



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104568155 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201410545537. 6

(22) 申请日 2014. 10. 15

(30) 优先权数据

2013-223980 2013. 10. 29 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 多津田哲男

(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

(51) Int. Cl.

G01J 3/51(2006. 01)

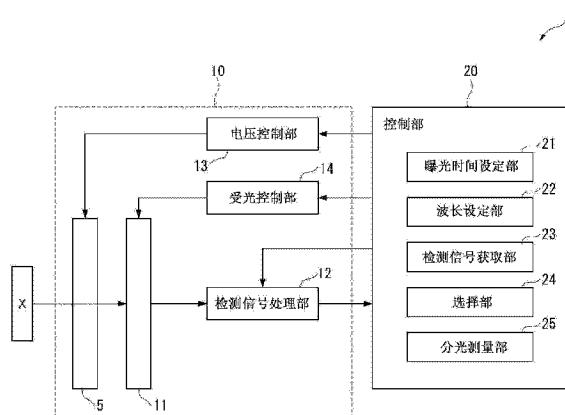
权利要求书2页 说明书17页 附图10页

(54) 发明名称

分光测量装置及分光测量方法

(57) 摘要

本发明涉及分光测量装置及分光测量方法。分光测量装置 (1) 具备：从入射光选择性地出射规定的波长的光且能够改变出射的光的波长的波长可变干涉滤波器 (5)；通过曝光从波长可变干涉滤波器 (5) 出射的光而输出与曝光量对应的检测信号的受光元件 (11)；对多个波长分别获取曝光量不同的多个检测信号的检测信号获取部 (23)；以及在获取的多个检测信号中选择信号电平小于与受光元件 (11) 的饱和曝光量对应的最大信号电平的、且为最大的检测信号。



1. 一种分光测量装置,其特征在于,具备:

分光元件,从入射光选择性地出射规定的波长的光,并且能够改变出射的光的波长;

受光元件,通过曝光从所述分光元件出射的光,输出与曝光量对应的检测信号;

检测信号获取部,对多个所述波长分别获取所述曝光量不同的多个检测信号;以及

选择部,在获取的多个所述检测信号中选择信号电平小于与所述受光元件的饱和曝光量对应的最大信号电平的、且为最大的检测信号。

2. 根据权利要求1所述的分光测量装置,其特征在于,

在下述的曝光条件下获取所述多个检测信号中的与最小的曝光量对应的检测信号,所述曝光条件为:当使相对于规定的波长域内的各波长的光中被反射率比第一规定值高的高反射基准物反射的光入射到所述分光元件,并且利用所述分光元件依次切换波长并在所述受光元件受光时,对应各波长的所述检测信号变得比所述最大信号电平小。

3. 根据权利要求2所述的分光测量装置,其特征在于,

在下述的曝光条件下获取所述多个检测信号中的与最小的曝光量对应的检测信号,所述曝光条件为:当使被所述高反射基准物反射的光入射到所述分光元件,并且利用所述分光元件依次切换波长并在所述受光元件受光时,对应各波长的所述检测信号的最大值比所述最大信号电平小,且在从所述最大信号电平到第一阈值以内。

4. 根据权利要求2所述的分光测量装置,其特征在于,

在下述的曝光条件下获取所述多个检测信号中的与最大的曝光量对应的检测信号,所述曝光条件为:当使相对于规定的波长域内的各波长的光中被反射率比小于所述第一规定值的第二规定值低的低反射基准物反射的光入射到所述分光元件,并且利用所述分光元件依次切换波长并在所述受光元件受光时,所述检测信号的信号电平在与适当曝光的曝光量的下限值对应的下限信号电平以上。

5. 根据权利要求4所述的分光测量装置,其特征在于,

在下述的曝光条件下获取所述多个检测信号中的与最大的曝光量对应的检测信号,所述曝光条件为:当使被所述低反射基准物反射的光入射到所述分光元件,并且利用所述分光元件依次切换波长并在所述受光元件受光时,对应各波长的所述检测信号的最小值比所述下限信号电平大且为从所述下限信号电平到第二阈值。

6. 根据权利要求1所述的分光测量装置,其特征在于,

所述受光元件具有接收光的多个像素,

所述选择部针对各像素选择所述检测信号。

7. 根据权利要求1所述的分光测量装置,其特征在于,

所述检测信号获取部控制所述受光元件的曝光时间,获取曝光量不同的多个检测信号。

8. 根据权利要求7所述的分光测量装置,其特征在于,

所述受光元件以没有伴随积蓄电荷的重置的非破坏读出方式依次进行以比曝光量为最大的最大曝光时间短的曝光时间进行曝光的电荷的读出。

9. 根据权利要求1所述的分光测量装置,其特征在于,

所述受光元件具有灵敏度各不相同的多个受光区域。

10. 根据权利要求1至9的任一项所述的分光测量装置,其特征在于,

所述分光元件是法布里佩罗滤波器。

11. 一种分光测量方法,其特征在于,所述分光测量方法是分光测量装置中的分光测量方法,所述分光测量装置具备:从入射光选择性地出射规定的波长的光且能够改变出射的光的波长的分光元件;通过曝光从所述分光元件出射的光而输出与曝光量对应的检测信号的受光元件;以及获取所述检测信号并进行处理的处理部,

在所述分光测量方法中,对多个所述波长分别获取所述曝光量不同的多个检测信号,在获取的多个所述检测信号中选择信号电平小于与所述受光元件的饱和曝光量对应的最大信号电平的、且为最大的检测信号。

分光测量装置及分光测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及分光测量装置及分光测量方法。

背景技术

[0002] 以往,已知有接收通过光学元件的光而测量受光量的测量装置(例如,参照专利文献1)。

[0003] 在该专利文献1中,记载了如下的摄像装置:在摄像元件接收测量光,并获取对象物的反射分光光谱(分光光谱)的摄像装置,其中,上述测量光透过了分别具有不同带域的多个作为光学元件的带通滤波器。

[0004] 在专利文献1所记载的摄像装置中,在设定测量对象后,为了设定用于对该测量对象获得摄像元件的适当曝光的范围的曝光量的曝光时间,对多个带通滤波器分别进行预备曝光。然后,基于预备曝光的结果,对与各带通滤波器对应的各波长分别获取曝光时间。然后,在对测量对象的分光光谱进行测量时,在与各波长对应的上述曝光时间进行测量对象的摄像。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2007-127657号公报

发明内容

[0008] 然而,在专利文献1所记载的摄像装置中,存在如下课题:如果测量对象改变,为了对新的测量对象分别在各测量波长设定曝光时间,需要再次进行预备曝光,测量需要时间。

[0009] 本发明的目的在于,提供即使在对任意的测量对象进行分光测量的情况下也能够实现测量时间的缩短的分光测量装置及分光测量方法。

[0010] 本发明的分光测量装置的特征在于,具备:分光元件,其从入射光选择性地出射规定的波长的光且能够改变出射的光的波长;受光元件,其通过曝光从所述分光元件出射的光,输出与曝光量对应的检测信号;检测信号获取部,其对多个所述波长分别获取所述曝光量不同的多个检测信号;以及选择部,选择获取的多个所述检测信号中的、信号电平小于与所述受光元件的饱和曝光量对应的最大信号电平、且最大的检测信号。

[0011] 在本发明中,对各波长在各不相同的多个曝光量下获取来自受光元件的检测信号。而且,选择对各波长获取的多个检测信号中不超过最大信号电平且信号电平最大的检测信号。

[0012] 由此,能够对多个波长选择不超过饱和曝光量的、与最大曝光量对应的检测信号,能够实现曝光过度的抑制及噪声的降低。

[0013] 另外,为了对多个波长获得不超过饱和曝光量且在适当曝光的范围的曝光量,不需要进行按每个测量对象设定对各波长的适当曝光时间的预备曝光。因此,能够缩短测量

时间。这里所述的适当曝光的范围,是曝光量不会曝光过度及曝光小于、可适当测量灰度变化的曝光量的范围。

[0014] 另外,不需要进行预备曝光,故在改变测量对象而连续进行测量的情况下,能进一步缩短测量时间。

[0015] 本发明的分光测量装置中,优选所述多个检测信号中的与最小的曝光量对应的检测信号,在如下的曝光条件下获取:使利用相对规定的波长域内的各波长的光反射率比第一规定值高的高反射基准物反射的光,入射到所述分光元件,在利用所述分光元件依次切换波长并在所述受光元件受光时,对各波长的所述检测信号变得比所述最大信号电平小的曝光条件。

[0016] 依据本发明,在对高反射基准物(例如若是可见光域,则为白色基准物)按每个波长获取检测信号时,设定曝光条件(例如,曝光时间、受光元件中的受光灵敏度等),使得各检测信号不超过最大信号电平。

[0017] 在该情况下,对成为测量对象的规定波长域的各波长不会变得曝光过度。因此,在对各波长获取曝光量不同的多个检测信号时,能够获取与小于适当曝光的范围的上限值(饱和曝光量)的曝光量对应的检测信号、即小于最大信号电平的至少一个检测信号。

[0018] 本发明的分光测量装置,优选所述多个检测信号中的与最小的曝光量对应的检测信号,在如下的曝光条件下获取:使利用所述高反射基准物反射的光,入射到所述分光元件,利用所述分光元件依次切换波长并在所述受光元件受光时,对各波长的所述检测信号的最大值比所述最大信号电平小且在从所述最大信号电平到第一阈值以内的曝光条件。

[0019] 在本发明中,将测量由高反射基准物反射的光时的曝光条件设定为使曝光量的最大值小于饱和曝光量小于且在饱和曝光量附近的曝光条件。由此,能够将与在受光元件接收的光的最大光量对应的检测信号(检测值的最大值)的信号电平设为最大信号电平的附近的值。因此,能够增大上述曝光条件中的、从检测值的最大值到与适当曝光的曝光量的下限值对应的下限信号电平为止的幅度,能够有效地使用可在受光元件检测的信号电平的范围。

[0020] 在本发明的分光测量装置中,优选所述多个检测信号中的与最大的曝光量对应的检测信号,在如下的曝光条件下获取:使利用相对规定的波长域内的各波长的光反射率比小于所述第一规定值的第二规定值低的低反射基准物反射的光,入射到所述分光元件,利用所述分光元件依次切换波长并在所述受光元件受光时,所述检测信号的信号电平在与适当曝光的曝光量的下限值对应的下限信号电平以上的曝光条件。

[0021] 依据本发明,在对低反射基准物(例如若是可见光域则为黑色基准物)按每个波长获取检测信号时,设定曝光条件(曝光时间、受光元件中的受光灵敏度等),使得各检测信号的最小信号电平不会在下限信号电平之下。

[0022] 在上述的发明中,与最小的曝光量对应的检测信号,基于高反射基准物设定曝光条件,故在例如以规定波长下反射率低的测量对象为对象的情况下,在该波长下得不到充分的曝光量,SN比劣化。在该情况下,信号电平选择更高的检测信号,故在该检测信号不是基于适当曝光范围的信号电平的情况(最大信号电平以上和下限信号电平不足的情况)下,难以获取高精度的检测信号。相对于此,在本发明中,即使对反射率低的测量对象,也可设定曝光条件,使得检测信号的信号电平在下限信号电平以上。

[0023] 因此,在利用选择部获取信号电平最大的检测信号时,能够获取抑制了对该检测信号的噪声分量的混入的高精度信号。

[0024] 在本发明的分光测量装置中,优选所述多个检测信号中的与最大的曝光量对应的检测信号,在如下的曝光条件下获取:使由所述低反射基准物反射的光入射到所述分光元件,利用所述分光元件依次切换波长并在所述受光元件受光时,对各波长的所述检测信号的最小值,比所述下限信号电平大且在从所述下限信号电平到第二阈值的曝光条件。

[0025] 在本发明中,将测量由低反射基准物反射的光时的曝光条件,设为使曝光量的最小值为比适当曝光范围的下限值大且为附近的值的曝光条件。由此,能够将与在受光元件受光的光的最小光量对应的检测信号(检测值的最小值)的信号电平设为下限信号电平的附近的值。因此,能够增大上述曝光条件中的、从检测值的最小值到最大信号电平为止的宽度,能够有效地使用在受光元件可检测的信号电平的范围。

[0026] 在本发明的分光测量装置中,优选所述受光元件具有接收光的多个像素,所述选择部对各像素选择所述检测信号。

[0027] 依据本发明,分光测量装置利用具有多个像素的受光元件接收各波长的光,按像素获取与不同的多个曝光量对应的检测信号。而且,优选对各像素选择不超过最大信号电平且信号电平最大的检测信号。

[0028] 利用具有多个像素的受光元件受光,例如在获取分光图像的情况下,在图像内,在与对规定波长的反射率高的部位对应的像素中,信号电平变大,在反射率与低部位对应的像素中,信号电平变小。在这样的情况下,例如,在利用预备曝光等设定与各波长对应的曝光时间时,与反射率高的部位对应地设定曝光时间使得不超过饱和曝光量,在与反射率低的部位对应的像素中,不能够获取充分的曝光量。因此,在与反射率低的部分对应的像素中,曝光量和噪声分量的差小,故在检测信号中噪声分量的含有率变高,不能获取高精度的分光图像。

[0029] 相反,为了使反射率低的部位的曝光量在适当曝光的范围内而设定充分的曝光时间时,在与反射率高的部位对应的像素中,有曝光过度之忧,不能获取高精度的分光图像。

[0030] 相对于此,在本发明中,如上所述,按每个像素选择检测信号,故即使在与反射率低的部位对应的像素中,也能实施降低了噪声分量(SN比高)的测量。另外,如上所述,按像素选择不超过最大信号电平的检测信号,故能够抑制因曝光过度导致不能获取准确的受光量的像素的产生。从以上能实施高精度的分光测量。

[0031] 在本发明的分光测量装置中,优选所述检测信号获取部控制所述受光元件的曝光时间,获取曝光量不同的多个检测信号。

[0032] 依据本发明,设曝光条件为曝光时间,能够利用曝光时间不同改变曝光量。因此,例如,不需要使用受光元件中的受光面的面积不同的多个受光元件,能够实现结构的简化。

[0033] 在本发明的分光测量装置中,所述受光元件优选以没有积蓄电荷的重置的非破坏读出方式依次读出以比曝光量为最大的最大曝光时间短的曝光时间进行曝光的电荷依次读出。

[0034] 依据本发明,在多个曝光时间进行曝光时,在到最大曝光时间为止的期间的多个曝光时间中,依次读出与各曝光时间对应的曝光量。就是说,不用重置在各曝光时间积蓄的电荷,就能以一次测量(到最大曝光时间为止的测量)获取与多个曝光时间(曝光量)对

应的检测信号,能够缩短测量时间。

[0035] 在本发明的分光测量装置中,优选所述受光元件具有灵敏度各不相同的多个受光区域。

[0036] 依据本发明,分光测量装置在具有灵敏度各不相同的多个受光区域的受光元件接收来自测量对象的光,获取与各受光区域对应的曝光量。就是说,设曝光条件为受光元件的灵敏度,获取与不同曝光量对应的检测信号。由此,即使在对各受光区域以固定的曝光时间进行受光的情况下,也能同时获取与各受光区域的灵敏度对应的不同多个曝光量,能够缩短测量时间。

[0037] 在本发明的分光测量装置中,优选所述分光元件是法布里佩罗滤波器。

[0038] 依据本发明,通过使用法布里佩罗滤波器作为分光元件,能够以测量对象波长的间隔例如为 10nm 等的细微间隔进行测量。因此,与可控制的测量对象波长的间隔大的情况相比,能够以对测量对象波长域多的测量波长(例如数十个测量波长)实施测量。在该情况下,对测量对象在多个测量波长进行上述的预备曝光,或在每次改变测量对象时进行预备曝光,与在数个左右的波长进行测量的情况相比,预备曝光所耗费的时间变长。因此,如本发明那样,在不需要进行预备曝光的结构中,在使用法布里佩罗滤波器的情况下,能够进一步实现测量时间的缩短。

[0039] 本发明的分光测量方法是分光测量装置中的分光测量方法,所述分光装置具备:从入射光选择性地出射规定的波长的光且可改变出射的光的波长的分光元件,通过曝光从所述分光元件出射的光输出与曝光量对应的检测信号的受光元件,以及获取所述检测信号并处理的处理部,其特征在于,对多个所述波长分别获取所述曝光量不同的多个检测信号,选择获取的多个所述检测信号中信号电平小于与所述受光元件的饱和曝光量对应的最大信号电平且最大的检测信号。

[0040] 在本发明中,与上述分光测量装置的发明同样,选择对各波长获取的与多个曝光量对应的检测信号中的、不超过最大信号电平且信号电平最大的检测信号。

[0041] 另外,如上所述,不需要按每个测量对象对各波长进行预备曝光,故能缩短测量时间。而且,不需要进行预备曝光,故在改变测量对象并连续进行测量的情况下,也能进一步地缩短测量时间。

附图说明

[0042] 图 1 是示出本发明的第一实施方式的分光测量装置的概略结构的框图。

[0043] 图 2 是示出上述实施方式的波长可变干涉滤波器的概略结构的平面图。

[0044] 图 3 是示出上述实施方式的波长可变干涉滤波器的概略结构的截面图。

[0045] 图 4 是示出曝光时间和检测信号的关系的一个例子的曲线图。

[0046] 图 5 的 (A) 和 (B) 是示出对多个曝光时间的测量波长和检测信号的关系的一个例子的曲线图。

[0047] 图 6 是示出上述实施方式的分光测量处理的流程图。

[0048] 图 7 是示意性地示出曝光时间和检测信号的关系的曲线图。

[0049] 图 8 是示出本发明的第二实施方式的分光测量装置的概略结构的框图。

[0050] 图 9 是示意性地示出上述实施方式的受光元件的一个像素的结构图。

[0051] 图 10 的 (A) 和 (B) 是示意性地示出曝光时间和检测信号的关系的曲线图。

[0052] 图 11 是示出上述实施方式的分光测量处理的流程图。

具体实施方式

[0053] (第一实施方式)

[0054] 以下,基于附图说明本发明的第一实施方式。

[0055] (分光测量装置的结构)

[0056] 图 1 是示出本发明的分光测量装置的概略结构的框图。

[0057] 分光测量装置 1 是分析在测量对象 X 反射的测量对象光中的各波长的光强度并测量分光光谱的装置。此外,在本实施方式中,示出测量在测量对象 X 反射的测量对象光的例子,但作为测量对象 X,也可例如在使用液晶面板等的发光体时,将从该发光体发出的光作为测量对象光。

[0058] 而且,该分光测量装置 1,如图 1 所示,具备光学模块 10,以及控制光学模块 10 并处理从该光学模块 10 输出的信号的控制部 20。

[0059] (光学模块的结构)

[0060] 光学模块 10 具备波长可变干涉滤波器 5,受光元件 11,检测信号处理部 12,电压控制部 13,以及受光控制部 14。

[0061] 该光学模块 10 使在测量对象 X 反射的测量对象光通过入射光学系统(省略图示),导向波长可变干涉滤波器 5,在受光元件 11 接收透过波长可变干涉滤波器 5 的光。然后,从受光元件 11 输出的检测信号,经由检测信号处理部 12 向控制部 20 输出。

[0062] (波长可变干涉滤波器的结构)

[0063] 图 2 是示出波长可变干涉滤波器的概略结构的平面图。图 3 是对图 2 的 III—III 线取截面时的波长可变干涉滤波器的截面图。

[0064] 波长可变干涉滤波器 5 是波长可变型的法布里佩罗标准具。该波长可变干涉滤波器 5 例如是矩形板状的光学部件,具备厚度尺寸例如形成为 $500\ \mu\text{m}$ 左右的固定基板 51,以及厚度尺寸形成为例如 $200\ \mu\text{m}$ 左右的可动基板 52。这些固定基板 51 及可动基板 52 分别由例如钠玻璃、结晶性玻璃、石英玻璃、铅玻璃、钾玻璃、硼硅酸玻璃、无碱玻璃等的各种玻璃或石英等形成。而且,这些固定基板 51 及可动基板 52 如下地整体地构成:利用例如由硅氧烷为主成分的等离子体聚合膜等构成的接合膜 53(第一接合膜 531 及第二接合膜 532)接合固定基板 51 的第一接合部 513 及可动基板的第二接合部 523。

[0065] 在固定基板 51 设置固定反射膜 54,在可动基板 52 设置可动反射膜 55。这些固定反射膜 54 及可动反射膜 55 经由间隙 G1 对置配置。而且,在波长可变干涉滤波器 5,设置用于调整(改变)该间隙 G1 的尺寸的静电致动器 56。

[0066] 另外,在从固定基板 51(可动基板 52)的基板厚度方向看波长可变干涉滤波器 5 的如图 2 所示的俯视(以后,称为滤波器俯视)下,固定基板 51 及可动基板 52 的平面中心点 O 与固定反射膜 54 及可动反射膜 55 的中心点一致,且与后述的可动部 521 的中心点一致。

[0067] (固定基板的结构)

[0068] 在固定基板 51 利用蚀刻形成电极配置槽 511 及反射膜设置部 512。该固定基板

51 相对可动基板 52 而言,形成为厚度尺寸较大,使得没有向固定电极 561 及可动电极 562 间施加电压时的静电引力,或因固定电极 561 的内部应力导致的固定基板 51 的挠曲。

[0069] 另外,在固定基板 51 的顶点 C1 形成切口部 514,在波长可变干涉滤波器 5 的固定基板 51 侧,露出后述的可动电极垫 564P。

[0070] 电极配置槽 511 形成为在滤波器俯视下以固定基板 51 的平面中心点 O 为中心的环状。反射膜设置部 512 形成为在所述俯视从电极配置槽 511 的中心部向可动基板 52 侧突出。该电极配置槽 511 的槽底面成为配置有固定电极 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。

[0071] 另外,在固定基板 51 设置从电极配置槽 511 向固定基板 51 的外周边的顶点 C1、顶点 C2 延展的电极引出槽 511B。

[0072] 在电极配置槽 511 的电极设置面 511A 设置构成静电致动器 56 的固定电极 561。更具体而言,固定电极 561 设置在电极设置面 511A 中、与后述的可动部 521 的可动电极 562 对置的区域。另外,也可采用在固定电极 561 上层叠用于确保固定电极 561 及可动电极 562 的间的绝缘性的绝缘膜的结构。

[0073] 而且,在固定基板 51 设置从固定电极 561 的外周边向顶点 C2 方向延展的固定引出电极 563。该固定引出电极 563 的延展前端部(位于固定基板 51 的顶点 C2 的部分)构成与电压控制部 13 连接的固定电极垫 563P。

[0074] 此外,在本实施方式中,示出在电极设置面 511A 设置一个固定电极 561 的结构,但例如,也可采用设置作为以平面中心点 O 为中心的同心圆的两个电极的结构(二重电极结构)等。

[0075] 反射膜设置部 512,如上所述,具备反射膜设置面 512A,其在与电极配置槽 511 相同的轴上,形成为直径尺寸比电极配置槽 511 小的近似圆柱状,并与该反射膜设置部 512 的可动基板 52 对置。

[0076] 如图 3 所示,在该反射膜设置部 512 设置固定反射膜 54。作为该固定反射膜 54,例如能够使用 Ag 等的金属膜、Ag 合金等的合金膜。另外,例如也可使用设高折射层为 TiO_2 、低折射层为 SiO_2 的电介质多层膜。而且,也可使用在电介质多层膜上层叠金属膜(或合金膜)的反射膜,或在金属膜(或合金膜)上层叠电介质多层膜的反射膜,或层叠单层的折射层(TiO_2 、 SiO_2 等)和金属膜(或合金膜)的反射膜等。

[0077] 另外,在固定基板 51 的光入射面(未设置固定反射膜 54 的面),也可在与固定反射膜 54 对应的位置形成反射防止膜。该反射防止膜能通过交替层叠低折射率膜及高折射率膜而形成,降低在固定基板 51 的表面的可见光的反射率,并增大透过率。

[0078] 而且,与固定基板 51 的可动基板 52 对置的面中的、未利用蚀刻形成电极配置槽 511、反射膜设置部 512 及电极引出槽 511B 的面,构成第一接合部 513。在该第一接合部 513 设置第一接合膜 531,该第一接合膜 531 通过与设置在可动基板 52 的第二接合膜 532 接合,如上所述,接合固定基板 51 及可动基板 52。

[0079] (可动基板的结构)

[0080] 在图 2 所示的滤波器俯视中,可动基板 52 具备:以平面中心点 O 为中心的圆形状的可动部 521,与可动部 521 同轴并保持可动部 521 的保持部 522,设于保持部 522 的外侧的基板外周部 525。

[0081] 另外,在可动基板 52,如图 2 所示那样,与顶点 C2 对应地形成切口部 524,在从可动基板 52 侧观察波长可变干涉滤波器 5 时,露出固定电极垫 563P。

[0082] 可动部 521 形成为厚度尺寸比保持部 522 大,例如,在本实施方式中,形成为与可动基板 52 的厚度尺寸为相同尺寸。该可动部 521 在滤波器俯视下,形成为至少比反射膜设置面 512A 的外周边的直径尺寸大的直径尺寸。而且,在该可动部 521 设置可动电极 562 及可动反射膜 55。

[0083] 此外,与固定基板 51 同样,也可在可动部 521 的固定基板 51 的相反侧的面,形成反射防止膜。这样的反射防止膜能通过交替地层叠低折射率膜及高折射率膜而形成,降低在可动基板 52 的表面的可见光的反射率,并增大透过率。

[0084] 可动电极 562 经由间隙 G2 与固定电极 561 对置,并形成与固定电极 561 为相同形状的环状。该可动电极 562 与固定电极 561 一起构成静电致动器 56。另外,在可动基板 52,具备从可动电极 562 的外周边向可动基板 52 的顶点 C1 延展的可动引出电极 564。该可动引出电极 564 的延展前端部(位于可动基板 52 的顶点 C1 的部分)构成与电压控制部 13 连接的可动电极垫 564P。

[0085] 可动反射膜 55 在可动部 521 的可动面 521A 的中心部,隔着间隙 G1 与固定反射膜 54 对置地设置。作为该可动反射膜 55,使用与上述的固定反射膜 54 相同的结构的反射膜。

[0086] 此外,在本实施方式中,如上所述,示出间隙 G2 比间隙 G1 的尺寸大的例子,但并不限于此。例如,在使用红外线或远红外线作为测量对象光的情况下等,随测量对象光的波长域的不同,也可采用间隙 G1 的尺寸比间隙 G2 的尺寸大的结构。

[0087] 保持部 522 是包围可动部 521 的周围的隔膜,形成为厚度尺寸比可动部 521 小。这样的保持部 522 与可动部 521 相比,容易挠曲,可能因少许静电引力而使可动部 521 向固定基板 51 侧位移。此时,可动部 521 的厚度尺寸比保持部 522 大,刚性大,故即使在保持部 522 受静电引力而向固定基板 51 侧拉伸时,也不会引起可动部 521 的形状变化。因此,设于可动部 521 的可动反射膜 55 不会发生挠曲,可将固定反射膜 54 及可动反射膜 55 总是维持在平行状态。

[0088] 此外,在本实施方式中,例示了隔膜状的保持部 522,但并不限于此,例如,也可采用以平面中心点 O 为中心,设置按等角度间隔配置的梁状的保持部的结构等。

[0089] 如上所述,基板外周部 525 在滤波器俯视下设于保持部 522 的外侧。在与该基板外周部 525 的固定基板 51 对置的面,具备与第一接合部 513 对置的第二接合部 523。而且,在该第二接合部 523 设置第二接合膜 532,如上所述,通过使第二接合膜 532 与第一接合膜 531 接合,来接合固定基板 51 及可动基板 52。

[0090] (检测信号处理部、电压控制部、及受光控制部的结构)

[0091] 接着,返回图 1,说明光学模块 10。

[0092] 受光元件 11 接收(检测)透过波长可变干涉滤波器 5 的光,向检测信号处理部 12 输出基于受光量的检测信号。就是说,受光元件 11 被曝光时,输出与其曝光量对应的检测信号。

[0093] 这里,受光元件 11 将与曝光量对应的电荷分别积蓄在各像素。然后,受光元件 11 保持与曝光量对应的各像素的积蓄电荷并作为检测信号(电压)输出。即,受光元件 11 是构成为可在没有积蓄电荷的重置的情况下读出与曝光量对应的检测信号的非破坏读出元

件。

[0094] 检测信号处理部 12 将输入的检测信号（模拟信号）放大后转换成数字信号并控制部 20 输出。检测信号处理部 12 由放大检测信号的放大器、将模拟信号转换成数字信号的 A/D 转换器等构成。

[0095] 电压控制部 13 基于控制部 20 的控制对波长可变干涉滤波器 5 的静电致动器 56 施加驱动电压。由此，在静电致动器 56 的固定电极 561 及可动电极 562 间产生静电引力，可动部 521 向固定基板 51 侧位移。

[0096] 受光控制部 14 基于控制部 20 的指令信号控制受光元件 11。具体而言，受光控制部 14 使受光元件 11 开始测量光的检测。另外，受光控制部 14 进行使受光元件 11 在经过规定的曝光时间后输出与该曝光时间对应的检测信号的读出控制。另外，受光控制部 14 进行消去积蓄在受光元件 11 的各像素的电荷的重置控制。

[0097] （控制部的结构）

[0098] 接着，说明分光测量装置 1 的控制部 20。

[0099] 控制部 20 通过组合例如 CPU、存储器等而构成，控制分光测量装置 1 的整体动作。如图 1 所示，该控制部 20 具备曝光时间设定部 21，波长设定部 22，检测信号获取部 23，选择部 24，分光测量部 25。另外，在控制部 20 的存储器存储透过波长可变干涉滤波器 5 的光的波长，表示与对应于该波长向静电致动器 56 施加的驱动电压的关系的 $V - \lambda$ 数据。

[0100] 曝光时间设定部 21 设定受光元件 11 的测量光的曝光时间。

[0101] 详细叙述，在本发明中，通过各波长各自的曝光条件不同，获取曝光量不同的多个（在本实施方式中为两个）的检测信号。而且，在本实施方式中，获取使曝光时间各不相同时的检测信号作为该曝光条件。

[0102] 曝光时间设定部 21 设定作为该各不相同的曝光时间的第一曝光时间，第二曝光时间。

[0103] 这里，基于图 4 说明第一曝光时间及第二曝光时间。图 4 是示意性地表示受光元件 11 的曝光时间与一个像素的检测信号（像素输出；电压）的关系的曲线图。在图 4 中，例示测量测量对象的反射率高时和测量对象的反射率低时的两个不同反射率的测量对象时的情况。

[0104] 如图 4 所示，在测量对象的反射率高时，与反射率低时相比，相对曝光时间，检测信号增大的比例变大。因此，在测量对象的反射率高的情况下，与反射率低的情况相比，能更在短曝光时间（第一曝光时间） T_s 下获取与适当曝光范围的曝光量对应的检测信号 V_s ，即，能获取与适当曝光范围的下限值对应的下限信号电平 $V_{\min}$ 以上，且与适当曝光范围的上限值对应的最大信号电平 $V_{\max}$ 不足的检测信号。相反，相对该反射率加长曝光时间时，有曝光量超过饱和曝光量之忧，在该情况下，检测信号为受光元件 11 可输出的最大信号电平 $V_{\max}$ ，不能获得与曝光量对应的准确的测量数据。

[0105] 另一方面，在测量对象的反射率低时，与反射率高时相比，能通过在长曝光时间（第二曝光时间） T_L 下曝光获取与适当曝光范围的曝光量对应的检测信号 V_L 。相反，缩短曝光时间时，曝光量不会到达最佳曝光的下限值，即，有检测信号不到达与上述最佳曝光的下限值对应的下限信号电平 $V_{\min}$ 之忧，在该情况下，检测信号的信号电平变小，例如因外光等造成的噪声分量变多，SN 比劣化。

[0106] 这些第一曝光时间及第二曝光时间根据受光元件 11 的灵敏度,或外光、照明光的照度来变化。在本实施方式中,设受光元件 11 的灵敏度固定。另外,上述各曝光时间主要依赖于外光、照明光的照度,故曝光时间设定部 21 在实际进行分光测量的照明环境下,基于对规定的基准物(例如白色基准板、黑色基准板等)实施的分光测量的结果,进行各曝光时间的设定。此外,也可将关联照明光的照度和上述各曝光时间的表格预先存储在存储器,基于照明光的照度和该表设定各曝光时间。

[0107] 波长设定部 22 设定由波长可变干涉滤波器 5 取出的光的目的波长,基于 $V-\lambda$ 数据,将意为使与设定的目的波长对应的驱动电压施加给静电致动器 56 的指令信号输出到电压控制部 13。

[0108] 检测信号获取部 23 输出对受光控制部 14 指示受光元件 11 开始测量光的检测的定时的指令信号。另外,检测信号获取部 23 在经过了由曝光时间设定部 21 设定的第一曝光时间及第二曝光时间的定时在受光元件 11 获取检测信号。就是说,检测信号获取部 23 对各曝光时间分别获取与透过波长可变干涉滤波器 5 的目的波长的光的光量对应的检测信号。

[0109] 选择部 24 从与对各曝光时间获取的受光元件 11 的各像素对应的检测信号,按像素选择小于与受光元件 11 的饱和曝光量对应的最大信号电平 $V_{\max}$ 且信号电平大的一个检测信号。

[0110] 分光测量部 25 基于由检测信号获取部 23 获取的光量测量测量对象光的谱特性。

[0111] (曝光时间设定处理)

[0112] 在本实施方式中,分光测量装置 1 在进行分光测量处理前,在实施实际的分光测量处理的照明环境下,实施设定第一曝光时间及第二曝光时间的曝光时间设定处理。

[0113] 在该曝光时间设定处理中,对规定波长域的各波长,以具有规定的第一规定值(例如 99%)以上的反射率的高反射基准物,以及在所述波长域相对各波长具有规定的第二规定值(例如 1%)以下的反射率的低反射基准物为测量对象,实施分光测量。例如,在实施对于可见光域的分光测量的情况下,能够使用白色基准板等作为高反射基准物,能够使用黑色基准板等作为低反射基准物。

[0114] 图 5 的 (A) 是在对白色基准板作为测量对象实施分光测量时能获取的分光测量结果的一个例子,图 5 的 (B) 是对黑色基准板实施分光测量时能获取的分光测量结果的一个例子。

[0115] 在图 5 的 (A) 中,在使曝光时间变化为 $T_1 \sim T_3$ 的情况下,在曝光时间 $T_1 \sim T_2$ 下,对各波长的检测信号小于最大信号电平 $V_{\max}$,在超过曝光时间 T_2 的(例如,曝光时间 T_3) 情况下,检测信号在至少一部分的波长达到最大信号电平 $V_{\max}$ 。

[0116] 白色基准板对测量对象各波长的反射率高,且在受光元件 11 受光时的曝光量超过曝光时间 T_2 时,成为饱和曝光量以上(曝光过多)。

[0117] 因此,曝光时间设定部 21 在对各波长的检测信号中,以从受光元件 11 输出不超过最大信号电平 $V_{\max}$ 的信号电平的方式,设定第一曝光时间 T_s 。

[0118] 这里,在可选择的范围内将第一曝光时间 T_s 设定为较短时,对白色基准板的反射光,检测信号的信号值变小,检测信号的信号电平接近下限信号电平 $V_{\min}$ 侧。因此,在测量反射率比白色基准板低的测量对象时,在多数波长下曝光不足,有在第一曝光时间 T_s 内获取的第一检测信号下可检测的光量测量范围变窄之忧。因此,优选设定在对各波长的检

测信号中获取在最大信号电平 $V_{\max}$ 附近的检测信号的曝光时间作为第一曝光时间 T_s 。即，曝光时间设定部 21，在图 5 的 (A) 所示的例子中，将曝光时间 T_2 设定为第一曝光时间 T_s 。

[0119] 具体而言，曝光时间设定部 21 设定第一曝光时间 T_s ，使得各波长中的检测信号中信号电平最大的检测信号的信号电平 V_{M1} 小于最大信号电平 $V_{\max}$ 且在从最大信号电平 $V_{\max}$ 到规定的第一阈值 $V_{\alpha 1}$ 以内 ($V_{\max} - V_{\alpha 1} \leq V_{M1} < V_{\max}$)。

[0120] 另外，在图 5 的 (B) 中，在使曝光时间变化为 $T_4 \sim T_6$ 的情况下，在小于曝光时间 T_5 (例如曝光时间 T_4) 的情况下，检测信号在至少一部分的波长下小于下限信号电平 $V_{\min}$ 。另一方面，在曝光时间 $T_5 \sim T_6$ 下，对各波长的检测信号小于最大信号电平 $V_{\max}$ ，且为下限信号电平 $V_{\min}$ 以上，在超过曝光时间 T_6 的情况下，检测信号在至少一部分的波长达到最大信号电平 $V_{\max}$ 。

[0121] 黑色基准板相对测量对象的各波长反射率低，在受光元件 11 受光时的曝光量，在到曝光时间 T_5 为止，在测量波长域内的至少一部分的波长下，曝光量在下限值之下。

[0122] 因此，曝光时间设定部 21 将在对各波长的检测信号中获取下限信号电平 $V_{\min}$ 以上的检测信号的曝光时间设为第二曝光时间 T_L 。

[0123] 这里，在可选择的范围内将第二曝光时间 T_L 设定为较长时，检测信号的信号电平增大，接近最大信号电平 $V_{\max}$ 。因此，在测量反射率比黑色基准板高的测量对象时在较多的波长曝光过度，有在第二曝光时间 T_L 内获取的第二检测信号中可检测的光量测量范围变窄之忧。因此，优选设定在在各波长的检测信号中获取在下限信号电平 $V_{\min}$ 附近的检测信号的曝光时间作为第二曝光时间 T_L 。即，在图 5 的 (B) 所示的例子中，曝光时间设定部 21 将曝光时间 T_5 设定为第二曝光时间 T_L 。

[0124] 具体而言，曝光时间设定部 21 设定第二曝光时间 T_L ，使得各波长中的检测信号中信号电平最小的检测信号的信号电平 V_{M2} ，为下限信号电平 $V_{\min}$ 以上且在从下限信号电平 $V_{\min}$ 到规定的第二阈值 $V_{\alpha 2}$ 以内 ($V_{\min} \leq V_{M2} \leq V_{\min} + V_{\alpha 2}$)。

[0125] (分光测量处理)

[0126] 接着，以下基于附图说明上述的分光测量装置 1 进行的分光测量处理。

[0127] 图 6 是分光测量装置 1 进行的分光测量处理的流程图。

[0128] 在分光测量处理中，波长设定部 22 接收测量开始的指示时，如图 6 所示，从在存储器存储的 $V - \lambda$ 数据中读出相对测量对象波长域的规定的测量波长的驱动电压，向电压控制部 13 输出意为将该驱动电压施加到静电致动器 56 的指令信号。由此，向静电致动器 56 施加驱动电压，间隙 $G1$ 设定为与测量波长对应的尺寸 (步骤 S1)。

[0129] 利用步骤 S1，将间隙 $G1$ 设定为与测量波长对应的尺寸时，从波长可变干涉滤波器 5 透过测量波长的光，入射到受光元件 11。这里，检测信号获取部 23 将开始测量光的检测的指令信号输出到受光控制部 14。受光控制部 14 基于指令信号使受光元件 11 开始测量光的检测 (步骤 S2)。

[0130] 检测信号获取部 23 在从开始分光测量后经过第一曝光时间 T_s 时，向受光控制部 14 输出指示检测信号的读取的指令信号，获取受光元件 11 的各像素中的检测信号 (以下，也称为第一检测信号)。然后，检测信号获取部 23 将关联获取的各像素的第一检测信号，该像素位置 (地址数据)，以及从波长可变干涉滤波器 5 出射的光的波长 (测量波长) 的第一受光数据存储到存储器 (步骤 S3)。

[0131] 接着,检测信号获取部 23 在从开始分光测量后经过第二曝光时间 T_L 时,与步骤 S3 同样,向受光控制部 14 输出指示检测信号的读取的指令信号,获取受光元件 11 的各像素中的检测信号(以下,也称第二检测信号)。然后,检测信号获取部 23 将关联获取的各像素的第二检测信号,该像素位置(地址数据),以及测量波长的第二受光数据存储到存储器(步骤 S4)。

[0132] 此外,受光控制部 14 在步骤 S4 后,进行消去积蓄在受光元件 11 的各像素的电荷的重置控制。

[0133] 之后,控制部 20 判断在测量对象波长域中是否获取了全部的测量波长的光的光量(步骤 S5)。

[0134] 在步骤 S5 中,在有未进行分光测量的测量波长的情况(判定为“否”的情况),返回步骤 S1,改变测量波长并积蓄光量测量。如以上那样,通过依次切换测量对象波长域内的各波长实施测量,对各波长分别获取第一受光数据及第二受光数据。

[0135] 此外,作为测量波长,例如可以是由测量者预先设定的波长,也可以是规定波长间隔(例如 10nm 间隔)的波长。

[0136] 在步骤 S5 中,在判定进行全部的测量波长的分光测量的情况下,选择部 24 选择第一受光数据及第二受光数据的任一个作为对各波长的各像素的测量结果(步骤 S6)。选择部 24 对各波长的各像素,选择第一检测信号及第二检测信号中的、小于与饱和曝光量对应的最大信号电平 $V_{\max}$ 且信号电平大的一个受光数据。

[0137] 图 7 是示出构成受光元件 11 的多个像素中的规定的一个像素中测量波长和检测信号的信号电平的关系的一个例子的曲线图。如图 7 所示,第二检测信号 V_2 是相对比第一曝光时间 T_S 长且不会曝光不足的第二曝光时间 T_L 的检测信号,是比第一检测信号 V_1 大且下限信号电平 $V_{\min}$ 以上的信号电平。另外,第一检测信号 V_1 ,如上所述,是与不超过饱和曝光量的第一曝光时间 T_S 对应的检测信号,相对测量对象波长域的各波长,为小于最大信号电平 $V_{\max}$ 的信号电平。

[0138] 在第二检测信号 V_2 小于最大信号电平 $V_{\max}$ 的情况下,即,在图 7 所示的区间 L 的波长域中,选择与曝光量大的第二检测信号 V_2 对应的第二受光数据。

[0139] 另外,在第二检测信号 V_2 达到最大信号电平的情况下,即,在图 7 所示的区间 M 的波长域中,选择与小于最大信号电平 $V_{\max}$ 的第一检测信号 V_1 对应的第一受光数据。

[0140] 选择部 24 对各波长及各像素进行如上所述的受光数据的选择。由此,对各波长及各像素,选择了利用适当曝光范围的曝光量获取的受光数据。

[0141] 接着,分光测量部 25 使用选择的受光数据获取分光光谱(步骤 S7)。

[0142] 在本实施方式中,在区间 L 中获得第二检测信号时的曝光量,和在区间 M 中获得第一检测信号 V_1 时的曝光量各不相同,需要修正检测信号。这里,获取第一检测信号 V_1 时的第一曝光量,以及获取第二检测信号 V_2 时的第二曝光量,在受光元件 11 的适当曝光范围获取,且这些曝光量与曝光时间成比例。因此,容易将在不同曝光时间获取的曝光量换算成在相同的曝光时间获取的曝光量。

[0143] 例如,分光测量部 25 对第一检测信号 V_1 的信号电平乘以修正系数(例如,第二曝光时间 T_L /第一曝光时间 T_S)(参照图 7 的区间 M 中的虚线所示的信号电平)。另一方面,第二检测信号 V_2 的信号电平就是与光量对应的值。由此,能够将与区间 M 中的第一检测信

号对应的光量,作为在与区间 L 相同的第二曝光时间实施光量测量时的光量而算出。此外,也可进一步实施乘以规定增益等的处理。

[0144] 而且,分光测量部 25 使用对各波长算出的光量,算出测量对象的分光光谱。

[0145] 此外,也可以构成为,分光测量部 25 对第二检测信号 V_2 的信号电平乘以修正系数(例如,第一曝光时间 T_s / 第二曝光时间 T_L),使第二检测信号 V_2 的信号电平与在第一曝光时间实施光量测量时的信号电平相符。另外,分光测量部 25 也可构成为,除以与各检测信号对应的曝光时间而算出与每单位时间的曝光量对应的信号电平。

[0146] (第一实施方式的作用效果)

[0147] 在本实施方式中,检测信号获取部 23 对各波长获取与不同曝光量对应的第一检测信号 V_1 及第二检测信号 V_2 。而且,选择部 24 对各波长,选择第一检测信号 V_1 及第二检测信号 V_2 中的、小于最大信号电平 $V_{\max}$ 且最大的检测信号作为与各波长的曝光量对应的检测信号。

[0148] 由此,在本实施方式的分光测量装置 1 及分光测量方法中,能够对多个波长选择不超过饱和曝光量、与最大曝光量对应的检测信号,故能实现曝光过多的抑制及噪声的降低。

[0149] 另外,为了对多个波长获得不超过饱和曝光量且在适当曝光的范围的曝光量,不需要进行按各测量对象设定对各波长的适当曝光时间的预备曝光。因此,能够缩短测量时间。

[0150] 另外,不需要进行预备曝光,故在改变测量对象并进行连续测量的情况下,能进一步缩短测量时间。

[0151] 在本实施方式中,曝光时间设定部 21 设定获取第一检测信号的第一曝光时间。

[0152] 即,测量对象波长域,在本实施方式中,在获取对作为在可视区域中反射率高的基准物的白色基准物的各波长的曝光量作为第一曝光时间 T_s 时,与各波长对应的各检测信号设定不超过最大信号电平 $V_{\max}$ 的曝光时间。

[0153] 由此,能够对各波长获取不超过与饱和曝光量对应的最大信号电平 $V_{\max}$ 的第一检测信号 V_1 。因此,即使在测量包括反射率大的波长域区域的测量对象的情况下,不用进行预备曝光并设定曝光时间,就能对测量对象波长域的各波长获取与不会曝光过度的曝光量对应的第一检测信号 V_1 。

[0154] 在本实施方式中,将作为测量由白色基准板反射的光时的曝光条件的第一曝光时间,设定为设曝光量的最大值为饱和曝光量附近(小于饱和曝光量)的曝光条件。

[0155] 由此,能够将与在受光元件 11 受光的光的最大光量对应的检测信号(检测值的最大值)的信号电平设为最大信号电平 $V_{\max}$ 的附近的值。因此,能够增加上述第一曝光时间 T_s 中的、从检测值的最大值到下限信号电平 $V_{\min}$ 的幅度,能够有效地使用在受光元件 11 可检测的信号电平的范围。

[0156] 另外,在本实施方式中,曝光时间设定部 21 设定获取第二检测信号 V_2 的第二曝光时间 T_L 。

[0157] 即,测量对象波长域,在本实施方式中,在获取对作为在可视区域中反射率低的基准物的黑色基准物的各波长的曝光量作为第二曝光时间 T_L 时,与各波长对应的各检测信号设定下限信号电平以上的曝光时间。

[0158] 由此,能够对各波长获取不在与适当曝光的范围的下限值对应的下限信号电平之下的第二检测信号 V_2 。

[0159] 如上所述,通过获取与第一曝光时间 T_s 对应的第一检测信号 V_1 及与第二曝光时间 T_L 对应的第二检测信号 V_2 ,即使在连续测量反射率大的测量对象、反射率小的测量对象的情况下,也能够获取第一检测信号 V_1 及第二检测信号 V_2 的至少任一个作为与适当曝光范围对应的检测信号。因此,在改变测量对象时,不用对各波长进行预备曝光而预先设定曝光时间,就能获取适当曝光范围的曝光量,能维持测量精度并且缩短测量时间。

[0160] 在本实施方式中,将作为测量由黑色基准板反射的光时的曝光条件的第二曝光时间 T_L ,设定为设曝光量的最小值为比适当曝光范围的下限值大的值的曝光条件。

[0161] 由此,能够将与在受光元件 11 受光的光的最小光量对应的检测信号(检测值的最小值)的信号电平设为下限信号电平 $V_{\min}$ 的附近的值。因此,能够增大上述曝光条件中的、从检测值的最小值到最大信号电平 $V_{\max}$ 为止的幅度,能够有效地使用在受光元件 11 可检测的信号电平的范围。

[0162] 在本实施方式中,选择部 24 按受光元件 11 的各像素获取互不相同的第一检测信号 V_1 及第二检测信号 V_2 ,对各像素,选择不超过最大信号电平 $V_{\max}$ 且最大的信号。

[0163] 这里,在利用具有多个像素的受光元件进行受光的情况下,在与对测量波长的反射率高的部位对应的像素中,信号电平变大,在与反射率低的部位对应的像素中,信号电平变小。在这样的情况下,例如,在利用预备曝光等设定与各波长对应的曝光时间时,与反射率高的部位对应地设定曝光时间使得不超过饱和曝光量时,在与反射率低的部位对应的像素中,不能够获取充足的曝光量。因此,在与反射率低的部分对应的像素中,获取的曝光量和噪声分量之差变小,在检测信号中噪声分量的含有率变高,故不能实施高精度的分光测量。

[0164] 另一方面,为使反射率低的部位的曝光量在适当曝光的范围内而设定充足的曝光时间时,在与反射率高的部位对应的像素中,有曝光过度之忧,故不能实施高精度的分光测量。

[0165] 对此,在本实施方式中,如上所述,按每个像素选择检测信号,故即使在与反射率低的部位对应的像素中,也能实施降低噪声分量的(SN 比高)测量。另外,如上所述,按每个像素选择不超过最大信号电平 $V_{\max}$ 的检测信号,故能抑制因曝光过度而不能获取准确的受光量的像素的产生。

[0166] 在以上的结构中,在想对拍摄的图像中、由用户指定的规定的 1 像素实施分光测量(色测量)的情况下等,能按每个像素实施高精度的分光测量。

[0167] 在本实施方式中,检测信号获取部 23 获取与第一曝光时间 T_s 、以及比第一曝光时间 T_s 长的第二曝光时间 T_L 的不同曝光时间的各个曝光量对应的检测信号。这样,能够利用曝光时间不同而改变曝光量。因此,例如,不需要使用受光面的面积不同的多个受光元件等,能够实现结构的简化。

[0168] 在本实施方式中,受光元件 11 构成为可按非破坏读出方式依次读出与不同曝光时间的各个曝光量对应的电荷。

[0169] 在这样构成的分光测量装置 1 中,在多个曝光时间进行曝光时,在到最大曝光时间为止期间的多个曝光时间中,依次读出与各曝光时间对应的曝光量。因此,在一次测量中

能获得多个曝光量,能够缩短测量时间。

[0170] 在本实施方式中,作为从测量对象 X 的反射光出射规定波长的光的分光元件,使用作为法布里佩罗滤波器的波长可变干涉滤波器 5。

[0171] 通过使用波长可变干涉滤波器 5 作为分光元件,能够按设测量对象波长的间隔为例如 10nm 等的细微间隔来进行测量。因此,与可控制的测量对象波长的间隔大的情况相比,对测量对象波长域,能够在较多的测量波长(例如数十个测量波长)下实施测量。在该情况下,对测量对象在多个测量波长下进行上述的预备曝光,或每次改变测量对象时进行预备曝光,与对数个波长进行测量的情况相比,在预备曝光上所费的时间变长。因此,如本实施方式那样,通过对波长可变干涉滤波器 5 采用不需要进行预备曝光的结构,能够进一步实现测量时间的缩短。

[0172] (第二实施方式)

[0173] 以下,基于附图说明本发明的第二实施方式。

[0174] 本实施方式的分光测量装置在具备一个像素具有不同受光面积、即受光灵敏度的第一受光部及第二受光部作为受光元件这点上与第一实施方式不同。

[0175] 图 8 是示出本发明的第二实施方式的分光测量装置 1A 的概略结构的框图。图 9 是示出本实施方式的受光元件的 1 像素的概略结构的图。

[0176] 此外,在以后的说明中,对已经说明的结构,标记相同的符号并省略或简化其说明。

[0177] (分光测量装置的结构)

[0178] 如图 8 所示,分光测量装置 1A 具备光学模块 10A 和控制部 20A。

[0179] 光学模块 10A 具备波长可变干涉滤波器 5,受光元件 15,检测信号处理部 12,以及电压控制部 13。

[0180] 受光元件 15 在 1 像素内具备两个光电极管(PD:Photodiode)(如图 9 所示的 PD1 及 PD2)。这两个 PD1 及 PD2 具有面积不同的受光区域,PD2 的受光区域的面积比 PD1 的大。PD1 及 PD2 具有与面积对应的受光灵敏度,故 PD2 的受光灵敏度比 PD1 大。在这样的受光元件 15 中,在按规定的曝光时间曝光的情况下,在各像素,输出与分别对应于 PD1 及 PD2 的两个曝光量相应的检测信号。

[0181] 控制部 20A 具备曝光时间设定部 21,波长设定部 22,检测信号获取部 23A,选择部 24,以及分光测量部 25。

[0182] 检测信号获取部 23A 基于经由检测信号处理部 12 从受光元件 15 输出的检测信号,对各像素获取分别对应于 PD1 及 PD2 的检测信号。另外,检测信号获取部 23A 获取关联获取的各像素的各检测信号,该像素位置(地址数据)以及测量波长的受光数据,并存储在存储器中。

[0183] (曝光时间设定处理)

[0184] 在本实施方式中,与第一实施方式同样,分光测量装置 1A 在进行分光测量处理前,在实施实际的分光测量处理的照明环境下,设定曝光时间。设定曝光时间的方法,与第一实施方式同样,能够基于利用对高反射基准物(例如白色基准板)及低反射基准物(例如黑色基准板)的各个测量对象进行分光测量而得的测量结果来进行。

[0185] 这里,图 10 的(A)是示出 PD1 中的曝光时间和检测信号(像素输出;电压)的关

系的一个例子的图,图 10 的 (B) 是示出 PD2 中的曝光时间和检测信号 (像素输出;电压) 的关系的一个例子的图。此外,图 10 的 (A) 中的检测信号 A 及图 10 的 (B) 中的检测信号 C 是测量白色基准板时的测量结果,图 10 的 (A) 中的检测信号 B 及图 10 的 (B) 中的检测信号 D 是测量黑色基准板时的测量结果。

[0186] 具体而言,如图 10 的 (A) 所示,曝光时间设定部 21 设定曝光时间 T_c ,使得在 PD1 中,在测量来自白色基准板的反射光时,在各波长中,从 PD1 输出的检测信号 A (相当于第一实施方式中的第一检测信号) 的信号电平 V_{H1} 小于与 PD1 的饱和曝光量对应的最大信号电平 V_{max1} 且在与适当曝光的下限值对应的下限信号电平 V_{min1} 以上。

[0187] 在该曝光时间 T_c 下,在接收来自黑色基准板的反射光的情况下的检测信号的信号电平 V_{L1} 比信号电平 V_{H1} 小。

[0188] 另外,此时,如图 10 的 (B) 所示,曝光时间设定部 21 设定曝光时间 T_c ,使得在 PD2 中接收来自黑色基准板的反射光并经过曝光时间 T_c 时,对各波长的来自 PD2 的检测信号 D (相当于第一实施方式中的第二检测信号) 小于与 PD2 的饱和曝光量对应的最大信号电平 V_{max2} 且在与适当曝光的下限值对应的下限信号电平 V_{min2} 以上。

[0189] 在该曝光时间 T_c 下测量来自白色基准板的反射光时,来自 PD2 的检测信号的信号电平到达 PD2 的最大信号电平 V_{max2} 。

[0190] 即,在本实施方式中,曝光时间设定部 21 设定曝光时间 T_c ,使得在测量白色基准板时,来自 PD1 的检测信号不超过 PD1 中的最大信号电平 V_{max1} 且在测量黑色基准板时,来自 PD2 的检测信号在下限信号电平 V_{min2} 以上。

[0191] 此外,PD1 及 PD2 的受光灵敏度与各受光区域的面积比对应。这些 PD1 及 PD2 的面积与上述的第一实施方式中的各曝光时间的优选范围同样,优选预先进行设定,使得将规定了光量的基准光量的光按规定时间 (例如曝光时间 T_c) 向白色基准板 (高反射基准物) 及黑色基准板 (低反射基准物) 照射并在 PD1 及 PD2 接收其反射光时的信号电平满足以下的各条件。

[0192] 即,设定 PD1 的面积 (与 PD2 的面积比),使得在曝光时间 T_c 曝光来自白色基准板的反射光时的、对 PD1 中的各波长的检测信号 A (相当于第一检测信号) 的信号电平 V_{H1} ,设规定的电平阈值为 $V_{\beta 1}$,则为 $V_{max1} - V_{\beta 1} \leq V_{H1} < V_{max1}$ 。

[0193] 另外,设定 PD2 的面积 (与 PD1 的面积比),使得在曝光时间 T_c 曝光来自黑色基准板的反射光时的、对 PD2 中的各波长的检测信号 D (相当于第二检测信号) 的信号电平 V_{L2} ,设规定的电平阈值为 $V_{\beta 2}$,则为 $V_{min2} \leq V_{L2} \leq V_{min2} - V_{\beta 2}$ 。

[0194] 这样,通过设定 PD1 及 PD2 的各受光区域的面积 (面积比),与第一实施方式同样,能够抑制在各检测信号 A, B 可检测的光量测量范围变窄的现象,能够有效地利用受光元件 15 的光量测量范围。

[0195] (分光测量处理)

[0196] 接着,基于附图在以下说明分光测量装置 1A 的分光测量处理。

[0197] 图 11 是分光测量装置 1A 的分光测量处理的流程图。

[0198] 接收测量开始的指示时,电压控制部 13 基于来自波长设定部 22 的指令信号,向静电致动器 56 施加驱动电压。由此,间隙 G1 设定为与测量波长对应的尺寸 (步骤 S1)。

[0199] 而且,检测信号获取部 23A 获取从受光元件 11 的各像素的 PD1 输出的第一检测信

号及从 PD2 输出的第二检测信号。开始来自受光元件 11 的检测信号的获取,开始测量光的检测(步骤 S2)。

[0200] 检测信号获取部 23A 将关联获取的每个像素的第一检测信号、该像素位置以及测量波长的第一受光数据存储到存储器。另外,检测信号获取部 23A 对第二检测信号也同样地,将关联像素位置和测量波长的第二受光数据存储到存储器(步骤 S8)。

[0201] 此外,基于从检测开始到经过预先设定的规定的曝光时间 T_c 为止检测的各检测信号(例如积分值),能够获取各受光数据的各像素位置及各测量波长中的光量。另外,在本实施方式中例示使用来自光电极管的检测信号检测光量的结构,但并不限于光电二极管,可利用能检测光量的各种受光元件。

[0202] 之后,控制部 20A 在测量对象波长域中,判定是否获取了全部的测量波长的光的测量光量(步骤 S5),在有未进行分光测量的测量波长的情况下返回步骤 S1,到全测量波长的测量结束为止,继续光量测量。

[0203] 在步骤 S5 中,在判定进行全部的测量波长的分光测量的情况下,选择部 24 选择第一检测信号及第二检测信号的任一个作为对各波长的各像素的测量结果(步骤 S6)。

[0204] 接着,分光测量部 25 使用选择的受光数据获取分光光谱(步骤 S7)。

[0205] (第二实施方式的作用效果)

[0206] 在本实施方式中,受光元件 15 在各像素中,具备作为灵敏度各不相同的光电二极管的 PD1 及 PD2。即,受光元件 15 在各像素中具备灵敏度不同的两个受光区域。

[0207] 据此,分光测量装置在具有在各像素灵敏度不同的两个受光区域的受光元件 15 接收测量光,获取与各受光区域对应的曝光量(第一曝光量及第二曝光量)。就是说,将曝光条件作为受光元件 15 的灵敏度,获取与不同曝光量对应的检测信号。由此,即使在一个曝光时间受光的情况下,也能够同时获取与各受光区域的灵敏度对应的不同的两个曝光量,也能够缩短测量时间。

[0208] (实施方式的变形)

[0209] 此外,本发明并不限于上述的各实施方式,通过能达到本发明的目的的范围内的变形、改良、及适当组合各实施方式等而能获取的结构都包含在本发明中。

[0210] 例如,在上述各实施方式中,示出了分光测量装置 1、1A 的例子,但也能适用于实施测量对象的成分分析等的分析装置。

[0211] 另外,在上述各实施方式中,作为分光测量装置 1、1A,例示了基于测量结果获取分光光谱的结构,但本发明并不限于此,也能对获取分光图像的分光摄像机等适用本发明。即,也可对各波长的各像素选择检测信号,基于选择的各像素的检测信号获取各波长的分光图像。另外,也可基于获取的分光图像进行测色处理。在这样的结构中,也能对各像素选择与适当曝光的范围的曝光量对应的检测信号,故能够获取高精度的分光图像,能实施高精度的测色。

[0212] 在上述各实施方式中,例示可视区域作为测量对象波长域,但本发明并不限于此,例如,也可将红外区域等任意的波长域作为测量对象波长域。

[0213] 此外,在上述各实施方式中,为了设定曝光时间,使用相对对可视区域反射率高的白基准板,及反射率低的黑基准板,但在测量对象波长域含有可视区域以外的波长域的情况下,使用对测量对象波长域反射率高的高反射率基准,及反射率低的低反射率基准即可。

[0214] 在上述各实施方式中,采用对各波长的各像素使用两个不同曝光条件,获取与两个不同曝光量对应的检测信号的结构,但本发明不限于此。

[0215] 例如,使用3个以上的不同曝光条件,可采用获取与3个以上的不同曝光量对应的检测信号的结构。即,在第一实施方式中,在3个以上的不同曝光时间获取曝光量即可。另外,在第二实施方式中,采用设置具有3个以上的不同灵敏度的受光区域的结构即可。这样,通过获取与更多的曝光条件对应的曝光量,就能够放大可测量的光强度的动态范围。其结果是,对具有高反射率的测量对象或具有低反射率的测量对象,不用进行预备曝光,就能可靠地实施高精度的分光测量。

[0216] 在上述第一实施方式中,例示了使用构成为可非破坏读出的受光元件的结构,但本发明并不限于此,也可使用每次读出检测信号时使积蓄电荷重置的受光元件。在该情况下,通过对各波长在多个曝光时间进行测量,对各波长获取多个曝光量。

[0217] 另外,在上述第二实施方式中,例示了设置受光面积不同的多个受光区域,通过在相同的曝光时间进行曝光来获取不同多个曝光量的结构,但本发明不限于此。例如,也可采用通过使各受光区域的每单位面积的受光灵敏度不同,即使受光面积相同而各受光区域的灵敏度各不相同的结构。

[0218] 另外,也可组合上述第一及第二实施方式,受光元件具有多个受光区域,对各受光区域设定两个以上的不同曝光时间,在各受光区域获取与各曝光时间对应的多个检测信号。在该情况下,例如,通过在两个受光区域分别获取与两个曝光时间对应的检测信号,能够获取4个不同检测信号。

[0219] 在上述各实施方式中,可在将波长可变干涉滤波器5收纳于封装件内的状态下装入光学模块10的结构等。在该情况下,通过真空密封封装件内,能够提高向波长可变干涉滤波器5的静电致动器56施加电压时的驱动响应性。

[0220] 在上述各实施方式中,波长可变干涉滤波器5采用通过电压施加改变反射膜54,55间的间隙尺寸的静电致动器56的结构,但并不限于此。

[0221] 例如,也可采用使用配置第一感应线圈代替固定电极561,配置第二感应线圈或永久磁石替代可动电极562的感应致动器的结构。

[0222] 而且,可采用使用压电致动器替代静电致动器56的结构。在该情况下,通过例如在保持部522层叠配置下部电极层、压电膜及上部电极层,使向下部电极层及上部电极层间施加的电压作为输入值并可变,能够伸缩压电膜并使保持部522挠曲。

[0223] 在上述各实施方式中,作为法布里佩罗标准具,例示了固定基板51及可动基板52在互相对置的状态下接合、在固定基板51设置固定反射膜54、在可动基板52设置可动反射膜55的波长可变干涉滤波器5,但并不限于此。

[0224] 例如,也可不接合固定基板51及可动基板52,在这些基板间设置改变压电元件等的反射膜间间隙的间隙变更部的结构等。

[0225] 另外,并不限于由两个基板构成的结构。例如,可使用在一个基板上经由牺牲层层叠两个反射膜、利用蚀刻除去牺牲层等而形成间隙的波长可变干涉滤波器。

[0226] 另外,作为分光元件,例如可使用AOTF(Acousto Optic Tunable Filter:声光可调滤波器)或LCTF(Liquid Crystal Tunable Filter:液晶可调谐滤波器)。但是,从装置的小型化的观点来看,优选如上述各实施方式那样使用法布里佩罗滤波器。

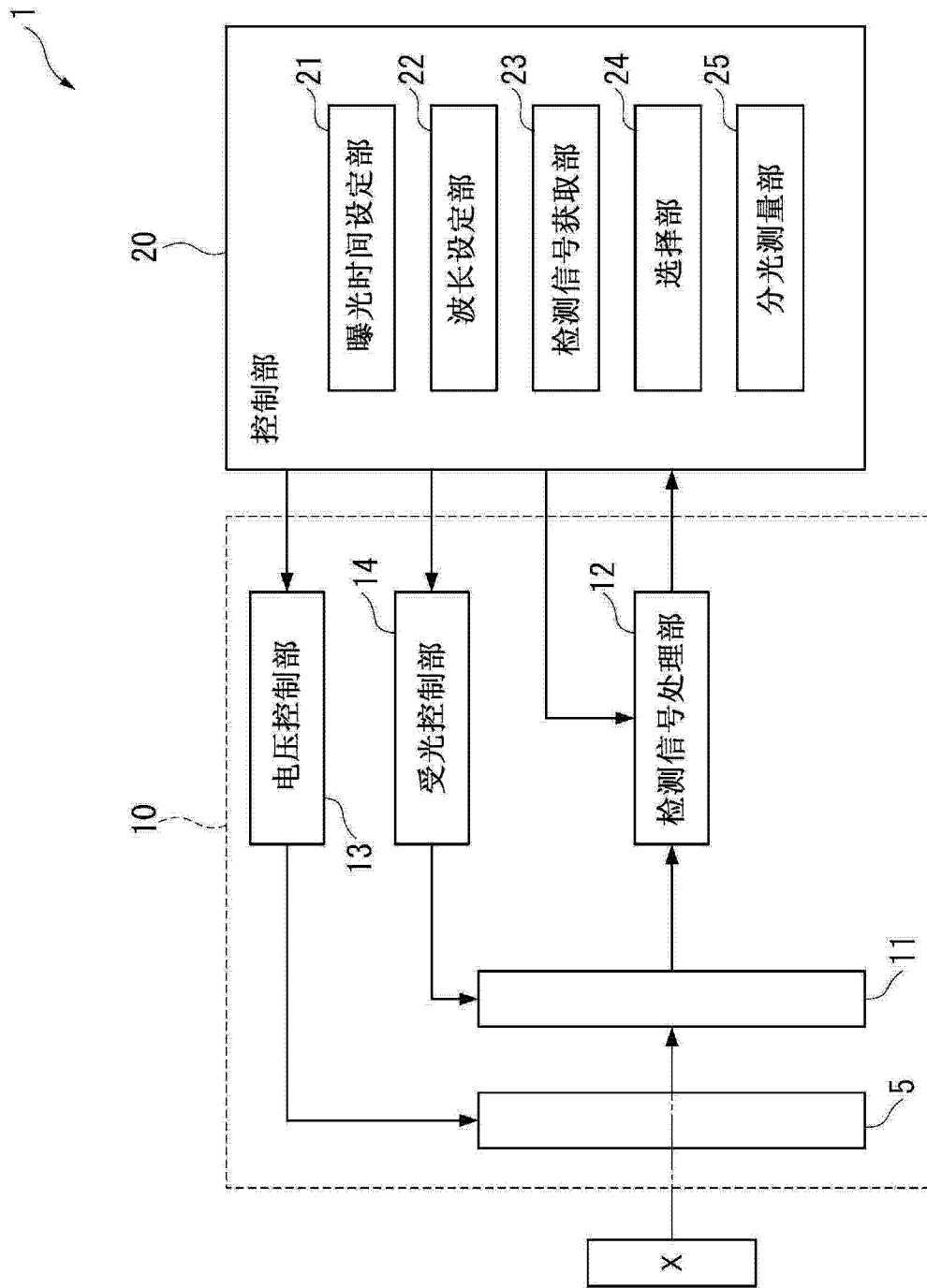


图 1

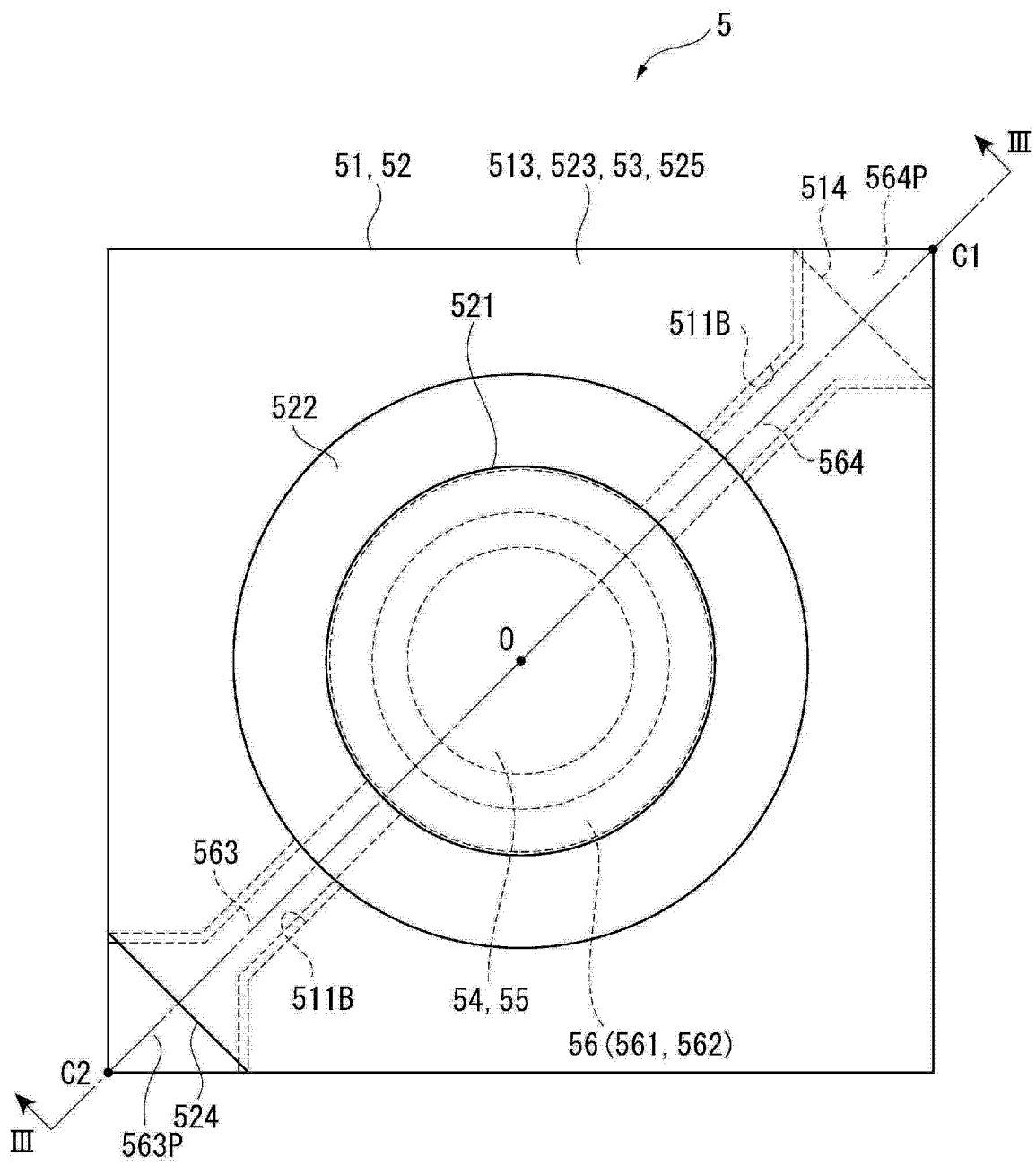


图 2

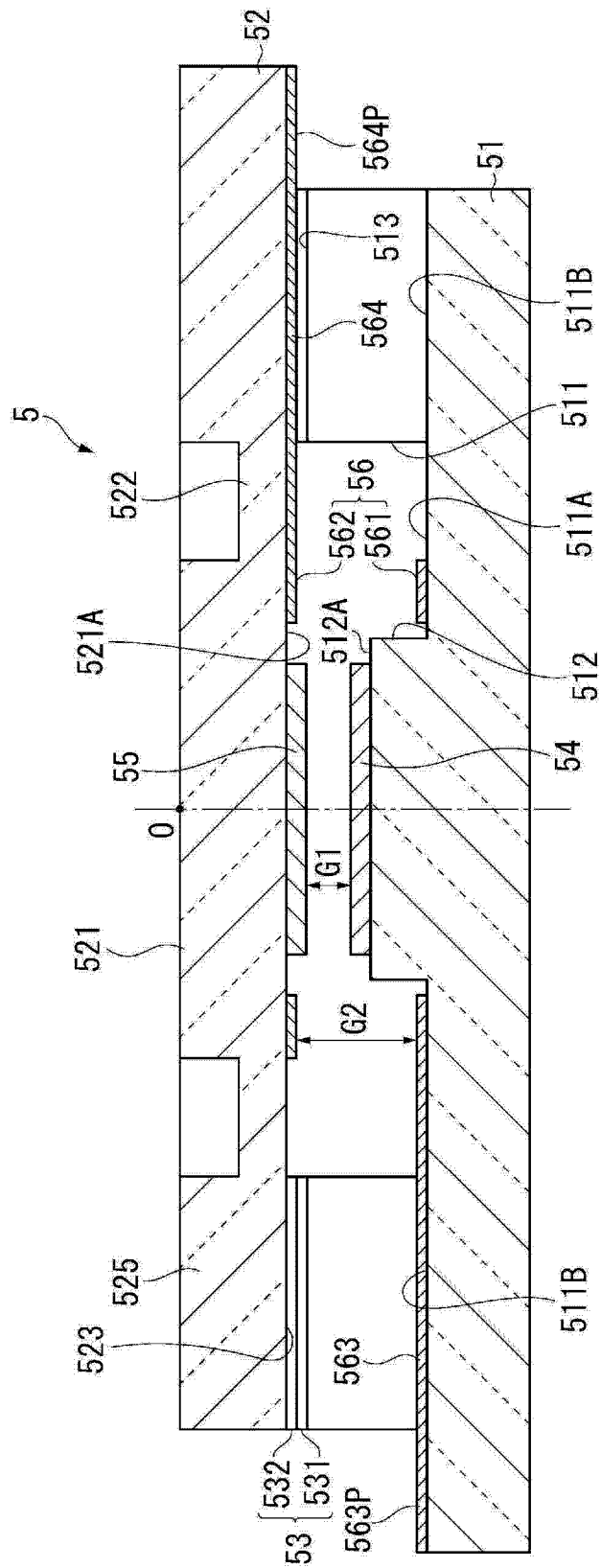


图 3

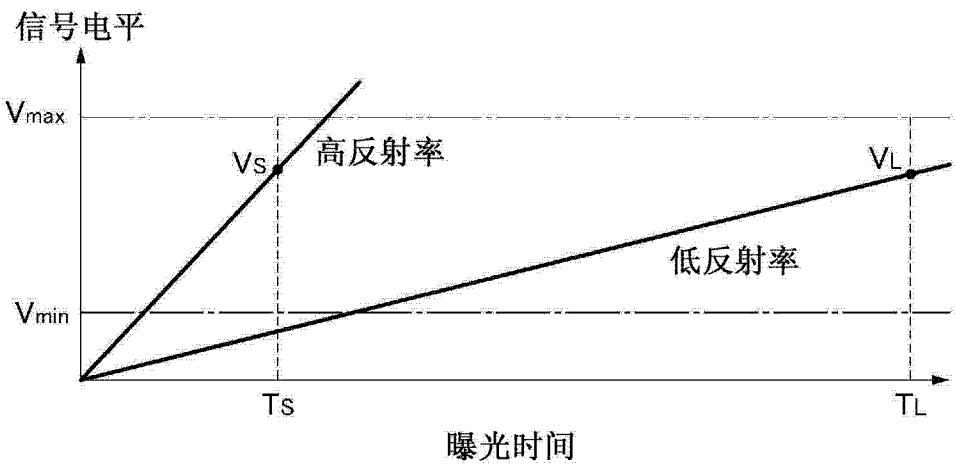


图 4

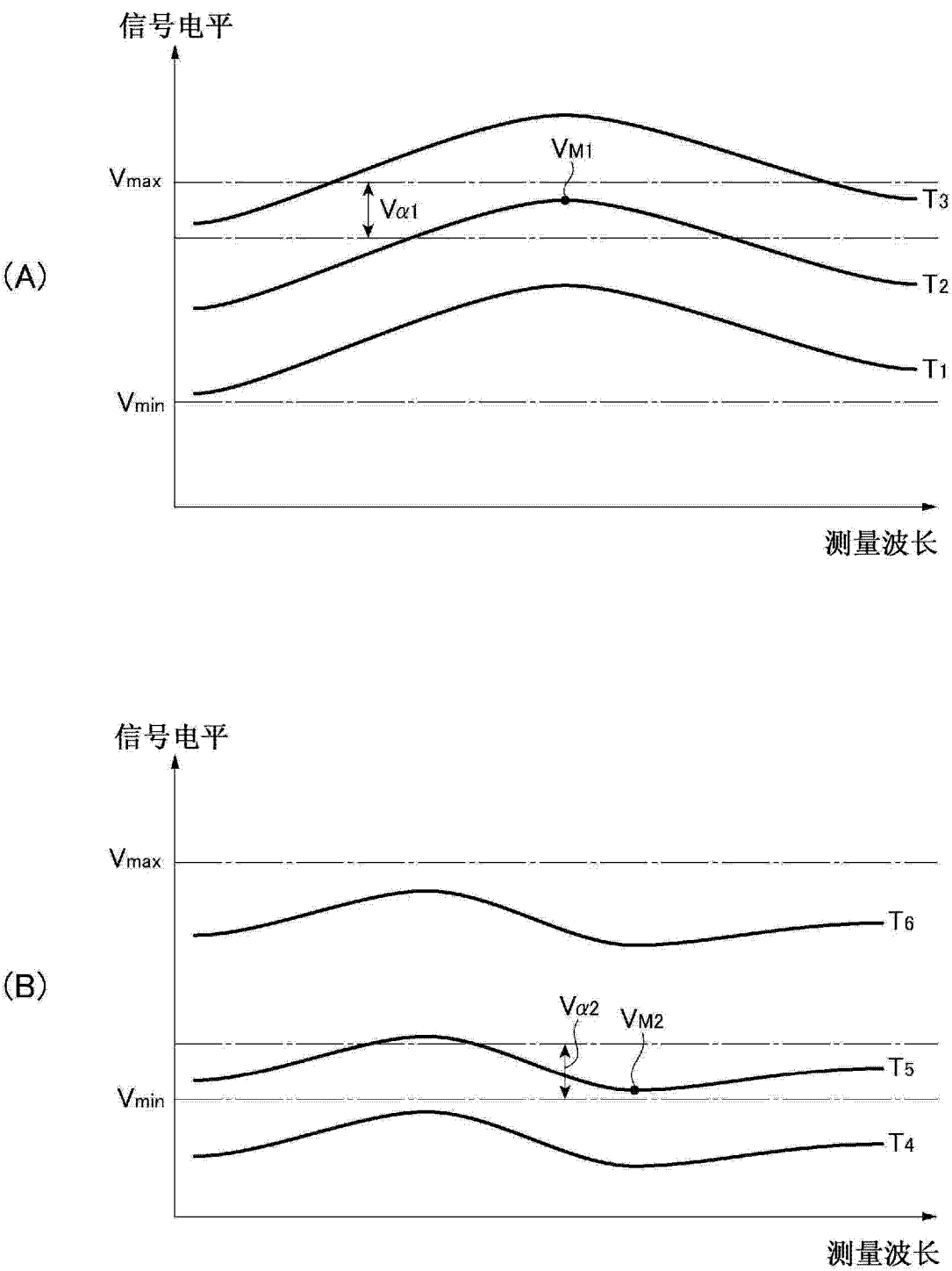


图 5

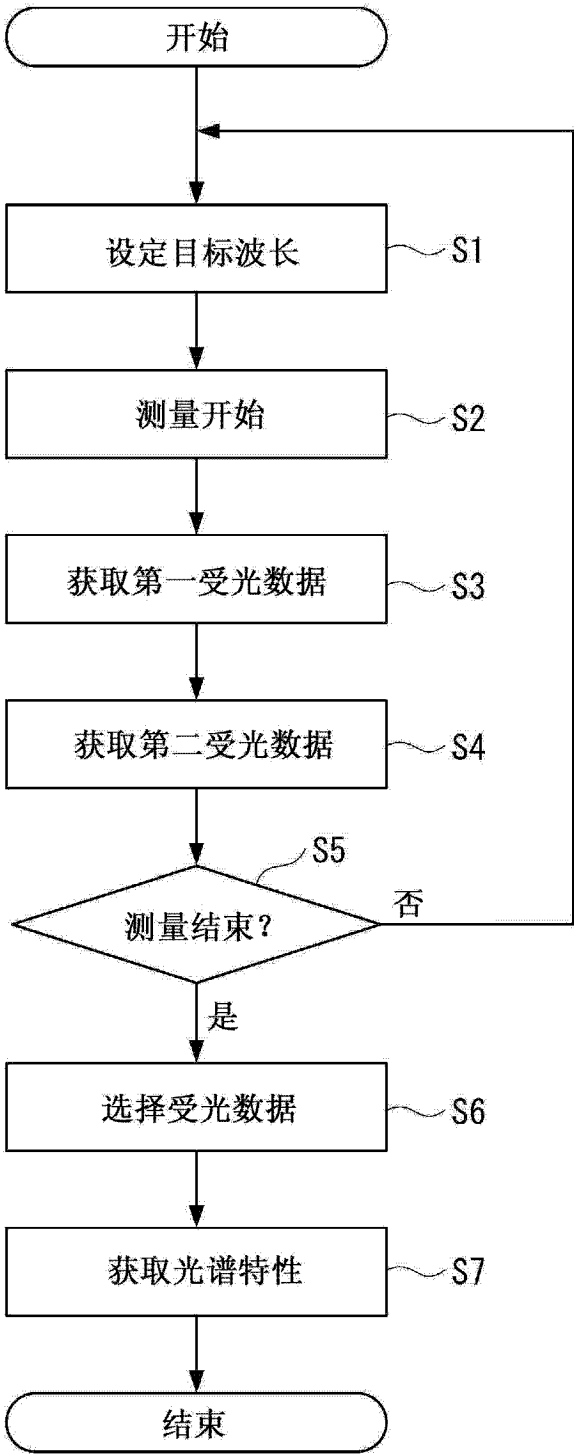


图 6

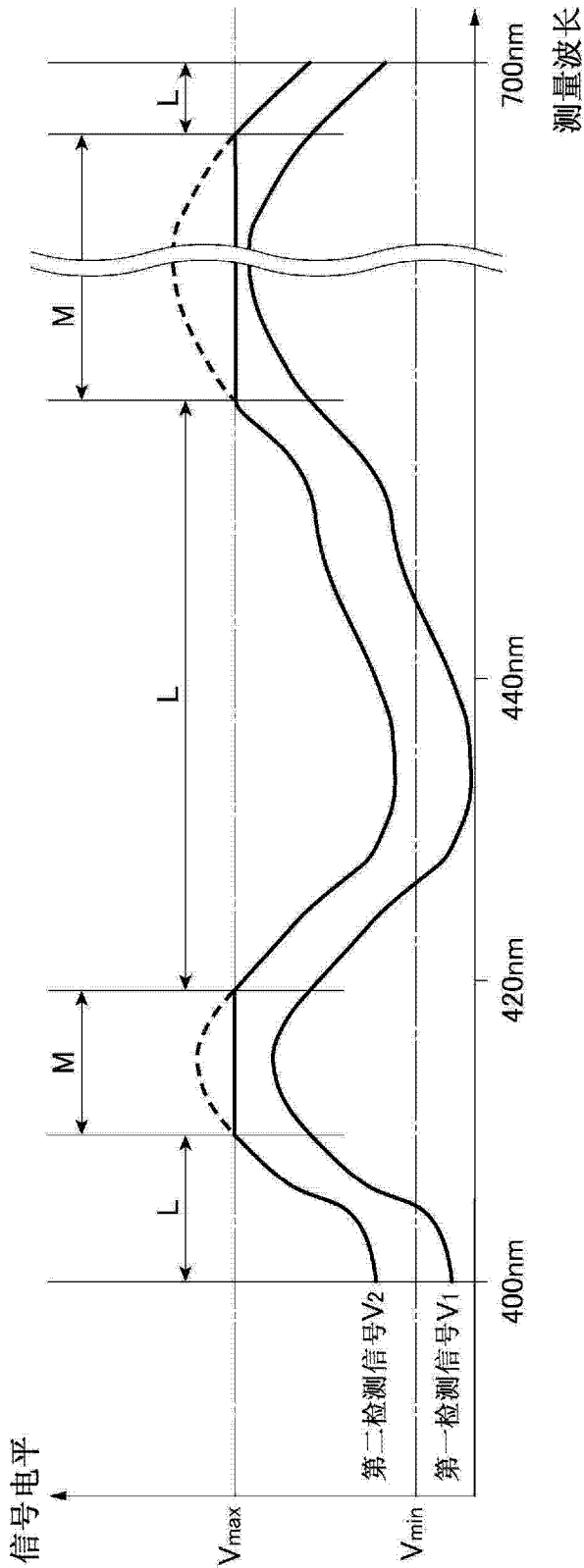


图 7

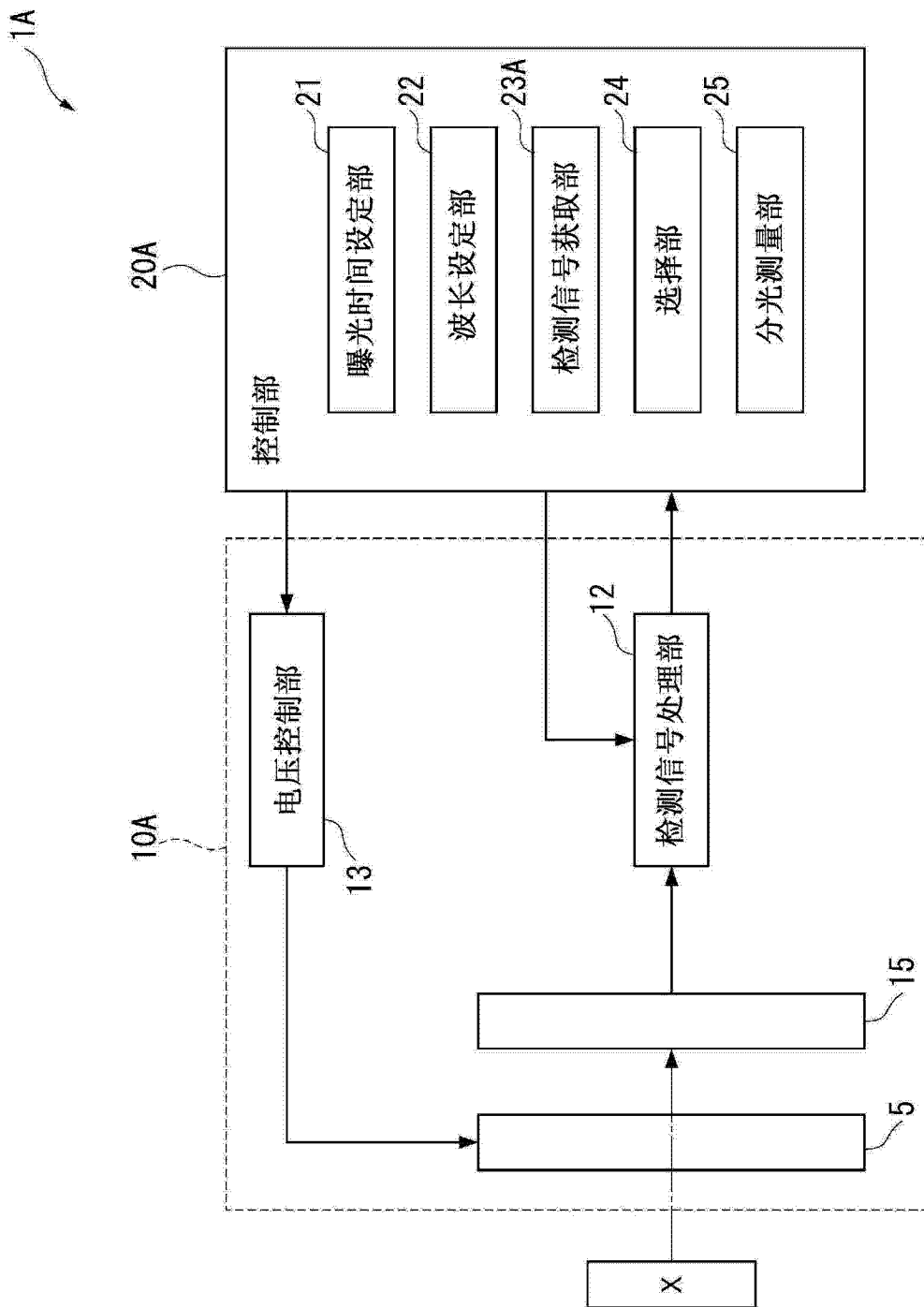


图 8

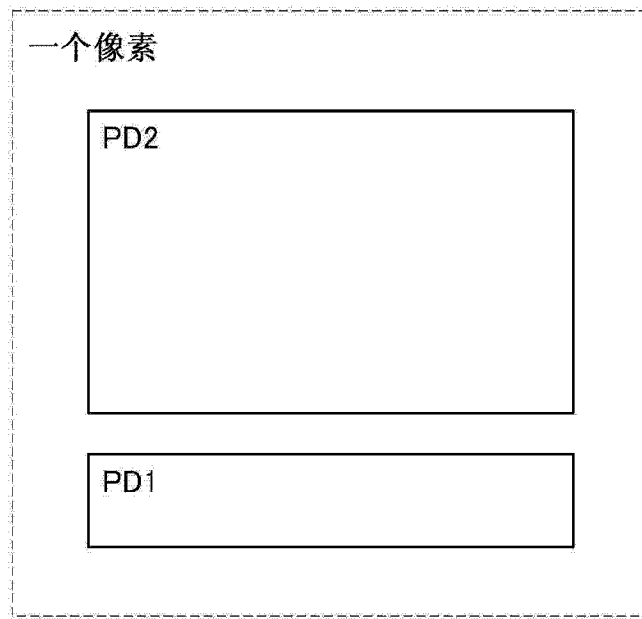


图 9

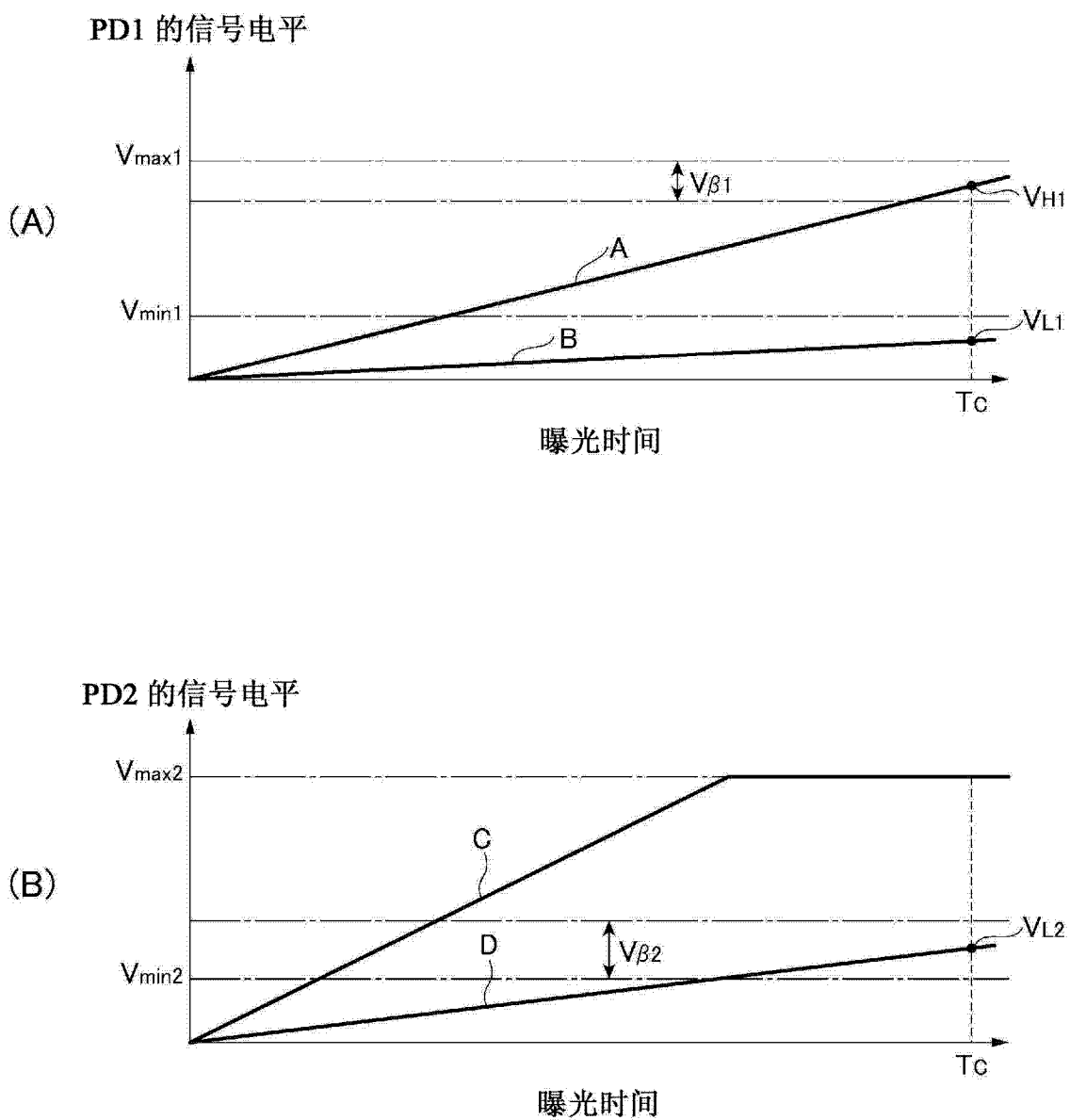


图 10

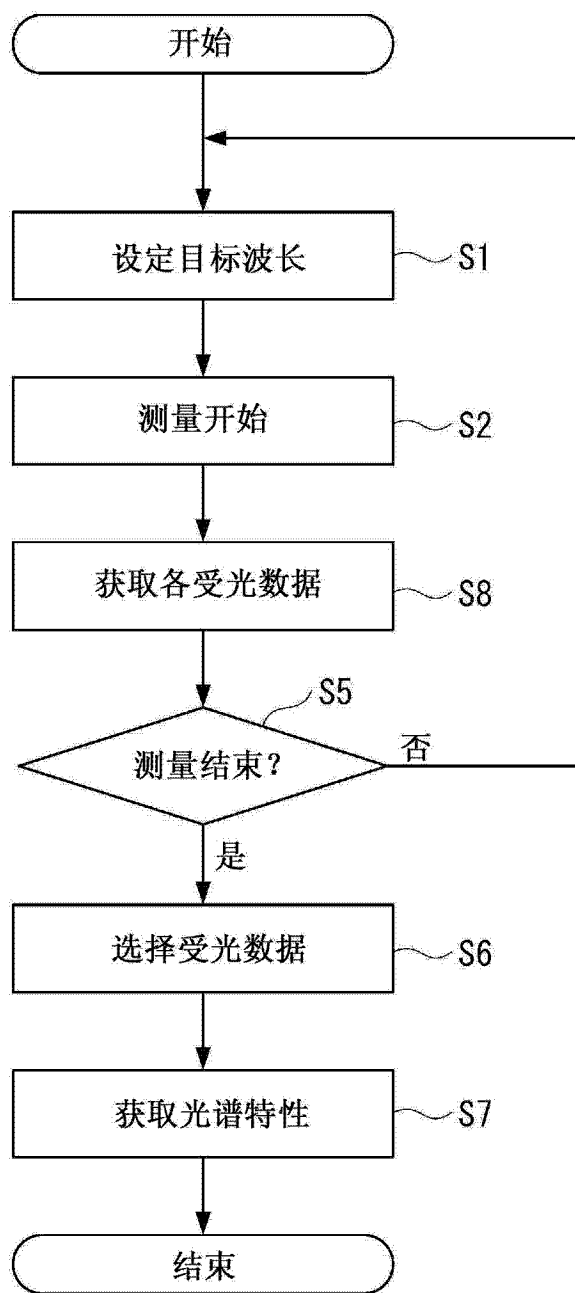


图 11