



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110681549 A

(43)申请公布日 2020.01.14

(21)申请号 201910907464.3

C09D 183/04(2006.01)

(22)申请日 2019.09.24

C09D 7/61(2018.01)

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市咸宁西路28号

(72)发明人 赵钦新 乐明 梁志远 王云刚

邵怀爽

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任

公司 61200

代理人 陈翠兰

(51) Int. Cl.

B05D 5/00(2006.01)

B05D 7/24(2006.01)

B05D 3/00(2006.01)

B05D 3/02(2006.01)

B05B 11/06(2006.01)

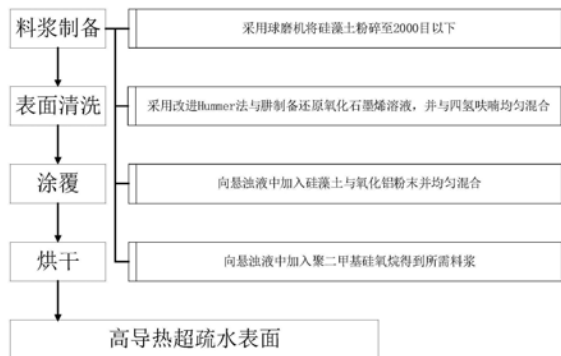
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面及其制备方法和装置

(57)摘要

本发明一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,在料浆制备过程,通过改进Hummer法与肼制备还原氧化石墨烯溶液,并将之与四氢呋喃均匀混合,将硅藻土粉碎为颗粒状,并加入到混合溶液中,搅拌均匀后加入一定量的氧化铝粉末,并在超声环境下进行混合,最终加入聚二甲基硅氧烷得到所需料浆;基体表面清洗过程:采用砂纸打磨基体表面,再利用超声波进行清洗,最终进行干燥;表面涂覆过程:采用一定方式将料浆均匀涂覆在基体表面;烘干过程:在一定温度下对样品进行烘干,使得料浆中的有机溶剂完全挥发,最终得到高导热超疏水烟气冷凝换热表面;在保证基体表面超疏水性能的同时提高了涂层的热导率。



1. 一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
 - 步骤1,料浆制备;
 - a. 将硅藻土矿石进行粉碎处理到2000目以下;
 - b. 将还原氧化石墨烯溶液加入到四氢呋喃中获得均一稳定的悬浊液;配置悬浊液时,每100mg还原氧化石墨烯对应加入10g~25g的四氢呋喃;
 - c. 向悬浊液中加入硅藻土粉与氧化铝,并在充分混合后,加入聚二甲基硅氧烷,获得混合均匀且粘度合适的料浆;每100mg还原氧化石墨烯对应加入1.5~3.5g的硅藻土粉与0.5~2.5g的氧化铝,加入的聚二甲基硅氧烷与悬浊液的体积比为10:1;
 - 步骤2,基体表面清洗;
 - 步骤3,料浆涂覆,将料浆涂覆于清洗后的基体表面;
 - 步骤4,对涂覆料浆的基体进行烘干,使得料浆中的有机溶剂完全挥发,最终在基体表面形成高导热超疏水涂层,得到高导热超疏水烟气冷凝换热表面。
2. 根据权利要求1所述的一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,其特征在于,步骤b中,采用改进Hummer法制备氧化石墨烯,具体步骤如下:

将硫酸与磷酸按照(8~10):1的比例充分混合,然后加入的高锰酸钾充分反应后加入石墨片得到混合物,混酸与高锰酸钾的比例为(15~40)
mL:1g,高锰酸钾和石墨片的质量比为(3~9):1;在40℃~60℃的温度下,搅拌时间不小于12小时后得到混合溶液,随后将混合溶液冷却至室温;然后混合溶液在冰水浴下搅拌,同时加入质量分数为30%的过氧化氢;每100mL溶液所需过氧化氢的体积为0.5~1.5mL,所得混合溶液以3000~5000rpm离心不少于2小时,之后分别用蒸馏水、盐酸和乙醇进行清洗得到氧化石墨烯。
3. 根据权利要求1所述的一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,其特征在于,步骤b中,采用肼对氧化石墨烯进行还原,具体步骤如下:

将氧化石墨烯加入质量分数为78%的肼中,在75℃~85℃的温度下进行还原反应,搅拌时间不少于12小时后获得还原氧化石墨烯,并将其配置为浓度为30mg/mL~50mg/mL的溶液。
4. 根据权利要求1所述的一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,其特征在于,步骤2中,采用金相砂纸打磨基体表面,采用超声波对基体进行清洗,并对基体进行干燥后完成对基体表面的清洗;基体表面超声清洗分为两步,首先以蒸馏水进行清洗,其次以乙醇作为溶剂进行清洗。
5. 根据权利要求1所述的一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,其特征在于,步骤3中,料浆涂覆方式采用喷涂、静电纺丝或浸泡提拉中的任意一种。
6. 根据权利要求1所述的一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,其特征在于,步骤4中,烘干温度为50℃~90℃,烘干时间为5分钟~20分钟。
7. 根据权利要求1所述的一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,其特征在于,所述的基体为所需烟气冷凝的换热器表面。
8. 一种由权利要求1-7任意一项所述的方法制备得到的高导热超疏水烟气冷凝换热表面。
9. 根据权利要求8所述的一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面,其特征在于,所述高导

热超疏水烟气冷凝换热表面的静态接触角可达到 150° 以上。

10. 一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备装置,其特征在於,包括喷枪(1)与空气压缩机(2);

所述的喷枪(1)包括枪身(11),枪身(11)一端中部依次连接有枪杆(12)和喷嘴(13),喷嘴(13)外侧连接有风帽(14),另一端中部安装有气压调节旋钮(15),枪身(11)中部安装有喷幅调节旋钮(16),枪身(11)上端中部安装有进料管(17),进料管(17)中部装有流量调节旋钮(18),进料管(17)顶端连接有储料壶(19),枪身(11)中部安装有扳机(111),枪身(11)下部连接有空气接口(112);

所述的空气压缩机(2)包括气缸(21),气缸(21)上端安装有防护罩(22),气缸(21)上端安装有电机(23)与气泵(24);气缸(21)输入端连接气泵(24)输出端,电机(23)与气泵(24)通过皮带(25)连接;

空气接口(112)与气缸(21)输出端通过导气软管(3)相互连接。

一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面及其制备方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及表面处理技术及喷涂设备领域,具体为一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面及其制备方法和装置。

背景技术

[0002] 通过烟气冷凝技术可以有效回收工业燃烧过程的烟气余热、降低工业燃烧过程的烟气排放温度,提高能源利用效率,同时降低烟羽消白的再热能耗。工业燃烧过程排放的烟气冷凝后温度低于水露点和各种酸的露点时,烟气中的酸蒸汽会在换热器上凝结,产生 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 和 Cl^- 等复合酸根离子溶液,对冷凝换热器表面造成直接的电化学腐蚀。

[0003] 要抵抗复合酸根离子腐蚀,需要用到含有高Cr、Ni、Mo合金元素的奥氏体、铁素体或双相不锈钢和镍基合金,这些材料含有贵重金属元素,单纯使用这些材料价格比较昂贵,而采用表面工程技术可以降低换热器的材料成本;同时,实践证明,冷凝液会对换热器造成严重的腐蚀问题,换热器所用金属材料耐蚀性均始终存在不足,不仅会降低其传热性能,也可能造成换热器的开裂失效,带来经济损失,通过表面制备技术可以提高换热器表面抗腐蚀能力;此外,由于金属材料表面具有较高的自由能与良好的浸润性,所以酸蒸汽主要以膜状冷凝为主,换热器的传热传质阻力较大。因此,亟需开发一种高效、便捷、经济的高超导疏水表面,改善烟气冷凝换热器所面临的冷凝水腐蚀与高效传热传质问题。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明提供一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面及其制备方法和装置,高导热超疏水烟气冷凝换热表面对基体形状、大小、材质无具体限制,在保证基体表面超疏水性能的同时提高了涂层的热导率。

[0005] 本发明是通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤1,料浆制备;

[0008] a.将硅藻土矿石进行粉碎处理到2000目以下;

[0009] b.将还原氧化石墨烯溶液加入到四氢呋喃中获得均一稳定的悬浊液;配置悬浊液时,每100mg还原氧化石墨烯对应加入10g~25g的四氢呋喃;

[0010] c.向悬浊液中加入硅藻土粉与氧化铝,并在充分混合后,加入聚二甲基硅氧烷,获得混合均匀且粘度合适的料浆;每100mg还原氧化石墨烯对应加入1.5~3.5g的硅藻土粉与0.5~2.5g的氧化铝,加入的聚二甲基硅氧烷与悬浊液的体积比为10:1;

[0011] 步骤2,基体表面清洗;

[0012] 步骤3,料浆涂覆,将料浆涂覆于清洗后的基体表面;

[0013] 步骤4,对涂覆料浆的基体进行烘干,使得料浆中的有机溶剂完全挥发,最终在基体表面形成高导热超疏水涂层,得到高导热超疏水烟气冷凝换热表面。

[0014] 优选的,步骤b中,采用改进Hummer法制备氧化石墨烯,具体步骤如下:

[0015] 将硫酸与磷酸按照(8~10):1的比例充分混合,然后加入的高锰酸钾充分反应后加入石墨片得到混合物,混酸与高锰酸钾的比例为(15~40)mL:1g,高锰酸钾和石墨片的质量比为(3~9):1;在40℃~60℃的温度下,搅拌时间不小于12小时后得到混合溶液,随后将混合溶液冷却至室温;然后混合溶液在冰水浴下搅拌,同时加入质量分数为30%的过氧化氢;每100mL溶液所需过氧化氢的体积为0.5~1.5mL,所得混合溶液以3000~5000rpm离心不少于2小时,之后分别用蒸馏水、盐酸和乙醇进行清洗得到氧化石墨烯。

[0016] 优选的,步骤b中,采用肼对氧化石墨烯进行还原,具体步骤如下:

[0017] 将氧化石墨烯加入质量分数为78%的肼中,在75℃~85℃的温度下进行还原反应,搅拌时间不少于12小时后获得还原氧化石墨烯,并将其配置为浓度为30mg/mL~50mg/mL的溶液。

[0018] 优选的,步骤2中,采用金相砂纸打磨基体表面,采用超声波对基体进行清洗,并对基体进行干燥后完成对基体表面的清洗;基体表面超声清洗分为两步,首先以蒸馏水进行清洗,其次以乙醇作为溶剂进行清洗。

[0019] 优选的,步骤3中,料浆涂覆方式采用喷涂、静电纺丝或浸泡提拉中的任意一种。

[0020] 优选的,步骤4中,烘干温度为50℃~90℃,烘干时间为5分钟~20分钟。

[0021] 优选的,所述的基体为所需烟气冷凝的换热器表面。

[0022] 一种由上述任意一项所述的方法制备得到的高导热超疏水烟气冷凝换热表面。

[0023] 优选的,所述高导热超疏水烟气冷凝换热表面的静态接触角可达到150°以上。

[0024] 一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备装置,包括喷枪与空气压缩机;

[0025] 所述的喷枪包括枪身,枪身一端中部依次连接有枪杆和喷嘴,喷嘴外侧连接有风帽,另一端中部安装有气压调节旋钮,枪身中部安装有喷嘴调节旋钮,枪身上端中部安装有进料管,进料管中部装有流量调节旋钮,进料管顶端连接有储料壶,枪身中部安装有扳机,枪身下部连接有空气接口;

[0026] 所述的空气压缩机包括气缸,气缸上端安装有防护罩,气缸上端安装有电机与气泵;气缸输入端连接气泵输出端,电机与气泵通过皮带连接;

[0027] 空气接口与气缸输出端通过导气软管相互连接。

[0028] 与现有技术相比,本发明具有以下有益的技术效果:

[0029] 本发明一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,在料浆制备过程,通过改进Hummer法与肼制备还原氧化石墨烯溶液,并将之与四氢呋喃均匀混合,将硅藻土粉碎为颗粒状,并加入到混合溶液中,搅拌均匀后加入一定量的氧化铝粉末,并在超声环境下进行混合,最终加入聚二甲基硅氧烷得到所需料浆;基体表面清洗过程:采用砂纸打磨基体表面,再利用超声波进行清洗,最终进行干燥;表面涂覆过程:采用一定方式将料浆均匀涂覆在基体表面;烘干过程:在一定温度下对样品进行烘干,使得料浆中的有机溶剂完全挥发,最终得到高导热超疏水烟气冷凝换热表面;本发明所述方法对基体形状、大小、材质无具体限制,可在大小、形状不同的基体表面制备具有超疏水、防腐蚀、高导热等性能的超疏水表面;在保证基体表面超疏水性能的同时提高了涂层的热导率。

[0030] 本发明所述的超疏水烟气冷凝换热表面,通过超疏水处理减少了换热器表面与酸蒸汽冷凝液的接触时间,增加了换热器的抗腐蚀能力。同时,由于超疏水表面特有的低滚动角的性质,将烟气由膜状冷凝转换为具有更高换热效率的滴状冷凝,有助于减小换热器所

需的换热面积,减小换热器的体积,提高换热效率。

附图说明

- [0031] 图1为本发明实例中所述方法的流程图。
[0032] 图2为本发明实例所述方法中料浆涂覆和烘干的流程示意图。
[0033] 图3为本发明实例所述装置结构示意图。
[0034] 图4为本发明实例1得到的超疏水表面与水的静态接触角光学图。
[0035] 图5为本发明实例2得到的超疏水表面与水的静态接触角光学图。
[0036] 图6为本发明实例3得到的超疏水表面与水的静态接触角光学图。
[0037] 图7为本发明实例4得到的超疏水表面与水的静态接触角光学图。

具体实施方式

[0038] 下面结合具体的实施例对本发明做进一步的详细说明,所述是对本发明的解释而不是限定。

[0039] 本发明一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备方法,其流程如图1所示,包括以下步骤:

[0040] 步骤1,料浆制备;

[0041] 步骤1.1,将硅藻土矿石打碎成颗粒状,采用球磨机将颗粒进行粉碎处理;本优选实例中,采用球磨机粉碎的硅藻土颗粒目数应不小于2000目,即粒径不大于 $6.5\mu\text{m}$;

[0042] 步骤1.2,采用改进Hummer法制备氧化石墨烯(GO),并对其进行还原,以得到还原氧化石墨烯溶液;

[0043] 其中,采用改进Hummer制备氧化石墨烯的具体步骤如下:

[0044] 将硫酸与磷酸按照(8~10):1的比例充分混合,然后加入的高锰酸钾充分反应后加入石墨片得到混合物,混酸与高锰酸钾的比例为(15~40)mL:1g,高锰酸钾和石墨片的质量比为(3~9):1;在 $40^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 的温度下,搅拌时间不小于12小时后得到混合溶液,随后将混合溶液冷却至室温;然后混合溶液在冰水浴下搅拌,同时加入质量分数为30%的过氧化氢;每100mL溶液所需过氧化氢的体积为0.5~1.5mL,所得混合溶液以3000~5000rpm离心不少于2小时,之后分别用蒸馏水、盐酸和乙醇进行清洗得到氧化石墨烯。

[0045] 其中,采用肼对氧化石墨烯进行还原的具体步骤如下:

[0046] 将氧化石墨烯加入质量分数为78%的肼中,每微升肼最多可还原5mg石墨烯。在 $75^{\circ}\text{C}\sim 85^{\circ}\text{C}$ 的还原反应所需温度下,搅拌时间不少于12小时后获得还原氧化石墨烯,并将其配置为浓度为30mg/mL~50mg/mL的溶液。

[0047] 步骤1.3,还原氧化石墨烯溶液加入到四氢呋喃(THF)溶液中,并在超声下震荡,获得均一、稳定的悬浊液;本优选实例中,每100mg还原氧化石墨烯中加入的四氢呋喃的质量应于10g~25g之间。

[0048] 步骤1.4,向悬浊液中加入粉碎的硅藻土与氧化铝,并在超声条件下充分混合后,加入聚二甲基硅氧烷(PDMS),获得混合均匀且粘度合适的料浆;本优选实例中每100mg的还原氧化石墨烯中所加入的硅藻土粉与氧化铝的质量分别为1.5~3.5g与0.5~2.5g,采用超声震荡的方式使之混合均匀,超声震荡的时间不低于20分钟,向悬浊液中加入的聚二甲基

硅氧烷与悬浊液的体积比为10:1。

[0049] 步骤2,基体表面清洗;采用金相砂纸打磨基体表面,采用超声波对基体进行清洗,并对基体进行干燥;本优选实例中,使用金相砂纸去除基体表面的油污并统一表面粗糙度;基体表面超声清洗分为两步,首先以蒸馏水进行清洗,其次以乙醇作为溶剂进行清洗。

[0050] 步骤3,料浆涂覆,将料浆涂覆于清洗后的基体表面;本优选实例中,料浆涂覆可采用多种方式,包括但不限于喷涂、静电纺丝或浸泡提拉等,如图2所示。

[0051] 步骤4,将涂覆料浆的基体放入烘干箱中,进行烘干,使得料浆中的有机溶剂完全挥发,最终在基体表面形成高导热超疏水涂层,得到高导热超疏水表面。本优选实例中,烘干温度为50℃~90℃,烘干时间为5分钟~20分钟。

[0052] 本发明所述方法构造的高导热超疏水烟气冷凝换热表面的静态接触角可达到150°以上,在拥有较高导热率的条件下保持良好的超疏水、抗腐蚀能力,可用于锅炉烟气冷凝换热器。

[0053] 本发明所述的高导热超疏水烟气冷凝换热表面由本发明所述的方法制备得到。

[0054] 实施例1

[0055] 本实施例提供一种以纯铝为基体制备高导热超疏水烟气冷凝换热表面的方法,具体包括以下步骤:

[0056] a) 将硅藻土矿石打碎成颗粒状,采用球磨机将颗粒进行粉碎处理,使硅藻土的粒度不大于2000目,小于粒径6.5μm;

[0057] b) 采用改进的Hummer法制备氧化石墨烯,并以肼对氧化石墨烯进行还原,得到还原氧化石墨烯溶液。将320mL的硫酸与40mL磷酸进行充分混合,随后加入9g高锰酸钾充分反应后,加入3g石墨片以便于充分氧化石墨;在40℃下将混合物充分搅拌14小时,随后将溶液冷却至室温;溶液在冰水浴下搅拌,同时加入质量分数30%的过氧化氢1.6mL;混合均匀后,将溶液以3000rpm离心3小时,之后分别用蒸馏水、盐酸和乙醇进行清洗得到氧化石墨烯。将100mg的氧化石墨烯加入20μL的质量分数78%的肼中,在75℃下,搅拌14小时后获得还原氧化石墨烯,为了避免还原氧化石墨烯的团聚,可以将制备好的还原氧化石墨烯配置成30mg/mL的溶液;

[0058] c) 将b) 步骤所获得的还原氧化石墨烯溶液1mL加入到3g四氢呋喃溶液中,并在超声下震荡,以便于获得均一、稳定的悬浊液;

[0059] d) 向悬浊液中加入粉碎的硅藻土0.5g与氧化铝0.2g,并在超声条件下充分混合,最终加入44mL的聚二甲基硅氧烷,获得混合均匀且粘度合适的料浆;

[0060] g) 采用金相砂纸打磨纯铝表面,采用超声波对纯铝进行清洗,并在氮气环境中对纯铝进行干燥;

[0061] h) 采用制备装置,通过手动喷枪将料浆均匀喷涂在纯铝表面;

[0062] i) 将步骤h) 所得纯铝放入烘干箱中,进行烘干,烘干温度为50℃,烘干时间为20分钟,如图4所示,最终样品的静态接触角为150°,涂层导热率为0.93W/(m·K)。

[0063] 其中,制备装置,如图3所示,一种高导热超疏水烟气冷凝换热表面制备装置,包括喷枪1与空气压缩机2;喷枪1包括枪身11,枪身11一端中部依次连接有枪杆12和喷嘴13,喷嘴13外侧连接有风帽14,另一端中部安装有气压调节旋钮15,枪身11中部安装有喷幅调节旋钮16,枪身11上端中部安装有进料管17,进料管17中部装有流量调节旋钮18,进料管17顶

端连接有储料壶19,枪身11中部安装有扳机111,枪身11下部连接有空气接口112;空气压缩机2包括气缸21,气缸21上端安装有防护罩22,气缸21上端安装有电机23与气泵24;气缸21输入端连接气泵24输出端,电机23与气泵24通过皮带25连接;

[0064] 空气接口112与气缸21输出端通过导气软管3相互连接。

[0065] 实施例2

[0066] 本实施例提供一种以铸铝硅为基体制备高导热超疏水烟气冷凝换热表面的方法,具体包括以下步骤:

[0067] a) 将硅藻土矿石打碎成颗粒状,采用球磨机将颗粒进行粉碎处理,使硅藻土的粒度不大于3000目,粒径小于 $4.5\mu\text{m}$;

[0068] b) 采用改进的Hummer法制备氧化石墨烯,并以肼对氧化石墨烯进行还原,得到还原氧化石墨烯溶液。将400mL的硫酸与40mL磷酸进行充分混合,随后加入27g高锰酸钾充分反应后,加入3g石墨片以便于充分氧化石墨;在 60°C 下将混合物充分搅拌12小时,随后将溶液冷却至室温;溶液在冰水浴下搅拌,同时加入质量分数30%的过氧化氢6.6mL;混合均匀后,将溶液以5000rpm离心5小时,之后分别用蒸馏水、盐酸和乙醇进行清洗得到氧化石墨烯。将100mg的氧化石墨烯加入40 μL 的质量分数78%的肼中,在 85°C 下,搅拌13小时后获得还原氧化石墨烯,为了避免还原氧化石墨烯的团聚,可以将制备好的还原氧化石墨烯配置成50mg/mL的溶液;

[0069] c) 将b)步骤所获得的还原氧化石墨烯溶液1mL加入到12.5g四氢呋喃溶液中,并在超声下震荡,以便于获得均一、稳定的悬浊液;

[0070] d) 向悬浊液中加入粉碎的硅藻土1.75g与氧化铝1.25g,并在超声条件下充分混合,最终加入悬浊液体积10倍的聚二甲基硅氧烷,获得混合均匀且粘度合适的料浆;

[0071] g) 采用金相砂纸打磨铸铝硅表面,采用超声波对铸铝硅进行清洗,并在氮气环境中对铸铝硅进行干燥;

[0072] h) 采用实例1中所述制备装置,通过手动喷枪将料浆均匀喷涂在铸铝硅表面;

[0073] i) 将步骤h)所得铸铝硅放入烘干箱中,进行烘干,烘干温度为 90°C ,烘干时间为5分钟,如图5所示,最终样品的静态接触角为 154° ,涂层导热率为 $1.26\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0074] 实施例3

[0075] 本实施例提供一种以2205双相不锈钢为基体制备超疏水表面的方法,具体包括以下步骤:

[0076] a) 将硅藻土矿石打碎成颗粒状,采用球磨机将颗粒进行粉碎处理,将硅藻土的粒度为4000目,粒径 $3.4\mu\text{m}$;

[0077] b) 采用改进的Hummer法制备氧化石墨烯,并以肼对氧化石墨烯进行还原,得到还原氧化石墨烯溶液。将360mL的硫酸与40mL磷酸进行充分混合,随后加入18g高锰酸钾充分反应后,加入3g石墨片以便于充分氧化石墨;在 50°C 下将混合物充分搅拌13小时,随后将溶液冷却至室温;溶液在冰水浴下搅拌,同时加入质量分数30%的过氧化氢4mL;混合均匀后,将溶液以4000rpm离心2小时,之后分别用蒸馏水、盐酸和乙醇进行清洗得到氧化石墨烯。取100mg的氧化石墨烯和30 μL 的质量分数78%的肼,将氧化石墨烯加入肼中,在 80°C 下,搅拌14小时后获得还原氧化石墨烯,为了避免还原氧化石墨烯的团聚,可以将制备好的还原氧化石墨烯配置成40mg/mL的溶液;

[0078] c) 将b) 步骤所获得的还原氧化石墨烯溶液1mL加入到4g四氢呋喃溶液中,并在超声下震荡,以便于获得均一、稳定的悬浊液;

[0079] d) 向悬浊液中加入粉碎的硅藻土1g与氧化铝0.6g,并在超声条件下充分混合,最终加入悬浊液体积10倍的聚二甲基硅氧烷,获得混合均匀且粘度合适的料浆;

[0080] g) 采用金相砂纸打磨2205双相不锈钢表面,采用超声波对2205双相不锈钢进行清洗,并在氮气环境中对2205双相不锈钢进行干燥;

[0081] h) 采用实例1中所述制备装置,通过手动喷枪将料浆均匀喷涂在2205双相不锈钢表面;

[0082] i) 将步骤h) 所得2205双相不锈钢放入烘干箱中,进行烘干,烘干温度为70℃,烘干时间为10分钟,如图6所示,最终样品的静态接触角为158°,涂层导热率为1.14W/(m·K)。

[0083] 实施例4

[0084] 本实施例提供一种以2205双相不锈钢为基体制备超疏水表面的方法,具体包括以下步骤:

[0085] a) 将硅藻土矿石打碎成颗粒状,采用球磨机将颗粒进行粉碎处理,将硅藻土的粒度为5000目,粒径2.7μm;

[0086] b) 采用改进的Hummer法制备氧化石墨烯,并以肼对氧化石墨烯进行还原,得到还原氧化石墨烯溶液。将320mL的硫酸与40mL磷酸进行充分混合,随后加入24g高锰酸钾充分反应后,加入6g石墨片以便于充分氧化石墨;在60℃下将混合物充分搅拌12小时,随后将溶液冷却至室温;溶液在冰水浴下搅拌,同时加入质量分数30%的过氧化氢1.8mL;混合均匀后,将溶液以4500rpm离心3小时,之后分别用蒸馏水、盐酸和乙醇进行清洗得到氧化石墨烯。取100mg的氧化石墨烯和50μL质量分数78%的肼,将氧化石墨烯加入肼中,在75℃下,搅拌12小时后获得还原氧化石墨烯,为了避免还原氧化石墨烯的团聚,可以将制备好的还原氧化石墨烯配置成30mg/mL的溶液;

[0087] c) 将b) 步骤所获得的还原氧化石墨烯溶液1mL加入到4.5g四氢呋喃溶液中,并在超声下震荡,以便于获得均一、稳定的悬浊液;

[0088] d) 向悬浊液中加入粉碎的硅藻土0.45g与氧化铝0.15g,并在超声条件下充分混合,最终加入悬浊液体积10倍的聚二甲基硅氧烷,获得混合均匀且粘度合适的料浆;

[0089] g) 采用金相砂纸打磨2205双相不锈钢表面,采用超声波对2205双相不锈钢进行清洗,并在氮气环境中对2205双相不锈钢进行干燥;

[0090] h) 采用实例1中所述制备装置,通过手动喷枪将料浆均匀喷涂在2205双相不锈钢表面;

[0091] i) 将步骤h) 所得2205双相不锈钢放入烘干箱中,进行烘干,烘干温度为50℃,烘干时间为20分钟,如图7所示,最终样品的静态接触角为155°,涂层导热率为1.04W/(m·K)。

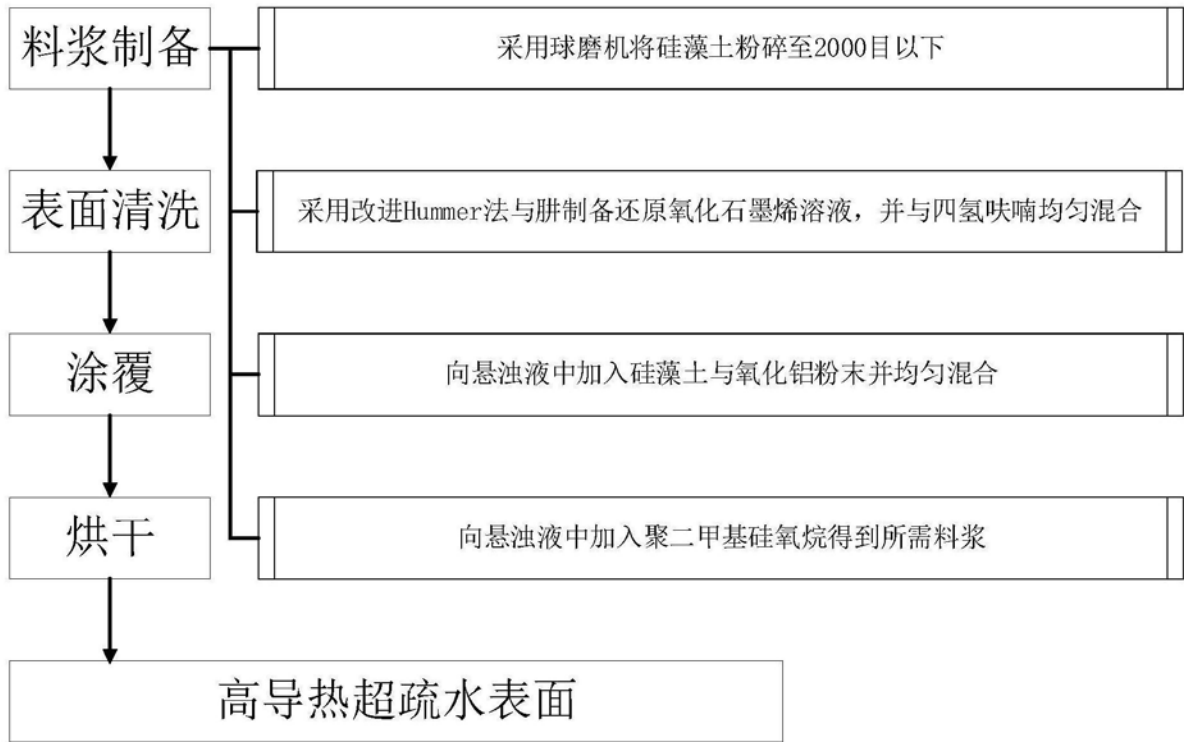


图1

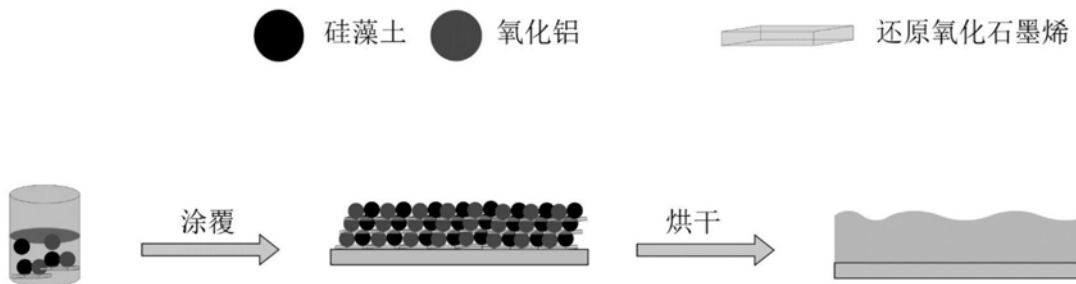


图2

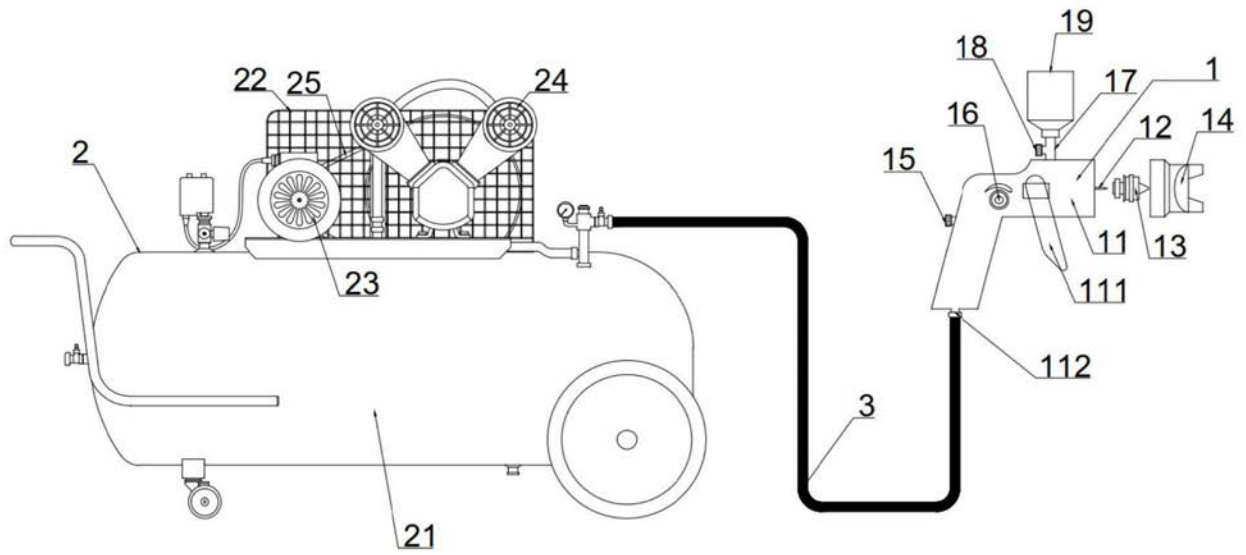


图3

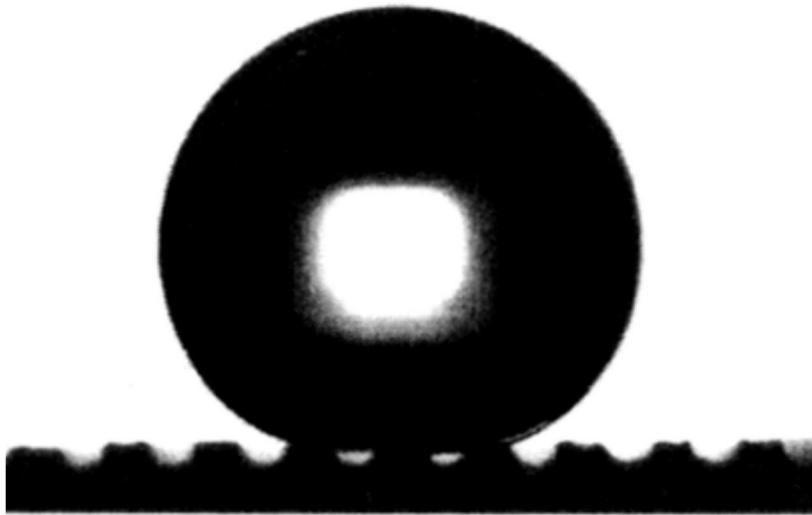


图4

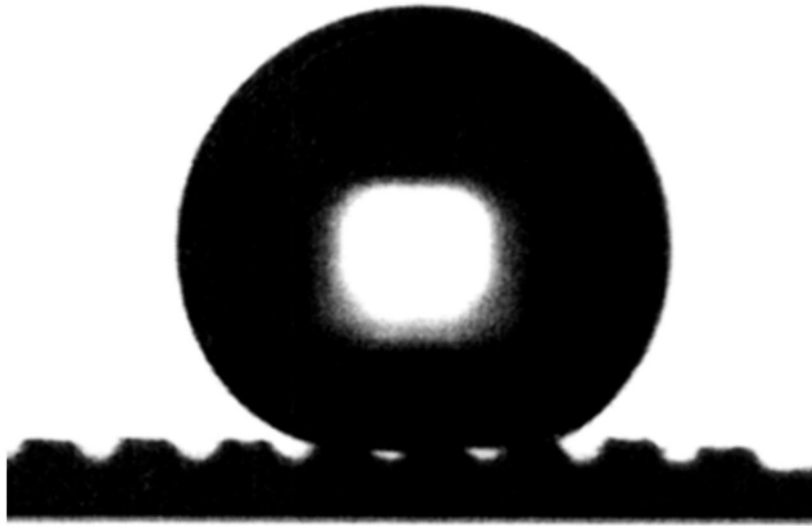


图5

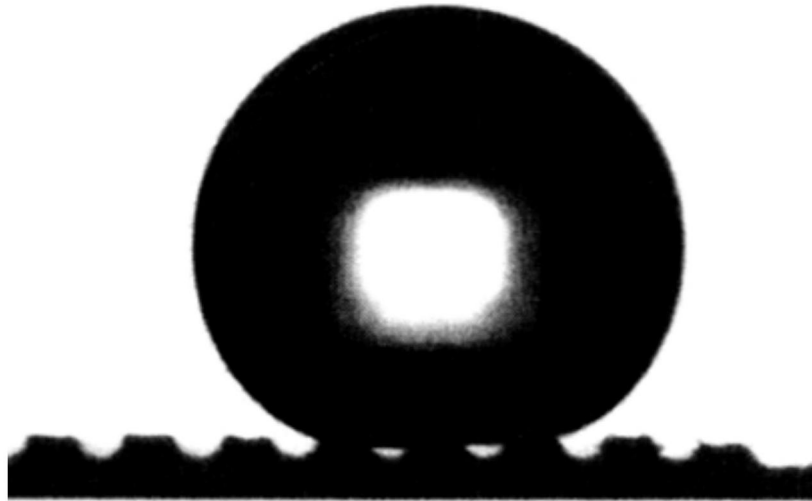


图6



图7