



(10) 授权公告号 CN 113994524 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 06

(21) 申请号 202080043868.3

(22) 申请日 2020.03.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113994524 A

(43) 申请公布日 2022.01.28

(30) 优先权数据
62/834,215 2019.04.15 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.12.14

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2020/025602 2020.03.29

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/214388 EN 2020.10.22

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特
专利权人 尼古拉公司

(72) 发明人 M·博塔德拉 D·萨拉赞
K·M·琳克 A·A·希顿

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
专利代理师 周家新

(51) Int.Cl.
H01M 10/613 (2014.01)
H01M 10/625 (2014.01)
H01M 10/643 (2014.01)
H01M 10/6556 (2014.01)
H01M 10/6568 (2014.01)
H01M 10/6563 (2014.01)
H01M 10/0525 (2010.01)

(56) 对比文件
CN 101504986 A, 2009.08.12
CN 108391453 A, 2018.08.10

审查员 刘玉涵

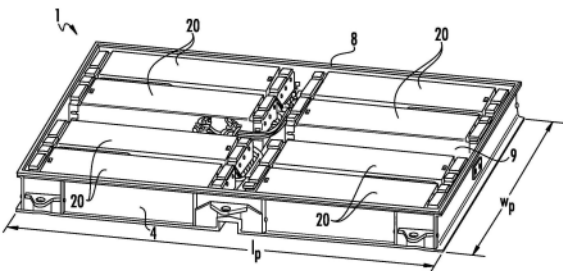
权利要求书2页 说明书20页 附图42页

(54) 发明名称

具有热管理系统的电池包

(57) 摘要

一种电池包,包括电池包壳体和布置在电池包壳体中的电池模块。电池包壳体被密封并充满介电流体。电池模块包括流体可渗透的模块壳体并且包括流体通道,以及多个电化学电池,所述电化学电池布置在所述模块壳体中,使得电池端子暴露于布置在所述流体通道中的流体。电池包包括热管理系统,该热管理系统具有布置在电池模块的第一端处的入口集气组件、布置在电池模块的第二端处的出口集气组件以及流体泵,所述流体泵经由流体输送管线将流体引导至所述入口集气组件,并经由流体返回管线从所述出口集气组件接收流体。



1. 一种电池包,包括:

电池包壳体,所述电池包壳体包括容器和盖子,所述盖子封闭所述容器的开口端并经由流体不可渗透的密封件接合到所述容器的开口端,所述电池包壳体充满介电的第一流体;以及

布置在所述电池包壳体中的电池模块,所述电池模块包括:

流体可渗透的并且包括流体通道的模块壳体,

多个电化学电池,所述电化学电池布置在所述模块壳体中而使得电池端子暴露于布置在所述流体通道中的流体,以及

热管理系统,所述热管理系统包括:

布置在所述电池模块的第一端处的入口集气组件,所述入口集气组件包括入口集气室和布置在所述入口集气室和所述模块壳体之间的入口分流器;

布置在所述电池模块的第二端处的出口集气组件,其中,所述第二端与所述第一端相反,所述出口集气组件包括出口集气室;以及

流体泵,所述流体泵经由流体输送管线将流体引导至所述入口集气组件,并经由流体返回管线从所述出口集气组件接收流体。

2. 根据权利要求1所述的电池包,其中,所述入口集气室和所述入口分流器具有协作以将流体引导至所述流体通道的特征。

3. 根据权利要求1所述的电池包,其中,所述入口集气室包括端板、从所述端板的第一侧突出并沿所述端板的外周缘的一部分延伸的边缘、以及从所述端板的第一侧突出的轨道,所述轨道构造为能够接收从所述入口分流器分流的流体并将流体引导至所述流体通道。

4. 根据权利要求1所述的电池包,其中,

所述入口集气室包括接收来自所述流体输送管线的流体并且与所述入口分流器的表面对正的流体入口开口,

每个电池包括第一端部、第二端部和延伸在所述第一端部和所述第二端部之间的侧壁,其中,所述第二端部与所述第一端部相反并且所述第一端部的极性与所述第二端部的极性相反,

所述流体通道布置在给定电池的第一端部和所述模块壳体的内表面之间,

所述入口分流器布置在所述入口集气室和给定电池的侧壁之间,并配置为能够将离开所述流体入口开口的流体转向所述流体通道。

5. 根据权利要求1所述的电池包,其中,

所述入口分流器包括与所述入口分流器的外周缘邻接的平坦的第一部分,以及由所述第一部分围绕的圆顶的第二部分,圆顶的第二部分朝向所述入口集气室突出,以及

所述入口集气室包括从所述流体输送管线接收流体并且与所述入口分流器的表面的第二部分对正的流体入口开口。

6. 根据权利要求1所述的电池包,其中,

每个电池包括具有第一端子的第一端部、具有第二端子的第二端部和延伸在所述第一端部和所述第二端部之间的侧壁,其中,所述第二端部与所述第一端部相反并且所述第一端子的极性与所述第二端子的极性相反,

所述模块壳体包括：

管状间隔结构，所述间隔结构包括开口的间隔结构第一端、与所述间隔结构第一端相反的开口的间隔结构第二端以及在所述间隔结构第一端和所述间隔结构第二端之间延伸的间隔结构侧壁，以及

框架，所述框架构造为能够支撑所述电池模块内的电池，所述框架以覆盖每个电池的电池侧壁并暴露每个电池的电池第一端部和电池第二端部的方式环绕电池，所述框架布置在所述间隔结构的内部空间中，使得每个电池第一端部和每个电池第二端部分别面向所述第一壁部分和所述第二壁部分中的相应的一个，

其中，所述入口分流器固定到所述框架的一部分。

7. 根据权利要求6所述的电池包，其中，所述入口分流器与所述入口集气室一起固定到所述框架，并且所述入口集气室包括使所述入口分流器和所述入口集气室的面向模块的表面之间保持间隔的间隔体。

8. 根据权利要求1所述的电池包，其中，所述电池模块包括第一电池模块和第二电池模块，并且所述入口集气组件同时将流体分配到所述第一电池模块和所述第二电池模块。

9. 根据权利要求8所述的电池包，其中，所述入口集气组件配置为能够以第一流体流率向所述第一电池模块提供流体并且以第二流体流率向所述第二电池模块提供流体，其中，所述第一流体流率不同于第二流体流率。

10. 根据权利要求9所述的电池包，其中，所述入口集气室包括：

第一流体入口开口，其接收来自所述流体输送管线的流体并与所述第一电池模块对正，以及

第二流体入口开口，其接收来自所述流体输送管线的流体并与所述第二电池模块对正，

并且其中，所述第一流体入口开口具有与所述第二流体入口开口不同的直径。

11. 根据权利要求1所述的电池包，其中，所述出口集气组件包括布置在所述出口集气室和所述模块壳体之间的出口分流器。

12. 根据权利要求1所述的电池包，其中，所述出口集气室没有流体流动引导轨道。

13. 根据权利要求1所述的电池包，其中，

所述电池模块被多个电池模块所包括，每个电池模块包括对应的模块壳体；以及

所述热管理系统配置为能够使所述第一流体循环通过每个电池模块的模块壳体并且配置为能够以不同于所述电池包的其他电池模块的流体流率的流体流率向给定的电池模块提供流体。

具有热管理系统的电池包

技术领域

[0001] 电池包为从便携式电子产品到可再生能源系统和环保车辆的各种技术提供动力。例如,混合动力电动汽车将电池包和电动机与内燃机结合使用以提高燃油效率。电池包可由多个电池模块形成,其中,每个电池模块包括多个电化学电池。在电池模块内,电池可以串联或并联地电连接。同样,电池模块可以在电池包内串联或并联地电连接。

背景技术

[0002] 为了满足各种应用和安装环境的空间要求,出现了不同的电池类型,车辆中最常见的类型是圆柱形电池、棱柱形电池和软包电池。例如,圆柱形电池因其易于制造和稳定性而被广泛使用。然而,由于其曲线形状,圆柱形电池在电池模块中的封装效率可能低于一些其它类型的电池。此外,由于在圆柱形电池的每一端都需要电连接,因此在提供具有有效空间管理的电池模块方面存在附加的挑战。此外,当集电器布置在电池的每个相反端时,经由浸入液体冷却剂中的电池冷却也具有挑战性。

[0003] 在一些传统的电池模块中,设置电池支撑结构以将电池保持在期望的配置中并提供电池冷却。然而,这样的电池支撑结构可能很复杂并且具有足够的体积而进一步降低电池模块的封装效率。需要一种使用和制造简单、在电池模块内具有稳定、有序的圆柱形电池布置并且在提供电池冷却同时占据电池模块内的最小空间体积的发电和存储装置。

发明内容

[0004] 在一些方面,电池包包括电池包壳体,所述电池包壳体包括容器和盖子,所述盖子封闭所述容器的开口端并经由流体不可渗透的密封件接合到所述容器的开口端。所述电池包壳体充满介电的第一流体。电池包包括布置在所述电池包壳体中的电池模块。所述电池模块包括流体可渗透的并且包括流体通道的模块壳体。所述电池模块多个电化学电池,所述电化学电池布置在所述模块壳体中使得电池端子暴露于布置在所述流体通道中的流体。电池包包括热管理系统,所述热管理系统包括:布置在所述电池模块的第一端处的入口集气组件,所述入口集气组件包括入口集气室和布置在所述入口集气室和所述模块壳体之间的入口分流器;布置在所述电池模块的第二端处的出口集气组件,其中,所述第二端与所述第一端相反,所述出口集气组件包括出口集气室;以及流体泵,所述流体泵经由流体输送管线将流体引导至所述入口集气组件,并经由流体返回管线从所述出口集气组件接收流体。

[0005] 在一些实施例中,所述入口集气室和所述入口分流器具有协作以将流体引导至所述流体通道的特征。

[0006] 在一些实施例中,所述入口集气室包括端板、从所述端板的第一侧突出并沿所述端板的外周缘的一部分延伸的边缘、以及从所述端板的第一侧突出的轨道,所述轨道构造为能够接收从所述入口分流器分流的流体并将流体引导至所述流体通道。

[0007] 在一些实施例中,所述入口集气室包括接收来自所述流体输送管线的流体并且与所述入口分流器的表面对正的流体入口开口。每个电池包括第一端部、第二端部和延伸在

所述第一端部和所述第二端部之间的侧壁,其中,所述第二端部与所述第一端部相反并且所述第一端部的极性与所述第二端部的极性相反。所述流体通道布置在给定电池的第一端部和所述模块壳体的内表面之间。所述入口分流器布置在所述入口集气室和给定电池的侧壁之间,并配置为能够将离开所述流体入口开口的流体转向所述流体通道。

[0008] 在一些实施例中,所述入口分流器包括与所述入口分流器的外周缘邻接的平坦的第一部分,以及由所述第一部分围绕的圆顶的第二部分,圆顶的第二部分朝向所述入口集气室突出。此外,所述入口集气室包括从所述流体输送管线接收流体并且与所述入口分流器的表面的第二部分对正的流体入口开口。

[0009] 在一些实施例中,每个电池包括具有第一端子的第一端部、具有第二端子的第二端部和延伸在所述第一端部和所述第二端部之间的侧壁,其中,所述第二端部与所述第一端部相反并且所述第一端子的极性与所述第二端子的极性相反。所述模块壳体包括管状间隔结构和框架。所述间隔结构包括开口的间隔结构第一端、与所述间隔结构第一端相反的开口的间隔结构第二端以及在所述间隔结构第一端和所述间隔结构第二端之间延伸的间隔结构侧壁。所述框架构造为能够支撑所述电池模块内的电池,所述框架以覆盖每个电池的电池侧壁并暴露每个电池的电池第一端部和电池第二端部的方式环绕电池。所述框架布置在所述间隔结构的内部空间中,使得每个电池第一端部和每个电池第二端部分别面向所述第一壁部分和所述第二壁部分中的相应的一个。所述入口分流器固定到所述框架的一部分。

[0010] 在一些实施例中,所述入口分流器与所述入口集气室一起固定到所述框架,并且所述入口集气室包括使所述入口分流器和所述入口集气室的面向模块的表面之间保持间隔的间隔体。

[0011] 在一些实施例中,所述电池模块包括第一电池模块和第二电池模块,并且所述入口集气组件同时将流体分配到所述第一电池模块和所述第二电池模块。

[0012] 在一些实施例中,所述入口集气组件配置为能够以第一流体流率向所述第一电池模块提供流体并且以第二流体流率向所述第二电池模块提供流体,其中,所述第一流体流率不同于第二流体流率。

[0013] 在一些实施例中,所述入口集气室包括第一流体入口开口,其接收来自所述流体输送管线的流体并与所述第一电池模块对正,以及第二流体入口开口,其接收来自所述流体输送管线的流体并与所述第二电池模块对正。所述第一流体入口开口具有与所述第二流体入口开口不同的直径。

[0014] 在一些实施例中,所述出口集气组件包括布置在所述出口集气室和所述模块壳体之间的出口分流器。

[0015] 在一些实施例中,所述出口集气室没有流体流动引导轨道。

[0016] 在一些方面,电池包包括电池包壳体,所述电池包壳体包括容器和盖子,所述盖子封闭所述容器的开口端并经由流体不可渗透的密封件接合到所述容器的开口端,所述电池包壳体充满介电的第一流体。电池包包括布置在所述电池包壳体中的电池模块。每个电池模块包括流体可渗透的模块壳体并且包括流体通道。每个电池模块包括多个电化学电池,所述电化学电池布置在所述模块壳体中,使得电池端子暴露于布置在所述流体通道中的流体。电池包包括热管理系统,所述热管理系统使所述第一流体循环通过每个电池模块的模

块壳体并且配置为能够以不同于所述电池包的其他电池模块的流体流率的流体流率向给定的电池模块提供流体。

[0017] 在一些实施例中,所述热管理系统包括:布置在所述电池模块的第一端处的入口集气组件,所述入口集气组件包括入口集气室和布置在所述入口集气室和所述模块壳体之间的入口分流器;布置在所述电池模块的第二端处的出口集气组件,其中,所述第二端与所述第一端相反,所述出口集气组件包括出口集气室;以及流体泵,所述流体泵经由流体输送管线将流体引导至所述入口集气组件,并经由流体返回管线从所述出口集气组件接收流体。

[0018] 在一些实施例中,所述入口集气室和所述入口分流器具有协作以将流体引导至所述流体通道的特征。

[0019] 在一些实施例中,所述入口集气室包括端板、从所述端板的第一侧突出并沿所述端板的外周缘的一部分延伸的边缘、以及从所述端板的第一侧突出的轨道,所述轨道构造为能够接收从所述入口分流器分流的流体并将流体引导至所述流体通道。

[0020] 在一些实施例中,所述入口集气室包括接收来自所述流体输送管线的流体并且与所述入口分流器的表面对正的流体入口开口。每个电池包括第一端部、第二端部和延伸在所述第一端部和所述第二端部之间的侧壁,其中,所述第二端部与所述第一端部相反并且所述第一端部的极性与所述第二端部的极性相反。所述流体通道布置在给定电池的第一端部和所述模块壳体的内表面之间。此外,所述入口分流器布置在所述入口集气室和给定电池的侧壁之间,并配置为能够将离开所述流体入口开口的流体转向所述流体通道。

[0021] 在一些实施例中,所述入口分流器包括与所述入口分流器的外周缘邻接的平坦的第一部分,以及由所述第一部分围绕的圆顶的第二部分,圆顶的第二部分朝向所述入口集气室突出。此外,所述入口集气室包括从所述流体输送管线接收流体并且与所述入口分流器的表面的第二部分对正的流体入口开口。

[0022] 在一些实施例中,所述电池模块包括第一电池模块和第二电池模块,并且所述入口集气组件同时将流体分配到所述第一电池模块和所述第二电池模块,其中,所述入口集气组件配置为能够以第一流体流率向所述第一电池模块提供流体并且以第二流体流率向所述第二电池模块提供流体,其中,所述第一流体流率不同于第二流体流率。

[0023] 在一些实施例中,所述入口集气室包括:第一流体入口开口,其接收来自所述流体输送管线的流体并与所述第一电池模块对正,以及第二流体入口开口,其接收来自所述流体输送管线的流体并与所述第二电池模块对正。所述第一流体入口开口具有与所述第二流体入口开口不同的直径。

[0024] 每个电池模块包括在电池模块内提供电池端子互连的汇流条组件。每个汇流条组件包括基板和附着在基板的面向电池的表面上的绝缘层。绝缘层是电绝缘和热绝缘的,并且也是阻燃的。在一些实施例中,绝缘层的每个表面包括压敏粘合剂,由此绝缘层附接到基板和电池端部。当电池在模块内膨胀和收缩时,绝缘层可以防止短路。此外,绝缘层是阻燃的,因此在电池热失控的情况下可以保持其电气和热隔离特性。

[0025] 在电池模块中,每个电池的正极端子经由第一电连接器连接到一个汇流条组件,并且该电池的负极端子经由第二电连接器连接到另一个汇流条组件。在一些实施例中,第一电连接器和第二电连接器配置为使得第一电连接器的载流能力小于第二电连接器的载

流能力。通过提供第一电连接器的载流能力小于第二电连接器的载流能力的第一电连接器和第二电连接器,每个电池电连接到相应的汇流条组件使得到电池的正极端子的电连接先于到电池负极端子的电连接失效,从而断开开电池模块的内部电路。电池模块40的内部电路开路可以帮助防止电池内部短路可能导致电池模块的电池间直接短路的不太可能的情况。

[0026] 电池包包括多个电池模块,并且电池模块被捆绑在称为盒的子组件中。盒布置在电池包壳体中,并且电池包壳体的内部空间充满介电的、不可燃的和化学惰性的工程流体。虽然电池模块可能会因浸入工程流体而被动冷却,但电池包包括热管理系统,其中,工程流体被主动驱动穿过电池表面。这是通过将流体输送到每个盒,使用入口集气(inlet plenum)组件将流体分配到盒内的电池模块,使用出口集气组件收集已被电池加热的流体,以及从电池中移除加热的流体来实现的。通过提供电池的被动和主动冷却,改善了电池功能并增加了电池耐用性。

[0027] 由于电池包充满了工程流体,因此电池模块和电池盒不包括流体密封特征以促进主动冷却。这样,相对于一些传统电池包的主动热管理系统,电池模块、盒和热管理系统的构件被简化,因此制造更容易且成本更低。

[0028] 有利地,热管理系统可以配置为使得输送到每个电池模块的冷却流体的流体流率可以被单独地设定,从而允许检测到温度高于其它区域的区域中增加冷却流体的流率。通过这种方式,可以单独控制电池包的每个电池模块的工作温度,并且可以平衡电池包的整体温度。

附图说明

[0029] 图1是电池包的侧视图;

[0030] 图2是图1的电池包的透视图,其中,省略了盖子和一些辅助结构以说明盒在电池包壳体内部的布置;

[0031] 图3是盒的透视图;

[0032] 图4是盒的透视图,其中,省略了流体入口集气组件和出口集气组件以示出布置在盒内的电池模块;

[0033] 图5是省略了电池模块的盒壳体的透视图;

[0034] 图6是电池模块的透视图;

[0035] 图7是沿图6的7-7线看到的电池模块的截面图;

[0036] 图8是电池模块的分解透视图;

[0037] 图9是电化学电池的局部分解透视图;

[0038] 图10是电池模块中电池的布置的示意图;

[0039] 图11是电池模块内的电池阵列的侧视图,示出了电池在象限中的布置;

[0040] 图12是单独的框架的透视图;

[0041] 图13是包括电池的框架的透视图;

[0042] 图14是从电池模块的第一侧看到的单独的汇流条组件的透视图;

[0043] 图15是第一至第三汇流条组件的透视图;

[0044] 图16是第二汇流条组件的透视图;

- [0045] 图17是第一汇流条组件的透视图；
- [0046] 图18是第三汇流条组件的透视图；
- [0047] 图19是第四和第五汇流条组件的透视图；
- [0048] 图20是从电池模块的第二侧看到的单独的汇流条组件的透视图；
- [0049] 图21是沿图15中箭头A的方向看到的第一至第三汇流条组件的端部视图；
- [0050] 图22是第一汇流条组件的透视图；
- [0051] 图23是第一汇流条组件的分解图；
- [0052] 图24是第五汇流条组件的透视图；
- [0053] 图25是第五汇流条组件的分解图；
- [0054] 图26是图29中虚线所示的电池模块的截面图的详细视图；
- [0055] 图27是电池模块的一部分的详细视图,示出了电池的负极端子和对应的汇流条之间的电连接；
- [0056] 图28是电池模块的一部分的详细视图,示出了电池的正极端子和对应的汇流条之间的电连接；
- [0057] 图29是省略了间隔结构的电池模块的截面图；
- [0058] 图30是包括间隔结构的电池模块的截面图；
- [0059] 图31是单独的间隔结构的透视图；
- [0060] 图32是单独的间隔结构的端部视图；
- [0061] 图33是图30中虚线所示的电池模块的截面图的详细视图；
- [0062] 图34是盒的分解透视图；
- [0063] 图35是盒的电池模块和隔板的分解图；
- [0064] 图36是电池包壳体的俯视图,其中,省略了盖子和辅助结构以示出热管理系统,其中示意性地示出了泵；
- [0065] 图37是热管理系统的单独的流体输送部分的透视图；
- [0066] 图38是热管理系统的单独的流体输送部分的透视图,示出了流体输送部分和两个盒之间的连接；
- [0067] 图39是热管理系统的单独的流体返回部分的透视图；
- [0068] 图40是热管理系统的单独的流体返回部分的透视图,示出了流体返回部分和两个盒之间的连接；
- [0069] 图41是盒的透视分解图,其中,省略了盒壳体并且示出了入口集气组件；
- [0070] 图42是盒的一部分的透视图,示出了入口集气组件；
- [0071] 图43是盒的一部分的透视图,示出了包括连接到入口集气组件的入口开口的歧管部分的入口集气组件；
- [0072] 图44是沿图42的线44-44看到的入口集气组件的截面图；
- [0073] 图45是沿图42的线45-45看到的入口集气组件的截面图；
- [0074] 图46是沿图42的线46-46看到的入口集气组件的截面图；
- [0075] 图47是入口集气组件的面向模块的表面的透视图；
- [0076] 图48是图47的入口集气组件的分解透视图；
- [0077] 图49是盒的分解透视图,其中,盒壳体被省略并且示出了出口集气组件；

- [0078] 图50是盒的一部分的透视图,示出了出口集气组件;
- [0079] 图51是盒的一部分的透视图,示出了包括连接到出口集气组件的出口开口的流体返回分支管线的出口集气组件;
- [0080] 图52是图51的放大透视图;
- [0081] 图53是出口集气组件的面向模块的表面的透视图;
- [0082] 图54是图53的出口集气组件的分解透视图;
- [0083] 图55是单独的压力管理系统的侧视图;
- [0084] 图56是压力管理系统的分解侧视图,示出了电池包壳体的盖子和容器部分的相对位置;
- [0085] 图57是单独的压力管理系统的端部视图;
- [0086] 图58是第一囊的顶部透视图;
- [0087] 图59是沿图58的线59-59看到的第一囊的截面图;
- [0088] 图60是第二囊和第三囊和保护壳的分解透视图;
- [0089] 图61是电池包的一部分的截面图,示出了主配件和通气块的细节;
- [0090] 图62是通气块的截面图;
- [0091] 图63和图64是电池包的一部分的附加截面图,示出了主配件和通气块的细节;
- [0092] 图65是主配件的分解图;
- [0093] 图66是主配件的一部分的截面图。

具体实施方式

[0094] 参照图1-7,电池包1配置为向车辆动力传动系提供电力,因此可以在相对高的电压下运行。如本文所用,术语高电压是指大于100V的电压。例如,在一些实施例中,电池包1可以在400V下运行,而在其它实施例中,电池包1可以在800V下运行。电池包1包括用于容纳电池模块40的电池包壳体2,并且每个电池模块40包括电化学电池200。电池包壳体2包括容器4和封闭容器4的开口端的盖子6,并且盖子经由流体不可渗透的密封件8连接到容器的开口端。电池包壳体2具有扁形形状。如本文所用,术语“扁形形状”是指具有相对于长度 l_p 和宽度 w_p 较小的高度 h_p 。在电池包壳体2中,高度 h_p 对应于盖子6和容器4底部之间的距离。

[0095] 电池包壳体2被工程流体充满(例如完全填充、填充至溢出),并且被密封以防止工程流体的泄漏和/或蒸发。工程流体具有介电性、不可燃性和化学惰性。例如,所述流体可以是乙氧基-九氟丁烷、例如由美国明尼苏达州的3M公司制造的NovecTM7200。电池包1包括热管理系统500,其向被充满流体的电池包1内的每个电池模块40的电池200提供主动冷却,如下文详细讨论的。此外,电池包1包括压力管理系统300,其允许封闭的、充满流体的且密封的电池包壳体2适应环境温度和压力的变化,如下文详细讨论的。

[0096] 在一些实施例中,电池包1可包括12个电池模块40或更多。在所示的实施例中,电池包1包括24个电池模块40。为了便于处理和组装,电池模块40布置成每个包含三个电池模块40(1)、40(2)、40(3)的子组件。电池模块40的子组件被称为“盒”20。子组件的三个电池模块40(1)、40(2)、40(3)支撑在盒壳体22内。在所示的实施例中,电池包壳体2接收并支撑八个盒20,它们在电池包容器4内以二维阵列布置。

[0097] 给定盒20的每个电池模块40(1)、40(2)、40(3)可以电连接到给定盒20的其它电池

模块。类似地,电池包1内的每个盒20电连接到电池包1的其它盒20。根据具体应用的需要,电连接可以是并联、串联或并联和串联的组合。

[0098] 参照图8,电池包1的所有电池模块40基本相同。为此,仅对一个电池模块40进行详细描述,并且相同或相似的元件用相同的附图标记表示。电池模块40包括电化学电池200的阵列202。电池200由框架50支撑在电池模块40内,框架50将电池200保持在二维阵列202中,如下文详细讨论的。框架50布置在间隔结构80中,间隔结构80提供流体通道,该流体通道将用作冷却剂的工程流体引导到电池200的暴露部分,如下文详细讨论的。框架50和间隔结构80协作以提供包括正极端子42和负极端子44的电池模块壳体46。电池200使用汇流条130彼此电连接并电连接到相应的电池模块的正极或负极端子42、44,汇流条配置为简单且可靠地适应高电流,如下文详细讨论的。

[0099] 参照图9-10和图13,电池200是圆柱形锂离子电池。每个电池200包括具有容器部分204和封闭容器部分204的开口端的盖子部分205的圆柱形电池壳体203。盖子部分205布置在电池200的第一端部207上,并且通过电绝缘垫圈206密封容器部分204。容器部分204包括布置在电池壳体203的第二端部208处的封闭端,第二端部208与电池的包括盖子部分205的第一端部207相反。容器部分204包括从封闭端208突出并垂直于封闭端208的电池壳体侧壁210。容器部分204沿着在电池的第一端部207和电池的第二端部208之间延伸的电池的纵向轴线212伸长。也就是说,纵向轴线212平行于电池壳体侧壁210延伸。每个电池200具有相同的形状和尺寸,包括电池直径d1。

[0100] 电极组件226与电解质一起密封在电池壳体203内以形成发电和存储单元。电极组件226包括正电极218、第一隔膜222、负电极220和第二隔膜224的堆叠排列,其中,该堆叠排列已被卷起以提供“果冻卷”。电极之一、例如正极218电连接到盖子部分205,盖子部分205用作电池200的正极端子214。另外,另一个电极、例如负极220电连接到容器部分204,容器部分204用作电池200的负极端子216。

[0101] 由于电池的曲线形状,圆柱形电池200在电池模块中可能比一些其它电池类型具有更低的封装效率。为了最大化圆柱形电池200的封装效率,电池200以“紧密堆积”的构造储存在电池模块40中。如本文所用,术语“紧密堆积”是指电池200布置为并排成行的构造。此外,当在端部视图中看到电池200时(图9),交替的行沿平行于该行的方向相对偏移,使得一行的电池200的中心228在相邻行的电池200的中心228之间。此外,每个电池200与其本行内的相邻电池(即,200(1)、200(2))直接接触并且与相邻行的相邻电池(即,200(3)、200(4)、200(5)、200(6))直接接触。有时,这种电池构造也称为“六边形堆积”构造。在所示的实施例中,阵列202包括8行电池200,并且每行包括38个电池。在其它实施例中,根据具体应用的需要,阵列202可以包括更多或更少行数和/或每行具有更多或更少的电池200。阵列202中的电池200对齐,使得当在侧视图中观察电池200时,每个电池200的端部207或208布置在第一平面P1中(图13),该第一平面P1是阵列202中的每个电池200共有的。

[0102] 参考图11,在阵列202内,电池200被分组在象限Q1、Q2、Q3、Q4中,并且给定象限中的所有电池200具有相同的取向,使得相同极性的端子布置在给定象限的同一侧。此外,当在面向电池端部207、208的方向观察阵列202时,相邻象限中的电池200具有相反的极性。例如,如图10所示,示出了阵列202的一侧,由此电池在端部视图中可以看到200个。在图10中,第一和第二象限Q1、Q2并排并且覆盖在同样并排的第三和第四象限Q3、Q4之上。第一象限Q1

和第四象限Q4的电池200具有相同的取向、例如电池200的第二端部208 (以及因此负极端子216) 可见的取向。此外,第二象限和第三象限Q2、Q3的电池200具有相同的取向、例如电池200的第一端207 (以及因此正极端子214) 可见的取向。通过将电池200分组在象限Q1、Q2、Q3、Q4中,经由汇流条130提供阵列202中的电池200之间的电连接被简化。

[0103] 参考图12和图13,框架50将电池200保持在紧密堆积的布置中。框架50包括盖板52、底板54、将盖板52的第一端连接到底板54的第一端的第一端盖56以及将盖板52的第二端连接到底板54的第二端的第二端盖58。此外,框架50包括中心壁60,其将盖板52接合到底板54并且大致布置在第一端盖和第二端盖56、58的中间。第一端盖和第二端盖56、58和中心壁60垂直于盖板52和底板54。盖板52、底板54、第一端盖和第二端盖56、58以及中心壁60是宽度 w_f 对应于电池200的长度 l_c 的薄板,其中,电池200的长度 l_c 是第一端部207 (例如盖子部分205) 和封闭的第二端部208之间的距离。盖板52和底板54具有适应电池阵列202的长度 l_a 的长度,其又对应于电池200的行的尺寸。此外,第一端盖和第二端盖56、58和中心壁60的尺寸设计成适应电池阵列202的高度 h_a 。

[0104] 框架50围绕电池阵列202的外围,并覆盖阵列202中的每个电池的侧壁210。换句话说,电池200被定向为使得每个电池200的纵向轴线212平行于盖板52、底板54、第一端盖和第二端盖56、58和中心壁60中的每一个。这样,电池的第一端和第二端207、208中的每一个以及因此每个电池200的电池正极端子和负极端子214、216暴露在框架50的相应开口侧72、74。

[0105] 盖板52、底板54、第一端盖和第二端盖56、58和中心壁60的面向电池的表面62、64、66、68、70的轮廓被塑造成适应阵列202的最外层电池200的电池侧壁210的圆柱形形状。例如,面向电池的表面62、64、66、68、70可以具有接收和支撑阵列202的最外层电池的波浪形轮廓。在一些实施例中,为了进一步将电池200固定并保持在期望的紧密堆积的构造中,可以使用粘合剂将给定电池200的电池壳体203紧固在每个相邻电池200的电池壳体203上。

[0106] 第一端盖和第二端盖56、58中的每一个的面向外的表面可以包括第一凹槽76,该第一凹槽76在第一端盖和第二端盖56、58的宽度方向 (例如,沿平行于电池200的纵向轴线212的方向) 延伸。第一凹槽76具有接收和支撑保持杆28的弯曲凹面,如下文进一步讨论。第一端盖和第二端盖56、58中的每一个的面向外的表面可以包括第二凹槽78,该第二凹槽78在第一端盖和第二端盖56、58的高度方向 (例如,沿垂直于电池200的纵向轴线212的方向) 延伸。第二凹槽78具有接收和支撑线束 (未示出) 的弯曲凹面。

[0107] 参考图8和图14-21,汇流条130提供电池模块40内的电池端子互连。汇流条130包括5个汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)、130(4)、130(5),其协作以并联地电连接给定象限Q1、Q2、Q3、Q4的电池200,并提供象限Q1、Q2、Q3、Q4和电池模块40的端子42、44之间的串联电连接。例如,第一汇流条组件130(1)提供电池阵列202中的电池200的第一子集的负极端子216之间的并联电连接,其中,第一子集的电池200对应于第一象限Q1内的电池200。此外,第一汇流条组件130(1)将第一象限Q1的电池200串联连接到电池模块的负极端子44。

[0108] 第二汇流条组件130(2)提供电池阵列202中的电池200的第二子集的正极端子214之间的并联电连接,其中,第二子集的电池200对应于第二象限Q2内的电池200。此外,第二汇流条组件130(2)将第二象限Q2的电池200串联连接到电池模块的正极端子42。

[0109] 第三汇流条组件130(3)提供电池阵列202中的电池200的第三子集的正极端子214

之间的并联电连接,其中,第三子集的电池200对应于第三象限Q3内的电池200。此外,第三汇流条组件130(3)提供电池阵列202中的电池200的第四子集的负极端子216之间的并联电连接,其中,第四子集的电池200对应于第四象限Q4内的电池200。此外,第三汇流条组件130(3)将第三象限Q3的电池200串联连接到第四象限Q4的电池200。

[0110] 第四汇流条组件130(4)提供电池阵列202中的电池200的第一子集、例如第一象限Q1内的电池200的正极端子214之间的并联电连接。此外,第四汇流条组件130(4)提供电池阵列202中的电池200的第三子集、例如第三象限Q3内的电池200的负极端子216之间的并联电连接。此外,第四汇流条组件130(4)将第一象限Q1的电池200串联连接到第三象限Q3的电池。

[0111] 第五汇流条组件130(5)提供电池阵列202中的电池200的第二子集、例如第二象限Q2内的电池200的负极端子216之间的并联电连接。此外,第五汇流条组件130(5)提供电池阵列202中的电池200的第四子集、例如第四象限Q4内的电池200的正极端子214之间的并联电连接。此外,第五汇流条组件130(5)将第二象限Q2的电池200串联连接到第四象限Q4的电池。

[0112] 五个汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)、130(4)、130(5)中的每一个包括导电的基板138、布置在基板138的面向电池端子侧132的绝缘层180,以及提供基板138和每个相应的电池端子214或216之间的电连接的电连接器160。

[0113] 基板138是刚性的、导电的薄板。基板138包括面向电池120的第一侧132、与第一侧132相反的第二侧134和外周缘136。每个基板138包括从外周缘136突出的至少一个凸片148。凸片148朝向基板的第一侧132折叠,使得其垂直于基板的第一侧132延伸。凸片148允许电压和温度传感器引线电连接到基板138。此外,紧固件(未示出)用于经由凸片48中的开口将电压和温度传感器引线连同基板138一起固定到框架端盖56、58。

[0114] 每个基板138包括对应于在基板138和给定象限的电池200之间形成并联电连接的区域 α 部分140,以及对应于提供例如相邻 α 区域之间或 α 区域与模块端子42、44之间的串联电连接的区域 β 部分150。 α 部分140的外周缘132曲线地适应电池阵列202的轮廓。

[0115] 第一、第二和第三汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)提供电池阵列202的第一侧的电池200之间的电连接,第一、第二和第三汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)的基板138通常是L形的。“L”的第一支腿覆盖电池阵列的第一侧(例如覆盖电池的包括电池端子214或216的端部)。“L”的第一支腿对应于基板138的 α 部分140。此外,“L”的第二支腿垂直于第一支腿,并覆盖框架50的一部分(例如,覆盖电池200的侧壁)。“L”的第二支腿对应于基板138的 β 部分150。

[0116] α 部分140位于平行于第一平面P1的第二平面P2中,电池200的端部在第一平面P1中对齐。 α 部分140包括主连接通孔142。为象限的每个电池200设置主连接通孔142,每个主连接通孔142与对应的电池200的一端对正,从而暴露电池端子214或216。主连接通孔142是圆形的,其直径 d_2 小于电池200的直径 d_1 。主连接通孔142暴露电池的端部,使得可以使用电连接器160、例如焊线在暴露的电池端子214或216与 α 部分140之间进行电连接。 α 部分也包括与相邻电池200的侧壁210之间的小间隙对正的主流通孔144。作为电池200的六边形堆积布置的反映,存在布置在每个主连接通孔142的周缘周围的六个主流通孔144。主流通孔144具有小直径 d_3 以对应于间隙的小尺寸,并且其直径小于主连接通孔142的直径。例如,在所

示实施例中,主流通孔144的直径 d_3 约为主连接通孔142的直径 d_2 的10%至25%。

[0117] β 部分150位于垂直于第二平面P2的第三平面P3中。在第一和第二汇流条组件130(1)、130(2)的基板138中, β 部分150覆盖框架盖板52。第一汇流条组件130(1)的 β 部分150电连接到电池模块的负极端子44,第二汇流条组件130(2)的 β 部分150电连接到电池模块的正极端子42。在一些实施例中,第一和第二汇流条组件130(1)、130(2)的 β 部分150可以与相应的端子42、44一体地制成,并且在其它实施例中,第一和第二汇流条组件130(1)、130(2)的 β 部分150可以例如通过焊接接合到相应的端子。在所示的实施例中,电池模块的负极端子44从第一汇流条组件130(1)的 β 部分150的一个边缘整体突出,电池模块的正极端子42从第二汇流条组件130(2)的 β 部分150的一个边缘整体突出。这样,电池模块的端子42、44位于与第一和第二汇流条组件130(1)、130(2)的 β 部分150相同的平面中。在第三汇流条组件130(3)的基板138中, β 部分150覆盖框架底板54并提供第三象限Q3和第四象限Q4之间的串联电连接。

[0118] 在第一、第二和第三汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)的基板138中, β 部分150的厚度 t_b 大于 α 部分140的厚度 t_a ,其中, α 部分的基板的厚度对应于第一侧132和第二侧134之间的距离(图21)。 β 部分的较大厚度150适应该区域中的大电流。此外,第一、第二和第三汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)的 β 部分150可以包括条形开口152。开口152接收从框架盖板和底板52、54的面向外的表面突出的凸片55,由此开口152允许汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)相对于框架50的正确对正和定向,并且用于保持汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)相对于框架50的正确对正。

[0119] 第四和第五汇流条组件130(4)、130(5)提供电池阵列202的第二侧的电池200之间的电连接。第四和第五汇流条组件的基板138 130(4)、130(5)通常是平面的,覆盖电池阵列的第二侧并且包括两个 α 部分140,其中, β 部分150布置在 α 部分140之间并与 α 部分140共面。第四和第五汇流条组件130(4)、130(5)的基板138具有均匀的厚度。第四和第五汇流条组件130(4)、130(5)并排布置在同一平面P5中。第四和第五汇流条组件130(4)、130(5)在平面P5内间隔开。平面P5平行于平面P1和P2。

[0120] 参照图22-26和图29,绝缘层180布置在基板138的面向电池端子的侧132以位于五个汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)、130(4)、130(5)的 α 部分140和电池端子214、216之间。绝缘层180是电绝缘和热绝缘的。例如,在一些实施例中,绝缘层可以具有2.6kV的介电击穿电压,并且可以具有0.17W/mK的热导率,因此其可以适应至少800摄氏度的温度,而不会出现故障。此外,绝缘层180提供火焰屏障。例如,在一些实施例中,当使用UL94测试方法(例如,美国保险商实验室发布的塑料易燃性标准)分类时,绝缘层180具有V-0、5VA的阻燃等级。

[0121] 绝缘层180包括次级连接通孔188。为象限的每个电池200设置次级连接通孔188,每个次级连接通孔188与对应的初级连接通孔142对正,从而暴露出电池的端部,从而可以使用电连接器160在暴露的电池端子214或216与 α 部分140之间进行电连接。次级连接通孔188是圆形的,并且具有小于电池200的直径 d_1 和主连接通孔142的直径 d_2 的直径 d_4 。由于次级连接通孔188的直径小于主连接通孔142的直径,因此在每个主连接通孔142内设置绝缘边界或边缘,以降低在主连接通孔142附近基板138和电池端子214、216之间短路的可能性。绝缘层180还包括与主流通孔144对正并具有与主流通孔144相同的直径 d_3 的次级流通孔

190。

[0122] 在一些实施例中,绝缘层180可以是具有面向 α 部分140的第一侧182和面向电池阵列202的第二侧184的薄片形式。用于形成绝缘层180的薄片可以是纸片、陶瓷片、涂覆有陶瓷的纸片、膜或其它合适的薄材料。片状绝缘层180的第一侧182可以包括粘合涂层,其固定绝缘层180到 α 部分140。另外,绝缘层180的第二侧184可以包括将绝缘层固定到暴露的电池端部的粘合涂层。例如,绝缘层180的第一和第二侧182、184可以包括压敏粘合涂层。在其它实施例中,绝缘层180可以是设置在(例如,结合到)基板138的 α 部分140的面向电池侧132的涂层。可以通过任何合适的方法、例如烧结工艺或气相沉积工艺将涂层施加到表面上。

[0123] 参照图27-28,对于每个电池端子214、216,电连接器160在电池端子214、216和对应的汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)、130(4)、130(5)(例如,面向电池端子的汇流条组件)的 α 部分140之间延伸并提供电连接。例如,电连接器160可以是焊线,但不限于这种类型的电连接器。如本文所用,术语“焊线”是指由高纯度金、铝或铜组成的细线形式的电连接器,其经由焊线工艺一端附接到基板138,另一端附接到端子214、216。根据具体应用的需要,可以使用其它合适的电连接器代替焊线。例如,另一种合适的电连接器可以包括电池端子214、216和对应的汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)、130(4)、130(4)、130(5)的 α 部分140之间的直接焊接。

[0124] 在电池模块40中,每个电池200的正极端子214经由第一电连接器160(1)连接到一个汇流条组件130的 α 部分140(图28),该电池200的负极端子经由第二电连接器160(2)连接到另一个汇流条组件的 α 部分140(图27)。在所实施例中,第一电连接器160(1)的载流能力不同于第二电连接器160(2)的载流能力、例如电连接器160(1)、160(2)的载流能力是不对称的。特别地,第一电连接器160(1)的载流能力小于第二电连接器的载流能力。通过设置第一电连接器160(1)的载流能力小于第二电连接器160(2)的载流能力的第一和第二电连接器160(1)、160(2),每个电池电连接到相应的汇流条组件130,使得到电池的正极端子214的电连接先于到电池的负极端子216的电连接失效,从而断开电池模块40的内部电路。

[0125] 在所实施的实施例中,第一和第二电连接器160(1)、160(2)的载流能力的差异是通过提供单个焊线作为第一电连接器160(1)而提供两个焊线(例如,双焊线)作为第二电连接器160(2)来实现的,其中,每个焊线具有相同的载流能力。

[0126] 在其它实施例中,第一和第二电连接器160(1)、160(2)的载流能力的差异可以通过提供单个第一焊线作为第一电连接器160(1)和单个第二焊线作为第二电连接器160(2)来实现,其中,第一焊线具有比第二焊线低的载流能力。例如,这可以通过提供直径小于第二焊线的第一焊线来实现。

[0127] 在其它实施例中,第一和第二电连接器160(1)、160(2)的载流能力的差异可以通过提供单个第一焊线作为第一电连接器160(1)和基板138和负极端子216之间的直接焊接作为第二电连接器160(2)来实现。

[0128] 在其它实施例中,第一和第二电连接器160(1)、160(2)的载流能力的差异可以通过提供第一导电条或引线作为第一电连接器160(1)和第二导电条或引线作为第二电连接器160(2)来实现,其中,第一导电条包括保险丝。例如,这可以通过为第一导电带提供颈缩部分来实现,该颈缩部分在比导电带的其余部分更低的电流下失效。

[0129] 参考图8和图30-33,框架50,包括被支撑在其中的电池200的阵列202,以及覆盖电

池端部207、208以及框架50的盖板和底板52、54的汇流条130,布置在间隔结构80内。间隔结构80是条形的矩形薄壁管,其包括开口的间隔结构第一端82、与间隔结构第一端82相反的开口的间隔结构第二端84和在间隔结构第一端82和间隔结构第二端84之间延伸的间隔结构侧壁85。

[0130] 间隔结构侧壁85在面向间隔结构第一端或第二端82、84看时具有矩形形状,因此包括四个壁部分86、90、94、96。特别地,间隔结构侧壁85包括第一壁部分86、与第一壁部分86间隔开并平行于第一壁部分86的第二壁部分90、垂直于第一壁部分86并将第一壁部分86连接到第二壁部分90的第三壁部分94、以及与第三壁部分94间隔开并且平行于第三壁部分94的第四壁部分96。第四壁部分96将第一壁部分86连接到第二壁部分90。

[0131] 第一、第二、第三和第四壁部分86、90、94、96协作以限定间隔结构内部空间104。框架50布置在间隔结构内部空间104中使得间隔结构80的第一壁部分86在电池阵列202的第一侧覆盖第一、第二和第三汇流条组件130(1)、130(2)、130(3)的 α 部分140。此外,间隔结构80的第二壁部分90在电池阵列202的第二侧覆盖第四和第五汇流条组件130(4)、130(5)的 α 部分140。这样,电池第一端部207和电池第二端部208中的每一个面向第一壁部分86或第二壁部分90。此外,框架的第一端盖和第二端盖56、58布置在开口的间隔结构第一端和第二端82、84中。

[0132] 第一壁部分86的内表面88和第二壁部分90的内表面92分别包括从间隔结构第一端82延伸到间隔结构第二端84的凹槽98。凹槽98用作电池模块40内的流体通道,并且用于注入电池包1的相同工程流体被主动泵送通过凹槽98,如下文进一步讨论的。设置在第一壁部分和第二壁部分86、90中的每一个上的凹槽98的数量对应于电池阵列202中的电池200的行数。每个凹槽98与电池阵列202的行对正,并且面向电池阵列202开口,由此电池端部207、208和电连接器160暴露于流经凹槽98的工程流体的冷却效果。换句话说,每个凹槽98提供在间隔结构80和电池阵列202之间流动的冷却剂流体通道102。为此,凹槽98的形状和尺寸设计为容纳足够的冷却剂流体流动以将电池200保持在期望的温度。此外,凹槽98的形状和尺寸可以设计为容纳从电池200排出的气流。在所示的实施例中,当在截面中看间隔结构80时,每个凹槽98具有矩形形状,其中,凸台100布置在相邻凹槽98之间并且将相邻凹槽98分开。

[0133] 流体在间隔结构第一端82处进入每个凹槽98并且可以在间隔结构第二端84处离开凹槽98。凹槽98内的工程流体流过包括电连接器160的电池的正极和负极端子。在一些实施例中,电连接器160与流动方向一致(例如,平行于凹槽98的延长方向定向),由此流体通道102中由于电连接器160的存在导致的流体压力损失被最小化。

[0134] 因为电池包1充满工程流体,所以包括框架50和间隔结构80的电池模块40的构件彼此不流体密封或与电池模块40的其它构件布流体密封。尽管流体被引导通过由凹槽85限定的流体通道102,但不会阻止流体流过电池模块40,包括流过相邻电池200的侧壁210之间和流过电池模块40汇流条组件130的主流通孔和次级流通孔144、190。

[0135] 框架50和间隔结构80由介电材料、例如聚合物形成。间隔结构80可以制造为一体结构(未示出),或者为了便于与框架50组装,可以制造成两个U形半部80(1)、80(2)。

[0136] 参照图4-5和图34-35,如前所述,每个盒20包括支撑在盒壳体22内的三个电池模块40(1)、40(2)、40(3)。盒壳体22包括刚性的U形上部24和刚性的U形下部26,它们协作形成

具有开口端23的管状盒壳体22。在一些实施例中,上部24和下部26由钢形成。

[0137] 三个电池模块40(1)、40(2)、40(3)并排布置在盒壳体22内,在每个相邻电池模块40之间布置有隔板110。特别地,第一隔板110(1)布置在第一电池模块40(1)的第一壁部分86和第二电池模块40(2)的第二壁部分90之间,第二隔板110(2)布置在第二电池模块40(2)的第一壁部分86和第三电池模块40(3)的第二壁部分90之间。在该配置中,一个电池模块40的电池200的电池端部207、208面对相邻电池模块40的电池200的电池端部207、208。通过将隔板110放置在相邻模块40(1)、40(2)、40(3)的相应的壁部分89、90之间,隔板110可以在电池通风和/或模块40之一的电池200热失控的情况下用作热和机械屏障。为此,隔板110是不透气的刚性薄金属板并且具有高于1000摄氏度的熔化温度。在所示的实施例中,隔板110是薄钢板。

[0138] 通过圆柱形保持杆28(图5)防止电池模块40(1)、40(2)、40(3)离开盒壳体开口端23。保持杆28与框架第一端盖和第二端盖56、58的第一凹槽76协作并且沿着隔板110(1)、110(2)的外周穿过开口118以将电池模块40(1)40(2)、40(3)保持在盒壳体22内。

[0139] 三个电池模块40(1)、40(2)、40(3)布置在盒壳体22内使得电池模块端子42、44从盒壳体22向外突出。此外,在盒壳体22的每个开口端23处,三个突出的电池模块端子42、44的极性在极性上交替。

[0140] 参考图36-40,电池包1包括热管理系统500,其主动地将工程流体引导至布置在电池包壳体2中的每个电池模块40。热管理系统500包括流体泵680、从流体泵680接收加压流体并将其输送到盒20的流体输送管线682、以及从盒20收集流体并将其返回到流体泵680的流体返回管线692。在所示的实施例中,流体泵680位于电池包壳体2之外,但在其它实施例中,流体泵680可以布置在电池包壳体2之内。

[0141] 在电池包壳体2内,流体输送管线682分成四个输送分支管线684(1)、684(2)、684(3)、684(4)。每个输送分支管线684(1)、684(2)、684(3)、684(4)将流体输送到两个相邻的盒20。为此,每个输送分支管线684(1)、684(2)、684(3)、684(4)包括将流体引导至相邻盒20中的第一个的入口集气组件502的第一歧管部分685(1),以及将流体引导至相邻盒20的第二个的入口集气组件502的第二歧管部分685(2)。每个盒20的入口集气组件502基本相同,下面将详细描述入口集气组件502。第一歧管部分和第二歧管部分685(1)、685(2)中的每一个是具有入口端686、相反的出口端687和三个输送端口688的管。第一歧管部分685(1)的入口端686连接到流体输送管线682的对应的分支管线684,第一歧管部分685(1)的出口端687连接到第二歧管部分685(2)的入口端686。第二歧管部分685(2)的出口端687被盖住(例如,被塞住)。三个输送端口688分别连接到对应的入口集气组件502的入口开口522,并且将流体并联地提供给入口集气组件502。

[0142] 每个输送端口688可包括孔口平衡器690(图44-46)。孔口平衡器690是布置在输送端口688内的环,孔口平衡器690的内表面692的尺寸确定通过输送端口688的流率。通过合适地选择孔口平衡器690的尺寸,可以控制和调节输送端口688的流体流率。

[0143] 每个盒20包括具有出口开口622和出口管线626的出口集气组件582。每个盒20的出口集气组件582基本相同,下面将详细描述出口集气组件582。来自每个盒20的出口管线626连接到两个返回分支管线694之一,两个返回分支管线694合并到流体返回管线692中。

[0144] 参照图41-48,入口集气组件502封闭盒壳体22的两个开口端23之一,并将流体引

导至布置在盒20中的每个电池模块40(1)、40(2)、40(3)。入口集气组件502包括入口集气室504和布置在入口集气室504和每个电池模块40(1)、40(2)、40(3)之间的入口分流器540。

[0145] 入口集气组件502同时将流体分配到盒20的每个电池模块40(1)、40(2)、40(3)。为此,入口集气室504和入口分流器540具有协作以同时将流体导向布置在每个电池模块40(1)、40(2)、40(3)的间隔结构80中的流体通道102,如现在将描述的。

[0146] 入口集气室504包括平行于框架50的端盖56、58的端板506和从端板506的面向模块的表面508突出的边缘514。边缘514沿着端板506的外周缘512的一部分延伸。在所示实施例中,端板506具有矩形轮廓,并且边缘514沿着端板506的三侧延伸。在使用中,边缘514覆盖盒壳体22。此外,入口集气室504包括一对从端板506的面向模块的表面508突出的导轨518。导轨518平行于框架的第一和第二壁部分86、90线性地延伸。导轨518与每个隔板110对正,因此其配置为接收从入口分流器540分流的流体并将其引导至流体通道102。

[0147] 入口集气室的端板506包括三个流体入口开口522,它们连接到歧管部分685的流体输送端口688并从流体输送管线682接收流体。流体入口开口522布置成直线行,并且轨道518布置在每个相邻的流体入口开口522之间。每个流体入口开口522面向盒20的三个电池模块40(1)、40(2)、40(3)中的相应的一个电池模块40。此外,每个流体入口开口522以相应的电池模块40的框架50的端盖56、68为中心,并且与入口分流器540的表面对正,如下文进一步讨论的。

[0148] 每个流体入口522被从端板506的面向外的表面516向外突出的颈缩凸台524围绕。凸台524的形状和尺寸设计为能够接收在输送端口688中并与其形成机械连接。例如,凸台524可以与输出端口688压入配合连接。孔口平衡器690(图44-46)布置在输出端口688中,并夹在输出端口688的内表面和颈缩凸台524的终端526之间。如前所述,孔口平衡器690能够使入口集气组件502以第一流体流率向电池模块中的一个(例如,第一电池模块40(1))提供流体,以第二流体流率向电池模块中的另一个(例如,第二电池模块40(2))提供流体,其中,第一流体流率不同于第二流体流率。这是通过在输送端口688中设置合适尺寸的孔口平衡器来实现的。

[0149] 入口集气室的端板506包括从端板面向外的表面516向外突出的卡扣配合夹子528。夹子528接收并支撑第一歧管部分和第二歧管部分685(1)、685(2)中的一个。

[0150] 为盒20的每个电池模块40(1)、40(2)、40(3)设置入口分流器540,并且布置在入口集气室的端板506和相应的电池模块40(1)、40(2)、40(3)的框架端盖56、58之间。入口分流器540是成型的刚性板,其配置为接收离开流体入口开口522的流体并将流体转向相应的电池模块40(1)、40(2)、40(3)的流体通道120。入口分流器540包括邻接入口分流器540的外周缘546的平坦的第一部分548,以及被第一部分548围绕的圆顶状(例如,鼓起的)第二部分550。第一部分548平行于端板506。第二部分550朝向端板506突出并与流体入口开口522对正。在所示的实施例中,入口分流器540的第一部分548与端板506一起固定到相应的电池模块40(1)、40(2)、40(3)的框架50的端盖56、58。在所示的实施例中,诸如螺钉522的紧固件用于将分流器540和端板506固定到框架50,并且端板506中的紧固件开口被间隔体530围绕,间隔体530在端板506和分流器504之间提供间隔。入口分流器540将流体转向流体通道120,同时将流体转向为远离设置在相应的框架端盖56、58的面向外的表面中的第一和第二凹槽76、78。

[0151] 参考图49-54,出口集气组件582封闭盒壳体22的两个开口端中的另一个。即,出口集气组件582和入口集气组件502布置在盒壳体22的相反端。出口集气组件582收集从电池模块的间隔结构80的凹槽98(例如,流体通道102)排出的流体。出口集气组件582包括出口集气室584以及布置在每个电池模块40(1)、40(2)、40(3)和出口集气室584之间的出口分流器640。出口集气室584类似于入口集气室504。为此,相同附图标记用于指代相同的元件,对共同元件的描述不再赘述。出口集气室584与入口集气室504的不同之处在于省略了入口开口522、颈缩凸台524和导轨518。此外,出口集气室包括单个出口开口622,其布置在边缘514的面向外的表面上并且与出口集气室584内的空间流体连通。出口分流器640与入口分流器540相同。同样,相同的附图标记用于指代相同的元件。出口集气组件582允许离开间隔结构80的每个流体通道120的流体被收集在出口集气室584中并被引导至出口开口622。出口开口622经由出口管线626和返回分支管线694连接至流体返回管线692。

[0152] 参照图55-60,电池包1包括压力管理系统300,其提供密封的电池包壳体2内的压力的被动管理。压力管理系统300可以是有利的、例如当工程流体具有高膨胀系数时是有利的,并且可能对温度和/或高度变化敏感。压力管理系统300包括布置在电池包壳体2内的至少一个柔性且可扩展的压力补偿装置330、布置在电池包壳体2的外表面上的通气块302、以及在压力补偿装置330和通气块302之间提供流体连通的配件380、480。

[0153] 在所示的实施例中,压力补偿装置330是一组独立的、串联连接的柔性可膨胀的囊340。囊340像肺一样起作用,因为囊340膨胀或收缩以适应密封的电池包壳体2内的工程流体的体积变化、例如由于电池包壳体2周围的压力和温度条件引起的变化。囊340是一组三个独立的囊340(1)、340(2)、340(3),它们通过主配件和次级配件380、480串联连接。第一囊340(1)经由主配件380连接到通气块302并与之流体连通,并且经由相同的主配件380连接到第二囊340(2)并与之流体连通。第二囊340(2)也经由次级配件480连接到第三囊340(3)并与之流体连通。

[0154] 每个囊340(1)、340(2)、340(3)是由气体和湿气不可渗透的材料形成的封闭袋,该材料足够柔韧以允许囊340膨胀和收缩。此外,每个囊340(1)、340(2)、340(3)都具有足够的柔韧性以大体符合电池包1内相邻结构的形状,包括电池包壳体2的内表面、布置在电池包壳体2中的盒壳体22和其它辅助结构的外表面。

[0155] 在所示的实施例中,每个囊340(1)、340(2)、340(3)由具有金属膜层和聚合物层的层压片形成。在一个示例中,层压片可具有三层,包括金属膜外层、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)膜中间层和聚丙烯膜内层。在另一示例中,层压片可具有三层,包括PET膜外层、金属箔中间层和聚丙烯膜内层。

[0156] 囊340的数量和每个囊340的尺寸取决于具体应用的要求。在所示的实施例中,囊340(1)、340(2)、340(3)均具有独特的形状和尺寸,并且其形状和尺寸适合于容纳盒20的电池包1内的可用空间。盒20布置在电池包容器4内的单层中,并分成两组。两组盒20被间隙9(图2、图36)分隔开,该间隙接收热管理系统的流体输送管线和返回管线682、692以及其它辅助结构和装置(未示出)。囊340(1)、340(2)、340(3)围绕盒20布置在电池包壳体2中,如下文详细讨论的。

[0157] 第一囊340(1)比第二囊和第三囊340(2)、340(3)大,并且布置在盒20和盖子6之间。可以例如通过将层叠的第一片材341与层叠的第二片材342层叠并且沿着密封线348(1)

密封第一片材和第二片材341、342的外周以形成封闭的第一内部空间358(1)来形成第一囊340(1)。外周缘356(1)可以例如通过加热被密封。第一囊340(1)具有足以覆盖8个盒20中的每一个的长度和宽度,并且具有非常扁的剖面。换句话说,第一囊340(1)的高度 h_1 相对于其长度 l_1 和/或宽度 w_1 非常小,其中,每个囊340的高度 h 平行于电池包壳体2的高度 h_p 。例如,当第一囊340(1)未充气时,第一囊340(1)的高度 h_1 可以对应于约是用于形成第一囊340(1)的材料的两个片材341、342的厚度。

[0158] 第一囊340(1)包括第一开口351,其在与第一囊340(1)的密封线348(1)间隔开的位置处形成在第一片材341中。第一开口351的形状和尺寸设计为通过其接收主配件380的第一部分440,并且第一片材341在第一开口351处与主配件380的第一部分440密封。

[0159] 第一囊340(1)包括第二开口352,其在与第一囊340(1)的密封线348(1)间隔开的位置处形成在第二片材342中。第二开口352在平行于高度 h_i 的方向与第一开口351对正。此外,第二开口352的形状和尺寸设计为通过其接收主配件380的第二部分442,并且第二片材342在第二开口352处与主配件380的第二部分442密封。

[0160] 此外,第一囊340(1)在与囊的外周缘356间隔开的位置处包括一对密封的通孔358。通孔358允许电池包1的辅助构件穿过第一囊340(1)。例如,在所示的实施例中,通孔358允许填充管穿过第一囊340(1)。在所示的实施例中,通孔358布置在在第一开口和第二开口351、352附近,使得一个通孔358布置在第一开口和第二开口351的每个相反侧。

[0161] 第二囊340(2)布置在两组盒20之间的间隙9中,并且相对于图1所示的电池包1的取向位于第一囊340(1)下方。与第一囊341(1)相比,囊340(2)具有不规则的形状、相对较高的剖面以及与其所在的间隙的宽度相对应的宽度。例如,可以通过将层叠的第三片材343与层叠的第四片材344层叠,并且沿着密封线348(2)密封第三片材和第四片材343、344的外周缘356(2)以形成封闭的第二内部空间358(2)来形成第二囊340(2)。外周缘356(2)可以例如通过加热被密封。第二囊340(2)包括在与第二囊340(2)的密封线348(2)间隔开的位置处形成在第三片材343中的第三开口353。第三开口353的形状和尺寸设计为通过其接收主配件380的第三部分446,并且第三片材343在第三开口353处与主配件380的第三部分446密封。

[0162] 此外,第二囊340(2)包括第四开口354,其在与第二囊340(2)的密封线348(2)间隔开的位置处形成在第三片材343中。第四开口354位于第二囊340(2)的相对于第三开口353的相对端。第四开口354的形状和尺寸设计为接收次级配件480的一端481,并且第三片材343在第四开口354处与次级配件480的一端密封。

[0163] 第三囊340(3)布置在两组盒20之间的间隙9中,并且在间隙9内与第二囊340(2)相邻(例如,首尾相连)。与囊340(2)相似,第三囊340(3)位于第囊340(1)下方。第三囊340(3)具有大致矩形形状,其宽度对应于其所在的间隙的宽度。第三囊340(3)的高度低于第二囊340(2)。例如,可以通过将层压的第五片材345与层压的第六片材346层叠,并且沿着密封线348(3)密封第五片材和第六片材345、346的外周缘356(3)以形成封闭的第三内部空间358(3)来形成第三囊340(3)。外周缘356(3)可以例如通过加热被密封。第三囊340(3)包括单个开口、例如在与第三囊340(3)的密封线348(3)间隔开的位置处形成在第五片材345中的第五开口355。第五开口355的形状和尺寸设计为接收次级配件480的相反端482,并且第五片材345在第五开口355处与次级配件480的相反端482密封。

[0164] 参考图61-64,通气块302与压力补偿装置330的内部空间358(1)、358(2)、358(3)

流体连通并且允许内部空间与电池包2周围的大气连通。通气块302为矩形结构,其布置在电池包盖子6的外表面上。通气块302包括面向盖子的端部304、与面向盖子的端部304相反的面向外的端部306,以及在面向盖子的端部304和面向外的端部304、306之间延伸的四个侧面308、310、312、314。通气块302包括在面向盖子的端部304处开口的纵向孔318。纵向孔318终止于通气块302内。纵向孔318带有螺纹,并且与合第一配件380的第一端381的对应螺纹接合,如下文进一步讨论的。

[0165] 通气块302包括垂直于纵向孔318并且与纵向孔318相交的第一横向孔322。第一横向孔322在通气块302的相反的第一侧和第三侧308、312开口。通气块第一侧308的第一横向孔322的开口324由单向阀336关闭。关闭时,单向阀336是空气和液体不可渗透的。单向阀336在预定压力下打开,允许流体(例如,空气)从压力管理系统300释放。在一个示例中,单向阀可以是伞形阀。通气块第三侧312的第一横向孔322的开口326被流体不可渗透的第一塞子333封闭。

[0166] 通气块302包括与纵向孔318和第一横向孔322垂直并相交的第二横向孔328。第二横向孔328在通气块302的相反的第二侧和第四侧310、314开口。通气块第二侧310的第二横向孔328的开口332由透气膜338封闭。透气膜338允许空气通过,但防止液体通过。在一个示例中,透气膜338可以是聚四氟乙烯(PTFE)膜。通气块第四侧314的第二横向孔328的开口334由流体不可渗透的第二塞335封闭。

[0167] 纵向孔318和第一横向孔和第二横向孔322、328一起在通气块302内限定了内部空间316。

[0168] 具有大致杯状的帽339覆盖通气块的面向外的端部306和侧面308、310、312、314。帽339经由紧固件固定到通气块的面向外的端部306。帽339与通气块的侧面308、310、312、314间隔开以确保良好的通气,同时保护单向阀336和透气膜338免受碎屑和/或损坏。

[0169] 参考图65和图66,主配件380提供通气块302的内部空间316和由第一囊340(1)限定的第一内部空间358(1)之间的流体连通。此外,主配件380在提供第一内部空间358(1)和由第二囊340(2)限定的第二内部空间358(2)之间的流体连通。次级配件480提供第二内部空间358(2)和由第三囊340(3)限定的第三内部空间358(3)之间的流体连通。现在将详细描述主配件和次级配件380、480。

[0170] 主配件380提供通气块的内部空间316、第一囊340(1)的内部空间358(1)和第二囊340(2)的内部空间358(2)之间的流体连通。主配件380是条形管,其包括连接到通气块302的第一开口端381和与第一端381相反并布置在第二囊340(2)中的第二开口端382。主配件第一端381具有外螺纹,该外螺纹与通气块的纵向孔318的对应螺纹接合。主配件380包括在第一端和第二端381、382之间延伸的侧壁387。侧壁387的内表面提供纵向流体通道388。纵向流体通道388在主配件380的第一端和第二端381之间延伸,因此提供通气块302的内部空间316和第二内部空间358(2)之间的流体连通。主配件380包括垂直于纵向流体通道388且与纵向流体通道388相交并且在侧壁387的相对侧于第一侧壁开口452(1)处开口的第一横向流体通道400。此外,主配件380包括垂直于纵向流体通道388和第一横向流体通道400的第二横向流体通道450。第二横向流体通道450与纵向流体通道388和第一横向流体通道400相交,并在侧壁387的相对侧于第二侧壁开口452(2)处开口。在使用中,主配件380延伸穿过第一囊340(1),其中,第一和第二侧壁开口452(1)、452(2)布置在第一内部空间358(1)中。

第一和第二横向流体通道400、450提供通气块302的内部空间316和第一内部空间358(1)之间的流体连通。

[0171] 主配件380包括第一部分440,第一部分440布置在第一和第二侧壁开口452(1)、452(2)与主配件380的第一端381之间。第一部分440对应于主配件380流体密封到囊的第一开口351的位置。第一部分440包括布置在第一内部空间358(1)中并面向第一片材341的内表面的第一凸缘402,以及突出穿过第一开口351的第一螺纹部分403(螺纹未示出)。此外,第一部分440包括第一密封组件404,其以不透流体的密封将第一片材341固定到第一凸缘402。第一密封组件404包括弹性平垫圈形垫片406、平垫圈408和螺母410。垫片406布置在第一片材341和第一凸缘402之间。螺母410接合第一螺纹部分403并且将平垫圈408相对第一片材341的面向外的表面固定,由此第一片材341和垫片406被夹在第一凸缘402和螺母410之间。

[0172] 第一部分440具有比主配件的第一端381的直径更大的直径,由此在两个直径之间的过渡处设置肩部384。在使用中,主配件380布置在电池包壳体2中,第一端381通过电池包壳体盖子6中的开口突出。第一端381被接收在通气块的纵向孔318内并接合通气块的纵向孔的螺纹使得肩部384经由介入垫片接合盖子6的内表面。因此,主配件380和通气块302协作以将主配件380和通气块302固定到电池包壳体2。

[0173] 此外,主配件380包括布置在第一侧壁开口和第二侧壁开口452(1)、452(2)和主配件380的第二端382之间的第二部分442。第二部分442对应于主配件380流体密封到囊的第二开口352的位置。第二部分442包括布置在第一内部空间358(1)中并面向第二片材342的内表面的第二凸缘412,以及突出穿过第二开口352的第二螺纹部分413(螺纹未示出)。此外,第二部分442包括以不透流体的密封将第二片材342固定到第二凸缘412的第二密封组件414。第二密封组件414基本上类似于第一密封组件404,并且相同的元件用相同的附图标记表示。在第二密封组件414中,垫片406布置在第二片材342和第二凸缘412之间。此外,螺母410接合第二螺纹部分413并将平垫圈408相对在第二片材342的面向外的表面固定,由此第二片材342和垫片406被夹在第二凸缘402和螺母410之间。

[0174] 主配件包括布置在第二部分442和主配件的第二端382之间的第三部分466。第三部分466包括在第二部分442和主配件的第二端382之间延伸的柄部468,以及围绕柄部468的颈圈463。柄部468没有外螺纹,并且包括一对O形密封圈461、462(图61、图64)。每个密封圈461、462布置在环形凹槽467、469中以相对于柄部468的表面向外突出。密封圈461、462纵向间隔开。颈圈463具有内表面464,该内表面没有内螺纹并且通过滑动配合连接接合柄部468,在该滑动配合连接中密封圈461、462被压缩。这样,颈圈463和柄部468之间的连接也是流体不可渗透的。颈圈463具有带螺纹的外表面(螺纹未示出)。此外,颈圈463具有覆盖主配件的第二端382的远端465。颈圈的远端465包括第三凸缘422。第三凸缘422布置在第二内部空间358(2)中并面向第三片材343的内表面,并且颈圈463的螺纹部分突出穿过第三开口353(例如,在第二囊340(2)的近端处的开口)。此外,第三部分466包括第三密封组件424,其以不透流体的密封将第三片材343固定到第三凸缘422。第三密封组件424基本上类似于第一密封组件404,并且相同的元件用相同的附图标记表示。在第三密封组件424中,垫片406布置在第三片材343和第三凸缘422之间。此外,螺母410接合颈圈463的螺纹外表面并将平垫圈408相对第三片材343的面向外的表面固定,由此第三片材343和垫片406被夹在第三凸

缘422和螺母410之间。在这种构造中,主配件的第二端382布置在第二囊340的内部空间382中(2),由此第二囊340(2)的内部空间382经由纵向流体通道388与通气块302流体连通。

[0175] 参考图55、图56和图60,次级配件480包括在第四开口354和第五开口355之间延伸的柔性管,其中,第四开口354是第二囊340(2)的远端处的开口,第五开口355是在第三囊340(3)的近端处的开口。次级配件480的相反端部481、482中的每一个包括机械连接到配合扁形形状连接器的扁形形状连接器483,该配合扁形形状连接器设置在第四开口和第五开口354、355中的每一个中。连接器483、484机械接合并提供流体不可渗透的连接。

[0176] 如前所述,囊340(1)、340(2)、340(3)是柔性的,以便膨胀或收缩以适应由于电池包壳体2周围的压力和温度条件引起的流体体积变化。在膨胀或收缩时,囊340(1)、340(2)、340(3)相对于电池包壳体2的内表面、盒20和布置在电池包壳体2内的其它辅助构件移动。在一些实施例中,囊340(1)、340(2)、340(3)设置有流体可渗透的保护结构,当囊340(1)、340(2)、340(3)在电池包壳体2内膨胀和收缩,减少对囊的损坏。例如,电池包1可以包括布置在第一囊340(1)和盒20之间的保护网片830(图56)。在另一个示例中,电池包1可以包括包围囊340(1)、340(2)、340(3)中的一个或多个的支撑壳800(图60)。在所示的实施例中,支撑壳800用于保护第二囊和第三囊340(2)、340(3)。

[0177] 每个支撑壳800包括第一半壳801和可与第一半壳801分离的第二半壳802。在截面中,第一半壳801和第二半壳802中的每一个一般呈U型。第一半壳801和第二半壳802朝向彼此开口,并且第二半壳802的开口端803部分地布置在第一半壳801的开口端804内。这样,第一半壳801和第二半壳802协作形成分段的中空结构,其中,第一半壳801可相对于第二半壳802自由移动。也就是说,虽然第二半壳802部分地布置在第一半壳801中,第一半壳和第二半壳801、802只是松散地接合而不彼此固定。这样,支撑壳800是流体可渗透的以促进囊340(2)、340(3)完全暴露于充满电池包壳体2的工程流体。

[0178] 第一半壳和第二半壳801、802包括允许配件380、480从中穿过的开口或切口806。

[0179] 在所示的实施例中,压力补偿装置330是一组串联连接的囊340。然而,压力补偿装置330不限于一组串联连接的囊340。例如,在一些实施例中,压力补偿装置330可以是单个囊。所用囊的数量以及所用囊的形状和尺寸由具体应用的要求决定。此外,压力补偿装置330不限于是柔性的、可膨胀的囊340。在其它实施例中,囊340可以用一个或多个活塞或其它合适的装置代替。

[0180] 尽管以上将电池包1描述为被配置为向车辆动力传动系提供相对高电压的电力,但是电池包1不限于高电压应用。例如,可以在低电压应用中采用电池包1、例如通过减少电池模块的数量和/或模块内的电池的数量来应用。在另一示例中,电池包1可用于向除车辆之外的装置、例如环境控制装置等提供电力。

[0181] 尽管在此将正极218描述为与盖子部分205电连接,将负极220描述为与容器部分204电连接,应当理解,电池200可替代地配置为使得正极218电连接到容器部分204,而负极220电连接到盖子部分205。

[0182] 在上述电池模块40中,每个电池200的正极端子214通过第一电连接器160(1)连接到一个汇流条组件的 α 部分140,并且该电池200的负极端子216经由第二电连接器160(2)连接到另一汇流条组件的 α 部分140。在电池模块40中,电池200配置为使得电池的正极端子214对应于电池的盖子部分205,电池的负极端子216对应于电池的容器部分204。然而,应当

理解,电池200不限于此配置。例如,在一些实施例中,替代实施例的电池配置为使得电池的正极端子214对应于电池的容器部分204,电池的负极端子216对应于电池的盖子部分205。在包括替代实施例电池的电池模块中,第一电连接器和第二电连接器160(1)、160(2)可以配置为使得第一电连接器160(1)的载流能力大于第二电连接器160(2)的载流能力。

[0183] 尽管在上述实施例中电连接器160(1)、160(2)的载流能力是不对称的,但是电池模块40不限于这种配置。例如,在其它实施例中,第一电连接器160(1)的载流能力与第二电连接器160(2)的载流能力相同、例如电连接器160(1)、160(2)的载流能力是对称的。

[0184] 上面详细地描述了电池模块和集电器的选择性说明性实施例。应当理解,在此仅描述了为了阐明电池模块和集电器而被认为必要的结构。假设本领域技术人员已知和理解其它常规结构,以及电池模块和集电器的附属和辅助构件的结构。此外,虽然上面已经描述了电池模块和集电器的工作示例,但是电池模块和集电器不限于上述工作示例,而是可以在不脱离如在权利要求中所述的装置的情况下进行各种设计变更。

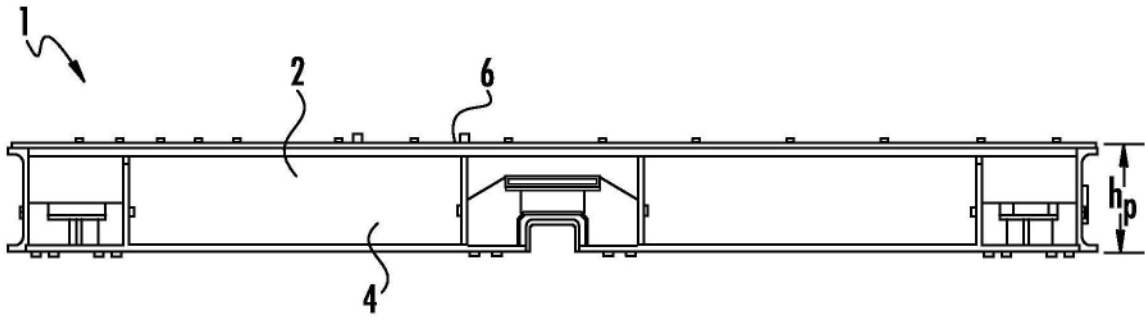


图1

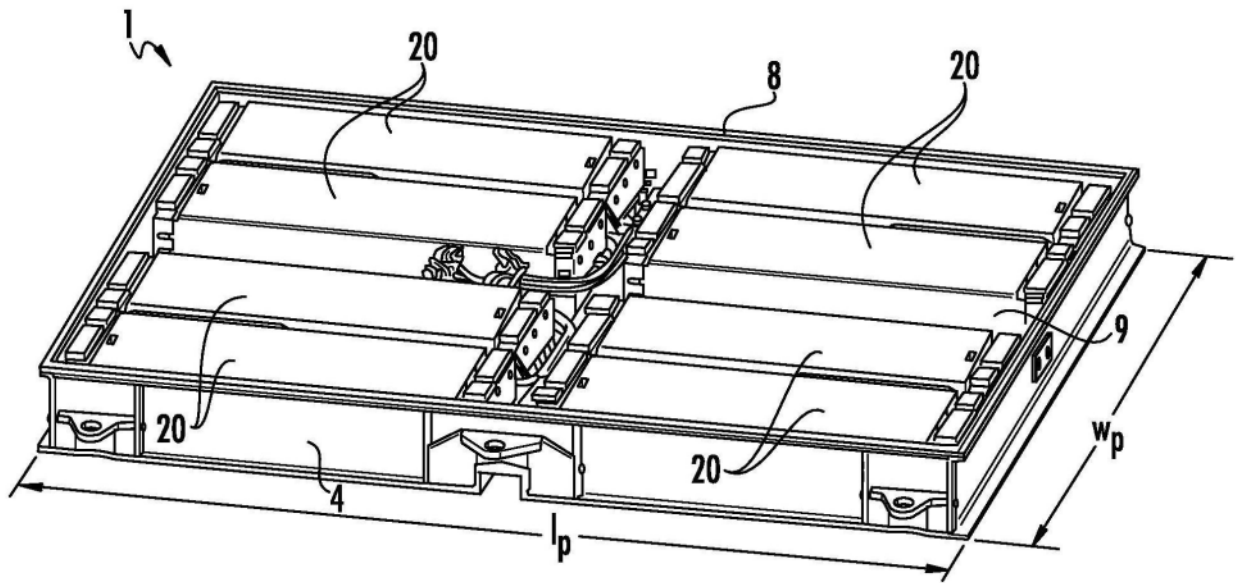


图2

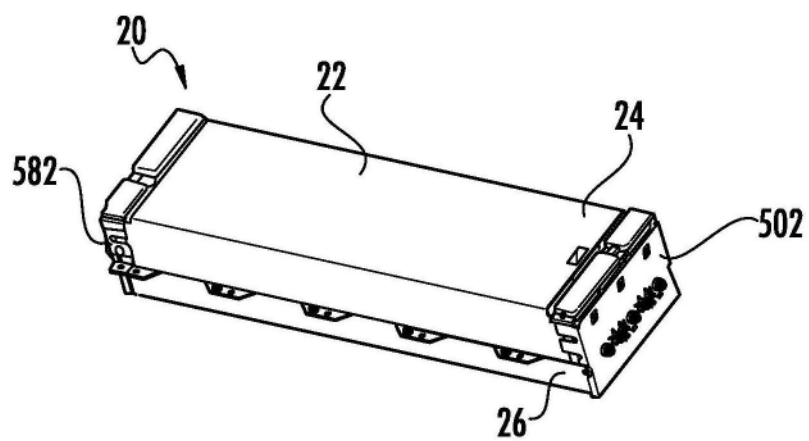


图3

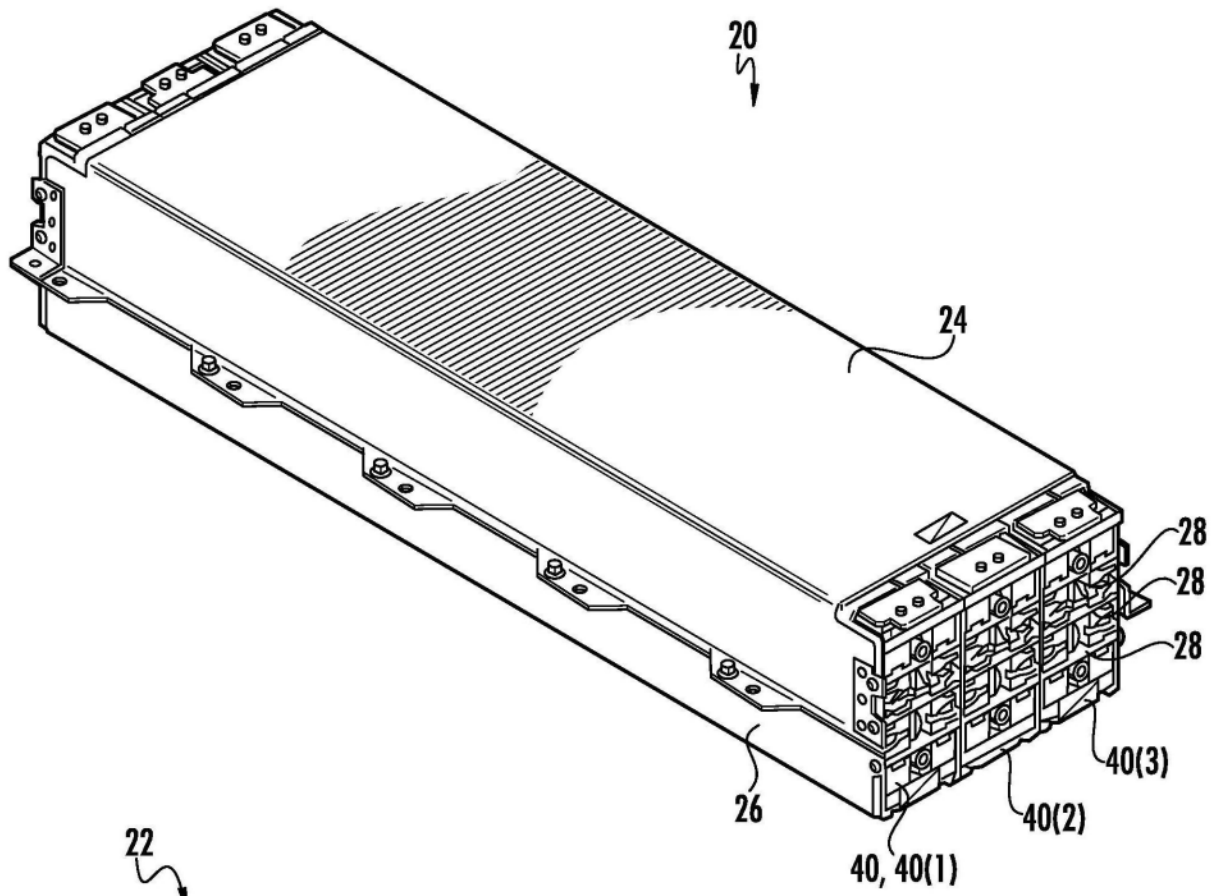


图4

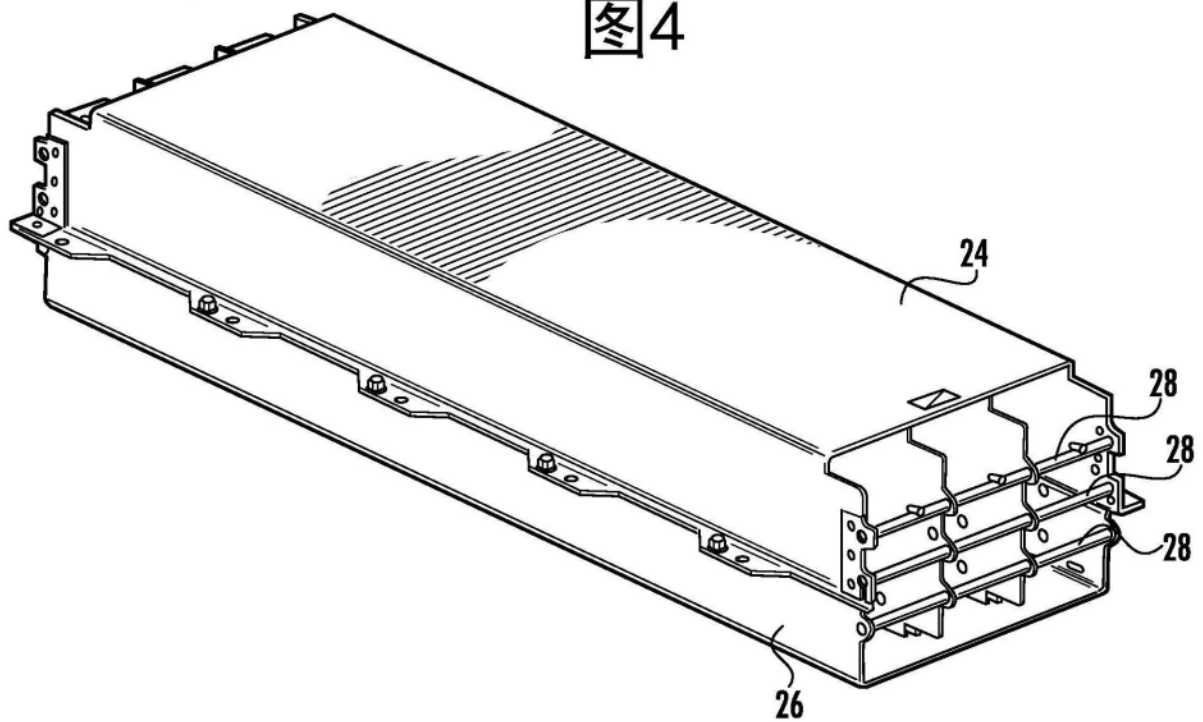


图5

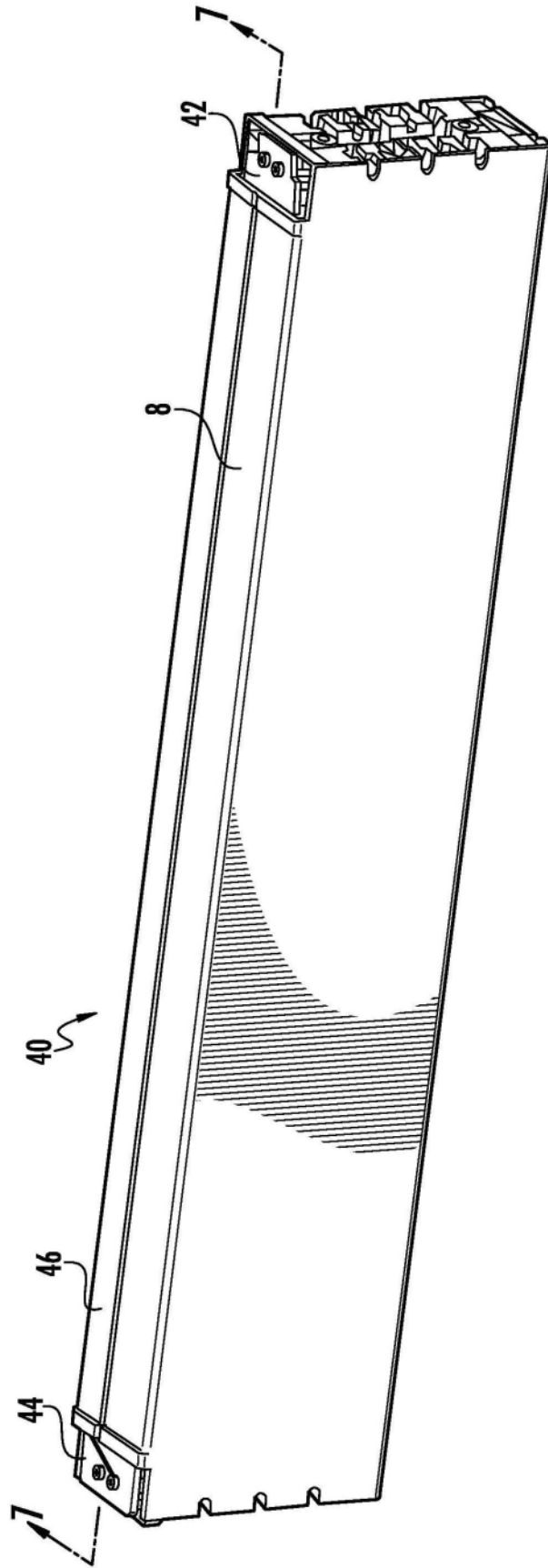


图6

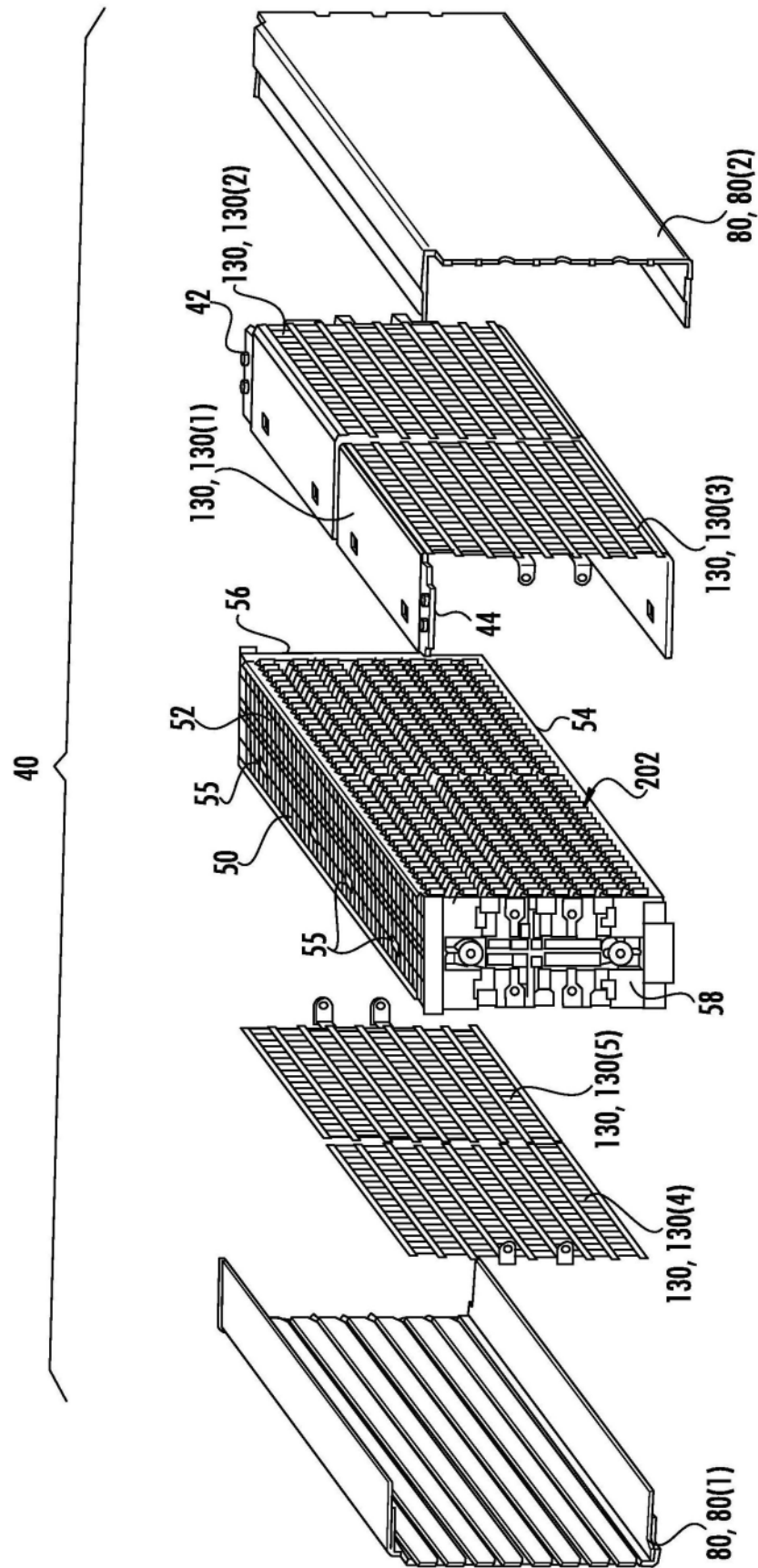


图8

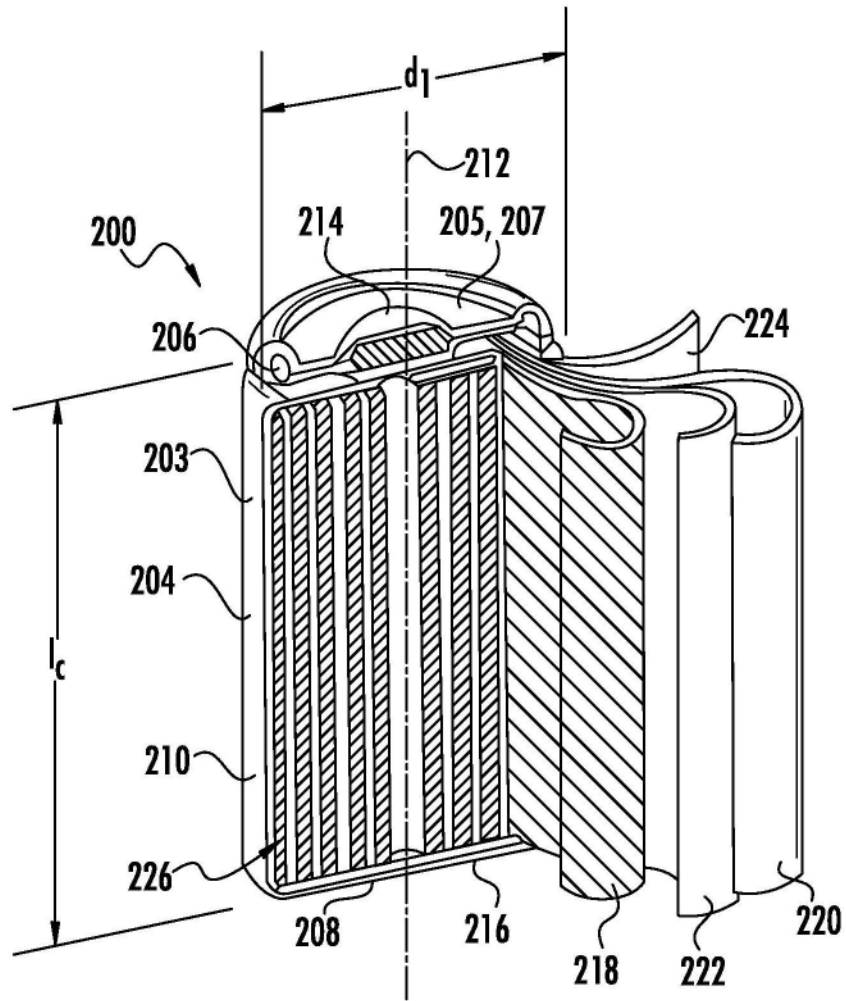


图9

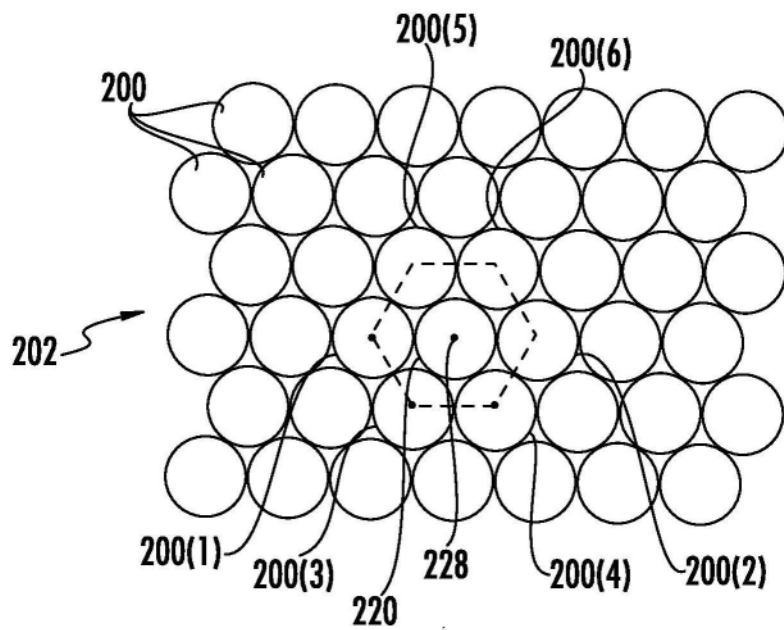


图10

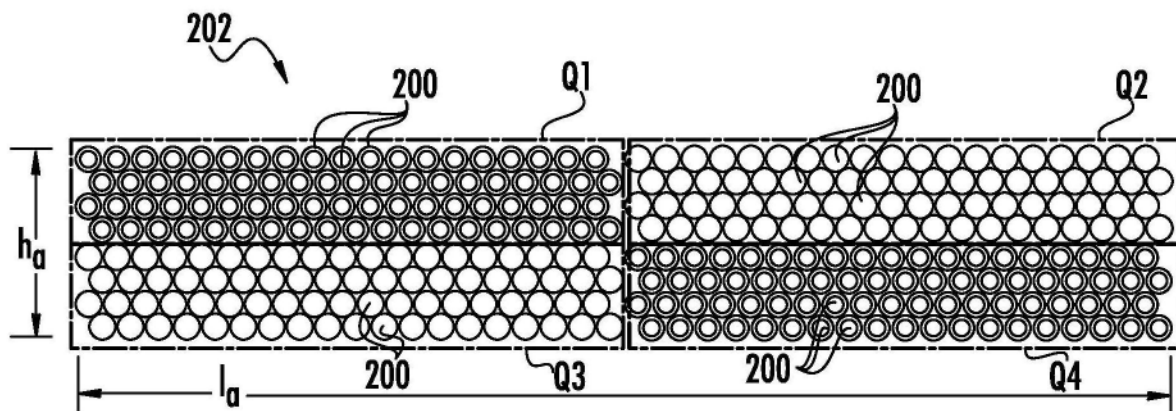


图11

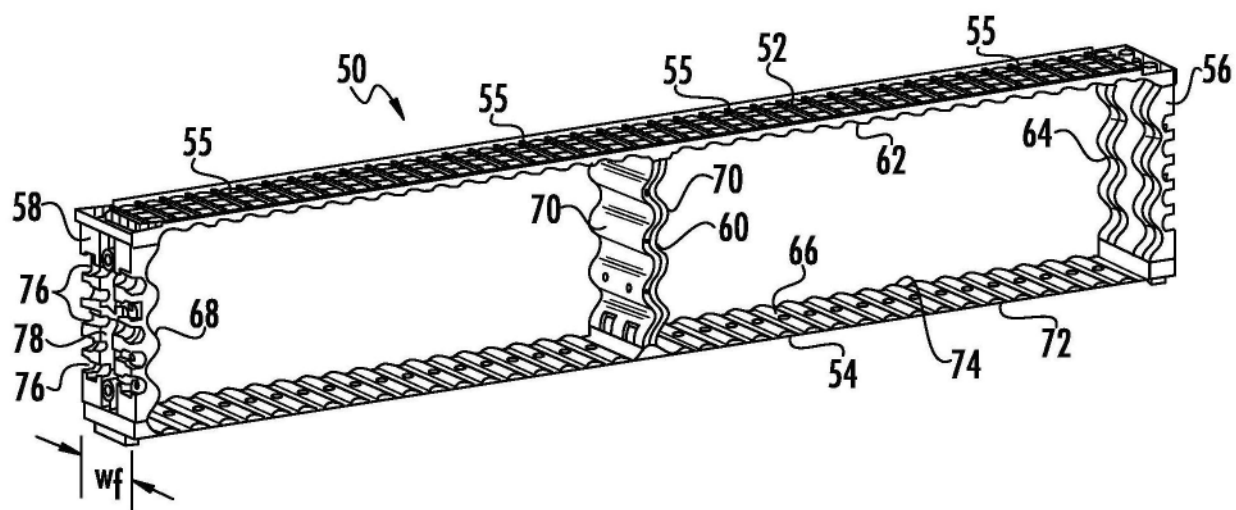


图12

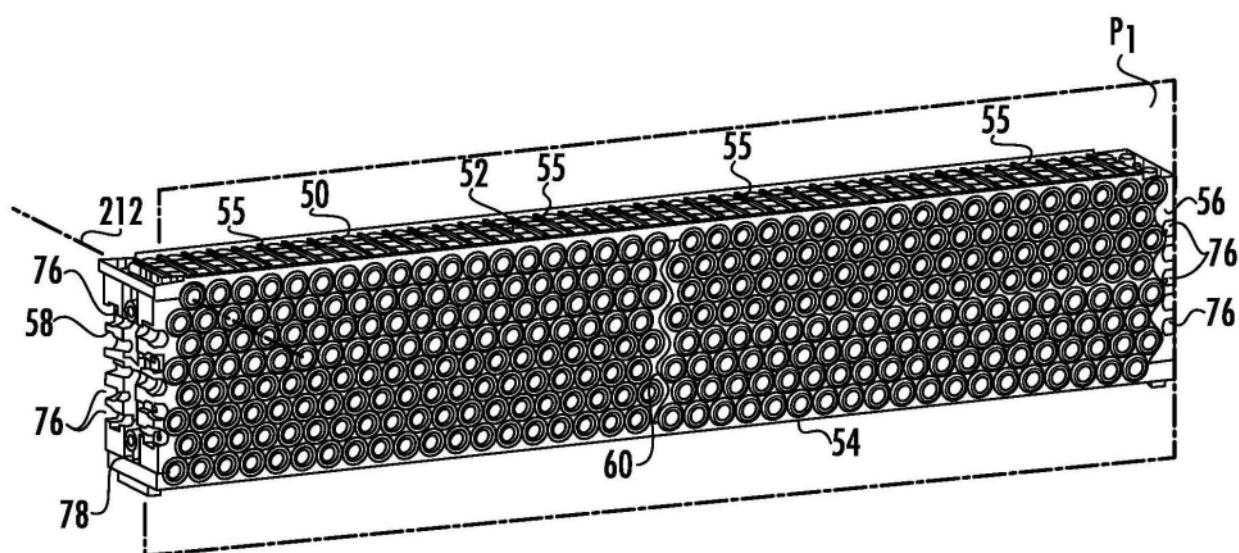


图13

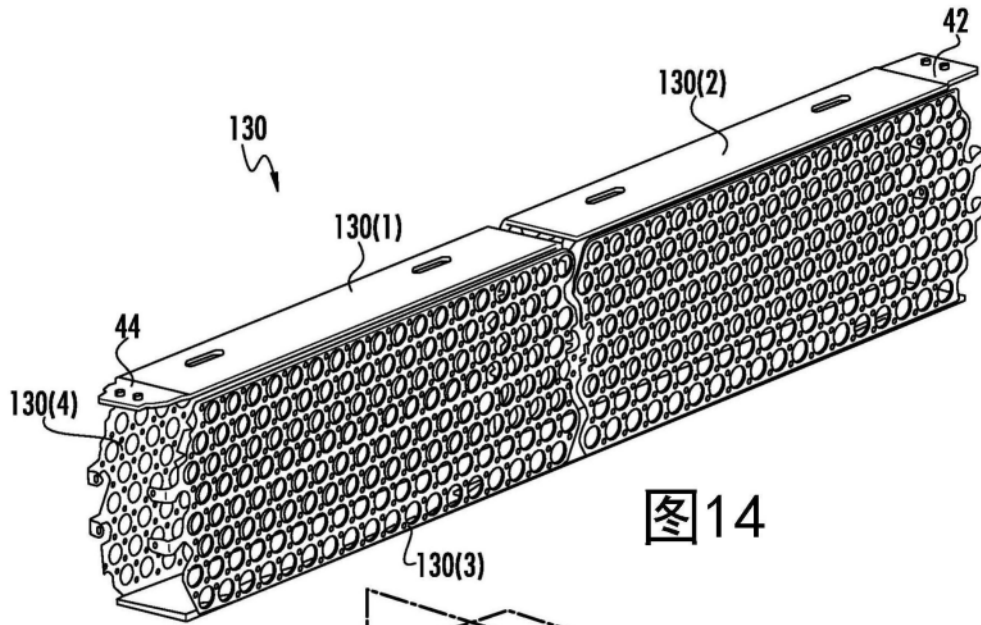


图14

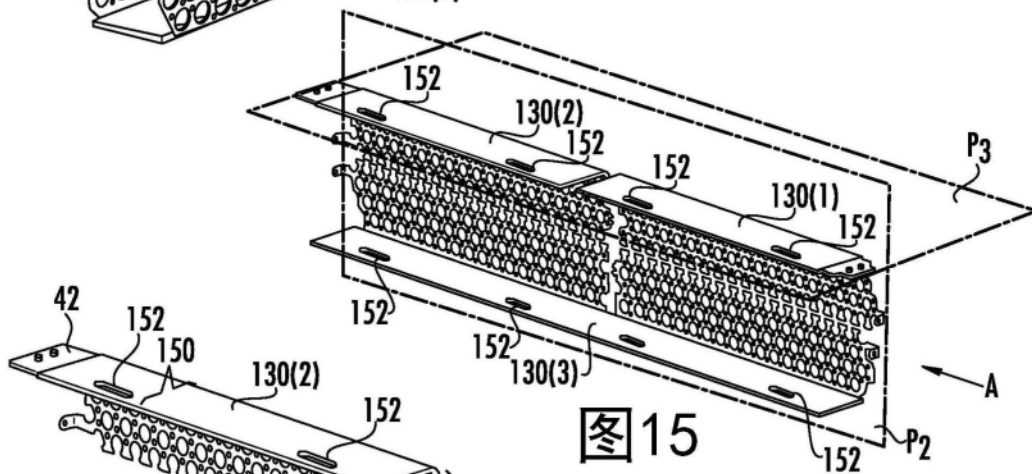


图15

图16

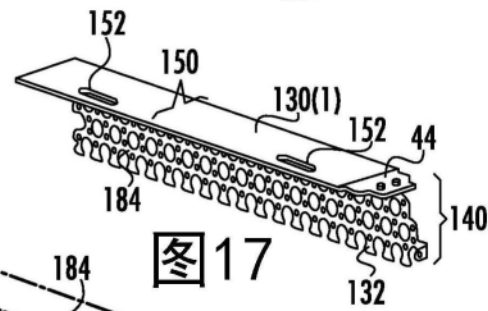
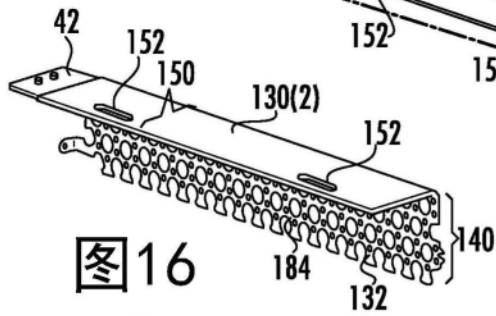


图17

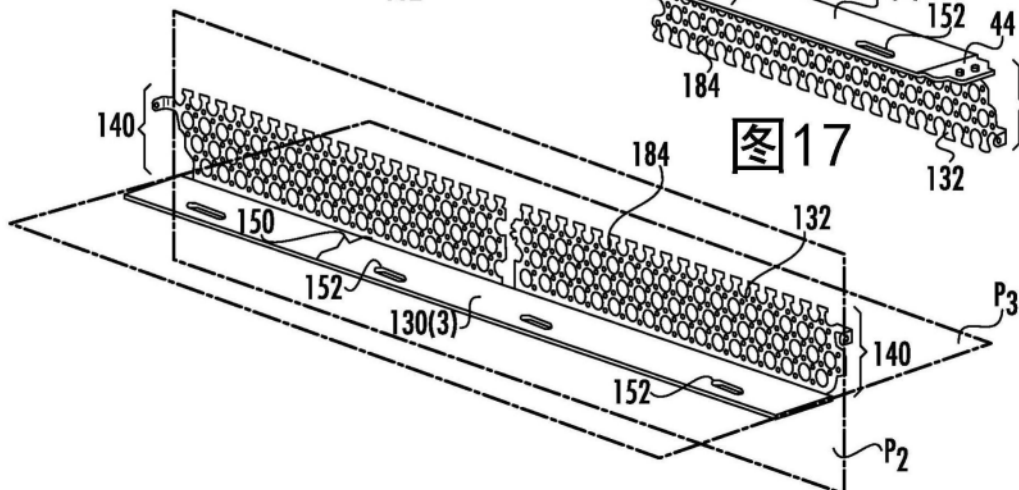


图18

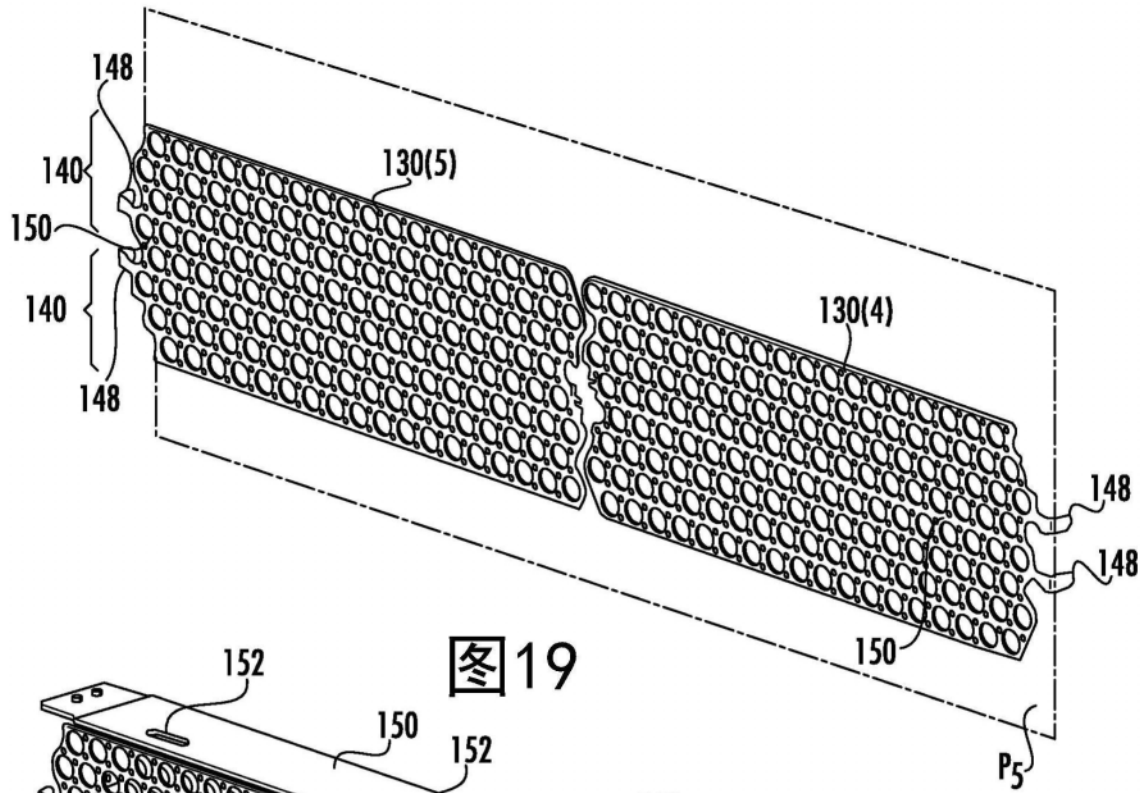


图19

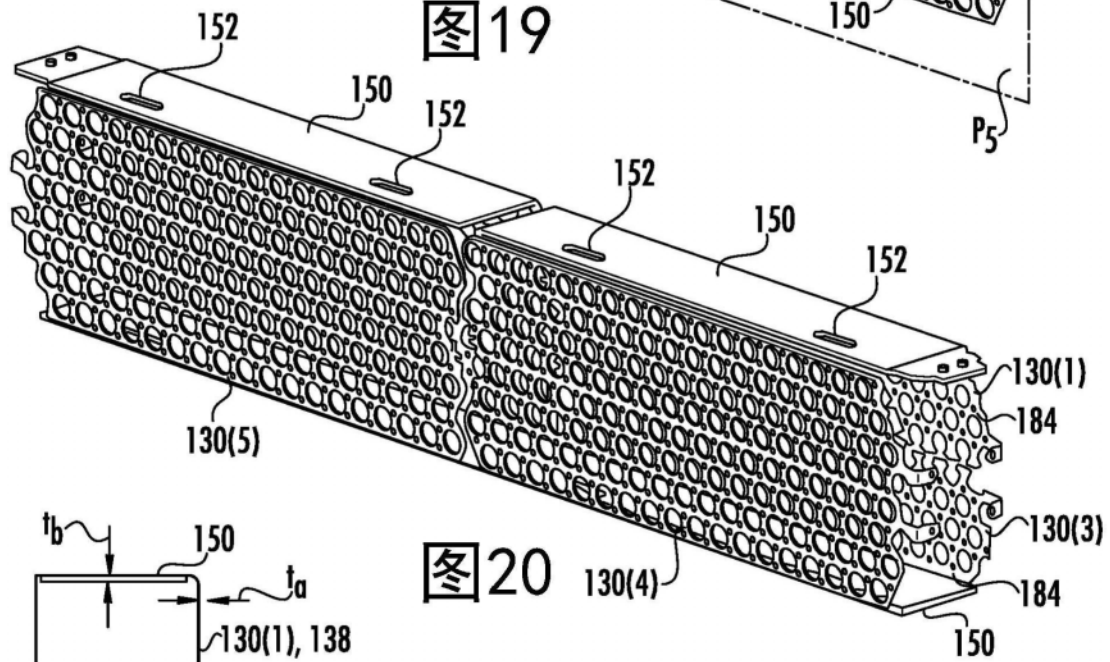


图20

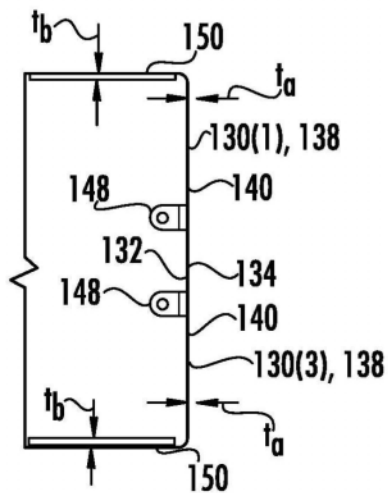


图21

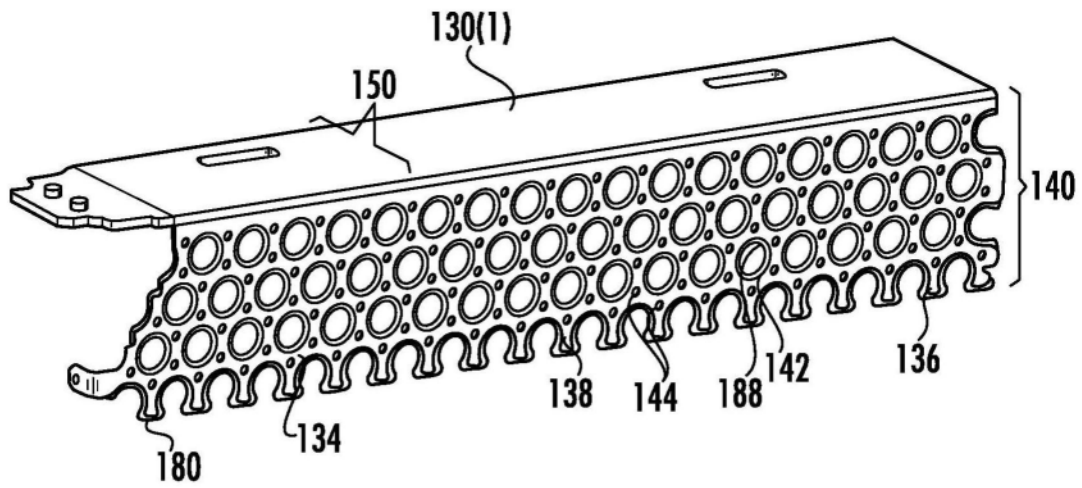


图22

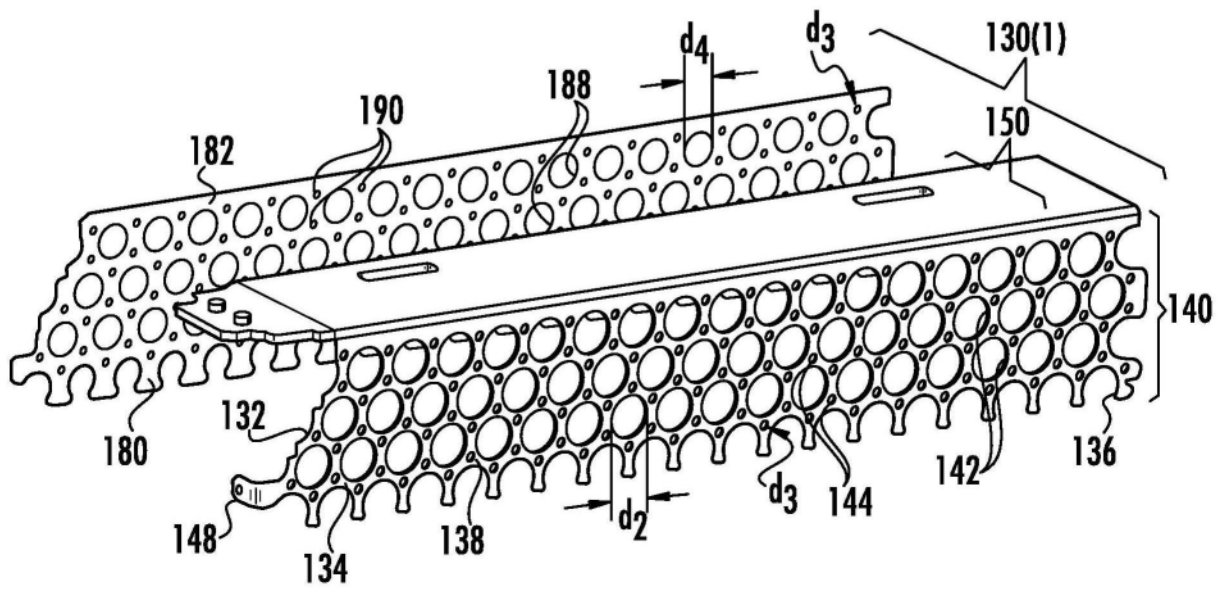


图23

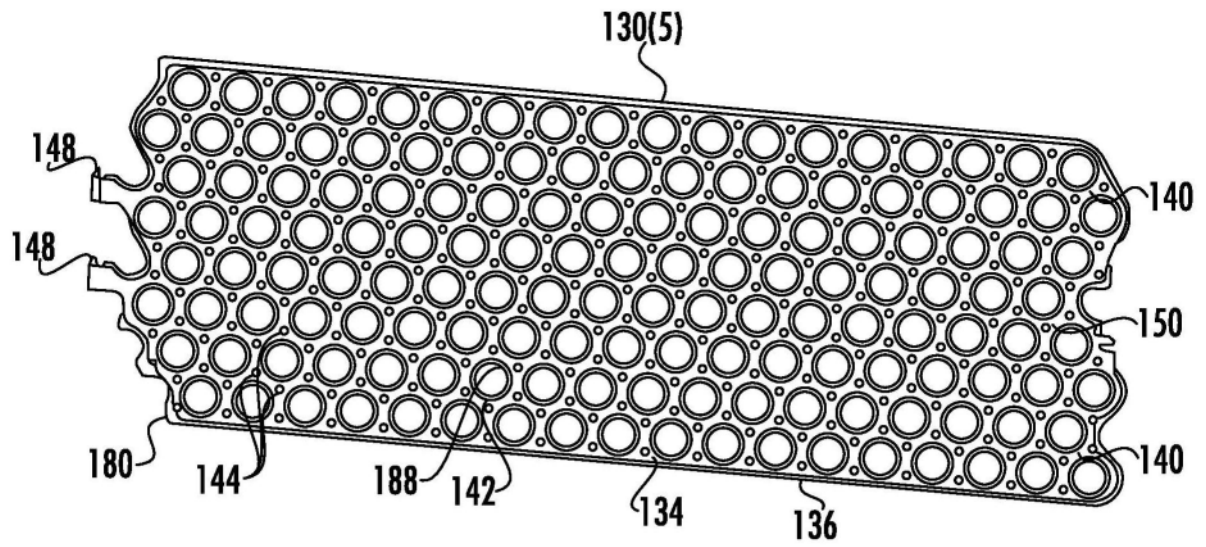


图24

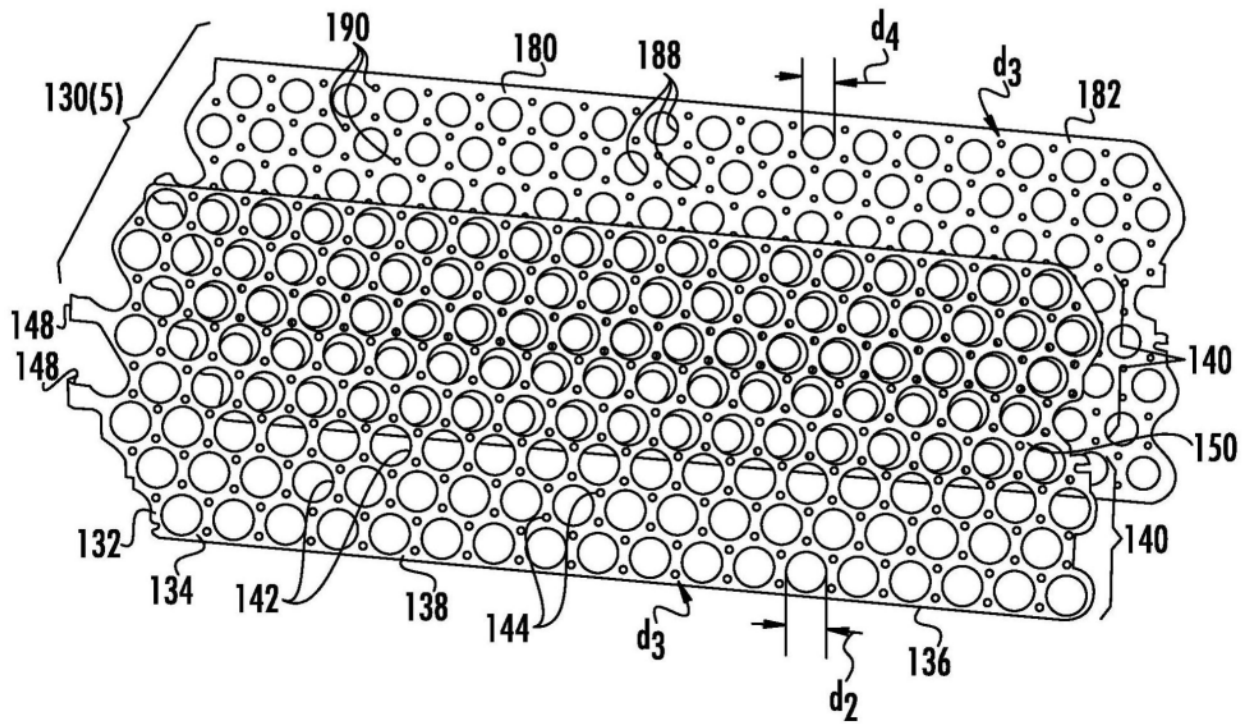


图25

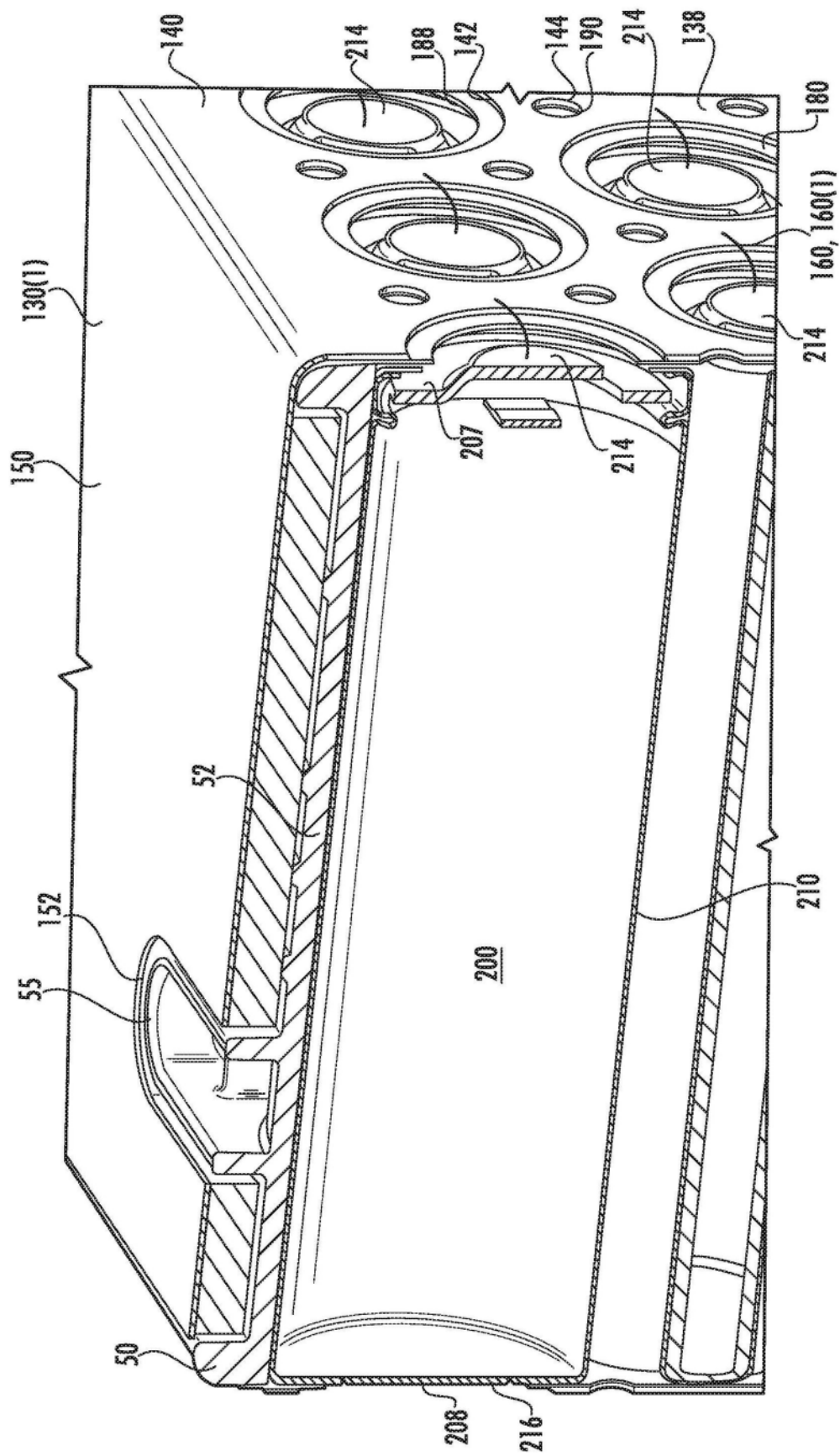


图26

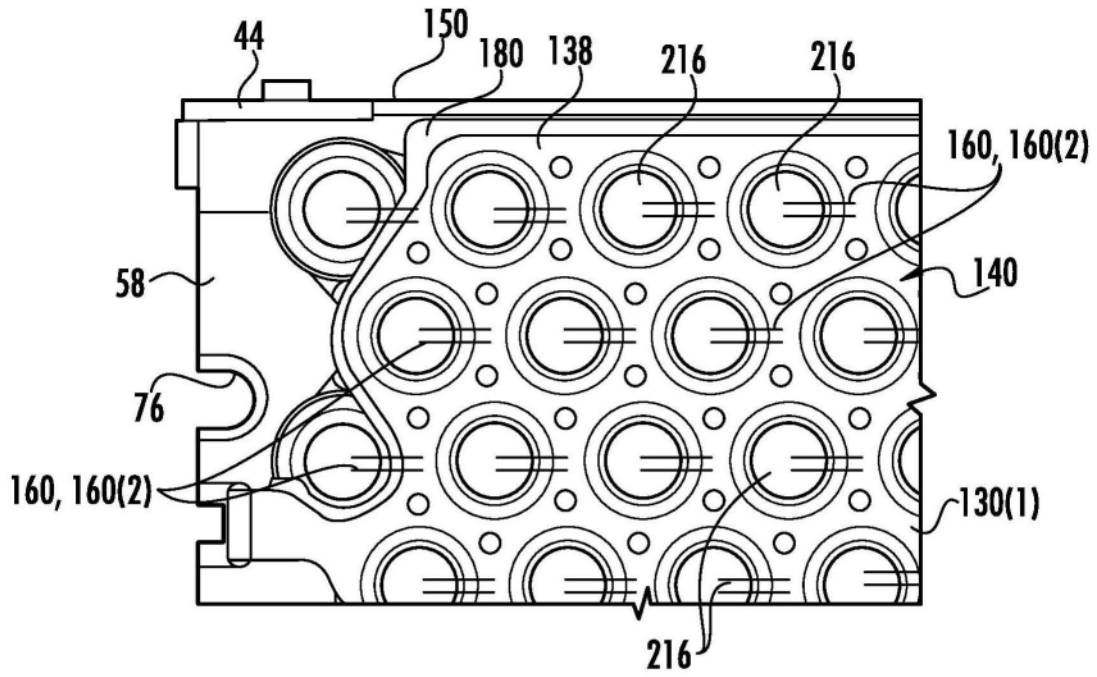


图27

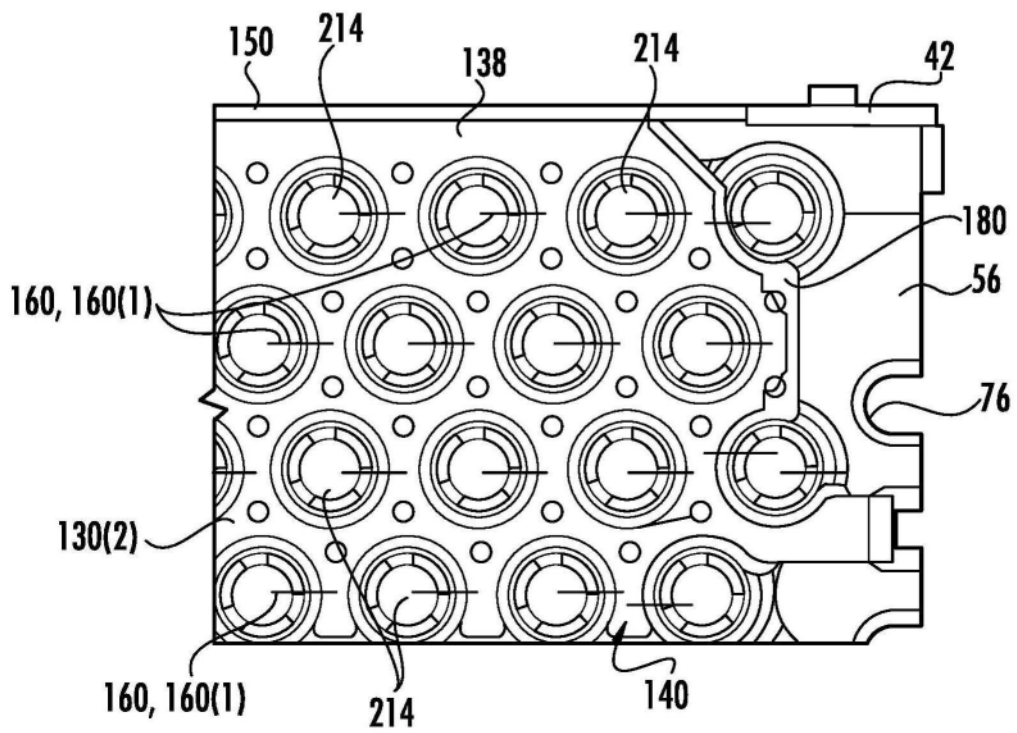


图28

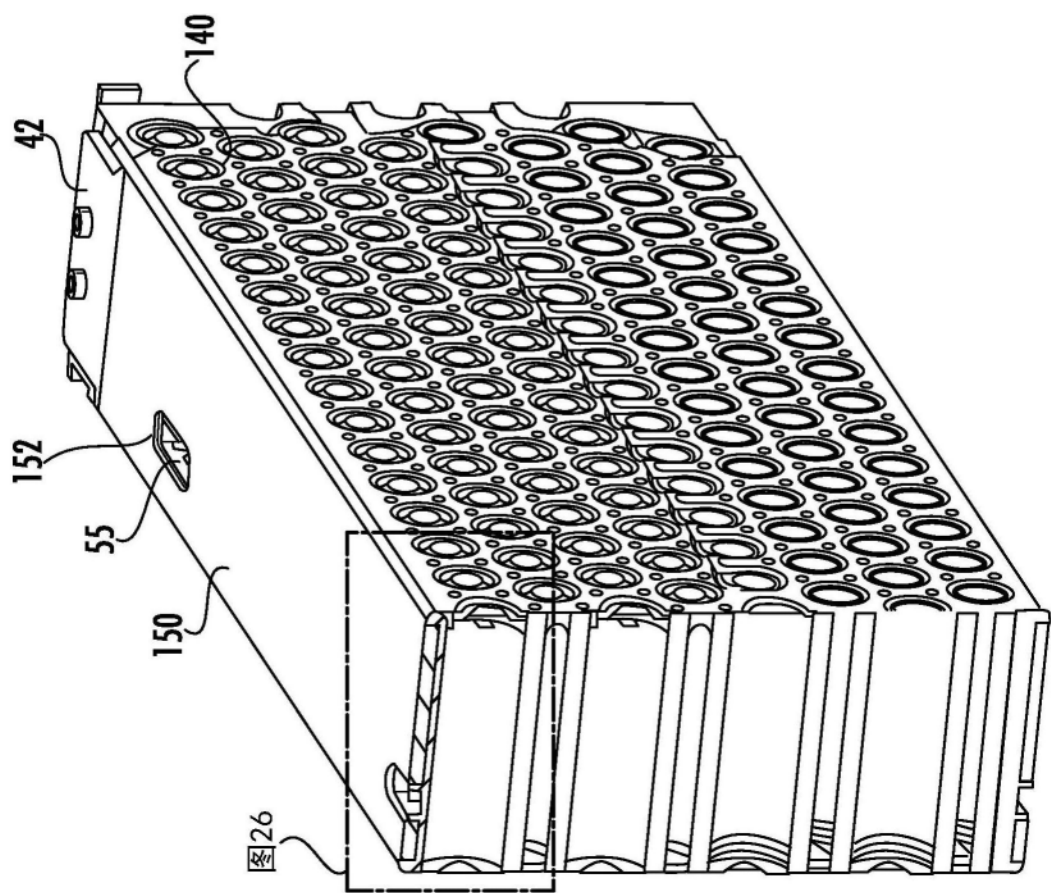


图29

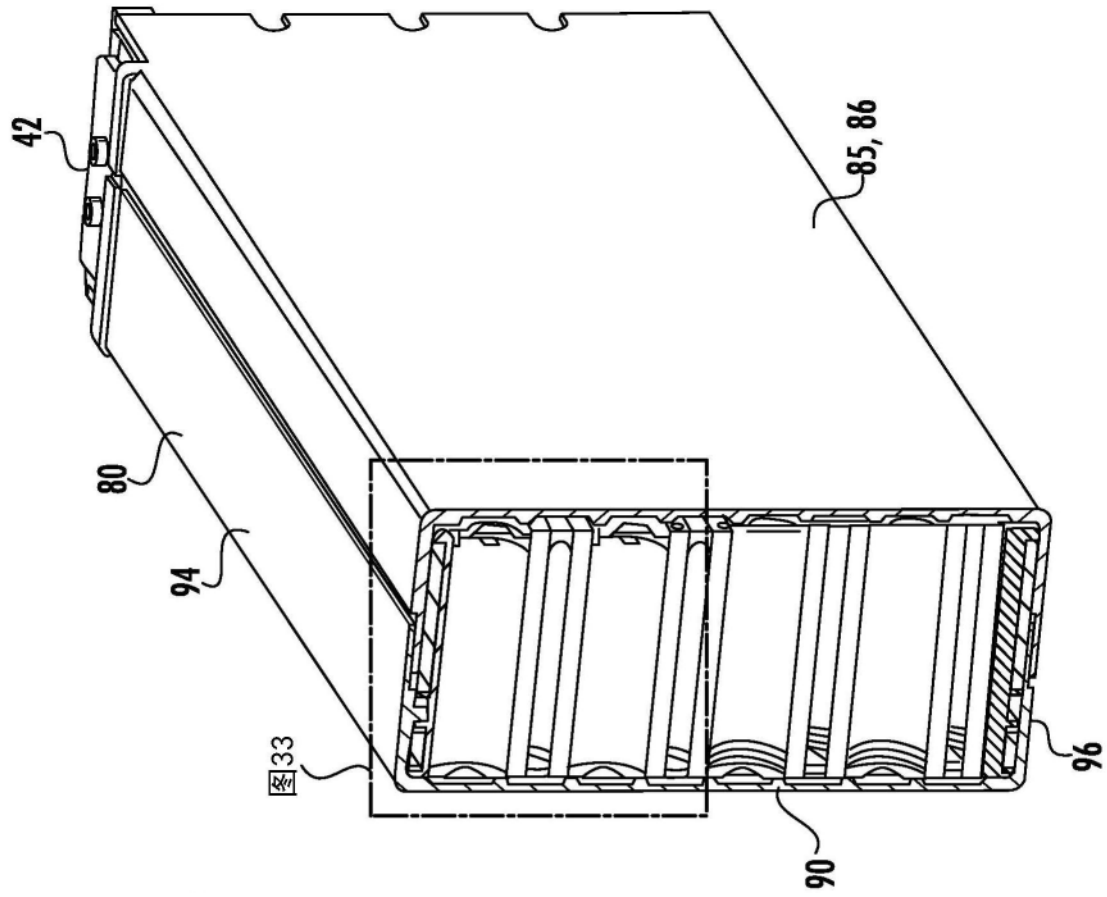


图30

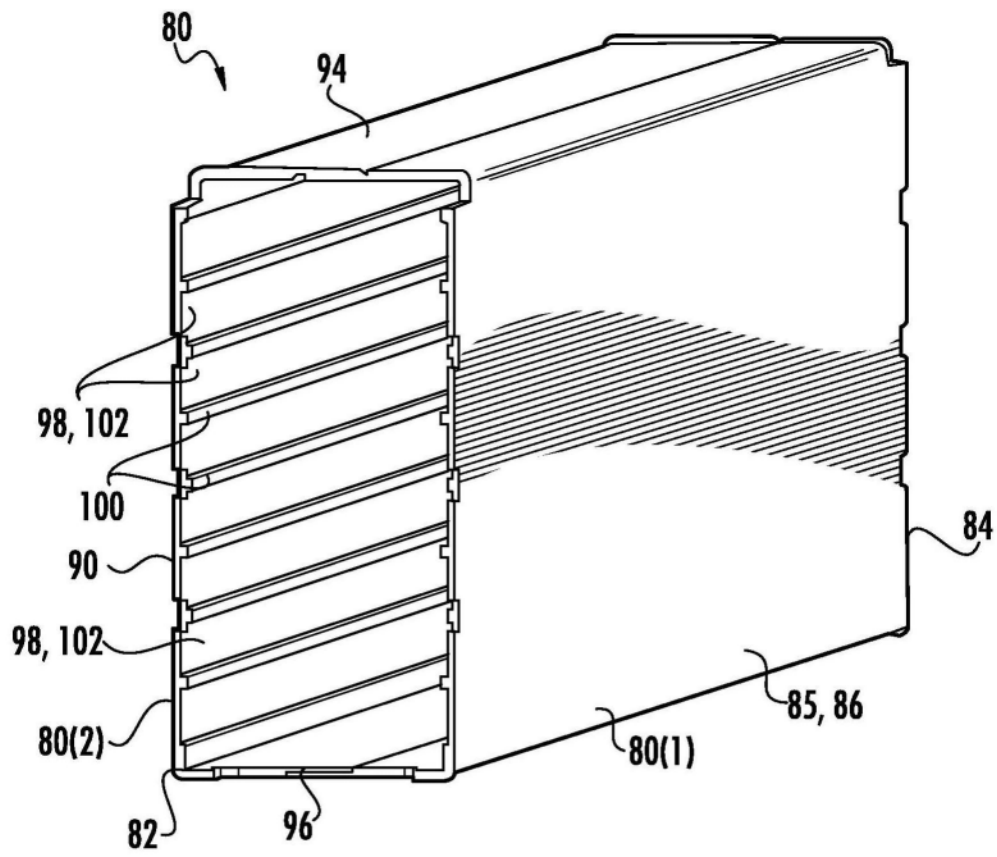


图31

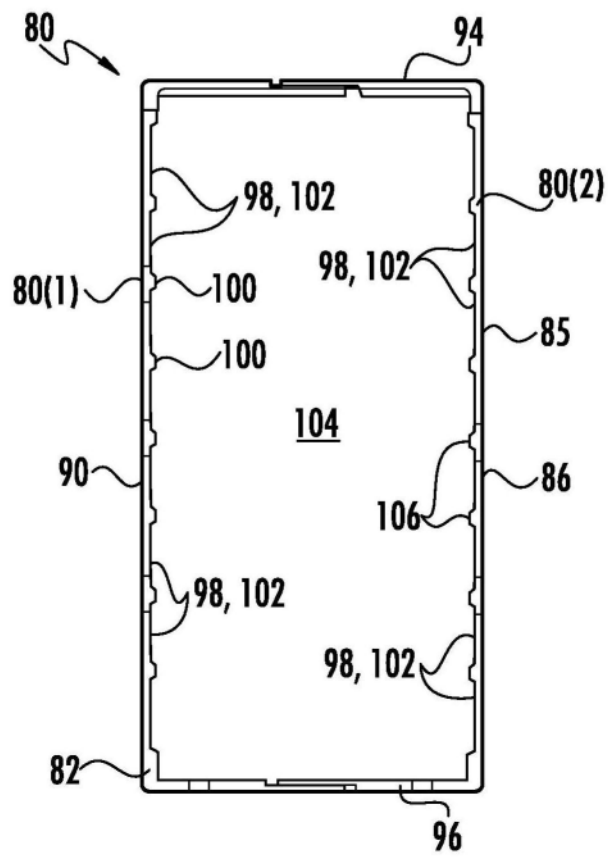


图32

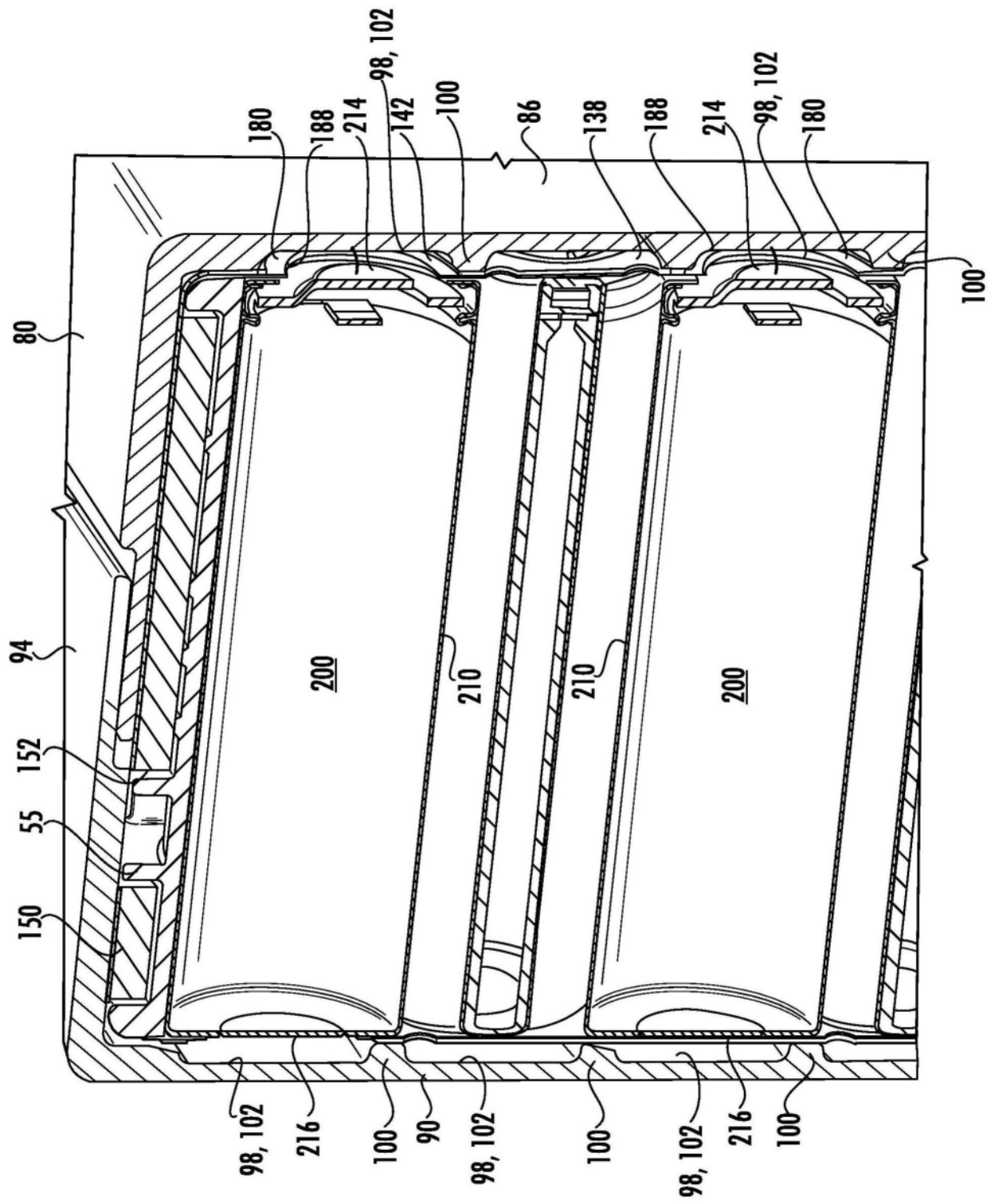


图33

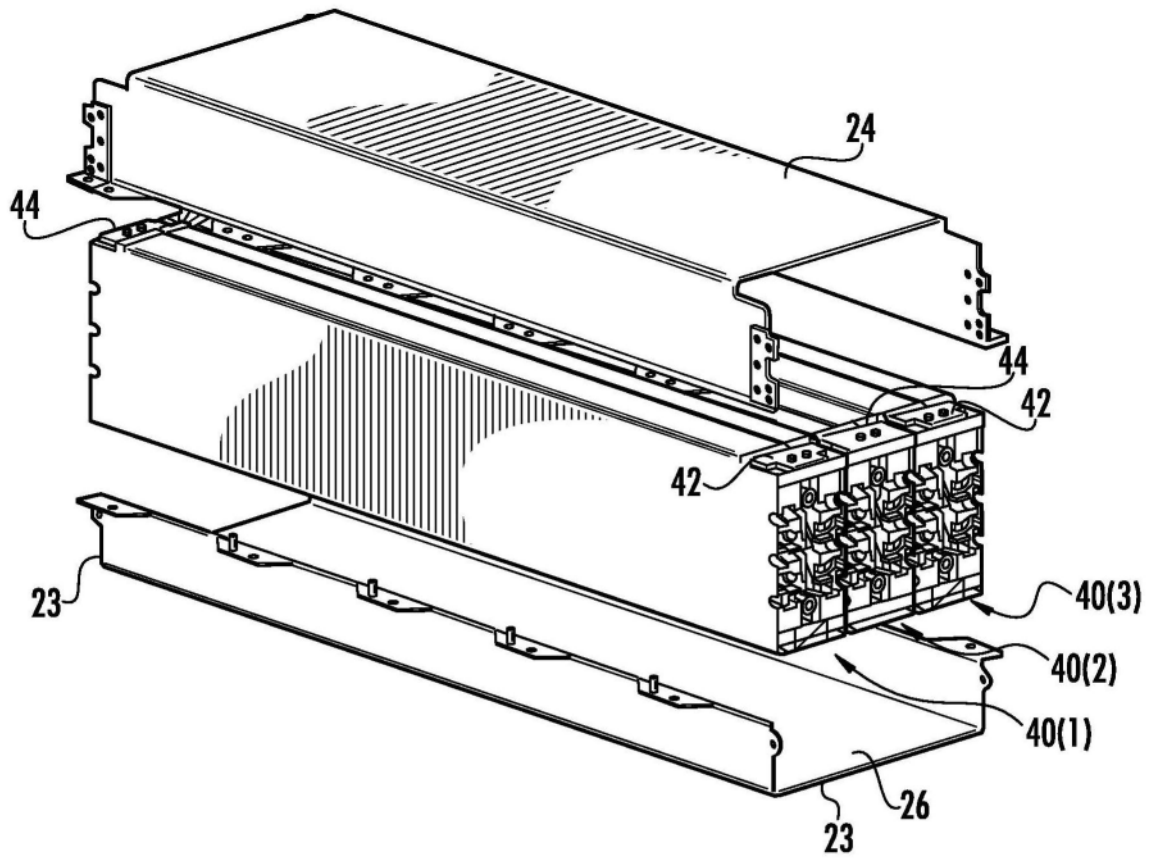


图34

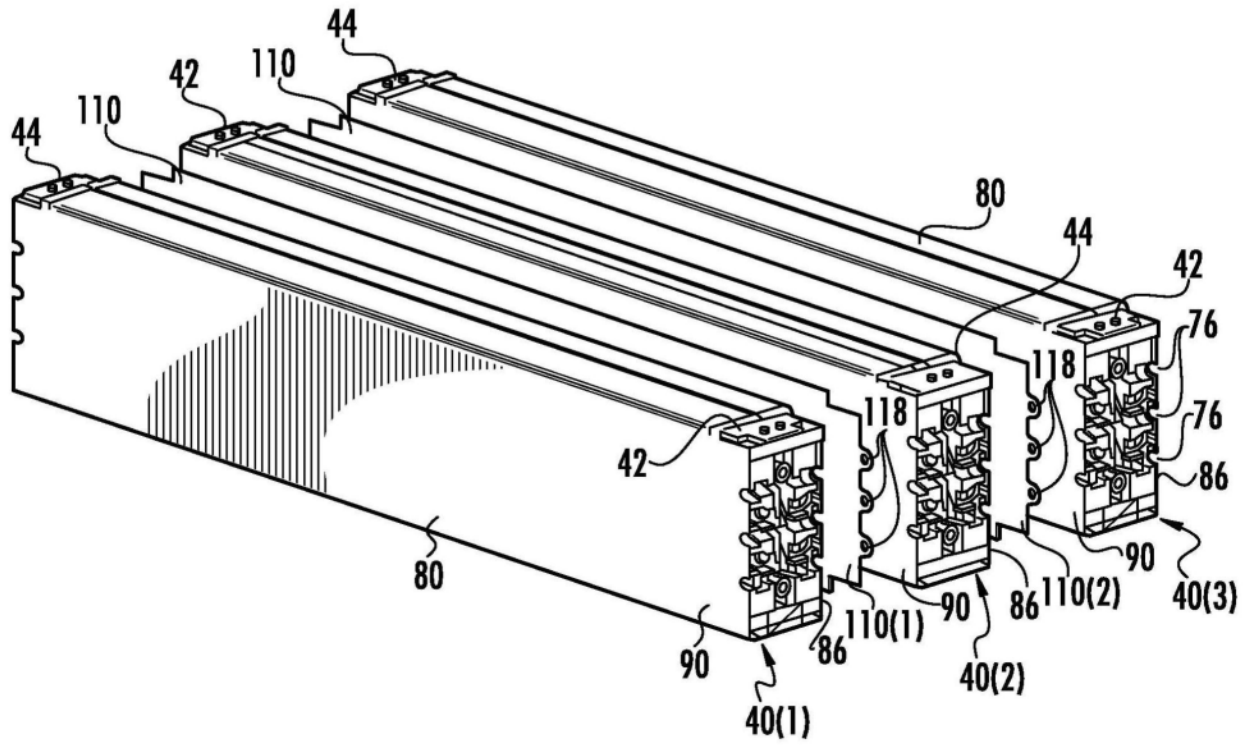


图35

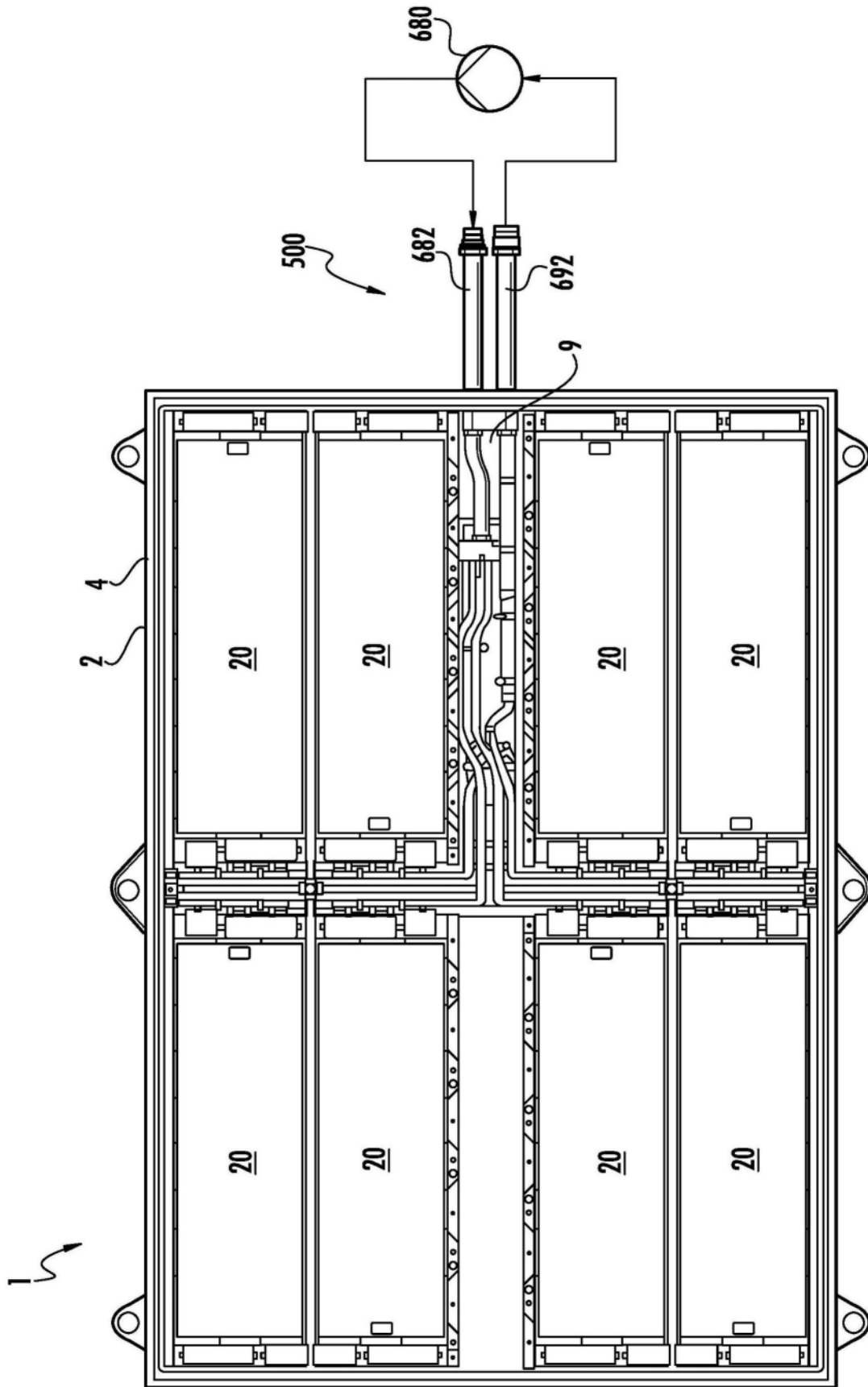


图36

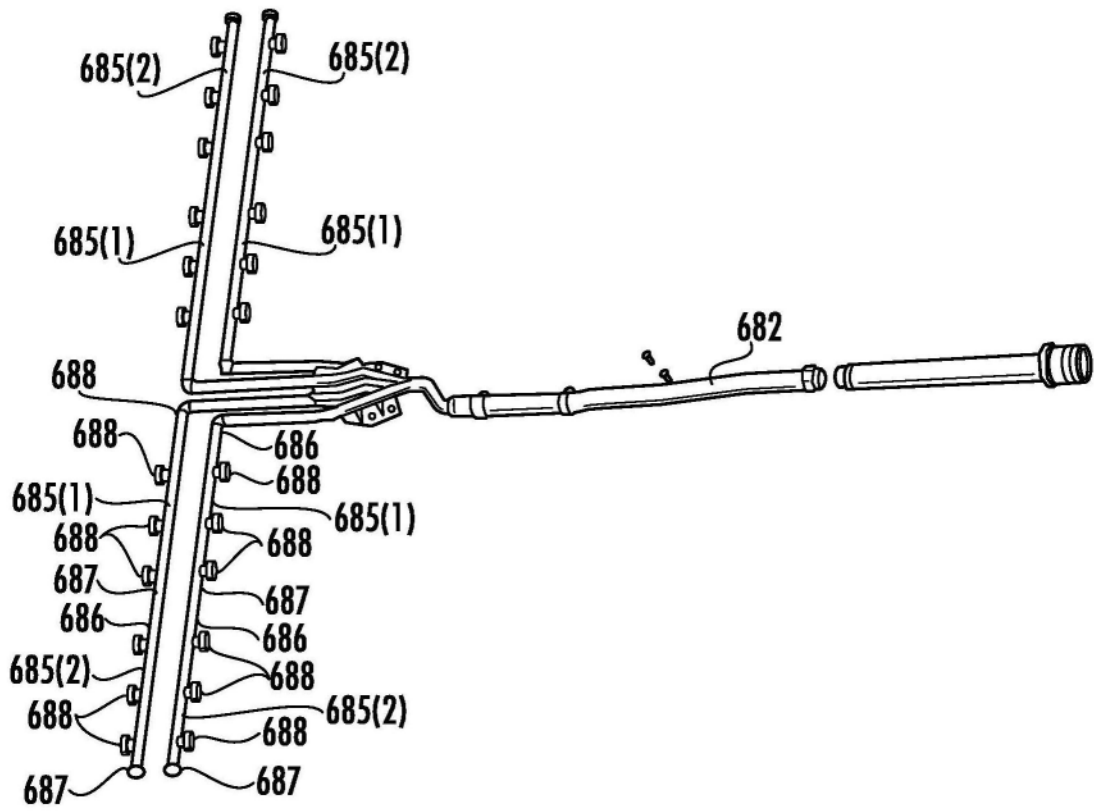


图37

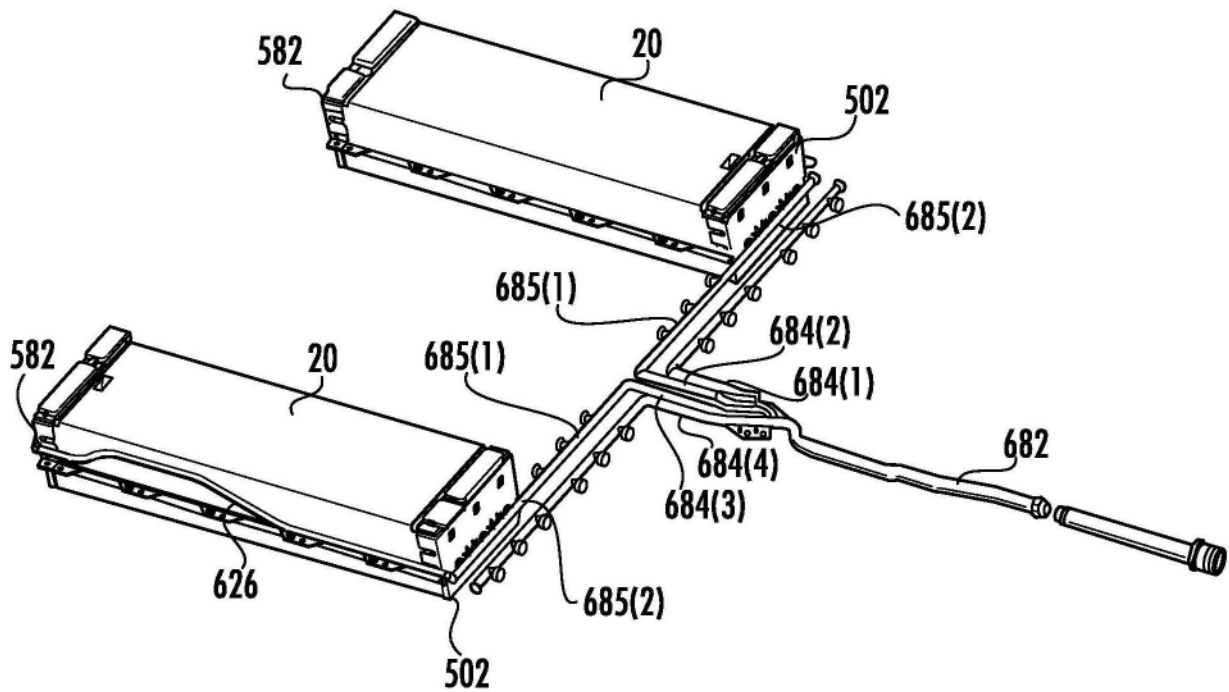


图38

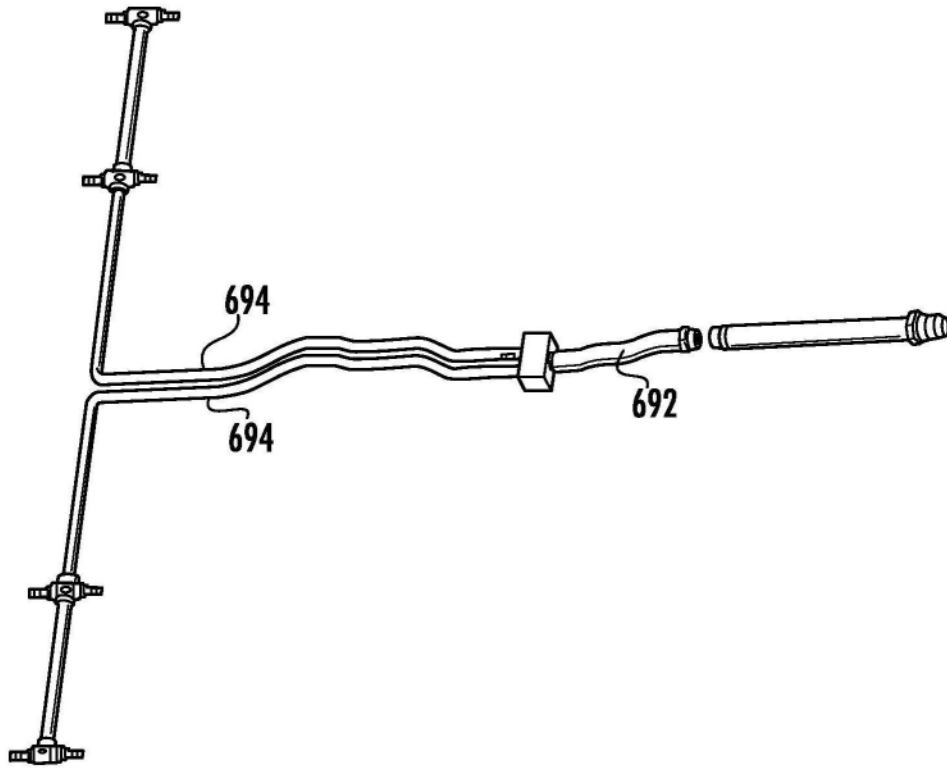


图39

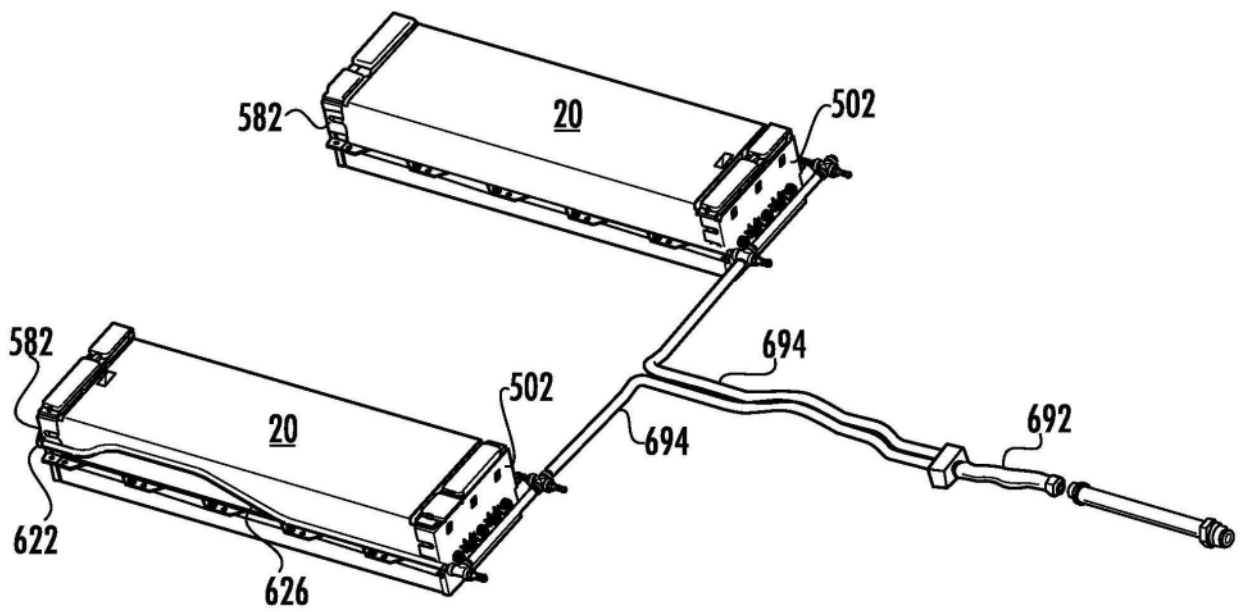
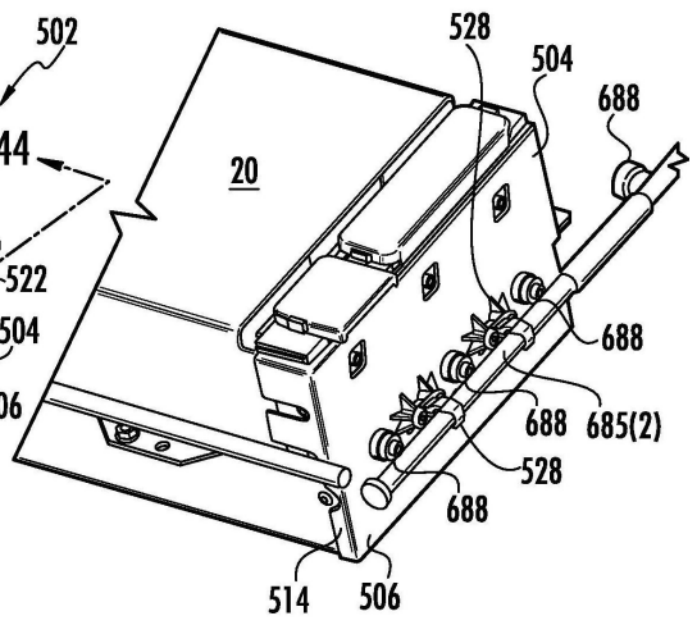
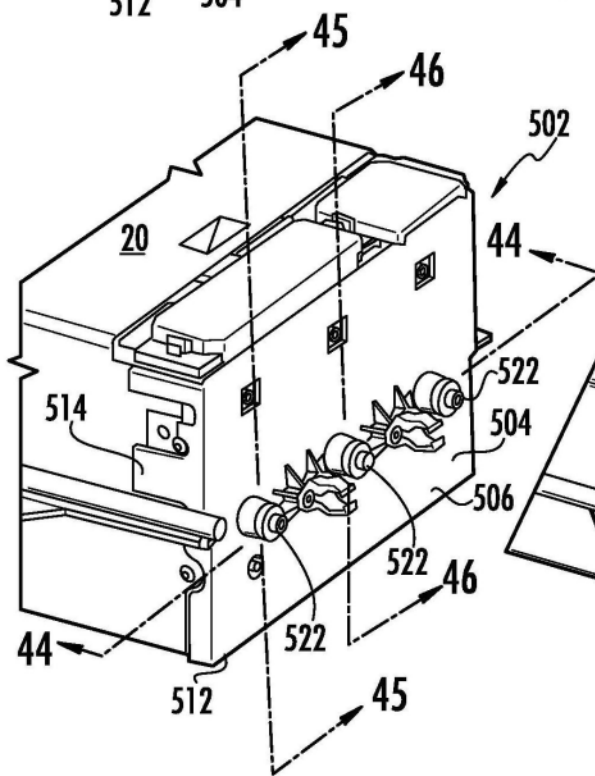
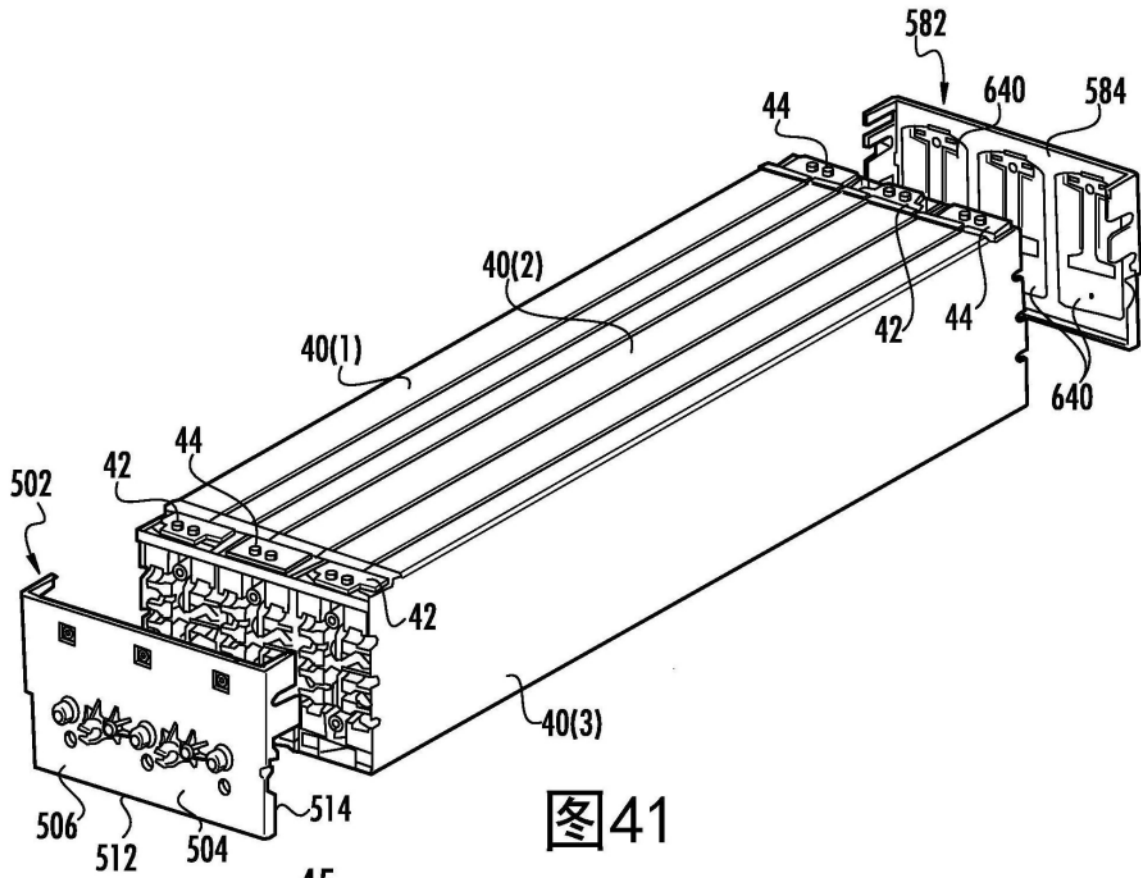


图40



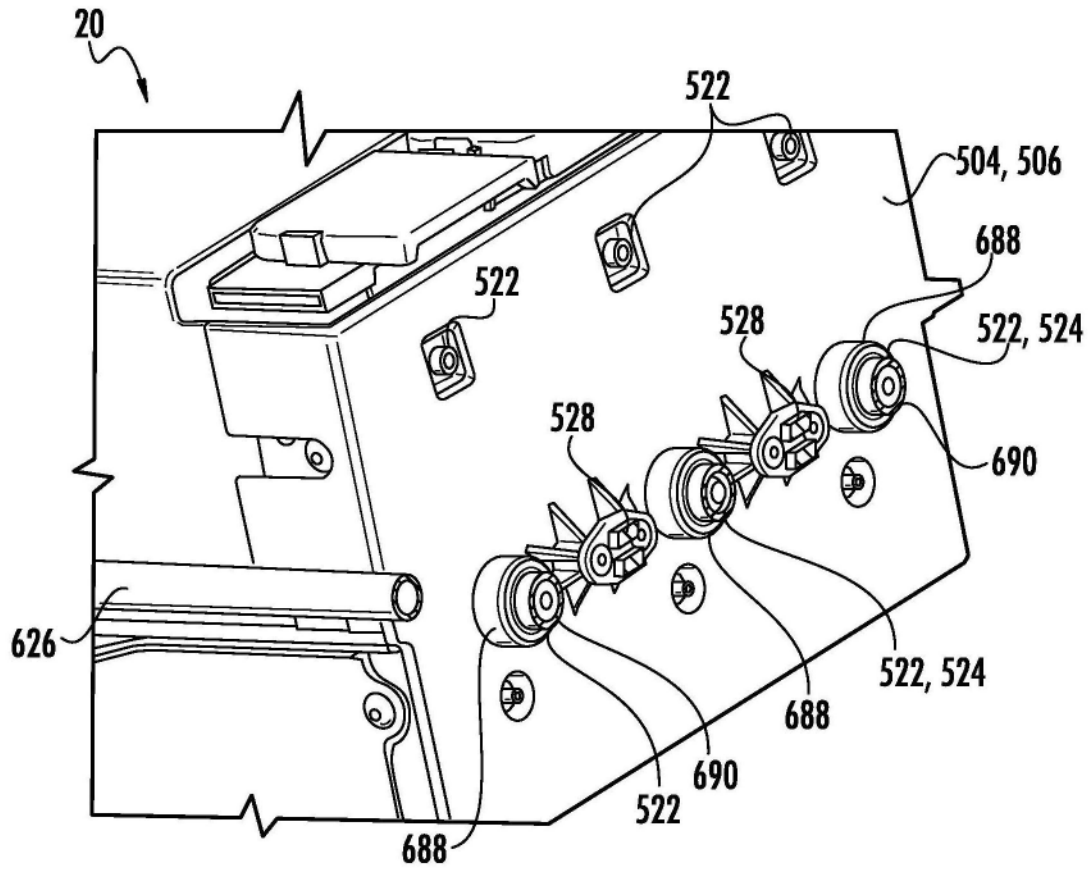


图44

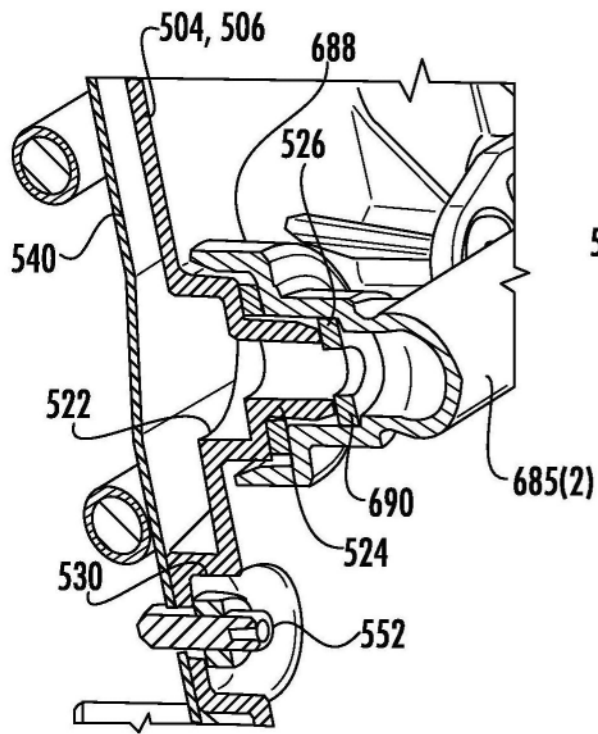


图45

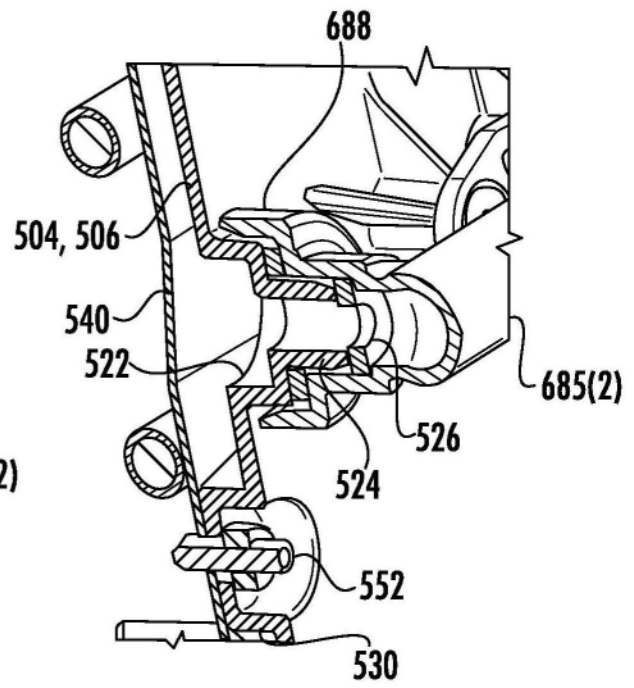


图46

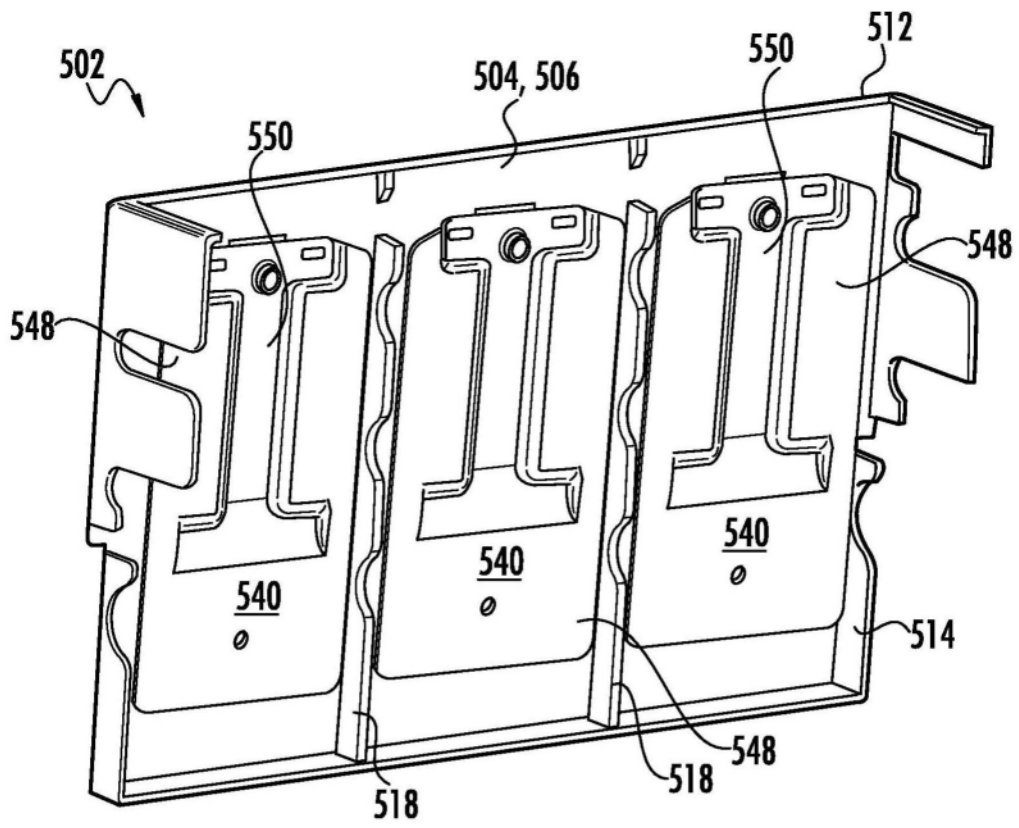


图47

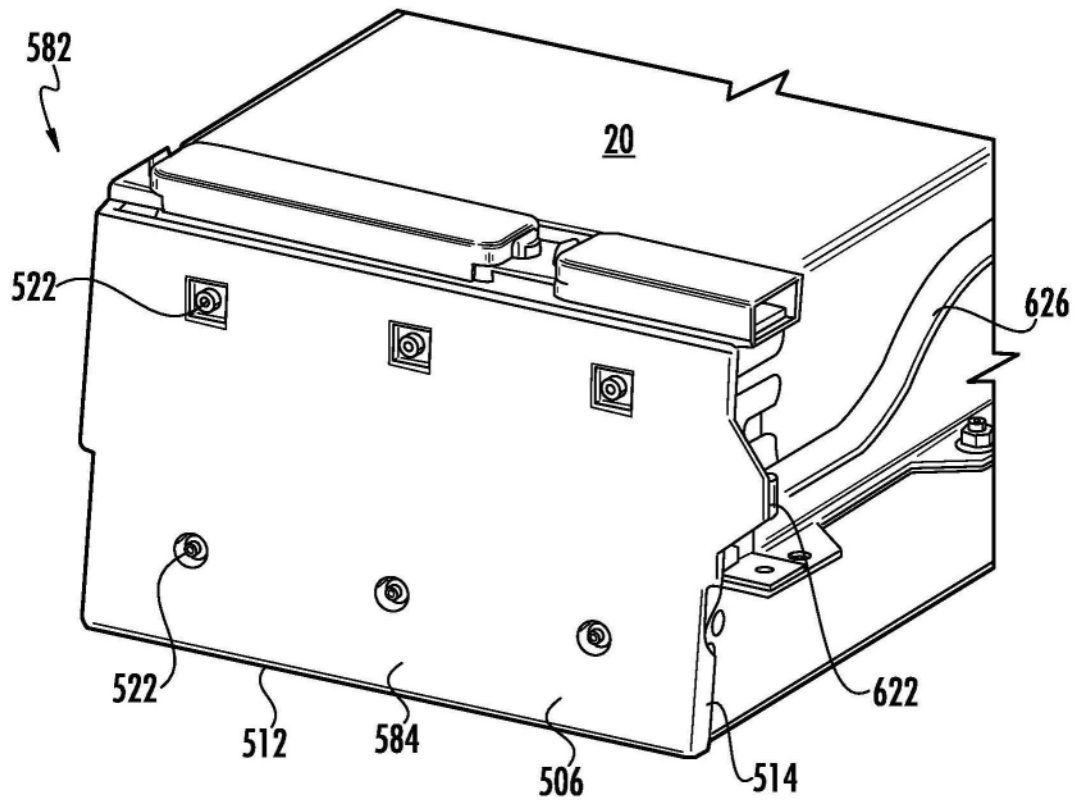


图50

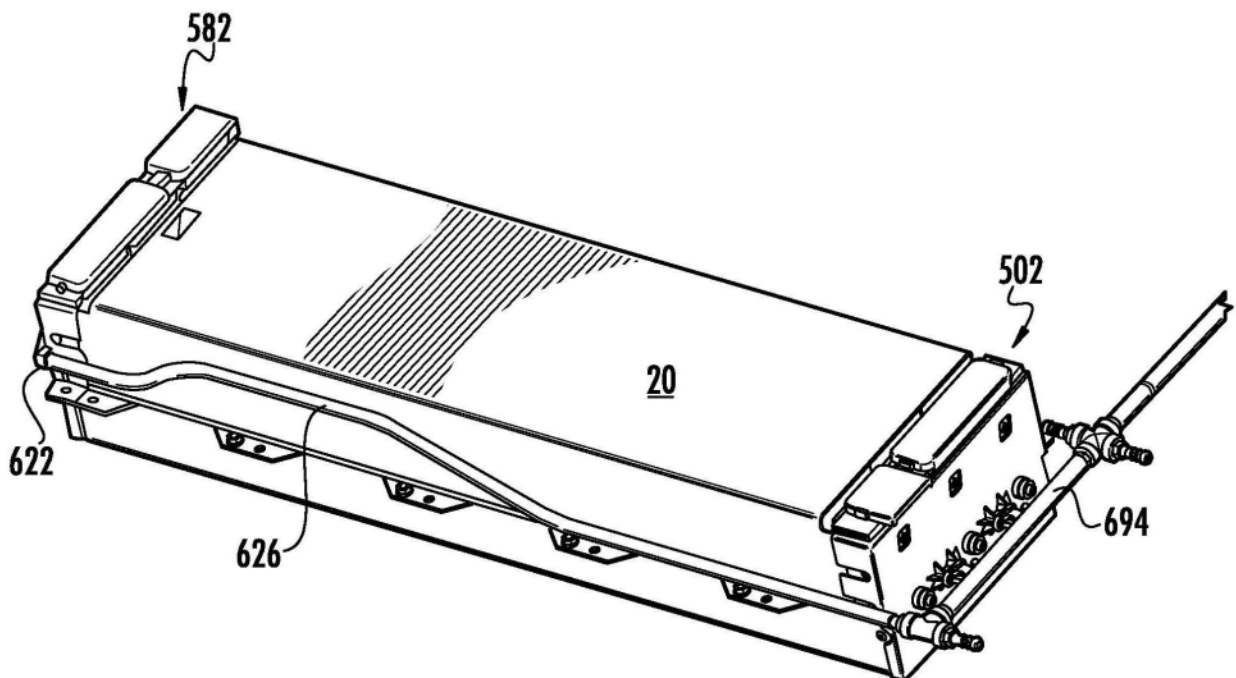


图51

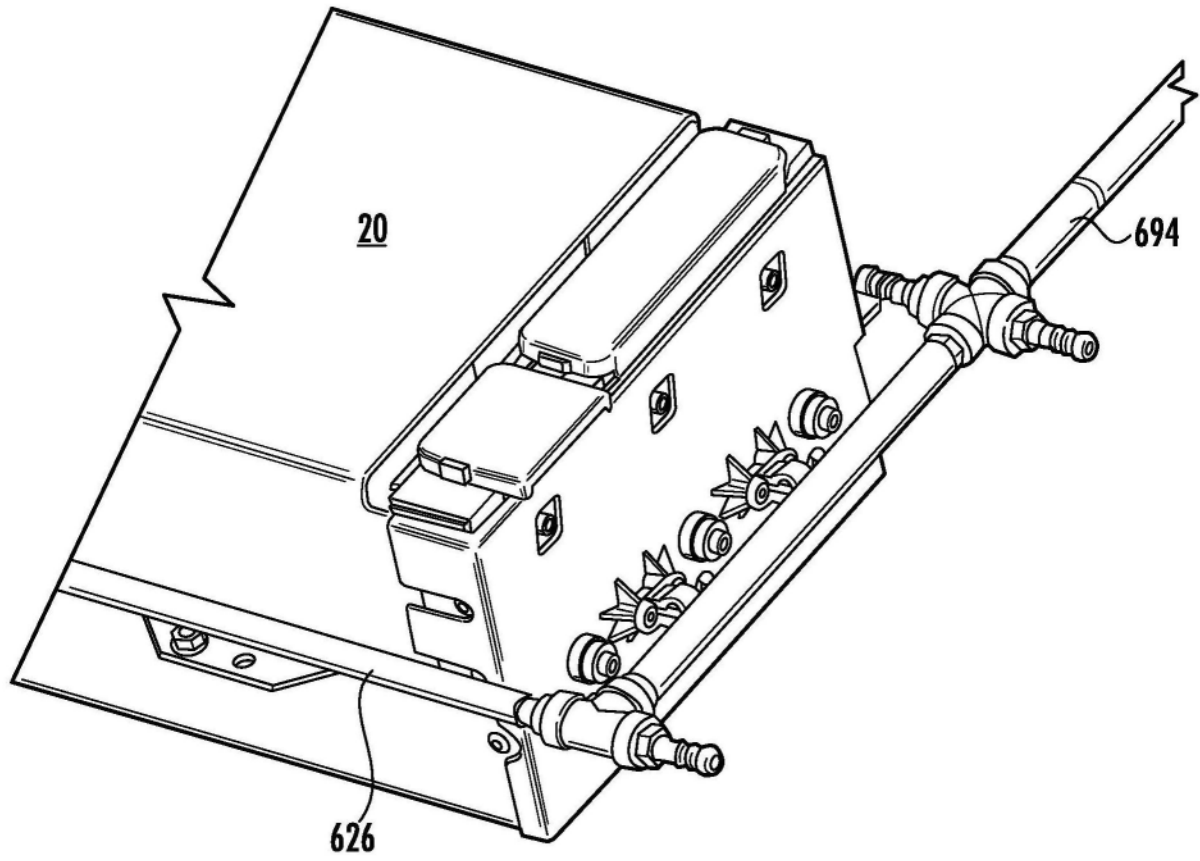


图52

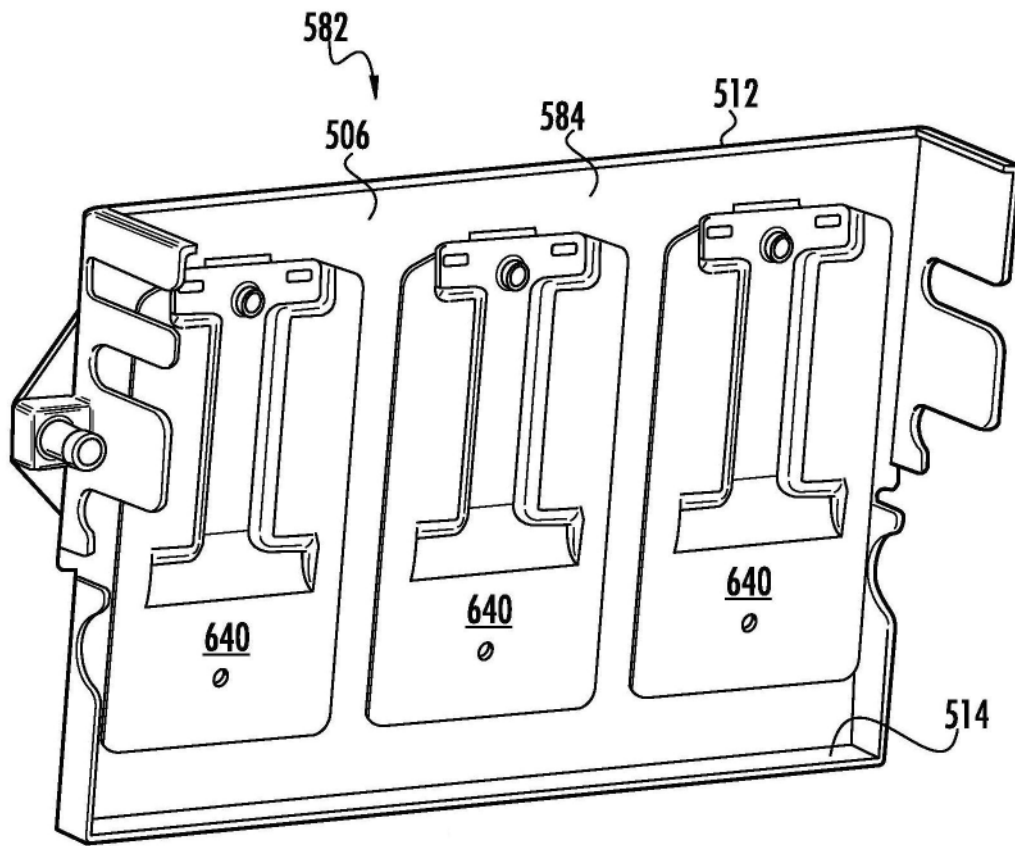


图53

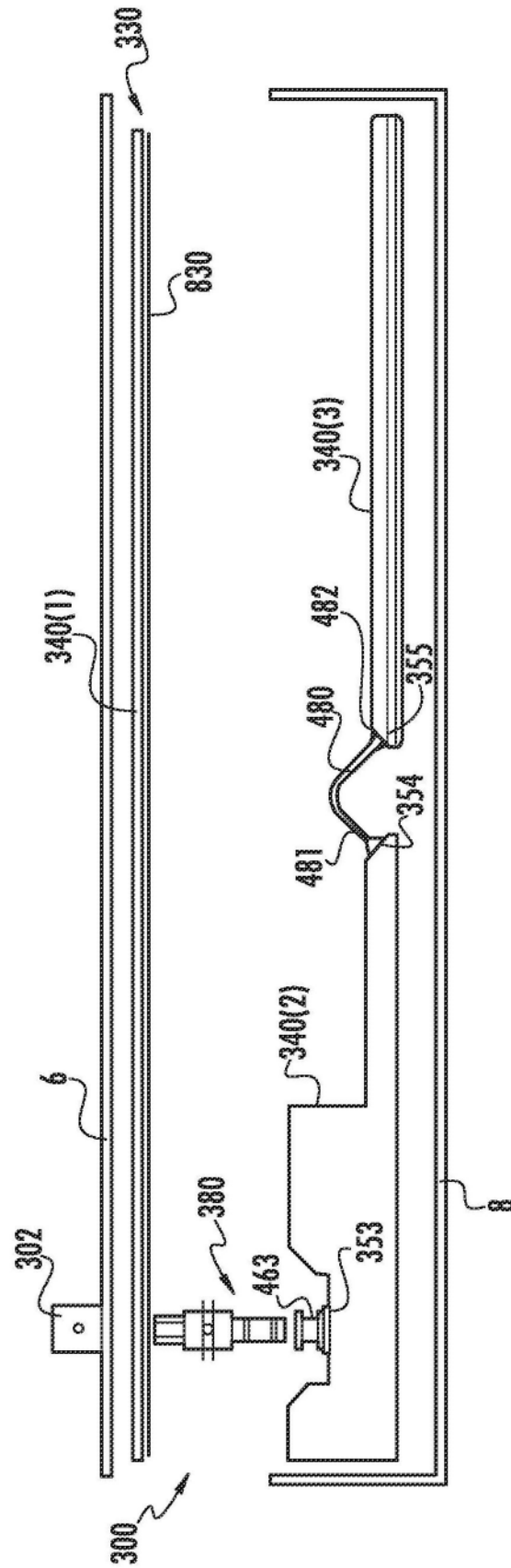


图56

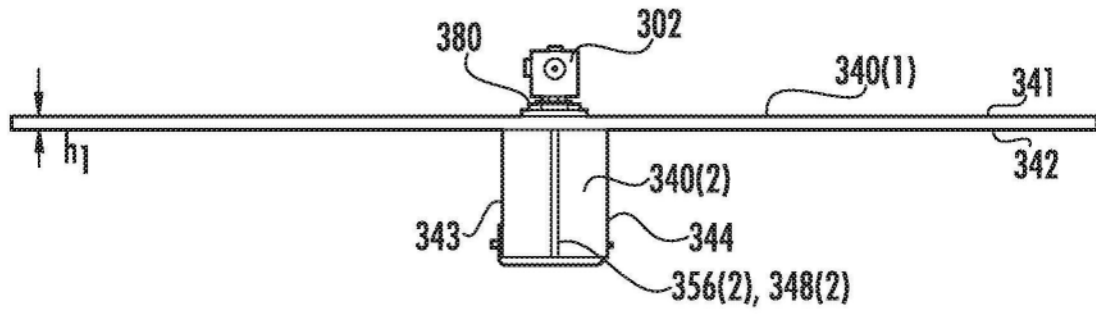


图57

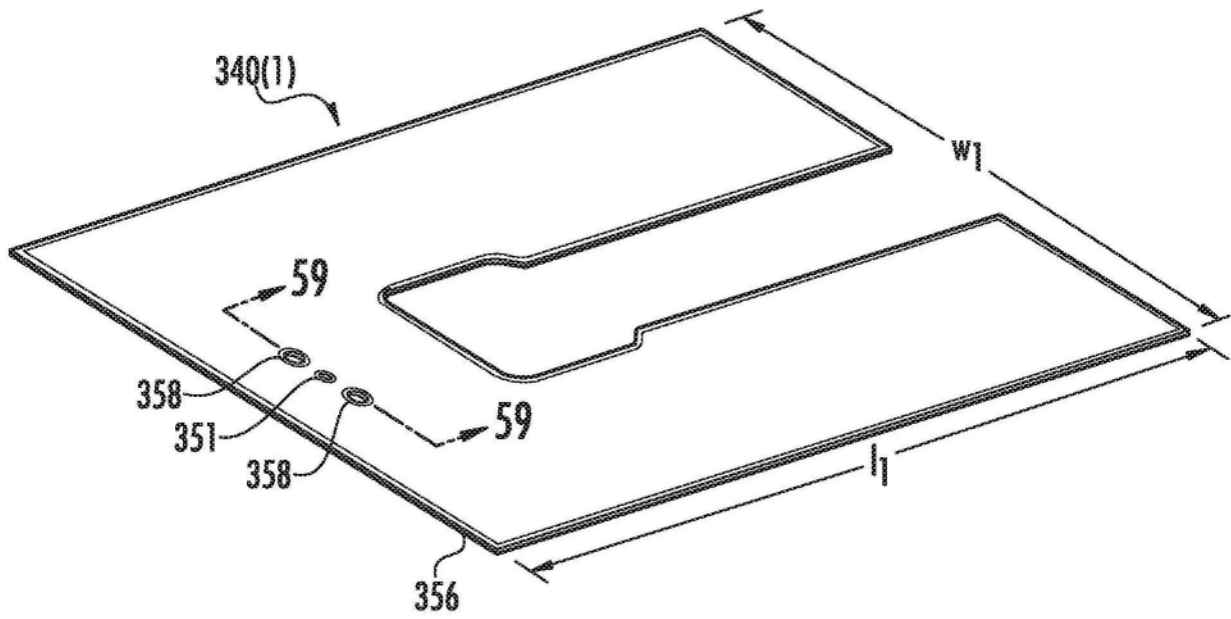


图58

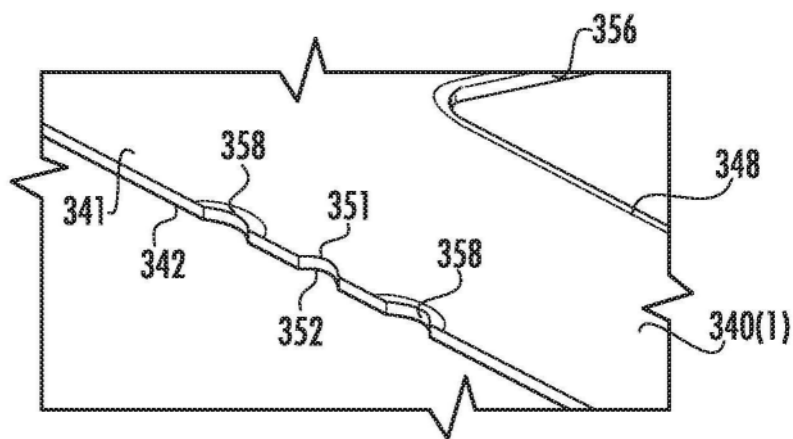


图59

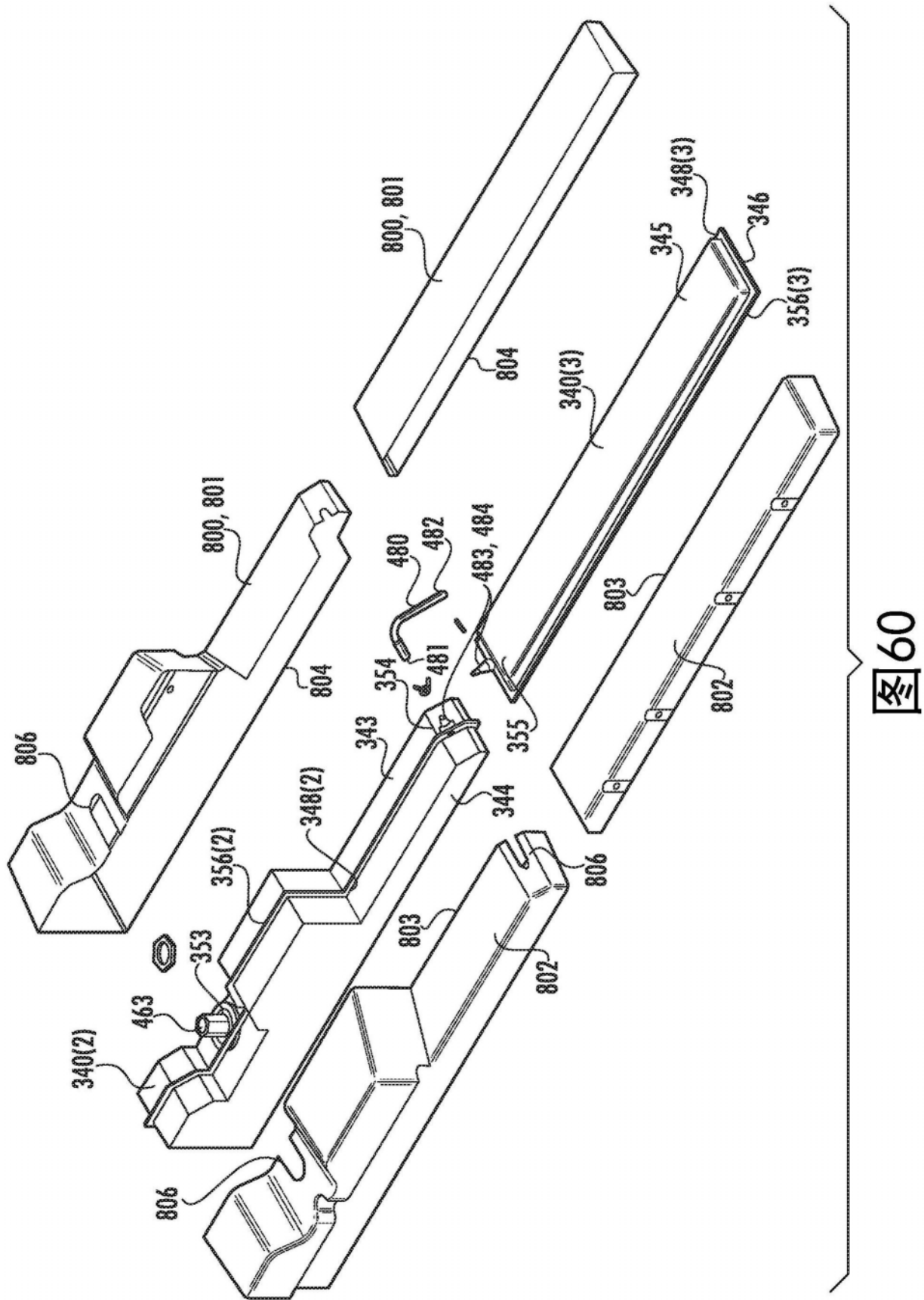


图60

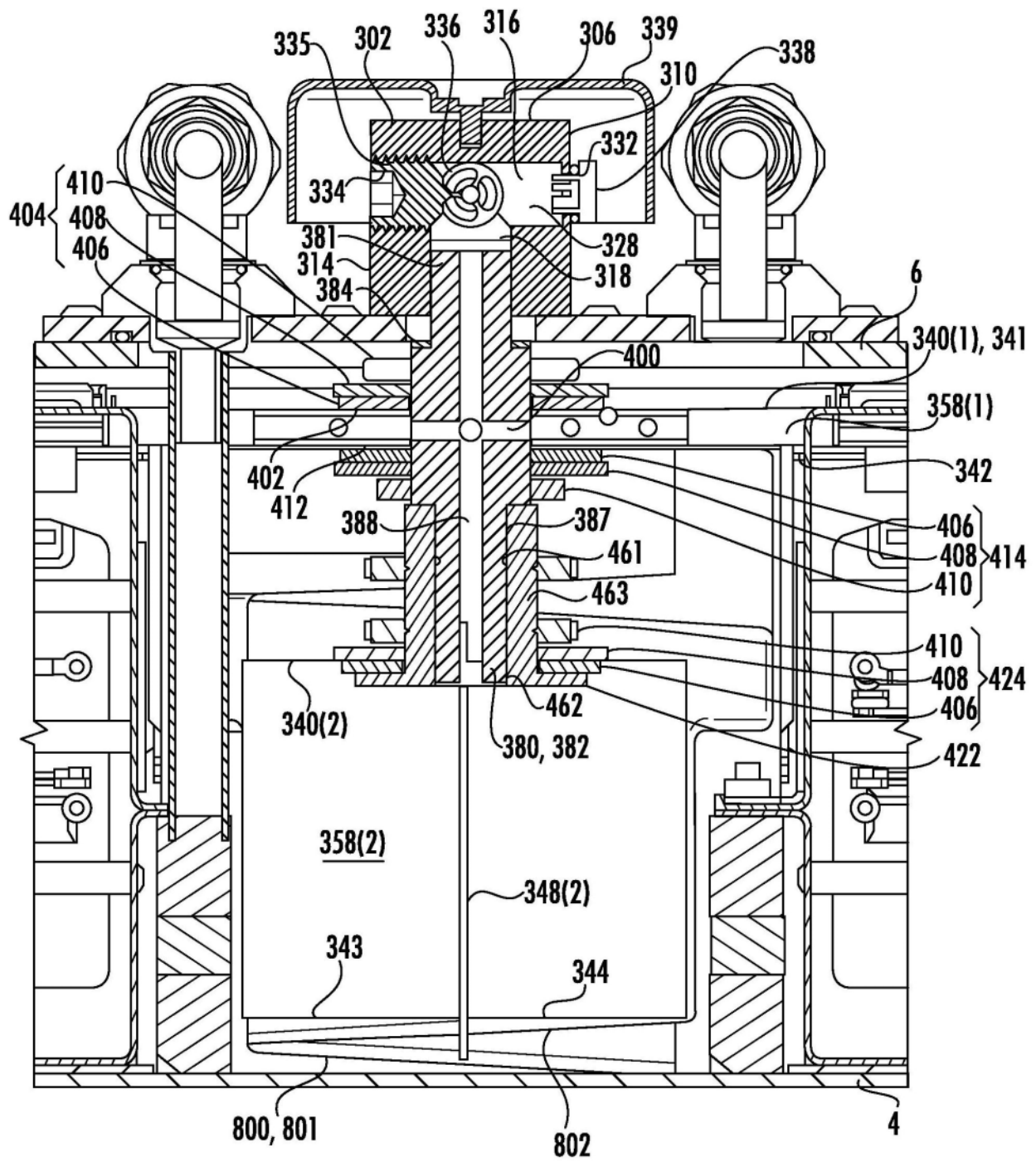


图61

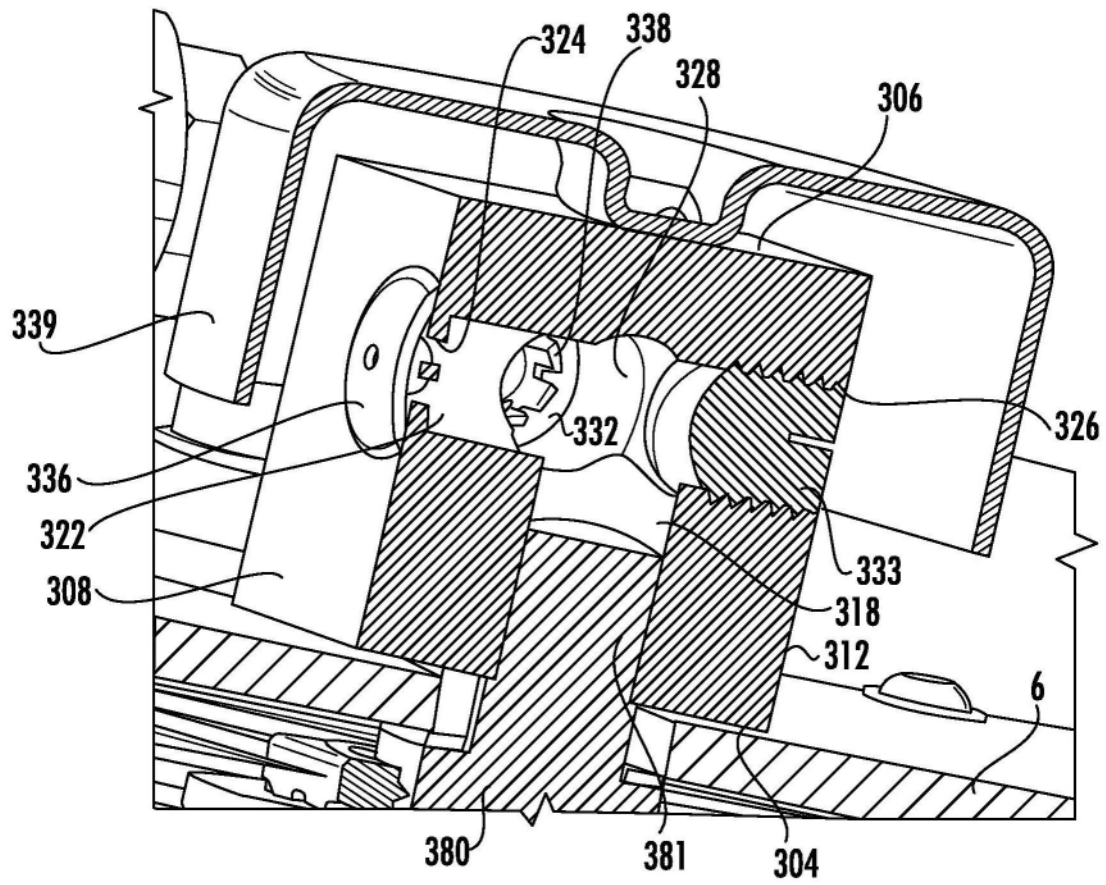


图62

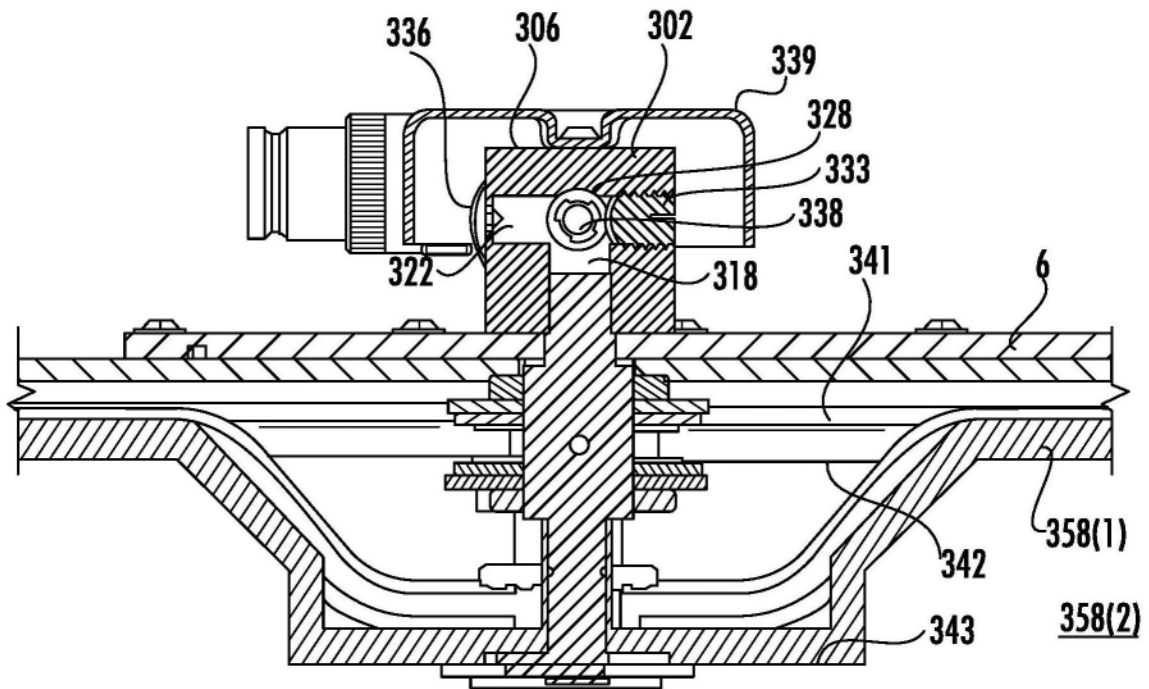


图63

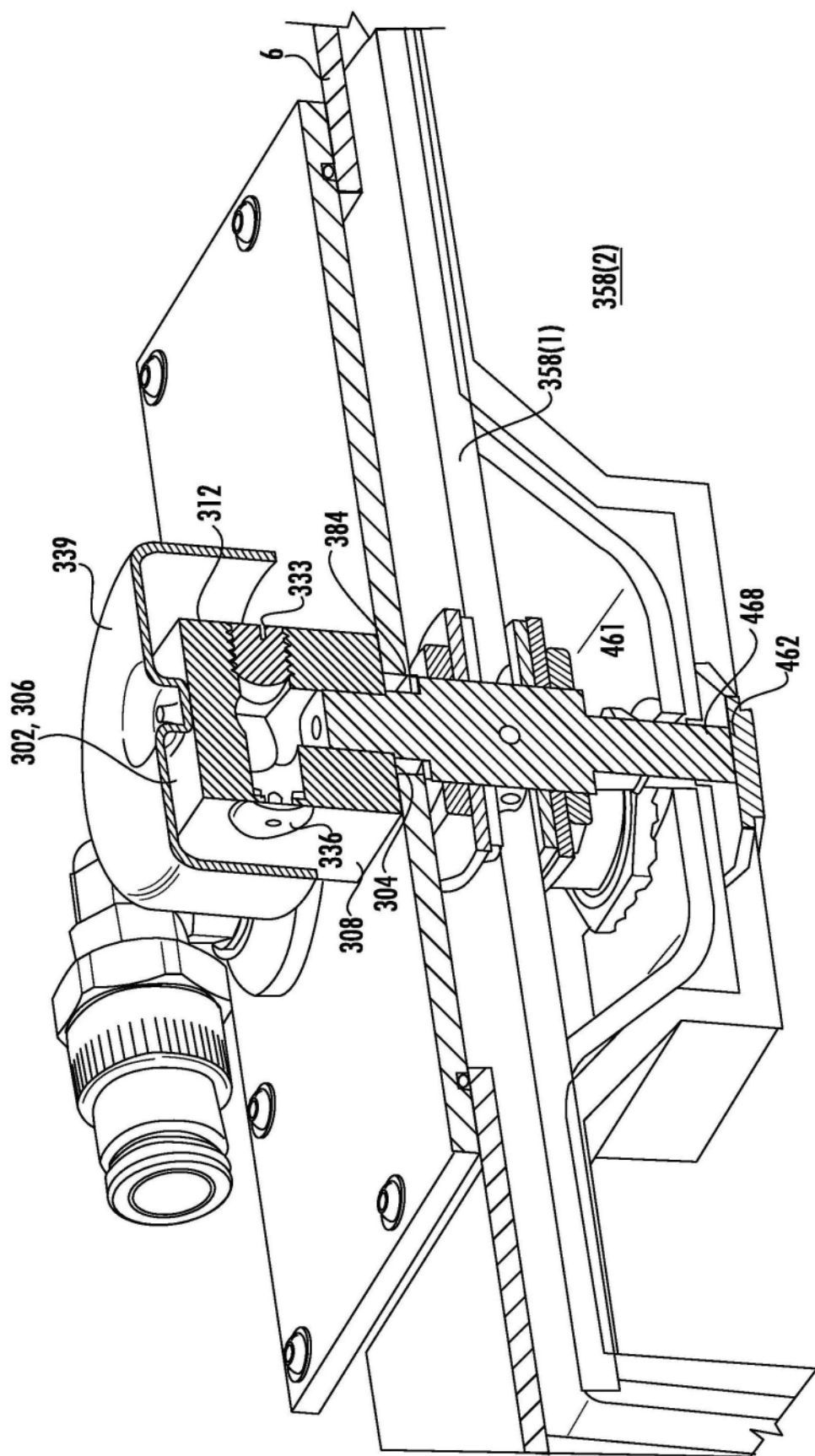


图64

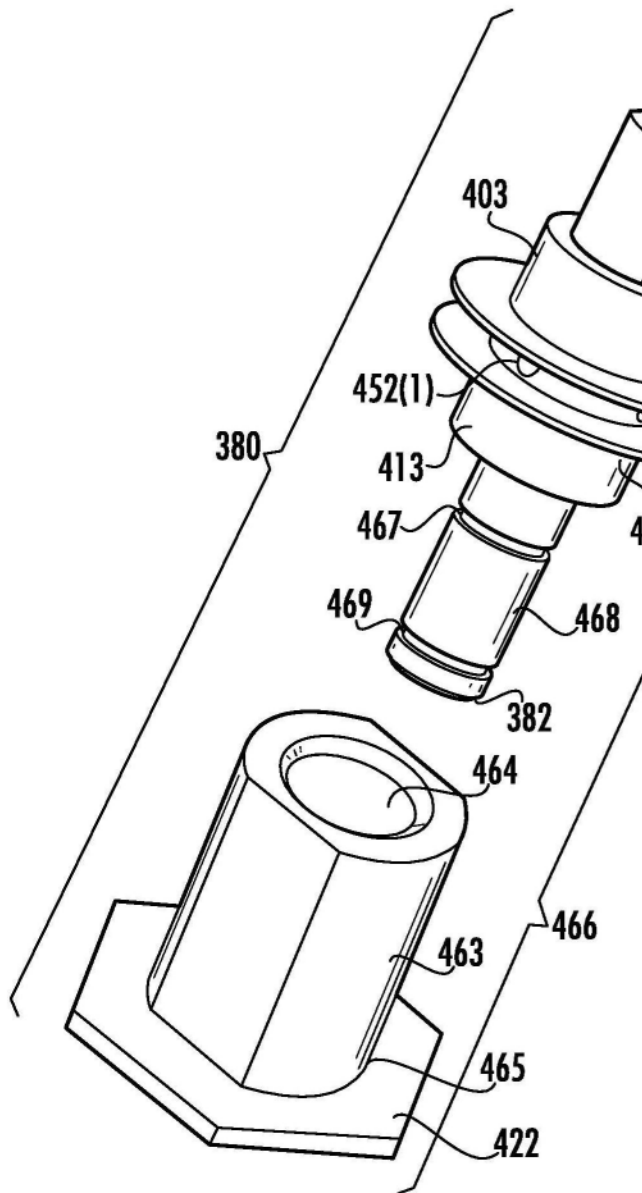


图65

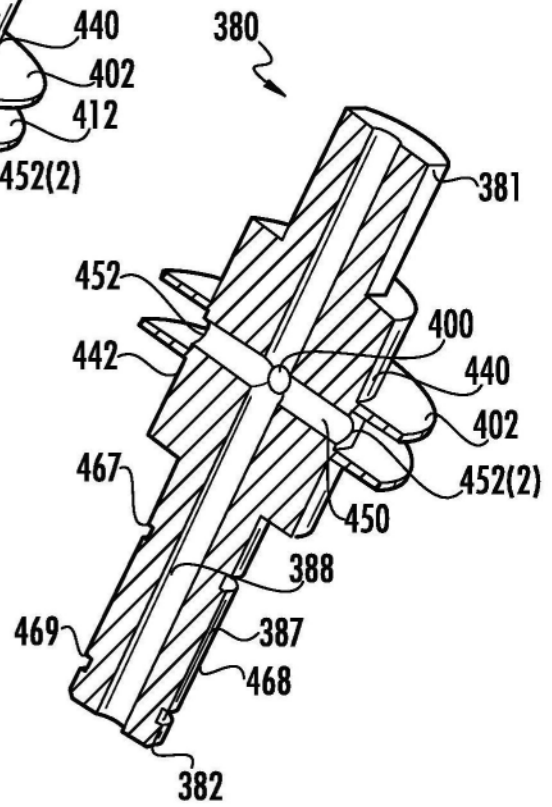


图66