

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200910090030.5

G01J 5/60 (2006.01)

G01J 5/08 (2006.01)

G01N 21/27 (2006.01)

G01N 21/01 (2006.01)

[43] 公开日 2010年1月13日

[11] 公开号 CN 101625270A

[22] 申请日 2009.7.27

[21] 申请号 200910090030.5

[71] 申请人 北京航空航天大学

地址 100191 北京市海淀区学院路37号

[72] 发明人 李小路 徐立军 田祥瑞 谭丞

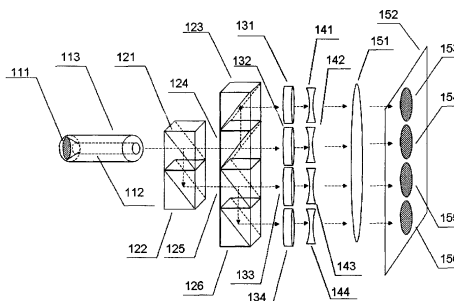
权利要求书3页 说明书8页 附图1页

[54] 发明名称

一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统

[57] 摘要

本发明公开一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统；通过火焰窥镜装置及其前端的探测广角镜收集火焰辐射光传递给分光装置，经滤波装置得到中心波长不同的窄带光信号；由于各条光路不同，不同光路间存在光程差，又由于透镜在不同波长下折射率不同产生色散效应，使各光路具有不同距离的像平面，利用具有不同屈光度的光学补偿透镜对所述光程差及所述色散效应进行补偿，可以在 CCD 接收装置上得到同一清晰度的光强分布图像；利用两路信号的光强分布图像相减得到燃烧中间产物的浓度分布图；利用另两路光信号的光强相比，根据比色法得到火焰温度场分布；本发明能够在线同时获得火焰温度和燃烧中间产物浓度二维分布的监测图像。



1、本发明公开一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统；通过火焰窥镜装置及其前端的探测广角镜收集火焰辐射光传递给分光装置，经滤波装置得到中心波长不同的窄带光信号；由于各条光路不同，不同光路间存在光程差，又由于透镜在不同波长下折射率不同产生色散效应，使各光路具有不同距离的像平面，利用具有不同屈光度的光学补偿透镜对所述光程差及所述色散效应进行补偿，可以在 CCD 接收装置上得到同一清晰度的光强分布图像；利用两路信号的光强分布图像相减得到燃烧中间产物的浓度分布图；利用另两路光信号的光强相比，根据比色法得到火焰温度场分布；本发明能够在线同时获得火焰温度和燃烧中间产物浓度二维分布的监测图像。

2、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，其特征在于所述火焰窥镜装置及其前端的探测广角镜收集火焰辐射光传递给分光装置。所述火焰窥镜装置包括探测广角镜和平行光装置，探测广角镜可以更大范围内收集火焰辐射的光波，平行光装置可以增大收集到的光波的传输距离。

3、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，其特征在于所述火焰探测装置外部具有冷却套筒，通过气冷或水冷或两者组合方式对包括探测广角镜和平行光装置在内的火焰窥镜装置进行降温。

4、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，其特征在于所述分光装置包括多个分光棱镜，具有半透半反膜或具有增反膜。镀膜设计在可见光或者紫外光或者红外光光谱范围。具有半透半反膜的棱镜分光比按照实际应用要求设计。每个分光棱镜的入射光和出射光的表面都需要镀增透膜增大通光量。

5、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，其特征在于所述滤波装置包括滤波器和固定安装机械装置，根据被监测燃烧中间产物的特征谱线以及测量火焰温度场所需光信号波长选定所述滤波器通光波段的中心波长及半波宽。其中在实现监测火焰温度场

的两条光路中，选择使用的滤波器具有相同的半波宽；在实现监测燃烧中间产物浓度的两条光路中，选择使用的滤波器具有相同的半波宽。从滤波器装置出射的窄带光信号分别为：火焰黑体辐射信号分布上的特定燃烧中间产物的特征谱线 1；靠近所述特征谱线且波段互不重叠的黑体辐射信号 2；非特征谱线的黑体辐射上的信号 3；非特征谱线的黑体辐射上的信号 4。

6、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，其特征在于由于各条光路不同，不同光路间存在光程差，又由于透镜在不同波长下折射率不同产生色散效应，使各光路具有不同距离的像平面，利用具有不同屈光度的光学补偿透镜对所述光程差及所述色散效应进行补偿，可以在 CCD 接收装置上得到同一清晰度的光强分布图像。

7、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，其特征在于所述 CCD 接收装置前端有相机镜头装置，所述相机镜头装置具有调焦或变焦功能，也可同时改变物距与像距，且具有可调光圈控制镜头通光量，在一定范围内准确地对火焰成像。所述 CCD 接收装置可根据需要选择在紫外光、可见光与红外光光谱范围内具有特定光谱响应范围的 CCD，以实现对不同波长下的火焰辐射光的成像。所述 CCD 接收装置，其 CCD 的面积大小与成像大小有着对应放大倍数关系。

8、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，其特征在于根据黑体辐射定律，通过火焰黑体辐射信号分布上的特定燃烧中间产物的特征谱线 1 减去靠近所述特征谱线且波段互不重叠的黑体辐射信号 2 的光强强度，得到实际意义的燃烧中间产物的特征辐射信号强度的二维分布。特征辐射信号强度越大，被测量燃烧中间产物的局部浓度越高。非特征谱线的黑体辐射上的信号 3 与非特征谱线的黑体辐射上的信号 4 的光强相比，根据比色法可以得到火焰温度场分布。

9、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，其特征在于所述软件处理系统为 C 语言开发软件系统，并且可与 Matlab、labview、VC、VB 等计算机语言程序系统兼容开发。计算机显示界面为人机交互界面，可以输入和更改参数控制整个系统，提取和处理已

得到的系统数据，通过反馈数据可以调整基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统。

10、按照权利要求 1 所述的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，可以扩展成为多组分光棱镜和光学补偿透镜，可以改变滤波器的通光谱带范围和光学补偿透镜具有的屈光度，从而同时监测燃烧火焰中的多种中间产物的浓度和火焰的温度，实时并同时地得到清晰准确的燃烧中间产物的浓度和火焰温度二维分布的监测图像。

一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统

【技术领域】

本发明是一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，它主要利用黑体辐射规律和几何光学系统探测火焰燃烧产生的各种中间产物的浓度分布，利用比色法实时测量燃烧时的温度分布，利用具有正屈光度或负屈光度的光学补偿透镜补偿各光路中由于光程差和色散效应造成的像质差异。

【背景技术】

目前，主要通过光谱仪测量对应谱线或谱带下的光辐射信号强度来对燃烧火焰中间产物的浓度进行在线监测，但其测量结果为单点浓度或区域平均浓度；另一方面采用激光诱导荧光、拉曼散射及傅立叶变换红外光谱仪等可以获得某产物或粒子的二维分布，但这些方法不易同时获取两种以上的中间产物的二维分布，且价格昂贵、安装复杂，在工业现场应用中存在许多困难。

发射连续光谱的物体的热辐射亮度与其温度的关系符合热辐射定律。由普朗克定律可知，可利用双色法（亦称比色法）测量火焰温度，即，利用在 CCD 上得到的两种不同波长下的辐射强度的两个图像，通过求取两个图像中对应像素响应的比值来求得该像素的温度值。若采用彩色 CCD 摄像机所拍摄的图像，则可根据三基色原理和普朗克定律建立三色测温法来测量火焰的温度。

本发明在已存在的设计基础上，进一步考虑了由于光路不同和色散效应造成的火焰温度场与燃烧中间产物浓度场的成像模糊的补偿问题。由于各条光路不同，不同光路间存在光程差；又由于透镜在不同波长下折射率不同而产生色散效应，使各光路具有不同距离的像平面。本发明利用不同的具有正或负屈光度的光学补偿透镜来补偿上述光程差及色散效应带来的影响，使得 CCD 接收装置得到各个光路的清晰度一致的火焰单色图像。

【发明内容】

本发明是一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，它主要利用黑体辐射规律和几何光学系统探测燃烧火焰产生的各种中间产物的浓度分布，利用比色法实时测量燃烧时的温度分布，利用具有正屈光度或负屈光度的光学补偿透镜补偿各光路中由于色散和光程差造成的像质差异。

本发明提供的一种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统，采用以下技术方案：

该方法通过火焰窥镜装置及其前端的探测广角镜收集火焰辐射光传递给分光装置，经滤波装置得到中心波长不同的窄带光信号；由于各条光路不同，不同光路间存在光程差，又由于透镜在不同波长下折射率不同产生色散效应，使各光路具有不同距离的像平面，利用具有不同屈光度的光学补偿透镜对所述光程差及所述色散效应进行补偿，可以在 CCD 接收装置上得到同一清晰度的光强分布图像；利用两路信号的光强分布图像相减得到燃烧中间产物的浓度分布图；利用另两路光信号的光强相比，根据比色法得到火焰温度场分布；本发明能够在线同时获得火焰温度和燃烧中间产物浓度二维分布的监测图像。

其中，所述火焰窥镜装置及其前端的探测广角镜收集火焰辐射光传递给分光装置。所述火焰窥镜装置包括探测广角镜和平行光装置，探测广角镜可以更大范围内收集火焰辐射的光波，平行光装置可以增大收集到的光波的传输距离。

其中，所述火焰探测装置外部具有冷却套筒，通过气冷或水冷或两者组合方式对包括探测广角镜和平行光装置在内的火焰窥镜装置进行降温。

其中，所述分光装置包括多个分光棱镜，具有半透半反膜或具有增反膜。镀膜设计在可见光或者紫外光或者红外光光谱范围。具有半透半反膜的棱镜分光比按照实际应用要求设计。每个分光棱镜的入射光和出射光的表面都需要镀增透膜增大通光量。

其中，所述滤波装置包括滤波器和固定安装机械装置，根据被监测燃烧中间产物的特征谱线以及测量火焰温度场所需光信号波长选定所述滤波器通光

波段的中心波长及半波宽。其中在实现监测火焰温度场的两条光路中，选择使用的滤波器具有相同的半波宽；在实现监测燃烧中间产物浓度的两条光路中，选择使用的滤波器具有相同的半波宽。从滤波器装置出射的窄带光信号分别为：火焰黑体辐射信号分布上的特定燃烧中间产物的特征谱线 1；靠近所述特征谱线且波段互不重叠的黑体辐射信号 2；非特征谱线的黑体辐射上的信号 3；非特征谱线的黑体辐射上的信号 4。

其中，由于各条光路不同，不同光路间存在光程差，又由于透镜在不同波长下折射率不同产生色散效应，使各光路具有不同距离的像平面，利用具有不同屈光度的光学补偿透镜对所述光程差及所述色散效应进行补偿，可以在 CCD 接收装置上得到同一清晰度的光强分布图像。

其中，所述 CCD 接收装置前端有相机镜头装置，所述相机镜头装置具有调焦或变焦功能，也可同时改变物距与像距，且具有可调光圈控制镜头通光量，在一定范围内准确地对火焰成像。所述 CCD 接收装置可根据需要选择在紫外光、可见光与红外光光谱范围内具有特定光谱响应范围的 CCD，以实现针对不同波长下的火焰辐射光的成像。所述 CCD 接收装置，其 CCD 的面积大小与成像大小有着对应放大倍数关系。

其中，根据黑体辐射定律，通过火焰黑体辐射信号分布上的特定燃烧中间产物的特征谱线 1 减去靠近所述特征谱线且波段互不重叠的黑体辐射信号 2 的光强强度，得到实际意义的燃烧中间产物的特征辐射信号强度的二维分布。特征辐射信号强度越大，被测量燃烧中间产物的局部浓度越高。非特征谱线的黑体辐射上的信号 3 与非特征谱线的黑体辐射上的信号 4 的光强相比，根据比色法可以得到火焰温度场分布。

其中，所述软件处理系统为 C 语言开发软件系统，并且可与 Matlab、labview、VC、VB 等计算机语言程序系统兼容开发。计算机显示界面为人机交互界面，可以输入和更改参数控制整个系统，提取和处理已得到的系统数据，通过反馈数据可以调整基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统。

其中，可以扩展成为多组分光棱镜和光学补偿透镜，可以改变滤波器的通

光谱带范围和光学补偿透镜具有的屈光度，从而同时监测燃烧火焰中的多种中间产物的浓度和火焰的温度，实时并同时地得到清晰准确的燃烧中间产物的浓度和火焰温度二维分布的监测图像。

本发明的有益效果：本发明可为在线监测火焰燃烧状态、有效验证燃烧模型提供一种有效的测量手段，而且对在线调整燃烧工况参数、实现燃烧过程的闭环控制、提高燃烧效率、降低污染气体排放有着重要的意义。并且通过光学补偿透镜，不仅可以补偿由于不同光路间光程差造成的像质差异，而且可以补偿由于光学透镜在不同波长下具有不同的折射率而产生的色散现象，使得在同一成像平面上可得到各个光路的具有相同清晰度的光强分布图像，提高了火焰温度场和燃烧中间产物浓度场的监测精度和准确度。

【说明书附图】

图1是基于光学补偿设计的火焰燃烧监测系统组成示意图；

图2是探测燃烧中的特征谱线示意图；

【具体实施方式】

通过前端的火焰探测广角镜 111 最大范围内收集火焰辐射光，之后经过所述火焰窥镜装置 112 传递给所述分光装置 121 和 122，所述冷却套筒 113 对火焰窥镜装置 112（包括火焰探测广角镜 111）进行降温处理。火焰探测广角镜 111 能迅速、准确地收集火焰辐射光。所述火焰窥镜装置包括探测广角镜和平行光装置，广角镜可以更大范围内收集火焰辐射的光波，平行光装置可以增大收集到的光波的传输距离。火焰窥镜装置 112 及冷却套筒 113 的长度依据燃烧装置的壁厚设计，一般为几十厘米到 1 米。冷却的方式可为气冷或水冷或两者组合。

入射辐射光传递给分光装置 121 和 122。首先入射分光棱镜 121，由于分光棱镜 121 具有半透半反膜，增透系数与增反系数相同，所以入射的光线一半能量透射出去，形成光信号 I。另一部分反射给分光棱镜 122。分光棱镜 122 上具有增反膜，增反系数为 1，几乎全部反射出去，形成光信号 II。此时光信号 I 和光信号 II 强度相同。分光棱镜的入射光和出射光的表面都需要镀增透膜增大通光量。

出射的光信号 I 传递给分光装置 124 和 123。首先入射分光棱镜 124，由于分光棱镜 124 具有半透半反膜，增透系数与增反系数相同，所以入射的光线一半能量透射出去，形成光信号 1。另一部分反射给分光棱镜 123。分光棱镜 123 上具有增反膜，增反系数为 1，几乎全部反射出去，形成光信号 2。此时光信号 1 和光信号 2 强度相同。分光棱镜的入射光和出射光的表面都需要镀增透膜增大通光量。

出射的光信号 II 传递给分光装置 125 和 126。首先入射分光棱镜 125，由于分光棱镜 125 具有半透半反膜，增透系数与增反系数相同，所以入射的光线一半能量透射出去，形成光信号 3。另一部分反射给分光棱镜 126。分光棱镜 126 上具有增反膜，增反系数为 1，几乎全部反射出去，形成光信号 4。此时光信号 3 和光信号 4 强度相同。分光棱镜的入射光和出射光的表面都需要镀增透膜增大通光量。

强度相同光信号 1、光信号 2、光信号 3 和光信号 4 分别经过滤波器 131、滤波器 132、滤波器 133 和滤波器 134 后得到中心波长为 λ_1 的窄带光信号 1、中心波长为 λ_2 的窄带光信号 2、中心波长为 λ_3 的窄带光信号 3、中心波长为 λ_4 的窄带光信号 4。其中在实现监测火焰温度场的两条光路中，选择使用的滤波器 131 和滤波器 132 具有相同的半波宽；在实现监测火焰中间产物浓度的两条光路中，选择使用的滤波器 133 和滤波器 134 具有相同的半波宽。

所述滤波器 131 和 132 的中心波长及半波宽的选择方式如下具体所述：窄带滤波器 131 的中心波长 λ_1 对应被测量燃烧中间产物的特征辐射谱线中心波长，窄带滤波器 131 的半波宽 $\Delta\lambda_1$ 根据被测量燃烧中间产物的特征辐射谱线的半波宽 $\Delta\lambda_0$ 选择，一种选择满足 $\Delta\lambda_1 > \Delta\lambda_0$ ，或者一种选择为 $\Delta\lambda_1 = \Delta\lambda_0$ ；窄带滤波器 132 的中心波长 λ_2 的选取满足 $|\lambda_2 - \lambda_1| \geq 2\Delta\lambda_1$ ，窄带滤波器 132 与窄带滤波器 131 具有相等的半波宽，且 $[\lambda_2 - \Delta\lambda_1, \lambda_2 + \Delta\lambda_1]$ 波段内不存在其他产物的特征辐射谱线。只要与其他产物的特征谱线不交叠，一般可选择 $\lambda_2 = \lambda_1 - 2\Delta\lambda_1$ 或 $\lambda_2 = \lambda_1 + 2\Delta\lambda_1$ 。

所述窄带光信号 1 的强度为所述窄带光信号 1 所占波段内火焰黑体辐射信号强度 205 与特定燃烧中间产物的特征辐射信号强度 201 之和，所述窄带光信号 2 的强度为所述窄带光信号 2 所占波段内火焰黑体辐射信号的强度 202。由

于 λ_1 靠近 λ_2 ，可以认为，所述窄带光信号 1 所占波段内火焰黑体辐射信号强度 205 与所述窄带光信号 2 所占波段内火焰黑体辐射信号的强度 202 相等。

所述窄带光信号 3 为黑体辐射上非特征谱线的 λ_3 信号 203，所述窄带光信号 4 为黑体辐射上非特征谱线的 λ_4 信号 204。所述窄带滤波器 133 和 134 的半波宽的选择方式如下具体所述：窄带滤波器 133 与窄带滤波器 134 具有相同的半波宽 $\Delta\lambda_2$ 。所述窄带滤波器 133 和窄带滤波器 134 的中心波长的选择方式如下所述：窄带滤波器 133 的中心波长 λ_3 与窄带滤波器 134 的中心波长 λ_4 应在火焰黑体辐射光谱范围及 CCD 接收装置 152 的响应光谱范围内，且窄带滤波器 133 所透过的 $[\lambda_3-\Delta\lambda_2, \lambda_3+\Delta\lambda_2]$ 波段与窄带滤波器 134 所透过的 $[\lambda_4-\Delta\lambda_2, \lambda_4+\Delta\lambda_2]$ 波段不重叠，且 $[\lambda_3-\Delta\lambda_2, \lambda_3+\Delta\lambda_2]$ 波段与 $[\lambda_4-\Delta\lambda_2, \lambda_4+\Delta\lambda_2]$ 波段内不包含任何物质的特征辐射谱线。

由于光线由一种物质入射到另一种光密度不同的物质时，其光线的传播方向产生偏折，这种现象称为色散现象，用屈光力表示这种色散程度的大小，其单位是屈光度（缩写为“D”）。1D 的屈光力相当于可将平行光线聚焦在 1 米焦距上。屈光力越强，焦距越短。凸透镜的屈光力以“+”号表示，凹透镜的屈光力以“-”号表示。1 屈光度或 1D 等于常说的 100 度。由于透镜在不同的波长下折射率不同产生色散现象，各条光路形成不同距离的焦平面和像平面；利用具有正屈光度或负屈光度的光学补偿透镜补偿色散现象。例如，滤波后的信号 201 经过相机镜头装置 151 后的屈光度为 2.05D，滤波后的信号 202 经过相机镜头装置 151 后的屈光度为 2.15D，可以在信号 202 后添加一个屈光度为 -0.1D 的光学补偿透镜 142；或者在信号 201 后添加一个屈光度为 0.1D 的光学补偿透镜 141。改变屈光度后的信号 201 与信号 202 被相机镜头装置成像在 CCD 接收装置 152 上。

由于设计的各条光路间存在光程差，利用光学补偿透镜对不同光路间的光程差进行补偿。如图 1 所示，分光棱镜 124 的出射光经过了 2 个分光棱镜，分别是分光棱镜 121 和分光棱镜 124；分光棱镜 123 的出射光经过了 3 个分光棱镜，分别是分光棱镜 121、分光棱镜 124 和分光棱镜 123；分光棱镜 125 的出射光经过了 3 个分光棱镜，分别是分光棱镜 121、分光棱镜 122 和分光棱镜 125；分光

棱镜 126 的出射光经过了 4 个分光棱镜，分别是分光棱镜 121、分光棱镜 122、分光棱镜 125 和分光棱镜 126。因此分光棱镜 123 和分光棱镜 125 的出射光比分光棱镜 124 的出射光多出 1 个分光棱镜的光程，同理，分光棱镜 126 的出射光比分光棱镜 124 的出射光多出 2 个分光棱镜的光程。根据光学高斯公式可知，像距随着物距变化。上述四个光路由于光程不同，因而物距不同，导致成像的像距不同，即像面不同。通过改变光学补偿透镜的屈光度，可以改变各个光路的物距，从而补偿不同光路的光程差。将该补偿机制与上述色散补偿机制相结合，可以采用一套光学补偿透镜同时实现各光路光程差与色散效应的补偿，从而实现各个光路的像面的统一，在同一像平面（CCD 相机）上同时得到各个光路同一清晰度的图像，提高了火焰温度场和燃烧中间产物浓度场的监测精度和准确度。

光学补偿校正后的信号 201 与信号 205 的和传递给 CCD 接收装置 152 前端的相机镜头装置 151；信号 202 同时传递给 CCD 接收装置 152 前端的相机镜头装置 151，用于对 CCD 接收装置 152 成像，所述 CCD 接收装置 152 把光学影像 153 和 154 转化为数字信号传递给所述软件处理系统。通过所述软件处理系统把所述窄带光信号 201 与信号 205 的和与所述窄带光信号 202 的光强分布图像 154 和 153 相减，从而得到实际意义的燃烧中间产物的特征谱线强度 201。特征谱线强度越大，该中间产物的浓度越高。

滤波后的信号 203 和信号 204 传递给 CCD 接收装置 152 前端的相机镜头装置 151，用于对 CCD 相机 152 成像，所述 CCD 接收装置 152 把光学影像 155 和 156 转化为数字信号传递给所述软件处理系统。通过所述软件处理系统把所述窄带光信号 203 与所述窄带光信号 204 的光强 $I(\lambda_3)$ 155 和光强 $I(\lambda_4)$ 156 相比，应用燃烧中的火焰温度与双波长下火焰辐射强度比的函数关系式

$$T = f\left(\frac{I(\lambda_3)}{I(\lambda_4)}\right) \quad (1.1)$$

可得到火焰温度场的图像。测量到的 $I(\lambda_3)$ 和 $I(\lambda_4)$ 发生变化，对应的燃烧室内的温度也相应的发生变化。因此，可利用该方法实时监测燃烧火焰的温度变化情况。

所述 CCD 接收装置前端有相机镜头装置,所述相机镜头装置具有调焦或变焦功能,可在一定范围内准确地对火焰成像。并且可通过调谐像距的位置改变物距的范围。所述 CCD 接收装置可根据需要选择在紫外光、可见光与红外光光谱范围内具有特定光谱响应范围的 CCD,以实现对不同波长下的火焰辐射光的成像。所述 CCD 接收装置,其 CCD 的面积大小与成像大小有着对应放大倍数关系。

所述软件处理系统为 C 语言开发软件系统,通过计算机实时采集数据并成像,并且可与 Matlab、labview、VC、VB 等计算机语言程序系统兼容开发。计算机显示界面为人机交互界面,可以输入和更改参数控制整个系统,提取和处理已得到的系统数据,通过反馈调整这种基于光学补偿设计的火焰温度场和燃烧中间产物浓度场监测系统。

该发明型专利所述方法可以扩展成为多个分光棱镜系统和多个光学补偿校正系统,通过运用不同滤波器的滤波范围,同时监测火焰的温度分布及燃烧中产生的多种中间产物的浓度分布。

以上所述,仅为本发明具体实施方法的基本方案,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的人员在本发明公开的技术范围内,可想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。所有落入权利要求的等同的含义和范围内的变化都将包括在权利要求的范围之内。

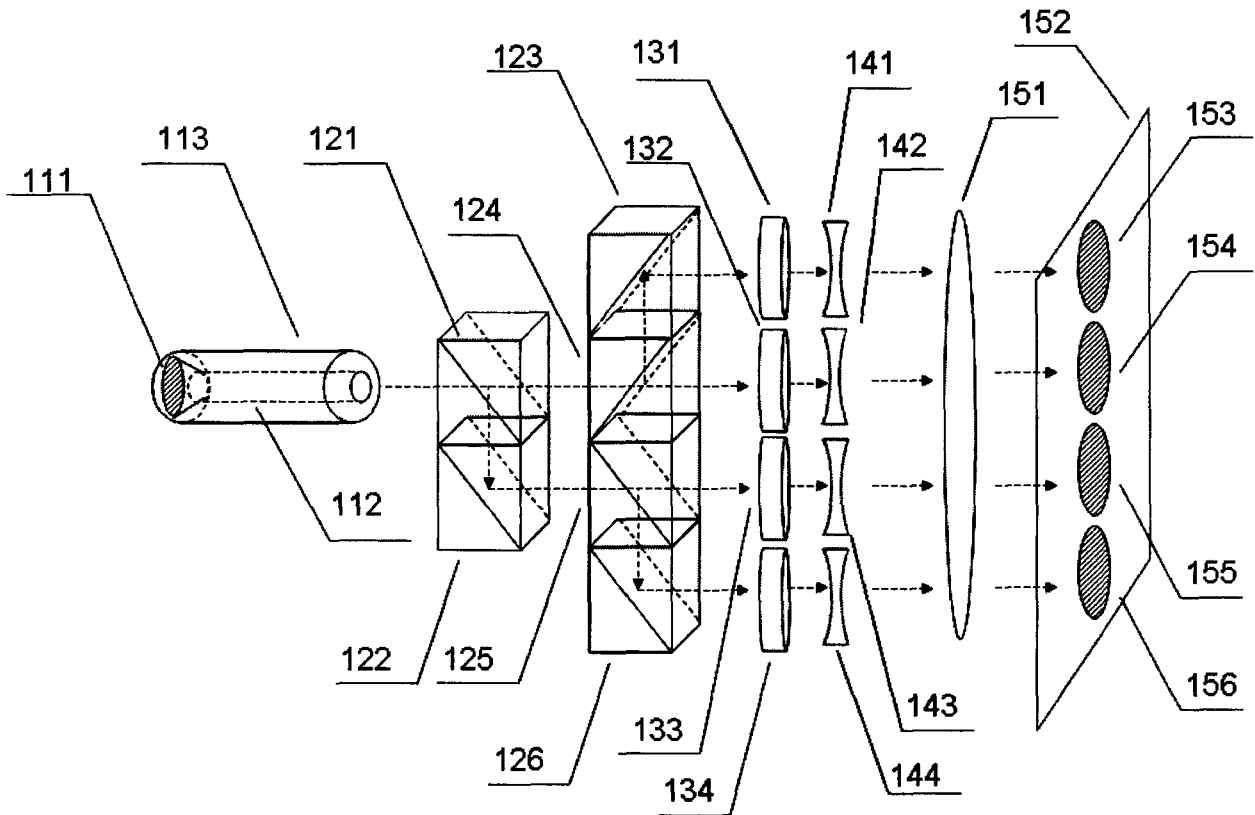


图 1

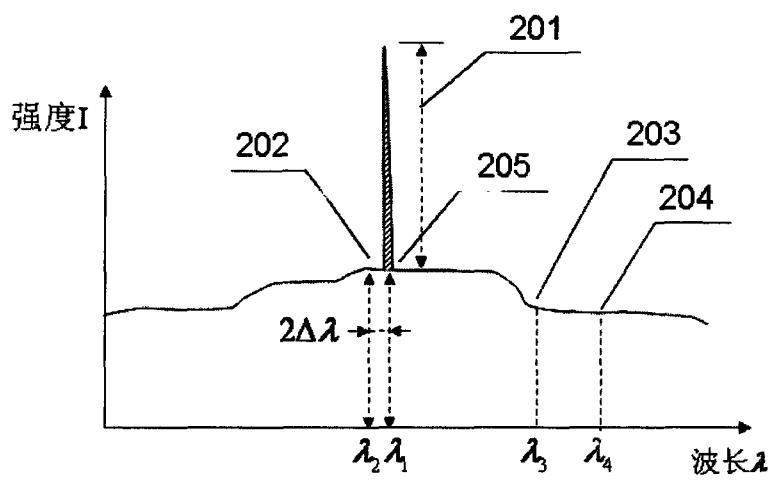


图 2