

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101901638 A

(43) 申请公布日 2010.12.01

(21) 申请号 201010194236.5

(22) 申请日 2010.05.28

(30) 优先权数据

12/475005 2009.05.29 US

(71) 申请人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 G·R·伍迪 T·G·沃德

E·P·杨科斯基

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 薛峰 谭祐祥

(51) Int. Cl.

H01B 5/02(2006.01)

H02M 1/00(2007.01)

H01L 25/18(2006.01)

H01L 23/473(2006.01)

H05K 7/20(2006.01)

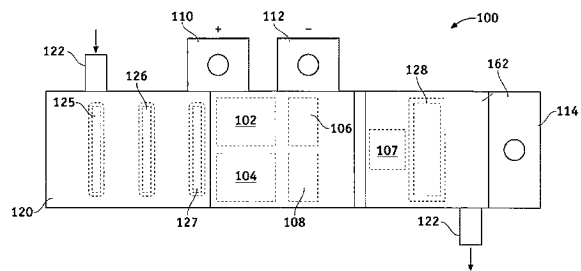
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 6 页

(54) 发明名称

具有集成冷却装置的堆叠汇流排组件

(57) 摘要

本发明涉及一种具有集成冷却装置的堆叠汇流排组件。堆叠的汇流排组件包括两个或更多个汇流排子组件,每个都包括多个汇流排,汇流排具有结合于其中的一个或多个功率半导体装置(例如,IGBT、功率二极管等)。每个汇流排都具有内部集成冷却系统,冷却系统包括一条或多条与入口和出口连通的流体通道。汇流排组件堆叠成使得它们相应的入口和出口对齐并且随后冷却剂平行于其流动。



1. 一种堆叠的汇流排组件,包括:

多个汇流排子组件,每个包括:多个汇流排,所述汇流排具有结合于其中的一个或多个功率半导体装置;以及集成冷却系统,所述集成冷却系统包括入口、出口以及与所述入口和出口连通的一条或多条流体通道;

其中所述多个汇流排组件堆叠成使得它们各自的入口和出口对齐;

联接到对齐的入口的第一端口;以及

联接到对齐的出口的第二端口。

2. 根据权利要求1所述的堆叠的汇流排组件,其中在每个汇流排子组件中的集成冷却系统包括一个或多个微鳍片。

3. 根据权利要求1所述的堆叠的汇流排组件,其中在每个汇流排子组件中的集成冷却系统包括一条或多条微通道。

4. 根据权利要求1所述的堆叠的汇流排组件,其中所述一个或多个功率半导体装置包括至少一个 IGBT 装置和至少一个电联接到其中的二极管。

5. 根据权利要求1所述的堆叠的汇流排组件,其中所述多个汇流排中的每一个都包括第一 DC 端子、第二 DC 端子以及 AC 端子。

6. 根据权利要求1所述的堆叠的汇流排组件,还包括在所述多个功率半导体装置之间的聚合绝缘层。

7. 根据权利要求3所述的堆叠的汇流排组件,其中第二端口联接到马达的定子。

8. 根据权利要求1所述的堆叠的汇流排组件,其中所述多个汇流排包括铜合金。

9. 一种车辆逆变器模块,包括:

多个汇流排子组件,其每个都包括:多个汇流排,所述汇流排具有结合于其中的成对的 IGBT 装置和功率二极管;以及集成冷却系统,所述集成冷却系统包括入口、出口以及与所述入口和出口连通的一条或多条流体通道;

其中所述多个汇流排组件堆叠成使得它们各自的入口和出口对齐,使得冷却剂平行流过所述多个汇流排的每一个。

10. 一种冷却逆变器模块的方法,其中所述逆变器模块具有安装于其中的多个功率半导体装置,所述方法包括:

提供多个汇流排子组件,其每个都包括:多个汇流排,所述汇流排具有结合于其中的成对的 IGBT 装置和功率二极管;以及集成冷却系统,所述集成冷却系统包括入口、出口以及与所述入口和出口连通的一条或多条流体通道;

将所述多个汇流排子组件堆叠和固定在一起使得它们各自的入口和出口对齐;

将冷却剂源联接到对齐的入口和对齐的输出;以及

使冷却剂循环通过汇流排,使得冷却剂平行流过汇流排并且功率半导体装置产生的热量传递至冷却剂。

## 具有集成冷却装置的堆叠汇流排组件

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及半导体装置,更具体而言涉及并入一个或多个汇流排的功率半导体部件中的热管理。

### 背景技术

[0002] 例如用于混合车辆中的高档马达系统通常使用一个或多个高功率模块控制。例如,牵引驱动系统包括驱动单元(马达和变速箱)和用于控制马达的逆变器。逆变器和驱动单元通常位于独立的底盘上。

[0003] 逆变器通常包括 IGBT(绝缘栅双极型晶体管)和大型硅二极管。这些功率部件安装(例如,软焊)在 DBC(直接敷铜)基板上,DBC 基板包括铜层,绝缘陶瓷层夹在其中。使用丝焊或其他互连来提供汇流排(通常为厚杆的铜)和各种芯片之间的电连接,其中汇流排提供与外部系统的电连通。

[0004] 期望减少这种电部件的复杂性、质量和体积,同时改善它们的热传递特性。典型地,已知的汇流排组件通常利用大型热沉或空冷单元,从而导致额外的部件、成本增加以及额外需要的空间。

### 发明内容

[0005] 因此,存在对例如那些用于与马达控制逆变器连接的功率装置中热传递方法改善的需要。本发明其他期望的特征和特性将从随后的详细说明以及所附权利要求并结合附图和前述技术领域和背景技术中变得显而易见。

[0006] 本发明还提供了以下方案:

[0007] 1. 一种堆叠的汇流排组件,包括:

[0008] 多个汇流排子组件,每个包括:多个汇流排,所述汇流排具有结合于其中的一个或多个功率半导体装置;以及集成冷却系统,所述集成冷却系统包括入口、出口以及与所述入口和出口连通的一条或多条流体通道;

[0009] 其中所述多个汇流排组件堆叠成使得它们各自的入口和出口对齐;

[0010] 联接到对齐的入口的第一端口;以及

[0011] 联接到对齐的出口的第二端口。

[0012] 2. 根据方案 1 所述的堆叠的汇流排组件,其中在每个汇流排子组件中的集成冷却系统包括一个或多个微鳍片。

[0013] 3. 根据方案 1 所述的堆叠的汇流排组件,其中在每个汇流排子组件中的集成冷却系统包括一条或多条微通道。

[0014] 4. 根据方案 1 所述的堆叠的汇流排组件,其中所述一个或多个功率半导体装置包括至少一个 IGBT 装置和至少一个电联接到其中的二极管。

[0015] 5. 根据方案 1 所述的堆叠的汇流排组件,其中所述多个汇流排中的每一个都包括第一 DC 端子、第二 DC 端子以及 AC 端子。

- [0016] 6. 根据方案 1 所述的堆叠的汇流排组件,还包括在所述多个功率半导体装置之间的聚合绝缘层。
- [0017] 7. 根据方案 3 所述的堆叠的汇流排组件,其中第二端口联接到马达的定子。
- [0018] 8. 根据方案 1 所述的堆叠的汇流排组件,其中所述多个汇流排包括铜合金。
- [0019] 9. 根据方案 1 所述的堆叠的汇流排组件,其中所述多个汇流排组件每个都包括集成的金属基板。
- [0020] 10. 一种车辆逆变器模块,包括:
- [0021] 多个汇流排子组件,其每个都包括:多个汇流排,所述汇流排具有结合于其中的成对的 IGBT 装置和功率二极管;以及集成冷却系统,所述集成冷却系统包括入口、出口以及与所述入口和出口连通的一条或多条流体通道;
- [0022] 其中所述多个汇流排组件堆叠成使得它们各自的入口和出口对齐,使得冷却剂平行流过所述多个汇流排的每一个。
- [0023] 11. 根据方案 10 所述的车辆逆变器模块,其中在每个汇流排子组件中的集成冷却系统包括一个或多个微鳍片。
- [0024] 12. 根据方案 10 所述的车辆逆变器模块,其中在每个汇流排子组件中的集成冷却系统包括一条或多条微通道。
- [0025] 13. 根据方案 10 所述的车辆逆变器模块,其中所述多个汇流排中的每一个都包括第一 DC 端子、第二 DC 端子和 AC 端子。
- [0026] 14. 根据方案 10 所述的车辆逆变器模块,还包括在所述多个功率半导体装置之间的聚合绝缘层。
- [0027] 15. 根据方案 3 所述的车辆逆变器模块,其中出口联接到马达的定子。
- [0028] 16. 一种冷却逆变器模块的方法,其中所述逆变器模块具有安装于其中的多个功率半导体装置,所述方法包括:
- [0029] 提供多个汇流排子组件,其每个都包括:多个汇流排,所述汇流排具有结合于其中的成对的 IGBT 装置和功率二极管;以及集成冷却系统,所述集成冷却系统包括入口、出口以及与所述入口和出口连通的一条或多条流体通道;
- [0030] 将所述多个汇流排子组件堆叠和固定在一起使得它们各自的入口和出口对齐;
- [0031] 将冷却剂源联接到对齐的入口和对齐的输出;以及
- [0032] 使冷却剂循环通过汇流排,使得冷却剂平行流过汇流排并且功率半导体装置产生的热量传递至冷却剂。
- [0033] 17. 根据方案 16 所述的方法,其中提供多个汇流排包括提供具有多个并入流体通道内的微鳍片的汇流排。
- [0034] 18. 根据方案 16 所述的方法,其中提供多个汇流排包括提供具有多个并入流体通道内的微通道的汇流排。
- [0035] 19. 根据方案 16 所述的方法,其中对齐的出口联接到马达定子。
- [0036] 20. 根据方案 16 所述的方法,其中冷却剂包括低传导性的水基冷却剂。

#### 附图说明

- [0037] 通过参考详细描述和权利要求并结合附图考虑,可以得到对本发明的更彻底的理

解,其中在所有附图中,相同的附图标记表示相同的元件。

- [0038] 图 1 是根据本发明的一种实施方式的汇流排组件的简化的总体视图;
- [0039] 图 2 是图 1 的汇流排组件的剖面侧视图;
- [0040] 图 3 是图 2 指定的特定部分的剖面图;
- [0041] 图 4 是与本发明相关的概念性热传递图;
- [0042] 图 5 是根据可替代实施方式的汇流排子组件的等距总体视图;
- [0043] 图 6 是图 5 示出的汇流排子组件的替代视图;
- [0044] 图 7 是堆叠的汇流排组件的实例;
- [0045] 图 8 是图 7 的组件的替代视图;
- [0046] 图 9 是根据一种实施方式的汇流排子组件的分解图;以及
- [0047] 图 10 是根据一种实施方式的堆叠的汇流排的等距视图。

### 具体实施方式

[0048] 下面的详细描述实质上仅为示意性的,并不是为了限制本发明或者本发明的应用和使用。此外,这里不被前述技术领域、发明内容或下面的详细描述中存在的任何表述或所包含的理论所限定。在此可以根据功能的和/或逻辑的块部件和各种工艺步骤描述本发明。应该理解,这种块部件可以通过构造成执行特定功能的许多硬件、软件和/或固件部件实现。为了简明的目的,在此没有详细描述涉及半导体工艺、晶体管理论、包装和功率模块的常规技术。

[0049] 总的来说,本发明涉及堆叠的汇流排组件,汇流排组件包括一个或多个汇流排子组件,每个汇流排子组件都包括多个汇流排,汇流排具有结合于其中的一个或多个功率半导体装置(例如,IGBT、功率二极管等)。每个汇流排都具有内部集成冷却系统,冷却系统包括一条或多条与入口和出口连通的流体通道。汇流排组件堆叠成使得它们相应的入口和出口对齐并且随后冷却剂平行于其流动。以这种方式集成的功率装置提供改善的散热,从而减少了得到的功率部件的成本、质量和体积。

[0050] 作为阈值的方式,现在描述这种汇流排组件和子组件的性质。如上所述,结合马达使用的逆变器通常包括联接到相应的二极管(例如,硅二极管)的一个或多个 IGBT(绝缘栅双极型晶体管)。这些部件通常安装(例如,软焊)在 DBC(直接敷铜)基板上,其中 DBC 的相对侧用作与热沉的界面。芯片和二极管侧(经由金属丝等)互连到汇流排连接。

[0051] 但是,根据本发明的汇流排,功率芯片本身(例如,IGBT 芯片)和二极管都直接安装到汇流排上,两个部件适当的连接。汇流排用作热沉,并且本身可以使用微通道、微针鳍片、直接冷却或任何其他热传递方法冷却,如下文将更详细示出的。除了 IGBT,如 WBG(宽禁带)装置之外,本发明也能够与其他装置一起使用,如由碳化硅(SiC)制成的 VJFET(垂直结场效应晶体管)或例如氮化镓(GaN)的 HFET(水平场效应晶体管)。

[0052] 图 1 是根据本发明一种实施方式的示例性汇流排组件 100 的简化平面图。如示出的,组件 100 包括具有正极端子 110 和负极端子 112 的多个汇流排,每个正极端子 110 和负极端子 112 都向外突出并且构造成以传统方式与外部部件电连通。类似地,汇流排 162 具有构造成与例如驱动马达的 AC 装置电联接的输出节点 114。

[0053] 两个歧管 120 和 130 联接到组件 100 的相对端部。歧管 120 与入口 122 流体连通,

歧管 130 与出口 132 流体连通。歧管 120 构造成从受压流接收冷却剂,歧管 130 与例如下游热交换器流体连通,热交换器构造成从流出冷却剂中去除热量。

[0054] 各种半导体芯片部件,例如 IGBT 102 和 104、二极管 106 和 108、栅驱动器 107 直接连接于各个汇流排上,如下文进一步详细描述。

[0055] 在工作期间,汇流排将从 DC 电源的正极和负极节点 110 和 112 接收的电流传输到与其连接的每个功率二极管和 / 或 IGBT 装置,从而产生单向 AC 信号,单向 AC 信号通过汇流排 162 传输到例如车辆的 AC 系统。汇流排组件 100 被冷却剂主动冷却,该冷却剂从第一歧管 120 流出,通过至少一个汇流排的冷却剂通道(下文示出),并从第二歧管 130 排出,在第二歧管 130 处其可以流向热交换器以冷却和再循环到汇流排组件 100。如局部剖视图示出的,各种端口——例如,端口 125、126、127 和 128——形成于汇流排中以便于流体通过其传输。

[0056] 更具体地,参照图 2,汇流排组件 120 包括正极 DC 汇流排 160、负极 DC 汇流排 164、AC 汇流排 162 和许多功率装置,例如 IGBT 和 / 或功率二极管 102、106、202 和 204。在示出的实施方式中,DC 汇流排 160 联接到安装在其上的第一 IGBT 102 和第一功率二极管 106,并联接到 DC 电源例如电池或燃料电池(未示出)的正极节点。类似地,负极 DC 汇流排 164 联接到第二 IGBT 204 和第二功率二极管 202,并联接至 DC 电源(未示出)的负极节点。这些功率装置的每一个都具有使用软焊等以任何常规方式直接安装到相应汇流排表面的第一侧。

[0057] 使用丝焊、直接软焊或其他方法制成功率装置和 AC 汇流排 162 之间的电连接。在工作期间,这些功率装置以结合的方式将通过正极和负极汇流排 160 和 164 接收的 DC 信号转换成单相 AC 输出信号,单相 AC 输出信号通过 AC 汇流排 162 传输到例如驱动马达的 AC 系统。

[0058] 在一种实施方式中,每个汇流排 160、162 和 164 都由铜或铜合金组成,并且仅通过上述的功率装置与相邻汇流排电互连。每个汇流排的所有或部分可以被镀——例如本领域已知的镍或锡镀。

[0059] 例如环氧树脂的绝缘材料可以被注入汇流排 160、162 和 164 之间的间隙以封装功率装置并提供电隔离和环境隔离。

[0060] 图 3 是汇流排组件 100 沿着图 2 中的截面 A-A 的剖面图。如示出的,汇流排组件 100 包括布置在单个堆叠中的 DC 汇流排 160 和 164,汇流排 162 插在它们之间。IGBT 功率芯片 102、202、104 和 302 安装在它们之间以获得期望的电功能。可以通过软焊等以任何常规方式来完成将半导体装置安装到汇流排。

[0061] 在一种实施方式中,至少一个汇流排 160、162 和 / 或 164 具有多条连续的通道,电介质冷却剂可通过通道流动,每条通道都具有分别与第一和第二歧管 120 和 130(图 2)流体连通的第一端部和第二端部。通道可以集成地形成于每个汇流排,或可以通过结合密封板于主体上而形成,主体具有形成在表面上的多个槽。例如,如图 3 所示,DC 汇流排 100 可以包括放置在主体 312 的上表面并(例如使用软焊)结合于其中的密封板 310,以形成第一多条通道 314。在任何一种情况下,每条通道 314 都具有分别与第一歧管 120 和第二歧管 130(图 2)流体连通的入口和出口。

[0062] 第一歧管 120 提供受压冷却剂的供给,受压冷却剂流过每个汇流排的通道 314 以

为汇流排提供冷却。流过通道的冷却剂吸收汇流排组件 100 中产生的热量,并以加热的状态排出第二歧管 130,在第二歧管 130 处其可被导引到下游热交换器以冷却并随后再循环回到第一歧管 120。

[0063] 因此,该汇流排组件除去了许多典型的 IGBT 界面元件。该组件紧凑竖直堆叠的构造能够用于制成较小的功率电子舱 (PEB) 或逆变器底盘以最大化马达的集成化。安装到各种汇流排的装置优选地以将杂散电感减少到最小的方式完成,这有助于高切换频率和减少脉动。这继而有助于减小其他部件例如电容器和电感器的尺寸。

[0064] 总的来说,根据本发明可以使用多个集成冷却系统。图 4 是描述系统中的热流的概念方框图。如示出的,热量从功率芯片 502 引导到汇流排 504。传递到汇流排 504 的热量随后以任何方便的方式——例如,经由传导、对流(强制的或自然的)和/或辐射适当消散到环境中。在一种实施方式中,例如,热子系统 506 用于增加散热。这种子系统 506 可以包括直接冷却、微针鳍片、微通道、相变化或现在已知或之后开发的任何热传递系统。

[0065] 现在参照图 5-图 8,现在将描述堆叠的汇流排组件。如图 5 和图 6 示出的,汇流排子组件 500 包括,如上所述,正极 DC 端子 110,负极 DC 端子 112 和 AC 端子 114。每个子组件 500 也都包括入口 122 和出口 132。同样如上所述,一条或多条通道设置在子组件 500 的主体中以接受流动的冷却剂。在示意性实施方式中,每个子组件 500 都包括适当的安装装置,例如,安装孔 510、514 和 513,放置在沿着其周边的各个点上。多个引线或端子 520 从子组件 500 延伸并允许电连接至封闭于其中的各种功率部件。

[0066] 每个子组件 500 都具有在相对侧大体上平坦的两个表面——例如,表面 510 和 513。这允许多个模块互相平行地“堆叠”,并且它们的入口 122 和出口 132 对齐。这种实施方式示于图 7 和图 8。也可以提供一个或多个 O 形环或其他密封部件。

[0067] 控制卡 602 或其他电子设备可以方便地联接到引线 520,引线也如示出的对齐。控制卡 602 包括许多能够控制在每个子组件 500 中的各种 IGBT、二极管和其他部件的部件。

[0068] 如示出的,堆叠的汇流排组件 600 包括多个(在这种实施方式中为六个)如示出地堆叠的汇流排子组件 500(子组件 500A-F)。它们各自的 DC 端子 110、112 和 AC 端子 114 同样对齐以易于连接。组件 600 可以为单相的或多相的。紧固机构(例如,螺栓或螺钉 606、607 和 608)设置在相应的安装孔 510、514 和 513 中,用于将子组件 500 紧密保持在一起并防止冷却剂在相应的入口和出口之间泄露。

[0069] 集管 603 也联接到所述多个子组件 500,使得入口端口 604 和出口端口 605 分别与入口 122 和出口 132 对齐。端口 604 和 605 构造成连接至任何适当的冷却剂源。在一种实施方式中,使用水基的、低传导性的冷却剂,例如乙二醇和水的 50/50 混合物,流率为大约 0.5-5.0 升每分钟。

[0070] 图 9 描绘了根据本发明特定实施方式的汇流排子组件 900 的分解图。如示出的,从上部到底部的顺序,层包括:正极汇流排 110、各种半导体芯片 902(例如,如上所述的 IGBT、二极管)、具有冷却剂输入/输出 904 并与热沉 910 匹配的热沉 908。另一层半导体装置 903 以及具有设置于其上的栅驱动电路 107、片形电容器 912 和集成金属基板 (IMS) 的负极汇流排 112。

[0071] 如示于图 9 中的多个汇流排组件 900 可以随后被组装成如图 10 所示。如示出的,每对热沉 908、910 都被软焊、硬焊在一起,或通过任何其他方法保持在相应的塑料壳体

1002 中。提供正极汇流排 1004 和负极汇流排 1006 以用于分别连接至每个子组件的正极和负极汇流排端子 110 和 112。

[0072] 明显的是,从热传递的观点来看,上述得到的组件是紧凑和高效的。即,与现有技术相比,根据本发明的模块、组件表现出低质量、小体积、低感应系数、缩放的灵活性和逆变器/马达集成化,并且也可以减少滤波电容。也便于允许与内部功率部件和外部电连接的连接。此外,通过以平行方式构造入口和出口——即,使得冷却剂平行流过每个子组件 500——能够减少得到的冷却剂压降。

[0073] 尽管在前述具体描述中示出了至少一种示例实施方式,但是应该理解,存在大量变形。也应该理解,此处描述的一种或多种示例实施方式并不是为了以任何方式限制本发明的范围、应用或构造。而是,前述详细描述将为本领域的技术人员提供实现所描述的一种或多种实施方式的方便的路线图。应该理解,能够对元件的功能和布置进行各种变化而不偏离本发明的范围和其法律等同物。



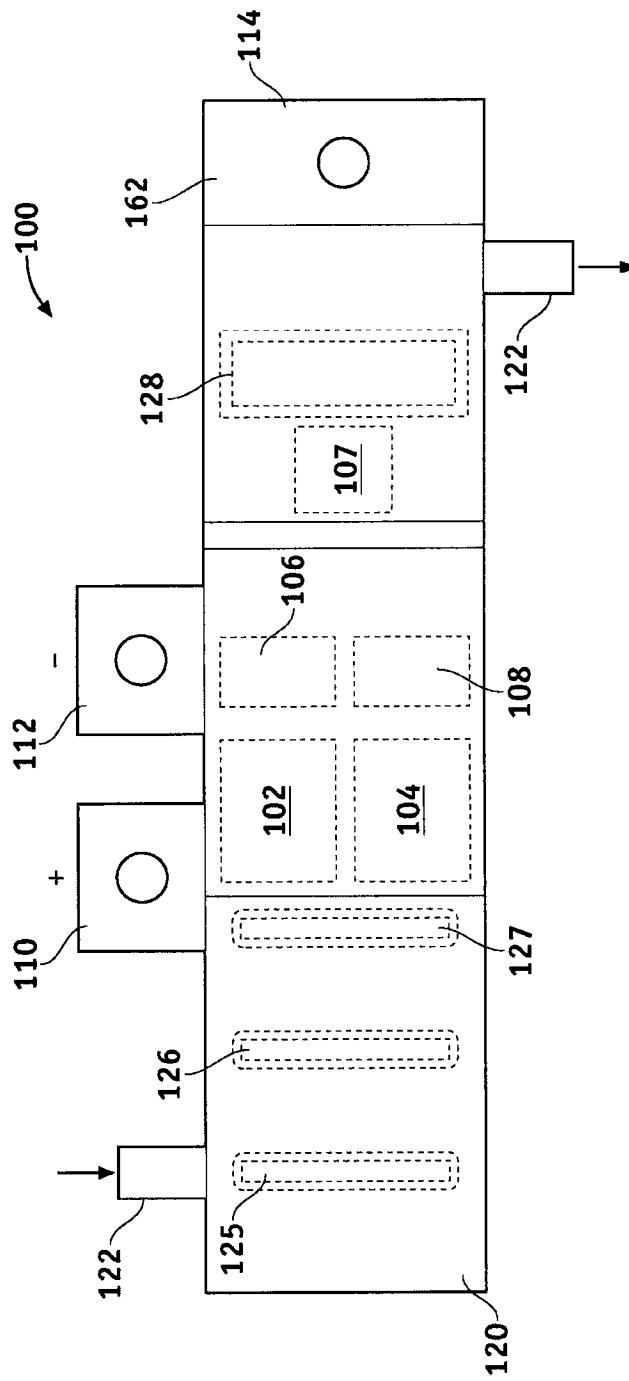


图 1

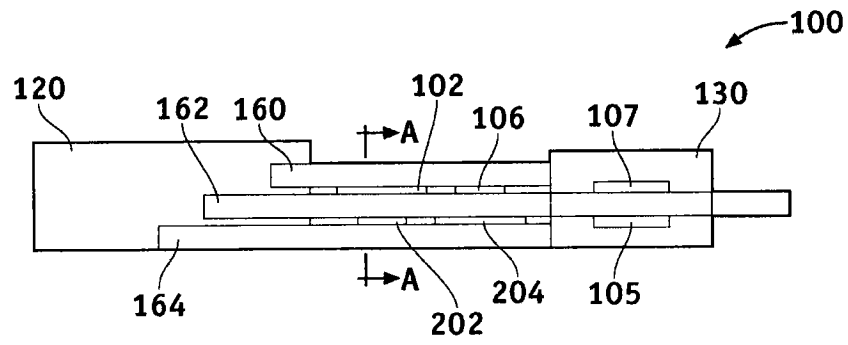


图 2

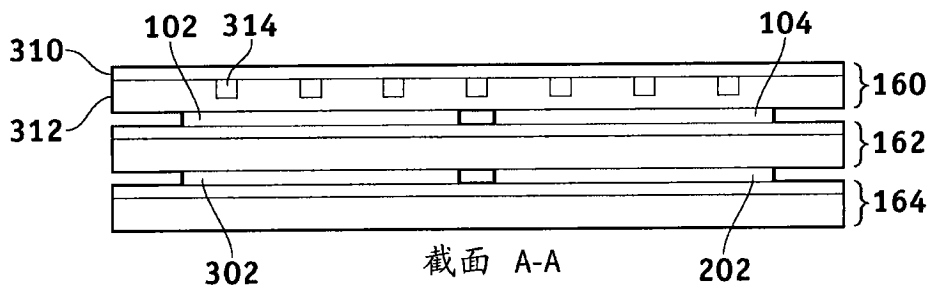


图 3

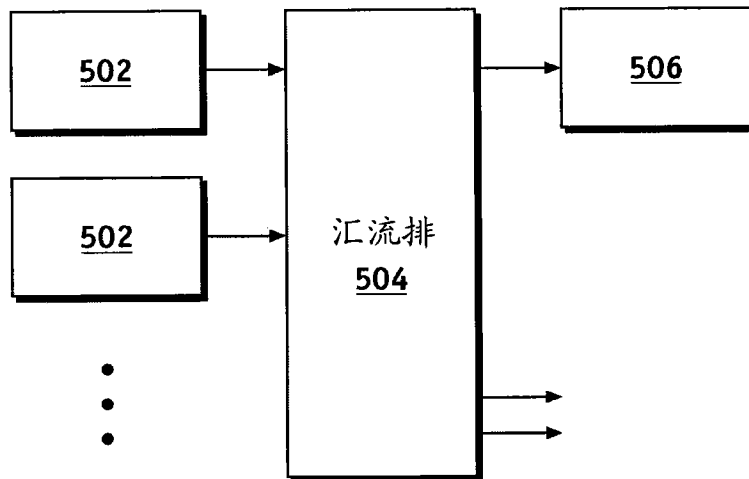


图 4

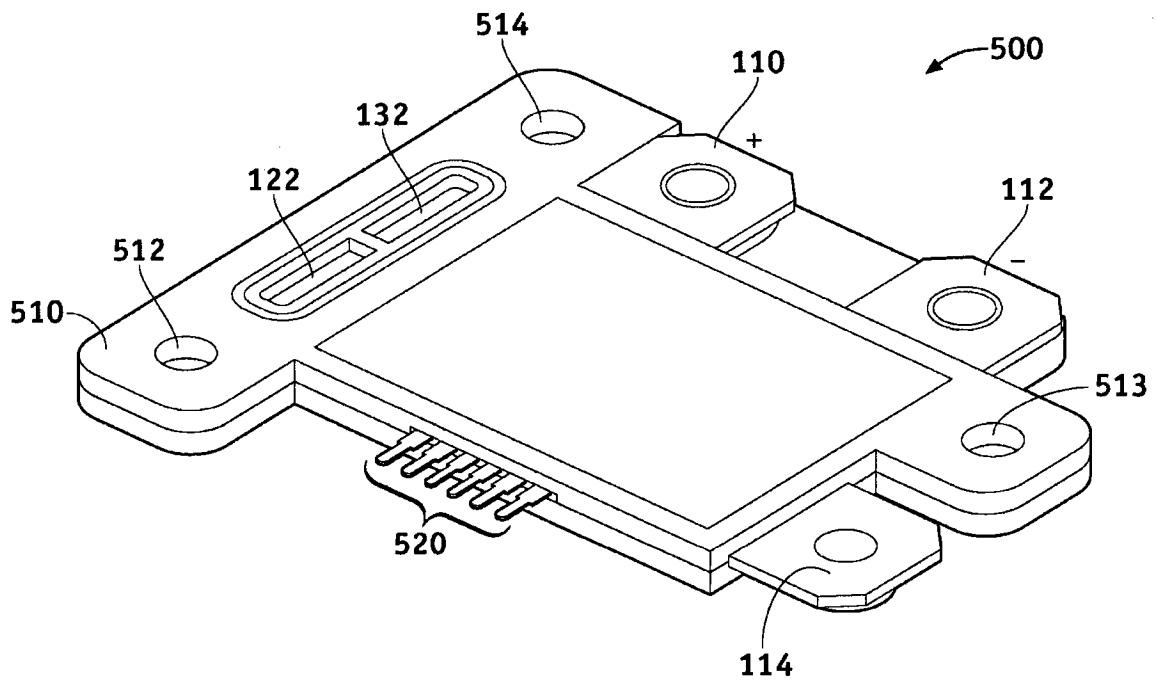


图 5

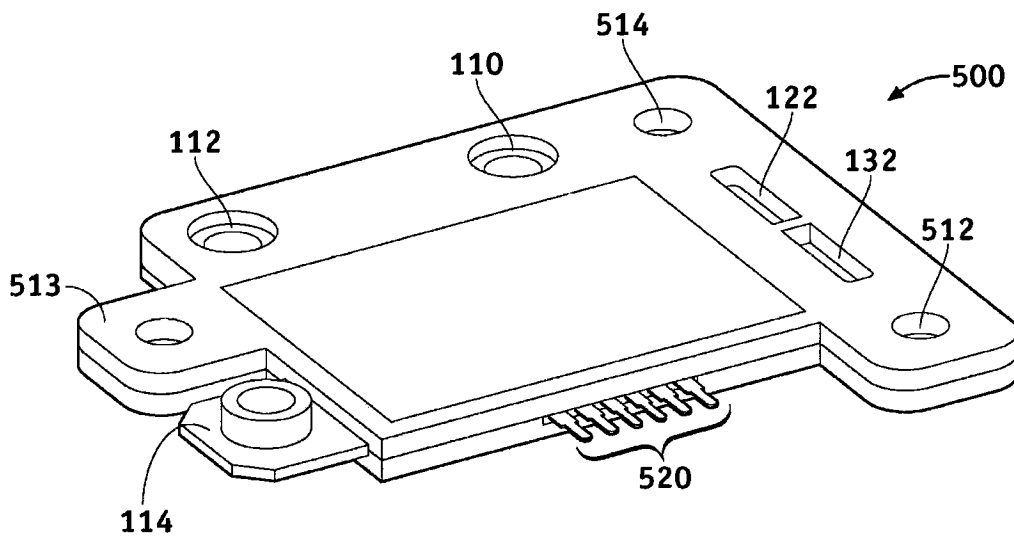


图 6

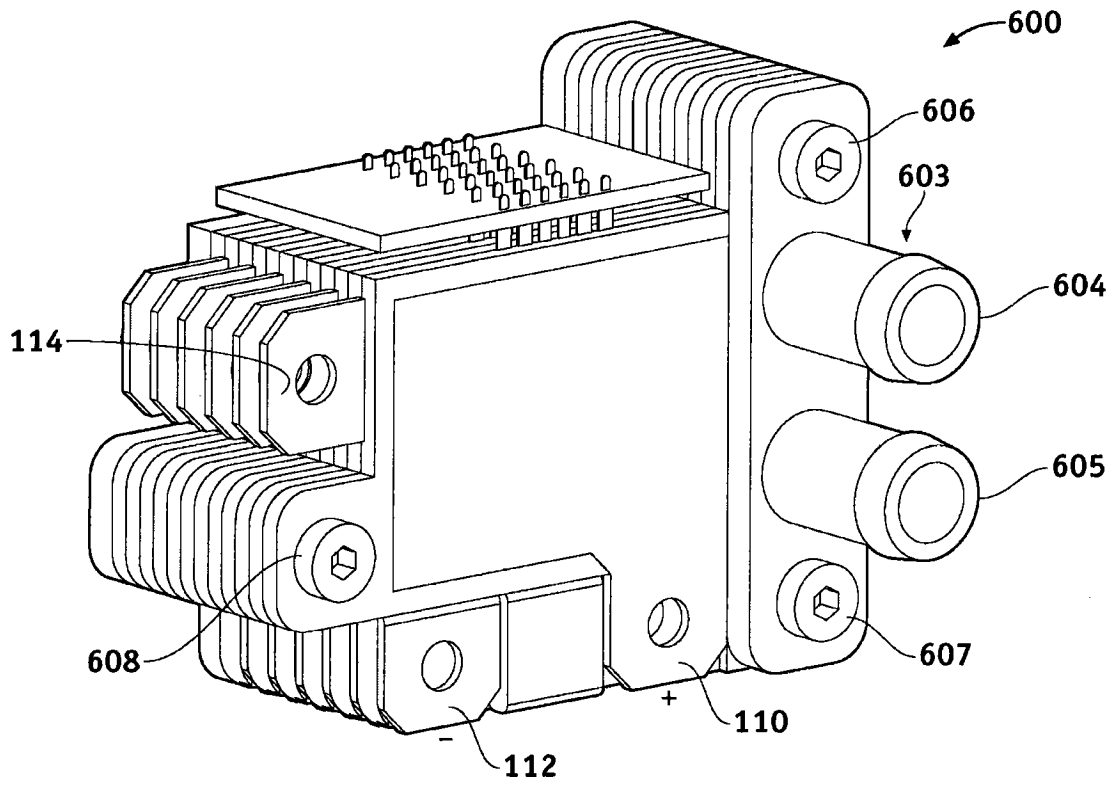


图 7

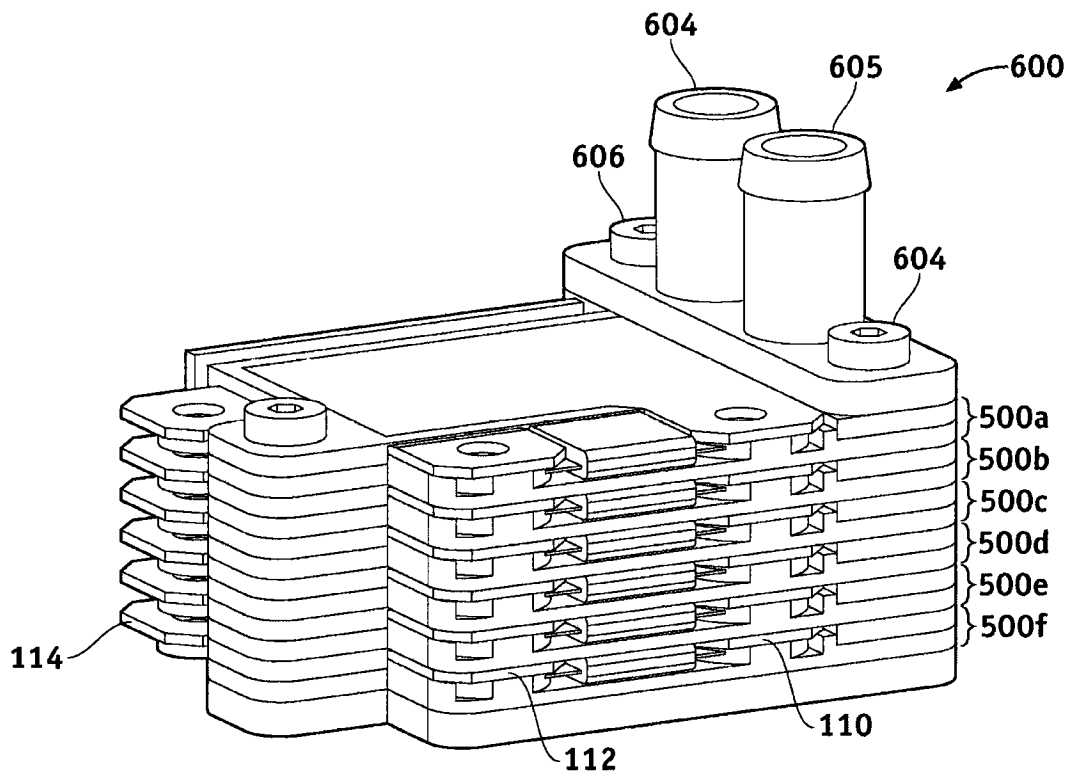


图 8

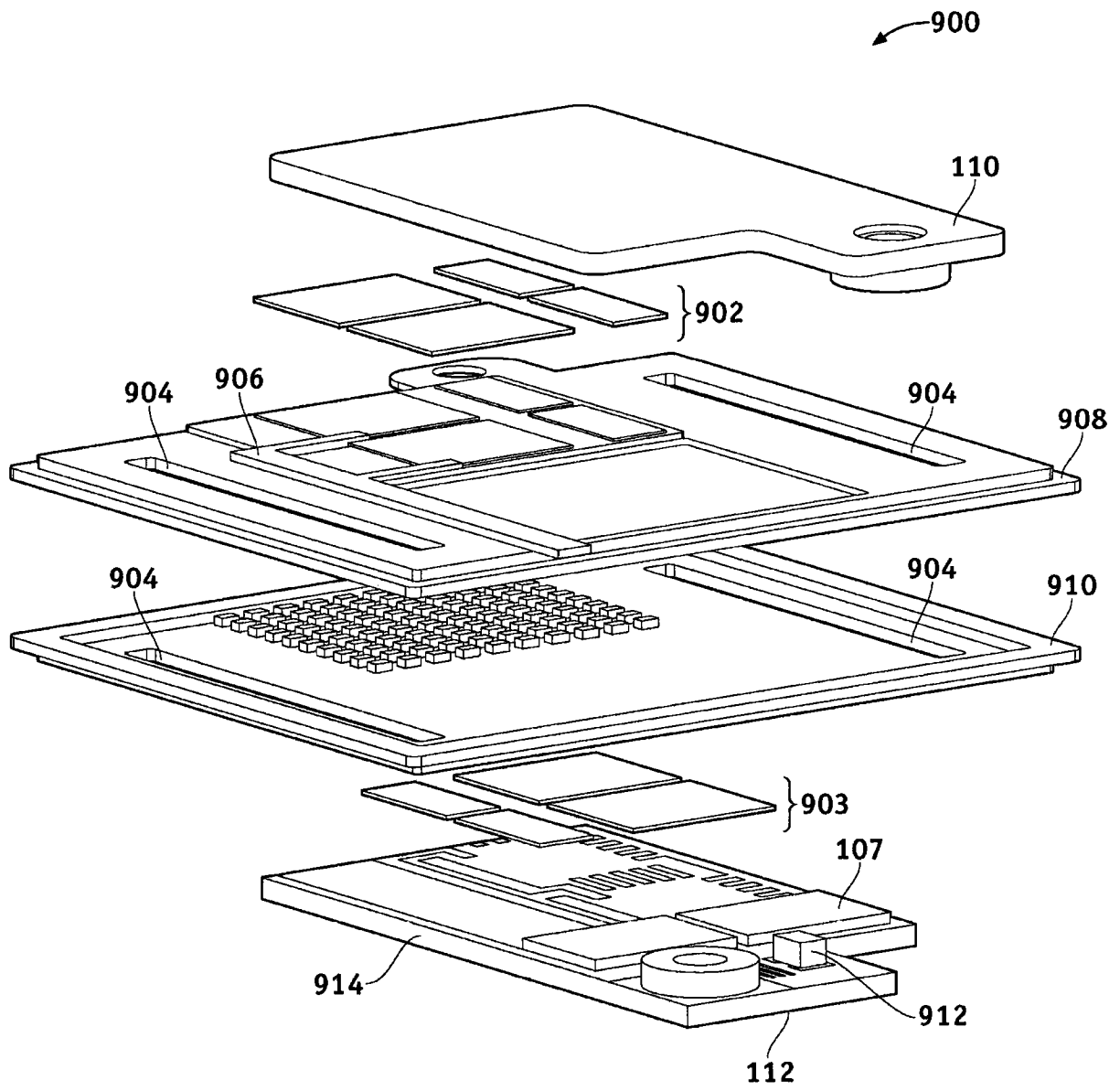


图 9

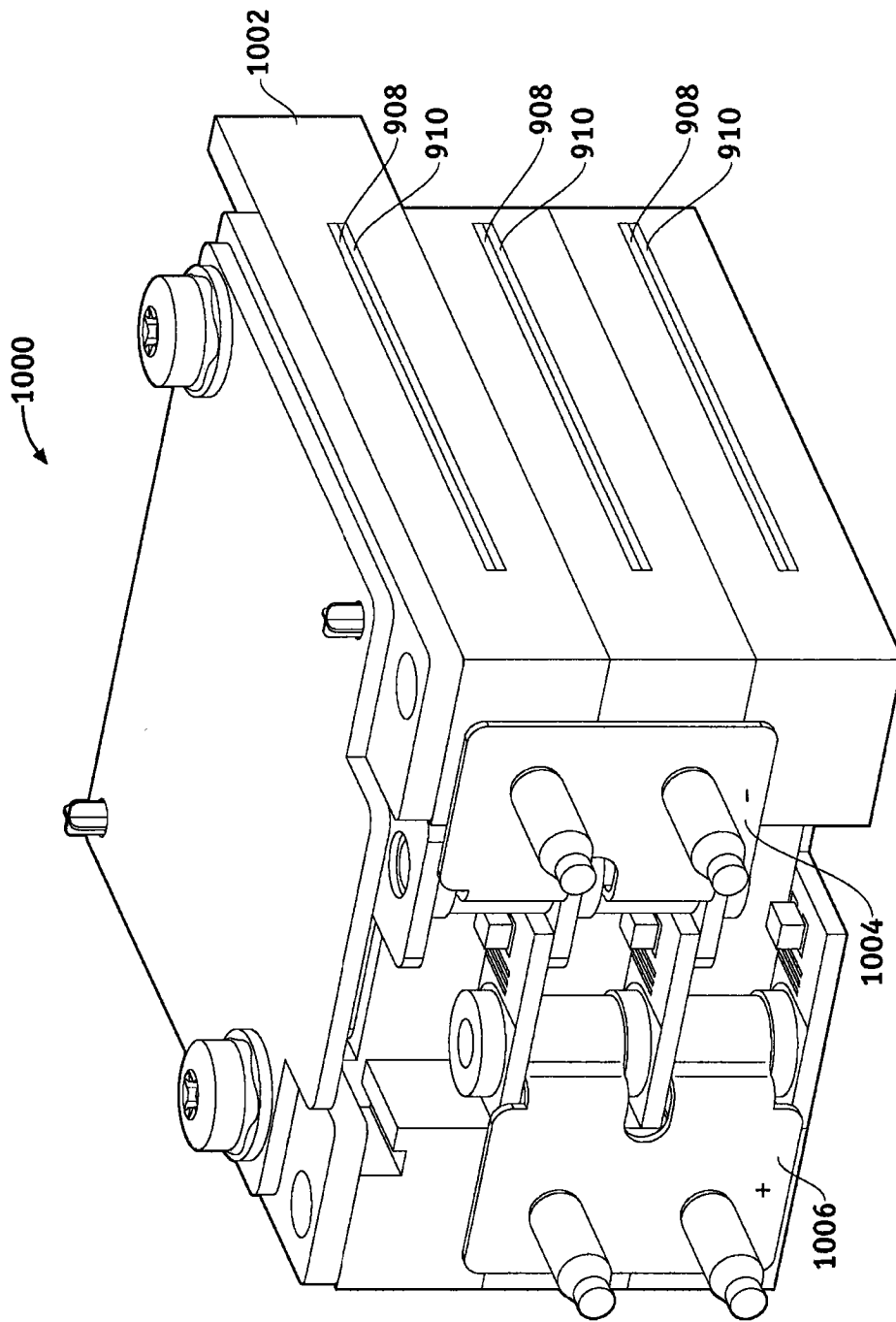


图 10