



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103056515 A

(43) 申请公布日 2013.04.24

(21) 申请号 201210573115.0

G23C 24/10(2006.01)

(22) 申请日 2012.12.26

(71) 申请人 北京康华盛鸿能源科技发展有限公司

地址 100088 北京市海淀区北太平庄路 18 号城建大厦 A 座 1401-1405

(72) 发明人 任峰德 孟海燕 徐小龙 安义 寻鹏飞

(74) 专利代理机构 北京中创阳光知识产权代理有限公司 11003

代理人 张飙

(51) Int. Cl.

B23K 26/00(2006.01)

B23K 9/16(2006.01)

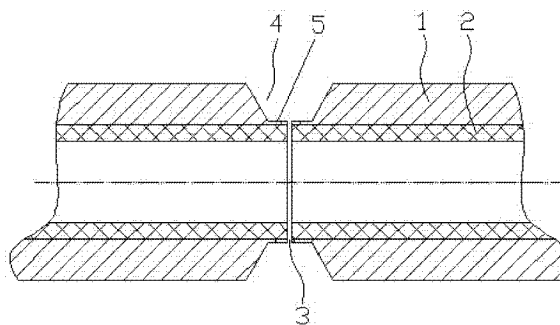
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,具体为:对石油运输管道的端部进行焊接用坡口处理;在两根石油运输管道相互对接端的焊缝处填陶瓷粉末浆料;通过低功率激光扫描的方式将陶瓷粉末浆料固化,来将焊缝填料焊接密封;用大功率激光进一步焊接;在步骤 4) 焊接后的表面上再熔覆一层陶瓷层;在陶瓷层上再熔焊一层金属层。本发明利用激光焊接技术,实现了 α 型氧化铝陶瓷内衬之间的连接问题,并获得了应用激光技术进行该项材料焊接的工艺机理。实现了输油输气管道内 α 型氧化铝陶瓷内衬的一致连接性能,使得输油输气管道能够获得更好的保护作用。



1. 一种用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,采用激光焊接工艺来初步焊接陶瓷内衬,再用激光熔覆工艺在陶瓷内衬的焊缝处熔覆一层密封陶瓷层。

2. 如权利要求1所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,该焊接工艺具体为:

- 1) 对石油运输管道的端部进行焊接用坡口处理;
- 2) 在两根石油运输管道相互对接端的焊缝处填陶瓷粉末浆料;
- 3) 通过低功率激光扫描的方式将陶瓷粉末浆料固化,来将焊缝填料焊接密封;
- 4) 用大功率激光进一步焊接;
- 5) 在步骤4)焊接后的表面上再熔覆一层陶瓷层;
- 6) 在陶瓷层上再熔焊一层金属层。

3. 如权利要求2所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,所述石油运输管道外层为金属层,内层为厚度为2-3mm厚的陶瓷内衬。

4. 如权利要求2所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,所述步骤1)中形成的坡口角度为 $55-65^\circ$,坡口形成向外延伸的焊接端,该焊接端包括最内层的 α 型氧化铝陶瓷、中间层的陶瓷金属混合层、最外层的薄金属层;所述薄金属层的厚度不超过0.1mm。

5. 如权利要求2所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,所述步骤2)中两根石油运输管道相互对接端的缝隙为0.1-1mm。

6. 如权利要求2所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,所述步骤3)和步骤4)中采用PG的掺镱光纤激光器 YLS-1000-CT-Y11 做激光源,进行陶瓷内衬焊接。

7. 如权利要求6所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,所述步骤3)中激光焊接的功率为500W,焊接速度 $V=200\text{mm}/\text{min}$,光斑直径 $d=0.5\text{cm}$,光斑面积为 $s=0.19625\text{cm}^2$,功率密度为 $2.547\text{Kw}/\text{cm}^2$ 。

8. 如权利要求7所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,所述步骤4)中激光焊接的功率为800W。

9. 如权利要求2所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,所述步骤5)中通过激光熔覆的方法熔覆陶瓷层,熔覆瓷粉时的激光功率=800W,直径 $5\text{mm}=0.5\text{cm}$,面积 $=0.19625\text{cm}^2$,功率密度 $4.08\text{Kw}/\text{cm}^2$ 。

10. 如权利要求2所述的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,其特征在于,所述步骤6)中采用氩弧焊金属层。

一种用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及石油运输领域,尤其是一种用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺。

背景技术

[0002] 石油管道腐蚀问题是影响石油管道系统可靠性和使用寿命的关键因素,腐蚀破坏所引起的恶性事故往往造成巨大的经济损失和严重的社会后果。例如,1977 年美国阿拉斯加一条长约 1287KM,造价 80 亿美元的原油运输管道,由于对腐蚀研究不均匀和施工时采取防腐措施不当,12 年后发生腐蚀穿孔达 826 处之多,仅修复费用一项就耗资 15 亿美元。我国随着石油、天然气的勘探开发进展,含硫化氢、二氧化碳、氯离子及含水等多种腐蚀介质的原油对输送油、气管道、管网的腐蚀越来越严重。

[0003] 目前输油输气管道内,一般均没有设置三氧化二铝的内衬,内层金属直接裸露在传输的介质中,在外部进行涂覆层进行外面的保护,而来自内部的介质如原油的腐蚀通常没有办法进行处理,增加了管道来自内部的腐蚀风险,一旦泄露,将会给社会和人们的生活带来了极大的危害。

[0004] 利用氧化铝陶瓷独特的耐高温、耐磨和抗腐蚀等特性,将氧化铝陶瓷内衬入石油输油管道,解决了石油行业输油管防腐这一困扰多年的问题,可以节省和延长大量的维修维护以及更换费用,具有巨大的经济、社会效益。这项内衬防腐的新技术目前还没有得到普遍的在石油的输气输油管道的应用,通常的输油输气管道的长度是有限的,一般为 12 米左右,因此需要将该管道两端两焊接在一起(含氧化铝陶瓷)而形成成长距离的输油输气管道,本项目专门针对该管道的内衬氧化铝陶瓷焊接的研究,但是由于三氧化铝陶瓷的物理化学特性不同于金属,输油管道内衬三氧化铝陶瓷的连接、焊接不能采用普通的金属焊接方式,因此输油管道内衬三氧化铝陶瓷的连接、焊接成为石油行业应用陶瓷内衬石油输油管的不可逾越的障碍。

发明内容

[0005] 针对现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种陶瓷界面结合良好、管道整体焊接良好的用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺。

[0006] 为实现上述目的,本发明一种用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,采用激光焊接工艺来初步焊接陶瓷内衬,再用激光熔覆工艺在陶瓷内衬的焊缝处熔覆一层密封陶瓷层。

[0007] 进一步,所述焊接工艺具体为:

- 1) 对石油运输管道的端部进行焊接用坡口处理;
- 2) 在两根石油运输管道相互对接端的焊缝处填陶瓷粉末浆料;
- 3) 通过低功率激光扫描的方式将陶瓷粉末浆料固化,来将焊缝填料焊接密封;
- 4) 用大功率激光进一步焊接;

5) 在步骤 4) 焊接后的表面上再熔覆一层陶瓷层；

6) 在陶瓷层上再熔焊一层金属层。

[0008] 进一步,所述石油运输管道外层为金属层,内层为厚度为 2-3mm 厚的陶瓷内衬。

[0009] 进一步,所述步骤 1) 中形成的坡口角度为 55-65°,坡口形成向外延伸的焊接端,该焊接端包括最内层的 α 型氧化铝陶瓷、中间层的陶瓷金属混合层、最外层的薄金属层。

[0010] 进一步,所述薄金属层的厚度不超过 0.1mm。

[0011] 进一步,所述步骤 2) 中两根石油运输管道相互对接端的缝隙为 0.1-1mm。

[0012] 进一步,所述步骤 3)、步骤 4) 中采用 PG 的掺镜光纤激光器 YLS-1000-CT-Y11 做激光光源,进行陶瓷内衬焊接。

[0013] 进一步,所述步骤 3) 中激光焊接的功率为 500W,焊接速度 $V=200\text{mm}/\text{min}$,光斑直径 $d=0.5\text{cm}$,光斑面积为 $s=0.19625\text{cm}^2$,功率密度为 $2.547\text{Kw}/\text{cm}^2$ 。

[0014] 进一步,所述步骤 4) 中激光焊接的功率为 800W。

[0015] 进一步,所述步骤 5) 中通过激光熔覆的方法熔覆陶瓷层,熔覆瓷粉时的激光功率=800W,直径 $5\text{mm}=0.5\text{cm}$,面积 $=0.19625\text{cm}^2$,功率密度 $4.08\text{Kw}/\text{cm}^2$ 。

[0016] 进一步,所述步骤 6) 中采用氩弧焊金属层。

[0017] 本发明利用激光焊接技术,实现了 α 型氧化铝陶瓷内衬之间的连接问题,并获得了应用激光技术进行该项材料焊接的工艺机理。实现了输油输气管道内 α 型氧化铝陶瓷内衬的一致连接性能,使得输油输气管道能够获得更好的保护作用。

附图说明

[0018] 图 1 为两端对接焊接的石油运输管道的结构示意图；

图 2 为陶瓷内衬结构形式及组分结构示意图；

图 3 为多次焊接后产生的热裂纹的 SEM 图；

图 4 陶瓷基体与浆料的焊接界面连接处状态的 SEM 图；

图 5 为石油运输管道整体焊接后的形貌分析 SEM 图一；

图 6 为石油运输管道整体焊接后的形貌分析 SEM 图二；

具体实施方式

[0019] 下面,参考附图,对本发明进行更全面的说明,附图中示出了本发明的示例性实施例。然而,本发明可以体现为多种不同形式,并不应理解为局限于这里叙述的示例性实施例。而是,提供这些实施例,从而使本发明全面和完整,并将本发明的范围完全地传达给本领域的普通技术人员。

[0020] 为了易于说明,在这里可以使用诸如“上”、“下”“左”“右”等空间相对术语,用于说明图中示出的一个元件或特征相对于另一个元件或特征的关系。应该理解的是,除了图中示出的方位之外,空间术语意在于包括装置在使用或操作中的不同方位。例如,如果图中的装置被倒置,被叙述为位于其他元件或特征“下”的元件将定位在其他元件或特征“上”。因此,示例性术语“下”可以包含上和下方位两者。装置可以以其他方式定位(旋转 90 度或位于其他方位),这里所用的空间相对说明可相应地解释。

[0021] 为解决石油运输管道的腐蚀问题,本发明中的石油运输管道内壁通过高速离心力

的作用附着了一层熔化的氧化铝陶瓷材料,冷凝后而形成一层陶瓷内衬。其管道结构形式如图 1 所示。图 1 中为两段进行对接焊接的石油运输管道,管道外层为金属层 1,内层为厚度约为 2-3mm 的陶瓷内衬 2,两根石油运输管道相互对接端的缝隙 3 约为 1mm。

[0022] α 型氧化铝陶瓷有着优良的力学性能、良好的电绝缘性,特别是具有优良的耐腐蚀性能,在耐腐蚀领域,被直接用于防腐或者作为涂层用于防腐。对于绝缘材料氧化铝来说,通常环境下金属材料发生的电化学反应根本不会产生,在溶液中产生的腐蚀一般都是化学腐蚀。氧化铝陶瓷的耐蚀性主要取决于其化学稳定性,其次还受晶界相和各种添加物的影响,微小缺陷都可能会成为发生化学腐蚀的源点。另外陶瓷在制取过程中会使其内部产生残余应力,在许多情况下由于应力集中加速了陶瓷的腐蚀或老化。而且,同种陶瓷材料由于制备工艺和添加物的不同,它们的耐蚀性也会有很大差异,在介质腐蚀及高温氧化过程中会产生明显的变化。为保证整个管道的耐腐蚀性能,必须解决对接接头所产生的 1mm 的缝隙问题,使接头处的结构、组分与陶瓷内衬完全一致。这就涉及到陶瓷与陶瓷以及陶瓷与金属的焊接问题。世界各国学者和工程工作者都在不断探求陶瓷的焊接技术,这一技术已成为材料工程领域的热点研究课题之一。

[0023] 本发明中用于焊接的陶瓷内衬主要组分是 α 型氧化铝和陶瓷金属混合过渡层。在 α 型氧化铝的晶格中,氧离子为六方紧密堆积,三价铝离子对称的分布氧离子围成的八面体配位中心,单位晶胞是一个尖的菱面体,晶格能很大,故熔点、沸点很高,不溶于水和酸碱。陶瓷金属混合过渡层不是氧化铝,而是一种氧化铝含量很高,掺杂一定量的金属铁元素,它的化学结构由碱金属或碱土金属离子类型尖晶石单元交叠堆积而成。 α 型氧化铝的熔点高达 2050℃,采用电弧焊或电阻焊,焊接温度不够,不能获得满意的焊接接头。对于生产中常用钎焊或扩散焊,这两种方法都只是通过添加金属钎剂,采用烧结的形式,使接头连接在一起,不能使陶瓷完全熔化焊接在一起,无法解决腐蚀问题。

[0024] 本发明一种用于油气管道输送 α 型氧化铝陶瓷内衬的焊接工艺,首先对石油运输管道的端部进行焊接用坡口处理,形成的坡口 4 角度为 55-65°,坡口 4 形成向外延伸的焊接端 5,焊接接缝处的焊接端 5 的陶瓷内衬结构形式、组分如图 2 所示。最内层为厚度约为 0.5mm 厚的 α 型氧化铝陶瓷 6,中间层为厚度约为 1.5mm 厚,主要成分为含氧化铝的陶瓷金属混合层 7,最外层为未去除的一层很薄的薄金属层 8,薄金属层 8 的厚度不超过 0.1mm。

[0025] 金属元素的增加会改变陶瓷材料的结构形态,影响陶瓷材料的物理性能,甚者会有可能形象其化学性能,降低材料的耐腐蚀性,增加了可能存在的安全隐患,因此在机加工陶瓷管道焊接坡口是需要尽量减少接头处金属层的厚度,一方面可以减少焊接热量的损失,另一方面增加焊接的可靠性。

[0026] 直接进行陶瓷的激光焊接会产生热裂纹,这与陶瓷材料性能和焊接工艺有很大的关系,但最主要的原因是由于焊接过程中的温度梯度造成的,焊缝处与周边陶瓷在焊接过程中存在很大的温度差异,所以在焊接前,需要将焊缝加工处理,尽量使焊接处平整对齐,减少热影响区。空洞和热裂纹的出现,进一步验证了陶瓷材料本身的性质结构。在熔化焊接过程中,空洞和热裂纹缺陷难以避免,通过填充氧化铝陶瓷粉末的方式,将空洞可以封堵住,但是裂纹仍然会出现,如图 3 所示。

[0027] 本发明中采用先填后焊的工艺方式进行激光焊接陶瓷内衬,实现了消除了裂纹和空洞的出现。本发明采用 PG 的掺镱光纤激光器 YLS-1000-CT-Y11 做激光源,进行陶瓷内衬

焊接。具体工艺如下：

1) 该工艺先在焊接口处填陶瓷粉末(浆料),再进行激光焊接。具体工艺步骤如下:将陶瓷粉末(浆料)涂刷到焊缝处,通过低功率激光扫描的方式将浆料固化,实现填料焊接密封的功能,此时的功率为 500W,焊接速度 $V=200\text{mm}/\text{min}$,光斑直径 $d=0.5\text{cm}$,光斑面积为 $s=0.19625\text{cm}^2$,功率密度为 $2.547\text{Kw}/\text{cm}^2$ 。

[0028] 2) 然后再用大功率焊接,激光焊接的功率 =800W。

[0029] 如图 4 所示,陶瓷浆料生成一种乳白色的陶瓷釉面,并将焊缝完全填充,所填陶瓷浆料与陶瓷基体连接界面通过采用 SEM 可以观察到能够较好的熔合在一起。由于焊缝上端部的金属层断裂部分被金刚砂轮打掉,无法观察到陶瓷与金属的连接形态。由于陶瓷材料没有经过多次高功率激光焊接,焊接面热影响区不明显,未观察到明显的热裂纹及空孔。

[0030] 在完成上述激光焊接陶瓷内衬后,实施激光熔覆陶瓷层:通过激光熔覆的方法,在焊接后的表面再熔覆一层陶瓷釉层,以提高陶瓷焊缝处的密封性。熔覆瓷粉时的功率 =800W,直径 $5\text{mm}=0.5\text{cm}$,面积 = 0.19625cm^2 ,功率密度 $4.08\text{Kw}/\text{cm}^2$ 。

[0031] 在完成上述激光熔覆陶瓷层后,实施氩弧焊过渡金属层:在陶瓷层上再熔焊一层薄金属层,作为过渡层主要起到两个作用:一是增强陶瓷性的结构强度,二是为下一步氩弧焊接金属管道增加连接层,防止氩弧焊接温度对陶瓷接头造成热影响。

[0032] 本实施例中,管道材料为 36CrMn5、36Mn2V 等金属材料,用 H08Mn2Si 焊丝的金属管,由于该材料的热膨胀系数相互匹配,焊后过渡层没有裂纹和气孔焊后一致性较好。

[0033] 采用激光焊接陶瓷内衬、激光熔覆陶瓷层、氩弧焊过渡金属层这三步工艺焊接的石油运输陶瓷内衬管道,通过 SEM 可以观察到陶瓷界面结合良好,各层界面清晰。虽然金属层底部存在热裂纹,但不影响陶瓷管道的防腐蚀性能,表明采用这三种工艺能够获得良好的焊接接头。管道不同位置的形貌如图 5、图 6 所示。通过以上焊接工艺实验,采用激光焊接工艺能够将两段管道的陶瓷内衬层焊接在一起,满足使用要求。

[0034] 本发明实现了利用激光焊接技术,采用激光焊接陶瓷内衬、激光熔覆陶瓷层、氩弧焊过渡金属层这三步工艺,实现了 α 型氧化铝陶瓷内衬之间的连接问题,并获得了应用激光技术进行该项材料焊接的工艺机理。实现了输油输气管道内 α 型氧化铝陶瓷内衬的一致连接性能,使得输油输气管道能够获得更好的保护作用。

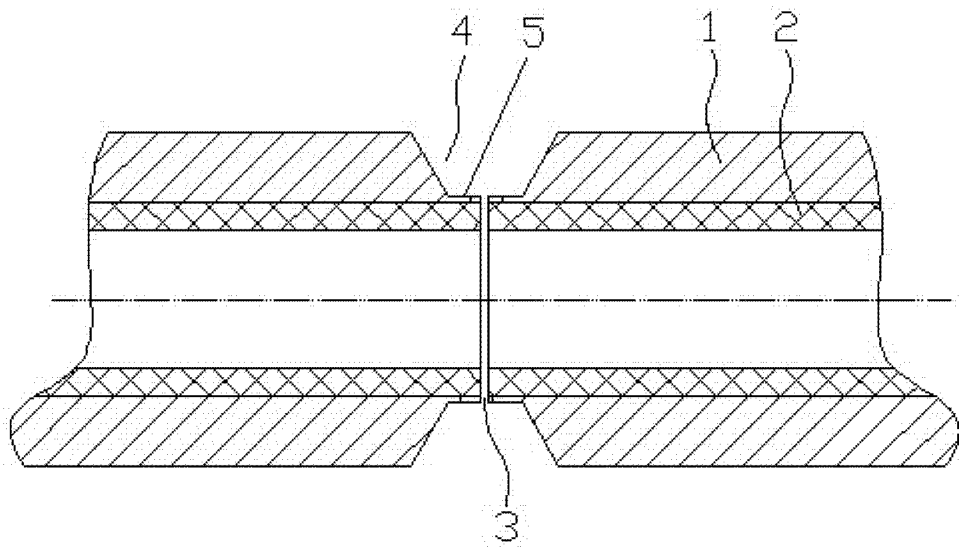


图 1

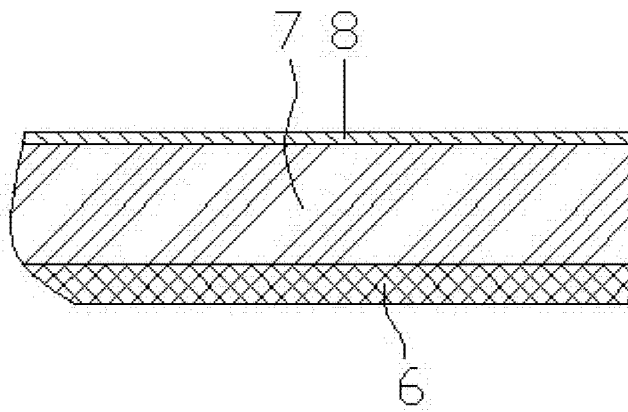


图 2

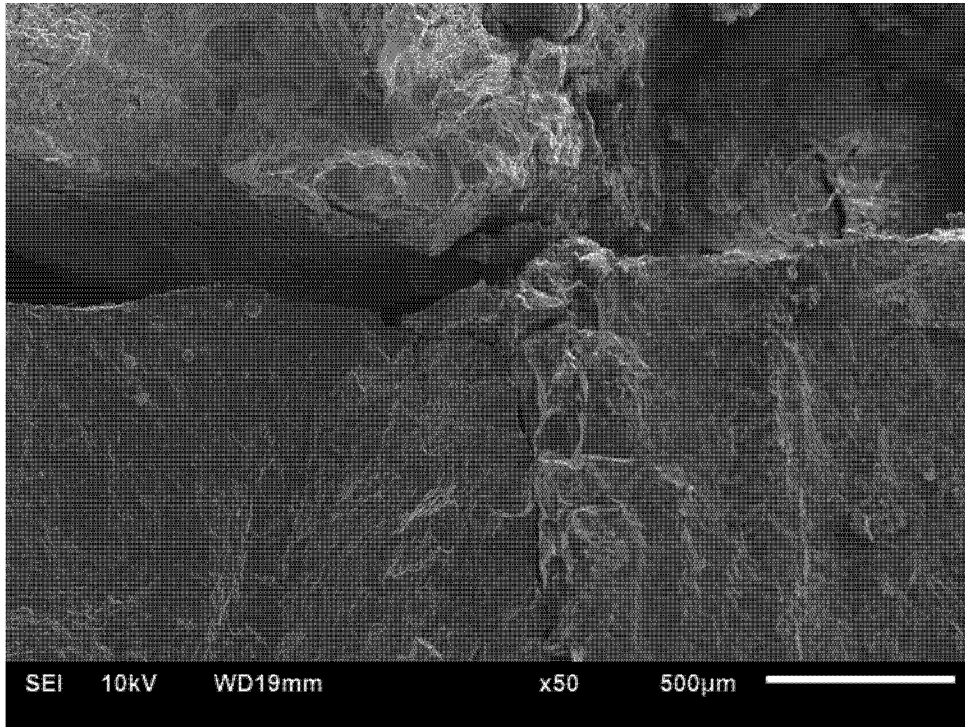


图 3

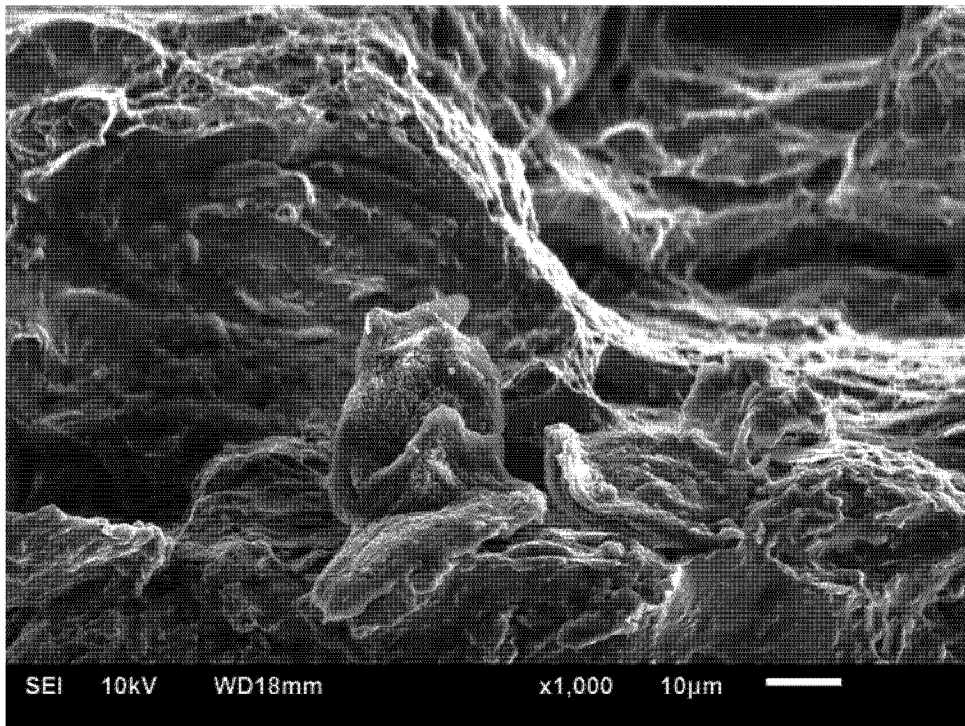


图 4

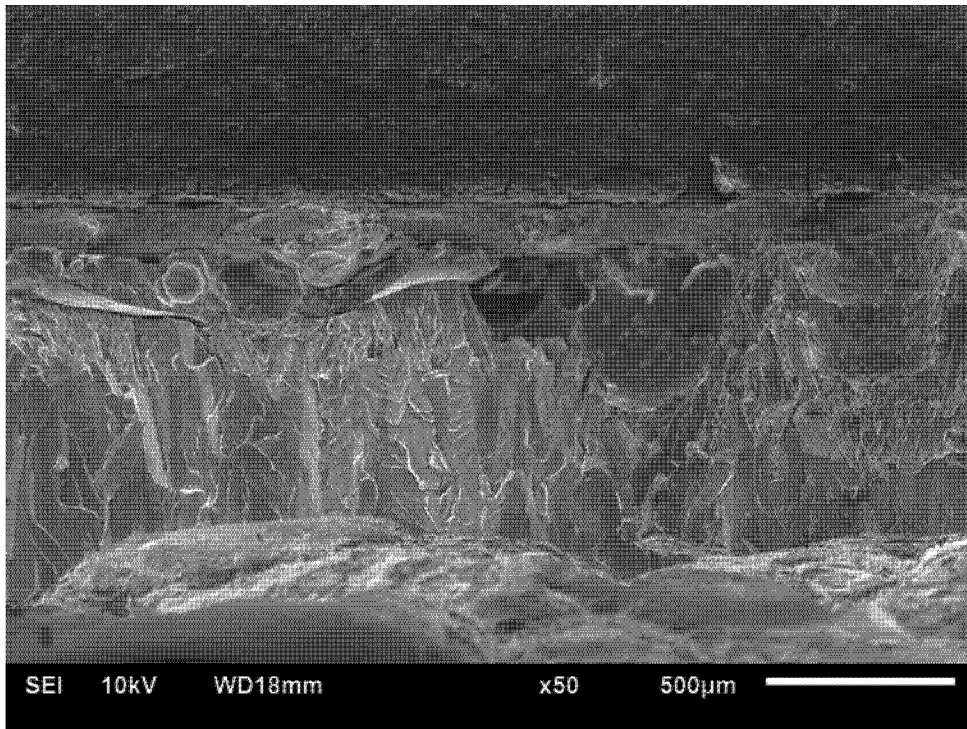


图 5

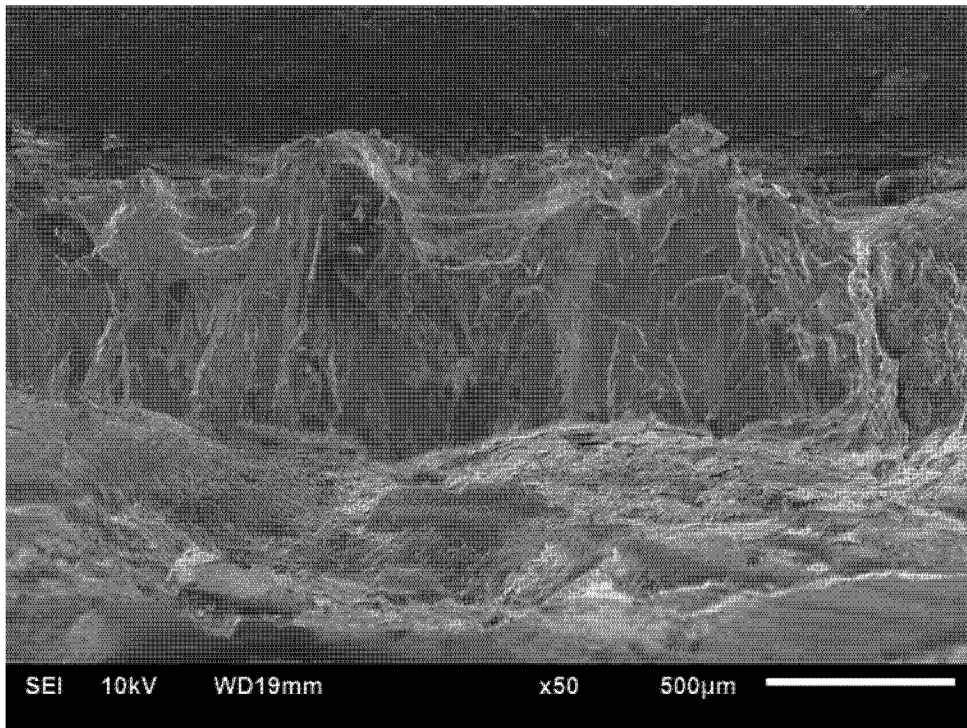


图 6