

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 25/16

H01L 23/373 H01L 21/60



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02800119.2

[43] 公开日 2004年1月28日

[11] 公开号 CN 1471730A

[22] 申请日 2002.1.15 [21] 申请号 02800119.2

[30] 优先权

[32] 2001.1.17 [33] JP [31] 8823/2001

[86] 国际申请 PCT/JP02/00167 2002.1.15

[87] 国际公布 WO02/058152 英 2002.7.25

[85] 进入国家阶段日期 2002.9.17

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 登一博 池田敏 加藤康司

中岛康文

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

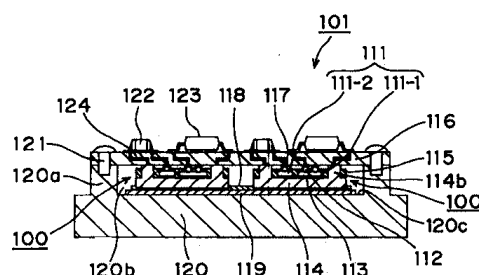
代理人 龚海军

权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 8 页

[54] 发明名称 电子线路装置及其制造方法

[57] 摘要

半导体元件(111)的电极上形成突块(112)，另外带有突块的半导体元件电连接到有安装部分(114b)的金属部分(114)，因此可去除线路。减少线路引起的杂散电感和传导电阻。通过将安装部分连接到第二电路板可去除常规的凹连接器和凸连接器，使电源控制系统的电子线路装置制造得紧凑。



ISSN 1008-4274

1. 一种电子线路装置, 包括:
- 5 需热辐射的半导体元件 (111), 在彼此相对的两端面 (111a, 111b) 形成有电极 (111c, 111d);
- 第一电路板 (133), 通过金属平板 (134) 电连接到半导体元件两端面之一 (111a) 上的电极的第一电极 (111c) 上, 金属平板和半导体元件放置在它上面;
- 10 第二电路板 (116), 位于半导体元件两端面的另一端面 (111b) 的一侧, 与第一电路板相对, 带有半导体元件的控制电路; 和
- 金属丝 (136, 136-1, 139, 139-1, 141, 141-1, 142, 142-1), 直接将位于另一端面的电极的第二电极 (111d) 与第二电路板彼此电连接在一起。
- 15 2. 根据权利要求 1 所述的电子线路装置, 其中金属丝有第一弯曲部分 (139a), 用于吸收半导体元件热辐射引起的第一电路板和第二电路板的膨胀和收缩。
3. 根据权利要求 1 所述的电子线路装置, 其中连接到第二电极的金属丝沿半导体元件的厚度方向 (111e) 延伸。
- 20 4. 根据权利要求 3 所述的电子线路装置, 进一步包括带有支撑部分 (120a) 的热辐射部分 (120), 在其上放置第一电路板并支撑第二电路板, 其中金属丝有第二弯曲部分 (136a), 当支撑部分支撑第二电路板时, 用于吸收热辐射引起的第一电路板和第二电路板的膨胀和收缩, 并将第一电路板压向热辐射部分。
- 25 5. 一种电子线路装置, 包括:
- 需热辐射的半导体元件 (111), 有分别位于彼此相对的一端面 (111a) 和另一端面 (111b) 上的第一电极 (111c) 和第二电极 (111d);
- 突块 (112), 位于第二电极上; 和
- 金属部分 (114), 有相对于第一电极的第一表面, 电连接到第一电极,
- 30 还包括金属形成的安装部分 (114b), 竖立在第一表面上, 当带有突块的

半导体元件位于第一表面上时，其沿半导体元件厚度方向（111e）的高度超过突块。

6. 根据权利要求 5 所述的电子线路装置，其中一个金属部分有三个或更多的安装部分。

5 7. 根据权利要求 5 所述的电子线路装置，进一步包括第二电路板（116），位于另一端面的一侧上，电连接到突块和安装部分的前端（114c），带有半导体元件的控制电路。

8. 根据权利要求 6 所述的电子线路装置，进一步包括第二电路板（116），位于另一端面的一侧上，电连接到突块和安装部分的前端（114c），带有
10 半导体元件的控制电路。

9. 根据权利要求 7 所述的电子线路装置，进一步包括带有支撑部分（120a）的热辐射部分（120），通过电绝缘部分（119）在其上放置金属部分，并将半导体元件传导到金属部分的热量散出。

10. 根据权利要求 8 所述的电子线路装置，进一步包括带有支撑部分
15 （120a）的热辐射部分（120），通过电绝缘部分（119）在其上放置金属部分，并将半导体元件传导到金属部分的热量散出。

11. 一种制造电子线路装置的方法，该电子线路装置包括：

需热辐射的半导体元件（111），在彼此相对的一端面（111a）和另一端面（111b）分别形成第一电极（111c）和第二电极（111d）；

20 突块（112），位于第二电极上；和

金属部分（114），具有与第一电极相对的第一表面（114a），电连接到第一电极，还包括金属制成的安装部分（114b），竖立在第一表面上，当带有突块的半导体元件放置在第一表面上时，金属制成的安装部分（114b）沿半导体元件厚度方向（111e）的高度超过突块，

25 所述方法包括：

使金属部分的第一表面和第一电极彼此接触到一起，半导体元件放置
在第一表面上并加热半导体元件；

在第一表面上放置熔化的焊接剂；

30 分别按压半导体元件和金属部分，去除第一表面和第一电极间熔化的焊接剂内部的气泡；

维持按压状态，对熔化的焊接剂降温，使熔化的焊接剂凝固并连接半导体元件和金属部分。

12. 根据权利要求 11 所述的制造电子线路装置的方法，进一步包括：
连接半导体元件和金属部分之后，将突块和安装部分的前段（114c）
5 电连接到第二电路板（116），该第二电路板位于另一端面的一侧，带有半导体元件的控制电路，

其中，当第二电路板附带有多个金属部分时，调整金属部分的安装部分的高度，使所有金属部分相对于第二电路板的高度一致。

电子线路装置及其制造方法

5

技术领域

本发明涉及一种用半导体元件如 IGBT（绝缘栅双极型晶体管）、二极管等驱动马达的电源控制系统的电子线路装置，及该电子线路装置的制造方法。

10

背景技术

近来，随着马达驱动设备中的电子装置性能和功能的提高，马达驱动设备中的工作电流也增加了，需要使用半导体来处理高电流。图 16 中示出了常规使用的马达驱动设备。以下参考图说明常规使用的马达驱动设备的例子。

15

在图 16 中，附图标记分别表示：1a 是 IGBT；1b 是二极管；3 是高温焊接剂；4 是金属元件；5 是密封树脂；6 是焊接剂；7 是电路板；10 是热辐射板；10a 是突起的螺钉座；11 是螺钉；12 是放置了电子元件（无源元件）的表面；13 是放置了电子元件（半导体元件）的表面；14 是金属基底电路板；15 是硅脂；18 是金属丝；19 是金属导线；22 是凸连接器；23 是凹连接器；24 是绝缘树脂。

20

下面论述制造这种结构常规马达驱动设备的方法。

IGBT1a、二极管 1b 等半导体元件 1 由高温焊接剂 3 连接到金属元件 4 上。IGBT1a 与二极管 1b 之间、半导体元件 1 与金属导线 19 之间用金属丝 18 电连接。金属丝 18 通常为铝丝或金丝。使用铝等形成的金属丝 18 时，金属丝 18 采用铝线楔形结合连接到半导体元件 1 的第二电极。第二电极与半导体元件 1 的第一电极相对，连接到金属元件 4 上。半导体元件 1 的第二电极由铝制成。在常温下用超声波能量将第二电极与金属丝彼此压接到一起时，可去除第二电极和金属丝 18 铝表面的氧化膜。第二电极与金属丝 18 就这样连接到一起。连接到半导体元件 1 第二电极的金属丝

30

18 伸向在铜上镀锡得到的金属导体 19，通过楔形结合的方法连接到金属导体 19 上。

其后，为了完好地保护半导体元件 1 和金属丝 18 并提高可靠性，对半导体元件 1 和金属丝 18 涂层，并用传递成型技术或注射成型技术以密封树脂 5 将它们密封。弯曲并模切金属导线 19，使它与金属元件 4 变平（even）。通过这样顺序的步骤，可得到名为“TO-220”的电子元件，它包含有半导体元件 1、高温焊接剂 3、金属元件 4、金属丝 18、金属导线 19 和密封树脂 5。

在焊接糊剂印制到金属基电路板 14 上之后，可在金属基电路板上放置各种元件，如上述电子元件“TO-220”、凸连接器 22 等。将整个金属基电路板放入加热炉，焊接糊剂就会熔化。回到常温后焊接糊剂凝固。凝固的焊接剂 6 将电子元件“TO-220”、凸连接器 22 等各种电子元件完全电连接到金属基电路板 14 上。

为了提供电绝缘，在整个金属基电路板 14 上使用了密封树脂 24。带有各种电子元件的金属基电路板 14 放入减压炉，去除混入密封树脂 24 内部的气泡，然后放入加热表面（heating surface）使密封树脂 24 凝固。

接着，在热辐射板 10 上使用硅脂 15。金属基电路板 14 紧密接触到热辐射板 10，并由螺钉固定。然后，将凸连接器 22 放置在金属基电路板 14 上和将凹连接器 23 放置在电路板 7 上之后，将凸连接器 22 插入凹连接器 23 中，这样电路板 7 就紧密地接触到突起的螺钉座 10a，并由螺钉 11 固定。

在上述的方式中，完成了将包括电子元件“TO-220”的电子元件放置在金属基电路板 14 上，用于控制转换马达驱动电流和热辐射需求的过程；组合含有用于控制电子元件“TO-220”的电路的电路板 7 和无需热辐射的过程。

上述的安排，会因金属丝 18 和金属导线 19 的电阻产生损耗，因丝 18 和导线 19 的长度产生杂散电感。此外，电子元件“TO-220”装备有金属导线 19，因此要求金属基电路板 14 的面积比电子元件“TO-220”的面积大，这就妨碍了微型化和高密度装配。

同时，用于电子产品之类的马达驱动设备也要求紧凑和高效热辐射，

以适应当前电子产品结构更轻、更薄、更小巧的趋势。如果高温焊接剂 3 内部出现了气泡，气泡会妨碍半导体元件 1 产生的热传递，因而增加了半导体元件 1 和金属元件 4 之间的电阻。结果，只有气泡部分的温度升高，最糟的情况会导致半导体元件 1 破裂。

- 5 如上所述，金属丝 18 通过与铝丝楔形结合的方法连接到半导体 1 的第二电极。在以往的技术中，由于连接方法限制了金属丝 18 的厚度，同时由于基底电极的排布限制了金属丝 18 的长度，因此不可能减小线电阻。在上述情况中，由于当前半导体元件 1 的发展程度不能使通态电阻减小，并且由高频、大电流电信号产生的噪音问题也需要改善。

10

发明内容

本发明解决了上述问题，其本质目的是提供一种电子线路装置，它紧凑、热辐射效率高、能够减少电阻和杂散电感，并提供制造该电子线路装置的方法。

- 15 为了达到上述目的，根据本发明的第一方面提供了一种电子线路装置，包括：

需热辐射的半导体元件，在其两端面有彼此相对的电极；

第一电路板，它通过金属板电连接到半导体元件两端面中一端面上的第一电极，金属板和半导体元件放置在它上面；

- 20 第二电路板，放置于半导体元件两端面中另一端面上，与第一电路板相对，有半导体元件的控制电路；和

金属丝，直接将位于所述另一端面上电极的第二电极与第二电路板彼此电连接在一起。

- 25 上述金属丝可包括第一弯曲部分，用于吸收半导体元件热辐射造成的第一电路板和第二电路板的膨胀和收缩。

连接到第二电极的金属丝可沿半导体元件的厚度方向延伸。

- 30 电子线路装置的结构还可进一步包括带有支撑部分的热辐射部分，在其上放置第一电路板并支撑第二电路板，金属丝还可有第二弯曲部分，在支撑部分支撑第二电路板的情况下，用于吸收热辐射造成的第一电路板和第二电路板的膨胀和收缩，并将第一电路板压向热辐射部分。

根据本发明第二方面的电源控制系统的电子线路装置，包括：

需热辐射的半导体元件，在其一端面和另一端面分别有彼此相对的第一电极和第二电极；

突块，位于第二电极上；和

- 5 金属部分，其第一表面与第一电极相对并电连接到第一电极；还包括竖立在第一表面上的金属形成的安装部分，当第一表面上放置有带突块的半导体元件时，该安装部分沿着半导体元件厚度方向的高度超过突块。

在上述第二方面的电子线路装置中，给一个金属部分提供三个或更多的安装部分。

- 10 第二方面的电子线路装置还可进一步包括第二电路板，放置于另一端面的一方，与突块和安装部分的前端电连接，带有半导体元件的控制电路。

上述第二方面的电子线路装置还可进一步包括带有支撑部分的热辐射部分，通过电绝缘部分在其上放置金属部分，并散发由半导体元件向金属部分传导的热量。

- 15 根据本发明的第三方面，提供一种制造电子线路装置的方法，该电子线路装置包括：

需热辐射的半导体元件，在彼此相对的一个端面 and 另一个端面上分别有第一电极和第二电极；

突块，位于第二电极上；和

- 20 金属部分，其第一表面与第一电极相对并电连接到第一电极；还包括竖立在第一表面上的金属形成的安装部分，当第一表面上放置有带突块的半导体元件时，该安装部分沿着半导体元件厚度方向的高度超过突块。

所述的方法包括：

- 25 使金属部分的第一表面和第一电极彼此接触，将半导体元件放置在第一表面，加热半导体元件；

在第一表面上放熔化的焊接剂；

分别按压半导体元件和金属部分，去除第一表面和第一电极之间熔化的焊接剂内的气泡；和

- 30 降低熔化焊接剂的温度，同时维持按压状态，从而使熔化的焊接剂凝固，将半导体元件和金属部分连接在一起。

在第三方面的制造方法中，将半导体元件和金属元件连接在一起后，该方法进一步包括将突块和安装部分的前端电连接到第二电路板上，第二电路板位于另一端面的一侧上，带有半导体元件的控制电路。

5 其中，第二电路板附带有许多金属部分时，可调节金属部分的安装部分的高度，使所有金属部分的高度相对于第二电路板一致。

如上所述，根据本发明第一方面的电子线路装置，有金属丝直接将形成于半导体元件另一端面的第二电极和位于另一端面的一侧上的第二电路板电连接到一起。因为常规的凹连接器和凸连接器可去除，电子线路装置能够做的紧凑。

10 另外，金属丝有弯曲部分时，该弯曲部分可吸收半导体元件热量在第一电路板和第二电路板间产生的膨胀和收缩。

金属丝是沿着半导体元件的厚度方向延伸的，因此电子线路装置能够进一步微型化。

15 当金属丝沿着半导体元件的厚度方向延伸，并且进一步包括第二弯曲部分时，不仅可以微型化电子线路装置、吸收膨胀和收缩，而且第一电路板还可以压接到热辐射板上，更好地去除热量。

根据本发明第二方面的电子线路装置，半导体元件带有对于第二电极的突块，还带有包含了安装部分的金属部分，因此可去除配线。由配线产生的杂散电感和传导电阻会减小。

20 当有许多个金属部分时，金属部分的高度可通过调节安装部分得到统一。

25 半导体元件和第二电路板可通过金属部分直接彼此电连接到一起，因此常规的凹连接器和凸连接器可去除，电子线路装置的尺寸变小。当使用热辐射部分支撑第二电路板时，金属部分的热量可通过一个热辐射部分很好地散出。

根据本发明第三方面的电子线路装置制造方法，半导体元件和金属元件分别彼此压接到一起以去除焊接剂内部的气泡之后，半导体元件和金属部分间的焊接剂凝固。因此，半导体元件和金属部分间的热传导不会被气泡所阻止，能够防止半导体元件异常的温度升高。

附图说明

以下结合优选实施例并参考附图进行说明，使本发明的目的及特征更清晰：

图 1 是作为根据本发明第一实施例的电源控制系统电子线路装置的第二电路装置的截面图；

图 2 是构成图 1 中第一电路单元的半导体元件简图；

图 3 是图 2 中半导体元件带有突块时的简图；

图 4 是带有图 3 所示突块的半导体元件放置在金属部分上时的简图；

图 5 是图 4 进一步带有密封树脂时的简图；

图 6 是图 5 中第一电路单元放置在第二电路板上的截面图；

图 7 是第二电路板上放置了多个第一电路单元的截面图；

图 8 是据本发明第二实施例作为电源控制系统电子线路装置的第二电路装置的截面图；

图 9 是图 8 中第二电路装置改进实例的截面图；

图 10 是根据本发明第三实施例作为电源控制系统电子线路装置的第二电路装置的截面图；

图 11 是图 10 中第二电路装置改进实例的截面图；

图 12 是根据本发明第四实施例作为电源控制系统电子线路装置的第二电路装置的截面图；

图 13 是图 12 中第二电路装置改进实例的截面图；

图 14 是根据本发明第五实施例作为电源控制系统电子线路装置的第二电路装置的截面图；

图 15 是图 14 中第二电路装置改进实例的截面图；和

图 16 是常规电源控制系统电子线路装置的截面图。

25

具体实施方式

在本发明开始描述之前，应当注意到附图中相同的附图标记所指的是相同的部分。

下面参考附图说明，根据本发明优选实施例的电子线路装置和制造该电子线路装置的方法。

30

第一实施例

图 5 所示为电源控制系统的第一电子线路装置（以下称为“第一电路单元”）100，是实施例中电子线路装置的一个例子。图 1 所示为电源控制系统的第二电路装置（以下称为“第二电路装置”）101，包括了与电子线路装置其它例子相对应的第一电路单元 100。

图 1 中第二电路装置 101 的构成如下。111 是驱动半导体元件，用于控制系统中控制马达之类的驱动设备的驱动电流，需要热辐射处理。驱动半导体元件包括 IGBT（绝缘栅双极型晶体管）111-1 和二极管 111-2。如图 3 所示，驱动半导体元件 111 有第一电极 111c 和第二电极 111d 分别形成于彼此相对的一端面 111a 和另一端面 111b。112 是突块（突出的电极），形成于驱动半导体元件 111 第二电极 111d 上。如图 4 所示，114 是金属部分，辐射和散发由驱动半导体元件 111 产生的热量。以铜作为基础材料，用模具形成对应于以下所述的安装部分 114 的突起部分后，金属部分 114 的整个表面镀锡。金属部分 114 的第一表面 114a 与第一电极 111c 相对，电连接到第一电极 111c。113 是高温焊接剂，将驱动半导体元件 111 的第一电极 111c 与金属部分 114 的第一表面 114a 彼此连接在一起。上述安装部分 114b 突起于第一表面 114a，平行于驱动半导体 111 厚度方向 111e，当带有突块 112 的驱动半导体 111 放置于第一表面 114a 上时，其沿着厚度方向 111e 的高度超过了突块 112。实施例中只有一对安装部分 114b，但是一个第一电路单元 100 中可有三个或更多的安装部分。如果有三个或更多的安装部分，如下所述，放置于第二电路板 116 上时第一电路单元 100 的平整度能够得到很大的提高。

如图 5 所示，115 是密封树脂，保护驱动半导体元件 111 和突块 112，此时驱动半导体元件 111 和突块 112 一起放置在第一表面 114a 上，在厚度方向 111e 突块 112 露出大约一半的高度。以上述方式构成第一电路单元 100。

如图 6 所示，第一电路单元 100 由突块 112 和安装部分 114b 的前段 114c，通过焊接剂 117，电连接到位于驱动半导体元件 111 另一端面 111b 的一侧上的第二电路板 116 上。

如图 1 所示，第二电路板 116 包含了驱动半导体元件 111 的控制电路，

电容、电阻之类的无源电子元件 122 和晶体管、寄存器等有源电子元件 123 构成了控制电路，并放置于一个端面或两个端面上。第二电路板 116 中有内部线路 124，将电子元件 122 和 123 与驱动半导体元件 111 电连接。

金属部分位于其上的热辐射部分 120，将半导体元件 111 传到金属部分 114 的热量散发到空气中。

如图 1 所示，热辐射部分 120 还可包含由支撑第二电路板的支撑部分 120a 形成的凹进处 120b。第一电路单元 100 放置于凹进处 120b 中，第二电路板 116 的两端由螺钉 121 固定在一对支撑部分 120a 上。通过热压的方法将热消散功效高的绝缘树脂 119 放置在凹进处 120b 的底面 120c 上，以从金属部分 114 向热辐射部分 120 传导热量，同时将金属部分 114 和热辐射部分 120 彼此电绝缘。另外，在绝缘树脂 119 和金属部分 114 之间填充硅脂 118，以减少金属部分 114 和绝缘树脂 119 间接触部分的热电阻。金属部分 114 的高度如下所述是一定的，硅脂 118 作为将金属部分 114 压向绝缘树脂 119 的缓冲部分，可使金属部分 114 与绝缘树脂 119 彼此一直紧密接触。可用柔软的片代替硅脂 118。

第二电路装置 101 的结构如上所述。

参考图 2-6 说明形成上述第一电路单元 100 的方法。

参见图 3，用改进了的线结合装置作突起电极成形机器或用电镀的方法，在图 2 所示的驱动半导体元件 111 第二铝电极 111d 上形成镀金突块 112。然后如图 4 所示，在驱动半导体元件 111 放在金属部分 114 第一表面 114a 预定位置的状态下，驱动半导体 111 和金属部分 114 放入高温炉中，加热到 350°C，炉中维持氮氢混合气体的还原空气状态。根据实施例，在高温炉中将熔化的高温焊接剂 113 滴到金属部分 114 的第一表面 114a 上。结果，金属部分 114 的第一表面 114a 与驱动半导体元件 111 的第一电极 111c 由高温焊接剂 113 连接在一起。

高温焊接剂 113 放入后，对驱动半导体元件 111 和金属部分 114 分别相互按压，从第一表面 114a 和第一电极 111c 之间熔化的焊接剂内部去除气泡。金属部分 114 要平行于驱动半导体元件 111 按压，使金属部分 114 和驱动半导体元件 111 紧密接触。保持绝对的接触状态，冷却金属部分 114 和驱动半导体元件 111，使焊接剂 113 凝固。凝固之后，金属部分 114 和

驱动半导体元件 111 返回到空气中。

接着参见图 5，密封树脂 115 用于机械保护驱动半导体元件 111 本身和驱动半导体元件 111 与突块 112 间的连接部分。密封树脂 115 为液体状态，高温设置，或由传递成型技术、注射成型技术形成。以此方法做成第一电路单元 100。

随后，为了保护驱动半导体元件 111，并可使其作为电子元件使用，如图 6 所示，第一电路单元 100 通过焊接剂 117 同时与第二电路板 116 上的电子元件 122 和 123 连接。连接时可使用通常的表面安装技术（SMT）。

在上述实施例中，金属部分 114 有金属的安装部分 114b，金属的安装部分 114b 从金属部分 114 的第一表面 114a 沿驱动半导体元件 111 厚度方向 111e 突起。因此，可通过安装部分 114b 得到驱动半导体元件 111 的第一电极 111c 与第二电路板 116 之间的电连接，而且还可通过安装部分 114b 将带有驱动半导体元件 111 的金属部分 114 固定到第二电路板 116 上。因为可去掉常规所需的凹连接器 23 和凸连接器 22，第一电路单元 100 和第二电路装置 101 在尺寸上可做的紧凑。同时，驱动半导体元件 111 的第二电极 111d 通过突块 112 电连接到第二电路板 116，与使用金属丝 18、金属导线 19 和电阻的常规技术相比，可减少杂散电容。

与常规技术相比通过突块 112 连接可减少线电阻，因此能够减少接通状态电阻和噪声。

如上所述，通过分别相互按压驱动半导体元件 111 的第一电极 111c 和金属部分 114 可将它们连接到一起，并去除焊接剂 113 内部的气泡。防止驱动半导体元件 111 由于空隙产生的异常过热。

图 7 所示为完成了图 2-5 的过程后，有多个第一电路单元 100 连接到第二电路板 116 上。虽然图 7 中安装了两个第一电路单元 100，但是无需说，可安装三个或更多的单元，或者相反只安装一个单元。在安装多个第一电路单元 100 的情况下，相对于第二电路板 116 的第一电路单元 100 高度 H1 和 H2 的误差范围应在一指定数值内。实施例中金属部分 114 有安装部分 114b，每个金属部分 114 的安装部分 114b 高度可调，即可切除安装部分 114b，因此可将高度 H1 和 H2 的位置精确地保持在 $\pm 50\mu\text{m}$ 的误差范围内。

图 1 所示的第二电路装置 101 是图 7 中第二电路板 116 和热辐射部分 120 的组合。第二电路装置 101 能够发挥与第一电路单元 100 同样的效果。

第二实施例

5 参见图 8 说明第二电路装置 101 的改进实例第四电路装置 103。

第四电路装置 103 包括上述第一电路单元 100 的改进实例第三电路单元 102。图 8 中的附图标记 133 所指的是金属制的第一电路板。图 8 中第二电路板 116 做单表面安装。

10 第三电路单元 102 分别附带有金属弹簧丝 136 和第二金属部分 134，代替第一电路单元 100 中的突块 112 和金属部分 114。弹簧丝 136 是导体，将驱动半导体元件 111 和第二电路板 116 彼此电连接在一起，如图所示，有第二弯曲部分 136a。图 8 第四电路装置 103 中，弹簧丝 136 的一端穿过第二电路板 116，焊在第二电路板 116 上。第二金属部分 134 没有安装部分 114b。弹簧丝 136 的第二弯曲部分 136a 没有由密封树脂 115 密封。

15 第三电路单元 102 结构中其他的部分与上述第一电路单元 100 相同。

上述结构的第三电路单元 102 中，第二金属部分 134 通过焊接剂 117 与第一电路板 133 连接在一起。第一电路板 133 通过硅脂 118 放置在热辐射部分 120 上。

20 在上述结构的第四电路装置 103 中，可通过弹簧丝 136 的第二弯曲部分 136a 将第一电路板 133 按压到热辐射部分 120，而且弹簧丝 136 可吸收热应力，因此可靠性高。

25 每一个弹簧丝 136 都平行于厚度方向 111e，如图所示，没有与厚度方向 111e 正交，因此第四电路装置 103 可做得紧凑。另外，去除了驱动半导体元件 111 与第二金属部分 134 间焊接剂 113 内的气泡，因此可防止空隙引起的驱动半导体元件 111 异常过热。

图 9 中所示的第四电路装置 103-1 是图 8 中第四电路装置 103 的变型，如图所示，弹簧丝 136-1 不穿过第二电路板 116，焊接在第二电路板 116 的一个表面。第二电路板 116 作双面安装。改进的第四电路装置 103-1 中的其他部分与上述图 8 中第四电路装置 103 的结构相同。

30 图 9 中第四电路装置 103-1 能够获得图 8 中第四电路装置 103 同样

的效果。

第三实施例

参见图 10 描述第二电路装置 101 的改进实例第五电路装置 104。

- 5 在第五电路装置 105 的结构中，去掉了图 16 中驱动设备的凸连接器 22 和凹连接器 23，用新的金属导线 139 连接金属丝 18。将驱动半导体元件 111 和第二金属部分 134 焊接在一起时，进行上述去除气泡的操作。在图 8 中对第二电路板 116 进行单表面安装。

- 金属导线 139 是铜镀锡的金属丝，连接到铝楔形结合的铝金属丝 18。
10 金属导线 139 中途形成第一弯曲部分 139a。金属导线 139 的一端穿过第二电路板 116 焊接。第二电路板 116 进行双面安装。

- 去掉了凸连接器 22 和凹连接器 23，金属导线 139 直接连接到第二电路板 116，因此第五电路装置 104 能够做得紧凑。金属导线 139 的第一弯曲部分 139a 能吸收热应力，得到高可靠性。另外，去除了驱动半导体元
15 件 111 与第二金属部分 134 间焊接剂 113 内的气泡，因此可防止空隙引起的驱动半导体元件 111 异常过热。

- 图 11 中所示的第五电路装置 104-1 是图 10 中第五电路装置 104 的变型。如图所示，金属导线 139-1 不穿过第二电路板 116，焊接在第二电路板 116 的一个表面。第五电路装置 104-1 结构中的其他部分与上述
20 图 10 中第五电路装置 104 相同。

类似地，第五电路装置 104-1 能够获得图 10 中第五电路装置 104 同样的效果。

第四实施例

- 25 下面参见图 12 说明上述第四电路装置 103 的改进实例第六电路装置 105。

- 第六电路装置 105 中，金属丝 141 代替了第四电路装置 103 中的弹簧丝 136。金属丝 141 有金球 140，是通过电火花熔化金丝形成的。金球 140 连接到驱动半导体元件 111 等上。通过加热和超声波振动金丝，用线结合
30 技术连接金球 140。连接后，沿厚度方向 111e 拔起金属丝 141，按预定的

长度切割，并用密封树脂 115 密封以防止变形。金属丝 141 的一端穿过第二电路板 116 焊接。第六电路装置结构中的其他部分与图 8 中所示的前述第四电路装置 103 相同。

5 根据第六电路装置 105，与第四电路装置 103 相似，金属丝 141 沿厚度方向 111e 延伸，因此第六电路装置 105 能做的紧凑。另外，去除了驱动半导体元件 111 与第二金属部分 134 间焊接剂 113 内的气泡，因此可防止空隙引起的驱动半导体元件 111 异常过热。

10 图 13 中所示的第六电路装置 105-1 是图 12 中第六电路装置 105 的变型。由图可清楚地看到，金属丝 141-1 不穿过第二电路板 116，焊接在第二电路板 116 的一个表面。第六电路装置 105-1 结构中的其他部分与上述第六电路装置 105 相同。

图 13 中的第六电路装置 105-1 能够获得图 12 中第六电路装置同样的效果。

15 第五实施例

参见图 14 描述第四电路装置 103 的改进实例第七电路装置 106。

20 第七电路装置 106 使用了金属丝 142，如铝丝或铜丝。通过用超声波振动的楔形结合技术将金属丝 142 连接到驱动半导体元件 111 等上。连接后沿厚度方向 111e 拔起金属丝 142，按预定的长度切割，并用密封树脂 115 密封以防止变形。金属丝 142 的一端穿过第二电路板 116 焊接。第七电路装置 106 的结构中其它的部分与图 8 所示的上述第四电路装置 103 相同。

25 根据与第四电路装置 103 相似的第七电路装置 106，金属丝 142 沿厚度方向 111e 延伸，因此第七电路装置 106 的尺寸可做得紧凑。也由于金属丝使用了铝或铜，与使用金丝的情况相比，第七电路装置 106 的构造便宜。除此之外，去除气泡的过程防止了驱动半导体元件 111 异常过热。

图 13 中的第七电路装置 106 变形为如图 14 所示的第七电路装置 106-1。如图所示，金属丝 142-1 不穿过第二电路板，焊接于第二电路板 116 的一个表面。改进的第七电路装置 106-1 中结构的其他部分与前述的第七电路装置 106 相同。

30 图 14 中第七电路装置 106-1 可获得图 13 中第七电路装置 106 同样

的效果。

尽管参考附图，结合优选实施例，对本发明作了详细的说明，但是仍应注意到，本领域技术人员可做出各种变化和变型。可以理解，这些变化和变型包含在所附的权利要求限定的本发明的范围内，除非它们不在其

5 中。

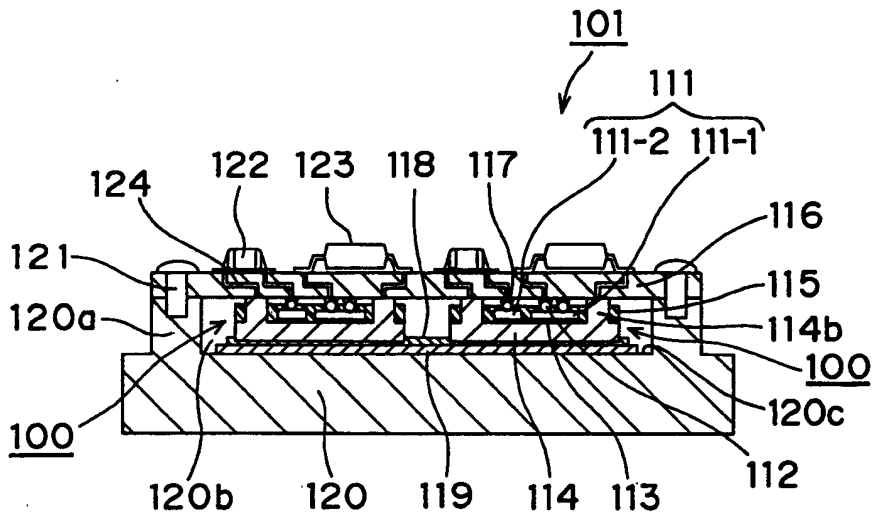


图 1

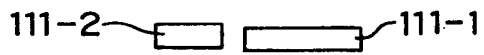


图 2

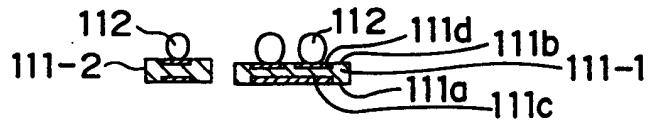


图 3

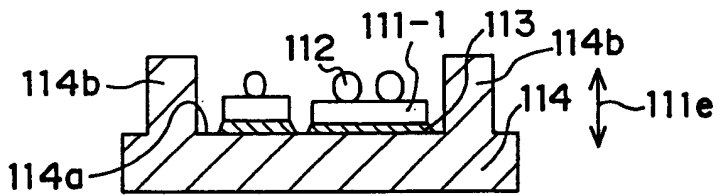


图 4

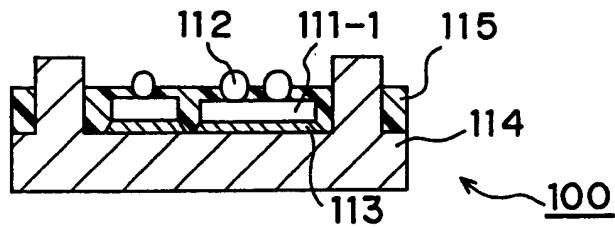


图 5

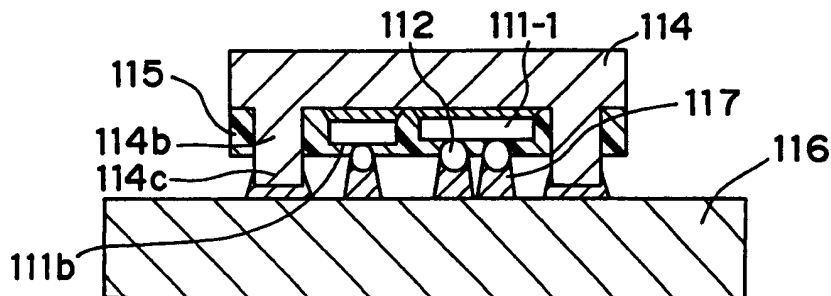


图 6

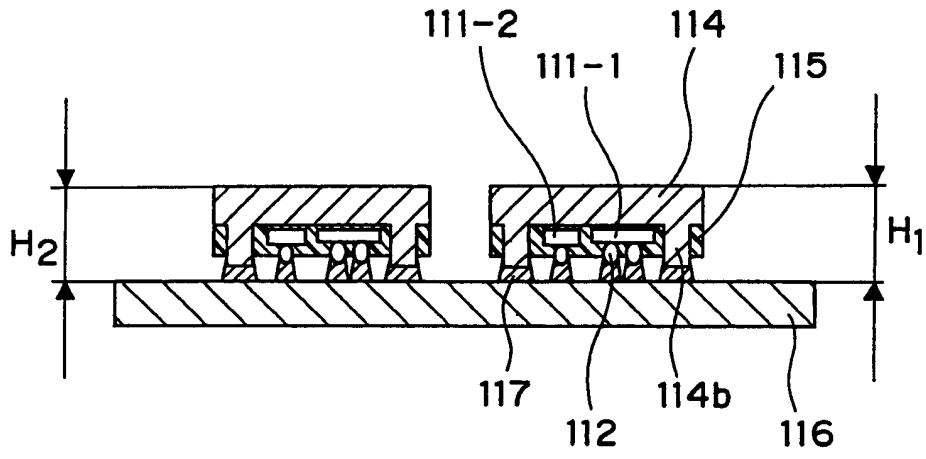


图 7

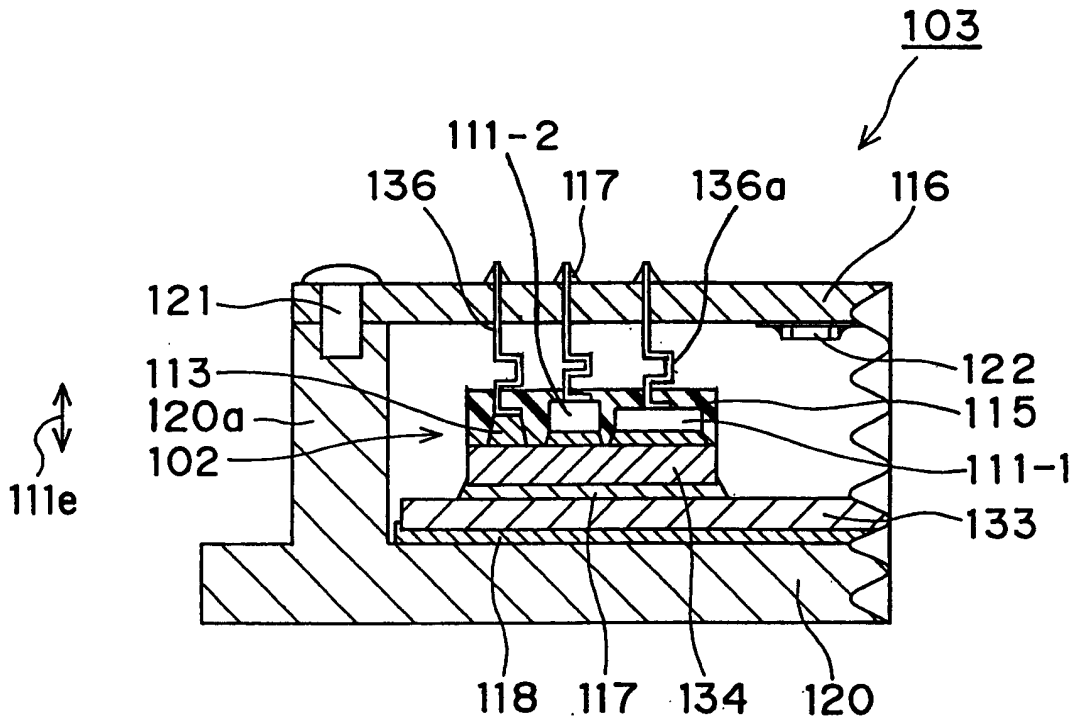


图 8

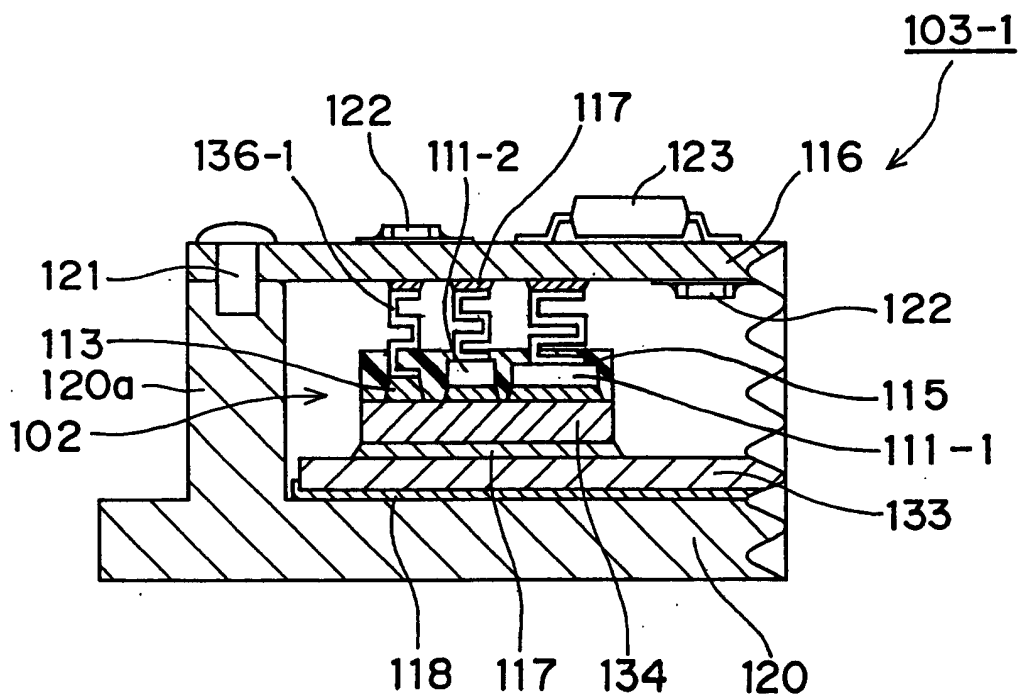


图 9

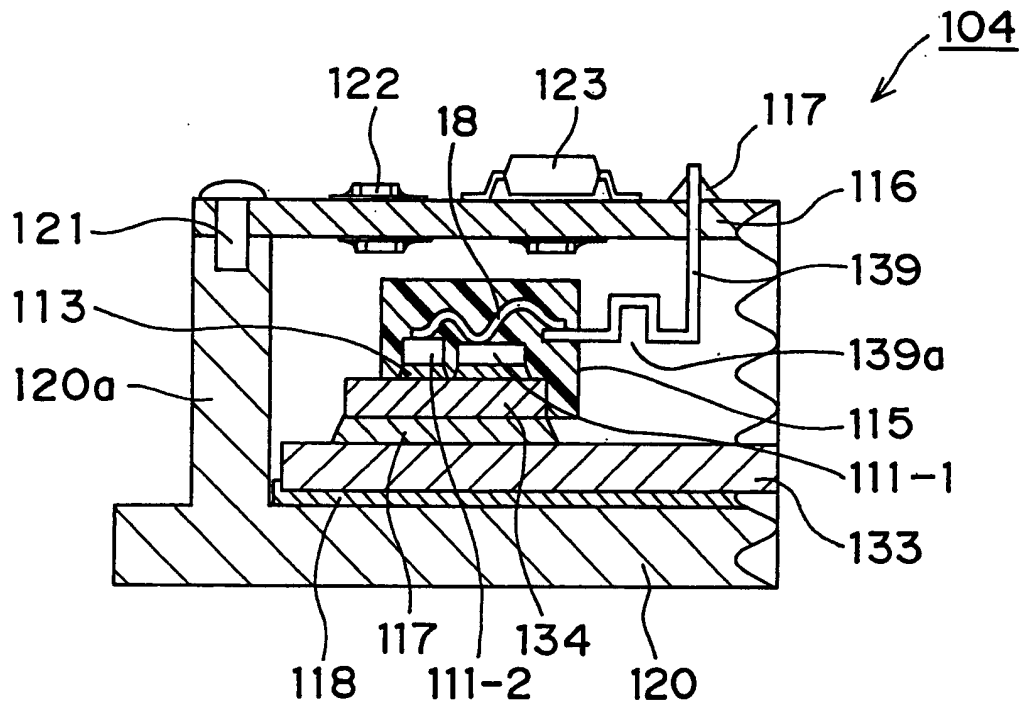


图 10

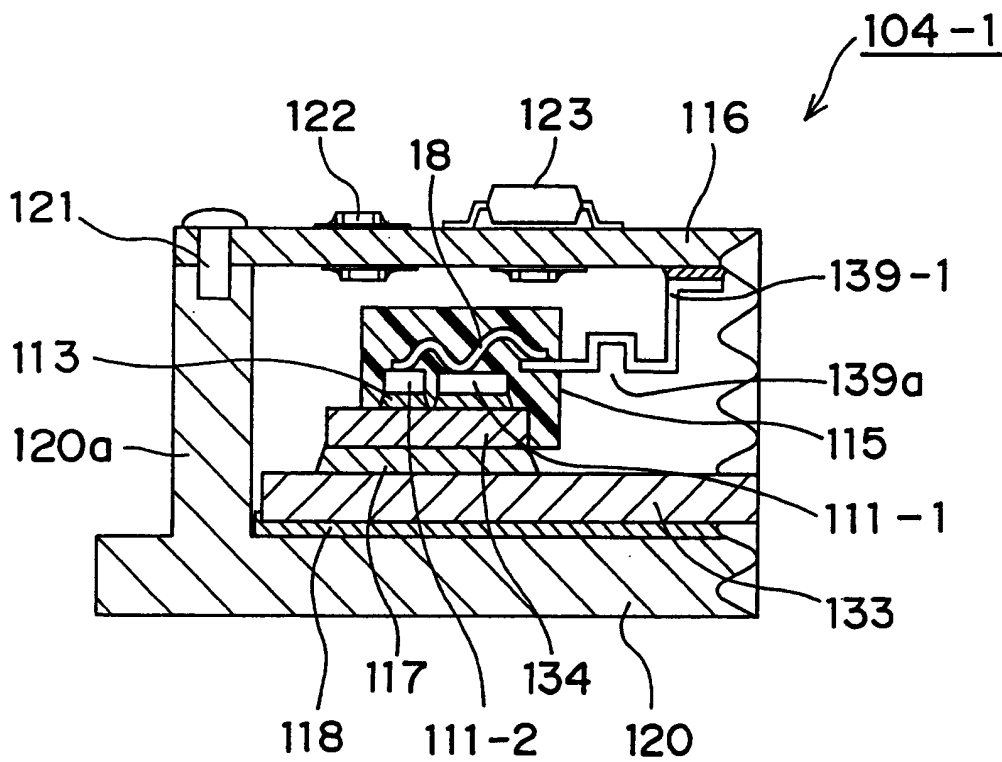


图 11

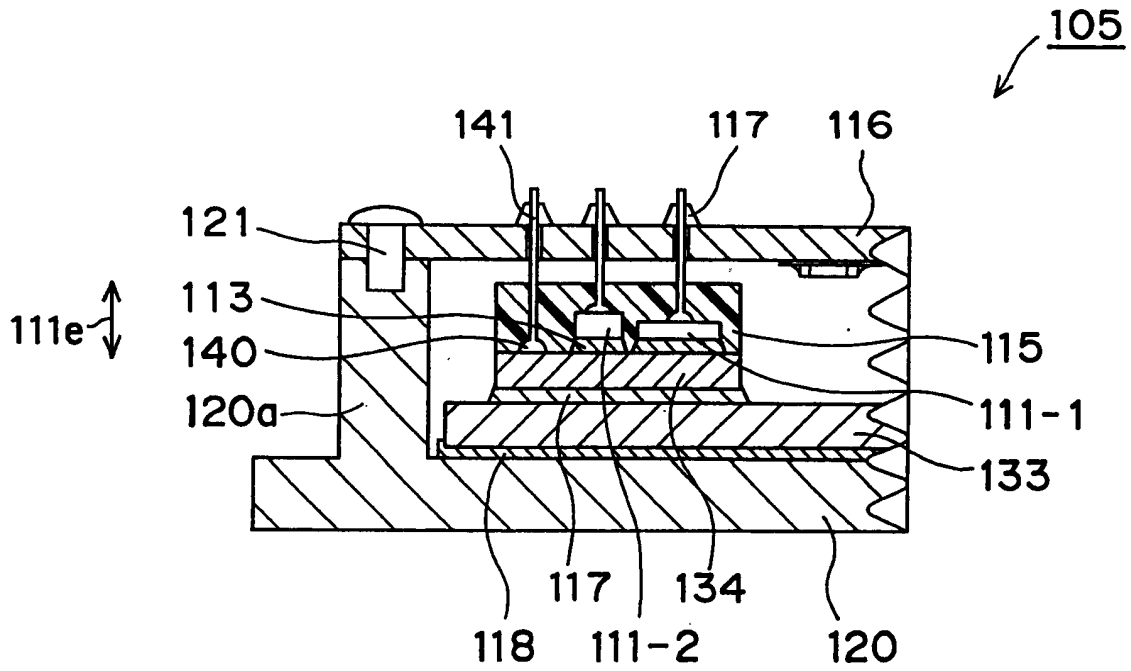


图 12

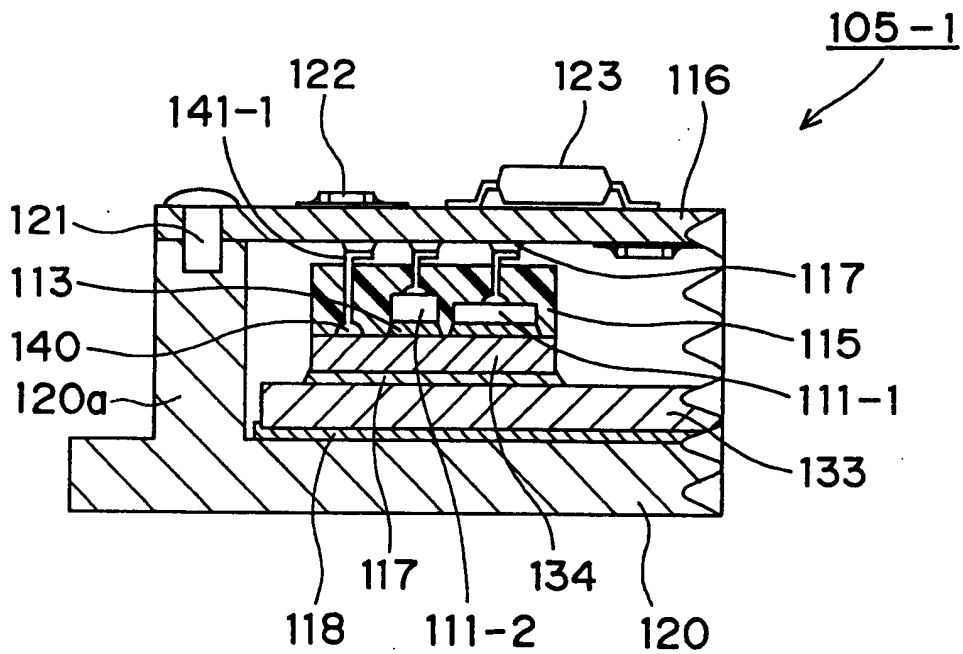


图 13

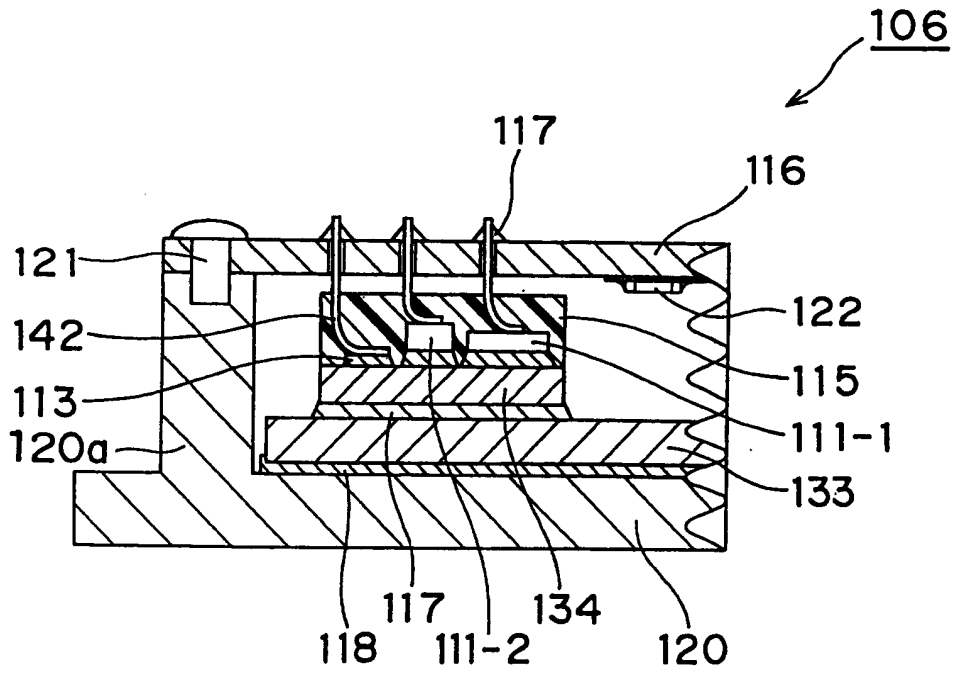


图 14

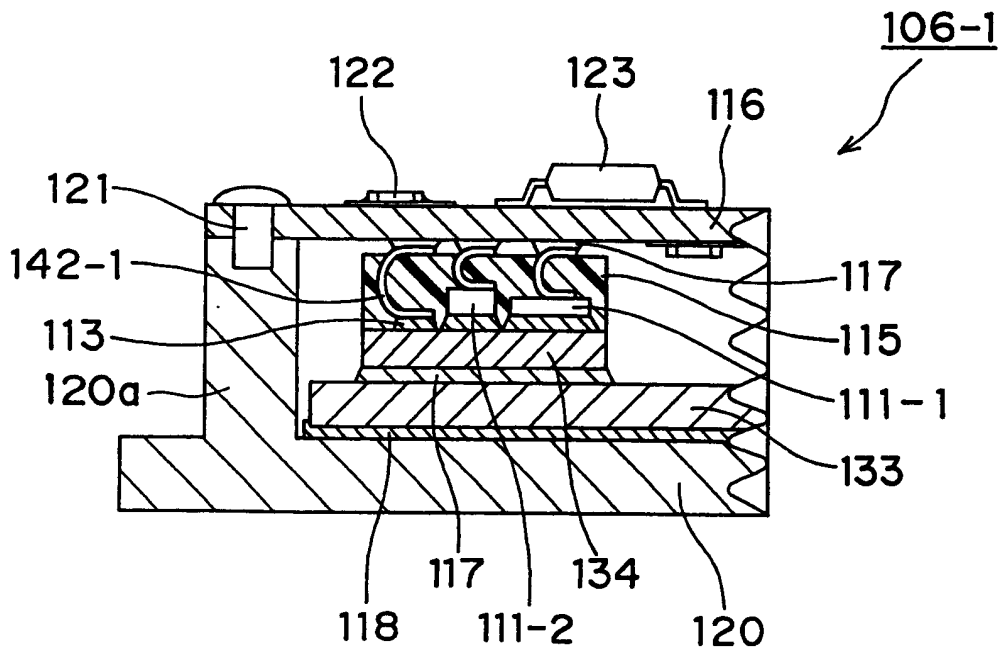


图 15

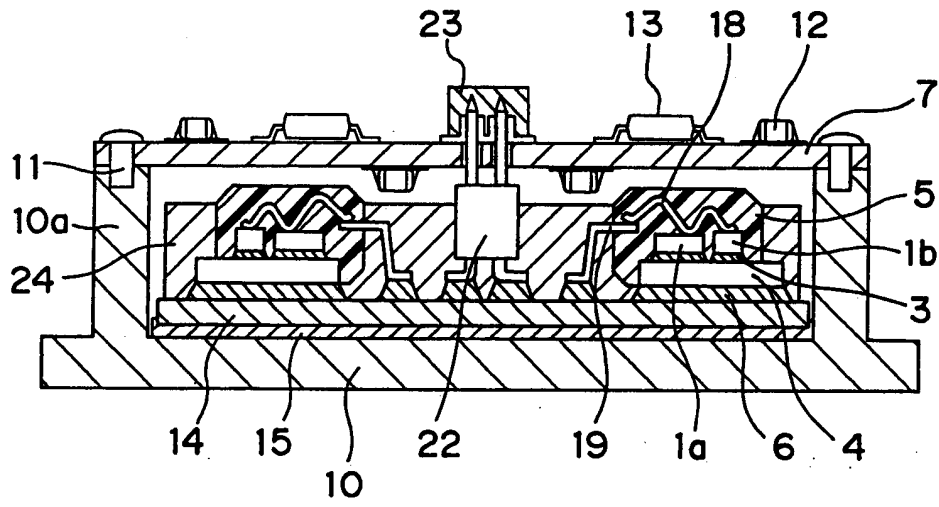


图 16