



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107523824 A

(43)申请公布日 2017.12.29

(21)申请号 201610459127.9

(22)申请日 2016.06.22

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所

地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 赵吉宾 杨灏 乔红超

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 许宗富 周秀梅

(51)Int.Cl.

C23C 24/04(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法

(57)摘要

本发明公开了一种利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,属于材料改性技术领域。该方法首先在激光冲击强化过程中用的吸收层材料上均匀涂敷涂层粉末;将涂敷涂层粉末的吸收层材料贴敷在待喷涂工件上,采用脉冲纳秒Nd:YAG激光器对吸收层进行激光冲击强化处理,激光经过光束整形后输出,将吸收层表面的涂层粉末冲击嵌入工件表面,从而在工件表面制备所需要涂层;该方法制备的涂层均匀,与基材结合强度高,不受工件形状的限制,适用于在形状复杂工件表面制备涂层。

1. 一种利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,其特征在于:该方法是利用激光冲击强化技术在金属工件表面制备涂层,具体包括如下步骤:

(1)在激光冲击强化过程中用的吸收层材料上均匀涂敷涂层粉末;

(2)待喷涂工件经预处理后,将涂敷涂层粉末的吸收层材料贴敷在待喷涂工件上,并且保证贴敷过程中无气泡产生;

(3)将表面贴敷吸收层材料的待喷涂工件固定到六自由度平台卡具上,采用脉冲纳秒Nd:YAG激光器对吸收层进行激光冲击强化处理,激光经过光束整形后输出,将吸收层表面的涂层粉末冲击嵌入工件表面,从而在工件表面制备所需要涂层;所述激光冲击强化处理过程中,控制激光器能量为3-7J,脉宽12-18ns,激光发射频率0.5-2Hz;

(4)结束冲击后,关闭激光器和去离子水流,将带有约束层的工件浸泡在装有丙酮溶液的超声波机中,经过超声波清洗使约束层与工件分开,并且将表面多余涂层粉末清洗掉,置于风筒处吹干,即在工件表面获得所需涂层。

2. 根据权利要求1所述的利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,其特征在于:步骤(1)中,所述涂层粉末为金属粉末、氧化物陶瓷粉末、或碳化钨粉末,所述喷涂粉末颗粒大小为50nm-10 μ m。

3. 根据权利要求1所述的利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,其特征在于:步骤(1)中,所述吸收层材料为黑色胶带或铝箔。

4. 根据权利要求1所述的利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,其特征在于:步骤(2)中,所述预处理是指对待喷涂工件表面进行打磨、抛光和清洗,具体过程为:首先采用100#砂纸粗磨,然后依次用400#、800#、1200#和2000#的砂纸打磨,最后将抛光布上涂敷一层金刚石膏,进行抛光处理,抛光后用95wt.%的酒精溶液对工件表面进行清洗。

5. 根据权利要求1所述的利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,其特征在于:步骤(3)中,将待喷涂工件固定后,在吸收层材料表面设置约束层,所述约束层厚度为2mm左右。

6. 根据权利要求5所述的利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,其特征在于:所述约束层为去离子水,通过控制去离子水流量调整约束层的厚度。

7. 根据权利要求1所述的利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,其特征在于:步骤(3)中,激光光斑直径为2-3.5mm。

8. 根据权利要求1所述的利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,其特征在于:步骤(3)中,所述光束整形过程为:激光器的光束首先均分为两路,然后每路分别进行四级放大,最后双路合束输出激光,进行冲击处理。

一种利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法

技术领域

[0001] 本发明属于材料改性技术领域,具体涉及一种利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,应用航空航天、深海潜水和武器军工等领域。

背景技术

[0002] 在表面喷涂技术中,爆炸喷涂技术效果最为明显。不可避免的其缺点也非常明显:爆炸喷涂产生的噪音高达180dB,远高于其他喷涂方法,需要在专用隔音室内进行,操作人员在室外通过微机进行遥控操作;爆炸喷涂过程中会产生大量的粉尘扩散,需要配备防尘设备;由于工艺过程中涉及燃气的小区域可控“爆炸”,有一定的危险性,爆炸喷涂频率为1~10次/s,且每次爆轰波循环过后只能制备直径与枪管直径相当(一般约为20mm),厚度约为5~20 μ m的涂层,与其他热喷涂工艺相比较,制备效率较低;爆炸喷涂粉末颗粒从喷枪喷出,只能以直线方式运行,因此爆炸喷涂会受到待喷涂工件形状限制,对于形状复杂的工件,诸如孔洞内壁等,很难采用爆炸喷涂;由于美国公司严格限制该技术和设备出口,国内这种设备保有量很少,因此没有对该技术进行系统深入地研究,应用领域相较于其他热喷涂技术要窄。

[0003] 激光冲击强化过程与爆炸喷涂技术很相似,激光冲击强化技术是一项金属表面改性技术,其原理是,采用短脉冲(几十纳秒)的高峰值功率密度(吉瓦)的激光辐射金属靶材时,金属表面吸收层吸收激光能量发生爆炸性汽化蒸发,产生高温(>10000K)、高压(>1GPa)的等离子体,该等离子体受到约束层的约束时产生高强度压力冲击波,作用于金属表面并向内部传播。当冲击波的峰值压力超过被处理材料动态屈服强度时,材料表层就产生应变硬化,残留很大的压应力。激光作用结束后,由于冲击区域周围材料的反作用,其力学效应表现为材料表面获得较高的残余压应力。残余压应力会降低交变载荷中的拉应力水平,使平均应力水平下降,从而提高疲劳裂纹萌生寿命。同时残余压应力的存在,可引起裂纹的闭合效应,从而有效降低疲劳裂纹扩展的驱动力,延长疲劳裂纹扩展寿命。相比于爆炸喷涂,其优点在于绿色环保以及产生的粉尘和污染少,设备成本低,安全性好,噪声小,易控制,光斑直径约为3mm可加工复杂表面。喷涂效率高,最高可达2Hz。但目前还未有利用激光冲击强化技术在材料表面制备涂层的相关报道。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,该方法在制备涂层前,先将涂层粉末涂敷于吸收层上,吸收层贴敷在基材表面后再进行激光冲击。该方法制备的涂层均匀,与基材结合强度高,不受工件形状的限制,适用于在形状复杂工件表面制备涂层。

[0005] 为实现上述目的,本发明所采用的技术方案如下:

[0006] 一种利用激光冲击强化技术在工件表面制备涂层的方法,该方法是利用激光冲击强化技术在金属工件表面制备涂层,具体包括如下步骤:

- [0007] (1)在激光冲击强化过程中用的吸收层材料上均匀涂敷涂层粉末；
- [0008] (2)待喷涂工件经预处理后,将涂敷涂层粉末的吸收层材料贴敷在待喷涂工件上,并且保证贴敷过程中无气泡产生；
- [0009] (3)将表面贴敷吸收层材料的待喷涂工件固定到六自由度平台卡具上,采用脉冲纳秒Nd:YAG激光器对吸收层进行激光冲击强化处理,激光经过光束整形后输出,将吸收层表面的涂层粉末冲击嵌入工件表面,从而在工件表面制备所需要涂层;所述激光冲击强化处理过程中,控制激光器能量为3-7J,脉宽12-18ns,激光发射频率0.5-2Hz;
- [0010] (4)结束冲击后,关闭激光器和去离子水流,将带有约束层的工件浸泡在装有丙酮溶液的超声波机中,经过超声波清洗使约束层与工件分开,并且将表面多余涂层粉末清洗掉,置于风筒处吹干,即在工件表面获得所需涂层。
- [0011] 上述步骤(1)中,所述涂层粉末为金属粉末、氧化物陶瓷粉末、或碳化钨粉末,所述喷涂粉末颗粒大小为50nm-10 μ m;上述步骤(1)中,所述吸收层材料为黑色胶带或铝箔。
- [0012] 上述步骤(2)中,所述预处理是指对待喷涂工件表面进行打磨、抛光和清洗,具体过程为:首先采用100#砂纸粗磨,然后依次用400#、800#、1200#和2000#的砂纸打磨,最后将抛光布上涂敷一层金剛石膏,进行抛光处理,抛光后用95wt.%的酒精溶液对工件表面进行清洗。
- [0013] 上述步骤(3)中,将待喷涂工件固定后,在吸收层材料表面设置约束层,所述约束层厚度为2mm左右。所述约束层为去离子水,通过控制去离子水流量调整约束层的厚度。
- [0014] 上述步骤(3)中,激光光斑直径为2-3.5mm;所述光束整形过程为:激光器的光束首先均分为两路,然后每路分别进行四级放大,最后双路合束输出激光,进行冲击处理。
- [0015] 本发明具有以下优点及有益效果:
- [0016] 1、本发明在激光冲击制备涂层前,先将涂层粉末先涂敷到吸收层材料上,再将吸收层材料贴敷于基材表面,续而进行激光冲击。该方式在对形状复杂工件进行处理时,能够保证工件表面涂层的均匀分布,避免直接对工件进行激光冲击导致的粉末分布不均的情况。
- [0017] 2、本发明采用的激光强化技术相比爆炸喷涂优点在于:噪声小,并且不会产生大量粉尘,危险性很小,频率可达到2Hz,激光光斑直径为3mm左右,对于复杂形状材料可通过改变光路的方法实现喷涂。

附图说明

- [0018] 图1为本发明工艺流程图。
- [0019] 图2为本发明激光冲击强化装置结构示意图。
- [0020] 图3为本发明钛合金基体喷涂部位高度。
- [0021] 图4为发明激光冲击强化后喷涂部分表面形貌。

具体实施方式

- [0022] 以下结合附图及实施例详述本发明。
- [0023] 实施例1
- [0024] 本实施例是采用激光冲击强化技术在TC4钛合金工件表面制备铁涂层,其工艺流

程如图4所示,具体工艺过程如下:

[0025] 激光强化设备采用脉冲纳秒Nd:YAG激光器。冲击能量最高可达7J,激光发射频率为0.5-2Hz,脉宽12-18ns可调,光斑直径为3mm。材料表面以黑色胶带或铝箔作为吸收层,本实施例采用黑色胶带。约2mm厚的去离子水作为约束层,实验在22℃的无尘实验室环境中进行。钛合金材料实验前进行预处理:表面进行抛光用标号100#的砂纸粗磨,然后依次用400#、800#、1200#、2000#的砂纸打磨,最后用抛光布金刚石膏进行抛光,抛光后用浓度为95wt.%的酒精溶液对其表面进行清洗。铁粉采用颗粒大小为50nm-10 μ m的铁粉。将铁粉均匀地涂敷在黑色胶带有胶的一面上,然后将吸收层涂敷有铁粉的一面均匀的贴敷在钛合金表面,贴敷过程中避免产生气泡(吸收层的边缘不涂铁粉,这样保证将吸收层贴敷到钛合金表面后,利用吸收层边缘的胶使吸收层固定在钛合金表面)。把带有吸收层的钛合金工件固定在冲击强化专用的高精度六自由度运动平台的卡具上固定,调整至激光待冲击位置。卡具上装有出水孔,调整出水孔中的去离子水流使约束层约2mm厚度。

[0026] 调试激光器能量至3-7J,脉宽12-18ns以及频率0.5-2Hz,调整六自由度平台,使激光器的指示光光斑穿过约束层,作用在涂敷喷涂粉末的吸收层上。关闭指示光光源,开启激光器,发射的激光经光束整形过程输出,进行冲击处理。光束通过前四级放大,分束后各四级放大,最后双路合束输出激光。所述光束整形过程是指激光器发出的激光首先均分成两束,各束分别经过四级放大后,再双路合束输出(该过程可参考文献:乔红超,赵吉宾,陆莹.纳秒脉宽Nd:YAG激光冲击强化激光器的研制及分析;《中国激光》,2013,8(1-7))。其示意图如图2所示。激光冲击表面冲击波可达10GPa,激光冲击在黑胶带产生高温高压等离子体爆轰波,产生的爆轰波将胶带表面的喷涂颗粒冲击嵌入钛合金基体表面,使钛合金工件表面产生一层喷涂颗粒,保护基体如图3所示。

[0027] 结束冲击后,关闭激光器和去离子水流,将约束层与待喷涂金属材料浸泡在丙酮溶液的超声波机中。经过超声波清洗约束层与金属材料分开,并且将表面多余喷涂粉末清洗掉,置于风筒出吹干,在钛合金工件表面制备获得铁涂层。

[0028] 本发明中,由于激光冲击强化一般都会造成1.5 μ m的凹坑,在图层部分的高度变化如图4所示,涂层厚度最高可达2 μ m以上。并且由于激光冲击强化技术本身可以使材料表面拉应力转变为压应力,压应力的增加可以有效提高材料的疲劳寿命。

[0029] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

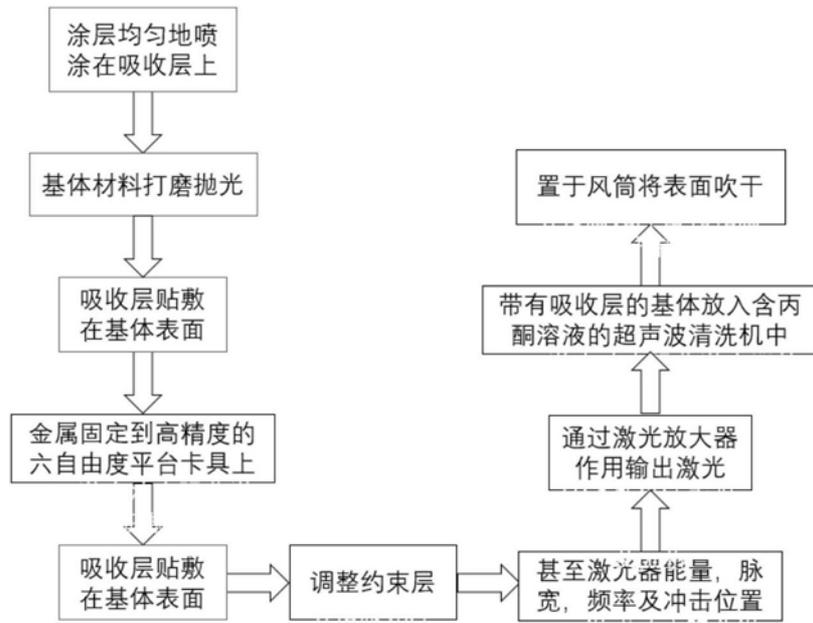


图1

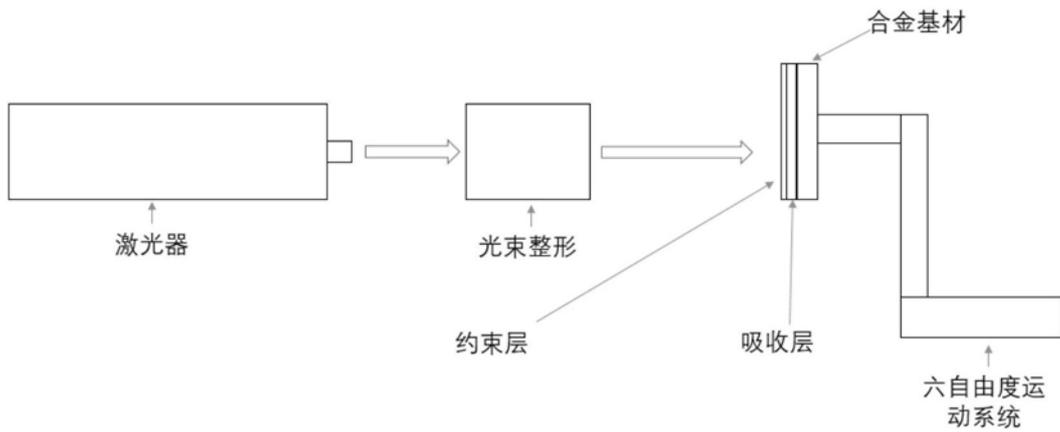


图2

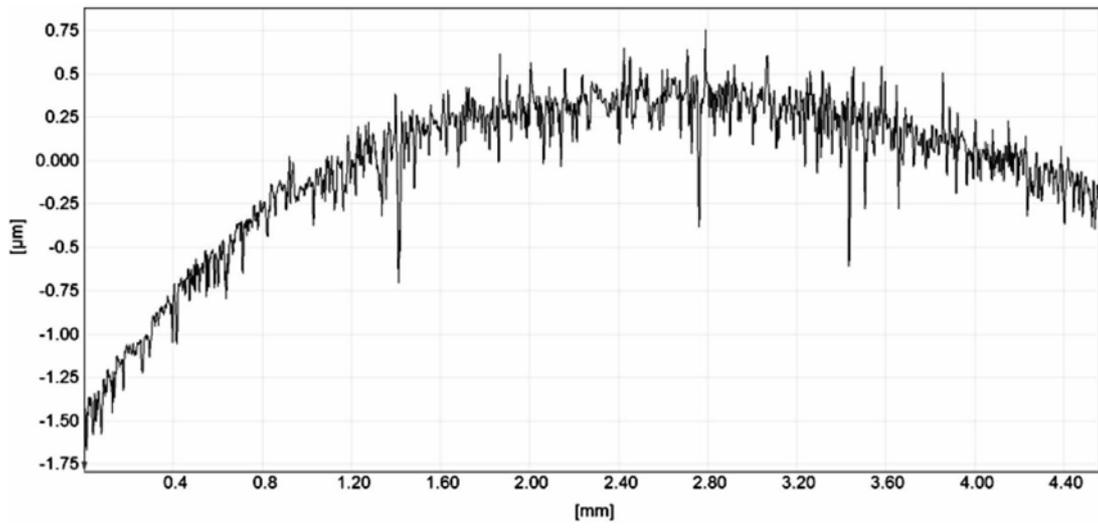


图3



图4