



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210070686 U

(45)授权公告日 2020.02.14

(21)申请号 201920436652.8

(22)申请日 2019.04.02

(73)专利权人 大连理工大学

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工
路2号

(72)发明人 胡成志 唐大伟 白敏丽 冯博洋
高栋栋

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心

21200

代理人 隋秀文 温福雪

(51)Int.Cl.

F28D 15/02(2006.01)

F28F 13/18(2006.01)

F28F 21/08(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

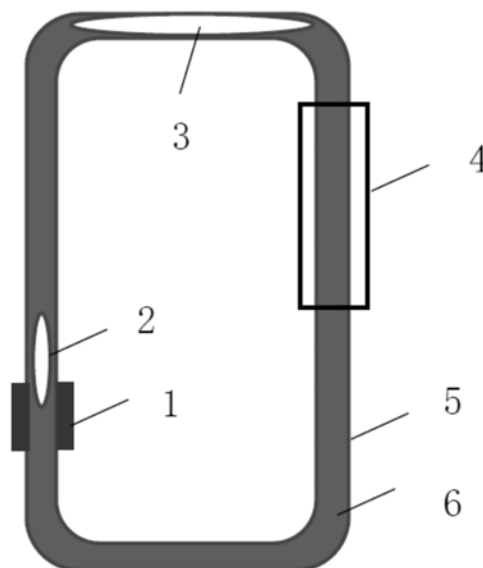
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54)实用新型名称

一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管

(57)摘要

本实用新型属于节能技术领域,涉及一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,该虹吸管可用于复杂工况下高温部件冷却。所述的基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,除加热区和冷却区外,其余管路为多尺度协同疏水表面传热管路;所述的加热区在基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管上的高度低于冷却区在基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管上的高度。本实用新型可提高换热系数20%以上,可实现流动阻力的大幅下降,小功率稳定运行效果得到改善。



1. 一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,其特征在于,所述的基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,除加热区和冷却区外,其余管路为多尺度协同疏水表面传热管路;所述的加热区在基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管上的高度低于冷却区在基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管上的高度;

所述的加热区外部设有加热装置,用于对液体传热工质进行加热;

所述的冷却区外部套有冷却水套,用于对液体传热工质进行冷却;

所述的多尺度协同疏水表面传热管路内表面制作包含微米结构和纳米结构的疏水表面。

2. 根据权利要求1所述的一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,其特征在于,所述的多尺度协同疏水表面传热管路内表面的疏水表面采用化学腐蚀方法,利用化学置换反应得到。

3. 根据权利要求1或2所述的一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,其特征在于,所述的疏水表面,其接触角大于 150° ,滚动角小于 5° 。

4. 根据权利要求1或2所述的一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,其特征在于,所述的基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管的管路材质为铜。

5. 根据权利要求3所述的一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,其特征在于,所述的基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管的管路材质为铜。

一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管

技术领域

[0001] 本实用新型属于节能技术领域,涉及一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,该虹吸管可用于复杂工况下高温部件冷却(如大功率芯片、LED、太阳能集热器等)。

背景技术

[0002] 对于高充液率(60%-90%之间)的两相环路热虹吸管,加热面附近的换热方式为流动沸腾(液相对流+液相蒸发沸腾),因此相对低充液率热虹吸管(池沸腾相变换热),换热系数高的多,并可实现高热流密度传热(大于 $10\text{W}/\text{cm}^2$),适用于小加热面积、高热流密度工况传热,是解决小空间大热流散热问题的有效途径。

[0003] 高充液率两相环路热虹吸管利用液相蒸发产生的气泡,推动管内流体产生环流,实现自驱动,因此气泡迁移速度决定了管内环流速度,环流速度越大,该传热系统的换热系数越高,温度波动幅度、加热区与冷却区温差以及整个环路的温度梯度均会得以改善,传热系统工作更加可靠。

[0004] 气泡迁移速度受到重力和壁面流动阻力的影响,因此高充液率两相环路热虹吸管需一定启动功率才可实现环流稳定运行,小功率稳定运行效果较差。尽可能降低气泡迁移的阻力,提高环流速度是实现此传热系统小功率运行的有效途径。

[0005] 因此,如何降低气泡迁移的阻力,提高环流速度是改善高充液率两相环路热虹吸管传热性能的重中之重。

实用新型内容

[0006] 为解决上述为问题,本实用新型提供一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,利用多尺度(微米结构+纳米结构)协同原理形成疏水表面,降低壁面摩擦系数,进而降低高充液率两相环路热虹吸管中气泡迁移阻力,实现环流速度的提高,增强高充液率两相环路热虹吸管换热性能。

[0007] 本实用新型的技术方案:

[0008] 一种基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,所述的基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管,除加热区和冷却区外,其余管路为多尺度协同疏水表面传热管路;所述的加热区在基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管上的高度低于冷却区在基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管上的高度;

[0009] 所述的加热区外部设有加热装置,用于对液体传热工质进行加热;

[0010] 所述的冷却区外部套有冷却水套,用于对液体传热工质进行冷却;

[0011] 所述的多尺度协同疏水表面传热管路内表面制作包含微米结构和纳米结构的疏水表面。

[0012] 所述的多尺度协同疏水表面传热管路内表面的疏水表面采用化学腐蚀方法,利用化学置换反应得到。

[0013] 所述的疏水表面,其接触角大于 150° ,滚动角小于 5° 。

[0014] 所述的基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管的管路材质为铜。

[0015] 通过实验研究发现,本实用新型的基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管可提高换热系数20%以上,可实现流动阻力的大幅下降(约15%-40%),小功率稳定运行效果得到改善,系统持续运行4天以上,没有出现性能明显变化的情况。

[0016] 本实用新型的有益效果:

[0017] 1、通过制作多尺度协同疏水表面降低壁面流动摩擦系数,降低汽泡迁移阻力,提高管路环流速度,增大高充液率环路热虹吸管传热能力,改善对加热区温度的控制效果;

[0018] 2、利用多尺度协同疏水表面,降低了高充液率环路热虹吸管稳定运行的功率要求,拓宽了其功率适用范围。

附图说明

[0019] 图1是本实用新型的多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管原理图。

[0020] 图中:1加热区;2汽泡;3气相区;4冷却区;5多尺度协同疏水表面传热管路;6液体传热工质。

[0021] 图2是使用化学置换反应在铜管路表面形成的多尺度疏水表面电镜图。

具体实施方式

[0022] 以下结合附图和技术方案,进一步说明本实用新型的具体实施方式。

[0023] 如图1所示,对于高充液率环路热虹吸管,在未加热前、管路未充满时,在管路顶端存在一定的气相区3,当在加热区1给予加热后,加热区1附近的液体传热工质6发生相变产生汽泡2,在密度差作用下,汽泡2向上运动,对顶端的气相区3的气体产生挤压作用,同时汽泡2向上迁移过程中会推动液体传热工质6运动,在管路内产生环流速度,这样加热区1存在液相对流和液相蒸发沸腾两种传热方式。由于液体传热工质6不易被压缩,因此当汽泡2产生后,相应的气相区3受到压缩,体积降低。汽泡2迁移到冷却区4以后发生湮灭现象,因此冷却区4也存在对流和汽-液相变两种传热方式。汽泡2的迁移速度受加热功率、重力、壁面流动阻力的影响,其中汽泡2的迁移速度与壁面流动阻力或摩擦系数成反比。

[0024] 采用化学腐蚀方法,利用化学置换反应在管路内(除了加热区1和冷却区4)制作出包含微米结构和纳米结构的疏水表面,形成多尺度协同疏水表面传热管路5(如图2所示,是 AgNO_3 溶液腐蚀铜管表面后获得的微米+纳米复合疏水结构),疏水表面的接触角达 150° 以上,滚动角小于 5° ,可实现流动阻力的大幅下降(约15%-40%)。然后将制作好的多尺度协同疏水表面传热管路5与图1中的加热区1对应的加热装置和冷却区4对应的冷却水套装配好,即形成多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管。在工作过程中,由于管路壁面变成了摩擦系数较低的疏水表面,图1中的汽泡2迁移阻力下降,迁移速度增大,管路环流速度增大,换热性能提高。

[0025] 通过实验研究发现,本实用新型的基于多尺度协同疏水表面高充液率环路热虹吸管可提高换热系数20%以上,系统启动功率下降30%左右,系统持续运行4天以上,没有出现性能明显变化的情况。

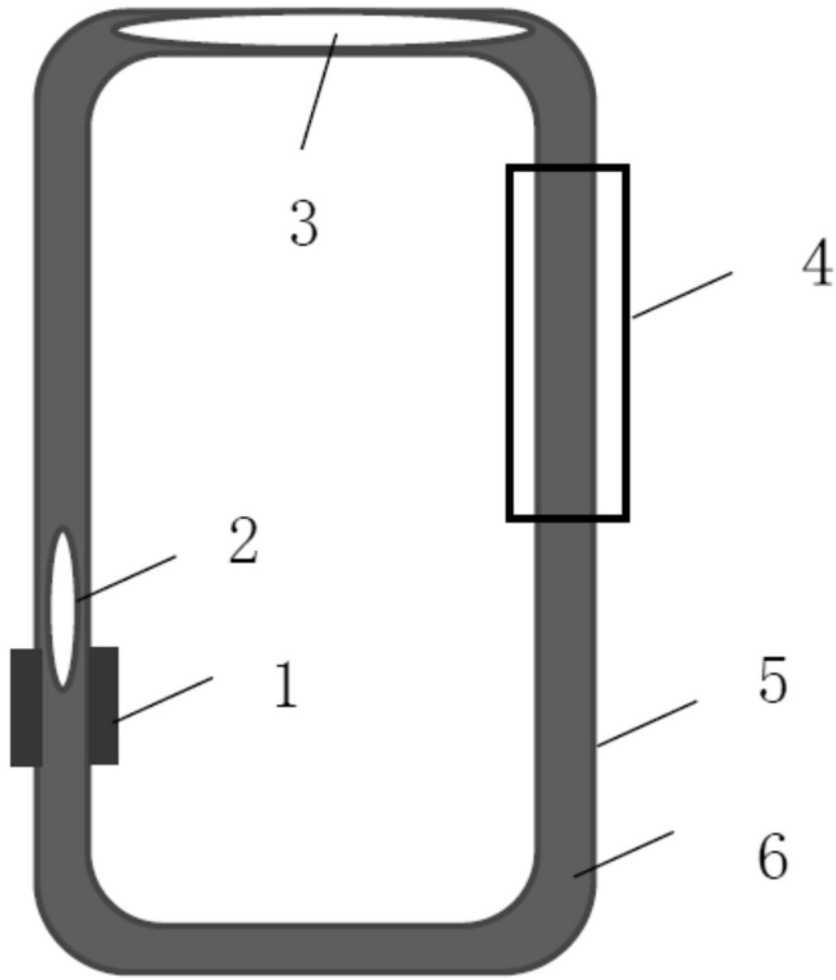


图1

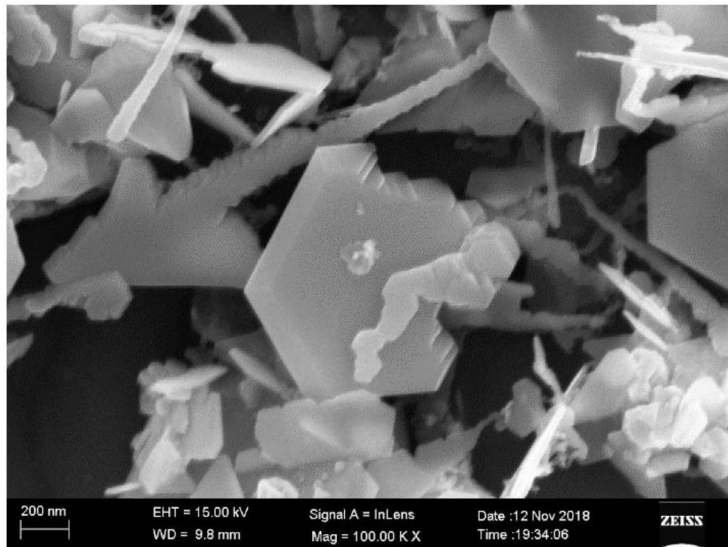


图2