

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102394235 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 28

(21) 申请号 201110360955. 4

(22) 申请日 2011. 11. 15

(71) 申请人 株洲南车时代电气股份有限公司
地址 412001 湖南省株洲市石峰区时代路

(72) 发明人 刘国友 覃荣震 黄建伟

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 逯长明 王宝筠

(51) Int. Cl.

H01L 25/07(2006. 01)

H01L 21/60(2006. 01)

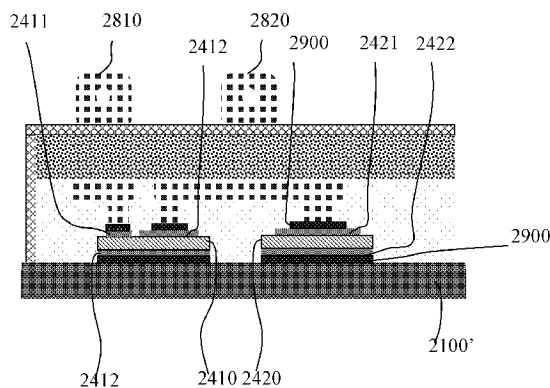
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种绝缘栅双极晶体管模块及其制作方法

(57) 摘要

本发明涉及半导体技术领域,更具体地说,涉及一种绝缘栅双极晶体管模块及其制作方法。所述模块包括:基板;位于所述基板上、所述模块内部的绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片;模块外表面的外部电极端子;其中,所述基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用低温键合实现连接。本发明由于在基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用低温键合实现连接,使得模块的可靠性大大提高。另一方面,采用低温键合的连接方式,制作模块所需要的材料和零部件更少,使得模块结构更加简单,提高了器件的可靠性。



1. 一种绝缘栅双极晶体管模块,其特征在于,所述模块包括:
基板;
位于所述基板上表面、所述模块内部的绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片;
模块外表面的外部电极端子;
其中,所述基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用低温键合实现连接。
2. 根据权利要求1所述的模块,其特征在于,所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面的电极采用引线进行互连,并通过辅助电极引出模块外部,实现与所述外部电极端子的连接。
3. 根据权利要求1所述的模块,其特征在于,所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快速恢复二极管芯片正面电极与相应的外部电极端子采用低温键合实现连接。
4. 根据权利要求1至3任意一项所述的模块,其特征在于,所述采用低温键合实现连接为:
所述低温键合的连接介质为银键合层。
5. 根据权利要求1所述的模块,其特征在于,所述基板上表面为金属化层。
6. 根据权利要求1所述的模块,其特征在于,所述基板为导电材料。
7. 一种绝缘栅双极晶体管模块,其特征在于,包括:
基板;
位于所述基板上表面、所述模块内部的绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片;
模块外表面的外部电极端子;
其中,所述外部电极端子与绝缘栅双极晶体管芯片以及快速恢复二极管芯片正面相应的电极采用低温键合实现连接。
8. 根据权利要求7所述的模块,其特征在于,所述基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用焊接实现连接。
9. 根据权利要求7或8所述的模块,其特征在于,所述采用低温键合实现连接为:
所述低温键合的连接介质为银键合层。
10. 一种绝缘栅双极晶体管模块的制作方法,其特征在于,所述方法包括:
提供基板,将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片采用低温键合方法键合到所述基板上;
实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接。
11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接为:
将所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面的电极采用引线进行互连,并通过辅助电极引出模块外部,实现与所述外部电极端子的连接。
12. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接为:
将外部电极端子采用低温键合方法键合到所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面相应的电极上。
13. 一种绝缘栅双极晶体管模块的制作方法,其特征在于,所述方法包括:

提供基板,将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片连接到所述基板上;

将外部电极端子采用低温键合方法键合到所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面相应的电极上。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其特征在于,所述将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片连接到所述基板上为:

将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片采用焊接方法固定到所述基板上。

一种绝缘栅双极晶体管模块及其制作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体技术领域,更具体地说,涉及一种绝缘栅双极晶体管模块及其制作方法。

背景技术

[0002] 绝缘栅双极晶体管 (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT) 是新型的大功率器件,它具有通态压降低、电流容量大、输入阻抗高、响应速度快、易于控制等优点,被广泛应用于工业、信息、新能源、医学、交通、军事和航空领域。

[0003] 对于焊接式 IGBT 模块而言,如图 1 所示,主要包括:基板 1100,基板 1100 上面有双面金属化的衬板 1300、衬板 1300 上面焊接有绝缘栅双极晶体管 (IGBT) 芯片 1410、快恢复二极管芯片 (Fast Recovery Diode, FRD) 1420,衬板 1300 上面还焊接有辅助电极 1600、印刷电路板 (Printed Circuit Board, PCB) 1700;IGBT 模块外部有栅极端子 1810,发射极端子 1820、集电极端子 1830。其中,基板 1100 与衬板 1300 之间、衬板 1300 与 IGBT 芯片 1410 以及 FRD 芯片 1420 之间采用焊接的方式进行连接,焊接层为锡银焊层 1200。IGBT 模块中的 IGBT 芯片 1410 正面的电极 (包括栅极 1411、发射极 1412) 与 FRD 芯片 1420 正面的电极 (包括 FRD 芯片阳极 1421) 通过粗铝线 1500 引出至衬板 1300 的金属化面上进行互连,这里衬板 1300 的另一个作用是实现功率半导体芯片 (IGBT 芯片 1410、FRD 芯片 1420) 不同电极的互连。IGBT 芯片的栅极 1411、发射极 1412、集电极 1413 再通过辅助电极 1600、PCB1700 引出至模块外部,实现与外部端子 (栅极端子 1810,发射极端子 1820、集电极端子 1830) 的连接。

[0004] 然而、发明人在实现本发明的过程中发现现有技术至少存在以下问题:由于 IGBT 模块中的基板与衬板之间、衬板与芯片之间都采用焊接的方式进行连接,而焊层一般为锡银焊料,其熔点一般为 $200^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 。IGBT 模块工作时其内部芯片结温可高达 175°C ,随着 IGBT 模块工作时间的增长,基板与衬板之间的焊层、衬板与芯片之间的焊层会由于热应力产生裂纹,导致 IGBT 模块的可靠性降低,进而出现失效现象。

[0005] 另一方面,由于 IGBT 模块内各芯片的电极之间采用引线键合的方式进行连接,IGBT 模块中存在多个键合点,由于 IGBT 模块内部材料的热膨胀系数不同,IGBT 模块长期工作中会由于应力等问题产生裂纹进而导致键合点的脱落,导致 IGBT 模块的失效。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供一种绝缘栅双极晶体管模块及其制作方法,减少 IGBT 模块的失效现象,提高器件的可靠性。

[0007] 为实现上述目的,本发明实施例提供了如下技术方案:

[0008] 一方面,本发明实施例公开了一种绝缘栅双极晶体管模块,所述模块包括:

[0009] 基板;

[0010] 位于所述基板上面、所述模块内部的绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯

片；

[0011] 模块外表面的外部电极端子；

[0012] 其中,所述基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用低温键合实现连接。

[0013] 优选的,所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面的电极采用引线进行互连,并通过辅助电极引出模块外部,实现与所述外部电极端子的连接。

[0014] 优选的,所述外部电极端子与绝缘栅双极晶体管芯片以及快速恢复二极管芯片正面相应的电极采用低温键合实现连接。

[0015] 优选的,所述采用低温键合实现连接为：

[0016] 所述低温键合的连接介质为银键合层。

[0017] 优选的,所述基板上表面为金属化层。

[0018] 优选的,所述基板为导电材料。

[0019] 另一方面,本发明实施例还提供了一种绝缘栅双极晶体管模块,包括：

[0020] 基板；

[0021] 位于所述基板上表面、所述模块内部的绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片；

[0022] 模块外表面的外部电极端子；

[0023] 其中,所述外部电极端子与绝缘栅双极晶体管芯片以及快速恢复二极管芯片正面相应的电极采用低温键合实现连接。

[0024] 优选的,所述基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用焊接实现连接。

[0025] 优选的,所述采用低温键合实现连接为：

[0026] 所述低温键合的连接介质为银键合层。

[0027] 另一方面,本发明实施例还提供了一种绝缘栅双极晶体管模块的制作方法,其特征在于,所述方法包括：

[0028] 提供基板,将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片采用低温键合方法键合到所述基板上；

[0029] 实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接。

[0030] 优选的,所述实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接为：

[0031] 将所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面的电极采用引线进行互连,并通过辅助电极引出模块外部,实现与所述外部电极端子的连接。

[0032] 优选的,所述实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接为：

[0033] 将外部电极端子采用低温键合方法键合到所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面相应的电极上。

[0034] 另一方面,本发明实施例还提供了一种绝缘栅双极晶体管模块的制作方法,其特征在于,所述方法包括：

[0035] 提供基板,将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片连接到所述基板上；

[0036] 将外部电极端子采用低温键合方法键合到所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面相应的电极上。

[0037] 优选的,所述将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片连接到所述基板上为:

[0038] 将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片采用焊接方法固定到所述基板上。

[0039] 与现有技术相比,上述技术方案具有以下优点:本发明实施例提供的绝缘栅双极晶体管模块,由于在基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用低温键合实现连接,取代了现有技术中采用锡银焊料进行焊接的连接方式,使得模块的可靠性大大提高。另一方面,采用低温键合的连接方式,不需要衬板等材料,制作模块所需要的材料和零部件更少,使得模块结构更加简单,提高了器件的可靠性。

附图说明

[0040] 通过附图所示,本发明的上述及其它目的、特征和优势将更加清晰。在全部附图中相同的附图标记指示相同的部分。并未刻意按实际尺寸等比例缩放绘制附图,重点在于示出本发明的主旨。

[0041] 图 1 为现有技术中的 IGBT 模块示意图;

[0042] 图 2 为本发明提供的 IGBT 模块第一实施例示意图;

[0043] 图 3 为本发明提供的 IGBT 模块第二实施例示意图;

[0044] 图 4 为本发明提供的 IGBT 模块第三实施例示意图;

[0045] 图 5 为本发明提供的 IGBT 模块第四实施例示意图。

[0046] 1100- 基板; 1200- 锡银焊层; 1300- 衬板; 1410-IGBT 芯片;

[0047] 1411-IGBT 芯片的栅极; 1412-IGBT 芯片的发射极;

[0048] 1413-IGBT 芯片的集电极; 1420-FRD 芯片;

[0049] 1421-FRD 芯片阳极; 1422-FRD 芯片阴极;

[0050] 1500- 粗铝线; 1600- 辅助电极; 1700-PCB; 1810- 栅极端子;

[0051] 1820- 发射极端子; 1830- 集电极端子;

[0052] 2100- 绝缘基板; 2100' - 导电基板;

[0053] 2110- 基板上表面图案金属化层; 2120- 基板上表面单面金属化层;

[0054] 2200- 锡银焊层; 2410-IGBT 芯片; 2411-IGBT 芯片栅极;

[0055] 2412-IGBT 芯片发射极; 2413-IGBT 芯片集电极;

[0056] 2420-FRD 芯片; 2421-FRD 芯片阳极; 2422-FRD 芯片阴极;

[0057] 2500- 引线; 2600- 辅助电极; 2700-PCB;

[0058] 2810- 栅极端子; 2820- 发射极端子; 2830- 集电极端子;

[0059] 2900- 银键合层

具体实施方式

[0060] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0061] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是本发明还可以

采用其他不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似推广,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0062] 其次,本发明结合示意图进行详细描述,在详述本发明实施例时,为便于说明,表示器件结构的剖面图会不依一般比例作局部放大,而且所述示意图只是示例,其在此不应限制本发明保护的范围。此外,在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

[0063] 正如背景技术部分所述,如图1所示,对于焊接式IGBT模块而言,为了实现在模块内部对芯片进行固定,需要将各个芯片进行焊接,并对芯片的电极进行互连与引出。现有技术的焊接式IGBT模块,基板1100上面有双面金属化的衬板1300,衬板1300上面焊接有IGBT芯片1410、FRD芯片1420,衬板1300上面还焊接有辅助电极1600、PCB1700。其中,基板1100与衬板1300之间、衬板1300与IGBT芯片1410以及FRD芯片1420之间采用焊接的方式进行连接,焊接层为锡银焊层1200。IGBT模块中的IGBT芯片1410、FRD芯片1420正面的电极通过粗铝线1500引出至衬板1300的金属化面上进行互连,这里衬板1300的另一个作用是实现功率半导体芯片(IGBT芯片1410、FRD芯片1420)不同电极的互连。IGBT芯片的栅极1411、发射极1412、集电极1413再通过辅助电极1600、PCB1700引出至模块外部,实现与外部端子(栅极端子1810,发射极端子1820、集电极端子1830)的连接。

[0064] 发明人在实现本发明的过程中发现现有技术至少存在以下问题:由于IGBT模块中的基板与衬板之间、衬板与芯片之间都采用焊接的方式进行连接,而焊层一般为锡银焊料,其熔点一般为 $200^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$,随着IGBT模块工作时间的增长,基板与衬板之间的焊层、衬板与芯片之间的焊层会出现老化现象,导致IGBT模块的可靠性降低。另一方面,由于IGBT模块内各芯片的电极之间采用引线键合的方式进行连接,IGBT模块中存在多个键合点,由于IGBT模块内部材料的热膨胀系数不同,IGBT模块长期工作中会由于应力等问题产生裂纹进而导致键合点的脱落,导致IGBT模块的失效。

[0065] 为了提高IGBT模块的可靠性,本发明实施例提供了采用低温键合技术代替焊接方式的IGBT模块。其中,低温键合技术(Low Temperature Joining Technique,LTJT),就是在空气环境中,在较低温度下(一般为 $220^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$),对键合材料施加一定的压力并维持一定时间,从而实现键合材料与键合界面连接的一种技术。

[0066] 本发明实施例提供了一种绝缘栅双极晶体管(IGBT)模块,包括:

[0067] 基板;

[0068] 位于所述基板上面、所述模块内部的绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片;

[0069] 所述模块外表面的外部电极端子;

[0070] 其中,所述基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用低温键合实现连接。

[0071] 在本发明提供的实施例中,在基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用低温键合实现连接,取代了现有技术中采用锡银焊料进行焊接的连接方式,使得模块的可靠性大大提高。另一方面,采用低温键合的连接方式,不需要衬板等材料,制作模块所需要的材料和零部件更少,使得模块结构更加简单,提高了器件的可靠性。

[0072] 参见图2,本发明提供的IGBT模块第一实施例示意图。

[0073] 如图 2 所示,在本发明第一实施例中,所述模块包括基板 2100,位于基板 2100 上面、模块内部的 IGBT 芯片 2410 和 FRD 芯片 2420。其中,基板 2100 与 IGBT 芯片 2410 之间、FRD 芯片 2420 之间采用低温键合的方式实现连接。

[0074] 具体的,所述基板上表面为图案金属化层 2110。所述金属化层被划分为多个互相隔离的区域,形成为单面金属化并带金属化图案的金属化层,用于实现 IGBT 芯片 2410、FRD 芯片 2420 正面电极的连接。这里,基板材料可以是绝缘材料,在基板上表面进行金属化处理,形成一层金属化层。在将 IGBT 芯片的栅极和发射极以及 FRD 芯片的阳极引出到基板的金属化面时,为了区分不同的电极,将金属化层划分成多个不同的区域,各个区域彼此隔离,这样就形成了带金属化图案的金属化层。

[0075] 在具体实现时,将 IGBT 芯片 2410、FRD 芯片 2420 以及辅助电极 2600 通过低温键合技术直接键合到基板的金属化面上。如图 2 所示,是将 IGBT 芯片 2410 背面的集电极 2413 以及 FRD 芯片背面的阴极 2422 通过低温键合技术键合到金属化面上,从而实现 IGBT 芯片与 FRD 芯片反并联连接。优选的,用于实现连接的连接介质可以是银键合层 2900。

[0076] IGBT 芯片 2410、FRD 芯片 2420 正面电极互连依然采用引线进行互连,例如使用粗铝线、铝带或者铜线进行互连。模块内部的所有芯片共有 5 个电极:IGBT 芯片正面的栅极 2411 和发射极 2412,背面的集电极 2413;FRD 芯片正面的阳极 2421,背面的阴极 2422。具体实现时,IGBT 芯片正面的发射极 2412 与 FRD 芯片正面的阳极 2421 通过引线引出到衬板正面的一个金属化区域上,实现 IGBT 发射极 2412 与 FRD 阳极 2421 互连;IGBT 芯片背面的集电极 2413 与 FRD 芯片背面的阴极 2422 通过键合层引到衬板正面的另一个金属化区域上实现互连;IGBT 芯片正面的栅极 2411 通过引线引出到衬板正面的另一个金属化区域上实现栅极互连。这样,IGBT 芯片正面的发射极 2412 和 FRD 芯片正面的阳极 2421 互连形成一个共同的电极——IGBT 模块的发射极;IGBT 芯片背面的集电极 2413 与 FRD 芯片背面的阴极 2422 互连形成一个共同的电极——IGBT 模块的集电极;所有 IGBT 芯片正面的栅极 2411 互连作为一个电极——IGBT 模块的栅极。故 IGBT 模块的外部共为三个电极:发射极端子 2820、集电极端子 2830 和栅极端子 2810。为了实现电极的模块极互连,IGBT 模块还包括辅助电极 2600 和 PCB2700。辅助电极 2600 的作用是将基板金属化面上的各个电极引到 PCB2700 板上,并通过辅助电极引出模块外部,实现与所述外部电极端子的连接。

[0077] 与现有技术的焊接式模块相比,本发明实施例提供的 IGBT 模块封装材料不再需要衬板,基板与芯片的连接方式不再使用焊接方式而是采用低温键合技术,连接材料由锡银焊料变为银键合层。这样,由于银的熔点为 900 度以上,大大提高了连接层的可靠性。另一方面,采用低温键合工艺,大大提高了模块的可靠性。而且将芯片直接键合到基板上,不再需要衬板,减少了连接次数和封装材料,简化了封装工艺,使模块结构更简单,制作更容易,性能更可靠。

[0078] 参见图 3,本发明提供的 IGBT 模块第二实施例示意图。

[0079] 在本发明提供的第二实施例中,采用低温键合技术同时代替芯片焊接和引线键合工艺。在现有技术中,由于采用引线键合实现芯片电极的互连,在键合点的连接处以及键合引线易发生断裂而引起失效。而在第二实施例中,采用低温键合代替引线键合,可以直接将电极端子键合到芯片表面电极上,电极端子相比粗铝线不易发生断裂,因此提高了模块的可靠性。

[0080] 所述模块包括基板 2100,位于基板 2100 上面、模块内部的 IGBT 芯片 2410 和 FRD 芯片 2420。其中,基板 2100 与 IGBT 芯片 2410 之间、FRD 芯片 2420 之间采用低温键合的方式实现连接。

[0081] 具体的,所述基板上表面为单面金属化层 2120。所述金属化层为整块金属化层。这里,基板材料可以是绝缘材料,在基板的上表面进行金属化处理,形成一层金属化层。这里,金属化层为单面金属化层,不带金属化图案。

[0082] 在具体实现时,将 IGBT 芯片 2410、FRD 芯片 2420 以及集电极端子 2830 通过低温键合技术直接键合到基板的金属化面上。如图 3 所示,是将 IGBT 芯片 2410 背面的集电极 2413 以及 FRD 芯片背面的阴极 2422 通过低温键合技术键合到金属化面上,从而实现 IGBT 芯片与 FRD 芯片反并联连接。然后将栅极端子 2810 和发射极端子 2820 通过低温键合技术直接键合到芯片上,实现芯片正面电极的互连并引出模块外部。具体实现时,由于栅极端子、发射极端子、集电极端子下部有多个引脚,分别键合到每个芯片的电极上,就实现了芯片正面电极的互连并引出模块外部。以发射极端子 2820 为例,将发射极端子 2820 下部的引脚分别键合到 IGBT 芯片正面的发射极 2412 和 FRD 芯片正面的阳极 2421 上,将 IGBT 模块内部所有 IGBT 芯片的发射极以及 FRD 芯片的阳极都引出到发射极端子 2820 上。对于栅极端子 2810,是将栅极端子 2810 下部的引脚分别键合到各个 IGBT 芯片正面的栅极上,从而将 IGBT 模块内部所有 IGBT 芯片的栅极都引出到栅极端子上。对于集电极端子,通过将其下部的多个引脚都键合到基板 2100 的金属化面 2120 上,通过键合层与 IGBT 芯片背面的集电极 2413 和 FRD 芯片背面的阴极 2422 互连,将模块内部所有 IGBT 芯片的集电极 2413 及 FRD 芯片的阴极 2422 都引出到 2830 上。

[0083] 优选的,用于实现连接的连接介质可以是银键合层 2900。

[0084] 与现有技术中的焊接式模块相比,本发明第二实施例提供的 IGBT 模块封装材料不再需要衬板、辅助电极和 PCB;基板与芯片连接不再使用焊接技术而是采用低温键合技术,连接材料由锡银焊料变为银键合层,提高了模块的可靠性。另一方面,模块内部芯片的互连由引线键合技术变为低温键合技术,芯片正面电极不再需要先引到衬板上进行互连,而是直接通过键合到芯片正面的端子引出,实现了双面散热。而在现有技术中的 IGBT 模块只能实现单面散热。这是因为模块内部芯片工作时产生的热量,可以通过基板向下传递实现散热,也可以通过键合到芯片正面的电极端子向上传递实现散热。因此电极端子既提供电流通路,也提供散热通路。而现有的 IGBT 模块由于芯片正面电极引出到衬板上互连,几乎没有向上散热的能力,只能实现向下散热。而本发明提供的 IGBT 模块既能实现通过电极端子实现向上散热,也能通过基板实现向下散热,即双面散热。

[0085] 参见图 4,本发明提供的 IGBT 模块第三实施例示意图。

[0086] 在本发明提供的第三实施例中,采用低温键合技术同时代替芯片焊接和引线键合工艺。所述模块包括基板 2100',位于基板 2100' 上面、模块内部的 IGBT 芯片 2410 和 FRD 芯片 2420。其中,基板 2100' 与 IGBT 芯片 2410 之间、FRD 芯片 2420 之间采用低温键合的方式实现连接。

[0087] 具体的,所述基板为导电材料,具体的,所述基板可以是金属基板。这里,基板既作为模块的基板也作为模块的一个电极。

[0088] 在具体实现时,将 IGBT 芯片 2410、FRD 芯片 2420 通过低温键合技术直接键合到金

属基板 2100' 上。然后将栅极端子 2810 和发射极端子 2820 通过低温键合技术直接键合到芯片上,实现芯片正面电极的互连。具体实现时,由于栅极端子、发射极端子、集电极端子下部有多个引脚,分别键合到每个芯片的电极上,就实现了芯片正面电极的互连并引出模块外部。以发射极端子 2820 为例,将发射极端子 2820 下部的引脚分别键合到 IGBT 芯片正面的发射极 2412 和 FRD 芯片正面的阳极 2421 上,将 IGBT 模块内部所有 IGBT 芯片的发射极以及 FRD 芯片的阳极都引出到发射极端子 2820 上。对于栅极端子 2810,是将栅极端子 2810 下部的引脚键合到 IGBT 芯片正面的栅极上,从而将 IGBT 模块内部所有 IGBT 芯片的栅极都引出到栅极端子上。在本发明提供的第三实施例中,并不需要集电极端子,这是因为,由于在本发明实施例中的 IGBT 模块采用金属基板,可以直接将 IGBT 芯片背面的集电极 2413 和 FRD 芯片背面的阴极 2422 由金属基板 2100' 从模块的底部引出,不再需要通过集电极端子实现电极从模块上部引出。优选的,用于实现连接的连接介质可以是银键合层 2900。

[0089] 与现有技术中的焊接式模块相比,本发明第三实施例提供的 IGBT 模块封装材料不再需要衬板、辅助电极、PCB 和集电极端子;基板与芯片连接不再使用焊接技术而是采用低温键合技术,连接材料由锡银焊料变为银键合层,提高了模块的可靠性。另一方面,模块内部芯片的互连由引线键合技术变为低温键合技术,芯片正面电极不再需要先引到衬板上进行互连,而是直接通过键合到芯片正面的端子引出,实现了双面散热。

[0090] 在现有技术中,由于采用引线键合实现芯片电极的互连,在键合点的连接处以及键合引线易发生断裂而引起失效。本发明针对这种情况,采用低温键合代替引线键合,可以直接将电极端子键合到芯片表面电极上,电极端子相比粗铝线不易发生断裂,提高了模块的可靠性。

[0091] 本发明还提供一种绝缘栅双极晶体管模块,包括:

[0092] 基板;

[0093] 位于所述基板上表面、所述模块内部的绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片;

[0094] 模块外表面的外部电极端子;

[0095] 其中,所述外部电极端子与绝缘栅双极晶体管芯片以及快速恢复二极管芯片正面相应的电极采用低温键合实现连接。

[0096] 参见图 5,本发明提供的 IGBT 模块第四实施例示意图。所述模块包括基板 2100,位于基板 2100 上面、模块内部的 IGBT 芯片 2410 和 FRD 芯片 2420。其中,基板 2100 与 IGBT 芯片 2410 之间、FRD 芯片 2420 之间采用焊接的方式实现连接。

[0097] 具体的,所述基板上表面为金属化层 2120。所述金属化层为整块金属化层。这里,基板的材料可以是绝缘材料,在基板上表面进行金属化处理,形成一层金属化层。这里,金属化层为单面金属化层,不带金属化图案。

[0098] 在具体实现时,将 IGBT 芯片 2410、FRD 芯片 2420 以及集电极端子 2830 通过锡银焊料 2200 焊接到基板的金属化面上。然后将栅极端子 2810 和发射极端子 2820 通过低温键合技术直接键合到芯片上,实现芯片正面电极的互连并引出模块外部。优选的,所述连接介质为银键合层 2900。具体实现时,由于栅极端子、发射极端子、集电极端子下部有多个引脚,分别键合到每个芯片的电极上,就实现了芯片正面电极的互连并引出模块外部。以发射极端子 2820 为例,将发射极端子 2820 下部的引脚分别键合到 IGBT 芯片正面的发射极 2412

和 FRD 芯片正面的阳极 2421 上,将 IGBT 模块内部所有 IGBT 芯片的发射极以及 FRD 芯片的阳极都引出到发射极端子 2820 上。对于栅极端子 2810,是将栅极端子 2810 下部的引脚键合到 IGBT 芯片正面的栅极上,从而将 IGBT 模块内部所有 IGBT 芯片的栅极都引出到栅极端子上。对于集电极端子,通过将其下部的多个引脚都焊接到基板 2100 的金属化面 2120 上,通过锡银焊层 2200 与 IGBT 芯片背面的集电极 2413 和 FRD 芯片背面的阴极 2422 相连,将模块内部所有 IGBT 芯片的集电极 2413 及 FRD 芯片的阴极 2422 都引出到 2830 上。

[0099] 优选的,用于实现连接的连接介质可以是银键合层 2900。

[0100] 与现有技术中相比,本发明第四实施例提供的 IGBT 模块封装材料不再需要衬板、辅助电极和 PCB;另一方面,模块内部芯片的互连由引线键合技术变为低温键合技术,芯片正面电极不再需要先引到衬板上进行互连,而是直接通过键合到芯片正面的端子引出,实现了双面散热。

[0101] 在本发明提供的另一实施例中,所述基板与所述绝缘栅双极晶体管芯片之间、基板与所述快恢复二极管芯片之间采用低温键合实现连接。所述低温键合的连接介质为银键合层。在这一实施例中,基板与芯片连接不再使用焊接技术而是采用低温键合技术,连接材料由锡银焊料变为银键合层,提高了模块的可靠性。

[0102] 本发明实施例还提供了一种绝缘栅双极晶体管模块的制作方法,所述方法包括:

[0103] 提供基板,将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片采用低温键合方法键合到所述基板上;

[0104] 实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接。

[0105] 优选的,所述实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接为:将所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面的电极采用引线进行互连,并通过辅助电极引出模块外部,实现与所述外部电极端子的连接。

[0106] 优选的,所述实现所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片与外部电极端子的连接为:将外部电极端子采用低温键合方法键合到所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面相应的电极上。

[0107] 另一方面,本发明实施例还提供了一种绝缘栅双极晶体管模块的制作方法,其特征在于,所述方法包括:

[0108] 提供基板,将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片连接到所述基板上;

[0109] 将外部电极端子采用低温键合方法键合到所述绝缘栅双极晶体管芯片以及快恢复二极管芯片正面相应的电极上。

[0110] 优选的,所述将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片连接到所述基板上为:将绝缘栅双极晶体管芯片、快恢复二极管芯片采用焊接方法固定到所述基板上。

[0111] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制。

[0112] 虽然本发明已以较佳实施例披露如上,然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案作出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

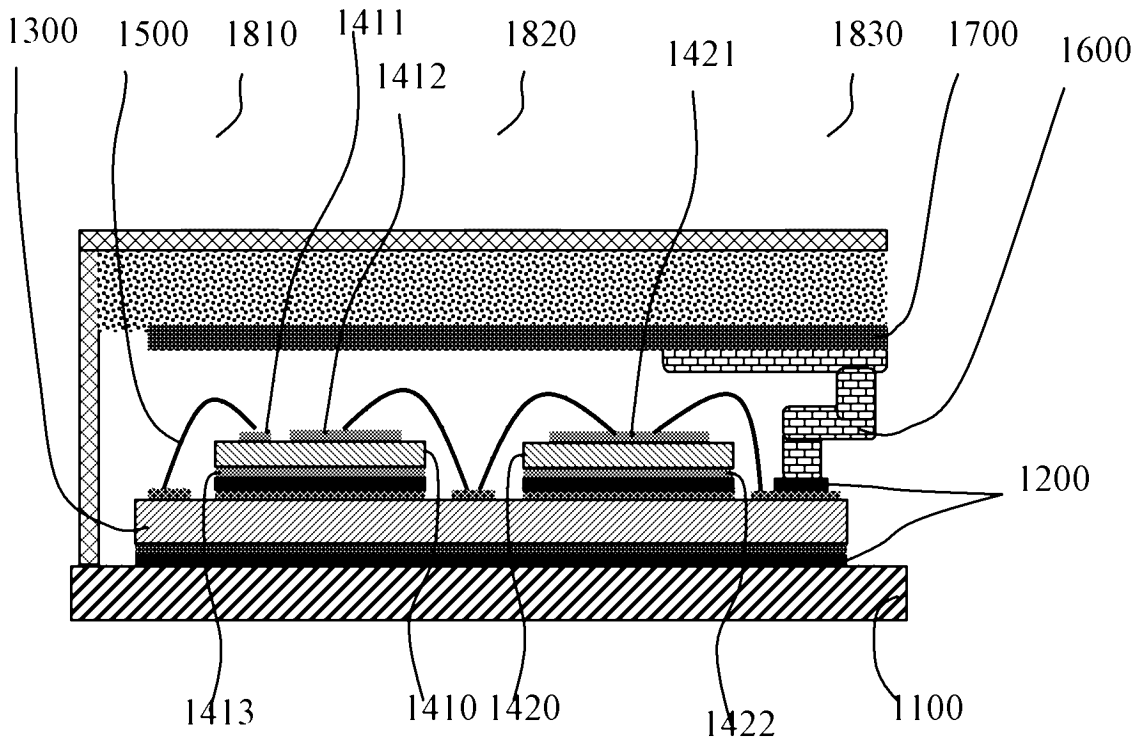


图 1

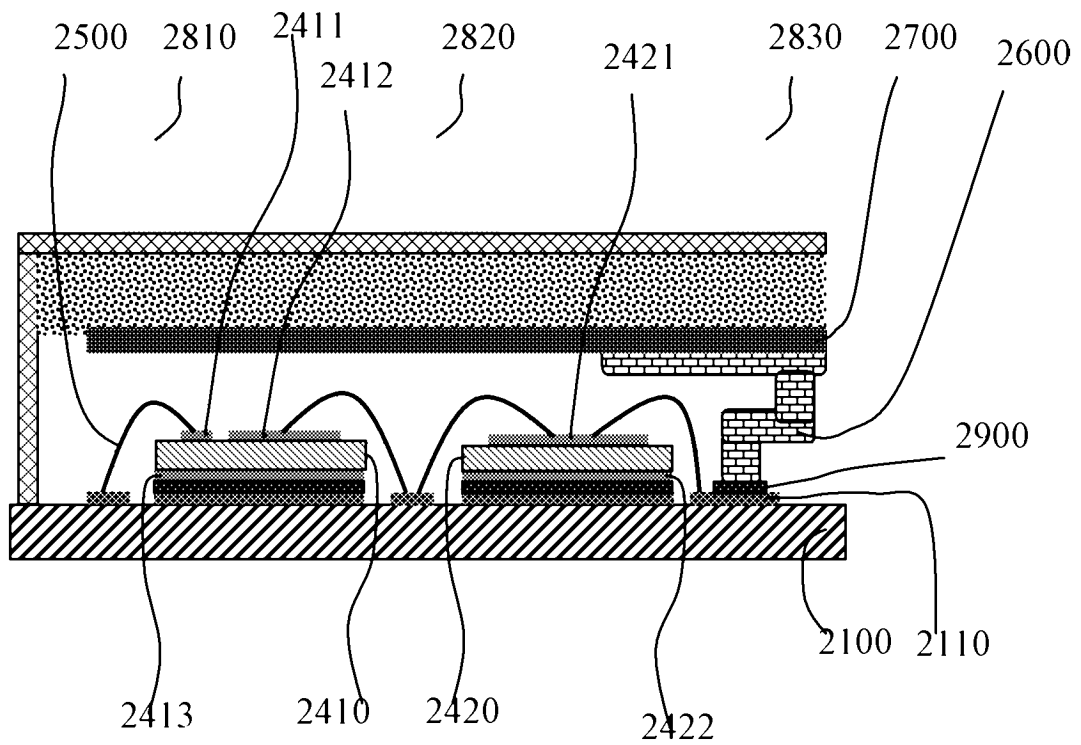


图 2

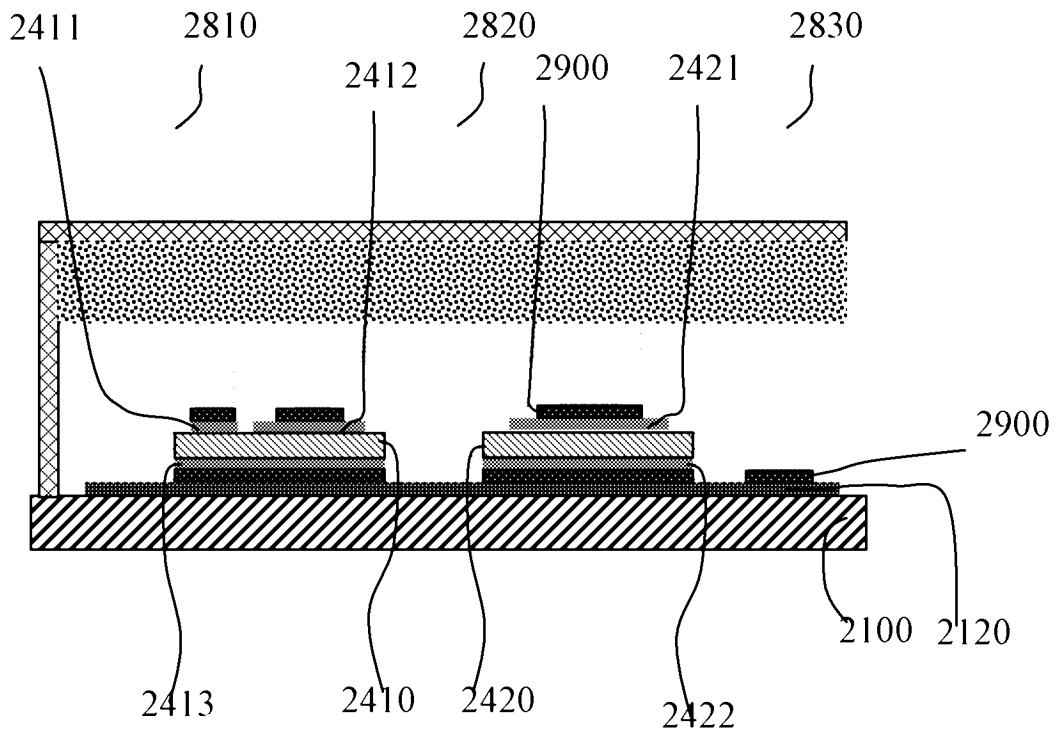


图 3

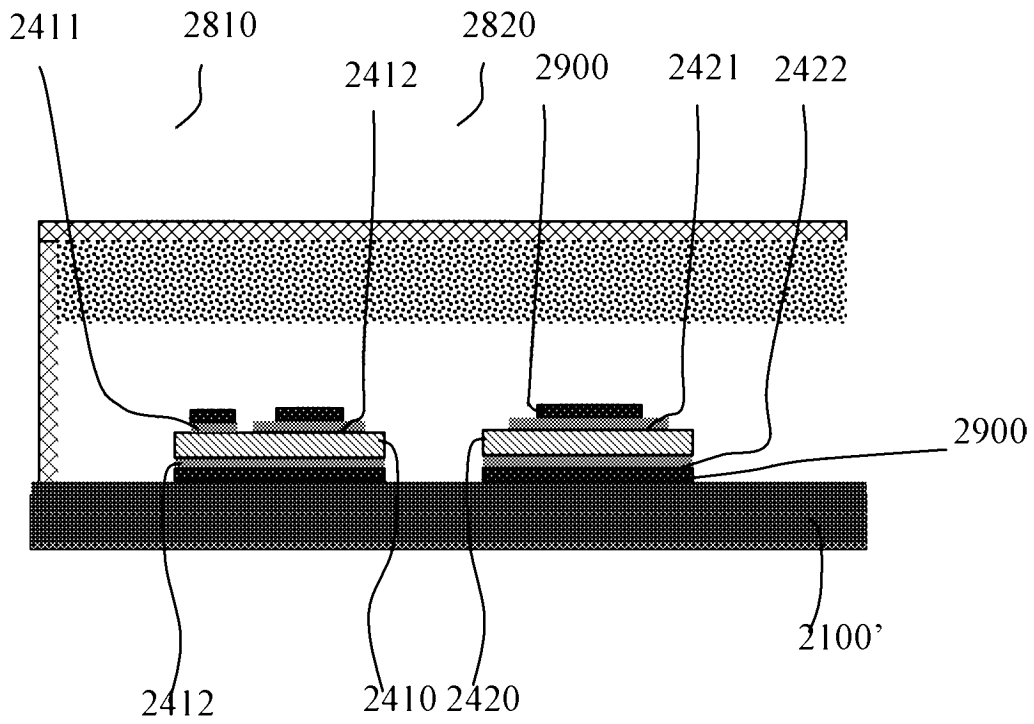


图 4

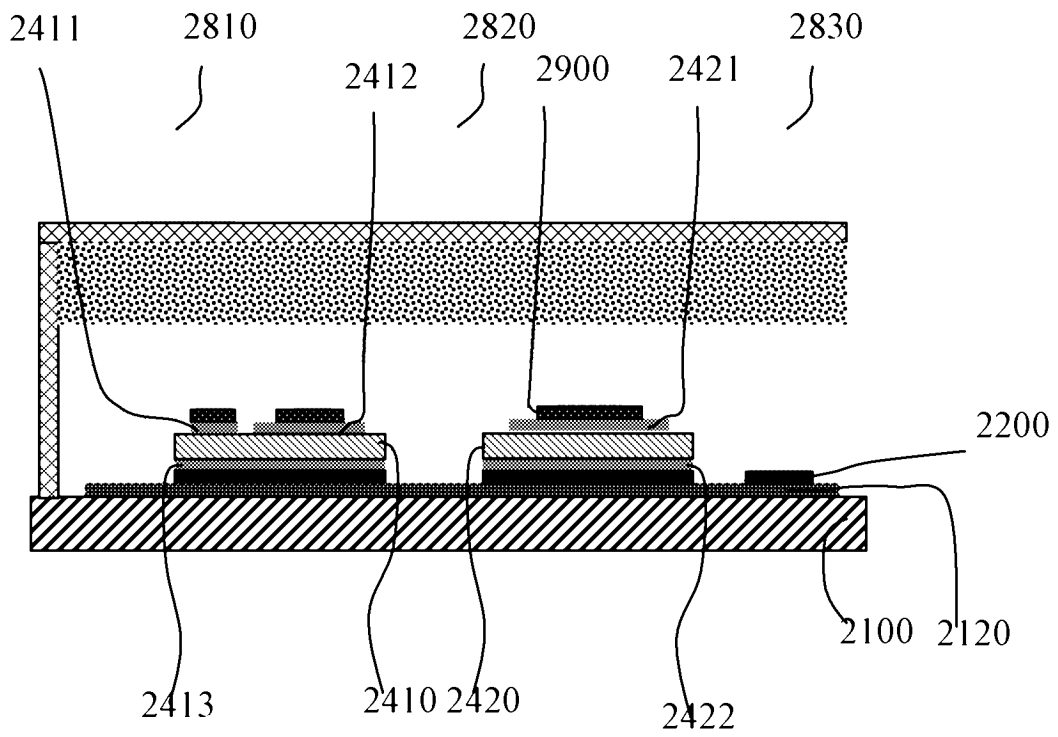


图 5