



(45)授权公告日 2016.11.09

权利要求书3页 说明书11页 附图5页

1. 一种开关元件单元, 其特征在于, 包括: 开关元件; 以及平滑电容器, 用于抑制要提供给所述开关元件的DC电压的变化, 其中,

形成于所述平滑电容器的外表面中的元件安装表面与介于所述平滑电容器的电极之间的介电部分一体地形成,

在所述元件安装表面上形成有电容器连接电极, 所述电容器连接电极为电连接至所述平滑电容器的端子的电极,

所述开关元件被置于所述元件安装表面上, 使得所述开关元件的端子电连接至所述电容器连接电极,

所述开关元件具有面对所述元件安装表面的相对安装表面,

所述开关元件被置于所述元件安装表面上, 使得所述相对安装表面直接或经由粘合部件与所述元件安装表面接触,

所述开关元件包括在所述相对安装表面上电连接至所述DC电压的电源的主端子, 并且

所述主端子电连接至所述电容器连接电极,

所述开关元件中的、彼此串联电连接以构成开关元件串联电路的两个开关元件被置于所述元件安装表面上, 并且

在所述元件安装表面上形成有第一电容器连接电极、第二电容器连接电极以及元件间连接电极, 其中, 所述第一电容器连接电极电连接所述开关元件串联电路的第一端和所述平滑电容器的第一端子, 第二电容器连接电极电连接所述开关元件串联电路的第二端和所述平滑电容器的第二端子, 所述元件间连接电极电连接所述两个开关元件。

2. 根据权利要求1所述的开关元件单元, 其中,

所述开关元件具有面对所述元件安装表面的相对安装表面,

在所述相对安装表面上形成有用于控制所述开关元件的控制端子, 并且

在所述元件安装表面上形成有电连接至所述控制端子的控制电极。

3. 根据权利要求1所述的开关元件单元, 还包括:

与所述开关元件并联电连接的二极管元件,

其中, 所述二极管元件被置于所述元件安装表面上。

4. 根据权利要求2所述的开关元件单元, 还包括:

与所述开关元件并联电连接的二极管元件,

其中, 所述二极管元件被置于所述元件安装表面上。

5. 根据权利要求3所述的开关元件单元, 其中,

所述开关元件的、面对所述元件安装表面的所述相对安装表面是第一相对安装表面,

所述二极管元件包括在面对所述元件安装表面的第二相对安装表面上电连接至所述电容器连接电极的端子, 并且

所述二极管元件被置于所述元件安装表面上, 使得所述第二相对安装表面直接或经由粘合部件与所述元件安装表面接触。

6. 根据权利要求4所述的开关元件单元, 其中,

所述开关元件的、面对所述元件安装表面的所述相对安装表面是第一相对安装表面,

所述二极管元件包括在面对所述元件安装表面的第二相对安装表面上电连接至所述电容器连接电极的端子, 并且

所述二极管元件被置于所述元件安装表面上,使得所述第二相对安装表面直接或经由粘合部件与所述元件安装表面接触。

7.根据权利要求1~6中任一项所述的开关元件单元,其中,

所述元件间连接电极被沿所述元件安装表面的延伸方向置于所述第一电容器连接电极和所述第二电容器连接电极之间。

8.根据权利要求1~6中任一项所述的开关元件单元,其中,

在构成所述开关元件串联电路的两个开关元件当中,位于第一端侧的开关元件是第一开关元件,位于第二端侧的开关元件是第二开关元件,

所述开关元件单元还包括:

第一连接部件,其电连接所述第一电容器连接电极和所述第一开关元件;以及第二连接部件,其电连接所述元件间连接电极和所述第二开关元件,

所述第一连接部件具有直接或经由粘合部件与所述第一电容器连接电极接触的第一部分,和直接或经由粘合部件与所述第一开关元件接触的第二部分,并且

所述第二连接部件具有直接或经由粘合部件与所述元件间连接电极接触的第一部分,和直接或经由粘合部件与所述第二开关元件接触的第二部分。

9.根据权利要求7所述的开关元件单元,其中,

在构成所述开关元件串联电路的两个开关元件当中,位于第一端侧的开关元件是第一开关元件,位于第二端侧的开关元件是第二开关元件,

所述开关元件单元还包括:

第一连接部件,其电连接所述第一电容器连接电极和所述第一开关元件;以及第二连接部件,其电连接所述元件间连接电极和所述第二开关元件,

所述第一连接部件具有直接或经由粘合部件与所述第一电容器连接电极接触的第一部分,和直接或经由粘合部件与所述第一开关元件接触的第二部分,并且

所述第二连接部件具有直接或经由粘合部件与所述元件间连接电极接触的第一部分,和直接或经由粘合部件与所述第二开关元件接触的第二部分。

10.根据权利要求1~6任一项所述的开关元件单元,其中,

在所述元件安装表面上设置有开关元件中的、构成DC-AC转换电路的六个开关元件,所述DC-AC转换电路用于将DC电压转换为AC电压。

11.根据权利要求7所述的开关元件单元,其中,

在所述元件安装表面上设置有开关元件中的、构成DC-AC转换电路的六个开关元件,所述DC-AC转换电路用于将DC电压转换为AC电压。

12.根据权利要求8所述的开关元件单元,其中,

在所述元件安装表面上设置有开关元件中的、构成DC-AC转换电路的六个开关元件,所述DC-AC转换电路用于将DC电压转换为AC电压。

13.根据权利要求9所述的开关元件单元,其中,

在所述元件安装表面上设置有开关元件中的、构成DC-AC转换电路的六个开关元件,所述DC-AC转换电路用于将DC电压转换为AC电压。

14.根据权利要求1~6中任一项所述的开关元件单元,其中,

所述介电部分由陶瓷材料制成。

15. 根据权利要求7所述的开关元件单元, 其中, 所述介电部分由陶瓷材料制成。
16. 根据权利要求8所述的开关元件单元, 其中, 所述介电部分由陶瓷材料制成。
17. 根据权利要求9所述的开关元件单元, 其中, 所述介电部分由陶瓷材料制成。
18. 根据权利要求10所述的开关元件单元, 其中, 所述介电部分由陶瓷材料制成。
19. 根据权利要求11所述的开关元件单元, 其中, 所述介电部分由陶瓷材料制成。
20. 根据权利要求12所述的开关元件单元, 其中, 所述介电部分由陶瓷材料制成。
21. 根据权利要求13所述的开关元件单元, 其中, 所述介电部分由陶瓷材料制成。

开关元件单元

技术领域

[0001] 本发明涉及包括开关元件的开关元件单元。

背景技术

[0002] 在半导体集成电路中,必须防止由切换噪声引起的故障。关于这种故障的防止,例如在日本专利申请H08-181445号公报(JP H08-181445A)(0016至0017段,图1等)中描述了一种技术。在“背景技术”部分中,通过以“[]”中示出JP H08-181445A的附图标记来给出说明。JPH08-181445A的图1示出LSI芯片[11]位于印刷布线板[14]上的配置,其中,在LSI芯片[11]与印刷布线板[14]之间插入陶瓷多层基板[20],并且在陶瓷多层基板[20]中包含电容器部分[23]。因此,如该文献中0016至0017段中所描述的,切换噪声被电容器部分[23]过滤,并且可以防止LSI芯片[11]的故障。

[0003] 一些具有开关元件的开关元件单元包括平滑电容器,该平滑电容器抑制要提供给开关元件的直流(DC)电压的变化。然而,在JP H08-181445A中描述的电容器部分[23]被提供用于防止LSI芯片[11]的故障,并且JPH08-181445A没有提及平滑电容器。

发明内容

[0004] 希望实现如下开关元件单元,该单元能够包括平滑电容器同时减小单元的整体尺寸。

[0005] 根据本发明的开关元件单元特征在于,包括:开关元件;以及平滑电容器,其抑制要提供给所述开关元件的DC电压的变化。在所述开关元件单元中,形成于所述平滑电容器的外表面的元件安装表面与介于所述平滑电容器的电极之间的介电部分一体地形成,在所述元件安装表面上形成有作为电连接至所述平滑电容器的端子的电极的电容器连接电极,并且所述开关元件被置于所述元件安装表面上,使得所述开关元件的端子电连接至所述电容器连接电极。所述开关元件具有面对所述元件安装表面的相对安装表面,所述开关元件被置于所述元件安装表面上,使得所述相对安装表面直接或经由粘合部件与所述元件安装表面接触,所述开关元件包括在所述相对安装表面上电连接至所述DC电压的电源的主端子,并且所述主端子电连接至所述电容器连接电极。

[0006] 根据该特征配置,与开关元件被布置为与平滑电容器分开的情况相比,可减小电连接所述开关元件和所述平滑电容器的电连接路径的长度。这可以减小电连接路径的电感,并且可以减小与开关元件的切换动作相关的浪涌电压(临时电压增加)。结果,由开关元件产生的热量可随着浪涌电压的减小而减小,并且可以简化散热所需的冷却机构,从而可以减小该单元的整体尺寸。

[0007] 由于该开关元件和外围部件所要求的击穿电压性能可随着浪涌电压的减小而减小,因而可以减小该单元的总成本。

[0008] 根据上述特征配置,由于元件安装表面与平滑电容器的介电部分一体地形成,所以可以与介电部分同时地形成所述元件安装表面,从而可以简化所述开关元件单元的制造

工艺。

[0009] 开关元件具有面对元件安装表面的相对安装表面,并且开关元件被置于元件安装表面上,使得相对安装表面直接或经由粘合部件与元件安装表面接触。

[0010] 根据该配置,可以容易地减小电连接开关元件和平滑电容器的电连接路径的长度。由于开关元件可被构造为与元件安装表面表面接触,所以可以实现开关元件的稳定安置。

[0011] 在如上所述的相对安装表面直接或经由粘合部件与元件安装表面接触的配置中,开关元件包括在相对安装表面上电连接至所述DC电压的电源的主端子,并且主端子电连接至电容器连接电极。

[0012] 根据该配置,可以简化开关元件的主端子和电容器连接电极之间的电连接结构。

[0013] 在每一个上述配置的开关元件单元中,优选地,开关元件具有面对元件安装表面的相对安装表面;形成在相对安装表面上的、用于控制开关元件的控制端子,以及形成在元件安装表面上的、电连接至控制端子的控制电极。

[0014] 根据该配置,由于控制电极形成在元件安装表面上,因而可以通过有效使用开关元件位于其上的元件安装表面,来形成控制端子和控制开关元件的控制单元之间的控制信号路径。这可以减小形成该路径所需的空間。此外,由于控制端子形成在相对安装表面上,所以可以简化控制端子和控制电极之间的电连接结构。在控制电阻位于元件安装表面上的情况下,可以减小控制端子和控制电阻之间电连接路径的长度,并且可以减小浪涌电压。

[0015] 优选地,开关元件进一步包括与开关元件并联电连接的二极管元件,并且所述二极管元件被置于元件安装表面上。

[0016] 与二极管元件被置于不同于元件安装表面的表面上或者被置于不同于平滑电容器的部件中的情况相比,根据该配置,可以简化将开关元件和二极管元件并联电连接的该电连接结构。这有助于减小单元的整体尺寸。

[0017] 在二极管元件被置于元件安装表面上的上述配置中,优选地,面对开关元件的元件安装表面的相对安装表面是第一相对安装表面,二极管元件包括在面对元件安装表面的第二相对安装表面上电连接至电容器连接电极的端子,并且二极管元件被置于所述元件安装表面上,使得所述第二相对安装表面直接或经由粘合部件与所述元件安装表面接触。

[0018] 根据该配置,可以简化电连接所述二极管元件和所述平滑电容器的电连接结构。由于所述二极管元件被构造为与所述元件安装表面表面接触,所以可以实现所述二极管元件的稳定安置。

[0019] 在每一个上述配置的所述开关元件单元中,优选地,彼此串联电连接以形成开关元件串联电路的两个开关元件被置于所述元件安装表面上,并且在所述元件安装表面上形成有第一电容器连接电极、第二电容器连接电极以及元件间连接电极,其中,第一电容器连接电极电连接所述开关元件串联电路的第一端和所述平滑电容器的第一端子,第二电容器连接电极电连接所述开关元件串联电路的第二端和所述平滑电容器的第二端子,以及元件间连接电极电连接所述两个开关元件。

[0020] 根据该配置,在具有该相同配置的开关元件被用作形成所述开关元件串联电路的所述两个开关元件的情况下,所述两个开关元件可以安置在所述元件安装表面上的相同方向上。与这两个开关元件需要安置在元件安装表面上的彼此不同方向上的情况相比,这可

以简化生产工艺。

[0021] 在如上所述的第一电容器连接电极、第二电容器连接电极和元件间连接电极形成在所述元件安装表面上的配置中,优选地,所述元件间连接电极在所述元件安装表面的延伸方向上位于所述第一电容器连接电极和所述第二电容器连接电极之间。

[0022] 根据该配置,所述第一电容器连接电极、所述第二电容器连接电极和所述元件间连接电极在所述元件安装表面的延伸方向上的排列顺序与所述电极在所述开关元件串联电路的所述第一端和所述第二端之间的所述电路中的排列顺序相同。这可以减小电极间所需的绝缘距离,并且可以简化电极之外设置的互连结构。

[0023] 优选地,形成所述开关元件串联电路的所述两个开关元件当中的位于第一端侧的开关元件是第一开关元件,位于第二端侧的开关元件是第二开关元件,所述开关元件单元进一步包括:第一连接部件,其电连接所述第一电容器连接电极和所述第一开关元件;以及第二连接部件,其电连接所述元件间连接电极和所述第二开关元件,所述第一连接部件具有直接或经由粘合部件接触所述第一电容器连接电极的第一部分和直接或经由粘合部件接触所述第一开关元件的第二部分,并且所述第二连接部件具有直接或经由粘合部件接触所述元件间连接电极的第一部分和直接或经由粘合部件接触所述第二开关元件的第二部分。

[0024] 根据该配置,可以简化所述第一连接部件和所述第二连接部件的配置,并且可以容易地减小电连接所述第一电容器连接电极和所述第一开关元件的电连接路径的长度和电连接所述元件间连接电极和所述第二开关元件的电连接路径的长度。

[0025] 在每一个上述配置的开关元件单元中,优选地,在所述元件安装表面设置有开关元件中的、构成用于将DC电压转换为AC电压的DC-AC转换电路的六个开关元件。

[0026] 根据该配置,在根据本发明的开关元件单元应用于将DC电压转换为三相AC电压的DC-AC转换电路的情况下,可以促进该单元整体尺寸的减小和该单元总成本的减小。

[0027] 优选地,介电部分由陶瓷材料制成。

[0028] 根据该配置,可以提高冲击耐受电压性能。

附图说明

[0029] 图1是根据本发明实施例的开关元件单元的透视图;

[0030] 图2是以不同于图1的方向观看到的根据本发明实施例的开关元件单元的透视图;

[0031] 图3是根据本发明实施例的开关元件单元的平面图;

[0032] 图4是沿着图3中的线IV-IV取得的截面图;

[0033] 图5是沿着图3中的线V-V取得的截面图;

[0034] 图6是根据本发明实施例的第一平滑电容器的平面图;

[0035] 图7是示出根据本发明实施例的逆变器电路的配置的示意图;

[0036] 图8是根据本发明另一实施例的开关元件单元的平面图。

具体实施方式

[0037] 将参照附图描述本发明一实施例。关于将根据本发明的开关元件单元应用于控制旋转电机2的逆变器电路91(见图7)的示例描述了该实施例。也就是说,在本实施例中,构成

开关元件单元1的开关元件10是在直流(DC)功率和交流(AC)功率之间进行功率转换的电子元件。

[0038] 在以下描述中,除非另外指出,否则“上”是指图1中的Z方向,“下”是指图1中的-Z方向。如图2和图4中所示,Z方向是从元件安装表面S1沿着垂直于元件安装表面S1的方向朝向位于其上的开关元件10的方向(即,从元件安装表面S1向外的法线矢量的方向)。X方向是在平行于元件安装表面S1的平面内从第一平滑电容器50的第一端子51朝向第二端子52的方向。Y方向被定义为使得X方向、Y方向和Z方向形成右手正交坐标系。也就是说,相互垂直的X方向和Y方向是平行于元件安装表面S1的方向。在本实施例中,逆变器电路91对应于本发明中的“DC-AC转换电路”。

[0039] 1、开关元件单元的示意性配置

[0040] 如图1至图3所示,开关元件单元1包括开关元件10和第一平滑电容器50,并且在本实施例中,进一步包括与开关元件10并联电连接的二极管元件20。第一平滑电容器50是用于抑制要提供给开关元件10的DC电压的变化(即,使该DC电压平滑)的电路部件。在本实施例中,如图7所示,驱动旋转电机2的旋转电机驱动电路除了逆变器电路91以外还包括升压电路92,并且除了第一平滑电容器50以外还包括第二平滑电容器,作为平滑电容器。升压电路92是用于将DC电源3的DC电压升压的电路,并且包括两个开关元件10、电抗器82和分别与这两个开关元件10并联电连接的总共两个二极管元件20。电抗器82根据开关元件10的切换间歇地存储能量。DC电源3由电池、电容器等构成。

[0041] 第一平滑电容器50与逆变器电路91的DC侧并联电连接,并且抑制要提供给逆变器电路91的开关元件10的DC电压的变化。放电电阻81与第一平滑电容器50并联电连接,当电源关断等时,放电电阻81对存储在第一平滑电容器50中的电荷放电。第二平滑电容器60与DC电源3并联电连接,并且抑制要提供给升压电路92的开关元件10的DC电压的变化。也就是说,第一平滑电容器50是使已经被升压电路92升压的电压平滑的升压后平滑电容器,第二平滑电容器60是使未被升压电路92升压的电压平滑的升压前平滑电容器。在本实施例中,逆变器电路91的开关元件10(下文描述的上级开关元件10a和下级开关元件10b)对应于本发明中的“开关元件”,并且第一平滑电容器50对应于本发明中的“平滑电容器”。

[0042] 元件安装表面S1形成于第一平滑电容器50的外表面中。在本实施例中,第一平滑电容器50具有立方体外形,并且在作为第一平滑电容器50的顶侧外表面的上表面中形成平坦的元件安装表面S1(面向Z方向的表面)。如图6所示,在本实施例中,元件安装表面S1形成在平面图中观看时具有矩形形状。

[0043] 如下文详细描述,在元件安装表面S1上形成有电容器连接电极P1、P2,电容器连接电极P1、P2为电连接至第一平滑电容器50的端子的电极。开关元件10设置(换句话说,安装)在元件安装表面S1上,使得开关元件10的端子电连接至电容器连接电极P1、P2。在本实施例中,与开关元件10并联电连接的二极管元件20也设置(换句话说,安装)在元件安装表面S1上,使得二极管元件20的端子电连接至电容器连接电极P1、P2。这些开关元件10和二极管元件20从上方设置于(即,位于)元件安装表面S1上或者形成于元件安装表面S1上的电极上。形成在元件安装表面S1上的电容器连接电极P1、P2以及下文描述的元件间连接电极P3、控制电极P4和放电电阻电极P5可以是例如由导电箔(铜箔等)构成的电极。可以通过使用例如印刷技术将这种电极形成在元件安装表面S1上。

[0044] 第一平滑电容器50包括作为正电极侧端子的第一端子51和作为负电极侧端子的第二端子52。这些端子51、52用作DC电源3与升压电路92之间的DC功率的输入/输出端子,并且还用作DC电源3与逆变器电路91之间的DC功率的输入/输出端子。在本实施例中,如图4所示,第一端子51位于第一平滑电容器50的-X方向侧的端部,第二端子52位于第一平滑电容器50的X方向侧的端部。第一端子51和第二端子52二者都被形成为暴露于第一平滑电容器50的上表面上。也就是说,在本实施例中,第一平滑电容器50的上表面包括由第一端子51的顶端形成的部分和由第二端子52的顶端形成的部分。此外,在本实施例中,如图1、图2和图4所示,第一端子51形成为暴露于第一平滑电容器50的-X方向侧的侧表面上(横向侧的外表面;这同样适用于以下描述)并且暴露于第一平滑电容器50的Y和-Y方向侧上。在本实施例中,如图1、图2和图4所示,第二端子52形成为暴露于第一平滑电容器50的X方向侧的侧表面上,并且暴露于第一平滑电容器50的Y和-Y方向侧的侧表面上。

[0045] 在本实施例中,介于第一平滑电容器50的电极之间的每个介电部分53用作由陶瓷材料制成的陶瓷电容器。该陶瓷材料例如是钛酸钡、钛酸锶、氧化铝。具体来说,如图4和图5示意性示出的,第一平滑电容器50是堆叠的陶瓷电容器,并且具有如下结构:在堆叠方向上(在该示例中为竖直方向)堆叠介电部分53,其中,在介电部分53之间插入有内部电极54。作为内部电极54,在堆叠方向上交替排列电连接至第一端子51的正电极侧内部电极54和电连接至第二端子52的负电极侧内部电极54。正电极侧内部电极54形成为在第一平滑电容器50中沿X方向从第一端子51延伸。负电极侧内部电极54形成为在第一平滑电容器50中沿-X方向从第二端子52延伸。在本实施例中,内部电极54形成为平行于元件安装表面S1延伸。第一端子51和第二端子52二者均用作外部电极,并且形成为在第一平滑电容器50的堆叠方向上沿整个长度延伸。尽管在图4和图5中介电部分53的堆叠数为“5”,但是介电部分53的实际堆叠数可以是任意值。例如,可以使用介电部分53的堆叠数大于等于100的电容器作为第一平滑电容器50。

[0046] 形成于第一平滑电容器50的外表面中的元件安装表面S1与介电部分53一体地形成。具体来说,在本实施例中,第一平滑电容器50的上表面(具体来说,端子51、52之外的部分)是由处于顶端的介电部分53形成的,而作为第一平滑电容器50的底侧外表面的下表面(具体来说,端子51、52之外的部分)是由处于底端的介电部分53形成的。也就是说,在本实施例中,第一平滑电容器50的其中形成有元件安装表面S1的上表面(具体来说,端子51、52之外的上表面)和第一平滑电容器50的下表面(具体来说,端子51、52之外的下表面)是使用与介电部分53相同的材料一体地形成的。可以使用各种已知技术制成的电容器作为这种第一平滑电容器50。例如,可以使用利用低温共烧陶瓷(LTCC)技术通过低温共烧制成的电容器作为第一平滑电容器50。在此情况下,形成于元件安装表面S1上的电极(例如,电容器连接电极P1、P2)的材料优选为其熔点允许通过烧制与介电部分53的形成同时形成这些电极的材料(例如,与内部电极54相同的材料)。

[0047] 使用通过注入细颗粒的气溶胶形成膜的技术(气溶胶沉积技术)制成的电容器可被用作第一平滑电容器50。具体来说,通过使用气溶胶沉积技术在堆叠方向上交替形成介电部分53和内部电极54而制成的电容器可被用作第一平滑电容器50。在此情况下,也可以通过使用气溶胶沉积技术形成形成于元件安装表面S1上的电极(例如,电容器连接电极P1、P2)。例如,可以使用 Al_2O_3 、 AlN 、 Si_3N_4 、 BN 、 MgO 和 BaTiO_3 中的一个或多个的细颗粒作为构成介

电部分53的细颗粒。例如,可以通过使用氧化铝细颗粒(陶瓷细颗粒的示例)构成介电部分53。例如,可以使用诸如Cu或Ag等材料的细颗粒作为构成内部电极54的细颗粒。

[0048] 2. 开关元件串联电路的配置

[0049] 将描述由包括在开关元件单元1中的开关元件10构成的开关元件串联电路70。如图2和图3所示,在本实施例中,在元件安装表面S1上放置两个开关元件10。如下所述,通过将这两个开关元件10相互串联电连接而形成图7所示的开关元件串联电路70。换句话说,构成开关元件串联电路70的两个开关元件10置于同一元件安装表面S1上。

[0050] 如图7所示,开关元件串联电路70包括连接至DC电源3的正电极侧的第一端71和连接至DC电源3的负电极侧(例如,地侧)的第二端72。在本实施例中,开关元件串联电路70的第一端71经由升压电路92的开关元件10和电抗器82电连接至DC电源3的正电极,以便将由升压电路92升压的DC电压提供给开关元件串联电路70的第一端71。

[0051] 开关元件串联电路70构成用于将DC电压转换为AC电压的逆变器91的一个分支(一组上臂和下臂)。在本实施例中,如图7所示,该AC电压要施加的旋转电机2是由三相交流电驱动的AC电动机,并且通过并联电连接分别对应于三相(U相、V相和W相)的总共三个分支(臂组)来构成逆变器电路91。在图7中,为了避免复杂,仅示出对应于U相的分支,其中“70”代表开关元件串联电路、“71”代表第一端和“72”代表第二端。在本实施例中,与每个分支(每个开关元件串联电路70)并联电连接一个第一平滑电容器50。然而,为了避免复杂,图7示出一个第一平滑电容器50连接至三个分支的示例。要由逆变器电路91控制的旋转电机2可以是例如被提供作为电动车辆、混合动力车辆的车轮的驱动力源的旋转电机。在本说明书中,术语“旋转电机”用作包括电机(电动机)、发电机以及根据需要用作电动机和发电机两者的电动机发电机的概念。

[0052] 如图7所示,开关元件串联电路70的第一端71电连接至作为第一平滑电容器50的正电极侧端子的第一端子51,并且开关元件串联电路70的第二端72电连接至作为第一平滑电容器50的负电极侧端子的第二端子52。二极管元件20分别与开关元件串联电路70的两个开关元件10并联电连接。下面描述实现该电连接配置的开关元件单元1的配置。

[0053] 如上所述,电连接至第一平滑电容器50的端子51、52的电容器连接电极P1、P2形成在元件安装表面S1上。具体来说,如图6所示,电连接至第一端子51的第一电容器连接电极P1和电连接至第二端子52的第二电容器连接电极P2形成在元件安装表面S1上。在本实施例中,具有电连接至第一端子51的部分和电连接至第二端子52的部分两者的放电电阻电极P5也形成在元件安装表面S1上。第一电容器连接电极P1和放电电阻电极P5的电连接至第一端子51的部分中的每一个被形成为覆盖第一端子51的上表面的一部分,并由此电连接至第一端子51。第二电容器连接电极P2和放电电阻电极P5的电连接至第二端子52的部分中的每一个被形成为覆盖第二端子52的上表面的一部分,并由此电连接至第二端子52。

[0054] 如下所述,第一电容器连接电极P1和第二电容器连接电极P2是电连接开关元件10和第一平滑电容器50的电极。因此,在本实施例中,在第一平滑电容器50的外部电极中与逆变器电路91侧的连接部分是由第一端子51和第二端子52的上表面构成的。尽管将省略详细描述,但是第一平滑电容器50的外部电极中与DC电源3侧的连接部分也可以由第一端子51和第二端子52的上表面构成。第一平滑电容器50的外部电极中与DC电源3侧的连接部分可以由第一端子51和第二端子52的侧表面或下表面构成。

[0055] 如图6所示,除P1、P2、P5三个电极之外,在元件安装表面S1上还形成有元件间连接电极P3和控制电极P4。这些电极P3、P4是与第一平滑电容器50的端子51、52电隔离的电极。本文中使用的表述“电隔离”是指电极在元件安装表面S1上电隔离,并且用作包括这些电极经由位于元件安装表面S1上的电路元件、互联部件等电连接至第一平滑电容器50的端子的情况的概念。

[0056] 如图6所示,元件间连接电极P3在元件安装表面S1的延伸方向上(在该示例中为X方向)被置于第一电容器连接电极P1和第二电容器连接电极P2之间。在本实施例中,第一电容器连接电极P1、第二电容器连接电极P2和元件间连接电极P3被形成为在X方向上观看时具有重叠部分。也就是说,在Y方向上存在包括在全部以下三个区域中的区域:在Y方向上形成第一电容器连接电极P1的区域;在Y方向上形成第二电容器连接电极P2的区域;以及在Y方向上形成元件间连接电极P3的区域。元件间连接电极P3被形成为在X方向上两侧夹在第一电容器连接电极P1和第二电容器连接电极P2之间。这三个电极P1至P3每个都形成为矩形形状。在该示例中,如图3所示,在元件间连接电极P3的X方向侧的、第二连接部件62(下面描述)所处的部分中,元件间连接电极P3具有在-Y方向上从矩形部分突出的部分。在本实施例中,连接至旋转电机2的线圈的连接部件(未示出)连接至该突出部分。

[0057] 如图3所示,在元件安装表面S1上,在X方向上相互邻近地布置构成开关元件串联电路70的两个开关元件10。在本实施例中,如图6所示,元件安装表面S1形成为具有长边和短边的矩形形状,使得X方向平行于长边的延伸方向,Y方向平行于短边的延伸方向。在元件安装表面S1上,沿Y方向与开关元件10相邻地设置并联电连接至该开关元件10的二极管元件20。具体来说,二极管元件20被置于要连接至该二极管元件20的开关元件10的Y方向侧,从而与该开关元件10毗邻。本文中使用的表述“被设置为毗邻”是指在元件安装表面S1的延伸方向上(在该示例中为Y方向)没有其他电路元件位于开关元件10和二极管元件20之间,并且用作包括开关元件10和二极管元件20之间的间隔距离为零的状态(即,各自的外表面彼此接触的状态)和间隔距离大于零的状态的概念。

[0058] 如图5和图7所示,开关元件10包括一对主端子12、13和控制端子11。主端子12、13是电连接至DC电压源(在该示例中,DC电源3)的端子。在该对主端子12、13中,正电极侧主端子12是高电位侧的端子,负电极侧主端子13是低电位侧的端子。二极管元件20以反并联的方式电连接至开关元件10,使得阴极端子电连接至正电极侧主端子12且阳极端子电连接至负电极侧主端子13。也就是说,二极管元件20用作续流二极管(FWD)。控制端子11是控制开关元件10的切换的控制端子。当开关元件10接通时,在正电极侧主端子12和负电极侧主端子13之间获得电连接。当开关元件10断开时,正电极侧主端子12和负电极侧主端子13之间的电连接被切断。

[0059] 如图7所示,这两个开关元件10中的位于高电位侧的上级开关元件10a的正电极侧主端子12电连接至开关元件串联电路70的第一端71。也就是说,上级开关元件10a是开关元件串联电路70的两个开关元件10中的位于第一端71侧的开关元件。这两个开关元件10中的位于低电位侧的下级开关元件10b的负电极侧主端子13电连接至开关元件串联电路70的第二端72。也就是说,下级开关元件10b是开关元件串联电路70的两个开关元件10中的位于第二端72侧的开关元件。上级开关元件10a的负电极侧主端子13与下级开关元件10b的正电极侧主端子12之间的连接点(开关元件串联电路70的串联连接点)电连接至旋转电机2的线

圈。在本实施例中,上级开关元件10a对应于本发明中的“第一开关元件”,下级开关元件10b对应于本发明中的“第二开关元件”。

[0060] 在本实施例中,如图7所示,开关元件10是绝缘栅双极型晶体管(IGBT),其中正电极侧主端子12由集电极端子构成,负电极侧主端子13由发射极端子构成,控制端子11由栅极端子构成。控制端子11经由栅极电阻83(见图3和图5)电连接至未示出的控制单元,并且分别根据施加至控制端子11的栅极电压控制每个开关元件10的切换。可以使用金属氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)等作为开关元件10。

[0061] 如图5所示,在具有立方体外形的开关元件10中,正电极侧主端子12和负电极侧主端子13分别形成在开关元件10的彼此相对的外表面上。具体来说,开关元件10具有其上形成有正电极侧主端子12的外表面和其上形成有负电极侧主端子13的外表面,并且这两个外表面在相对的方向上彼此面对且彼此平行。开关元件10位于元件安装表面S1上,使得其上形成有负电极侧主端子13的外表面用作面对元件安装表面S1的第一相对安装表面S2。也就是说,对于置于元件安装表面S1上的开关元件10,正电极侧主端子12位于开关元件10的上表面上,负电极侧主端子13位于开关元件10的下表面上。在本实施例中,控制端子11处于开关元件10的其上形成有负电极侧主端子13的外表面上,与负电极侧主端子13隔开绝缘距离。也就是说,在本实施例中,主端子12、13(具体来说,负电极侧主端子13)形成在开关元件10的第一相对安装表面S2上。在本实施例中,控制端子11也形成在第一相对安装表面S2上。

[0062] 开关元件10被置于元件安装表面S1上,使得第一相对安装表面S2直接或经由粘合部件与元件安装表面S1接触。表述“直接或经由粘合部件与元件安装表面S1接触”中的元件安装表面S1包括形成在元件安装表面S1上的电极。具体来说,如图3至图5所示,上级开关元件10a经由粘合材料93从上方安置在元件间连接电极P3上,并且作为与上级开关元件10a并联电连接的二极管元件20的上级二极管元件20a也经由粘合材料93从上方安置在元件间连接电极P3上。在该示例中,阳极端子形成在二极管元件20的下表面上,阴极端子形成在二极管元件20的上表面上。也就是说,二极管元件20的下表面用作面对元件安装表面S1的第二相对安装表面S3,并且二极管元件20被置于元件安装表面S1上,使得第二相对安装表面S3直接或经由粘合部件与元件安装表面S1接触。在本实施例中,阳极端子形成于第二相对安装表面S3上。粘合材料93包括导电材料,如焊料或导电膏。因此,形成在上级开关元件10a的下表面上的负电极侧主端子13和形成在上级二极管元件20a的下表面上的阳极端子电连接至元件间连接电极P3。粘合材料93对应于本发明中的“粘合部件”。

[0063] 下级开关元件10b经由粘合材料93从上方安置在第二电容器连接电极P2上。作为与下级开关元件10b并联电连接的二极管元件20的下级二极管元件20b也经由粘合材料93从上方安置在第二电容器连接电极P2上。因此,形成在下级开关元件10b的下表面上的负电极侧主端子13和形成在下级二极管元件20b的下表面上的阳极端子电连接至第二电容器连接电极P2。第二电容器连接电极P2电连接至第二端子52,下级开关元件10b的负电极侧主端子13和下级二极管元件20b的阳极端子经由第二电容器连接电极P2电连接至第二端子52。因此,第二电容器连接电极P2是将由下级开关元件10b的负电极侧主端子13构成的、开关元件串联电路70的第二端72电连接至第一平滑电容器50的第二端子52的电极。

[0064] 如图1和图2所示,设置导电的第一连接部件61,以将形成于上级开关元件10a的上表面上的正电极侧主端子12(见图4和图5)和形成于上级二极管元件20a的上表面上的阴极

端子电连接至第一电容器连接电极P1。也就是说,第一连接部件61电连接第一电容器连接电极P1和上级开关元件10a。具体来说,如图4所示,第一连接部件61具有经由粘合材料93从上方安置在第一电容器连接电极P1上的第一部分61a和经由粘合材料93从上方安置在上级开关元件10a和上级二极管元件20a上的第二部分61b。也就是说,第一部分61a是第一连接部件61的直接或经由粘合部件与第一电容器连接电极P1接触的部分。第二部分61b是第一连接部件61的直接或经由粘合部件与上级开关元件10a接触的部分。在本实施例中,第二部分61b也是直接或经由粘合材料与上级二极管元件20a接触的部分。这样,上级开关元件10a的正电极侧主端子12和上级二极管元件20a的阴极端子电连接至第一电容器连接电极P1。第一电容器连接电极P1电连接至第一端子51,上级开关元件10a的正电极侧主端子12和上级二极管元件20a的阴极端子经由第一电容器连接电极P1电连接至第一端子51。因此,第一电容器连接电极P1是将由上级开关元件10a的正电极侧主端子12构成的、开关元件串联电路70的第一端71电连接至第一平滑电容器50的第一端子51的电极。

[0065] 如图1和图2所示,设置导电的第二连接部件62,以将形成于下级开关元件10b的上表面上的正电极侧主端子12(见图4)和形成于下级二极管元件20b的上表面上的阴极端子电连接至元件间连接电极P3。也就是说,第二连接部件62电连接元件间连接电极P3和下级开关元件10b。具体来说,如图4所示,第二连接部件62具有经由粘合材料93从上方安置在元件间连接电极P3上的第一部分62a和经由粘合材料93从上方安置在下级开关元件10b和下级二极管元件20b上的第二部分62b。也就是说,第一部分62a是第二连接部件62的直接或经由粘合部件与元件间连接电极P3接触的部分。第二部分62b是第二连接部件62的直接或经由粘合部件与下级开关元件10b接触的部分。在本实施例中,第二部分62b也是直接或经由粘合部件与下级二极管元件20b接触的部分。这样,下级开关元件10b的正电极侧主端子12和下级二极管元件20b的阴极端子电连接至元件间连接电极P3。结果,上级开关元件10a的负电极侧主端子13和上级二极管元件20a的阳极端子经由元件间连接电极P3电连接至下级开关元件10b的正电极侧主端子12和下级二极管元件20b的阴极端子。因此,元件间连接电极P3是电连接两个开关元件10(具体来说,上级开关元件10a和下级开关元件10b)的电极。

[0066] 在本实施例中,如图1、图4等所示,第一连接部件61和第二连接部件62每个在其上表面具有平坦部分。尽管图中没有示出,在该平坦部分的顶侧上设置散热器,其中,在平坦部分与散热器之间插入绝缘部件。该绝缘部件具有电绝缘性和导热性。这允许开关元件10的热有经由连接部件61、62效地传导至散热器,同时确保开关元件10和散热器之间的电绝缘。因此,除了用作连接部件(汇流条)以外,连接部件61、62还具有散热功能。

[0067] 控制电极P4是电连接至控制端子11的控制电极。如图5所示,控制电极P4具有位于控制端子11下方且电连接至控制端子11的部分,以及在-Y方向上与该部分分开的部分(分开部分)。栅极电阻83从上方安置在控制电极P4上,以电连接这两部分。尽管图中没有示出,在该分开部分中形成有柔性印刷板的连接端子,并且控制端子11经由该柔性印刷板电连接至产生切换控制信号(在该示例中,栅极驱动信号)的控制单元(未示出)。该柔性印刷板是柔性的印刷板,并且可变形到很大程度。

[0068] 放电电阻电极P5是其上设置与第一平滑电容器50并联电连接的放电电阻81(见图7)的电极。具体来说,如图6所示,放电电阻电极P5具有在X方向上彼此分开的两个部分,即,电连接至第一端子51的部分和电连接至第二端子52的部分。如图1所示,放电电阻81从上方

安置在放电电阻电极P5上,以电连接这两部分。

[0069] 3.其他实施例

[0070] 最后,下面描述根据本发明的开关元件的其他实施例。只要没有出现一致性,下述每个实施例中公开的配置都可以与其他实施例中公开的任何配置相组合。

[0071] (1)上述实施例是关于元件安装表面S1是由与介电部分53的材料相同的材料制成的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限于此,并且元件安装表面S1可以由与介电部分53的材料不同的材料制成。上述实施例是关于在元件安装表面S1上设置两个开关元件10的示例描述的。然而,可以适当地改变设置于元件安装表面S1上的开关元件10的数量,并且可以在元件安装表面S1上设置奇数(例如,一个)个开关元件10。

[0072] (2)上述实施例是关于控制端子11形成于开关元件10的第一相对安装表面S2上的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限于此,并且控制端子11可以形成在开关元件10的外表面上,而不是第一相对安装表面S2上(例如,作为顶侧外表面的上表面)。在此情况下,例如,控制端子11可以经由导线部件电连接至控制电极P4。在此情况下,控制电极P4可以不形成在元件安装表面S上,并且控制端子11可以电连接至产生切换控制信号(在该示例中,栅极驱动信号)的控制单元(未示出)而不经由元件安装表面S1。

[0073] (3)上述实施例是关于并联电连接至开关元件10的二极管元件20被置于元件安装表面S1上以毗邻开关元件10的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限于此,并且其他电路元件可以在元件安装表面S1的延伸方向上位于二极管元件20和开关元件10之间。作为选择,二极管元件20可以被置于外表面上而不是元件安装表面S1上(例如,作为第一平滑电容器50的-Z方向侧的外表面的下表面),或者可以位于不同于第一电容器50的部件上。可以不设置与开关元件10并联电连接的二极管元件20。

[0074] (4)上述实施例是关于在元件安装表面S1上设置构成开关元件串联电路70的两个开关元件10的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限于此。例如,可以在元件安装表面S1上设置构成逆变器电路91的四个或六个开关元件10。例如,可以使用如下布局配置作为在元件安装表面S1上设置六个开关元件10的配置:在该配置中,如图8所示,沿着Y方向布置三个单元,其中每个单元构成单个开关元件串联电路70(上述实施例中图3所示的部分)。为了避免复杂,图8中未示出与放电电阻81和栅极电阻83有关的部分。在这种配置中,可以将上述实施例中分别针对对应的分支(对应的开关元件串联电路70)设置的总共三个第一平滑电容器50统一并形成成为单个第一平滑电容器50(电容为三倍)。

[0075] (5)上述实施例是关于第一电容器连接电极P1、第二电容器连接电极P2和元件间连接电极P3被形成为在X方向上具有重叠部分的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限于此,并且第一电容器连接电极P1、第二电容器连接电极P2和元件间连接电极P3可以位于在X方向上观看时彼此不重叠的两个或三个区域中(在Y方向上彼此分开的区域)。上述实施例是关于在元件安装表面S1的延伸方向上元件间连接电极P3被置于第一电容器连接电极P1和第二电容器连接电极P2之间的示例描述的。然而,元件间连接电极P3可以被置于第一电容器连接电极P1或第二电容器连接电极P2的Y方向侧或-Y方向侧,从而在Y方向上观看时具有重叠部分。

[0076] (6)上述实施例是关于逆变器电路91为将DC电压转换为三相AC电压的DC-AC转换电路并且逆变器电路91包括六个开关元件10的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限

于此,并且逆变器电路91可以是将DC电压转换为单相AC电压的DC-AC转换电路并且逆变器电路91可以包括四个开关元件10。在此情况下,如上述实施例中,可以将两个开关元件10置于元件安装表面S1上,或者不同于上述实施例,可以将四个开关元件10置于元件安装表面S1上。

[0077] (7)上述实施例是关于根据本发明的开关元件应用于控制旋转电机2的逆变器电路91(见图7)的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限于此,并且根据本发明的开关元件还可应用于其他电路,如升压电路92。例如,在根据本发明的开关元件单元应用于升压电路92的情况下,元件安装表面可以形成在第二平滑电容器60的外表面,并且构成升压电路92的开关元件10可以被置于元件安装表面上。尽管详细描述被省略,但是在这种配置中,可以与上述实施例类似地配置本发明,只是用第二平滑电容器60的元件安装表面代替上述实施例中的元件安装表面S1。

[0078] (8)上述实施例是关于驱动旋转电机2的旋转电机驱动电路除了逆变器电路91以外还包括升压电路92的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限于此,并且驱动旋转电机2的旋转电机驱动电路可以不包括升压电路92。

[0079] (9)上述实施例是关于第一平滑电容器50为介于电极之间的介电部分53由陶瓷材料制成的陶瓷电容器的示例描述的。然而,本发明的实施例不局限于此。也就是说,第一平滑电容器50的介电部分53可以由陶瓷材料以外的材料制成(例如,合成树脂)。

[0080] (10)对于其他配置,本说明书中公开的实施例在所有方面都是举例说明,并且本发明的实施例不局限于此。也就是说,在不偏离本发明的目的的情况下可以适当地修改强烈要求中没有描述的配置。

[0081] 优选地,可以在具有开关元件的开关元件单元中使用本发明。

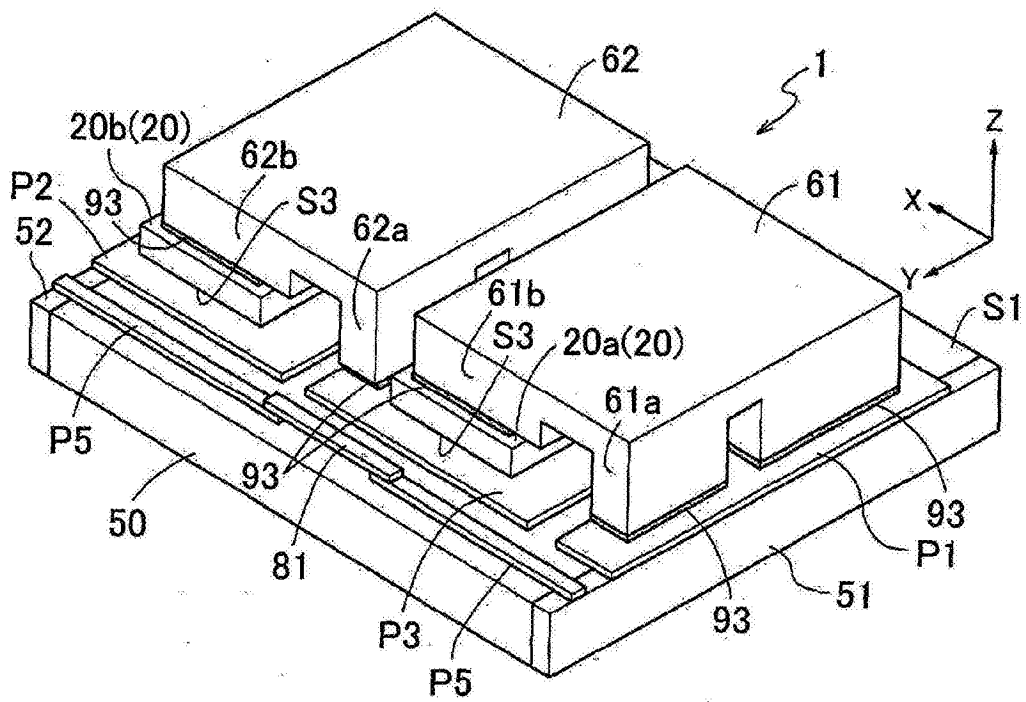


图1

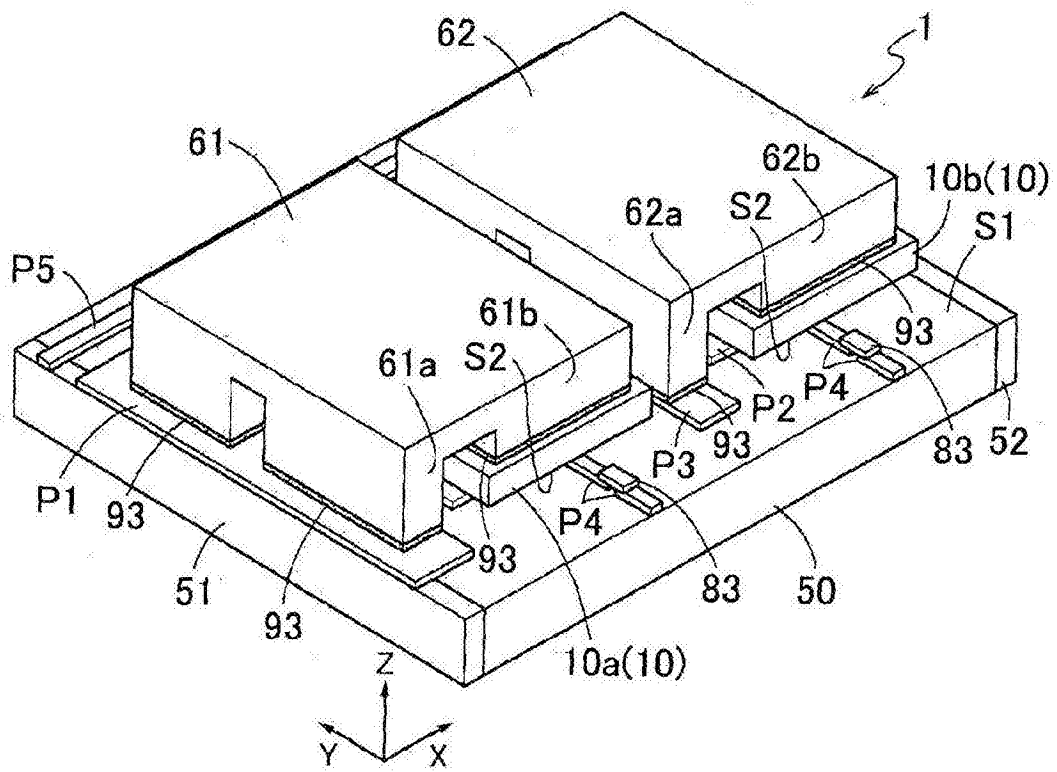


图2

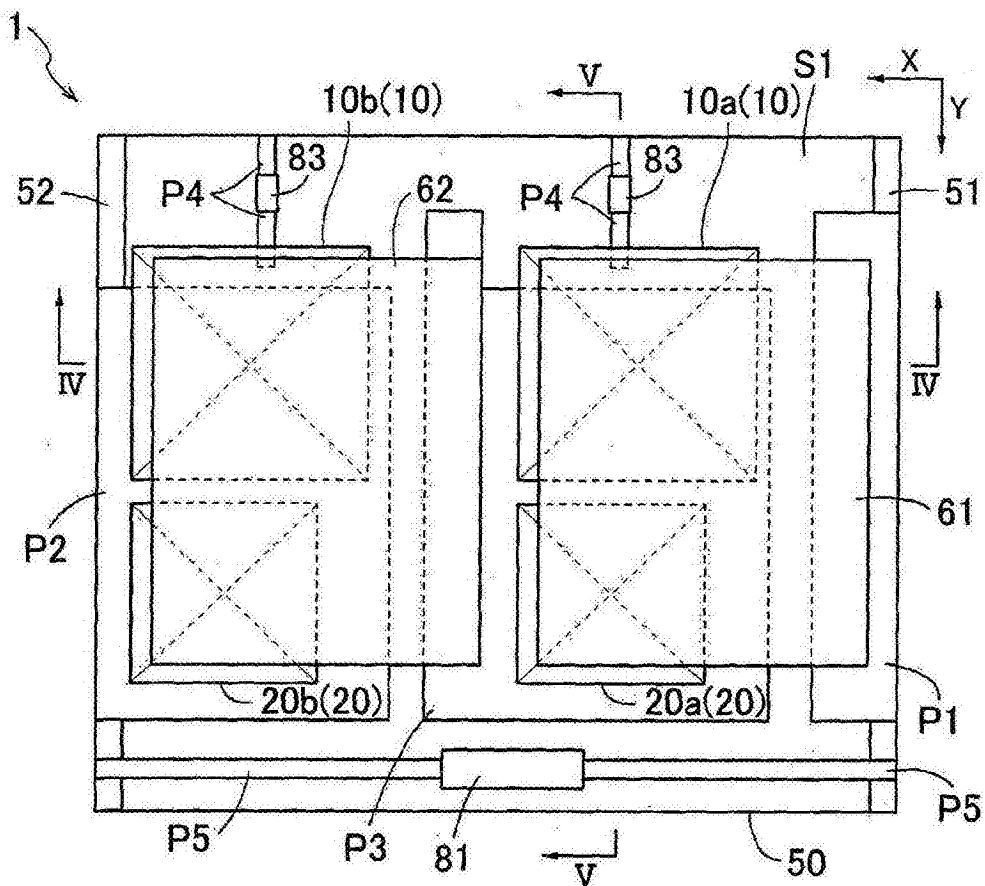


图3

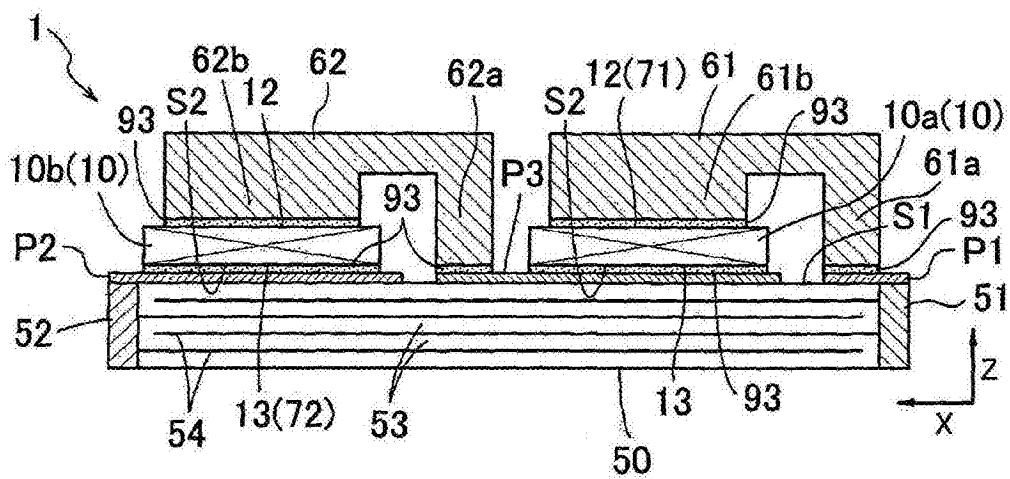


图4

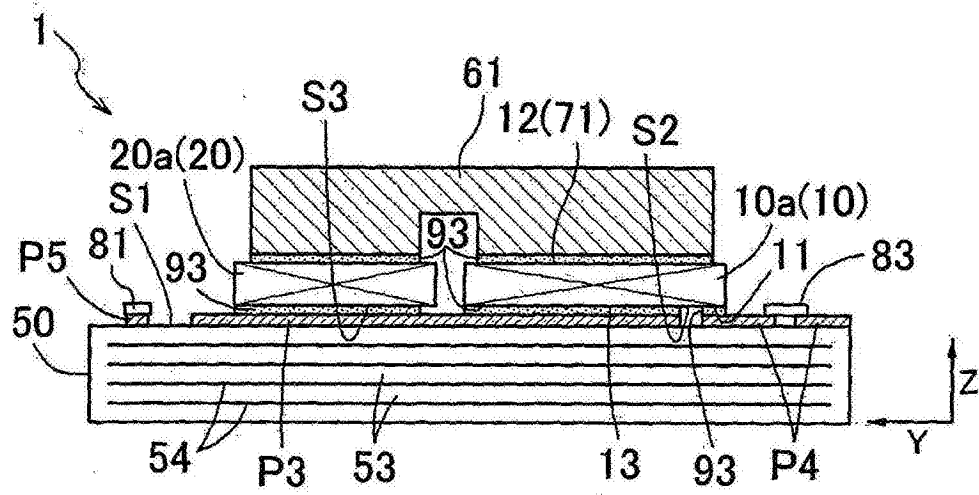


图5

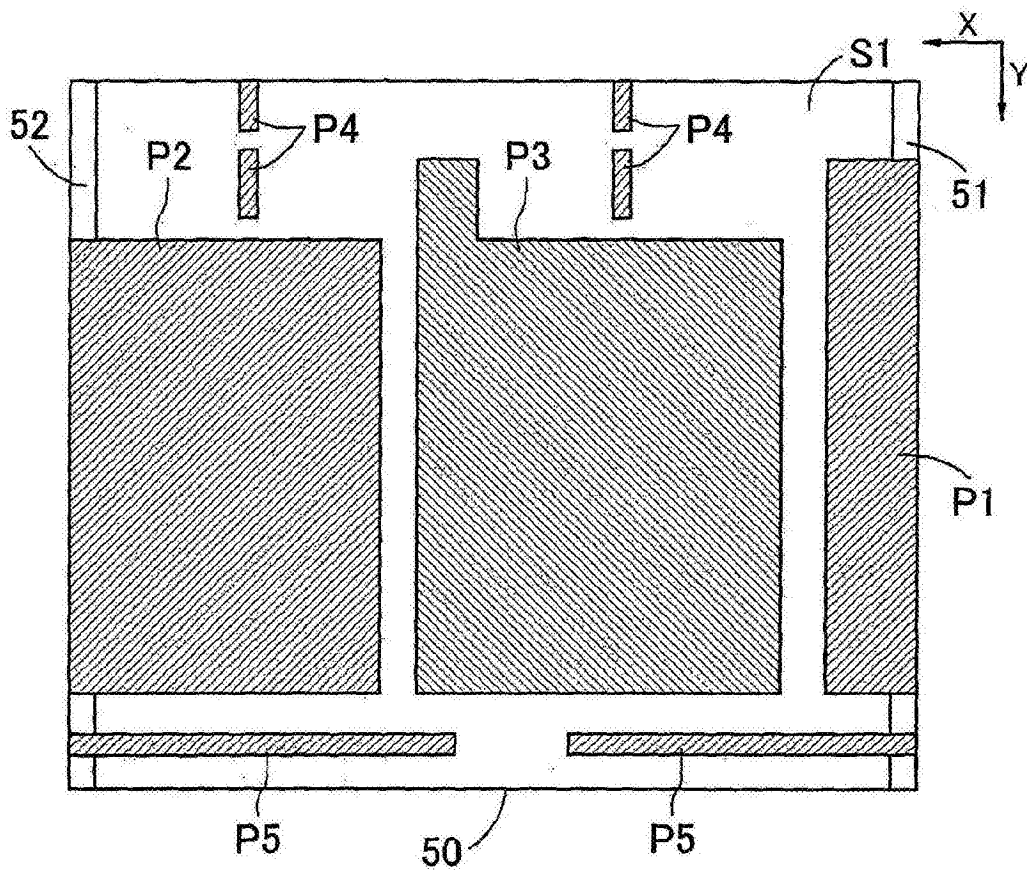


图6

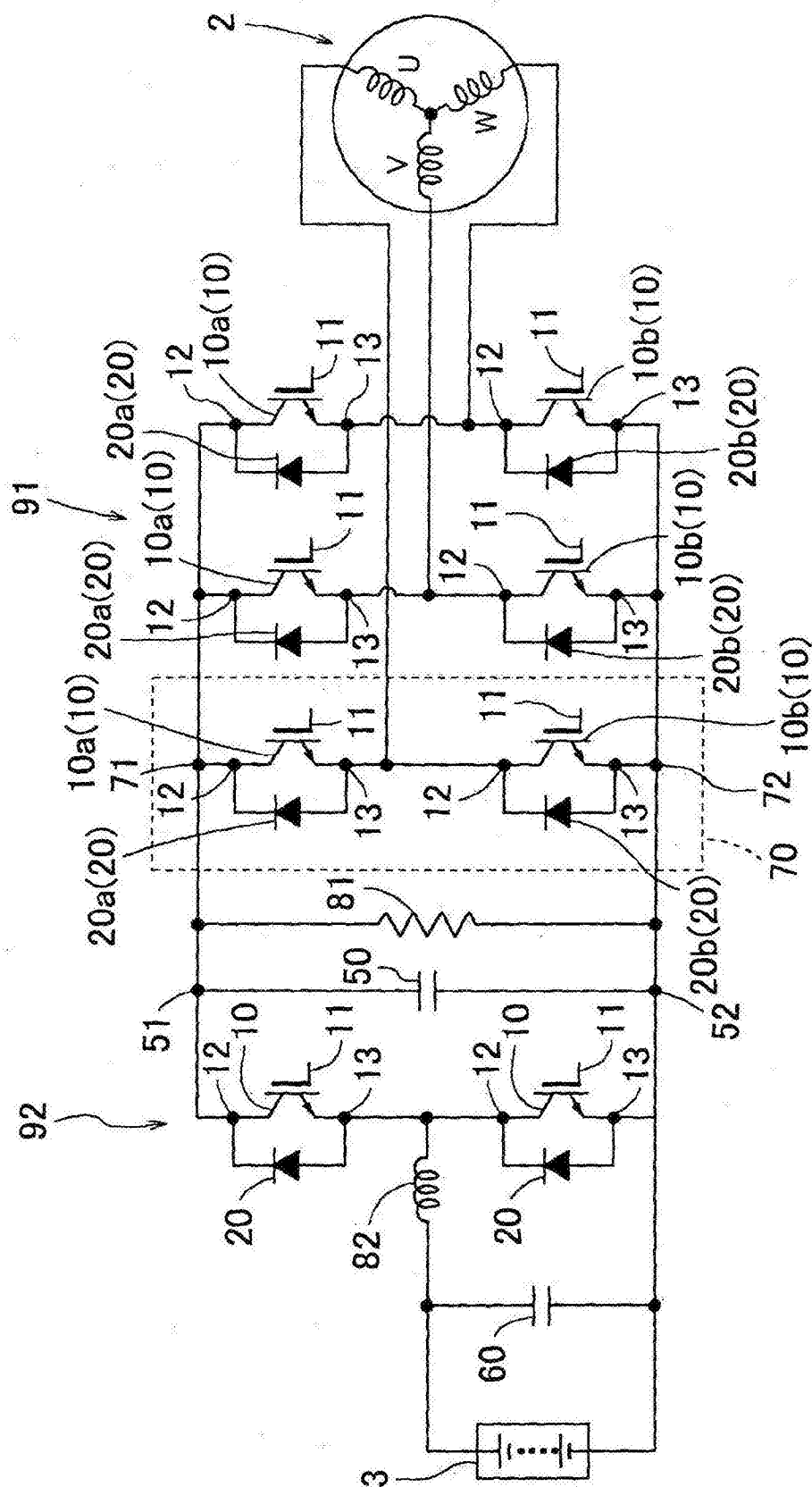


图7

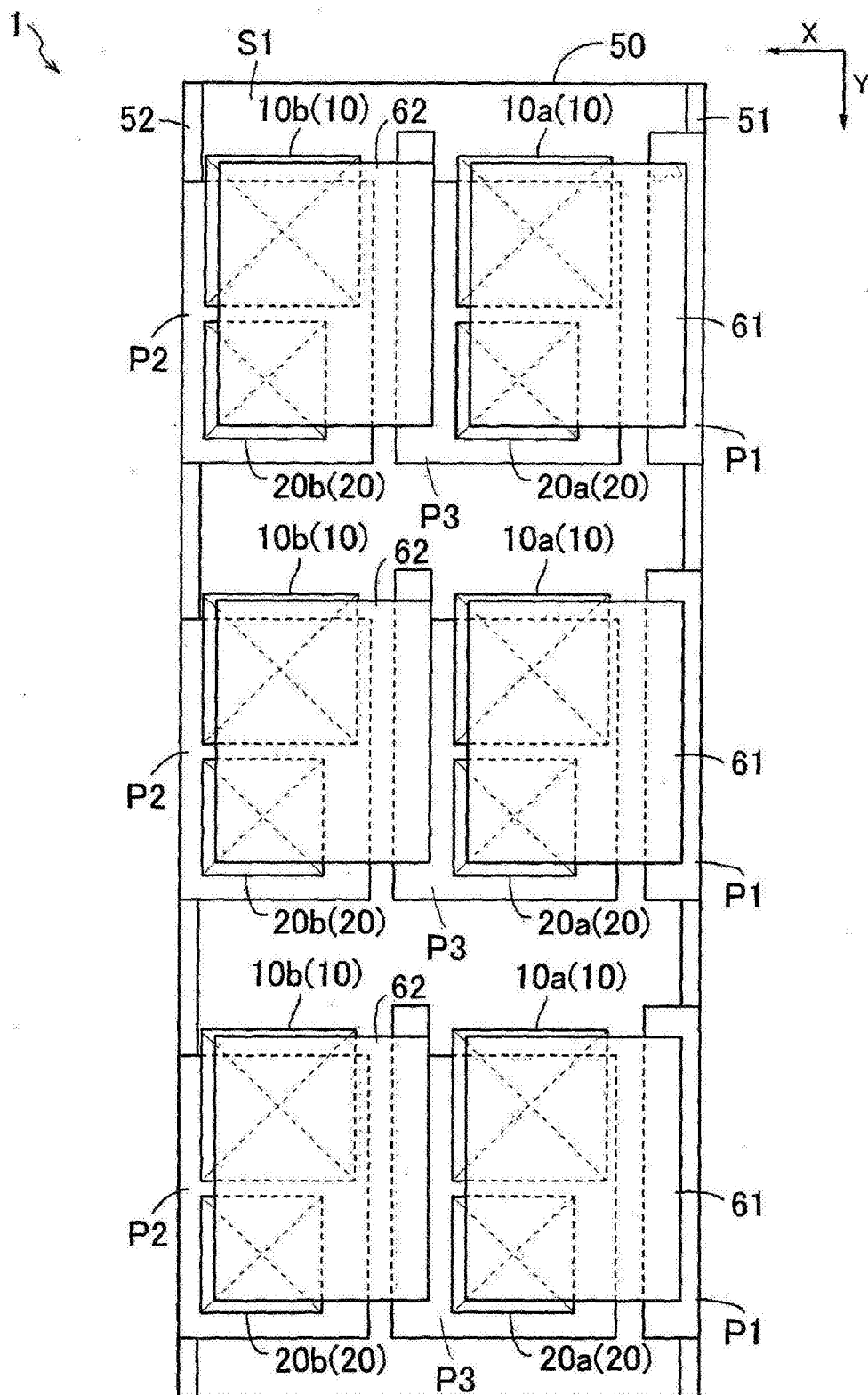


图8