



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108351304 B

(45) 授权公告日 2021. 12. 07

(21) 申请号 201780003869.3

(22) 申请日 2017.02.23

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108351304 A

(43) 申请公布日 2018.07.31

(30) 优先权数据
2016-100435 2016.05.19 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.05.02

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/006951 2017.02.23

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/199511 JA 2017.11.23

(73) 专利权人 富士电机株式会社

地址 日本神奈川县

(72) 发明人 长谷川祥树 小泉和裕

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51) Int.Cl.

G01N 21/64 (2006.01)

G01N 21/47 (2006.01)

G01N 33/18 (2006.01)

审查员 蒋超

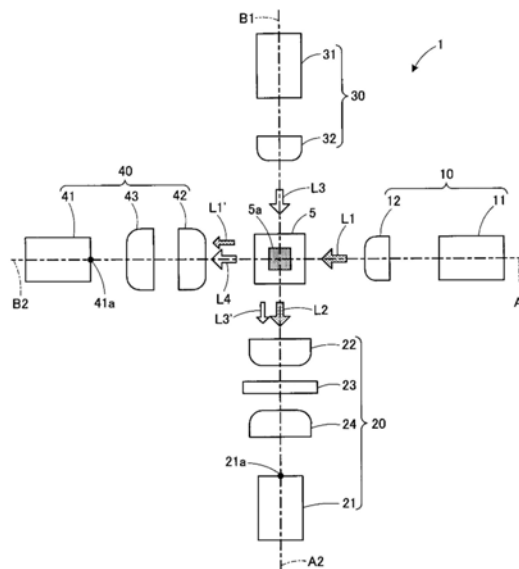
权利要求书2页 说明书17页 附图9页

(54) 发明名称

水质分析仪

(57) 摘要

利用简易的结构来兼具荧光检测功能和散射光检测功能,高精度地测定试样水的荧光强度。水质分析仪(1)具有:激发光照射光学系统(10),其向作为测定对象的试样水照射激发用的光源光(L1);荧光检测光学系统(21),其对通过激发用的光源光的照射而激发出的试样水中的特定成分的荧光(L2)进行检测;散射光照射光学系统(30),其向试样水照射散射光检测用的光源光(L3);以及散射光检测光学系统(40),其对因所照射的散射光检测用的光源光被试样水中的微粒散射而产生的散射光(L4)进行检测。能够检测激发光照射光学系统的光量和散射光照射光学系统的光量。



1. 一种水质分析仪,其特征在于,具有:

激发光照射光学系统,其向作为测定对象的试样水照射激发用的光源光;荧光检测光学系统,其对通过所述激发用的光源光的照射而激发出的试样水中的特定成分的荧光进行检测;散射光照射光学系统,其向试样水照射散射光检测用的光源光;以及散射光检测光学系统,其对因所照射的所述散射光检测用的光源光被试样水中的微粒散射而产生的散射光进行检测,

所述水质分析仪被配置成:所述荧光检测光学系统能够检测所述散射光照射光学系统的光量、且所述散射光检测光学系统能够检测所述激发光照射光学系统的光量,

其中,所述激发光照射光学系统的光轴与所述荧光检测光学系统的光轴的第一交点同所述散射光照射光学系统的光轴与所述散射光检测光学系统的光轴的第二交点在试样水流通容器内相离,所述第一交点与所述第二交点之间的距离是由所述激发光照射光学系统的光轴与所述荧光检测光学系统的光轴形成的平面与由所述散射光照射光学系统的光轴与所述散射光检测光学系统的光轴形成的平面之间的距离,

所述散射光照射光学系统的光源光中的、透过所述试样水而形成的透过光被导入到在所述荧光检测光学系统的受光面上离开所述荧光检测光学系统的光轴的位置,

所述激发光照射光学系统的光源光中的、透过所述试样水而形成的透过光被导入到在所述散射光检测光学系统的受光面上离开所述散射光检测光学系统的光轴的位置。

2. 根据权利要求1所述的水质分析仪,其特征在于,

所述激发光照射光学系统与所述散射光检测光学系统隔着试样水流通容器地相向,所述散射光照射光学系统与所述荧光检测光学系统隔着所述试样水流通容器地相向。

3. 根据权利要求2所述的水质分析仪,其特征在于,

在所述试样水流通容器内的中心,所述激发光照射光学系统的光轴与所述荧光检测光学系统的光轴垂直地交叉,所述散射光照射光学系统的光轴与所述散射光检测光学系统的光轴垂直地交叉。

4. 根据权利要求1所述的水质分析仪,其特征在于,

所述第一交点与所述第二交点之间的距离大于0mm且为10mm以下。

5. 根据权利要求1所述的水质分析仪,其特征在于,

具有预测部,该预测部根据所述激发用的光源光透过试样水而形成的第一透过光来计算所述激发用的光源光的第一波长下的试样水的吸光度,根据所述散射光检测用的光源光透过试样水而形成的第二透过光来计算所述散射光检测用的光源光的第二波长下的试样水的吸光度,根据所述第一波长及所述第二波长下的试样水的吸光度来预测所述荧光的第三波长下的试样水的吸光度。

6. 根据权利要求5所述的水质分析仪,其特征在于,

根据所述第一波长及所述第二波长下的试样水的吸光度的绝对值和比率来预测所述第三波长下的试样水的吸光度。

7. 一种水质分析仪,其特征在于,具有:

激发光照射光学系统,其向作为测定对象的试样水照射激发用的光源光;荧光检测光学系统,其对通过所述激发用的光源光的照射而激发出的试样水中的特定成分的荧光进行检测;散射光照射光学系统,其向试样水照射散射光检测用的光源光;以及散射光检测光学

系统,其对因所照射的所述散射光检测用的光源光被试样水中的微粒散射而产生的散射光进行检测,

所述水质分析仪能够检测所述激发光照射光学系统的光量和所述散射光照射光学系统的光量,

所述水质分析仪还具有:

透过光检测光学系统,其对所述激发用的光源光透过试样水而形成的第一透过光以及所述散射光检测用的光源光透过试样水而形成的第二透过光进行检测;

预测部,其根据所述第一透过光来计算所述激发用的光源光的第一波长下的试样水的吸光度,根据所述第二透过光来计算所述散射光检测用的光源光的第二波长下的试样水的吸光度,根据所述第一波长及所述第二波长下的试样水的吸光度来预测所述荧光的第三波长下的试样水的吸光度;以及

配置于将所述激发用的光源光和所述散射光检测用的光源光向试样水流通容器引导的位置的光学构件,所述光学构件与所述透过光检测光学系统隔着所述试样水流通容器地相向,所述激发光照射光学系统配设在所述光学构件的侧方。

8. 根据权利要求7所述的水质分析仪,其特征在于,

根据所述第一波长及所述第二波长下的试样水的吸光度的绝对值和比率来预测所述第三波长下的试样水的吸光度。

9. 根据权利要求7或8所述的水质分析仪,其特征在于,

所述第三波长是试样水中的所述特定成分的荧光光谱的峰值波长。

10. 根据权利要求7或8所述的水质分析仪,其特征在于,

具有浊度校正部,该浊度校正部使用根据由所述散射光检测光学系统检测出的所述散射光来测定出的浊度,对由所述荧光检测光学系统检测出的所述荧光的强度进行校正,由此计算进行了浊度校正的荧光强度。

11. 根据权利要求10所述的水质分析仪,其特征在于,

具有吸光度校正部,该吸光度校正部使用所述第一波长下的试样水的吸光度以及由所述预测部预测的第三波长下的试样水的吸光度,对所述进行了浊度校正的荧光强度进行校正,由此计算进行了吸光度校正的荧光强度。

12. 根据权利要求7或8所述的水质分析仪,其特征在于,

所述第一波长为250nm以上且350nm以下,并且所述第二波长为600nm以上且900nm以下,并且所述第三波长为所述第一波长以上且所述第二波长以下。

水质分析仪

技术领域

[0001] 本发明涉及一种对作为测定对象的试样水的成分进行测定的水质分析仪。

背景技术

[0002] 一般来说,在使用荧光检测的原理的水质分析仪中,已知如下一种水质分析仪:对通过激发出测定对象的试样水中的特定成分而产生的荧光进行检测,来对试样水进行水质分析。该水质分析仪向试样池中的试样水照射从光源发出的激发光,特定成分被激发,使由于激发而放出的荧光通过光学滤波器来取出特定波长的光,将特定波长的光导入到荧光检测器来进行荧光检测。在这种水质分析仪中,为了防止从光源发出的光被直接导入到检测器,将从光源向试样池的照射系统的光路与从试样池向检测器的检测系统的光路配置成垂直相交(例如,参照专利文献1)。

[0003] 专利文献1:日本特开平8-145889号公报

发明内容

[0004] 发明要解决的问题

[0005] 另外,已知当试样水浑浊(浊度高)时试样水中的成分中的荧光强度衰减,需要测定浊度以高精度地测定试样水的荧光强度。在利用散射光检测的原理的浊度计中,向收容有测定对象的试样水的试样池照射从光源发出的特定波长的光,利用散射光检测器来检测因试样水所包含的作为悬浮物质的微粒而产生的散射光,来测定浊度。

[0006] 近年来,对兼具荧光检测功能和散射光检测功能以同时测定试样水的荧光强度和浊度的水质分析仪的需求正在升高。在将荧光检测功能和散射光检测功能复合而成的水质分析仪中,需要具备激发用的光源及检测器、散射光检测用的光源及检测器。另外,为了水质分析仪的稳定测定,期望对各个光源的光量的下降进行监视。

[0007] 然而,这种水质分析仪当追加附加性功能时结构变得复杂。例如,在将荧光检测功能和散射光检测功能复合而成的水质分析仪中,为了测定各光源的光量,需要针对各个光源具备光量检测器,存在结构复杂化的问题。

[0008] 本发明是鉴于这种问题而完成的,其目的在于提供如下一种水质分析仪:能够利用简易的结构来兼具荧光检测功能和作为附加性功能的散射光检测功能,从而高精度地测定试样水的荧光强度。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 本发明的水质分析仪的特征在于,具有:激发光照射光学系统,其向作为测定对象的试样水照射激发用的光源光;荧光检测光学系统,其对通过所述激发用的光源光的照射而激发出的试样水中的特定成分的荧光进行检测;散射光照射光学系统,其向试样水照射散射光检测用的光源光;以及散射光检测光学系统,其对因所照射的所述散射光检测用的光源光被试样水中的微粒散射而产生的散射光进行检测,所述水质分析仪能够检测激发光照射光学系统的光量和散射光照射光学系统的光量。

[0011] 本发明的水质分析仪的特征在于,具有:激发光照射光学系统,其向作为测定对象的试样水照射激发用的光源光;荧光检测光学系统,其对通过所述激发用的光源光的照射而激发出的试样水中的特定成分的荧光进行检测;散射光照射光学系统,其向试样水照射散射光检测用的光源光;以及散射光检测光学系统,其对因所照射的所述散射光检测用的光源光被试样水中的微粒散射而产生的散射光进行检测,所述水质分析仪被配置成:所述荧光检测光学系统能够检测所述散射光照射光学系统的光量、且所述散射光检测光学系统能够检测所述激发光照射光学系统的光量。

[0012] 通过该结构,在试样水测定时,一边利用散射光检测光学系统检测散射光一边利用荧光检测光学系统检测荧光,因此能够考虑试样水的浊度的影响地高精度地测定试样水的荧光强度。另外,在激发用的光源的光量监视时,散射光检测光学系统能够将激发用的光源的光量也检测出来,因此不设置专用的光量检测器,能够在散射光检测光学系统中进行激发用的光源的光量监视。在散射光检测用的光源的光量监视时,荧光检测光学系统能够将散射光检测用的光源的光量也检测出来,因此不设置专用的光量检测器,能够在荧光检测光学系统中进行散射光检测用的光源的光量监视。由此,能够考虑激发用的光源和散射光检测用的光源的光量的下降地进行稳定的水质分析。

[0013] 发明的效果

[0014] 根据本发明,能够利用简易的结构来兼具荧光检测功能和作为附加性功能的散射光检测功能,从而高精度地测定试样水的荧光强度。

附图说明

[0015] 图1是第一实施方式所涉及的水质分析仪的概要结构图。

[0016] 图2是导入到上述实施方式所涉及的各检测器的透过光的光量的调整方法的说明图。

[0017] 图3A~图3C是上述实施方式所涉及的水质分析仪的测定动作的说明图。

[0018] 图4是第二实施方式所涉及的水质分析仪的概要结构图。

[0019] 图5是表示上述实施方式所涉及的控制部的结构的框图。

[0020] 图6A~图6B是上述实施方式所涉及的通常测定模式的水质分析仪的测定动作的说明图。

[0021] 图7A~图7B是上述实施方式所涉及的纯水测定模式的水质分析仪的测定动作的说明图。

[0022] 图8是表示包含悬浮物质的试样水的吸光度测定的例子的图。

具体实施方式

[0023] 下面,详细说明本发明的第一实施方式所涉及的水质分析仪。图1是第一实施方式的水质分析仪的概要结构图。

[0024] 水质分析仪1以试样池5为中心地在4个方向上具备激发光照射光学系统10、荧光检测光学系统20、散射光照射光学系统30以及散射光检测光学系统40。激发光照射光学系统10与散射光检测光学系统40隔着试样池5地相向配置,散射光照射光学系统30与荧光检测光学系统20隔着试样池5地相向配置。配置成:在试样池5的试样水流路5a的中心,激发光

照射光学系统10的光轴A1与荧光检测光学系统20的光轴A2垂直地交叉,散射光照射光学系统30的光轴B1与散射光检测光学系统40的光轴B2垂直地交叉。

[0025] 激发光照射光学系统10具有激发用的光源11以及配置于光源11与试样池5之间的准直透镜12。荧光检测光学系统20具有荧光检测器21以及配置于荧光检测器21与试样池5之间的聚光透镜22、光学滤波器23、聚光透镜24。聚光透镜22、24以凸面朝向光学滤波器23的方式对称地配置。另外,散射光照射光学系统30具有散射光检测用的光源31以及配置于光源31与试样池5之间的准直透镜32。散射光检测光学系统40具有散射光检测器41以及配置于散射光检测器41与试样池5之间的聚光透镜42、43。聚光透镜42、43以凸面彼此朝向外侧的方式配置。

[0026] 试样池5形成为在中心具有试样水流路5a的方筒状,沿与光轴A1、A2、B1及B2垂直的方向延伸。在试样水流路5a中流通作为测定对象的试样水。作为试样池5,使用了由石英玻璃等透明构件形成的流动池,但是也能够使用由石英玻璃形成的方型池。另外,作为光源11、光源31,能够使用发出特定波长的光的发光二极管、激光二极管等。另外,作为荧光检测器21、散射光检测器41,能够使用光电二极管、光电倍增管等。作为光学滤波器23,没有特别限定,能够使用具有仅使特定的波长范围的光透过、截止除此以外的光的功能且截止率小于100%的光学元件。

[0027] 在这种结构中,在试样水测定时,使激发用的光源11和散射光检测用的光源31点亮。在试样池5的试样水流路5a内流通实际试样。从激发用的光源11产生激发用的光源光L1,光源光L1通过准直透镜12后变为近平行光(准直光),照射到试样池5的试样水。试样水中的检测对象成分被光源光L1所激发而发出荧光L2。荧光L2被聚光透镜22聚集,到达光学滤波器23,在被光学滤波器23取出了特定波长的光之后,被聚光透镜24聚集,到达荧光检测器21的受光面21a。另外,光源光L1的一部分在试样池5中直行,透过试样池5后作为透过光L1'被聚光透镜42、43聚集,到达散射光检测器41的受光面41a。

[0028] 从散射光检测用的光源31发出散射光检测用的光源光L3,光源光L3通过准直透镜32后成为近平行光,照射到试样池5的试样水。光源光L3被试样水中的作为悬浮物质的微粒成分所散射,发出散射光L4。散射光L4被聚光透镜42、43聚集,到达散射光检测器41的受光面41a。另外,光源光L3的一部分在试样池5中直行,透过试样池5后作为透过光L3'被聚光透镜22聚集,到达光学滤波器23。透过光L3'的大部分被光学滤波器23截止,但是透过光L3'的一部分透过光学滤波器23后被聚光透镜24聚集,到达荧光检测器21的受光面21a。

[0029] 接下来,在激发用的光源11的光量监视时,使激发用的光源11点亮,使散射光检测用的光源31熄灭。在试样池5的试样水流路5a内,流通不包含荧光成分和散射光成分的水(纯水)。从光源11产生的光源光L1通过准直透镜12后照射到试样池5。光源光L1透过试样池5后作为透过光L1'被聚光透镜42、43聚集,到达散射光检测器41的受光面41a,透过光L1'被检测出来。

[0030] 在散射光检测用30的光源31的光量监视时,使激发用的光源11熄灭,使散射光检测用的光源31点亮。在试样池5的试样水流路5a内流通纯水。从光源31产生的光源光L3通过准直透镜32后照射到试样池5。光源光L3透过试样池5后作为透过光L3'被聚光透镜22聚集,到达光学滤波器23。通过光学滤波器23,透过光L3'的一部分被聚光透镜24聚集,到达荧光检测器21的受光面21a,透过光L3'被检测出来。

[0031] 这样,在水质分析仪1中,在试样水测定时,从激发用的光源11向试样池5照射激发用的光源光L1,利用荧光检测器21对通过光源光L1的照射而激发出的试样水中的特定成分的荧光L2进行检测,由此测定荧光强度。同时,从散射光检测用的光源31向试样池5照射散射光检测用的光源光L3,利用散射光检测器41对因所照射的光源光L3被试样水中的微粒散射而产生的散射光L4进行检测,由此测定浊度。由于一边检测散射光一边检测荧光,因此能够考虑浊度的影响地高精度地测定荧光强度。

[0032] 光学系统10、20、30、40配置成:在试样池5的试样水流路5a的中心,激发光照射光学系统10的光轴A1与荧光检测光学系统20的光轴A2正交,散射光照射光学系统30的光轴B1与散射光检测光学系统40的光轴B2正交。因此,能够抑制透过光L1'向荧光检测器21的导入地利用荧光检测器21来检测从试样水中的特定成分发出的荧光L2。另外,能够抑制透过光L3'向散射光检测器41的导入地利用散射光检测器41检测由于试样水中的微粒而发出的散射光L4。

[0033] 另外,在水质分析仪1中,激发用的光源11与散射光检测器41相向地配置,因此散射光检测器41能够对光源光L1透过试样池5而形成的透过光L1'进行检测。散射光检测用的光源31与荧光检测器21相向地配置,因此荧光检测器21能够对光源光L3透过试样池5而形成的透过光L3'进行检测。

[0034] 因此,在激发用的光源11的光量监视时,从激发用的光源11向试样池5照射激发用的光源光L1,利用散射光检测器41来检测光源光L1透过试样池5而形成的透过光L1',由此能够监视激发用的光源11的光量。在散射光检测用的光源31的光量监视时,从散射光检测用的光源31向试样池5照射散射光检测用的光源光L3,利用荧光检测器21来检测光源光L3透过试样池5而形成的透过光L3',由此能够监视散射光检测用的光源31的光量。

[0035] 另外,在试样水测定时,不仅被光源11的光源光L1激发出的由试样水中的特定成分发出的荧光L2入射到荧光检测光学系统20的荧光检测器21,光源光L3透过试样水而形成的透过光L3'也入射到荧光检测光学系统20的荧光检测器21。同样地,不仅因所照射的光源31的光源光L3被试样水中的微粒散射而产生的散射光L4入射到散射光检测光学系统40的散射光检测器41,光源光L1透过试样水而形成的透过光L1'也入射到散射光检测光学系统40的散射光检测器41。

[0036] 为了在光源11、31的光量监视时提高透过光L1'、L3'在检测器41、21中的检测效率,只要如下即可:在试样池5内,使散射光照射光学系统30的光轴B1与荧光检测光学系统20的光轴A2一致,使激发光照射光学系统10的光轴A1与散射光光学系统40的光轴B2一致。然而,如上所述,在试样水的测定时,荧光L2和透过光L3'入射到荧光检测器21,因此在透过光L3'的强度与荧光L2的强度相比显著地大的情况下,存在荧光检测器21中的荧光L2的检测精度降低的担忧。同样地,散射光L4和透过光L1'入射到散射光检测器41,因此在透过光L1'的强度与散射光L4的强度相比显著地大的情况下,存在散射光检测器41中的散射光L4的检测精度降低的担忧。

[0037] 因此,在第一实施方式所涉及的水质分析仪1中,对激发光照射光学系统10的光轴A1与荧光检测光学系统20的光轴A2的交点同散射光照射光学系统30的光轴B1与散射光检测光学系统40的光轴B2之间的距离进行调整,来控制导入到检测器21、41的透过光L3'、L1'的光量。

[0038] 图2是导入到上述实施方式所涉及的各检测器的透过光的光量的调整方法的说明图。如图2所示,激发光照射光学系统10的光轴A1与荧光检测光学系统20的光轴A2的交点P1同散射光照射光学系统30的光轴B1与散射光检测光学系统40的光轴B2的交点P2构成为在试样池5内相离距离D。即,在试样池5内,由激发光照射光学系统10的光轴A1和荧光检测光学系统20的光轴A2形成的平面与由散射光照射光学系统30的光轴B1和散射光检测光学系统40的光轴B2形成的平面构成为相离距离D。由此,光源光L3透过试样池5而形成的透过光L3'被导入到在荧光检测器21的受光面21a上离开光轴A2的位置,光源光L1透过试样池5而形成的透过光L1'被导入到在散射光检测器41的受光面41a上离开光轴B2的位置。在图2中,为交点P2位于交点P1的上方的结构,但是也可以设为交点P2位于交点P1的下方的结构。

[0039] 此外,距离D优选大于0mm且为10mm以下。当距离D大于0mm时,能够防止透过光L3'与光轴A2一致,来抑制在试样水的测定时被荧光检测器21检测出的透过光L3'的光量的影响。另外,能够防止透过光L1'与光轴B一致,来抑制在试样水的测定时被散射光检测器41检测出的透过光L1'的光量的影响。当距离D为10mm以下时,能够防止透过光L1'无法到达散射光检测器41或者虽然到达但是过于微少而难以检测,从而在光量监视时检测出透过光L1'来进行光源11的光量监视。另外,能够防止透过光L3'无法到达荧光检测器21或者虽然到达但是过于微少而难以检测,从而在光量监视时检测出透过光L3'来进行光源31的光量监视。

[0040] 接着,参照图3A~图3C和表1来说明上述实施方式所涉及的水质分析仪1对试样水的测定动作。图3A~图3C是上述实施方式所涉及的水质分析仪的测定动作的说明图。图3A是上述实施方式所涉及的试样水的荧光强度和浊度的测定动作的说明图。图3B是上述实施方式所涉及的激发光照射光学系统的光量的检测动作的说明图。图3C是上述实施方式所涉及的散射光照射光学系统的光量的检测动作的说明图。另外,表1中记载了通常测定、光量监视用参考、荧光用光源光量检测、散射光用光源光量检测这4个测定模式。

[0041] [表1]

[0042]

		光源的ON/OFF 状态		检测信号的定义	
测定模式	试样水	激发用光源	散射光检测用光源	荧光用检测器	散射光用检测器
通常测定模式	实际的试样	ON	ON	荧光成分	散射光
光量监视用参考模式	纯水	OFF	OFF	背景光量	背景光量
激发用光源的光量检测模式	纯水	ON	OFF	—	激发用光源的光量
散射光用光源的光量检测模式	纯水	OFF	ON	散射光检测用光源的光量	—

[0043] 如图3A所示,在试样水测定时选择表1的通常测定模式,测定荧光强度和浊度。在试样池5的试样水流路5a内流通实际试样。激发用的光源11、散射光检测用的光源31均被设为ON(开启)的状态。从激发用的光源11发出激发用的光源光L1,该光源光L1照射到试样池5的试样水。试样水中的检测对象成分被光源光L1所激发而发出荧光L2,荧光L2到达荧光检测器21的受光面21a。另外,光源光L1的一部分在试样池5中直行,透过试样池5后作为透过

光L1'到达散射光检测器41的受光面41a。

[0044] 从散射光检测用的光源31发出散射光检测用的光源光L3,该光源光L3照射到试样池5的试样水。光源光L3被试样水中的微粒成分散射,散射光L4到达散射光检测器41的受光面41a。另外,光源光L3的一部分在试样池5中直行,透过试样池5后作为透过光L3'来到达荧光检测器21的受光面21a。如以上那样,在试样水测定时,在荧光检测器21的受光面21a检测出实际试样的荧光L2和透过光L3',在散射光检测器41的受光面41a检测出实际试样的散射光L4和透过光L1'。

[0045] 此时,在试样池5内,通过使散射光照射光学系统30的光轴B1与荧光检测光学系统20的光轴A2相离距离D,光源光L3透过试样池5而形成的透过光L3'被导入到在荧光检测器21的受光面21a上离开光轴A2的位置。在试样池5内,通过使激发光照射光学系统的光轴A1与散射光检测光学系统的光轴B2相离距离D,光源光L1透过试样池5而形成的透过光L1'被导入到在散射光检测器41的受光面41a上离开光轴B2的位置。

[0046] 由此,能够对导入到荧光检测光学系统20的透过光L3'的光量进行调整,因此能够抑制被荧光检测器21检测出的透过光L3'的影响,来在荧光检测器21中高精度地检测荧光L2。另外,能够对导入到散射光检测光学系统40的透过光L1'的光量进行调整,因此能够抑制被散射光检测器41检测出的透过光L1'的光量的影响,来在散射光检测器41中高精度地检测散射光L4。

[0047] 虽然省略了图示,但是在背景测定时选择光量监视用参考模式,对光源11、31的光量监视时的背景光量进行检测。在试样池5中流通不包含荧光成分和散射光成分的水(纯水)。激发用的光源11、散射光检测用的光源31均为OFF(关闭)的状态,利用荧光检测器21、散射光检测器41来检测背景的光量。一般来说,检测器21、41被屏蔽了来自外部的光,因此背景的光量大致为零。

[0048] 如图3B所示,在激发用的光源11的光量监视时,选择激发用光源的光量检测模式,对光源11的透过光L1'进行检测。在试样池5的试样水流路5a内流通纯水。激发用的光源11被设为ON的状态,散射光检测用的光源31被设为OFF的状态。从光源11发出的光源光L1照射到试样池5。光源光L1透过试样池5后作为透过光L1'到达散射光检测器41的受光面41a,透过光L1'被检测出来。散射光检测光学系统40(参照图1)与激发光照射光学系统10(参照图1)相向地配置,因此能够对透过光L1'进行检测,不设置专用的光量检测器就能够进行光源11的光量监视。

[0049] 如图3C所示,在散射光检测用的光源31的光量监视时,选择散射光检测用光源的光量检测模式,对光源31的透过光L3'进行检测。在试样池5的试样水流路5a内流通纯水。激发用的光源11被设为OFF的状态,散射光检测用的光源31被设为ON的状态。从光源31发出的光源光L3照射到试样池5。光源光L3透过试样池5后作为透过光L3'到达荧光检测器21的受光面21a,透过光L3'被检测出来。荧光检测光学系统20(参照图1)与散射光照射光学系统30(参照图1)相向地配置,因此能够对透过光L3'进行检测,不设置专用的光量检测器就能够进行光源31的光量监视。

[0050] 通过对光源11、31的光量进行监视,能够检测因光源11、31的劣化引起的光量的下降,进行使光量固定的反馈控制,或者能够使用监视出的光量来推测预先求出的规定光量时的检测灵敏度,进行校正处理。

[0051] 如以上那样,第一实施方式所涉及的水质分析仪1使激发光照射光学系统10的光轴A1与荧光检测光学系统20的光轴A2的交点P1同散射光照射光学系统30的光轴B1与散射光检测光学系统40的光轴B2的交点P2在试样池5内相离并调整距离D。由此,在试样水测定时,在荧光检测器21中,能够抑制透过光L3'的影响地高精度地检测荧光L2,在散射光检测器41中,能够抑制透过光L1'的影响地高精度地检测散射光L4。另外,在激发用的光源11的光量监视时,能够利用散射光检测器41来检测透过光L1'的光量,因此不设置专用的光量检测器,能够在散射光检测光学系统40中进行激发用的光源11的光量监视。在散射光检测用的光源31的光量监视时,能够利用荧光检测器21来检测透过光L3'的光量,因此不设置专用的光量检测器,能够在荧光检测光学系统20中进行散射光检测用的光源31的光量监视。由此,能够考虑激发用的光源11和散射光检测用的光源31的光量的下降地进行稳定的水质分析。

[0052] 在此,水质分析仪将上下水道中的水、海水、河川水、湖沼水等环境水、排水等试样水作为对象,向试样水中的特定成分照射激发光,对从特定成分放出的荧光进行检测,来测定特定成分。一般来说已知的是,当试样水所包含的悬浮物质的浓度增加时,激发光受到因悬浮物质引起的散射、吸收等影响,特定成分的荧光强度发生变动,为了准确地测定特定成分的荧光强度,需要测定浊度来对荧光强度进行校正。

[0053] 然而,激发光的波长带与在浊度测定中使用的散射光检测用的光的波长带不同。根据试样水,该2个不同的波长带下的光的吸收特性不同,因此有时仅利用基于浊度的荧光强度的校正无法准确地测定试样水的特定成分的荧光。即,即使试样水中的悬浮物质的浓度相同,当悬浮物质的种类不同时,悬浮物质中的激发光和荧光的吸收特性不同,因此仅利用基于浊度的校正无法准确地校正荧光。因此,需要根据试样水的荧光强度来测定吸光度,对激发光和浊度测定用的照射光这2个波长在试样水中的吸收程度进行检测,对特定成分的荧光强度进行校正。

[0054] 并且,从试样水的特定成分放出的荧光也由于试样水的吸收而减少。荧光的波长一般来说与激发光及浊度测定用的照射光的波长不同。为了检测荧光的波长下的吸收特性,除了检测激发光的波长和浊度测定用的照射光的波长下的吸光度以外,还需要检测荧光的波长下的吸光度。因此,需要在水质分析仪中设置向试样水照射荧光的光源以及检测该光源光的检测器等,因此水质分析仪的结构会复杂化。

[0055] 这样,为了准确地测定特定成分的荧光强度,需要考虑由于试样水的浊度和悬浮物质的种类而产生的影响来对特定成分的荧光强度进行校正。作为以往的校正方法,已知以下的方法:使用试样水的2个波长下的吸光度来对特定波长下的吸光度进行校正,由此抑制试样水中的浊度、悬浮物质的种类的影响地测定特定成分,但是在该方法中,所使用的水质分析装置不具有检测荧光的功能,因此无法检测发出荧光的成分。另外,已知以下的方法:利用试样水的拉曼散射光来对特定成分的荧光强度进行校正,由此抑制由于悬浮物质而产生的影响,但是在该方法中无法测定浊度。

[0056] 因此,在第二实施方式所涉及的水质分析仪中,具有荧光检测功能和浊度检测功能,并且通过透过光检测光学系统来对激发光透过试样水而形成的透过光和浊度测定用的照射光透过试样水而形成的透过光进行检测。根据激发光透过试样水而形成的透过光来检测激发光的波长下的吸收特性,根据浊度测定用的照射光透过试样水而形成的透过光来检

测浊度测定用的照射光的波长下的吸收特性,使用该吸收特性来预测荧光的波长下的吸收特性,从而对荧光强度进行校正。由此,不增加要照射或检测的光的波长就能够准确地测定试样水中的特定成分所放出的荧光。

[0057] 下面,详细说明第二实施方式所涉及的水质分析仪。在第二实施方式中,利用透过光检测光学系统来检测激发用的光源光透过试样池而形成的透过光以及散射光检测用的光源光透过试样池而形成的透过光。然后,在预测部中,根据透过光强度来计算试样水的激发用的光源光的波长下的吸光度和散射光检测用的光源光的波长下的吸光度,根据这些吸光度来预测荧光的波长下的吸光度。

[0058] 图4是第二实施方式所涉及的水质分析仪的概要结构图。图5是表示上述实施方式所涉及的控制部的结构的框图。水质分析仪2以试样池50为中心地在4个方向上具备透过光检测光学系统100、荧光检测光学系统70、浊度检测用的散射光照射光学系统80以及散射光检测光学系统90。荧光检测光学系统70与散射光检测光学系统90隔着试样池50地相向配置,散射光照射光学系统80与透过光检测光学系统100隔着试样池50地相向配置。另外,在散射光照射光学系统80与试样池50之间具备半透半反镜(光学构件)55,在光学构件55的侧方配设有激发光照射光学系统60。光学构件55被配置在将后述的激发用的光源光L1和散射光检测用的光源光L3向试样池50引导的位置。光学构件55与透过光检测光学系统100隔着试样池50地相向。

[0059] 激发光照射光学系统60具有激发用的光源61以及配置于光源61与光学构件55之间的准直透镜62。荧光检测光学系统70具有荧光检测器71以及配置于荧光检测器71与试样池50之间的聚光透镜72、光学滤波器73、聚光透镜74。聚光透镜72、74相对于光学滤波器73对称地配置。另外,散射光照射光学系统80具有散射光检测用的光源81以及配置于光源81与光学构件55之间的准直透镜82。散射光检测光学系统90具有散射光检测器91以及配置于散射光检测器91与试样池50之间的聚光透镜92、93。另外,透过光检测光学系统100具有透过光检测器101以及配置于透过光检测器101与试样池50之间的聚光透镜102。

[0060] 试样池50形成为在中心具有试样水流路50a的方筒状,沿与透过光检测光学系统100的光轴E、荧光检测光学系统70的光轴C1、散射光照射光学系统80的光轴D1以及散射光检测光学系统90的光轴D2垂直的方向延伸。在试样水流路50a中流通作为测定对象的试样水。作为试样池50,使用由石英玻璃等透明构件形成的流动池,但是也能够使用由石英玻璃形成的方型池。

[0061] 另外,作为激发用的光源61,能够使用能够发出波长 λ_1 的光的发光二极管、激光二极管等。作为散射光检测用的光源81,能够使用能够发出波长 λ_2 的光的发光二极管、激光二极管等。激发用的光源光L1的波长 λ_1 优选为250nm以上且350nm以下,散射光检测用的光源光L3的波长 λ_2 优选为600nm以上且900nm以下。

[0062] 另外,作为散射光检测器91,能够使用在检测范围内包含散射光检测用的光源光L3的波长 λ_2 的光的硅光电二极管等。另外,作为荧光检测器71,能够使用光电倍增管等,由此能够检测选择性地透过了光学滤波器73的荧光的特定波长 λ_3 的微少的荧光。作为光学滤波器73,没有特别限定,能够使用选择性地仅使作为目的的检测对象成分所放出的波长 λ_3 的荧光透过的带通滤波器等,由此波长 λ_3 以外的光被截止。作为特定波长 λ_3 ,从提高荧光检测器71的检测效率的观点出发,优选的是选择荧光的峰值波长。另外,波长 λ_3 优选为波长 λ_1

以上且波长 λ_2 以下。由此,能够在后述的预测部中高精度地预测波长 λ_3 下的吸光度。另外,作为透过光检测器101,能够使用在检测范围内包含激发用的光源光L1的波长 λ_1 、散射光检测用的光源光L3的波长 λ_2 的光的硅光电二极管等。另外,作为光学构件55,能够使用半透半反镜、分束器等。

[0063] 在这种结构中,在试样水测定时,使激发用的光源61和散射光检测用的光源81交替地点亮。在试样池50的试样水流路50a内流通实际试样。从激发用的光源61发出波长 λ_1 的激发用的光源光L1,光源光L1通过准直透镜62后成为近平行光(准直光),被光学构件55反射后照射到试样池50的试样水。试样水中的检测对象成分被光源光L1所激发而发出荧光L2。荧光L2被聚光透镜72聚集,到达光学滤波器73,被光学滤波器73取出特定波长 λ_3 的光L2'之后,被聚光透镜74聚集,到达荧光检测器71的受光面71a。另外,光源光L1的一部分在试样池50中直行,透过试样池50后作为透过光L1'被聚光透镜102聚集,到达透过光检测器101的受光面101a。

[0064] 从散射光检测用的光源81发出波长 λ_2 的散射光检测用的光源光L3,光源光L3通过准直透镜82后成为近平行光,通过光学构件55后照射到试样池50的试样水。光源光L3被试样水中的作为悬浮物质的微粒成分所散射,发出散射光L4。散射光L4被聚光透镜92、93聚集,到达散射光检测器91的受光面91a。另外,光源光L3的一部分在试样池50中直行,透过试样池50后作为透过光L3'被聚光透镜102聚集,到达透过光检测器101的受光面101a。

[0065] 这样,在水质分析仪2中,在试样水测定时,从激发用的光源61向试样池50照射波长 λ_1 的激发用的光源光L1,利用荧光检测器71对通过光源光L1的照射而激发出的试样水中的特定成分所放出的波长 λ_3 的荧光L2进行检测,由此测定荧光强度。同时,从散射光检测用的光源81向试样池50照射波长 λ_2 的散射光检测用的光源光L3,利用散射光检测器91对因所照射的光源光L3被试样水中的微粒散射而产生的散射光L4进行检测,由此测定浊度。由于一边检测散射光一边检测荧光,因此能够考虑浊度的影响地测定试样水中的作为检测对象的特定成分的荧光强度。

[0066] 被光学构件55反射的激发用的光源光L1的行进方向光与光检测光学系统70的光轴C1正交。因此,能够抑制透过光L1'被导入到荧光检测器71地利用荧光检测器71来检测从试样水中的特定成分发出的荧光L2'。另外,散射光照射光学系统80的光轴D1与散射光检测光学系统90的光轴D2正交。因此,能够抑制透过光L3'被导入到散射光检测器91地利用散射光检测器91来检测由于试样水中的微粒而发出的散射光L4。

[0067] 另外,在水质分析仪2中,透过光检测光学系统100隔着试样池50地与光学构件55相向,配置成将激发用的光源光L1和散射光检测用的光源光L3向试样池50引导。因此,在试样水测定时,从激发用的光源61照射的波长 λ_1 的激发用的光源光L1被光学构件55反射而被导入到试样池50,能够利用透过光检测器101来检测光源光L1透过试样池50而形成的透过光L1'。另外,从散射光检测用的光源81照射的波长 λ_2 的散射光检测用的光源光L3通过光学构件55后被导入到试样池50,能够利用荧光检测器71来检测光源光L3透过试样池50而形成的透过光L3'。使用这样检测出的透过光L1'、L3'的强度,来在后述的预测部121(参照图5)中计算向试样池50流通实际试样的情况下的透过光的强度与向试样池50流通纯水的情况下的透过光的强度之比,由此能够求出实际试样的吸光度。

[0068] 另外,如图5所示,在水质分析仪2中设置有对各部进行统一控制的控制部120。控

制部120在后述的荧光检测模式与浊度检测模式之间切换,由此重复激发用的光源61和散射光检测用的光源81的点亮和熄灭。控制部120由执行各种处理的处理器、存储器等构成。存储器根据用途而由ROM(Read Only Memory:只读存储器)、RAM(Random Access Memory:随机存取存储器)等的一个或多个存储介质构成。在控制部120中设置有预测部121、浊度校正部122以及吸光度校正部123。此外,控制部120也可以由控制电路、控制器、控制装置等构成。

[0069] 在预测部121中,根据由透过光检测器101检测出的透过光 $L1'$ 来计算波长 λ_1 的激发用的光源 $L1$ 下的试样水的吸光度,根据透过光 $L3'$ 来计算波长 λ_2 的散射光检测用的光源 $L3$ 下的试样水的吸光度。根据波长 λ_1 及波长 λ_2 下的试样水的吸光度来预测波长 λ_3 的荧光下的试样水的吸光度。此外,预测部121也可以由预测电路、预测器、预测装置等构成。在浊度校正部122中,使用根据由散射光检测器91检测出的波长 λ_2 的散射光 $L4$ 来测定出的浊度,对由荧光检测器71检测出的试样水的荧光的强度进行校正,由此对荧光强度进行浊度校正。此外,浊度校正部122也可以由浊度校正电路、浊度校正器、浊度校正装置等构成。在吸光度校正部123中,使用在预测部121中计算出的波长 λ_1 下的试样水的吸光度以及预测出的波长 λ_3 的吸光度,来对在浊度校正部122中进行了浊度校正的荧光强度进行校正,由此计算出进行了吸光度校正的荧光强度。此外,吸光度校正部123也可以由吸光度校正电路、吸光度校正器、吸光度校正装置等构成。这样,在水质分析仪2中,根据波长 λ_1 及波长 λ_2 下的试样水的吸光度来预测波长 λ_3 的吸光度。由此,不需要设置照射波长 λ_3 的光的光源等来实际测量试样水的波长 λ_3 下的吸光度并使用实测值来校正荧光强度,因此能够使水质分析仪2为简易的结构。

[0070] 接着,参照图6A~图6B和表2来说明上述实施方式所涉及的水质分析仪2对试样水的测定动作。图6A~图6B是上述实施方式所涉及的通常测定模式的水质分析仪的测定动作的说明图。图6A是上述实施方式所涉及的实际试样的荧光强度和激发光用的光源光的透过光的测定动作的说明图。图6B是上述实施方式所涉及的实际试样的散射光强度和散射光检测用的光源光的透过光的测定动作的说明图。图7A~图7B是上述实施方式所涉及的纯水测定模式的水质分析仪的测定动作的说明图。图7A是上述实施方式所涉及的纯水的激发光用的光源光的透过光的测定动作的说明图。图7B是上述实施方式所涉及的纯水的散射光检测用的光源光的透过光的测定动作的说明图。图8是表示包含悬浮物质的试样水的吸光度测定的例子的图。此外,在图8中,横轴表示波长,纵轴表示吸光度。另外,在表2的通常测定模式和纯水测定模式中分别记载有荧光检测模式和浊度检测模式这2个测定模式,由控制部120(参照图5)来在通常测定模式与纯水测定模式、荧光检测模式与浊度检测模式之间切换。

[0071] [表2]

[0072]

测定模式	光源的ON/OFF状态		检测信号的定义			
	激发用光源 (波长 $\lambda 1$)	散射光 检测用光源 (波长 $\lambda 2$)	荧光用检测器	散射光 检测器	透过光用 检测器	
通常测定模式	ON	OFF	荧光成分 (波长 $\lambda 3$)	—	波长 $\lambda 1$ 的 透过光	
	OFF	ON	—	散射光	波长 $\lambda 2$ 的 透过光	
纯水测定模式	ON	OFF	—	—	波长 $\lambda 1$ 的 透过光	
	OFF	ON	—	—	波长 $\lambda 2$ 的 透过光	
	试样水					
	实际的试样					
	纯水					

[0073] 如图6A~图6B所示,在实际试样测定时选择表2的通常测定模式,在试样池50的试样水流路50a内流通实际试样。如图6A所示,在对实际试样中的作为检测对象的特定成分的荧光 $L2'$ 强度和激发用的光源光 $L1$ 透过试样池50而形成的透过光 $L1_s'$ 进行测定时,选择通常测定模式下的荧光检测模式,来测定荧光 $L2$ 的强度和透过光 $L1_s'$ 的强度。激发用的光源61被设为ON的状态,散射光检测用的光源81被设为OFF的状态。从激发用的光源61发出波长 $\lambda 1$ 的激发用的光源光 $L1$,该光源光 $L1$ 被光学构件55反射后照射到试样池50的实际试样。实际试样中的检测对象成分被光源光 $L1$ 所激发,发出在比激发用的光源光 $L1$ 的波长 $\lambda 1$ 靠长波长侧的位置具有峰值的荧光 $L2$,荧光 $L2$ 被光学滤波器73取出特定波长 $\lambda 3$ 的光 $L2'$ 之后,到达荧光检测器71的受光面71a。另外,光源光 $L1$ 的一部分在试样池50中直行,透过试样池50后

作为透过光 $L1_s'$ 到达透过光检测器101的受光面101a。

[0074] 如图6B所示,在对试样水的散射光 $L4$ 强度和散射光检测用的光源光 $L3$ 透过试样池50而形成的透过光 $L3_s'$ 进行测定时,选择表2的通常测定模式下的浊度检测模式,来测定散射光 $L4$ 的强度和透过光 $L3_s'$ 的强度。激发用的光源61被设为OFF的状态,散射光检测用的光源81被设为ON的状态。从散射光检测用的光源81发出波长 λ_2 的散射光检测用的光源光 $L3$,该光源光 $L3$ 通过光学构件55后照射到试样池50的实际试样。光源光 $L3$ 被实际试样中的微粒成分所散射,散射光 $L4$ 到达散射光检测器91的受光面91a。另外,光源光 $L3$ 的一部分在试样池50中直行,透过试样池50后作为透过光 $L3_s'$ 到达透过光检测器101的受光面101a。

[0075] 如以上那样,在荧光检测模式中,利用荧光检测器71来检测波长 λ_3 的实际试样的荧光成分 $L2'$,利用透过光检测器101来检测透过光 $L1_s'$ 。另外,在浊度测定模式中,利用散射光检测器91来检测实际试样的散射光 $L4$,利用透过光检测器101来检测透过光 $L3_s'$ 。激发用的光源光 $L1$ 的透过光 $L1_s'$ 和散射光检测用的光源光 $L3$ 的透过光 $L3_s'$ 这两种光到达透过光检测器101。在水质分析仪2中,由控制部120(参照图5)来在荧光检测模式与浊度检测模式之间切换,由此交替地重复激发用的光源61和散射光检测用的光源81的点亮、熄灭。由此,将透过光检测器101所检测出的透过光 $L1_s'$ 和透过光 $L3_s'$ 的检测信号相分离。

[0076] 另外,如图7A~图7B所示,在纯水测定时选择表2的纯水测定模式,在试样池50的试样水流路50a内流通纯水。如图7A所示,在对激发用的光源光 $L1$ 透过试样池50的纯水而形成的透过光 $L1_0'$ 进行测定时,选择纯水测定模式下的荧光检测模式,利用透过光检测器101来检测透过光 $L1_0'$ 的强度。激发用的光源61被设为ON的状态,散射光检测用的光源81被设为OFF的状态。从激发用的光源61发出的波长 λ_1 的光源光 $L1$ 被光学构件55反射后照射到试样池50的纯水。光源光 $L1$ 透过试样池50后作为透过光 $L1_0'$ 到达透过光检测器101的受光面101a,透过光 $L1_0'$ 被检测出来。

[0077] 如图7B所示,在对散射光检测用的光源81透过试样池50的纯水而形成的透过光 $L3_0'$ 进行测定时,选择纯水测定模式下的浊度检测模式,利用透过光检测器101来检测透过光 $L3_0'$ 的强度。激发用的光源61被设为OFF的状态,散射光检测用的光源81被设为ON的状态。从散射光检测用的光源81发出的波长 λ_2 的光源光 $L3$ 透过光学构件55后照射到试样池50的纯水。光源光 $L3$ 透过试样池50后作为透过光 $L3_0'$ 到达透过光检测器101的受光面101a,透过光 $L3_0'$ 被检测出来。

[0078] 在预测部121(参照图5)中,使用由透过光检测器101检测出的激发用的光源光 $L1$ 的透过光 $L1_s'$ 、 $L1_0'$ 、散射光检测用的光源光 $L3$ 的 $L3_s'$ 、 $L3_0'$,来计算表示试样水的吸光程度的吸光度。当设将不包含悬浮物质的纯水用作试样水的情况下的透过光强度为 I_0 、设包含悬浮物质的实际试样的透过光强度为 I_s 时,实际试样的吸光度(ABS)表示为下述的式(1)。

$$[0079] \quad ABS = -\log(I_s/I_0) \quad (1)$$

[0080] 在预测部121中,使用式(1),根据在通常测定模式下的荧光检测模式中检测出的透过光 $L1_s'$ 以及在纯水测定模式下的荧光检测模式中检测出的透过光 $L1_0'$ 来计算波长 λ_1 的激发用的光源光 $L1$ 下的实际试样的吸光度 A_{λ_1} 。另外,根据在通常测定模式下的浊度检测模式中检测出的透过光 $L3_s'$ 以及在纯水测定模式下的浊度检测模式中检测出的透过光 $L3_0'$ 来计算波长 λ_2 的散射光检测用的光源光 $L3$ 下的实际试样的吸光度 A_{λ_2} 。在水质分析仪2中,由控制部120(参照图5)选择纯水测定模式,预先测定或定期地测定纯水中的激发用的光源光 $L1$

的透过光 $L1_0'$ 、散射光检测用的光源光 $L3$ 的透过光 $L3_0'$ 。由此,当在通常测定模式中检测出实际试样的透过光 $L1_s'$ 、 $L3_s'$ 的强度时,能够计算出波长 λ_1 及波长 λ_2 下的实际试样的吸光度 A_{λ_1} 、 A_{λ_2} 。

[0081] 在此,说明悬浮物质的种类和试样水的吸收特性。即使试样水中的悬浮物质的浓度、即浊度相同,当悬浮物质的种类不同时,悬浮物质中的激发光和荧光的吸收特性也不同。在图8中,实线表示白色的悬浮溶液的吸收光谱,虚线表示黑色的悬浮溶液的吸收光谱。在2种悬浮溶液中,通过散射光测定得到的浊度相同,但是悬浮物质的种类不同,因此吸收光谱大不相同。包含白色的悬浮物质的试样水的吸光度示出以下倾向:在短波长侧吸光度变大,在长波长侧吸光度变小。另一方面,关于包含黑色的悬浮物质的试样水的吸光度,从短波长到长波长,吸光度为相同程度的大小的波长的范围大。此外,在规定的波长的光中,吸光度越大则试样水对光的吸收越大,因此即使是检测对象成分的浓度相同的试样水之间,由荧光检测器71检测出的荧光强度也变小。

[0082] 根据试样水中包含的悬浮物质的种类,短波长侧的吸光度的绝对值与长波长侧的吸光度的绝对值及它们的比率大不相同。因此,能够根据短波长侧的吸光度的绝对值、长波长侧的吸光度的绝对值及它们的比率,来预测其间的特定波长、即荧光波长的吸光度。在特定波长下的吸光度的预测中,能够使用线性近似法等。

[0083] 当使激发用的光源光 $L1$ 的波长 λ_1 为作为紫外区域的短波长侧的例如250nm以上且350nm以下时,实际试样中的作为检测对象成分的有机物、油分等荧光的峰值波长例如出现在350nm以上且500nm以下的附近。即,是试样水中的特定成分所放出的波长 λ_3 的荧光。另一方面,作为在浊度的测定中使用的散射光检测用的光源光 $L3$ 的波长 λ_2 ,使用长波长侧的例如600nm以上且900nm以下的可见光至近红外光。

[0084] 在预测部121中,根据实测出的透过光 $L1_s'$ 、 $L1_0'$ 来计算波长 λ_1 的激发用的光源光 $L1$ 下的实际试样的吸光度 A_{λ_1} ,根据实测出的透过光 $L3_s'$ 、 $L3_0'$ 来计算波长 λ_2 的散射光检测用的光源光 $L3$ 下的实际试样的吸光度 A_{λ_2} 。在预测部121中,根据短波长 λ_1 侧的吸光度 A_{λ_1} 的绝对值和长波长 λ_2 侧的吸光度 A_{λ_2} 的绝对值及它们的比率,来预测波长 λ_1 与波长 λ_2 之间的波长 λ_3 下的荧光的吸光度 A_{λ_3} 。波长 λ_3 优选为荧光光谱的峰值波长。

[0085] 另外,在浊度校正部122(参照图5)中,利用由散射光检测器91检测出的波长 λ_2 的散射光 $L4$ 的强度与悬浮物质的浓度成比例这一情况,使用所测定的浊度来对由荧光检测器71检测出的试样水的荧光 $L2'$ 的强度进行校正,由此对荧光强度进行浊度校正。使用式(2)所示的浊度校正式来进行浊度校正。当设浊度为 X 、设由荧光检测器71检测出的荧光强度为 F_0 时,浊度校正后的荧光强度 F_1 表示为式(2)。

$$[0086] \quad F_1 = (aX^2 + bX + c) \times F_0 \quad (2)$$

[0087] a 、 b 、 c : 常数

[0088] 由预测部121计算出的波长 λ_1 下的吸光度 A_{λ_1} 和预测出的波长 λ_3 下的实际试样的吸光度 A_{λ_3} 以及在浊度校正部122中进行了浊度校正的荧光强度 F_1 被输出到吸光度校正部123(参照图5)。在吸光度校正部123中,使用波长 λ_1 下的实际试样的吸光度 A_{λ_1} 以及预测出的波长 λ_3 的吸光度 A_{λ_3} ,来对进行了浊度校正的荧光强度 F_1 进行校正,由此计算进行了吸光度校正的荧光强度。使用式(3)来进行吸光度校正。吸光度校正后的荧光强度 F_2 表示为式(3)。

$$[0089] \quad F_2 = k \times F_1 \times e \times p \left((A_{\lambda_1} + A_{\lambda_3}) / 2 \right) \quad (3)$$

[0090] k: 常数

[0091] 这样,基于根据实测出的透过光 $L1_S'$ 、 $L1_0'$ 和 $L3_S'$ 、 $L3_0'$ 来计算出的波长 λ_1 、 λ_2 下的实际试样的吸光度 A_{λ_1} 、 A_{λ_2} ,来预测波长 λ_3 下的吸光度 A_{λ_3} ,对荧光强度进行吸光度校正,由此能够考虑实际试样的激发光和荧光的吸收特性的影响。因此,无论悬浮物质的种类如何,都能够准确地测定检测对象成分的荧光强度。另外,不需要照射用于检测波长 λ_3 的荧光的吸收特性的荧光的光源等,因此能够使水质分析仪2为简易的结构。

[0092] 如以上那样,第二实施方式所涉及的水质分析仪2根据第一波长 λ_1 的激发用的光源光 $L1$ 的透过光 $L1'$ 和第二波长 λ_2 的散射光检测用的光源光 $L3$ 的透过光 $L3'$ 来计算第一波长 λ_1 、第二波长 λ_2 下的试样水的吸光度 A_{λ_1} 、 A_{λ_2} 。使用这些吸光度 A_{λ_1} 、 A_{λ_2} 来预测第三波长 λ_3 的荧光下的吸光度 A_{λ_3} ,将第三波长 λ_3 的荧光下的吸光度 A_{λ_3} 用于测定对象成分的荧光强度的校正。由此,能够高精度地测定荧光强度,并且不需要为了荧光强度的校正而在水质分析仪2中设置照射第三波长 λ_3 的光的光源以及检测该光源光的透过光的检测器等,不需要测定试样水的第三波长 λ_3 下的吸光度,因此能够使水质分析仪2为简易的结构。

[0093] 此外,本发明不限于第一实施方式及第二实施方式,能够进行各种变更来实施。在上述实施方式中,附图所图示的大小、形状等不限于此,能够在发挥本发明的效果的范围内适当变更。除此以外,只要不脱离本发明的目的的范围,就能够适当变更来实施。

[0094] 例如,在第一实施方式中,各光学系统10、20、30、40的配置只要配置成荧光检测光学系统20能够检测散射光照射光学系统30的光量、且散射光检测光学系统40能够检测激发光照射光学系统10的光量即可,没有特别限定。

[0095] 另外,在第一实施方式中,各光学系统10、20、30、40的结构只要是荧光 $L2$ 和透过光 $L3'$ 被导入到荧光检测器21的受光面21a、散射光 $L4$ 和透过光 $L1'$ 被导入到散射光检测器41的受光面41a即可,没有特别限定。

[0096] 另外,在第一实施方式中,在激发光照射光学系统10、散射光照射光学系统30中,设为包括准直透镜12、32的结构,但是如果使用对光源11、31预先组装透镜而能够形成近平行光的光源,则也可以不包括准直透镜12、32。

[0097] 另外,在第一实施方式中,设为试样池5形成为方筒状的结构,但是只要是能够利用荧光检测器21来检测荧光 $L2$ 和透过光 $L3'$ 、能够利用散射光检测器41来检测散射光 $L4$ 和透过光 $L1'$ 的形状即可,不限于该结构。

[0098] 例如,在第二实施方式中,各光学系统60、70、80、90、100的配置只要配置成透过光检测光学系统100能够检测散射光照射光学系统80的光量、且能够检测激发光照射光学系统60的光量即可,没有特别限定。

[0099] 另外,在第二实施方式中,各光学系统60、70、80、90、100的结构只要是荧光 $L2'$ 被导入到荧光检测器71的受光面71a、散射光 $L4$ 被导入到散射光检测器91的受光面91a、透过光 $L1'$ 、 $L3'$ 被导入到透过光检测器101的受光面101a即可,没有特别限定。

[0100] 另外,在第二实施方式中,在激发光照射光学系统60、散射光照射光学系统80中,设为包括准直透镜62、82的结构,但是如果使用对光源61、81预先组装透镜而能够形成近平行光的光源,则也可以不包括准直透镜62、82。

[0101] 另外,在第二实施方式中,设为试样池50形成为方筒状的结构,但是只要是能够利用荧光检测器71来检测荧光 $L2'$ 、能够利用散射光检测器41来检测散射光 $L4$ 、能够利用透过

光检测器101来检测透过光L1'、L3'的形状即可,不限于该结构。

[0102] 另外,也可以将第二实施方式中的根据实测出的波长 λ_1 、 λ_2 下的吸光度 A_{λ_1} 、 A_{λ_2} 来预测波长 λ_3 下的吸光度 A_{λ_3} 、使用该吸光度 A_{λ_3} 来对荧光强度进行吸光度校正的结构应用于第一实施方式。在该情况下,根据向试样池5流通实际试样的情况和向试样池5流通纯水的情况下的由荧光检测器21检测的波长 λ_2 的散射光检测用的光源31的透过光L3',来计算波长 λ_2 下的吸光度 A_{λ_2} 。另外,根据由散射光检测器41检测的波长 λ_1 的激发用的光源11的透过光L1',来计算波长 λ_1 下的吸光度 A_{λ_1} 。由此能够预测波长 λ_3 下的吸光度 A_{λ_3} 。

[0103] 下面整理上述实施方式中的特征点。

[0104] 本发明的水质分析仪的特征在于,具有:激发光照射光学系统,其向作为测定对象的试样水照射激发用的光源光;荧光检测光学系统,其对通过所述激发用的光源光的照射而激发出的试样水中的特定成分的荧光进行检测;散射光照射光学系统,其向试样水照射散射光检测用的光源光;以及散射光检测光学系统,其对因所照射的所述散射光检测用的光源光被试样水中的微粒散射而产生的散射光进行检测,所述水质分析仪能够检测所述激发光照射光学系统的光量和所述散射光照射光学系统的光量。

[0105] 在本发明的水质分析仪中,所述水质分析仪被配置成:所述荧光检测光学系统能够检测所述散射光照射光学系统的光量、且所述散射光检测光学系统能够检测所述激发光照射光学系统的光量。

[0106] 通过该结构,在试样水测定时,一边利用散射光检测光学系统检测散射光一边利用荧光检测光学系统检测荧光,因此能够考虑试样水的浊度的影响地高精度地测定试样水的荧光强度。另外,在激发用的光源的光量监视时,散射光检测光学系统能够将激发用的光源的光量也检测出来,因此不设置专用的光量检测器,能够在散射光检测光学系统中进行激发用的光源的光量监视。在散射光检测用的光源的光量监视时,荧光检测光学系统能够将散射光检测用的光源的光量也检测出来,因此不设置专用的光量检测器,能够在荧光检测光学系统中进行散射光检测用的光源的光量监视。由此,能够考虑激发用的光源和散射光检测用的光源的光量的下降地进行稳定的水质分析。

[0107] 在本发明的水质分析仪中,所述激发光照射光学系统与所述散射光检测光学系统隔着试样水流通容器地相向,所述散射光照射光学系统与所述荧光检测光学系统隔着所述试样水流通容器地相向。通过该结构,激发光照射光学系统与散射光检测光学系统相向,因此能够检测激发用的光源光透过试样水流通容器而形成的透过光的光量。散射光照射光学系统与荧光检测光学系统相向,因此能够检测散射光检测用的光源光透过试样水流通容器而形成的透过光的光量。由此,能够进行各光源的光量监视。

[0108] 在本发明的水质分析仪中,在所述试样水流通容器内的中心,所述激发光照射光学系统的光轴与所述荧光检测光学系统的光轴垂直地交叉,所述散射光照射光学系统的光轴与所述散射光检测光学系统的光轴垂直地交叉。通过该结构,能够抑制激发用的光源光透过试样水流通容器而形成的透过光的影响地利用荧光检测光学系统来检测试样水中的特定成分的荧光。能够抑制散射光检测用的光源光透过试样水流通容器而形成的透过光的影响地利用散射光检测光学系统来检测由于试样水中的微粒而发出的散射光。

[0109] 在本发明的水质分析仪中,所述激发光照射光学系统的光轴与所述荧光检测光学系统的光轴的第一交点同所述散射光照射光学系统的光轴与所述散射光检测光学系统的

光轴的第二交点在所述试样水流通容器内相离。通过该结构,散射光照射光学系统的光轴与荧光检测光学系统的光轴之间隔开距离,因此在试样测定时,在荧光检测光学系统中,能够在抑制散射光检测用的光源光透过试样水流通容器而形成的透过光的影响的同时保持激发用的光源光的检测功能的精度。激发光照射光学系统的光轴与散射光检测光学系统的光轴之间隔开距离,因此在试样测定时,在散射光检测光学系统中,能够在抑制激发用的光源光透过试样水流通容器而形成的透过光的影响的同时保持散射光检测用的光源光的检测功能的精度。

[0110] 在本发明的水质分析仪中,优选的是,所述第一交点与所述第二交点之间的距离大于0mm且为10mm以下。通过该结构,在试样测定时,能够有效抑制分别被导入到荧光检测光学系统和散射光检测光学系统的散射光检测用的光源光透过试样水流通容器而形成的透过光和激发用的光源光透过试样水流通容器而形成的透过光的光量的影响。

[0111] 在本发明的水质分析仪中,具有预测部,该预测部根据所述激发用的光源光透过试样水而形成的第一透过光来计算所述激发用的光源光的第一波长下的试样水的吸光度,根据所述散射光检测用的光源光透过试样水而形成的第二透过光来计算所述散射光检测用的光源光的第二波长下的试样水的吸光度,根据所述第一波长及所述第二波长下的试样水的吸光度来预测所述荧光的第三波长下的试样水的吸光度。通过该结构,根据第一波长的激发用的光源光的透过光和第二波长的散射光检测用的光源光的透过光来计算第一波长、第二波长下的试样水的吸光度。使用这些吸光度来预测第三波长的荧光下的吸光度,将第三波长的荧光下的吸光度使用于测定对象成分的荧光强度的校正。由此,能够高精度地测定荧光强度,并且不需要为了进行荧光强度的校正而在水质分析仪中设置照射第三波长的光的光源以及检测该光源光的透过光的检测器等来测定试样水的第三波长下的吸光度,因此能够使水质分析仪为简易的结构。

[0112] 在本发明的水质分析仪中,根据所述第一波长及所述第二波长下的试样水的吸光度的绝对值和比率来预测所述第三波长下的试样水的吸光度。通过该结构,能够根据试样水中包含的悬浮物质的种类来高精度地预测第三波长下的吸光度。

[0113] 在本发明的水质分析仪中,具有:透过光检测光学系统,其对所述激发用的光源光透过试样水而形成的第一透过光以及所述散射光检测用的光源光透过试样水而形成的第二透过光进行检测;以及预测部,其根据所述第一透过光来计算所述激发用的光源光的第一波长下的试样水的吸光度,根据所述第二透过光来计算所述散射光检测用的光源光的第二波长下的试样水的吸光度,根据所述第一波长及所述第二波长下的试样水的吸光度来预测所述荧光的第三波长下的试样水的吸光度。

[0114] 通过该结构,根据第一波长的激发用的光源光的透过光和第二波长的散射光检测用的光源光的透过光来计算第一波长、第二波长下的试样水的吸光度。使用这些吸光度来预测第三波长的荧光下的吸光度,将第三波长的荧光下的吸光度使用于测定对象成分的荧光强度的校正。由此,能够高精度地测定荧光强度,并且不需要为了进行荧光强度的校正而在水质分析仪中设置照射第三波长的光的光源等,不需要测定试样水的第三波长下的吸光度,因此能够使水质分析仪为简易的结构。

[0115] 在本发明的水质分析仪中,根据所述第一波长及所述第二波长下的试样水的吸光度的绝对值和比率来预测所述第三波长下的试样水的吸光度。通过该结构,能够根据试样

水中的微粒的种类来高精度地预测第三波长下的吸光度。

[0116] 在本发明的水质分析仪中,所述第三波长是试样水中的所述特定成分的荧光光谱的峰值波长。通过该结构,能够提高被激发用的光源光激发的试样水中的特定成分所放出的荧光的检测效率。

[0117] 在本发明的水质分析仪中,具有浊度校正部,该浊度校正部使用根据由所述散射光检测光学系统检测出的所述散射光来测定出的浊度,对由所述荧光检测光学系统检测出的所述荧光的强度进行校正,由此计算进行了浊度校正的荧光强度。通过该结构,能够考虑试样水的微粒的浓度的影响来有效地校正试样水中的特定成分的荧光强度。

[0118] 在本发明的水质分析仪中,具有吸光度校正部,该吸光度校正部使用所述第一波长下的试样水的吸光度以及由所述预测部预测的第三波长下的试样水的吸光度,对所述进行了浊度校正的荧光强度进行校正,由此计算进行了吸光度校正的荧光强度。通过该结构,能够考虑试样水的吸收特性的影响,因此无论试样水中的微粒的种类如何都能够准确地校正特定成分的荧光强度。

[0119] 在本发明的水质分析仪中,优选的是,所述第一波长为250nm以上且350nm以下,并且所述第二波长为600nm以上且900nm以下,并且所述第三波长为所述第一波长以上且所述第二波长以下。通过该结构,能够根据作为短波长侧的第一波长的吸光度以及作为长波长侧的第二波长的吸光度来高精度地预测它们之间的第三波长下的吸光度。

[0120] 在本发明的水质分析仪中,具备配置于将所述激发用的光源光和所述散射光检测用的光源光向所述试样水流通容器引导的位置的光学构件,所述光学构件与所述透过光检测光学系统隔着所述试样水流通容器地相向。通过该结构,利用光学构件,激发用的光源光和散射光检测用的光源光被引导到试样水流通容器,第一透过光和第二透过光被适当地导入到透过光检测光学系统。

[0121] 本申请基于2016年5月19日申请的日本特愿2016-100435。在此包含其全部内容。

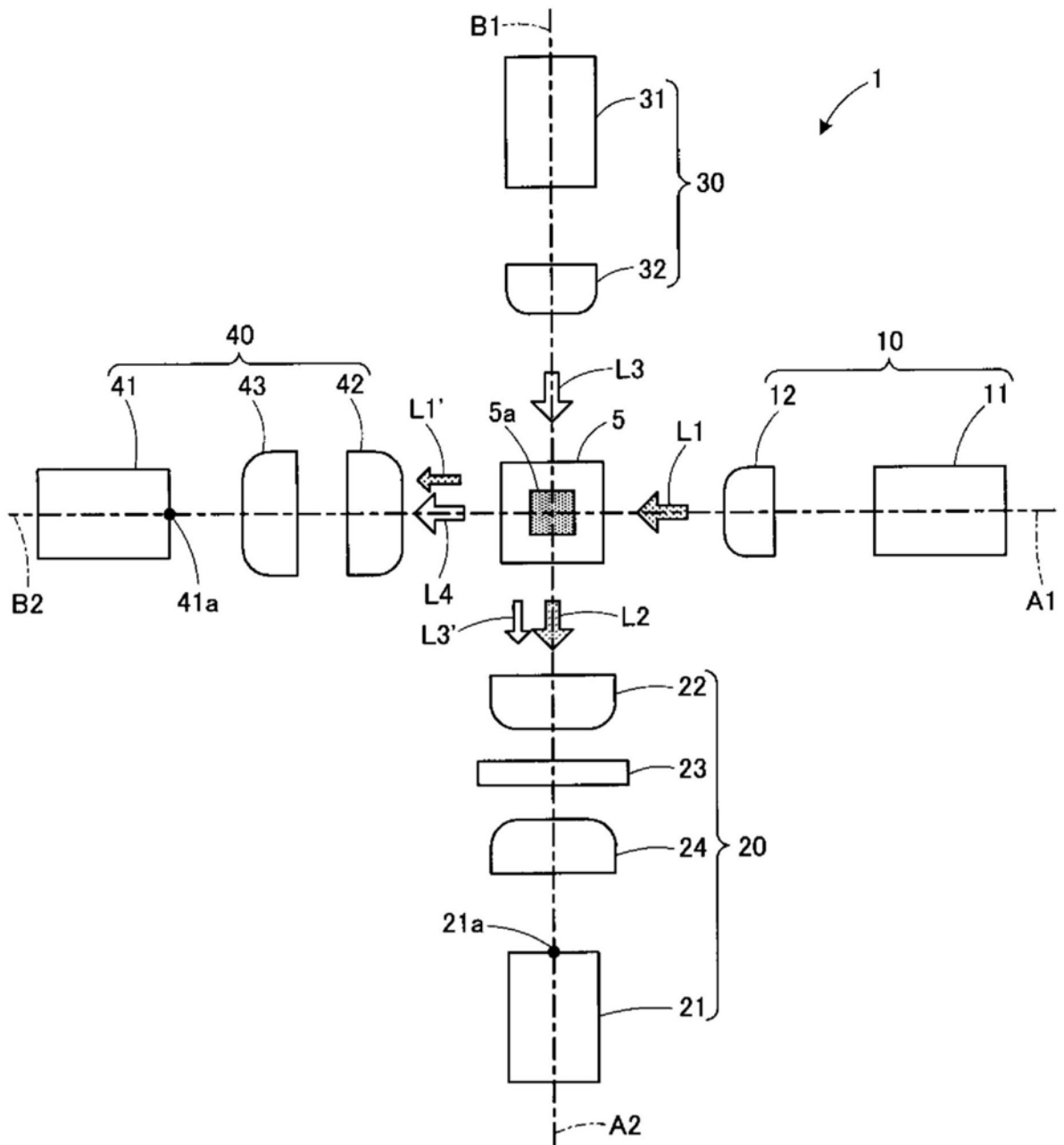


图1

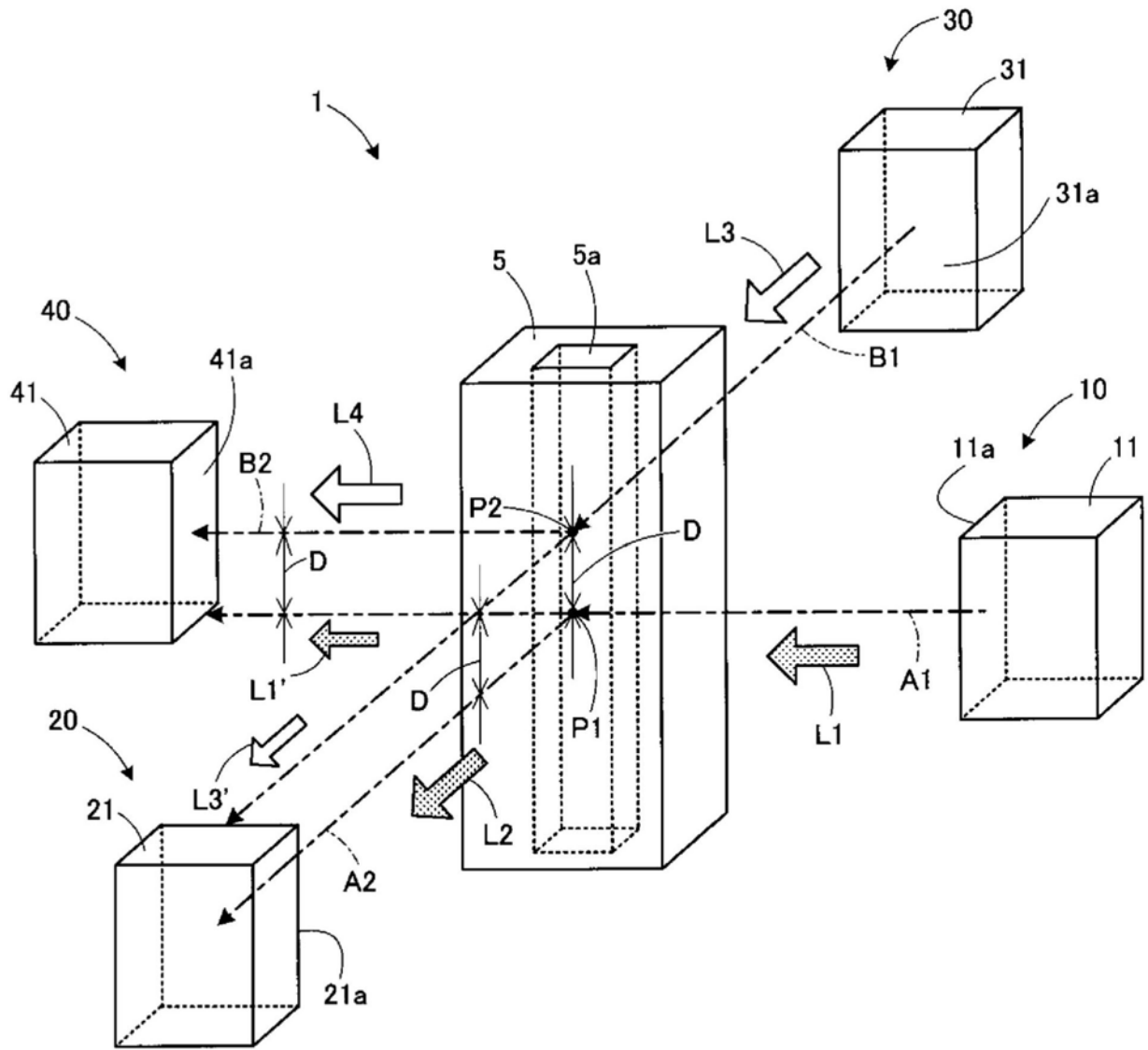


图2

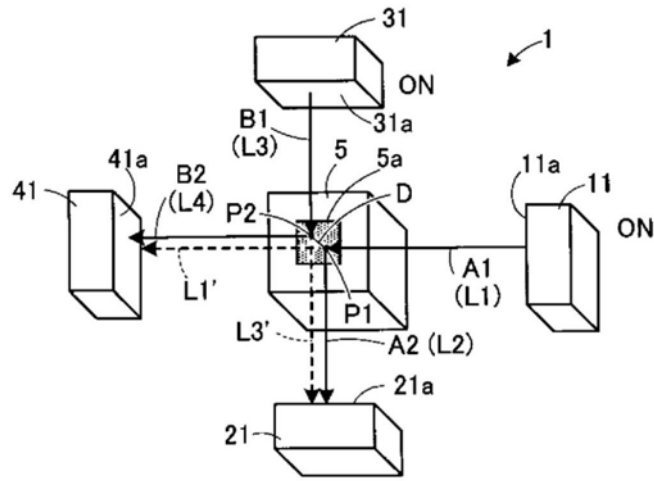


图3A

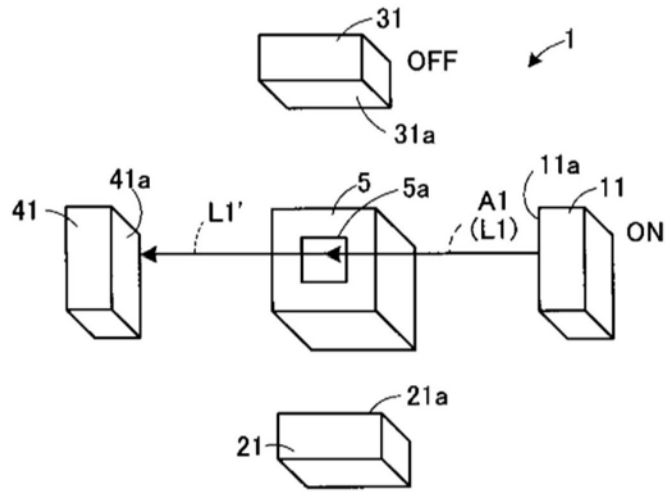


图3B

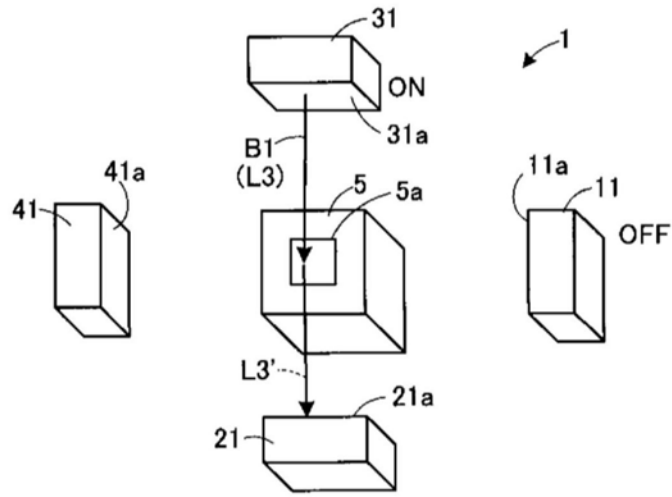


图3C

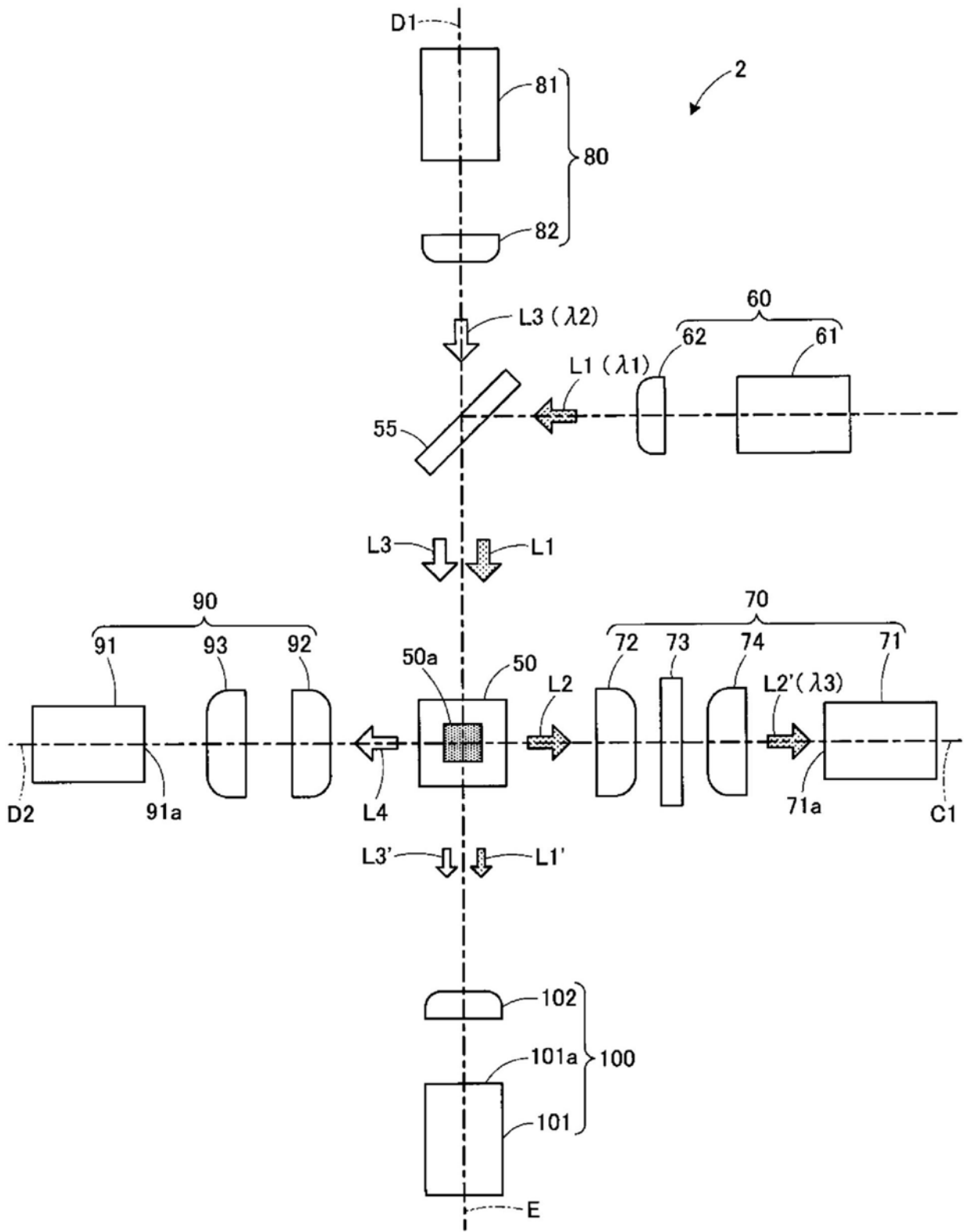


图4

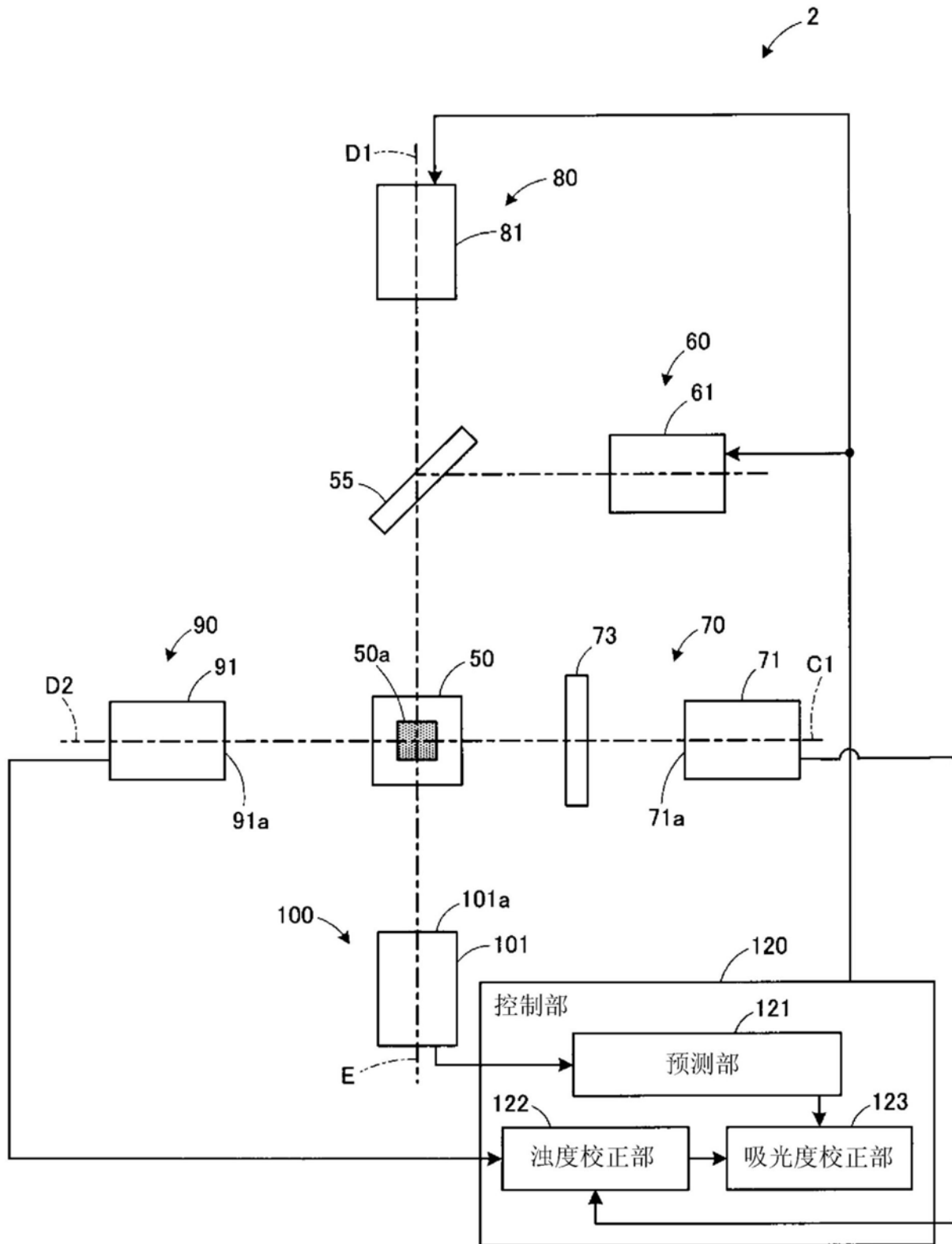


图5

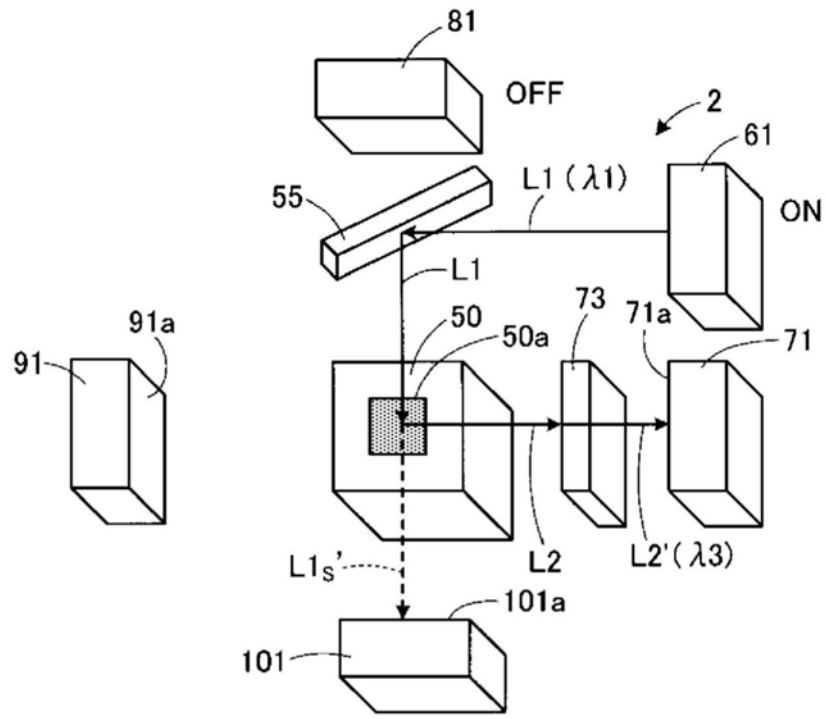


图6A

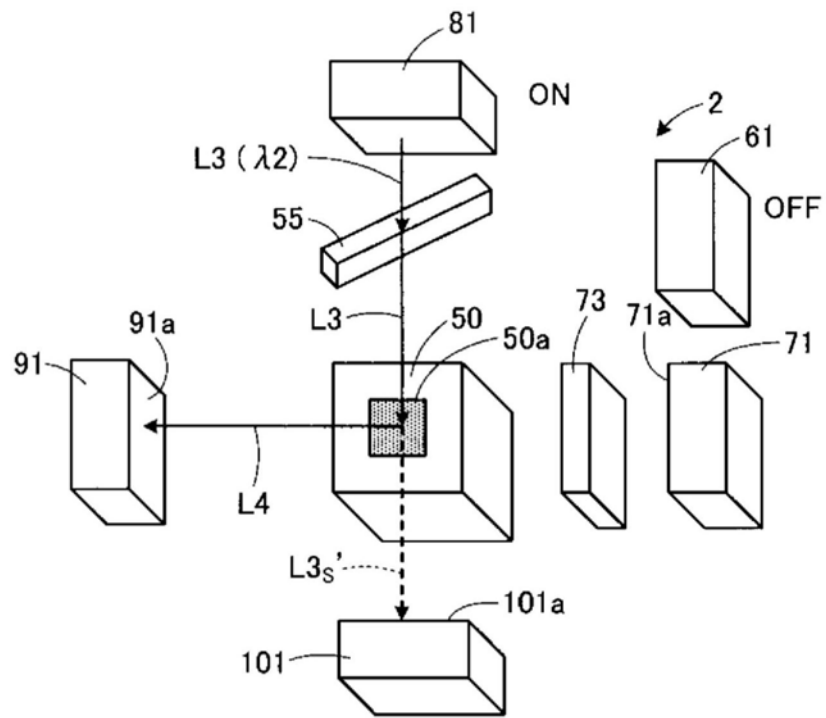


图6B

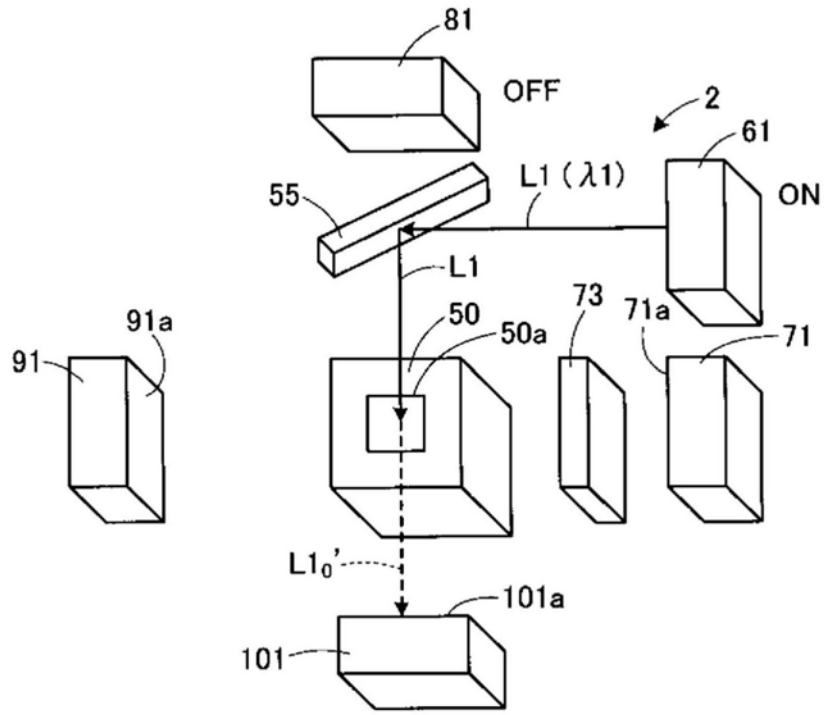


图7A

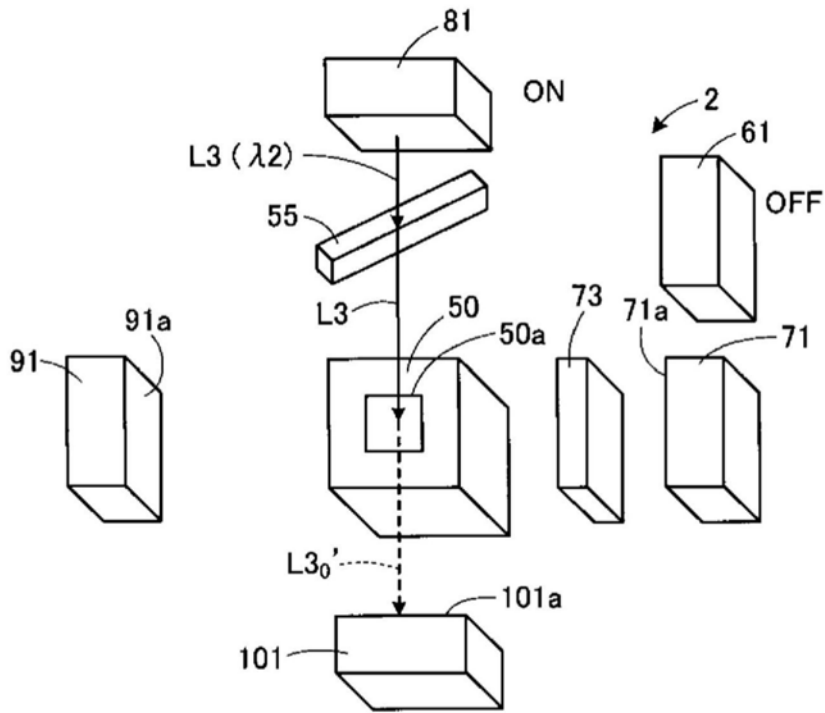


图7B

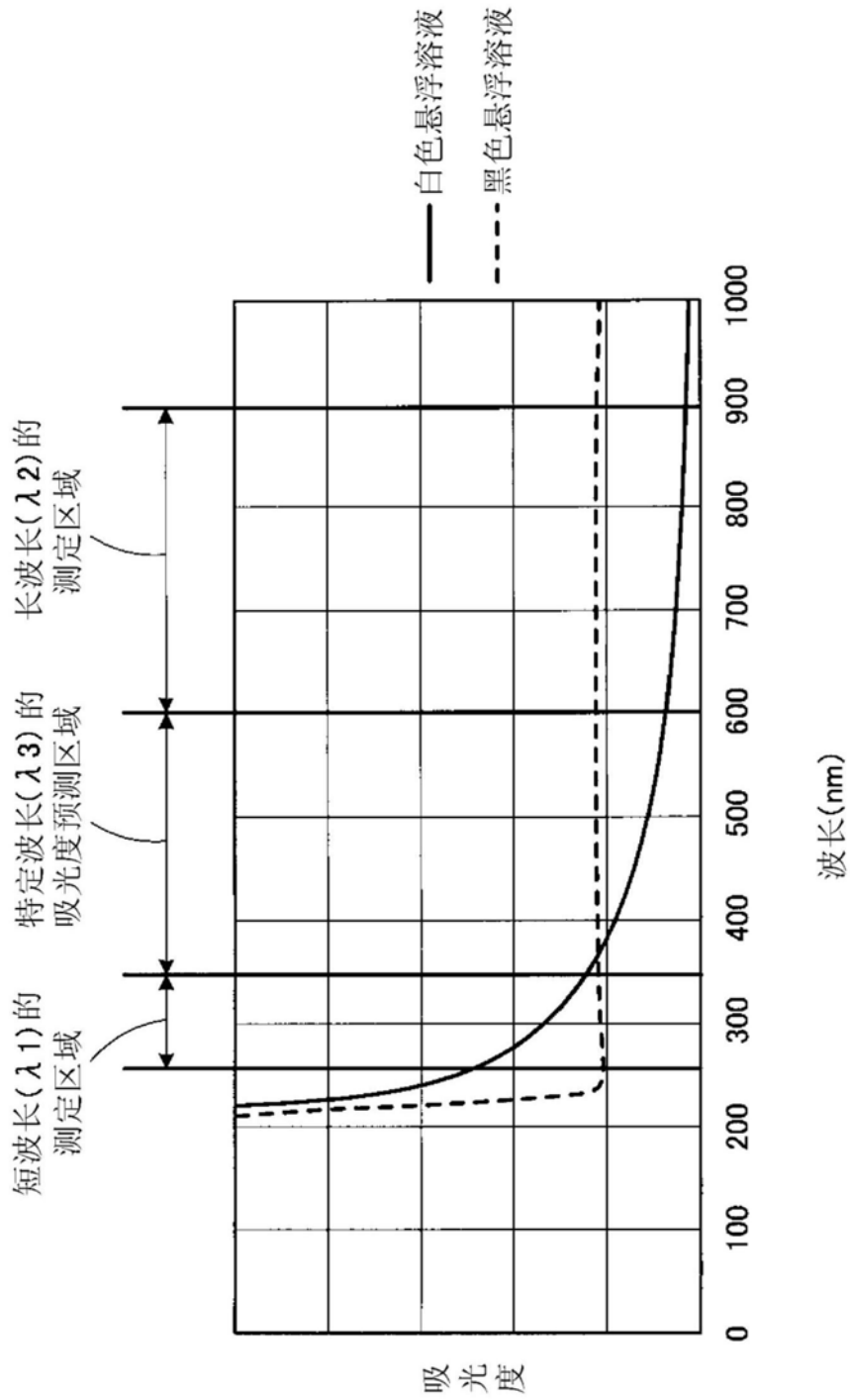


图8