[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
G01N 21/27
G01N 21/59

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98123824.6

[43] 授权公告日 2003 年 4 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1104641C

[22] 申请日 1998.10.29 [21] 申请号 98123824.6
[30] 优先权
[32] 1997.10.29 [33] JP [31] 296903/1997
[71] 专利权人 仓敷纺绩株式会社
地址 日本冈山县
[72] 发明人 东 升
审查员 宋海峰

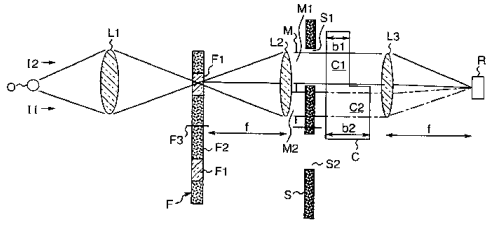
[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所
代理人 沈昭坤

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 7 页

[54] 发明名称 光学式浓度测定装置

[57] 摘要

本发明涉及光学式浓度测定装置。问题在于要确保在光源变动的情况下检测光的性质也相同，在以光轴为中心的测定空间均等地包含变动的光学信息。解决办法是，用准直透镜 L1 使在干涉滤光片 F1 上成像的光束成为平行光，用遮光板 M 将该平行光分割成两束分开的平行光束。该平行光束中均等地包含来自光源的光学信息。在第一束分开的平行光束中放置对照手段 C1，而在第 2 束分开的平行光束中放置试样容器 C2。用成像透镜 L3 使透过各容器的光成像于受光器 R。



ISSN1008-4274

1．一种光学式浓度测定装置，使从一个红外线光源(O)发出的检测光透射过干涉滤光片(F1)，选择特定波长，使所选择波长的检测光有选择地透射过对照手段(C1)及试样容器(C2)，用一个受光器(R)检测透射光，以此测定试样容器内的试样浓度，其特征在于，具备

使上述光源(O)发出的检测光成像于上述干涉滤光片(F1)的第 1 成像透镜(L1)、

使利用干涉滤光片选择的特定波长的检测光光束成为平行的检测光的一个准直透镜(L2)、

将平行的检测光束分割成两束分开的平行光束取出的遮光板(M)、

轮换使两束分开的平行光束中的某一束通过的光学快门(S)、

放置于第 1 束分开的平行光束的光路上的对照手段(C1)、

放置于第 2 束分开的平行光束的光路上的试样容器(C2)，以及

使透射过对照手段(C1)及试样容器(C2)的各分开的平行光束成像于受光器(R)上的一个第 2 成像透镜(L3)。

2．根据权利要求 1 所述的光学式浓度测定装置，其特征在于，上述遮光板(M)是平板状的，具有形成上述各分开的平行光束的以光轴对称的 2 个并列的针孔(M1 、 M2)。

3．根据权利要求 1 所述的光学式浓度测定装置，其特征在于，所述对照手段(C1)与试样容器(C2)由做成容器长度不同而且互相连通的两个腔室的 1 个容器室构成，上述容器长度短的第 1 腔室的部分作为对照手段(C1)，而另一方面以容器长度长的第 2 腔室(C2)的部份作为试样容器。

4．根据权利要求 1 所述的光学式浓度测定装置，其特征在于，在相同厚度的一个容器室内的一部份插入与试样有相似的折射率而且与试样有不同的吸光特性的光折射率调整块(A)，在上述容器室内，借助于插入上述光折射率调整块(A)，形成容器长度短的第 1 腔室和具有与容器室的厚度相等的容器长度的第 2 腔室，以第 1 腔室的部份作为对照手段(C1)，而另一方面以第 2 腔室的部分作为所述试样容器(C2)。

5．根据权利要求 1 所述的光学式浓度测定装置，其特征在于，所述对照手段是玻璃块(C′)。

6．根据权利要求 1 所述的光学式浓度测定装置，其特征在于，所述对照手段是周围的空气本身。

光学式浓度测定装置

技术领域

本发明涉及在红外线光学系统中具备对照手段和试样容器两个容器，根据透过各容器的红外线检测光透过容器的光强之比计算试样浓度的光学式浓度测定装置，更详细地说，是涉及以一个准直透镜将来自光源的检测光变成平行的检测光，将该平行检测光分割成两束平行光束，使第1光束透过对照手段，而使第2光束透过试样容器的双光束光学系统型的光学式浓度测定装置。

背景技术

这种光学式浓度测定装置向来有各种类型。这些类型的光学式浓度测定装置按检测光的光路或光束分类，大致分为使用单光束光学系统的类型和使用双光束光学系统的类型。前一种类型是很久以来就很普及的类型，容器处在从光源到受光器的一束光束中，在容器内放入纯水(基准液体)，受光器预先检测出透过纯水的检测光的透射光量，接着将容器内的纯水换成试样，受光器检测出透过试样的检测光的透射光量，从两透射光量之比计算出试样的浓度。

上述单光束光学系统型的装置，使用单一的光路或光束，因此具有除容器内的试样浓度外，在对对照手段进行测定时和对试样容器进行测定时光学上相同的优点。但是，这种光学式测定装置为了长期保持同一性，必须定期进行空白校正(0点校正)，问题是校正时需要将试样与纯水交换，很费事，因此检测效率低。又由于需要用于进行这些交换的装置或结构，因此还存在装置的成本升高的问题。而且在空白校正时将试样换成纯水之际，即使在容器内残留一点儿试样，也会损害空白校正精度的可靠性。

在光束光学系统型的装置中，有的装置使用称为汽缸式可变长度容器的容器(参看日本专利特开平4－1556号公报)。这种汽缸式可变长度容器是可以改变活塞位置将放入试样的汽缸空间厚度变成对照手段长度与试样容器长度的容器。这种容器具有在进行空白校正时不需要纯水的优点，但是高精度地长时间使活塞的

位置定位是极其困难的，没有达到实用化的程度。

另一方面，双光束光学系统型的装置是为了消除单光束光学系统型装置的上述缺点的装置，不需要使用纯水进行空白校正。

这种双光束光学系统型装置之一，是将从一个光源发出的检测光从开头就直接分为两个光路或光束，在第 1 光束中放置对照手段，在第 2 光束中放置试样容器，在两容器中放入相同的试样，在一个受光器上接收各容器的透射光(参看日本专利特开平 3－223654 号)。这种装置的优点是空白校正不需要纯水和两容器是固定的、没有可动部份。但是，即使光源是相同的，也由于从光源直接分出两部份光(光束)，所以两个分叉光路或分叉光束不能完全保证是相同性质的。因此，每当光源随时间变化和光源本身变更之际，每次都要作出校正曲线。众所周知，校正曲线的制作是费时间费劳动力的吃力的工作。

因此，为了提高测定精度，绝对有必要确保在测定对照手段和测定试样容器两种测定中使用的光路或光束具有相同性质。

作为被认为部分解决了上述课题的双光束光学系统型装置的另一已有装置的例子，可以举出日本专利特开平 5－332933 号公报所述的装置。这种装置的主要部分的略图如图 1 所示。这种装置具有包含 1 个红外线光源 O、取出光源 O 来的光的一部分的快门 S、具有两个针孔 M1、M2 的遮光板 M、1 个准直透镜 L2、对照手段 C1 及试样容器 C2、1 个干涉滤光片(未图示)、1 个成像透镜(未图示)以及 1 个受光器(未图示)的光学系统。这种光学系统中，光源 O 发出的红外线集中在其前方的快门 S 的开口 S1 的区域。在图中，开口 S1 处于上方的位置。在图中，通过该开口 S1 的红外光束再通过遮光板的第 1 针孔 M1，该通过光束由准直透镜 L2 变成平行光束，通过对照手段 C1。另一方面，快门开口在到达未图示的下方位置时，来自光源 O 的红外线通过遮光板的第 2 针孔 M2，该通过光束由准直透镜 L2 变成平行光束，透过试样容器 C2(这以后对透过的光线的处理的详细说明省略)。

在图 1 所示的装置至少使用相同的光学部件，将光源 O 向前方发射的 1 束光线分开的平行光束作为对照手段的透射光和试样容器的透射光使用，因此被认为两束分割开的平行光束的等同性有相当保证。但是，如果希望进行超高精度的测定，则即使是这种装置，两束分开的平行光束的等同性也是不充分的，下面依据图 1 说明其理由。

通常认为，如果使用同一光源，则相对于光源的发光强度的变动，两束光束的发光强度的变动也是相同的。但是，严格地说，光源相对于光学系统的入射孔径具有一定的面积，因此构成该面积的各发光点发出来的光的强度等光学信息对于各发光点是不同的，不考虑这一点构成光学系统，不能指望提高精度。

图 1 所示的光源 O 包含作为发光体的灯丝 O1。在图 1(I)中，具有一定面积的该灯丝 O1 的中心 O2 与两个针孔 M1、M2 的对称中心点一起处于光轴 P 上。在这一结构中，从灯丝中心 O2 点发出的检测光由遮光板针孔 M1、M2 集中，并且透过准直透镜 L2，成为以光轴对称的分割开的平行光束 B1、B2。也就是说，在存在容器 C 的测定空间，可以说光束 B1、B2 是性质相同的检测光。另一方面，灯丝端部 O3 发出的检测光用同样的做法分割成平行光束 D1、D2。由图可知，光束 D1、D2 不以光轴对称而发生偏差。也就是说，如果以只要遮光板一对针孔以光轴对称就够了这样的单纯的想法配置，则 2 束分开的平行光束 D1、D2 通过的测定空间即为容器 C1、C2 的不以光轴对称的区域。

另外还存在的问题是由于在更换光源本身的情况下灯丝的位置变动而发生的。图 1(II)表示灯丝的位置离开图 1(I)的状态而变动的状态。在图 1(II)表示灯丝端部 O4 位于光轴中心的情况。在该情况下灯丝另一端的 O3 大大离开光轴中心，因此，在遮光板针孔 M1、M2 集中的光束 D1、D2 也在测定空间更加偏离光轴。这样一来，在极端情况下，也可能有透过试样容器 C2 的光束中几乎不包含灯丝端 O3 的光学信息的情况。

因此，在换光源时，由于两光束的光学信息在质的方面完全不同，基于更换光源前的光学信息校正的浓度与吸光度的关系不能使用，从而必须用更换过的新光源重新制作校正曲线。

现在有一个问题是，用于这种分光装置的干涉滤光片的透过特性存在区域不均匀。作为有选择地使特定波长透过的分光滤光片，由于干涉滤光片简便，所以一般情况下经常得以使用，但是其分光光谱特性由于干涉滤光片的关系并不一定均匀。这是与多层蒸镀膜的制造工艺有关的问题，甚至是相同制造工艺做成的多个干涉滤光片的分光光谱特性，其峰值波长和半光谱幅值也发生偏差。从而，甚至在 1 片滤光片内部，严格地说，也取决于通过滤光片的什么地方，其分光透射光谱并不一定一致。

已有的单光束光学系统由于是单光束，干涉滤光片的这样的区域不均匀在试

样测定时和对照测定时是一样，所以没有发生过这样的问题，而在将光束分开的情况下，在两条光路上分光光谱有不同，就给测定结果带来致命的误差，因此，无论如何能使两束光束中包含相同的这种分光光谱的区域不均匀是重要的课题。

因此，本发明要解决的技术问题在于，在这种光学浓度测定装置中，即使在光源发生变动的情况下也使的光轴为中心的测定空间均等地包含变动的光学信息，确保检测光性质相同。

还有一个现在应该解决的问题是，即使在使用分光滤光片的干涉滤光片的分光透射光谱中存在区域不均匀的情况下，也使以光轴为中心的测定空间均等地包含该透射光谱的不均匀，确保检测光有相同的性质。

发明内容

为了解决上述问题，采用本发明可以提供具有下述结构的光学式浓度测定装置。

也就是说，这种光学式浓度测定装置具有下述基本结构，即使从一个红外光源发出的检测光透射过干涉滤光片，选择特定波长，使所选择波长的检测光有选择地透射过对照手段及试样容器，用受光器检测该透射光，以此测定试样容器内的试样的浓度。具有能使上述光源发出的检测光由第 1 成像透镜成像于上述滤光片上的结构。而为了利用干涉滤光片选择的特定波长的检测光光束成为平行光束，设有一个准直透镜。平行的检测光束由遮光板分割成两束平行光束在前方取出。遮光板通常是平板状的，具有形成上述各分开的平行光束的、以光轴对称的两个并列的针孔。两束分开的平行光束用光学快门选择，将所选择的一束光束传送到前面的容器。

上述对照手段放置在第 1 束分开的平行光束的光路中，上述试样容器放置于第 2 束分开的平行光束的光路中。透过对照手段及试样容器的各分开的平行光束由一个第 2 成像透镜成像于上述受光器上。

在本发明的上述结构中，用光学快门有选择地将两束分开的平行光束引导至受光器，根据对照手段透过的光量和试样容器透过的光量计算试样的浓度。

采用上述结构，光源的光线由成像透镜成像于分光滤光片上之后，入射到准直透镜上，由该准直透镜形成平行光。然后，在此之后经准直透镜变为平行的检测光光束由遮光板分成两束平行光束。因而，光源的光学信息，也就是从光源各

发光点发射出的、且波长经选择的光线通过准直透镜，均等地包含于各分开的平行光束中。也就是可以在两光束中包含同样程度的光源发光点的变化信息及使用干涉滤色器的透射特性的区域不均匀，其结果是，对于一向不能进行修正的光源的位置变动，如果以测定试样的单点校正对运算公式进行校正，仅此即可进行高精度的测定，而省去每次更换光源都要重新制作校正曲线的麻烦。

又，由于两光束的分光光谱一致，可以在对照光路与测定光路把光源光量变化等浓度之外的变动因素完全取消。

在上述结构中，上述对照手段通常以对照容器构成。在这种情况下，上述对照容器与试样容器与已有的容器一样，作为分别独立的容器，可在对照手段中放入纯水，试样容器中放入试样，或者也可以在对照容器和试样容器两方都放入试样。但是，最好是由有容器长度不同并且互相连通的两个腔室的一个容器室（cell housing）构成。以上述容器长度短的腔室部分作为对照容器，另一方面将容器长度长的腔室部分作为试样容器。在这种结构中，试样同时不加区分地装入各腔室。对照手段的透光量与试样容器的透光量由于其容器长度不同而不同。

采用上述容器，只是将 1 个容器以两个腔室区分为对照容器和试样容器，而不是互相分离的独立的容器，并且各容器处于两分开的近轴平行光束能透射的位置关系上，两容器非常接近。而且，试样同时注入各腔室内，并且同时排出。因此可以保证两腔室内的试样浓度完全相同。而且，如上所述容器是由一个构件形成的容器杆成，在上述光学系统中，从光源到受光器的检测光或 2 束分开的平行光束透过同一光学构件内部，因此对照容器腔室内与试样容器腔室内试样的浓度以外的光学物质的光吸收特性对于检测的对照手段透射光和试样容器透射光来说实质上是相同的，因此能得到高测定精度。

作为在上述一个容器中使容器长度不同的做法，比较简单的是在相同厚度的容器室内放入例如玻璃等折射率调整块。也就是说，在上述第 1 束分开的平行光束透射过的第 1 部份中内藏与试样的折射率近似，而吸光特性与试样不同的光折射率调整块，以便缩短容器的长度，使容器的第 1 部分比另一部分即第 2 部份缩短该光折射率调整块的厚度。换句话说，在上述容器室内，由于存在上述光折射率调整块，形成容器长度变短的第 1 腔室和具有等于容器室厚度的容器长度的第 2 腔室，以第 1 腔室的部分作为对照手段，另一方面以第 2 腔室部分作为上述试样容器。采用这种结构，通过容器的第 1 部分与第 2 部分的光(即对照手段的透射

光与试样容器的透射光)都实质上同样折射，经过成像透镜到达受光器，因此不容易发生由透镜系统的像差引起的成像点偏离放大的问题，将提高测定精度。

还有，对照手段也可以不用上述容器，而用折射率与纯水相近、并且使试样检测波长的光线透过的光学上稳定的媒体，例如玻璃块、特别是石英玻璃块或周围的空气本身构成。

附图说明

图 1 是双光束光学系统型的已有装置的主要部分说明图。

图 2 是表示本发明一实施形态的光学式浓度测定装置的光学系统的说明图。

图 3 是图 2 所示装置的动作说明图。其中省略快门及准直透镜。

图 4 是说明光源来的光束的立体角的说明图。

图 5 是遮光板及快门的正面图。

图 6 表示图 2 装置中使用的容器的变形例。

图 7(I)、(II)分别表示图 2 装置中使用的容器的其他变形例。

具体实施形态

下面根据图 2～图 6 对本发明的实施形态具体加以说明。

图 2 表示本发明一实施形态的光学式浓度测定装置的光学系统。在图 2 中，O 是红外线光源。光源 O 发出的检测光经过检测区域到达红外线传感器、即受光器 R。以从光源 O 到受光器 R 的中心的连线为光轴依次配置光学透镜 L1、L2、L3，同时将其他光学构件沿光轴配置。来自光源 O 的检测光到达成像透镜 L1，由该透镜成像于滤光片(干涉滤光片)F 上。这种滤光片在旋转板 F2 上具有规定片数的干涉滤光片本体 F1。这一干涉滤光片主体 F1 根据应检测的试样的成份只选择透过、吸收的特定波长，在旋转板 F2 上设置具有与预定的几种试样相应的吸光特性的数片。旋转板 F2 能够以旋转轴 F3 为中心旋转，使光源 O 由透镜 L1 成像的焦点落在所选择的滤光主体 F1 上。

透射过滤光片主体 F1 的检测光再度扩散，并到达准直透镜 L2。准直透镜 L2 位于滤光片 F 的前方、焦距 f 的位置上。从而，入射到该透镜 L2 的光束作为平行光束向前传送。

在透镜 L2 的近前配置遮光板 M。遮光板的正面图示于图 5。遮光板 M 在距

离其中心(与光轴一致)在直径方向上等距离的地方有一对针孔 M1、M2。第 1 针孔 M1 形成对照光束用的光阑，第 2 针孔 M2 是形成试样光束用的光阑。也就是说，由准直透镜 L2 形成的、与该透镜直径对应的平行光束由针孔 M1、M2 分割成两束较小的分开的平行光束。

在遮光板 M 的近前配置快门 S。该快门的正面图也示于图 5。该快门在相对于旋转中心 S3 的直径方向的两侧的非对称位置上具有第 1、2 开口 S1、S2。图中表示遮光板的第 1 针孔 M1 与快门的第 1 开口 S1 一致，而另一边，遮光板的第 2 针孔 M2 被快门所遮蔽的状态。在快门的第 2 开口 S2 与遮光板的第 2 针孔 M2 一致时，第 2 针孔 M2 来的光束被传送到前方，而另一边的第 1 针孔 M1 被快门遮蔽。

在快门 S 的前方的测定区配置着容器 C。该容器是 1 个容器室，对照容器 C1 和试样容器 C2 成为一个整体。在其中心(与光轴一致)的一侧形成对照容器 C1，其另一侧形成试样容器 C2。构成各容器 C1、C2 的腔室互相连通，在两腔室内注入同一试样(液体)。对照容器 C1 的容器长度为 b1，试样容器 C2 的容器长度为 b2，后者采用比前者大得多的尺寸。通过遮光板的第 1 针孔 M1 的对照光束透射过对照容器 C1，而另一方面通过第 2 针孔 M2 的试样光束透射过试样容器 C2。

在容器 C 的前方配置上述成像透镜 L3，在其前方焦距 f 的位置上配置受光器 R。因而作为平行光束的对照光束及试样光束分别成像于受光器 R 上。

与图 1 所示的已有例相比可以知道，本实施形态中，不是在用准直透镜 L2 形成平行光束之前分割成对照光束与试样光束，而是在用准直透镜形成平行光束之后分割成对照光束与试样光束，这一点为其最大特征。下面根据图 3 及图 4 对这种结构的作用进行详细说明。

在开始说明时，首先说明根据朗伯·贝尔定律导出的检测光与浓度的关系。该关系式如下式(1)、(2)、(3)所示。

$$Ib = I1 \times \exp(-a \times b1 \times c) \times \exp(-an \times bn) \times \gamma \quad \cdots\cdots (1)$$

$$Is = I2 \times \exp(-a \times b2 \times c) \times \exp(-an \times bn) \times \gamma \quad \cdots\cdots (2)$$

在上式中，

I，I1，I2……光源发出的光量

Ib……在透过对照手段之后受光器接受的光量

Is……在透过试样容器之后受光器接受的光量

a……光吸收系数

b……容器长度(容器厚度)

c……浓度

an……光学检测系统中的检测成份以外的物质的吸光系数(例如容器、滤光片和透镜的材料的吸光系数，附着于其上的污垢的吸光系数)

bn……光学检测系统这的检测成份以外的物质的厚度

γ……检测强度的变动(受光器的灵敏度变化和光量变化)

借助于上式(1)、(2)，浓度 c 可以由下式求得。

$$C = -\ln((Is / Ib) \times (I1 / I2)) / (a \times (b2 - b1)) \quad \cdots\cdots (3)$$

图 4(I)、(II)表示从光源各点发出、射入遮光板 M 的针孔 M1、M2 的光束的立体角的变动，也就是光线束(单位光线束)的变动。(I)、(II)表示灯丝 O1 的一端 O3 处于光轴线上的状态。(I)是从灯丝 O3 端来的光束的立体角的图解，(II)是从灯丝 O4 端来的光束的立体角的图解。还有，图 4 与图 2 及图 3 相比，省略了成像透镜 L1、干涉滤光片 F1 及准直透镜 L2。如(I)所示，从光轴上的发光点 O3 发出的光束 E1(向针孔 M1 入射的光束)与 E2(向针孔 M2 入射的光束)的各立体角β1 和β2 相等。另一方面，如(II)所示，从偏离光轴的发光点 O4 发出的光束 E3 和 E4 的各立体角β1 与β2 当然不同。光源的灯丝可以认为是这样的位置不同的发光点的集合，因此，结局是，若考虑图 2，则对照光束与试样光束在光强度等方面严格说来是不致的。也就是意味着上述 I1 与 I2 并不一定是一致的。

但是，采用本实施形态，首先使具有一定面积的光源 O 的检测光成像于光学滤光片的干涉滤光片本体 F1 上，接着用准直透镜 L2 使来自干涉滤光片本体的扩散光变成平行光，在其后将该平行光分割为两平行光束，因此，从光源的各发光点发出的光透过干涉滤光片 F1 的同一点到达检测空间。对此按照与图 1 对应的图 3 再作详细说明。还有，图 3 省略了成像透镜 L1、滤光片及快门，而实际上图示的光源灯丝可以认为是重叠在干涉滤光片上。图 3(I)与图 1(I)的情况一样，具有一定面积的灯丝 O2 的中心与两个针孔 M1、M2 的对称中心点一起处于光轴 P 上。在该结构中，从灯丝中心 O2 的点上发出的检测光(透射过干涉滤光片)由遮光板针孔 M1、M2 集中，并且透过准直透镜 L2 成为以光轴对称的分割开的平行光束 B1、B2。也就是说，在有容器 C 的检测空间，光束 B1、B2 可以说是本质上相同的检测光。另一方面，从灯丝端部 O3 发出的检测光同样进行分割形成分开

的平行光束 D1、D2。然后，在这种情况下，与图 1(I)的情况不同，光束 D1、D2 与光束 B1、B2 重叠，以光轴对称。也就是说，光源上各发光点 O2、O3 发出的光均匀地包含于两束分开的平行光束中。还可以知道，同样，由干涉滤光片透射位置的差而引起的分光特性的不同也平均地包含于两束分开的光束中。

还有，即使光源本身更换、灯丝位置变动，可以说也是相同的。与图 1(II)对应的图 3(II)表示出灯丝位置从图 3(I)的状态变动的状态。图 3(II)表示灯丝端部 O4 位于光轴中心的情况。在这种情况下，另一端的灯丝端部 O3 大大偏离光轴中心，而发光点 O3、O4 发出的光由准直透镜形成平行光，因此从发光点 O4 来的光束 D1、D2 分别与发光点 O3 来的光束 B1、B2 一致，与图 3(I)的情况相同，各发光点 O3、O4 发出的光均匀地包含于两束分开的平行光束中。

这样一来，若想像具有微小开口的针孔的遮光板，对从光源各发光点发出的光束，定义单位光束△I，则其吸光量在各分开的光路相对于浓度单义地决定。其吸光量无非是根据对于该光学结构光源发出的光量 I1、I2 以单位光束△I 的几倍(几束)到达受光器的结果进行计算，因此，如果将该结果按每单位光束归一化以求浓度，则光源发出的光量 I1 与 I2 不管最终如何变化，都可以从测定值单义地求出浓度。

下面对根据 I1 与 I2 的检测值以相当于单位光束△I 的光量求浓度的具体操作加以说明。

首先从使用这种光学式浓度测定装置的最初时划开始进行说明，其最初当然必须进行空白校正。因而将浓度为零的纯水放入检测容器 C(对照容器 C1 与试样容器 C2)，测定 Ib0/Is0。测定者不能够直接知道单位光束△I 的透射强度。但是，可以认为 I1 = 单位光束△I × α 、I2 = △I × β，因此如果 I1 / I2 换算成单位光束，则得出 I1 = (α / β) I2。这样一来，上述式(3)可以进行如下变换。

$$c = -\ln ((Is / Ib) \times (\alpha / \beta)) / (a \times (b2 - b1)) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3')$$

这里，将 c = 0 的 Ib0、Is0 的测定值代入(3′)，求 K= α / β，以 k 为一定，可以作出含 K 的校正曲线。也就是说，这是根据基准单位光束△I 的各光路透射量△I1、△I2 分别乘以 α 、β的光量之比作出校正曲线，浓度根据透射光量 I1 与 I2 之比单义地决定。

下面考虑更换光源，因此两条光路、即分开的平行光束的透射光量分别变化的情况。这时新的透射光束 I1′、I2′为 I1′ = α ′×△I，I2′ = β′ ×△I。在这种情况

下，如果将检测信号强度 Ib′、Is′ 原封不动地用于上述式(3′)，则其检测值与实际值不同。即使是测定例如纯水，浓度也不为 0，而算出与此不同的浓度值。

I1 与 I1′其值不同的理由在于透射光束量不同，单位光束所受的吸光特性、亦即 I1 / α 与 I1′ / α′的透射光量是相同的。因此，在这种状态下重新测定纯水的透射光量 Ib0′、Is0′，代入上述式(1)、(2)、(3′)，即得出下式。

$$Ib0' = \triangle I \times \alpha' \times \exp(-a \times b1 \times c) \times \exp(-an \times bn) \times \gamma$$

其中 $c = 0$

$$Is0' = \triangle I \times \beta' \times \exp(-a \times b1 \times c) \times \exp(-an \times bn) \times \gamma$$

其中 $c = 0$

$$c = -1n((Is0' / Ib0') \times (\alpha' / \beta')) / (a \times (b2 - b1))$$

于是，从上式得出α′/ β′。如果把这种状态下的 k 修正为 $K \equiv \alpha' / \beta'$， 则在这里可以不重新制作校正曲线，而使用上次作出的包含 K 的校正曲线求浓度。也就是意味着，即使更换光源，也只要在该时刻进行纯水校正，就能够做到对测定没有影响。这可以克服已有的双光束光学系统型测定装置的重大缺陷。

下面再谈及容器 C。如上所述，采用本实施形态，使用在同一容器室内装入相同试样的这种式样的容器，因此被放入对照腔室和试样腔室的试样的浓度当然是相同的。问题是由于对照手段的容器长度与试样容器的容器长度不同引起的光的折射率的不同而造成的、在受光器上的成像偏差。光路中的折射率的差成了光线的折射量的差，结果在受光器上光线到达的位置不同。在受光器的检测灵敏度及其变化上，存在实际上不能无视的区域不均匀，这是一个影响测定精度的重要因素。但是，这一问题的大半是通过将容器放在平行光路中而减轻，但是即使是这样，这种偏差在本实施形态中对于 10 毫米的容器长度、检测光的波长为 1.5 微米的情况下也有 0.2 毫米左右。因此，实际上在对照光路与测定光路上聚焦于受光器上的光点的位置不同，在要求高精度的测定用途的情况下，不能满足长期性的对照精度。这是由于光学系统的透镜 O 产生透射光的像差，严格地说，在透过准直透镜 L2 的光线中包含有不平行成份。这种像差只要使用通用透镜就是不可避免的现象。这里提供图 6 所示的容器的变形例。

图 6(III)是平面图，与图 2 的容器的画法对应。(I)为其侧面图，(II)为其正面图。这种容器 C，在容器室的上下具有试样供给口 C3 和试样排出口 C4。在容器室内插入具有与试样(液)相同或近似的折射率的折射率调整块 A。也就是说，对

照容器 C1 的容器长度为 b1，试样容器 C2 的容器长度为 b2，而容器室的厚度两者相同，(容器长度 b2－容器长度 b1)就是调整块 A 的厚度。从而，透过对照容器和透过试样容器的光束在透射过容器时受到的光的折射都大致相同。

通常的液体试样(例如半导体清洗液)几乎都是水(光折射率为 1.32)，因此与其相近的物质可以选择石英玻璃(光折射率为 1.45)。又，作为另一例子，如果试样是食用油(光折射率为 1.52)，则使用 BK7 玻璃(光折射率 1.51)是合适的。尤其是，这些调整块的前提条件是，不具有与试样浓度的测定对象成份相同的吸光特性。上述附加石英玻璃的情况下，先前实施形态中的 0.2 毫米的成像偏差具体地说减少到 0.05 毫米以下，实用上的问题已经解决。

还有，作为简便的容器结构，可以采取图 7(I)所示那样的石英玻璃块 C′或是如图 7(II)所示，也可以采用周围空气本身 C″，以代替上述对照手段（对照容器）C1。

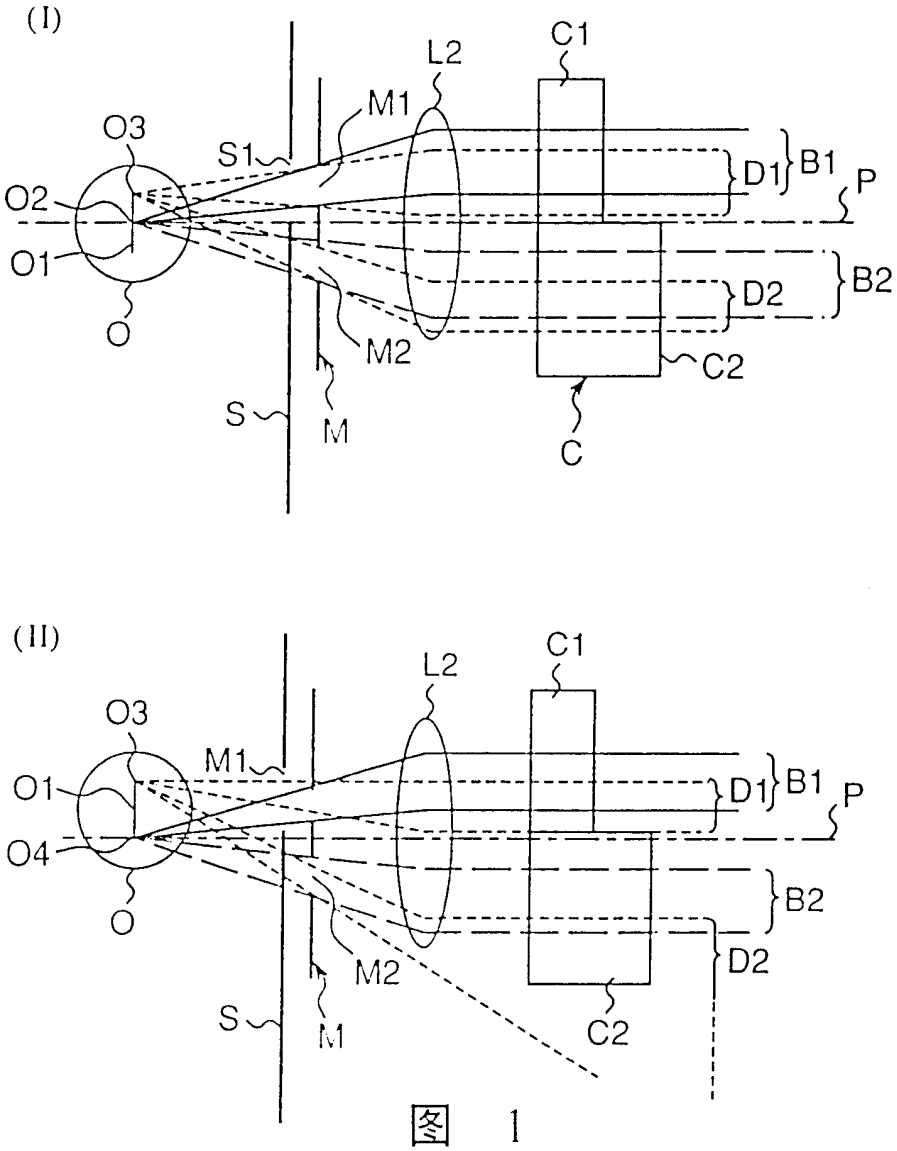

(I)
O3
S1
M1
L2
C1
O2
O1
O
D1
B1
P
B2
D2
M2
C2
S
M
C
(II)
O3
M1
L2
C1
O1
O4
O
D1
B1
P
B2
D2
M2
S
M
C2

图 1

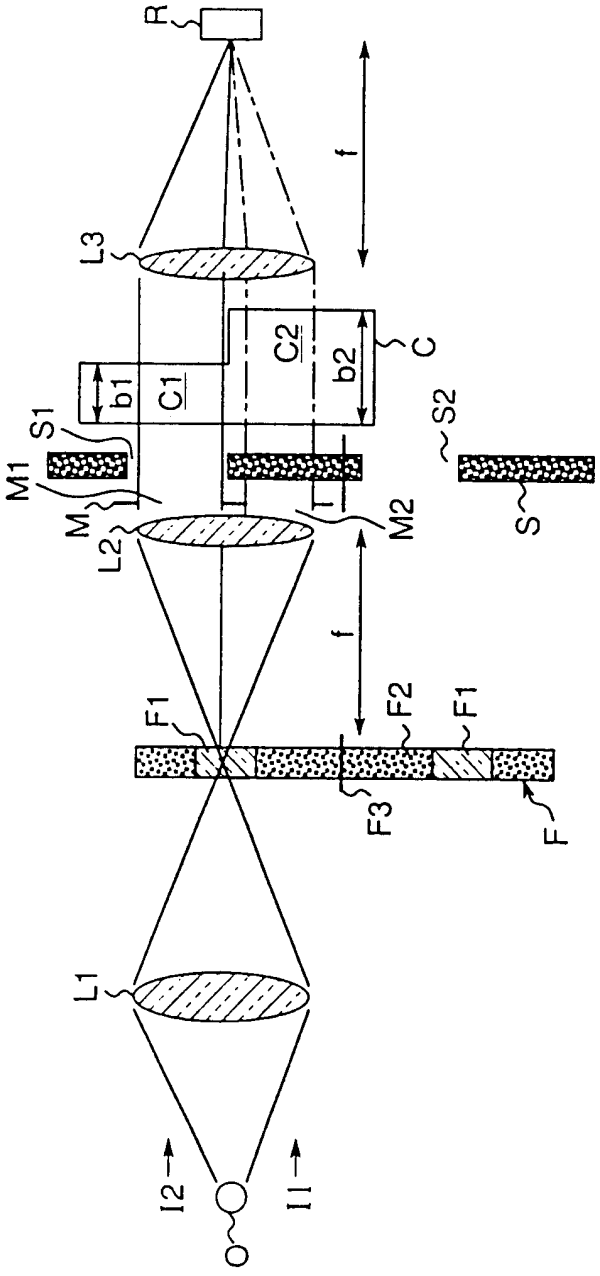


图 2

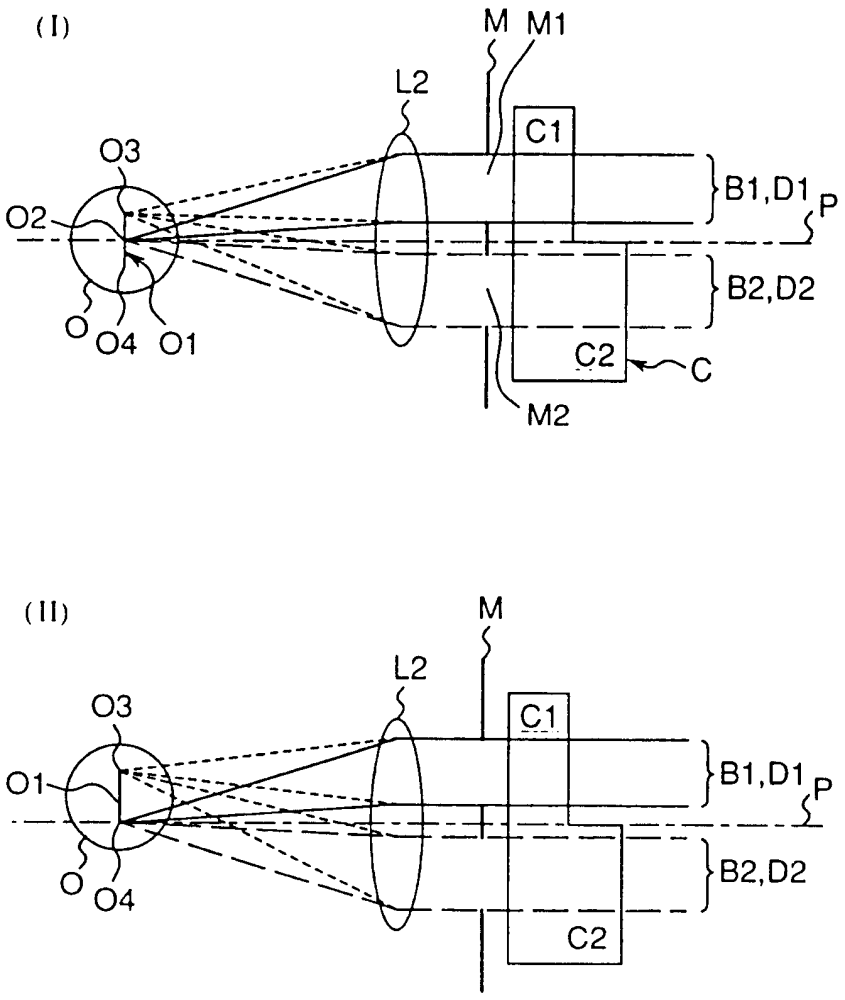

(I)
M
M1
L2
C1
O3
O2
B1,D1
P
B2,D2
O
O4
O1
C2
C
M2
(II)
M
L2
C1
O3
O1
B1,D1
P
O
O4
B2,D2
C2

图 3

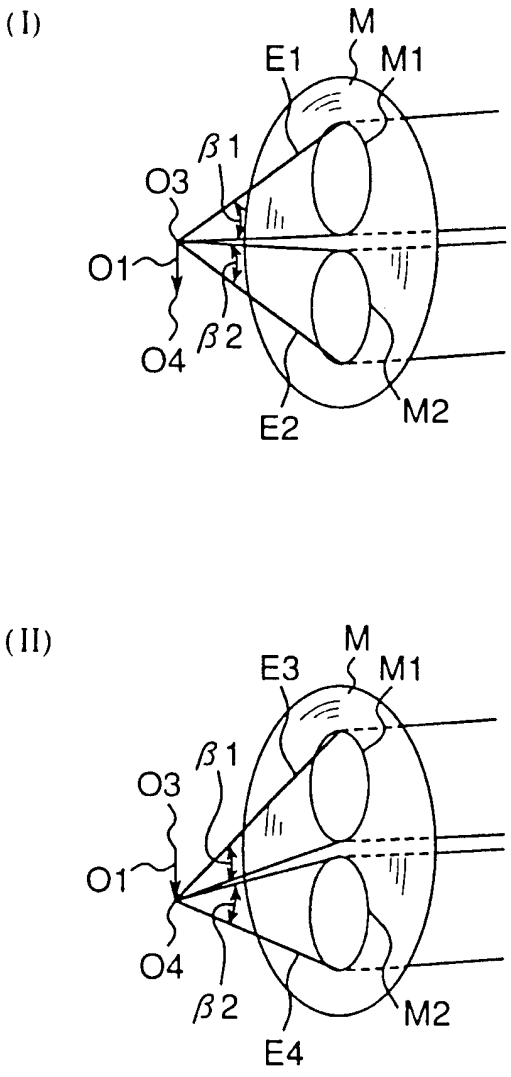


图 4

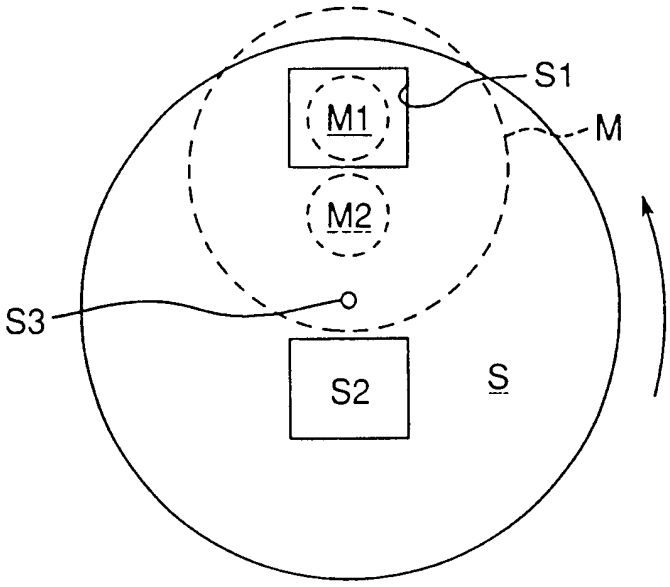


图 5

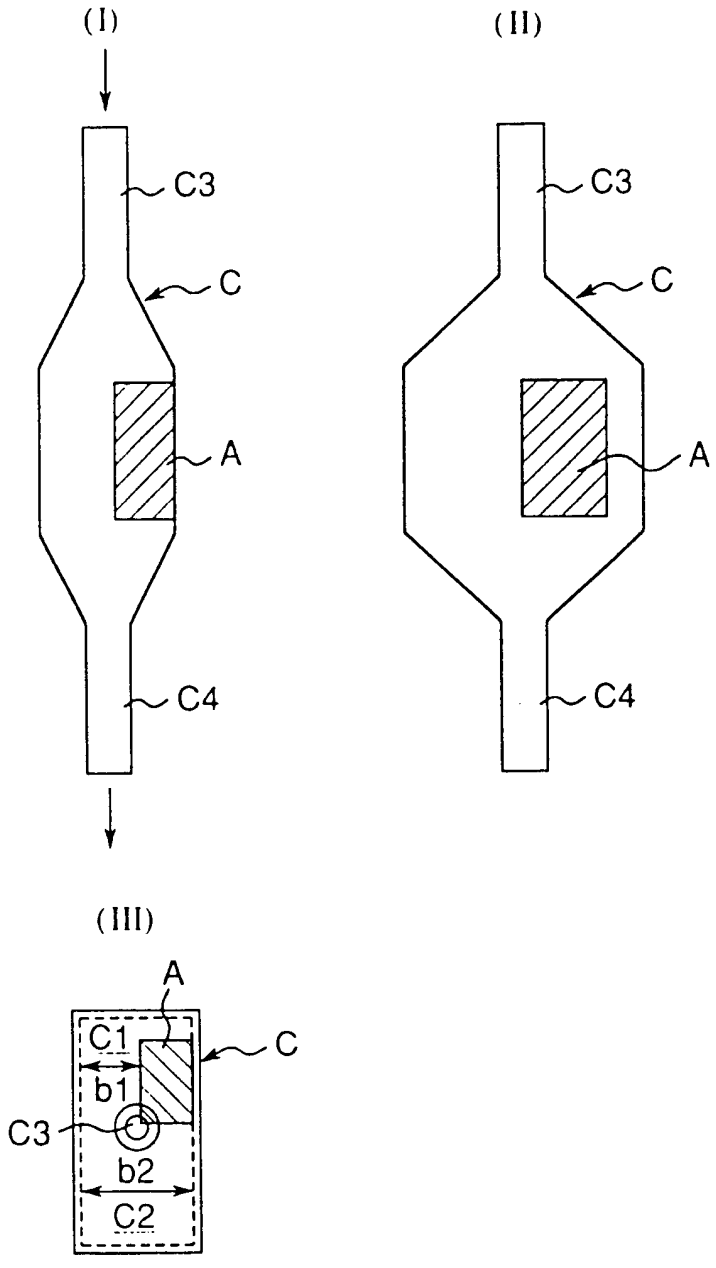


图 6

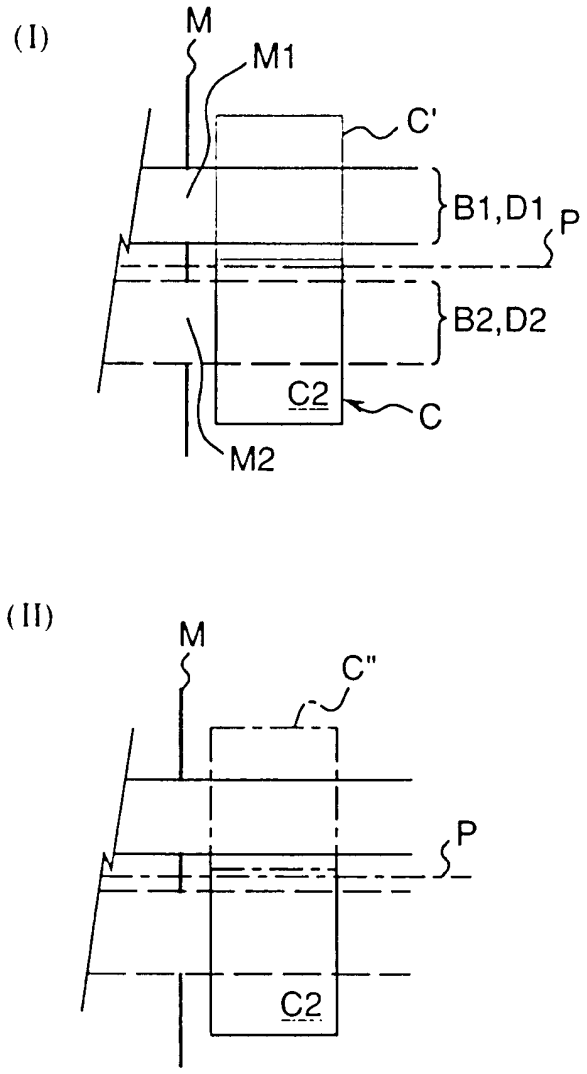


图 7