



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111006600 A

(43)申请公布日 2020.04.14

(21)申请号 201911055510.8

(22)申请日 2019.10.31

(71)申请人 中国空间技术研究院
地址 100194 北京市海淀区友谊路104号

(72)发明人 张立东 王健 郭春辉 王雷
王涛

(74)专利代理机构 中国航天科技专利中心
11009

代理人 陈鹏

(51) Int. Cl.

G01B 11/16(2006.01)

G01K 11/32(2006.01)

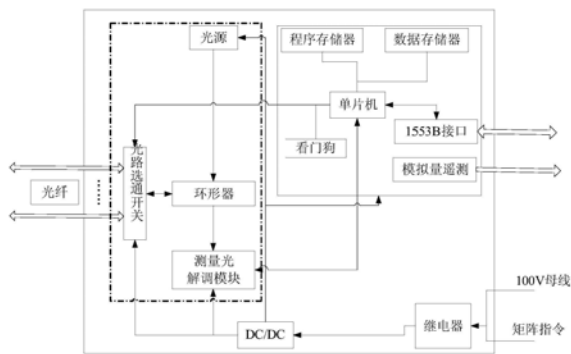
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统

(57)摘要

一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,包括测量光路模块、测量光光源、测量光解调模块、数据处理及通信模块、供电模块、传感器阵列,通过使用光纤光栅及封装器组合的传感器阵列代替热敏电阻实现的大范围的测温或形变量测量,并利用测量光解调模块、数据处理及通信模块实现对温度数值和形变量值的解调处理,实现多路光纤分时测量功能,简化系统构成,降低装配难度。



1. 一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,其特征在于:包括测量光路模块、测量光光源、测量光解调模块、数据处理及通信模块、供电模块、传感器阵列,其中:

测量光路模块:接收测量光光源发射的相同波长的测量光,对测量光光路方向进行控制,根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令将该路测量光通过指定光纤输出至传感器阵列;接收传感器阵列输入的包含测点温度信息或测点形变信息的衍射光信号,根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令对该信号光路方向进行控制,将该信号送入测量光解调模块;

测量光光源:向测量光路模块发射指定波长的测量光;

测量光解调模块:对衍射光信号的波长进行解调,将衍射光信号转换为包含测点温度或形变数据的数字信号,并将该数字信号发送至数据处理及通信模块;

数据处理及通信模块:对衍射光信号转换的数字信号包含的数据进行换算,将该数字信号对应的传感器阵列测点位置信息及换算所得温度或形变量进行存储,当传感器阵列所有测点位置信息及对应的温度或形变量信息存储完成后,根据外部调用指令将传感器阵列所有测点位置信息及对应的温度或形变量信息打包输出;同时根据模块选通周期定时向测量光路模块发送光路选通指令;

传感器阵列:根据卫星热控及机械测量需求均设置于卫星设备表面指定位置,通过光纤进行串联,接收测量光光源发射的指定波长的测量光,改变测量光的波长,将衍射后的包含测点温度信息或测点形变信息的衍射光信号发送至测量光路模块;

供电模块:为其他模块进行供电。

2. 根据权利要求1所述的一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,其特征在于:还包括状态监测模块,其中:

状态监测模块采集其他模块的电压模拟量,供数据处理及通信模块定期调用,通过数据处理及通信模块判断各模块的工作状态是否正常,并将各模块工作状态进行存储,对工作状态不正常的模块进行主备份切换。

3. 根据权利要求1所述的一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,其特征在于:所述测量光路模块包括光路选通开关、环形器,其中:

光路选通开关:对环形器输送的光源根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令进行选通,输出至指定光纤;同时将指定光纤返送的衍射光信号送入环形器;

环形器:对测量光光源及光路选通开关进行内部连通,同时对光路选通开关及测量光解调模块进行内部连通,对测量光光路方向进行控制。

4. 根据权利要求1所述的一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,其特征在于:所述数据处理及通信模块包括单片机处理单元、存储器单元、接口单元,其中:

单片机处理单元:对衍射光信号转换的数字信号包含的数据进行换算,将该数字信号对应的传感器阵列测点位置信息及换算所得温度或形变量信息发送至存储器单元,并根据外部调用指令由存储器单元对所需数据进行调用;同时设定模块选通周期,并定时向测量光路模块发送光路选通指令;

存储器单元:对单片机处理单元发送的信息进行存储;

1553B接口单元:接收外部调用指令并转发至单片机处理单元;同时作为所有包含温度或形变量的数字信号及外部调用指令的信息交互通道。

5. 根据权利要求1所述的一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,其特征在于:所述传感器阵列包括光栅及封装器,所述光栅分别设置于卫星设备对应的光纤的指定位置,通过封装器封装后将封装器设置于卫星设备表面。

6. 根据权利要求1所述的一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,其特征在于:所述光纤采用了增强型抗辐射R1310-HTA光纤。

7. 根据权利要求1所述的一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,其特征在于:所述测量光解调模块安装于专用防辐射腔体内降低空间辐照对测量光解调模块的辐射量和强度。

8. 根据权利要求6所述的一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,其特征在于:所述光纤芯径为125 μm ,封装器采用长方体结构。

一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,属于卫星测温领域。

背景技术

[0002] 不同类型的热敏电阻,有其适宜的测温区间。在适宜的温度区间,对温度变化敏感,精度较高,宜用于温度测量;而在其不适宜的温度区间,其阻值随温度变化不敏感,精度较差,不宜用于温度测量。卫星各部件工作温度范围较大,有的部件长期工作在 $-40^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 的低温区,需要选用对低温敏感的热敏电阻,有的部件长期工作在 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 的常温区间,需要选用对常温敏感的热敏电阻;有的部件工作在 $70^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ 的高温区,需要选用对高温敏感的热敏电阻。所以单一型号的热敏电阻无法满足卫星整星温度测量的需求,需要对不同的测量对象使用与之温度范围相适应的热敏电阻型号,这就增加卫星热控系统设计、研制、装配的复杂程度与难度,目前卫星中还没有使用过对形变量进行测量的技术手段,但是在天线抛物面精度测量等方面,却有测量需求难以满足。

发明内容

[0003] 本发明解决的技术问题是:针对目前现有技术中,传统的热敏电阻测温区间较窄的缺点,以及无法对天线抛物面精度进行准确测量等问题,提出了一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统。

[0004] 本发明解决上述技术问题是通过如下技术方案予以实现的:

[0005] 一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,包括测量光路模块、测量光光源、测量光解调模块、数据处理及通信模块、供电模块、传感器阵列,其中:

[0006] 测量光路模块:接收测量光光源发射的相同波长的测量光,对测量光光路方向进行控制,根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令将该路测量光通过指定光纤输出至传感器阵列;接收传感器阵列输入的包含测点温度信息或测点形变信息的衍射光信号,根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令对该信号光路方向进行控制,将该信号送入测量光解调模块;

[0007] 测量光光源:向测量光路模块发射指定波长的测量光;

[0008] 测量光解调模块:对衍射光信号的波长进行解调,将衍射光信号转换为包含测点温度或形变数据的数字信号,并将该数字信号发送至数据处理及通信模块;

[0009] 数据处理及通信模块:对衍射光信号转换的数字信号包含的数据进行换算,将该数字信号对应的传感器阵列测点位置信息及换算所得温度或形变量进行存储,当传感器阵列所有测点位置信息及对应的温度或形变量信息存储完成后,根据外部调用指令将传感器阵列所有测点位置信息及对应的温度或形变量信息打包输出;同时根据模块选通周期定时向测量光路模块发送光路选通指令;

[0010] 传感器阵列:根据卫星热控及机械测量需求均设置于卫星设备表面指定位置,通

过光纤进行串联,接收测量光光源发射的指定波长的测量光,改变测量光的波长,将衍射后的包含测点温度信息或测点形变信息的衍射光信号发送至测量光路模块;

[0011] 供电模块:为其他模块进行供电。

[0012] 还包括状态监测模块,其中:

[0013] 状态监测模块采集其他模块的电压模拟量,供数据处理及通信模块定期调用,通过数据处理及通信模块判断各模块的工作状态是否正常,并将各模块工作状态进行存储,对工作状态不正常的模块进行主备份切换。

[0014] 所述测量光路模块包括光路选通开关、环形器,其中:

[0015] 光路选通开关:对环形器输送的光源根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令进行选通,输出至指定光纤;同时将指定光纤返送的衍射光信号送入环形器;

[0016] 环形器:对测量光光源及光路选通开关进行内部连通,同时对光路选通开关及测量光解调模块进行内部连通,对测量光光路方向进行控制。

[0017] 所述数据处理及通信模块包括单片机处理单元、存储器单元、接口单元,其中:

[0018] 单片机处理单元:对衍射光信号转换的数字信号包含的数据进行换算,将该数字信号对应的传感器阵列测点位置信息及换算所得温度或形变量信息发送至存储器单元,并根据外部调用指令由存储器单元对所需数据进行调用;同时设定模块选通周期,并定时向测量光路模块发送光路选通指令;

[0019] 存储器单元:对单片机处理单元发送的信息进行存储;

[0020] 1553B接口单元:接收外部调用指令并转发至单片机处理单元;同时作为所有包含温度或形变量的数字信号及外部调用指令的信息交互通道。

[0021] 所述传感器阵列包括光栅及封装器,所述光栅分别设置于卫星设备对应的光纤的指定位置,通过封装器封装后将封装器设置于卫星设备表面。

[0022] 所述光纤采用了增强型抗辐射R1310-HTA光纤。

[0023] 所述测量光解调模块安装于专用防辐射腔体内降低空间辐照对测量光解调模块的辐射量和强度。

[0024] 所述光纤芯径为125 μm ,封装器采用长方体结构。

[0025] 本发明与现有技术相比的优点在于:

[0026] 本发明提供一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,通过采用光纤及光栅代替传统热敏电阻的测温、形变量测量方式,同时将光栅敏感元件制作在纤芯中,在一根光纤上就可实现温度或形变测量,与热敏电阻相比,其在尺寸和重量上具有明显优势,利于减少电缆数量,降低卫星平台重量;同时通过光开关选通,实现多路光纤分时测量功能,满足卫星上测温点多,分布广泛的需求与特点,能够根据测温对象的温度范围选择热敏电阻型号的流程,可以简化设计、研制、装配的复杂度与难度。

附图说明

[0027] 图1为发明提供的测量系统结构原理图;

[0028] 图2为发明提供的封装器粘贴位置示意图;

具体实施方式

[0029] 一种利用光纤光栅对卫星温度及形变量进行测量的系统,通过对包含光线光栅的传感器阵列进行改进设计,对接收的信号进行解调输出,解决了应用传统热敏电阻容易造成的测温区间较窄的问题,如图1所示,具体包括测量光路模块、测量光光源、测量光解调模块、数据处理及通信模块、供电模块、传感器阵列,其中:

[0030] 测量光路模块接收测量光光源发射的相同指定波长的测量光,对测量光光路方向进行控制,根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令将该路测量光通过指定光纤输出至传感器阵列,同时还要接收传感器阵列输入的包含测点温度信息或测点形变信息的衍射光信号,根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令对该信号光路方向进行控制,将该信号送入测量光解调模块;

[0031] 测量光路模块主要包括光路选通开关、环形器,光路选通开关对环形器输送的光源根据数据处理及通信模块发送的光路选通指令进行选通,输出至指定光纤;同时将指定光纤返送的衍射光信号送入环形器;环形器需要对测量光光源及光路选通开关进行内部连通,同时对光路选通开关及测量光解调模块进行内部连通,对测量光光路方向进行控制,最终形成一个接收测量光的环形选通光路;

[0032] 在测量光解调模块中,对衍射光信号的波长进行解调,将衍射光信号转换为包含测点温度或形变数据的数字信号,并将该数字信号发送至数据处理及通信模块;

[0033] 数据处理及通信模块中,对衍射光信号转换的数字信号包含的数据进行换算,将该数字信号对应的传感器阵列测点位置信息及换算所得温度或形变量进行存储,当传感器阵列所有测点位置信息及对应的温度或形变量信息存储完成后,根据外部调用指令将传感器阵列所有测点位置信息及对应的温度或形变量信息打包输出;同时根据模块选通周期定时向测量光路模块发送光路选通指令,其中:

[0034] 数据处理及通信模块主要包括单片机处理单元、存储器单元、接口单元,利用单片机处理单元对衍射光信号转换的数字信号包含的数据进行换算,将该数字信号对应的传感器阵列测点位置信息及换算所得温度或形变量信息发送至存储器单元,并根据外部调用指令由存储器单元对所需数据进行调用;同时设定模块选通周期,并定时向测量光路模块发送光路选通指令;同时,将单片机处理单元发送的信息存储于存储器单元内,并利用1553B接口单元接收外部调用指令并转发至单片机处理单元,作为所有包含温度或形变量的数字信号及外部调用指令的信息交互通道;

[0035] 根据卫星热控及机械测形变量测量需求,将传感器阵列设置于卫星设备表面指定位置,通过光纤进行串联,接收测量光光源发射的指定波长的测量光,改变测量光的波长,将衍射后的包含测点温度信息或测点形变信息的衍射光信号发送至测量光路模块,并利用供电模块为所有模块进行供电。

[0036] 在传感器阵列中,主要包括光栅及封装器,所述光栅分别设置于卫星设备对应的光纤的指定位置,通过封装器封装后将封装器设置于卫星设备表面,为满足卫星运行环境要求,采取了增强型抗辐射光纤R1310-HTA光纤;采用相位掩模法在光纤上写制光栅,光栅长度为12mm,3dB带宽 $<0.2\text{nm}$ 。

[0037] 同时,系统内还包括状态监测模块,采集其他模块的电压模拟量,供数据处理及通信模块定期采集,通过数据处理及通信模块判断各模块的工作状态是否正常,并将各模块

工作状态进行存储,对工作状态不正常的模块进行主备份切换。

[0038] 而用于控制光开关的光路选通指令需要根据数据处理及通信模块判断各模块内设定好的时钟进行确定,每隔指定的时间周期就更换一次选通的光路,具体时间周期要根据任务需求确定。

[0039] 由于测量光解调模块自身没有足够的抗辐照能力,无法在轨长期稳定工作。为此,本系统为测量光解调模块设计了专用的钽壳,安装在测量光解调模块周边的印制板上,降低空间辐照对测量光解调模块的辐射量和强度,使其满足在轨稳定运行的要求。

[0040] 由于光纤光栅本身的材质为 SiO_2 ,且芯径较细。为提高光纤光栅机械强度,封装时采用铝合金材料对光纤光栅进行了封装。

[0041] 由于光栅传感器是温度和形变交叉敏感的元件,因此在设计传感器阵列时,对温度传感器封装设计了凹槽固定结构,使光栅处于自由状态,避免因封装壳体因热胀冷缩等原因产生的形变影响温度测量精度。其结构图如图2所示。

[0042] 为实现形变测量功能,形变传感器探头采用写制有光栅的裸纤直接粘固在被测对象上的方法,在每个形变传感器探头旁布置有一个温度传感器探头,来测量该形变测量点的温度,通过温度补偿算法,来消除温度变化对形变测量精度的影响。

[0043] 下面结合具体实施例进行进一步说明:

[0044] 在本实施例中,测量光光源生成带宽为 $1526\text{nm}\sim 1566\text{nm}$ 的光,经环形器进入光路选通开关,根据光路选通指令进行选通,输出至指定光纤,并通过该光纤返送的衍射光信号再次经过环形器于测量光解调模块内,对衍射光信号的波长进行解调,将衍射光信号转换为包含测点温度或形变数据的数字信号,在数据处理及通信模块中,对衍射光信号转换的数字信号包含的数据进行换算,将该数字信号对应的传感器阵列测点位置信息及换算所得温度或形变量进行存储,存储完成后,对存储的所有信息进行打包输出,其中,光纤测量解调仪由卫星100V母线供电,光纤总数为4条,均为增强型抗辐射光纤R1310-HTA光纤,光纤芯径为 $125\mu\text{m}$,采用相位掩模法在每条光纤上写制了8个测温光栅,其中6个用封装器封装,用来进行温度测量,2个光栅未封装,用来进行形变测量。光栅长度12mm,光栅反射率 $>95\%$,信噪比 $>15\%$;

[0045] 由于光纤光栅本身的材质为 SiO_2 ,且芯径较细。为提高光纤光栅机械强度,提高温度测量精度,采用铝合金材料对温度传感器探头进行光栅封装,封装器具体采用25mm,宽3mm,高3mm的长方体,分为槽和盖两个部分,含光栅的光纤置于槽内,保持自由平直的状态,避免光栅部分产生形变影响温度测量精度。

[0046] 本发明未详细说明部分属本领域技术人员公知常识。

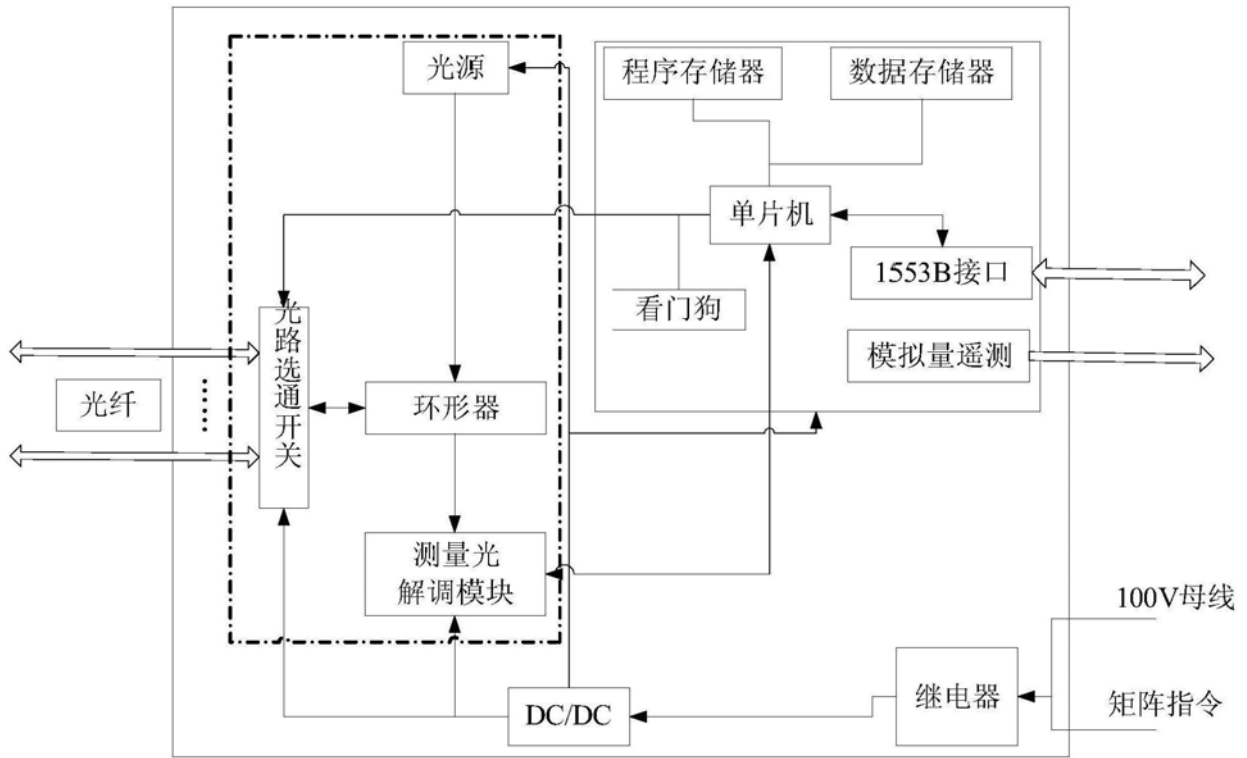


图1

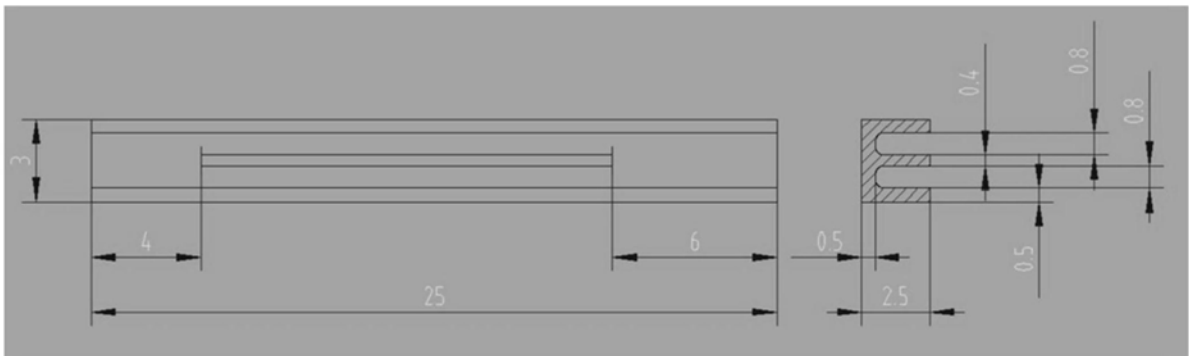


图2