



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102844976 B

(45) 授权公告日 2015. 03. 18

(21) 申请号 201180016865. 1

(22) 申请日 2011. 03. 30

(30) 优先权数据

2010-084785 2010. 04. 01 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 09. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2011/058097 2011. 03. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/125781 JA 2011. 10. 13

(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 前田建 中嶋贤市郎 加瀬政道

(74) 专利代理机构 北京尚诚知识产权代理有限公司

公司 11322

代理人 龙淳

(51) Int. Cl.

H02M 7/00(2006. 01)

H05K 7/20(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101110555 A, 2008. 01. 23, 说明书第 24 页第 5-6 段, 第 25-37 页, 图 23-33.

US 2008/0251909 A1, 2008. 10. 16, 说明书第 11 页第 0135-0141 段, 第 17 页第 0184-0191 段, 图 20-33.

JP 特开 2001-308266 A, 2001. 11. 02, 全文.

JP 特开 2009-93852 A, 2009. 04. 30, 全文.

审查员 张利伟

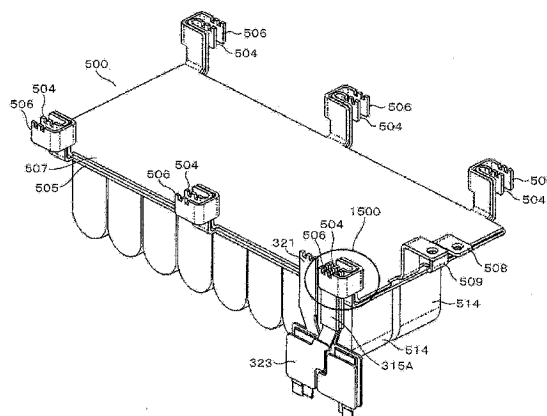
权利要求书2页 说明书25页 附图26页

(54) 发明名称

电力转换装置

(57) 摘要

电力转换装置包括:具有多个彼此配置为层叠状态的一方和另一方的直流端子的平滑用的电容器模块;沿着电容器模块形成流通冷却介质的冷却介质流路的流路形成体;和包括具有冷却面的模块外壳、从模块外壳在层叠状态下向一个方向突出的直流端子和从模块外壳向一个方向突出的交流端子的多个功率半导体模块。功率半导体模块被固定在流路形成体上,使得功率半导体模块的模块外壳的冷却面插入到流路形成体的冷却介质流路与流路形成体内流通的冷却介质接触,电容器模块的各层叠状态的直流端子,从电容器模块向对应的功率半导体模块延伸,并且层叠状态的直流端子具有沿流路方向的连接部,电容器模块的各直流端子的沿流路方向各连接部分别与从功率半导体模块在横穿冷却介质流路的方向上突出的直流端子连接。



1. 一种电力转换装置,其特征在于,包括:

具有多个彼此配置为层叠状态的一方和另一方的直流端子的平滑用的电容器模块;

沿着所述电容器模块形成流通冷却介质的冷却介质流路的流路形成体;和

包括具有冷却面的模块外壳、从所述模块外壳在层叠状态下向一个方向突出的直流端子和从所述模块外壳向所述一个方向突出的交流端子的多个功率半导体模块,其中,

所述功率半导体模块被固定在所述流路形成体上,使得所述功率半导体模块的模块外壳的冷却面插入到所述流路形成体的冷却介质流路与所述流路形成体内流通的冷却介质接触,

所述电容器模块的各层叠状态的直流端子,从所述电容器模块向对应的所述功率半导体模块延伸,并且所述层叠状态的直流端子具有沿流路方向的连接部,所述电容器模块的各直流端子的沿流路方向各连接部分别与从所述功率半导体模块在横穿冷却介质流路的方向上突出的直流端子连接,

从所述功率半导体模块的模块外壳向作为与所述冷却介质流路相反的方向的所述一个方向突出的层叠状态的直流端子分别由宽幅的导体制造且宽幅面彼此相对,

并且,所述电容器模块的各连接部分别由宽幅的导体制造且宽幅面彼此相对,所述电容器模块的连接部的层叠状态下的各个位于内侧的宽幅面与所述功率半导体模块的层叠状态的直流端子的各个位于外侧的宽幅面分别接触,通过焊接而固定,

所述电容器模块具有电容器外壳和收纳在所述电容器外壳内的多个电容器单元,所述电容器模块的直流端子从所述电容器外壳在层叠状态下突出,

所述电容器模块的直流端子,在与所述功率半导体模块的直流端子连接的连接部和所述电容器外壳之间的部分,至少一方的直流端子呈在所述冷却介质流的方向上折回的形状,另一方的所述电容器模块的直流端子的连接部位于所述一方的直流端子的折回形状的内侧,

所述折回的形状的一方的直流端子包围所述电容器模块的另一方直流端子与所述功率半导体模块的直流端子的连接部。

2. 如权利要求1所述的电力转换装置,其特征在于:

所述电容器模块的各层叠状态的直流端子分别由宽幅的导体制造,从所述功率半导体模块的模块外壳突出的层叠状态的直流端子由宽幅的导体制造,并从所述模块外壳向与所述冷却介质流路相反的方向突出,

所述电容器模块的各直流端子的宽幅的导体的宽幅面,各自与所述功率半导体模块的由宽幅的导体制造的直流端子的宽幅面接触,

所述彼此通过宽幅面接触的电容器模块的各直流端子和功率半导体模块的直流端子,在与所述冷却介质流路相反的方向的部分通过焊接而连接。

3. 如权利要求1所述的电力转换装置,其特征在于:

所述电容器模块的直流端子,在与所述功率半导体模块的直流端子连接的连接部和所述电容器外壳之间的部分,各直流端子分别呈在所述冷却介质流的方向上折回的形状,另一方的所述电容器模块的直流端子的连接部位于所述一方的直流端子的折回形状的内侧。

4. 如权利要求1所述的电力转换装置,其特征在于:

所述各功率半导体模块,具有构成上臂和下臂的半导体芯片和将所述上臂和下臂的半

导体芯片串联连接的导体，

所述各功率半导体模块的交流端子，在各功率半导体模块的内部与将所述上臂和下臂的半导体芯片串联连接的导体电连接。

5. 如权利要求 4 所述的电力转换装置，其特征在于：

对于所述电容器模块，隔着空间配置有具备多个交流汇流条的交流汇流条组件，所述各交流汇流条与对应的功率半导体模块的交流端子通过焊接而连接。

6. 如权利要求 5 所述的电力转换装置，其特征在于：

在隔着所述交流汇流条组件与所述电容器模块相反的位置上配置有用于使所述各功率半导体模块工作的驱动电路。

7. 如权利要求 4 所述的电力转换装置，其特征在于：

所述电容器模块呈大致长方形，沿着所述电容器模块的长边配置有多个所述层叠状态的直流端子，在所述电容器模块的短边上具备用于与直流电源进行直流电力的授受的电源端子。

电力转换装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于将直流电力转换为交流电力或者将交流电力转换为直流电力的电力转换装置。

背景技术

[0002] 一般而言,电力转换装置具备从直流电源接受直流电力的平滑用的电容器模块、从电容器模块接受直流电力而产生交流电力的逆变器电路和用于控制逆变器电路的控制电路。上述交流电力例如被供给到电动机上,电动机根据供给的交流电力产生转矩。上述电动机一般具有作为发电机的功能,当从外部对电动机供给了机械能时,上述电动机基于供给的机械能产生交流电力。上述电力转换装置大多也具备将交流电力转换为直流电力的功能,电动机产生的交流电力被转换为直流电力。从直流电力到交流电力的转换或者从交流电力到直流电力的转换,由上述控制装置控制。例如,在上述电动机是同步电动机的情况下,通过控制同步电动机的定子产生的旋转磁场相对于转子的磁极位置的相位,能够进行上述电力转换的控制。在日本特开 2009-2192170 号公报中公开了电力转换装置的一例。

[0003] 电力转换装置例如搭载在机动车上,从同样搭载在机动车上的二次电池(蓄电池)接受直流电力而产生交流电力,用于供给到产生行驶用的转矩的电动机上。此外,在车辆的再生制动运转时由于产生了制动力,电动机基于行驶能产生交流电力,产生的交流电力被电力转换装置转换为直流电力,在上述二次电池中蓄积,再次作为车辆行驶等用途的电力使用。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1 :日本特开 2009-219270 号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 逆变器电路通过进行电路的导通或切断的动作而进行直流电力与交流电力之间的转换。由于上述电路的导通或切断动作,会产生基于电路电感的尖峰电压。该电压较大时会发生介电击穿(绝缘击穿)等现象,导致可靠性降低。平滑用的电容器模块与上述逆变器电路的功率半导体模块的连接部的电感的降低还并不足够。

[0009] 本发明的目的在于提供一种电力转换装置,能够降低平滑用的电容器模块与上述逆变器电路的功率半导体模块的连接部的电感。

[0010] 解决问题的手段

[0011] 本发明的第一方面的电力转换装置,包括:具有多个彼此配置为层叠状态的一方和另一方的直流端子的平滑用的电容器模块;沿着电容器模块形成流通冷却介质的冷却介质流路的流路形成体;和包括具有冷却面的模块外壳、从模块外壳在层叠状态下向一个方向突出的直流端子和从模块外壳向一个方向突出的交流端子的多个功率半导体模块,其

中,功率半导体模块被固定在流路形成体上,使得功率半导体模块的模块外壳的冷却面插入到流路形成体的冷却介质流路与流路形成体内流通的冷却介质接触,电容器模块的各层叠状态的直流端子,从电容器模块向对应的功率半导体模块延伸,并且层叠状态的直流端子具有沿流路方向的连接部,电容器模块的各直流端子的沿流路方向的各连接部分别与从功率半导体模块在横穿冷却介质流路的方向上突出的直流端子连接。

[0012] 本发明的第二方面,在第一方面的电力转换装置中,优选:电容器模块的各层叠状态的直流端子分别由宽幅的导体制造,从功率半导体模块的模块外壳突出的层叠状态的直流端子由宽幅的导体制造,并从模块外壳向与冷却介质流路相反的方向突出,电容器模块的各直流端子的宽幅的导体的宽幅面,各自与功率半导体模块的由宽幅的导体制造的直流端子的宽幅面接触,彼此通过宽幅面接触的电容器模块的各直流端子和功率半导体模块的直流端子,在与冷却介质流路相反的方向的部分通过焊接(熔焊)而连接。

[0013] 本发明的第三方面,在第一或第二方面的电力转换装置中,优选:从功率半导体模块的模块外壳向作为与冷却介质流路相反的方向的一个方向突出的层叠状态的直流端子分别由宽幅的导体制造且宽幅面彼此相对,并且,电容器模块的各连接部分别由宽幅的导体制造且宽幅面彼此相对,电容器模块的连接部的层叠状态下的各个位于内侧的宽幅面与功率半导体模块的层叠状态的直流端子的各个位于外侧的宽幅面分别接触,通过焊接(熔焊)而固定。

[0014] 本发明的第四方面,在第三方面的电力转换装置中,优选:电容器模块具有电容器外壳和收纳在电容器外壳内的多个电容器单元,电容器模块的直流端子从电容器外壳在层叠状态下突出,电容器模块的直流端子,在与功率半导体模块的直流端子连接的连接部和电容器外壳之间的部分,至少一方的直流端子呈在冷却介质流的方向上折回的形状,另一方的电容器模块的直流端子的连接部位于一方的直流端子的折回形状的内侧。

[0015] 本发明的第五方面,在第四方面的电力转换装置中,优选:电容器模块的直流端子,在与功率半导体模块的直流端子连接的连接部和电容器外壳之间的部分,各直流端子分别呈在冷却介质流的方向上折回的形状,另一方的电容器模块的直流端子的连接部位于一方的直流端子的折回形状的内侧。

[0016] 本发明的第六方面,在第一至五中任一方面的电力转换装置中,优选:各功率半导体模块,具有构成上臂和下臂的半导体芯片和将上臂和下臂的半导体芯片串联连接的导体,各功率半导体模块的交流端子,在各功率半导体模块的内部与将上臂和下臂的半导体芯片串联连接的导体电连接。

[0017] 本发明的第七方面,在第六方面的电力转换装置中,优选:对于电容器模块,隔着空间配置有具备多个交流汇流条的交流汇流条组件,各交流汇流条与对应的功率半导体模块的交流端子通过焊接(熔焊)而连接。

[0018] 本发明的第八方面,在第七方面的电力转换装置中,优选:在隔着交流汇流条组件与电容器模块相反的位置上配置有用于使各功率半导体模块工作的驱动电路。

[0019] 本发明的第九方面,在第六至八中任一方面的电力转换装置中,优选:电容器模块呈大致长方形,沿着电容器模块的长边配置有多个层叠状态的直流端子,在电容器模块的短边上具备用于与直流电源进行直流电力的授受的电源端子。

[0020] 本发明的一实施方式的电力转换装置,包括:具有多个配置为层叠状态的直流端

子的平滑用的电容器模块;形成冷却介质流路的流路形成体;和包括从具有冷却面的模块外壳在层叠状态下突出的直流端子和从上述模块外壳突出的交流端子的多个功率半导体模块,其中,上述功率半导体模块被沿着冷却介质流路配置,上述电容器模块的直流端子向对应的上述功率半导体模块延伸,并且上述直流端子具有沿流路方向的连接部,上述电容器模块的各连接部分别与从上述功率半导体模块突出的直流端子连接。

[0021] 发明效果

[0022] 根据本发明,能够使平滑用的电容器模块与逆变器电路的功率半导体模块的连接部的电感降低,能够提高电力转换装置的可靠性。

附图说明

[0023] 图 1 是表示应用了本发明的一个实施方式的电力转换装置的混合动力机动车的系统的系统图。

[0024] 图 2 是表示图 1 所示的电路的结构的电路图。

[0025] 图 3 是用于说明电力转换装置的结构分解立体图。

[0026] 图 4 是为了说明电力转换装置的整体结构而将其分解为构成元件的立体图。

[0027] 图 5 是为了说明流路形成体而从底侧观看图 4 所示的流路形成体的图。

[0028] 图 6 (a)是表示功率半导体模块的外观的立体图。图 6 (b)是功率半导体模块的截面图。

[0029] 图 7 (a)是为了帮助理解,而除去了模块外壳、绝缘膜、第一密封树脂和第二密封树脂的功率半导体模块的内部截面图。图 7 (b)是用于说明功率半导体模块的内部结构的立体图。

[0030] 图 8 (a)是用于帮助理解图 7 (b)的结构分解图。图 8 (b)是功率半导体模块的电路图。

[0031] 图 9 (a)是说明电感的降低效果的电路图。图 9 (b)是用于说明电感的降低作用的说明图。

[0032] 图 10 (a)是辅助模塑体的立体图。图 10 (b)是辅助模塑体的透视图。

[0033] 图 11 是用于说明电容器模块的内部结构的分解立体图。

[0034] 图 12 是在流路形成体上组装了功率半导体模块、电容器模块和汇流条组件的状态的外观立体图。

[0035] 图 13 是图 12 的虚线表示的部分 A 的放大图。

[0036] 图 14 是表示组装了功率半导体模块和电容器模块的流路形成体与汇流条组件的关系的分解立体图。

[0037] 图 15 是除去了保持部件后的汇流条组件的外观立体图。

[0038] 图 16 是组装了功率半导体模块、电容器模块、汇流条组件和辅助设备用功率模块的流路形成体的外观立体图。

[0039] 图 17 是为了便于说明而将控制电路基板与金属底板分离后的电力转换装置的立体图。

[0040] 图 18 是图 17 中从箭头 C 的方向观看虚线 B 上的截面的截面图。

[0041] 图 19 是用于说明电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的连接状

态的说明图。

[0042] 图 20 是用于说明电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的其他连接状态的说明图。

[0043] 图 21 是用于说明电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的另一其他连接状态的说明图。

[0044] 图 22 是用于说明电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的另一其他连接状态的说明图。

[0045] 图 23 是用于说明电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的另一其他连接状态的说明图。

[0046] 图 24 是用于说明电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的另一其他连接状态的说明图。

[0047] 图 25 是用于说明电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的另一其他连接状态的说明图。

[0048] 图 26 是用于说明电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的另一其他连接状态的说明图。

具体实施方式

[0049] 以下说明的应用了本发明的实施方式的电力转换装置和使用该装置的系统,解决了为了实现产品化而期望解决的各种问题。这些实施方式解决的各种问题之一,涉及上述“发明要解决的问题”部分中记载的电感的降低,且具有上述“发明效果”部分中记载的降低电感和提高可靠性的效果。即,以下详细叙述的电力转换装置和使用该电力转换装置的系统,解决了为了实现产品化而期望解决的各种问题,不仅有上述“发明要解决的问题”部分中记载的小型化的问题、上述“发明效果”部分中记载的小型化的效果,除了上述问题和效果以外,也能够解决各种问题、实现各种效果。此外,解决上述“发明要解决的问题”部分中记载的与降低电感相关的问题、实现上述“发明效果”中记载的与电感的降低和可靠性的提高相关的效果的技术方案,不仅有上述“解决问题的手段”中记载的技术方案,还能够利用其他技术方案解决上述问题,能够得到上述效果。以下列举代表性的几例。对于此外的进一步的内容在实施方式的说明中叙述。

[0050] 能够进一步降低电感的技术方案 1 如下所述。其采用沿着冷却介质流路配置功率半导体模块,使从上述功率半导体模块的外壳突出的层叠状态的直流端子与电容器模块的直流端子所具有的沿冷却介质流路方向的连接部接触,并使上述接触的直流端子彼此连接的结构。该结构中,能够使电容器模块的直流端子在层叠状态下延伸到与功率半导体模块的直流端子连接的连接位置。因此能够降低电感。此外,使电容器模块的直流端子的连接部,在沿冷却介质流路的方向上向功率半导体模块的端子延伸,所以能够避免连接部结构的复杂化。

[0051] 上述技术方案 1 中,通过将功率半导体模块的直流端子配置在电容器模块的层叠状态的直流端子的内侧,能够使功率半导体模块的直流端子彼此接近配置,能够通过该结构实现低电感化。

[0052] 进而,技术方案 1 中,电容器模块的直流端子的结构形成为,在与上述功率半导体

模块的直流端子连接的连接部和电容器外壳之间的部分,至少一方的直流端子呈在上述冷却介质流的方向上折回的形状,与另一方的上述电容器模块的直流端子连接的连接部位于上述一方的直流端子的折回形状的内侧。通过该结构,能够降低电感。

[0053] 进而,技术方案 1 中,电容器模块的直流端子与功率半导体模块的直流端子的连接部,位于与冷却介质流路相反的方向,所以焊接器具容易插入上述连接部,焊接作业的生产效率提高。进而,焊接部的可靠性也提高。

[0054] 进而,技术方案 1 中,在电容器模块的直流端子和功率半导体模块的直流端子上,能够配置交流汇流条,能够实现小型化和生产效率的提高。

[0055] 用于解决期望更加小型化的问题的技术方案 2 如下所述。技术方案 2 中,在壳体内配置冷却介质流路和平滑用的电容器模块,进而沿着上述冷却介质流路配置纵向较长形状的功率半导体模块,并配置用于从上述电容器模块向上述功率半导体模块流通直流电流的直流汇流条,在直流汇流条的纵方向上的上侧配置交流汇流条,在上述交流汇流条之上配置用于控制上述功率半导体模块的控制信号线。通过该结构,能够使电力转换装置的整体结构配置为更加整齐的状态,能够实现电力转换装置的小型化。此外,能够得到使横穿冷却介质流路的横方向上、即电力转换装置的横方向上的尺寸能够进一步减小的效果。上述效果,特别是在使用内置了逆变器的上下臂的串联电路的功率半导体模块的情况下可以得到较大的效果,但在使用插入了上下臂中某一个臂的功率半导体模块的情况下也能够达成效果。但是,在使用插入了一个臂的功率半导体模块的情况下,因为分别使用逆变器的上臂用和下臂用的功率半导体模块,所以用于连接这些臂的汇流条结构将会增加。

[0056] 上述技术方案 2 中,进而将直流汇流条和交流汇流条配置在电力转换装置的壳体内部的接近侧部一侧,能够在这些汇流条的中央侧同时配置上述电容器模块,能够有效地利用电容器模块的上部。例如能够将其他电路配置在电容器模块的上部,例如,如实施方式所述,能够在该部分配置辅助设备用半导体模块,用于产生驱动压缩机等辅助设备用的电动机的交流电力。由此,能够实现电力转换装置的小型化。再者,上述电容器模块与功率半导体模块的连接距离变短,在低电感化方面具有效果。进而,在通过焊接作业实现电连接的情况下,容易确保使用焊接器具的空间,生产效率得到提高。

[0057] 进而,上述技术方案 2 中,通过采用沿着电容器模块的外形设置形成冷却介质流路的流路形成体、将上述电容器模块固定在上述流路形成体上的结构,能够利用上述冷却介质流路将上述功率半导体模块和上述电容器模块一并冷却。进而,由于能够使直流汇流条和交流汇流条靠近侧部配置,所以能够使配置在上述电容器模块的上侧的上述其他电路接近流路形成体配置。除上述功率半导体模块和上述电容器模块之外,还能够有效地冷却上述其他电路。上述其他电路可以是用于构成电路的各种部件。特别是,如上所述,通过将辅助设备用的半导体模块作为其他电路配置在该部分,能够使装置整体更加小型化,进而能够有效地冷却辅助设备用的半导体模块,也有助于提高可靠性。

[0058] 以下记载技术方案 3 作为用于解决期望更加小型化的问题的其他技术方案。技术方案 3 中,用宽幅的导体构成用于从功率半导体模块输出交流电力的、或者用于将电动机产生的交流电力供给到功率半导体模块的多个交流汇流条,以各交流汇流条的窄幅面沿着壳体的纵方向、宽幅面彼此相对的方式并列配置。通过该结构,具有能够减小多个交流汇流条占据的体积的效果。

[0059] 此外,除上述技术方案3的特征之外,还使上述多个交流汇流条一体化为交流汇流条组件。交流汇流条组件具有包含固定部的保持部件,通过将上述多个交流汇流条固定在上部保持部件上而形成使上述多个交流汇流条一体化的结构。通过该结构能够实现整体的进一步小型化。进而,通过固定交流汇流条组件的固定部,能够固定上述多个交流汇流条,生产效率提高。进而,也能够降低与其他电路或壳体内表面发生干扰的可能,有助于提高可靠性。

[0060] 此外,除上述技术方案3的特征之外,如果沿着壳体的侧部配置用于流通冷却介质的流路,并沿着上述冷却介质的流路配置交流汇流条,则更容易实现电力转换装置的小型化。此外,因为沿着上述冷却介质的流路配置功率半导体模块,所以也容易进行电连接。

[0061] 以下记载技术方案4作为用于解决期望更加小型化的问题的其他技术方案。技术方案4中,用宽幅的导体构成用于从功率半导体模块输出交流电力、或者用于功率半导体模块接受电动机产生的交流电力的多个交流汇流条,各交流汇流条沿着分别配置在壳体的两侧部的冷却介质流路配置,相对于两侧部的上述交流汇流条,在与它们相比更靠中央的位置配置其他电路。作为其他电路,例如,如实施方式所述,能够配置辅助设备用功率半导体模块,用于产生驱动压缩机等辅助设备用的电动机的交流电力。由此,能够实现电力转换装置的小型化。此外,除该效果之外,还能够使辅助设备用的功率半导体模块等其他电路直接或接近地固定在构成冷却介质流路的流路形成体上,除了功率半导体模块之外,也能够高效地冷却辅助设备用的功率半导体模块等其他电路。

[0062] 以下记载技术方案5作为用于解决期望更加小型化的问题的其他技术方案。技术方案5中,使从沿着冷却介质的流路配置的功率半导体模块突出的信号端子的连接位置,与直流端子和交流端子相比,设置在纵方向的更靠一侧的位置,并且在上述纵方向上,与电容器模块和交流汇流条相比使驱动电路配置在纵方向上更靠一侧的位置上。通过这样的结构,能够使配置流通大电流的直流和交流汇流条的位置与对上述信号端子供给信号的配线的位置在纵方向上分开,能够使配线整齐配置。这有助于实现电力转换装置的小型化。进而,在通过焊接(熔焊)连接工序连接流通大电流的直流和交流汇流条、通过钎焊(软钎焊)连接工序进行上述信号端子的连接的情况下,能够区分焊接(熔焊)工序和软钎焊工序,有助于提高生产效率。

[0063] 以下记载技术方案6作为用于解决期望更加小型化的问题的其他技术方案。技术方案6中,使电力转换装置为大致长方体的结构,沿着其上表面的四边形的长边一侧配置流通冷却介质的冷却介质流路,沿着冷却介质的流路配置功率半导体模块,进而用宽幅导体构成交流汇流条,并且使各交流导体的窄幅的面在纵方向上、使宽幅面彼此相对地沿着上述冷却介质的流路配置,使这些沿着冷却介质流路延伸的交流汇流条聚集在上述电力转换装置的大致四边形的短边一侧,从该短边输出交流电力。通过这样的结构,能够减小交流汇流条占据的空间,此外能够整理其与其他电路的配置关系,使电力转换装置更加小型。

[0064] 用于解决提高生产效率的问题的技术方案7如下所述。技术方案7中,采用在用于在电力转换装置的壳体内部形成冷却介质流路的冷却介质流路形成体上固定电容器模块和功率半导体模块,进而在其之上配置交流汇流条组件的结构。通过这样的结构,能够容易地进行电容器模块与功率半导体模块的连接,接着能够容易地进行功率半导体模块与交流汇流条组件的连接。通过这样,生产效率得到提高。特别是,因为在电容器模块与功率半

导体模块的连接部流通大电流,所以大多通过焊接(熔焊)进行电连接。能够首先通过焊接(熔焊)来连接电容器模块与功率半导体模块,接着固定交流汇流条组件并通过焊接(熔焊)来连接功率半导体模块与交流汇流条组件。通过焊接(熔焊)连接时需要将焊接器具引导至焊接部分,上述结构下能够将焊接器具引导至焊接部分。此外,通过先用焊接(熔焊)进行连接、再用软钎焊进行连接,生产效率可以提高。上述结构不仅有助于小型化,在通过焊接(熔焊)工序进行电连接的情况下,生产效率也提高。进而,由于电容器模块与功率半导体模块的电连接和功率半导体模块与交流汇流条组件的电连接中使用焊接(熔焊)工序,因而在功率半导体模块的端子部分不需要确保用于螺合的面积,能够使功率半导体模块更加小型,这有助于电力转换装置的小型化。

[0065] 用于解决提高生产效率的问题的其他的技术方案8如下所述。技术方案8与上述技术方案4中说明的结构基本相同,使从沿着冷却介质的流路配置的功率半导体模块突出的信号端子的连接部,与直流端子和交流端子的连接部相比,配置在纵方向的更靠一侧的位置,在上述纵方向上,与电容器模块和交流汇流条相比使驱动电路配置在纵方向上更靠一侧的位置上。通过这样的结构,能够使配置流通大电流的汇流条的位置与对上述信号端子供给信号的配线的位置在纵方向上分开配置,由此能够在纵方向上依次进行组装,进而能够在纵方向上依次进行连接作业。由此,生产效率得到提高。

[0066] 上述技术方案8中,通过焊接(熔焊)连接进行与流通大电流的汇流条有关的电连接,通过软钎焊连接进行与信号端子有关的配线连接,由此能够使焊接(熔焊)工序与软钎焊工序区分,接近地进行直流汇流条的焊接(熔焊)工序和交流汇流条的焊接(熔焊)工序。由此,生产效率提高。

[0067] 用于解决提高可靠性的问题的技术方案9如下所述。技术方案9中,在金属性的壳体内,配置形成用于流通冷却介质的冷却介质流路的流路形成体,在上述流路形成体上固定用于流通交流电流的交流汇流条,在汇流条上固定用于检测流过上述交流汇流条的电流的电流传感器。通过在固定于上述流路形成体上的汇流条上配置电流传感器,能够通过被冷却介质冷却的流路形成体对交流汇流条进行冷却,抑制从电动机一侧传导的热引起交流汇流条温度上升,抑制电流传感器的温度上升。

[0068] 例如,在将电力转换装置固定在车辆的变速器等可能成为高温的部件上的情况下,热会通过壳体传导进来。此外,对电动机供给交流电力的交流汇流条的材料是铜,所以是良好的导热体。因此,电动机的热通过交流汇流条传递,可能导致电流传感器的温度上升。技术方案9中,因为在形成冷却介质流路的上述流路形成体上固定交流汇流条,并在上述交流汇流条上固定电流传感器,所以能够抑制电流传感器的温度上升,提高可靠性。

[0069] 用于解决提高可靠性的问题的其他的技术方案10如下所述。技术方案10在上述技术方案9中,设置具有固定部件和保持部件的交流汇流条组件,通过该交流汇流条组件的上述保持部,保持并固定上述交流汇流条。其采用通过交流汇流条组件的固定部件将交流汇流条组件固定在上述流路形成体上的结构。交流汇流条组件自身通过上述固定部件固定在上述流路形成体上。

[0070] 通过该结构,交流汇流条组件的组装变得容易,并且能够利用上述流路形成体对交流汇流条组件进行冷却。能够有效地冷却交流汇流条。因为能够抑制电流传感器的温度上升,所以电流传感器可靠性和电力转换装置整体的可靠性提高。电流传感器具有不耐高

温的温度特性,电流传感器的热对策是要解决的重要问题。

[0071] 用于解决提高可靠性的问题的其他的技术方案 11 如下所述。技术方案 11 中,除了用于通过冷却介质流对功率半导体模块进行冷却的冷却介质流路之外,还在冷却介质通路的外周面上设置进行冷却的结构,在上述外周面上配置要冷却的电路。具体而言,为了利用冷却介质流进行冷却而将功率半导体模块插入冷却介质流路内,为了利用外周面进行冷却而使要冷却的电路与上述外周面密合。作为要冷却的电路,例如,如实施方式所说明的那样,是用于产生对车载压缩机等车载的辅助设备用的电动机供给的交流电力的辅助设备用功率半导体模块,形成了将上述辅助设备用功率半导体模块固定在用于进行冷却的上述外周面上的结构。

[0072] 以下实施方式中,在形成上述冷却介质流路的流路形成体中,形成贮存作为冷却介质的水的空间,在流路形成体的外周面中的上述贮存水的空间的外周面配置上述辅助设备用的功率半导体模块。通过该结构,能够对功率半导体模块进行冷却,并有效地对上述辅助设备用的功率半导体模块进行冷却。

[0073] 除上述技术方案 10 的特征之外,还在流路形成体中形成收纳平滑用的电容器模块的凹陷,将上述电容器模块固定在流路形成体上,由此能够对上述功率半导体模块、上述辅助设备用的功率半导体模块和上述电容器模块高效地进行冷却,并能够使它们紧凑地配置,能够兼顾电力转换装置的进一步小型化和高效的冷却。进而,因为将它们固定在流路形成体上,所以电力转换装置的组装性也优秀。

[0074] 接着使用附图说明本发明的实施方式。图 1 是将本发明的电力转换装置应用于同时使用了发动机和电动机行驶的所谓混合动力车中的系统图。本发明的电力转换装置不仅能够应用于混合动力车,也能够应用于仅靠电动机行驶的所谓电动车,此外也能够作为用于驱动一般的工业机械中使用的电动机的电力转换装置使用。但是,如上述和以下说明,本发明的电力转换装置,特别是应用于上述混合动力车和上述电动车时,在小型化方面、可靠性方面以及各种方面上可以得到优秀的效果。应用于混合动力车的电力转换装置与应用于电动车的电力转换装置为大致相同的结构,因此说明应用于混合动力车的电力转换装置作为代表例。

[0075] 图 1 是表示混合动力车(以下记作“HEV”)的控制模块的图。发动机 EGN 和电动发电机 MG1、电动发电机 MG2 产生车辆的行驶用转矩。此外,电动发电机 MG1 和电动发电机 MG2 不仅产生转矩,还具有将从外部对电动发电机 MG1 或电动发电机 MG2 施加的机械能转换为电力的功能。

[0076] 电动发电机 MG1 或 MG2,例如是同步电机或感应电机,如上所述按照运转方法的不同而作为电动机或发电机工作。电动发电机 MG1 或 MG2,在搭载于机动车上的情况下,优选小型但能获得高输出功率,适用使用了钕等磁铁的永磁铁型的同步电动机。此外,永磁铁型的同步电动机,与感应电动机相比转子的发热较少,在该观点上来看也适于在机动车上使用。

[0077] 发动机 EGN 的输出侧和电动发电机 MG2 的输出转矩通过动力分配机构 TSM 传递到电动发电机 MG1,来自动力分配机构 TSM 的转矩或电动发电机 MG1 产生的转矩,通过变速器 TM 和差动齿轮 DEF 传递到车轮。另一方面,在再生制动运转时,转矩从车轮传递到电动发电机 MG1,基于供给的转矩产生交流电力。产生的交流电力如后所述被电力转换装置 200 转

换为直流电力,对高压用的电池(蓄电池)136 充电,充入的电力被再次作为行驶能使用。此外,在高压用的电池 136 中蓄积的电力变得较少的情况下,能够利用电动发电机 MG2 将发动机 EGN 产生的旋转能转换为交流电力,接着用电力转换装置 200 将交流电力转换为直流电力,对电池 136 充电。从发动机 EGN 到电动发电机 MG2 的机械能的传递由动力分配机构 TSM 进行。

[0078] 接着说明电力转换装置 200。逆变器电路 140 和 142,与电池 136 通过直流连接器 138 电连接,在电池 136 与逆变器电路 140 或 142 相互之间进行电力的授受。在使电动发电机 MG1 作为电动机工作的情况下,逆变器电路 140 基于经直流连接器 138 从电池 136 供给的直流电力产生交流电力,通过交流端子 188 供给到电动发电机 MG1。包括电动发电机 MG1 和逆变器电路 140 构成的结构作为第一电动发电单元工作。同样的,在使电动发电机 MG2 作为电动机工作的情况下,逆变器电路 142 基于经直流连接器 138 从电池 136 供给的直流电力产生交流电力,通过交流端子 159 供给到电动发电机 MG2。包括电动发电机 MG2 和逆变器电路 142 构成的结构作为第二电动发电单元工作。关于第一电动发电单元和第二电动发电单元,根据运转状态存在使两者作为电动机或作为发电机运转的情况,或者将它们区分开运转的情况。此外,也能够使单方停止而不运转。其中,本实施方式中,利用电池 136 的电力使第一电动发电单元作为电动单元工作,因而能够仅利用电动发电机 MG1 的动力驱动车辆。进而,本实施方式中,通过将第一电动发电单元或第二电动发电单元作为发电单元,使其在发动机 120 的动力或来自车轮的动力下工作而发电,能够对电池 136 充电。

[0079] 电池 136 进而也作为用于驱动辅助设备用的电动机 195 的电源使用。辅助设备用的电动机例如是驱动空调的压缩机的电动机、或者驱动控制用的油压泵的电动机。从电池 136 对辅助设备用功率模块 350 供给直流电力,在辅助设备用功率模块 350 中产生交流电力,经交流端子 120 供给到辅助设备用电动机 195。辅助设备用功率模块 350 与逆变器 140 和 142 具有基本同样的电路结构和功能,控制对辅助设备用电动机 195 供给的交流的相位和频率、电力。辅助设备用电动机 195 的容量比电动发电机 MG1 和 194 的容量更小,所以辅助设备用功率模块 350 的最大转换电力比逆变器电路 140 和 142 小,但如上所述,辅助设备用功率模块 350 的基本结构和基本动作与逆变器电路 140 和 142 大致相同。另外,电力转换装置 200 具备用于使对逆变器电路 140 和逆变器电路 142、逆变器电路 350B 供给的直流电力平滑化的电容器模块 500。

[0080] 电力转换装置 200 具备通信用的连接器 21,用于从上级的控制装置接受指令或者对上级的控制装置发送表示状态的数据。基于来自连接器 21 的指令,由控制电路 172 计算电动发电机 MG1、电动发电机 MG2、辅助设备用电动机 195 的控制量,进而对是作为电动机运转还是作为发电机运转进行运算,基于运算结果产生控制脉冲,对驱动电路 174 和辅助设备用功率模块 350 的驱动电路 350A 供给上述控制脉冲。辅助设备用功率模块 350 也可以具有专用的控制电路,该情况下基于来自连接器 21 的指令由上述专用的控制电路产生控制脉冲,对辅助设备用功率模块 350 的驱动电路 350A 供给。驱动电路 174 基于上述控制脉冲产生用于控制逆变器电路 140 和逆变器电路 142 的驱动脉冲。此外,驱动电路 350A 产生用于驱动辅助设备用功率模块 350 的逆变器电路 350B 的控制脉冲。

[0081] 接着,用图 2 说明逆变器电路 140 和逆变器电路 142 的电路结构。图 1 所示的辅助设备用功率模块 350 的逆变器 350B 的电路结构基本上与逆变器电路 140 的电路结构类

似,所以图 2 中省略逆变器 350B 的具体电路结构的说明,以逆变器电路 140 作为代表例进行说明。但是,因为辅助设备用功率模块 350 输出电力较小,所以以下说明的构成各相的上臂和下臂的半导体芯片和连接该芯片的电路在辅助设备用功率模块 350 中被集中配置。

[0082] 进而,因为逆变器电路 140 和逆变器电路 142 的电路结构和动作都非常类似,所以以逆变器电路 140 为代表进行说明。

[0083] 其中,以下使用绝缘栅双极型晶体管作为半导体元件,以下简记作 IGBT。逆变器电路 140 中,与要输出的交流电力的由 U 相、V 相、W 相构成的 3 相对应地,具备由作为上臂工作的 IGBT328 与二极管 156 和作为下臂工作的 IGBT330 与二极管 166 构成的上下臂的串联电路 150。这 3 相在该实施方式中,与电动发电机 MG1 的电枢绕组的 3 相的各相绕组对应。3 相各自的上下臂的串联电路 150,从上述串联电路的中点部分即中间电极 169 输出交流电流,该交流电流通过交流端子 159 和交流连接器 188,与作为通向电动发电机 MG1 的交流电力线的以下说明的交流汇流条 802、804 连接。

[0084] 上臂的 IGBT328 的集电极 153 通过正极端子 157 与电容器模块 500 的正极侧的电容器端子 506 电连接,下臂的 IGBT330 的发射极通过负极端子 158 与电容器模块 500 的负极侧的电容器端子 504 电连接。

[0085] 如上所述,控制电路 172 通过连接器 21 从上级的控制装置接受控制指令,基于它产生控制脉冲,作为用于控制构成逆变器电路 140 中包括的各相串联电路 150 的上臂或下臂的 IGBT328 和 IGBT330 的控制信号,对驱动电路 174 供给。驱动电路 174 基于上述控制脉冲,将用于控制构成各相串联电路 150 的上臂或下臂的 IGBT328 和 IGBT330 的驱动脉冲供给到各相的 IGBT328 和 IGBT330。IGBT328 和 IGBT330 基于来自驱动电路 174 的驱动脉冲,进行导通或切断动作,将从电池 136 供给的直流电力转换为三相交流电力,并将该转换后的电力供给到电动发电机 MG1。

[0086] IGBT328 具备集电极 153、信号用发射极 155 和栅极 154。IGBT330 具备集电极 163、信号用发射极 165 和栅极 164。二极管 156 电连接在集电极 153 与发射极之间。此外,二极管 166 电连接在集电极 163 与发射极之间。作为开关用功率半导体元件,也可以使用金属氧化物半导体型场效应晶体管(以下简记作 MOSFET),该情况下不需要二极管 156 和二极管 166。作为开关用功率半导体元件,IGBT 适合直流电压比较高的情况,MOSFET 适合直流电压比较低的情况。

[0087] 电容器模块 500 具备多个正极侧的电容器端子 506、多个负极侧的电容器端子 504、正极侧的电源端子 509 和负极侧的电源端子 508。来自电池 136 的高压的直流电力,经直流连接器 138 供给到正极侧的电源端子 509 和负极侧的电源端子 508,从电容器模块 500 的多个正极侧的电容器端子 506 和多个负极侧的电容器端子 504,对逆变器电路 140、逆变器电路 142、辅助设备用功率模块 350 供给。另一方面,通过逆变器电路 140 和逆变器电路 142 而从交流电力转换得到的直流电力,从正极侧的电容器端子 506 和负极侧的电容器端子 504 供给到电容器模块 500,从正极侧的电源端子 509 和负极侧的电源端子 508 经直流连接器 138 对电池 136 供给,蓄积在电池 136 中。

[0088] 控制电路 172,具备用于对 IGBT328 和 IGBT330 的开关时序进行运算处理的微型计算机(以下记作“微机”)。对微机输入的信息,包括对电动发电机 MG1 要求的目标转矩值,从上下臂串联电路 150 对电动发电机 MG1 供给的电流值,和电动发电机 MG1 的转子的磁极

位置。目标转矩值基于从未图示的上级控制装置输出的指令信号而得到。电流值基于电流传感器 180 的检测信号而检测出。磁极位置基于从设置在电动发电机 MG1 上的分析器(resolver)等旋转磁极传感器(未图示)输出的检测信号而检测出。本实施方式中,列举了电流传感器 180 检测 3 相的电流值的情况作为例子,但也可以检测 2 相的电流值,并通过运算来求出 3 相的电流。

[0089] 控制电路 172 内的微机,基于目标转矩值计算电动发电机 MG1 的 d、q 轴的电流指令值,基于该计算出的 d、q 轴的电流指令值与检测出的 d、q 轴的电流值的差值计算 d、q 轴的电压指令值,将该计算出的 d、q 轴的电压指令值基于检测出的磁极位置转换为 U 相、V 相、W 相的电压指令值。然后,根据基于 U 相、V 相、W 相的电压指令值的基本波(正弦波)与载波(锯齿波)的比较而生成脉冲状的调制波,将该生成的调制波作为 PWM(脉冲宽度调制)信号输出到驱动电路 174。驱动电路 174 在驱动下臂的情况下,将由 PWM 信号放大而得的驱动信号输出到对应的下臂的 IGBT330 的栅极。此外,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偏移至上臂的基准电位电平后对 PWM 信号放大,将其作为驱动信号,分别输出到对应的上臂的 IGBT328 的栅极。

[0090] 此外,控制部 170 进行异常检测(过电流,过电压,过热等),保护上下臂串联电路 150。因此,对控制电路 172 输入传感信息。例如,从各臂的信号用发射极 155 和信号用发射极 165 对对应的驱动部(IC)输入各 IGBT328 和 IGBT330 的发射极流过的电流的信息。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使对应的 IGBT328、IGBT330 的开关动作停止,保护对应的 IGBT328、IGBT330 以避免过电流。从设置在上下臂串联电路 150 上的温度传感器(未图示)对微机输入上下臂串联电路 150 的温度信息。此外,上下臂串联电路 150 的直流电极侧的电压信息被输入微机。微机基于这些信息进行过热检测和过电压检测,检测到过热或过电压的情况下使所有 IGBT328、IGBT330 的开关动作停止。

[0091] 图 3 表示作为本发明的实施方式的电力转换装置 200 的分解立体图。电力转换装置 200 具有固定在变速器 TM 上的用于收纳电力转换装置 200 的电路部件的具有铝制的底的壳体 10 和盖 8。电力转换装置 200 的底面和上表面的形状呈大致长方形,因而容易安装到车辆上,此外具有容易生产的效果。流路形成体 12,保持后述的功率半导体模块 300 和电容器模块 500,并且用冷却介质将它们冷却。此外,流路形成体 12 固定在壳体 10 上,并且在壳体 10 的底部设置有入口配管 13 和出口配管 14。作为冷却介质的水从入口配管 13 流入流路形成体 12,在被用于冷却之后从出口配管 14 流出。

[0092] 盖 8 收纳构成电力转换装置 200 的电路部件,固定在壳体 10 上。在盖 8 的内侧的上部,配置有安装了控制电路 172 的控制电路板 20。在盖 8 上设置有与外部连接的第一开口 202 和第二开口 204,上述连接器 21 通过第一开口 202 与外部的控制装置连接,在设置于控制电路板 20 上的控制电路 172 与上级的控制装置等外部控制装置之间进行信号传输。使电力转换装置 200 内的控制电路工作的低压的直流电力从上述连接器 21 供给。在第二开口 204 中,设置有用与电池 136 之间授受直流电力的直流连接器 138,用于对电力转换装置 200 内部供给高电压直流电力的负极侧电力线 510 和正极侧电力线 512,将与电池 136 进行直流电力的授受的直流连接器 138 与电容器模块 500 等电连接。

[0093] 连接器 21 和负极侧电力线 510、正极侧电力线 512,向盖 8 的底面延伸,连接器 21 从第一开口 202 突出,并且负极侧电力线 510 和正极侧电力线 512 的前端部从第二开口 204

突出,构成直流连接器 138 的端子。盖 8 上,在其内壁的第一开口 202 和第二开口 204 的周围设置有密封部件(未图示)。连接器 21 等端子的嵌合面的朝向,因车型的不同而为各种方向,但特别搭载在小型车辆的情况下,因为发动机室内的大小的制约和组装性的观点而优选使嵌合面向上露出。特别是,如本实施方式所述,在电力转换装置 200 配置在变速器 TM 的上方的情况下,通过使嵌合面向与变速器 TM 的配置侧相反的一侧突出,可以提高作业性。此外,连接器 21 需要对外部气氛密封,通过对于连接器 21 从上方向安装盖 8,在将盖 8 安装在壳体 10 上时,与盖 8 接触的密封部件能够压紧连接器 21,气密性提高。

[0094] 图 4 是为了帮助理解收纳在电力转换装置 200 的壳体 10 内部的结构而将其分解的立体图。在流路形成体 12 上,图 5 所述的冷却介质流路 19 沿着两边形成。在该冷却介质流路 19 的一侧的上表面,沿着冷却介质流动方向 418 形成有开口部 400a ~ 400c,并且在该冷却介质流路 19 的另一侧的上表面,沿着冷却介质流动方向 422 形成有开口部 402a ~ 402c。开口部 400a ~ 400c 被插入其中的功率半导体模块 300a ~ 300c 堵塞,并且开口部 402a ~ 402c 被插入其中的功率半导体模块 301a ~ 301c 堵塞。

[0095] 在流路形成体 12 形成的一方与另一方的流路之间,形成用于收纳电容器模块 500 的收纳空间 405,电容器模块 500 收纳在收纳空间 405 中。由此,利用冷却介质流路 19 内流动的冷却介质对电容器模块 500 进行冷却。因为电容器模块 500 夹在用于形成冷却介质的流动方向 418 的冷却介质流路 19 与用于形成冷却介质的流动方向 422 的冷却介质流路 19 之间,所以能够高效地冷却。此外,因为沿着电容器模块 500 的外侧面形成流通冷却介质的流路,所以冷却效率提高,并且冷却介质流路、电容器模块 500、功率半导体模块 300 和 301 的配置井然有序,整体更加小型。此外,冷却介质流路 19 沿着电容器模块 500 的长边配置,冷却介质流路 19 与插入固定在冷却介质流路 19 中的功率半导体模块 300 和 301 的距离大致恒定,所以平滑电容器与功率半导体模块电路的电路常数在 3 相的各层中容易平衡,形成容易降低尖峰电压的电路结构。本实施方式中,水最适合作为冷却介质。但是,也能够利用水以外的冷却介质,以下记作冷却介质(冷媒)。

[0096] 流路形成体 12 上,在与入口配管 13 和出口配管 14 相对的位置上设置有内部具备改变冷却介质的流向(流动)的空间的冷却部 407。冷却部 407 与流路形成体 12 一体地形成,在本实施方式中,用于对辅助设备用功率模块 350 进行冷却。辅助设备用功率模块 350 固定在冷却部 407 外周面的冷却面上,冷却介质蓄积在形成于上述冷却面的内侧的空间中,用该冷却介质对冷却部 407 冷却,抑制辅助设备用功率模块 350 的温度上升。上述冷却介质是上述冷却介质流路 19 内流过的冷却介质,辅助设备用功率模块 350 与功率半导体模块 300 和 301、电容器模块 500 一同被冷却。在辅助设备用功率模块 350 的两侧部,配置后述的汇流条组件 800。汇流条组件 800 具备交流汇流条 186 和保持部件,保持并固定电流传感器 180。详情后文叙述。

[0097] 这样在流路形成体 12 的中央部设置电容器模块 500 的收纳空间 405,以夹着该收纳空间 405 的方式设置冷却介质流路 19,在各冷却介质流路 19 中配置车辆驱动用的功率半导体模块 300a ~ 300c 和功率半导体模块 301a ~ 301c,进而,在流路形成体 12 的上表面配置辅助设备用功率模块 350,由此能够用较小的空间高效地进行冷却,能够实现电力转换装置整体的小型化。

[0098] 此外,通过使流路形成体 12 的冷却介质流路 19 的主结构与流路形成体 12 一体地

用铝材铸造制成,冷却介质流路 19 除冷却效果外还具有增强机械强度的效果。此外,通过用铝铸造制成,使流路形成体 12 与冷却介质流路 19 成为一体结构,热传导变好,冷却效率提高。此外,通过将功率半导体模块 300a ~ 300c 和功率半导体模块 301a ~ 301c 固定在冷却介质流路 19 上而完成冷却介质流路 19,进行水路的漏水试验。漏水试验合格的情况下,能够接着进行安装电容器模块 500、辅助设备用功率模块 350 和基板的作业。这样,能够在电力转换装置 200 的底部配置流路形成体 12,接着从上方依次进行固定电容器模块 500、辅助设备用功率模块 350、汇流条组件 800、基板等必要的部件的作业,生产效率和可靠性提高。

[0099] 驱动电路基板 22 配置在辅助设备用功率模块 350 和汇流条组件 800 的上方、即盖一侧。此外,驱动电路基板 22 与控制电路基板 20 之间配置有金属底板 11,金属底板 11 的作用在于,实现搭载在驱动电路基板 22 和控制电路基板 20 上的电路组的电磁屏蔽的功能,并且使驱动电路基板 22 和控制电路基板 20 产生的热发散、冷却。进而,具有提高控制电路基板 20 的机械共振频率的作用。即,能够在金属底板 11 上以短间隔配置用于固定控制电路基板 20 的螺合部,能够缩短产生机械振动的情况下的支承点之间的距离,能够提高共振频率。对于从变速器传导的振动频率,能够提高控制电路基板 20 的共振频率,所以不容易受到振动的影响,可靠性提高。

[0100] 图 5 是用于说明流路形成体 12 的说明图,是从下方观看图 4 所示的流路形成体 12 的图。流路形成体 12 与在该流路形成体 12 的内部沿着电容器模块 500 的收纳空间 405 (参照图 4) 形成的冷却介质流路 19 一体地铸造。在流路形成体 12 的下表面,形成有连为一体的开口部 404,该开口部 404 被中央部具有开口的下盖 420 堵塞。在下盖 420 与流路形成体 12 之间,设置有密封部件 409a 和密封部件 409b 保持气密性。

[0101] 在下盖 420 上,在一方的端边附近沿着该端边形成了用于插入入口配管 13 (参照图 4) 的入口孔 401、和用于插入出口配管 14 (参照图 4) 的出口孔 403。此外,在下盖 420 上,形成有向变速器 TM 的配置方向突出的凸部 406。凸部 406 与功率半导体模块 300a ~ 300c 和功率半导体模块 301a ~ 301c 对应地设置。冷却介质在虚线表示的流动方向 417 的方向上,通过入口孔 401 向沿着流路形成体 12 的短边方向的边形成的第一流路部 19a 流动。第一流路部 19a 中形成使冷却介质的流向改变的空间,在该空间中冷却介质与冷却部 407 的内表面碰撞,改变流动的方向。在该碰撞时起到吸收冷却部 407 的热量的作用。然后,冷却介质如流动方向 418 所示,在沿着流路形成体 12 的长边方向的边形成的第二流路部 19b 中流动。接着,冷却介质如流动方向 421 所示,在沿着流路形成体 12 的短边方向的边形成的第三流路部 19c 中流动。第三流路部 19c 形成折返流路。然后,冷却介质如流动方向 422 所示,在沿着流路形成体 12 的长边方向的边形成的第四流路部 19d 中流动。第四流路部 19d 设置在夹着(隔着)电容器模块 500 与第二流路部 19b 相对的位置上。进而,冷却介质如流动方向 423 所示,通过沿着流路形成体 12 的短边方向的边形成的第五流路部 19e 和出口孔 403 从出口配管 14 流出。

[0102] 第一流路部 19a、第二流路部 19b、第三流路部 19c、第四流路部 19d 和第五流路部 19e,都成为深度方向比宽度方向大。功率半导体模块 300a ~ 300c,从形成在流路形成体 12 的上表面一侧的开口部 400a ~ 400c 插入(参照图 4),收纳在第二流路部 19b 内的收纳空间中。其中,在功率半导体模块 300a 的收纳空间与功率半导体模块 300b 的收纳空间之

间,形成有助于使冷却介质流不会停滞的中间部件 408a。同样的,在功率半导体模块 300b 的收纳空间与功率半导体模块 300c 的收纳空间之间,形成有助于使冷却介质流不会停滞的中间部件 408b。中间部件 408a 和中间部件 408b 的主面沿着冷却介质流的方向形成。第四流路部 19d 也与第二流路部 19b 同样形成了功率半导体模块 301a ~ 301c 的收纳空间和中间部件。此外,流路形成体 12 中,开口部 404 与开口部 400a ~ 400c 和 402a ~ 402c 相对地形成,所以是容易用铝铸造制成的结构。

[0103] 在下盖 420 上,设置与壳体 10 抵接、用于支承电力转换装置 200 的支承部 410a 和支承部 410b。支承部 410a 设置于下盖 420 的接近一方的端边的位置,支承部 410b 设置于下盖 420 的接近另一方的端边的位置。由此,能够将电力转换装置 200 的流路形成体 12 牢固地固定在与变速器 TM 和电动发电机 MG1 的圆柱形状相应形成的壳体 10 的内壁上。

[0104] 此外,支承部 410b 支承电阻器 450。该电阻器 450 是考虑保护乘用人员和维护时的安全性而用于对电容器单元中所带的电荷进行放电的。电阻器 450 构成为能够持续高压放电,但需要考虑到万一电阻器或放电机构发生异常的情况下,使得对车辆的损害为最小限度。即,电阻器 450 配置在功率半导体模块、电容器模块和驱动电路基板等的周边的情况下,要考虑万一电阻器 450 产生发热、燃烧等问题的情况下火势蔓延到主要部件附近的可能性。

[0105] 于是,本实施方式中,功率半导体模块 300a ~ 300c、功率半导体模块 301a ~ 301c 和电容器模块 500,隔着流路形成体 12 配置在收纳变速器 TM 的壳体 10 的相反一侧,并且电阻器 450 配置在流路形成体 12 与壳体 10 之间的空间中。由此,电阻器 450 配置在被由金属形成的流路形成体 12 和壳体 10 包围的封闭空间中。此外,电容器模块 500 内的电容器单元中蓄积的电荷,通过搭载在图 4 所示的驱动电路基板 22 上的开关单元的开关动作,经通过流路形成体 12 的侧部的配线被控制放电至电阻器 450。本实施方式中,利用开关单元控制以高速进行放电。因为在控制放电的驱动电路基板 22 与电阻器 450 之间,设置了流路形成体 12,所以能够保护驱动电路基板 22 不受电阻器 450 影响。此外,因为电阻器 450 固定在下盖 420 上,设置在非常接近冷却介质流路 19 的位置,所以能够抑制电阻器 450 的异常发热。

[0106] 用图 6 至图 10 说明逆变器电路 140 和逆变器电路 142 中使用的功率半导体模块 300a ~ 300c 和功率半导体模块 301a ~ 301c 的详细结构。上述功率半导体模块 300a ~ 300c 和功率半导体模块 301a ~ 301c 都是相同的结构,代表性地说明功率半导体模块 300a 的结构。其中,图 6 至图 10 中,信号端子 325U 对应于图 2 所示的栅极 154 和信号用发射极 155,信号端子 325L 对应于图 2 所示的栅极 164 和发射极 165。此外,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。此外,交流端子 321 与图 2 所示的交流端子 159 相同。

[0107] 图 6 (a) 是本实施方式的功率半导体模块 300a 的立体图。图 6 (b) 是本实施方式的功率半导体模块 300a 的截面图。

[0108] 构成上下臂串联电路 150 的功率半导体元件 (IGBT328、IGBT330、二极管 156、二极管 166),如图 7 至图 9 所示,被导体板 315 和导体板 318、或者被导体板 316 和导体板 319 从两面夹着固定。这些导体板上,安装了使作为信号端子 325U 和信号端子 325L 的信号配线一体成型而形成的辅助模塑体 600。导体板 315 等在其散热面露出的状态下被第一密封

树脂 348 密封,在该散热面上热压接绝缘膜 333。被第一密封树脂 348 密封的模块一次密封体 302,被插入模块外壳 304 中,夹着绝缘膜 333 与作为 CAN 型冷却器的模块外壳 304 的内表面热压接。此处,CAN 型冷却器指的是一面具有插入口 306、另一面具有底的呈筒形状的冷却器。

[0109] 模块外壳 304 由铝合金材料例如 Al、AlSi、AlSiC、Al-C 等构成,并且一体成型为没有接缝的状态。模块外壳 304 呈除插入口 306 以外不设置开口的结构,插入口 306 被凸缘 304B 包围其外周。此外,如图 6 (a)所示,具有比其他面更宽的面的第一散热面 307A 和第二散热面 307B 以彼此相对的状态配置,与该相对的第一散热面 307A 和第二散热面 307B 连接的 3 个面,构成宽度比该第一散热面 307A 和第二散热面 307B 更窄的密闭的面,在剩余一边的面上形成插入口 306。模块外壳 304 的形状不需要是完全的长方体,其角部也可以图 6 (a) 所示形成曲面。

[0110] 通过使用这样形状的金属性的外壳,即使将模块外壳 304 插入水和油等冷却介质流过的冷却介质流路 19 内,也能够利用凸缘 304B 确保对冷却介质的密封,能够用简单的结构防止冷却介质进入模块外壳 304 的内部。此外,在相对的第一散热面 307A 和第二散热面 307B 上,分别均匀地形成散热片(fin,翅片) 305。进而,在第一散热面 307A 和第二散热面 307B 的外周,形成有厚度非常薄的弯曲部 304A。弯曲部 304A 因为厚度薄至简单通过对散热片 305 加压即可变形的程度,所以插入模块一次密封体 302 后的生产效率得到提高。

[0111] 在残存于模块外壳 304 内部的空隙中,填充第二密封树脂 351。此外,如图 8 和图 9 所示,设置有用于与电容器模块 500 电连接的直流正极配线 315A 和直流负极配线 319A,在其前端部形成直流正极端子 315B (157) 和直流负极端子 319B (158)。并设置有用于对电动机 MG1 或 194 供给交流电力的交流配线 320,在其前端形成交流端子 321 (159)。本实施方式中,直流正极配线 315A 与导体板 315 一体成型,直流负极配线 319A 与导体板 319 一体成型,交流配线 320 与导体板 316 一体成型。

[0112] 如上所述,通过使导体板 315 等隔着绝缘膜 333 与模块外壳 304 的内壁热压接,能够减少导体板与模块外壳 304 的内壁之间的空隙,能够使功率半导体元件发出的热高效地传导至散热片 305。进而,通过使绝缘膜 333 具有一定程度的厚度和柔软性,能够利用绝缘膜 333 吸收热应力的产生,适用于温度变化激烈的车辆用的电力转换装置。

[0113] 图 7 (a) 是为了帮助理解而除去了模块外壳 304、绝缘膜 333、第一密封树脂 348 和第二密封树脂 351 的内部截面图。图 7 (b) 是内部立体图。图 8 (a) 是用于帮助理解图 7 (b) 的结构的分解图。图 8 (b) 是功率半导体模块 300 的电路图。此外,图 9 (a) 是说明电感的降低效果的电路图,图 9 (b) 是用于说明电感的降低作用的表示电流的流动的立体图。

[0114] 首先,对于功率半导体元件(IGBT328、IGBT330、二极管 156、二极管 166)和导体板的配置,与图 8 (b) 所示的电路关联地进行说明。如图 7 (b) 所示,直流正极侧的导体板 315 和交流输出侧的导体板 316 配置为大致同一平面状。在导体板 315 上,固定上臂侧 IGBT328 的集电极和上臂侧的二极管 156 的阴极。在导体板 316 上,固定下臂侧的 IGBT330 的集电极和下臂侧的二极管 166 的阴极。同样,交流导体板 318 和导体板 319 配置为大致同一平面状。在交流导体板 318 上,固定上臂侧的 IGBT328 的发射极和上臂侧的二极管 156 的阳极。在导体板 319 上,固定下臂侧的 IGBT330 的发射极和下臂侧的二极管 166 的阳极。各

功率半导体元件,通过金属接合材料 160 分别固定在设置于各导体板上的元件固定部 322 上。金属接合材料 160,例如是焊料或包括银膜和金属微粒的低温烧结接合材料等。

[0115] 各功率半导体元件呈板状的扁平结构,该功率半导体元件的各电极在正反面形成。如图 7(a)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 316 和导体板 319 夹着。即,导体板 315 和导体板 318,成为隔着 IGBT328 和二极管 156 大致平行相对的层叠配置。同样,导体板 316 和导体板 319,成为隔着 IGBT330 和二极管 166 大致平行相对的层叠配置。此外,导体板 316 和导体板 318 通过中间电极 329 连接。通过该连接使上臂电路与下臂电路电连接,形成上下臂串联电路。

[0116] 直流正极配线 315A 与直流负极配线 319A,形成为在隔着由树脂材料成型的辅助模塑体 600 相对的状态下大致平行地延伸的形状。信号端子 325U 和信号端子 325L 一体成型于辅助模塑体 600,并且在与直流正极配线 315A 和直流负极配线 319A 同样的方向上延伸。辅助模塑体 600 所使用的树脂材料,适用具有绝缘性的热硬化性树脂或者热塑性树脂。由此,能够确保直流正极配线 315A、直流负极配线 319A、信号端子 325U 与信号端子 325L 之间的绝缘性,能够进行高密度配线。进而,通过使直流正极配线 315A 与直流负极配线 319A 以大致平行相对的方式配置,而使功率半导体元件开关动作时瞬间流过的电流在相对且相反的方向上流动。由此,具有使电流产生的磁场相互抵消的作用,通过该作用能够降低电感。

[0117] 用图 9(a)说明降低电感所产生的作用。图 9(a)中表示下臂侧的二极管 166 以正向偏置状态导通的状态。该状态下,上臂侧 IGBT328 成为 ON(导通)状态时,下臂侧的二极管 166 成为反向偏置,因载流子移动引起的恢复电流贯通上下臂。此时,各导体板 315、316、318、319 中,流过如图 9(b)所示的恢复电流 360。恢复电流 360 如虚线所示,通过与直流负极端子 319B(158)相对配置的直流正极端子 315B(157),接着流过由各导体板 315、316、318、319 形成的环状的路径,再次通过与直流正极端子 315B(157)相对配置的直流负极端子 319B(158)如实线所示地流动。因为电流在环状路径中流动,在模块外壳 304 的第一散热面 307A 和第二散热面 307B 中会流动涡动电流 361。通过该涡动电流 361 的电流路径的等价电路 362 所产生的磁场抵消效果,降低环状路径中的配线电感 363。

[0118] 其中,恢复电流 360 的电流路径越接近环状,电感降低作用越增大。本实施方式中,环状的电流路径如虚线所示,在导体板 315 的接近直流正极端子 315B(157)一侧的路径中流动,通过 IGBT328 和二极管 156 内。然后,环状的电流路径如实线所示,在导体板 318 的距离直流正极端子 315B(157)一侧较远的路径中流动,之后,如虚线所示在导体板 316 的距离直流正极端子 315B(157)一侧较远的路径中流动,通过 IGBT330 和二极管 166 内。进而,环状的电流路径如实线所示,在导体板 319 的接近直流负极配线 319A 一侧的路径中流动。这样,环状的电流路径,相对于直流正极端子 315B(157)和直流负极端子 319B(158),通过较近一侧和较远一侧的路径,由此形成更接近环状的电流路径。

[0119] 图 10(a)是辅助模塑体 600 的立体图,图 10(b)是辅助模塑体 600 的透视图。

[0120] 辅助模塑体 600 中,通过嵌入成型使信号导体 324 一体化。此处,信号导体 324 包括上臂侧的栅极端子 154、发射极端子 155 和上臂侧的栅极端子 164、发射极端子 165(参照图 2),进而包括用于传输功率半导体元件的温度信息的端子。本实施方式的说明中,将这些端子总称为信号端子 325U、325L。

[0121] 信号导体 324 中,在一方的端部形成信号端子 325U 和 325L,在另一方的端部形成元件侧信号端子 326U 和 326L。元件侧信号端子 326U 和 326L,与设置在功率半导体元件的表面电极上的信号焊盘例如通过导线连接。第一密封部 601A,相对于图 8(a)所示的直流正极配线 315A、直流负极配线 319A 或者交流配线 320 的形状的长轴,呈在横穿它的方向上延伸的形状。另一方面,第二密封部 601B,相对于直流正极配线 315A、直流负极配线 319A 或者交流配线 320 的形状的长轴,呈在大致平行的方向上延伸的形状。此外,第二密封部 601B 包括用于密封上臂侧的信号端子 325U 的密封部和用于密封下臂侧的信号端子 325L 的密封部。

[0122] 辅助模塑体 600 的长度形成为比横向排列的导体板 315 和 316 的整体的长度、或者横向排列的导体板 319 和 320 的整体的长度更长。即,横向排列的导体板 315 和 316 的长度、或者横向排列的导体板 319 和 320 的长度,在辅助模塑体 600 的横方向的长度的范围内。

[0123] 第一密封部 601A 上,形成有呈凹陷形状并且用于在该凹陷中嵌合直流负极配线 319A 的配线嵌合部 602B。此外,第一密封部 601A 上,形成有呈凹陷形状并且用于在该凹陷中嵌合直流正极配线 315A 的配线嵌合部 602A。进而,第一密封部 601A 上,还形成有配置在配线嵌合部 602A 的侧部的、呈凹陷形状的用于在该凹陷中嵌合交流配线 320 的配线嵌合部 602C。通过在这些配线嵌合部 602A ~ 602C 中嵌合各配线,而进行各配线的定位。由此,能够在将各配线牢固地固定之后进行树脂密封材料的填充作业,提高量产性。

[0124] 此外,配线绝缘部 608 从配线嵌合部 602A 与配线嵌合部 602B 之间,向远离第一密封部 601A 的方向突出。呈板形状的配线绝缘部 608 夹在直流正极配线 315A 与直流负极配线 319A 之间,由此能够在确保绝缘性的同时,实现用于降低电感的相对配置。

[0125] 此外,在第一密封部 601A 上,形成与树脂密封时使用的模具接触的模具按压面 604,并且模具按压面 604 上,绕着第一密封部 601 的长边方向的外周的一周形成有用于防止树脂密封时树脂泄漏的突起部 605。为了提高防止树脂泄漏的效果,突起部 605 设置有多个。进而,因为在该配线嵌合部 602A 和配线嵌合部 602B 上也设置有突起部 605,所以能够防止树脂密封材料从直流正极配线 315A 和直流负极配线 319A 的周围泄漏。此处,作为第一密封部 601A、第二密封部 601B 和突起部 605 的材料,考虑设置在 150 ~ 180℃左右的模具中的情况,优选为有望高耐热性的热塑性树脂的液晶聚合物、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)或聚苯硫醚树脂(PPS)。

[0126] 此外,在第一密封部 601A 的短边方向的功率半导体元件一侧,在长边方向上设置有多个图 10(b)所示的贯通孔 606。由此,通过使第一密封树脂 348 流入贯通孔 606 并发生硬化,产生锚定效果,使辅助模塑体 600 被第一密封树脂 348 牢固地保持,即使因温度变化或机械振动而被施加应力,两者也难以剥离。若用凹凸形状代替贯通孔也不容易剥离。此外,在第一密封部 601A 上涂布聚酰亚胺类的涂料,或者使表面粗糙化,也可以得到一定程度的效果。

[0127] 模块一次密封体 302 的第一密封树脂 348 的密封工序中,首先将支承各配线的辅助模塑体 600 插入具有 150 ~ 180℃左右的余热的模具。本实施方式中,辅助模塑体 600、直流正极配线 315A、直流负极配线 319A、交流配线 320、导体板 315、导体板 316、导体板 318、导体板 319 分别牢固的连接,所以通过将辅助模塑体 600 设置在规定的位

功率半导体元件就被设置在规定的位上。从而生产效率提高,并且可靠性提高。

[0128] 此外,第二密封部 601B 形成为从模块外壳 304 附近延伸到驱动电路基板 22 附近。由此,穿过强电配线之间进行与驱动电路基板 22 的配线时,即使暴露在高电压下也能够正常地传递开关控制信号。此外,直流正极配线 315A、直流负极配线 319A、交流配线 320、信号端子 325U 和信号端子 325L,即使从模块外壳 304 向同一方向突出,也能够确保电绝缘,能够确保可靠性。

[0129] 图 11 是用于说明电容器模块 500 的内部结构的分解立体图。层叠导体板 501 包括由板状的宽幅导体形成的负极导体板 505 和正极导体板 507、以及被负极导体板 505 和正极导体板 507 夹着的绝缘膜 517。层叠导体板 501 如以下说明所述,对于各相的上下臂的串联电路 150 中流过的电流使磁通相互抵消,所以对于上下臂的串联电路 150 中流过的电流能够实现低电感化。层叠导体板 501 呈大致长方形形状。负极侧的电源端子 508 和正极侧的电源端子 509,形成为从层叠导体板 501 的短边方向的一个边立起的状态,分别与正极导体板 507 和负极导体板 505 连接。对于正极侧的电源端子 509 和负极侧的电源端子 508,如图 2 所说明的,通过直流连接器 138 供给直流电力。

[0130] 电容器端子 503a ~ 503c 在从层叠导体板 501 的长边方向的一个边立起的状态下,与各功率半导体模块 300 的正极端子 157 (315B) 和负极端子 158 (319B) 对应地形成。此外,电容器端子 503d ~ 503f,在从层叠导体板 501 的长边方向的另一个边立起的状态下,与各功率半导体模块 301 的正极端子 157 (315B) 和负极端子 158 (319B) 对应地形成。其中,电容器端子 503a ~ 503f 在横穿层叠导体板 501 的主面的方向上立起。电容器端子 503a ~ 503c 分别与功率半导体模块 300a ~ 300c 连接。电容器端子 503d ~ 503f 分别与功率半导体模块 301a ~ 301c 连接。在构成电容器端子 503a 的负极侧电容器端子 504a 与正极侧电容器端子 506a 之间,设置有绝缘膜 517 的一部分,确保绝缘。其他电容器端子 503b ~ 503f 也同样。此外,本实施方式中,负极导体板 505、正极导体板 507、电池负极侧端子 508、电池正极侧端子 509、电容器端子 503a ~ 503f 由一体成型的金属制的板构成,对于在上下臂的串联电路 150 中流过的电流具有降低电感的效果。

[0131] 电容器单元 514 在层叠导体板 501 的下方的电容器模块 500 的内部一侧设置有多。本实施方式中,8 个电容器单元 514 沿着层叠导体板 501 的长边方向的一个边排成一列,并且另外 8 个电容器单元 514 沿着层叠导体板 501 的长边方向的另一个边排成一列,设置有共计 16 个电容器单元。沿着层叠导体板 501 的长边方向的各边排列的电容器单元 514,以图 11 所示的虚线 AA 为分界对称地排列。由此,在将被电容器单元 514 平滑化的直流电流供给到功率半导体模块 300a ~ 300c 和功率半导体模块 301a ~ 301c 的情况下,电容器端子 503a ~ 503c 与电容器端子 503d ~ 503f 之间的电流均衡(current balance)变得均匀,能够实现层叠导体板 501 的电感降低。此外,能够防止电流局部地在层叠导体板 501 中流过,所以能够使热均衡变得均匀而提高耐热性。

[0132] 电容器单元 514 在沿着冷却介质流路的方向上配置有多,所以有容易对沿着冷却介质流路配置的功率模块 300 和功率半导体模块 301 的 U 相、V 相、W 相的上下臂的串联电路 150 进行均匀化的趋势。此外,具有能够利用冷却介质均匀地对各电容器单元 514 进行冷却的效果。此外,能够使电容器端子 503a ~ 503c 与电容器端子 503d ~ 503f 之间的电流均衡变得均匀而实现层叠导体板 501 的电感降低,并且也能够使热均衡变得均匀而提

高耐热性。

[0133] 电容器单元 514 是电容器模块 500 的蓄电部的单位结构体,使用将单面蒸镀了铝等金属的薄膜层叠 2 片进行卷绕、以 2 片薄膜的金属分别作为正极、负极的薄膜电容器。关于电容器单元 514 的电极,进行卷绕的轴面分别成为正极、负极电极,通过喷镀锡等导电体而制成。

[0134] 电容器外壳 502 具备用于收纳电容器单元 514 的收纳部 511,上述收纳部 511 的图中记载的上表面和下表面呈大致长方形状。在电容器外壳 502 上,设置有助于将电容器模块 500 固定在流路形成体 12 上的固定单元——例如用于使螺钉贯通的孔 520a ~ 520h。通过在与功率半导体模块之间设置孔 520b、孔 520c、孔 520f、孔 520g,提高功率半导体模块与冷却介质流路 19 的气密性。收纳部 511 的底面部 513,与圆筒形的电容器单元 514 的表面形状相吻合地成为平滑的凹凸形状或者波浪形状。由此,容易将由层叠导体板 501 和电容器单元 514 连接而成的模块定位在电容器外壳 502 上。此外,在层叠导体板 501 和电容器单元 514 被收纳到电容器外壳 502 中之后,除了电容器端子 503a ~ 503f、负极侧的电源端子 508 和正极侧的电源端子 509 之外,以覆盖层叠导体板 501 的方式在电容器外壳 502 内填充填充材料(未图示)。底面部 513 与电容器单元 514 的形状相吻合地呈波浪形状,由此在将填充材料填充到电容器外壳 502 内时,能够防止电容器单元 514 从规定位置偏移。

[0135] 此外,由于开关动作时的纹波电流(ripple current),电容器单元 514 会因内部的薄膜上蒸镀的金属薄膜、内部导体的电阻而发热。于是,为了使电容器单元 514 的热易于通过电容器外壳 502 发散,使用填充材料将电容器单元 514 成型(mold)。此外,通过使用树脂制造的填充材料,也能够提高电容器单元 514 的耐湿性。本实施方式中,沿着电容器模块 500 的收纳部 511 的长边方向设置冷却介质流路,提高冷却效率。进而,本实施方式中,电容器模块 500 以使形成收纳部 511 的长边方向的边的侧壁被冷却介质流路 19 夹着的方式配置,所以能够对电容器模块 500 高效地进行冷却。此外,电容器单元 514 以该电容器单元 514 的电极面的一方与形成收纳部 511 的长边方向的边的内壁相对的方式配置。由此,因为热容易在薄膜的卷绕轴的方向上传导,所以热容易通过电容器单元 514 的电极面向电容器外壳 502 逃逸。

[0136] 以下说明中,直流正极端子 315B 与图 2 记载的正极端子 157 相同。此外,直流负极端子 319B 与图 2 记载的负极端子 158 相同。图 12 是在流路形成体 12 上组装了功率半导体模块、电容器模块和汇流条组件的外观立体图。图 13 是图 12 的部分 A 的放大图。图 11 和图 12、图 13 中,直流正极端子 315B (157)、直流负极端子 319B (158)、交流端子 321 (159)和第二密封部 601B,在壳体 10 的纵方向上向盖一侧延伸。直流正极端子 315B (157)和直流负极端子 319B (158)的电流路径的面积,与层叠导体板 501 的电流路径的面积相比非常小。因此,电流从层叠导体板 501 流向直流正极端子 315B (157)和直流负极端子 319B (158)时,电流路径的面积会有较大的变化。即,电流在直流正极端子 315B (157)和直流负极端子 319B (158)上集中。此外,在直流正极端子 315B (157)和直流负极端子 319B (158)向横穿层叠导体板 501 的方向突出的情况下,换言之,在直流正极端子 315B (157)和直流负极端子 319B (158)与层叠导体板 501 呈异面关系(扭曲关系)的情况下,存在需要新的连接用导体而导致生产效率降低或成本增大的可能性。

[0137] 于是,本实施方式中,负极侧电容器端子 504a 具有从层叠导体板 501 立起的立起

部,其前端部具有连接部 542。此外,正极侧电容器端子 506a 具有从层叠导体板 501 立起的立起部,其前端部具有连接部 545。以使功率半导体模块 300 和 301 的直流负极端子 319B (158)和直流正极端子 315B (157)夹在上述连接部 542 与上述连接部 545 之间的方式进行连接。由此,电容器端子 504a 和 506a 成为直到连接部 542 和 545 之前都隔着绝缘膜的层叠结构,所以能够降低电流集中的该电容器端子 504a 和 506a 的配线部分的电感。进而,直流负极端子 319B (158)的前端与连接部 542 的侧边通过焊接(熔焊)连接,同样的,直流正极端子 315B (157)的前端与连接部 545 的侧边通过焊接(熔焊)连接。因此,除了低电感化带来的特性改善外,还能够提高生产效率。

[0138] 功率半导体模块 300 和 301 的交流端子 321(159)的前端与交流汇流条 802a 的前端通过焊接(熔焊)连接。用于进行焊接(熔焊)的生产设备中,若将焊接机械制造成相对于焊接对象能够在多个方向上移动,会导致生产设备复杂化,从生产效率和成本的观点来看不理想。于是,本实施方式中,交流端子 321 (159)的焊接部位和直流负极端子 319B (158)的焊接部位,沿着流路形成体 12 的长边方向的边配置为一条直线状。由此,在使焊接机械在一个方向上移动的期间,能够进行多处焊接,生产效率提高。

[0139] 进而,如图 4 和图 12 所示,多个功率半导体模块 300a ~ 300c 沿着流路形成体 12 的长边方向的边配置为一条直线状。由此,在焊接多个功率半导体模块 300a ~ 300c 时,能够进一步提高生产效率。

[0140] 图 14 是组装了功率半导体模块和电容器模块的流路形成体 12 和汇流条组件 800 的分解立体图。图 15 是除去保持部件 803 后的汇流条组件 800 的外观立体图。图 14 和图 15 中,汇流条组件 800 具有用于保持固定分别配置在两侧的第一和第二交流汇流条的保持部件 803,和上述设置在两侧的第一交流汇流条 802a ~ 802f、第二交流汇流条 804a ~ 804f。上述汇流条组件 800 中还设置有用于检测设置在两侧的第一和第二交流汇流条 802 和 804 中流过的交流电流的电流传感器 180。设置在两侧的上述第一和第二交流汇流条 802、804 分别由宽幅导体制造,直到电流传感器 180a 或者电流传感器 180b 的设置部位之前,两侧的第一交流汇流条 802a ~ 802f 都以宽幅面与电容器模块 500 的层叠导体板 501 的主面大致垂直的方式配置。第一交流汇流条 802a ~ 802f,在电流传感器 180a 或 180b 的贯通孔前,分别以大致直角弯折,这些交流汇流条的宽幅面成为与层叠导体板 501 的主面大致平行的状态。在贯通电流传感器 180a 和电流传感器 180b 的孔之后,与第二交流汇流条 804a ~ 804f 连接。第二交流汇流条 804a ~ 804f 的大部分呈宽幅面与电容器模块 500 的层叠导体板 501 的主面大致垂直的状态、即交流汇流条的窄幅面向着电力转换装置的纵方向的状态。如图 15 所记载,第一交流汇流条 802a ~ 802f 贯通上述电流传感器 180a 和电流传感器 180b 的孔之后,在形成于第一汇流条 802a ~ 802f 上的连接部 805a ~ 805f (连接部 805d ~ 805f 未图示)与第二交流汇流条 804a ~ 804f 连接。

[0141] 如上所述,第二交流汇流条 804a ~ 804f,在连接部 805a ~ 805f 的附近,向电容器模块 500 一侧以大致直角弯折。由此,第二交流汇流条 804a ~ 804f 的主面形成成为变得与电容器模块 500 的层叠导体板 501 的主面大致垂直。进而,第二交流汇流条 804a ~ 804f 从电流传感器 180a 或电流传感器 180b 的附近,如图 12 和图 14、图 15 所示,向流路形成体 12 的短边方向的一个边 12a 延伸,横穿该边 12a。即,在多个第二交流汇流条 804a ~ 804f 的主面相对的状态下,该第二交流汇流条 804a ~ 804f 横穿边 12a。

[0142] 交流汇流条 802a、802b、802d、802e 沿着配置在壳体 10 的内侧的两侧的冷却介质流路配置在两侧,由此能够减少装置整体的大型化。此外,宽幅导体的窄幅面以向着装置的纵方向的方式对齐配置,所以能够减小第一交流汇流条 802 和第二交流汇流条 804 占据的空间,能够减少装置整体的大型化。进而,通过使多个交流汇流条从流路形成体 12 的一面侧突出,变得容易在电力转换装置 200 的外部处理配线,生产效率提高。

[0143] 如图 14 所示,第一交流汇流条 802a ~ 802f、电流传感器 180a ~ 180b 和第二交流汇流条 804a ~ 804f,被由树脂构成的保持部件 803 保持和绝缘。利用该保持部件 803,使第二交流汇流条 804a ~ 804f 与金属制的流路形成体 12 和壳体 10 之间的绝缘性提高。

[0144] 汇流条组件 800 通过保持部件 803 固定在流路形成体 12 上。即使热从外部传递至壳体 10,形成有冷却介质的流路的流路形成体 12 也可以抑制温度上升。通过将汇流条组件 800 固定在该流路形成体 12 上,不仅能够抑制汇流条组件 800 的温度上升,也能够抑制保持在汇流条组件 800 上的电流传感器 180 的温度上升。电流传感器 180 具有不耐热的特性,通过采用上述结构,能够提高电流传感器 180a ~ 180b 的可靠性。进而,在如本实施例所述,将电力转换装置固定在变速器上的情况下,热不仅从变速器 TM 一侧传递至壳体 10,也从电动发电机一侧通过第二交流汇流条 804a ~ 804f 传递。能够用流路形成体 12 屏蔽这些热,或者使热逃逸至冷却介质,能够抑制电流传感器 180a ~ 180b 的温度上升,能够提高可靠性。

[0145] 如图 14 所示,保持部件 803 具备用于支承图 4 所示的驱动电路基板 22 的支承部件 807a 和支承部件 807b。支承部件 807a 设置有多个,沿着流路形成体 12 的长边方向的一个边形成。此外,支承部件 807b 设置有多个,沿着流路形成体 12 的长边方向的另一个边排列形成。在支承部件 807a 和支承部件 807b 的前端部,形成有助于固定驱动电路基板 22 的螺孔。

[0146] 进而,保持部件 803 具有从配置了电流传感器 180a 和电流传感器 180b 的部位向上方延伸的突起部 806a 和突起部 806b。突起部 806a 和突起部 806b 构成为分别贯通电流传感器 180a 和电流传感器 180b。如图 15 所示,电流传感器 180a 和电流传感器 180b,具有向驱动电路基板 22 的配置方向延伸的信号线 182a 和信号线 182b。信号线 182a 和信号线 182b,与驱动电路基板 22 的配线图案通过软钎焊而接合。本实施方式中,保持部件 803、支承部件 807a ~ 807b 和突起部 806a ~ 806b 通过树脂一体地形成。

[0147] 由此,保持部件 803 具备传感器 180 与驱动电路基板 22 的定位功能,所以容易进行信号线 182a 与驱动电路基板 22 之间的组装和软钎焊连接作业。此外,通过将保持电流传感器 180 和驱动电路基板 22 的机构设置在保持部件 803 上,能够削减电力转换装置整体的部件个数。

[0148] 本实施方式中,电力转换装置 200 固定在设置于变速器 TM 上的壳体 10 中,所以受到来自变速器 TM 的振动的较大影响。于是,在保持部件 803 上设置用于支承驱动电路基板 22 的中央部附近的支承部件 808,降低对驱动电路基板 22 施加的振动的的影响。例如,通过利用支承部件 808 支承驱动电路基板 22 的中央部,能够使驱动电路基板 22 的共振频率比从变速器 TM 传递来的振动的频率更高,能够降低对驱动电路基板 22 施加的变速器 TM 的振动的的影响。另外,汇流条组件 800 的保持部件 803 通过螺钉固定在流路形成体 12 上。

[0149] 此外,保持部件 803 上设置有助于固定辅助设备用功率模块 350 的一个端部的托

架 809。此外,如图 4 所示,辅助设备用功率模块 350 配置在冷却部 407 上,因而该辅助设备用功率模块 350 的另一个端部被固定在该冷却部 407 上。由此,能够降低对辅助设备用功率模块 350 施加的振动的影响,并且削减固定用的部件个数。

[0150] 图 16 是将功率半导体模块、电容器模块、汇流条组件 800 和辅助设备用功率模块 350 组装在流路形成体 12 上的状态的外观立体图。电流传感器 180 在达到大约 100℃ 以上的温度时可能不再能够作为传感器使用。车载用的电力转换装置的使用环境非常严苛,可能成为高温,保护电流传感器 180 不过热是重要问题之一。特别是,本实施方式中,因为电力转换装置 200 搭载在变速器 TM 上,所以保护电流传感器 180 不受从该变速器 TM 发出的热的影响是重要的问题。

[0151] 于是,本实施方式中,电流传感器 180a 和电流传感器 180b,夹着流路形成体 12 配置在与变速器 TM 相反的一侧。由此,变速器 TM 发出的热难以传导至电流传感器,能够抑制电流传感器的温度上升。进而,第二交流汇流条 804a ~ 804f,以横穿图 5 所示的第三流路 19c 的方式形成。并且,电流传感器 180a 和电流传感器 180b,配置在与横穿第三流路部 19c 的第二交流汇流条 804a ~ 804f 的部分相比更靠功率模块的交流端子 321 (159) 的一侧的位置。由此,利用冷却介质对第二交流汇流条 804a ~ 804f 间接进行冷却,能够缓和从交流汇流条对电流传感器、进而对功率模块内的半导体芯片传导的热,所以可靠性提高。

[0152] 图 16 所示的流动方向 811 表示图 5 中所示的第四流路 19d 中流动的冷却介质的流动方向。同样,流动方向 812 表示图 5 中所示的第二流路 19b 中流动的冷却介质的流动方向。本实施方式中,电流传感器 180a 和电流传感器 180b 配置成,在从电力转换装置 200 的上方投影时,电流传感器 180a 和电流传感器 180b 的投影部被冷却介质流路 19 的投影部包围。由此,能够进一步保护电流传感器不受来自变速器 TM 的热的影响。

[0153] 图 17 是为了帮助理解而将控制电路基板 20 与金属底板 11 分离的状态的立体图。如图 16 所示,电流传感器 180 配置在电容器模块 500 的上方。驱动电路基板 22 配置在图 16 所示的电流传感器 180 的上方,并被图 14 所示的设置在汇流条组件 800 上的支承部件 807a 和 807b 支承。金属底板 11 配置在驱动电路基板 22 的上方,本实施方式中,被从流路形成体 12 立起设置的多个支承部 15 所支承。控制电路基板 20 配置在金属底板 11 的上方,固定在上述金属底板 11 上。

[0154] 电流传感器 180、驱动电路基板 22 和控制电路基板 20 在高度方向上分层配置,并且控制电路基板 20 配置在距离强电类的功率半导体模块 300 和 301 最远的部位,所以能够抑制混入开关噪声等。此外,金属底板 11 与电接地的流路形成体 12 电连接。通过该金属底板 11,能够减少从驱动电路基板 22 混入控制电路基板 20 的噪声。

[0155] 在电流传感器 180 与驱动电路基板 22 电连接时,若使用配线连接器则连接工序变得繁杂,可能出现连接失误,期望能够防止这种情况。图 17 中,在驱动电路基板 22 上,形成贯通该驱动电路基板 22 的第一孔 24 和第二孔 26。在第一孔 24 中插入功率半导体模块 300 的信号端子 325U 和信号端子 325L,信号端子 325U 和信号端子 325L 与驱动电路基板 22 的配线图案通过软钎焊而接合。进而,在第二孔 26 中插入电流传感器 180 的信号线 182,信号线 182 与驱动电路基板 22 的配线图案通过软钎焊接合。其中,软钎焊接合从与流路形成体 12 相对的面的相反一侧的驱动电路基板 22 的面一侧进行。

[0156] 由此,能够不使用配线连接器地连接信号线,所以能够提高生产效率。此外,功率

半导体模块 300 的信号端子 325 与电流传感器 180 的信号线 182, 从同一方向通过软钎焊接合, 由此能够进一步提高生产效率。此外, 在驱动电路基板 22 上, 通过分别设置用于使信号端子 325 贯通的第一孔 24 和用于使信号线 182 贯通的第二孔 26, 能够减少连接失误的危险性。

[0157] 此外, 本实施方式的驱动电路基板 22 中, 驱动器 IC 芯片等驱动电路(未图示)安装在与流路形成体 12 相对的面一侧。由此, 抑制软钎焊接合的热传导至驱动器 IC 芯片等, 防止软钎焊接合导致驱动器 IC 芯片等产生损伤。此外, 搭载在驱动电路基板 22 上的变压器这样的较高(较厚)部件, 配置在电容器模块 500 与驱动电路基板 22 之间的空间中, 所以能够使电力转换装置 200 整体厚度变低。

[0158] 本实施方式中, 利用冷却介质流路 19 中流过的冷却介质, 对插入固定于冷却介质流路 19 内的功率半导体模块 300 和 301 进行冷却, 并且对电容器模块 500 进行冷却。进而, 为了抑制因辅助设备用功率模块 350 发热而引起的温度上升, 优选对其也进行冷却。因为壳体 10 内能够冷却的部分受限, 所以需要改进冷却方法和冷却结构。

[0159] 图 18 是在图 17 中从 C 方向观看虚线 B 所示的面的电力转换装置 200 的截面图。设置在模块外壳 304 上的凸缘 304B, 被按压在流路形成体 12 的流路的开口, 通过将模块外壳 304 按压在流路形成体 12 上, 能够提高冷却介质流路 19 的气密性。为了提高功率半导体模块 300 的冷却效率, 需要使冷却介质流路 19 内的冷却介质在形成了散热片 305 的区域中流过。模块外壳 304 为了确保弯曲部 304A 的空间, 在模块外壳 304 的下部没有形成散热片 305。于是, 下盖 420 形成为使得模块外壳 304 的下部与形成在该下盖 420 上的凹部 430 嵌合。由此, 能够防止冷却介质流入没有形成散热片的空间。

[0160] 用图 19 和图 20 说明电容器模块 500 的正极侧的电容器端子 506 和负极侧的电容器端子 504 与功率半导体模块的直流正极端子 315 和功率半导体模块的直流负极端子 319 的连接部。在图 20 中放大表示图 19 的圆中表示的上述连接 1500。正极侧的电容器端子 506 和负极侧的电容器端子 504 分别与构成电容器模块 500 的层叠导体板 501 的正极导体板 507 和负极导体板 505 连接。负极侧的电容器端子 504 和正极侧的电容器端子 506 分别由宽幅的导体构成, 以宽幅导体的宽幅面彼此相对的方式配置为层叠状态, 形成从电容器模块 500 突出、向对应的功率半导体模块延伸的形状。即, 负极侧的电容器端子 504 和正极侧的电容器端子 506 分别形成为向与冷却介质流路相反的方向立起, 之后沿着冷却介质流路的方向延伸的形状。

[0161] 正极侧的电容器端子 506 的连接部 545 位于正极侧的电容器端子 506 的前端部, 相对于在横穿冷却介质流(冷却介质的流动)的方向上延伸的功率半导体模块的直流正极端子 315, 正极侧的电容器端子 506 的连接部 545 从沿着冷却介质流路的方向接近, 宽幅面彼此接触。同样的, 负极侧的电容器端子 504 在其前端部具有连接部 542, 相对于在横穿冷却介质流的方向上延伸的功率半导体模块的直流负极端子 319, 负极侧的电容器端子 504 的连接部 542 从沿着冷却介质流路的方向接近, 宽幅面彼此接触。

[0162] 如图 20 所示, 该结构中, 正极侧的电容器端子 506 和负极侧的电容器端子 504 在层叠状态下, 向远离冷却介质流路的方向立起, 之后在沿着流路的方向上折返, 从两侧夹着功率半导体模块的直流正极端子 315 和功率半导体模块的直流负极端子 319 的层叠状态下的直流端子。通过这样的结构, 能够使正极侧的电容器端子 506 与负极侧的电容器端子 504

接近,降低电感。此外,能够使功率半导体模块的直流正极端子 315 与功率半导体模块的直流负极端子 319 接近,能够降低电感。

[0163] 图 20 中,焊接连接部 1520 配置在与冷却介质流路相反的一侧。从而,能够从冷却介质流路的相反一侧插入焊接(熔焊)用的电极,所以焊接(熔焊)容易进行,有助于提高生产效率和焊接部分的可靠性。

[0164] 图 21 是说明图 19 和图 20 中说明的连接部的结构 1500 的其他实施方式 1502 的图。与图 19 和图 20 中说明的连接部的结构的不同点在于,正极侧的电容器端子 506 与负极侧的电容器端子 504 的层叠端子不折返,而是在立起后改变延伸的方向,例如沿着电容器模块 500 的外周垂直地改变方向,沿着冷却介质流路向功率半导体模块的直流端子的方向延伸并连接。效果与图 20 的结构大致相同。

[0165] 图 22 是表示另一其他实施方式的图,从电容器模块 500 的层叠导体板 501 立起的层叠结构的正极侧的电容器端子 506 和负极侧的电容器端子 504,改变其延伸方向,向着对功率半导体模块 300 进行冷却的冷却介质流路延伸,在插入冷却介质流路的功率半导体模块的位置上改变延伸方向,向沿着冷却介质流路的方向 1540 延伸,与功率半导体模块的直流正极端子 315 和功率半导体模块的直流负极端子 319 连接。焊接连接部 1520 位于与冷却介质流路相反的位置,容易进行焊接(熔焊)作业。

[0166] 图 23 是表示电容器模块的正极侧的电容器端子 506 和负极侧的电容器端子 504 与功率半导体模块的直流正极端子 315 和功率半导体模块的直流负极端子 319 的连接结构的其他实施方式的图。直流端子从正极导体板 507 和负极导体板 505 (图 23 中未表示)向冷却介质流路的方向延伸,之后向与冷却介质流路相反的方向立起,进而在沿着冷却介质流路的方向 1540 上延伸,与功率半导体模块的直流正极端子 315 和功率半导体模块的直流负极端子 319 的宽幅面彼此连接,通过焊接(熔焊)而连接。焊接连接部 1520 位于与冷却介质流路相反的方向,如上所述,容易进行焊接(熔焊)作业。

[0167] 图 24 是表示电容器模块的正极侧的电容器端子 506 和负极侧的电容器端子 504 与功率半导体模块的直流正极端子 315 和功率半导体模块的直流负极端子 319 的连接结构的其他实施方式的图。正极侧的电容器端子 506 包围负极侧的电容器端子 504 与功率半导体模块的直流负极端子 319 的连接部,焊接连接部 1520 与其他实施方式同样位于与冷却介质流路相反的方向上。如上所述,该结构易于进行焊接(熔焊)作业。上述结构能够使负极侧的电容器端子 504 与正极侧的电容器端子 506 隔着绝缘膜 517 接近配置。此外能够使功率板半导体模块的直流正极端子 315 与功率半导体模块的直流负极端子 319 接近配置,所以能够降低功率半导体模块的直流端子与电容器模块 500 的直流端子的连接部的电感。

[0168] 图 25 和图 26 是用于说明图 19 至图 24 中记载的功率半导体模块的直流端子与电容器模块 500 的直流端子的焊接(熔焊)作业的说明图。焊接(熔焊)作业对功率半导体模块 300 和功率半导体模块 301 是相同的,所以用功率半导体模块 300 为代表进行说明。电容器模块 500 和功率半导体模块 300 如上所述,保持在流路形成体 12 上,功率半导体模块的直流端子与电容器模块 500 的直流端子的连接部,位于与插入了功率半导体模块 300 的冷却介质流路相反的方向的壳体 10 的盖侧。图 26 是图 25 的虚线 A 的部分放大图。功率半导体模块 300 的功率半导体模块的直流正极端子 315 和功率半导体模块的直流负极端子 319 由宽幅的导体构成,以宽幅面彼此相对的状态呈层叠结构地配置。在上述各端子的外

侧配置正极侧的电容器端子 506 和负极侧的电容器端子 504,配置成使得宽幅面彼此接触。在正极侧的电容器端子 506 与负极侧的电容器端子 504 之间,配置引导部 1536,并且,正极侧的电容器端子 506 与功率半导体模块的直流正极端子 315、和负极侧的电容器端子 504 与功率半导体模块的直流负极端子 319,分别被位于两侧的引导部 1534 和位于中央部的引导部 1536 夹着固定,接着用焊接(熔焊)机 1530 的焊接(熔焊)机电极 1532 对各连接面进行焊接(熔焊)。

[0169] 如上所述,使功率半导体模块的直流端子与电容器模块的端子的连接部位于与冷却介质流路或者流路形成体 12 相反的方向,所以容易进行焊接(熔焊)作业,生产效率得到提高。此外,使汇流条组件与功率半导体模块的连接部同样位于与冷却介质流路或流路形成体 12 相反的方向,所以容易进行焊接(熔焊)作业,生产效率得到提高。

[0170] 以上说明了各种实施方式和变形例,但本发明并不限于这些内容。在本发明的技术思想的范围内可以想到的其他方式也包括在本发明的范围内。

[0171] 以下优先权基础申请的公开内容通过援引而加入本申请中。

[0172] 日本专利申请 2010 年第 84785 号(2010 年 4 月 1 日递交)

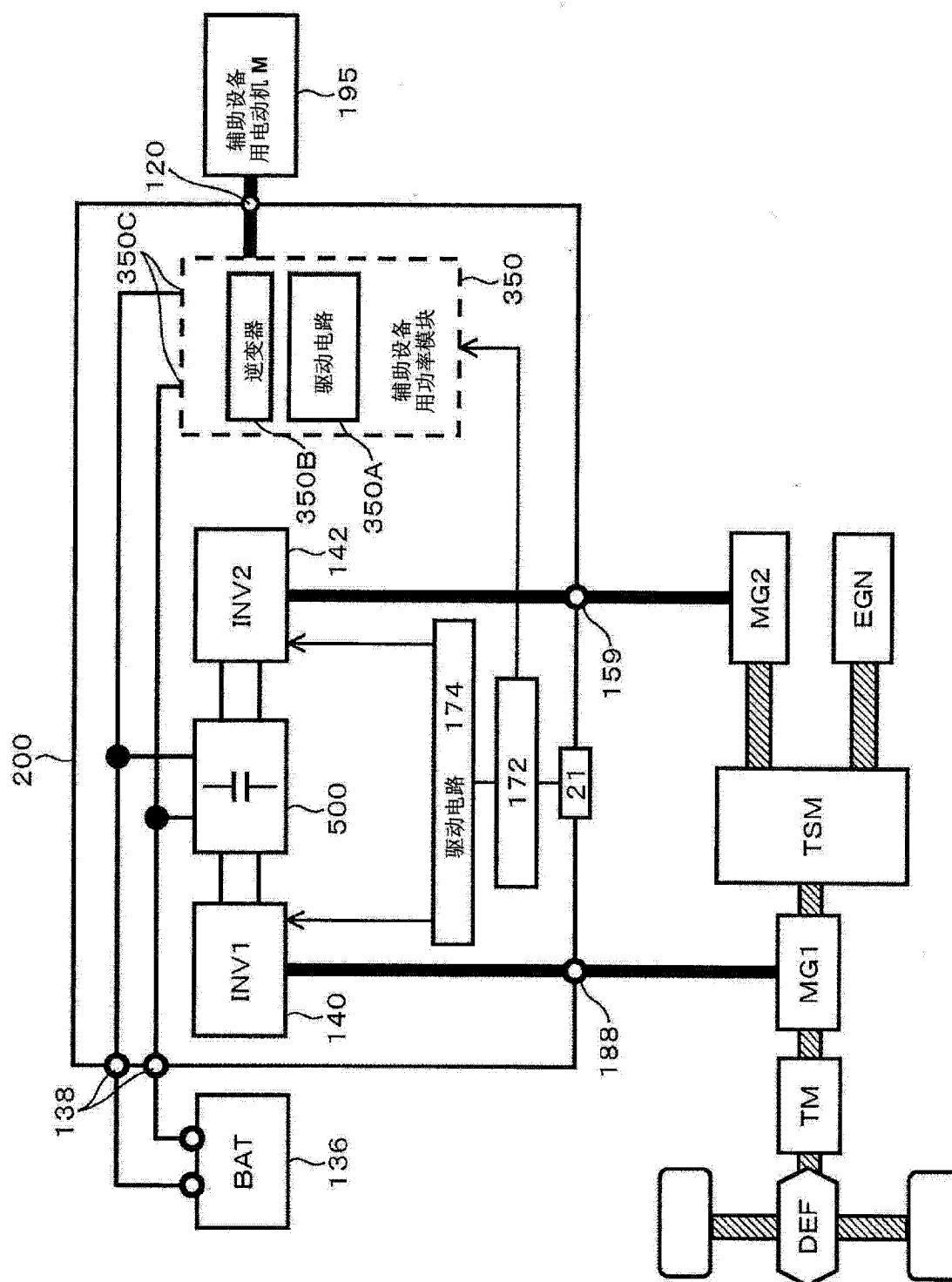


图 1

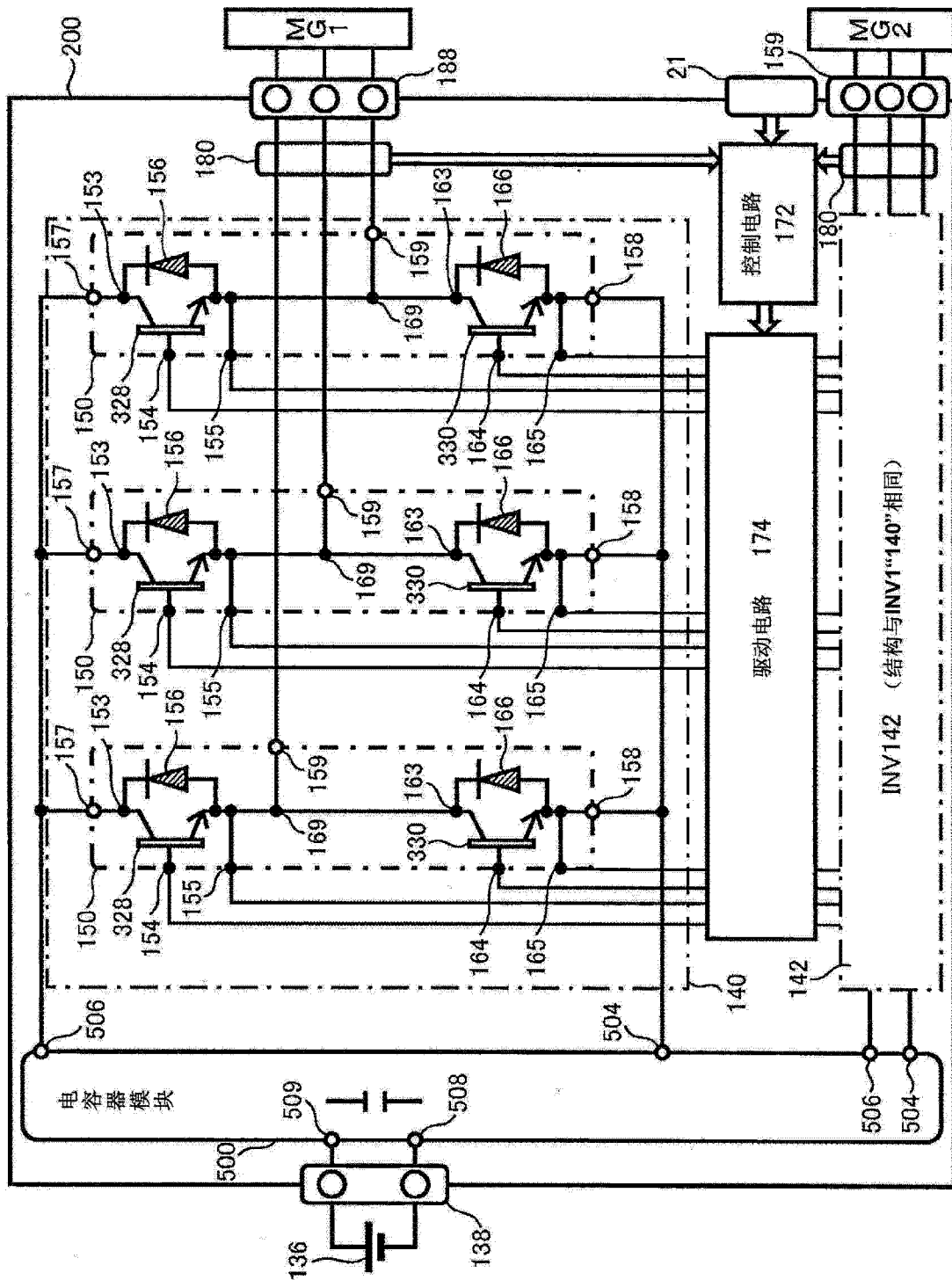


图 2

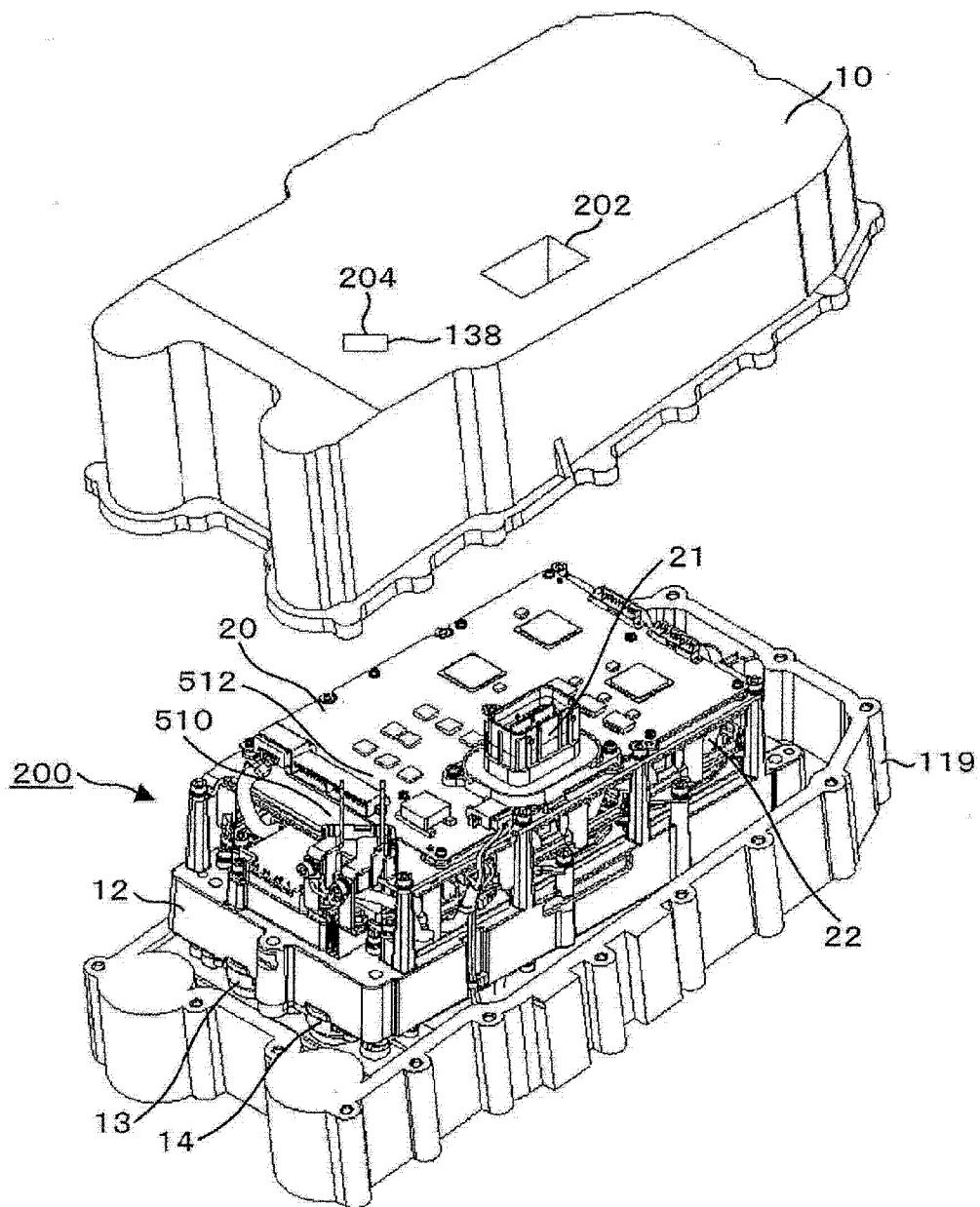


图 3

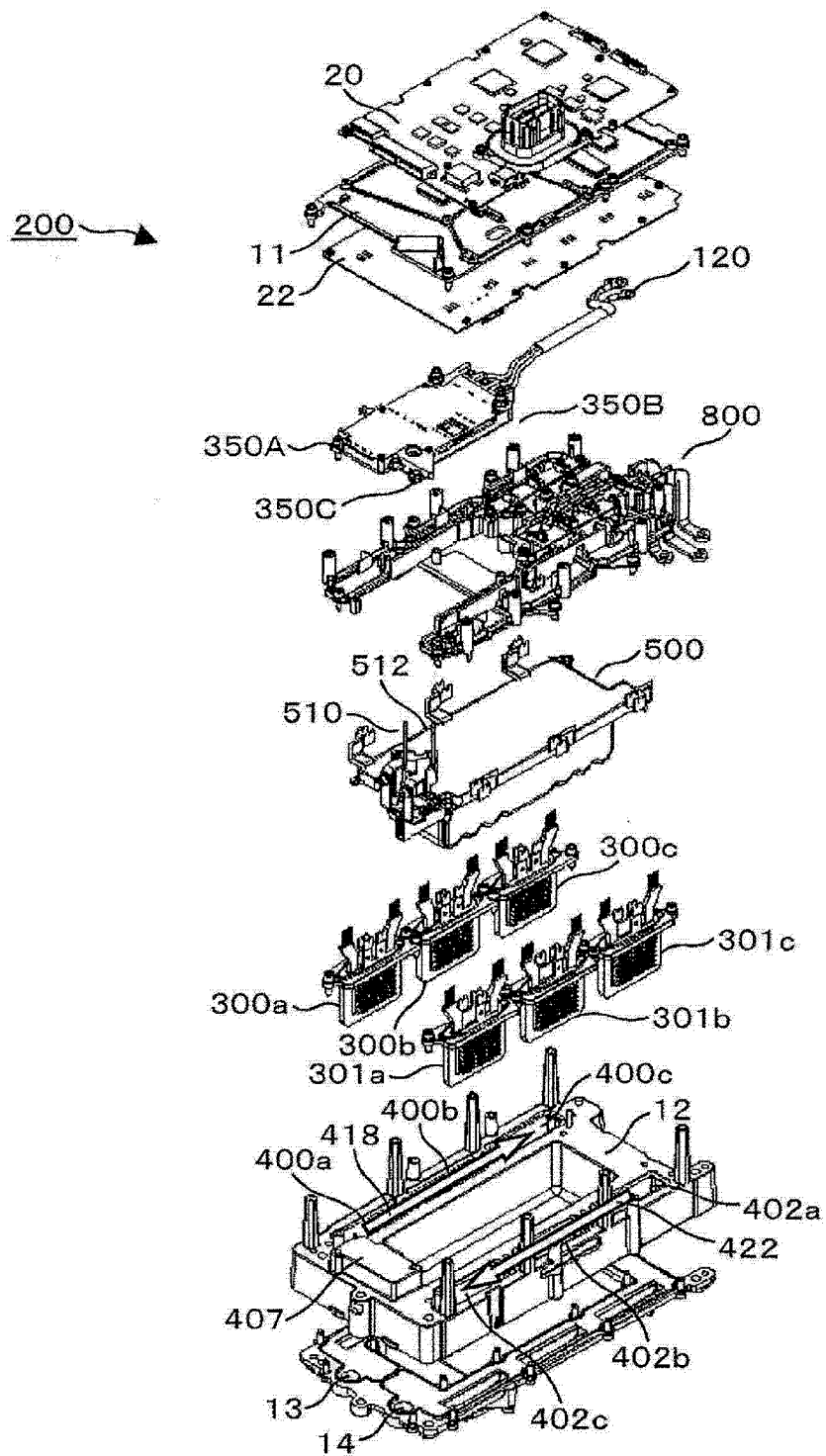


图 4

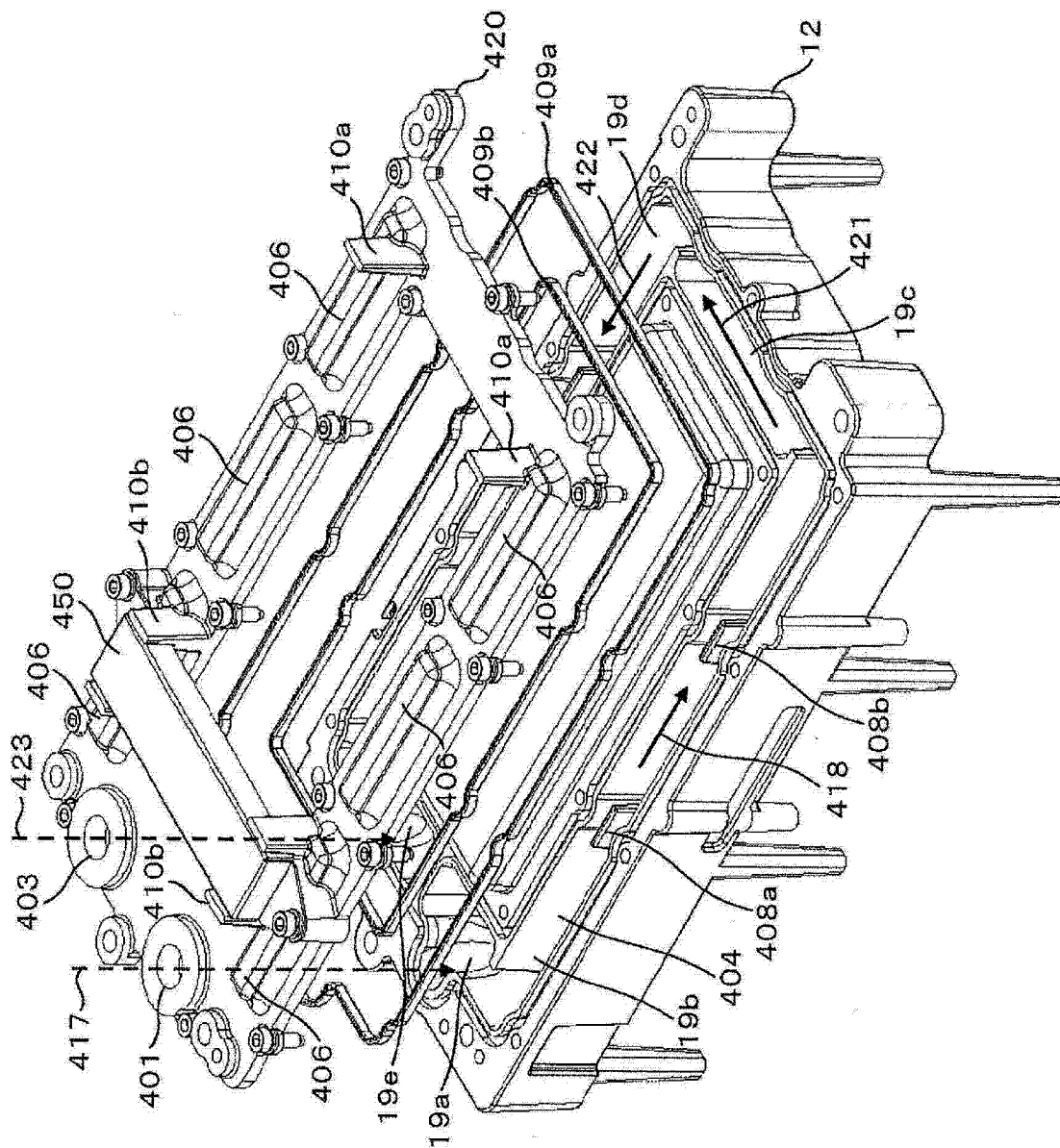


图 5

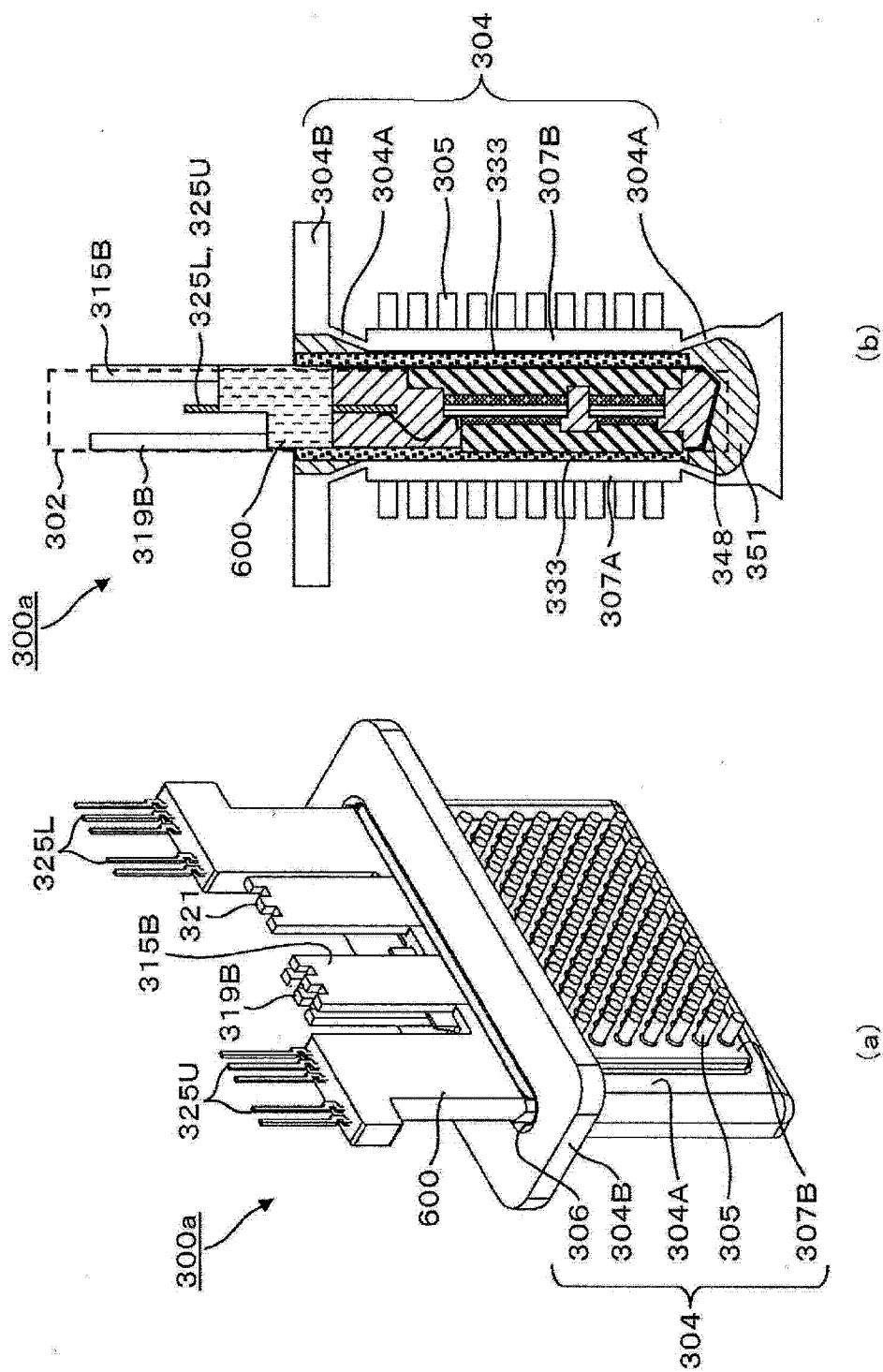


图 6

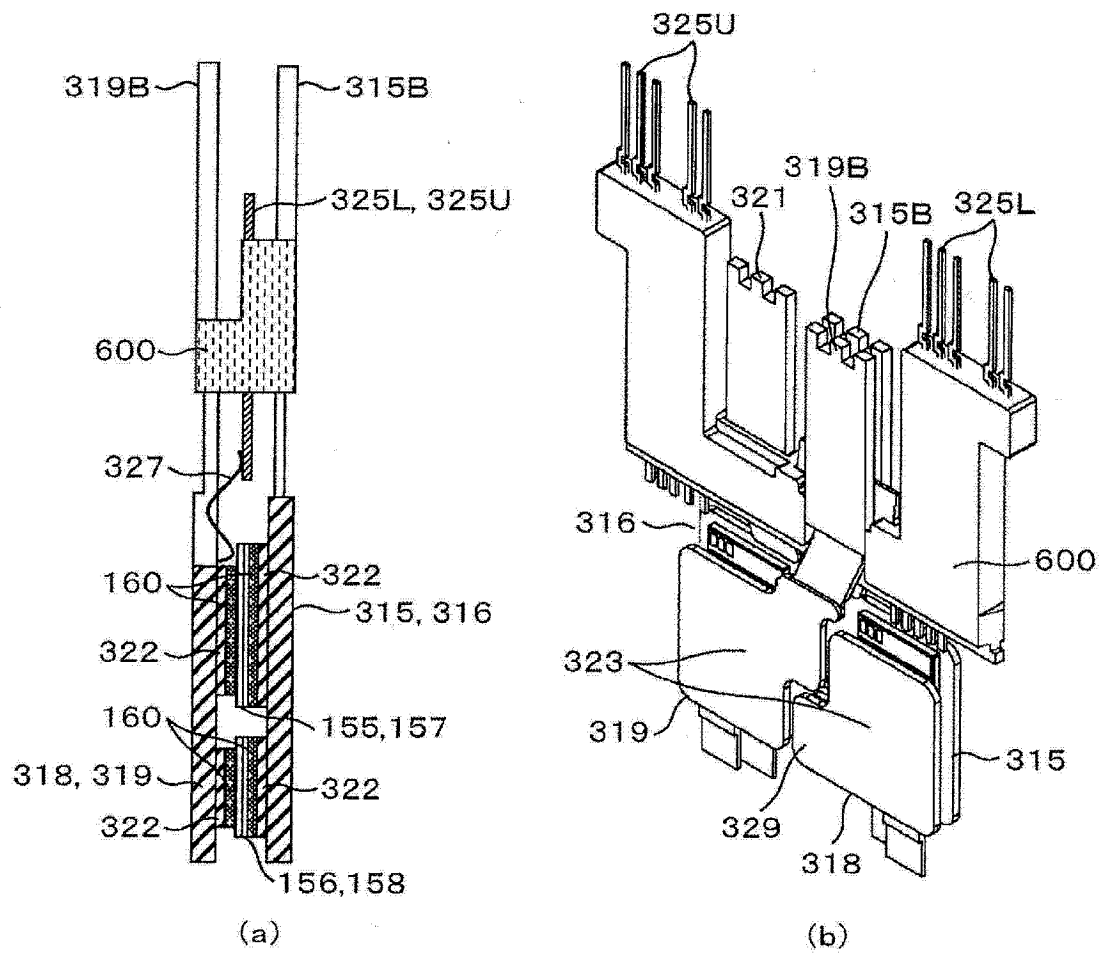


图 7

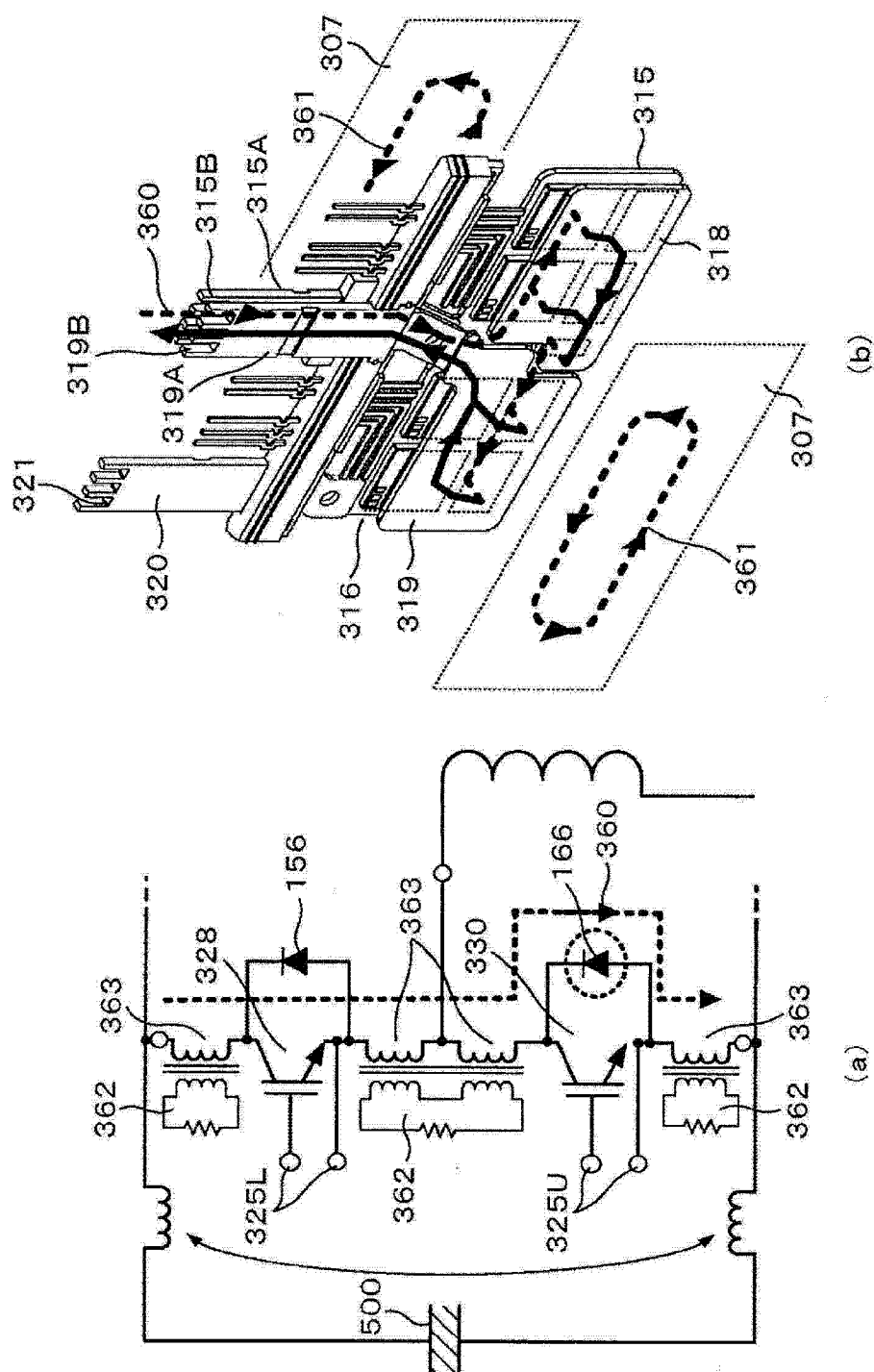


图 9

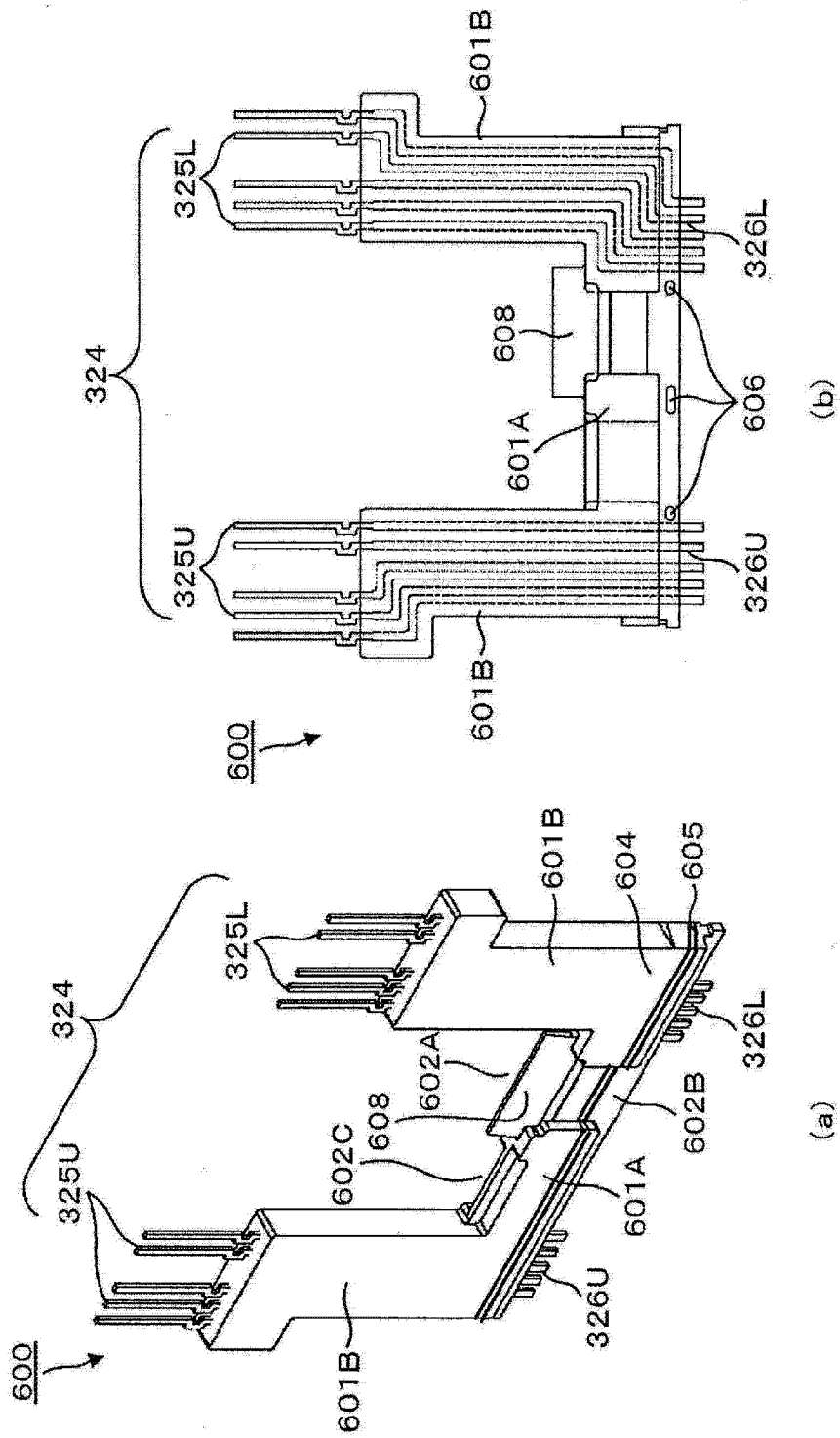


图 10

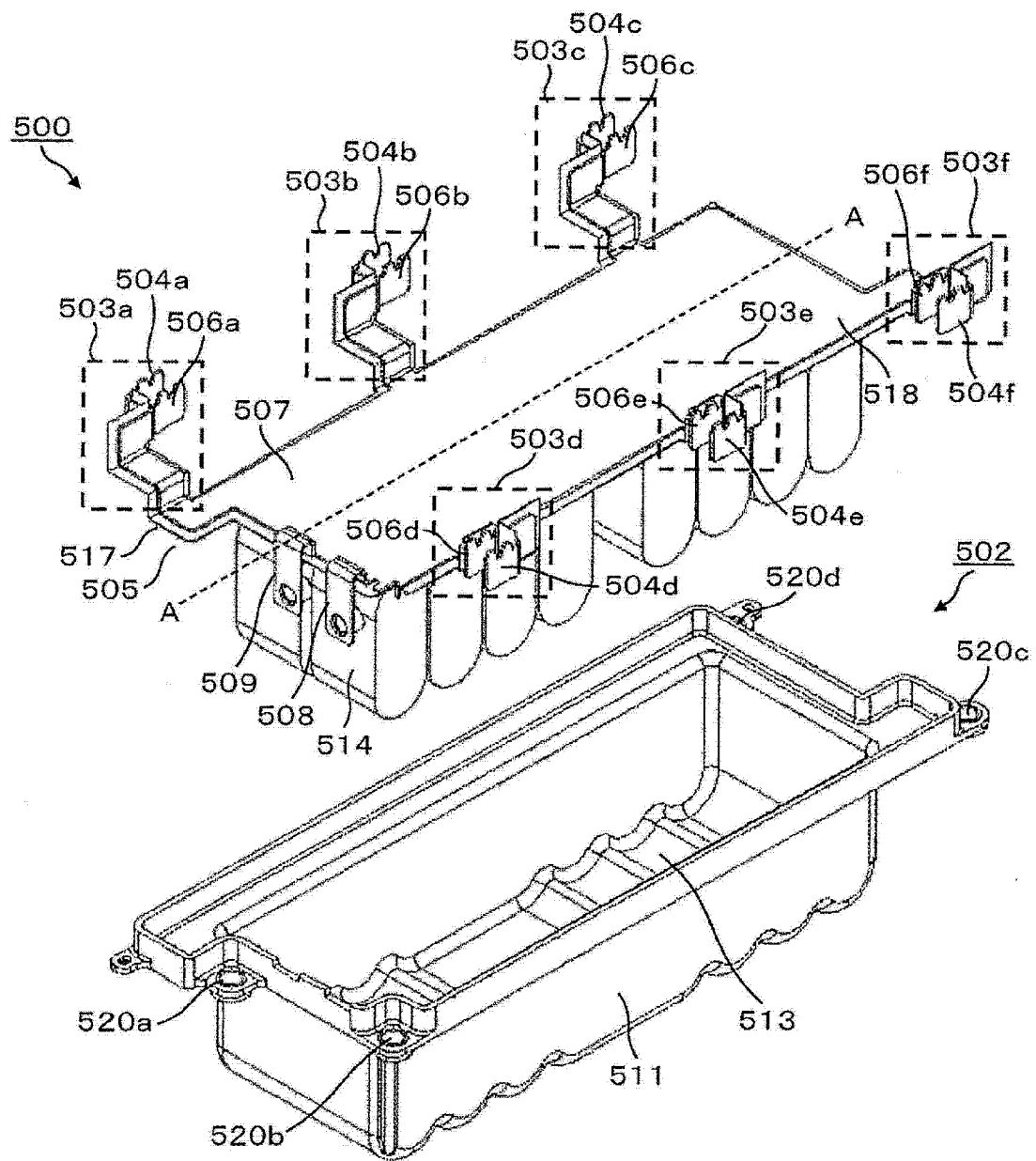


图 11

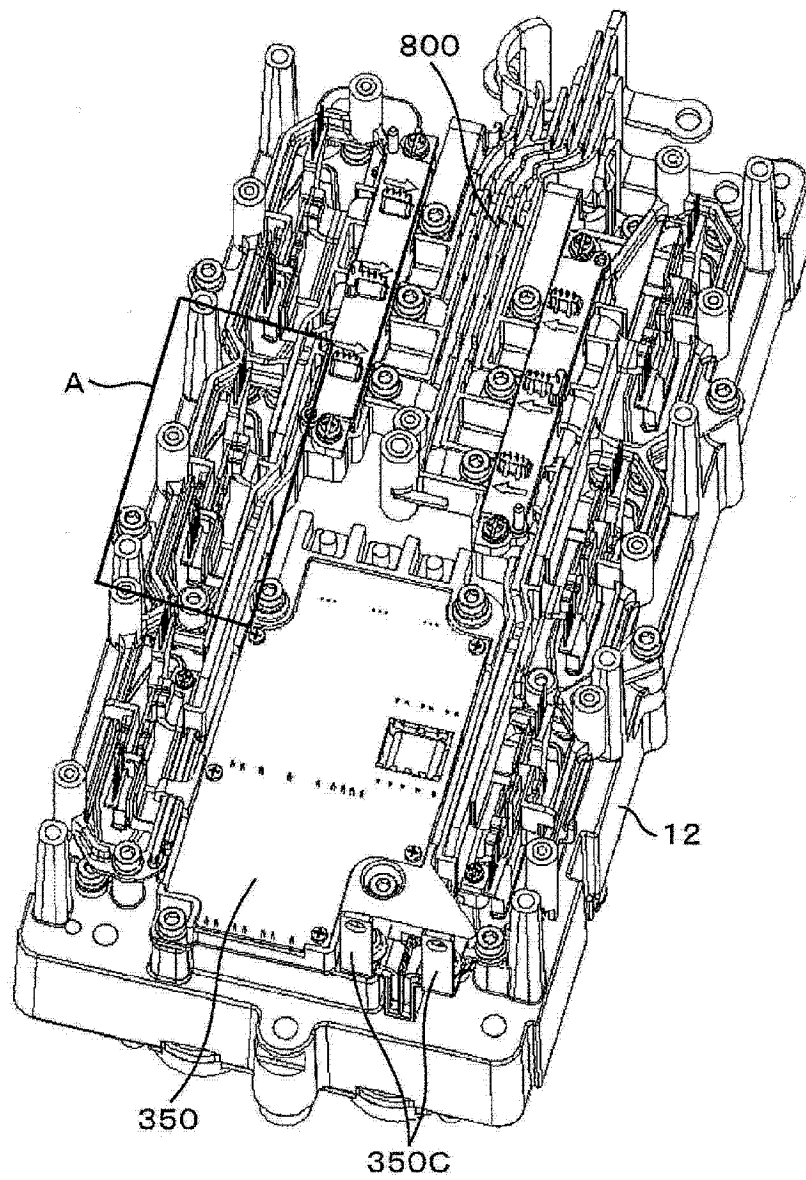


图 12

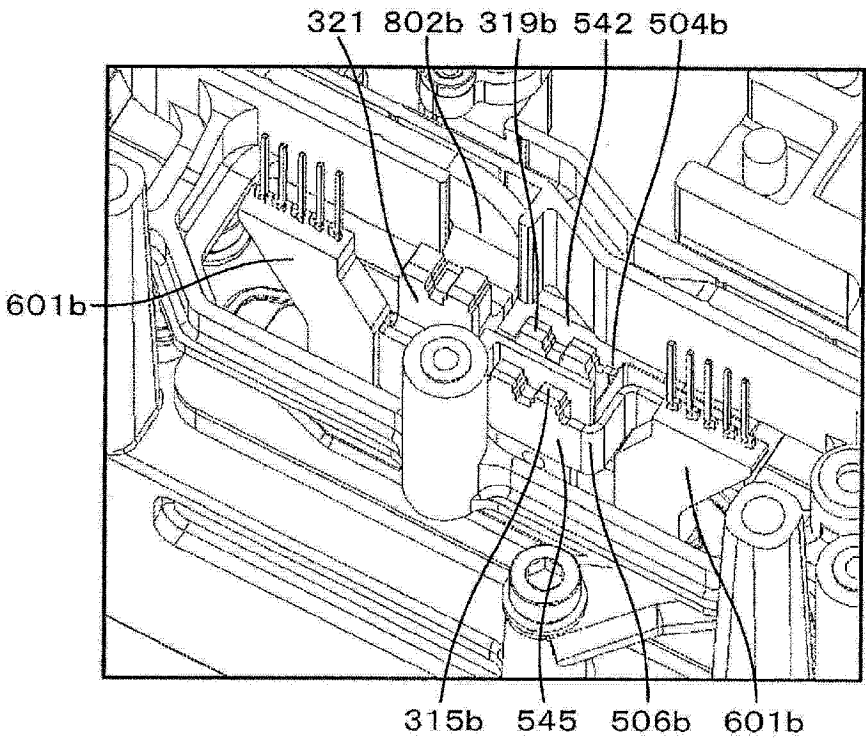


图 13

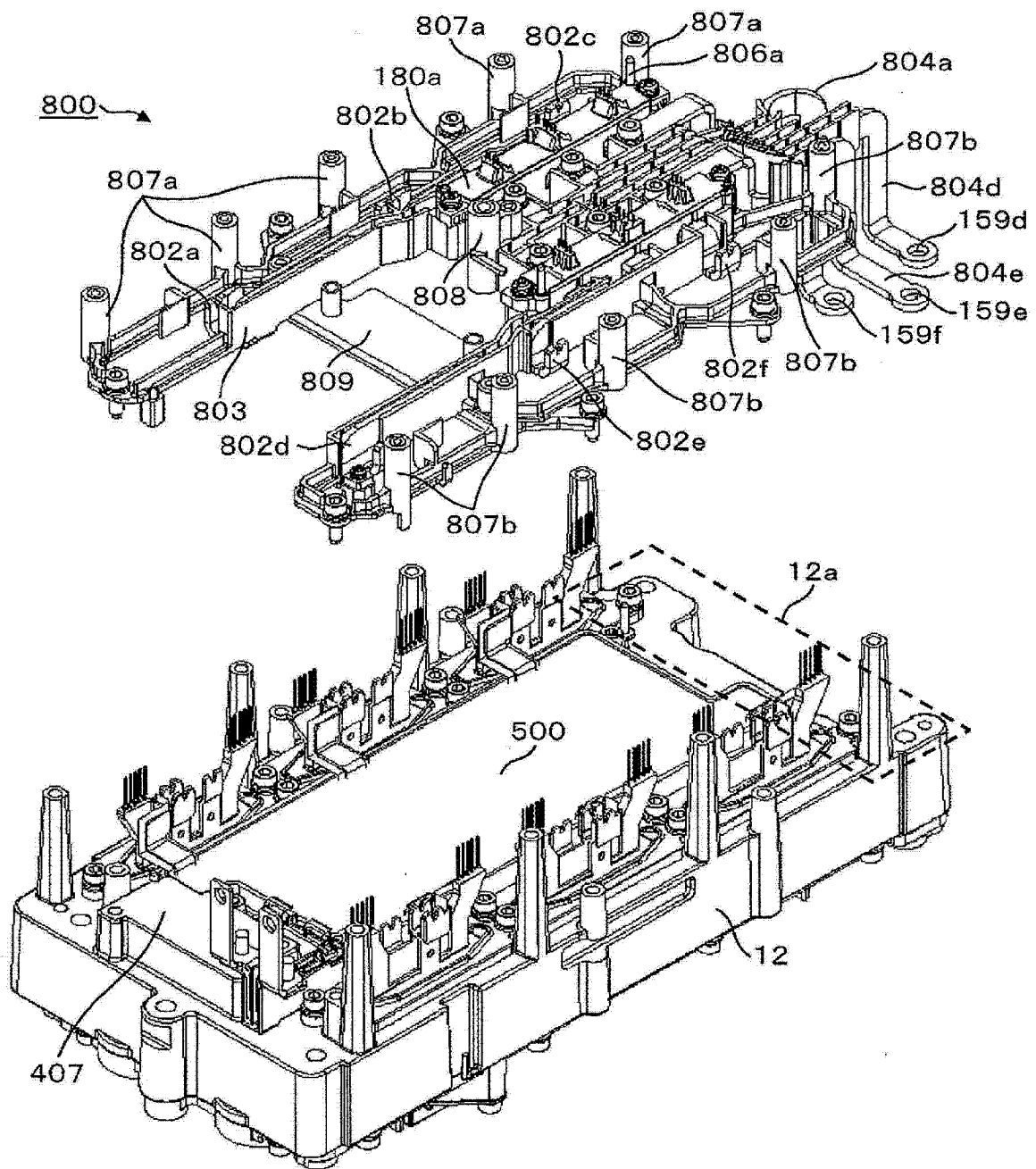


图 14

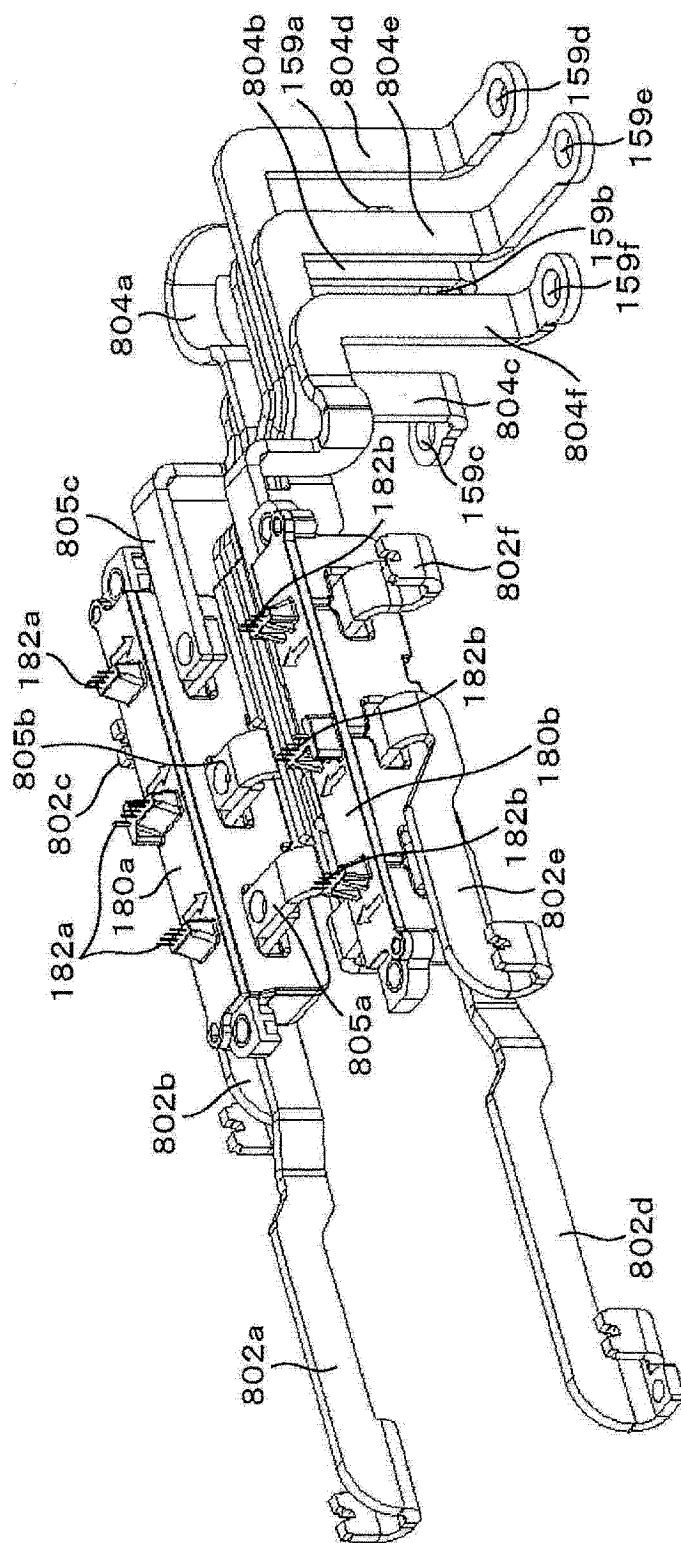


图 15

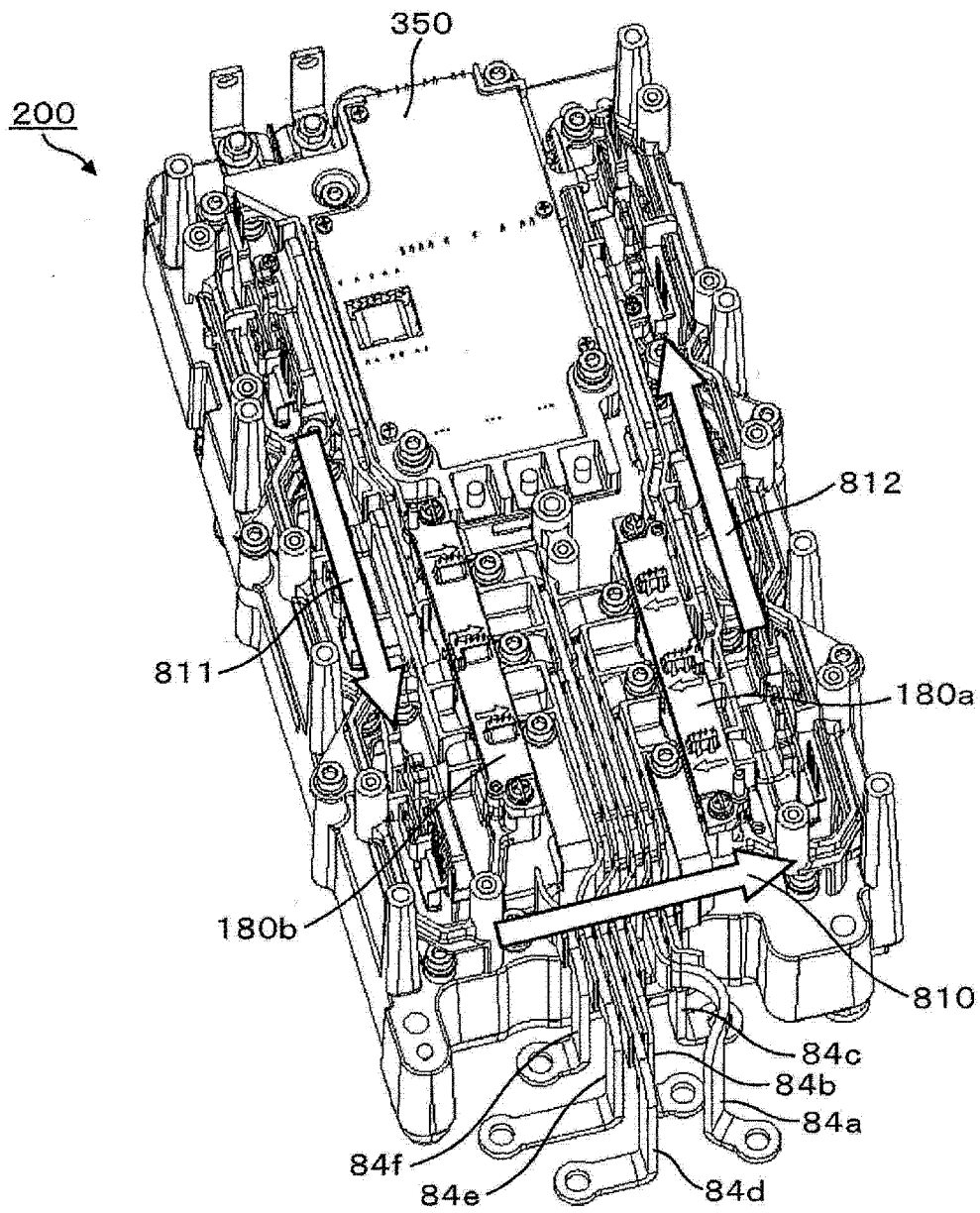


图 16

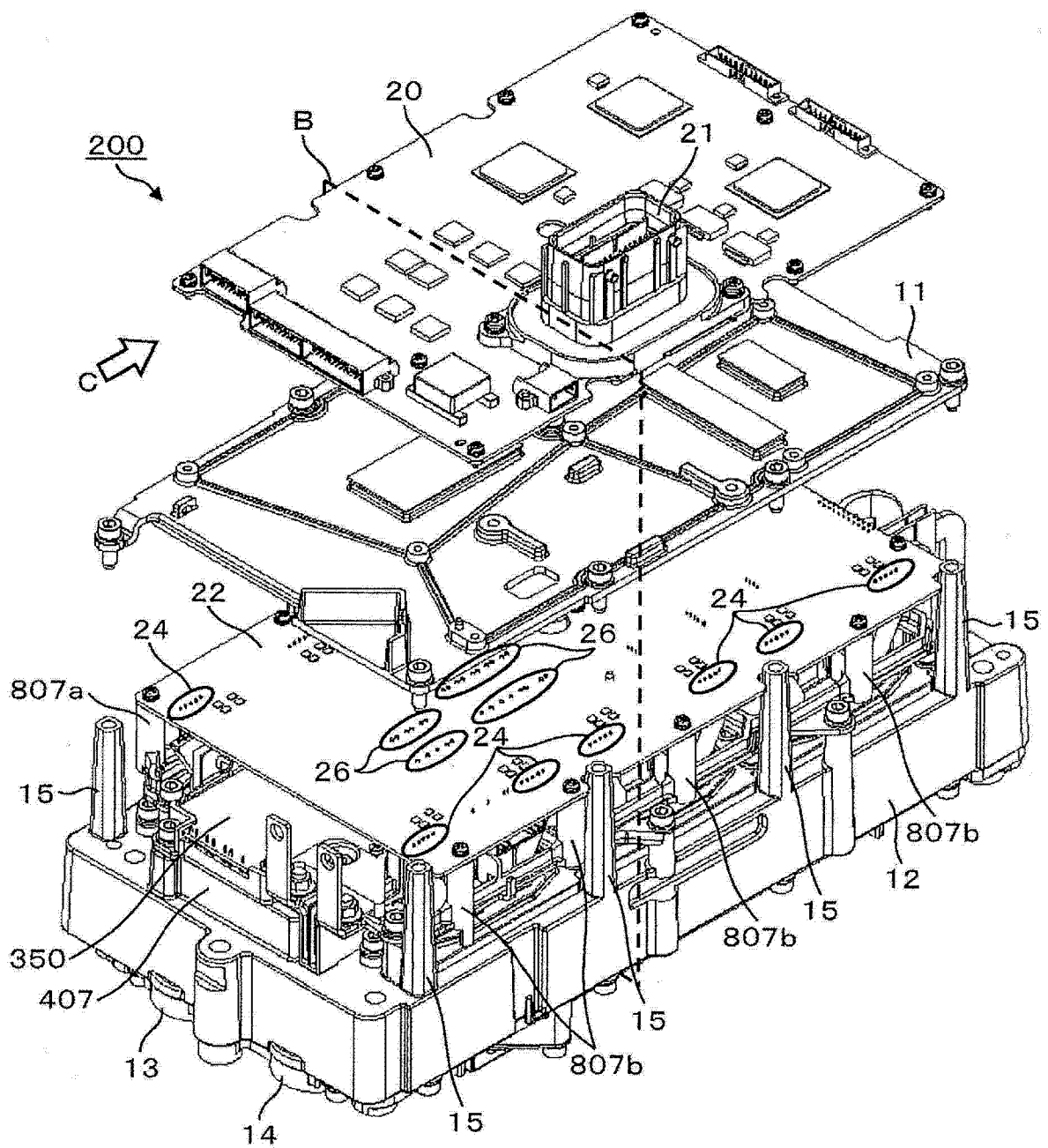


图 17

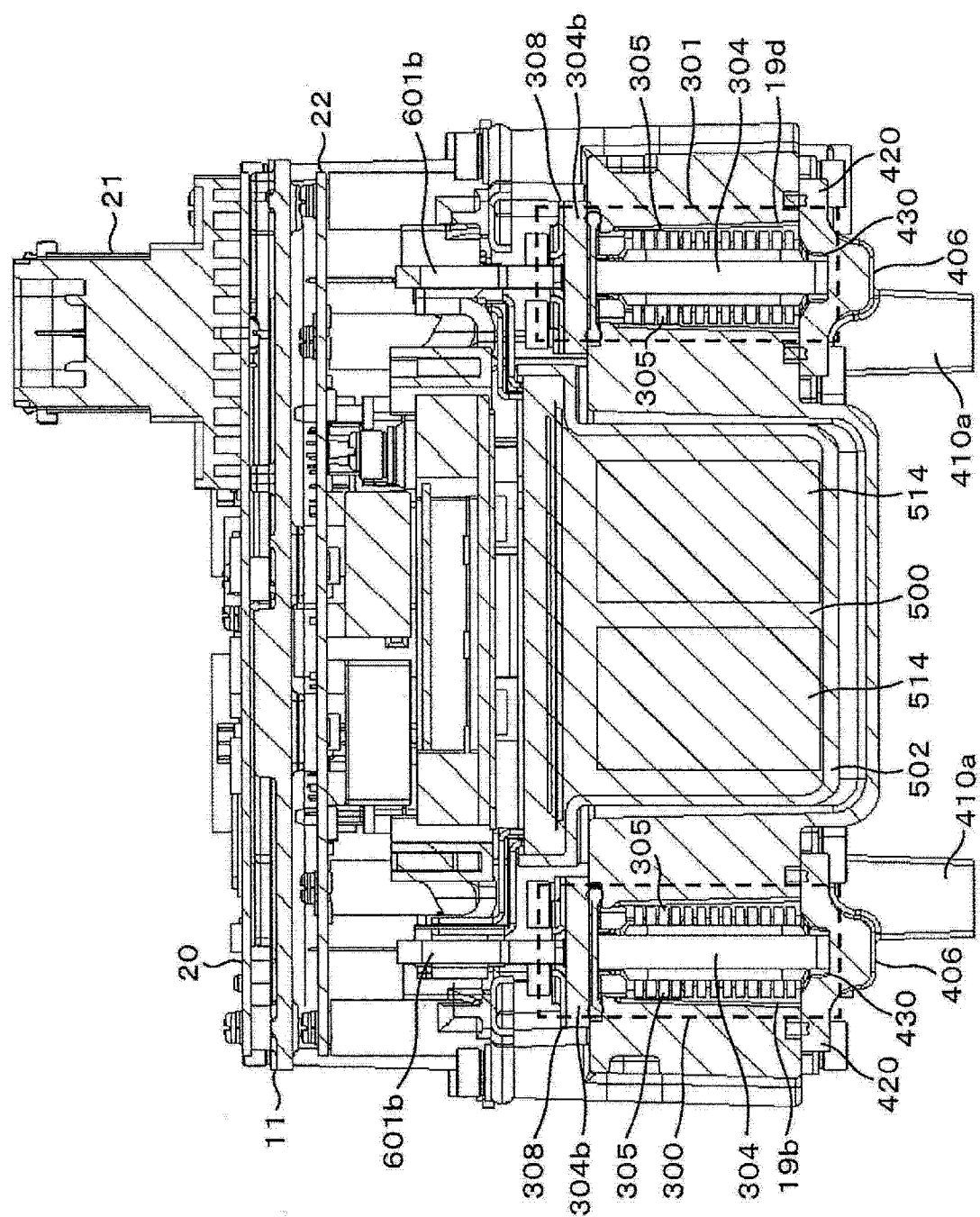


图 18

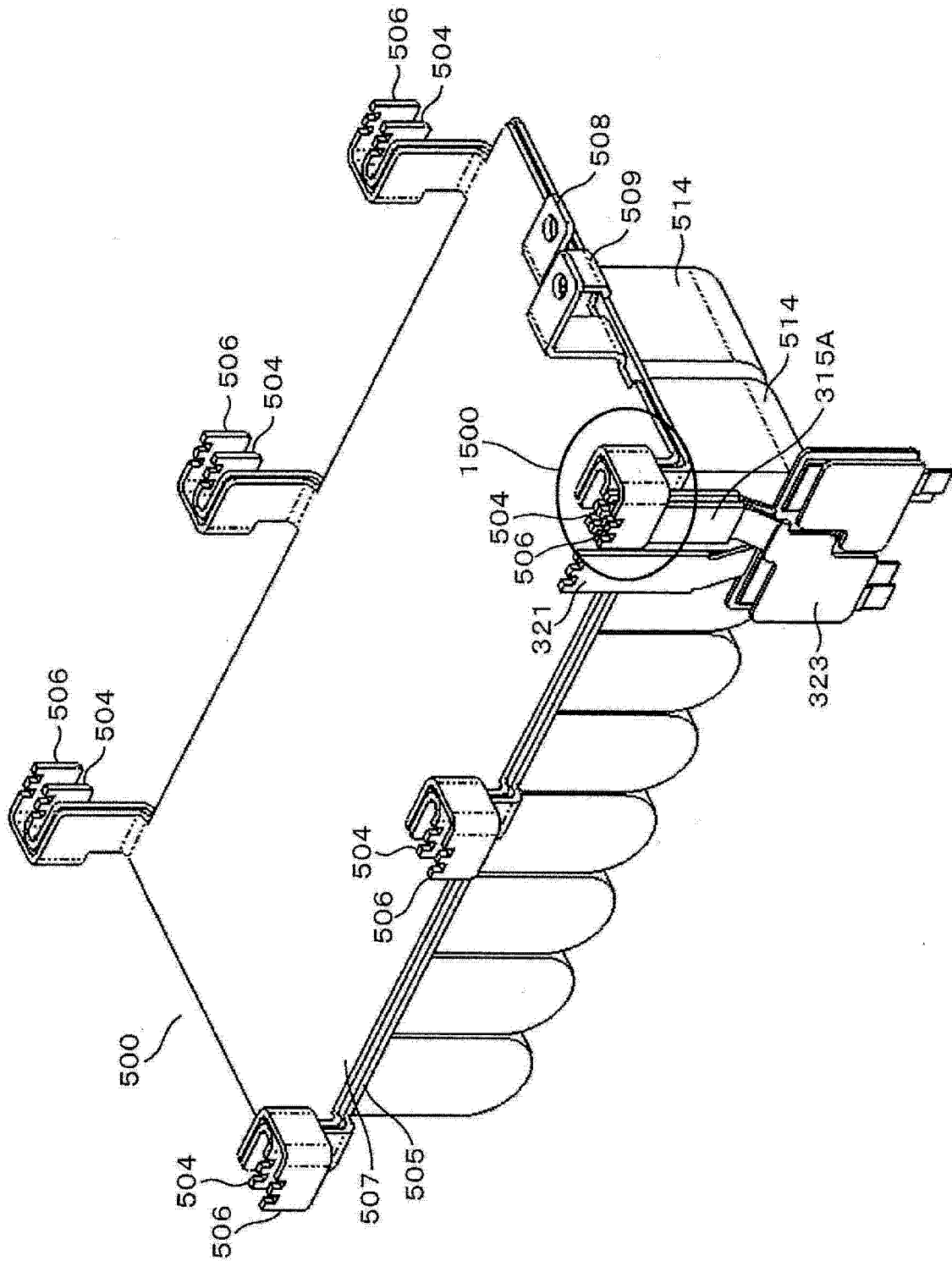


图 19

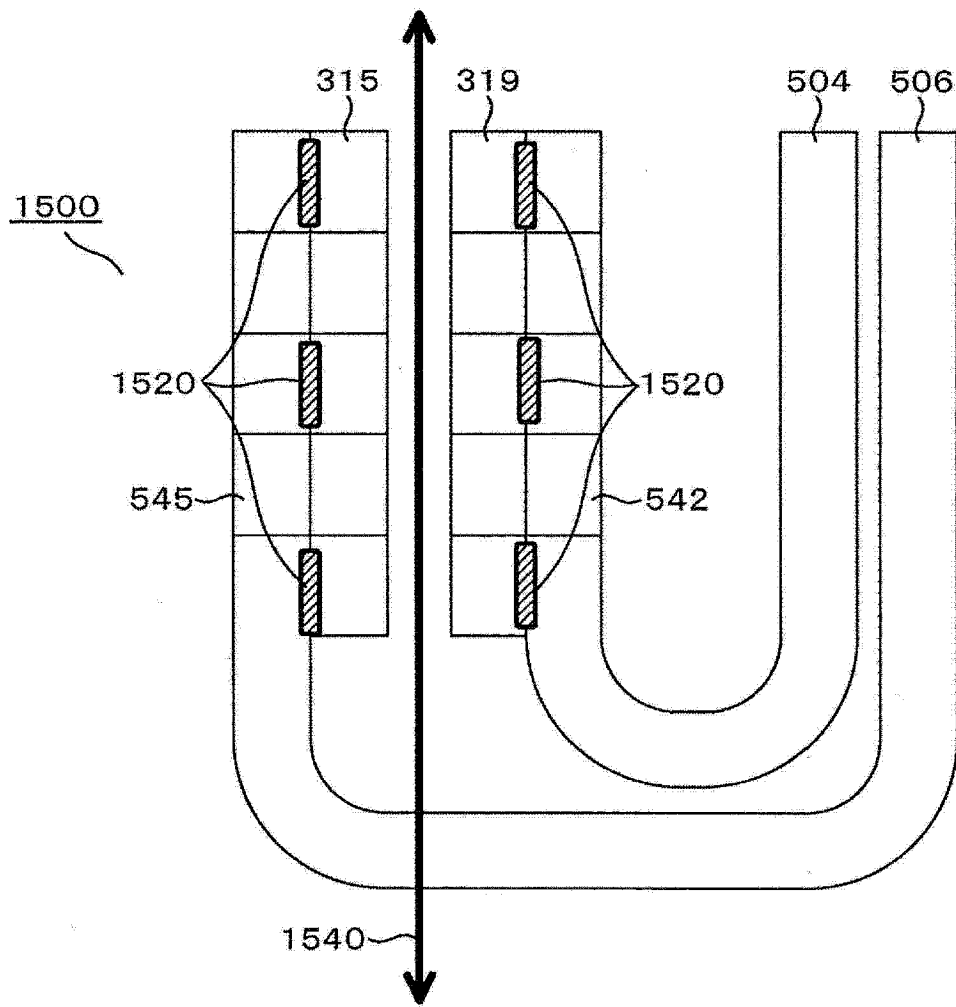


图 20

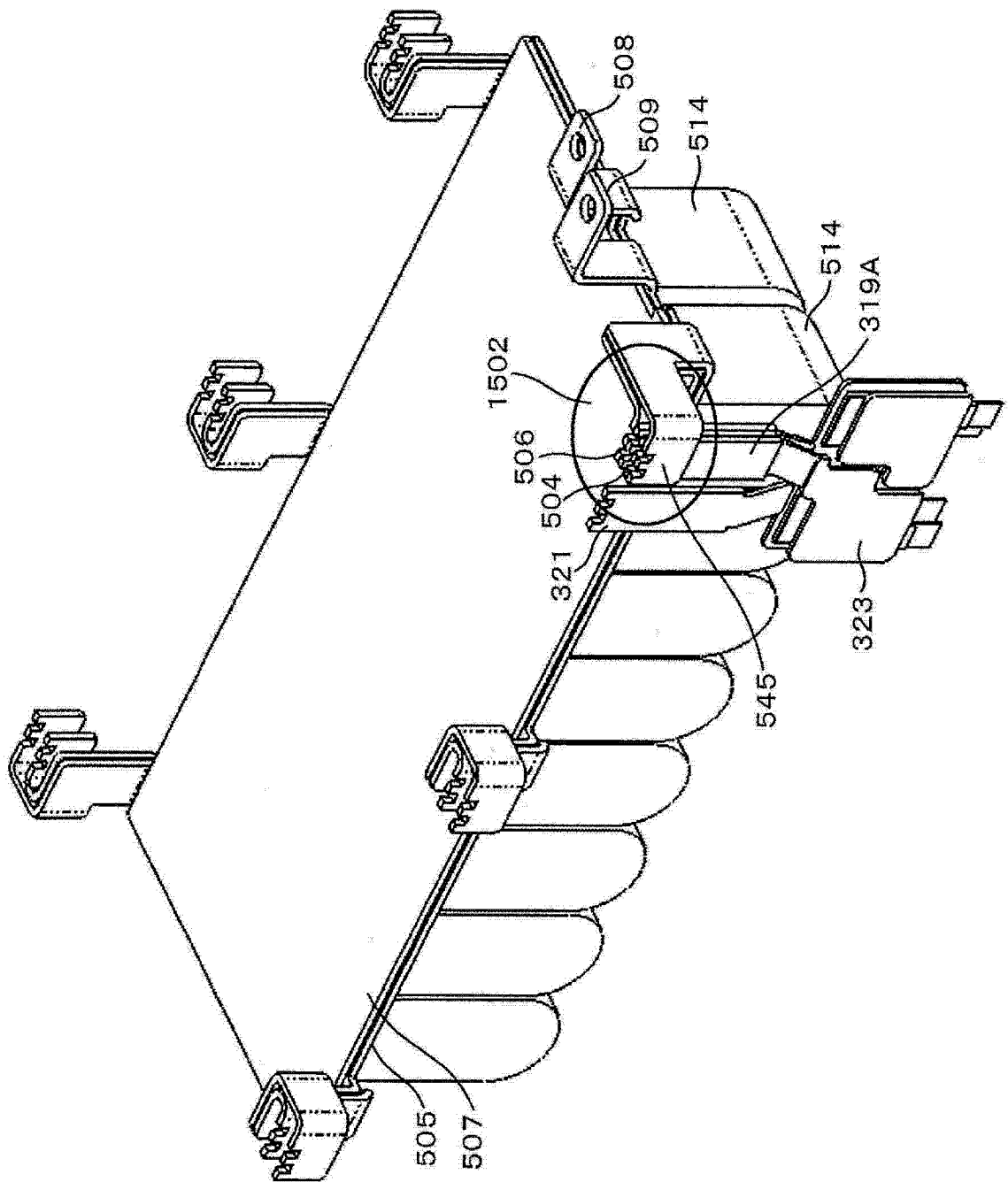


图 21

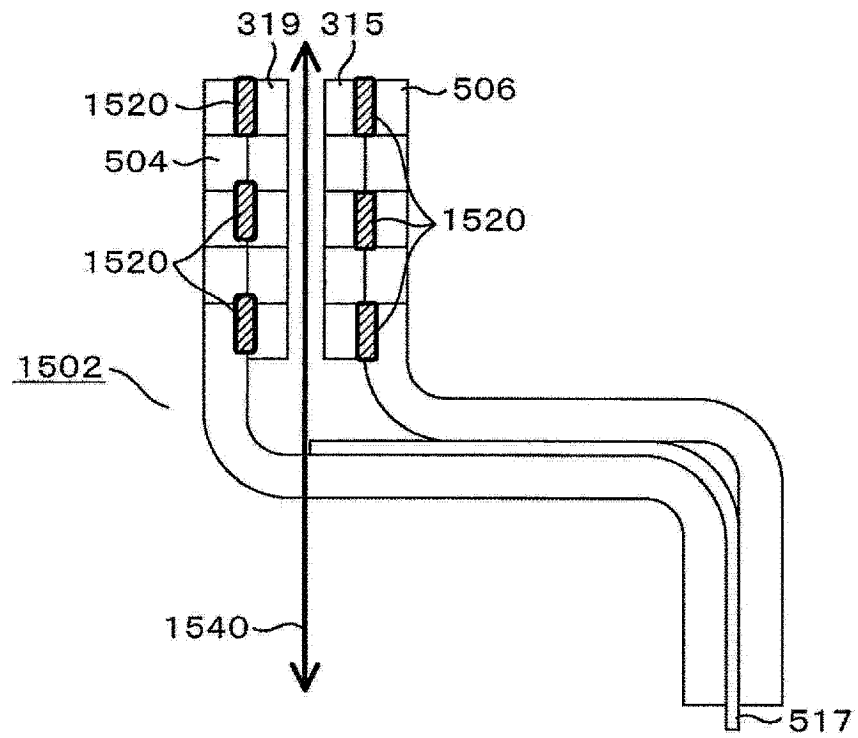


图 22

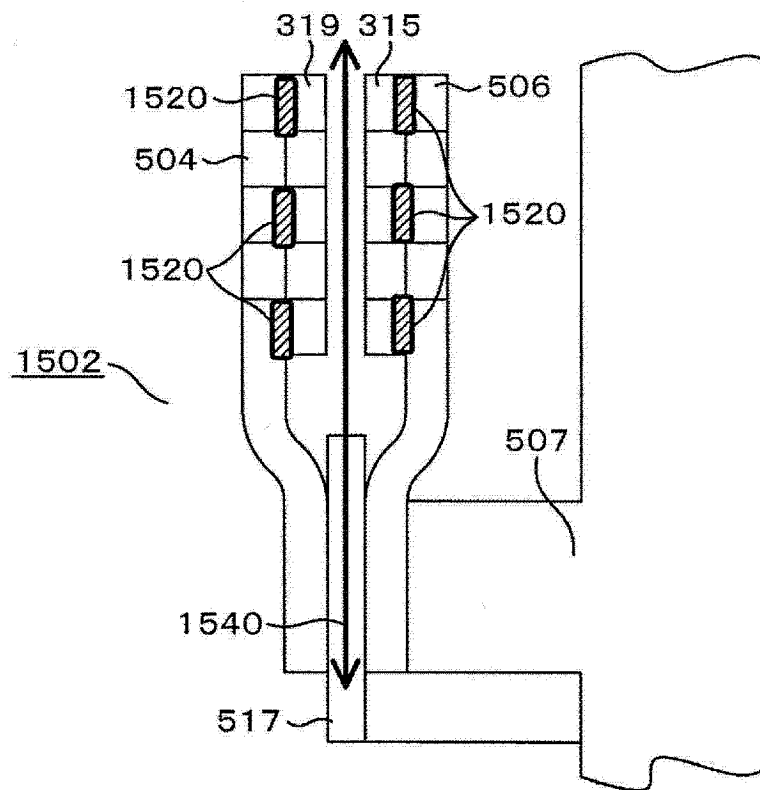


图 23

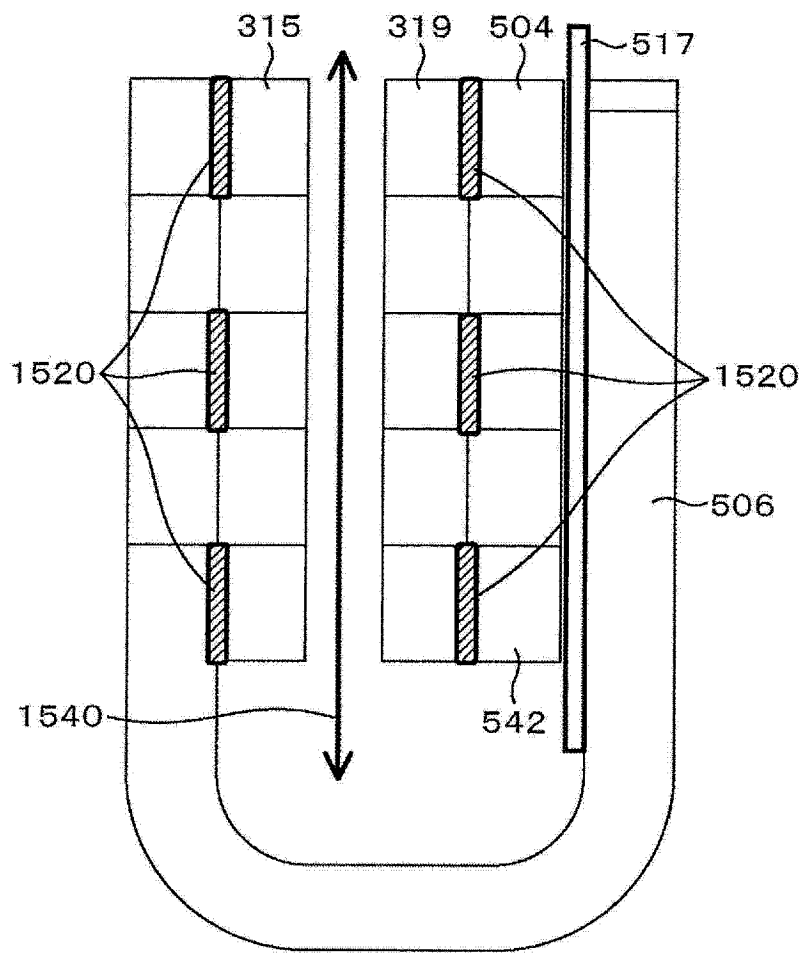


图 24

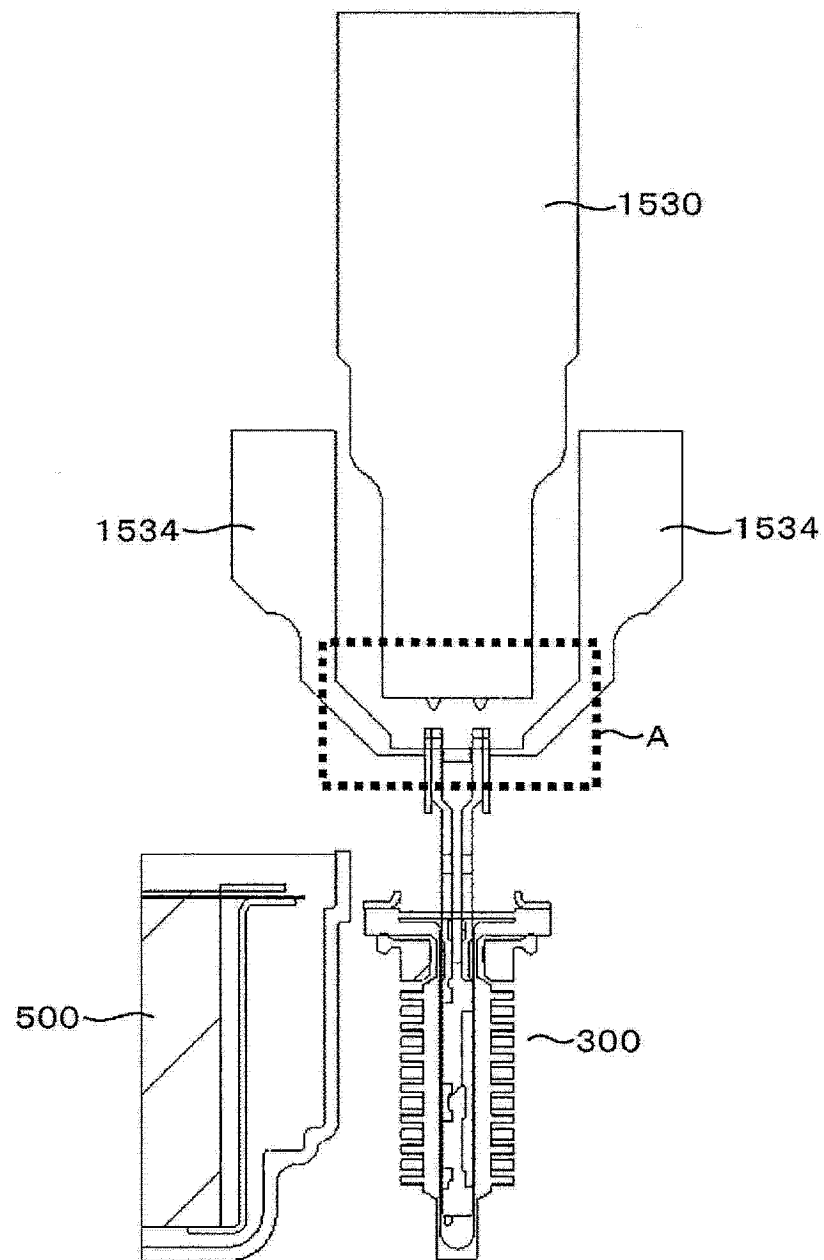


图 25

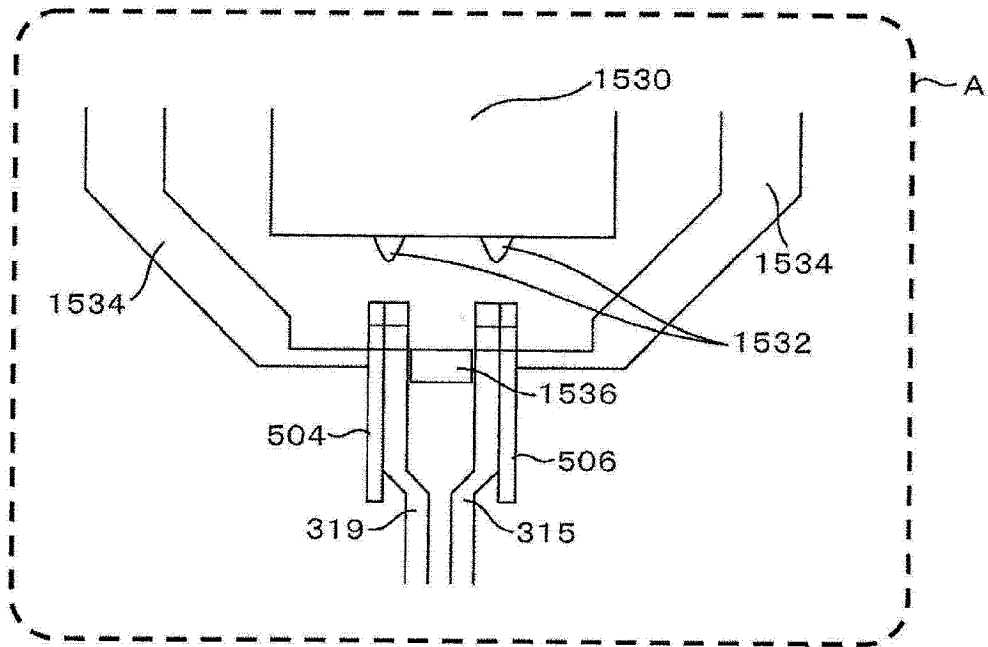


图 26