



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108760526 A

(43)申请公布日 2018.11.06

(21)申请号 201810735606.8

(22)申请日 2018.07.06

(71)申请人 南京航空航天大学

地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街
29号

(72)发明人 陈西辉 孙志刚 陈鹏 宋迎东
李宏宇

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 王路

(51)Int.Cl.

G01N 3/18(2006.01)

G01N 21/88(2006.01)

G01N 1/44(2006.01)

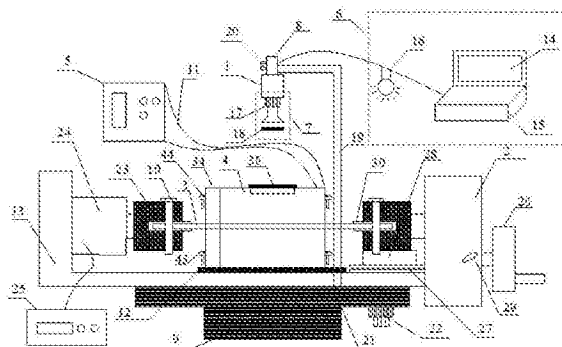
权利要求书3页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统及观测方法

(57)摘要

本发明公开了一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,包括数字显微镜、拉伸测试装置、测试试样、加热装置、温度控制器,数字显微镜包括台式主控制系统、变焦镜头、镜座、二维移动装置,测试试样水平装夹在拉伸测试装置上,拉伸测试装置水平放置于二维移动装置上,加热装置上方嵌入一块长方体型透明石英玻璃板,并水平放置于拉伸测试装置底座上的隔热垫上,变焦镜头透过透明石英玻璃板与测试试样中心对齐,加热装置与温度控制器相连。本发明中拉伸测试装置、对开式微型加热装置与数字显微镜均为独立个体,便于安装与拆卸,且均处于大气环境下,方便实现陶瓷基复合材料在高温空气和应力载荷作用下对基体裂纹的观测。



CN 108760526 A

1. 一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,其特征在于,包括:数字显微镜(1)、拉伸测试装置(2)、测试试样(3)、加热装置(4)、温度控制器(5),所述数字显微镜包括台式主控制系统(6)、变焦镜头(7)、镜座(8)、二维移动平台(9),所述台式主控制系统(6)包括显示屏(14)、LED灯(16)、主控制器(15),所述显示屏(14)实时地显示材料表面的状况,所述LED灯(16)用于照亮测试试样(3)的表面,所述主控制器(15)与LED灯(16)、变焦镜头(7)相连,所述测试试样(3)包括陶瓷基复合材料,变焦镜头(7)对陶瓷基复合材料表面进行拍摄,主控制器接收变焦镜头(7)发送的图像信号并存储,所述变焦镜头(7)与镜座(8)固定连接,镜座(8)固定连接二维移动平台(9),所述二维移动平台(9)上方水平放置拉伸测试装置(2),所述拉伸测试装置(2)装夹测试试样(3),对测试试样(3)施加拉伸载荷,测试试样(3)穿过加热装置(4),测试试样(3)两端固定在拉伸测试装置(2)上,所述加热装置(4)为对开式微型加热装置,为测试试样(3)提供一个高温空气环境,所述加热装置(4)包括热电偶,加热装置(4)下方铺设一层隔热板(12)并水平放置于拉伸测试装置(2)的底座(13)上,所述热电偶(11)与温度控制器(5)相连,所述温度控制器(5)控制加热温度和加热速率。

2. 如权利要求1所述的一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,其特征在于:所述陶瓷基复合材料为单向陶瓷基复合材料、二维编织陶瓷基复合材料或三维编织陶瓷基复合材料。

3. 如权利要求1或2所述的一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,其特征在于:所述变焦镜头(7)包括旋转式变档开关(17)和滤镜(18),所述旋转式变档开关(17)调节变焦镜头(7)的放大倍数,所述滤镜(18)只允许一定波长范围的可见光通过。

4. 如权利要求3所述的一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,其特征在于:所述镜座(8)包括支架(19)和准焦螺旋(20),所述准焦螺旋(20)具有粗调焦和细调焦两个旋钮,可以调节焦距和物镜到测试试样(3)的工作距离。

5. 如权利要求4所述的一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,其特征在于:所述二维移动装置(9)包括移动平台(21)和旋钮(22),所述移动平台(21)可以通过底部旋钮(22)控制移动平台(21)沿着前后左右方向移动。

6. 如权利要求5所述的一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,其特征在于:所述拉伸测试装置(2)包括夹具(23)、第一销钉(10)、拉力传感器(24)、数显仪(25)、摇轮(26)、滑轨(27)、支座(28)、防逆转开关(29)以及底座(13),所述夹具(23)数量为2个,分别位于测试试样(3)的左右两端,并通过第一销钉(10)水平装夹测试试样(3),对测试试样(3)进行拉伸,所述拉力传感器(24)一端固定在底座(13)上,另一端与左侧夹具通过螺纹连接,所述拉力传感器(24)与数显仪(25)相连,所述数显仪(25)可以实时显示测试试样所受拉力的大小,所述摇轮(26)为手动加载装置,通过手动转动摇轮(26),可以对测试试样(3)进行拉伸,通过观察数显仪(25)上的拉力数值,可以将拉力加载到指定数值;所述滑轨(27)下方与底座(13)固定连接,滑轨(27)上方与支座(28)滑动连接,支座上方固定有右侧夹具,当拉伸测试试样(3)时,右侧的夹具(23)在摇轮(26)的作用下,沿着滑轨(27)向右侧滑动;所述防逆转开关(29)为左右拨动式,向左拨动时,摇轮(26)只能顺时针旋转,同理,向右拨动时,摇轮(26)只能逆时针旋转;防逆转开关(29)的作用为防止摇轮(26)回转,即防止拉力减小,起到保持拉伸载荷的作用。

7. 如权利要求6所述的一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,其特征

在于:所述测试试样(3)还包括两片矩形加强铝片(30),矩形加强铝片(30)上设置有第一圆孔(33)和槽,采用用高温油漆记号笔在陶瓷基复合材料中间位置画出左右两条细线(31)标出一段,所述陶瓷基复合材料两端采用高强度AB胶(32)粘贴矩形加强铝片(30)中间的槽内,所述夹具为U型,U型夹具的两个侧边各设置一个第二圆孔(47),通过第一销钉(10)穿过U型夹具的两个第二圆孔(47)以及矩形加强铝片(30)的两个第一圆孔(33)固定夹具矩形加强铝片(30),传递拉伸载荷。

8.如权利要求7所述的一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,其特征在于:所述加热装置(4)包括电路系统(34)、钢制炉套(35)、陶瓷纤维炉膛(36)、发热元件(37)、热电偶(11)、透明石英玻璃板(38)、隔热板(12),所述电路系统(34)包括钢制外壳(39)和线路系统(40),所述钢制外壳(39)上面有横竖两列矩形冷却孔(41),所述钢制外壳(39)左右两侧上下各有一个锁扣(42)、锁环(43)和第二销钉(44),加热装置(4)安装完成后,将四个锁扣(42)扣在锁环(43)上,并插入第二销钉(44),所述线路系统(40)为发热元件(37)供电,使其产热,所述发热元件(37)为M型硅碳棒,两个热电偶(11)沿着钢制炉套(35)左侧设置的两个小孔水平穿入,并分别位于发热元件(37)的上下两侧,所述热电偶(11)为K型热电偶,所述热电偶(11)与发热元件(37)水平放置于陶瓷纤维炉膛(36)内,所述陶瓷纤维炉膛(36)为白色,其中间部分的左右两侧各加工出两个小半圆孔(45),拼在一起形成一个小圆孔,测试试样(3)穿过小圆孔以及陶瓷纤维炉膛(36)外侧包覆的钢制炉套(35),所述钢制炉套(35)和陶瓷纤维炉膛(36)的上部中心加工一个矩形小孔,所述矩形小孔内嵌入一块透明石英玻璃板(38),所述透明石英玻璃板(38)为两个长方体的叠加块,所述石英玻璃板底部平行于测试试样(3)方向有刻度线(46)。

9.一种采用如权利要求8中所述的陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统的观测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1)打开数字显微镜(1),打开LED灯(16),选一张白色A4纸放置于二维移动装置(9)上,进行白平衡。

步骤2)将测试试样(3)安装到拉伸测试装置(2)的夹具(23)中,测试试样(3)的矩形加强铝片(30)与夹具(23)贴合,插入第一销钉(10)固定,打开数显仪(25),调整摇轮(26)位置,使得数显仪(25)显示为0N;

步骤3)将拉伸测试装置(2)水平放在数字显微镜(1)的二维移动装置(9)上,转动旋钮(22),使得变焦镜头(7)对准测试试样(3)右侧的标记细线,从右侧慢慢移动测试试样(3)到左侧的标记细线;

步骤4)将隔热板(12)水平铺在拉伸测试装置(2)的底座(13)上,将加热装置(4)沿着前后两个方向水平放置在隔热板(12)上,将两个热电偶(11)沿着钢制炉套(35)左侧的两个小孔水平穿入;

步骤5)将透明石英玻璃板(38)安装到加热装置(4)上方的矩形孔中,调整加热装置(4)的位置,使得测试试样(3)标记部分的中心与透明石英玻璃板(38)的中心对齐,将加热装置(4)左右两侧四个锁扣(42)分别扣在锁环(43)上,并插入第二销钉(44)固定;

步骤6)设定温度控制器(5)的加热速率和目标温度,启动温度控制器(5),加热装置(4)进行加热,加热到指定温度,开始保温;

步骤7)根据加热装置(4)内部显示的可见光颜色,选择合适的滤镜(18)安装到变焦镜

头(7)上,调整变焦镜头(7)的放大倍数和焦距,使得显示屏(14)上可以透过透明石英玻璃板(38)清楚地显示测试试样(3)的表面;

步骤8)顺时针拨动防逆转开关(29),使得摇轮(26)不会回转,转动摇轮(26),观察数显仪(25),采用逐级加载,首先加载一个载荷步;

步骤9)缓慢转动旋钮(22),使得二维移动装置(9)从右向左水平移动,观察裂纹的个数和对应透明石英玻璃板(38)上刻度线(46)的位置,并通过数字显微镜(1)的台式主控制系统(6)进行拍摄;

步骤10)继续加载一个载荷步,缓慢移动二维移动装置(9),观察裂纹的个数和对应透明石英玻璃板(38)上刻度线(46)的位置,并通过台式主控制系统(6)进行拍摄;

步骤11)重复步骤10),最终加载到裂纹个数不再变化,实现陶瓷基复合材料高温空气环境下基体裂纹的观测,获得陶瓷基复合材料基体裂纹密度和分布与温度、载荷的变化关系。

10.如权利要求9所述的观测方法,其特征在于:所述测试试样标记部分长度为25mm,透明石英玻璃板的刻度线为30mm,测试试样标记段拉伸后仍然处于透明石英玻璃板的刻度线范围内。

陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统及观测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及材料测试技术领域,具体而言,涉及一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统。

背景技术

[0002] 连续纤维增强陶瓷基复合材料因其比强度高、比模量高、密度低,以及良好的耐高温性能,已在航空航天领域显示出优越性。基体开裂是连续纤维增强陶瓷基复合材料的重要失效形式之一。通过试验测试获得基体裂纹的密度和分布,对于预测连续纤维增强陶瓷基复合材料的失效和评价其静力学性能具有重要的实际应用价值。

[0003] 陶瓷基复合材料由于具有较好的抗氧化性,主要应用于高温空气环境下。对于该环境下基体裂纹密度和分布的研究具有重要的实际意义,然而,由于裂纹尺寸的微米级、高温环境下存在各种波长的可见光,以及高温、氧气等对观测设备安全的影响等因素,对于陶瓷基复合材料在高温空气环境下基体裂纹的观测面临很多困难。

[0004] 现有技术中,对于陶瓷基复合材料基体裂纹的观测主要采用的是扫描电镜原位拉伸试验台。文献《Modeling of damage in unidirectional ceramic matrix composites and multi-scale experimental validation on third generation SiC/SiC minicomposites》([J].Journal of the Mechanics and Physics of Solids,2014,63 (2):289-319)采用扫描电镜原位拉伸试验台对SiC/SiC陶瓷基小复合材料在常温环境下的裂纹密度和分布进行了观测,但其并没有对高温空气环境下基体裂纹密度和分布进行研究。目前,现有的如德国Kammrath-Weiss公司、英国Deben公司、美国MTI公司等公司生产的商业化的原位拉伸台,设计体积均较大,重量较高,只能实现高温真空环境下的水平拉伸测试,而不能在扫描电子显微镜样品室内对样品实行高温空气环境加载的同时实现对基体裂纹的观测。此外,采用原位拉伸台对基体裂纹进行观测,所需成本高,试件装夹较复杂。因此,有必要提供一种结构简单、能够用于陶瓷基复合材料并可以同时满足高温空气环境下对基体裂纹进行观测的装置,实现对基体裂纹密度和分布的精确测量。

发明内容

[0005] 发明目的:本发明针对现有技术中的不足,提供一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统。

[0006] 技术方案:

[0007] 一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,包括:数字显微镜、拉伸测试装置、测试试样、加热装置、温度控制器,所述数字显微镜包括台式主控制系统、变焦镜头、镜座、二维移动平台,所述台式主控制系统包括显示屏、LED灯、主控制器,所述显示屏实时地显示材料表面的状况,所述LED灯用于照亮测试试样的表面,所述主控制器与LED灯、变焦镜头相连,所述测试试样包括陶瓷基复合材料,变焦镜头对陶瓷基复合材料表面进行拍摄,主控制器接收变焦镜头发送的图像信号并存储,所述变焦镜头与镜座固定连接,镜座固

定连接二维移动平台,所述二维移动平台上方水平放置拉伸测试装置,所述拉伸测试装置装夹测试试样,对测试试样施加拉伸载荷,测试试样穿过加热装置,测试试样两端固定在拉伸测试装置上,所述加热装置为对开式微型加热装置,为测试试样提供一个高温空气环境,所述加热装置包括热电偶,加热装置下方铺设一层隔热板并水平放置于拉伸测试装置的底座上,所述热电偶与温度控制器相连,所述温度控制器控制加热温度和加热速率。

[0008] 进一步地,所述陶瓷基复合材料为单向陶瓷基复合材料、二维编织陶瓷基复合材料或三维编织陶瓷基复合材料。

[0009] 进一步地,所述变焦镜头包括旋转式变档开关和滤镜,所述旋转式变档开关调节变焦镜头的放大倍数,所述滤镜只允许一定波长范围的可见光通过。

[0010] 进一步地,所述镜座包括支架和准焦螺旋,所述准焦螺旋具有粗调焦和细调焦两个旋钮,可以调节焦距和物镜到测试试样的工作距离。

[0011] 进一步地,所述二维移动装置包括移动平台和旋钮,所述移动平台可以通过底部旋钮控制移动平台沿着前后左右方向移动。

[0012] 进一步地,所述拉伸测试装置包括夹具、第一销钉、拉力传感器、数显仪、摇轮、滑轨、支座、防逆转开关以及底座,所述夹具数量为2个,分别位于测试试样的左右两端,并通过第一销钉水平装夹测试试样,对测试试样进行拉伸,所述拉力传感器一端固定在底座上,另一端与左侧夹具通过螺纹连接,所述拉力传感器与数显仪相连,所述数显仪可以实时显示测试试样所受拉力的大小,所述摇轮为手动加载装置,通过手动转动摇轮,可以对测试试样进行拉伸,通过观察数显仪上的拉力数值,可以将拉力加载到指定数值;所述滑轨下方与底座固定连接,滑轨上方与支座滑动连接,支座上方固定有右侧夹具,当拉伸测试试样时,右侧的夹具在摇轮的作用下,沿着滑轨向右侧滑动;所述防逆转开关为左右拨动式,向左拨动时,摇轮只能顺时针旋转,同理,向右拨动时,摇轮只能逆时针旋转;防逆转开关的作用为防止摇轮回转,即防止拉力减小,起到保持拉伸载荷的作用。

[0013] 进一步地,所述测试试样还包括两片矩形加强铝片,矩形加强铝片上设置有第一圆孔和槽,采用用高温油漆记号笔在陶瓷基复合材料中间位置画出左右两条细线标出一段,所述陶瓷基复合材料两端采用高强度AB胶粘贴矩形加强铝片中间的槽内,所述夹具为U型,U型夹具的两个侧边各设置一个第二圆孔,通过第一销钉穿过U型夹具的两个第二圆孔以及矩形加强铝片的两个第一圆孔固定夹具矩形加强铝片,传递拉伸载荷。

[0014] 进一步地,所述加热装置包括电路系统、钢制炉套、陶瓷纤维炉膛、发热元件、热电偶、透明石英玻璃板、隔热板,所述电路系统包括钢制外壳和线路系统,所述钢制外壳上面有横竖两列矩形冷却孔,所述钢制外壳左右两侧上下各有一个锁扣、锁环和第二销钉,加热装置安装完成后,将四个锁扣扣在锁环上,并插入第二销钉,所述线路系统为发热元件供电,使其产热,所述发热元件为M型硅碳棒,两个热电偶沿着钢制炉套左侧设置的两个小孔水平穿入,并分别位于发热元件的上下两侧,所述热电偶为K型热电偶,所述热电偶与发热元件水平放置于陶瓷纤维炉膛内,所述陶瓷纤维炉膛为白色,其中间部分的左右两侧各加工出两个小半圆孔,拼在一起形成一个小圆孔,测试试样穿过小圆孔以及陶瓷纤维炉膛外侧包覆的钢制炉套,所述钢制炉套和陶瓷纤维炉膛的上部中心加工一个矩形小孔,所述矩形小孔内嵌入一块透明石英玻璃板,所述透明石英玻璃板为两个长方体的叠加块,所述石英玻璃板底部平行于测试试样方向有刻度线。

[0015] 一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统的观测方法,包括以下步骤:

[0016] 步骤1) 打开数字显微镜,打开LED灯,选一张白色A4纸放置于二维移动装置上,进行白平衡。

[0017] 步骤2) 将测试试样安装到拉伸测试装置的夹具中,测试试样的矩形加强铝片与夹具贴合,插入第一销钉固定,打开数显仪,调整摇轮位置,使得数显仪显示为0N;

[0018] 步骤3) 将拉伸测试装置水平放在数字显微镜的二维移动装置上,转动旋钮,使得变焦镜头对准测试试样右侧的标记细线,从右侧慢慢移动测试试样到左侧的标记细线;

[0019] 步骤4) 将隔热板水平铺在拉伸测试装置的底座上,将加热装置沿着前后两个方向水平放置在隔热板上,将两个热电偶沿着钢制炉套左侧的两个小孔水平穿入;

[0020] 步骤5) 将透明石英玻璃板安装到加热装置上方的矩形孔中,调整加热装置的位置,使得测试试样标记部分的中心与透明石英玻璃板的中心对齐,将加热装置左右两侧的四个锁扣分别扣在锁环上,并插入第二销钉固定;

[0021] 步骤6) 设定温度控制器的加热速率和目标温度,启动温度控制器,加热装置(4)进行加热,加热到指定温度,开始保温;

[0022] 步骤7) 根据加热装置内部显示的可见光颜色,选择合适的滤镜安装到变焦镜头上,调整变焦镜头的放大倍数和焦距,使得显示屏上可以透过透明石英玻璃板清楚地显示测试试样的表面;

[0023] 步骤8) 顺时针拨动防逆转开关,使得摇轮不会回转,转动摇轮,观察数显仪,采用逐级加载,首先加载一个载荷步;

[0024] 步骤9) 缓慢转动旋钮,使得二维移动装置从右向左水平移动,观察裂纹的个数和对应透明石英玻璃板上刻度线的位置,并通过数字显微镜的台式主控制系统进行拍摄;

[0025] 步骤10) 继续加载一个载荷步,缓慢移动二维移动装置,观察裂纹的个数和对应透明石英玻璃板上刻度线的位置,并通过台式主控制系统进行拍摄;

[0026] 步骤11) 重复步骤10),最终加载到裂纹个数不再变化,实现陶瓷基复合材料高温空气环境下基体裂纹的观测,获得陶瓷基复合材料基体裂纹密度和分布与温度、载荷的变化关系。

[0027] 进一步地,所述测试试样标记部分长度为25mm,透明石英玻璃板的刻度线为30mm,测试试样标记段拉伸后仍然处于透明石英玻璃板的刻度线范围内。

[0028] 有益效果:

[0029] 1. 本发明采用数字显微镜与加热装置相分离的方式,实现陶瓷基复合材料在高温空气环境和应力载荷作用下对基体裂纹的观测;

[0030] 2. 本发明所涉及测试装置结构简单,可靠性强,数字显微镜、拉伸拉伸测试装置和对开式微型加热装置均为单独整体,安装、拆卸简单,同时试验操作难度小,试验测试成本低;

[0031] 3. 本发明既可以观测高温空气环境下陶瓷基复合材料的基体裂纹,将高温装置取下,又可以观测常温环境下陶瓷基复合材料的基体裂纹;

[0032] 4. 本发明所提出的方案简单易施,具有通用性,针对不同尺寸的测试试样进行微调即可实施,同时,本方案不仅可以用于圆柱形陶瓷基小复合材料,对长方体形陶瓷基复合

材料同样适用。

附图说明

[0033] 图1是观测系统的整体结构示意图；

[0034] 图2是数字显微镜部分结构示意图；

[0035] 图3是拉伸测试装置结构示意图；

[0036] 图4是测试试样结构示意图；

[0037] 图5 (a) 是加热装置主视图,图5 (b) 是加热装置前半部分内部结构示意图,图5 (c) 是加热装置俯视图；

[0038] 附图标记如下:数字显微镜1、拉伸测试装置2、测试试样3、加热装置4、温度控制器5、台式主控制系统6、变焦镜头7、镜座8、二维移动平台9、第一销钉10、热电偶11、隔热板12、底座13、显示屏14、主控制器15、LED灯16、变档开关17、各波长可见光滤镜18、支架19、准焦螺旋20、移动平台21、旋钮22、夹具23、拉力传感器24、数显仪25、摇轮26、滑轨27、支座28、防逆转开关29、加强片30、细线31、高强度AB胶32、第一圆孔33、电路系统34、钢制炉套35、陶瓷纤维炉膛36、发热元件37、透明石英玻璃板38、钢制外壳39、线路系统40、矩形冷却孔41、锁扣42、锁环43、第二销钉44、半圆孔45、刻度线46、第二圆孔47。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图对本发明做更进一步的解释。

[0040] 如图1所示,一种陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统,包括:数字显微镜1、拉伸测试装置2、测试试样3、加热装置4、温度控制器5,数字显微镜包括台式主控制系统6、变焦镜头7、镜座8、二维移动平台9,台式主控制系统6包括显示屏14、LED灯16、主控制器15,显示屏14实时地显示材料表面的状况,LED灯16用于照亮测试试样3的表面,主控制器(15)与LED灯(16)、变焦镜头(7)相连,测试试样3包括陶瓷基复合材料,变焦镜头7可以对陶瓷基复合材料表面的基体裂纹进行拍摄,主控制器接收变焦镜头7发送的图像信号并存储,变焦镜头7与镜座8固定连接,并变焦镜头7从上方垂直对着二维移动平台,镜座8固定连接二维移动平台9,二维移动平台9上方水平放置拉伸测试装置2,拉伸测试装置2装夹测试试样3,对测试试样3施加拉伸载荷,所有纤维沿着同一个方向排列,测试试样3穿过加热装置4,测试试样3两端固定在拉伸测试装置2上,加热装置4为对开式微型加热装置,对开式加热装置可以从中间打开,分为左右两部分的加热装置,为测试试样3提供一个高温空气环境,加热装置4包括热电偶,加热装置4下方铺设一层隔热板12并水平放置于拉伸测试装置2的底座13上,热电偶11与温度控制器5相连,温度控制器5控制加热温度和加热速率。陶瓷基复合材料可以为单向陶瓷基复合材料、二维编织陶瓷基复合材料或三维编织陶瓷基复合材料,本发明选取陶瓷基小复合材料,其为单向陶瓷基复合材料中的一种,可以用来观测裂纹分布。

[0041] 如图2所示,变焦镜头7包括旋转式变档开关17和滤镜18,旋转式变档开关17调节变焦镜头7的放大倍数,变焦镜头的放大倍数可以达到400倍,优选的为150-250倍,滤镜18只允许一定波长范围的可见光通过。

[0042] 镜座8包括支架19和准焦螺旋20,准焦螺旋20具有粗调焦和细调焦两个旋钮,可以

调节焦距和物镜到测试试样3的工作距离。

[0043] 二维移动装置9包括移动平台21和旋钮22,移动平台21可以通过底部旋钮22控制移动平台21沿着前后左右方向移动。

[0044] 如图3所示,拉伸测试装置2包括夹具23、第一销钉10、拉力传感器24、数显仪25、摇轮26、滑轨27、支座28、防逆转开关29以及底座13,夹具23数量为2个,分别位于测试试样3的左右两端,并通过第一销钉10水平装夹测试试样3,对测试试样3进行拉伸,拉力传感器24一端固定在底座13上,另一端与左侧夹具通过螺纹连接,拉力传感器24与数显仪25相连,数显仪25可以实时显示测试试样所受拉力的大小,摇轮26为手动加载装置,通过手动转动摇轮26,可以对测试试样3进行拉伸,通过观察数显仪25上的拉力数值,可以将拉力加载到指定数值;滑轨27下方与底座13固定连接,滑轨27上方与支座28滑动连接,支座上方固定有右侧夹具,当拉伸测试试样3时,右侧的夹具23在摇轮26的作用下,沿着滑轨27向右侧滑动;防逆转开关29为左右拨动式,向左拨动时,摇轮26只能顺时针旋转,同理,向右拨动时,摇轮26只能逆时针旋转;防逆转开关29的作用为防止摇轮26回转,即防止拉力减小,起到保持拉伸载荷的作用。

[0045] 如图4所示,测试试样3还包括两片矩形加强铝片30,矩形加强铝片30上设置有第一圆孔33和槽,采用用高温油漆记号笔在陶瓷基复合材料中间位置画出左右两条细线31标出一段,标记部分长度为25mm,陶瓷基复合材料两端采用高强度AB胶32粘贴矩形加强铝片30中间的槽内,夹具为U型,U型夹具的两个侧边各设置一个第二圆孔47,通过第一销钉10穿过U型夹具的两个第二圆孔47以及矩形加强铝片30的两个第一圆孔33固定夹具矩形加强铝片30,传递拉伸载荷。

[0046] 如图5(a)所示,加热装置4包括电路系统34、钢制炉套35、陶瓷纤维炉膛36、发热元件37、热电偶11、透明石英玻璃板38、隔热板12,电路系统34包括钢制外壳39和线路系统40,钢制外壳39上面有横竖两列矩形冷却孔41,钢制外壳39左右两侧上下各有一个锁扣42、锁环43和第二销钉44,加热装置4安装完成后,将四个锁扣42扣在锁环43上,并插入第二销钉44,线路系统40为发热元件37供电,使其产热。如图5(b),发热元件37为M型硅碳棒,两个热电偶11沿着钢制炉套35左侧设置的两个小孔水平穿入,并分别位于发热元件37的上下两侧,热电偶11为K型热电偶,热电偶11与发热元件37水平放置于陶瓷纤维炉膛36内,陶瓷纤维炉膛36为白色,其中间部分的左右两侧各加工出两个小半圆孔45,拼在一起形成一个小圆孔,测试试样3穿过小圆孔以及陶瓷纤维炉膛36外侧包覆的钢制炉套35,钢制炉套35和陶瓷纤维炉膛36的上部中心加工一个矩形小孔,矩形小孔内嵌入一块透明石英玻璃板38,透明石英玻璃板38为两个长方体的叠加块,石英玻璃板底部平行于测试试样3方向有30mm刻度线46,如图5(c),由于陶瓷基复合材料为脆性材料,变形很小,确保测试试样标记段拉伸后仍然处于透明石英玻璃板的刻度线范围内。

[0047] 采用以上陶瓷基复合材料高温空气环境基体裂纹观测系统的测量方法,包括以下实验步骤:

[0048] 步骤1) 打开数字显微镜1,打开LED灯16,选一张白色A4纸放置于二维移动装置9上,进行白平衡,实验中数字显微镜型号为HIROX KH-7700。

[0049] 步骤2) 将测试试样3安装到拉伸测试装置2的夹具23中,测试试样3的矩形加强铝片30与夹具23贴合,插入销钉10固定,打开数显仪25,调整摇轮26位置,使得数显仪25显示

为0N;

[0050] 步骤3) 将拉伸测试装置2水平放在数字显微镜1的二维移动装置9上,转动旋钮22,使得变焦镜头7对准测试试样3右侧的标记细线31,从右侧慢慢移动测试试样(3)到左侧的标记细线;

[0051] 步骤4) 将隔热板12水平铺在拉伸测试装置2的底座13上,将加热装置4沿着前后两个方向水平放置在隔热板12上,将两个热电偶11沿着钢制炉套35左侧的两个小孔水平穿入,实验中热电偶型号为MIK-WR,隔热板型号为AMANDA-800;

[0052] 步骤5) 将透明石英玻璃板38安装到加热装置4上方的矩形孔中,调整加热装置4的位置,使得测试试样3标记部分的中心与透明石英玻璃板38的中心对齐,将加热装置4左右两侧四个锁扣42分别扣在锁环43上,并插入销钉44固定;

[0053] 步骤6) 设定温度控制器5的加热速率为3°C/min,目标温度为800°C,启动温度控制器5,加热装置进行加热,加热到800°C,开始保温;

[0054] 步骤7) 选择蓝光滤镜18安装到变焦镜头7上,调整变焦镜头7的放大倍数为150倍,手动调整焦距,使得显示屏14上可以透过透明石英玻璃板39清楚地显示测试试样3的表面;

[0055] 步骤8) 顺时针拨动防逆转开关29,使得摇轮26不会回转,转动摇轮26,观察数显仪25,采用逐级加载,首先加载一个载荷步10N;

[0056] 步骤9) 缓慢转动旋钮22,使得二维移动装置9从右向左水平移动,观察裂纹的个数和对应透明石英玻璃板38上刻度线46的位置,并通过数字显微镜1的台式主控制系统6进行拍摄;

[0057] 步骤10) 继续加载一个载荷步,缓慢移动二维移动装置9,观察裂纹的个数和对应透明石英玻璃板38上刻度线46的位置,并通过台式主控制系统6进行拍摄;

[0058] 步骤11) 重复步骤10),最终加载到裂纹个数不再变化,实现陶瓷基复合材料高温空气环境下基体裂纹的观测,获得陶瓷基复合材料基体裂纹密度和分布与温度、载荷的变化关系。

[0059] 需要注意的是,发明中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“前”、“后”等的用语,亦仅为便于叙述的明了,而非用以限定本发明可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本发明可实施的范畴。

[0060] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

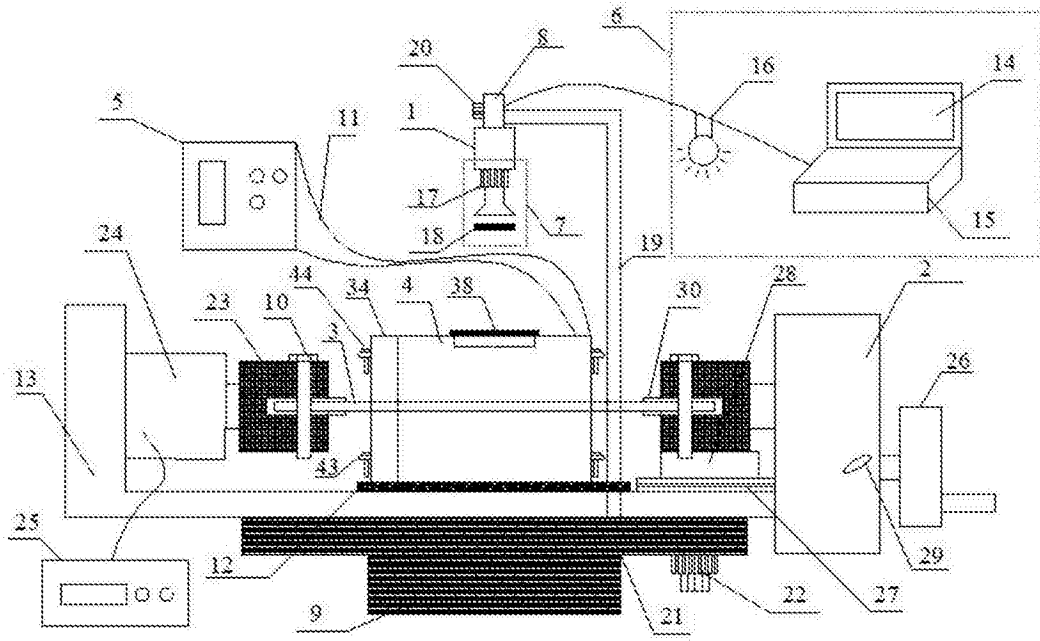


图1

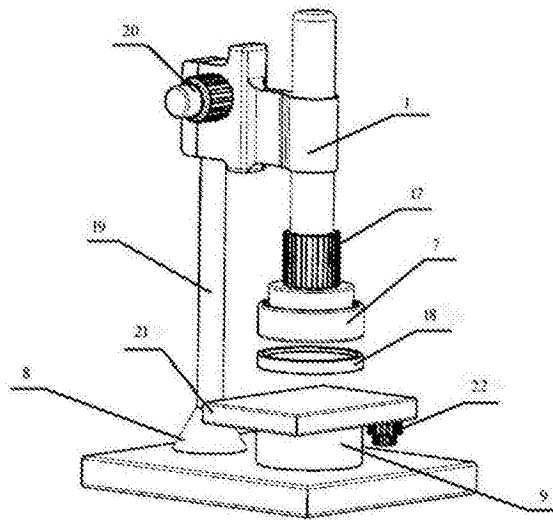


图2

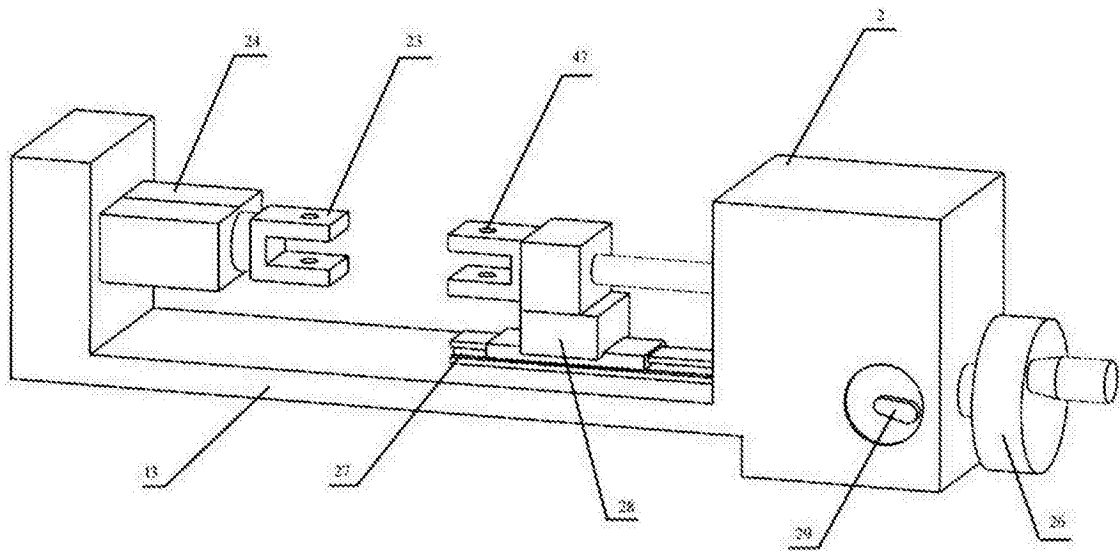


图3

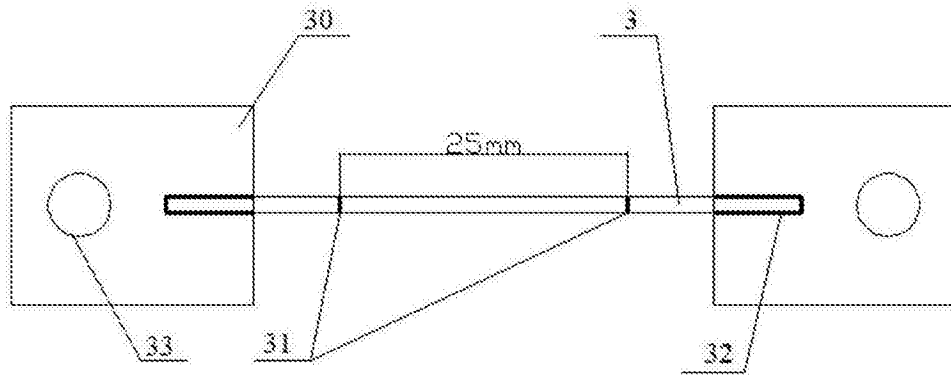
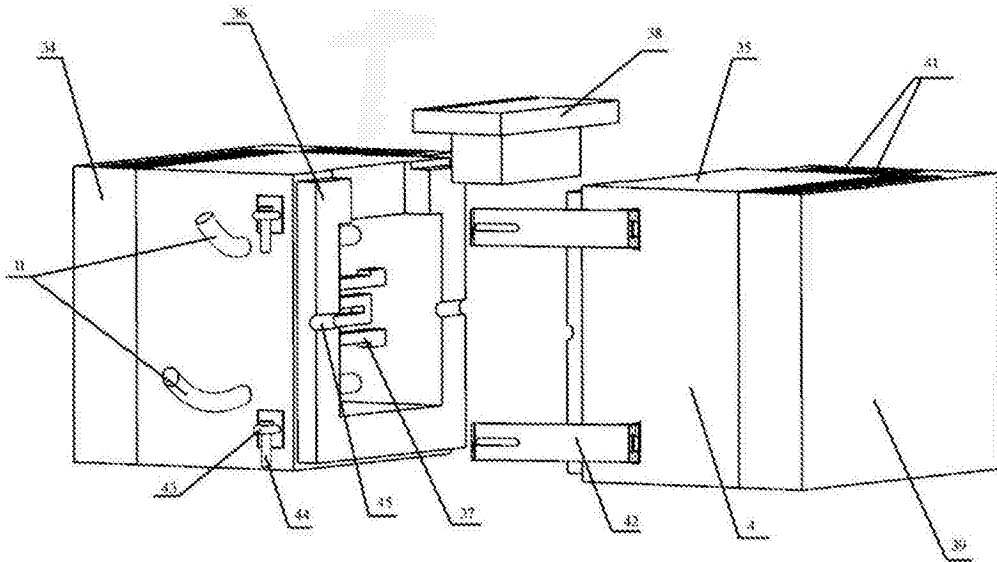
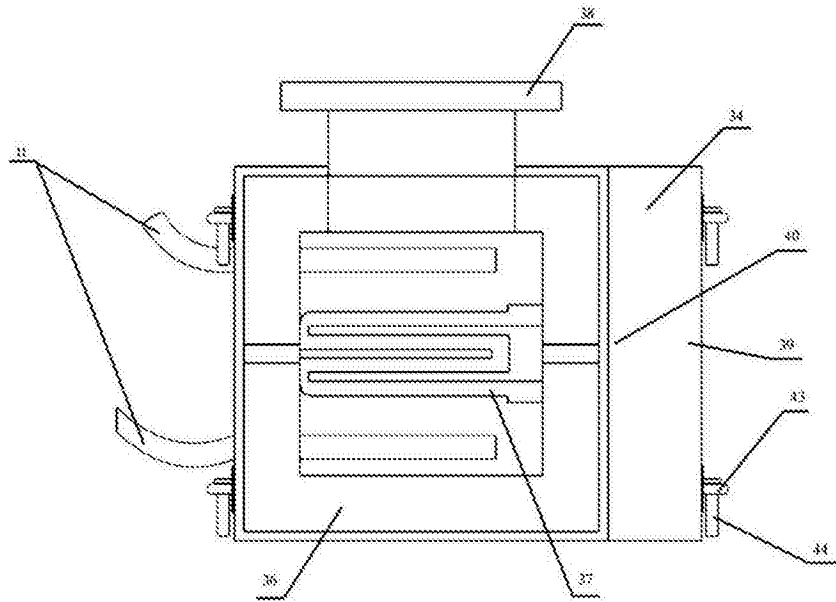


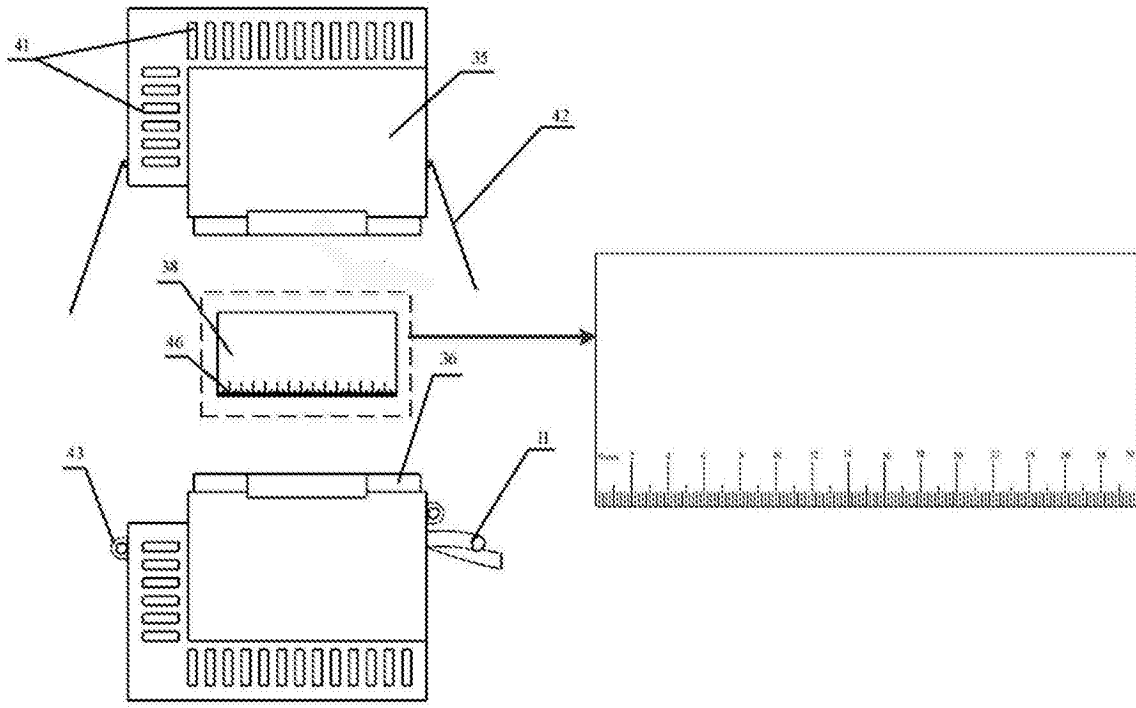
图4



(a)



(b)



(c)

图5