



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109696371 A

(43)申请公布日 2019.04.30

(21)申请号 201910151786.X

(22)申请日 2019.02.28

(71)申请人 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

申请人 北京强度环境研究所

(72)发明人 邵颖峰 武小峰 郁勇 宋凡

(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 胡剑辉

(51)Int.Cl.

G01N 3/60(2006.01)

G01N 3/02(2006.01)

G01N 3/06(2006.01)

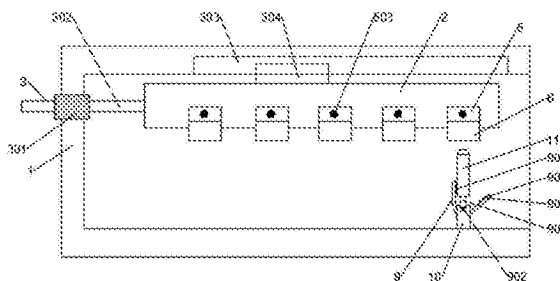
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种火焰热冲击试验观测装置及观测方法

(57)摘要

本发明实施例公开了一种火焰热冲击试验观测装置及观测方法,包括试验架,试验架顶部设置有工作台,工作台端部连接有多个驱动结构,工作台顶部设置有若干个均匀分布的第一夹具,且第一夹具内均夹持有第二透明夹具,第二透明夹具前端伸出工作台,且第二透明夹具正下方设置有固定在试验架上的高速摄像机,工作台侧方设置有伸缩支架,伸缩支架内端通过调档结构连接有氧乙炔火焰喷枪,该方案的观测更方便、更精准,能够精准的计算出材料在受到热冲击时产生裂纹的时间和扩展速率,同时能够更方便的测量多组数据和进行对比试验,且可以保证多次试验时,试验条件的统一性,可以避免试验结果出现误差。



1. 一种火焰热冲击试验观测装置,包括试验架(1),其特征在于:所述试验架(1)的顶部设置有工作台(2),且工作台(2)的端部连接有多档驱动结构(3),所述试验架(1)的底部安装有控制多档驱动结构(3)的控制器(4);

所述工作台(2)的顶部设置有若干个均匀分布的第一卡具(5),且第一卡具(5)内均夹持有第二透明卡具(6),所述第二透明卡具(6)前端伸出工作台(2),且第二透明卡具(6)的正下方设置有固定在试验架(1)上的高速摄像机(7),所述高速摄像机(7)的顶端固定安装有滤光镜片(8),所述工作台(2)的侧方设置有与试验架(1)固定连接的伸缩支架(10),且伸缩支架(10)的内端通过调档结构(9)连接有氧乙炔火焰喷枪(11),所述高速摄像机(7)的侧方通过安装架(12)固定安装有辅助光源(13)。

2. 根据权利要求1所述的一种火焰热冲击试验观测装置,其特征在于:所述多档驱动结构(3)包括固定在试验架(1)侧端的直线马达(301),所述直线马达(301)的输出端通过伸缩杆(302)与工作台(2)固定连接,所述试验架(1)的侧面设置有条形滑槽(303),所述工作台(2)的侧面设置有与条形滑槽(303)匹配的滑条(304)。

3. 根据权利要求1所述的一种火焰热冲击试验观测装置,其特征在于:所述第一卡具(5)均包括两个相对的呈倒“L”形的卡块(501),且下端的卡块(501)与工作台(2)固定连接,所述卡块(501)的外端均设置有对应的螺孔(502),且对应的螺孔(502)内均插设有锁紧螺栓(503),所述卡块(501)的内侧面均设置有定位固定槽(504)。

4. 根据权利要求1所述的一种火焰热冲击试验观测装置,其特征在于:所述第二透明卡具(6)均包括两个相对的呈“Z”形的夹紧块(601),且夹紧块(601)的内端均与对应的卡块(501)匹配,所述夹紧块(601)的内端外侧面均设置有与定位固定槽(504)匹配的定位固定凸起(602),且两个夹紧块(601)之间均设置有夹持区(603),最外侧的所述夹持区(603)内夹持有热流计,且其余的夹持区(603)内夹持有试样。

5. 根据权利要求1所述的一种火焰热冲击试验观测装置,其特征在于:所述调档结构(9)包括与氧乙炔火焰喷枪(11)外端连接的旋转轴(901),且旋转轴(901)的端部通过销轴(902)与伸缩支架(10)活动连接,所述伸缩支架(10)的两侧均连接有定位斜杆(903),且定位斜杆(903)的侧面均镶嵌有第一磁片(904),所述氧乙炔火焰喷枪(11)的两侧均镶嵌有与第一磁片(904)磁性相反的第二磁片(905)。

6. 一种火焰热冲击试验观测方法,其特征在于,包括如下步骤:

S100、调控并记录氧乙炔火焰喷枪的火焰强度;

S200、逐步移动工作台,实时捕捉各个试样热冲击过程中裂纹的发生与扩展过程;

S300、对拍摄图像进行处理获得试样热冲击过程中裂纹出现的时间和扩展速率;

S400、调控氧乙炔火焰喷枪氧、乙炔的流量以及火焰喷口与试样的距离进行多次重复试验。

7. 根据权利要求6所述的一种火焰热冲击试验观测方法,其特征在于:在步骤S100中,调控并记录氧乙炔火焰喷枪火焰强度的具体步骤为:

S101、将热流计固定在工作台上最右端的卡具内,其余的卡具内分别固定不同的试样,保持热流计受热冲击面与试样的受热冲击面在一个平面上;

S102、将氧乙炔火焰喷枪旋转至右档,并点火,之后将氧乙炔火焰喷枪旋转至左档,使火焰正对热流计的正面;

S103、待热流计稳定后,记录火焰的强度。

8. 根据权利要求6所述的一种火焰热冲击试验观测方法,其特征在于:在步骤S200中,逐步移动工作台,使各个试样逐一移动至高速摄像机的正上方,且使氧乙炔火焰喷枪的火焰逐一正对各个试样的正面,之后利用高速摄像机将各个试样的热冲击过程拍摄下来。

9. 根据权利要求6所述的一种火焰热冲击试验观测方法,其特征在于:在步骤S300中,记录各个试样热冲击过程中出现裂纹的起始时间,并通过不同时间下裂纹的长度计算裂纹的扩展速率。

10. 根据权利要求6所述的一种火焰热冲击试验观测方法,其特征在于:在步骤S200中,每拍摄一个试样的热冲击过程,便将工作台移动至最左端,并利用热流计检测火焰的强度。

一种火焰热冲击试验观测装置及观测方法

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及试验仪器和实验力学技术领域,具体涉及一种火焰热冲击试验观测装置及观测方法。

背景技术

[0002] 随着航空航天技术的发展,材料的服役环境变得十分恶劣,急需具有优良高温性能的高温材料。陶瓷因具有高熔点、耐腐蚀、耐磨损和高温化学稳定性等优点而成为航空航天最具有前景的候选材料,但由于其本征脆性,陶瓷材料易热震失效致灾难性的破坏,因此材料的抗热震性能已经成为选择和设计材料的重要标准之一。

[0003] 传统的热震试验分为冷冲击和热冲击两种,前者是将试样加热到一定温度后丢入到冷冲击介质(例如水、液氮等),之后测量其热震残余强度来实现的。热冲击一般采用快速加热的方式(例如火焰、辐照等)来实现。随着热震问题研究的深入,确定材料热震的发生发展过程变得越来越重要,因此在试验上迫切需要能够实现和观测材料热震的整个过程。

[0004] 现有的用于透明或半透明材料的热震试验通常是对高温透明或半透明材料进行水淬冷冲击来实现的,再通过图像采集装置对材料的热震过程进行采集。但是,现有的水淬热震试验观测方案存在以下缺陷:

[0005] (1) 水淬冷冲击热震试验是一种折衷的方法,虽然便捷,但是它不能真实的反映材料的热冲击热震过程,事实上高温材料更多时候是在受到热冲击热震过程中而损坏的,因此通过水淬热震试验不能精准的测试出材料在受到热冲击时产生裂纹的具体时间和扩展速率,进而不利于准确的测试出材料的性质;

[0006] (2) 在热震试验中,为了描述试样的热震过程,需要准确的知道试样在试验中的热量交换,而由于水本身受热易蒸发的特性,使得水淬过程中,水与试样的换热多少很难计算,从而不利于准确描述试样的热震过程;

[0007] (3) 在进行热震试验时,通常需要测量多组数据,且需要进行对比试验,而现有的方案很难保证多次试验时,试验条件的统一性,使得试验的结果误差较大。

发明内容

[0008] 为此,本发明实施例提供一种火焰热冲击试验观测装置及观测方法,该方案的观测更方便、更精准,能够精准的计算出材料在受到热冲击时产生裂纹的时间和扩展速率,有利于准确测试出材料的性质,同时,能够更方便的测量多组数据和进行对比试验,且能够保证多次试验时,试验条件的统一性,可以避免试验结果出现误差,能有效解决现有技术中的问题。

[0009] 为了实现上述目的,本发明实施例提供如下技术方案:一种火焰热冲击试验观测装置,包括试验架,所述试验架的顶部设置有工作台,且工作台的端部连接有多档驱动结构,所述试验架的底部安装有控制多档驱动结构的控制器;

[0010] 所述工作台的顶部设置有若干个均匀分布的第一卡具,且第一卡具内均夹持有第

二透明卡具,所述第二透明卡具前端伸出工作台,且第二透明卡具的正下方设置有固定在试验架上的高速摄像机,所述高速摄像机的顶端固定安装有滤光镜片,所述第二透明卡具的侧方设置有与试验架固定连接的伸缩支架,且伸缩支架的内端通过调档结构连接有氧乙炔火焰喷枪,所述高速摄像机的侧方通过安装架固定安装有辅助光源。

[0011] 进一步地,所述多档驱动结构包括固定在试验架侧端的直线马达,所述直线马达的输出端通过伸缩杆与工作台固定连接,所述试验架的侧面设置有条形滑槽,所述透明工作台的侧面设置有与条形滑槽匹配的滑条。

[0012] 进一步地,所述第一卡具均包括两个相对的呈倒“L”形的卡块,且下端的卡块与工作台固定连接,所述卡块的外端均设置有对应的螺孔,且对应的螺孔内均插设有锁紧螺栓,所述卡块的内侧面均设置有定位固定槽。

[0013] 进一步地,所述第二透明卡具均包括两个相对的呈“Z”形的夹紧块,且夹紧块的内端均与对应的卡块匹配,所述夹紧块的内端外侧面均设置有与定位固定槽匹配的定位固定凸起,且两个夹紧块之间均设置有夹持区,最外侧的所述夹持区内夹持有热流计,且其余的夹持区内夹持有试样。

[0014] 进一步地,所述调档结构包括与氧乙炔火焰喷枪外端连接的旋转轴,且旋转轴的端部通过销轴与伸缩支架活动连接,所述伸缩支架的两侧均连接有定位斜杆,且定位斜杆的侧面均镶嵌有第一磁片,所述氧乙炔火焰喷枪的两侧均镶嵌有与第一磁片磁性相反的第二磁片。

[0015] 另外,本发明还提供了一种火焰热冲击试验观测方法,包括如下步骤:

[0016] S100、调控并记录氧乙炔火焰喷枪的火焰强度;

[0017] S200、逐步移动工作台,实时捕捉各个试样热冲击过程中裂纹的发生与扩展过程;

[0018] S300、对拍摄图像进行处理获得试样热冲击过程中裂纹出现的时间和扩展速率;

[0019] S400、调控氧乙炔火焰喷枪氧、乙炔的流量以及火焰喷口与试样的距离进行多次重复试验。

[0020] 进一步地,在步骤S100中,调控并记录氧乙炔火焰喷枪火焰强度的具体步骤为:

[0021] S101、将热流计固定在工作台上最右端的卡具内,其余的卡具内分别固定不同的试样;

[0022] S102、将氧乙炔火焰喷枪旋转至右档,并点火,之后将氧乙炔火焰喷枪旋转至左档,使火焰正对热流计的正面;

[0023] S103、待热流计稳定后,记录火焰的强度。

[0024] 进一步地,在步骤S200中,逐步移动工作台,使各个试样逐一移动至高速摄像机的正上方,且使氧乙炔火焰喷枪的火焰逐一正对各个试样的正面,之后利用高速摄像机将各个试样的热冲击过程拍摄下来。

[0025] 进一步地,在步骤S300中,记录各个试样热冲击过程中出现裂纹的起始时间,并通过不同时间下裂纹的长度计算裂纹的扩展速率。

[0026] 进一步地,在步骤S200中,每拍摄一个试样的热冲击过程,便将工作台移动至最左端,并利用热流计检测火焰的强度。

[0027] 本发明实施例具有如下优点:

[0028] (1) 本发明的观测更方便、更精准,能够精准的计算出材料在受到热冲击时产生裂

纹的时间和扩展速率,有利于准确测试出材料的性质;

[0029] (2) 本发明能够更方便的测量多组数据和进行对比试验,且能够保证多次试验时试验条件的统一性,可以避免试验结果出现误差;

[0030] (3) 相比与现有技术中的水淬冷冲击热震试验,该方案能够更真实的反映材料的热冲击热震过程,使得试验结果更具说服力,同时,能够在试验过程中,准确知道试样在试验中的热量交换,有利于准确描述试样的热震过程。

附图说明

[0031] 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。

[0032] 本说明书所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容得能涵盖的范围内。

[0033] 图1为本发明的整体俯视结构示意图;

[0034] 图2为本发明的竖截面结构示意图;

[0035] 图3为本发明的整体流程示意图。

[0036] 图中:

[0037] 1-试验架;2-工作台;3-多档驱动结构;4-控制器;5-第一夹具;6-第二透明夹具;7-高速摄像机;8-滤光镜片;9-调档结构;10-伸缩支架;11-氧乙炔火焰喷枪;12-安装架;13-辅助光源;

[0038] 301-直线马达;302-伸缩杆;303-条形滑槽;304-滑条;

[0039] 501-卡块;502-螺孔;503-锁紧螺栓;504-定位固定槽;

[0040] 601-夹紧块;602-定位固定凸起;603-夹持区;

[0041] 901-旋转轴;902-销轴;903-定位斜杆;904-第一磁片;905-第二磁片。

具体实施方式

[0042] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效,显然,所描述的实施例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。

[0043] 如图1和图2所示,本发明提供了一种火焰热冲击试验观测装置,包括试验架1,试验架1的顶部设置有工作台2,工作台2的端部连接有多档驱动结构3,试验架1的底部安装有控制多档驱动结构3的控制器4,通过控制器4能够控制多档驱动结构3启动,从而使工作台2左右移动。

[0044] 多档驱动结构3包括固定在试验架1侧端的直线马达301,直线马达301的输出端通过伸缩杆302与工作台2固定连接,当直线马达301在控制器4的控制下工作时,能够使工作

台2在伸缩杆302的带动下移动。

[0045] 试验架1的侧面设置有条形滑槽303,工作台2的侧面设置有与条形滑槽303匹配的滑条304,通过设置条形滑槽303和滑条304,能够在不影响工作台2移动的前提下,对工作台2进行限位,避免工作台2在移动时倾斜。

[0046] 工作台2的顶部设置有若干个均匀分布的第一卡具5,且第一卡具5内均夹持有第二透明卡具6,第二透明卡具6用于夹持热流计及各个试样,由于该方案是针对透明或半透明试样的热冲击试验,并通过光线的变化将裂纹的发生和发展拍摄下来,因此第二透明卡具6必须为透明材料制成。

[0047] 第二透明卡具6前端伸出工作台2,且第二透明卡具6的正下方设置有固定在试验架1上的高速摄像机7,高速摄像机7的顶端固定安装有滤光镜片8,高速摄像机7竖直设置,且正对着上方第二透明卡具6内夹持的试样或热流计,滤光镜片8能够过滤火焰光谱,从而使高速摄像机7拍摄到更清晰的图像,高速摄像机7的侧方通过安装架12固定安装有辅助光源13,在试验时,可以调整辅助光源13的角度,使得辅助光源13同样对着第二透明卡具6内夹持的试样,以提高试样附近亮度,从而方便高速摄像机7的拍摄。

[0048] 第一卡具5均包括两个相对的呈倒“L”形的卡块501,且下端的卡块501与工作台2固定连接,卡块501的外端均设置有对应的螺孔502,且对应的螺孔502内均插设有锁紧螺栓503,通过锁紧螺栓503能够使两个卡块501锁紧固定,并紧紧夹持住两个卡块501之间的第二透明卡具6,卡块501的内侧面均设置有定位固定槽504。

[0049] 第二透明卡具6均包括两个相对的呈“Z”形的夹紧块601,且夹紧块601的内端均与对应的卡块501匹配,夹紧块601的内端外侧面均设置有与定位固定槽504匹配的定位固定凸起602,通过设置定位固定槽504和定位固定凸起602,能够使第一卡具5夹持第二透明卡具6时,对第二透明卡具6的位置进行定位,从而对试样的位置进行定位,有利于准确记录试样的热冲击过程。

[0050] 两个夹紧块601之间均设置有夹持区603,最外侧的夹持区603内夹持有热流计,且其余的夹持区603内夹持有试样,在夹持试样和热流计时,将试样和热流计放在两个夹紧块601之间,再将两个夹紧块601放入两个卡块501之间,通过定位固定槽504和定位固定凸起602对夹紧块601进行定位后,便可以通过锁紧螺栓503将试样和热流计固定,同时,能够使试样和热流计均单面受到热冲击,此外,由于第二透明卡具6的前端伸出工作台2,且第二透明卡具6位透明材料支撑,因此下方的高速摄像机7能够透过第二透明卡具6拍摄到试样的热冲击过程,而将夹紧块601设计为“Z”形,能够使喷射到试样正面的火焰更集中稳定,避免火焰外溢影响拍摄效果,进而保证热冲击的效果。

[0051] 工作台2的侧方设置有与试验架1固定连接的伸缩支架10,且伸缩支架10的内端通过调档结构9连接有氧乙炔火焰喷枪11,氧乙炔火焰喷枪11与试样、热流计在同一平面上,通过设置伸缩支架10,能够调整氧乙炔火焰喷枪11火焰喷口距试样或热流计的距离,从而改变火焰强度,当然,也可以通过调控氧乙炔火焰喷枪11氧、乙炔的流量来改变火焰强度,以便进行多次试验。

[0052] 调档结构9包括与氧乙炔火焰喷枪11外端连接的旋转轴901,且旋转轴901的端部通过销轴902与伸缩支架10活动连接,使得氧乙炔火焰喷枪11能够左右旋转,伸缩支架10的两侧均连接有定位斜杆903,且定位斜杆903的侧面均镶嵌有第一磁片904,氧乙炔火焰喷枪

11的两侧均镶嵌有与第一磁片904磁性相反的第二磁片905,通过设置第一磁片904和第二磁片905,能够使氧乙炔火焰喷枪11旋转至左、右两侧时固定,从而实现调档,当将氧乙炔火焰喷枪11旋转至右侧时,能够方便点火,当将氧乙炔火焰喷枪11旋转至左侧时,能够使氧乙炔火焰喷枪11得火焰正对着热流计504或试样,从而对试样进行热冲击试验。

[0053] 初始时,将工作台2在控制器4的控制下移动至最左端,使得热流计位于高速摄像机7的正上方,之后将氧乙炔火焰喷枪11旋转至右档并点火,再旋转至左档,使得氧乙炔火焰喷枪11的火焰喷口能够正好对着热流计,待热流计稳定后,能够通过热流计得到火焰的强度。

[0054] 之后通过控制器4逐步移动工作台2,使各个试样能够逐一移动至高速摄像机7的正上方,且氧乙炔火焰喷枪11的火焰能够逐一正对各个试样的正面,之后利用高速摄像机7将各个试样的热冲击过程拍摄下来,便能够根据各个试样热冲击过程中出现裂纹的起始时间,以及不同时间下裂纹的长度计算裂纹的扩展速率,使得试验观测更方便、更精准,有利于准确测试出材料的性质,同时,由于氧乙炔火焰喷枪11在点火后能够持续对多个试样进行试验,因此能够更方便的测量多组数据和进行对比试验,且能够保证多次试验时,试验条件的统一性,可以避免试验结果出现误差。

[0055] 与现有技术中常用的水淬冷冲击热震试验不同的是,水淬冷冲击热震试验是通过在高温透明或半透明材料进行水淬冷冲击来实现的,再通过图像采集装置对材料的热震过程进行采集,但是由于高温材料更多时候是在受到热冲击热震过程中而损坏的,因此通过水淬冷冲击不能真实的反映材料的热冲击热震过程,而本方案通过采用氧乙炔火焰喷枪11对试样进行热冲击,之后再通过高速摄像机7将各个试样的热冲击过程拍摄下来,能够更真实的反映材料的热冲击热震过程,使得试验结果更具说服力。同时,水淬冷冲击热震试验时,由于水分受热会快速蒸发,因此很难知道材料在试验中的热量交换,而本方案通过在试验前利用热流计记录火焰的强度,能够精准的计算出火焰与试样的换热多少,进而能够准确描述试样的热震过程。

[0056] 另外,如图3所示,本发明还提供了一种火焰热冲击试验观测方法,包括如下步骤:

[0057] 步骤S100、调控并记录氧乙炔火焰喷枪的火焰强度。

[0058] 在步骤S100中,调控并记录氧乙炔火焰喷枪火焰强度的具体步骤为:

[0059] 步骤S101、将热流计固定在工作台上最右端的卡具内,其余的卡具内分别固定不同的试样,从而能够一次性进行多次试验和对比试验,以保证试验条件的统一性,避免试验偏差。

[0060] 步骤S102、将氧乙炔火焰喷枪旋转至右档,并点火,之后将氧乙炔火焰喷枪旋转至左档,使火焰正对热流计的正面。

[0061] 步骤S103、待热流计稳定后,记录火焰的强度。

[0062] 步骤S200、逐步移动工作台,实时捕捉各个试样热冲击过程中裂纹的发生与扩展过程。

[0063] 在步骤S200中,逐步移动工作台,使各个试样逐一移动至高速摄像机的正上方,且使氧乙炔火焰喷枪的火焰逐一正对各个试样的正面,之后利用高速摄像机将各个试样的热冲击过程拍摄下来。

[0064] 步骤S300、对拍摄图像进行处理获得试样热冲击过程中裂纹出现的时间和扩展速

率。

[0065] 在步骤S300中,记录各个试样热冲击过程中出现裂纹的起始时间,并通过不同时间下裂纹的长度计算裂纹的扩展速率,在进行一块试样的热冲击试验时,调节氧、乙炔的流量,通过热流计测得热流密度为 $2\text{MW}/\text{m}^2$,通过有限元可以计算出热冲击过程中此试样表面的温度变化,同时高速摄像机实时捕捉热冲击过程中裂纹的发生与扩展,试样在火焰冲击约2秒后出现裂纹,之后裂纹扩展,通过不同时间下裂纹的长度可以计算出裂纹的扩展速率小于 $60\text{m}/\text{s}$ 。

[0066] 步骤S400、调控氧乙炔火焰喷枪氧、乙炔的流量以及火焰喷口与试样的距离进行多次重复试验,以确保试验结果的准确度。

[0067] 在步骤S200中,每拍摄一个试样的热冲击过程,便将工作台移动至最左端,并利用热流计检测火焰的强度,这样能够确定试验时火焰强度是否稳定,从而能够避免火焰强度的波动对试验结果产生影响。

[0068] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施例对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

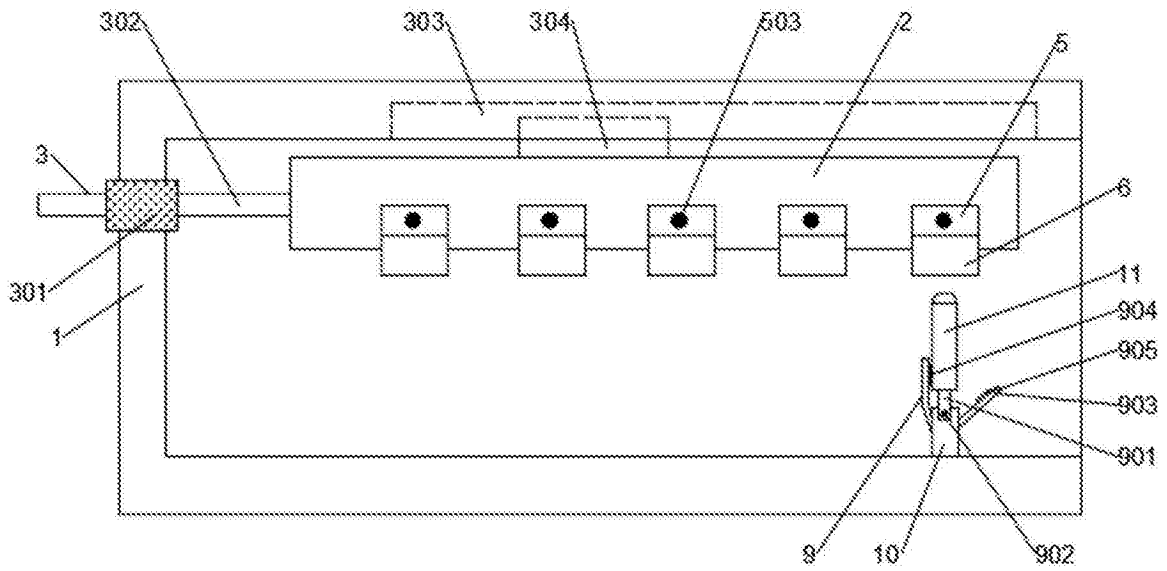


图1

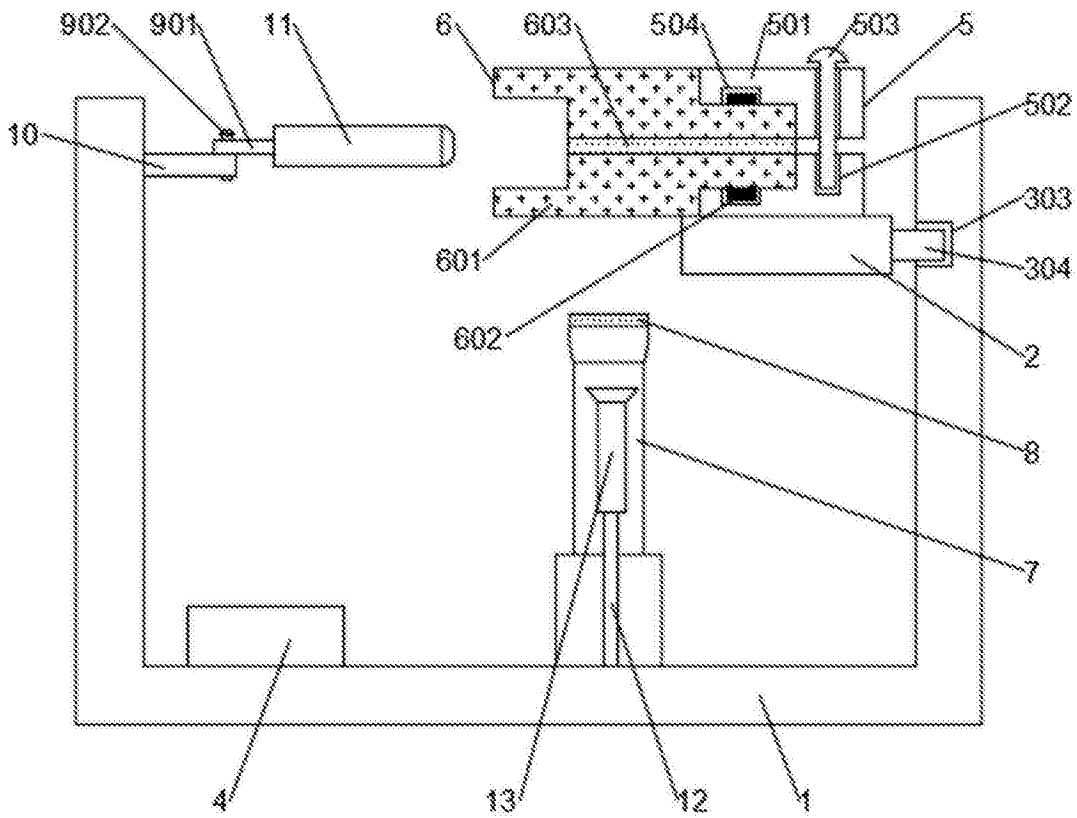


图2

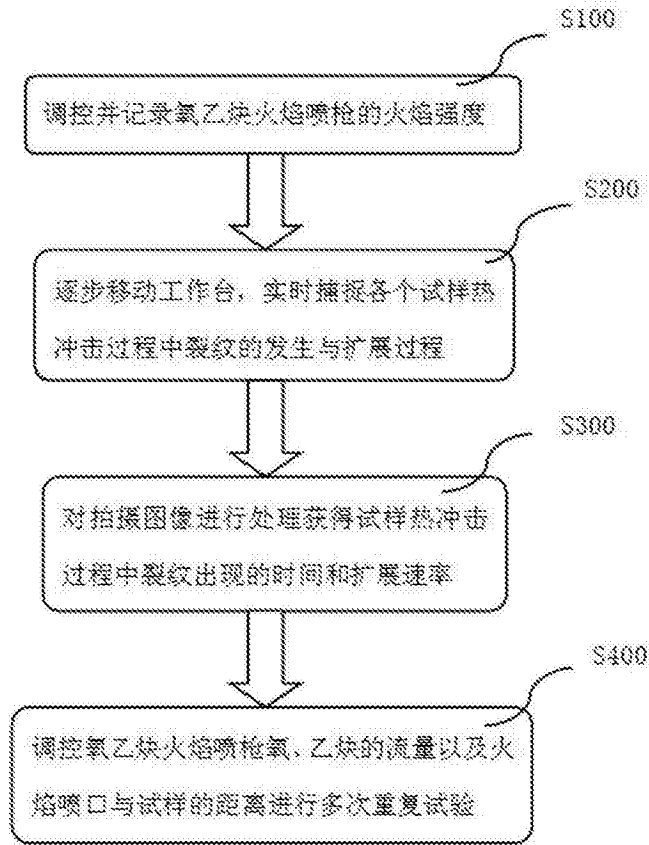


图3