

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01J 3/36 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02811479.5

[45] 授权公告日 2009年4月22日

[11] 授权公告号 CN 100480650C

[22] 申请日 2002.8.13 [21] 申请号 02811479.5

[30] 优先权

[32] 2001.8.13 [33] JP [31] 245590/2001

[86] 国际申请 PCT/JP2002/008260 2002.8.13

[87] 国际公布 WO2003/016842 日 2003.2.27

[85] 进入国家阶段日期 2003.12.8

[73] 专利权人 滨松光子学株式会社

地址 日本静冈县滨松市

[72] 发明人 山内一德

[56] 参考文献

US4482994A 1984.11.13

JP116766A 1999.1.12

CN2041645U 1989.7.26

JP10-62246A 1998.3.6

JP3205521A 1991.9.9

US4244045A 1981.1.6

JP2000111406A 2000.4.21

CN2415370Y 2001.1.17

审查员 黄涛

[74] 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

代理人 徐申民

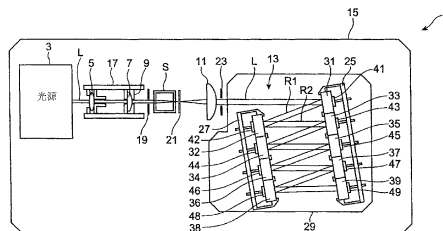
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 10 页

[54] 发明名称

分光装置和分光方法

[57] 摘要

从光源(3)中发出的光线 L 传输通过样品单元(S)并且射入分光部分(13)。所述分光部分(13)包括传输不同波长的光组份的干涉滤光器(31-39),以及相应于各自的干涉滤光器的光电二极管(41-49)。组成一个干涉滤光器的非传导性薄膜具有相对令人满意的特性来反射非被传输的波长的光组份的那些光组份。在每个干涉滤光器中,一入射光被分成一传输光组份和一反射光组份。通过把反射光变成入射光射入下一级的干涉滤波器中,就可以探测具有九种波长类型的光组份。



1. 一种用于探测多个不同波长的光组成部分的分光方法，其中，

在传输通过多个不同波长的光组成部分的多个干涉滤光器的光入射表面上，分别连接一个具有一孔阑的全反射镜，进入每个干涉滤光器的入射光被分成一束反射光和一束传输光，并且，反射光被变成入射光射入下一级的干涉滤光器，由此，从光源中发出的光被按序传输到多个所述的干涉滤光器中以探测通过各个干涉滤光器的光束。

2. 一种分光装置，包括，

一个第一光电探测器，它具有一个第一光电传感器和一个被固定在所述第一光电传感器的光入射端的第一干涉滤光器，以及，

一个第二光电探测器，它被设置成使得从所述的第一干涉滤光器中发出的反射光被变成入射的，并具有一个第二光电传感器和一个被固定在所述第二光电传感器的光入射端的第二干涉滤光器，其中，

所述第一干涉滤光器的传输波长与反射波长带是不同的，并且所述第二干涉滤光器的传输波长被包含在所述第一干涉滤光器的反射波长带中，

一个具有一孔阑的全反射镜被连接到所述第一干涉滤光器的光入射表面。

3. 如权利要求 2 所述的分光装置，其特征在于，进一步包括一个第一圆柱体，所述第一圆柱体容纳所述第一光电传感器并且具有一个开口，其中，

所述第一干涉滤光器被设置在所述第一圆柱体中，所述第一圆柱体的开口被所述第一干涉滤光器堵住。

4. 一种分光装置，包括多个光电探测器，它们被设置成使得所述的光能够按时间顺序以光速入射，其中，

每个所述的光电探测器具有一个光电传感器、一个被固定在所述光电传感器的光入射端的干涉滤光器以及一个具有一个孔阑、被固定在所述干涉滤光器的光入射端的全反射镜，

多个光电探测器中的干涉滤光器传输波长带和反射波长带是不同的，后级干涉滤光器的传输波长被包含在所述的前级干涉滤光器的反射波长带中。

5. 如权利要求 4 所述的分光装置，其特征在于，进一步包括多个圆柱体，它们分别容纳一个所述光电探测器并且具有一个开口，其中，

所述各干涉滤光器被分别设置在一个对应的圆柱体中，各圆柱体的开口被与之对应的所述干涉滤光器堵住，以及

进入所述各干涉滤光器的光的入射角在  $0^\circ$  与  $10^\circ$  之间。

6. 一种用于探测多个不同波长的光组成部分的分光方法，其中，

在传输通过多个不同波长的光组成部分的多个干涉滤光器，进入每个干涉滤光器的入射光被分成一束反射光和一束传输光，并且，反射光被变成入射光射入下一级的干涉滤光器，由此，从光源中发出的光被按序传输到多个所述的干涉滤光器中以探测通过各个干涉滤光器的光束，

其中所述光组成部分由分光装置探测，所述分光装置包括多个光电探测器，它们被设置成使得所述的光能够按时间顺序以光速入射，其中，每个所述的光电探测器具有一个光电传感器，被固定在所述光电传感器的光入射端的多个所述干涉滤光器中的一个，以及一个具有一个孔阑、被固定在该干涉滤光器的光入射端的全反射镜。

---

## 分光装置和分光方法

### 技术领域

本发明涉及一种分光装置和一种在例如验血装置中使用的分光方法。

### 背景技术

分光装置是一种用来测量测试样本的吸光度的装置，它通过把照射光照射到样品上，并且把穿过样品的或者从样品上反射回来的光的亮度转变成一电信号。这已经在很多领域中得到了应用。例如，当分光装置被应用于色彩检验或验血时，光穿过样品向外传播，多个光元件的吸光度具有不同的波长，也即，每个不同的波长都得到测量。这样的分光装置包括一个旋转盘系统分光装置，例如，如同公布在日本未审查专利申请 Sho-59-131124 中的一样。在这种分光装置中，通过机械旋转一个可旋转的盘使得传输待检测波长的光组份的滤光器被设置在一个光路中，使之能够检测多种不同的波长。

但是，因为所述的旋转盘系统分光装置是通过机械地旋转可旋转的盘来选择滤光器，这需要时间来检测多种不同的波长。但是在验血的过程中需要快速检验多个样品和多个项目，然而所述的可旋转盘系统设备却不能满足这种需求。

如同公布在日本未审查专利申请 Hei-11-6766 和 Sho-59-170734 中的那样，能够满足这种需求的设备包括半镜系统分光装置。这种分光装置的结构是通过多个半镜和多个光接收元件来检测多种波长。所述的半镜系统分光装置在各自的半镜上检测多种波长是通过把一个入射光分解成透射光和反射光，并且使用这个透射光作为设置在下一个步骤中的半镜的入射光。因此，与上述的通过机械选择波长来检测不同的波长的可旋转盘系统分光装置相比较，它可以快速地检测不同的波长。

### 发明内容

但是，根据一个半镜系统分光装置，一个光通量被每个半镜一分为二。相应地，因为入射光大幅度地减弱，设置在后面步骤中的光接收元件的 S/N 率下降了，由此，检测的效率，即光元件的检测灵敏度就降低了。例如，如果设置有八个半镜来检测九个波长类型，与原来的光的强度相比，则通过八个半镜的透射光的强度变成  $(1/2)^8=1/256$ ，光元件的波长的检测效率就大幅度地下降。为了处理这个问题，就必须增加从光源中发出的光的数量，但是，

这样也会导致能量的进一步消耗。

本发明就是为了解决这个传统的问题，提供了一种分光装置和一种分光方法，所述的装置和方法能够以较高的检测效率和较快的速度检测多个不同波长的光组份。

按照本发明的分光装置是一个用于检测多个不同波长的光组份的分光装置，该分光装置包括：多个干涉滤光器，所述的干涉滤光器在多个光组份的波长上是各自不同的，并且从光源发出的光将按顺序穿过这些干涉滤光器；以及，多个相应于每个干涉滤光器的光电探测装置，用于检测通过相应的干涉滤光器传输的光组份，多个圆柱体，它们分别容纳一个所述光电探测装置并且具有一个开口，每个干涉滤光器被设置在一个圆柱体中，各圆柱体的开口被与之对应的所述干涉滤光器堵住，其中，每个干涉滤光器把入射光分成一个反射的光组份和一个传输的光组份并且使得这个反射光组份作为入射光进入下一个步骤中的干涉滤光器，由此，从光源中发出的光按顺序被传输到多个干涉滤光器，进入所述各干涉滤光器的光的入射角在  $0^\circ$  与  $10^\circ$  之间，所述各干涉滤光器被分别固定在与之对应的所述光电探测装置的入射表面上。

根据本发明的分光装置，多个干涉滤光器把它们各自的入射光分割成一个反射的光组份和一个传输的光组份并且使得反射的光组份作为入射光进入一个设置在下一个步骤中的干涉滤光器，由此，从光源中发出的光按顺序被传输进入多个干涉滤光器，并且通过各自的干涉滤光器传输的光组份是通过各自的光电探测方式被探测的，由此，就可以探测多个不同的波长。一个干涉滤光器是由非传导性层所组成的（非传导性多层薄膜），并且一个预先设定波长的光组份是通过非传导性层的干涉效应来传输的。本发明的发明者已经发现：这些非传导性层具有相对来说令人满意的特性来反射各波长的光组份而不是通过干涉滤光器的某个波长的光组份。相应地，由于一个相对高强度的入射光被射入到设置在后面步骤中的干涉滤光器中，这样，就可以提高检测效率。

此外，根据本发明的分光装置，射入每个干涉滤光器的入射光被分成一个传输的光组份和一个反射的光组份，并且反射的光组份作为入射光进入设置在下一个步骤中的一个干涉滤光器。因为根据本发明的分光装置不是通过机械地而是通过光学地选择一个波长来检测多个不同的波长，这样就可以高速地检测多个不同的波长。

按照本发明的分光方法是一种用于检测多个具有不同波长的光组份的分光方法，其中在每个干涉滤光器上（在这些滤光器中传输的诸个光组份的波长是各自不同的）的光入射表面上，分别连接一个具有一孔阑的全反射镜，进入每个干涉滤光器的一束入射光被分成一束反射光和一束传输光，并且反射光作为入射光进入下一级的干涉滤光器中，由此，从光源中发出的光被按序传输到多个干涉滤光器中，以检测出传输经过其中各个干涉滤光器的光束。

另外，按照本发明的分光方法是一种用于检测多个具有不同波长的光组份的分光方法，其中在传输通过多个不同波长的光组成部分的多个干涉滤光器，进入每个干涉滤光器的入射

光被分成一束反射光和一束传输光，并且，反射光被变成入射光射入下一级的干涉滤光器，由此，从光源中发出的光被按序传输到多个所述的干涉滤光器中以探测通过各个干涉滤光器的光束，其中所述光组成部分由分光装置探测，所述分光装置包括多个光电探测器，它们被设置成使得所述的光能够按时间顺序以光速入射，其中，每个所述的光电探测器具有一个光电传感器，被固定在所述光电传感器的光入射端的多个所述干涉滤光器中的一个，以及一个具有一个孔阑、被固定在该干涉滤光器的光入射端的全反射镜。

根据本发明的分光方法，与本发明的分光装置相似的原因，所述的方法能够以较高的效率和速度来检测具有不同波长的多个光组份。

另外，按照本发明的分光装置包括：一个第一光电探测器，它具有一个第一光电传感器和一个被固定在所述第一光电传感器的光入射端的第一干涉滤光器，以及，一个第二光电探测器，它被设置成使得从所述的第一干涉滤光器中发出的反射光被变成入射的，并具有一个第二光电传感器和一个被固定在所述第二光电传感器的光入射端的第二干涉滤光器，其中，所述第一干涉滤光器的传输波长与反射波长带是不同的，并且所述第二干涉滤光器的传输波长被包含在所述第一干涉滤光器的反射波长带中，一个具有一孔阑的全反射镜被连接到所述第一干涉滤光器的光入射表面。

另外，按照本发明的分光装置包括多个光电探测器，它们被设置成使得所述的光能够按时间顺序以光速入射，其中，每个所述的光电探测器具有一个光电传感器、一个被固定在所述光电传感器的光入射端的干涉滤光器以及一个具有一个孔阑、被固定在所述干涉滤光器的光入射端的全反射镜，多个光电探测器中的干涉滤光器传输波长带和反射波长带是不同的，后级干涉滤光器的传输波长被包含在所述的前级干涉滤光器的反射波长带中。

此外，如果多个光电探测器沿一个圆形设置的话，则通向圆形内部的空气进入通道就变得狭窄了，因此，由空气波动引起的光电探测器的输出波动就可以被抑制。

此外，如果一个红外截止滤光片被设置在光电探测器的附近侧，由红外光导致的噪音的产生就可以被抑制，并且，如果圆柱体的内表面组成的光电探测器是黑的，就可以抑制由圆柱体的内部反射所导致的噪音。

#### 附图说明

图 1 是基于本发明的第一实施例的分光装置的示意图。

图 2 是显示第一实施例中的干涉滤光器（传输波长 340nm, 415 纳米, 450 纳米）的波长和反射比之间的关系的图。

图 3 是显示第一实施例中的干涉滤光器（传输波长 510 纳米, 540 纳米, 568 纳米）的波长和反射率之间的关系的图。

图 4 是显示第一实施例中的干涉滤光器（传输波长 600 纳米, 690 纳米, 800 纳米）的波长和反射率之间的关系图。

图 5 是按照本发明的第二实施例的分光装置的示意图。

图 6 是按照另一个实施例的分光装置的平面图。

图 7 是当第一光电探测器 D1 的、沿着其光轴被剪切时的截面图。

图 8 是当全反射镜型第一光电探测器 D1 沿着第一光电探测器 D1 的光轴被剪切时的第一光电探测器 D1 的截面图。

图 9 是显示光电探测器 D1 的内部部件的曝光图。

图 10 是显示一个实施例的示意图，其中在如图 1 的分光装置中应用了全反射镜型光电探测器 D1-D5.....。

图 11 是如图 10 中所示的第三光电探测器 D3 的放大截面图。

图 12 是显示一个实施例的图，其中，在如图 1 所示的分光装置中应用了红外截止滤光片。

图 13 是显示一个实施例的图，在如图 1 所示的分光设备中应用了红外截止滤光片。

### 具体实施方式

下面将通过附图介绍按照本发明的一优选实施例的一种分光装置。

图 1 是一个按照本发明的第一实施例的分光装置的示意图。一种用于检测具有九种波长类型的光组份的分光装置 1，它包括：一个光源 3，该光源包括例如一个 20W-碘灯泡，会聚从光源 3 中发出的光线 L 用的透镜 5, 7；一个孔阑 9，穿过透镜 5 和 7 的光线 L 通过该孔阑；一个透镜 11，用于使光线 L 传输通过孔阑 9 和一个样品单元 S，其中，一个测试样品（例如，血液）被包含在平行光线中；以及，一分光部分 13，通过透镜 11 变成平行光线的光束 L 射入该分光部分中。构成了分光装置 1 的这些组件被包含在一个外壳（圆柱体）15 中。

透镜 5、透镜 7 和孔阑 9 由一个支撑部分 17 来支撑，并且，透镜 5、透镜 7 和孔阑 9 沿着光线 L 的光路按照顺序设置。当光线 L 入射到样品单元 S 时，光线 L 的截面大小是由透镜 5、透镜 7 和孔阑 9 限定的。该截面与光线 L 的运动方向成 90°，其尺度是例如 3mm 长，3mm 宽。

样品单元 S 的位置是在孔阑 9 和透镜 11 之间的光路中。在此位置之间，设置了切口 19 和 21。此外，在透镜 11 与分光部分 13 之间的光路中设置有一个切口 23。

现在，将详细地介绍分光装置 13 的结构。所述的分光部分 13 包括：九个干涉滤光器 31-39；以及，九个光电二极管 41-49 它们对应于各个干涉滤光器 31-39 并通过相应的干涉滤光器 31-39 的探测光部件。光电二极管 41-49 是光电探测方法的例子。能够在本实施例中使

用的光电二极管包括一个例如是 Si 光电二极管。

所述的干涉滤光器 31, 33, 35, 37 和 39 被设置成使得它们各自的入射表面是朝着一个方向, 在这种情况下, 所述的干涉滤光器是由支撑部分 25 来支撑的。支撑部分 25 被设置成使得入射到分光部分 13 中的光线 L 以一个预定的角度入射到干涉滤光器 31 中。光电二极管 41, 43, 45, 47 和 49 被分别连接到各个干涉滤光器 31, 33, 35, 37 和 39 的发射表面。这样, 各个光电二极管可以探测到通过相应的干涉滤光器的光线。

类似的, 干涉滤光器 32, 34, 36 和 38 被设置成使得它们各自的入射表面是朝着一个方向的, 在这种情况下, 所述的干涉滤光器是由一保持部分 27 来支撑的。保持部分 27 被设置在与入射到分光部分 13 之后而入射到干涉滤光器 31 之前的光线 L 的光路不相交的一个位置, 使得由保持部分 27 保持的干涉滤光器与由保持部分 25 保持的干涉滤光器相对。光电二极管 42, 44, 46 和 48 被分别连接到各个干涉滤波器 32, 34, 36 和 38 的发射表面。这样, 各个光电二极管可以探测到通过相应干涉滤光器的光线。在分光部分 13 中, 提供了一个电子电路(没有显示) 例如一个放大器用于放大由各个光电二极管 41-49 探测到的光线。构成分光部分 13 的这些组件被容纳在一个外壳(圆柱体) 29 中。

所述的干涉滤光器 31-39 把各个入射光分成一束反射光和一束传输光。通过如上所述地设置保持部分 25 和 27, 一束反射光变成一束射入到位于下一个步骤中的干涉滤光器中的入射光, 由此, 从光源 3 中发出的光束 L 按照数字的顺序依次通过干涉滤光器 31-39。所述的干涉滤光器 31-39 具有像带通滤光器一样的功能, 并且由各个滤光器传输的光线的波长由下表 1 中所示。

表 1

干涉滤光器 31	340 纳米
干涉滤光器 32	415 纳米
干涉滤光器 33	450 纳米
干涉滤光器 34	510 纳米
干涉滤光器 35	540 纳米
干涉滤光器 36	568 纳米
干涉滤光器 37	600 纳米
干涉滤光器 38	690 纳米
干涉滤光器 39	800 纳米



其中，一个干涉滤光器就是一个光学滤光器，它是通过在一个基底上沉淀蒸汽或其它类似的操作形成具有一指定的光学厚度的多重薄膜，再将诸层膜压层，并且使用了产生于其内部的干扰，用于传输或反射一个仅仅具有特殊的波长带的光。总的来说，一个干涉滤光器由多层非传导性薄膜（例如， $\text{SiO}_2$ ， $\text{SiN}$ ，或者  $\text{TiO}_2$ ）组成。本发明的发明人已经发现：构成一个干涉滤光器非传导性薄膜反射各个波长的光，而不是干涉滤光器以一个相对高的百分比（例如 80%或者更高）传输的某个波长的光。图 2-图 4 显示了本发明的发明人通过实验得到的干涉滤光器的反射比和波长之间的关系的图表。在各个图表中，水平轴是表示进入干涉滤光器的入射光的波长（纳米），而垂直轴表示入射光的反射比（%）。

在图 2 中，图表中的实线代表从干涉滤光器 31（传输波长：340 纳米）中得到的数据，点划线代表从干涉滤光器 32（传输波长：415 纳米）中得到的数据，长短线代表从干涉滤光器 33（传输波长 450 纳米）中得到的数据。在图 3 中，图中的实线代表从干涉滤光器 34（传输波长 510 纳米）中得到的数据，点划线代表从干涉滤光器 35（传输波长 540 纳米）中得到的数据，长短线代表从干涉滤光器 36（传输波长：568 纳米）中得到的数据。

在图 4 中，图中的实线代表从干涉滤光器 37（传输波长：600 纳米）中得到的数据，点划线代表从干涉滤光器 38（传输波长 690 纳米）中得到的数据，长短线代表从干涉滤光器 39（传输波长：800 纳米）中得到的数据。

从以上的图中可以知道的是，干涉滤光器 31-39 对那些不是被传过的波长的光线的各波长的光组份都具有较高的传递系数。

本实施例使用了具有上述特性的干涉滤光器。也即，通过把每个干涉滤光器反射的光线入射到下一个步骤中的干涉滤光器中，一束相对高强度的入射光也射入位于后面步骤中的干涉滤光器。

现在通过图 1 来介绍分光装置 1 的操作。当截面尺寸被透镜 5 和 7 和孔阑 9 限定在一个预先设定的数值后，从光源 3 中产生的光束 L 通过切口 19 并且射入样品单元 S。通过样品单元 S 之后，光束 L 传输通过切口 21 并且射入透镜 11。光束 L 通过透镜 11 变成平行光线，并且通过切口 23 射入分光部分 13。

所述的进入分光部分 13 的光束 L 首先进入干涉滤光器 31 的入射表面，并且由干涉滤光器 31 分光以变成传输光和反射光 R1。传输光主要是波长为 340 纳米的光，并且由光电二极管 41 来探测。

如上所述，干涉滤光器具有一特性，那就是反射绝大多数的光线而不仅仅是传输波长的光线。因此，由干涉滤光器 31 反射的光线 R1 包括高强度的各波长的光线，它们将传输通过

后面步骤中的干涉滤光器 32-39。传输光部分 R1 入射到干涉滤光器 32 的入射表面，并且由于干涉滤光器 32 分光成为传输光部分和反射光部分 R2。通过干涉滤光器 32 传输的光主要是波长 415 纳米光部分，并且该光束是由光电二极管 42 来探测的。与上述原因相同，反射光 R2 包括高强度的各波长的光线，它们将传输通过位于后面的步骤中的干涉滤光器 33-39。

然后，类似地，通过干涉滤光器 33-39 传输光部分，是由光电二极管 43-49 来探测的。相应地，具有九种波长类型的光可以由分光装置 1 来探测。由光电二极管 41-49 来探测的光线的输出值 (nA) 的例子显示在表 2 中。

表 2

	输出值 (nA)	使用单滤 光器的输 出值(nA)	对单滤光 器的比率 (%)	参考值(%)
干涉滤光器 31 (340 纳米)	28.9	28.9	100	50
干涉滤光器 32 (415 纳米)	164.3	249.1	66.0	25.0
干涉滤光器 33 (450 纳米)	127.7	562.8	22.7	12.50
干涉滤光器 34 (510 纳米)	805.6	1315.0	61.3	6.25
干涉滤光器 35 (540 纳米)	1856.1	2156.0	86.1	3.13
干涉滤光器 36 (568 纳米)	2055.0	2587.0	79.4	1.56
干涉滤光器 37 (600 纳米)	1540.0	2105.0	73.2	0.78
干涉滤光器 38 (690 纳米)	4118.0	4774.0	86.3	0.39
干涉滤光器 39 (800 纳米)	3492.0	4051.0	86.2	0.20

其中，“使用单滤光器的输出值”是进入分光部分 13 的光束 L 直接进入各个干涉滤光器 31-39 时从光电二极管输出的数值。“对单滤光器的比率(%)”是当单滤光器的输出数值为 100% 时的各个光电二极管 41-49 输出数值的百分比。“参考值”是当一个传递系数为 50% 的半镜被用作干涉滤波器时的单滤光器的百分比 (%)。

根据本实施例，可以知道，甚至是那些传输通过位于后面步骤（例如，干涉滤光器 35-39）中的干涉滤光器的光线都具有较大的输出数值。这一点从“对单滤光器的比率”和“参考值”的比较中可显而易见的。在本实施例中，即使是位于后面步骤中的干涉滤光器也具有较高的“对单滤光器的比率”百分比值。这表明由每个光电二极管探测到的光强度是较高的，因此，即使是由位于后面步骤中的干涉滤光器传输的各波长的光也可以在探测效率方面得以提高。在另外一方面，当使用半镜时，如“参考值”所示，对单滤光器的比率呈指数下降。因此，

可以理解，由于位于后面步骤中的干涉滤光器传输的光强度变得非常小，探测效率也就大幅度地下降了。

因此，根据本实施例，由于可以探测多个波长，却不必增加从光源 3 中发出的光量，就可以实现低功耗。此外，根据本实施例，也不需要特殊的部件来提高探测效率，就可以提供一种小型和低成本的分光装置。

此外，按照本实施例，射入每个干涉滤光器的入射光被分光成为一反射光部分和一传输光部分，并且反射光部分被射入位于下一步骤中的干涉滤光器中，由此，就可以探测到九种波长类型的光线。这样，在本实施例中，由于多个波长不是通过机械手段来探测的而是通过光学手段选择一个波长，这样就可以快速地探测多个波长。此外，由于采用了这样一种结构，其中，设置了多个干涉滤光器 31-39 使得从光源 3 中发出的光线 L 按顺序被传输，就可用一个简单的结构来探测多个波长。

根据具有上述作用的本实施例，就有可能使用分光装置来测试多个样品和多个项目，例如，验血。

现在，将要介绍按照本发明的第二个实施例的分光装置。图 5 是按照第二实施例的分光装置 2 的示意图。在图 5 中，相同的标号被用于与图 1 中所显示的分光装置 1 的相同的那些部件，关于它们的介绍将被省略。

分光装置 2 是通过用光电数乘器 51-59 来代替光电二极管 41-49 作为光电探测方法的例子来探测由各个干涉滤光器 31-39 传输的光线的。在用光线组成荧光的情况下，当光强度非常小的时候，由于很难通过光电二极管 41-49 来探测光线，光线就由光电乘数器 51-59 来探测。在这里，从光源 3 中发出的光 L 在样品单元 S 处的运动方向改变了  $90^\circ$  的原因是防止从光源 3 中发出的光线 L 直接射入分光部分 13。因此，就提高了探测各个光线部分的稳定性。在这里，分光装置 2 也具有与分光装置 1 相类似的作用。

根据分光装置 1 和 2，九种波长类型的光线部分通过九个干涉滤光器来探测，所述的干涉滤光器允许具有不同波长的光线通过。但是，由本发明的分光装置探测的不同波长的数量并不局限于此，但是不同波长的数量可以通过改变干涉滤光器的数量来允许具有不同波长的光线通过而任意设定。

此外，分光装置 1 和 2 通过透镜 11 使得从样品单元 S 发出的光变成平行光，并且使它们入射到干涉滤光器中，但是，当在某个特定波长上的干涉滤光器的吸收很大时，或者从光源发出的光强度或者一个样品在特定的波长上很小时，通过在那个滤光器上聚焦就可以获及有效的光谱。例如，在本实施例中，可以通过在 340 纳米的干涉滤光器 31 上聚焦来提高探测光

的数量，并且与由另外的干涉滤光器探测到的光强度之间的差别可以变得很小。

按照本发明的分光装置中，多个干涉滤光器把它们各自的入射光分光成反射光部分和传输光部分，反射光部分被变成入射光进入位于下一步骤中的干涉滤光器，并且从光源中发出的光按照顺序被传输到多个干涉滤光器，由此，就可以探测多个波长。本发明的发明人已经发现：组成一个干涉滤光器的非传导性层具有相对令人满意的特性以反射不同波长的光线部分，而不是传输通过干涉滤光器的该波长的光线部分。相应地，具有相对高强度的一束入射光也进入位于后面步骤中的干涉滤光器，并且可以以较高的探测效率来探测多个波长。

此外，根据基于本发明的分光装置，射入各个干涉滤光器的入射光被分光成传输光部分和反射光部分，并且反射光部分变成入射光进入位于下面步骤中的干涉滤光器，因此，就可以快速地探测多个波长。

按照本发明的分光方法，就可以快速地以高探测频率来探测多个波长。

另外，按照上述实施例的分光装置包括多个光电探测器，这些光电探测器被设置成使得上述的光以光速按时间顺序入射，并且，每个上述的光电探测器，具有一个光电传感器和一个被固定在光电传感器的光线入射端的干涉滤光器，各个干涉滤光器的传输波长和反射波长带是不同的，并且，在后面步骤中的干涉滤光器的传输波长被包含在前面步骤中的干涉滤光器的反射波长带中。

在这里，在不考虑干涉滤光器的传输波长的情况下，一个具有一个孔阑的全反射镜可以被设置在其光入射表面端。

此外，如果多个光电探测器是沿一圆形来设置的，则通向该圆形内部的空气进入通道就变得狭窄了，因此，就可以抑制由空气波动所导致的光电探测器的输出波动。

此外，如果一个红外截止滤光片被设置在光电探测器的近旁，就可以抑制由红外线导致的噪音的产生，并且，如果组成光电探测器的圆柱体的内表面是黑色的，就可以抑制由圆柱体的内部反射所导致的噪音。

这在下文中会详细叙述。

图6是基于另外一个实施例的分光装置的平面示意图。与上述的分光装置相似，这个分光装置包括多个光电探测器D1-D22。在这里，聚焦在第一级光电探测器D1上，这被当作第一光电探测器，而下一级光电探测器D2被当作第二光电探测器。由于除了干涉滤光器的特性外多个光电探测器D1-D22的各部分是完全相同的，因此，在此仅以光电探测器D1为例来介绍。

图7是沿着第一光电探测器D1的光轴剖视时该光电探测器D1的截面图。

光电探测器D1具有一个第一光电二极管（第一光电传感器）PD1，一个第一干涉滤光器

DF1 被固定在该第一光电二极管 PD1 的光入射端。第一干涉滤光器 DF1 呈盘形，并且它的侧部圆周表面与圆柱体 CY1 的内表面相接触，并且被安装在该圆柱体 CY1 内。圆柱体 CY 形成一个支架，也即，第一圆柱体 CY1 容纳了第一光电二极管 PD1 并且具有一个开口，第一圆柱体 CY1 的开口被第一干涉滤光器 PD1 堵住。

圆柱体 CY1 的光线入射表面端是向内弯曲的，并且第一干涉滤光器 DF1 的光线入射表面的圆周面与这个弯曲部分 CY'相接触，由此，第一干涉滤光器 DF1 被沿着光轴方向设置。第一光电二极管 PD1 被连接到了第一干涉滤光器 DF1 的光发射表面上。圆柱体 CY1 容纳了第一干涉滤光器 DF1 和第一光电二极管 PD1，其中，它的内表面受过非反射的处理。换句话说，圆柱体 CY1 的内表面已经被漆成黑色了。也即，圆柱体 CY1 的内壁的颜色是黑色的，换句话说，就可以抑制不需要的反射以进行精确的探测。

在这里，一个第 n 级的光电探测器是第一光电探测器 D1 向第 n 级光电探测器的转换。对于第二光电探测器 D2 来说，这个第二光电探测器 D2 具有一个第二光电二极管（第二光电传感器（PD2））和一个被固定在第二光电二极管（PD2）的光线入射端的第二干涉滤光器（DF2）。

现在，将再次参阅图 6。

第二光电探测器 D2 被设置成使得从第一干涉滤光器 DF1 中发出的反射光变成入射的，而且第一干涉滤光器 DF1 的传输波长（ $\lambda_{t1}$ ）与它的反射波长带（ $\Delta\lambda_{r1}$ ）不相同，并且，第二干涉滤光器（DF2）的传输波长（ $\lambda_{t2}$ ）被包含在第一干涉滤光器 DF1 的反射波长带（ $\Delta\lambda_{r1}$ ）中。

第三光电探测器 D3 被设置成使得从第二干涉滤光器（DF2）中反射的光被变成入射的，并且具有一个第三光电二极管（PD3）以及一个被固定在第三光电二极管（PD3）的光线入射端的第三干涉滤光器（DF3）。第二干涉滤光器（DF2）的传输波长（ $\lambda_{t2}$ ）与反射波长带（ $\Delta\lambda_{r2}$ ）是不同的，并且第三干涉滤光器（DF3）的传输波长（ $\lambda_{t3}$ ）被包含在第二干涉滤光器的反射波长带（ $\Delta\lambda_{r2}$ ）中。

通过使用“n”，（它是一个大于或等于 1 的整数），这种关系可以作如下的表述。也即，第 n+1 个光电探测器（Dn+1）被设置成使得从第 n 个干涉滤光器（DFn）发出的反射光变成入射的，并且第 n 个干涉滤光器（DFn）的传输波长（ $\lambda_{tn}$ ）与反射波长带（ $\Delta\lambda_{rn}$ ）是不同的，第 n+1 个干涉滤光器（DFn+1）的传输波长（ $\lambda_{tn+1}$ ）被包含在第 n 个干涉滤光器（DFn）的反射波长带（ $\Delta\lambda_{rn}$ ）中。

一束射入分光装置的光线以一个入射角  $\theta$  入射到光电探测器 D1 中，由光电探测器 D1 反射的光以一个入射角  $\theta$  入射到下一级的光电探测器 D2，并且由光电探测器 D2 反射的光线进一

步以一个入射角  $\theta$  入射进入下一级的光电探测器 D3。也即，射入第一干涉滤光器的入射角  $\theta$  是在  $0^\circ$  到  $10^\circ$  之间，射入第二干涉滤光器 (DF2) 的入射角  $\theta$  也在  $0^\circ$  到  $10^\circ$  之间。在本实施例中， $\theta = 7.5^\circ$ 。这是因为，如果入射角  $\theta$  超过  $10^\circ$ ，不仅射入干涉滤光器的波长的透射率会下降，并且还会发生波长移位。

集中看一下第一、第二和第三光电探测器 D1, D2 和 D3。第一、第二和第三光电探测器 D1, D2 和 D3 被设置成使得第一、第二和第三干涉滤光器 DF1、(DF2) 和 (DF3) 的光线入射表面的法线交叉于一个点 Q。通过这样的设置，多个光电探测器渐渐地形成一个圆，并且该圆的内部空间渐渐地对外部封闭，因此，来自外部空气中的灰尘和波动的影响就可以被抑制以进行精确的探测。

换句话说，这种分光装置包括了多个光电探测器  $D_n$  ( $n$  是一个等于 1 或者大于 1 的整数)，这些光电探测器被设置成使得光线以光速按时间顺序入射，并且光电探测器  $D_n$  每个都具有一个光电二极管  $PD_n$  和一个被固定在光电二极管  $PD_n$  的光线入射端的干涉滤光器  $DF_n$ ，每个干涉滤光器  $DF_n$  的传输波长  $\lambda_{tn}$  和反射波长带  $\Delta\lambda_{rn}$  是不同的，并且后一级的干涉滤光器  $DF_{n+1}$  的传输波长  $\lambda_{t_{n+1}}$  被包含在前面一级干涉滤光器  $DF_n$  的发射波长带  $\Delta\lambda_{rn}$  中，另外，这些光电探测器 D1-D23 被排列成一个圆形，可以进行精确的探测。在这里，为了形成一个圆，光电探测器 D1-D23 被设置成使得通向各个光电探测器 D1-D23 的光线入射表面的法线经过一个点。虽然在本实施例中设置了 23 个光电探测器，实际上，它的数量精确取决于光谱里所需的诸波长的数量。此外，当光电探测器的数量很小的时候，在光电探测器的位置上设置了遮光材料。

在本实施例中，虽然除了干涉滤光器的结构以外光电探测器 D1-D23 是完全相同的，但是一个具有一个孔阑的全反射镜可以被设置在干涉滤光器的光线入射表面侧。例如，虽然所有的光电探测器 D1-D23 可以被这种镜型光电探测器来取代，但是仅仅在光强度变得较弱的地方，后级的光电探测器 D15-D23 可以被全反射镜型光电探测器所取代。在这里，将作详细介绍，但是前提是，作为代表的第一光电探测器 D1 是一个全反射镜型光电探测器。

图 8 是当一个全反射镜型第一光电探测器 D1 沿着其光轴剖视时的截面图。

图 9 以分解开的方式表示了其内部各部件的光电探测器 D1。

与图 6 中所示的光电探测器 D1 的区别在于一个全反射镜 M1 被设置在干涉滤光器 DF1 的光线入射表面侧，并且一个保持件弯曲部分  $CY'$  与全反射镜 M1 的光线入射表面的外圆周部分相接触。其它的结构和图 6 中所示的是相同的。

换句话说，在这个分光装置中，一个具有光圈 AP1 的全反射镜 M1 被连接到第一干涉滤光器 DF1 的光线入射表面。

所述的全反射镜 M1 由一个玻璃盘 g1 和形成在玻璃盘 g1 上的金属反射薄膜 m1 所组成。金属反射薄膜 m1 是由铝构成的并且具有一个用于光线入射的孔阑 AP1。虽然金属反射薄膜 m1 可以通过蒸气沉积方法形成在玻璃盘 g1 上，它也可以通过湿电镀(Wet Plating)的方法形成。所述的玻璃盘 g1 形成在干涉滤光器 DF1 的光线入射表面上。

射入金属反射薄膜 m1 的孔阑 AP1 中的具有特定波长  $\lambda_{r1}$  的光线传输通过玻璃盘 g 和干涉滤光器 DF1 并且到达光电二极管 PD1 的光线入射表面，即一个光电探测区域。在所述的光电探测区域进行了一个光电转换，并且从光电二极管 PD1 中输出一个取决于入射光强度的信号强度的电信号。

入射到金属反射薄膜 m1 上的光的波长带  $\Delta \lambda_{r1}$  被反射并且到达下面一级的光电探测器 D2。

换句话说，本分光装置包括多个光电探测器 D1-D23，这些光电探测器被设置成使得光以光速按时间顺序入射，并且，当把光电探测器 D1 作为光电探测器 D1-D23 (D15-D23) 的代表来进行介绍的时候，这个光电探测器 D1 具有一个光电二极管 PD1、一个被固定在光电二极管 PD1 光线入射端的干涉滤光器 DF1 以及一个具有一个孔阑 AP1，并固定在干涉滤光器 DF1 的光线入射端的全反射镜 M1。

在这种情况下，一束具有能被光电探测器 D1 探测到的光强度的光线通过光圈 AP1 的内部，并且通过利用全反射镜 M1 来有效地反射剩余的光线，就可以在后续探测器中有效地抑制探测灵敏性的下降。

这种全反射镜型光电探测器 D1 也可以被应用于如图 1 所示的分光装置中。

图 10 是显示一个实施例的示意图，其中，在如图 1 所示的分光装置中，应用了全反射镜型光电探测器 D1-D5.....。奇数级的光电探测器 D1, D3, D5...排成一排以形成一个第一光电探测器阵列，偶数级的光电探测器 D2, D4...排成一排以形成一个第二光电探测器阵列。第一和第二光电探测器阵列相互面对。在本实施例中，由透镜 11 引起的转换位置被设置在第二光电探测器 D2 上，当该位置朝后面级一侧移动并超过该转换位置时，光就变得更加发散。可以把该光束变成平行光使得光的发散几乎不发生。上述孔阑的直径可以在后面级一侧并超过转换位置处被放大以满足光的发散。另外，孔阑直径可以是相同的。

图 11 是如图 10 中所示的第三光电探测器 D3 的放大截面图。虽然除了干涉滤光器 DF3 的特性之外第三探测器 D3 的结构与第一探测器 D1 是相同的，但是第三探测器 D3 包括从光线入射端开始的一个由金属反射薄膜 m3 和玻璃盘 g3 组成的全反射镜 M3、一个第三干涉滤光器 DF3 和一个光电二极管 PD3，并且这些部件被容纳在圆柱体 CY3 中。圆柱体 CY3 的前端部分是

向内弯曲的，并且弯曲部分 CY3' 的内部表面与全反射镜 M3 的外圆周面相接触。传输通过全反射镜 M3 的孔阑 AP3 的光的波长部分  $\lambda_{T3}$  到达光电二极管 PD3，并且入射到金属反射薄膜 m3 上的光的波长带  $\Delta \lambda_{R3}$  被反射。

在这里，如图 12 所示，分光装置可以进一步包括一个设置在射入第一干涉滤光器 DF1 中的光路中的红外线截止过滤器。

因此，依靠干涉滤光器，即使它具有传输红外线区域的波长的特性，也可以防止把这部分探测为噪音。

另外，如图 13 所示，分光装置可以进一步包括一个设置在射入第二干涉滤光器 DF2 中的光路上的红外线截止过滤器。

而且，虽然上述的光电传感器 PDn 是一个光电二极管，但这也可能是一个光电乘法器。

工业上的适用性

本发明可以被用作一个分光装置和一种应用在例如验血中的分光方法。



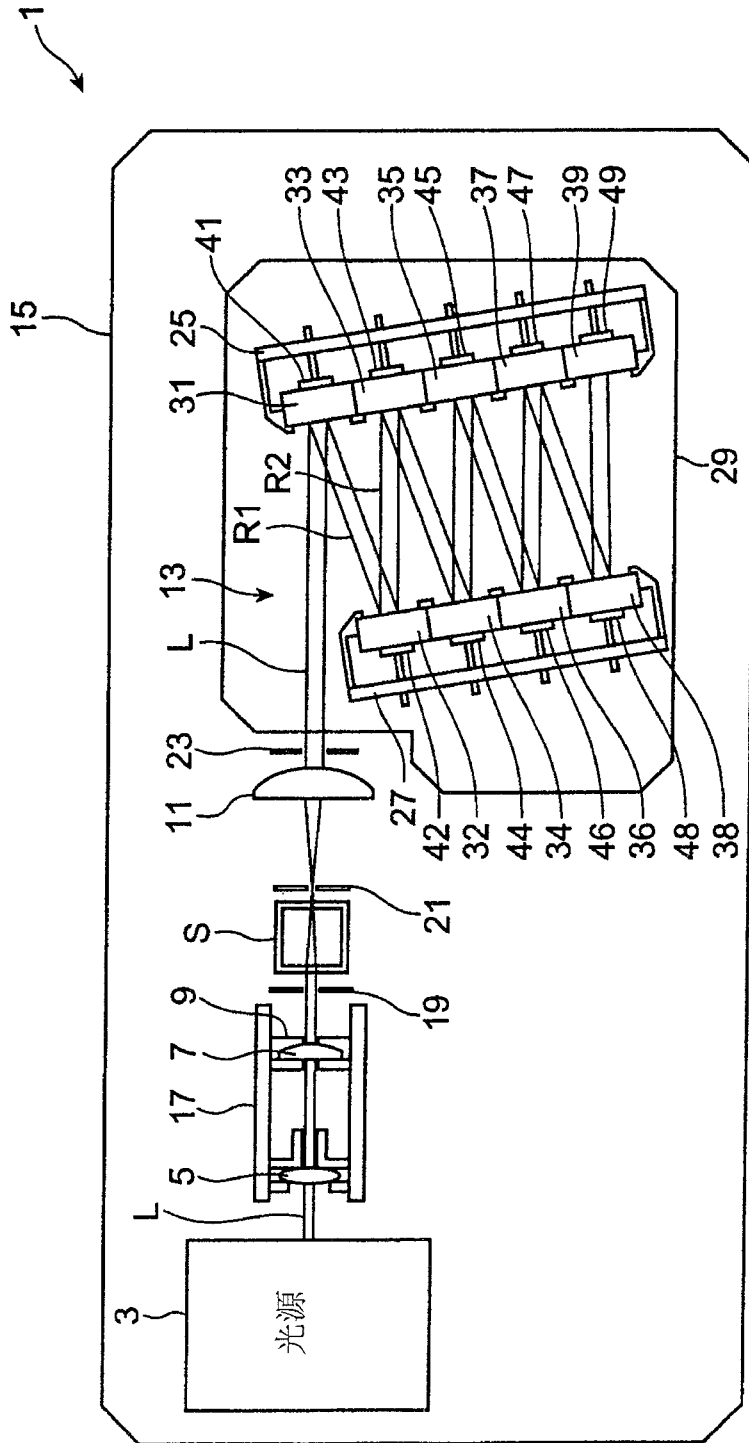


图1

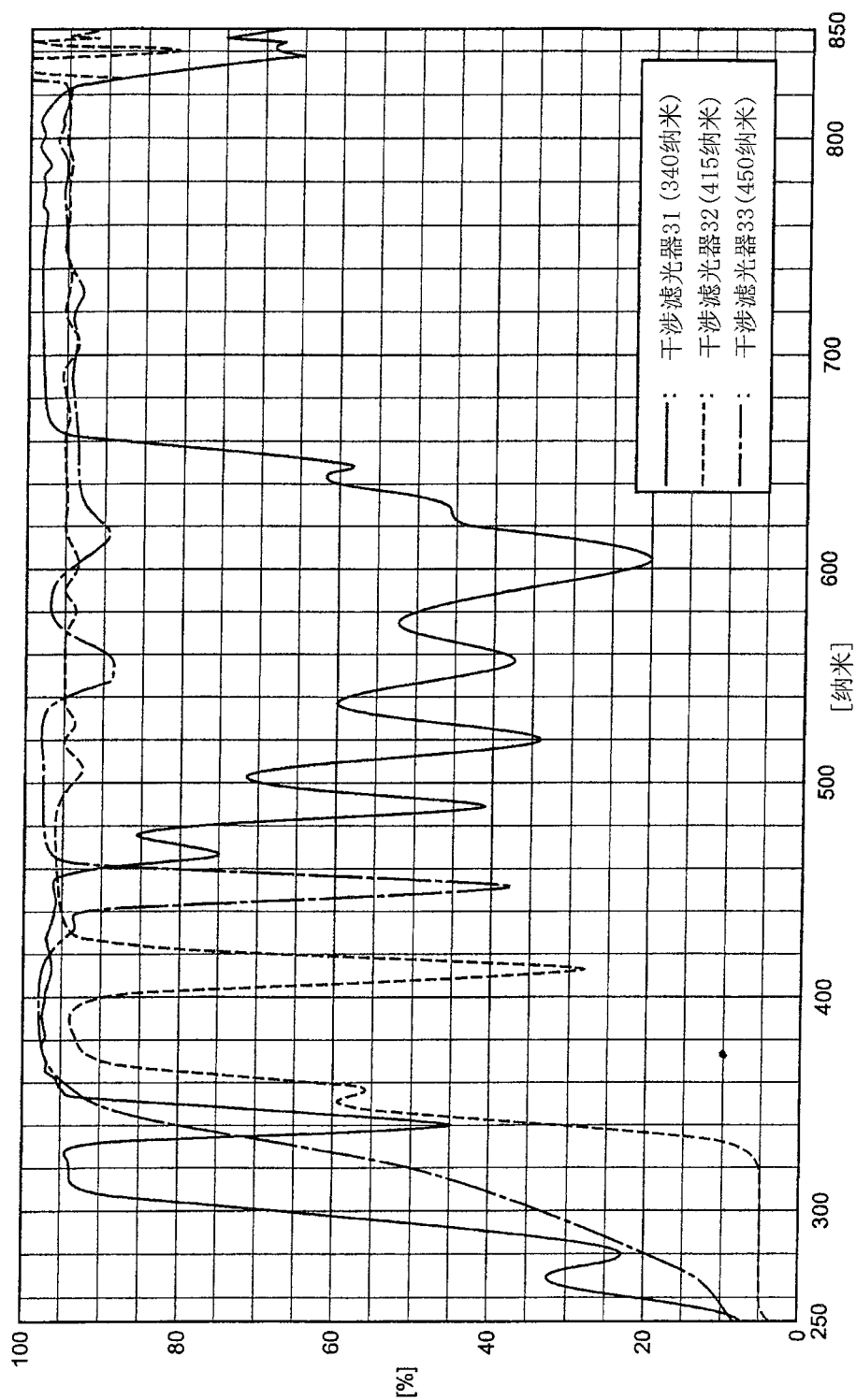


图 2

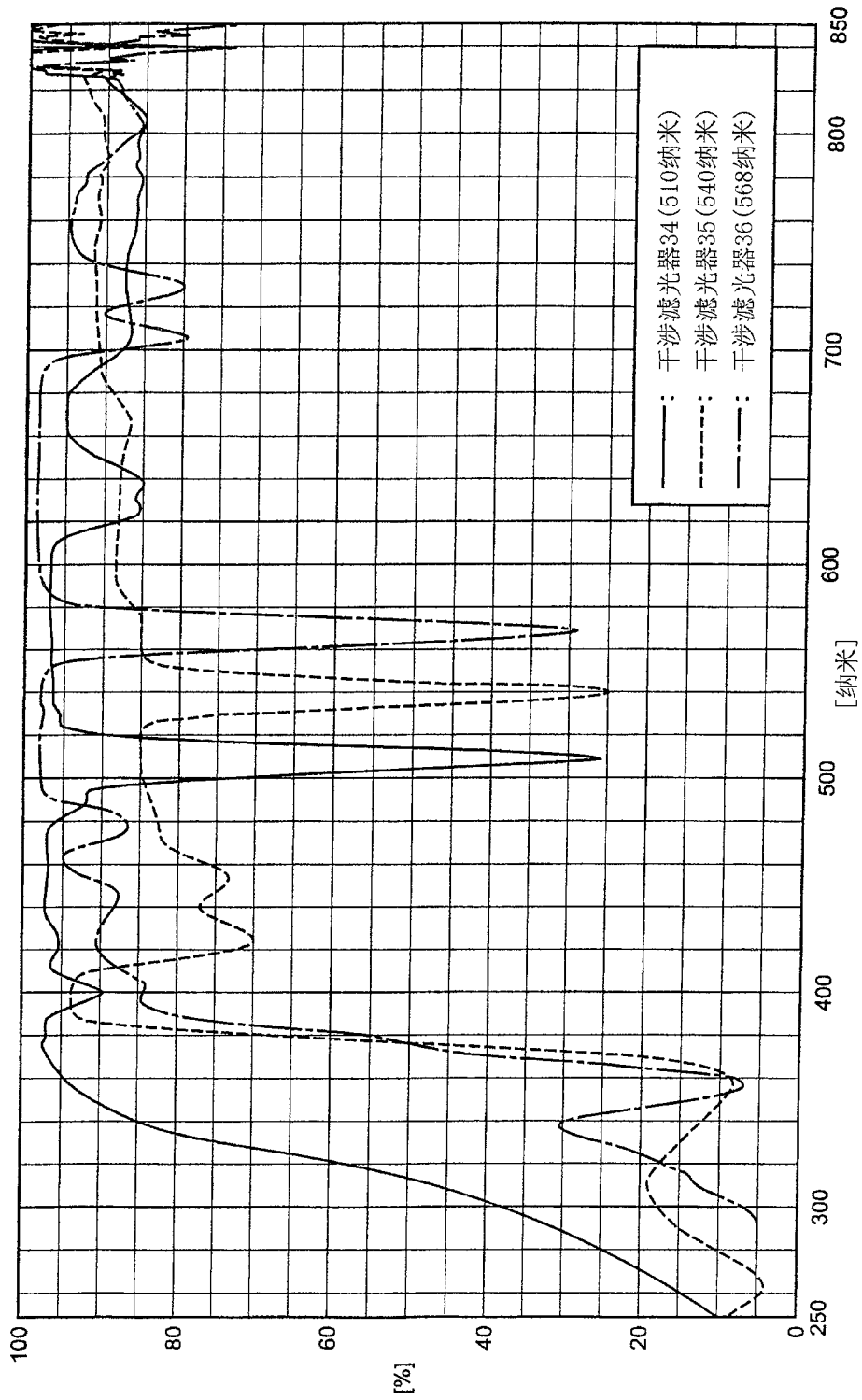


图 3

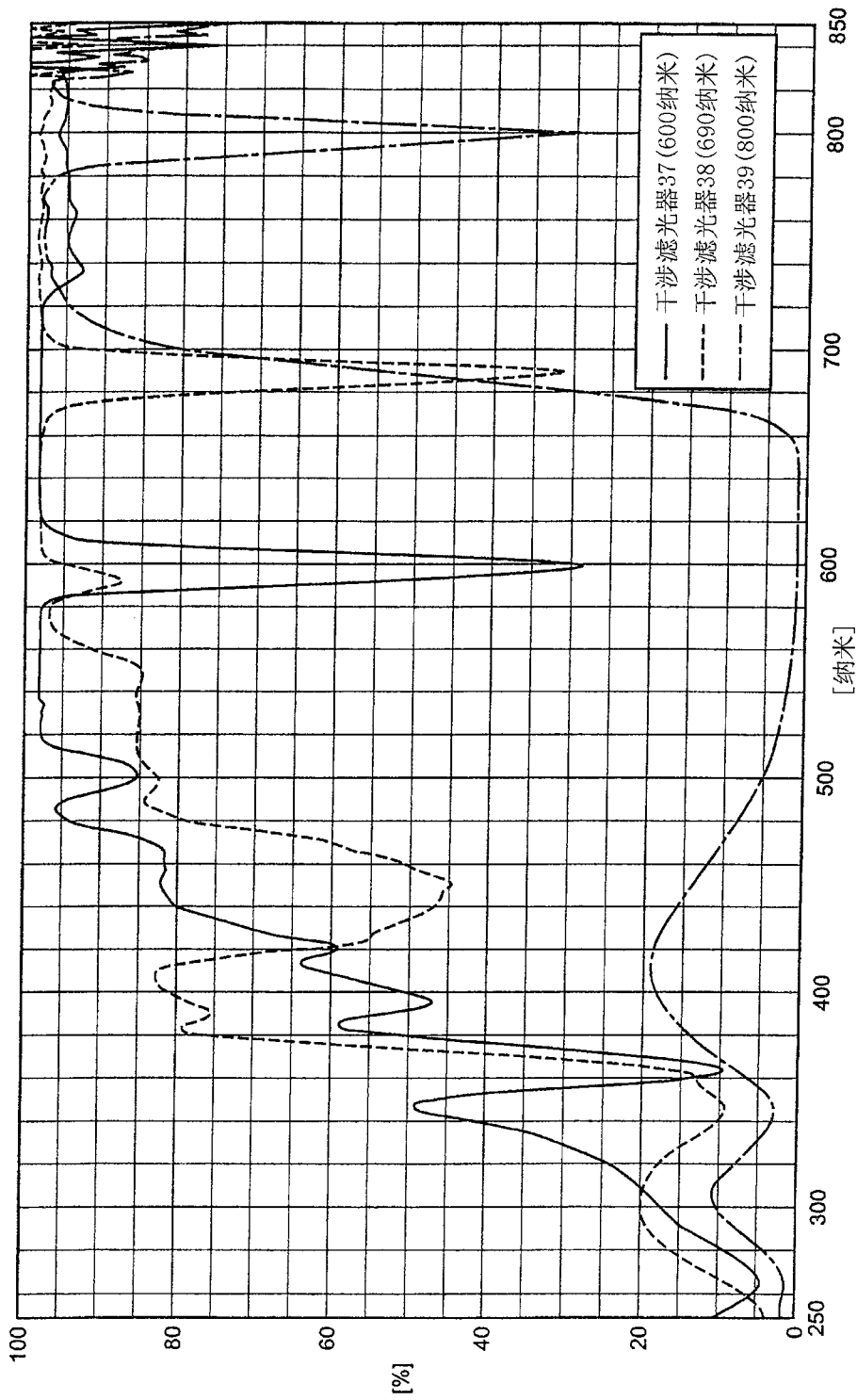


图 4

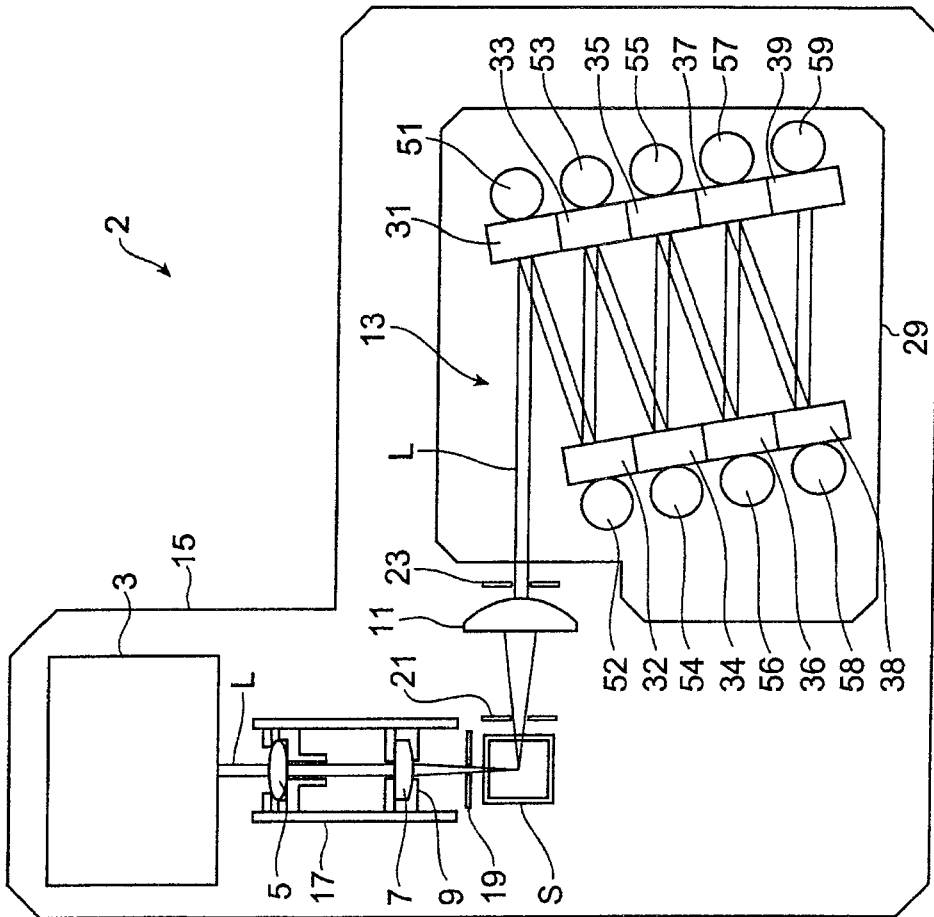


图 5

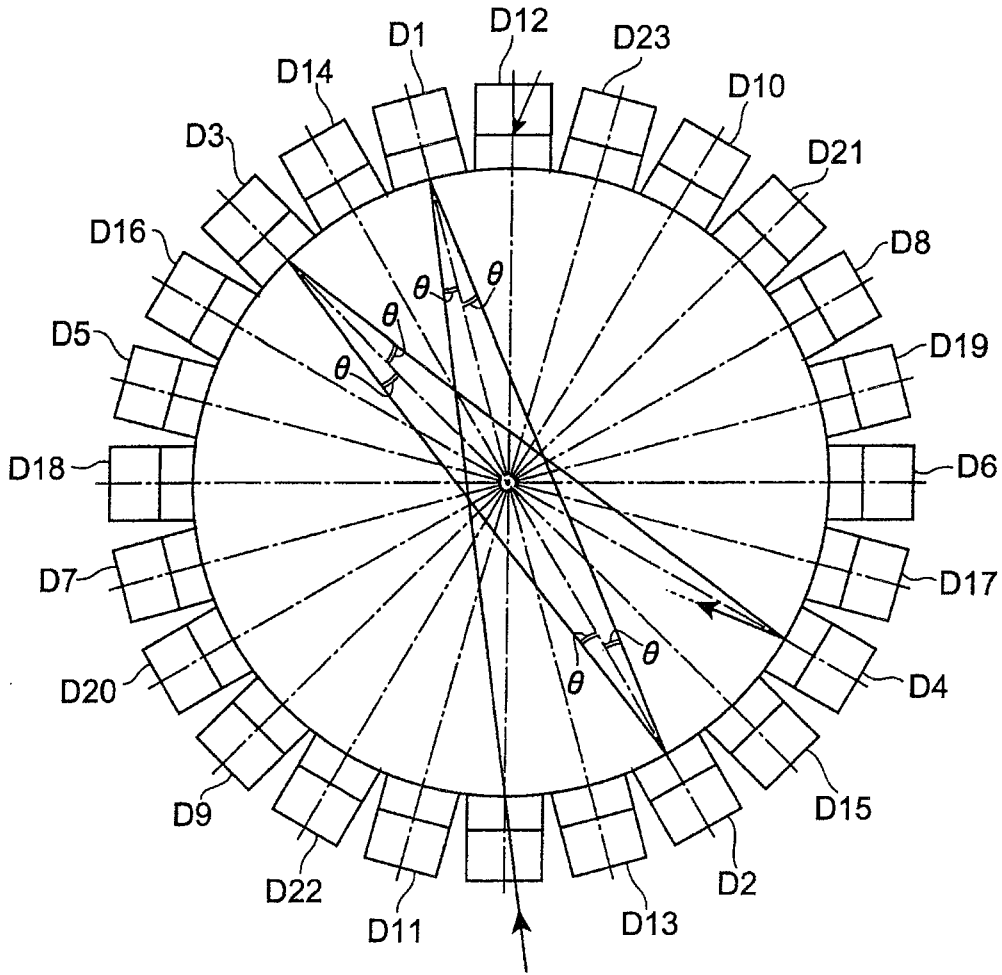


图 6

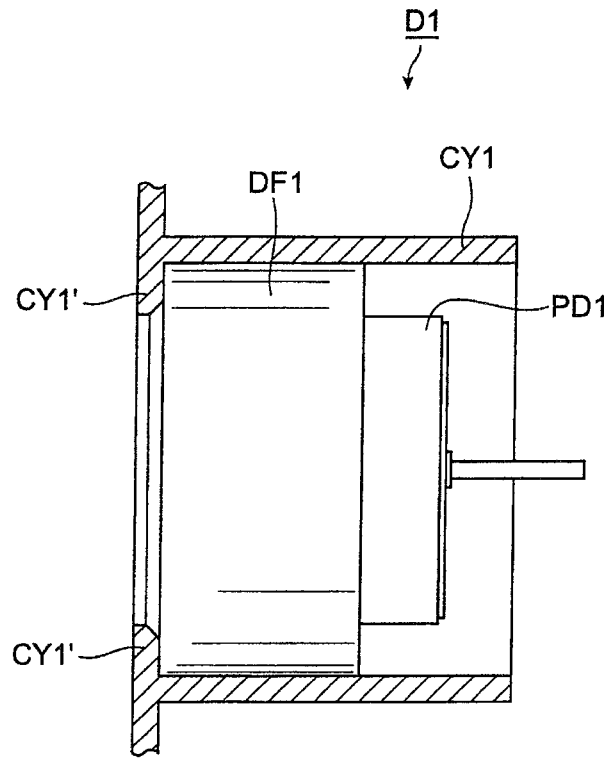


图 7

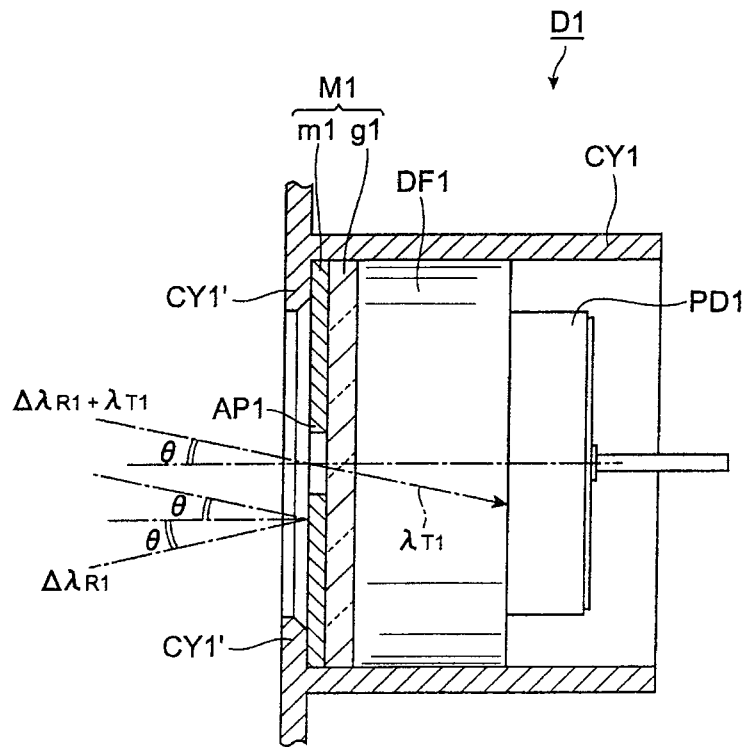


图 8

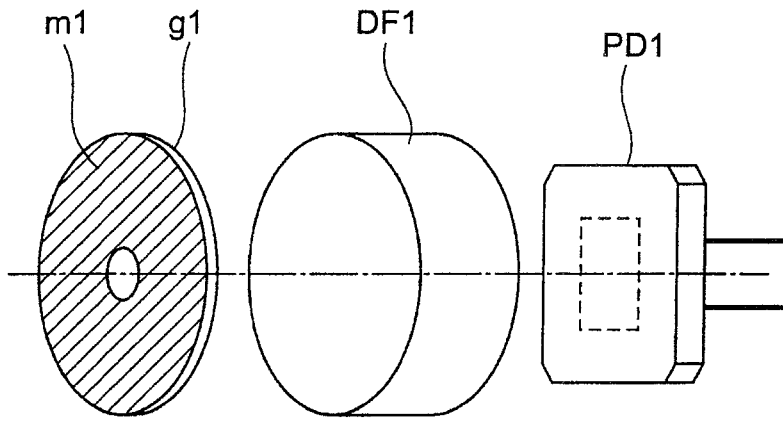


图 9

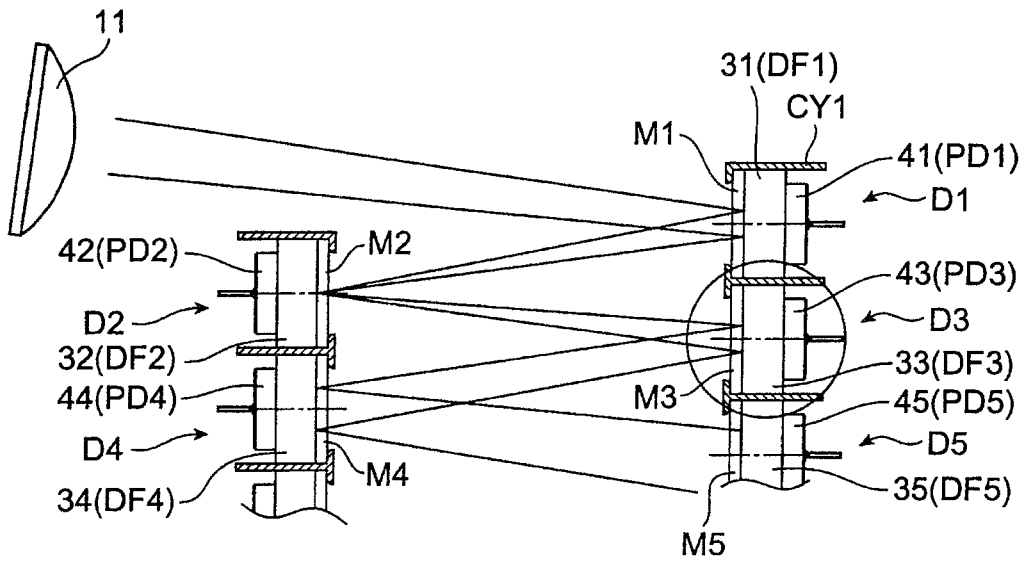


图 10



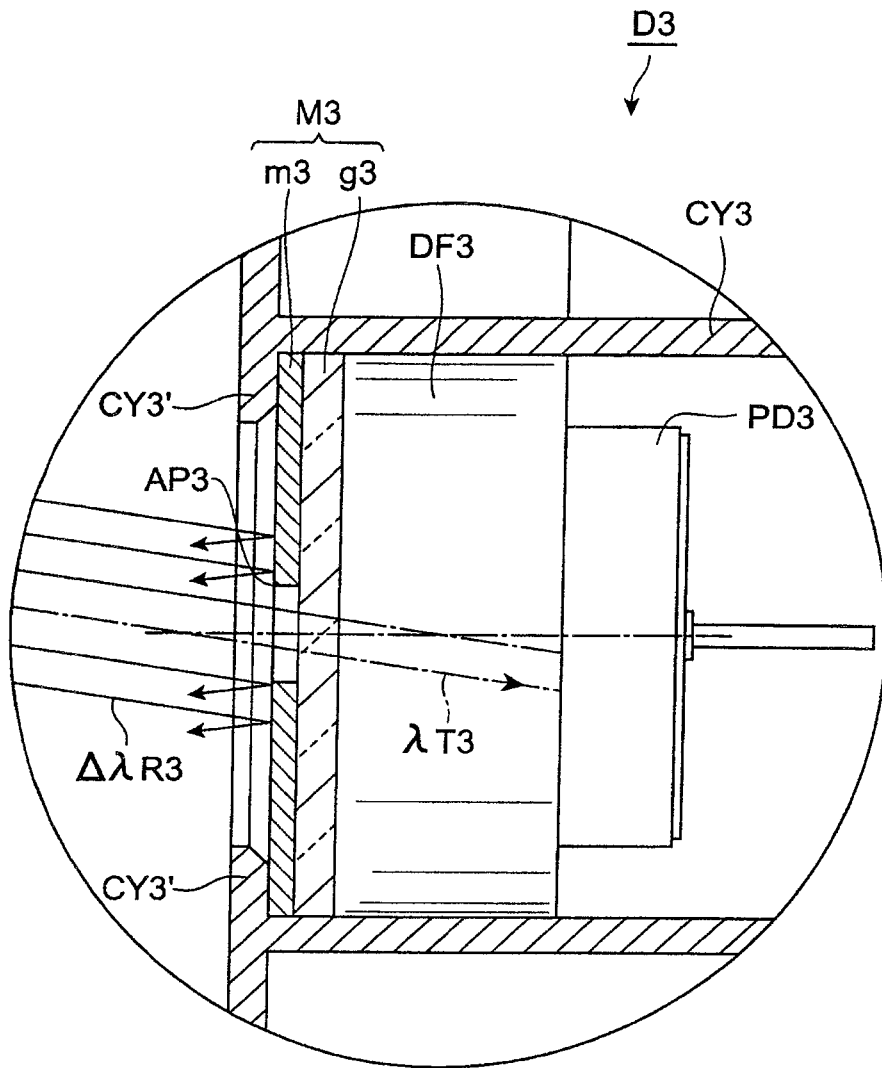


图 11

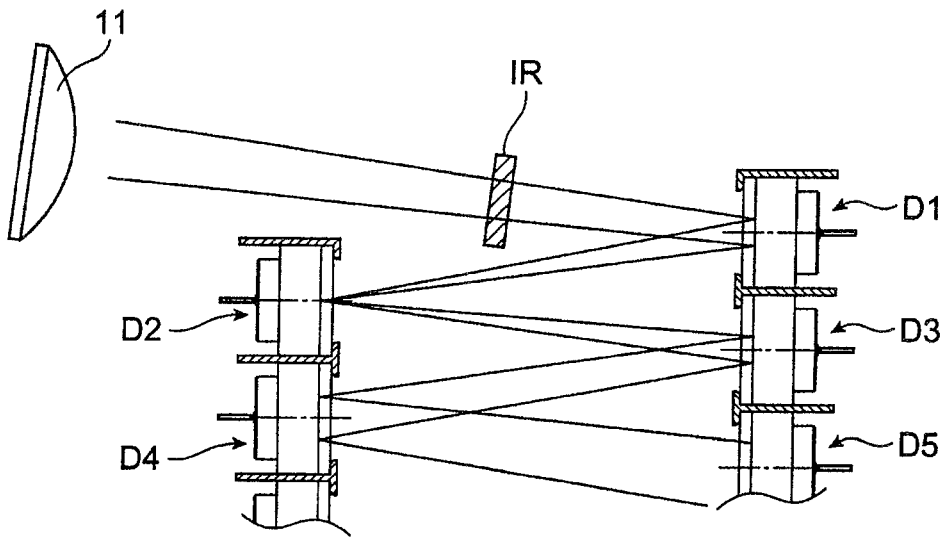


图 12

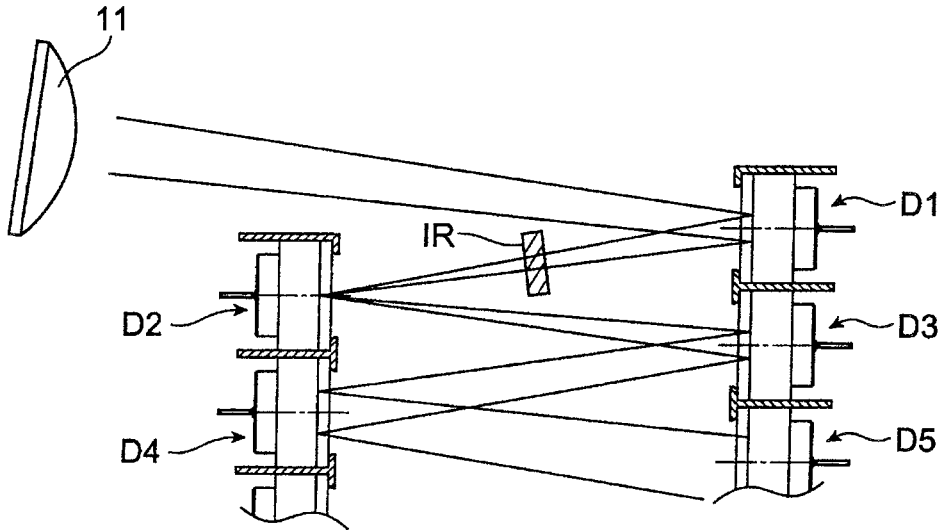


图 13