

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102714336 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 03

(21) 申请号 201080061049. 8

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

(22) 申请日 2010. 12. 20

代理人 吴亦华 徐志明

(30) 优先权数据

61/293, 229 2010. 01. 08 US

(51) Int. Cl.

H01M 10/50 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 07. 06

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/061213 2010. 12. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02011/084728 EN 2011. 07. 14

(71) 申请人 陶氏环球技术有限责任公司

地址 美国密歇根州

(72) 发明人 A·N·索克霍贾克 K·塞汉欧比什

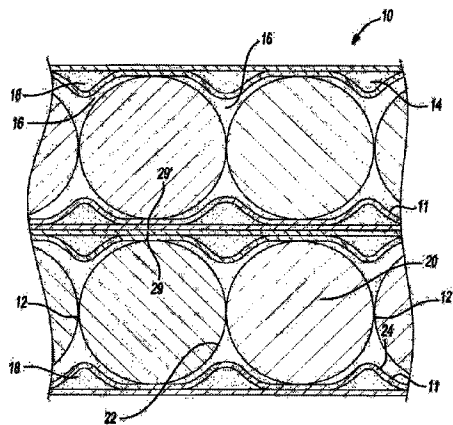
权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图 8 页

(54) 发明名称

通过传热流体与相变材料的组合对电化学电池进行的热管理

(57) 摘要

本发明涉及用于管理电化学电池的温度的装置、系统和方法,包括一种装置(10),所述装置包含用于接收传热流体的入口;用于容纳一个或多个电化学电池(20)的一个或多个电化学电池仓室(12);含有一种或多种热能储存材料(18)的一个或多个热能储存材料仓室(14);以及用于使所述传热流体通过所述装置流动的一个或多个传热流体仓室(16);其中所述一个或多个传热流体仓室(16)与所述一个或多个电化学电池仓室(12)之间的空间优选包括一个或多个基本上不含所述热能储存材料(18)的第一区域(22)(即部分);并且所述一个或多个传热流体仓室(18)与所述一个或多个热能储存材料仓室(14)之间的空间优选包括一个或多个基本上不含电化学电池(20)的第二区域(24)(即部分);使得所述传热流体仓室(16)与所述热能储存材料仓室(14)和所述电化学电池仓室(12)两者直接热连通。



1. 一种装置,其包含:

i) 用于接收传热流体的入口;

ii) 用于容纳一个或多个电化学电池的一个或多个电化学电池仓室;

iii) 含有一种或多种热能储存材料的一个或多个热能储存材料仓室;以及

iv) 用于使传热流体通过装置流动的一个或多个传热流体仓室;

其中所述装置是温度调控装置,

所述一个或多个传热流体仓室与所述一个或多个电化学电池仓室之间的空间包括一个或多个基本上不含所述热能储存材料的区域;并且

所述一个或多个传热流体仓室与所述一个或多个热能储存材料仓室之间的空间包括一个或多个基本上不含电化学电池的区域;

使得所述传热流体仓室与所述热能储存材料仓室和所述电化学电池仓室两者直接热连通。

2. 权利要求 1 的装置,其中所述一个或多个电化学电池仓室包括具有运行温度范围的电化学电池,并且所述热能储存材料是液相线温度在所述电化学电池的所述运行温度范围之内的相变材料。

3. 权利要求 1 或 2 的装置,其中所述一种或多种热能储存材料包括一定量的具有第一液相线温度的第一相变材料和一定量的具有第二液相线温度的第二相变材料,其中所述第一液相线温度低于所述第二液相线温度。

4. 权利要求 1 至 3 任一项的装置,其中所述装置包括位于电化学电池仓室中的具有最低目标温度和最高目标温度的电化学电池,其中所述装置能够在所述电化学电池的温度高于所述最高目标温度时从电化学电池仓室移除热量并能够在所述电化学电池的温度低于所述最低目标温度时向电化学电池仓室提供热量。

5. 权利要求 1 至 4 任一项的装置,其中所述热能储存材料仓室包括多个囊状结构,所述囊状结构通过下述方法形成:对第一金属片材进行压印以形成多个凹部,用所述热能储存材料至少部分填充凹部,将第二金属片材定位于所述第一金属片材上,以及连接所述第一金属片材和所述第二金属片材,以使得所述热能储存材料被包封在所述第一金属片材与所述第二金属片材之间。

6. 权利要求 1 至 5 任一项的装置,其中所述第一金属片材具有在热能储存材料仓室外部的外表面,其中所述外表面的一个或多个部分与电化学电池或含有电化学电池的仓室接触,并且所述外表面的一个或多个部分与含有传热流体的仓室接触。

7. 权利要求 1 至 6 任一项的装置,其中热能储存材料仓室具有一定容积和表面积,其中所述容积与表面积之比小于约 10mm。

8. 权利要求 1 至 7 任一项的装置,其中所述传热流体仓室具有一定容积和表面积,其中所述容积与表面积之比小于约 0.5mm。

9. 权利要求 1 至 8 任一项的装置,其中所述一个或多个热能储存材料仓室包括多个囊状结构,所述囊状结构被单独隔离以使得热能储存材料不在两个相邻囊状结构之间流动。

10. 权利要求 1 至 9 任一项的装置,其中所述第一金属片材是铝片或铜片。

11. 权利要求 1 至 10 任一项的装置,其中所述第一金属片材的厚度小于约 0.1mm。

12. 一种系统,所述系统包括:

i) 权利要求 1 至 11 任一项的温度调控装置；

ii) 热储存装置,其包括具有出口的绝热容器、位于所述绝热容器内部并包含热能储存材料的一个或多个热能储存材料仓室、以及用于使传热流体通过所述热储存装置流动的一个或多个传热流体仓室,其中所述传热流体仓室与所述热能储存材料仓室热连通；

iii) 用于使传热流体从所述热储存装置的出口流向所述温度调控装置的入口的装置；

其中所述系统是用于调控所述一个或多个电化学电池的温度的温度调控系统。

13. 权利要求 12 的系统,其中所述系统包含用于控制所述传热流体从所述热储存装置向所述温度调控装置流动的控制器。

14. 权利要求 12 或 13 的系统,其中所述系统包括受所述控制器调控的一个或多个阀。

15. 权利要求 14 的系统,其中所述控制器控制一个或多个阀,以便在包括所述电化学电池具有低于预定的最低运行温度的温度的条件下,将来自于所述热储存装置的热量传递到所述一个或多个电化学电池。

16. 权利要求 12 至 15 任一项的系统,其中所述系统包括泵、风扇、鼓风机或其任何组合。

17. 权利要求 12 至 16 任一项的系统,其中所述系统包括散热器。

18. 权利要求 12 至 17 任一项的系统,其中所述系统包含所述传热流体。

19. 权利要求 12 至 18 任一项的系统,其中所述热储存装置的热能储存材料与所述温度调控装置的热能储存材料不同。

20. 权利要求 12 至 19 任一项的系统,其中所述热储存装置的热能储存材料的液相线温度在所述电池的优选运行温度范围之内。

21. 权利要求 12 至 20 任一项的系统,其中所述热储存装置的热能储存材料仓室包括多个包含所述热能储存材料的囊状结构,其中所述热储存装置的囊状结构通过下述方法形成:对第一金属片材进行压印以形成多个凹部,用所述热能储存材料至少部分填充凹部,将第二金属片材定位于所述第一金属片材上,以及连接所述第一金属片材和所述第二金属片材,以使得所述热能储存材料被包封在所述第一金属片材与所述第二金属片材之间。

22. 权利要求 12 至 21 任一项的系统,其中所述热储存装置的第一金属片材具有第一外表面,并且所述热储存装置的第二金属片材具有第二外表面,其中所述传热流体与所述第一外表面、所述第二外表面或两者热接触。

23. 权利要求 12 至 22 任一项的系统,其中所述热储存装置的第一金属片材具有第一外表面,并且所述热储存装置的第二金属片材具有第二外表面,其中所述传热流体与所述第一外表面、所述第二外表面或两者直接接触。

24. 权利要求 12 至 23 任一项的系统,其中所述热储存装置的热能储存材料包括相变材料,所述温度调控装置具有出口,所述热储存装置具有入口,并且所述系统包括将传热流体从所述温度调控装置的出口传递到所述热储存装置的入口的装置,以便由电池产生的热量可用于熔化所述热储存装置的相变材料。

25. 权利要求 12 至 24 任一项的系统,其中所述系统包括毛细泵回路,用于使所述传热流体在所述温度调控装置与所述热储存装置之间循环。

26. 一种用于调控电化学电池的温度的方法,所述方法包括使用传热流体将热量传递

到权利要求 1 至 11 任一项的电池温度调控装置中的步骤。

27. 权利要求 26 的方法,其中所述方法还包括使用所述传热流体从所述温度调控装置传递热量的步骤。

28. 一种方法,其使用权利要求 12 至 25 任一项的电池温度调控系统来调控电化学电池的温度,所述方法包括将热量从所述热储存装置传递到所述电池温度调控装置的步骤。

29. 权利要求 28 的方法,其中所述方法还包括使用所述传热流体从所述温度调控装置传递热量的步骤。

通过传热流体与相变材料的组合对电化学电池进行的热管理

[0001] 申请日利益的要求

[0002] 本申请要求 2010 年 1 月 8 日提交的美国临时申请序列号 No. 61/293, 229 的申请日权益, 所述临时申请在此为所有目的通过引用引入。

发明领域

[0003] 本发明涉及使用传热流体与热能储存材料的组合对电化学电池例如二次电池进行热管理。

[0004] 发明背景

[0005] 总的来说, 工业界积极寻求使用储存在电化学电池中的电力部分或完全地为车辆供能的新方法。汽车工业已经认识到的一个问题是需要控制电化学电池的温度。已知电化学电池的动力产生能力随着温度而改变, 并且已知当加热至高温时电化学电池发生故障。

[0006] 调控电化学电池的温度的各种方法描述在美国专利号 6, 596, 433B2 (Godmundsson 等, 2003 年 7 月 22 日 授 权)、5, 817, 434 (Brooker 等, 1998 年 10 月 6 日 授 权)、5, 449, 571 (Longardner 等, 1995 年 9 月 12 日 授 权)、6, 797, 427B2 (Maleki 等, 2001 年 8 月 9 日 授 权) 和 6, 942, 944B2 (Al-Hallaj 等, 2005 年 9 月 13 日 授 权) 中, 其每个在此以其全文引入。这些方法中的每一种在一个或多个方面是低效的。例如 Godmundsson 等 (美国专利号 6, 596, 433B2) 教导了一种装置, 其包括含有相变材料的仓室, 所述仓室将电化学电池与流动空气通道分隔开。因此, 空气流不能直接冷却电化学电池。热量必须首先通过所述相变材料扩散, 然后才能到达空气流。这种安排是低效的, 特别是用于应对可能需要长时间的高电池放电功率的应用时 (例如在汽车的高速驱动或上坡驱动期间)。此外, Godmundsson 没有教导当相变材料冷却时用于加热电化学电池的系统。

[0007] 基本思想是能够通过温度低于最低目标温度时提供热量, 在温度高于最高目标温度时移除热量, 并且在电化学电池的温度在目标温度范围内时将热量传递到热能储存材料中或从其中传递出来, 以使电化学电池在目标温度之内运行。作为实用的解决方案, 加热电化学电池的方法应该利用长期 (例如至少 4 个小时或以上) 有效储存热量的装置, 以便在车辆停泊在寒冷环境下之后, 可以将电化学电池快速加热至它们能够向电负荷例如电动机提供充足电能的温度。

[0008] 仍继续存在着对用于从电化学电池快速移除热量、向电化学电池快速提供热量、将电化学电池维持在最低目标温度与最高目标温度之间以有效储存热量或其任何组合的装置和系统的需求。例如, 存在着对能够将热量从电化学电池直接传递到传热流体和热能储存材料两者的装置的需求。

[0009] 发明概述

[0010] 本发明的一个方面是一种装置, 其包括: 用于接收传热流体的入口; 用于容纳一个或多个电化学电池的一个或多个电化学电池仓室; 含有一种或多种热能储存材料的一个或多个热能储存材料仓室; 以及用于使所述传热流体通过所述装置流动的一个或多个传热

流体仓室；其中所述一个或多个传热流体仓室与所述一个或多个电化学电池仓室之间的空间优选包括一个或多个基本上不含所述热能储存材料的第一区域（即一个或多个第一部分）；并且所述一个或多个传热流体仓室与所述一个或多个热能储存材料仓室之间的空间优选包括一个或多个基本上不含电化学电池的第二区域（即一个或多个第二部分）；使得所述传热流体仓室与所述热能储存材料仓室和所述电化学电池仓室两者直接热连通。

[0011] 本发明的另一方面涉及一种系统，其包括本文中所述的温度调控装置和热储存装置，其中所述热储存装置包括具有出口的绝热容器，位于绝热容器内部并包含热能储存材料的一个或多个热能储存材料仓室，以及用于使传热流体通过所述热储存装置流动的一个或多个传热流体仓室，其中所述传热流体仓室与所述热能储存材料仓室热连通；用于使传热流体从所述热储存装置的出口流向所述温度调控装置的入口的装置；其中所述系统是用于调控所述一个或多个电化学电池的温度的温度调控系统。

[0012] 本发明的与方法相关的方面是用于调控电化学电池的温度的方法，所述方法包括使用传热流体将热量传递到本文所述的电池温度调控装置中的步骤。

[0013] 本发明的与方法相关的另一方面是使用本文所述的电池温度调控系统调控电化学电池的温度的方法，所述方法包括将热量从所述热储存装置向所述电池温度调控装置传递的步骤。

[0014] 有利的是，本发明的装置、系统和方法能够将热量从电化学电池直接传递到传热流体和热能储存材料两者。令人吃惊的是，本发明的装置、系统和方法能够从电化学电池快速移除热量、向电化学电池快速提供热量、将电化学电池有效维持在最低目标温度与最高目标温度之间、有效储存热量或其任何组合。

[0015] 附图简述

[0016] 在下面的详细描述中，通过本发明实施方案的非限制性实例并参考提出的多个图对本发明进行进一步描述，在所述图中相似的参考数字在图的几种视图中表示相似部件，在所述图中：

[0017] 图 1 是说明性电池温度调控装置的横截面的一部分。

[0018] 图 2A 是说明性电池温度调控装置的横截面的一部分。如图 2A 中所示，传热流体仓室可以具有总体为平面的表面。

[0019] 图 2B 是说明性电池温度调控装置的横截面的一部分。如图 2B 中所示，电池温度调控装置可以包括用于第一传热流体的第一传热流体仓室和用于第二传热流体的第二传热流体仓室。

[0020] 图 3 是另一个说明性电池温度调控装置的横截面的一部分。

[0021] 图 4 是说明性温度调控装置的横截面的一部分。如图 4 中所示，该装置可以包括具有总体上平面表面的电化学电池仓室。

[0022] 图 5 是说明性热储存装置的横截面的一部分。

[0023] 图 6 是说明性热储存装置的横截面的一部分。如图 6 中所示，热储存装置可以包括毛细结构。

[0024] 图 7 是电池温度调控系统的示意图。

[0025] 图 8A 是电池温度调控系统的示意图。如图 8A 中所示，该系统可以包括具有电加热器的热储存装置。

[0026] 图 8B 是电池温度调控系统的示意图。如图 8B 中所示,该系统可以包括具有电加热器的热储存装置,热储存装置可以整合在电池温度调控装置内部,或两者同时存在。

[0027] 图 9 是电池温度调控系统的示意图。如图 9 中所示,该系统可以包括用于从电池温度调控装置移除热量的第一传热流体和用于向电池温度调控装置提供热量的第二传热流体。

[0028] 发明详述

[0029] 在下面的详细描述中,结合优选实施方案对本发明的具体实施方案进行了描述。然而,就下面的描述特异性针对本发明技术的特定实施方案或特定应用来说,它的目的仅仅是说明性的,并且只是对示例性实施方案提供简明描述。因此,本发明不限于下面所描述的特定实施方案,而是相反,本发明包括在随附的权利要求书的真实范围内的所有替代方案、修改和等同物。

[0030] 正如将从本文的教导中看到的,本发明提供了用于调控电化学电池的温度的独特装置、系统和方法,它们具有更有效、更可靠的优点或同时兼具两种优点。

[0031] 本发明的电池温度调控系统包括一种或多种热能储存材料和一种或多种传热流体。例如,电池温度调控系统可以包括新的电池温度调控装置,其含有一个或多个电化学电池、热能储存材料和一个或多个传热流体仓室。该一个或多个传热流体仓室可用于使传热流体通过装置流动,以用于从装置中的热能储存材料移除热量而从电化学电池移除热量,用于向装置中的热能储存材料提供热量,用于向电化学电池提供热量,或其任何组合。优选情况下,该一个或多个传热流体仓室包括与热能储存材料热连通的一个或多个部分以及与电化学电池热连通的一个或多个部分。

[0032] 电池温度调控装置

[0033] 电池温度调控装置可以包括一个或多个传热流体仓室、一个或多个电化学电池仓室和一个或多个热能储存材料仓室。一个或多个传热流体仓室与一个或多个电化学电池仓室之间的空间优选包括一个或多个基本上或完全不含热能储存材料的区域(即不含插入到电化学电池仓室与传热流体仓室之间的热能储存材料的一个或多个区域)。一个或多个传热流体仓室与一个或多个热能储存材料仓室之间的空间优选包括一个或多个基本上或完全不含电化学电池的区域(即不含插入到热能储存材料仓室与传热流体仓室之间的电化学电池或电化学电池的一部分的一个或多个区域)。因此,传热流体仓室优选与电化学电池仓室和热能储存材料仓室两者热连通(例如直接热连通)。

[0034] 在各个不同方面中,预计本发明通过控制电化学电池的温度,例如通过从电化学电池移除热量、向电化学电池提供热量、维持电化学电池的温度或其任何组合,提高或维持电池温度调控装置中一个或多个电化学电池的性能。

[0035] 有利情况下,可以利用电池温度调控装置以便将电池组中电化学电池的温度冷却至低于电化学电池的最高运行温度的温度、加热至高于电化学电池的最低运行温度的温度、维持在目标温度范围之内或其任何组合。因此,电池温度调控装置可以包括用于将热能传递到装置中的一种或多种手段,用于从装置移除热能的一种或多种手段,用于将装置中的温度维持在低于温度上限的一种或多种手段,用于将装置中的温度维持在高于温度下限的一种或多种手段,或其任何组合。优选地,电池温度调控装置至少包括用于加热电化学电池的手段、用于冷却电化学电池的手段和用于维持电化学电池中的温度的手段。

[0036] 电池温度调控装置包括用于容纳或以其他方式包含一个或多个电化学电池的一个或多个电化学电池仓室,以及一个或多个传热流体仓室。该一个或多个传热流体仓室优选与该一个或多个电化学电池仓室隔离,以便传热流体不进入电化学电池。电池温度调控装置可以包含一个或多个传热流体入口,用于使传热流体流入传热流体仓室。电池调控装置优选具有一个或多个传热流体出口,用于从装置移除传热流体。

[0037] 优选情况下,电池温度调控装置包括将热量传递到装置中的手段和将热量从装置传递出去的手段。例如,电池温度装置可以与装置外部的部件热连通。这样的热连通可以包括流体(例如传热流体)或固体,其具有足够高的导热性和接触面积以便可以快速向装置提供热量或从装置移除热量。将热量传递到电池温度调控装置中的手段优选包括使传热流体通过温度调控装置循环。将热量从电池温度调控装置传递出去的手段优选包括使传热流体通过装置循环。用于加热电池温度调控装置的传热流体和用于冷却它的传热流体可以相同或不同。用于加热电池温度调控装置的传热流体和用于冷却它的传热流体都可以通过相同的传热流体仓室循环。可选地,电池温度调控装置可以包括用于冷却装置的第一传热流体和用于加热装置的第二传热流体。任选地,在电池温度调控装置中使用的任何传热流体可以包括工作流体或基本上由其构成。例如,装置可以包括用于将热量传递到装置中的工作流体、用于将热量从装置传递出去的工作流体或两者。

[0038] 热能储存材料仓室

[0039] 如上所述,热能储存材料优选隔离在一个或多个仓室中。典型情况下,热能储存材料具有相对低的以 $W/m \cdot K$ 为单位的导热率、以 m^2/s 为单位的相对低的热扩散率或两者。例如,热能储存材料可以具有与它提供于其中的仓室的材料相比更低的导热率、热扩散率或两者。也可以使用具有相对高的导热率、相对高的热扩散率或两者的热能储存材料。优选情况下,对一个或多个仓室的形状和/或尺寸进行选择,以使得热能可以被快速传递到热能储存材料中或从其传递出去。因此,热能储存材料仓室可以利用一种或多种手段来增加热能传递进出热能储存材料的速率。传热速率可以用每体积热能储存材料的功率(即瓦特/ m^3)来度量。例如,一种或多种热能储存材料可以具有至少一个相对小的维度(例如与一个或多个其他维度相比),热能储存材料可以储存在多个仓室中,一个或多个仓室的内部可以具有导热物体(例如风扇、导线、丝网等),或其任何组合。

[0040] 热能储存材料优选在足够数目的小室或囊状结构之间分割,以便如果一个或两个小室或囊状结构损坏,可能散逸的热能储存材料的量较小,装置将继续发挥作用,或两者同时发生。例如,单一小室中的热能储存材料的量以装置中的热能储存材料的总量计,优选低于 35%、更优选低于 10%、更优选低于约 5%、最优选低于约 2%。优选情况下,一些或所有小室含有至少 0.01% 的热能储存材料。

[0041] 热能储存材料仓室与传热流体仓室之间的接触面积可以足够高,以使得热量可以通过传热流体从热能储存材料有效移除。 A_{TESM} 是一个或多个传热流体仓室与一个或多个热能储存材料仓室之间的接触面积, A_{EC} 是一个或多个传热流体仓室与一个或多个电化学电池仓室之间的接触面积。 $A_{TESM}/(A_{TESM}+A_{EC})$ 的比率可以大于 0.01、优选大于 0.05、更优选大于 0.10、更优选大于约 0.2、最优选大于约 0.25。 A_{TESM}/V_{TESM} 的比率可以足够高以便降低由于从热能储存仓室的中心的热扩散造成的热滞,其中 V_{TESM} 是一个或多个热能储存材料仓室中的热能储存材料的体积(在 25°C 温度下测量)。例如, A_{TESM}/V_{TESM} 的比率优选大于约 $0.05mm^{-1}$ 、

更优选大于约 0.2mm^{-1} 、甚至更优选大于约 0.5mm^{-1} 、且最优选大于约 1mm^{-1} 。

[0042] 热能储存材料优选在多个单独隔离的小室（例如囊状结构）中，多个小室的总表面积相对高，从小室的表面到小室的中心的距离相对低，或同时具有两者。多个小室（例如囊状结构）可以排列成一个或多个小室层。例如，热储存装置可以包括多个小室层（例如囊状结构）。每层小室可以含有单个小室或多个小室。一般来说，一层小室是指结构互连的一个或多个小室。例如，可以通过至少将其间具有热能储存材料的两个片材（例如两个箔片）的外缘密封连接，以便形成含有热能储存材料的一个或多个空间，来形成小室层。应该认识到，一层小室（例如一层囊状结构）可以具有相对低的厚度、相对高的表面积与体积比或两者，以便可以从小室的内部快速移除热量。小室在层中可以采取任何排列方式。例如，小室可以具有相同尺寸和形状，小室可以具有变化的尺寸和形状，小室可以以重复的模式（例如含有 1、2 个或多个小室的模式）排列，或者可以排列成一般不重复的模式。在本发明的优选方面中，在各层囊状结构中小室排列为囊状结构的阵列（例如一维阵列、二维阵列或径向阵列）。

[0043] 热储存装置可以包括多个囊状结构层，在一对或多对相邻的囊状结构层之间具有间隔。间隔可用作传热流体仓室的一部分。囊状结构层可以在一个侧面上具有间隔、在两个相对侧面上具有间隔、没有间隔、或其任何组合。例如，可以在每对相邻囊状结构层之间存在间隔。

[0044] 一层囊状结构可以具有弓形的一个表面和总体上平坦的相对表面。总体上弓形的表面对于传热流体（其中弓形路径可以增加传热流体与囊状结构之间的热流动），对于囊状结构与总体上弓形的电化学电池仓室的接触或对于两者来说，可能是特别有吸引力。总体上平坦的表面对于减少传热流体流过传热流体仓室时的压力降，对于囊状结构与总体上平坦的电化学电池仓室的接触或对于两者来说可能特别有吸引力。总体上平坦的表面对于放置任选的毛细结构（并且毛细结构的厚度可以决定一部分工作流体仓室的任一侧上的两个囊状结构层之间的分隔）以使得传热流体仓室可以用作毛细泵送环路的冷凝器来说也可能特别有吸引力。也可以使用相对表面都为总体上平坦的或都为弓形的层。也可以使用部分或基本上完全嵌套在一起的两个相邻的囊状结构层。例如，两个相邻的囊状结构层可以嵌套在一起并被允许传热流体在两层之间流过的间隙隔开。

[0045] 可以对囊状结构的尺寸和形状进行选择，以最大化热量传递至包含在囊状结构中的相变材料或从其传递出来的传递。可以对囊状结构（例如囊状结构层）的平均厚度进行选择，以使得热量可以从囊状结构的中心快速散逸。囊状结构的平均厚度优选小于约 100mm 、更优选小于约 30mm 、更优选小于约 10mm 、更优选小于约 5mm 、最优选小于约 3mm 。囊状结构必须足够厚以有效地储存热能。囊状结构的平均厚度优选大于约 0.1mm 、更优选大于约 0.5mm 、更优选大于约 0.8mm 、最优选大于 1.0mm 。

[0046] 囊状结构优选具有相对高的表面积与体积比，以使得与工作流体的接触面积、与传热流体的接触面积或两者相对高，以便热量可以快速提供给囊状结构和 / 或从其移除。例如囊状结构可以具有使与工作流体仓室的接触最大化的表面，囊状结构可以具有使囊状结构与工作流体仓室之间的热传递最大化的几何形状，或同时具有这两者。工作流体仓室与相变材料仓室之间界面的总表面积与热储存装置中的热能储存材料的总体积之比可以被选择以大于约 0.02mm^{-1} ，优选大于约 0.05mm^{-1} 、更优选大于约 0.1mm^{-1} 、更优选大于约

0.2mm⁻¹、最优选大于约0.3mm⁻¹。工作流体仓室与相变材料仓室之间界面的总表面积与热储存装置中的热能储存材料的总体积之比必须足够低以使得该装置含有足够的热能储存材料来储存热量。工作流体仓室与相变材料仓室之间界面的总表面积与热储存装置中的热能储存材料的总体积之比优选被选择为低于约30mm⁻¹。

[0047] 热能储存材料仓室可以采取泡罩包装或泡罩包装堆叠的形式。例如,可以将热能储存材料包封在压印金属层与平坦金属层之间,所述金属层被密封在一起以形成多个隔离的囊状结构。非限制性地,热储存装置可以利用2009年2月20日提交的题为“热储存装置(Heat Storage Devices)”的美国专利申请号12/389,598中所描述的囊状结构或囊状结构排列(例如泡罩包装或泡罩包装堆叠)。

[0048] 形成囊状结构

[0049] 热能储存材料的囊状结构可以使用为热能储存材料提供包封的任何方法来形成。非限制性的,该方法可以利用下述之一或任何组合:通过压印或以其他方式使薄片材(例如箔片)变形以在片材中形成图案,用热能储存材料填充被压印片材中的凹陷部,用第二片材(例如总体上平坦的片材)覆盖被压印的片材或将两个片材连接。形成囊状结构的方法可以利用2009年2月20日提交的题为“热储存装置”(Heat Storage Devices)的美国专利申请号12/389,598中所描述的方法。

[0050] 适用于包封热能储存材料的片材包括耐用、耐腐蚀或具有这两者的薄金属片材(例如金属箔),以使得该片材能够优选在不泄漏的情况下容纳热能储存材料。金属片材可能在具有重复热循环的车辆环境中在超过1年、优选超过5年的时间内发挥作用。此外,金属片材可以另外具有基本上惰性的外表面,其在运行中与热能储存材料接触。非限制性地,可以使用的示例性金属片材包括具有至少一层黄铜、铜、铝、镍-铁合金、青铜、钛、不锈钢等的金属片材。片材可以总体是贵金属,或者它可以是包括具有氧化物层(例如原始氧化物层或可以在表面上形成的氧化物层)的金属的片材。一种示例性金属片材是包含铝或含铝合金(例如含有大于50wt.%的铝、优选大于90wt.%的铝的铝合金)层的铝箔。另一种示例性金属片材是不锈钢。适合的不锈钢包括奥氏体不锈钢、铁素体不锈钢或马氏体不锈钢。非限制性地,不锈钢可以包含浓度大于约10wt.%、优选大于约13wt.%、更优选大于约15wt.%、最优选大于约17wt.%的铬。不锈钢可以包含浓度小于约0.30wt.%、优选小于约0.15wt.%、更优选小于约0.12wt.%、最优选小于约0.10wt.%的碳。例如含有19wt.%铬和约0.08wt.%碳的不锈钢304(SAE命名)。适合的不锈钢还包括含钼不锈钢例如316(SAE命名)。

[0051] 金属片材具有足够高的厚度,以便在片材成型时、当用热能储存材料填充囊状结构时、在囊状结构的使用过程中或其任何组合时不形成孔或裂缝。对于如运输的应用来说,金属片材优选相对地薄以使得热储存装置的重量不因金属片材而极大地增加。金属片材的适合厚度可以大于约10μm、优选大于约20μm、更优选大于约50μm。金属箔可以具有小于约3mm、优选小于1mm、更优选小于0.5mm(例如小于约0.25mm)的厚度。

[0052] 热能储存材料

[0053] 非限制性地,适用于热储存装置的热能储存材料包括能够表现出相对高热密度的材料,所述热能作为显热、潜热或优选两者。热能储存材料优选与热储存装置的运行温度范围相容。例如,热能储存材料在热储存装置的较低运行温度下优选为固体,并且在热储

存装置的最高运行温度下至少部分为液体（例如完全为液体），在装置的最高运行温度下不显著降解或分解（例如在至少约 1,000 小时、优选至少约 10,000 小时的时期内），或其任何组合。热能储存材料可以是具有固-液转变温度（例如液相线温度、熔化温度或低共溶温度）的相变材料。固-液转变温度可以高于约 30°C、优选高于约 35°C、更优选高于约 40°C、甚至更优选高于约 45°C、最优选高于约 50°C。热能储存材料可以具有低于约 400°C、优选低于约 350°C、更优选低于约 290°C、甚至更优选低于约 250°C、最优选低于约 200°C 的固-液转变温度。热能储存材料可以具有大于约 0.1MJ/升、优选大于约 0.2MJ/升、更优选大于约 0.4MJ/升、最优选大于约 0.6MJ/升的熔化热密度。典型情况下，热能储存材料具有小于约 5MJ/升的熔化热密度。然而，也可以使用具有更高熔化热密度的热能储存材料。热能储存材料可以具有小于约 5g/cm³、优选小于约 4g/cm³、更优选小于约 3.5g/cm³、最优选小于约 3g/cm³ 的密度。

[0054] 热能储存材料仓室可以含有任何本领域已知的热能储存材料。可用于热能储存材料仓室中的热能储存材料的实例包括在下述文献中描述的材料：Atul Sharma, V. V. Tyagi, C. R. Chen, D. Buddhi, “使用相变材料的热能储存和应用综述 (Review on thermal energy storage with phase change materials and applications)”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13(2009)318-345, 以及 Belen Zalba, Jose Ma Mann, Luisa F. Cabeza, Harald Mehling, “具有相变的热能储存的综述：材料、传热分析和应用 (Review on thermal energy storage with phase change materials, heat transfer analysis and applications)”, *Applied Thermal Engineering* 23(2003)251-283, 二者在此以其全文引入作为参考。可以在热传递装置中使用的适合的热能储存材料的其他实例包括在 2009 年 2 月 20 日提交的题为“热能储存材料 (Thermal Energy Storage Materials)”的美国专利申请号 12/389,416 和 2009 年 2 月 20 日提交的题为“热储存装置 (Heat Storage Devices)”的美国专利申请号 12/389,598 中描述的热能储存材料。

[0055] 热能储存材料可以包括有机材料、无机材料或有机和无机材料的混合物。可以使用的有机化合物包括链烷烃和非链烷属有机材料，如脂肪酸。可以使用的无机材料包括水合盐和金属物质。热能储存材料可以是在一般在单一温度下发生固-液转变的化合物或混合物（例如低共熔混合物）。热能储存材料可以是在某一温度范围内（例如大于约 3°C 或大于约 5°C 的范围）发生固-液转变的化合物或混合物。

[0056] 非限制性地，可以单独或作为混合物使用的适合的非链烷属有机材料包括聚乙二醇、癸酸、反油酸 (eladic acid)、月桂酸、十五烷酸、甘油三硬脂酸酯、肉豆蔻酸、棕榈酸、硬脂酸、乙酰胺、延胡索酸甲酯、甲酸、辛酸、甘油、D-乳酸、棕榈酸甲酯、茨尼酮、溴代二十二烷 (docasyl bromide)、二庚基酮 (caprylone)、酚、十七烷酮、1-环己基十八烷、4-十七烷酮、对甲苯胺 (joulidine)、氨脲、二十烷酸甲酯、3-十七烷酮、2-十七烷酮、氢化肉桂酸、鲸蜡醇、萘胺 (nephthylamine)、茨烯、邻硝基苯胺、9-十七烷酮、百里酚、山萘酸甲酯、二苯基胺、对二氯苯、草酸酯、连二磷酸、二氯代邻二甲苯、氯乙酸、硝基萘、三肉豆蔻酸甘油酯、十七烷酸 (heptaudecanoic)、蜂蜡、甘醇酸 (glycolic acid)、乙醇酸、对溴苯酚、偶氮苯、丙烯酸、dinto toluent、苯乙酸、烯丙基硫脲、溴代樟脑、四甲苯、苯甲胺、溴代苯甲酸甲酯、 α -萘酚、戊二酸、二氯代对二甲苯、邻苯二酚、苯醌、乙酰替苯胺、琥珀酸酐、苯甲酸、芪 (stibene)、苯甲酰胺或其任何组合。

[0057] 非限制性地,可以单独或作为混合物使用的适合的无机盐包括 $K_2HPO_4 \cdot 6H_2O$ 、 $FeBr_3 \cdot 6H_2O$ 、 $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 、 $FeBr_3 \cdot 6H_2O$ 、 $CaCl_2 \cdot 12H_2O$ 、 $LiNO_3 \cdot 2H_2O$ 、 $LiNO_3 \cdot 3H_2O$ 、 $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ 、 $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ 、 $KFe(SO_3)_2 \cdot 12H_2O$ 、 $CaBr_2 \cdot 6H_2O$ 、 $LiBr_2 \cdot 2H_2O$ 、 $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 、 $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 、 $Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 、 $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ 、 $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 $KF \cdot 2H_2O$ 、 $MgI_2 \cdot 8H_2O$ 、 $CaI_2 \cdot 6H_2O$ 、 $K_2HPO_4 \cdot 7H_2O$ 、 $Zn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 、 $Mg(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 、 $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 、 $Fe(NO_3)_2 \cdot 9H_2O$ 、 $Na_2SiO_3 \cdot 4H_2O$ 、 $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$ 、 $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ 、 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 、 $Ca(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$ 、 $Zn(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$ 、 $FeCl_3 \cdot 2H_2O$ 、 $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 、 $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ 、 $MgCl_2 \cdot 4H_2O$ 、 $CH_3COONa \cdot 3H_2O$ 、 $Fe(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 、 $NaAl(SO_4)_2 \cdot 10H_2O$ 、 $NaOH \cdot H_2O$ 、 $Na_3PO_4 \cdot 12H_2O$ 、 $LiCH_3COO \cdot 2H_2O$ 、 $Al(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ 、 $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ 、 $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ 、 $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 、 $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ 或其任何组合。应该认识到,可以使用具有更高或更低水浓度的无机盐。

[0058] 热能储存材料可以包括(或甚至可以基本上由它们构成或由它们构成)至少一种第一含金属材料、更优选为至少一种第一含金属材料与至少一种第二含金属材料的组合。第一含金属材料、第二含金属材料或两者可以是基本上纯的金属、合金例如包括基本上纯的金属与一种或多种其他合金成分(例如一种或多种其他金属)的合金、金属互化物、金属化合物(例如盐、氧化物或其他)或其任何组合。一种优选方法是利用一种或多种含金属材料作为金属化合物的一部分;更优选的方法是利用至少两种金属化合物的混合物。例如,适合的金属化合物可以选自氧化物、氢氧化物、包含氮和氧的化合物(例如硝酸盐、亚硝酸盐或两者)、卤化物或其任何组合。可能也可以使用三元、四元或其他多组分材料体系。本文中的热能储存材料可以是表现出低共熔性的两种或更多种材料的混合物。绝热

[0059] 电池温度调控装置优选至少部分绝热以便在电化学电池不产热时减少或最小化装置的热损失。绝热可以在电化学电池不产热时使装置相对长时间维持在高于最低目标温度的温度。绝热可以使装置维持于高于最低目标温度的温度的时间比不含绝热且其他方面都相同的装置更长的时间,优选长至少 50%、最优选长 100%。装置保持在高于最低目标温度的时间可以通过将装置加热至最高目标温度,然后将装置暴露于 -30°C 的环境温度而不向装置进一步提供热量(即传热流体不循环,并且电化学电池不充电或放电)来测量。由此度量,电池温度调控装置维持高于最低目标温度的温度的时间,优选为至少约 5 分钟、更优选至少 20 分钟、最优选至少约 60 分钟。

[0060] 可以利用通过热储存装置阻止散热的任何已知的绝热形式。例如,可以利用在此引为参考的美国专利号 6,889,751 中所公开的任何绝热方式。热储存装置优选为(热)绝缘容器,使得它在一个或多个表面上隔热。优选情况下,暴露于环境或外部的一些或所有表面具有邻接的隔热体。隔热材料可以通过减少对流散热、减少辐射散热、减少传导散热或任何组合来发挥作用。优选情况下,绝热可以通过使用优选具有相对低热传导的隔热体材料或结构来获得。绝热可以通过使用相对隔开的壁之间的间隙来获得。间隙可以被气态介质占据,例如空气空间,或者可能甚至可以是抽空的空间(例如通过使用杜瓦容器)、具有低导热性的材料或结构、具有低散热性的材料或结构、具有低对流的材料或结构,或其任何组合。非限制性地,绝热可以包含陶瓷绝热(例如石英或玻璃绝热)、聚合物绝热或其任何组合。绝热可以是纤维形式、泡沫形式、致密层、涂层或其任何组合。绝热可以采取织物材料、非织物材料或其组合的形式。热传递装置可以使用杜瓦容器来绝热,更具体为包括被构造为限定内部储存空腔的大致相对的壁以及相对壁之间的壁空腔的容器,其中壁空腔被抽气

至低于大气压。壁可以进一步利用反射性表面涂层（例如镜面）以最小化辐射散热。

[0061] 优选情况下，在系统周围提供有真空绝热。更优选情况下，提供在此以其全文引入作为参考的美国专利号 6,889,751 中所公开的真空绝热。

[0062] 图 1 是示例性电池温度调控装置 10 的横截面的说明性部分。参考图 1，电池温度调控装置 10 可以包括一个或多个电化学电池仓室 12、一个或多个热能储存材料仓室 14 和一个或多个传热流体仓室 16。热能储存材料仓室可以含有一种或多种热能储存材料 18。电化学电池仓室可以含有一个或多个电化学电池 20。传热流体仓室与电化学电池仓室之间的一部分空间 22 基本上或完全不含热能储存材料。传热流体仓室与热能储存材料仓室之间的一部分空间 24 基本上或完全不含电化学电池。如图 1 中所示，热能储存材料仓室 14 与电化学电池仓室 12 之间的接触面积可以相对小或甚至为零。例如，在与电化学电池仓室或传热流体仓室相接触的热能储存材料的总表面积计，与电化学电池仓室相接触的热能储存材料仓室的表面积可以小于约 5%、小于约 3%、小于约 2% 或小于约 1%。

[0063] 图 2A 是示例性电池温度调控装置 10' 的横截面的另一个说明性部分。如图 2A 中所示，可以对热能储存材料仓室 14' 的形状进行选择，使得电化学电池仓室 12 至少部分嵌套在热能储存材料仓室中。热能储存材料仓室与电化学电池仓室之间的接触面积 26 可以相对高，以便热能储存材料与电化学电池直接热连通。例如，在与电化学电池仓室或传热流体仓室相接触的热能储存材料的总表面积计，与电化学电池仓室相接触的热能储存材料仓室的表面积可以为至少约 5%、至少约 10%、至少约 20% 或至少约 30%。热能储存仓室可以由多个囊状结构、例如多个泡罩包装构成。如图 2A 中所示，热能储存仓室可以至少包括第一泡罩包装 28 和第二泡罩包装 30。第一泡罩包装 28 和第二泡罩包装 30 可以隔开，并且第一泡罩包装与第二泡罩包装之间的空间可以限定至少一部分传热流体仓室 16'。例如，第一泡罩包装的基本上平坦的第一表面 29 和第二泡罩包装朝向第一表面的基本上平坦的表面 29' 可以被隔开，为传热流体流动留下空间。如图 2B 中所示，电池温度调控装置可以包括分开的传热流体仓室以用于移除热量和提供热量。例如，电池温度调控装置 10'' 可以具有第一传热流体仓室 16' 和第二传热流体仓室 32。如图 2B 中所示，该传热流体仓室之一（或两者）在使用中可以含有工作流体 34。

[0064] 第一泡罩包装和第二泡罩包装可以与一般对称布置的热能储存材料的囊状结构对齐。这样的排列显示在图 1、2A 和 2B 中。第一和第二泡罩包装可以以非对称排列方式对齐。例如，第一泡罩包装 28' 可以相对于第二泡罩包装 30' 移位，如图 3 中所示。因此，传热流体仓室与电化学电池仓室之间的至少一部分空间可以含有热能储存材料（即热能储存材料可以部分插置在传热流体仓室与电化学电池仓室之间）。

[0065] 如图 4 中所示，电化学电池仓室 12' 可以具有总体平坦的表面。包括一个或多个热能储存材料仓室 14'' 的第一泡罩包装 28'' 可以被排列成使泡罩包装的总体平坦的表面与电化学电池仓室的总体平坦的表面相接触。相邻的第二泡罩包装 30'' 可以与第一泡罩包装 28'' 部分嵌套。两个泡罩包装之间的空间可以用作传热流体仓室 16'' 的一部分。

[0066] 电化学电池仓室 / 电化学电池

[0067] 电化学电池仓室优选能够容纳或以其他方式包含一个或多个电化学电池。电化学电池仓室优选与热能储存材料仓室和传热流体仓室两者热连通。

[0068] 电化学电池可以是本技术领域已知的产生电力的任何电化学电池。例如，电化学

电池可以能够从一种或多种化学反应产生电能。电化学电池可以是一次电化学电池或二次电化学电池。优选情况下,电化学电池是可以重复充电的二次电化学电池。非限制性地,适合的二次电化学电池包括铅酸电池、镍镉电池、镍氢电池、锂离子电池、锂离子聚合物电池或其任何组合。优选的电化学电池包括一个或多个阳极和一个或多个阴极。优选在阳极与阴极之间使用隔板,例如半透膜。电化学电池优选包含电解质。可以使用的一次电化学电池的实例是从燃料产生电力的燃料电池。

[0069] 传热流体仓室

[0070] 电池温度调控装置具有在传热流体通过装置循环时能够容纳传热流体的传热流体仓室。传热流体仓室优选与用于使传热流体流入传热流体仓室的一个或多个入口相连。传热流体仓室优选与用于使传热流体流出传热流体仓室的一个或多个出口相连。传热流体仓室可以是至少部分地由一个或多个传热流体仓室壁限定的空间、至少部分地由一个或多个热能储存仓室限定的空间、至少部分地由一个或多个电化学电池仓室限定的空间、至少部分地由电池温度调控装置的外壳或容器限定的空间,或其任何组合。

[0071] 传热流体仓室优选与一个或多个电化学电池仓室和一个或多个热能储存材料仓室两者具有足够的热连通,以便能够从电化学电池和热能储存材料两者移除热量或向其提供热量。传热流体仓室优选与一个或多个(或更优选所有)电化学电池仓室直接热连通。直接热连通可以是电化学电池与传热流体仓室的一部分之间不含热能储存材料、不含具有低导热性材料的任何最短距离的路径。低导热性材料包括导热率低于约 $100\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、优选低于约 $10\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、更优选低于约 $3\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的材料。例如,传热流体或传热流体仓室可以接触一个或多个(或优选所有)电化学电池仓室的壁,或者基本上或完全通过具有高导热率(例如高于约 $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、高于约 $12\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 或高于约 $110\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) 的材料与电化学电池仓室隔离。应该认识到,在传热流体仓室与电化学电池之间可以存在热能储存材料或具有低导热性的材料的非常薄的层(例如小于约 0.1mm 、优选小于约 0.01mm 、更优选小于约 0.001mm),而不显著影响传热。因此,一个或多个电化学电池仓室与一个或多个传热流体仓室之间的空间优选包括一个或多个基本上不含热能储存材料的区域。传热流体仓室优选与一个或多个(或更优选所有)热能储存仓室直接热连通。直接热连通可以是热能储存仓室与传热流体仓室的一部分之间不含电化学电池、不含具有低导热性的材料或两者的任何最短距离的路径。例如,传热流体或传热流体仓室可以接触一个或多个(或优选所有)热能储存材料仓室的壁,或者基本上或完全通过具有高导热率(例如高于约 $5\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、高于约 $12\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 或高于约 $110\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) 的材料与热能储存材料仓室隔离。应该认识到,在传热流体仓室与热能储存材料仓室之间可以存在具有低导热性的材料的非常薄的层(例如小于约 0.1mm 、优选小于约 0.01mm 、更优选小于约 0.001mm) 而不显著影响传热。因此,一个或多个热能储存材料仓室与一个或多个传热流体仓室之间的空间优选包括一个或多个基本上不含电化学电池的区域。

[0072] 电池温度调控系统

[0073] 电池温度调控装置可以使用在包括一种或多种传热流体的系统中,所述传热流体流过电池温度调控装置以用于从装置移除热量、将热量传递到装置中或两者。电池温度调控系统优选包括一个或多个用于从电池温度调控装置接收热量的部件(即热移除部件)、一个或多个用于向电池温度调控装置提供热量的部件(即热提供部件)或两者。热移除部

件优选与电池温度调控装置流体连通,以使得传热流体能够通过两者循环。热移除部件优选使用两个或多个管线(即管路)与电池温度调控装置相连,所述管线包括用于将传热流体转移到热移除部件中的第一管线和用于将传热流体移出热移除部件的第二管线。热提供部件优选使用两个或多个管线(即管路)与电池温度调控装置相连,所述管线包括用于将传热流体转移到热提供部件中的第一管线和用于将传热流体移出热提供部件的第二管线。热提供部件优选具有与电池温度调控装置的流体连接,以使得传热流体能够通过两者循环。该系统优选包括用于使传热流体循环的一个或多个泵。该系统优选包括用于测量系统中的一个或多个温度的一个或多个温度探针。该一个或多个温度探针可以测量电化学电池、传热流体、热提供部件、热移除部件、环境温度、电池温度储存装置、热能储存材料的温度或其任何组合。该系统优选在一个或多个管线上包含一个或多个阀,以便可以开始或停止传热流体向热提供部件的流动,可以开始或停止传热流体向热移除部件的流动,或两者。该系统可以任选包括一个或多个加热器,例如电阻加热器。电阻加热器,如果存在的话,可用于产生热量以加热热提供部件。该系统优选包括一个或多个控制器。控制器可以控制传热流体向热提供部件的流动、传热流体向热移除部件的流动或两者。控制器可以控制一个或多个阀、一个或多个泵、一个或多个加热器或其任何组合。该系统可以包括对热提供部件、连接热提供部件与电池温度调控装置的一个或多个(例如所有)管线或其任何组合进行隔热的一种或多种手段。

[0074] 热提供部件 / 热储存装置

[0075] 电池温度调控系统优选包括用于向电池温度调控装置提供热量的热提供部件。热提供部件可以是能够加热传热流体以使得热量可以传递到电池温度调控装置中的电化学电池的任何部件。适合的热提供部件可以储存热量、从一个或多个其他部件传递热量或实现这两者。热提供部件,如果使用的话,优选基本上由有效储存热能以加热电池温度调控装置的热储存装置构成,或包括所述热储存装置。热储存装置可以位于电池温度调控装置外部,或可以整合在电池温度调控装置内。热储存装置以装置的总体积计(例如不包括任何隔热体)能够储存相对高的热能密度(例如以 J/m^3 计)。例如,热储存装置可能能够储存比电池温度调控装置更高,优选高至少 20%、更优选高至少 50% 的热能密度。

[0076] 热储存装置优选被至少部分绝热,以便降低或最小化热储存装置的热损失速率。可以利用对电池温度调控装置所述的任何绝热手段对热储存装置进行绝热。

[0077] 通过使用热储存装置,有可能降低或取消电池温度调控装置的绝热。例如,对热储存装置(由于它一般不包含一个或多个电化学电池,其体积可能相对小)进行绝热可能比对电池温度调控装置(其体积可能相对大)进行绝热更加有效。

[0078] 热储存装置优选包括一个或多个传热流体仓室和一个或多个热能储存材料仓室。

[0079] 热储存装置的热能储存材料仓室可以是本文所述的用于电池温度调控装置的任何热能储存材料仓室。优选情况下,热储存装置的热能储存材料仓室在将热能储存材料与传热流体仓室隔离的结构中包括一种或多种热能储存材料。热能储存材料可以被包封在一个或多个小室或囊状结构中。例如,热能储存材料可以提供在多个囊状结构层,例如一个或多个泡罩包装中。

[0080] 热储存装置的大部分容积可以被热能储存材料占据,以使得热储存装置的功率输出相对高,热储存装置的总体积相对小,或两者。例如,传热流体仓室的容积与热储存装置

中热能储存材料（例如相变材料）的体积之比可以小于约 20 : 1（优选小于约 10 : 1、更优选小于约 5 : 1、甚至更优选小于约 2 : 1、最优选小于约 1 : 1）。热储存装置可以具有足够大的传热流体仓室以从热储存装置有效地移除热量，优选没有过量的流体阻力。例如，传热流体仓室的容积与热储存装置中热能储存材料（例如相变材料）的体积之比优选为至少约 1 : 200、更优选为至少约 1 : 100、甚至更优选为至少约 1 : 50、最优选为至少约 1 : 25。

[0081] 热储存装置可以含有足够量的热能储存材料，以便可以将待加热的物体（例如电池温度调控装置中的电化学电池）加热至所需温度。例如，热储存装置可以含有足够量的热能储存材料，以将电池温度调控装置的温度增加至少 10°C、优选至少约 20°C、更优选至少约 30°C、最优选至少约 40°C。

[0082] 图 5 和图 6 显示了两个热储存装置 42、42' 的横截面。热储存装置包括包封在多个泡罩包装 28'' 中的热能储存材料 18'。泡罩包装被排列成使得传热流体仓室 16''、16'' 与囊状结构热连通。泡罩包装具有总体平坦的表面和弓形表面。如图 5 中所示，传热流体仓室 16'' 可以包括相邻泡罩包装的两个弓形表面之间的空间。如图 6 中所示，传热流体仓室 16'' 可以包括相邻泡罩包装的两个总体平坦的表面之间的空间。如图 6 中所示，传热流体仓室可以任选包括毛细结构 33，以使得可以使用毛细力将传热流体（例如工作流体 34）泵吸通过传热流体仓室。毛细结构和利用毛细泵送回路的系统的实例描述在由 Soukhojak 等于 2009 年 12 月 14 日提交的 PCT 专利申请号 PCT/US09/67823 中，在此以其全文引入作为参考。例如，毛细结构可以具有小于约 2mm、优选小于约 1mm、更优选小于约 400 μm、甚至更优选小于约 100 μm、甚至更优选小于约 30 μm、甚至更优选小于约 20 μm、最优选小于约 10 μm 的平均孔隙半径。热储存装置包括一个或多个入口 37，以使得传热流体可以流入热储存装置。热储存装置包括一个或多个出口 39，以使得传热流体可以流出热储存装置。热储存装置优选一种或多种绝热手段部分或完全绝热。优选使用足够的绝热以便热储存装置以相对低的速率向环境散热。如图 5 和图 6 中所示，绝热 36 可以包括真空室。如图 6 中所示，在热储存装置中使用的传热流体可以任选是工作流体 34。

[0083] 在热储存中使用的热能储存材料可以是本文中所描述的用于电池温度调控装置中的任何热能储存材料。热储存装置的热能储存材料可以与电池温度调控装置的热能储存材料相同。热储存装置的热能储存材料可以不同于电池温度调控装置的热能储存材料。例如，热储存装置可以使用具有与电池温度调控装置中所使用的热能储存材料的转变温度（例如液相线温度、熔化温度或低共熔温度）不同的转变温度的热能储存材料。优选情况下，热储存装置利用具有相对高的转变温度的热能储存材料。例如，热储存装置可以包括具有比电池温度调控装置中的热能储存材料的转变温度更高的转变温度的热能储存材料。在本发明的特定方面中，热储存装置所包括的热能储存材料可以具有高于约 60°C、高于约 80°C 或高于约 100°C 的转变温度。热储存装置所包括的热能储存材料可以具有低于约 350°C、低于约 250°C、低于约 200°C 或低于约 150°C 的转变温度。温度调控装置与热储存装置之间的管线 / 连接

[0084] 正如上面讨论的，系统优选包括用于循环传热流体的传热流体管线。管线可以连接两个或多个部件（例如热移除部件或热提供部件，以及电池温度调控装置）以便形成循环回路。管线优选在传热流体的温度和压力下不泄漏或开裂。管线优选由基本上或完全耐

传热流体腐蚀的材料制成。系统可以利用包含热量以它流动而不泄漏的管线。

[0085] 传热流体 / 工作流体

[0086] 用于加热和 / 或冷却一个或多个电化学电池的传热流体可以是任何液体或气体, 以使流体流过 (例如, 不固结地) 电池温度调控装置或在其变冷时循环经过的其他部件 (例如热提供部件、一个或多个连接管路或管线、热移除部件或其任何组合)。传热流体可以是能够在电池温度调控系统所使用的温度下传热的本技术领域已知的任何传热流体或冷却剂。传热流体可以是液体或气体。优选情况下, 传热流体能够在它在使用过程中可能暴露的最低运行温度 (例如最低预期环境温度) 下流动。例如, 传热流体在约 1 个大气压和约 25°C、优选约 0°C、更优选 -20°C、最优选约 -40°C 下可以是液体或气体。非限制性地, 用于加热和 / 或冷却所述一个或多个电化学电池的优选传热流体在约 40°C 下是液体。

[0087] 传热流体应该能够运输大量热能, 典型为显热。适合的传热流体可以具有至少约 1J/g·K、优选至少约 2J/g·K、更优选至少约 2.5J/g·K、最优选至少约 3J/g·K 的比热 (在例如约 25°C 下测量)。优选情况下, 传热流体是液体。例如, 本技术领域已知的任何发动机冷却剂可以用作传热流体。系统可以利用单一传热流体来加热电化学电池和冷却电化学电池。可选地, 系统可以利用第一传热流体加热电化学电池, 并利用第二传热流体冷却电化学电池。

[0088] 非限制性地, 可以单独或作为混合物使用的传热流体包括本技术领域的专业人员已知的传热流体, 并包括含水的流体、一种或多种亚烷基二醇、一种或多种聚亚烷基二醇、一种或多种油、一种或多种制冷剂、一种或多种醇、一种或多种甜菜碱类或其任何组合。传热流体可以包括 (例如除了上面提到的流体之外或代替上面提到的流体) 工作流体, 例如后文中所描述的工作流体, 或基本上由其构成。可以使用的适合的油包括天然油类、合成油类或其组合。例如, 传热流体可以含有矿物油、蓖麻油、硅油、氟代烃油或其任何组合, 或基本上由其构成 (例如, 至少 80wt. %、至少 90wt. % 或至少 95wt. %)。

[0089] 特别优选的传热流体包括一种或多种亚烷基二醇或基本上由其构成。非限制性地, 适合的亚烷基二醇包括约 1 至约 8 个烷氧基。例如, 亚烷基二醇可以包括含有约 1 至约 6 个碳原子的烷氧基。亚烷基二醇分子中的烷氧基可以相同, 或者可以不同。任选地, 亚烷基二醇可以包括各含有不同烷氧基或不同比率的烷氧基的不同亚烷基二醇的混合物。优选的烷氧基包括氧化乙烯、氧化丙烯和氧化丁烯。任选地, 亚烷基二醇可以被取代。例如, 亚烷基二醇可以被一个或多个烷基, 如一个或两个含有约 1 至约 6 个碳原子的烷基取代。因此, 亚烷基二醇可以包括一种或多种亚烷基二醇单烷基醚、一种或多种亚烷基二醇二烷基醚或其组合, 或基本上由它们构成。亚烷基二醇还可以包括聚亚烷基二醇。特别优选的亚烷基二醇包括乙二醇、二乙二醇、丙二醇和丁二醇。任何上述二醇可以单独或作为混合物使用。例如, 二醇可以作为与水的混合物使用。特别优选的传热流体包括基本上 (例如以传热流体的总重量计至少 80wt. %、至少 90wt. % 或至少 96wt. %) 或完全由二醇与水的混合物构成的混合物。混合物中水的浓度以传热流体的总重量计优选大于约 5wt. %、更优选大于约 10wt. %、甚至更优选大于约 15wt. %、最优选大于约 20wt. %。混合物中二醇的浓度以传热流体的总重量计优选大于约 5wt. %、更优选大于约 10wt. %、更优选大于约 15wt. %、最优选大于约 20wt. %。

[0090] 任选地, 用于加热和 / 或冷却一个或多个电化学电池的传热流体可以包括工作流

体或基本上完全由其构成。例如,系统可以包括通过其在其中被加热和蒸发的热储存装置流动,然后流向其在其中被冷凝电池的温度调控装置(即通过第一传热流体仓室)的工作流体。因此,热储存装置可以起到工作流体的蒸发器的作用,且电池温度调控装置可以起到工作流体的冷凝器的作用。如果使用工作流体,提供给冷凝器(例如提供给电池温度调控装置)的热量优选包括工作流体的汽化热。系统可以包括用于将工作流体返回到热储存装置的冷管线和用于从热储存装置移除工作流体的热管线。冷管线和热管线优选能够在工作流体流过回路时容纳工作流体而不泄漏。当热储存装置(例如热储存装置中的热能储存材料)处于足以使工作流体所有组分的综合蒸气压超过约 1 大气压的温度下,并且阀门打开以允许工作流体流动时,工作流体可以 a) 通过毛细结构泵送;b) 至少部分蒸发;c) 至少部分输送到冷凝器;和 d) 至少部分地在冷凝器中冷凝,以便从热储存装置移除热量。因此,系统可以任选地包括毛细泵送回路。

[0091] 工作流体

[0092] 工作流体可以是当热能储存材料处于或高于其液相线温度时能够在热储存装置中部分或完全蒸发(从液态向气态转变)的任何流体。非限制性地,示例性的工作流体可以包括一种或多种醇、一种或多种酮、一种或多种烃、碳氟化合物、氢氟烃(hydrofluorocarbon)(例如本技术领域已知的氢氟烃制冷剂,如本技术领域已知的氢氟烃汽车制冷剂)、水、氨或其任何组合,或基本上由它们构成。

[0093] 适合的工作流体(例如用于毛细泵送回路)包括具有下述特征之一或其任意组合的纯物质和混合物:在热能储存系统最高温度下良好的化学稳定性,低粘度(例如小于约 $100\text{mPa}\cdot\text{s}$),毛细结构的良好润湿性(例如良好的灯芯润湿性(wick wetting)),与毛细泵送回路材料(例如容器材料、用于包封热能储存材料的材料、蒸气和液体管线的材料等)的化学相容性(例如工作流体引起材料的低腐蚀),适用于蒸发器和冷凝器二者的温度的温度依赖性蒸气压,高的体积汽化潜热(即单位为焦耳每升的熔化潜热与工作流体在约 25°C 下的密度之积),或低于或等于冷凝器传热流体的凝固点(例如低于或等于防冻剂的凝固点的凝固点、凝固点低于或等于约 -40°C 的凝固点或两者)的凝固点。例如,在 -40°C 温度和 1 大气压压力下,工作流体的平衡状态可以是至少 90% 的液体。

[0094] 工作流体在蒸发器中的蒸气压应该足够高,以便产生足以泵送工作流体的蒸气流。优选情况下,工作流体在蒸发器中的蒸气压应该足够高,以便产生的蒸气流足以将以瓦特计量的所需热功率从蒸发器携带至冷凝器。工作流体在蒸发器中的蒸气压优选足够低,以便毛细泵送回路不泄漏并且不破裂。

[0095] 工作流体对毛细结构的润湿可以用工作流体在毛细结构材料上的接触角来表征。优选情况下,接触角小于约 80° 、更优选小于约 70° 、更优选小于约 60° 、最优选小于约 55° 。

[0096] 工作流体优选在中压下在低于约 90°C 的温度下冷凝。例如,工作流体可以在低于约 2MPa、优选低于约 0.8MPa、更优选低于约 0.3MPa、甚至更优选低于约 0.2MPa、最优选低于约 0.1MPa 的压力下,在约 90°C 下冷凝。

[0097] 工作流体优选可以在非常低的温度下流动。例如,工作流体可以暴露于非常低的环境温度,并优选能够在约 0°C 、优选约 -10°C 、更优选约 -25°C 、甚至更优选约 -40°C 、最优选约 -60°C 的温度下从冷凝器流向热储存装置。工作流体当处于完全充满的热储存装置的

温度下时优选处于气态。例如,工作流体在 1 大气压下的沸点可以低于热储存装置中热能储存材料的相变温度,优选比热能储存材料的相变温度低至少 20℃,更优选比热能储存材料的相变温度低至少 40℃。在本发明的各个方面中,可能希望工作流体在 1 大气压下的沸点(或者工作流体所有组分的综合蒸气压等于 1 大气压时的温度可以)高于约 30℃、优选高于约 35℃、更优选高于约 50℃、甚至更优选高于约 60℃、最优选高于约 70℃(例如,使得工作流体在环境条件下为液体)。在本发明的各个方面中,工作流体在 1 大气压下的沸点可以(或者工作流体所有组分的综合蒸气压等于 1 大气压时的温度可以)低于约 180℃、优选低于约 150℃、更优选低于约 120℃、最优选低于约 95℃。

[0098] 特别优选的工作流体包括水和氨,或基本上由其构成。例如,工作流体中水和氨的综合浓度以工作流体的总重量计,可以为至少约 80wt. %、更优选至少约 90wt. %、最优选至少约 95wt. %的水和氨。氨的浓度可以为足以将工作流体的沸点保持在低于水的沸点(例如比水的沸点低至少 10℃)。氨的浓度以工作流体的总重量计可以大于约 2wt. %、优选大于约 10wt. %、更优选大于约 15wt. %、最优选大于约 18wt. %。氨的浓度以工作流体的总重量计可以小于约 80wt. %、优选小于约 60wt. %、更优选小于约 40wt. %、最优选小于约 30wt. %。工作流体中水的浓度以工作流体的总重量计可以大于约 20wt. %、优选大于约 40wt. %、更优选大于约 60wt. %、最优选大于约 70wt. %。工作流体中水的浓度以工作流体的总重量计可以小于约 98wt. %、优选小于约 95wt. %、更优选小于约 90wt. %、甚至更优选小于约 85wt. %、最优选小于约 82wt. %。例如,约 21wt. %氨和约 79wt. %水的溶液的液相点约为 -40℃,在 1 大气压下沸程的上限低于约 100℃。该溶液可以在室温下储存(例如作为液体)在未加压容器中。

[0099] 优选情况下,工作流体在约 0℃至约 250℃的某一温度下,其所有组分的综合蒸气压等于 1 大气压。

[0100] 工作流体能够有效地从热储存装置传递热能,以使得从热储存装置移除一定量热能所需的工作流量相对小(例如与使用不是工作流体的传热流体来移除热量的装置相比)。优选情况下,由工作流体传递的大部分热量以汽化热的形式传递。与利用不是工作流体的传热流体并具有相同初始功率的系统相比,在热能储存中工作流体的体积、工作流体的流速或两者可以相对低。每升热储存装置容器的工作流体(即流入热储存装置的液态的工作流体)流速可以小于约 5 升/min、优选小于约 2 升/min、更优选小于约 1 升/min、甚至更优选小于约 0.5 升/min、最优选小于约 0.1 升/min。系统中工作流体的体积与热储存装置容器中的总容积或与热储存装置中热能储存材料的体积的比率应该足够低,以便系统的总重量不受工作流体重量的过度影响。系统中(例如毛细泵送回路中)工作流体的体积与热储存装置的容器的总容积(即容器内部的容积)的比率(或者甚至系统中工作流体的体积与热储存装置中热能储存材料的体积的比率)可以小于约 20、优选小于约 10、更优选小于约 4、甚至更优选小于约 2、最优选小于约 1。

[0101] 如上所述,工作流体可以以汽化热的热能形式传递部分热能。工作流体优选具有高汽化热,以使得能够传递的热量较高。适用于热储存装置的工作流体可以具有大于约 200kJ/摩尔、优选大于约 500kJ/摩尔、更优选大于约 750kJ/摩尔、甚至更优选大于约 1000kJ/摩尔、最优选大于约 1200kJ/摩尔的汽化热。

[0102] 在工作流体的温度可能低于 0℃的应用中,工作流体优选不是水(例如以便工作

流体不冷冻、引起破裂或出现这两种情况)。

[0103] 应该认识到,与工作流体相接触的材料可以抵抗工作流体的腐蚀。例如,热储存装置或电池温度调控系统可能与工作流体相接触的任一或所有表面(例如,工作流体蒸汽管线的内部、工作流体液体管线的内部、热储存装置的传热流体仓室的表面、一个或多个阀的内表面、冷凝器中工作流体仓室的表面、工作流体储液库的内表面等)可以由不锈钢制成。

[0104] 应该认识到,在本文中描述的热能储存系统中使用的任何工作流体或传热流体可以包括添加剂包。例如,添加剂包可以包括稳定剂、缓蚀剂、润滑剂、极压添加剂或其任何组合。

[0105] 阀 / 分流器

[0106] 电池温度调控系统可以包括一个或多个阀或本技术领域已知的用于控制传热流体的流动路径的其他手段。该系统可以包括阀,其在打开时允许传热流体流过向电池温度调控装置提供热量的部件,并在关闭时阻止通过所述部件的流动。例如,该系统可以包括用于打开和关闭传热流体通过热储存装置的循环的一个或多个阀。该系统可以包括阀,所述阀在打开时允许传热流体流过从电池温度调控装置移除热量的部件,并且在关闭时阻止通过所述部件的流动。例如,该系统可以包括一个或多个阀,其用于打开和关闭传热流体通过热传递装置例如散热器的循环。应该认识到,可以利用一个或多个阀单阀将传热流体流从提供热量的部件分流到移除热量的部件。例如,该系统可以包括分流阀,其具有用于使传热流体通过提供热量的部件循环的第一位置,以及用于使传热流体通过移除热量的部件循环的第二位置。应该认识到,分流阀也可以允许传热流体循环以流向热提供部件和热移除部件两者,并用于控制两个液流的相对速率。该系统也可以包括用于停止和启动传热流体通过电池温度调控装置的流动的一个或多个阀。

[0107] 热接收部件 / 热交换器

[0108] 系统包括用于从电池温度调控装置接收热量的热接收部件。热接收部件可以具有传热流体仓室,以使得传热流体可以流入一个或多个入口通过热接收部件,并流出一个或多个出口。热接收部件可以通过从传热流体移除热量来发挥作用,以使得传热流体在流过出口时的温度低于其流入口时的温度。热接收部件可以将它从传热流体接收的一些或所有热量传递到散热器或另一种流体。因此,热接收部件可以是热交换器。热交换器可以将热量传递到第二传热流体,其可以是液体或气体。热交换器可以利用第二传热流体,其与从电池温度调控装置移除热量的传热流体相同或不同。优选情况下,第二传热流体是冷却剂(例如车辆中的冷却剂)或空气。例如,热交换器可以是具有与空气相接触的大表面积的散热器。散热器可以将热量从电池温度调控装置(经传热流体)传递到散热器周围的空气。作为另一个实例,热交换器可以向液体例如冷却剂流体传递热量,冷却剂流体然后循环(例如到散热器)。

[0109] 应该认识到,代替使用热接收部件,可以通过使空气流流过电池温度调控装置来冷却该装置。这样的空气流可以任选利用风扇、鼓风机、气闸或其任何组合来调节空气的流动。

[0110] 控制器

[0111] 系统优选包括一个或多个控制器。控制器可用于控制传热流体向热接收部件的流动。控制器可用于控制传热流体从热提供部件的流动。控制器可以控制加热器,例如位于热

提供部件中或与热提供部件热连通的加热器。控制器可以控制泵送传热流体的一个或多个泵。例如,控制器可以控制泵何时开启、停止、增加其泵送速率、降低其泵送速率或其任何组合。控制器可以监测一个或多个预选的条件,例如系统的一个或多个温度。控制器可以监测一个或多个电化学电池、传热流体、电池温度调控装置、热能储存材料、环境条件的温度或其任何组合。控制器可以监测与热通量相关的一个或多个预选条件,例如由电化学电池产生的热量、从电池温度调控装置移除的热量(例如通过散逸、通过传热流体或两者)、由传热流体提供的热量,或其任何组合。对于在车辆中使用的系统来说,控制器可以监测与车辆是否正在运行、车辆是否正在加速、车辆是否正在减速、车辆是否停泊、车辆是否插入外部电力源、车辆预期运行中的时间、环境温度预报或其任何组合相关的一个或多个预选条件。控制器可以将该一个或多个预选条件的实测值与预定值进行比较。比较可以被控制器用来确定一个或多个阀是否应该打开或关闭(以及可能的程度)、是否一个或多个泵应该运行、是否向电加热器提供电流,或其任何组合。

[0112] 任选的加热器

[0113] 电池温度调控系统可以任选包括一个或多个加热器。加热器可以是能够将热储存装置中热能储存材料的温度增加至超过其转变温度的温度的任何加热器。加热器可以是能够将能量(例如电能、机械能、化学能或其任何组合)转变成热(即热能)的任何加热器。一个或多个加热器可以是一个或多个电加热器。一个或多个加热器可以被用于加热电池温度调控系统中的一些或所有热能储存材料。例如,加热器可以被用于加热热储存装置中的热能储存材料、用于加热电池温度调控装置中的热能储存材料、或两者。优选情况下,系统包括与热储存装置热连通的一个或多个加热器。例如,系统可以包括热储存装置的绝热中的一个或多个加热器。电加热器可以利用来自于电化学电池、来自外部源或两者的电力。例如,当车辆被接通到与静止物体相连的出口时,可以使用来自于外部源的电力将热储存装置维持在高于热储存装置中热能储存材料的液相线温度的温度下。当车辆没有接通到与静止物体相连的出口时,可以使用从电化学电池产生的电力将热储存装置维持在高于热储存装置中热能储存材料的液相线温度的温度下。

[0114] 已发现,使用电加热器加热热储存装置(其随后用于加热电化学电池)与使用来自于电加热器的热量直接加热电化学电池相比具有一些优点,例如具有更高的效率、需要较少的绝热或两者。

[0115] 如图7中所示,电池温度调控系统40可以包括电池温度调控装置10,其通过用于循环传热流体50的一个或多个管线与热储存装置42并与热交换器例如散热器58相连接。传热流体可以离开电池温度调控装置并分流到通往散热器58的散热器输送管线64和通向热储存装置42的热储存装置输送管线46中。系统包括一个或多个阀例如分流阀48,用于调控传热流体50相对于进入热储存装置42的多少流量进入散热器58。离开热储存装置42的传热流体50可以通过热储存装置返回管线44返回到电池温度调控装置10。离开散热器58的传热流体50可以通过散热器返回管线66返回到电池温度调控装置10。两个返回管线44、66可以结合在一起。如图7中所示,系统还可以包括一个或多个温度探针54、56。例如,系统可以包括用于测量电池温度调控装置的温度的电化学电池探针56、热储存装置温度探针54或两者。热储存装置温度探针54可用于测量热储存装置42中热能储存材料的温度。系统40优选包括泵62或使传热流体循环的其他手段。系统40还可以包括一

个或多个控制器 52。控制器 52 可以控制泵 62, 用于调控传热流体的泵送速率或阻止传热流体循环。控制器 52 可以控制一个或多个阀例如分流阀 48, 用于控制传热流体 50 向热储存装置 42 和散热器 58 的流动。

[0116] 如图 8A 中所示, 系统 40' 可以包括与热储存装置 42 热连通的电加热器 68。例如, 电加热器 68 可以在热储存装置 42 内部或与其毗邻。优选情况下, 电加热器 68 在绝热层内部, 使得绝热层一般不插置到电加热器与热储存装置之间。

[0117] 参考图 8B, 系统 40'' 可以包括整合在电池温度调控装置内的热储存装置。这样的构造可以在热储存装置储存热量时、热储存装置放出热量以加热电化学电池时或两种情形时将向环境的散热降至最低。

[0118] 如图 9 中所示, 系统 40''' 可以包括使第一传热流体 50 和第二传热流体 74 通过电池温度调控装置 10 独立地循环的手段。电池温度调控装置 10 通过散热器输送管线 64 和散热器返回管线 66 与散热器 58 相连。第一传热流体 50 通过散热器输送管线 64 和散热器返回管线 66 循环, 以便可以从电池温度调控装置 10 移除热量并向散热器 59 传递热量。电池温度调控装置 10 通过热储存装置输送管线 44 和热储存装置返回管线 46 与热储存装置 42 连接。第二传热流体 74 通过热储存装置输送管线 64 和热储存装置返回管线 66 循环, 以便可以从热储存装置 42 向电池温度调控装置 10 提供热量。第二传热流体 74 可以是工作流体, 并且热储存装置可以包括毛细结构, 以便工作流体通过毛细力泵入热储存装置中。因此, 热储存装置可以任选是用于工作流体的蒸发器, 电池温度调控装置可以是用于工作流体的冷凝器。系统可以包括一个或多个阀 70 和泵 62 用于控制第一传热流体的流速。系统可以包括一个或多个阀 72 和任选的泵 (未示出) 用于控制第二传热流体的流速。

[0119] 系统的运行

[0120] 本文描述的装置和系统可用于管理电化学电池的温度的方法中。该方法可以包括将电池温度调控装置中的电池温度维持在最低目标温度或以上、在最高目标温度或以下或者两者 (即在目标温度范围之内) 的步骤。当电池温度处于目标温度范围内时, 传热流体可以不循环或以相对低的速率通过电池温度调控装置循环。优选情况下, 当电池温度处于目标温度范围内时, 传热流体不通过电池温度调控装置循环。当电池温度高于最高目标温度时, 可以将电池温度调控装置冷却。因此, 当电池温度高于最高目标温度时, 传热流体可以通过电池温度调控装置循环并从装置移除热量。例如, 传热流体可以通过电池温度调控装置循环, 直至电池温度达到最高截止温度。冷却循环截止温度可以是最高目标温度或可以是低于最高目标温度的温度。例如, 冷却循环截止温度可以是最低与最高目标温度之间的温度。当电池温度低于目标温度时, 可以对电池温度调控装置进行加热。因此, 当电池温度低于目标温度时, 传热流体可以通过电池温度调控装置循环以向装置提供热量。例如, 传热流体可以通过电池温度调控装置循环直到电池温度达到加热循环截止温度。加热循环截止温度可以是最低目标温度或可以是低于最低目标温度的温度。例如, 加热循环截止温度可以是最低与最高目标温度之间的温度。

[0121] 应该认识到, 在电化学电池充电期间、电化学电池放电期间或两者期间, 可能在电池温度调控装置中产生热量。可以使用冷却循环来防止电池温度达到或超过最高运行温度。例如, 在高于最高运行温度的温度下, 可能发生对电池的暂时或永久损伤。如果电池温度达到或超过最高运行温度, 该方法可以关闭电池温度调控装置中的一个或多个或甚至所

有的电化学电池。

[0122] 如上所述, 电池温度调控装置包括一种或多种热能储存材料。优选情况下, 热能储存材料具有目标温度范围内的转变温度 (例如熔化温度、液相线温度或低共熔温度)。因此, 可以利用热能储存材料将电池温度维持在目标温度范围之内 (即在转变温度或其附近)。任选地, 电池温度调控装置可以包括具有相对高转变温度 (例如处于最高目标温度或低于最高目标温度) 的第一热能储存材料和具有比第一热能储存材料更低的转变温度的第二热能储存材料。例如, 第一热能储存材料可以具有处于或低于最高目标温度的转变温度, 和第二热能储存材料可以具有处于或高于最低目标温度的转变温度。

[0123] 当电化学电池产生热量时 (例如当电化学电池正在充电或放电时), 热能储存材料可以被有利地用于从电化学电池移除热能。在电化学电池运行期间, 电池温度可能最初在目标温度范围之内并低于热能储存材料 (例如第一热能储存材料) 的转变温度。当电化学电池产热时, 热能可以被部分用于加热热能储存材料。当热能储存材料达到其转变温度时, 一些热能可用于熔化热能储存材料。因此, 一些热能可以被转变成热能储存材料的熔化潜热。随着热能被转变成熔化潜热, 可以降低电池温度增加的速率 (例如, 如与不具有热能储存材料的相同装置相比)。当一些或所有热能储存材料 (例如第一热能储存材料) 已经熔化时, 电池温度可以达到最高目标温度。通过将热能转变成熔化潜热 (例如通过熔化热能储存材料), 可以减少、延迟或同时减少并延迟对从电池温度调控装置移除热能 (例如使用传热流体) 的需要。

[0124] 当电池温度超过最高目标温度时, 可以开始冷却循环, 包括开始循环传热流体或增加传热流体循环的速率的步骤。在冷却循环期间, 来自于电池的热能可以从电池温度调控装置传递到装置外部具有比电池温度更低的温度的一个或多个部件。非限制性地, 在冷却循环期间从电池温度调控装置移除的一些或所有热能可以被传递到热传递装置。可以使用的示例性热传递装置包括散热器、储热器和热储存装置 (例如本文所描述的热储存装置) 或其任何组合。优选情况下, 从电池温度调控装置移除 (例如在冷却循环期间) 的一些或所有热能被用于加热环境空气 (例如通过散热器)。在冷却循环期间, 电化学电池的冷却可以包括将传热流体与电化学电池仓室、与热能储存材料仓室或优选与两者相接触的步骤。

[0125] 应该认识到, 环境温度可以低于目标最低温度。在一个或多个电化学电池不在放电或充电或者充电和放电的平均量相对低的时期内, 来自于电池温度调控装置的热能可以散失到环境。通过利用具有处于或高于最低目标温度的转变温度的热能储存材料 (例如第二热能储存材料), 热能储存材料的结晶热可以降低电池温度下降的速率 (例如, 与不具有热能储存材料的装置相比)。

[0126] 当电池温度降低至低于最低目标温度的温度时, 可以使用加热循环来提高电池温度。在加热循环期间, 热能可以在电池温度调控装置中产生、传递到所述装置或两者。优选情况下, 在加热循环期间, 热能被传递到电池温度调控装置。例如, 可以使用传热流体将热能传递到电池温度调控装置。因此, 加热循环可以包括启动传热流体通过电池温度调控装置的循环或增加传热流体通过装置的流速的步骤。例如, 传热流体可以流过具有比电池温度更高 (并优选高于最低目标温度) 的温度的一个或多个部件 (例如一个或多个热源) 以加热流体, 并流过电池温度调控装置以将至少一些热能传递到装置中。传热流体可以保持

相同的相（例如传热流体可以保持为液体或气体）并且热量可以作为显热传递，或者传热流体可以是工作流体，并且至少一些热量可以作为冷凝热传递到装置（并且作为蒸发热从热源传递到流体）。在加热循环期间，电化学电池的加热可以包括将传热流体与电化学电池仓室、与热能储存材料仓室或优选与两者相接触的步骤。

[0127] 用于冷却循环的传热流体和用于加热循环的传热流体可以相同，并且可以通过电池温度调控装置的相同部分循环。因此，在加热循环中可以利用一个或多个阀使传热流体通过热源循环、防止传热流体通过热传递装置循环，或优选两者。类似地，在冷却循环中可以利用一个或多个阀来防止传热流体通过热源循环、使传热流体通过热传递装置循环，或优选两者。

[0128] 任选地，电池温度调控系统可以使用在当车辆停泊时接通车辆外部的电力源的车辆中。当车辆停泊时，可以利用电加热器加热系统中的热能储存材料。例如，当一些或所有的热能储存材料已经冷却时，可以利用电加热器提高热能储存材料的温度。该方法可以包括利用从车辆外部的电源接收电力的电加热器来加热车辆中的热能储存材料（例如电池温度调控装置、热储存装置或两者中的热能储存材料）的步骤。当一些或所有的热能储存材料已发生从液体到固体的相变时，可以利用使用电加热器加热热能储存材料的步骤。因此，所述方法可以包括使用来自于电加热器的热量熔化一些或所有热能储存材料的步骤。当所有热能储存材料处于液态时，可以利用使用电加热器加热热能储存材料的步骤。因此，该方法可以包括使用电加热器提高热能储存材料的温度的步骤。

[0129] 应该认识到，本发明的装置、系统和方法可用于使用电池的汽车应用中，特别是具有从电动发动机接收功率的传动系统的汽车应用中。非限制性地，本发明可用于混合动力电动车和插电式电动车中。

[0130] 参考图 7，温度探针 56 可以测量电池温度调控装置的温度。控制器 52 可以将电池温度调控装置的温度与预定目标温度范围进行比较。当温度在预定目标温度范围之内时，控制器 52 可以停止泵 62、降低泵 62 的泵送速率、关闭阀 48 或其任何组合。当电池温度调控装置的温度接近（例如朝向最高目标温度升高）或高于最高目标温度时，控制器可以将分流阀 48 打开到允许流体流过向热交换器进料的管线 64 的位置。控制器也可以打开泵 62 或提高泵 62 的速度，以便使用将电池温度调控装置 10 与热交换器 58 相连的管线 64、66 将传热流体在两个部件之间循环。当电池温度调控装置的温度接近（例如朝向最低目标温度降低）或低于最低目标温度时，控制器可以使用温度探针 54 获得热储存装置 42 的温度，以确定热储存装置是否能够加热电池温度调控装置。温度控制器打开分流阀 48 以允许传热流体通过管线 44 流到热储存装置 42。控制器也可以打开泵 62 或增加泵 62 的速度，以便使用将电池温度调控装置 10 与热储存装置 42 相连的管线 44、46 将传热流体在两个部件之间循环。

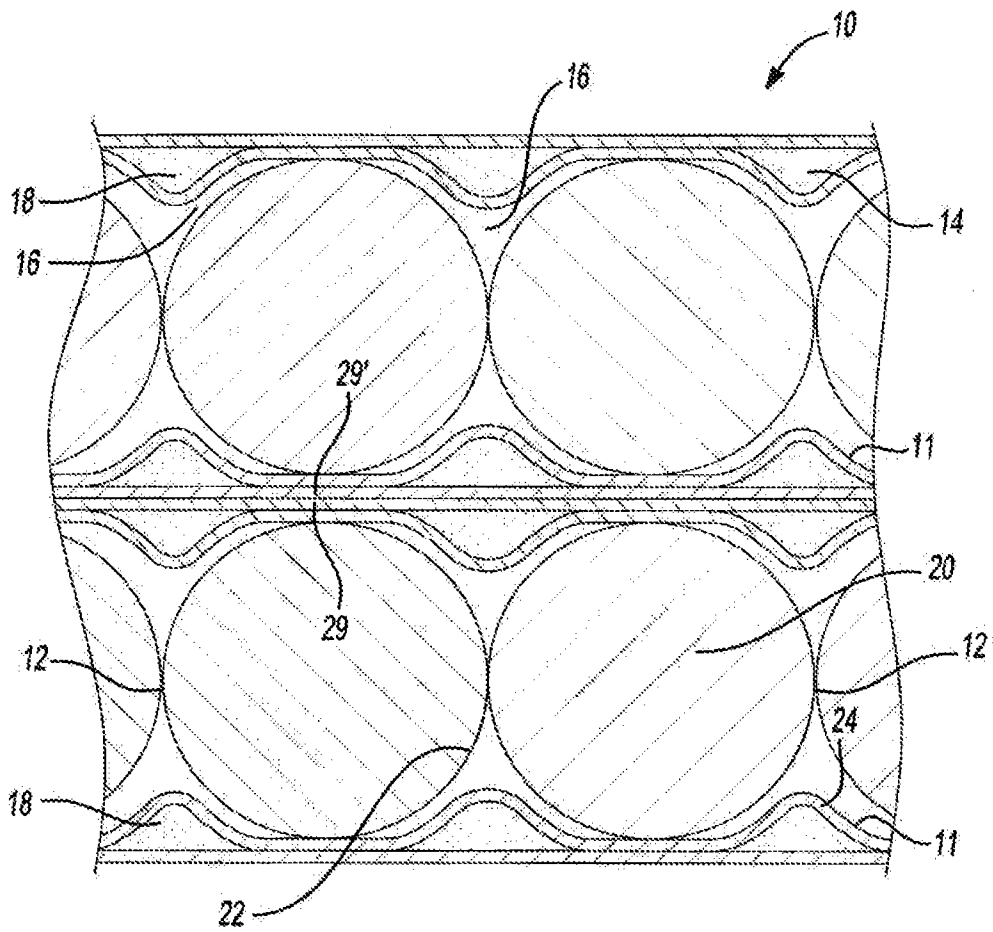


图 1

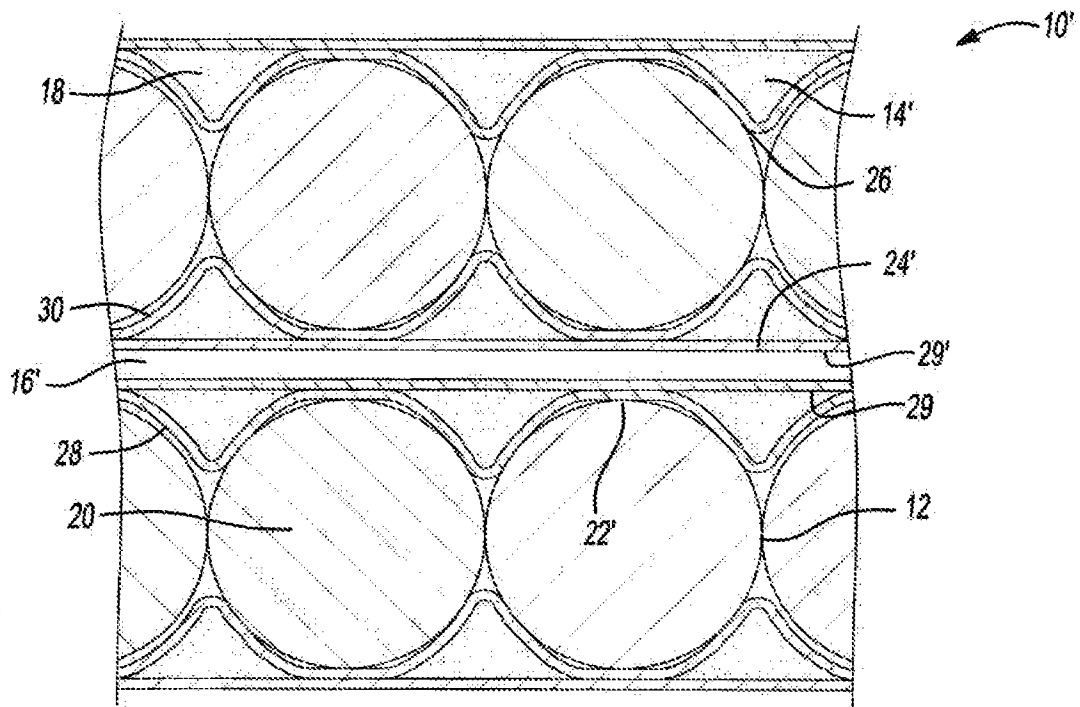


图 2A

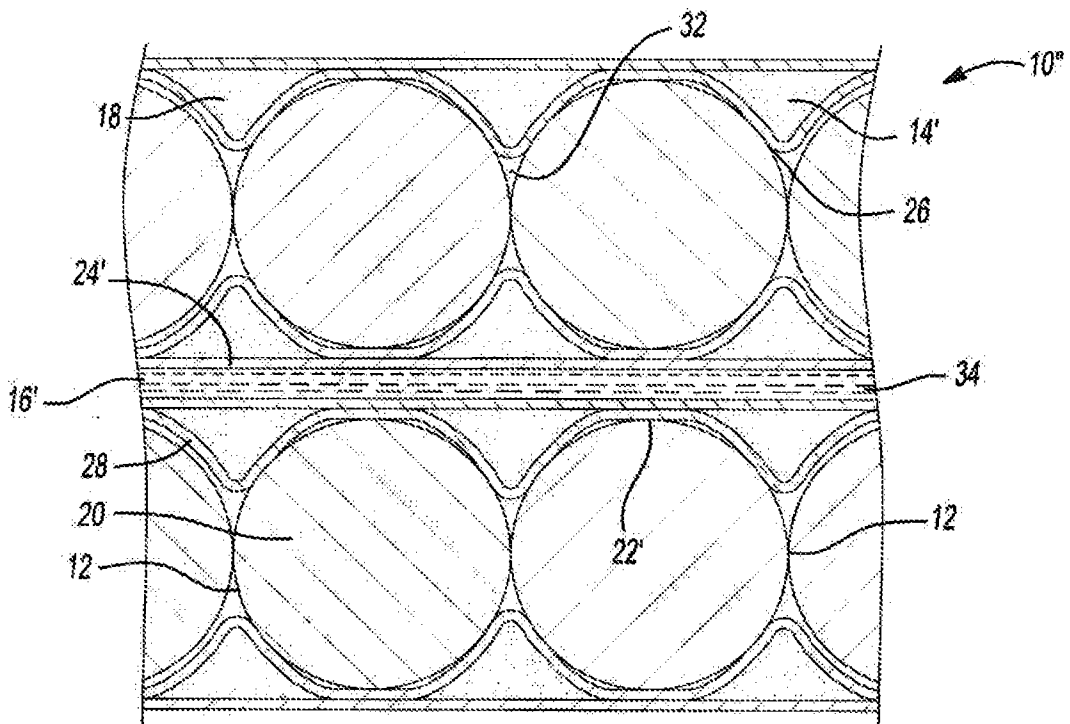


图 2B

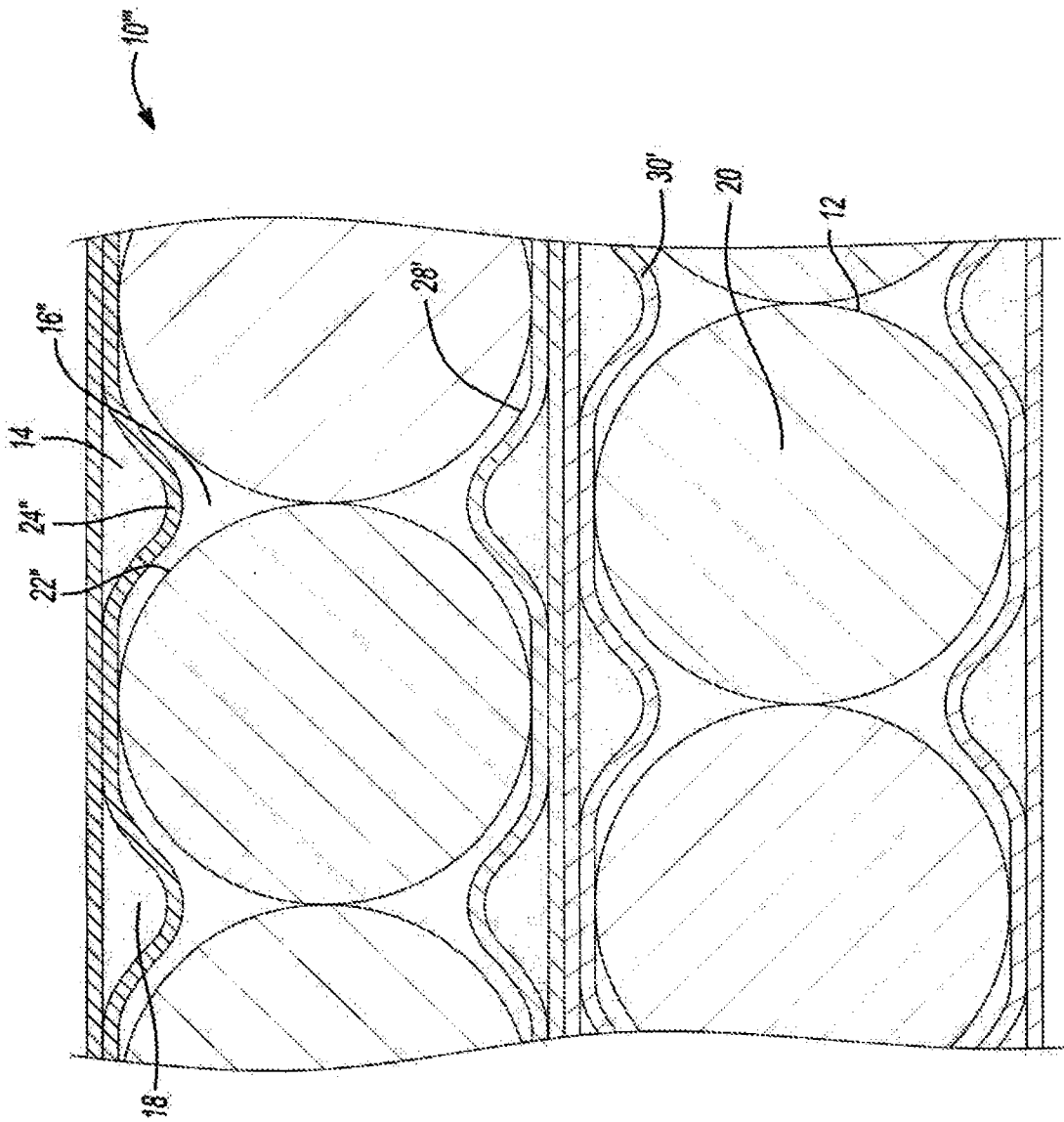


图 3

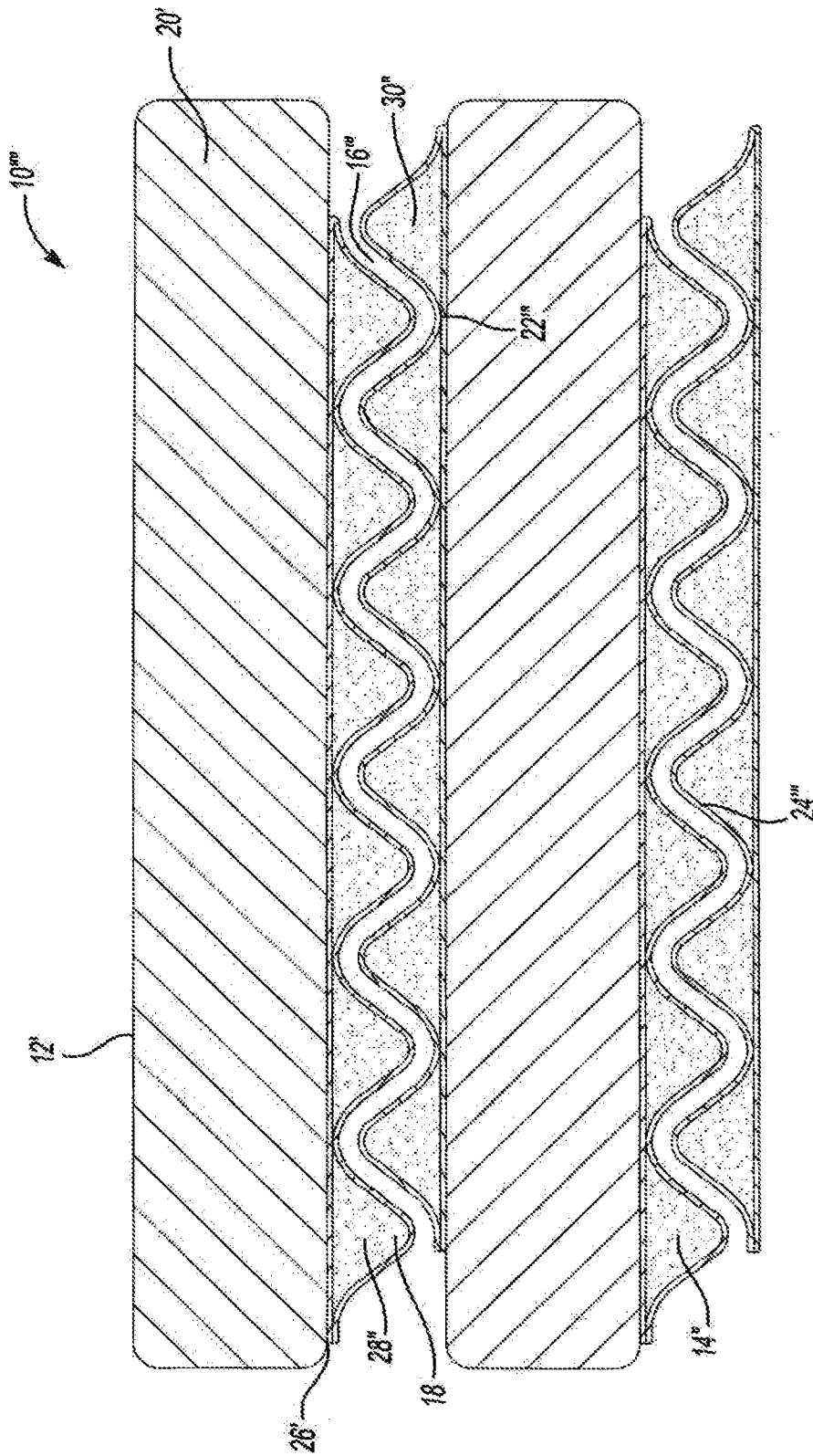


图 4

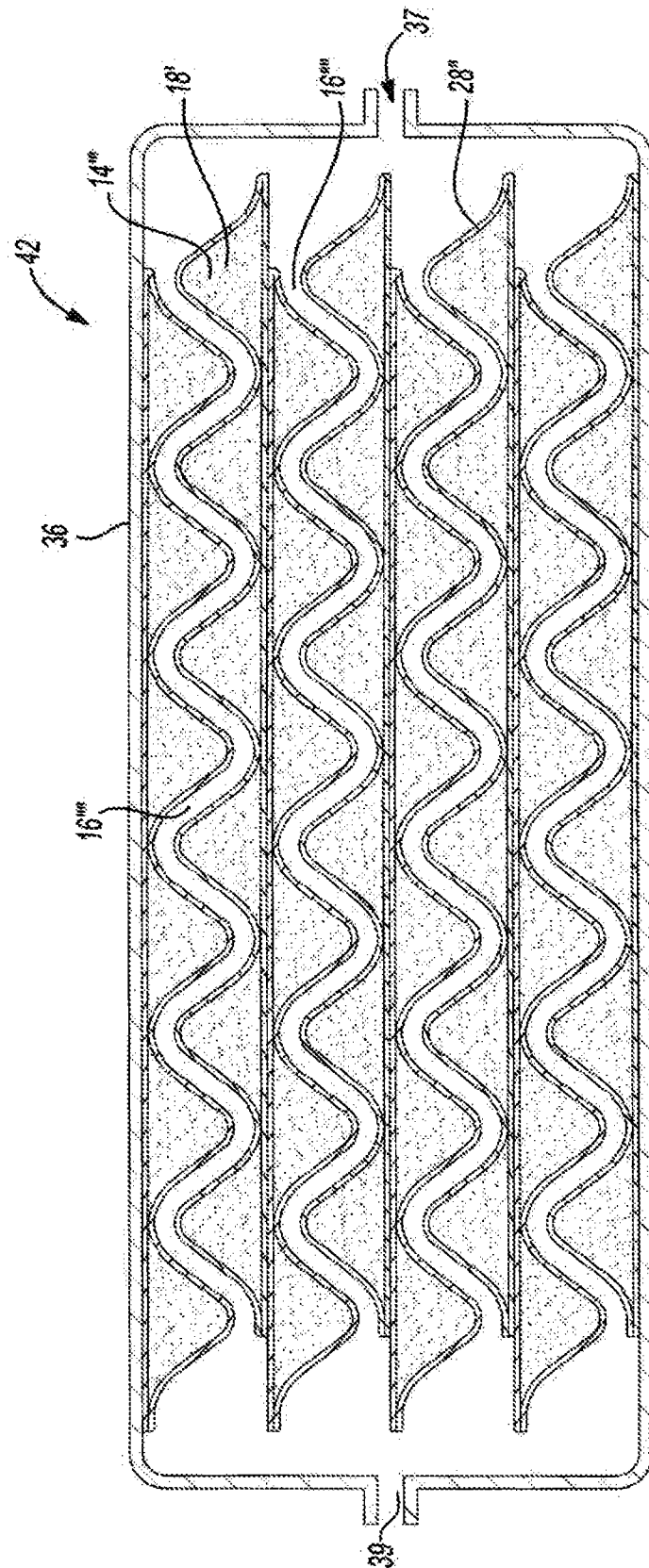


图 5

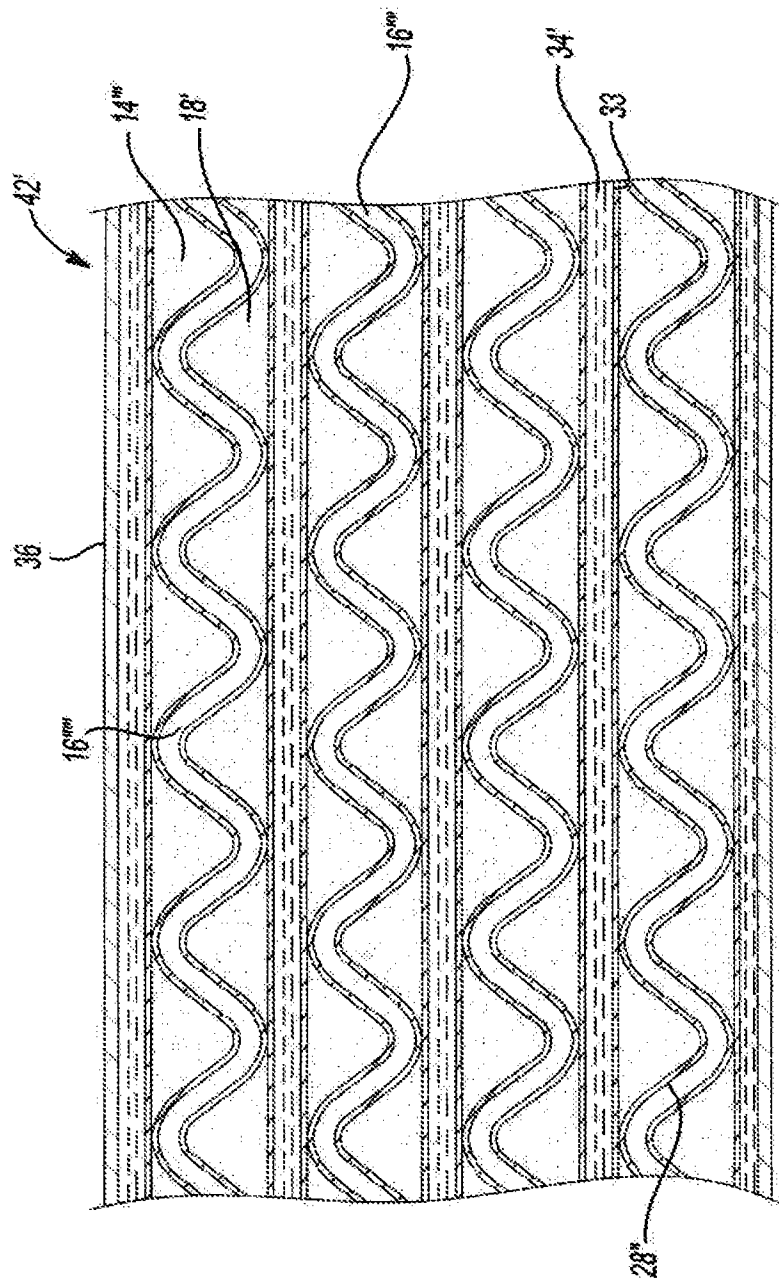


图 6

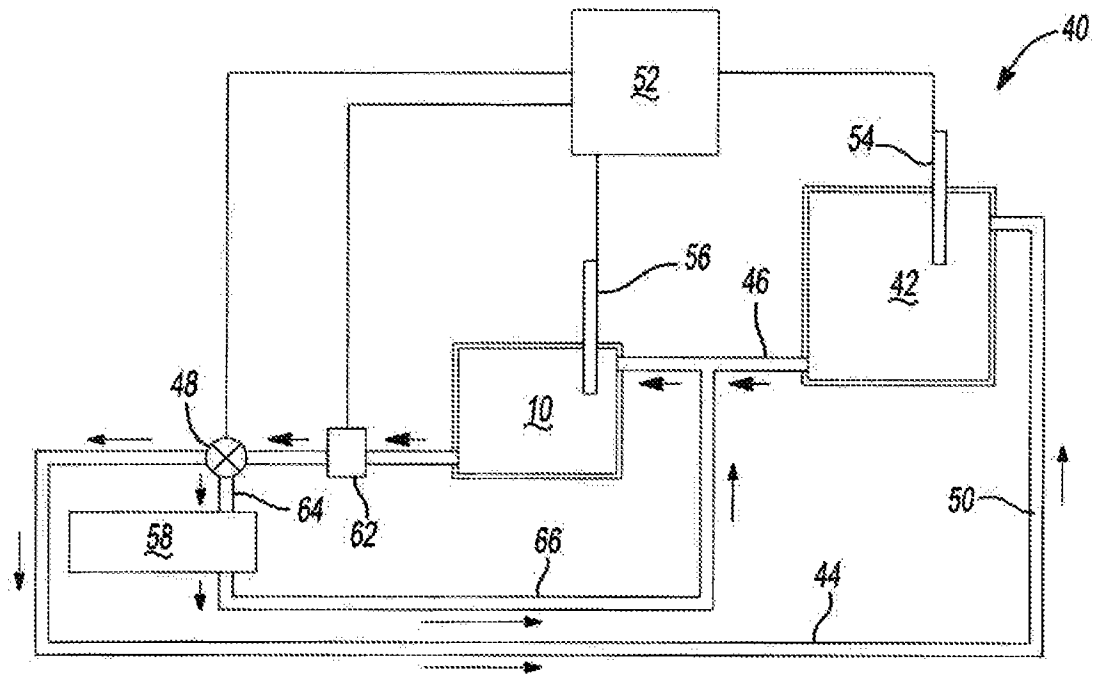


图 7

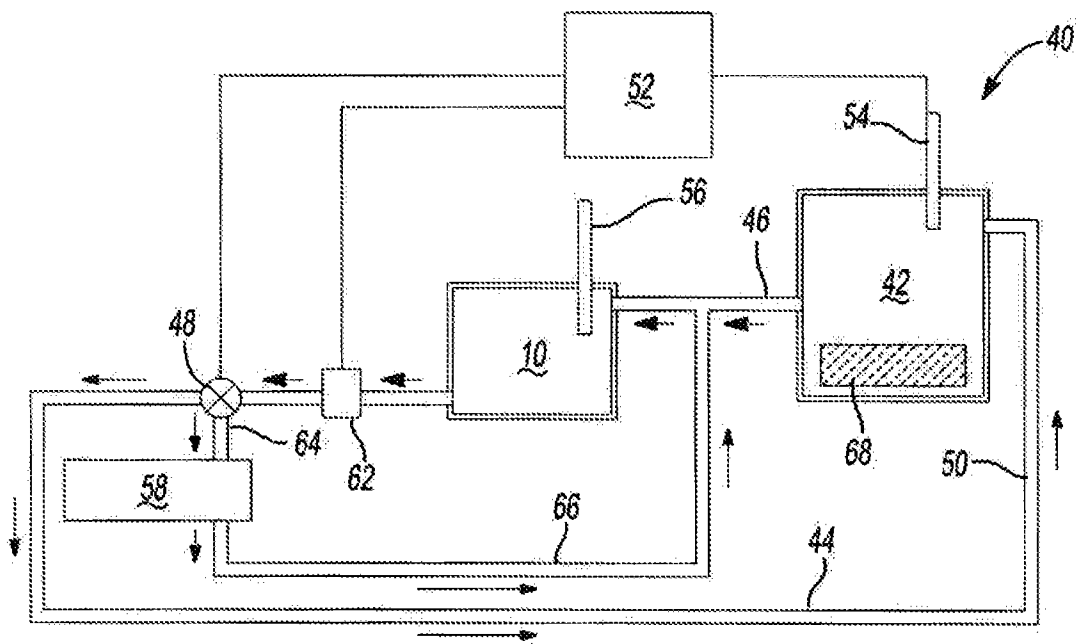


图 8A

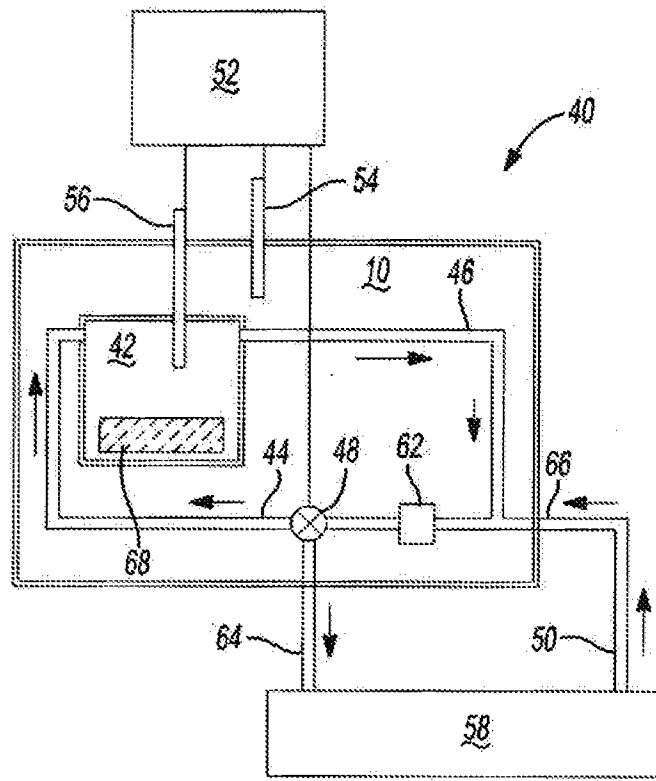


图 8B

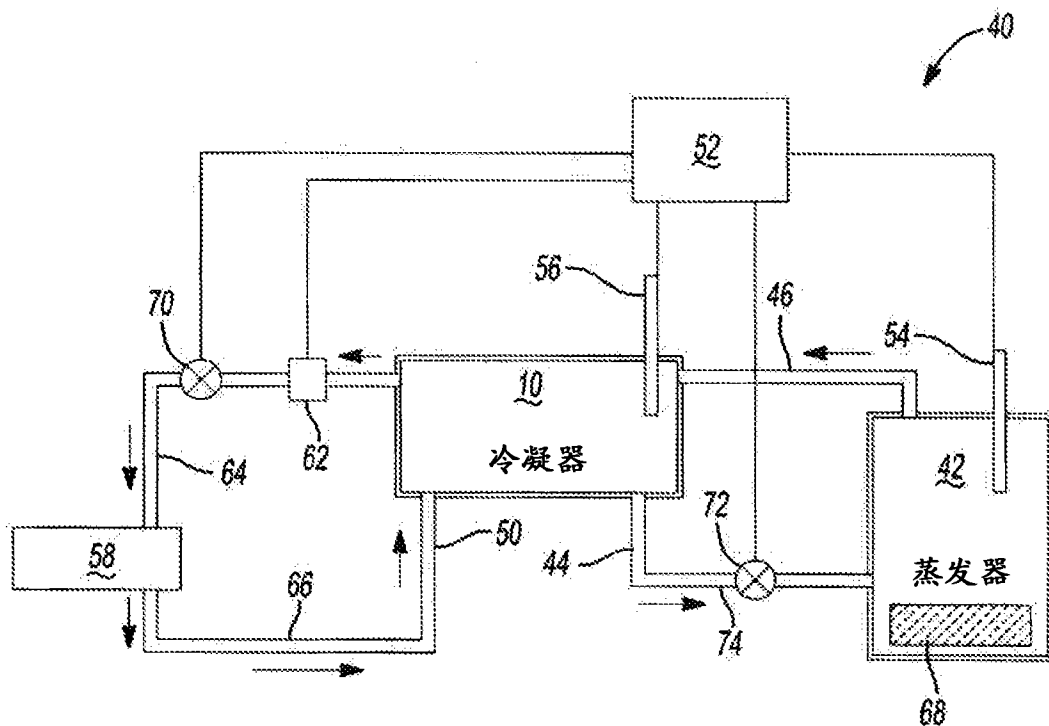


图 9