



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101943604 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 12

(21) 申请号 201010261217. X

(22) 申请日 2010. 08. 24

(66) 本国优先权数据

200910308025. 7 2009. 09. 30 CN

(71) 申请人 卢家金

地址 610100 四川省成都市龙泉驿区成龙大道 359 号

(72) 发明人 卢家金

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所 51124

代理人 蒲敏

(51) Int. Cl.

G01J 5/00 (2006. 01)

G01J 5/08 (2006. 01)

G01J 5/06 (2006. 01)

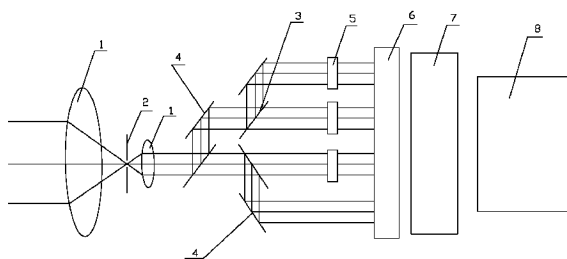
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

测温成像系统及其测量方法

(57) 摘要

本发明提供了一种低成本的测温成像系统，避免了多个成像元件带来的同步差问题。测温成像系统，沿光路包括光学镜头组、分光棱镜及反射镜面组、成像元件、信号处理器，在所述成像元件前还设置有滤光片组，所述滤光片组包括至少两组滤光片，所述滤光片的组数比经过分光棱镜及反射镜面组后的光信号的组数少一组，所述成像元件是单片单色 CCD 或 CMOS 成像元件。本发明基于对物体的热源辐射的非接触式的系统及方法，可对多个信号进行比较从而侦测出物体的测温边界，利用多波段热源辐射温度算法以及系统特性对被测物体表面温度进行计算，同时还可将被测物体表面的温度场进行二维表征。本发明可以方便应用于各类中高温领域。



1. 测温成像系统,沿光路包括光学镜头组、分光棱镜及反射镜面组、成像元件、信号处理器,其特征在于:在所述成像元件前还设置有滤光片组,所述滤光片组包括至少两组滤光片,所述滤光片的组数比经过分光棱镜及反射镜面组后的光信号的组数少一组,所述成像元件是单片单色 CCD 或 CMOS 成像元件。

2. 如权利要求 1 所述的测温成像系统,其特征在于:所述光学镜头组包括凸透镜和降噪光圈,所述分光棱镜及反射镜面组包括分光棱镜和平面反射镜。

3. 如权利要求 1 所述的测温成像系统,其特征在于:所述滤光片组的波段范围涵盖从 400nm 到 1100nm 的可见光及近红外光谱波段。

4. 如权利要求 1 所述的测温成像系统,其特征在于:所述分光棱镜及反射镜面组是 2 个分光棱镜和 1 个平面反射镜,所述滤光片组是 2 组滤光片,所述滤光片的波段中心分别位于 800nm 和 1000nm。

5. 如权利要求 1 所述的测温成像系统,其特征在于:在所述信号处理器前还设置有信号处理转换器。

6. 如权利要求 1 所述的测温成像系统,其特征在于:还设置有外壳,在所述外壳的外表面环绕有降温系统。

7. 测温成像系统的测量方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:

1) 光学镜头组对被测温物体表面的辐射信号进行收集、降噪、准直;

2) 将经过光学镜头组后的光信号分成至少三组信号;

3) 滤光片组将至少两组信号分别投射到同一 CCD 或 CMOS 成像元件的至少两个相邻区域,没有经过滤光片组过滤的光信号直接投射到同一 CCD 或 CMOS 成像元件的另一区域;

4) CCD 或 CMOS 成像元件将光谱信号转换为电信号,信号处理转换器将电信号转换为数字信号,并传输至信号处理器;

5) 信号处理器进行数据处理及温度场计算。

8. 如权利要求 7 所述的测温成像系统的测量方法,其特征在于:步骤 2 所述分成至少三组信号是采用分光棱镜及反射镜面组分成至少三组信号,所述至少三组信号的强度通过改变分光棱镜的分光比例来调整。

9. 如权利要求 7 所述的测温成像系统的测量方法,其特征在于:步骤 3 所述滤光片的波段中心分别位于 800nm 和 1000nm。

10. 如权利要求 7 所述的测温成像系统的测量方法,其特征在于:步骤 5 所述温度场计算是:将信号处理转换器送来的信号进行图像处理,准确知道被测物体在至少两个影像区域内各个像素的对应点,从而利用多波段测温原理对被测物体表面每一个点的温度进行计算;同时根据划定的物体表面某一点或某一区域的温度场进行计算;根据给出的指定点的亮度阈值,利用该指定点周围像素的亮度梯度分布对物体的边界进行自动侦测,并对被测物体表面的局部或全部进行温度计算,从而将物体表面的二维温度分布显示在显示屏上,而未经滤光片过滤的光信号所得到的图像为一黑白影像,该影像用于观测被测物体的表面,以记录被测物体表面的形状以及表面特征。

测温成像系统及其测量方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测温成像系统及其测量方法。

背景技术

[0002] 目前常见的测温成像系统以红外感光元件为主,其结构主要包括光学镜头、红外成像感光元件以及信号处理单元,感光元件的感应光波长通常在 1 微米以上。这类测温成像系统的优点是可以测较低的温度,甚至包括常温物体,缺点是成本较高,这主要是由于红外成像感光元件的成本比其他可见光及近红外成像元件高很多。

[0003] 近年来基于 CCD 的测温成像系统大多以多个 CCD 相机或多 CCD 元件为主,将辐射信号分光至多个 CCD 相机,利用辐射测温原理进行温度计算,这使得测温系统较为复杂,同时由于多个成像元件带来的同步差问题,增加了系统校准及标定的难度,也提高了测温系统的成本。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种低成本的测温成像系统,避免了多个成像元件带来的同步差问题。

[0005] 本发明还要提供一种上述测温成像系统的测量方法。

[0006] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是:测温成像系统,沿光路包括光学镜头组、分光棱镜及反射镜面组、成像元件、信号处理器,其特征在于:在所述成像元件前还设置有滤光片组,所述滤光片组包括至少两组滤光片,所述滤光片的组数比经过分光棱镜及反射镜面组后的光信号的组数少一组,所述成像元件是单片单色 CCD 或 CMOS 成像元件。

[0007] 进一步的,所述光学镜头组包括凸透镜和降噪光圈。

[0008] 进一步的,所述分光棱镜及反射镜面组包括分光棱镜和平面反射镜。

[0009] 进一步的,所述滤光片组的波段范围涵盖从 400nm 到 1100nm 的可见光及近红外光谱波段。

[0010] 进一步的,所述分光棱镜及反射镜面组是 2 个分光棱镜和 1 个平面反射镜,所述滤光片组是 2 组滤光片,所述滤光片的波段中心分别位于 800nm 和 1000nm。

[0011] 进一步的,在所述信号处理器前还设置有信号处理转换器。

[0012] 进一步的,还设置有外壳,在所述外壳的外表面环绕有降温系统。

[0013] 测温成像系统的测量方法,其特征在于:该方法包括以下步骤:

[0014] 1) 光学镜头组对被测温物体表面的辐射信号进行收集、降噪、准直;

[0015] 2) 将经过光学镜头组后的光信号分成至少三组信号;

[0016] 3) 滤光片组将至少两组信号分别投射到同一 CCD 或 CMOS 成像元件的至少两个相邻区域,没有经过滤光片组过滤的光信号直接投射到同一 CCD 或 CMOS 成像元件的另一区域;

[0017] 4) CCD 或 CMOS 成像元件将光谱信号转换为电信号,信号处理转换器将电信号转换

为数字信号,并传输至信号处理器;

[0018] 5) 信号处理器进行数据处理及温度场计算。

[0019] 进一步的,步骤 2 所述分成至少三组信号是采用分光棱镜及反射镜面组分成至少三组信号。

[0020] 进一步的,所述至少三组信号的强度通过改变分光棱镜的分光比例来调整。

[0021] 进一步的,步骤 3 所述滤光片的波段中心分别位于 800nm 和 1000nm。

[0022] 进一步的,步骤 5 所述温度场计算是:将信号处理转换器送来的信号进行图像处理,准确知道被测物体在至少两个影像区域内各个像素的对应点,从而利用多波段测温原理对被测物体表面每一个点的温度进行计算;同时根据划定的物体表面某一点或某一区域的温度场进行计算;根据给出的指定点的亮度阈值,利用该指定点周围像素的亮度梯度分布对物体的边界进行自动侦测,并对被测物体表面的局部或全部进行温度计算,从而将物体表面的二维温度分布显示在显示屏上,而未经滤光片过滤的光信号所得到的图像为一黑白影像,该影像用于观测被测物体的表面,以记录被测物体表面的形状以及表面特征。

[0023] 本发明的有益效果是:本发明基于对物体的热源辐射的非接触式的系统及方法,可对多个信号进行比较从而侦测出物体的测温边界,利用多波段热源辐射温度算法以及系统特性对被测物体表面温度进行计算,同时还可将被测物体表面的温度场进行二维表征。本发明可以方便应用于各类中高温领域,单片 CCD 或 CMOS 的应用避免了多个成像元件带来的同步差问题以及高成本等弊端,同时可以根据被测物体的表面性质选择特定波长来提高测量的准确性,也可降低自然光反射对测量结果的影响。

附图说明

[0024] 图 1 是本发明系统的结构示意图。

[0025] 图 2 是本发明系统的另一种结构的示意图。

具体实施方式

[0026] 如图 1 所示,本发明的系统沿光路包括以下组件:

[0027] 1) 光学镜头组:包括凸透镜 1 和降噪光圈 2,根据物体尺寸大小以及对图像放大倍数的要求,凸透镜 1 的数量可以调整,图 1 表达的是 2 个凸透镜,光学镜头组对被测温物体表面的辐射信号进行收集、降噪、准直;

[0028] 2) 分光棱镜及反射镜面组:包括分光棱镜 3 和平面反射镜 4,将经过光学镜头组后的光信号分成至少两组信号,图 1 和图 2 表达的是将光信号分成四组信号,其中图 1 表达的是 3 个分光棱镜 3 和 3 个平面反射镜 4,图 2 表达的是 3 个分光棱镜 3 和 2 个平面反射镜 4,各组信号强度可根据需要通过改变分光棱镜的分光比例来调整;

[0029] 3) 滤光片组:包括至少两组滤光片 5,滤光片 5 的组数比经过分光棱镜 3 以及平面反射镜 4 后的光信号的组数少一组,滤光片组可将至少两组图像分别投射到同一 CCD 或 CMOS 成像元件的至少两个相邻区域,图 1 和图 2 表达的是三组滤光片 5。滤光片组的波段范围涵盖从 400nm 到 1100nm 的可见光及近红外光谱波段,各组滤光片 5 的光谱波段范围是不同的,波段宽度可窄可宽,可以部分重叠,这样才能在同一温度下产生不同的信号强度。如果被测物体表面温度受自然光影响较大或者被测物体表面温度较低,可只使用三组信号,

这样,两组滤光片 5 的波段中心分别位于 800nm 和 1000nm 的近红外滤光片可以过滤掉自然光经被测物体表面反射而被收集到该系统的信号,如果本发明系统只采用这三组图像信号来进行温度场计算,可以大大提高对被测物体表面真实温度的测量,在这种情况下本发明系统只需要 2 个分光棱镜 3、1 个平面反射镜 4 和 2 组滤光片 5 即可;

[0030] 4) 成像元件及信号处理转换器:成像元件采用单色(黑白)CCD 或 CMOS 成像元件 6,其作用是将光谱信号转换为电信号,信号处理转换器 7 的作用是将电信号转换为数字信号,并传输至信号处理器;

[0031] 5) 信号处理器:信号处理器可以是计算机,包括影像数据处理及温度场计算软件,计算机将信号处理转换器 7 送来的信号进行图像处理,通过对整个系统的校准,可以准确知道被测物体在至少两个影像区域内各个像素的对应点,从而利用多波段测温原理对被测物体表面每一个点的温度进行计算;同时可以根据划定的物体表面某一点或某一区域的温度场进行计算;还可根据给出的指定点的亮度阈值,利用该指定点周围像素的亮度梯度分布对物体的边界进行自动侦测,并对被测物体表面所感兴趣的局部或全部进行温度计算,从而将物体表面的二维温度分布显示在显示屏上,而未经滤光片过滤的光信号所得到的图像为一黑白影像,该影像用于观测被测物体的表面,以记录被测物体表面的形状以及表面特征。由于多数相机的像素信号强度对曝光时间的线性响应并不经过原点,本发明的温度场计算软件的算法还包括对相机数码曝光时间的补偿,该补偿可以根据相机的校正特点进行实现。

[0032] 温度计算过程:

[0033] 根据 CCD 或 CMOS 成像元件、凸透镜和分光棱镜的光学特性,并基于黑体辐射的普朗克定律,在最理想的情况下,CCD 或 CMOS 成像元件上每一个像素的数字信号强度与被测物体的温度的关系可以表达为方程式一:

$$[0034] \quad Q = \alpha \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{D}{d}\right)^2 \cdot f(g) \cdot \frac{a}{X} \cdot \Delta t \cdot \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \varepsilon_{\lambda} \tau_{\lambda} \psi_{\lambda} S_{\lambda} \cdot \frac{C_1 \cdot \lambda^{-5}}{e^{\frac{C_2}{\lambda \cdot T}} - 1} \cdot d\lambda$$

[0035] 式中:Q = 各像素的信号强度;

[0036]

$$\left(\frac{D}{d}\right)^2 = \text{光学镜头特性 (包含光圈直径及物距);}$$

[0037] $f(g)$ = CCD 或 CMOS 增益;

[0038]

$$\frac{a}{X} = \text{单位像素面积及光学镜头的放大倍数;}$$

[0039] Δt = 曝光时间;

[0040]

$$\int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \varepsilon_{\lambda} \tau_{\lambda} \psi_{\lambda} S_{\lambda} \cdot \frac{C_1 \cdot \lambda^{-5}}{e^{\frac{C_2}{\lambda \cdot T}} - 1} \cdot d\lambda = \text{CCD 或 CMOS 所接收到的被测物体辐射能量。}$$

[0041] 本发明系统进行校准和标定后,可以任选两个影像,即可得到如下的关联式二:

$$[0042] \quad \frac{Q_i}{Q_j} = \frac{\int_{\lambda_{i,1}}^{\lambda_{i,2}} \varepsilon_{\lambda} \tau_{\lambda} \psi_{i,\lambda} S_{\lambda} \cdot \frac{C_1 \cdot \lambda^{-5}}{e^{C_2/\lambda T} - 1} \cdot d\lambda}{\int_{\lambda_{j,1}}^{\lambda_{j,2}} \varepsilon_{\lambda} \tau_{\lambda} \psi_{j,\lambda} S_{\lambda} \cdot \frac{C_1 \cdot \lambda^{-5}}{e^{C_2/\lambda T} - 1} \cdot d\lambda}$$

[0043] 式中： $i, j =$ 多个波长及影像中的任意两个；

[0044] ε_{λ} = 被测物体的光谱发射率，该发射率往往在相近的波长范围内为常数。

[0045] 在关联式二中，如果将光谱发射率视为常数，则可简化该关联式，从而得到一个只有一个未知变量（被测物体在该像素位置的温度）的简化方程，进而根据不同波段在同一像素上信号强度的比例得到该点所在表面的温度数据，如果利用多个波段则可以增加温度测量的精确度；另一方面，如果被测物体的光谱发射率不能按常数处理，但如果大致知道其发射率在不同波段的值，也可根据该数据在 400nm 至 1100nm 之间选定合适的滤光片，根据多色测温原理计算出准确的温度数据。

[0046] 本发明可以根据被测物体表面的发射率特性而选择特定的滤光元件以优化和提高对该物体表面温度测量的准确性。分光棱镜 3 的反射和透射比例，也可精心选择，以达到更精确的温度测量。

[0047] 本发明根据各组影像光学组件的构成，对 CCD 或 CMOS 成像元件的所有像素进行校准，可以准确知道同一被测物体的每一点在 CCD 或 CMOS 元件上各区域的具体像素位置，从而将被测物体表面在不同波段的信号强度进行比较，利用多光谱波段的方法原理对该物体表面每一个点的温度进行计算。

[0048] 本发明所采用的多光波段技术通过多波段的对比，可以大大提高温度测量的准确性；同时由于各波段波长范围接近，本发明也大大降低了灰体假设（目前绝大多数宽波段测温技术都基于该假设，假定被测物体表面的发射率在可见光及近红外波段的发射率为一恒定参数）所带来的测温误差。

[0049] 本发明的系统包括至少两组滤光片，可以根据被测系统的温度范围选择被测物体表面的不同图像组合，从而提高被测物体表面温度的准确性，而且可以利用近红外的波段组合消除自然光反射信号对温度测量的影响。相较于常见的 CCD 测温成像技术，一个明显的优势就是：常见的 CCD 测温成像系统无法对自然光在被测物体表面反射所产生的信号进行消除，从而对测量结果造成不可忽略的误差。而本发明的系统可以将其中的两组滤光片的波长选择在近红外波段，在计算被测物体温度的时候，只需要利用这两个波段的数据，从而消除自然可见光反射对测量造成的误差。在自然光反射影像较小或可以忽略的应用场合则可以使用所有多组影像数据以进一步提高测量的准确度。

[0050] 本发明只需采用单片 CCD 或 CMOS 成像元件，避免多个成像元件的校准，同时也大大降低了设备的成本。本发明系统还可包括一套降温系统，该降温系统环绕于本发明系统的外壳的外表面，以保持成像元件处于较低温度下，消除或者降低成像元件的噪音，避免系统长时间运行导致系统内各部件发热而影响温度测量的准确性。

[0051] 本发明主要应用于冶金、水泥、锻造、火力发电锅炉、气化等机械、化工、能源等行业。本发明还可用于科研领域，对燃烧、气化、煅烧等物理化学变化过程的基本原理进行更深入的研究和理解。

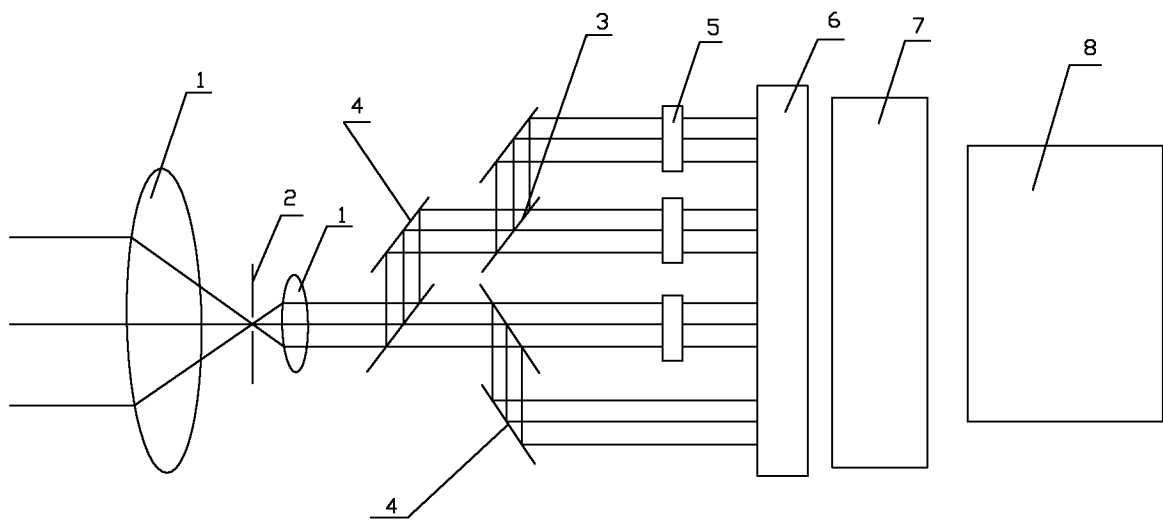


图 1

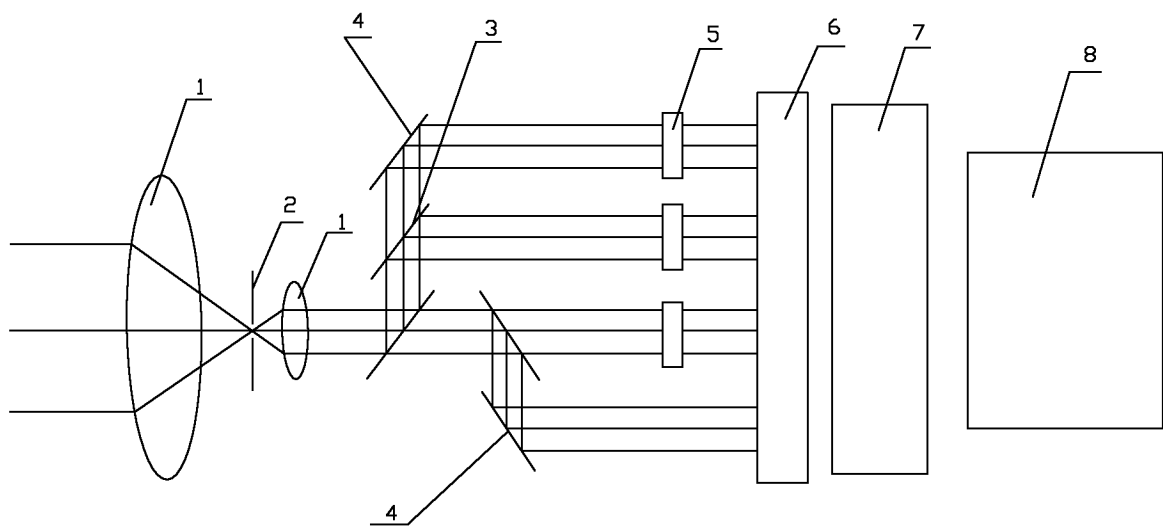


图 2