



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102995012 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201210565394. 6

(22) 申请日 2012. 12. 24

(73) 专利权人 常州大学

地址 213164 江苏省常州市武进区滆湖路 1 号

Nanocrystalline Metal Nitrides Using Cyanamide and Urea as Nitrogen Source. 《Chem. Mater》. 2007, 第 19 卷 (第 14 期), 第 3 页左栏第 30-45 行.

审查员 王滨

(72) 发明人 王辉 左健民 肖圣亮 张荣荣 童涵

(74) 专利代理机构 扬州市锦江专利事务所 32106

代理人 江平

(51) Int. Cl.

C23C 24/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101812684 A, 2010. 08. 25, 参见说明书 [0018]-[0032] 段.

CN 1603238 A, 2005. 04. 06, 全文.

JP 20111260 A, 2011. 01. 06, 全文.

Jelena Buha 等. Thermal Transformation of Metal Oxide Nanoparticles into

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

以  $\text{TiO}_2$ 、碳酸铵和  $\text{N}_2$  气体为组元的激光诱导金属表层复合 TiN 强化方法

(57) 摘要

以  $\text{TiO}_2$ 、碳酸铵和  $\text{N}_2$  气体为组元的激光诱导金属表层复合 TiN 强化方法, 涉及金属表面强化工艺技术领域。在金属表面敷以  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末, 在  $\text{N}_2$  气体氛围中, 用激光束在敷  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末的金属表面进行扫描。通过以上工艺, 可以在金属表层原位复合生成 TiN, 实现对金属表面的强化与提高耐磨性。

1. 以  $\text{TiO}_2$ 、碳酸铵和  $\text{N}_2$  气体为组元的激光诱导金属表层复合  $\text{TiN}$  强化方法,其特征在于在金属表面涂敷  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末,在  $\text{N}_2$  气体氛围中,用激光束在涂敷  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末的金属表面进行扫描;所述  $\text{TiO}_2$  为工业纯  $\text{TiO}_2$ ,所述工业纯  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合质量比为 7:3;所述  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末涂敷厚度为 1.5 ~ 2 毫米;所述激光束的扫描速度为 400 ~ 600mm/min,激光功率为 700 ~ 1200W,激光波长为 1.06 $\mu\text{m}$  或 10.6 $\mu\text{m}$ ,光斑直径为 2 ~ 3 毫米。

2. 根据权利要求 1 所述以  $\text{TiO}_2$ 、碳酸铵和  $\text{N}_2$  气体为组元的激光诱导金属表层复合  $\text{TiN}$  强化方法,其特征在于  $\text{N}_2$  流量为 8 ~ 10L/min。

## 以 $\text{TiO}_2$ 、碳酸铵和 $\text{N}_2$ 气体为组元的激光诱导金属表层复合 TiN 强化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属表面强化工艺技术领域。

### 背景技术

[0002] 氮化钛(TiN) 是一种非计量化合物,同时具有金属晶体和共价晶体的特点,熔点高达  $2955^\circ\text{C}$ 。作为表面涂层, TiN 具有高硬度、耐磨损、耐高温、抗热震、摩擦系数低等优良的综合力学性能,是目前研究和应用最为广泛的薄膜材料之一。TiN 作为涂层成功地应用于刀具、钻头工具上,被认为是金属切削刀具技术发展史上的一次革命。

[0003] TiN 涂层的制备技术目前主要是物理气相沉积(PVD)和化学气相沉积(CVD)。PVD 法形成温度较低、涂层较薄,与基体的结合强度低,涂层易于从基底剥落,且绕镀性较差。CVD 法沉积温度高,但超过了绝大多数常用刀具材料的热处理温度,因而可用来进行镀层的刀具材料种类极为有限;其次, CVD 以氯化物为原料,需要一套提供制备含 Ti 卤化物气体的设备,工艺复杂,成本较高,与目前提倡的绿色工业相抵触。

[0004] 不论是 PVD 法还是 CVD 法,所获得的 TiN 涂层都较薄,厚度只有几个微米( $\mu\text{m}$ ),并且涂层与基体是机械结合,结合面强度低,使用中涂层易发生剥落。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的旨在提供一种以  $\text{TiO}_2$ 、碳酸铵和  $\text{N}_2$  气体为组元的激光诱导金属表层复合 TiN 强化方法,可以使金属表面层原位复合生成 TiN,从而对金属表面进行强化与提高耐磨性。

[0006] 本发明是通过以下技术方案实现的:

[0007] 在金属表面涂敷  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末,在  $\text{N}_2$  气体氛围中,用激光束在涂敷  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末的金属表面进行扫描。

[0008] 通过以上工艺,可以在金属表层原位复合生成 TiN,实现对金属表面的强化与提高耐磨性。

[0009] 本发明具有以下优点:

[0010] 1、TiN 是在金属表层原位复合生成,而不是在表面沉积,因此不存在涂层与基体的结合力问题;

[0011] 2、原位复合有 TiN 的金属表层厚度可达 500 至 600 微米,显微硬度可达 HV1700 至 HV1800,因此即使表面在使用过程中有微磨损,仍然具有很好的硬度和耐磨性;

[0012] 3、反应组元为  $\text{TiO}_2$ 、碳酸铵和  $\text{N}_2$  气体,以激光为能量源,不会对环境造成任何污染,是一种环保的金属表面强化与耐磨方法。

[0013] 所述  $\text{TiO}_2$  为工业纯  $\text{TiO}_2$ ,所述工业纯  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合质量比为 7:3。

[0014] 还可根据不同的金属材质选择以下不同的参数,以达到最佳效果。

[0015] 所述  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末涂敷厚度为 1.5 ~ 2 毫米。

[0016]  $N_2$  流量为 8 ~ 10L/min。

[0017] 所述激光束的扫描速度为 400 ~ 600mm/min, 激光功率为 700 ~ 1200W, 激光波长为 1.06 $\mu$ m 或 10.6 $\mu$ m, 光斑直径为 2 ~ 3 毫米。

### 具体实施方式

[0018] 一、对 Q235A、20 钢、40 钢、45 钢、20G、20Mn、40Mn 和 60Mn 碳素结构钢分别进行表面强化处理：

[0019] 1、将工业纯  $TiO_2$  粉末与碳酸铵以 7:3 的质量比混合, 在碳素结构钢表面敷以厚度为 1.5 毫米工业纯  $TiO_2$  与碳酸铵的混合粉末；

[0020] 2、随激光光斑移动, 通以氮气, 氮气流量为 8L/min；

[0021] 3、激光光束以 400mm/min 速度进行扫描, 激光功率为 900W, 激光波长为 1.06 $\mu$ m, 光斑直径为 2 毫米。

[0022] 4、检测：

[0023] 在碳素结构钢表层原位复合生成厚度可达 500 微米的 TiN 层, 显微硬度可达 HV1700。

[0024] 二、对 20MnV、40Cr、35CrMoV 和 20CrMnSi 合金结构钢分别进行表面强化处理：

[0025] 1、将工业纯  $TiO_2$  粉末与碳酸铵以 7:3 的质量比混合, 在合金结构钢表面敷以厚度为 1.5 毫米工业纯  $TiO_2$  与碳酸铵的混合粉末；

[0026] 2、随激光光斑移动, 通以氮气, 氮气流量为 8L/min；

[0027] 3、激光光束以 400mm/min 速度进行扫描, 激光功率为 700W, 激光波长为 1.06 $\mu$ m, 光斑直径为 2 毫米。

[0028] 4、检测：

[0029] 在合金结构钢表层原位复合生成厚度可达 500 微米的 TiN 层, 显微硬度可达 HV1750。

[0030] 三、对 65Mn、60Si2Mn 和 50CrVA 弹簧钢分别进行表面强化处理：

[0031] 1、将工业纯  $TiO_2$  粉末与碳酸铵以 7:3 的质量比混合, 在弹簧钢表面敷以厚度为 2 毫米工业纯  $TiO_2$  与碳酸铵的混合粉末；

[0032] 2、随激光光斑移动, 通以氮气, 氮气流量为 10L/min；

[0033] 3、激光光束以 600mm/min 速度进行扫描, 激光功率为 800W, 激光波长为 1.06 $\mu$ m, 光斑直径为 3 毫米。

[0034] 4、检测：

[0035] 在弹簧钢表层原位复合生成厚度可达 500 微米的 TiN 层, 显微硬度可达 HV1800。

[0036] 四、对 T8A、T9A、T10A、T11A、9SiCr、Cr12MoV 和 3Cr2Mo 工具钢分别进行表面强化处理：

[0037] 1、将工业纯  $TiO_2$  粉末与碳酸铵以 7:3 的质量比混合, 在工具钢表面敷以厚度为 1.5 毫米工业纯  $TiO_2$  与碳酸铵的混合粉末；

[0038] 2、随激光光斑移动, 通以氮气, 氮气流量为 8L/min；

[0039] 3、激光光束以 400mm/min 速度进行扫描, 激光功率为 1000W, 激光波长为 10.6 $\mu$ m, 光斑直径为 3 毫米。

[0040] 4、检测：

[0041] 在工具钢表层原位复合生成厚度可达 500 微米的 TiN 层，显微硬度可达 HV1800。

[0042] 五、对 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2 和 W6Mo5Cr4V2Al 高速钢分别进行表面强化处理：

[0043] 1、将工业纯  $\text{TiO}_2$  粉末与碳酸铵以 7:3 的质量比混合，在高速钢表面敷以厚度为 1.5 毫米工业纯  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵的混合粉末；

[0044] 2、随激光光斑移动，通以氮气，氮气流量为 10L/min；

[0045] 3、激光光束以 500mm/min 速度进行扫描，激光功率为 1100W，激光波长为 10.6 $\mu\text{m}$ ，光斑直径为 2 毫米。

[0046] 4、检测：

[0047] 在高速钢表层原位复合生成厚度可达 600 微米的 TiN 层，显微硬度可达 HV1800。

[0048] 六、对 YG3X、YG6X、YK15、YG20、YT15、YS25、YW1、YW2 和 YL10 硬质合金分别进行表面强化处理：

[0049] 1、在硬质合金表面敷以工业纯  $\text{TiO}_2$  与碳酸铵  $(\text{NH}_3)_2\text{CO}_3$  混合粉末，其质量比为 7:3，厚度为 2 毫米；

[0050] 2、随激光光斑移动，通以氮气，氮气流量为 10L/min；

[0051] 3、激光光束以 600mm/min 速度进行扫描，激光功率为 1200W，激光波长为 10.6 $\mu\text{m}$ ，光斑直径为 3 毫米。

[0052] 4、检测：

[0053] 在硬质合金表层原位复合生成厚度可达 600 微米的 TiN 层，显微硬度可达 HV1800。