



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109100434 A

(43)申请公布日 2018.12.28

(21)申请号 201810718822.1

(22)申请日 2018.07.03

(71)申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路135号

(72)发明人 蔡志岗 范可舟 李佼洋 邓森
范泽涛 奉玮杰 王嘉辉

(74)专利代理机构 广州润禾知识产权代理事务
所(普通合伙) 44446

代理人 林伟斌 杨钊霞

(51)Int.Cl.

G01N 30/02(2006.01)

G01N 30/54(2006.01)

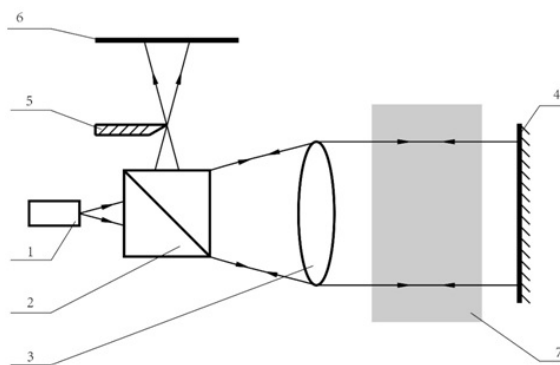
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种折叠式纹影装置及基于其的气体温度场可视化方法

(57)摘要

本发明涉及纹影光学成像技术领域,具体涉及一种折叠式纹影装置及基于其的气体温度场可视化方法;该纹影装置包括光源及在光源后方依次设置的分束镜、凸透镜及平面反射镜;凸透镜及平面反射镜之间用于设置测试区;经平面反射镜的反射光经凸透镜后被分束镜转换光路,且在分束镜转换光的路径上设有用于切割光束的刀口;还包括对从刀口出射的光进行成像的成像装置。光源发出的光经分束镜和凸透镜后生成平行光并通过测试区,经平面反射镜的反射后再次分别通过测试区和凸透镜,通过分束镜转换光路汇聚于刀口处,最终被成像装置接收成像。该折叠式纹影装置,能提高纹影图像的清晰度,并解决重影的问题。



1. 一种折叠式纹影装置,其特征在于,包括光源(1)及在光源(1)后方依次设置的分束镜(2)、凸透镜(3)及平面反射镜(4);凸透镜(3)及平面反射镜(4)之间用于设置测试区(7);经平面反射镜(4)的反射光经凸透镜(3)后被分束镜(2)转换光路,且在分束镜(2)转换光的路径上设有用于切割光束的刀口(5);还包括对从刀口(5)出射的光进行成像的成像装置(6)。

2. 根据权利要求1所述的一种折叠式纹影装置,其特征在于,还包括用于调节光源(1)、分束镜(2)、凸透镜(3)及平面反射镜(4)位置的光学支架。

3. 根据权利要求2所述的一种折叠式纹影装置,其特征在于,所述光学支架用于调节光源(1)、分束镜(2)、凸透镜(3)及平面反射镜(4)的高度、转动角度及俯仰角度。

4. 根据权利要求1所述的一种折叠式纹影装置,其特征在于,光源(1)的发光点位于凸透镜(3)的焦点位置上。

5. 根据权利要求1所述的一种折叠式纹影装置,其特征在于,光源(1)的发光点与分束镜(2)之间的距离为8-12mm。

6. 一种气体温度场可视化方法,其特征在于,基于权利要求1至5任一项所述的折叠式纹影装置,所述刀口(5)与测试区(7)气流方向垂直,使用该折叠式纹影装置对气柱进行成像以获取气柱的纹影灰度图,包括如下步骤:

S1. 在纹影灰度图中截取薄层区域;

S2. 获取所述薄层区域的纹影图像灰度数据,在薄层区域中选取灰度极大值点与灰度极小值点并计算灰度差值;

S3. 控制测试区气流出风口的温度变化,并重复步骤S1至S2,以获取不同温度下的灰度差值,并建立灰度差值与温度的函数关系;

S4. 基于纹影灰度图得到灰度三维图;

S5. 在灰度三维图中计算各点灰度值与该灰度三维图中的灰度极小值点的灰度差值,根据步骤S3获取的灰度差值与温度的函数关系得到各点的温度数值,并得到气柱温度三维图;

S6. 对气柱温度三维图进行可视化处理,以实现气体温度场的实时可视化。

7. 根据权利要求6所述的一种气体温度场可视化方法,其特征在于,步骤S1中的薄层区域垂直于气柱喷射方向并紧邻气柱出风口;或/且薄层区域的宽度为5-10个像素点,薄层区域的长度为从气柱的上边缘至下边缘。

8. 根据权利要求6所述的一种气体温度场可视化方法,其特征在于,步骤S2中获取所述薄层区域的纹影图像灰度数据之前,先对薄层区域进行灰度数值叠加并取邻域平均值处理,以对薄层区域平滑降噪。

9. 根据权利要求6所述的一种气体温度场可视化方法,其特征在于,步骤S3中利用玻尔兹曼分布拟合建立灰度差值与温度的函数关系。

10. 根据权利要求6所述的一种气体温度场可视化方法,其特征在于,步骤S4中对纹影灰度图进行取邻域平均值处理以实现图像平滑降噪;基于平滑降噪后的纹影灰度图得到灰度三维图。

一种折叠式纹影装置及基于其的气体温度场可视化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及纹影光学成像技术领域,更具体地,涉及一种折叠式纹影装置及基于其的气体温度场可视化方法。

背景技术

[0002] 纹影装置可以观测流场的分布,广泛应用于流体混合、气体泄漏、燃烧等现象的观察。但对于常规“Z”字型与直线型纹影装置,光线仅单次通过测试区,纹影图像清晰度不高,限制了实验的定量分析;基于凹面镜的反射式光路,入射光路与反射光路不严格重合,存在重影问题。

[0003] 目前实验中常利用热敏电阻温度计,热电偶温度传感器等接触式方法测量气体温度,但其响应时间较长,且干扰气流流向,数据精度不高,可靠性较差;而以红外热像仪为代表的非接触测温方法精度较好,但设备成本较高。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的不足,提供一种折叠式纹影装置,能提高纹影图像的清晰度,并解决重影的问题。

[0005] 为达到上述目的,本发明采用的技术方案是:

提供一种折叠式纹影装置,包括光源及在光源后方依次设置的分束镜、凸透镜及平面反射镜;凸透镜及平面反射镜之间用于设置测试区;经平面反射镜的反射光经凸透镜后被分束镜转换光路,且在分束镜转换光的路径上设有用于切割光束的刀口;还包括对从刀口出射的光进行成像的成像装置。

[0006] 上述方案中,光源发出的光经分束镜和凸透镜后生成平行光并通过测试区,经平面反射镜的反射后再次分别通过测试区和凸透镜,通过分束镜转换光路汇聚于刀口处,最终被成像装置接收成像。该折叠式纹影装置,能提高纹影图像的清晰度,并解决重影的问题。

[0007] 优选地,还包括用于调节光源、分束镜、凸透镜及平面反射镜位置的光学支架。位置的调节便于保证光源发光点、分束镜、凸透镜及平面反射镜的中心在同一高度上,进而提高成像质量。

[0008] 进一步优选地,所述光学支架用于调节光源、分束镜、凸透镜及平面反射镜的高度、转动角度及俯仰角度。

[0009] 优选地,光源的发光点位于凸透镜的焦点位置上。这样设置能提高成像质量。

[0010] 优选地,光源的发光点与分束镜之间的距离为8-12mm。进一步优选地,光源的发光点与分束镜之间的距离为10mm。

[0011] 优选地,光源为LED准单色光源,其光谱带宽较窄,可有效减少不同波段光线因折射产生的色散影响;分束镜为50-50分束镜,其棱长为40mm;凸透镜的直径为60mm,焦距为150mm;平面反射镜的直径为100mm;凸透镜与平面反射镜的间距为300mm;刀口与分束镜的

间距为10mm;成像装置为高分辨率CCD,能进一步提高纹影图像的清晰度,成像装置的画幅像素为1024×1024,成像装置与刀口的间距为20mm。

[0012] 本发明的另一个目的在于提供一种气体温度场可视化方法,基于上述折叠式纹影装置,所述刀口与测试区气流方向垂直,使用该折叠式纹影装置对气柱进行成像以获取气柱的纹影灰度图,包括如下步骤:

S1.在纹影灰度图中截取薄层区域;

S2.获取所述薄层区域的纹影图像灰度数据,在薄层区域中选取灰度极大值点与灰度极小值点并计算灰度差值;

S3.控制测试区气流出风口的温度变化,并重复步骤S1至S2,以获取不同温度下的灰度差值,并建立灰度差值与温度的函数关系;例如,控制测试区气流出风口温度自100℃至320℃变化,以20℃为间隔逐渐上升,依次获取12组灰度差值与温度的数据,根据这12组数据建立灰度差值与温度的函数关系;

S4.基于纹影灰度图得到灰度三维图;

S5.在灰度三维图中计算各点灰度值与该灰度三维图中的灰度极小值点的灰度差值,根据步骤S3获取的灰度差值与温度的函数关系得到各点的温度数值,并得到气柱温度三维图;

S6.对气柱温度三维图进行可视化处理,以实现气体温度场的实时可视化。

[0013] 本发明一种气体温度场可视化方法,能够在不侵入气体流场的情况下,直接读取高温气柱的温度数据,排除了人为因素的干扰,并且能降低成本。

[0014] 优选地,步骤S1中的薄层区域垂直于气柱喷射方向并紧邻气柱出风口;或/且薄层区域的宽度为5-10个像素点,薄层区域的长度为从气柱的上边缘至下边缘。

[0015] 优选地,步骤S2中获取所述薄层区域的纹影图像灰度数据之前,先对薄层区域进行灰度数值叠加并取邻域平均值处理,以对薄层区域平滑降噪。

[0016] 优选地,步骤S3中利用玻尔兹曼分布拟合建立灰度差值与温度的函数关系。这样设置能保证灰度差值与温度的关系的精确度。当然,也可利用线性拟合得到较为粗略的函数关系。

[0017] 优选地,步骤S4中对纹影灰度图进行取邻域平均值处理以实现图像平滑降噪;基于平滑降噪后的纹影灰度图得到灰度三维图。

[0018] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

本发明一种折叠式纹影装置,光源发出的光经分束镜和凸透镜后生成平行光并通过测试区,经平面反射镜的反射后再次分别通过测试区和凸透镜,通过分束镜转换光路汇聚于刀口处,最终被成像装置接收成像,该折叠式纹影装置,能提高纹影图像的清晰度,并解决重影的问题;本发明一种气体温度场可视化方法,能够在不侵入气体流场的情况下,直接读取高温气柱的温度数据,排除了人为因素的干扰,并且能降低成本。

附图说明

[0019] 图1为本实施例一种折叠式纹影装置的示意图,图中省略光学支架;

图2为本实施例一种气体温度场可视化方法的流程图;

附图标记:1光源;2分束镜;3凸透镜;4平面反射镜;5刀口;6成像装置;7测试区。

具体实施方式

[0020] 下面结合具体实施方式对本发明作进一步的说明。其中,附图仅用于示例性说明,表示的仅是示意图,而非实物图,不能理解为对本专利的限制;为了更好地说明本发明的实施例,附图某些部件会有省略、放大或缩小,并不代表实际产品的尺寸;对本领域技术人员来说,附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

[0021] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件;在本发明的描述中,需要理解的是,若有术语“上”、“下”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明,不能理解为对本专利的限制,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

实施例

[0022] 本实施例提供一种折叠式纹影装置,如图1所示,包括光源1及在光源1后方依次设置的分束镜2、凸透镜3及平面反射镜4;凸透镜3及平面反射镜4之间用于设置测试区7;经平面反射镜4的反射光经凸透镜3后被分束镜2转换光路,且在分束镜2转换光的路径上设有用于切割光束的刀口5;还包括对从刀口5出射的光进行成像的成像装置6。

[0023] 使用该折叠式纹影装置时,在测试区7内放置待测试物,光源1发出的光经分束镜2和凸透镜3后生成平行光并通过测试区7,经平面反射镜4的反射后再次分别通过测试区7和凸透镜3,通过分束镜2转换光路汇聚于刀口5处,最终被成像装置6接收成像。该折叠式纹影装置,能提高纹影图像的清晰度,并解决重影的问题。

[0024] 其中,还包括用于调节光源1、分束镜2、凸透镜3及平面反射镜4位置的光学支架。位置的调节便于保证光源1发光点、分束镜2、凸透镜3及平面反射镜4的中心在同一高度上,进而提高成像质量。

[0025] 本实施例中,所述光学支架用于调节光源1、分束镜2、凸透镜3及平面反射镜4的高度、转动角度及俯仰角度。

[0026] 另外,光源1的发光点位于凸透镜3的焦点位置上。这样设置能提高成像质量。

[0027] 其中,光源1的发光点与分束镜2之间的距离为8-12mm。本实施例中,光源1的发光点与分束镜2之间的距离为10mm。

[0028] 另外,光源1为LED准单色光源,其光谱带宽较窄,可有效减少不同波段光线因折射产生的色散影响;分束镜2为50-50分束镜,其棱长为40mm;凸透镜3的直径为60mm,焦距为150mm;平面反射镜4的直径为100mm;凸透镜3与平面反射镜4的间距为300mm;刀口5与分束镜2的间距为10mm;成像装置6为高分辨率CCD,能进一步提高纹影图像的清晰度,成像装置6的画幅像素为1024×1024,成像装置6与刀口5的间距为20mm。

[0029] 本实施例还提供了一种气体温度场可视化方法,基于上述折叠式纹影装置,所述刀口5与测试区7气流方向垂直,使用该折叠式纹影装置对气柱进行成像以获取气柱的纹影灰度图,包括如下步骤:

S1. 在纹影灰度图中截取薄层区域;

S2. 获取所述薄层区域的纹影图像灰度数据,在薄层区域中选取灰度极大值点与灰度

极小值点并计算灰度差值；

S3.控制测试区气流出风口的温度变化,并重复步骤S1至S2,以获取不同温度下的灰度差值,并建立灰度差值与温度的函数关系；

S4.基于纹影灰度图得到灰度三维图；

S5.在灰度三维图中计算各点灰度值与该灰度三维图中的灰度极小值点的灰度差值,根据步骤S3获取的灰度差值与温度的函数关系得到各点的温度数值,并得到气柱温度三维图；

S6.对气柱温度三维图进行可视化处理,以实现气体温度场的实时可视化。

[0030] 本发明一种气体温度场可视化方法,能够在不侵入气体流场的情况下,直接读取高温气柱的温度数据,排除了人为因素的干扰,并且能降低成本。

[0031] 其中,步骤S1中的薄层区域垂直于气柱喷射方向并紧邻气柱出风口;或/且薄层区域的宽度为5-10个像素点,薄层区域的长度为从气柱的上边缘至下边缘。

[0032] 另外,步骤S2中获取所述薄层区域的纹影图像灰度数据之前,先对薄层区域进行灰度数值叠加并取邻域平均值处理,以对薄层区域平滑降噪。

[0033] 其中,步骤S3中利用玻尔兹曼分布拟合建立灰度差值与温度的函数关系。这样设置能保证灰度差值与温度的关系的精确度。当然,也可利用线性拟合得到较为粗略的函数关系。

[0034] 另外,步骤S4中对纹影灰度图进行取邻域平均值处理以实现图像平滑降噪;基于平滑降噪后的纹影灰度图得到灰度三维图。

[0035] 显然,本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

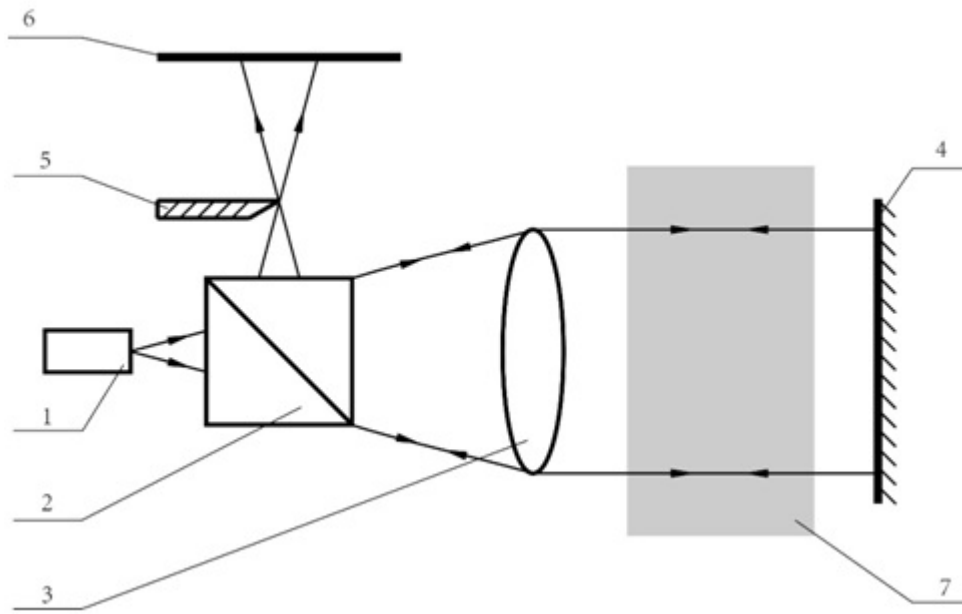


图1

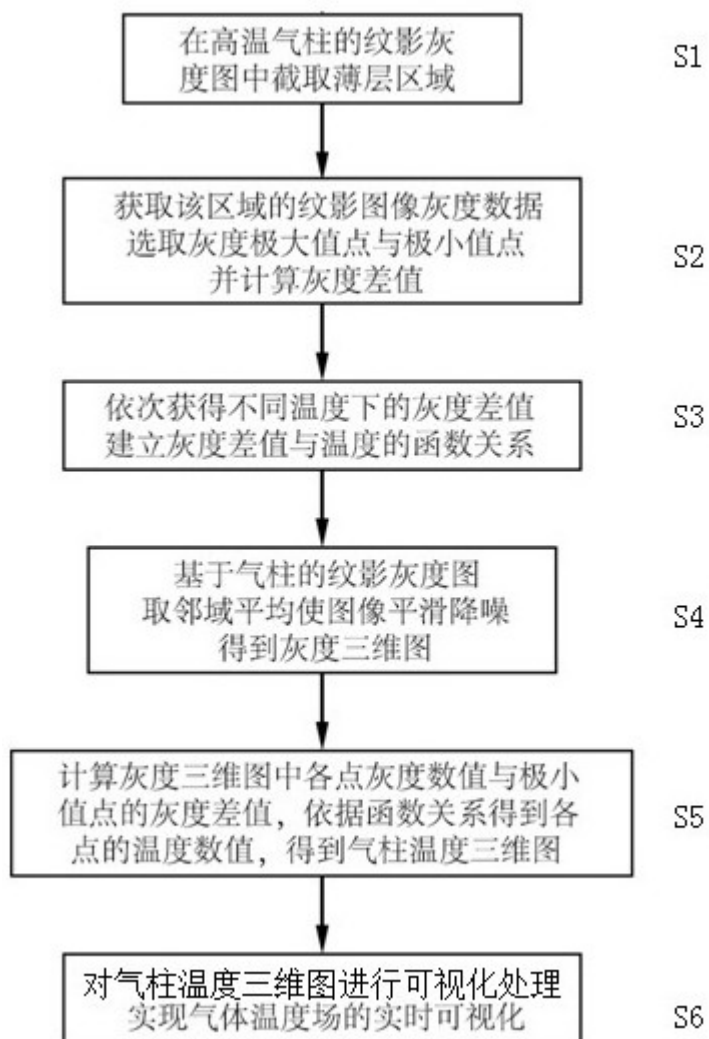


图2