



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102995004 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201210565029. 5

(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

(72) 发明人 王辉 左健民 张荣荣 童涵  
肖圣亮

(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.

G23C 24/10(2006. 01)

审查员 周凌云

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

以 TiO<sub>2</sub> 和甲烷为组元的激光诱导金属表层复合 TiC 强化方法

(57) 摘要

以 TiO<sub>2</sub> 和甲烷为组元的激光诱导金属表层复合 TiC 强化方法, 本发明涉及金属表面的强化技术领域。在金属表面涂敷 TiO<sub>2</sub> 粉末, 在甲烷的氛围中, 用激光束在涂敷 TiO<sub>2</sub> 粉末的金属表面进行扫描。通过以上方法可以在金属表层原位复合生成 TiC, 实现对金属表面的强化与提高耐磨性。

1. 以  $\text{TiO}_2$  和甲烷为组元的激光诱导金属表层复合 TiC 强化方法, 其特征在于在金属表面涂敷  $\text{TiO}_2$  粉末, 在甲烷的氛围中, 用激光束在涂敷  $\text{TiO}_2$  粉末的金属表面进行扫描; 所述  $\text{TiO}_2$  为工业纯  $\text{TiO}_2$ , 在金属表面涂敷的所述  $\text{TiO}_2$  粉末厚度为 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  $\text{TiO}_2$  和甲烷为组元的激光诱导金属表层复合 TiC 强化方法, 其特征在于所述甲烷的流量为 14 ~ 16L/min。

## 以 TiO<sub>2</sub>和甲烷为组元的激光诱导金属表层复合 TiC 强化方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属表面的强化技术领域。

### 背景技术

[0002] 碳化钛(TiC) 是典型的过渡金属碳化物,键型由离子键、共价键和金属键混合在同一晶体结构中,熔点高达 3160°C。作为表面涂层, TiC 具有高硬度、高熔点、耐磨损、高温抗氧化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。

[0003] TiC 涂层的制备技术目前主要是化学气相沉积(CVD) 和物理气相沉积(PVD)。CVD 法沉积温度高,超过了绝大多数钢材的热处理温度,并且 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。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。

[0004] 不论是 CVD 法还是 PVD 法,所获得的 TiC 涂层都较薄,厚度只有几个微米(μm),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 TiO<sub>2</sub>和甲烷为组元的激光诱导金属表层复合 TiC 强化方法,可以使金属表面层原位复合生成 TiC,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 TiO<sub>2</sub>粉末,在甲烷的氛围中,用激光束在涂敷 TiO<sub>2</sub>粉末的金属表面进行扫描。

[0008] 通过以上方法可以在金属表层原位复合生成 TiC,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、TiC 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 TiC 的金属表层厚度可达 500 至 600 微米,显微硬度可达 HV2600 至 HV2700 以上,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 TiO<sub>2</sub>和甲烷,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] 另,本发明所述 TiO<sub>2</sub>为工业纯 TiO<sub>2</sub>,在金属表面涂敷的所述 TiO<sub>2</sub>粉末厚度为 1.5 ~ 2 毫米。

[0014] 所述甲烷的流量为 14 ~ 16L/min。

[0015] 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 1.06μm 或 10.6μm,光斑直径为 2 ~ 3 毫米。

### 具体实施方式

[0016] 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处理：

[0017] 1、在碳素结构钢表面敷以工业纯  $TiO_2$  粉末，厚度为 1.5 毫米；

[0018] 2、随激光光斑移动，通以甲烷，甲烷流量为 14L/min；

[0019] 3、激光光束以 500mm/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。

[0020] 4、经检测结果，在碳素结构钢表层原位复合生成厚度可达 500 微米的 TiC 层，显微硬度可达 HV2600 以上。

[0021] 二、对 20MnV、40Cr、35CrMoV 和 20CrMnSi 合金结构钢分别进行表面处理：

[0022] 1、在合金结构钢表面敷以工业纯  $TiO_2$  粉末，厚度为 1.5 毫米；

[0023] 2、随激光光斑移动，通以甲烷，甲烷流量为 14L/min；

[0024] 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。

[0025] 4、经检测结果，在合金结构钢表层原位复合生成厚度可达 500 微米的 TiC 层，显微硬度可达 HV2650 以上。

[0026] 三、对 65Mn、60Si2Mn 和 50CrVA 弹簧钢分别进行表面处理：

[0027] 1、在弹簧钢表面敷以工业纯  $TiO_2$  粉末，厚度为 2 毫米；

[0028] 2、随激光光斑移动，通以甲烷，甲烷流量为 16L/min；

[0029] 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。

[0030] 4、经检测结果，在弹簧钢表层原位复合生成厚度可达 500 微米的 TiC 层，显微硬度可达 HV2700 以上。

[0031] 四、对 T8A、T9A、T10A、T11A、9SiCr、Cr12MoV 和 3Cr2Mo 工具钢分别进行表面处理：

[0032] 1、在工具钢表面敷以工业纯  $TiO_2$  粉末，厚度为 1.5 毫米；

[0033] 2、随激光光斑移动，通以甲烷，甲烷流量为 14L/min；

[0034] 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。

[0035] 4、经检测结果，在工具钢表层原位复合生成厚度可达 500 微米的 TiC 层，显微硬度可达 HV2700 以上。

[0036] 五、对 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2 和 W6Mo5Cr4V2A1 高速钢分别进行表面处理：

[0037] 1、在高速钢表面敷以工业纯  $TiO_2$  粉末，厚度为 1.5 毫米；

[0038] 2、随激光光斑移动，通以甲烷，甲烷流量为 16L/min；

[0039] 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 $\mu$ m，光斑直径为 2 毫米。

[0040] 4、经检测结果，在高速钢表层原位复合生成厚度可达 600 微米的 TiC 层，显微硬度可达 HV2700 以上。

[0041] 六、对 YG3X、YG6X、YK15、YG20、YT15、YS25、YW1、YW2 和 YL10 硬质合金分别进行表

面处理：

[0042] 1、在硬质合金表面敷以工业纯  $TiO_2$  粉末，厚度为 2 毫米；

[0043] 2、随激光光斑移动，通以甲烷，甲烷流量为 16L/min；

[0044] 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 $\mu$ m，光斑直径为 3 毫米。

[0045] 4、经检测结果，在硬质合金表层原位复合生成厚度可达 600 微米的 TiC 层，显微硬度可达 HV2700 以上。