具有带宽被设定为 20nm 的四个光谱带（透过波段）b9 ~ b12。b9 ~ b12 的各个频带的中心波长为 560nm、580nm、600nm 以及 620nm。第四可变波长带通滤波器（可变 BPF(4)）对波长 640nm ~ 700nm 的波段（第四波段）进行分光，并且具有带宽被设定为 20nm 的四个光谱带（透过波段）b13 ~ b16。b13 ~ b16 的各个频带的中心波长为 640nm、660nm、680nm 以及 700nm。并且，在图 1(B) 中，各个 p1 ~ p16 示出了滤光器 300 使用于分光测量仪情况下的测定点（即，设定十六个测定点）。

[0073] 图 1(A) 以及图 1(B) 中示出的本实施方式中的滤光器 300，不是利用一个可变波长带通滤波器来覆盖期望波段（应覆盖的波段），而是采用了使用多个（即两个以上）可变波长带通滤波器（可变 BPF(1) ~ 可变 BPF(4)）进行覆盖的构成。

[0074] 即，至少设置两个以上的可变波长带通滤波器（作为第一可变波长带通滤波器的可变 BPF(1) 以及作为第二可变波长带通滤波器的可变 BPF(2)）。

[0075] 可变波长带通滤波器为一个光学滤波器，实质上具有能够实现多个光谱带、能够以简明的构成覆盖宽的波长区域、使用方便的特性。在本实施方式中，所实现的滤光器使用多个该可变波长带通滤波器，通过在各滤波器上分配所分光的频带，能够有效地覆盖更宽范围的波长区域，具有简单化的构成。从而，例如，能够抑制各个可变波长带通滤波器的可动部的可动范围，并且能够抑制致动器的驱动电压上升。并且，例如，能够将使用于各可变波长带通滤波器的光学膜（例如，具有层压折射率不同的膜的构造、并且同时具有光的反射特性与透过特性的光学膜）的构造或者构成（包括厚度等）简单化。从而，能够降低滤光器在设计上的负担（设计负担）以及制造上的负担（加工负担）。

[0076] （关于可变间隙标准具滤波器）

[0077] 图 1(A) 以及图 1(B) 中示出的各个可变波长带通滤波器（可变 BPF(1) ~ 可变 BPF(4)）例如可以由可变间隙标准具滤波器（有时仅称为可变间隙标准具）构成。通过控制可变间隙标准具的间隙值，使用一个光学滤波器，实质上可以实现多个（即两个以上）光谱带。

[0078] 例如，在图 1(B) 的实例中，第一可变波长带通滤波器（可变 BPF(1)）可以使用使用间隙值以四阶段变化的可变间隙标准具而构成。因此，作为光谱带，第一可变波长带通滤波器（可变 BPF(1)）实质上至少具有将第一波段（400nm ~ 460nm）内的第一波长 400nm 作为中心波长的第一光谱带 b1、以及将第一波段（400nm ~ 460nm）内的第二波长作为中心波长的第二光谱带 b2。第二波长与第一波长不同，并且为在波长轴上从第一波长至少离开第一光谱带的带宽（即 20nm）以上的波长，这里为 420nm。此外，包括中心波长为第三波长（440nm）并具有 20nm 的带宽的第三光谱带 b3、以及中心波长为第四波长（460nm）并具有 20nm 的带宽的第四光谱带 b4。

[0079] 同样，第二可变波长带通滤波器（可变 BPF(2)）可以使用使用间隙值以四阶段变化的可变间隙标准具而构成。因此，作为光谱带，第二可变波长带通滤波器（可变 BPF(2)）实质上至少具有将第二波段（480nm ~ 540nm）内的第五波长作为中心波长的第五光谱带 b5、

以及将第二波段 (480nm ~ 540nm) 内的第六波长 500nm 作为中心波长的第六光谱带 b6。此外,包括中心波长为第七波长 (520nm) 并具有 20nm 的带宽的第七光谱带 b7、以及中心波长为第八波长 (540nm) 并具有 20nm 的带宽的第八光谱带 b8。

[0080] 图 2(A) ~ 图 2(D) 是示出可变间隙标准具滤波器的原理与构造例的图。如图 2(A) 所示,可变间隙标准具滤波器具有:相互相对配置的第一基板(例如固定基板)20、第二基板(例如可动基板)30、设置于第一基板 20 的主面(表面)的第一光学膜 40、设置于第二基板 30 的主面(表面)的第二光学膜 50、以及通过各基板夹持并且用于调整各基板间的间隙(距离)的致动器(例如静电致动器或压电元件等)80a 和 80b。

[0081] 并且,第一基板 20 以及第二基板 30 中的至少一个为可动基板即可,也可以双方为可动基板。各致动器 80a 以及致动器 80b 分别通过驱动部(驱动电路)301a 以及驱动部(驱动电路)301b 驱动。并且,各驱动部(驱动电路)301a、301b 的操作通过控制部(控制电路)303 控制。

[0082] 以规定角度 θ 从外部入射的光 L_{in} 基本上未散乱地通过第一光学膜 40。在设置于第一基板 20 的第一光学膜 40 与设置于第二基板 30 的第二光学膜 50 之间,反复进行光的反射,由此,产生光的干涉,仅满足特定条件的波长的光增强,该增强的波长的光的一部分通过第二基板 30 上的第二光学膜 50,到达光接收部(光接收元件)400。通过干涉哪个波长的光结合彼此增强,依赖于第一基板 20 与第二基板 30 之间的间隙 G1。由此,通过可变地控制间隙 G1,能够使通过的光的波段变化。

[0083] 图 2(B) 示出了可变间隙标准具滤波器的截面构造的一例。可变间隙标准具具有相对平行配置的第一基板 20 以及第二基板、第一光学膜 40 以及第二光学膜 50。间隙(光学膜间的距离)被设定为 G1。

[0084] 图 2(C) 示出了形成在第一基板 20(例如玻璃基板)上的第一光学膜 40 的构造例。第一光学膜 40 为至少具有一对(one pair)氧化硅膜(SiO_2 膜(折射率 $n = 1.5$))以及氧化钛膜(TiO_2 膜(折射率 $n = 2.5$))的层压膜。第一光学膜 40 同时具有作为反射膜的功能以及作为光透过膜的功能。并且,在氧化钛膜上形成作为保护膜氧化膜。通过调整该作为保护膜的氧化膜的厚度,也能够对间隙 G1 进行微调。第二光学膜 50 也可以是同样的构成。

[0085] 图 2(D) 示出依赖于层压的光学膜的对数,带通滤波器的光透过特性是怎样变化的(但是仅为一例)。在单层膜(一对膜)的情况下,形成例如如实线所示的带通滤波器特性(透过率的半值宽 w_1),在多层膜(两对以上的膜)的情况下,形成例如如实线所示的带通滤波器特性(透过率的半值宽 w_2 ($w_2 > w_1$))。这样,通过使构成光学膜的对数增加,能够扩大带通滤波器中的透过率的半值宽(即光透过频带的带宽)。

[0086] 但是,当以一个带通滤波器覆盖图 1(B) 所示的 400nm ~ 700nm 的宽波段时,光学膜的构造复杂化,增大了设计上的负担和加工上的负担。与此相对,如先前说明的,在本发明中采用多个可变波长滤波器,通过在各可变波长滤波器上分配所分光频带,能够减轻一个可变波长滤波器的负担。

[0087] 即,可变间隙标准具为构成简易、适于小型化以及低价格的可变波长滤波器,通过使用多个该可变间隙标准具滤波器并且在各滤波器上分别使不同的波段分光,例如可以合理地实现具有简单化的构成、能够覆盖宽波长范围的使用方便的滤光器。

[0088] 通过减轻多个可变波长带通滤波器的负担,能够将使设置于这些多个可变波长带通滤波器的每个中的光学膜的构成材料通用化。因此,能够实现滤光器的制造负担的减轻(例如,制造加工的简单化)。

[0089] 以下,对可变间隙标准具的具体构造例进行说明。图3(A)以及图3(B)是用于说明可变间隙标准具的具体构造例及其操作的视图。

[0090] 在图3(A)中,与第一基板20例如一体地形成可动地支撑第二基板30的支撑部22。支撑部也可以设置于第二基板30,或者也可以与第一基板、第二基板20、30分开形成。

[0091] 第一、第二基板20、30可以分别由例如纯碱玻璃、水晶玻璃、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。在这之中,作为各基板20、30的构成材料,优选的是含有例如钠(Na)或钾(K)等的碱金属的玻璃,利用这样的玻璃形成各基板20、30,能够提高光学膜(反射膜)40和50、各电极60和70的紧贴性以及基板之间的接合强度。并且,通过使用例如等离子聚合膜的表面活化接合等进行接合,这两个基板20、30被一体化。各第一、第二基板20、30形成一边为例如10mm的正方形,作为隔膜功能部分的最大直径为例如5mm。

[0092] 第一基板20通过对例如厚度形成成为500 μm 的玻璃基材进行蚀刻加工而形成。第一基板20在与第二基板30相对的相对面中的中央的第一相对面20A1上形成例如圆形的第一光学膜40。同样,第二基板30通过对厚度形成成为例如200 μm 的玻璃基材进行蚀刻加工而形成。第二基板30在与第一基板20相对的相对面30A的中央位置形成与第一光学膜40相对的例如圆形的第二光学膜50。

[0093] 并且,第一、第二光学膜40、50形成例如直径为约3mm的圆形状。该第一、第二光学膜40、50可以使用透过率的半值宽也窄并且分辨率良好的、由例如 TiO_2 与 SiO_2 的层压模形成的电介质多层膜,并且,也可以由AgC层等构成。第一、第二光学膜40、50可以通过溅射等方法形成于第一、第二基板20、30。光学膜的膜厚度尺寸形成例如0.03 μm 。在本实施方式中,作为第一、第二光学膜40、50,使用能够将可见光整个区域分光的光学膜。

[0094] 此外,在第一、第二基板20、30的各相对面20A1、20A2、30A的相反侧的面上,可以在对应于第一、第二光学膜40、50的位置形成未示出的反射防止膜(AR)。该反射防止膜通过交替层压低折射率膜以及高折射率膜而形成,使第一、第二基板20、30界面的可见光的反射率下降,并使透过率增大。

[0095] 这些第一、第二光学膜40、50在图3(A)示出的电压非施加状态下隔着第一间隙G1相对配置。并且,在这里第一光学膜40作为固定镜,第二光学膜50作为可动镜,但是,根据上述第一、第二基板20、30的方式,第一、第二光学膜40、50中的任一个或者双方可以是可动的。

[0096] 在俯视图中,在第一光学膜40周围的位置,在第一基板20的第一相对面20A1周围的第二相对面20A2上,形成例如下部电极(第一电极)60。并且,在以下的说明中,俯视图是指从各基板的基板厚度方向观看基板平面的情况。同样,在第二基板30的相对面30A上,设置有与下部电极60相对的上部电极(第二电极)70。下部电极(第一电极)60与上部电极(第二电极)70隔着第二间隙G2相对配置。并且,下部电极60以及上部电极70的表面可以由绝缘膜覆盖。

[0097] 在本实施方式中,第一基板20与第二基板30相对的面具有:形成有第一光学膜

40 的第一相对面 20A1、以及在俯视图中配置在第一相对面 20A1 的周围并且形成有下部电极 60 的第二相对面 20A2。第一相对面 20A1 与第二相对面 20A2 可以是同一面,但是在本实施方式中,第一相对面 20A1 与第二相对面 20A2 之间具有高度差,与第二相对面 20A2 相比,第一相对面 20A1 设定在靠近第二基板 30 的位置。因此,第一间隙 $G1 < \text{第二间隙 } G2$ 的关系成立。

[0098] 并且,在滤光器 300 中,通过对在俯视图中配置在第二光学膜 50 周围的上部电极 70 施加公共电压(例如接地电压),并且对在俯视图中配置在第一光学膜 40 周围的下部电极 60 施加电压,如图 3(B) 所示,能够在相对电极之间产生箭头所示的静电力(各个中为静电引力) $F1$ 。即,通过下部电极 60 以及上部电极 70 构成静电致动器 80。通过该静电引力 $F1$,可以对第一、第二光学膜 40、50 之间的第一间隙 $G1$ 进行可变控制,使其成为比初始间隙小的间隙。光学膜之间的间隙的大小决定了透过光的波长。因此,通过使间隙变化,能够选择透过波长。

[0099] 如图 3(B) 所示,入射光例如从第二基板 30 的上方入射。只有由可变间隙标准具的间隙值确定的波段(光谱带)的光通过第一基板 20,成为输出光。该输出光被光接收部 400 接收,获得对应于光接收强度的电信号(光接收信号)。

[0100] 在图 3(A) 以及图 3(B) 示出的实例中,为了确保作为可动基板的第二基板 30 的挠曲性,如图 1 所示,上部电极(第二电极)70 所形成的区域形成例如厚度尺寸为 $50\mu\text{m}$ 左右的薄壁部 34。该薄壁部 34 比第二光学膜 50 所配置的区域厚壁部 32 以及支撑部 22 接触的区域厚壁部 36 薄。换言之,在第二基板 20 中,第二光学膜 50 以及上部电极 70 所形成的面 30A 为平坦面,在第二光学膜 50 所配置的第一区域形成厚壁部 32,在上部电极 70 所形成的第二区域形成薄壁部 34。这样,通过利用薄壁部 34 来确保挠曲性,同时使厚壁部 32 难以挠曲,第二光学膜 50 能够保持平面度并且使间隙可变。

[0101] 图 4(A) 至图 4(C) 是用于说明可变间隙标准具滤波器中电极以及光学膜的配置的图。图 4(A) 是可变间隙标准具滤波器的截面图(参考符号与前面的附图相同),图 4(B) 是示出上部电极(第二电极)70 以及第二光学膜 50 的俯视图中的配置的图,图 4(C) 是示出下部电极(第一电极)60 以及第一光学膜 40 的俯视图中的配置的视图。

[0102] 如图 4(A) 至图 4(C) 所示,在第一基板 20 的中央部设置第一光学膜 40,在第二基板 30 的中央部以与第一光学膜 40 相对的方式设置第二光学膜 50。并且,第一电极(第一驱动电极)40 设置于第一基板 20,在俯视图中,形成在第一光学膜 40 的周围(具体来说,包围第一光学膜 40),第二电极(第二驱动电极)50 设置于第二基板 30,在俯视图中,形成在第二光学膜 50 的周围(具体来说,包围第二光学膜 50)。并且,在图 4(A) 以及图 4(B) 中,参考符号 70A 以及 60A 表示各个引出电极。

[0103] 在具有这样的构造的滤光器 300 中,光学膜(第一光学膜 40 以及第二光学膜 50)所形成的区域与电极(下部电极 60 以及上部电极 70)所形成的区域在俯视图中为不同的区域(参照图 4(B) 以及图 4(C)),因此没有像专利文献 1 所记载的实例那样将光学膜与电极层压。因此,即使第一、第二基板 20、30 中的至少一个(在本实施方式中为第二基板 30)为可动基板,由于光学膜与电极没有被层压,因此能够确保可动基板易于挠曲。而且,与专利文献 1 中记载的滤光器不同,由于在下部电极 60 以及上部电极 70 上没有形成光学膜,因此即使利用滤光器 300 作为透过型或者反射型可变波长干涉滤波器,也不用将下部、上部

电极 60、70 限制成透明电极。并且,即使假设下部、上部电极 60、70 为透明电极,也会对透过特性带来影响。对此,在图 4 的实例中,在下部电极 60 以及上部电极 70 上没有形成光学膜,电极部分成为光没有通过的区域。因此,在作为透过型可变波长干涉滤波器的滤光器 300 中,容易确保期望的透过特性。

[0104] 图 5 是用于说明使用了静电致动器的间隙控制的图。在图 5 示出的驱动部(驱动电路)301 上设置有 DAC(D/A 变换器)114、数字控制部 112。DAC(D/A 变换器)114 将从基准电压源 120 供应的值不同的多个基准电压值的每个变换为模拟电压。该模拟电压作为驱动电压被施加至例如构成静电致动器的上部电极(第二电极)70。另一方面,下部电极(第一电极)60 的电位固定(例如接地)。当上部电极(第二电极)70 与下部电极(第一电极)60 之间产生电位差 ΔV_{seg} 时,与此相伴,产生静电引力,作为可动基板的第二基板 30 挠曲,第一光学膜 40 与第二光学膜 50 之间的间隙变化(即,间隙缩小)。

[0105] 图 6 是示出能够使间隙以四阶段变化(即间隙可变数为 4)的可变间隙标准具滤波器的透过特性的一例的图。即,图 6 示出使间隙以四阶段变化情况下的可变间隙标准具的光谱带的变化。如图 6 所示,透过可变间隙标准具滤波器的光的波长 λ ($\lambda_0 \sim \lambda_3$) 与间隙 G ($G_0 \sim G_3$) 的关系为:当间隙 G 变窄时,滤波器的光谱带的中心波长 λ 变短(在可变间隙标准具中,当设间隙的折射率为 n 时,如果间隙充满空气, $n = 1$)。

[0106] 图 7 是示出能够进行合计十六阶段的间隙变化的可变间隙标准具滤波器的构成一例及其驱动方法一例的图。在图 7 中,四个可变间隙标准具滤波器 10A ~ 10D 并列配置。在这里,作为一例,对光学膜的初始间隙 G_1 在各个可变间隙标准具滤波器 10A ~ 10D 处相同的情况进行说明。各个可变间隙标准具滤波器 10A ~ 10D 为能够进行四阶段间隙变化的可变数为 4 的可变波长带通滤波器。所分光的波段的波长以可变间隙标准具滤波器 10A、10B、10C、10D 的顺序变长。

[0107] 各个可变间隙标准具滤波器 10A ~ 10D 的初始间隙都被设定为 G_1 。但是,各个可变间隙标准具滤波器 10A ~ 10D 的驱动开始之后的施加电压(驱动电压)水平不同。即,各个滤波器 10A ~ 10D 各自的驱动刚刚开始之后的施加电压(驱动电压)为 V_A 、 V_B 、 V_C 、 V_D , 并且为 $V_A > V_B > V_C > V_D$ 的关系。在具有图 7 示出的构成的滤光器 300 适用于例如分光测量仪的情况下,如图 1(B) 所示,能够进行十六个点($p_1 \sim p_{16}$)的分光测定。

[0108] (关于求出分光分布的方法)

[0109] 接着,基于光接收信号,对求出入射于可变波长带通滤波器的光的分光特性的方法进行说明。图 8(A) ~ (D) 是用于说明求出入射于可变波长带通滤波器的光的分光特性的方法的图。

[0110] 在这里,在图 8(A) 中,考虑了具有以粗虚线示出的分光强度分布的光(例如,红色的光)入射于可变波长带通滤波器(可变间隙标准具滤波器)的情况。通过使间隙以四阶段变化,如图 8(B) 所示,可变间隙标准具滤波器实质上能够实现四个光谱带。即,可变间隙标准具滤波器为具有四个光谱带、间隙可变数为 4 的可变波长带通滤波器。

[0111] 如图 8(C) 所示,当间隙值为 G_3 时,可变间隙标准具具有波长 λ_3 为中心波长的透过特性。到达光接收部(光接收元件)400 的光量由波长 λ_3 为中心波长的可变间隙标准具的透过特性与入射光的强度决定(具体来说,由透过率与光强度的乘积决定)。如图 8(D) 所示,当间隙值为 G_2 时,可变间隙标准具具有波长 λ_2 为中心波长的透过特性。

[0112] 图 9(A) 至 (D) 是用于说明求出射于可变波长带通滤波器的光的分光特性的方法的图。如图 9(A) 所示,当间隙值为 G1 时,可变间隙标准具具有波长 λ_1 为中心波长的透过特性。如图 9(B) 所示,当间隙值为 G0 时,可变间隙标准具具有波长 λ_0 为中心波长的透过特性。

[0113] 从光接收部 400 输出如图 9(C) 所示的对应于光接收光量的各个电流 I3 ~ I0。通过求出各滤波器的中心波长 λ 与电流的电流值的关系,能够描绘出如图 9(D) 所示的表示分光特性的特性线。具体来说,信号处理部 600(参照图 1) 基于图 9(C) 示出的测定数据(电流值)进行内插(interpolation)运算(线形内插等),从而检测入射光的分光分布。即,由于图 9(D) 示出的图形中的电流值能够置换成光接收强度,从而检测入射的光的分光特性。

[0114] (第二实施方式)

[0115] 在前面的实施方式中,邻接的第一波段(400nm ~ 460nm)与第二波段(480nm ~ 540nm)各自的带宽相同(参照图 1(B))。与此相对,在本实施方式中,邻接的第一波段与第二波段各自的带宽设有差别。即,第二波段与第一波段相比为长波长侧的波段时,第二波段的带宽设定得比第一波段的带宽宽。这是考虑了越往短波长侧越难以确保较长的波段的情况。

[0116] 例如,当将第一波段分光的第一可变波长带通滤波器以及将第二波段分光的第二可变波长带通滤波器各自中所使用的光学膜的材料(以及构成)通用化时,使用通用的光学膜可以实现的带通滤波器的带宽具有越往短波长侧变得越短的倾向。例如,作为决定带通滤波器的带宽的参数,在包括透过该带通滤波器的波长本身的情况下,波长越短,该参数值变得越小,结果带通滤波器的带宽也变短。

[0117] 例如,在分光测量仪中,在需要规定带宽的八个光谱带的情况下,假设在第一波段分配四个光谱带,在第二波段同样分配四个光谱带。在该情况下,从上述情形可以看出,短波长侧的第一波段比第二波段短,因此存在在第一波段中难以分配四个光谱带(即,确保四个测定点)的情况。在该情况下,关于将短波长侧的波段分光的第一可变波长带通滤波器中所使用的光学膜,需要使用不同的材料(以及采用不同的构造)。在该情况下,增加了光学膜制造上的负担。

[0118] 因此,在本实施方式中,允许第一波段与第二波段的带宽具有差别,将长波长侧的第二波段的带宽设定得比短波长侧的第一波段的带宽宽。因此,在短波长侧的第一波段中,没有必要强制确保光谱带的数量,能够合理地设计滤光器。以下,进行具体的说明。

[0119] (关于波段的带宽的考察)

[0120] 如先前使用图 2(C) 进行的说明,光学膜可以将折射率不同的一对膜(层压膜)作为一单位(one pair)进行构成。层压在上侧的膜的折射率 n_H 较大,层压在下侧的膜的折射率 n_L 较小。

[0121] 作为光学膜,在使用一对层压膜的情况下(上侧膜一层,下侧膜一层,合计两层的情况),光谱带的短波长侧的边缘波长为 λ_1 ,长波长侧的边缘波长为 λ_2 。此时, λ_1 与 λ_2 分别如下面(1)式以及(2)式所示。

$$[0122] \quad \lambda_2 = \lambda_0 / (1 - \Delta g) \cdots (1)$$

$$[0123] \quad \lambda_1 = \lambda_0 / (1 + \Delta g) \cdots (2)$$

[0124] 这里, λ_0 为中心波长, Δg 为由下面 (3) 式确定的常数。

$$[0125] \quad \Delta g = \frac{2}{\pi} \sin^{-1} \left(\frac{n_H - n_L}{n_H + n_L} \right) \dots (3)$$

[0126] 因此, 光谱带的带宽 $\Delta \lambda$ 可以用下面 (4) 式表示。

$$[0127] \quad \Delta \lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = \frac{2\Delta g}{(1+\Delta g)(1-\Delta g)} \lambda_0 \dots (4)$$

[0128] 从 (4) 式可以了解, 光谱带的带宽依赖于中心波长 λ_0 , 中心波长 (λ_0) 越短, 光谱带的带宽也越短。

[0129] 这里, 作为一例, 考虑了使用四个可变间隙标准具滤波器进行分光测定的情况。测定范围为可见光区域的 400nm ~ 700nm, 为了每 20nm 宽度的频带就求出入射光的分光分布, 需要以十六个位置的波长进行测定。虽然只要在各可变滤波器分别进行四个位置的测定即可, 但是由于短波长侧的滤波器通过 (4) 式频带较短, 因此与长波长侧相比四个位置的测定容易变得困难。作为对策, 也存在短波长侧的光学膜需要不同构造的情况。因此, 在本实施方式中, 在长波长侧的滤波器设置比短波长侧多的测定位置。能够进行简易地测定。

[0130] 即, 在第一波段内, 设置规定带宽 (例如 20nm 间距) 的多个光谱带, 并且在与第一波段相比的长波长侧的第二波段内, 设置规定带宽 (例如 20nm 间距) 的多个光谱带, 在第一波段内设置的多个光谱带的数量为 m 并且在第二波段内设置的多个光谱带的数量为 n 的情况下, $m < n$ 成立。

[0131] 即, 在本实施方式中, 从上述 (4) 式可以看出, 由于长波长侧的第二波段的带宽变长, 与此对应, 在第一波段与第二波段各自上分配的光谱带的数量不均等, 在短波长侧的第一波段中, 采用将其数量设定得较少的设计方法。

[0132] 例如, 在需要七个光谱带 (七个测定点) 的情况下, 在第一波段上设定三个 ($m = 3$) 光谱带 (三个测定点), 在第二波段上设定四个 ($n = 4$) 光谱带 (四个测定点)。因此, 即使是短波长侧的波段, 也能够通过使用通用的光学膜的可变波长滤波器进行分光, 滤光器 (具备多个可变波长带通滤波器的滤光器装置) 整体的构成不会复杂化。因此, 制造上的负担和设计上的负担不会增大。

[0133] 并且, 在现有技术中, 使用一个可变波长滤波器来覆盖宽的波段, 但是在该现有例中, 由于滤波器的可动部的可动范围变大, 因此驱动电压的动态范围变宽, 驱动电压的峰值变高。并且, 需要设计能够覆盖整个波段的光学膜, 光学膜的构造变得复杂。在本实施方式中, 通过使用多个可变波长滤波器并且在各可变波长滤波器上分配不同的波段, 因此能够减轻一个可变波长滤波器的分光处理的负担。即, 通过使用多个可变波长滤波器, 由于一个滤波器的测定范围变窄, 致动器的可动范围也变窄, 因此能够减小驱动电压 (省电效果), 并且由于一次的驱动电压的变化量变小, 因此与使驱动电压较大变化的情况相比, 能够获得提高驱动电压的精度效果。并且, 光学膜的设计也容易。因此, 能够减小设计负担以及加工负担。

[0134] (具体的设计例)

[0135] 图 10(A) 以及图 10(B) 是示出第二实施方式中可变波长滤波器的特性的具体设计例的图。并且, 在这里, 可变波长滤波器在分光测定装置中使用。

[0136] 如图 10(A) 所示, 滤光器整体上覆盖 $400\text{nm} \sim 700\text{nm}$ 的期望频带。在现有技术中, 以一个可变波长滤波器 (一个可变波长带通滤波器) 覆盖全部频带, 但是在图 10(A) 示出的示例中, 使用四个可变波长滤波器 (第一可变波长滤波器至第四可变波长滤波器), 在各滤波器上分配不同的波段。

[0137] 第一可变波长滤波器将 $400\text{nm} \sim 440\text{nm}$ 的第一波段分光, 在第一波段内设定三个测定点 ($p_1 \sim p_3$)。即, 设定三个光谱带。并且, 第二可变波长滤波器将 $460\text{nm} \sim 520\text{nm}$ 的第二波段分光, 在第二波段内设定四个测定点 ($p_4 \sim p_7$)。即, 设定四个光谱带。并且, 第三可变波长滤波器将 $540\text{nm} \sim 600\text{nm}$ 的第三波段分光, 在第三波段内设定四个测定点 ($p_8 \sim p_{11}$)。即, 设定四个光谱带。并且, 第四可变波长滤波器将 $620\text{nm} \sim 700\text{nm}$ 的第四波段分光, 在第四波段内设定五个测定点 ($p_{12} \sim p_{16}$)。即, 设定五个光谱带。

[0138] 在图 10(B) 中示出了多个可变波长滤波器各自的特性的设计例。在这里, 在各滤波器中通用地使用两层光学膜 (一对光学膜), 并且, 上侧膜的折射率 n_H 为 2.5, 下侧膜的折射率 n_L 为 1.5, 所设定的一个光谱带的宽度为 20nm 进行模拟。

[0139] 如上所述, 关于将波长最短的频带分光的第一可变波长滤波器, 虽然难以确保宽的频带, 但是在本例中, 由于减少了测定点数, 从而能够合理地确保必要的频带。

[0140] 即, 对于第一可变波长滤波器, 中心波长 λ_0 为 420nm , 必要的频带为 $400\text{nm} \sim 440\text{nm}$ 。在上述 (4) 式中, 带宽 $\Delta\lambda$ 为 139nm , 此时, 短波长侧的边缘波长 λ_1 为 362nm , 长波长侧的边缘波长 λ_2 为 501nm 。由 λ_1 与 λ_2 确定的波段 ($362\text{nm} \sim 501\text{nm}$) 满足上述的必要频带 ($400\text{nm} \sim 440\text{nm}$)。因此, 在将最短的波段分光的第一可变波长滤波器中, 即使使用与其它滤波器通用的光学膜, 也能够合理地覆盖必要频带。

[0141] 对于其它可变波长滤波器, 能够合理地确保必要频带。即, 关于第二可变波长滤波器, 中心波长 λ_0 为 490nm , 必要的频带为 $460\text{nm} \sim 520\text{nm}$, 带宽 $\Delta\lambda$ 为 162nm , 此时, 短波长侧的边缘波长 λ_1 为 422nm , 长波长侧的边缘波长 λ_2 为 584nm , 由 λ_1 与 λ_2 确定的波段 ($422\text{nm} \sim 584\text{nm}$) 满足必要频带 ($460\text{nm} \sim 520\text{nm}$)。

[0142] 并且, 对于第三可变波长滤波器, 中心波长 λ_0 为 570nm , 必要的频带为 $540\text{nm} \sim 600\text{nm}$, 带宽 $\Delta\lambda$ 为 188nm , 此时, 短波长侧的边缘波长 λ_1 为 491nm , 长波长侧的边缘波长 λ_2 为 679nm , 由 λ_1 与 λ_2 确定的波段 ($491\text{nm} \sim 679\text{nm}$) 满足必要频带 ($540\text{nm} \sim 600\text{nm}$)。

[0143] 并且, 对于第四可变波长滤波器, 中心波长 λ_0 为 660nm , 必要的频带为 $620\text{nm} \sim 700\text{nm}$, 带宽 $\Delta\lambda$ 为 218nm , 此时, 短波长侧的边缘波长 λ_1 为 569nm , 长波长侧的边缘波长 λ_2 为 787nm , 由 λ_1 与 λ_2 确定的波段 ($569\text{nm} \sim 787\text{nm}$) 满足必要频带 ($620\text{nm} \sim 700\text{nm}$)。

[0144] (使用三个以上可变波长标准具情况下关于带宽的考察)

[0145] 图 11 是用于说明使用三个以上可变波长标准具的情况下关于各滤波器进行分光的带宽的考察的图。在图 11 中, W 为期望波段, W_1 为第一可变波长带通滤波器进行分光的第一波段, W_2 为第二可变波长带通滤波器进行分光的第二波段, W_3 为第三可变波长带通滤波器进行分光的第三波段。并且, 第一波段至第三波段的各个带宽为 W_{1L} 、 W_{2L} 、 W_{3L} 。

[0146] 在第一波段 W_1 中设定两个测定点 (p_1, p_2)。当设第一波段 W_1 中的测定点的数量 (即, 设定的光谱带的数量) 为 m 时, 在图 11 中示出的示例中 $m = 2$ 。并且, 在第二波段 W_2 中, 设定三个测定点 (p_3, p_4, p_5)。当设第二波段 W_2 中的测定点的数量 (即, 设定的光谱带的数量) 为 n 时, 在图 11 中示出的示例中 $n = 3$ 。并且, 在第三波段 W_3 中, 设定四个测定

点 (p6, p7, p8, p9)。当设第三波段 W3 中的测定点的数量 (即, 设定的光谱带的数量) 为 s 时, 在图 11 中示出的示例中 $s = 4$ 。

[0147] 即, 在图 11 中示出的示例中, $m < n < s$, 邻接的波段中的光谱带数量的差为 1 ($n = m+1$, $s = m+1$)。但是, 并不限于于此, 例如, 如图 10(A) 示出的示例, 邻接的波段中的光谱带的数量也可以相等 ($m = n$ 或者 $n = s$)。

[0148] 因此, 当综合考察上述示例时, 关于 m 、 n 、 s 的关系, 导出以下限制。这里, 作为前提, m 、 n 、 s 为 2 以上的自然数。即, 在第一波段 W1 中设置的多个光谱带的数量为 m , 第二波段 W2 中设置的多个光谱带的数量为 n , 第三波段 W3 中设置的多个光谱带的数量为 s 的情况下, $m < n \leq s$ 或者 $m \leq n < s$ 成立, 并且, 当 $m < n$ 时, 为 $n = m+1$, 并且当 $n < s$ 时, 为 $s = n+1$ 。

[0149] 关于 m 、 n 、 s , 当设置这样的限制时, 以使光谱带难以增长的短波长区域带宽变短、使长波长区域带宽变长的原则作为基本, 能够使将邻接的波段分光的两个可变波长带通滤波器之间的光谱带数量的差为 0 或者 1 (具有不会增大光谱带数的不均的效果)。因此能够进行合理的设计。例如, 当设定的光谱带数量具有较大的差时, 各可变波长带通滤波器的总分光处理时间产生较大的不均, 但是在邻接的波段之间, 如果光谱带数量的差为 0 或者 1, 容易使各可变波长带通滤波器的总分光处理时间例如大致均等。

[0150] (第三实施方式)

[0151] 在本实施方式中, 着眼于各可变波长带通滤波器中每一个光谱带的保持期间。例如, 在第一可变波长带通滤波器的光谱带进行 m 次变化时设每一个光谱带的保持期间为 Δt_m , 第二可变波长带通滤波器的光谱带进行 n 次 ($n > m$) 变化时设每一个光谱带的保持期间为 Δt_n 的情况下, 设定 $\Delta t_m > \Delta t_n$ 。

[0152] 这里, 例如, 作为第一可变波长带通滤波器以及第二可变波长带通滤波器, 使用可变间隙标准具滤波器。并且, 各可变波长带通滤波器中可动基板的总移动量 (总间隙变化量) 通常在各频带的滤波器中不同, 但是作为一例, 假设总间隙变化量相同的情况。例如, 当可动基板总间隙变化量为 G 时, 对于第一可变波长带通滤波器, 光谱带每变化一次, 间隙值仅变化 (G/m), 对于第二可变波长带通滤波器, 光谱带每变化一次, 间隙值仅变化 (G/n)。由于 $m < n$, 因此 (G/m) $>$ (G/n)。即, 当比较各带通滤波器的每一次的间隙变化量时, 第一可变波长带通滤波器的每一次的间隙变化量 (G/m) 较大。因此, 对于供应至致动器的驱动电压的每一次的变化量 (步进电压变化量), 第一可变波长带通滤波器的较大。当驱动电压的变化量较大时, 到其驱动电压稳定的稳定时间 (稳定化时间) 变长。

[0153] 着眼于该点, 在本实施方式中, 在第一可变波长带通滤波器中每一个光谱带的保持期间为 Δt_m 、第二可变波长带通滤波器中每一个光谱带的保持期间为 Δt_n 的情况下, 设定 $\Delta t_m > \Delta t_n$ 。即, 由于第一可变波长带通滤波器的驱动电压每一次的变化量较大, 稳定时间较长, 因此一次光谱带保持期间 Δt_m 设定得比 Δt_n 长。因此, 对于第一可变波长带通滤波器的驱动, 能够确保驱动电压的稳定期间, 对于第二可变波长带通滤波器的驱动, 不用设置无用的较长保持期间。因此, 实现了合理并且有效的分光处理。

[0154] 并且, 在本实施方式中, 各可变波长带通滤波器还能够使开始进行分光处理到结束分光处理的时间大致均等。即, 控制部 303 (参照图 1) 以使 $m \cdot \Delta t_m$ 与 $n \cdot \Delta t_n$ 相同的方式设定 Δt_m 以及 Δt_n , 从而能够使各滤波器的总处理时间大致相同。即, 当 $\Delta t_m > \Delta t_n$

并且 $m < n$ 时,如果调整 Δt_m 以及 Δt_n 的长度,能够使 $m \cdot \Delta t_m$ 与 $n \cdot \Delta t_n$ 大致相同。通过使各可变波长带通滤波器的总分光处理时间均等,容易进行例如分光测量仪中的信号处理。例如,容易对各信号的处理定时进行匹配。该情况对分光测量仪等光设备中的信号处理的效率做出了贡献。以下,进行具体的说明。

[0155] 图 12(A) 至图 12(C) 是示出多个可变波长带通滤波器的驱动方法的一例的图。首先,参照图 12(A) 以及图 12(B)。图 12(A) 示出了第一可变波长带通滤波器的驱动电压波形例,图 12(B) 示出了第二可变波长带通滤波器的驱动电压波形例。

[0156] 在图 12(A) 中,在时刻 t_1 ,开始使用第一可变波长带通滤波器(可变 BPF(1))的测定,在时刻 t_2 ,更新标准具的间隙,在时刻 t_3 ,测定结束。总计进行两次分光测定(测定 1a 以及测定 2a)。从测定开始到测定结束的时间为 T ,一次的测定时间(一个间隙的保持期间)为 Δt_m 。并且,时刻 t_1 的驱动电压的水平为 VA_0 ,时刻 t_2 的驱动电压的水平为 VA_1 ,时刻 t_3 的驱动电压的水平为 VA_2 。 VA_1 与 VA_0 的差(以及 VA_2 与 VA_1 的差)为 ΔV_x 。并且,在时刻 t_1 至时刻 t_3 中的间隙的总变化量为 G 。

[0157] 并且,在图 12(B) 中,在时刻 t_1 ,开始使用第二可变波长带通滤波器(可变 BPF(2))的测定,在时刻 t_4 ,第一次更新标准具的间隙,在时刻 t_5 ,第二次更新标准具的间隙,在时刻 t_3 ,测定完成。总计进行三次分光测定(测定 1b、测定 2b 以及测定 3b)。从测定开始到测定完成的时间与图 12(A) 的情况相同为 T ,并且,一次的测定时间(一个间隙的保持期间)为 Δt_n 。 $\Delta t_n < \Delta t_m$ 。并且,时刻 t_1 的驱动电压的水平为 VB_0 ,时刻 t_4 的驱动电压的水平为 VB_1 ,时刻 t_5 的驱动电压的水平为 VB_2 ,时刻 t_3 的驱动电压的水平为 VB_3 。 VB_1 与 VB_0 的差(VB_2 与 VB_1 的差, VB_3 与 VB_2 的差)为 ΔV_y 。这里, $\Delta V_y < \Delta V_x$ 。并且,在时刻 $t_1 \sim$ 时刻 t_3 的间隙的总变化量为 G 。

[0158] 根据如图 12(A) 以及图 12(B) 的驱动电压波形,可以使从第一可变波长带通滤波器(可变 BPF(1))的测定开始到测定结束的时间与从第二可变波长带通滤波器(可变 BPF(2))的测定开始到测定结束的时间相同(都是 T)。

[0159] 图 12(C) 进一步示出了追加第三可变波长带通滤波器(可变 BPF(3))并且通过三个滤波器进行分光测定情况的每一个间隙的保持期间(测定时间)的示例。考虑了邻接的第一波段 W_1 与第二波段 W_2 以及邻接的第二波段 W_2 与第三波段 W_3 。第一波段 W_1 的带宽为 W_{1L} ,第二波段 W_2 的带宽为 W_{2L} ,第三波段 W_3 的带宽为 W_{3L} 。并且,第一波段 W_1 中的测定点数(光谱带数)为 m ,第二波段 W_2 中的测定点数(光谱带数)为 n ,第三波段 W_3 中的测定点数(光谱带数)为 s 。

[0160] 当可变间隙标准具的可动基板的总间隙变化量为 G 时,对于第一可变波长带通滤波器(可变 BPF(1)),光谱带每变化一次间隙值仅变化 (G/m) ,对于第二可变波长带通滤波器(可变 BPF(2)),光谱带每变化一次间隙值仅变化 (G/n) 。并且对于第三可变波长带通滤波器(可变 BPF(3)),光谱带每变化一次间隙值仅变化 (G/s) 。这里, $(G/m) > (G/n) > (G/s)$ 成立。

[0161] 当设各滤波器每更新一次间隙的驱动电压的变化量为 ΔV_x 、 ΔV_y 、 ΔV_z 时, $\Delta V_x > \Delta V_y > \Delta V_z$ 。当设各滤波器的一个间隙的保持期间(一次的测定时间)为 Δt_m 、 Δt_n 、 Δt_s 时, $\Delta t_m > \Delta t_n > \Delta t_s$ 。这里,通过适当调整 Δt_m 、 Δt_n 、 Δt_s 的长度,关于各滤波器总测定时间 T ,能够使 $T \doteq m \cdot \Delta t_m \doteq n \cdot \Delta t_n \doteq s \cdot \Delta t_s$ 。

[0162] 这样,即使在使用三个以上的滤波器的情况下,通过适当调整各滤波器的一次的测定时间,能够使各滤波器的从测定开始到测定结束的时间一致。因此,例如在分光测量仪中的信号处理中,容易对信号的处理时刻进行匹配,进行有效的信号处理。

[0163] (第四实施方式)

[0164] 图 13 是示出作为本发明所涉及的一实施方式的分析设备的一例的色度计的简要构成的框图。在图 13 中,色度计 700 包括光源装置 202、分光测量仪 203 和测色控制装置 204。

[0165] 该色度计 700 从光源装置 202 朝向检查对象 A 射出例如白光,使作为检查对象 A 反射的光的检查对象光入射到分光测量仪 203。并且,利用分光测量仪 203 将检查对象光分光,并实施对分光的各波长的光的光量进行测定的分光特性测定。换言之,使作为检查对象 A 反射的光的检查对象光入射到滤光器(标准具)10,实施对从标准具 10 透过的透过光的光量进行测定的分光特性测定。并且,测色控制装置 204 基于获得的分光特性,进行检查对象 A 的测色处理,即分析哪种波长的颜色含有何种程度。

[0166] 光源装置 202 包括光源 210、多个透镜 212(图 1 中仅记载一个),向检查对象 A 射出白光。并且,在多个透镜 212 中包括准直透镜,光源装置 202 利用准直透镜将从光源 210 射出的白光变为平行光,并未示出的投射透镜朝向检查对象 A 射出。

[0167] 如图 13 所示,分光测量仪 203 包括标准具 10、包括光接收元件的光接收部 220、驱动电路 230、控制电路部 240。并且分光测量仪 203 在与标准具 10 相对的位置,具有将检查对象 A 反射的反射光(测定对象光)导入内部的未示出的入射光学透镜。

[0168] 光接收部 220 由多个光电转换元件(光接收元件)构成,生成对应于光接收量的电信号。并且,光接收部 220 连接于控制电路部 240,将生成的电信号作为光接收信号输出至控制电路部 240。并且,能够将标准具 10 与光接收部(光接收元件)220 单元化,构成滤光器组件。

[0169] 驱动电路 230 连接于标准具 10 的下部电极 60、上部电极 70、以及控制电路部 40。驱动电路 230 基于从控制电路部 240 输出的驱动控制信号,将驱动电压施加于下部电极 60 以及上部电极 70 之间,使第二基板 30 移动到规定的位移位置。作为驱动电压,只要以在下部电极 60 与上部电极 70 之间产生期望的电位差的方式进行施加即可,例如,也可以对下部电极 60 施加规定的电压,将上部电极 70 作为接地电位。作为驱动电压,优选使用直流电压。

[0170] 控制电路部 240 控制分光测量仪 203 的全部操作。如图 13 所示,该控制电路部 240 由例如 CPU 250、储存部 260 等构成。并且,CPU 250 基于储存于储存部 260 的各种程序、各种数据,实施分光测定处理。储存部 260 构成为包括例如存储器或硬盘等存储介质,可随意读出地储存各种程序、各种数据等。

[0171] 这里,在储存部 260 中,作为程序,储存电压调整部 261、间隙测定部 262、光量识别部 263 以及测定部 264。并且,也可以如上所述省略间隙测定部 262。

[0172] 并且,在储存部 260 中,储存为了调整第一间隙 G1 的间隔而施加给静电致动器 80、90 的电压值、以及与施加该电压值的时间关联的图 7 中示出的电压表格数据 265。

[0173] 测色控制装置 204 连接于分光测量仪 203 以及光源装置 202,基于光源装置 202 的控制、利用分光测量仪 203 获取的分光特性,实施测色处理。作为该测色控制装置 204,可以使用例如通用的个人计算机、便携式信息终端以及其它测色专用计算机等。

[0174] 并且,如图 13 所示,测色控制装置 204 构成为包括光源控制部 272、分光特性获取部 270 以及测色处理部 271 等。光源控制部 272 连接于光源装置 202。并且,光源控制部 272 基于例如使用者的设定输入,将规定的控制信号输出至光源装置 202,使规定亮度的白光从光源装置 202 射出。分光特性获取部 270 连接于分光测量仪 203,获取从分光测量仪 203 输入的分光特性。

[0175] 测色处理部 271 基于分光特性,实施对检查对象 A 的色度进行测定的测色处理。例如,测色处理部 271 实施将从分光测量仪 203 获取的分光特性图形化并输出至未示出的打印机或显示器等输出装置等处理。

[0176] 图 14 是示出分光测量仪 203 的分光测定操作的一例的流程图。首先,控制电路部 240 的 CPU 250 启动电压调整部 261、光量识别部 263 以及测定部 264。并且,作为初始状态,CPU 250 将测定次数变量 n 初始化(设定 $n = 0$)(步骤 S1)。并且,测定次数变量 n 为 0 以上的整数值。

[0177] 之后,在初始状态即电压未施加于静电致动器 80 的状态下,测定部 264 对透过标准具 10 的光的光量进行测定(步骤 S2)。并且,该初始状态中的第一间隙 G1 的大小例如也可以在分光测量仪的制造时预先测定,并储存于储存部 260。并且,此处获取的初始状态的透过光的光量以及第一间隙 G1 的大小输出至测色控制装置 204。

[0178] 接着,电压调整部 261 读入储存于储存部 260 的电压表格数据 265(步骤 S3)。并且,电压调整部 261 对测定次数变量 n 加上“1”(步骤 S4)。

[0179] 之后,电压调整部 261 从电压表格数据 265 获取对应于测定次数变量 n 的第一、第二电极 62、64 的电压数据以及电压施加期间数据(步骤 S5)。并且,电压调整部 261 将驱动控制信号输出至驱动电路 230,根据电压表格数据 265 的数据,实施驱动静电致动器 80 的处理(步骤 S6)。

[0180] 并且,测定部 264 在经过施加时间的定时实施分光测定处理(步骤 S7)。即,测定部 264 利用光量识别部 263 测定透过光的光量。并且,测定部 264 进行将与测定的透过光的光量和透过光的波长关联的分光测定结果输出至测色控制装置 204 的控制。并且,光量的测定也可以是将多次或者全部次数的光量的数据储存于储存部 260,并在获取每多次的光量数据或者全部的光量数据之后进行整理,测定各个的光量。

[0181] 之后,CPU 250 判断测定次数变量 n 是否到达最大值 N (步骤 S8),当判断测定次数变量 n 为 N 时,完成一系列的分光测定操作。另一方面,在步骤 S8 中,当测定次数变量 n 未到 N 时,返回到步骤 S4,实施将测定次数变量 n 加上“1”的处理,以后,重复进行步骤 S5 至步骤 S8 的处理。

[0182] (光设备的其它实例)

[0183] 图 15 是示出作为本发明所涉及一实施方式的光设备的其它实例的波分复用通信系统的发射机的简要构成的框图。在波分复用(WDM:Wavelength Division Multiplexing)通信中,利用波长不同的信号相互不干涉的特性,将波长不同的多个光信号在一个光纤内复用使用,从而能够不用增设光纤线路而提高数据的传送量。

[0184] 在图 15 中,波分复用发射机 800 具有来自光源 100 的光所入射的滤光器 300,并且从滤光器 300 透过多个波长 λ_0 、 λ_1 、 $\lambda_2 \cdots$ 的光。对每个波长设置发射器 311、312、313。来自发射器 311、312、313 的多个通道的光脉冲信号在波分复用装置 321 处被合成一个,并

送出至一个光纤传送路径 331。

[0185] 本发明也同样适用于光码分复用 (OCDM:Optical Code Division Multiplexing) 发射机。OCDM 通过编码化的光脉冲信号的图形匹配而识别通道,这是因为构成光脉冲信号的光脉冲包含不同的波长的光成分。

[0186] 如以上说明,根据本发明的至少一个实施方式,例如,通过使用多个可变波长滤波器,由于一个滤波器的测定范围变窄,致动器的工作范围也变窄,因此能够降低每一个滤波器的驱动电压。并且,例如,由于一次的驱动电压的变化量减少,因此能够更加正确地控制驱动电压,从该点来看,能够提高驱动精度。并且,例如,由于各可变波长滤波器的频带变窄,因此光学膜的构造变简单。因此,具有提高可使用的光学膜的种类的自由度等优点。并且,例如,即使在覆盖宽波段的情况下,也能够使光学膜的材料(以及构造)通用化。因此,减轻了设计上以及加工上的负担。并且,例如,通过增长长波长侧的波段的带宽,能够缩短短波长侧所必要的测定波长范围(频带)。因此,在短波长侧,能够合理地确保必要的频带,容易进行各波段的测定。并且,在短波长侧的波段中,通过减少测定点的数量,即使在短波长侧的波段中也能够进行合理的测定。

[0187] 本发明适用于在滤光器、滤光器组件、分光测量仪(测色传感器或气敏元件等)以及光设备(光通信装置等)等中使用。

[0188] 尽管描述了几个实施方式,但在实质上不脱离本发明的新事项和效果的范围内可以有很多变形,这对于本领域技术人员来说是可以理解的。因此,这样的变形例都应该包括在本发明的范围内。例如,在说明书或者附图中,至少一次与更加广义或者同义的不同术语一起记载的术语在说明书或者附图中的任何地方都可以替换成该不同的术语。

[0189] 符号说明

[0190]	100(100') 光源	200 试样
[0191]	300 滤光器	301 驱动部
[0192]	303 控制部	400 光接收部
[0193]	500 校正运算部	600 信号处理部
[0194]	20 第一基板	20A1 第一相对面
[0195]	20A2 第二相对面	30 第二基板
[0196]	30A 相对面	40 第一光学膜
[0197]	50 第二光学膜	60 下部电极(第一电极)
[0198]	70 上部电极(第二电极)	
[0199]	80 静电致动器(间隙可变驱动部)	

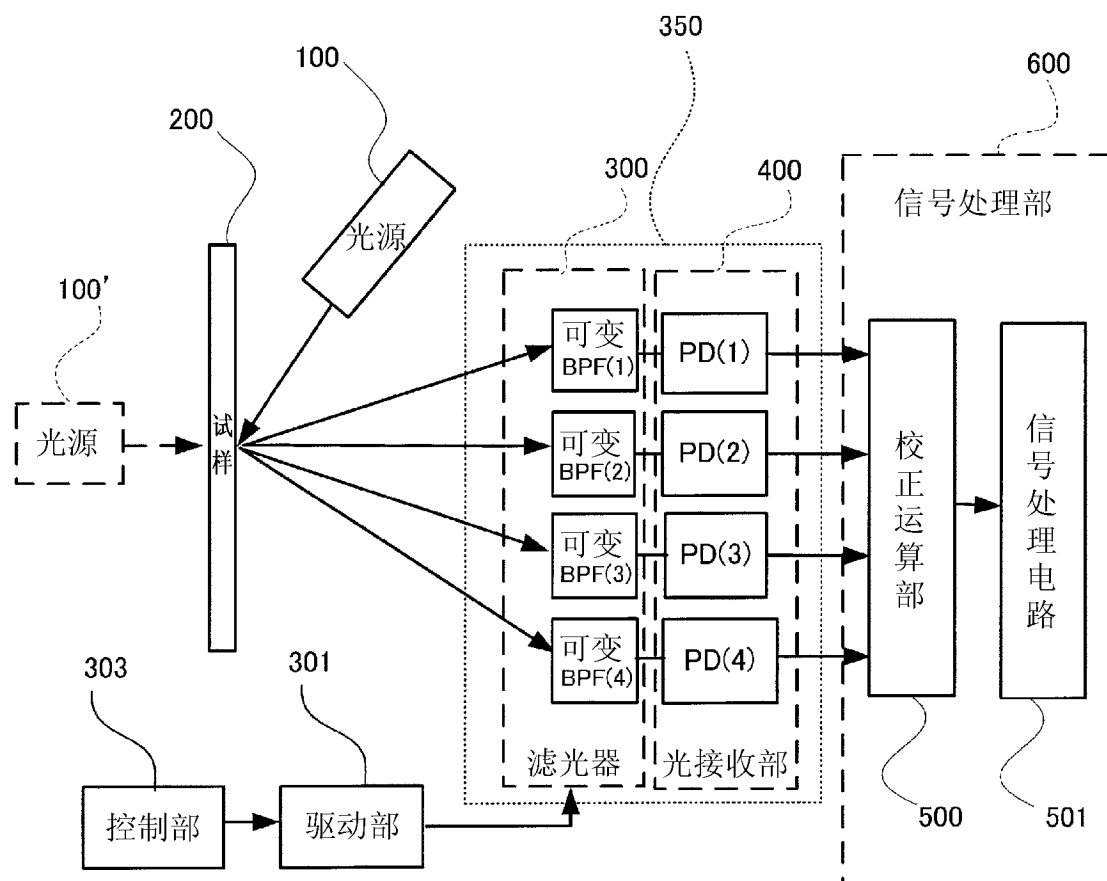


图 1 (A)

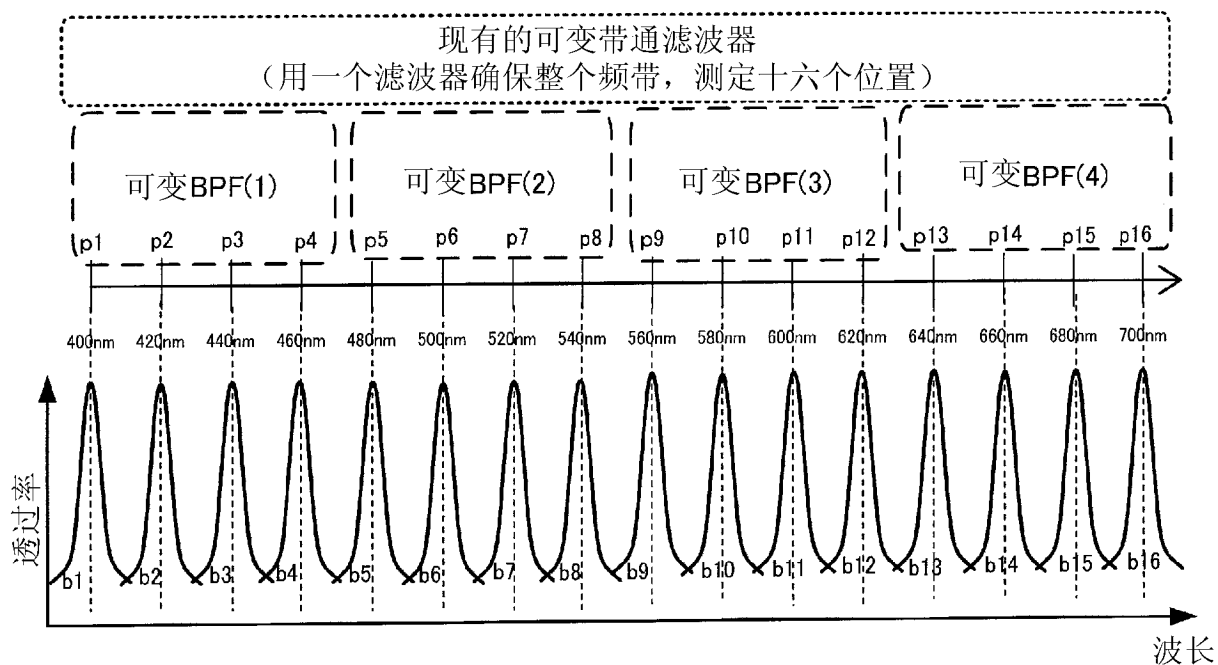


图 1 (B)

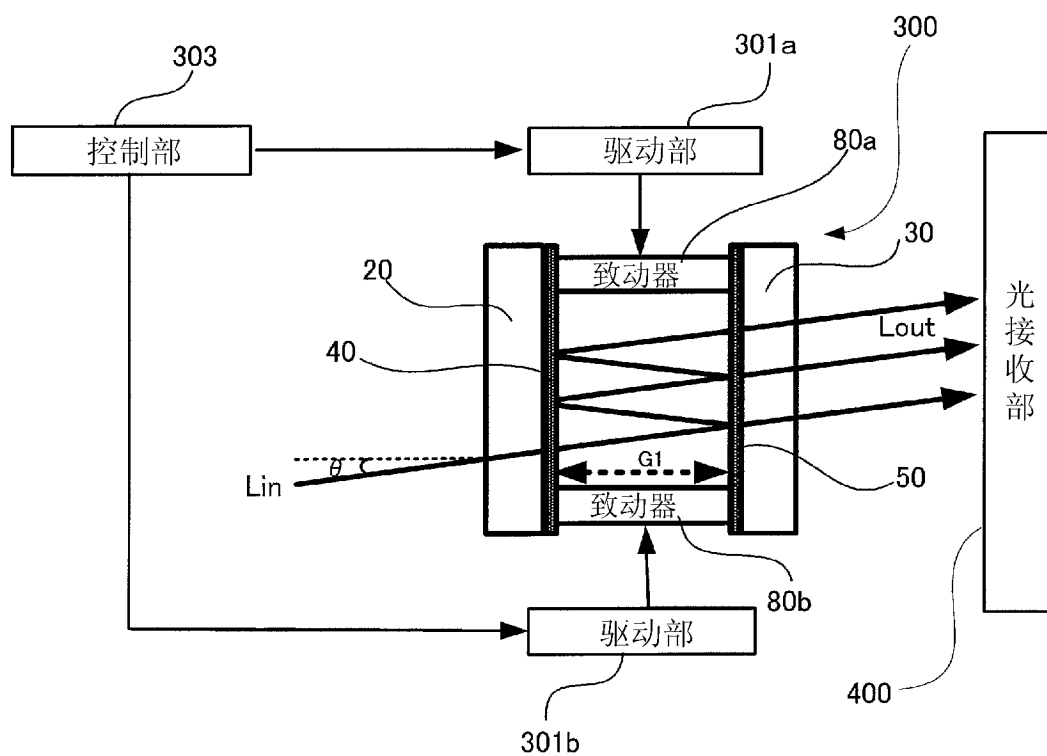


图 2(A)

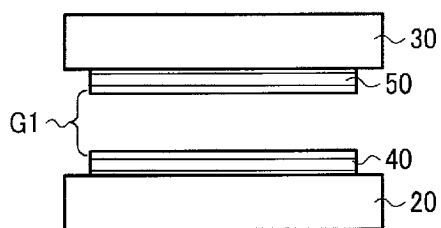


图 2(B)

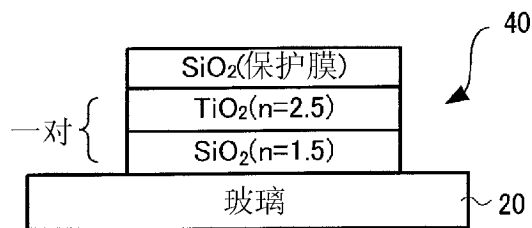
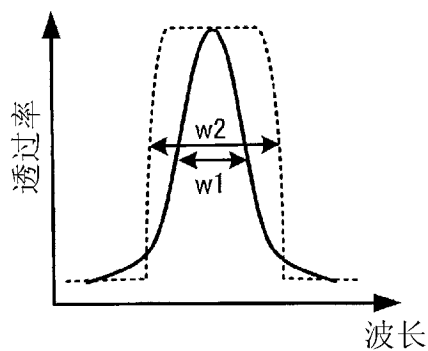


图 2(C)



—— : 使用单层膜 (一对) 时的 BPF 特性例
 : 使用多层膜 (两对以上) 时的 BPF 特性例

图 2(D)

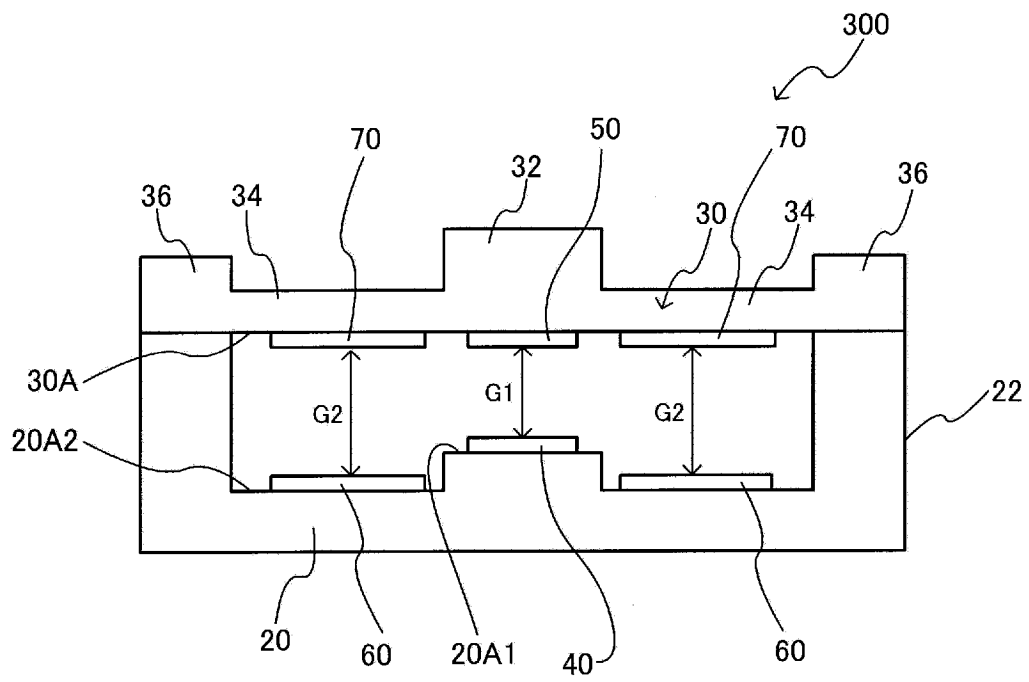


图 3(A)

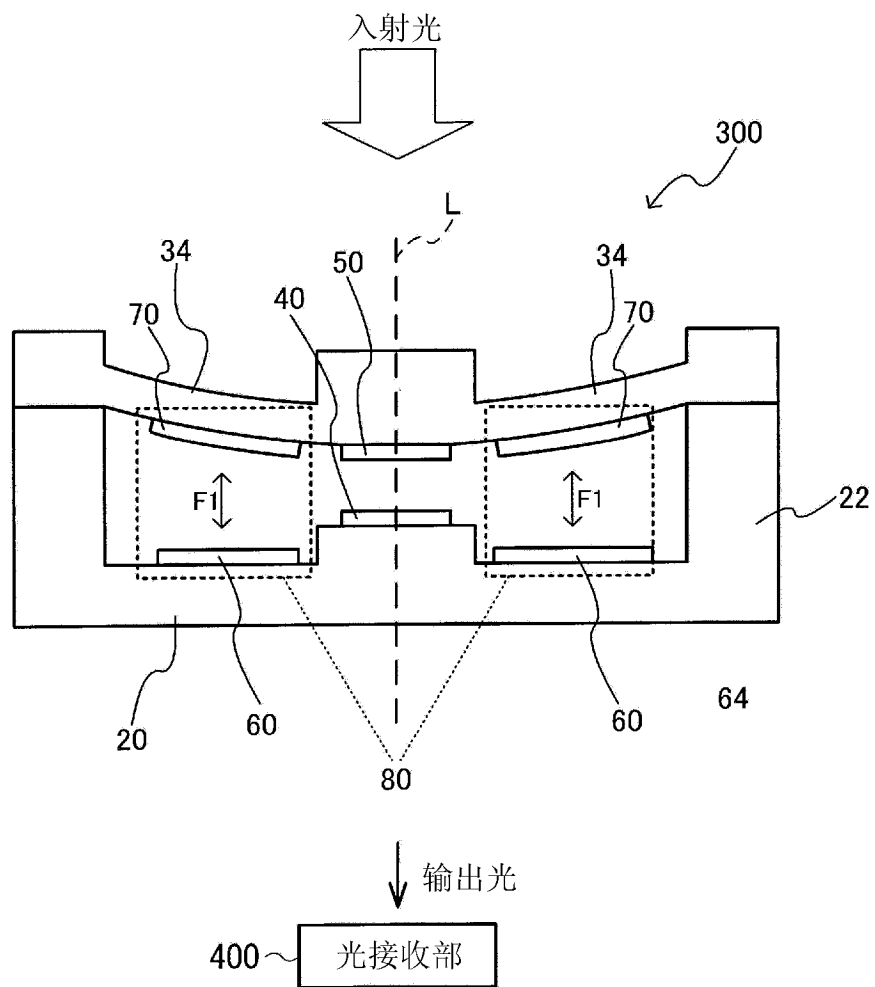


图 3(B)

图 4(A)

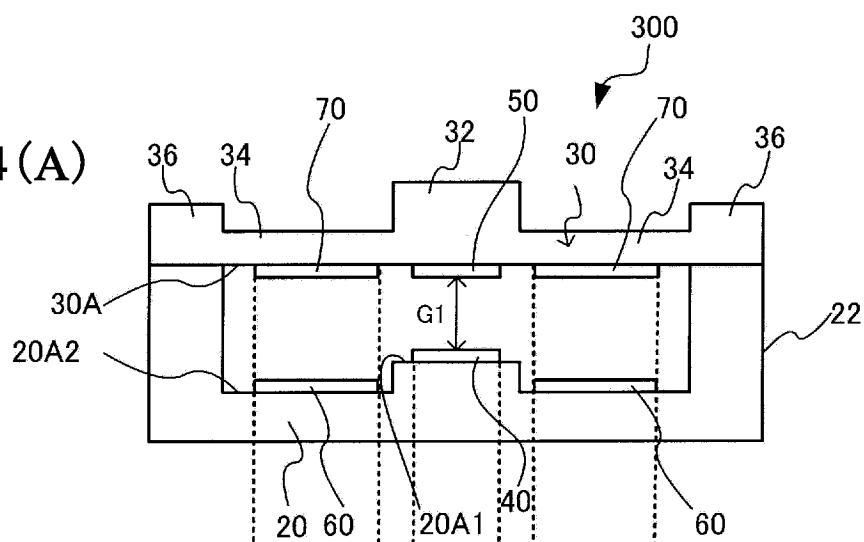


图 4 (B)

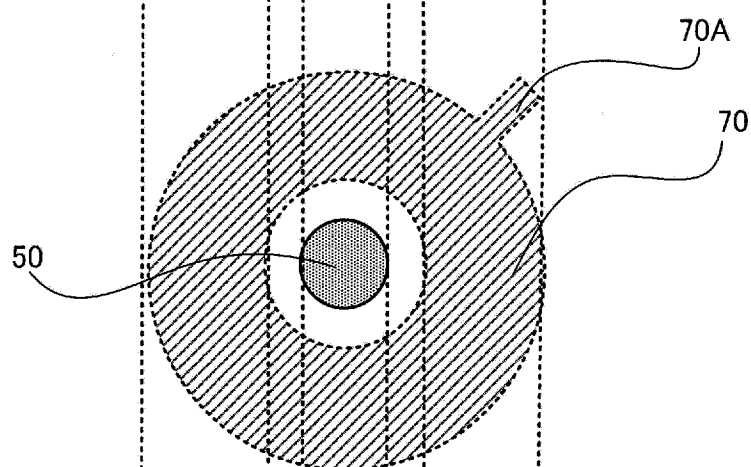
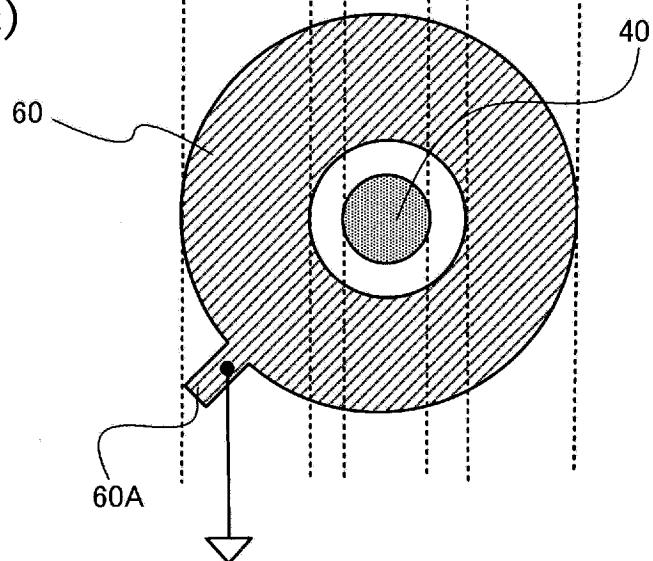


图 4(C)



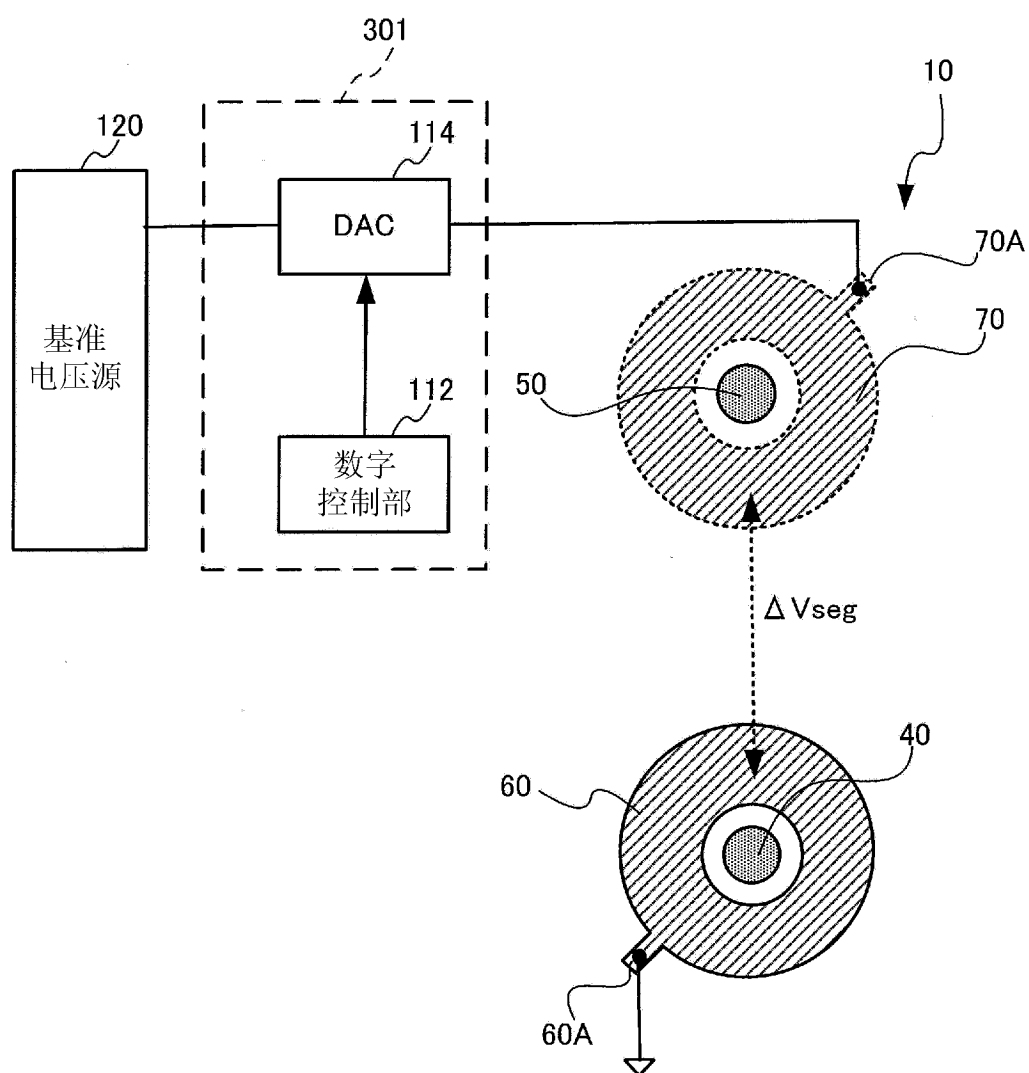


图 5

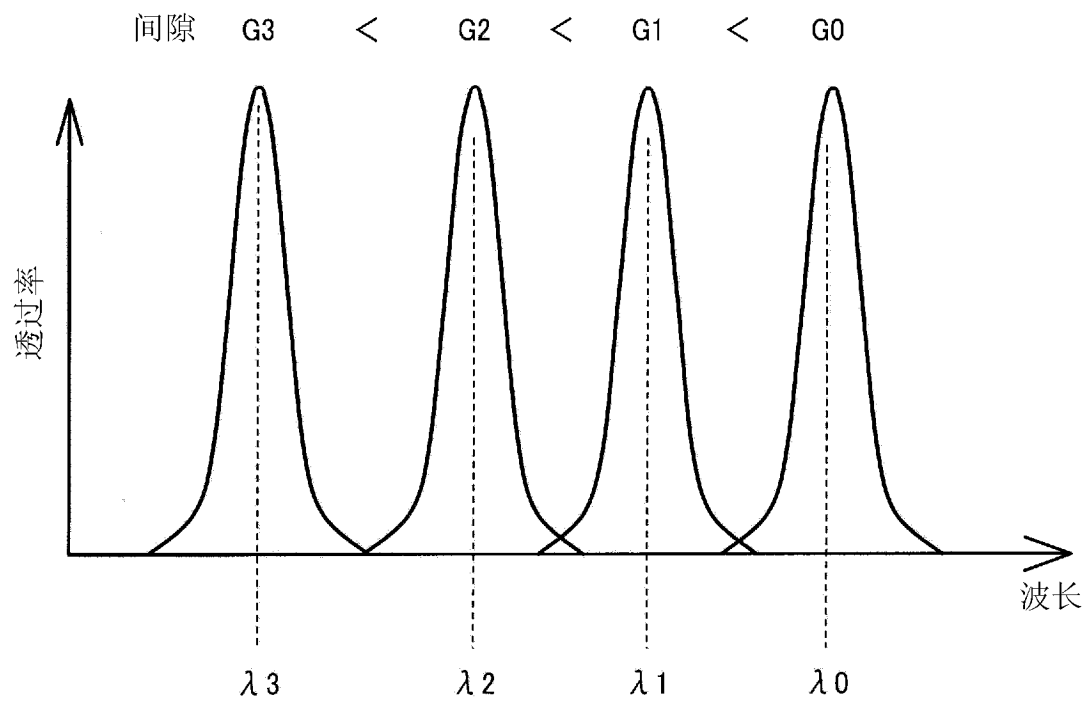


图 6

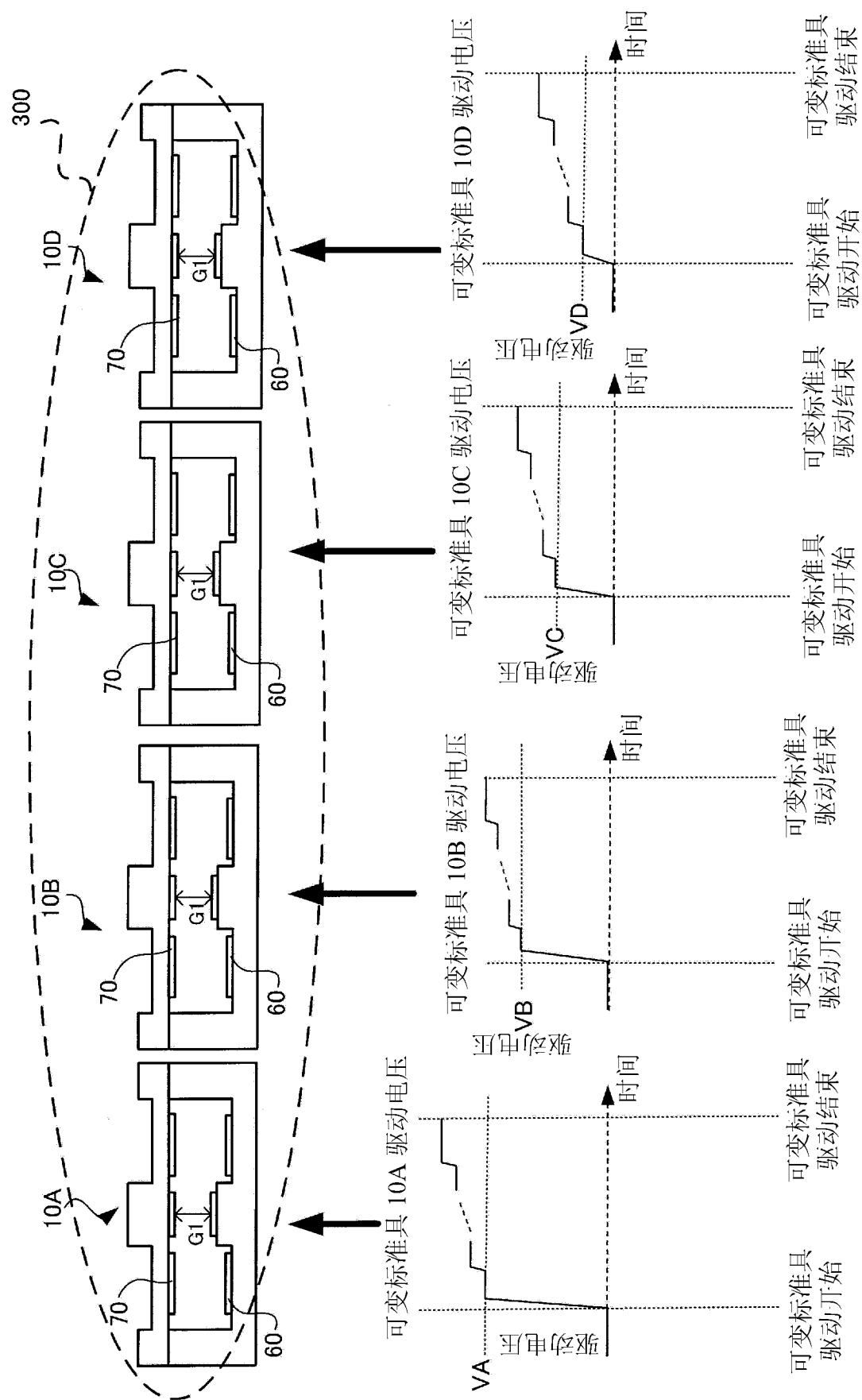


图 7

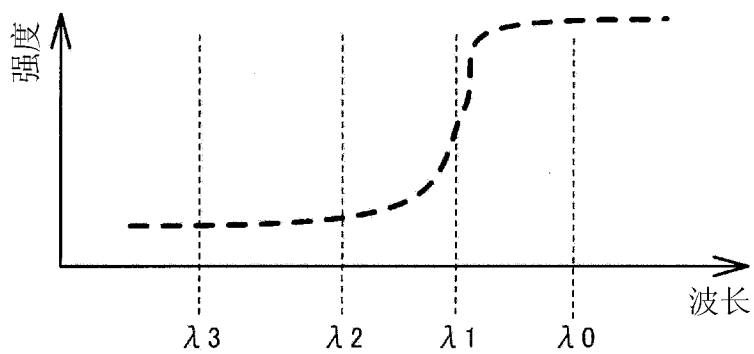


图 8(A)

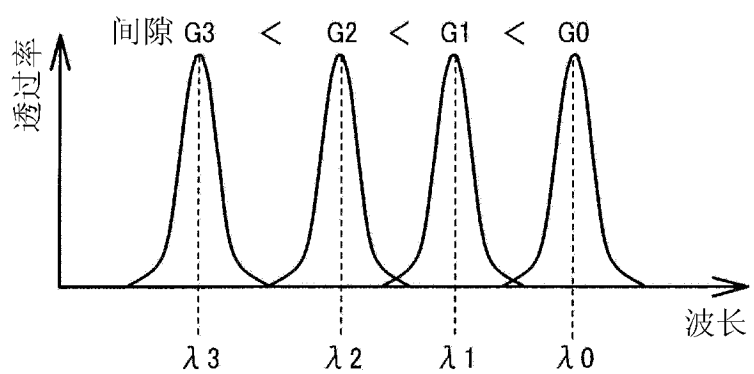


图 8(B)

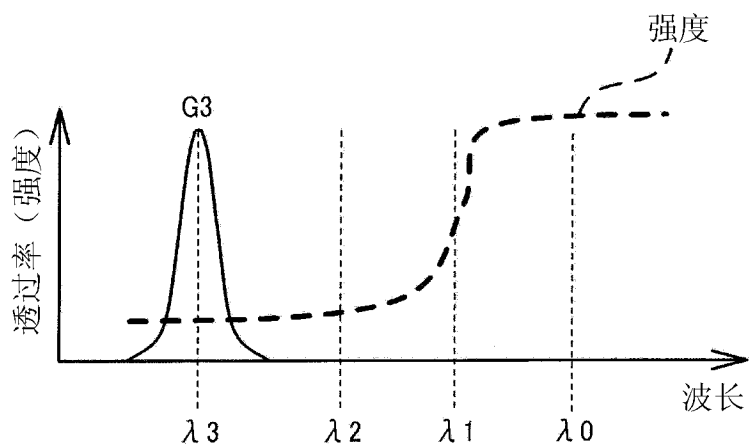


图 8(C)

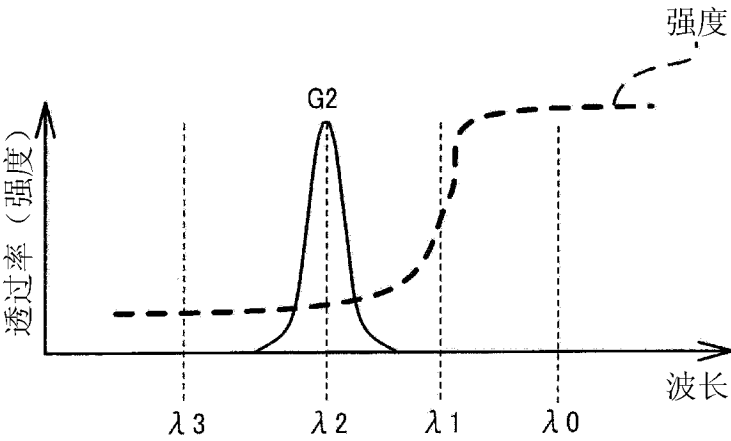


图 8(D)

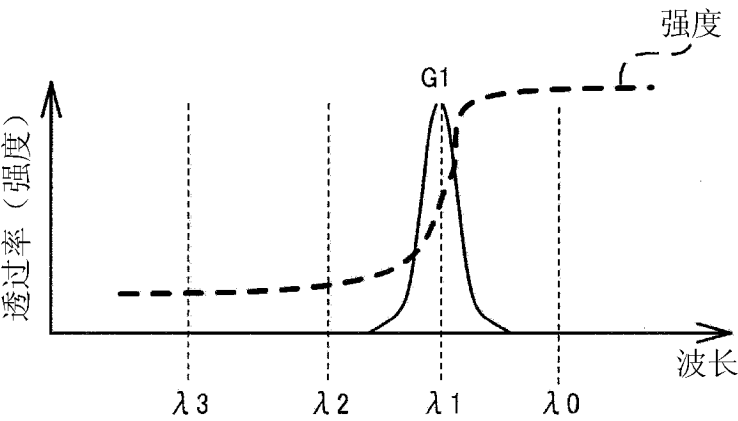


图 9(A)

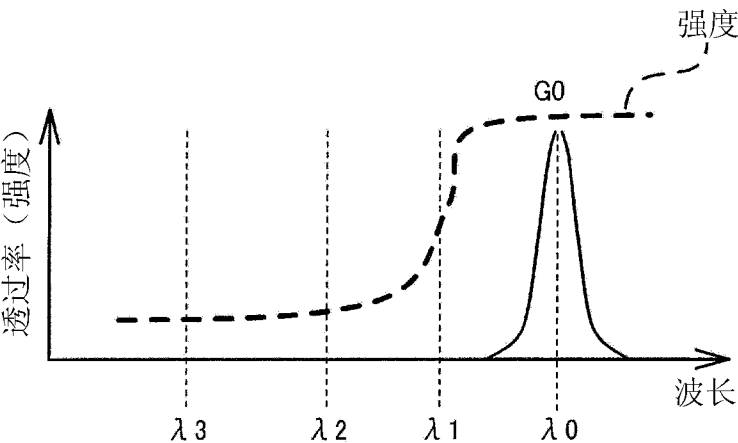


图 9(B)

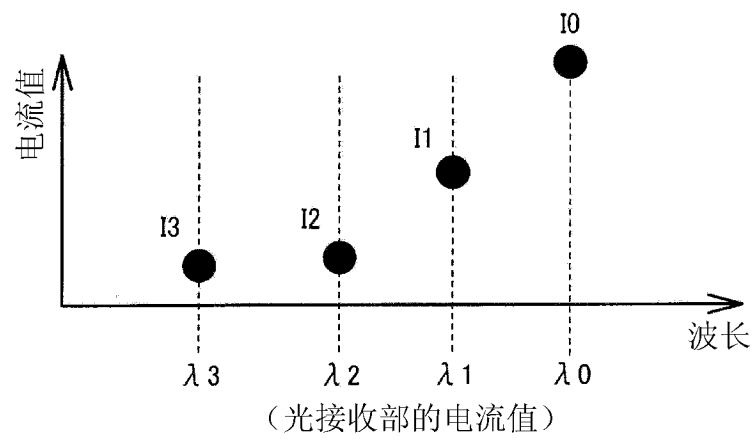


图 9(C)

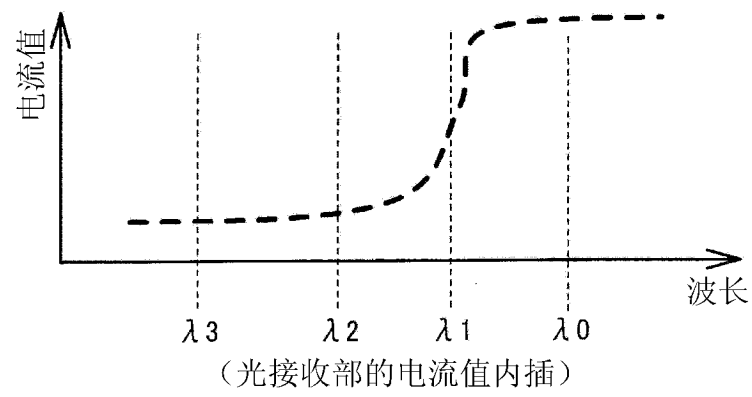


图 9(D)

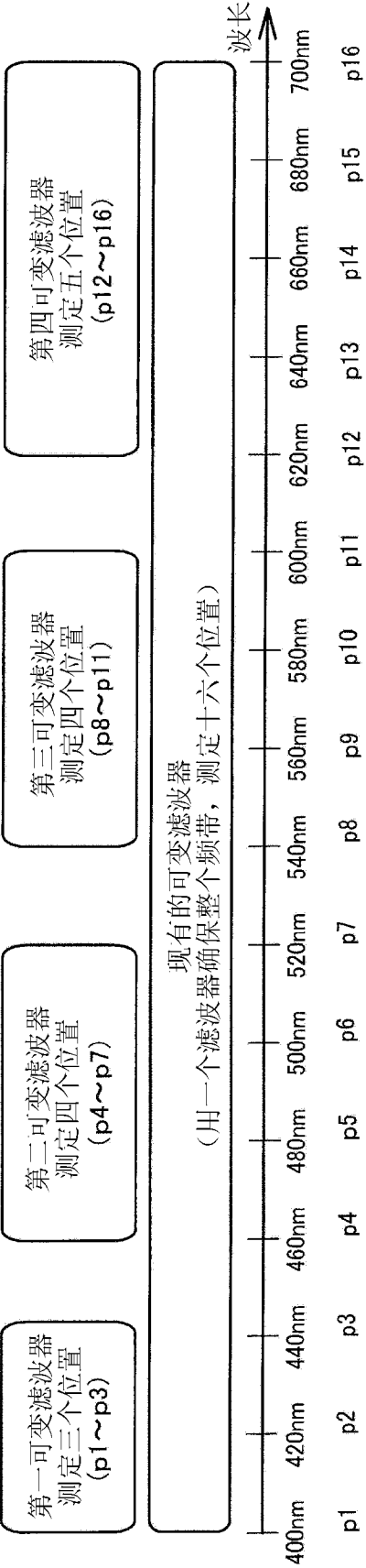


图 10 (A)

	第一可变滤波器	第二可变滤波器	第三可变滤波器	第四可变滤波器
λ_o [nm]	420	490	570	660
必要频带 [nm]	400~440	460~520	540~600	620~700
λ_1 [nm]	362	422	491	569
λ_2 [nm]	501	584	679	787
$\Delta\lambda$	139	162	188	218

图 10 (B)

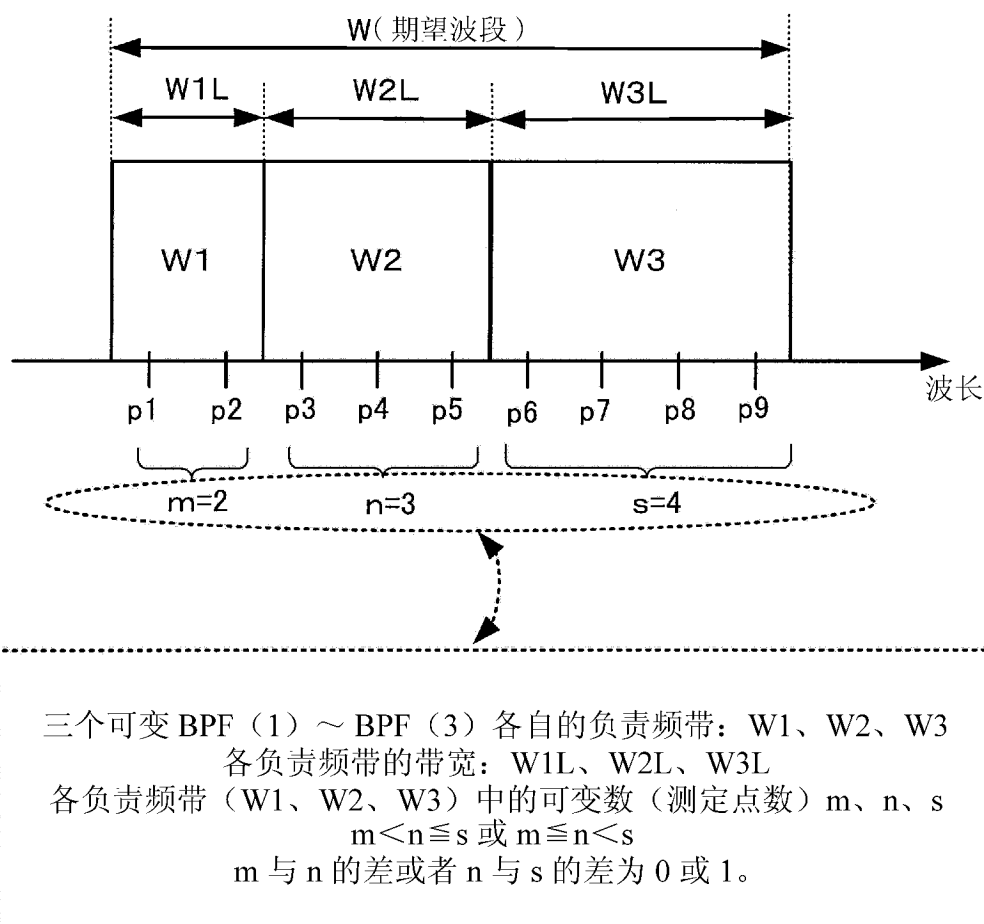


图 11

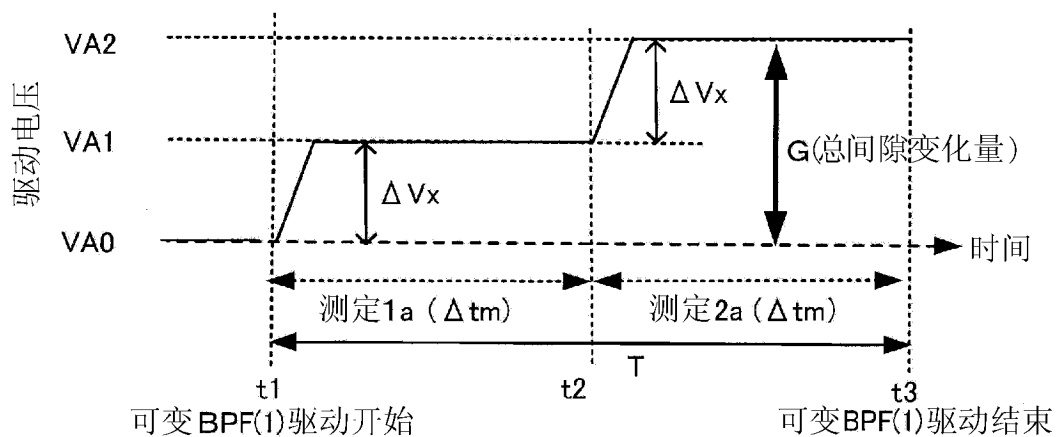


图 12(A)

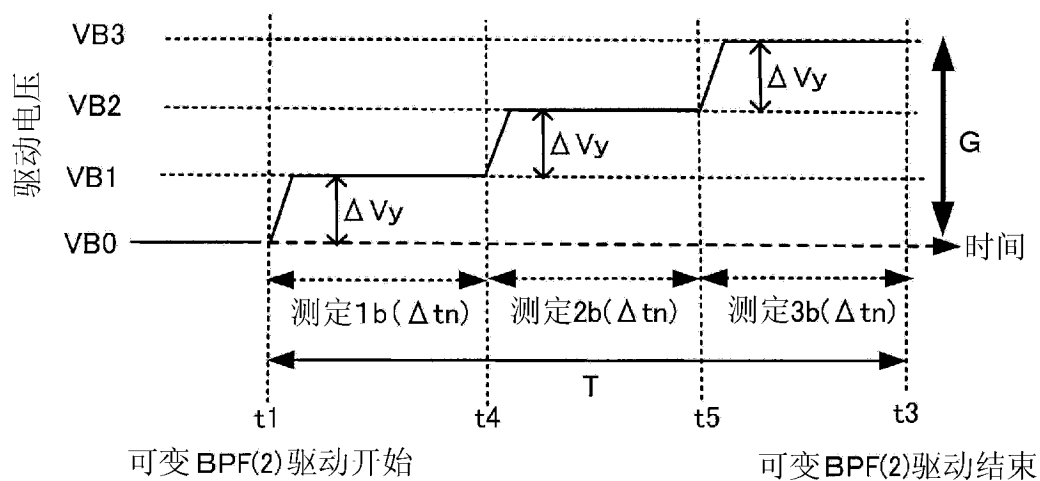


图 12(B)

使用三个可变波长滤波器时的示例

$$W1L < W2L < W3L$$

$$m < n < s$$

一次间隙变化量: $G/m > G/n > G/s$ (G 是总间隙变化量)

驱动电压变化量: $\Delta V_x > \Delta V_y > \Delta V_z$

每一次的测定时间 $\Delta t_m > \Delta t_n > \Delta t_s$

总测定时间 $T \doteq m \cdot \Delta t_m \doteq n \cdot \Delta t_n \doteq s \cdot \Delta t_s$

图 12(C)

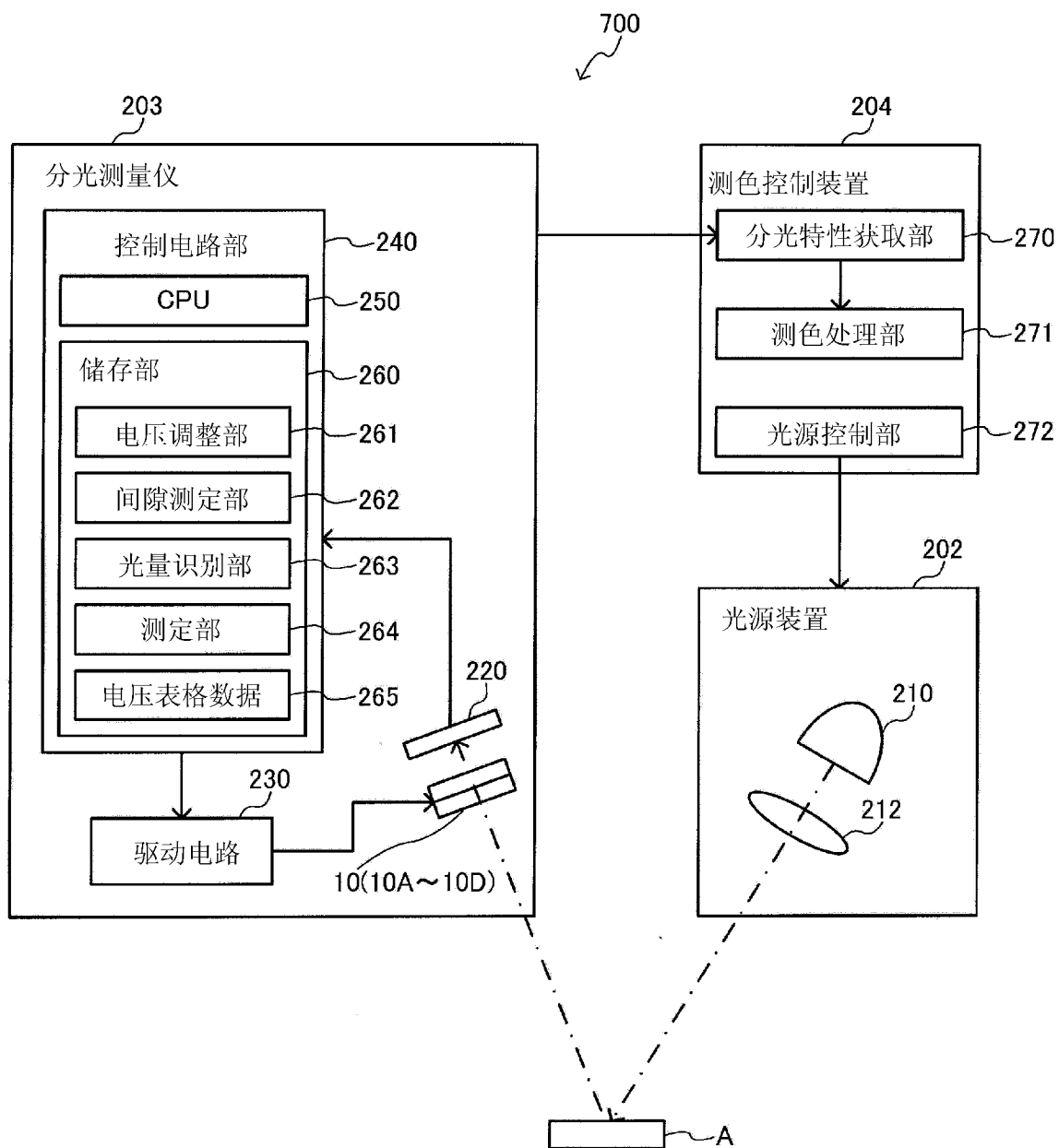


图 13

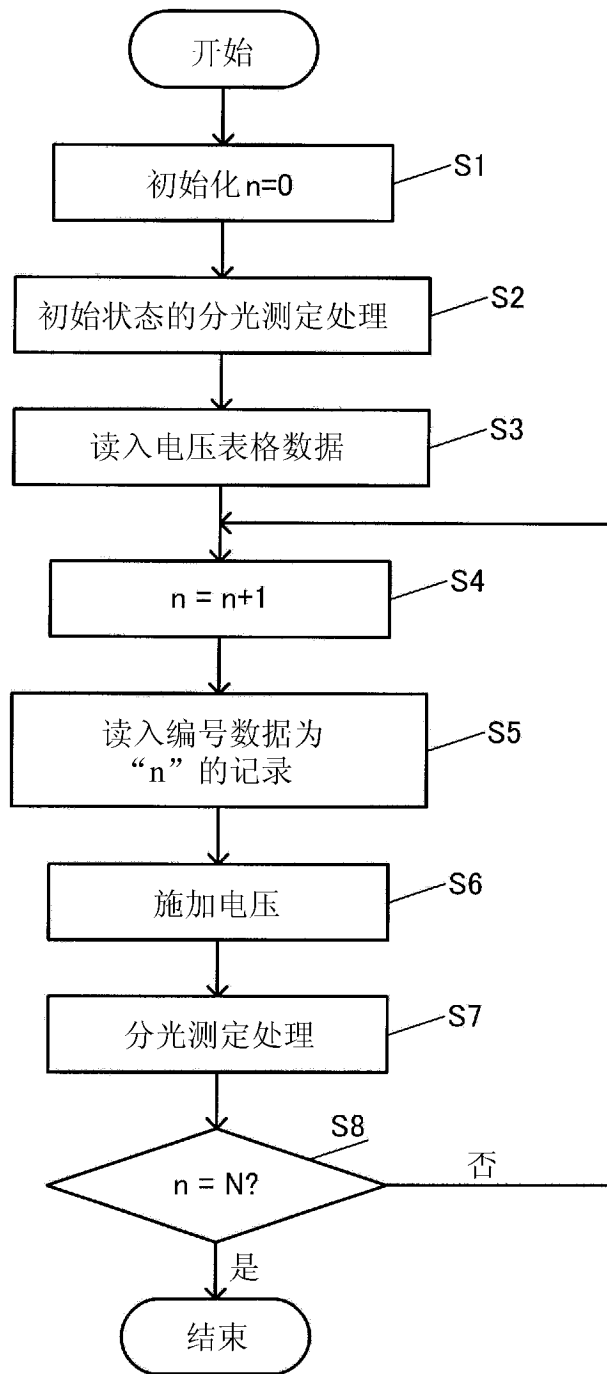


图 14

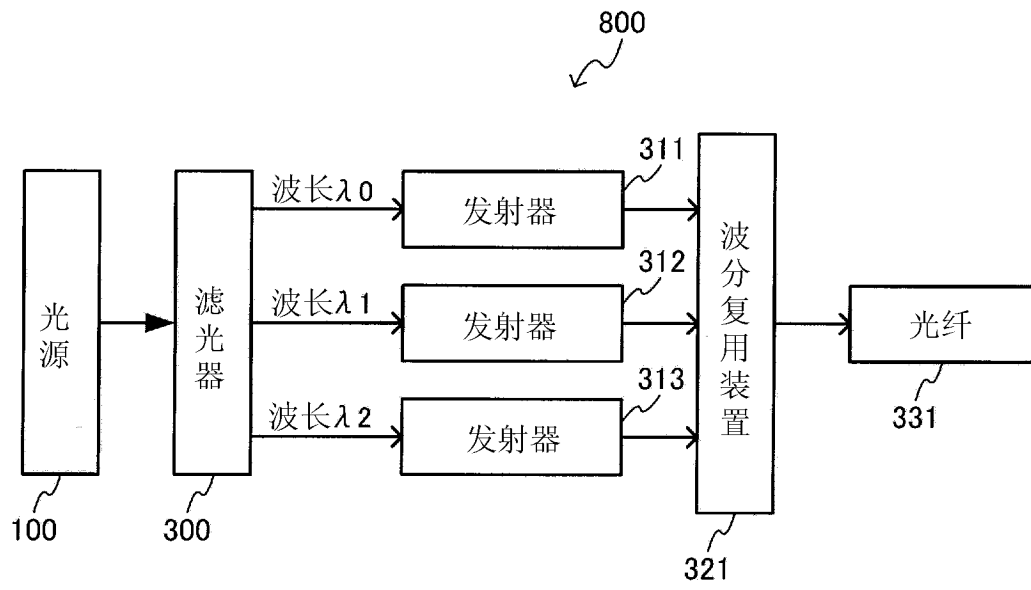


图 15