



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103091237 A

(43) 申请公布日 2013. 05. 08

(21) 申请号 201310009155. 7

(22) 申请日 2013. 01. 10

(71) 申请人 湘潭大学

地址 411105 湖南省湘潭市雨湖区羊牯塘卢家滩 27 号

(72) 发明人 杨丽 王俊俊 周益春 蔡灿英

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 薄观玖

(51) Int. Cl.

G01N 17/00 (2006. 01)

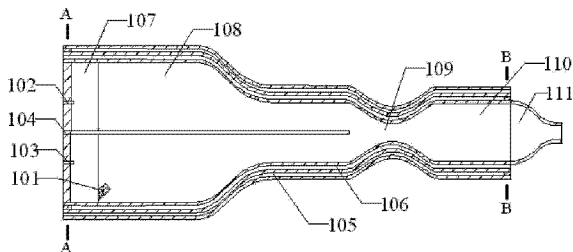
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置

(57) 摘要

一种模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置,属于热障涂层服役环境模拟装置领域。该装置在高温火焰喷枪内除有火焰通道、冷却通道外,还包含有冲蚀颗粒输入系统和腐蚀物质输入系统以及点火系统;高温火焰喷枪的移动由伺服电机控制;所述冲蚀颗粒输入系统利用压缩空气将颗粒冲入喷枪内的冲蚀颗粒通道。本发明能够模拟高性能航空发动机内温度的交变循环、硬质颗粒的反复冲击、腐蚀气体的不断侵蚀等单一或任意两种或三种服役环境,解决了现有热障涂层环境模拟装置只能模拟单一服役环境以及未加入硬质颗粒冲蚀的缺陷,为有效评估高温部件在高温热循环、冲蚀和腐蚀一体化的服役环境下的疲劳失效过程及失效机理提供了重要的实验平台。



1. 一种用于模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置,该喷枪装置包括高温火焰喷枪,其特征在于,该喷枪装置在高温火焰喷枪内除有火焰通道(110)、冷却通道(106)外,还包含有冲蚀颗粒输入系统、腐蚀物质输入系统以及点火系统;

所述高温火焰喷枪的火焰温度高达 3000 ° C 左右,用喷枪固定装置固定,由伺服电机控制喷枪移动;

所述冲蚀颗粒输入系统为利用压缩空气将颗粒冲入喷枪内的冲蚀颗粒通道(104)中,冲蚀颗粒通道(104)伸入到燃烧室(108)内部,颗粒在燃烧室(108)内经加温加速后,随火焰一起喷到样品上;

所述腐蚀物质输入系统可以实现高温颗粒腐蚀和常温气体腐蚀的输入,对于颗粒状腐蚀物质,由冲蚀颗粒通道(104)输入,即将腐蚀颗粒加入到冲蚀颗粒通道(104)中,经高温反应后,形成腐蚀气流,随高温火焰一起喷到样品上;对于气体状腐蚀物质,则是经单独的腐蚀气体通道(105)输入,即将腐蚀气体压入到喷枪中的腐蚀气体通道(105)中,腐蚀气体经加热后,成环状加载至样品上;

所述点火系统包括手动点火和自动周期性点火,即按照需要手动点火,或者选择自动周期性点火,且周期时间可按需设定。

2. 根据权利要求 1 所述的一种用于模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置,其特征在于,所述喷枪装置还含有冷却系统;所述冷却系统包括冷却通道入口(201)、冷却通道(106)、冷却通道出口(302);

所述冷却系统冷却水从冷却通道入口(201)进入后,冷却通道(106)环绕喷枪冷却一周,对喷枪进行冷却后,从冷却通道出口(302)流出。

3. 根据权利要求 1 所述的一种用于模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置,其特征在于,所述高温火焰喷枪出口处可更换不同直径的喷嘴(111),喷嘴(111)与喷枪采用螺纹连接方式,并安装有密封圈。

4. 根据权利要求 3 所述的一种用于模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置,其特征在于,所述喷嘴直径尺寸为 10 mm、16 mm、20 mm 或者 40 mm,可以根据试验样品的尺寸来选择。

## 一种模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置,尤其涉及一种可以实现三种服役环境一体化的加载装置,属于热障涂层服役环境模拟装置领域。

### 背景技术

[0002] 随着航空、航天技术的迅速发展,人们对航空材料的要求也不断提高,对高温材料使用温度的要求也越来越高,目前先进的高温合金或单晶材料已远远无法满足先进航空发动机迅速发展的迫切需求,热障涂层因为具有高隔热、耐腐蚀、抗冲蚀等优点成为了现代航空发动机上高温部件的关键材料。然而由于现在的热障涂层技术尚未成熟,热障涂层的失效也成为航空发动机的致命威胁。影响热障涂层破坏的因素很多,除了自身复杂的几何形状、微观结构及各层之间的性能差异等自身原因外,最关键的是热障涂层工作在极其恶劣的高温交变热循环、杂质颗粒的反复冲击、腐蚀气体的不断侵蚀等复杂环境中。为了充分研究和有效预测热障涂层材料的热力失效和可靠性问题,研制相关的试验加载装置来模拟热障涂层的服役环境对其破坏机理进行分析是热障涂层领域的研究热点和发展趋势。国内外众多航空航天研究机构投入了大量的人力和物力研制模拟不同工作状态的实验模拟装置。

[0003] 目前国内外航天工作者主要通过地面模拟服役环境的方式来进行试验,如高温风洞实验、单管燃烧器、热冲击试验等,但这些模拟加载方法还不能真实的模拟热障涂层涡轮叶片高温交变热循环、杂质颗粒的反复冲击、腐蚀气体的不断侵蚀的复杂服役环境。早在 20 世纪 70 年代,美国的 NASA 中心就将热障涂层在相当高热流密度的 J-75 涡轮发动机上进行了试车,验证了热障涂层的隔热效果,并以此为依据调整了陶瓷层各成分的配方。但是发动机试车时人力、物力耗费巨大,实验设备要求高,而且无法实现对热障涂层试验过程信息的获取或原位检测,因而无法实时获得试样损伤的关键信息,故很难用于航空发动机的前期产品研发和中试试验。因此如何采用经济有效的方法对热障涂层的服役环境行为进行模拟,是该领域研究工作中直接面临的现实工程问题。研制模拟热障涂层实际复杂服役环境的加载装置,将能够为热障涂层疲劳失效过程和失效机理的研究提供重要的实验平台。

[0004] 目前为止,国内涉及到模拟航空发动机涡轮叶片服役环境方面的试验装置中,周洪等人(专利公开号:CN1818612A)采用高温电阻炉对热障涂层进行快速加热和冷却,李志明等人(专利公开号:CN201653844)采用陶瓷套管加热研究热障涂层的抗高温氧化性能。成来飞等人(专利公开号:CN1546974A)研制了高温燃气环境条件下热、化学耦合的加速实验装置;张天剑等人(专利公开号:CN101644650A)采用加热枪实现了热障涂层的热循环性能的测试。宫声凯等人(专利公开号:CN1699994)采用红外加热设备与材料力学性能试验机相结合的方式实现了热障涂层热、力和腐蚀的环境模拟;我们曾研制出一套用于模拟和实时测试高温部件热疲劳失效的试验装置(专利公开号:201010000151),能够实现对高性能航空发动机内温度交变循环的热疲劳这一服役环境的模拟。可以看出,现有对服役环境的模拟装置,大多只能实现对高性能航空发动机内热疲劳、热震等单一载荷或是热、力简单耦合等服役环境的模拟,但航空发动机内的真实服役环境中还包含杂质颗粒的反复冲击和

腐蚀气体的不断侵蚀等状况。因此,全面真实的模拟热障涂层高温、腐蚀、冲蚀的服役环境是理解热障涂层破坏机理、实现其安全应用及优化设计的关键问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是解决现有热障涂层服役环境模拟中存在的棘手难题,提供一种用于模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置,可以实现对热障涂层高温、腐蚀、冲蚀服役环境的模拟,为有效评估高温部件在复杂服役环境下的疲劳失效过程及失效机理提供重要的实验平台。

[0006] 本发明设计所采用的技术方案为:在高温火焰喷枪内除有火焰通道、冷却通道外,还包含有颗粒通道和气体通道,可以实现对高温热疲劳,冲蚀、腐蚀一体化的服役环境的模拟。

[0007] 所述高温火焰喷枪的火焰温度高达 3000 ° C 左右,用喷枪固定装置固定,由伺服电机控制喷枪移动;所述高温火焰喷枪内通有冷却循环水。

[0008] 所述高温火焰喷枪出口处可更换不同直径的喷嘴,喷嘴与喷枪采用螺纹连接的方式,并安装有密封圈等密封装置,喷嘴的直径尺寸有 10 mm、16 mm、20 mm、40 mm 等 4 种,可形成多种形式的火焰,实现对不同尺寸样品的加热。而且通过控制气体的流量和高温火焰喷枪到样品的距离,可以形成不同速度、温度的火焰,故可满足试验者的多种需求。

[0009] 所述冲蚀颗粒输入系统为利用压缩空气将颗粒冲入喷枪内的冲蚀颗粒通道中,冲蚀颗粒通道伸入到燃烧室内部,在燃烧室内被加温加速后,随火焰一起喷到样品上。

[0010] 所述腐蚀物质输入系统可以实现高温颗粒腐蚀和常温气体腐蚀的输入,对于颗粒状腐蚀物质,由冲蚀颗粒通道输入,即将腐蚀颗粒加入到冲蚀颗粒通道中,经高温反应后,形成腐蚀气流,随高温火焰一起喷到样品上;对于气体状腐蚀物质,则是经单独的腐蚀气体通道输入,即将腐蚀气体压入到喷枪中的腐蚀气体通道中,腐蚀气体经加热后,成环状加载至样品上。

[0011] 所述冷却系统为冷却水从冷却通道入口进入后,环绕喷枪冷却一周,对喷枪进行冷却后,从冷却通道出口流出,经冷却后,又可进行重复利用。

[0012] 所述点火系统包括手动点火和自动周期性点火,既可以按照需要手动点火,也可以选择自动周期性点火,且周期时间可按需自行设定。

[0013] 本发明的有益效果为:该喷枪装置可以实现对高性能航空发动机内温度的交变循环、硬质颗粒的反复冲击、腐蚀气体的不断侵蚀等复杂服役环境的模拟,可模拟单独的高温氧化、冲蚀、腐蚀等服役环境,也可模拟其中任意两种或三种共同作用下的复杂服役环境,弥补了现有热障涂层环境模拟装置只能模拟单一服役环境以及未加入硬质颗粒冲蚀的缺陷,且火焰温度高达 3000 ° C 左右;喷枪出口处可更换不同尺寸的喷嘴,实现对多种不同尺寸的样品进行加载;此外,该装置具有相对完善的腐蚀介质加载系统,对于颗粒状和气体状的腐蚀物质均可应用,并具有一套完备的点火系统,手动点火和自动周期性点火均可实现。该装置可为有效评估高温部件在高温热循环、冲蚀和腐蚀一体化的服役环境下的疲劳失效过程及失效机理提供重要的实验平台。

### 附图说明

[0014] 图 1 是本发明的剖面图；

[0015] 图 2 是本发明入口处截面图；

[0016] 图 3 是本发明出口处截面图；

[0017] 图中标号：101- 点火器；102- 燃气输入通道；103- 氧气输入通道；104- 冲蚀颗粒通道；105- 腐蚀气体通道；106- 冷却通道；107- 混合室；108- 燃烧室；109- Laval 喷嘴；110- 火焰通道；111- 喷嘴；201- 冷却通道入口；202- 腐蚀气体通道入口；301- 腐蚀气体通道出口；302- 冷却通道出口。

### 具体实施方式

[0018] 本发明提供了一种模拟热障涂层高温、冲蚀、腐蚀服役环境的喷枪装置，下面通过附图说明和具体实施方式对本发明做进一步说明。

[0019] 如图 1-3 所示，图 1 是本发明的剖面图，图 2 是本发明入口处截面图；图 3 是本发明出口处截面图。高温火焰喷枪内包含混合室 (107)、燃烧室 (108)、Laval 喷嘴 (109)、火焰通道 (110)、喷嘴 (111)，并设置有点火器 (101)、燃气输入通道 (102)、氧气输入通道 (103)、冲蚀颗粒通道 (104)、腐蚀气体通道 (105)、冷却通道 (106)。调节好燃气和氧气的流量后，打开冷却系统、燃气输入系统和氧气输入系统，燃气和氧气从各自通道中进入混合室 (107)，待气体在混合室 (107) 内充分混合后，启动点火系统，气体在燃烧室 (108) 内充分燃烧，形成高温火焰，再经 Laval 喷嘴 (109) 加速，从出口处的喷嘴 (111) 中喷出，通过控制喷枪的移动和调节气体的流量来达到所需要的温度；待火焰稳定后，启动冲蚀颗粒输入系统和腐蚀物质输入系统，粒子从冲蚀颗粒通道 (104) 进入到燃烧室 (108)，在燃烧室 (108) 内的高温条件下充分反应后，随高温火焰一起由出口处的喷嘴 (111) 喷出，气体则从腐蚀气体通道入口 (202) 进入腐蚀气体通道 (105)，经喷枪间接加热后，由腐蚀气体通道出口 (301) 喷出，故冲蚀物质和腐蚀物质会同火焰一起喷到样品上，实现高温、冲蚀、腐蚀的一体化。实验结束后，按照顺序依次关闭冲蚀颗粒输入系统和腐蚀物质输入系统、燃气输入系统和氧气输入系统、点火系统，最后关闭冷却系统。

[0020] 本发明能够模拟高性能航空发动机内温度的交变循环、硬质颗粒的反复冲击、腐蚀气体的不断侵蚀等复杂的服役环境，可以模拟单一的服役环境，或者模拟任意两种或三种共同作用下的工作环境，解决了现有热障涂层环境模拟装置只能模拟单一服役环境以及未加入硬质颗粒冲蚀的缺陷。本发明可为有效评估高温部件在高温热循环、冲蚀和腐蚀一体化的服役环境下的疲劳失效过程及失效机理提供重要的实验平台。

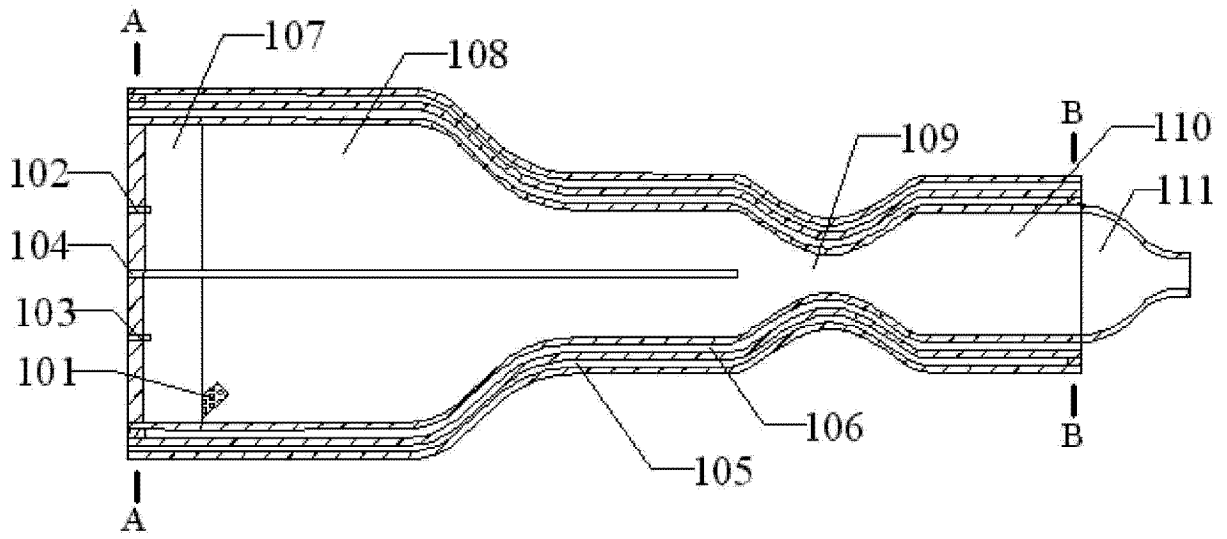


图 1

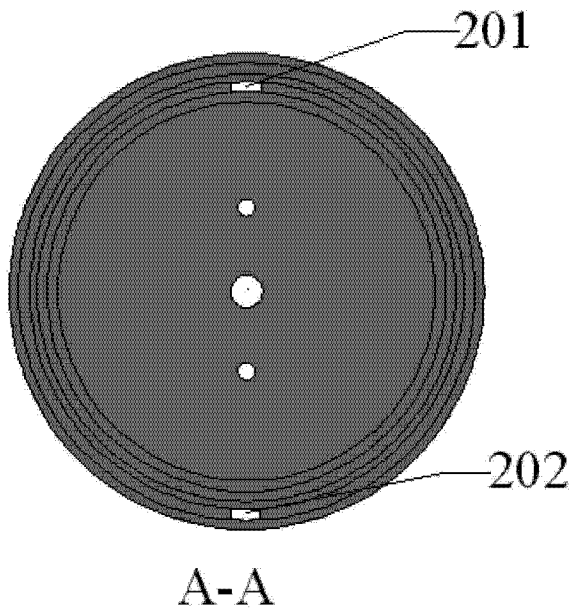


图 2

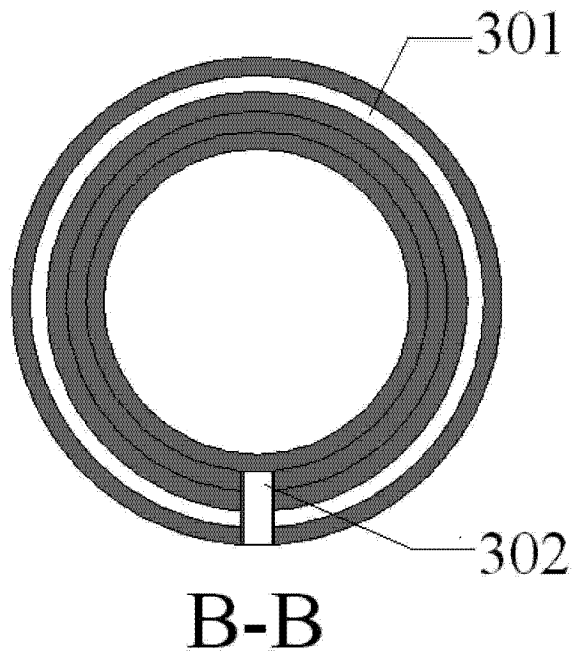


图 3