



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107271049 A

(43)申请公布日 2017. 10. 20

(21)申请号 201710554449.6

(22)申请日 2017.07.07

(71)申请人 中国科学院工程热物理研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路11号

(72)发明人 成克用 淮秀兰 李勋锋 周小明

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 任岩

(51) Int. Cl.

G01J 5/00(2006.01)

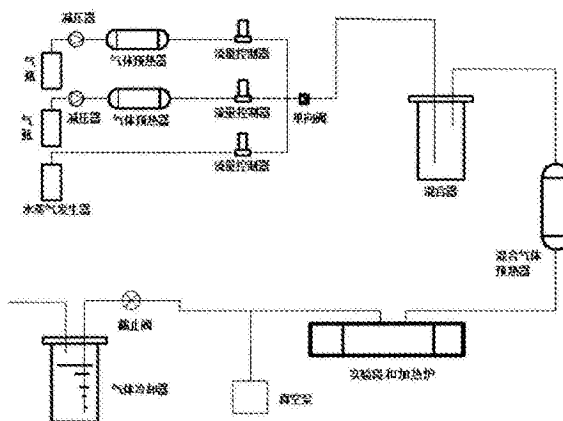
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种测量高温高压混合气体辐射特性的装置和方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于测量高温高压条件下混合气体辐射特性的装置,主要由供气系统、加热系统、抽真空系统、测量系统、实验数据采集存储系统五部分组成。供气系统包括:气瓶,减压器,单向阀,水蒸气发生器,和混合器。加热系统包括:气体预热器,混合气体预热器,加热炉。测量系统包括:激光器,光纤探头,光信号接收器,光谱仪,实验段。实验数据采集存储系统包括:温度传感器,压力变送器,流量控制器,NI数据采集仪。



1. 一种测量混合气体辐射特性的装置,包括:

供气系统,用于提供多种单组分气体,并将多种单组分气体混合;

加热系统,包括气体预热器和加热炉,加热炉设置在气体预热器和供气系统下游;

测量系统,包括激光测量装置和实验段,所述实验段设置在加热炉内部,所述实验段内部流通有预热后的混合气体,加热炉用于加热实验段内的混合气体,激光测量装置用于测量实验段内混合气体的辐射特性。

2. 如权利要求1所述的测量混合气体辐射特性的装置,其中,所述供气系统包括气瓶、水蒸汽发生器和混合器;

所述气瓶用于提供单组分气体,气瓶和水蒸汽发生器均连接至混合器。

3. 如权利要求1或2所述的测量混合气体辐射特性的装置,其中,所述加热系统包括:

单组分气体预热器,设置在气瓶和混合器之间,用于预热单组分气体;

混合气体预热器,设置在混合器下游,用于预热混合气体;

加热炉,设置在混合气体预热器下游,用于加热实验段内混合气体。

4. 如权利要求3所述的测量混合气体辐射特性的装置,其中,

所述供气系统包括至少两个气瓶,每个气瓶连接一条单组分气体支路,所述单组分气体支路沿气流方向依次设置有气瓶、减压器、单组分气体预热器和流量控制器;

水蒸气发生器连接一条水蒸气支路,所述水蒸气支路沿气流方向依次设置有水蒸气发生器和流量控制器;

单组分气体支路和水蒸气支路在末端汇聚为一条混合气体管路,在该混合气体管路上沿气流方向依次设置有单向阀、混合器、混合气体预热器、实验段、真空泵、截止阀和气体冷却器。

5. 如权利要求1所述的测量混合气体辐射特性的装置,其中,所述激光测量装置包括激光器、光纤探头、光信号接收器和光谱仪;

所述激光器与光纤探头连接,位于实验段一端;光信号接收器与光谱仪连接,位于实验段另一端。

6. 如权利要求1或5所述的测量混合气体辐射特性的装置,其中,所述实验段包括测试腔体、蓝宝石玻璃、石棉垫片、外螺纹螺母、支撑、进气管路和出气管路;

所述测试腔体为中空管状结构,通过支撑填充在加热炉内部;

所述测试腔体两端通过蓝宝石玻璃、石棉垫片和外螺纹螺母密封;

所述测试腔体管壁处开有进气口和出气口,所述进气口用于使预热后的混合气体进入测试腔体,所述出气口用于调节测试腔体内压力。

7. 一种测量混合气体辐射特性的方法,利用权利要求1至6任一项所述的测量混合气体辐射特性的装置,包括以下步骤:

S1:对装置进行抽真空,并测量真空状态下的原始光谱特性;

S2:测量单组分气体 N_2 的光谱数据,作为参考值;

S3:关闭装置,重复S1;

S4:测量混合气体的光谱数据,并与参考值进行对比分析。

8. 如权利要求7所述的测量混合气体辐射特性的方法,其中,所述步骤S2包括:

S21:开启其中一条单组分气体N₂支路上的单组分气体预热器、混合气体预热器和加热炉,并调节温度;

S22:开启所述支路上的气瓶和减压阀,经单组分气体预热器预热后流经流量控制器、单向阀、混合器和混合气体预热器,进入测试腔体;

S23:被加热炉加热至预定温度,通过测试腔体出气口调节测试腔体内压力至预定压力,通过激光测量装置测量该单组分气体N₂的光谱数据,作为参考值。

9.如权利要求7所述的测量混合气体辐射特性的方法,其中,
所述步骤S4包括:

S41:开启多条单组分气体支路上的单组分气体预热器、混合气体预热器和加热炉,并调节温度;

S42:开启所述多条单组分气体支路上的气瓶和减压阀,以及水蒸气支路,气体进入混合器进行混合;

S43:混合后的气体经混合气体预热器预热后进入测量腔体,被加热炉加热至预定温度,通过出气口将测试腔体内压力调节至预定压力;

S44:采用激光测量装置测量实验段内混合气体的辐射特性,并与S2获得的参考值进行对比分析。

10.如权利要求8或9所述的测量混合气体辐射特性的方法,其中,激光测量装置测量实验段内气体的辐射特性的过程为:

开启激光器,调节光线探头内的双层透镜,使得激光器发出的光斑穿透测量腔体;

光信号接收器接收光斑,然后将光斑信号采集到光谱仪内,然后存储至电脑进行分析,确定光谱特性。

一种测量高温高压混合气体辐射特性的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种测量高温高压混合气体辐射特性的装置和方法,可以用于研究不同温度、压力、组分条件下气体的辐射特性。

背景技术

[0002] 各种物质的辐射率是表征物质辐射本领的物理量,是一项重要的物性参数,在很多领域发挥着重要作用。例如,国防领域中,是对导弹尾部火焰、蒙皮的辐射特性的认知和预警、隐身的关键。再如,在能源利用、遥感、遥测、辐射测温、红外加热、医学理疗等领域中也具有重要的应用价值。

[0003] 近年来,由于国防、材料、能源技术的快速发展,气体辐射特性在越来越多的领域占据重要位置,尤其是高温、高压环境下。目前,针对高温高压条件下混合气体的辐射特性方面,已经展开了大量的理论研究,但还缺少对高温高压条件下混合气体的辐射特性进行研究的装置和方法。

发明内容

[0004] (一)要解决的技术问题

[0005] 有鉴于此,本发明提供一种测量高温高压混合气体辐射特性的装置和方法,用以解决上述问题。

[0006] (二)技术方案

[0007] 一种测量混合气体辐射特性的装置,包括:

[0008] 供气系统,用于提供多种单组分气体,并将多种单组分气体混合;

[0009] 加热系统,包括气体预热器和加热炉,加热炉设置在气体预热器和供气系统下游;

[0010] 测量系统,包括激光测量装置和实验段,所述实验段设置在加热炉内部,所述实验段内部流通有预热后的混合气体,加热炉用于加热实验段内的混合气体,激光测量装置用于测量实验段内混合气体的辐射特性。

[0011] 优选地,所述供气系统包括气瓶、水蒸汽发生器和混合器;

[0012] 所述气瓶用于提供单组分气体,气瓶和水蒸汽发生器均连接至混合器。

[0013] 优选地,所述加热系统包括:

[0014] 单组分气体预热器,设置在气瓶和混合器之间,用于预热单组分气体;

[0015] 混合气体预热器,设置在混合器下游,用于预热混合气体;

[0016] 加热炉,设置在混合气体预热器下游,用于加热实验段内混合气体。

[0017] 优选地,

[0018] 所述供气系统包括至少两个气瓶,每个气瓶连接一条单组分气体支路,所述单组分气体支路沿气流方向依次设置有气瓶、减压器、单组分气体预热器和流量控制器;

[0019] 水蒸气发生器连接一条水蒸气支路,所述水蒸气支路沿气流方向依次设置有水蒸气发生器和流量控制器;

[0020] 单组分气体支路和水蒸气支路在末端汇聚为一条混合气体管路,在该混合气体管路上沿气流方向依次设置有单向阀、混合器、混合气体预热器、实验段、真空泵、截止阀和气体冷却器。

[0021] 优选地,所述激光测量装置包括激光器、光纤探头、光信号接收器和光谱仪;

[0022] 所述激光器与光纤探头连接,位于实验段一端;光信号接收器与光谱仪连接,位于实验段另一端。

[0023] 优选地,所述实验段包括测试腔体、蓝宝石玻璃、石棉垫片、外螺纹螺母、支撑、进气管路和出气管路;

[0024] 所述测试腔体为中空管状结构,通过支撑填充在加热炉内部;

[0025] 所述测试腔体两端通过蓝宝石玻璃、石棉垫片和外螺纹螺母密封;

[0026] 所述测试腔体管壁处开有进气口和出气口,所述进气口用于使预热后的混合气体进入测试腔体,所述出气口用于调节测试腔体内压力。

[0027] 一种测量混合气体辐射特性的方法,利用上述的测量混合气体辐射特性的装置,包括以下步骤:

[0028] S1:对装置进行抽真空,并测量真空状态下的原始光谱特性;

[0029] S2:测量单组分气体 N_2 的光谱数据,作为参考值;

[0030] S3:关闭装置,重复S1;

[0031] S4:测量混合气体的光谱数据,并与参考值进行对比分析。

[0032] 优选地,

[0033] 所述步骤S2包括:

[0034] S21:开启其中一条单组分气体 N_2 支路上的单组分气体预热器、混合气体预热器和加热炉,并调节温度;

[0035] S22:开启所述支路上的气瓶和减压阀,经单组分气体预热器预热后流经流量控制器、单向阀、混合器和混合气体预热器,进入测试腔体;

[0036] S23:被加热炉加热至预定温度,通过测试腔体出气口调节测试腔体内压力至预定压力,通过激光测量装置测量单组分气体 N_2 的光谱数据,作为参考值。

[0037] 优选地,

[0038] 所述步骤S4包括:

[0039] S41:开启多条单组分气体支路上的单组分气体预热器、混合气体预热器和加热炉,并调节温度;

[0040] S42:开启所述多条单组分气体支路上的气瓶和减压阀,以及水蒸气支路,气体进入混合器进行混合;

[0041] S43:混合后的气体经混合气体预热器预热后进入测量腔体,被加热炉加热至预定温度,通过出气口将测试腔体内压力调节至预定压力;

[0042] S44:采用激光测量装置测量实验段内混合气体的辐射特性,并与S2获得的参考值进行对比分析。

[0043] 优选地,激光测量装置测量实验段内气体的辐射特性的过程为:

[0044] 开启激光器,调节光线探头内的双层透镜,使得激光器发出的光斑穿透测量腔体;

[0045] 光信号接收器接收光斑,然后将光斑信号采集到光谱仪内,然后存储至电脑进行

分析,确定光谱特性。

[0046] (三)有益效果

[0047] 本发明提供一种测量高温高压混合气体辐射特性的装置和方法,通过供气系统得到混合气体,通入实验段加压加热至预定条件后进行测量,结构简单,测量准确,并且能够准确测量不同温度、压力和组分条件下气体的辐射特性。

附图说明

[0048] 图1是本发明实施例的高温高压气体辐射特性测量装置示意图。

[0049] 图2是本发明实施例的实验段结构示意图。

[0050] 图3是本发明实施例的高温高压气体辐射特性测量方法流程图。

[0051] 图4为本发明实施例的测量单组分气体的光谱数据方法流程图。

[0052] 图5为本发明实施例的测量混合气体的光谱数据方法流程图。

具体实施方式

[0053] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明作进一步的详细说明。

[0054] 本发明第一实施例提供一种用于测量高温高压条件下混合气体辐射特性的装置,图1是本发明实施例的高温高压(温度范围20~1000℃,压力范围:常压到10atm)气体辐射特性测量装置示意图,如图1所示,主要由供气系统、加热系统、抽真空系统、测量系统、数据采集存储系统五部分组成。

[0055] 供气系统包括:气瓶,减压器,单向阀,水蒸气发生器和混合器。在本实施例中,气瓶包括第一气瓶和第二气瓶,两个气瓶内均为单组分气体,第一气瓶提供第一单组分气体 N_2 ,第二气瓶提供第二单组分气体 CO_2 或 CO ;减压器包括第一减压器和第二减压器,用于降低气体出口压力;单向阀用于防止流体反向流动;水蒸气发生器用于提供水蒸气;混合器用于混合多种单组分气体。

[0056] 加热系统包括:气体预热器,混合气体预热器,加热炉。在本实施例中,气体预热器包括第一气体预热器和第二气体预热器,用于预热单组分气体;混合气体预热器用于预热混合后的气体;加热炉用于加热实验段内的气体。

[0057] 抽真空系统包括:真空泵。用于在测量开始时对整个装置进行抽真空。

[0058] 测量系统包括激光测量装置和实验段,激光测量装置包括激光器,光纤探头,光信号接收器和光谱仪。激光器与光纤探头相连,位于实验段一端,光信号接收器与光谱仪相连,位于实验段另一端。

[0059] 数据采集存储系统包括:温度传感器,压力变送器,流量控制器,NI数据采集仪。流量控制器包括第一流量控制器、第二流量控制器和第三流量控制器。

[0060] 第一气瓶、第二气瓶和水蒸气发生器分别连接一条气体支路,第一单组分气体支路沿气流方向依次设置有第一气瓶、第一减压器、第一气体预热器和第一流量控制器;第二单组分气体支路沿气流方向依次设置有第二气瓶、第二减压器、第二气体预热器和第二流量控制器;水蒸气支路沿气流方向依次设置有水蒸气发生器和第三流量控制器。第一单组分气体支路、第二单组分气体支路和水蒸气支路在末端汇聚为一条混合气体管路,在该混

合气体管路上沿气流方向依次设置有单向阀、混合器、混合气体预热器、实验段、真空泵、截止阀和气体冷却器,管路末端设置有系统排气口,实验段设置有加热炉。

[0061] 图2为本发明实施例的实验段结构示意图,如图2所示,实验段放置在加热炉内部,实验段由测试腔体,蓝宝石玻璃,支撑,外螺纹螺母,石棉垫片,进气和出气管路组成。测试腔体材质为高温合金,能承受20~1100℃高温,两头有内螺纹,螺纹截止处设置台阶。台阶上铺设石棉垫片,石棉垫片外侧是蓝宝石玻璃,二者之间抹上高温密封胶。蓝宝石玻璃能承受1100℃的高温,且光谱透射率较高。蓝宝石玻璃通过外侧带外螺纹的螺母固定。支撑设置在测试腔体外部,支撑点均匀分布,使得测试腔体完全填充在加热炉内部。特定波段的激光器输送光信号到光纤探头,然后穿透测试腔体,到达光信号接收器,光信号接收器的信号采集到光谱仪内,然后存储至电脑进行分析。需要保持光纤探头和光信号接收器在同一直线上。

[0062] 在气瓶和水蒸气发生器出口处布置流量控制器,在气体测试腔体进出口处,布置温度传感器和压力变送器。所有的温度变送器、压力变送器、流量计均通过信号线连接至NI数据采集仪,动态采集温度、压力、流量信号。

[0063] 上述装置均通过316L不锈钢管道连接,管道均由保温棉进行包裹保温,防止热量散失。

[0064] 本发明第二实施例提供一种利用上述装置进行高温高压混合气体辐射特性测量的方法,图3是本发明实施例的高温高压气体辐射特性测量方法流程图,如图3所示,包括如下步骤:

[0065] S1:对测量装置进行抽真空,并测量真空状态下的原始光谱特性。

[0066] 步骤S1具体包括:

[0067] S11:对测量装置进行抽真空。

[0068] 关闭气瓶和系统排气口处阀门,然后通过真空泵对整个系统进行抽真空;

[0069] S12,开启气体光谱测量系统,通过测量系统确定原始光谱特性。

[0070] 开启激光器,光纤探头与激光器相连,调节光线探头内的双层透镜,使得激光器发出的光斑穿透处于真空状态的气体测量腔体后,全部被光信号接收器接收。光信号接收器的信号采集到光谱仪内,然后存储至电脑进行分析,确定原始光谱特性。其中,保证光纤探头和光信号接收器位于气体测量腔体轴线方向上,保持一条直线,使得光纤探头发出的光斑经过气体测量腔体后,落在光信号接收器的中央。光信号接收器前设置2片凸透镜,根据光纤探头与光信号接收器之间的距离,调节2片凸透镜的位置,使得光纤发出的光斑聚焦在光信号接收器的中央,提高测量精度。

[0071] S2:测量单组分气体N₂的光谱数据,作为参考值。

[0072] 图4为本发明实施例的测量单组分气体的光谱数据方法流程图,如图4所示,包括以下子步骤:

[0073] S21:开启一条单组分气体N₂支路上的单组分气体预热器、混合气体预热器和加热炉,并调节温度。

[0074] 开启第一单组分气体预热器和混合气体预热器,将二者的加热温度控制在150℃左右,开启加热炉,将炉内温度稳定在需要的温度,最高至1100℃。

[0075] S22:开启第一气瓶和减压阀,所需N₂气体从气瓶通过气体预热器预热至100℃以

上,然后流经流量控制器和单向阀,进入混合器和混合气体预热器后,进入实验测量腔体。

[0076] S23:被加热炉加热至需要的温度(20~1000℃),通过关闭测试腔体出口阀门,不断地加入N₂提高测试腔体压力(常压~10atm),达到预定温度和压力后,获得此时气体光谱数据,作为参考值。

[0077] S3:关闭供气系统、加热系统和测量系统,重复S1。

[0078] 保存好参考数据后,关闭数据测量系统和加热系统,并放空实验测试段气体。然后,重复第一步和第二步。

[0079] S4:测量混合气体的光谱数据,并与参考值进行对比分析。

[0080] 图5为本发明实施例的测量混合气体的光谱数据方法流程图,如图5所示,包括以下子步骤:

[0081] S41:开启多条单组分气体支路上的单组分气体预热器、混合气体预热器和加热炉,并调节温度。

[0082] 开启第一组分和第二组分气体预热器和混合气体加热器,将三者加热温度控制在150℃,开启加热炉,将炉内加热温度稳定在需要的温度范围内,最高1100℃。

[0083] S42:同时开启上述多条单组分气体支路上的气瓶和减压阀,以及水蒸气支路,气体进入混合器进行混合。

[0084] 开启第一和第二气瓶和减压阀,所需气体从气瓶通过气体预热器预热至100℃以上;同时开启水蒸气发生器,产生的水蒸气通过流量控制器,进入混合器;其中,通过调节流量控制器,调节混合气体各组分的比例。

[0085] S43:混合后的气体经混合气体预热器预热后进入测量腔体,被加热炉加热至预定温度,通过出气口将测试腔体内压力调节至预定压力。

[0086] 气体和水蒸气在混合器内混合后,经混合气体预热器预热后,进入气体测量腔体,被加热炉加热至需要的温度,通过关闭测试腔体出口阀门,不断地加入混合气体提高测试腔体压力。

[0087] 通过NI数据采集仪采集气体测量腔体进出口温度传感器和压力变送器的数据,达到需要测试的温度(20~1000℃)和压力(常压到10atm)后,关闭气瓶和水蒸气发生器。

[0088] S44:采用激光测量装置测量实验段内混合气体的辐射特性,并与S2获得的参考值进行对比分析。

[0089] 开始测量,将光信号接收器的信号采集到光谱仪内,然后存储至电脑,并将其与第四步测量的参考数据进行对比分析,确定混合气体吸收光谱特性,从而推出其辐射特性。

[0090] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明,应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

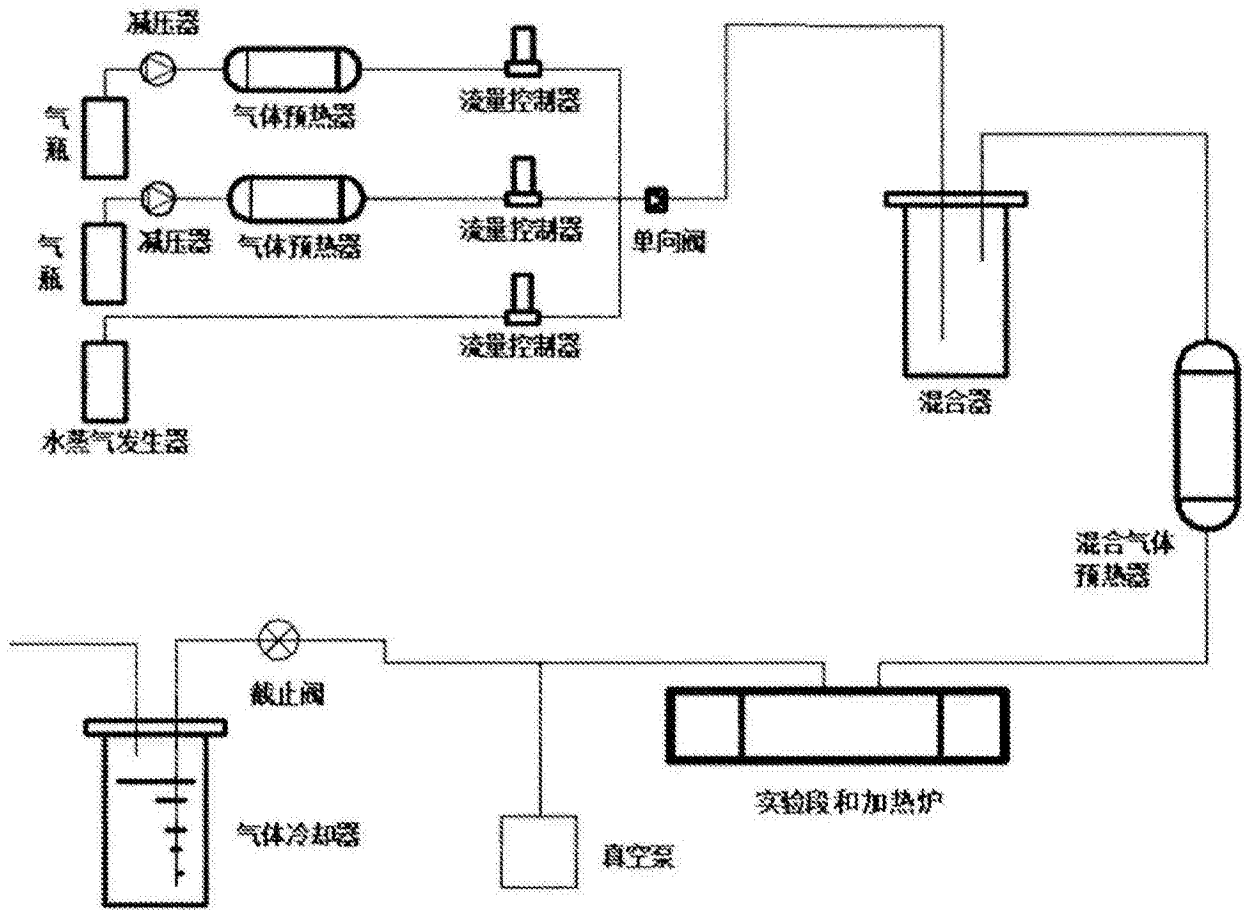


图1

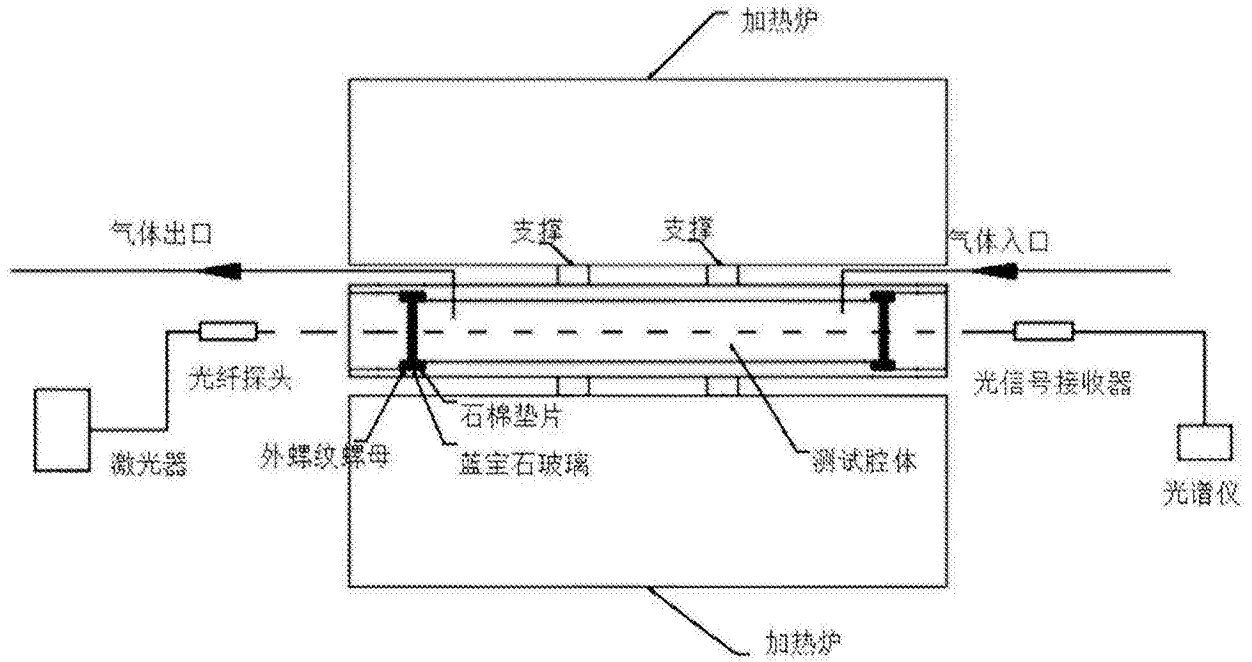


图2

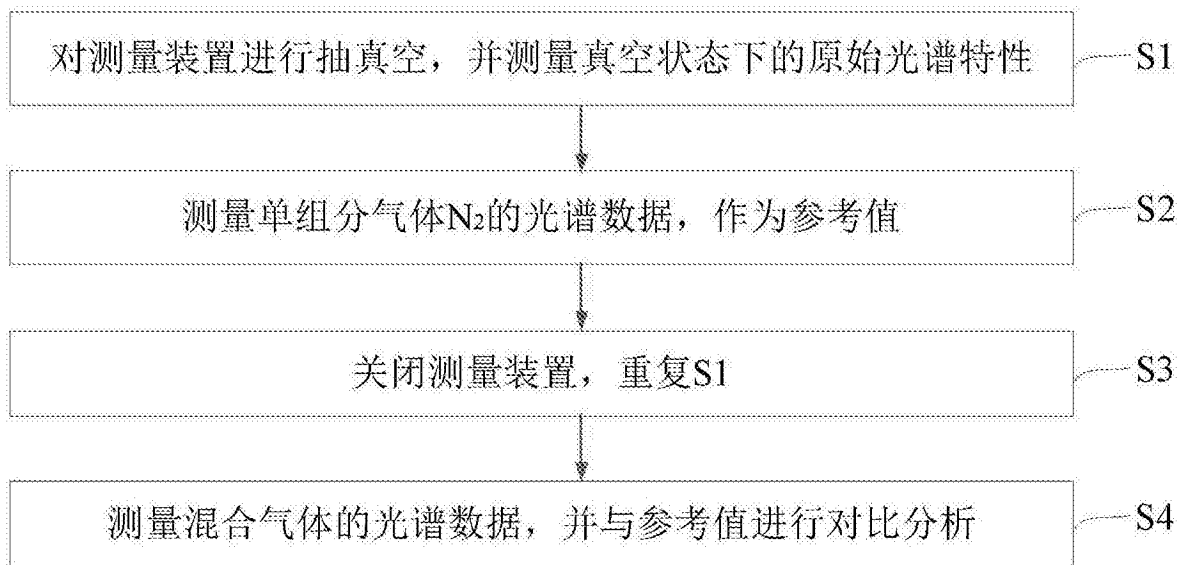


图3

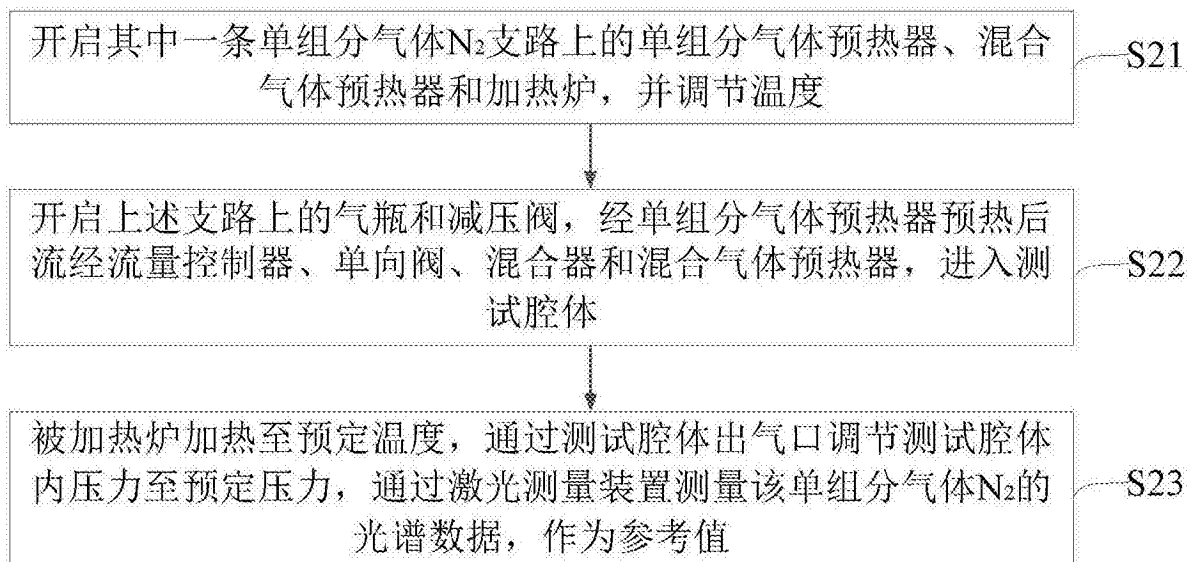


图4

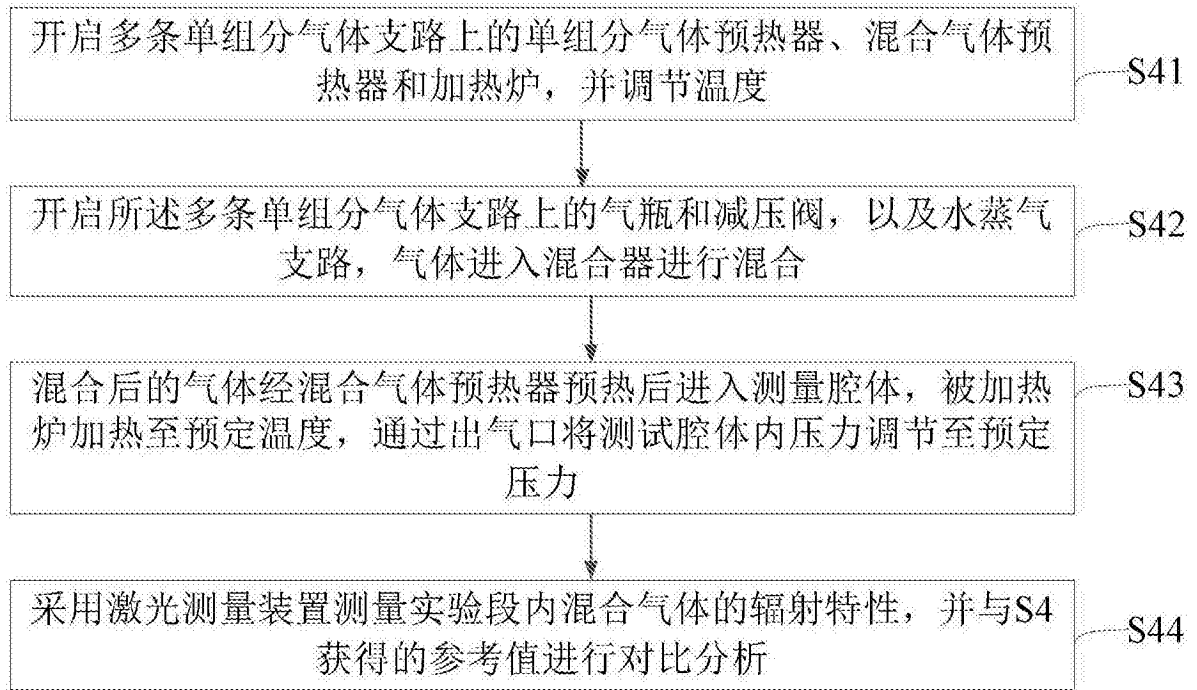


图5