(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105190881 A
(43)申请公布日 2015.12.23

(21)申请号 201380074704.7
(22)申请日 2013.03.18
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.09.15
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/057709 2013.03.18
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/147720 JA 2014.09.25
(71)申请人 株式会社安川电机
地址 日本福冈县
(72)发明人 小熊清典 氏田祐 山口芳文
本田友和 佐佐木亮
(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 李辉 黄纶伟
(51)Int.Cl.
H01L 25/07(2006.01)
H01L 25/18(2006.01)
H02M 7/48(2007.01)

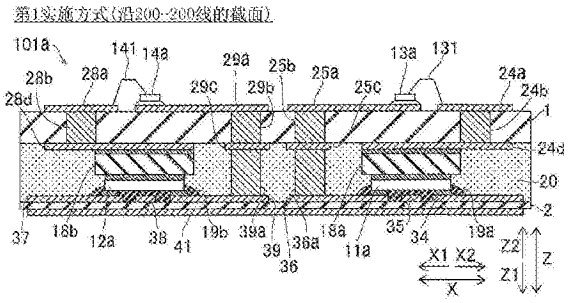
权利要求书2页 说明书10页 附图12页

(54)发明名称

电力变换装置

(57)摘要

该电力变换装置(100、101a～101c)具备:横向开关元件(11a～11c、12a～12c);控制用开关元件(13a～13c、14a～14c),其与横向开关元件连接,控制横向开关元件的驱动;以及热传导抑制部件(18a、18b),其配置于横向开关元件与控制用开关元件之间,用于抑制从横向开关元件产生的热量传递到控制用开关元件。



CN 105190881 A

1. 一种电力变换装置，其中，

该电力变换装置具备：

横向开关元件（11a ～ 11c、12a ～ 12c）；

控制用开关元件（13a ～ 13c、14a ～ 14c），其与所述横向开关元件连接，控制所述横向开关元件的驱动；以及

热传导抑制部件（18a ～ 18c），其被配置于所述横向开关元件与所述控制用开关元件之间，用于抑制从所述横向开关元件产生的热量传递到所述控制用开关元件。

2. 根据权利要求 1 所述的电力变换装置，其中，

该电力变换装置还具备热传导率比所述热传导抑制部件高的热传导部件（19a、19b），所述热传导部件（19a、19b）相对于所述横向开关元件被配置于与所述控制用开关元件相反的一侧。

3. 根据权利要求 2 所述的电力变换装置，其中，

所述热传导部件由绝缘性的部件构成。

4. 根据权利要求 2 或者 3 所述的电力变换装置，其中，

所述横向开关元件包含发热面，

所述热传导部件被配置于所述横向开关元件的所述发热面侧。

5. 根据权利要求 4 所述的电力变换装置，其中，

所述控制用开关元件隔着所述热传导抑制部件被配置于所述横向开关元件的与所述发热面相反的一侧。

6. 根据权利要求 4 或者 5 所述的电力变换装置，其中，

所述热传导抑制部件被配置为覆盖所述横向开关元件的与发热面相反侧的面整体。

7. 根据权利要求 2 ～ 6 中的任意一项所述的电力变换装置，其中，

所述横向开关元件被热传导率比所述热传导部件低的密封树脂（20）密封。

8. 根据权利要求 1 ～ 7 中的任意一项所述的电力变换装置，其中，

该电力变换装置还具备被配置于所述热传导抑制部件与所述控制用开关元件之间的第 1 基板（1）。

9. 根据权利要求 8 所述的电力变换装置，其中，

所述第 1 基板由热传导率比所述热传导部件低的材料形成。

10. 根据权利要求 8 或者 9 所述的电力变换装置，其中，

所述控制用开关元件被配置于所述第 1 基板的与所述横向开关元件相反侧的表面。

11. 根据权利要求 8 ～ 10 中的任意一项所述的电力变换装置，其中，

所述第 1 基板包含由导电部件构成的贯通电极（24b、28b），所述贯通电极（24b、28b）以贯通所述第 1 基板的方式进行设置，连接所述热传导抑制部件与所述控制用开关元件，

所述贯通电极被配置于俯视时偏离于所述控制用开关元件的位置。

12. 根据权利要求 1 ～ 11 中的任意一项所述的电力变换装置，其中，

所述热传导抑制部件包含绝缘性部件以及形成于所述绝缘性部件的表面的金属化层，

所述热传导抑制部件的金属化层与所述控制用开关元件电连接。

13. 根据权利要求 2 所述的电力变换装置，其中，

该电力变换装置还具备配置有所述横向开关元件的第 2 基板（2），该第 2 基板（2）相对

于所述热传导部件被配置于与所述横向开关元件相反的一侧。

14. 根据权利要求 13 所述的电力变换装置，其中，

所述热传导部件被填充于所述横向开关元件与所述第 2 基板之间。

15. 根据权利要求 13 或者 14 所述的电力变换装置，其中，

所述第 2 基板由热传导率比所述热传导部件及所述热传导抑制部件高的材料形成。

16. 根据权利要求 13 ～ 15 的任意一项所述的电力变换装置，其中，

按照所述第 2 基板、所述横向开关元件、所述热传导抑制部件及所述控制用开关元件的顺序进行了层叠。

17. 根据权利要求 16 所述的电力变换装置，其中，

该电力变换装置还具备配置有所述控制用开关元件的第 1 基板 (1)，

按照所述第 2 基板、所述横向开关元件、所述热传导抑制部件、所述第 1 基板及所述控制用开关元件的顺序进行了层叠。

18. 根据权利要求 1 ～ 17 中的任意一项所述的电力变换装置，其中，

所述控制用开关元件与所述横向开关元件以共源共栅方式连接。

19. 根据权利要求 1 ～ 18 中的任意一项所述的电力变换装置，其中，

所述控制用开关元件包含纵向器件。

电力变换装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电力变换装置，尤其是涉及具备横向开关元件的电力变换装置。

背景技术

[0002] 以往，已知有具备横向开关元件的电力变换装置。例如，在日本特开 2012-222361 号公报中公开了这样的电力变换装置。

[0003] 在上述日本特开 2012-222361 号公报中，公开了一种电力变换装置，该电力变换装置具备 III-V 族晶体管（横向开关元件）、以及与 III-V 族晶体管连接的控制 III-V 族晶体管的驱动的 IV 族纵向晶体管（控制用开关元件）。在该电力变换装置中，III-V 族晶体管的电极与 IV 族纵向晶体管的电极以直接接触的方式连接。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献 1 ：日本特开 2012-222361 号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 但是，在上述日本特开 2012-222361 号公报中公开的电力变换装置中，存在如下问题 ：由于 III-V 族（例如，GaN）晶体管（横向开关元件）的电极与 IV 族（例如，Si）纵向晶体管（控制用开关元件）的电极以直接接触的方式连接，因此，从耐热性比较高的 III-V 族晶体管产生的热量向耐热性比较低的 IV 族纵向晶体管传递，由此导致 IV 族纵向晶体管的电特性下降，其结果，电力变换装置的电力变换功能下降。

[0009] 本发明是为了解决上述那样的课题而完成的，本发明的 1 个目的是提供一种能够在具备横向开关元件的电力变换装置中，抑制电力变换功能下降的电力变换装置。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 一个方面的电力变换装置具备 ：横向开关元件 ；控制用开关元件，其与横向开关元件连接，控制横向开关元件的驱动 ；以及热传导抑制部件，其被配置于横向开关元件与控制用开关元件之间，用于抑制从横向开关元件产生的热量传递到控制用开关元件。

[0012] 在一个方面的电力变换装置中，由于设置了被配置于横向开关元件与控制用开关元件之间、用于抑制从横向开关元件产生的热量传递到控制用开关元件的热传导抑制部件，因此能够抑制从横向开关元件产生的热量传递到控制用开关元件，从而能够抑制控制用开关元件的电特性下降。其结果，能够抑制电力变换装置的电力变换功能下降。

[0013] 发明效果

[0014] 根据上述电力变换装置，能够抑制电力变换装置的功能下降。

附图说明

[0015] 图 1 是包含第 1 实施方式的功率模块的 3 相逆变器装置的电路图。

[0016] 图 2 是第 1 实施方式的功率模块的俯视图。

[0017] 图 3 是沿图 2 的 200-200 线的截面图。

[0018] 图 4 是沿图 2 的 300-300 线的截面图。

[0019] 图 5 是沿图 2 的 400-400 线的截面图。

[0020] 图 6 是第 1 实施方式的功率模块的第 1 基板的俯视图。

[0021] 图 7 是第 1 实施方式的功率模块的第 1 基板的仰视图。

[0022] 图 8 是在第 1 实施方式的功率模块的第 1 基板上配置有热传导抑制部件的状态的仰视图。

[0023] 图 9 是第 1 实施方式的功率模块的第 2 基板的俯视图。

[0024] 图 10 是在第 1 实施方式的功率模块的第 2 基板上配置有各部件的状态的俯视图。

[0025] 图 11 是从设有漏极电极、源极电极及栅极电极的表面侧观察第 1 实施方式的横向开关元件的平面图。

[0026] 图 12 是示出将控制用开关元件搭载于第 1 实施方式的功率模块的第 1 基板上的状态的截面图。

[0027] 图 13 是示出将各部件搭载于第 1 实施方式的功率模块的第 2 基板上的状态的截面图。

[0028] 图 14 是示出将热传导部件填充于第 1 实施方式的功率模块的第 2 基板中的状态的截面图。

[0029] 图 15 是示出将第 1 实施方式的功率模块的第 1 基板、第 2 基板及热传导抑制部件接合的状态的截面图。

[0030] 图 16 是示出对第 1 实施方式的功率模块的控制用开关元件进行了布线的状态的截面图。

[0031] 图 17 是在第 2 实施方式的功率模块的第 1 基板上配置有热传导抑制部件的状态的仰视图。

[0032] 图 18 是沿图 17 的 500-500 线的截面图。

具体实施方式

[0033] 以下，根据附图对实施方式进行说明。

[0034] （第 1 实施方式）

[0035] 首先，参照图 1 对包含第 1 实施方式的功率模块 101a、101b 及 101c 的 3 相逆变器装置 100 的结构进行说明。另外，功率模块 101a ～ 101c 及 3 相逆变器装置 100 是“电力变换装置”的一例。

[0036] 如图 1 所示，3 相逆变器装置 100 是通过将分别进行 U 相、V 相及 W 相的电力变换的 3 个功率模块 101a、101b 及 101c 并列电连接而构成的。

[0037] 功率模块 101a、101b 及 101c 构成为，分别将从直流电源（未图示）经由输入端子 P 及 N 输入的直流电力变换为 3 相（U 相、V 相及 W 相）的交流电力。并且，功率模块 101a、101b 及 101c 构成为，分别将上述那样变换得到的 U 相、V 相及 W 相的交流电力经由输出端子 U、V 及 W 向外部输出。另外，输出端子 U、V 及 W 与电机（未图示）等连接。

[0038] 功率模块 101a 包含 :2 个横向开关元件 11a 及 12a、与 2 个横向开关元件分别连接

的 2 个控制用开关元件 13a 及 14a、以及缓冲电容器 15。另外，横向开关元件 11a 及 12a 都是常开型的开关元件（是如下这样构成的开关元件：在施加给栅极电极 G1a 及 G2a 的电压为 0V 时，在漏极电极 D1a 及 D2a 与源极电极 S1a 及 S2a 之间流过电流）。此外，控制用开关元件 13a 及 14a 都是常关型的开关元件（是如下这样构成的开关元件：在施加给栅极电极 G3a 及 G4a 的电压为 0V 时，在漏极电极 D3a 与源极电极 S3a 之间、以及在漏极电极 D4a 与源极电极 S4a 之间没有电流流过）。此外，控制用开关元件 13a 及 14a 与横向开关元件 11a 及 12a 以共源共栅 (cascode) 方式进行了连接。

[0039] 横向开关元件 11a(12a) 的栅极电极 G1a(G2a) 与控制用开关元件 13a(14a) 的源极电极 S3a(S4a) 连接。由此，控制用开关元件 13a(14a) 构成为根据输入到栅极电极 G3a(G4a) 的控制信号来进行开关动作，由此控制横向开关元件 11a(12a) 的驱动（开关动作）。其结果，由常开型的横向开关元件 11a(12a) 及常关型的控制用开关元件 13a(14a) 组成的开关电路构成为，整体上是作为常关型被控制的。

[0040] 此外，与上述功率模块 101a 同样，功率模块 101b 也包含：常开型的 2 个横向开关元件 11b 及 12b、与 2 个横向开关元件分别以共源共栅方式连接的常关型的 2 个控制用开关元件 13b 及 14b、以及缓冲电容器 16。并且，由常开型的横向开关元件 11b(12b) 与常关型的控制用开关元件 13b(14b) 构成了常关型的开关电路。另外，控制用开关元件 13b(14b) 构成为根据输入到栅极电极 G3b(G4b) 的控制信号来进行开关动作，由此控制横向开关元件 11b(12b) 的开关动作。

[0041] 此外，与上述功率模块 101a 及 101b 同样，功率模块 101c 也包含：常开型的 2 个横向开关元件 11c 及 12c、与 2 个横向开关元件分别以共源共栅方式连接的常关型的 2 个控制用开关元件 13c 及 14c、以及缓冲电容器 17。并且，由常开型的横向开关元件 11c(12c) 与常关型的控制用开关元件 13c(14c) 构成了常关型的开关电路。另外，控制用开关元件 13c(14c) 构成为根据输入到栅极电极 G3c(G4c) 的控制信号来进行开关动作，由此控制横向开关元件 11c(12c) 的开关动作。

[0042] 接下来，参照图 2 ～图 11 对第 1 实施方式的功率模块 101a、101b 及 101c 的具体结构（构造）进行说明。另外，由于功率模块 101a、101b 及 101c 分别具有大致同样的结构，因此，下面，只对进行 U 相的电力变换的功率模块 101a 进行说明。

[0043] 如图 2 ～图 4 所示，功率模块 101a 具备：第 1 基板 1、第 2 基板 2、2 个横向开关元件 11a 及 12a、2 个控制用开关元件 13a 及 14a、1 个缓冲电容器 15、2 个热传导抑制部件 18a 及 18b、2 个热传导部件 19a 及 19b、以及密封树脂 20。

[0044] 此外，按照第 2 基板 2、横向开关元件 11a(12a)、热传导抑制部件 18a(18b)、第 1 基板 1 及控制用开关元件 13a(14a) 的顺序从下方 (Z1 方向) 进行了层叠。

[0045] 第 1 基板 1 具有大约 0.5 ～大约 1W/mK 的热传导率，第 2 基板 2 具有大约 50W/mK 的热传导率。热传导抑制部件 18a 及 18b 具有大约 0.1W/mK 的热传导率，热传导部件 19a 及 19b 具有大约 1 ～大约 5W/mK 的热传导率。密封树脂 20 具有大约 0.1 ～大约 0.5W/mK 的热传导率。

[0046] 如图 3 所示，第 1 基板 1 与第 2 基板 2 以相互面对的方式在上下方向 (Z 方向) 上隔开规定的间隔进行配置。具体而言，第 1 基板 1 被配置于上方 (Z2 方向侧)，并且，第 2 基板 2 被配置于下方 (Z1 方向侧)。此外，横向开关元件 11a、横向开关元件 12a 及缓冲电容

器 15(参照图 4)被配置于第 1 基板 1 的下表面(Z1 方向侧的面)与第 2 基板 2 的上表面(Z2 方向侧的面)之间。此外,控制用开关元件 13a、控制用开关元件 14a 被配置于第 1 基板 1 的上表面。此外,在第 1 基板 1 的下表面与第 2 基板 2 的上表面之间填充有密封树脂 20。

[0047] 如图 4 及图 6 所示,第 1 基板 1 设有沿着第 1 基板 1 的上下方向(Z 方向)贯通地形成的贯通孔 21a、22a 及 23a。此外,如图 6 所示,在第 1 基板 1 的上方(Z2 方向)的表面设有导电图案 24a、25a、26a、27a、28a、29a、30a 及 31a。此外,如图 7 所示,在第 1 基板 1 的下方(Z1 方向)的表面设有导电图案 24d、25c、28d、29c、32 及 33。

[0048] 此外,如图 6 及图 7 所示,导电图案 24a 及 24d 被贯通第 1 基板 1 的内部的电极 24b 连接。导电图案 24a 及 32 被贯通第 1 基板 1 的内部的电极 24c 连接。导电图案 25a 及 25c 被贯通第 1 基板 1 的内部的电极 25b 连接。导电图案 28a 及 28d 被贯通第 1 基板 1 的内部的电极 28b 连接。导电图案 28a 及 33 被贯通第 1 基板 1 的内部的电极 28c 连接。导电图案 29a 及 29c 被贯通第 1 基板 1 的内部的电极 29b 连接。另外,电极 24b 及 28b 是“贯通电极”的一例。

[0049] 如图 3 所示,电极 24b(28b)构成为连接热传导抑制部件 18a(18b)与控制用开关元件 13a(14a)。此外,如图 2 及图 3 所示,电极 24b(28b)被配置于俯视时(沿 Z 方向观察时)偏离于控制用开关元件 13a(14a)的位置。

[0050] 此外,第 1 基板 1 主要是由热传导率为大约 0.5 ～大约 1W/mK 的材料形成的。即,第 1 基板 1 的热传导率比热传导部件 19a(19b)(热传导率大约 1 ～大约 5W/mK)低。

[0051] 如图 9 所示,在第 2 基板 2 的上方(Z2 方向)的表面设有导电图案 34、35、36、37、38、39 及 40。此外,如图 3 ～图 5 所示,在第 2 基板 2 的下方(Z1 方向)的表面设有导电图案 41。此外,第 2 基板 2 主要由热传导率为大约 50W/mK 的材料形成。即,第 2 基板 2 的热传导率主要比热传导部件 19a(19b)(热传导率大约 1 ～大约 5W/mK)及热传导抑制部件 18a(18b)(热传导率大约 0.1W/mK)高。

[0052] 如图 2 及图 4 所示,经由第 1 基板 1 的贯通孔 21a、22a 及 23a,分别配置有柱状导体 21、22 及 23。柱状导体 21 的一端与输入端子 P 连接,另一端与第 2 基板 2 的导电图案 34 连接。柱状导体 22 的一端与输入端子 N 连接,另一端与第 2 基板 2 的导电图案 40 连。柱状导体 23 的一端与输出端子 U 连接,另一端与第 2 基板 2 的导电图案 37 连接。

[0053] 如图 5 所示,在第 1 基板 1 的上方(Z2 方向)的表面的导电图案 26a 上连接有柱状电极 26b。柱状电极 26b 与外部的电极(未图示)连接。在导电图案 27a 上连接有柱状电极 27b。柱状电极 27b 与产生对控制用开关元件 13a 的栅极电极 G3a 进行控制的控制信号的电路(未图示)连接。在导电图案 30a 上连接有柱状电极 30b。柱状电极 30b 与外部的电极(未图示)连接。在导电图案 31a 上连接有柱状电极 31b。柱状电极 31b 与产生对控制用开关元件 14a 的栅极电极 G4a 进行控制的控制信号的电路(未图示)连接。

[0054] 如图 3、图 7 及图 10 所示,第 1 基板 1 的导电图案 25c 与第 2 基板 2 的导电图案 36 通过柱状电极 36a 而连接。此外,第 1 基板 1 的导电图案 29c 与第 2 基板 2 的导电图案 39 通过柱状电极 39a 而连接。

[0055] 如图 7 及图 10 所示,第 1 基板 1 的导电图案 24d 与第 2 基板 2 的导电图案 35 通过柱状电极 35a 而连接。此外,第 1 基板 1 的导电图案 28d 与第 2 基板 2 的导电图案 38 通

过柱状电极 38a 而连接。

[0056] 如图 5、图 7 及图 10 所示，第 1 基板 1 的导电图案 24d 与第 2 基板 2 的导电图案 37 通过柱状电极 37a 而连接。如图 4、图 7 及图 10 所示，第 1 基板 1 的导电图案 28d 与第 2 基板 2 的导电图案 40 通过柱状电极 40a 而连接。

[0057] 如图 11 所示，横向开关元件 11a(12a) 构成为，栅极电极 G1a(G2a)、源极电极 S1a(S2a)、漏极电极 D1a(D2a) 分别被设于相同侧的面（表面）上。即，横向开关元件 11a(12a) 在驱动时，主要在设有各电极的单侧的面侧流过电流，因此，主要从设有各电极的侧的面发热。换言之，横向开关元件 11a(12a) 的设有各电极的侧的面是发热面。此外，横向开关元件 11a(12a) 由包含 GaN（氮化镓）的半导体材料构成。此外，横向开关元件 11a(12a) 具有大约 200℃温度的耐热性。

[0058] 此外，如图 3 及图 10 所示，横向开关元件 11a(12a) 的漏极电极 D1a(D2a) 与第 2 基板 2 的导电图案 34(37) 连接。此外，横向开关元件 11a(12a) 的源极电极 S1a(S2a) 与第 2 基板 2 的导电图案 36(39) 连接。此外，横向开关元件 11a(12a) 的栅极电极 G1a(G2a) 与第 2 基板 2 的导电图案 35(38) 连接。

[0059] 如图 3 所示，对于横向开关元件 11a(12a)，设于下方 (Z1 方向）的栅极电极 G1a(G2a)、源极电极 S1a(S2a) 及漏极电极 D1a(D2a) 经由由焊料等构成的接合层与下方的第 2 基板 2 的各导电图案接合。即，横向开关元件 11a(12a) 以发热面朝向第 2 基板 2 侧的方式与第 2 基板 2 接合。

[0060] 控制用开关元件 13a(14a) 是由具有栅极电极 G3a(G4a)、源极电极 S3a(S4a)、漏极电极 D3a(D4a) 的纵向器件构成的。具体而言，在控制用开关元件 13a(14a) 中，栅极电极 G3a(G4a) 及源极电极 S3a(S4a) 被配置于上侧 (Z2 方向），漏极电极 D3a(D4a) 被配置于下侧 (Z1 方向）。此外，控制用开关元件 13a(14a) 由包含硅 (Si) 的半导体材料构成。此外，控制用开关元件 13a(14a) 具有大约 150℃温度的耐热性。

[0061] 此外，控制用开关元件 13a(14a) 被配置于第 1 基板 1 的上方 (Z2 方向）的表面。具体而言，如图 2 及图 3 所示，控制用开关元件 13a(14a) 的漏极电极 D3a(D4a) 经由由焊料等构成的接合层与第 1 基板 1 的导电图案 25a(29a) 连接。此外，控制用开关元件 13a(14a) 的源极电极 S3a(S4a) 分别经由由铝或者铜等金属构成的导线 131 及 132(141 及 142) 与第 1 基板 1 的导电图案 24a 及 26a(28a 及 30a) 连接。此外，控制用开关元件 13a(14a) 的栅极电极 G3a(G4a) 经由由铝或者铜等金属构成的导线 133(143) 与第 1 基板 1 的导电图案 27a(31a) 连接。此外，控制用开关元件 13a(14a) 隔着热传导抑制部件 18a(18b) 而配置于与横向开关元件 11a(12a) 的发热面相反的一侧 (Z2 方向侧）。

[0062] 如图 10 所示，缓冲电容器 15 被配置为连接第 2 基板 2 的导电图案 40 与导电图案 34。

[0063] 这里，在第 1 实施方式中，如图 3 所示，热传导抑制部件 18a(18b) 被配置于横向开关元件 11a(12a) 与控制用开关元件 13a(14a) 之间，以抑制从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量传递到控制用开关元件 13a(14a)。具体而言，热传导抑制部件 18a(18b) 以覆盖横向开关元件 11a(12a) 的与发热面相反侧 (Z2 方向侧）的面整体的方式配置于横向开关元件 11a(12a) 的上方 (Z2 方向）。此外，热传导抑制部件 18a(18b) 包含绝缘性部件（例如，纳米多孔二氧化硅）以及形成于绝缘性部件的表面的金属化层。

[0064] 此外，热传导抑制部件 18a(18b) 的金属化层与控制用开关元件 13a(14a) 的源极电极 S3a(S4a) 电连接。具体而言，如图 8 所示，热传导抑制部件 18a(18b) 的金属化层的上侧 (Z2 方向) 的表面经由由焊料等构成的接合层与第 1 基板 1 的导电图案 24d(28d) 连接。此外，热传导抑制部件 18a(18b) 的金属化层的下侧 (Z1 方向) 的表面经由由焊料等构成的接合层连接于横向开关元件 11a(12a) 的与配置有各电极的表面相反侧 (Z2 方向侧) 的表面。

[0065] 此外，在第 1 实施方式中，热传导率比热传导抑制部件 18a(18b) 高的热传导部件 19a(19b) 相对于横向开关元件 11a(12a) 被配置于与控制用开关元件 13a(14a) 相反的一侧 (Z1 方向侧)。此外，热传导部件 19a(19b) 由绝缘性的部件构成。具体而言，热传导部件 19a(19b) 由分散有陶瓷制 (例如，BN(氮化硼)) 的填料的聚酰亚胺系树脂构成。

[0066] 此外，热传导部件 19a(19b) 被配置于横向开关元件 11a(12a) 的发热面侧 (Z1 方向侧)。即，热传导部件 19a(19b) 被填充于横向开关元件 11a(12a) 与第 2 基板 2 之间。由此构成为，从横向开关元件 11a(12a) 的发热面 (Z1 方向侧的表面) 产生的热量经由热传导部件 19a(19b) 向第 2 基板 2 侧 (Z1 方向侧) 传递。

[0067] 密封树脂 20 被填充于第 1 基板 1 的下表面 (Z1 方向侧的面) 与第 2 基板 2 的上表面 (Z2 方向侧的面) 之间。即，横向开关元件 11a(12a)、热传导抑制部件 18a(18b) 及热传导部件 19a(19b) 被密封树脂 20 密封。此外，密封树脂 20 具有比热传导部件 19a(19b) 低的热传导率。此外，密封树脂 20 具有高耐热性。此外，密封树脂 20 例如由环氧系树脂构成。

[0068] 接下来，参照图 3 及图 12 ～图 16 对第 1 实施方式的功率模块 101a 的组装方法进行说明。

[0069] 功率模块 101a 的组装方法具备如下步骤 ：将控制用开关元件 13a(14a) 搭载于第 1 基板 1 上 ；将各部件搭载于第 2 基板 2 上 ；将热传导部件 19a(19b) 填充于第 2 基板 2 ；将第 1 基板 1、第 2 基板 2 及热传导抑制部件 18a(18b) 接合 ；对控制用开关元件 13a(14a) 进行布线 ；以及利用密封树脂 20 进行密封。

[0070] 在将控制用开关元件 13a(14a) 搭载于第 1 基板 1 上的步骤中，如图 12 所示，控制用开关元件 13a(14a) 被配置于第 1 基板 1 的与横向开关元件 11a(12a) 相反侧 (Z2 方向侧) 的表面。具体而言，控制用开关元件 13a(14a) 的漏极电极 D3a(D4a) 经由由焊料等构成的接合层与第 1 基板 1 的导电图案 25a(29a) 连接。

[0071] 在将各部件搭载于第 2 基板 2 上的步骤中，如图 10 及图 13 所示，在第 2 基板 2 的上方 (Z2 方向) 的表面搭载 (配置) 横向开关元件 11a，12a、缓冲电容器 15、柱状导体 21，22，23、柱状电极 35a，36a，37a，38a，39a 及 40a。

[0072] 在将热传导部件 19a(19b) 填充于第 2 基板 2 的步骤中，如图 14 所示，将热传导部件 19a(19b) 填充于横向开关元件 11a(12a) 与第 2 基板 2 之间。

[0073] 在将第 1 基板 1、第 2 基板 2 及热传导抑制部件 18a(18b) 接合的步骤中，如图 15 所示，从下方起，按照第 2 基板 2、热传导抑制部件 18a(18b)、第 1 基板 1 的顺序进行层叠，并经由接合层将它们互相接合。

[0074] 在对控制用开关元件 13a(14a) 进行布线的步骤中，如图 2 及图 16 所示，控制用开关元件 13a(14a) 的源极电极 S3a(S4a) 分别经由由铝或者铜等金属构成的导线 131 及

132(141 及 142) 与第 1 基板 1 的导电图案 24a 及 26a(28a 及 30a) 连接，并且，控制用开关元件 13a(14a) 的栅极电极 G3a(G4a) 经由由铝或者铜等金属构成的导线 133(143) 与第 1 基板 1 的导电图案 27a(31a) 连接。

[0075] 在利用密封树脂 20 进行密封的步骤中，如图 3 所示，将密封树脂 20 填充于第 1 基板 1 的下表面 (Z1 方向侧的面) 与第 2 基板 2 的上表面 (Z2 方向侧的面) 之间来进行密封。由此，完成了功率模块 101a。另外，虽然对功率模块 101a 单体的组装方法进行了说明，但是，功率模块 101b、101c 也是同样地组装的。此外，也可以利用同一第 1 基板及第 2 基板将功率模块 101a ～ 101c 组装为一体。

[0076] 在第 1 实施方式中，如上所述，由于设置了被配置于横向开关元件 11a(12a) 与控制用开关元件 13a(14a) 之间的、用于抑制从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量传递到控制用开关元件 13a(14a) 的热传导抑制部件 18a(18b)，因此能够抑制从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量传递到控制用开关元件 13a(14a)，从而能够抑制控制用开关元件 13a(14a) 的电特性下降。其结果，能够抑制功率模块 101a(3 相逆变器装置 100) 的电力变换功能下降。

[0077] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，由于设置了相对于横向开关元件 11a(12a) 被配置于与控制用开关元件 13a(14a) 相反侧 (Z1 方向侧) 的、热传导率比热传导抑制部件 18a(18b) 高的热传导部件 19a(19b)，因此从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量经由热传导部件 19a(19b) 良好地向与控制用开关元件 13a(14a) 相反的一侧传递，从而能够有效地抑制热量传递到控制用开关元件 13a(14a)。

[0078] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，利用绝缘性的部件来构成热传导部件 19a(19b)，由此能够防止横向开关元件 11a(12a) 的各电极间发生短路，并且能够使得从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量向与控制用开关元件 13a(14a) 相反的方向传递。

[0079] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，通过将热传导部件 19a(19b) 配置于横向开关元件 11a(12a) 的发热面侧 (Z1 方向侧)，能够更有效地利用热传导部件 19a(19b) 传递从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量。

[0080] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，隔着热传导抑制部件 18a(18b) 将控制用开关元件 13a(14a) 配置于与横向开关元件 11a(12a) 的发热面相反的一侧 (Z2 方向侧)，由此能够更有效地抑制从横向开关元件 11a(12a) 的发热面产生的热量传递到控制用开关元件 13a(14a)。

[0081] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，以覆盖横向开关元件 11a(12a) 的与发热面相反侧 (Z2 方向侧) 的面整体的方式配置热传导抑制部件 18a(18b)，由此能够进一步有效地抑制从横向开关元件 11a(12a) 的发热面产生的热量传递到控制用开关元件 13a(14a)。

[0082] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，利用热传导率比热传导部件 19a(19b) 低的密封树脂 20 将横向开关元件 11a(12a) 密封，由此能够抑制异物侵入横向开关元件 11a(12a)，并且能够抑制从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量传递到控制用开关元件 13a(14a)。

[0083] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，由于设置了被配置于热传导抑制部件 18a(18b) 与控制用开关元件 13a(14a) 之间的第 1 基板 1，因此能够利用第 1 基板 1 进行布线，并且，还能够利用第 1 基板 1 来抑制热量传递到控制用开关元件 13a(14a)。

[0084] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，利用热传导率比热传导部件 19a(19b) 低的材

料形成第 1 基板 1，由此能够有效地利用热传导抑制部件 18a(18b) 及第 1 基板 1 双方抑制热量传递到控制用开关元件 13a(14a)。

[0085] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，将控制用开关元件 13a(14a) 配置于第 1 基板 1 的与横向开关元件 11a(12a) 相反侧 (Z2 方向侧) 的表面，由此能够抑制从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量传递到控制用开关元件 13a(14a)，并且，能够容易地将控制用开关元件 13a(14a) 配置于第 1 基板 1 上。

[0086] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，在第 1 基板 1 上，以贯通第 1 基板 1 的方式设置连接热传导抑制部件 18a(18b) 与控制用开关元件 13a(14a) 的由导电部件构成的电极 24b(28b)，将电极 24b(28b) 配置于俯视时 (沿 Z 方向观察时) 偏离于控制用开关元件 13a(14a) 的位置。由此，能够抑制从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量经由电极 24b(28b) 传递到控制用开关元件 13a(14a)。

[0087] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，通过将热传导抑制部件 18a(18b) 的金属化层与控制用开关元件 13a(14a) 电连接，能够使得热传导抑制部件 18a(18b) 的金属化层和横向开关元件 11a(12a) 的与电极相反侧 (Z2 方向侧) 的面连接，使得横向开关元件 11a(12a) 的与电极相反侧 (Z2 方向侧) 的面的电位固定且稳定。

[0088] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，设置了配置有横向开关元件 11a(12a) 的第 2 基板 2，所述第 2 基板 2 相对于热传导部件 19a(19b)，被配置于与横向开关元件 11a(12a) 相反的一侧 (Z1 方向侧)，由此，能够抑制从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量向控制用开关元件 13a(14a) 侧传递，并且能够容易地将横向开关元件 11a(12a) 配置于第 2 基板 2 上。

[0089] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，通过将热传导部件 19a(19b) 填充于横向开关元件 11a(12a) 与第 2 基板 2 之间，能够使得从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量经由热传导部件 19a(19b) 良好地传递到第 2 基板 2，因此，能够容易地抑制热量向控制用开关元件 13a(14a) 侧传递。

[0090] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，利用热传导率比热传导部件 19a(19b) 及热传导抑制部件 18a(18b) 高的材料来形成第 2 基板 2，由此能够使得从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量容易地从与控制用开关元件 13a(14a) 相反侧的第 2 基板 2 侧进行释放。

[0091] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，按照第 2 基板 2、横向开关元件 11a(12a)、热传导抑制部件 18a(18b)、第 1 基板 1 及控制用开关元件 13a(14a) 的顺序进行层叠，由此能够容易地组装可抑制电力变换功能的下降的功率模块 101a(3 相逆变器装置 100)。

[0092] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，将控制用开关元件 13a(14a) 以共源共栅方式与横向开关元件 11a(12a) 连接，由此能够根据输入到控制用开关元件 13a(14a) 的栅极电极 G3a(G4a) 的控制信号进行开关动作，从而能够容易地进行横向开关元件 11b(12b) 的开关动作的控制。

[0093] 此外，在第 1 实施方式中，如上所述，控制用开关元件 13a(14a) 包含纵向器件。由此，能够抑制使用了作为纵向器件的控制用开关元件 13a(14a) 的功率模块 101a(3 相逆变器装置 100) 的电力变换功能下降。

[0094] (第 2 实施方式)

[0095] 接下来，参照图 17 及图 18 对第 2 实施方式的功率模块 102a 进行说明。在该第 2 实施方式中，与分别利用热传导抑制部件 18a 及 18b 覆盖横向开关元件 11a 及 12a 的结构

的上述第 1 实施方式不同，对利用公共的热传导抑制部件 18c 覆盖横向开关元件 11a 及 12a 的结构的例子进行说明。另外，功率模块 102a 是“电力变换装置”的一例。

[0096] 对第 2 实施方式的功率模块 102a 的结构进行说明。另外，该功率模块 102a 在 3 相逆变器装置中进行 U 相的电力变换。即，即使在该第 2 实施方式中，也与上述第 1 实施方式同样，具有与功率模块 102a 大致相同结构的 2 个功率模块（进行 V 相及 W 相的电力变换的功率模块）与功率模块 102a 独立设置。下面，为了简化，只对进行 U 相的电力变换的功率模块 102a 进行说明。

[0097] 这里，在第 2 实施方式中，如图 17 所示，以覆盖第 1 基板 1 的下侧（Z1 方向）的面的方式配置有 1 个热传导抑制部件 18c。此外，热传导抑制部件 18c 以露出第 1 基板 1 的导电图案 24d、25c、28d、29c、32 及 33 露出的方式设有切口或者贯通孔。此外，如图 18 所示，以覆盖横向开关元件 11a 及 12a 双方的方式配置有 1 个热传导抑制部件 18c。

[0098] 此外，热传导抑制部件 18c 被配置在横向开关元件 11a 及 12a 与控制用开关元件 13a 及 14a 之间，以抑制从横向开关元件 11a(12a) 产生的热量传递到控制用开关元件 13a(14a)。具体而言，如图 18 所示，热传导抑制部件 18c 以覆盖横向开关元件 11a 及 12a 的与发热面相反侧（Z2 方向侧）的面整体的方式配置于横向开关元件 11a 及 12a 的上方（Z2 方向）。此外，热传导抑制部件 18c 具有大约 0.1W/mK 的热传导率。

[0099] 另外，第 2 实施方式的其他结构与上述第 1 实施方式相同。

[0100] 在第 2 实施方式中，如上所述，以覆盖 2 个横向开关元件 11a 及 12a 的与发热面相反侧（Z2 方向侧）的面整体的方式配置 1 个热传导抑制部件 18c，由此能够减少部件个数，能够在较大范围内抑制热量的传递。

[0101] 另外，第 2 实施方式的其他效果与上述第 1 实施方式相同。

[0102] 另外，应当意识到，此次公开的实施方式在所有方面都是例示性的，而非限制。本发明的范围是由权利要求书来表示的，而不是由上述实施方式的说明来表示，进而，本发明的范围包含了与权利要求书等同的含义及范围内的全部变更。

[0103] 例如，在上述第 1 及第 2 实施方式中，作为电力变换装置的一例，示出了 3 相逆变器装置，但是，也可以是 3 相逆变器装置以外的电力变换装置。

[0104] 此外，在上述第 1 及第 2 实施方式中，示出了使用常开型的横向开关元件的例子，但是，也可以使用常关型的横向开关元件。

[0105] 此外，在上述第 1 及第 2 实施方式中，示出了横向开关元件由包含 GaN（氮化镓）的半导体材料构成的例子，但是，横向开关元件也可以由 GaN 以外的 III-V 族的材料或 C（金刚石）等 IV 族的材料构成。

[0106] 此外，在上述第 1 及第 2 实施方式中，示出了热传导抑制部件以覆盖横向开关元件的与发热面相反侧的面整体的方式进行配置的例子，但是，热传导抑制部件也可以以覆盖横向开关元件的一部分的方式进行配置。

[0107] 此外，在上述第 1 及第 2 实施方式中，示出了热传导抑制部件包含绝缘性部件、金属化层的例子，但是，只要能够抑制从横向开关元件产生的热量传递到控制用开关元件，则热传导抑制部件也可以是由绝缘性部件、金属化层组成的结构以外的结构。

[0108] 标号说明

[0109] 1：第 1 基板；2：第 2 基板；11a、11b、11c、12a、12b、12c：横向开关元件；13a、13b、

13c、14a、14b、14c：控制用开关元件；18a、18b、18c：热传导抑制部件；19a、19b：热传导部件；20：密封树脂；24b、28b：电极（贯通电极）；100：3相逆变器装置（电力变换装置）；101a、101b、101c、102a：功率模块（电力变换装置）。

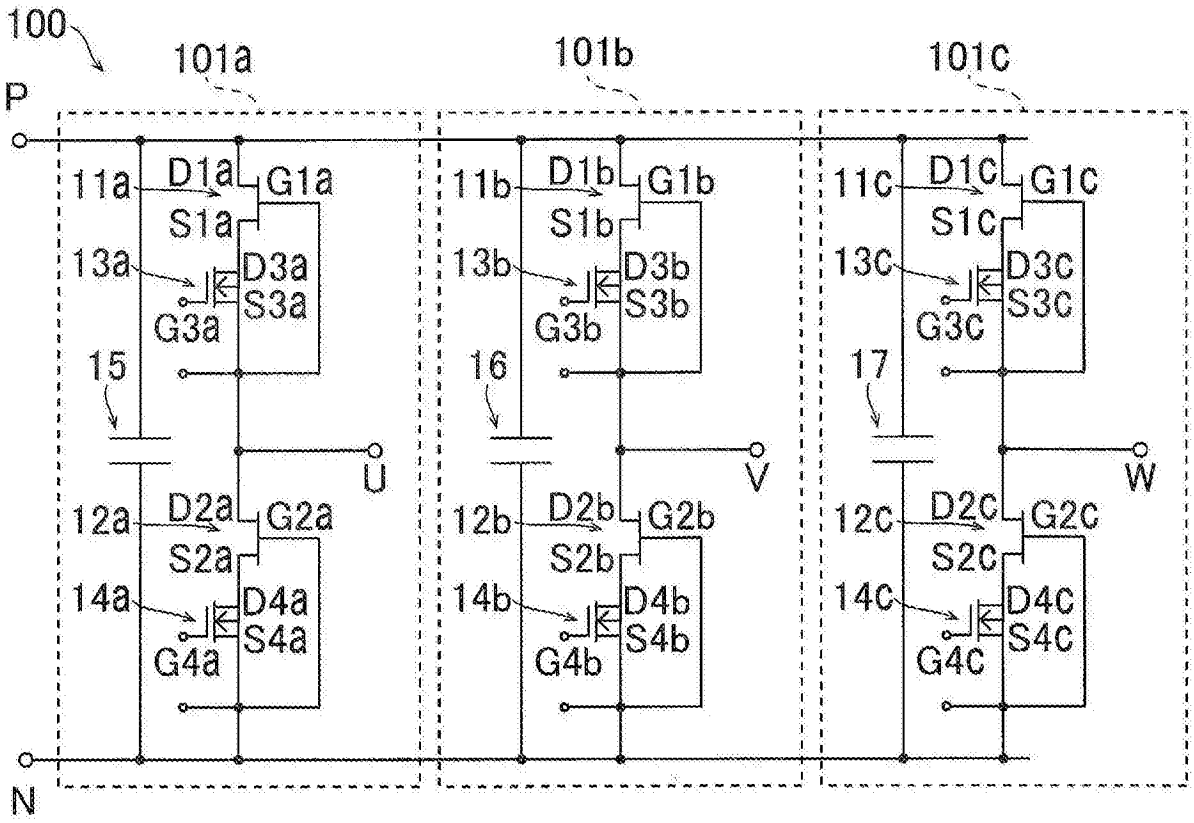

100
101a
101b
101c
P
N
11a
D1a
G1a
S1a
13a
D3a
S3a
G3a
15
U
12a
D2a
G2a
S2a
14a
D4a
S4a
G4a
11b
D1b
G1b
S1b
13b
D3b
S3b
G3b
16
V
12b
D2b
G2b
S2b
14b
D4b
S4b
G4b
11c
D1c
G1c
S1c
13c
D3c
S3c
G3c
17
W
12c
D2c
G2c
S2c
14c
D4c
S4c
G4c

图 1

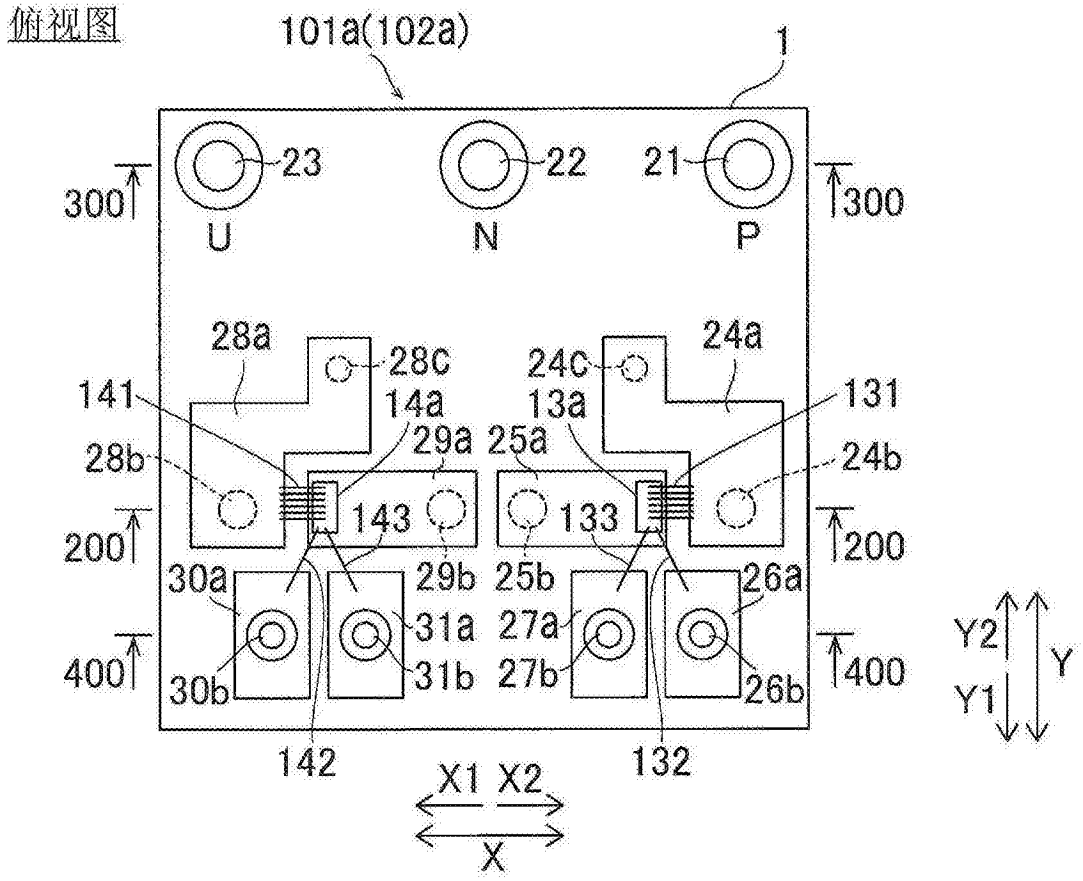

俯视图
101a(102a)
1
23
22
21
300
U
N
P
28a
28c
24c
24a
141
14a
13a
131
28b
29a
25a
24b
143
133
200
30a
29b
25b
26a
31a
27a
400
30b
31b
27b
26b
142
132
X1 X2
X
Y2
Y
Y1

图 2

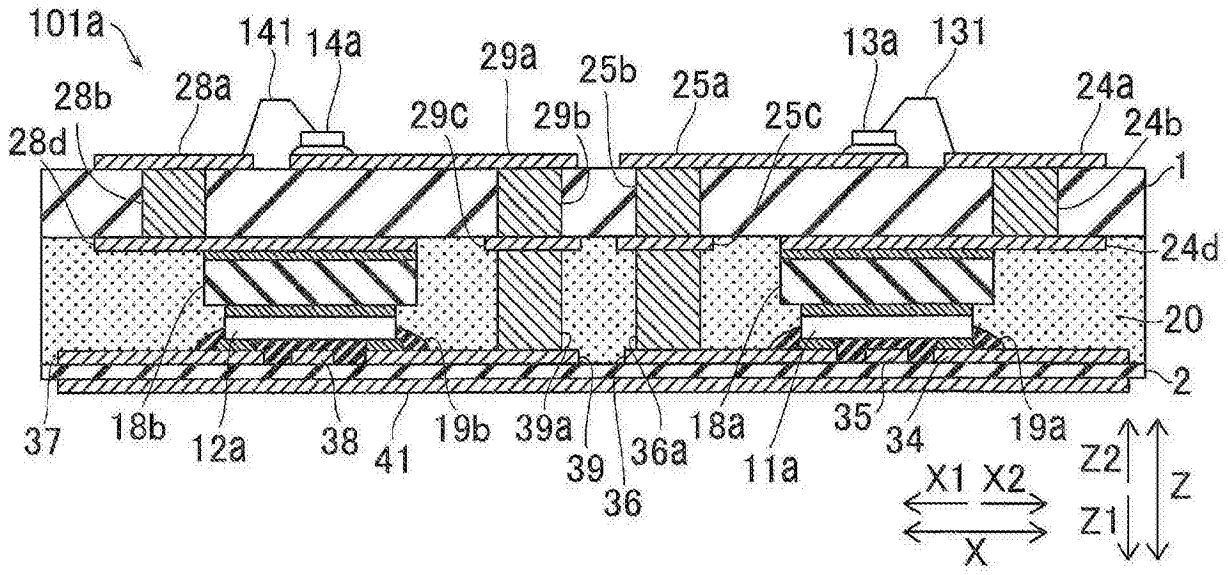

第1实施方式(沿200-200线的截面)
101a
141
14a
29a
25b
25a
13a
131
28b
28a
29c
29b
25c
24a
24b
28d
1
24d
20
2
37
18b
12a
38
41
19b
39a
39
36a
36
18a
11a
35
34
19a
X1 X2
X
Z2
Z
Z1

图 3

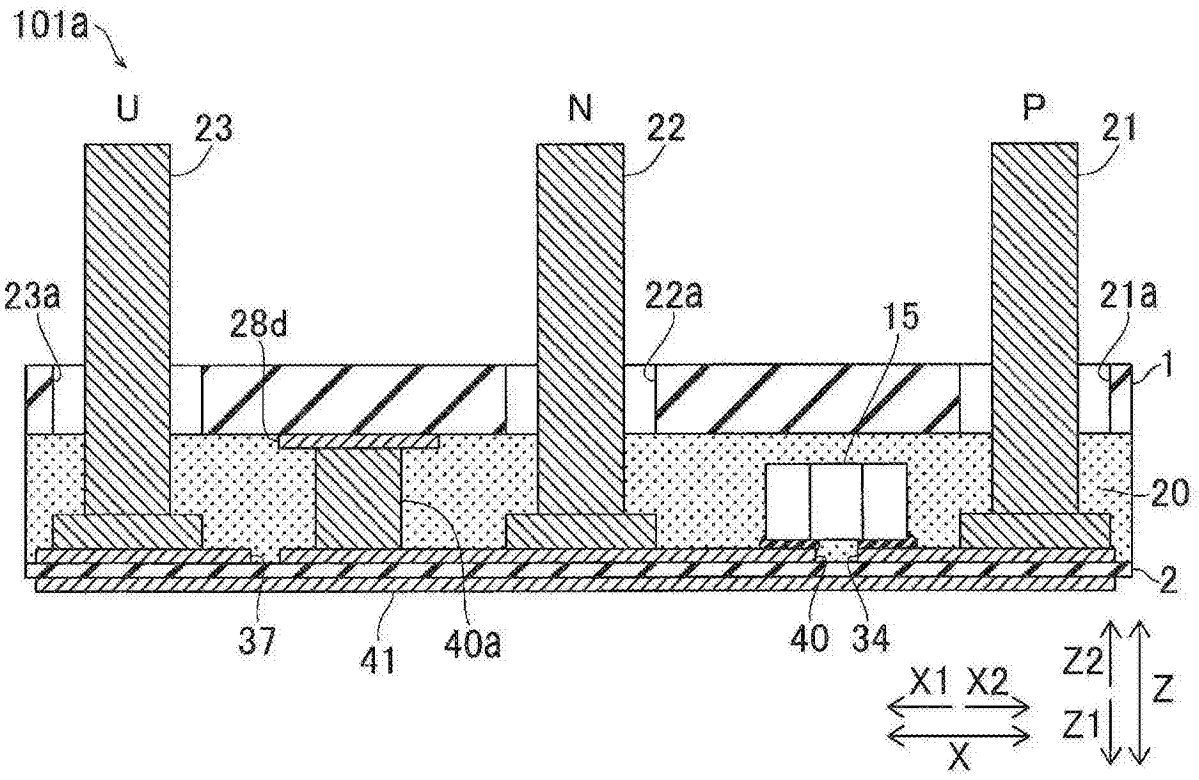

沿300-300线的截面
101a
U
23
N
22
P
21
23a
28d
22a
15
21a
1
20
2
37
41
40a
40
34
X1
X2
X
Z2
Z1
Z

图 4

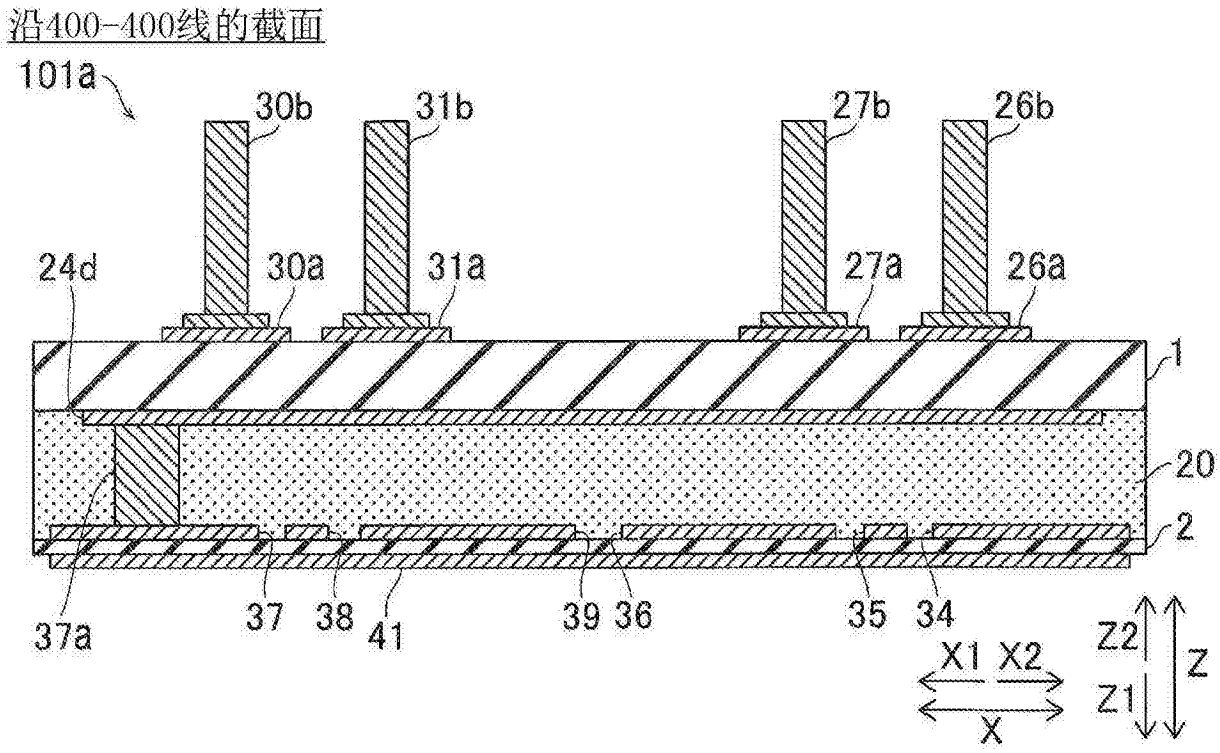

沿400-400线的截面
101a
30b
31b
27b
26b
24d
30a
31a
27a
26a
1
20
2
37a
37
38
41
39
36
35
34
X1
X2
X
Z2
Z1
Z

图 5

第1基板的俯视图

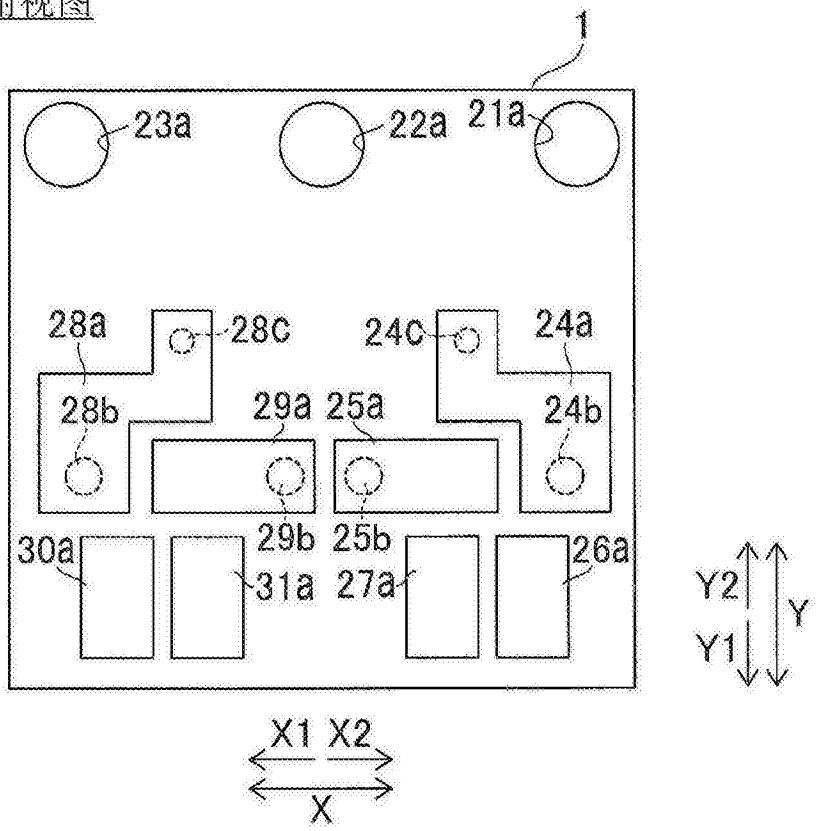

1
23a
22a
21a
28a
28c
24c
24a
28b
29a
25a
24b
29b
25b
30a
26a
31a
27a
Y2
Y
Y1
X1
X2
X

图 6

第1基板的仰视图

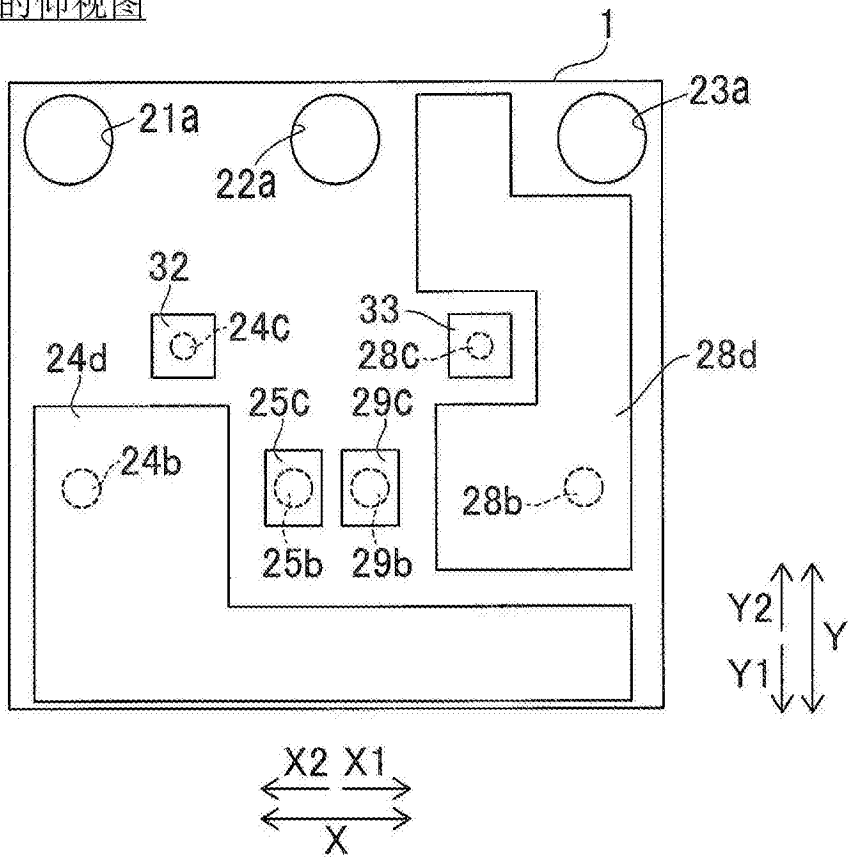

1
21a
22a
23a
32
24c
33
28c
24d
28d
25c
29c
24b
28b
25b
29b
Y2
Y
Y1
X2 X1
X

图 7

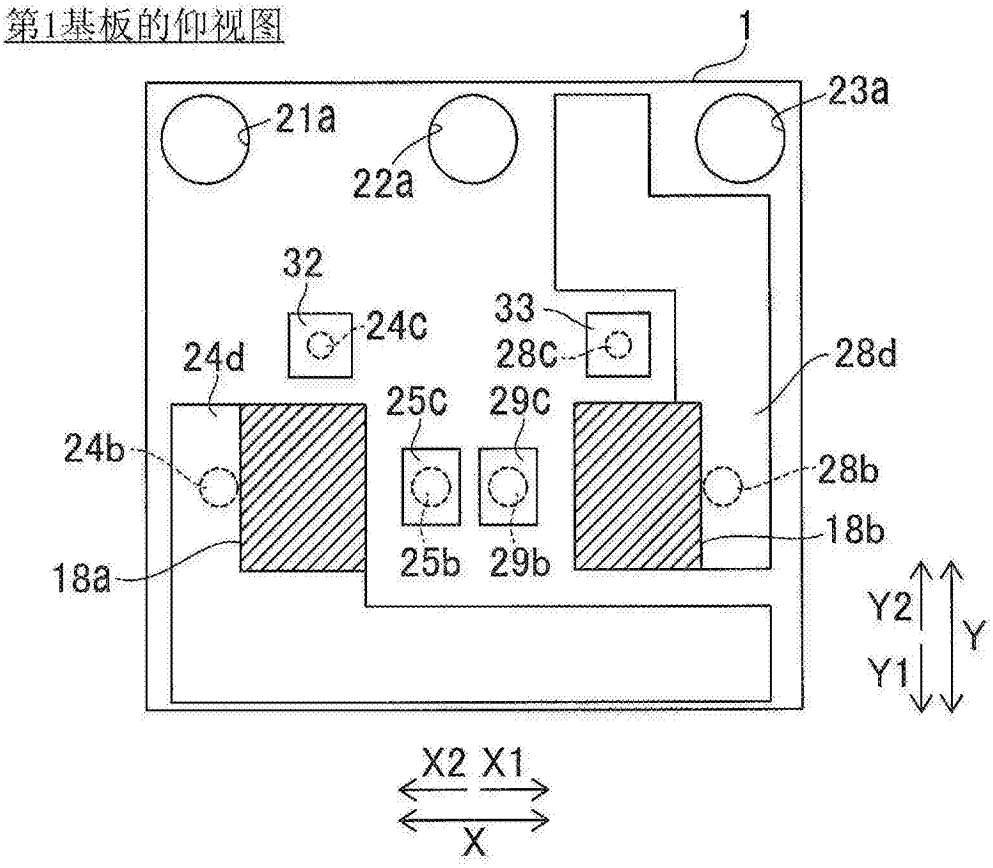

第1基板的仰视图
1
21a
22a
23a
32
24c
33
28c
24d
28d
25c
29c
24b
28b
18b
18a
25b
29b
Y2
Y
Y1
X2 X1
X

图 8

第2基板的俯视图

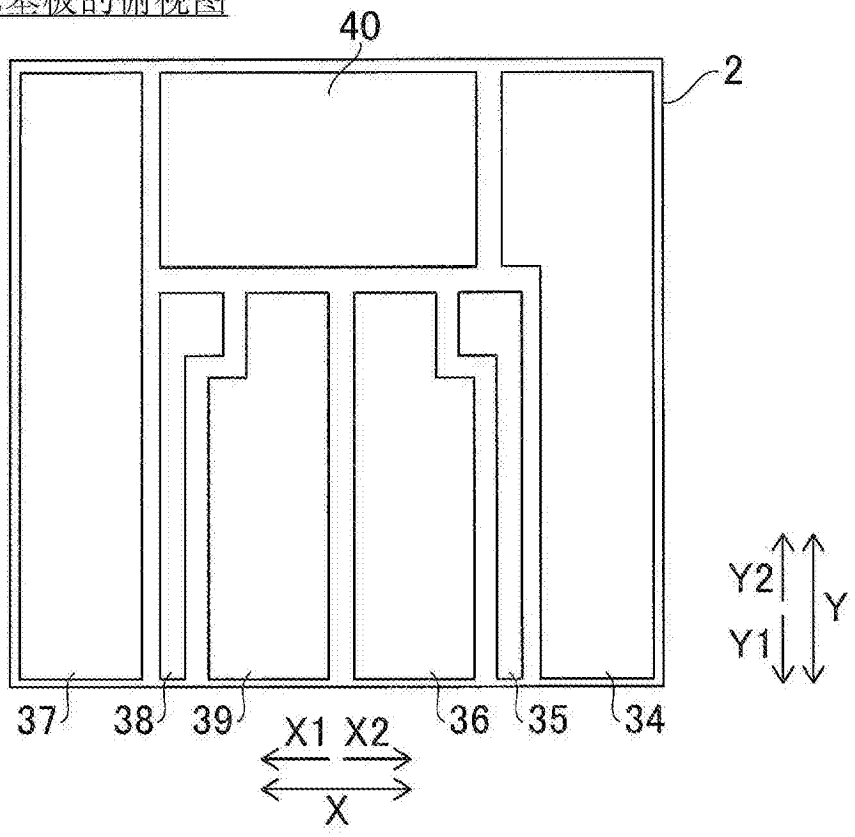


图 9

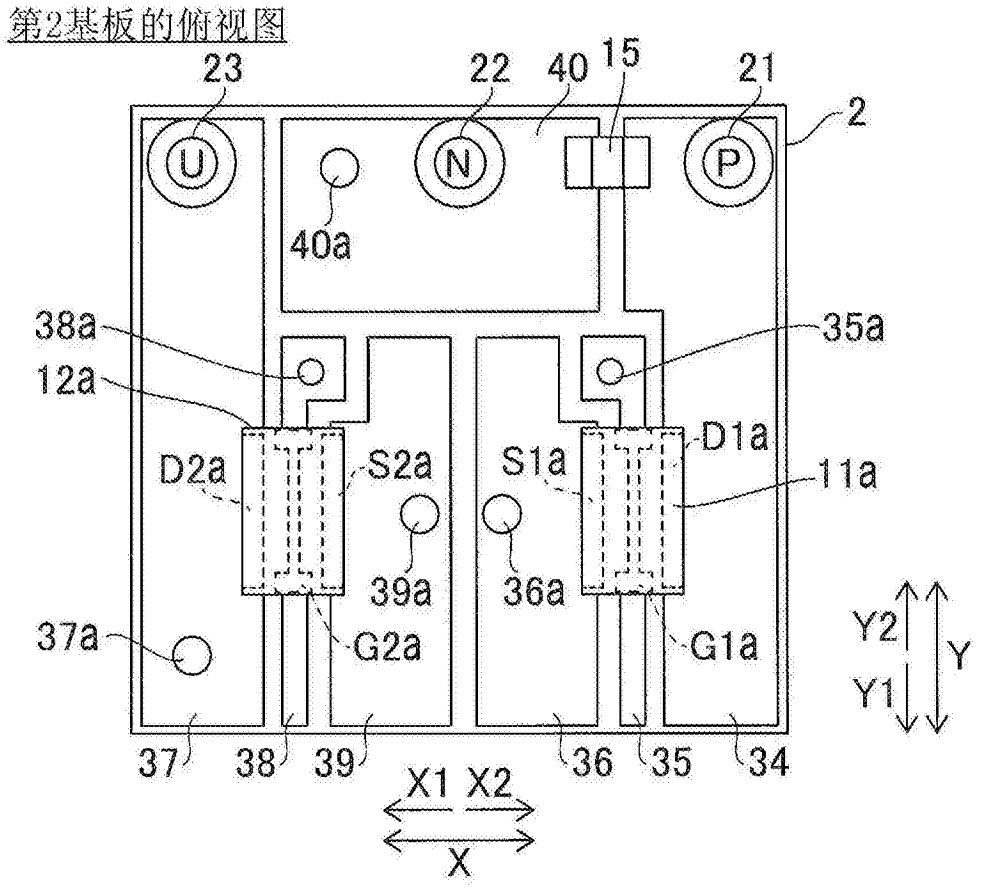

第2基板的俯视图
23
22
40
15
21
2
U
N
P
40a
38a
35a
12a
D2a
S2a
S1a
D1a
11a
39a
36a
37a
G2a
G1a
Y2
Y
Y1
37
38
39
36
35
34
X1 X2
X

图 10

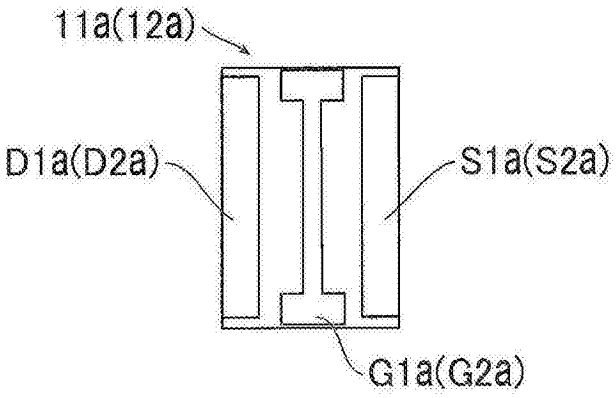

11a(12a)
D1a(D2a)
S1a(S2a)
G1a(G2a)

图 11

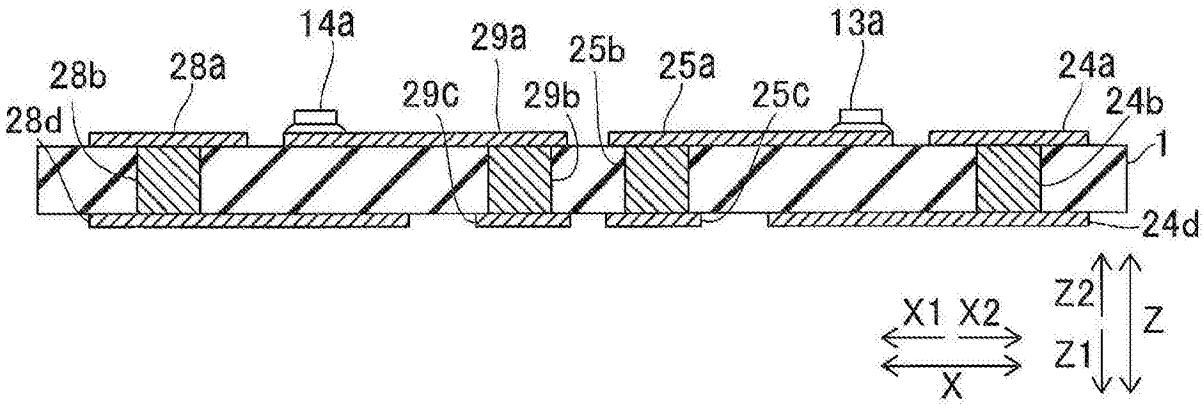

14a
29a
25b
13a
28b
28a
29c
29b
25a
25c
24a
24b
28d
1
24d
X1 X2
Z2
Z
Z1
X

图 12

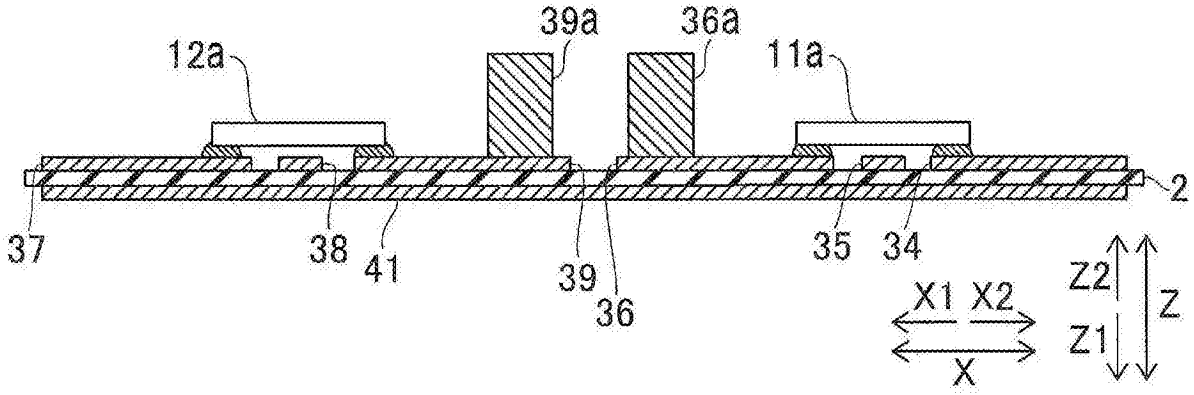

39a
36a
12a
11a
2
37
38
41
39
36
35
34
X1 X2
Z2
Z
Z1
X

图 13

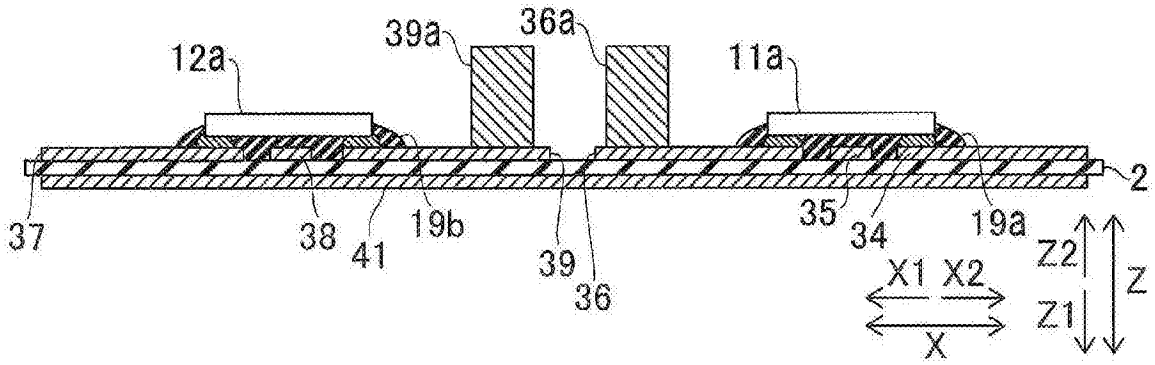

39a
36a
12a
11a
2
37
38
41
19b
39
36
35
34
19a
X1 X2
Z2
Z
Z1
X

图 14

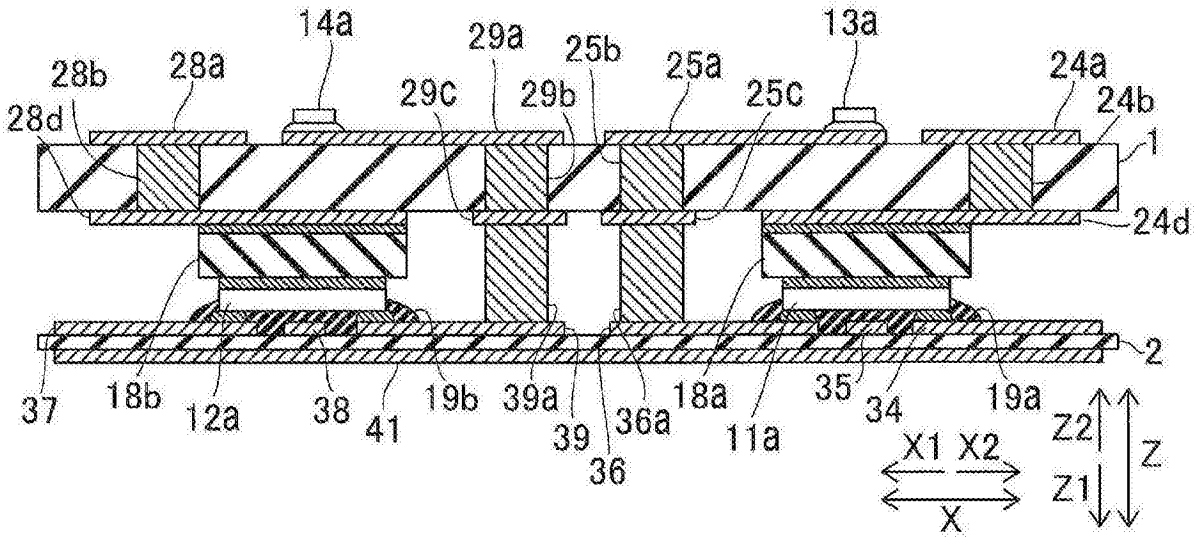

14a
29a
25b
13a
28b
28a
29c
29b
25a
25c
24a
24b
28d
1
24d
2
37
18b
12a
38
41
19b
39a
39
36a
36
18a
11a
35
34
19a
Z2
Z
Z1
X1 X2
X

图 15

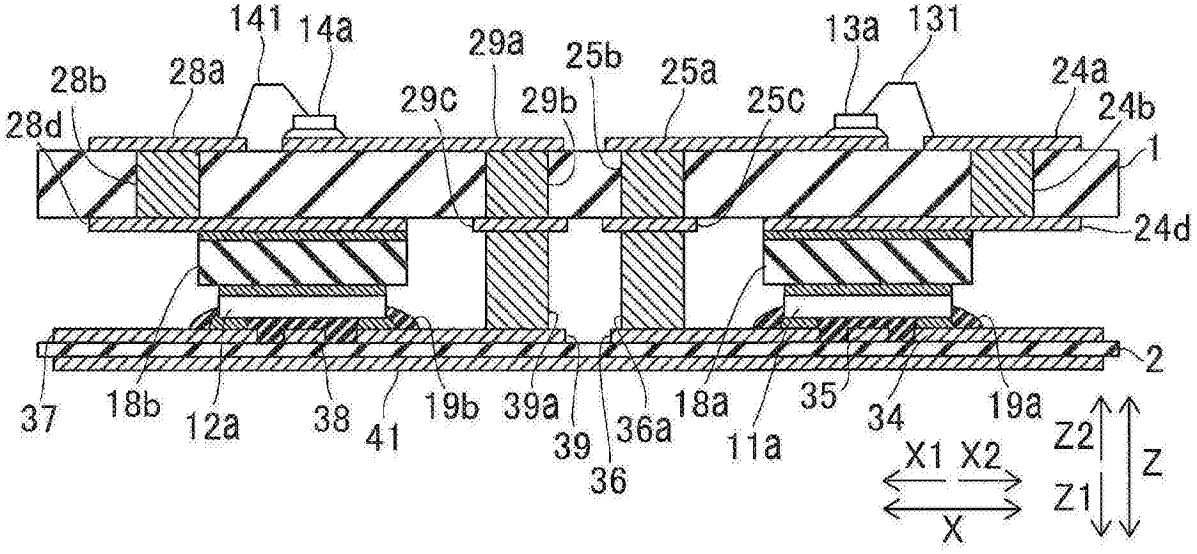

141
14a
29a
25b
13a
131
28b
28a
29c
29b
25a
25c
24a
24b
28d
1
24d
2
37
18b
12a
38
41
19b
39a
39
36a
36
18a
11a
35
34
19a
Z2
Z
Z1
X1 X2
X

图 16

第2实施方式(第1基板的仰视图)

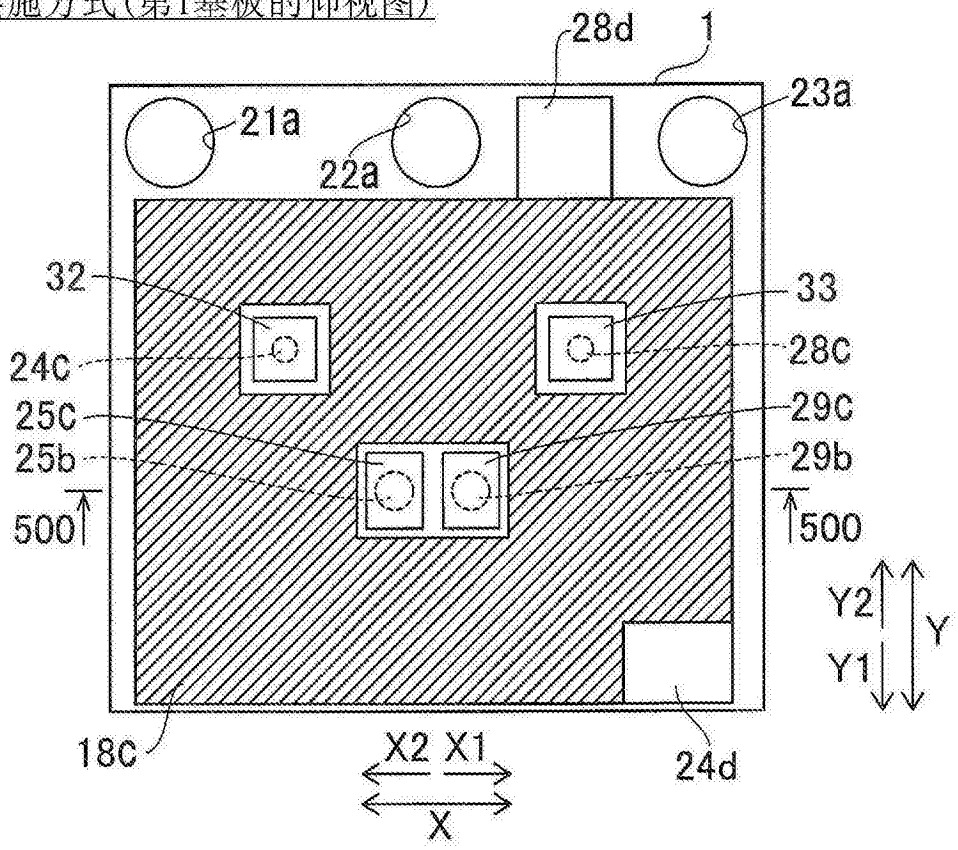


图 17

沿500-500线的截面

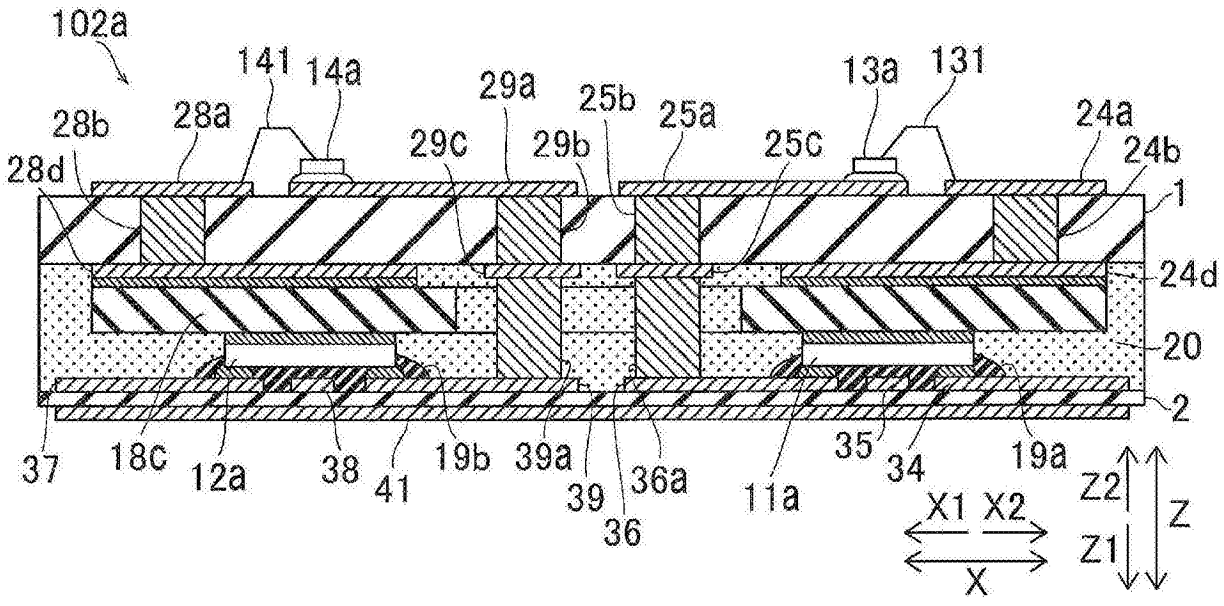


图 18