



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119437726 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 14

(21) 申请号 202411634609.4

(22) 申请日 2024.11.15

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710129 陕西省西安市友谊西路127号

申请人 中国空气动力研究与发展中心设备
设计与测试技术研究所

(72) 发明人 陈爽 周全 雷庆春 李响

谭思洋 范玮

(74) 专利代理机构 北京首捷专利代理有限公司

11873

专利代理师 李学磊

(51) Int. Cl.

G01M 15/04 (2006.01)

G01M 15/02 (2006.01)

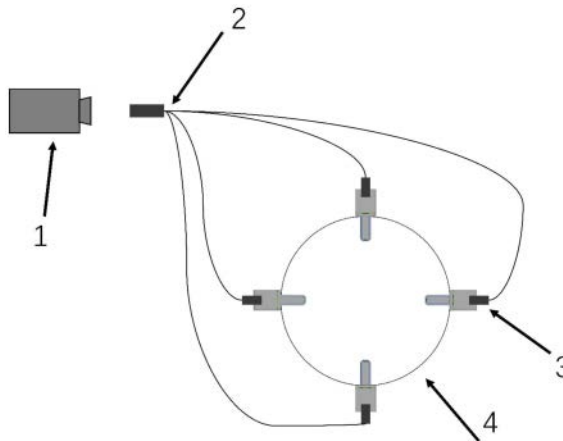
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室
三维高速测量系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,包括:一台高速相机、一组柔性光纤束和多个耐高温内窥镜;一组柔性光纤束由一端为母光纤,另一端位多个子光纤构成;多个子光纤与多个耐高温内窥镜一一对应连接,多个耐高温内窥镜均匀布置在待测量燃烧室外周,且插入燃烧室内部;高速相机用于采集所述母光纤信号。该系统采用柔性光纤束作为传感器,能够满足航空发动机燃烧室内部恶劣环境的要求。同时,该系统采用单相机高速三维成像技术,无需同步控制多台高速相机,降低了实验成本和同步控制难度。实现了三维高速采集;同时,内窥镜采用隔热及抗振结构,可在航空发动机燃烧室内长时间稳定工作,显著提高了其使用寿命。



1. 一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,其特征在于,包括:一台高速相机、一组柔性光纤束和多个耐高温内窥镜;

其中,所述一组柔性光纤束由一端为母光纤,另一端位多个子光纤构成;所述多个子光纤与多个耐高温内窥镜一一对应连接,所述多个耐高温内窥镜均匀布置在待测量燃烧室外周,且插入所述燃烧室内部;

所述高速相机用于采集所述母光纤信号。

2. 如权利要求1所述的一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,其特征在于,所述耐高温内窥镜,包括:蓝宝石视窗、前端透镜、前端镜筒、后端物镜、后端镜筒和冷却套;

其中,所述蓝宝石视窗和前端透镜,依次顺序安装在前端镜筒一侧;所述前端透镜安装在前端镜筒内,安装位置根据视场角需求在前端镜筒内调节;

所述前端镜筒由金属外壳及内部隔热材料构成,包裹内部的光学元件;所述冷却套完全包裹前端镜筒外周;

所述后端镜筒与前端镜筒通过螺纹连接,后端镜筒由金属外壳及内部隔热材料构成;

所述后端透镜安装在后端镜筒内部,根据前端透镜的位置调节其在后端镜筒内的位置;

所述柔性光纤束的子光纤通过螺纹与后端镜筒连接,将燃烧室的光信号传递到柔性光纤束的母光纤。

3. 如权利要求2所述的一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,其特征在于,所述前端透镜为广角透镜。

4. 如权利要求2所述的一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,其特征在于,所述冷却套内部有冷却空气及冷却水通道。

5. 如权利要求2所述的一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,其特征在于,所述后端透镜为长焦透镜。

6. 如权利要求2所述的一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,其特征在于,所述前端透镜与后端透镜的光轴一致。

7. 如权利要求1所述的一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,其特征在于,所述高速相机用于采集所述母光纤信号,结合三维层析算法获得燃烧室内部的三维流场特征。

一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统

技术领域

[0001] 本发明涉及实验测试装置领域,更具体的说是涉及一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统。

背景技术

[0002] 燃烧室是发动机的核心部件之一,发动机的可靠性、积极性和寿命在很大程度上取决于燃烧室的可靠性和有效程度。为此,提高燃烧室设计水平,发展具有燃烧效率高、热容强度高、热损失小、流动损失少、燃烧稳定、点火可靠、寿命长、污染物排放低、高温升、出口温度分布合理的燃烧室,是现代高性能飞行器研制中的重要任务。当前我国研制的动力推进系统在推重比、燃烧效率、动力性能以及污染排放等方面均与国外还存在一定差距。其关键原因之一在于,推进系统内流场是一个涉及化学反应流动以及传热相互耦合作用的复杂过程,而可靠有效的非接触测量技术的欠缺导致我们对发动机内流场基本现象和本质规律的认识还远远不够,制约了发动机技术水平。因此实现发动机内流场多场、多参量测量对深入理解燃烧室真实状态、优化提升发动机性能具有重要的意义。

[0003] 目前传统的二维光学方法,无论是路径积分还是平面测量的方法,都会缺失相关三维信息而导致测量结果不准确。而三维层析成像技术可以克服由扫描带来的低时空分辨率的限制,形成不同工况下燃料浓度、燃烧产物组分浓度、火焰结构三维参数测量能力。然而,传统的三维高速测量需要多台高速相机,实验成本极高且同步控制难度大。此外,航空发动机燃烧室内部具有温度高、压力大和振动强等特点,这就要求三维高速测量系统必须满足耐高温、耐高压、强稳定性和不易损坏等需求。

[0004] 因此,有必要研发一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,旨在解决上述技术问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,包括:一台高速相机、一组柔性光纤束和多个耐高温内窥镜;

[0008] 其中,所述一组柔性光纤束由一端为母光纤,另一端位多个子光纤构成;所述多个子光纤与多个耐高温内窥镜一一对应连接,所述多个耐高温内窥镜均匀布置在待测量燃烧室外周,且插入所述燃烧室内部;

[0009] 所述高速相机用于采集所述母光纤信号。

[0010] 进一步的,所述耐高温内窥镜,包括:蓝宝石视窗、前端透镜、前端镜筒、后端物镜、后端镜筒和冷却套;

[0011] 其中,所述蓝宝石视窗和前端透镜,依次顺序安装在前端镜筒一侧;所述前端透镜安装在前端镜筒内,安装位置根据视场角需求在前端镜筒内调节;

[0012] 所述前端镜筒由金属外壳及内部隔热材料构成,包裹内部的光学元件;所述冷却套完全包裹前端镜筒外周;

[0013] 所述后端镜筒与前端镜筒通过螺纹连接,后端镜筒由金属外壳及内部隔热材料构成;

[0014] 所述后端透镜安装在后端镜筒内部,根据前端透镜的位置调节其在后端镜筒内的位置;

[0015] 所述柔性光纤束的子光纤通过螺纹与后端镜筒连接,将燃烧室的光信号传递到柔性光纤束的母光纤。

[0016] 进一步的,所述前端透镜为广角透镜。

[0017] 进一步的,所述冷却套内部有冷却空气及冷却水通道。

[0018] 进一步的,所述后端透镜为长焦透镜。

[0019] 进一步的,所述前端透镜与后端透镜的光轴一致。

[0020] 进一步的,所述高速相机用于采集所述母光纤信号,结合三维层析算法获得燃烧室内部的三维流场特征。

[0021] 经由上述的技术方案可知,与现有技术相比,本发明公开提供了一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,该系统采用柔性光纤束作为传感器,具有耐高温、耐高压、强稳定性和不易损坏等特点,能够满足航空发动机燃烧室内部恶劣环境的要求。同时,该系统采用单相机高速三维成像技术,无需同步控制多台高速相机,降低了实验成本和同步控制难度。通过该系统,可以实现燃料浓度、燃烧产物组分浓度、火焰结构等三维参数的高速测量,为深入理解燃烧室真实状态、优化提升发动机性能提供重要依据。

[0022] 本发明可在低成本及低复杂度下对航空发动机燃烧室内部火焰的辐射信号进行三维高速采集。同时,内窥镜采用隔热及抗振结构,可在航空发动机燃烧室内长时间稳定工作,显著提高了其使用寿命。

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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本发明的实施例,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获得其他的附图。

[0024] 图1为本发明提供的基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统的结构示意图。

[0025] 图2为本发明提供的耐高温内窥镜的结构示意图。

[0026] 附图说明:1为高速相机,2为柔性光纤束,3为耐高温内窥镜,4为燃烧室;5为蓝宝石视窗,6为冷却套,7为前端透镜,8为前端镜筒,9为后端透镜,10为后端镜筒。

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] 本发明实施例公开了一种基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,参照图1所示,各部分组件按照图1所示的结构进行组装,包括一台高速相机1、一组柔性光纤束2和多个耐高温内窥镜3;一组柔性光纤束1由一端为母光纤,另一端位多个子光纤构成;多个子光纤与多个耐高温内窥镜3一一对应连接,多个耐高温内窥镜3均匀布置在待测量燃烧室外周,且插入燃烧室4内部;高速相机1用于采集母光纤信号。

[0029] 其中,耐高温内窥镜3,参照图2所示,包括:蓝宝石视窗5、冷却套6、前端透镜7、前端镜筒8、后端透镜9和后端镜筒10。蓝宝石视窗5和前端透镜7,依次顺序安装在前端镜筒8一侧;前端透镜7为广角透镜,安装在前端镜筒内,具体位置可根据视场角需求在前端镜筒内调节。

[0030] 前端镜筒8由金属外壳及内部隔热材料构成,包裹内部的光学元件;冷却套6完全包裹前端镜筒8,内部有冷却空气及冷却水通道;后端镜筒10与前端镜筒8通过螺纹连接,后端镜筒10由金属外壳及内部隔热材料构成;后端透镜9为长焦透镜,安装在后端镜筒内部,根据前端透镜7的位置调节其在后端镜筒10内的位置;柔性光纤束的子光纤通过螺纹与后端镜筒10连接,将燃烧室4的光信号传递到柔性光纤束的母光纤;高速相机1用于采集柔性光纤束的母光纤信号,结合三维层析技术获得燃烧室内部的三维流场特征。

[0031] 其中,由金属外壳、内部隔热材料和冷却套构成的前端镜筒能够在高温高压环境下持续工作,保护内部的光学元件。采用蓝宝石玻璃作为前端镜筒的光学窗口,可以在高温高压条件下有效保护内部透镜。前端透镜和后端透镜在镜筒内的位置可按照实际测量的视场角需求进行调整。

[0032] 如图1所示,结合内窥镜与柔性光纤束,将不同角度的燃烧室内部光学信号通过柔性光纤束的子光纤同步汇聚到柔性光纤束的母光纤。结合高速相机与柔性光纤束,使用单台高速相机直接采集柔性光纤束的母光纤信号,即可同步采集所有柔性光纤束的子光纤信号。

[0033] 工作原理:

[0034] 多个耐高温内窥镜3沿不同角度插入航空发动机燃烧室4内部,蓝宝石视窗5安装在前端镜筒8的前端,火焰的辐射从蓝宝石视窗5进入前端镜筒8,经过前端透镜7完成第一次成像;之后通过后端透镜9的第二次成像后到达柔性光纤束2的子光纤,多个柔性光纤束的子光纤将火焰的辐射信号传递到柔性光纤束的母光纤;最后使用高速相机1采集柔性光纤束的母光纤的信号。

[0035] 本发明提供的基于柔性光纤束的航空发动机燃烧室三维高速测量系统,具备三维高速成像能力,且测量稳定性高、工作寿命长,可应用于实验测试领域;可在低成本及低复杂度下对航空发动机燃烧室内部火焰的辐射信号进行三维高速采集。同时,内窥镜采用隔热及抗振结构,可在航空发动机燃烧室内长时间稳定工作,显著提高了其使用寿命。

[0036] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0037] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。

对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

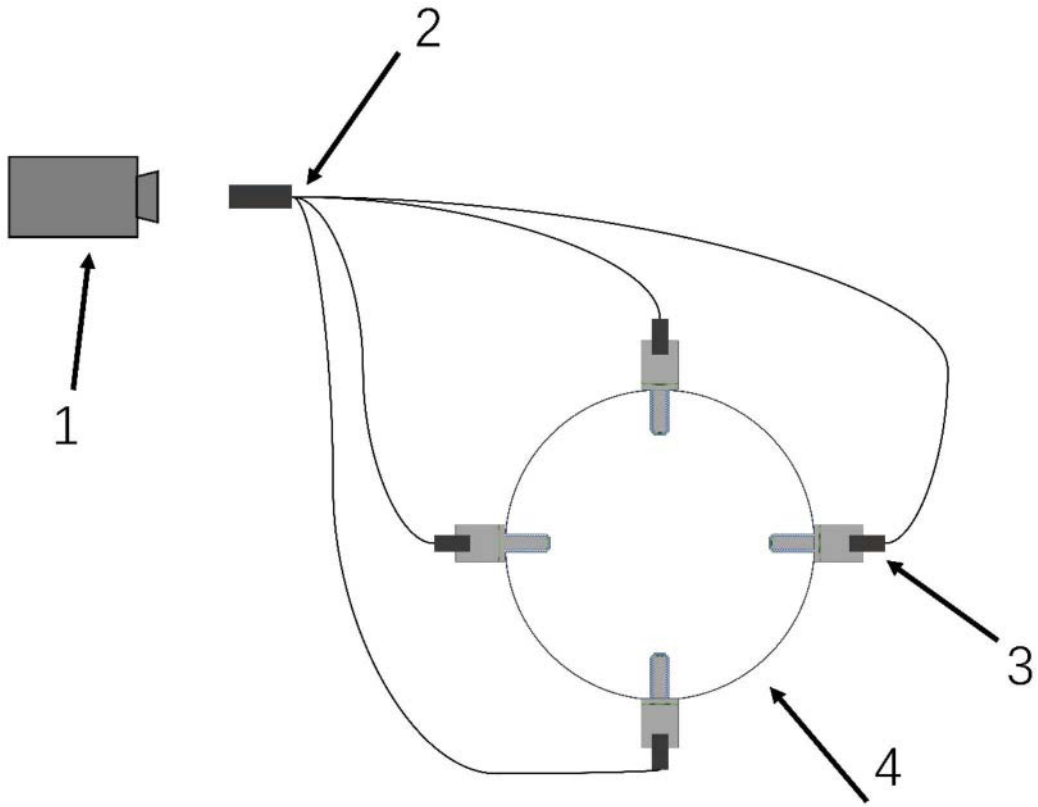


图1

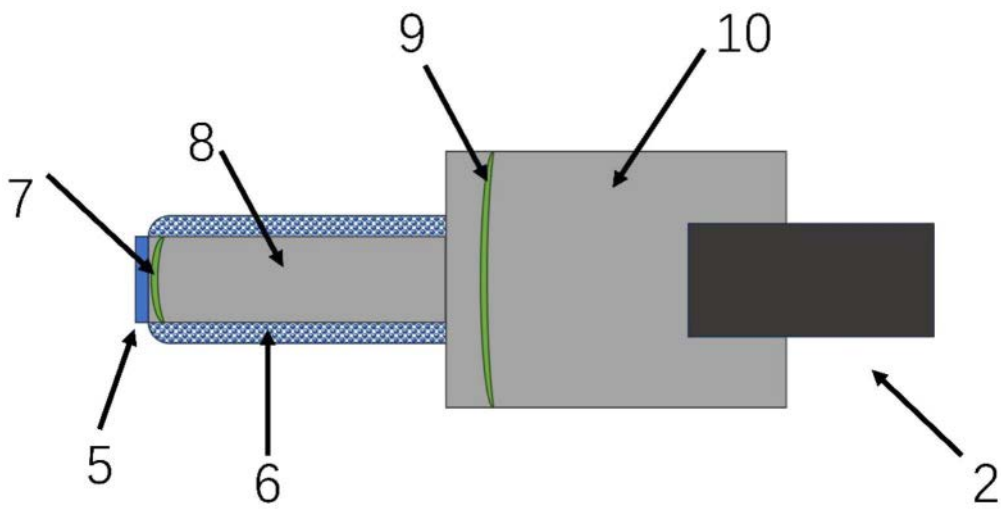


图2