(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 215578508 U
(45)授权公告日 2022.01.18

(21)申请号 202121214259.8

(22)申请日 2021.06.01

(73)专利权人 广东汇芯半导体有限公司
地址 528000 广东省佛山市南海区丹灶镇仙湖度假区养生路10号之一

(72)发明人 左安超 谢荣才 王敏

(74)专利代理机构 深圳市辰为知识产权代理事务所(普通合伙) 44719
代理人 唐文波

(51)Int.Cl.
H01L 23/31(2006.01)
H01L 25/16(2006.01)
H01L 23/367(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

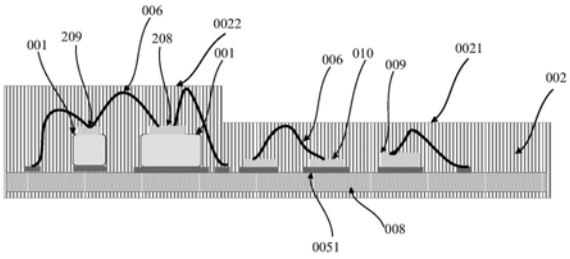
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)实用新型名称

半导体电路

(57)摘要

本实用新型涉及一种半导体电路，包括散热基板、电路布线层、多个电子元件、多个引脚和密封层，其中密封层至少存在厚度不同的两个区域，多个电子元件中其表面相对电路布线层的高度高的电子元件位于密封层中厚度大的区域。这样功耗较大使得其厚度较大的电子元件的表面距离密封层较厚区域的表面的距离，和功耗小使其厚度较小的电子元件的表面距离密封层的较薄区域的表面的距离大致相同，从而在保证密封层的密封强度的需求下，又节省了密封层的材料如树脂的用量，因为厚度相对薄的区域采用的树脂用量少，从而节省了成本。



CN 215578508 U

1.一种半导体电路,其特征在于,包括:

散热基板,所述散热基板包括安装面和散热面;

电路布线层,所述电路布线层设置在所述散热基板的安装面,所述电路布线层设置有多个连接焊盘;

多个电子元件,配置于所述电路布线层的焊盘上,所述多个电子元件包括功率器件和驱动芯片,所述多个电子元件的表面相对所述电路布线层的高度不一致;

多个引脚,所述多个引脚设置在所述散热基板的至少一侧;

密封层,所述密封层包裹设置所述电子元件的散热基板的一面,所述引脚的一端从所述密封层露出;

其中所述密封层至少存在厚度不同的两个区域,所述多个电子元件中其表面相对所述电路布线层的高度高的电子元件位于所述密封层中厚度大的区域。

2.根据权利要求1所述的半导体电路,其特征在于,还包括辅助散热器,所述辅助散热器设置在所述电路布线层和至少一个所述功率器件之间,所述辅助散热器位于所述密封层中较厚的区域。

3.根据权利要求2所述的半导体电路,其特征在于,所述多个电子元件在所述电路布线层形成逆变电路和PFC电路,安装于所述辅助散热器上的功率器件位于所述PFC电路。

4.根据权利要求3所述的半导体电路,其特征在于,所述功率器件包括开关管和续流二极管,所述辅助散热器为多个,分别连接所述PFC电路的开关管和续流二极管。

5.根据权利要求3所述的半导体电路,其特征在于,所述逆变电路位于所述辅助散热器中较薄的区域,且所述逆变电路中的功率器件不安装所述辅助散热器。

6.根据权利要求1所述的半导体电路,其特征在于,所述密封层中较薄和较厚的区域内的所述功率器件的表面到所述密封层的表面的距离范围相同,都为1毫米至7毫米。

7.根据权利要求1所述的半导体电路,其特征在于,还包括多根键合线,所述键合线连接于所述多个电子元件、所述电路布线层、所述多个引脚之间。

8.根据权利要求1所述的半导体电路,其特征在于,所述电路布线层的表面还设置有用于保护的绿油层。

半导体电路

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种半导体电路，属于半导体电路应用技术领域。

背景技术

[0002] 半导体电路是一种将电力电子和集成电路技术结合的功率驱动类产品。半导体电路外表一般由注塑形成的树脂材料进行封装形成密封层，将内部的电路板、电子元件进行密封，引脚从密封层的一侧或者两侧伸出。目前市场流通的半导体电路绝大多数是通过环氧树脂塑封材料去封装工艺制造。而塑封料的导热率比较底，一般在1.5～2W/m-K左右，半导体电路设计时，为了塑封工艺简单化及产品美观，设计人员一般把模块的密封层的外形轮廓设计为方正、表面平整结构，其密封层的厚度都是一致的，但实际内部的电子元件距离密封层的表面高度不一致，有点高度长有点高度短，而从密封层的密封作用出发高度长的地方会使得密封层相对较厚带来制造密封层的材料的浪费。

实用新型内容

[0003] 本实用新型需要解决的技术问题是解决现有的半导体电路使用过程中，由于密封层的厚度一致带来制造密封层的材料的浪费问题。

[0004] 具体地，本实用新型公开一种半导体电路，包括：

[0005] 散热基板，散热基板包括安装面和散热面；

[0006] 电路布线层，电路布线层设置在散热基板的安装面，电路布线层设置有多个连接焊盘；

[0007] 多个电子元件，配置于电路布线层的焊盘上，多个电子元件包括功率器件和驱动芯片，多个电子元件的表面相对电路布线层的高度不一致；

[0008] 多个引脚，多个引脚设置在散热基板的至少一侧；

[0009] 密封层，密封层包裹设置电子元件的散热基板的一面，引脚的一端从密封层露出；

[0010] 其中密封层至少存在厚度不同的两个区域，多个电子元件中其表面相对电路布线层的高度高的电子元件位于密封层中厚度大的区域。

[0011] 可选地，半导体电路还包括辅助散热器，辅助散热器设置在电路布线层和至少一个功率器件之间，辅助散热器位于密封层中较厚的区域。

[0012] 可选地，多个电子元件在电路布线层形成逆变电路和PFC电路，安装于辅助散热器上的功率器件位于PFC电路。

[0013] 可选地，功率器件包括开关管和续流二极管，辅助散热器为多个，分别连接PFC电路的开关管和续流二极管。

[0014] 可选地，逆变电路位于辅助散热器中较薄的区域，且逆变电路中的功率器件不安装辅助散热器。

[0015] 可选地，密封层中较薄和较厚的区域内的功率器件的表面到密封层的表面的距离范围相同，都为1毫米至7毫米。

[0016] 可选地，半导体电路还包括多根键合线，键合线连接于多个电子元件、电路布线层、多个引脚之间。

[0017] 可选地，电路布线层的表面还设置有用于保护的绿油层。

[0018] 可选地，绝缘层由树脂材料制成，树脂材料内部填充氧化铝和碳化铝的填料。

[0019] 可选地，填料为角形、球形或者角形和球形的混合体。

[0020] 本实用新型的半导体电路，包括散热基板、电路布线层、多个电子元件、多个引脚和密封层，其中密封层至少存在厚度不同的两个区域，多个电子元件中其表面相对电路布线层的高度高的电子元件位于密封层中厚度大的区域。这样功耗较大使得其厚度较大的电子元件的表面距离密封层较厚区域的表面的距离，和功耗小使其厚度较小的电子元件的表面距离密封层的较薄区域的表面的距离大致相同，从而在保证密封层的密封强度的需求下，又节省了密封层的材料如树脂的用量，因为厚度相对薄的区域采用的树脂用量少，从而节省了成本。

附图说明

[0021] 图1为本实用新型实施例的半导体电路的剖视图；

[0022] 图2为本实用新型实施例的半导体电路的散热基板安装电子元件的结构示意图；

[0023] 图3为本实用新型实施例的半导体电路去掉部分密封层显示内部的电路布线层和电子元件的结构示意图；

[0024] 图4为本实用新型实施例的半导体电路的内部电路简化图。

[0025] 附图标记：

[0026] 辅助散热器001，密封层002，第一表面0021，第二表面0022，电路布线层005，连接焊盘0051，键合线006，散热基板008，第一IGBT009，第一续流二极管010，引脚100，驱动芯片104，第二IGBT208，第二续流二极管209。

具体实施方式

[0027] 需要说明的是，在结构或功能不冲突的情况下，本实用新型中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面根据实例来详细说明本实用新型。

[0028] 本实用新型提到的半导体电路，是一种将功率开关器件和高压驱动电路等集成在一起，并在外表进行密封封装的一种电路模块，在电力电子领域应用广泛，如驱动电机的变频器、各种逆变电压、变频调速、冶金机械、电力牵引、变频家电等领域应用。这里的半导体电路还有多种其他的名称，如模块化智能功率系统(Modular Intelligent Power System，MIPS)、智能功率模块(Intelligent Power Module，IPM)，或者称为混合集成电路、功率半导体模块、功率模块等名称。在本实用新型的以下实施例中，统一称为模块化智能功率系统(MIPS)。

[0029] 本实用新型提出的MIPS如图1至4所示，MIPS包括散热基板008、电路布线层005、多个电子元件、多个引脚100、密封层002。

[0030] 其中散热基板008由金属材料制成，其包括处于上方的安装面和下方的散热面，具体可以是由1100、5052等材质的铝构成的矩形板材。

[0031] 在散热基板008上设置有绝缘层(图中未示出)，以在绝缘层上设置电路布线层

005,实现电路布线层005和散热基板008之间的电隔离。绝缘层覆盖散热基板008至少一个表面形成,且由环氧树脂等树脂材料制成,并在树脂材料内部填充氧化铝和碳化铝等填料,以提高热导率。为了提高热导率,这些填料的形状可采用角形,为了避免填料损坏设置在其表面的电子元件的接触面的风险,填料可采用球形、角形或者角形与球形混合型。电路布线层005可以是铜箔蚀刻形成,也可以是膏状导电介质印刷形成,导电介质可以是石墨烯、锡膏、银胶等导电材料。在电路布线层005上形成电路的走线,并设置了连接走线的多个连接焊盘0051,用于安装电子元件和引脚100。引脚100固定电连接在散热基板008的靠近其边缘的连接焊盘0051上,具有与MIPS连接的外部电路进行输入、输出信号的作用,在该实施例中,如图2和图3所示,多个引脚100从散热基板008的一侧引出,其他实现方式中也可以从散热基板008的相对的两侧引出。引脚100一般采用铜等金属制成,铜表面通过化学镀和电镀形成一层镍锡合金层,合金层的厚度一般为5μm,镀层可保护铜不被腐蚀氧化,并可提高可焊接性。

[0032] 进一步地,还可在电路布线层005的表面设置一层较薄的绿油层(图中未示出),其起到防止电路布线层005的走线之间发送短路带来的损坏,还起到防止电路布线层005的表面氧化、污染,以此起到保护作用。

[0033] 电子元件配置于电路布线层005的连接焊盘0051上,电子元件包括功率器件和驱动芯片104,其中功率器件包括开关管如IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor,绝缘栅双极型晶体管)或者MOS管(metal oxide semiconductor,金属氧化物半导体)等,也包括续流二极管,其工作消耗的功率大发热量大,因此MIPS工作过程中温度相对室温要高。电子元件还包括无源器件如电阻电容等。不同的电子元件由于其功耗的不同,其体积有大有小,例如做为功率器件的第一IGBT009、第一续流二极管010、第二IGBT208和第二续流二极管209,其中第一IGBT009和第一续流二极管010功耗较第二IGBT208和第二续流二极管209大,因而第一IGBT009和第一续流二极管010体积较大厚度也较大,而第二IGBT208和第二续流二极管209体积和厚度相对小,因此第一IGBT009和第一续流二极管010的表面距离电路布线层005的高度要高,而第二IGBT208和第二续流二极管209的表面距离电容布线层005的高度相对第一IGBT009和第一续流二极管010要低。

[0034] 密封层002可由树脂形成,通过传递模方式使用热固性树脂模制,也可使用注入模方式使用热塑性树脂模制。密封层002有两种封装结构,一种是密封层002包覆散热基板008的上下两面,并包覆设置在散热基板008上的电子元件,同时还包覆引脚100设置于散热基板008的一端,为密封层002的全包覆方式;在另一种封装方式中,密封层002包覆散热基板008的上表面,即包覆散热基板008、电子元件和设置于散热基板008的一端的引脚100,散热基板008的下表面即散热面露出于密封层002,以此形成密封层002的半包覆方式。图1所示的为密封层002的全包覆方式。

[0035] 相对现有技术的密封层002表面平整,即密封层002的厚度一致的方案,本实用新型实施例的MIPS的密封层002的厚度不一致,其表面至少存在厚度不同的两个区域,其中电子元件中相对电路布线层005的高度高的电子元件位于密封层002中厚度大的区域。如图1所示,电子元件中厚度较大的如第一IGBT009和第一续流二极管010位于厚度大的区域,其密封层002的表面为第二表面022,而厚度较小的如第二IGBT208、第二续流二极管209和阻容元件等位于厚度较小的区域,其密封层002的表面为第一表面0021,这样厚度较大的第一

IGBT009和第一续流二极管010的表面距离密封层002的第二表面02的距离，和厚度较小的第二IGBT208和第二续流二极管209的表面距离密封层002的第一表面0021距离大致相当，也即密封层002虽然厚度不同，其不同的表面距离电子元件的表面的密封的厚度大致相同，从而在保证密封层002的密封强度的需求下，又节省了密封层002的材料如树脂的用量，因为厚度相对薄的区域采用的树脂用量少，从而节省了成本。而且由于密封层002的厚度不同使得厚度较大的IGBT的表面距离密封层002的表面的距离，和厚度较小的IGBT的表面距离密封层002表面的距离大致相当，在厚度较薄的密封层002内的电子元件如IGBT相对现有技术中密封层002厚度一致的方案，更有利于这些电子元件的散热，从而也有利于维持这些电子元件工作过程中的温度的波动不至过大，以此提升了整个MIPS的工作可靠性和稳定性。

[0036] 在本实用新型的一些实施例中，如图1所示，MIPS还包括多根键合线006，键合线006连接于多个电子元件、电路布线层005、多个引脚100之间。如键合线006可以连接电子元件和电子元件，也可以连接电子元件和电路布线层005，还可以是连接电子元件和引脚100，以及电路布线层005和引脚100。电子元件为上述实施例提到的第一IGBT009和第一续流二极管010、第二IGBT208和第二续流二极管209、驱动芯片、以及其它如电阻、电容等。键合线006通常为金线、铜线、金铜混合线、38um或者38um以下细铝线、100um或100um以上的粗铝线。具体如图1中所示，在电子元件的表面到密封层的表面所在的密封层空间内，键合线006连接在电子元件之间，如功率器件之间，或者功率器件和电阻或电容之间。

[0037] 在本实用新型的一些实施例中，如图1和图2所示，MIPS还包括辅助散热器001，辅助散热器001设置在电路布线层005和至少一个功率器件之间，辅助散热器001位于密封层002中较厚的区域。因为有的功率器件如第一IGBT009和第一续流二极管010过电流大，功耗大因而发热量大，为了更有利于其散热，在第一IGBT009和第一续流二极管010与电路布线层005之间还安装一个辅助散热器001，如图1和图2中所示，辅助散热器001一般由金属材料制成如铜合金。辅助散热器001的体积与功率器件芯片对应的大小一致，辅助散热器001的设置相当于垫高了功率器件的高度，使得功率器件的表面到电路布线层005的距离大大增加，因此设置有辅助散热器001的区域对应的密封层002厚度需要增加，以保证这些功率器件的表面到密封层002的表面的高度满足一定的需求，从而保证密封层002的强度要求。

[0038] 进一步地，在本实用新型的一些实施例中，如图1至图4所示，多个电子元件在电路布线层005形成逆变电路和PFC(功率因素校正)电路，安装于辅助散热器001上的功率器件如第一IGBT009和第一续流二极管010位于PFC电路中。本实施例的MIPS的内部除了包含常规的逆变电路，还包含PFC电路，以此可以拓展MIPS的应用范围，在应用上无需设置PFC电路相关功率开关部分。因为PFC电路的开关管一般为单管，其过电流要相对6个开关管组成的逆变电路中的每个开关管要大很多，因此PFC电路的开关管如第一IGBT009和第一续流二极管010功耗要大，因此其功率器件的芯片体积要大，且为了更好的散热，在PFC电路的第一IGBT009和第一续流二极管010下面设置辅助散热器001，以此使得这些电子元件安装时相对电路布线层005的高度增加，因此密封层002的厚度较大区域设置在FPC电路部分，而逆变电路的功率器件如第二IGBT208和第二续流二极管209功耗相对PFC电路的功率器件低，其体积小，也无需安装辅助散热器001，因而逆变电路的功率器件直接安装在电路布线层005，逆变电路的功率器件的表面到电路布线层005的高度要相对PFC电路部分的低，因此密封层002较薄的区域设置在逆变电路部分。

[0039] 在本实用新型的一些实施例中，密封层002中较薄和较厚的区域内的功率器件的表面到密封层002的表面的距离范围相同，都为1毫米至7毫米。如图1所示，PFC电路的第一IGBT009和第一续流二极管010位于密封层002较厚区域，其表面距离密封层002的第二表面0022的距离为1毫米至7毫米，如一般为2.3毫米。逆变器的第二IGBT和续流二极管位于密封层002的较薄区域，其表面距离密封层002的第一表面0021的距离也为1毫米至7毫米，如一般为2.4毫米，这样密封层002的两个厚薄两个区域的电子元件到密封层002表面的距离基本相同。选择一个合适的距离除了满足密封层002的密封强度要求，同时也满足键和线006的安装要求，因为这个距离的空间安装键和线，键和线在连接不同的电子元件时，为弧线弯曲设置，其弧线的高度需要满足安规要求，因此安装键合线006的区域需要一定的高度。也即通过密封层002的较薄和较厚的不同区域实现了安装键合线006区域的厚度一致，从而在满足密封层002的密封强度要求的同时，也满足了键合线006的安装需求。

[0040] 在本实用新型的一些实施例中，如图3和图4所示，电路布线层005和配置于电路布线层005上的电子元件组成的电路包括驱动电路和逆变电路，其中逆变电路包括上下桥臂的6个开关管，驱动电路包括驱动芯片104，驱动芯片104设置有过温保护开关电路、欠压保护电路、过流保护电路、过压保护电路中的至少一者。如图3所示，6个第一IGBT009和第一续流二极管010组成逆变电路，驱动芯片104以及周围的阻容元件组成驱动电路。逆变电路主要由上下桥臂的3组逆变单元组成，每个逆变单元包括两个三级晶体管在图4中为IGBT，也可以是MOS管，其中三极晶体管202与三极晶体管205为一组，三极晶体管203与三极晶体管206为一组，三极晶体管204与三极晶体管207为一组，每组两个三极晶体管分为上桥臂和下桥臂，其中三极晶体管202为上桥臂，三极晶体管205为下桥臂，三极晶体管203为上桥臂，三极晶体管206为下桥臂，三极晶体管204为上桥臂，三极晶体管207为下桥臂，上桥臂的三极晶体管202的集电极与模块的高压输入端VCC(17)连接，上桥臂的三极晶体管202的发射极与下桥臂的三极晶体管205的集电极连接，下桥臂的三极晶体管205的发射极与模块外引脚U-(23)端连接，两个三极晶体管的栅极均与驱动芯片104相连，上桥臂的三极晶体管203的发射极与下桥臂的三极晶体管205的集电极连接，下桥臂的三极晶体管206的发射极与模块外引脚V-(22)端连接，两个三极晶体管的栅极均与驱动芯片104相连，上桥臂的三极晶体管204的发射极与下桥臂的三极晶体管207的集电极连接，下桥臂的三极晶体管207的发射极与模块外引脚W-(21)端连接，两个三极晶体管的栅极均与驱动芯片104相连。

[0041] 进一步地，电路还包括PFC电路，如图3所示，在电路布线层005的左侧设置有第二IGBT208和第二续流二极管209管，以此构成全桥PFC电路，从而将PFC电路集成在IPM模块中，以此拓展IPM模块的应用。

[0042] 在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本实用新型的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0043] 在本实用新型的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位

或位置关系，仅是为了便于描述本实用新型和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0044] 此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本实用新型的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

[0045] 在本实用新型中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0046] 在本实用新型中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0047] 尽管上面已经示出和描述了本实用新型的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本实用新型的限制，本领域的普通技术人员在本实用新型的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

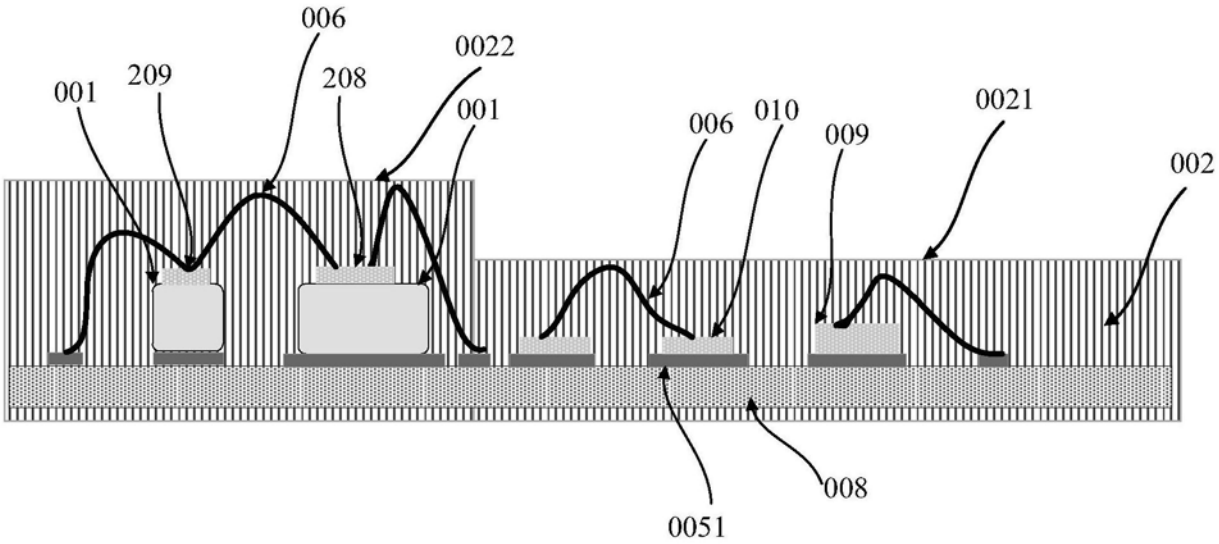

006
0022
001
209
208
001
006
010
009
0021
002
008
0051

图1

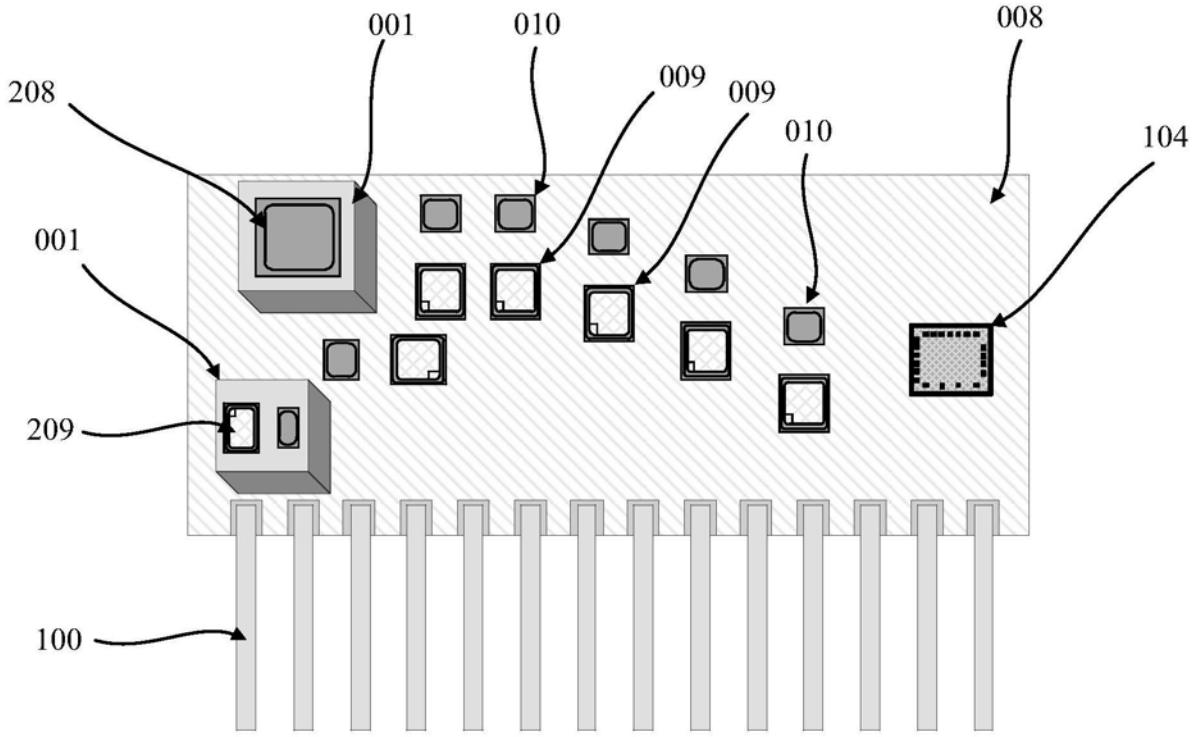

001
010
008
208
009
009
010
104
001
209
100

图2

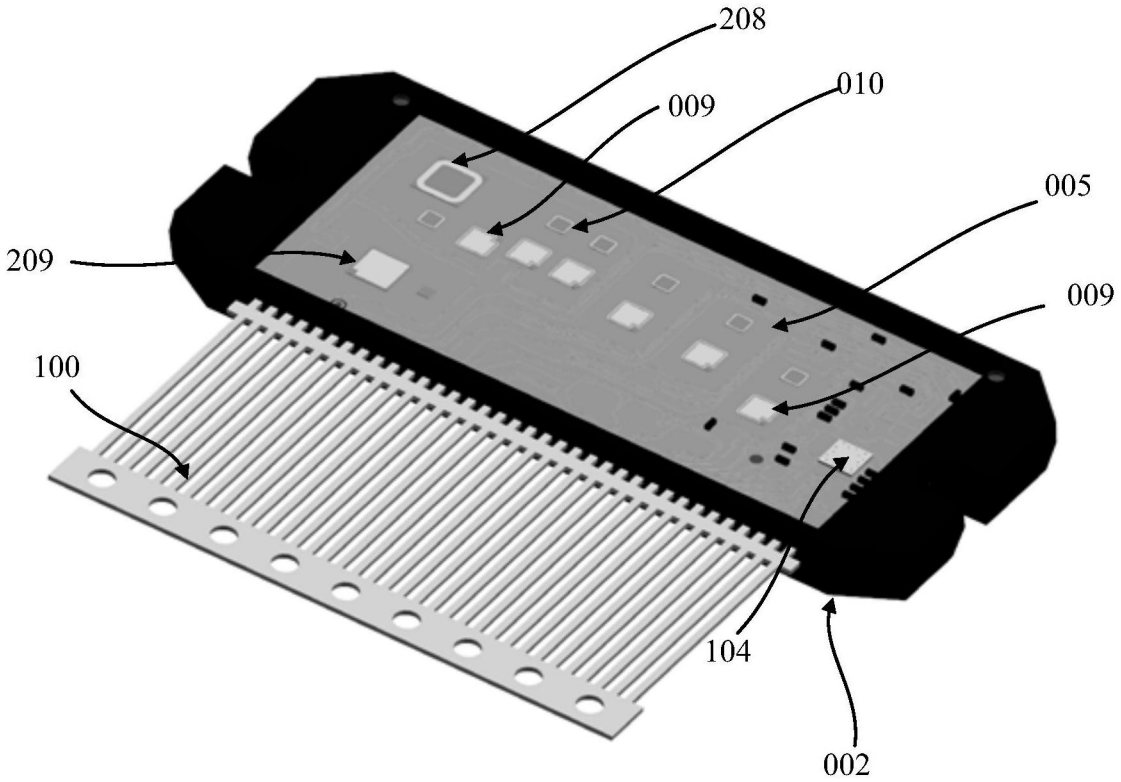


图3

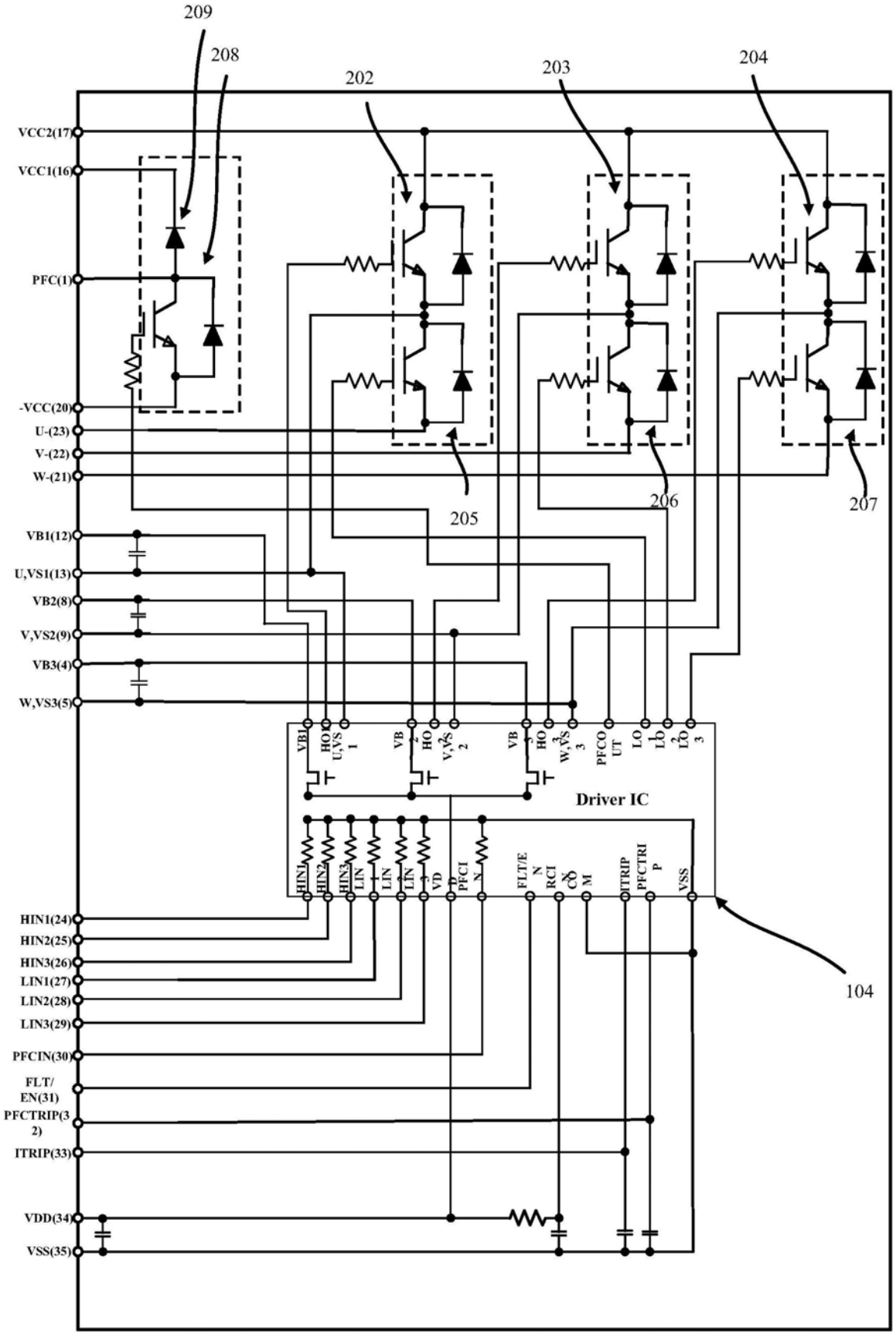

209
208
202
203
204
VCC2(17)
VCC1(16)
PFC(1)
-VCC(20)
U-(23)
V-(22)
W-(21)
205
206
207
VB1(12)
U,VS1(13)
VB2(8)
V,VS2(9)
VB3(4)
W,VS3(5)
Driver IC
HIN1(24)
HIN2(25)
HIN3(26)
LIN1(27)
LIN2(28)
LIN3(29)
PFCIN(30)
FLT/
EN(31)
PFCTRIP(3
2)
ITRIP(33)
VDD(34)
VSS(35)
104

图4