



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104364961 A

(43) 申请公布日 2015.02.18

(21) 申请号 201380031341.9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013.04.03

H01M 10/613(2014.01)

(30) 优先权数据

H01M 10/625(2014.01)

61/623, 338 2012.04.12 US

H01M 10/6561(2014.01)

13/854, 629 2013.04.01 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014.12.10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/035157 2013.04.03

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2013/154886 EN 2013.10.17

(71) 申请人 约翰逊控制技术有限责任公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 凯姆·M··奥巴西

理查德·M··迪库施特

(74) 专利代理机构 上海脱颖律师事务所 31259

代理人 脱颖

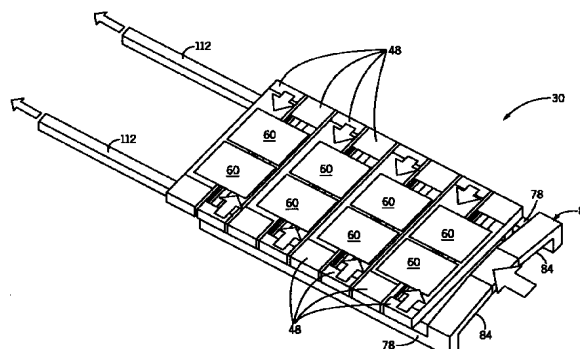
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

用于 HEV 电池组的空气冷却热管理系统

(57) 摘要

公开了用于具有冷却系统的电池模块 / 系统的系统。根据公开的实施例,所述冷却系统可以设置成抵靠所述电池系统的外壳的外表面。所述冷却系统 (30) 可以利用空气作为冷却剂来移除所述电池模块 (60) 内的电池单元 (32) 所产生的热量,从而防止所述电池单元过早老化。所述冷却系统的实施例可以包括歧管、通道 (48)、翅片 (50) 或它们的组合,它们可以沿着所述电池模块外壳 (34) 的表面引导冷却空气。这些特征可以在所述电池系统内形成等温分布。



1. 一种用于电池系统的冷却系统,包括:
盖板,大体为矩形形状并且由传导材料形成;
多个通道,形成在所述盖板内,其中所述通道被完全容纳在所述盖板内;
一对入口歧管,被配置成将冷却剂输送到所述冷却系统的通道中,其中该对入口歧管被完全容纳在所述盖板内;以及
一对出口歧管,被配置成将使用过的冷却剂输送出所述冷却系统的所述通道,其中该对出口歧管被完全容纳在所述盖板内。
2. 根据权利要求 1 所述的冷却系统,其中所述冷却剂是空气。
3. 根据权利要求 1 所述的冷却系统,其中相邻通道内的冷却剂流是逆向流动的。
4. 根据权利要求 1 所述的冷却系统,包括多个翅片部分,所述多个翅片部分被配置成设置在所述盖板的所述多个通道内。
5. 根据权利要求 1 所述的冷却系统,包括从所述盖板的底部延伸的翅片。
6. 根据权利要求 1 所述的冷却系统,其中所述入口歧管和所述出口歧管沿着所述盖板的长度延伸并且所述通道内的冷却剂流与所述入口歧管和所述出口歧管内的冷却剂流垂直。
7. 根据权利要求 1 所述的冷却系统,其中所述多个通道的每个通道包括入口孔和出口孔,并且所述入口孔和所述出口孔被设置在每个通道的相对的两端。
8. 根据权利要求 7 所述的冷却系统,其中所述冷却剂从该对入口歧管中的一个经由相应的入口孔流入所述多个通道的每个通道中,并且所述冷却剂从所述多个通道的每个通道经由相应的出口孔流入该对出口歧管中的一个中。
9. 一种系统,包括:
电池系统,所述电池系统包括:
外壳,所述外壳被配置成围住所述电池系统并且由传导材料形成;以及
多个电池模块,所述多个电池模块的每个电池模块具有多个电化学电池单元;以及
冷却系统,所述冷却系统包括:
盖板,大体为矩形形状并且由传导材料形成;
多个通道,形成在所述盖板内,其中所述通道被完全容纳在所述盖板内;
一对入口歧管,被配置成将冷却剂输送到所述冷却系统的通道中,其中该对入口歧管被完全容纳在所述盖板内;以及
一对出口歧管,被配置成将使用过的冷却剂输送出所述冷却系统的所述通道,其中该对出口歧管被完全容纳在所述盖板内,
其中所述盖板与所述电池系统的所述外壳物理接触并且所述冷却剂被配置成移除由所述电池系统的所述电化学电池单元所产生的热量。
10. 根据权利要求 9 所述的系统,其中所述冷却剂是空气。
11. 根据权利要求 9 所述的系统,其中相邻通道内的冷却剂流是逆向流动的。
12. 根据权利要求 9 所述的系统,包括多个翅片部分,所述多个翅片部分被配置成设置在所述盖板的所述多个通道内。
13. 根据权利要求 9 所述的系统,包括入口联箱,所述入口联箱被配置成将所述冷却剂输送到所述该对入口歧管。

14. 根据权利要求 9 所述的系统,其中所述盖板被设置在所述电池系统的外壳下方。
15. 根据权利要求 9 所述的系统,包括设置在所述盖板与所述电池系统的外壳之间的垫圈,其中所述垫圈被配置成将所述冷却剂密封在所述盖板内。
16. 根据权利要求 9 所述的系统,其中每个入口歧管的横截面积是所述多个通道的每个通道的横截面积的至少大致四倍。
17. 一种冷却电池系统的方法,包括:
将冷却系统设置为与电池系统的外壳物理接触;
将冷却空气注入到所述冷却系统中;并且
引导所述冷却空气穿过所述冷却系统的多个通道,其中所述多个通道被设置成与所述电池系统的所述外壳相邻。
18. 根据权利要求 17 所述的方法,包括经由与一对入口歧管连接的入口联箱将冷却空气提供到所述通道。
19. 根据权利要求 17 所述的方法,包括使所述冷却空气在所述冷却系统的相邻通道中以逆向流动的方式流动。
20. 根据权利要求 19 所述的方法,包括将所述电池系统的电池模块设置为与逆向流动的一对通道相邻。

用于 HEV 电池组的空气冷却热管理系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求保护于 2012 年 4 月 12 日提交的题为“用于 HEV 电池组的空气冷却热管理系统”的美国临时申请序列号为 61/623,338 的优先权及权益,该申请在此通过引用的方式并入以用于所有目的。

技术领域

[0003] 本发明总体上涉及电池及电池模块领域。更具体地讲,本发明涉及用于可特别用于车辆环境以及其他应用的电池模块的空气冷却热管理系统。

背景技术

[0004] 这部分旨在向读者介绍与以下描述并且 / 或者要求保护的本发明的各个方面可能相关领域的各个方面。据信,这种讨论有助于向读者提供背景信息以便于更好地理解本发明的各个方面。因此,应当理解,这些陈述应从此角度阅读,而并非承认现有技术。

[0005] 相比于由内燃机提供动力的传统车辆,使用电力作为其全部或部分动力的车辆可以提供众多优点。例如,使用电力的车辆可以产生更少的污染并且可以表现出更好的燃油效率。在一些情况下,使用电力的车辆可以完全消除使用汽油并且使车辆的全部动力来自电力。随着技术的持续发展,需要提供一种用于这种车辆的改进的电源,特别是电池模块。例如,希望对电池模块提供有效的冷却以防止电池模块内的单独的电池单元过早老化,而同时使电池模块的成本最小化。还希望提供一种能利用舱内空气作为有效冷却剂的冷却系统设计。

[0006] 使用电力作为其至少一部分动力的车辆可以从封装在电池模块中的多个单独的电池单元获得车辆的电力。单独的电池单元可以利用锂离子化学反应并且可以封装在棱柱形壳体中。电池模块可以包括在大体为矩形外壳内的多个单独的电池单元。由于单独的电池单元被充电和放电,其可以由于流过电池单元的内阻的电流产生的焦耳热而发热。此外,单独的电池单元可以通过电池单元内进行的放热化学反应而受热。另外,在一些情况下,升高的环境温度会通过传导、对流和 / 或辐射而向电池单元增加热量。热电加热、热化学加热和环境加热的这些(和其他潜在的)来源会引起电池单元的局部温度升高。温度升高会由于电池模块外壳的有限空间内的多个电池单元的紧密封装而加剧。升高的温度会增大化学反应的速率,造成物理变形(例如,膨胀、短路、开路),这会使电池单元和电池模块呈指数地老化。因此,希望提供一种有效的冷却系统来将过多的热量从模块排出,从而沿着模块或电池组内的电池单元形成等温分布以保护电池单元。

[0007] 另外,可能有利的是,利用空气作为冷却系统内的冷却剂。典型的冷却系统会利用从引擎到车辆的电池循环的液体冷却剂。然而,液体冷却剂在严重依赖电子部件的车辆系统中会是不利的。例如,液体冷却剂渗漏会损坏任何接触的电子部件。另外,液体冷却剂比空气密度更大,导致增加重量以及与基于液体冷却剂的系统相关的成本。另外,使用液体冷却剂需要在车辆内额外的流体流,而空气可以在整个舱内和冷却系统内循环,从而减少车

辆内循环的流体数量。因此,希望提供一种冷却系统,所述冷却系统有效地利用空气来沿着电池单元形成等温分布。

发明内容

[0008] 以下阐述了本文公开的某些实施例的概述。应当理解,这些方面仅仅用于给读者提供这些某些实施例的简要概述,并且这些方面并非旨在限制本发明的范围。实际上,本发明可以包括以下尚未阐述的多个方面。

[0009] 本系统可以适用于范围广泛的设置,并且可以特别好地适用于从电力获得其至少一部分动力的车辆。此外,冷却系统可用于其他应用,比如,用于可替代能源的能量存储,便携式电池模块以及备用电源。

[0010] 本发明的实施例涉及用于具有多个单独电池单元的电池模块的冷却系统。根据公开的实施例,冷却系统可以包括容纳在导热外壳中的电池组。外壳可以与多个散热翅片物理接触地放置以排走多个电池单元产生的热量。另外,歧管流分配系统可以引导冷却空气通过散热翅片以增加翅片提供的传热。

[0011] 有关目前公开的实施例,可以存在上述特征的各种改进。附加的特征也可以并入这些多种实施例中。这些改进和附加特征可以独立存在或者以任何组合方式存在。例如,以下讨论的有关一个或多个实施例的多个特征可以单独地亦或以任何组合方式并入其他公开的实施例中。再者,以上提出的简要概述仅仅旨在使读者熟悉本发明的实施例的某些方面和背景而不局限于要求保护的主体。

附图说明

[0012] 在阅读以下具体实施方式并参照附图时可以更好地理解本发明的多个方面,其中:

[0013] 图 1 是具有为车辆提供全部或部分动力的电池模块的车辆的实施例的透视图;

[0014] 图 2 图示了以混合动力车辆 (HEV) 方式提供的图 1 的车辆的实施例的剖切示意图;

[0015] 图 3 是具有冷却系统的多个电池单元的实施例的示意图;

[0016] 图 4 是具有冷却系统的电池组的实施例的透视图,该冷却系统具有歧管流分配系统;

[0017] 图 5 是沿着图 4 的 5-5 线截取的电池组及相关联的冷却系统的剖视图;

[0018] 图 6 是图 4 的电池组及相关联的冷却系统的分解图;

[0019] 图 7 是歧管流分配系统的实施例的入口部分的剖视图,示出了沿着第一交叉流截面的空气流动路线;

[0020] 图 8 是歧管流分配系统的入口部分的剖视图,示出了沿着第二交叉流截面的空气流动路线;

[0021] 图 9 是流分配系统的盖板的实施例的透视图;

[0022] 图 10 是歧管流分配系统的示意图,示出了沿着电池模块的空气流动路线;并且

[0023] 图 11 是描述冷却系统的操作方法的方框流程图。

具体实施方式

[0024] 本文中定义的术语“xEV”包括使用电力作为其全部或部分车辆动力的车辆,包括但不限于以下车辆。本领域的技术人员应当理解,混合动力车辆(HEV)将内燃机推进系统与电池供电的电动推进系统结合。术语“HEV”可以包括混合动力车辆的任何变型,比如,微混合动力和轻度混合动力系统,这种车辆在车辆怠速时不使用内燃机并且利用电池系统继续给空调机组、无线电或其他电子设备供电,并且在需要推进时马上启动引擎。轻度混合动力系统可以对内燃机施加一定水平的动力辅助,而微混合动力系统无法向内燃机提供动力辅助。插电式电动车辆(PEV)是能够从例如壁式插座的外部电源充电的任何车辆,并且存储在可再充电电池组中的能量驱动或帮助驱动车轮。PEV是包括全电动或电池电动车辆(BEV)、插电式混合动力车辆(PHEV)以及传统的内燃机车辆和混合动力车辆的电动车辆转化的电动车辆的子类。电动车辆(EV)是使用由电能供电的一个或多个电动机来推进的全电动车辆。

[0025] 以下将作更详细地描述,本文公开了用于电池系统和/或模块的空气冷却系统的实施例,该空气冷却系统也适用于xEV应用。本文中提供的空气冷却系统的实施例可以包括歧管流分配系统。歧管流分配系统可以与电池系统的外壳物理接触并且可以包括设置在空气冷却系统的歧管内的多个翅片。另外,歧管流分配系统可以按照特定方式沿着电池系统引导冷空气。本文所述的冷却系统可以沿着电池系统产生等温分布。另外,冷却系统可以使电池单元与空气流动路线隔离,使得在电池单元释放流出物的情况下,空气不会被流出物污染。

[0026] 包括冷却系统的电池系统可以容易地被配置成用于xEV。在某些实施例中,xEV可以包括至少一个电池系统,并且每个电池系统可以包括冷却系统以移除多余的热量并且防止电池系统内的各个电池单元过早老化。从模块并且因此从各个电池单元移除热量可以使使得电池单元在不超过设定温度极限的情况下促进更高的电流。另外,移除的热量可以回收并且重新用于整个xEV内的其他应用。例如,废热可以用于在寒冷天气期间向乘客舱供暖或者给挡风玻璃除霜。

[0027] 现在返回到附图,图1是汽车(例如,小汽车)形式的车辆10的透视图,该车辆具有用于提供车辆10的全部或部分动力的电池系统12。电池系统12可以是由多个单独电池单元构成的并且可以包括如上所述的一个或多个冷却系统。尽管在图1中被图示为汽车,但是车辆10的类型可以根据实施具体化,并且因此可以在其他实施例中不同,它们全部旨在落入本发明的范围内。例如,车辆10可以是卡车、公共汽车、工业车辆、摩托车、娱乐车辆、船或者因使用电力作为其全部或部分推进动力而受益的任何其他类型的车辆。为了本发明的目的,应当注意到本文中图示并描述的电池系统12和电池系统配件特别针对于在xEV中提供和/或者存储能量。然而,具有冷却系统的电池系统12的实施例也可以用于其他非车辆应用。

[0028] 另外,尽管图1中将电池系统12图示为位于车辆10的后备箱或后部,根据其他实施例,电池系统12的位置可以不同。例如,电池系统12的位置可以根据车辆10内的可用空间、车辆10所需的重量平衡、车辆10内其他部件的位置以及多个其他的根据实施方式具体化的考量进行选择。

[0029] 为了讨论目的,可能有所帮助的是讨论关于特定类型的xEV(例如,HEV)的电池系

统 12。图 2 图示了以 HEV 形式提供的车辆 10 的剖切示意图。在图示的实施例中，电池系统 12 朝着车辆 10 后部在燃料箱 14 附近设置。燃料箱 14 供应燃料到内燃机 16，这是为了在 HEV 利用汽油动力来推进车辆 10 的情况所设置的。电动机 18、动力分配装置 20 和发电机 22 也设置为车辆驱动系统的一部分。这种 HEV 可以仅由电池系统 12、仅由引擎 16 或者由电池系统 12 和引擎 16 两者提供动力或驱动。

[0030] 如此前描述的，每个电池系统 12 可以包括冷却系统，该冷却系统移除由电池系统 12 的外壳内的各个电池单元产生的过多热量。图 3 示出了具有这种冷却系统 30 的电池系统 12 的基本示意图。电池系统 12 可以包括容纳在外壳 34 内的多个单独的电池单元 32（这里为了清楚起见，简单图示为平板）。事实上，外壳 34 可以完全围住多个电池单元 32。尽管图示为棱柱形状，但是在可替代实施例中，电池单元 32 可以是圆柱形。另外，外壳 34 可以容纳任意数量的电池单元 32，由根据实施方式具体化的考量来确定。电池单元 32 可以与外壳 34 物理地接触，这样使得电池单元 32 产生的热量通过传导方式传递到外壳 34。因此，电池单元 32 的壳体以及外壳 34 可以处于传导接触状态。这种接触可以包括处于电池单元 32 与外壳 34 接触的位置的热间隙衬垫 36。热间隙衬垫 36 可以有助于在冷却系统 30 与电池单元 32 之间提供有效的热界面。例如，热间隙衬垫 36 可以形成更均匀的表面形貌，从而使得电池单元 32 与外壳 34 之间的接触面积增大。

[0031] 如图所示，冷却系统 30 可以设置在外壳 34 与电池单元 32 接触部分的下方。具体地讲，当电池单元 32 为棱柱形状时，可能有利的是将冷却系统 30 直接放置在电池系统 12 下方，因为相对于 x 方向 42 和 y 方向 44，电池单元 32 在 z 方向 40 的热导率高。例如，在 z 方向 40 的导热系数可以比在 x 方向 42 和 y 方向 44 的导热系数大近似 3 至 7 倍。然而，在可替代实施例中，冷却系统 30 可以设置成抵靠电池系统 12 的外壳 34 的任意外表面。例如，由于车辆 10 内的空间约束，冷却系统 30 可以设置成抵靠外壳 34 的不同的外表面。

[0032] 冷却系统 30 可以包括盖板 46，该盖板在其内具有多个通道 48。每个通道 48 可以容纳翅片部分 50。在特定实施例中，翅片部分 50 可以是折叠翅片，每个部分 50 是由具有多个回旋的单片材料形成的。翅片部分 50 可以是与盖板 46 分开的部件，仅仅适配在盖板 46 的通道 48 内。在某些实施例中，翅片部分 50 可以直接附接至外壳 34 的外表面上，然后盖板 46 设置在翅片部分 50 的周围，从而围住翅片部分。为了增强翅片部分 50 实现的传热，盖板 46 的通道 48 也可以使空气作为冷却剂循环。增加的循环空气通过从翅片部分 50 增加的对流传热可以提供高冷却速率。使用空气作为冷却剂可以有助于减小冷却系统 30 的重量，最小化冷却系统 30 的成本，并且简化车辆 10 的内部系统。

[0033] 具有分开的翅片部分 50 和盖板 46 的冷却系统 30 可以提供容易适合各种电池系统 12 的灵活且高性价比的设计。盖板 46 的尺寸可以容易缩放成适合相关联的电池系统 12 的尺寸。另外，对于产生更多热量的电池模块 12，冷却空气可以以更高的速度循环并且 / 或者以更低的温度注入到通道 48 中。另外，翅片部分 50 内的翅片的数量和间距可以被调节以提供最佳传热质量。

[0034] 图 4 示出了整个电池系统 12 和冷却系统 30 的透视图。如图所示，外壳 34 完全围住电池系统 12，使得电池单元 32 完全容纳在外壳 34 内。特别地，冷却空气可以与电池单元 32 隔开，使得来自电池单元 32 潜在的过压流出物不会污染冷却空气。以此方式，来自车辆 10 的舱内空气可以用作冷却空气，从而简化在整个车辆 10 中的流体路线。

[0035] 因此,外壳 34 可以是由导热材料形成的,这允许电池单元 32 产生的热量被冷却系统 30 排出。例如,外壳 34 可以由钛(及合金)、钢、铝(及合金)、黄铜、碳复合材料或另一种导热材料构成。另外,翅片部分 50 可以由导热材料形成,使得翅片部分经由外壳 34 从电池单元 32 排出热量。翅片部分 50 可以是铝(及合金)、铜(及合金)、碳复合材料或另一种导热材料。可以基于根据实施方式具体化的考量,例如,成本、重量、实用性、导热性或它们的组合来选择材料。

[0036] 为了更好地理解电池系统 12 和冷却系统 30 的内部布置,图 5 图示了剖视图。如图所示,电池系统 12 可以包括多个电池模块 60,每个电池模块可以容纳多个电池单元 32。电池模块 60 可以设置在外壳 34 内,使得电池模块 60 的底部与冷却系统 30 导热接触。因此,电池单元 32 产生的热量可以依次地传导到电池模块 60、外壳 34 和翅片部分 50。另外,循环穿过通道 48 的冷却空气可以通过对流方式从翅片部分 50 移除热量,从而增大从电池单元 32 的总传热速率。另外,盖板 46 的底面可以包括翅片 62,所述翅片 62 可以从通道 48 移除热量,从而使得通道 48 从电池单元 32 排出更多热量。

[0037] 图 6 图示了冷却系统 30 的分解图,详述了系统 30 中包括的部件。如此前描述的,翅片部分 50 适配在盖板 46 的通道 48 内。在图示的实施例中,盖板 46 包括被定向为横向于盖板 46 的长度方向的八个通道 48。相应地,每个通道 48 包括翅片部分 50。然而,在可替代实施例中,盖板 46 在不同配置中可以包括更多或更少通道 48。

[0038] 如以下进一步详述的,每个通道 48 可以包括一对孔 70,其中一个孔 70 充当通往通道 48 的冷却空气入口,并且一个孔 70 充当通往通道 48 的冷却空气出口。孔 70 被图示为椭圆形,但是在可替代实施例中可以具有不同的几何形状。可以在电池系统 12 的外壳 34 的底面与盖板 46 之间设置垫圈 72。垫圈 72 可以包括与通道 48 的壁 76 对齐的部分 74,使得冷却空气不在不同的通道 48 之间穿过。垫圈 72 可以有助于确保冷却空气保持容纳在冷却系统 30 内并且明显与电池单元 32 分开。

[0039] 为了给通道 48 供应冷却空气,盖板 46 在每一侧上可以包括沿其长度的入口歧管 78。以此方式,入口歧管 78 内的流可以与通道 48 内的流垂直。在每个通道 48 中,其中一个孔 70 可以提供其中一个入口歧管 78 与相应通道 48 之间的流体连接。随后,冷却空气可以经由另一孔 70 从通道 48 出来。入口歧管 78 可以通过入口联箱 80 被供应冷却空气。入口联箱 80 可以具有进气孔 82,冷却空气从该进气孔进入冷却系统 30。进气孔 82 然后将冷却空气分成两个分支 84。每个分支 84 可以供给冷却空气到其中一个入口歧管 78。在某些实施例中,入口联箱 80 可以包括风扇(未示出),以在冷却空气穿过分支 84 和入口歧管 78 时提高冷却空气的速度。

[0040] 为了有助于解释冷却空气流过冷却系统 30 的入口联箱 80、歧管 78 和通道 48,图 7 和图 8 提供了冷却空气流动的路径的示意性图示。如箭头 94 所示,冷却空气经由进气孔 82 进入冷却系统 30。冷却空气然后可以分开并贯穿左右分支 84,如箭头 96 所示。冷却空气可以从每个分支 84 进入沿着冷却系统 30 的每一侧(箭头 98)定位的相应的左右入口歧管 78。

[0041] 如图 7 所示,冷却空气流过其中一个孔 70,具体地讲,流过入口孔 100,并且流入冷却系统 30 右侧上的第一通道 102(箭头 104)。冷却空气从右到左(沿着箭头 106),平行于翅片部分 50 的取向行进,前进穿过第一通道 102。一旦到达第一通道 102 的左端,冷却空

气（现在通过来自翅片部分 50 的对流升温）流过作为出口孔 108 的另一孔 70（箭头 110）。用过的空气然后前进到出口歧管 112，该出口歧管将用过的空气输送出冷却系统 30（箭头 114）。如图所示，出口歧管 112 可以与入口歧管 78 相邻。

[0042] 冷却空气可以从冷却系统 30 的相对侧进入相邻的通道 48，如图 8 所示。例如，第二通道 120 可以在左侧具有入口孔 100 并且在右侧具有出口孔 108，与第一通道 102 的相应孔 100、108 相反。因此，为了达到第二通道 120，冷却空气可以穿过左侧的入口歧管 78 并且穿过第二通道 120 左端的入口孔 100（箭头 122）。冷却空气然后可以从左到右流动，沿着箭头 124，穿过第二通道 120。随着其冷空气穿过第二通道 120，冷却空气从通道 120 内容纳的翅片部分 50 以对流方式移除热量。用过的空气然后沿着箭头 126 流入右侧出口歧管 112。出口歧管 112 然后将暖空气引导出冷却系统 30。

[0043] 图 9 示出了全部八个通道 48 的流路。未使用的冷却空气可以用粗箭头表示，并且用过的（升温的）空气可以由细箭头表示。如图所示，入口孔 100 设置成使得冷却空气从右侧入口歧管 78 进入交替的通道 120、142、146 和 150。相应地，剩余的通道 102、140、144 和 148 接收来自左侧的入口歧管 78 的冷却空气。用过的空气经由出口孔 108 从每个通道 48 出来。以此方式，每个通道 48 中的流在相邻通道 48 的流的相反方向上移动。如以下所详述的，这种设置可以平衡冷却空气流和用过的空气以沿着冷却系统 30 产生等温分布。

[0044] 图 10 提供了冷却空气相对于多个电池模块 60 的定位的流路。示出的实施例被图示为具有八个电池模块 60，然而，冷却系统 30 可以适于任意数量的电池模块 60。如图所示，电池模块 60 沿着冷却系统 30 的长度被成对设置。另外，每个电池模块 60 可以定位在两个相邻通道 48 上。以此方式，每个电池模块 60 定位在逆向流动的一对通道 48 上（例如，一个通道 48 使空气从左到右流动并且另一个通道 48 使空气从右到左流动）。电池模块 60 相对于通道 48 的设置可以适合于在电池模块 60 之间形成等温分布。例如，通过定位每个电池模块 60 使其与逆向流动的通道 48 相遇，每个电池模块 60 下方的平均温度可以大致相等，从而使得模块 60 之间的温差可以忽略不计。

[0045] 另外，包含冷却空气供应的入口歧管 78 被维持与包含用过的升温空气的出口歧管 112 分开。以此方式，每个通道 48 直接接收冷却空气，从而使得冷却空气以大致相同的温度进入每个通道 48。由于每个通道 48 接收大致相同温度的冷却空气，所以每个通道 48 能够从电池模块 60 获得大致相等量的传热，从而使得电池模块 60 之间的温度总体上相等。

[0046] 另外，通道 48 相对于入口歧管 78 的尺寸也可以通过确保每个通道 48 接收适量的冷却空气而有助于形成等温分布。例如，每个入口歧管 78 的横截面积可以是每个通道 48 的横截面积的至少四倍。以此方式，每个通道 48 可以接收大致相同量的冷却空气，从而使得电池模块 60 均匀冷却。

[0047] 如此前所述，冷却系统 30 可以在电池系统 12 的电池模块 60 之间形成等温分布。以此方式，可以维持电池模块 60 内的电池单元 32 的产品寿命和功能。图 11 概述了冷却系统 30 可以利用的操作方法 160。冷却系统 30 可以经由入口联箱 80 注入冷却空气到入口歧管 78 中（方框 162）。冷却空气可以从入口歧管 78 经由入口孔 100 被引导到冷却系统 30 的通道 48 中（方框 164）。通道 48 可以设置在电池模块 60 下方，使得沿着电池模块 60 引导冷却空气（方框 166）。当冷却空气穿过通道 48 时，模块 60 内的电池单元 32 产生的热量可以被以对流方式传递到来自设置在通道 48 内的翅片部分 50 的空气（方框 168）。用

过的（升温的）空气可以经由出口孔 108 流出每个通道 48，进入出口歧管 112（方框 170）。用过的空气然后通过车辆 10 在其他地方循环，例如，在舱内循环用于加热或除霜。用过的空气也可以重复地被再次冷却并且循环通过冷却系统 30。

[0048] 尽管已经图示并描述了本发明的仅某些特征和实施例，但是本领域技术人员在不实质上脱离由权利要求书阐述的主题的新颖教导和优点的情况下可以进行许多修改和变化（例如，各种元件的大小、尺寸、结构、形状和比例的变化，参数值（例如，温度、压力等）、安装布置、材料的使用、颜色、取向等的变化）。任何过程或方法步骤的顺序或次序可以根据可替代实施例而变化或重新排序。因此，应当理解所附权利要求书旨在涵盖落入本发明的真正精神的范围内的所有这些修改和变化。此外，为了提供示例性实施例的简要描述，并未描述实际实施方式的所有特征（即，与目前提出的本发明的最佳实施方式不相关的特征，或者与实现要求保护的发明不相关的特征）。应当理解，在开发任何这种实际实施方式中，如同在任何工程或设计项目中，可以作出许多根据实施方式具体化的决定。这种开发努力可能很复杂且费时，但是对于从本发明受益的普通技术人员而言，这可能不过是设计、制备和制造的常规任务，而不需要过多的实验。

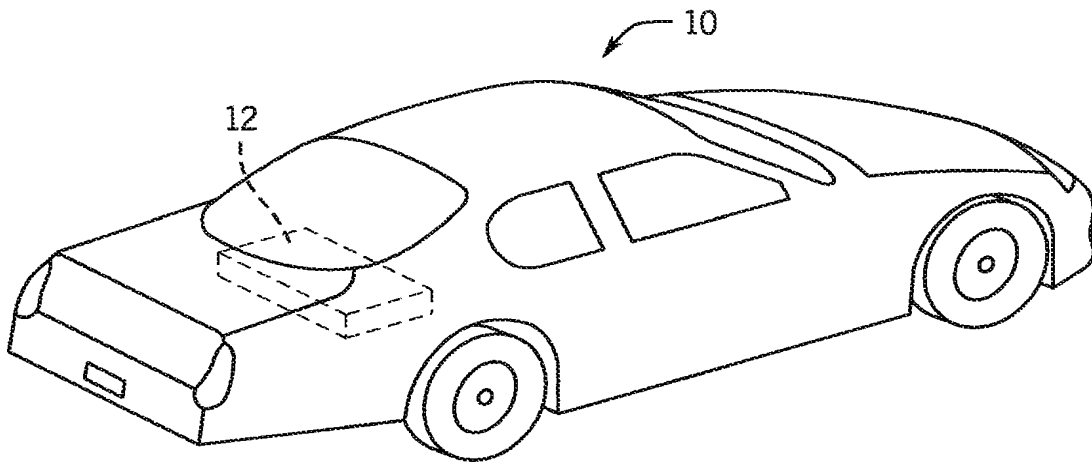


图 1

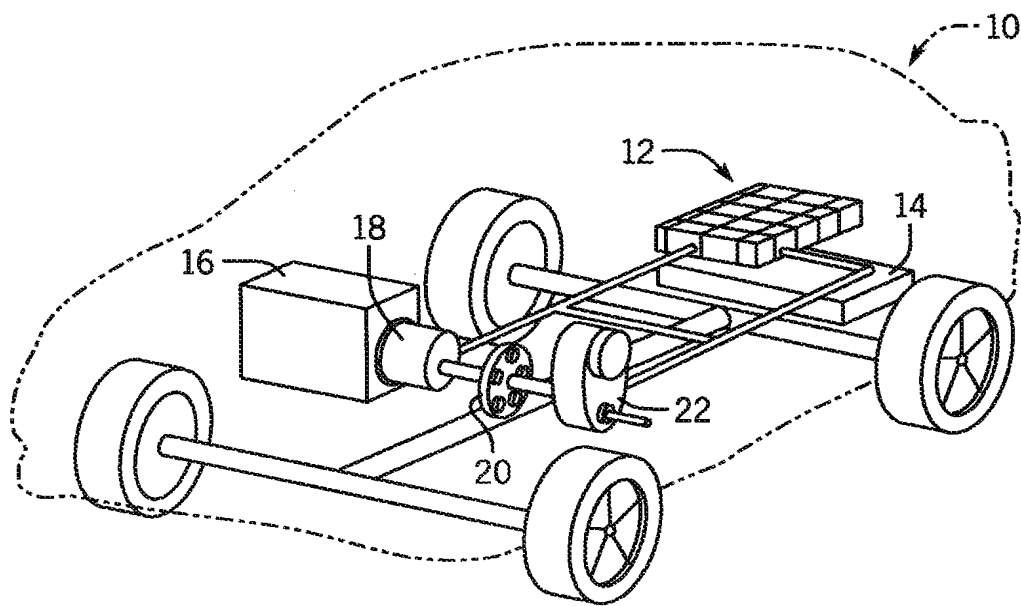


图 2

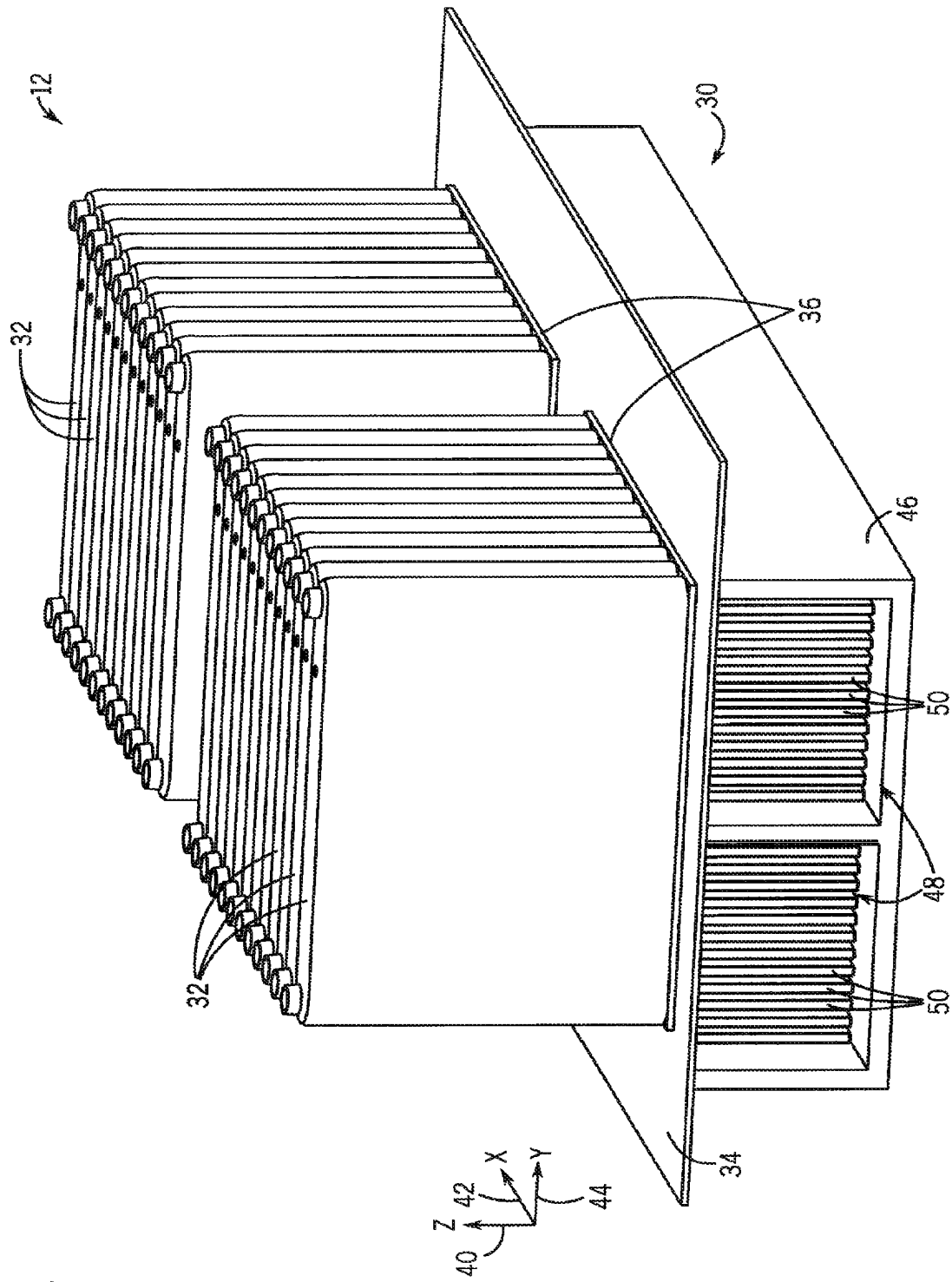


图 3

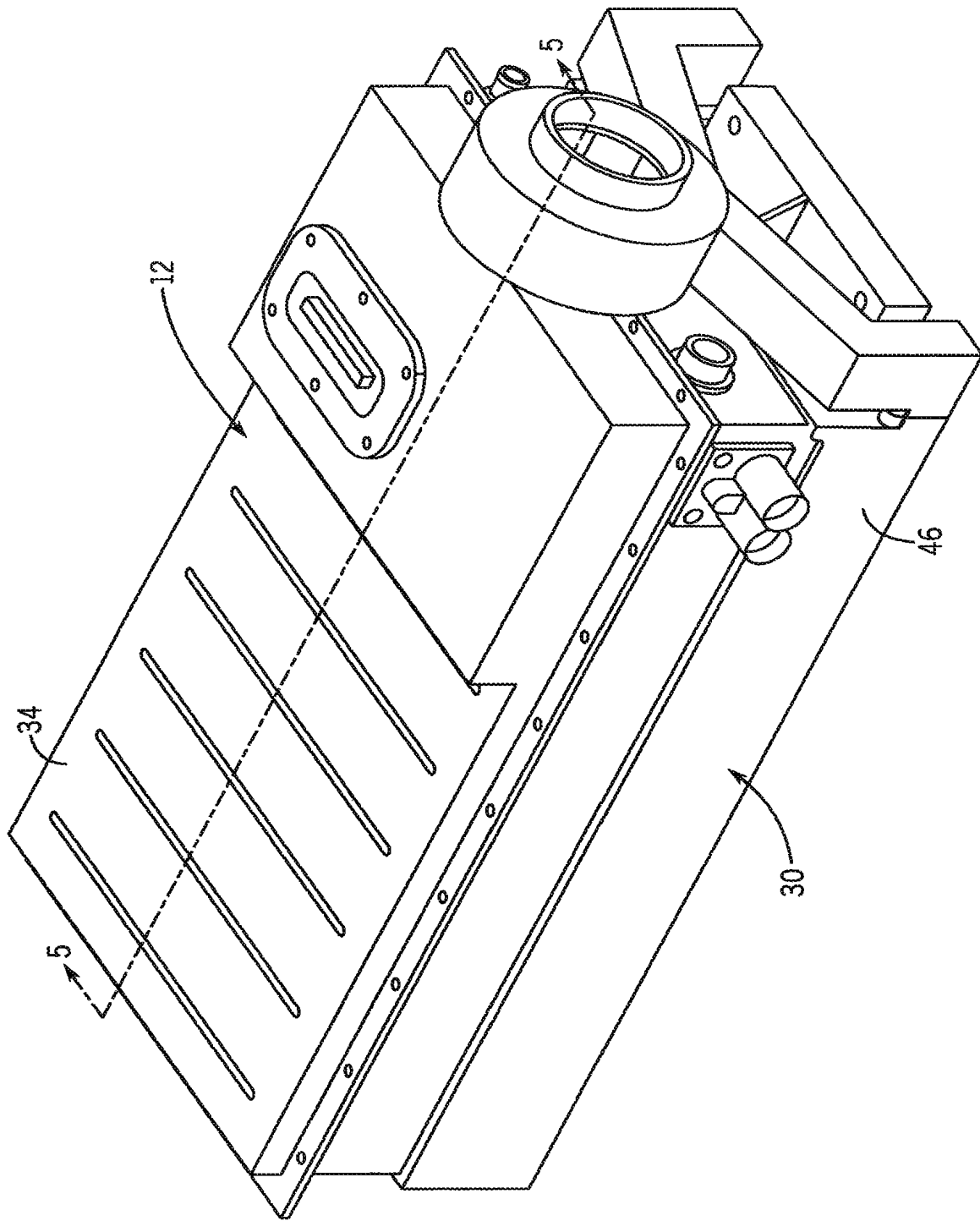


图 4

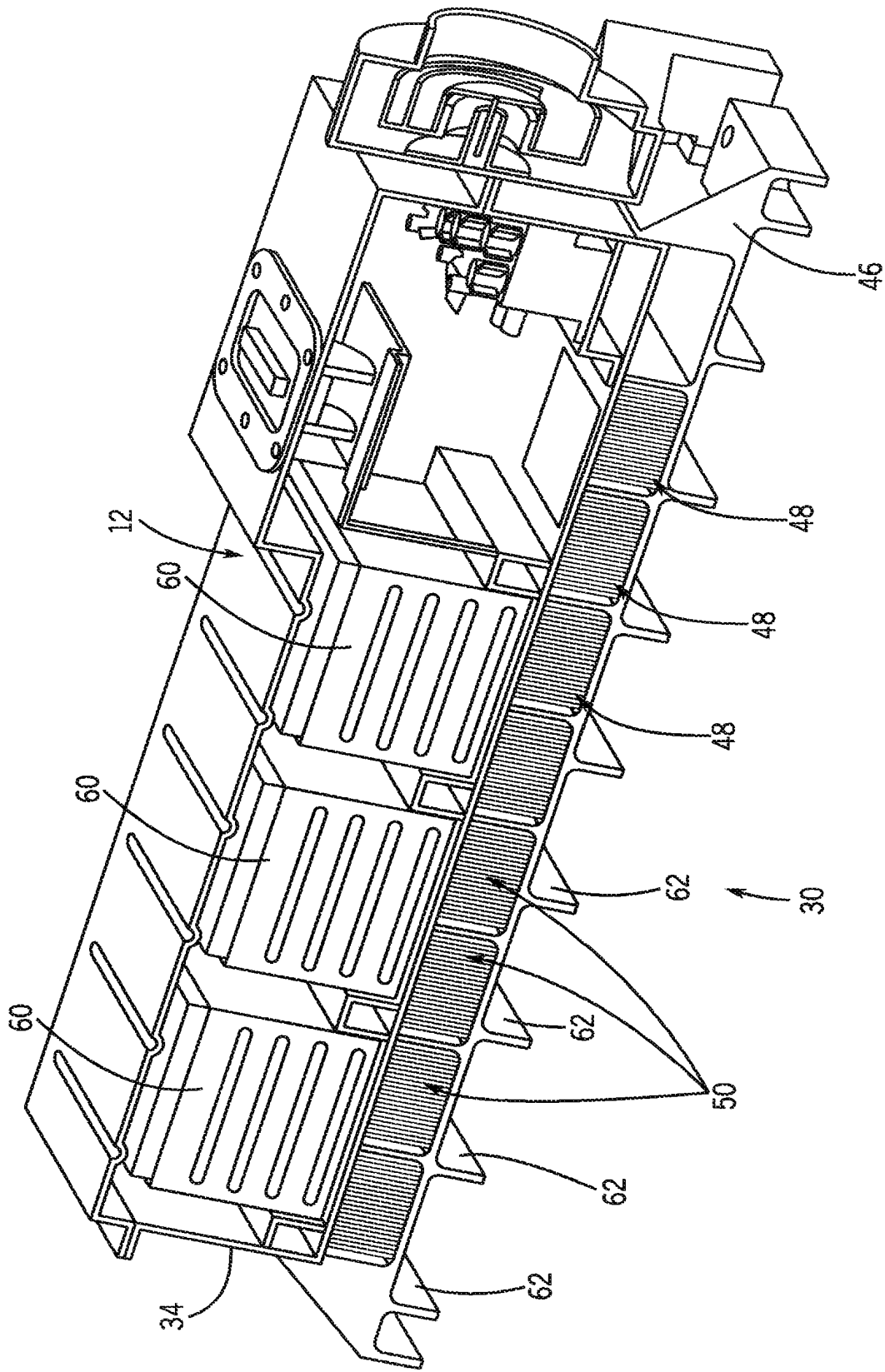


图 5

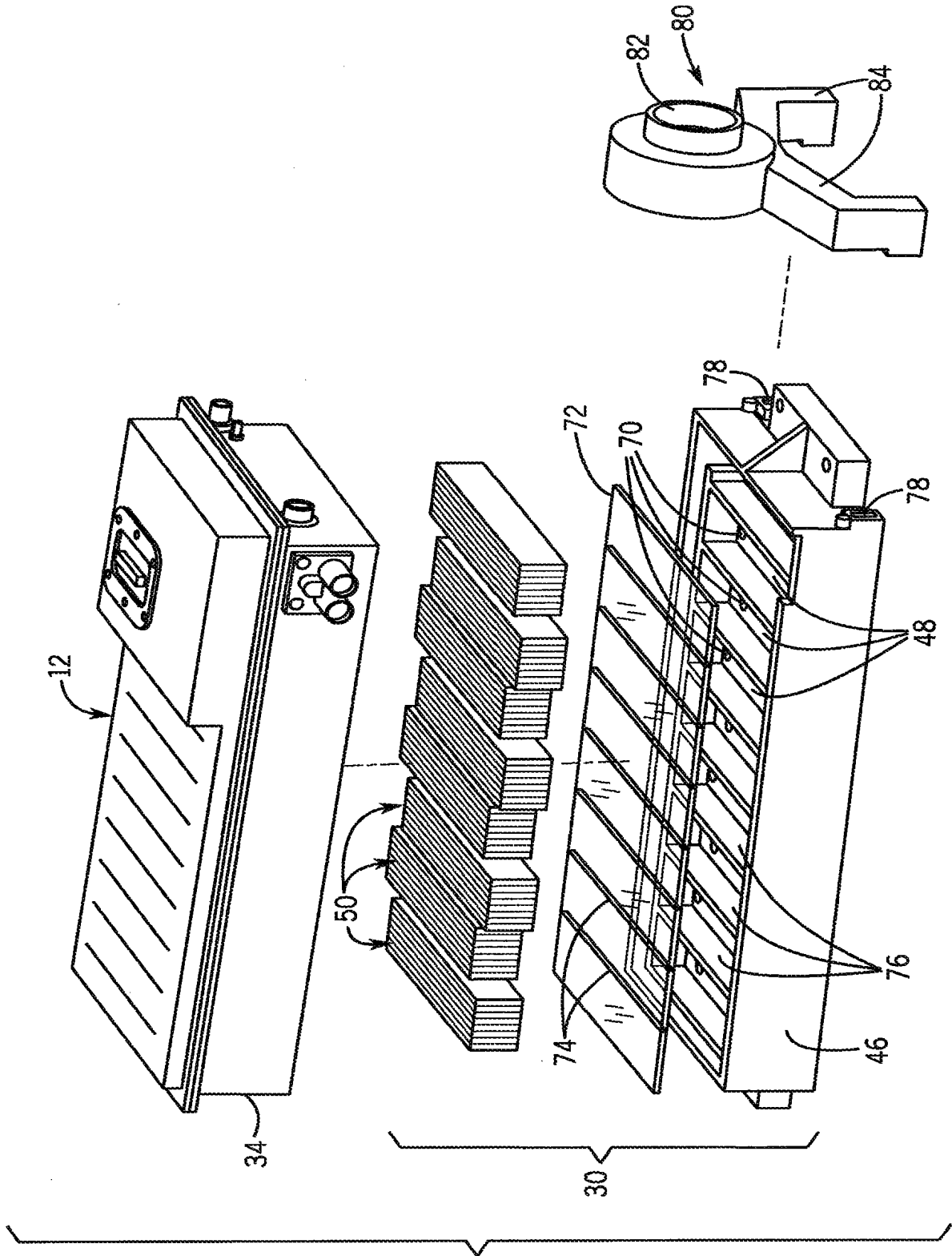


图 6

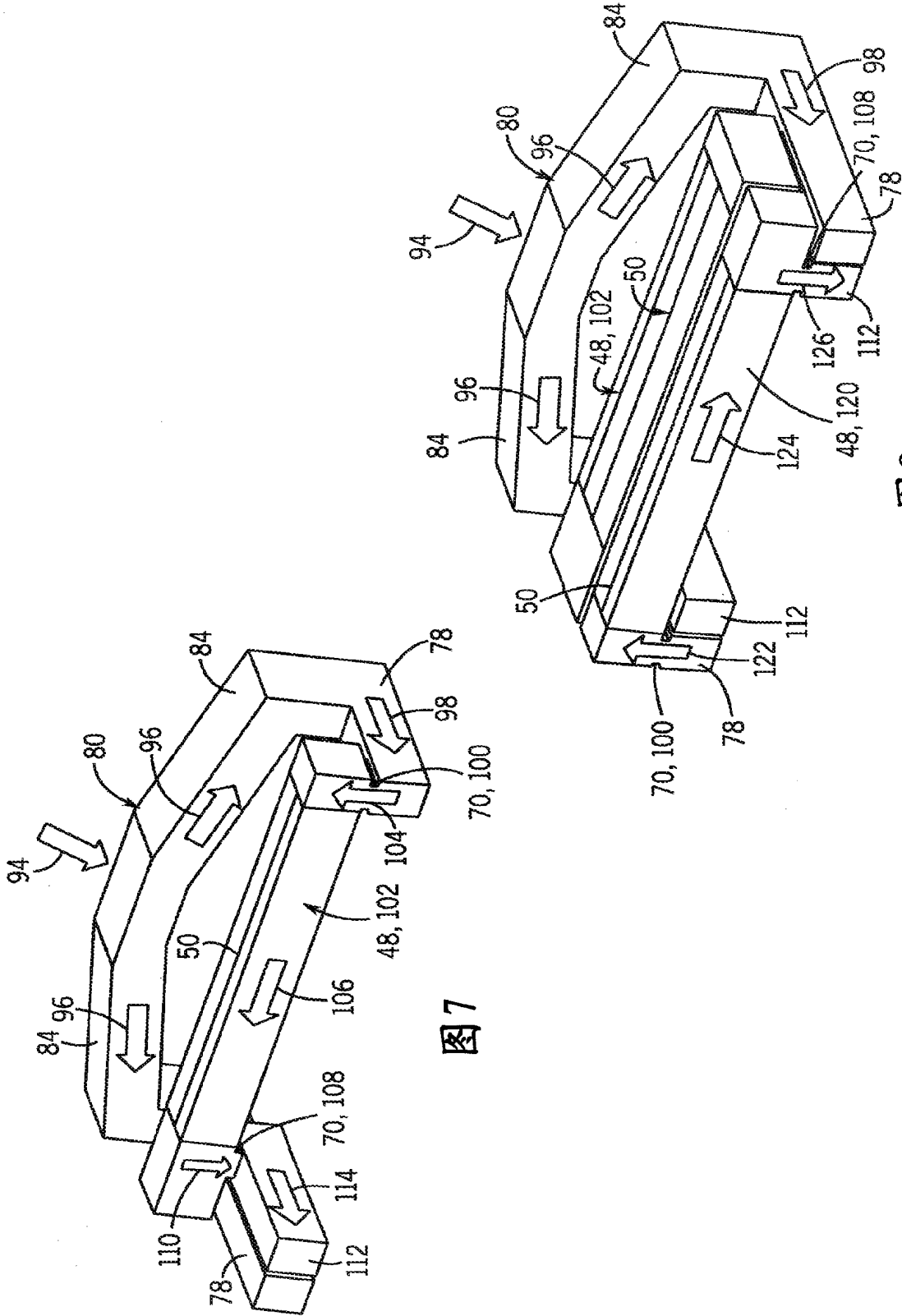


图7

图8

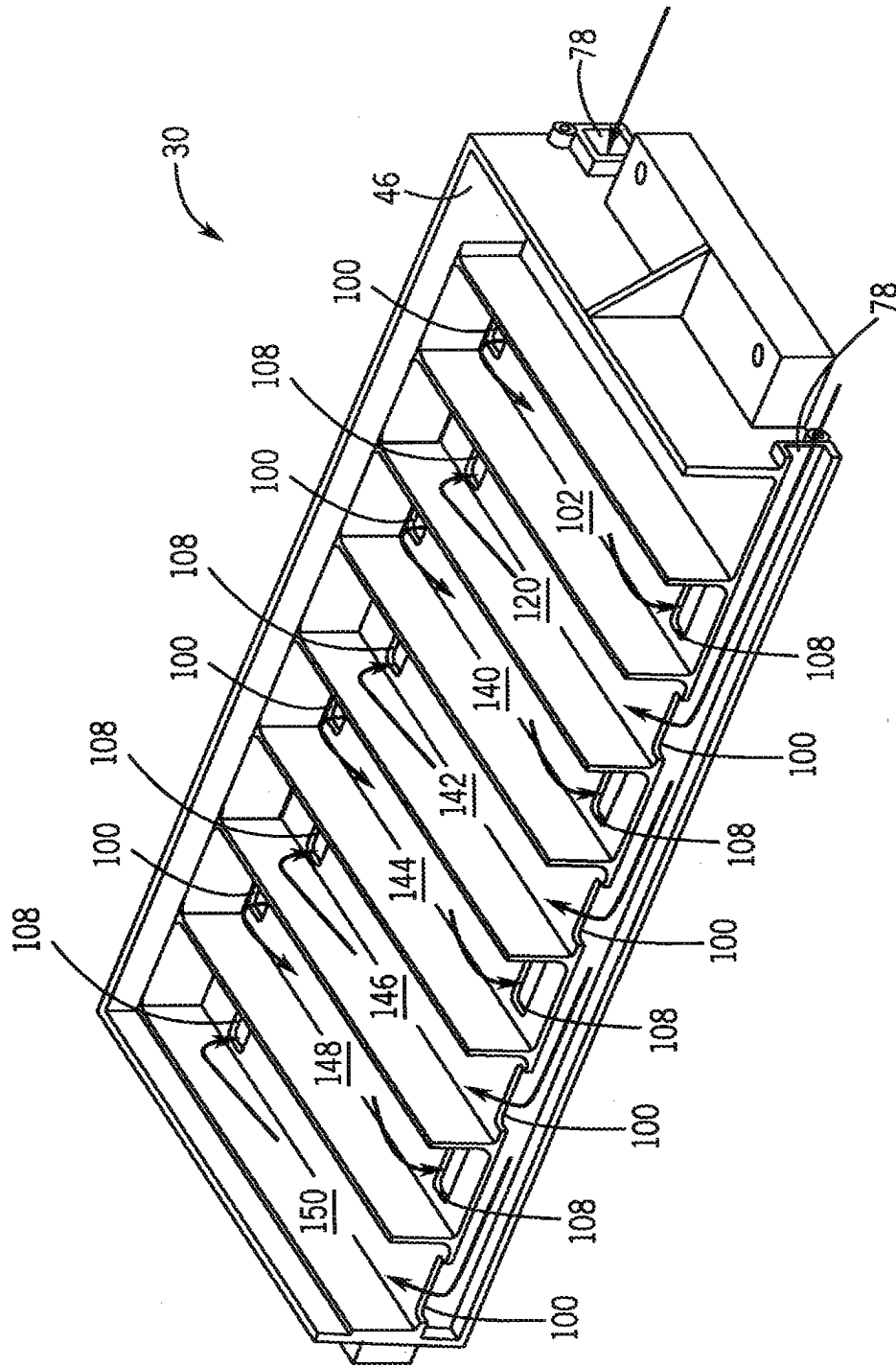


图 9

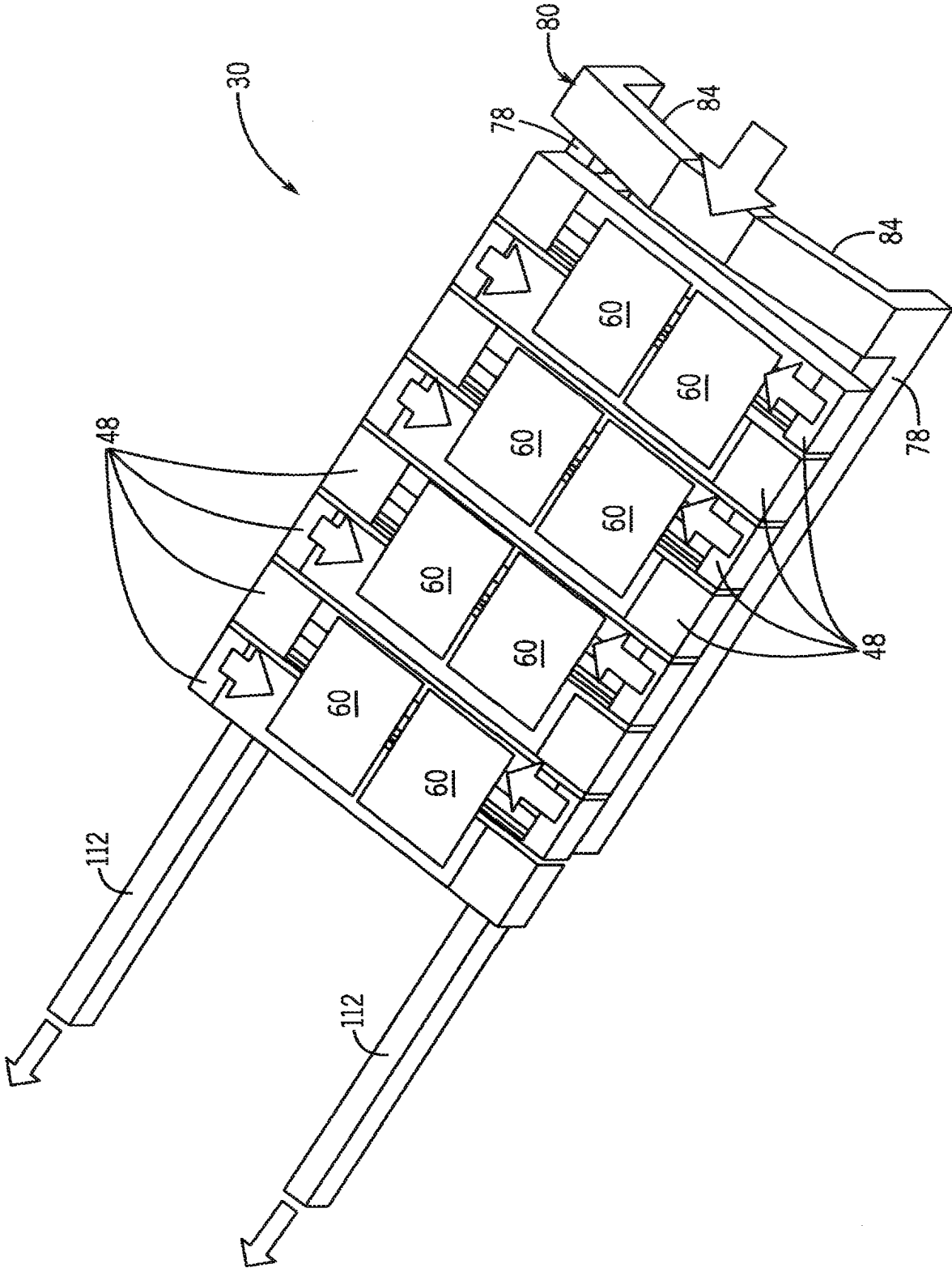


图 10

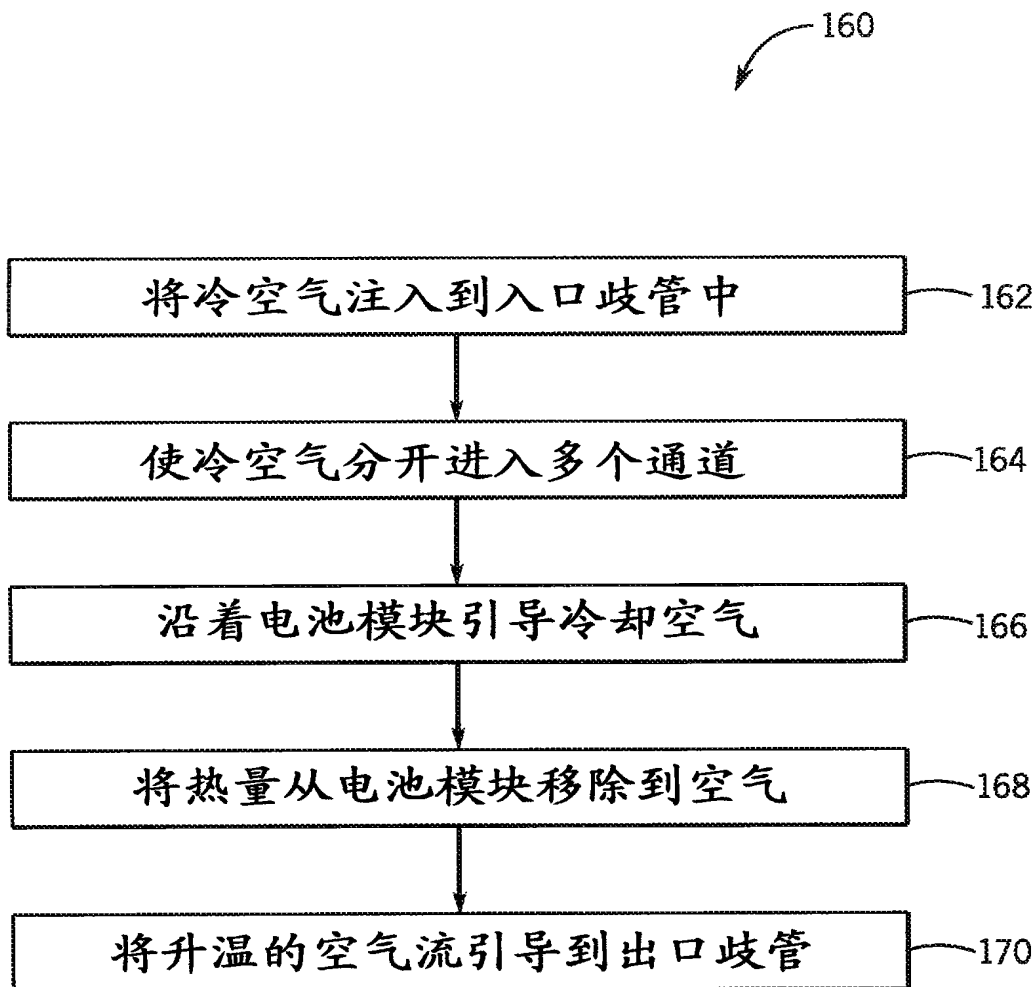


图 11