



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110797318 A

(43)申请公布日 2020.02.14

(21)申请号 201911203281.X

(22)申请日 2019.11.29

(71)申请人 上海睿驱微电子科技有限公司

地址 201899 上海市嘉定区环城路2222号1
幢J

(72)发明人 不公告发明人

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 朱远枫

(51)Int.Cl.

H01L 23/427(2006.01)

H01L 23/473(2006.01)

H01L 25/18(2006.01)

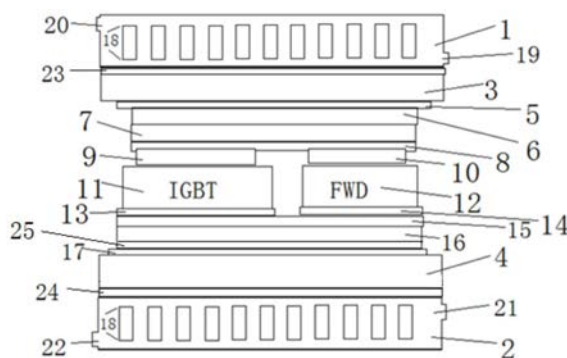
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种双面热管冷却的IGBT封装结构

(57)摘要

本发明公开了一种双面热管冷却的IGBT封装结构,该IGBT封装结构包括上水冷板、下水冷板、上热管、下热管、IGBT芯片、FWD芯片、焊料层、上下覆铜基板以及上下绝缘基板。采用上下覆铜基板结构将IGBT的发射极和FWD的阳极通过覆铜基板连接,减少键合引线,从而实现双面热管冷却的IGBT封装结构,提升模块的可靠性;该发明芯片与覆铜基板之间的优选焊料层及形成方式有助于发挥材料的高温特性,同时提高热量从芯片到基板的纵向热传导能力,从而降低模块的最高温度,提升模块的使用寿命。



1. 一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,包括:

上水冷板(1)、下水冷板(2)、上热管(3)、下热管(4)、IGBT芯片(11)和FWD芯片(12);所述上水冷板(1)与上热管(3)连接、所述下水冷板(2)与下热管(4)连接,所述IGBT芯片(11)电连接在上热管(3)和下热管(4)之间,所述FWD芯片(12)电连接在上热管(3)和下热管(4)之间。

2. 根据权利要求1所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,所述IGBT芯片(11)上表面通过第二焊料层(9)与第二覆铜层(8)的下表面连接,所述FWD芯片(12)的上表面通过第三焊料层(10)与第二覆铜层(8)的下表面连接,所述第二覆铜层(8)的上表面与第一绝缘基板(7)的下表面连接,第一绝缘基板(7)的上表面连接第一覆铜层(6)的下表面连接,第一覆铜层(6)的上表面通过第一焊料层(5)连接上热管(3)。

3. 根据权利要求1所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,所述IGBT芯片(11)下表面通过第四焊料层(13)与第三覆铜层(15)的上表面连接,所述FWD芯片(12)的下表面通过第五焊料层(14)与第三覆铜层(15)的上表面连接,所述第三覆铜层(15)的下表面与第二绝缘基板(16)的上表面连接,第二绝缘基板(16)的下表面连接第四覆铜层(25)的上表面,第四覆铜层(25)的下表面通过第六焊料层(17)与下热管(4)的上表面连接。

4. 根据权利要求1所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,上水冷板(1)和下水冷板(2)之间采用塑料壳体将所有元件封装,壳体内部采用封装树脂灌封。

5. 根据权利要求1所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,所述第二焊料层(9)、第三焊料层(10)第四焊料层(13)和第五焊料层(14)采用烧结接头技术形成。

6. 根据权利要求5所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,所述第二焊料层(9)、第三焊料层(10)第四焊料层(13)和第五焊料层(14)采用Ag基材料烧结或Cu基材料烧结。

7. 根据权利要求1所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,第一绝缘基板(7)和第二绝缘基板(16)采用用直流反应溅射沉积AlN—Si₃N₄膜。

8. 根据权利要求1所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,所述上水冷板(1)与上热管(3)之间通过第七焊料层(23)连接;下水冷板(2)与下热管(4)通过第八焊料层(24)连接。

9. 根据权利要求1所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,所述上水冷板(1)两侧分别设置第一进水口(19)和第一出水口(20);所述下水冷板(2)两侧分别设置第二进水口(21)和第二出水口(22)。

10. 根据权利要求1所述的一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,所述上水冷板(1)和所述下水冷板(2)均设置有若干水冷翅柱。

一种双面热管冷却的IGBT封装结构

技术领域

[0001] 本发明涉及IGBT散热和封装技术领域,具体涉及一种双面热管冷却的IGBT封装结构。

背景技术

[0002] IGBT功率模块是以绝缘栅双极型晶体管(igbt)构成的功率模块,是在家用电器、工业、可再生能源、UPS(Uninterrupted Power Supply,不间断电源)、铁路、电机驱动和EV(Electric Vehicle,电动汽车)和HEV(Hybrid Electirc Vehicle,混合动力汽车)等电力电子应用中应用最广泛的电力设备,由于其结构中存在双极晶体管,因此具有很高的电流处理能力,数百安培,阻断电压高达6500V。IGBT的散热很重要,散热不好会严重影响IGBT的使用寿命。由于IGBT在电力电子装置上的重要作用,对于IGBT的散热要求越来越高。

[0003] 尤其是在电动汽车和混合动力汽车的应用中,IGBT功率模块是逆变器和变换器系统的核心部件,决定着系统的性能、可靠性、体积、重量和成本。为了实现更高的功率密度,电动汽车和混合动力汽车早期开发阶段的带水冷翅片的传统功率模块结构。数据表明,传统功率模块结构约35%的热阻是由于底座中的热扩散效率低造成的,约30%是由水冷翅片引起的。除该组分外,热脂组分达到17%,绝缘基体Al2O3接近11%。组件的总热阻达到图1所示模块热阻的92%。为了大幅度提高电动汽车和混合动力汽车用IGBT模块的热阻,需要对上述热阻元件进行改进,以满足电动汽车和混合动力汽车应用要求。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于对传统功率模块结构进行改进,大幅度提高电动汽车和混合动力汽车用IGBT模块的热阻,以满足电动汽车和混合动力汽车应用要求。

[0005] 为实现上述技术目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 本发明提供一种双面热管冷却的IGBT封装结构,其特征在于,包括:

[0007] 上水冷板、下水冷板、上热管、下热管、IGBT芯片和FWD芯片;所述上水冷板与上热管连接、所述下水冷板与下热管连接,所述IGBT芯片电连接在上热管和下热管之间,所述FWD芯片电连接在上热管和下热管之间。

[0008] 进一步地,所述IGBT芯片上表面通过第二焊料层与第二覆铜层的下表面连接,所述FWD芯片的上表面通过第三焊料层与第二覆铜层的下表面连接,所述第二覆铜层的上表面与第一绝缘基板的下表面连接,第一绝缘基板的上表面连接第一覆铜层的下表面连接,第一覆铜层的上表面通过第一焊料层连接上热管。

[0009] 进一步地,所述IGBT芯片下表面通过第四焊料层与第三覆铜层的上表面连接,所述FWD芯片的下表面通过第五焊料层与第三覆铜层的上表面连接,所述第三覆铜层的下表面与第二绝缘基板的上表面连接,第二绝缘基板的下表面连接第四覆铜层的上表面,第四覆铜层的下表面通过第六焊料层与下热管的上表面连接。

[0010] 进一步地,上水冷板和下水冷板之间采用塑料壳体将所有元件封装,壳体内部采

用封装树脂灌封。

[0011] 进一步地,所述第二焊料层、第三焊料层第四焊料层和第五焊料层采用烧结接头技术形成。

[0012] 再进一步地,所述第二焊料层、第三焊料层第四焊料层和第五焊料层采用Ag基材料烧结或Cu基材料烧结。

[0013] 进一步地,第一绝缘基板和第二绝缘基板采用用直流反应溅射沉积AlN—Si₃N₄膜。

[0014] 进一步地,所述上水冷板与上热管之间通过第七焊料层连接;下水冷板与下热管通过第八焊料层连接。

[0015] 所述上水冷板与上热管之间通过第七焊料层连接;下水冷板与下热管通过第八焊料层连接。

[0016] 进一步地,所述上水冷板两侧分别设置第一进水口和第一出水口;所述下水冷板两侧分别设置第二进水口和第二出水口。

[0017] 进一步地,所述上水冷板和所述下水冷板均设置有若干水冷翅柱。

[0018] 有益技术效果:本发明采用上下覆铜基板结构将IGBT的发射极和FWD的阳极通过覆铜基板连接,减少键合引线,从而实现双面热管冷却的IGBT封装结构,提升模块的可靠性;该发明芯片与覆铜基板之间的优选焊料层及形成方式有助于发挥材料的高温特性,同时提高热量从芯片到基板的纵向热传导能力,从而降低模块的最高温度,提升模块的使用寿命;

[0019] 现有技术连接方法是焊接,但这种焊接方法有严重的缺点。它的熔化温度和加工温度都相对较低,在高温条件下低温性能导致可靠性差。本发明采用烧结铜键合具有无压力、高导热、高可靠性的特点;烧结银键合需要在烧结过程中采用加压工艺。

附图说明

[0020] 图1是本发明具体实施例的结构示意图;

[0021] 图中符号:1:上水冷板;2:下水冷板;3:上热管;4:下热管;5:第一焊料层;6:第一覆铜层;7:第一绝缘基板;8:第二覆铜层;9:第二焊料层;10:第三焊料层;11:IGBT芯片;12:FWD芯片;13:第四焊料层;14:第五焊料层;15:第三覆铜层;16:第二绝缘基板;17:第六焊料层;18:水冷翅柱;19:第一进水口;20:第一出水口;21:第二进水口;22:第二出水口;23:第七焊料层;24:第八焊料层;25:第四覆铜层。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。下面详细描述本发明的实施例,所述实施例的示例在附图中示出,其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的,仅用于解释本发明,而不能解释为对本发明的限制。

[0023] 下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本发明的不同结构。为了简化本发明的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并且目的不在于限制本发明。此外,本发明可以在不同例子中重复参考数字和/或字母。这种重

复是为了简化和清楚的目的,其本身不指示所讨论各种实施例和/或设置之间的关系。

[0024] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“接”应做广义理解,例如,可以是机械连接或电连接,也可以是两个元件内部的连通,可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,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的具体含义。

[0025] 参照下面的描述和附图,将清楚本发明的实施例的这些和其他方面。在这些描述和附图中,具体公开了本发明的实施例中的一些特定实施方式,来表示实施本发明的实施例的原理的一些方式,但是应当理解,本发明的实施例的范围不受此限制。相反,本发明的实施例包括落入所附加权利要求书的精神和内涵范围内的所有变化、修改和等同物。

[0026] 图1示出了一种双面热管冷却的IGBT封装结构,如图1所示,包括:上水冷板(1)、下水冷板(2)、上热管(3)、下热管(4)、IGBT芯片(11)和FWD芯片(12);上水冷板(1)与上热管(3)连接、下水冷板(2)与下热管(4)连接,IGBT芯片(11)电连接在上热管(3)和下热管(4)之间,FWD芯片(12)电连接在上热管(3)和下热管(4)之间。IGBT芯片(11)上表面通过第二焊料层(9)与第二覆铜层(8)的下表面连接,FWD芯片(12)的上表面通过第三焊料层(10)与第二覆铜层(8)的下表面连接,第二覆铜层(8)的上表面与第一绝缘基板(7)的下表面连接,第一绝缘基板(7)的上表面连接第一覆铜层(6)的下表面连接,第一覆铜层(6)的上表面通过第一焊料层(5)连接上热管(3)。IGBT芯片(11)下表面通过第四焊料层(13)与第三覆铜层(15)的上表面连接,FWD芯片(12)的下表面通过第五焊料层(14)与第三覆铜层(15)的上表面连接,第三覆铜层(15)的下表面与第二绝缘基板(16)的上表面连接,第二绝缘基板(16)的下表面连接第四覆铜层(25)的上表面,第四覆铜层(25)的下表面通过第六焊料层(17)与下热管(4)的上表面连接。上水冷板(1)和下水冷板(2)之间采用塑料壳体将所有元件封装,壳体内部采用封装树脂灌封。本发明中去除了基板与散热片之间热阻较高的热脂;采用焊料层大大提高了热传导和高温运行的可靠性。

[0027] 第二焊料层(9)、第三焊料层(10)第四焊料层(13)和第五焊料层(14)采用烧结接头技术形成。优选地,第二焊料层(9)、第三焊料层(10)第四焊料层(13)和第五焊料层(14)为包括将IGBT芯片(11)和FWD芯片(12)键合至铜表面的烧结接合部的模块。优选地,第二焊料层(9)、第三焊料层(10)第四焊料层(13)和第五焊料层(14)采用Ag基材料烧结或Cu基材料烧结。

[0028] 第一绝缘基板(7)和第二绝缘基板(16)采用用直流反应溅射沉积AlN-Si₃N₄膜。为了显著提高模具与绝缘基板之间的热导率,提出了AlN-DBC(直接键合Cu)、AlN-DBAg(直接键合Ag)或Si₃N₄-DBC、Si₃N₄-DBAg。更高的导热绝缘体和DBC或DBAg能够应用烧结连接技术或钎焊技术而无需焊接接头。

[0029] 上水冷板(1)与上热管(3)之间通过第七焊料层(23)连接;下水冷板(2)与下热管(4)通过第八焊料层(24)连接。上水冷板(1)两侧分别设置第一进水口(19)和第一出水口(20);下水冷板(2)两侧分别设置第二进水口(21)和第二出水口(22)。

[0030] 上水冷板(1)和下水冷板(2)均设置有若干水冷翅柱。

[0031] 作为本发明的具体实施例的变形,在上热管和下热管之间的两个绝缘基本之间,可以放置多个功率模块,所述功率模块由IGBT芯片以及FWD芯片组成。IGBT芯片以及FWD芯片交错放置,利于抑制热耦合。上下水冷板中间取决于芯片的热耗散热功率可以设置多

个热管散热单元,所述热管散热单元包括上热管和下热管以及上热管和下热管之间两个绝缘基本之间设置的功率模块。

[0032] 上水冷板(1)与上热管(3)之间通过第七焊料层(23)连接;下水冷板(2)与下热管(4)通过第八焊料层(24)连接;保证了冷水板与热管之间的无缝隙连接。从而实现更加可靠地传导。

[0033] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其它相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

[0034] 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发明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一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

[0035] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同限定。

