



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102332831 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 20

(21) 申请号 201110176325. 1

(22) 申请日 2011. 06. 21

(30) 优先权数据

2010-140723 2010. 06. 21 JP

(73) 专利权人 日立汽车系统株式会社

地址 日本茨城县

(72) 发明人 諏访时人 金子裕二郎 高木佑辅

藤野伸一 志村隆弘

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 张宝荣

(51) Int. Cl.

H02M 7/00 (2006. 01)

H02M 7/72 (2006. 01)

H02M 7/797 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2006-339239 A, 2006. 12. 14, 全文.

WO 2010/050594 A1, 2010. 05. 06, 全文.

审查员 盛敏

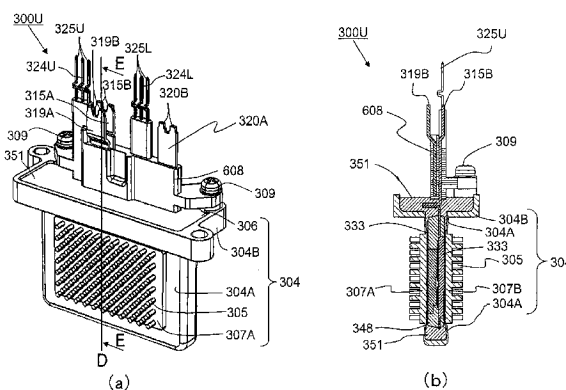
权利要求书1页 说明书23页 附图41页

(54) 发明名称

功率半导体装置及使用其的电力转换装置

(57) 摘要

本发明提供一种功率半导体装置及使用了该功率半导体装置的电力转换装置,从而在功率半导体元件的密封时进行的合模之际,防止向功率半导体元件与端子的连接部分作用过大的应力或产生模具的间隙。在功率模块(300U)中,从第一密封树脂(348)分别突出的直流正极配线(315A)及直流负极配线(319A)构成为,从第一密封树脂(348)突出的部分沿着具有多面体形状的第一密封树脂(348)的一个面排列成一行,并且以重叠状态从第二密封树脂(351)突出且向模块壳体(304)外延伸出。



1. 一种功率半导体装置,其特征在于,具备:
构成变换器电路的上下臂的多个功率半导体元件;
具有多面体形状且密封所述多个功率半导体元件的第一密封构件;
与所述多个功率半导体元件中的任一个连接且从所述第一密封构件突出的正极侧端子;
与所述多个功率半导体元件中的任一个连接且从所述第一密封构件突出的负极侧端子;
密封所述正极侧端子的至少一部分及所述负极侧端子的至少一部分的第二密封构件;
容纳被所述第一密封构件密封了的所述功率半导体元件的壳体,
所述正极侧端子及所述负极侧端子的从所述第一密封构件突出的部分沿着所述第一密封构件的一个面排列成一行,
并且,所述正极侧端子及所述负极侧端子以层叠状态从所述第二密封构件突出且向所述壳体外延伸出,
所述正极侧端子由直流正极配线(315A)和元件侧直流正极连接端子(315D)构成,
所述负极侧端子由直流负极配线(319A)和元件侧直流负极连接端子(319D)构成,
所述第二密封构件对所述直流正极配线(315A)与所述元件侧直流正极连接端子(315D)的连接部(370)和所述直流负极配线(319A)与所述元件侧直流负极连接端子(319D)的连接部(370)进行密封。

功率半导体装置及使用其的电力转换装置

技术领域

[0001] 本发明涉及具有功率半导体元件的功率半导体装置及使用了该功率半导体装置的电力转换装置,所述功率半导体元件进行用于将直流电转换成交流电或将交流电转换成直流电的开关动作。

背景技术

[0002] 电力转换装置具备将从直流电源供给的直流电转换成用于向旋转电机等交流电负载供给的交流电的功能、或者将由旋转电机发出的交流电转换成用于向直流电源供给的直流电的功能。为了实现该转换功能,电力转换装置具有具备进行开关动作的功率半导体元件的功率半导体装置。功率半导体元件通过反复进行导通动作或切断动作,从而进行从直流电向交流电、或从交流电向直流电的电力转换。

[0003] 在上述那样的功率半导体装置上设有用于向功率半导体元件供给直流电的正极侧端子及负极侧端子。专利文献1中记载了在层叠有正极侧端子和负极侧端子的状态下将功率半导体元件通过树脂材料密封并收纳在罐状的壳体内部的功率半导体装置。

[0004] 【专利文献1】日本特开 2010-110143 号公报

[0005] 发明要解决的课题

[0006] 在对功率半导体元件进行密封的工序中,例如需要利用上下的模具按压正极侧端子及负极侧端子而进行合模,并在模具空间内填充树脂。然而,若像上述专利文献1中记载的那样为层叠有正极侧端子和负极侧端子的状态,则该部分与其它端子相比厚度不同,因此在合模时可能向功率半导体元件与该端子的连接部分作用过大的应力或产生模具的间隙。向连接部分作用的过大的应力牵涉到功率半导体元件的破损。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于降低生产工序中的功率半导体元件的破损。

[0008] 本发明的一方式的功率半导体装置具备:构成变换器电路的上下臂的多个功率半导体元件;具有多面体形状且密封多个功率半导体元件的第一密封构件;与多个功率半导体元件中的任一个连接且从第一密封构件突出的正极侧端子;与多个功率半导体元件中的任一个连接且从所述第一密封构件突出的负极侧端子;密封正极侧端子的至少一部分及负极侧端子的至少一部分的第二密封构件;收纳被第一密封构件密封了的功率半导体元件的壳体,其中,正极侧端子及负极侧端子的从第一密封构件突出的部分沿着第一密封构件的一个面排列成一行,并且,正极侧端子及负极侧端子以层叠状态从第二密封构件突出且向壳体外延伸出。

[0009] 本发明的又一方式的功率半导体装置具备:变换器的上臂及下臂用的第一及第二功率半导体元件的串联电路;密封串联电路的第一密封构件;从第一密封构件突出,用于向串联电路供给直流电的内部端子;与内部端子连接的层叠结构的外部端子;密封内部端子与外部端子的连接部的第二密封构件;收纳被第一密封构件密封了的串联电路和内部端

子的壳体,其中,外部端子形成向壳体外延伸出的结构,通过在外部端子的各层中流动的电流而产生相互抵消的方向的磁通。

[0010] 本发明的再一方式的功率半导体装置具备:分别构成变换器电路的上下臂,且分别具有控制电极的第一及第二功率半导体元件;分别与第一及第二功率半导体元件所具有的控制电极连接的第一及第二控制端子;分别与由第一及第二功率半导体元件构成的串联电路的正极侧及负极侧连接,且向串联电路供给直流电的正极端子及负极端子;用于输出由串联电路从直流电转换来的交流电的输出端子,其中,第一控制端子、第二控制端子、正极端子、负极端子及输出端子的各端子排列配置成一行,第一及第二功率半导体元件所具有的控制电极分别配置在相对于与各端子的排列方向正交的中心线偏向任一方的位置上,第一及第二控制端子分别配置在第一及第二功率半导体元件中配置有控制电极的一侧,正极端子配置在第一功率半导体元件中未配置控制电极的另一侧,输出端子配置在第二功率半导体元件中未配置控制电极的另一侧,负极端子配置在正极端子与第二控制端子之间。

[0011] 本发明的另一方式的电力转换装置具备:平滑用电容器;与平滑用电容器连接,由用于从直流电转换成交流电或者从交流电转换成直流电的多个功率半导体装置构成的桥式电路;用于供冷却功率半导体装置的冷却介质流动的冷却流路形成体,功率半导体装置具备:功率半导体元件;密封功率半导体元件的第一密封构件;从第一密封构件突出的内部端子;与内部端子连接的外部端子;密封内部端子与外部端子的连接部的第二密封构件;收纳被第一密封构件密封了的功率半导体元件和内部端子的壳体,其中,外部端子向外延伸出。

[0012] 本发明的另一方式的电力转换装置具备:平滑用电容器;与平滑用电容器连接,由用于从直流电转换成交流电或者从交流电转换成直流电的多个功率半导体装置构成的桥式电路;用于供冷却功率半导体装置的冷却介质流动的冷却流路形成体,功率半导体装置具备:变换器的上臂及下臂用的第一及第二功率半导体元件的串联电路;密封第一及第二功率半导体元件的串联电路的第一密封构件;从第一密封构件突出的用于向串联电路供给直流电的内部端子;与内部端子连接的层叠结构的外部端子;密封内部端子与外部端子的连接部的第二密封构件;收纳被第一密封构件密封了的功率半导体元件和内部端子的金属制的壳体,其中,外部端子形成向外延伸出的结构,通过在与内部端子连接的串联电路中流动的电流而在金属制的壳体上引起涡电流,通过在各外部端子中流动的电流而产生相互抵消方向的磁通。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本发明,能够防止功率模块的生产工序中的功率半导体元件的破损。

附图说明

[0015] 图 1 是表示混合动力机动车的控制块的图。

[0016] 图 2 是说明变换器电路 140 的电路的结构的图。

[0017] 图 3 是电力转换装置 200 的外观立体图。

[0018] 图 4 是电力转换装置 200 的外观立体图。

[0019] 图 5 是电力转换装置 200 的分解立体图。

[0020] 图 6 是电力转换装置 200 的分解立体图。

- [0021] 图 7 是电力转换装置 200 的分解立体图。
- [0022] 图 8 是安装有功率模块 300U ~ 300W、电容器模块 500、母线组件 800 的流路形成体 12 的外观立体图。
- [0023] 图 9 是表示取下母线组件 800 后的状态的流路形成体 12 的图。
- [0024] 图 10 是流路形成体 12 的立体图。
- [0025] 图 11 从背面侧观察流路形成体 12 而得到的分解立体图。
- [0026] 图 12 是表示本发明的实施方式所涉及的功率模块的图, (a) 是立体图, (b) 是剖视图。
- [0027] 图 13 是表示拆下螺钉及第二密封树脂后的功率模块的图, (a) 是立体图, (b) 是剖视图, (c) 壳体的弯曲部变形前的剖视图。
- [0028] 图 14 是表示从图 13 进一步拆下壳体后的功率模块的图, (a) 是立体图, (b) 是剖视图。
- [0029] 图 15 是从图 14 进一步拆下第一密封树脂及配线绝缘部后的功率模块的立体图。
- [0030] 图 16 是表示辅助模制体的图, (a) 是立体图, (b) 是剖视图。
- [0031] 图 17 是用于说明模块一次密封体的组装工序的图。
- [0032] 图 18 是用于说明模块一次密封体的组装工序的图。
- [0033] 图 19 是用于说明模块一次密封体的组装工序的图。
- [0034] 图 20 是用于说明模块一次密封体的组装工序的图。
- [0035] 图 21 是用于说明模块一次密封体的组装工序的图。
- [0036] 图 22 是用于说明第一密封树脂的传递模塑 (transfer mould) 工序的图, (a) 是合模前的纵向剖视图, (b) 是合模后的纵向剖视图。
- [0037] 图 23 是表示功率半导体元件的控制电极与各端子的配置关系的图。
- [0038] 图 24 是表示在直流负极配线侧的导体板上设有应力缓和部的变形例的图。
- [0039] 图 25 是表示本发明的实施方式所涉及的功率模块的内置电路结构的图。
- [0040] 图 26 是用于说明本发明的实施方式所涉及的功率模块的低电感化的图。
- [0041] 图 27 是电容器模块 500 的外观立体图。
- [0042] 图 28 是母线组件 800 的立体图。
- [0043] 图 29 是表示安装有功率模块 300U ~ 300W 及电容器模块 500 的流路形成体 12 的图。
- [0044] 图 30 是流路形成体 12 的水平剖视图。
- [0045] 图 31 是用于说明功率模块 300U ~ 300W 的配置的示意图。
- [0046] 图 32 是表示电力转换装置 200 的剖面的图。
- [0047] 图 33 是说明将电力转换装置 200 搭载于车辆时的布局的图。
- [0048] 图 34 是表示变形例的图。
- [0049] 图 35 是表示变形例的图。
- [0050] 图 36 是表示变形例的图。
- [0051] 图 37 是本实施方式所涉及的流路形成体 12 的剖视图。
- [0052] 图 38 是表示分割直流负极配线后的情况下的变形例的图。
- [0053] 图 39 是用于说明变形例所涉及的模块一次密封体的组装工序的图。

[0054] 图 40 是用于说明变形例所涉及的模块一次密封体的组装工序的图。

[0055] 图 41 是用于说明变形例所涉及的模块一次密封体的组装工序的图。

[0056] 符号说明：

[0057] 150：串联电路

[0058] 156、166：二极管

[0059] 300U：功率模块

[0060] 302：模块一次密封体

[0061] 304：模块壳体

[0062] 305：散热片

[0063] 315A：直流正极配线

[0064] 315B：直流正极端子

[0065] 315C：辅助模块侧直流正极连接端子

[0066] 315D：元件侧直流正极连接端子

[0067] 319A：直流负极配线

[0068] 319B：直流负极端子

[0069] 319C：辅助模块侧直流负极连接端子

[0070] 319D：元件侧直流负极连接端子

[0071] 320A：交流配线

[0072] 320B：交流端子

[0073] 320C：辅助模块侧交流连接端子

[0074] 320D：元件侧交流连接端子

[0075] 324U、324L：信号配线

[0076] 325U、325L：信号端子

[0077] 326U、326L：辅助模块侧信号连接端子

[0078] 327U、327L：元件侧信号连接端子

[0079] 328、330：IGBT

[0080] 348：第一密封树脂

[0081] 351：第二密封树脂

[0082] 370：连接部

[0083] 600：辅助模制体

[0084] 608：配线绝缘部

具体实施方式

[0085] 在以下所记载的实施方式中，除发明要解决的课题和发明效果所记载的课题或效果以外，还解决了作为产品而优选的课题，且起到效果。对此，在实施方式中进行说明。

[0086] 以下，参照附图，对用于实施本发明的方式进行说明。图 1 是表示混合动力机动车（以下记为“HEV”）的控制块的图。发动机 EGN 及电动发电机 MG1 产生车辆的行驶用转矩。另外，电动发电机 MG1 不仅产生旋转转矩，还具有将从外部施加给电动发电机 MG1 的机械能转换成电力的功能。

[0087] 电动发电机 MG1 例如为同步机或感应电机,如上所述,根据运转方法不同而作为电动机或发电机工作。在将电动发电机 MG1 搭载于机动车的情况下,期望小型且获得高输出,适用使用了钕等磁铁的永磁铁型的同步电动机。另外,永磁铁型的同步电动机与感应电动机相比,转子的发热少,从该观点出发也适用于机动车用。

[0088] 发动机 EGN 的输出侧的输出转矩经由动力分配机构 TSM 向电动发电机 MG1 传递,来自动力分配机构 TSM 的旋转转矩或者电动发电机 MG1 所产生的旋转转矩经由变速器 TM 及差速齿轮 DEF 向车轮传递。另一方面,在再生制动的运转时,旋转转矩从车轮向电动发电机 MG1 传递,电动发电机 MG1 基于供给来的旋转转矩产生交流电。产生的交流电如后述那样通过电力转换装置 200 转换成直流电,对高电压用的蓄电池 136 进行充电,充电后的电力再次作为行驶能量而被使用。

[0089] 接下来说明电力转换装置 200。变换器电路 140 经由直流连接器 138 与蓄电池 136 电连接,在蓄电池 136 与变换器电路 140 相互之间进行电力的授受。在电动发电机 MG1 作为电动机工作的情况下,变换器电路 140 基于从蓄电池 136 经由直流连接器 138 供给的直流电而产生交流电,且将该交流电经由交流端子 188 向电动发电机 MG1 供给。由电动发电机 MG1 和变换器电路 140 构成的结构作为第一电动发电单元工作。

[0090] 需要说明的是,在本实施方式中,利用蓄电池 136 的电力使第一电动发电单元作为电动单元工作,由此能够仅通过电动发电机 MG1 的动力来进行车辆的驱动。并且,在本实施方式中,利用发动机 120 的动力或来自车轮的动力使第一电动发电单元作为发电单元工作而发电,由此能够进行蓄电池 136 的充电。

[0091] 另外,虽然在图 1 中省略,但蓄电池 136 还作为用于驱动辅机用的电动机的电源使用。作为辅机用的电动机,例如为驱动空气调节器的压缩机的电动机、或者驱动控制用的液压泵的电动机。从蓄电池 136 向辅机用功率模块供给直流电,辅机用功率模块产生交流电而向辅机用的电动机供给。辅机用功率模块具有与变换器电路 140 基本上相同的电路结构及功能,控制向辅机用的电动机供给的交流的相位或频率、电力。此外,电力转换装置 200 具备用于使向变换器电路 140 供给的直流电平滑化的电容器模块 500。

[0092] 电力转换装置 200 具备用于从上级的控制装置接收指令或向上级的控制装置发送表示状态的数据的通信用的连接器 21。电力转换装置 200 基于从连接器 21 输入的指令而由控制电路 172 运算电动发电机 MG1 的控制量,并且运算作为电动机运转还是作为发电机运转,并根据运算结果产生控制脉冲,将该控制脉冲向驱动电路 174 供给。驱动电路 174 根据供给来的控制脉冲,产生用于控制变换器电路 140 的驱动脉冲。

[0093] 接下来,使用图 2 来说明变换器电路 140 的电路的结构。需要说明的是,以下,作为半导体元件而使用了绝缘栅双极型晶体管,以下简记作 IGBT。通过作为上臂而动作的 IGBT328 及二极管 156、作为下臂而动作的 IGBT330 及二极管 166 来构成上下臂的串联电路 150。变换器电路 140 与要输出的交流电的 U 相、V 相、W 相的三相对应而具备该串联电路 150。

[0094] 在本实施方式中,上述的三相与电动发电机 MG1 的电枢绕组的三相的各相绕组对应。三相的各自的上下臂的串联电路 150 从串联电路的中点部分即中间电极 169 输出交流电流。该中间电极 169 与通过交流端子 159 及交流端子 188 而向电动发电机 MG1 输出交流电的交流电力线即以下所说明的交流母线 802 或 804 连接。

[0095] 上臂的 IGBT328 的集电极 153 经由正极端子 157 与电容器模块 500 的正极侧的电容器端子 506 电连接。另外,下臂的 IGBT330 的发射电极经由负极端子 158 与电容器模块 500 的负极侧的电容器端子 504 电连接。

[0096] 如上所述,控制电路 172 经由连接器 21 从上级的控制装置接收控制指令,基于该控制指令,产生用于控制构成变换器电路 140 的各相的串联电路 150 的构成上臂或下臂的 IGBT328 或 IGBT330 的控制信号即控制脉冲,并将该控制脉冲向驱动电路 174 供给。

[0097] 驱动电路 174 基于上述控制脉冲,将用于控制各相的串联电路 150 的构成上臂或下臂的 IGBT328 或 IGBT330 的驱动脉冲向各相的 IGBT328 或 IGBT330 供给。IGBT328 或 IGBT330 基于来自驱动电路 174 的驱动脉冲,进行导通或者切断动作,并将从蓄电池 136 供给来的直流电转换成三相交流电,将该转换后的电力向电动发电机 MG1 供给。

[0098] IGBT328 具备集电极 153、信号用发射电极 155、栅电极 154。另外,IGBT330 具备集电极 163、信号用的发射电极 165、栅电极 164。二极管 156 电连接于集电极 153 与发射电极 155 之间。另外,二极管 166 电连接于集电极 163 与发射电极 165 之间。

[0099] 作为转换用功率半导体元件,可以使用金属氧化物半导体型场效晶体管(以下简称作 MOSFET),这种情况下不需要二极管 156 和二极管 166。作为转换用功率半导体元件,IGBT 适用于直流电压比较高的情况,MOSFET 适用于直流电压比较低的情况。

[0100] 电容器模块 500 具备正极侧的电容器端子 506、负极侧的电容器端子 504、正极侧的电源端子 509、负极侧的电源端子 508。来自蓄电池 136 的高电压的直流电经由直流连接器 138 向正极侧的电源端子 509 或负极侧的电源端子 508 供给,并从电容器模块 500 的正极侧的电容器端子 506 及负极侧的电容器端子 504 向变换器电路 140 供给。

[0101] 另一方面,被变换器电路 140 从交流电转换来的直流电从正极侧的电容器端子 506 或负极侧的电容器端子 504 向电容器模块 500 供给,并从正极侧的电源端子 509 或负极侧的电源端子 508 经由直流连接器 138 向蓄电池 136 供给,蓄积到蓄电池 136 中。

[0102] 控制电路 172 具备用于对 IGBT328 及 IGBT330 的转换时刻进行运算处理的微型计算机(以下,记作“微机”)。作为向微机的输入信息,有对电动发电机 MG1 要求的目标转矩值、从串联电路 150 向电动发电机 MG1 供给的电流值及电动发电机 MG1 的转子的磁极位置。

[0103] 目标转矩值是基于从未图示的上级的控制装置输出的指令信号的值。电流值是根据电流传感器 180 的检测信号而检测出的值。磁极位置是根据从设置在电动发电机 MG1 中的解算器(resolver)等旋转磁极传感器(未图示)输出的检测信号而检测出的位置。在本实施方式中,例举出电流传感器 180 检测三相的电流值的情况,但也可以检测二相的电流值,通过运算而求出三相的电流。

[0104] 控制电路 172 内的微机根据目标转矩值来运算电动发电机 MG1 的 d 轴、q 轴的电流指令值,并根据该运算出的 d 轴、q 轴的电流指令值与检测出的 d 轴、q 轴的电流值之差来运算 d 轴、q 轴的电压指令值,将该运算出的 d 轴、q 轴的电压指令值根据检测出的磁极位置而转换成 U 相、V 相、W 相的电压指令值。并且,微机根据基于 U 相、V 相、W 相的电压指令值的基波(正弦波)与载波(三角波)的比较而生成脉冲状的调制波,并将该生成的调制波作为 PWM(脉冲宽度调制)信号而向驱动电路 174 输出。

[0105] 驱动电路 174 在驱动下臂的情况下,将放大 PWM 信号而得到的驱动信号向对应的下臂的 IGBT330 的栅电极输出。另外,驱动电路 174 在驱动上臂的情况下,将 PWM 信号的基

准电位的电平转变为上臂的基准电位的电平后放大 PWM 信号,将得到的信号作为驱动信号分别向对应的上臂的 IGBT328 的栅电极输出。

[0106] 另外,控制电路 172 内的微机进行异常检测(过电流、过电压、过温度等),以保护串联电路 150。因此,向控制电路 172 输入传感信息。例如,将从各臂的信号用的发射电极 155 及信号用的发射电极 165 向各 IGBT328 和 IGBT330 的发射电极流动的电流的信息向对应的驱动部(IC)输入。由此,各驱动部(IC)进行过电流检测,在检测到过电流的情况下停止对应的 IGBT328、IGBT330 的开关动作,保护对应的 IGBT328、IGBT330 以免受过电流影响。

[0107] 从设置在串联电路 150 上的温度传感器(未图示)向微机输入串联电路 150 的温度的信息。另外,向微机输入串联电路 150 的直流正极侧的电压的信息。微机根据这些信息进行过温度检测及过电压检测,在检测到过温度或过电压的情况下停止全部的 IGBT328、IGBT330 的开关动作。

[0108] 图 3、4 是作为本发明所涉及的实施方式的电力转换装置 200 的外观立体图,图 4 是取下交流连接器 187 及直流连接器 138 后的状态。本实施方式的电力转换装置 200 通过平面形状形成为大致正方形的长方体形状而实现小型化,另外,具有容易向车辆安装这样的效果。8 表示盖,10 表示箱体,12 表示流路形成体,13 表示冷却介质的入口配管,14 表示出口配管,420 表示下罩。连接器 21 是为了与外部连接而设置的信号用的连接器。

[0109] 盖 8 固定在收纳有构成电力转换装置 200 的电路部件的箱体 10 的上部开口部。固定在箱体 10 的下部的流路形成体 12 保持后述的功率模块 300 及电容器模块 500,并且利用冷却介质将它们冷却。作为冷却介质,大多使用例如水,以下作为冷却水而进行说明。入口配管 13 及出口配管 14 设置在流路形成体 12 的一侧面上,从入口配管 13 供给的冷却水向流路形成体 12 内的后述的流路 19 流入,并从出口配管 14 排出。

[0110] 安装交流连接器 187 的交流接口 185 及安装直流连接器 138 的直流接口 137 设置在箱体 10 的侧面上。交流接口 185 设置在设有配管 13、14 的侧面上,安装在交流接口 185 上的交流连接器 187 的交流配线 187a 通过配管 13 与配管 14 之间而向下方延伸。直流接口 137 设置在与设有交流接口 185 的侧面相邻的侧面上,安装在直流接口 137 上的直流连接器 138 的直流配线 138a 也向电力转换装置 200 的下方延伸。

[0111] 这样,交流接口 185 与配管 13、14 配置在同一侧面 12d 侧,交流配线 187a 通过配管 13、14 之间而被向下方引出,因此能够减小配管 13、14、交流连接器 187 及交流配线 187a 所占的空间,能够降低装置整体的大型化。另外,由于将交流配线 187a 相对于配管 13、14 向下方引出,因此交流配线 187a 的处理变得容易,生产率提高。

[0112] 图 5 是表示从图 4 所示的电力转换装置 200 取下盖 8、直流接口 137 及交流接口 185 后的状态的图。在箱体 10 的一侧面上形成有固定交流接口 185 的开口 10a,在相邻的另一侧面上形成有固定直流接口 137 的开口 10b。三根交流母线 802 即 U 相交流母线 802U、V 相交流母线 802V 及 W 相交流母线 802W 从开口 10a 突出,直流电源端子 508、509 从开口 10b 突出。

[0113] 图 6 是表示在图 5 中从流路形成体 12 取下箱体 10 后的状态的图。箱体 10 具有两个收纳空间,被隔壁 10c 划分为上部收纳空间和下部收纳空间。在上部收纳空间收纳固定有连接器 21 的控制电路基板 20,在下部收纳空间收纳驱动电路基板 22 及后述的母线组

件 800。在控制电路基板 20 上安装有图 2 所示的控制电路 172,在驱动电路基板 22 上安装有驱动电路基板 174。控制电路基板 20 与驱动电路基板 22 通过未图示的扁形电缆(参照后述的图 7)连接,而该扁形电缆通过形成在隔壁 10c 上的狭缝状的开口 10d 从下部收纳空间向上部收纳空间引出。

[0114] 图 7 是电力转换装置 200 的分解立体图。在盖 8 的内侧即箱体 10 的上部收纳空间配置有如上述那样安装了控制电路 172 的控制电路基板 20。在盖 8 上形成有连接器 21 用的开口 8a。从连接器 21 供给使电力转换装置 200 内的控制电路工作的低电压的直流电。

[0115] 详细后述,在流路形成体 12 上形成有供从入口配管 13 流入的冷却水流动的流路。流路形成为沿着流路形成体 12 的三个侧面流动那样的 π 形状的流路。从入口配管 13 流入的冷却水从 π 形状流路的一端向流路内流入,在流路内流动后从与流路的另一端连接的出口配管 14 流出。

[0116] 在流路的上表面形成有三个开口部 400a ~ 400c,内置有串联电路 150(参照图 1)的功率模块 300U、300V、300W 从上述开口部 400a ~ 400c 插入流路内。在功率模块 300U 中内置有 U 相的串联电路 150,在功率模块 300V 中内置有 V 相的串联电路 150,在功率模块 300W 中内置有 W 相的串联电路 150。这些功率模块 300U ~ 300W 形成为相同结构,外观形状也为相同形状。开口部 400a ~ 400c 被插入的功率模块 300U ~ 300W 的凸缘部闭塞。

[0117] 在流路形成体 12 上以被 π 形状的流路包围的方式形成有用于收纳电装部件的收纳空间 405。在本实施方式中,在该收纳空间 405 中收纳有电容器模块 500。收纳在收纳空间 405 中的电容器模块 500 被在流路内流动的冷却水冷却。在电容器模块 500 的上方配置安装了交流母线 802U ~ 802W 的母线组件 800。母线组件 800 固定在流路形成体 12 的上表面。在母线组件 800 上固定有电流传感器模块 180。

[0118] 驱动电路基板 22 固定于在母线组件 800 上设置的支承构件 807a 上,由此配置在母线组件 800 的上方。如上述那样,控制电路基板 20 与驱动电路基板 22 通过扁形电缆 23 连接。扁形电缆 23 通过形成在隔壁 10c 上的狭缝状的开口 10d 而从下部收纳空间向上部收纳空间引出。

[0119] 这样,由于沿高度方向分层配置功率模块 300U ~ 300W、驱动电路基板 22 和控制电路基板 20,且控制电路基板 20 配置在距强电的功率模块 300U ~ 300W 最远的部位,因此能够降低开关噪声 (switching noise) 等混入到控制电路基板 20 侧的情况。并且,由于驱动电路基板 22 和控制电路基板 20 配置在被隔壁 10c 划分开的不同收纳空间中,因此隔壁 10c 作为电磁屏蔽件而发挥作用,能够降低从驱动电路基板 22 混入到控制电路基板 20 的噪声。需要说明的是,箱体 10 由铝等金属材料形成。

[0120] 并且,由于在一体形成于箱体 10 的隔壁 10c 上固定控制电路基板 20,因此控制电路基板 20 相对于来自外部的振动的机械的共振频率变高。因此,不易受来自车辆侧的振动的影响,可靠性提高。

[0121] 以下,对流路形成体 12、固定在流路形成体 12 上的功率模块 300U ~ 300W、电容器模块 500 及母线组件 800 更详细地进行说明。图 8 是在流路形成体 12 上安装有功率模块 300U ~ 300W、电容器模块 500、母线组件 800 的外观立体图。另外,图 9 表示从流路形成体 12 取下母线组件 800 后的状态。母线组件 800 通过螺栓固定在流路形成体 12 上。

[0122] 首先,参照图 10、11,对流路形成体 12 进行说明。图 10 是流路形成体 12 的立体

图,图 11 是从背面侧观察流路形成体 12 而得到的分解立体图。如图 10 所示那样,流路形成体 12 形成为平面形状为大致正方形的长方体,在其侧面 12d 设置有入口配管 13 及出口配管 14。需要说明的是,侧面 12d 中设有配管 13、14 的部分形成为台阶状。如图 11 所示,流路 19 沿着剩余三个侧面 12a ~ 12c 而形成为 π 形状。并且,在流路形成体 12 的背面侧形成具有与流路 19 的横截面形状大致相同的形状的连成一个的 π 形状的开口部 404。该开口部 404 被 π 形状的下罩 420 闭塞。在下罩 420 与流路形成体 12 之间设有密封构件 409a,以确保气密性。

[0123] 形成为 π 形状的流路 19 根据冷却水的流动方向而分成三个流路区间 19a、19b、19c。详细后述,第一流路区间 19a 沿着与设有配管 13、14 的侧面 12d 对置的位置的侧面 12a 设置,第二流路区间 19b 沿着与侧面 12a 的一侧相邻的侧面 12b 设置,第三流路区间 19c 沿着与侧面 12a 的另一侧相邻的侧面 12c 设置。冷却水从入口配管 13 向流路区间 19b 流入,如虚线箭头所示那样按流路区间 19b、流路区间 19a、流路区间 19c 的顺序流动,并从出口配管 14 流出。

[0124] 如图 10 所示,在流路形成体 12 的上表面侧,在与流路区间 19a 对置的位置形成有与侧面 12a 平行的长方形的开口部 402a,在与流路区间 19b 对置的位置形成有与侧面 12b 平行的长方形的开口部 402b,在与流路区间 19c 对置的位置形成有与侧面 12c 平行的长方形的开口部 402c。功率模块 300U ~ 300W 通过这些开口部 402a ~ 402c 而插入到流路 19 内。

[0125] 如图 11 所示,在下罩 420 上的与上述开口部 402a ~ 402c 对置的位置分别形成有朝向流路 19 的下侧突出的凸部 406。这些凸部 406 从流路 19 侧观察成为凹坑,从开口部 402a ~ 402c 插入的功率模块 300U ~ 300W 的下端部分进入到这些凹坑中。流路形成体 12 中,由于开口部 404 与开口部 402a ~ 402c 对置地形成,因此构成容易利用铝铸造来制造的结构。

[0126] 如图 10 所示,在流路形成体 12 上设有以被流路 19 包围三边的方式形成的矩形形状的收纳空间 405。在该收纳空间 405 中收纳电容器模块 500。由于被流路 19 包围的收纳空间 405 为长方体形状,因此可以将电容器模块 500 制成长方体形状,电容器模块 500 的生产率优良。

[0127] 使用图 12 至图 26,对变换器电路 140 中使用的功率模块 300U ~ 300W 及功率模块 301U ~ 301W 的详细结构进行说明。上述功率模块 300U ~ 300W 及功率模块 301U ~ 301W 均为相同结构,以功率模块 300U 为代表而说明其结构。需要说明的是,在图 12 至图 26 中,信号端子 325U 与图 2 所示的栅电极 154 及信号用发射电极 155 对应,信号端子 325L 与图 2 所示的栅电极 164 及发射电极 165 对应。另外,直流正极端子 315B 与图 2 所示的正极端子 157 相同,直流负极端子 319B 与图 2 所示的负极端子 158 相同。另外,交流端子 320B 与图 2 所示的交流端子 159 相同。

[0128] 图 12(a) 是本实施方式的功率模块 300U 的立体图。图 12(b) 是以剖面 D 剖开本实施方式的功率模块 300U 而从方向 E 观察到的功率模块 300U 的剖视图。

[0129] 为了帮助理解,图 13 是表示从图 12 所示的状态拆下螺钉 309 及第二密封树脂 351 后的功率模块 300U 的图。图 13(a) 是立体图,图 13(b) 与图 12(b) 同样,是以剖面 D 剖开而从方向 E 观察时的剖视图。另外,图 13(c) 表示对散热片 305 加压而使弯曲部 304A 变形

前的剖视图。

[0130] 图 14 是表示从图 13 所示的状态进一步拆下模块壳体 304 后的功率模块 300U 的图。图 14(a) 是立体图,图 14(b) 与图 12(b)、图 13(b) 同样,是以剖面 D 剖开而从方向 E 观察时的剖视图。

[0131] 图 15 是从图 14 所示的状态进一步拆下第一密封树脂 348 及配线绝缘部 608 后的功率模块 300U 的立体图。

[0132] 图 16 是表示功率模块 300U 中的辅助模制体 600 的图。图 16(a) 是立体图,图 16(b) 与图 12(b)、图 13(b) 及图 14(b) 同样,是以剖面 D 剖开而从方向 E 观察时的剖视图。

[0133] 构成上下臂的串联电路 150 的功率半导体元件 (IGBT328、IGBT330、二极管 156、二极管 166) 如图 14 及 15 所示那样,被导体板 315 和导体板 318 或者导体板 320 和导体板 319 从两面夹持而固接。导体板 315 等以其散热面露出的状态被第一密封树脂 348 密封,在该散热面上热压接绝缘片 333。第一密封树脂 348 如图 14 所示那样具有多面体形状 (在此为大致长方体形状)。

[0134] 被第一密封树脂 348 密封了的模块一次密封体 302 插入到模块壳体 304 中而夹持绝缘片 333,且与作为罐型冷却器的模块壳体 304 的内表面热压接。在此,罐型冷却器是形成为一面具有插入口 306 且在另一面具有底的筒形状的冷却器。在模块壳体 304 的内部残存的空隙中填充第二密封树脂 351。

[0135] 模块壳体 304 由具有导电性的构件、例如铝合金材料 (Al、AlSi、AlSiC、Al-C 等) 构成,且以无缝的状态一体地成形。模块壳体 304 为除插入口 306 以外不设有开口的结构,插入口 306 的外周被凸缘 304B 包围。另外,如图 12(a) 所示那样,具有比其它面宽的第一散热面 307A 及第二散热面 307B 以分别对置的状态配置,各功率半导体元件 (IGBT328、IGBT330、二极管 156、二极管 166) 以与这些散热面对置的方式配置。将该对置的第一散热面 307A 与第二散热面 307B 相连的三个面构成以比该第一散热面 307A 及第二散热面 307B 窄的宽度密闭的面,在剩余的一边的面上形成插入口 306。模块壳体 304 的形状不必为标准的长方体,角可以如图 12(a) 所示那样形成为曲面。

[0136] 通过使用这样形状的金属制的壳体,即使将模块壳体 304 插入到供水或油等制冷剂流动的流路 19 内,也能够通过凸缘 304B 确保相对于制冷剂的密封,因此能够以简单的结构防止冷却介质侵入到模块壳体 304 的内部。另外,在对置的第一散热面 307A 和第二散热面 307B 上分别均匀地形成有散热片 305。并且,在第一散热面 307A 及第二散热面 307B 的外周形成有厚度极薄的弯曲部 304A。弯曲部 304A 的厚度极端地薄到通过对散热片 305 加压就能够轻易地变形这种程度,因此插入模块一次密封体 302 后的生产率得以提高。

[0137] 通过如上述那样将导体板 315 等经由绝缘片 333 而热压接到模块壳体 304 的内壁上,由此能够减小导体板 315 等与模块壳体 304 的内壁之间的空隙,能够效率良好地将功率半导体元件所产生的热向散热片 305 传递。进而,通过使绝缘片 333 带有某种程度的厚度和柔软性,从而能够利用绝缘片 333 吸收热应力的产生,适合使用于温度变化急剧的车辆用的电力转换装置。

[0138] 在模块壳体 304 外设有用于与电容器模块 500 电连接的金属制的直流正极配线 315A 及直流负极配线 319A,且在它们前端部分别形成有直流正极端子 315B (157) 和直流负极端子 319B (158)。另外,设有用于向电动发电机 MG1 或 MG2 供给交流电的金属制的交流配

线 320A,且在交流配线 320A 的前端形成有交流端子 320B(159)。在本实施方式中,如图 15 所示那样,直流正极配线 315A 与导体板 315 连接,直流负极配线 319A 与导体板 319 连接,交流配线 320A 与导体板 320 连接。

[0139] 在模块壳体 304 外还设有用于与驱动电路 174 电连接的金属制的信号配线 324U 及 324L,且在它们前端部分别形成有信号端子 325U(154、155) 和信号端子 325L(164、165)。在本实施方式中,如图 15 所示那样,信号配线 324U 与 IGBT328 连接,信号配线 324L 与 IGBT328 连接。

[0140] 直流正极配线 315A、直流负极配线 319A、交流配线 320A、信号配线 324U 及信号配线 324L 以被由树脂材料成形的配线绝缘部 608 相互绝缘的状态一体地成型为辅助模制体 600。配线绝缘部 608 也作为用于支承各配线的支承构件而发挥作用,配线绝缘部 608 所使用的树脂材料优选具有绝缘性的热固化性树脂或热塑性树脂。由此,能够确保直流正极配线 315A、直流负极配线 319A、交流配线 320A、信号配线 324U 及信号配线 324L 之间的绝缘性,能够实现高密度配线。辅助模制体 600 在与模块一次密封体 302 在连接部 370 金属接合后,通过将设置在配线绝缘部 608 上的螺纹孔贯通的螺钉 309 而固定在模块壳体 304 上。连接部 370 处的模块一次密封体 302 与辅助模制体 600 的金属接合可以使用例如 TIG 焊接等。

[0141] 直流正极配线 315A 与直流负极配线 319A 以将配线绝缘部 608 夹于其间且对置的状态相互层叠,形成为大致平行地延伸的形状。通过这样的配置及形状,在功率半导体元件的开关动作时瞬间流过的电流对置且反向流动。由此,发挥电流所产生的磁场相抵的作用,通过该作用能够实现低电感性。需要说明的是,交流配线 320A、信号端子 325U、325L 也朝向与直流正极配线 315A 及直流负极配线 319A 同样的方向延伸。

[0142] 通过金属接合将模块一次密封体 302 与辅助模制体 600 连接,连接部 370 被第二密封树脂 351 密封在模块壳体 304 内。由此,能够在连接部 370 与模块壳体 304 之间稳定地确保必要的绝缘距离,因此与没有密封的情况相比,能够实现功率模块 300U 的小型化。

[0143] 如图 15、图 16 所示那样,在连接部 370 的辅助模块 600 侧,辅助模块侧直流正极连接端子 315C、辅助模块侧直流负极连接端子 319C、辅助模块侧交流连接端子 320C、辅助模块侧信号连接端子 326U 及辅助模块侧信号连接端子 326L 排列配置成一行。另一方面,在连接部 370 的模块一次密封体 302 侧,元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧直流负极连接端子 319D、元件侧交流连接端子 320D、元件侧信号连接端子 327U 及元件侧信号连接端子 327L 沿着具有多面体形状的第一密封树脂 348 的一个面排列配置成一行。这样,通过各端子在连接部 370 排列成一行这样的结构,通过传递模塑进行的模块一次密封体 302 的制造变得容易。

[0144] 在此,对将模块一次密封体 302 的从第一密封树脂 348 向外侧延伸出的部分按其种类视作一种端子时的各端子的位置关系进行叙述。在以下的说明中,将由直流正极配线 315A(包括直流正极端子 315B 和辅助模块侧直流正极连接端子 315C)及元件侧直流正极连接端子 315D 构成的端子称作正极侧端子,将由直流负极配线 319A(包括直流负极端子 319B 和辅助模块侧直流负极连接端子 319C)及元件侧直流负极连接端子 315D 构成的端子称作负极侧端子,将由交流配线 320A(包括交流端子 320B 和辅助模块侧交流连接端子 320C)及元件侧交流连接端子 320D 构成的端子称作输出端子,将由信号配线 324U(包括信号端子

325U 和辅助模块侧信号连接端子 326U) 及元件侧信号连接端子 327U 构成的端子称作上臂用信号端子, 将由信号配线 324L (包括信号端子 325L 和辅助模块侧信号连接端子 326L) 及元件侧信号连接端子 327L 构成的端子称作下臂用信号端子。

[0145] 上述各端子均从第一密封树脂 348 及第二密封树脂 351 通过连接部 370 而突出, 从该第一密封树脂 348 突出的各突出部分 (元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧直流负极连接端子 319D、元件侧交流连接端子 320D、元件侧信号连接端子 327U 及元件侧信号连接端子 327L) 如上述那样沿着具有多面体形状的第一密封树脂 348 的一个面排列成一行。另外, 正极侧端子和负极侧端子以层叠状态从第二密封树脂 351 突出, 向模块壳体 304 外延伸出。通过构成为这样的结构, 从而在利用第一密封树脂 348 密封功率半导体元件而制造模块一次密封体 302 时的合模之际, 能够防止向功率半导体元件与该端子的连接部分作用过大的应力或产生模具的间隙。另外, 通过在层叠的正极侧端子和负极侧端子的各自中流动的相反方向的电流, 产生相互抵消的方向的磁通, 因此能够实现低电感化。

[0146] 在辅助模块 600 侧, 辅助模块侧直流正极连接端子 315C、辅助模块侧直流负极连接端子 319C 分别形成在直流正极配线 315A、直流负极配线 319A 中的与直流正极端子 315B、直流负极端子 319B 相反侧的前端部。另外, 辅助模块侧交流连接端子 320C 形成在交流配线 320A 中的与交流端子 320B 相反侧的前端部。辅助模块侧信号连接端子 326U、326L 分别形成在信号配线 324U、324L 中的与信号端子 325U、325L 相反侧的前端部。

[0147] 另一方面, 在模块一次密封体 302 侧, 元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧直流负极连接端子 319D、元件侧交流连接端子 320D 分别形成在导体板 315、319、320 上。另外, 元件侧信号连接端子 327U、327L 通过接合线 371 分别与 IGBT328、330 连接。

[0148] 接下来, 使用图 17 至图 21, 对模块一次密封体 302 的组装工序进行说明。

[0149] 如图 17 所示, 直流正极侧的导体板 315 及交流输出侧的导体板 320 与元件侧信号连接端子 327U 及 327L 以与共同的连接杆 372 相连的状态被一体加工成大致同一平面状的配置。在导体板 315 上固接有上臂侧的 IGBT328 的集电极和上臂侧的二极管 156 的阴极电极。在导体板 320 上固接有下臂侧的 IGBT330 的集电极和下臂侧的二极管 166 的阴极电极。在 IGBT328、330 及二极管 155、166 上, 导体板 318 和导体板 319 配置成大致同一平面状。在导体板 318 上固接有上臂侧的 IGBT328 的发射电极和上臂侧的二极管 156 的阳极电极。在导体板 319 上固接有下臂侧的 IGBT330 的发射电极和下臂侧的二极管 166 的阳极电极。各功率半导体元件经由金属接合件 160 分别固接于在各导体板上设置的元件固接部 322 上。金属接合件 160 例如为焊锡件或包括银片及微细金属粒子的低温烧结接合件等。

[0150] 各功率半导体元件为板状的扁平结构, 该功率半导体元件的各电极形成在表背面上。如图 17 所示, 功率半导体元件的各电极被导体板 315 和导体板 318、或者导体板 320 和导体板 319 夹持。即, 导体板 315 与导体板 318 成为隔着 IGBT328 及二极管 156 而大致平行地对置的层叠配置。同样地, 导体板 320 与导体板 319 成为隔着 IGBT330 及二极管 166 而大致平行地对置的层叠配置。另外, 导体板 320 与导体板 318 经由中间电极 329 连接。通过该连接将上臂电路与下臂电路电连接, 从而形成上下臂串联电路。

[0151] 如上述那样, 通过在导体板 315 与导体板 318 之间夹入 IGBT328 及二极管 156, 并且在导体板 320 与导体板 319 之间夹入 IGBT330 及二极管 166, 将导体板 320 与导体板 318 经由中间电极 329 连接, 由此成为图 18 所示那样。其后, 利用接合线 371 连接 IGBT328 的

控制电极 328A 与元件侧信号连接端子 327U, 并且利用接合线 371 连接 IGBT330 的控制电极 330A 与元件侧信号连接端子 327L, 由此成为如图 19 所示那样。

[0152] 当组装至图 19 所示的状态时, 利用第一密封树脂 348 将包括功率半导体元件及接合线 371 的部分如图 20 所示那样密封。此时, 在模具按压面 373 用模具从上下按压, 通过传递模塑将第一密封树脂 348 填充在模具内而成形。

[0153] 利用第一密封树脂 348 密封后, 切除连接杆 372, 从而将元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧交流连接端子 320D、元件侧信号连接端子 327U、327L 分别分离。然后, 将在模块一次密封体 302 的一边侧排列成一列的元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧直流负极连接端子 319D、元件侧交流连接端子 320D、元件侧信号连接端子 327U、327L 的各端部如图 21 那样分别向同一方向折弯。由此, 能够使在连接部 370 将模块一次密封体 302 与辅助模制体 600 金属接合时的作业容易化, 从而提高生产率, 并且能够提高金属接合的可靠性。

[0154] 图 22 是用于说明第一密封树脂 348 的传递模塑工序的图。图 22(a) 表示合模前的纵向剖视图, (b) 表示合模后的纵向剖视图。

[0155] 如图 22(a) 所示, 图 19 所示的密封前的模块一次密封体 302 设置在上侧模具 374A 与下侧模具 374B 之间。上侧模具 374A 及下侧模具 374B 从上下将模块一次密封体 302 夹入到模具按压面 373 上而进行合模, 由此如图 22(b) 所示, 在模具内形成模具空间 375。通过向该模具空间 375 中填充第一密封树脂 348 而成形, 由此在模块一次密封体 302 中通过第一密封树脂 348 密封功率半导体元件 (IGBT328、330 及二极管 155、166)。

[0156] 需要说明的是, 如图 20 所示, 在模具按压面 373, 元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧直流负极连接端子 319D、元件侧交流连接端子 320D、元件侧信号连接端子 327U 及元件侧信号连接端子 327L 排列配置成一列。通过这样的端子配置, 能够使用上侧模具 374A 及下侧模具 374B 在各端子与功率半导体元件的连接部不产生多余的应力且无间隙地进行合模。从而能够在不引起功率半导体元件的破损或者第一密封树脂 348 从间隙漏出的情况下进行功率半导体元件的密封。

[0157] 接下来, 参照图 23, 对模块一次密封体 302 中的功率半导体元件的控制电极与各端子的配置关系进行说明。为了便于理解, 图 23 表示从图 18 的状态拆下导体板 318、319 及中间电极 329 后的形态。在图 23 中, 在 IGBT328、330 的一边侧 (图中的上边侧), 控制电极 328A、330A 分别配置在相对于中心线 376、377 偏向图中左侧的位置上。中心线 376、377 与元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧直流负极连接端子 319D、元件侧交流连接端子 320D、元件侧信号连接端子 327U 及元件侧信号连接端子 327L 的排列方向正交。

[0158] 若将 IGBT328 用中心线 376 一分为二而考虑, 则在配置有控制电极 328A 的一侧配置有元件侧信号连接端子 327U, 在另一侧配置有元件侧直流正极连接端子 315D。同样, 若将 IGBT330 用中心线 377 一分为二而考虑, 则在配置有控制电极 330A 的一侧配置有元件侧信号连接端子 327L, 在另一侧配置有元件侧交流连接端子 320D。另外, 如图 18 所示, 元件侧直流负极连接端子 319D 配置在元件侧直流正极连接端子 315D 与元件侧信号连接端子 327L 之间。通过这样的配置, 能够使分别连接控制电极 328A、330A 与元件侧信号连接端子 327U、327L 的接合线 371 的长度最小化, 能够提高连接的可靠性。另外, 能够使各端子集成化而实现模块一次密封体 302、进而功率模块 300U 的小型化。

[0159] 需要说明的是, 如图 23 所示, 元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧交流连接端

子 320D、元件侧信号连接端子 327U 及元件侧信号连接端子 327L 以与共同的连接杆 372 相连的状态被一体地加工。由此,能够将上述各端子之间平面度或厚度的偏差抑制得非常小。另一方面,元件侧直流 负极连接端子 319D 是与上述各端子不同体加工而组合的端子,因此平面度或厚度的偏差与其它各端子相比变大。在合模时可能在该端子与功率半导体元件的连接部产生多余的应力。

[0160] 图 24 是表示用于避免上述那样的不良情况的变形例的图。在该变形例中,在设有元件侧直流负极连接端子 319D 的导体板 319 上设有用于吸收而缓和合模时的应力的应力缓和部 319E。优选应力缓和部 319E 的位置设定在从安装功率半导体元件的部分(钎焊部分)至模具按压面 373 之间。需要说明的是,虽然考虑有仅通过使导体板 319 的一部分的厚度比其它部分薄来形成应力缓和部 319E,但这种情况下电流密度在该部分增加,因此存在电性能降低的可能性。从而,优选如图 24 所示那样使导体板 319 的一部分弯曲而形成应力缓和部 319E。这样,电流密度不会在应力缓和部 319E 增加,进而由于电流的方向在通过弯曲而形成的折回部分对置,因此还能够有助于电感的抑制。

[0161] 图 25 是表示功率模块 300U 的电路结构的电路图。上臂侧的 IGBT328 的集电极与上臂侧的二极管 156 的阴极电极经由导体板 315 连接。同样,下臂侧的 IGBT330 的集电极与下臂侧的二极管 166 的阴极电极经由导体板 320 连接。另外,上臂侧的 IGBT328 的发射电极与上臂侧的二极管 156 的阳极电极经由导体板 318 连接。同样,下臂侧的 IGBT330 的发射电极与下臂侧的二极管 166 的阳极电极经由导体板 319 连接。导体板 318 与 320 通过中间电极 329 连接。通过这样的电路结构形成上下臂串联电路。

[0162] 接下来,参照图 26,对低电感化所产生的作用进行说明。图 26(a) 是表示恢复电流流动时的等效电路的图,图 26(b) 是表示恢复电流的路径的图。

[0163] 在图 26(a) 中,下臂侧的二极管 166 形成为以正向偏压状态导通的状态。在该状态下,若上臂侧的 IGBT328 成为接通状态,则下臂侧的二极管 166 成为反向偏压且载流子移动所引起的恢复电流贯通上下臂。此时,在各导体板 315、318、319、320 中流过图 26(b) 所示的恢复电流 360。恢复电流 360 如虚线所示那样,通过与直流负极端子 319B(158) 对置配置的直流正极端子 315B(157),接着在各导体板 315、318、319、320 所形成的环形状的路径中流动,再经由与直流正极端子 315B(157) 对置配置的直流负极端子 319B(158) 而如实线所示那样流动。通过电流在环形状路径中流动,由此在模块壳体 304 的第一散热面 307A 及第二散热面 307B 上流过涡电流 361。通过等效电路 362 在该涡电流 361 的电流路径上产生的磁场相抵效果,从而降低环形状路径上的配线电感 363。

[0164] 需要说明的是,恢复电流 360 的电流路径越接近于环形状,电感降低作用越大。在本实施方式中,环形状的电流路径如虚线所示那样,在导体板 315 的接近直流正极端子 315B(157) 侧的路径中流动,通过 IGBT328 及二极管 156 内。并且,环形状的电流路径如实线所示那样,在导体板 318 的远离直流正极端子 315B(157) 侧的路径中流动,之后如虚线所示那样在导体板 320 的远离直流正极端子 315B(157) 侧的路径中流动,通过 IGBT330 及二极管 166 内。进而,环形状的电流路径如实线所示那样,在导体板 319 的接近直流负极配线 319A 侧的路径中流动。这样,环形状的电流路径通过相对于直流正极端子 315B(157) 或直流负极端子 319B(158) 接近或远离侧的路径,由此形成更接近于环形状的电流路径。

[0165] 图 38 是表示分割直流负极配线后的情况下的变形例的图。需要说明的是,与上述

的符号相同符号的结构具有相同的功能。图 18 所示的元件侧直流负极连接端子 319D 是与上述各端子不同体加工成而组合的端子,因此平面度或厚度的偏差与其它各端子相比变大,在合模时可能在该端子与功率半导体元件的连接部产生多余的应力。

[0166] 因此,如图 38 所示那样,将图 18 所示的元件侧直流负极连接端子 319D 分割而形成的负极侧连接端子 319F 与元件侧交流连接端子 320D 和元件侧直流正极连接端子 315D 配置在大致同一面上。

[0167] 另外,图 39 所示,元件侧直流负极连接端子 319G 从导体 319 的缘边延伸至与负极侧连接端子 319F 的一部分对置的位置。并且,元件侧直流负极连接端子 319G 的端部被向负极侧连接端子 319F 侧折弯。

[0168] 并且,如图 40 所示,元件侧直流负极连接端子 319G 的端部经由金属接合件 161 与负极侧连接端子 319F 连接。在通过金属接合件接合各种半导体元件及端子后,利用图 22 所示的制造方法将图 40 所示的模块体用第一密封树脂 348 密封,这样完成图 41 所示的模块一次密封体 303。如图 41 所示那样,负极侧连接端子 319F 与元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧交流连接端子 320D、元件侧信号连接端子 327U 一起与连接杆 372 一体地形成。并且,连接杆 372 的切断可以包括与负极侧连接端子 319F 的连接部分在内而一并进行。

[0169] 由此,能够将上述各端子之间平面度或厚度的偏差抑制得非常小。

[0170] 图 27 是电容器模块 500 的外观立体图。在电容器模块 500 内设置有多数电容器单元。电容器端子 503a ~ 503c 接近电容器模块 500 的与流路 19 对置的面而突出设置在电容器模块 500 的上表面。电容器端子 503a ~ 503c 与各功率模块 300 的正极端子 157 及负极端子 158 对应而形成。电容器端子 503a ~ 503c 形成为同一形状,在构成电容器端子 503a ~ 503c 的负极侧电容器端子 504 与正极侧电容器端子 506 之间设有绝缘片,以确保端子间的绝缘。

[0171] 在电容器模块 500 的侧面 500d 侧的上部形成有突出部 500e、500f。在突出部 500e 内安装有放电电阻,在突出部 500f 内安装有应对共态噪声用的 Y 电容器。另外,在从突出部 500f 的上表面突出的端子 500g、500h 上安装图 5 所示的电源端子 508、509。如图 10 所示,在开口 402b、402c 与侧面 12d 之间形成有凹部 405a、405b,将电容器模块 500 收纳在流路形成体 12 的收纳空间 405 中时,突出部 500e 收纳在凹部 405a,且突出部 500f 收纳在凹部 405b。

[0172] 安装在突出部 500e 内的放电电阻是用于在变换器停止时放出蓄积在电容器模块 500 内的电容器单元中的电荷的电阻。收纳突出部 500e 的凹部 405a 设置在从入口配管 13 流入的冷却水的流路的正上方,因此能够抑制放电时的放电电阻的温度上升。

[0173] 图 28 是母线组件 800 的立体图。母线组件 800 具备 U、V、W 相的交流母线 802U、802V、802W、用于保持且固定交流母线 802U ~ 802W 的保持构件 803、用于检测在交流母线 802U ~ 802W 中流动的交流电流的电流传感器模块 180。交流母线 802U ~ 802W 分别由宽幅导体形成。用于保持驱动电路基板 22 的多个支承构件 807a 以从保持构件 803 向上方突出的方式形成在由树脂等绝缘材料形成的保持构件 803 上。

[0174] 如上述的图 8 所示,在将母线组件 800 固定在流路形成体 12 上时,电流传感器模块 180 在接近流路形成体 12 的侧面 12d 的位置以与侧面 12d 平行的方式配置在母线组件

800 上。如图 28 所示,在电流传感器模块 180 的侧面上分别形成有用于供交流母线 802U ~ 802W 贯通的贯通孔 181。在电流传感器模块 180 的形成有贯通孔 181 的部分设有传感器元件,各传感器元件的信号线 182a 从电流传感器模块 180 的上表面突出。各传感器元件沿着电流传感器模块 180 的延伸方向、即流路形成体 12 的侧面 12d 的延伸方向排列配置。交流母线 802U ~ 802W 贯通各贯通孔 181,且其前端部分平行地突出。

[0175] 定位用的突起部 806a、806b 以朝向上方突出的方式形成在保持构件 803 上。虽然电流传感器模块 180 通过螺纹紧固固定在保持构件 803 上,但此时通过使突起部 806a、806b 与形成在电流传感器模块 180 的框体上的定位孔卡合来进行电流传感器模块 180 的定位。并且,在将驱动电路板 22 向支承构件 807a 固定时,通过使定位用突起部 806a、806b 与形成在驱动电路板 22 侧的定位孔卡合,由此将电流传感器模块 180 的信号线 182a 定位到驱动电路板 22 的通孔中。信号线 182a 通过焊锡与驱动电路板 22 的配线图案接合。

[0176] 在本实施方式中,保持构件 803、支承构件 807a 及突起部 806a、806b 由树脂一体地形成。这样,保持构件 803 具备电流传感器模块 180 与驱动电路板 22 的定位功能,因此信号线 182a 与驱动电路板 22 之间的组装及焊锡连接作业变得容易。另外,通过将保持电流传感器模块 180 和驱动电路板 22 的机构设置在保持构件 803 上,能够削减作为电力转换装置整体的部件件数。

[0177] 交流母线 802U ~ 802W 以宽幅面成为水平的方式固定在保持构件 803 上,与功率模块 300U ~ 300W 的交流端子 159 连接的连接部 805 垂直地立起。连接部 805 的前端形成凹凸形状,成为焊接时热量在该凹凸部分集中的形状。

[0178] 如上述那样,由于电流传感器模块 180 与流路形成体 12 的侧面 12d 平行配置,因此从电流传感器模块 180 的贯通孔 181 突出的各交流母线 802U ~ 802W 配置在流路形成体 12 的侧面 12d 上。由于各功率模块 300U ~ 300W 配置在沿着流路形成体 12 的侧面 12a、12b、12c 而形成的流路区间 19a、19b、19c 内,因此交流母线 802U ~ 802W 的连接部 805 配置在母线组件 800 的与侧面 12a ~ 12b 对应的位置上。其结果是,如图 8 所示,U 相交流母线 802U 从配置在侧面 12b 附近的功率模块 300U 延伸至侧面 12d,V 相交流母线 802V 从配置在侧面 12a 附近的功率模块 300V 延伸至侧面 12d,W 相交流母线 802W 从配置在侧面 12c 附近的功率模块 300W 延伸至侧面 12d。

[0179] 图 29 是表示在开口部 402a ~ 402c 固定有功率模块 300U ~ 300W 且在收纳空间 405 中收纳有电容器模块 500 的流路形成体 12 的图。在图 29 所示的例子中,在开口部 402b 固定 U 相的功率模块 300U,在开口部 402a 固定 V 相的功率模块 300V,在开口部 402c 固定 W 相的功率模块 300W。之后,将电容器模块 500 收纳在收纳空间 405 中,利用焊接等将电容器侧的端子与各功率模块的端子连接。各端子从流路形成体 12 的上端面突出,将焊机从上方接近而进行焊接作业。

[0180] 需要说明的是,配置成 π 形状的各功率模块 300U ~ 300W 的正极及负极端子 157、158 与在电容器模块 500 的上表面突出设置的电容器端子 503a ~ 503c 连接。由于三个功率模块 300U ~ 300W 被设置成包围电容器模块 500,因此各功率模块 300U ~ 300W 相对于电容器模块 500 的位置关系相同,能够使用同一形状的电容器端子 503a ~ 503c 平衡良好地与电容器模块 500 连接。因此,构成电容器模块 500 与功率模块 300U ~ 300W 的电路常数容易在三相的各相中平衡且电流容易出入的结构。

[0181] 图 30 是将图 29 所示那样配置有功率模块 300U ~ 300W 及电容器模块 500 的流路形成体 12 水平剖开而得到的图。如上述那样,在流路形成体 12 上形成有 π 形状的流路 19,在沿着图示左侧的侧面 12b 而形成的流路区间 19b 中配置有 U 相功率模块 300U。同样,在沿着与设有配管 13、14 的侧面 12d 相反侧的侧面 12a 而形成的流路区间 19a 中配置有 V 相功率模块 300V,在沿着右侧的侧面 12 而形成的流路区间 19c 中配置有 W 相功率模块 300W。

[0182] 在流路形成体 12 的侧面 12d 形成有开口 12g、12h。开口 12g 经由连通路 12e 与流路区间 19b 连通。开口 12h 经由连通路 12f 与流路区间 19c 连通。配置在开口 12g、12h 处的配管 13、14 被以压入连通路 12e、12f 中的方式安装。

[0183] 图 37 表示从图 30 的 AA 剖面的箭头方向观察流路形成体 12 而得到的剖视图。连通路 12f 沿着冷却水的流动方向的流路截面的形状变化较大。另外,本实施方式的冷却水的流动被功率模块 300U 的侧面分支为两支,一方的流动朝向模块壳体 304 的第一散热面 307A 侧,且另一方的流动朝向模块壳体 304 的第二散热面 307B 侧。需要说明的是,第一散热面 307A 为与图 37 所示的第二散热面 307B 相反侧的散热面,在图 37 中观察不到。由此,由于本实施方式的冷却水与功率模块 300U 的侧面冲撞,因此存在该冷却水流动所引起的压力损失变大的趋势。为了抑制该压力损失的增大,需要在功率模块 300U 的侧面附近调整冷却水的流动。因此,助行区间 12j 形成为在从入口配管 13 侧朝向功率模块 300U 的方向上高度方向的宽度阶段性地变大。需要说明的是,助行区间 12j 的形状也可以不像图 37 所示那样形成为台阶状,而形成为光滑的倾斜状。

[0184] 在本实施方式中,沿着平面形状为大致正方形的流路形成体 12 的三个侧面 12a ~ 12c 而形成 π 形状的流路 19,将功率模块 300U ~ 300W 配置在各流路区间 19a ~ 19c 时,扁平的功率模块 300U ~ 300W 与各侧面 12a ~ 12c 平行地配置。并且,在被流路 19 包围的中央区域(收纳空间 405)收纳作为电装部件的电容器模块 500。通过形成为这样的模块配置,从而实现收纳功率模块 300U ~ 300W 及电容器模块 500 的流路形成体 12 的小型化。

[0185] 需要说明的是,在将三个功率模块 300U ~ 300W 配置成 π 形状的情况下,如图 30 所示那样,通过将在平行配置的一对功率模块 300U、300W 之间配置的功率模块 300V 配置成至少一部分进入被功率模块 300U 与 300W 夹着的区域中,由此能够实现进一步小型化。

[0186] 图 31 是用于说明三个功率模块 300U ~ 300W 的配置的示意图。需要说明的是,功率模块 300U ~ 300W 具有同一结构、同一形状。流路形成体的侧面 12b、12c 的宽度需要至少为沿着功率模块 300U ~ 300W 的流路的长度 L1 与连通路的长度 L2 的合计程度。另一方面,关于侧面 12a,需要至少为尺寸 L1 程度。当然,实际上如图 30 所示,考虑到冷却水的流动而需要对流路区间的连接部分等的尺寸稍加调整。

[0187] 因此,在尽可能减小电力转换装置 20 的设置面积的情况下,考虑通过将俯视观察时的形状(平面形状)形成为大致正方形,从而实现电力转换装置 200 的小型化。如上述那样,关于沿着侧面 12b、12c 的方向而言,由于需要连通路,因此从小型化的观点出发,优选如图 31 所示那样,以在一对功率模块 300U、300W 之间的区域 S1 中包括功率模块 300V 的一部分的方式配置功率模块 300V。

[0188] 图 31 中的配置空间的图示横向的尺寸(侧面 12a 的宽度尺寸)在功率模块的厚度为 L3 时至少为 $L1+2 \cdot L3$ 程度。因此,若以纵向的尺寸 $L1+L2+(L3-L4)$ 与 $L1+2 \times L3$ 同程度的方式设定 L3 及 L4,则能够进一步减小俯视下的面积,且能够形成为大致正方形。此

时,流路区间 19a 如图 30 所示那样形成通过功率模块 300U、300W 之间的区域。需要说明的是,在图 30 所示的例子中,由于受到电容器模块 500 的尺寸的制约,因此功率模块 300U、300W 的间隔比功率模块 300V 的尺寸 L1 稍大。

[0189] 配管 13、14 及它们压入的连通路 12e、连通路 12f 的上部区域成为空闲空间。因此,如图 10 所示,在该空间中形成凹部 405a、405b,通过如图 29 所示,通过配置电容器模块 500 的放电电阻安装部即突出部 500e、Y 电容器安装部即突出部 500f,从而实现空闲空间的有效利用,有助于电力转换装置 200 的小型化。通过将配管 13、14 的位置集中在一个侧面 12d,由此从入口配管 13 至流路区间 19b、及从流路区间 19c 至出口配管 14 的冷却水的流动成为直线状,因此能够极力地减小压力损失。另外,能够抑制因配管的突出而引起装置的设置空间变大的情况,并且能够实现车载性的提高。并且,在将配管 13、14 压入连通路 12e、12f 中时,仅在框体的一面进行压入作业,因此作业性及生产率得以提高。

[0190] 另外,由于以包围电容器模块 500 的三边的方式设有流路 19,因此能够有效地冷却电容器模块 500。其中,本实施方式的电力转换装置 200 为车载用,通常多配置在发动机室内。发动机室内因来自发动机或行驶用电动机等的热而变得比较高温,因此来自周围的热对电力转换装置 200 的侵入成为问题。然而,如图 30 所示那样,由于电容器模块 500 被供冷却水流动的流路 19 包围三边,因此能够有效地隔断来自装置周围的热侵入。

[0191] 如图 29 所示,若在流路形成体 12 上配置功率模块 300U ~ 300W 及电容器模块 500,则如图 8 所示那样在电容器模块 500 的上方固定母线组件 800,进行端子的焊接作业。在本实施方式中,将与配置成 π 形状的功率模块 300U ~ 300W 的端子连接的母线 802U ~ 802W 以从各连接部离开的方式拉向电容器模块 500 的上方,并从流路形成体 12 的侧面 12d 侧引出。因此,不会发生母线跨功率模块这样的情况,能够确保充分的绝缘性,同时能够将母线 802U ~ 802W 集中在一处、即集中在安装交流接口 185 的箱体 10 的开口 10a 的区域(参照图 5)。

[0192] 通过这样的母线结构,能够使功率模块 300U ~ 300W 远离容易产生热而温度上升的交流连接器部,能够抑制经由母线 802U ~ 802W 向功率模块 300U ~ 300W 传热的情况。另外,通过以避开流路 19 的上方的方式配置母线 802U ~ 802W,从而即使在从流路 19 漏水的情况下,也能够减小因漏水而引起的漏电的可能性。

[0193] 另外,由于构成为将母线组件 800 固定在供冷却水流动的流路形成体 12 上,因此不仅能够抑制母线组件 800 的温度上升,还能够抑制保持在母线组件 800 上的电流传感器 180 的温度上升。设置在电流传感器 180 中的传感器元件具有抗热差的特性,通过形成为上述那样的结构,能够提高电流传感器 180 的可靠性。

[0194] 如图 8 所示,将母线组件 800 固定在流路形成体 12 上而进行端子焊接作业后,如图 6 所示,在母线组件 800 的保持构件 803 上形成的支承构件 807a 上固定驱动电路基板 22。搭载于车辆的电力转换装置 200 容易受到来自车辆的振动影响。因此,通过形成在保持构件 803 上的多个支承构件 807a 来构成不仅支承驱动电路基板 22 的周边部还支承中央部附近的结构,从而减小施加在驱动电路基板 22 上的振动的影响。

[0195] 例如,通过利用支承构件 807a 来支承驱动电路基板 22 的中央部,从而能够使驱动电路基板 22 的共振频率比从车辆侧传递来的振动的频率高,能够减小振动对驱动电路基板 22 的影响。需要说明的是,驱动电路基板 22 螺纹紧固在支承构件 807a 上。

[0196] 在将驱动电路基板 22 固定在母线组件 800 的上方后,如图 6 所示那样利用螺栓将箱体 10 固定在流路形成体 12 上,并且,在划分箱体 10 的上部收纳空间与下部收纳空间的隔壁 10c 上固定控制电路基板 20。下部收纳空间的驱动电路基板 22 与上部收纳空间的控制电路基板 20 如图 7 所示 那样通过扁形电缆 23 连接。如上所述,在隔壁 10c 上形成有用于将扁形电缆 23 从下部收纳空间向上部收纳空间引出的狭缝状开口 10d。

[0197] 由于功率模块 300U ~ 300W 沿着流路形成体 12 的三个侧面 12b、12a、12c 而配置成 π 形状,因此与驱动电路基板 22 连接的各功率模块 300U ~ 300W 的控制端子如图 6 所示那样也沿着与驱动电路基板 22 的侧面 12b、12a、12c 对应的边而排列成 π 形状。用于控制功率模块 300U ~ 300W 驱动的控制信号为高电压,另一方面,电流传感器 180 的传感器信号、基于扁形电缆 23 的信号为低电压。并且,为了降低高电压系对低电压系的噪声的影响,优选将高电压系的配线与低电压系的配线分离配置。

[0198] 在本实施方式中,由于将功率模块 300U ~ 300W 沿着侧面 12b、12a、12c 而配置成 π 形状,因此能够将驱动电路基板 22 上的与侧面 12d 对应的边附近的区域作为从控制端子离开的空间而利用。在本实施方式中,由于将作为电流传感器 180 的检测对象的母线 802U ~ 802W 集中在侧面 12d 侧,因此电流传感器 180 平行地配置在侧面 12d 附近。因此,信号端子 182a 配置在上述驱动电路基板 22 的与侧面 12d 对应的边附近的区域,能够确保距高电压系的控制端子充分的距离。需要说明的是,在驱动电路基板 22 上,扁形电缆 23 配置在驱动电路基板 22 的与侧面 12c 对应的边上,但连接到离开控制端子的侧面 12d 附近的基板上,以减小来自控制端子的影响。由此,能够在驱动电路基板 22 上容易地使低电压信号用的图案与高电压信号用的图案分离。

[0199] 另外,通过将低电压系的控制电路基板 20 配置在被隔壁 10c 分离的上部收纳空间中,并且将扁形电缆 23 经由细长的狭缝状的开口 10d 而从下部收纳空间引入,由此减少噪声对控制电路基板 20 的影响。这样,在本实施方式的电力转换装置 200 中,能够充分实现噪声对策。

[0200] 另外,本实施方式的电力转换装置 200 构成为,在流路形成体 12 上配置电容器模块 500 及功率模块 300U ~ 300W,从下按顺序进行固定母线组件 800、基板等必要部件的作业,因此生产率和可靠性得以提高。

[0201] 图 32 是表示电力转换装置 200 的剖面的图,是从配管 13、14 方向观察电力转换装置 200 而得到的剖视图。形成在流路形成体 12 上的开口 402a ~ 402c 被设置在功率模块 300U ~ 300W 的模块壳体 304 上的凸缘 304b 闭塞。需要说明的是,虽然省略了图示,但在凸缘 304b 与流路形成体 12 之间设置有密封材料,以确保气密性。功率模块 300U ~ 300W 中设有散热用的散热片 305 的散热面区域配置在流路 19 内,没有设置散热片 305 的下端部分收纳在形成于下罩 420 上的凸部 406 的内侧凹坑的内部。由此,能够防止冷却水流入没有形成散热片 305 的空间这种情况。在本实施方式的电力转换装置 200 中,如图 32 所示,将重量比较重的电容器模块 500 配置在电力转换装置 200 的下部中央,因此电力转换装置 200 的重心平衡良好,在施加振动时电力转换装置 200 不易乱晃。

[0202] 图 33 是用于说明将本实施方式的电力转换装置 200 搭载于车辆的情况下的配置的图。图 33 表示发动机室 1000 内的配置,在同一图内示出 A ~ C 三个布局图案。图示下侧与车辆前方对应,在发动机室 1000 的前方侧配置有散热器 1001。在散热器 1001 的后方配

置有内置电动发电机 MG1 的变速器 TM。另外,信号用的连接器 21 与发动机室 1000 内的车辆信号线束连接。需要说明的是,虽然在图 33 中没有图示出蓄电池 136,但由于蓄电池 136 为重物,因此通常配置在车辆中央附近、即配置在比发动机室 1000 靠车辆后方的位置。

[0203] 电力转换装置 200 和车辆侧的连接与下列要素的配置有关系,所述要素是指与冷却水有关的配管 13、14、用于向电动发电机 MG1 供给交流电的交流连接器 187、及与设置在车辆侧的上级控制电路连接的通信用连接器 21。在本实施方式中,在流路形成体 12 的侧面 12d 侧配置交流连接器 187 及配管 13、14,在侧面 12b 配置信号用连接器 21,在侧面 12c 配置直流连接器 138。另外,从交流连接器 187 引出的交流配线 187a 通过配管 13、14 之间而被向电力转换装置 200 的下侧引出。同样,直流连接器 138 的直流配线 138a 也被向电力转换装置 200 的下侧引出。

[0204] 在图 33 的布局图案 A ~ C 中,电力转换装置 200 均比变速器 TM 靠上方配置。另外,向流路形成体 12 的流路 19 供给散热器 1001 的冷却水。因此,在考虑电力转换装置 200 的配置时,若考虑到冷却配管及交流配线 187a 的作业性,则优选将设有配管 13、14 及交流连接器 187 的侧面 12d 朝向散热器 1001 或变速器 TM 的方向配置。并且,由于作为直流电源的蓄电池 136 比发动机室 1000 靠后方设置,因此若考虑到直流配线 138a 的回绕(日语:引き回し),则优选将安装有直流连接器 138 的侧面 12c 朝向后方配置。

[0205] 在将电力转换装置 200 配置在发动机室 1000 内的情况下,考虑图 33 所示的三个布局图案 A ~ C。并且,若考虑到上述散热器 1001、蓄电池 136 及变速器 TM 的连接关系,则在布局图案 A 中将侧面 12d 朝向变速器 TM 的方向配置为好,在布局图案 B、C 中将侧面 12d 朝向散热器 1001 的方向配置为好。

[0206] 在布局图案 A 中,直流连接器 138、交流连接器 187 及信号用连接器 21 朝向在配线布局这一点上优选的方向。另外,由于配管 13、14 朝向变速器 TM 的方向,因此需要将冷却配管向散热器 1001 的方向弯曲,但由于交流配线 187a 从交流连接器 187 向下方引出,因此能够避免冷却配管与交流配线 187a 的干涉,也能够防止作业性的恶化。

[0207] 在为布局图案 B 的情况下,配管 13、14、交流连接器 187 及信号用连接器 21 朝向优选的方向。另外,虽然直流连接器 138 朝向车辆侧方,但将从直流连接器 138 向下方引出的直流配线 138a 拉向后方即可,因此避免作业性的降低。

[0208] 在为布局图案 C 的情况下,优先冷却配管的布局,将侧面 12d 朝向散热器 1001 的方向配置。这种情况下,虽然将交流配线 187a 拉向变速器 TM 的方向,但由于交流配线 187a 通过配管 13、14 之间而向下方引出,因此不会发生交流配线 187a 与冷却配管干涉这样的情况。因此,不会对配管作业及配线作业造成支障。

[0209] 这样,在本实施方式的电力转换装置 200 中,配管 13、14、直流连接器 138、交流连接器 187 及信号用连接器 21 的配置成为在配置于发动机室 1000 方面优选的配置。因此,能够像布局图案 A ~ C 那样应对各种状况,能够提供车载性优越的电力转换装置 200。

[0210] 需要说明的是,在上述的实施方式中,功率模块 300U ~ 300W 构成为,将用导体板夹持功率半导体元件而成的单元收纳在模块壳体 304 中,该模块壳体 304 在表背两面具有形成有散热片 305 的散热面。因此,在将功率模块 300U ~ 300W 设置在流路 19 上时,功率模块 300U ~ 300W 配置在流路的中央。然而,功率模块的配置方法并不局限于此,可以为各种配置。

[0211] 图 34 及图 35 所示的例子示出了仅模块壳体的单面构成散热面的功率模块的情况的配置方法。功率模块 301U ~ 301W 与上述的功率模块 300U ~ 300W 对应,仅在扁平状的功率模块的单面形成有散热用的散热片 305。

[0212] 在图 34 的情况下,功率模块 301U ~ 301W 以密接的方式配置在流路区间 19a ~ 19c 的内周面、即包围电容器模块 500 的壁面上。冷却水沿着形成有散热片 305 的散热面流动。另一方面,图 35 所示的例子与图 34 的情况相反,功率模块 301U ~ 301W 以密接的方式配置在流路区间 19a ~ 19c 的外周面上。

[0213] 需要说明的是,在图 34、35 中,将功率模块 301U ~ 301W 的整体配置在流路 19 内,但也可以如图 36 那样,配置成仅使散热面向流路 19 内露出。图 36 所示的例子中,在散热板 3010 上设有功率半导体元件,在该散热板 3010 的背面侧形成有散热片 305,但在像图 34、35 所示那样由壳体覆盖的结构中也可以同样配置。

[0214] 根据以上说明的实施方式,起到如下的作用效果。

[0215] (1) 功率模块 300U 具备:构成变换器电路 140 的上下臂的功率半导体元件即 IGBT328、330 及二极管 156、166;具有多面体形状,且密封 IGBT328、330 及二极管 156、166 的第一密封树脂 348;与上述功率半导体元件中的任一个连接,且从第一密封树脂 348 分别突出的正极侧端子(直流正极配线 315A、元件侧直流正极连接端子 315D)及负极侧端子(直流负极配线 319A、元件侧直流负极连接端子 319D);密封上述端子的至少一部分的第二密封树脂 351;收纳被第一密封树脂 348 密封了的 IGBT328、330 及二极管 156、166 的模块壳体 304。在该功率模块 300U 中,正极侧端子及负极侧端子构成为,从第一密封树脂 348 突出的部分沿着第一密封树脂 348 的一个面排列成一行,并且,以层叠状态从第二密封树脂 351 突出且向模块壳体 304 外延伸出。由此,在利用第一密封树脂 348 密封功率半导体元件时进行的合模之际,能够防止向功率半导体元件与正极侧端子及负极侧端子的连接部分作用过大的应力或产生模具的间隙。

[0216] (2) 功率模块 300U 具备:变换器电路 140 的上臂及下臂用的 IGBT328、330 及二极管 156、166 的串联电路 150;密封串联电路 150 的第一密封树脂 348;从第一密封树脂 348 突出,用于向串联电路 150 供给直流电的元件侧直流正极连接端子 315D 及元件侧直流负极连接端子 319D;与元件侧直流正极连接端子 315D 及元件侧直流负极连接端子 319D 连接的层叠结构的直流正极配线 315A(直流正极端子 315B、辅助模块侧直流正极连接端子 315C)及直流负极配线 319A(直流负极端子 319B、辅助模块侧直流负极连接端子 319C);密封上述端子的连接部 370 的第二密封树脂 351;收纳被第一密封树脂 348 密封了的串联电路 150 和元件侧直流正极连接端子 315D 及元件侧直流负极连接端子 319D 的模块壳体 304。在该功率模块 300U 中,直流正极配线 315A 及直流负极配线 319A 形成向模块壳体 304 外延伸出的结构,另外,通过在各层的直流正极配线 315A 及直流负极配线 319A 中流动的电流而产生相互抵消方向的磁通。由此,能够实现低电感化。

[0217] (3) 模块壳体 304 由具有导电性的构件形成,通过在与元件侧直流正极连接端子 315D 及元件侧直流负极连接端子 319D 连接的串联电路 150 中流动的恢复电流 360 而在模块壳体 304 上引起涡电流 361。由此,能够降低恢复电流 360 流动时的环形状路径的配线电感 363。

[0218] (4) 模块壳体 304 在其外侧形成有具有散热用的散热片 305 的第一散热面 307A 及

第二散热面 307B。在该模块壳体 304 的内侧与第一散热面 307A 及第二散热面 307B 对置而配置有构成被第一密封树脂 348 密封了的串联电路 150 的 IGBT328、330 及二极管 156、166。由此,能够有效地进行 IGBT328、330 及二极管 156、166 的散热。

[0219] (5) 功率模块 300U 还具备:传递从驱动电路 174 输出的 IGBT328、330 的驱动信号的元件侧信号连接端子 327U、327L;通过金属接合与元件侧信号连接端子 327U、327L 连接的信号配线 324U、324L。在该功率模块 300U 中,第二密封树脂 351 还密封元件侧信号连接端子 327U、327L 与信号配线 324U、324L 的连接部 370。这样,由于集中密封各配线与端子的连接部 370,因此能够使制造工序简单化而提高生产率。

[0220] (6) 元件侧信号连接端子 327U、327L、元件侧直流正极连接端子 315D 及元件侧直流负极连接端子 319D 从第一密封树脂 348 分别向同一方向突出,上述端子的各端部分别被向同一方向折弯。这样折弯的各端部分别与信号配线 324U、324L 或者直流正极配线 315A、直流负极配线 319A 金属接合。由此,能够使金属接合时的作业容易化而提高生产率,并且能够提高金属接合的可靠性。

[0221] (7) 元件侧信号连接端子 327U、327L、元件侧直流正极连接端子 315D 及元件侧直流负极连接端子 319D 从第一密封树脂 348 突出的部分配置成一行。由此,能够使通过第一密封树脂 348 进行的密封容易。

[0222] (8) 功率模块 300U 还具备:从第一密封树脂 348 突出,用于输出由串联电路 150 从直流电转换来的交流电的元件侧交流连接端子 320D;通过金属接合与元件侧交流连接端子 320D 连接的交流配线 320A(交流端子 320B、辅助模块侧交流连接端子 320C)。在该功率模块 300U 中,第二密封树脂 351 还密封元件侧交流连接端子 320D 与交流配线 320A 的连接部 370。这样,能够使制造工序进一步简单化而提高生产率。

[0223] (9) 模块壳体 304 具有形成有插入口 306 的一个开口面。并且,连接部 370 比开口面靠模块壳体 304 的内侧配置,直流正极配线 315A 及直流负极配线 319A 从开口面向模块壳体 304 外延伸出。由此,能够利用模块壳体 304 来保护连接部 370。

[0224] (10) 功率模块 300U 还具备支承直流正极配线 315A 及直流负极配线 319A 的配线绝缘部 608,该配线绝缘部 608 固定在模块壳体 304 上。由此,能够保护连接部 370,免受将功率模块 300U 装入变换器电路 140 且将直流正极配线 315A 及直流负极配线 319A 与其它装置连接时产生的应力的影响。

[0225] (11) 第二密封树脂 351 填充到模块壳体 304 的内侧与第一密封树脂 348 之间的空间。由此,能够将模块一次密封体 302 可靠地固定在模块壳体 304 内。

[0226] (12) 功率模块 300U 具备:分别构成变换器电路 140 的上下臂且分别具有控制电极 328A、330A 的 IGBT328、330;与 IGBT328、330 所具有的控制电极 328A、330A 分别连接的元件侧信号连接端子 327U、327L;与由 IGBT328、330 构成的串联电路 150 的正极侧及负极侧分别连接,且向串联电路 150 供给直流电的元件侧直流正极连接端子 315D 及元件侧直流负极连接端子 319D;用于输出由串联电路 150 从直流电转换来的交流电的元件侧交流连接端子 320D。在该功率模块 300U 中,元件侧信号连接端子 327U、元件侧信号连接端子 327L、元件侧直流正极连接端子 315D、元件侧直流负极连接端子 319D 及元件侧交流连接端子 320D 的各端子排列成配置成一行。另外,IGBT328、330 所具有的控制电极 328A、330A 分别配置在相对于与各端子的排列方向正交的中心线 376、377 偏向任一方的位置上。并且,元件侧

信号连接端子 327U、327L 分别配置在 IGBT328、330 中配置有控制电极 328A、330A 的一侧，元件侧直流正极连接端子 315D 配置在 IGBT328 中未配置控制电极 328A 的另一侧，元件侧交流连接端子 320D 配置在 IGBT330 中未配置控制电极 330A 的另一侧，元件侧直流负极连接端子 319D 配置在元件侧交流连接端子 320D 与元件侧信号连接端子 327L 之间。由此，能够使分别连接控制电极 328A、330A 与元件侧信号连接端子 327U、327L 的接合线 371 的长度最小化，从而提高连接的可靠性。另外，能够将各端子集中化而实现模块一次密封体 302、进而功率模块 300U 的小型化。

[0227] 以上的说明只是一例，本发明丝毫不局限于上述实施方式的结构。

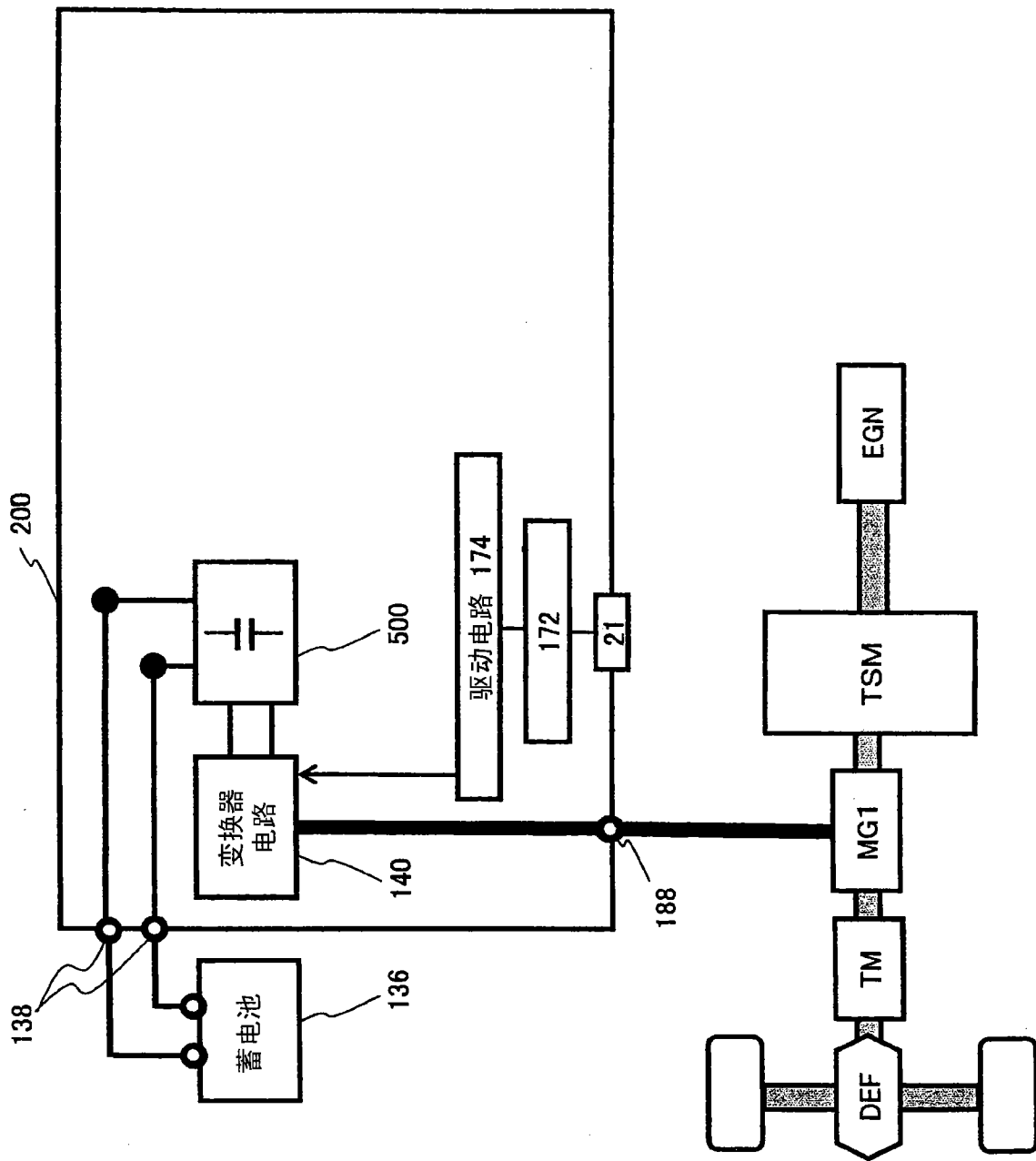


图 1

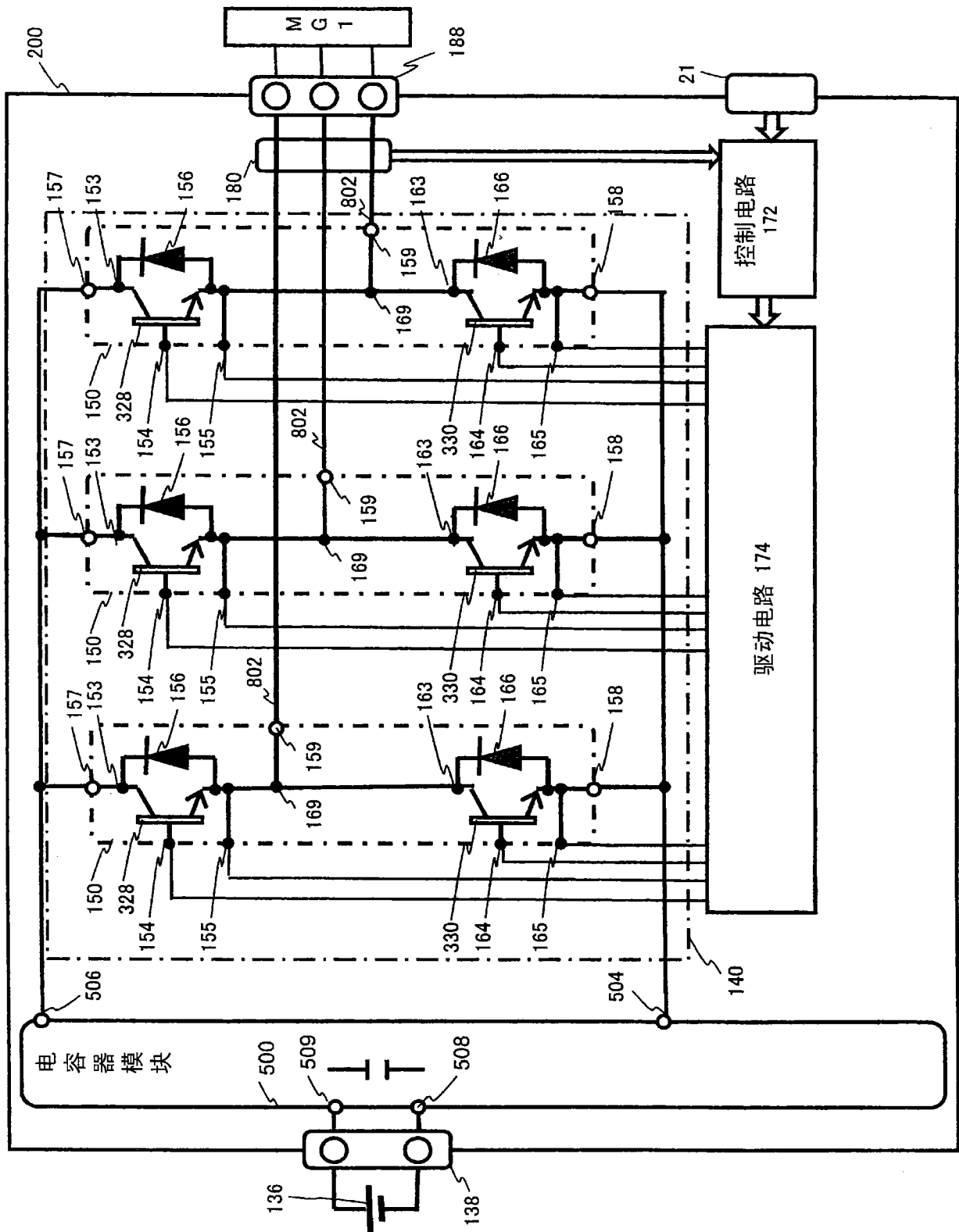


图 2

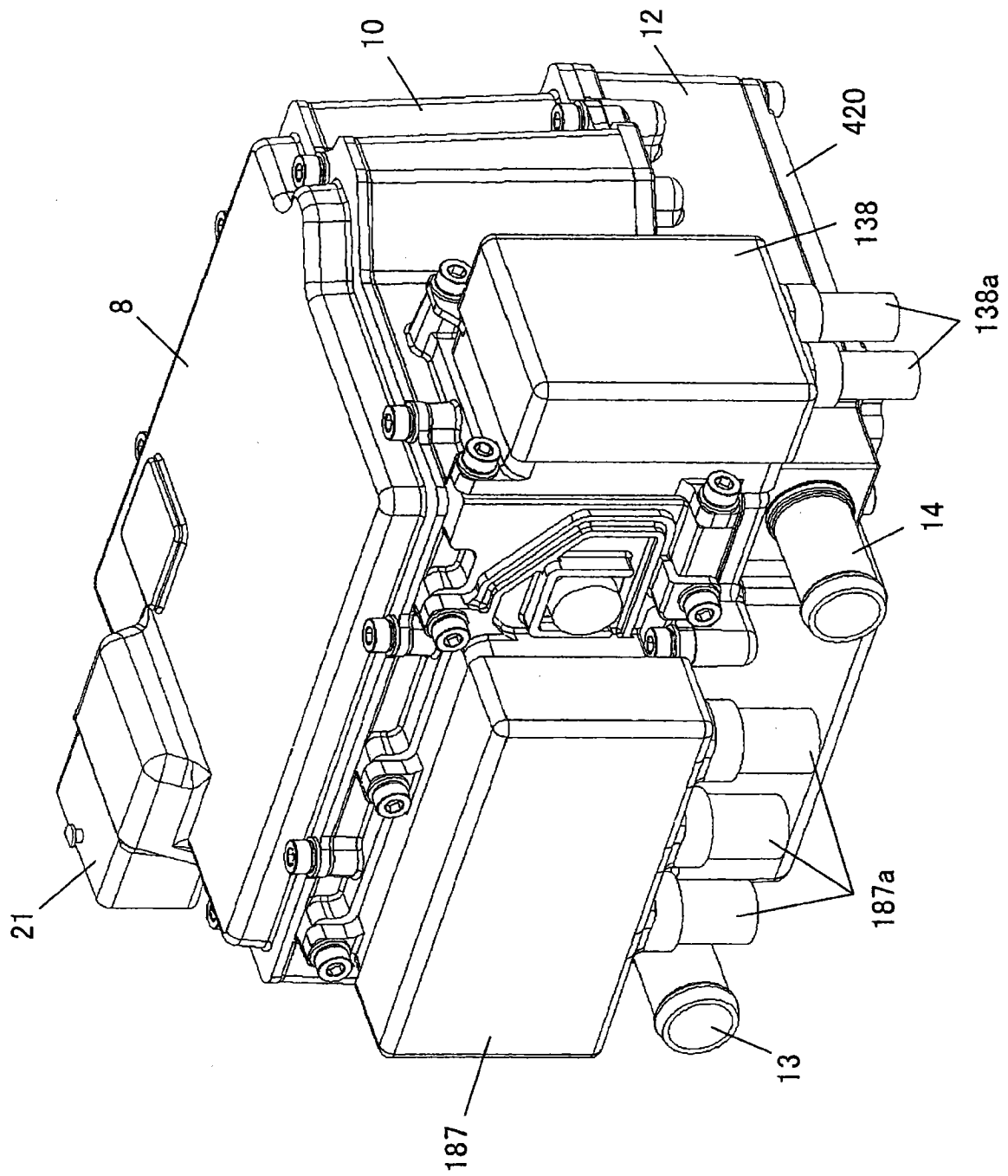


图 3

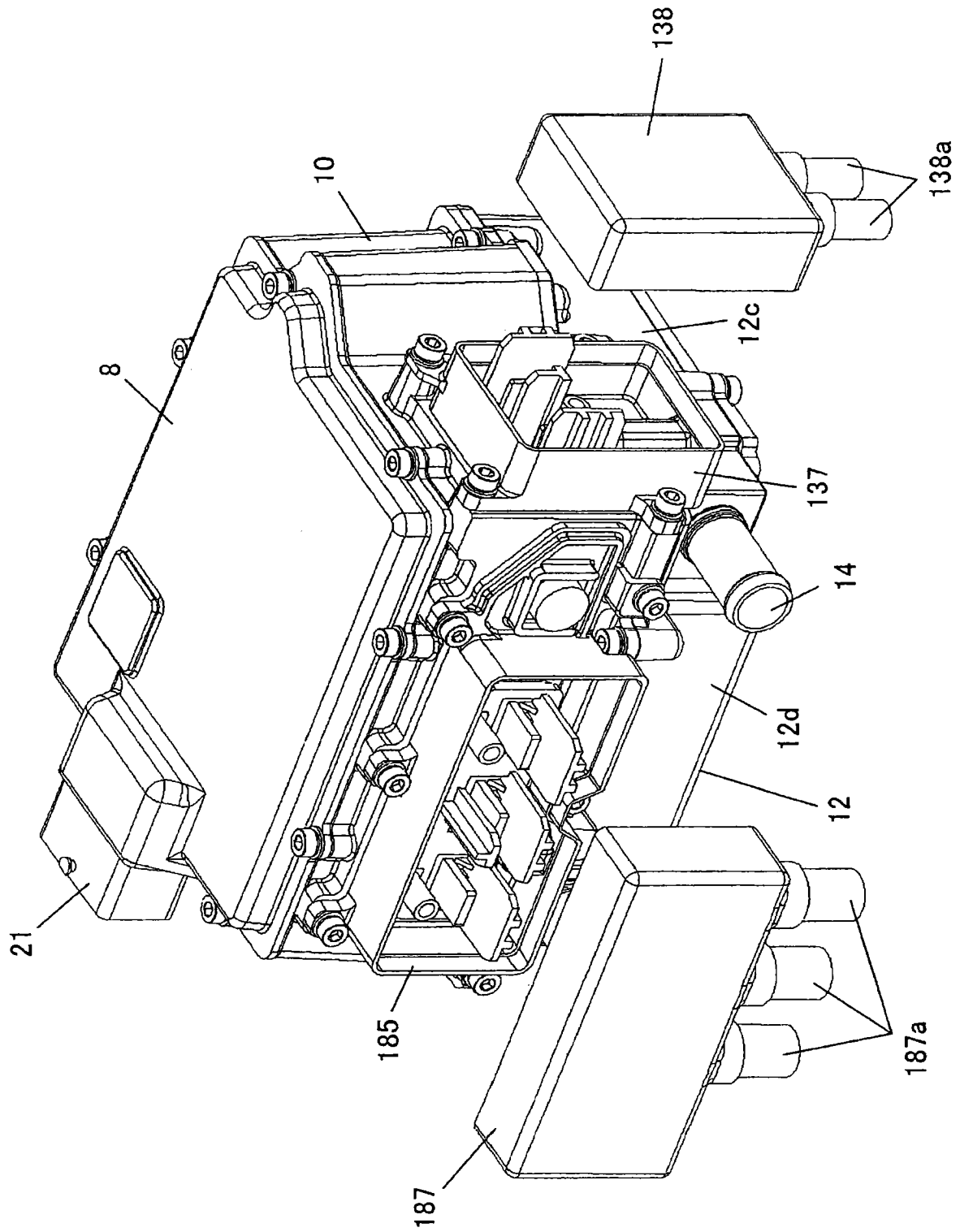


图 4

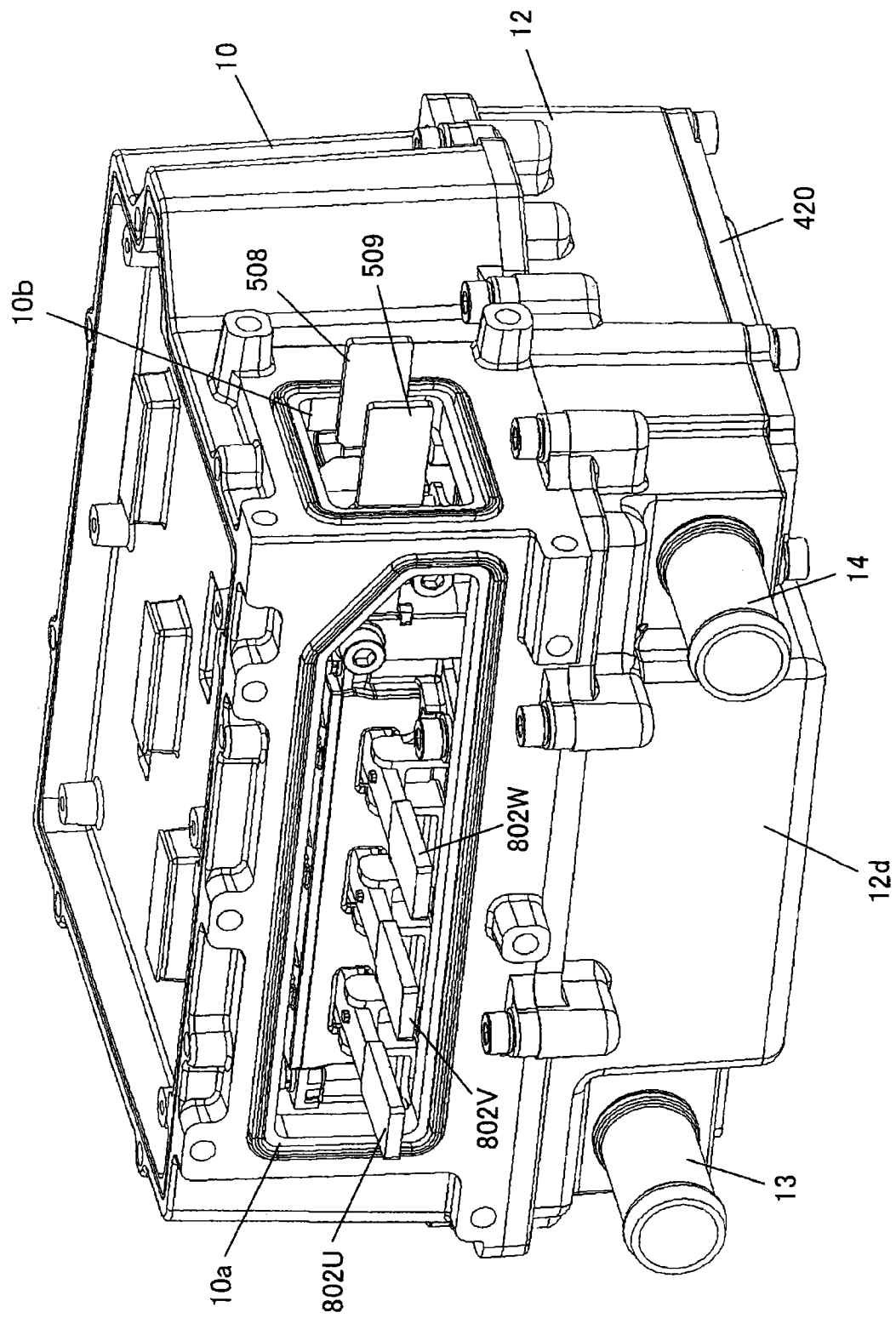


图 5

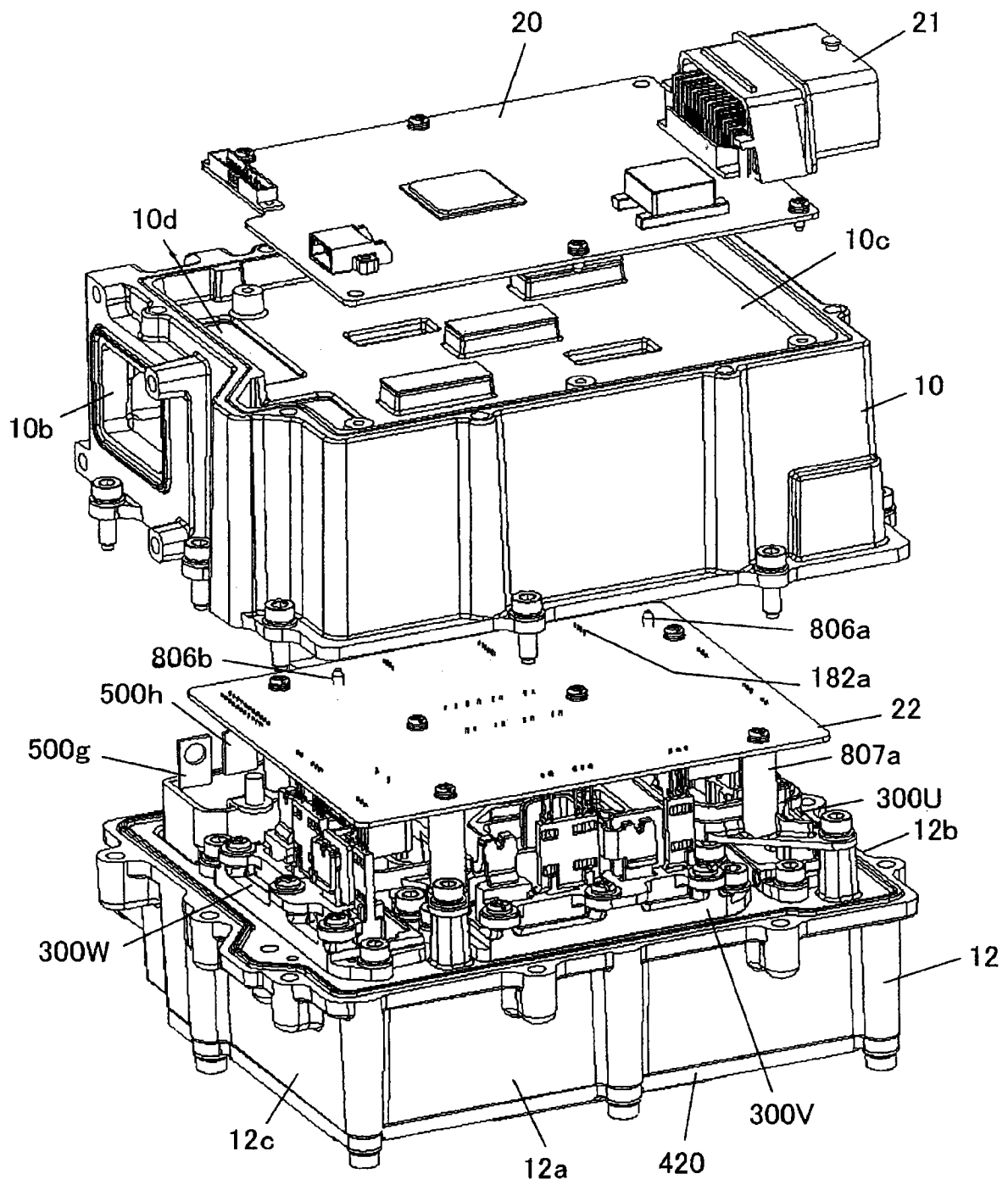


图 6

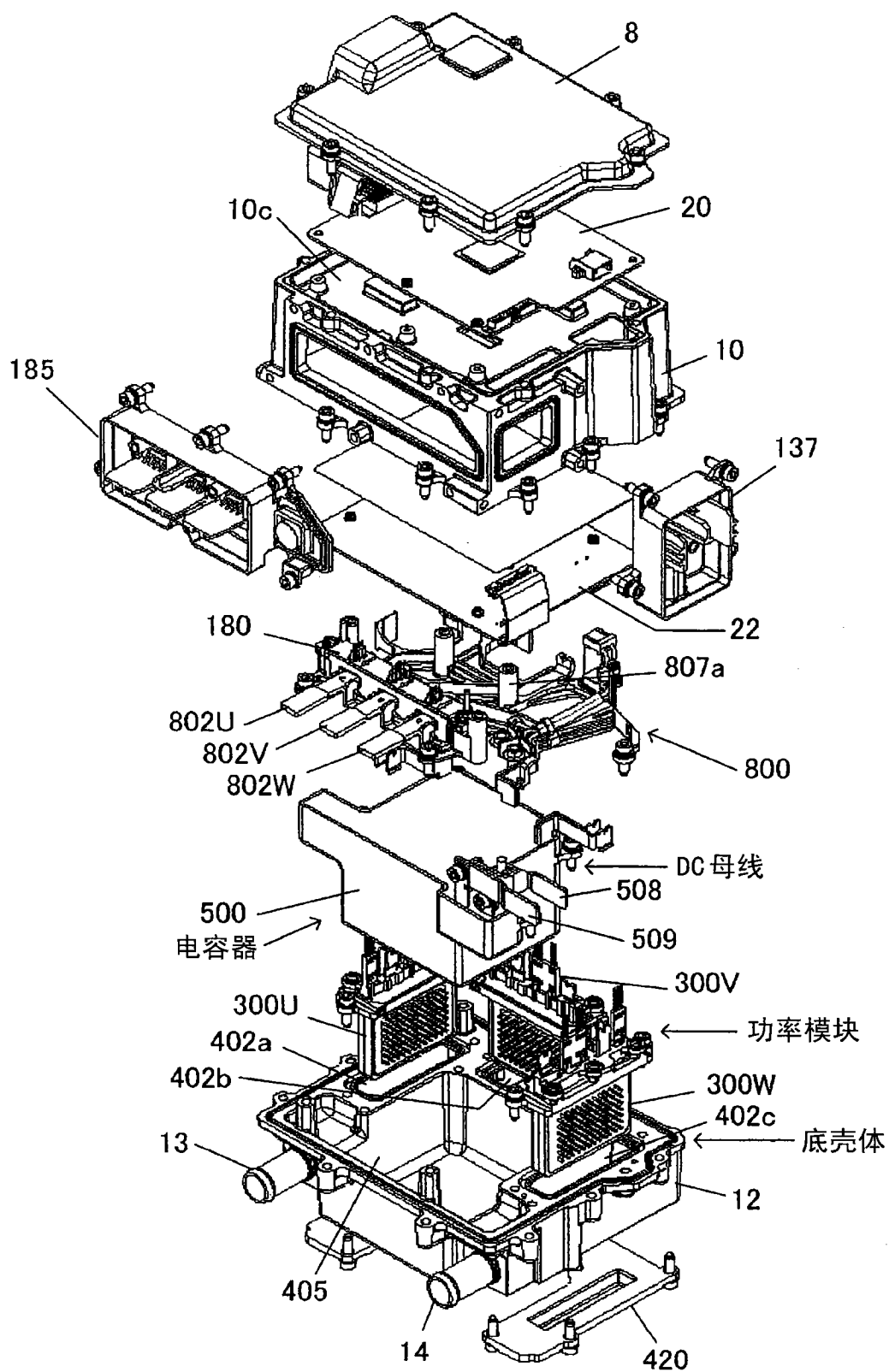


图 7

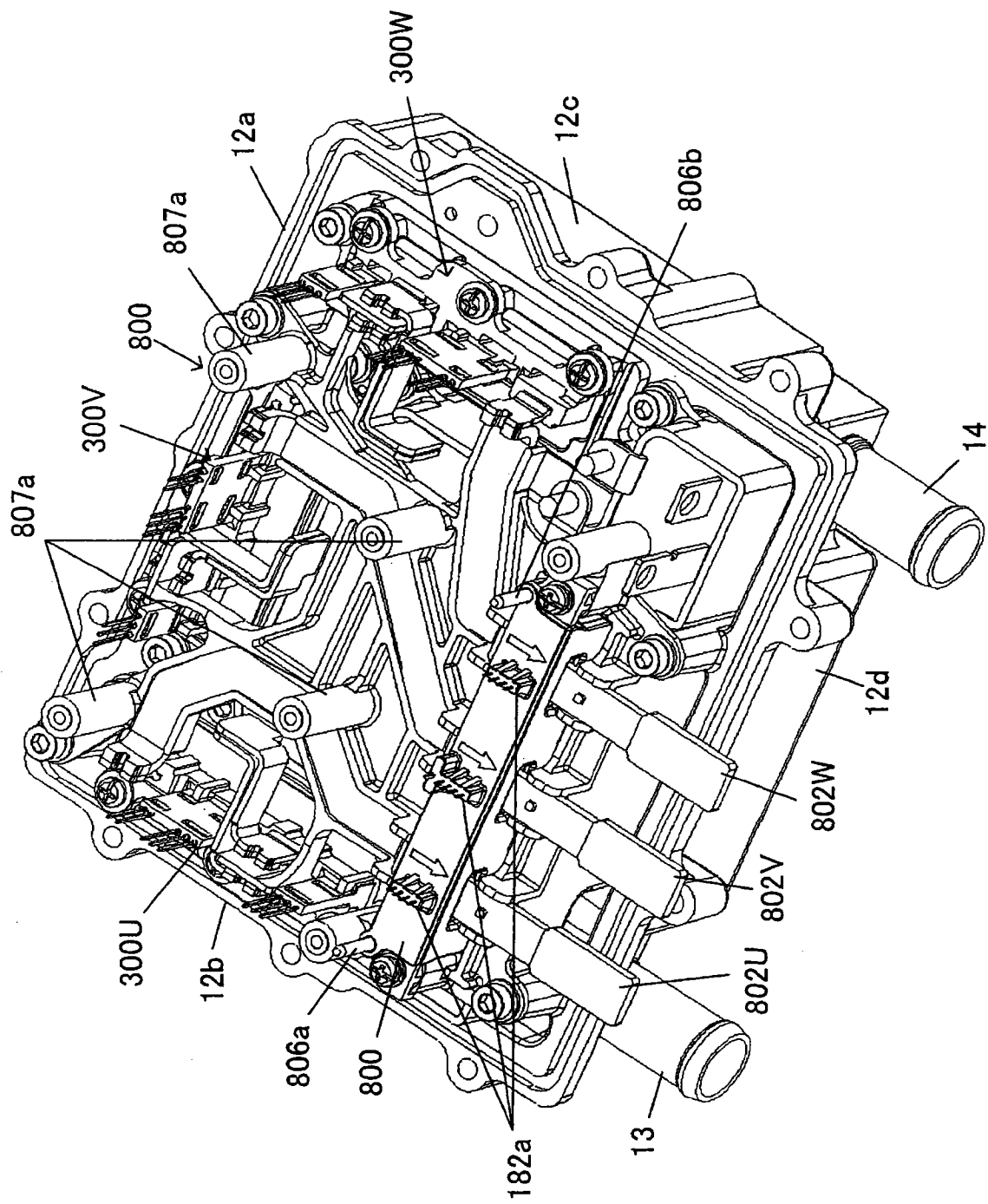


图 8

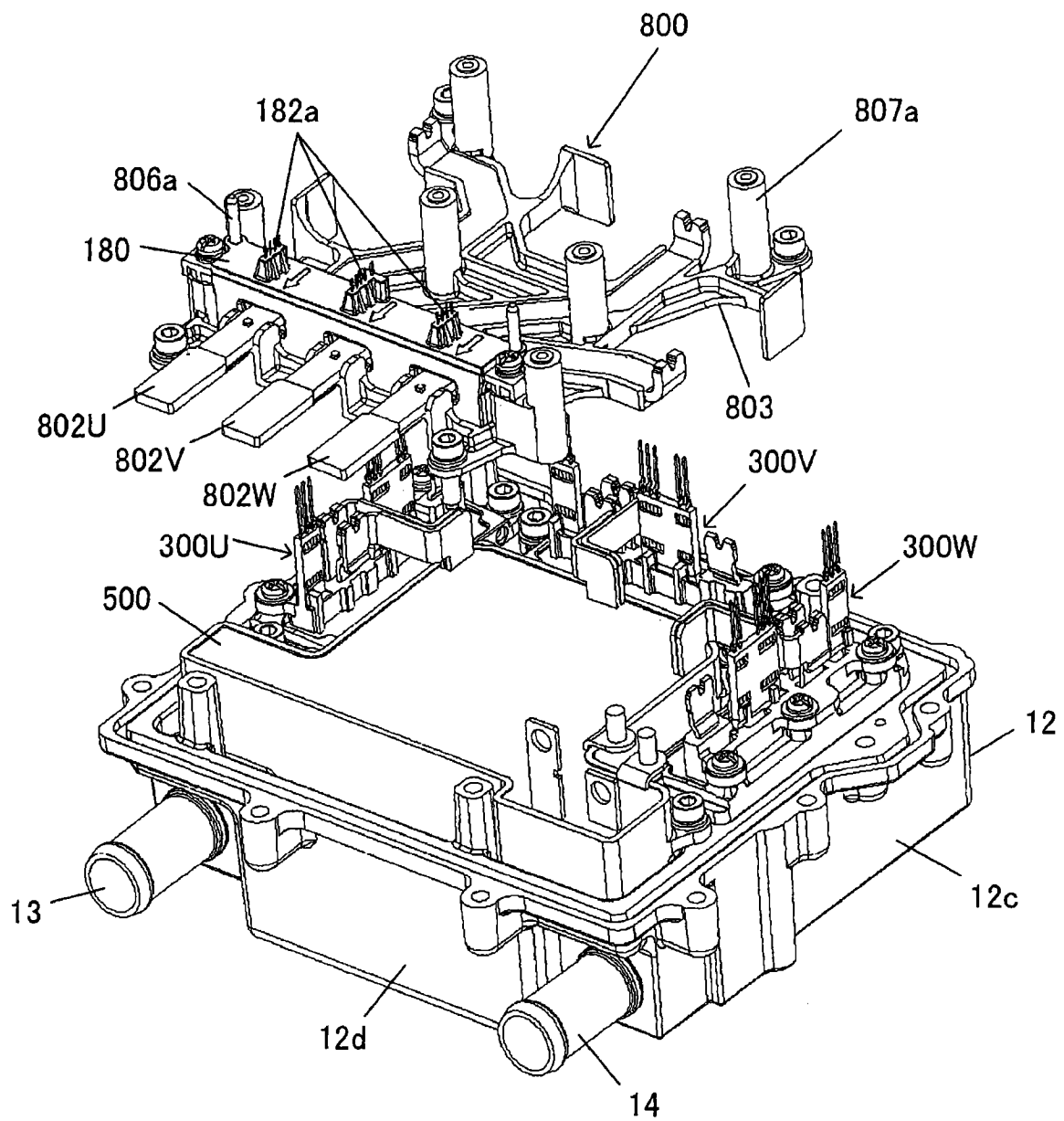


图 9

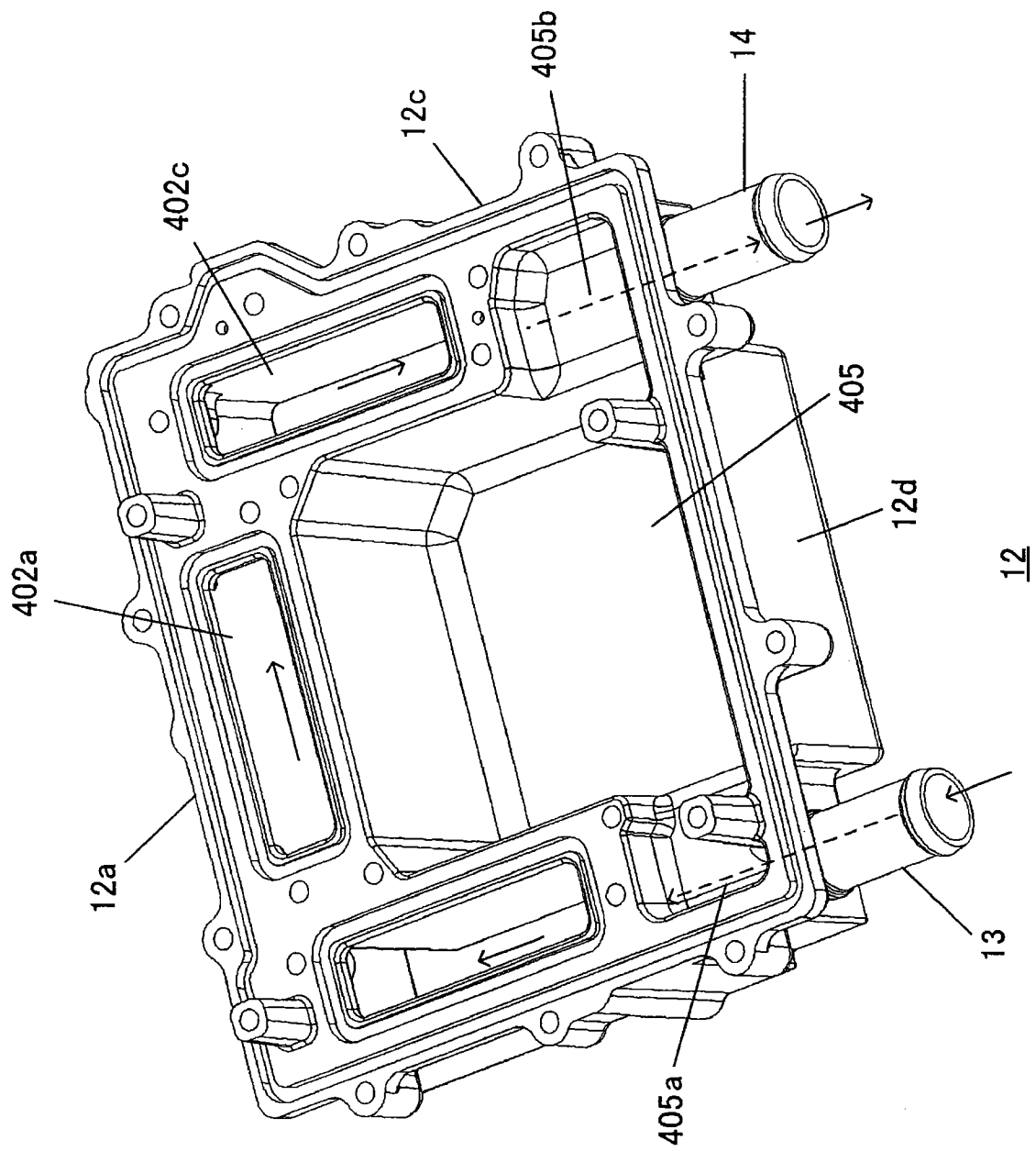


图 10

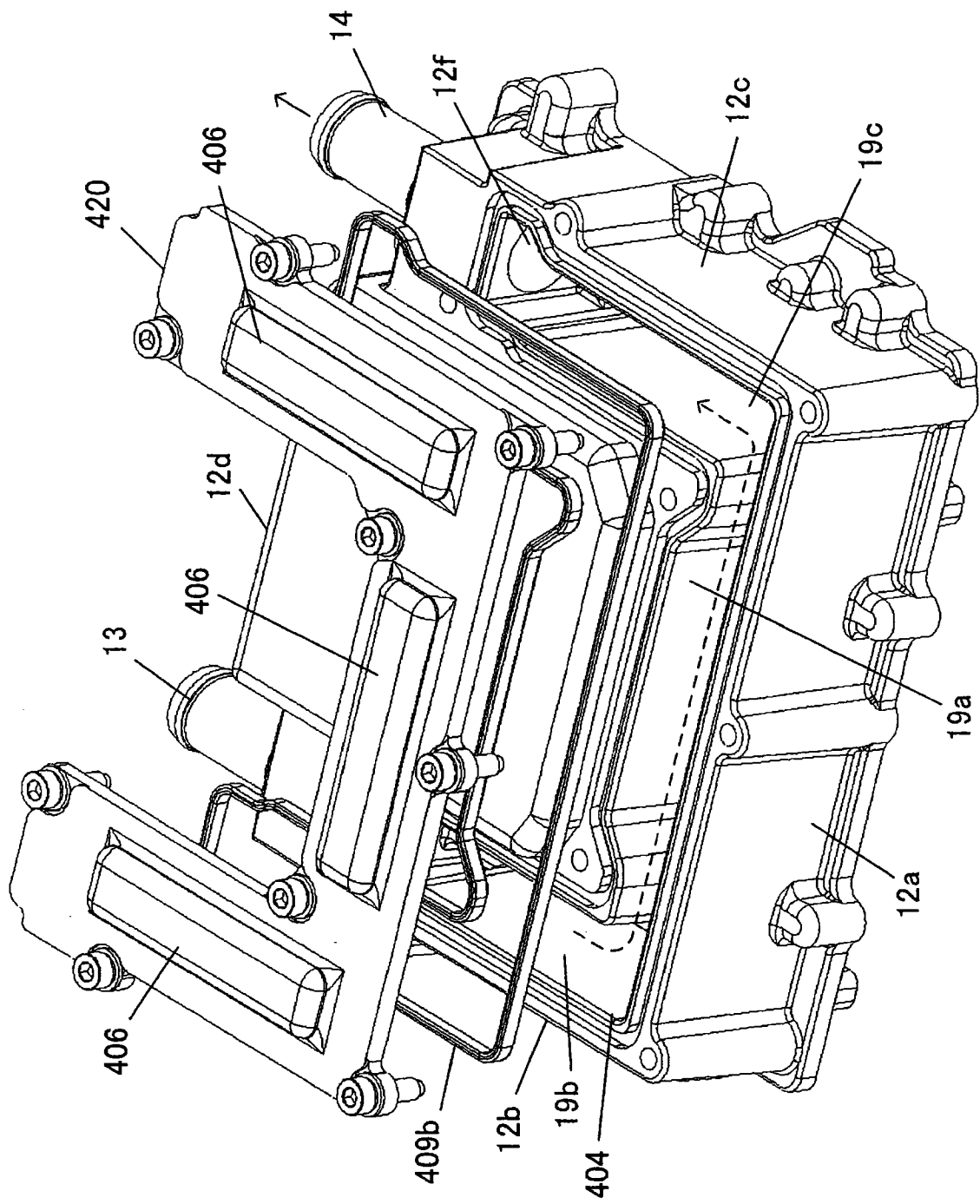


图 11

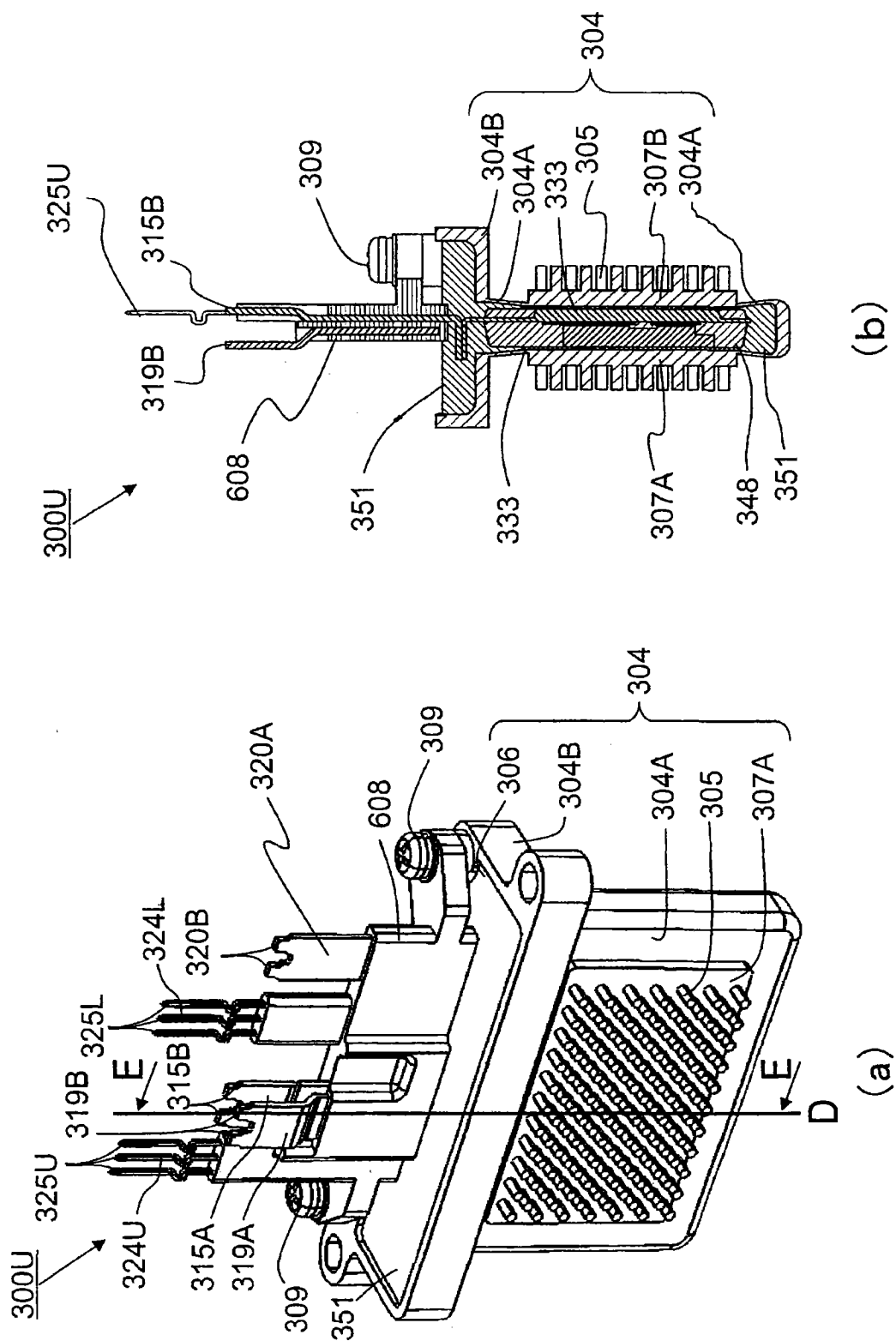


图 12

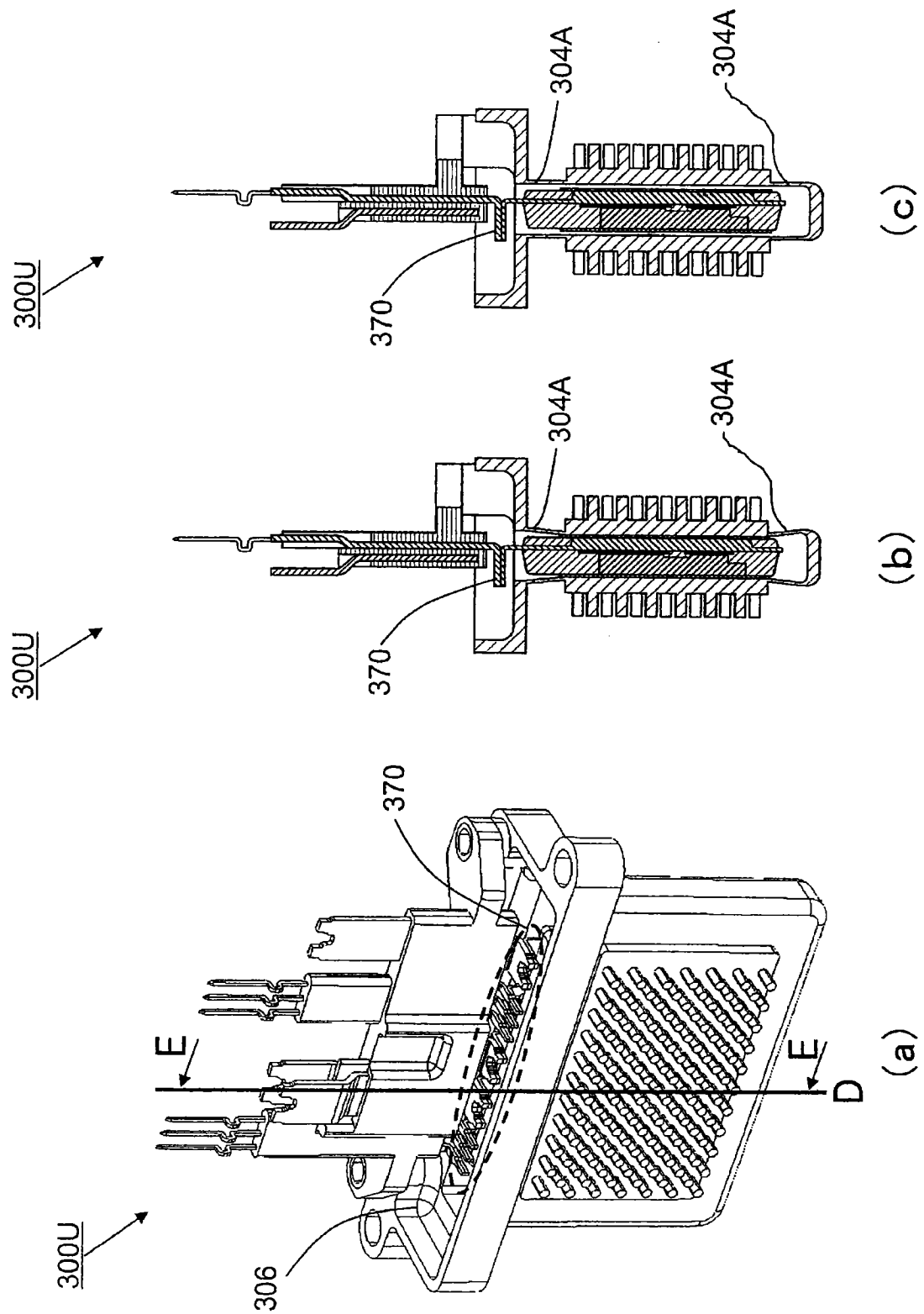


图 13

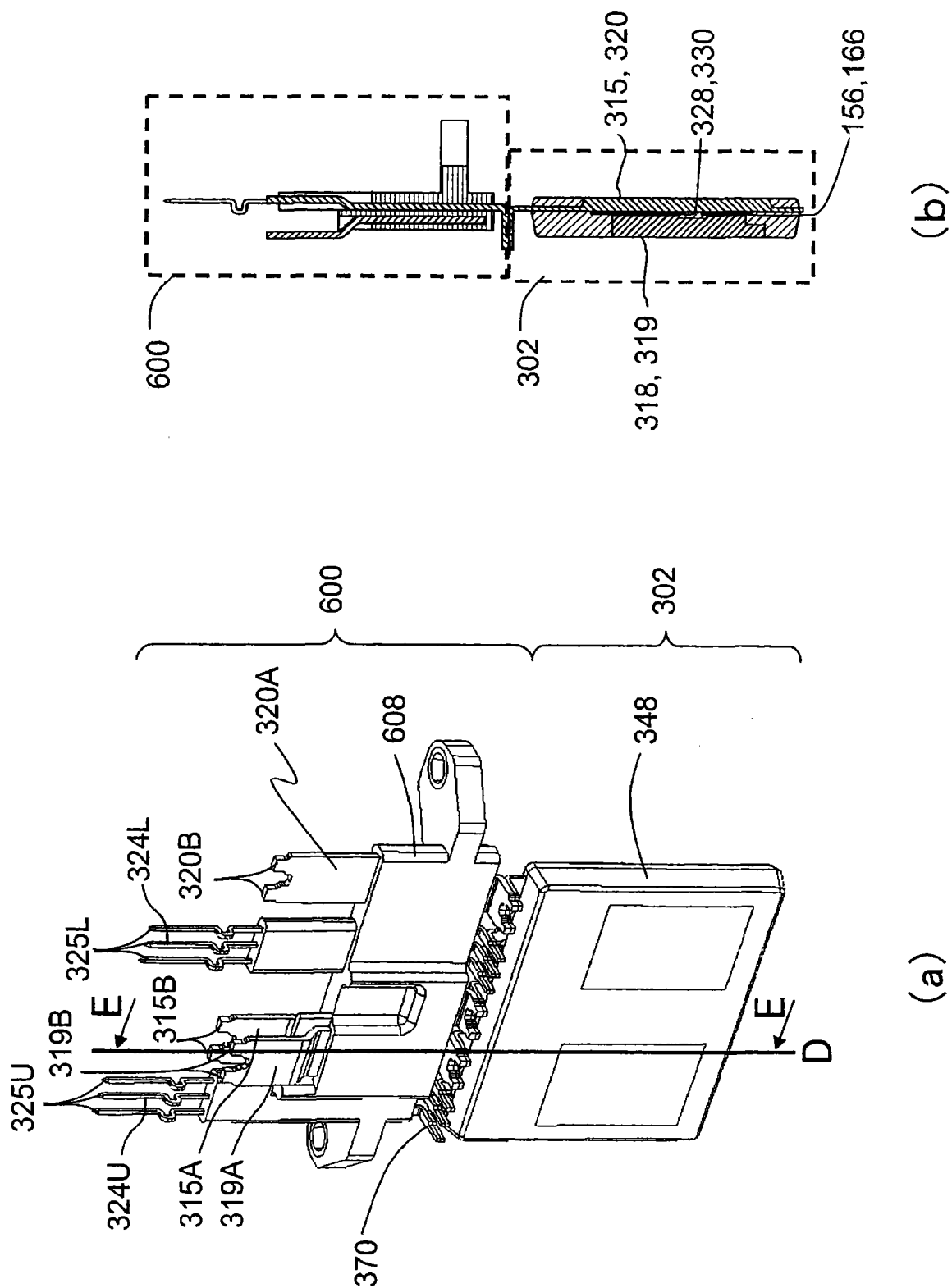


图 14

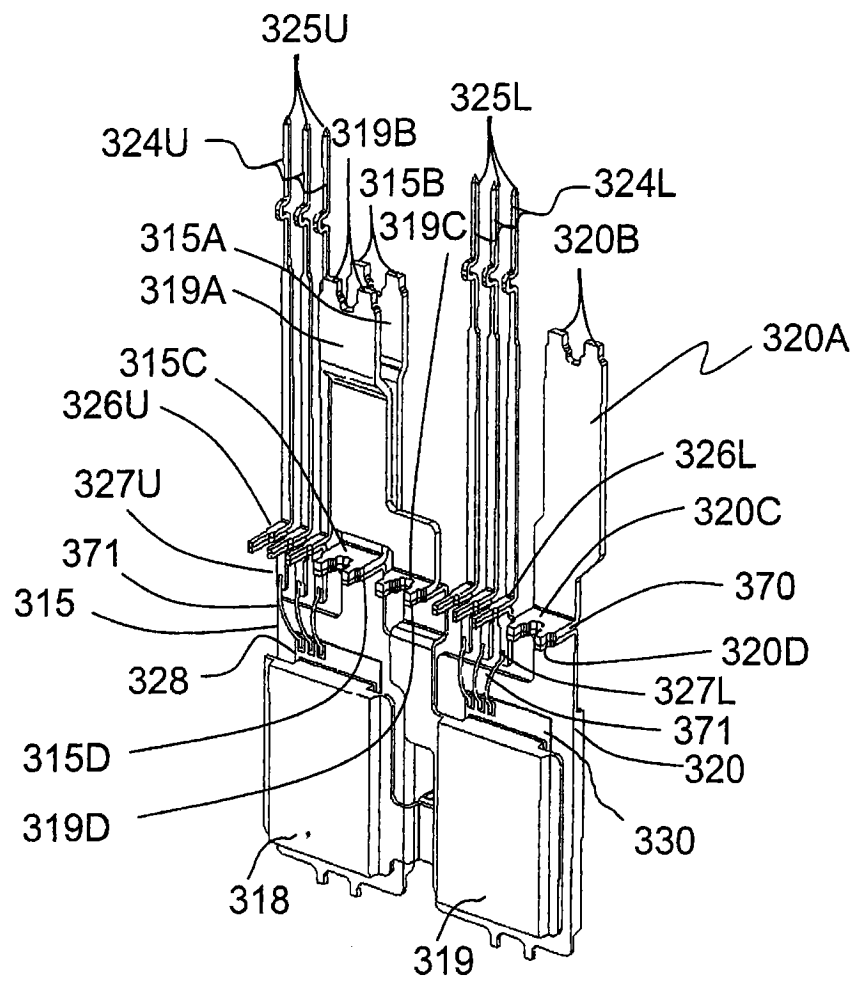


图 15

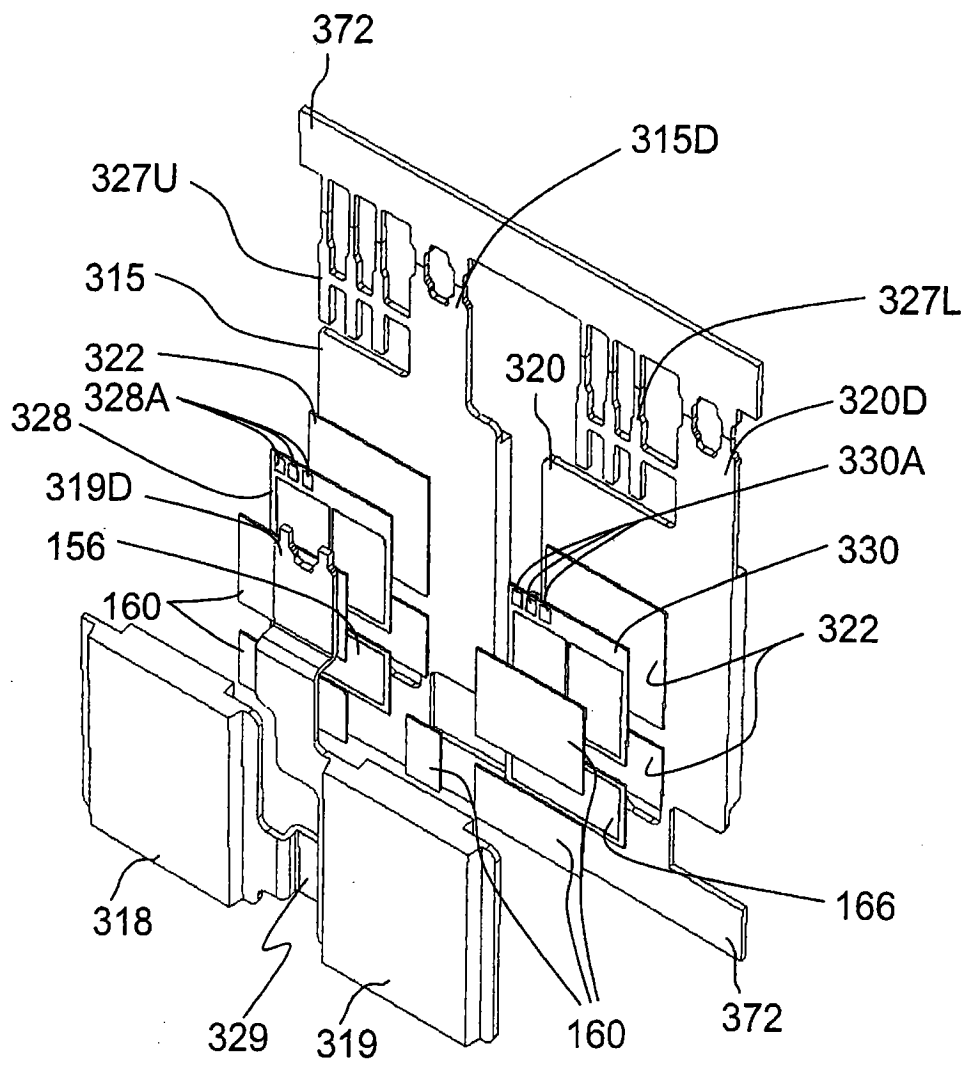


图 17

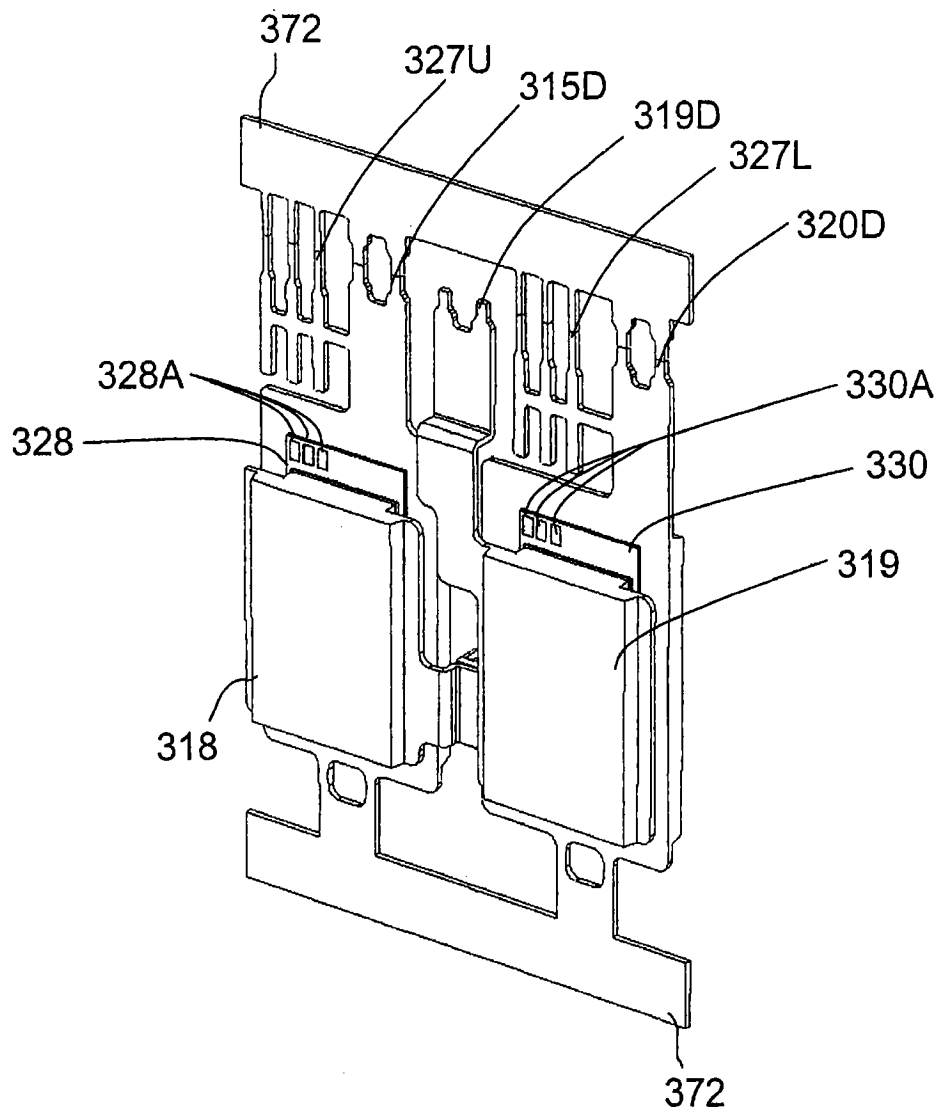


图 18

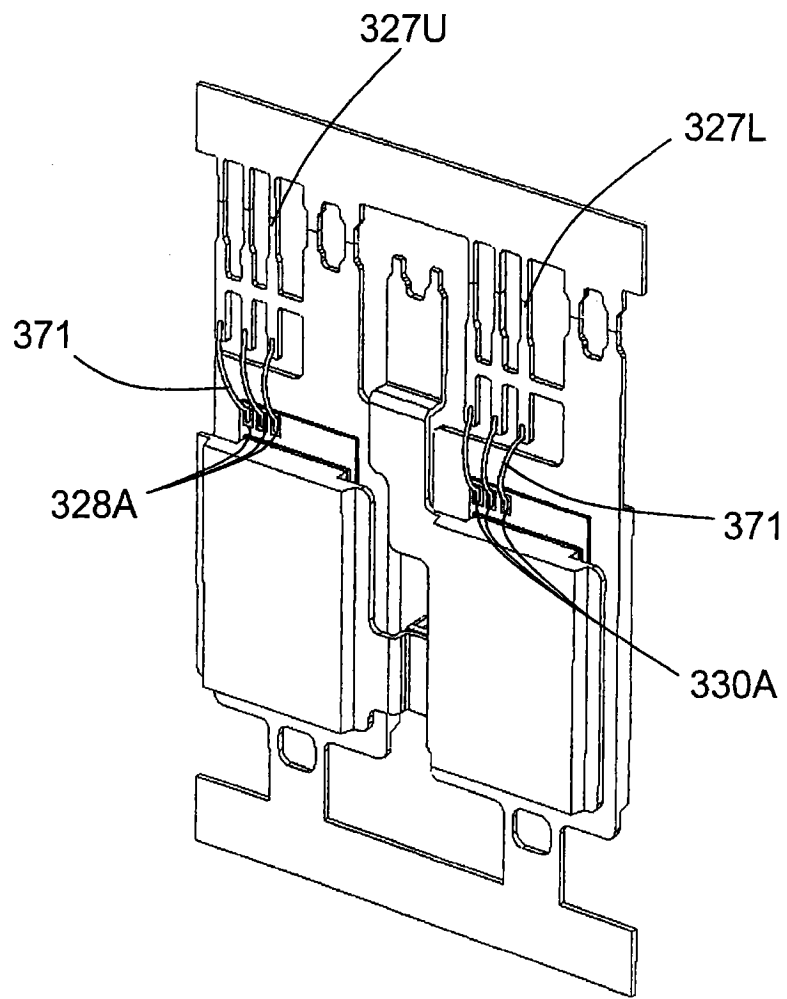


图 19

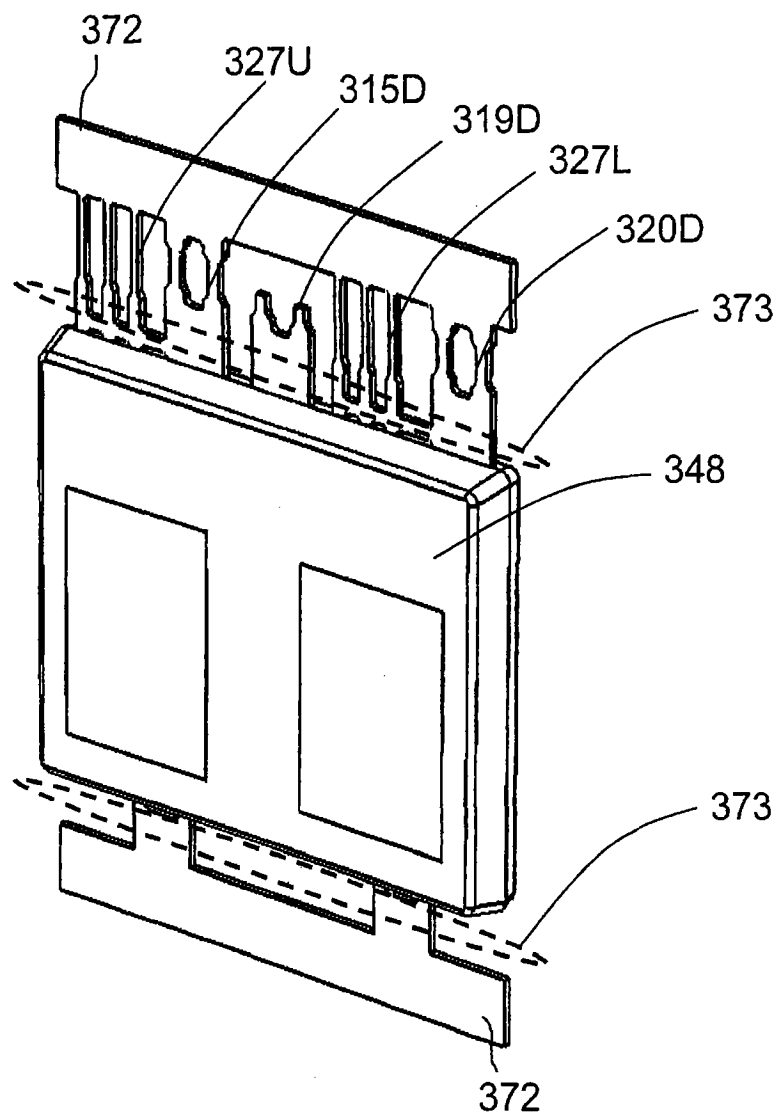


图 20

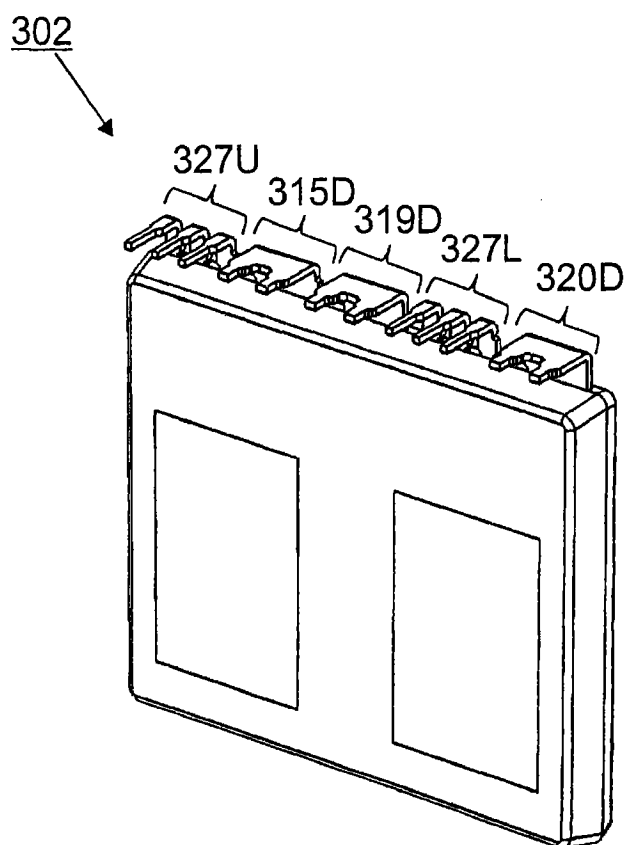


图 21

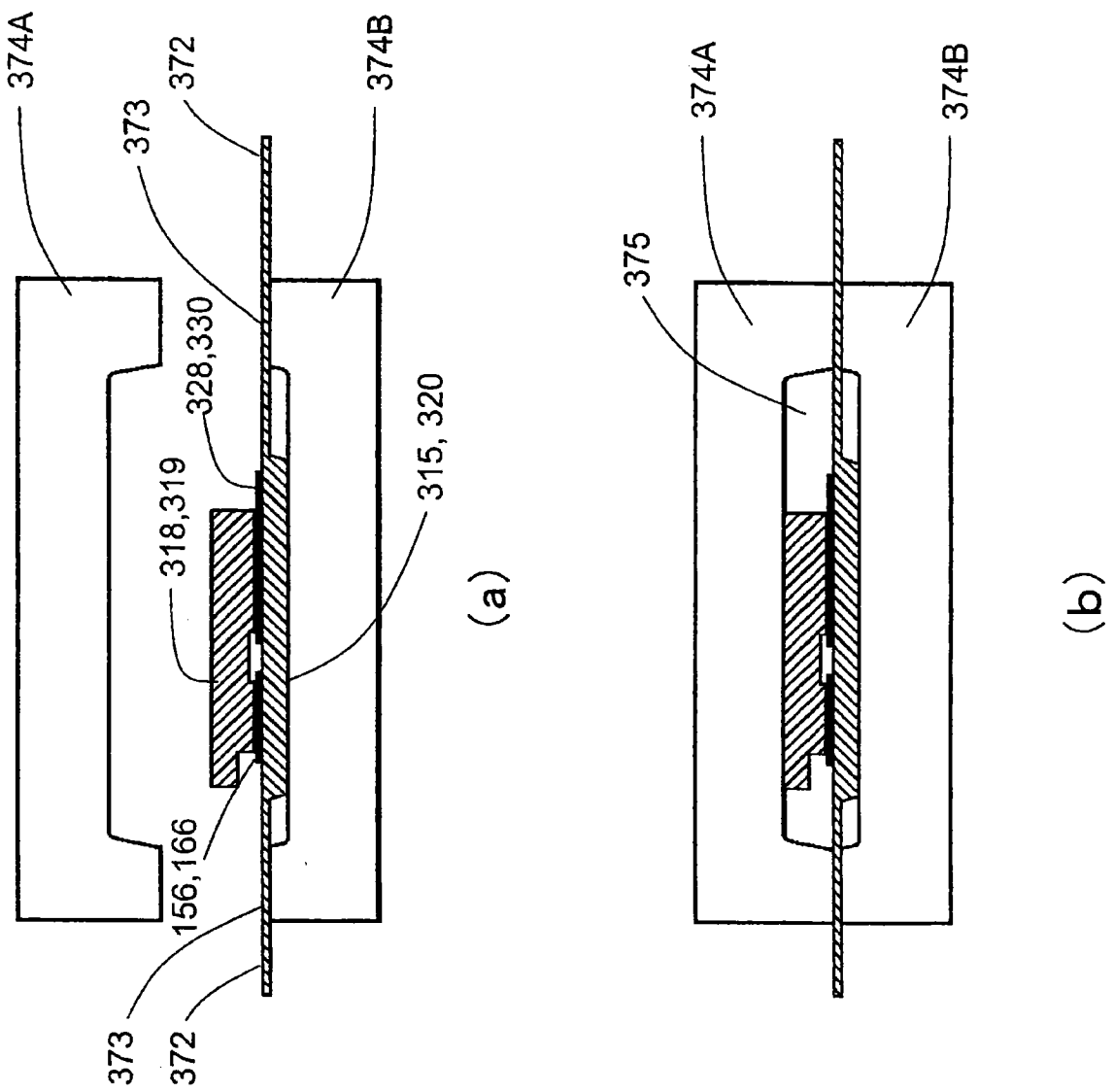


图 22

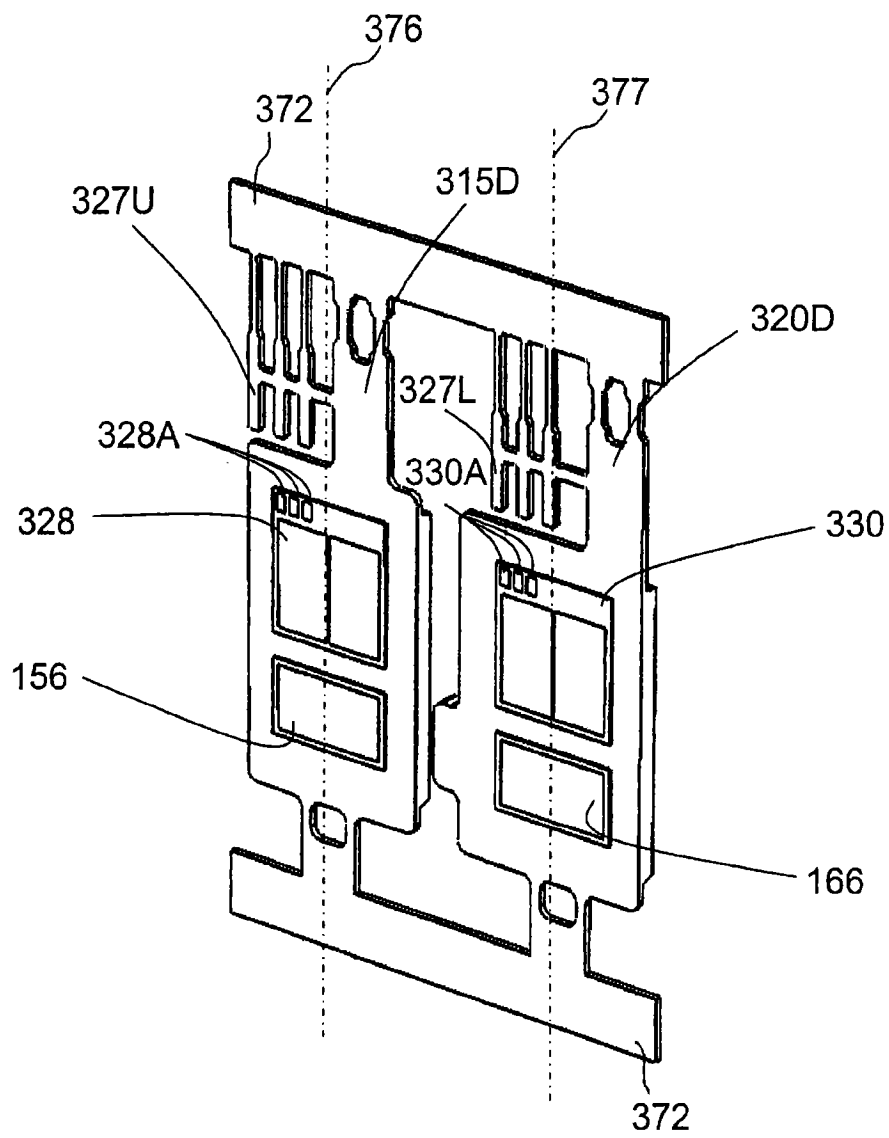


图 23

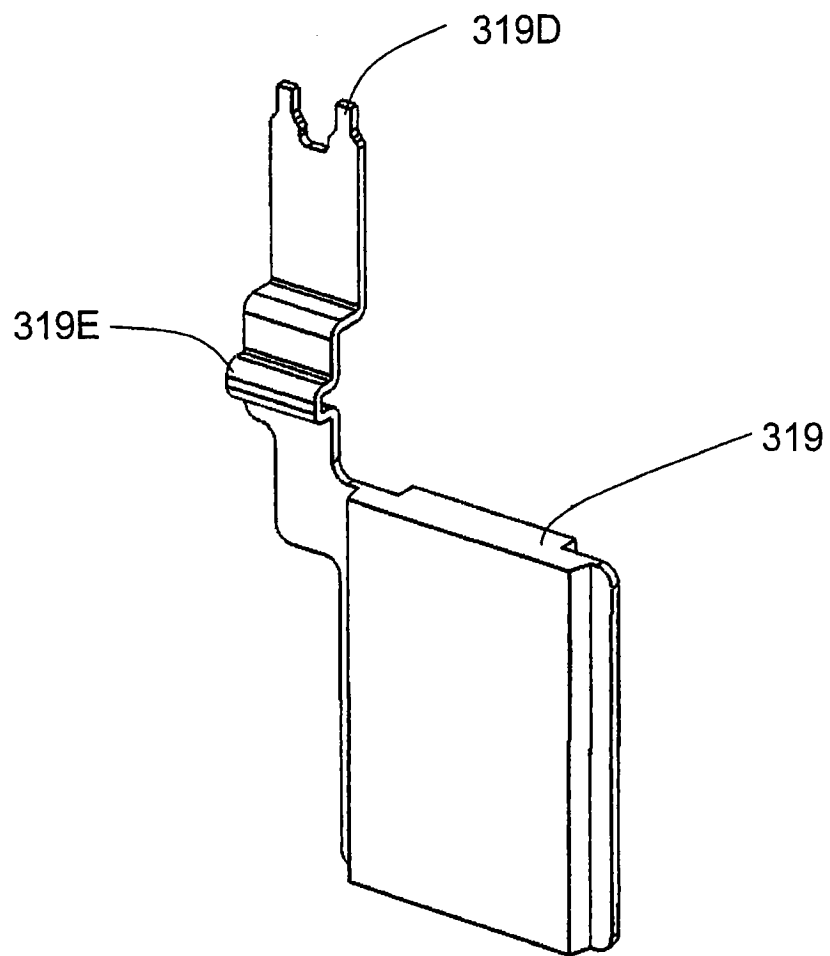


图 24

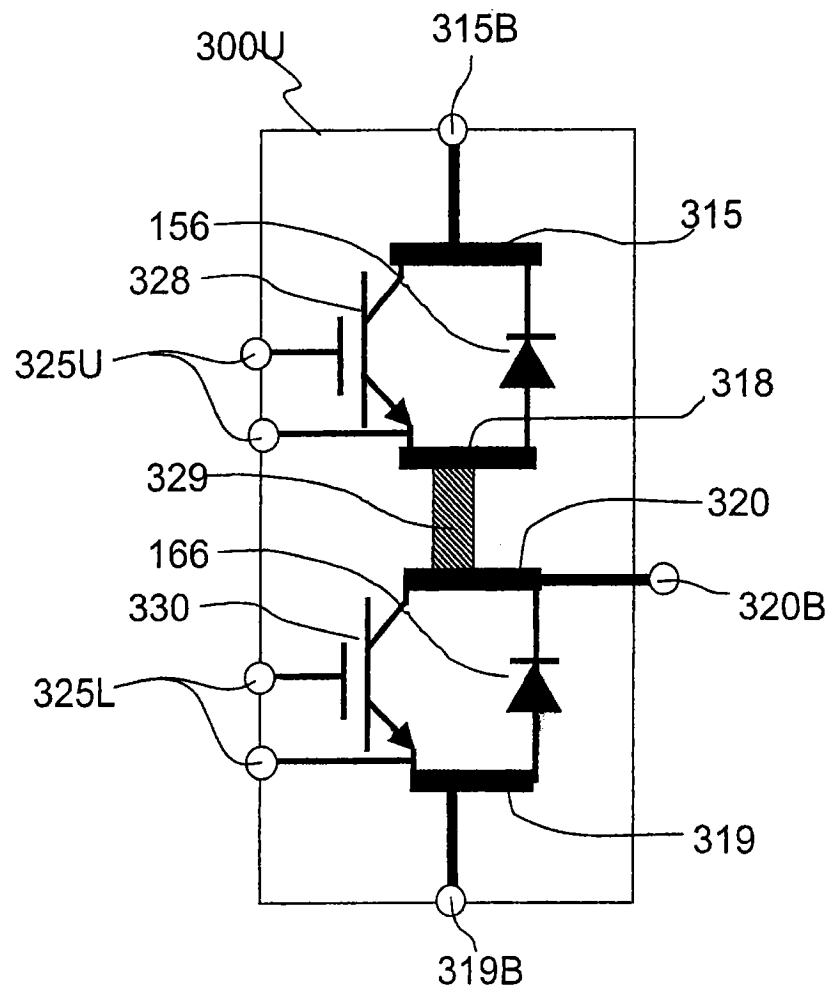


图 25

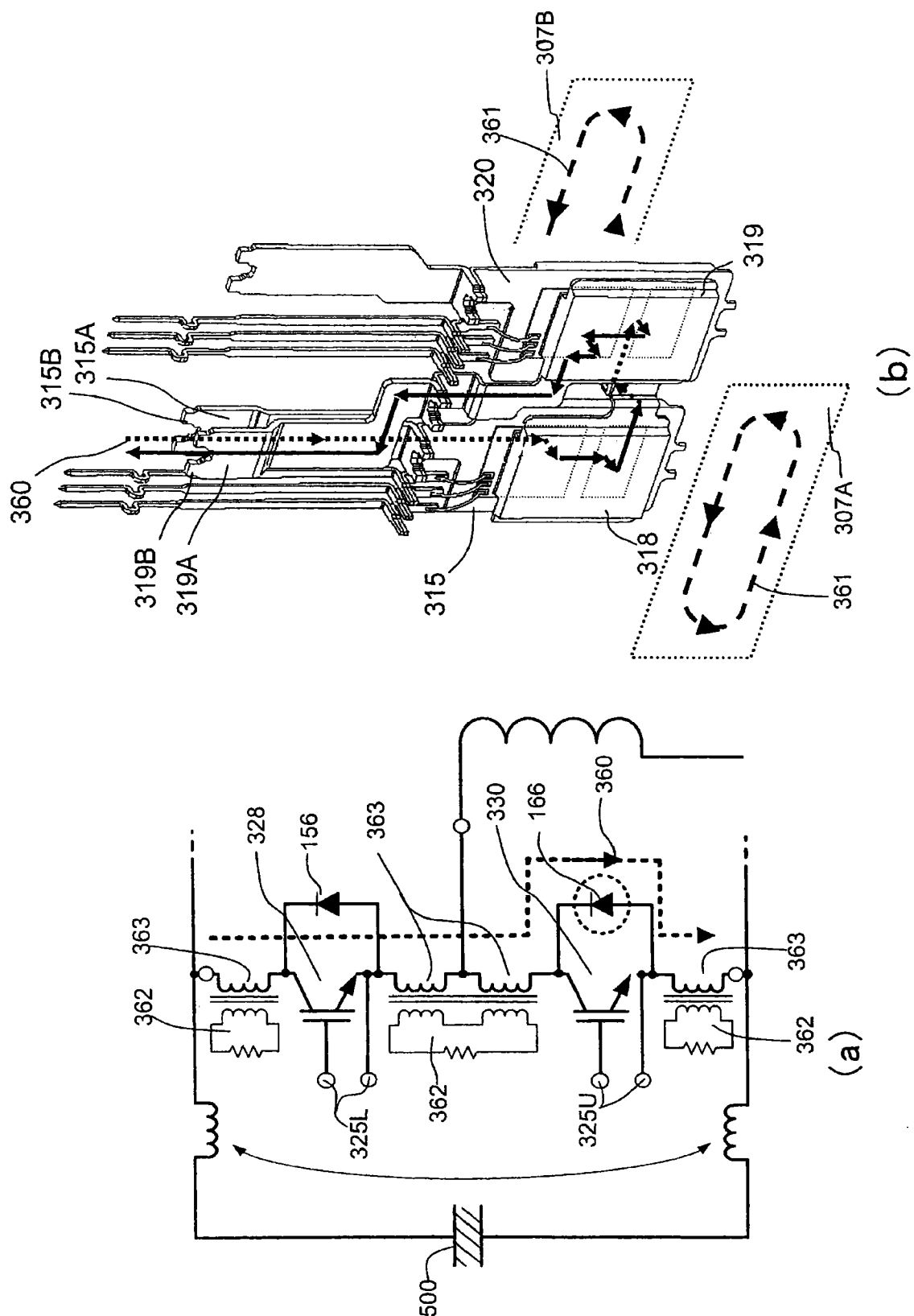


图 26

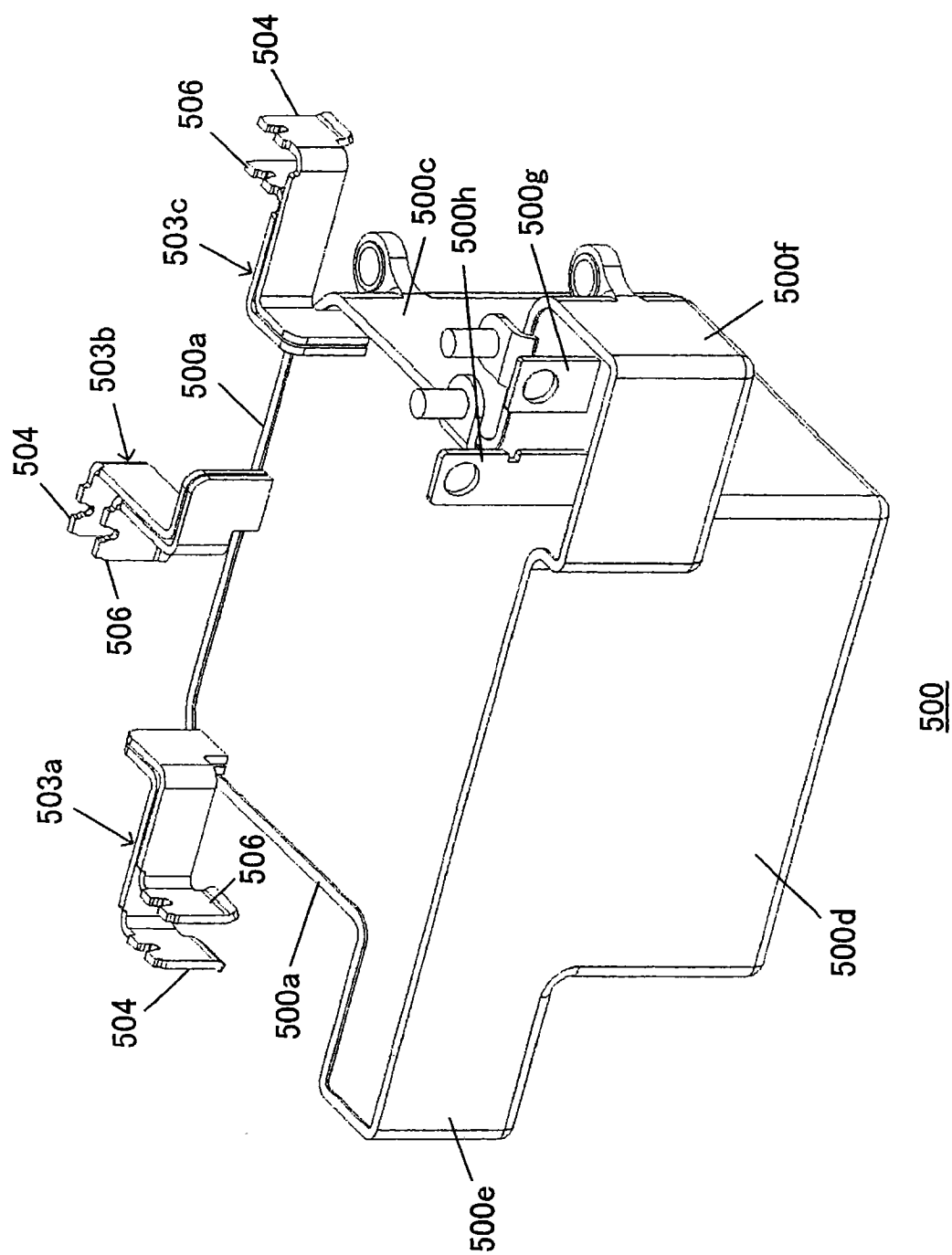


图 27

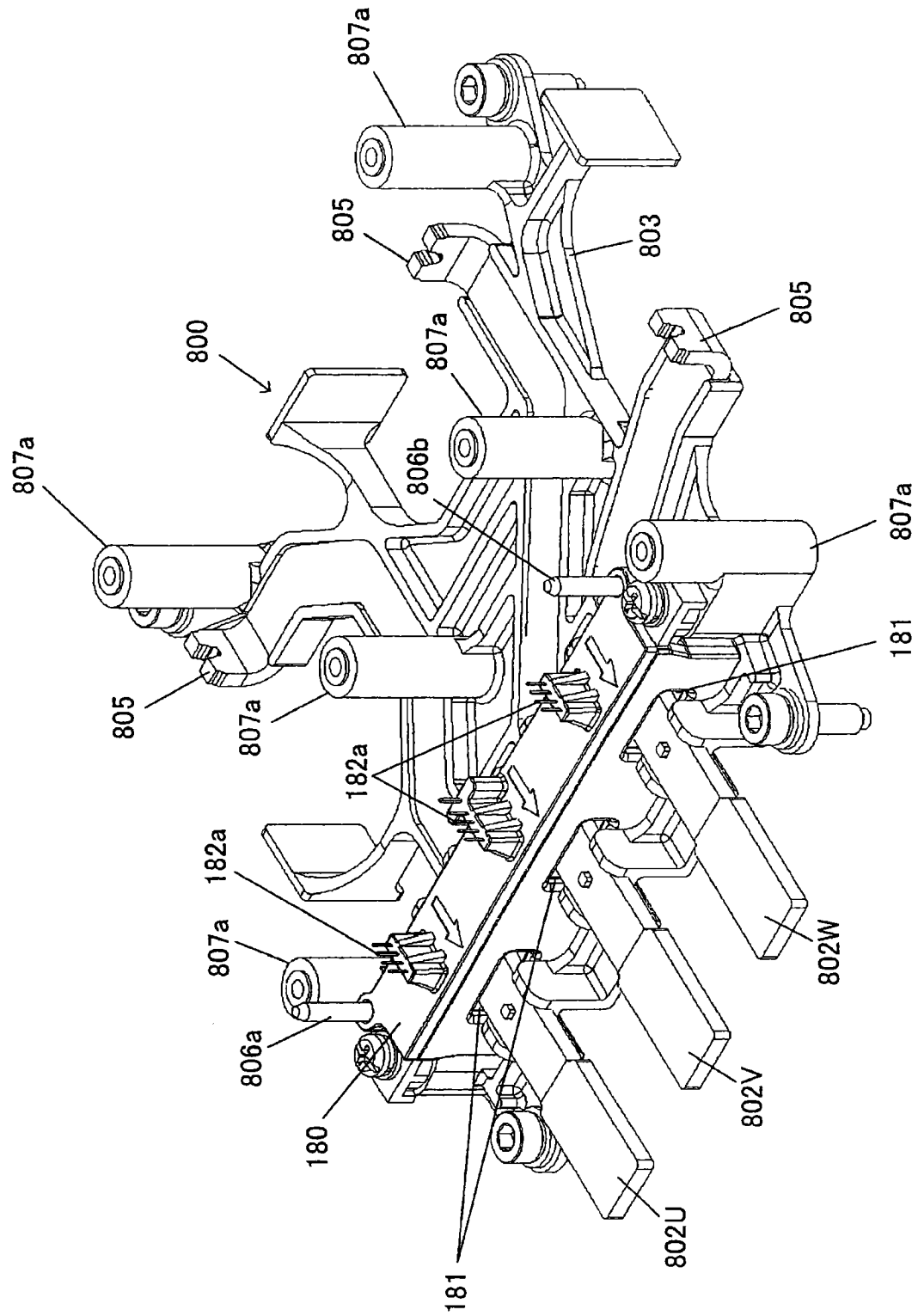


图 28

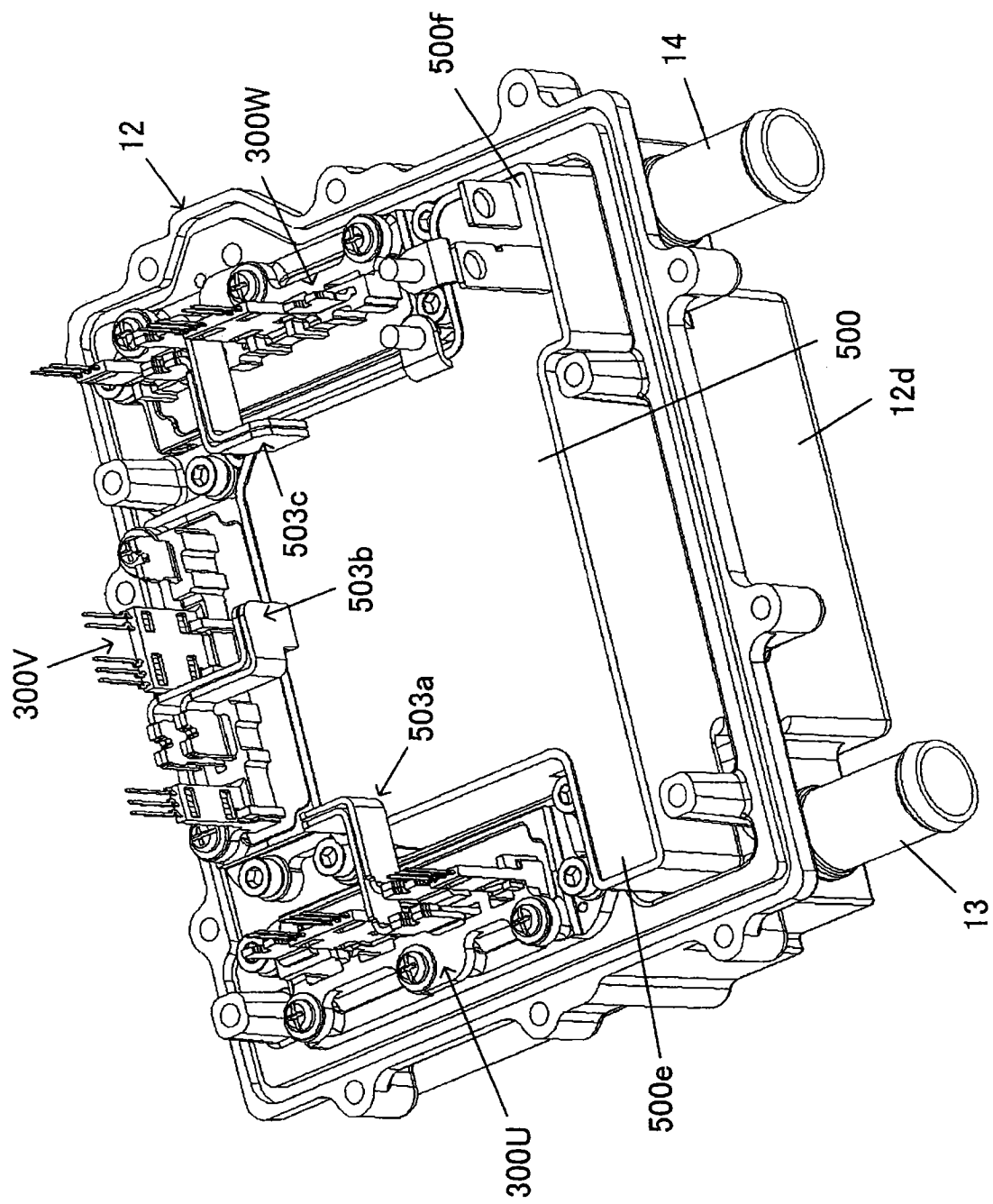


图 29

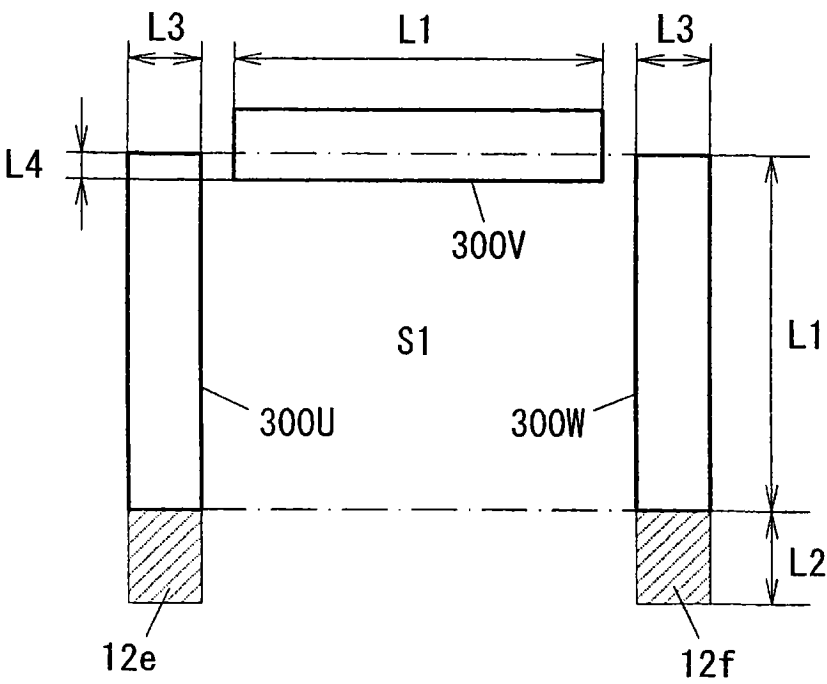


图 31

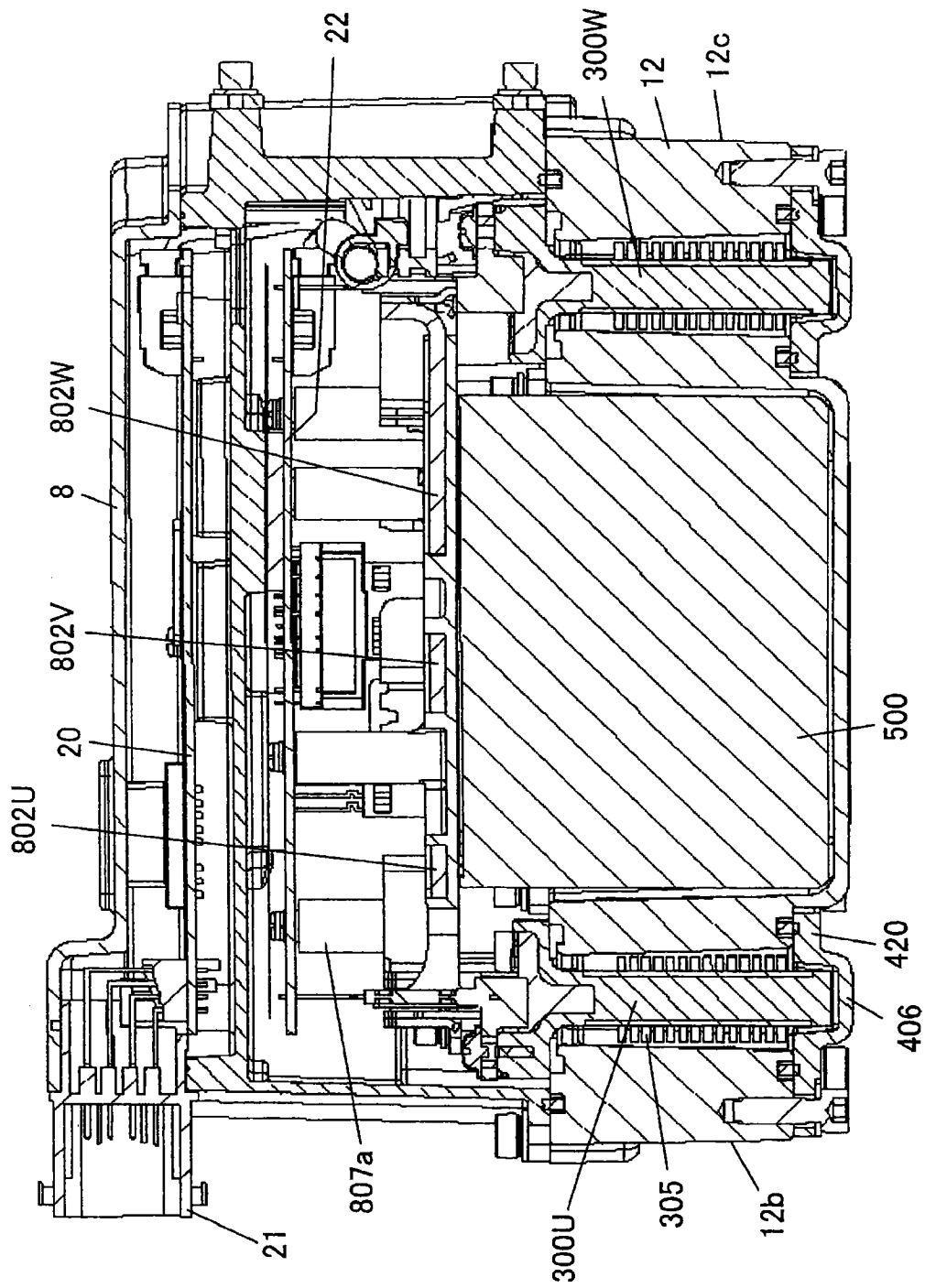


图 32

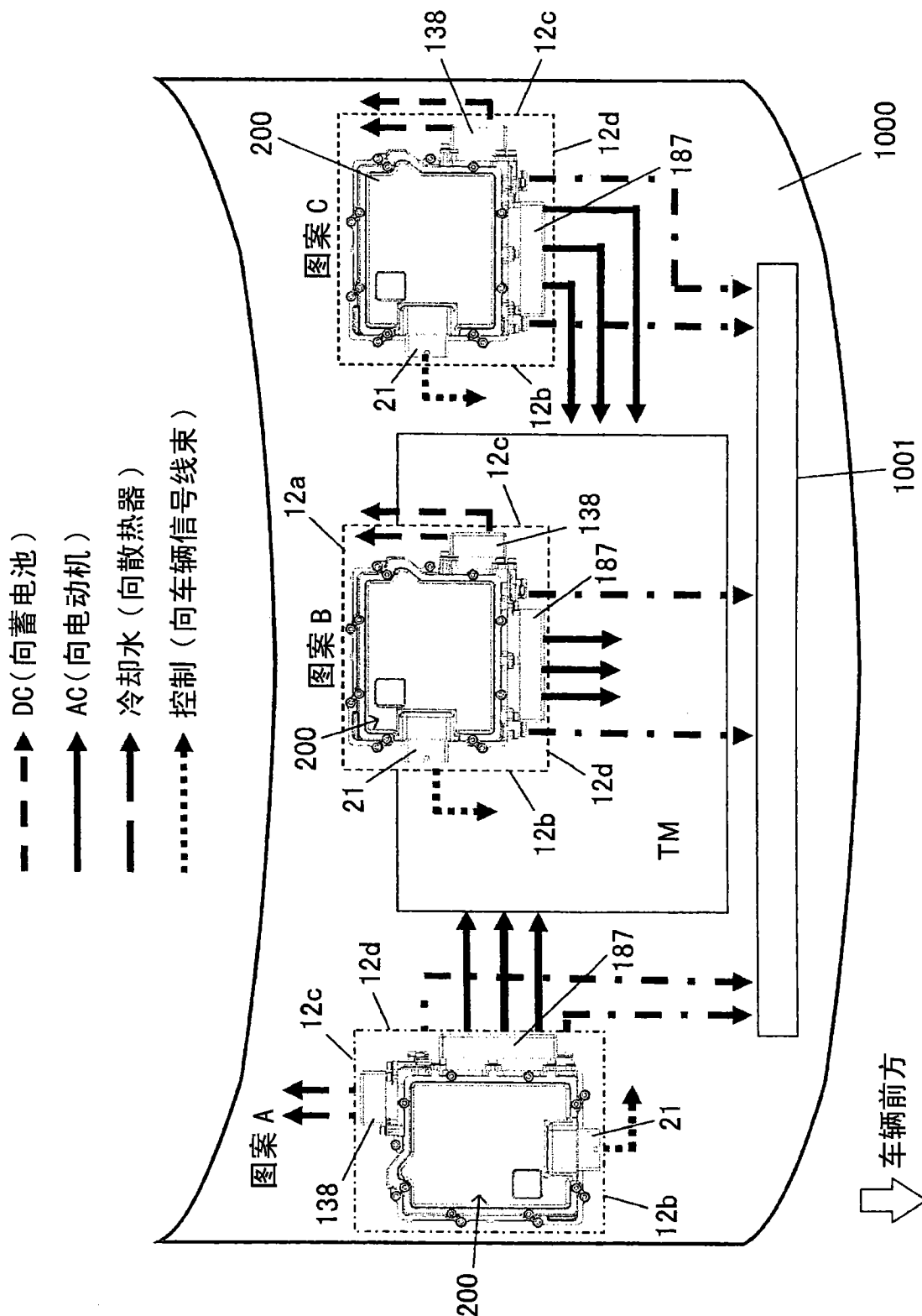


图 33

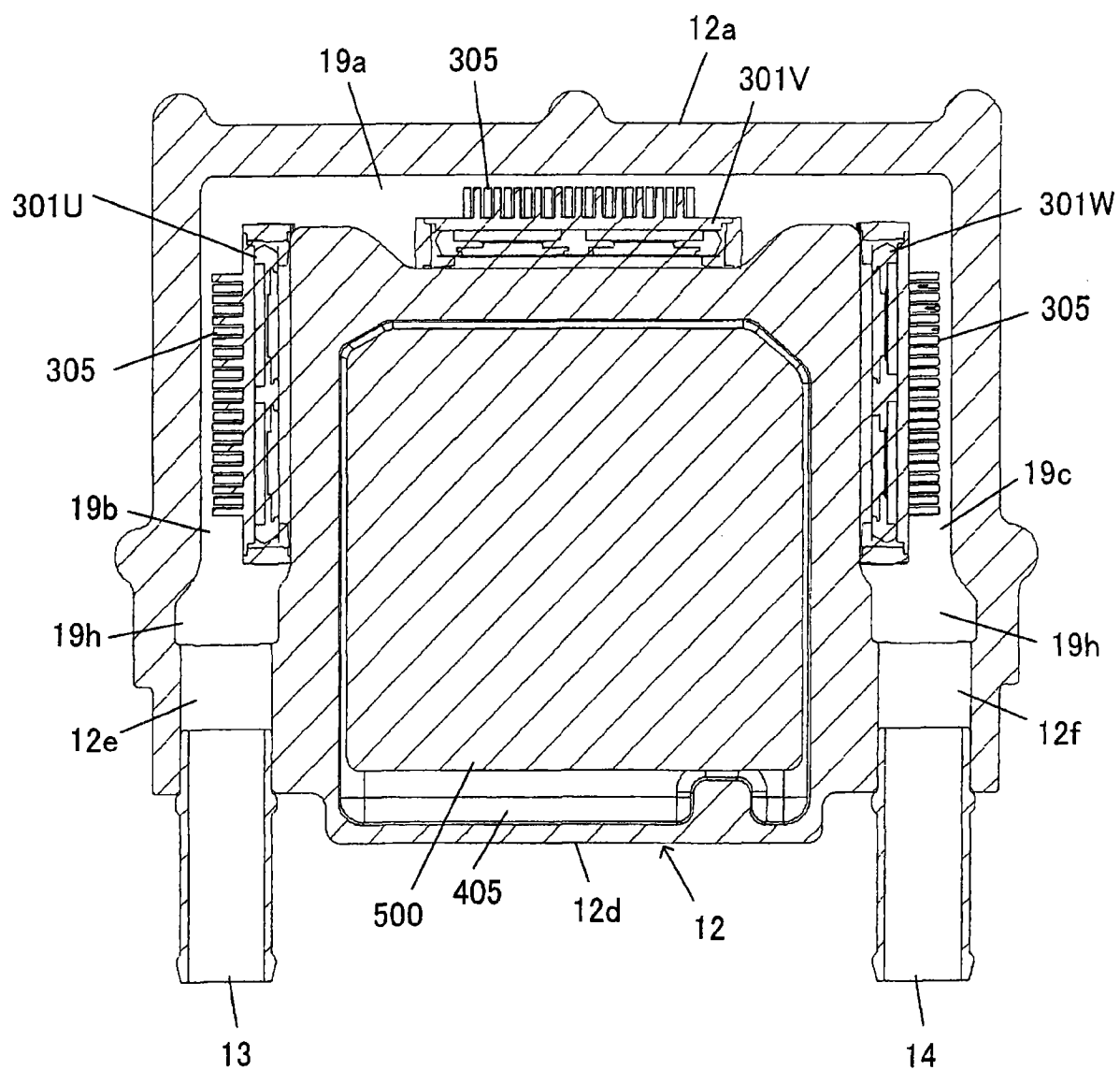


图 34

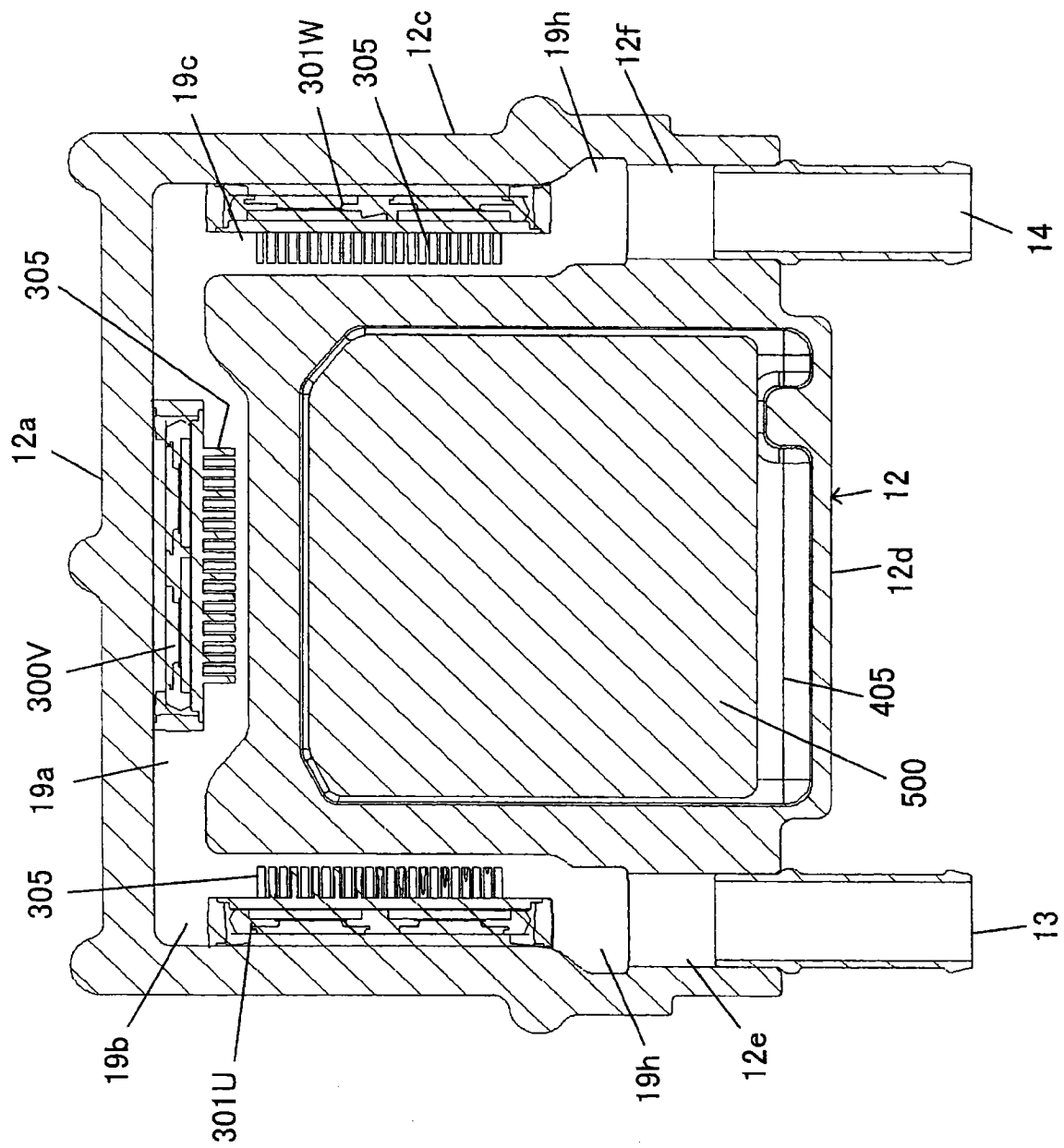


图 35

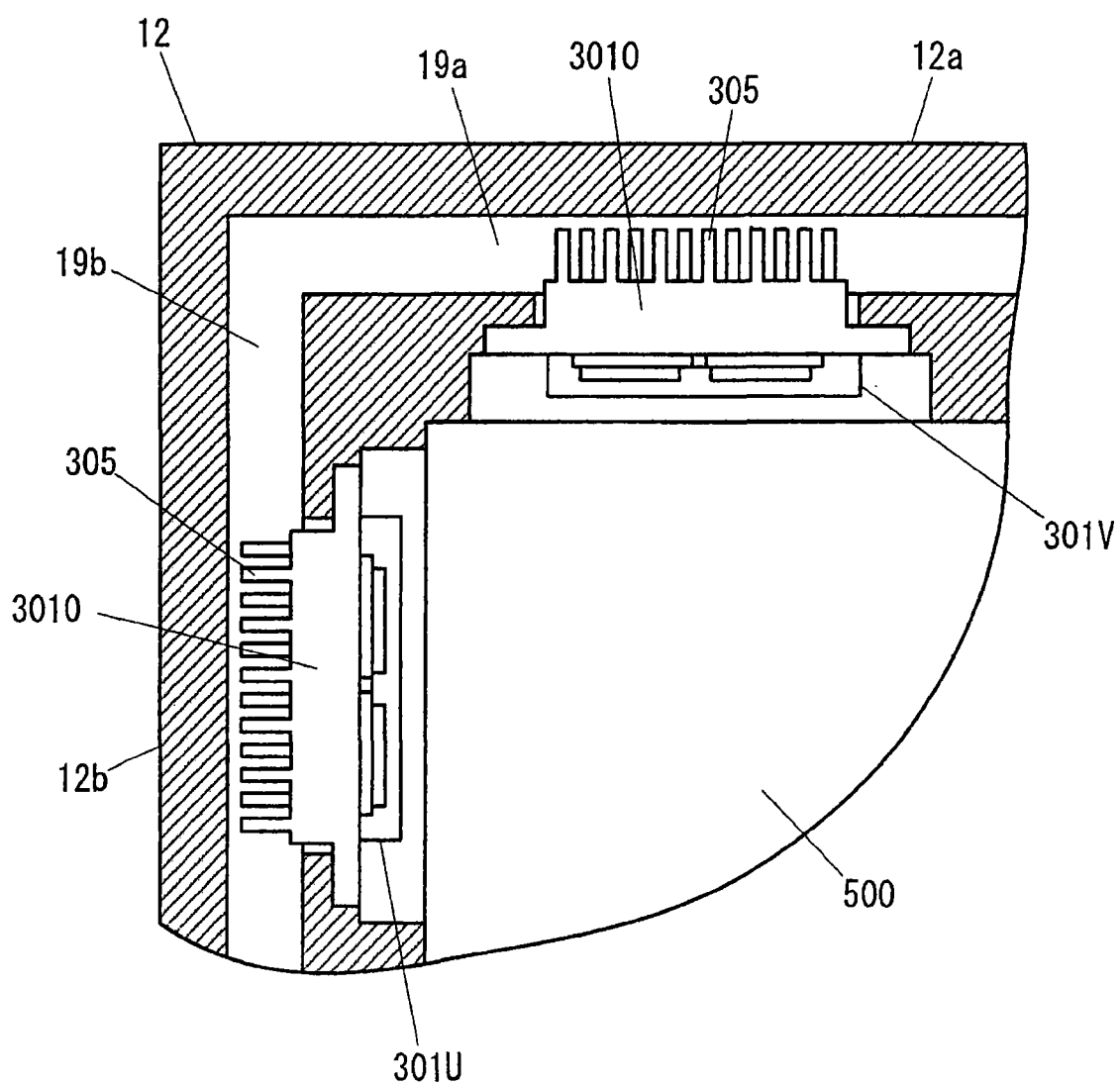


图 36

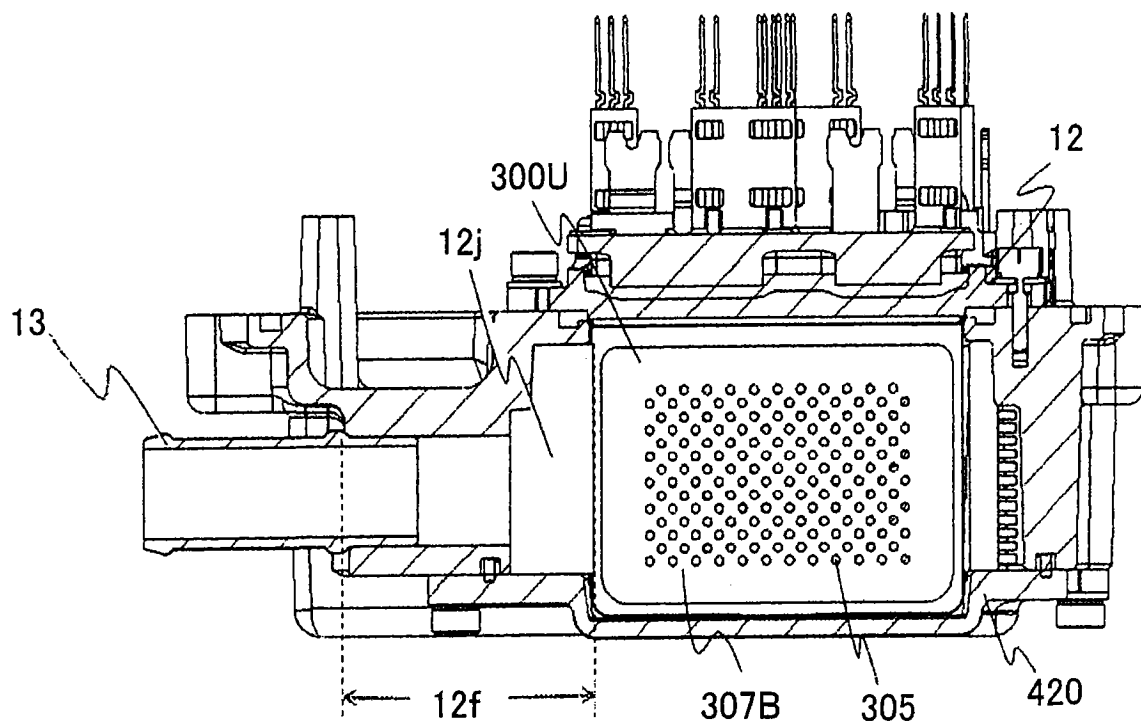


图 37

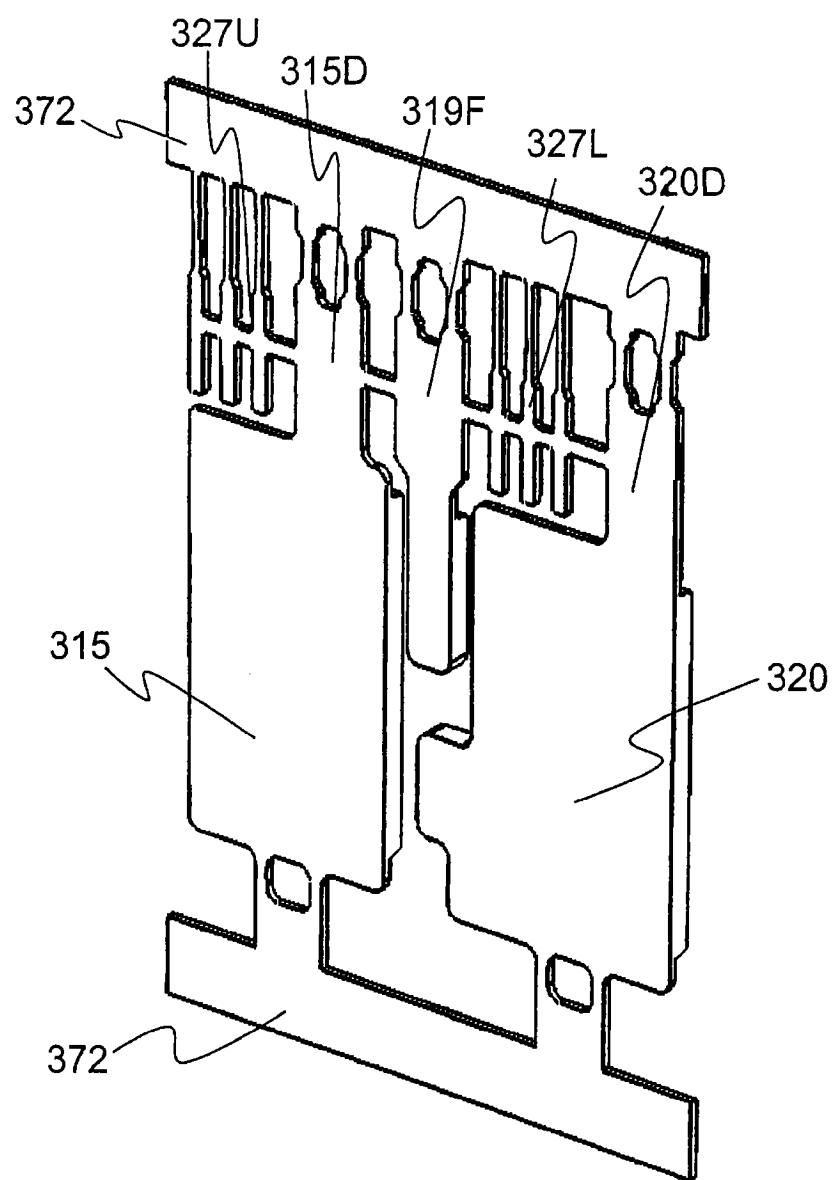


图 38

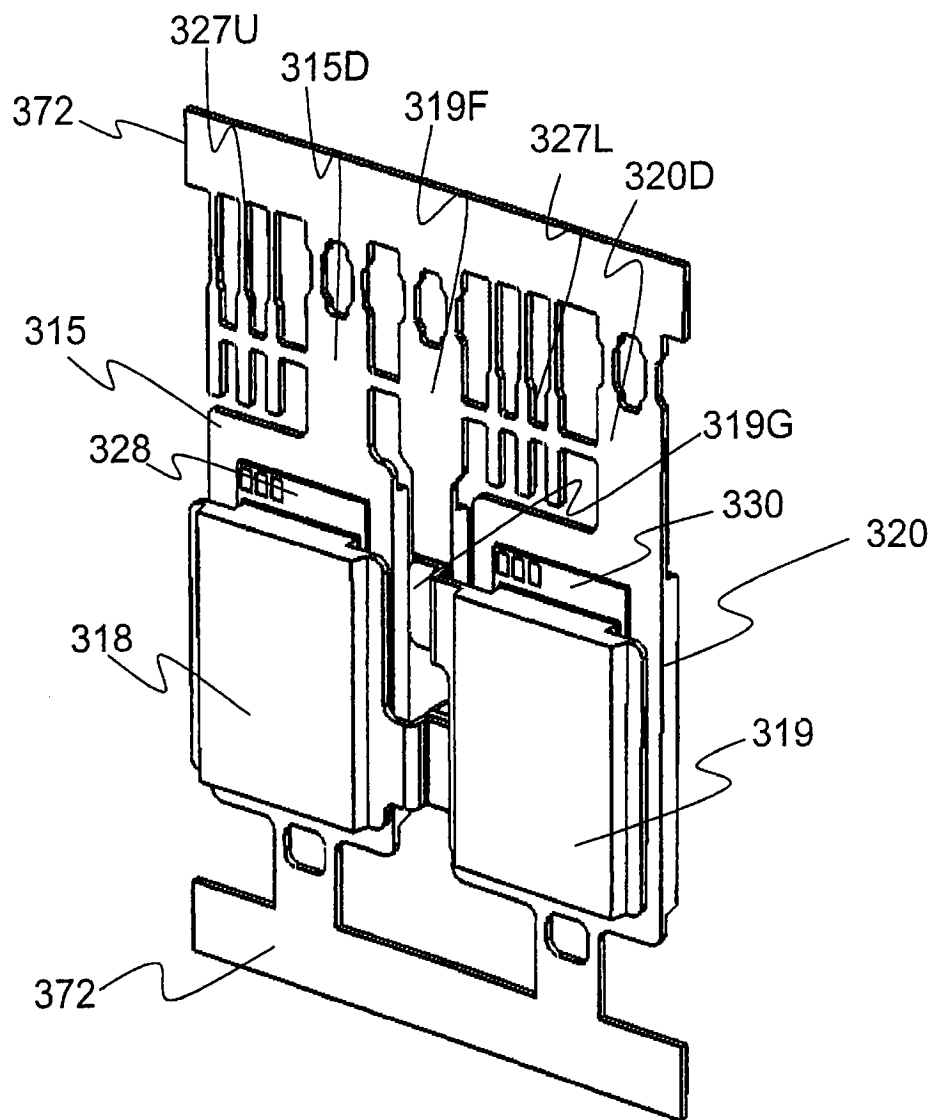


图 39

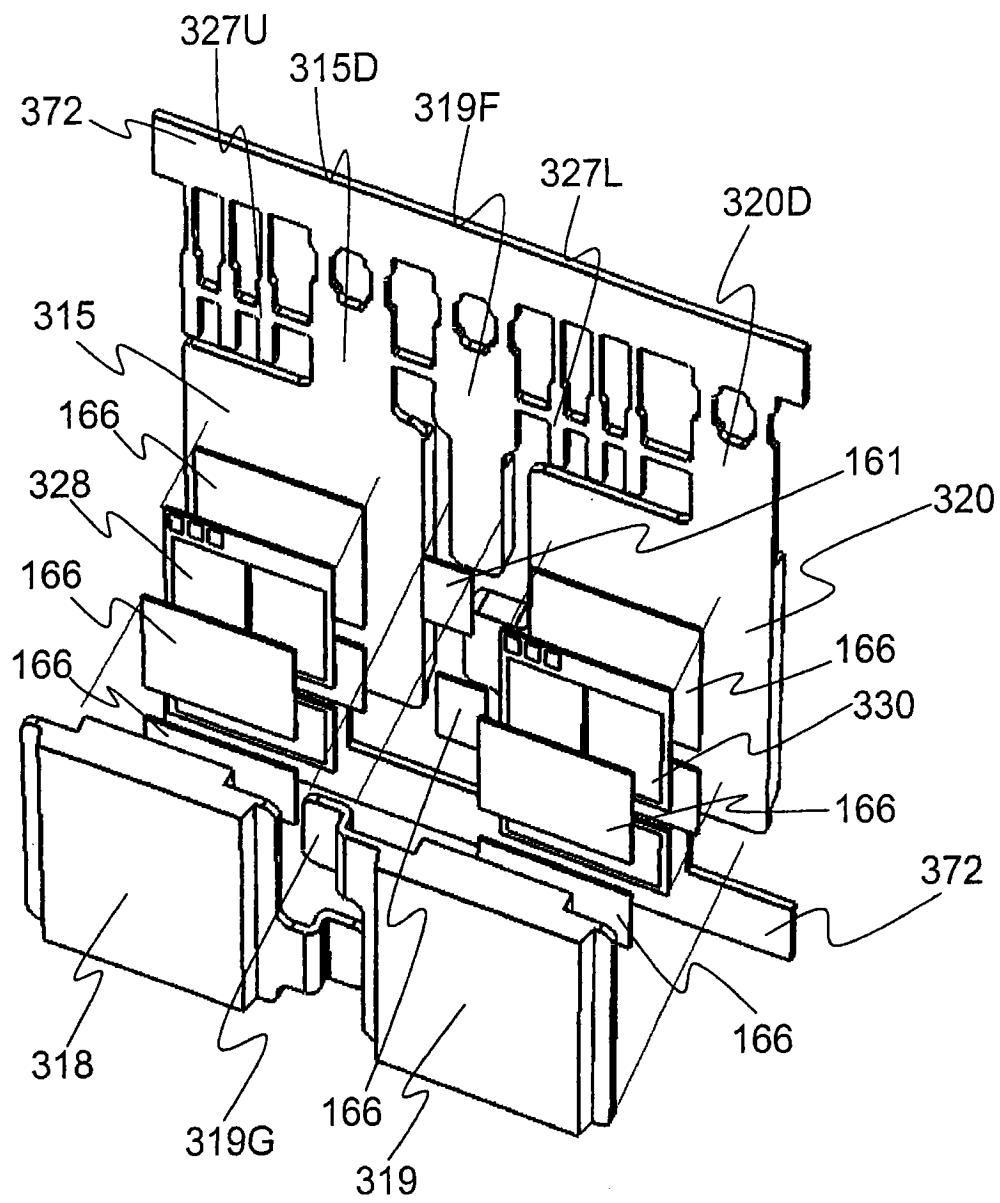


图 40

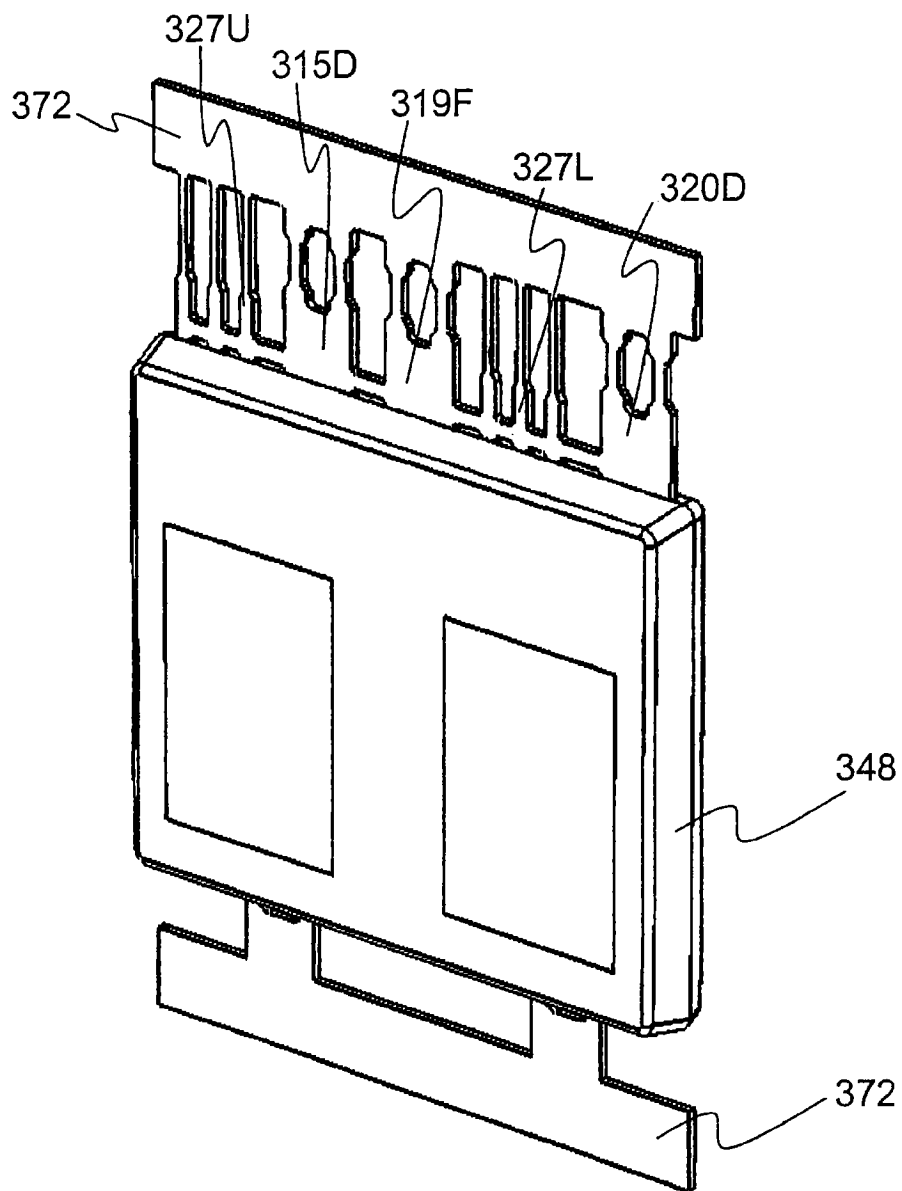


图 41