



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104808334 B

(45)授权公告日 2018.02.16

(21)申请号 201510038485.8

(22)申请日 2015.01.26

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104808334 A

(43)申请公布日 2015.07.29

(30) 优先权数据

2014-012123 2014.01.27 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 久利龙平 西村晃幸

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int.Cl.

G02B 26/00(2006.01)

G02B 5/28(2006.01)

G01J 3/02(2006.01)

(56)对比文件

US 2013/0308134 A1, 2013.11.21, 说明书
第[0010]-[0017]、[0072]-[0158]段及附图1-
10、15.

CN 102354221 A, 2012.02.15, 全文.

CN 101933076 A, 2010.12.29, 全文.

JP 特开2013-92474 A, 2013.05.16, 全文.

US 2013/0114083 A1, 2013.05.09, 全文.

宙查员 王硕

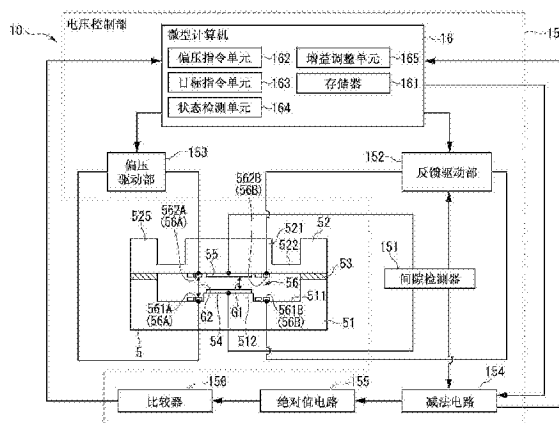
权利要求书2页 说明书20页 附图12页

(54)发明名称

致动器控制装置、光学模块及电子设备

(57)摘要

本发明涉及致动器控制装置、光学模块及电子设备。分光测定装置具备：被施加驱动电压而驱动的各致动器(56A)、(56B)；检测间隙(G1)的尺寸的间隙检测器(151)；以及作为根据间隙检测器(151)的检测结果控制驱动电压的反馈环路的电压控制部(15)。电压控制部(15)具备比较器(156)，在从各致动器(56A)、(56B)的驱动开始经过规定时间后、基于上述检测结果的各致动器(56A)、(56B)的驱动量与该驱动量的设定值的偏差的绝对值超过规定阈值的情况下，比较器(156)输出高电平(V_H)的电压信号。



1. 一种致动器控制装置,其特征在于,具备:

致动器,通过被施加驱动电压而驱动;

检测单元,检测所述致动器的驱动量;以及

电压控制部,根据由所述检测单元检测到的所述驱动量的检测值及所述驱动量的设定值,控制向所述致动器施加的驱动电压,

所述电压控制部具备偏差检测单元,所述偏差检测单元检测从所述致动器的驱动开始经过规定时间后的、所述检测值与所述设定值的偏差的绝对值是否超过规定阈值,

所述致动器控制装置还具备:

参数校正单元,在由所述偏差检测单元判定所述偏差的绝对值超过所述阈值的情况下,所述参数校正单元校正所述电压控制部中的所述致动器的驱动参数。

2. 根据权利要求1所述的致动器控制装置,其特征在于,

在经过所述规定时间后,由所述偏差检测单元交替地多次检测到所述绝对值在所述阈值以下的所述偏差、以及超过所述阈值的所述偏差的情况下,所述参数校正单元减少所述电压控制部中的增益。

3. 根据权利要求1或2所述的致动器控制装置,其特征在于,

所述致动器具备能彼此独立地驱动的第一致动器和第二致动器,

所述电压控制部具备:偏置电压施加单元,对所述第一致动器施加规定的偏置电压;以及控制器,基于由所述检测单元检测到的所述驱动量以及所述致动器的驱动量的目标值控制对所述第二致动器施加的驱动电压,

在经过所述规定时间后,由所述偏差检测单元继续检测到所述绝对值为所述阈值以上的所述偏差的情况下,所述参数校正单元改变所述偏置电压施加单元中的所述偏置电压。

4. 一种光学模块,其特征在于,具备:

彼此相对的一对反射膜;

致动器,通过被施加驱动电压而驱动,并根据驱动量改变所述一对反射膜间的间隙尺寸;

检测单元,检测所述致动器的驱动量;以及

电压控制部,根据由所述检测单元检测到的所述驱动量的检测值及所述驱动量的设定值,控制向所述致动器施加的驱动电压,

所述电压控制部具备偏差检测单元,所述偏差检测单元检测从所述致动器的驱动开始经过规定时间后的、所述检测值与所述设定值的偏差的绝对值是否超过规定阈值,

所述光学模块还包括:

参数校正单元,在由所述偏差检测单元判定所述偏差的绝对值超过所述阈值的情况下,所述参数校正单元校正所述电压控制部中的所述致动器的驱动参数。

5. 一种电子设备,其特征在于,具备:

致动器,通过被施加驱动电压而驱动;

检测单元,检测所述致动器的驱动量;

电压控制部,根据由所述检测单元检测到的所述驱动量的检测值及所述驱动量的设定值,控制向所述致动器施加的驱动电压;以及

处理部,通过所述致动器的驱动,实施规定的处理,

所述电压控制部具备偏差检测单元,所述偏差检测单元检测从所述致动器的驱动开始经过规定时间后的、所述检测值与所述设定值的偏差的绝对值是否超过规定阈值,

所述电子设备还包括:

参数校正单元,在由所述偏差检测单元判定所述偏差的绝对值超过所述阈值的情况下,所述参数校正单元校正所述电压控制部中的所述致动器的驱动参数。

致动器控制装置、光学模块及电子设备

[0001] 关联申请的交叉引用

[0002] 于2014年1月27日提交的日本专利申请JP2014-012123的全部内容结合于此作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及致动器控制装置、光学模块及电子设备。

背景技术

[0004] 现有技术中,已知有具备相互对置的一对基板、分别配置在各基板而相互对置的反射膜以及分别配置在各基板而相互对置的电极的波长可变干涉滤波器(例如,参照专利文献1)。

[0005] 在专利文献1所记载的波长可变干涉滤波器中,在各基板分别配置有相互对置的静电电容监视器用电极以及相互对置的静电力施加用电极(静电致动器)。在这样的波长可变干涉滤波器中,通过控制电路向静电致动器施加电压,从而使反射膜间的间隙量(间隔尺寸)发生变化。另外,通过用静电电容检测电路检测静电电容监视器用电极的电位,并基于检测到的静电电容微调(反馈控制)从控制电路向静电致动器施加的电压,从而能够将反射膜间间隙的间隙量设定为期望的目标值。

[0006] [现有技术文献]

[0007] [专利文献]

[0008] [专利文献1]日本特开平1-94312号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的技术问题

[0010] 然而,上述专利文献1所记载的静电致动器不具备在反馈控制时确认对应于静电电容值的间隙量与间隙量的目标值是否相等、反馈控制是否正常实施的构成。因此,即使反馈控制没有正常实施而产生了错误,也不能检出该错误。

[0011] 本发明的目的在于,提供可检测反馈控制的错误的致动器控制装置、光学模块及电子设备。

[0012] 用于解决技术问题的方案

[0013] 本发明的致动器控制装置的特征在于,具备:致动器,被施加驱动电压而驱动;检测单元,检测所述致动器的驱动量;以及电压控制部,根据由所述检测单元检测到的所述驱动量的检测值及所述驱动量的设定值,控制向所述致动器施加的驱动电压,所述电压控制部具备偏差检测单元,所述偏差检测单元检测从所述致动器的驱动开始经过规定时间后的、所述检测值与所述设定值的偏差的绝对值是否超过规定阈值。

[0014] 这里,在本发明中,致动器的驱动开始后的规定时间例如是向致动器施加对应于设定值的驱动电压而驱动后、驱动量稳定在与驱动电压相应的值所足够的时间(以下,也称

为稳定化时间)以上的时间。此外,本发明中的致动器的驱动开始除了包括从致动器未驱动的状态(驱动电压为0V)到基于设定值的驱动电压施加于致动器的定时外,还包括通过改变设定值而施加于致动器的驱动电压发生变化的定时。

[0015] 另外,本发明的阈值是与致动器的驱动误差的容许范围的阈值对应的值,根据所要求的致动器的驱动精度等而适当设定。

[0016] 在本发明中,反馈环路基于检测单元检测的检测值,向致动器施加驱动电压,使检测值接近于设定值。而且,偏差检测单元检测致动器的驱动开始经过规定时间后的、检测单元的驱动量的检测值与设定值的差是否超过规定阈值。

[0017] 即,检测在致动器的驱动应稳定化的定时,驱动量的检测值与设定值的偏差的绝对值是否在能容许的误差范围内。由此,能够检测未适当地实施反馈控制而实际的驱动量相对于驱动量的设定值在超过规定阈值的值稳定、或驱动量未稳定地持续振动,从而能够检测反馈控制的错误。

[0018] 在本发明的致动器控制装置中,优选具备参数校正单元,在由所述偏差检测单元判定所述偏差的绝对值超过所述阈值的情况下,所述参数校正单元校正所述电压控制部中的所述致动器的驱动参数。

[0019] 在本发明中,在如上所述地检测出反馈控制的错误的情况下,校正致动器的驱动参数。由此,能根据反馈控制的错误的检测结果控制驱动电压,使驱动量为设定值。

[0020] 在本发明的致动器控制装置中,优选在经过所述规定时间后,由所述偏差检测单元交替地多次检测到所述绝对值在所述阈值以下的所述偏差、以及超过所述阈值的所述偏差的情况下,所述参数校正单元减少所述电压控制部中的增益。

[0021] 这里,在反馈控制中,为了在稳定化时间内使致动器稳定化,优选增益的值是适当值。该增益的值比适当值大时,有时致动器的驱动量的变动不收敛而进行振荡、或振动持续而到收敛的时间显著延长。

[0022] 相对于此,在本发明中,在从驱动开始经过规定时间后交替地多次检测到了超过阈值的偏差的绝对值、及不足阈值的偏差的绝对值时,也就是说,在致动器振荡的情况下,减少反馈控制的增益。由此,能够控制驱动电压,使得驱动量收敛。

[0023] 在本发明的致动器控制装置中,优选:所述致动器具备能彼此独立地驱动的第一致动器和第二致动器,所述电压控制部具备:偏置电压施加单元,对所述第一致动器施加规定的偏置电压;以及控制器,基于由所述检测单元检测到的所述驱动量以及所述致动器的驱动量的目标值控制对所述第二致动器施加的驱动电压,在经过所述规定时间后,由所述偏差检测单元继续检测到所述绝对值为所述阈值以上的所述偏差的情况下,所述参数校正单元改变所述偏置电压施加单元中的所述偏置电压。

[0024] 在本发明中,致动器包括第一致动器及第二致动器,向第一致动器施加偏置电压,向第二致动器施加反馈电压。在这样的致动器中,通过施加偏置电压,粗动驱动第一致动器,并且,通过基于由检测单元检测到的驱动量的反馈电压,微动驱动第二致动器,从而能够精度良好地控制致动器的驱动量。

[0025] 这里,在偏置电压比适当值大或小的情况下,存在粗动驱动的驱动量与设定值的差超出第二致动器的微动驱动的调整范围可应对的范围的情况。例如,在粗动驱动的驱动量(即粗动驱动量)超过总驱动量的设定值(即设定驱动量)时,即使使微动驱动的驱动量

(即微动驱动量)为零,也不能使总驱动量为设定值。另外,在粗动驱动量与设定驱动量的差的绝对值比微动驱动量的最大值大、且粗动驱动量比设定驱动量小的情况下,即使使微动驱动量为最大值,也不能使总驱动量为设定值。在这样的情况下,即使驱动量的变动在反馈电压的最小值或最大值收敛,检测值也会在非容许值的值收敛。在本发明中,如上所述,能够检测施加偏置电压所引起的粗动驱动量与设定值的差超过微动驱动的可调范围的状态,从而能够调整偏置电压。由此,能使粗动驱动量落在微动驱动的可调范围内,能更可靠且精度良好地控制致动器的驱动量。

[0026] 本发明的光学模块的特征在于,具备:彼此相对的一对反射膜;致动器,被施加驱动电压而驱动,并根据驱动量改变所述一对反射膜间的间隙尺寸;检测单元,检测所述致动器的驱动量;以及电压控制部,根据由所述检测单元检测到的所述驱动量的检测值及所述驱动量的设定值,控制向所述致动器施加的驱动电压,所述电压控制部具备偏差检测单元,所述偏差检测单元检测从所述致动器的驱动开始经过规定时间后的、所述检测值与所述设定值的偏差的绝对值是否超过规定阈值。

[0027] 在本发明中,与上述致动器控制装置同样,检测在驱动开始后经过规定时间致动器的驱动应稳定化的定时,驱动量的检测值与设定值的偏差的绝对值是否是超出阈值的值,检测是否在可容许的误差范围内。由此,能够检测未适当地实施反馈控制而实际的驱动量相对于驱动量的设定值在超过规定阈值的值稳定、或驱动量未稳定地持续振动,从而能够检测反馈控制的错误。

[0028] 本发明的电子设备的特征在于,具备:致动器,被施加驱动电压而驱动;检测单元,检测所述致动器的驱动量;电压控制部,根据由所述检测单元检测到的所述驱动量的检测值及所述驱动量的设定值,控制向所述致动器施加的驱动电压;以及处理部,通过所述致动器的驱动,实施规定的处理,所述电压控制部具备偏差检测单元,所述偏差检测单元检测从所述致动器的驱动开始经过规定时间后的、所述检测值与所述设定值的偏差的绝对值是否超过规定阈值。

[0029] 在本发明中,与上述致动器控制装置同样,检测在驱动开始后经过规定时间致动器的驱动应稳定化的定时,驱动量的检测值与设定值的偏差的绝对值是否是超出阈值的值,检测是否在可容许的误差范围内。由此,能够检测未适当地实施反馈控制而实际的驱动量相对于驱动量的设定值在超过规定阈值的值稳定、或驱动量未稳定地持续振动,从而能够检测反馈控制的错误。

附图说明

[0030] 图1是示出本发明的一实施方式的分光测定装置的概略构成的框图。

[0031] 图2是示出上述实施方式的光学模块的概略构成的图。

[0032] 图3是上述实施方式的波长可变干涉滤波器的俯视图。

[0033] 图4是示出波长可变干涉滤波器的驱动方法的流程图。

[0034] 图5(A)和图5(B)是示出反馈控制正常实施情况下的间隙检测器及比较器的输出值的一个例子的曲线图。

[0035] 图6(A)和图6(B)是示出驱动量在容许范围外收敛时的间隙检测器及比较器的输出值的一个例子的曲线图。

[0036] 图7(A)和图7(B)是示出驱动量振动时的间隙检测器及比较器的输出值的一个例子的曲线图。

[0037] 图8是示出作为本发明的电子设备的一个例子的测色装置的概略图。

[0038] 图9是示出作为本发明的电子设备的一个例子的气体检测装置的概略图。

[0039] 图10是示出图9的气体检测装置的控制系统的构成的框图。

[0040] 图11是示出作为本发明的电子设备的一个例子的食物分析装置的概略构成的图。

[0041] 图12是示出作为本发明的电子设备的一个例子的分光摄像机的概略构成的图。

具体实施方式

[0042] [实施方式]

[0043] 以下,基于附图说明本发明的一实施方式的分光测定装置。

[0044] [分光测定装置的构成]

[0045] 图1是示出本发明的一种实施方式的分光测定装置的概略构成的框图。

[0046] 分光测定装置1是本发明的电子设备,是分析由测定对象X所反射的测定对象光中的规定波长的光强度来测定分光光谱的装置。此外,在本实施方式中示出测定由测定对象X所反射的测定对象光的例子,但例如在采用液晶面板等发光体作为测定对象X的情况下,也可将从该发光体发出的光作为测定对象光。

[0047] 如图1所示,该分光测定装置1具备光学模块10、检测器11(检测部)、I-V转换器12、放大器13、A/D转换器14和控制部20。另外,光学模块10构成为具备波长可变干涉滤波器5和电压控制部15。此外,波长可变干涉滤波器5及电压控制部15相当于本发明的致动器控制装置。

[0048] 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,并输出与接收的光的光强度相应的检测信号(电流)。

[0049] I-V转换器12将输入自检测器11的检测信号转换为电压值,并输出到放大器13。

[0050] 放大器13放大与输入自I-V转换器12的检测信号相应的电压(检测电压)。

[0051] 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,并输出到控制部20。

[0052] 电压控制部15基于控制部20的控制来驱动波长可变干涉滤波器5,使规定的目标波长的光从波长可变干涉滤波器5透过。

[0053] [光学模块的构成]

[0054] 接着,下面来说明光学模块10的构成。

[0055] 图2是示出光学模块10的概略构成的框图。

[0056] 如上所述,光学模块10构成为具备波长可变干涉滤波器5和电压控制部15。

[0057] [波长可变干涉滤波器的构成]

[0058] 以下说明光学模块10的波长可变干涉滤波器5。图3是示出波长可变干涉滤波器5的概略构成的俯视图。

[0059] 如图2及图3所示,波长可变干涉滤波器5例如是矩形板状的光学部件,具备固定基板51(第一部件)及可动基板52(第二部件)。这些固定基板51及可动基板52例如由各种玻璃、水晶等绝缘性材料形成,通过由例如将硅氧烷作为主要成分的等离子体聚合膜等构成

的接合膜53(参照图2)来接合固定基板51和可动基板52,从而一体地构成固定基板51及可动基板52。

[0060] 在固定基板51设有构成本发明的一对反射膜中一方的固定反射膜54,在可动基板52设有构成本发明的一对反射膜中另一方的可动反射膜55。这些固定反射膜54及可动反射膜55隔着间隙G1(参照图2)而相对配置。

[0061] 另外,在固定基板51设有第一固定电极561A,在可动基板52设有第一可动电极562A。这些第一固定电极561A及第一可动电极562A隔着规定的间隙而相对配置。这些第一固定电极561A及第一可动电极562A构成作为本发明的致动器的一个例子的第一静电致动器56A。

[0062] 另外,在固定基板51,在第一固定电极561A的外侧设有第二固定电极561B,在可动基板52,在第一可动电极562A的外侧设有第二可动电极562B。这些第二固定电极561B及第二可动电极562B隔着规定的间隙而相对配置。这些第二固定电极561B及第二可动电极562B构成作为本发明的致动器的一个例子的第二静电致动器56B。

[0063] 此外,在以后的说明中,将从固定基板51或可动基板52的基板厚度方向观察的俯视观察、即从固定基板51、接合膜53及可动基板52的层叠方向观察波长可变干涉滤波器5的俯视观察为滤波器俯视观察。另外,在本实施方式中,在滤波器俯视观察中,固定反射膜54的中心点及可动反射膜55的中心点一致,称俯视观察下的这些反射膜的中心点为滤波器中心点O,称通过这些反射膜的中心点的直线为中心轴。

[0064] (固定基板的构成)

[0065] 如图2所示,固定基板51具备例如通过蚀刻等形成的电极配置槽511及反射膜设置部512。另外,固定基板51的一端侧(图3中的边C1-C2)比可动基板52的基板端缘(图3中的边C5-C6)更向外侧突出,构成第一端子取出部514。

[0066] 在滤波器俯视观察下,电极配置槽511形成为以固定基板51的滤波器中心点O为中心的环状。在滤波器俯视观察中,反射膜设置部512形成为从电极配置槽511的中心部向可动基板52侧突出。在该电极配置槽511的槽底面设有第一静电致动器56A的第一固定电极561A。另外,在反射膜设置部512的突出前端面设有固定反射膜54。

[0067] 另外,在固定基板51设有从电极配置槽511向固定基板51的外周边缘延伸的电极引出槽(未图示)。

[0068] 第一固定电极561A例如形成为圆弧状(近似C字状),如图3所示,在靠近边C1-C2的一部分设置C字开口部。另外,也可以采用在第一固定电极561A上层叠用于确保与第一可动电极562A之间的绝缘性的绝缘膜的构成。

[0069] 第二固定电极561B与第一固定电极561A同样,例如形成为圆弧状(近似C字状),在靠近边C1-C2的一部分设置C字开口部。另外,也可以采用在第二固定电极561B上层叠用于确保与第二可动电极562B之间的绝缘性的绝缘膜的构成。

[0070] 而且,第一固定电极561A具备沿电极引出槽延伸到第一端子取出部514的第一固定引出电极563A。另外,第二固定电极561B具备沿电极引出槽延伸到第一端子取出部514的第二固定引出电极563B。各固定引出电极563A、563B的延伸前端部例如通过FPC(Flexible printed circuits:柔性电路板)、引线等与电压控制部15连接。

[0071] 设置在反射膜设置部512的突出前端面的固定反射膜54例如由Ag等金属膜、Ag合

金等具有导电性的反射膜材料构成。此外,例如也可以使用以 TiO_2 作为高折射层、以 SiO_2 作为低折射层的电介质多层膜作为固定反射膜54。在使用电介质多层膜作为固定反射膜54的情况下,通过在该电介质多层膜的最下层或最上层(表层)层叠导电性膜而使其带有导电性。作为该导电性膜,可以使用对广的波长范围具有高反射率特性的例如Ag合金等的反射膜。在该情况下,可通过导电性膜来拓宽波长可变干涉滤波器5的测定对象波长范围,可对广的波长范围取出期望的目标波长,且可利用电介质多层膜以高分辨率取出目标波长的光。另外,也可以在导电性膜与反射膜设置部512之间、导电性膜与电介质多层膜之间进一步插入用于提高贴紧性的透明粘接层。

[0072] 而且,如图3所示,在固定基板51设有与固定反射膜54的外周边缘连接并通过第一固定电极561A及第二固定电极561B的C字开口部而向第一端子取出部514延伸的第一镜电极(ミラー電極)541。该第一镜电极541通过在形成固定反射膜54时同时地成膜而成。

[0073] 而且,第一镜电极541在第一端子取出部514上与电压控制部15连接。

[0074] 固定基板51中的、未形成电极配置槽511、反射膜设置部512及电极引出槽的区域通过接合膜53与可动基板52接合。

[0075] 此外,在图3中,设于固定基板51侧的固定反射膜54、第一固定电极561A及第二固定电极561B、各固定引出电极563A、563B、以及第一镜电极541实际上设置于固定基板51的与可动基板52相对的面,但为了说明的方便,用实线表示。

[0076] (可动基板的构成)

[0077] 在图3所示的滤波器俯视观察中,可动基板52具备:以滤波器中心点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、以及设于保持部522的外侧的基板外周部525。

[0078] 另外,如图3所示,可动基板52的一端侧(图3中的边C7-C8)比固定基板51的基板端缘(图3中的边C3-C4)更向外侧突出,构成第二端子取出部524。

[0079] 可动部521形成为比保持部522厚度尺寸大,例如,在本实施方式中,形成为与可动基板52的厚度尺寸为同一尺寸。在滤波器俯视观察中,该可动部521形成为至少比反射膜设置部512的外周边缘的直径尺寸大的直径尺寸。而且,在该可动部521的与固定基板51相对的可动面设有可动反射膜55及第一可动电极562A。

[0080] 在滤波器俯视观察中,第一可动电极562A设于可动反射膜55的外周侧,与第一固定电极561A隔着间隙而相对配置。该第一可动电极562A形成为圆弧状(近似C字状),如图3所示,在靠近边C7-C8的一部分设置C字开口部。另外,也可以与第一固定电极561A同样地采用在第一可动电极562A上层叠绝缘膜的构成。

[0081] 在滤波器俯视观察中,第二可动电极562B设于第一可动电极562A的外周侧,与第二固定电极561B隔着间隙而相对配置。该第二可动电极562B与第一可动电极562A同样地形成成为圆弧状(近似C字状),在靠近边C7-C8的一部分设置C字开口部。另外,也可以与第一可动电极562A同样地采用在第二可动电极562B上层叠绝缘膜的构成。

[0082] 这里,如图3所示,在滤波器俯视观察中,通过第一可动电极562A与第一固定电极561A重叠的圆弧区域(在图3中,用右下斜线部表示的区域)构成第一静电致动器56A。另外,通过第二可动电极562B与第二固定电极561B重叠的圆弧区域(在图3中,用右上斜线部表示的区域)构成第二静电致动器56B。如图3所示,在滤波器俯视观察中,各静电致动器56A、56B

是相对滤波器中心点O互相呈点对称的形状及配置。因此,对各静电致动器56A、56B施加电压时所产生的静电引力也作用于相对滤波器中心点O呈点对称的位置,可保持平衡地使可动部521向固定基板51侧位移。

[0083] 另外,如图3所示,第一可动电极562A设有向第二端子取出部524延伸的第一可动引出电极564A。另外,第二可动电极562B设有向第二端子取出部524延伸的第二可动引出电极564B。各可动引出电极564A、564B沿着与设于固定基板51的电极引出槽相对的位置而配置。另外,各可动引出电极564A、564B的延伸前端部例如通过FPC、引线等而与电压控制部15连接。

[0084] 可动反射膜55设置成在可动部521的可动面的中心部与固定反射膜54隔着反射膜间间隙G1而相对。作为该可动反射膜55,使用与上述的固定反射膜54相同的构成的反射膜。此外,在本实施方式中,反射膜54、55间的间隙G1比电极561A、562A(电极561B、562B)间的间隙G2小。

[0085] 另外,如图3所示,在可动基板52设有与可动反射膜55的外周边缘连接并通过第一可动电极562A及第二可动电极562B的C字开口部而向第二端子取出部524延伸的第二镜电极551。

[0086] 另外,在通过电介质多层膜和导电性膜的层叠体构成可动反射膜55的情况下,第二镜电极551与导电性膜同时形成,并与该导电性膜连接。

[0087] 而且,该第二镜电极551在第二端子取出部524上例如通过FPC、引线等与电压控制部15连接。

[0088] 此外,如图2所示,在本实施方式中示出了电极561A、562A间的间隙G2比间隙G1大的例子,但并不限于此。例如,在以红外光为对象作为测定对象光的情况下等,根据测定对象波长范围,可以采用间隙G1比电极561A、562A间的间隙G2大的构成。

[0089] 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的厚度尺寸小。这样的保持部522比可动部521更容易挠曲,因稍许的静电引力就可能使可动部521向固定基板51侧位移。此时,由于可动部521比保持部522的厚度尺寸大,刚性更大,故即使在保持部522因静电引力而被拽向固定基板51侧时,也可抑制可动部521的形状变化。因此,也难以产生设于可动部521的可动反射膜55的挠曲,可使固定反射膜54及可动反射膜55总是维持在平行状态。

[0090] 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,可采用以滤波器中心点O为中心、设置等角度间隔配置的梁状的保持部的构成等。

[0091] 如上所述,基板外周部525在滤波器俯视观察中设于保持部522的外侧。基板外周部525的与固定基板51相对的面经由接合膜53与固定基板51接合。

[0092] [电压控制部的构成]

[0093] 如图2所示,电压控制部15构成为具备:间隙检测器151(本发明中的检测单元)、反馈驱动部152、偏压驱动部(バイアス駆動部)153、减法电路154、绝对值电路155、比较器156以及微型计算机(微控制器)16。

[0094] 图4是使用电压控制部15的反馈环路的概念图。

[0095] 如图4所示,电压控制部15通过波长可变干涉滤波器5的静电致动器56A、56B、间隙检测器151、反馈驱动部152、偏压驱动部153、减法电路154、绝对值电路155、及比较器156构

成闭环系统(クローズドループシステム)(相当于本发明的反馈环路)。而且,在本实施方式中,微型计算机16基于各静电致动器56A、56B的驱动特性控制该闭环系统中的偏压驱动部153及反馈驱动部152,从而合适地维持反馈控制时的控制状态。

[0096] 以下,详细说明电压控制部15的构成。

[0097] 间隙检测器151与波长可变干涉滤波器5的第一镜电极541及第二镜电极551连接。该间隙检测器151检测因各静电致动器56A、56B的驱动而变动的、反射膜54、55间的间隙G1的尺寸,并输出检测信号。这里,通过检测间隙G1的间隙尺寸,也能够容易地算出各静电致动器56A、56B的驱动量,间隙检测器151作为本发明的检测单元起作用。

[0098] 具体而言,间隙检测器151具有未图示的C-V转换电路,将反射膜54、55间的静电电容转换为电压值(检测信号)。作为这样的C-V转换电路,例如可列举开关电容电路(スイッチト・キャパシタ回路)等。

[0099] 然后,间隙检测器151输出检测信号到反馈驱动部152及减法电路154。

[0100] 此外,间隙检测器151既可以输出模拟信号作为检测信号,也可以输出数字信号作为检测信号。在输出数字信号的情况下,将来自C-V转换电路的检测信号(模拟信号)输入到ADC(Analog to Digital Converter:模数转换器),转换成数字值。

[0101] 反馈驱动部152相当于本发明的控制器,与波长可变干涉滤波器5的第二固定引出电极563B及第二可动引出电极564B连接。而且,反馈驱动部152基于包含输入自微型计算机的目标值(设定值)的指令信号,对第二静电致动器56B施加驱动电压(以下,也称反馈电压)。

[0102] 另外,反馈驱动部152对施加于各静电致动器56A、56B的驱动电压进行增减控制,使来自间隙检测器151的检测信号与从微型计算机16输入的指令信号的偏差为规定阈值以下。即,反馈驱动部152基于检测信号及指令信号实施反馈控制。

[0103] 另外,反馈驱动部152可利用微型计算机16的控制改变增益。通过改变反馈驱动部152的增益来调整闭环系统整体的增益。

[0104] 具体而言,在使用模拟方式的控制器作为反馈驱动部152的情况下,在控制器中设置可设定多个增益中的任一个的增益设定电路。而且,根据来自微型计算机16的控制信号将增益设定电路的增益设定为规定的增益。

[0105] 另外,在使用数字方式的控制器作为反馈驱动部152的情况下,基于微型计算机16的信号改写控制增益的参数(寄存器值),从而可以设定为规定的增益。

[0106] 偏压驱动部153与波长可变干涉滤波器5的第一固定引出电极563A及第一可动引出电极564A连接。而且,偏压驱动部153对第一静电致动器56A施加偏置电压。具体而言,偏压驱动部153基于从微型计算机16输入的偏压信号向第一静电致动器56A施加电压。

[0107] 减法电路154将与间隙检测器151检测到的间隙G1的尺寸对应的检测信号(电压信号)以及与从微型计算机16输出的间隙G1的尺寸的设定值对应的指令信号(电压信号)相减,并将减法信号输出到绝对值电路155及微型计算机16。也就是说,算出检测值与设定值的偏差,并输出给绝对值电路155及微型计算机16。减法电路154例如是由运算放大器等电路构成的模拟减法电路,与间隙检测器151、绝对值电路155及微型计算机16连接。

[0108] 绝对值电路155将来自减法电路154的输入信号的电压值转换成绝对值并输入到比较器156。这里,来自减法电路154的输出可能是正值或负值。当负值的信号从减法电路

154直接输入到比较器156时,比较器156会产生误动作。通过设置绝对值电路155,从而能防止该误动作。绝对值电路155是由二极管及运算放大器等构成的模拟电路,与减法电路154及比较器156连接。

[0109] 比较器156比较绝对值电路155的输出 V_{abs} 与阈值电压 V_{th} ,在 $V_{abs} > V_{th}$ 的情况下输出高(High)电平 V_H 的电压信号,在 $V_{abs} \leq V_{th}$ 的情况下输出低(Low)电平 V_L 的电压信号。来自比较器156的输出信号输入到微型计算机16。这样的比较器156例如可用通用IC(Integrated Circuit:集成电路)构成,与绝对值电路155及微型计算机16连接。

[0110] 此外,在本实施方式中,通过减法电路154、绝对值电路155、及比较器156构成本发明的偏差检测单元。

[0111] 微型计算机16具备存储器161,例如存储有由间隙检测器151检测的检测信号(电压信号)与间隙G1的尺寸的关系(间隙相关数据)。此外,作为间隙相关数据,也可以记录相对于检测信号的间隙G2的尺寸。

[0112] 该微型计算机16用微型计算机、门阵列等构成,与控制电路、减法电路、比较器连接。而且,如图2所示,微型计算机16作为偏压指令单元162、目标指令单元163、状态检测单元164及增益调整单元165而发挥作用。

[0113] 偏压指令单元162基于从控制部20输入的波长设定指令,向偏压驱动部153输出指示偏置电压的施加的偏压指令。另外,偏压指令单元162根据后述的由状态检测单元164检测到的反馈控制的错误内容,校正偏压驱动部153施加的偏置电压(相当于本发明的驱动参数),并设定新的偏置电压。即,偏压指令单元162作为本发明的参数校正单元起作用。

[0114] 当从控制部20输入波长设定指令时,目标指令单元163算出与目标波长对应的间隙G1的尺寸(目标值),并作为目标信号输出到反馈驱动部152及减法电路154。

[0115] 状态检测单元164基于来自比较器156的输出信号,检测波长可变干涉滤波器5的间隙G1的变动状态。

[0116] 具体而言,状态检测单元164在经过稳定化时间后从比较器156输出的电压信号继续为低电平 V_L 的电压信号的情况下,检测是波长可变干涉滤波器5的间隙G1的变动收敛的稳定化状态。

[0117] 另外,状态检测单元164在经过稳定化时间后从比较器156输出高电平 V_H 的输出信号的情况下,检测为反馈控制未正常实施而产生了错误。此外,在后将会详述,基于来自比较器156的输出信号,检测产生的错误的的内容。

[0118] 增益调整单元165根据由状态检测单元164检测出的错误的的内容设定反馈驱动部152的增益。即,增益调整单元165根据反馈控制的错误内容,校正与设定的反馈电压(相当于本发明的驱动参数)对应的增益的值,并设定与新的反馈电压对应的增益。即,增益调整单元165作为本发明的参数校正单元起作用。

[0119] 后面将会详述偏压指令单元162、目标指令单元163、状态检测单元164及增益调整单元165的各功能。

[0120] [控制部的构成]

[0121] 返回图1,说明分光测定装置1的控制部20。

[0122] 控制部20相当于本发明的处理部,例如通过组合CPU、存储器等来构成,控制分光测定装置1的整体动作。如图1所示,该控制部20具备波长设定部21、光量取得部22、分光测

定部23和存储部30。

[0123] 在存储部30中记录有用于控制分光测定装置1的各种程序、各种数据(例如表示相对于目标波长的驱动电压的 $V-\lambda$ 数据等)。

[0124] 波长设定部21设定由波长可变干涉滤波器5取出的光的目标波长,并向电压控制部15输出意为从波长可变干涉滤波器5取出所设定的目标波长的控制信号。

[0125] 光量取得部22基于由检测器11取得的光量,取得透过波长可变干涉滤波器5的目标波长的光的光量。

[0126] 分光测定部23基于由光量取得部22取得的光量,测定测定对象光的光谱特性。

[0127] [波长可变干涉滤波器的驱动方法]

[0128] 图4是示出分光测定装置1的分光测定处理中的波长可变干涉滤波器的驱动方法(致动器控制方法)的流程图。

[0129] 为了通过分光测定装置1取得包含在测定对象光中的各波长的光的强度,首先,控制部20通过波长设定部21设定透过波长可变干涉滤波器5的光的波长(目标波长)。而且,波长设定部21向电压控制部15输出意为使所设定的目标波长的光透过的波长设定指令(步骤S1)。

[0130] 接着,电压控制部15基于来自波长设定部21的波长设定指令,驱动波长可变干涉滤波器5,开始用于将间隙尺寸设定为目标波长的反馈控制(步骤S2)。

[0131] 具体而言,微型计算机16的偏压指令单元162基于输入的波长设定指令中包含的目标波长,将与间隙G2的目标值对应的偏压信号输出到偏压驱动部153。偏压驱动部153基于偏压信号向第一静电致动器56A施加偏置电压。

[0132] 当向波长可变干涉滤波器5的各静电致动器56A、56B施加电压时,间隙G2的值开始变动,且开始反馈控制。间隙检测器151输出与间隙G1的尺寸的检测值(电压值)相应的检测信号,减法电路154对间隙检测器151的检测值和间隙G1的尺寸的设定值(电压值)进行减法运算,并输出减法信号到绝对值电路155及微型计算机16。绝对值电路155将来自减法电路154的减法信号的值转换为绝对值并输出到比较器156。比较器156比较绝对值电路155的输出 V_{abs} 与阈值电压 V_{th} ,如上所述,输出与比较结果相应的电压信号(高电平 V_H 或低电平 V_L)。

[0133] 此外,偏压指令单元162使用存储在存储器161中的数据、程序等输出目标信号。例如,将关联了目标波长和间隙G2的尺寸(或间隙检测器151的检测值)的数据、用于算出与目标波长对应的间隙G2的尺寸(或间隙检测器151的检测值)的程序等存储在存储器161中。偏压指令单元162使用该数据、程序等输出偏压信号。

[0134] 作为偏置电压,设定为比通过单独驱动偏压驱动部153而使反射膜间间隙G1设定为目标间隙量的驱动电压小的值。通过施加这样的偏置电压,在通过反馈驱动部152的对第二静电致动器56B的控制中,与不施加偏置电压的情况相比,能够降低灵敏度,能提高反馈控制的精度。

[0135] 另外,偏压指令单元162例如也可以如以下那样地算出与间隙G1的目标值对应的偏置电压。即,在反馈控制中,以对第二静电致动器56B施加电压时的灵敏度(感度)(相对于施加电压的间隙位移量(m/V))为一定的方式来设定偏置电压。这里,对第二静电致动器56B施加电压时的灵敏度 R_c (m/V)用下式(1)表示。

[0136] [数学式1]

$$[0137] \quad R_c = \frac{\{2k\epsilon S_c d(d_{\max} - d)^2 - \epsilon^2 S_c S_b V_b^2\}^{1/2}}{k(d_{\max} - d)(d_{\max} - 3d)} \quad \dots(1)$$

[0138] 在式(1)中, V_b 是向第一静电致动器56A施加的偏置电压, k 是可动基板52(保持部522)的弹簧系数, ϵ 是固定基板51及可动基板52间(电极间间隙G2)的介电常数, S_b 是第一静电致动器56A的有效面积(第一固定电极561A及第一可动电极562A在滤波器俯视观察中重合的区域的面积), S_c 是第二静电致动器56B的有效面积, $d_{\max}$ 是电极间间隙G2的初始间隙量, d 是为使目标波长的光透过的可动部521的目标位移量(电极间间隙G2的间隙位移量)。

[0139] 在反馈控制时, 优选以对第二静电致动器56B施加电压时的灵敏度为一定的方式施加偏置电压 V_b 。在该情况下, 在上述式(1)中, V_c 是固定值, 使用与构成反馈驱动部152的控制器中的增益相应的值。在通过后述的错误校正, 反馈驱动部152的控制器中的增益发生了变化, 使用与该增益相应的值。

[0140] 另外, 如果从控制部20输入指定目标波长的波长设定指令, 则微型计算机16能算出从波长可变干涉滤波器5取出目标波长的光所需的间隙G1的目标值, 从该目标值能算出应使可动部521位移的量(目标位移量 d)。

[0141] 在上述式(1)中对 V_b 求解, 可导出下式(2)。

[0142] [数学式2]

$$[0143] \quad V_b = \left[\frac{k}{\epsilon S_b} \left\{ 2d(d_{\max} - d)^2 - \frac{kR_c^2(d_{\max} - d)^2(d_{\max} - 3d)^2}{\epsilon S_c} \right\} \right]^{1/2} \quad \dots(2)$$

[0144] 另外, 目标指令单元163基于在步骤S1中输入的波长设定指令中包含的目标波长, 向反馈驱动部152及减法电路154输出表示第二静电致动器56B的间隙G2的目标值的目标信号。

[0145] 反馈驱动部152控制向第二静电致动器56B施加的驱动电压, 使从间隙检测器151输入的检测信号与目标信号的偏差接近于0。

[0146] 接着, 状态检测单元164判定波长可变干涉滤波器5的间隙尺寸是否稳定化(步骤S3)。在步骤S3中, 状态检测单元164判定来自比较器156的电压信号是否继续为低电平 V_L 。

[0147] 在步骤S3中, 在判定为“否”时, 状态检测单元164判定是否经过了规定时间 T_0 (步骤S4)。

[0148] 例如, 对于规定时间 T_0 , 优选设定使间隙G1从初始间隙变动到了最小间隙时的稳定化时间等。在步骤S4中, 在判定为“否”时, 返回步骤S3, 在经过规定时间 T_0 之前的期间, 继续间隙G1是否稳定化的判定。

[0149] 这里, 图5(A)和图5(B)是示出反馈控制正常实施时的间隙检测器151及比较器156的输出值的一个例子的曲线图。图5(A)是示出间隙检测器151的检测值的曲线图, 图5(B)是示出比较器的输出值的曲线图。

[0150] 如图5(A)所示, 当波长可变干涉滤波器5的驱动开始并实施反馈控制时, 间隙检测器151的检测值振动。而且, 在反馈控制正常实施的情况下, 检测值的振动落在规定的稳定化时间以内稳定化。通常, 检测值从开始振动后在2周期左右落入容许范围而稳定化。

[0151] 在稳定化状态下, 作为间隙检测器151的检测值的绝对值的 V_{abs} 为阈值电压 V_{th} 以下

的状态继续。即,间隙检测器151的检测值落在由图5(A)的点划线所示的容许范围L内。

[0152] 此外,容许范围L是以图5(A)和图5(B)的细实线所示的目标值为中心的规定电压范围,根据波长可变干涉滤波器5的规格、测定精度等而设定,例如,是以上述目标值为中心的 $\pm 10\text{mV}$ 的范围。

[0153] 在到经过规定时间 T_0 而状态检测单元164未判定为稳定化(步骤S3中否、且步骤S4中是)、也就是说、到应该稳定化的时间而间隙G1的变动仍未稳定化(变动仍未收敛)的情况下,状态检测单元164检出在闭环系统中产生了反馈错误。在该情况下,状态检测单元164判定是否检测到固定偏差型的反馈错误(步骤S5)。具体而言,状态检测单元164在判定时间 T_1 的期间,判定从比较器156输出的电压信号是否仅为高电平 V_H 。

[0154] 在步骤S5中判定为“是”时,判定产生了固定偏差型的反馈错误。

[0155] 图6(A)和图6(B)是示出产生了固定偏差型的反馈错误的情况下的检测值及比较器的输出值的特性的一个例子的曲线图。

[0156] 如图6(A)和图6(B)所示,在固定偏差型的反馈错误中,在经过了规定时间 T_0 之后,检测值超出容许范围而收敛。此外,在图6(A)和图6(B)中,示出了检测值超过上限值而收敛的例子,而省略了检测值低于下限值而收敛的情况的图示。

[0157] 在固定偏差型的反馈错误中,如图6(B)所示,从经过规定时间 T_0 后到经过规定的判定时间 T_1 为止的期间,作为来自比较器156的电压信号,输出的是低电平 V_L 的信号。因此,状态检测单元164通过检测在判定时间 T_1 内是否继续检测到了高电平 V_H ,从而能够判定是否为固定偏差型的反馈错误。

[0158] 在该情况下,偏压指令单元162再次设定偏压驱动部153中的偏置电压(步骤S6)。

[0159] 具体而言,偏压指令单元162在从减法电路154输入微型计算机16的检测值与目标值的偏差为正值的的情况下,如图6(A)所示,判定产生了作为检测值的静电电容值在超过容许范围的上限值的值收敛的固定偏差型的反馈控制错误。在该情况下,偏压指令单元162减少偏置电压值,以使静电电容值减少。

[0160] 相反,偏压指令单元162在从减法电路154输入的检测值与目标值的偏差为负值的情况下,判定检测值在不足容许范围的下限值的值收敛,从而增大偏置电压,以使静电电容值增大。

[0161] 另一方面,在步骤S5中,在判定为“否”的情况下,即,在判定时间 T_1 内交替输出高电平 V_H 及低电平 V_L 的电压信号的情况下,状态检测单元164判定为振动型的反馈错误(振荡错误)。

[0162] 图7(A)和图7(B)是示出产生了振动型的反馈错误的情况下的检测值及比较器的输出值的特性的一个例子的曲线图。

[0163] 如图7(B)所示,在振荡错误中,从经过规定时间 T_0 后到经过规定的判定时间 T_1 为止的期间,从比较器156多次输出高电平 V_H 及低电平 V_L 的信号。因此,状态检测单元164通过在判定时间 T_1 内检测这些交替输出的高电平 V_H 及低电平 V_L 的电压信号,从而能够检测振荡错误。

[0164] 在该情况下,增益调整单元165设定反馈驱动部152的增益,控制反馈电压(步骤S7)。

[0165] 这里,如图7(A)所示,在产生作为检测值的静电电容值未收敛的振动型的反馈控

制错误的情况下,考虑是反馈驱动部152的反馈控制的增益大。因此,增益调整单元165减少反馈驱动部152的反馈控制的增益。

[0166] 此外,在反馈驱动部152采用可进行高精度的反馈控制的PID (Proportional Integral Derivative:比例积分微分)控制的情况下,例如,考虑是与比例动作(P动作)相关的增益(比例增益)大。因此,增益调整单元165减少反馈驱动部152的反馈控制的比例增益。

[0167] 此外,规定的判定时间 T_1 例如是检测值的振动周期(由波长可变干涉滤波器5中的保持部522的弹性等决定的固有周期)的1周期以上的规定长度的时间。通过将判定时间 T_1 设为振动周期的1周期以上,从而不管在振动(振荡)的情况下还是在收敛的情况下,都能检测错误。

[0168] 另外,增益调整单元165使用存储在存储器161中的数据、程序等输出目标信号。例如,将关联了目标波长和反馈电压(或反馈驱动部152的增益的值)的数据、用于算出与目标波长对应的反馈电压的程序等存储到存储器161中。增益调整单元165使用该数据、程序等算出反馈电压(或反馈驱动部152的增益的值)。目标指令单元163将根据算出结果的目标信号输出到反馈驱动部152。

[0169] 重复上述步骤S3~S7,直到在步骤S3中判定为稳定化为止。

[0170] 此外,即使在上述图6(A)和图6(B)所示的固定偏差型的错误和图7(A)和图7(B)所示的振动型的错误同时产生的情况下,也能通过重复上述步骤S3~S7来使其稳定化。例如,在检测值在超过容许范围L的上限值的范围或在不足下限值的范围振荡的情况下,在步骤S5中,未检出比较器156的电压信号的变动(步骤S5:否)。因此,在最开始调整偏压驱动部的增益。然后,检出比较器156的电压信号的变动(即,振动型的错误),调整反馈驱动部152的增益。

[0171] 若波长可变干涉滤波器5的间隙G1的尺寸变为与步骤S1中设定的目标波长对应的尺寸,则在步骤S3中判定为稳定化。而且,从波长可变干涉滤波器5射出以目标波长为中心的光。在检测器11接收目标波长的光,控制部20的光量取得部22基于从检测器11输入的光量检测信号,取得目标波长的光的光量(步骤S8)。

[0172] [实施方式的作用效果]

[0173] 电压控制部15根据各静电致动器56A、56B的驱动量的目标值(设定值)施加驱动电压(偏置电压及反馈电压)。在从驱动开始经过规定时间 T_0 后的、间隙检测器151的检测值与设定值的差超过容许范围L的情况下,存在比较器156的输出为高电平 V_H 的情况。状态检测单元164检测比较器156的输出变为高电平 V_H 。即,检测在各静电致动器56A、56B的驱动应稳定化的定时,驱动量的检测值与设定值的偏差的绝对值是否在容许范围L内。

[0174] 由此,能够检测反馈控制未被适当地实施,实际的间隙G1的尺寸(驱动量)相对于间隙G1的尺寸(驱动量)的设定值,在超出规定的阈值的值稳定或持续振动,能够检测反馈控制的错误。

[0175] 这里,在反馈控制中,为了在稳定化时间内使致动器稳定化,优选由反馈驱动部152、偏压驱动部153施加的电压值(驱动参数)的值是适当值。例如,当反馈驱动部152的增益(驱动参数)的值比适当值大时,可能致动器的驱动量的变动未收敛(即振荡)、或到收敛为止的时间显著延长。

[0176] 相对于此,电压控制部15在经过规定时间 T_0 后,作为间隙检测器151的检测值与设定值的偏差的绝对值,交替地多次检测超过阈值的偏差的绝对值、及不足阈值的偏差的绝对值来检测各静电致动器56A、56B的振荡。即,即使经过了稳定化时间,驱动量的变动仍未收敛,能检出振动型的错误作为反馈控制的错误。由此,可以调整反馈驱动部152的增益,可使驱动量收敛。

[0177] 在本实施方式中,致动器由第一静电致动器56A及第二静电致动器56B构成,向第一静电致动器56A施加偏置电压,向第二静电致动器56B施加反馈电压。在这样的致动器中,通过施加偏置电压而粗动地驱动第一静电致动器56A。另一方面,基于间隙检测器151的检测值(驱动量)控制反馈电压而微动地驱动第二静电致动器56B,从而能够精度良好地控制致动器的驱动量。

[0178] 这里,在偏置电压比适当值大或小的情况下,存在第一静电致动器56A的粗动驱动的驱动量与设定值的偏差的绝对值超过第二静电致动器56B的微动驱动的调整范围可应对的范围的阈值的情况。即,若偏置电压过大或过小,则即使驱动量的变动在反馈电压的最小值或最大值收敛,也存在间隙检测器151的检测值在比容许范围L的上限大的值或比下限小的值稳定的情况。

[0179] 针对此,在检测值在容许范围L的范围外收敛的情况下,即、在产生固定偏差型的错误(参照图6(A)和图6(B))的情况下,可以检出是粗动驱动的驱动量与设定值的差超过微动驱动的可调范围的状态。而且,根据检测结果,偏压指令单元162调整偏置电压(驱动参数)。由此,能够使粗动驱动的驱动量落入微动驱动的可调范围内,能够更可靠且精度良好地控制致动器的驱动量。

[0180] 另外,状态检测单元164在从驱动开始经过了规定时间 T_0 后,作为间隙检测器151的检测值与设定值的偏差的绝对值,交替地多次检测到超过阈值的偏差的绝对值、及不足阈值的偏差的绝对值时,减小反馈驱动部152的增益,控制反馈电压。即,由于第二静电致动器56B中的反馈控制的增益大,故检出即使到达了稳定化时间,间隙检测器151的检测值也不收敛而振动,检出振动型的错误(参照图7(A)和图7(B))。于是,基于检测结果,减小反馈驱动部152的反馈控制的增益来控制反馈电压,从而能够使驱动量收敛,能更可靠且精度良好地控制致动器的驱动量。

[0181] 状态检测单元164在经过了被设定为上述的稳定化时间以上的规定时间 T_0 后实施错误检测。由此,通过在稳定化前实施状态检测单元164的错误检测,从而能够抑制误检出错误。

[0182] 此外,规定时间 T_0 的长度优选为稳定化时间以上,只要是在稳定化时间以上则并无特别限制,但规定时间 T_0 相对稳定化时间过长时,到错误的检出定时的待机时间延长,可能使测定时间延长。在稳定化时间被设定为在实施了适当的反馈控制时能可靠地稳定化的长度的情况下,通过将稳定化时间设定为规定时间 T_0 ,从而能够缩短测定时间。

[0183] 在分光测定装置1中,如果从驱动开始后经过规定时间 T_0 之前由状态检测单元164检出间隙G1的尺寸稳定化,则即使是在经过预先设定的规定时间 T_0 之前也将实施分光测定。由此,能够控制分光测定装置1不管是否稳定化均不开始测定而进行待机的时间,能够缩短测定时间。

[0184] [其它实施方式]

[0185] 此外,本发明并不限于上述的实施方式,能够达到本发明目的的范围内的变形、改良等均被包含在本发明之中。

[0186] 例如,在本发明中,作为致动器,例示了改变波长可变干涉滤波器5中的间隙G1的尺寸的静电致动器,但不限于于此。例如,还可以以使用压电致动器、感应线圈致动器等其它致动器作为致动器的反馈环路为对象。特别是,在驱动量相对于驱动电压非线性地变动的致动器的情况下,由于驱动特性的变动,在反馈控制时未设定最佳的增益时,如上所述,有可能出现异常振荡等妨碍正常驱动的情况。本发明对这样的驱动特性非线性地变动的致动器是有效的,通过设定最佳增益,能够实施维持了最合适的控制状态的反馈控制。

[0187] 在上述实施方式中,将反射膜54、55用作电容检测用的电极,但不限于于此。例如,可与反射膜54、55分开地在固定基板51及可动基板52上设置彼此相对的电容检测用电极。

[0188] 另外,作为驱动量的检测单元,并不限于使用上述的静电电容检测电极的构成,例如,也可以采用通过应变仪等检测可动基板52(保持部522)的弯曲状态来检测反射膜间间隙G1的间隙量的构成,也可以采用在外部设置用于检测间隙量的光传感器的构成等。

[0189] 在上述实施方式中,示出了被施加偏置电压的第一静电致动器56A配置在被施加反馈电压的第二静电致动器56B的外周侧的例子,但不限于于此。例如,也可以采用第一静电致动器56A设于反射膜54、55的外周侧且第二静电致动器56B的内周侧、而第二静电致动器56B设于第一静电致动器56A的外周侧的构成等。

[0190] 在上述实施方式中,例示了具备第一静电致动器56A及第二静电致动器56B作为多个致动器并向第一静电致动器56A施加偏置电压、向第二静电致动器56B施加反馈电压的构成,但本发明并不限于于此,也可以采用具备1个致动器的构成。在这种情况下,例如,构成为不设置一个相当于被施加偏置电压的第一静电致动器56A的致动器而只设置一个相当于第二静电致动器56B的致动器,根据驱动量的检测值来调整反馈控制的增益。

[0191] 在上述实施方式中,例示了设置减法电路154来取得间隙检测器151的检测值与设定值的偏差的构成,但本发明并不限于于此,也可以不设置减法电路154。例如,可例示在反馈驱动部152中实施反馈控制时使用取得的上述偏差的构成。

[0192] 在上述实施方式中,例示了具备作为减法电路154、绝对值电路155及比较器156的模拟电路的构成,但本发明并不限于于此。例如,也可以采用如下的构成:即、在不具备上述模拟电路的情况下取得间隙检测器151的检测值与设定值的偏差,通过微型计算机16实施基于该偏差的稳定化的检测、错误的检测。

[0193] 另外,作为本发明的电子设备,在上述实施方式中例示了分光测定装置1,此外,可在各种领域应用本发明的波长可变干涉滤波器的驱动方法、光学模块、及电子设备。

[0194] 例如,如图8所示,也可将本发明的电子设备用作测定颜色的测色装置。

[0195] 图8是示出具备波长可变干涉滤波器的测色装置400的一个例子的框图。

[0196] 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是使检查对象A反射从光源装置410射出的光,由测色传感器420接收所反射的检查对象光,并基于从测色传感器420输出的检测信号,对测定对象光的色度、即检查对象A的颜色进行分析、测定的装置。

[0197] 光源装置410具备光源411和多个透镜412(在图8中仅记载1个),对检查对象A射出

例如基准光(例如白色光)。另外,在多个透镜412中也可以包含准直透镜,在该情况下,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,但是,例如在检查对象A是液晶面板等发光部件的情况下,也可以是不设置光源装置410的构成。

[0198] 如图8所示,测色传感器420具备:波长可变干涉滤波器5;检测器11,其接收透过波长可变干涉滤波器5的光;以及电压控制部15,使在波长可变干涉滤波器5透过的光的波长可变。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检查对象A所反射的反射光(检查对象光)向内部导光的未图示的入射光学透镜。并且,该测色传感器420通过波长可变干涉滤波器5将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。

[0199] 控制装置430控制测色装置400的整体动作。

[0200] 作为该控制装置430,例如可以使用通用的个人电脑、便携式信息终端、其它的测色专用电脑等。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、以及测色处理部433等。

[0201] 光源控制部431连接于光源装置410,例如基于用户的设定输入,向光源装置410输出规定的控制信号,使其射出规定亮度的白色光。

[0202] 测色传感器控制部432连接于测色传感器420,例如基于用户的设定输入,设定由测色传感器420接收的光的波长,并将旨在检测该波长的光的受光量的控制信号输出至测色传感器420。由此,测色传感器420的电压控制部15基于控制信号,将电压施加于静电致动器56,使波长可变干涉滤波器5驱动。

[0203] 测色处理部433从由检测器11检测到的受光量,分析检查对象A的色度。

[0204] 另外,作为本发明的电子设备的其它例子,可以列举检测特定物质的存在的基于光的系统。作为这样的系统,例如可以例示出:采用使用了本发明的波长可变干涉滤波器的分光计测方式来高敏度检测特定气体的车载用气体泄漏检测器、呼吸检查用的光声惰性气体检测器等气体检测装置。

[0205] 下面,根据附图来说明这种气体检测装置的一例。

[0206] 图9是示出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。

[0207] 图10是示出图9所示的气体检测装置的控制系统的构成的框图。

[0208] 如图9所示,该气体检测装置100构成为具备传感器芯片110、流路120、以及主体部130,该流路120具备:吸引口120A、吸引流路120B、排出流路120C、以及排出口120D。

[0209] 主体部130由包括具有可以装卸流路120的开口的传感器部盖131、排出单元133、壳体134、光学部135、滤光器136、波长可变干涉滤波器5、以及受光元件137(检测部)等的检测装置(光学模块)、控制部138(处理部)、以及电力供给部139等构成,控制部138处理所检测到的信号并控制检测部,电力供给部139用于供给电力。此外,光学部135由射出光的光源135A、光束分离器135B、以及透镜135C、135D、135E构成,光束分离器135B向传感器芯片110侧反射从光源135A射入的光,并使从传感器芯片侧射入的光透过至受光元件137侧。

[0210] 此外,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、用于和外部的接口的连接部142、电力供给部139。在电力供给部139是二次电池的情况下,还可以具备用于充电的连接部143。

[0211] 而且,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、用于接收来自于受光元件137的信号的受光电路147、接收来自于传感器芯片检测器148的信号的传感器芯片检测电路149、以及控制排出单元133的排出驱动器电路150等,其中,传感器芯片检测器148读取传感器芯片110的代码,检测传感器芯片110的有无。

[0212] 下面,将对上述的气体检测装置100的动作进行说明。

[0213] 在主体部130的上部的传感器部盖131的内部设置有传感器芯片检测器148,通过该传感器芯片检测器148检测传感器芯片110的有无。信号处理部144在检测到来自于传感器芯片检测器148的检测信号时,判断为是安装有传感器芯片110的状态,并向显示部141输出使其显示可实施检测动作的旨意的显示信号。

[0214] 并且,例如在用户操作操作面板140,从操作面板140向信号处理部144输出旨在开始检测处理的指示信号时,首先,信号处理部144向光源驱动器电路145输出光源动作的信号,使光源135A进行动作。在光源135A被驱动的情况下,从光源135A以单一波长射出直线偏振光的稳定的激光。此外,在光源135A中内置有温度传感器、光量传感器,其信息向信号处理部144输出。并且,信号处理部144在基于从光源135A输入的温度、光量判断为光源135A在稳定动作中的情况下,控制排出驱动器电路150,使排出单元133动作。由此,含有要检测的目标物质(气体分子)的气体样本从吸引口120A被引向吸引流路120B、传感器芯片110内、排出流路120C、排出口120D。此外,在吸引口120A设置有除尘过滤器120A1,用于去除比较大的粉尘、一部分的水蒸气等。

[0215] 此外,传感器芯片110是组装有多个金属纳米结构体并利用了局域表面等离子体共振的传感器。在这样的传感器芯片110中,通过激光在金属纳米结构体之间形成增强电场,如果气体分子进入该增强电场,则会产生含有分子振动的信息的拉曼散射光以及瑞利散射光。

[0216] 这些瑞利散射光、拉曼散射光通过光学部135射入滤光器136,瑞利散射光被滤光器136分离,拉曼散射光射入到波长可变干涉滤波器5。于是,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如上述实施方式所示,由间隙检测器151、反馈驱动部152、及微型计算机16构成,利用与上述实施方式同样的驱动方法,使波长可变干涉滤波器5驱动,通过波长可变干涉滤波器5,使与作为检测对象的气体分子对应的拉曼散射光分光。

[0217] 之后,若分光后的光被受光元件137接收,则对应受光量的受光信号经由受光电路147被输出至信号处理部144。此时,能够从波长可变干涉滤波器5高精度地取出作为目标的拉曼散射光。

[0218] 信号处理部144将如上所述地获得的作为检测对象的气体分子所对应的拉曼散射光的光谱数据和ROM中存储的数据进行比较,判断是否是目标气体分子,并进行物质的指定。此外,信号处理部144使显示部141显示其结果信息、或从连接部142向外部输出。

[0219] 需要说明的是,在上述图9以及图10中,例示了由波长可变干涉滤波器5分光拉曼散射光、且从分光后的拉曼散射光来进行气体检测的气体检测装置100,但是,作为气体检测装置,也可以用作通过检测气体固有的吸光度来指定气体类别的气体检测装置。在这种情况下,将本发明的光学模块用作使气体流入传感器内部来检测入射光中被气体吸收的光

的气体传感器。并且,将本发明的电子设备作为通过这样的气体传感器来分析、判断流入传感器内的气体的气体检测装置。在这样的构成中,也可以使用波长可变干涉滤波器来检测气体的成分。

[0220] 此外,作为用于检测特定物质的存在的系统,并不限于上述的气体的检测,还可以例示出利用近红外线分光的糖类的非侵入式测定装置、或食物、生物体、矿物等信息的非侵入式测定装置等物质成分分析装置。

[0221] 下面,作为上述物质成分分析装置的一个例子,对食物分析装置进行说明。

[0222] 图11是示出作为利用了波长可变干涉滤波器5的电子设备的一个例子的食物分析装置的概略构成的图。

[0223] 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、被导入来自于测定对象物的光的摄像透镜212、对从摄像透镜212导入的光进行分光的波长可变干涉滤波器5、以及检测分光后的光的摄像部213(检测部)。

[0224] 此外,控制部220具备:光源控制部221,实施光源211的亮灯/灭灯控制、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,获取摄像部213所拍摄的分光图像;信号处理部224(分析部);以及存储部225。

[0225] 在该食物分析装置200中,在使系统驱动时,由光源控制部221控制光源211,从光源211对测定对象物照射光。于是,被测定对象物所反射的光通过摄像透镜212射入到波长可变干涉滤波器5中。通过电压控制部222的控制,波长可变干涉滤波器5以上述实施方式所示的驱动方法而被驱动。由此,能够从波长可变干涉滤波器5高精度地取出目标波长的光。然后,被取出的光被例如由CCD摄像机等构成的摄像部213所拍摄。并且,被拍摄的光作为分光图像存储在存储部225中。此外,信号处理部224控制电压控制部222,使施加于波长可变干涉滤波器5的电压值发生变化,从而获取对应各波长的分光图像。

[0226] 然后,信号处理部224对存储部225中存储的各图像中的各像素的数据进行运算处理,求得在各像素的光谱。此外,在存储部225中,存储有例如相对于光谱的食物的成分相关的信息,信号处理部224基于存储部225中存储的食物相关的信息对求得的光谱的数据进行分析,求出检测对象所包含的食物成分及其含量。此外,还可以从获得的食物成分及含量算出食物卡路里、新鲜度等。而且,通过分析图像内的光谱分布,还可以实施检查对象食物中新鲜度下降的部分的提取等,进而,还可以实施食物内所含的异物等的检测。

[0227] 并且,信号处理部224进行使显示部230显示如上所述地获得的检查对象食物的成分、含量、卡路里、新鲜度等信息的处理。

[0228] 此外,在图11中,示出了食物分析装置200的例子,但是,也可以基于大致相同的构成,用作如上所述的其它信息的非侵入式测定装置。例如,可以用作血液等体液成分的测定、分析等的进行生物体成分的分析的生物体分析装置。作为这样的生物体分析装置,例如,如果是将用于检测酒精的装置作为测定血液等体液成分的装置,则可以用作检测驾驶员的饮酒状态的防酒驾装置。此外,还可以用作具备这样的生物体分析装置的电子内窥镜系统。

[0229] 进而,还可以用作实施矿物的成分分析的矿物分析装置。

[0230] 而且,本发明的波长可变干涉滤波器、光学模块、电子设备可以应用于以下所述的

装置。

[0231] 例如,通过使各波长的光的强度随着时间的推移发生变化,还可以通过各波长的光来传送数据,在这种情况下,通过设于光学模块的波长可变干涉滤波器对特定波长的光进行分光,并由受光部来接收光,从而可以提取由特定波长的光所传送的数据,通过具备这样的数据提取用光学模块的电子设备来处理各波长的光的数据,从而还可以实施光通信。

[0232] 此外,作为电子设备,还可以应用于通过本发明的波长可变干涉滤波器来对光进行分光、从而拍摄分光图像的分光摄像机、分光分析机等。作为这样的分光摄像机的一个例子,可以列举内置有波长可变干涉滤波器的红外线摄像机。

[0233] 图12是示出分光摄像机的概略构成的示意图。如图12所示,分光摄像机300具备摄像机主体310、摄像透镜单元320、和摄像部330(检测部)。

[0234] 摄像机主体310是由用户把持、操作的部分。

[0235] 摄像透镜单元320设置于摄像机主体310,将射入的图像光引导至摄像部330。此外,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之间的波长可变干涉滤波器5。

[0236] 摄像部330由受光元件构成,用于拍摄被摄像透镜单元320引导的图像光。

[0237] 在这样的分光摄像机300中,通过波长可变干涉滤波器5使作为拍摄对象的波长的光透过,从而可以拍摄期望波长的光的分光图像。此时,对于各波长,电压控制部(省略图示)利用上述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。

[0238] 而且,还可以将本发明的波长可变干涉滤波器用作带通滤波器,例如,还可以用作通过波长可变干涉滤波器仅对发光元件射出的规定波长范围的光中以规定波长为中心的窄频带(狭带域)的光进行分光并使其透过的光学式激光装置。

[0239] 此外,还可以将本发明的波长可变干涉滤波器用作生物体认证装置,例如还可应用于利用近红外区域、可见区域的光的、血管、指纹、视网膜、虹膜等的认证装置。

[0240] 而且,可以将光学模块以及电子设备用作浓度检测装置。在这种情况下,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、分析,从而来测定样品中的被检体浓度。

[0241] 如上所述,本发明的波长可变干涉滤波器、光学模块以及电子设备还可以应用于从入射光对规定的光进行分光的任何装置。并且,如上所述,本发明的波长可变干涉滤波器能够以一个器件来对多个波长进行分光,因此,可以高精度地实施多个波长的光谱的测定、对多个成分的检测。因此,与通过多个器件来提取期望波长的现有装置相比,可以促进光学模块、电子设备的小型化,例如,可适合用作便携用、车载用的光学器件。

[0242] 进而,在上述实施方式中,例示了从设于基板间的各静电致动器56A、56B的间隙尺寸取得驱动特性并设定各静电致动器56A、56B的反馈控制中的增益的例子,但不限于此。

[0243] 例如,可用于通过施加电压而驱动量相对于驱动电压非线性变化的致动器驱动装置的反馈控制,作为这样的致动器,例如,可例举压电致动器(ピエゾアクチュエーター)等。具体而言,还可应用于通过对压电致动器施加驱动电压来使镜片按与驱动电压相应的角度改变姿势的镜器件(ミラーデバイス)等。在这种情况下,可举出通过检测施加规定的驱动电压时的压电致动器的驱动量(驱动角度等)来取得压电致动器的驱动特性并基于取得

的驱动特性对压电致动器的驱动进行反馈控制的构成等。

[0244] 此外,实施本发明时的具体结构可在达到本发明目的的范围内适当变更为其它结构等。

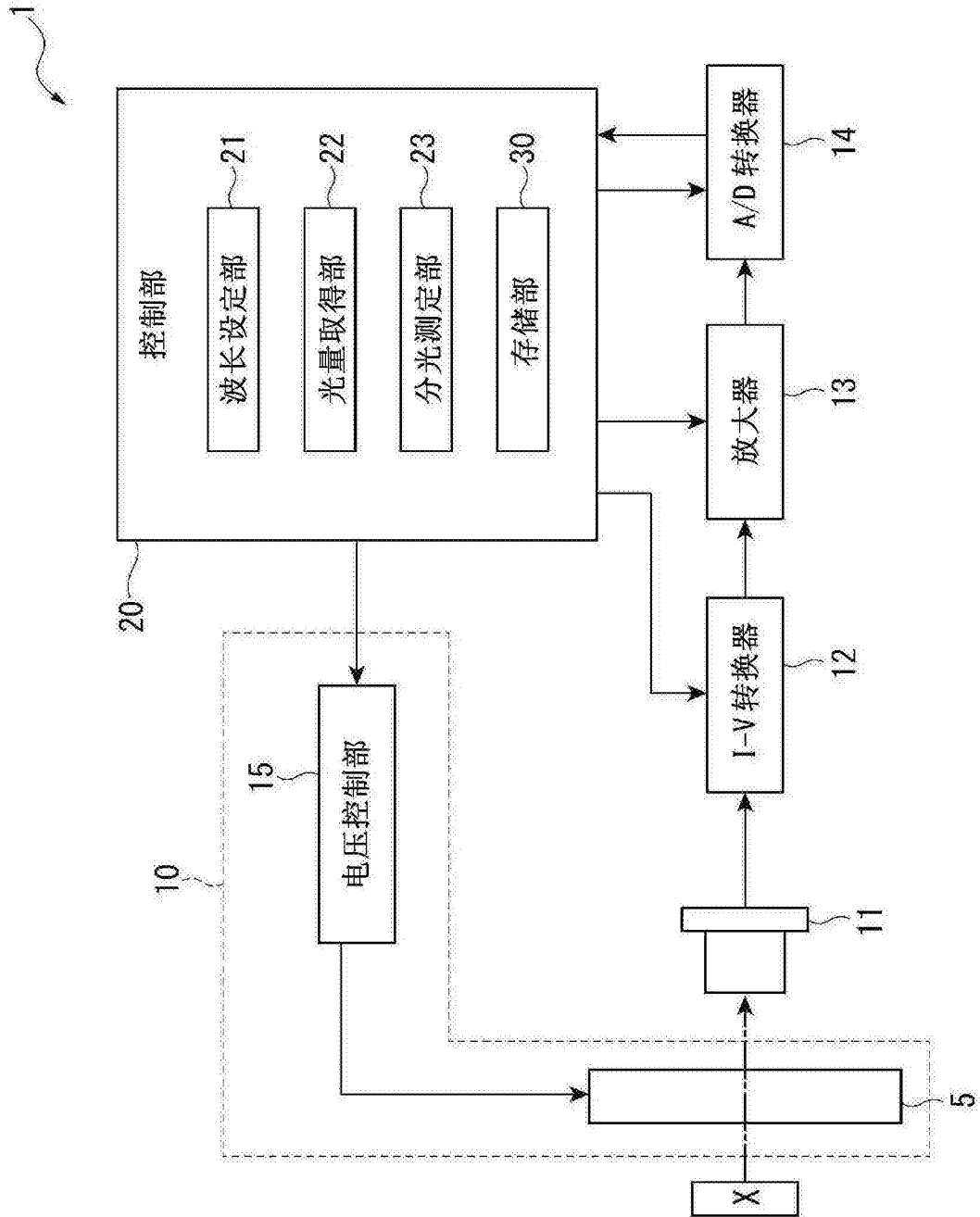


图1

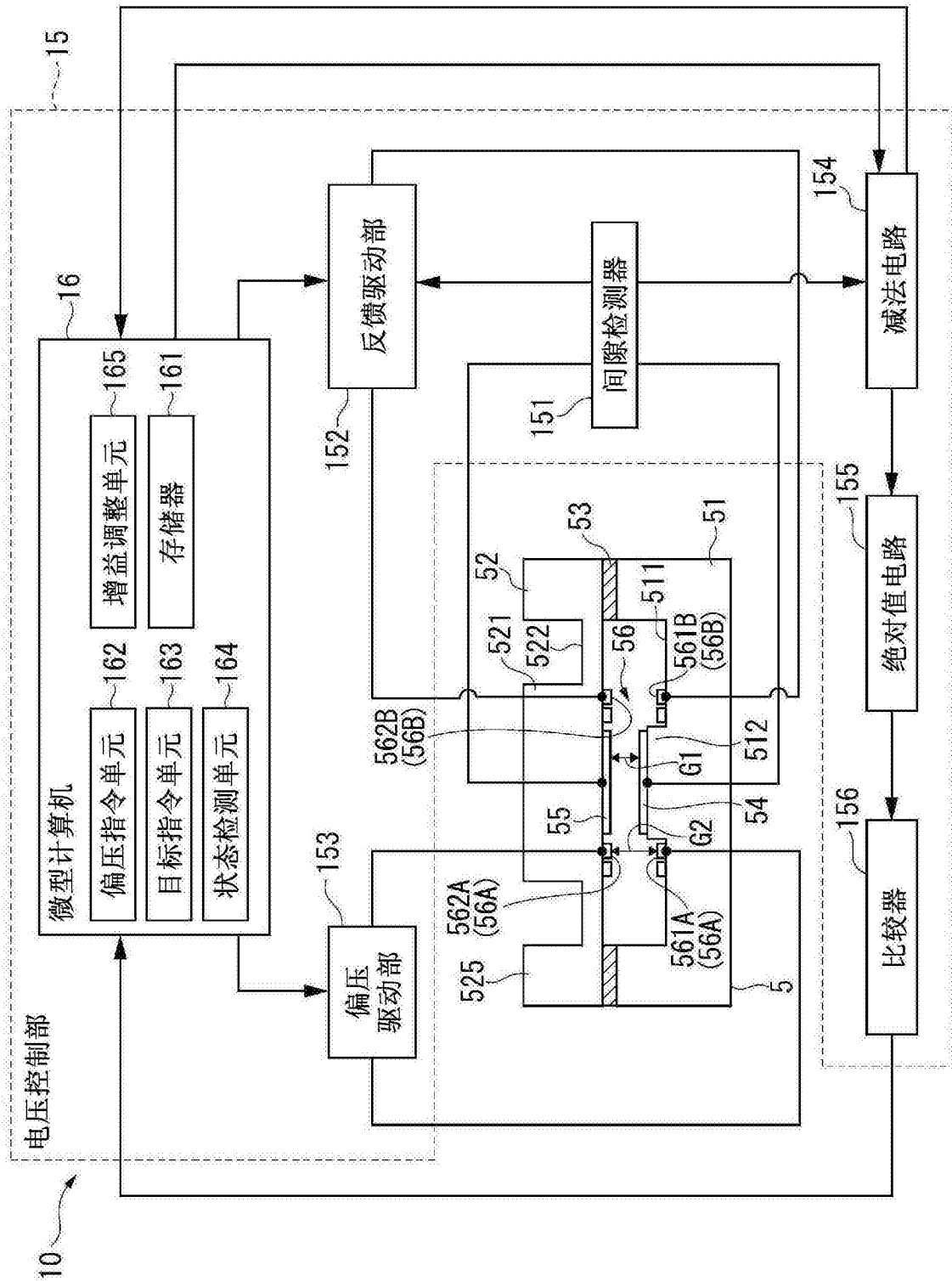


图2

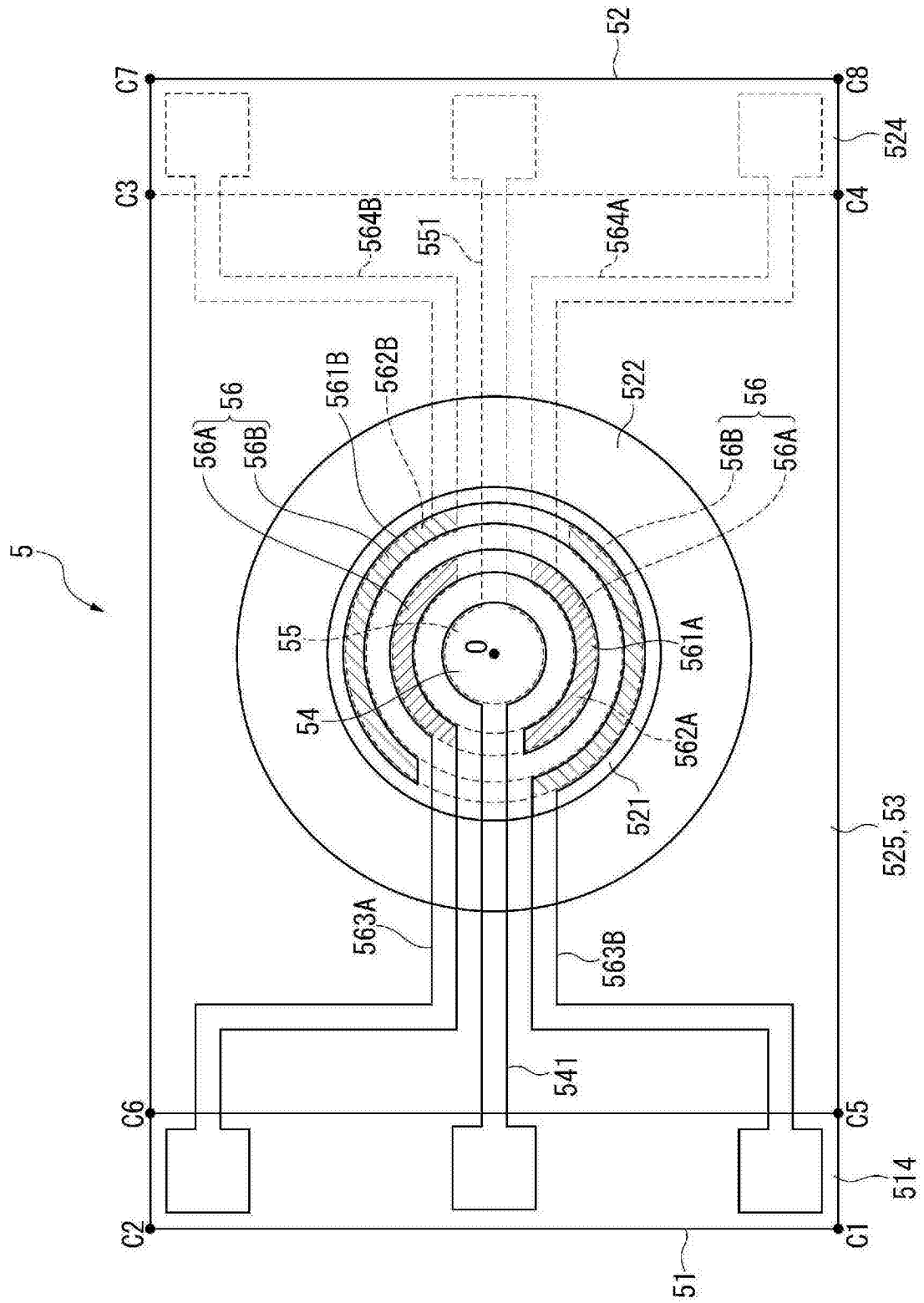


图3

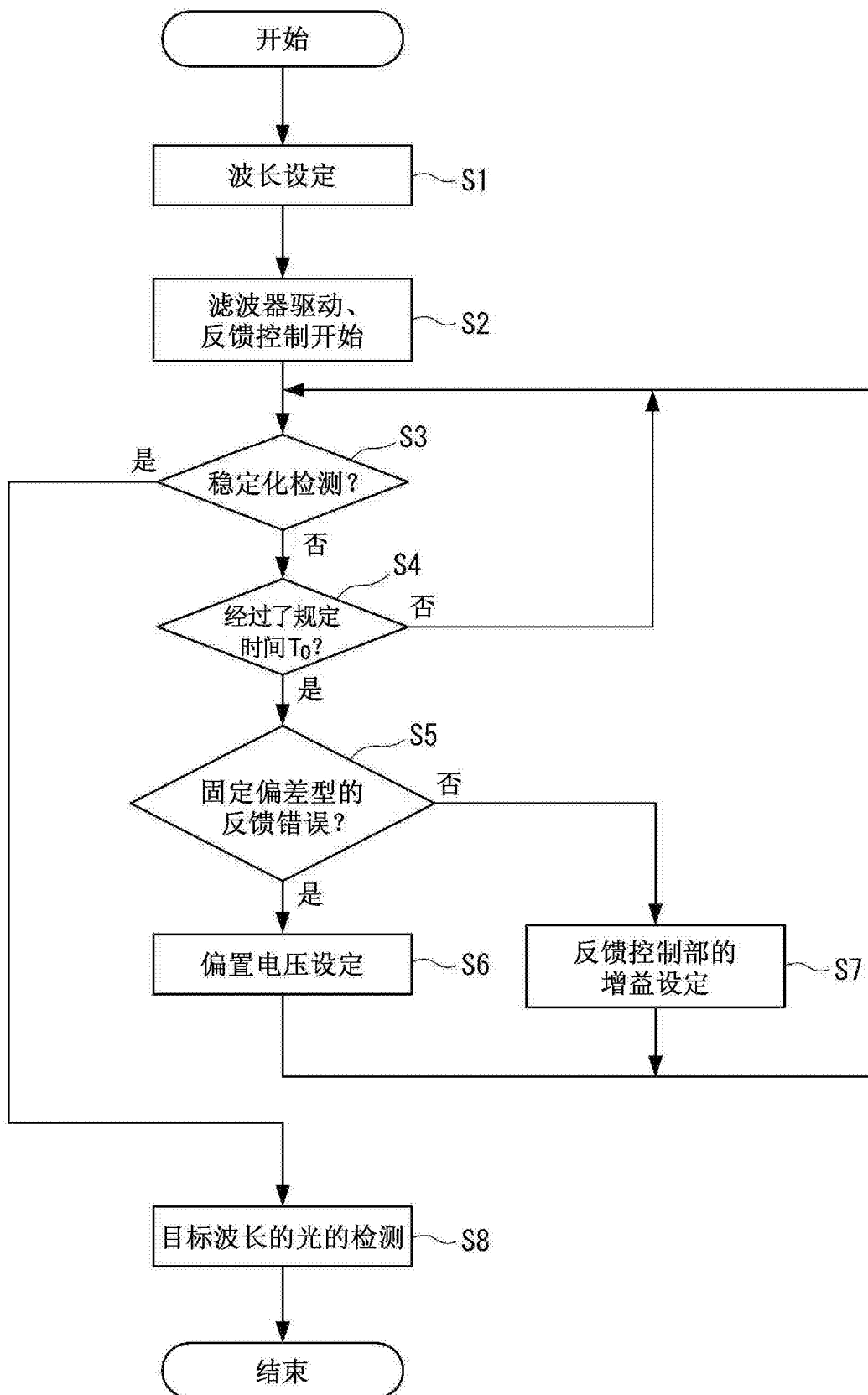


图4

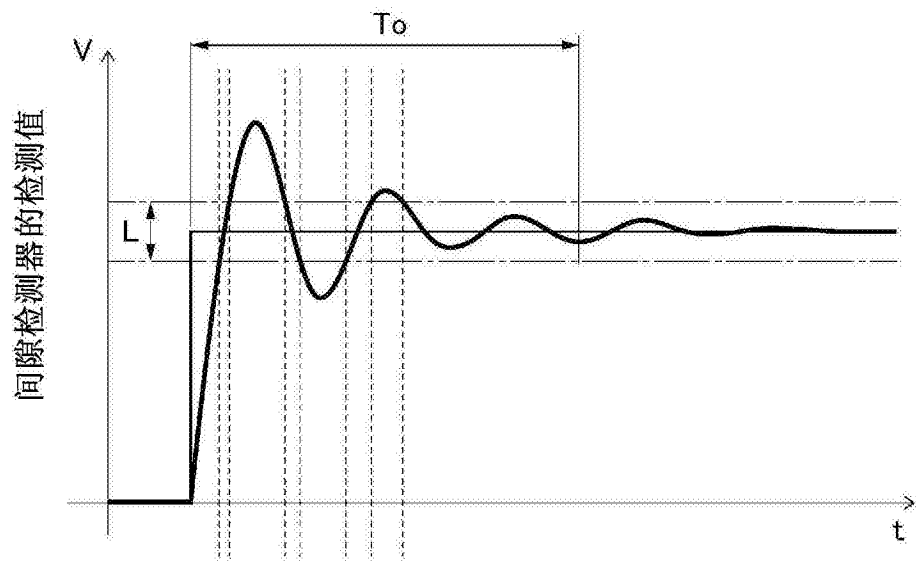


图5 (A)

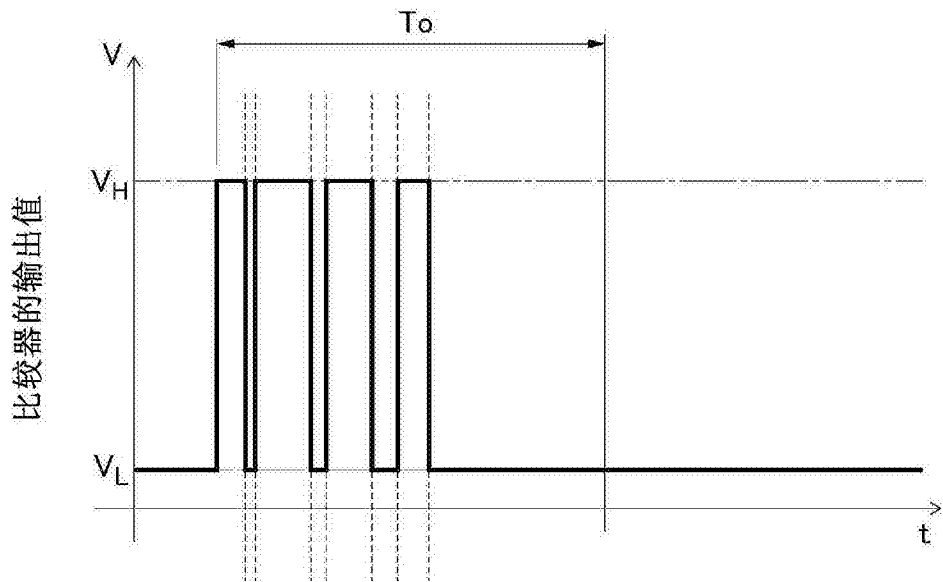


图5 (B)

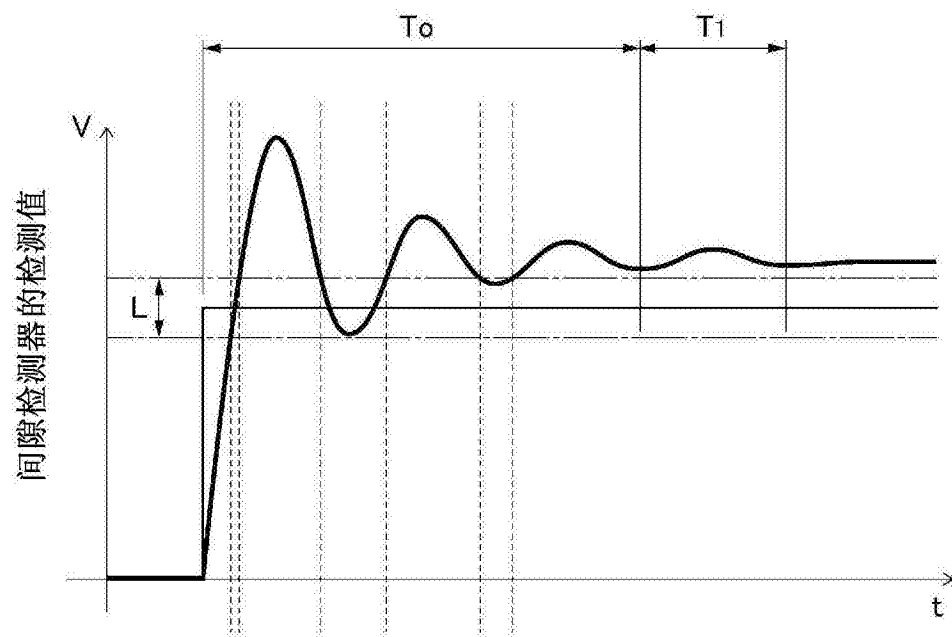


图6 (A)

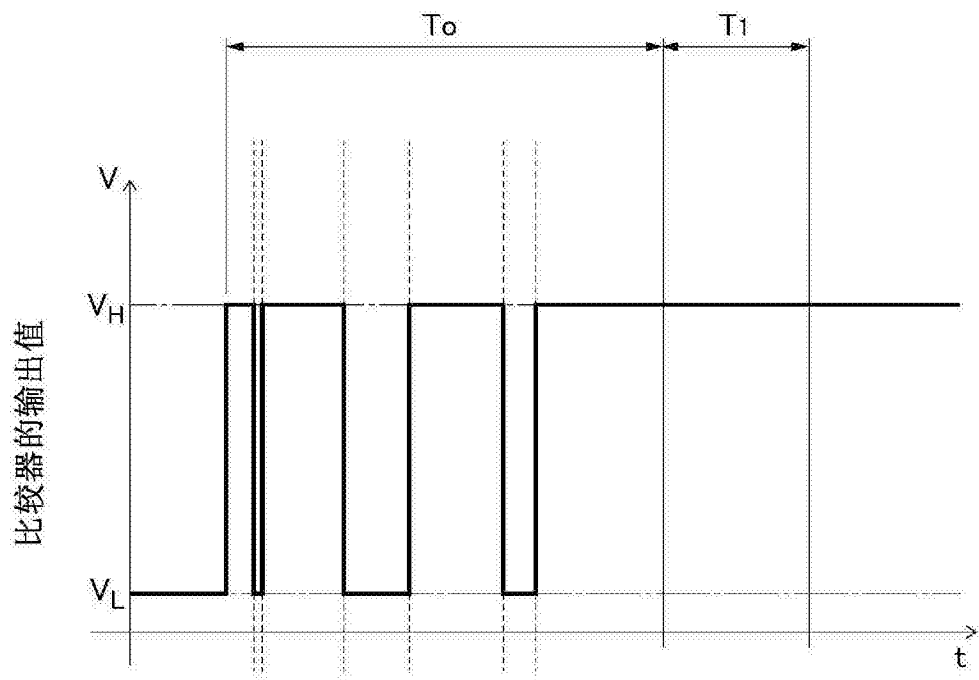


图6 (B)

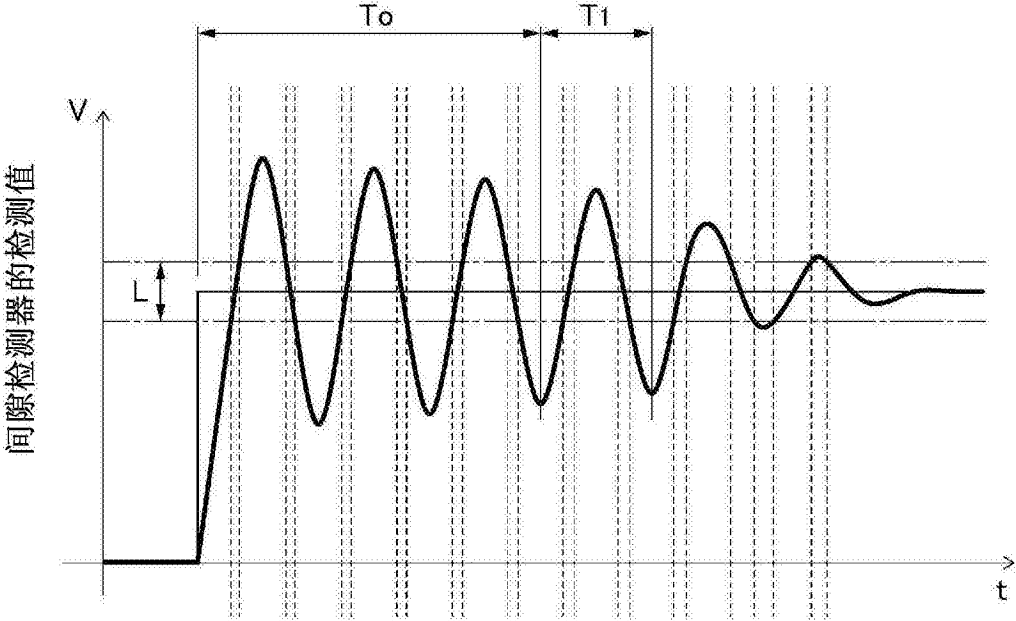


图7 (A)

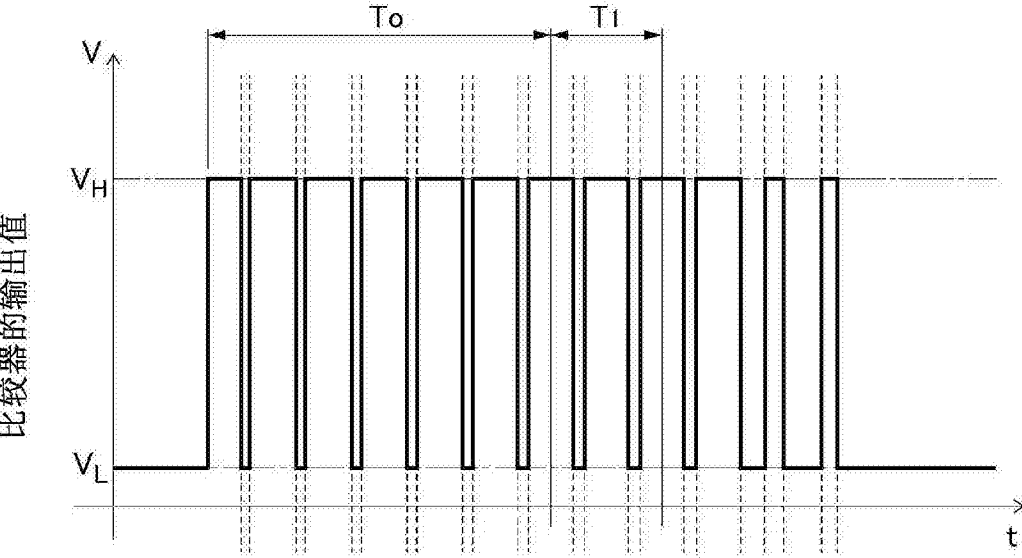


图7 (B)

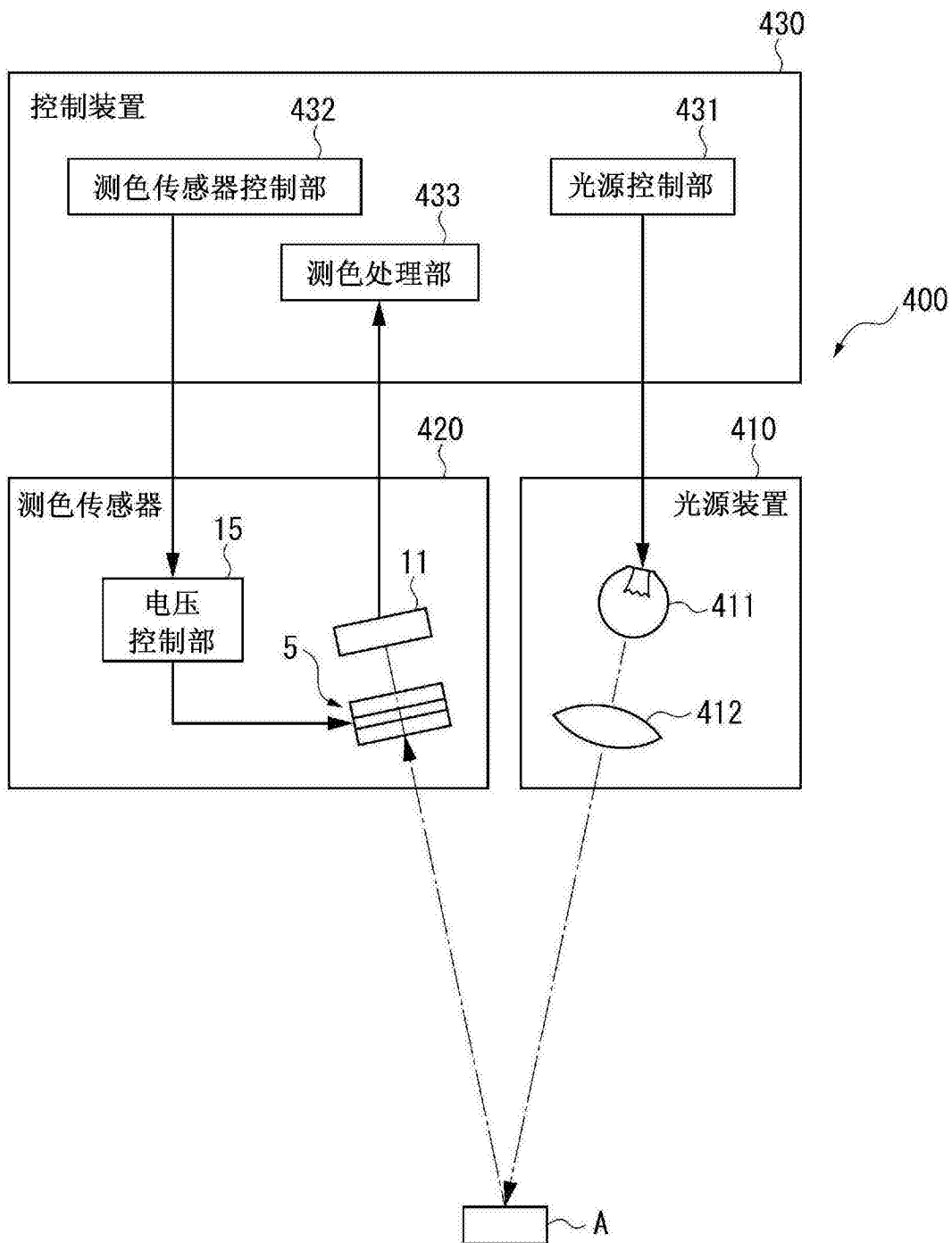


图8

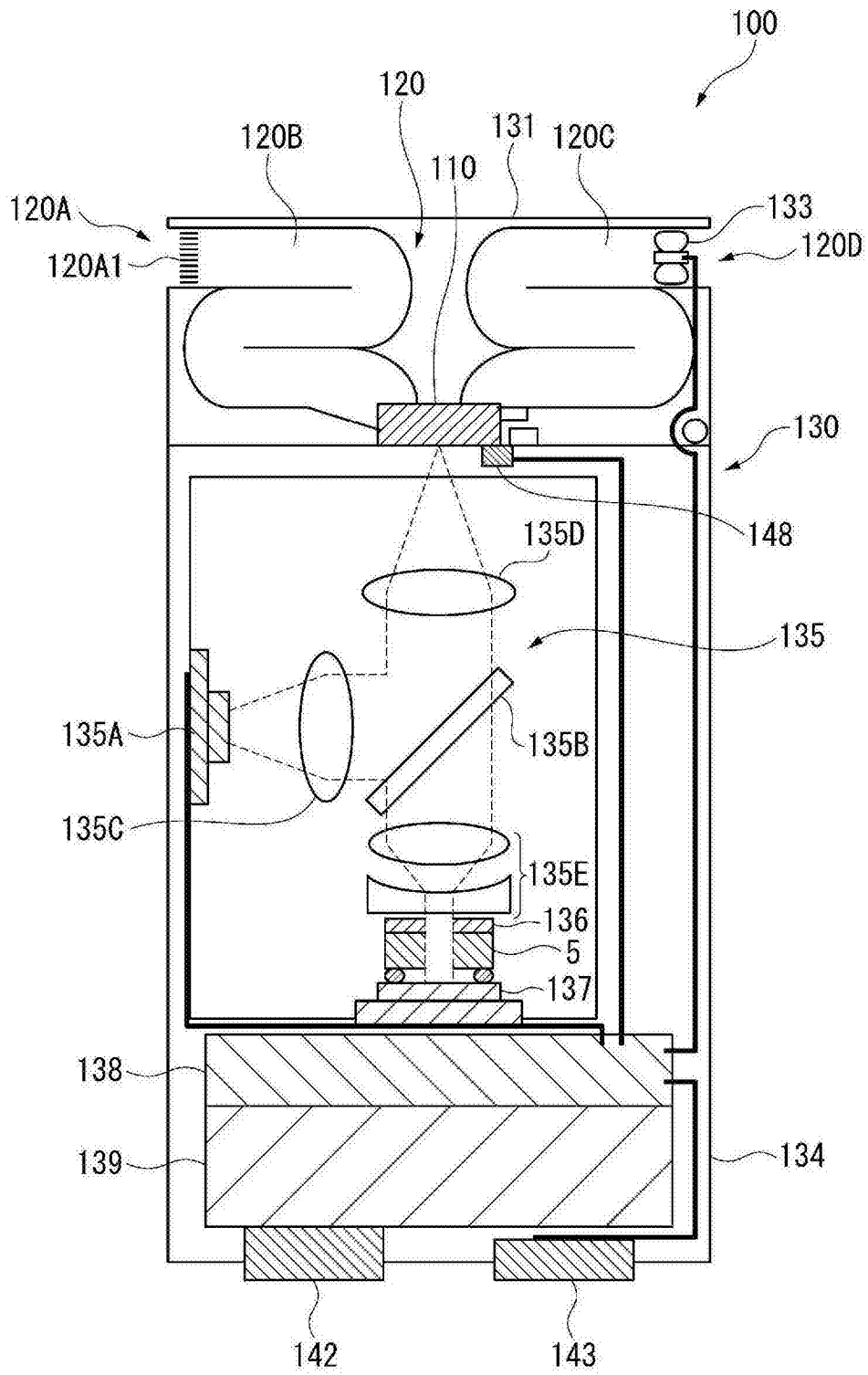


图9

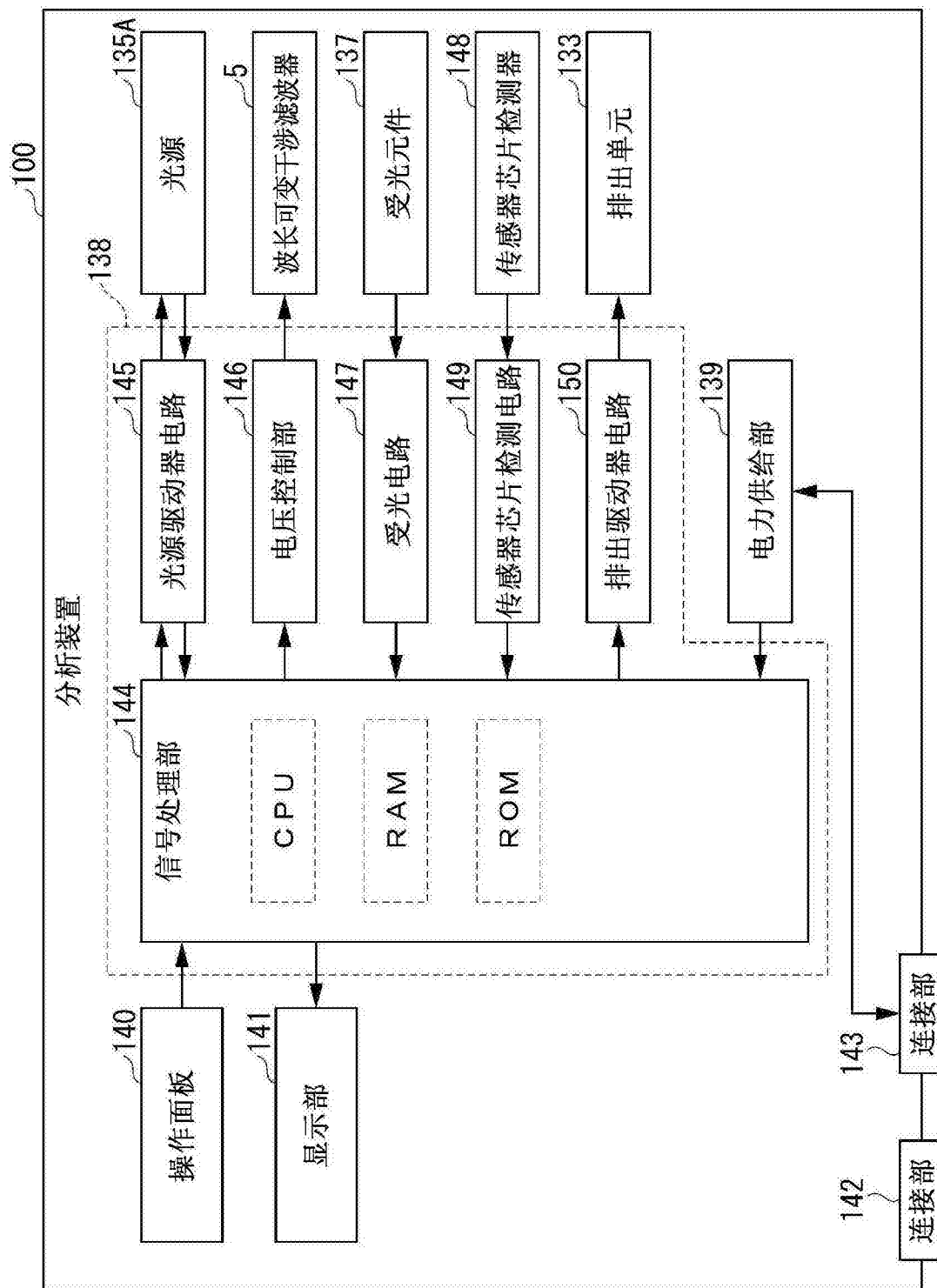


图10

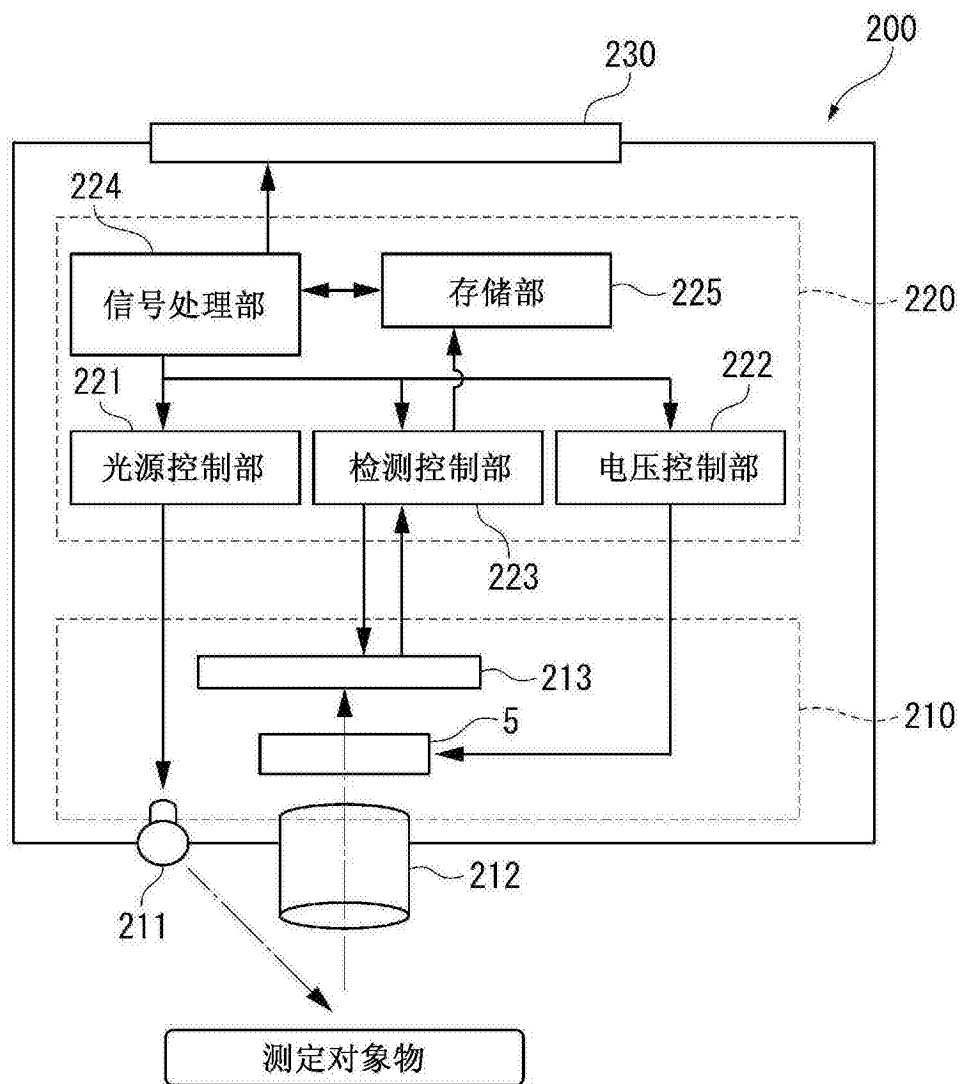


图11

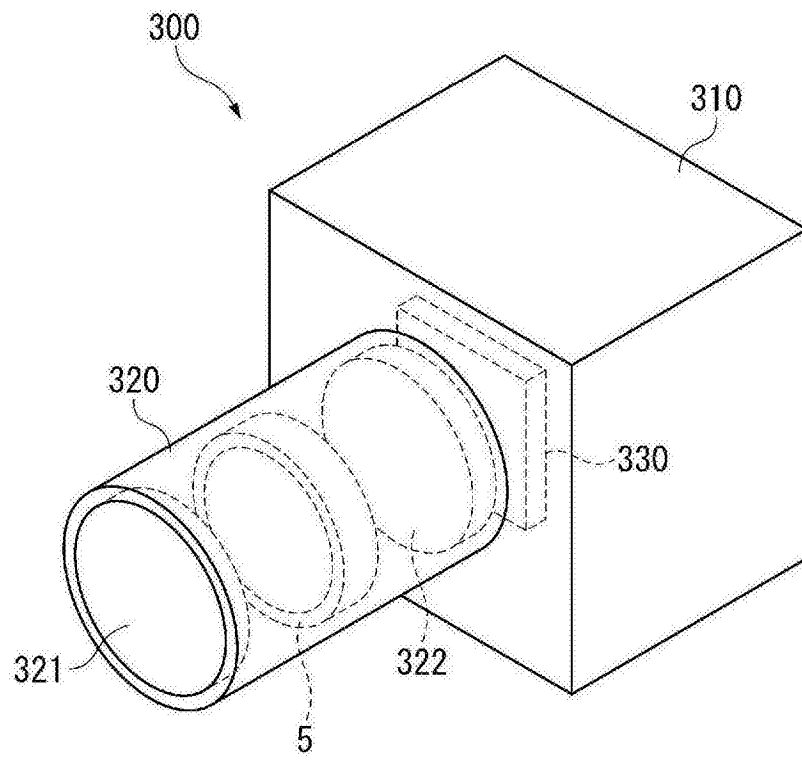


图12