



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104062028 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 24

(21) 申请号 201410108517. 2

(22) 申请日 2014. 03. 21

(30) 优先权数据

2013-058416 2013. 03. 21 JP

(71) 申请人 株式会社堀场制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 井户琢也 森哲也

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理

有限责任公司 11290

代理人 李雪春 王维玉

(51) Int. Cl.

G01K 11/00(2006. 01)

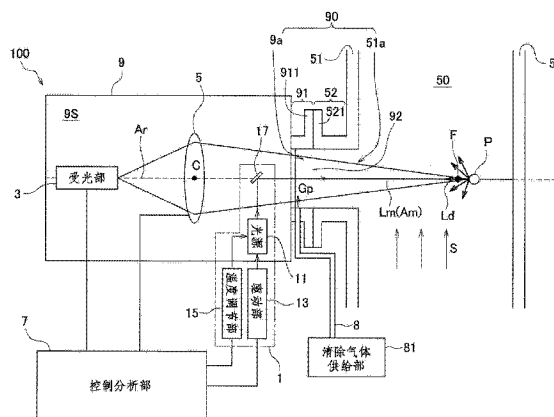
权利要求书1页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

温度计

(57) 摘要

本发明提供一种温度计,能够可靠且高精度地测量流动有高温气体的烟道内的规定位置的温度,所述高温气体中含有粉尘等使光散射的光散射颗粒。温度计(100)包括照射部(1)、受光部(3)、透镜部(5)和计算部(773)。照射部(1)向流动有含有光散射颗粒(P)的气体(S)的烟道(50)内照射测量光(L_m)。受光部(3)接收测量光(L_m)中被光散射颗粒(P)散射的散射测量光(L_d)。透镜部(5)设置在比受光部(3)靠近烟道(50)侧。此外,透镜部(5)位于向受光部(3)的受光面的法线方向延伸的受光轴(A_r)上。透镜部(5)的焦点F设置在受光轴(A_r)上的烟道(50)内的规定位置上。计算部(773)根据多个波长的吸收光谱的强度比,计算烟道(50)内的温度。



1. 一种温度计,其特征在于,包括:

照射部,向流动有含有光散射颗粒的气体的烟道内照射测量光;

受光部,接收所述测量光中被所述光散射颗粒散射的散射测量光;

透镜部,设置在比所述受光部靠近所述烟道侧、且位于向所述受光部的受光面的法线方向延伸的受光轴上,并且所述透镜部的焦点设置在所述受光轴上的所述烟道内的规定位置上;

计算部,根据多个波长的吸收光谱的强度比,计算所述烟道内的温度,所述多个波长的吸收光谱包含在由所述受光部接收的所述散射测量光中、且在所述气体中的规定成分的吸收光谱中。

2. 根据权利要求1所述的温度计,其特征在于,所述吸收光谱通过在规定波段对所述散射测量光的波长进行扫描得到。

3. 根据权利要求1或2所述的温度计,其特征在于,把所述照射部和所述受光部设置成,使所述受光轴和作为所述测量光的光路的测量光轴至少在所述烟道内一致。

4. 根据权利要求1至3中任意一项所述的温度计,其特征在于,所述照射部和所述受光部设置在同一框体内。

5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的温度计,其特征在于,还包括调整所述透镜部的中心位置的调整部。

温度计

技术领域

[0001] 本发明涉及根据在烟道中流动的气体对光的吸收测量烟道内的温度的温度计。

背景技术

[0002] 大家知道,根据废气中规定成分的吸收光谱测量工厂或焚烧装置等的烟道中流动的废气温度的装置(例如参照专利文献1)。

[0003] 在专利文献1所示的测量系统中,使来自半导体激光器的入射光入射到容器内的气体上,因此通过了该容器的透射光被受光元件接收。此时,容器内的气体吸收特定波段的光。由于在该波段中存在有吸收线,通过进行半导体激光器的激光波长扫描,能够测量透射光(由气体造成的光的吸收)的谱线轮廓。

[0004] 在专利文献1所示的测量系统中,用半导体激光器的振荡波长分别对容器内的气体所吸收的光的不同的两个波长进行扫描,测量出两个吸收线,通过它们的面积比(或峰高比),对容器内的气体的温度进行测量。

[0005] 专利文献1:日本专利公开公报特开2000-74830号

[0006] 利用专利文献1所示的测量系统测量烟道内的温度时,需要在隔着烟道与设置有半导体激光器的烟道侧壁相反一侧的烟道侧壁上,设置受光元件(有时也把这种结构的测量装置称为“交叉叠放方式的测量装置”)。因此可以考虑到有以下两个问题。

[0007] 第一:在烟道中流动的气体中,如果含有大量粉尘等使光散射的光散射颗粒,则从半导体激光器照射的激光会到不了受光元件。因此,受光元件接收不到足够进行温度测量的光量的光。其结果不能高精度地测量烟道内的温度。

[0008] 第二:因为在烟道中流动的气体的温度变化,从半导体激光器照射的激光的光路(光轴)和/或受光元件的受光轴偏离安装时的状态,所以从半导体激光器照射的激光有时不被受光元件接收。例如,因为在烟道中流动的气体的温度变化,所以安装有半导体激光器和受光元件的烟道侧壁和/或安装部件(凸缘和框体等)从安装时的状态产生变形,因此引起上述情况。

[0009] 特别是由于烟道的直径大(数米程度),所以即使光轴和受光轴的偏差非常小,也会使受光元件不能接收从半导体激光器照射的激光。此外,由于在烟道中流动的气体的温度高、而且变化幅度大,所以容易引起烟道和安装部件的变形。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种温度计,能够可靠且高精度地测量流动有高温气体的烟道内的规定区域的温度,所述高温气体中含有粉尘等使光散射的光散射颗粒。

[0011] 下面作为解决问题的手段对几种方式进行说明。这些方式可以根据需要任意组合。

[0012] 本发明之一的温度计包括照射部、受光部、透镜部和计算部。照射部向流动有含有光散射颗粒的气体的烟道内照射测量光。受光部接收测量光中被光散射颗粒散射的散射测

量光。透镜部设置在比受光部靠近烟道侧。此外,透镜部位于向受光部的受光面的法线方向延伸的受光轴上。透镜部的焦点设置在受光轴上的烟道内的规定位置上。计算部根据多个波长的吸收光谱的强度比,计算所述烟道内的温度。其中,气体中的特定成分的吸收光谱包含在由受光部接收的散射测量光中。计算烟道内的温度所使用的多个波长的吸收光谱从规定成分的吸收光谱中选择。

[0013] 其中,所谓吸收光谱是指在使测量光的波长改变时形成的波形或某个波长的吸收强度。

[0014] 在所述温度计中,首先,照射部通过例如开口部向烟道内照射测量光。测量光入射到在烟道中流动的气体中的光散射颗粒上之后,测量光被光散射颗粒散射。把测量光中被光散射颗粒散射的光称为散射测量光。接着透镜部的焦点在受光轴上的烟道内的规定位置上。然后受光部通过开口部接收散射测量光。此时,受光部接收的散射测量光主要是从测量光导入烟道内的位置到透镜部的在烟道内的位置上的焦点之间,被光散射颗粒散射的光。散射测量光是接受烟道内的气体吸收的光。

[0015] 然后,计算部选择多个吸收光谱,所述多个吸收光谱包含在由受光部接收的散射测量光中、且被在烟道中流动的气体中的规定成分吸收。然后,计算部根据选择的吸收线的强度比,计算烟道内的温度。

[0016] 所述温度计中受光部接收的是由在烟道内流动的气体中含有的光散射颗粒散射的散射测量光。因此即使在粉尘等光散射颗粒浓度高而导致测量光不能从烟道的一边向另一边通过的情况下,受光部也能接收到散射测量光。因此能够测量流动有光散射颗粒浓度高的气体的烟道内的温度。

[0017] 此外,可以缩短从照射部到受光部的距离,而且可以用广立体角获得散射测量光。因此即使在烟道和侧壁的温度发生变化的情况下,受光部也能够接收到散射测量光。

[0018] 此外,利用所述温度计测量烟道内的温度,不需要把测量用探针等插入到烟道内。因此即使烟道内有对热电偶温度计(的护套)等产生腐蚀的腐蚀性气体流动,也能够测量烟道内的温度。

[0019] 吸收光谱也可以通过在规定波段对散射测量光的波长进行扫描而得到。因此,即使因为光源被长时间使用而导致相对于输入到光源的电流从光源输出的波长发生变化,也能够可靠地利用气体中的成分得到吸收光谱。

[0020] 也可以把照射部和受光部设置成,使受光轴和作为测量光的光路的测量光轴至少在烟道内一致。因此,由于受光部接收来自测量光轴上的散射测量光的比例增加,所以容易确保受光部能够接收到的散射测量光的光量。

[0021] 照射部和受光部也可以设置在同一框体内。由此,能够抑制因温度变化等外部因素而造成受光轴和测量光轴偏离。

[0022] 温度计还可以具有调整透镜部的中心位置的调整部。由此,把透镜部的焦点设置在烟道内的所希望的位置上。其结果,受光部能够接收从测量光导入烟道内的位置到透镜部的在烟道内的所希望的位置上的焦点之间的散射测量光。因此,能够准确测量从测量光导入烟道内的位置到透镜部的在烟道内的所希望的位置上的焦点之间的温度。

[0023] 利用上述温度计能够可靠且高精度地测量流动有高温气体的烟道内的规定位置的温度,所述高温气体中含有粉尘等使光散射的光散射颗粒。

附图说明

- [0024] 图 1 是表示第一实施方式的温度计的结构图。
- [0025] 图 2 是表示第一实施方式的温度计的透镜部的结构的图。
- [0026] 图 3 是表示第一实施方式的温度计的驱动部的结构的图。
- [0027] 图 4 是表示第一实施方式的温度计的控制分析部的结构的图。
- [0028] 图 5 是表示第一实施方式的温度计的信号处理部的结构的图。
- [0029] 图 6A 是示意性表示在烟道中流动的气体中含有的光散射颗粒的浓度高的情况下,测量光和散射测量光的情况的图。
- [0030] 图 6B 是示意性表示在烟道中流动的气体中含有的光散射颗粒的浓度低的情况下,测量光和散射测量光的情况的图。
- [0031] 图 7 是表示在烟道中流动的气体中含有的成分的吸收光谱与温度的依存关系的图。
- [0032] 图 8 是表示其他实施方式的温度计的结构图。
- [0033] 附图标记说明
- [0034] 100、200 温度计
- [0035] 1 照射部
- [0036] 11 光源
- [0037] 13 驱动部
- [0038] 131 恒定电流发生器
- [0039] 133 扫描电流发生器
- [0040] 135 调制电流发生器
- [0041] 137 电流加法器
- [0042] 15 温度调节部
- [0043] 17 光路变更部件
- [0044] 3 受光部
- [0045] 5 透镜部
- [0046] 53 第一透镜
- [0047] 54 第二透镜
- [0048] 55 调整部
- [0049] 551 透镜部移动手段
- [0050] 553 调整部控制部
- [0051] 7 控制分析部
- [0052] 71 信号处理部
- [0053] 711 锁定放大器
- [0054] 713 倍频器
- [0055] 715 低通滤波器
- [0056] 73 照射部控制部
- [0057] 75 透镜部控制部

- [0058] 77 信息处理部
- [0059] 771 光谱取得部
- [0060] 773 计算部
- [0061] 775 控制指令部
- [0062] 777 存储部
- [0063] 8 清除气体导入通道
- [0064] 81 清除气体供给部
- [0065] 9 框体
- [0066] 9a 框体开口部
- [0067] 9S 框体空间
- [0068] 90 开口部
- [0069] 91 框体凸缘部
- [0070] 92 光学窗
- [0071] 911 圆周部
- [0072] 50 烟道
- [0073] 51 侧壁
- [0074] 51a 侧壁开口部
- [0075] 52 侧壁凸缘部
- [0076] 521 圆周部
- [0077] A' 垂直于烟道的延伸方向的轴
- [0078] A_m 测量光轴
- [0079] A_r 受光轴
- [0080] C 透镜部的中心
- [0081] F 焦点
- [0082] G_p 清除气体
- [0083] L_d 散射测量光
- [0084] L_m 测量光
- [0085] P 光散射颗粒
- [0086] P1 第一吸收光谱的强度
- [0087] P2 第二吸收光谱的强度
- [0088] S 气体
- [0089] S1、S2、S3 吸收光谱
- [0090] θ_1 测量光轴与垂直于烟道的延伸方向的轴所成的角度
- [0091] θ_2 受光轴与垂直于烟道的延伸方向的轴所成的角度

具体实施方式

- [0092] (1) 第一实施方式
- [0093] 1. 温度计的结构
- [0094] 1-1. 整体结构

[0095] 用图 1 对本实施方式的温度计 100 的结构进行说明。图 1 是表示本实施方式的温度计 100 的结构的图。温度计 100 是通过测量在烟道 50 内流动的含有光散射颗粒 P 的气体 S 的温度来测量烟道 50 内的温度的装置。光散射颗粒 P 例如是粉尘微细颗粒或雾状水蒸气等使光散射的颗粒。

[0096] 温度计 100 包括照射部 1、受光部 3、透镜部 5 和控制分析部 7。此外,温度计 100 还包括清除气体导入通道 8 和框体 9。

[0097] 框体 9 形成温度计 100 的主体,在作为其内部空间的框体空间 9S 内装有照射部 1、受光部 3 和透镜部 5。这样在同一框体 9 内设置照射部 1 和受光部 3,能够抑制因温度变化等外部因素造成受光轴和测量光轴偏离。

[0098] 框体 9 固定在形成烟道 50 的侧壁 51 的一部分上。具体说,框体 9 以如下方式固定在侧壁 51 上。

[0099] 在框体 9 上形成有框体开口部 9a,在框体开口部 9a 的周围形成有框体凸缘部 91。另一方面,在侧壁开口部 51a 的周围形成有侧壁凸缘部 52。如图 1 所示,框体凸缘部 91 的圆周部 911 固定在侧壁凸缘部 52 的圆周部 521 上,与侧壁凸缘部 52 的圆周部 521 一致。

[0100] 此外如图 1 所示,在本实施方式的温度计 100 中,没有从温度计 100 向烟道 50 内插入测量探针等。因此即使在烟道 50 内有腐蚀热电偶温度计(的护套)等的有腐蚀性的气体流动,也能够测量烟道 50 内的温度。

[0101] 此外如图 1 所示,框体 9 和侧壁 51 固定成,使设在侧壁 51 上的侧壁开口部 51a 和设在框体 9 上的框体开口部 9a 一致。其结果,在烟道 50 和框体 9 之间形成能够使光通过的开口部 90。此外,在开口部 90 的框体开口部 9a 侧设置有光学窗 92,光能够透过所述光学窗 92,而且所述光学窗 92 把框体空间 9S 和烟道 50 在空间上隔开。

[0102] 为了能够把清除气体 G_p 提供到烟道 50 内的光学窗 92 附近,把清除气体导入通道 8 设置在框体凸缘部 91 上。清除气体导入通道 8 的提供清除气体 G_p 一侧的一端,设置成不从在框体凸缘部 91 上敞开的清除气体导入口向烟道 50 内突出。而清除气体导入通道 8 的另一端以能够导入清除气体 G_p 的方式与清除气体供给部 81 连接。因此,利用清除气体导入通道 8 能够把清除气体 G_p 提供到烟道 50 内的光学窗 92 附近。通过利用清除气体导入通道 8 把清除气体 G_p 提供到烟道 50 内的光学窗 92 附近,能够抑制框体空间 9S 内的照射部 1、受光部 3、透镜部 5 和光学窗 92 被烟道 50 内的气体 S 中含有的粉尘等污染。

[0103] 照射部(照射部的一个例子)1 从框体 9 的框体空间 9S 通过开口部 90 向烟道 50 内照射测量光 L_m 。从照射部 1 照射的测量光 L_m 形成作为测量光 L_m 的光路的测量光轴 A_m 。此外在本实施方式中,照射部 1 设置成,使作为测量光 L_m 的光路的测量光轴 A_m (图 1 中从照射部 1 向烟道 50 延伸的实线表示的直线)与烟道 50 的延伸方向垂直,但是也可以不垂直。此外,侧壁开口部 51a 的朝向也未必与烟道 50 的延伸方向垂直。例如也可以把侧壁开口部 51a 的朝向设置成朝向烟道 50 内的气体 S 的流动方向(下游方向)。在这种情况下,能够抑制气体 S 中的粉尘等堆积在侧壁凸缘部 52 上。此外,照射部 1 的结构在后面详细叙述。

[0104] 受光部 3 (受光部的一个例子)设置成,使测量光轴 A_m 和从受光部 3 的受光面的中心向受光面的法线方向延伸的受光轴 A_r (图 1 中的虚线表示的直线)至少在烟道 50 内一致。由此在对烟道 50 内的温度进行测量时,能够减少对照射部 1 和受光部 3 的设置位置和朝向等进行调整的频率。

[0105] 受光部 3 通过开口部 90 接收测量光 L_m 中被光散射颗粒 P 散射的散射测量光 L_d 。由此,由于增加了受光部 3 接收来自测量光轴 A_m 上的散射测量光 L_d 的比例,因此容易确保受光部 3 能够接收的散射测量光 L_d 的光量。此外,即使在烟道 50 中流动的气体 S 中的光散射颗粒 P 的浓度高而导致测量光 L_m 不能从烟道 50 的一边到另一边完全通过的情况下,受光部 3 也能够接收到散射测量光 L_d 。其结果,即使是流动有光散射颗粒 P 的浓度高的气体的烟道内的温度,也能够根据受光部 3 接收到的散射测量光 L_d ,测量烟道 50 内的温度。

[0106] 受光部 3 例如可以使用光电二极管、光电倍增管等。特别是在使用光电倍增管的情况下,即使在烟道 50 中流动的气体 S 中的光散射颗粒 P 散射的散射测量光 L_d 的光量少(散射测量光 L_d 弱)的情况下,也能够把足够的电信号发送到控制分析部 7 (后面叙述)。其结果,能够更高精度地测量烟道 50 内的温度。

[0107] 透镜部 5 (透镜部的一个例子)被设置成比受光部 3 靠近烟道 50、比照射部 1 远离烟道 50 (即在照射部 1 和受光部 3 之间)。此外,透镜部 5 的中心 C 在受光轴 A_r 上。并且透镜部 5 的焦点 F 设置在受光轴 A_r 上的烟道 50 内的规定位置上。

[0108] 图 2 表示本实施方式的温度计 100 的透镜部 5 的结构。透镜部 5 具有第一透镜 53、第二透镜 54 和调整部 55。第一透镜 53 把测量光 L_m 聚焦在烟道 50 内的规定位置上的焦点。第二透镜 54 固定在框体 9 上。第二透镜 54 把入射到温度计 100 上的散射测量光 L_d 聚焦在受光部 3 的受光面上的焦点。通过由第二透镜 54 把入射到温度计 100 的散射测量光 L_d 聚焦在受光部 3 的受光面上的焦点,能够在受光部 3 上可靠地接收散射测量光 L_d 。

[0109] 第一透镜 53 固定在调整部 55 的上部。调整部 55 具有透镜部移动手段 551 和调整部控制部 553。透镜部移动手段 551 使第一透镜 53 的中心 C 在受光轴 A_r 上移动。由此能够把透镜部 5 的焦点 F 设置在烟道 50 内的所希望的位置上。

[0110] 如上所述,在温度计 100 中,作为被光散射颗粒 P 散射的测量光的散射测量光 L_d ,借助与测量光 L_m 朝向烟道 50 内时所通过的开口部 90 同一个开口部 90,被受光部 3 接收。即在本实施方式的温度计 100 中,照射部 1、受光部 3、透镜部 5 形成测量光学系统,装在同在一个框体 9 的框体空间 9S 中。因此,即使在烟道 50 和侧壁 51 的温度发生变化的情况下,也能够抑制测量光轴 A_m 和受光轴 A_r 从预先调整好的状态偏离。其结果,能够抑制因烟道 50 和侧壁 51 的温度发生变化而导致受光部 3 不能接收测量光 L_m 。

[0111] 在本实施方式的温度计 100 中,能够抑制受光部 3 不能接收到测量光 L_m 有两个原因。

[0112] 其一是因为即使因侧壁 51 (和 / 或侧壁凸缘部 52)变形而导致框体 9 的安装角度等发生变化,但是照射部 1、受光部 3、透镜部 5 在框体 9 内的相对位置关系几乎不变。

[0113] 其二是因为一般入射到光散射颗粒 P 上的光(测量光 L_m)在一定程度上扩散散射,所以即使照射部 1 和受光部 3 的相对位置关系有些偏离而导致测量光轴 A_m 和受光轴 A_r 从预先调整好的状态有些偏离,受光部 3 也能够接收到散射测量光 L_d 。

[0114] 控制分析部 7 对温度计 100 进行控制。特别是对从照射部 1 照射的测量光 L_m 的波长进行控制,以及如上所述,对变更透镜部 5 的焦点的位置进行控制。此外,根据受光部 3 接收到的散射测量光 L_d 的强度,对从受光部 3 输出的信号进行处理。此外,对温度计 100 的控制指令和从受光部 3 输出的信号进行信息处理。关于控制分析部 7 的结构在后面叙述。

[0115] 1-2. 照射部的结构

[0116] 下面用图 1 对照射部 1 的详细结构进行说明。如前所述,照射部 1 通过开口部 90 向烟道 50 内照射测量光 L_m 。本实施方式的照射部 1 包括光源 11、驱动部 13、温度调节部 15 和光路变更部件 17。

[0117] 光源 11 产生测量光 L_m 。在本实施方式中,光源 11 产生的测量光 L_m ,其光路在光路变更部件 17 (后面叙述) 上被变更,向烟道 50 内照射。光源 11 例如可以使用半导体激光器、量子级联激光(QCL)等。因此能够增大由在烟道 50 中流动的气体 S 中的成分吸收的吸收光谱峰(信号量)。其结果能够提高温度计 100 的分辨率,能够高精度地测量烟道 50 内的温度。

[0118] 温度调节部 15 根据来自控制分析部 7 (图 4) 的指令,调整光源 11 的温度。特别是在使用半导体激光器光源作为光源 11 的情况下,即使驱动光源 11 的驱动电流恒定,但往往因为光源 11 等的恶化或光源 11 的温度而造成从光源 11 产生的测量光 L_m 的波长发生变化。利用温度调节部 15 抑制光源 11 的温度变化,对于相同的驱动电流能够产生相同波长的测量光 L_m 。温度调节部 15 例如可以由测量光源 11 的温度的温度计和温度调整手段(主要是电子冷却器等冷却手段)构成。

[0119] 此外,为了使从光源 11 照射的测量光 L_m 的波长发生变化,也可以用温度调节部 15 使光源 11 的温度发生变化。由此能够以不改变向光源 11 提供的驱动电流的方式改变测量光 L_m 的波长。

[0120] 光路变更部件 17 向烟道 50 内照射从光源 11 产生的测量光 L_m 。在本实施方式中,由于光路变更部件 17 设置在受光轴 A_r 上,所以优选至少使光路变更部件 17 的面积比透镜部 5 的透镜的面积小。因为如果光路变更部件 17 的面积大,则光路变更部件 17 遮挡散射测量光 L_d 的比例变大,因此受光部 3 不能接收足够光量的散射测量光 L_d 。

[0121] 光路变更部件 17 可以使用分束器或由半透半反射镜形成的反射镜等。因此散射测量光 L_d 的一部分能够通过光路变更部件 17。其结果,受光部 3 能够接收更多光量的散射测量光 L_d 。

[0122] 驱动部 13 向光源 11 提供用于驱动光源 11 的驱动电流。光源 11 产生波长与驱动电流的大小对应的测量光 L_m 。如图 3 所示,驱动部 13 主要有恒定电流发生器 131。恒定电流发生器 131 根据从控制分析部 7 的照射部控制部 73 (图 4) 输出的扫描波长决定信号,产生一定强度的电流(恒定电流) (I_c) (参照图 3 中的波形(1))。由此,光源 11 产生波长与恒定电流发生器 131 产生的恒定电流的大小对应的测量光 L_m 。

[0123] 此外在本实施方式的温度计 100 中,为了得到某波段的吸收光谱,用光源 11 使测量光 L_m 的波长发生变化。其中,所谓波段是指测量光 L_m 的波长的变化范围。而在本实施方式中,通过使向光源 11 提供的驱动电流发生变化,能够使测量光 L_m 的波长发生变化。此外如上所述,通过使光源 11 的温度发生变化,也能够使测量光 L_m 的波长发生变化。

[0124] 为了利用向光源 11 提供的驱动电流使测量光 L_m 的波长发生变化,驱动部 13 还具有扫描电流发生器 133 和电流加法器 137。扫描电流发生器 133 根据从控制分析部 7 的照射部控制部 73 输出的波长扫描信号,产生用于扫描测量光 L_m 的波长的电流(扫描电流)。在图 3 所示的例子中,扫描电流发生器 133 产生扫描电流,所述扫描电流以一定扫描周期 T_1 反复以下的变化:电流值从 0 随时间直线增加到某规定大小的电流值 (I_r),在电流值增加到电流值 I_r 后,电流值以比所述直线增加更快的时间再返回到 0 (参照图 3 中的波形(2))。

有时把具有这种波形的电流称之为“锯齿波电流”。

[0125] 电流加法器 137 与恒定电流发生器 131 和扫描电流发生器 133 连接,输入由恒定电流发生器 131 产生的恒定电流和由扫描电流发生器 133 产生的扫描电流。然后,电流加法器 137 在扫描电流上重叠恒定电流,作为驱动电流向光源 11 输出。在由扫描电流发生器 133 产生上述锯齿波电流的情况下,从电流加法器 137 输出如图 3 中的波形(4)所示的驱动电流。即图 3 中的波形(2)所示的锯齿波电流变化了最小电流值(恒定电流) I_c 的波形。

[0126] 因此,光源 11 能够产生波长在时间 T_1 期间从由重叠了恒定电流成分的锯齿波成分的最小电流值 I_c 决定的波长(扫描最小波长)变化到由最大电流值 $I_c + I_r$ 决定的波长(扫描最大波长)的测量光 L_m 。而在扫描周期 T_1 期间,通过利用受光部 3 测量规定数量的散射测量光 L_d 的强度,能够得到由烟道 50 中流动的气体 S 中的成分吸收的吸收光谱。

[0127] 此外,在用波长调制光谱(WMS)测量烟道 50 中流动的气体 S 中的成分的吸收光谱的情况下,驱动部 13 还可以具有调制电流发生器 135。调制电流发生器 135 根据从控制分析部 7 的照射部控制部 73 输出的波长调制信号,产生具有振幅为 I_m 、周期为调制周期 T_2 (调制周期 T_2 远比扫描周期 T_1 短($T_1 \gg T_2$))的波形的调制电流(在图 3 中的波形(3)的情况下为正弦波)。电流加法器 137 也可以在恒定电流和扫描电流上再重叠调制电流,输出再重叠了调制电流的驱动电流(图 3 中的波形(5))。因此光源 11 能够产生波长周期性变化的测量光 L_m (波长调制),所述波长的波长范围以由驱动电流中的恒定电流成分和扫描电流成分决定的波长为中心、且在调制周期 T_2 内由调制电流的振幅 I_m 决定。

[0128] 1-3. 控制分析部的结构

[0129] 下面用图 4 对控制分析部 7 的结构进行说明。图 4 是表示控制分析部 7 的结构的示意图。控制分析部 7 包括信号处理部 71、照射部控制部 73、透镜部控制部 75 和信息处理部 77。

[0130] 信号处理部 71 把基于受光部 3 输出的散射测量光 L_d 的强度的信号(检测信号),转换成能够在信息处理部 77 中处理的信号。此外,在利用所述波长调制光谱测量在烟道 50 中流动的气体 S 中的成分的吸收光谱的情况下,如图 5 所示,信号处理部 71 也可以具有锁定放大器 711、倍频器 713 和低通滤波器 715。

[0131] 倍频器 713 输入从照射部 1 的驱动部 13 的调制电流发生器 135 输出的调制电流,根据输入的调制电流,生成具有调制电流的调制频率($1/T_2$)的 n 倍频率(调制周期 T_2 的 $1/n$ 周期, T_2/n)的信号(参照信号)(图 5 中的波形(6))。锁定放大器 711 对从倍频器 713 输出的参照信号和从受光部 3 输出的检测信号进行乘法处理,输出进行所述乘法处理后的信号。低通滤波器 715 输入从锁定放大器 711 输出的进行所述乘法处理后的信号,仅输出该信号的直流成分。

[0132] 用这样的信号处理部 71 能够从受光部 3 输出的检测信号(图 5 中的光谱(7))中,抽出检测信号的 n 阶高次谐波分量(图 5 中的光谱(8))。由于这样的 n 阶高次谐波分量含有检测信号的微分成分,所以即使在检测信号小(散射测量光 L_d 的光量少)的情况下或在因为检测信号中有噪音而导致 S/N 比小的情况下,也能够获得误差较小的在烟道 50 中流动的气体 S 中的成分的吸收光谱。其结果,能够根据所述吸收光谱高精度地测量烟道 50 内的温度。

[0133] 照射部控制部 73 根据信息处理部 77 的控制指令部 775 (后面叙述)的指令,向照

射部 1 输出用于控制照射部 1 的信号(扫描波长决定信号、波长扫描信号、波长调制信号、温度控制信号)。扫描波长决定信号决定对测量光 L_m 的波长进行扫描时的开始扫描波长。所述信号被输入到照射部 1 的驱动部 13 的恒定电流发生器 131。波长扫描信号是用于对测量光 L_m 的波长进行扫描的信号。因此波长扫描信号被输入到驱动部 13 的扫描电流发生器 133。波长调制信号是在利用波长调制光谱测量吸收光谱时对测量光 L_m 的波长进行调制的信号。因此,波长调制信号被输入到驱动部 13 的调制电流发生器 135。温度控制信号是用于控制光源 11 的温度的信号。因此温度控制信号被输入到照射部 1 的温度调节部 15。

[0134] 透镜部控制部 75 把用于对透镜部 5 的(中心 C 的)位置进行控制的信号发送给调整部 55。由此能够对透镜部 5 的焦点 F 在烟道 50 内的位置进行控制。

[0135] 信息处理部 77 对温度计 100 的控制指令和根据散射测量光 L_d 获得的数据进行信息处理。信息处理部 77 例如是用于进行信息处理的计算机。此外,信息处理部 77 为了与控制分析部 7 的信号处理部 71、照射部控制部 73、透镜部控制部 75 交换信号,也可以具有包含 A/D 变换器等的接口。

[0136] 信息处理部 77 包括光谱取得部 771、计算部 773、控制指令部 775 和存储部 777。此外,这些信息处理部 77 的各部分的功能也可以由在信息处理部 77 上执行的程序来实现。此外,所述程序也可以存储在信息处理部 77 的存储区域(包括存储部 777 的存储区域)中。

[0137] 光谱取得部 771 (光谱取得部的一个例子)从在信号处理部 71 中处理后的检测信号,获得表示散射测量光 L_d 的波长和散射测量光 L_d 的光量(强度)的关系的数据(所述数据与吸收光谱对应)。

[0138] 计算部 773 (计算部的一个例子)从在光谱取得部 771 获得的数据(吸收光谱),选择两个吸收光谱,求出两个吸收光谱的强度比。然后根据两个吸收光谱的强度比和温度的关系,计算烟道 50 内的温度。其中,选择的吸收线的数量也可以在 3 个以上。

[0139] 控制指令部 775 进行用于控制温度计 100 的各种设定。然后在该设定的基础上,根据需要指示控制分析部 7 的各个构成要素向温度计 100 发送控制信号。因此,控制指令部 775 还具有接受来自信息处理部 77 的输入装置(未图示)的输入的功能。

[0140] 存储部 777 中存储有用于对温度计 100 进行控制的各种设定、气体 S 中的特定成分的两个吸收光谱的强度比和温度的关系等,根据散射测量光 L_d 测量烟道 50 内的温度所需要的信息。

[0141] 此外,气体 S 中的特定成分的两个吸收光谱的强度比和温度的关系,作为表示温度和两个吸收光谱的强度比的关系的函数,存储在存储部 777 中。此外,也可以把温度和两个吸收光谱的强度比的关系做成表,存储在存储部 777 中。

[0142] 2. 用温度计测量烟道内的温度

[0143] 下面对利用本实施方式的温度计 100 测量烟道 50 内的温度的方法进行说明。在本实施方式中,根据烟道 50 内的氧、水分或二氧化碳等的吸收光谱,测量烟道 50 内的温度。这是因为在烟道 50 中流动的气体 S 中含有高浓度的氧、水分或二氧化碳等。此外,氧、水分或二氧化碳等的吸光系数大也是一个原因。因此能够获得具有足够强度的吸收光谱。其结果能够高精度地测量烟道 50 内的温度。

[0144] 此外在本实施方式中,烟道 50 内的温度的计算根据上述气体 S 中的成分的吸收光谱的二阶高次谐波分量进行,上述气体 S 中的成分的吸收光谱是利用上述波长调制法并根

据基于散射测量光 L_d 的强度的检测信号获得。

[0145] 首先,照射部 1 向烟道 50 内照射调制成烟道 50 内的氧、水分或二氧化碳等的吸收光谱的波长的测量光 L_m 。根据从控制分析部 7 的照射部控制部 73 输出的波长调制信号对测量光 L_m 进行波长调制。具体说,利用驱动电流中的调制电流成分对测量光 L_m 的波长进行调制。

[0146] 然后,把透镜部 5 的焦点 F 设置在烟道 50 内的规定位置上。此时,透镜部控制部 75 调整透镜部 5 的中心 C 的位置,把焦点 F 设置在想测量温度的烟道 50 内的规定区域上。

[0147] 其中,想测量温度的烟道 50 内的规定区域可以考虑例如根据散射测量光 L_d 的强度决定的区域、或根据烟道 50 内的光散射颗粒 P 的浓度决定的区域。

[0148] 通过把透镜部 5 的焦点 F 设置在根据散射测量光 L_d 的强度决定的区域,能够使受光部 3 接收到具有足够光量的散射测量光 L_d 。其结果,根据在烟道 50 中流动的气体 S 中的成分(氧、水分或二氧化碳等)的吸收光谱,能够高精度地测量烟道 50 内的温度。

[0149] 另一方面,在利用烟道 50 内的光散射颗粒 P 的浓度改变烟道 50 内的规定位置上的散射测量光 L_d 的强度的情况下,把透镜部 5 的焦点 F 设置在根据烟道 50 内的光散射颗粒 P 的浓度决定的区域是有利的。即如图 6A 所示,如果烟道 50 内的光散射颗粒 P 的浓度高,则测量光 L_m 几乎在靠近烟道 50 内的开口部 90 的位置上被散射。所以为了接收足够强度的散射测量光 L_d ,把焦点 F 的位置设定在烟道 50 内的、测量光 L_m 能够到达的区域的跟前。

[0150] 由此,受光部 3 能够接收从测量光 L_m 导入烟道 50 内的位置到根据光散射颗粒 P 的浓度决定的烟道 50 内的适当位置之间的散射测量光 L_d 。其结果,根据烟道 50 中流动的气体 S 中的成分(氧、水分或二氧化碳等)的吸收光谱,能够高精度地测量烟道 50 内的温度。

[0151] 以如下方式获得烟道 50 内的氧、水分或二氧化碳等的吸收光谱。

[0152] 首先,在规定的波长范围内对测量光 L_m 的波长进行扫描。测量光 L_m 的波长的扫描根据光源 11 的驱动电流内的从照射部 1 的驱动部 13 的扫描电流发生器 133 输出的扫描电流成分进行。在图 3 所示的例子中,在扫描周期 T_1 期间,测量光 L_m 的波长从由最小电流值 I_c 决定的扫描最小波长到由最大电流值 I_c+I_r 决定的扫描最大波长,随时间非线性地变化。

[0153] 此后,在由光谱取得部 771 获得在烟道 50 中流动的气体 S 中的氧、水分或二氧化碳等的吸收光谱之后,由计算部 773 选择该吸收光谱的规定的两个吸收线,根据选择的两个吸收线的强度比,计算烟道 50 内的温度。

[0154] 在图 7 所示的吸收光谱中,随着烟道 50 内的温度的升高,吸收光谱按吸收光谱 S3 (用粗实线表示的光谱)、吸收光谱 S2 (用双点划线表示的光谱)、吸收光谱 S1 (用细实线表示的光谱)的顺序变化。其中,着眼于图 7 的第一吸收光谱(图 7 的“第一峰”的框内表示的吸收光谱)和第二吸收光谱(“第二峰”的框内表示的吸收光谱),第二吸收光谱的强度相对于温度的变化比第一吸收光谱的强度相对于温度的变化大。

[0155] 因此,第一吸收光谱的强度 P1 和第二吸收光谱的强度 P2 的强度比($=P2/P1$)也因温度而发生变化。而由于该强度比是吸收光谱的强度的相对值,所以即使因散射测量光 L_d 的强度变化而引起吸收光谱整体的强度发生变化,其也不发生变化。因此,即使(在测量烟道 50 内的温度的过程中)在烟道 50 中流动的气体 S 中的光散射颗粒 P 的浓度发生变化等、导致散射测量光 L_d 发生了变化的情况下,也能够正确测量烟道 50 内的温度。

[0156] 选择在烟道 50 中流动的气体 S 中的氧、水分或二氧化碳等的吸收光谱的哪两个吸

收光谱,可以根据想测量的烟道 50 内的温度范围决定。而想测量的温度范围和应选择两个吸收光谱(显示的波长)可以相关联地存储在存储部 777 中。在这种情况下,计算部 773 首先对由控制指令部 775 设定的测量温度范围和存储在存储部 777 中的想测量的温度范围进行比较。然后由计算部 773 选择包含该设定的测量温度范围的该想测量的温度范围,决定与存储在存储部 777 中的该想测量的温度范围相关联的、应选择两个吸收光谱(显示的波长)。

[0157] (2) 其他实施方式

[0158] 以上对本发明的一个实施方式进行了说明,但本发明不限于上述实施方式,在不脱离发明宗旨的范围内可以进行各种变更。特别是在本说明书中写的多个实施方式和变形例可以根据需要任意组合。

[0159] (A) 关于照射部和受光部的配置的其他实施方式

[0160] 在上述第一实施方式的温度计 100 中,把照射部 1 和受光部 3 设置成,使受光轴 A_r 和测量光轴 A_m 至少在烟道 50 内一致。此外把照射部 1 设置成,使测量光轴 A_m 与烟道 50 的延伸方向垂直。可是照射部 1 和受光部 3 的设置关系不限于此。

[0161] 如图 8 所示的温度计 200 那样,也可以在温度计 200 中把照射部 1 设置成,使测量光轴 A_m 相对于垂直于烟道 50 的延伸方向的轴 A' 有规定角度 θ_1 。此外,也可以在温度计 200 中把受光部 3 设置成,使受光轴 A_r 相对于所述轴 A' 有规定角度 θ_2 。

[0162] 由于作为由光散射颗粒 P 散射的测量光的散射测量光 L_d ,在一定程度上扩散散射,因此即使如图 8 所示受光轴 A_r 和测量光轴 A_m 不一致,受光部 3 也能够接收到散射测量光 L_d 。

[0163] 此外,在图 8 所示的温度计 200 中,在比受光部 3 靠近烟道 50 侧,除了透镜部 5 没有其他部件等。因此散射测量光 L_d 不会被遮挡光的部件遮挡。

[0164] 此外,在图 8 所示的温度计 200 中,照射部 1 和受光部 3 可以安装成,以通过照射部 1 和受光部 3 的中心的、与烟道 50 的延伸方向垂直(与图 8 的纸面垂直的方向)的轴为中心转动。在这种情况下,受光部 3 和透镜部 5 也可以安装在共同的固定台(未图示)上,使所述固定台以与烟道 50 的延伸方向垂直(与图 8 的纸面垂直的方向)的轴为中心转动。

[0165] 由此可以把上述角度 θ_1 和 θ_2 设定成所希望的角度。其结果,能够测量烟道 50 内的所希望的位置上的散射测量光 L_d 。因此能够测量烟道 50 内的所希望的位置的温度。

[0166] 此外,上述角度 θ_1 和 θ_2 也可以设定成相同角度。由此受光部 3 能够接收到强度更大的散射测量光 L_d 。这是因为以与入射到光散射颗粒 P 的测量光 L_m 的入射角(θ_1)相同角度(θ_2)散射的散射测量光 L_d 的强度有变大的倾向。

[0167] (B) 有关透镜部的其他实施方式

[0168] 在第一实施方式的温度计 100 中,在透镜部 5 中设置有两个透镜(第一透镜 53 和第二透镜 54)。可是在透镜部 5 中设置的透镜数量不限于此。例如在透镜部 5 中设置的透镜数量也可以是一个。在透镜部 5 中设置的透镜是一个的情况下,在框体 9 中可以把该透镜设置成,用调整部 55 使其在受光轴 A_r 上移动。

[0169] 此外,特别是在预先决定焦点 F 的位置的情况等下,也可以把该透镜固定在框体 9 上。在把透镜固定在框体 9 上的情况下,把该透镜配置在使其焦点在受光部 3 上的位置上。通过把透镜固定在框体 9 上,使透镜到受光部 3 的距离不发生偏离。因此对于散射测量光

L_d 总是能够聚焦在受光部 3 的受光面上的焦点。其结果,受光部 3 能够可靠地接收到散射测量光 L_d 。

[0170] 工业实用性

[0171] 本发明的温度计可以广泛用于根据在烟道中流动的气体的吸收光谱测量烟道中的温度。

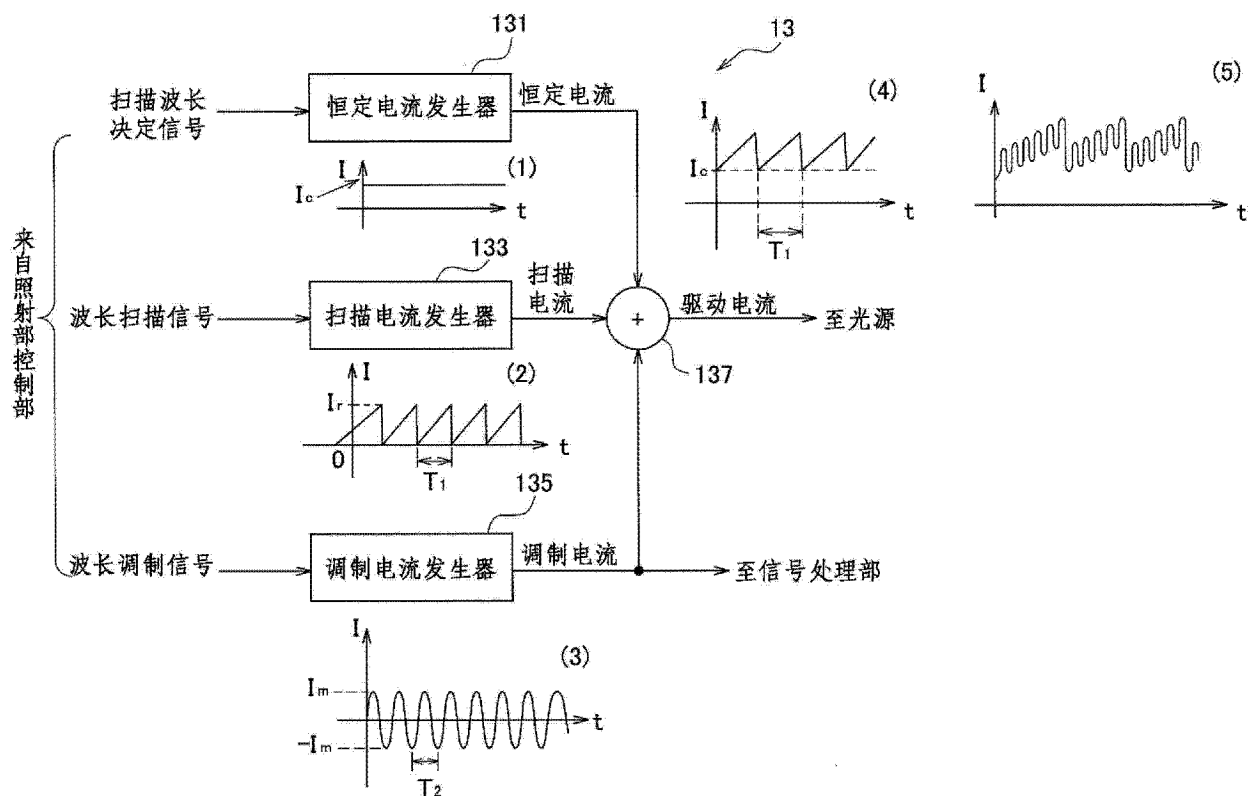


图 3

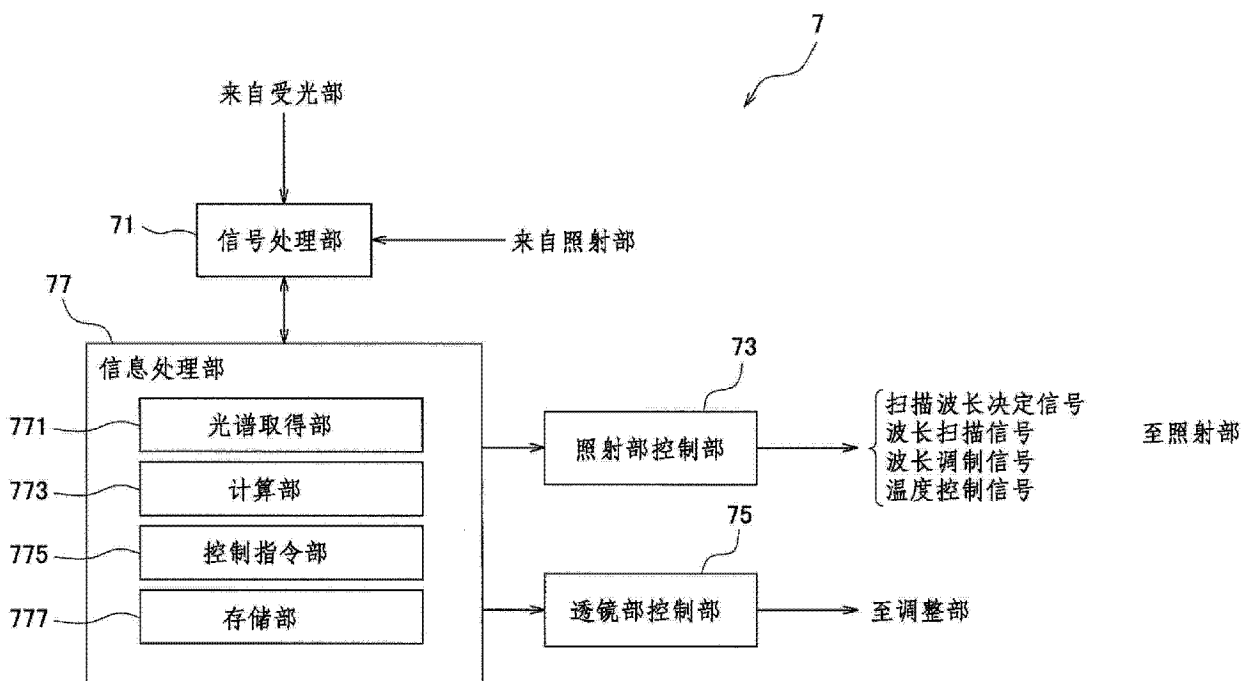


图 4

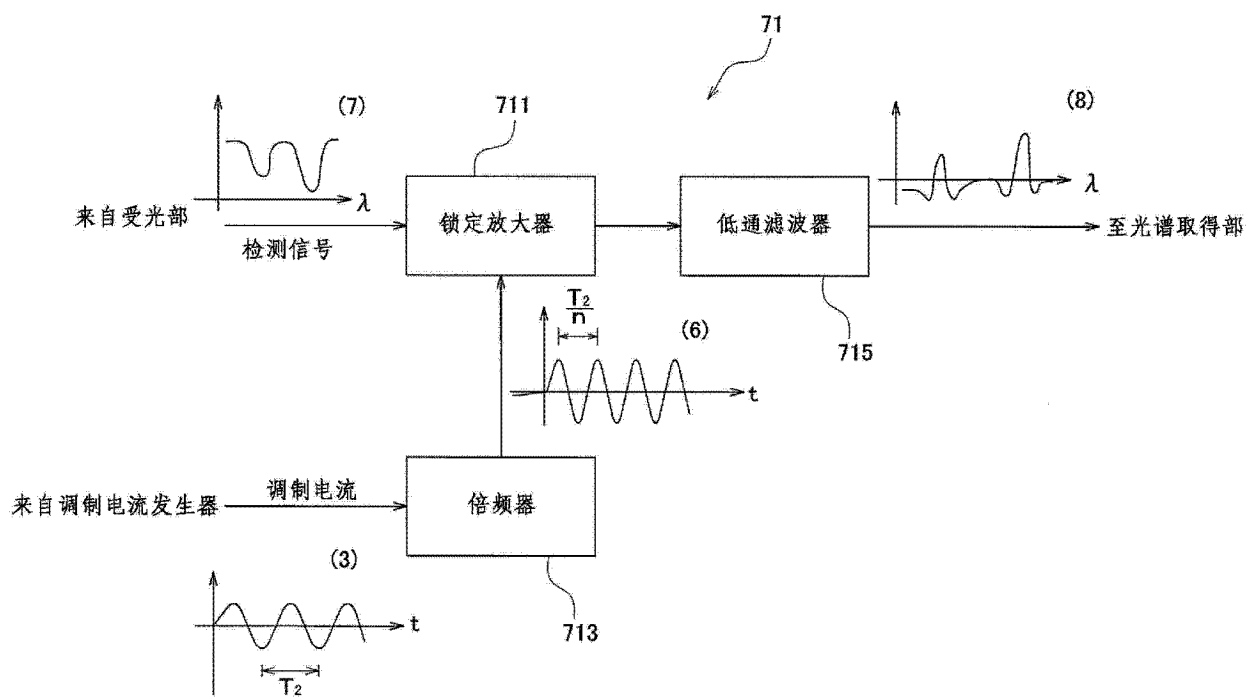


图 5

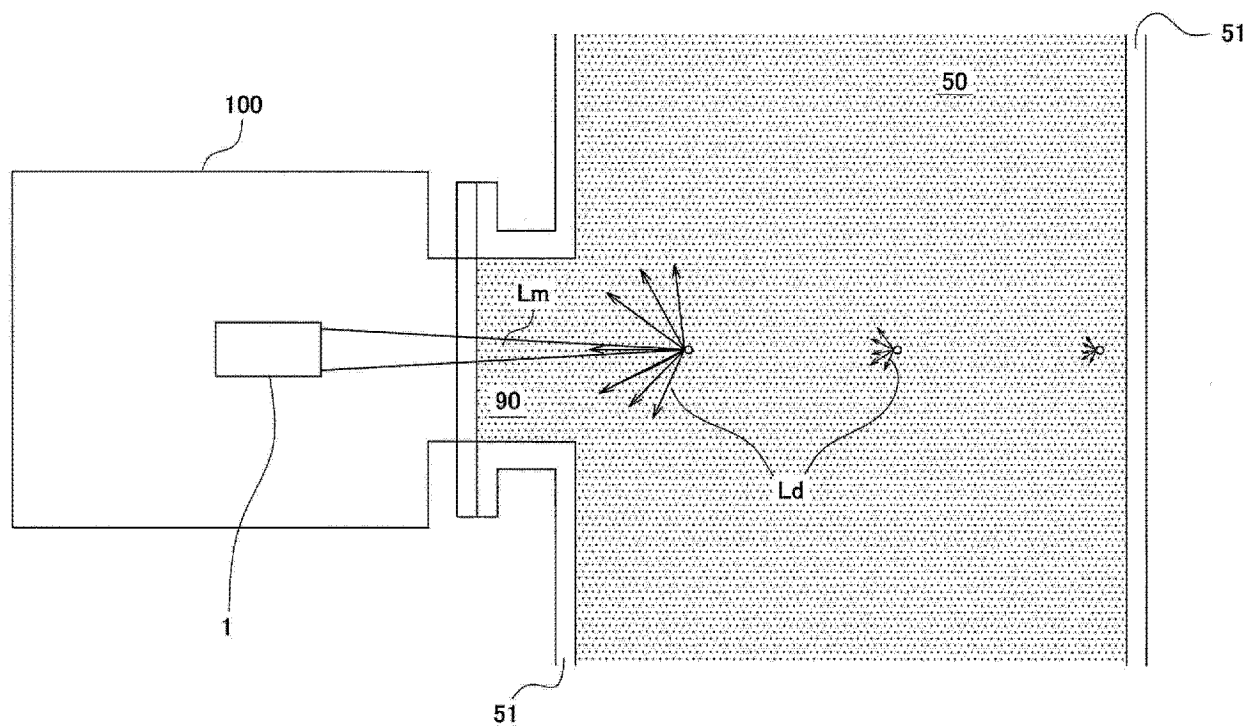


图 6A

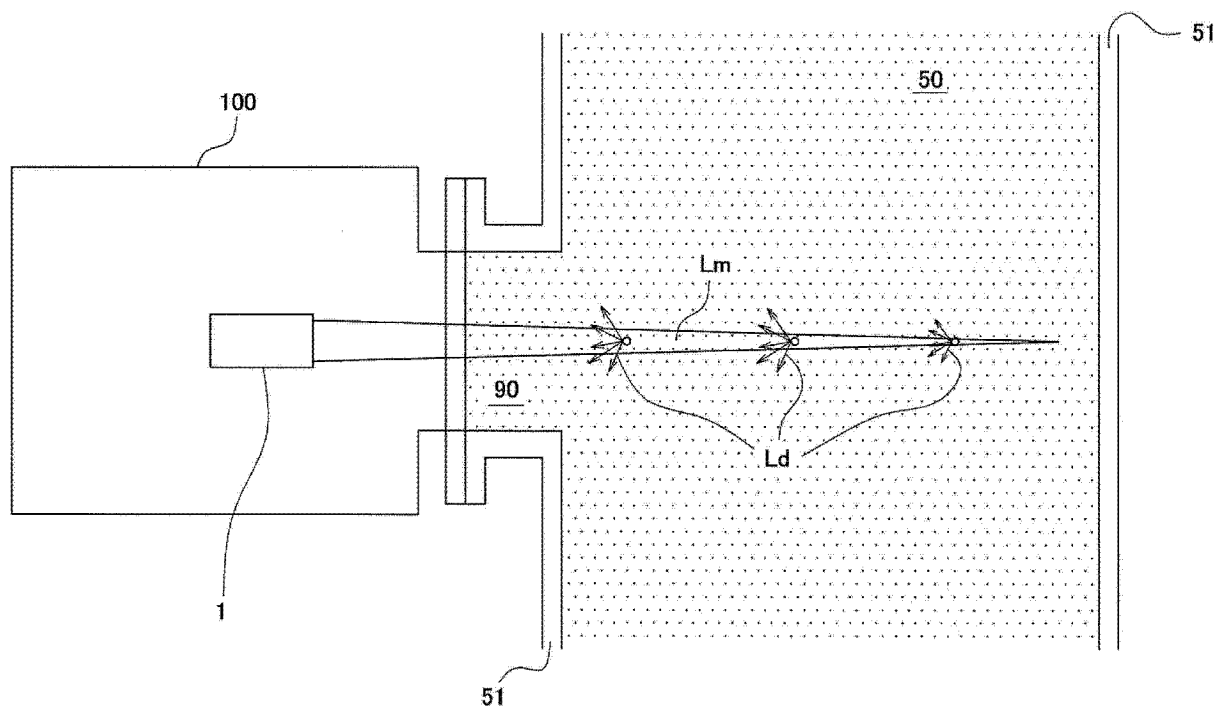


图 6B

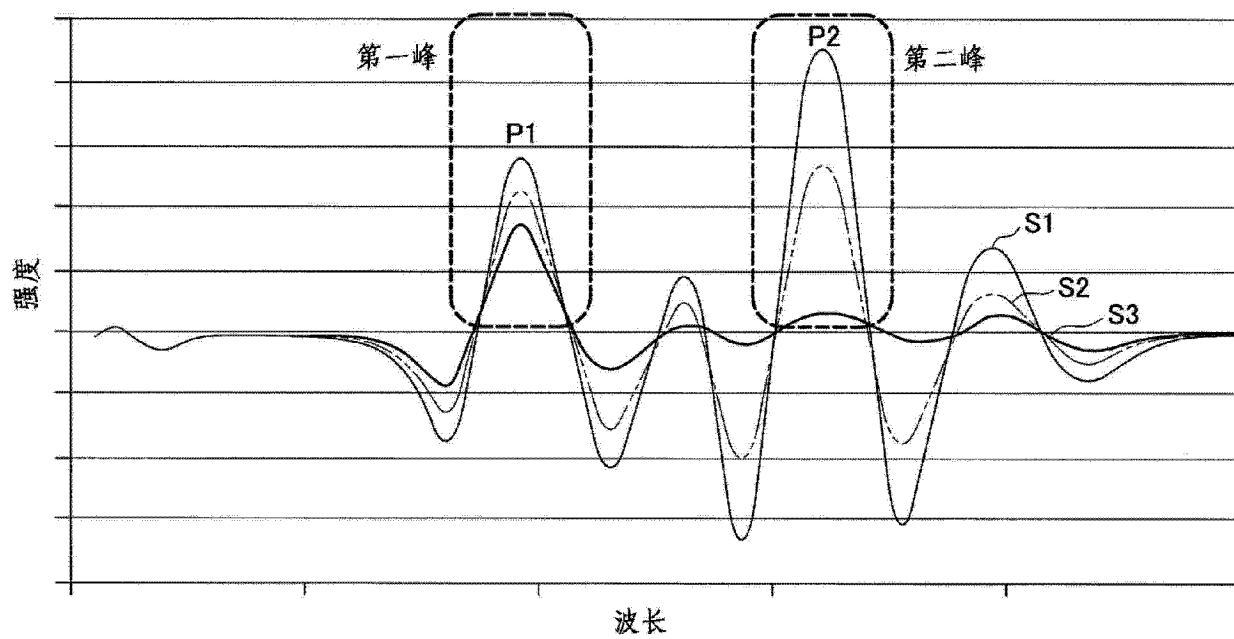


图 7

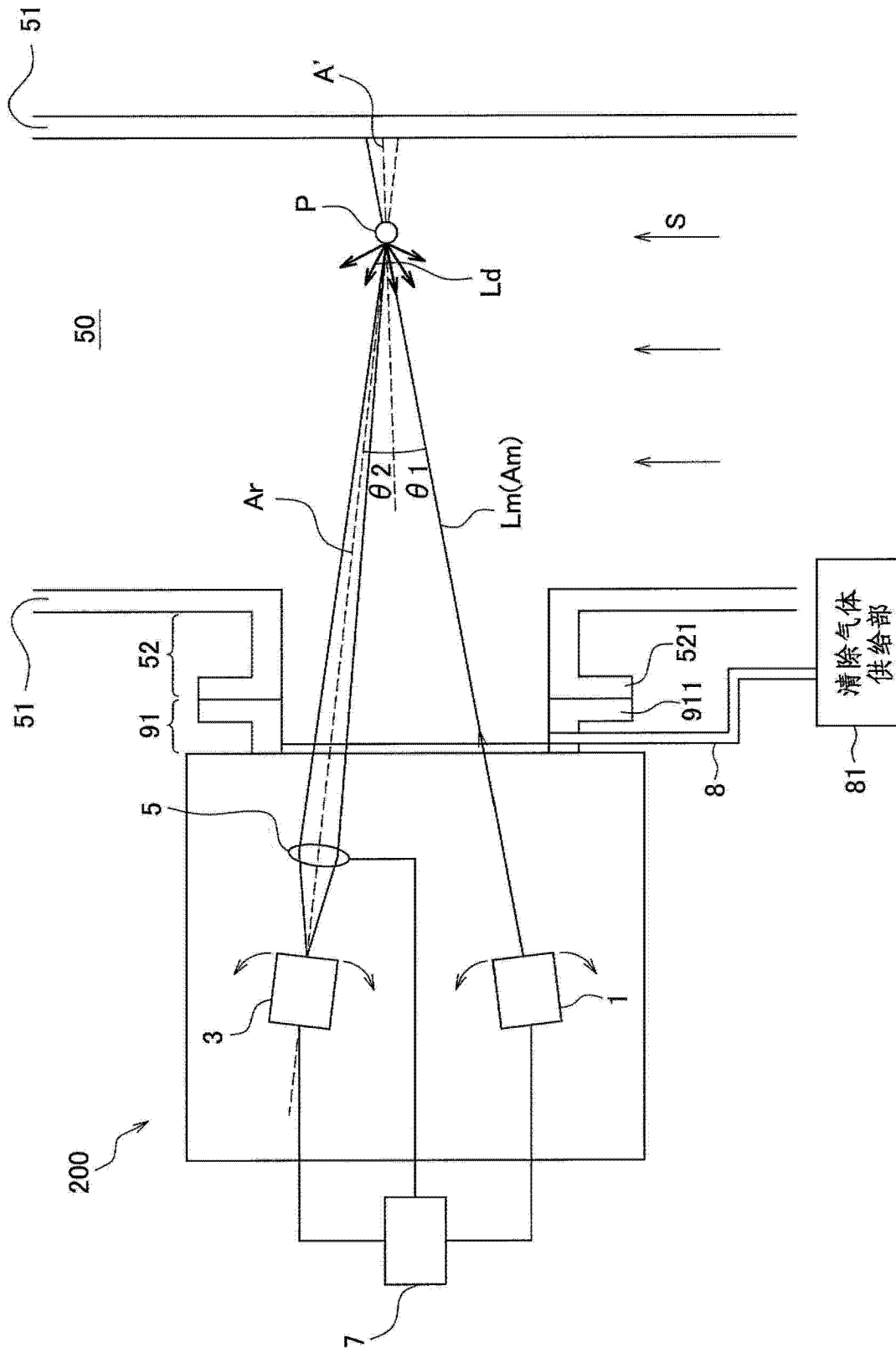


图 8