

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

G01N 21/15

F23N 5/08



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99812194.0

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 13 日

[11] 授权公告号 CN 1171082C

[22] 申请日 1999.10.4 [21] 申请号 99812194.0

[30] 优先权

[32] 1998.10.16 [33] DE [31] 19847832.1

[86] 国际申请 PCT/DE1999/003190 1999.10.4

[87] 国际公布 WO2000/023788 德 2000.4.27

[85] 进入国家阶段日期 2001.4.16

[71] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 托马斯·默克莱因

审查员 汪妍瑜

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

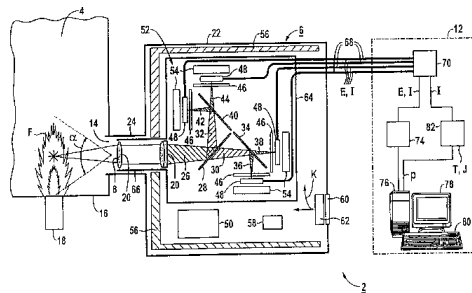
代理人 侯宇

权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称 监测具有位于燃烧室中的前透镜的光学系统的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种对一个具有一个直接设置于一个燃烧室(4)中的前透镜(8)的光学系统(6)进行监测的方法,为了保证对于前透镜(8)的维护和清洗工作只对光学系统(6)的利用率产生十分小的影响。根据本发明,利用光学系统(6)来接收燃烧室(4)中火焰(F)发出光的强度值(I),并根据需要来清洗前透镜表面。由此强度值(I)来确定一个温度值(T)和一个平均强度值(J),利用它们然后来计算前透镜(8)的相对污染程度(p),并利用它来确定对前透镜(8)的一个清洗和/或维护时刻。



1. 一种对一个具有一个直接设置于一个燃烧室(4)中的前透镜(8)的光学系统(6)进行监测的方法，其中，通过光学系统(6)来接收燃烧室(4)中火焰
- 5 (F)所发出的光线的强度值(I)，且其中前透镜根据其相对污染的程度(p)被清洗，其特征在于：由燃烧室(4)中火焰(F)发出的光的一个第一波长( $\lambda_1$ )的第一强度值(I1)和一个第二波长( $\lambda_2$ )的第二强度值(I2)来确定火焰(F)的温度值( $T_x$ )，然后由此温度值( $T_x$ )又计算出一个额定值，将该额定值与实测到的强度值(I)的一个平均值(J)进行比较，由此求出前透镜(8)的相对污染程度(p)，
- 10 并将其用于规定前透镜(8)的清洗和/或维护时刻。

监测具有位于燃烧室中的前透镜  
的光学系统的方法

5

技术领域

本发明涉及一种对一个具有一个直接设置于一个燃烧室中的前透镜的光学系统进行监测的方法。

10

背景技术

在一个燃烧室中燃烧化石类燃料或垃圾时，由于燃料的不同来源或由于垃圾的不均匀组分则会在燃料或燃料混合物产生的热值方面出现波动。这些波动会对燃烧过程的有害物质发射产生不利的影

15

响。这些缺点也产生于工业废料燃烧中，其中通常同时存在对固体、液体和气体燃料的燃烧。通过对表征该燃烧过程的参数的认识，则可对燃烧调节以及由此也对整个燃烧过程进行优化。

20

为测算表征燃烧过程的参数，可以采用一种燃烧分析用装置。该装置比如经一种带有一个直接设置于燃烧室中的前透镜来获取燃烧过程的光强值，这些光强值总体上反映出燃烧过程中火焰的一个图像。从该图中的局部区分开的(ortsaufgeloest)强度值中，例如就能计算出在燃烧过程中所产生的反应产物的温度分布和浓度分布。这样一种装置和一种适合于它的运行方法已由德国专利申请 DE 19710206A1 公开。

25

在德国专利申请 DE 28 47 935 A1 中已知有一种装置，它用于实施一种在透射光照之下找出试样上污染物以及在对试样作透射光照下对其变化情形发出信号的方法。从德国专利申请 DE 29 04 126 A1 中还已知有一种对一个透明物体根据其污染程度进行清洗的方法。

30

为了对燃烧过程进行可靠的光学控制并对该过程作一种基于上述方法的调节，所提供的用于进一步分析的强度值有特殊的质量是很重要的。然而，由于在燃烧中会产生废品，用于测算强度值的光学系统的前透镜可能会被污染，所测算到的数据质量由此也有可能恶化。因此要有规律地在一定的时间间隔之后对直接与燃烧室相接触的光学系统的前透镜作费时的维

护和/或清洗。这些时间间隔通常根据经验值来确定而并不取决于对光学系统前透镜的实际维护和/或清洗要求。为可靠起见所进行的维护和/或清洗工作因此通常要比出于工作方面的原因所进行的上述工作更加频繁。因此与之相伴的则是光学系统的很长的停工时间和光学系统以及由此也是燃烧室的很少的可利用率。

#### 发明内容

本发明要解决的技术问题在于提供一种对一个具有一个直接设置于燃烧室中的前透镜的光学系统进行监测的方法，在不影响该光学系统的可靠性的情况下，保证使光学系统的停工时间变得特别短且由此也保证光学系统能得到很高的利用率。这一方法应该用一种适合于实施该方法的装置以最小的技术代价来实现。

上述技术问题首先通过一种对一个具有一个直接设置于一个燃烧室中的前透镜的光学系统进行监测的方法来解决，其中，通过光学系统来接收燃烧室中火焰所发出的光线的强度值，且其中前透镜根据其相对污染的程度被清洗，按照本发明：由燃烧室中火焰发出的光的一个第一波长的第一强度值和一个第二波长的第二强度值来确定火焰的温度值，然后由此温度值又计算出一个额定值，将该额定值与实测到的强度值的一个平均值进行比较，由此求出前透镜的相对污染程度，并将其用于规定前透镜的清洗和/或维护时刻。

本发明基于如下考虑，即：为了使光学系统只有很少的停工时间，不应让前透镜有一种预先确定的、固定的维护和/或清洗工作节律。更多地应根据前透镜的实际维护和/或清洗要求，灵活且根据需要地对其进行维护和/或清洗。对执行维护和/或清洗工作的时刻的规定应建立在对光学系统的测量数据上。然而要避免因此对光学系统的工作造成不良影响。如果在燃烧室工作时通过光学系统确定出燃烧室中火焰的光强值，那么从中便可推导出对该光学系统前透镜的相对污染程度的一个度量值。前透镜受污染因此会导致光强值的一种特征值减少。对前透镜的相对污染强度的一种特别可靠的计算因此是通过将一个由直接测到的强度值所平均得到的强度值(实际强度值)同一个从一个为火焰所确定的温度值中所计算出的强度值(理论强度值)作比较而给出的。

用于确定光学系统前透镜的污染程度所要求的温度值，优选由燃烧室中火焰发出的光的一个第一波长的强度值和一个第二波长的强度值来确定。为此，输出耦合两个发自燃烧室火焰的辐射光谱的分别具有一个约10nm的波长带的窄带频谱区域。这两个频谱区域在此尤其各自位于一个无燃烧产物发射谱线的波长区域内，即在所谓的无谱带区域中。根据普朗克辐射定律，在无谱带区域中仅仅只存在有所谓的普朗克辐射，这样通过求出这两个频谱区域强度值的比例，可确定出燃烧室中火焰发出光线的一个温度值。

光学系统可用于对燃烧室中的燃烧作分析并因此来接收燃烧室各个火焰局部区分开的(ortsaufgeloest)强度值。在该情况下，所述强度值不仅用于燃烧分析也用于确定光学系统前透镜的污染程度。为局部区分强度值，在此相宜地提供一种“Charge-Coupled-Device-Kamera - CCD 摄象机”作为接收板。该 CCD 摄象机亦称光学图像传感器，它接收从火焰辐射出的光或火焰光谱。

为能使光学系统直接应用于高温设备部件，例如用于一个锅炉，相宜地设置一个用于光学系统的冷却系统。该冷却系统由此例如包括一个珀尔帖元件(Peltierelement)。利用珀尔帖效应，该珀尔帖元件相对于环境温度冷却，而与该珀尔帖元件相连接的冷却体则与之相反被加热。此外，其它属于该光学系统的电子元件也可用冷却空气或吹风空气加以冷却。

本发明所取得的优点主要在于：根据借助实际所获取的测量数据所计算出的光学系统的前透镜的相对污染程度，可根据需要来规定一个维护和/或清洗时间。这种光学系统的前透镜的维护和清洗因而不必按一种固定的时间间隔来进行，而是可以根据所确定的前透镜的相对污染度根据需要来进行。光学系统由此有特别少的停工时间和一个特别高的利用率。

25

附图说明

30

以下根据一个附图对本发明的一个实施例予以详细说明。该附图示意性地示出一种燃烧分析用装置。

#### 具体实施方式

5 用于燃烧分析的装置 2 对燃烧室 4 中发生的燃烧过程进行燃烧分析。用于燃烧分析的装置 2 为此包括一个具有一个直接设置于燃烧室 4 中的前透镜 8 的光学系统 6 和一个数据处理系统 12。

10 火焰或燃烧室 4 被分配给一个图中未示出的锅炉设备，例如发电厂中一个燃烧化石燃料的锅炉或者一个垃圾燃烧设备。为控制在燃烧室 4 中进行的燃烧过程，光学系统 6 经燃烧室 4 的壁 16 上的一个孔 14 来获取图像形式的表示燃烧过程的重要辐射数据，并将它们传导给数据处理系统 12。光学系统 6 为此通过图中未详加表示的固定装置被放置在燃烧室 4 的壁 16 上，并由此可得到一个尽可能大的视区，亦即对燃烧室 4 中一个烧嘴产生的火焰 F 有一个大的视角  $\alpha$ 。

15 光学系统 6 包括一个直接设置于燃烧室 4 中的前透镜 8，该透镜 8 被分配给一个物镜 20，该物镜 20 可包括多片透镜。此外，光学系统 6 还包括一个壳体 22 和一个柱形套筒 24。由烧嘴 18 的火焰 F 发出的辐射光在一个成像光程中穿透前透镜 8，这样光束 26 落到一个接在物镜 20 之后的分光镜 28 上。光束 26 由此也具有燃烧过程反应产物的发射谱线或光谱带辐射。

20 分光镜 28 经物理分束将光束 26 或火焰 F 的光谱分成一个第一分光束 30 和一个第二分光束 32。第一分光束 30 随后落在相对于入射光位于分光镜 28 后面的另一分光镜 34 上。分光镜 34 又将分光束 30 分裂成一个第一分量 36 和一个第二分量 38。第二分光束 32 同样落到沿光路位于分光镜 28 之后的另一分光镜 40 上并被它分成一个第一分量 42 和一个第二分量 44。

25 在各个分光过程中光束截面保持不变，亦即光束 26 的分束是均匀地在分光镜 28、34、40 的整个截面上根据它们各自的反射率和透射率来进行的。分光镜 28、34、40 例如可被构造成线状滤光器或窄带滤光器，它们因此可对光束 26 实施一种取决于波长的物理分配，将其分成多根分光束 30 和 32 及它们各自的分量 36、38 和 42、44，这些光的分量又分别可以具有一个可预定的光谱区域。分光束 30 和 32 的分量 36、38 和 42、44 的光谱区域可按照需求通过一些直接设置在分光镜 34 和 40 之后的校正滤光器 46 受到进一

30

步的限制。根据从烧嘴 18 的火焰 F 的光谱的光束 26 的分光束 30 和 32 的分量 36、38 和 42、44 输出耦合的光谱范围，可设置另外一些校正滤光器 46。

火焰 F 的光谱经滤波后输出的分量 36、38 和 42、44 的光谱区域分别  
5 成像在一个所属的接收板 48 上。设置在光学系统 8 中的接收板 48 的数目因此要与控制燃烧过程所需的参数的数目相匹配。作为接收板 48 来说，尤其采用带有一个约 300nm~1000nm 光谱灵敏度的 CCD 图像传感器，这样可以顺利地采集火焰 F 的整个可见光光谱。一种这样的 CCD 图像传感器的构造方式和工作原理可从海得堡的 Dr. A. Huethig 出版社 1986 年出版的  
10 Maximilian Bleicher 所写的小册子“半导体 - 光电子”中加以了解。为了给接收板 48 提供电源，光子系统 8 因此还包括有一个电源装置 50。

为能将光学系统 6 直接应用于燃烧室 4 中，光学系统 6 具有一个冷却系统 52。为了避免对经接收板 48 所接收的图像产生噪音，每块接收板 48 的工作温度必须保持在约 40°C 的一个工作温度之下。对于每个接收板 48，  
15 冷却系统 52 为此具有一个冷却元件 54，例如一个具有冷却体的珀尔帖元件。此外，冷却系统 52 还包括有一个设置在壳体 22 内壁上的绝热物 56，尤其是绝热毛毡。为测量温度，光学系统 6 另外包括一个温度传感器 58，例如是一个热敏电阻或一个热敏开关，它们的测量值以图中未详细示出的方式  
20 传送至一通风机 60。在该通风机 60 之前接有一个过滤器 62，用于清洁冷却空气 K。

为免遭污染，接收板 48 和光学部件、尤其是分光镜 28、34 和 40、校正滤光器 46 和物镜 20 以及冷却元件 54 被一个设置于壳体 22 中的室 64 或罩包绕。该室 64 例如被设计成一个侧面配有柱形套管 66 的白铁箱。壳体 22 基本上与该室 64 的形状相适配，其中，壳体 22 的柱形套筒 24 被插在燃  
25 烧室 4 的壁 16 的孔 14 中。

接收板 48 分别通过导线 68 连接到数据处理系统 12 上。该数据处理系统 12 包括一个输入模块 70、一个分析模块 74、一个中央模块 76 和一个显示器 76 以及一个数据输入装置 80。导线 68 分别通入输入模块 70 中，输入模块 70 在数据技术上与分析模块 74 连接。分析模块 74 又在数据技术上与  
30 中央模块 76 连接，而中央模块 76 则同与数据输入装置 80 相连的显示器 78 连接。

在燃烧室 4 工作时，为控制燃烧过程，辐射数据为光学系统 6 所采集。由此借助光学系统 6 检测烧嘴 18 的火焰 F。根据光学系统 6 的位置和视角  $\alpha$ ，该光学系统 6 也可同时测取多个烧嘴 18 的多个火焰 F。换言之，在光学系统 6 被放置成与多个沿一条直线前后设置的烧嘴 18 成一个  $90^\circ$  的角度时，  
5 光学系统 6 在一个很大视角  $\alpha$  的情况下可探测燃烧室 4 中的一个或多个火焰 F。

为了对燃烧进行分析，光学系统 6 接收燃烧过程反应产物的发射谱线 E 或光谱带辐射以及烧嘴 18 上火焰 F 的光强度值 I。由图像的局部区分开的发射谱线 E 和强度值 I，可计算出例如在燃烧过程中产生的反应产物的温度  
10 分布和浓度分布。这是基于一种文中未详细介绍的对燃烧过程的调节。

为计算燃烧室 4 中火焰 F 的发射谱线 E 和强度值 I，火焰 F 的光束 26 通过前透镜 8 和光学系统 6 照射到分光镜 28 上。分光镜 28，尤其是一个黄色滤光镜，它让波长大于 545nm(黄光)的第一分光束 30 透过并反射波长小于 500nm(蓝光)的第二分光束 32。其后经分光镜 34，尤其是一红色滤光镜，  
15 将落在其上的分光束 30 分成第一分量 36 和第二分量 38。因此第一反射分量 36 具有小于 630nm(橙色光)的波长，而第二透射分量 38 具有大于 630nm(红色光)的波长。由于第一分光束 30 仅仅包括大于 545nm(黄色光)的波长，因此第一反射分量 36 具有一个 545nm ~ 630nm(橙色光)的带宽。经分光镜 40，由分光镜 28 反射的第二分光束 32 再细分为具有大于 400nm(绿色  
20 光)的波长的第一分量 42 和具有小于 400nm 的波长的第二分量 44。由于第二被反射的分光束 32 包括小于 500nm(蓝色光)的波长，因此被透射的第一分量 42 具有一个 400nm ~ 500nm(绿色光)的带宽。

作为分光镜 28、34 和 40 可采用所有偏转光的或分光的光学元件，例如彩色滤光镜、棱镜或反射镜。使用在光学系统 6 中的分光镜 28、34 和  
25 是所谓的二色相加或相减彩色滤光镜，它们不仅对于一预定的波长带宽可反射频谱区域，而且对于一个第二波长带宽可传递其频谱区域。频谱区域的滤波和分割也可通过孔径分割(Aperturteilung)和相应的滤波来进行。

经分光镜 28、34 和 40 滤出的光分量 36、38 和 42、44 的频谱区域借助校正滤光器 46 被限制在一个约 10nm 的带宽上。亦即，各个校正滤光器  
30 46 将分量 36 和 38 的波长限制在一个从 645 ~ 655nm 和从 545nm ~ 555nm 的带宽上。与此相类似，各校正滤光器 46 将光分量 42 和 44 的波长限制在

一个从 445 ~ 455nm 和从 375 ~ 385nm 的带宽上。作为校正滤光器 46 尤其提供有具有一个 10nm + /-2nm 的带宽的干扰抑止滤光器。

5 发射谱线 E 和强度值 I 或者所滤出的各光分量 36、38 和 42、44 的光线被相应的接收板 48 所接收。从图像的局部区分开(ortsaufgeloesten)的发射谱线 E 和强度值 I 所产生出的接收板 48 的电压值然后被传送到数据处理系统 12 的输入模块 70 中。辐射数据从那里出发最后到达分析模块 74 中。在该模块 74 中计算诸如 CO 或 CN 的温度或浓度等各项参数的空间分布。这些对于燃烧分析而言比较重要的参数然后被显示在显示器 78 上。

10 为可靠地避免在采集用于分析燃烧过程的辐射数据时由于前透镜 8 被污染而产生误差，需要在一定的时间间隔后对光学系统 6 的前透镜 8 进行清洗和/或维护。对这些清洗和/或维护工作的时间的规定则根据需要通过一个分配给数据处理系统 12 的监测模块 82 来进行，该监测模块 82 与分析模块 74 相并联。

15 为此，光学系统 8 接收燃烧室 4 中烧嘴 18 的火焰 F 发出的光线的强度值 I。这要么单独地、并且是专门为了来确定前透镜 8 的相对污染程度地进行，要么是为了采集数据以用于燃烧分析地来进行。这些强度值 I 只要它们是在一次单独的测量中被采集到的，就输入到数据处理系统 12 的输入模块 70 中。该输入模块 70 将这些数据继续传输给监测模块 82，在其中对前透镜 8 的相对污染程度 p 进行计算。

20 为此，要根据强度值 I 来确定烧嘴 18 的火焰 F 的一个温度值 T，从中再计算出一个额定值。该额定值与一个实测到的强度值 J 的平均值、即实际值进行比较，由此求出光学系统 6 的前透镜 8 的相对污染程度 p。

25 为确定烧嘴 18 的火焰 F 的温度值 T，在本实施例中要用到第一分光束 30 的第一分量 36 的强度值 I1 和第一分光束 30 的第二分量 38 的强度值 I2。在此要给强度值 I1 和强度值 I2 分别分配一个波长  $\lambda_1$  或  $\lambda_2$ 。属于强度值 I1 或 I2 的波长  $\lambda_1$  或  $\lambda_2$  在此例如是校正滤光器 46 的透过波长，第一分光束 30 的第一分量 36 和第二分量 38 穿透过该滤光器 46。用波长  $\lambda_1$  的强度值 I1 和波长  $\lambda_2$  的强度值 I2 来计算火焰 F 的一个温度值 T，波长  $\lambda_2$  涉及火焰 F 图像的另一区域。在此要这样地来选择两个长  $\lambda_1$  和  $\lambda_2$ ，即，使得它们位于一个没有燃烧室 4 中燃烧产物的发射谱线的波长范围内，亦即在一个所谓的无光谱带区域中。

30

对火焰 F 的一个点 X, 则根据经验高温测定法得到点 X 处的温度值  $T_x$  的计算公式如下:

$$T_x = \frac{C \left( \frac{1}{(\lambda_1)} - \frac{1}{(\lambda_2)} \right)}{\ln \left( \frac{I_{2x} (\lambda_2)^5}{I_{1x} (\lambda_1)^5} \right)}$$

式中  $C = \frac{hc}{k} = 1.438789 \cdot 10^{-2} mK$ , 其中,  $h$  为普朗克常数,  $c$  为真空中的光

5 速,  $k$  为波尔兹曼常数。

$$I_{1x} = g_a (i_x^{(a)} - o_a),$$

$$I_{2x} = g_b (i_x^{(b)} - o_b),$$

其中

$i_x^{(a)}, i_x^{(b)}$  为接收板 48 在点 x 处所测得的强度值,

10  $o_a, o_b$  为一个取决于各接收板 48 的偏置量,

而  $g_a, g_b$  则为取决于各接收板 48 的放大系数。

为确定光学系统 6 的前透镜 8 的相对污染程度  $p$ , 还要确定出被测强度值  $I$  的一个平均值  $J$ 。该平均值在此意味着, 在图像的一个区域中局部测得的强度值  $I$  被累加, 且由此得到的和被强度值  $I$  的数目所除。所得结果则为平均强度值  $J$ 。作为强度值  $I$  为此例如提供有为接收板 48 所接收的那些强度值  $I$ , 第一分光束 30 的第一分量 36 被导向到该接收板 48 上。这样算出来的平均强度值  $J$  然后与强度值  $I_{1x}$  相比较, 该强度值  $I_{1x}$  是从上述用于温度值  $T_x$  的方式并借助于所计算出的温度值  $T_x$ , 经解该方程求出来的。

20 由此可以根据输入波长高温测定法 (Ein-Wellenlaengen-Pyometrie) 通过换算成百分比数来确定光学系统 6 的前透镜 8 的相对污染度  $p$ :

$$p = 100 \cdot \left( 1 - \frac{g_a (J - o_a)}{\frac{K}{(\lambda_1)^5} \exp \left( \frac{-K}{\lambda_1 \cdot T_x} \right)} \right)$$

$K = \frac{2hc^2}{\Omega} = 3.7832 \cdot 10^{-16} Wm^2$ , 式中  $\Omega$  为立体角, 它可通过校准加以确定。

用计算到的光学系统 6 的前透镜 8 的相对污染程度  $p$  则可根据经验值来确定究竟是否需要光学系统 6 进行一次清洗和/或维护。这样便不一定  
25 需要在一个确定的时间间隔内对光学系统 6 作维护和清洗工作, 反而可以

---

根据所确定的光学系统 6 的前透镜 8 的相对污染程度  $p$  来进行。这样便可使光学系统 6 只有很少的停工时间以及在燃烧室 4 中的被控燃烧过程有一个很高的利用率。

