



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108441859 A

(43)申请公布日 2018.08.24

(21)申请号 201810621810.7

(22)申请日 2018.06.15

(71)申请人 北京工业大学

地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 平学龙 符寒光 孙淑婷

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 张立改

(51)Int.Cl.

G23C 24/10(2006.01)

G22C 19/05(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

使用Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层及其制备方法

(57)摘要

使用Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层及其制备方法,涉及激光熔覆技术领域。涂层中加入适量的纯Nb粉,加入的Nb与熔池中的C结合,原位生成高硬度、高稳定性的NbC硬质相颗粒,来增强Ni基涂层的力学性能。该涂层是按以下步骤制备的,首先对模具钢基体进行预处理,将合金粉末按照设计成分配比,用行星式球磨机混合并干燥后用作熔覆材料。采用同步送粉的激光熔覆的方式,在模具钢基体表面制备熔覆层。所获得的熔覆层组织致密,无气孔、裂纹、夹杂等缺陷,与基体呈良好的冶金结合,显著提高了模具钢的表面性能,提高了模具的服役寿命。

1. 一种用Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层的制备方法,其特征在于,该方法是按照以下步骤进行的:

(1) 基体预处理

对加工好的Cr12MoV汽车模具钢基体表面用砂纸打磨并用丙酮清洗,得到平整光洁的表面;

(2) 激光熔覆

将熔覆用镍基合金复合粉末按照设计成分配比混合,将所得混合粉末用行星磨机进行机械混合3h,混合均匀之后烘干;装入送粉器中;采用同轴送粉激光熔覆方式,在基体表面制备耐磨涂层;

镍基合金复合粉末包括镍基合金粉末、纯Nb粉和纯Ta粉;镍基合金粉末粒度范围为75-150 μm ;在镍基合金粉末中添加粒径为35-45 μm 的纯Nb粉和纯Ta粉,纯Nb粉和纯Ta粉的添加量分别为镍基合金复合粉末质量的3.0-4.5%和1.5-2.0%;

镍基合金粉末的组成及质量分数为:0.73-0.97% C, 3.24-4.05% B, 4.66-5.10% Si, 0.37-0.58% Ce, 0.18-0.27% Mg, 18.26-19.04% Cr, 0.53-0.69% K, <5.00% Fe, Ni余量。

2. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,步骤(2)烘干在80 $^{\circ}\text{C}$ 的烘干箱中烘干2h。

3. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,激光熔覆的工艺参数为:激光功率:1800W,扫描速度:4mm/s,送粉率:15g/min,光斑直径:5mm \times 5mm,氩气流量:15L/min。

4. 按照权利要求1-3任一项所述的方法制备得到的Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层。

使用Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及激光熔覆技术领域,具体涉及使用Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层及其制备方法。

背景技术

[0002] 在汽车工业领域,90%以上的汽车零部件都靠模具成形,模具在汽车生产制造中地位也越来越重要,因此被称为“汽车工业之母”。然而在模具服役过程中,由于模具表面磨损和腐蚀使得模具提早失效,大大缩短了模具使用寿命,这不仅影响了产品的生产周期和生产成本,而且还在一定程度上造成了资源的浪费。若通过表面修复的方法,在失效模具表面制备一层高强度高硬度的涂层,不仅可以使失效模具重新投入使用,降低生产成本和缩短模具更换周期,而且由于制备的涂层具有高强度和高硬度,还能大幅度提高模具的表面性能,延长模具的使用寿命。

[0003] 激光熔覆是一种高效、节能和环保的表面改性技术,以高能激光束作为热源,合金粉末作为熔覆材料。通过激光的照射将合金粉末和基体表面快速熔化,激光束移开之后,熔融金属由于基体的导热而快速凝固,从而得到与基体完全冶金结合的熔覆层,以达到改善表面性能的目的。

[0004] 与传统的表面改性技术相比,激光熔覆制备的涂层具有较低的稀释率,较小的热影响区,涂层组织致密,与基体结合良好,孔隙率低和夹杂含量少的特点。同时,激光熔覆还具有易于实现自动化,使用材料体系范围广等特点。可以提高材料表面的硬度、耐磨性、耐腐蚀性和耐高温抗氧化性等性能,同时降低贵金属的消耗。在环境、冶金、交通、机械、能源、航空等领域有着巨大的应用前景。

[0005] Ni基合金涂层具有较高的结合强度,较好的耐腐蚀性和优异的耐磨性,在工程上具有广阔的应用前景。而添加硬质相颗粒可以显著提高熔覆层的硬度和耐磨性能。因此,常用该合金体系对损坏的模具材料表面进行修复。

[0006] 陶瓷颗粒具有高熔点,高硬度,热稳定好等优点,常用作金属基激光熔覆层的增强相来提高涂层的力学性能。NbC颗粒具有高熔点,高硬度,高弹性模量等优越性能,而且与Ni基涂层的密度相近,因此常用来强化Ni基涂层。NbC的加入有两种形式,直接加入NbC颗粒和原位生成NbC。原位生成的NbC颗粒细小,与基体界面结合较好,裂纹倾向较低,是近年来发展较快的金属基复合材料制备方法。

[0007] 通过在Ni基合金粉末基础上加入适量的纯Nb粉,在Cr12MoV模具钢表面进行激光熔覆,原位生成NbC硬质相,有望达到提高模具钢的表面硬度和耐磨性能,并延长模具服役寿命的目的。因此,开发合适的激光熔覆粉末与工艺具有重要意义。

发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是:针对现有激光熔覆存在的缺点及汽车挤压模具磨损失效机制,提出一种用Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层及其制备方法,解决汽车模具钢

表面磨损问题。

[0009] 一种用Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层及其制备方法,该方法是按照以下步骤进行的:

[0010] (1) 基体预处理

[0011] 对加工好的Cr12MoV汽车模具钢基体表面用砂纸打磨并用丙酮清洗,得到平整光洁的表面;

[0012] (2) 激光熔覆

[0013] 将熔覆用镍基合金复合粉末按照设计成分配比混合,将所得混合粉末用行星球磨机进行机械混合3h,混合均匀之后烘干优选在80℃的烘干箱中烘干2h,装入送粉器中;采用同轴送粉激光熔覆方式,在基体表面制备耐磨涂层。

[0014] 镍基合金复合粉末包括镍基合金粉末、纯Nb粉和纯Ta粉。

[0015] 镍基合金粉末粒度范围为75-150 μm 。在镍基合金粉末中添加粒径为35-45 μm 的纯Nb粉和纯Ta粉,纯Nb粉和纯Ta粉的添加量分别为镍基合金复合粉末质量的3.0-4.5%和1.5-2.0%;所得到的熔覆层组织致密,无气孔裂纹,熔覆层与基体呈现良好冶金结合。

[0016] 作为对本发明的限定,本发明所述的制备涂层所用镍基合金粉末的组成及质量分数为:0.73-0.97%C,3.24-4.05%B,4.66-5.10%Si,0.37-0.58%Ce,0.18-0.27%Mg,18.26-19.04%Cr,0.53-0.69%K,<5.00%Fe,Ni余量。

[0017] 本发明镍基合金粉末中,除了含有3.24-4.05%B,4.66-5.10%Si和18.26-19.04%Cr,用于改善镍基合金粉末的熔覆性能外,大量硼的加入和铬结合,生成高硬度的含铬硼化物,有利于提高镍基熔覆合金的硬度和耐磨性。特别含有0.37-0.58%Ce、0.53-0.69%K和0.18-0.27%Mg,有利于细化原位合成碳化物的尺度,促使碳化物分布均匀,从而使熔覆层具有优异的耐磨性和良好的强韧性,确保熔覆层在制备和使用过程中不开裂。此外,熔覆粉末中,加入纯Nb粉和纯Ta粉的添加量分别为熔覆镍基合金粉末质量的3.0-4.5%和1.5-2.0%,可以确保熔覆层中原位合成大量高硬度的NbC和TaC,促进熔覆层耐磨性的大幅度提高。

[0018] 此外,激光熔覆的工艺参数和粉末的成分,会影响到熔覆层的宏观形貌、显微组织、以及力学性能。为了获得具有力学性能优良、组织致密的熔覆层,需要选择合适的激光熔覆工艺参数以及粉末的成分。激光熔覆工艺参数主要包括:激光功率、扫描速度、送粉速率等。当增大激光功率,增大送粉速率,减小扫描速度,均会使涂层的厚度提高,当涂层的厚度过高时,容易导致涂层与基体之间的结合较差,涂层容易剥落。当其他条件一定时,当激光功率过高时,会造成稀释率过大,会降低涂层的力学性能,而当激光功率过低时,会使得粉末熔化不够充分,导致熔覆层可能会出现夹杂缺陷还会降低粉末的利用率。因此,本发明所述的激光熔覆的工艺参数优选为:激光功率:1800W,扫描速度:4mm/s,送粉率:15g/min,光斑直径:5mm \times 5mm,氩气流量:15L/min。熔覆材料的化学成分则会直接影响到熔覆层的显微组织和力学性能。

[0019] 通过激光加热,合金粉末与基体表面发生熔化,而在材料表面形成熔池。当激光离去,在材料的自冷却作用下,熔池快速凝固成熔覆层。通过检测,熔覆层中生成了NbC、TaC颗粒。

[0020] 采用上述方案后,本发明取得的有益效果是:通过激光熔覆所获得的熔覆层与基

体呈现着良好的冶金结合,熔覆层组织致密,未发现气孔、裂纹和夹杂等缺陷。在反应过程中,Nb、Ta与熔池中的C结合,原位生成了大量的弥散分布的细小的NbC、TaC颗粒。熔覆层的硬度达到了800Hv以上,比基体材料汽车模具钢Cr12MoV提高了2倍多,熔覆层抗拉强度超过350MPa,冲击韧性大于12J/cm²。耐磨性比基体材料提高了5倍以上。本发明的所用的Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层的制备工艺简便,易于实现自动化生产,没有污染,而且激光熔覆过程不需要在真空中进行,工件尺寸基本不受限制,可以用于加工复杂表面或者表面修复,在材料表面改性上有显著的经济和社会效益。

附图说明

[0021] 图1为实施例1所得熔覆层显微组织图。

具体实施方式

[0022] 本发明将就以下实施例作进一步说明,但本发明并不限于以下实施例。

[0023] 实施例1:激光功率1800W,纯Nb粉的添加量为镍基合金复合粉末质量的4.5%。

[0024] (1) Cr12MoV钢基体预处理

[0025] 对加工好的汽车模具钢Cr12MoV钢基体表面用砂纸打磨,并用丙酮清洗,得到平整洁净的表面。

[0026] (2) 激光熔覆

[0027] 制备涂层所用的镍基合金粉末的组成及质量分数为:0.73%C,4.05%B,4.66%Si,0.58%Ce,0.18%Mg,19.04%Cr,0.53%K,2.47%Fe,Ni余量;镍基合金粉末粒度范围为75-150 μ m;在镍基合金粉末中添加粒径为35-45 μ m的纯Nb粉和纯Ta粉,纯Nb粉和纯Ta粉的添加量分别为镍基合金复合粉末质量的4.5%和1.5%;将混合粉末用行星球磨机进行机械混合3h,混合均匀之后在80℃的烘干箱中烘干2h。调节激光熔覆工艺参数:激光功率:1800W,扫描速度:4mm/s,光斑直径:5mm \times 5mm,氩气流量:15L/min。

[0028] 熔覆层的显微组织见图1。

[0029] 在该工艺参数下实现在汽车模具钢Cr12MoV基体表面制备Ni基耐磨熔覆涂层。Ni基耐磨熔覆涂层的显微硬度为812Hv,熔覆层抗拉强度365MPa,冲击韧性12.9J/cm²,耐磨性为4.7min/mg。

[0030] 实施例2:激光功率1800W,纯Nb粉的添加量为镍基合金复合粉末质量的3.0%。

[0031] (1) Cr12MoV钢基体预处理

[0032] 对加工好的汽车模具钢Cr12MoV钢基体表面用砂纸打磨,并用丙酮清洗,得到平整洁净的表面。

[0033] (2) 激光熔覆

[0034] 制备涂层所用的镍基合金粉末的组成及质量分数为:0.97%C,3.24%B,5.10%Si,0.37%Ce,0.27%Mg,18.26%Cr,0.69%K,4.64%Fe,Ni余量;镍基合金粉末粒度范围为75-150 μ m;在镍基合金粉末中添加粒径为35-45 μ m的纯Nb粉和纯Ta粉,纯Nb粉和纯Ta粉的添加量分别为镍基合金复合粉末质量的3.0%和2.0%;将混合粉末用行星球磨机进行机械混合3h,混合均匀之后在80℃的烘干箱中烘干2h。调节激光熔覆工艺参数:激光功率:1800W,扫描速度:4mm/s,光斑直径:5mm \times 5mm,氩气流量:15L/min。

[0035] 在该工艺参数下,实现在汽车模具钢Cr12MoV基体表面制备Ni基耐磨熔覆涂层。Ni基耐磨熔覆涂层的显微硬度为804Hv,熔覆层抗拉强度超过370MPa,冲击韧性大于12.5J/cm²,耐磨性为5.2min/mg。

[0036] 实施例3:激光功率1800W,纯Nb粉的添加量为镍基合金复合粉末质量的3.8%。

[0037] (1) Cr12MoV钢基体预处理

[0038] 对加工好的汽车模具钢Cr12MoV钢基体表面用砂纸打磨,并用丙酮清洗,得到平整洁净的表面。

[0039] (2) 激光熔覆

[0040] 制备涂层所用的镍基合金粉末的组成及质量分数为:0.79%C,3.50%B,4.87%Si,0.43%Ce,0.23%Mg,18.71%Cr,0.62%K,3.84%Fe,Ni余量;镍基合金粉末粒度范围为75-150 μ m;在镍基合金粉末中添加粒径为35-45 μ m的纯Nb粉和纯Ta粉,纯Nb粉和纯Ta粉的添加量分别为镍基合金复合粉末质量的3.8%和1.7%;将混合粉末用行星磨机进行机械混合3h,混合均匀之后在80 $^{\circ}$ C的烘干箱中烘干2h。调节激光熔覆工艺参数:激光功率:1800W,扫描速度:4mm/s,光斑直径:5mm \times 5mm,氩气流量:15L/min。

[0041] 在该工艺参数下,实现在汽车模具钢Cr12MoV基体表面制备Ni基耐磨熔覆涂层。Ni基耐磨熔覆涂层的显微硬度为826Hv,熔覆层抗拉强度超过385MPa,冲击韧性大于13.4J/cm²,耐磨性为5.0min/mg。

[0042] 本发明所制备的用Nb元素增强Ni基耐磨激光熔覆涂层,熔覆层和基体有着良好的冶金结合,涂层组织致密,均未发现裂纹、气孔、夹杂等缺陷。熔覆层的硬度较汽车模具钢Cr12MoV基体提高了2倍多,耐磨性提高了5倍以上,可以大幅度延长模具的使用寿命。

[0043] 以本发明的几项实施例为启示,并通过本文的说明内容,工作人员可以在本项发明技术范围内进行变更以及修改。本发明技术性范围不局限于说明书上的内容,要根据权利要求范围确定技术性范围。

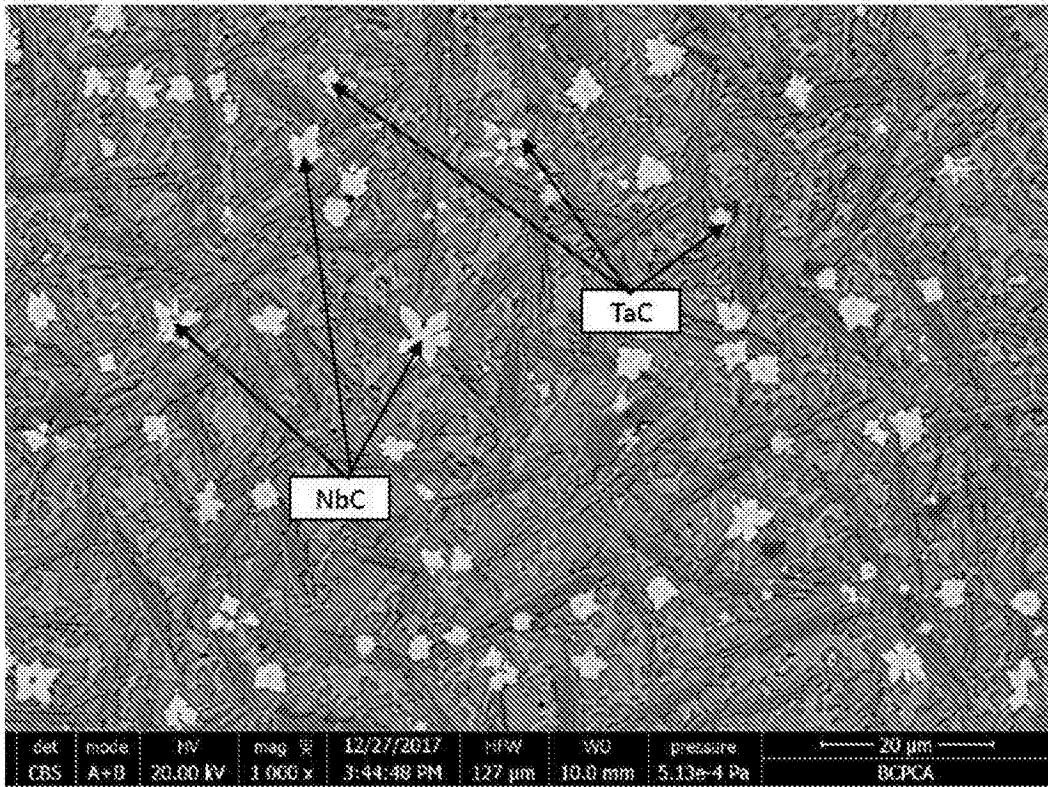


图1