



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105200420 B

(45)授权公告日 2018.09.25

(21)申请号 201410230990.8

(22)申请日 2014.05.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105200420 A

(43)申请公布日 2015.12.30

(73)专利权人 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

(72)发明人 虞钢 刘昊 郑彩云 何秀丽
李少霞 宁伟健

(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.
G23C 24/10(2006.01)

(56)对比文件

CN 102409338 A,2012.04.11,
CN 101125394 A,2008.02.20,
CN 101575705 A,2009.11.11,
CN 102199698 A,2011.09.28,
CN 102021561 A,2011.04.20,

审查员 赵亚斌

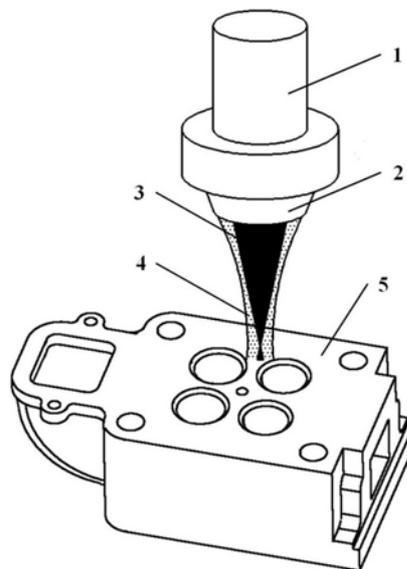
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺

(57)摘要

本发明公开了一种铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其步骤包括:对气缸盖鼻梁区进行机械加工预处理;对气缸盖鼻梁区进行打磨、清洗;对不同结构的气缸盖鼻梁区进行路径规划;采用激光束作为热源对气缸盖鼻梁区进行预热处理;采用合金粉末作为熔覆材料,设定工艺参数,以同步送粉的方式对气缸盖鼻梁区进行激光熔覆处理;采用缓冷措施;对气缸盖鼻梁区的熔覆层进行机械加工,恢复原气缸盖鼻梁区结构尺寸;清理气缸盖。本发明克服铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆易产生白口组织和裂纹的问题,并用以在鼻梁区获得一定厚度的熔覆层,提高气缸盖耐热性能,从而提高发动机可靠性和使用寿命。



1. 一种铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其特征在于,其步骤包括:
对气缸盖鼻梁区进行机械加工预处理;
对气缸盖鼻梁区进行打磨、清洗;
对不同结构的气缸盖鼻梁区进行路径规划;
采用激光束作为热源对气缸盖鼻梁区进行预热处理;所述预热处理包括激光大光斑直接辐射和小光斑多道搭接扫描两种方式;
采用合金粉末作为熔覆材料,设定工艺参数,以同步送粉的方式对气缸盖鼻梁区进行激光熔覆处理;所述合金粉末为包含促进石墨化元素的铁基、镍基、钴基粉末;
采用缓冷措施;所述缓冷措施,首先采用激光大光斑辐射气缸盖鼻梁区熔覆区域,以红外测温仪的温度作为反馈信号,闭环控制激光功率逐渐降低至零,来精确控制冷却速度;激光关闭后再采用捆绑保温棉、电伴热的方法缓冷;
对气缸盖鼻梁区的熔覆层进行机械加工,恢复原气缸盖鼻梁区结构尺寸;
清理气缸盖。
2. 根据权利要求1所述的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其特征在于:所述的机械加工预处理将气缸盖鼻梁区根据所需熔覆层的厚度不同涉及相应的切削厚度,对原气缸盖鼻梁区铣削掉的厚度与所需熔覆层的厚度相差不超过0.5mm。
3. 根据权利要求1所述的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其特征在于:对切削后的气缸盖鼻梁区表面采用水磨砂纸打磨,并采用丙酮和无水乙醇清洗气缸盖鼻梁区。
4. 根据权利要求1所述的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其特征在于:所述不同结构的气缸盖包括单缸两气门、单缸四气门和多缸整体式不同的气缸盖;所述路径规划为针对气缸盖鼻梁区形状、尺寸、熔覆层的厚度要求,设计单道单层、多道单层、单道多层、多道多层激光熔覆运动轨迹。
5. 根据权利要求1所述的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其特征在于:发射所述激光束的激光器为固体激光器、气体激光器、半导体激光器或光纤激光器;所述激光为连续激光或脉冲激光;所述同步送粉方式为同轴送粉或侧轴送粉;所述工艺参数包括聚焦透镜焦距、离焦量、激光功率、扫描速度、保护气气流量、载粉气气流量和送粉速率。
6. 根据权利要求1所述的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其特征在于:所述机械加工过程为铣平激光熔覆层上表面,采用成形车刀按图纸尺寸加工气缸盖鼻梁区结构,使熔覆层恢复原气缸盖鼻梁区尺寸。
7. 根据权利要求1所述的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其特征在于:所述气缸盖材质为铸铁,包括灰铸铁、球墨铸铁与蠕墨铸铁。
8. 根据权利要求1所述的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其特征在于:所述气缸盖为经铸造后的毛坯件或成品件。

一种铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺

技术领域

[0001] 本发明属于激光熔覆技术领域,特别涉及一种铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺。

背景技术

[0002] 近些年来随着现代发动机向着高功率密度、高紧凑和轻量化的方向发展,发动机所面临的高功率密度下热负荷问题日益突出。气缸盖是发动机结构复杂、机械载荷和热负荷最高的零件之一。

[0003] 气缸盖在进排气门座与喷油嘴座之间的“鼻梁区”一般是整个气缸盖火力面所受热应力最大的区域,在循环热载荷的反复作用下极易产生热疲劳裂纹,影响发动机的可靠性和使用寿命。

[0004] 采用激光熔覆技术在气缸盖鼻梁区制备合金涂层,既可以提高其表面耐热疲劳性能,又可以降低基体的温度,起到隔热隔热的作用,是解决高功率密度发动机热负荷问题的有效途径。

[0005] 发动机气缸盖一般采用铸铁材料通过铸造、机械加工等工艺制造。由于铸铁材料的碳当量大、焊接性差,在激光熔覆时结合界面容易产生硬脆的白口组织、搭接时也容易产生裂纹,导致难以获得性能均匀、满足使用要求的熔覆层。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,克服铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆易产生白口组织和裂纹的问题,并用以在鼻梁区获得一定厚度的熔覆层,提高气缸盖耐热性能。

[0007] 本发明的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,其步骤包括:

[0008] 对气缸盖鼻梁区进行机械加工预处理;

[0009] 对气缸盖鼻梁区进行打磨、清洗;

[0010] 对不同结构的气缸盖鼻梁区进行路径规划;

[0011] 采用激光束作为热源对气缸盖鼻梁区进行预热处理;

[0012] 采用合金粉末作为熔覆材料,设定工艺参数,以同步送粉的方式对气缸盖鼻梁区进行激光熔覆处理;

[0013] 采用缓冷措施;

[0014] 对气缸盖鼻梁区的熔覆层进行机械加工,恢复原气缸盖鼻梁区结构尺寸;

[0015] 清理气缸盖。

[0016] 优选地,所述的机械加工预处理将气缸盖鼻梁区根据所需熔覆层的厚度不同涉及相应的切削厚度,对原气缸盖鼻梁区铣削掉的厚度与所需熔覆层的厚度相差不超过0.5mm。

[0017] 优选地,对切削后的气缸盖鼻梁区表面采用水磨砂纸打磨,并采用丙酮、无水乙醇等清洗剂清洗气缸盖鼻梁区。

[0018] 优选地,所述不同结构的气缸盖包括单缸两气门、单缸四气门、多缸整体式等不同

的气缸盖；所述路径规划为针对气缸盖鼻梁区形状、尺寸、熔覆层的厚度要求，设计单道单层、多道单层、单道多层、多道多层激光熔覆运动轨迹。

[0019] 优选地，所述激光预热处理包括激光大光斑直接辐射和小光斑多道搭接扫描两种方式。

[0020] 优选地，所述合金粉末为包含促进石墨化元素的铁基、镍基、钴基等粉末；所述激光器为固体激光器、气体激光器、半导体激光器或光纤激光器；所述激光为连续激光或脉冲激光；所述同步送粉方式为同轴送粉或侧轴送粉；所述工艺参数包括聚焦透镜焦距、离焦量、激光功率、扫描速度、保护气气流量、载粉气气流量和送粉速率。

[0021] 优选地，所述缓冷措施，首先采用激光大光斑辐射气缸盖鼻梁区熔覆区域，以红外测温仪的温度作为反馈信号，闭环控制激光功率逐渐降低至零，来精确控制冷却速度；激光关闭后再采用捆绑保温棉、电伴热等方法缓冷。

[0022] 优选地，所述机械加工过程为铣平激光熔覆层上表面，采用成形车刀按图纸尺寸加工气缸盖鼻梁区结构，使熔覆层恢复原气缸盖鼻梁区尺寸。

[0023] 优选地，所述气缸盖材质为铸铁，包括灰铸铁、球墨铸铁与蠕墨铸铁。

[0024] 优选地，所述气缸盖为经铸造后的毛坯件或成品件。

[0025] 本发明通过采用含有促进石墨化元素的合金熔覆材料，以熔覆层合金元素向结合界面扩散的方式，同时辅助以采用激光热源进行熔覆前预热、熔覆后缓冷的方法，抑制白口组织与裂纹的产生，降低裂纹倾向性，制备质量良好的熔覆层，从而提高气缸盖的耐热性能，延长发动机的使用寿命。

附图说明

[0026] 图1为铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺示意图；

[0027] 图2a为实施例中四气门铸铁气缸盖鼻梁区示意图；

[0028] 图2b为实施例中图2a排气门之间鼻梁区纵截面剖面图；

[0029] 图3a为实施例中鼻梁区机械加工俯视图；

[0030] 图3b为实施例中鼻梁区机械加工主视图；

[0031] 图4a为实施例中激光熔覆路径规划层内搭接道俯视图；

[0032] 图4b为实施例中激光熔覆路径规划层间堆积主视图。

具体实施方式

[0033] 激光熔覆技术作为一种稀释率低、基体的热影响区和加工应力变形小、环境污染小的高能束表面熔覆技术，应用在本发明铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆中，其原理是：利用高功率密度的激光束辐射基体，使基体材料表层熔化，并将熔覆材料输送到熔池内，随着激光束与基体之间的相对移动，熔池快速凝固从而在基体表面形成结合良好的熔覆层。

[0034] 下面结合附图对本发明实施例进行详细说明，在不冲突的情况下，实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0035] 实施例一

[0036] 图1为本发明铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺示意图，激光器通过光纤将激光输送至激光头1，在激光头1内，激光经扩束、准直、聚焦后输送出激光束3，熔覆粉末材料经送

粉器输送至同步送粉头2,形成粉末流4,将粉末汇聚并输送到熔覆区域,红外测温仪5实时测量激光熔覆铸铁气缸盖的鼻梁区表面温度。

[0037] 在本实施例中,激光头1与同步送粉头2作为整体固定于五轴框架式加工机器人末端,作为末端执行器。同步送粉头2既可以是同轴送粉头,也可以是侧轴送粉头,本实施例中采用同轴送粉头。铸铁气缸盖为单缸四气门结构气缸盖,定位静止于工作平台之上。由五轴框架式加工机器人的运动,实现激光头与铸铁气缸盖之间的相对移动。选用的激光器为德国通快公司的高功率固体连续激光器HLD1001.5,采用光纤将激光器与激光头连接,光纤直径为0.15mm。激光头内置150mm聚焦透镜。红外测温仪5采用Mikron公司的KMG740-L0型光纤式高速红外测温仪,测温范围400-3000℃,响应时间10μs,采用光纤式LV025型标准探头,测试距离在80mm的条件下视场直径为1.6mm。红外测温仪探头以30°角固定在激光头,测试温度点的位置与激光束在气缸盖表面的位置重合。通过计算机采集红外测温仪传输的温度信号,并控制实现激光器与加工机器人的协调运动。

[0038] 气缸盖材料为蠕墨铸铁(RuT300),蠕化率80%,珠光体含量40%,铁素体含量60%,蠕墨铸铁材料化学成分如表1所示。

[0039] 表1 RuT300材料化学成分(wt.%)

[0040]

C	Si	Mn	S	P	Fe
3.6	2.7	0.2	0.017	0.046	Bal.

[0041] 熔覆材料可以选用铁基、镍基、钴基等合金粉末、以及其他复合材料粉末,其特征是含有较高成分的促进石墨化的元素(Ni、Co等)。本实施例中选用了镍基粉末NiCoCrAlY,粉末粒度-140目~+325目,粉末的化学成分如表2所示

[0042] 表2 NiCoCrAlY材料化学成分(wt.%)

[0043]

Co	Cr	Al	Y	Ni
23	13	17	0.5	Bal.

[0044] 本实施例中的气缸盖选取具有两个进气门和两个排气门的四气门结构发动机气缸盖,如图2a所示,气缸盖火力面具有四个个鼻梁区,分别是:进气门与进气门之间的鼻梁区,两个进气门与排气门之间的鼻梁区,一个排气门与排气门之间的鼻梁区。从图2b排气门之间的鼻梁区纵截面剖面图看出,鼻梁区厚度较薄,其上表面在发动机工作室承受燃烧室的热力循环载荷,而其下表面在内部接触鼻梁区冷却水腔,鼻梁区温度梯度大,热应力集中,最容易产生表面热疲劳裂纹,因此采用激光熔覆工艺提高鼻梁区耐热疲劳性能。由于进气门、排气门、冷却水腔位置和尺寸的不同,四个鼻梁区的尺寸和形状也略有差别,为适应使用需求必须对四个鼻梁区分别设计熔覆层厚度、激光熔覆工艺参数、激光熔覆轨迹。本实施例中以热负荷最为严重的排气门之间的鼻梁区为例,说明本发明的实施过程。

[0045] 本发明的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,具体步骤为:

[0046] 1对气缸盖鼻梁区进行机械加工预处理,将气缸盖鼻梁区加工出平面、弧面凹槽等适宜激光熔覆的表面,根据所需熔覆层的厚度不同设计相应的切削厚度,本步骤的主要目

的是机械加工出几个熔覆层的填充位置。机械加工切削位置与切削量如图3所示的黑色部分,整体上在鼻梁区表面中部位置切削出弧面凹槽结构,从俯视图看,呈现两边宽中间窄的类哑铃结构,中间最窄宽度8mm,两边最大宽度12mm,长度20mm,根据鼻梁区厚度,设计切削弧面凹的最厚度为1.5mm。

[0047] 2采用水磨砂纸打磨切削后的气缸盖鼻梁区表面,去除机械加工可能产生的毛刺,采用丙酮、无水乙醇等清洗剂清洗气缸盖鼻梁区,保证气缸盖鼻梁区待熔覆区域表面平整、清洁。

[0048] 3根据不同结构的气缸盖鼻梁区,进行路径规划,不同结构的气缸盖包括单缸两气门、单缸四气门、多缸整体式等不同的气缸盖;中路径规划是针对气缸盖鼻梁区形状、尺寸、熔覆层的厚度要求,设计单道单层、多道单层、单道多层、多道多层激光熔覆运动轨迹。设计激光熔覆路径如图4所示,采用多道搭接、多层堆积的激光熔覆轨迹,每一层设计5道搭接(图4a),共堆积4层,层高0.5mm(图4b)。

[0049] 4采用激光预热处理包括:激光大光斑直接辐射和小光斑多道搭接扫描两种方式。将激光束移动至鼻梁区表面中心,采用大离焦量大光斑辐射激光熔覆区域,使其整体预热。离焦量设定为182.7mm,光斑直径20mm,激光输出功率设定为1000W。采用红外测温仪实时监测表面温度,待预热温度升高500℃后,进行下一步骤。

[0050] 5采用合金粉末作为熔覆材料,合金粉末为包含促进石墨化元素(Ni、Co等)的铁基、镍基、钴基等粉末;设定工艺参数,包括聚焦透镜焦距、离焦量、激光功率、扫描速度、保护气气流量、载粉气气流量和送粉速率;以同步送粉的方式对气缸盖鼻梁区进行激光熔覆处理,所用激光器为固体激光器、气体激光器、半导体激光器或光纤激光器;采用激光为连续激光或脉冲激光。本实施例采用NiCoCrAlY粉末,熔覆工艺参数设定为激光功率900W、离焦量9.98mm、扫描速度3mm/s、送粉速率4.2g/min、送粉气气流量200L/h、保护气气流量200L/h。

[0051] 6激光熔覆后采用缓冷措施;完成上述步骤后,迅速增大激光束离焦量为182.7mm,移动激光束至鼻梁区表面中心,红外测温仪测量熔覆区域表面温度。采用闭环控制方式,逐渐将激光功率从900W降低至零,控制表面区域的温度以50℃/s逐渐冷却。激光束关闭后,采用保温棉将气缸盖捆绑包裹起来缓冷。

[0052] 7对气缸盖鼻梁区的熔覆层进行机械加工,机械加工过程为铣平激光熔覆层上表面,采用成形车刀按图纸尺寸加工气缸盖鼻梁区结构,使熔覆层恢复原气缸盖鼻梁区尺寸。

[0053] 8清理气缸盖,检查机械加工处理后的气缸盖,符合质量要求,清洗气缸盖,完成铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺。

[0054] 通过本发明的铸铁气缸盖鼻梁区激光熔覆工艺,抑制了熔覆层与铸铁基体结合界面的白口组织、裂纹产生,形成良好的冶金结合,所处理的铸铁气缸盖热变形极小,满足气缸盖安装使用要求,提高了气缸盖耐热疲劳能力,进而提高了发动机的可靠性和使用寿命。

[0055] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

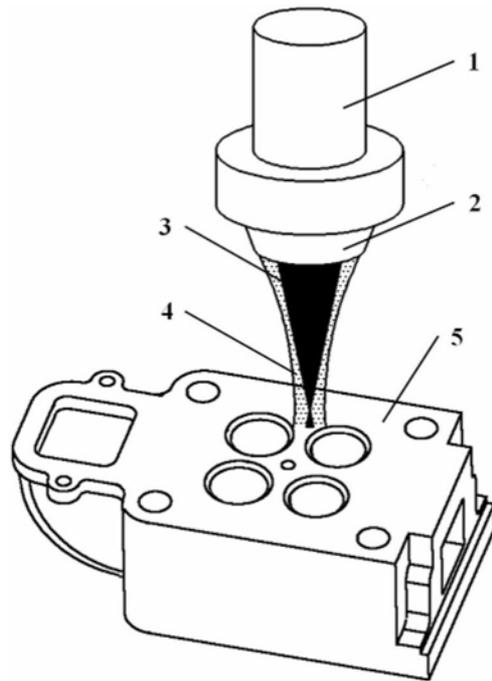


图1

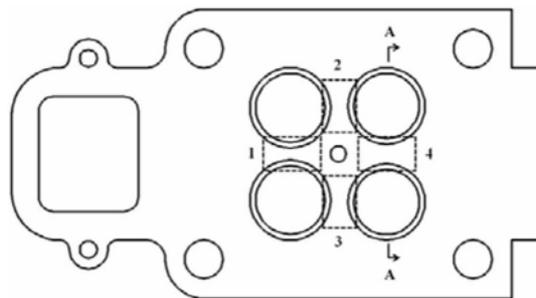


图2a

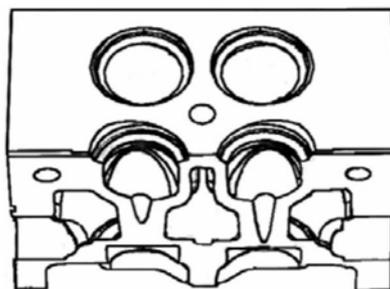


图2b

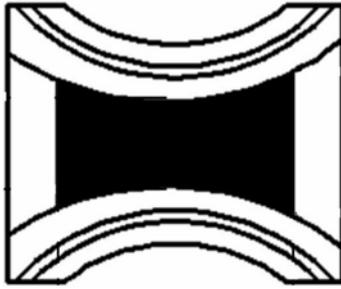


图3a



图3b

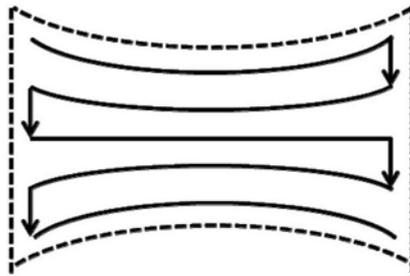


图4a



图4b