



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109023220 B

(45)授权公告日 2020.08.04

(21)申请号 201811117684.8

C23C 4/06(2016.01)

(22)申请日 2018.09.21

C23C 4/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 肖峰

申请公布号 CN 109023220 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(73)专利权人 河北工业大学

地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

(72)发明人 章凡勇 李超 闫姝 何继宁

殷福星 丁一

(74)专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务

所(普通合伙) 12210

代理人 赵凤英

(51)Int.Cl.

C23C 4/134(2016.01)

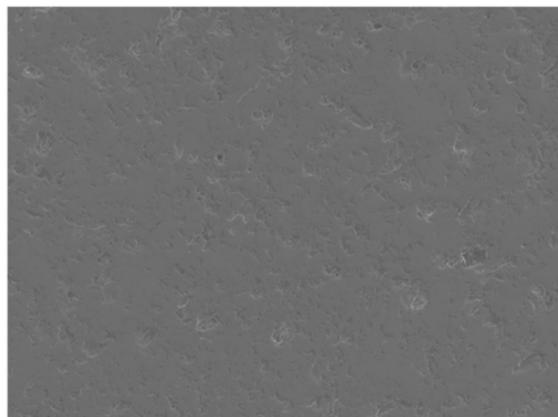
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种反应等离子喷涂制备Ti-SiC-C复合涂层的方法

(57)摘要

本发明为一种等离子喷涂制备Ti-SiC-C复合涂层的方法。该方法包括以下步骤:向Ti粉、SiC粉、石墨粉中加入去离子水、凝胶、分散剂,得到混合浆料;将混合浆料通过喷雾干燥法制备出团聚的复合粉体;通过等离子喷涂装置中,喷涂在粘结层上面,再在真空或气氛保护炉中进行退火热处理;退火热处理温度为400℃-1400℃,加热时间为0.5-4小时,随炉加热冷却。本发明所制备涂层,整体更加均匀,致密度提高、孔隙率降低,整个操作过程简单,简化了工艺流程,成本也相对较低。



1. 一种等离子喷涂制备Ti-SiC-C复合涂层的方法,其特征为该方法包括以下步骤:

步骤一、按质量百分比称量原料粉,其中,其中,原料粉中各组分的比例为:50%~85%为Ti粉,10%~45为SiC粉,5%~15%为石墨粉;

步骤二、向称量好的原料粉中加入去离子水、凝胶、分散剂,机械搅拌3~5小时后得到混合浆料;

其中,凝胶由去离子水和羧甲基纤维素钠混合制得,质量比为去离子水:羧甲基纤维素钠=70~120:1;所用分散剂为PVP;质量比为原料粉:去离子水:凝胶=2:0.8~3.0:1,加入的分散剂PVP质量为原料粉总质量的0.5%~3.5%;

步骤三、将混合浆料通过喷雾干燥法制备出团聚的复合粉体;其中,喷雾造粒器的入口温度为260~290℃,出口温度为110~125℃;

步骤四、将团聚的复合粉体进行干燥、分筛,得到100目~300目的团聚颗粒,作为等离子喷涂喂料粉;

步骤五、对基体表面进行粗化处理;

步骤六、在粗化的基体表面预先喷涂Ni-10wt%Al自熔性合金粉末,得到厚度为50~120μm的粘结层;

步骤七、将步骤四中获得的喷涂喂料粉加入到等离子喷涂装置中,喷涂在粘结层上面,获得钛-碳化硅-碳复合涂层,厚度为200~300μm;

步骤八、将步骤七中制得的复合涂层在真空或气氛保护炉中进行退火热处理;退火热处理温度为400℃-1400℃,加热时间为0.5-4小时,随炉加热冷却;

所述步骤一中Ti粉的粒度为325目~500目,SiC粉的粒度为300~600目,石墨粉的粒度为8000目~15000目;

所述步骤五基体具体为碳素钢、钛合金或高温合金;

所述步骤七中采用步骤四筛选的团聚粉作为喷涂喂料,利用等离子喷涂在基体表面制备钛-碳化硅-碳陶瓷复合涂层,其中,等离子喷涂工艺参数为:工作电压为55~75V,工作电流为400~500A,氩气流量为20~40L/min,氢气流量为20~30L/min,送粉速度为2~5L/min、喷涂距离为80~120mm,其中氩气同时作为送粉气和保护气;

所述的分散剂为PVP。

2. 如权利要求1所述的等离子喷涂制备Ti-SiC-C复合涂层的方法,其特征为所述步骤五中的基体粗化处理具体为:先用砂纸打磨,然后进行表面喷砂。

一种反应等离子喷涂制备Ti-SiC-C复合涂层的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种喷涂涂层的制备和涂层质量优化的方法,尤其涉及一种具有高硬度、高耐磨性、抗高温氧化的等离子喷涂涂层的制备优化方法。

背景技术

[0002] 在普通材料表面制备钛与钛的化合物涂层,使之成为材料保护的特种用材,成为目前表面科学工程的重要研究内容。例如TiC金属陶瓷材料,是一种由金属或合金同TiC陶瓷相所组成的非均质的复合材料,它既保持有陶瓷的高强度、高硬度、耐磨损、耐高温、抗氧化和化学稳定性等特性,又有较好的金属韧性,高温抗氧化性能仅低于碳化硅[陈怡元.邹正光.龙飞.碳化钛基金属陶瓷的合成及其应用研究现状.钛工业进展,2007,24(3):5-9],是硬质合金的重要原料,因此在结构材料中作为硬质相而被广泛用于制作耐磨材料、切削刀具材料、机械零件等,正是由于这些优良的物理化学性能使得碳化钛基金属陶瓷备受关注。

[0003] SiC陶瓷是用碳化硅粉,用粉末冶金法经反应烧结或热压烧结工艺制成。SiC陶瓷最大特点是高温强度大、热稳定性好、耐磨抗蠕变性好。适用于浇注金属用的喉嘴、热电偶套管、燃气轮机的叶片、轴承等零件。同时由于它的热传导能力高,还适用于高温条件下的热交换器材料,也可用于制作各种泵的密封圈。

[0004] 等离子喷涂具有工艺简单、灵活方便、工件无需重新设计的特点。反应等离子喷涂集等离子喷涂和自蔓延技术于一身,其制备效率高成本低,适用于各种尺寸零件表面。因此制备一种含有Ti,SiC以及C的适合喷涂用的粉体,将复合粉送入等离子焰流,借助焰流的高温点燃Ti、C、SiC间的自蔓延反应形成TiC、SiC、Ti₃SiC₂、Ti₅Si₃等产物形成涂层。通过调控复合粉成分配比、粉末制备工艺及喷涂工艺,获得不同含量的纳米晶TiC、SiC、Ti₃SiC₂等复合组织,实现涂层的组织调控,通过等离子喷涂技术使复合涂层既同时兼备一定的强度、塑韧性、耐高温氧化等性能优点,成为实验的首要重点。

[0005] 退火热处理可以改善或消除钢铁在铸造、锻压、轧制和焊接过程中所造成的各种组织缺陷以及残余应力,防止工件变形、开裂;软化工件以便进行切削加工;化晶粒,改善组织以提高工件的机械性能等。在适当的温度和条件下对涂层进行热处理,可以弥补等离子喷涂涂层不均匀、孔洞致密度不足等问题,有助于涂层内部释放应力、增加其延展性和韧性、产生特殊显微结构,从而提升涂层质量和性能。

[0006] 虽然有多种方式可制备SiC陶瓷材料,但仍改变不了SiC韧性差,脆性高的特点,且不能用于复杂零件的烧结,极大的约束了SiC陶瓷的应用范围。多项复合结构制备改善SiC材料尤其TiC和SiC复合材料如今备受重视。本发明的技术目的在于针对TiC与SiC涂层各自的不足,通过反应等离子喷涂制得到一种多项复合陶瓷涂层,但是受喷涂工艺的影响,涂层中不可避免存在大量的孔隙或孔洞,对涂层的性能质量等产生较大影响。

发明内容

[0007] 本发明的目的为针对现有技术的不足,提供了一种等离子喷涂制备钛-碳化硅-碳陶瓷复合涂层的方法。本发明采用SiC粉、石墨粉、Ti粉混合后通过喷雾干燥法造粒获得石墨粉包覆SiC和Ti的团聚粉;通过反应等离子喷涂制得的多项复合陶瓷涂层具有较高的硬度,良好的耐磨性和抗高温氧化性,致密度、孔隙率较好;再经过真空退火热处理,可以弥补等离子喷涂涂层均匀性不够、孔洞多、致密度低的缺点,进一步提升涂层的质量和性能。

[0008] 本发明的技术方案为:

[0009] 一种等离子喷涂制备Ti-SiC-C复合涂层的方法,包括以下步骤:

[0010] 步骤一、按质量百分比称量原料粉,其中,其中,原料粉中各组分的比例为:50%~85%为Ti粉,10%~45为SiC粉,5%~15%为石墨粉;

[0011] 步骤二、向称量好的原料粉中加入去离子水、凝胶、分散剂,机械搅拌3~5小时后得到混合浆料;

[0012] 其中,凝胶由去离子水和羧甲基纤维素钠混合制得,质量比为去离子水:羧甲基纤维素钠=70~120:1;,所用分散剂为PVP;质量比为原料粉:去离子水:凝胶=2:0.8~3.0:1,加入的分散剂PVP质量为原料粉总质量的0.5%~3.5%;

[0013] 步骤三、将混合浆料通过喷雾干燥法制备出团聚的复合粉体;其中,喷雾造粒器的入口温度为260~290℃,出口温度为110~125℃;

[0014] 步骤四、将团聚的复合粉体进行干燥、分筛,得到100目~300目的团聚颗粒,作为等离子喷涂喂料粉;

[0015] 步骤五、对基体表面进行粗化处理;

[0016] 步骤六、在粗化的基体表面预先喷涂Ni-10wt%Al自熔性合金粉末,得到厚度为50~120μm的粘结层;

[0017] 步骤七、将步骤四中获得的喷涂喂料粉加入到等离子喷涂装置中,喷涂在粘结层上面,获得钛-碳化硅-碳复合涂层,厚度为200~300μm。

[0018] 步骤八、将步骤七中制得的复合涂层在真空或气氛保护炉中进行退火热处理;退火热处理温度为400℃~1400℃,加热时间为0.5~4小时,随炉加热冷却。

[0019] 所述步骤一中Ti粉的粒度为325目~500目,SiC粉的粒度为300~600目,石墨粉的粒度为8000目~15000目。

[0020] 所述步骤五中的基体粗化处理具体为:先用砂纸打磨,然后进行表面喷砂。

[0021] 所述步骤五基体具体为碳素钢、钛合金、高温合金等金属材料。

[0022] 所述步骤七中采用步骤四筛选的团聚粉作为喷涂喂料,利用等离子喷涂在基体表面制备钛-碳化硅-碳陶瓷复合涂层,其中,等离子喷涂工艺参数为:工作电压为55~75V,工作电流为400~500A,氩气流量为20~40L/min,氢气流量为20~30L/min,送粉速度为2~5L/min、喷涂距离为80~120mm,其中氩气同时作为送粉气和保护气。

[0023] 本发明的实质性特点为:

[0024] 本发明采用SiC粉作为硅源,石墨粉作为碳源,与Ti粉以不同比例混合后通过喷雾干燥法造粒获得石墨粉包覆SiC和Ti的团聚粉,粒度合适,包覆均匀性好,非常适合作为等离子喷涂喂料,克服了传统直接机械混合带来的粉体不均匀性问题,有利于粉体在等离子喷涂过程中充分反应;通过反应等离子喷涂制得的多相复合陶瓷涂层具有较高的硬度,良

好的耐磨性和抗高温氧化性,致密度、孔隙率较好;真空退火热处理,可以弥补等离子喷涂涂层均匀性不够、孔洞多、致密度低的缺点,进一步提升涂层的质量和性能。

[0025] 本发明的有益效果为:

[0026] (1) 本发明的Ti-SiC-C涂层主要由TiC、Ti₅Si₃和Ti₃SiC₂组成,其中高硬TiC相为基体,Ti₅Si₃相作为复合增强相,Ti₃SiC₂作为增韧减磨相,涂层的硬度高、耐磨性好。

[0027] (2) 采用等离子喷涂的高热值放热反应,自蔓延原位合成Ti-SiC-C复合涂层,能获得比熔覆涂层更加均匀的组织,并且晶粒更加细小。

[0028] (3) 本发明将Ti粉,SiC粉和石墨粉通过机械搅拌和喷雾造粒方式获得团聚粉,有助于各元素粉在喷涂焰流中的充分反应,避免了金属Ti的残留。

[0029] (4) 本发明中的团聚粉含有SiC,其化学稳定性高,耐高温抗氧化,有助于提高涂层耐高温性能,是一种经济环保的原始材料。

[0030] (5) 本发明的涂层制备技术操作简单,生产效率高,涂层厚度易控制。

[0031] (6) 本发明对涂层进行真空退火热处理,使得涂层孔洞缩小减少、致密度提高涂层质量得以优化,硬度大幅度升高,韧性提高,耐磨性增强性能得以提升。

[0032] 综上所述,本发明所制备Ti-SiC-C陶瓷复合涂层,制得的等离子喷涂用粉末具有粒径大小统一均匀,球形度高,流动性强的特点,适宜等离子喷涂使用,并且制得的Ti-SiC-C陶瓷复合涂层经过退火热处理后具有比原涂层更高的硬度,更高的韧性和更好耐磨性,涂层整体更加均匀,致密度提高、孔隙率降低,整个操作过程简单,简化了工艺流程,成本也相对较低。

附图说明

[0033] 图1是本发明实施例2中喷雾造粒后粉体的SEM图;

[0034] 图2是本发明实施例2中45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的XRD图谱;

[0035] 图3是本发明实施例2中45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层表面SEM图;

[0036] 图4是本发明实施例2中45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层截面SEM图;

[0037] 图5是本发明实施例1、2中45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层在HV0.2载荷下热处理前后显微硬度平均值。

[0038] 图6是本发明实施例2中45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层热处理前后断裂韧性均值比较。

具体实施方式

[0039] 下面结合附图实施例对本发明作进一步详细描述,需要指出的是,以下所述实施例旨在便于对本发明的理解,而对其不起任何限定作用

[0040] 实施例1:

[0041] 本实施例基于一种等离子喷涂制备及优化Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的方法,包括以下步骤:

[0042] 步骤一、按照Ti粉81.8wt%、SiC粉11.4wt%、石墨粉6.8wt%分别称取原料,纯度均为99.9%;其中,Ti粉的粒度为325目~500目,SiC粉的粒度为300~600目,石墨粉的粒度为8000目~15000目。

[0043] 步骤二、向原料粉中加入去离子水和凝胶(凝胶是按照质量比水:羧基纤维素钠=100:1混合而得。以下实施例中凝胶组成同),再加入原料粉总质量的1%PVP为分散剂,进行混合,机械搅拌3h获得浆料;其中,质量比原始粉、去离子水,凝胶=2:2:1;

[0044] 步骤三、喷雾干燥:将混合浆料喷入干燥室内雾化,迅速干燥形成团聚颗粒,其中喷雾干燥器的入口温度为260℃,出口温度为110℃;

[0045] 步骤四、利用筛子选出尺度在100目~300的团聚颗粒作为喷涂喂料;

[0046] 步骤五、将45#钢基体用砂纸打磨干净,然后进行喷砂粗化处理,并固定在工作台上;

[0047] 步骤六、利用等离子喷涂在粗化的45号钢基体喷涂Ni-10wt%Al作为粘结层,厚度控制在50~120μm;

[0048] 步骤七、再将筛选好的团聚复合粉体喂料喷涂在粘结层上,获得厚度为200~300μm的Ti-SiC-C陶瓷复合涂层。

[0049] 所述的等离子喷涂参数为:工作电压为70V,工作电流为500A,氩气流量为30L/min,氢气流量为20L/min,送粉速度为2L/min、喷涂距离为100mm,其中采用氩气同时作为送粉气和保护气。

[0050] 步骤八、将步骤七中制得的复合涂层在氩气气氛保护炉中进行退火热处理,加热温度为800℃,加热时间为1小时,随炉加热冷却。

[0051] 对上述制得的述喷雾造粒后粉体的SEM图类似图1所示。可以看出经过喷雾造粒后,粉体团聚效果明显,基本呈现球形或椭球型,流动性较好。

[0052] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的XRD图谱类似图2所示。可以看出,主要物相为TiN和Ti₅Si₃,含有一定量的Ti₃Si₂,未检测到单质物相和SiC相,这说明本发明制备的团聚粉适合喷涂,并且反应充分。

[0053] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的表面SEM图类似图3所示。可以看出,涂层表面较为致密,存在少量孔洞。

[0054] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的截面SEM图类似4所示。可以看出,涂层由外侧灰色的Ti-SiC-C涂层和内层白色的NiAl过渡层组成,Ti-SiC-C涂层呈现明显的层片状结合,层与层之间的致密度较高。

[0055] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层用显微硬度仪进行硬度测试,本实验施加载荷时间为15s,载荷大小选用200g,为了对比起见,对实施例1中热处理前后制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层进行与实施例2完全相同的实验。得到的涂层硬度平均均值为1700HV0.2。

[0056] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层进行断裂韧性检测类似图6所示。测量结果显示热处理后涂层表面韧性提高了百分之六十左右。

[0057] 实施例2:

[0058] 本实施例基于一种等离子喷涂制备及优化Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的方法,包括以下步骤:

[0059] 步骤一、按照Ti粉74wt%、SiC粉20wt%、石墨粉6wt%分别称取原料,纯度均为99.9%;其中,Ti粉的粒度为325目~500目,SiC粉的粒度为300~600目,石墨粉的粒度为8000目~15000目。

[0060] 步骤二、向原料粉中加入去离子水和凝胶(凝胶是按照质量比水:羧基纤维素钠=100:1混合而得。以下实施例中凝胶组成同),再加入原料粉总质量的1%PVP为分散剂,进行混合,机械搅拌3h获得浆料;其中,质量比原始粉、去离子水,凝胶=2:2:1;

[0061] 步骤三、喷雾干燥:将混合浆料喷入干燥室内雾化,迅速干燥形成团聚颗粒,其中喷雾干燥器的入口温度为260℃,出口温度为110℃;

[0062] 步骤四、利用筛子选出尺度在100目~300的团聚颗粒作为喷涂喂料;

[0063] 步骤五、将45#钢基体用砂纸打磨干净,然后进行喷砂粗化处理,并固定在工作台上;

[0064] 步骤六、利用等离子喷涂在粗化的45号钢基体喷涂Ni-10wt%Al作为粘结层,厚度控制在50~120μm;

[0065] 步骤七、再将筛选好的团聚复合粉体喂料喷涂在粘结层上,获得厚度为200~300μm的Ti-SiC-C陶瓷复合涂层。

[0066] 所述的等离子喷涂参数为:工作电压为70V,工作电流为500A,氩气流量为30L/min,氢气流量为20L/min,送粉速度为2L/min、喷涂距离为100mm,其中采用氩气同时作为送粉气和保护气。

[0067] 步骤八、将步骤七中制得的复合涂层在氩气气氛保护炉中进行退火热处理,加热温度为800℃,加热时间为1小时,随炉加热冷却。

[0068] 对上述制得的述喷雾造粒后粉体的SEM图如1所示。可以看出经过喷雾造粒后,粉体整体构成为表面C包覆粒度较大的Ti、SiC颗粒,包覆效果明显,球形度高,粉体流动性较好。

[0069] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的XRD图谱如图2所示。可以看出,主相为TiC、TiN类物质外,Ti₃SiC₂、Ti₅Si₃的物相峰值较高,说明反应较为充分,而且真空热处理前后物相种类并未发生变化。

[0070] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的表面SEM图如图3所示。可以看出,与未真空热处理表面相比,处理后涂层表面孔洞变小,孔洞数量有所减少,表面致密度提升,涂层整体质量有所改善。

[0071] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的截面SEM图如图4所示。可以看出,虽然截面存在一定孔洞,但整体层与层结合致密,不同元素分布均匀。

[0072] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层用显微硬度仪进行硬度测试,为了对比起见,对实施例2中热处理前后制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层进行与实施例1完全相同的实验。如图5所示,测得实施例2的涂层硬度平均值为1543HV0.2,与未真空退火处理相比有大幅提升。

[0073] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层进行断裂韧性检测如图6所示。涂层表面韧性由断裂韧性数值指标K_{IC}表征,通过测量计算可知,原始涂层K_{IC}为1.48左右,在进行真空热处理后其K_{IC}为2.48,提升近百分之七十。

[0074] 实施例3:

[0075] 本实施例基于一种等离子喷涂制备及优化Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的方法,包括以下步骤:

[0076] 步骤一、按照Ti粉66.7wt%、SiC粉27.8wt%、石墨粉5.5wt%分别称取原料,纯度

均为99.9%；其中，Ti粉的粒度为325目~500目，SiC粉的粒度为300~600目，石墨粉的粒度为8000目~15000目。

[0077] 步骤二、向原料粉中加入去离子水和凝胶(凝胶是按照质量比水:羧基纤维素钠=100:1混合而得。以下实施例中凝胶组成同)，再加入原料粉总质量的1%PVP为分散剂，进行混合，机械搅拌3h获得浆料；其中，质量比原始粉、去离子水，凝胶=2:2:1；

[0078] 步骤三、喷雾干燥:将混合浆料喷入干燥室内雾化，迅速干燥形成团聚颗粒，其中喷雾干燥器的入口温度为260℃，出口温度为110℃；

[0079] 步骤四、利用筛子选出尺度在100目~300的团聚颗粒作为喷涂喂料；

[0080] 步骤五、将45#钢基体用砂纸打磨干净，然后进行喷砂粗化处理，并固定在工作台上；

[0081] 步骤六、利用等离子喷涂在粗化的45号钢基体喷涂Ni-10wt%Al作为粘结层，厚度控制在50~120μm；

[0082] 步骤七、再将筛选好的团聚复合粉体喂料喷涂在粘结层上，获得厚度为200~300μm的Ti-SiC-C陶瓷复合涂层。

[0083] 所述的等离子喷涂参数为:工作电压为70V，工作电流为500A，氩气流量为30L/min，氢气流量为20L/min，送粉速度为2L/min、喷涂距离为100mm，其中采用氩气同时作为送粉气和保护气。

[0084] 步骤八、将步骤七中制得的复合涂层在氩气气氛保护炉中进行退火热处理，加热温度为800℃，加热时间为1小时，随炉加热冷却。

[0085] 对上述制得的述喷雾造粒后粉体的SEM图类似图1所示。可以看出经过喷雾造粒后，粉体团聚效果明显，基本呈现球形或椭球型，流动性较好。

[0086] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的XRD图谱类似图2所示。可以看出，主要物相为TiC、TiN和Ti₅Si₃，含有一定量的Ti₃SiC₂，反应较为充分。

[0087] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的表面SEM图类似图3所示。可以看出，涂层表面较为致密，存在少量孔洞，可通过改进工艺进一步提高致密度。

[0088] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层的截面SEM图类似4所示。可以看出，涂层由外侧灰色的Ti-SiC-C涂层和内层白色的NiAl过渡层组成，Ti-SiC-C涂层呈现明显的层片状结合，层与层之间的致密度较高。

[0089] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层用进行如实施例2中的显微硬度测试，得到的涂层硬度平均均值为1414HV0.2。

[0090] 对上述制得的45#钢基体表面Ti-SiC-C陶瓷复合涂层进行断裂韧性检测类似图6所示，测量结果显示热处理后涂层表面韧性提高了百分之五十左右。

[0091] 以上所述的实施例对本发明的技术方案进行了详细说明，应理解的是以上所述仅为本发明的具体实施例，并不用于限制本发明，凡在本发明的原则范围内所做的任何修改、补充或类似方式替代等，均应包含在本发明的保护范围之内。

[0092] 本发明未尽事宜为公知技术。

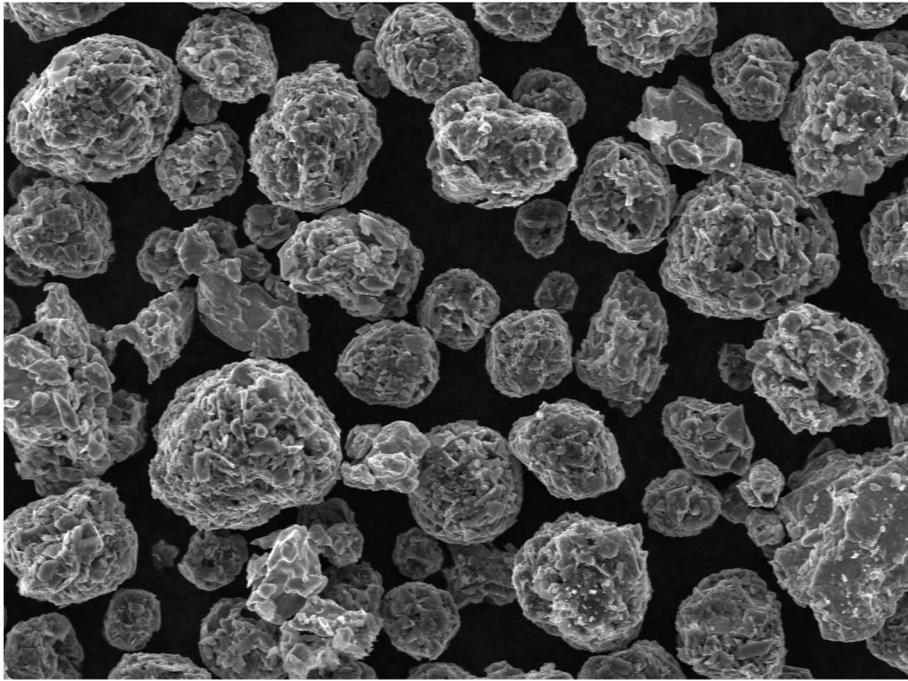


图1

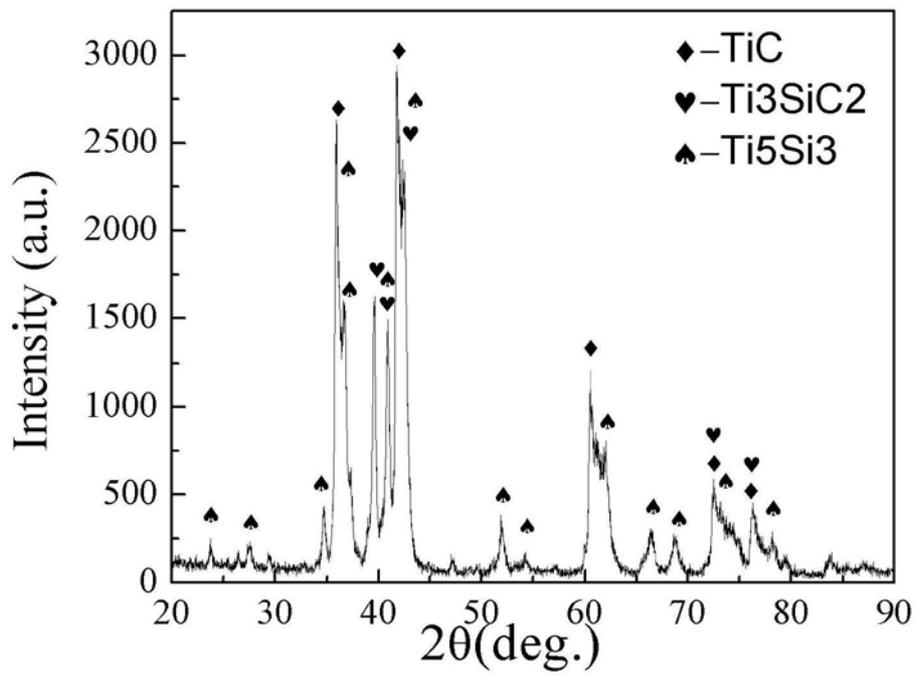


图2

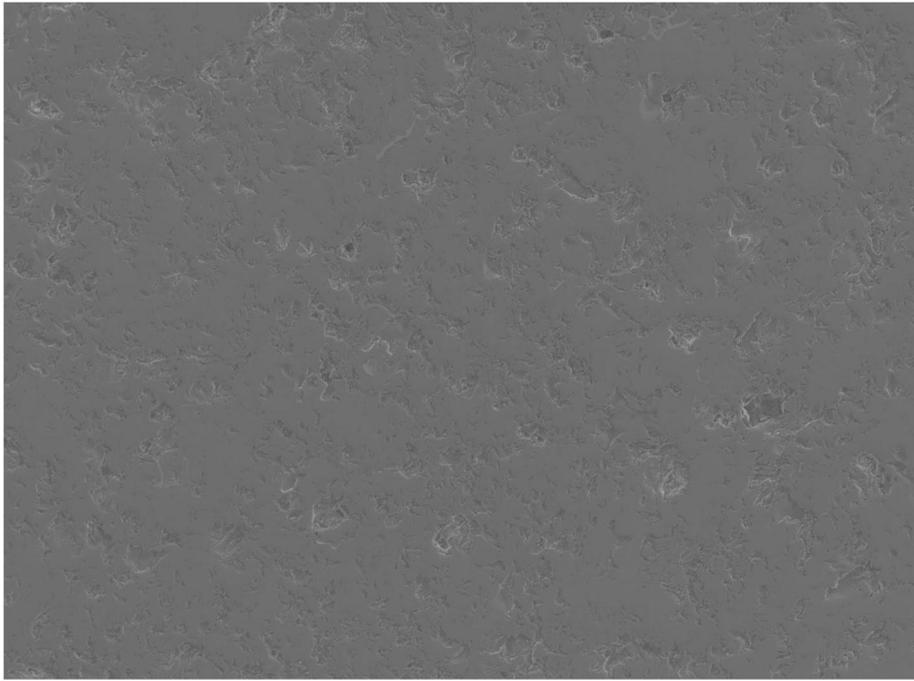


图3

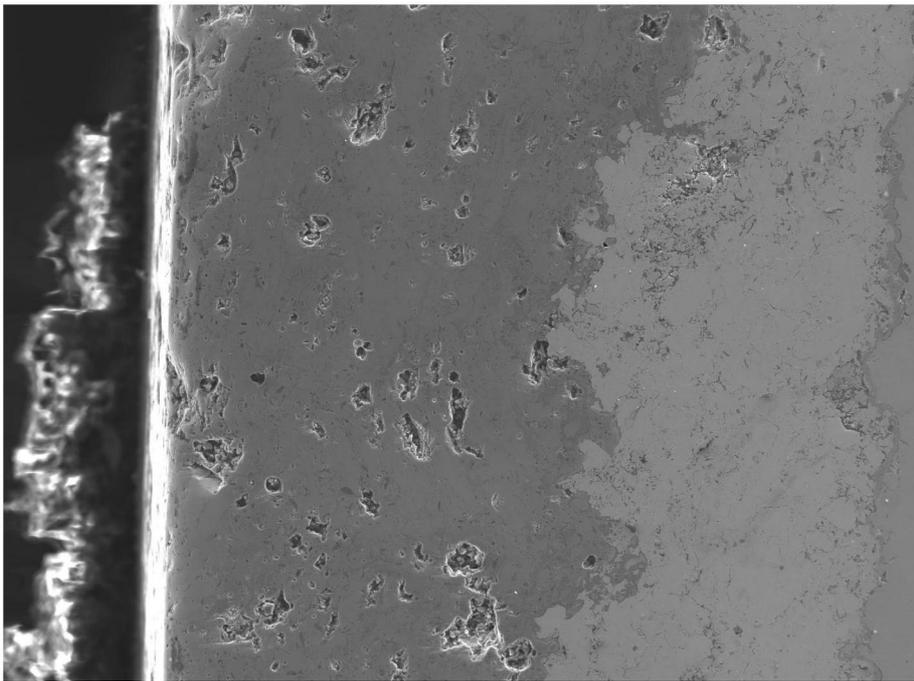


图4

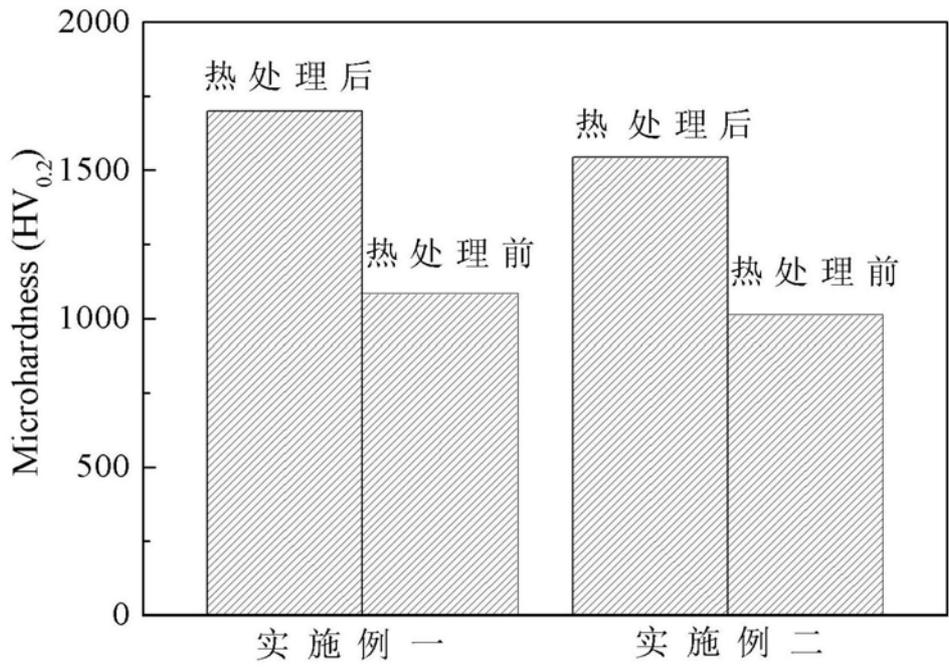


图5

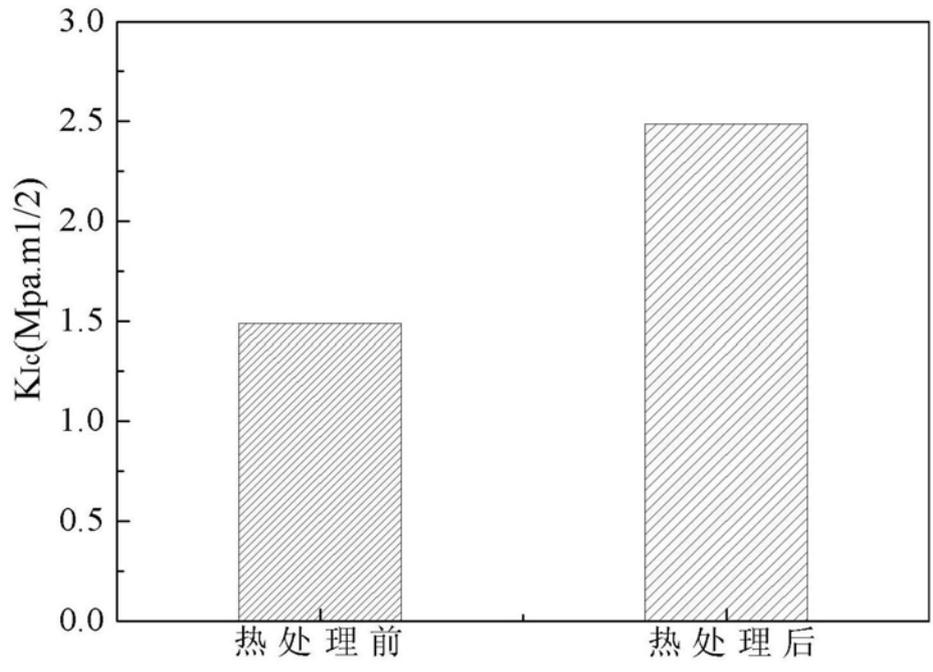


图6