



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105177570 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201510680695. 7

(22) 申请日 2015. 10. 19

(71) 申请人 无锡清杨机械制造有限公司

地址 214000 江苏省无锡市惠山区洛社镇人民路南 312 国道口无锡清杨机械制造有限公司

(72) 发明人 唐靖岚

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 张海英

(51) Int. Cl.

C23C 24/10(2006. 01)

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

一种表面涂敷工艺方法

(57) 摘要

一种表面涂敷工艺方法，以普通碳钢作为基底，将包含合金元素的涂层材料利用激光技术涂敷在基底的表面，以增强基底材料的硬度和耐磨性，包括：基底碳钢的预处理—涂敷复合粉—将包含合金元素的涂敷材料喷涂于基底表面—激光涂敷—检验涂敷效果。基底碳钢的预处理包括淬火、回火、除油污。涂敷复合粉在预处理之后，便于后道工序涂敷合金元素。合金元素涂料为200—250目的KF-201复合合金粉末，或者是WC, SiC和C粉末，涂敷厚度为0.3—0.5mm。激光器功率为1KW—5KW，脉冲频率为5kHz—30kHz，脉宽为22nm—50nm，光斑直径为3mm—10mm，激光扫描速度为10mm/s—40mm/s，保护气体流量为3L/min—5L/min。该发明能够有效降低零件的造价，节约合金材料，有效提高零件的硬度、耐磨性和抗蚀性。

1. 一种表面涂敷工艺方法,其特征在于以普通碳钢作为基底,将包含合金元素的涂层材料利用激光技术涂敷在基底的表面,以增强基底材料的硬度和耐磨性,包括:基底碳钢的预处理——涂敷复合粉——将包含合金元素的涂敷材料喷涂于基底表面——激光涂敷——检验涂敷效果。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述的基底碳钢的预处理包括淬火、回火、除油污。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述的涂敷复合粉在预处理之后,便于后道工序涂敷合金元素。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述的合金元素涂料为 200——250 目的 KF-201 复合合金粉末,或者是 WC, SiC 和 C 粉末,涂敷厚度为 0.3——0.5mm。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述的激光器功率为 1KW——5KW,脉冲频率为 5kHz——30kHz,脉宽为 22nm——50nm,光斑直径为 3mm——10mm,激光扫描速度为 10mm/s——40mm/s,保护气体流量为 3L/min——5L/min。

一种表面涂敷工艺方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种表面涂敷工艺。

背景技术

[0002] 激光是 20 世纪 60 年代一项重大科学成果,它不仅在光学领域开辟了一个新纪元,而且也促进了其他科学领域的发展。60 年代,在机械工程领域,激光除了作为非接触测量或准直工具外,作为材料的一种特种加工手段,如集成电路的焊接、金刚石的打孔、陶瓷和硬质合金的切割以及核反应堆堆芯零部件的打孔、切割等,解决了许多关键性的技术问题,称“激光加工”的第一代。70 年代开始,由于激光技术的发展和千瓦级大型激光器的研制成功,人们研究激光和材料的相互作用,在改善零件表面的结构和性能方面,取得了可喜的成果,称“激光加工”的第二代。

[0003] 目前,激光表面工程已发展成为材料工程学科的重要方向之一,被誉为光加工时代的一个标志性技术,各国(尤其是发达国家)均予以重点发展。我国是 80 年代初开始研究激光表面技术的,二十多年来,已取得了一些重要成果。随着我国制造业的崛起和发展,激光表面工程的市场需求正在快速增长,虽然激光加工目前还是一种成本较高的加工方式,但其优异的性能价格比使其越来越成为许多重要、关键零部件的表面改性方式,人们认识到它的良好前景并在各行各业积极开展应用研究。

[0004] 激光是一种原子系统在受激辐射放大过程中产生的具有高亮度的相干光。与普通光相比,激光具有极高单色性、空间相干性、方向性和高能量密度。其中激光束的空间相干性和方向对它的聚焦性能有重要影响。激光表现出良好的聚焦特性,聚焦后的激光在焦点附近可以达到 10⁷—10¹²W/cm²以上的能量密度,产生数千度乃至上万度的高温,可以熔化和汽化任何材料,从而实现各种加工。与传统加工方法相比,有以下特点:

[0005] 1. 激光能量密度高,可以在瞬间熔化和汽化任何材料,实现各种金属和非金属的加工,包括各种难熔材料和高导热性材料。

[0006] 2. 激光加工为非接触加工,与被加工工件之间没有力的作用,不存在刀具的磨损,可以加工脆性材料和高硬度材料。

[0007] 3. 激光束易于聚焦和成型,根据需要可以任意改变光斑形状、大小和能量密度,实现材料的表面改性。

[0008] 4. 激光束的导向和能量传递方便快捷,与光传输数控系统配合,可以实现高度自动化的三维柔性加工。

[0009] 5. 激光与被加工材料之间的相互作用可以精确控制,加工质量高。

[0010] 6. 激光加工节省能源,不产生环境污染,是一种绿色制造技术。

[0011] 材料的表面状态对耐蚀性能有很大影响。通过表面加工处理在不锈钢的表面形成更耐腐蚀的表层,使其能经受苛刻的使用环境,可延长使用寿命,提高工作可靠性。对不锈钢进行激光表面加工,改变其性能的研究,主要依据其应用环境,目的大多是为了提高抗蚀性。国内外学者已作过一些研究,如激光熔覆曲、激光冲击强化、激光表面合金化、离子注入

和等离子渗氮。不同的方法各有其特点,其中研究较为热门的是激光熔覆,但由于迄今采用的涂覆材料大多为传统热喷涂用 Fe、Ni、Co 基合金粉末,颗粒粗细以“目”计算,使激光高能量密度的作用未充分发挥,激光熔覆层或合金化层的开裂敏感性及与基体结合力仍然是困扰着国内外研究者的一个难题,也是工程应用及产业化的障碍。而激光熔凝是一种可控性极强的凝固技术,在改善材料的耐磨、耐腐蚀性能方面有明显的效果,愈来愈受到重视。

[0012] 随着现代核能技术的发展,不锈钢除了用量在不断增加外,对不锈钢的耐蚀性要求也越来越高,人们期盼这类材料在腐蚀性介质中、恶劣工况条件下的耐蚀能力进一步提高。近年来,纳米材料及应用技术获得了引人注目的发展。由于纳米材料的小尺寸效应和表面效应,已经发现:纳米微粒的熔点、开始烧结温度和晶化温度比常规粉体低很多;颗粒小,界面多,为原子短程扩散提供了途径,因此纳米材料的固溶扩散能力提高。最近,张光钧等在不锈钢基体上采用激光制备镍基纳米碳化钨复合镀层,得到了一些独特的实验结果,材料的性能大幅度提高。这是由于激光快速熔凝及纳米材料的“纳米效应”的综合作用所致。无疑,嫁接纳米技术的激光熔凝将是未来的发展方向。激光与其它表面处理技术相结合的复合表面工程也是非常好的思路。

[0013] 在激光表面处理技术中,激光涂覆已成为较为活跃的领域,其特点可归纳如下:

- [0014] (1) 可局部加热覆盖,减少不必要的热损失及变形;
- [0015] (2) 可控制涂层的成分、形状及区域大小;
- [0016] (3) 可获得低的残余应力,避免开裂;
- [0017] (4) 具有小的热循环。涂层稀释度可控;
- [0018] (5) 涂层组织细小,气孔和孔隙率低;
- [0019] (6) 涂层厚度较大,并与基体能形成冶金结合;
- [0020] (7) 作用于基体的能量可调。

[0021] Y. T. Pei 等指出。通过控制基体材料熔化层的厚度,可以在获得理想的涂层性能的前提下,尽量减小基体性能的改变,因此利用激光涂覆技术,可以根据基体的成分来设计性能优越的涂层。基于此,他们在铝合金基体上用激光涂覆了 AlSi40 功能梯度涂层,发现从涂层底部至顶部,硅的形状、尺寸和数量均呈梯度变化。董世运等在铝合金表面激光熔覆了铜基复合材料涂层,研究发现,在激光功率一定的条件下,熔覆层稀释率随光斑宽度增大而减小;当扫描速度和光斑宽度一定时,熔覆层稀释率随激光束功率增大而显著增大。进而指出只有把熔覆比能量控制在一定范围内,才能获得质量优良的涂层。激光技术不仅可用于金属涂层,也可用于陶瓷涂层。葛孝月等通过有限元计算和界面应力场分析。研究了激光熔覆层中陶瓷颗粒的数量和形状对陶瓷 / 金属界面应力状态的影响,发现对于涂层表面附近的颗粒,其界面最大周向应力。随陶瓷含量的增加而增大,而且颗粒表面的尖角明显增大。G. Gravanis 等研究证明,采用激光重熔处理可以有效地改善陶瓷涂层的组织与性能。

[0022] 激光是一种能量高度集中的能源,利用激光束可以对材料表面的局部区域进行

[0023] 加热、熔化乃至气化,从而改变所选定区域的成分、组织、性能以及尺寸等。通过调整功率密度和光束作用时间,可以对材料进行不同的处理或加工。在激光处理过程中,材料会经历一个极快的加热和冷却循环过程,其温度场的分布和变化与传统工艺有着很大的差别,如果发生材料的熔化,则还涉及动量和质量的传输过程,由此导致的物理化学变化与传统工艺条件下也有着极大的区别。为了更准确地理解和控制这一过程,有关学者对激光与

材料相互作用的物理本质进行了深入的研究，并提出了许多数学模型。J. C. Ion 等指出，激光束导致的热循环既与光束特性有关，如功率、移动速度、光斑尺寸等，又与材料性能有关，如表面吸收率、导热系数、热扩散系数、相变潜热、相变温度以及材料的尺寸等。为了使问题得到简化，他们提出了一组无量纲参数来描述激光加热过程，并以此建立了激光温度场的数学模型，运用该模型可以较好地预测激光加热、熔化和匙孔加工等工艺过程。文献分析了基体对涂层材料的稀释度的问题，指出预涂敷厚度增加、粉末密度提高或比能量 (specific energy) 减小，均有利于降低稀释度。

发明内容

[0024] 本发明的目的在于提出一种表面涂敷工艺。

[0025] 为达此目的，本发明采用以下技术方案：

[0026] 一种表面涂敷工艺方法，该工艺是一种激光表面涂敷工艺，以普通碳钢作为基底，将包含合金元素的涂层材料利用激光技术涂敷在基底的表面，以增强基底材料的硬度和耐磨性，包括：基底碳钢的预处理——涂敷复合粉——将包含合金元素的涂敷材料喷涂于基底表面——激光涂敷——检验涂敷效果。基底碳钢的预处理包括淬火、回火、除油污。涂敷复合粉在预处理之后，便于后道工序涂敷合金元素。合金元素涂料为 200—250 目的 KF-201 复合合金粉末，或者是 WC, SiC 和 C 粉末，涂敷厚度为 0.3—0.5mm。激光器功率为 1KW—5KW，脉冲频率为 5kHz—30kHz，脉宽为 22nm—50nm，光斑直径为 3mm—10mm，激光扫描速度为 10mm/s—40mm/s，保护气体流量为 3L/min—5L/min。

具体实施方式

[0027] 实施例 1

[0028] 一种表面涂敷工艺，该工艺是一种激光表面涂敷工艺，以普通碳钢作为基底，将包含合金元素的涂层材料利用激光技术涂敷在基底的表面，以增强基底材料的硬度和耐磨性，包括：基底碳钢的预处理——涂敷复合粉——将包含合金元素的涂敷材料喷涂于基底表面——激光涂敷——检验涂敷效果。基底碳钢的预处理包括淬火、回火、除油污。涂敷复合粉在预处理之后，便于后道工序涂敷合金元素。合金元素涂料为 200 目的 KF-201 复合合金粉末涂敷厚度为 0.3mm。激光器功率为 1KW，脉冲频率为 5kHz，脉宽为 50nm，光斑直径为 4mm，激光扫描速度为 10mm/s，保护气体为氧气，流量为 3L/min。

[0029] 实施例 2

[0030] 一种表面涂敷工艺，该工艺是一种激光表面涂敷工艺，以普通碳钢作为基底，将包含合金元素的涂层材料利用激光技术涂敷在基底的表面，以增强基底材料的硬度和耐磨性，包括：基底碳钢的预处理——涂敷复合粉——将包含合金元素的涂敷材料喷涂于基底表面——激光涂敷——检验涂敷效果。基底 20# 碳钢的预处理包括淬火、回火、除油污。涂敷复合粉在预处理之后，便于后道工序涂敷合金元素。合金元素涂料为 200 目的 WC, SiC 和 C 粉末，涂敷厚度为 0.5mm。激光器功率为 3KW，脉冲频率为 5kHz，脉宽为 50nm，光斑直径为 6mm，激光扫描速度为 20mm/s，保护气体为氧气，流量为 5L/min。