



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103826422 A

(43) 申请公布日 2014. 05. 28

(21) 申请号 201410049892. 4

(22) 申请日 2014. 02. 13

(71) 申请人 中国科学院工程热物理研究所
地址 100190 北京市海淀区北四环西路 11 号

(72) 发明人 姜玉雁 王涛 唐大伟

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 曹玲柱

(51) Int. Cl.

H05K 7/20 (2006. 01)

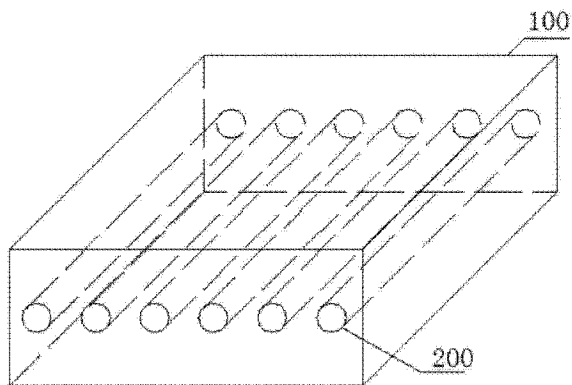
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

微通道冷却装置

(57) 摘要

本发明提供了微通道冷却装置。该微通道冷却装置包括：冷却装置本体，由形状记忆合金材料制备而成，发热器件贴合于该冷却装置本体的外表面；以及若干条的微通道，形成于冷却装置本体内，该若干条微通道中每一条微通道的一端连接冷却工质的入口，另一端连接冷却工质的出口；其中，冷却装置本体的形状记忆合金材料经过训练，处于预设温度以上时微通道的水力直径大于处于预设温度以下时微通道的水力直径。在较高的热流密度条件下，本发明微通道冷却装置中经过训练的镍钛形状记忆合金内微通道的水力直径扩大 1% - 20%，增加微通道内工质的质量流速，从而提高临界热流密度的数值。



1. 一种微通道冷却装置,其特征在于,包括:

冷却装置本体,由形状记忆合金材料制备而成,发热器件贴合于该冷却装置本体的外表面;以及

若干条的微通道,形成于所述冷却装置本体内,该若干条微通道的一端连接冷却工质的入口,另一端连接冷却工质的出口;

其中,所述冷却装置本体的形状记忆合金材料经过训练,处于预设温度以上时所述微通道的水力直径大于处于预设温度以下时所述微通道的水力直径。

2. 根据权利要求1所述的微通道冷却装置,其特征在于,与处于预设温度以下时所述微通道横截面的尺寸和/或形状相比,处于预设温度以上时所述微通道横截面的尺寸和/或形状发生变化,以实现水力直径的增加。

3. 根据权利要求2所述的微通道冷却装置,其特征在于,所述微通道的横截面形状为圆形;

处于预设温度以上时所述微通道圆形横截面的直径较处于预设温度以下时所述微通道圆形横截面的直径增加1%~20%。

4. 根据权利要求2所述的微通道冷却装置,其特征在于,所述微通道的横截面形状为三角形、四边形、五边形、六边形或棱形;

与处于预设温度以下时所述微通道横截面的形状相比,处于预设温度以上时所述微通道横截面形状发生变化,以实现水力直径的增加。

5. 根据权利要求4所述的微通道冷却装置,其特征在于,所述微通道的横截面形状为四边形;

处于预设温度以下时,该四边形的各条边朝向内侧收缩;处于预设温度以上时,该四边形的各条边呈直线或朝向外侧鼓起。

6. 根据权利要求4所述的微通道冷却装置,其特征在于,所述微通道的横截面形状为三角形;

处于预设温度以下时,该三角形的各条边呈直线形;处于预设温度以上时,该三角形的各条边朝向外侧鼓起。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的微通道冷却装置,其特征在于,处于预设温度以下时所述微通道水力直径介于 $10\mu\text{m}$ ~ $1000\mu\text{m}$ 之间。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的微通道冷却装置,其特征在于,所述形状记忆合金材料为以下材料中的一种:镍钛系形状记忆合金、铁系形状记忆合金、铜镍系形状记忆合金、铜铝系形状记忆合金、铜锌系形状记忆合金。

9. 根据权利要求1至6中任一项所述的微通道冷却装置,其特征在于,所述冷却装置本体为长方体形、棱柱形或月牙形。

10. 根据权利要求1至6中任一项所述的微通道冷却装置,其特征在于,所述预设温度以上为 50°C ~ 100°C ,所述预设温度以下为 25°C ~ 50°C 。

微通道冷却装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电子器件散热技术领域,尤其涉及一种微通道冷却装置。

背景技术

[0002] 随着电子器件性能和集成度的增加,电子器件的功耗在不断的上升,尺寸在逐步减小,因此其发热热流密度在急剧上升,甚至达到了 $100\text{W}/\text{cm}^2$ 以上的量级,这已经成为制约电子器件向高性能发展的瓶颈。在这种热流密度条件下,采用传统的风冷和水冷的方式由于取热热流密度有限(一般风冷的取热热流密在 $1\text{W}/\text{cm}^2$ 以下,水冷的取热热流密能够达到 $50\text{--}100\text{W}/\text{cm}^2$),已经很难高效的从电子器件表面取热,并高效的释放到环境中,因此解决高热流密度电子器件的散热问题已成为非常迫切的要求。

[0003] 近些年国内外对相变传热微通道的试验和理论分析工作发现流体在小水力直径微通道中产生了一系列复杂的流动传热行为,极大地影响了微通道散热器件的传热特性,证实了其具有高热流密度的传热特性,采用相变传热微通道的取热能力能够达到 $100\text{W}/\text{cm}^2$ 以上的量级,充分说明该技术在电子器件散热方面具有广阔的前景。

[0004] 图 1 为现有技术采用微通道作为取热部件的电子器件冷却结构示意图。请参照图 1,电子器件所产生的热量通过微通道内的冷却工质带走。对于有相变的微通道内流动换热,微通道中的临界热流密度现象不同于常规通道。在达到临界热流密度之前,微通道的流动和传热主要是周期性的过冷流动沸腾,从微通道逸出的汽泡和进入微通道的液体反复交替冲刷微通道,一旦达到临界热流密度,微通道中的流动和传热将逐步演变成一个蒸汽周期性逸出的过程,持续到过热蒸汽的出现,直到最后整个微通道被过热蒸汽阻塞。由此说明,微通道内的气泡对流体影响很大,微通道中临界热流密度的产生是由于微通道产生了蒸汽堵塞,而导致微通道内发生干涸。进一步通过文献研究发现,临界热流密度的出现很大程度上取决于微槽道内的工质质量流速,微通道的长度和直径等,随着管径的增大和质量流速的上升,临界热流密度均有所提高。

[0005] 在实现本发明的过程中,申请人发现现有技术存在如下技术缺陷:微通道在达到临界热流密度时会产生蒸汽堵塞微通道,微通道内发生干涸,导致微通道散热系统失效。目前采用铜或铝等高导热的金属作为基体材料加工微通道的尺寸都是根据预先设计的电子器件的负荷确定的,这样无法根据热流密度的大小改变微槽道的尺寸,从而调节微通道内工质的流量,因此一旦达到临界热流密度,将会产生蒸汽堵塞通道使电子器件烧毁。

发明内容

[0006] (一) 要解决的技术问题

[0007] 鉴于上述技术问题,本发明提供了一种采用形状记忆合金作为基体的微通道冷却装置,以提高微通道临界热流密度。

[0008] (二) 技术方案

[0009] 本发明微通道冷却装置包括:冷却装置本体,由形状记忆合金材料制备而成,发热

器件贴合于该冷却装置本体的外表面；以及若干条的微通道，形成于冷却装置本体内，该若干条微通道的一端连接冷却工质的入口，另一端连接冷却工质的出口；其中，冷却装置本体的形状记忆合金材料经过训练，处于预设温度以上时微通道的水力直径大于处于预设温度以下时微通道的水力直径。

[0010] 优选地，本发明微通道冷却装置中，与处于预设温度以下时微通道横截面的尺寸和 / 或形状相比，处于预设温度以上时微通道横截面的尺寸和 / 或形状发生变化，以实现水力直径的增加。

[0011] 优选地，本发明微通道冷却装置中，微通道的横截面形状为圆形；处于预设温度以上时微通道圆形横截面的直径较处于预设温度以下时微通道圆形横截面的直径增加 1% - 20%。

[0012] 优选地，本发明微通道冷却装置中，微通道的横截面形状为三角形、四边形、五边形、六边形或棱形；与处于预设温度以下时微通道横截面的形状相比，处于预设温度以上时微通道横截面形状发生变化，以实现水力直径的增加。

[0013] 优选地，本发明微通道冷却装置中，微通道的横截面形状为四边形；处于预设温度以下时，该四边形的各条边朝向内侧收缩；处于预设温度以上时，该四边形的各条边呈直线或朝向外侧鼓起。

[0014] 优选地，本发明微通道冷却装置中，微通道的横截面形状为三角形；处于预设温度以下时，该三角形的各条边呈直线形；处于预设温度以上时，该三角形的各条边朝向外侧鼓起。

[0015] 优选地，本发明微通道冷却装置中，处于预设温度以下时微通道水力直径介于 $10\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ 之间。

[0016] 优选地，本发明微通道冷却装置中，形状记忆合金材料为以下材料中的一种：镍钛系形状记忆合金、铁系形状记忆合金、铜镍系形状记忆合金、铜铝系形状记忆合金、铜锌系形状记忆合金。

[0017] 优选地，本发明微通道冷却装置中，冷却装置本体为长方体形、棱柱形或月牙形。

[0018] 优选地，本发明微通道冷却装置中，预设温度以上为 $50^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ ，预设温度以下为 $25^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 。

[0019] （三）有益效果

[0020] 本发明微通道冷却装置采用形状记忆合金代替目前基底材料常用的铜或铝等来制作微通道，将该形状记忆合金微通道经过训练，在较高的热流密度条件下，经过训练的镍钛形状记忆合金内微通道的水力直径扩大 1% - 20%，增加微通道内工质的流速，从而提高临界热流密度的数值。

附图说明

[0021] 图 1 为现有技术采用微通道作为取热部件的电子器件冷却结构示意图

[0022] 图 2 为根据本发明实施例微通道冷却装置的结构示意图；

[0023] 图 3A 和图 3B 分别为图 2 所示微通道冷却装置中微通道在低热流密度和高热流密度的横截面形状；

[0024] 图 4A 和图 4B 分别为根据本发明另一实施例微通道冷却装置中微通道在低热流密

度和高热流密度的横截面形状。

[0025] 【本发明主要元件符号说明】

[0026] 100- 冷却装置本体 ;200- 微通道。

具体实施方式

[0027] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。需要说明的是,在附图或说明书描述中,相似或相同的部分都使用相同的图号。附图中未绘示或描述的实现方式,为所属技术领域普通技术人员所知的形式。另外,虽然本文可提供包含特定值的参数的示范,但应了解,参数无需确切等于相应的值,而是可在可接受的误差容限或设计约束内近似于相应的值。实施例中提到的方向用语,例如“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”等,仅是参考附图的方向。因此,使用的方向用语是用来说明并非用来限制本发明的保护范围。

[0028] 本发明是根据形状记忆合金经过训练后,在达到一定的温度条件时,可改变原有形状的记忆效应,设计一种微通道结构,实现在接近临界热流密度时,微通道的水力直径能够增加,提高微通道内工质的流量,从而增加临界热流密度的数值,由此提高大功率高热流密度器件的热管理水平。

[0029] 在本发明的一个示例性实施例中,提供了一种微通道冷却装置。图2为根据本发明实施例微通道冷却装置的结构示意图。请参照图2,本实施例微通道冷却装置包括:冷却装置本体100,由镍钛系形状记忆合金材料制备而成,发热器件贴合于该冷却装置本体的外表面;以及若干条的微通道200,形成于冷却装置本体100内,该若干条微通道的一端连接冷却工质的入口,另一端连接冷却工质的出口。其中,所述冷却装置本体的形状记忆合金材料经过训练,处于预设温度以上时所述微通道的水力直径大于处于预设温度以下时所述微通道的水力直径。

[0030] 以下对本实施例微通道冷却装置的各个组成部分进行详细说明。

[0031] 本实施例中,冷却装置本体100为长方体形,其材质为镍钛系形状记忆合金,但本发明并不以此为限。该冷却装置本体100可以是具有一贴合发热器件的外表面(包括平滑表面或圆滑表面)的任意形状,例如:棱柱形、棱锥形、月牙形等等。此外,其他的形状记忆合金材料,例如:铁系形状记忆合金、铜镍系形状记忆合金、铜铝系形状记忆合金、铜锌系形状记忆合金等等也可以应用到本发明中。

[0032] 需要说明的是,对于上述形状记忆合金的每一种,合金中相应组分和含量均为已知的。由于本发明只是涉及利用形状记忆合金来加工,而未涉及形状记忆合金材料的任何改进,此处不再对各种形状记忆合金材料的成分进行详细说明(http://baike.baidu.com/link?url=pRw7MEJKRj_qfBY1Y7hp_p_RkEV-TVvBTsku3k7KMC_SVmCPCk_QWU8EvQ_3E1R9)。

[0033] 在冷却装置本体100内,采用电火花技术或激光技术加工有若干条的微通道200。该微通道的直径在10-1000 μm 之间。在该尺度范围内的微通道能够利用微尺度效应,产生一系列复杂的流动传热行为,相对于毫米和厘米量级的常规尺度通道,位于该直径范围内的微通道的取热能力能够大幅度的提高。

[0034] 请参照图2,本实施例中,微通道横截面的形状为圆形。该冷却装置本体经过

训练,在低热流密度条件下,即在 $25^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 时,微通道圆形横截面的水力直径介于 $10\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ 之间;在 $50^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 时微通道的水力直径增加 $1\% \sim 20\%$ 。对微通道进行训练的过程有很多种,并且均已被本领域技术人员所熟知。其中最为典型的一种为将具有微通道的形状记忆合金材料的冷却装置本体重复的放入冷热环境中进行收缩和膨胀,经过多次重复之后,该微通道自然而然就具有了上述性质。

[0035] 本实施例中,若干条微通道共用一条冷却工质管路。若干条微通道的一端连接冷却工质的入口,另一端连接冷却工质的出口。该冷却工质可以采用较高汽化潜热的水、乙醇等。

[0036] 除了上述通过微通道横截面尺寸发生变化引起微通道水力直径变化的方式之外,本发明中还可以通过微通道横截面形状的变化来实现水力直径的增加。

[0037] 在本发明的另一个示例性实施例中,微通道的横截面形状为四边形。该四边形的边长在 $10\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ 范围内。在低热流密度条件下,该四边形的各条边朝向内侧收缩,如图 3A 所示,锐利的边角更利于形成液膜弯月面,利于小流量下提高换热系数。当热负荷增加时,该四边形的各条边朝向外侧鼓起,如图 3B 所示,通过变形扩大水力直径,减少阻力,利于大流量液体通过,提高冷却能力。

[0038] 在本发明的再一个示例性实施例中,微通道的横截面形状还可以是三角形。该三角形的边长在 $10\ \mu\text{m} \sim 1000\ \mu\text{m}$ 范围内。在低热流密度条件下,该三角形的各条边呈直线状,如图 4A 所示,利于小流量下提高换热系数。当热负荷增加时,该三角形的各条边朝向外侧鼓起,通过变形扩大水力直径,如图 4B 所示。

[0039] 本实施例中,冷却装置本体的外表面紧贴在电子器件的外表面,电子器件的热量通过镍钛形状记忆合金传递给微通道内的冷却工质。在较低热流密度条件下,这时微通道器件的温度一般在 $25^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$,微通道逸出的汽泡和进入微通道的液体反复交替冲刷微通道,高效的带走电子器件的热量。在较高的热流密度条件下,这时电子器件的发热热流密度已经接近于微通道的临界热流密度,微通道器件的温度在 $50^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ 的范围,此时经过训练的镍钛形状记忆合金内微通道的水力直径扩大 $1\% \sim 20\%$,微通道的流动阻力减小,增加了微通道内工质的流速,从而提高临界热流密度的数值。这种方法契合了文献中研究发现的随着水力直径的增大和质量流速的上升,临界热流密度均有所提高的结果。

[0040] 至此,已经结合附图对本实施例进行了详细描述。依据以上描述,本领域技术人员应当对本发明微通道冷却装置有了清楚的认识。

[0041] 此外,上述对各元件和方法的定义并不仅限于实施例中提到的各种具体结构、形状或方式,本领域普通技术人员可对其进行简单地更改或替换,例如:

[0042] (1) 除了水、乙醇等冷却介质之外,还可以采用其他冷却介质,如氟利昂;

[0043] (2) 微通道横截面形状除了四边形和三角形之外,还可以为其他形状,例如五边形、六边形、棱形等。

[0044] 综上所述,本发明利用随着管径的增大和质量流速的上升,临界热流密度有所提高的理论,充分利用低热流密度的微尺度效应,强化微通道的取热能力,而在接近临界热流密度时,微通道的水力直径扩大,流动阻力减小,工质的质量流速增加,从而进一步提高临界热流密度的数值。

[0045] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详

细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

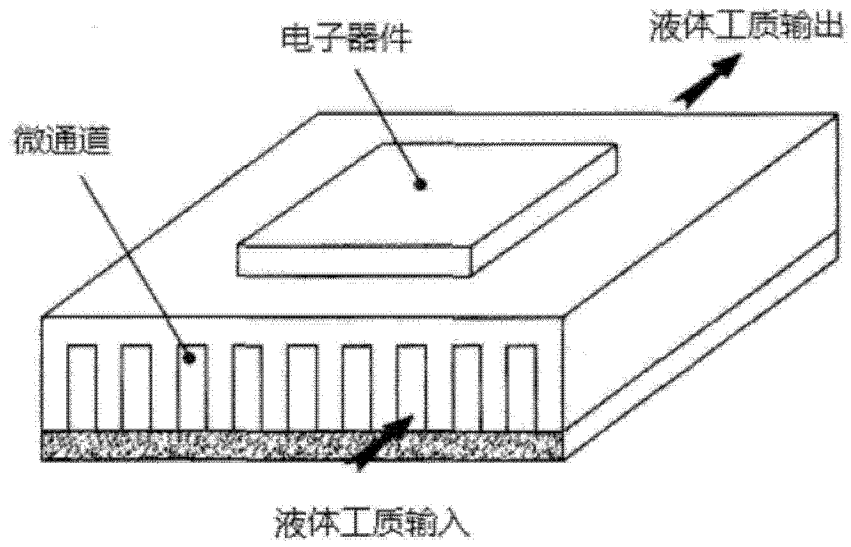


图 1

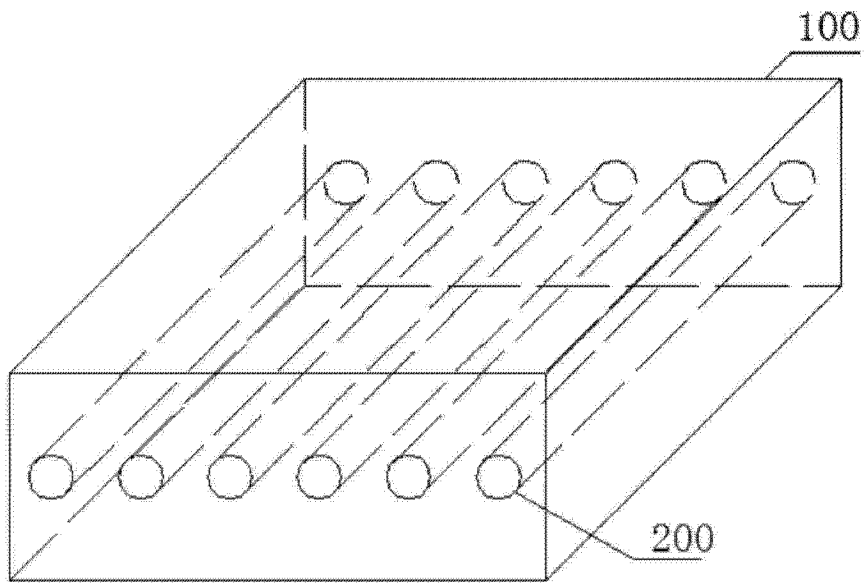


图 2

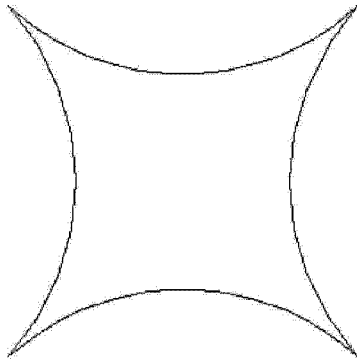


图 3A

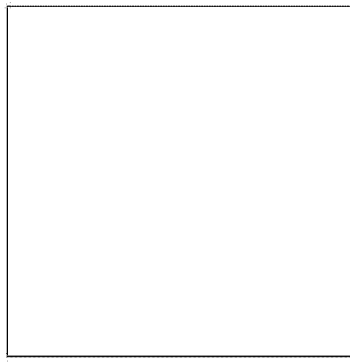


图 3B

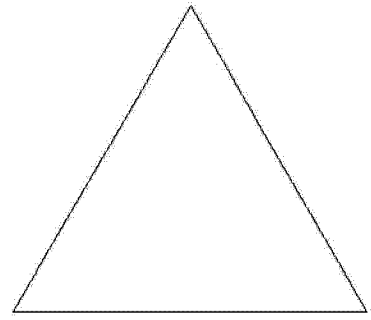


图 4A

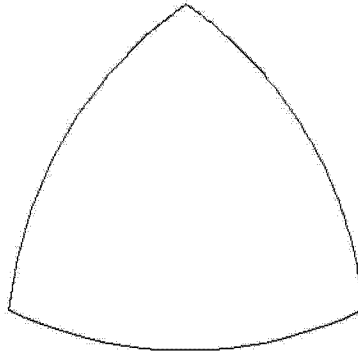


图 4B