



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108781523 A

(43)申请公布日 2018. 11. 09

(21)申请号 201680082764.7

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

(22)申请日 2016.12.27

代理人 蔡利芳

(30)优先权数据

62/272,290 2015.12.29 US

(51)Int.Cl.

H05K 7/20(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

F25B 13/00(2006.01)

2018.08.28

B21D 53/02(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

B23P 15/26(2006.01)

PCT/IL2016/051384 2016.12.27

F28F 13/08(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/115359 EN 2017.07.06

(71)申请人 祖达科尔有限公司

地址 以色列斯代-亚伯拉罕

(72)发明人 塔尔·帕尼斯

纳赫肖恩·埃德尔森

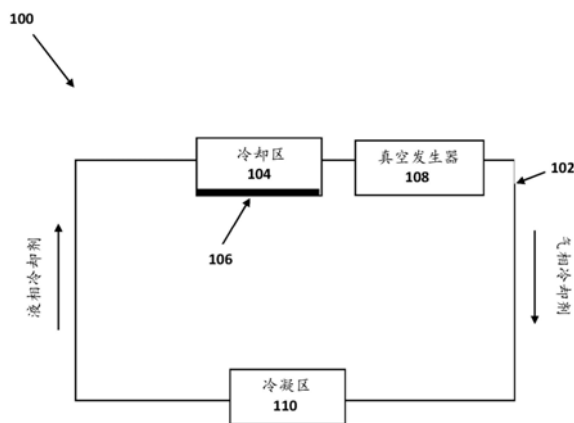
权利要求书3页 说明书9页 附图8页

## (54)发明名称

基于真空的热管理系统

## (57)摘要

提出了一种用于冷却实体的热管理系统和方法。所述系统包括：闭环流体流动线路，其用于冷却剂在其液相与气相之间变换时的流动；至少一个冷却区，其位于所述流动线路内并包括至少一个冷却界面；真空发生器单元，其可操作用于在所述冷却区产生和维持真空条件，从而降低位于所述冷却区中的所述冷却剂的蒸发温度；和冷凝区，其相对于沿着所述闭环路径来自所述冷却区的冷却剂流的方向与其下游的所述冷却界面间隔开，其中所述冷却剂冷凝成液相。



1. 一种用于冷却一实体的热管理系统,所述系统包括:
  - (i) 闭环流体流动线路,其用于冷却剂在液相与气相之间变换时的流动,
  - (ii) 至少一个冷却区,其位于所述流动线路内并包括至少一个冷却界面,
  - (iii) 真空发生器单元,其可操作用于在所述冷却区产生和维持真空条件,从而降低位于所述冷却区中的所述冷却剂的蒸发温度,
  - (iv) 冷凝区,其相对于沿着所述闭环路径来自所述冷却区的冷却剂流的方向,与所述冷却界面间隔开并位于所述冷却界面的下游,在该冷凝区中所述冷却剂冷凝成液相。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述真空发生器的操作和所述流动线路的构造提供了所述冷却剂在所述冷却界面处的所述降低的蒸发温度,从而允许所述冷却界面经由潜热冷却到期望的温度,以及冷却剂蒸汽在所述冷凝区的凝结。
3. 根据权利要求1或2所述的系统,其中所述闭环流动线路被配置成沿着所述闭环路径提供不同区之间的压力差。
4. 根据权利要求3所述的系统,其中所述流动线路包括至少一个限制机构,所述限制机构包括以下中的至少一个:孔口、单向阀和所述闭环流动线路的变化的横截面;其中所述至少一个限制机构提供所述不同区之间的所述压力差。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中所述限制包括一主体,该主体限定在其入口和出口之间穿过其中的液体流动路径,所述主体被配置用于限定所述流动路径的曲线几何形状以获得沿着所述流动路径的液体的湍流流动。
6. 根据权利要求4或5所述的系统,其中所述主体包括从内壁突出的一个或多个翅片,以沿着所述流动路径的至少一部分获得所述液体的湍流流动。
7. 根据权利要求4至6中任一项所述的系统,其中所述限制机构被配置成并可操作为影响通过其中的液体,使得进入所述限制机构的液体的压力高于离开液体的压力。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的系统,其中所述冷却界面与所述待冷却的实体直接接触,所述系统从而提供所述实体的直接接触液体冷却(DCLC)。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的系统,其中所述冷凝区由所述流动线路的暴露于周围压力或具有周围压力的区域限定。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的系统,其中所述冷凝区由冷凝器单元限定,从而在所述冷凝器单元中提供压力,该压力增加到高于周围压力。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的系统,其中所述冷却界面由具有高导热率的材料组合物制成,所述材料组合物包含铜或铝。
12. 根据权利要求1至11中任一项所述的系统,还包括控制单元,所述控制单元被配置成并可操作为提供对所述真空发生器的操作的自动控制。
13. 根据权利要求1至12中任一项所述的系统,包括多个所述冷却界面。
14. 根据权利要求1至12中任一项所述的系统,其中所述真空发生器是隔膜真空泵。
15. 根据权利要求1至14中任一项所述的系统,其中所述真空发生器可连接到外部电源。
16. 根据权利要求1至15中任一项所述的系统,其中所述真空发生器被配置成利用便携式电池进行操作。
17. 根据权利要求1至16中任一项所述的系统,包括以下中的至少一个:

- 储液器；
- 一个或多个分流器；
- 形成所述流动线路的冷却剂管道；
- 电源线；
- 用户界面；
- 温度感应器；
- 发射器；和
- 处理器和存储器。

18. 根据权利要求1至17中任一项所述的系统,所述系统被配置成便携式单元。

19. 根据权利要求18所述的系统,所述系统被配置成可由主体佩戴,用于冷却该主体在所述冷却界面附近的至少一部分。

20. 一种系统,包括待冷却的实体,以及与所述实体相关联的如权利要求1至19中任一项所述的热管理系统,所述待冷却的实体选自:CPU、GPU或产生热量的任何其他电子部件;计算机或产生热量的任何其他电子设备;药物;人体器官。

21. 根据权利要求20所述的系统,其中所述待冷却的实体是与所述冷却剂直接接触的电子部件。

22. 根据权利要求21所述的系统,其中所述冷却剂在直接接触所述电子部件时从液相变换到气相。

23. 一种用于冷却一实体的方法,包括:

在闭环流动线路中提供冷却剂;

在冷却区中可控地在所述冷却剂的一部分上施加部分真空,以引起所述冷却剂的该一部分的蒸发;

使得压力沿着所述闭环流动路线不相同以限定一冷凝区,从而允许蒸发的冷却剂向所述冷凝区域的下流流动,所述冷凝区域的压力与所述冷却区不同,将所述冷凝区中的所述蒸发的冷却剂冷凝成液相;并且允许所述冷凝的冷却剂液体流回所述冷却区。

24. 根据权利要求23所述的方法,其中通过将所述蒸发的冷却剂暴露于周围压力来实现所述冷凝。

25. 根据权利要求23所述的方法,其中通过将所述蒸发的冷却剂冷凝到大于周围压力的压力来实现所述冷凝。

26. 根据权利要求23至25中任一项所述的方法,其中所述压力差由以下中的至少一个提供:孔口、单向阀和沿着所述闭环流动线路的变化中的一个或多个横截面。

27. 根据权利要求23至26中任一项所述的方法,包括监测所述待冷却的实体的温度并操作所述部分真空的所述可控施加。

28. 根据权利要求23至27中任一项所述的方法,其中所述实体选自:电子部件;电子设备;冷却器;器官;药物;和主体的身体。

29. 一种液体流动线路,该液体流动线路在冷却系统中使用以控制液体流速分布,所述流动线路包括位于所述流动线路的至少一部分中的流动限制设备,所述流动限制设备包括:

中空主体,其被配置成允许液体流动通过所述主体的入口与出口之间的该中空主体的

内腔,所述中空主体的所述内腔具有预定形状和几何结构,所述液体流动通过所述内腔的,以及

从所述主体的内表面突出的至少两个翅片的布置,用于影响所述液体的流动并在所述主体的内部获得所述液体的湍流流动,所述内腔的所述预定形状和几何结构以及所述至少两个翅片的所述布置被选择成提供期望水平的湍流和期望的流速分布。

## 基于真空的热管理系统

### 技术领域

[0001] 本公开内容涉及热管理系统,更具体地涉及基于真空的冷却系统。

### 背景技术

[0002] 电子领域的主要问题之一是随着计算性能的提高而产生的热量增加。不断提高基于微处理器和放大器的系统(诸如包含在电信机柜和云计算中心中的系统)的散热的趋势对电子行业来说变得越来越关键。因此,找到有效的散热解决方案是商业电子器件开发和销售成败之间的三大主导因素——降低系统成本、上市时间和性能的主要约束。

[0003] 系统小型化(电子行业的主要方法之一,以满足对更快、更小、更轻和更便宜电子设备的不断增长的市场需求)的行业趋势进一步加剧了由提高散热引起的问题。这种小型化的结果是增加了热通量。而且,电子器件中不均匀的热通量分布可能导致峰值热通量超过整个半导体芯片表面上的平均热通量的5倍。在这样的条件下,将先进的散热和减热机构集成到半导体芯片中是必不可少的。此外,开发了若干制冷系统用于冷却整个电子系统或仅冷却其中的发热部件。

[0004] 过去在散热器优化(包括使用热管)和界面材料开发方面的广泛努力已经导致散热器到空气和封装到散热器热阻的显著降低。然而,这两种热阻的降低现在已经开始接近材料的物理和热力学限制。另外,现有技术的热转移方法,诸如使用AlSiC,CuW和金刚石作为半导体封装盖和界面材料,已经不足以应对增加的散热要求。

[0005] 成功的冷却技术必须处理设备、设备集群、印刷电路板、子组件以及机柜或机架级别的散热问题,所有这些设备、设备集群、印刷电路板、子组件以及机柜或机架都在原始设备制造商(OEM)的产品范围内。很多时候,散热解决方案对于OEM而言属于“后知后觉”的情况进一步令问题复杂化。新设备设计可以利用最新软件或实施最快的新半导体技术,但热管理架构通常被归入新产品设计的“后期阶段”。与设计的电子系统相关联的热管理问题通常通过与电子系统串联布置的二次冷却或制冷系统的权宜之计来解决。实际上,根据一些已知技术,CPU的固件包括嵌入其中的代码,该代码防止处理器接近其TDP(散热设计功率)并因此将其性能限制到比其最大化设计水平低得多的水平。然而,在一些其他技术中,CPU利用扩展频率范围(XFR)特征,该特征完全基于冷却效果,自动使芯片超出其最大潜力。

[0006] 此外,已经开发了许多用于运输在运输过程中需要冷藏的活体器官、组织、药物或任何其他实体、组分或成分的技术。例如,US 6,673,594描述了一种具有灌注能力的器官运输设备。然而,大多数设备要么使用诸如干冰等冷却元件,要么需要消耗大量电力并占用大量空间的大规模制冷装置。此外,标准的主动热管理系统涉及其中的高压环境,该高压环境需要可能在低于1atm.的环境压力下(诸如在飞行期间)爆裂的特殊管道、连接器和密封剂。

### 发明内容

[0007] 本领域需要一种高性能、具有成本效率、可靠的热管理系统,用于与发热电子系统(诸如高性能电子系统)一起使用,以及用于简单有效地运输需要甚至通过非均衡飞行在冷

却条件下储存和运输的任何物体。

[0008] 因此,本领域需要提供一种用于冷却各种实体的新方法,以提供具有对周围条件的降低的依赖性的、期望低温的主动冷却界面。

[0009] 本公开内容涉及用于冷却实体的新型热管理系统和方法。所述系统包括闭环流动线路,用于冷却剂通过其中的循环并周期性地与冷却界面相互作用,其中所述冷却剂在所述冷却界面中时在其液相和气相之间变换(例如周期性地或连续地)。因此,所述冷却剂在闭环中流动,通过其从液体到气体的相变在具有整体冷却界面的冷却区中吸收热量,从而从待冷却的实体吸收热量并将其消散到环境中,通常通过冷却液冷凝。因此,所述冷却剂通过潜热原理吸收热量。为此,主动真空发生器用于在所述冷却区中按需求施加和维持部分真空,并因此降低所述冷却剂的沸腾温度。继而所述冷却剂按比例地取决于所施加的低压而在相对较低的温度下沸腾,经由潜热从其周围吸收热量,从而降低所述冷却区、所述冷却剂以及因此所述冷却界面的温度。所述待冷却的实体位于所述冷却界面附近或与所述冷却界面直接接触,所述冷却界面与其进行热交换以降低或维持实体温度。

[0010] 因此,本发明的冷却系统能够(i)获得较高的工作体积与密封表面比,(ii)消除或至少显著减少对诸如金属管道、特殊连接器和阀等压力保护措施的需要,以及(iii)基本上不依赖于周围条件而获得冷却到期望的低温。

[0011] 因此,根据本发明的一个主要方面,本发明提供了一种用于冷却实体的热管理系统,所述系统包括:(i)闭环流体流动线路,其用于冷却剂在其液相与气相之间变换时的流动,(ii)至少一个冷却区,其位于所述流动线路内并包括至少一个冷却界面;(iii)真空发生器单元,其可操作用于在所述冷却区产生和维持真空条件,从而降低位于所述冷却区中的所述冷却剂的蒸发温度,(iv)冷凝区,其相对于沿着所述闭环路径来自所述冷却区的冷却剂流的方向,与所述冷却界面间隔开并位于所述冷却界面的下游,在该冷凝区中所述冷却剂冷凝成液相。

[0012] 在以下描述中,所述热管理系统有时被称为冷却系统。

[0013] 在所述冷却系统的一些实施方式中,所述真空发生器的操作和所述流动线路的构造提供了所述冷却剂在所述冷却界面处的降低的蒸发温度,允许所述冷却界面经由潜热冷却到期望的温度,以及冷却剂蒸汽在所述冷凝区的凝结。

[0014] 在所述冷却系统的某些实施方式中,所述闭环流动线路被配置成沿着所述闭环路径提供不同区之间的压力差,以允许通过施加部分真空凭借所述冷却剂的蒸发的热吸收,和在沿着所述流动线路、具有更高压力的不同位置中的热释放。

[0015] 在所述冷却系统的一些实施方式中,所述流动线路包括至少一个限制机构,所述限制机构包括以下中的至少一个:孔口、单向阀和所述闭环流动线路的变化的横截面;所述至少一个限制机构提供所述不同区之间的所述压力差。

[0016] 在所述冷却系统的某些实施方式中,所述冷却界面与所述待冷却的实体直接接触,所述系统从而提供所述实体的直接接触液体冷却(DCLC)。本申请中直接接触还考虑所述冷却界面与介体材料的接触,所述介体材料与所述待冷却的实体直接接触。优选地,这样的介体具有高导热率。

[0017] 在所述冷却系统的一些实施方式中,所述冷凝区由所述流动线路的暴露于周围压力的区域限定。在该具体实施方式中,所述冷却剂用于通常被表征成在环境压力温度下在

所述周围压力(即大气压下)进行冷凝的系统中。

[0018] 在所述冷却系统的一些实施方式中,所述冷凝区由冷凝器单元限定,从而在所述冷凝器单元中提供增加到高于周围压力的压力。

[0019] 在所述冷却系统的某些实施方式中,所述冷却界面由具有高导热率的材料组合物制成,所述材料组合物包含铜或铝。

[0020] 在所述冷却系统的某些实施方式中,所述的系统还包括控制单元,所述控制单元被配置成并可操作以提供对所述真空发生器的操作的自动控制。

[0021] 在某些实施方式中,所述真空发生器是隔膜真空泵。

[0022] 在所述冷却系统的某些实施方式中,所述系统包括多个冷却界面。

[0023] 在所述冷却系统的某些实施方式中,所述真空发生器可连接到外部电源。

[0024] 在所述冷却系统的具体实施方式中,所述真空发生器被配置成利用便携式电池进行操作。

[0025] 在某些实施方式中,所述系统还包括以下部件中的至少一个:(a) 用于辅助在所述冷却界面内产生真空条件的(一个或多个)孔口;(b) 冷却的冷却剂在返回所述冷却区之前积聚的储液器;(c) 用于在平行冷却界面之间有效地分离所述冷却剂和真空的(一个或多个)分流器;(d) 所述冷却剂在其中流动的冷却剂管道。这样的冷却剂管道可以是柔性的并且由任何期望的材料制成,诸如塑料、橡胶、硅树脂、聚氨酯或金属;(e) 电源线;(f) 用于在所述(一个或多个)冷却界面和/或周围环境处显示和控制温度的用户界面。这样的用户界面可以是任何屏幕,诸如计算机屏幕、平板电脑或智能电话,或附接到所述系统或被冷却的容器的屏幕;(g) 温度传感器,例如热电偶,其可以将数据传输到控制单元,以便仅当实体的温度达到预定温度时或者当环境温度上升到预定温度时才能自动激活所述冷却系统;(h) 用于持续地或定期地向远程计算机或智能电话传输数据(诸如温度)的发射器;和(i) 处理器和存储器。

[0026] 在所述冷却系统的具体实施方式中,所述系统被配置成便携式单元,在这种情况下,所述系统的其余部件可以驻留在例如携带物或背包中,并且所述系统可以由电池供电。或者,所述冷却设备不是便携式的,在这种情况下,所述系统的其余部件可以驻留在附近的集群/设备中并由主电网供电。

[0027] 在所述冷却系统的具体实施方式中,所述系统被配置成可由主体佩戴,用于冷却其在所述冷却界面附近的至少一部分。

[0028] 在所述冷却系统的具体实施方式中,所述待冷却的实体选自:CPU、GPU或产生热量的任何其他电子部件;计算机或产生热量的任何其他电子设备;人体器官;药物;人体;和携带盒或冷却器。

[0029] 所述冷却系统还可包括可有助于使所述系统中的所述冷却剂和/

或蒸汽流动的一个泵或多个泵,以及允许过滤所述冷却剂并因此防止所述系统堵塞的过滤器或过滤子系统。

[0030] 在本发明的另一方面,本发明提供了与上述热管理系统相关联的包括待冷却的实体的一种系统,所述待冷却的实体选自:CPU、GPU或产生热量的任何其他电子部件;计算机或产生热量的任何其他电子设备;药物;人体器官。

[0031] 所述待冷却的实体(例如,电子部件)可以与所述冷却剂直接接触。所述冷却剂在

直接接触所述电子部件时从液相变换到气相。例如,本发明的技术可用于直接模具(硅)冷却,其中所述冷却界面中没有撑挡,并且所述冷却剂在与发热实体直接接触时蒸发。在这种情况下,所述冷却界面包括至少部分的所述发热实体(即待冷却的实体),并且所述冷却界面被密封,因此当通过所述真空发生器施加真空时,与这样的实体物理接触的所述冷却剂蒸发,并因此吸收其热量。

[0032] 本公开内容的另一方面提供了一种用于冷却实体的方法,包括:在闭环流动线路中提供冷却剂;可控地在冷却区中在所述冷却剂的一部分上施加部分真空引起其蒸发;沿着所述闭环流动路线区分压力以限定冷凝区,从而允许蒸发的冷却剂向所述冷凝区域的下游流动,所述冷凝区域的压力与所述冷却区不同,将所述冷凝区中的所述蒸发的冷却剂冷凝成液相;并且允许所述冷凝的冷却剂液体流回所述冷却区。

[0033] 在所述用于冷却实体的方法的某些实施方式中,通过将所述蒸发的冷却剂暴露于周围压力来获得所述冷凝。

[0034] 在所述用于冷却实体的方法的一些具体实施方式中,通过将所述蒸发的冷却剂冷凝到大于周围压力的压力来获得所述冷凝。

[0035] 在所述用于冷却实体的方法的一些实施方式中,所述压力差由以下中的至少一个提供:通过孔口、单向阀或通过沿着所述闭环流动线路变化的(一个或多个)横截面。

[0036] 在所述用于冷却实体的方法的某些实施方式中,所述方法还包括监测所述待冷却的实体的温度并可控地施加真空,例如启动和停用所述真空发生器以获得期望的温度范围。

[0037] 在所述用于冷却实体的方法的一些实施方式中,所述待冷却的实体选自:电子部件;电子设备;冷却器;器官;药物;和主体的身体。

[0038] 本发明还提供了一种在冷却系统中使用以控制液体流速分布的液体流动线路,所述流动线路包括位于所述流动线路的至少一部分中的流动限制设备,所述流动限制设备包括:中空主体,其被配置成允许液体流动通过所述主体的入口与出口之间的其内腔,所述中空主体具有所述液体流动通过的其所述内腔的预定形状和几何结构;以及从所述主体的内表面突出的至少两个翅片的布置,用于影响所述液体的流动并在所述主体的内部获得其湍流流动,所述内腔的所述预定形状和几何结构以及所述至少两个翅片的所述布置被选择成提供期望水平的湍流和期望的流速分布。

## 附图说明

[0039] 为了更好地理解本文公开的主题并举例说明其如何在实践中实施,现在将参考附图仅通过非限制性示例描述实施方式,在附图中:

[0040] 图1示出了本发明的冷却系统的基本功能部件的框图;

[0041] 图2示出了冷却系统的更详细结构。

[0042] 图3A-图3D示出了在冷却系统的流动线路中使用的限制机构的若干示例,其中图3A和图3B例示了基于孔口的限制机构(图3A例示了处于其不允许冷却剂流动的操作状态的限制机构,而图3B例示了处于允许冷却剂流动的非操作状态的限制机构);以及图3C和图3D示出了由流动线路的一部分的内腔的特定构造形成的限制机构的两个示例。

[0043] 图4是具有多于一个冷却区的冷却系统的示例的框图。



[0044] 图5A-图5C分别是本发明的冷却系统的三个应用的非限制性示例,其中图5A示出了冷却系统如何用于冷却诸如计算机等电子设备;图5B示出了被配置成便携式冷却器的冷却系统;图5C图示了被配置用于冷却人体的冷却系统。

[0045] 图6是没有底部分离器的容器形式的冷却区的非限制性示例的纵向截面图示,该冷却区用作密封、封盖待冷却的电子元件的至少一部分,使得冷却剂与部件直接接触。

### 具体实施方式

[0046] 这将更详细地描述本发明的热管理系统的示例,特别是用于冷却实体的基于真空的闭环冷却系统。

[0047] 参考图1,其以框图的方式示出了冷却系统100,冷却系统100具有部分或完全填充有冷却剂或冷却试剂的流动线路102。流动线路102可以由任何已知的合适元件/结构形成,以允许液体和气体(例如处于其液相和气相中的冷却剂)沿闭环路径流动。这样的流动线路可以由管道或本领域已知的任何其他空腔形成。系统100包括在流动线路的区域中的冷却区104,冷却区104被布置成使得冷却剂在其液相的情况下进入所述冷却区域以及在其气相下从所述区域涌出并向下游朝向冷凝区/区域110流动。

[0048] 冷却区可以是腔室(即具有腔的物理元件)的形式,或者是流动线路区域(例如管道)的形式,允许冷却剂流过其中。冷却区104限定/具有一个或多个冷却界面,在该示意图示中示出了一个这样的冷却界面106,冷却区通过该冷却界面面向待冷却的实体。在一些实施方式中,冷却区的一个或多个结构边界可以用作冷却界面106,使得其直接或间接地与待冷却的实体热接触。冷却区以允许真空发生器108造成和维持/控制冷却区104中的真空条件的方式连接到真空发生器108。

[0049] 应该理解的是,本文所使用的术语“真空发生器”是指通过主动作用产生/诱导真空的任何设备,例如,真空泵。真空泵的一个具体但非限制性的示例是隔膜真空泵,因为隔膜提供了对其中液体渗透的所需阻力。本文所使用的术语“真空条件”是指低于周围环境的压力,通常低于1atm。压力也可低于0.9atm、低于0.8atm、低于0.7atm、低于0.6atm、低于0.5atm、低于0.4atm、低于0.3atm、低于0.2atm,或低于0.1atm。

[0050] 冷却剂在系统中扩散,并且可以处于液相或气相。冷却剂以其液相进入冷却区104,同时暴露于冷却区中的真空条件。在所述条件下,液体冷却剂在相对低的温度(即比所述冷却剂在大气压下的沸点温度更低的温度)下沸腾。因此,冷却剂在冷却区104处吸收热量的同时转变为其气相,即在冷却区104的界面106处吸收来自实体的热能(或者与冷却界面106直接接触或者位于所述界面附近)。如前所述,冷却界面106由冷却区的边界中的至少一个限定,例如,腔室的一个或多个内壁或流动线路的相应区域的一个或多个内壁。

[0051] 选择冷却剂或冷却试剂,使其在例如不超过40°C(从约0°C至约30°C;从约0°C至约20°C;从约0°C至约10°C;从约5°C至约25°C;从约10°C至约25°C;从约15°C至约25°C;或从约5°C至约20°C)的(在1atm.的压力下的)相对较低的温度,在例如小于1atm.(从约0atm.至约1atm.;从约0atm.至约0.8atm.;从约0atm.至约0.5atm.;从约0atm.至约0.3atm.;或约0.3atm.)的相对较低的压力下蒸发。具有这样的特性的合适冷却剂的示例是Novec 7000或C5F12,但应该理解,本发明不限于任何特定的冷却剂。

[0052] 在整个申请中使用的术语“约”意味着在该术语之后记录的值应该被认为在覆盖

记录的值以上和以下高达10%的值的范围内。

[0053] 在整个申请中使用的术语“冷却界面”是指从待冷却的实体吸收热量的任何元件/表面。待冷却的实体可以是例如电子部件、人体、房间内的空气或密闭容器等。这样的冷却界面(元件/表面)可以与这样的实体直接接触或与其间接接触,例如经由接口或介质或其他导热方法(诸如冷却管)。考虑到流动线路作为管道组件,冷却界面可以由在冷却区内的管道的一部分/区域上的吸热器涂层构成。

[0054] 处于其气相的沸腾冷却剂向流动线路102的下游朝向冷凝区110流动,冷凝区110由与冷却区的压力相比的所述区中的压力差限定:冷凝区中的压力高于冷却区中的压力。只要冷凝区110处于比冷却区104更高的压力下,冷凝区就可以是被动的,意味着冷凝区110处于大气压条件下,即周围压力或低于其的压力。

[0055] 在整个申请中术语“周围压力”是指系统外部的压力水平(通常是环境压力),通常约为1atm.。

[0056] 冷却区中的真空条件与冷凝区中的压力之间的压力差可以通过任何已知的合适的流动限制机构获得。这可以通过使用流动线路102在其不同区域中的横截面的变化,或者使用诸如(一个或多个)孔口、(一个或多个)单向阀等附加元件来实现。

[0057] 冷凝区110也可以是主动的,即通过冷凝器实现的加压区。

[0058] 冷却剂在冷凝区110内凝结成其液相,将先前吸收的热量释放到周围或通过热交换器(例如板式热交换器)。冷凝区可以被配置成具有相对较高的导热率,从而有效地释放吸收的热量。为了加速冷凝区110中的热交换,可以应用风扇或任何其他冷却组件以从冷凝区附近去除冷凝区110中释放的热量,即去除加热的空气。这样的冷却组件可以是冷却系统100的一部分,并且例如可以固定到冷凝区110中或附近的流动线路,或者可以可拆卸地附接到冷凝系统110。继而冷却剂进一步流动,并且在一些实施方式中,在返回进入冷却区104开始新的循环之前,可以可选地存储在储存器111中,如图2中所例示的。

[0059] 在图2中例示了冷却系统100的更详细的实施方式。为了便于理解,相同的附图标记用于标识所有示例中共同的部件。因此,在该示例中,冷却系统100包括用于使冷却剂流动通过同时允许其在液相与气相之间转换的闭环流动线路;和沿着流动线路以间隔开的关系布置的冷却区104和冷凝区110;以及与冷却区104相关联的真空发生器108。

[0060] 该非限制性示例中的冷却界面106与待冷却的实体112直接接触。在非限制性示例中,需要冷却的实体可以选自:CPU、GPU、受试者(人)身体、身体器官、组织和不同药物。实体112也可以与冷却剂直接接触,使得冷却剂在其上蒸发,即在直接接触被冷却的实体112时,冷却剂将其相从液体变为气体。在特定实施方式中,与冷却剂液体直接接触的实体112是诸如CPU或硅芯片等电子部件。

[0061] 这在图6中例示了,图6示出了由密封容器602的内部限定的冷却区604。容器602具有壁614,并且具有与容器602内的冷却区604流体连接的液体入口603和气体出口606,以允许液体冷却剂进入冷却区604并且冷却剂蒸汽从冷却区604流出。密封容器602用作密封帽或密封盖,用于位于基板610上的需要冷却的电子元件608(诸如硅片)的一部分。容器602在基板610与容器壁614之间的接触区域内设置有密封元件612,以允许在容器602的内部区域内,即在冷却区中造成真空或部分真空。通过液体入口604引入容器602(冷却区604)的冷却剂616直接接触电子部件,吸收其热量直至冷却剂蒸发并经由气体出口606离开容器。应该

注意的是本发明的原理允许冷却系统在非常小的单元中实施并且使用相对较低的工作压力,这允许该系统用作硅上冷却器(通常是片上冷却器)。

[0062] 现在返回参考图2,可以通过温度传感器114(诸如热电偶)测量/监测实体112的温度和/或冷却界面106的温度。热电偶114(经由电线或无线信号传输以众所周知的方式)连接到控制单元116。后者可以是系统的一部分或者可以是外部设备(计算机),在这种情况下系统100具有用于将数据(例如温度条件)发送到遥控单元的适当发射器。

[0063] 控制单元116通常是计算机/电子设备,尤其包括存储器120、用户界面122、数据处理器118,以及数据输入和输出实用程序。在一些实施方式中,控制单元116还可以包括真空控制器119,其被配置并可操作用于启用和停用真空发生器108的操作,以便实现和维持实体112的期望温度和/或环境条件。为此,监测冷却界面附近的温度条件(如上所述),并且处理器使用该数据来操作真空控制器119。因此,可以根据热电偶114或任何其他传感器提供的数据来管理真空发生器的操作,以将实体112维持在期望的温度范围内。可以通过本发明的冷却系统获得的温度范围可以在从约-20°C至约40°C之间变化,例如-20°C至约30°C、-20°C至约25°C、从约-15°C至约20°C、从约-10°C至约20°C、从约-5°C至约20°C、从约0°C至约20°C、从约0°C至约15°C、从约-5°C至约15°C、从约-5°C至约10°C、从约-5°C至约5°C,或诸如从40°C至约50°C等更高的温度。

[0064] 真空发生器108的操作可以伴随着如还将在以下描述的增加工作负荷和/或启用附加并联冷却界面的命令。值得提及的是,冷却系统100在停用真空发生器时的时间空挡期间也起作用并进行冷却,尽管效率较低。电源124正在向控制单元116供电。系统的电力可以由外部电源供应,即直接连接到主电网或者通过使用电池,即便便携式电源。控制单元116的电源124还可以用作真空发生器108的电源,或者真空发生器可以与其自身的电源(这里未示出)相关联。

[0065] 冷却系统100沿着流动线路102的不同区的压力不同。换言之,功能上不同的区(冷却区和冷凝区)由沿着流动线路的不同压力的区域限定。压力差可以通过流动限制机构获得,该流动限制机构由闭环流动线路(或其至少一部分)的几何结构/形状限定,诸如产生流动限制区和/或流动线路的内腔的曲线几何结构的沿着闭环流动线路改变的(一个或多个)横截面;或者可以通过提供限制元件(物理元件)来获得。

[0066] 限制元件可以是例如单向阀、(一个或多个)孔口或被配置用于造成湍流流动的具有变化横截面的中空主体。在该具体的非限制性示例中,限制机构由位于冷却区104的下游和冷凝区110的上游的、阀门形式的限制元件126构成,并且可以沿着该路径位于任何位置。在一些其他实施方式中,辅助限制元件126可以沿着流动线路定位以获得压力差或用于其他目的,诸如冷却剂的流量控制。在该示例中,这样的辅助元件128(例如孔口)位于冷凝区与冷却区之间,以便在冷却区104的上游和冷凝区110的下游,从而维持冷凝区与冷却区之间的压力差,并控制冷却剂的流量。

[0067] 这样的限制机构/组件128的示例更具体地例示于图3A-图3D中。限制组件的第一个可能性示例在图3A-图3B中例示。限制组件128包括支撑单元129和密封元件132,密封元件132可在其位于单元129的入口134处的操作性抽提位置与其非操作/缩回位置之间移动,在其操作性抽提位置其限制朝向冷却区的冷却剂流量,在其非操作/缩回位置其不影响向冷却区的冷却剂流量。为此,组件128包括弹簧130,弹簧130通过其一端固定到支撑单元

129,并且通过其相对端附接到密封元件132。如图3A中所呈现的,处于松弛状态的弹簧130正维持密封元件132紧固到入口134,从而不允许冷却剂流入冷却区104。当冷却区104与流动线路102的上游路径之间的压力差达到预定值时,弹簧如图3B中所呈现的开始收缩,从而允许冷却剂流过单元129的入口134和出口136进入冷却区104。在冷却区104中形成的蒸发的冷却剂进一步向下游流动以到达如前所述的冷凝区110(未示出)。

[0068] 限制组件的第二个非限制性示例在图3C-图3D中例示。该具体示例的限制组件包括主体150,主体150的内部被配置成在主体的入口151和出口153之间限定曲线通道/流动路径。在该具体示例中,这通过提供多个(或通常至少一个)翅片152来实现,每个翅片152从主体的内表面/壁突出。如图所示,限制组件可包括沿着主体的至少一部分以间隔开的关系布置的翅片152的阵列。主体150通常是细长的并且可以具有任何合适的横截面形状,诸如矩形、椭圆形等。翅片152可以从主体的相对内表面延伸,例如,从主体150的顶表面156和底表面158,从而形成液体154(例如冷却剂)的“迷宫”路径,液体154通过入口151进入主体并从中流过并通过出口153排出。这样的构造产生大致曲线的流动路径,提供所需水平的湍流151的湍流流动,从而产生抵抗来自冷凝区110的冷却剂液体的压力的限制力,并根据期望的流速分布减缓下游液体,即向冷却区104(未示出)的流动。对于流动路径的给定几何形状,流速分布可以通过翅片152的形状和/或大小以及它们相对于彼此的布置来调节,从而产生具有不同阻力的不同湍流情况(湍流水平)。翅片可以具有任何横截面形状,例如图3C中例示的三角形形状或图3D中例示的矩形。此外,图3C和图4C例示了翅片152的两种布置,其中翅片邻近于彼此布置并且分别彼此间隔开。液体154的流速分布还可以通过可控地维持/设定冷凝区110与冷却区104之间的压力差来控制(例如,控制真空泵操作和/或冷凝器操作,如有)。

[0069] 由于本发明利用系统的相对较低的工作压力,该系统对于主体150和翅片152的材料成分更加灵活,因此它们可以由诸如塑料、聚合物、硅等非刚性材料制成,也可以由诸如金属等刚性材料制成以承受更高的压力或更低的维护。

[0070] 在冷却系统100的另一实施方式中,如图4中所例示,系统100包括多个(通常至少两个)冷却区104,冷却区104具有冷却界面106,所有冷却区106都与公共冷凝区110相关联。三个这样的冷却区104在该非限制性示例中示出。然而,应该理解,本发明的原理不限于任何数目的冷却区。在流过冷凝区110之后,液体冷却剂进一步流过分流器138,分流器138分离液体冷却剂以在维持冷却区104内的真空条件的同时,向冷却区104供给足够量的冷却剂。可以(通过控制单元116)控制分流器将冷却剂选择性地供给到仅一些冷却区104。此外,在由于故障或意图停用导致的停用冷却区104的情况下,分流器有助于维持冷却系统100的可持续性。

[0071] 以下是本发明的冷却系统如何可以用于冷却各种实体的一些具体但非限制性的示例。

[0072] 图5A图示了使用上述冷却系统来冷却计算机或其中的发热部件。图5A示出了计算机200的背面,其上安装有标准通气孔202。冷却系统部分地安装在计算机内部(并且因此在图中未示出),使得(一个或多个)冷却接口位于诸如CPU或GPU等发热部件附近(与之紧密接触)。示出了冷却剂管道102A和102B的两个部分(形成以上描述的闭环流动线路102),一个引导液体冷却剂到达计算机内部的冷却界面,一个引导冷却剂蒸汽从冷却界面到达位于计

算机外部的冷凝器区域110A,冷却剂管道102A和102B的两个部分形成冷却系统100的外部部分。管道的柔性使得所述外部部分能够定位在任何位置和取向,从而提供冷却系统100与计算机的无限组装配置。

[0073] 如图5B中所图示,本发明的冷却系统可用于冷却用于冷藏存储在其中的不同实体的冷却器300或输送盒。图5B示出了位于冷却器的(一个或多个)外部部分的冷却系统(控制单元)的用户界面122。用户界面通常可以包括屏幕(例如LCD屏幕)和用于操作冷却系统的操作按钮(例如,启用/停用冷却系统)。在这种配置中,冷却系统的所有部件都位于冷却器内,使得(一个或多个)冷却界面吸收来自冷却器内部空间的热量,从而冷却其内部。继而,吸收的热量通过专用的通气穿孔140传递出去。

[0074] 如图5C中所图示,冷却系统可用于冷却身体温度,例如在训练或手术期间。图5C示出了冷却系统100可以是便携式的以供个人佩戴。为此,该系统使用电池作为电源。如图5C中所示,(一个或多个)冷却界面通过专用带保持在用户头部上的期望位置,其中所述(一个或多个)冷却界面可以集成在所述带内或仅由其保持。(一个或多个)冷却界面可以直接或者通过中间介质与皮肤接触。示出了两个冷却剂管道,用于分别将液体冷却剂引导到围绕用户头部的(一个或多个)冷却界面,并将冷却剂蒸汽从所述(一个或多个)冷却界面引导到例如位于由用户携带的背包中的冷凝器区域。应当注意的是,冷却界面可放置在待冷却的主体的前额、胸部、手臂、腿和/或任何其他器官上。管道的柔性使得用户头部能够自由移动,从而提供其最大的舒适度。应该注意的是,这样的便携式冷却系统100被设计成足够轻以便由用户佩戴,使得它可以被例如士兵、徒步旅行者、运动员或在热或应变条件下工作的任何其他人士舒适地使用。

[0075] 因此,本发明提供了一种使用相对简单的系统配置快速有效地冷却各种实体的新方法。本领域技术人员将容易理解,在不脱离在所附权利要求中并由其限定的范围的情况下,可以对本发明的上述实施方式应用各种修改和变化。

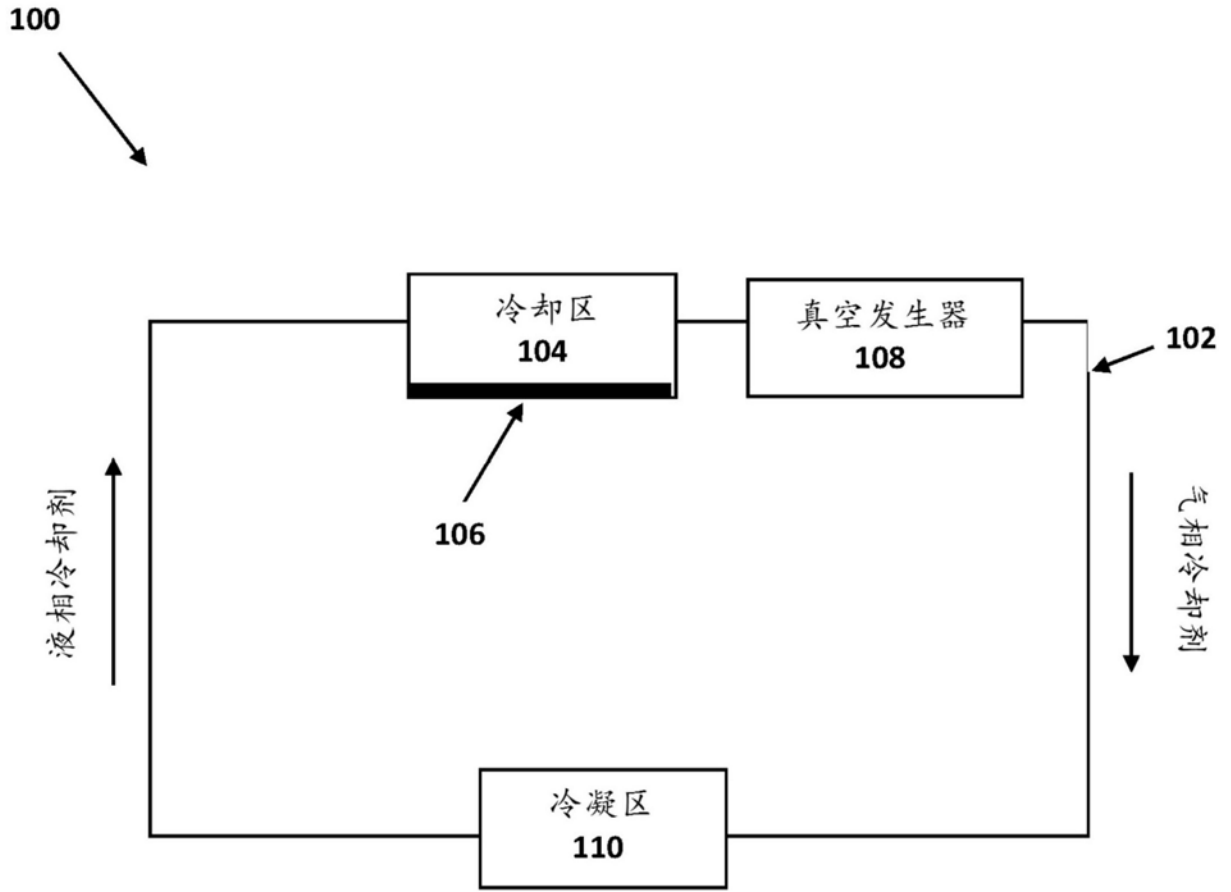


图1

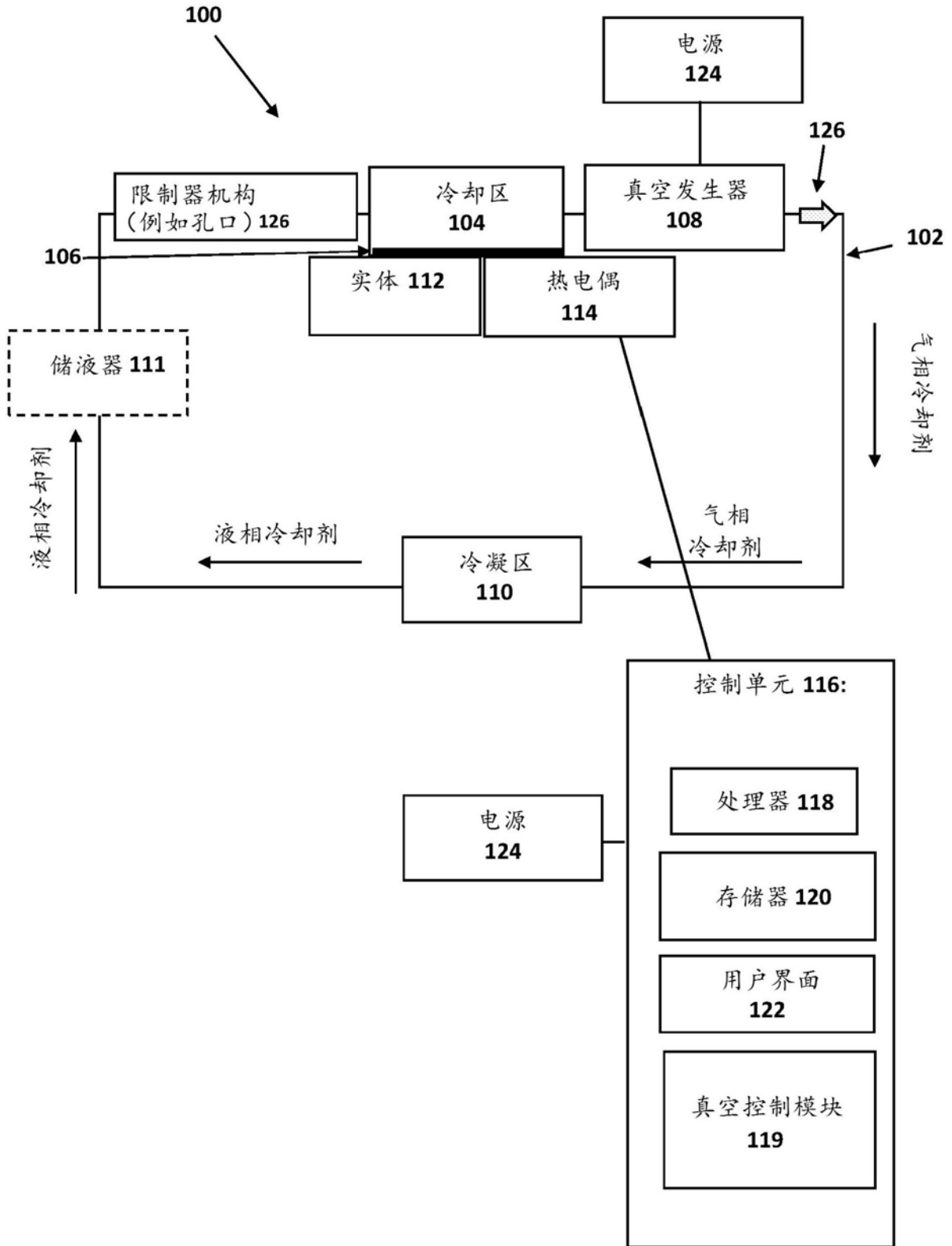


图2

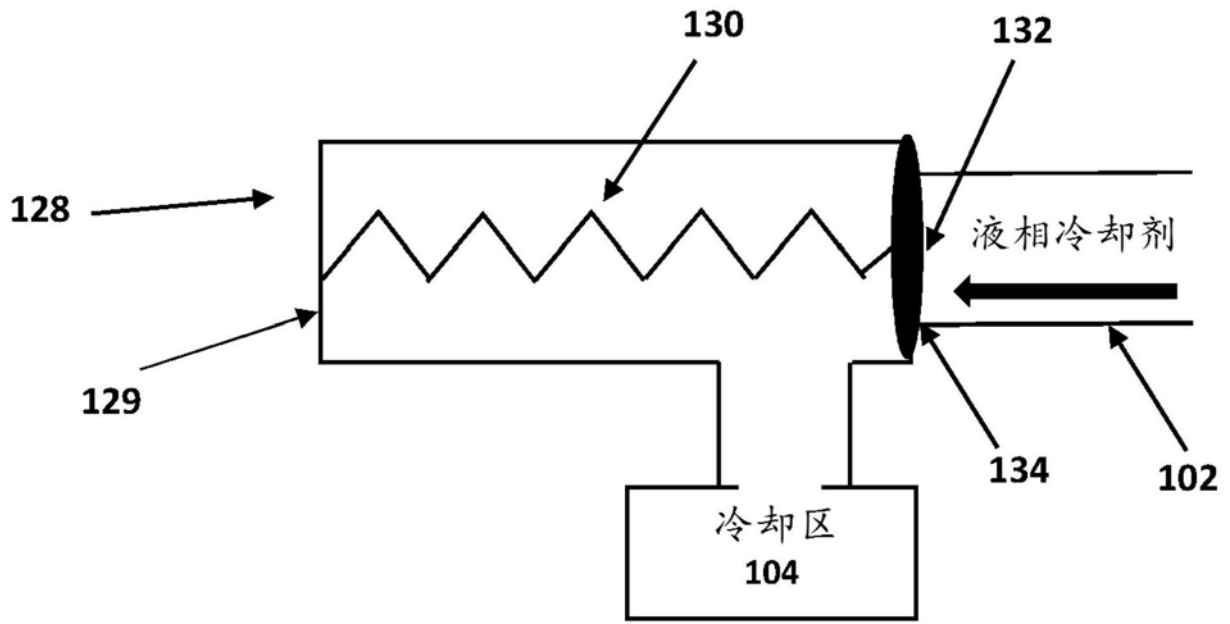


图3A

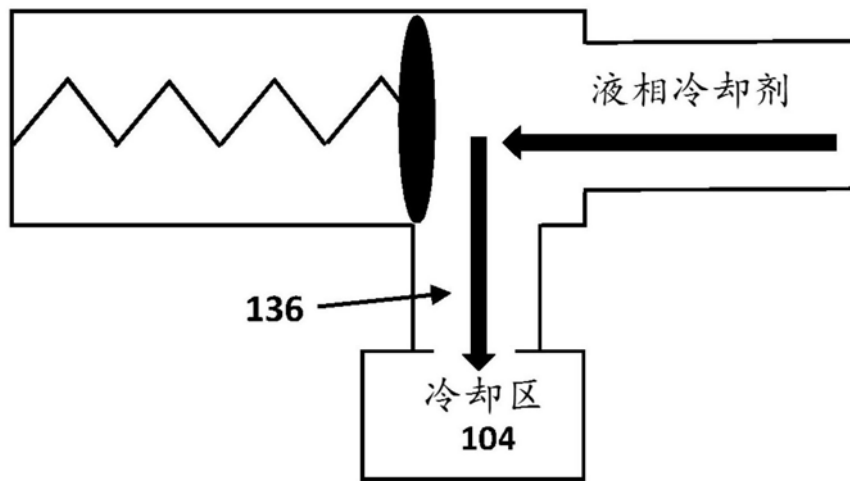


图3B



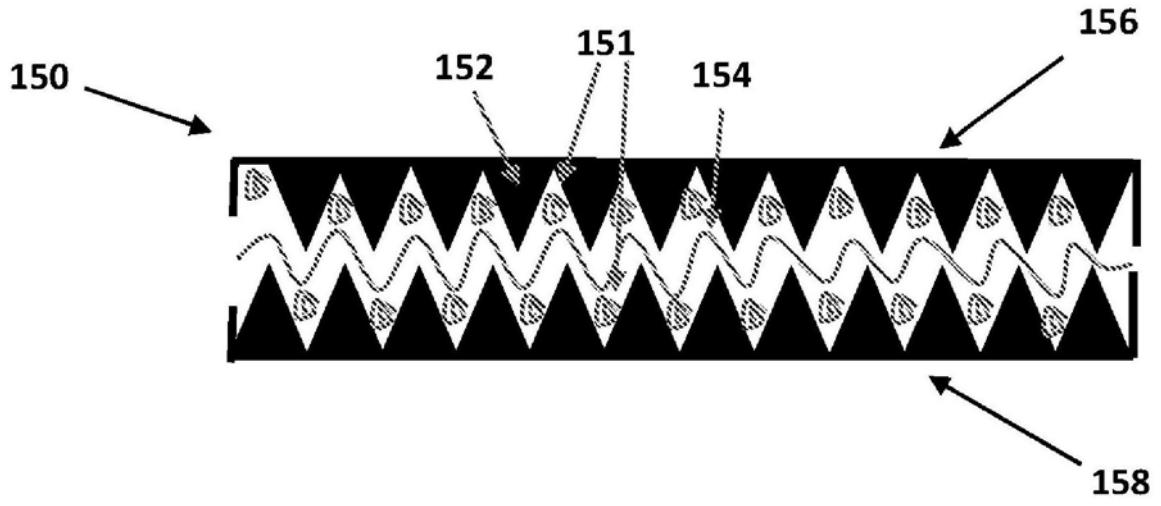


图3C

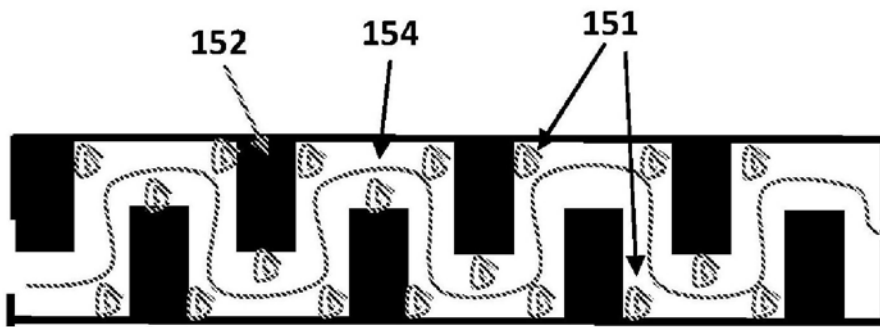


图3D

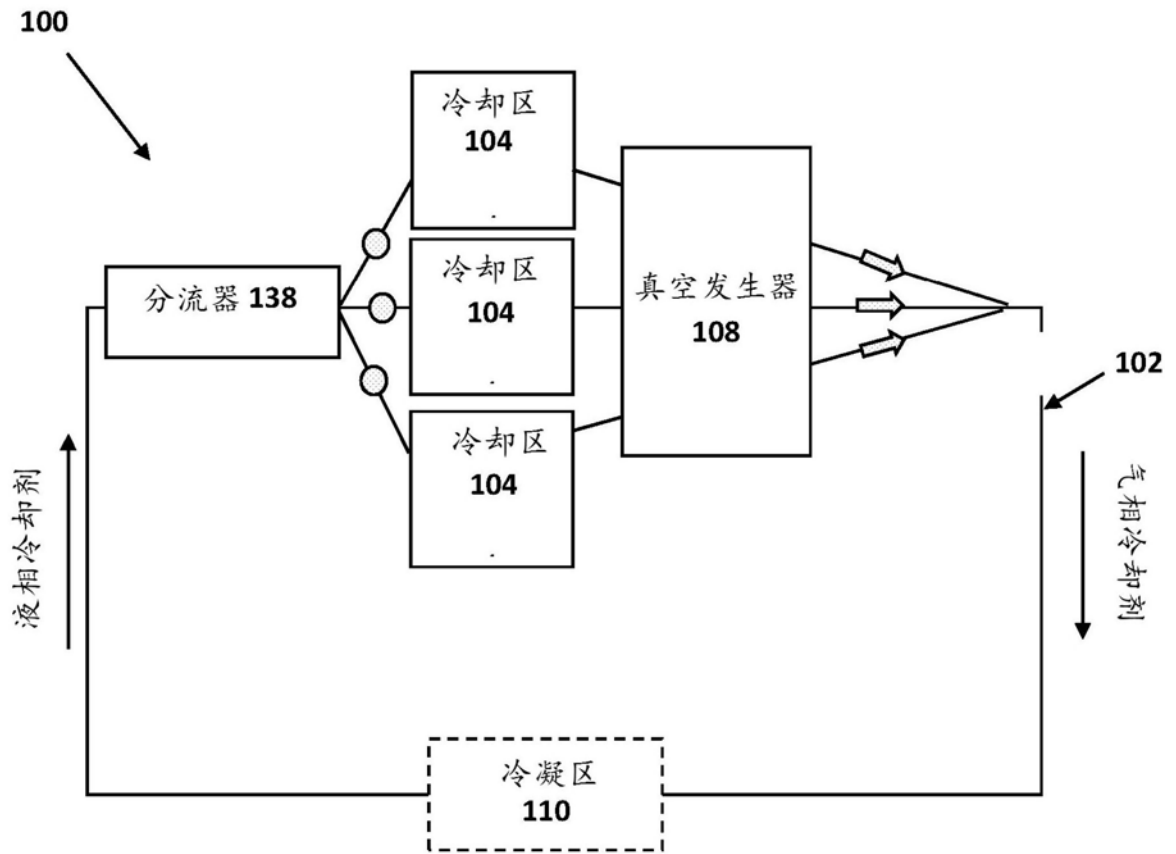


图4

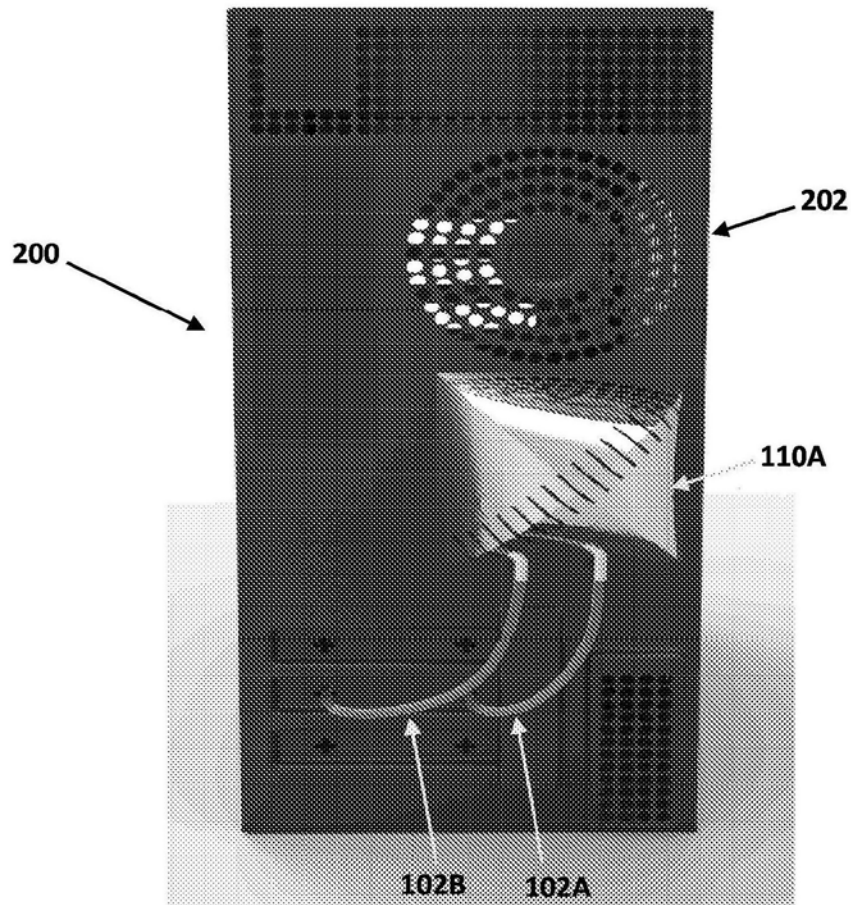


图5A

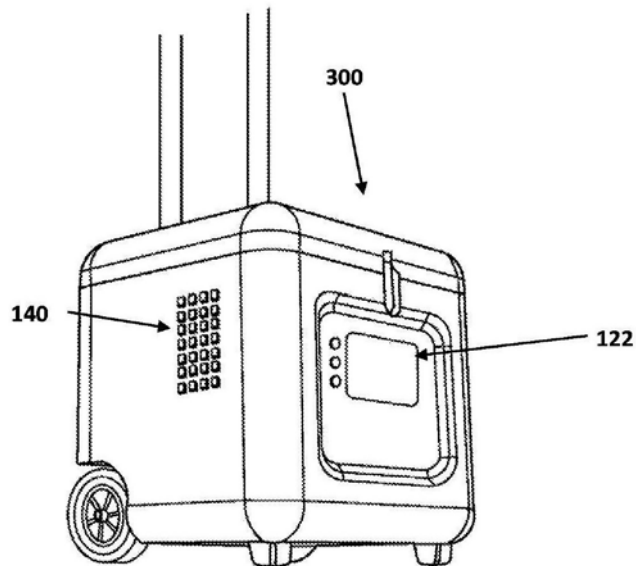


图5B

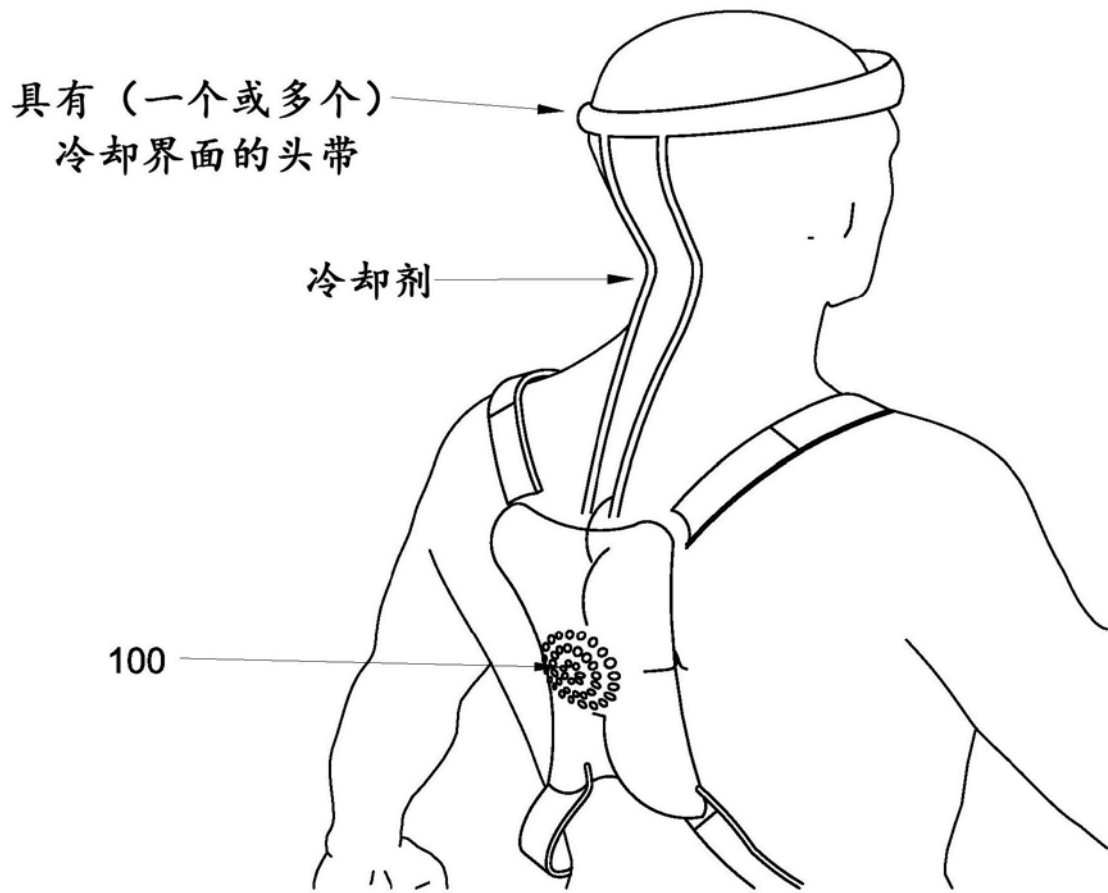


图5C

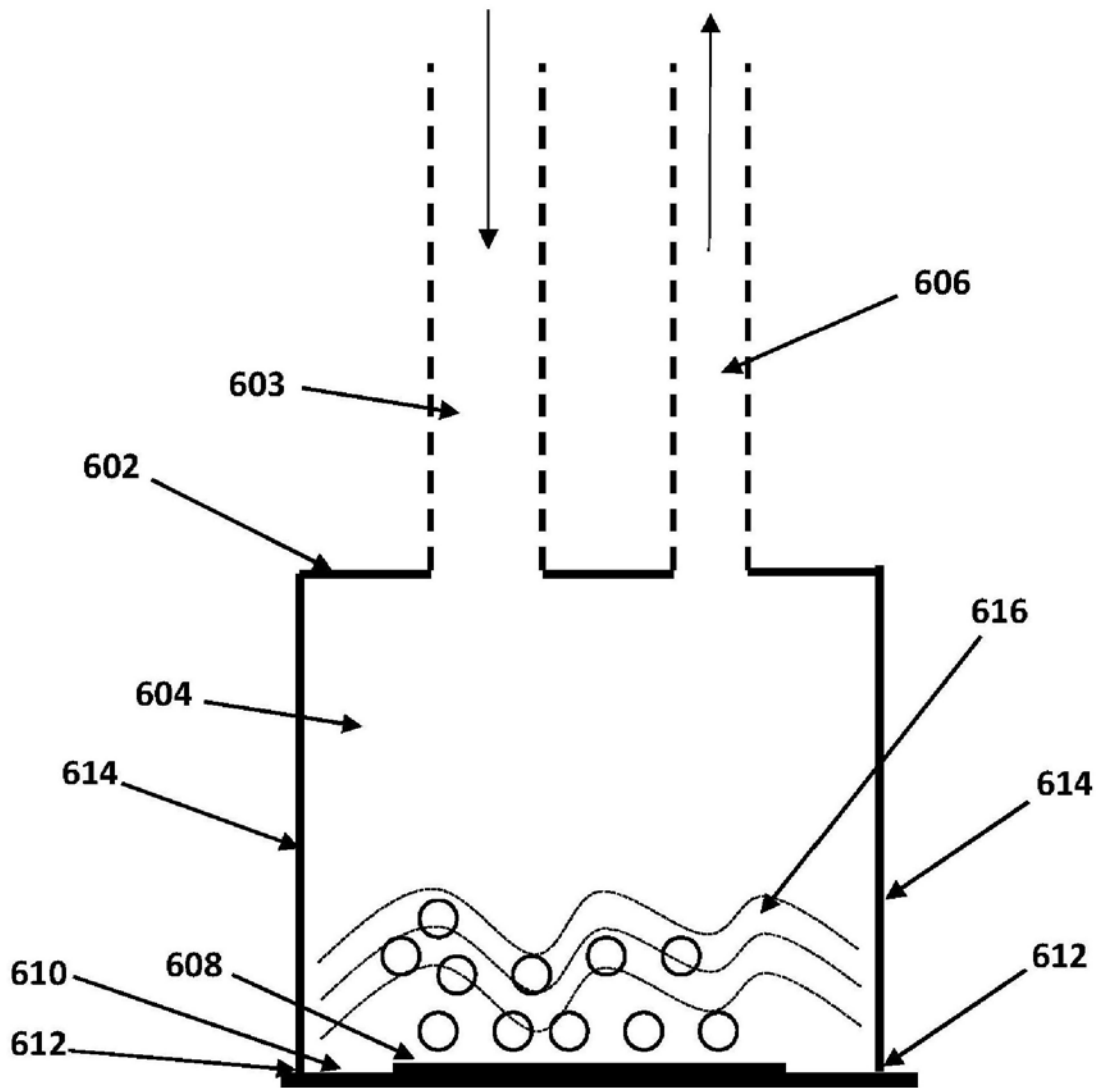


图6