



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103219301 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201210385725. 8

(22) 申请日 2012. 10. 12

(30) 优先权数据

2012-008083 2012. 01. 18 JP

(73) 专利权人 三菱电机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 碓井修 吉松直树 菊池正雄

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 何立波 张天舒

(51) Int. Cl.

H01L 23/433(2006. 01)

H01L 23/14(2006. 01)

H01L 21/50(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101136396 A, 2008. 03. 05,

CN 102270615 A, 2011. 12. 07,

CN 1790692 A, 2006. 06. 21,

CN 1992259 A, 2007. 07. 04,

JP 特开 2007-184525 A, 2007. 07. 19,

JP 特开 2007-311518 A, 2007. 11. 29,

JP 特开 2011-216564 A, 2011. 10. 27,

JP 特开平 10-56131 A, 1998. 02. 24,

US 2003/0132530 A1, 2003. 07. 17,

US 2004/0179341 A1, 2004. 09. 16,

US 2007/0216013 A1, 2007. 09. 20,

US 2009/0224398 A1, 2009. 09. 10,

US 6448645 B1, 2002. 09. 10,

US 6703707 B1, 2004. 03. 09,

审查员 汪灵

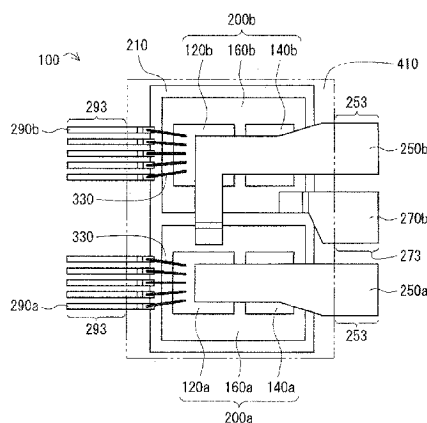
权利要求书2页 说明书22页 附图24页

(54) 发明名称

功率半导体模块及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及功率半导体模块及其制造方法。以低成本提供具有高的冷却性能的功率半导体模块。半导体芯片(120a、140a)的第一芯片主面与热分流器(160a)接合,半导体芯片(120a、140a)的第二芯片主面与第一电极(250a)接合。半导体芯片(120b、140b)的第一芯片主面与热分流器(160b)接合,半导体芯片(120b、140b)的第二芯片主面与第一电极(250b)接合。多个电极(250a、250b、270b、290a、290b)由引线框供给。从热分流器(160a、160b)观察,在与芯片(120a、140a、120b、140b)相反的一侧设置有绝缘构件(210)。从第一电极(250a、250b)观察,在与芯片(120a、140a、120b、140b)相反的一侧设置有绝缘基板。



1. 一种树脂密封型的功率半导体模块,其特征在于,具有:

多个单位结构体,该单位结构体包括:多个半导体芯片,分别具有第一芯片主面以及第二芯片主面;热分流器,利用第一接合构件与所述多个半导体芯片的所述第一芯片主面接合并具有导电性,

并且,该功率半导体模块具有:

绝缘构件,从所述热分流器观察,位于与所述多个半导体芯片相反的一侧;以及

多个电极,包括分别利用第二接合构件与预定部位接合的多个主电极,

所述多个主电极包括:

多个第一电极,分别利用所述第二接合构件与所述多个半导体芯片中的预定的芯片的所述第二芯片主面接合;以及

第二电极,利用所述第二接合构件与所述热分流器的芯片搭载面接合,

该功率半导体模块具有:

绝缘基板,该绝缘基板包括:绝缘层,从所述多个第一电极观察,位于与所述多个半导体芯片相反的一侧;第一导电层,位于所述绝缘层和所述多个第一电极之间,利用第三接合构件与所述多个第一电极接合;

模塑树脂,在所述绝缘构件中远离所述多个半导体芯片的一侧的面、所述绝缘基板中远离所述多个半导体芯片的一侧的面、所述多个电极的外部端子部分露出的状态下密封所述多个单位结构体和所述多个电极,

所述多个电极由预先形成有该多个电极的引线框提供,

所述多个第一电极包括串联连接型的第一电极,该串联连接型的第一电极在一个单位结构体中与所述第二芯片主面接合,并且,在其他单位结构体中与所述热分流器的芯片搭载面接合,

所述串联连接型的第一电极由从所述引线框切出的单一构件构成。

2. 如权利要求1所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述多个第一电极在同一平面上具有与所述绝缘基板的所述第一导电层接合的面。

3. 如权利要求1所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述绝缘基板的所述第一导电层被分割为多个部分。

4. 如权利要求3所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述第一导电层的所述多个部分的个数为所述多个第一电极的个数以上。

5. 如权利要求1所述的功率半导体模块,其特征在于,

还具有:至少一个引线,从所述热分流器观察向所述绝缘基板的一侧突出但是在未到达所述绝缘基板的位置具有环顶点部,

所述绝缘基板延伸到所述至少一个引线的上方。

6. 如权利要求1所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述绝缘基板在从所述绝缘层观察时与所述第一导电层相反的一侧还具有第二导电层,所述第一导电层比所述第二导电层厚。

7. 如权利要求1所述的功率半导体模块,其特征在于,

所述多个第一电极具有与所述多个半导体芯片接合的部分比不与所述多个半导体芯片接合的部分厚的厚度分布。

8. 如权利要求 1 所述的功率半导体模块,其特征在于,
所述第三接合构件的熔点比所述第一接合构件以及所述第二接合构件的熔点低。

9. 如权利要求 1 所述的功率半导体模块,其特征在于,
所述多个半导体芯片以碳化硅为材料。

10. 如权利要求 1 所述的功率半导体模块,其特征在于,
所述多个第一电极包括突出型的第一电极,该突出型的第一电极从所述模塑树脂向外部突出,并具有所述外部端子部分,

所述突出型的第一电极的所述外部端子部分和所述第二电极的所述外部端子部分位于与所述绝缘构件的露出表面平行的同一平面上。

11. 一种功率半导体模块的制造方法,用于制造权利要求 1 所述的功率半导体模块,其特征在于,包括:

工序(a),利用所述第一接合构件在所述热分流器上接合所述多个半导体芯片;

工序(b),利用所述第二接合构件,将包括预先形成在所述引线框上的所述多个电极中的所述第一电极的预定的电极组同时接合到预定部位;

工序(c),在形成所述模塑树脂后,从所述引线框切离所述功率半导体模块。

功率半导体模块及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及树脂密封型的功率半导体模块及其制造方法。

背景技术

[0002] 近年来,功率半导体模块的大容量化、紧凑化、高频化等不断发展。伴随于此,半导体元件的发热密度变大,因此,要求高的冷却性能。

[0003] 在以往的冷却结构中,在功率半导体模块的一个外表面上搭载有冷却器,由模块内部的半导体元件产生的热被传递到该冷却器并被散热。在该情况下,关于构成从半导体元件至冷却器的传热路径的构件,如果减小热阻,则能够提高冷却性能。但是,如果鉴于上述的模块的大容量化等,则这样的热阻减小对策也存在限度。

[0004] 作为这样的问题的一个解决对策,举出下述专利文献 1 的技术。根据专利文献 1 的半导体模块,在半导体元件的两主面热接触配置有散热板,各散热板与半导体元件的电极电连接。另外,散热板与半导体元件一起被模塑树脂一体地模塑。

[0005] 专利文献 1:日本特开 2009-212302 号公报。

[0006] 在上述专利文献 1 的半导体模块中,在半导体元件的一个面接合散热板,在该半导体元件的另一个面隔着隔板接合另一个散热板。此外,在各要素的接合中使用焊料。

[0007] 根据该结构,在内置有多个半导体元件的半导体模块的情况下,隔板和散热板需要多个。其结果是成本增大。另外,部件个数的增加导致制造的复杂化,在这方面也导致成本增大。

[0008] 也就是说,被认为上述专利文献 1 的结构并不适合内置有多个半导体元件的半导体模块。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于提供一种用于实现具有高的冷却性能的功率半导体模块的低成本化的技术。

[0010] 本发明的一个方式的功率半导体模块是树脂密封型的功率半导体模块,包括多个单位结构体、绝缘构件、多个电极、绝缘基板、模塑树脂。所述各单位结构体包括:多个半导体芯片,分别具有第一芯片主面以及第二芯片主面;热分流器,利用第一接合构件与所述多个半导体芯片的所述第一芯片主面接合并具有导电性。从所述热分流器观察,所述绝缘构件位于与所述多个半导体芯片相反的一侧。所述多个电极包括分别利用第二接合构件与预定部位接合的多个主电极。所述多个主电极包括:多个第一电极,分别利用所述第二接合构件与所述多个半导体芯片中的预定的芯片的所述第二芯片主面接合;以及第二电极,利用所述第二接合构件与所述热分流器的芯片搭载面接合。所述绝缘基板包括:绝缘层,从所述多个第一电极观察,位于与所述多个半导体芯片相反的一侧;第一导电层,位于所述绝缘层和所述多个第一电极之间,利用第三接合构件与所述多个第一电极接合。所述模塑树脂在所述绝缘构件中远离所述多个半导体芯片的一侧的面、所述绝缘基板中远离所述多个半

导体芯片的一侧的面、所述多个电极的外部端子部分露出的状态下密封所述多个单位结构体和所述多个电极。所述多个电极由预先形成有该多个电极的引线框提供。所述多个第一电极包括串联连接型的第一电极,该串联连接型的第一电极在一个单位结构体中与所述第二芯片主面接合,并且,在其他单位结构体中与所述热分流器的芯片搭载面接合。所述串联连接型的第一电极由从所述引线框切出的单一构件构成。

[0011] 根据上述的一个方式,利用来自第一芯片主面侧的绝缘构件的散热和来自第二芯片主面侧的绝缘基板的散热,得到高的冷却性能。另外,由于内置有绝缘构件和绝缘基板,所以,即使不再安装绝缘构件,也能够利用金属制的冷却器。

[0012] 另外,通过利用引线框,由此,能够同时接合包括第一电极的预定的电极组。即,与依次接合已经分离的电极的制造方法相比,能够容易形成电气布线。另外,若采用引线框,则内部连接部分(与半导体芯片等连接的部分)和外部端子部分进行一体化。因此,无需另外设置外部端子。因此,能够削减制造工序数、部件个数等,降低制造成本。

[0013] 本发明的目的、特征、状况以及优点根据以下的详细说明和附图变得更加清楚。

附图说明

[0014] 图 1 是实施方式 1 的功率半导体模块的平面图(俯视图)。

[0015] 图 2 是从图 1 中的箭头 2 的方向观察时的功率半导体模块的侧视图。

[0016] 图 3 是从图 1 中的箭头 3 的方向观察时的功率半导体模块的侧视图。

[0017] 图 4 是在图 2 以及图 3 中的 4-4 线的位置从箭头的方向观察时的功率半导体模块的平面图。

[0018] 图 5 是在图 2 以及图 3 中的 5-5 线的位置从箭头的方向观察时的功率半导体模块的平面图。

[0019] 图 6 是实施方式 1 的功率半导体模块的电路图。

[0020] 图 7 是实施方式 1 的引线框的平面图。

[0021] 图 8 是实施方式 1 的其他的功率半导体模块的平面图(俯视图)。

[0022] 图 9 是实施方式 2 的功率半导体模块的平面图(俯视图)。

[0023] 图 10 是从图 9 中的箭头 10 的方向观察时的功率半导体模块的侧视图。

[0024] 图 11 是在图 10 中的 11-11 线的位置从箭头的方向观察时的功率半导体模块的平面图。

[0025] 图 12 是在图 10 中的 12-12 线的位置从箭头的方向观察时的功率半导体模块的平面图。

[0026] 图 13 是实施方式 2 的功率半导体模块的电路图。

[0027] 图 14 是实施方式 2 的引线框的平面图。

[0028] 图 15 是实施方式 2 的其他的功率半导体模块的平面图(俯视图)。

[0029] 图 16 是实施方式 3 的功率半导体模块的平面图(俯视图)。

[0030] 图 17 是从图 16 中的箭头 17 的方向观察时的功率半导体模块的侧视图。

[0031] 图 18 是在图 17 中的 18-18 线的位置从箭头的方向观察时的功率半导体模块的平面图。

[0032] 图 19 是在图 17 中的 19-19 线的位置从箭头的方向观察时的功率半导体模块的平

面图。

[0033] 图 20 是实施方式 3 的功率半导体模块的电路图。

[0034] 图 21 是实施方式 3 的引线框的平面图。

[0035] 图 22 是实施方式 4 的功率半导体模块的平面图（俯视图）。

[0036] 图 23 是从图 22 中的箭头 23 的方向观察时的功率半导体模块的侧视图。

[0037] 图 24 是在图 22 中的 24-24 线的位置从箭头的方向观察时的功率半导体模块的平面图。

[0038] 图 25 是实施方式 5 的功率半导体模块的侧视图。

[0039] 图 26 是实施方式 6 的功率半导体模块的侧视图。

[0040] 图 27 是实施方式 7 的功率半导体模块的侧视图。

[0041] 其中，附图标记说明如下：

[0042] 100、100B ~ 100G 功率半导体模块、120a ~ 120h IGBT 芯片（功率半导体芯片）、120i、120j MOSFET 芯片（功率半导体芯片）、121 第一芯片主面（下表面、集电极面、漏极面）、122 第二芯片主面（上表面、发射极/栅极面、源极/栅极面）、140a ~ 140j 二极管芯片（功率半导体芯片）、141 第一芯片主面（下表面、阴极面）、142 第二芯片主面（上表面、阳极面）、160a、160b、160cde、160f ~ 160h、160ij 热分流器（heat spreader）、161 表面（下表面）、162 表面（上表面、芯片搭载面）、180 第一接合构件、200a、200b、200cde、200f ~ 200h、200ij 单位结构体、210 绝缘片材（绝缘构件）、220 箔状片材、230 带箔的绝缘片材（带箔的绝缘构件）、250a ~ 250e、250fgh、250ij、250aF 第一电极（第一主电极）、251、251F、271 电极主面（下表面）、252、272 电极主面（上表面）、253 外部端子部分、270b、270cde、270f ~ 270h、270ij 第二电极（第二主电极）、273 外部端子部分、290b ~ 290j 第三电极（副电极）、293 外部端子部分、310 第二接合构件、330、300D 引线、331 线环顶点、350、350B ~ 350E 绝缘基板、351 基板主面（下表面）、352 基板主面（上表面）、360、360D 绝缘层、370、370B ~ 370E 第一导电层、371 ~ 376 分割部分、380、380D、380E 第二导电层、381 ~ 386 分割部分、400、400G 第三接合构件、410 模塑树脂、500、500B、500C 引线框。

具体实施方式

[0043] <实施方式 1>

[0044] 在图 1 ~ 图 5 中示出实施方式 1 的功率半导体模块 100 的结构图。具体地说，图 1 是功率半导体模块 100 的平面图（俯视图）。图 2 是从图 1 中的箭头 2 的方向观察功率半导体模块 100 时的侧视图，图 3 是从图 1 中的箭头 3 的方向观察功率半导体模块 100 时的侧视图。图 4 是在图 2 以及图 3 中的 4-4 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100 时的平面图。图 5 是在图 2 以及图 3 中的 5-5 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100 时的平面图。此外，在图 2 ~ 图 5 中，为了便于说明，图示了将后述的模塑树脂（参照附图标记 410。为了参考，用双点划线示出其外形）除去的状态。另外，在图 6 中示出功率半导体模块 100 的电路图。

[0045] 根据图 2 ~ 图 5 的例子，功率半导体模块 100 包括：功率半导体芯片 120a、120b、140a、140b、热分流器 160a、160b、第一接合构件 180、绝缘片材 210、箔状片材 220、第一电极 250a、250b、第二电极 270b、第三电极 290a、290b、第二接合构件 310、引线 330、绝缘基板

350、第三接合构件 400、模塑树脂 410。

[0046] 半导体芯片 120a、120b 在这里是 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor: 绝缘栅双极晶体管) 芯片。IGBT 芯片 120a 具有彼此处于表里的关系 (换言之, 隔着芯片内部而对置) 的第一芯片主面 121 和第二芯片主面 122。虽然省略详细图示, 但在这里, 在第一芯片主面 121 形成有 IGBT 的集电极电极, 在第二芯片主面 122 形成有 IGBT 的发射极电极以及栅极电极。IGBT 芯片 120b 与 IGBT 芯片 120a 同样地构成。

[0047] 根据该例子, 在 IGBT 芯片 120a、120b 中, 将第一芯片主面 121 也称为集电极面 121, 将第二芯片主面 122 也称为发射极 / 栅极面 122。另外, 与图 2 的图示相匹配, 将第一芯片主面 121 也称为下表面 121, 将第二芯片主面 122 也称为上表面 122。另外, 有时也将 IGBT 芯片 120a、120b 简称为 IGBT120a、120b。

[0048] 半导体芯片 140a、140b 在这里是二极管芯片。二极管芯片 140a 具有彼此处于表里的关系的第一芯片主面 141 和第二芯片主面 142。虽然省略详细的图示, 但在这里, 在第一芯片主面 141 形成有阴极电极, 在第二芯片主面 142 形成有阳极电极。二极管芯片 140b 与二极管芯片 140a 同样地构成。

[0049] 根据该例子, 在二极管芯片 140a、140b 中, 将第一芯片主面 141 也称为阴极面 141, 将第二芯片主面 142 也称为阳极面 142。另外, 与图 2 的图示相匹配, 将第一芯片主面 141 也称为下表面 141, 将第二芯片主面 142 也称为上表面 142。另外, 有时也将二极管芯片 140a、140b 简称为二极管 140a、140b。

[0050] 此外, 有时也将 IGBT 芯片 120a、120b 以及二极管芯片 140a、140b 分别称为功率半导体芯片 120a、120b、140a、140b。

[0051] 热分流器 160a、160b 是所谓的散热用的构件。热分流器 160a、160b 例如由铜等构成, 若采用这样的材料, 热分流器 160a、160b 具有导电性。

[0052] 在这里, 例示了热分流器 160a、160b 是相同的长方体的情况, 但是, 热分流器 160a、160b 的形状以及大小并不限于该例子。

[0053] 长方体的热分流器 160a 具有彼此处于表里的关系的表面 161、162。与图 2 的图示相匹配, 将表面 161 也称为下表面 161, 将表面 162 也称为上表面 162。此外, 若采用长方体, 则两个表面 161、162 平坦, 彼此平行。

[0054] 热分流器 160a 的上表面 162 被用作芯片搭载面, 在该芯片搭载面 162 上并排配置有 IGBT 芯片 120a 以及二极管芯片 140a。更具体地说, IGBT 芯片 120a 的下表面 121 以及二极管芯片 140a 的下表面 141 利用第一接合构件 180 接合于热分流器 160a 的芯片搭载面 162。第一接合构件 180 例如是焊料。

[0055] 同样地, 另一个热分流器 160b 也具有下表面 161 以及上表面 162, 上表面 162 被用作芯片搭载面。即, 利用第一接合构件 180 将 IGBT 芯片 120b 的下表面 121 以及二极管芯片 140b 的下表面 141 接合于热分流器 160b 的芯片搭载面 162。

[0056] 如图 2 以及图 3 所示, 热分流器 160a、160b 的芯片搭载面 162 位于同一平面, 热分流器 160a、160b 相对于该同一平面位于同一侧。另外, 热分流器 160a、160b 彼此分离。

[0057] 在这里, 将在热分流器 160a 上接合了半导体芯片 120a、140a 的结构体称为单位结构体 200a。同样地, 将在热分流器 160b 上接合了半导体芯片 120b、140b 的结构体称为单位结构体 200b。

[0058] 绝缘片材 210 是片材状的绝缘构件,例如由填充了填料的环氧树脂等构成。对于绝缘片材 210 来说,从热分流器 160a、160b 观察,位于与半导体芯片 120a、120b、140a、140b 相反的一侧,在绝缘片材 210 上配置有热分流器 160a、160b。更具体地说,绝缘片材 210 具有彼此处于表里的关系的片材表面 211、212,在片材表面 212 固定热分流器 160a、160b 的下表面 161。此外,与图 2 的图示相匹配,将片材表面 211 也称为下表面 211,将片材表面 212 也称为上表面 212。

[0059] 箔状片材 220 是箔状的导电构件,例如由铜、铝等构成。对于箔状片材 220 来说,从绝缘片材 210 观察,位于与热分流器 160a、160b 相反的一侧,与绝缘片材 210 相对。更具体地说,箔状片材 220 具有彼此处于表里的关系的片材表面 221、222,在片材表面 222 固定绝缘片材 210 的下表面 211。此外,与图 2 的图示相匹配,将片材表面 221 也称为下表面 221,将片材表面 222 也称为上表面 222。

[0060] 在这里,也可以将绝缘片材 210 和箔状片材 220 的层叠体称为带箔的绝缘片材 230、带箔的绝缘构件 230 等。在该情况下,绝缘片材 210 的上表面 212 对应于带箔的绝缘片材 230 的上表面,带箔的片材 220 的下表面 221 对应于带箔的绝缘片材 230 的下表面。

[0061] 第一电极 250a、250b 以及第二电极 270b 是功率半导体模块 100 的主电流流过的电极、所谓的主电极。鉴于这一点,将第一电极 250a、250b 也称为第一主电极 250a、250b,将第二电极 270b 也称为第二主电极 270b。此外,也能够将主电极称为主布线。

[0062] 主电极 250a、250b、270b 基本上是具有预定的平面图案(参照图 4)的板状构件,例如由铜等构成。因此,第一主电极 250a、250b 具有彼此处于表里的关系的电极主面 251、252,第二主电极 270b 也同样具有电极主面 271、272。此外,与图 2 的图示相匹配,将电极主面 251、271 也称为下表面 251、271,将电极主面 252、272 也称为上表面 252、272。

[0063] 第一主电极 250a 是与在单位结构体 200a 中包含的半导体芯片 120a、140a 的上表面(即,第二芯片主面)122、142 接合的电极。具体地说,第一主电极 250a 的下表面 251 利用第二接合构件 310 接合于 IGBT 芯片 120a 的发射极电极以及二极管芯片 140a 的阳极电极。第二接合构件 310 例如是焊料。

[0064] 第一主电极 250b 是与在单位结构体 200b 中包含的半导体芯片 120b、140b 的上表面(即,第二芯片主面)122、142 接合的电极。具体地说,第一主电极 250b 的下表面 251 利用第二接合构件 310 接合于 IGBT 芯片 120b 的发射极电极以及二极管芯片 140b 的阳极电极。

[0065] 另外,第一主电极 250b 向相邻的热分流器 160a 延伸,第一主电极 250b 的下表面 251 利用第二接合构件 310 与该相邻的热分流器 160a 的芯片搭载面 162 接合。

[0066] 第二主电极 270b 是与在单位结构体 200b 中包含的热分流器 160b 接合的电极。具体地说,第二主电极 270b 的下表面 271 利用第二接合构件 310 与热分流器 160b 的芯片搭载面 162 接合。

[0067] 第一主电极 250a、250b 具有向模塑树脂 410 的外部突出(因此,未被模塑树脂 410 覆盖)的外部端子部分 253,第二主电极 270b 也同样具有外部端子部分 273。此外,将外部端子部分 253、273 也简称为外部端子 253、273。

[0068] 第三电极 290a、290b 是在功率半导体模块 100 的控制、监视、管理等中使用的电极。此外,相对于作为主电极的第一电极 250a、250b 以及第二电极 270b,将第三电极 290a、

290b 也称为副电极 290a、290b。此外,也能够将副电极称为副布线。

[0069] 副电极 290a 针对单位结构体 200a 而设置,在图 4 中例示了多个副电极 290a。各副电极 290a 根据其用途利用铝等引线 330 与 IGBT 芯片 120a 的预定部位(栅极电极焊盘、发射极电极焊盘、电流检测用的电流感测焊盘、温度检测用的温度感测焊盘等)连接。

[0070] 此外,从热分流器 160a 观察,引线 330 呈向绝缘基板 350 的一侧突出的线环形状。

[0071] 副电极 290b 针对单位结构体 200b 而设置,与上述的副电极 290a 同样,利用引线 330 与预定部位连接。

[0072] 此外,副电极 290a、290b 的个数、用途并不限于此处的例示。

[0073] 副电极 290a、290b 例如由铜等构成。副电极 290a、290b 由于并不是功率半导体模块 100 的主电流流过的电极,所以,宽度比主电极 250a、250b、270b 的宽度窄(参照图 4)。

[0074] 副电极 290a、290b 具有向模塑树脂 410 的外部突出的(因此,未被模塑树脂 410 覆盖)的外部端子部分 293。此外,将外部端子部分 293 也简称为外部端子 293。

[0075] 在这里,上述的电极 250a、250b、270b、290a、290b 由预先一体形成有这些电极 250a、250b、270b、290a、290b 的图案的引线框提供。在图 7 中示出了这样的引线框 500 的平面图。使用了引线框 500 的功率半导体模块 100 的制造方法在后面叙述。

[0076] 返回到图 1 ~ 图 5,绝缘基板 350 是包括绝缘层 360、第一导电层 370、第二导电层 380 的板状构件。

[0077] 绝缘层 360 由例如填充了填料的环氧树脂、陶瓷等构成,具有彼此处于表里的关系的主面 361、362。与图 2 的图示相匹配,将主面 361 也称为下表面 361,将主面 362 也称为上表面 362。

[0078] 第一导电层 370 设置在绝缘层 360 的下表面 361 上,第二导电层 380 设置在绝缘层 360 的上表面 362 上。导电层 370、380 例如由铜等构成。

[0079] 如图 5 所例示的那样,第一导电层 370 在下表面 361 上的预定的位置具有彼此分离的两个部分 371、372。即,第一导电层 370 在平面图案中被分割为两个。另一方面,如图 1 所例示的那样,第二导电层 380 没有被分割,在绝缘层 360 的上表面 362 的整个面扩展。

[0080] 在这里,在绝缘层 360 和导电层 370、380 的层叠体中,绝缘基板 350 的基板主面 351、352 如下把握。基板主面 351(与图 2 的图示相匹配,也称为下表面 351)由绝缘层 360 的下表面 361 中未与第一导电层 370 接触的部分和第一导电层 370 中未与绝缘层 360 接触的面构成。基板主面 352(与图 2 的图示相匹配,也称为上表面 352)由第二导电层 380 中位于与绝缘层 360 相反的一侧的面构成。

[0081] 此外,与上述例子不同,在第二导电层 380 未覆盖绝缘层 360 的上表面 362 的整个面的情况下,基板主面 352 由绝缘层 360 的上表面 362 中未与第二导电层 380 接触的部分和第二导电层 380 中未与绝缘层 360 接触的面构成。

[0082] 对于绝缘基板 350 来说,从电极 250a、250b、270b、290a、290b 观察,位于与半导体芯片 120a、140a、120b、140b 相反的一侧,第一导电层 370 朝向电极 250a、250b、270b、290a、290b。第一导电层 370 的一个分割部分 371 利用第三接合构件 400 与第一主电极 250a 的上表面 252 接合,第一导电层 370 的另一个分割部分 372 利用第三接合构件 400 与第一主电极 250b 的上表面 252 接合。第三接合构件 400 例如是焊料。

[0083] 模塑树脂 410 例如是环氧树脂等。模塑树脂 410 在各电极 250a、250b、270b、290a、

290b 的外部端子部分 253、273、293、带箔的绝缘构件 230 的下表面 221（即，绝缘构件 230 中远离半导体芯片 120a、140a、120b、140b 的一侧的面）、绝缘基板 350 的上表面 352（即，绝缘基板 350 中远离半导体芯片 120a、140a、120b、140b 的一侧的面）露出的状态下，对单位结构体 200a、200b 以及引线 330 进行密封。即，单位结构体 200a、200b、电极 250a、250b、270b、290a、290b 中除了外部端子部分 253、273、293 以外的部分、引线 330 被埋在模塑树脂 410 内。

[0084] 此外，在图 2 以及图 3 的例子中，带箔的绝缘构件 230 的上述露出面 221 以及绝缘基板 350 的上述露出面 352 与模塑树脂 410 的外表面无阶梯差地连续。

[0085] 针对带箔的绝缘构件 230 的上述露出面 221 以及绝缘基板 350 的上述露出面 352 分别经由热传导性润滑脂等搭载未图示的冷却器（换言之，散热器）。

[0086] 根据这样的结构，利用热分流器 160a 使 IGBT120a 的集电极电极和二极管 140a 的阴极电极连接，利用第一主电极 250a 使 IGBT120a 的发射极电极和二极管 140a 的阳极电极连接。即，如图 6 的电路图所示，IGBT120a 和二极管 140a 反向并联连接。同样，IGBT120b 和二极管 140b 利用热分流器 160b 和第一主电极 250b 反向并联连接。

[0087] 另外，第一主电极 250b 与相邻的热分流器 160a 连接。由此，IGBT120b 的发射极电极和二极管 140b 的阳极电极与 IGBT120a 的集电极电极和二极管 140a 的阴极电极连接。即，如图 6 所示，由 IGBT120b 和二极管 140b 构成的上述的反并联电路与由 IGBT120a 和二极管 140a 构成的上述的反并联电路串联连接。

[0088] 第一主电极 250a、250b 分别在模塑树脂 410 的外部具有外部端子 253，与热分流器 160b 连接的第二主电极 270b 在模塑树脂 410 的外部具有外部端子 273。在第二主电极 270b 的外部端子 273 和第一主电极 250b 的外部端子 253 之间，供给对 IGBT120a、120b 以及二极管 140a、140b 施加的主电压。

[0089] 另外，从副电极 290a 的外部端子 293 向 IGBT120a 的栅极电极施加用于使 IGBT120a 进行开关动作的开关控制电压。更具体地说，在与 IGBT120a 的栅极电极连接的外部端子 293 和与 IGBT120a 的发射极电极连接的外部端子 293 之间施加开关控制电压。同样地，对 IGBT120b 也施加开关控制电压。

[0090] 电流流过半导体芯片 120a、120b、140a、140b，由此，这些半导体芯片 120a、120b、140a、140b 发热。所产生的热从导体芯片 120a、120b、140a、140b 的下表面 121、141 通过接合构件 180、热分流器 160a、160b、绝缘片材 210、箔状片材 220 传递至箔状片材 220 侧的冷却器（省略图示）。另外，所产生的热从半导体芯片 120a、120b、140a、140b 的上表面 122、142 通过接合构件 310、第一主电极 250a、250b、接合构件 400、绝缘基板 350 传递至绝缘基板 350 侧的冷却器（省略图示）。由此，利用上述两个冷却器进行散热，半导体芯片 120a、120b、140a、140b 被冷却。

[0091] 特别是，作为构成从半导体芯片 120a、120b、140a、140b 至冷却器的传热路径的各构件，采用热传导性比模塑树脂 410 高的材料。

[0092] 这样，功率半导体模块 100 从半导体芯片 120a、120b、140a、140b 的下表面 121、141 侧和上表面 122、142 侧这二者进行散热。因此，与以往的仅从单侧进行冷却的结构相比，能够得到高的冷却性能。

[0093] 另外，即使在冷却器由铝、铜等金属构成的情况下，也能够使功率半导体模块 100

和冷却器在不再安装绝缘构件的情况下接触。其原因在于,功率半导体模块 100 内置有绝缘片材 210 以及绝缘基板 350。

[0094] 具体地说,热分流器 160a、160b 构成主电流路径的一部分,但是,热分流器 160a、160b 因绝缘片材 210 和模塑树脂 410 的存在而没有露出到外部。因此,在热分流器 160a、160b 和冷却器之间确保绝缘性。

[0095] 另外,主电极 250a、250b、270b 除了外部端子 253、273 外,因绝缘基板 350 和模塑树脂 410 的存在而没有露出到外部。此外,外部端子 253、273 从与冷却器的搭载面不同的面引出。因此,在主电极 250a、250b、270b 和冷却器之间确保绝缘性。

[0096] 此外,即使没有箔状片材 220 和绝缘基板 350 的第二导电层 380 中的一个或这二者,也能够提高上述的冷却性能和确保绝缘性。另外,即使没有箔状片材 220 和绝缘基板 350 的第二导电层 380 中的一个或这二者,也能够得到在以下说明的各种效果。

[0097] 接着,对功率半导体模块 100 的制造方法进行说明。

[0098] 利用第一接合构件 180 将 IGBT 芯片 120a 以及二极管芯片 140a 接合在热分流器 160a 上。同样地,利用第一接合构件 180 将 IGBT 芯片 120b 以及二极管芯片 140b 接合在热分流器 160b 上。

[0099] 接着,将半导体芯片 120a、120b、140a、140b 等与预先一体形成有电极 250a、250b、270b、290a、290b 的图案的引线框 500 (参照图 7) 接合。

[0100] 具体地说,利用第二接合构件 310 将引线框 500 中的第一主电极 250a 接合于 IGBT 芯片 120a 的发射极电极和二极管芯片 140a 的阳极电极。利用第二接合构件 310 将引线框 500 中的第一主电极 250b 接合于 IGBT 芯片 120b 的发射极电极、二极管芯片 140b 的阳极电极、热分流器 160a 的上表面 162。利用第二接合构件 310 将引线框 500 中的第二主电极 270b 接合于热分流器 160b 的上表面 162。

[0101] 通过利用引线框 500,从而能够同时进行上述各处的接合。

[0102] 另外,利用引线 330 将引线框 500 中的各第三电极(副电极)290a、290b 与预定部位(IGBT 芯片 120a、120b 的栅极电极焊盘、发射极电极焊盘、电流检测用感测焊盘、温度检测用感测焊盘等)连接。

[0103] 然后,利用第三接合构件 400 将引线框 500 中的第一主电极 250a、250b 与绝缘基板 350 的第一导电层 370 的分割部分 371、372 接合。

[0104] 接着,将如上制造的结构物(半成品(half-finished product))容置在模塑模具内,利用模塑树脂进行密封。

[0105] 具体地说,将预先层叠固定有箔状片材 220 和绝缘片材 210 的带箔的绝缘片材 230 配置在模塑模具的树脂注入空间内。或者,将箔状片材 220 和绝缘片材 210 以该顺序层叠在树脂注入空间。然后,将上述的半成品以使与芯片搭载面 162 相反一侧的表面 161 (在图 2 的图示中所说的下表面 161) 朝向模塑模具内的绝缘片材 210 的方式配置在绝缘片材 210 上。然后,使模塑树脂 410 用的密封材料流入到树脂注入空间内。

[0106] 此外,以模塑树脂 410 不覆盖电极 250a、250b、270b、290a、290b 的外部端子部分 253、273、293、带箔的绝缘构件 230 中位于远离半导体芯片 120a、120b、140a、140b 的一侧的片材表面 221、绝缘基板 350 中位于远离半导体芯片 120a、120b、140a、140 的一侧的基板主面 352 的方式,例如设计模塑模具的树脂注入空间。

[0107] 在密封后,将引线框 500 的外周部和电极 250a、250b、270b、290a、290b 的连接部分、主电极 250a、250b、270b 间的连接部分、副电极 290a、290b 间的连接部分切断。由此,得到功率半导体模块 100。

[0108] 如上述那样,通过利用引线框 500,从而能够将主电极 250a、250b、270b 同时接合在预定部位。即,与依次接合已经分离的电极的制造方法相比,能够容易形成电气布线。另外,若采用引线框 500,则电极 250a、250b、270b、290a、290b 作为使内部连接部分(与半导体芯片、热分流器或引线连接的部分)和外部端子部分 253、273、293 一体化的构件来提供。因此,无需另外设置外部端子。因此,能够削减制造工序数、部件个数等,降低制造成本。

[0109] 另外,绝缘基板 350 的第一导电层 370 被分割,一个分割部分 371 与第一主电极 250a 接合,另一个分割部分 372 与第一主电极 250b 接合。因此,能够确保主电极 250a、250b 间的绝缘性。即,无需对电位不同的主电极 250a、250b 分别设置绝缘基板,利用单一的绝缘基板 350 即可。因此,能够削减部件个数、制造工序数等,降低制造成本。

[0110] 另外,若采用单一的绝缘基板 350,则能够容易对冷却器提供平坦面,其结果是,能够使绝缘基板 350 和冷却器良好地紧贴。

[0111] 另外,若采用单一的绝缘基板 350,则能够容易使分割部分 371 中与引线框 500 接合的面和分割部分 372 中与引线框 500 接合的面位于同一平面(参照图 2 以及图 3 中的 5-5 线)上。另一方面,若采用引线框 500,则能够容易使第一主电极 250a 中与绝缘基板 350 接合的面和第一主电极 250b 中与绝缘基板 350 接合的面位于同一平面(参照图 2 以及图 3 中的 4-4 线)上。

[0112] 因此,绝缘基板 350 不会倾斜,能够容易将绝缘基板 350 和第一主电极 250a、250b 接合。

[0113] 绝缘基板 350 不倾斜能够防止在绝缘基板 350 的上表面 352 和模塑模具的内壁面之间形成间隙。由此,能够防止在密封工序中模塑树脂形成于绝缘基板 350 的上表面 352,容易使该上表面 352 露出。

[0114] 另外,由于绝缘基板 350 的第一导电层 370 被分割,所以,在绝缘层 360 的下表面 361 与模塑树脂 410 接触的面积增加。具体地说,与分割部分 371、372 连接的情况相比,绝缘层 360 的下表面 361 中的该分割部分 371、372 间的区域有助于绝缘层 360 和模塑树脂 410 的接触面积的增大。与金属制的分割部分 371、372 相比,树脂制的绝缘层 360 与模塑树脂 410 的紧贴性(换言之,粘接性)良好,因此,绝缘层 360 和模塑树脂 410 的接触面积的增大能够提高绝缘层 360 的绝缘可靠性、绝缘层 360 和模塑树脂 410 的界面的绝缘可靠性等。

[0115] 另外,第一导电层 370 被分割,由此,能够缓和第一导电层 370 对绝缘层 360 造成的热应力。

[0116] 在这里,如上所述例示了绝缘基板 350 的第二导电层 380 未被分割的情况(参照图 1),但是,也可以分割该第二导电层 380。在图 8 中示出了将第二导电层 380 分割为两个部分 381、382 的例子。在图 8 的例子中,概略地说,分割部分 381 设置在将第一导电层 370 的分割部分 371 投影于绝缘层 360 的上表面 362 而得到的区域,分割部分 382 设置在将第一导电层 370 的分割部分 372 投影于绝缘层 360 的上表面 362 而得到的区域。但是,第二导电层 380 的分割数、分割图案(换言之,平面图案)等并不限于该例子。第二导电层 380

被分割,由此,能够缓和第二导电层 380 对绝缘层 360 造成的热应力。

[0117] 第一导电层 370 也能分割为三个以上的部分。另外,第一导电层 370 的分割数也可以与第二导电层 380 的分割数不同。第一导电层 370 的最小分割数鉴于与第一导电层 370 连接的第一主电极的个数或电位等来决定。在功率半导体模块 100 的情况下,由于第一导电层 370 与电位不同的两个第一主电极 250a、250b 连接,所以,第一导电层 370 的最小分割数为 2。即,第一导电层 370 能够分割为两个以上。此外,也可以针对一个第一主电极接合多个分割部分。

[0118] 随着导电层 370、380 的分割数变多,也能提高由分割引起的上述各种效果。

[0119] <实施方式 2>

[0120] 在图 9 ~ 图 12 中示出实施方式 2 的功率半导体模块 100B 的结构图。具体地说,图 9 是功率半导体模块 100B 的平面图(俯视图)。图 10 是从图 9 中的箭头 10 的方向观察功率半导体模块 100B 时的侧视图。图 11 是在图 10 中的 11-11 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100B 时的平面图。图 12 是在图 10 中的 12-12 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100B 时的平面图。此外,在图 10 ~ 图 12 中,为了便于说明,图示了除了后述的模塑树脂 410(为了参考,用双点划线示出其外形)的状态。另外,图 13 示出功率半导体模块 100B 的电路图。

[0121] 根据图 9 ~ 图 12 的例子,功率半导体模块 100B 包括:半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h、热分流器 160cde、160f ~ 160h、第一电极 250c ~ 250e、250fgh、第二电极 270cde、270f ~ 270h、第三电极 290c ~ 290h、绝缘基板 350B。

[0122] 另外,功率半导体模块 100B 包括在实施方式 1 中所例示的第一接合构件 180、绝缘片材 210、箔状片材 220、第二接合构件 310、引线 330、第三接合构件 400、模塑树脂 410。

[0123] 半导体芯片 120c ~ 120h 在这里是 IGBT 芯片,与在实施方式 1 中所例示的 IGBT 芯片 120a、120b 同样地构成。半导体芯片 140c ~ 140h 在这里是二极管芯片,与在实施方式 1 中所例示的二极管芯片 140a、140b 同样地构成。热分流器 160cde、160f ~ 160h 与在实施方式 1 中所例示的热分流器 160a、160b 同样地构成。

[0124] 在热分流器 160cde 上利用第一接合构件 180 接合有 IGBT 芯片 120c ~ 120e 以及二极管芯片 140c ~ 140e。更具体地说,IGBT 芯片 120c ~ 120e 的集电极面 121(参照图 2)以及二极管芯片 140c ~ 140e 的阴极面 141(参照图 2)接合于热分流器 160cde 的芯片搭载面 162(参照图 2)。

[0125] 同样地,在热分流器 160f 上接合有 IGBT 芯片 120f 以及二极管芯片 140f,在热分流器 160g 上接合有 IGBT 芯片 120g 以及二极管芯片 140g,在热分流器 160h 上接合有 IGBT 芯片 120h 以及二极管芯片 140h。

[0126] 热分流器 160cde、160f ~ 160h 的芯片搭载面 162 位于同一平面,相对于该同一平面,热分流器 160cde、160f ~ 160h 位于同一侧。另外,热分流器 160cde、160f ~ 160h 彼此分离。

[0127] 在这里,功率半导体模块 100B 包括四个单位结构体 200cde、200f、200g、200h。具体地说,单位结构体 200cde 具有在热分流器 160cde 上接合有半导体芯片 120c ~ 120e、140c ~ 140e 的结构。单位结构体 200f 具有在热分流器 160f 上接合有半导体芯片 120f、140f 的结构,单位结构体 200g 具有在热分流器 160g 上接合有半导体芯片 120g、140g 的结

构,单位结构体 200h 具有在热分流器 160h 上接合有半导体芯片 120h、140h 的结构。

[0128] 对于绝缘片材 210 来说,从热分流器 160cde、160f ~ 160h 观察,位于与半导体芯片 120c ~ 120h、140a ~ 140h 相反的一侧,固定于热分流器 160cde、160f ~ 160h 的下表面 161(参照图 2)。对于箔状片材 220 来说,从绝缘片材 210 观察,位于与热分流器 160cde、160f ~ 160h 相反的一侧,固定于绝缘片材 210。

[0129] 第一电极 250c ~ 250h 以及第二电极 270cde、270f ~ 270h 是功率半导体模块 100B 的主电流流过的电极、所谓的主电极。与在实施方式 1 中所例示的主电极 250a、250b、270b 同样地,主电极 250c ~ 250h、270cde、270f ~ 270h 基本上是具有预定的平面图案(参照图 11)的板状构件。

[0130] 第一主电极 250c 是与在单位结构体 200cde 中包含的半导体芯片 120c、140c 的上表面 122、142(参照图 2)接合的电极。具体地说,第一主电极 250c 的下表面 251(参照图 2)利用第二接合构件 310 与 IGBT 芯片 120c 的发射极电极以及二极管芯片 140c 的阳极电极接合。同样地,第一主电极 250d 与 IGBT 芯片 120d 的发射极电极以及二极管芯片 140d 的阳极电极接合,第一主电极 250e 与 IGBT 芯片 120e 的发射极电极以及二极管芯片 140e 的阳极电极接合。

[0131] 另外,第一主电极 250c 向相邻的热分流器 160f 延伸,第一主电极 250c 的下表面 251 利用第二接合构件 310 与该相邻的热分流器 160f 的芯片搭载面 162 接合。同样地,第一主电极 250d 与相邻的热分流器 160g 接合,第一主电极 250e 与相邻的热分流器 160h 接合。

[0132] 第一主电极 250fgh 是与在单位结构体 200f ~ 200h 中包含的半导体芯片 120f ~ 120h、140f ~ 140h 的上表面 122、142(参照图 2)接合的电极。具体地说,第一主电极 250fgh 的下表面 251(参照图 2)利用第二接合构件 310 与 IGBT 芯片 120f ~ 120h 的发射极电极以及二极管芯片 140f ~ 140h 的阳极电极接合。

[0133] 第二主电极 270cde 是与在单位结构体 200cde 中包含的热分流器 160cde 接合的电极。具体地说,第二主电极 270cde 的下表面 271(参照图 2)利用第二接合构件 310 与热分流器 160cde 的芯片搭载面 162(参照图 2)接合。同样地,第二主电极 270f 与热分流器 160f 接合,第二主电极 270g 与热分流器 160g 接合,第二主电极 270h 与热分流器 160h 接合。

[0134] 在这里,主电极 250fgh、270cde、270f ~ 270h 具有向模塑树脂 410 的外部突出的外部端子 253、273。相对于此,主电极 250c ~ 250e 不具有外部端子 253。

[0135] 第三电极 290c ~ 290h 是在功率半导体模块 100B 的控制、监视、管理等中使用的电极、所谓的副电极。第三电极 290c ~ 290h 的宽度比主电极 250c ~ 250e、250fgh 的宽度窄(参照图 11)。

[0136] 根据图 11 的例子,多个副电极 290c 分别根据其用途利用引线 330 与 IGBT 芯片 120c 的预定部位(栅极电极焊盘、发射极电极焊盘、电流检测用的电流感测焊盘、温度检测用的温度感测焊盘等)连接。同样,多个副电极 290d 利用引线 330 与 IGBT 芯片 120d 连接,多个副电极 290e 利用引线 330 与 IGBT 芯片 120e 连接。即,副电极 290c ~ 290e 针对单位结构体 200cde 而设置。

[0137] 另外,同样地,多个副电极 290f 利用引线 330 与 IGBT 芯片 120f 连接,多个副电

极 290g 利用引线 330 与 IGBT 芯片 120g 连接,多个副电极 290h 利用引线 330 与 IGBT 芯片 120h 连接。即,副电极 290f、290g、290h 分别针对单位结构体 200f、200g、200h 而设置。

[0138] 副电极 290c ~ 290h 具有向模塑树脂 410 的外部突出的外部端子 293。

[0139] 在这里,上述电极 250c ~ 250e、250fgh、270cde、270f ~ 270h、290c ~ 290h 由预先一体形成有这些电极 250c ~ 250e、250fgh、270cde、270f ~ 270h、290c ~ 290h 的图案的引线框提供。在图 14 中例示了上述那样的引线框 50B 的平面图。使用了引线框 500B 的功率半导体模块 100B 的制造方法在后面叙述。

[0140] 返回到图 9 ~ 图 11,绝缘基板 350B 是包括绝缘层 360、第一导电层 370B、第二导电层 380 的板状构件。绝缘层 360 以及第二导电层 380 与实施方式 1 同样地构成。

[0141] 第一导电层 370B 除了平面图案不同这一点外,与在实施方式 1 中所例示的第一导电层 370 同样地构成。即,如图 12 所示,第一导电层 370B 被分割为四个部分 373 ~ 376。分割部分 373 利用第三接合构件 400 与第一主电极 250c 的上表面 252 接合。同样地,分割部分 374 与第一主电极 250d 接合,分割部分 375 与第一主电极 250e 接合,分割部分 376 与第一主电极 250fgh 接合。

[0142] 模塑树脂 410 与实施方式 1 同样地设置。即,模塑树脂 410 在各电极 250fgh、270cde、270f ~ 270h、290c ~ 290h 的外部端子部分 253、273、293、带箔的绝缘构件 230 的下表面 221 (参照图 2)、绝缘基板 350 的上表面 352 (参照图 2) 露出的状态下,对单位结构体 200cde、200f、200g、200h 以及引线 330 进行密封。此外,由于主电极 250c ~ 250e 不具有外部端子,所以,该主电极 250c ~ 250e 的整体不露出至模塑树脂 410 的外部。

[0143] 针对带箔的绝缘构件 230 的上述露出面 221 以及绝缘基板 350 的上述露出面 352 分别经由热传导性润滑脂等搭载未图示的冷却器 (换言之,散热器)。

[0144] 根据这样的结构,利用热分流器 160cde 连接 IGBT120c 的集电极电极和二极管 140c 的阴极电极,利用第一主电极 250c 连接 IGBT120c 的发射极电极和二极管 140c 的阳极电极。即,如图 13 的电路图所示,IGBT120c 和二极管 140c 反向并联连接。同样,IGBT120d 和二极管 140d 利用热分流器 160cde 和第一主电极 250d 反向并联连接,IGBT120e 和二极管 140e 利用热分流器 160cde 和第一主电极 250e 反向并联连接。

[0145] 同样地,IGBT120f 和二极管 140f 利用热分流器 160f 和第一主电极 250fgh 反向并联连接,IGBT120g 和二极管 140g 利用热分流器 160g 和第一主电极 250fgh 反向并联连接,IGBT120h 和二极管 140h 利用热分流器 160h 和第一主电极 250fgh 反向并联连接。

[0146] 另外,由于第一主电极 250c 与相邻的热分流器 160f 连接,所以,IGBT120c 的发射极电极和二极管 140c 的阳极电极连接于 IGBT120f 的集电极电极和二极管 140f 的阴极电极。即,如图 13 所示,由 IGBT120c 和二极管 140c 构成的上述的反并联电路与由 IGBT120f 和二极管 140f 构成的上述的反并联电路串联连接。

[0147] 同样,由 IGBT120d 和二极管 140d 构成的上述的反并联电路与由 IGBT120g 和二极管 140g 构成的上述的反并联电路串联连接。另外,由 IGBT120e 和二极管 140e 构成的上述的反并联电路与由 IGBT120h 和二极管 140h 构成的上述的反并联电路串联连接。

[0148] 另外,IGBT120c、120d、120e 的集电极电极和二极管 140c、140d、140e 的阴极电极利用热分流器 160cde 彼此连接。另一方面,IGBT120f、120g、120h 的发射极电极和二极管 140f、140g、140h 的阳极电极利用第一主电极 250fgh 彼此连接。

[0149] 因此,如图 13 所示,在热分流器 160cde(与第二主电极 270cde 连接)和第一主电极 250fgh 之间,并联连接有由 IGBT120c、120f 和二极管 140c、140f 构成的上述的串联电路、由 IGBT120d、120g 和二极管 140d、140g 构成的上述的串联电路、由 IGBT120e、120h 和二极管 140e、140h 构成的上述的串联电路。

[0150] 在第一主电极 250fgh 的外部端子 253 和第二主电极 270cde 的外部端子 273 之间供给对 IGBT120c ~ 120h 以及二极管 140c ~ 140h 施加的主电压。另外,从副电极 290c 的外部端子 293 向 IGBT120c 的栅极电极施加开关控制电压。更具体地说,在与 IGBT120c 的栅极电极连接的外部端子 293 和与 IGBT120c 的发射极电极连接的外部端子 293 之间施加开关控制电压。同样地,对 IGBT120d ~ 120h 也施加开关控制电压。

[0151] 在半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140hf 中流过电流,由此,这些半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 发热。所产生的热从半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 的下表面 121、141 通过接合构件 180、热分流器 160cde、160f ~ 160h、绝缘片材 210、箔状片材 220 传递至箔状片材 220 侧的冷却器(省略图示)。另外,所产生的热从半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 的上表面 122、142 通过接合构件 310、第一主电极 250c ~ 250e、250fgh、接合构件 400、绝缘基板 350B 传递至绝缘基板 350B 侧的冷却器(省略图示)。由此,利用上述两个冷却器进行散热,半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 被冷却。

[0152] 特别是,作为构成从半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 至冷却器的传热路径的各构件,采用热传导性比模塑树脂 410 高的材料。

[0153] 这样,功率半导体模块 100B 从半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 的下表面 121、141 侧和上表面 122、142 侧这二者进行散热。因此,与以往的仅从单侧进行冷却的结构相比,能够得到高的冷却性能。

[0154] 另外,即使在冷却器由铝、铜等金属构成的情况下,也能够使功率半导体模块 100B 和冷却器在不再安装绝缘构件的情况下接触。其原因在于,功率半导体模块 100B 内置有绝缘片材 210 以及绝缘基板 350B。

[0155] 具体地说,热分流器 160cde、160f ~ 160h 构成主电流路径的一部分,但是,热分流器 160cde、160f ~ 160h 因绝缘片材 210 和模塑树脂 410 的存在而没有露出到外部。因此,在热分流器 160cde、160f ~ 160h 和冷却器之间确保绝缘性。

[0156] 另外,主电极 250fgh、270cde、270f ~ 270h 除了外部端子 253、273 外,因绝缘基板 350B 和模塑树脂 410 的存在而没有露出到外部。此外,由于主电极 250c ~ 250e 不具有外部端子,所以,该主电极 250c ~ 250e 整体没有露出到外部。此外,外部端子 253、273 从与冷却器的搭载面不同的面引出。因而,在主电极 250c ~ 250e、250fgh、270cde、270f ~ 270h 和冷却器之间确保绝缘性。

[0157] 此外,即使没有箔状片材 220 和绝缘基板 350B 的第二导电层 380 中的一个或这二者,也能够提高上述的冷却性能和确保绝缘性。另外,即使没有箔状片材 220 和绝缘基板 350B 的第二导电层 380 中的一个或这二者,也能够得到在以下说明的各种效果。

[0158] 功率半导体模块 100B 能够与实施方式 1 的功率半导体模块 100 同样地制造。

[0159] 具体地说,利用第一接合构件 180 将 IGBT 芯片 120c ~ 120e 以及二极管芯片 140c ~ 140e 接合在热分流器 160cde 上。另外,利用第一接合构件 180 将 IGBT 芯片 120f 以及二极管芯片 140f 接合在热分流器 160f 上。同样地,将 IGBT 芯片 120g 以及二极管芯

片 140g 接合在热分流器 160g 上,将 IGBT 芯片 120h 以及二极管芯片 140h 接合在热分流器 160h 上。

[0160] 接着,半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 等与预先一体形成有电极 250c ~ 250e、250fgh、270cde、270f ~ 270h、290c ~ 290h 的图案的引线框 500B (参照图 14) 接合。

[0161] 具体地说,利用第二接合构件 310 将引线框 500B 中的第一主电极 250c 接合于 IGBT 芯片 120c 的发射极电极、二极管芯片 140c 的阳极电极、热分流器 160f 的上表面 162。同样地,将引线框 500B 中的第一主电极 250d 接合于 IGBT 芯片 120d、二极管芯片 140d、热分流器 160g,将引线框 500B 中的第一主电极 250e 接合于 IGBT 芯片 120e、二极管芯片 140e、热分流器 160h。

[0162] 另外,利用第二接合构件 310 将引线框 500B 中的第一主电极 250fgh 接合于 IGBT 芯片 120f ~ 120h 的发射极电极和二极管芯片 140f ~ 140h 的阳极电极。

[0163] 另外,利用第二接合构件 310 将引线框 500B 中的第二主电极 270cde、270f ~ 270h 接合于热分流器 160cde、160f ~ 160h 的上表面 162。

[0164] 通过利用引线框 500B,从而能够同时进行上述各处的接合。

[0165] 另外,利用引线 330 将引线框 500B 中的各第三电极 (副电极) 290e ~ 290h 连接于预定部位 (IGBT 芯片 120c ~ 120h 的栅极电极焊盘、发射极电极焊盘、电流检测用感测焊盘、温度检测用感测焊盘等)。

[0166] 然后,利用第三接合构件 400 将引线框 500B 中的第一主电极 250c ~ 250e、250fgh 和绝缘基板 350B 的第一导电层 370B 的分割部分 373 ~ 376 接合。

[0167] 接着,将如以上那样制造的结构物 (半成品) 容置在模塑模具内,利用模塑树脂进行密封。具体地说,与实施方式 1 同样,将箔状片材 220 和绝缘片材 210 配置在模塑模具的树脂注入空间内,然后,在绝缘片材 210 上配置上述的半成品。然后,使模塑树脂 410 用的材料流入到树脂注入空间内。

[0168] 此外,以模塑树脂 410 不覆盖电极 250fgh、270cde、270f ~ 270h、290c ~ 290h 的外部端子部分 253、273、293、带箔的绝缘片材 230 中位于远离半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 的一侧的片材表面 221 (参照图 2)、绝缘基板 350B 中位于远离半导体芯片 120c ~ 120h、140c ~ 140h 的一侧的基板主面 352 (参照图 2) 的方式,例如设计模塑模具的树脂注入空间。

[0169] 在密封后,与实施方式 1 同样地,将功率半导体模块 100B 从引线框 500B 切离。

[0170] 如上述那样,通过利用引线框 500B,从而能够将主电极 250c ~ 250e、250fgh、270cde、270f ~ 270h 同时接合在预定部位。即,与依次接合已经分离的电极的制造方法相比,能够容易形成电气布线。另外,若采用引线框 500B,则电极 250fgh、270cde、270f ~ 270h、290c ~ 290h 作为使内部连接部分 (与半导体芯片、热分流器或引线连接的部分) 和外部端子部分 253、273、293 一体化的构件来提供。因此,无需另外设置外部端子。因此,能够削减制造工序数、部件个数等,降低制造成本。

[0171] 另外,绝缘基板 350B 的第一导电层 370B 被分割,分割部分 373 ~ 376 与第一主电极 250c ~ 250h、250fgh 接合。因此,确保主电极 250c ~ 250h、250fgh 间的绝缘性。即,无需对电位不同的主电极 250c ~ 250h、250fgh 分别设置绝缘基板,利用单一的绝缘基板 350B 即可。因此,能够削减部件个数、制造工序数等,降低制造成本。

[0172] 另外,若采用单一的绝缘基板 350B,则能够容易对冷却器提供平坦面,其结果是,能够使绝缘基板 350B 和冷却器良好地紧贴。

[0173] 另外,若采用单一的绝缘基板 350B,则能够容易使分割部分 373 中与引线框 500B 接合的面、分割部分 374 中与引线框 500B 接合的面、分割部分 375 中与引线框 500B 接合的面、分割部分 376 中与引线框 500B 接合的面位于同一平面(参照图 10 中的 12-12 线)上。另一方面,若采用引线框 500B,则能够容易使第一主电极 250c 中与绝缘基板 350B 接合的面、第一主电极 250d 中与绝缘基板 350B 接合的面、第一主电极 250e 中与绝缘基板 350B 接合的面、第一主电极 250fgh 中与绝缘基板 350B 接合的面位于同一平面(参照图 10 中的 11-11 线)上。

[0174] 因此,绝缘基板 350B 不会倾斜,能够容易对绝缘基板 350B 和第一主电极 250c ~ 250h、250fgh 进行接合。

[0175] 使绝缘基板 350B 不倾斜能够防止在绝缘基板 350B 的上表面 352 和模塑模具的内壁面之间形成间隙。由此,能够防止在密封工序中模塑树脂形成于绝缘基板 350B 的上表面 352,容易使该上表面 352 露出。

[0176] 另外,绝缘基板 350B 的第一导电层 370B 被分割,由此,在绝缘层 360 的下表面 361 与模塑树脂 410 接触的面积增大。具体地说,与分割部分 373 ~ 376 连接的情况相比,绝缘层 360 的下表面 361 中的该分割部分 373 ~ 376 间的区域有助于绝缘层 360 和模塑树脂 410 的接触面积的增大。与金属制的分割部分 373 ~ 376 相比,树脂制的绝缘层 360 与模塑树脂 410 的紧贴性(换言之,粘接性)良好,因此,绝缘层 360 和模塑树脂 410 的接触面积的增大能够提高绝缘层 360 的绝缘可靠性、绝缘层 360 和模塑树脂 410 的界面的绝缘可靠性等。

[0177] 另外,第一导电层 370B 被分割,从而能够缓和第一导电层 370B 对绝缘层 360 造成的热应力。

[0178] 在这里,如上所述,例示了绝缘基板 350B 的第二导电层 380 未被分割的情况(参照图 9),但是,也可以分割该第二导电层 380。在图 15 中示出了将第二导电层 380 分割为四个部分 383 ~ 386 的例子。在图 15 的例子中,概略地说,分割部分 383 设置在将第一导电层 370B 的分割部分 373 投影于绝缘层 360 的上表面 362 而得到的区域,同样,分割部分 384 ~ 386 分别设置在将第一导电层 370B 的分割部分 374 ~ 376 投影于绝缘层 360 的上表面 362 而得到的区域。但是,第二导电层 380 的分割数、分割图案(换言之,平面图案)等并不限于该例子。第二导电层 380 被分割,从而能够缓和第二导电层 380 对绝缘层 360 造成的热应力。

[0179] 第一导电层 370B 也能够分割为五个以上的部分。另外,第一导电层 370B 的分割数也可以与第二导电层 380 的分割数不同。第一导电层 370B 的最小分割数鉴于与第一导电层 370B 连接的第一主电极的个数或电位等来决定。在功率半导体模块 100B 的情况下,由于第一导电层 370B 与电位不同的四个第一主电极 250c ~ 250e、250fgh 连接,所以,第一导电层 370B 的最小分割数为 4。即,第一导电层 370B 能够分割为四个以上。此外,也可以针对一个第一主电极接合多个分割部分。

[0180] 随着导电层 370B、380B 的分割数变多,也能提高由分割引起的上述各种效果。

[0181] <实施方式 3>

[0182] 在图 16～图 19 中示出实施方式 3 的功率半导体模块 100C 的结构图。具体地说,图 16 是功率半导体模块 100C 的平面图(俯视图)。图 17 是从图 16 中的箭头 17 的方向观察功率半导体模块 100C 时的侧视图。图 18 是在图 17 中的 18-18 线的位置从箭头方向观察功率半导体模块 100C 时的平面图。图 19 是在图 17 中的 19-19 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100C 时的平面图。此外,在图 17～图 19 中,为了便于说明,图示了除了后述的模塑树脂 410(为了参考,用双点划线示出其外形)的状态。另外,在图 20 中示出功率半导体模块 100C 的电路图。

[0183] 根据图 16～图 19 的例子,功率半导体模块 100C 包括半导体芯片 120i、120j、140i、140j、热分流器 160ij、第一电极 250ij、第二电极 270ij、第三电极 290i、290j、绝缘基板 350C。

[0184] 另外,功率半导体模块 100C 包括在实施方式 1 中所例示的第一接合构件 180、绝缘片材 210、箔状片材 220、第二接合构件 310、引线 330、第三接合构件 400、模塑树脂 410。

[0185] 半导体芯片 120i、120j 在这里是以碳化硅(SiC)为材料的 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)的芯片。

[0186] MOSFET 芯片 120i 与在实施方式 1 中所例示的 IGBT 芯片 120a、120b(参照图 2)同样,具有彼此处于表里的关系(换言之,隔着芯片内部对置)的第一芯片主面 121(参照图 2)和第二芯片主面 122(参照图 2)。虽然省略详细的图示,但是,在这里在第一芯片主面 121 形成有 MOSFET 的漏极电极,在第二芯片主面 122 形成有 MOSFET 的源极电极以及栅极电极。MOSFET 芯片 120j 与 MOSFET 芯片 120i 同样地构成。

[0187] 根据该例子,在 MOSFET 芯片 120i、120j 中,将第一芯片主面 121 也称为漏极面 121,将第二芯片主面 122 也称为源极/栅极面 122。另外,与图 17 的图示相匹配,将第一芯片主面 121 也称为下表面 121,将第二芯片主面 122 也称为上表面 122。另外,有时也将 MOSFET 芯片 120i、120j 简称为 MOSFET120i、120j。

[0188] 半导体芯片 140i、140j 在这里是二极管芯片,与在实施方式 1 中所例示的二极管芯片 140a、140b 同样地构成。其中,半导体芯片 140i、140j 也是以碳化硅(SiC)为材料的芯片。

[0189] 热分流器 160ij 与在实施方式 1 中所例示的热分流器 160a、160b 同样构成。

[0190] 利用第一接合构件 180 将 MOSFET 芯片 120i、120j 以及二极管芯片 140i、140j 接合于热分流器 160ij。更具体地说, MOSFET 芯片 120i、120j 的漏极面 121(参照图 2)以及二极管芯片 140i、140j 的阴极面 141(参照图 2)接合于热分流器 160ij 的芯片搭载面 162(参照图 2)。

[0191] 在该情况下,功率半导体模块 100C 包含一个单位结构体 200ij。具体地说,单位结构体 200ij 具有在热分流器 160ij 上接合有半导体芯片 120i、120j、140i、140j 的结构。

[0192] 对于绝缘片材 210 来说,从热分流器 160ij 观察,位于与半导体芯片 120i、120j、140i、140j 相反的一侧,固定在热分流器 160ij 的下表面 161(参照图 2)。对于箔状片材 220 来说,从绝缘片材 210 观察,位于与热分流器 160ij 相反的一侧,固定于绝缘片材 210。

[0193] 第一电极 250ij 以及第二电极 270ij 是功率半导体模块 100C 的主电流流过的电极、所谓的主电极。主电极 250ij、270ij 与在实施方式 1 中例示的主电极 250a、250b、270b 同样,基本上是具有预定的平面图案(参照图 18)的板状构件。

[0194] 第一主电极 250ij 是与在单位结构体 200ij 中包含的半导体芯片 120i、120j、140i、140j 的上表面 122、142(参照图 2)接合的电极。具体地说,第一主电极 250ij 的下表面 251(参照图 2)利用第二接合构件 310 与 MOSFET 芯片 120i、120j 的源极电极以及二极管芯片 140i、140j 的阳极电极接合。

[0195] 第二主电极 270ij 是与在单位结构体 200ij 中包含的热分流器 160ij 接合的电极。具体地说,第二主电极 270ij 的下表面 271(参照图 2)利用第二接合构件 310 与热分流器 160ij 的芯片搭载面 162(参照图 2)接合。

[0196] 在这里,主电极 250ij、270ij 具有向模塑树脂 410 的外部突出的外部端子 253、273。

[0197] 第三电极 290i、290j 是在功率半导体模块 100C 的控制、监视、管理等中使用的电极、所谓的副电极。第三电极 290i、290j 的宽度比主电极 250ij、270ij 的宽度窄(参照图 18)。

[0198] 根据图 18 的例子,多个副电极 290i 分别根据其用途利用引线 330 与 MOSFET 芯片 120i 的预定部位(栅极电极焊盘、漏极电极焊盘、电流检测用的电流感测焊盘、温度检测用的温度感测焊盘等)连接。同样,多个副电极 290j 利用引线 330 与 IGBT 芯片 120j 连接。即,副电极 290i、290j 针对单位结构体 200ij 而设置。

[0199] 副电极 290i、290j 具有向模塑树脂 410 的外部突出的外部端子 293。

[0200] 在这里,上述电极 250ij、270ij、290i、290j 由预先一体形成有这些电极 250ij、270ij、290i、290j 的图案的引线框提供。在图 21 中例示了上述那样的引线框 500C 的平面图。

[0201] 返回到图 16~图 19,绝缘基板 350C 是包括绝缘层 360、第一导电层 370C、第二导电层 380 的板状构件。绝缘层 360 以及第二导电层 380 与实施方式 1 同样地构成。

[0202] 第一导电层 370C 除了平面图案不同这一点外,与在实施方式 1 中所例示的第一导电层 370 同样地构成。即,如图 19 所示,第一导电层 370C 没有被分割。第一导电层 370C 利用第三接合构件 400 与第一主电极 250ij 的上表面 252 接合。

[0203] 模塑树脂 410 与实施方式 1 同样地设置。即,模塑树脂 410 在各电极 250ij、270ij、290i、290j 的外部端子部分 253、273、293、带箔的绝缘构件 230 的下表面 221(参照图 2)、绝缘基板 350 的上表面 352(参照图 2)露出的状态,对单位结构体 200ij 以及引线 330 进行密封。

[0204] 针对绝缘构件 230 的上述露出面 221 以及绝缘基板 350 的上述露出面 352 分别经由热传导性润滑脂等搭载未图示的冷却器(换言之,散热器)。

[0205] 根据这样的结构,利用热分流器 160ij 将 MOSFET120i、120j 的漏极电极和二极管 140i、140j 的阴极电极连接,利用第一主电极 250ij 将 MOSFET120i、120j 的源极电极和二极管 140i、140j 的阳极电极连接。即,如图 20 的电路图所示, MOSFET120i 和二极管 140i 反向并联连接, MOSFET120j 和二极管 140j 反向并联连接,这两个反并联电路并联连接。

[0206] 在第一主电极 250ij 的外部端子 253 和第二主电极 270ij 的外部端子 273 之间供给对 MOSFET120i、120j 以及二极管 140i、140j 施加的主电压。另外,从副电极 290i 的外部端子 293 向 MOSFET120i 的栅极电极施加开关控制电压。更具体地说,在与 MOSFET120i 的栅极电极连接的外部端子 293 和与 MOSFET120j 的源极电极连接的外部端子 293 之间施加

开关控制电压。同样地,对 MOSFET120j 也施加开关控制电压。

[0207] 在半导体芯片 120i、120j、140i、140j 中流过电流,由此,这些半导体芯片 120i、120j、140i、140j 发热。所产生的热从半导体芯片 120i、120j、140i、140j 的下表面 121、141 通过接合构件 180、热分流器 160ij、绝缘片材 210、箔状片材 220 传递到箔状片材 220 侧的冷却器(省略图示)。另外,所产生的热从半导体芯片 120i、120j、140i、140j 的上表面 122、142 通过接合构件 310、第一主电极 250ij、接合构件 400 和绝缘基板 350C 传递至绝缘基板 350C 侧的冷却器(省略图示)。由此,利用上述两个冷却器进行散热,半导体芯片 120i、120j、140i、140j 被冷却。

[0208] 特别是,作为构成从半导体芯片 120i、120j、140i、140j 至冷却器的传热路径的各构件,采用热传导性比模塑树脂 410 高的材料。

[0209] 这样,功率半导体模块 100C 从半导体芯片 120i、120j、140i、140j 的下表面 121、141 侧和上表面 122、142 侧这二者进行散热。因此,与以往的仅从单侧进行冷却的结构相比,能够得到高的冷却性能。

[0210] 另外,即使在冷却器由铝、铜等金属构成的情况下,也能够使功率半导体模块 100C 和冷却器在不再安装绝缘构件的情况下接触。其原因在于,功率半导体模块 100C 内置有绝缘片材 210 以及绝缘基板 350C。

[0211] 具体地说,热分流器 160ij 构成主电流路径的一部分,但是,热分流器 160ij 因绝缘片材 210 和模塑树脂 410 的存在而没有露出到外部。因此,在热分流器 160ij 和冷却器之间确保绝缘性。

[0212] 另外,主电极 250ij、270ij 除了外部端子 253、273 外,因绝缘基板 350C 和模塑树脂 410 的存在而没有露出到外部。此外,外部端子 253、273 从与冷却器的搭载面不同的面引出。因此,在主电极 250ij、270ij 和冷却器之间确保绝缘性。

[0213] 此外,即使没有箔状片材 220 和绝缘基板 350C 的第二导电层 380 中的一个或这二者,也能够提高上述的冷却性能和确保绝缘性。另外,即使没有箔状片材 220 和绝缘基板 350C 的第二导电层 380 中的一个或这二者,也能够得到在以下说明的各种效果。

[0214] 功率半导体模块 100C 能够与实施方式 1、2 的功率半导体模块 100、100B 同样地制造。因此,虽然在这里省略具体的说明,但是,与功率半导体模块 100、100B 的制造方法同样,能够利用引线框 500C。

[0215] 通过利用引线框 500C,从而能够将主电极 250ij、270ij 同时接合在预定部位。即,与依次接合已经分离的电极的制造方法相比,能够容易形成电气布线。另外,若采用引线框 500C,则电极 250ij、270ij、290i、290j 作为使内部连接部分(与半导体芯片、热分流器或引线连接的部分)和外部端子部分 253、273、293 一体化的构件来提供。因此,无需另外设置外部端子。因此,能够削减制造工序数、部件个数等,降低制造成本。

[0216] 在这里,如上述那样,半导体芯片 120i、120j、140i、140j 以碳化硅(SiC)为材料。由于以 SiC 为材料的半导体基板价格高,所以,为了提高制造成品率,往往减小芯片尺寸。因此,SiC 芯片与硅(Si)芯片相比面积小,有时无法流过大的电流。针对该制约,为了得到所希望的电流,并联连接多个 SiC 芯片即可。具体地说,在功率半导体模块 100C 中,将两个反并联电路(各电路由 MOSFET 芯片和二极管芯片构成)并联连接。但是,也能够将三个以上的反并联电路并联连接。

[0217] 这样,在搭载了 SiC 芯片的功率半导体模块中,存在芯片数变多的趋势。另外,例如,在内置了将并联连接的 SiC 芯片组如实施方式 1 的例子那样串联连接而成的电路或将这样的串联连接电路如实施方式 2 的例子那样并联连接而成的电路等的功率半导体模块中,芯片数进一步增加。鉴于这些,利用引线框是有效的。

[0218] 另外,若采用单一的绝缘基板 350C,则能够容易对冷却器提供平坦面,其结果是,能够使绝缘基板 350C 和冷却器良好地紧贴。

[0219] 另外,若采用单一的绝缘基板 350C,则能够容易使第一导电层 370C 中与引线框 500C 接合的面为平面状(换言之,平坦)(参照图 17 中的 18-18 线)。另一方面,若采用引线框 500C,则能够容易使第一主电极 250ij 中与绝缘基板 350C 接合的面为平面状(换言之,平坦)(参照图 17 中的 19-19 线)。

[0220] 因此,绝缘基板 350C 不会倾斜,能够容易将缘基板 350C 和第一主电极 250ij 接合。

[0221] 使绝缘基板 350C 不倾斜能够防止在绝缘基板 350C 的上表面 352 和模塑模具的内壁面之间形成间隙。由此,能够防止在密封工序中模塑树脂形成于绝缘基板 350C 的上表面 352,容易使该上表面 352 露出。

[0222] 此外,在上述中例示了绝缘基板 350C 的第一导电层 370C 以及第二导电层 380 没有被分割的结构,但是,也能将导电层 370C、380 中的一个或这二者分割为多个部分。在该情况下,也可以针对一个第一主电极接合多个分割部分。通过分割导电层 370C、380,从而能够得到如在实施方式 1、2 中所述那样的由分割引起的各种效果。

[0223] <实施方式 4>

[0224] 在图 22 ~ 图 24 中示出实施方式 4 的功率半导体模块 100D 的结构图。具体地说,图 22 是功率半导体模块 100D 的平面图(俯视图)。图 23 是从图 22 中的箭头 23 的方向观察功率半导体模块 100D 时的侧视图。图 24 是在图 23 中的 24-24 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100D 时的平面图。此外,上述的图 4 也被利用为在图 23 中的 4-4 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100D 时的平面图。

[0225] 功率半导体模块 100D 具有将在实施方式 1 中所例示的功率半导体模块 100(参照图 2)的引线 330 以及绝缘基板 350 变更为引线 330D 以及绝缘基板 350D 的结构。功率半导体模块 100D 的其他结构基本上与在实施方式 1 中所例示的功率半导体模块 100 相同。

[0226] 引线 330D 与在实施方式 1 中所例示的引线 330 同样,从热分流器 160a、160b 观察,具有向绝缘基板 350D 一侧突出的线环形状。但是,引线 330D 的线环形状比在实施方式 1 中例示的引线 330 低。具体地说,引线 330D 的环顶点 331 没有超过绝缘基板 350D 的下表面 351 的位置。换言之,从绝缘基板 350D 观察,引线 330D 处于热分流器 160a、160b 侧的区域内。此外,引线 330D 的其他方面基本上与在实施方式 1 中例示的引线 330 相同。

[0227] 根据这样的低的引线 330D,将在实施方式 1 中例示的绝缘基板 350 延伸到引线 330D 的上方,从而构成绝缘基板 350D。即,绝缘基板 350D 在大小和配置范围上与绝缘基板 350 不同,但是其他方面基本上与绝缘基板 350 相同。

[0228] 绝缘基板 350D 具有与在实施方式 1 中例示的绝缘层 360 以及导电层 370、380 对应的绝缘层 360D 以及导电层 370D、380D。在图 22 ~ 图 24 的例子中,不仅绝缘层 360D,导电层 370D、380D 也延伸到引线 330D 的上方。

[0229] 功率半导体模块 100D 能够与在实施方式 1 中例示的功率半导体模块 100 同样地制造。

[0230] 这样,通过使引线 330 变低,从而能够在不与引线 330 接触的情况下扩大绝缘基板 350,由此,提供本实施方式 4 的功率半导体模块 100D 的结构。

[0231] 若采用宽的绝缘基板 350D,则与绝缘基板 350 相比,传热面积增加,由此,热阻减小。其结果是,功率半导体模块 100D 能够提供更高的冷却性能。

[0232] 低的引线 330D 以及宽的绝缘基板 350D 也能够应用于实施方式 2 等。另外,引线 330D 的上述形状也能够应用于将副电极 290a、290b 和 IGBT 芯片 120a、120b 连接的引线以外的引线。

[0233] <实施方式 5>

[0234] 在图 25 中示出实施方式 5 的功率半导体模块 100E 的侧视图。图 25 对应于图 23。此外,上述的图 4 以及图 24 也被利用为在图 25 中的 4-4 线以及 24-24 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100E 时的平面图。

[0235] 功率半导体模块 100E 具有将在实施方式 4 中例示的功率半导体模块 100D(参照图 23)的绝缘基板 350D 变更为绝缘基板 350E 的结构。功率半导体模块 100E 的其他结构基本上与功率半导体模块 100D 相同。

[0236] 绝缘基板 350E 包括与绝缘基板 350D 同样的绝缘层 360D、比绝缘基板 350D 的第一导电层 370D 厚的第一导电层 370E、比绝缘基板 350D 的第二导电层 380D 薄的第二导电层 380E。即,在绝缘基板 350E 中,第一导电层 370E 比第二导电层 380E 厚。

[0237] 功率半导体模块 100E 能够与在实施方式 1 中例示的功率半导体模块 100 同样地制造。

[0238] 若采用厚的第一导电层 370E,则能够扩大由半导体芯片 120a、120b、140a、140b 产生的热到达绝缘层 360D 的路径的面积(传热面积)。即,半导体芯片 120a、120b、140a、140b 所产生的热在通过第一导电层 370E 的期间向与第一导电层 370E 的厚度方向正交的方向扩展。

[0239] 这样,针对进入绝缘层 360D 的热,传热面积增加,由此,能够降低绝缘层 360D(热传导率比导电层 370E、380E 小)的热阻。其结果是,功率半导体模块 100E 能够提供更高的冷却性能。

[0240] 此外,在上述中,说明了使第一导电层 370E 变厚而相应地使第二导电层 380E 变薄的例子,但是,例如第二导电层 380E 的厚度也可以与在实施方式 4 中例示的第二导电层 380D(参照图 23)相同。相对于此,根据上述例子,能够避免伴随第一导电层 370E 变厚而绝缘基板 350E 整体的厚度增大的情况。

[0241] 另外,厚的第一导电层 370E 也能够分割为多个部分,能够得到由分割引起的上述各种效果。

[0242] 厚的第一导电层 370E 也能够应用于实施方式 1 等。

[0243] <实施方式 6>

[0244] 在图 26 中示出实施方式 6 的功率半导体模块 100F 的侧视图。图 26 对应于图 23。此外,上述的图 4 以及图 24 也被利用为在图 26 中的 4-4 线以及 24-24 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100F 时的平面图。

[0245] 功率半导体模块 100F 具有如下结构：在实施方式 4 所例示的功率半导体模块 100D（参照图 23）中，对第一主电极 250a、250b 赋予厚度分布。功率半导体模块 100F 的其他结构基本上与功率半导体模块 100D 相同。

[0246] 此外，在图 26 中，为了便于图示方向，图示了取代第一主电极 250a 的第一主电极 250aF，另一方面，没有图示取代第一主电极 250b 的第一主电极。但是，取代第一主电极 250b 的第一主电极也具有与第一主电极 250aF 同样的厚度分布。

[0247] 如图 26 所示，在第一主电极 250aF 中，与半导体芯片 120a、140a 接合的部分（以下，也称为接合部分）比其他部分（以下，也称为非接合部分）厚。另外，第一主电极 250aF 的上表面 252 平坦，另一方面，第一主电极 250aF 的下表面 251F 根据上述厚度分布而具有凹凸。即，在下表面 251F，接合部分相对于非接合部分突出。这样的厚度分布（换言之，下部 251F 的表面形状）能够利用轧制加工、切削加工等来形成。

[0248] 功率半导体模块 100F 能够与在实施方式 1 中例示的功率半导体模块 100 同样地制造。

[0249] 根据第一主电极 250aF，如图 26 所示，能够使将第一主电极 250aF 和半导体芯片 120a、140a 接合的第二接合构件 310 变薄。作为第二接合构件 310 而采用的焊料等的热传导率比构成第一主电极 250aF 的金属小。因此，通过使第二接合构件 310 变薄，从而能够降低热阻。其结果是，功率半导体模块 100F 能够提供更高的冷却性能。

[0250] 根据第一主电极 250aF，能够使第一主电极 250aF 的非接合部分远离半导体芯片 120a、140a。由此，能够确保第一主电极 250aF 的非接合部分和半导体芯片 120a、140a 之间的绝缘性。

[0251] 具有厚度分布的第一主电极 250aF 也能够应用于实施方式 1 等。

[0252] <实施方式 7>

[0253] 在图 27 中示出实施方式 7 的功率半导体模块 100G 的侧视图。图 27 对应于图 23。此外，上述的图 4 以及图 24 也被利用为在图 27 中的 4～4 线以及 24～24 线的位置从箭头的方向观察功率半导体模块 100G 时的平面图。

[0254] 功率半导体模块 100G 具有如下结构：在实施方式 4 所例示的功率半导体模块 100D（参照图 23）中，将第三接合构件 400 变更为第三接合构件 400G。功率半导体模块 100G 的其他结构基本上与功率半导体模块 100D 相同。

[0255] 第三接合构件 400G 与第三接合构件 400 同样是对第一主电极 250a 等和绝缘基板 350D 进行接合的构件，但是，由熔点比其他的接合构件 180、310 低的材料构成。

[0256] 功率半导体模块 100G 能够与在实施方式 1 中例示的功率半导体模块 100 同样地制造。特别是，通过采用低熔点材料的第三接合构件 400G，能够得到如下的效果。

[0257] 即，在功率半导体模块 100G 的制造工序中，第三接合构件 400G 在第一接合构件 180 以及第二接合构件 310 之后被使用。因此，若采用低熔点材料的第三接合构件 400G，则在利用该第三接合构件 400G 进行的接合工序中，能够不使已经存在的接合构件 180、310 熔融。由此，能够防止接合构件 180、310 的流出、半导体芯片 120a、120b、140a、140b 的位置偏移等。其结果是，能够提高成品率、可靠性等。

[0258] 低熔点材料的第三接合构件 400G 也能够应用于实施方式 1 等。

[0259] <变形例>

[0260] 在上述的实施方式 1 等中,例示了具有第三电极(副电极)290 的结构。相对于此,在不需要第三电极 290 的仅包含半导体芯片(例如,二极管芯片)的功率半导体模块中,不设置第三电极 290。

[0261] 另外,本发明在发明的范围内能够自由组合各实施方式、或者对各实施方式适当地进行变形、省略。

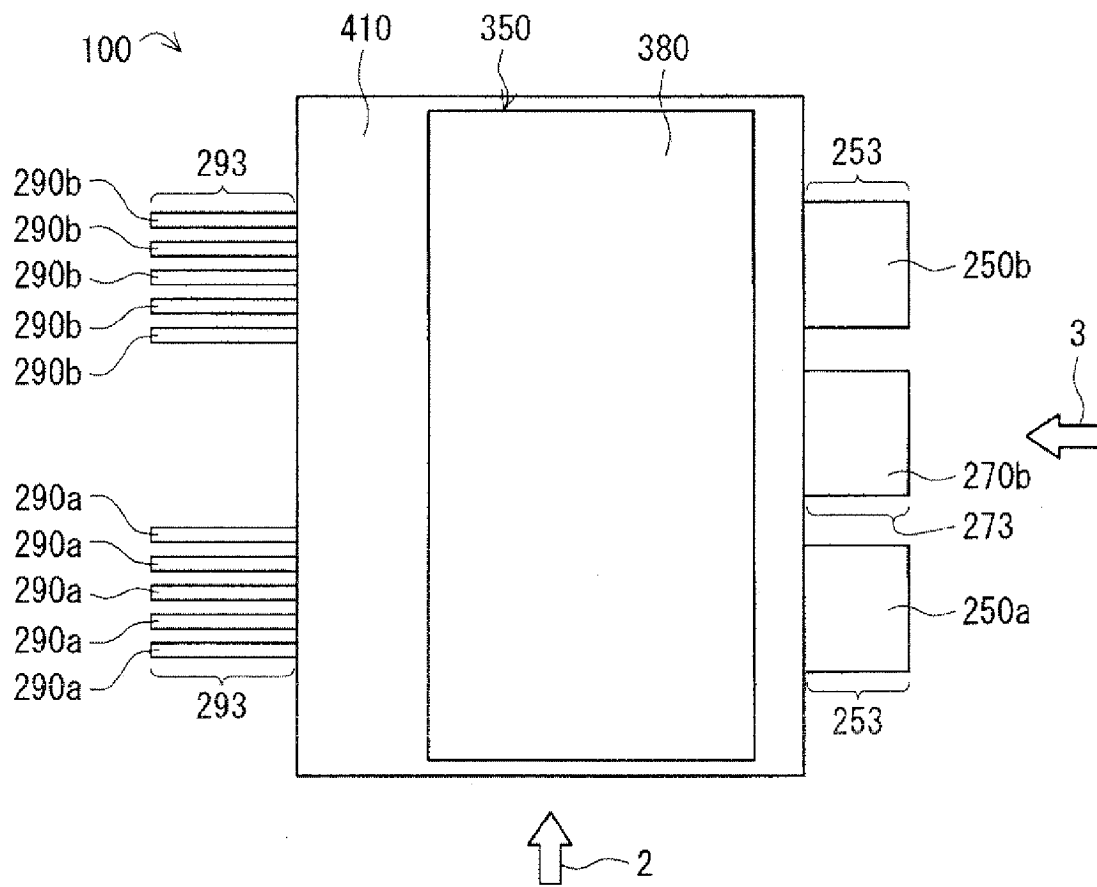


图 1

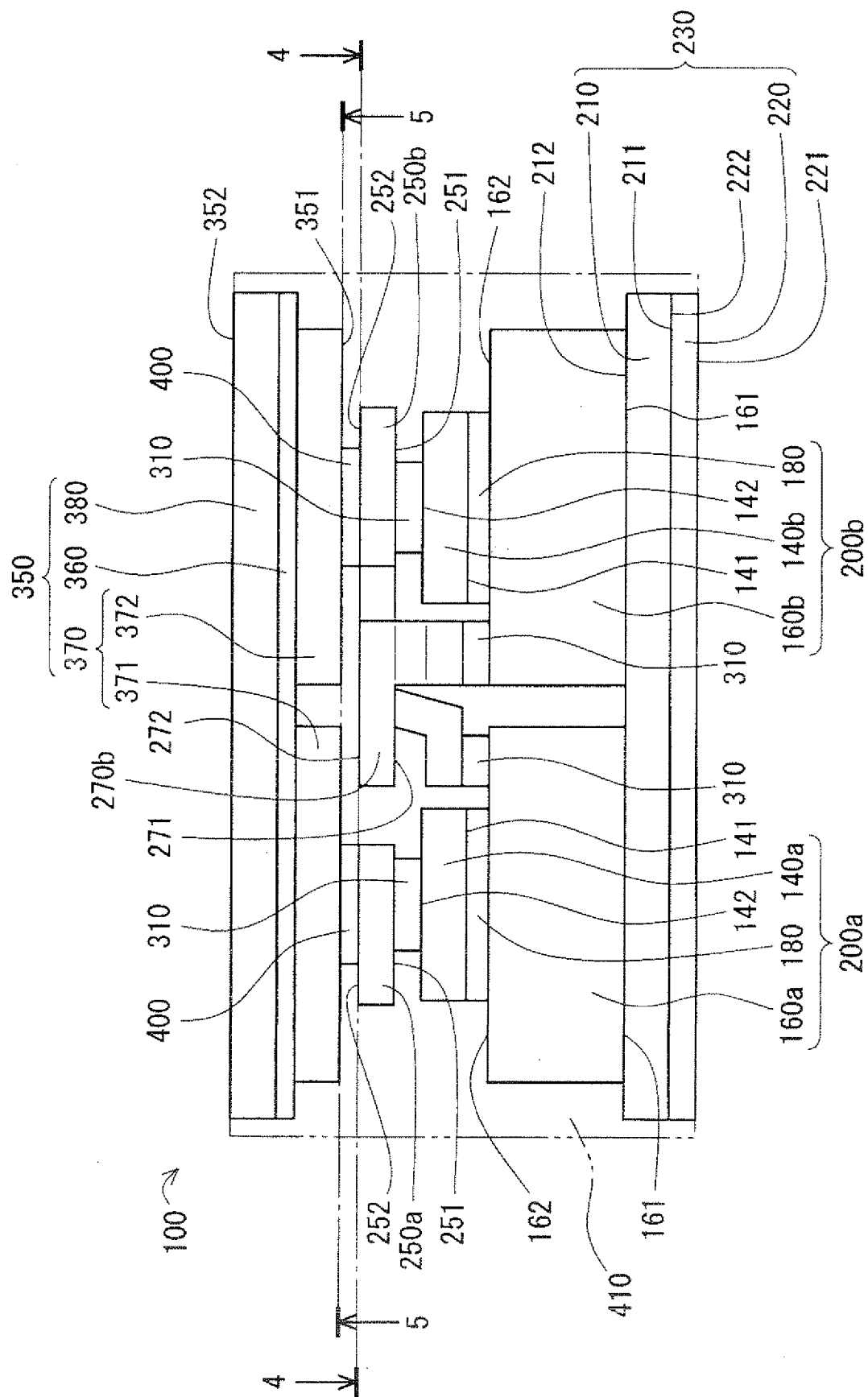


图 3

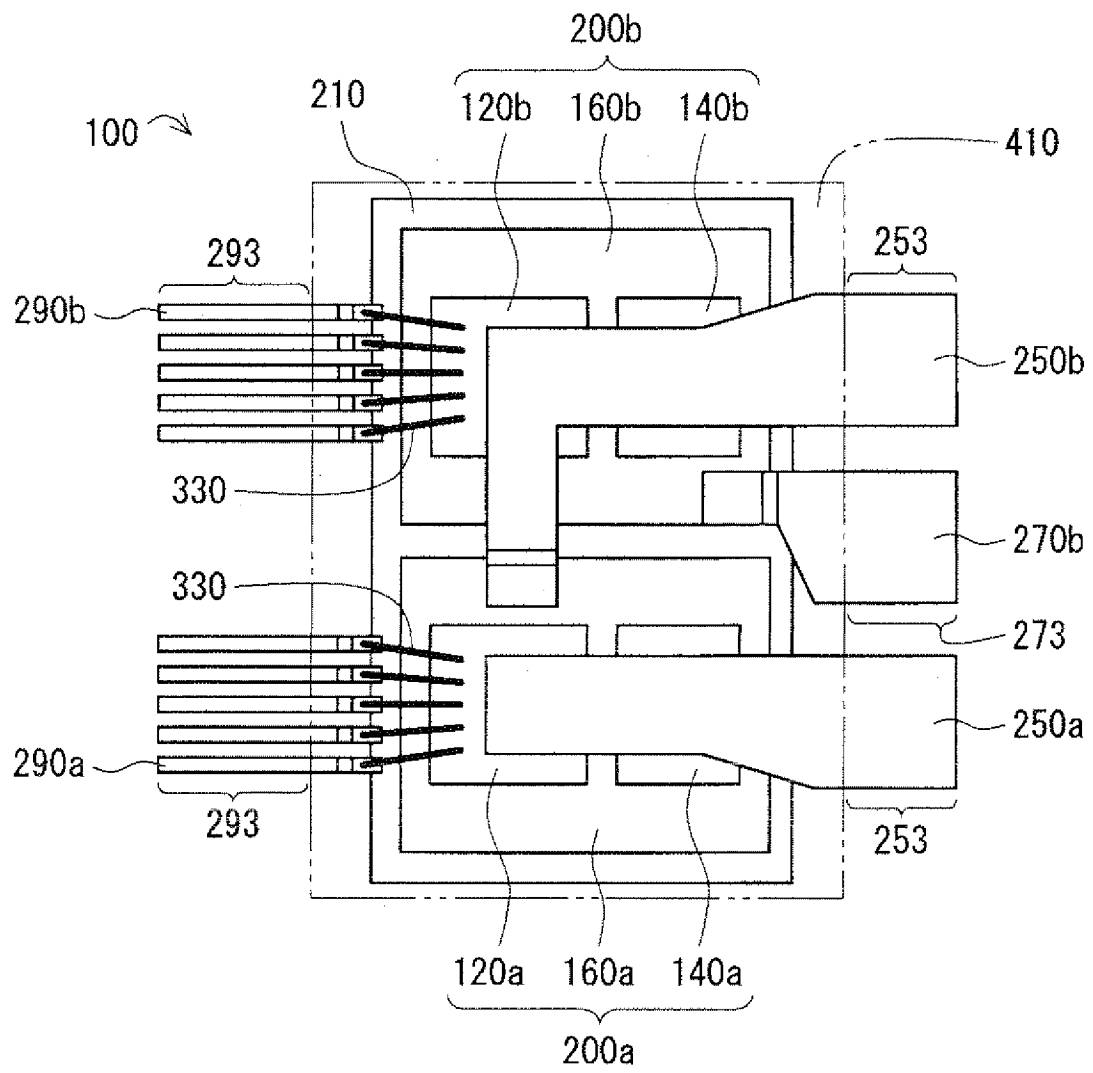


图 4

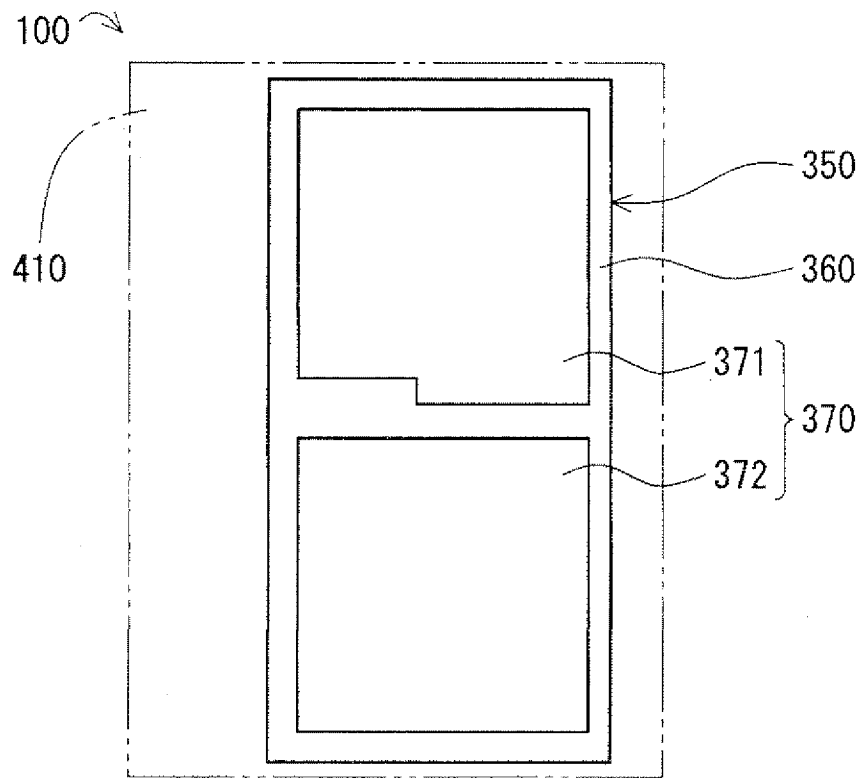


图 5

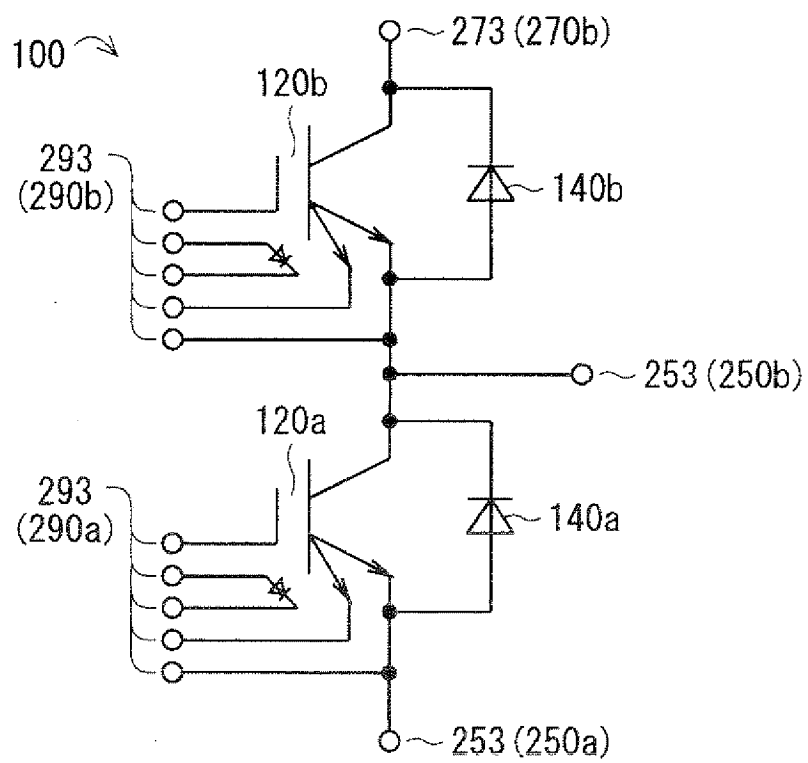


图 6

500 ↗

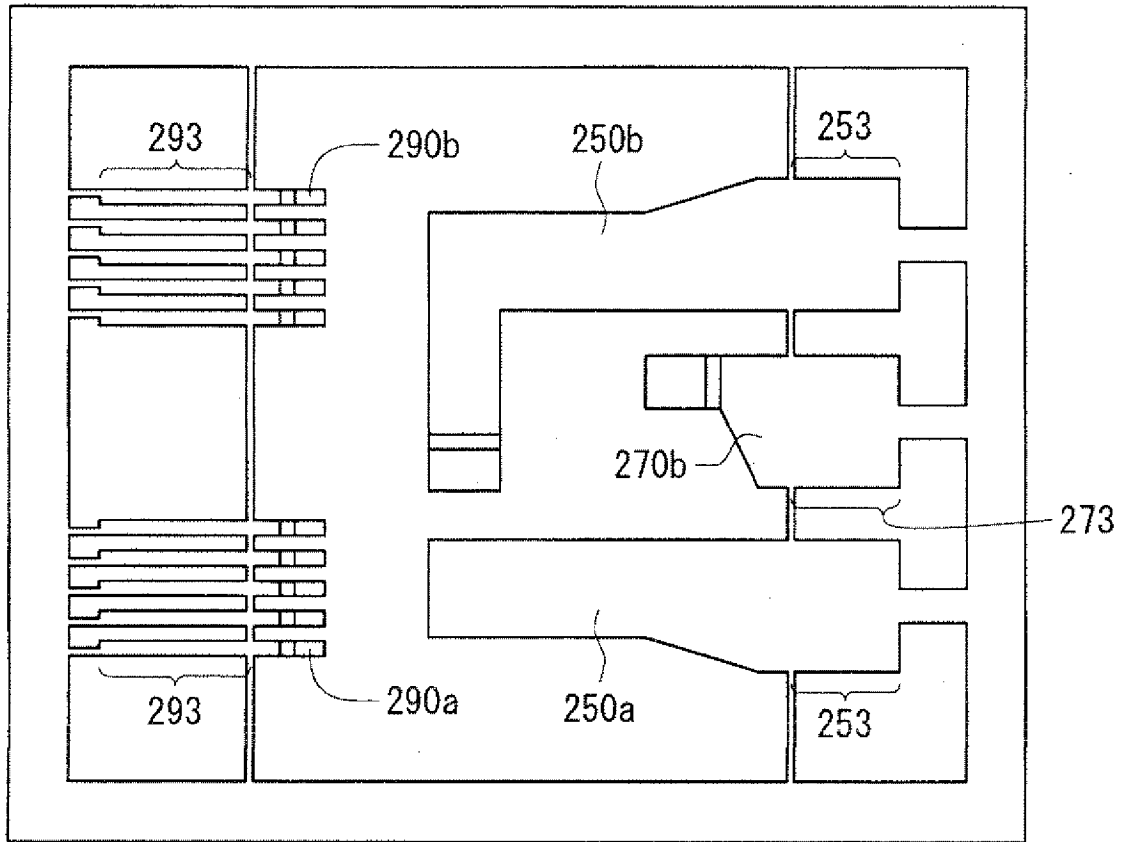


图 7

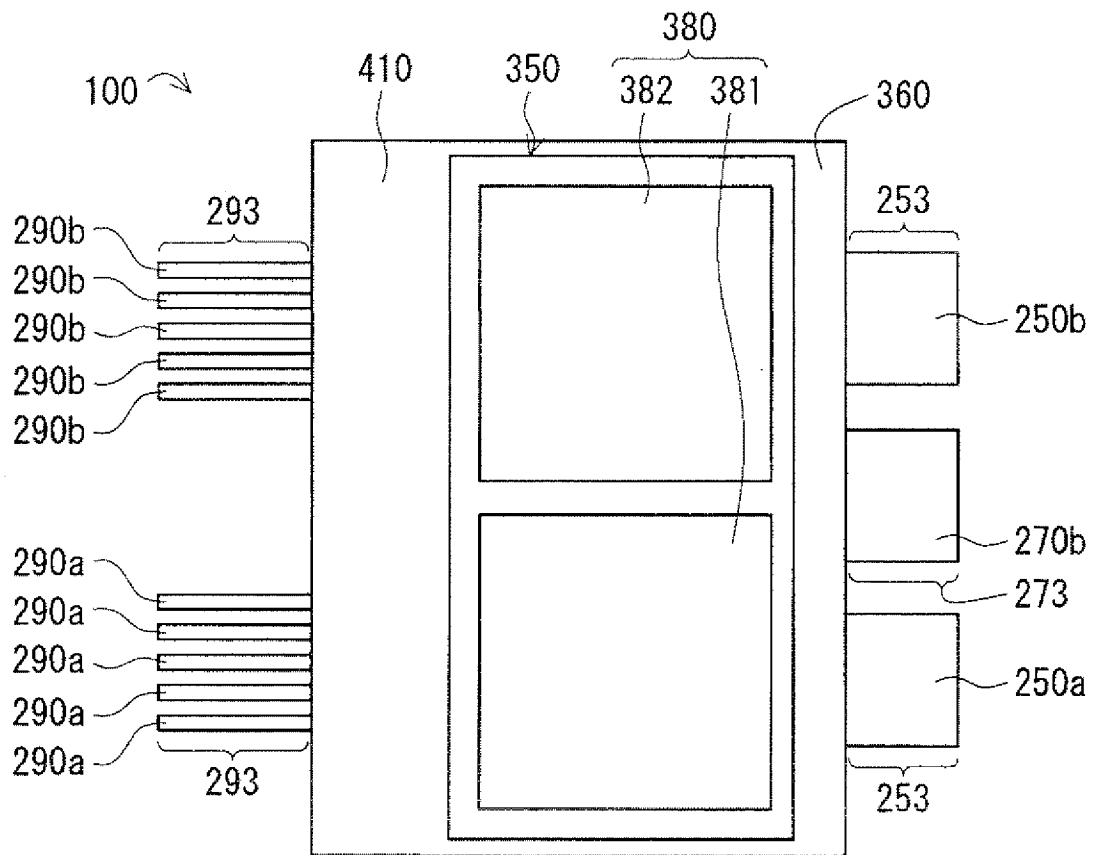


图 8

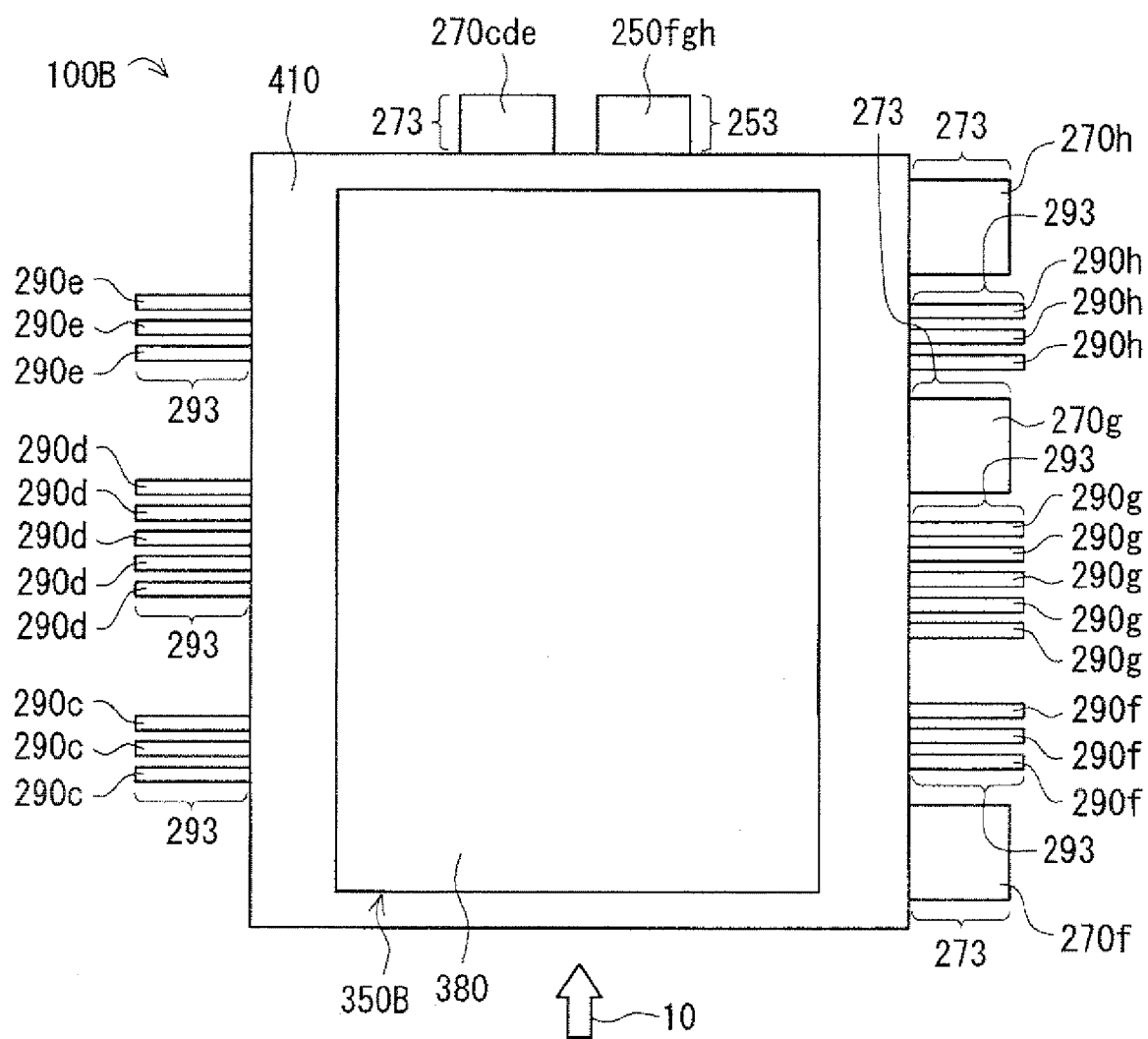


图 9

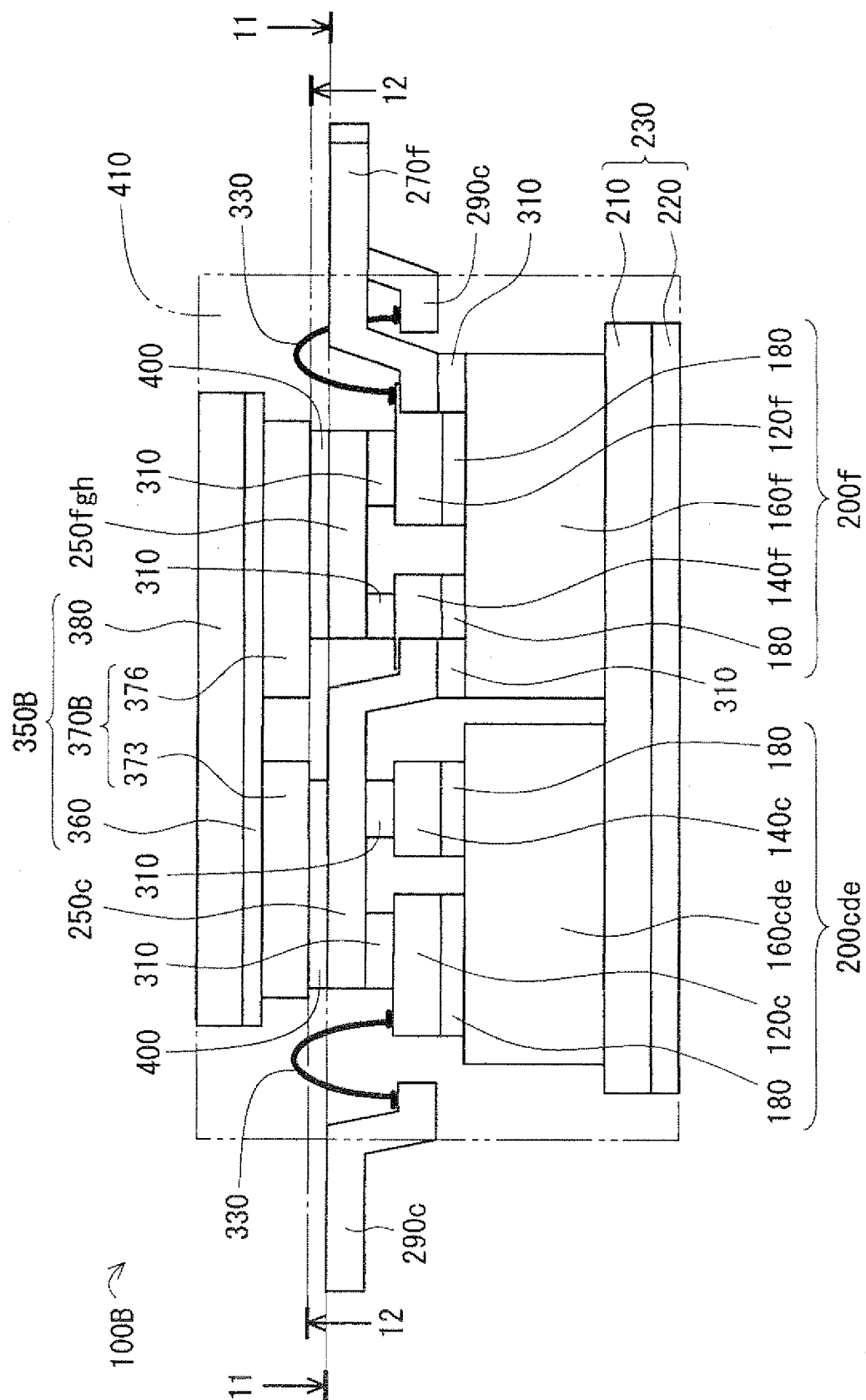


图 10

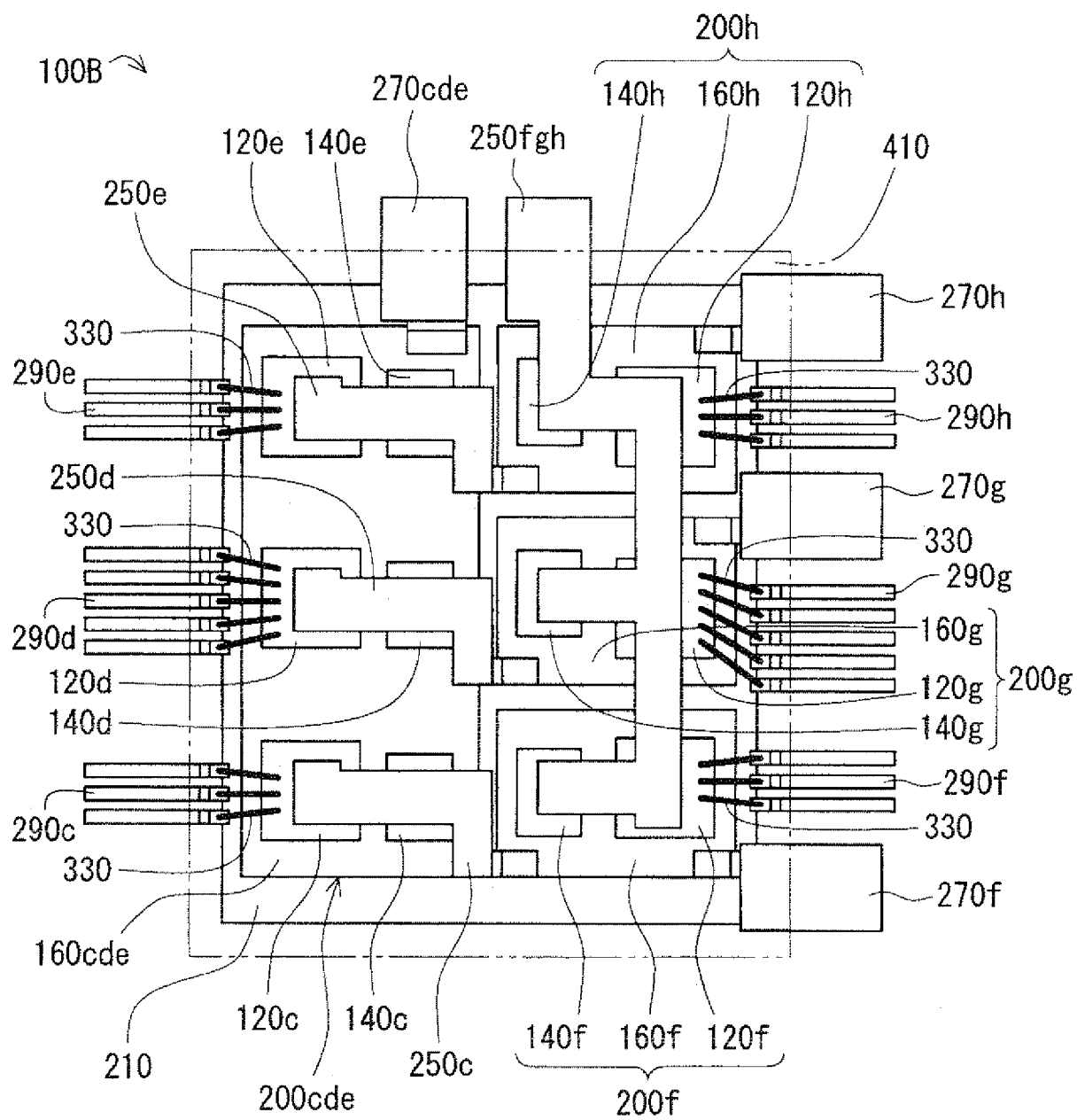


图 11

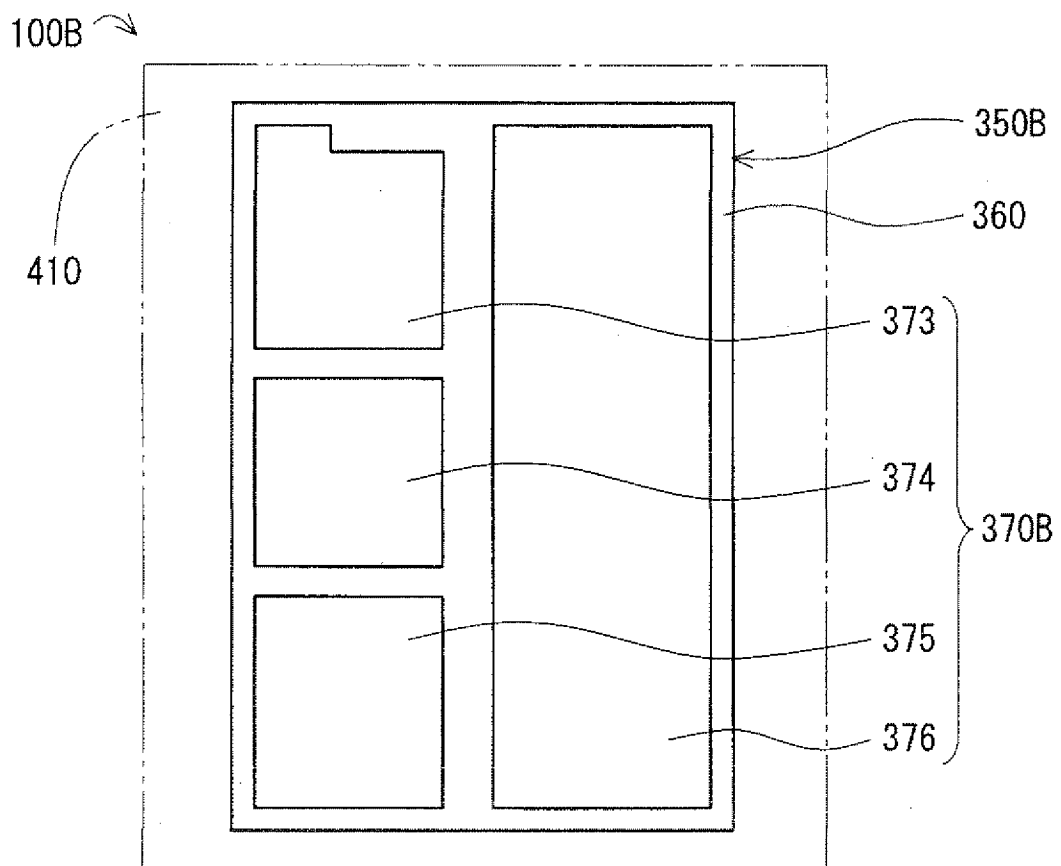


图 12

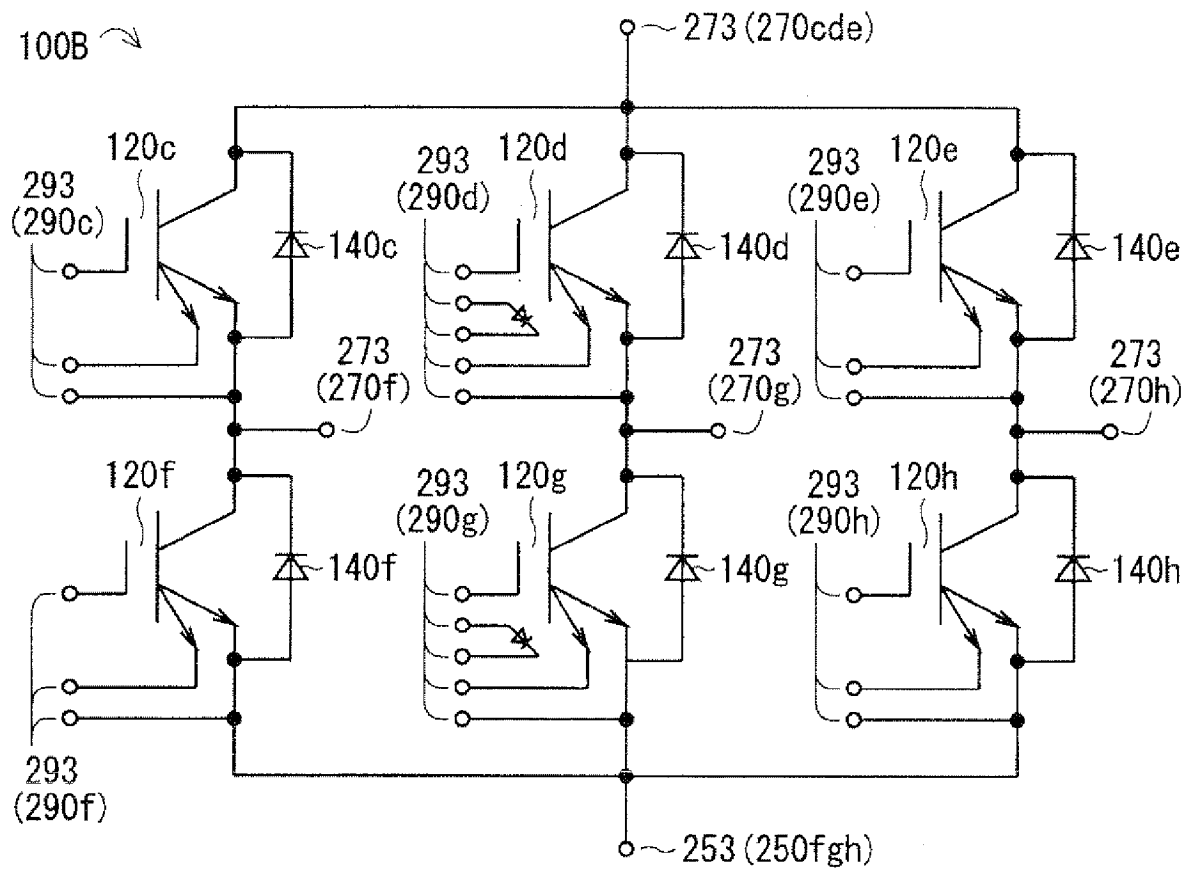


图 13

500B ↗

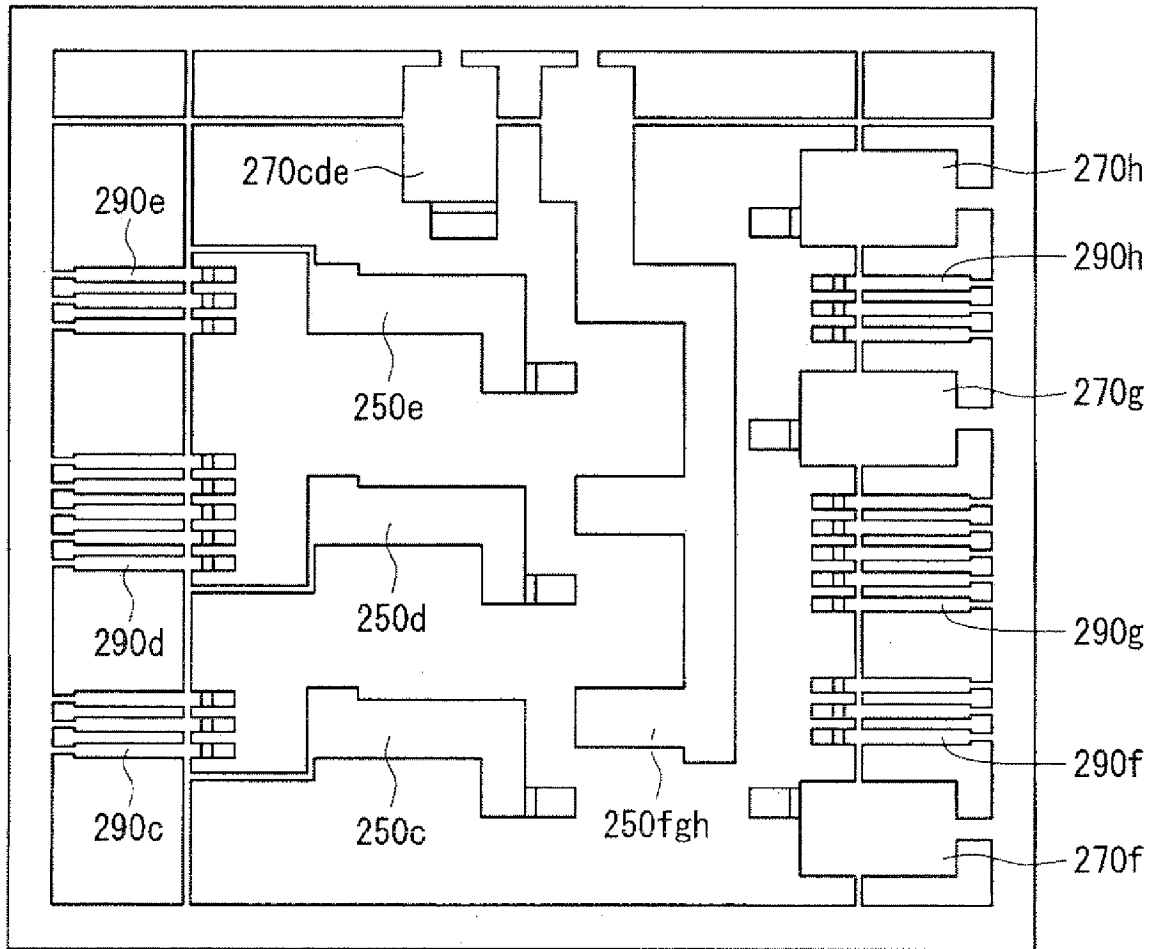


图 14

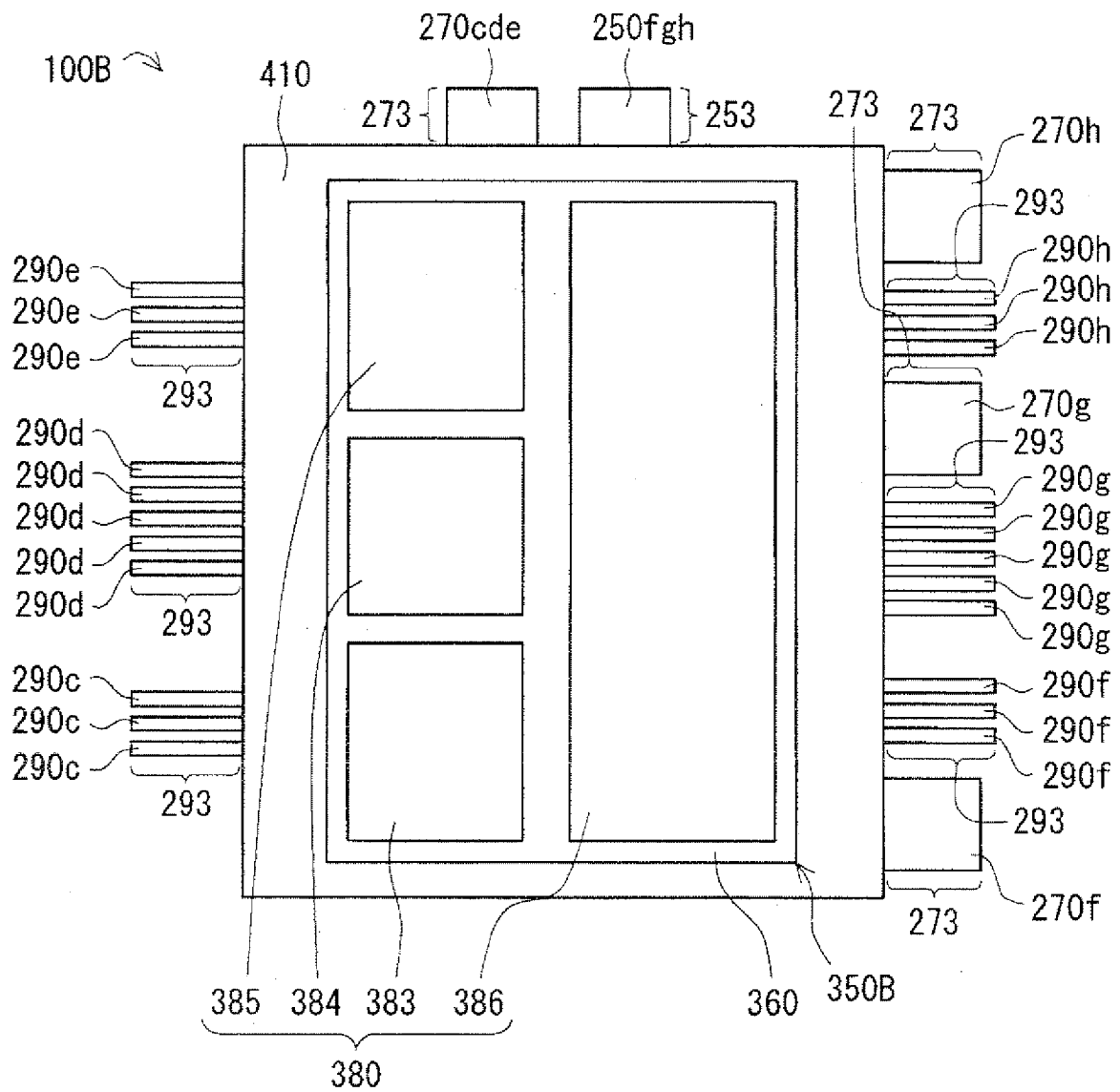


图 15

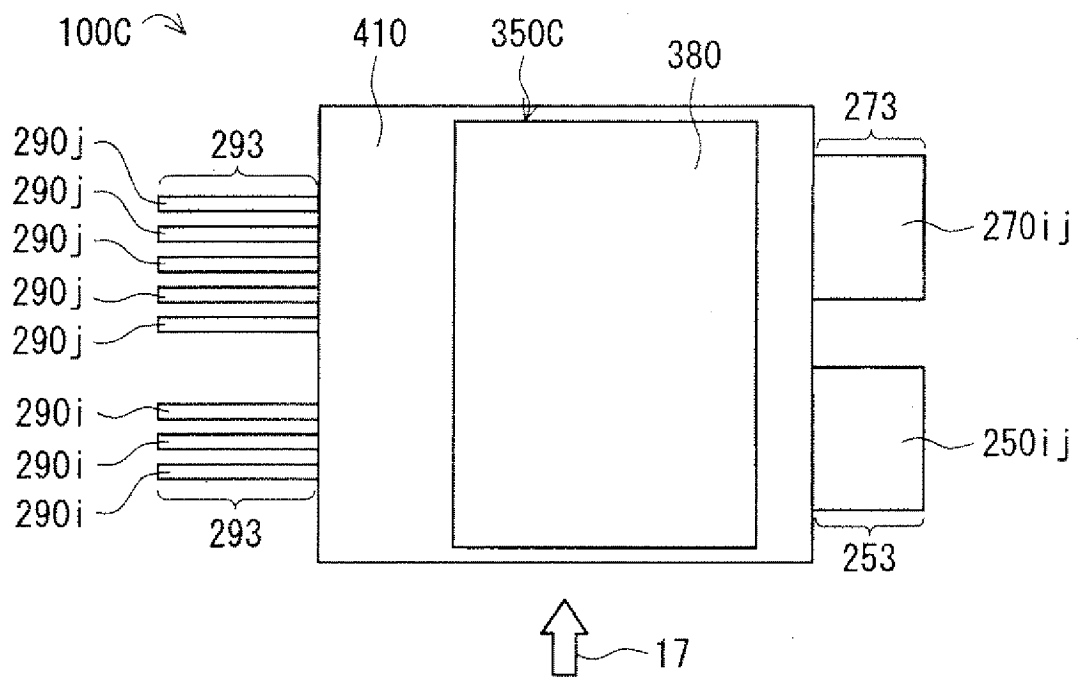


图 16

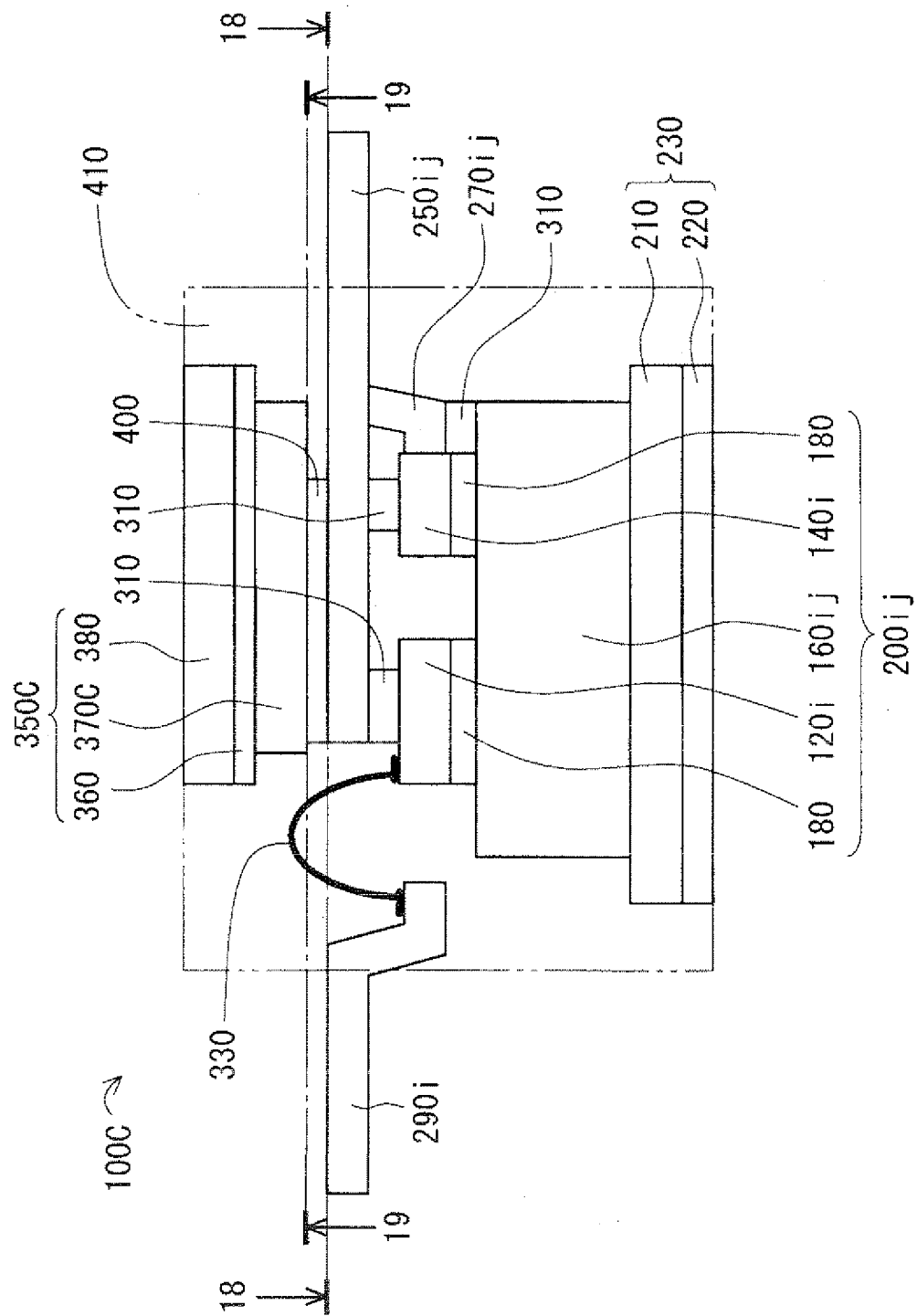


图 17

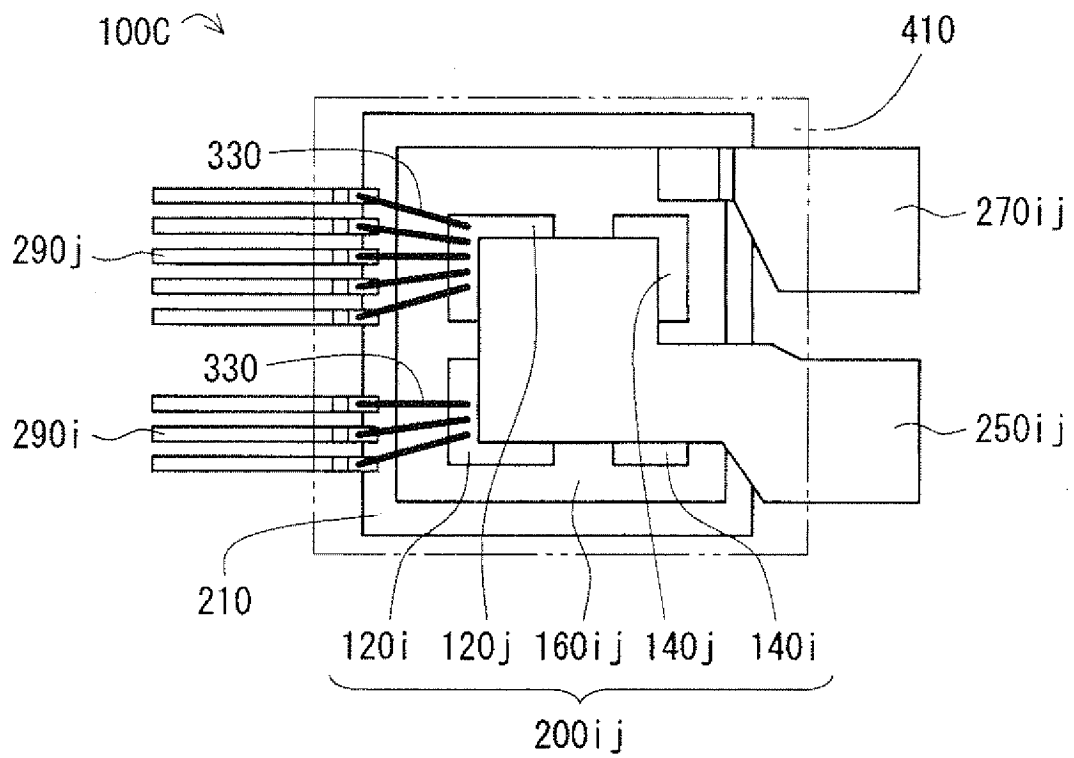


图 18

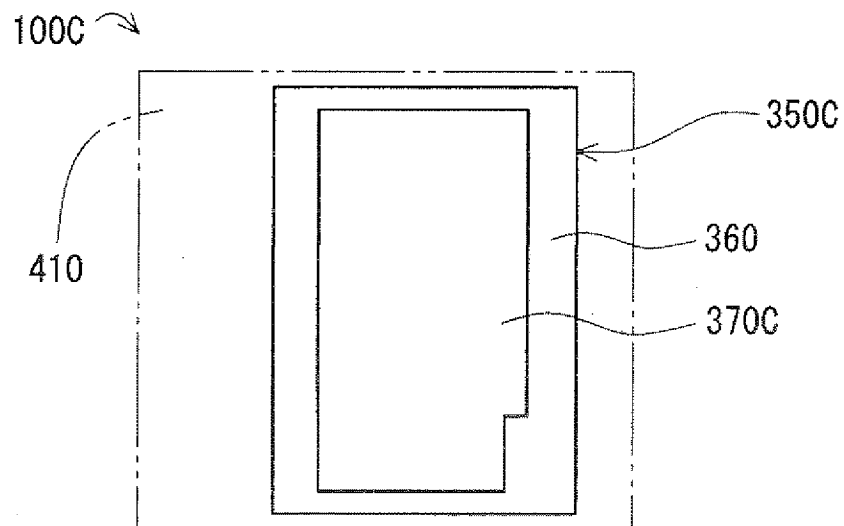


图 19

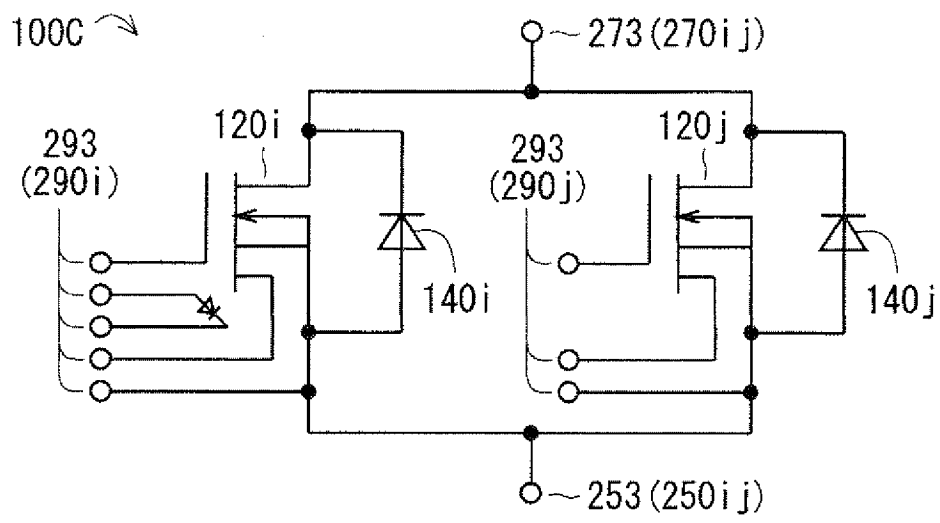


图 20

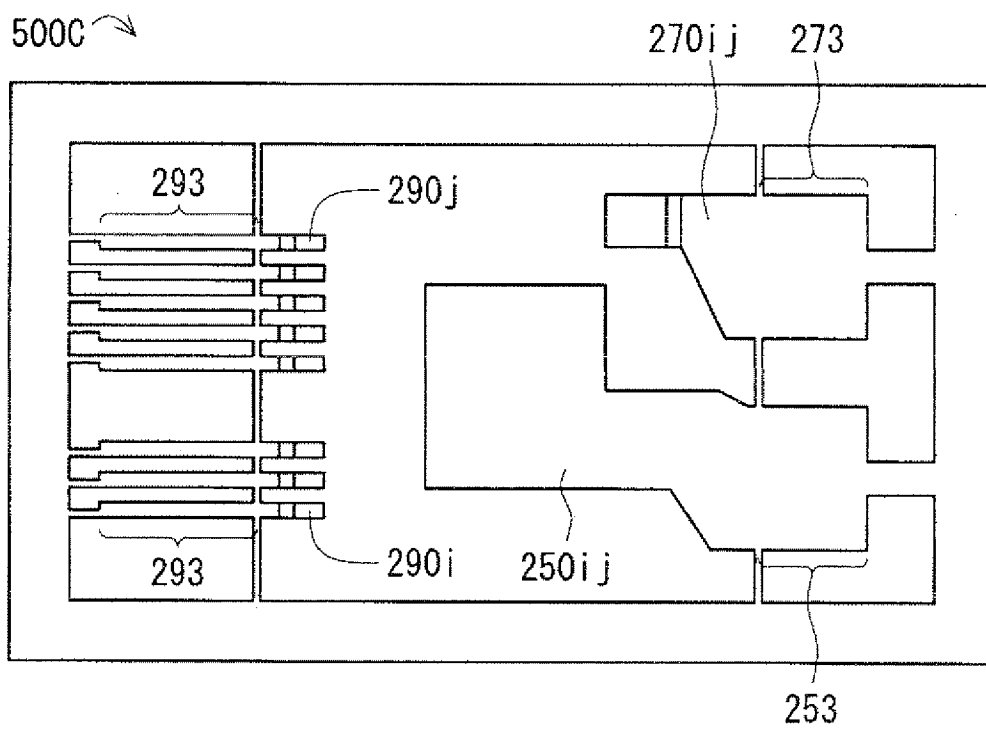


图 21

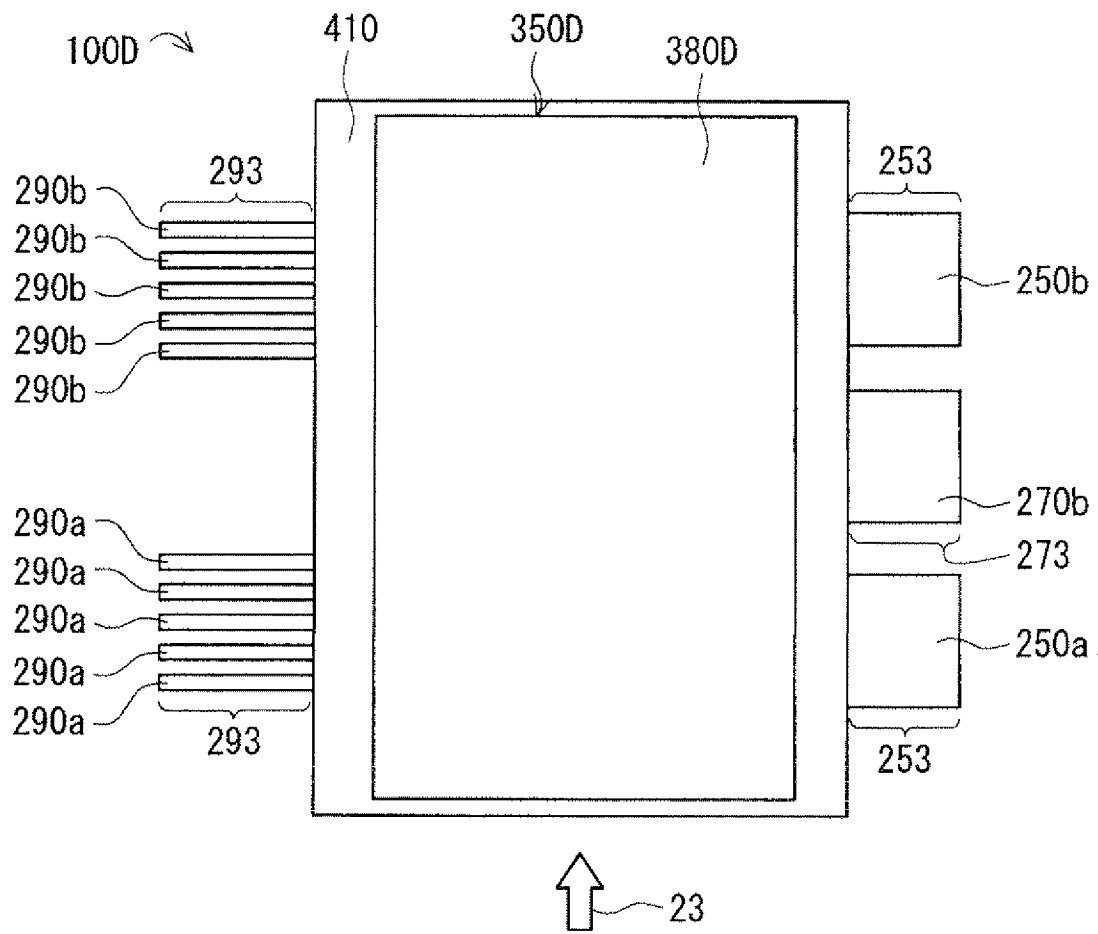


图 22

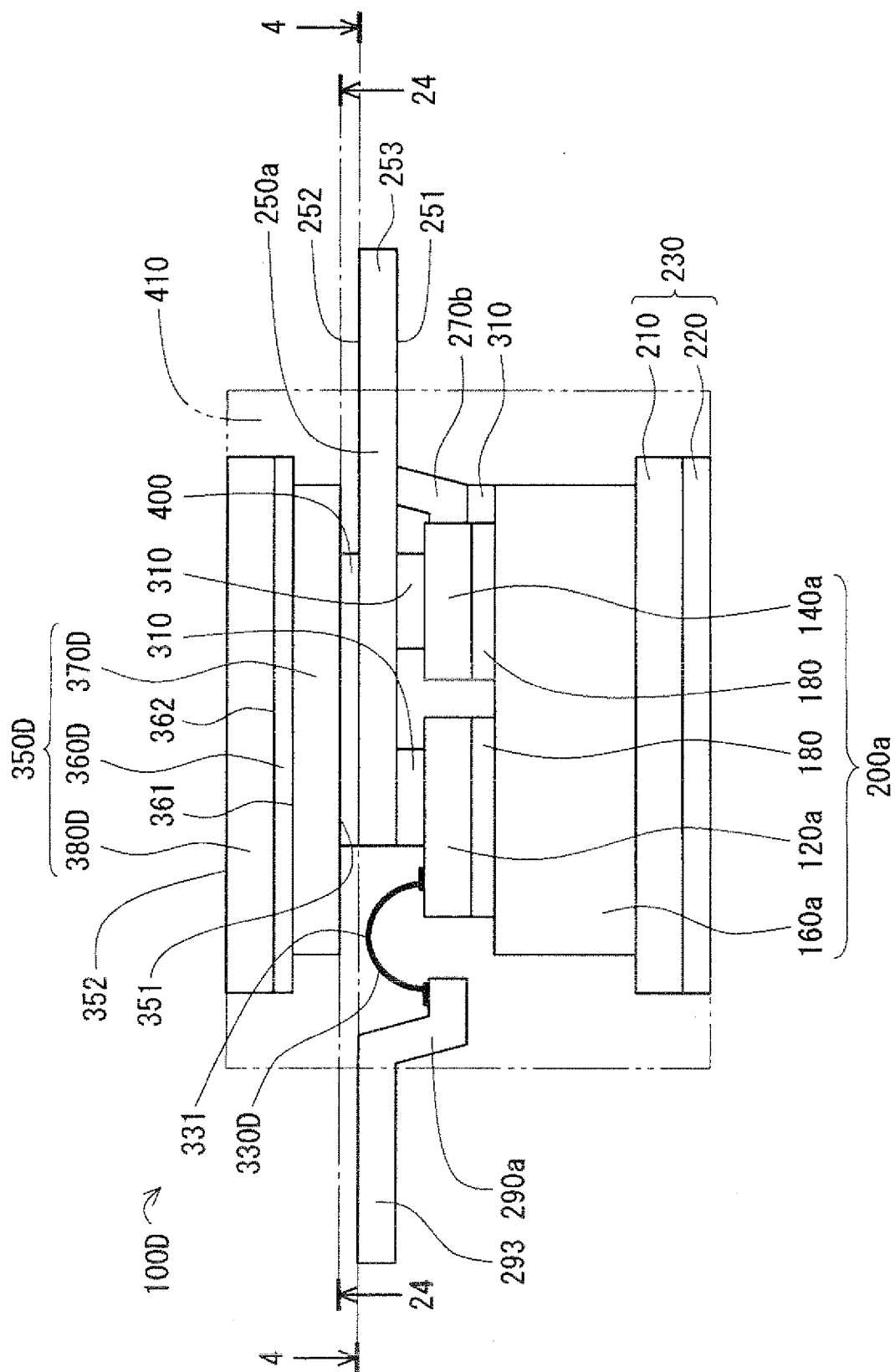


图 23

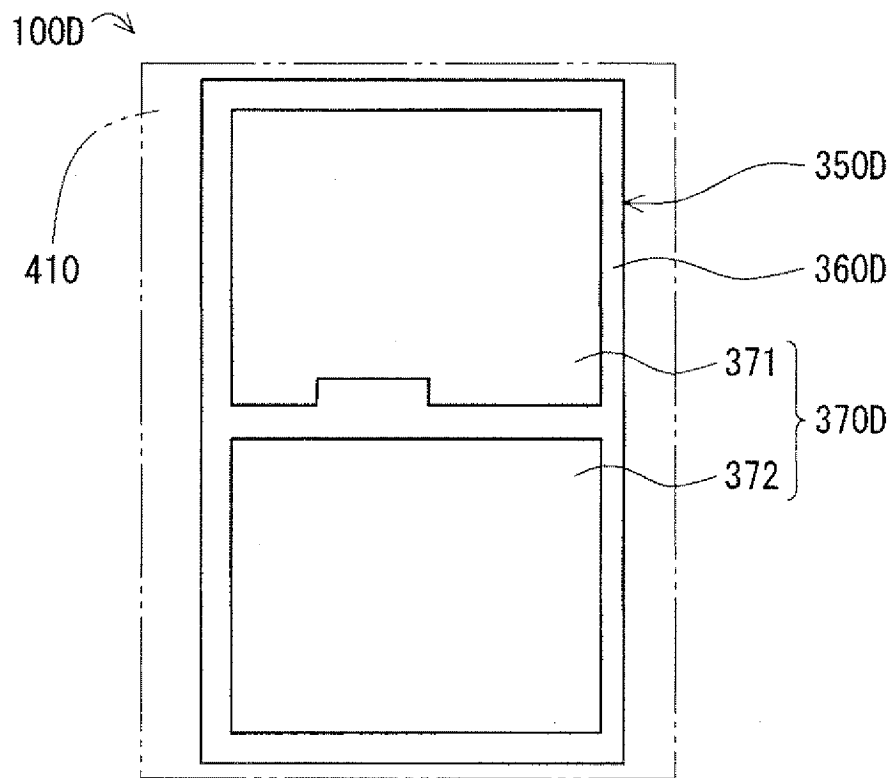


图 24

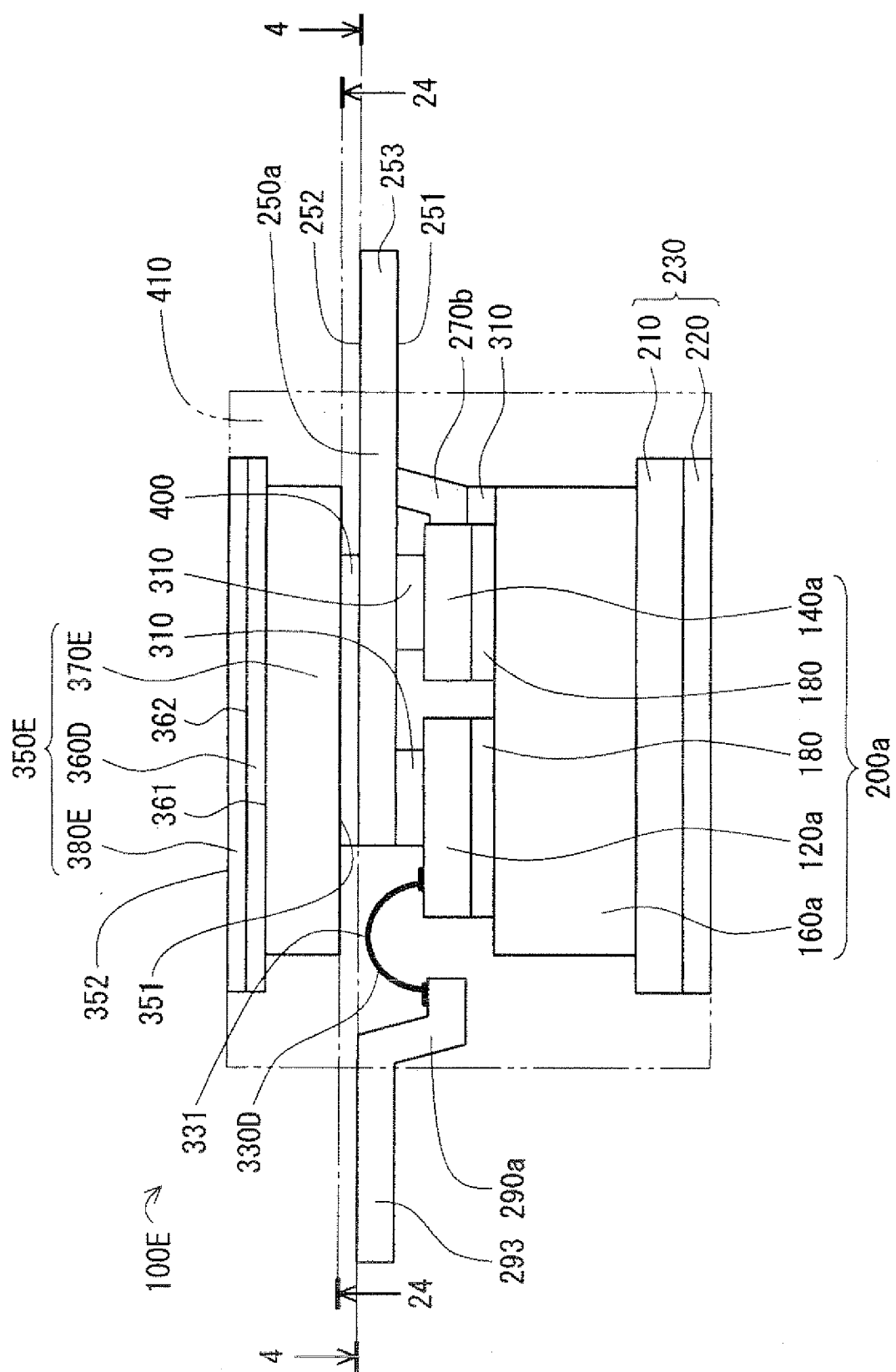


图 25

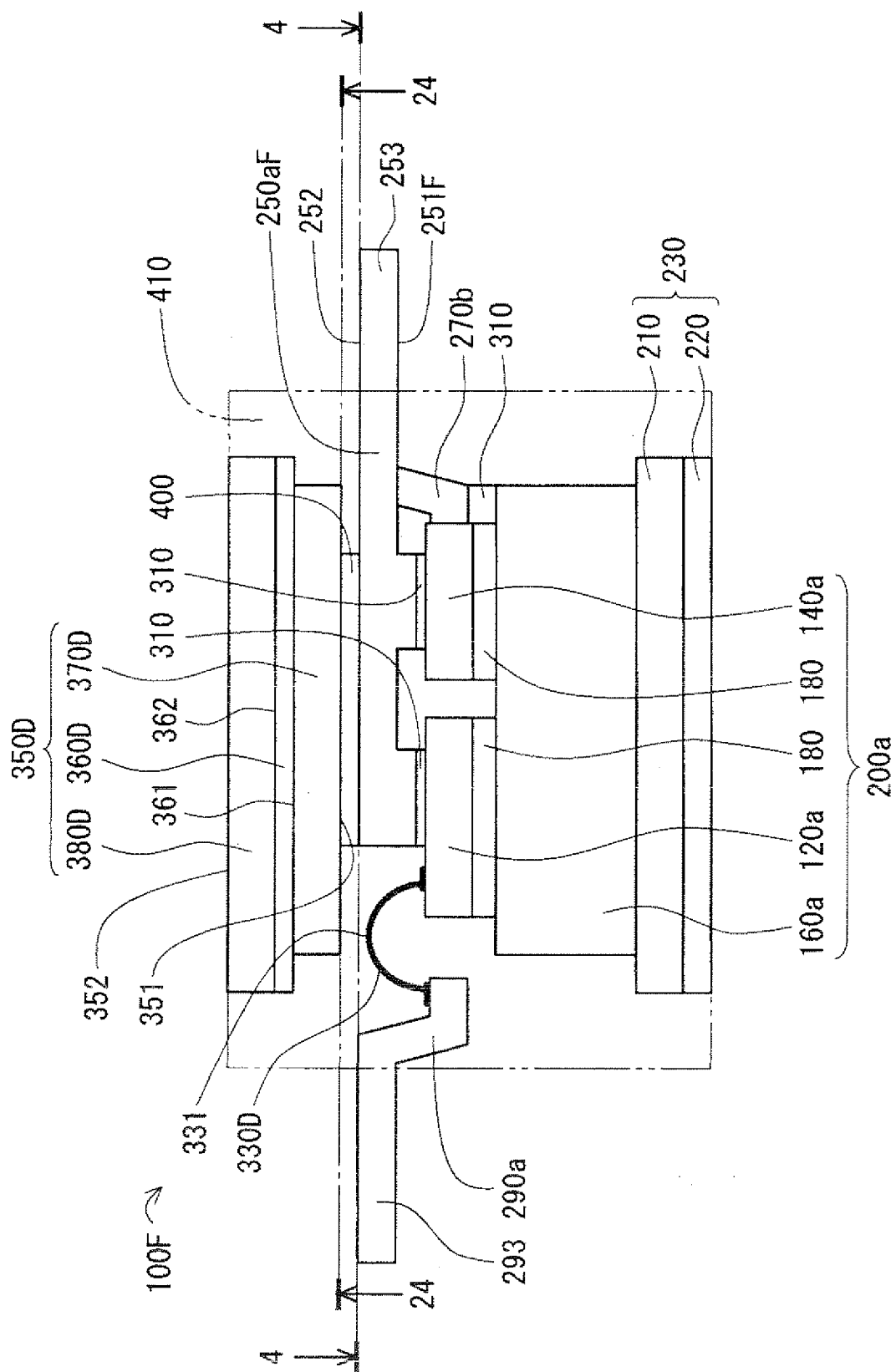


图 26

