



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115985910 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 18

(21) 申请号 202310279084.6

(22) 申请日 2023.03.22

(71) 申请人 烟台台芯电子科技有限公司

地址 264006 山东省烟台市中国(山东)自由贸易试验区烟台片区开发区厦门大街39号

(72) 发明人 徐凡 张茹

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569

专利代理师 贾瑞华

(51) Int. Cl.

H01L 27/06 (2006.01)

H01L 29/739 (2006.01)

H01L 23/50 (2006.01)

H01L 23/13 (2006.01)

H01L 23/14 (2006.01)

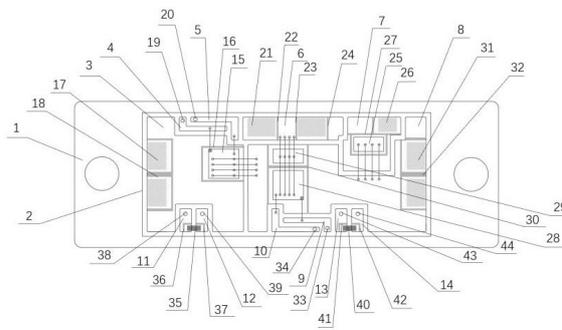
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种IGBT半桥功率模块

(57) 摘要

本发明公开一种IGBT半桥功率模块,涉及半导体封装及功率模块领域,IGBT半桥功率模块包括铜底板、基板、半桥电路和负极主功率端子,半桥电路包括上桥电路和下桥电路;上桥电路包括上桥IGBT芯片以及与上桥IGBT芯片反并联的第一二极管单元;下桥电路包括下桥IGBT芯片以及与下桥IGBT芯片反并联的第二二极管单元,负极主功率端子、第二二极管单元和下桥IGBT芯片垂直并列设置于基板中部,负极主功率端子、第二二极管单元和下桥IGBT芯片构成的垂直区域两侧设置有上桥IGBT芯片和第一二极管单元。基于此本发明换流回路的路径更小,回路围成面积更小,使换流回路寄生电感更小。



1. 一种IGBT半桥功率模块,其特征在于,所述IGBT半桥功率模块包括铜底板、基板、半桥电路和负极主功率端子;

所述半桥电路包括上桥电路和下桥电路;所述上桥电路包括上桥IGBT芯片以及与所述上桥IGBT芯片反并联的第一二极管单元;所述下桥电路包括下桥IGBT芯片以及与所述下桥IGBT芯片反并联的第二二极管单元;

其中,所述负极主功率端子、所述第二二极管单元和所述下桥IGBT芯片垂直并列设置于所述基板中部,所述负极主功率端子、所述第二二极管单元和所述下桥IGBT芯片构成的垂直区域两侧设置有所述上桥IGBT芯片和所述第一二极管单元。

2. 根据权利要求1所述的IGBT半桥功率模块,其特征在于,所述基板为一片板;所述上桥IGBT芯片、所述第二二极管单元、所述下桥IGBT芯片和所述第一二极管单元通过所述基板上刻蚀的铜区以及键合线连接。

3. 根据权利要求1所述的IGBT半桥功率模块,其特征在于,所述半桥电路还包括第一正极主功率端子和第二正极主功率端子;

所述第一正极主功率端子,靠近所述上桥IGBT芯片设置,与所述上桥IGBT芯片通过所述基板上刻蚀的铜区连接;

所述第二正极主功率端子,靠近所述第一二极管单元设置,与所述第一二极管单元通过所述基板上刻蚀的铜区连接。

4. 根据权利要求1所述的IGBT半桥功率模块,其特征在于,所述负极主功率端子与所述下桥IGBT芯片、所述第二二极管单元通过所述基板上刻蚀的铜区以及键合线连接。

5. 根据权利要求1所述的IGBT半桥功率模块,其特征在于,所述IGBT半桥功率模块还包括第一栅极驱动回路和第二栅极驱动回路;所述上桥IGBT芯片包括第一发射极端和第二发射极端;所述下桥IGBT芯片包括第三发射极端和第四发射极端;

所述第一栅极驱动回路与所述上桥IGBT芯片的栅极端和第二发射极端连接;所述第一发射极端通过键合线连接到所述基板上,并通过所述基板上刻蚀的铜区与输出功率端子连接;

所述第二栅极驱动回路与所述下桥IGBT芯片的栅极端和第四发射极端连接;所述第三发射极端通过键合线与所述第二二极管单元连接。

6. 根据权利要求1所述的IGBT半桥功率模块,其特征在于,所述IGBT半桥功率模块还包括第一NTC电阻和第二NTC电阻;

所述第一NTC电阻靠近所述上桥IGBT芯片设置,用于监测所述上桥IGBT芯片的温度;所述第二NTC电阻靠近所述下桥IGBT芯片设置,用于监测所述下桥IGBT芯片的温度。

7. 根据权利要求1所述的IGBT半桥功率模块,其特征在于,所述基板还包括上铜层;所述上铜层包括第一上铜层区域、第二上铜层区域和第三上铜层区域;所述第一上铜层区域上设置有所述上桥IGBT芯片;所述第二上铜层区域上设置有所述第二二极管单元和所述下桥IGBT芯片;所述第三上铜层区域上设置有所述第一二极管单元;

所述第二上铜层区域的面积大于所述第一上铜层区域的面积,所述第一上铜层区域的面积大于所述第三上铜层区域的面积。

8. 根据权利要求7所述的IGBT半桥功率模块,其特征在于,所述上铜层还包括第四上铜层区域、第五上铜层区域、第六上铜层区域、第七上铜层区域、第八上铜层区域、第九上铜层

区域、第十上铜层区域、第十一上铜层区域和第十二上铜层区域；

第四上铜层区域上设置有第一栅极驱动回路的第一焊盘；所述第五上铜层区域上设置有第一栅极驱动回路的第二焊盘；所述第六上铜层区域上设置有负极主功率端子；所述第七上铜层区域上设置有第二栅极驱动回路的第三焊盘；所述第八上铜层区域上设置有第二栅极驱动回路的第四焊盘；所述第九上铜层区域和所述第十上铜层区域上设置有第一NTC电阻；所述第十一上铜层区域和所述第十二上铜层区域上设置有第二NTC电阻。

9. 根据权利要求1所述的IGBT半桥功率模块，其特征在于，所述基板还包括下铜层；所述下铜层的中部设置有多个孔结构。

一种IGBT半桥功率模块

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体封装及功率模块技术领域,特别是涉及一种IGBT半桥功率模块。

背景技术

[0002] 功率半导体是一种依托电力电子技术、伴随电力运用而诞生的半导体产品,其是各类电子设备或电力系统主电路中的核心部分,可直接用于电能的处理和转换。IGBT作为功率半导体中的典型产品,近年来,其相关的封装模块在交流技术领域得到了越来越广泛的应用,而34mm半桥模块作为市面上最常使用的封装模块,开发其新型产品具有很大的意义。

[0003] IGBT功率模块的设计核心之一是低寄生电感设计,换流回路寄生电感的大小在一定程度上会影响模块以及系统工作的可靠性:换流回路寄生电感过大会产生较大的关断尖峰电压,从而造成IGBT芯片关断损耗的增加甚至是过压损坏。除此以外,寄生电感产生的尖峰电压还会引发电磁干扰,影响整个系统的工作。目前,市面上的半桥模块换流回路路径长,回路围成面积大,因此模块内部含有较大的换流回路寄生电感,使得模块存在关断过压损坏和产生电磁干扰的风险。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种IGBT半桥功率模块,可减小换流回路路径和回路围成面积,降低模块关断过压损坏和产生电磁干扰的风险。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0006] 一种IGBT半桥功率模块,所述IGBT半桥功率模块包括铜底板、基板、半桥电路和负极主功率端子;

[0007] 所述半桥电路包括上桥电路和下桥电路;所述上桥电路包括上桥IGBT芯片以及与所述上桥IGBT芯片反并联的第一二极管单元;所述下桥电路包括下桥IGBT芯片以及与所述下桥IGBT芯片反并联的第二二极管单元;

[0008] 其中,所述负极主功率端子、所述第二二极管单元和所述下桥IGBT芯片垂直并列设置于所述基板中部,所述负极主功率端子、所述第二二极管单元和所述下桥IGBT芯片构成的垂直区域两侧设置有所述上桥IGBT芯片和所述第一二极管单元。

[0009] 可选的,所述基板为一片板;所述上桥IGBT芯片、所述第二二极管单元、所述下桥IGBT芯片和所述第一二极管单元通过所述基板上刻蚀的铜区以及键合线连接。

[0010] 可选的,所述半桥电路还包括第一正极主功率端子和第二正极主功率端子;

[0011] 所述第一正极主功率端子,靠近所述上桥IGBT芯片设置,与所述上桥IGBT芯片通过所述基板上刻蚀的铜区连接;

[0012] 所述第二正极主功率端子,靠近所述第一二极管单元设置,与所述第一二极管单元通过所述基板上刻蚀的铜区连接。

[0013] 可选的,所述负极主功率端子与所述下桥IGBT芯片、所述第二二极管单元通过所述基板上刻蚀的铜区以及键合线连接。

[0014] 可选的,所述IGBT半桥功率模块还包括第一栅极驱动回路和第二栅极驱动回路;所述上桥IGBT芯片包括第一发射极端和第二发射极端;所述下桥IGBT芯片包括第三发射极端和第四发射极端;

[0015] 所述第一栅极驱动回路与所述上桥IGBT芯片的栅极端和第二发射极端连接;所述第一发射极端通过键合线连接到所述基板上,并通过所述基板上刻蚀的铜区与输出功率端子连接;

[0016] 所述第二栅极驱动回路与所述下桥IGBT芯片的栅极端和第四发射极端连接;所述第三发射极端通过键合线与所述第二二极管单元连接。

[0017] 可选的,所述IGBT半桥功率模块还包括第一NTC电阻和第二NTC电阻;

[0018] 所述第一NTC电阻靠近所述上桥IGBT芯片设置,用于监测所述上桥IGBT芯片的温度;所述第二NTC电阻靠近所述下桥IGBT芯片设置,用于监测所述下桥IGBT芯片的温度。

[0019] 可选的,所述基板还包括上铜层;所述上铜层包括第一上铜层区域、第二上铜层区域和第三上铜层区域;所述第一上铜层区域上设置有所述上桥IGBT芯片;所述第二上铜层区域上设置有所述第二二极管单元和所述下桥IGBT芯片;所述第三上铜层区域上设置有所述第一二极管单元;

[0020] 所述第二上铜层区域的面积大于所述第一上铜层区域的面积,所述第一上铜层区域的面积大于所述第三上铜层区域的面积。

[0021] 可选的,所述上铜层还包括第四上铜层区域、第五上铜层区域、第六上铜层区域、第七上铜层区域、第八上铜层区域、第九上铜层区域、第十上铜层区域、第十一上铜层区域和第十二上铜层区域;

[0022] 第四上铜层区域上设置有所述第一栅极驱动回路的第一焊盘;所述第五上铜层区域上设置有所述第一栅极驱动回路的第二焊盘;所述第六上铜层区域上设置有所述负极主功率端子;所述第七上铜层区域上设置有所述第二栅极驱动回路的第三焊盘;所述第八上铜层区域上设置有所述第二栅极驱动回路的第四焊盘;所述第九上铜层区域和所述第十上铜层区域上设置有所述第一NTC电阻;所述第十一上铜层区域和所述第十二上铜层区域上设置有第二NTC电阻。

[0023] 可选的,所述基板还包括下铜层;所述下铜层的中部设置有多个孔结构。

[0024] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:本发明提供了一种IGBT半桥功率模块,其包括铜底板、基板、半桥电路和负极主功率端子;半桥电路包括上桥电路和下桥电路;上桥电路包括上桥IGBT芯片以及与上桥IGBT芯片反并联的第一二极管单元;下桥电路包括下桥IGBT芯片以及与下桥IGBT芯片反并联的第二二极管单元;其中,负极主功率端子、第二二极管单元和下桥IGBT芯片垂直并列设置于基板中部,负极主功率端子、第二二极管单元和下桥IGBT芯片构成的垂直区域两侧设置有上桥IGBT芯片和第一二极管单元。本发明提供的IGBT半桥功率模块中,上桥IGBT芯片和第一二极管单元分别位于垂直区域(负极主功率端子、第二二极管单元和下桥IGBT芯片构成的垂直区域)的两侧,使得与IGBT芯片反并联的二极管不会夹在该IGBT芯片与其构成换流回路的二极管单元中间,避免拉长换流回路的横向长度,回路围成面积更小,从而使得换流回路寄生电感更小,降低了模

块关断过压损坏和产生电磁干扰的风险。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0026] 图1为本发明实施例提供的34mm IGBT半桥功率模块内部正面布局示意图;

[0027] 图2为本发明实施例提供的34mm IGBT半桥功率模块内部DBC基板背面设计图;

[0028] 图3为本发明实施例提供的34mm IGBT半桥功率模块内部布局及换流回路标注与市面上常用的34mm IGBT半桥功率模块内部布局及换流回路标注对比示意图;

[0029] 图4为本发明实施例提供的34mm IGBT半桥功率模块成品外观示意图;

[0030] 图5为本发明实施例提供的34mm IGBT半桥功率模块外壳上视图;

[0031] 图6为本发明实施例提供的34mm IGBT半桥功率模块电路拓扑示意图;

[0032] 图7为本发明实施例提供的34mm IGBT半桥功率模块结温监测电路示意图。

[0033] 符号说明:

[0034] 铜底板—1,基板—2,第一上铜层区域—3,第四上铜层区域—4,第五上铜层区域—5,第六上铜层区域—6,第三上铜层区域—7,第二上铜层区域—8,第七上铜层区域—9,第八上铜层区域—10,第九上铜层区域—11,第十上铜层区域—12,第十一上铜层区域—13,第十二上铜层区域—14,上桥IGBT芯片—15,第一阻焊层—16,第一正极主功率端子的两个引脚焊盘—17,第二阻焊层—18,第一焊盘—19,第二焊盘—20,负极主功率端子的两个引脚焊盘—21,第三阻焊层—22,第四阻焊层—23,第五阻焊层—24,第一二极管单元—25,第二正极主功率端子的引脚焊盘—26,第六阻焊层—27,下桥IGBT芯片—28,第二二极管单元—29,第七阻焊层—30,输出功率端子的两个引脚焊盘—31,第八阻焊层—32,第三焊盘—33,第四焊盘—34,第一NTC电阻—35,第九阻焊层—36,第十阻焊层—37,第五焊盘—38,第六焊盘—39,第二NTC电阻—40,第十一阻焊层—41,第十二阻焊层—42,第七焊盘—43,第八焊盘—44,下铜层区域—45,圆孔状阵列—46,现有IGBT半桥功率模块第一换流回路—101,现有IGBT半桥功率模块第二换流回路—102,本发明的IGBT半桥功率模块第一换流回路—103,本发明的IGBT半桥功率模块第二换流回路—104,第一测温端子—201、第二测温端子—202、第三测温端子—203、第四测温端子—204,第二正极主功率端子—205,第一伸出口—206,第二伸出口—207,第三伸出口—208,第四伸出口—209,第五伸出口—210,螺丝固定口—211,本发明的IGBT半桥功率模块—301,激励恒流源—302,空气开关—303,电压型运算放大器—304,滤波电路—305,处理单元—306。

具体实施方式

[0035] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0036] 本发明的目的是提供一种IGBT半桥功率模块,避免拉长换流回路的横向长度,回路围成面积更小,从而使得换流回路寄生电感更小,降低了模块关断过压损坏和产生电磁干扰的风险。

[0037] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0038] 如图1所示,本发明提供了一种IGBT半桥功率模块,其为一种34mm IGBT半桥功率模块,IGBT半桥功率模块包括铜底板1、基板2和半桥电路;IGBT半桥功率模块的电路拓扑如图6所示,半桥电路包括上桥电路和下桥电路;上桥电路包括上桥IGBT芯片15以及与上桥IGBT芯片15反并联的第一二极管单元25;下桥电路包括下桥IGBT芯片28以及与下桥IGBT芯片28反并联的第二二极管单元29;其中,负极主功率端子、第二二极管单元29和下桥IGBT芯片28垂直并列设置于基板中部,负极主功率端子、第二二极管单元29和下桥IGBT芯片28构成的垂直区域两侧设置有上桥IGBT芯片15和第一二极管单元25。第二二极管单元29与上桥IGBT芯片15之间的距离小于上桥IGBT芯片15与第一二极管单元25之间的距离,本实施例中第一二极管单元25和第二二极管单元29均采用FRD芯片。为了使芯片能够更好的散热,本实施例中芯片之间的距离大于1.5mm。

[0039] 上述的基板2焊接在铜底板1上,基板为DBC基板,本实施例采用一片DBC基板来承接半桥电路拓扑,相比于现有IGBT半桥功率模块采用两块DBC基板,本发明的制作工艺更加简单,在刻蚀时可以使用一套刻蚀工具,节约了基板的开模成本,提高了生产效率。上桥IGBT芯片15、第二二极管单元29、下桥IGBT芯片28和第一二极管单元15通过DBC基板上刻蚀的铜区连接。

[0040] 在一些实施例中,基板2的正面还包括上铜层;上铜层刻蚀有第一上铜层区域3、第二上铜层区域8、第三上铜层区域7、第四上铜层区域4、第五上铜层区域5、第六上铜层区域6、第七上铜层区域9、第八上铜层区域10、第九上铜层区域11、第十上铜层区域12、第十一上铜层区域13和第十二上铜层区域14。

[0041] 需要说明的是,为了IGBT半桥功率模块更好的散热,设置芯片越多以及芯片越大的上铜层区域的面积更大,本实施例中第二上铜层区域8的面积大于第一上铜层区域3的面积,第一上铜层区域3的面积大于第三上铜层区域7的面积。

[0042] 具体地,第一上铜层区域3上焊接有上桥IGBT芯片,第一阻焊层16用于固定上桥IGBT芯片15,避免上桥IGBT芯片15在焊接时因为焊盘锡膏回流而产生位置偏移。

[0043] 第二上铜层区域8上设置有第二二极管单元29和下桥IGBT芯片28;第三上铜层区域7上设置有第一二极管单元25。半桥电路还包括第一正极主功率端子、第二正极主功率端子和负极主功率端子。第一正极主功率端子,靠近上桥IGBT芯片15设置,与上桥IGBT芯片15通过基板2上刻蚀的铜区连接,第二正极主功率端子靠近第一二极管单元25设置,与第一二极管单元25通过基板2上刻蚀的铜区连接,第二正极主功率端子与第一二极管单元25设置在同一上铜层区域(第三上铜层区域7),缩短了正极到第一二极管单元25的距离,减小了第二换流回路104的长度。负极主功率端子与下桥IGBT芯片28、第二二极管单元29通过基板2上刻蚀的铜区以及键合线连接,负极主功率端子、第二二极管单元29和下桥IGBT芯片28垂直并列设置于基板2中部。第四上铜层区域4上设置有所述第一栅极驱动回路的第一焊盘19;所述第三上铜层区域7上设置有所述第一栅极驱动回路的第二焊盘20;所述第六上铜层

区域6上设置有所述负极主功率端子;所述第七上铜层区域9上设置有所述第二栅极驱动回路的第三焊盘33;所述第八上铜层区域10上设置有所述第二栅极驱动回路的第四焊盘34;所述第九上铜层区域11和所述第十上铜层区域12上设置有所述第一NTC电阻35;所述第十一上铜层区域13和所述第十二上铜层区域14上设置有第二NTC电阻40。

[0044] 具体地,第一正极主功率端子的两个引脚焊盘17位于第一上铜层区域3的最左边区域,第二阻焊层18用于固定第一正极主功率端子的两个引脚,防止引脚焊盘锡膏回流造成端子歪曲偏移。负极主功率端子的两个引脚焊盘21位于第四上铜层区域4上,第三阻焊层22、第四阻焊层23和第五阻焊层24用于固定负极主功率端子的两个引脚,保证引脚焊盘锡膏回流时不会造成端子的大幅度偏移,同时可以避免引脚焊盘锡膏溢出致使第二二极管单元29正极键合线团在一起,引发集中发热现象,造成键合失效的情况。第一二极管单元25焊接在第三上铜层区域7上,第六阻焊层27将第一二极管单元25与第二正极主功率端子的引脚焊盘26隔开,避免焊盘26的锡膏溢出到第一二极管单元25上,造成芯片发射极与集电极短路从而损伤芯片,同时第六阻焊层27固定第一二极管单元25和第二正极主功率端子的引脚焊盘26的位置,防止其偏移。下桥IGBT芯片28和第二二极管单元29焊接在第二上铜层区域8上,第七阻焊层30将下桥IGBT芯片28和第二二极管单元29分隔开,在锡膏回流时对芯片起一定的固定作用,且避免了各自焊盘锡膏溢出导致两个芯片短路损坏。输出功率端子的两个引脚焊盘31位于第二上铜层区域8的最右边区域,第八阻焊层32用于固定输出功率端子的两个引脚,防止引脚焊盘锡膏回流造成端子歪曲偏移。

[0045] 在一些实施例中,IGBT半桥功率模块还包括第一栅极驱动回路和第二栅极驱动回路;上桥IGBT芯片15包括第一发射极端和第二发射极端;下桥IGBT芯片28包括第三发射极端和第四发射极端;第一栅极驱动回路与上桥IGBT芯片15的栅极端和第二发射极端连接;第一发射极端通过键合线连接到基板2上,并通过基板2上刻蚀的铜线与输出功率端子连接;第二栅极驱动回路与下桥IGBT芯片28的栅极端和第四发射极端连接;第三发射极端通过键合线与第二二极管单元29连接。在图1中,有4条键合线的为第一发射极端和第三发射极端。

[0046] 具体地,上桥IGBT芯片15的栅极与第一发射极端各通过一根铝引线键合到第二上铜层区域8和第三上铜层区域7上,从而构成上桥IGBT芯片15的第一栅极驱动回路,其栅极端子高温线与发射极辅助端子高温线可分别焊接于第一焊盘19与第二焊盘20。相比图3中市面上常用的34mm IGBT半桥功率模块的这种布局打线方式,本布局打线可以做到栅极驱动回路与主电流工作回路(主电流工作回路:第一正极主功率端子两个引脚焊盘17→上桥IGBT芯片15→输出功率端子两个引脚焊盘31)完全解耦,即栅极驱动回路与主电流工作回路完全独立工作,其电路中的电流、电压等参数互不影响,如此能够大大降低主回路寄生参数和工作电流对驱动回路振荡的影响,减小驱动损耗和避免栅极的损坏。

[0047] 下桥IGBT芯片28的栅极与第四发射极端各通过一根铝引线键合到第七上铜层区域9和第八上铜层区域10上,从而构成下桥IGBT芯片28的第二栅极驱动回路,其栅极端子高温线与发射极辅助端子高温线可分别焊接于第三焊盘33与第四焊盘34,与上桥IGBT芯片15一样,其构成的栅极驱动回路不会受到主电流工作回路的影响。

[0048] 相比于上桥IGBT芯片15反并联的第一二极管单元25,上桥IGBT芯片15与第二二极管单元29更加靠近,如图3所示,本发明提供的34mm IGBT半桥功率模块包括第一换流回路

103和第二换流回路104,第一换流回路103的路径为:第一正极主功率端子两个引脚焊盘17→上桥IGBT芯片15→第二二极管单元29→负极主功率端子两个引脚焊盘21;第二换流回路104的路径为:第二正极主功率端子引脚焊盘26→第一二极管单元25→下桥IGBT芯片28→负极主功率端子两个引脚焊盘21。由于上桥IGBT芯片15和第一二极管单元25设置在垂直区域(负极主功率端子、第二二极管单元和下桥IGBT芯片构成的垂直区域)两侧,使得与IGBT芯片反并联的二极管单元不会夹在IGBT芯片与其构成换流回路的二极管单元中间,即第一二极管单元25不会夹在第一换流回路103中上桥IGBT芯片15与第二二极管单元29之间,第二二极管单元29同样也不会夹在第二换流回路104中第一二极管单元25与下桥IGBT芯片28之间,可避免拉长了上述两条换流回路的横向长度,因此,相比市面上常用的34mm IGBT半桥功率模块的第一换流回路101和第二换流回路102,本发明第一换流回路中的上桥IGBT芯片15与第二二极管单元29的距离缩短了,第二换流回路中下桥IGBT芯片28与第一二极管单元25的距离也缩短了,这样本发明中的两条换流回路相比现有IGBT半桥功率模块的换流回路,路径长度均减小,围成回路面积小,从而使得换流回路寄生电感减小,能够减小IGBT半桥功率模块关断损耗,并大大降低了IGBT半桥功率模块关断过压损坏和产生电磁干扰的风险。

[0049] 在一些实施例中,基板2还包括下铜层;下铜层的中部设置有多个孔结构。具体地,如图2所示,基板背面的下铜层区域45中间部位带有圆孔状阵列46。圆孔状阵列46减小了DBC基板2曲率带来的中心应力,在提高生产效率的同时也保证了基板的工作寿命。

[0050] 在一些实施例中,IGBT半桥功率模块还包括第一NTC电阻和第二NTC电阻;第一NTC电阻靠近上桥IGBT芯片设置,用于监测上桥IGBT芯片的温度;第二NTC电阻靠近下桥IGBT芯片设置,用于监测下桥IGBT芯片的温度。

[0051] 具体地,第一NTC电阻35焊接于第九上铜层区域11和第十上铜层区域12上,第九阻焊层36和第十阻焊层37用于固定第一NTC电阻35的位置,防止NTC电阻偏移,两根测温端子的高温线可通过第五焊盘38和第六焊盘39与DBC基板2连接。第二NTC电阻40焊接于第十一上铜层区域13和第十二上铜层区域14上,第十一阻焊层41和第十二阻焊层42可以固定第二NTC电阻40,防止偏移,其两根测温端子的高温线也可通过第七焊盘43和第八焊盘44与DBC基板2连接。

[0052] 需要说明的是,本发明中的第一NTC电阻35更靠近上桥IGBT芯片15,第二NTC电阻40更靠近下桥IGBT芯片28,这样保证了两个主要热源IGBT芯片都有与之距离最短的NTC电阻,避免了芯片与电阻热耦合距离过长造成的欠保护,同时也无需为了避免芯片损坏降低温度阈值,造成保护冗余,故本发明中NTC布局可以更加充分发挥出IGBT半桥功率模块的工作性能。

[0053] 如图4为本发明一种新型34mm IGBT半桥功率模块成品外观示意图,图5为本发明一种新型34mm IGBT半桥功率模块外壳上视图。与现有34mm IGBT半桥功率模块相比,本发明中IGBT半桥功率模块增加了四个测温端子201、202、203、204和一个第二正极主功率端子205,模块外壳增加了第五伸出口210和螺丝固定口211,图4中右端与201、202、203、204对应位置的4个结构是栅极驱动端子。第一NTC电阻35的两个测温端子201、202可先通过高温线焊接于图1中的第五焊盘38和第六焊盘39,然后再通过图5中模块外壳的第一伸出口206和第二伸出口207进行引出。同理,第二NTC电阻40的两个测温端子203、204在通过高温线焊接

于图1中的焊盘第七43和第八焊盘44后,也可由图5中IGBT半桥功率模块外壳的第三伸出口208和第四伸出口209进行引出。本发明提供的IGBT半桥功率模块充分利用了这四个伸出口,避免了原有外壳资源的浪费,同时第二正极主功率端子205可通过外壳新增加的第五伸出口210引出,并像其余三个功率端子一样进行折弯。在进行模块与电力系统的连接时,通过螺丝固定口211加入适配尺寸的螺丝进行固定即可。

[0054] 本发明中34mm IGBT半桥功率模块通过图7所示的电路进行结温检测。具体的:

[0055] 模块301为具有图6所示电路拓扑的新型34mm IGBT半桥功率模块,激励恒流源302为NTC热敏电阻提供恒定的电流激励,使其两端产生温度检测所需的压降。采用恒流源在计算方面非常简便,可以直接用检测电压除以放大倍数,再除以恒流源的额定电流即可得到热敏电阻的阻值。

[0056] 在本实施例中,两个NTC采用串联的方式,通过同一个恒流源进行激励,保证了外部激励条件的一致性。

[0057] 为了避免热敏电阻自热影响测量精度,结合实际测量的模块温度范围,额定电流的大小建议在几百微安至几毫安之间。短路电流、高压击穿或者发生故障导致键合线改变位置,都有可能对IGBT半桥功率模块内部产生高能量的等离子区,高压电大概率会涌入弱电的检测电路,造成不可估量的破坏,因此,本发明通过空气开关303可以在电流值过大时阻断电路,以此来保护恒流源。同样,电压型运算放大器304具有高压隔离特性,可以保护后端其他的检测系统。

[0058] 高压隔离电压型运算放大器304在采集到电压后进行放大处理,放大后的电压信号经过滤波电路305减弱噪声后传入处理单元306的ADC模数转换器进行模数转换。转换完的数字信号传入处理单元306的MCU微处理器。微处理器先用NTC的电压除以额定电流值得到热敏电阻的阻值,然后运用热敏电阻的温度特性公式计算出NTC此时的温度。热敏电阻的温度特性公式如下:

$$[0059] \quad T = \frac{1}{\frac{\ln R_t - \ln R_{25}}{B} + \frac{1}{298}} - 273$$

[0060] 其中,T为NTC电阻的温度, R_t 为NTC热敏电阻在温度T时的阻值, R_{25} 是其常温25摄氏度时的阻值,B为热敏电阻的特性参数,其由所选取的电阻型号决定。在本实施例中,当两个NTC电阻的检测温度中有任何一个大于设定阈值时,处理单元306的MCU微处理器会发出报警信号或者发出控制信号停止整个系统的运行。

[0061] 与现有技术相比,本发明产生的有益效果:

[0062] (1) 本发明第二二极管单元与下桥IGBT芯片在靠近基板的中间位置垂直放置,负极主功率端子、第二二极管单元和下桥IGBT芯片构成的垂直区域两侧设置有上桥IGBT芯片和第一二极管单元。如此,与IGBT芯片反并联的二极管不会夹在IGBT芯片与其构成换流回路的二极管中间,避免拉长了第一换流回路和第二换流回路的横向长度;本发明增加了第二正极主功率端子,第一二极管单元可以直接放置在第二正极主功率端子的上铜层区域区域,缩短了正极到第一二极管单元的距离,进一步减小了第二换流回路的路径长度,大大减小了IGBT半桥功率模块的换流回路回路面积,使得IGBT半桥功率模块内部具有极低的换流回路寄生电感,降低了IGBT半桥功率模块关断过压损坏和产生电磁干扰的风险。

[0063] (2) 本发明提供的IGBT半桥功率模块采用一块DBC基板替代传统的两块DBC基板来承载半桥电路拓扑,制作工业更加简单,节约了基板的开模成本,提高了生产效率。

[0064] (3) 本发明提供的IGBT半桥功率模块的栅极驱动回路与主工作回路能够完全解耦,大大降低了主回路寄生参数和工作电流对驱动回路振荡的影响。

[0065] (4) 现有常用的IGBT半桥功率模块未考虑芯片结温检测或内置NTC布局不合理,使得结温检测准确度低;而本发明内置双NTC布局提高了IGBT半桥功率模块结温监测的准确度,减少了过保护与欠保护对模块正常工作的影响,充分发挥IGBT半桥功率模块性能。

[0066] (5) 本发明提供的IGBT半桥功率模块的DBC基板下方铜层中心区域带有圆孔状阵列,减小了DBC基板曲率带来的中心应力,提高了基板的工作寿命。

[0067] (6) 现有常用的模块并未使用IGBT半桥功率模块外壳的第一伸出口206、第二伸出口207、第三伸出口208和第四伸出口209,本发明充分利用了这四个伸出口,避免了原有外壳资源的浪费。

[0068] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

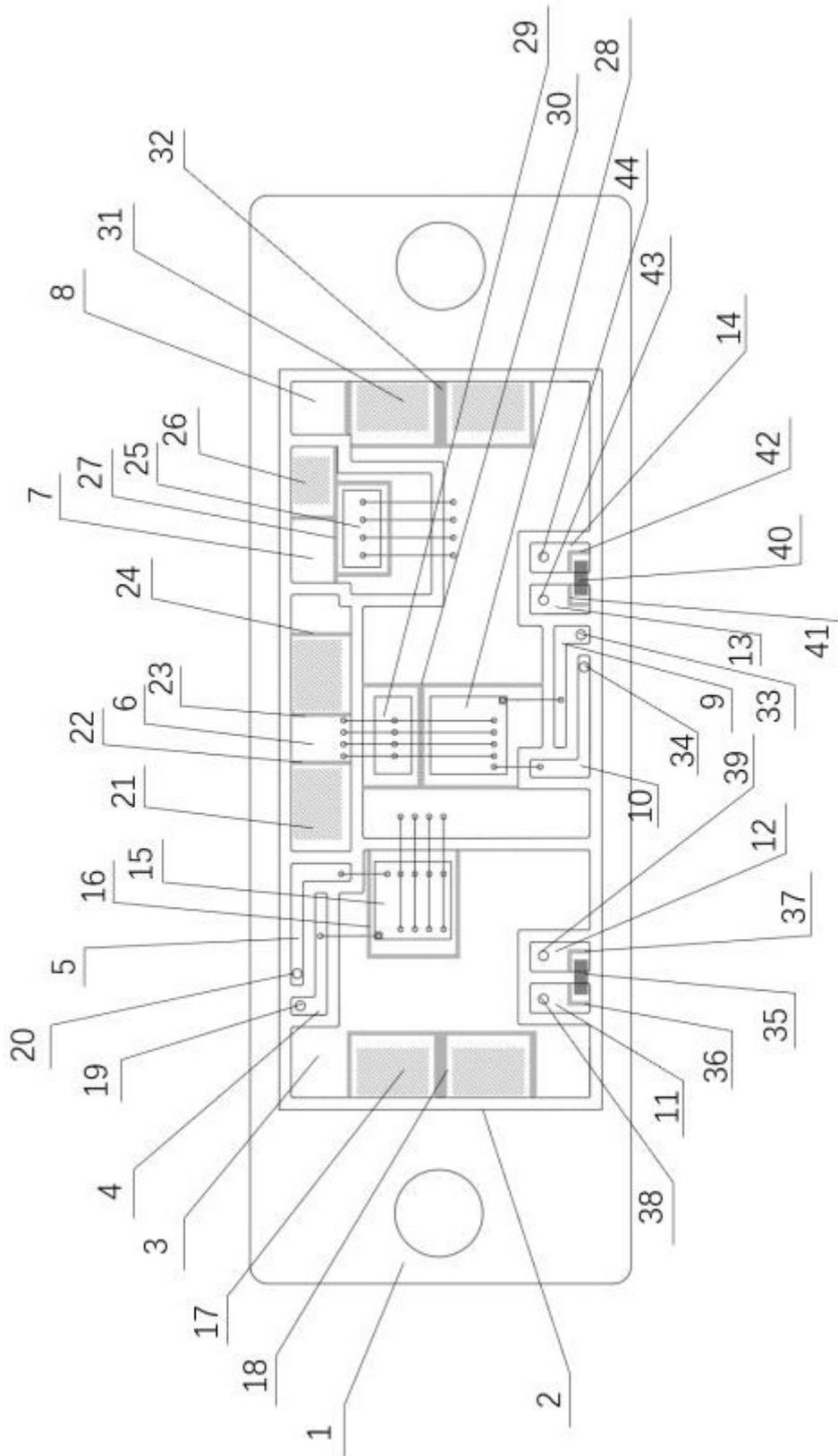


图 1

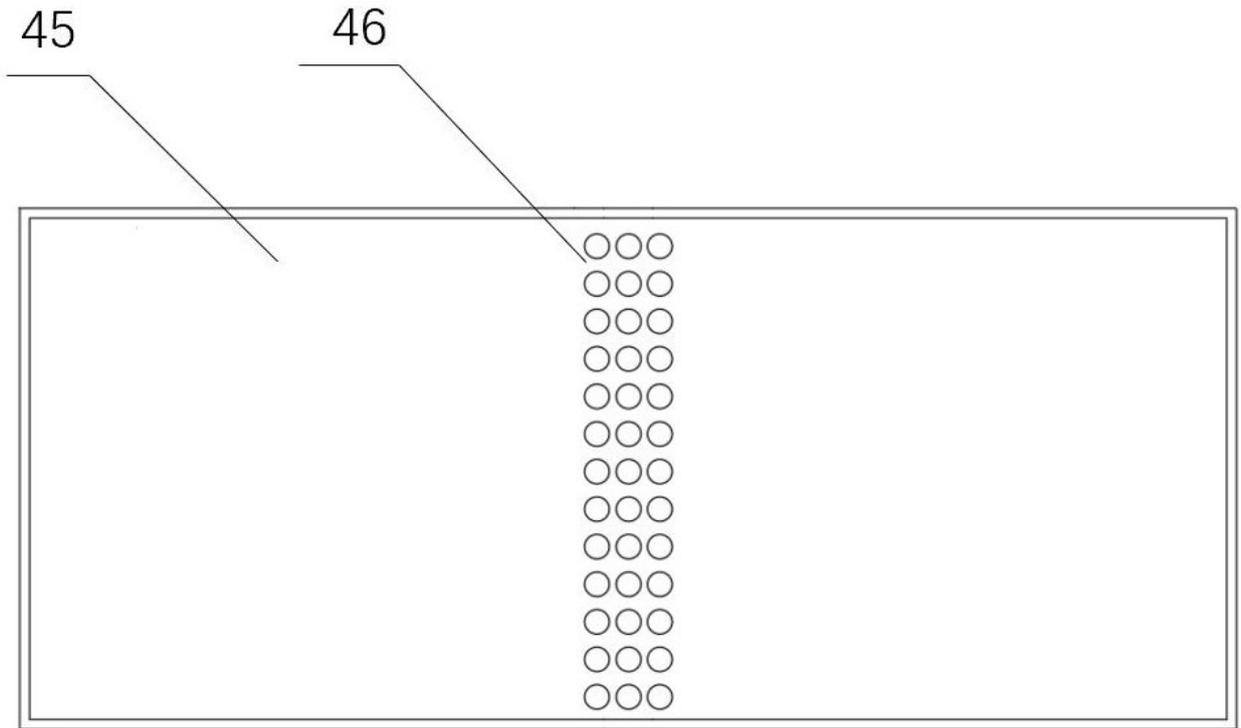


图 2

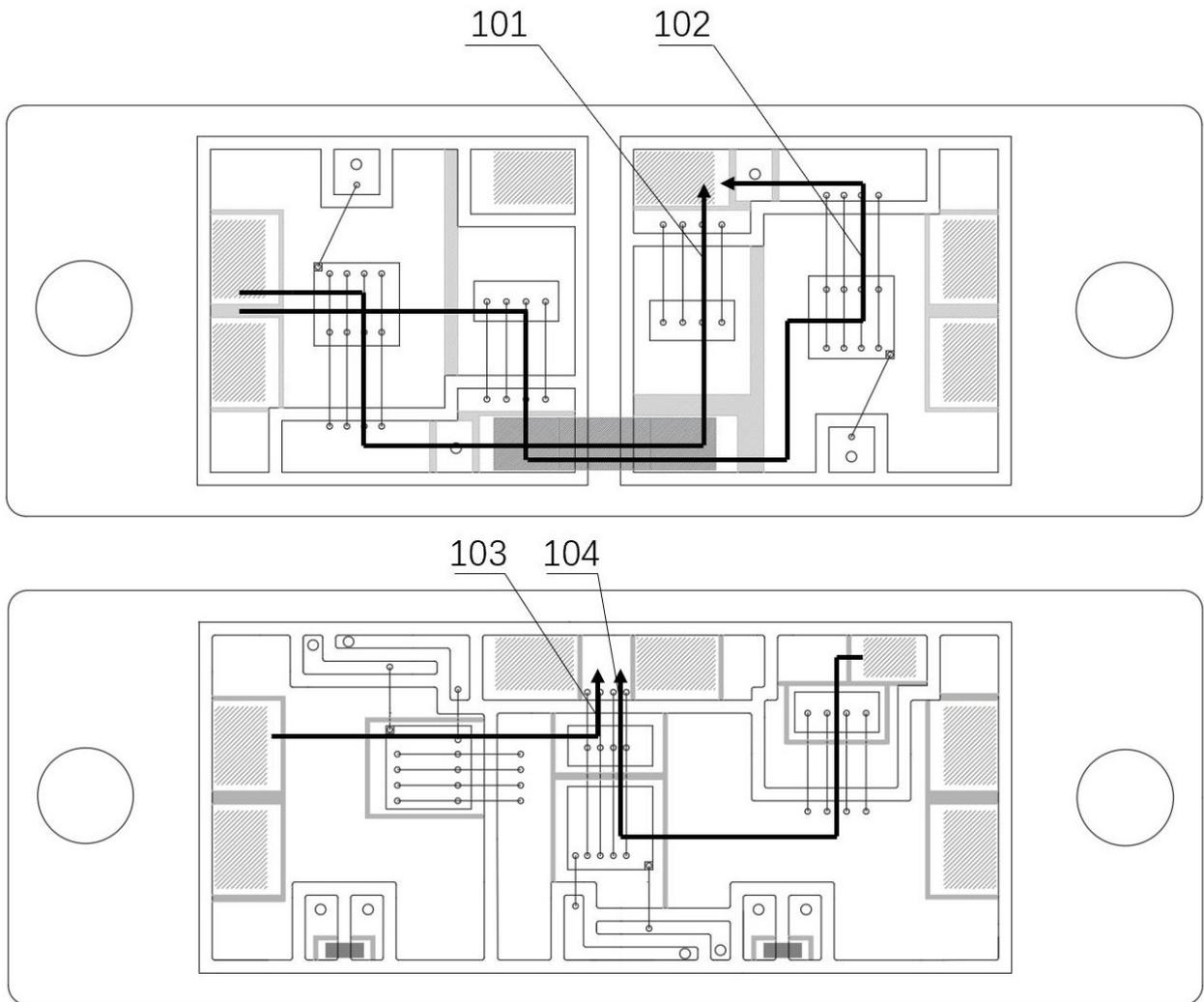


图 3

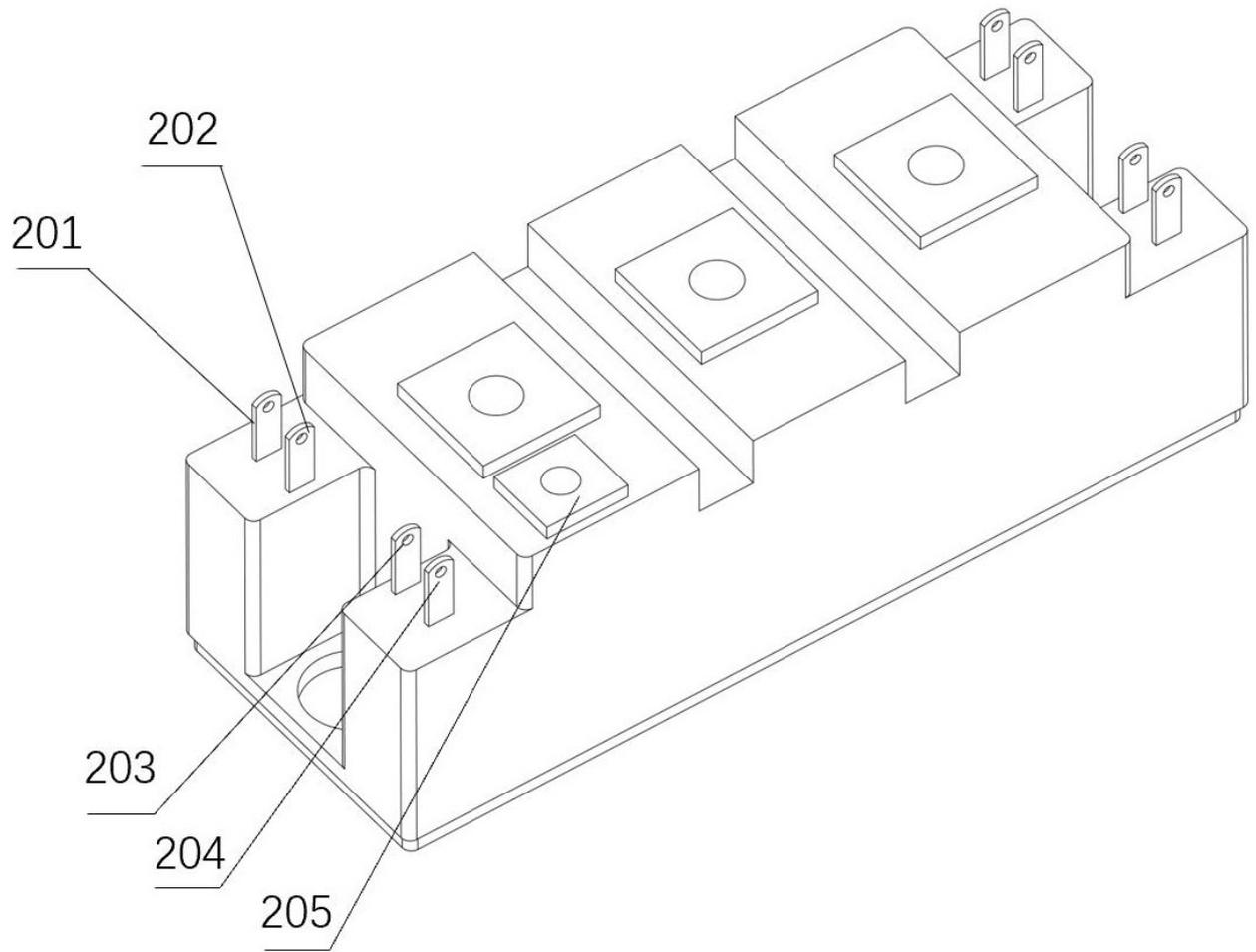


图 4

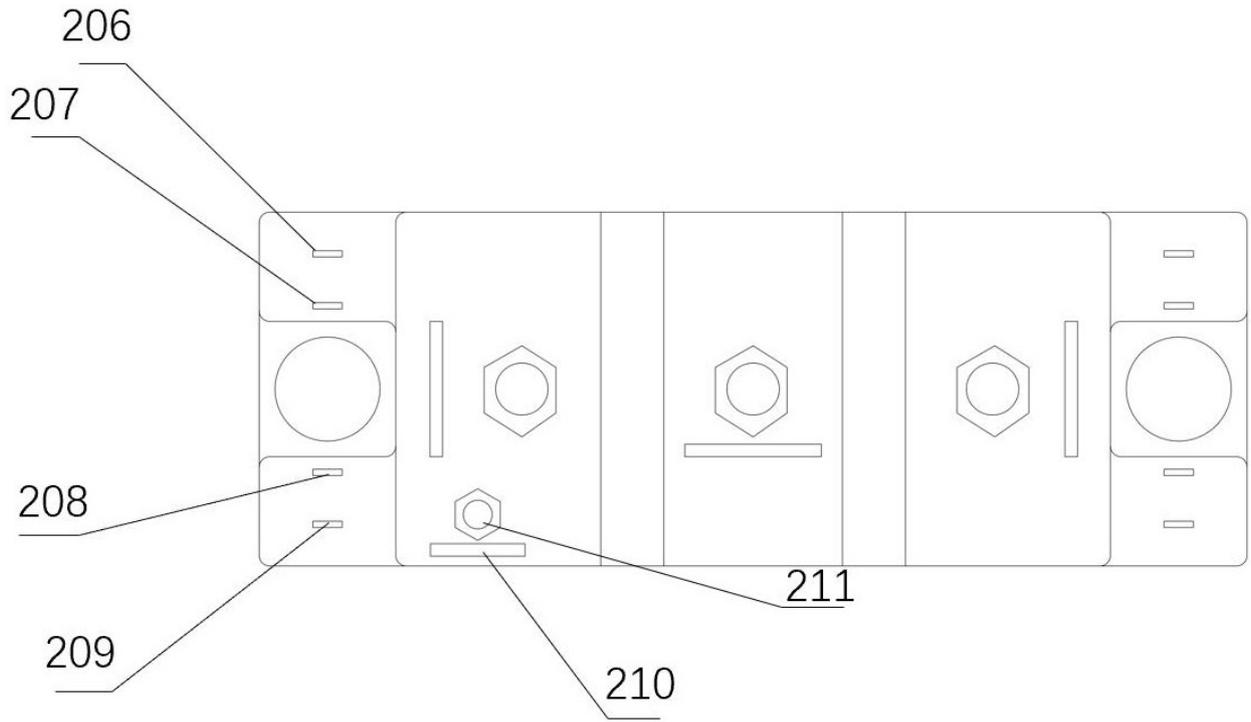


图 5

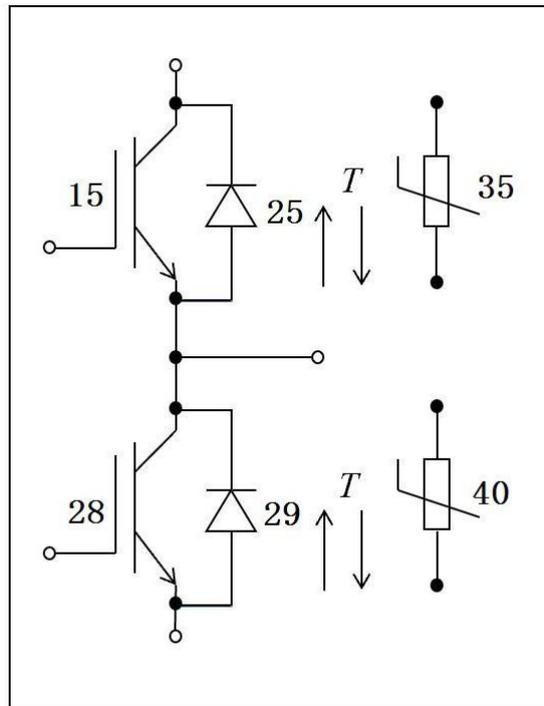


图 6

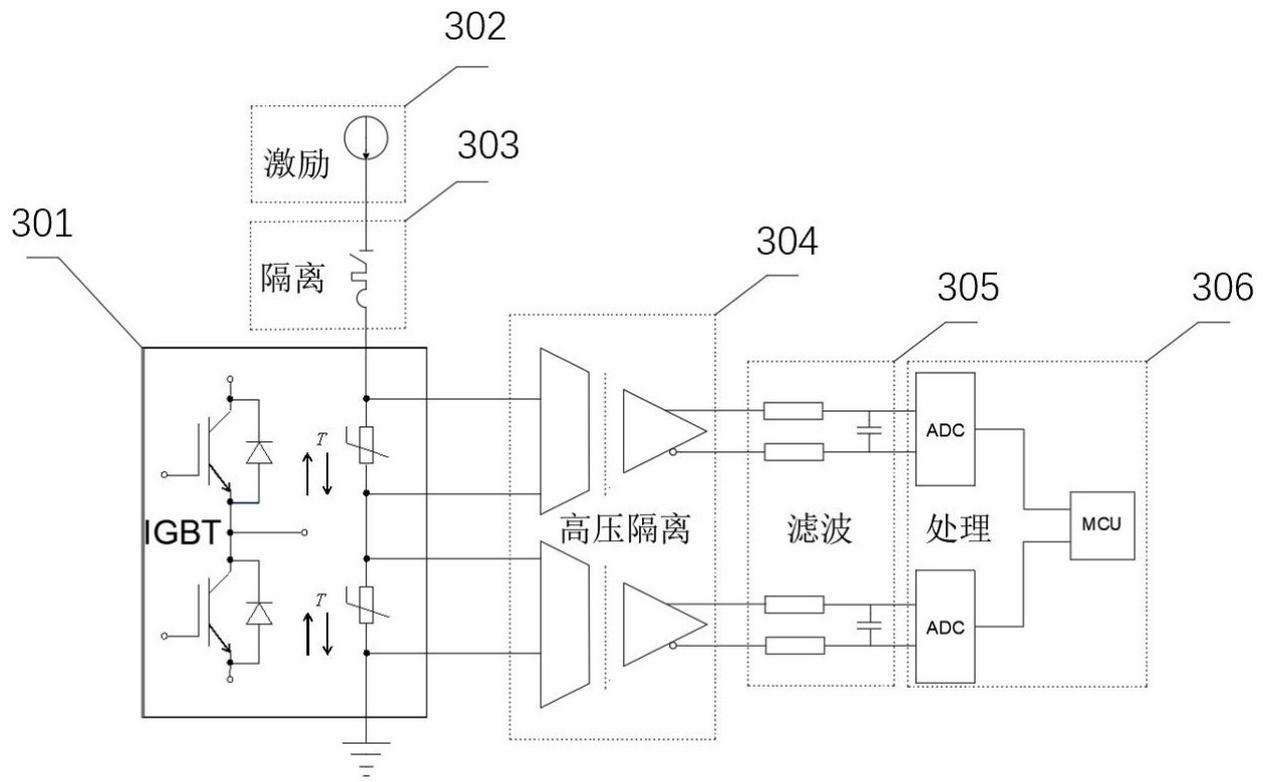


图 7