



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115325852 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 16

(21) 申请号 202210768166.2

(22) 申请日 2022.07.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115325852 A

(43) 申请公布日 2022.11.11

(73) 专利权人 杭州三花研究院有限公司
地址 310018 浙江省杭州市下沙经济开发
区12号大街289-2号三花工业园
专利权人 杭州绿能新能源汽车部件有限公
司

(72) 发明人 余书睿 左玉克 唐建华 刘玉章
黄海

(74) 专利代理机构 苏州佳博知识产权代理事务
所(普通合伙) 32342
专利代理师 罗宏伟

(51) Int.Cl.

F28D 1/053 (2006.01)
F28F 1/02 (2006.01)
F28F 1/12 (2006.01)
F28F 9/26 (2006.01)
F28F 13/18 (2006.01)
F28F 19/04 (2006.01)
F28F 21/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103555114 A, 2014.02.05
CN 110423523 A, 2019.11.08
CN 111068997 A, 2020.04.28
CN 114479656 A, 2022.05.13
GB 813244 A, 1959.05.13
JP 2007051787 A, 2007.03.01
US 2019382873 A1, 2019.12.19

审查员 张林颖

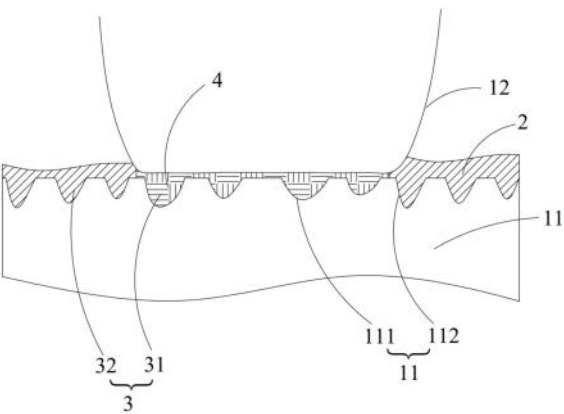
权利要求书2页 说明书23页 附图9页

(54) 发明名称

换热器及其制造方法

(57) 摘要

本申请提供一种换热器,包括基体和疏水涂层,基体包括第一基体和第二基体,第一基体和第二基体中的至少一个具有凹槽,一部分凹槽内填充有胶粘剂或焊料,填充在凹槽内的胶粘剂或焊料与第一基体和第二基体均接触,至少部分涂层位于凹槽内。本申请提供的换热器第一基体和第二基体之间连接可靠,涂层与基体牢固结合。本申请还提供换热器的制造方法,包括:提供第一基体和第二基体,第一基体和第二基体中的至少一个具有凹槽,连接第一基体和第二基体,使填充在凹槽内的胶粘剂或焊料与第一基体和第二基体均接触,覆设疏水涂层,至少部分涂层位于凹槽内。本申请的制造方法能够制造第一基体和第二基体之间连接可靠,涂层与换热器基体牢固结合的换热器。



1. 一种换热器,其特征在于:所述换热器包括基体和涂层,所述涂层覆设于所述基体的至少部分表面,

所述基体包括第一基体和第二基体,所述第一基体和所述第二基体中的至少一个具有凹槽,所述凹槽自所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的外表面向内凹陷形成;

所述凹槽包括第一凹槽和第二凹槽,所述第一凹槽内填充有胶粘剂或焊料,填充在所述第一凹槽内的所述胶粘剂或所述焊料与所述第一基体和所述第二基体均接触,所述涂层覆设在所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的所述外表面,至少部分所述涂层位于所述第二凹槽之内,所述涂层位于所述第一凹槽之外;

所述涂层包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种。

2. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于:所述基体包括第三基体,填充在所述第一凹槽内的所述胶粘剂或所述焊料与所述第三基体接触。

3. 根据权利要求1所述的换热器,其特征在于:所述换热器包括换热管、翅片和集流管,所述第一基体为所述换热管,所述第二基体为所述翅片或所述集流管;

所述第一基体具有第一凹槽和第二凹槽,所述第一基体的所述外表面包括第一面和第二面,所述第一面与所述第二面交接,所述第一基体通过所述第一面与所述第二基体连接,所述第二面的至少部分覆设有所述涂层,所述第一基体从所述第一面向内凹陷形成所述第一凹槽,所述第一基体从所述第二面向内凹陷形成所述第二凹槽。

4. 根据权利要求3所述的换热器,其特征在于:所述第一基体具有至少两个所述第一面,至少部分所述第二面位于同一第一基体相邻的两个第一面之间。

5. 根据权利要求3所述的换热器,其特征在于:所述第一面和所述第二面均为粗糙面,所述第一面和所述第二面的粗糙度范围均为 $0.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 。

6. 一种换热器的制造方法,其特征在于,所述制造方法包括以下步骤:

提供第一基体和第二基体,所述第一基体和所述第二基体中的至少一个具有凹槽,所述凹槽自所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的外表面向内凹陷形成,所述凹槽包括第一凹槽和第二凹槽;

连接所述第一基体和所述第二基体,使得所述第一凹槽内填充有胶粘剂或焊料,填充在所述第一凹槽内的所述胶粘剂或所述焊料与所述第一基体和所述第二基体均接触;

在所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的至少部分外表面上覆设涂层,使得至少部分所述涂层位于所述第二凹槽之内,所述涂层包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种;

其中,所述在所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的至少部分外表面上覆设涂层的步骤在所述连接所述第一基体和所述第二基体的步骤之后。

7. 根据权利要求6所述的换热器的制造方法,其特征在于,所述制造方法包括以下步骤:

提供第三基体;

连接所述第一基体、所述第二基体和所述第三基体,使得填充在所述第一凹槽内的所述胶粘剂或所述焊料与所述第一基体、所述第二基体和所述第三基体均接触。

8. 根据权利要求6所述的制造方法,其特征在于,所述提供第一基体和第二基体,包括以下步骤:

提供基材,所述基材包括用于形成所述第一基体的第一基材,以及用于形成所述第二基体的第二基材;

对所述第一基材和所述第二基材中的至少一个的外表面进行喷砂处理。

9.根据权利要求8所述的制造方法,其特征在于,所述提供第一基体和第二基体,包括以下步骤:

对所述第一基材和所述第二基材中的至少一个进行切割。

10.根据权利要求6所述的制造方法,其特征在于,在所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的至少部分外表面上覆设涂层,包括以下步骤:

提供用于形成所述涂层的复合材料,所述复合材料包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种;

在所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的至少部分外表面涂覆所述复合材料,固化、形成所述涂层。

换热器及其制造方法

技术领域

[0001] 本申请涉及换热技术领域,尤其涉及一种换热器及其制造方法。

背景技术

[0002] 在换热器中,可以利用胶粘剂或焊料实现各部件之间的连接。例如为了实现两个部件之间的连接,可以将胶粘剂或焊料设置在两个部件的其中一个的外表面,然后将两个部件进行组装。但是,由于部件的外表面较为光滑,留存在部件表面的胶粘剂和焊料较少,导致两个部件之间难以实现可靠连接。

[0003] 此外,换热器还有提高表面疏水性能的需求。

[0004] 因此,需要对相关技术进行改进,提高换热器中各部件之间的连接可靠性,并且提高换热器表面的抗结霜性能。

发明内容

[0005] 为了解决上述技术问题,本申请提供一种部件之间连接可靠、且表面疏水性能良好的换热器,本申请还提供上述换热器的制造方法。

[0006] 本申请的第一方面提供一种换热器,所述换热器包括基体和涂层,所述涂层覆设于所述基体的至少部分表面;

[0007] 所述基体包括第一基体和第二基体,所述第一基体和所述第二基体中的至少一个具有凹槽,所述凹槽自所述第一基体和所述第二基体中的至少一个从外表面向内凹陷形成;

[0008] 所述凹槽包括第一凹槽和第二凹槽,所述第一凹槽内填充有胶粘剂或焊料,填充在所述第一凹槽内的所述胶粘剂或所述焊料与所述第一基体和所述第二基体均接触,所述涂层覆设在所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的所述外表面,至少部分所述涂层位于所述第二凹槽之内;

[0009] 所述涂层包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种。

[0010] 在本申请中,第一基体和第二基体中的至少一个具有凹槽,凹槽包括第一凹槽和第二凹槽。第一凹槽内填充有胶粘剂或焊料,填充在第一凹槽内的胶粘剂或焊料与第一基体和第二基体均接触。本申请的第一凹槽能够容纳更多的胶粘剂或焊料,用于连接第一基体和第二基体,使得第一基体和第二基体之间的连接更可靠。涂层至少部分位于第二凹槽之内,从而能够增加涂层与换热器基体的结合力。此外,本申请的涂层包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒,能够提高换热器表面的疏水性能。

[0011] 本申请的第二方面提供一种换热器的制造方法,所述制造方法包括以下步骤:

[0012] 提供第一基体和第二基体,所述第一基体和所述第二基体中的至少一个具有凹槽,所述凹槽自所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的外表面向内凹陷形成,所述凹槽包括第一凹槽和第二凹槽;

[0013] 连接所述第一基体和所述第二基体,使得所述第一凹槽内填充有胶粘剂或焊料,

填充在所述第一凹槽内的所述胶粘剂或所述焊料与所述第一基体和所述第二基体均接触；
[0014] 在所述第一基体和所述第二基体中的至少一个的至少部分外表面上覆设涂层，使得至少部分所述涂层位于所述第二凹槽之内，所述涂层包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种。

[0015] 本申请提供的制造方法，由于提供的第一基体和第二基体中的至少一个上设置凹槽，凹槽包括第一凹槽和第二凹槽。在连接第一基体和第二基体时，第一凹槽能够容纳更多的胶粘剂或焊料，用于连接第一基体和第二基体，使得第一基体和第二基体之间的连接更可靠。在覆设涂层时，涂层至少部分位于第二凹槽之内，从而能够增加涂层与换热器基体的结合力。此外，本申请的制造方法提供的涂层包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒，能够提高换热器表面的疏水性能。因此，本申请提供的制造方法能够制造第一基体和第二基体之间连接可靠，涂层与基体牢固结合，并且表面疏水性能好的换热器。

附图说明

- [0016] 图1为本申请一种实施方式提供的换热器的示意图；
[0017] 图2为本申请一种实施方式提供的第一基体和第二基体的连接示意图；
[0018] 图3是本申请一种实施方式提供的第一基体和第二基体的另一个角度的连接示意图；
[0019] 图4是本申请一种实施方式提供的第一基体和第二基体的连接示意图；
[0020] 图5是本申请一种实施方式中图3中a部分的放大示意图；
[0021] 图6是本申请另一种实施方式中图3中a部分的放大示意图；
[0022] 图7是本申请一种实施方式提供的第一基体的示意图；
[0023] 图8是本申请一种实施方式提供的第二基体的示意图；
[0024] 图9是本申请一种实施方式提供的涂层的不规则形状填料颗粒的示意图；
[0025] 图10是本申请一种实施方式提供的涂层的规则状填料颗粒的示意图；
[0026] 图11是本申请一种实施方式提供的换热器的制造方法的流程图；
[0027] 图12是本申请一种实施方式提供的换热器制造方法中步骤S1的流程图；
[0028] 图13是本申请一种实施方式提供的换热器制造方法中步骤S2的流程图；
[0029] 图14是本申请另一种实施方式提供的换热器制造方法中步骤S2的流程图；
[0030] 图15是本申请一种实施方式提供的换热器制造方法中步骤S3的流程图；
[0031] 图16是本申请一个实施方式提供的第一基材经过喷砂处理后的扫描电镜图。

具体实施方式

[0032] 为了更好地理解本申请的技术方案，下面结合附图对本申请实施例进行详细描述。

[0033] 应当明确，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0034] 在换热器中，可以利用胶粘剂或焊料实现各部件之间的连接。例如为了实现两个部件之间的连接，可以将胶粘剂或焊料设置在两个部件的其中一个的外表面，然后将两个

部件进行组装。但是,由于部件的外表面较为光滑,留存在部件表面的胶粘剂和焊料较少,导致两个部件之间难以实现可靠连接。此外,由于部件的外表面较为光滑,涂层难以与部件的外表面牢固结合。

[0035] 为此,本申请提供一种换热器,例如图1、图3、图5和图6所示,包括基体,基体包括第一基体11和第二基体12,第一基体11和第二基体12中的至少一个具有凹槽,凹槽3自第一基体11和第二基体12中的至少一个的外表面向内凹陷形成。凹槽包括第一凹槽31和第二凹槽32,第一凹槽31内填充有胶粘剂或焊料,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11和第二基体12均接触,涂层2覆设在第一基体11和第二基体12中的至少一个的外表面,至少部分涂层2位于第二凹槽32之内。

[0036] 在本申请中,第一基体和第二基体中的至少一个具有凹槽,凹槽包括第一凹槽和第二凹槽。第一凹槽内填充有胶粘剂或焊料,填充在第一凹槽内的胶粘剂或焊料与第一基体和第二基体均接触。本申请的第一凹槽能够容纳更多的胶粘剂或焊料,用于连接第一基体和第二基体,使得第一基体和第二基体之间的连接更可靠。涂层至少部分位于第二凹槽之内,从而能够增加涂层与换热器基体的结合力。

[0037] 在一些实施方式中,所述基体包括第三基体13,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第三基体接触。也就是说,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11、第二基体12和第三基体13均接触,从而实现第一基体11、第二基体12和第三基体13的连接。

[0038] 示例性地,如图1所示,换热器100包括多个换热管101、多个翅片102以及两个集流管103,例如图1所示。换热管101与集流管103固定连接,并且换热管101与集流管103密封连接,换热管101的内腔与集流管103的内腔连通。多个换热管101沿集流管103的长度方向排列。换热管101的厚度方向与集流管103的长度方向平行,换热管101的宽度方向与集流管103的长度方向垂直。换热管101的厚度方向可以参考图1和图2中的X方向,换热管101的宽度方向可以参考图2中的Y方向,换热管101的长度方向可以参考图1和图2中的Z方向。其中,X方向、Y方向和Z方向两两之间相互垂直。翅片102位于相邻的两个换热管101之间,并且翅片102和与之相邻的两个换热管101固定连接。翅片102沿换热管101的长度方向呈波形。翅片102的设置可以增大相邻的两个换热管101的换热面积,提高了换热器100的换热效率。在一些实施方式中,翅片102的部分区域可以设置窗口结构形成百叶窗型翅片,进一步强化换热。

[0039] 在一些实施方式中,一个换热管101的内部设有多个平行排列的独立通道(微通道),如图3所示,如此形成的换热器即为微通道换热器。在一些实施方式中,微通道换热器中的换热管101、翅片102和集流管103均由包含铝/铝合金的材料制成。

[0040] 为了实现换热管101、翅片102和集流管103之间的连接,可以在翅片102和集流管103的外表面设置焊料。在排列好换热管101、翅片102和集流管103之后,将组件整体加热至焊料的熔点温度以上,使焊料熔化,然后冷却、使焊料固化,从而通过焊料实现换热管101、翅片102和集流管103之间的固定连接。由于换热管101、翅片102和集流管103的表面均较为光滑,换热管101与翅片102之间、换热管101与集流管103之间只能留存少量的焊料4用于焊接,例如图4所示,因此换热管101、翅片102和集流管103之间连接可靠性较差。

[0041] 此外,为了提高换热器的表面疏水性能,可以在换热器的表面设置疏水涂层。疏水涂层能够使液体与换热器表面具有较小的接触角,使得液体不容易在换热器表面停留,一

方面减少换热器表面结霜,也即为换热器表面提供抗结霜性能,另一方面能够减少腐蚀性液体对换热器表面的腐蚀。相关技术中,由于换热管101、翅片102和集流管103的表面较为光滑,难以与疏水涂层牢固结合。

[0042] 在一些实施方式中,如图1所示,换热器100包括基体和涂层2,涂层2覆设于基体的至少部分表面。基体包括第一基体11、第二基体12和第三基体13,第一基体11为换热管101,第二基体12为翅片102,第三基体13为集流管103。第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个具有凹槽3。也就是说,可以仅在第一基体11、第二基体12和第三基体13的其中之一上设置凹槽3,也可以在第一基体11、第二基体12和第三基体13中的任意两个上设置凹槽,还可以在第一基体11、第二基体12和第三基体13上均设置凹槽。凹槽3包括第一凹槽31和第二凹槽32。凹槽3是第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个从外表面向内凹陷的槽。例如,设置在第一基体11的凹槽3是从第一基体11的外表面向内凹陷的槽,例如图5和图6所示。

[0043] 第一凹槽31内填充有胶粘剂或焊料4,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料4与前述第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少两个接触。也就是说,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料4可以用于连接第一基体11、第二基体12和第三基体13中的任意两个,或者,可以用于连接第一基体11、第二基体12和第三基体13。例如,如果填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料4与第一基体11和第二基体12接触,那么填充在该第一凹槽31内的胶粘剂或焊料4就能够实现第一基体11和第二基体12的连接,如图5~图7所示。如果填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11、第二基体12和第三基体13都接触,那么填充在该第一凹槽31内的胶粘剂或焊料就能够实现第一基体11、第二基体12和第三基体13的连接。填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料可以是完全位于第一凹槽31内,例如图6所示,或者,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料一部分位于第一凹槽31内,还有一部分溢出于第一凹槽31之外,例如图7所示。

[0044] 如此,第一凹槽31能够容纳更多的胶粘剂或焊料,用于连接第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少两个,使得第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少两个之间的连接更可靠,也使得换热管101、翅片102和集流管103中的至少两个之间连接更可靠。

[0045] 涂层2覆设在第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面,至少部分涂层2位于所述第二凹槽32之内,如图5~图7所示。本申请通过第二凹槽32增大了第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面的粗糙度,从而能够提高涂层2与第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面之间的结合力,使涂层2与换热器基体牢固结合。

[0046] 在一些实施方式中,第一基体11具有第一凹槽31和第二凹槽32。填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11接触,并且填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第二基体12和第三基体13中的至少一个接触,如图5和图6所示。如此,第一凹槽31能够容纳更多的胶粘剂或焊料,用于连接第一基体11与第二基体12,或者,用于连接第一基体11与第三基体13,或者,用于连接第一基体11与第二基体12和第三基体13。设置于第一基体12的第二凹槽32能够增强第一基体11外表面的粗糙度,使得涂层2能够与第一基体11的外表面牢固结合,也即实现涂层2与换热管101的牢固结合。

[0047] 具体地,例如图3、图5~图7所示,第一基体11的外表面包括第一面111和第二面112。第一面111与第二面112交接,第一面111的轮廓线至少部分是第一面111和第二面112的交接线。第一基体11通过第一面111与第二基体12和第三基体13中的至少一个连接,第二面112的至少部分覆设有所述涂层2,第一基体11从第一面111向内凹陷形成第一凹槽31,第一基体11从第二面112向内凹陷形成第二凹槽32。

[0048] 当第一基体11通过第一面111与第二基体12连接时,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料4与第一面111接触,并且填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第二基体12接触,如图5和图6所示。如此,第一凹槽111能够容纳更多的胶粘剂或焊料4,用于实现第一面111与第二基体12的可靠连接,也即,实现第一基体11与第二基体12的可靠连接。

[0049] 当第一基体11通过第一面111与第三基体13连接时,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一面111接触,并且填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第三基体13接触。如此,第一凹槽111能够容纳更多的胶粘剂或焊料,用于实现第一面111与第三基体13的可靠连接,也即,实现第一基体11与第三基体13的可靠连接。

[0050] 第二面112的至少部分覆设有涂层2,如图5和图6所示,设置于第一基体11的第二凹槽32能够增加第二面112的粗糙度,使涂层2能够与第二面112牢固结合,也即,实现涂层2与第一基体11或换热管101的牢固结合。

[0051] 在一些实施方式中,一个第一基体11具有至少两个第一面111,至少部分所述第二面112位于同一个第一基体11相邻的两个第一面111之间,如图7所示。在一些实施方式中,第一基体11通过所述第一面111中的至少一个与所述第二基体12连接,并且第一基体11通过第一面111中的至少一个与所述第三基体连接。具体地,在一些实施方式中,如图7所示,第一面111包括第一子面1111和第二子面1112,第一基体11通过第一子面1111与第二基体12连接,第一基体11通过第二子面1112与第三基体13连接。第一凹槽31包括第一子凹槽(未示出)和第二子凹槽(未示出)。第一子凹槽是从第一子面1111向第一基体11的内部凹陷的槽,第二子凹槽是从第二子面1112向第一基体11的内部凹陷的槽。第一子凹槽内填充有胶粘剂或焊料,填充在第一子凹槽内的胶粘剂或焊料与第一子面1111接触,并且填充在第一子凹槽内的胶粘剂或焊料与第二基体12接触。如此,能够实现第一基体11与第二基体12的可靠连接。第二子凹槽内填充有胶粘剂或焊料,填充在第二子凹槽内的胶粘剂或焊料与第二子面1112接触,并且填充在第二子凹槽内的胶粘剂或焊料与第三基体13接触。如此,能够实现第一基体11与第三基体13的可靠连接。

[0052] 在一些实施方式中,一个第一基体11具有至少两个第一子面1111,至少部分第二面112位于同一个第一基体11的相邻的两个第一子面1111之间,如图7所示。如此,一个第一基体11通过至少两个第一子面1111与第二基体12连接,增加第一基体11与第二基体的连接可靠性。在一些实施方式中,至少两个第一子面1111沿换热管的长度方向(参考图1和图2所示的Z方向)排列。如图3和图7所示,第一基体11具有扁平形状,第一基体11具有侧壁110,侧壁110与换热管101的厚度方向垂直,多个第一子面1111设置于侧壁110的外表面,并且多个第一子面1111沿换热管的长度方向(Z方向)排列,第二面112的一部分设置在侧壁110的外表面,并且第二面112的一部分位于相邻的两个第一子面1111之间。第二面112与第一子面1111交接,第二面112与第一子面1111的交接线为第一子面1111的轮廓线。

[0053] 在一些实施方式中,第一凹槽31使得第一面111为粗糙面,第二凹槽32使得第二面

112为粗糙面。在一些实施方式中,第一面111和第二面112的粗糙度均为 $0.5\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 。在一些实施方式中,第一面111和第二面112的粗糙度通过喷砂处理形成。

[0054] 在另一些实施方式中,第二基体12具有第一凹槽31和第二凹槽32。填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第二基体12接触,并且填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11和第三基体13中的至少一个接触。如此,第一凹槽31能够容纳更多的胶粘剂或焊料,用于连接第二基体12与第一基体11,和/或,第二基体12与第三基体13。设置于第二基体12的第二凹槽32能够增强第二基体12外表面的粗糙度,使得涂层2能够与第二基体12的外表面牢固结合,也即实现涂层2与翅片102的牢固结合。

[0055] 在一些实施方式中,第二基体12的外表面包括第三面121和第四面122,第三面121和第四面122交接,第三面121的轮廓线至少部分是第三面121和第四面122的交接线,如图8所示。第二基体12通过第三面121与第一基体11和第三基体13中的至少一个连接,第四面122的至少部分覆设有所述涂层2,第二基体12从第三面121向内凹陷形成第一凹槽31,第二基体12从第四面122向内凹陷形成第二凹槽32。

[0056] 在另一些实施方式中,第三基体13具有第一凹槽31和第二凹槽32。填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第三基体13接触,并且填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11和第二基体12中的至少一个接触。如此,第一凹槽31能够容纳更多的胶粘剂或焊料,用于连接第三基体13与第一基体11,和/或,第三基体13与第二基体12。设置于第三基体13的第二凹槽32能够增强第三基体13外表面的粗糙度,使得涂层2能够与第三基体13的外表面牢固结合,也即实现涂层2与集流管103牢固结合。

[0057] 在一些实施方式中,第三基体13的外表面包括第五面(未示出)和第六面(未示出),第五面和第六面交接,第五面的轮廓线至少部分是第五面和第六面的交接线。第三基体13通过第五面与第一基体11和第三基体13中的至少一个连接,第六面的至少部分覆设有所述涂层2,第三基体13从第五面向内凹陷形成第一凹槽31,第三基体13从第六面向内凹陷形成第二凹槽32。

[0058] 由于换热器的应用环境以及应用条件具有特殊性,例如,在换热过程中其表面的温度变化幅度大等,相关技术提供的复合材料难以在换热器表面形成合适的疏水涂层。将相关技术中的复合材料涂覆在换热器表面形成的疏水涂层,可能容易从换热器表面剥落,或者该涂层可能会导致换热器的换热效率下降。还有一些涂层由于在制备过程中产生刺激性气味,不符合绿色环保的要求。因此,本申请还提供适用于换热器的疏水涂层。

[0059] 在一些实施方式中,涂层2包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种。低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒使得涂层2为疏水涂层,低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒均可以使第一基体11和第二基体12中的至少一个的外表面具有疏水性能,使换热器在结霜初期形成的水珠与换热器基体表面接触角增大,接触面积减小,减缓水珠冻结速率,从而相应的延缓初始霜晶的形成。在一些实施方式中,涂层2与水的静态接触角大于 150° ,所述涂层的水滴滚动角小于 5° 。

[0060] 下面对疏水涂层2的具体成分进行详细说明。

[0061] 低表面能硅烷类材料指的是表面能低的硅烷类材料。当材料表面能较低时,能够表现出一定的疏水性能。在一些实施方式中,低表面能硅烷类材料包括表面接枝有疏水基团的硅烷。疏水基团选自烷基、卤原子和硝基中的至少一种。其中,烷基可以是 $-\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ ($n \geq$

1)、 $-\text{CH}=\text{CH}_2$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_5$ ；卤原子可以是 $-\text{F}$ 、 $-\text{Cl}$ 、 $-\text{Br}$ 、 $-\text{I}$ 、 $-\text{At}$ ；硝基化学式为 $-\text{NO}_2$ 。

[0062] 在一些实施方式中,低表面能硅烷类材料包括十七氟癸基三乙氧基硅烷、十七氟癸基三甲氧基硅烷、十三氟辛基三乙氧基硅烷、十八烷基三甲氧基硅烷和十六烷基三甲氧基硅烷中的一种或多种。

[0063] 在一些实施方式中,疏水性颗粒是疏水改性二氧化硅。疏水改性二氧化硅是表面修饰有疏水基团的二氧化硅颗粒。

[0064] 当涂层2包括低表面能硅烷类材料时,涂层2的疏水性由低表面能硅烷类材料提供;当涂层2包括疏水性颗粒时,涂层2的疏水性由疏水性颗粒提供;当涂层2包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒时,涂层2的疏水性由低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒同时提供。

[0065] 对于包括低表面能硅烷类材料的涂层2,在一些实施方式中,为了进一步提升致密度,涂层2还可以包括分散在低表面能硅烷类材料中的填料。例如,当涂层2同时包括低表面能硅烷类材料和疏水性二氧化硅时,疏水性二氧化硅可以作为填料与低表面能硅烷类材料相配合,形成致密的网络结构。

[0066] 在一些实施方式中,填料包括颗粒。在一些实施方式中,填料包括粒径为10~100nm的纳米颗粒。颗粒的粒径需要与疏水涂层2的厚度相适应,颗粒的粒径过大或过小都会有负面作用:粒径过大的颗粒会增加疏水涂层2的内部缺陷;粒径过小的颗粒容易在涂层中团聚、不易分散,导致其不能均匀地填充在低表面能硅烷类材料网状结构的微孔或孔隙中,而且颗粒的粒径小,相应的制备成本也更高。为了不影响换热器的换热性能,本申请的疏水涂层2较薄。本申请将颗粒的粒径选择在10~100nm范围内,从而能够均匀地填充在低表面能硅烷类材料网状结构中,并且不会明显增加涂层的内部缺陷。在一些实施方式中,表面修饰有疏水基团的纳米颗粒是疏水性气相二氧化硅。

[0067] 在一些实施方式中,包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒的涂层2的单位面积重量为 $0.1\text{g}/\text{m}^2 \sim 1\text{g}/\text{m}^2$ 。适宜的疏水涂层单位面积重量,能够使疏水涂层改善换热器表面延缓结霜的性能的同时,不会过多对换热器的换热效率造成负面影响。

[0068] 在一些实施方式中,颗粒是表面修饰有疏水基团的疏水性颗粒。如前所述,疏水基团选自烷基、卤原子和硝基中的至少一种。表面修饰有疏水基团的纳米颗粒与低表面能硅烷类材料配合可以进一步将疏水涂层2与水的静态接触角控制在大于 150° ,可以称之为超疏水态。

[0069] 在一些实施方式中,填料是缓蚀性颗粒。也就是说,疏水涂层2包括低表面能硅烷类材料和缓蚀性颗粒。缓蚀性指的是某种物质以适当的浓度和形式存在于环境或介质中时,能够防止或减缓工程材料腐蚀的特性。当前用于金属材料防腐的缓蚀性物质也称为缓蚀剂,缓蚀剂可以分为阳极型缓蚀剂、阴极型缓蚀剂和混合型缓蚀剂。阳极型缓蚀剂在金属表面的阳极区反应生成难溶或微溶于水的产物,该产物形成覆盖在阳极上的保护膜,例如阳极型缓蚀剂与金属离子反应生成氧化物或氢氧化物保护膜,保护膜将阳极与腐蚀溶液隔离,从而控制阳极反应,抑制金属向水中溶解。常见的阳极型缓蚀剂有铬酸盐、钼酸盐、钨酸盐、钒酸盐、亚硝酸盐、硼酸盐等无机强氧化剂。阴极型缓蚀剂在金属表面的阴极区反应生成难溶或微溶于水的产物,该产物或该产物形成的保护膜覆盖在阴极上,例如阴极型缓蚀剂与氢氧根离子或氢离子反应生成氧化物或氢氧化物保护膜,保护膜将阴极与腐蚀溶液隔

离,从而阻挡阴极释放电子的反应。常见的阴极型缓蚀剂有锌的碳酸盐、磷酸盐和氢氧化物,钙的碳酸盐和磷酸盐等。混合型缓蚀剂具有两种性质相反的极性基团,既能在阳极成膜,也能在阴极成膜,通过阻止水与水中溶解氧向金属表面的扩散,起到缓蚀作用。

[0070] 当疏水涂层2包括低表面能硅烷类材料和缓蚀性颗粒时,低表面能硅烷类材料提供疏水性能,缓蚀性颗粒填充在低表面能硅烷类材料内部的网状结构中,通过低表面能硅烷类材料与换热器基材牢固结合。当换热器基体表面发生电化学腐蚀时,缓蚀性颗粒释放的缓蚀性离子能够与氢离子、氢氧根离子和金属离子中的至少一种反应生成难溶或微溶于水的产物,该产物覆盖电化学反应的阴极区和/或阳极区,阻碍电化学反应的进行,从而对换热器基材具有延缓腐蚀的作用,并且缓蚀性颗粒还能够填充低表面能硅烷类材料网状结构中的微孔或孔隙,增加涂层的致密性,提高涂层对腐蚀物质的阻隔作用。低表面能硅烷类材料与缓蚀性颗粒协同作用,还能使本申请的换热器相对于现有的换热器具有更加优异的耐腐蚀性能。

[0071] 缓蚀性颗粒能够释放缓蚀性离子。在一些实施方式中,缓蚀性离子选自铈离子、钒离子、镧离子、镨离子、钼离子、锌离子和锆离子中的至少一种。上述离子均能够在金属表面发生电化学腐蚀时,在阴极区域与离子反应生成难溶的氧化物、氢氧化物或络合物,有的氢氧化物脱水形成氧化物,氧化物、氢氧化物或络合物成膜覆盖阴极区域,导致阴极位置堵塞,阻碍腐蚀物质进入,从而延缓换热器表面的腐蚀。

[0072] 在一些实施方式中,缓蚀性颗粒在水中难溶或微溶。通常而言,在20℃水中,溶解度小于0.01g为难溶,溶解度大于0.01g且小于1g为微溶,溶解度大于1g小于10g为可溶,溶解度大于10g为易溶。

[0073] 常见的缓蚀剂为易溶于水的金属盐。以金属盐作为缓蚀性颗粒与低表面能硅烷类材料结合,可能存在延缓腐蚀作用不能长久持续的问题。例如,在投入使用的初始阶段,金属盐大量溶解、释放缓蚀性离子,能够对金属基体起到很好的延缓腐蚀的作用,但是可能造成缓蚀性离子的浪费,而且由于金属盐在使用初始阶段就已经被大量消耗,到使用的后期阶段涂层对金属基体延缓腐蚀的作用就非常有限。此外,由于金属盐的快速溶解,低表面能硅烷类材料中的微孔和孔隙又重新出现,如此可能导致产品使用后期阶段的耐腐蚀性能急剧恶化。因此,本申请采用溶解度较小的缓蚀性颗粒,缓蚀性颗粒以适当的速度释放缓蚀性离子,不仅能够起到延缓腐蚀的作用,还能持久地作为填料填充在低表面能硅烷类材料的微孔或孔隙中,使延缓腐蚀的作用得到长久保持。

[0074] 在一些实施方式中,缓蚀性颗粒的电阻率为 $10^9 \sim 10^{22} \Omega \cdot \text{cm}$ 。也就是说,缓蚀性颗粒为绝缘材料。如此,缓蚀性颗粒还能够利用绝缘特性减缓电化学腐蚀原电池中离子在阴极、阳极之间的转移,对阳极中金属阳离子的溢出和阴极产生的放电效应具有一定阻碍作用,即具有电阻效应,从而减少或减缓金属基体表面的电化学腐蚀。

[0075] 在一些实施方式中,缓蚀性颗粒选自氧化铈(CeO_2)、三氧化二铈(Ce_2O_3)、酒石酸铈($\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{Ce}_2\text{O}_{18}$)、肉桂酸铈($\text{C}_{27}\text{H}_{21}\text{CeO}_6$)、氧化镧(La_2O_3)、氧化钒(V_2O_5)、氧化镨(Pr_2O_3)、氧化钼(MoO_3)、氧化锌(ZnO)和氧化锆(ZrO_2)中的至少一种。

[0076] 下面以氧化铈为例,对本申请缓蚀性颗粒延缓腐蚀的机理进行进一步说明。铈离子具有 Ce^{3+} 和 Ce^{4+} 两种氧化态,分别对应氧化物 Ce_2O_3 和 CeO_2 。 CeO_2 释放的 Ce^{4+} 与阴极区域产生的 OH^- 离子反应生成难溶的氢氧化物 $\text{Ce}(\text{OH})_4$,氢氧化物脱水形成氧化物(CeO_2),氧化物成

膜覆盖阴极区域,从而延缓换热器表面的腐蚀。 Ce_2O_3 释放的 Ce^{3+} 与阴极区域产生的 OH^- 离子反应生成难溶的氢氧化物 $\text{Ce}(\text{OH})_4$ 或 $\text{Ce}(\text{OH})_3$, $\text{Ce}(\text{OH})_4$ 脱水变成 CeO_2 , $\text{Ce}(\text{OH})_3$ 脱水变成 Ce_2O_3 和 CeO_2 。此外,两种氧化物 Ce_2O_3 和 CeO_2 之间能够互相转化(例如, Ce_2O_3 能够被氧化成 CeO_2),并在相互转化的过程中形成中间氧化物 CeO_{2-x} ($0 \leq x \leq 0.5$),因此氧化铈具备较强的氧化还原性。此外,由于 Ce_2O_3 和 CeO_2 在水的溶解度较小,释放的铈离子的速度较缓,氧化铈可以在涂层中存留较长时间,从而持续地填充在低表面能硅烷类材料的网状结构中发挥缓蚀作用。同样地,氧化镧、氧化钇、氧化镨、氧化钼、氧化铈和氧化锆也能够分别释放具有缓蚀性的镧离子、镨离子、钼离子、铈离子、锆离子,这些氧化物同时兼具绝缘性和难溶或微溶于水的特性,因此可以作为缓蚀性颗粒添加至涂层中,用于延缓金属基体的腐蚀。

[0077] 在一些实施方式中,至少部分缓蚀性颗粒的表面连接有疏水基团。如此,连接有疏水基团的缓蚀性颗粒可以在低表面能硅烷类材料所提供的疏水性能的基础上进一步提高涂层的疏水性能。

[0078] 在一些实施方式中,包括低表面能硅烷类材料和缓蚀性粒子的疏水涂层2的面积重量为 $0.1 \sim 1.0 \text{g}/\text{m}^2$ 。

[0079] 在一些实施方式中,按质量份计,疏水涂层包括 $0.5 \sim 1.5$ 份低表面能硅烷类材料和 $0.1 \sim 5$ 份缓蚀性颗粒;或者,按质量份计,疏水涂层包括 $0.5 \sim 1.5$ 份低表面能硅烷类材料、 $1 \sim 4$ 份疏水性颗粒和 $0.1 \sim 1$ 份缓蚀性颗粒,其中疏水性颗粒和缓蚀性颗粒均分散在低表面能硅烷类材料中。

[0080] 本文中,除非另有说明,否则所涉及的百分数、比例或份数按照质量计。其中,“质量份”指多个组分的质量比例关系的基本计量单位,1份可表示任意的单位质量,例如1份可以表示为1g,可以表示1.68g,也可以表示为5g等。

[0081] 按质量份计,疏水涂层包括 $0.5 \sim 1.5$ 份低表面能硅烷类材料和 $0.1 \sim 5$ 份缓蚀性颗粒时,其中的缓蚀性颗粒表面可以均未连接疏水基团,或者,部分缓蚀性颗粒表面连接有疏水基团。

[0082] 按质量份计,疏水涂层包括 $0.5 \sim 1.5$ 份低表面能硅烷类材料、 $1 \sim 4$ 份疏水性颗粒和 $0.1 \sim 1$ 份缓蚀性颗粒时,其中缓蚀性颗粒表面可以均未连接疏水基团,或者部分缓蚀性颗粒表面连接有疏水基团。

[0083] 在本申请的低表面能硅烷类材料、疏水性颗粒和缓蚀性颗粒的配比下,或者低表面能硅烷类材料和缓蚀性颗粒的配比下,既能够有效保持疏水涂层良好的疏水性能,在此基础上还能够明显提高疏水涂层的阻隔作用,由此使疏水涂层提高换热器的表面耐腐蚀性能的作用达到较佳水平。

[0084] 为了进一步提高疏水涂层2的致密性,还可以对填料所包括的颗粒形状进行改进。在一些实施方式中,填料包括两种颗粒,两种颗粒的形状不同,例如包括图9所示的不规则颗粒和图10所示的规则三维枝状颗粒;或者,填料包括三种以上颗粒,三种以上颗粒中的至少两种颗粒的形状不同。

[0085] 填料所包括的颗粒填充在低表面能硅烷类材料的网状结构中,通过低表面能硅烷类材料与换热器基体牢固结合。低表面能硅烷类材料中的微孔缺陷或孔隙具有多种多样的形状。从孔隙填充的角度来说,颗粒与孔隙在形状上的匹配度越高,颗粒的填充效果越好。例如,对于不规则形状的孔隙,不规则形状颗粒在其中的填充能够实现较好的填充效果,对

于规则形状的孔隙,则需要用与其匹配的颗粒填充能够实现较好的填充效果。颗粒形状的多样化有利于孔隙的填充。本申请疏水涂层中的填料包括至少两种颗粒,每一种颗粒具有一种形状。填料包括两种颗粒,两种颗粒的形状不同;或者,填料包括三种以上颗粒,三种以上颗粒中的至少两种颗粒的形状不同。不同形状的颗粒复配,使颗粒在疏水涂层中具有良好的填充效果,有利于增加涂层的致密性,增加疏水涂层对腐蚀介质的阻隔作用,提高换热器的耐腐蚀性能。

[0086] 填料的添加通常以添加一种和几种颗粒的形式进行,而非以添加一个或几个颗粒的形式进行。涂层中的每一种颗粒的数量以几十、几百、几千、几万、几千万、几亿、几亿万、甚至几兆计。例如,一种颗粒可以包括 10 、 10^2 、 10^3 、 10^4 、 10^5 、 10^6 、 10^7 、 10^8 、 10^9 、 10^{10} 等数量的颗粒。也就是说,填料的添加关注的是颗粒的种类,而非颗粒的数量。因此,在讨论颗粒形状对疏水涂层的影响时,关注的并不是某一个或几个颗粒的形状,而是一种颗粒所包括的颗粒在形状上的共性以及两种以上颗粒在形状上的区别带来的影响。在本申请中,一种颗粒所包括的颗粒的化学组成和形状大致相同,一种颗粒对应具有一种化学组成和一种颗粒形状。

[0087] 颗粒形状主要与制备工艺相关。常见的制备工艺有球磨法、气流磨、气雾化、水雾化、化学法等。采用不同制备工艺,所得到的颗粒形状也有所不同。例如,带材气流磨得到的粉体颗粒呈片状,通过水雾化或气雾化制备的粉体颗粒呈球状,采用沉淀法制备的二氧化硅粉体颗粒大致呈球状,气相法制备的二氧化硅粉体颗粒大致呈现三维枝状。受制备工艺条件的影响,一种颗粒所包括的所有颗粒的形状可能不会完全相同,在这种情况下,一种颗粒所对应的一种颗粒形状指的是该种颗粒所包括的大部分(例如数量占比50%、60%、70%、80%、90%、99%)的颗粒所具有的形状。例如,由于制备工艺的影响,一种化合物颗粒所包括的99%的颗粒为球状,而剩余1%的颗粒为水滴状,我们仍然描述这种化合物颗粒的形状为球状。也就是说,忽略由制备工艺造成的小部分数量的颗粒在形状上的偏差。

[0088] 在一些实施方式中,所述至少两种颗粒中的至少一种的形状为不规则形状。

[0089] 颗粒填充至低表面能硅烷类材料的网状结构中,并不是所有颗粒都能与其所填充的孔隙完全匹配,因此颗粒填充至孔隙中,在颗粒外表面可能还存在一些未被填充的缝隙,加上颗粒本身的强度、硬度和耐磨性等都要好于低表面能硅烷类材料,因而颗粒之间的空隙成为腐蚀介质穿透涂层到达换热器基体的主要路径。腐蚀介质在疏水涂层中的传输路径的曲折程度、长度等等很大程度上取决于颗粒的表面形貌,或者说颗粒的形状。

[0090] 颗粒的形状可以分为规则形状和不规则形状。规则形状通常指的是在点、线或面的维度上具有一定数学规律的形状,例如球状、椭球状、棒状、针状、片状、柱状、六面体状、四面体状、树枝状、三维枝状等。图10所示为三维枝状颗粒。规则形状颗粒通常能够通过其形状上具有规律的特征对其进行描述。而不规则形状则是相对于规则形状而言,不规则形状在点、线和面的维度上都没有明显数学规律的形状,例如图9所示的不规则状颗粒。

[0091] 相对于规则形状的颗粒而言,不规则形状颗粒更能够增加腐蚀介质的传输路径的曲折程度。因为无论是不规则形状颗粒之间,还是不规则形状颗粒与规则形状颗粒之间,空隙都呈不规则状。因此,不规则形状颗粒的引入,有利于阻碍腐蚀介质在疏水涂层中的穿透和扩散,延长腐蚀介质穿透疏水涂层到达换热器基体的时间,由此进一步提高疏水涂层对腐蚀介质的阻隔作用,提高换热器的耐腐蚀性能。此外,不规则形状颗粒还具有良好的抗滑

移性,有利于保持疏水涂层的一致性和稳定性。

[0092] 在一些实施方式中,至少两种颗粒的化学组成均不相同。如前所述,颗粒的形状主要受制备工艺的影响。在一些情况下,可以用同一种材料、通过不同的制备工艺制备不同种类的颗粒。例如,用氧化铝带材气流磨制备片状颗粒,用氧化铝气雾化制备球状颗粒,然后将片状氧化铝颗粒和球状氧化铝颗粒添加至疏水涂层中,实现不同形状的颗粒在涂层中的复配。在另一些情况下,还可以用不同的材料、通过不同的制备工艺制备不同种类的颗粒。例如,氧化铝不规则状颗粒与气相二氧化硅三维枝状颗粒复配。由于不同材料制备的颗粒具有不同的物理化学性能,例如强度、硬度、耐磨性等,添加至涂层中,能够对疏水涂层起到不同方面的加强,为了提高疏水涂层的综合性能,本申请还可以采用化学组成不同的颗粒。

[0093] 在一些实施方式中,不规则形状颗粒选自氧化铝、氧化锌、氧化锆、氧化钛、氧化硅、氧化镧、氧化铈、氧化镨、氮化硼和硫酸钡中的一种。这些化合物具有良好的强度、硬度和耐磨性,作为填料添加至疏水涂层中,能够持久地增强疏水涂层的耐腐蚀性能。

[0094] 在一些实施方式中,所述至少两种颗粒中的至少一种的形状为规则形状,规则形状选自球状、椭球状、棒状、针状、片状、柱状、六面体状、四面体状、树枝状、三维枝状中的一种。本申请还在疏水涂层中加入规则形状颗粒,增加颗粒形状的多样性。在一些实施方式中,三维枝状颗粒为气相二氧化硅颗粒。图10示意性地示出气相二氧化硅颗粒的形状。

[0095] 在一些实施方式中,规则形状颗粒选自氧化铝、氧化锌、氧化锆、氧化钛、氧化硅、氧化镧、氧化铈、氧化镨、氮化硼、石墨烯、氧化石墨烯、碳纳米管和硫酸钡中的一种。

[0096] 在一些实施方式中,所述至少两种颗粒包括第一种颗粒和第二种颗粒,第一种颗粒的平均粒径是第二种颗粒的平均粒径的2~10倍。低表面能硅烷类材料中的孔隙的尺寸也是多样的,本申请采用具有不同平均粒径的颗粒,一方面能够提升颗粒对孔隙的填充效果,另一方面不同粒径的颗粒复配,也有利于增加涂层的致密性。在一些实施方式中,第一种颗粒是规则形状颗粒,第二种颗粒是不规则形状颗粒;或者,第一种颗粒是不规则形状颗粒,第二种颗粒是规则形状颗粒。在一些实施方式中,第一种颗粒和第二种颗粒在疏水涂层中含量的比例为1:1~1:5。

[0097] 为了在换热器的基体表面形成将前文所述的涂层,可以制备相应的涂料,通过浸涂、喷涂、刷涂、淋涂或辊涂的方式将涂料覆设在换热器表面,固化。如前文所述,由于换热管、集流管和翅片的表面较为光滑,因此,涂层难以牢固地附着在换热管、集流管和翅片基体的表面。为了使涂层能够牢固附着在换热器基体表面,可以在将相应的涂覆涂料之前,对待涂覆表面进行喷砂处理。喷砂处理可以增加表面粗糙度,进而增大涂层与表面的结合力。

[0098] 具体地,可以在换热器组装好之后,对换热器整体进行喷砂处理,然后将复合材料喷涂在换热器表面,固化,形成疏水涂层2。但是,由于组装好的换热器各部件之间在喷砂过程中会相互遮挡,换热器外表面的一部分无法与喷砂接触。例如图1所示的微通道换热器100,翅片102位于相邻的两个换热管101之间,翅片102和与之相邻的换热管101之间的间隙较小。在喷砂过程中,磨料难以到达换热管101的外表面的一部分,导致喷砂处理对换热管101一部分外表面难以实现理想的粗糙度。而且在喷砂过程中,由于翅片102的堆叠密度较大,磨料很容易卡在翅片102之间或翅片102与换热管101之间,难以清除。再者,对组装好之后的换热器进行喷砂处理,可能对换热器造成伤害,例如在喷砂过程中,高速喷射的磨料对换热管与集流管的连接处以及换热管与翅片的连接处产生冲击力,导致连接失效,甚至使

换热管发生泄漏。

[0099] 为此,本申请提供一种换热器的制造方法,如图11所示,该制造方法包括如下步骤:

[0100] S1、提供第一基体11和第二基体12,第一基体11和第二基体12中的至少一个具有凹槽3,凹槽3是从第一基体11和第二基体12中的至少一个的外表面向内凹陷的槽,凹槽3包括第一凹槽31和第二凹槽32。

[0101] S2、连接第一基体11和第二基体12,使得第一凹槽31内填充有胶粘剂或焊料,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11和第二基体12均接触。

[0102] S3、在第一基体11和第二基体12中的至少一个的外表面上覆设涂层2,使得至少部分涂层2位于第二凹槽32之内,涂层2包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种。

[0103] 可以理解,本申请中,提供第一基体11和第二基体12的步骤,在连接第一基体11和第二基体12的步骤S2之前,也在覆设涂层的步骤S3之前。也就是说,首先要进行提供第一基体11和第二基体12,然后才能进行连接和覆设涂层的步骤。因此,在本申请中,步骤S1在步骤S2和步骤S3之前。但是,本申请对步骤S2和步骤S3的顺序不作限制,步骤S2可以在步骤S3之前,也可以在步骤S3之后。

[0104] 在一些实施方式中,换热器100还包括第三基体13,具体地,换热器的制造方法还包括以下步骤:

[0105] S1'、提供第三基体13;

[0106] S2'、连接所述第一基体11、第二基体12和第三基体13,使得填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11、第二基体12和第三基体13均接触。

[0107] 示例性地,在一些实施方式中,换热器的制造方法包括以下步骤:

[0108] S1、提供第一基体11、第二基体12和第三基体13,第一基体11用于形成换热管101,第二基体12用于形成翅片102,第三基体13用于形成集流管103,第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个具有凹槽3,凹槽3自第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面向内凹陷形成,凹槽3包括第一凹槽31和第二凹槽32。

[0109] S2、连接第一基体11、第二基体12和第三基体13,使得第一凹槽31内填充有胶粘剂或焊料,填充在第一凹槽31内的胶粘剂或焊料与第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少两个接触。

[0110] S3、在第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面上覆设涂层2,使得至少部分涂层2位于第二凹槽32之内,涂层2包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种。

[0111] 本申请提供的制造方法,由于提供的第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个上设置凹槽3,凹槽3包括第一凹槽31和第二凹槽32。在连接第一基体11、第二基体12和第三基体13时,第一凹槽31能够容纳更多的胶粘剂或焊料用于连接第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少两个,使得第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少两个之间的连接更可靠,也即使得集流管103、换热管101和翅片102中的至少两个之间连接更可靠。在覆设涂层时,涂层2至少部分位于第二凹槽32之内,第二凹槽32能够增加涂层2与第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的结合力。因此,根据本申请提供的制

造方法,能够制造换热管101、翅片102和集流管103之间连接可靠,并且涂层2与换热器基体牢固结合的换热器。

[0112] 在一些实施方式中,凹槽3是通过喷砂处理形成的。也就是说,本申请先通过喷砂工艺制备表面具有凹槽的第一基体11和第二基体12,然后再进行连接第一基体11和第二基体12的步骤,以及在第一基体11和第二基体12中的至少一个覆设涂层的步骤。

[0113] 在一些实施方式中,如图12所示,步骤S1,即提供第一基体11和第二基体12,包括如下步骤:

[0114] S11、提供基材,基材包括用于形成第一基体11的第一基材,以及用于形成第二基体12的第二基材;

[0115] S12、对第一基材和第二基材中的至少一个的外表面进行喷砂处理。

[0116] 在一些实施方式中,第一基材和第二基材中的至少一个的尺寸大于其所对应的基体,因此,步骤S1,即提供第一基体11和第二基体12,还包括如下步骤:

[0117] S13、对第一基材和第二基材中的至少一个进行切割,如图12所示。

[0118] 在一些实施方式中,步骤S1,即提供第一基体11、第二基体12和第三基体13,包括如下步骤:

[0119] S11、提供基材,基材包括用于形成第一基体11的第一基材,用于形成第二基体12的第二基材和用于形成第三基体13的第三基材;

[0120] S12、对第一基材、第二基材和第三基材中的至少一个的外表面进行喷砂处理。

[0121] 喷砂处理的好处包括,第一方面,可以去除基材表面残留的氧化层、油污等,得到较为清洁的金属基材表面。第二方面,通过磨料的喷砂打磨作用,有利于在基材表面形成较好的微观粗糙面结构,从而增加后续与其他涂层材料的结合力,利于涂料的流平和装饰。第三方面,喷砂的切削和冲击使金属基材的表面的机械性能得到强化,提高了金属基材的抗疲劳性能。第四方面,喷砂可以去除金属基材表面的毛刺等不规整结构,在金属基材的表面打造出很小的圆角,使金属基材的表面更加平整美观,利于后续处理。经过喷砂处理后,金属基材的表面组织形态发生了改变,金属晶粒更加细化致密。经过喷砂处理后,金属基材的表面形成较多的羟基,在于后续功能性膜层连接的过程中,功能性膜层的羟基与金属基材的羟基脱水缩合,从而功能性膜层与金属基材之间可以通过共价键连接,共价键连接的方式相对稳定,有利于提高与功能性膜层连接的耐久性。

[0122] 此外,喷砂工艺的处理方式具有效率高、成本低、适合金属基材大表面积清洁处理的特点,并且进一步的,喷砂工艺所采用的磨料可以回收进而重复利用,从而可以进一步的降低成本。

[0123] 下面以微通道换热器为例,对步骤S1进行说明。

[0124] 在一些实施方式中,步骤S1,即提供第一基体11、第二基体12和第三基体13,包括如下步骤:

[0125] S11、提供基材,基材包括用于形成第一基体11的第一基材,用于形成第二基体12的第二基材和用于形成第三基体13的第三基材;

[0126] S12、对第一基材、第二基材和第三基材中的至少一个的外表面进行喷砂处理。

[0127] 在一些实施方式中,第一基材的长度、厚度和宽度均与第一基体11相同,对第一基材进行喷砂处理后即可得到第一基体11。在一些实施方式中,第二基材的厚度、宽度和长度

与第二基体12相同,对第二基材进行喷砂处理后即可得到第二基体12。在一些实施方式中,第三基材的长度、外径和内径均与第三基体13相同,对第三基材进行喷砂处理后即可得到第三基体13。

[0128] 在另一些实施方式中,第一基材的长度大于第一基体11的长度,第二基材的长度大于第二基体12的长度,第三基材的长度大于第三基体13的长度,要得到第一基体、第二基体和第三基体,还需要对第一基材、第二基材和第三基材进行切割。

[0129] 在一些实施方式中,步骤S1,即提供第一基体11、第二基体12和第三基体13,还包括步骤:

[0130] S13、对第一基材、第二基材和第三基材中的至少一个进行切割。

[0131] 如此,使得第一基材与第一基体11具有相同的尺寸(例如,长度、宽度和厚度),第二基材与第二基体12具有相同的尺寸(例如,长度、宽度和厚度),第三基材与第三基体13具有相同的尺寸(例如,长度、外径和内径)。

[0132] 在一些实施方式中,第一基材的厚度和宽度均与第一基体11相同,并且第一基材具有与第一基体11相同的内部结构,除了第一基材的长度大于第一基体11之外,第一基材的所有结构参数均与第一基体11(如图7所示)相同,提供第一基体11还包括:对第一基材进行切割,使得第一基材的长度与第一基体11的长度相同。第一基材的厚度方向参考图1和图2所示的X方向,第一基材的宽度方向参考图2中的Y方向。

[0133] 在一些实施方式中,第一基材具有内腔和开口,第一基材的内腔通过开口与第一基材的外界连通,第一基材的内腔用于形成换热管101用于冷却液或冷媒流通的内腔,并且第一基材的内腔包括多个通道,该多个通道可以用于形成换热管101的多个微通道。在一些实施方式中,在对第一基材的外表面进行喷砂处理之前,对第一基材的开口进行封堵。如此,可以减少用于喷砂的磨料通过开口进入第一基材的内腔。

[0134] 在一些实施方式中,第二基材的厚度和宽度均与第二基体12相同,除了第二基材的长度大于第二基体12之外,第二基材的所有结构参数均与第二基体12(如图8所示)相同,提供第二基体12还包括:对第二基材12进行切割,使得第二基材的长度与第二基体12的长度相同。第二基材的厚度方向参考图1和图2所示的X方向,第二基材的宽度方向参考图2中的Y方向。

[0135] 在一些实施方式中,第三基材的外径和内径均与第三基体13相同,并且第三基材具有与第三基体13相同的内部结构,除了第三基材的长度大于第三基体13之外,第三基材的所有结构参数均与第三基体13相同,提供第三基体13还包括:对第三基材进行切割,使得第三基材的长度与第三基体13的长度相同。

[0136] 在一些实施方式中,第三基材具有内腔和开口,第三基材的内腔通过开口与第三基材的外界连通,第三基材的内腔用于形成集流管103用于冷却液或冷媒流通的内腔。在一些实施方式中,在对第三基材的外表面进行喷砂处理之前,对第三基材的开口进行封堵。如此,可以减少用于喷砂的磨料通过开口进入第三基材的内腔。

[0137] 对第一基材、第二基材和第三基材进行切割的步骤可以在喷砂处理之前,也可以在喷砂处理之后。以将第一基材加工成第一基体11为例,第一基材的厚度和宽度与第一基体11相同,可以先对第一基材的外表面先进行喷砂处理,然后按照第一基体11的长度对经过喷砂处理的第一基材进行切割,得到第一基体11;或者,先按照第一基体的长度对经过喷

砂处理的第一基材进行切割,然后对切割之后的第一基材进行喷砂处理,得到第一基体11。

[0138] 在一些实施方式中,步骤S12,即对第一基材、第二基材和第三基材中的至少一个的外表面进行喷砂处理,包括:将磨料混合在压缩空气中,通过喷枪向第一基材、第二基材和第三基材中的至少一个的外表面喷射。进一步的,磨料可以为刚玉材质的沙砾,如磨料为棕刚玉、白刚玉、黑刚玉、石榴石等。磨料也可以为碳化硅类的沙砾,如磨料为黑碳化硅、绿碳化硅等。当然,在选择磨料时,也可以选择其他种类的沙砾,如磨料为玻璃珠、钢丸、钢砂、陶瓷砂、树脂砂、核桃砂等。

[0139] 在一些实施方式中,磨料的粒径为30目至280目之间。具体的,磨料的粒径可以为30目、50目、80目、120目、150目、180目、200目、220目、250目、280目等等。磨料的粒径选择会影响金属基材表面粗糙面的构建,当磨料的粒径目数相对较大时,金属基材的表面粗糙面会更加细密,当粒径目数过大时,粗糙面的粗糙度会难以保证。当粒径目数过小时,构造一定粗糙度的粗糙面会相对慢,粗糙效果也较差。在一些实施方式中,磨料的粒径范围可以在100目至200目之间。这样,磨料的粒径不会过大也不会过小,相应的,更容易得到较理想的粗糙面结构。

[0140] 在一些实施方式中,喷枪与第一基材、第二基材和第三基材中的至少一个的外表面相应的喷射位置之间的距离位于20mm至100mm之间。具体的,将喷枪的喷嘴与换热器外表面相应的喷射位置之间的距离简单记为喷砂距离,喷砂距离过近,容易在金属基材表面出现具备凹坑,整体粗糙面形貌较差,喷砂距离过远,磨料的冲击力较差,使得金属基材表面形态程度较差。喷砂距离在本申请中可以选择20mm、30mm、40mm、50mm、60mm、70mm、80mm、90mm、100mm等等。在一些实施方式中,喷砂距离可以为50mm至100mm之间。

[0141] 在一些实施方式中,喷枪的喷射角度 α 满足 $0 < \alpha \leq 90^\circ$ 。喷枪的喷射角度是指与磨料的入射方向与第一基材、第二基材和第三基材中的至少一个的外表面所在平面之间的夹角,具体的,喷枪的喷射角度 α 为 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 、 90° 等等。喷枪的喷射角度 α 过小,金属基材与磨料的干涉角度较小,难以形成粗糙面,喷枪的喷射角度 α 可以是小于等于 90° 的锐角。在本申请的一些实施方式中,喷枪的喷射角度 α 为 45° 。

[0142] 在一些实施方式中,压缩空气的压强为0.45MPa~0.65MPa,具体的,压缩空气的压强为0.45MPa、0.5MPa、0.55MPa、0.6MPa、0.65MPa。由于换热器的各个零部件集流管、翅片和换热管业内多以铝材制备,相应的,铝材质相对较软,所以压缩空气的压强不能过大,否则容易对零部件造成破坏。当然,压缩空气的压强也不能过小,否则难以形成粗糙面。在本申请的一些实施方式中,压缩空气的压强为0.45MPa。

[0143] 在一些实施方式中,可以使用喷砂机对第一基材、第二基材和第三基材中的至少一个的外表面进行喷砂处理。

[0144] 在一些实施方式中,如图13所示,第一基体11和第二基体12的至少一个的外表面设有焊料,步骤S2,连接第一基体11和第二基体12,包括以下步骤:

[0145] S21、对第一基体11和第二基体12进行组装;

[0146] S22、加热第一基体11和第二基体12,使焊料熔化;

[0147] S23、冷却第一基体11和第二基体12,使焊料固化。

[0148] 在另一些实施方式中,如图14所示,步骤S2,即连接第一基体11和第二基体12,包括以下步骤:

[0149] S21'、在第一基体11和第二基体12中的至少一个上覆设胶粘剂；

[0150] S22'、对第一基体11和第二基体12进行组装；

[0151] S23'、固化胶粘剂。

[0152] 对第一基体11和第二基体12进行组装指的是,按照第一基体11和第二基体12在换热器100中的位置进行放置。

[0153] 下面以前文所述的微通道换热器为例对步骤S2进行说明。在一些实施方式中,在步骤S2中,第一基体11、第二基体12和第三基体13通过胶粘剂或焊料连接。对于第一基体11与第二基体12的连接而言,第一基体11可以通过焊料或胶粘剂与第二基体12连接。例如,可以是所有的第一基体11均通过焊料与第二基体12连接,或者,可以是所有的第一基体11均通过胶粘剂与第二基体12连接,或者,可以是第一基体11的一部分通过焊料与第二基体12连接,第一基体11的另一部分通过胶粘剂与第二基体12连接,或者,可以是多个第一基体11中的其中几个通过焊料与第二基体12连接,多个第一基体11中的另外几个通过胶粘剂与第二基体12连接。同样地,第一基体11与第三基体13的连接,以及第二基体12与第三基体13的连接也是如此,可以通过多种方式进行连接。

[0154] 在一些实施方式中,第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个上覆设有焊料,步骤S2,即连接第一基体11、第二基体12和第三基体13,包括:

[0155] S21、对第一基体11、第二基体12和第三基体13进行组装;

[0156] S22、加热第一基体11、第二基体12和第三基体13,使焊料熔化;

[0157] S23、冷却第一基体11、第二基体12和第三基体13,使焊料固化。

[0158] 例如,在连接第一基体11、第二基体12和第三基体13时,首先在第二基体12和第三基体13上覆设焊料,第一基体11上设置有凹槽3。然后,对第一基体11、第二基体12和第三基体13进行组装,之后将第一基体11、第二基体12和第三基体13放入加热炉中加热,使焊料熔化并填充到设置在第一基体11的第一凹槽31中。填充在从第一子面111向第一基体11内部凹设的第一凹槽31内的焊料,与第一基体11和第二基体12接触,这部分焊料用于实现第一基体11和第二基体12的连接。填充在从第二子面112向第一基体11内部凹设的第一凹槽31内的焊料,与第一基体11和第三基体13接触,这部分焊料用于实现第一基体11和第三基体13的连接。在本申请中,第一面111、第二面112、第一子面1111和第二子面1112并不是在第一基体11、第二基体12和第三基体13组装之前提前划分的区域,而是在第一基体11、第二基体12和第三基体13组装好之后根据第一基体11与第二基体12的相对位置关系,以及第一基体11与第三基体13的相对位置关系界定的区域。例如,第一基体11的侧壁110的外表面用于与第二基体12连接的区域界定为第一子面1111,第一基体11的侧壁110的外表面用于与第三基体13连接的区域界定为第二子面1112。

[0159] 需要说明的是,使焊料熔化的方式可以是将第一基体11、第二基体12和第三基体13整体组装好之后放入加热炉中升温。本申请中,在焊料熔化的温度范围内,或者说在过炉温度范围内,通过喷砂处理使第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面具有的凹槽不会在高温下受到影响,也就是说,第一基体11、第二基体12和第三基体13中形成有凹槽的外表面的粗糙度,在过炉之前和过炉之后基本保持不变。

[0160] 在另一些实施方式中,步骤S2,即连接第一基体11、第二基体12和第三基体13,包括:

[0161] S21'、在第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个上覆设胶粘剂；

[0162] S22'、对第一基体11、第二基体12和第三基体13进行组装；

[0163] S23'、固化胶粘剂。

[0164] 例如,在连接第一基体11、第二基体12和第三基体13时,首先在第二基体12和第三基体13上覆设胶粘剂,第一基体11上设置有凹槽3。然后,对第一基体11、第二基体12和第三基体13进行组装,在胶粘剂固化之前,使得设置在第二基体12和第三基体13上的胶粘剂的至少部分流至设置在第一基体11的第一凹槽31中。填充在从第一子面111向第一基体11内部凹设的第一凹槽31内的胶粘剂,与第一基体11和第二基体12接触,这部分胶粘剂用于实现第一基体11和第二基体12的连接。填充在从第二子面112向第一基体11内部凹设的第一凹槽31内的胶粘剂,与第一基体11和第三基体13接触,这部分胶粘剂用于实现第一基体11和第三基体13的连接。胶粘剂固化的方式根据胶粘剂的种类不同而不同,例如一些胶粘剂可以通过自然风干的方式固化。

[0165] 在一些实施方式中,如图15所示,步骤S3,即在第一基体11和第二基体12中的至少一个的外表面上覆设涂层2,包括以下步骤:

[0166] S31、提供用于形成涂层2的复合材料,复合材料包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种;

[0167] S32、在第一基体11和第二基体12的至少一个的至少部分外表面涂覆所述复合材料,固化、形成涂层2。

[0168] 下面以前文所述的微通道换热器为例对步骤S3进行说明。在一些实施方式中,步骤S3,即在第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面上覆设涂层2,包括以下步骤:

[0169] S31、提供用于形成涂层2的复合材料,复合材料包括低表面能硅烷类材料和疏水性颗粒中的至少一种;

[0170] S32、在第一基体11、第二基体12和第三基体13的至少一个的至少部分外表面涂覆所述复合材料,固化形成涂层2。

[0171] 在一些实施方式中,复合材料包括低表面硅烷类材料和溶剂,步骤S31,即提供用于形成涂层2的复合材料,包括步骤:

[0172] S311、将低表面能硅烷类材料与溶剂进行混合。其中,前文已经描述了低表面能硅烷类材料的种类和特性,在此不再赘述。溶剂包括乙醇、甲醇和异丙醇中的一种或多种。

[0173] 在一些具体的实施方式中,步骤S311包括:按质量份计,将90~99.5份的溶剂与0.5~10份的低表面能硅烷类材料进行混合。混合的方式可以是机械搅拌、超声混合等。

[0174] 在另一些实施方式中,复合材料包括低表面硅烷类材料、溶剂和填料,步骤S31,即提供用于形成涂层2的复合材料,包括步骤:

[0175] S312、将低表面能硅烷类材料、填料和溶剂进行混合。

[0176] 在本申请中,混合的方式可以是机械搅拌或超声混合。填料的加入可以是一次全部加入,或者分两次或多次加入。

[0177] 在一些实施方式中,填料包括表面修饰有疏水基团的疏水性颗粒,步骤S312,即将低表面能硅烷类材料、填料和溶剂进行混合,包括:按质量份计,将86~99.4份溶剂、0.5~10份低表面能硅烷类材料与0.1~4份疏水性颗粒进行混合,得到复合材料;或者,按质量份

计,将90~99.5份溶剂与0.5~10份低表面能硅烷类材料进行混合,得到疏水材料,然后取95~99份的疏水材料与1~5份的疏水性颗粒进行混合,得到所述复合材料。在一些实施方式中,疏水性颗粒是疏水性纳米二氧化硅。

[0178] 在一些具体的实施方式中,步骤S312包括:按质量份计,将98份乙醇、1份十七氟癸基三甲氧基硅烷以及1份疏水性纳米二氧化硅进行混合,混合方式可以选用超声混合15min,然后再机械搅拌2h后即得到复合材料。也就是说,疏水性纳米二氧化硅作为疏水性颗粒一次性加入。

[0179] 在另一些具体的实施方式中,步骤S312包括步骤:

[0180] S3121、按质量份计,将98份乙醇、1份十七氟癸基三甲氧基硅烷以及1份疏水性纳米二氧化硅(第一次加入)进行混合,得到溶胶G;

[0181] S3122、按质量份计,取97.5份上述溶胶G,加入2.5份疏水性纳米二氧化硅(第二次加入)进行混合,得到复合材料。也就是说,疏水性纳米二氧化硅作为疏水性颗粒分两次加入。

[0182] 低表面能硅烷类材料具有以硅烷类物质交联形成的硅氧三维网络结构,疏水性颗粒作为填料可以填充至硅氧网络中,使得疏水涂层2更加致密紧实,硬度、耐磨性提升,延长了腐蚀介质到达基体界面的路径,提升其阻隔性能。疏水性纳米二氧化硅作为填料加入,可以参与低表面能硅烷材料缩聚成膜过程,增加整个涂层结构的致密性。此外,疏水性纳米二氧化硅与低表面能硅烷材料能够良好地相容,而且对金属腐蚀的阴极反应起到一定抑制作用,也能一定程度上提升整个涂层的耐蚀性。

[0183] 在另一些实施方式中,填料包括缓蚀性颗粒,步骤S312,即将低表面能硅烷类材料、填料和溶剂进行混合,包括:按质量份计,将93.5~99.4份溶剂、0.5~1.5份低表面能硅烷类材料和0.1~5份缓蚀性颗粒进行混合;或者,将93.5~98.4份溶剂、0.5~1.5份低表面能硅烷类材料、0.1~1份缓蚀性颗粒和1~4份疏水性颗粒进行混合。在一些实施方式中,对至少部分缓蚀性颗粒进行疏水处理。如此,使至少部分缓蚀性颗粒表面连接有疏水基团。

[0184] 在一些具体的实施方式中,步骤S312包括:称取97份乙醇,1份十七氟癸基三甲氧基硅烷,2份纳米二氧化硅,超声分散15min,机械搅拌30min,得到复合材料。

[0185] 在另一些实施方式中,步骤S312,即将低表面能硅烷类材料、填料和溶剂进行混合,包括:将93.5~99.4份溶剂、0.5~1.5份低表面能硅烷类材料和0.1~5份填料进行混合,其中,填料包括两种颗粒,两种颗粒的形状不同,或者,填料包括三种以上颗粒,三种以上颗粒的至少两种颗粒的形状不同。

[0186] 在一些具体的实施方式中,步骤S312,即将低表面能硅烷类材料、填料和溶剂进行混合,包括:

[0187] S3121'、按质量份计,将98份乙醇、1份十七氟癸基三甲氧基硅烷以及1份疏水性纳米二氧化硅进行混合,得到溶胶H;

[0188] S3122'、按质量份计,取98份上述溶胶H,加入1.5份疏水性纳米二氧化硅和0.5份纳米氧化铝,进行混合,得到复合材料。

[0189] 也就是说,填料包括疏水性纳米二氧化硅和纳米氧化铝两种颗粒,其中疏水性纳米二氧化硅为规则的三维枝状颗粒,纳米氧化铝为不规则形状颗粒。

[0190] 在另一些实施方式中,复合材料包括疏水性二氧化硅溶胶,疏水性二氧化硅溶胶

包括有机硅烷和/或硅氧烷10~50份、溶剂45~89份、亲水性二氧化硅1~5份,步骤S31,即提供用于形成涂层2的复合材料,包括步骤:

[0191] S313、按质量份计,将10~50份的有机硅烷和/或硅氧烷、45~89份的溶剂和1~5份的亲水性二氧化硅混合,在30℃~45℃温度下搅拌反应15~45min,搅拌转速为200~500rpm,得到改性的疏水二氧化硅溶胶。

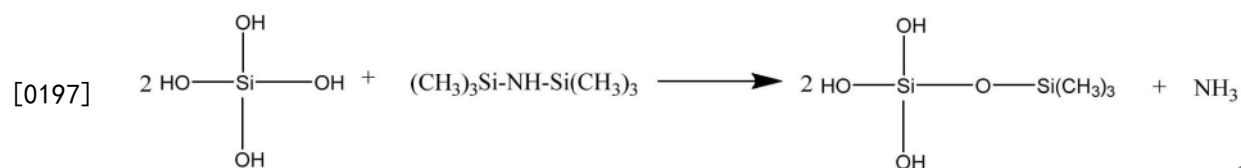
[0192] 有机硅烷的具体类型是可以多种多样的。具体地,在一些实施例中,有机硅烷包括六甲基二硅胺烷(也称六甲基二硅氮烷,简称HMDS)即 $(\text{CH}_3)_3\text{Si}-\text{NH}-\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ 、甲基三乙氧基硅烷(简称MTES)、二甲基二乙氧基硅烷(简称DDS)、三甲基氯硅烷(简称TMCS)、二甲基二氯硅烷、 γ -缩水甘油醚氧丙基三甲氧基硅烷(简称KH-560)中的至少一种。示例性的,有机硅烷可以为HMDS,可以为MTES,可以为DDS,可以为TMCS,可以为二甲基二氯硅烷,可以为KH-560,也可以为上述有机硅烷中的任意两种或两种以上的任意比例组成的混合物。此外,在其他实施例中,有机硅烷并不限于上述列举的几种,在满足疏水涂层的疏水性能或满足降低腐蚀介质的渗透、减缓结霜等需求的情况下,有机硅烷还可以采用其他的类型,例如一甲基三氯硅烷等其他类似的氯硅烷,在此不再一一详细描述。

[0193] 采用HMDS、MTES、DDS、TMCS等类型的有机硅烷,更有助于改善二氧化硅的疏水性,制备得到疏水性能较佳的疏水性二氧化硅溶胶。

[0194] 在满足疏水涂料的疏水性能或满足降低腐蚀介质的渗透、减缓结霜等需求的情况下,溶剂、亲水性二氧化硅的具体类型是可以多种多样的。具体地,在一些实施例中,溶剂包括醇类溶剂。进一步,醇类溶剂包括碳原子数1~10的醇类溶剂,优选为碳原子数1~8的醇类溶剂,更优选为碳原子数1~4的醇类溶剂。进一步,在一些实施例中,溶剂为甲醇、乙醇、异丙醇中的任意一种或任意两种及以上的任意比例组成的混合物。采用甲醇、乙醇、异丙醇等类型的醇类溶剂,有助于有机硅烷和/或硅氧烷对亲水性二氧化硅的改性,且来源广泛,容易获得,成本较低。在一些实施例中,亲水性二氧化硅包括气相二氧化硅颗粒或分散性二氧化硅溶胶中的至少一种。

[0195] 通过该制备方法得到的疏水二氧化硅溶胶形成的疏水涂层,兼具了疏水表面的延缓结霜特性,具有较佳的疏水性能,可促进改善涂层在受限空间内的冷凝水排放。

[0196] 示例性的,上述疏水涂料的制备中涉及的反应方程式如下所示:



[0198] 在本申请中,用于形成疏水涂层的复合材料,可以通过步骤S314制备得到的包括低表面能硅烷类材料和溶剂的复合材料,或者通过步骤S315制备得到的包括低表面能硅烷类材料、溶剂和填料的复合材料,或者通过步骤S316制备得到的疏水性二氧化硅溶胶。

[0199] 前文所述的涂层2可以直接覆设在第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的至少部分表面。

[0200] 在一些实施方式中,在步骤S2(即连接第一基体11和所述第二基体12)之前,或者,在步骤S3(即在第一基体11和第二基体12中的至少一个的外表面上覆设涂层)之前,还包括

以下步骤:

[0201] S41、对第一基体11和第二基体12中的至少一个进行超声清洗处理;

[0202] S42、对经过超声清洗处理后的第一基体11和第二基体12中的至少一个进行干燥。

[0203] 步骤S41可以对残余在第一基体11和第二基体12中的至少一个的外表面的磨料进行清洁,减少第一基体11和第二基体12外表面磨料的残余。

[0204] 下面以前文所述的微通道换热器为例对步骤S41和S42进行说明。在一些实施方式中,在步骤S2(即连接第一基体11、所述第二基体12和所述第三基体13)之前,或者,在步骤S3(即在第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面上覆设涂层)之前,还包括以下步骤:

[0205] S41、对第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个进行超声清洗处理;

[0206] S42、对经过超声清洗处理后的第一基体11、第二基体12和第三基体13的至少一个进行干燥。

[0207] 步骤S41可以对残余在第一基体11、第二基体12和第三基体13中的至少一个的外表面的磨料进行清洁,以防残余在第一基体11、第二基体12或第三基体13外表面的磨料对换热器的换热效率以及后续涂层的涂覆造成影响。

[0208] 为便于理解本发明,本申请进行了多组实验验证。为了便于性能检测,对用于形成换热管的第一基材进行喷砂处理,并在经过喷砂处理后的第一基材的外表面覆设疏水涂层。

[0209] 实施例1

[0210] 步骤1喷砂处理

[0211] 获取第一基材,第一基材的宽度和厚度与换热管均相同,并且第一基材的内部结构与换热管相同。第一基材的外表面较为光滑。

[0212] 用密封胶对第一基材的开口进行密封,防止喷砂过程中磨料进入内腔,然后将密封好的第一基材放入喷砂机内进行喷砂处理,得到第一基体(喷砂换热管)。其中,磨料的粒径为120目,压缩空气的压力为0.45MPa,喷砂角度为45°,也即喷射方向与第一基材的外表面的夹角为45°,喷砂时喷枪与第一基材之间的距离为50mm。

[0213] 将对第一基材进行喷砂处理后用无水乙醇喷洗,去除表面残存的磨料,然后自然晾干或40℃烘干。

[0214] 步骤2涂覆涂层

[0215] 步骤2.1制备复合材料

[0216] 将99份乙醇和1份十七氟癸基三甲氧基硅烷超声混合15min,机械搅拌2h后得到复合材料。

[0217] 步骤2.2形成涂层

[0218] 将步骤2得到的表面未覆设有涂层的第一基体浸没在本实施例步骤2.1制得的复合材料中,即用浸涂的方式在第一基体表面涂覆复合材料,浸涂完毕后在120℃烘箱中固化20min,得到具有疏水涂层的换热器。

[0219] 实施例2

[0220] 实施例2与实施例1的区别在于步骤2.1,实施例2的其他部分与实施例1相同。

[0221] 在本实施例中,步骤2.1包括:按质量份计,将98份乙醇、1份十七氟癸基三甲氧基

硅烷以及1份疏水气相二氧化硅,超声混合15min,机械搅拌2h后得到复合材料。

[0222] 实施例3

[0223] 实施例3与实施例1的区别在于步骤2.1,实施例3的其他部分与实施例1相同。

[0224] 在本实施例中,步骤2.1包括:按质量份计,将99份乙醇和1份十七氟癸基三甲氧基硅烷,超声混合15min,机械搅拌2h后得到复合材料。

[0225] 实施例4

[0226] 实施例4与实施例1的区别在于步骤2.1,实施例4的其他部分与实施例1相同。

[0227] 在本实施例中,步骤2.1包括:将98份乙醇、1份十七氟癸基三乙氧基硅烷以及1份疏水气相二氧化硅,超声混合15min,机械搅拌2h后得到复合材料。

[0228] 实施例5

[0229] 实施例5与实施例1的区别在于步骤2.1,实施例5的其他部分与实施例1相同。

[0230] 在本实施例中,步骤2.1包括:按质量份计,将98份乙醇、1份十六烷基三甲氧基硅烷以及1份疏水气相二氧化硅,超声混合15min,机械搅拌2h后得到复合材料。

[0231] 对比例1

[0232] 在换热器的实际生产过程中,为了实现换热管、翅片和集流管的组装,翅片和集流管的外表面均覆设有焊料,为了使焊料熔化,需要对换热管、翅片和集流管进行加热。为了模拟换热器的实际生产过程,以检验过炉加热的过程是否会对喷砂表面的粗糙度造成影响,以本对比例的方法制备样品。

[0233] 本对比例与实施例1的区别在于在步骤1之后、步骤2之前对第一基体进行过炉加热。具体地,在本实施例中,在步骤1之后、步骤2之前还包括以下步骤:对第一基体进行加热,加热温度 $580^{\circ}\text{C} \sim 620^{\circ}\text{C}$,加热时间 $40 \sim 60\text{min}$ 。

[0234] 对比例2

[0235] 为了检验喷砂处理和过炉加热步骤的顺序是否会对喷砂处理表面的粗糙度造成影响,本对比例将对比例1中加热的步骤放在步骤1(即喷砂处理)之前。

[0236] 本对比例与对比例1的区别在于,先对第一基材先进行加热,然后再对经过加热处理的第一基材进行喷砂处理,本对比例的其余部分与对比例1相同。

[0237] 对比例3

[0238] 对比例1与实施例2的区别在于没有经过步骤1(即喷砂处理),对比例3的其余部分与实施例2相同。

[0239] 性能测试

[0240] 1.粗糙度测试

[0241] 图16为实施例1中经过喷砂处理的第一基材表面的扫描电镜图。从图16可以看到,喷砂处理在第一基材使外表面成为粗糙面。

[0242] 分别对未经喷砂处理的第一基材,实施例1中仅经过喷砂处理的第一基材,对比例1中经过喷砂处理和过炉加热的第一基材,以及对比例2中经过过炉加热和喷砂处理的第一基材的表面粗糙度进行检测。

[0243] 未经过喷砂处理的第一基材的表面粗糙度为0.2047。实施例1中仅经过喷砂处理的第一基材的表面粗糙度为2.7600。对比例1中依次经过喷砂处理和过炉加热后的第一基材的表面粗糙度为2.8368。对比例2中依次经过过炉加热和喷砂处理后的第一基材的表面

粗糙度为2.8369。

[0244] 由此可见,过炉加热无论是在喷砂处理之前进行,还是在喷砂之后进行都不会对经过喷砂处理的第一基材的表面粗糙度有太大的影响。

[0245] 2.疏水性能测试(接触角测试)

[0246] 所用测试仪器为接触角测量仪,其采用光学成像原理,采用图像轮廓分析方式测量样品接触角。接触角是指在一固体水平平面上滴一滴液滴,固体表面上的固-液-气三相交界点处,其气-液界面和固-液界面两切线把液相夹在其中时所成的角。

[0247] 测试时,打开接触角测量仪和与之相连的电脑,打开测试软件。

[0248] 把试样放在水平工作台上,利用微量进样器调整液滴的量,体积一般为1 μ L左右,液滴在针头形成液滴,旋转旋钮使工作台上移,让试样表面与液滴接触,再下移工作台,试样上即可留下液滴。

[0249] 通过测试软件进行测试和数据分析,得到这一区域的接触角。每一实施例和对比例的试样取5个不同的点进行测试后取平均值,记为该实施例和对比例试样的接触角。测试结果如表1所示。

[0250] 表1实施例1~5和对比例3的疏水性能测试结果

[0251]	项目	静态接触角	处理过程环保度
	实施例1	>150°	处理过程无异味
	实施例2	>150°	处理过程无异味
	实施例3	>150°	处理过程无异味
	实施例4	>150°	处理过程无异味
	实施例5	>150°	处理过程无异味
	对比例3	>150°	处理过程无异味

[0252] 3.耐久性测试

[0253] 3.1流水测试

[0254] 本部分测试以实施例2和对比例3为例进行流水测试,具体的,将实施例2和对比例3的试样浸没于流水中,每隔一定时间取出吹干,测试试样表面接触角和涂层状态。测试结果分别如表2所示。

[0255] 表2实施例2和对比例3的流水测试结果

[0256]	耐流水冲击测试	0h	96h	168h	240h	336h
	项目					
	实施例2(喷砂)	>150°	>150°	>150°	>150°	>150°
	对比例3(未喷砂)	>150°	120.38°	102.08°	89°	\

[0257] 由表2的数据可以看出,实施例2的试样在经过336h的流水测试后,其表面的接触角仍然大于150°,表现为较好的疏水性。而对比例3的试样在240h的流水测试后,涂层表面的接触角在89°左右,已经失去了疏水性。说明本申请提供的经过喷砂处理后的试样,相比未喷砂处理后的试样,其对涂层的耐久性更为优异。

[0258] 3.2干湿循环测试

[0259] 本部分测试以实施例2和对比例3为例进行干湿循环测试,具体的,将实施例2和对比例3的试样浸没于水中,隔预设时间后取出干燥,测试接触角,记为一个循环,然后再一次浸没于水中,隔预设时间后干燥,再测量接触角等等,测试过程记录部分循环次数后的试样对应的涂层的接触角。测试结果分别如表3所示。

[0260] 表3实施例2和对比例3的干湿循环测试结果

[0261]	项目	干湿循环次数/次	
		0	300
[0262]	实施例 2 (喷砂)	>150°	118.49°
	对比例 3 (未喷砂)	>150°	36.17°

[0263] 由表3的数据可以看出,实施例2的试样在经过300h的干湿循环测试后,其表面的接触角为118°左右,说明疏水性能有一定的下降,但是仍然表现为相对较好的疏水性。而对比例3的试样在300h的流水测试后,涂层表面的接触角在36°左右,已经失去了疏水性。说明本申请提供的经过喷砂处理后的试样,相比未喷砂处理后的试样,其对涂层的耐久性更为优异。

[0264] 3.3冷热交变测试

[0265] 本部分测试以实施例2和对比例3为例进行冷热交变测试,具体的,将实施例2和对比例3的试样置于冷热交变箱中,温度变化范围为-40~120℃记为一个循环,隔一定循环次数后取出吹干测试试样对应的涂层接触角。测试结果如表4所示。

[0266] 表4实施例2和对比例3的冷热交变测试结果

[0267]	项目	冷热交变循环次数/次			
		0	120	240	360
	实施例 2 (喷砂)	>150°	>150°	>150°	>150°
	对比例 3 (未喷砂)	>150°	>150°	>150°	>150°

[0268] 由表4的数据可以看出,实施例2和对比例3的试样在经过360h的冷热交变循环测试后,两个试样表面的接触角仍然大于150°,在该项测试中,涂层喷砂与不喷砂的区分不是很明显,从而本申请的涂层在基于冷热交变循环测试环节,耐久性均相对优异。

[0269] 尽管已经示出和描述了本申请的实施例,本领域的普通技术人员可以理解:在不脱离本申请的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本申请的范围由权利要求及其等同物限定。

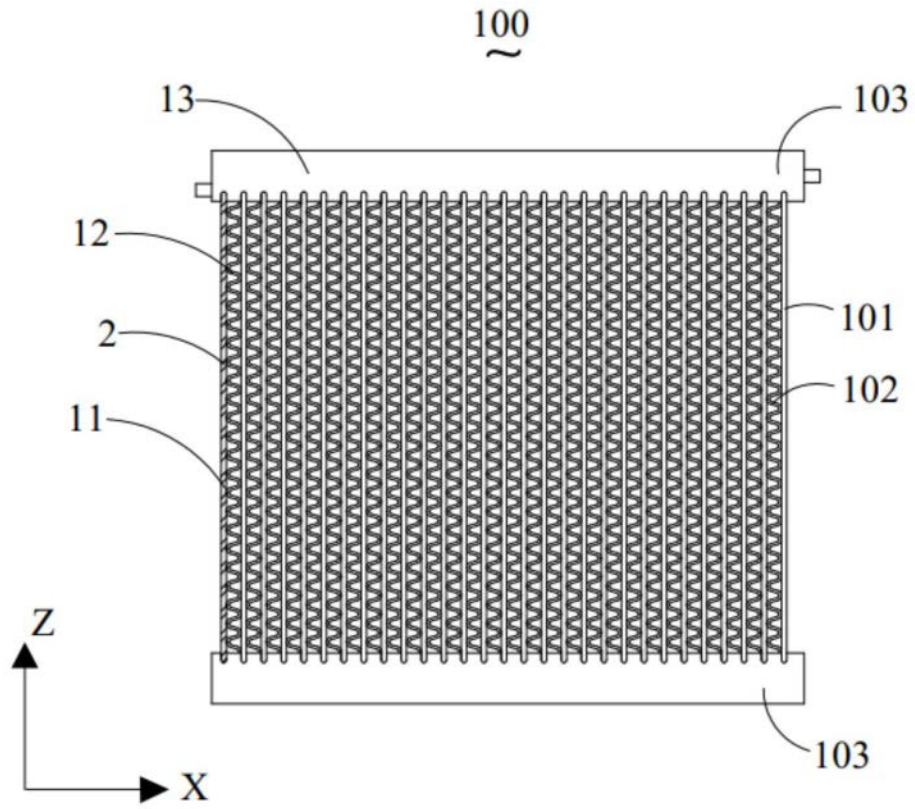


图1

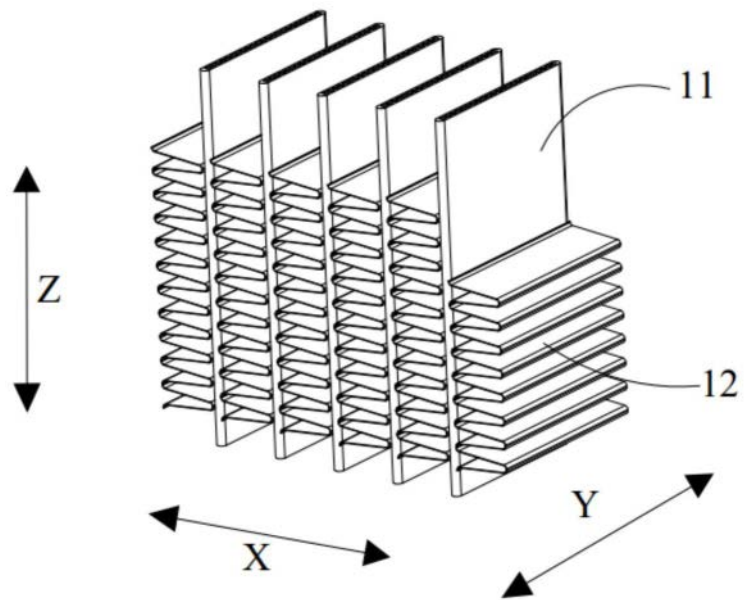


图2

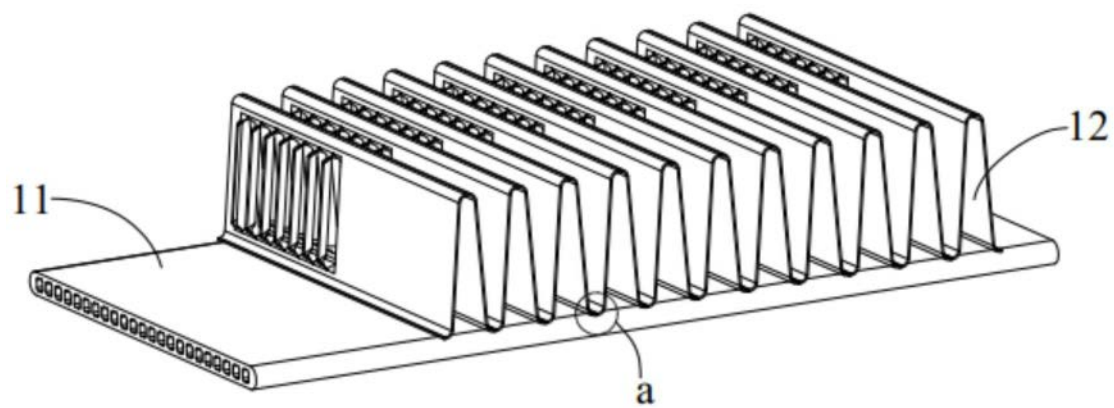


图3

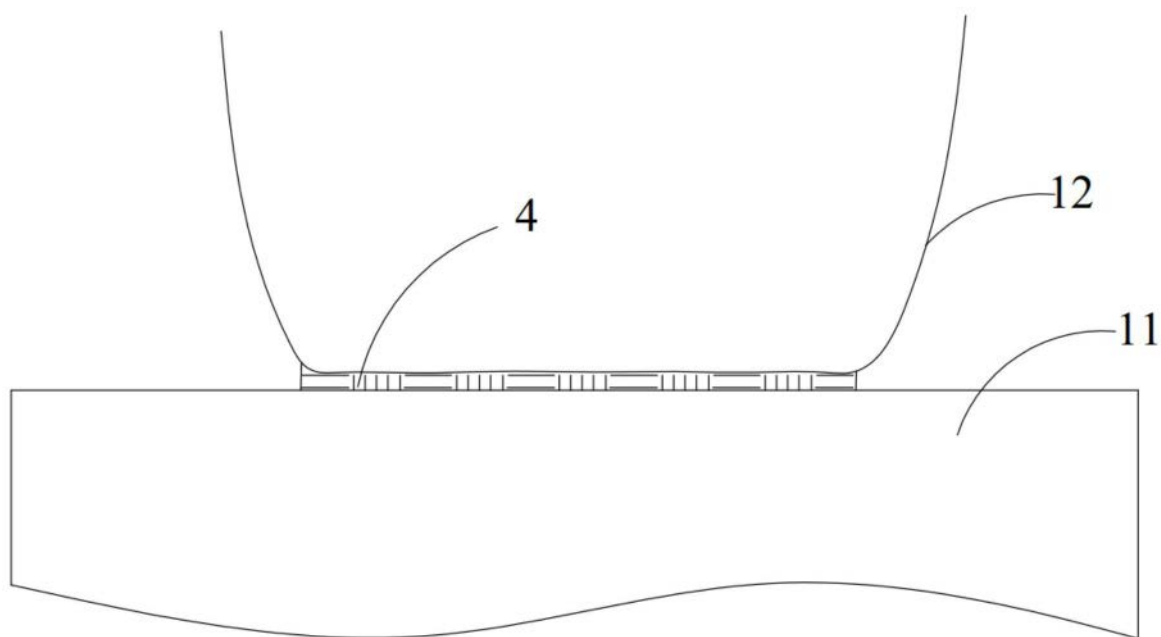


图4

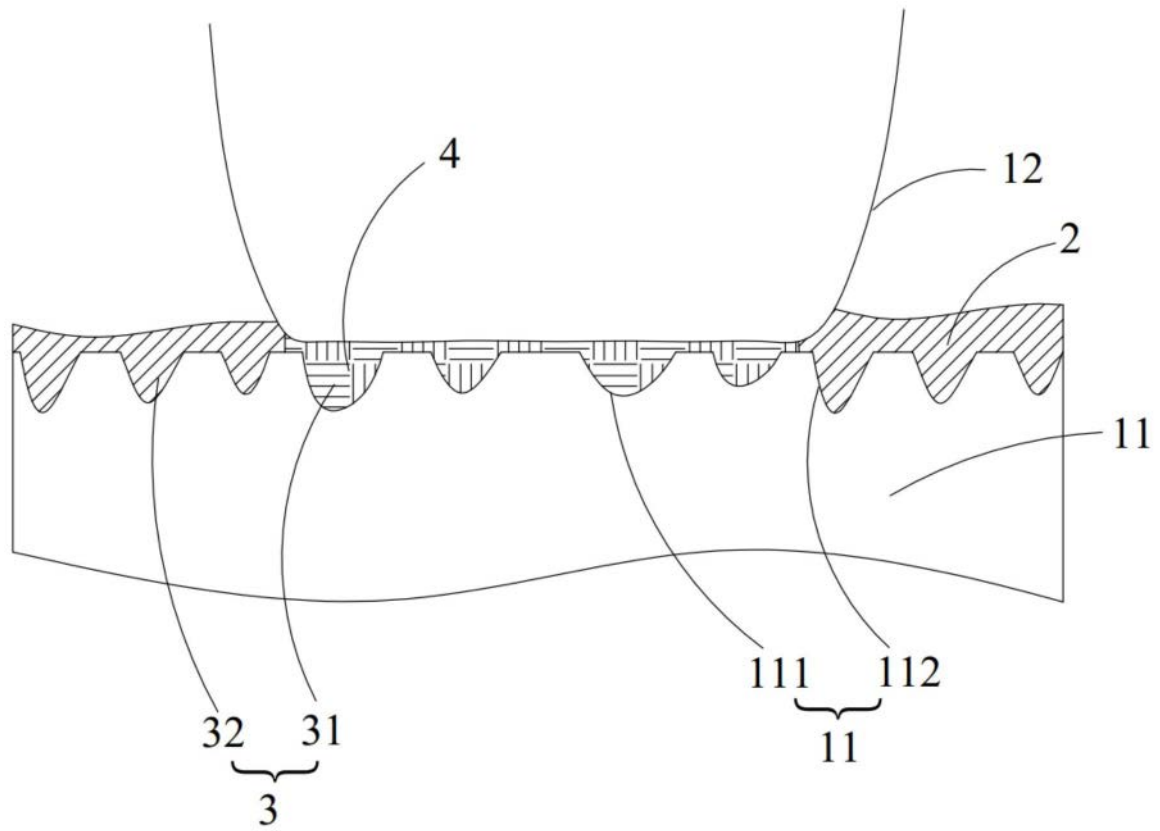


图5

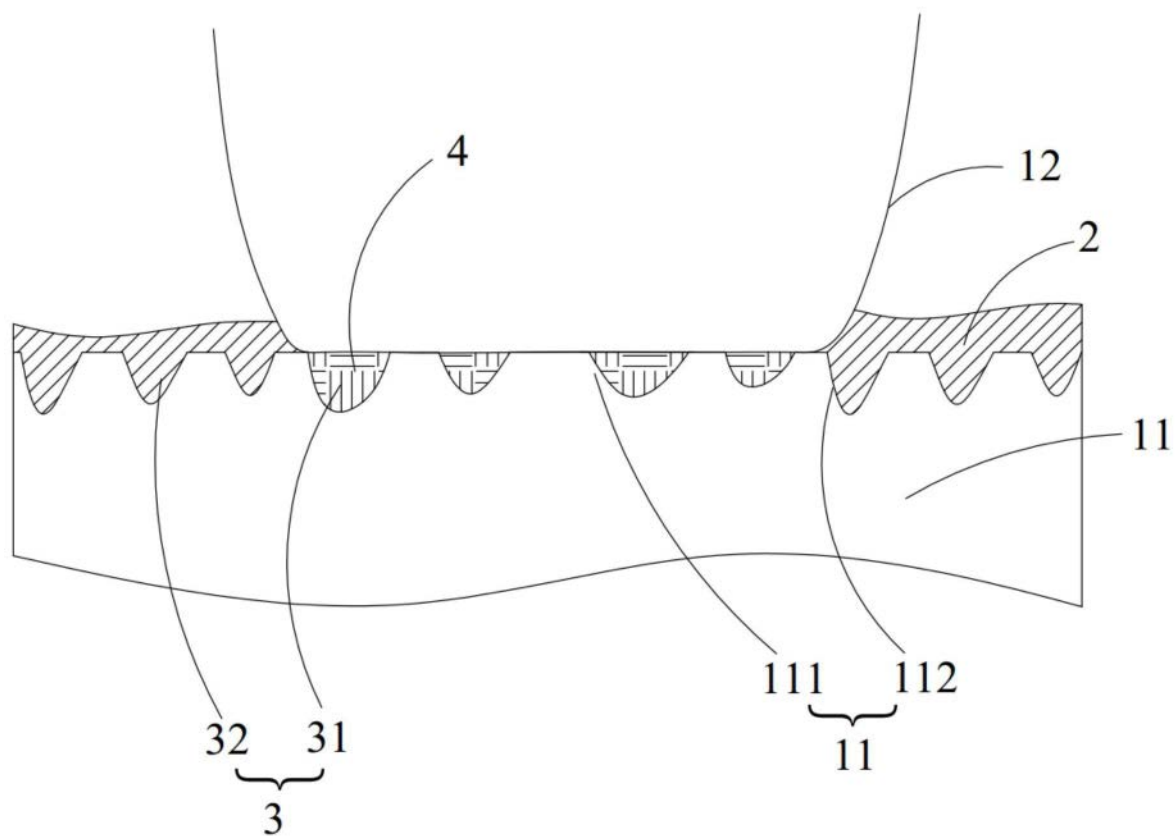


图6

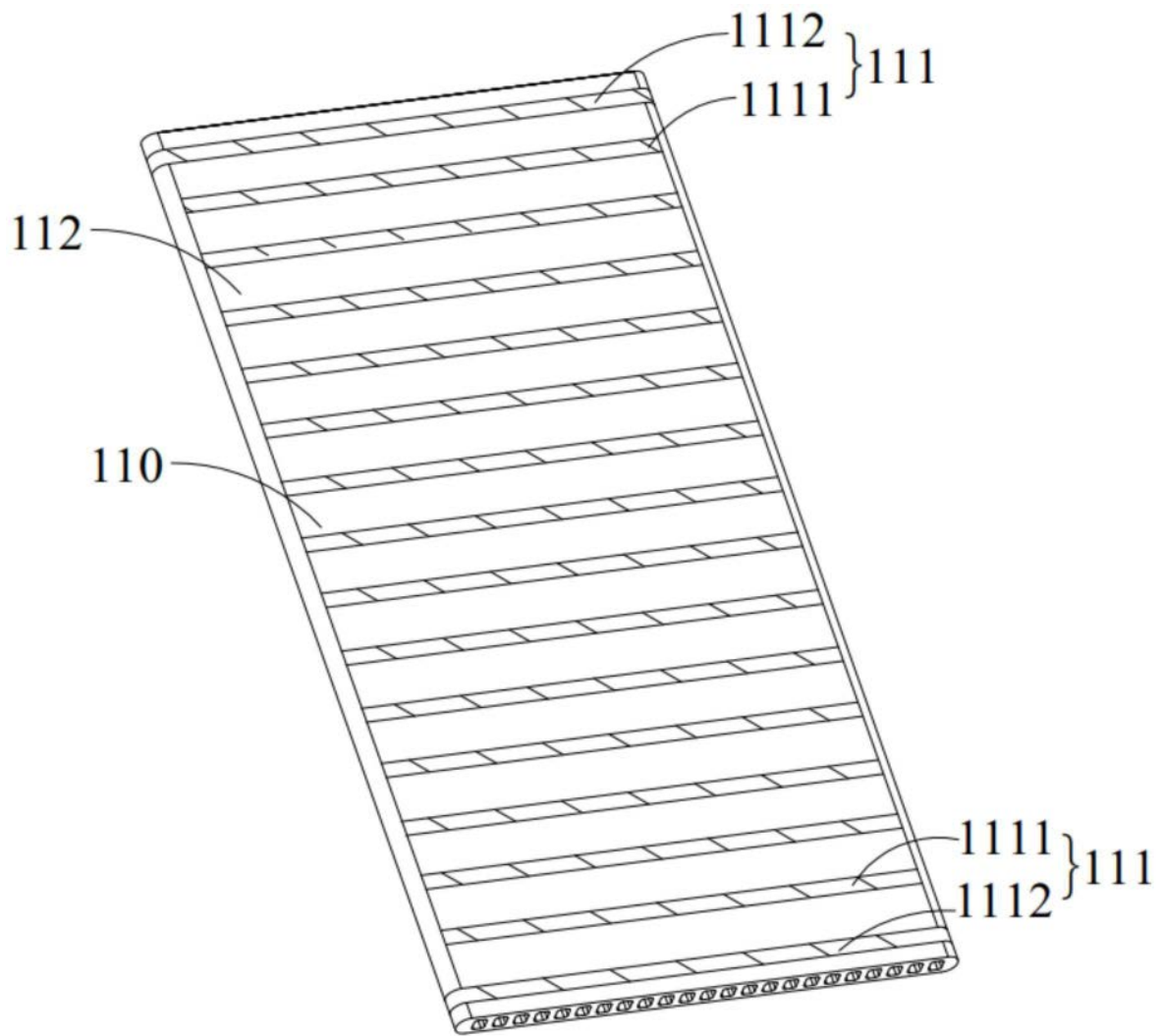


图7

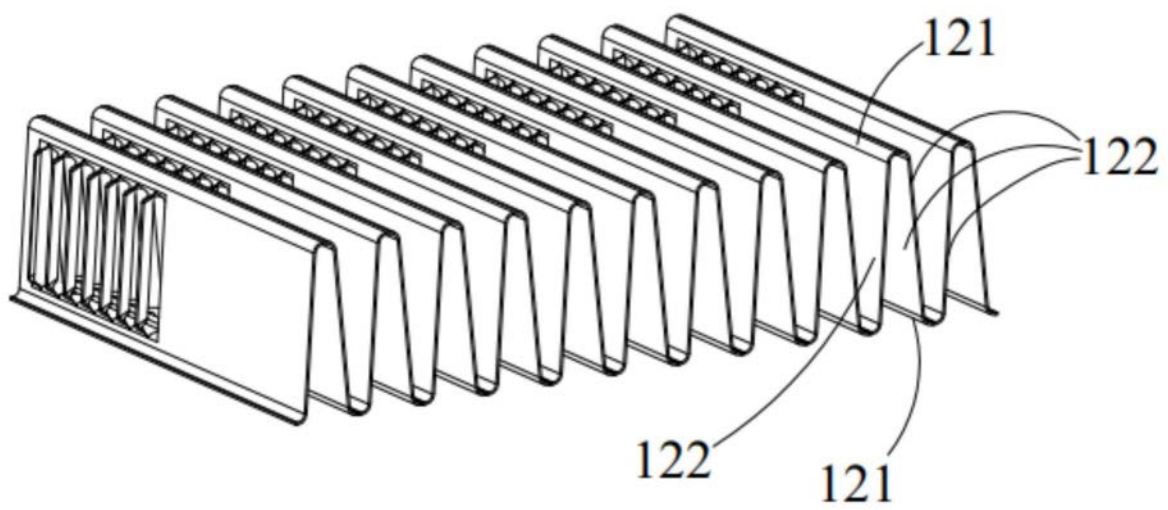


图8

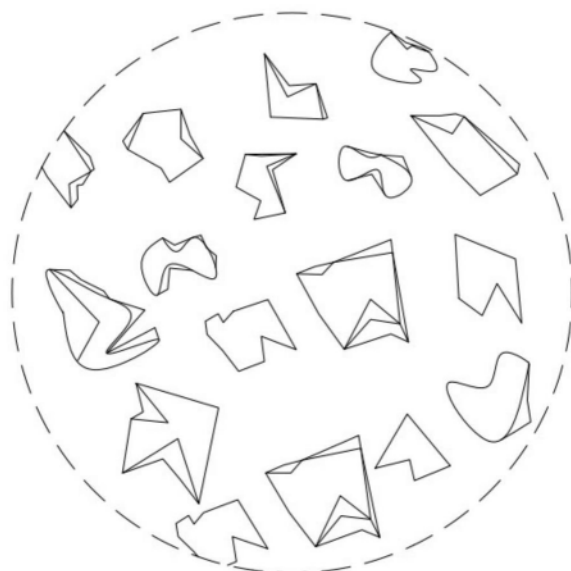


图9

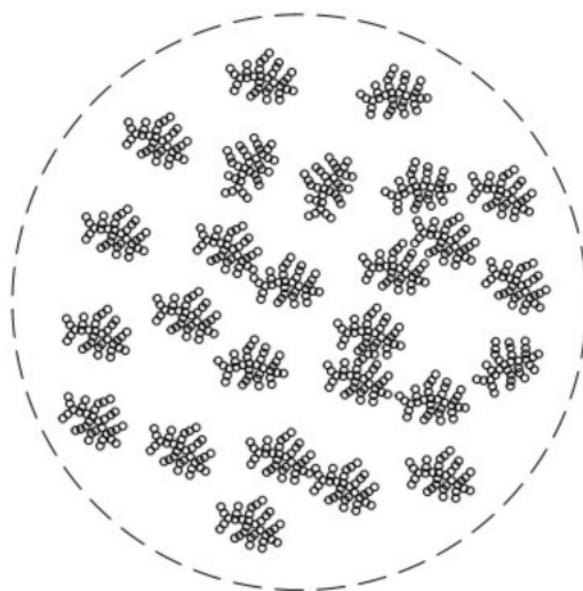


图10

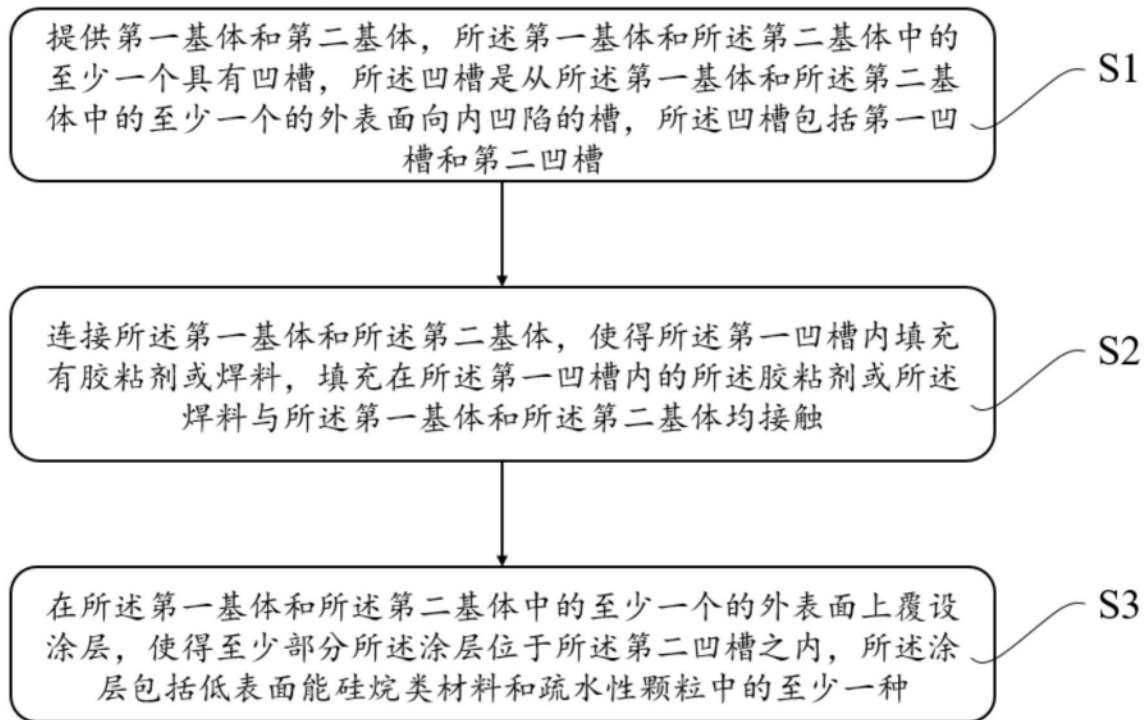


图11

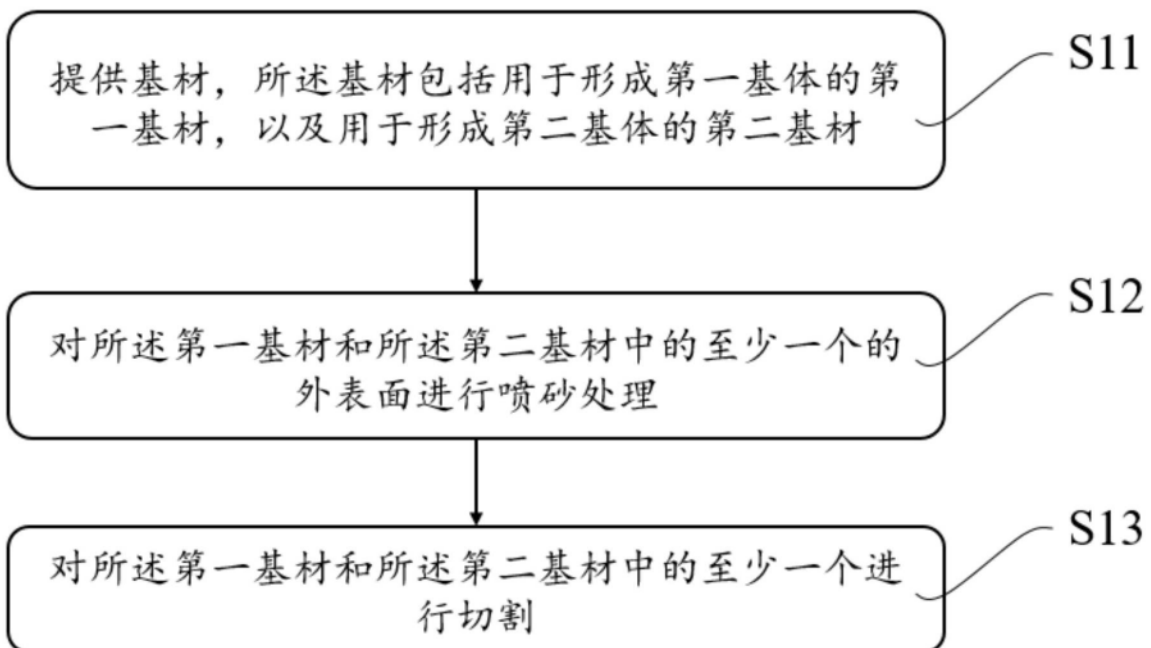


图12

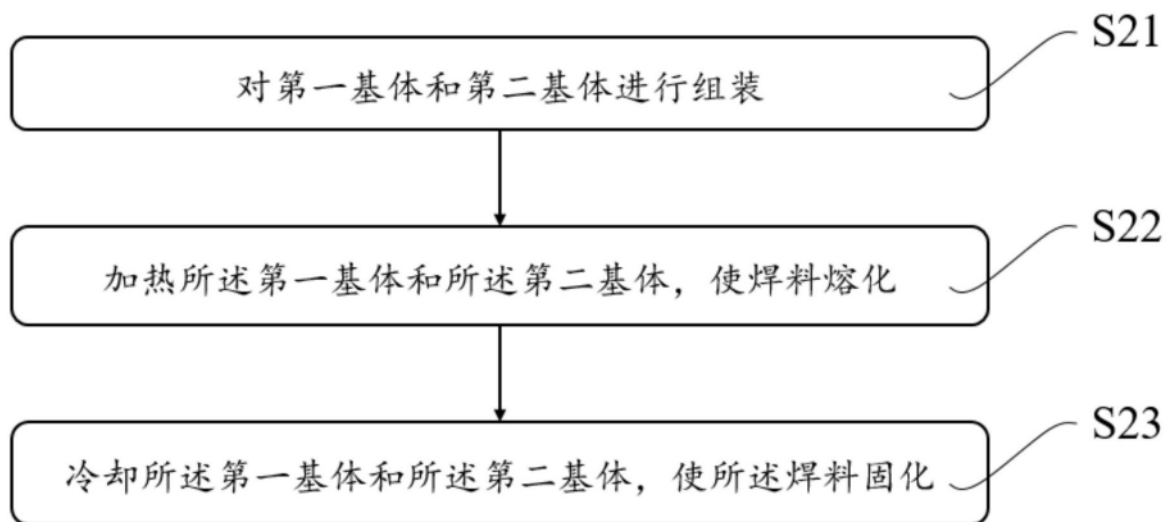


图13

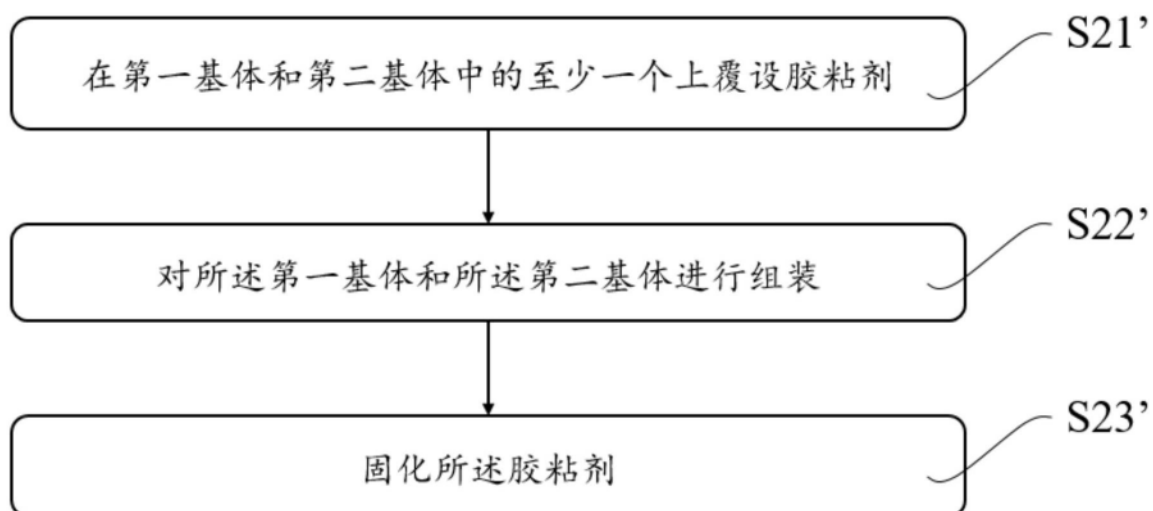


图14

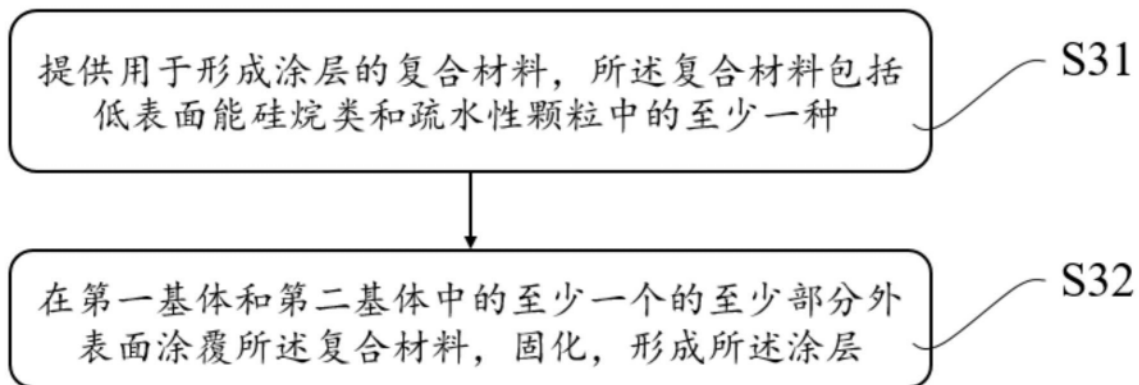


图15

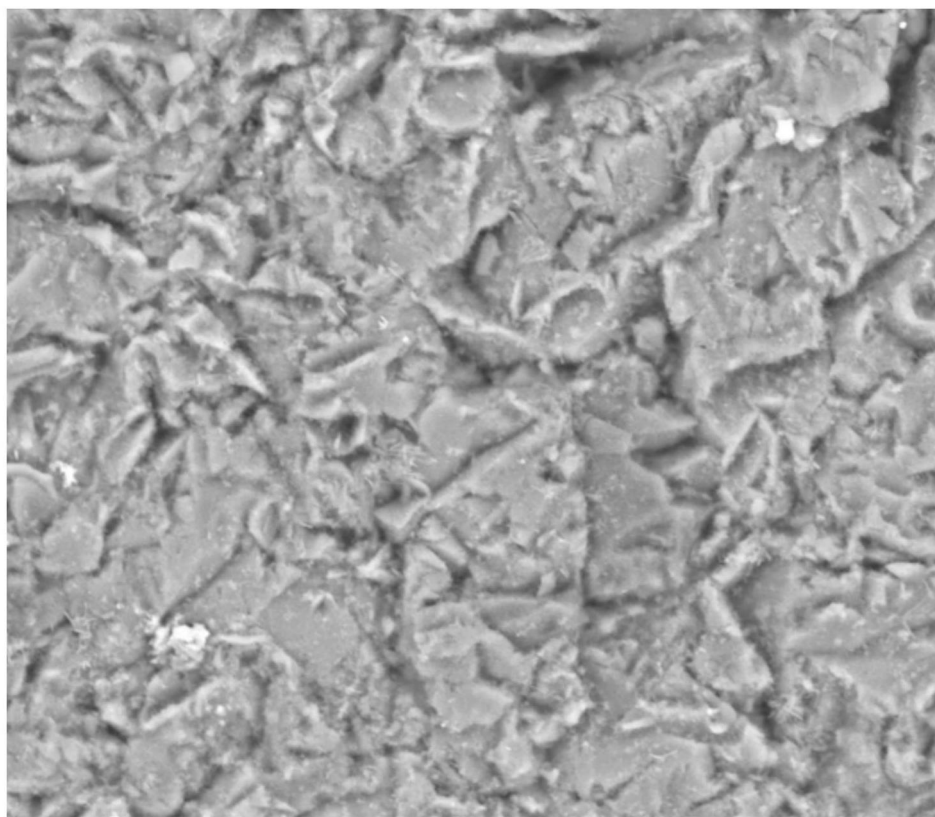


图16