



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110770524 B

(45) 授权公告日 2023.12.12

(21) 申请号 201880035760.2

毛里齐奥·萨利奥 大卫·奥利弗

(22) 申请日 2018.05.31

桑托克·辛格·加塔奥拉

(65) 同一申请的已公布的文献号

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

申请公布号 CN 110770524 A

专利代理人 刘雯鑫 杨林森

(43) 申请公布日 2020.02.07

(51) Int.CI.

F28D 20/02 (2006.01)

(30) 优先权数据

1708724.8 2017.06.01 GB

(56) 对比文件

DE 102013220281 A1, 2015.04.09

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

CN 102472598 A, 2012.05.23

2019.11.29

JP H08510600 A, 1996.11.05

(86) PCT国际申请的申请数据

EP 1186838 A2, 2002.03.13

PCT/GB2018/051483 2018.05.31

DE 10303498 A1, 2004.08.12

(87) PCT国际申请的公布数据

CA 1115264 A, 1981.12.29

W02018/220378 EN 2018.12.06

US 4258696 A, 1981.03.31

(73) 专利权人 松耐普有限公司

WO 2009065182 A1, 2009.05.28

地址 英国洛锡安

审查员 吴全伟

(72) 发明人 安德鲁·约翰·比塞尔

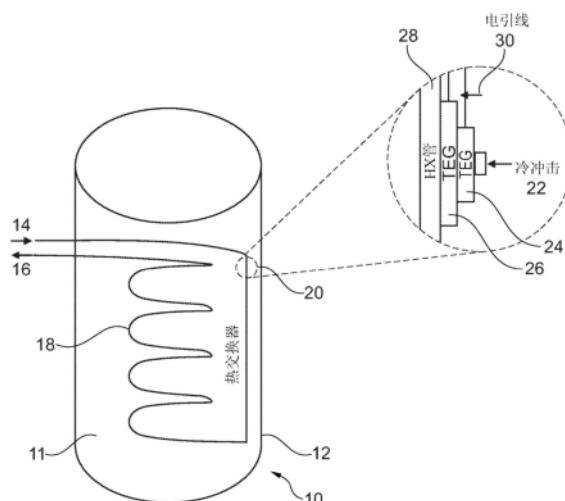
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

相变材料热存储系统中的主动结晶控制

(57) 摘要

本发明涉及通过经历熔化/结晶循环来存储和释放热能的相变材料(PCM)。更具体地，描述了其中经由受控的热区域使过冷的相变材料(PCM)成核的热存储系统。



1. 一种热存储系统(100),其中,经由受控的热区域(120)使过冷的相变材料PCM成核,所述热存储系统(100)包括:

容纳容器(112);

位于所述容纳容器(112)中的所述PCM(111);

热交换器(18,118),其位于所述容纳容器(12,112)内部并且浸入所述PCM(111)中,所述热交换器(118)具有输入端(114)和输出端(116);

其中,当所述PCM高于或接近一些成核剂的失活温度时,由于存在主动地使所述一些成核剂保持在其失活温度以下的所维持的冷点,因此所述PCM(111)在放电时不表现出过冷,

其中,所述成核剂是特定的水合物,并且其中,所述成核剂的失活过程是脱水或熔化,

其中,经由所述容纳容器内的受控的热区域使所述PCM成核引起对引起所述PCM的一致、可预测和可选择结晶的成核的控制,并且

其中,所述受控的热区域是通过始终使成核剂保持在其失活温度以下来主动地保护所述成核剂并且通过到比所述PCM(111)低的温度的区域的热传导路径维持的冷点。

2. 根据权利要求1所述的热存储系统(100),其中,所述热存储系统的所述受控的热区域包括以下中的一个或更多个:

包括石墨片或金属片之一的散热器;

与周围环境热接触的区域;

提供信息反馈的温度传感器;

压缩蒸汽循环装置;和

热管或热交换管。

3. 根据权利要求1所述的热存储系统(100),其中,所述冷点通过热电方式或者通过压缩蒸汽循环或者通过热管或者通过热交换管来维持。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的热存储系统(100),其中,所述热交换器用作所述热存储系统的所述受控的热区域的散热部,并且冷点区域被定位成朝向所述容纳容器的底部。

5. 根据权利要求1至3中任一项所述的热存储系统(100),其中,在所述受控的热区域内,存在被定位在所述容纳容器内的热隔离区域。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的热存储系统(100),其中,所述热存储系统(100)包括设置在所述受控的热区域中的热电装置,所述热电装置由堆叠的一个或更多个热电装置组成,在热电界面之间具有散热器,所述堆叠的一个或更多个热电装置中的最后一个热电装置的冷面与散热器以及热隔离器形成冷集中器。

7. 根据权利要求6所述的热存储系统(100),其中,所述冷面与所述PCM接触并且热面与以下中的任一个热接触:周围环境;PCM热交换器;和另一热存储系统。

8. 根据权利要求6所述的热存储系统(100),其中,电存储器通过所述热电装置进行充电,然后,该热电装置利用该电存储器生成冷。

9. 根据权利要求6所述的热存储系统(100),其中,所述热电装置通过电存储器供电,其中,所述电存储器通过本地电源进行充电。

10. 根据权利要求9所述的热存储系统(100),其中,所述本地电源是网络电力系统,或者12v、24v或48v车辆系统。

11. 根据权利要求6所述的热存储系统(100)，其中，经由脉冲宽度调制或直接驱动来控制所述热电装置。

12. 根据权利要求1至3中任一项所述的热存储系统(100)，其中，所述热存储系统的所述受控的热区域包括提供信息反馈的温度传感器。

13. 一种用于在根据权利要求1至12中任一项所述的热存储系统(100)中提供冷点的方法，其中，经由受控的热区域使过冷的相变材料PCM成核，所述方法包括：

提供具有输入端(114)和输出端(116)的容纳容器(112)；

将所述PCM(111)定位在所述容纳容器(112)中；

将热交换器(118)定位在所述容纳容器(12)内部并且将所述热交换器(118)浸入所述PCM(111)中；

其中，当所述PCM高于或接近一些成核剂的失活温度时，由于存在主动地使所述一些成核剂保持在其失活温度以下的所维持的冷点，因此所述PCM(111)在放电时不表现出过冷，

其中，所述成核剂是特定的水合物，并且其中，所述成核剂的失活过程是脱水或熔化，

其中，经由所述容纳容器内的受控的热区域使所述PCM成核引起对引起所述PCM的一致、可预测和可选择结晶的成核的控制，并且

其中，所述受控的热区域是冷点，并且所述受控的热区域提供了用于晶体生长的区域，并且其中，所述冷点通过始终使成核剂保持在其失活温度以下来主动地保护成核剂并且所述冷点通过热管来维持。

14. 根据权利要求13所述的方法，其中，所述PCM安置在所述容纳容器(112)中，并且其中，所述热交换器(118)被定位在所述容纳容器内，这允许热或冷传入或传出所述PCM。

15. 根据权利要求13或14所述的方法，其中，被定位在所述容纳容器(112)内的所述热交换器(118)用作所述热存储系统(100)的散热部。

16. 根据权利要求13或14所述的方法，其中，所述冷点的功耗与从所述PCM至所述冷点的热传递速率成比例，并且因此在具有晶体的所述冷点与所述PCM之间需要隔离器。

17. 根据权利要求16所述的方法，其中，所述冷点的冷热电面具有高导热性界面材料以用作冷集中器。

18. 根据权利要求17所述的方法，其中，所述热存储系统中的隔离器覆盖除了被留下以露出的小部分以外的所述高导热性界面材料，并且这使冷朝向一个小的部分集中，因此实现较低温度或降低功耗。

19. 根据权利要求18所述的方法，其中，所述小部分是0.01mm至5mm。

20. 根据权利要求18所述的方法，其中，所述小部分是0.1mm至2mm。

21. 根据权利要求18所述的方法，其中，所述小部分是0.1mm至1mm。

22. 根据权利要求18所述的方法，其中，设置在所述受控的热区域中的热电装置的热侧包括散热部以将热散至所述PCM本身、所述热存储系统的热交换器或周围环境。

相变材料热存储系统中的主动结晶控制

技术领域

[0001] 本发明涉及通过经历熔化/结晶循环来存储和释放热能的相变材料(PCM)。

背景技术

[0002] 相变材料(PCM)通过经历熔化/结晶循环来存储和释放热能。

[0003] 关于PCM的一个问题是不一致的成核温度。成核——结晶过程的第一步——可能由于PCM过冷(保持在PCM的熔点以下但是没有结晶)而不发生,或者可能在不同的温度或在不同的时间或在不同的冷却速率等情况下自发发生。

[0004] 该问题已经解决并且通过在PCM容纳部内创建受控热区域来利用,这引起对引起一致、可预测和可选择的结晶的成核的控制。

[0005] 也可以通过添加籽晶来引发成核。例如,这可以通过经由机械装置即晶体滴管或类似的装置添加籽晶(即类似于将籽晶滴入过冷的溶液或液体中以引发本体中的结晶);或者在一些材料结晶时具有一定区域来完成。可以使结晶材料与本体过冷的溶液/液体接触,并且然后不接触;或者从其中存在籽晶但是未与本体过冷的溶液或液体充分地直接接触的受限定的几何结构释放籽晶以直到释放的时刻才引起本体的结晶,即带有裂纹的材料,例如冲压的金属板/盘可能具有的。例如,这些裂纹可以是微观裂纹,其中籽晶可以处于在它们的正常熔点以上,并且当它们被激活例如被弯曲时,然后裂纹打开并且释放籽晶从而引起本体溶液/液体的结晶。

[0006] 利用籽晶以引发结晶的方法主要可以应用在两种方法中:主动和被动。在主动方法中,(例如,通过电子信号、水流的存在、机械按钮、外部压力差)激活以下机构,在该机构中将籽晶释放或添加至本体溶液/液体中从而引起本体结晶。在物理实施方式中,该机构可以是例如晶体滴入机构,通过机械方式变形/弯曲或者当电/电场穿过其或施加电/电场时改变几何结构/形状的金属板/盘,或者可以打开以使结晶材料的样品与本体过冷的溶液/液体之间接触的阀,或者与阀相反的装置,可以将结晶材料的样品“浸入”过冷的溶液/液体中并且然后“不浸入”。例如,这可以在针/细杆等的端部上。在被动实施方式中,籽晶是在没有外部机构的情况下生成的,而是由本体材料的温度引发的,即当过冷溶液/液体下降至设定温度以下时,然后引发释放籽晶的过程。例如,这可以是浸没的金属板/盘例如双金属,并且根据需要在设定温度下弯曲并且然后释放引发本体结晶的籽晶。其效果是具有不能明显观察到过冷的效果的材料。

[0007] 相关的问题是被动地用于防止过冷的成核添加剂在整个热驱动“失活处理”中可能失去其成核特性。这样的一个示例是如果要求成核剂是特定的水合物,则该水合物可以熔化/脱水。因此,PCM容纳部内的主动受控的热区域也可以用于保持成核器的功能。

[0008] 在单个系统内使用多个相同或不同的方法可能会具有明显的益处例如由于从多个位置开始成核而提高的结晶速率。

[0009] EP 1186838涉及补偿了热量的生成与散发之间的时间差的热存储型加热器及控制方法。

- [0010] US 2015/034587涉及用于在潜热存储材料和热存储装置中形成晶体核的方法。
- [0011] US 4,199,028涉及热能存储装置,其中,存在采用具有光滑的、无缺陷的内壁的钠钙玻璃的装置和方法。该容器可以填充相变材料。
- [0012] DE 102014208616涉及用于引发热存储材料的结晶的热存储装置和方法。
- [0013] 然而,以上提到的现有技术文献均未涉及当前要求保护的热存储系统。当PCM高于/接近一些成核剂的失活温度时,由于存在主动地使一些成核剂保持在其失活温度以下的所维持的冷点,因此现有技术系统在放电时不表现出过冷。
- [0014] 本发明的至少一个实施方式的目的是提供改进的相变材料,其中,经由受控的热区域使过冷的相变材料(PCM)成核。

发明内容

- [0015] 根据本发明的第一方面,提供了一种热存储系统,其中,经由受控的热区域使过冷的相变材料(PCM)成核。
- [0016] 根据本发明的另一方面,提供了一种通过冷冲击的生成使过冷的PCM成核的系统。冷冲击可以被描述为过冷的PCM内的一个小区域,该小区域被充分地冷却以引发成核。
- [0017] 根据本发明的另一方面,提供了一种使用PCM的方法,其中,PCM安置在容纳容器中并且在内部具有热交换器以允许热或冷(热能)传入/传出PCM。
- [0018] 可以经由热电装置或者压缩蒸气循环装置或者热管或热交换管或者利用冷材料即干冰、液氮使与PCM热接触的区域冷却或者非常吸热蒸发的材料的快速膨胀来生成冷冲击。
- [0019] 还描述了一种PCM系统,该PCM系统由于存在以热电方式或者通过压缩蒸气循环或者通过热管或通过热交换管维持的、始终主动地保持一些PCM结晶的冷点而因此在放电时不表现出过冷。
- [0020] 还描述了一种PCM系统,该PCM系统在PCM接近其熔点时由于存在以热电方式或者通过压缩蒸气循环或者通过热管或通过热交换管维持的、主动地保持一些PCM结晶的冷点而因此在放电时不表现出过冷。
- [0021] 还描述了一种系统,其中,PCM系统在PCM高于/接近成核剂的失活温度时由于存在以热电方式或者通过压缩蒸气循环或者通过热管或通过热交换管维持的、主动地使一些成核剂保持在其失活温度以下的冷点而因此在放电时不表现出过冷。
- [0022] 还描述了一种系统,其中,热电装置由堆叠的一个或更多个热电装置组成,可选地在热电界面之间具有散热器,最终的冷面与散热器以及热隔离器形成冷集中器。
- [0023] 还描述了一种系统,其中,热电装置的冷侧与PCM接触并且热电装置的热侧与周围环境、PCM热交换器或另一PCM存储系统热接触。
- [0024] 还描述了一种系统,其中,热电装置的冷面具有冷集中器。
- [0025] 还描述了一种系统,其中,热电装置或者压缩蒸气循环装置或者热管或热交换管的热侧与周围环境、PCM热交换器或另一PCM存储器热接触。
- [0026] 还描述了一种系统,其中,电存储器通过热电装置进行充电,然后相同的热电装置利用相同的电存储器生成冷以在稍后的时间起作用。
- [0027] 还描述了一种系统,其中,热电装置或者压缩蒸气循环装置由电存储器供电,其

中,所述电存储器由本地电源(例如网络电力,12v/24v/48v车辆系统)进行充电。

[0028] 还描述了一种系统,其中,经由PWM或优选直接驱动来控制热电装置。

[0029] 还描述了一种系统,其中,在热电装置或者压缩蒸汽循环装置或者热管或热交换管中或者在热电装置或者压缩蒸汽循环装置或者热管或热交换管本地的温度传感器向例如电力电子设备提供信息反馈。

附图说明

[0030] 现在将参照以下附图描述本发明,在附图中:

[0031] 图1是示出冷冲击设置的包括容纳容器内的PCM中的热交换器的热存储系统的表示,其中,散热部是PCM容纳系统的热交换器;

[0032] 图2是示出冷点设置的包括容纳容器内的PCM中的热交换器的热存储系统的表示,其中,散热部是容纳容器外部的通过周围环境的散热部;

[0033] 图3是示出使用冷点实现的效果的表示。可以看出,具有冷指的系统的冷却曲线(实线)在冷却期间经历了结晶,而不具有冷点的系统(虚线)则没有经历结晶,如由结晶平台的缺乏所表示的。这样的效果是具有冷点的系统具有非常优越的能量存储能力;

[0034] 图4是可以提供冷冲击的堆叠式热电装置设置的表示,其中,热电装置(TEG,A)、散热器(B)和隔离器(C)用作冷集中器;

[0035] 图5是利用冷冲击激活器使用过冷的PCM存储器的表示。PCM已经在没有结晶的情况下冷却至周围环境;PCM在该温度下保持一段时间;然后冷冲击被激活;结晶开始并且PCM升温;以及

[0036] 图6是其中单个热电装置(TEG,A)、散热器(B)和隔离器(C)用作冷集中器的冷点的表示。

具体实施方式

[0037] h. PCM热存储系统

[0038] 使用PCM的方法是将PCM安置在容纳容器中并且使得在内部具有热交换器以允许热或冷(热能)能够传入/传出PCM。

[0039] 图1是包括位于容纳容器12内的热交换器18的热存储系统10的表示。热交换器18浸入包含在容纳容器12内的PCM 11中。热交换器18具有输入端14和输出端16。热交换器18用于将热传入和/或传出热存储系统。可以使用任意数目和类型的热交换器。

[0040] 图1还示出了一般地由附图标记20表示的冷冲击区域设置。冷冲击区域20已经被放大并且位于容纳容器10的顶部处。如所示出的,在放大的区域中,存在位于邻近热电装置(TEG)24、26和热交换管(HX管)28的冷冲击22。还示出了附接至热电装置24、26的电引线30。

[0041] 图2是另一热存储系统100的表示。热存储系统100包含容纳容器112内的PCM 111。在PCM 111中浸入有热交换器118。热交换器118具有输入端114和输出端116。热交换器118用于将热传入和/或传出热存储系统100。可以使用任意数目和类型的热交换器。

[0042] 在图2所示的热存储系统100中,存在位于容纳容器112的底部处的冷冲击区域120。该冷冲击区域120在尺寸上被放大,其中可以看到存在冷点128。在冷点128附近存在隔离区域124、126。在隔离区域124、126下方存在散热部122。

[0043] 如图2所示,在热存储系统100中,散热部是容纳容器112外部的通过周围环境的散热部。

[0044] i. 热电装置

[0045] b1. 热电装置

[0046] 热电装置使用珀尔帖效应进行操作,并且在小的固态规模上产生热泵型效应。热电装置通常是在两个大的面上具有陶瓷涂层的、厚度小于10mm的矩形板。当电流通过热电装置时,在一个面上生成热并且在另一面上生成冷。这样的热电装置用于图1所示的热存储系统10中。

[0047] b2. 压缩蒸气循环装置

[0048] 压缩蒸气循环装置通常在闭环中利用流体的沸腾(或蒸发)来提供冷却,其中,在不同的位置(或相同的位置)处也发生反向过程(冷凝)。

[0049] b3. 热管或热交换管

[0050] 热管或热交换管是在它们内部密封有液体或气体的物体,并且当对该物体的一个或更多个区域施加热或冷时,存在相变。

[0051] 在热交换管中,提供了附加控制。该效果是物体可以在特定温度或温度范围内示出(可选择地,如果可交换的话)高水平的导热性。

[0052] j. 过冷

[0053] 为了使PCM过冷,必须将全部材料熔化,即必须不存在未熔化的材料,否则未熔化的材料将是晶体生长的区域。

[0054] 这具有以下影响:如果PCM要过冷,则其必须完全熔化。如果材料未完全熔化,则材料不会过冷。

[0055] 如果使用成核剂(通过提供用于晶体生长的区域/表面来防止过冷的添加剂),则可以被动地避免过冷。可以通过控制成核剂位于何处以及将成核剂如何包含在即网状材料或多孔材料中来优化成核剂的使用。

[0056] k. 冷点

[0057] 如果PCM没有已知的有效的方法(例如添加剂)来确保一致的成核,那么这可能会阻止PCM的使用。克服的方法将是设计具有热电驱动“冷点”的容纳部,其中,本体PCM的晶体(或其他相关晶体)保持在未熔化的状态。这是本申请的焦点。

[0058] 大部分的这些晶体可以很小——它们是提供生长的点的籽晶。使所述大部分的晶体保持小是有利的。当本体PCM处于充电(熔化)状态时,需要持续冷却所述大部分的晶体,并且最好使所述大部分的晶体最小化。

[0059] 图3示出了其技术效果。示出了使用冷点实现的效果。可以看出,具有冷点的系统的冷却曲线在冷却期间经历了结晶,而不具有冷点的系统则没有经历结晶,如由结晶平台的缺乏所表示的。这样的效果是具有冷点的系统具有非常优越的能量存储能力并且在较高的温度(较高的火用)下进行操作。这是本发明和本文中描述的热存储系统的益处之一。

[0060] 存在用于生成和维持冷点的多个方法。这些方法在本文中被描述并且是本发明的一部分。

[0061] (iii) 实现方式

[0062] 冷点的功耗与从本体PCM至冷点的热传递速率成比例——因此已经发现优选的是

在带有晶体的冷点与PCM的本体之间具有隔离的措施。

[0063] 如果使用过多的隔离，则冷点的响应时间会减少。这是由于在内部热交换器与晶体的冷却质量之间需要“热桥”——该“热桥”是在冷点与内部热交换器之间的结晶路径。

[0064] 替选方式是使用冷点来保护成核剂，这与PCM相反。被动地用于防止过冷的成核添加剂可能会在整个热驱动“失活处理”中失去其成核特性。

[0065] 这样的一个示例是如果要求成核剂是特定的水合物，则该水合物可以熔化/脱水。因此，PCM容纳部内的主动受控热区域可以用于保持成核器的功能。

[0066] 这样的优点是热电装置或者压缩蒸气循环装置或者热管或热交换管不需要经常运行。这降低了运行成本并且延长了寿命，因为冷点的温度在PCM的本体温度之上。

[0067] (iv) 优化

[0068] • 如图6所示，冷热电面316具有在图6中标记为散热器312的高导热性界面材料。

[0069] 如图6所示，存在其中单个热电装置310 (TEG, A)、散热器312 (B) 和隔离器314 (C) 用作冷集中器的冷点。散热器可以是石墨片或者诸如铜或铝的金属片。隔离器可以是基于糊剂或粘合剂的。

[0070] 通过使用热隔离器310覆盖除了被留下以露出的非常小的区域(例如约0.01mm至5mm, 约0.1mm至2mm, 约0.1mm至1mm)以外的所有高导热性界面材料来补充高导热性界面材料310——这使冷朝向一个小的部分(即冷集中器316)集中，因此实现了较低温度或降低了功耗。

[0071] • 热电装置310的热侧318需要散热部来散热。散热部可以是：PCM本身、PCM系统的内部热交换器或者最好是如图2所示的周围环境。图2是容纳容器112内的PCM 111中的热交换器118的表示。

[0072] 图2示出了其中散热部是容纳容器112外部的通过周围环境的散热部的冷点设置。

[0073] 在图2中示出了其的放大图，其中，热电装置118的热侧被热连接至第二PCM存储器 (PCM或内部热交换器，但是优选地是热交换器)。这具有附加的益处，热能被保存并且用于加热相邻的热存储器。该处理还可以用于将热量从一个热存储器泵送至另一热存储器，该处理涵盖在专利WO 2011/058383中，该专利通过引用并入本文。

[0074] • 温度传感器可以位于热电装置和PCM的界面附近以确定热电装置的冷却要求。可替选地，温度传感器可以在热电装置内部或者形成热界面材料的一部分或在隔离材料内。

[0075] 该优化还适用于压缩蒸气循环装置。

[0076] 该优化还适用于热管或热交换管。在热电装置 (TEG或TED) 的热侧或冷侧上使用一个或更多个热管进一步增强了对热区域的控制。

[0077] 1. 电池电源

[0078] 存在以下应用，在该应用中有利的是具有独立的系统，即不连接至主电力，而是来自诸如电容器或电池的电存储装置的任意和全部电力的系统。

[0079] 当热电装置在其两个面之间具有温差时，可以“有效”地使热电装置反向运行并且由该温差生成电，而不是由电产生温差。这可以用于对所述电存储器进行充电。

[0080] (iii) 实现方式

[0081] • 在PCM的充电阶段期间，内部热交换器具有流过其的热的热传递流体。在其中将

热电系统附接至热交换器的应用中,这会引起热电装置的一侧变热而另一侧则是例如材料的温度——即存在温差。

[0082] • 在其中热电系统热连接至周围环境的应用中,这会引起热电装置的一侧变冷而另一侧则是例如材料的温度。材料可以处于周围环境之上的温度——即存在温差。

[0083] • PCM存储被完全熔化并且是热的。存在热电装置,其中,一个面热连接至周围环境并且一个面热连接至PCM。因此,可能存在温差。此外,在其中材料将要过冷的情况下,来自热电装置的由电生成的冷却效果被导向PCM,不论怎样PCM都将冷却至周围环境温度。

[0084] (iv) 应用

[0085] 下面提供了其中独立系统是有利的应用的示例。

[0086] 小型、耐寒的电存储器会触发对集成在燃料电池车辆中的PCM的冷冲击,该燃料电池车辆在针对燃料电池的操作不允许的环境温度下使用。因此,燃料电池在使用前需要预热。这可以通过经由冷冲击激活PCM存储器来完成。

[0087] 可替选地,燃料电池车辆可以是:基于电池的系统例如锂离子电池;内燃机;或紧急热源(救生服)。

[0088] 在例如车辆上,有时电源是可用的,该电源可以用于对耐寒的电存储器进行充电。当没有可用的电源时(例如,因为温度低于其最低操作温度范围,因此其他系统无法操作),该电存储器稍后可以用于使热电装置运行以启动PCM系统,该PCM系统生成可以传送至其他系统的热量,使得其他系统可操作。

[0089] m. 电源管理

[0090] 热电装置需要DC电源。通常,热电装置需要相对高的安培数、低电压DC电源。调节热电装置的功率可能是有益的。

[0091] (ii) 实现方式

[0092] 已知用于热电功率调节的两个常见方法;脉冲波修改(PWM)或直接驱动。直接驱动对于降低功耗是优选的。

[0093] n. 热电装置或压缩蒸汽循环装置与PCM热存储器的集成

[0094] 为了防止热电装置或压缩蒸气循环装置的内部电部件的污染,可以优选的利用防水材料/PCM防护材料来保护热电装置或压缩蒸气循环装置的电部件。这样的非限制性示例是:电灌封化合物;有机硅密封剂;胶水等。

[0095] 尽管上面已经描述了本发明的特定实施方式,但是将理解的是,从所描述的实施方式的各种偏离仍然可以落入本发明的范围内。

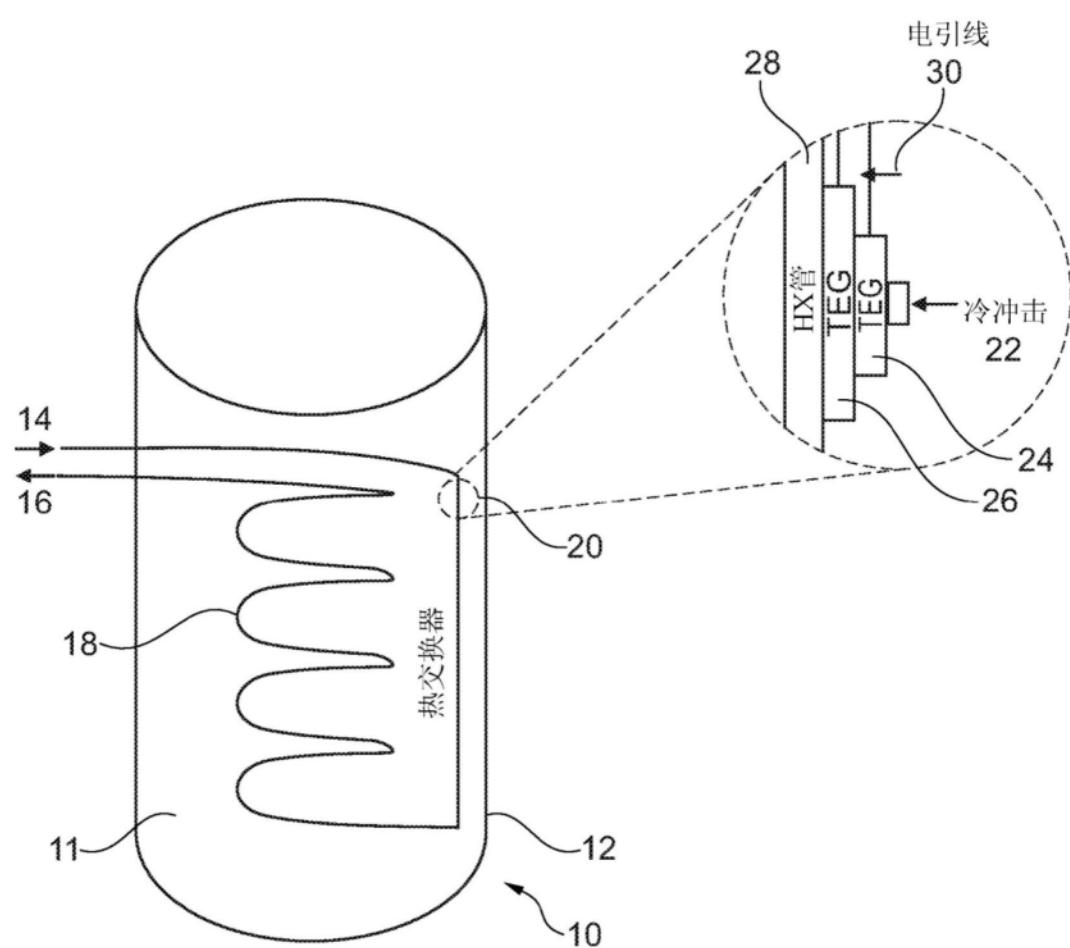


图1

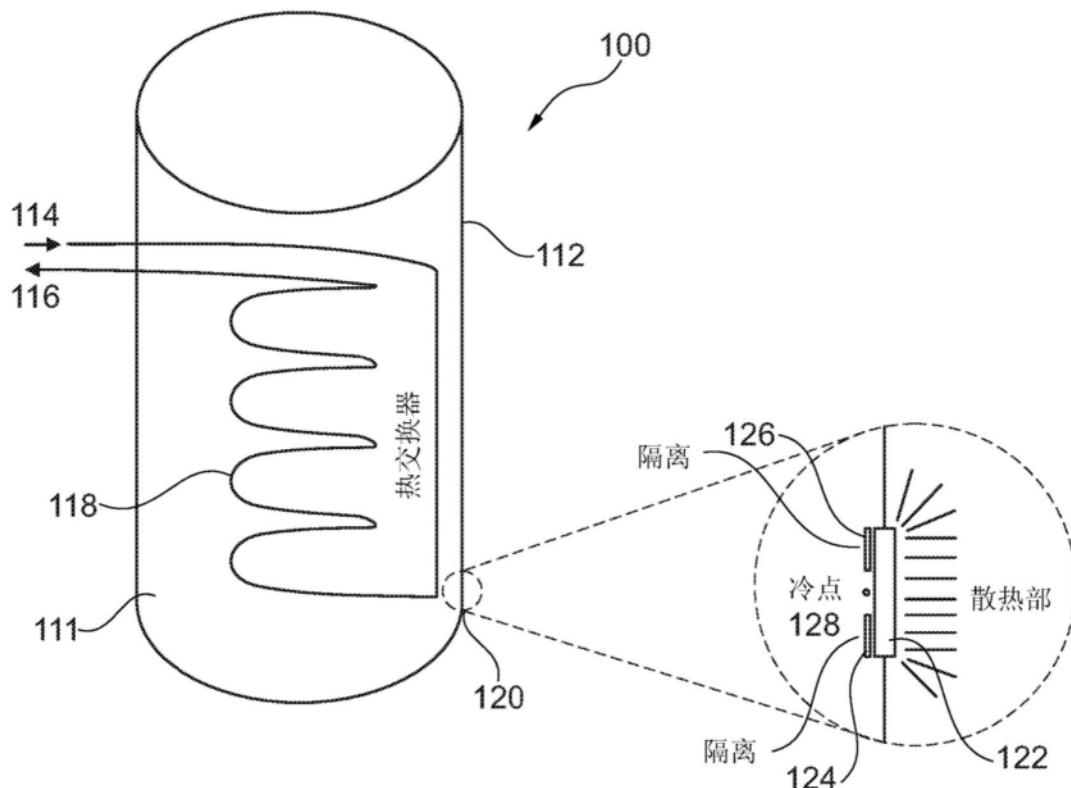


图2

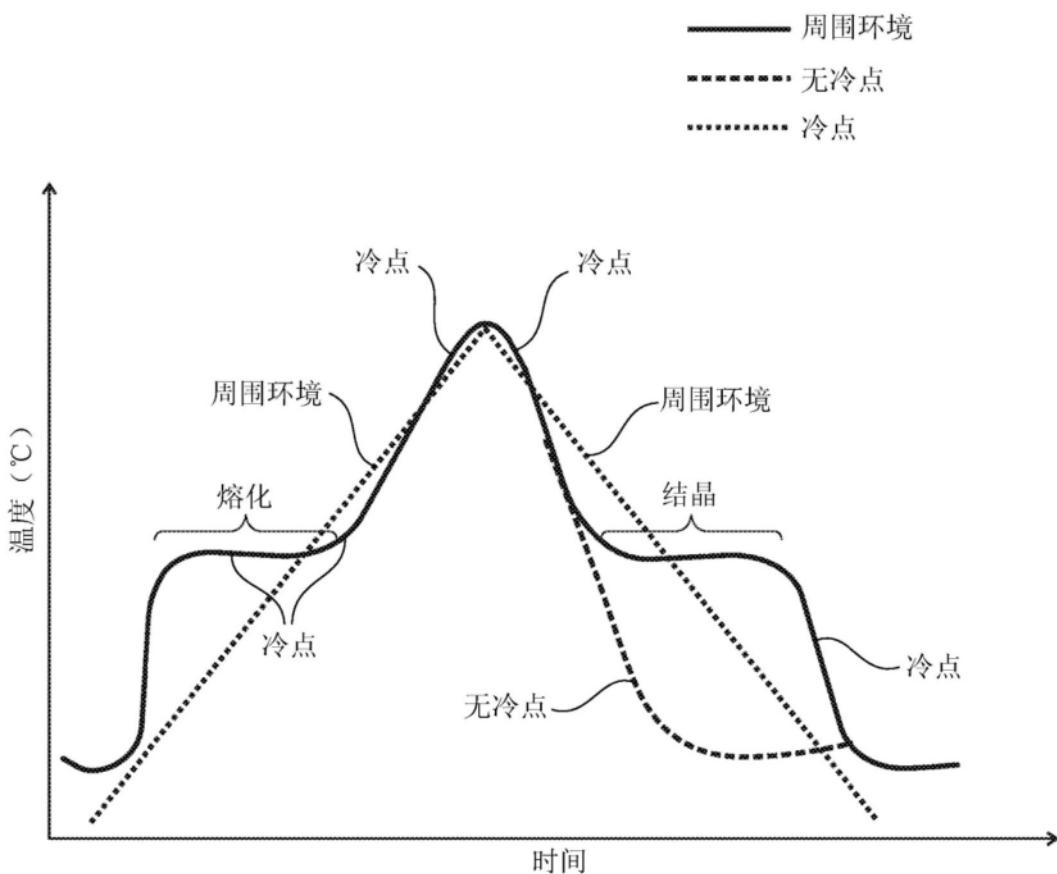


图3

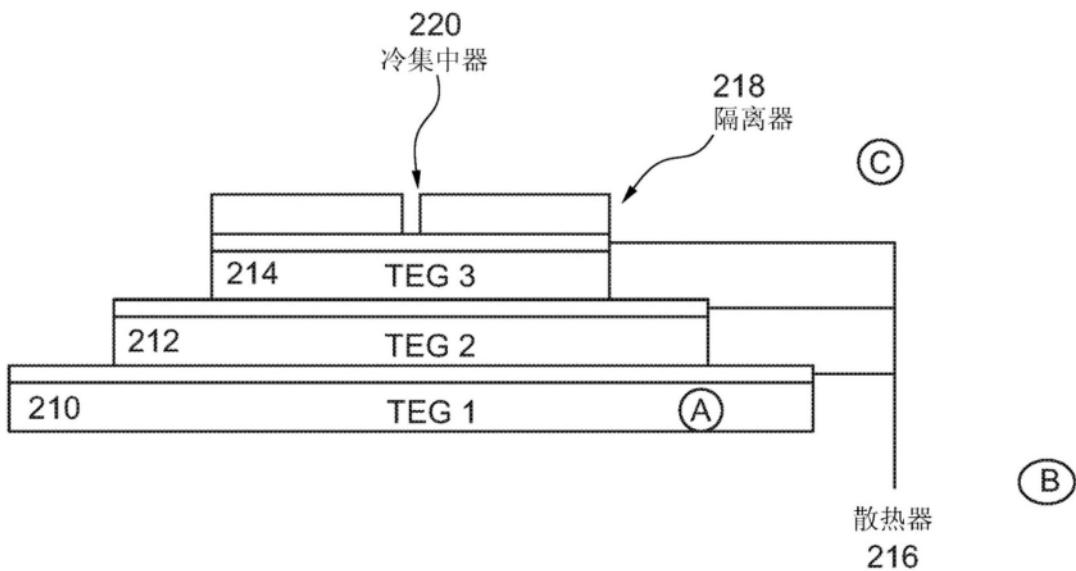


图4

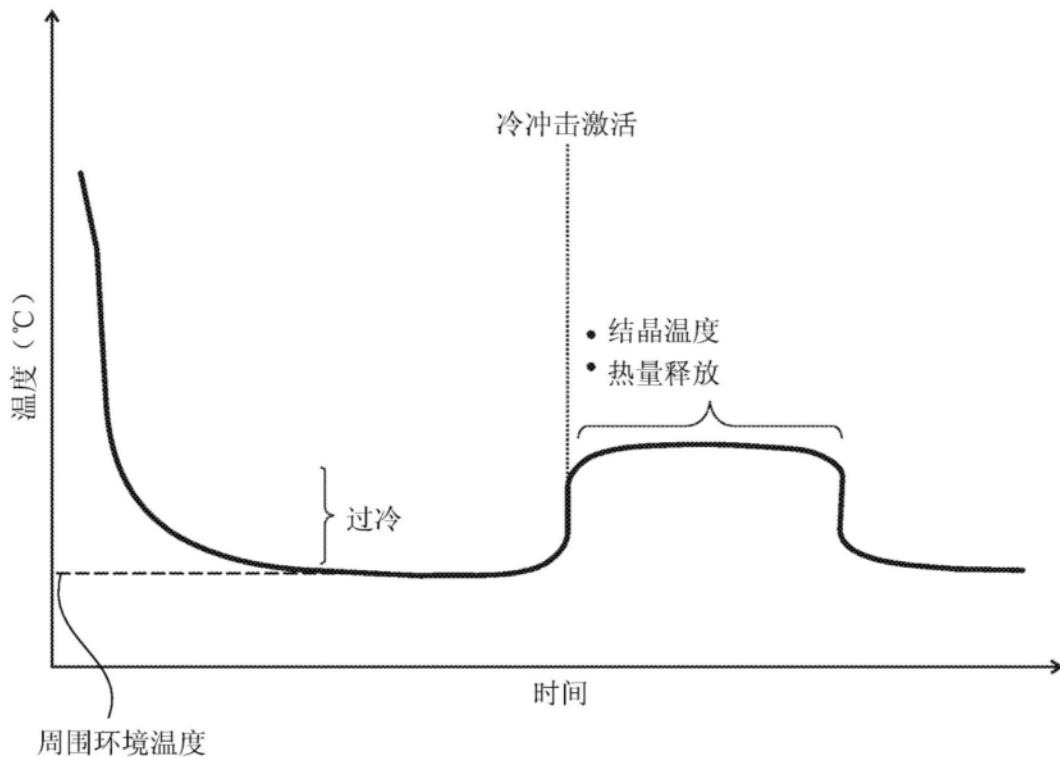


图5

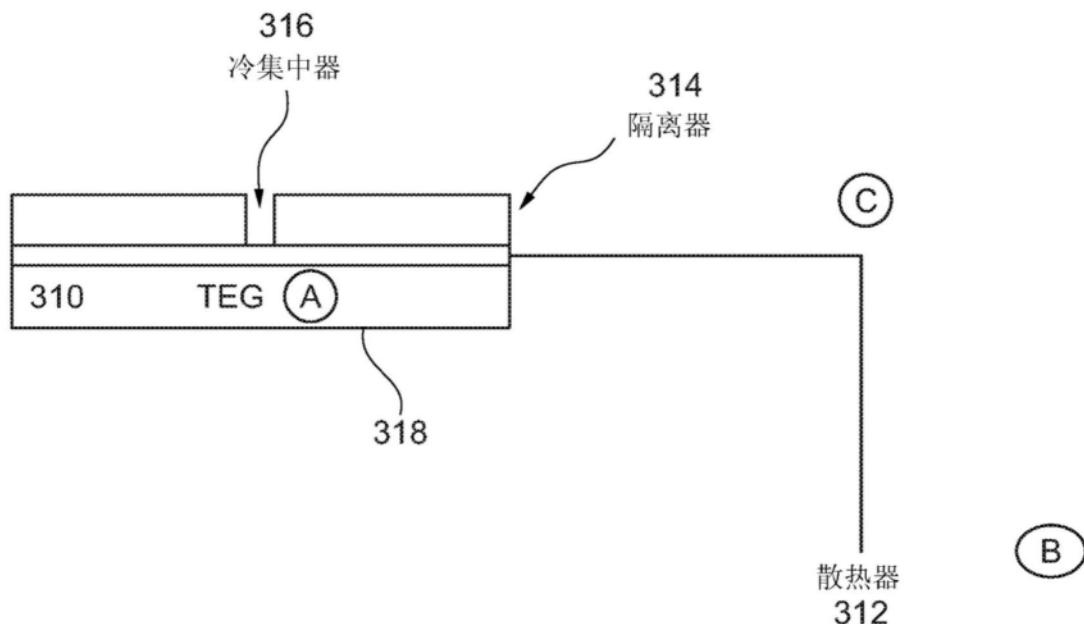


图6