



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105027411 B

(45)授权公告日 2017.09.05

(21)申请号 201380074122.9

(22)申请日 2013.03.08

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105027411 A

(43)申请公布日 2015.11.04

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.08.31

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2013/056524 2013.03.08

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/136271 JA 2014.09.12

(73)专利权人 株式会社东芝  
地址 日本东京都

(72)发明人 户田伸一 安冈育雄 藤户春彦

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038

代理人 金春实

(51)Int.Cl.  
H02M 7/48(2007.01)  
H02M 7/00(2006.01)

(56)对比文件  
JP 2011229372 A,2011.11.10,  
JP 2005033885 A,2005.02.03,  
JP 2012075317 A,2012.04.12,  
WO 2008001413 A1,2008.01.03,  
JP 2000102253 A,2000.04.07,  
JP 2001192180 A,2001.07.17,  
JP 2007185026 A,2007.07.19,  
WO 2008152686 A1,2008.12.18,  
JP 2002095268 A,2002.03.29,

审查员 周容

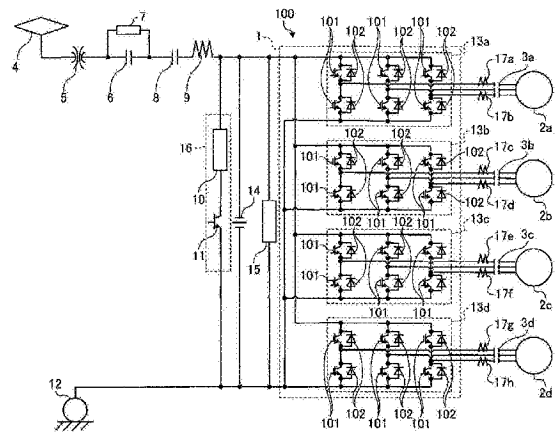
权利要求书2页 说明书10页 附图14页

(54)发明名称

车辆用电力变换装置

(57)摘要

本发明的实施方式涉及车辆用电力变换装置。实施方式的车用电力变换装置具备半导体元件模块以及1个冷却单元。关于半导体元件模块,作为在进行开关动作的开关元件以及流过回流电流的回流二极管中应用SiC(碳化硅)、并进行驱动1台永磁铁式同步电动机的3相的交流输出的电路,具有3个相量的将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的1相的交流输出所涉及的电路。冷却单元冷却4个所述半导体元件模块。



1. 一种车辆用电力变换装置,其特征在于,具备:

逆变器用的半导体元件模块,作为在进行开关动作的开关元件以及流过回流电流的回流二极管中应用SiC即碳化硅、并进行驱动1台永磁铁式同步电动机的3相的交流输出的电路,具有3个相量的将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的1相的交流输出所涉及的电路;

1个冷却单元,冷却4个所述逆变器用的半导体元件模块;

转换器用的半导体元件模块,具有将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的电路;以及

用于冷却4个所述转换器用的半导体元件模块的、与所述冷却单元不同的冷却单元,

所述车辆用电力变换装置具有用于由所输入的单相交流得到直流输出的、使用4个所述转换器用的半导体元件模块的3电平的单相转换器。

2. 根据权利要求1所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,

所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块并列地设置于所述冷却单元进行冷却的同一冷却面,

在并列地配置于所述冷却面的所述逆变器用的半导体元件模块上,具备与该逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块大致平行地配置并与所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块经由连接衬套而连接的、正极侧和负极侧的2个导体板、以及控制所述开关元件的栅极电压的栅极驱动器电路。

3. 根据权利要求2所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,还具备:

导体,从所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块进行交流输出,所述导体在与所述半导体元件模块排列的面大致垂直的方向上延伸。

4. 根据权利要求3所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,

关于所述正极侧和负极侧的2个导体板以及所述栅极驱动器电路,除了所述导体的输出侧的端部之外被树脂密封。

5. 一种车辆用电力变换装置,其特征在于,具备:

逆变器用的半导体元件模块,作为在进行开关动作的开关元件以及流过回流电流的回流二极管中应用SiC即碳化硅、并进行用于驱动并联连接的4台感应电动机的1相的交流输出的电路,具有将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的电路;

1个冷却单元,冷却用于进行驱动所述4台感应电动机的3相的交流输出的3个所述逆变器用的半导体元件模块;

转换器用的半导体元件模块,具有将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的电路;以及

用于冷却4个所述转换器用的半导体元件模块的、与所述冷却单元不同的冷却单元,

所述车辆用电力变换装置具有用于由所输入的单相交流得到直流输出的、使用4个所述转换器用的半导体元件模块的3电平的单相转换器。

6. 根据权利要求5所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,

所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块并列地设置于所述冷却单元进行冷却的同一冷却面,

在并列地配置于所述冷却面的所述逆变器用的半导体元件模块上,具备与该逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块大致平行地配置并与所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块经由连接衬套而连接的、正极侧和负极侧的2个导体板、以及控制所述开关元件的栅极电压的栅极驱动器电路。

7. 根据权利要求6所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,还具备:

导体,从所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块进行交流输出,所述导体在与所述逆变器用的半导体元件模块排列的面大致垂直的方向上延伸。

8. 根据权利要求7所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,

关于所述正极侧和负极侧的2个导体板以及所述栅极驱动器电路,除了所述导体的输出侧的端部之外被树脂密封。

9. 一种车辆用电力变换装置,其特征在于,具备:

逆变器用的半导体元件模块,作为在进行开关动作的开关元件以及流过回流电流的回流二极管中应用SiC即碳化硅、并且进行感应电动机的驱动所涉及的3相的交流输出的电路,具有3个相量的将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的1相的交流输出所涉及的电路;

1个冷却单元,冷却2个所述逆变器用的半导体元件模块;

转换器用的半导体元件模块,具有将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的电路;以及

用于冷却4个所述转换器用的半导体元件模块的、与所述冷却单元不同的冷却单元,

所述车辆用电力变换装置具有用于由所输入的单相交流得到直流输出的、使用4个所述转换器用的半导体元件模块的3电平的单相转换器,

将从2个所述逆变器用的半导体元件模块并联连接的中性点进行驱动并联连接的4台感应电动机的3相的交流输出。

10. 根据权利要求9所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,

所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块并列地设置于所述冷却单元进行冷却的同一冷却面,

在并列地配置于所述冷却面的所述逆变器用的半导体元件模块上,具备与该逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块大致平行地配置并与所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块经由连接衬套而连接的、正极侧和负极侧的2个导体板、以及控制所述开关元件的栅极电压的栅极驱动器电路。

11. 根据权利要求10所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,还具备:

导体,从所述逆变器用的半导体元件模块的各半导体元件模块进行交流输出,所述导体在与所述逆变器用的半导体元件模块排列的面大致垂直的方向上延伸。

12. 根据权利要求11所述的车辆用电力变换装置,其特征在于,

关于所述正极侧和负极侧的2个导体板以及所述栅极驱动器电路,除了所述导体的输出侧的端部之外被树脂密封。

## 车辆用电力变换装置

### 技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及车辆用电力变换装置。

### 背景技术

[0002] 以往,在铁道车辆用VVVF(Variable Voltage Variable Frequency,变压变频)逆变器车辆用电力变换装置中,1500A用的Si的IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极型晶体管)模块正被实用化。在使用Si的IGBT模块(元件模块)来构成逆变器以用于1500A的情况下,元件模块的额定电流在用于3.3kV的情况下为每一个元件模块1500A左右,所以针对并联地驱动4台在铁道车辆中一般使用的感应电动机(IM: Induction Motor)的逆变器,搭载6个元件模块,构成3相的逆变器。另外,针对近年来正被实用化的PMSM(Permanent Magnet Synchronous Motor,永磁同步电动机)驱动用的逆变器,关于PMSM,对于1台马达需要1台3相逆变器。因此,为了驱动4台马达,需要4台逆变器,但每1台的逆变器的额定电流小到500A左右而就行。因此,构成在1个元件模块中搭载2个IGBT和二极管而得到的2in1的元件模块,使用3个该元件模块来构成1台逆变器,进而,将4台量的逆变器、共计12个2in1元件模块平面地安装到一个冷却器中来构成4in1的逆变器。

[0003] 然而,关于上述的现有技术中的IM用的逆变器、PMSM用的逆变器中的任一个,元件模块都平面地安装到冷却器中,所以逆变器的外形的大小被元件模块所占的面积的大小较大地影响。因此,在使用Si的IGBT模块的当前的结构中,小型化存在界限。

### 发明内容

[0004] 实施方式的车辆用电力变换装置具备半导体元件模块以及1个冷却单元。关于半导体元件模块,作为在进行开关动作的开关元件以及流过回流电流的回流二极管中应用SiC(碳化硅)、并进行驱动1台永磁铁式同步电动机的3相的交流输出的电路,具有3个相量的将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的1相的交流输出所涉及的电路。冷却单元冷却4个所述半导体元件模块。

[0005] 另外,实施方式的车辆用电力变换装置具备:逆变器用的半导体元件模块,作为在进行开关动作的开关元件以及流过回流电流的回流二极管中应用SiC(碳化硅)、并进行用于驱动并联连接了的4台感应电动机的1相的交流输出的电路,具有将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的电路;以及1个冷却单元,冷却用于进行驱动所述4台感应电动机的3相的交流输出的3个所述逆变器用的半导体元件模块。

[0006] 另外,实施方式的车辆用电力变换装置具备:逆变器用的半导体元件模块,作为在进行开关动作的开关元件以及流过回流电流的回流二极管中应用SiC(碳化硅)、并且进行感应电动机的驱动所涉及的3相的交流输出的电路,具有3个相量的将所述回流二极管与所述开关元件反并联连接的支路串联连接而得到的1相的交流输出所涉及的电路;以及1个冷却单元,冷却2个所述逆变器用的半导体元件模块,从将2个所述逆变器用的半导体元件模块并联连接的中性点进行驱动并联连接了的4台感应电动机的3相的交流输出。

## 附图说明

- [0007] 图1是示出第1实施方式的车辆用电力变换装置的电路构成的一个例子的图。
- [0008] 图2是例示半导体元件模块向冷却单元的设置图。
- [0009] 图3是例示在向冷却单元设置了半导体元件模块的情况下的侧面的图。
- [0010] 图4是示出第2实施方式的车辆用电力变换装置的电路构成的一个例子的图。
- [0011] 图5是例示半导体元件模块向冷却单元的设置图。
- [0012] 图6图5中的IV-IV的剖面图。
- [0013] 图7是示出第3实施方式的车辆用电力变换装置的电路构成的一个例子的图。
- [0014] 图8是例示半导体元件模块向冷却单元的设置图。
- [0015] 图9是图8中的V-V的剖面图。
- [0016] 图10是示出第4实施方式的车辆用电力变换装置的电路构成的一个例子的图。
- [0017] 图11是例示变形例1的车辆用电力变换装置的外观的图。
- [0018] 图12是图11中的VIa-VIa的剖面图。
- [0019] 图13是图11中的VIb-VIb的剖面图。
- [0020] 图14是图11中的VIc-VIc的剖面图。
- [0021] 图15是例示向端子单元的连接的概念图。
- [0022] 图16是从图15中的C方向看去的侧视图。
- [0023] 图17是图15中的VII-VII的剖面图。
- [0024] 图18是例示变形例2的车辆用电力变换装置的外观的图。
- [0025] 图19是在由树脂进行了树脂密封的情况下的图18中的VIII-VIII的剖面图。
- [0026] 图20是例示变形例3的车辆用电力变换装置的外观的图。
- [0027] 图21是图20中的IXa-IXa的剖面图。
- [0028] 图22是图20中的IXb-IXb的剖面图。
- [0029] 图23是例示向导体支承部的连接的概念图。

## 具体实施方式

[0030] 以下,参照附图,详细说明实施方式的车辆用电力变换装置。此外,在以下说明的实施方式及其变形例中,对同样的构成要素赋予共同的符号,并且省略重复的说明。

[0031] [第1实施方式]

[0032] 图1是示出第1实施方式的车辆用电力变换装置100的电路结构的一个例子的图。如图1所示,车辆用电力变换装置100是通过来自直流机架电源(未图示)的电力来进行独立地驱动永磁式同步电动机2a~2d的3相的交流输出的电路结构,是所谓的驱动4个电动机的1C4M(C:Controller,M:Motor)的结构。

[0033] 车辆用电力变换装置100的主电路结构由以下部件构成:导电弓4、高速断路器5、充电电阻短路用接触器6、开路接触器8、滤波电抗器9、滤波电容器14、滤波电容器电压检测器15、滤波电容器放电单元16(由滤波电容器放电电阻10、放电用开关元件11构成)、6in1的半导体元件模块13a、13b、13c、13d、冷却这些半导体元件模块的1个冷却单元1、车轮12、永磁式同步电动机2a、2b、2c、2d、电动机开路接触器3a、3b、3c、3d以及电流检测器17a、17b、

17c、17d、17e、17f、17g、17h。

[0034] 具体来说,从直流机架电源进行集电的导电弓4与高速断路器5连接,高速断路器5与充电电阻短路用接触器6连接。充电电阻短路用接触器6与充电电阻7并联连接,并与开路接触器8连接。开路接触器8与滤波电抗器9连接。滤波电抗器9与车辆用电力变换装置100中的半导体元件模块13a、13b、13c、13d的一端连接,半导体元件模块13a、13b、13c、13d的另一端与车轮12连接。

[0035] 滤波电容器放电单元16的一个端子侧连接于滤波电抗器9与半导体元件模块13a、13b、13c、13d之间,另一个端子侧连接于车轮12与半导体元件模块13a、13b、13c、13d之间。滤波电容器14的两端连接于滤波电容器放电单元16与半导体元件模块13a、13b、13c、13d之间。

[0036] 在从半导体元件模块13a、13b、13c、13d输出的3相的交流输出侧,设置电流检测器17a、17b、17c、17d、17e、17f、17g、17h、经由电动机开路接触器3a、3b、3c、3d连接了永磁铁式同步电动机2a、2b、2c、2d。

[0037] 半导体元件模块13a、13b、13c、13d具备根据通过栅极驱动器电路基板20a、20b、20c、20d(参照图2、3)对栅极施加的电压来进行开关动作的开关元件101、以及流过回流电流的回流二极管102。具体来说,半导体元件模块13a、13b、13c、13d具有3个相量的将回流二极管102与开关元件101反并联连接的支路串联连接而得到的1相的交流输出所涉及的电路。即,半导体元件模块13a、13b、13c、13d分别具有进行驱动1台永磁铁式同步电动机(2a、2b、2c、2d)的3相的交流输出的电路,为将6个开关元件101并入到1个电路模块而得到的6in1的结构。该6in1的结构的半导体元件模块13a、13b、13c、13d被安装到冷却单元1中。

[0038] 冷却单元1将半导体元件模块13a、13b、13c、13d发出的热经由制冷剂等从放热部1a(参照图11)放出,从而冷却半导体元件模块13a、13b、13c、13d。

[0039] 此处,在开关元件101和回流二极管102中,不应用Si,而应用SiC(碳化硅)。SiC能够实现与以往的Si相比半导体特性更优良、特别是从绝缘破坏强度的高低看来半导体结的厚度比Si更薄的元件、即导通损失更小的元件。

[0040] 另外,当在电力变换中使用开关元件101、回流二极管102时,发热量大,所以需要进行冷却。应用Si的半导体的容许温度是 $125^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ,而应用SiC的半导体的容许温度是 $200^{\circ}\text{C}\sim 250^{\circ}\text{C}$ ,能够在更高的温度下使用元件。因此,通过在开关元件101、回流二极管102中应用SiC,与应用Si的情况相比,能够简化冷却单元1。

[0041] 另外,当在开关元件101中应用SiC的情况下,能够降低在进行开关时产生的开关损失。另外,当在回流二极管102中应用SiC的情况下,如以往的Si那样的关断时的反向恢复变少,几乎能够忽略二极管复原损失。因此,存在车辆用电力变换装置100的电力损失降低并且能够实现装置的高效化·小型化的优点。

[0042] 例如,在与1500A用的Si的IGBT模块进行比较的情况下,如果使晶圆材料从Si变为SiC,则能够使半导体元件模块13a、13b、13c、13d的内部的芯片接合部的厚度薄了1倍以上,所以能够降低每单位面积的导通电阻。反过来说,能够提高电流密度。从实用角度说,SiC能够将电流密度提高到Si的2倍以上。因此,通过在开关元件101、回流二极管102中使用SiC,即使芯片的大小相同,也能够制作更大的额定电流的芯片。其结果,作为半导体元件模块13a、13b、13c、13d,即使大小与Si的IGBT相同,也能够制作更大的额定电流的模块。

[0043] 因此,通过在开关元件101、回流二极管102中应用SiC,如果与应用Si的情况相比,则能够将电流密度提高到2倍左右,简单地说,即使是相同额定电流的逆变器,也能够将安装到冷却单元1的半导体元件模块13a、13b、13c、13d所占的面积减半。

[0044] 另外,基于Si的额定1500A的元件模块被实用化了,将开关元件101、回流二极管102设为SiC,从而电流密度变为2倍,所以在以与基于Si的额定1500A的元件模块相同的元件模块的外形来采用SiC的情况下,能够构成额定3000A的元件模块。如果如PMSM驱动那样用于驱动1台马达的元件额定是500A左右,则在一个元件模块中能够装入额定电流为500A的元件达6个。因此,3相的逆变器在各相的正极侧与负极侧分别配置开关元件101,所以通过在1模块中封装6个开关元件101,能够构成通过半导体元件模块13a、13b、13c、13d中的一个来驱动永磁铁式同步电动机2a、2b、2c、2d中的1台的逆变器,能够实现逆变器的小型化。

[0045] 图2是例示半导体元件模块13a、13b、13c、13d向冷却单元1的设置图。图3是例示在向冷却单元1设置了半导体元件模块13a、13b、13c、13d的情况下的侧面(从图2的下方向观察的情况)的图。

[0046] 如图2、图3所示,半导体元件模块13a、13b、13c、13d并列地设置于冷却单元1进行冷却的同一冷却面(在图例子中的冷却单元1的上表面)。另外,在半导体元件模块13a、13b、13c、13d上,栅极驱动器电路基板20a、20b、20c、20d、正极侧叠片导体21以及负极侧叠片导体22与半导体元件模块13a、13b、13c、13d大致平行地配置。半导体元件模块13a、13b、13c、13d、与栅极驱动器电路基板20a、20b、20c、20d、正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22、交流侧输出端子导体23a、23b、23c、23d经由连接衬套而连接。

[0047] 具体来说,如图3所示,半导体元件模块13b与栅极驱动器电路基板20b经由连接衬套60b而连接。另外,半导体元件模块13b与负极侧叠片导体22经由连接衬套61b而连接。另外,半导体元件模块13b与正极侧叠片导体21经由连接衬套62b而连接。另外,半导体元件模块13b与交流侧输出端子导体23b经由连接衬套63b而连接。同样地,半导体元件模块13d与栅极驱动器电路基板20d、半导体元件模块13d与负极侧叠片导体22、半导体元件模块13d与正极侧叠片导体21、半导体元件模块13d与交流侧输出端子导体23d分别经由连接衬套60d、61d、62d、63d而连接。此外,关于半导体元件模块13a、13c,也同样地经由连接衬套而连接,这自不待言。

[0048] 此外,交流侧输出端子导体23a、23b、23c、23d是对永磁铁式同步电动机2a、2b、2c、2d进行3个相量的交流输出的导体。交流侧输出端子导体23a针对永磁铁式同步电动机2a,进行(U1、V1、W1)的3相的交流输出。交流侧输出端子导体23b针对永磁铁式同步电动机2b,进行(U2、V2、W2)的3相的交流输出。交流侧输出端子导体23c针对永磁铁式同步电动机2c,进行(U3、V3、W3)的3相的交流输出。交流侧输出端子导体23d针对永磁铁式同步电动机2d,进行(U4、V4、W4)的3相的交流输出。

[0049] 这样,通过经由连接衬套而将栅极驱动器电路基板20a、20b、20c、20d直接附着到半导体元件模块13a、13b、13c、13d,能够减少栅极控制布线,提高栅极控制的响应性。另外,对半导体元件模块13a、13b、13c、13d经由连接衬套连接正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22,在4个元件模块中共用正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22,从而能够降低与滤波电容器14之间的电感,提高开关元件101处的断路特性。

[0050] 此时,半导体元件模块13a、13c的栅极驱动器电路基板20a、20c与冷却单元1的一

端部并置。另外,半导体元件模块13b、13d的栅极驱动器电路基板20b、20d与上述的一端部的相反侧端部并置。通过这样的结构,与交流侧输出端子导体23a、23b、23c、23d连接的端子集合于冷却单元1的中央部分。通过使各交流侧输出端子导体23与各半导体元件模块的连接部分接近,导体的长度为相同程度,与导体的长度成比例的电感也为相同程度,所以能够减轻由于电感的差异而引起的控制上的错误动作。

[0051] 另外,此时,交流侧输出端子导体23a具有大致L字形的形状,从半导体元件模块13a的图2的左侧延伸。交流侧输出端子导体23c具有大致L字形的形状,从半导体元件模块13c的图2的左侧延伸。交流侧输出端子导体23b具有与大致L字形左右对称的形状,从半导体元件模块13a的图2的右侧延伸。交流侧输出端子导体23d具有与大致L字形左右对称的形状,从半导体元件模块13c的图2的右侧延伸。

[0052] 通过做成这样的结构,相对于交流侧输出端子导体23a,交流侧输出端子导体23b位于斜上部侧,相对于交流侧输出端子导体23b,交流侧输出端子导体23c位于下部侧,相对于交流侧输出端子导体23c,交流侧输出端子导体23d位于斜上部侧。因此,能够在使各交流侧输出端子导体23间的电感差变得微小的同时,确保尽可能大的绝缘距离。根据以上所述,具有本实施方式的结构的车辆用电力变换装置能够实现小型化与节能化。

[0053] [第2实施方式]

[0054] 图4是示出第2实施方式的车辆用电力变换装置100a的电路结构的一个例子的图。如图4所示,车辆用电力变换装置100a是通过来自直流机架电源(未图示)的电力进行3相的交流输出的电路结构,是驱动与车辆用电力变换装置100a并联连接了的感应电动机19a、19b、19c、19d的1C4M的结构。

[0055] 车辆用电力变换装置100a的主电路结构由以下部件构成:导电弓4、高速断路器5、充电电阻短路用接触器6、开路接触器8、滤波电抗器9、滤波电容器14、滤波电容器电压检测器15、滤波电容器放电单元16(由滤波电容器放电电阻10、放电用开关元件11构成)、2in1的半导体元件模块18a、18b、18c、冷却这些半导体元件模块的1个冷却单元27、车轮12、感应电动机19a、19b、19c、19d、以及电流检测器24a、24b。

[0056] 冷却单元27与冷却单元1同样地,将半导体元件模块18a、18b、18c发出的热经由制冷剂等从放热部放出,从而冷却半导体元件模块18a、18b、18c。

[0057] 半导体元件模块18a、18b、18c具备根据通过栅极驱动器电路基板20a、20b、20c(参照图5、6)对栅极施加的电压来进行开关动作的开关元件101、以及流过回流电流的回流二极管102。具体来说,半导体元件模块18a、18b、18c具有将回流二极管102与开关元件101反并联连接的支路串联连接而得到的1相的交流输出所涉及的电路,为将2个开关元件101并入到1个电路模块而得到的2in1的结构。在车辆用电力变换装置100a中,通过该2in1结构的半导体元件模块18a、18b、18c,来进行驱动并联连接了的感应电动机19a、19b、19c、19d的3相的交流输出。该2in1结构的半导体元件模块18a、18b、18c被安装到冷却单元27。

[0058] 另外,在半导体元件模块18a、18b、18c的开关元件101和回流二极管102中不应用Si,而应用SiC(碳化硅)。因此,根据与上述的车辆用电力变换装置100同样的理由,在并联地驱动4台感应电动机19a、19b、19c、19d的车辆用电力变换装置100a中,在半导体元件模块18a、18b、18c的一个中能够装入额定电流为1500A的开关元件101达2个,能够实现逆变器的小型化。



[0059] 图5是例示半导体元件模块18a、18b、18c向冷却单元27的设置图。图6是图5中的IV-IV的剖面图。

[0060] 如图5、图6所示，半导体元件模块18a、18b、18c并列地设置于冷却单元27进行冷却的同一冷却面(图例子中的冷却单元27的上表面)。另外，在半导体元件模块18a、18b、18c上，栅极驱动器电路基板20a、20b、20c、正极侧叠片导体21以及负极侧叠片导体22与半导体元件模块18a、18b、18c大致平行地配置。半导体元件模块18a、18b、18c、与栅极驱动器电路基板20a、20b、20c、正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22、交流侧输出端子导体23a、23b、23c经由连接衬套而连接。

[0061] 具体来说，如图6所示，半导体元件模块18a与栅极驱动器电路基板20a经由连接衬套60a而连接。另外，半导体元件模块18a与正极侧叠片导体21经由连接衬套62a而连接。另外，半导体元件模块18a与交流侧输出端子导体23a经由连接衬套63a而连接。同样地，半导体元件模块18b与栅极驱动器电路基板20b、半导体元件模块18b与正极侧叠片导体21、半导体元件模块18b与交流侧输出端子导体23b分别经由连接衬套60b、62b、63b而连接。另外，半导体元件模块18c与栅极驱动器电路基板20c、半导体元件模块18c与正极侧叠片导体21、半导体元件模块18c与交流侧输出端子导体23c分别经由连接衬套60c、62c、63c而连接。

[0062] 这样，通过经由连接衬套而将栅极驱动器电路基板20a、20b、20c直接附着到半导体元件模块18a、18b、18c，能够减少栅极控制布线，提高栅极控制的响应性。另外，经由连接衬套将正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22连接到半导体元件模块18a、18b、18c，在3个元件模块中共用正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22，从而能够降低与滤波电容器14之间的电感，提高开关元件101处的断路特性。

[0063] 此时，各交流侧输出端子导体23具有同等长度。因此，与导体长度成比例的电感也是相同程度，所以容易在控制上进行应对。另外，各半导体元件模块18上的栅极驱动器电路基板20位于各半导体元件模块18的与各交流侧输出端子导体23延伸的端部相反一侧的端部。这样能够在各交流侧输出端子导体23与栅极驱动器电路基板20之间确保距离，所以能够降低从各交流侧输出端子导体23产生的噪声对栅极驱动器电路基板20的影响。根据以上所述，具有本实施方式的结构的车辆用电力变换装置能够实现小型化与节能。

[0064] [第3实施方式]

[0065] 图7是示出第3实施方式的车辆用电力变换装置100b的电路结构的一个例子的图。如图7所示，车辆用电力变换装置100b是通过来自直流机架电源(未图示)的电力来进行3相的交流输出的电路结构，是驱动与车辆用电力变换装置100b并联连接的感应电动机19a、19b、19c、19d的1C4M的结构。

[0066] 车辆用电力变换装置100b的主电路结构由如下部件构成：导电弓4、高速断路器5、充电电阻短路用接触器6、开路接触器8、滤波电抗器9、滤波电容器14、滤波电容器电压检测器15、滤波电容器放电单元16(由滤波电容器放电电阻10、放电用开关元件11构成)、6in1的半导体元件模块13e、13f、冷却这些半导体元件模块的1个冷却单元31、车轮12、感应电动机19a、19b、19c、19d以及电流检测器24a、24b。

[0067] 冷却单元31与冷却单元1同样地，将半导体元件模块13e、13f发出的热经由制冷剂等而从放热部放出，从而冷却半导体元件模块13e、13f。

[0068] 半导体元件模块13e、13f具备根据通过栅极驱动器电路基板20e、20f(参照图8、9)

对栅极施加的电压来进行开关动作的开关元件101、以及流过回流电流的回流二极管102。具体来说,半导体元件模块13e、13f具有3个相量的将回流二极管102与开关元件101反并联连接的支路串联连接而得到的1相的交流输出所涉及的电路。即,半导体元件模块13e、13f为将6个开关元件101并入到1个电路模块而得到的6in1的结构。然后,半导体元件模块13e与半导体元件模块13f并联连接,进行驱动从其中性点并联连接了的感应电动机19a、19b、19c、19d的3相的交流输出。

[0069] 6in1结构的半导体元件模块13e、13f的额定电流是500A左右,所以通过将半导体元件模块13e与半导体元件模块13f并联连接而与额定1000A相当地构成,能够驱动并联连接了的感应电动机19a、19b、19c、19d。另外,在半导体元件模块13e、13f的开关元件101以及回流二极管102中,不应用Si,而应用SiC。因此,根据与上述的车辆用电力变换装置100同样的理由,能够实现逆变器的小型化。

[0070] 图8是例示半导体元件模块13e、13f向冷却单元31的设置图。图9是图8中的V-V的剖面图。

[0071] 如图8、图9所示,半导体元件模块13e、13f并列地设置于冷却单元31进行冷却的同一冷却面(图例子中的冷却单元31的上表面)。另外,在半导体元件模块13e、13f上,栅极驱动器电路基板20e、20f、正极侧叠片导体21以及负极侧叠片导体22与半导体元件模块13e、13f大致平行地配置。半导体元件模块13e、13f、与栅极驱动器电路基板20e、20f、正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22、交流侧输出端子导体23a、23b、23c经由连接衬套而连接。

[0072] 具体来说,如图9所示,半导体元件模块13e与栅极驱动器电路基板20e经由连接衬套60e而连接。另外,半导体元件模块13e与负极侧叠片导体22经由连接衬套61e而连接。另外,半导体元件模块13e与正极侧叠片导体21经由连接衬套62e而连接。另外,半导体元件模块13e与交流侧输出端子导体23c经由连接衬套63e而连接。同样地,半导体元件模块13f与栅极驱动器电路基板20f、半导体元件模块13f与负极侧叠片导体22、半导体元件模块13f与正极侧叠片导体21、半导体元件模块13f与交流侧输出端子导体23c分别经由连接衬套60f、61f、62f、63f而连接。此外,关于交流侧输出端子导体23a、23b,也同样地经由连接衬套而连接,这自不待言。

[0073] 这样,通过经由连接衬套将栅极驱动器电路基板20e、20f直接附着到半导体元件模块13e、13f,能够减少栅极控制布线,提高栅极控制的响应性。另外,经由连接衬套将正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22连接到半导体元件模块13e、13f,在2个元件模块中共用正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22,从而能够降低与滤波电容器14之间的电感,提高开关元件101处的断路特性。

[0074] [第4实施方式]

[0075] 图10是示出第4实施方式的车辆用电力变换装置100c的电路结构的一个例子的图。如图10所示,车辆用电力变换装置100c构成为具备转换器用的半导体元件模块18d、18e、18f、18g,并具有使用该半导体元件模块18d、18e、18f、18g来由所输入的单相交流得到直流输出的3电平的单相转换器,其中该半导体元件模块具有将回流二极管102与开关元件101反并联连接的支路串联连接而得到的电路。

[0076] 车辆用电力变换装置100c的主电路结构由如下部件构成:导电弓4、高速断路器

34、主变压器35、充电电阻38、充电电阻短路用接触器37、开路接触器36、正极侧滤波电容器39a、39b、负极侧滤波电容器40a、40b、正极侧滤波电容器电压检测器41、负极侧滤波电容器电压检测器42、滤波电容器放电单元16(由滤波电容器放电电阻10、放电用开关元件11构成)、2in1的转换器用的半导体元件模块18d、18e、18f、18g、中性点钳位用二极管46a、46b、冷却这些半导体元件模块与中性点钳位用二极管的1个冷却单元44、2in1的逆变器用的半导体元件模块18h、18i、18j、18k、18l、18m、中性点钳位用二极管46c、46d、46e、冷却这些半导体元件模块与中性点钳位用二极管的1个冷却单元45、车轮12、感应电动机19a、19b、19c、19d、电流检测器24a、24b以及转换器输入电流检测器43。

[0077] 具体来说,从交流机架电源(未图示)进行集电的导电弓4经由高速断路器34与主变压器35而与车轮12连接。来自主变压器35的次级线圈的输出经由开路接触器36、充电电阻短路用接触器37、充电电阻38和转换器输入电流检测器43,被输入到使用半导体元件模块18d、18e、18f、18g的3电平的单相转换器。使用半导体元件模块18d、18e、18f、18g的3电平的单相转换器的输出经过正极侧滤波电容器39a、负极侧滤波电容器40a、滤波电容器放电单元16、正极侧滤波电容器电压检测器41、负极侧滤波电容器电压检测器42、正极侧滤波电容器39b以及负极侧滤波电容器40b等中间直流电路,输入到逆变器用的半导体元件模块18h、18i、18j、18k、18l、18m。在逆变器部中,使用具有将回流二极管102与开关元件101反并联连接的支路串联连接而得到的电路的逆变器用的半导体元件模块18h、18i、18j、18k、18l、18m来构成3电平的3相逆变器。进行驱动从该逆变器部并联连接了的感应电动机19a、19b、19c、19d的3相的交流输出。

[0078] 在车辆用电力变换装置100c起动时,接通高速断路器34,接通开路接触器36之后,经由充电电阻38与半导体元件模块18d、18e、18f、18g的回流二极管102而从交流机架电源对正极侧滤波电容器39a、39b、负极侧滤波电容器40a、40b进行充电。如果对这些正极侧滤波电容器39a、39b、负极侧滤波电容器40a、40b的充电完成,则接通充电电阻短路用接触器37,向转换器用的半导体元件模块18d、18e、18f、18g输出栅极信号(栅极电压)而单相转换器开始动作。另一方面,逆变器部也同样地,向逆变器用的半导体元件模块18h、18i、18j、18k、18l、18m输出栅极信号而开始动作。

[0079] 在转换器用的半导体元件模块18d、18e、18f、18g的开关元件101、回流二极管102、对中性点进行钳位的中性点钳位用二极管46a、46b中,不应用Si,而应用SiC。因此,根据与上述的车辆用电力变换装置100同样的理由,能够实现车辆用电力变换装置100c中的转换器部分的小型化。同样地,在逆变器用的半导体元件模块18h、18i、18j、18k、18l、18m的开关元件101、回流二极管102以及对中性点进行钳位的中性点钳位用二极管46c、46d、46e中,不应用Si,而应用SiC。因此,根据与上述的车辆用电力变换装置100同样的理由,能够实现逆变器部分的小型化。另外,在对中性点进行钳位的中性点钳位用二极管46a、46b、46c、46d、46e中也应用SiC,抑制发生损失。

[0080] [变形例1]

[0081] 接着,说明上述的第1~第4实施方式的变形例。在上述的实施方式中,构成为从半导体元件模块的各半导体元件模块进行交流输出的导体(图2、图5、图8的交流侧输出端子导体23a、23b、23c、23d等)与半导体元件模块排列的面平行地延伸。与此相对地,在变形例1中,作为第1实施方式的变形例,例示从半导体元件模块的各半导体元件模块进行交流输出

的导体与半导体元件模块排列的面大致垂直地延伸的结构。

[0082] 图11是例示变形例1的车辆用电力变换装置的外观的图。图12是图11中的VIa-VIa的剖面图。图13是图11中的VIb-VIb的剖面图。图14是图11中的VIc-VIc的剖面图。

[0083] 如图11、图14所示,在变形例1中,通过穿过正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22而与半导体元件模块13a、13b、13c、13d排列的面大致垂直地延伸的交流侧输出端子导体51a、51b、51c,来进行来自半导体元件模块13a、13b、13c、13d的3相的交流输出。

[0084] 此外,如图12所示,半导体元件模块13a、13c与负极侧叠片导体22经由连接衬套49a、49b、49c而连接。另外,如图13所示,半导体元件模块13a、13c与正极侧叠片导体21经由连接衬套50a、50b、50c而连接。此外,关于半导体元件模块13b、13d,也同样地经由连接衬套而连接,这自不待言。

[0085] 图15例示向端子单元52的连接的概念图。图16是从图15中的C方向看去的侧视图。图17是图15中的VII-VII的剖面图。如图15~图17所示,在变形例1中,通过将交流侧输出端子导体51a、51b、51c的端部侧插入到在支持板52a上设置了的端子单元52的导体支承部52b,来自半导体元件模块13a、13b、13c、13d的3相的交流输出经由布线53a而由输出连接器53进行。此处,经由布线53a的3相的交流输出通过支持板52a来遮蔽,所以对半导体元件模块侧没有影响。

[0086] 如上所述,来自半导体元件模块13a、13b、13c、13d的3相的交流输出通过与半导体元件模块13a、13b、13c、13d排列的面大致垂直地延伸的交流侧输出端子导体51a、51b、51c而直接附着到端子单元52地进行,所以能够抑制由3相的交流输出引起的噪声对半导体元件模块13a、13b、13c、13d造成的影响。例如,与图2的情况相比也可知,能够降低由3相的交流输出引起的噪声对栅极驱动器电路基板造成的影响。根据以上所述,具有本实施方式的结构的车用电力变换装置能够实现小型化与节能。

[0087] [变形例2]

[0088] 图18是例示变形例2的车辆用电力变换装置的外观的图。如图18所示,在变形例2中,在做成使半导体元件模块13a、13b、13c、13d相互独立的结构这一点是与变形例1不同。

[0089] 具体来说,半导体元件模块13a经由连接衬套49a、49b、49c而与负极侧叠片导体22a连接,经由连接衬套50a、50b、50c而与正极侧叠片导体21a连接。同样地,半导体元件模块13b经由连接衬套而与正极侧叠片导体21b、负极侧叠片导体22b连接。另外,半导体元件模块13c经由连接衬套而与正极侧叠片导体21c、负极侧叠片导体22c连接。另外,半导体元件模块13d经由连接衬套而与正极侧叠片导体21d、负极侧叠片导体22d连接。这样,在使半导体元件模块13a、13b、13c、13d相互独立的结构中,在任一个半导体元件模块中发生破损等的情况下,都能够抑制对其他半导体元件模块的影响,提高冗余性。

[0090] 图19是在由模树脂进行了树脂密封的情况下的图18中的VIII-VIII的剖面图。如图19所示,在半导体元件模块13a上配置了的栅极驱动器电路基板20a、负极侧叠片导体22a、正极侧叠片导体21a也可以做成除了交流侧输出端子导体51a的输出侧的端部之外通过模树脂70a来树脂密封的一体结构。在半导体元件模块13b上配置了的栅极驱动器电路基板20b、负极侧叠片导体22b、正极侧叠片导体21b也可以同样地,做成除了交流侧输出端子导体51a的输出侧的端部之外通过模树脂70b来树脂密封的一体结构。此外,半导体元件模块13c、13d也同样地被树脂密封,这自不待言。此外,作为模树脂70a,使用环氧树脂等绝缘

性的热硬化性树脂。

[0091] 这样,通过绝缘性的树脂对栅极驱动器电路基板、负极侧叠片导体、正极侧叠片导体进行树脂密封,从而将栅极驱动器电路基板的低压部、与负极侧叠片导体、正极侧叠片导体用绝缘物隔开,所以能够确保高压部与低压部的绝缘耐压,并且不易受到从高压部对低压部的噪声等的影响。根据以上所述,具有本实施方式的结构的车辆用电力变换装置能够实现小型化与节能。

[0092] [变形例3]

[0093] 在变形例3中,作为第2实施方式的变形例,例示从半导体元件模块的各半导体元件模块进行交流输出的导体与半导体元件模块排列的面大致垂直地延伸的结构。

[0094] 图20是例示变形例3的车辆用电力变换装置的外观的图。图21是图20中的IXa-IXa的剖面图。图22是图20中的IXb-IXb的剖面图。

[0095] 如图20~图22所示,在变形例3中,通过穿过正极侧叠片导体21、负极侧叠片导体22而与半导体元件模块18a、18b、18c排列的面大致垂直地延伸的交流侧输出端子导体48a、48b、48c,来进行来自半导体元件模块18a、18b、18c的3相的交流输出。

[0096] 此外,如图22所示,半导体元件模块18a、18b、18c与负极侧叠片导体22经由连接衬套49a、49b、49c而连接。另外,半导体元件模块18a、18b、18c与正极侧叠片导体21经由连接衬套50a、50b、50c而连接。此外,关于栅极驱动器电路基板20a、20b、20c,也同样地经由连接衬套而连接,这自不待言。

[0097] 图23是例示向导体支承部52c的连接的概念图。如图23所示,在变形例3中,构成为将交流侧输出端子导体48a、48b、48c的端部侧螺纹锁紧到在支持板52a上设置了的导体支承部49a、49b、49c的孔中,从而进行来自半导体元件模块18a、18b、18c的3相的交流输出。

[0098] 如上所述,也可以构成为与半导体元件模块18a、18b、18c排列的面大致垂直地延伸的交流侧输出端子导体48a、48b、48c被螺纹锁紧于导体支承部49a、49b、49c,从而进行3相的交流输出。

[0099] 此外,本发明并非直接限定于上述实施方式,在实施阶段中,在不脱离其主旨的范围内能够对构成要素进行变形而具体化。另外,能够通过上述实施方式中公开了的多个结构要素的适当组合,来形成各种发明。例如,也可以从实施方式所示的全部结构要素中删除几个结构要素。进而,也可以适当组合在不同的实施方式中的结构要素。

[0100] 说明了本发明的几个实施方式,但这些的实施方式是作为例子而提出的,并且旨在限定发明的范围。这些新的实施方式能够以其他方式来实施,在不脱离其主旨的范围内能够进行各种省略、置换、变更。这些实施方式、其变形被包含于发明的范围、主旨中,并且被包含于权利要求书中记载的发明及其均等范围中。

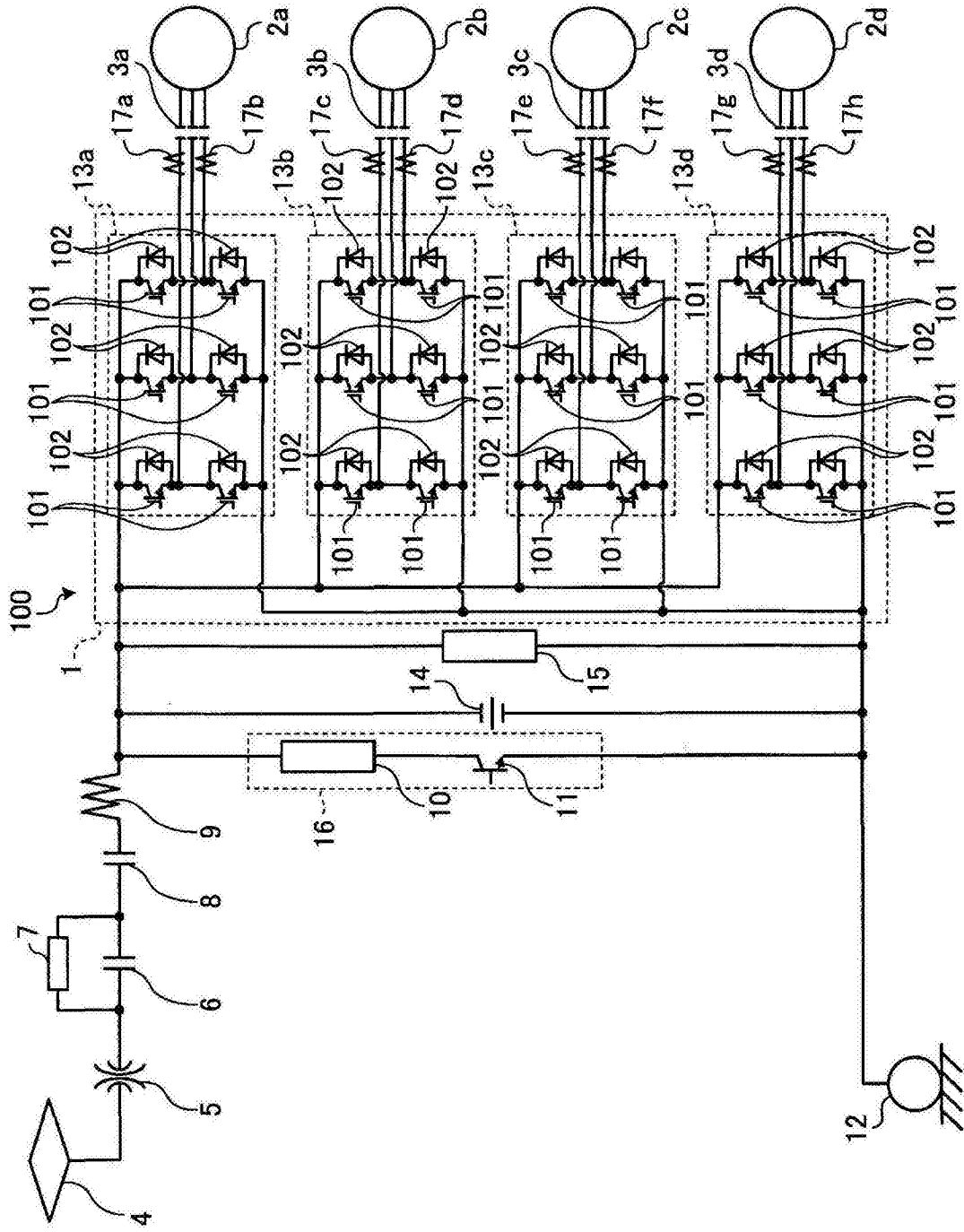


图1

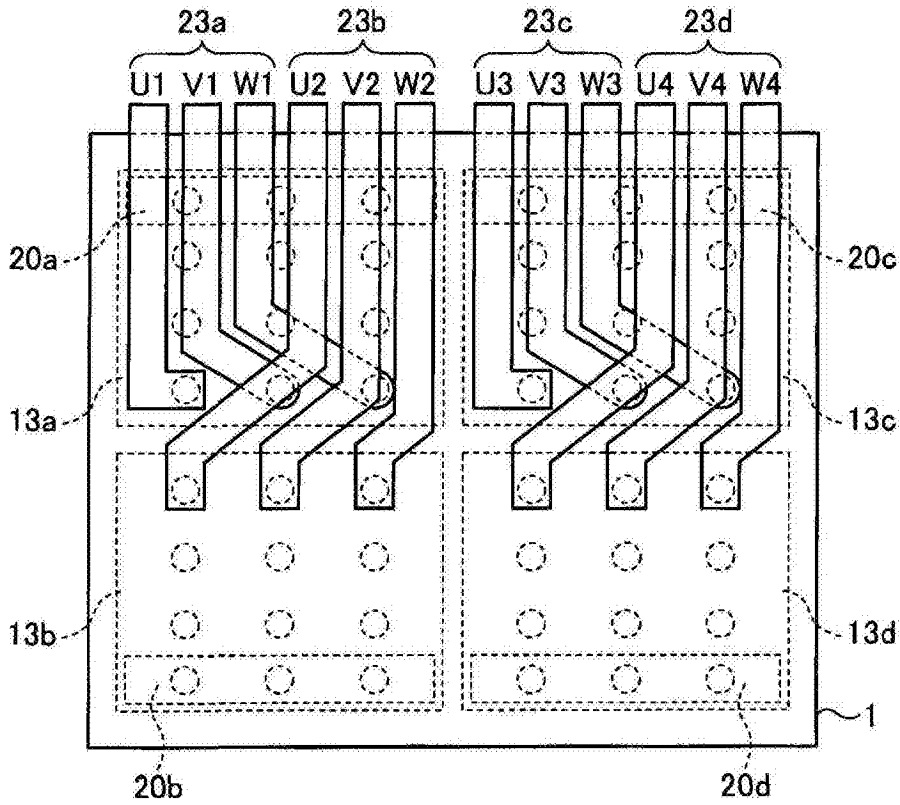


图2

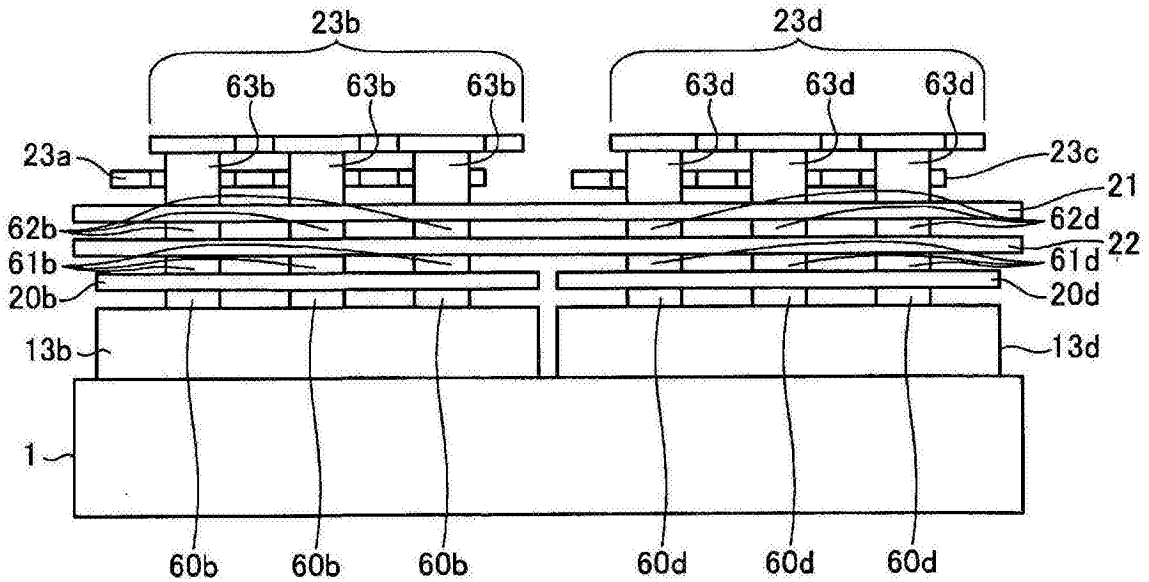


图3





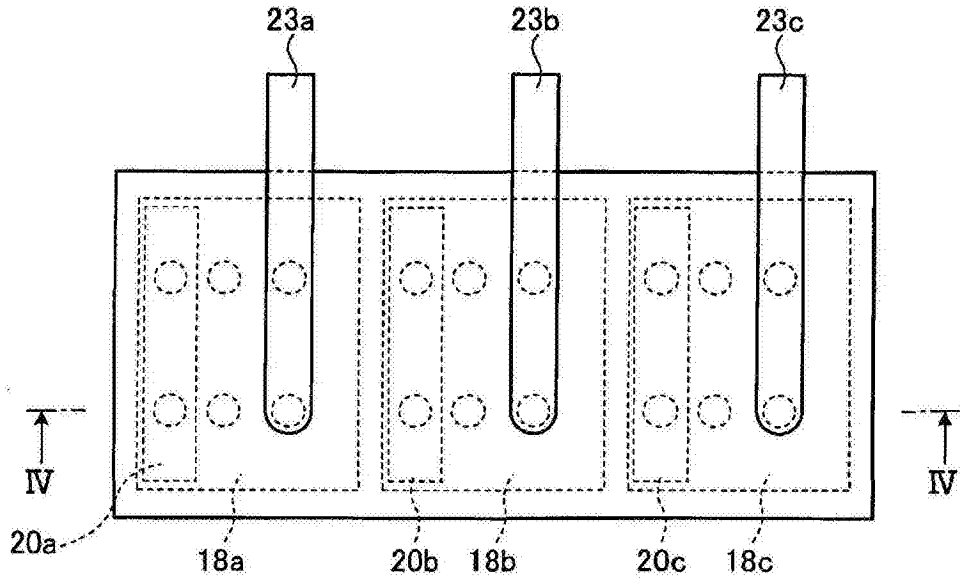


图5

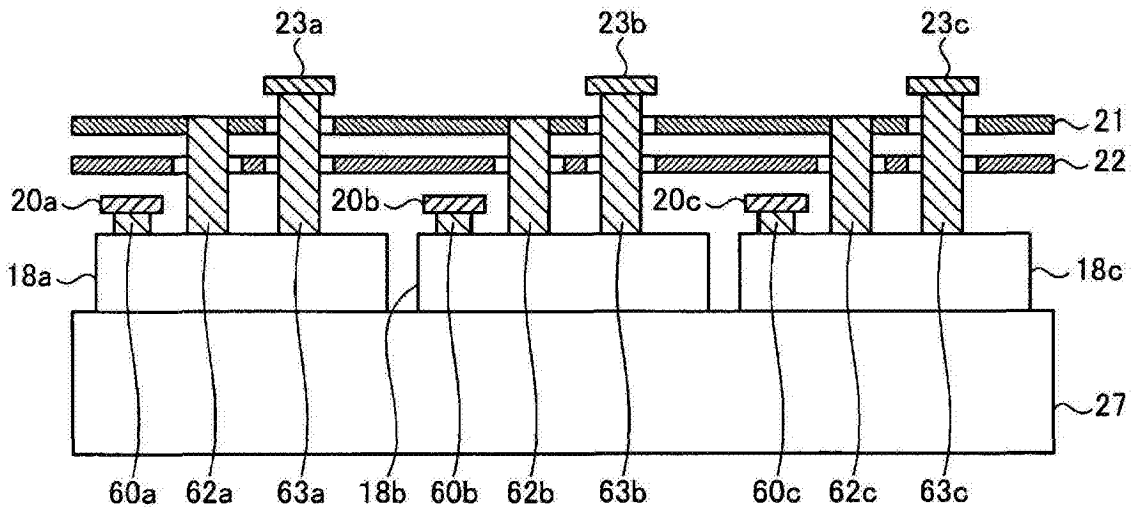


图6

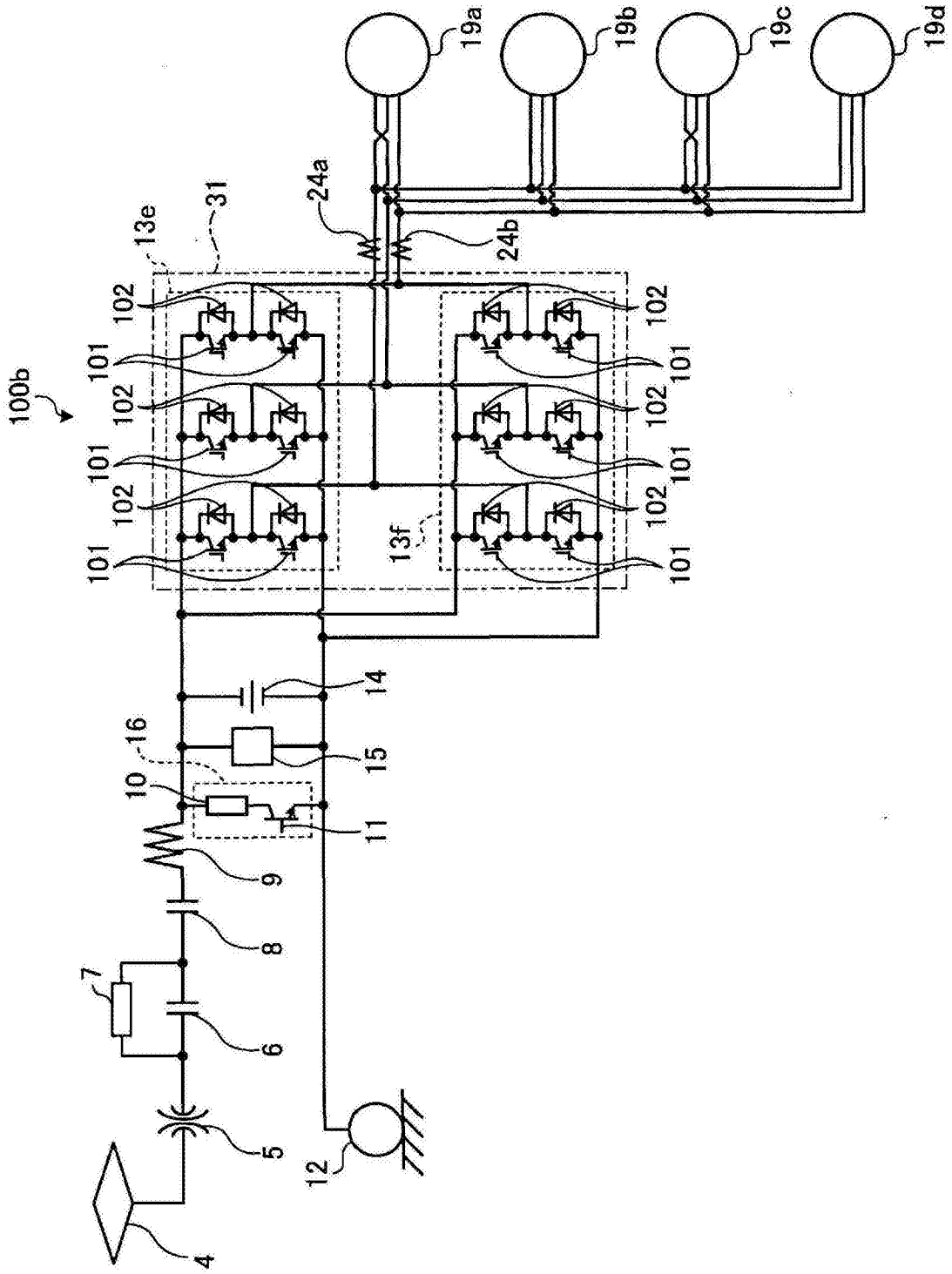


图7

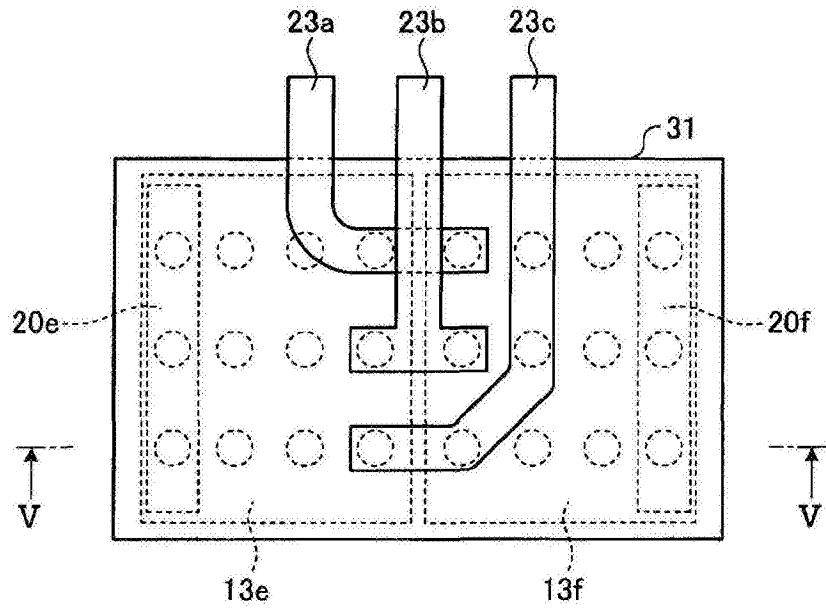


图8

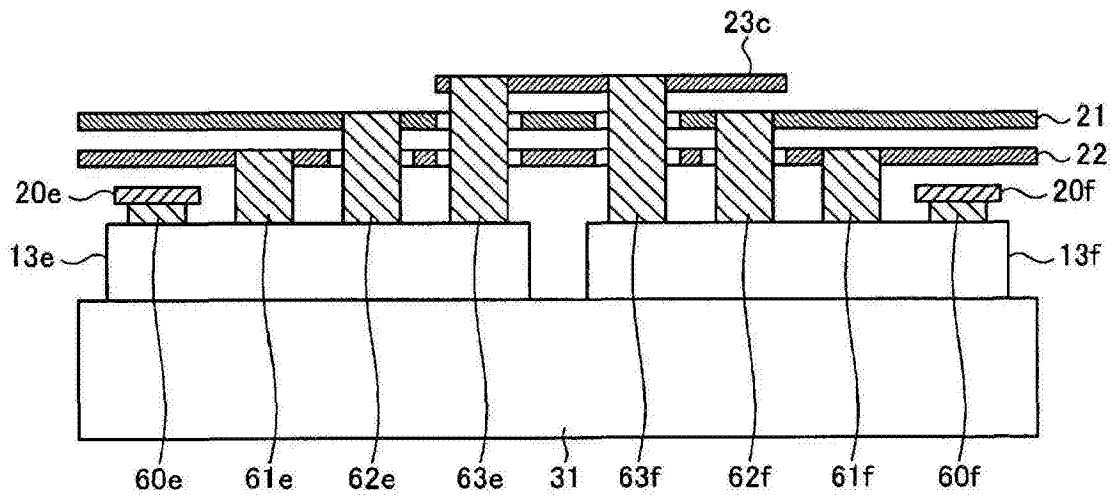


图9

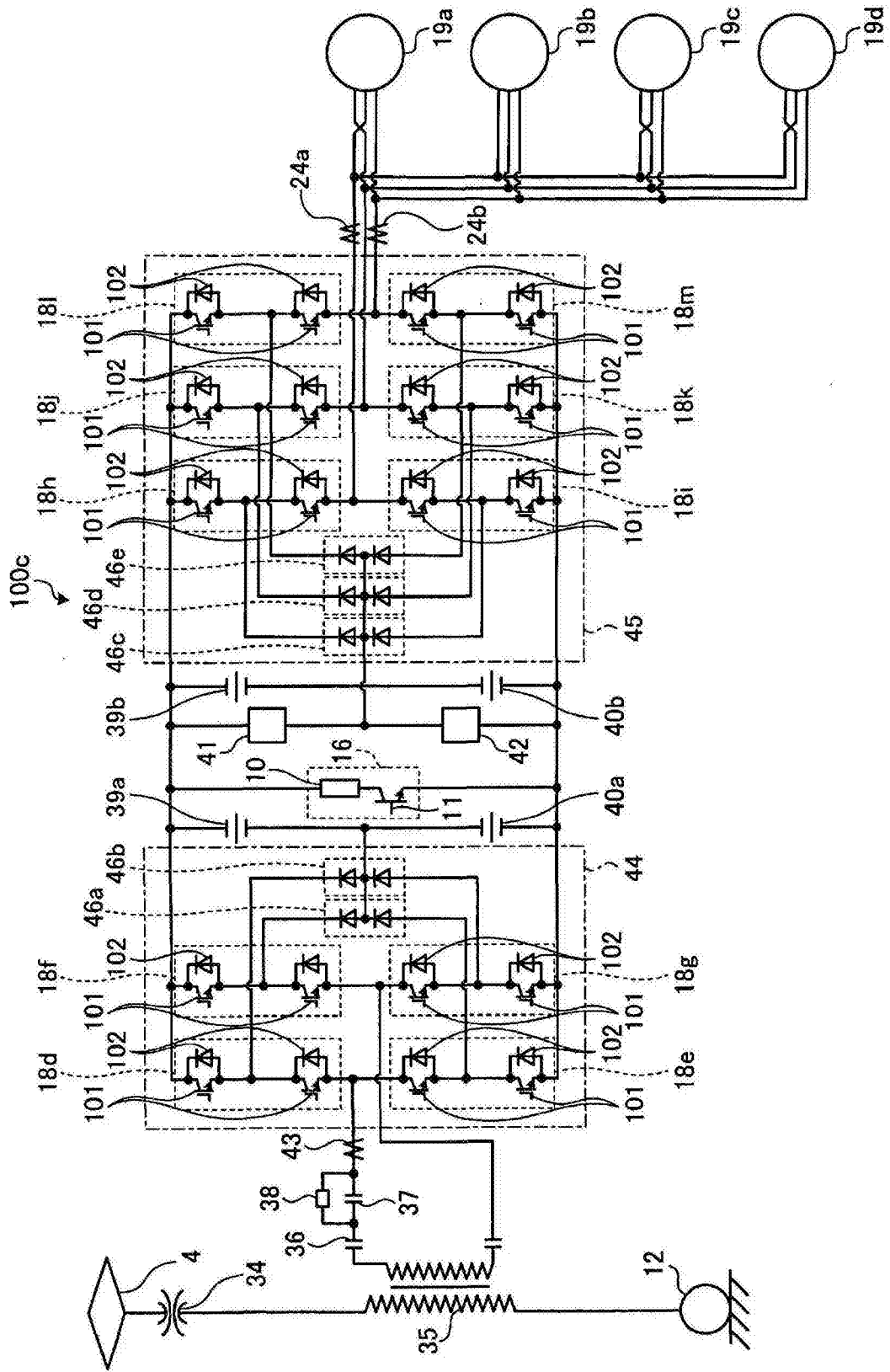


图10

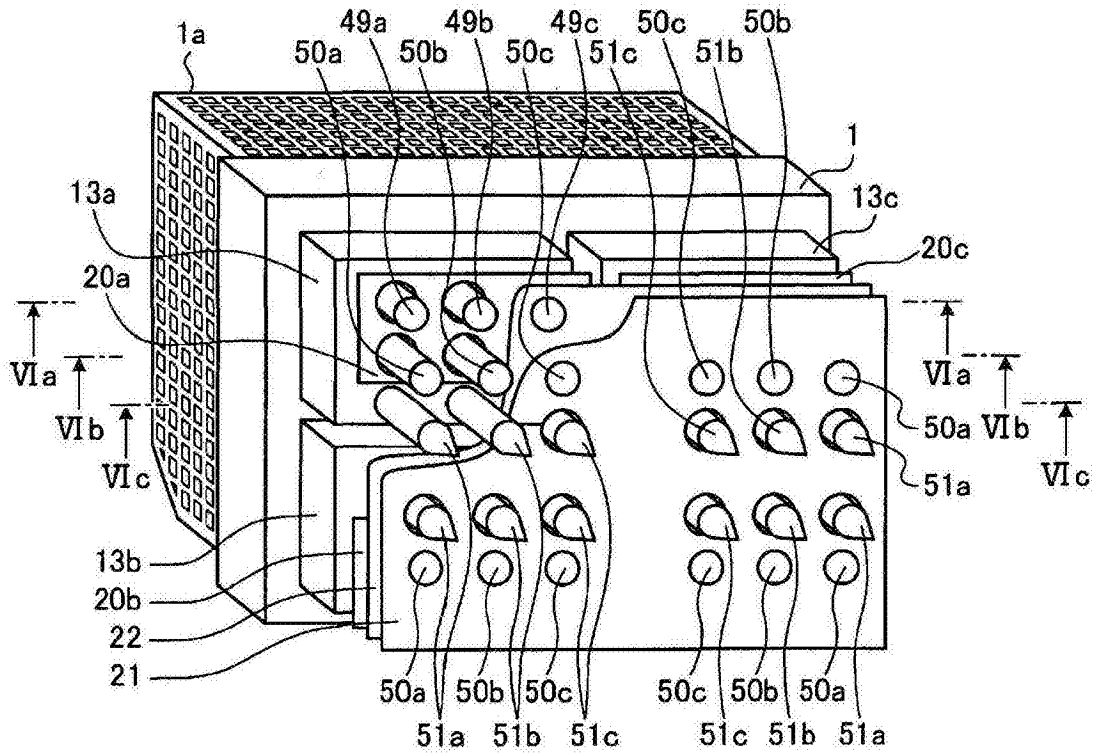


图11

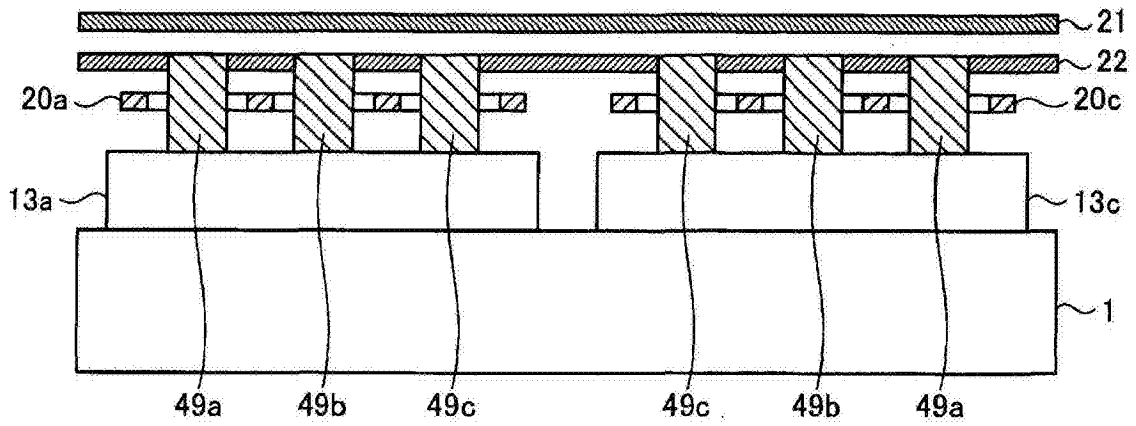


图12

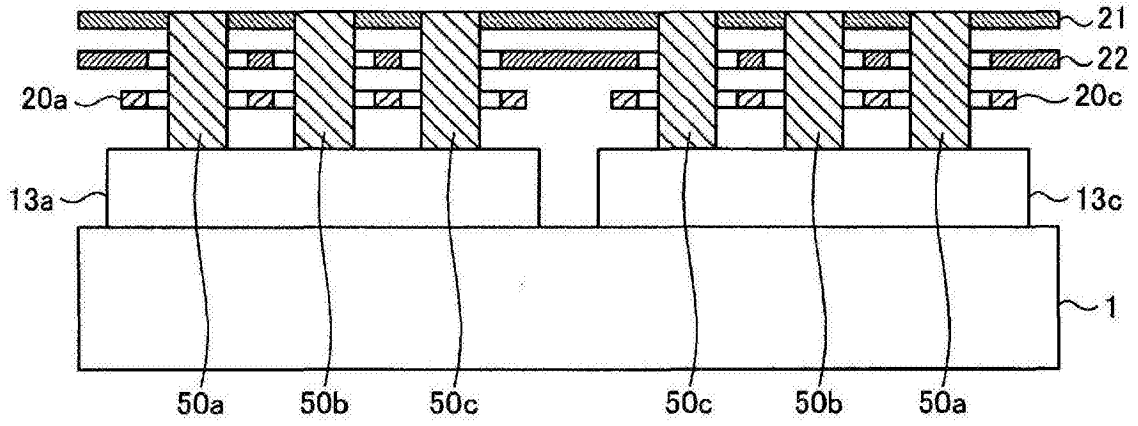


图13

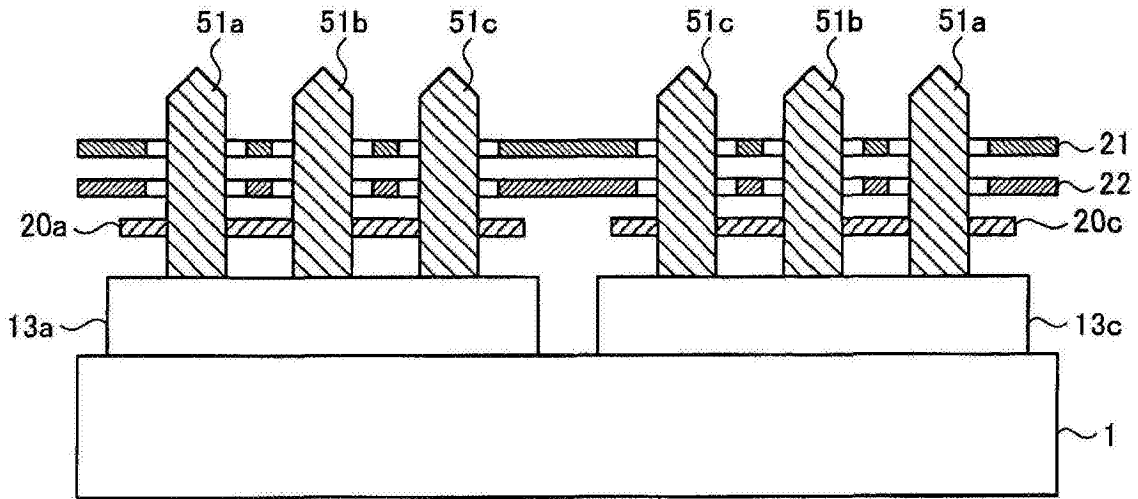


图14

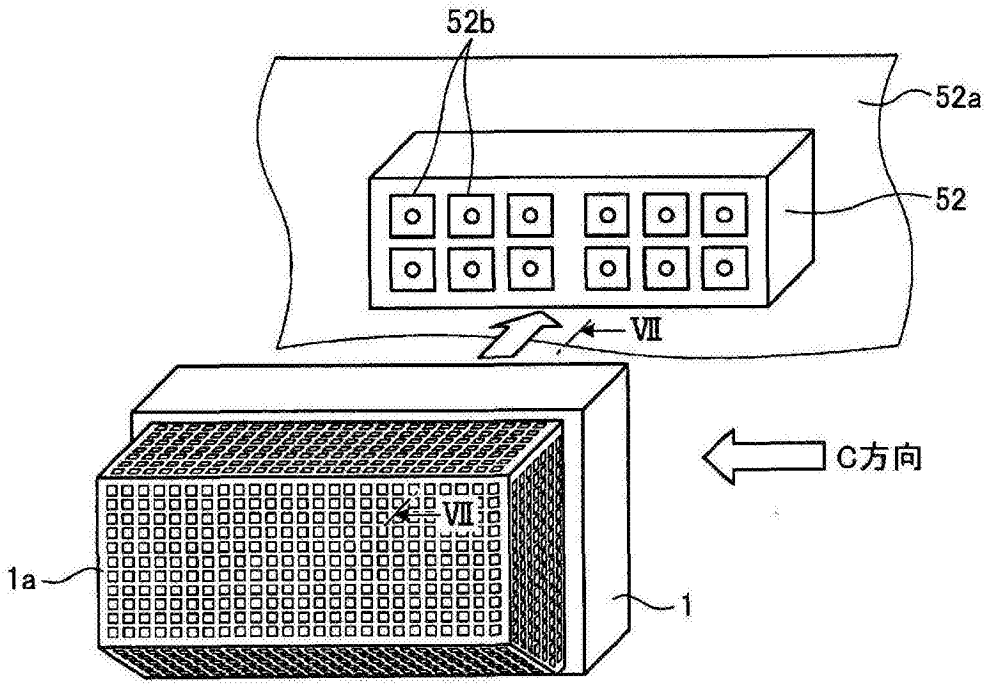


图15

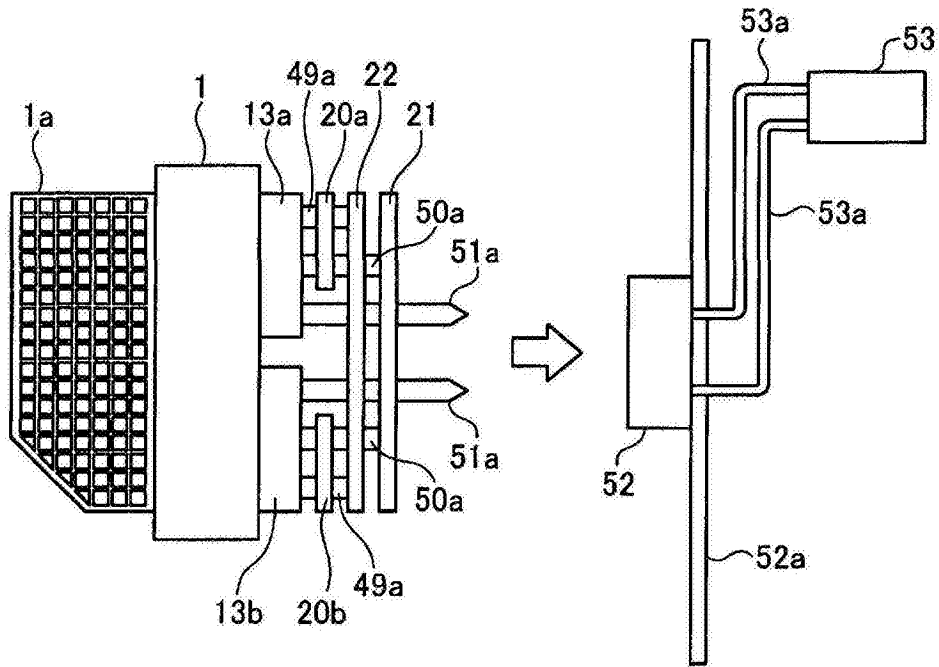


图16

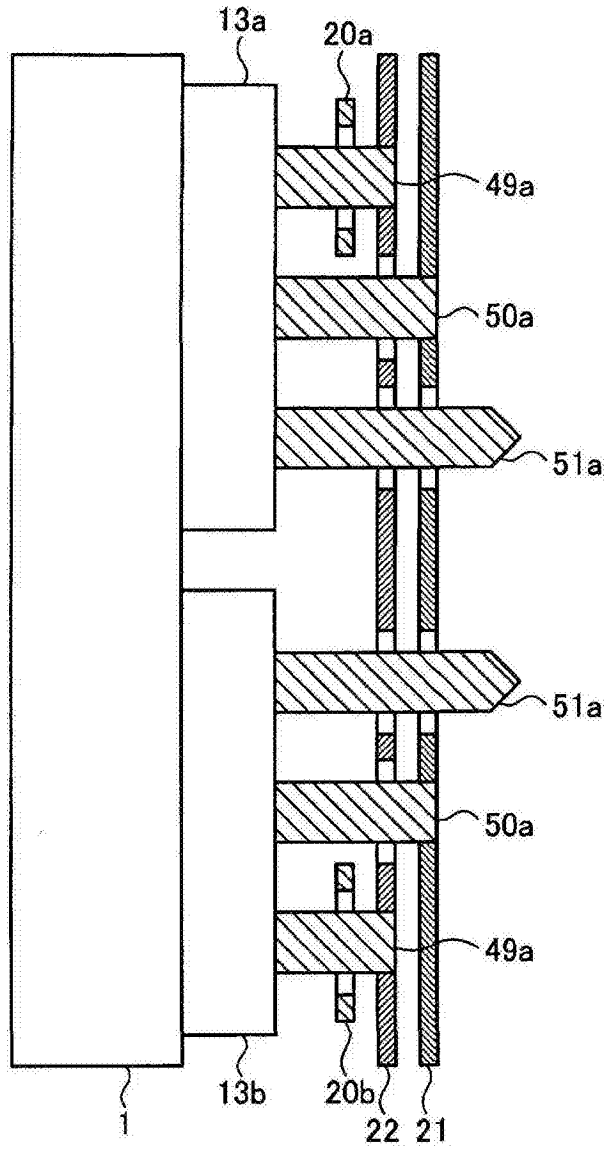


图17



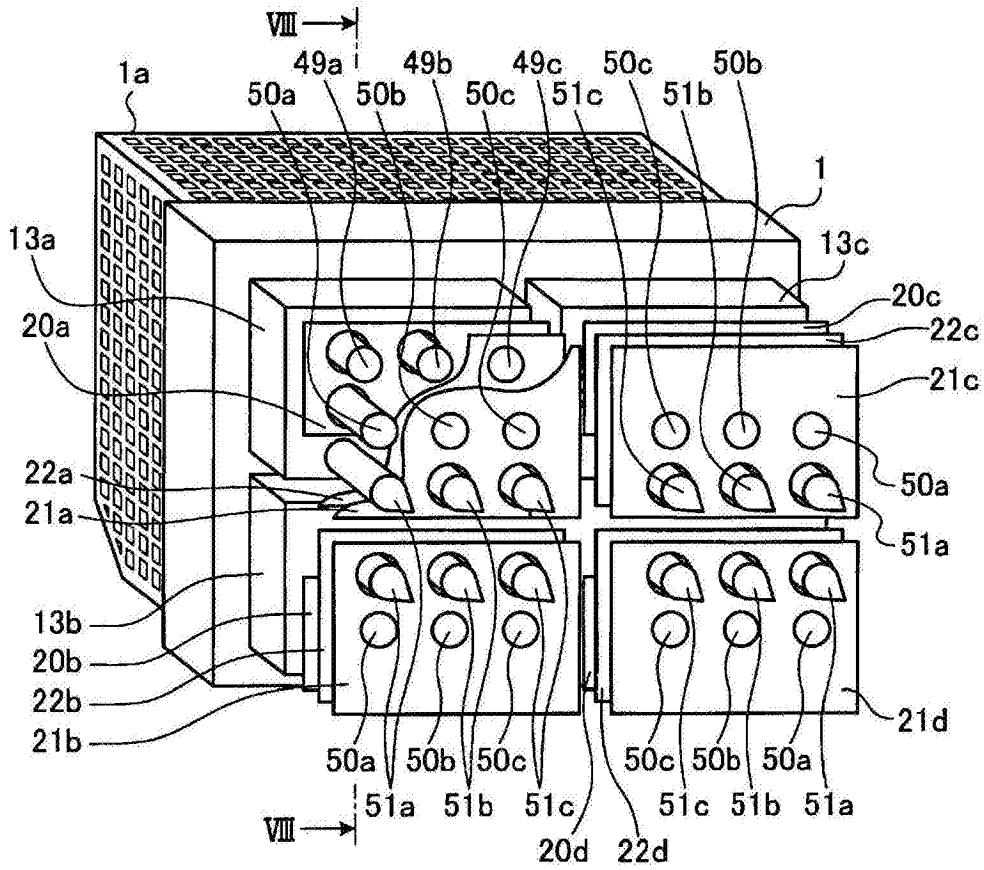


图18

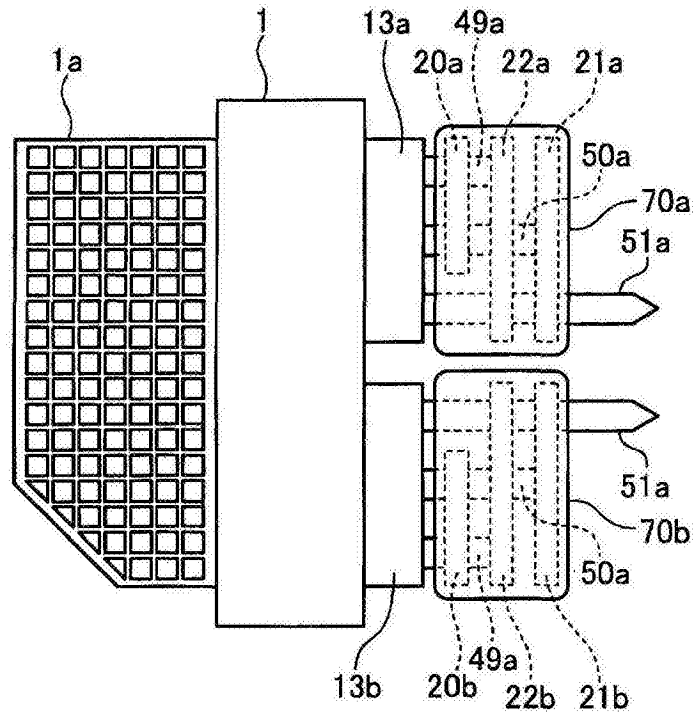


图19

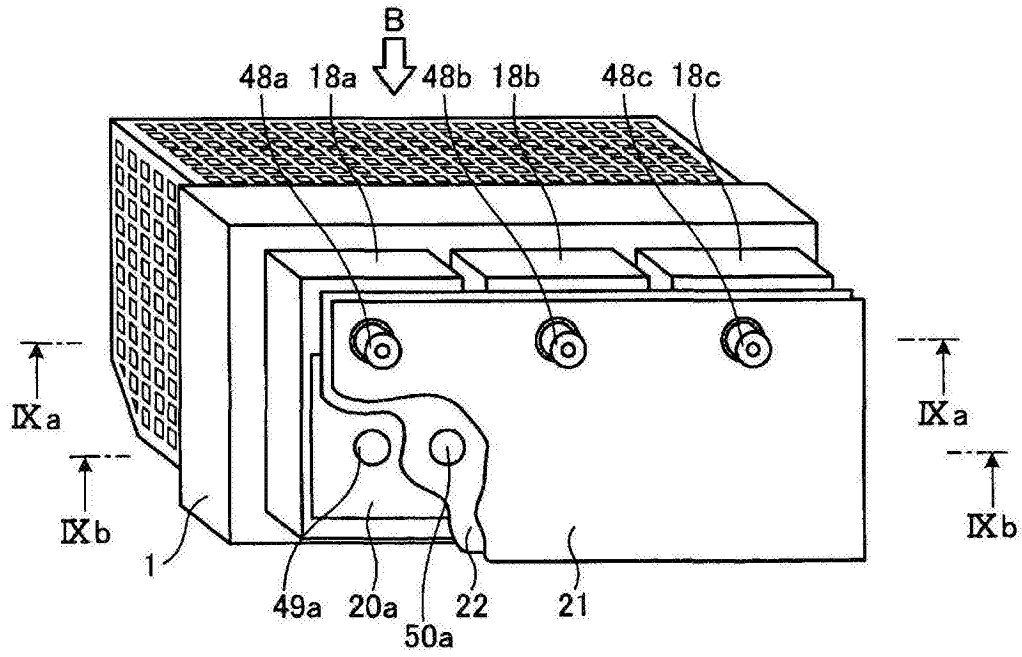


图20

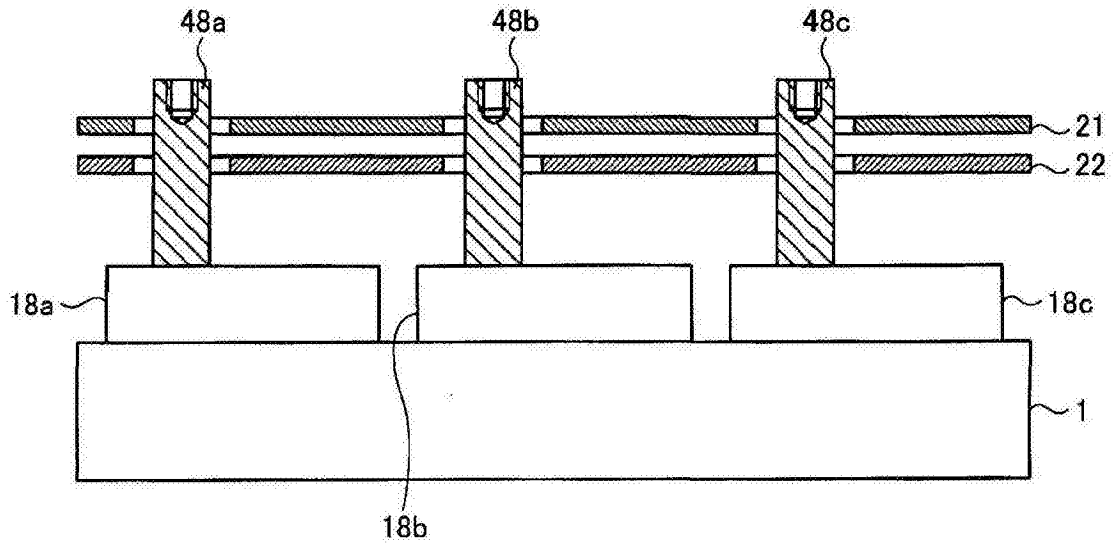


图21

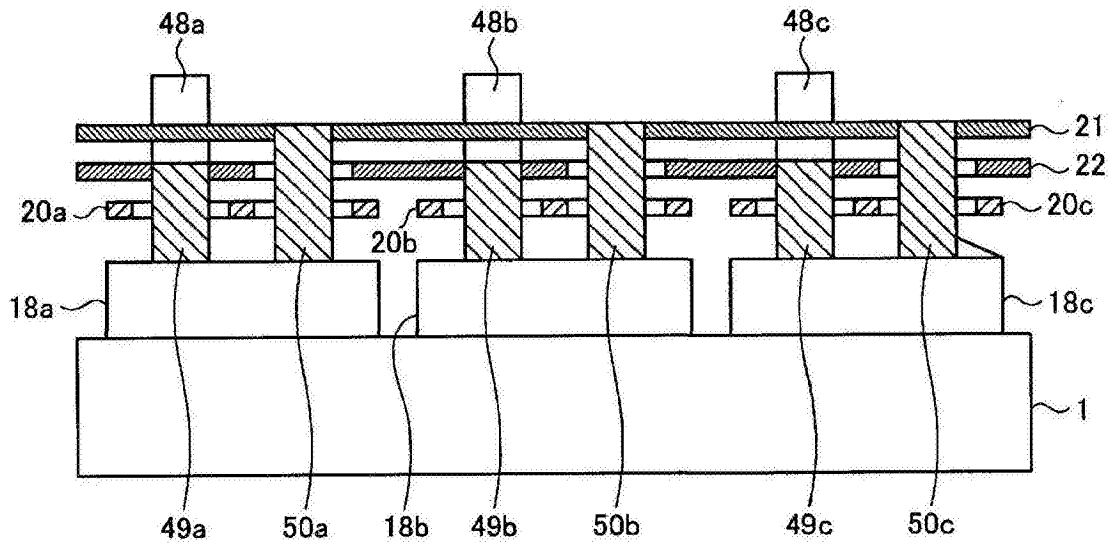


图22

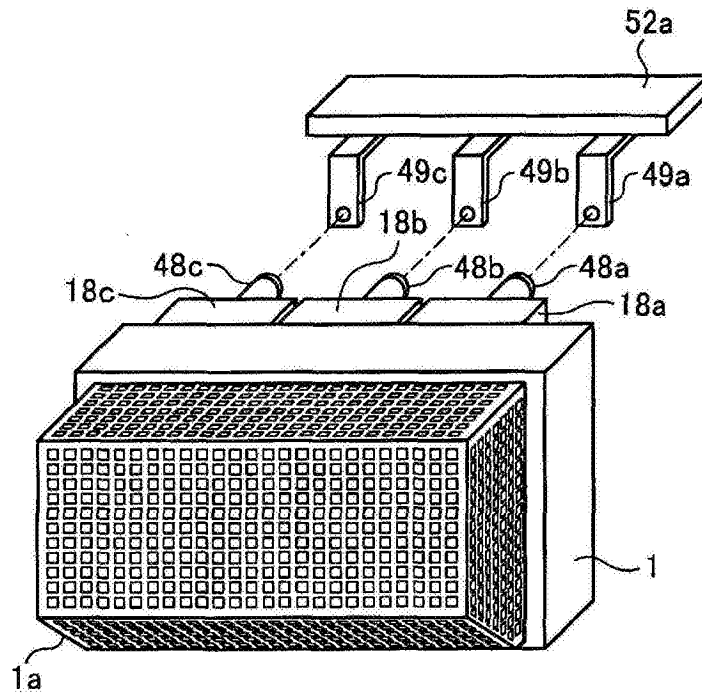


图23