



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108701689 B

(45) 授权公告日 2021.07.27

(21) 申请号 201680081547.6

(22) 申请日 2016.02.18

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108701689 A

(43) 申请公布日 2018.10.23

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.08.10

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2016/054749 2016.02.18

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/141407 JA 2017.08.24

(73) 专利权人 三菱电机株式会社
地址 日本东京

(72) 发明人 中嶋幸夫 田中毅

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

代理人 胡秋瑾 张鑫

(51) Int.Cl.
H01L 25/07 (2006.01)
H01L 23/28 (2006.01)
H01L 25/18 (2006.01)
H02M 7/48 (2007.01)

(56) 对比文件
JP 2010080931 A, 2010.04.08
JP 2012119618 A, 2012.06.21
US 2010039843 A1, 2010.02.18
US 2011222325 A1, 2011.09.15
CN 203774298 U, 2014.08.13

审查员 吕闯

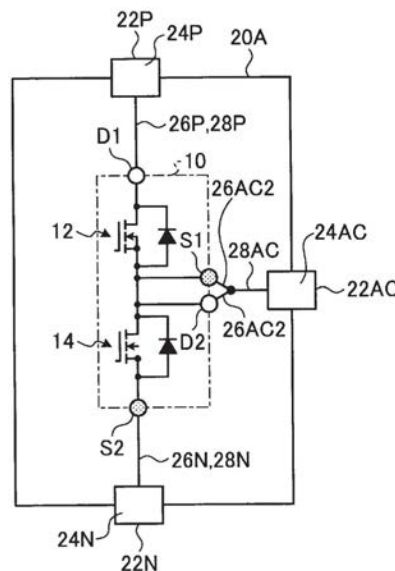
权利要求书3页 说明书9页 附图12页

(54) 发明名称

功率半导体模块

(57) 摘要

FWD (12b、14b) 与 MOSFET (12a、14b) 反向并联连接的第一、第二元件对 (12、14) 串联连接且被树脂密封, 从而构成核心模块 (10)。核心模块 (10) 中, MOSFET (12a) 的第一漏极电极 (D1)、MOSFET (12a) 的第一源极电极 (S1)、MOSFET (14a) 的第二漏极电极 (D2) 及 MOSFET (14a) 的第二源极电极 (S2) 在表面露出。具备直流正极端子 (22P)、直流负极端子 (22N) 及交流端子 (22AC) 的带端子盖板 (20A) 覆盖核心模块 (10)。此时, 带端子盖板 (20A) 的直流正极端子 (22P)、直流负极端子 (22N) 及交流端子 (22AC) 分别与核心模块 (10) 的第一漏极电极 (D1)、第二源极电极 (S2)、以及第一源极电极 (S1) 及第二漏极电极 (D2) 电连接。



1. 一种功率半导体模块,其特征在于,包括:

将二极管元件与开关元件反向并联连接而成的第一元件对和二极管元件与开关元件反向并联连接而成的第二元件对串联连接,且所述第一元件对与所述第二元件对被树脂密封后得到的核心模块;以及

具有直流正极端子、直流负极端子及交流端子的带端子盖板,

所述核心模块中,与构成所述第一元件对的所述开关元件的正侧电极电连接的第一电极、与构成所述第一元件对的所述开关元件的负侧电极电连接的第二电极、与构成所述第二元件对的所述开关元件的正侧电极电连接的第三电极、与构成所述第二元件对的所述开关元件的负侧电极电连接的第四电极在表面露出,

所述带端子盖板的所述直流正极端子与所述第一电极电连接,

所述带端子盖板的所述直流负极端子与所述第四电极电连接,

所述带端子盖板的所述交流端子与所述第二电极及所述第三电极电连接。

2. 如权利要求1所述的功率半导体模块,其特征在于,

包括多个所述核心模块,

多个所述核心模块中的所述第一电极彼此通过所述带端子盖板电连接,

多个所述核心模块中的所述第二电极彼此与所述第三电极彼此之间通过所述带端子盖板电连接,

多个所述核心模块中的所述第四电极彼此通过所述带端子盖板电连接。

3. 如权利要求1或2所述的功率半导体模块,其特征在于,

包括多个所述核心模块,

所述带端子盖板中与每个所述核心模块相对应地设置有与所述核心模块的数量相同的所述交流端子,

所述核心模块的所述第二电极与所述第三电极通过多个所述交流端子中对应的所述交流端子进行电连接。

4. 如权利要求2所述的功率半导体模块,其特征在于,

具备两个所述核心模块,

两个所述核心模块中的所述第一电极彼此以及所述第四电极彼此在所述带端子盖板的内部并联接线,两个所述核心模块中的所述第二电极彼此以及所述第三电极彼此与所述交流端子接线而构成。

5. 如权利要求3所述的功率半导体模块,其特征在于,

具备两个所述核心模块,

所述带端子盖板的交流端子具有第一交流端子及第二交流端子,

两个所述核心模块中的所述第一电极彼此以及所述第四电极彼此在所述带端子盖板的内部并联接线,一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第一交流端子接线,剩余的一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第二交流端子接线而构成。

6. 如权利要求2所述的功率半导体模块,其特征在于,

具备三个所述核心模块,

三个所述核心模块中的所述第一电极彼此、所述第四电极彼此、以及所述第二电极彼此或所述第三电极彼此在所述带端子盖板的内部并联接线而构成。

7. 如权利要求3所述的功率半导体模块,其特征在于,
具备三个所述核心模块,

所述带端子盖板的交流端子具有第一交流端子、第二交流端子及第三交流端子,三个所述核心模块中的所述第一电极彼此、所述第四电极彼此在所述带端子盖板的内部并联接线,一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第一交流端子接线,另一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第二交流端子接线,剩余的一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第三交流端子接线而构成。

8. 如权利要求2所述的功率半导体模块,其特征在于,
具备四个所述核心模块,

四个所述核心模块中的所述第一电极彼此、所述第四电极彼此、以及所述第二电极彼此或所述第三电极彼此在所述带端子盖板的内部并联接线而构成。

9. 如权利要求3所述的功率半导体模块,其特征在于,
具备四个所述核心模块,

所述带端子盖板的交流端子具有第一交流端子、第二交流端子、第三交流端子及第四交流端子,四个所述核心模块中的所述第一电极彼此、所述第四电极彼此在所述带端子盖板的内部并联接线,一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第一交流端子接线,另一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第二交流端子接线,另一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第三交流端子接线,剩余的一个模块的所述第二电极及所述第三电极与所述第四交流端子接线而构成。

10. 一种功率半导体模块,其特征在于,包括:

将二极管元件与开关元件反向并联连接而成的第一元件对和二极管元件与开关元件反向并联连接而成的第二元件对串联连接,且所述第一元件对与所述第二元件对被树脂密封后得到的至少三个核心模块;以及

具有直流正极端子、直流负极端子、直流中点端子及交流端子的带端子盖板,

所述核心模块中,与构成所述第一元件对的所述开关元件的正侧电极电连接的第一电极、与构成所述第一元件对的所述开关元件的负侧电极电连接的第二电极、与构成所述第二元件对的所述开关元件的正侧电极电连接的第三电极、与构成所述第二元件对的所述开关元件的负侧电极电连接的第四电极在表面露出,

所述带端子盖板的所述直流正极端子与设置于至少三个所述核心模块中的第一核心模块的所述第一电极电连接,

所述带端子盖板的所述直流负极端子与设置于至少三个所述核心模块中的第二核心模块的所述第四电极电连接,

所述带端子盖板的所述直流中点端子与设置于所述第一核心模块的所述第四电极和设置于所述第二核心模块的所述第一电极电连接,

所述带端子盖板的所述交流端子与设置于至少三个所述核心模块中的第三核心模块的所述第二电极及所述第三电极电连接。

11. 如权利要求10所述的功率半导体模块,其特征在于,
具备三个所述核心模块,

所述带端子盖板形成有直流中点端子,

三个所述核心模块中,所述第一核心模块的所述第一电极与所述带端子盖板的直流正极端子接线,所述第一核心模块的所述第四电极与所述第二核心模块的所述第一电极的电连接点和所述直流中点端子接线,所述第二核心模块的所述第四电极与所述直流负极端子接线,所述第三核心模块的所述第二电极与所述第三核心模块的所述第三电极的电连接点和所述交流端子接线,

并且,所述第一核心模块的所述第二电极或所述第一核心模块的所述第三电极的任意电极与所述第三核心模块的所述第一电极接线,所述第二核心模块的所述第二电极或所述第二核心模块的所述第三电极的任意电极与所述第三核心模块的所述第四电极接线而构成。

功率半导体模块

技术领域

[0001] 本发明涉及用于功率器件设备的优选的功率半导体模块。

背景技术

[0002] 下述专利文献1公开了一种用于铁道车辆的功率半导体模块,该功率半导体模块包括:二极管元件与MOS型开关元件反向并联连接,并作为功率转换装置的正侧臂进行动作的第一元件对;以及二极管元件与MOS型开关元件反向并联连接,并作为功率转换装置的负侧臂进行动作的第二元件对,将第一及第二元件对收容于一个模块内作为二合一模块来构成,并且该功率半导体模块构成为具有能对第一及第二元件对彼此进行串联连接的外部电极端子。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第4902029号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的技术问题

[0007] 上述现有技术公开了对搭载了串联连接并容易进行驱动 MOSFET 或 IGBT 的功率半导体模块的连接方式进行变更,并适用于架空线电压不同的铁道车辆用的功率转换装置时的电路例,但并未直接公开功率半导体模块自身的结构。因此,现有技术中,在适用于铁道车辆用的各种功率转换装置的情况下,需要采用组合多个功率半导体模块而得的电路结构,从通用性这一观点出发尚有改善的余地。

[0008] 本发明是鉴于上述情况而完成的,其目的在于,提供一种在适用于铁道车辆用的各种功率转换装置时,具有通用性的功率半导体模块。

[0009] 解决技术问题的技术方案

[0010] 为了解决上述问题,达到目的,本发明所涉及的功率半导体模块包括:将二极管元件与开关元件反向并联连接而成的第一元件对和二极管元件与开关元件反向并联连接而成的第二元件对串联连接,且第一元件对与第二元件对被树脂密封后得到的核心模块;以及具有直流正极端子、直流负极端子及交流端子的带端子盖板。该核心模块中,与构成第一元件对的开关元件的正侧电极电连接的第一电极、与构成第一元件对的所述开关元件的负侧电极电连接的第二电极、与构成第二元件对的开关元件的正侧电极电连接的第三电极、与构成第二元件对的所述开关元件的负侧电极电连接的第四电极在表面露出。带端子盖板的正极端子与第一电极电连接,带端子盖板的负极端子与第四电极电连接,带端子盖板的交流端子与第二电极及第三电极电连接。

[0011] 发明效果

[0012] 根据本发明,起到如下效果,即:能提供一种具有通用性,且能获得量产效果的高耐压规格的功率半导体模块。

附图说明

[0013] 图1是表示搭载有实施方式所涉及的功率半导体模块的功率转换装置的概要的功能结构的图。

[0014] 图2是表示构成实施方式所涉及的功率半导体模块时的基本单位即核心模块的概要形状的立体图。

[0015] 图3是表示图2所示的核心模块内部的电气布线的图。

[0016] 图4是表示实施方式1所涉及的功率半导体模块的一个示例即500A额定单相模块的外观结构的分解立体图。

[0017] 图5是表示从背面侧且下方侧观察图4(a)所示的带端子盖板20A时的立体图。

[0018] 图6是表示图4所示的500A额定单相模块中的带端子盖板内部的电气布线的图。

[0019] 图7是表示实施方式2所涉及的功率半导体模块的一个示例即1000A额定单相模块的外观结构的立体图。

[0020] 图8是表示图7所示的1000A额定单相模块中的带端子盖板内部的电气布线的图。

[0021] 图9是表示实施方式3所涉及的功率半导体模块的一个示例即500A额定单相模块的外观结构的立体图。

[0022] 图10是表示图9所示的500A额定单相模块中的带端子盖板内部的电气布线的图。

[0023] 图11是表示实施方式4所涉及的功率半导体模块的一个示例即1500A额定单相模块的外观结构的立体图。

[0024] 图12是表示图11所示的1500A额定单相模块中的带端子盖板内部的电气布线的图。

[0025] 图13是表示实施方式5所涉及的功率半导体模块的一个示例即500A额定三相模块的外观结构的立体图。

[0026] 图14是表示图13所示的500A额定三相模块中的带端子盖板内部的电气布线的图。

[0027] 图15是表示实施方式6所涉及的功率半导体模块的一个示例即500A额定单相三电平模块的外观结构的立体图。

[0028] 图16是表示图15所示的500A额定单相3电平模块中的带端子盖板内部的电气布线的图。

[0029] 图17是表示实施方式7所涉及的功率半导体模块的一个示例即2000A额定单相模块的外观结构的立体图。

[0030] 图18是表示图17所示的2000A额定单相模块中的带端子盖板内部的电气布线的图。

[0031] 图19是表示实施方式8所涉及的功率半导体模块的一个示例即复合模块的外观结构的立体图。

[0032] 图20是表示图19所示的复合模块中的带端子盖板内部的电气布线的图。

具体实施方式

[0033] 下面,基于附图详细说明本发明实施方式所涉及的功率半导体模块。另外,本发明并不由以下所示的实施方式所限定。

[0034] 实施方式1.

[0035] 图1是表示搭载了实施方式1所涉及的功率半导体模块的功率转换装置的概要的功能结构的图,示出了搭载于铁道车辆100的功率转换装置150的一个结构例。如图1所示,功率转换装置150构成为包括整流器110、电容器120及逆变器130。铁道车辆100搭载了配置于功率转换装置150的输入端侧且与整流器110相连接的变压器106、以及配置于功率转换装置150的输出端侧且与逆变器130相连接,并接收来自功率转换装置150的供电来驱动车辆的电动机140。另外,作为电动机140,优选为感应电动机或同步电动机。

[0036] 变压器106的一次绕组的一端经由集电装置102与架空线101相连接,另一端经由车轮103与大地电位即轨道104相连接。由架空线101提供的电力经由集电装置102输入至变压器106的一次绕组,并且变压器106的二次绕组所产生的电力被输入至整流器110。

[0037] 整流器110具有由半导体元件UPC、VPC构成的正侧臂(例如U相中为UPC)和由半导体元件UNC、VNC构成的负侧臂(例如U相中为UNC)分别串联连接而成的电路部(以下称为“腿”)。即,整流器110中,构成具有两组(U相、V相)腿的单相桥式电路。另外,半导体元件UPC、VPC、UNC、VNC如后述那样一般是具有开关元件及与开关元件反向并联连接的二极管元件的结构。

[0038] 整流器110通过对半导体元件UPC、VPC、UNC、VNC进行PWM控制,从而将输入的交流电压转换成所希望的直流电压并进行输出。

[0039] 整流器110的输出端并联连接有作为直流电源的电容器120,并且连接有将电容器120的直流电压作为输入、且将其转换成任意电压及任意频率的交流电压并进行输出的逆变器130。

[0040] 逆变器130具有由半导体元件UPI、VPI、WPI构成的正侧臂(例如U相中为UPI)和由半导体元件UNI、VNI、WNI构成的负侧臂(例如U相中为UNI)分别串联连接而成的腿。即,逆变器130中,构成具有三组(U相、V相、W相)腿的三相桥式电路。另外,半导体元件UPI、VPI、WPI、UNI、VNI、WNI与整流器110同样,一般是具有开关元件及与开关元件反向并联连接的二极管元件的结构。

[0041] 逆变器130通过对半导体元件UPI、VPI、WPI、UNI、VNI、WNI进行PWM控制,从而将输入的直流电压转换成所希望的交流电压并进行输出。

[0042] 另外,图1中,作为实施方式1所涉及的功率转换装置的优选例,将适用于交流输入的电车的情况作为一个示例示出,但对于常用于地铁或郊外电车等的直流输入的电车也能同样适用。另外,直流输入的电车的结构是公知的,因此省略此处的说明。

[0043] 接着,对实施方式1所涉及的功率半导体模块进行说明。图2是表示构成实施方式1所涉及的功率半导体模块时的基本单位即核心模块的概要形状的立体图,图3是表示图2所示的核心模块内部的电气布线的图。

[0044] 如图2及图3所示,实施方式1所涉及的功率半导体模块的基板单位即核心模块10中,对MOS(Metal-Oxide-Semiconductor:金属-氧化物-半导体)型的开关元件即MOSFET(MOS-Field-Effect Transistor:MOS场效应晶体管)12a与续流二极管(Fly Wheel Diode:以下记为“FWD”)12b反向并联连接而成的第一元件对12、及MOSFET14a与FWD12b反向并联连接而成的第二元件对14进行树脂密封来形成。由此,作为基本单位的核心模块10构成两个元件对收容于一个模块内的所谓的二合一模块。另外,本实施方式中,作为开关元件使用MOS型的开关元件,但也可以使用IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor:绝缘栅双极

晶体管) 等其他的功率半导体开关元件。

[0045] 此处, 第一元件对12中, MOSFET的漏极(正侧电极)与FWD的阴极在模块内连接, 其连接端引出到被树脂密封的部分的外侧, 构成核心模块10的第一漏极电极D1(也称为第一电极。), MOSFET的源极(负侧电极)与FWD的阳极在模块内连接, 其连接端引出到被树脂密封的部分的外侧, 构成核心模块10的第一源极电极S1(也称为第二电极。)。同样地, 第二元件对14中, MOSFET的漏极(正侧电极)与FWD的阴极在模块内连接, 其连接端引出到被树脂密封的部分的外侧, 构成核心模块10的第二漏极电极D2(也称为第三电极。), MOSFET的源极(负侧电极)与FWD的阳极在模块内连接, 其连接端引出到被树脂密封的部分的外侧, 构成核心模块10的第二源极电极S2(也称为第四电极。)。此处, 如图2所示, 核心模块10的第一漏极电极D1、第一源极电极S1、第二漏极电极D2及第二源极电极S2分别设置为露出到被树脂密封的核心模块10的表面。即, 对应于每个内置于核心模块10的开关元件的正侧电极及负侧电极, 与这些电极电连接的电极设置于核心模块10的表面。

[0046] 图4(c)是表示实施方式1所涉及的功率半导体模块的一个示例即500A额定单相模块的外观结构的分解立体图。图4(c)所示的500A额定单相模块利用图4(a)所示的带端子盖板20A与图4(b)所示的核心模块10来构成。带端子盖板20A是面向第一面(图4的示例中的上部面)的第二面(图4的示例中的下部面)开口的箱形结构, 第一面形成有构成直流正极端子22P的一部分的正极面状电极24P、构成直流负极端子22N的一部分的负极面状电极24N、及构成交流端子22AC的一部分的交流面状电极24AC。另外, 正极面状电极24P、负极面状电极24N及交流面状电极24AC中的至少一个形成于第一面以外的其他面。

[0047] 图5是从图4(a)所示的带端子盖板20A的背面侧且下方侧进行观察时的立体图。如图5所示, 在带端子盖板20A的内部形成有朝向内侧突出的正极突状电极26P、负极突状电极26N、交流突状第一电极26AC1及交流突状第二电极26AC2, 并且形成有用于电连接正极突状电极26P与正极面状电极24P的正极连结电极28P、用于电连接负极突状电极26N与负极面状电极24N的负极连结电极28N以及用于分别将交流突状第一电极26AC1及交流突状第二电极26AC2与交流面状电极24AC电连接交流连结电极28AC。正极突状电极26P及正极连结电极28P构成直流正极端子22P的一部分。负极突状电极26N及负极连结电极28N构成直流负极端子22N的一部分。交流突状第一电极26AC1、交流突状第二电极26AC2及交流连结电极28AC构成交流端子22AC的一部分。

[0048] 实施方式1所涉及的功率半导体模块中, 若将带端子盖板20A从核心模块10的上部即第一、第二漏极电极(D1、D2)及第一、第二源极电极(S1、S2)露出的一侧盖上, 则形成于带端子盖板20A的正极突状电极26P与第一漏极电极D1接触, 负极突状电极26N与第二源极电极S2接触, 交流突状第一电极26AC1与第一源极电极S1接触, 并且交流突状第二电极26AC2与第二漏极电极D2接触。通过上述电极彼此的接触, 形成核心模块10与带端子盖板20A之间的电气布线, 获得图4(c)所示的500A额定单相模块。

[0049] 图6是表示图4所示的500A额定单相模块中的带端子盖板20A内部的电气布线的图。图6示出了图3所示的核心模块10的电路结构。在带端子盖板20A的内部, 核心模块10的第一漏极电极D1与构成带端子盖板20A的直流正极端子22P的正极面状电极24P利用正极突状电极26P及正极连结电极28P进行接线, 并且核心模块10的第二源极电极S2与构成带端子盖板20A的直流负极端子22N的负极面状电极24N利用负极突状电极26N及负极连结电极28N

进行接线。此外,核心模块10的第一源极电极S1与构成带端子盖板20A的交流端子22AC的交流突状第一电极26AC1进行接线,核心模块10的第二漏极电极D2与构成带端子盖板20A的交流端子22AC的交流突状第二电极26AC2进行接线,第一源极电极S1与第二漏极电极D2经由与交流突状第一电极26AC1及交流突状第二电极26AC2电连接的交流连结电极28AC,与构成交流端子22AC的交流面状电极24AC进行接线。由此,形成直流正极端子22P、直流负极端子22N及交流端子22AC各自与对应的第一、第二漏极电极(D1、D2)、第一、第二源极电极(S1、S2)之间的电气布线,构成核心模块10。

[0050] 图4及图6所示的500A额定单相模块能用于构成逆变器电路的一相的腿或构成整流器电路的一相的腿。例如,图1的结构中,若是逆变器130,则能用于半导体元件UPI、UNI、半导体元件VPI、VNI及半导体元件WPI、WNI的各个组。此外,若是整流器110,则能用于半导体元件UPC、UNC及半导体元件VPC、VNC的各个组。

[0051] 实施方式2.

[0052] 图7是表示实施方式2所涉及的功率半导体模块的一个示例即1000A额定单相模块的外观结构的立体图,图8是表示图7所示的1000A额定单相模块中的带端子盖板20B内部的电气布线的图。

[0053] 如图7所示,1000A额定单相模块中排列配置有两个图2所示的核心模块10,通过从两个核心模块10的各电极露出一侧盖上带端子盖板20B来实现。带端子盖板20B的内部构成有与图5所示的带端子盖板20A同样的突状电极及连结电极(以下称为“电极构件”),经由这些电极构件,从而各面状电极(24P、24N、24AC)与两个核心模块10的各电极(D1、D2、S1、S2)电接线。

[0054] 如图8所示,在带端子盖板20B的内部,两个核心模块10并联连接,因此构成两倍容量的单相模块、即1000A额定单相模块。

[0055] 图7及图8所示的1000A额定单相模块能用于构成逆变器电路的一相的正侧臂或负侧臂或构成整流器电路的一相的正侧臂及负侧臂。例如,图1的结构中,若是逆变器130,则能用于半导体元件UPI、UNI、半导体元件VPI、VNI及半导体元件WPI、WNI的各个组。此外,若是整流器110,则能用于半导体元件UPC、UNC及半导体元件VPC、VNC的各个组。无论何种结构中,均能确保使用了500A额定单相模块时的两倍的电流容量。

[0056] 实施方式3.

[0057] 图9是表示实施方式3所涉及的功率半导体模块的一个示例即500A额定单相模块的外观结构的立体图,图10是表示图9所示的500A额定单相模块中的带端子盖板20C内部的电气布线的图。

[0058] 如图9所示,500A额定单相模块中排列配置有两个图2所示的核心模块10,通过从两个核心模块10的各电极露出一侧盖上带端子盖板20C来实现。带端子盖板20C的内部构成有与图5所示的带端子盖板20A同样的电极构件,经由这些电极构件,从而各面状电极(24P、24N、24AC1、24AC2)与两个核心模块10的各电极(D1、D2、S1、S2)电接线。

[0059] 如图10所示,在带端子盖板20C的内部,两个核心模块10并联连接,另一方面,两个交流端子彼此(S1与D2)分别不电连接,而与带端子盖板20C中的两个单独的交流端子(22AC1、22AC2)电连接,由此构成500A额定单相模块并联连接而成的500A额定单相模块。

[0060] 图9及图10所示的500A额定单相模块能用于构成单相逆变器电路的桥式电路或构

成单相整流器电路的桥式电路。例如,若是图1的功率转换装置150的结构,能直接用于整流器110。

[0061] 实施方式4.

[0062] 图11是表示实施方式4所涉及的功率半导体模块的一个示例即1500A额定单相模块的外观结构的立体图,图12是表示图11所示的1500A额定单相模块中的带端子盖板20D内部的电气布线的图。

[0063] 如图11所示,1500A额定单相模块中排列配置有三个图2所示的核心模块10,通过从三个核心模块10的各电极露出一侧盖上带端子盖板20D来实现。带端子盖板20D的内部构成有与图5所示的带端子盖板20A同样的电极构件,经由这些电极构件,从而各面状电极(24P、24N、24AC)与三个核心模块10的各电极(D1、D2、S1、S2)电接线。

[0064] 如图12所示,在带端子盖板20D的内部,三个核心模块10以三并联方式连接,因此构成三倍容量的单相模块、即1500A额定单相模块。

[0065] 图11及图12所示的1500A额定单相模块能用于构成逆变器电路的各一相的腿或构成整流器电路的一相的腿。例如,图1的结构中,若是逆变器130,则能用于半导体元件UPI、UNI、半导体元件VPI、VNI及半导体元件WPI、WNI的各个组。此外,若是整流器110,则能用于半导体元件UPC、UNC及半导体元件VPC、VNC的各个组。无论何种结构中,均能确保使用了500A额定单相模块时的三倍的电流容量。

[0066] 实施方式5.

[0067] 图13是表示实施方式5所涉及的功率半导体模块的一个示例即500A额定三相模块的外观结构的立体图,图14是表示图13所示的500A额定三相模块中的带端子盖板20E内部的电气布线的图。

[0068] 如图13所示,500A额定三相模块中排列配置有三个图2所示的核心模块10,通过从三个核心模块10的各电极露出一侧盖上带端子盖板20E来实现。带端子盖板20E的内部构成有与图5所示的带端子盖板20A同样的电极构件,经由这些电极构件,从而各面状电极(24P、24N、24AC1、24AC2、24AC3)与三个核心模块10的各电极(D1、D2、S1、S2)电接线。

[0069] 如图14所示,在带端子盖板20E的内部,三个核心模块10并联连接,另一方面,三个交流端子彼此(S1与D2)分别不电连接,而与带端子盖板20E中的三个单独的交流端子(24AC1、24AC2、24AC3)电连接,从而构成500A额定单相模块以三并联方式连接而成的500A额定三相模块。

[0070] 图13及图14所示的500A额定三相模块能用于构成三相逆变器电路的桥式电路或构成三相整流器电路的桥式电路。例如,若是图1的功率转换装置150的结构,能直接用于逆变器130。

[0071] 上述的功率半导体模块均是对2电平的电路的适用例,下一个示例中,说明对3电平的电路的适用例。

[0072] 实施方式6.

[0073] 图15是表示实施方式6所涉及的功率半导体模块的一个示例即500A额定单相3电平模块的外观结构的立体图,图16是表示图15所示的500A额定单相3电平模块中的带端子盖板20F内部的电气布线的图。另外,图16中,为了方便,标注a、b、c来识别三个核心模块10。

[0074] 如图15所示,500A额定单相3电平模块中排列配置有三个图2所示的核心模块10,

通过从三个核心模块10的各电极露出一侧盖上带端子盖板20F来实现。带端子盖板20F的内部构成有与图5所示的带端子盖板20A同样的电极构件,经由这些电极构件,从而各面状电极(24P、24C、24N、24AC)与三个核心模块10的各电极(D1、D2、S1、S2)电接线。另外,面状电极24C是构成直流中点端子22C的一部分的电极。

[0075] 如图16所示,在带端子盖板20F的内部,利用所形成的电极构件来进行下述接线,即:在三个核心模块10中,第一核心模块10a的第一漏极电极D1与带端子盖板20F的直流正极端子22P电连接,第一核心模块10a的第二源极电极S2、第二核心模块10b的第一漏极电极D1及直流中点端子22C电连接,第二核心模块10b的第二源极电极S2与带端子盖板20F的直流负极端子22N电连接,第三核心模块10c的第一源极电极S1、第三核心模块10c的第二漏极电极D2及交流端子22AC电连接,在三个各核心模块间,第一核心模块10a的第一源极电极S1、第一核心模块10a的第二漏极电极D2及第三核心模块10c的第一漏极电极D1电连接,第二核心模块10b的第一源极电极S1、第二核心模块10b的第二漏极电极D2及第三核心模块10c的第二源极电极S2电接线。通过上述接线,构成使用了三个500A额定单相模块的500A额定单相3电平模块。

[0076] 图15及图16所示的500A额定单相3电平模块能用于构成3电平逆变器电路的各一相的腿或构成3电平整流器电路的一相的腿。

[0077] 上述功率半导体模块是使用了两个或三个作为基本单位的核心模块10的示例,但也可以使用四个以上作为基本单位的核心模块10来构成功率半导体模块。以下,对使用四个核心模块10来构成功率半导体模块的示例进行说明。

[0078] 实施方式7.

[0079] 图17是表示实施方式7所涉及的功率半导体模块的一个示例即2000A额定单相模块的外观结构的立体图,图18是表示图17所示的2000A额定单相模块中的带端子盖板20G内部的电气布线的图。

[0080] 如图17所示,2000A额定单相模块中排列配置有四个图2所示的核心模块10,通过从四个核心模块10的各电极露出一侧盖上带端子盖板20G来实现。带端子盖板20G的内部构成有与图5所示的带端子盖板20A同样的电极构件,经由这些电极构件,从而各面状电极(24P、24N、24AC)与四个核心模块10的各电极(D1、D2、S1、S2)电接线。

[0081] 如图18所示,在带端子盖板20G的内部,四个核心模块10以四并联的方式连接,因此构成四倍容量的单相模块、即2000A额定单相模块。

[0082] 图17及图18所示的2000A额定单相模块能用于构成逆变器电路的各一相的腿或构成整流器电路的一相的腿。例如,图1的结构中,若是逆变器130,则能用于半导体元件UPI、UNI、半导体元件VPI、VNI及半导体元件WPI、WNI的各个组。此外,若是整流器110,则能用于半导体元件UPC、UNC及半导体元件VPC、VNC的各个组。无论何种结构中,均能确保使用了500A额定单相模块时的四倍的电流容量。

[0083] 实施方式8.

[0084] 图19是表示实施方式8所涉及的功率半导体模块的一个示例即复合模块的外观结构的立体图。图20是表示图19所示的复合模块中的带端子盖板20H内部的电气布线的图。

[0085] 图20所示的复合模块中排列配置有四个图2所示的核心模块10,通过从四个核心模块10的各电极露出一侧盖上带端子盖板20H来实现。带端子盖板20H的内部构成有与图

5所示的带端子盖板20A同样的电极构件,经由这些电极构件,从而各面状电极(24P、24N、24AC)与四个核心模块10的各电极(D1、D2、S1、S2)电接线。

[0086] 如图20所示,在带端子盖板20H的内部,四个核心模块10以四并联的方式连接,另一方面,四个交流端子彼此(S1与D2)分别不电连接,而与带端子盖板20H中的四个单独的交流端子(24AC1、24AC2、24AC3、24AC4)电连接,从而构成500A额定单相模块以四并联方式连接而成的复合模块。

[0087] 图19及图20所示的复合模块能将由四个核心模块10中的任意三个核心模块10构成的电路用作500A额定的三相逆变器电路,能将剩余的一个核心模块10用作为例如斩波电路。

[0088] 如以上说明的那样,根据本实施方式所涉及的功率半导体模块,由分别连接到第一元件对的开关元件的正侧电极及负侧电极和第二元件对的开关元件的正侧电极及负侧电极的电极露出到表面的核心模块10、以及根据各用途对核心模块10的电极进行内部布线并作为模块端子引出的带端子盖板20来构成功率半导体模块。由此,能根据各用途制造带端子盖板,仅通过改变共通的核心模块10的数量来构成与电流容量、及2电平或3电平这样的用途相对应的最合适的功率半导体模块,因此能提高通用性并削减制造成本。

[0089] 根据本实施方式所涉及的功率半导体模块,使用1片或多片核心模块,并改变带端子盖板的内部的电气布线,从而能够构成包含500A额定单相模块、1000A额定单相模块、500A额定单相模块、1500A额定单相模块、500A额定三相模块、500A额定单相3电平模块、2000A额定单相模块及复合模块(500A额定三相+斩波电路)的各种功率转换模块,因此能削减功率转换装置的制造成本,并降低功率转换装置的尺寸。

[0090] 另外,本实施方式中,对一个核心模块的额定为500A的示例进行了说明,但并不限于500A。例如,可以变更核心模块的尺寸来形成任意额定的核心模块。

[0091] 此外,作为构成核心模块10的MOSFET及FWD的原料,可以使用例如硅(以下记为“Si”)或碳化硅(以下记为“SiC”)。特别,SiC具有能在高温下使用的特征,因此相比Si的情况,能提高模块的允许动作温度。因此,能进一步缩小各元件对中的芯片占有面积,能进一步削减模块尺寸。

[0092] 此外,SiC的情况下,芯片厚度也会变薄,因此也具有热电阻变小的优点。并且,在将SiC用作FWD的情况下,能降低导通电压,因此也可获得能大幅降低恢复损耗的效果。因此,即使削减芯片尺寸,也能抑制温度上升,并降低损耗。

[0093] 另外,SiC是被称为宽带隙半导体的半导体的一个示例,除了该SiC以外,例如使用氮化镓类材料或金刚石形成的半导体也属于宽带隙半导体。因此,使用SiC以外的其他宽带隙半导体的结构也能构成本发明的主旨。

[0094] 本实施方式中,对适用于铁道车辆用的功率转换装置的情况进行了说明,但在用于产业机械用途、电动汽车用途、混动汽车用途、功率调节器用途等的功率转换装置中,也使用相同结构的逆变器电路、整流器电路,因此当然能适用于上述数量众多的应用中。

[0095] 并且,本实施方式中,以将本发明适用于AC-DC整流器、单相逆变器或三相逆变器的情况为例进行了说明,但也能适用于升压斩波电路或降压斩波电路等其他的功率转换装置。

[0096] 标号说明

[0097] 10核心模块、12第一元件对、14第二元件对、12a,14a MOSFET、12b,14b FWD、16a,16b,16c,16d导体布线、20A,20B,20C,20D,20E,20F,20G,20H带端子盖板、22P直流正极端子、22N直流负极端子、22C直流中点端子、22AC交流端子、24AC1第一交流端子、24AC2第二交流端子、24AC3第三交流端子、24AC4第四交流端子、24P正极面状电极、28P正极连结电极、24N负极面状电极、26P正极突状电极、26N负极突状电极、26AC1交流突状第一电极、26AC2交流突状第二电极、28N负极连结电极、24AC交流面状电极、28AC交流连结电极、100铁道车辆、101架空线、102集电装置、103车轮、104轨道、106变压器、110整流器、120电容器、130逆变器、140电动机、150功率转换装置、D1第一漏极电极、D2第二漏极电极、S1第一源极电极、S2第二源极电极、UNC,VNC,UNI,VNI,WNI,UPC,VPC,UPI,VPI,WPI半导体元件。

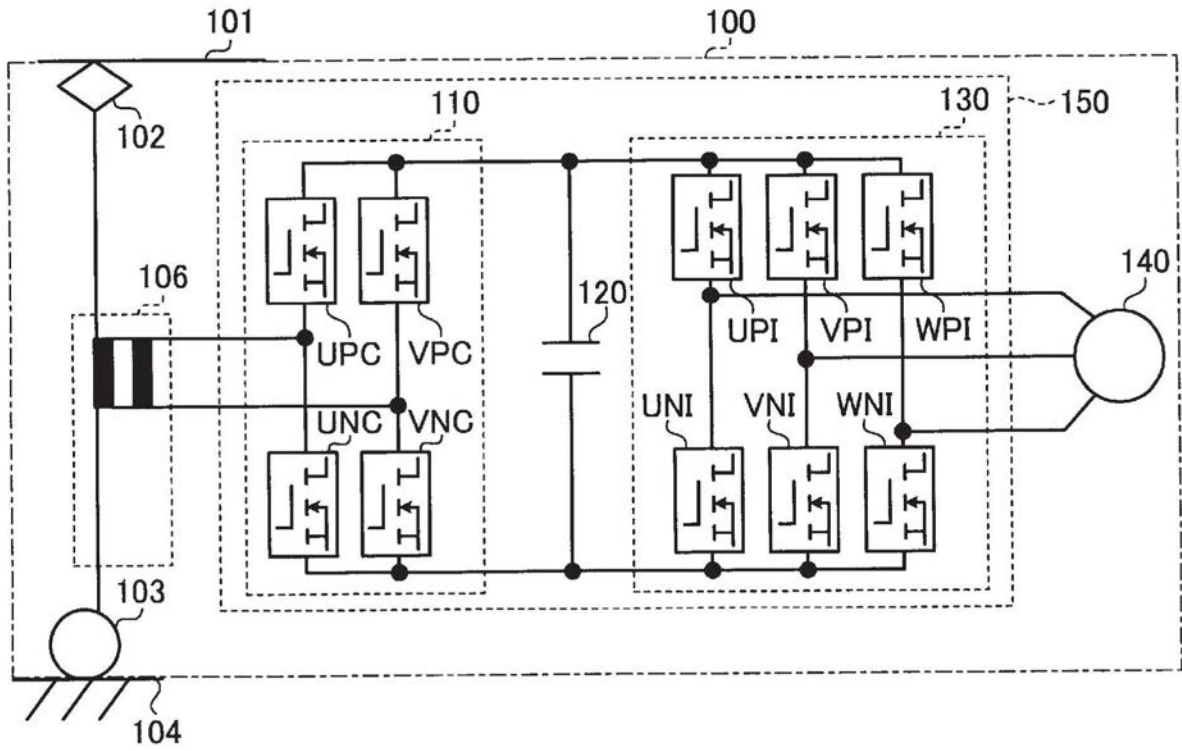


图1

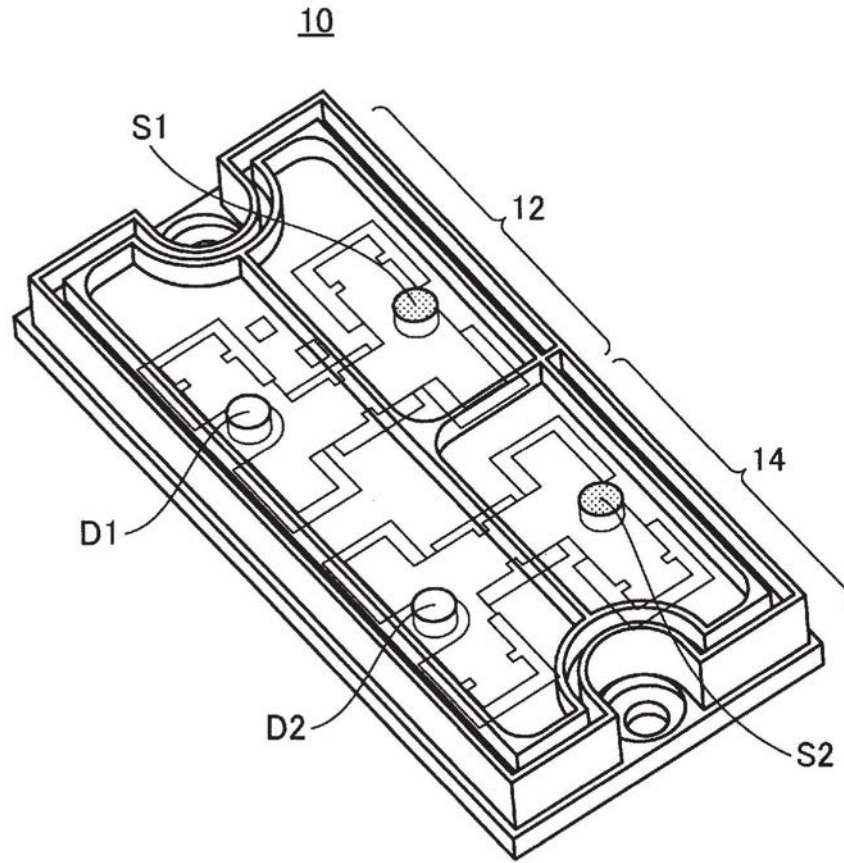


图2

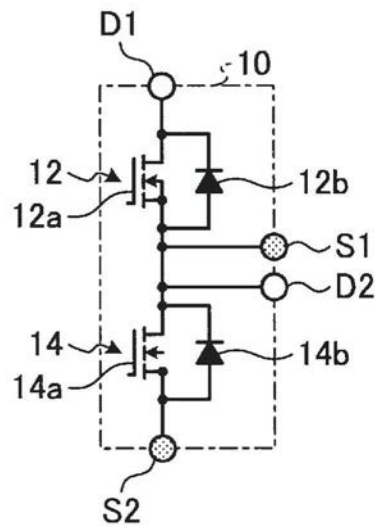


图3

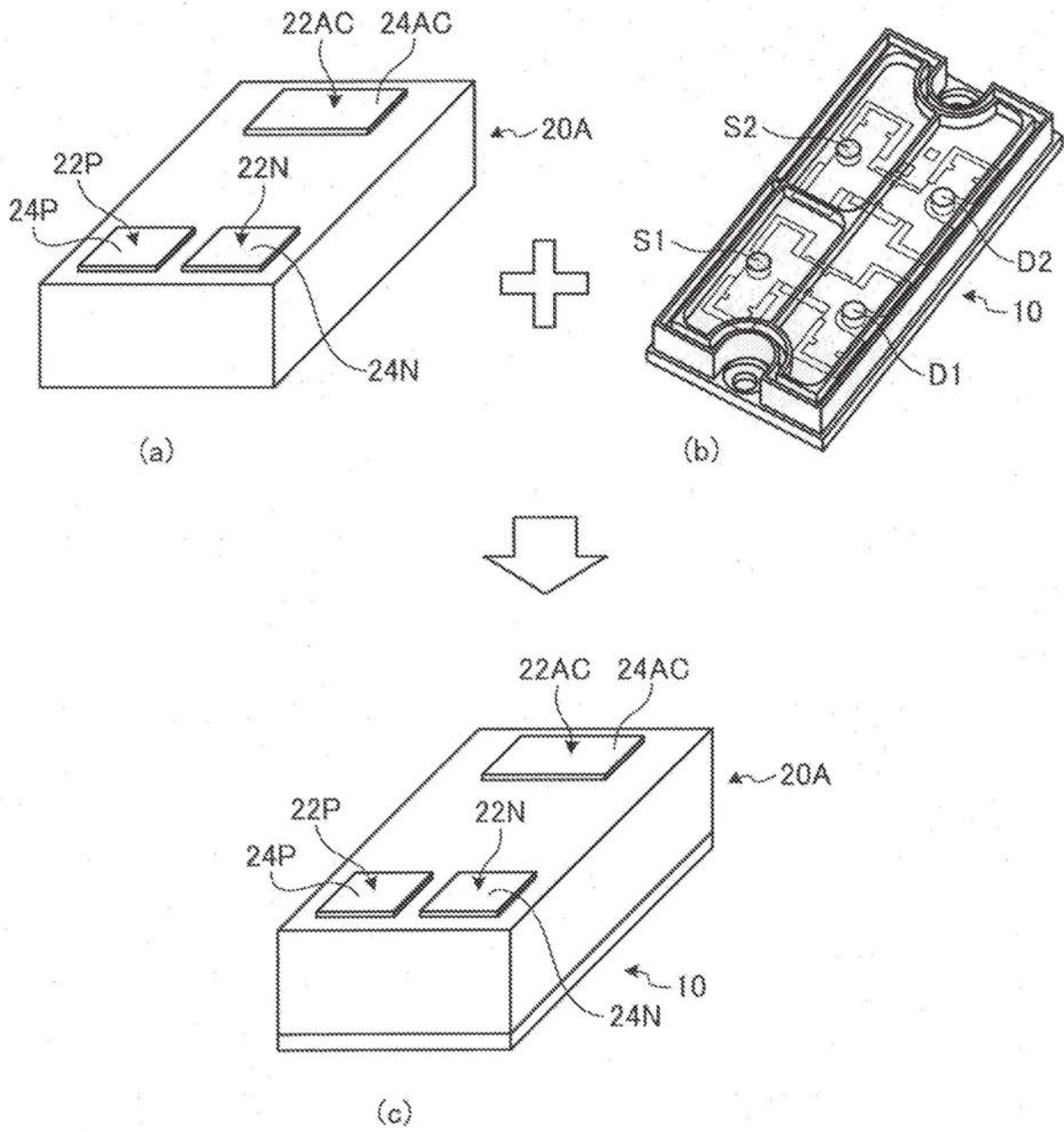


图4

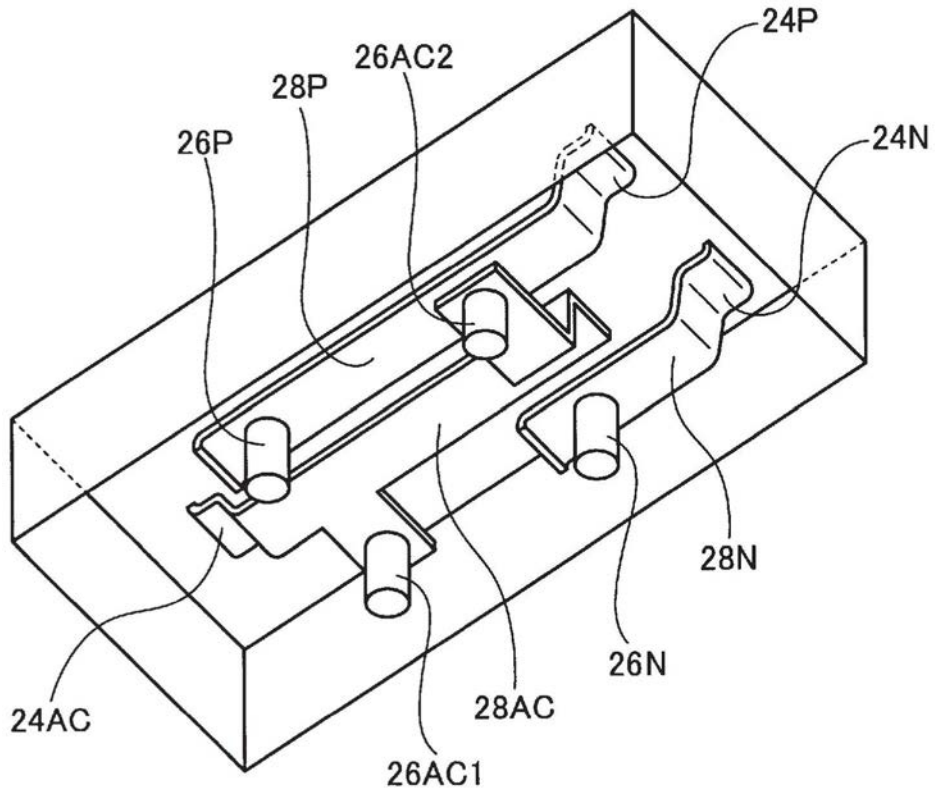


图5

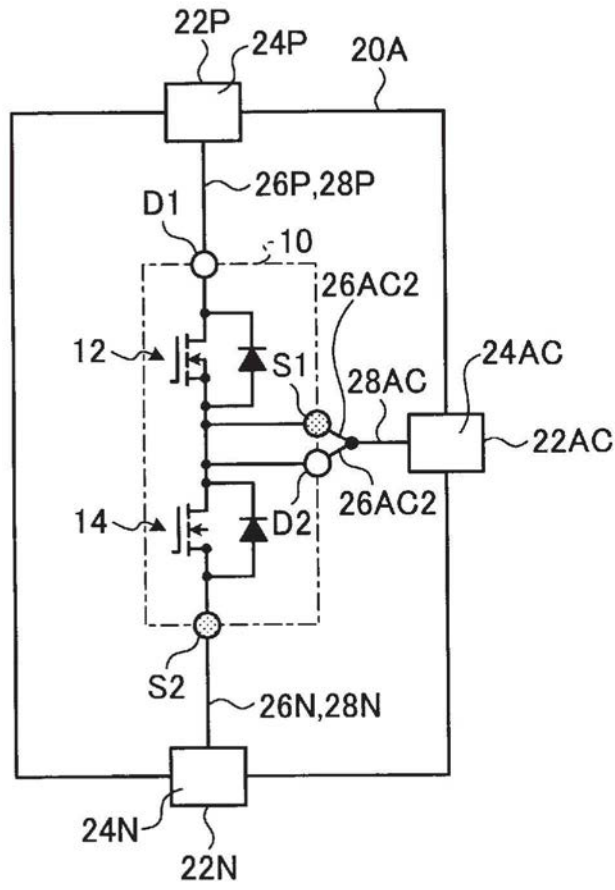


图6

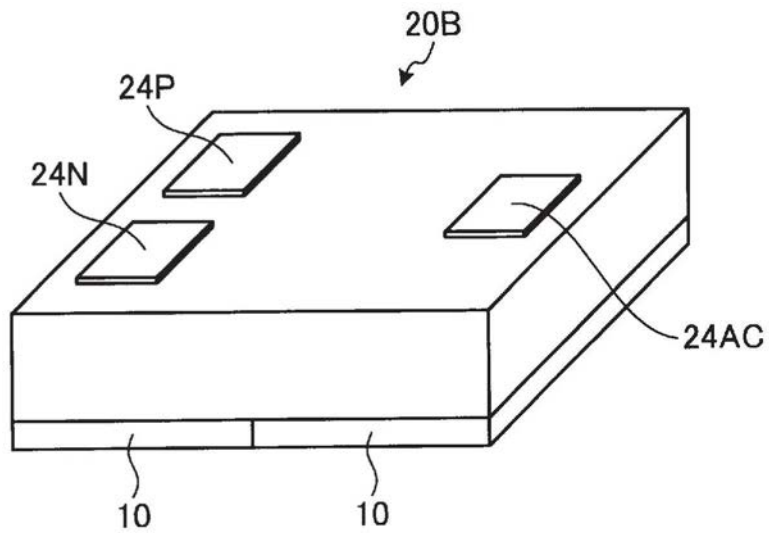


图7

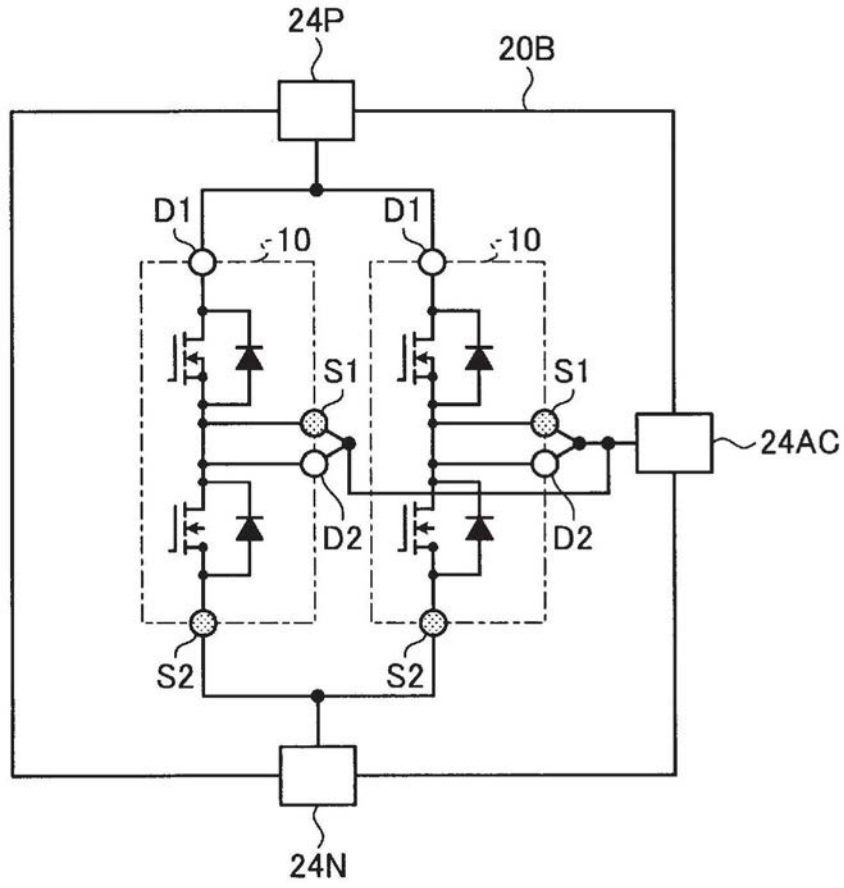


图8

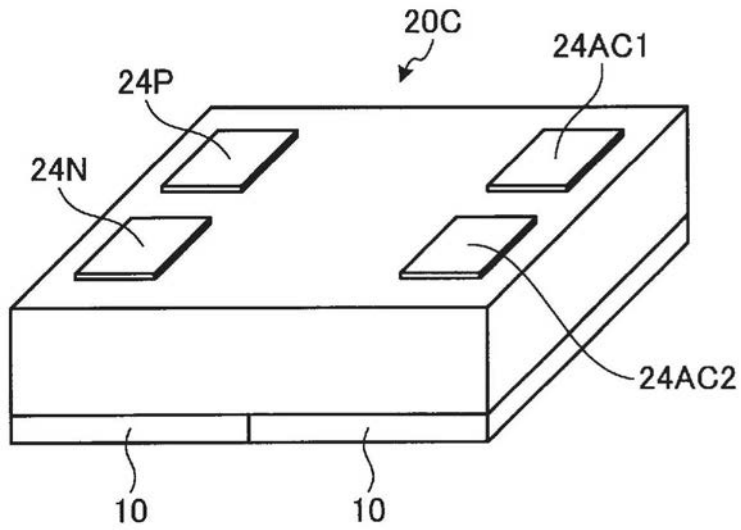


图9

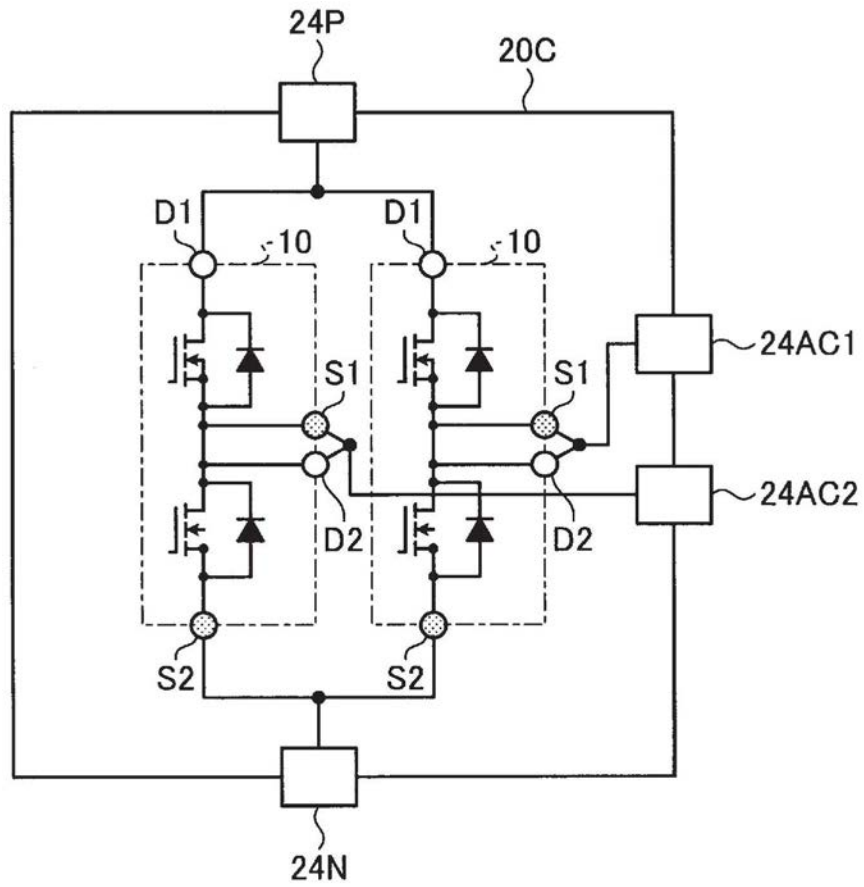


图10

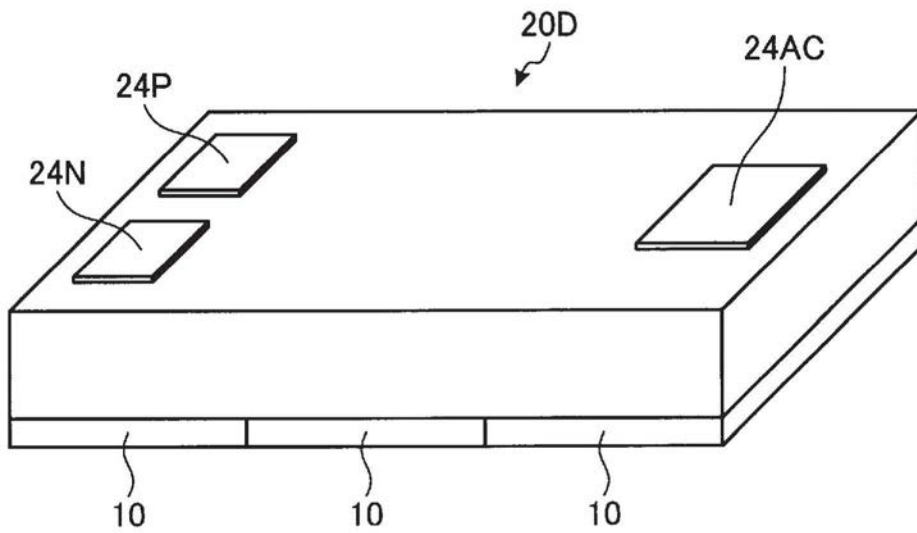


图11

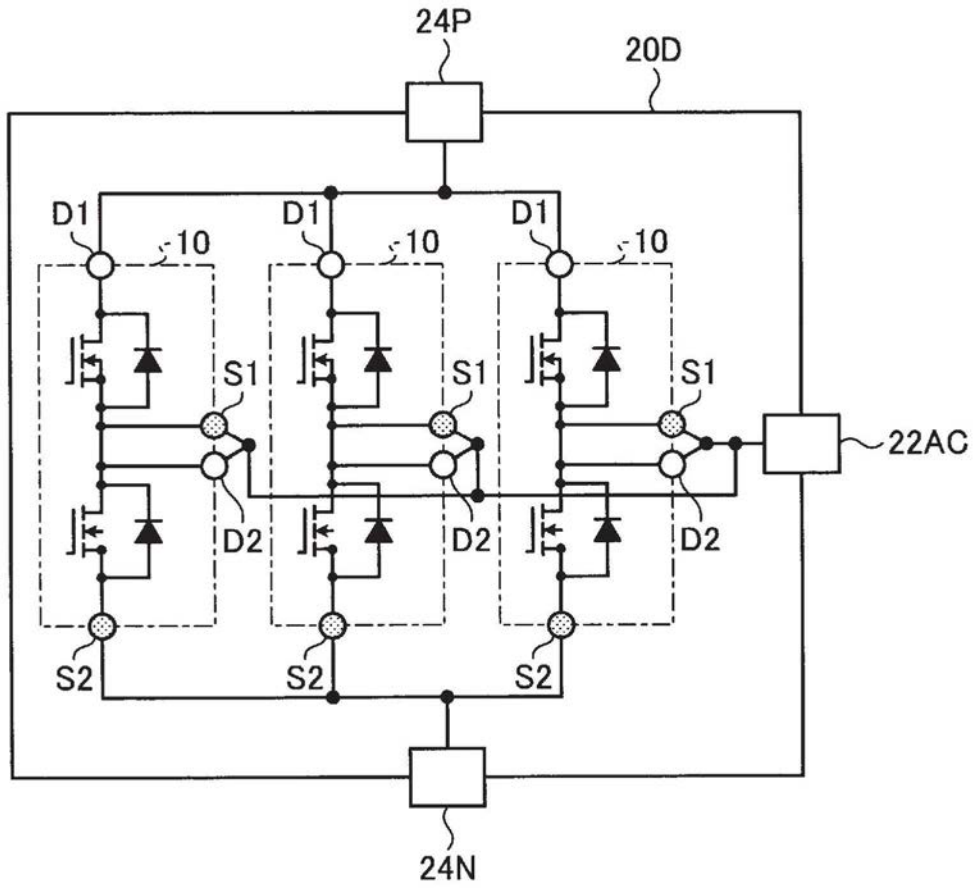


图12

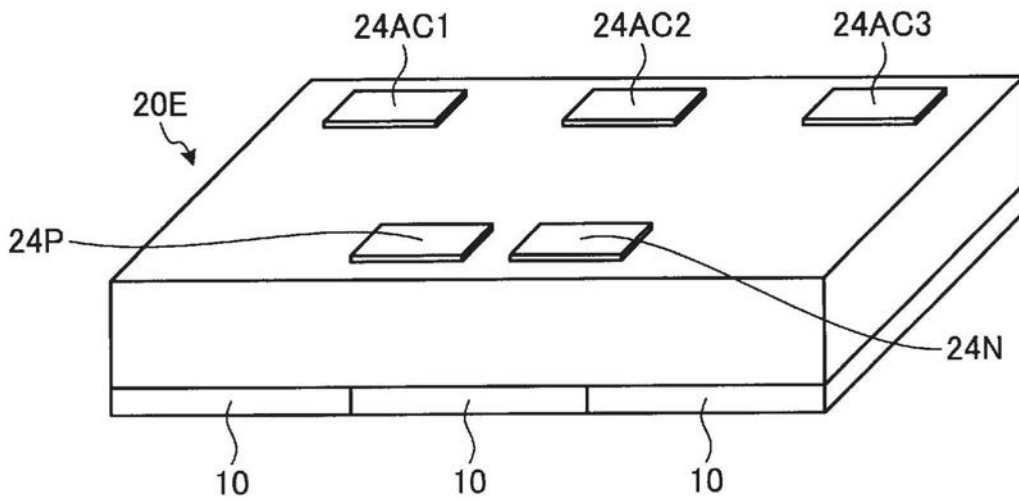


图13

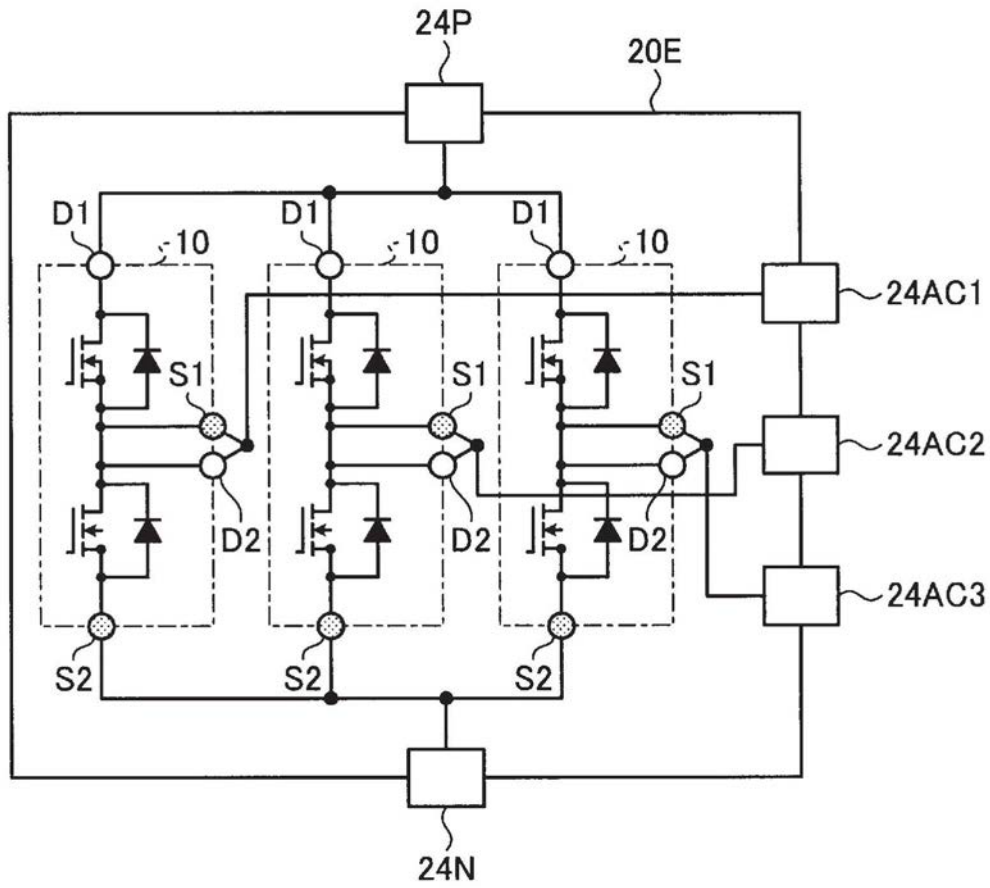


图14

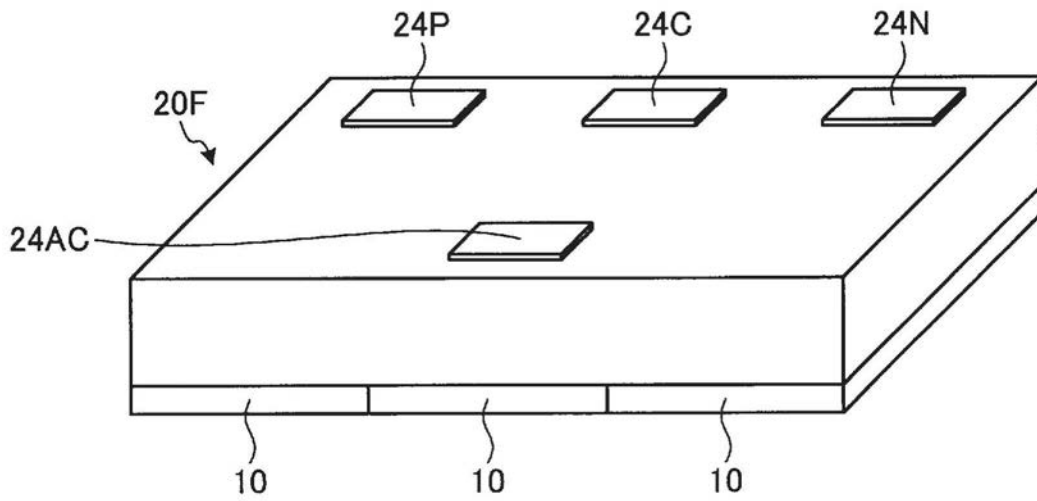


图15

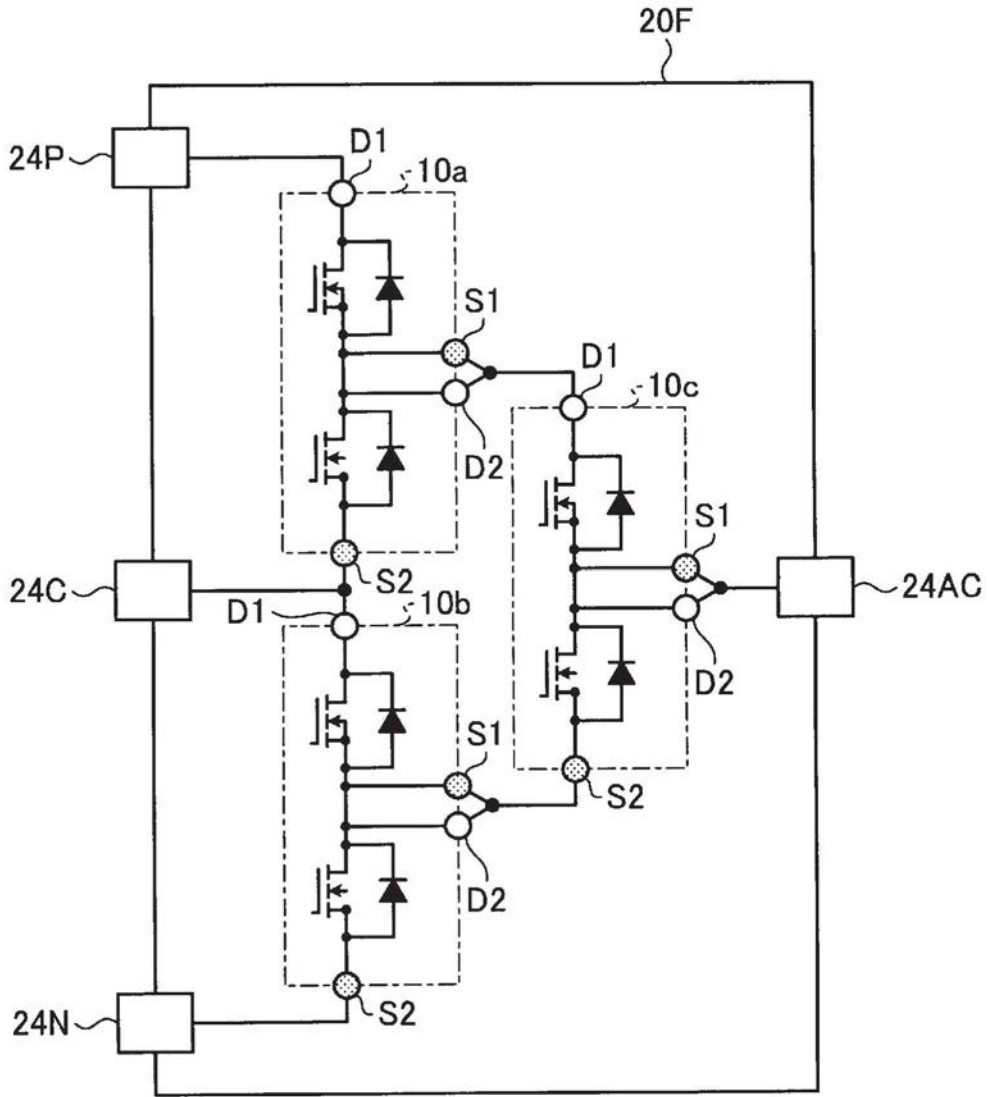


图16

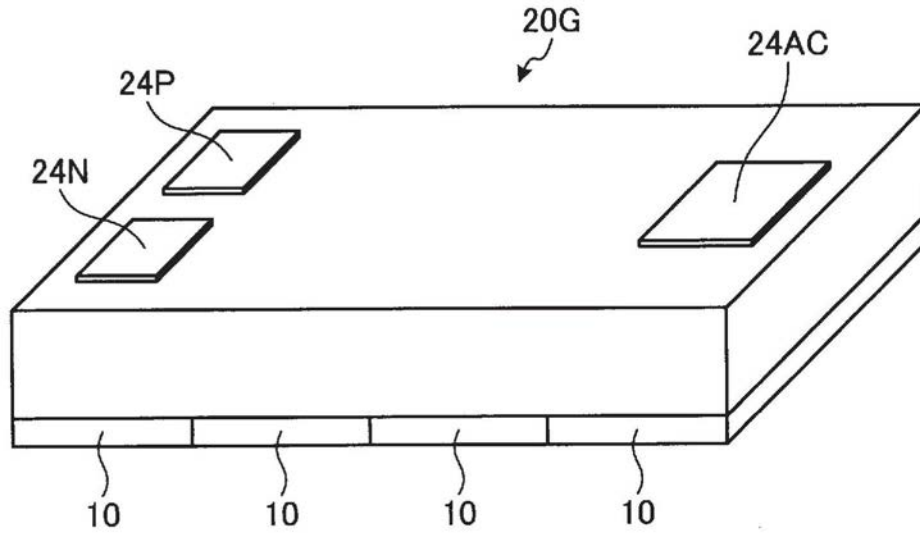


图17

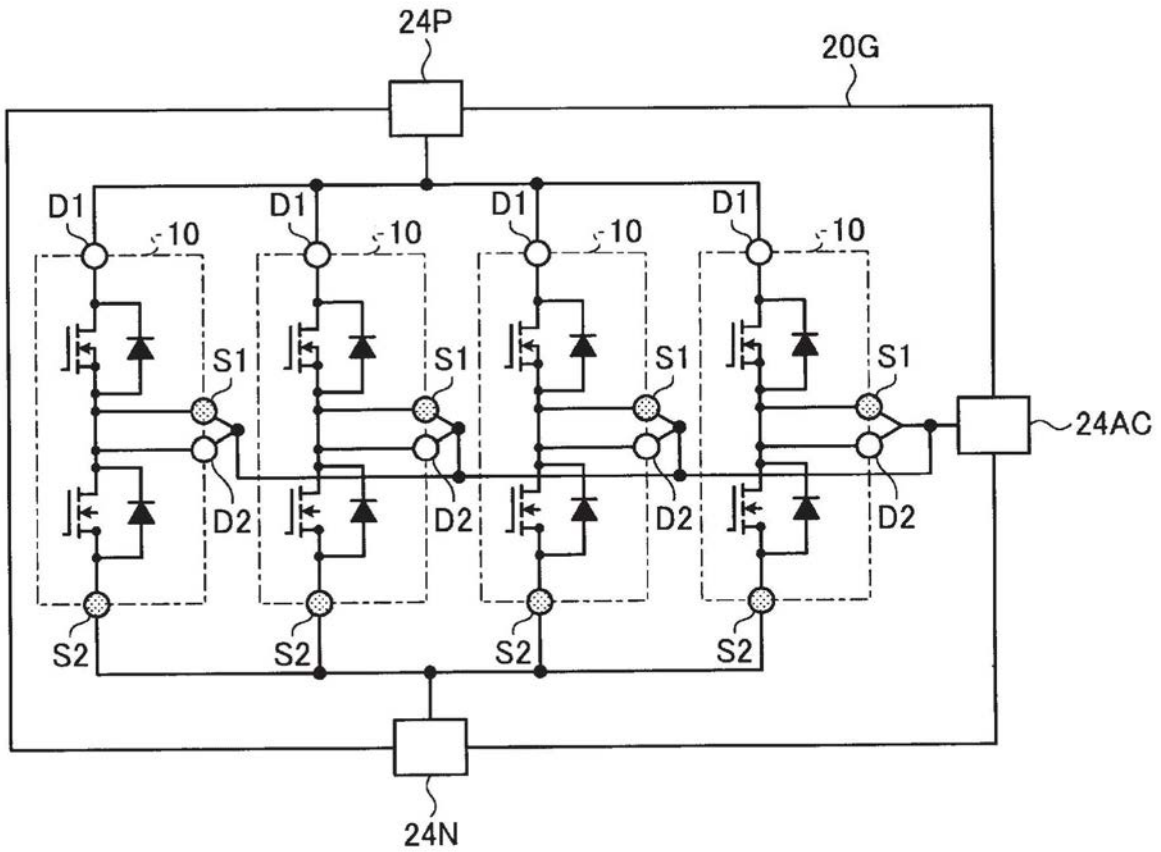


图18

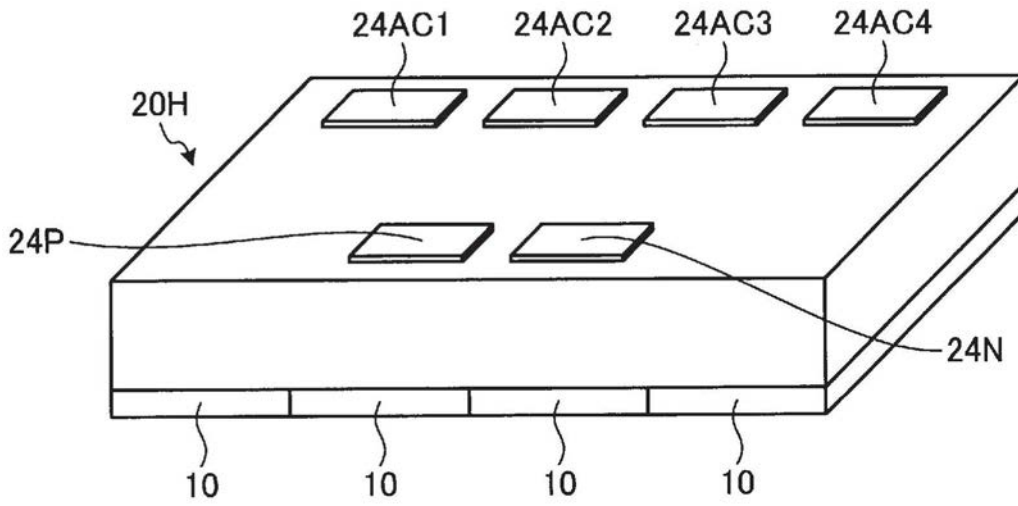


图19

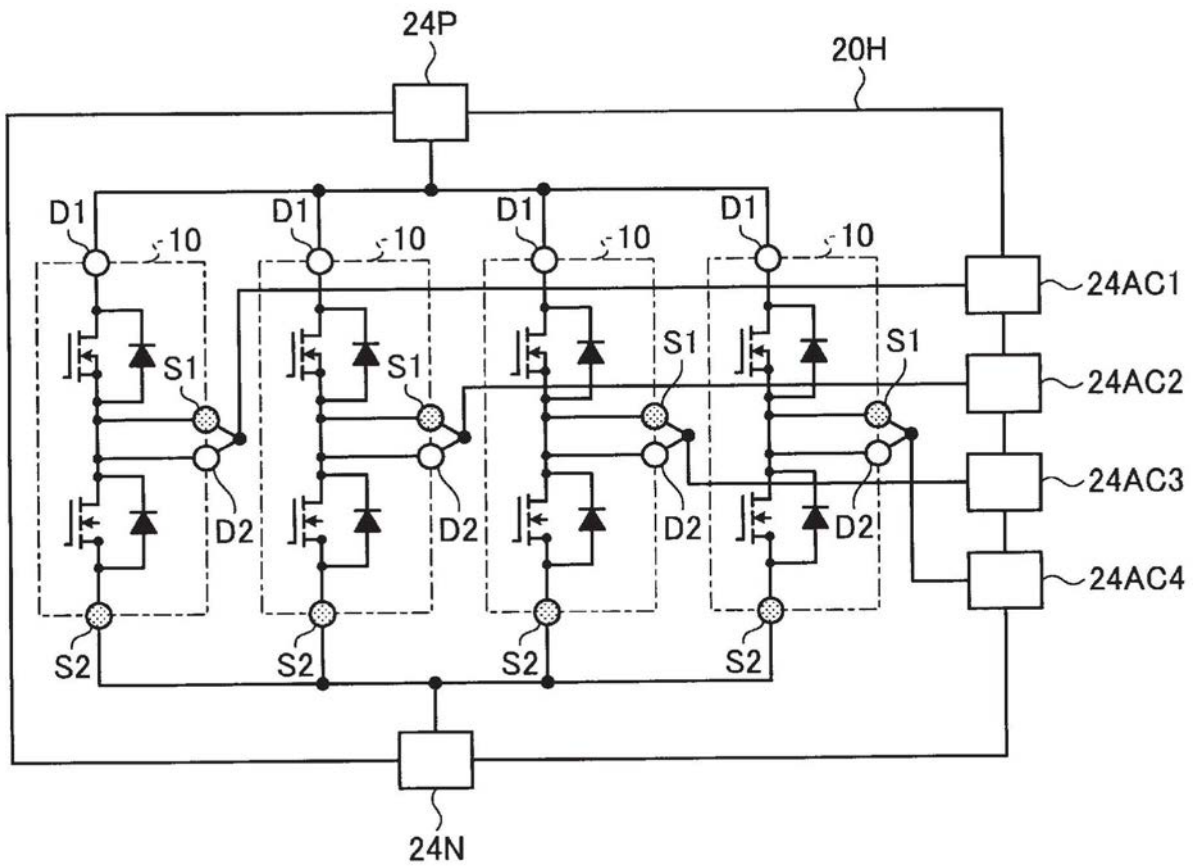


图20