



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108359938 B

(45)授权公告日 2020.04.07

(21)申请号 201810493053.X

G23C 14/02(2006.01)

(22)申请日 2018.05.22

审查员 冯冰

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108359938 A

(43)申请公布日 2018.08.03

(73)专利权人 南京飞燕活塞环股份有限公司

地址 211200 江苏省南京市溧水区中山路
17号

(72)发明人 李夏平

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 郑立发

(51)Int.Cl.

G23C 14/06(2006.01)

G23C 14/35(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种活塞环表面超厚类金刚石薄膜涂层制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种活塞环表面超厚类金刚石薄膜涂层制备方法,包括以下步骤:(1)活塞环脱脂喷砂,清洗,然后进行活塞环夹装,设置五组靶材;(2)装夹完成后,推入真空涂层设备中,密闭抽真空,然后加热;(3)加热完成后,依次启动第二组靶材的每个靶位进行刻蚀循环;然后再同时启动每个靶位进行刻蚀循环;(4)刻蚀完成后,启动第二组靶材进行铬涂层打底;(5)铬涂层打底完成后,依次启动第一、第五组靶材的每个靶位进行刻蚀循环;(6)上述刻蚀完成后,进行类金刚石薄膜涂层的沉积;(7)涂层结束后,降温,去真空,取出活塞环,即得。本发明方法能够制备超厚类金刚石薄膜涂层,进一步提升了活塞环的寿命,保障发动机的稳定运行。

1. 一种活塞环表面超厚类金刚石薄膜涂层制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 活塞环脱脂喷砂,清洗,然后进行活塞环夹装,设置五组靶材,其中第二组靶材安装铬靶,第一、第三、第四、第五组靶材安装碳靶;铬靶设置4个靶位,每个碳靶设置3个靶位;

(2) 装夹完成后,推入真空涂层设备中,密闭抽真空,然后加热;

(3) 加热完成后,依次启动第二组靶材的每个靶位,进行刻蚀,刻蚀时间为每个靶位1~2分钟,刻蚀时在活塞环上加载800~1200V的高偏压,以100~200sccm的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在50~100A,循环1~2次;然后再同时启动第二组靶材的每个靶位,进行刻蚀,刻蚀时间为1~3分钟,刻蚀时在活塞环上加载800~1200V的高偏压,以100~200sccm的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在50~100A,冷却后再次启动,循环10~15次;

(4) 刻蚀完成后,启动第二组靶材进行铬涂层打底,时间为2~4小时,打底时在活塞环上加载0~35V的低偏压,以1000~1500sccm的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在150~200A;

(5) 铬涂层打底完成后,依次启动第一、第五组靶材的每个靶位进行刻蚀,时间为每个靶位刻蚀1~3分钟,刻蚀时在活塞环上加载800~1200V的高偏压,以100~200sccm的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在50~100A,循环1~2次;

(6) 上述刻蚀完成后,进行类金刚石薄膜涂层的沉积,同时启动第一、第三组靶材进行涂层沉积,时间为25-35分钟,然后再同时启动第四、第五组靶材进行涂层沉积,时间为25-35分钟,如此交替循环,循环次数依据涂层厚度而定;涂层沉积的条件均为:温度控制在200~235℃之间,在活塞环上加载0~50V的低偏压,以200~400sccm的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在50~100A;

(7) 涂层结束后,降温,去真空,取出活塞环,即得。

2. 根据权利要求1所述的活塞环表面超厚类金刚石薄膜涂层制备方法,其特征在于,所述步骤(2)中真空加热温度为350-450℃,持续时间为2-4小时。

一种活塞环表面超厚类金刚石薄膜涂层制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种活塞环表面超厚类金刚石薄膜涂层制备方法,属于类金刚石薄膜涂层制备技术领域。

背景技术

[0002] 因为排放标准的升级,国V、国VI发动机机型的推广,目前的氮化、镀铬等表面处理工艺,已经逐渐无法满足日益严格的排放要求,且传统镀铬方式对环境的污染极大,在越来越高的环保要求下,也越来越不利于企业的发展,急需一种新型环保的高硬度、耐磨、耐腐蚀涂层来满足市场需求,因此,类金刚石涂层作为一种新型环保涂层,已逐步得到市场的认可。现阶段类金刚石薄膜涂层(5~10 μm)已逐步开始在活塞环行业推广,因其超高的硬度及优良的自润滑性、低磨损率、耐磨损性能,极大程度的提升了活塞环的寿命;

[0003] 但是,目前常常是在一些重载或超长时间高负荷运转等特殊工况下,由于涂层厚度薄,有磨穿风险,因此需要增加涂层厚度,以达到增加涂层寿命、降低磨穿风险的目的。

[0004] 现有类金刚石薄膜涂层(5~10 μm)多采用磁控溅射技术,涂层沉积效率低,且无法制备超厚类金刚石涂层(20 μm 以上),沉积5 μm 以上厚度类金刚石涂层整炉时间需要30小时甚至更长,生产效率相对较低,批量生产时产能很容易饱和,设备投入大。

发明内容

[0005] 发明目的:针对上述技术问题,本发明的目的在于提出一种活塞环表面超厚类金刚石薄膜涂层制备方法。

[0006] 技术方案:本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种活塞环表面超厚类金刚石薄膜涂层制备方法,包括以下步骤:

[0008] (1) 活塞环脱脂喷砂,清洗,然后进行活塞环夹装,设置五组靶材,其中第二组靶材安装铬靶,第一、第三、第四、第五组靶材安装碳靶;

[0009] (2) 装夹完成后,推入真空涂层设备中,密闭抽真空,然后加热;

[0010] (3) 加热完成后,依次启动第二组靶材的每个靶位,进行刻蚀,循环;然后再同时启动第二组靶材的每个靶位,进行刻蚀,冷却后再次启动,循环;

[0011] (4) 刻蚀完成后,启动第二组靶材进行铬涂层打底;

[0012] (5) 铬涂层打底完成后,依次启动第一、第五组靶材的每个靶位进行刻蚀,循环;

[0013] (6) 上述刻蚀完成后,进行类金刚石薄膜涂层的沉积,同时启动第一、第三组靶材进行涂层沉积,然后再同时启动第四、第五组靶材进行涂层沉积,如此交替循环;

[0014] (7) 涂层结束后,降温,去真空,取出活塞环,即得。

[0015] 更具体地,包括以下步骤:

[0016] 一、活塞环脱脂喷砂,经专用纯水清洗线清洗烘干后,采用专用工装架装夹入炉,装夹过程佩戴专用橡胶手套,以防止环面污染;

[0017] 二、设备共有5组靶材,其中第二组靶材有4个靶位,其他每组靶材有3个靶位,我们

采用第一、第三、第四、第五组靶材安装碳靶(共12片碳靶),第二组靶材安装铬靶(共4片铬靶),通过同时激发碳靶在活塞环上沉积达到超厚类金刚石薄膜涂层制备的方法(靶材安装如附图1所示);

[0018] 三、活塞环装夹完成后,推入真空涂层设备中,关闭炉门抽真空,并启动超厚类金刚石薄膜涂层工艺程序;

[0019] 四、在真空度达到 10^{-4} mbar级后,开始真空加热,设定真空加热温度为 $350\sim 450^{\circ}\text{C}$,持续时间为 $2\sim 4$ 小时,真空加热目的主要是为了去除活塞环表面多余的水分及其他可挥发杂质成分;

[0020] 五、加热完成后,使用第二组靶材对活塞环进行刻蚀,依次启动第二组靶材1~4号靶位(每次启动一个),循环 $1\sim 2$ 次,每个靶位刻蚀 $1\sim 2$ 分钟,刻蚀时在活塞环上加载 $800\sim 1200\text{V}$ 的高偏压,以 $100\sim 200\text{sccm}$ 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在 $50\sim 100\text{A}$ 左右;然后同时启动第二组靶材4个靶位,刻蚀 $1\sim 3$ 分钟,刻蚀时在活塞环上加载 $800\sim 1200\text{V}$ 的高偏压,以 $100\sim 200\text{sccm}$ 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在 $50\sim 100\text{A}$ 左右,冷却 $1\sim 2$ 分钟后再次启动第二组靶材刻蚀,共循环 $10\sim 15$ 次,本工序主要通过离化的氩离子对活塞环表面进行轰击,以达到去除环表面杂质成分、提高涂层间结合力的目的;

[0021] 六、刻蚀完成后,进行铬涂层打底,打底时启动第二组靶材,打底时间 $2\sim 4$ 小时,打底时在活塞环上加载 $0\sim 35\text{V}$ 的低偏压,以 $1000\sim 1500\text{sccm}$ 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在 $150\sim 200\text{A}$ 左右,本工序主要是在活塞环基体与类金刚石涂层间增加一层过渡层,以达到提高涂层间结合力的目的;

[0022] 七、打底涂层完成后,冷却 $20\sim 40$ 分钟,使用第一、第五组靶材对活塞环进行刻蚀,依次启动第一、第五组靶材1~4号靶位(每次启动一个),循环 $1\sim 2$ 次,每个靶位刻蚀 $1\sim 3$ 分钟,刻蚀时在活塞环上加载 $800\sim 1200\text{V}$ 的高偏压,以 $100\sim 200\text{sccm}$ 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在 $50\sim 100\text{A}$ 左右;

[0023] 八、刻蚀完成后,进行类金刚石薄膜涂层的沉积,同时启动第一、第三组靶材,涂层时间 $25\sim 35$ 分钟,然后同时启动第四、第五组靶材,涂层时间 $25\sim 35$ 分钟,如此交替循环,循环次数依据涂层厚度而定,类金刚石涂层时温度控制在 $200\sim 235^{\circ}\text{C}$ 之间,在活塞环上加载 $0\sim 50\text{V}$ 的低偏压,以 $200\sim 400\text{sccm}$ 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在 $50\sim 100\text{A}$ 左右,本工序沉积最终所需的类金刚石涂层,涂层厚度通过调整循环次数控制,可以制备厚度 $10\sim 30\mu\text{m}$ 不等的混合涂层,满足各种不同厚度要求;

[0024] 九、涂层结束,待活塞环温度降低至 220°C 以下,破真空打开炉门,取出活塞环并拆夹装车。

[0025] 本发明采用阴极电弧技术,采用低电压、大电流的电弧放电方式,直接使碳(C)靶被蒸发电离,并在偏压的环境下沉积到活塞环表面,沉积 $20\sim 30\mu\text{m}$ 左右超厚类金刚石薄膜涂层整炉时间30小时左右,沉积效率提升5倍以上,适用于批量生产,设备投入少。

[0026] 技术效果:本发明主要解决现有类金刚石薄膜涂层厚度薄、不耐磨问题,采用阴极电弧离子镀膜技术,制备超厚类金刚石薄膜涂层($20\sim 30\mu\text{m}$),从而达到增加涂层厚度,提高耐磨性的目的。相比于普通类金刚石薄膜涂层($5\sim 10\mu\text{m}$),超厚类金刚石薄膜涂层($20\mu\text{m}$ 以上)在涂层厚度上占很大优势,是普通类金刚石薄膜涂层厚度的 $2\sim 4$ 倍,在重载或超长时间高负荷运转等特殊工况下有良好的耐磨性,进一步提升了活塞环的寿命,保障发动机的稳

定运行。

附图说明

[0027] 图1是本发明方法中靶材安装示意图。

具体实施方式

[0028] 下面通过具体实施例对本发明所述的技术方案给予进一步详细的说明,但有必要指出以下实施例只用于对发明内容的描述,并不构成对本发明保护范围的限制。

[0029] 实施例

[0030] 以下以 $\phi 90$ 缸径钢质气环为例,涂层厚度 $20\mu\text{m}$ 以上,使用Hauzer Flexicoat 1000型真空涂层设备进行,通过持续激发碳靶在活塞环上沉积,以达到超厚类金刚石薄膜涂层制备的目的,具体方案如下:

[0031] 一、 $\phi 90$ 活塞环脱脂喷砂,经专用纯水清洗线清洗烘干后,采用22芯轴工装架装夹入炉,装夹过程佩戴专用橡胶手套,以防止环面污染;

[0032] 二、设备共有5组靶材,其中第二组靶材有4个靶位,其他每组靶材有3个靶位,我们采用第一、第三、第四、第五组靶材安装碳靶(共12片碳靶),第二组靶材安装铬靶(共4片铬靶),通过同时激发碳靶在活塞环上沉积达到超厚类金刚石薄膜涂层制备的方法(靶材安装如图1);

[0033] 三、活塞环装夹完成后,推入真空涂层设备中,关闭炉门抽真空,并启动超厚类金刚石薄膜涂层工艺程序;

[0034] 四、在真空度达到 10^{-4}mbar 左右后,开始真空加热,设定真空加热温度为 400°C ,持续时间为3小时,真空加热目的主要是为了去除活塞环表面多余的水分及其他可挥发杂质成分;

[0035] 五、加热完成后,使用第二组靶材对活塞环进行刻蚀,依次启动第二组靶材1~4号靶位(每次启动一个),循环一次,每个靶位刻蚀1分钟,刻蚀时在活塞环上加载900V的高偏压,以 150sccm 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在80A左右;然后同时启动第二组靶材4个靶位,刻蚀2分钟,刻蚀时在活塞环上加载1200V的高偏压,以 150sccm 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在80A左右,冷却1.5分钟后再次启动第二组靶材刻蚀,共循环13次,本工序主要通过离化的氩离子对活塞环表面进行轰击,以达到去除环表面杂质成分、提高涂层间结合力的目的;

[0036] 六、刻蚀完成后,进行铬涂层打底,打底时启动第二组靶材,打底时间3小时,打底时在活塞环上加载15V的低偏压,以 1400sccm 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在200A左右,本工序主要是在活塞环基体与类金刚石涂层间增加一层过渡层,以达到提高涂层间结合力的目的;

[0037] 七、打底涂层完成后,冷却30分钟,使用第一、第五组靶材对活塞环进行刻蚀,依次启动第一、第五组靶材1~4号靶位(每次启动一个),循环1次,每个靶位刻蚀2分钟,刻蚀时在活塞环上加载800V的高偏压,以 150sccm 的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在80A左右;

[0038] 八、刻蚀完成后,进行类金刚石薄膜涂层的沉积,同时启动第一、第三组靶材,涂层

时间30分钟,然后同时启动第四、第五组靶材,涂层时间30分钟,如此交替循环共13次,类金刚石涂层时温度控制在225~235℃之间,在活塞环上加载40V的低偏压,以225sccm的流量向真空室内通入氩气,靶材电流控制在80A左右,本工序沉积最终所需的类金刚石涂层,涂层厚度20~25μm,硬度2500~2800HV;

[0039] 九、涂层结束,待活塞环温度降低至220℃以下,破真空打开炉门,取出活塞环并拆夹装车。

[0040] 通过金相镶嵌方法,磨平镶嵌面并抛光后,再配合蔡司显微镜,调至200×或500×倍率,即可检测上述活塞环的金刚石薄膜厚度,可达25μm左右。

[0041] 实施例2

[0042] 与实施例1基本相同,不同之处仅在于:

[0043] 步骤八中交替循环次数为16次;

[0044] 通过金相镶嵌方法,磨平镶嵌面并抛光后,再配合蔡司显微镜,调至200×或500×倍率,即可检测上述活塞环的金刚石薄膜厚度,可达30μm左右。

[0045] 实施例3

[0046] 与实施例1基本相同,不同之处仅在于:

[0047] 步骤八中交替循环次数为10次;

[0048] 通过金相镶嵌方法,磨平镶嵌面并抛光后,再配合蔡司显微镜,调至200×或500×倍率,即可检测上述活塞环的金刚石薄膜厚度,可达20μm左右。



图1