

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

H02M 7/515 (2006.01)

H01L 23/473 (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

[21] 申请号 200910004956.8

[43] 公开日 2009年9月16日

[11] 公开号 CN 101534069A

[22] 申请日 2009.2.20

[21] 申请号 200910004956.8

[30] 优先权

[32] 2008.3.11 [33] JP [31] 2008-061185

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 德山健 中津欣也 斋藤隆一

堀内敬介 佐藤俊也 宫崎英树

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 汪惠民

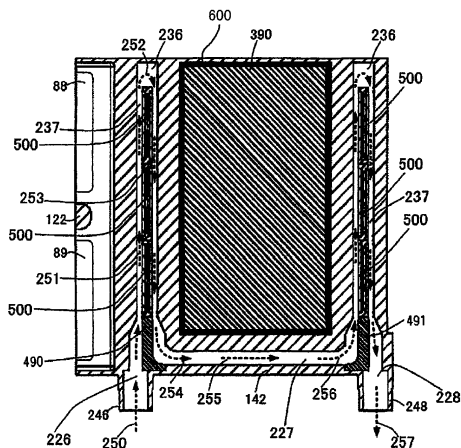
权利要求书5页 说明书37页 附图26页

[54] 发明名称

电力转换装置

[57] 摘要

本发明提供一种电力转换装置，目的是设法配置、排列与电力转换装置整体的小型化有关的各构成要素，不仅提高小型化技术，还提高产品制造上必要的可靠性和生产率，以及提高冷却效率。该电力转换装置具有半导体组件500，其构造为用散热金属从两侧夹持变换器电路的上臂和下臂用半导体芯片；具有水路框体212，用来冷却半导体组件，同时当作下盖使用。在水路框体上设置中央部开口以及在其两侧设置侧部开口，将电容组件390插入中央部开口，同时将半导体组件500插入侧部开口，在水路框体内，不但冷却半导体组件还冷却电容组件，另外，在电容组件390的上方面设置驱动器基板、控制基板和交流汇流排。由此来谋求小型化。



1.一种电力转换装置，具备内置冷却水路的水路框体、内置变换器电路上下臂串联电路的两面冷却的半导体组件、电容组件、直流连接器、和交流连接器，其特征在于，

所述两面冷却的半导体组件，具有外侧的面为散热面的第1和第2散热金属，所述上下臂串联电路密封配置在所述第1和第2散热金属之间，并且所述两面冷却的半导体组件还具有向外部突出的直流正极端子、直流负极端子以及交流端子，

所述水路框体形成有由冷却水入口部到冷却水出口部的水路，在所述水路的上方设有一开口，所述两面冷却的半导体组件通过所述一开口自由插拔地配置在所述水路上，

所述水路框体设有用来放置所述电容组件的另一开口，

所述半导体组件用的所述一开口被配置在所述电容组件用的所述另一开口的两侧面侧，

在所述两侧面侧的所述一开口中，多个半导体组件被排列为，所述半导体组件的所述第1和第2散热金属的长边方向沿着冷却水水流方向。

2.一种电力转换装置，具备内置冷却水路的水路框体、内置变换器电路上下臂串联电路的两面冷却的半导体组件、电容组件、直流连接器、和交流连接器，其特征在于，

所述两面冷却的半导体组件，具有外侧的面为散热面的第1和第2散热金属，所述上下臂串联电路密封配置在所述第1和第2散热金属之间，并且所述两面冷却的半导体组件还具有向外部突出的直流正极端子、直流负极端子以及交流端子，

所述水路框体形成有由冷却水入口部到冷却水出口部的水路，在所述水路的上方设有一开口，所述两面冷却的半导体组件通过所述一开口自由插拔地配置在所述水路上，

所述水路框体设有用来放置所述电容组件的另一开口，

所述半导体组件用的所述一开口被配置在所述电容组件用的所述另一开口的两侧面侧，

在通过所述另一开口放置的电容组件的上方，配置驱动器基板和控制基板，所述驱动器基板设置有用来驱动由所述上下臂的串联电路组成的变换器电路的驱动要件；所述控制器基板，在所述驱动器基板上设置有用来控制所述变换器电路的控制要件。

3. 一种电力转换装置，具备内置冷却水路的水路框体、内置变换器电路上下臂串联电路的两面冷却的半导体组件、电容组件、直流连接器、和交流连接器，其特征在于，

所述两面冷却的半导体组件具有外侧的面为散热面的第1和第2散热金属，所述上下臂串联电路密封配置在所述第1和第2散热金属之间，并且所述两面冷却的半导体组件还具有向外部突出的直流正极端子、直流负极端子以及交流端子，

所述水路框体形成有由冷却水入口部到冷却水出口部的水路，在所述水路的上方设有一开口，所述两面冷却的半导体组件通过所述一开口自由插拔地配置在所述水路上，

所述水路框体设置有用来放置所述电容组件的另一开口，

所述半导体组件用的所述一开口被配置在所述电容组件用的所述另一开口的两侧面侧，

所述半导体组件的所述第1和第2的散热金属具有叶片形状，在叶片外表面存在冷却水流通的凹部，所述半导体组件以嵌合状态被插入所述两侧面侧的所述一开口中。

4. 一种电力转换装置，具备内置冷却水路的水路框体、内置变换器电路上下臂串联电路的两面冷却的半导体组件、电容组件、直流连接器、和交流连接器，其特征在于，

所述两面冷却的半导体组件具有外侧的面为散热面的第1和第2散热金属，所述上下臂串联电路密封配置在所述第1和第2散热金属之间，并且所述两面冷却的半导体组件还具有向外部突出的直流正极端子、直流负极端子以及交流端子，

所述水路框体形成有由冷却水入口部到冷却水出口部的水路，在所述水路的上方设有一开口，所述两面冷却的半导体组件通过所述一开口自由插拔地配置在所述水路上，

所述水路框体设有用来放置所述电容组件的另一开口，

所述半导体组件用的所述一开口被配置在所述电容组件用的所述另一开口的两侧面侧，

所述电容组件的正侧端子和负侧端子与所述半导体组件的直流正极端子和直流负极端子，被用长度相同且形状相同的连接部件连结。

5. 根据权利要求4所述的电力转换装置，其特征在于，

在所述电容组件内收容多个电容模块，

在各电容模块彼此间，各电容模块的正侧端子和负侧端子与各半导体组件的直流正极端子和直流负极端子被用长度相同且形状相同的连接部件连结。

6. 根据权利要求1、2或3所述的电力转换装置，其特征在于，

除了设于所述电容组件用的另一开口的两侧面侧的所述一开口，还设置连接所述另一开口的两侧面侧的一开口彼此的折返开口，在整个冷却水路中，冷却水的U形转折处为3处。

7. 根据权利要求6所述的电力转换装置，其特征在于，

所述折返开口，被设置在配置有分别设于所述水路框体左右侧的冷却水入口部和冷却水出口部的正面侧，

冷却水按照以下顺序流过：冷却水入口部、被配置在所述电容组件用的另一开口的一个侧面侧的半导体组件的第1散热金属、该半导体组件的第2散热金属、所述正面侧的折返开口的通路、被配置在所述电容组件用的另一开口的另一侧面侧的半导体组件的第1散热金属、该半导体组件的第2散热金属、冷却水出口部。

8. 根据权利要求6所述的电力转换装置，其特征在于，

所述折返开口被设置在配置有设于所述水路框体左侧或右侧的冷却水入口部和冷却水出口部的背面侧，

冷却水按照以下顺序流过：冷却水入口部、被配置在所述电容组件用的另一开口的一个侧面侧的半导体组件的第1散热金属、所述背面侧的折返开口的通路、被配置在所述电容组件用的另一开口的另一侧面侧的半导体组件的第2散热金属、该半导体组件的第1散热金属、所述背面侧的折返开口的通路、被配置在所述电容组件用的另一开口的一个侧面侧的半导

体组件的第2散热金属、冷却水出口部。

9. 根据权利要求8所述的电力转换装置，其特征在于，

在所述背面侧的折返开口的通路上，除了排列在所述另一开口的一个侧面侧和另一侧面侧的通路上的半导体组件，还排列其他半导体组件，

在所述折返开口的通路、一个侧面侧的通路和另一侧面侧的通路，排列各相的半导体组件。

10. 根据权利要求1、2、3或4所述的电力转换装置，其特征在于，

在设于所述电容组件用的另一开口的一个侧面侧的所述一开口上，排列包含由第1U相、V相、W相的上下臂串联电路组成的第1变换器电路的第1半导体组件群，

在设于所述电容组件用的另一开口的另一侧面侧的所述一开口上，排列有包含由第2U相、V相、W相的上下臂串联电路组成的第2变换器电路的第2半导体组件群。

11. 根据权利要求10所述的电力转换装置，其特征在于，

架在所述第1半导体组件群和所述第2半导体组件群上的用来驱动各半导体组件的变换器电路的驱动器基板，是被配置在所述电容组件的上方且所述第1和第2半导体组件群通用的基板。

12. 根据权利要求2所述的电力转换装置，其特征在于，

在通过设于形成所述水路框体的下盖上的所述另一开口而放置的所述电容组件的上方，依次设置有：对所述电容组件和所述半导体组件的端子彼此进行连接的DC连接部件、连接所述半导体组件的交流端子和交流连接器的AC连接部件、所述驱动器基板、和所述控制基板，

内包所述DC连接部件、所述AC连接部件、所述驱动器基板、和所述控制基板的上盖覆盖所述下盖。

13. 根据权利要求1或3所述的电力转换装置，其特征在于，

所述半导体组件，内置上臂用IGBT芯片和上臂用二极管芯片、以及下臂用IGBT芯片和下臂用二极管芯片，

所述上臂用IGBT芯片和所述下臂用IGBT芯片，沿所述散热金属的冷却水流方向，被排列在同一水平面上。

14. 根据权利要求1~4的任一项所述的电力转换装置，其特征在于，

所述水路框体，具备用于收容所述电容组件的收容部，  
在所述收容部的内壁与所述电容组件的外壁之间，充填热传导性树脂材料。

15. 根据权利要求 1~4 的任一项所述的电力转换装置，其特征在于，  
所述水路框体，具备用于收容所述电容组件的收容部，  
在所述收容部的内壁与所述电容组件的外壁之间，涂敷热传导性油脂。

## 电力转换装置

### 技术领域

本发明涉及一种具备变换器电路的电力转换装置。

### 背景技术

作为意在使半导体组件的热量高效传至冷却器、提高散热性的现有技术，例如已经提出了专利文献 1 所示的冷却构造。根据该专利文献 1，以下内容得到公开：该冷却构造是将半导体组件插入冷却器上形成的组件插入用孔，从与组件插入用孔的接触面进行散热，在半导体组件的与组件插入用孔的接触面上覆盖软性金属层，通过该软性金属层，向冷却器散热。

此外，作为意在兼顾逆变器上所使用的半导体元件的冷却效率和组装性的现有技术，例如已经提出了专利文献 2 所示的变换器装置。根据该专利文献 2，以下内容得到公开：该变换器装置形成有：容纳部，容纳用散热板夹持半导体元件两面的电源卡；和循环路径部，使冷媒在电源卡周围循环，并且在电源卡与容纳部之间的空隙中，填充绝缘性树脂，通过固化绝缘性树脂，固定电源卡。

此外，例如专利文献 3 提出了意在减轻半导体组件组装作业负担、提高冷却能力的冷却构造的现有技术。根据该专利文献 3，以下内容得到公开：将半导体组件容纳在内部，设置一种模块，其正面和背面是使半导体组件产生的热量发散的散热面，将该模块插入形成在壳体内部的冷却水通路中，由此，模块的正面和背面就会面向冷却水通路。

此外，例如专利文献 4 提出了一种在冷却半导体组件两个面的同时，也可以冷却平滑电容的冷却构造的现有技术。根据该专利文献 4，以下内容得到公开：将半导体组件设置在平滑电容的两侧，将扁平的冷媒管弯曲成曲曲弯弯的形状，沿半导体组件的两个面和平滑电容形成冷媒流路，实现无液漏的高散热能力。

专利文献 1：特开 2005-175163 号公报

专利文献 2：特开 2005-237141 号公报

专利文献 3：特开 2006-202899 号公报

专利文献 4：特开 2001-352023 号公报

近年来，例如汽车中，以车辆的驱动系统为首，车辆的各车载系统的电动化不断得到发展。但是，在进行车载系统的电动化时，需要新追加驱动被驱动体的机电设备，以及控制车载电源向旋转电机供电来控制驱动旋转电机的电力转换装置，或置换现有系统的构成部件。

电力转换装置在例如汽车上具有以下功能：为了驱动旋转电机而将车载电源提供的直流电转换成交流电，或者，将旋转电机发生的交流电转换成向车载电源提供的直流电。由于电力转换装置转换的电力量存在增大倾向，而汽车整体却趋向小型化和轻量化，所以，电力转换装置的大型化和重量的增加受到抑制。此外，比较工业用电力转换装置等，要求车载用电力转换装置在温度变化大的环境中使用。要求一种电力转换装置，即便被置于高温环境，也可以维持较高的可靠性，以较小的装置进行较大的电力转换。

电力转换装置具备变换器电路，通过变换器电路的动作进行直流电与交流电之间的电力转换。为了进行上述电力转换，需要构成变换器电路的功率半导体重复执行关断状态与导通状态的切换动作（开关动作）。在进行该切换动作时，功率半导体上将产生大量的热。在作为变换器电路的功率半导体的半导体芯片进行开关动作时，半导体芯片的温度会因产生的热而上升。因此，抑制这种温度上升是一个重要课题。

当转换电力增大时，半导体芯片的发热量就会增大，所以，作为其对策，是必需加大半导体芯片以及增加半导体芯片的使用个数，结果是电力转换装置被大型化。作为抑制这种电力转换装置大型化的方法，可以考虑提高半导体芯片的冷却效率。

例如，专利文献 1～专利文献 3 提出了意在提高半导体芯片冷却效率的方法。提高半导体芯片的冷却效率牵涉半导体芯片的小型化是很明显的，但很难讲一定会抑制电力转换装置整体的大型化。例如，考虑以下情况，即，为了提高半导体芯片的冷却效率，对电力转换装置整体进行改善，其结果是，构造被复杂化。在这种情况下，半导体芯片虽然有可能被



小型化，但整体上看电力转换装置，有可能无法小型化。

因此，要想抑制电力转换装置整体的大型化，必需对考虑电力转换装置整体的半导体芯片的冷却效率进行提高，尽可能抑制电力转换装置整体在电或机械上的复杂化。因此，例如，电的复杂化由内置半导体芯片的半导体组件与电容组件、驱动器基板以及交流连接器之间的电布线的复杂化引起。机械的复杂化，由半导体组件对水路框体的安装方法的复杂化和电容组件的安装方法的复杂化引起。

在上述专利文献1~专利文献3所述的公知技术中，很难说已对电力转换装置整体的小型化进行了充分考虑，况且它们对电容组件的配置和冷却构造没有充分公开细节。此外，虽然上述专利文献4公开了不但考虑半导体组件的冷却还考虑平滑电容的冷却的配置构造，但是，冷却方式却是使用连接在外部的冷冻循环装置的冷媒配管上的冷媒管来进行冷却的方式，与水冷方式性质不同，另外，它对半导体组件与所连接的电路基板等其它构成要素之间的相关配置考虑不周，所以在装置整体小型化上留下了课题。

## 发明内容

本发明的目的主要是提供一种与电力转换装置整体的小型化有关的技术。另外，以下说明的本发明的实施方式的电力转换装置的目的是，提供一种电力转换装置，不仅提高了小型化技术，还提高了产品制造上必要的可靠性和生产率，以及提高了冷却效率。

为了解决上述课题，本发明的基础特征之一是，具有半导体组件，构造为用散热金属从两侧夹持构成具有变换器电路的上臂和下臂的串联电路的上臂用半导体芯片和下臂用半导体芯片；具有水路框体，用来冷却半导体组件，同时当作下盖使用，该水路框体构成为，在其中部设置中央部开口以及在其两侧设置侧部开口，将电容组件插入中央部开口，同时将半导体组件插入侧部开口，在水路框体内，不但冷却半导体组件还冷却电容组件，另外，在电容组件的上方面设置驱动器基板、控制基板和交流汇流排，由此来谋求小型化。

这里，在水路框体的中央部开口插入电容组件之后，中央部开口的内

壁与电容组件表面外壁之间形成的空间中，通过填充具有热传导性的树脂以及油脂，可以有效地对电容组件进行冷却。

另外，本发明的实施方式的电力转换装置可以主要提示如下的构成例，来作为解决如上所述的产品制造上所必要的多个课题的方法。

作为一种具备内置冷却水路的水路框体、内置变换器电路上下臂串联电路的两面冷却的半导体组件、电容组件、直流连接器、和交流连接器的电力转换装置，所述两面冷却的半导体组件的构成是，具有外侧的面为散热面的第1和第2散热金属，所述上下臂串联电路密封配置在所述第1和第2散热金属之间，并且还具有向外部突出的直流正极端子和直流负极端子以及交流端子。所述水路框体形成有由冷却水入口部到冷却水出口部的水路，在所述水路的上方设有一个开口，所述两面冷却的半导体组件通过所述一个开口，被自由插拔地配置在所述水路上。所述水路框体设有用来放置所述电容组件的另一开口，所述半导体组件用的所述一个开口被配置在所述电容组件用的所述另一开口的两侧面侧，在所述两侧面侧的所述一个开口中，多个半导体组件被排列为，所述半导体组件的所述第1和第2散热金属的长边方向沿着冷却水水流。

此外，作为一种具备内置冷却水路的水路框体、内置变换器电路上下臂串联电路的两面冷却的半导体组件、电容组件、直流连接器、和交流连接器的电力转换装置，所述两面冷却的半导体组件的构成是，具有外侧的面为散热面的第1和第2散热金属，所述上下臂串联电路密封配置在所述第1和第2散热金属之间，并且还具有向外部突出的直流正极端子和直流负极端子以及交流端子。所述水路框体形成有由冷却水入口部到冷却水出口部的水路，在所述水路的上方设有一个开口，所述两面冷却的半导体组件通过所述一个开口，被自由插拔地配置在所述水路上。所述水路框体设有用来放置所述电容组件的另一开口，所述半导体组件用的所述一个开口被配置在所述电容组件用的所述另一开口的两侧面侧。在于所述另一开口放置的电容组件的上方面，配置驱动器基板，其设置用来驱动由所述上下臂的串联电路组成的变换器电路的驱动要素；再在所述驱动器基板上，配置控制基板，其设置用来控制所述变换器电路的控制要素。

此外，作为一种具备内置冷却水路的水路框体、内置变换器电路上下

臂串联电路的两面冷却的半导体组件、电容组件、直流连接器、和交流连接器的电力转换装置，所述两面冷却的半导体组件的构成是，具有外侧的面为散热面的第1和第2散热金属，所述上下臂串联电路密封配置在所述第1和第2散热金属之间，同时还具有向外部突出的直流正极端子和直流负极端子以及交流端子。所述水路框体形成有由冷却水入口部到冷却水出口部的水路，在所述水路的上方设有一个开口，所述两面冷却的半导体组件通过所述一个开口，被自由插拔地配置在所述水路上。所述水路框体设有用来放置所述电容组件的另一开口，所述半导体组件用的所述一个开口被配置在所述电容组件用的所述另一开口的两侧面侧。所述半导体组件的所述第1和第2的散热金属具有叶片形状，该叶片形状在外表面上存在冷却水流通的凹部，所述半导体组件以嵌合状态被插入所述两侧面侧的所述一个开口中。

根据本发明，通过在作为下盖的水路框体上设置开口部，在该开口部上使半导体组件和电容组件大致排列在近似同一平面上，隔着电容组件使半导体组件群配置为三明治构造，就可以实现小型化，改善组装性，提高冷却效率，提高产品的可靠性。

## 附图说明

图1是表示混合动力汽车的控制框图。

图2是表示具备包含上下臂串联电路和控制部的变换器装置、由连接在变换器装置直流侧的电容组成的电力转换装置、电池和电动机发电机的车辆驱动用电机系统的电路构成图。

图3是表示将2个上下臂串联电路用于对电动机发电机进行各相交流输出的电力转换装置的电路构成图。

图4是表示本发明的实施方式的电力转换装置的整体构成的外观立体图。

图5是将本发明的实施方式的电力转换装置的整体构成进行分解的立体图。

图6是在本发明的实施方式的电力转换装置的整体构成中除去上盖的平面图。

图 7 是表示本发明的实施方式的电力转换装置中的半导体组件的配置构成的分解图，是从图 5 所示的电力转换装置的整体构成中除去上盖、控制基板、驱动器基板和交流连接器的图。

图 8 是对图 7 所示的分解图附设了交流连接器和直流连接器的半导体组件周围的电力系统立体图。

图 9 是图 8 所示的半导体组件周围的电力系统的分解图。

图 10 是从冷却水水流方向观察图 7 所示的半导体组件的配置构成的截面图。

图 11 是从本实施方式的电力转换装置的整体构成中除去上盖后从冷却水水流方向观察到的截面图。

图 12 是从上方观察本实施方式的半导体组件、电容组件和冷却水路的截面图。

图 13 是表示本发明的实施方式的电路转换装置中的半导体组件的整体构成的外观立体图。

图 14 是本实施方式的半导体组件的截面图，是图 13 所示的 A-A 的截面构造图。

图 15 是将本实施方式的半导体组件的整体构成进行分解的立体图。

图 16 是表示图 15 所示的 B-B 的截面构造图。

图 17 是表示本实施方式的半导体组件中的上下臂串联电路的内部配置构造的分解图。

图 18 是表示在本实施方式的半导体组件的散热片（A 侧）上配置的上下臂串联电路的配置构造图。

图 19 是表示配置在半导体组件上的散热片（A 侧）的各构成要素的接合关系图。

图 20 是表示配置在半导体组件上的散热片（B 侧）的各构成要素的接合关系图。

图 21 是表示本实施方式的半导体组件与电容组件之间的端子连接构造图。

图 22 是说明降低本实施方式的半导体组件与电容组件上的布线电感的构成上的配置图。

图 23 是说明降低本实施方式的半导体组件与电容组件上的布线电感的等价电路上的配置图。

图 24 是对于本实施方式的半导体组件的正极端子和负极端子的排列的另一构成例的示意图。

图 25 是表示本实施方式的水路构造和多个半导体组件的配置构造的一个构成例的功能说明图。

图 26 是表示本实施方式的水路构造和多个半导体组件的配置构造的另一个构成例的功能说明图。

图中：

10—混合动力电动汽车，12—前轮，14—前轮车轴，16—前轮侧 DEF，18—变速器，20—发动机，22—动力分配机构，23、24、25、26—齿轮，27、28、29、30—齿轮，36—电池，38—直流连接器，40、42—变换器装置，44—变换器电路，45—变换器电路 1，46—变换器电路 2，50—上下臂串联电路，50U1—变换器电路 1 的 U 相串联电路，50U2—变换器电路 2 的 U 相串联电路，50V1—变换器电路 1 的 V 相串联电路，50V2—变换器电路 2 的 V 相串联电路，50W1—变换器电路 1 的 W 相串联电路，50W2—变换器电路 2 的 W 相串联电路，

52—上臂的 IGBT，53—上臂的集电极，54—上臂的栅（基）极端子，55—上臂的信号用发射极端子，56—上臂的二极管，57—正极（P）端子，58—负极（N）端子，59—交流端子，62—下臂的 IGBT，63—下臂的集电极，64—下臂的栅极端子，65—下臂的信号用发射极端子，66—下臂的二极管，69—中间电极，70—控制部，72—控制电路（内置于控制基板 372 上），74—驱动器电路（内置于驱动器基板 386 上），76—信号线，80—检出部，82—信号线，86—交流电线（输出汇流排），88—交流连接器 1，89—交流连接器 2，90—电容（内置于电容组件 390 中），91—交流连接器部凸缘（flange），92、94—电动机发电机，

100—电力转换装置，112—上盖，122—交流连接器用定位部，123—交流连接器搭载部，124—上盖凸缘，142—下盖，144—水路盖，145—组件盖 1，146—组件盖 2，147—电容组件插入部，

212—水路框体, 214—水路框体的本体部, 224—水路框体的正面部, 226—正面部的入口水路, 227—正面部的折返水路, 228—正面部的出口水路, 236—背面部的折返水路, 237—半导体组件插入水路, 246—水路入口部, 248—水路出口部, 250、251、252、253—水流, 254、255、256、257—水流,

372—控制基板(内置控制电路), 373—控制 IC1, 374—控制 IC2, 386—驱动器基板, 387—驱动器 IC, 388—信号连接器, 390—电容组件, 391—交流汇流排 1, 392—交流汇流排 2, 490—水路形成体 1, 491—水路形成体 2,

500—半导体组件, 501—半导体组件固定部, 502—半导体组件定位部, 507—成型树脂, 508—侧盖, 512—顶盖, 513—顶盖的成型树脂填充部, 516—底盖, 517—底盖的嵌合部, 522—散热片(A 侧), 532—正极端子, 534—正极侧的导体板, 535—上下臂连接用导体板, 536、538、540、542、544—焊料层, 537—IGBT 芯片(上臂用), 539—二极管芯片(上臂用), 541—IGBT 芯片(下臂用), 543—二极管芯片(下臂用),

544—焊料层, 546—绝缘片(A 侧), 548—焊料层, 549—焊料层, 550—焊料层, 552—信号用端子(上臂用), 553—栅极端子(上臂用), 556—信号用端子(下臂用), 557—栅极端子(下臂用), 562—散热片(B 侧), 572—负极端子, 582—交流端子, 593—栅极线(上臂用), 596—绝缘片(B 侧), 597—栅极线(下臂用), 751—焊料接合部(IGBT 集电极侧), 752—焊料接合部(二极管阴极侧), 753—焊料接合部(IGBT 集电极侧), 754—焊料接合部(二极管阴极侧), 756—焊料接合部(IGBT 发射极侧), 757—焊料接合部(IGBT 发射极侧), 758—焊料接合部(二极管阳极侧), 759—焊料接合部(二极管阳极侧), 760—焊料接合部(上下臂连接用)。

## 具体实施方式

下面, 参照附图, 对本发明的实施方式的电力转换装置进行详细说明。首先, 第一步, 对本实施方式的电力转换装置中的、要改善改良的技术课题以及用来解决该技术课题的技术概要进行说明。

本发明的实施方式的电力转换方式作为符合现实要求的产品，在技术上考虑到如下观点，一个观点是小型化技术，也就是尽可能抑制转换电力增大所带来的电力转化装置变大的技术。另一个观点是与提高电力转换装置可靠性有关的技术。还有一个观点是与提高电力转换装置的生产率有关的技术。而且，本发明的实施方式的电力转换装置是根据并进一步综合综合上述三个观点生产出来的，以下列举各个观点上的电力转换装置的特征来进行概述。

#### (1) 与小型化技术有关的说明

本实施方式的电力转换方式具备一种构造，将逆变器的上下臂串联电路容纳在两侧具有冷却金属的半导体组件内部，将半导体组件插入并嵌合（采用插入（slot in）构造）在冷却水内，用冷却水冷却两侧的冷却金属。采用这一构造，冷却效率就会提高，半导体组件的小型化就可以实现。此外，作为具体构造就是，分别在两侧的冷却金属内侧设置绝缘部件，例如绝缘片或陶瓷板等绝缘板，将构成上下臂串联电路的上臂和下臂的半导体芯片，夹在固定在各绝缘部件上的导体金属之间。采用这一构造，在上臂和下臂的半导体的两个面与冷却金属之间，就会形成良好的热传导通路，使半导体组件的冷却效率大大提高。

此外，通过错开冷却水的流动方向，配置半导体组件的上臂的半导体芯片（IGBT 芯片和二极管芯片）和半导体组件的下臂的半导体芯片，同时，在与冷却水水流相同的水平面上，配置上臂的 IGBT 芯片和下臂的 IGBT 芯片，从而，叶片形状的冷却金属用于冷却上下臂串联电路的 IGBT 芯片的所占有的上下幅度，比二极管芯片的大，可以有效地冷却散热量更多的 IGBT 芯片。也就是说，为了冷却上下臂的 IGBT 芯片，冷却水的量相对于二极管芯片而言更为增加，使冷却效率大幅度提高。

上臂和下臂的半导体芯片的两个面，分别被连接在冷却金属内侧的导体金属（导体板）上，导体金属隔着绝缘部件固定在冷却金属上。绝缘部件的厚度很薄，例如，在陶瓷板的情况下是 350 $\mu$ 米以下。如果是绝缘片就会更薄，为 50 $\mu$ 米到 200 $\mu$ 米。这里，作为绝缘片，例如是被热压后的树脂片。由于导体金属是接近冷却金属设置的，所以流入导体金属的电流会产生涡流，流入冷却金属，涡流虽然产生热，但这些热会被很有效地传导到

冷却水中。

此外，涡流使半导体组件内的电感降低。电感的降低可以减少上臂和下臂的半导体芯片因开关动作带来的电压上跳，使可靠性提高。此外，电压上升得到抑制，可以提高上臂和下臂的半导体芯片的开关动作速度，缩短开关动作所耗费的时间，使开关动作所产生的热量降低。

另外，将电容组件和半导体组件容纳在大致相同的平面空间的水路框体中，且隔着电容组件，在其两侧配置半导体组件（采用三明治构造），就实现了小型化。还有，在电容组件的上方面，配置用来驱动半导体芯片的驱动器基板和用来控制半导体芯片的控制基板，就有效利用了电容组件的上方面，实现了小型化。

## （2）与提高可靠性有关的说明

如上所述，本实施方式的电力转换装置可以大幅度改善半导体组件的冷却效率，最终可以抑制半导体芯片的温度上升，使可靠性改善。

多个半导体组件是其间夹有电容组件的三明治构造。另外，从电容组件侧起，等间隔配置半导体组件的直流正极端子和直流负极端子，能够使这些直流端子与电容组件的正极端子和负极端子通过形状相同的DC汇流排连结起来，使半导体组件与电容组件之间的电感降低，使半导体组件内部配置构造带来的半导体组件的电感降低，减少因开关动作而导致的电压上跳，使可靠性提高。此外，电压上升得到抑制，可以提高半导体芯片的开关动作速度，减少因开关动作时间的缩短而引起的发热量，甚至抑制温度上升，使可靠性提高。

这样，将半导体组件的直流端子连接到电容组件的构造，甚至还有电容组件的端子构造为简单的构造，不仅使生产率提高，小型化实现，还使可靠性提高。

本电力转换装置大幅度提高了冷却效率，因而发动机的冷却水可以当作冷却水使用。因此，作为汽车，专用的冷却水系统就不需要了，汽车整体的可靠性会有很大改善。

本电力转换装置，形成了一种将容纳逆变器上下臂串联电路的半导体组件，从冷却水路上设置的开口插入并固定在水路内的构造。能够实行以下工序：分别检查在生产线上被分别制造的半导体组件和水路框体，其后



将半导体组件固定在水路框体上。这样，由于可以分开制造并检查作为电子部件的半导体组件和作为机械部件的水路框体，所以，生产率的提高是不言而喻的，可靠性也会提高。

此外，在半导体组件中，可以采取分别将必要的导体和半导体芯片固定在第1和第2散热金属上，然后使第1和第2散热金属一体化来制造半导体组件的方法。在分别确认第1和第2散热金属的制造状态之后，可以进行散热金属一体化的工序，不仅使生产效率提高，也使可靠性提高。

本电力转换装置中形成了如下构造：在上臂的半导体芯片的集电极面被固定在第1散热金属的情况下，下臂的半导体芯片的集电极面也被同样固定在第1散热金属上。上下臂的半导体芯片的集电极面与发射面为相同的方向。采取这种构造，生产效率就会提高，同时可靠性也会提高。

此外，还形成了上下臂的半导体芯片与上下臂的信号用端子和栅极端子被固定在同一散热金属上的构造。为此，可以将连接半导体芯片与信号用端子和栅极端子的引线接合(wire bonding)的连接工序集中在一个散热金属上，使检查等比较容易。这样，不仅使生产率提高，也使可靠性提高。

此外，由于在上述的水路框体的三明治构造的电容组件的各侧面上配置U相、V相、W相的半导体组件，会使冷却水路的U形转折减少，所以水路的压力损失就会降低，可以降低冷却水的源压力，减少冷却水的外漏，提高可靠性。再有，上述构造，是通过将电容组件配置在几乎在同一平面形成的冷却水路径中，并将水路框体的内壁与电容组件的外壁用热传导性材料(树脂、油脂(grease))热结合，来直接冷却电容组件的构造，不仅可以冷却半导体组件，也可以冷却电容组件，它们的动作稳定，对提高电力转换装置的可靠性很有帮助。

### (3) 与提高生产率有关的说明

在本实施方式的电力转换装置中，如上所述，由于可以分别制造半导体组件和冷却框体，然后进行将半导体组件固定在冷却框体上的工序，可以在电气系统的生产线上制造半导体组件。所以，生产率和可靠性就会提高。此外，由于电容组件也同样可以在其它制造工序中制造，然后固定在水路框体上，所以生产率也会提高。

此外，由于可以在水路框体上固定半导体组件和电容组件，然后进行

半导体组件和电容组件的端子连接，还可以确保将用来进行连接的焊接机械导入焊接部的空间，所以，生产率就会提高。此外，在这些连接工序中，由于半导体组件的端子被分别固定在半导体组件的散热金属上，端子焊接时的热被分别扩散到散热金属上，可以抑制对半导体芯片的不良影响，所以，最终生产率就会提高，可靠性就会提高。

此外，由于可以将上下臂的半导体芯片与上下臂的信号用端子和栅极端子固定在半导体组件的一个散热金属上，所以可以在一个散热金属的生产线上对上臂和下臂两方进行引线接合。因而生产率就会提高。

本实施方式的电力转换装置，可以采取：批量生产构造相同的半导体组件，并使用基于电力转换装置设计规格的、必要个数的半导体组件的方式，因此，设计出的半导体组件的批量生产就可以实现，生产率就会提高，同时，价格会降低，可靠性会提高。如上所述，本发明的实施方式的电力转换装置，是具备从上述三个技术观点出发的构造特征和效果的。下面，进行详细说明。

#### [本发明的实施方式]

接下来，针对本发明的实施方式的电力转换装置，参照附图，进行以下详细的说明。本发明的实施方式的电力转换装置，是可以应用在混合动力用汽车和纯电动汽车上的装置。利用图1和图2，作为代表例，对将本发明的实施方式的电力转换装置应用在混合动力汽车的控制构成和电力转换装置的电路构成进行说明。图1是表示混合动力汽车的控制框图。图2是表示具备电力转换装置、电池和电动机发电机的车辆驱动用电机系统的电路构成图。其中，电力转换装置是，由包含上下臂串联电路和控制部的变换器装置、和与变换器装置的直流侧连接的电容组成。

本发明的实施方式的电力转换装置，被应用在汽车搭载的车载电机系统的车载用电力转换装置，特别是被应用在车辆驱动用电机系统，以下以对搭载环境和动作环境等要求很高的车辆驱动用变换器装置为例进行说明。车辆驱动用变换器装置，作为控制驱动车辆驱动用电机的控制装置，被设置在车辆驱动用电机系统中，将构成车载电源的车载电池或车载发电装置所提供的直流电转换成规定的交流电，将得到的交流电供给车辆驱动用电机，控制车辆驱动用电机的驱动。此外，由于车辆驱动用电机也具有

发电机的功能，所以车辆驱动用变换器（inverter）装置也具有按照运转模式，将车辆驱动用电机发生的交流电转换成直流电的功能。转换后的直流电被提供给车载电池。

另外，本实施方式的构成也可以应用在车辆驱动用以外的变换器装置上，例如作为电动刹车装置或电动转向助力装置使用的变换器装置。但是还是用于车辆驱动才会达到最理想效果。此外，本实施方式的思路，也可以应用在 DC/DC 转换器和直流断路器等直流-直流电转换装置、或交流-直流电转换装置等其它车载用电力转换装置上。但是还是用于车辆驱动才会达到最理想效果。另外，本实施方式也可以应用在工业用电力转换装置上，作为驱动工厂设备的电机控制装置使用，或者应用在家用电力转换装置上，作为驱动家用太阳能发电系统或家电电器的电机控制装置使用。尽管如此，如上所述，还是用于车辆驱动才会达到最理想效果。

此外，以将具备应用本实施方式的车辆驱动用变换器装置的车辆驱动用电机系统，搭载在混合动力汽车的情况为例进行说明。该混合动力汽车如下构成：将作为内燃机的发动机和车辆驱动用电机作为驱动源，驱动前后轮的任何一方。此外，作为混合动力汽车，也有用发动机驱动前后轮中的一方，用车辆驱动用电机驱动前后轮中的另一方的。本实施方式可以应用在任何一种混合动力汽车上。另外，如上所述，本实施方式也可以应用在燃料电池汽车等纯电动汽车上。对于纯电动汽车，以下说明的电力转换装置也起到大致相同的作用，取得的效果大致相同。

在图 1 中，混合动力电动汽车（下记为“HEV”）10 是一个电动汽车，具备 2 个车辆驱动用系统。其中一个是以内燃机的发动机 20 为动力源的发动机系统，发动机系统主要作为 HEV 驱动源使用。另一个是以电动机发电机 92、94 为动力源的车载电机系统，车载电机系统主要作为 HEV 的驱动源和 HEV 的电力发生源使用。电动机发电机 92、94 是例如永久磁铁同步电机，由于它是按照运转方法的不同，既以电动机工作，也以发电机工作，所以这里规定：记为电动机发电机。

在车体的前部，前轮车轴 14 被可旋转地轴支撑。前轮车轴 14 的两端设有一对前轮 12。在车体的后部，后轮车轴（图示省略）被可旋转地轴支撑。后轮车轴的两端设有一对后轮。在本实施方式的 HEV 中，采用了所

谓前轮驱动方式，即将动力驱动的主轮设为前轮 12，将带动旋转的从动轮设为后轮。也可以采用与其相反的所谓后轮驱动方式。

前轮车轴 14 的中央部设有前轮侧差速齿轮（下记为“前轮侧 DEF”）16。前轮车轴 14 与前轮侧 DEF16 的输出侧机械连接。前轮侧 DEF16 的输入侧与变速器 18 的输出轴机械连接。前轮侧 DEF16 是一种差动式动力分配机构，将由变速器 18 变速后传递的旋转驱动力分配给左右前轮车轴 14。变速器 18 的输入侧与电动机发电机 92 的输出侧机械连接。电动机发电机 92 的输入侧通过动力分配机构 22，与发动机 20 的输出侧和电动机发电机 94 的输出侧机械连接。另外，电动机发电机 92、94 和动力分配机构 22 被收纳在变速器 18 的框体内部。

动力分配机构 22 是由齿轮 23~30 构成的差动机构。齿轮 25~28 是伞齿轮。齿轮 23、24、29、30 是平齿轮。电动机发电机 92 的动力直接被传至变速器 18。电动机发电机 92 的轴与齿轮 29 为同轴。通过这种构成，在不对电动机发电机 92 提供驱动电力的情况下，被传至齿轮 29 的动力会原样传至变速器 18 的输入侧。

当齿轮 23 因发动机 20 的动作而被驱动时，发动机 20 的动力会从齿轮 23 传至齿轮 24，然后从齿轮 24 传至齿轮 26 和 28，然后再从齿轮 26 和 28 传至齿轮 30，最终传至齿轮 29。当齿轮 25 因电动机发电机 94 的动作而被驱动时，电动机发电机 94 的旋转就会从齿轮 25 传至齿轮 26 和齿轮 28，然后从齿轮 26 和 28 传至齿轮 30，最终传至齿轮 29。另外，作为动力分配机构 22，也可以使用行星齿轮机构等其它机构来取代上述的差动机构。

电动机发电机 92、94，是在转子上设置永久磁铁的同步机，由于提供给定子的电枢绕组的交流电被变换器装置 40、42 控制，所以电动机发电机 92、94 的驱动受到控制。变换器装置 40、42 与电池 36 电连接，电池 36 与变换器装置 40、42 之间，可以相互交换电力。

本实施方式中，具备 2 个电动发电单元：由电动机发电机 92 和变换器装置 40 组成的第 1 电动发电单元；和由电动机发电机 94 和变换器装置 42 组成的第 2 电动发电单元，按照运转状态将它们区别使用。也就是说，在利用发动机 20 的动力驱动车辆的情况下，如果是辅助车辆的驱动转矩，

将第 2 电动发电单元作为发电单元，利用发动机 20 的动力使其工作并发电，利用该发电所得的电力，使第 1 电动发电单元作为电动单元工作。此外，在同样情况下，如果是辅助车辆的车速，就将第 1 电动发电单元作为发电单元，利用发动机 20 的动力使其工作并发电，利用该发电所得的电力，使第 2 电动发电单元作为电动单元工作。

此外，在本实施方式中，通过利用电池 36 的电力使第 1 电动发电单元作为电动单元工作，就可以仅使用电动机发电机 92 的动力来驱动车辆。另外，在本实施方式中，利用发动机 20 的动力或车轮的动力使第 1 电动发电单元或第 2 电动发电单元作为发电单元工作并发电，就可以使电池 36 充电。

下面，利用图 2，对变换器装置 40、42 的电路构成进行说明。另外，虽然图 1～图 2 所示的实施方式是以独立构成变换器装置 40、42 的情况为例说明的，但也可以像后面参照图 7 等记述的那样，将变换器装置 40、42 容纳在一个装置内。对于变换器装置 40、42，由于它们的构成相同，作用相同，功能相同，所以，在此就以变换器装置 40 为例进行说明。

本实施方式的电力转换方式 100，具备：变换器装置 40、电容 90、直流连接器 38 和交流连接器 88。变换器装置 40 具有变换器（inverter）电路 44 和控制部 70。此外，变换器电路 44 的构成是，具有多个由作为上臂动作的 IGBT52（绝缘栅型双极晶体管）和二极管 56、以及作为下臂动作的 IGBT62 和二极管 66 组成的上下臂串联电路 50（在图 2 的例子中是 3 个上下臂串联电路 50、50、50），交流电线 86 从各个上下臂串联电路 50 的中点部分（中间电极 69）起通过交流端子 59（参照图 3）引出到电动机发电机 92。此外，控制部 70 具有：驱动控制变换器电路 44 的驱动器电路（内置于驱动器基板）74；和通过信号线 76 向驱动器电路 74 提供控制信号的控制电路 72（内置于控制基板）。

上臂和下臂的 IGBT52、62，是开关用功率半导体元件，在接收控制部 70 输出的驱动信号之后动作，将电池 36 提供的直流电转换成三相交流电。该被转换的电力，被提供至电动机发电机 92 的电枢绕组。如上所述，它也可以将电动机发电机 92 发生的三相交流电转换成直流电。

本实施方式的电力转换装置 100，由三相电桥电路构成，通过三个相

的上下臂串联电路 50、50、50 分别在电池 36 的正极侧与负极侧之间并列电连接而构成。这里，上下臂串联电路 50 被称作臂，包括：上臂侧的开关用功率半导体元件 52 和二极管 56 以及下臂侧的开关用功率半导体元件 62 和二极管 66。

本实施方式中，示出了将 IGBT（绝缘栅型双极晶体管）52、62 作为开关用功率半导体元件使用的例子。IGBT52、62 包括：集电极 53、63、发射极、栅极（栅极端子 54、64）、信号用发射极（信号用发射级端子 55、65）。如图所示，二极管 56、66 被电连接在 IGBT52、62 的集电极 53、63 与发射极之间。二极管 56、66 具备 2 个电极：阴极和阳极。为了使从 IGBT52、62 的发射极向集电极的方向为正向，阴极与 IGBT52、62 的集电极电连接，阳极与 IGBT52、62 的发射极电连接。

作为开关用功率半导体元件，也可以使用 MOSFET（金属氧化物半导体型场效应晶体管）。MOSFET 具备三个电极：漏极、源极、栅极。另外，由于 MOSFET 在源极与漏极之间具备从漏极到源极的方向是正向的寄生二极管，所以无需像 IGBT 那样另外设置二极管。

对应电动机发电机 92 的电枢绕组的各相绕组，设置了 3 个相的上下臂串联电路 50。3 个上下臂串联电路 50、50、50，通过连接 IGBT52 的发射极和 IGBT62 的集电极 63 的中间电极 69、交流端子 59，分别形成通往电动机发电机 92 的 U 相、V 相、W 相。上下臂串联电路彼此，被并列电连接。上臂的 IGBT52 的集电极 53 通过正极端子（P 端子）57，与电容 90 的正极侧的电容电极电连接，下臂的 IGBT62 的发射极通过负极端子（N 端子）58，与电容 90 的负极侧的电容电极电连接。相当于各臂的中点部分（上臂的 IGBT52 的发射极与下臂的 IGBT62 的集电极的连接部分）的中间电极 69，通过交流连接器 88，与电动机发电机 92 的电枢绕组所对应的相绕组电连接。以后将进行具体记述，在本实施方式中，由上下臂组成的 1 个上下臂串联电路 50 是半导体组件的主要电路构成要素。

电容 90 是用来构成平滑电路的结构，抑制因 IGBT52、62 的开关动作而产生的直流电压的变动。电容 90 的正极侧的电容电极通过直流连接器 38 与电池 36 的正极侧电连接，电容 90 的负极侧的电容电极通过直流连接器 38 与电池 36 的负极侧电连接。由此，电容 90 就被连接在上臂 IGBT52

的集电极 53 与电池 36 的正极侧之间，与下臂 IGBT62 的发射极与电池 36 的负极侧之间，相对于电池 36 和上下臂串联电路 50，被并列电连接。

控制部 70 是用来使 IGBT52、62 工作的部分，它具备：控制电路 72（内置于控制基板），根据其它控制装置和传感器等的输入信息，生成用于控制 IGBT52、62 的开关定时的定时信号；和驱动器电路（内置于驱动器基板）74，根据控制电路 72 输出的定时信号，生成使 IGBT52、62 进行开关动作的驱动信号。

控制电路 72，具备用来对 IGBT52、62 的开关定时进行运算处理的微型计算机（下称为“微机”）。作为输入信息，微机被输入针对电动机发电机 92 要求的目标转矩值、从上下臂串联电路 50 向电动机发电机 92 的电枢绕组供给的电流值、和电动机发电机 92 的转子的磁极位置。目标转矩值是基于未图示的上位控制装置输出的指定信号的值。电流值是根据电流传感器 80 输出的检出信号而检出的值。磁极位置是根据电动机发电机 92 上设置的旋转磁极传感器（未图示）输出的检出信号而检出的值。本实施方式虽然是以检测 3 个相的电流值的情况为例来说明，但也可以检测 2 个相的电流值。

控制电路 72 内的微机，根据目标转矩值，对电动机发电机 92 的 d、q 轴的电流指令值进行运算，根据该运算得到的 d、q 轴的电流指令值与检测到的 d、q 轴的电流值的差值，运算 d、q 轴的电压指令值，根据检出的磁极位置，将该运算的 d、q 轴的电压指令值转换成 U 相、V 相、W 相的电压指令值。然后，微机对基于 U 相、V 相、W 相的电压指令值的基本波（正弦波）与载波（三角波）进行比较，据此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，向驱动器电路 74 输出。对于驱动器电路 74，微机对应各相的上下臂输出 6 个 PWM 信号。作为微机输出的定时信号，也可以使用矩形波信号等其它信号。

驱动器电路 74，由集成多个电子线路器件于 1 的集成电路、也就是所谓的驱动器 IC 构成。本实施方式中，是以如下情况为例进行说明的，即对各相的上下臂分别设置 1 个 IC（1 臂 in 1 组件：1 in 1）。但是，也可以对应各臂分别设置 1 个 IC（2 in 1），或者对应所有臂设置 1 个 IC（6 in 1）。驱动器电路 74 在驱动下臂的情况下，放大 PWM 信号，将其作为驱动信

号输出到对应的下臂的 IGBT62 的栅极；在驱动上臂的情况下，会使 PWM 信号的基准电位水平移至上臂的基准电位水平，然后放大 PWM 信号，将其作为驱动信号输出到对应的上臂 IGBT52 的栅极。由此，各 IGBT52、62，会根据输入的驱动信号，进行开关动作。

此外，控制部 70 进行异常检测（过电流、过电压、过温度等），保护上下臂串联电路 50。因此，传感器信息被输入控制部 70。例如，流入各 IGBT52、62 的发射极的电流的信息，被从各臂的信号用发射极端子 55、65 输入对应的驱动部（IC）。这样，各驱动部 IC 就会进行过电流检测，在检测到过电流的情况下，停止对应的 IGBT52、62 的开关动作，保护对应的 IGBT52、62 不受过电流干扰。从设在上下臂串联电路 50 的温度传感器（未图示），往微机输入上下臂串联电路 50 的温度信息。此外，上下臂串联电路 50 的直流正极侧的电压信息被输入微机。

微机根据这些信息进行过温度检测和过电压检测，在检测到过温度或过电压的情况下，就停止所有的 IGBT52、62 的开关动作，保护上下臂串联电路 50（甚至包含该电路 50 的半导体组件）不受过温度或过电压干扰。

在图 2 中，上下臂串联电路 50 是上臂的 IGBT52 和上臂的二极管 56 以及下臂的 IGBT62 和下臂的二极管 66 的串联电路，IGBT52、62 是开关用半导体元件。变换器电路 44 的上下臂的 IGBT52、62 的导通和截断动作被按照一定顺序切换，在执行该切换时，电动机发电机 92 的定子绕组的电流，流过二极管 56、66 构成的电路。

如图所示，上下臂串联电路 50 具备：Positive 端子（P 端子、正极端子）57、Negative 端子（N 端子 58、负极端子）、来自上下臂的中间电极 69 的交流端子 59（参照图 3）、上下臂的信号用端子（信号用发射极端子）55、上臂的栅（基）极端子 54、下臂的信号用端子（信号用发射极端子）65、和下臂的栅（基）极端子 64。此外，电力转换装置 100，在输入侧具有直流连接器 38，在输出侧具有交流连接器 88，通过各个连接器 38 和 88，电池 36 与电动机发电机 92 被连接。

图 3 中，作为发生向电动机发电机输出的三相交流的各相的输出的电路，表示在各相使用 2 个上下臂串联电路的电力转换装置的电路构成图。当电动机发电机的容量增大时，由电力转换装置转换的电力量就会增大，



流过变换器电路 44 的各相的上下臂串联电路的电流值就会增大。虽然可以通过增大上下臂的电容量，应对转换电力的增大，但优选增大变换器电路（模块化的电路）的生产量。在图 3 中，通过增加标准化生产的变换器电路（组件）的使用个数，来应对转换的电力量的增大。

进一步说明就是，图 2 所示的变换器电路 44 是由 3 个上下臂串联电路 50、50、50 组成，形成了去往电动机发电机 92 的 U 相、V 相、W 相。与其相对，图 3 是设置 2 个结构与图 2 所示的变换器电路 44 相同的变换器电路（变换器电路 1（45）和变换器电路 2（46）），并联链接这些变换器电路 45 和 46，来应对控制对象的电动机发电机 92 的容量增加。也就是说，图 3 所示的结构是，对应图 2 所示的 U 相的上下臂串联电路 50，设置 50U1 和 50U2，同样，对应 V 相设置 50V1 和 50V2，对应 W 相设置 50W1 和 50W2。另外，图 3 所示的变换器电路 1 和变换器电路 2 的交流电线 86，在以下的附图中，在构造上表记为交流汇流排 1（391）和交流汇流排 2（392）。

下面，针对本发明的实施方式的电力转换装置的整体构成，对其概要进行说明。图 4 是表示本发明的实施方式的电力转换装置的整体构成的外观立体图。图 5 是表示将本发明的实施方式的电力转换装置的整体构成进行分解的立体图。图 6 是在本发明的实施方式的电力转换装置的整体构成中，除去上盖的平面图。

图 4~图 6 示出了电路由图 3 所示的变换器电路 1（45）和变换器电路 2（46）构成的本实施方式的电力转换装置的例子。38 表示直流连接器，88 表示交流连接器 1（与图 3 所示的变换器电路 1 的交流电线 86 连接），89 表示交流连接器 2（与图 3 所示的变换器电路 2 的交流电线 86 连接的电力转换装置的连接器），91 表示交流连接器部凸缘，100 表示电力转换装置，112 表示上盖，122 表示交流连接器用定位部，124 表示上盖凸缘，142 表示下盖，144 表示水路盖，145 表示组件盖 1，146 表示组件盖 2，246 表示水路入口部，248 表示水路出口部，372 表示控制基板（内置控制电路），373 表示控制 IC1，374 表示控制 IC2，386 表示驱动器基板，387 表示控制器 IC，388 表示信号连接器，391 表示交流汇流排 1（图 3 所示的变换器电路 1 的交流电线 86），392 表示交流汇流排 2（图 3 所

示的变换器电路 2 的交流电线 86)。

对于图 4~图 6 所示的本发明的实施方式的电力装换转置 100 的整体构成中,作为对外部电连接的构造,具备以下各部:与电池 36(参照图 2)连接的直流连接器 38;以及与电动机发电机 92(参照图 2)连接的交流连接器 1(88)和交流连接器 2(89)。作为外观构造,具备上盖 112 和下盖 142。另外,还具备用来冷却包含上下臂串联电路 50 的半导体组件和电容组件的水路入口部 246 和水路出口部 248。

此外,对于覆盖包含图 3 所示的 U1 相、V1 相、W1 相的各个上下臂串联电路的各半导体组件上方的组件盖 1(145),和覆盖包含图 3 所示的 U2 相、V2 相、W2 相的各个上下臂串联电路的各半导体组件上方的组件盖 2(146),在它们与上盖 112 之间,形成了驱动器基板 386 和控制基板 372 的叠层构造(参照图 5)。而且,控制基板 372 上搭载了控制 IC1(373)和控制 IC2(374),驱动器基板 386 上搭载了驱动器基板 387。此外,在驱动器基板 386 的下方部配置了 3 个相的交流汇流排 1(391)和交流汇流排 2(392)。另外,在包含水路入口部 246 和出口部 248 的形成为水平状的水路空间中,形成了装填包含上下臂串联电路 50 和散热片的半导体组件来冷却的构造,后面将进行记述。

接下来,针对本发明的实施方式的电力转换装置中的半导体组件 500,参照图 13、图 14、图 15 和图 16,进行以下说明。图 13 表示本发明的实施方式的电力转换装置的半导体组件的整体构成的外观立体图。图 14 是与本实施方式有关的半导体组件的截面图,它是图 13 所示的 A-A 线的截面构造图。图 15 是将与本实施方式有关的半导体组件的整体构成进行分解的立体图。图 16 是表示图 15 所示的 B-B 线的截面构造图。

在图 13~图 16 中,本发明的实施方式的电力转换装置的半导体组件 500 具备:作为一侧的散热片(A 侧)522(另外,所谓散热片不是只对凸凹的叶片状部分的称呼,而是对散热金属整体的称呼);作为另一侧的散热片(B 侧)562;夹在两个散热片 522、562 之间的上下臂串联电路 50;包含上下臂串联电路的正极端子 532 和负极端子 572 以及交流端子 582 的各种端子;顶盖 512;底盖 516 和侧盖 508。如图 14 和 15 所示,隔着绝缘片被分别固定在散热片(A 侧)522 和散热片(B 侧)562 上的导体板

上的上下臂串联电路（其制造方法后述）被夹在散热片（A侧）522和散热片（B侧）562之间。在这种状态下，安装底盖516、顶盖512、侧盖508，从顶盖512侧向两个散热片522、562之间填充成型树脂，作为一体化构造形成半导体组件500。

半导体组件500，作为外观如图13所示，形成有面向（插入）冷却水路的散热片（A侧）522和散热片（B侧），构造为：上下臂串联电路50的正极端子532（相当于图2和图3的P端子57）、负极端子572（相当于图2和图3的N端子58）、交流端子582（相当于图3的交流端子59）、信号用端子（上臂用）552、栅极端子（上臂用）553、信号用端子（下臂用）556、栅极端子（下臂用）557从顶盖512突出。

半导体组件500的外观形状大致为长方体形，散热片（A侧）522和散热片（B侧）562的面积较大，当设散热片（B侧）562的面为前面、设散热片（A侧）为后面（如图13的图示例所示）时，作为有侧盖508的一侧和及其相反侧的两个侧面、还有底面和上面，比上述的前面或后面窄。由于半导体组件的基本形状大致为长方体形，散热片（B侧）和（A侧）是方形，所以容易进行切削加工。此外，由于半导体组件具有在生产线上不易滚动的形状，所以会使生产率显著提高。另外，由于散热面积相对于整体体积可以取得较大的比例，所以会使冷却效果提高。

此外，在本实施方式中，散热片（A侧）522或散热片（B侧）562，其中用来夹持半导体芯片并保持半导体组件内部导体的金属板、和用来进行散热的叶片是使用同一金属制作的。这一构造显著提高了散热效率。但是，虽然会使散热效率略有降低，但分别形成夹持半导体芯片并保持半导体组件内部导体的金属板和散热片，然后贴合在一起的构造，也可以使用。

此外，在作为大致为长方体状的较窄一方的一个面的上面，集中了正极端子532（相当于图3的P端子57）、负极端子572（相当于图3的N端子58）、交流端子582（相当于图3的交流端子59）、信号用端子（上臂用）552、栅极端子（上臂用）553、信号用端子（下臂用）556、和栅极端子（下臂用）557。这种结构的优点是，容易将半导体组件500插入水路框体。另外，在正极端子532与负极端子572之间，设置了确保这些端子间绝缘的孔583。该孔583穿透了形成在正极端子532与负极端子572

之间的成型树脂 507。而且，设于电容组件 390 的正极端子与负极端子之间的电容组件附设的端子绝缘部，被插入孔 583（参照图 21 在后文说明）。因此，孔 583 具有使端子间绝缘和定位的双重功效。

此外，如图 13 所示，在外形上，设有这类端子的上面被制作得比底面侧大。这样做，就可以在半导体组件在生产线上移动时保护最易受损的端子部。也就是说，将顶盖 512 的外形制作得比底盖 516 的外形大，除了能使后述的冷却水路开口具有显著的密封性以外，还具有以下效果：可以在制造和搬运半导体组件时、或往水路框体安装时，保护半导体组件的端子。

根据图 13 所示的端子配置，对于正极端子 532 和负极端子 572 而言，它们各自的截面为长方形的板状形状，其前端部为梳齿形状。另外，从散热片（B 侧）562 看去，它们被左右等间距地配置，并且接近半导体组件的一个侧面。如图 13 和 14 所示，各端子 532、572 中，作为到其前端为梳齿形状的构造，臂的导体板首先被沿垂直方向延展（竖立），然后被沿水平方向延设（被弯曲成直角），形成梳齿形状。也就是说，正极端子 532 和负极端子 572 具有弯曲部，那些梳齿形状被沿着散热片 522（A 侧）排列。另外，虽然图 13 和图 14 示出的端子 532、572 具有弯曲部，但后面表示的图 15～图 20 示出的是端子 532、572 没有弯曲部，而是直板（straight）形状。图 13 的端子是示出焊接作业、内部铸型、壳体粘接（接合）的工序已结束，最后的弯曲加工也已进行完的状态。也就是说，图 15～图 20 的直板形状是弯曲加工前的状态。最后进行弯曲加工的理由是，为了在进行弯曲作业时不对内部导体和焊接部施加外力，此外就是，如果先进行弯曲，就不易安装顶盖 512。

详细内容将在以后记述，由于电容组件 390 被配置在散热片（B 侧）562 对面，所以，电容组件的正极端子和负极端子，可以使用相互等长的 DC 汇流排，与半导体组件的正极端子 532 和负极端子 572 连接，这样，布线就会变得容易。此外，由于正极端子 532 和负极端子 572 的连接端和交流端子 582 的连接端，分别错开地配置在半导体组件的前后方向（连接半导体组件两个侧面的方向）上，所以，容易确保在电力转换装置的生产线上操作的空间，可以使用器具进行正极端子 532 和负极端子 572 的连接

端与其它部件之间的连接，以及进行交流端子 582 的连接端与其它部件之间的连接，使生产率显著提高。

对于汽车用电力转换装置，温度有可能低至负 30 度以下，甚至接近负 40 度。另一方面，也有可能高达 100 度以上，甚至接近 150 度。所以，搭载在汽车上的电力转换装置就需要充分考虑使用温度范围扩大所带来的热膨胀变化。此外，汽车用电力转换装置也经常在振动环境中使用。以图 13~图 16 说明的半导体组件 500，具有用两个散热金属夹持半导体芯片的构造。本实施方式作为散热金属的一例使用的是一种金属板，其具备散热功能显著的散热片，本实施方式作为散热片 522 (A 侧) 和散热片 562 (B 侧) 进行说明。

上述的夹持半导体芯片的构造中，具备用顶盖 512 和底盖 516 固定上述 2 个散热金属的构造，特别具备顶盖 512 和底盖 516 将 2 个散热金属从其外侧夹持并固定的构造。具体讲就是，可以是底盖 516 的嵌合部 517 嵌合 2 个散热金属 522、562 的突起凸部的构造。此外，对于顶盖 512 也可以使用相同的嵌合构造。通过这种构造，可以防止 2 个散热金属间因振动或热膨胀而在相互排斥的方向产生较大的力。可以得到可靠性较高的电力转换装置，即便长期搭载在汽车上，也不会出现故障。

另外，本实施方式中，除了 2 个散热金属，还采取了包含侧盖在内用顶盖 512 和底盖 516 从外周侧夹持它们来固定的构造。这样，可靠性就会进一步提高。

半导体组件构成为：通过作为一侧壳体 (case) 的顶盖 (top case) 512 的内部的孔，使正极端子 532、负极端子 572、交流端子 582、信号用端子 552 和 556、栅极端子 553 和 557 向外部突出，用成型树脂 507 来密封该孔。作为顶盖 512，是使用了高强度的材质。此外，对于 2 个散热金属，是考虑其热膨胀系数，用热膨胀系数接近的材料、例如金属材料制成的。成型 (mold) 树脂 507 的作用是：吸收壳体 512 热膨胀变化而产生的应力，降低对上述端子施加的应力。这样，本实施方式的电力转换装置就会具有较高的可靠性，即便是在如上所述的温度变化范围较大的状态下亦或是在总被施加振动的状态下，都可以使用。

图 17 是表示本实施方式的半导体组件的上下臂串联电路的内部配置

构造的分解图。在图 17 中，本实施方式的半导体组件，以散热金属板为基础材料，例如就是作为具有叶片构造的金属板的散热片（A 侧）522 和散热片（B 侧）562，在它们各自的内侧，通过真空压接，将绝缘片（A 侧）546 和绝缘片（B 侧）596 紧固。然后，将正极侧的导体板 534 和上下臂连接用导体板 535 紧固在绝缘片（A 侧）546 上（参照图 19）。进一步，将负极侧导体板 574 和交流端子侧的导体板 584 紧固在绝缘片（B 侧）596 上，同时将下臂用信号用端子 556 连接在负极侧的导体板 574 上，将上臂用信号用端子 552 连接在交流端子侧的导体板 584 上（参照图 20）。

绝缘片（A 侧）546 和绝缘片（B 侧）596，具有绝缘部件的功能，使构成变换器电路的上下臂串联电路的半导体芯片或导体与散热片（A 侧）522 和散热片（B 侧）562 电绝缘，同时它们还具有形成热传导路径的功能，将半导体芯片等发生的热量传导至散热片（A 侧）522 和散热片（B 侧）562。作为绝缘部件，既可以是树脂制的绝缘片或绝缘板，也可以是陶瓷基板。例如在陶瓷基板的情况下，优选绝缘部件的厚度为 350 $\mu$ 米以下，在绝缘片的情况下，优选厚度为更薄的 50 $\mu$ 米至 200 $\mu$ 米。但是，从降低电感的方面看，绝缘部件较薄的一方更具效果，所以树脂制绝缘片的特性比陶瓷基板更为突出。

接下来，在散热片（A 侧）522 的正极侧的导体板 534 上，以上下方向排列并焊接固定上臂用 IGBT 芯片 537 和上臂用二极管芯片 539。同样，在散热片（A 侧）522 的上下臂连接用导体板 535 上，以上下方向排列并焊接固定下臂用 IGBT 芯片 541 和下臂用二极管芯片 543。这里，如果要在上下方向上比较 IGBT 芯片与二极管芯片的大小的话就是，IGBT 芯片的尺寸要远大于二极管芯片。这样，对于通过散热片 522 的冷却水，如果考虑 IGBT 芯片和二极管芯片所占有的水路占有率，那么上臂用 IGBT 芯片 537 占有的水路占有率要远比上臂用二极管芯片 539 大，因而散热量比二极管芯片多得多的 IGBT 芯片的散热就会得到促进，半导体组件的整体散热效率就会提高。下臂用芯片 541、543 与上臂用芯片同样，也可以实现这样的散热效率的提高。

另外，图 18~图 20 的详细说明将在后面记述，连结上臂的发射极和下臂的集电极的上下臂连接用焊接接合部 555 与下臂用芯片 541、543 同

样，被形成在散热片（A 侧）522 的导体板 535 上（参照图 18 和图 19），接合部 555 经焊料层 544 和导体板 584 与交流端子 582（相当于图 3 的交流端子 59）连接，构成上下臂串联电路的中间电极 69（参照图 2）。此外，形成以下构造：通过引线接合 593、596，被焊接在散热片（A 侧）522 的导体板上的上臂的 IGBT537 的栅极与栅极端子（上臂用）553 的信号用导体之间、以及下臂的 IGBT541 的栅极与栅极端子（下臂用）557 的栅极用导体之间被分别连接。

另一方面，如图 17 和图 20 所示，负极端子 572 的负极侧导体板 574、交流端子 582 的交流端子侧导体板 584、以及信号用端子（上臂用）552 和信号用端子（下臂用）556 的各自的导体板，被紧固在散热片（B 侧）562 的绝缘片（B 侧）596 上。在负极侧的导体板 574 上，设有连接下臂 IGBT 芯片 541 的发射极侧的焊接接合部 757；和连接下臂的二极管芯片 543 的阳极侧的焊接接合部 759。在交流端子侧的导体板 584 上，设有连接上臂 IGBT 芯片 537 的发射极侧的焊接接合部 756 和连接上臂的二极管芯片 543 的阳极侧的焊接接合部 758。负极端子 572（相当于图 2 所示的负极端子 58），通过导体板 574、焊接接合部 757 和 759、焊料层 540 和 542，与下臂的 IGBT 芯片 541 和下臂的二极管芯片 543 连接结合。此外，正极端子 532 通过导体板 534、焊接接合部 751 和 752、焊料层 547 和 548 与上臂的 IGBT 芯片 537 和上臂的二极管芯片 543 连接结合。此外，交流端子 582，通过导体板 584、连接在上臂 IGBT 芯片的发射极侧的上下臂连接用焊接接合部 560、焊料层 544、上下臂连接用焊接接合部 555、导体板 535，与下臂用 IGBT 芯片 541 连接结合。上臂用信号用端子 552（相当于图 2 所示的信号用端子 55）和下臂用信号用端子 556（相当于图 2 所示的信号用端子 65）的各个导体板，与上臂 IGBT 芯片 537 和下臂 IGBT 芯片 541 的各自的发射极侧结合。通过上述的半导体组件的配置构造，图 2 所示的上下臂串联电路 50 的电路构成就形成了。

如图 17 所示，可以利用一侧的散热片（A 侧）522 实施如下的连接作业：将构成上臂和下臂的两方半导体芯片在上下方向上配置固定在作为散热片一方的散热片（A 侧）522 上，然后将上臂用栅极端子 553 和下臂用栅极端子 557 设置在散热片（A 侧）522 上，进行引线接合等。因此，可

以实现制造工序中的作业集中，提高生产率和可靠性。此外，在用于汽车那样的振动较大的环境中时，由于要布线的对象半导体芯片和端子会被固定在同一散热片上，所以耐振性就会提高。

如上所述，使散热片（A侧）522和散热片（B侧）562像图17那样相对而置，与分别连接散热片（B侧）562的负极端子572、交流端子582、上臂用信号用端子552和下臂用信号用端子556的导体板面对面进行焊接，使散热片（A侧）522的IGBT芯片537、541与二极管芯片539、543之间的电极像图2所示的电路构成那样连接。再有，如图15所示，底盖（bottom case）516、顶盖（top case）512和侧盖（side case）508被粘结剂粘结在形成为一体构造的散热片（A侧）522和散热片（B侧）562上。然后，从顶盖的孔513（参照图15）向内部填充成型树脂，形成半导体组件500。

接下来，参照图18～图20，对本实施方式的半导体组件500中，夹在2个散热片522、562之间的上下臂串联电路（作为例示，就是2臂in1组件构造）的形成方法和具体构造，进行大致说明。图18是表示本实施方式的半导体组件的配置在散热片（A侧）上的上下臂串联电路的配置构造图。图19是表示半导体组件上的配置在散热片（A侧）上的各构成要素的接合关系的图。图20是半导体组件上的配置在散热片（B侧）上的各构成要素的接合关系的图。

对制造本实施方式的半导体组件的基本处理进行表示。以散热金属板为基础材料，例如在本实施方式中就是以作为具备叶片构造的金属板的散热片（A侧）522和散热片（B侧）562为基础材料，在它们各自的内侧，通过真空压接，将作为高热传导树脂层的绝缘片（A侧）546和绝缘片（B侧）596紧固，在绝缘片546（A侧）上紧固正极侧的导体板534和导体板535，在绝缘片596（B侧）上紧固负极侧的导体板574和交流端子用导体板584。图19表示导体板534、535往散热片（A侧）522和绝缘片（A侧）546上紧固在状况，图20表示导体板574、584往散热片（B侧）562和绝缘片（B侧）596上紧固的状况。

然后，在绝缘片546（A侧）上紧固栅极端子（上臂用）553的栅极用导体和栅极端子（下臂用）557的栅极用导体559。在绝缘片596（B侧）



上紧固信号用端子（上臂用）552 的信号用导体和信号用端子（下臂用）556 的信号用导体。它们的配置关系如图 19、图 20 所示。

接下来，对应于设在散热片（A 侧）522 侧的正极侧的导体板 534、上下臂连接用导体板 535 上的接合部 751、752、753、754，隔着焊料层 547、548、549、550，焊接 IGBT 芯片 537（上臂用）、二极管芯片 539（上臂用）、IGBT 芯片 541（下臂用）、二极管芯片 543（下臂用）。这时，正极侧的导体板 534 和导体板 535 在相互绝缘的状态下被设置，并将 IGBT 芯片和二极管芯片焊接在各个导体板 534、535 上。再有，如图 2 所示，用来连结上臂的发射极和下臂的集电极的焊接部 555 与芯片 541、543 同样，被焊接在导体板 535 上，上下臂连接用焊接接合部 555（参照图 19）通过上下臂连接用焊接接合部 560（参照图 20）与交流端子用导体板 584 触接，由此，构成上下臂的中间电极 69（参照图 2）。

接下来，采用栅极引线（上臂用）593，在散热片（A 侧）522 的导体片 534 上，进行被焊接的上臂的 IGBT537 的栅极与栅极端子（上臂用）553 的栅极用导体之间的引线连接（参照图 17）。同样，采用栅极引线（下臂用）597，在散热片（A 侧）522 的导体片 535 上，进行被焊接的下臂的 IGBT541 的栅极与栅极端子（下臂用）557 的栅极用导体之间的引线连接。

如图 18 所示，将构成上臂和下臂的两方的半导体芯片固定在作为散热片一方的散热片（A 侧）522 上，在这些半导体芯片上设置与进行信号控制的栅极端子 553、557 相连的栅极用导体。这样，由于在一侧绝缘部件上就固定了上下臂用半导体芯片及其控制线，因此，可以在制造工序中集中引线接合等信号线与半导体芯片之间的连接作业，生产率和可靠性就会提高。此外，在用于汽车那样的振动较大的环境中时，由于要进行布线的一方的半导体芯片与另一方的控制线都被固定在作为相同部件的一侧散热片上，因此，耐振动性就会提高。

如图 19 所示，使上臂用半导体芯片 537（被接合在焊接接合部 751 上）和下臂用半导体芯片 541（被接合在焊接接合部 753 上）的朝向相同，也就是说，各个半导体芯片的集电极面朝向作为绝缘部件的绝缘片 546 侧，焊接接合部 751、753 被设置成面向 537、541 的集电极侧。这样，使上臂和下臂的半导体芯片的方向匹配，操作性就会提高。以上情况对于二极管

芯片 539、543 也是相同的。

如图 14 所示，对于被内置于本实施方式的半导体组件 500 中的上下臂串联电路 50 的配置构造，如果参照图 17 所示的详细构造的话，上臂的 IGBT52 被配置在上臂的二极管 56 的上方部，该设置关系对于下臂的 IGBT 和二极管也是同样。另外，具体情况将在以后记述，将图 13 所示的半导体组件 500 由上方插入并设置在冷却水路中，流过冷却水路内的冷却水就会冷却半导体组件 500，而冷却水会流过散热片（A 侧）522 和散热片（B 侧）562 的梳齿部分（凹部）。

这里，就 IGBT 和二极管在高度方向的长度而言，如果以上臂为例就是，IGBT52 的高度 L 比二极管 56 的高度 M 在高度方向上更长（ $L>M$ ），依据的是彼此的构造和形状上的特征。这样，流过散热片梳齿部分的冷却水，就会显现对应于上述长度 L 和 M 的冷却效果。换言之，冷却水量的多少就会与长度 L 和 M 对应，较多的冷却水量就会对应需要比二极管散热更多的 IGBT 一方，使冷却效率提高。

此外，图 13 所示的一体化构造的半导体组件 500，其形状是要连接在电容 90 的、正极侧和负极侧的正极端子 532 和负极端子 572 向上方突出。另外，这些端子 532 和 572 被排列在沿着冷却水路的方向（沿着从上方看半导体组件得到的截面的矩形形状的长边方向）的直线上。另一方面，以后将进行记述，在电容组件的两侧，多个半导体组件被设置成沿着半导体组件的上方截面的矩形形状的长边方向（冷却水的水流方向），也就是说，形成了一种三明治构造，隔着电容组件，在其两侧排列多个半导体组件（参照图 11）。

在这种半导体组件和电容组件的排列构造中，电容组件的正极侧和负极侧的端子，被配置成与图 13 所示的半导体组件的正极端子 532 和负极端子 572 相对。由此，在将半导体组件 500 和电容组件 390 进行汇流排连接的情况下，正极侧和负极侧就可以使用形状相同、长度相同的汇流排，不但可以提高操作性，还可以减小因 IGBT 的开关动作而带来的电感。

下面，针对本发明的实施方式的电力转换装置的实现小型化、冷却效率、组装性提升的具体构成，参照图 7~图 12，进行以下的说明。图 7 是表示本发明的实施方式的电力转换装置的半导体组件的配置构成的分解

图，它是从图 5 所示的电力转换装置的整体构成中除去上盖、控制基板、驱动器基板和交流连接器的图。图 8 是对图 7 的分解图附设了交流连接器和直流连接器的半导体组件周围的电力系统的立体图。图 9 是图 8 所示的半导体组件周围的电力系统的分解图。图 10 是从冷却水水流方向观察图 7 所示的半导体组件的配置构成的截面图。图 11 是从本实施方式的电力转换装置的整体构成中除去上盖后，从冷却水水流方向观察到的截面图。图 12 是从上方观察本实施方式的半导体组件、电容组件和冷却水路的截面图。

首先，参照图 7~图 9，对本实施方式的电力转换装置的半导体组件、冷却水路、电力系统等的配置构造进行说明。图 7~图 9 所示的实施方式的半导体组件是例示 2 个系统的 6 个半导体组件的构造，所述 2 个系统由两部分构成：半导体组件 1，内置有图 3 所示的由 U1 相、V1 相和 W1 相组成的上段的上下臂串联电路；和半导体组件 2，内置有 U2 相、V2 相和 W2 相组成的下段的上下臂串联电路。半导体组件 1 通过 3 条交流汇流排 1 (391)，与交流连接器 1 (88) 连接，同样，半导体组件 2 通过 3 条交流汇流排 2 (392)，与交流连接器 2 (89) 连接。在附图中，内置有图 3 所示的由 U1 相、V1 相和 W1 相组成的上段的上下臂串联电路的半导体组件 1，被配置在冷却水路入口部 246 侧(就是交流连接器 88、89 的配置侧)，由 U2 相、V2 相和 W2 相组成的半导体组件 2 被配置在它的相反侧(冷却水路出口部 248 侧)。

此外，连接电容组件 390 的直流连接器 38，被配置在与冷却水入口部 246 和出口部 248 所被配置的侧面相反侧的侧面上。此外，交流连接器 88 和交流连接器 89 (参照图 3)，隔着交流连接器用定位部 122，被搭载在交流连接器搭载部 123 上，其上面设有交流连接器部凸缘 90。在插入电容组件 390 (参照图 11) 的电容组件插入部 147 的两侧，插入半导体组件 500 的半导体组件插入水路 237 被形成在下盖 142 上 (参照图 10)。在电容组件插入部 147 的内壁与电容组件 390 的外壁表面之间的缝隙中，填充有热传导材料 600。热传到材料 600，例如有树脂或油脂等。这样，就形成了三明治构造，隔着电容组件 390 在其两侧排列半导体组件 500。

组件盖 1(145)被配置在排列于交流连接器侧的半导体组件 1 的上面，

组件盖 2(146)被配置在排列于交流连接器相反侧的半导体组件 2 的上面,水路盖 144 (参照图 9) 被配置在配置有水路入口部 246 和出口部 248 的正面部的折返水路 227 (参照图 7、图 12) 的上面。另外,在半导体组件插入水路 237 (参照图 10) 上,在上述正面部的相反侧形成了背面部折返水路 236 (参照图 7)。此外,水路形成体 1 (490) 被设在水路入口部 246 附近,水路形成体 2 (491) 被设在水路出口部 248 附近,它们对水流进行诱导,使冷却水在半导体组件的散热片 (A 侧) 和散热片 (B 侧) 的整个区域流动 (参照图 12)。

下面,参照图 10~图 12,对本实施方式的电力转换装置的半导体组件、冷却水路、电力系统等的详细配置构造进行说明。本实施方式采用了插入构造,将半导体组件 500 由上方插入下盖 142 上形成的水路 237,半导体组件 500 被下盖 142 的半导体组件定位部 502 定位,被组件盖 145、146 的半导体组件固定部 501 固定在水路 237 上。

在搭载交流连接器 88、89 的交流连接器搭载部 123 侧的水路上,在水路形成体 1 (490) 的背面方向,例如,图 3 所示的 U1 相、V1 相和 W1 相的各个半导体组件 500、500、500 被插入固定。此外,在水路出口部 248 一侧的水路上,图 3 所示的 U2 相、V2 相和 W2 相的各个半导体组件 500、500、500 被同样插入固定。

根据图 12,来自水路入口部 246 的水流 250,被水路形成体 1 (490) 诱导水流,在半导体组件 500 的一侧的散热片侧形成水流 251,它在水路 237 的背面部的折返水路 236 处以图示的水流 252 的形态折返,形成水流 253。接着,水流被水路形成体 1 (490) 诱导,通过正面部的折返水路 227,然后被水路形成体 2 (491) 诱导,在水路出口部 248 一侧的水路上形成水流。在与图 12 所示的水路出口部 248 相连的右侧水路上,水流形成与上述左侧水流相同的水流。

如图 12 所示,本实施方式采用了如下构造:隔着电容组件 390,在其左侧配置 3 个半导体组件 500,在其右侧配置 3 个半导体组件 500。现有技术公开了以下构造:在同一侧面(例如正面部)配置水路入口部和水路出口部,并且将 6 个反 U 字形水路配置在连接入口部和出口部的方向(例如左右方向)上,在折返水路上依次连接这些反 U 字形水路,将 6 个半导

体组件 500 设置在各个反 U 字形水路上。本实施方式与上述构造相比，相对于上述现有技术的 11 个折返水路，U 形转折水路为 3 处，即图 12 所示的本实施方式具有 2 个折返水路 236（左侧和右侧的水路上方的折返水路）和由图示的水流 254 和水流 256 组成的折返水路。

这样，如果考虑水路中水流方向转换时的水流压力损失，本实施方式是可以大幅降低水路的压力损失的，因为图 12 所示的本实施方式存在 3 处 U 形转折水路，而上述的现有技术存在 11 处 U 形转折水路。如果该压力损失降低，水流的流速在入口部和出口部上就没有什么差距，不会使冷却水的冷却效率降低很多。

此外，如图 11 和图 12 所示，对于电容组件 390，水路形成在其左右两侧和前面侧（参照水流 255），形成了隔着热传到材料 600，电容组件 390 也被流过水路的水冷却的构造。

接下来，根据图 11（也参照图 5）可知，本实施方式的特征之一是以下的构造配置：电容组件 390 中，其上表面在电力转换装置 100 中占有相当大的表面，该电容组件 390 的上表面被有效利用。也就是说，本实施方式将驱动器基板 386（相当于图 2 所示的驱动器基板 74）配置在电容组件 390 的上表面，在该驱动器基板 386 上搭载了驱动器 IC387。另外，在驱动器基板 386 上，控制基板 372 通过连接部件被配置在上方，基板 386 和 372 两方被信号连接器 388（参照图 5）电连接。在控制基板 372 上搭载了控制基板 IC373。这样，本实施方式中，通过在电容组件 390 的上面配置驱动器基板和控制基板，就有效地利用了该上面。

如果大致说明就是，图 11 所示的左侧的半导体组件（U1 相、V1 相、W1 相用），相当于图 3 所示的变换器电路 1（45），图 11 所示的右侧的半导体组件（U2 相、V2 相、W2 相用），相当于图 3 所示的变换器电路 2（46）。本来，驱动器基板 386，是对每个变换器电路 1（45）和变换器电路 2（46）分别设置的，但是，在本实施方式中，采取了以下构造：将驱动器基板架在图 11 左侧的被内置在 3 个半导体组件 500 中的变换器电路 1（45）与设置在右侧的变换器电路 2（46）之间（参照图 3）。这样，就可以用 1 个驱动器基板 386 兼顾 2 个变换器电路 1 和 2。

另外，见图 10，下盖 142 在功能上形成了水路框体（图 10 的水路 237），

还形成了电容组件插入部 147。因此，下盖 142 起到了水路框体的作用，同时，还起到定位电容组件 390 的作用，因此，电容组件就很容易定位。

由图 7 所示的电力转换装置的半导体组件 500 和电容组件 390 的排列构造、以及图 13 所示的半导体组件 500 的正极端子 532 和负极端子 572 的配置构造可知，由于电容组件 390 与散热片（B 侧）562 面对面地配置，因此，电容组件 390 的正极端子和负极端子，就可以使用与半导体组件 500 的正极端子 532 和负极端子 572 彼此等长的 DC 汇流排连接，使连接变得容易（准备 2 个等长且构造相同的 DC 汇流排，将这些 DC 汇流排架在正极端子 532 与电容组件正极端子之间、负极端子 572 与电容组件负极端子之间，就可以使连接变得容易），同时，由于是使用构造单纯的形状相同的 DC 汇流排来连结电容组件和半导体组件的各个电极侧，所以形成了低电感的布线构造。

图 21 是表示本实施方式的半导体组件与电容组件之间的端子连接的构造图。图 21 示出了在半导体组件 500 之间隔着电容组件 390 的三明治构造的一侧。

直流汇流排 393 从电容组件 390 突设，其端部配置有电容组件的正极端子 394 和负极端子 395，且其前端部竖立有梳齿状的端子部。另外，在正极端子 394 与负极端子 395 之间，直流汇流排 393 上附设了使这些端子间可靠绝缘的薄板状电容组件端子绝缘部 396。该薄板状端子绝缘部 396，插入穿过半导体组件上面的插入孔 583，由此，就实现了半导体组件 500 与电容组件 390 之间的端子连接定位。

由于上述的定位，半导体组件的正极端子 532 与电容组件的正极端子 394 的接合，以及半导体组件负极端子 572 与电容组件的负极端子 395 的接合为固定的结构。也就是说，接合的两个端子的梳齿形状之间形成了密接关系，其后的例如焊接作业变得容易，焊接固定变得牢固（通过将电容组件 390 和半导体组件的连接端子彼此做成梳齿状，就会使两者的连接端子间的焊接或其它的固定连接变得容易）。如图所示，由于半导体组件的正极端子 532 和负极端子 572 的排列，被相对于电容组件 390 的对面侧并行设置，所以，可以使电容组件的正极端子 394 和负极端子 395 的突设构造彼此相同。此外，由于多个半导体组件 500 被沿其叶片的长边方向排列，

所以,可以使每个半导体组件的电容组件的直流汇流排 393 的构造也相同。

下面,利用图 22 和图 23,对降低本实施方式的半导体组件的布线电感进行说明。图 22 是用于说明在本实施方式的半导体组件和电容组件中降低布线电感的结构上的配置图。图 23 是说明在本实施方式的半导体组件和电容组件中降低布线电感的在等价电路上的配置图。由于过渡电压上升和半导体芯片的大量放热,会在构成变换器电路的上臂和下臂进行开关动作时发生,所以特别优选降低开关动作时的电感。由于过渡时会产生二极管的恢复电流 600,所以,根据该恢复电流,以下臂的二极管 543(相当于图 2 的 66)的恢复电流为例,对降低电感的作用进行说明。

所谓二极管 543 的恢复电流,是指即使在反向偏置下仍在二极管 543 中流动的电流,一般认为其起因在于,在二极管 543 的正向状态下,二极管 543 内充满的载流子。由于构成变换器电路的上臂和下臂的导通动作或关断动作是按规定顺序进行的,所以在变换器电路的交流端子 582 上会产生三相交流电。现在,作为上臂动作的半导体芯片 537 从导通状态切换至关断状态后,环流电流通过下臂的二极管 543,往维持电动机发电机 92(参照图 2)的定子绕组的电流的方向流动。该环流电流为二极管 543 的正向电流,二极管内部被载流子充满。接着,当作为上臂动作的半导体芯片 537 从关断状态再次切换到导通状态后,因上述载流子而产生的恢复电流,会流向下的二极管 543。在平常的动作中,上下臂串联电路一定有其中一个处于关断状态,上下臂中不会存在短路电流,而过渡状态的电流、例如二极管的恢复电流,在由上下臂构成的串联电路中流动。

在图 22 和图 23 中,当上下臂串联电路的作为上臂动作的 IGBT(开关用半导体元件) 537 由关断变为导通时,二极管 543 的恢复电流就会从正极端子 532(相当于图 2 的 57),通过 IGBT537、二极管 543,流到负极端子 572(相当于图 2 的 58)(图中用箭头表示)。另外,这时,IGBT541 处于关断状态。观察该恢复电流的流向的话,就会如图 22 所示,在从芯片 537 和 543 到正极端子 532 和负极端子 572 的路径中,导体板被并列配置在上下方向上,并且流动反向的同一电流。这样,彼此的电流所产生的磁场就会在导体板之间的空间中抵消,作为结果,电流路径的电感就会降低。

也就是说，由于是处于层压（lamination）状态，即正极侧的导体板 534 和正极端子 532 与负极侧的导体板 574 和负极端子 572 被接近且又排斥地配置，所以就产生了降低电感的作用。图 23 是图 22 的等价电路，正极侧的导体板 534 和正极端子 532 的等价线圈 712，在与负极侧的导体 574 和端子 572 的等价线圈 714 相互抵消磁通的方向作用于上作用，因而电感被降低。

另外，如果观察图 22 所示的恢复电流的路径，是逆向且在并行的电流路径上持续，产生了环状路径。由于电流在该环状路径中流动，所以散热片（A 侧）和散热片（B 侧）就会产生涡流 602、601，因该涡流而产生的磁场抵消效果会产生降低环状路径中电感的作用。在图 23 的等价电路中，产生涡流的现象被用电感 722、724 和 726 等价表现。由于这些电感被接近于作为散热片的金属板配置，所以与因感应而产生的涡流所发生的磁通形成抵消关系，作为结果，因涡流效果，半导体组件的电感就会降低。

如上所述，采取本实施方式的半导体组件的电路构成的配置，可以通过层压配置下的效果和涡流产生的效果来降低电感。降低开关动作时的电感是很重要的。在本实施方式的半导体组件中，由于上臂和下臂的串联电路容纳在半导体组件内，所以，例如对于在上下臂串联电路中流动的二极管的恢复电流，就可以实现低电感化，降低过渡状态下的电感的效果颇佳。

如果电感降低，半导体组件所发生的感应电压就会减小，因而可以得到低损耗的电路结构，此外，由于电感较小，所以可以提高开关速度。再有，在使多个由上述的上下臂串联电路 50 组成的半导体组件 500 并列，来与电容组件 95 内的各电容 90 连接从而实现大容量化的情况下，半导体组件 500 本身的电感就会降低。所以，电力转换装置 100 内的半导体组件 500 所造成的电感不均衡的影响就会减少，变换器装置的动作稳定。

此外，在追求电动机发电机大容量化（例如 400A 以上）的情况下，需要使电容也为大容量，当并联连接多个单个的电阻 90，并将电容的直流汇流排 393 呈并列状配置时，各个半导体组件的正极端子 532 和负极端子 572 与各个电容端子就会形成等距离连接，流入各个半导体组件的电流会被平均分配，因而，可以实现平衡良好的低损耗的电动机发电机的动作。另外，通过半导体组件的正极端子和负极端子的并行配置，层压效果会带



来电感降低，并由此就可以进行低损耗的动作。

如上所述，本发明的实施方式的电力转换装置，是使用两面冷却形半导体组件来实现小型化、组装性、冷却效率的提升，作为其整体构造，采用的是如下的基本构造体：在将水路的入口部和出口部设于同一侧面的大致为长方体的水路框体中，其中央部分形成电容组件插入部，其中央部两侧形成连接水路入口部和水路出口部的水路，多个半导体组件沿半导体组件散热片的长边方向插入该水路。在上述基本构造体中，在设有水路入口部和出口部的侧面以外的另一侧面上，设置了交流连接器 1 和交流连接器 2，另外，在另一侧面上还设置了直流连接器。

此外，在上述基本构造体的电容组件的上面，设置了内置于半导体组件的上下臂串联电路的驱动器基板，在其上部还设置了控制基板，由此，电容组件的上面空间就得到有效利用，形成整体构成。

此外，利用图 12 所示的水路构造和多个半导体组件的配置构造，水路的压力损失就会因水流 U 形转折部数量的减少而降低。再有，还形成如下构造：通过图 12 所示的电容组件与水路的三明治构造，用水路的冷却水还可以冷却电容。此外，利用图 13 所示的半导体组件的正极端子和负极端子的排列构造，可以用构造与电容组件的对应于它们的端子相同的 DC 汇流排来进行结合，实现低电感布线。通过将驱动器基板和控制基板配置在电容组件上面，可以有效利用电容组件上面，即便是具有 2 个变换器电路的电力转换装置，也可以用公共的驱动器基板来形成驱动器基板。此外，通过在下盖上组成的水路框体上形成电容组件插入部，就会使电容组件的定位变得可靠且容易。

此外，如图 14 所示，内置于半导体组件的上臂的 IGBT 和下臂的 IGBT，按照长度 L 被沿水路的水流方向配置，同样，上臂和下臂的二极管也按照长度 M 被配置在 IGBT 之下，因此，半导体组件在高度方向上不存在长度的浪费，可以实现小型化。此外，作为第一冷却对象的 IGBT，占有了相当于比 M 更长的 L 长度的水路（叶片部分在高度方向上的长度），所以也会使冷却效率提高。

下面，利用图 24，对本实施方式的半导体组件的正极端子和负极端子的排列的另一构成例进行说明。首先，图 21 所示的半导体组件的正极端

子 532 和负极端子 572，各自竖立的梳齿状的排列是沿散热片（A 侧）522 的水流方向纵向排列的（参照图 13）。根据图 24，正极端子 532 和负极端子 572 构成为，各自的梳齿形状在半导体组件的短边方向上相对。也就是说，正极端子 532 的梳齿形状是在散热片（A 侧）522 侧沿水流方向排列的，负极端子 572 的梳齿排列是在散热片（B 侧）562 侧沿水流方向形成的，相互的梳齿形状形成在半导体组件的短边方向上面对面的构造，与图 21 的构造相比，只有正极端子 532 和负极端子 572 的配置不同（当然，其它端子的排列也可以略有不同）。

如图所示，为了形成各端子的梳齿形状，可以在各个导体板 534（正极侧的导体板）和 574（负极侧的导体板）上形成弯曲部，弯曲成使梳齿形状相对即可。在半导体组件的各端子 532、572 的导体板 534、574 之间，附设端子绝缘部插入孔 583，使得其与电容组件的端子绝缘部 396 相对应。对应上述的半导体组件 500 的正极端子和负极端子的配置构造，对于电容组件 390 的正极端子 394 和负极端子 395 的构造而言，与图 21 所示的构造相比，直流汇流排 393 与端子和端子绝缘部的排列方式变化了 90 度。也就是说，图 24 所示的另一构成例中，仅通过变更半导体组件和电容组件的正极端子、负极端子的构造，就可以应用。

下面，针对本实施方式的水路构造和多个半导体组件的配置构造的构成例，参照图 25 和图 26，进行以下的说明。图 25 是表示本实施方式的水路构造和多个半导体组件的配置构造的一个构成例的功能说明图。图 26 是表示本实施方式的水路构造和多个半导体组件的配置构造的另一个构成例的功能说明图。

图中，142 表示下盖，226 表示正面部入口水路，227 表示正面部折返水路，228 表示正面部出口水路，236 表示背面部折返水路，237 表示半导体组件插入水路，246 表示水路入口部，248 表示水路出口部，258 表示水流，390 表示电容组件，490 表示水路形成体 1，491 表示水路形成体 2，500 表示半导体组件，600 表示热传导材料。

在图 25 中，图 25（A）是在功能上说明图 12 所示的水路构造和半导体组件配置构造的图，其功能、作用就如图 12 的详细说明。图 25（B）是水路构造的变形例，是为了提高电容组件的冷却效率以及降低流路内的

压力损失而作出的。对于图 25 (B) 的变形例, 如果与图 25 (A) 的例子相对比说明的话就是, 在图 25 (A) 的情况下, 冷却水首先冷却被配置在入口水路 226 附近的半导体组件 (在入口水路 226 侧有 3 个半导体组件被插入), 然后冷却被配置在出口水路 228 附近的半导体组件。这样, 在入口水路 226 附近和出口水路 228 附近, 紧挨半导体组件的冷却水在温度上就会出现偏差, 会造成冷却的不均匀。

对此, 图 25 (B) 的方案中, 是在背面部设置水路形成体 1 (490), 形成折返水路 236, 所以, 对于被配置在入口水路 226 和出口水路 228 附近的半导体组件 500, 一个面 (图 13 所示的散热片 (A 侧) 522 或散热片 (B 侧) 562) 会先冷却, 另一个面会最后冷却, 所以, 存在以下优点: 各半导体组件 500 的冷却比较均匀。

此外, 图 25 (C) 是水路构造的变形例, 它与该图 (B) 同样, 是在背面部设置折返水路 236, 同时, 如图所示地配置水路形成体 1 (490) 和水路形成体 2 (491), 并且, 将多个半导体组件 500 分成 3 个单元, 3 个单元分别配置在矩形框体的各边侧, 例如将 3 个单元分配成为 U 相、V 相、W 相的半导体组件, 这样, 就可以对各相取得热平衡。也就是说, 可以防止只有规定的一个相变成高温。

此外, 图 26 示出了水路构造的变形例, 它没有在水路入口部 226 和水路出口部 228 上设置水路成形体, 并且是在背面部形成水路。根据图 26 (A), 无需在水路入口部到水路出口部的水路全长中设置水路形成体 490、491, 因而可以降低成本。此外, 与图 26 (A) ~ (C) 的水路相比, 还可以减少水路的折返次数, 并且可以通过分流水流, 来降低各水路中的冷却水流速, 减少水路内的压力损失。

此外, 图 26 (B) 所示的内容, 是以相为单位将半导体组件配置在各水路边上。与图 25 (A) ~ (C) 变形例相比, 可以减少水路的折返次数, 并且可以通过分流水流来降低各水路中的冷却水流速, 减少水路内的压力损失。

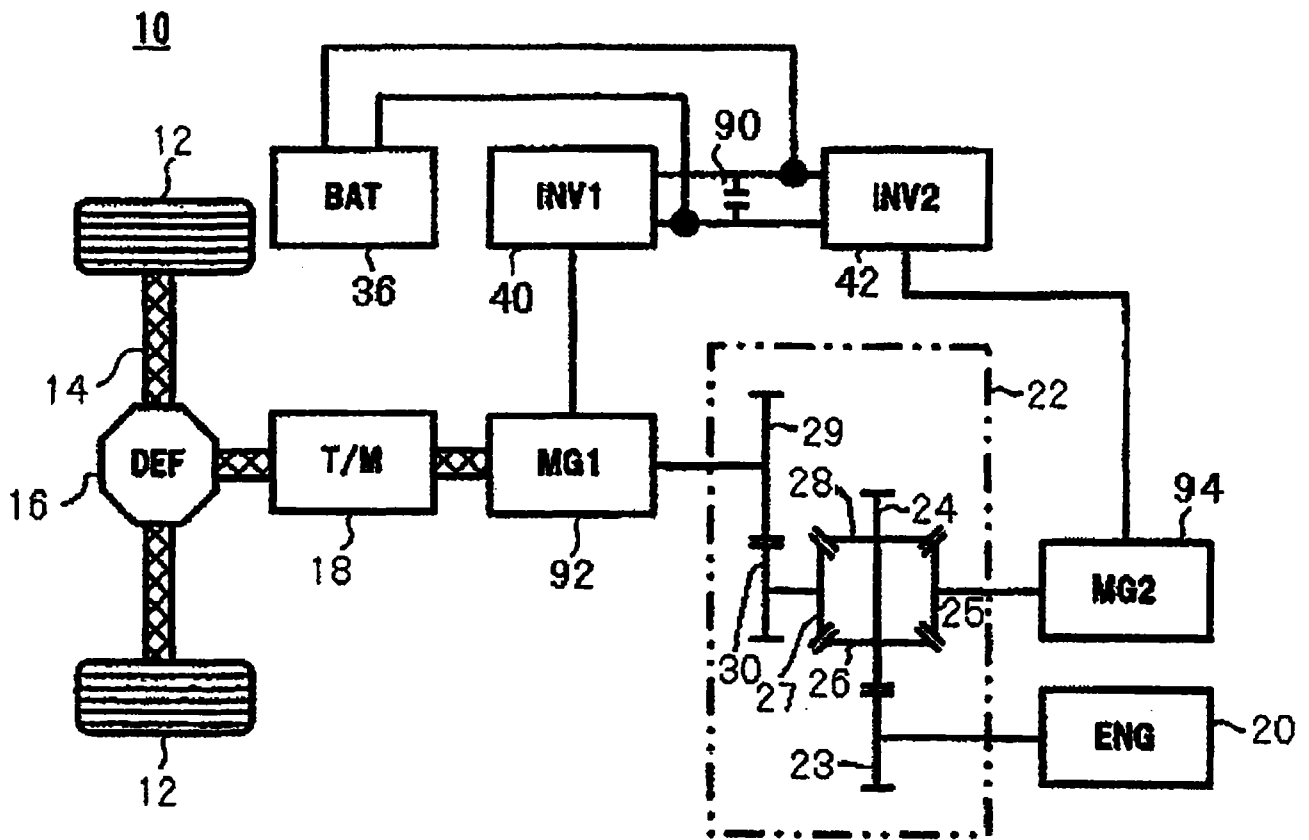


图 1

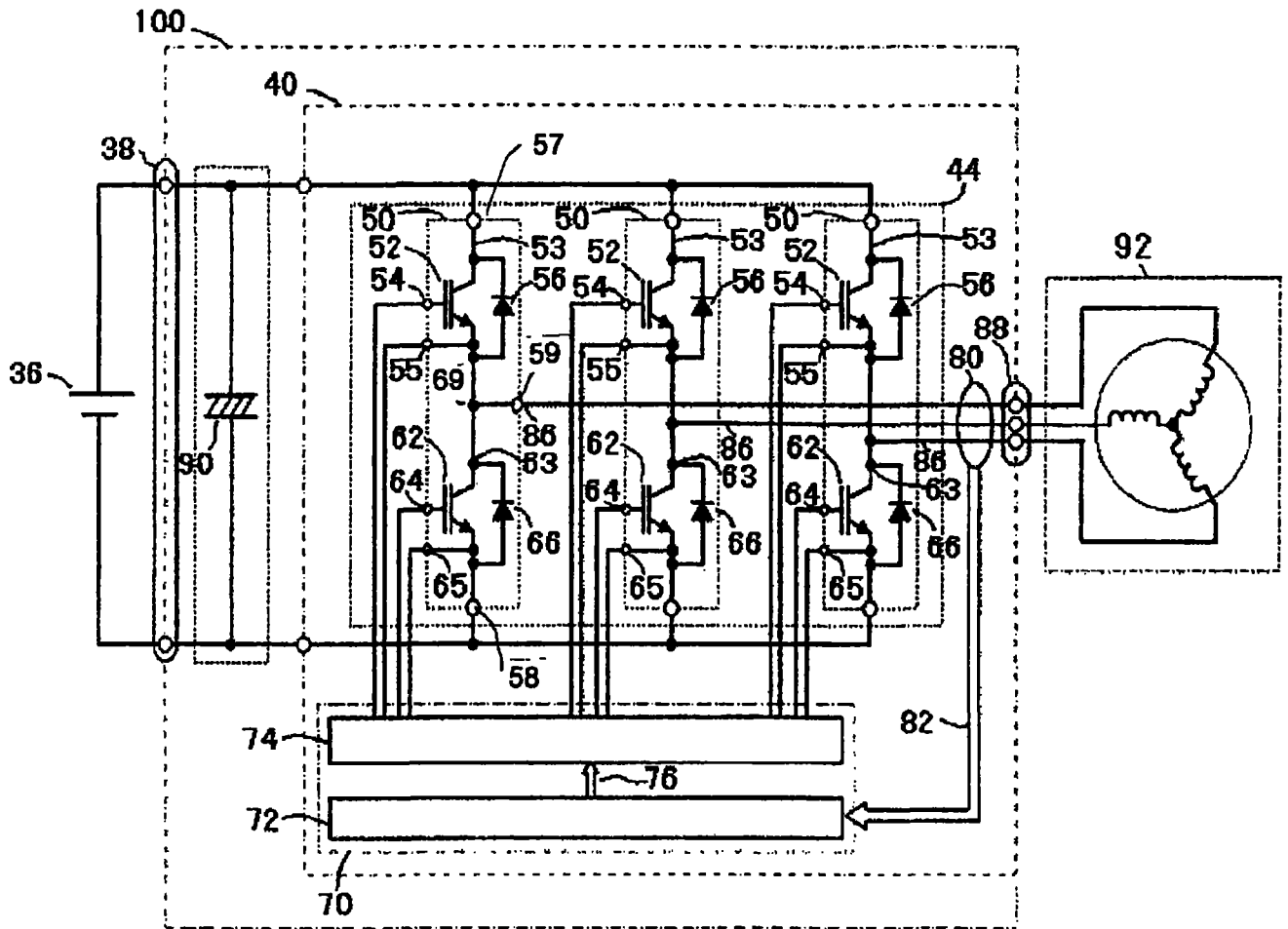


图 2

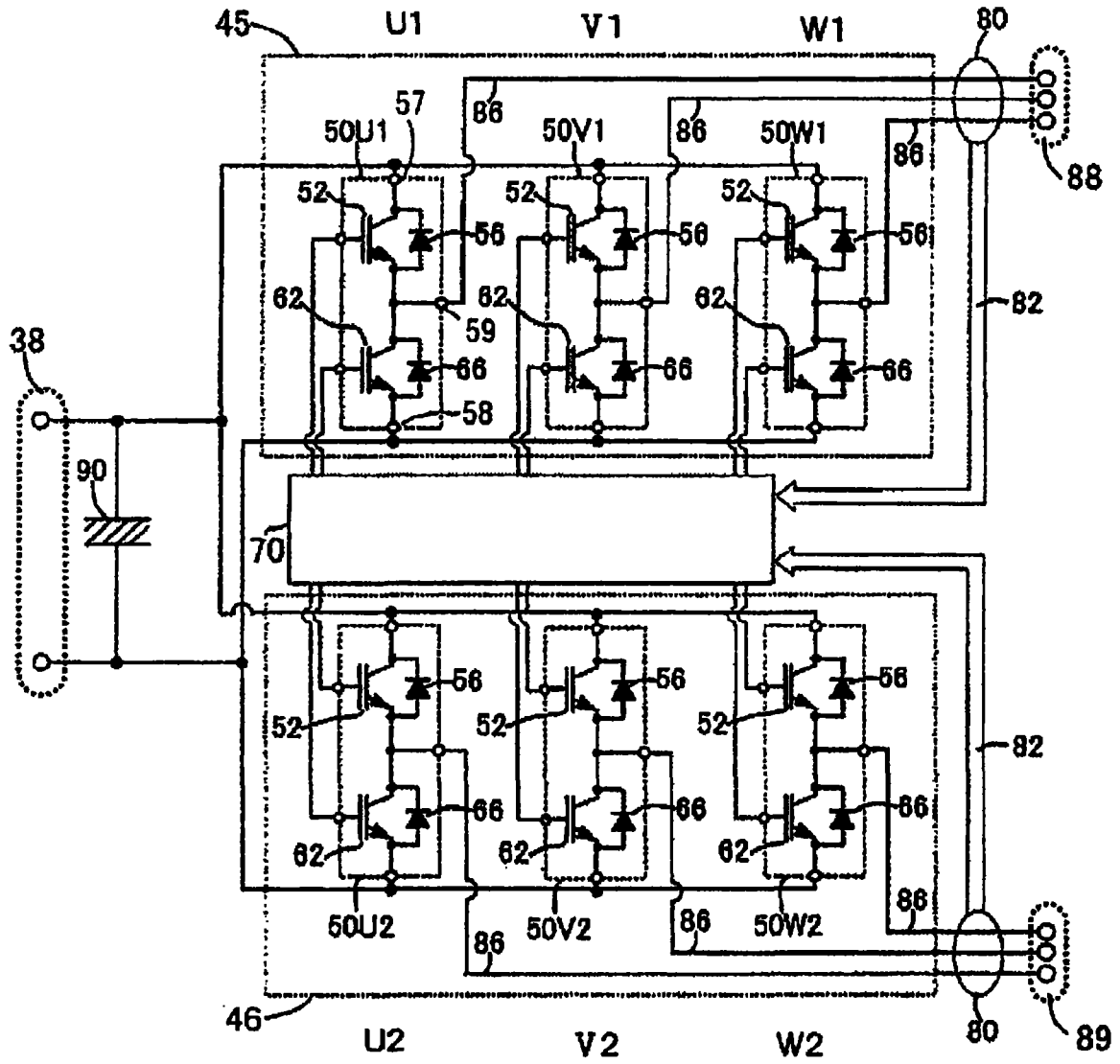


图 3

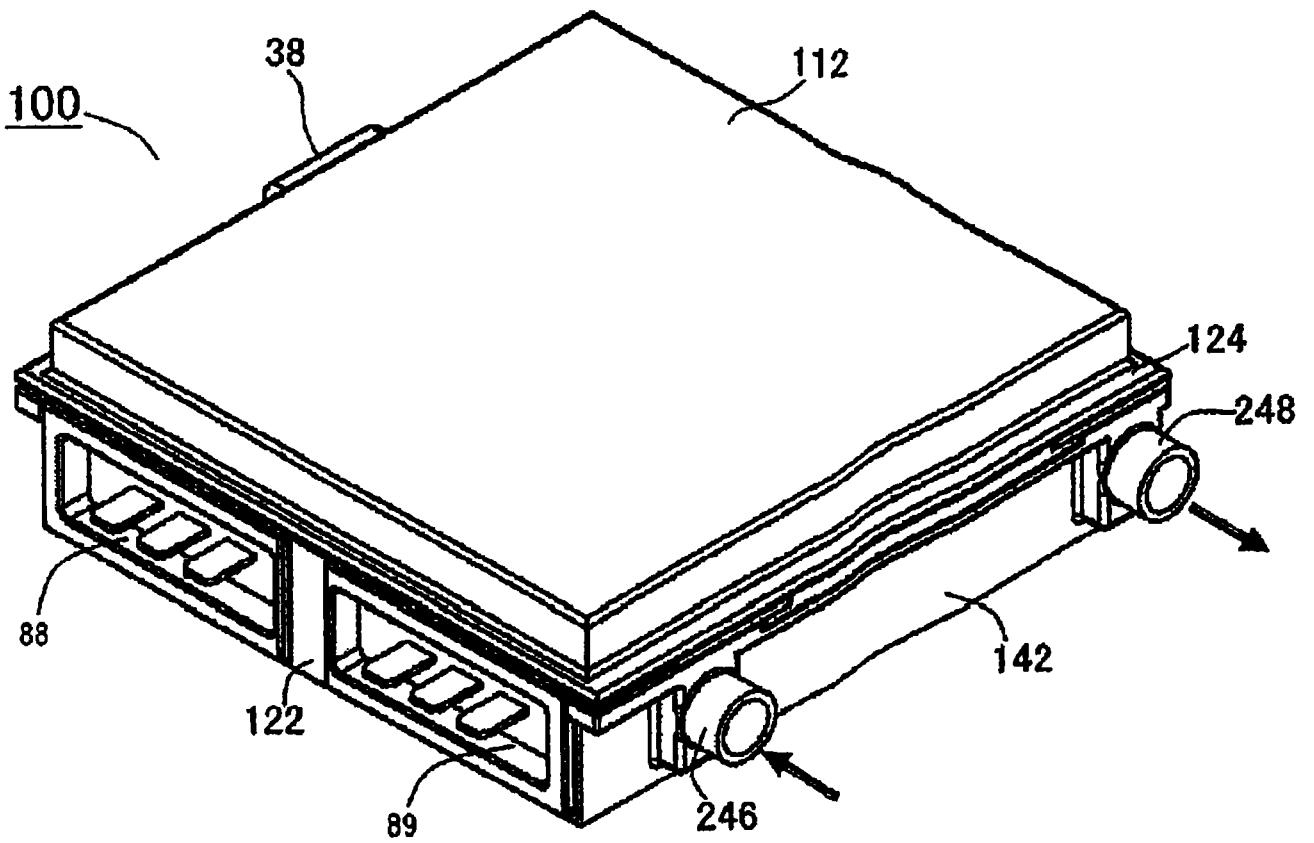


图 4

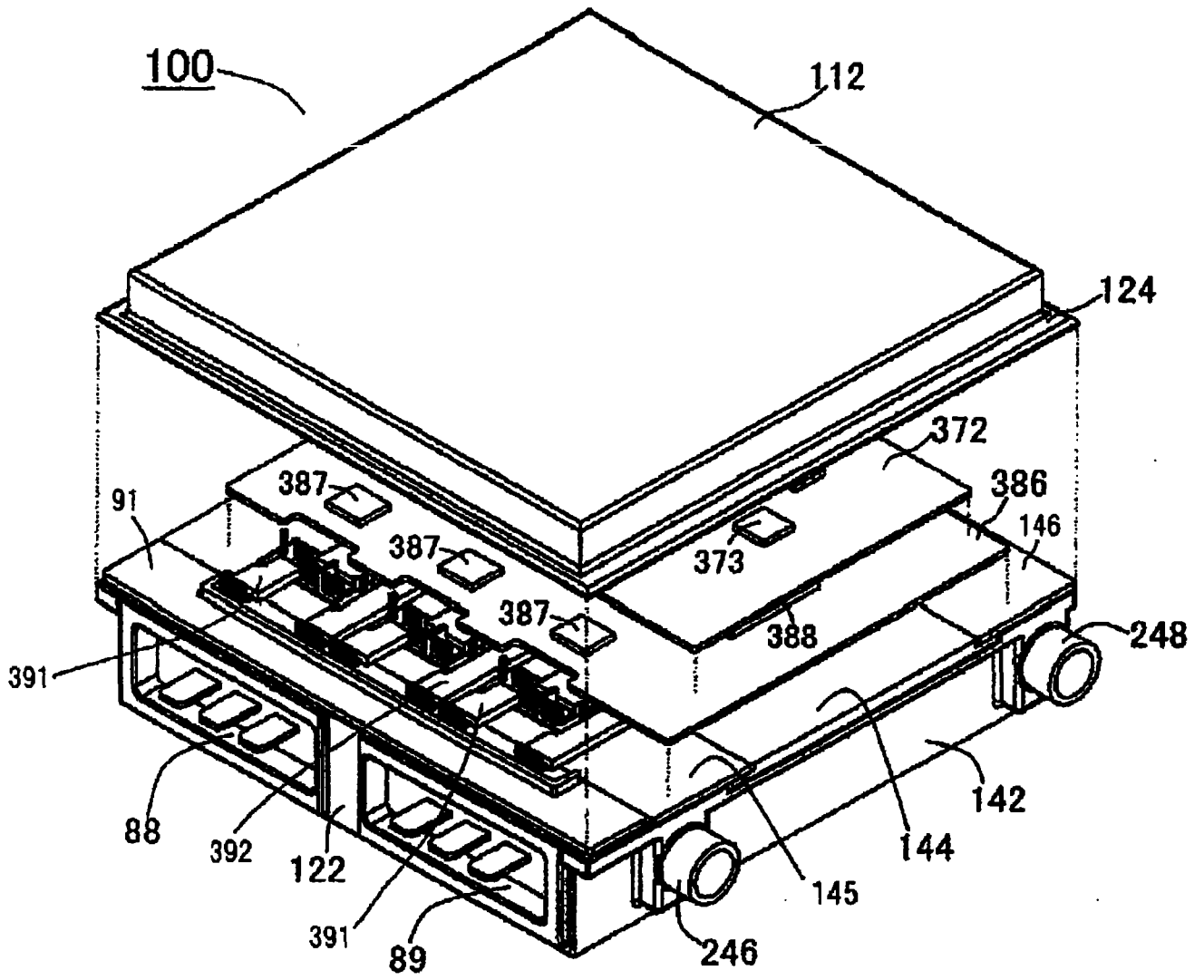


图 5



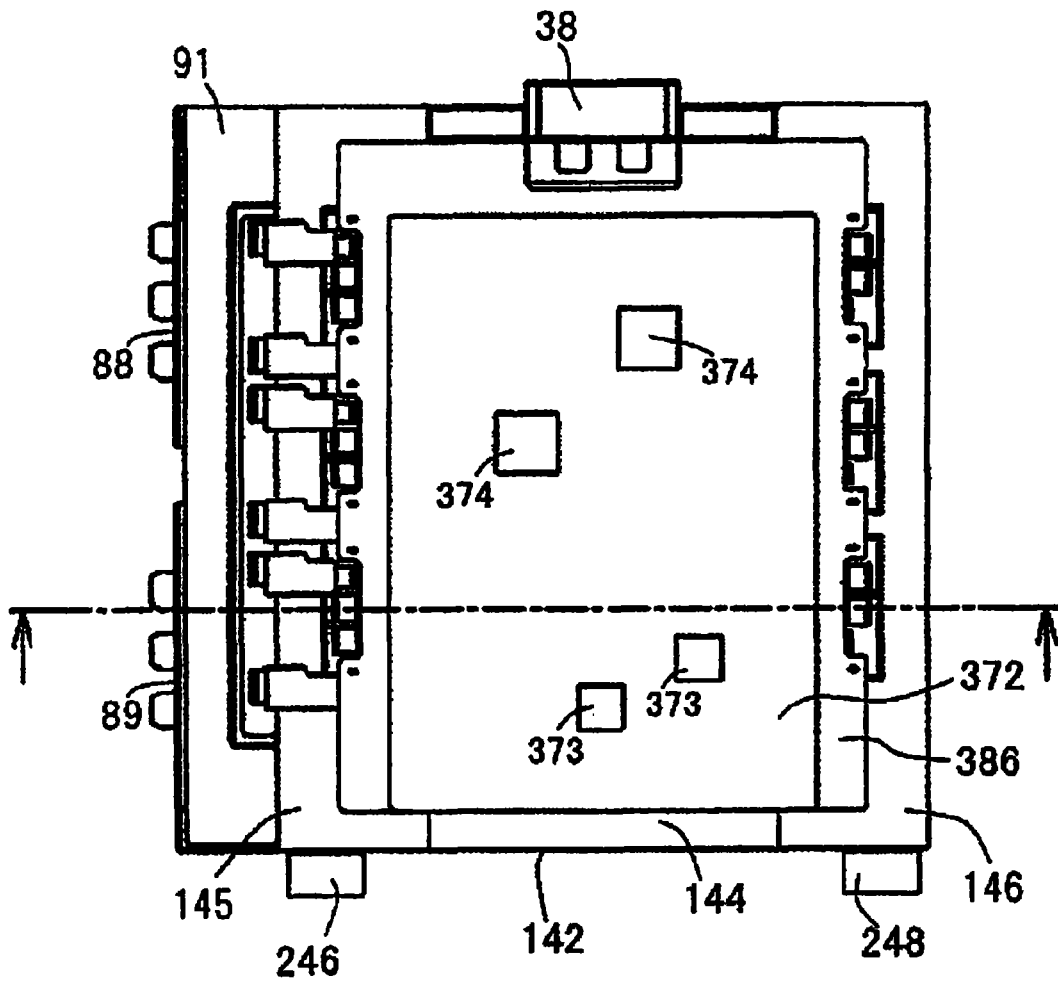


图 6

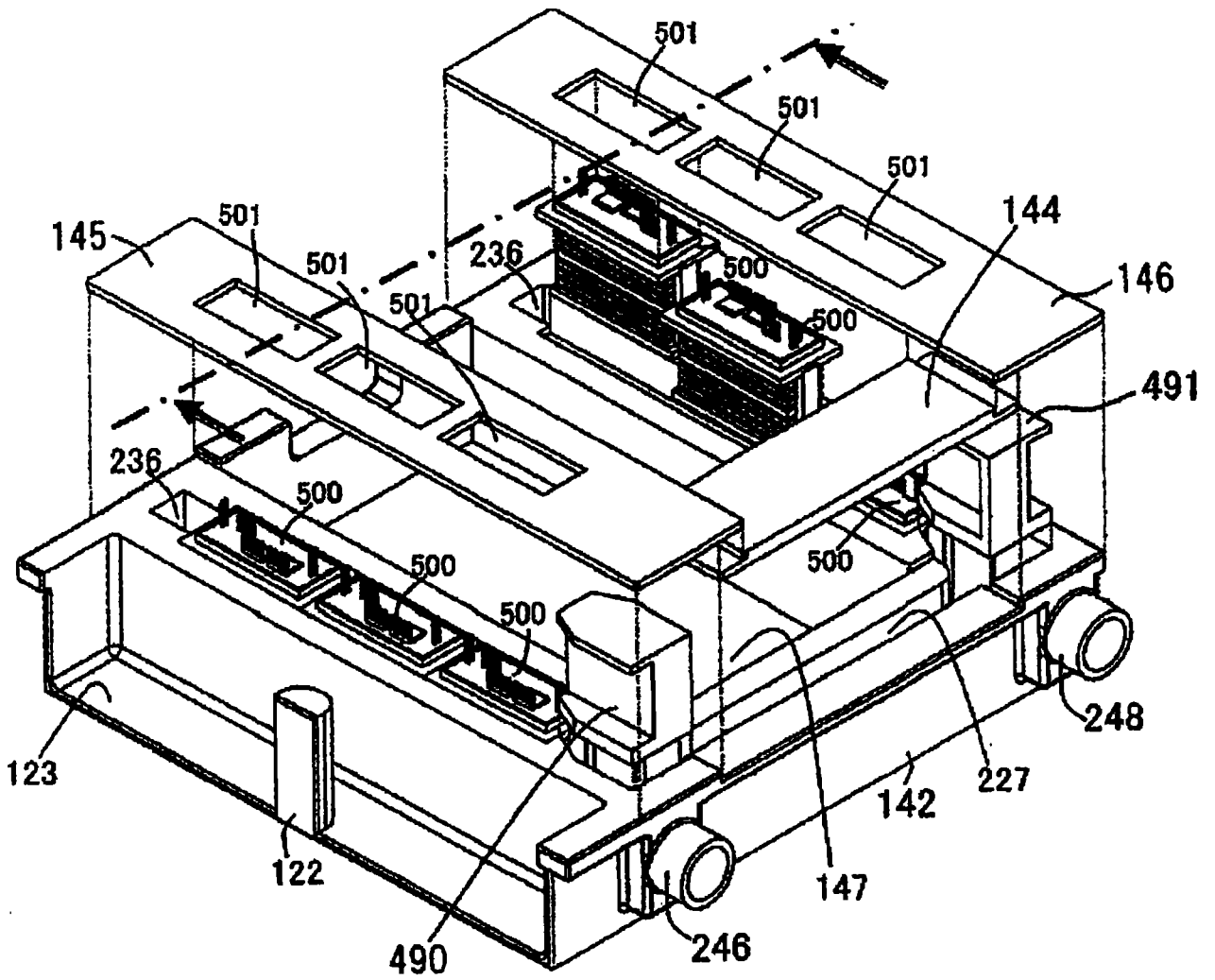


图 7

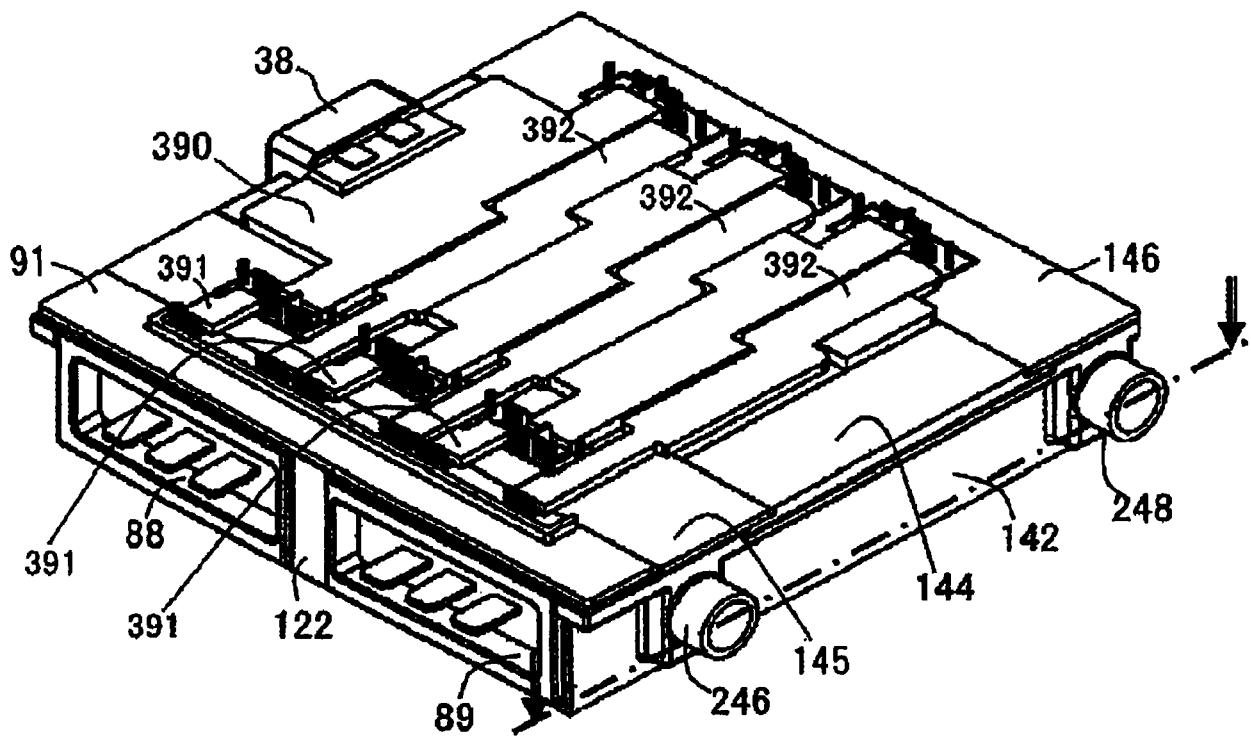


图 8

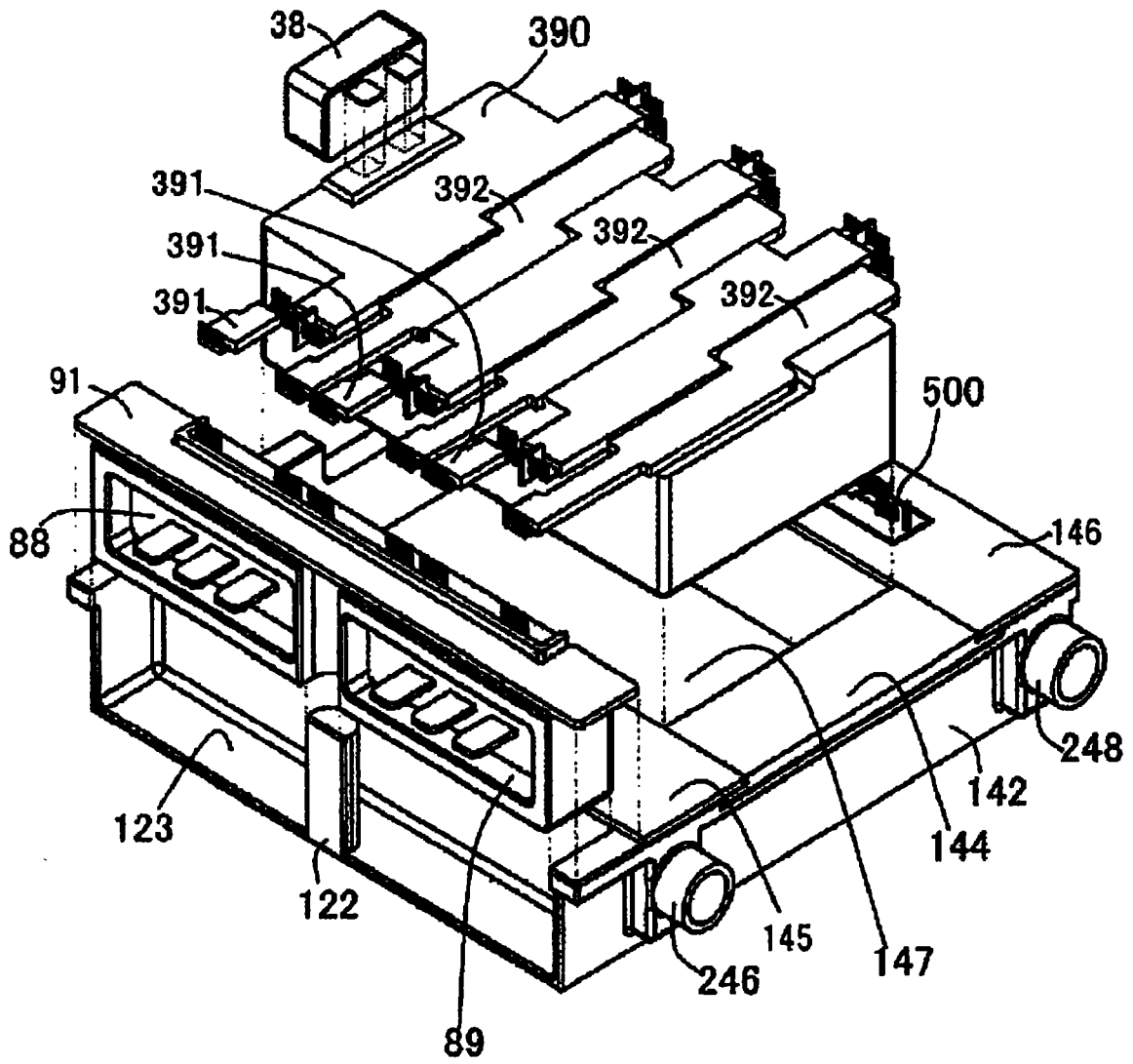


图 9

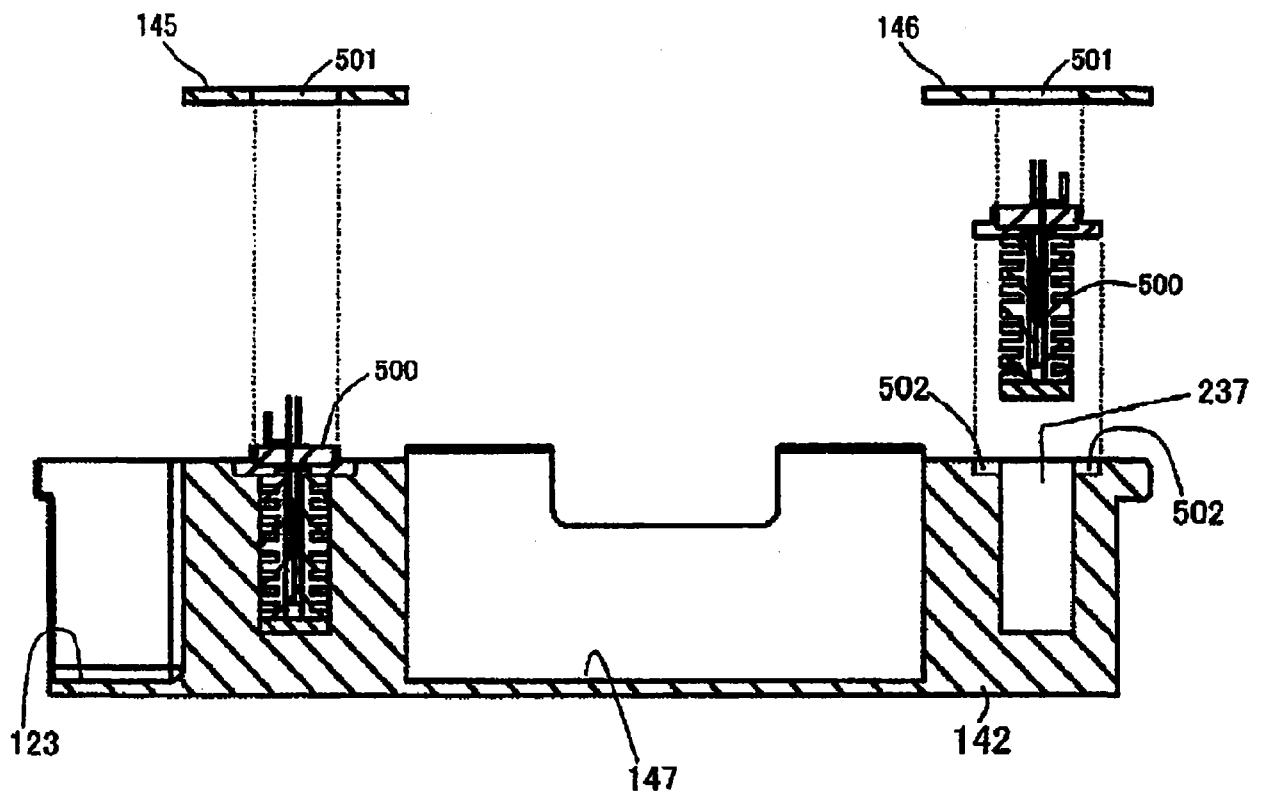


图 10

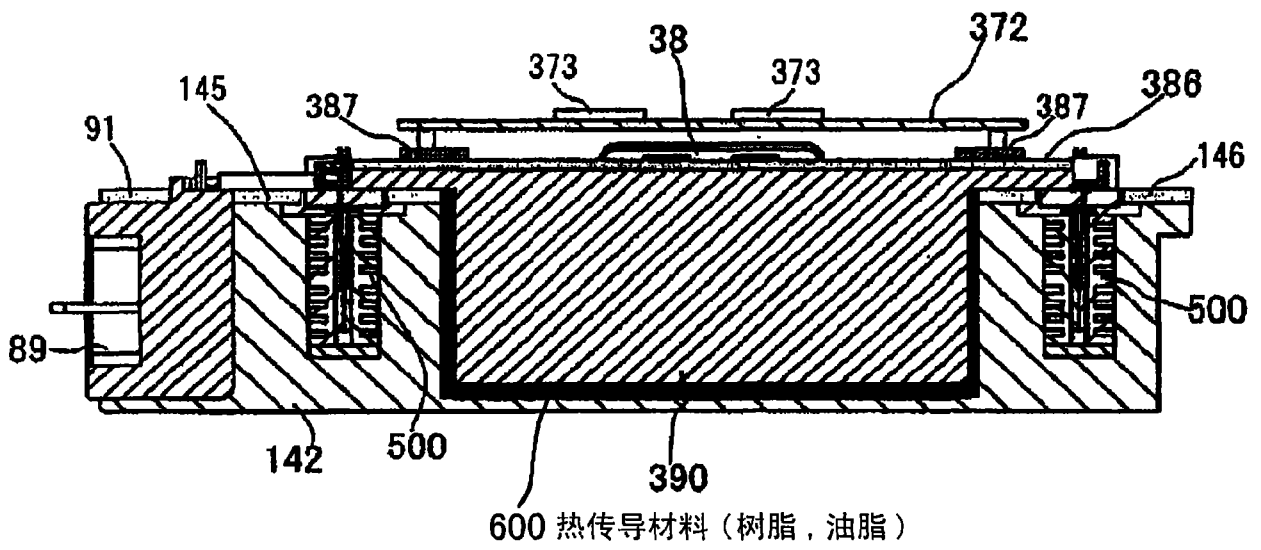


图 11

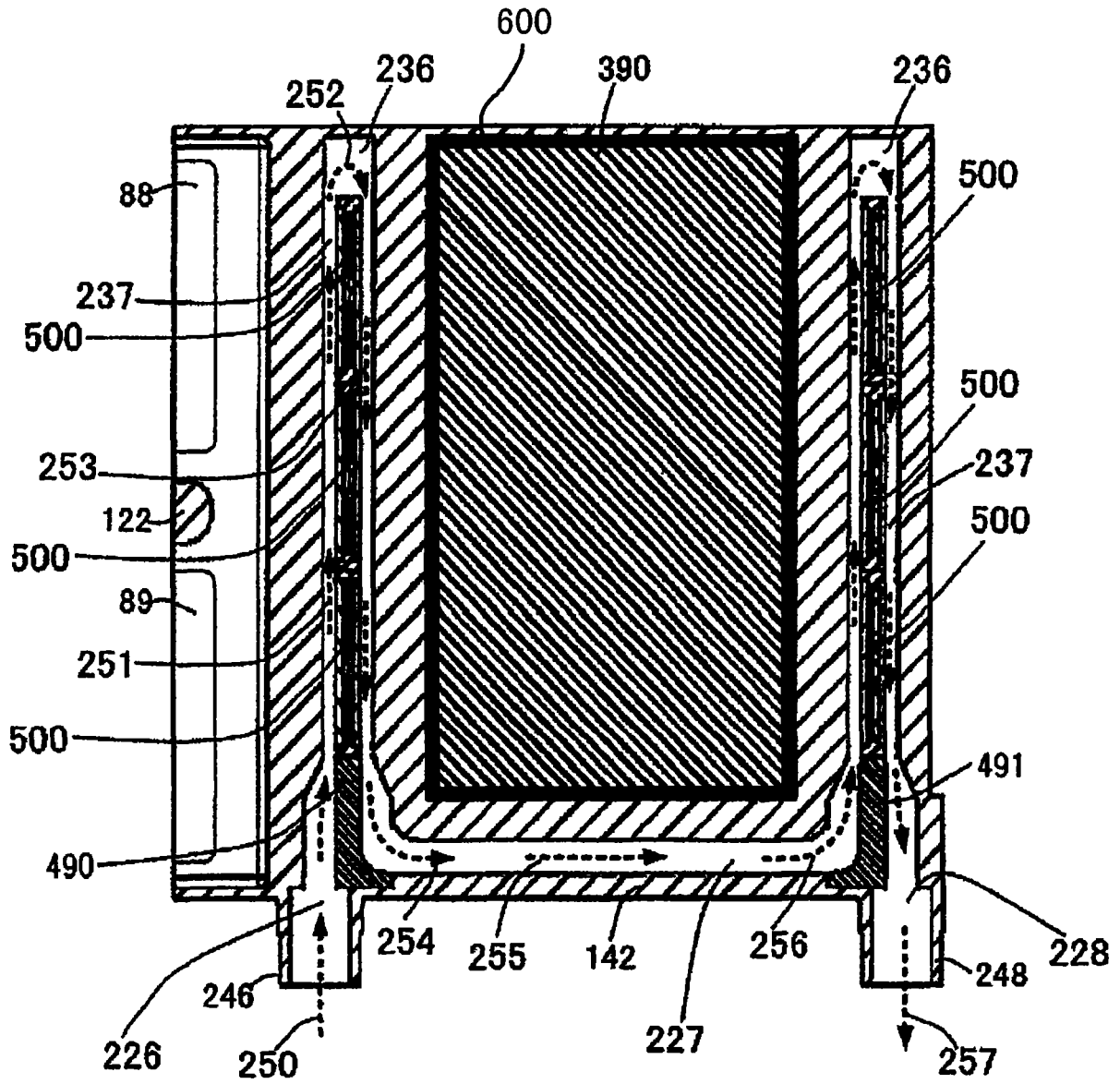


图 12

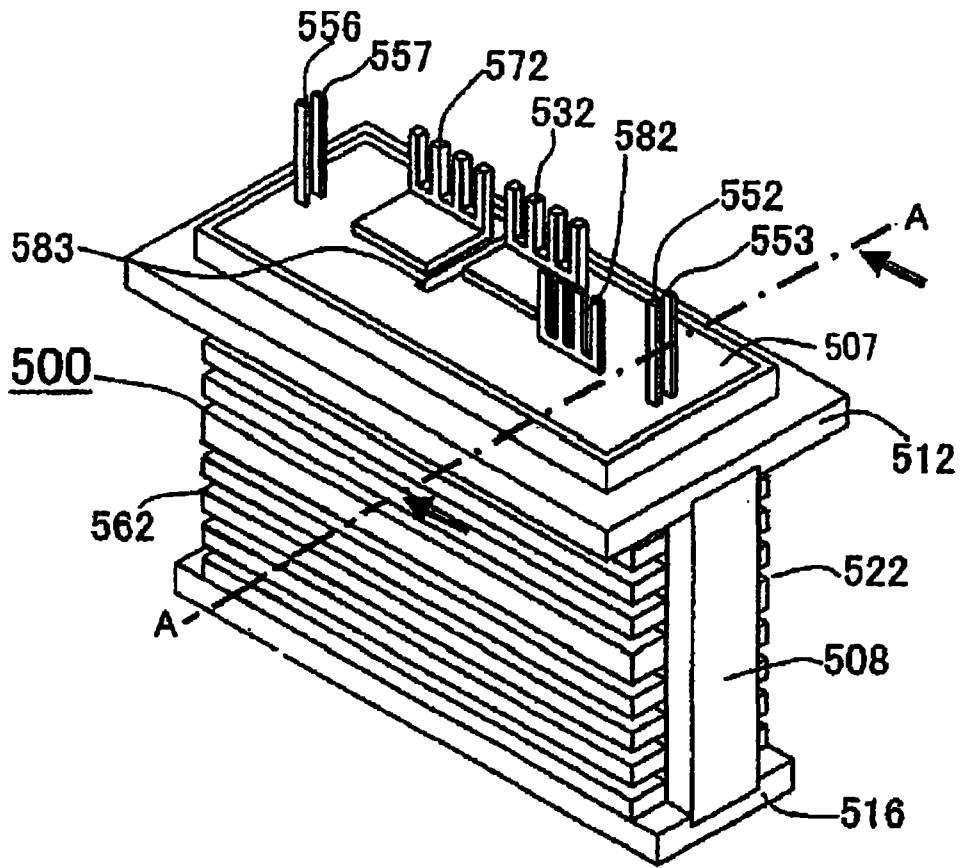


图 13



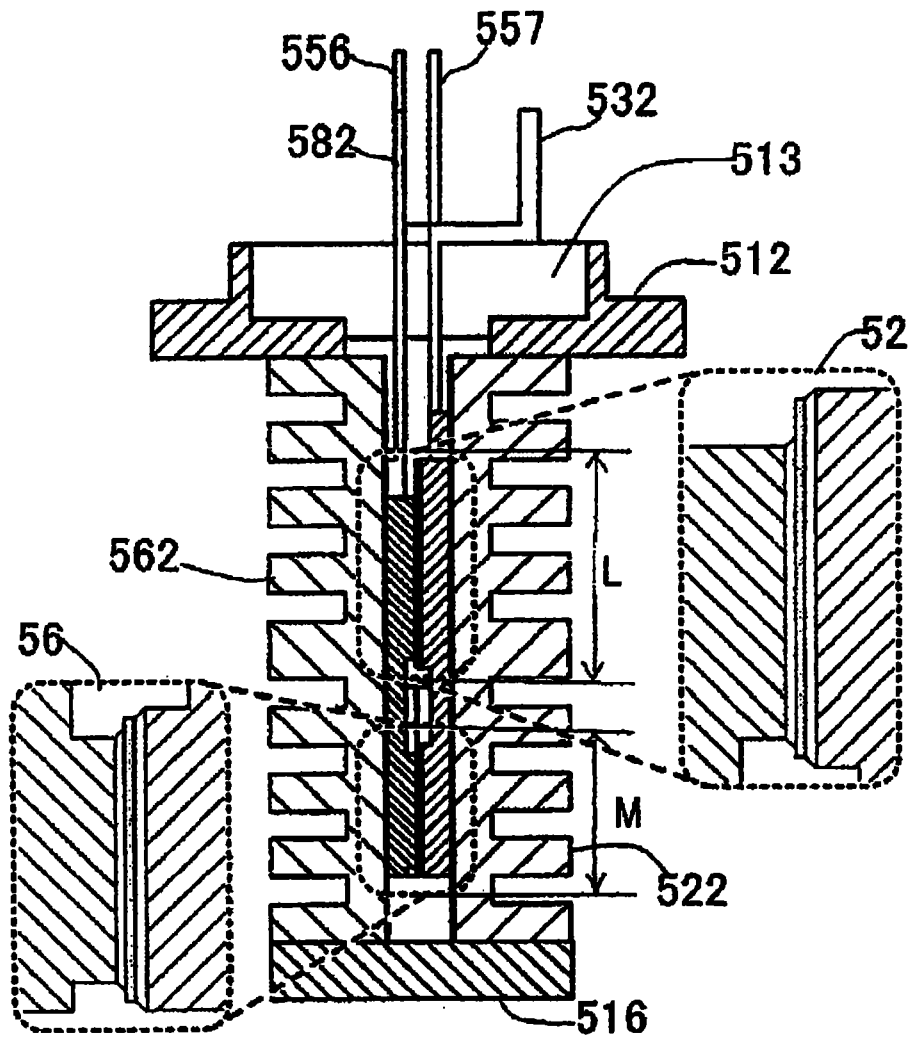


图 14

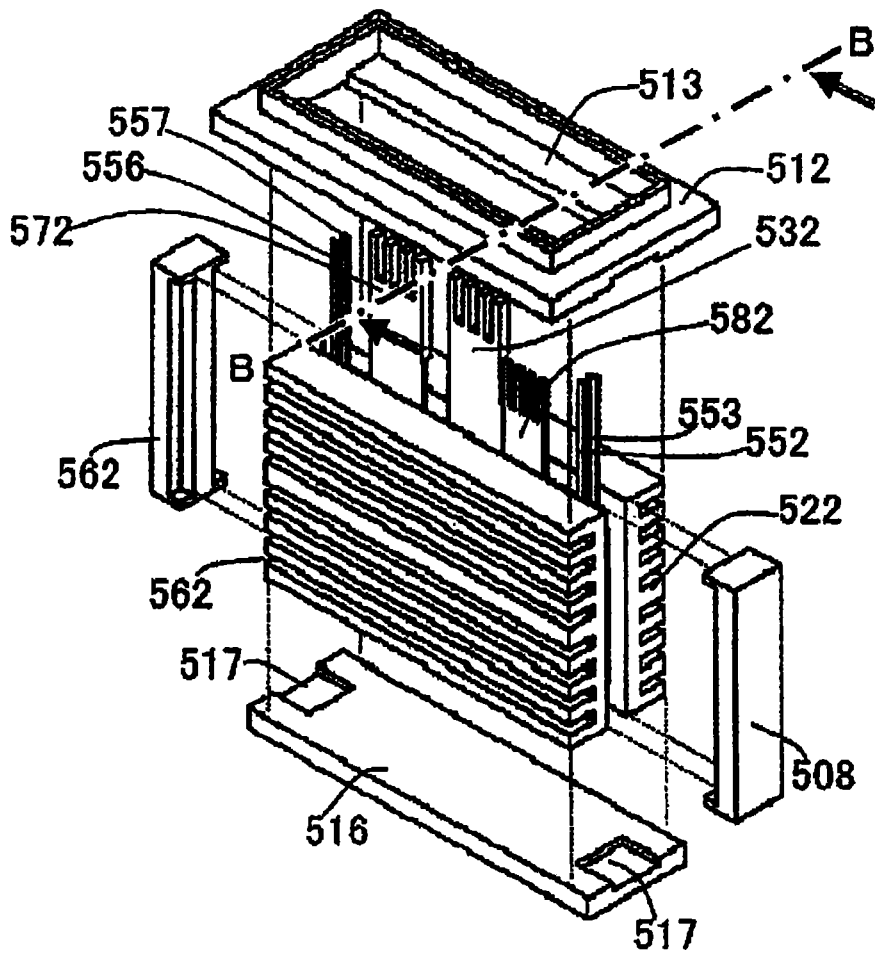


图 15

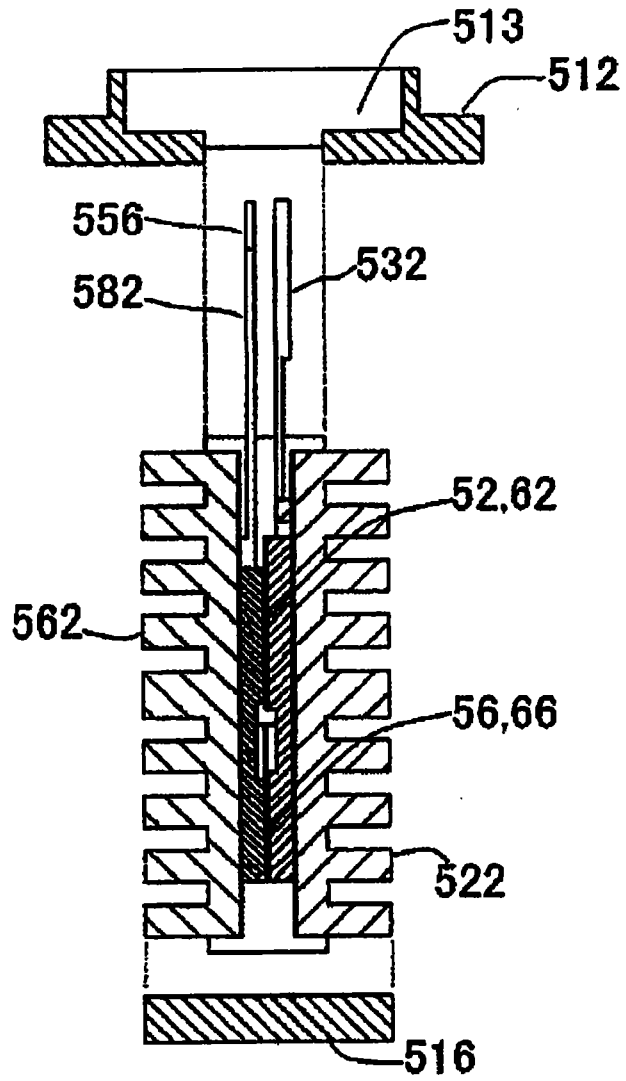


图 16

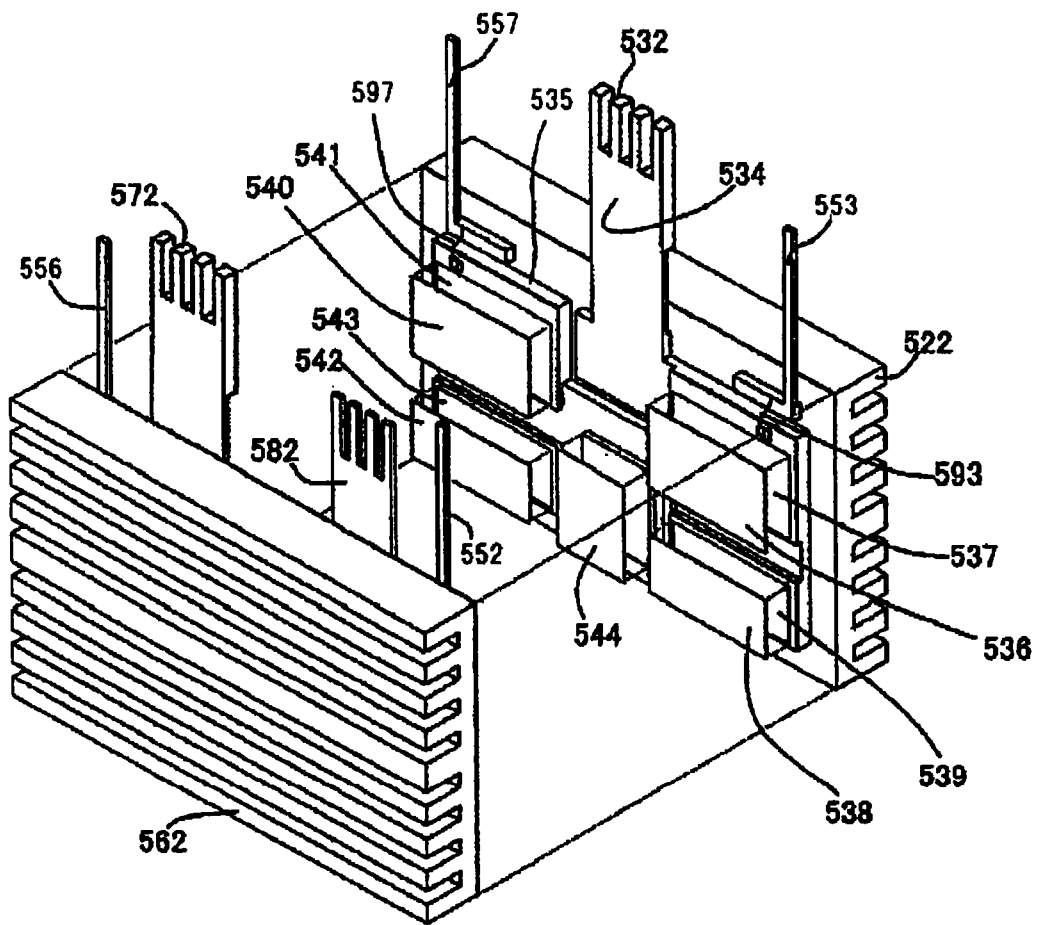


图 17

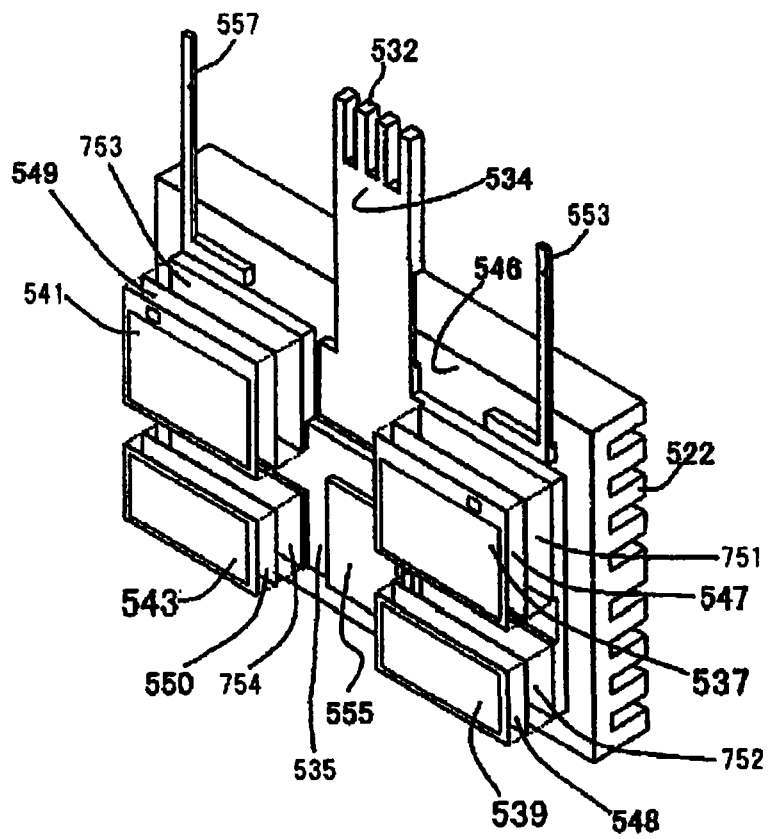


图 18

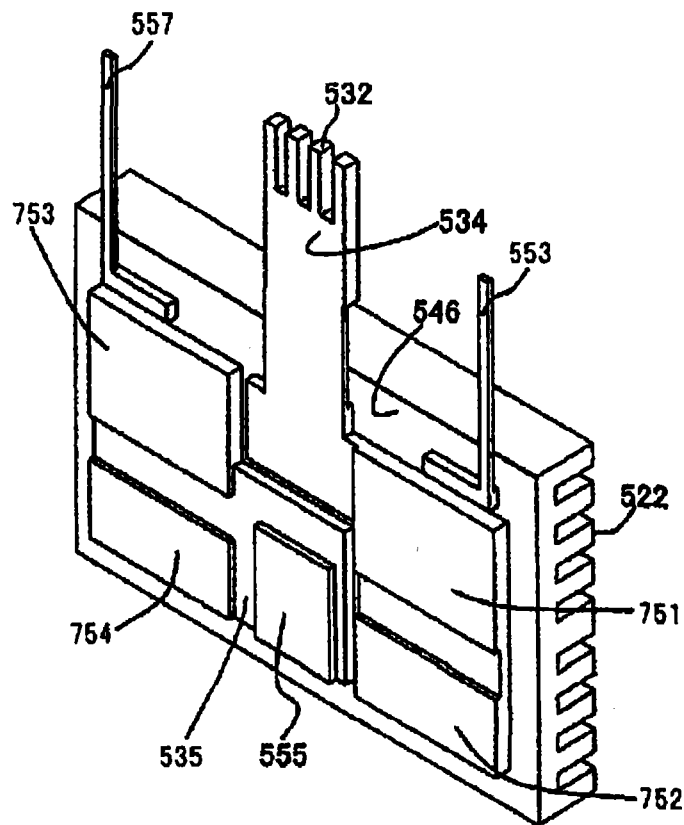


图 19

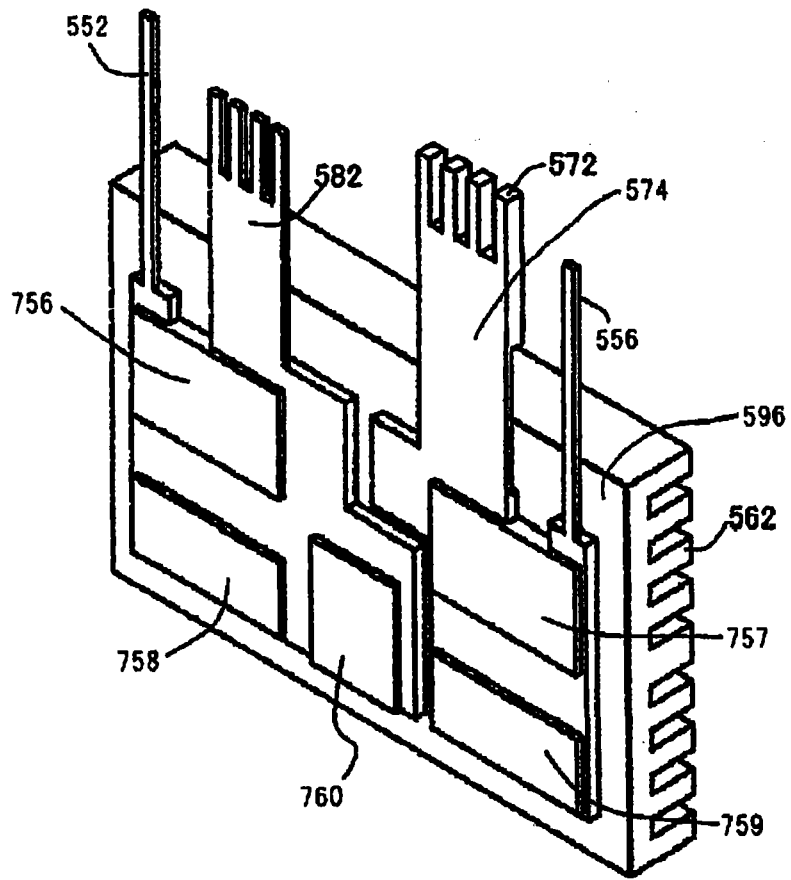


图 20

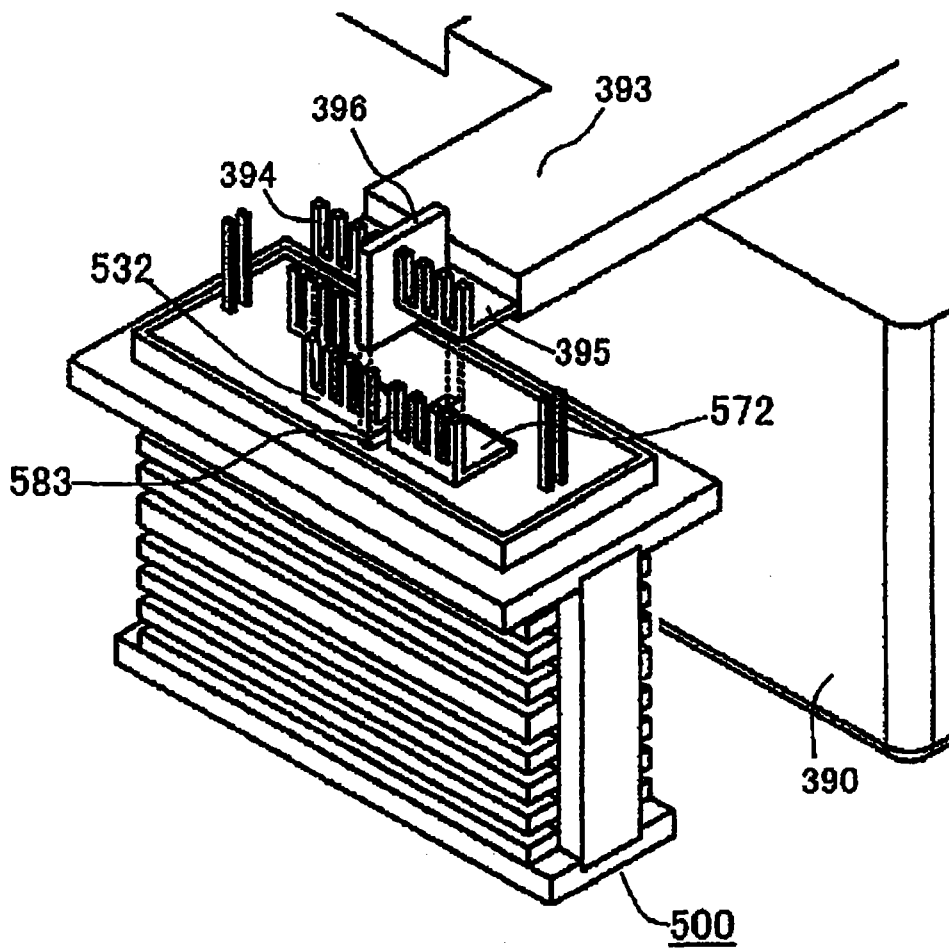


图 21



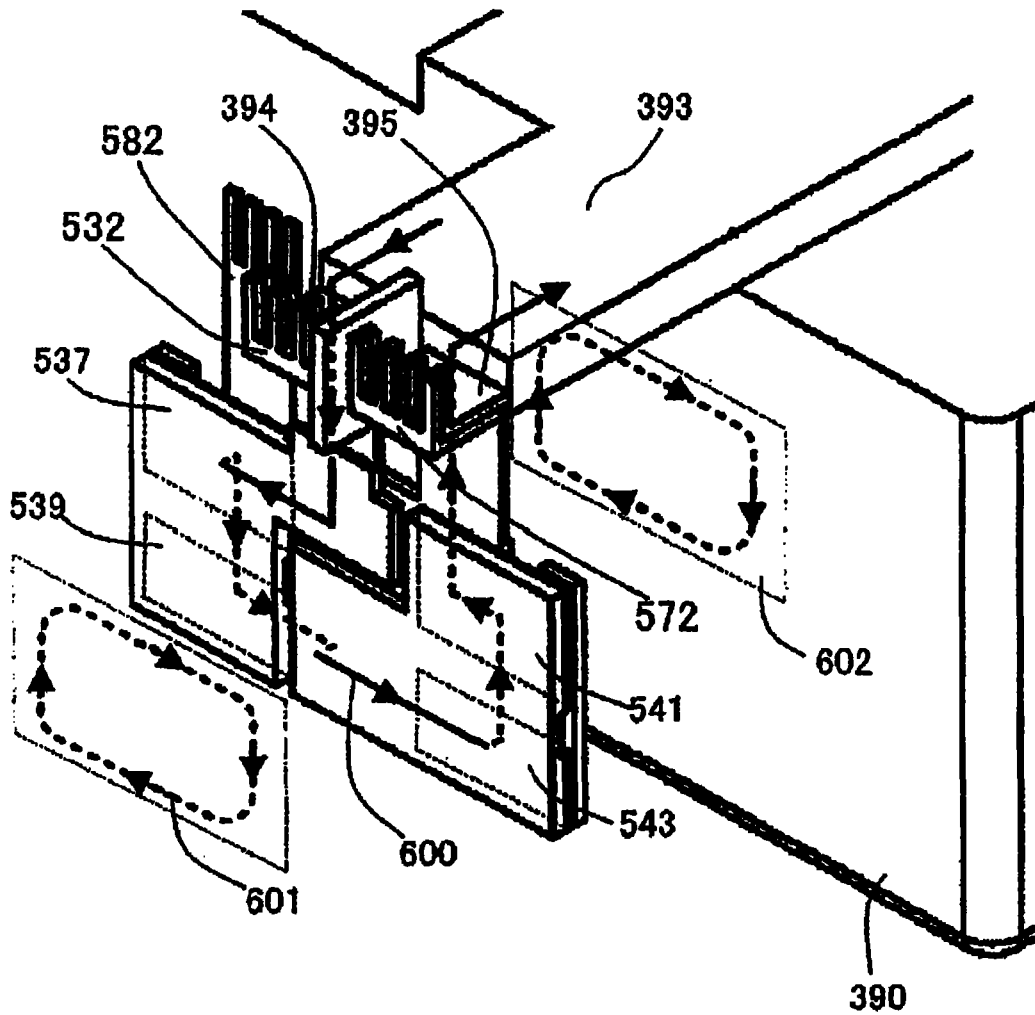


图 22

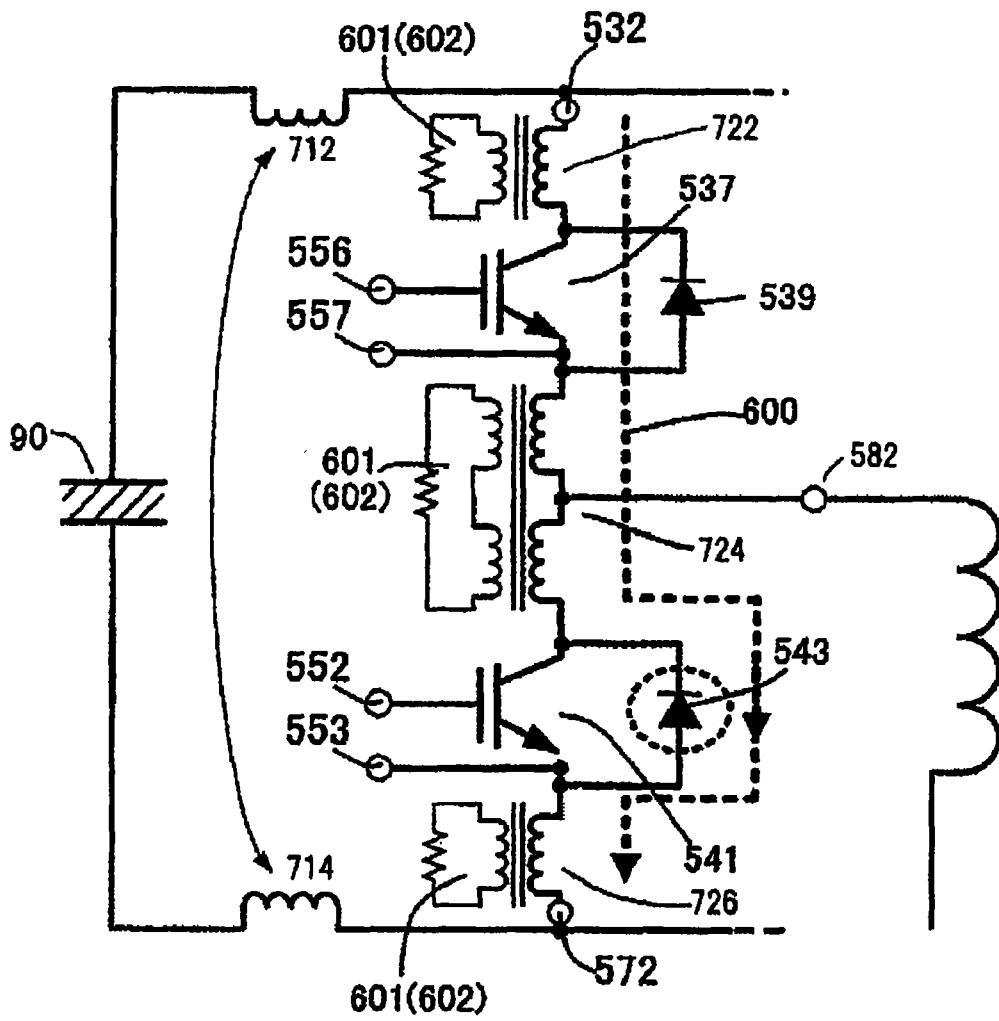


图 23

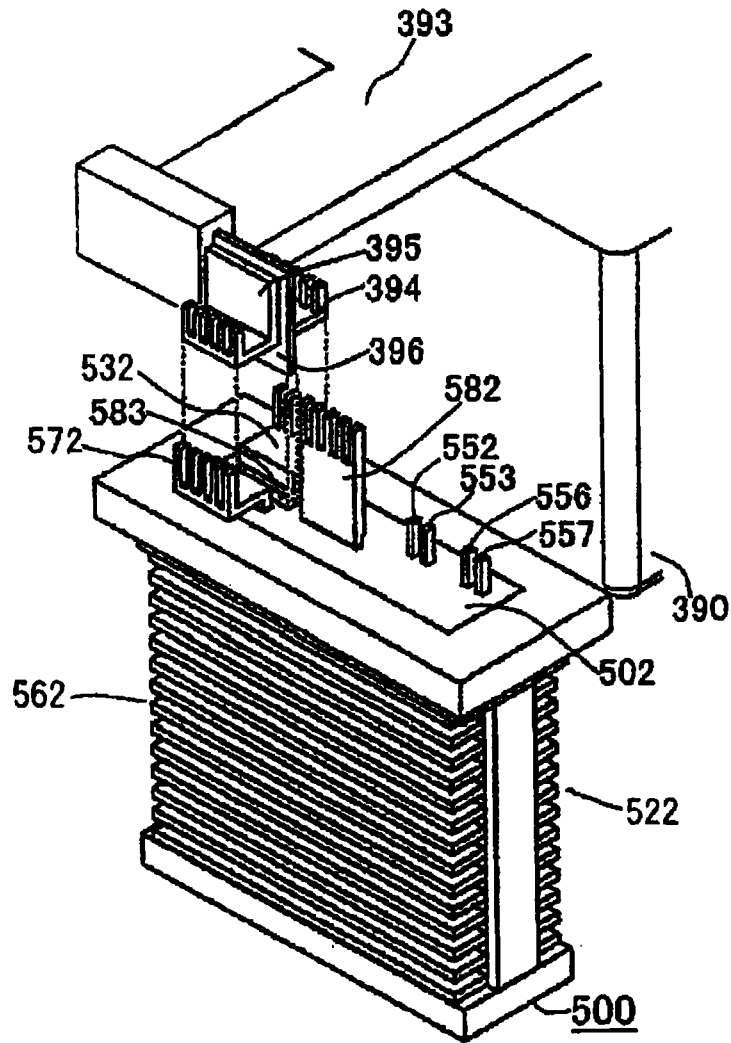


图 24

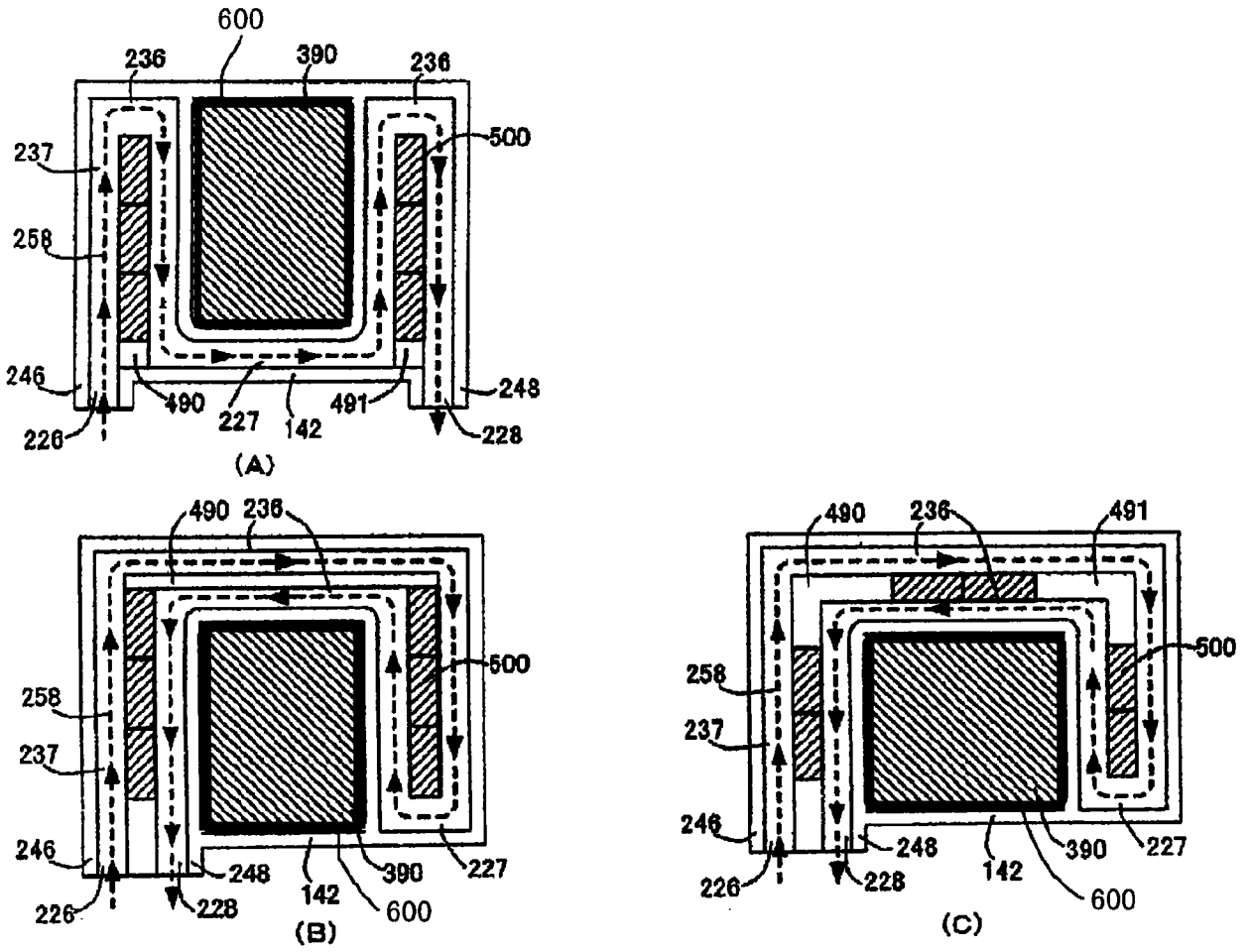


图 25

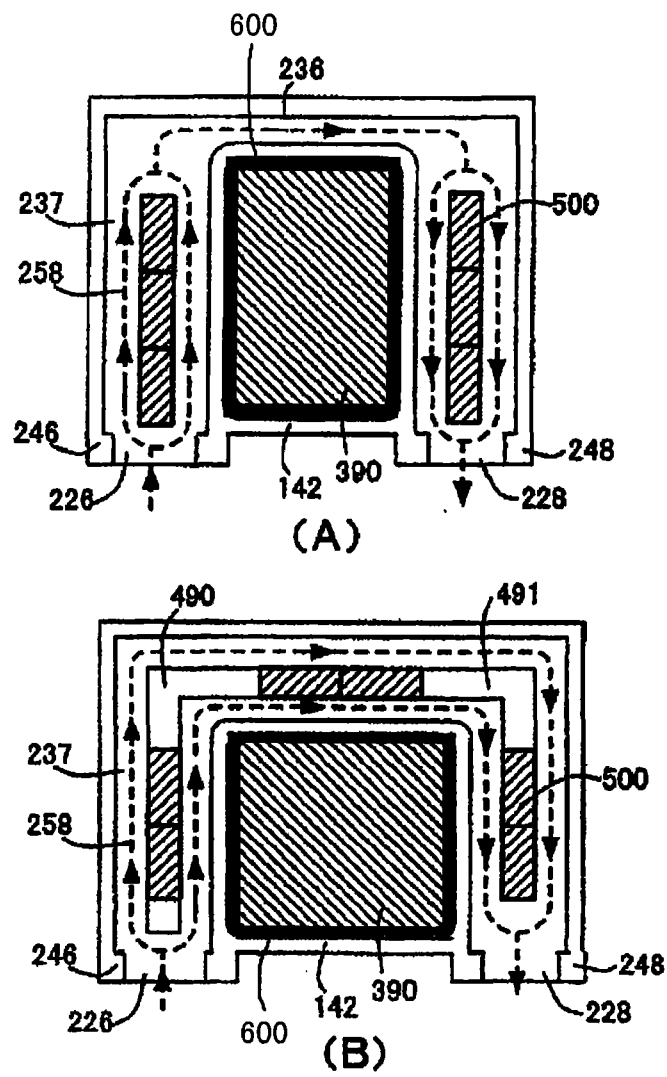


图 26