(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112362195 B
(45)授权公告日 2021.05.28

(21)申请号 202011407593.5
(22)申请日 2020.12.04
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112362195 A
(43)申请公布日 2021.02.12
(73)专利权人 中国科学院力学研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号
(72)发明人 韩桂来 姜宗林
(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理事务所(普通合伙) 11390
代理人 焦海峰
(51)Int.Cl.
G01K 15/00(2006.01)
G01K 19/00(2006.01)

审查员 张培

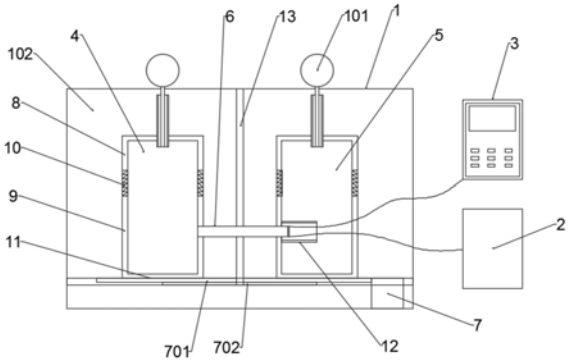
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种热流静态校准装置

(57)摘要

本发明公开了一种热流静态校准装置，包括用于在真空状态下设置供目标传感器进行温度检测的高温区和低温区，并在高温区和低温区之间产生均匀温度梯度的对流换热状态的真空稳态测量装置和用于连接真空稳态测量装置的高温区和低温区，进行对流换热状态下的热流溯源的标定计量装置，以及用于采集对流换热状态下产生的电动势数据，并通过电动势数据反演溯源后的热流输出数据，获得热流输出数据和目标传感器温度输出数据的线性关系的数据采集装置；通过可控距离的温度精细化和长时间的测量，避免了现有的传感器的动态标定以及热流无法溯源的问题，减少了检测校准过程中的离散误差，有效的提高了同轴热电偶瞬态热流传感器的静态校准精度。



CN 112362195 B

1.一种热流静态校准装置，其特征在于，包括真空稳态测量装置(1)、标定计量装置(2)，以及数据采集装置(3)；

其中，所述真空稳态测量装置(1)，用于在真空状态下设置供目标传感器进行温度检测的高温区和低温区，并在高温区和低温区之间产生均匀温度梯度的对流换热状态；

所述标定计量装置(2)，用于连接所述真空稳态测量装置的高温区和低温区，进行对流换热状态下的热流溯源；

所述数据采集装置(3)，用于采集对流换热状态下产生的电动势数据，并通过电动势数据反演均匀温度梯度和标定计量装置(2)溯源后的热流输出数据，获得热流输出数据和目标传感器温度输出数据的线性关系。

2.根据权利要求1所述的一种热流静态校准装置，其特征在于，所述真空稳态测量装置(1)包括目标传感器(101)、用于提供真空环境的真空罐体(102)，独立设置在所述真空罐体(102)中的高温形成装置(4)和低温形成装置(5)，所述高温形成装置(4)和所述低温形成装置(5)通过状态桥管(6)连接，所述目标传感器(101)安装在所述高温形成装置(4)和低温形成装置(5)上，所述数据采集装置(3)连接在所述状态桥管(6)位于所述低温形成装置(5)内的端部，用于采集所述状态桥管(6)在对流换热状态下产生的电动势数据。

3.根据权利要求2所述的一种热流静态校准装置，其特征在于，所述状态桥管(6)与所述低温形成装置(5)密封活动连接，所述真空罐体(102)的内底部设置有用于改变高温形成装置(4)和低温形成装置(5)之间空间距离的位移装置，所述状态桥管(6)在所述位移装置的带动下向所述低温形成装置(5)内直线移动，以及设置在所述位移装置上用于同步测量高温形成装置(4)和低温形成装置(5)之间的所述状态桥管(6)的长度的测距仪。

4.根据权利要求3所述的一种热流静态校准装置，其特征在于，所述高温形成装置(4)和低温形成装置(5)均包括固定连接所述真空罐体(102)的上罐体(8)和安装在所述位移装置上的下罐体(9)，且所述上罐体(8)和所述下罐体(9)之间通过弹簧节管(10)进行连接，所述目标传感器(101) 设置在所述上罐体(8)的轴线上，所述状态桥管(6)的两端分别连接在两个所述下罐体(9)上，且所述状态桥管(6)的一端与低温形成装置(5)的下罐体(9)密封活动连接。

5.根据权利要求4所述的一种热流静态校准装置，其特征在于，所述位移装置包括用于安装所述下罐体(9)的托盘(11)，以及用于驱动两个托盘(11)做相向或分离的直线运动的驱动机构(7)，所述驱动机构(7)包括用于螺纹连接两个所述托盘(11)的双向螺杆(701)，所述双向螺杆(701)通过固定槽杆(702)安装在真空罐体(102)的内壁上，所述双向螺杆(701)的上半部与所述托盘(11)螺纹连接，测距仪安装在所述固定槽杆(702)上。

6.根据权利要求5所述的一种热流静态校准装置，其特征在于，所述低温形成装置(5)的下罐体(9)内壁上设置有与所述状态桥管(6)同轴的温度保持管(12)，所述温度保持管(12)径向延伸至所述下罐体(9)的轴心位置，所述温度保持管(12)的直径大于所述状态桥管(6)的直径。

7.根据权利要求4所述的一种热流静态校准装置，其特征在于，所述状态桥管(6)包括圆柱状的外管体(601)和内管体(602)，所述内管体(602)套装在所述外管体(601)内部，且在所述内管体(602)和所述外管体(601)之间形成导流隙腔(603)，所述内管体(602)内部通过隔板(604)分隔成多个导流槽(605)，且多个所述导流槽(605)和所述导流隙腔(603)传导

的热流在所述外管体(601)位于所述低温形成装置(5)的下罐体(9)内的端部汇集。

8.根据权利要求5所述的一种热流静态校准装置,其特征在于,所述高温形成装置(4)和低温形成装置(5)之间设置有隔热板(13),所述隔热板(13)上设置有供所述状态桥管(6)穿过的贯穿孔,且所述隔热板(13)固定连接在所述双向螺杆(701)的中间位置。

一种热流静态校准装置

技术领域

[0001] 本发明涉及传感器校准技术领域，具体涉及一种热流静态校准装置。

背景技术

[0002] 同轴热电偶瞬态热流传感器是利用不同电极材料的Seebeck效应在不同温度梯度作用下形成电动势并予以测量，进而反演温度和热流的一种实验元器件，主要用于航空航天高超声速飞行器气动实验、高超声速流动相关实验等，具有响应快、量程大、精度高、鲁棒性强等特点。

[0003] 而在目前热流传感器校准一般为动态校准，通过施加脉冲式的热流载荷考察传感器响应，包括激光加载法、液滴加载法、激波管标定法等，形成短时间的热流加载过程，并且即使在长时间的热流加载过程中能够获得大量的校准数据，但在长时间的动态校准下，动态标定对所施加的热流本身的载荷无法进行标定，使得温度提的变化较大，离散误差较大，以及传感器本身的温度变化也会印象热流的测量。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种热流静态校准装置，以解决现有技术中在短时间的动态校准下，热流无法溯源，离散误差较大等技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明具体提供下述技术方案：

[0006] 一种热流静态校准装置，包括真空稳态测量装置、标定计量装置，以及数据采集装置；

[0007] 其中，所述真空稳态测量装置，用于在真空状态下设置供目标传感器进行温度检测的高温区和低温区，并在高温区和低温区之间产生均匀温度梯度的对流换热状态；

[0008] 所述标定计量装置，用于连接所述真空稳态测量装置的高温区和低温区，进行对流换热状态下的热流溯源；

[0009] 所述数据采集装置，用于采集对流换热状态下产生的电动势数据，并通过电动势数据反演均匀温度梯度和标定计量装置溯源后的热流输出数据，获得热流输出数据和目标传感器温度输出数据的线性关系。

[0010] 作为本发明的一种优选方案，所述真空稳态测量装置包括目标传感器、用于提供真空环境的真空罐体，独立设置在所述真空罐体中的高温形成装置和低温形成装置，所述高温形成装置和所述低温形成装置通过状态桥管连接，所述目标传感器安装在所述高温形成装置和低温形成装置上，所述数据采集装置连接在所述状态桥管位于所述低温形成装置内的端部，用于采集所述状态桥管在对流换热状态下产生的电动势数据。

[0011] 作为本发明的一种优选方案，所述状态桥管与所述低温形成装置密封活动连接，所述真空罐体的内底部设置有用于改变高温形成装置和低温形成装置之间空间距离的位移装置，所述状态桥管在所述位移装置的带动下向所述低温形成装置内直线移动，以及设置在所述位移装置上用于同步测量高温形成装置和低温形成装置之间的所述状态桥管的

长度的测距仪。

[0012] 作为本发明的一种优选方案，所述高温形成装置和低温形成装置均包括固定连接所述真空罐体的上罐体和安装在所述位移装置上的下罐体，且所述上罐体和所述下罐体之间通过弹簧节管进行连接，所述目标传感器设置在所述上罐体的轴线上，所述状态桥管的两端分别连接在两个所述下罐体上，且所述状态桥管的一端与低温形成装置的下罐体密封活动连接。

[0013] 作为本发明的一种优选方案，所述位移装置包括用于安装所述下罐体的托盘，以及用于驱动两个托盘做相向或分离的直线运动的驱动机构，所述驱动机构包括用于螺纹连接两个所述托盘的双向螺杆，所述双向螺杆通过固定槽杆安装在真空罐体的内壁上，所述双向螺杆的上半部与所述托盘螺纹连接，测距仪安装在所述固定槽杆上。

[0014] 作为本发明的一种优选方案，所述低温形成装置的下罐体内壁上设置有与所述状态桥管同轴的温度保持管，所述温度保持管径向延伸至所述下罐体的轴心位置，所述温度保持管的直径大于所述状态桥管的直径。

[0015] 作为本发明的一种优选方案，所述状态桥管包括圆柱状的外管体和内管体，所述内管体套装在所述外管体内部，且在所述内管体和所述外管体之间形成导流隙腔，所述内管体内部通过隔板分隔成多个导流槽，且多个所述导流槽和所述导流隙腔传导的热流在所述外管体位于所述低温形成装置的下罐体内的端部汇集。

[0016] 作为本发明的一种优选方案，所述高温形成装置和低温形成装置之间设置有隔热板，所述隔热板上设置有供所述状态桥管穿过的贯穿孔，且所述隔热板固定连接在所述双向螺杆的中间位置。

[0017] 本发明与现有技术相比较具有如下有益效果：

[0018] 本发明通过在真空环境中利用高温区和低温区形成静态、稳定以及均匀温度梯度的热流，并通过可控距离的温度精细化和长时间的测量，避免了现有的传感器的动态标定以及热流无法溯源(所施加的热流载荷本身无法标定)的问题，减少了检测校准过程中的离散误差，并且使得校准过程中收到温度变化的影响小，有效的提高了同轴热电偶瞬态热流传感器的静态校准精度。

附图说明

[0019] 为了更清楚地说明本发明的实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是示例性的，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图引伸获得其它的实施附图。

[0020] 图1为本发明实施例提供的真空稳态测量装置的系统结构示意图；

[0021] 图2为本发明实施例提供状态桥管的纵截面的结构示意图。

[0022] 图中的标号分别表示如下：

[0023] 1-真空稳态测量装置；2-标定计量装置；3-数据采集装置；4-高温形成装置；5-低温形成装置；6-状态桥管；7-驱动机构；8-上罐体；9-下罐体；10-弹簧节管；11-托盘；12-温度保持管；13-隔热板；

[0024] 101-目标传感器；102-真空罐体；

[0025] 601-外管体;602-内管体;603-导流隙腔;604-隔板;605-导流槽;

[0026] 701-双向螺杆;702-固定槽杆。

具体实施方式

[0027] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0028] 目前热流传感器校准一般为动态校准,通过施加脉冲式的热流载荷考察传感器响应,包括激光加载法、液滴加载法、激波管标定法等,型成短时间的热流加载过程,而热流的测试对象常为热平板或大的管道,热量的传递过程也是十分的复杂,在传统的热量辐射过程中就包括对流和辐射两种方式,单纯的依靠计算来决定热流是十分困难的过程,在此前提下利用热流的方式对同轴热电偶瞬态热流传感器的校准也容易造成动态标定的过程中,对传感器所施加的热流载荷本身无法标定(即无法进行热流的溯源),为此:

[0029] 如图1所示,本发明提供了一种热流静态校准装置,包括真空稳态测量装置1、标定计量装置2,以及数据采集装置3;

[0030] 其中,真空稳态测量装置1,用于在真空状态下设置供目标传感器进行温度检测的高温区和低温区,并在高温区和低温区之间产生均匀温度梯度的对流换热状态;

[0031] 标定计量装置2,用于连接真空稳态测量装置的高温区和低温区,进行对流换热状态下的热流溯源;

[0032] 数据采集装置3,用于采集对流换热状态下产生的电动势数据,并通过电动势数据反演均匀温度梯度和标定计量装置2溯源后的热流输出数据,获得热流输出数据和目标传感器温度输出数据的线性关系。

[0033] 本发明利用在真空中的高温区和低温区形成稳定的稳压,并借此来减少外界环境对高温区和低温区形成的热对流的影响,利用真空状态限制高温区和低温区的热对流的温度变化梯度,从控制变量的手段上,将热流的动态状态,转变为相对稳定的静态热流,从而能够形成稳定的温度梯度。

[0034] 并在此状态下,利用标定计量装置2对热流的输出端进行热流的实时溯源,来解决在短时间的动态标定下,由于热流的变化较大,校准过程中,数据采集装置采集的数据偏差较大导致的校准过程汇总的离散误差较大。

[0035] 本发明提供了一种真空稳态测量装置1,包括用于对高温区和低温区的温度进行实时测量的目标传感器101、用于提供真空环境的真空罐体102,独立设置在真空罐体102中的高温形成装置4和低温形成装置5;

[0036] 其中,高温形成装置4和低温形成装置5通过状态桥管6连接,利用状态桥管6进行热对流的传导;

[0037] 目标传感器101安装在高温形成装置4和低温形成装置5上,数据采集装置3连接在状态桥管6位于低温形成装置4内的端部,用于采集状态桥管6在对流换热状态下产生的电动势数据。

[0038] 对于现有的动态标定和校准过程中,进行热流传动的装置大多采用热阻板和热电

堆或固定连接形成温差的冷热源，在固定状态下供热对流传感器进行数据采集和标定，而在这过程中，忽略了热流传导过程中的传导距离、热流面积、侧面热流损失、垂直方向热损失等影响最终校准结果的误差因素。

[0039] 进一步地，状态桥管6与低温形成装置5密封活动连接，真空罐体102的内底部设置有用于改变高温形成装置4和低温形成装置5之间空间距离的位移装置，状态桥管6在位移装置的带动下向低温形成装置5内直线移动，以及设置在位移装置上用于同步测量高温形成装置4和低温形成装置5之间的状态桥管6的长度的测距仪。

[0040] 为了在高温形成装置4和低温形成装置5进行位移时，避免因为两者的相对移动状态造成热流的流速和流量的变化，高温形成装置4和低温形成装置5均包括固定连接真空罐体102的上罐体8和安装在位移装置上的下罐体9，且上罐体8和下罐体9之间通过弹簧节管10进行连接，利用弹簧节管10的变形，使得上罐体8和下罐体9内部状态保持一定，并且在移动的过程中，通过高温形成装置4和低温形成装置5的同步移动变化，来尽可能的降低位移造成的内部环境的变换对状态桥管6内热流传导的影响，目标传感器101设置在上罐体8的轴线上；

[0041] 状态桥管6的两端分别连接在两个下罐体9上，且状态桥管6的一端与低温形成装置5的下罐体9密封活动连接。

[0042] 位移装置包括用于安装下罐体9的托盘11，以及用于驱动两个托盘11做相向或分离的直线运动的驱动机构7，驱动机构7包括用于螺纹连接两个托盘11的双向螺杆701，双向螺杆701通过固定槽杆702安装在真空罐体102的内壁上，双向螺杆701的上半部与托盘11螺纹连接，测距仪安装在固定槽杆702上。

[0043] 在由于低温形成装置5内的整体温度相较于高温形成装置5内的存在的温差如果较大，则会影响状态桥管6在将热流传导入低温形成装置5内的瞬间状态变化，为此，低温形成装置5的下罐体9内壁上设置有与状态桥管6同轴的温度保持管12，通过温度保持管12来限制状态桥管6中的热流进入低温形成装置6内的瞬时空间，并且温度保持管12能够传导低温形成装置5内的温度变化，进而保证温度保持管12内部的温度变化稳定，温度保持管12径向延伸至下罐体9的轴心位置，温度保持管12的直径大于状态桥管6的直径。

[0044] 进一步地，为了减少热流在状态桥管6中的径向热量的辐射，以及提高热流在状态桥管6中传导时的温度变化梯度的均匀性，如图2所示，状态桥管6包括圆柱状的外管体601和内管体602，内管体602套装在外管体601内部，且在内管体602和外管体601之间形成导流隙腔603，导流隙腔603的厚度在0.5～1mm之间；

[0045] 从高温形成装置4内形成的热流少部分流入导流隙腔603，利用导流隙腔603中的少量热流在导流隙腔603中形成隔离热流，对内管体602的径向热辐射进行隔离，从而保证了内管体602的热流传导的稳定，同时也将流入导流隙腔603中的热流作为固定的误差参数，便于后期的测量和误差排除。

[0046] 内管体602内部通过隔板604分隔成多个导流槽605，其中隔板604的厚度为导流槽605宽度的1/5～1/10，且多个导流槽605和导流隙腔603传导的热流在外管体601位于低温形成装置5的下罐体9内的端部汇集。

[0047] 为了减少高温区和低温区在真空环境中的热辐射的相互影响，本发明在高温形成装置4和低温形成装置4之间设置有隔热板13，隔热板13上设置有供状态桥管6穿过的贯穿

孔，其中贯穿孔可通过隔热材料与状态桥管6的表面接触，且隔热板13固定连接在双向螺杆701的中间位置，具体以不影响测距仪的距离测量为准。

[0048] 以上实施例仅为本申请的示例性实施例，不用于限制本申请，本申请的保护范围由权利要求书限定。本领域技术人员可以在本申请的实质和保护范围内，对本申请做出各种修改或等同替换，这种修改或等同替换也应视为落在本申请的保护范围内。

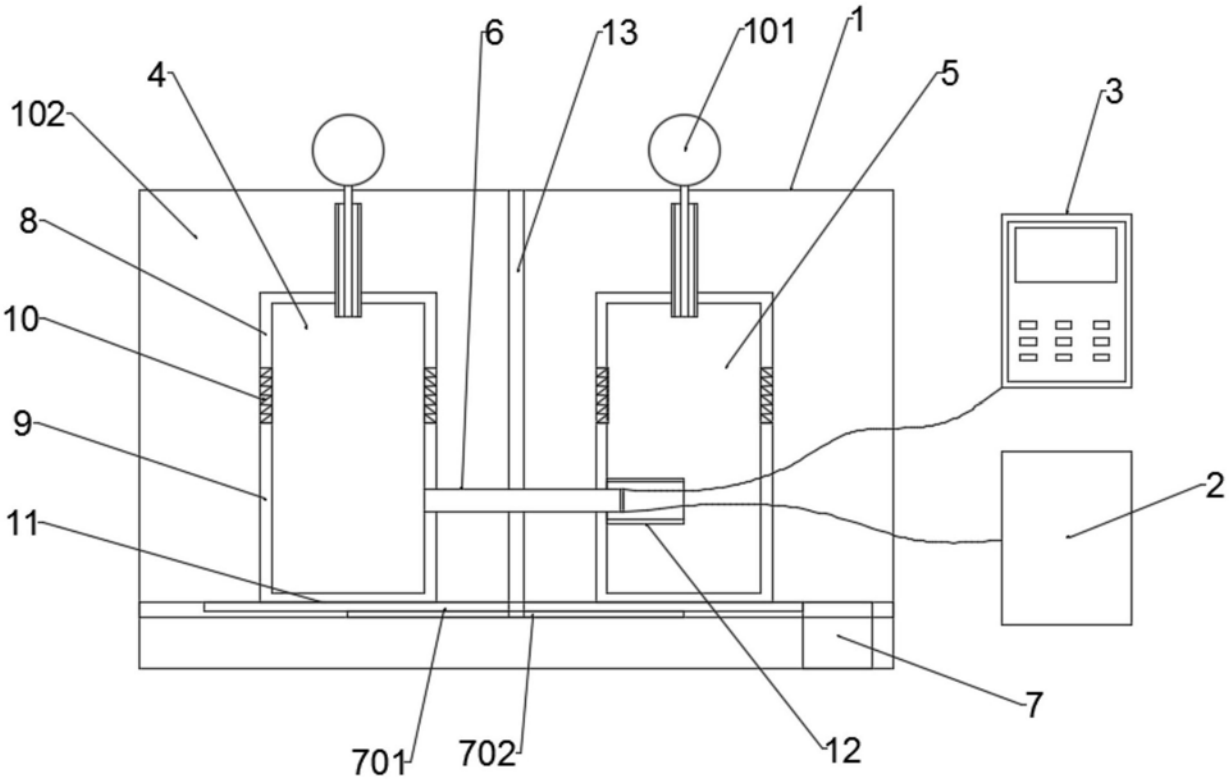


图1

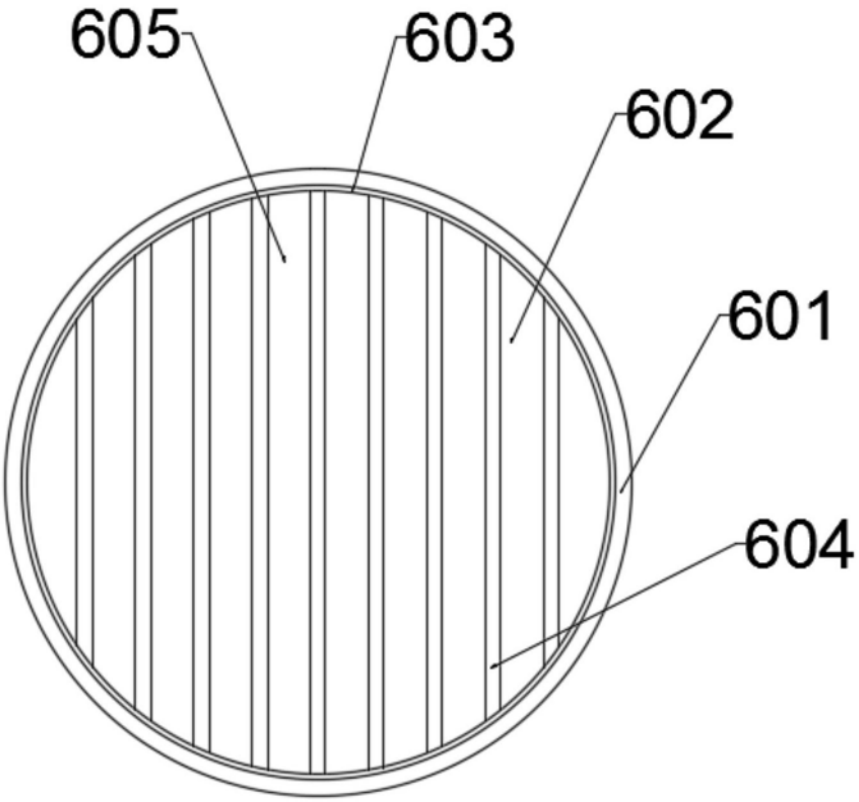


图2