

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103155131 A

(43) 申请公布日 2013.06.12

(21) 申请号 201180049735.8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011.10.07

H01L 21/60(2006.01)

(30) 优先权数据

H01L 23/00(2006.01)

10187399.0 2010.10.13 EP

H01L 23/498(2006.01)

H01L 23/538(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

H05K 1/11(2006.01)

2013.04.15

H05K 3/32(2006.01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2011/067558 2011.10.07

(87) PCT申请的公布数据

W02012/049087 EN 2012.04.19

(71) 申请人 ABB 研究有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 N. 舒尔茨 S. 哈特曼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 张金金 朱海煜

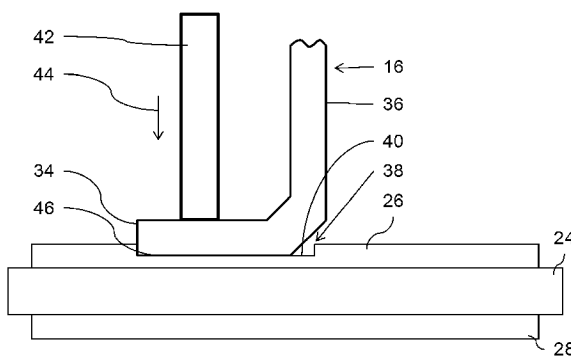
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

半导体模块和制造半导体模块的方法

(57) 摘要

本发明涉及半导体模块(10),其包括衬底(24),特别地由陶瓷绝缘体形成,以及至少一个金属层(26),特别地在所述衬底(24)上形成,其中金属层(26)包括延深部(40),用于放置和固定接触元件(16),该接触元件(16)至少部分是“L”型并且包括用于将接触元件(16)固定在延深部(40)处的第一臂(34)以及用于互连接触元件(16)的第二臂(36),其中延深部(40)具有大于接触元件(16)的水平尺寸约≤0.5mm的水平尺寸。根据本发明的半导体模块(10)展现提高的可靠性并且此外以高度可再制造方式生产。



1. 一种半导体模块(10),其包括衬底(24),特别地由陶瓷绝缘体形成,以及至少一个金属层(26),特别地在所述衬底(24)上形成,

其中所述金属层(26)包括延深部(40),用于放置和固定接触元件(16),所述接触元件(16)至少部分是“L”型并且包括用于将所述接触元件(16)固定在所述延深部(40)处的第一臂(34)以及用于互连所述接触元件(16)的第二臂(36),

其中所述延深部(40)具有大于所述接触元件(16)的水平尺寸约 $\leq 0.5\text{mm}$ 的水平尺寸。

2. 如权利要求1所述的半导体模块,其中所述半导体模块是功率半导体模块,其包括功率半导体器件,例如二极管、晶体管和/或集成电路。

3. 如权利要求1或2所述的功率半导体模块,其中所述接触元件(16)包括配合部件,特别地在它的第一臂(34)处,用于与所述延深部(40)配合。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的半导体模块,其中所述延深部(40)具有 $\geq 100\mu\text{m}$ 的深度。

5. 如权利要求1至4中任一项所述的半导体模块,其中所述延深部(40)至少部分由斜切边(48)环绕。

6. 如权利要求1至5中任一项所述的半导体模块,其中中间层(56)设置在所述金属层(26)与所述衬底(24)之间。

7. 一种制造半导体模块(10)的方法,其包括使接触元件(16)与金属层(26)接触的步骤,所述接触元件至少部分是“L”型并且包括用于将所述接触元件(16)固定在所述延深部(40)处的第一臂(34)以及用于互连所述接触元件(16)的第二臂(36),其中所述金属层(26)包括延深部(40),用于放置接触元件(16),其中所述延深部(40)具有大于所述接触元件(16)的水平尺寸约 $\leq 0.5\text{mm}$ 的水平尺寸,所述方法进一步包括以下步骤:

一在所述延深部处将所述接触元件(16)按压到所述金属层(26)上,

一将超声能量施加到所述接触元件(16)与所述金属层(26)的界面用于将所述接触元件(16)焊接到所述金属层(26)上。

半导体模块和制造半导体模块的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体模块。本发明进一步涉及制造半导体模块的方法。

背景技术

[0002] 已知多种半导体模块并且在许多不同的电子装置中使用它们。为了形成或相应地制造半导体模块,半导体模块的不同电部件必须互相接触来提供互连内部结构。另外,需要提供外部接点来使半导体模块的一个或多个电部件连接到外部接触装置。

[0003] 作为示例,为了实现与半导体模块的外部电接触,提供端子作为接触元件并且将它钎焊在陶瓷衬底的金属化的顶部上,这是众所周知的。已知的钎焊技术的主要缺点是在端子与衬底之间的钎焊连接的热和机械循环下可靠性受限。因此,该连接并且从而整个半导体模块仅具有有限的寿命。

[0004] 此外,钎焊连接仅承受有限的操作温度。具体地,为了在大部分情况下提供安全且可靠的操作状况,不应超过 125°C 的温度。

[0005] 因此已知通过用焊接连接来代替半导体模块的一个或多个接点之间的钎焊连接而克服该问题。特别地,超声波或相应地能量用于形成焊接连接。

[0006] 例如在 W. Rusche 等人的“Ultrasonic Metal Welding (超声金属焊接)”(2008 年 10 月, Bodo's Power Magazine, 40-41 页)中,描述了使用超声金属焊接用于功率模块内的内部接触。具体地,描述了焊接工具在可移动联接搭配物中引入压力和超声能量。

[0007] 在使用这样的技术的情况下,将在水平面中产生超声波,由超声波发生器采用示范性方式产生。由于超声波发生器的水平振荡,平行于振幅的力可作用于接触元件。因此,可存在接触元件在水平面中移动的风险。这导致将接触元件焊接的位置可能不是预计位置的劣势。因此,形成的半导体模块可能是不能使用的。另外,存在接触元件变形并且因此在它移动或相应地滑动时被机械削弱的风险。这再次导致形成的半导体模块不能使用的劣势。此外,焊接工艺变得不能再制造。

[0008] 为了避免这些劣势,使用更强的焊接参数可是可能的。具体地,使用更高的焊接能量和 / 或更高的压紧力是可能的。然而,这可导致接触元件焊接到的接触区或接触元件自身的损坏。

[0009] 因此从 WO 2007/033829 A2 获悉功率半导体模块和生产其的方法。根据该现有技术,接点凭借超声发生器经由超声焊接而形成。超声焊接操作还可以用于使接触区与接触端联接,并且因此用于使接点与功率半导体模块的脚区联接。具体地,超声发生器被带到接触元件的接触端,其中接触端被压到要连接的接触区。通过将超声能量引入接触元件与衬底之间的界面,该脚被焊接到衬底上。在实施该步骤中,保持和定位装置使接触元件保持在适当位置以避免接触元件在水平面中移动。

[0010] 然而,这样的保持和定位装置总是导致工艺变得更复杂并且从而必需相当复杂的设备要求。

[0011] 从 EP 1 711 040 A1 获悉这样的电路装置,其中半导体和汇流母线接合到陶瓷基

板。根据该文献,在衬底上提供布线层,在该衬底的一部分上形成涂覆金属层来提供布线层被涂覆在其中的区。另外,提供暴露区,在该暴露区中暴露布线层。半导体连接到涂覆区,而汇流母线直接连接到暴露区内的布线层。

[0012] 根据该文献,考虑到汇流母线的末端部分的接触区域的变化,暴露区域确定为具有适当的余量。因此,该暴露区域适应于允许固定具有不同形状和尺寸的汇流母线。

发明内容

[0013] 本发明的目的是提供改进的半导体模块,其将避免本领域内已知的劣势中的至少一个。

[0014] 本发明的另外的目的是提供改进的制造半导体模块的方法,其将避免本领域内已知的劣势中的至少一个。

[0015] 特别地,本发明的目的是提供半导体模块和制造半导体模块的方法,其中更容易以更高的可再制造性进行该制造方法并且其中该半导体模块具有提高的可靠性。

[0016] 该目的由根据权利要求 1 的半导体模块实现。此外,该目的由根据权利要求 7 的制造半导体模块的方法实现。本发明的优选实施例在从属权利要求中限定。

[0017] 本发明涉及半导体模块,其包括:衬底,特别地由陶瓷绝缘体形成;和至少一个金属层,特别地在该衬底上形成,其中该金属层包括用于放置和固定接触元件的延深部,该接触元件至少部分是“L”型并且包括用于将接触元件固定在该延深部处的第一臂,和用于互接触元件的第二臂,其中该延深部具有大于接触元件的水平尺寸约 $\leq 0.5\text{mm}$ 的水平尺寸。

[0018] 根据本发明,接触元件可在预形成的延深部处在金属层上放置或相应地排列以及设置在预计位置处。因为延深部可在进行接触元件在金属层上的固定工艺之前形成,延深部可容易设置和定位在明确限定的位置处。因此,除这样的延深部外,接触元件可定位在明确限定和预计位置中。

[0019] 此外,由于接触元件被精确地定位并且此外通过延深部而保持在适当位置中这一事实,在固定工艺期间(特别地,在焊接工艺期间)避免接触元件在金属层上的水平面中滑动或相应地移动。因此,避免了焊接工艺的不利影响。因此,可以采用明确限定和可再制造的方式制造根据本发明的半导体模块。

[0020] 由于接触元件通过延深部而保持在适当位置这一事实,不需要使接触元件保持在适当位置的另外和单独的固定装置。尤其可省略使接触元件保持在适当位置的单独的保持和定位装置。这允许以容易的方式制造根据本发明的半导体模块而不需要高度复杂的设备设置由此以非常可再制造的方式制造。

[0021] 延深部从而设计成特别在焊接工艺期间使接触元件在水平面中保持在适当位置,该水平面特别地由金属层的平面限定。从而大致上防止接触元件在水平面上移动。然而,接触元件在水平面中的有限可移动性可以是优选的并且是没有问题的。

[0022] 具体地,延深部具有大于接触元件(特别地是固定到金属层的接触元件的那部分)的水平尺寸约 $\leq 0.5\text{mm}$ 的水平尺寸。这允许接触元件在水平面上的有限以及根据本发明的可接受的可移动性,由此无论如何都确保接触元件大致上固定在预计位置。然而,该特征进一步简化将接触元件放置在延深部中或延深部处。

[0023] 因此,延深部不适应于每个具有不同大小的多个接触元件。与此相反,假设延深部具有大于接触元件的水平尺寸约 $\leq 0.5\text{mm}$ 的水平尺寸,延深部适应于限定的接触元件,从而基本上防止接触元件的可移动性,从而无论如何都允许容易且舒适地固定接触元件。

[0024] 除此之外,接触元件从而可容易地定位在延深部中,由此以简单的方式定位在预计位置。此外,可容易形成延深部。例如,延深部可在金属层的沉积步骤或类似形成,或通过沉积后使金属层结构化而形成。另外,延深部是避免接触元件在水平面中移动(尤其在焊接工艺期间)的容易且特别牢固的方法。

[0025] 接触元件由此可以是适合于接触所述金属层的任何接触元件。例如,接触元件可以是这样的接触元件,用于内部接触半导体模块的不同电路或相应地电元件。然而,接触元件包括用于将金属层或相应地这样的半导体模块外部接触至外部接触装置的端子,这是最优选的。

[0026] 另外,接触元件至少部分是“L”型并且包括用于将接触元件固定在延深部处的第一臂,和用于使接触元件与例如外部装置互连的第二臂。这样的接触元件尤其优选地用于将它焊接在延深部处,或相应地在延深部中。根据本发明的至少部分是“L”型的接触元件将由此意指至少底部部分(接触元件的底部部分固定到金属层)是“L”型的。第一臂由此可容易定位在延深部处并且压紧力可以明确限定的方式施加于延深部上,由此施加超声能量以将第一臂或相应地接触元件焊接到金属层。由于接触元件的“L”型形式,第二臂与金属层间隔开而定位,由此,它可容易与例如外部接触装置互连。

[0027] 根据本发明,“L”型形式由此将意指第一和第二臂设置成关于彼此大致上成矩形的设计。然而,如果第一臂大致上位于金属层上或相应地延深部处的平面,接触元件可偏离矩形形状,并且第二臂这样进行:它的末端与金属层的平面间隔开,使得可容易建立互连。

[0028] 根据本发明,金属层可以是涂层,其沉积在衬底上或在另一个层上,或它可以是沉积在衬底上或另一个层上的小型金属化区。然而,金属层可以是任何金属或金属化层或板,其设置在半导体模块中并且其将被接触。金属层优选地由从下列材料选择的材料制成:铜(Cu)、金(Au)、银(Ag)、铝(Al)或包括Cu、Au、Ag和/或Al的合金。

[0029] 半导体模块可优选地包括本领域内已知的任何功率半导体模块。特别地,功率半导体模块包括功率半导体器件。功率半导体器件的示例采用非限制性的方式包括二极管、晶体管、类似绝缘栅双极晶体管(IGBT)和集成电路。

[0030] 根据本发明的实施例,接触元件包括配合部件,特别地在它的第一臂处,用于与延深部配合。此外,这提高将接触元件放置并且保持在预计位置处的效果。如将在下文意识到的,如果配合部件设置成与延深部配合或相应地交互,则它可以是任何适合的部件。

[0031] 根据另外的实施例,延深部具有 $\geq 100\ \mu\text{m}$ 的深度。这样的设置确保接触元件保留在延深部处,尤其在焊接工艺时,并且从而可靠地保持在适当位置。从而避免在将接触元件固定到金属层时它滑出延深部。

[0032] 根据另外的实施例,延深部至少部分由斜切边环绕。这也简化了将接触元件放置在延深部中或延深部处。

[0033] 在本发明的再另外的实施例中,中间层设置在金属层与衬底之间。该设置导致衬底受到附加中间层的机械和/或热保护的优势。另外,比起在衬底金属化自身中的延深部,更容易制作在一侧上具有延深部的金属层。附加层,特别地金属层,可在其中半导体芯片也

附连到衬底的相同的工艺步骤中附连到衬底。

[0034] 此外,本发明涉及制造半导体模块的方法,其包括使接触元件与金属层接触的步骤,该接触元件至少部分是“L”型并且包括用于将接触元件固定在延深部处的第一臂和用于互连接触元件的第二臂,并且该金属层包括用于放置接触元件的延深部,其中该延深部具有大于接触元件的水平尺寸约 $\leq 0.5\text{mm}$ 的水平尺寸,所述方法进一步包括以下步骤:

一在延深部处将接触元件按压到金属层上,

一将超声能量施加到接触元件与金属层的界面用于将接触元件焊接到金属层。

[0035] 根据本发明,接触元件从而通过延深部而被放置在金属层上。这导致类似在上文关于根据本发明的半导体模块描述的优势。

[0036] 除此之外,接触元件通过超声焊接工艺连接到金属层。根据本发明制造的半导体模块从而未展现与循环有关的劣势。关于本发明,循环意指周期变化的条件的影响,尤其关于温度和/或机械影响。这也使根据本发明的半导体模块的可靠性特性提高。

[0037] 根据本发明的半导体模块的可靠性进一步通过焊接连接可维持 200°C 或以上的温度这一事实而提高。这另外使根据本发明的方法制造的半导体模块甚至适合于高功率应用。

[0038] 另外,半导体模块可根据本发明制造而不需要类似焊料或接合线的消耗品。此外,可在没有另外的覆镀或额外的清洗步骤的情况下进行制造工艺。这导致根据本发明的方法关于环境的角度是有利的优势。另外,传统的工作步骤可省略,从而使根据本发明的方法节省时间并且从而节省成本。

[0039] 此外通过将接触元件焊接到金属层而形成高传导连接。这使根据本发明的半导体模块特别适合于高功率应用,其中大量的电流必须通过该连接而传导。因此,根据本发明的半导体模块优选地包括高功率半导体模块。

附图说明

[0040] 本发明的主旨的另外的特征、特性和优势在从属权利要求、图和相应的图和示例的下列说明中公开,其采用示范性的方式示出根据本发明的半导体模块的实施例和示例。

[0041] 在图中:

图 1 示出半导体模块的设置截面侧视图;

图 2 示出根据本发明的半导体模块的实施例的局部截面侧视图;

图 3 示出根据本发明的半导体模块的另外的实施例的局部截面侧视图;

图 4 示出不是本发明的一部分的半导体模块的实施例的局部截面侧视图;

图 5 示出根据本发明的半导体模块的另外的实施例的局部截面侧视图;

图 6 示出根据本发明的半导体模块的另外的实施例的局部截面侧视图;

图 7 示出不是本发明的一部分的半导体模块的另外的实施例的局部截面侧视图。

具体实施方式

[0042] 在图 1 中,示意地示出半导体模块 10 的设置。具体地,描述所述半导体模块 10 的内部结构。该半导体模块 10 包括外壳 12,在其中设置至少一个半导体器件 14。在优选实例中该半导体器件 14 可以是例如绝缘栅双极晶体管(IGBT)、二极管、金属氧化物半导体场

效应晶体管(MOSFET)或类似物的功率半导体器件。根据图 1,提供二极管和 IGBT。该半导体器件 14 或多个半导体器件 14 经由接触端子或相应地接触元件 16 并且优选地经由辅助端子 18 而能连接,其中该半导体器件 14 优选地由铝接合线 20 接合。

[0043] 作为绝缘体,环氧树脂层 22 可设置在半导体器件 14 上。半导体器件 14 可进一步设置在衬底 24 或相应地晶圆(由陶瓷绝缘体、特别地由氮化铝陶瓷绝缘体形成)上。接触元件 16 以及辅助端子 18 经由金属化或相应地金属层 26、特别地经由铜金属化而连接到衬底 24。另外,衬底 24 在它的底侧连接到另外的金属化 28,特别是铜金属化,并且经由焊料 29 连接到基板 32。外壳 12 内部余下的容积用例如硅凝胶 30 填充。

[0044] 接触元件 16 与金属层 26 之间的连接具体地在下面的图 2 至 7 中示出,其中相同或相当的元件由相同的标号引用。

[0045] 在图 2 中,示出衬底 24 连同金属层 26 和另外的金属化 28。为了接触金属层 26,提供接触元件 16。

[0046] 接触元件 16 至少部分是“L”型,即至少在它的底侧处。因此它包括用于将接触元件 16 固定在金属层 26 处的第一臂 34 和用于使它例如与外部接触装置互连的第二臂 36,未如此示出该外部接触装置。

[0047] 为了将接触元件 16 放置或相应地使它定位在预计位置,根据本发明,金属层 26 包括金属层 26 中的延深部 40 并且从而可包括收容部。因此,接触元件 16 或相应地接触元件 16 的第一臂 34 可装配到所述延深部 40 中以便定位在预计位置,这是明显的。接触元件 16,特别是它的第一臂 34,可固定到金属层 26。因此,延深部 40 的目的中的一个是易于发现接触元件 16 在金属层 26 上的预计位置。

[0048] 延深部 40 优选地具有 $\geq 100\ \mu\text{m}$ 的深度。这允许接触元件 16 在延深部 40 中的牢固装配以牢固地保持在适当位置。

[0049] 即使预计延深部 40 具有在固定工艺期间(特别地在焊接工艺时)使接触元件 16 保持在适当位置的第二主要目的,延深部 40 具有大于接触元件 16 的水平尺寸、特别大于接触元件 16 的第一臂 34 的水平尺寸约 $\leq 0.5\text{mm}$ 的水平尺寸,这可是适合的。这改进将接触元件 16 设置在延深部 40 中的步骤。

[0050] 一旦接触元件 16 被定位在延深部 40 中,它必须固定在金属层 26 上。该步骤描述如下,其中必须注意,该步骤可独立于接触元件 16 和 / 或延深部 40 的特殊设置而进行并且从而可相似地在根据下列图的实施例中进行。

[0051] 将接触元件 16 固定到金属层 26 的步骤特别地是制造半导体模块的方法的步骤。在使接触元件 16 与金属层 26 接触之后,接触元件 16 被压靠着金属层 26。在类似上文描述的实施例中,接触元件 16 经由第一臂 34 被压靠着金属层 26。这可通过将焊接工具 42 压靠着接触元件 16、特别地靠着第一臂 34 而进行。这由在图 2 中示出的箭头 44 示意地示出。

[0052] 焊接工具 42 优选地包括用于产生超声波或相应地超声能量的部件。作为示例,焊接工具 42 可包括超声发生器。因此,超声能量施加到接触元件 16 与金属层 26 的界面 46。凭借超声能量,因为接触元件 16 通过超声焊接工艺而固定到金属层 26 或相应地延深部 40,接触元件 16 和金属层 26 连接到彼此。

[0053] 由于提供延深部 40,接触元件 16 牢固地保持在适当位置,从而导致接触元件 16 被固定在预计位置处。

[0054] 本发明的另外的实施例在图 3 中示出。根据图 3, 延深部 40 至少部分由斜切的边缘或相应地边 48 环绕。可根据期望的应用选择斜切的量或程度。然而, 为了确保接触元件 16 不滑出延深部 40, 斜切相对于水平面在 $\geq 45^\circ$ 的范围中, 这是最优选的, 其中该水平面由金属层 26 的平面限定。此外, 接触元件 16 在一个或多个侧面也包括斜切的边缘 50, 这可有利的。优选地, 这些斜切的边缘 50 适应于斜切的边 48, 使得接触元件 16 在金属层 26 上或相应地在延深部 40 处的装配被改进。

[0055] 不是本发明的一部分的实施例在图 4 中示出。根据图 4, 固定部件 38 包括在金属层 26 上形成的至少一个高部 52。优选地, 接触元件 16 完全由高部 52 环绕。因此, 根据该实施例, 固定部件 38 完全在金属层 26 上形成。这具有金属层 26 不会被延深部 40 所削弱并且从而尤其有利于非常薄的金属层 26 的优势。采用示范性方式, 高部 52 可由形成接触元件 16 的止动器的至少一个特别扁的线接合来形成。在该情况下, 非常容易制备固定部件 38。高部例如可在接触元件的预计位置的一个或若干侧面形成。另外, 在直接定位在接触元件的位置的位点上形成高部是可能的。在该情况下, 接触元件包括用于与高部配合或相应地交互的配合部件, 这是最优选的。该配合部件在该情况下可实现为接触元件中的延深部(其在它的大小和几何形状方面适应于高部)或相应地固定部件。接触元件 16 可包括一个或多个斜切的边缘 50 和 / 或一个或多个矩形边缘 54。另外, 高部 52 可包括斜切的边缘, 用于便于将接触元件 16 放置在固定部件处。

[0056] 根据本发明的另外的实施例在图 5 中示出。该实施例对应于根据图 3 的实施例。然而, 根据图 5 的实施例包括中间层 56 设置在金属层 26 与衬底 24 之间这一另外的特征。该中间层 56 可以是任何适合的层, 特别是金属层, 并且它例如可作为金属板而提供。该中间层 56 可通过焊料 58 或低温接合而附连到金属层 26。此外, 它可通过任何适合的方式附连到衬底 24, 例如通过沉积工艺。根据图 5, 中间层 56 可形成为衬底 24 上的金属化, 而包括延深部 40 的金属层 26 可形成为金属板。

[0057] 根据图 6 的实施例可再次包括类似上文描述的中间层 56。另外, 根据图 6, 金属层 26 包括金属层 26 中的延深部 40。除所述延深部 40 外, 接触元件 16 包括配合部件, 特别在它的第二臂 34 处, 用于与延深部 40 配合。具体地, 根据图 6, 接触元件 16 包括高部 60, 优选地在第二臂 34 处。高部 60 和延深部 40 优选地关于大小和几何形状而适应于彼此。因此, 接触元件 16 的高部 60 充当用于与延深部 40 配合的固定部件。这允许接触元件 16 在延深部 40 处的装配变得更紧密。

[0058] 不是本发明的一部分的另外的实施例在图 7 中示出。根据图 7 的实施例对应于图 6 的实施例, 所不同的是金属层 26 包括高部 62 作为固定部件 38, 而接触元件 16, 特别是接触元件 16 的第二臂 34 包括与固定部件 38 交互的延深部 64。再次地, 固定部件 38 (即, 高部 62) 和延深部 64 优选地关于大小和几何形状而适应于彼此。

[0059] 必须注意, 类似上文描述的特征不限于描述的实施例。特别地, 固定部件 38 的设置可与中间层 56 组合以及不与中间层 56 组合。此外, 固定部件 38 的不同设置的组合是可能的而不脱离本发明本身。

[0060] 尽管已经在图和前面的描述中详细说明和描述本发明, 这样的说明和描述要视为说明性或示范性而非限制性的; 本发明不限于公开的实施例。对公开的实施例的其他变化形式可以被本领域内技术人员理解和实现并且从对附图、公开和附上的权利要求的学习而

实践要求保护的本发明。在权利要求中,单词“包括”不排除其他要素或步骤,并且不定冠词“一”不排除多数。某些措施在互不相同的从属权利要求中记载,仅这样的事实并不指示无法有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何标号不应该解释为限制范围。

标号列表

10	半导体模块	12	外壳
14	半导体器件	16	接触元件
18	辅助端子	20	铝接合线
22	环氧树脂	24	衬底
26	金属层	28	金属化
29	焊料	30	硅凝胶
32	基板	34	第一臂
36	第二臂	38	固定部件
40	延深部	42	焊接工具
44	箭头	46	界面
48	斜切边	50	斜切边缘
52	高部	54	矩形边缘
56	中间层	58	焊料
60	高部	62	高部
64	延深部		

[0061]

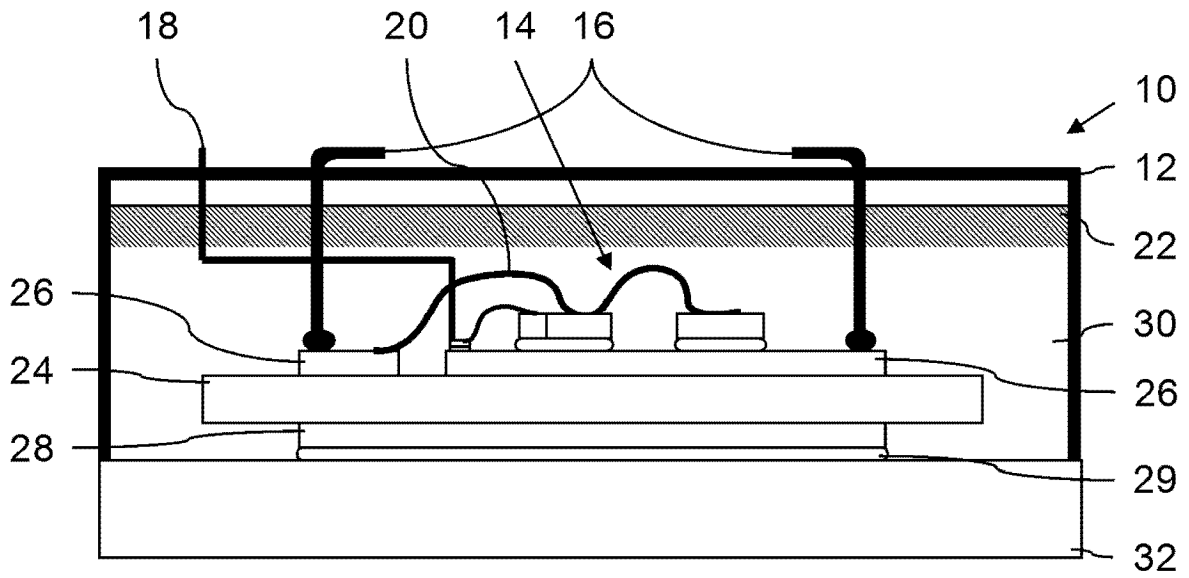


图 1

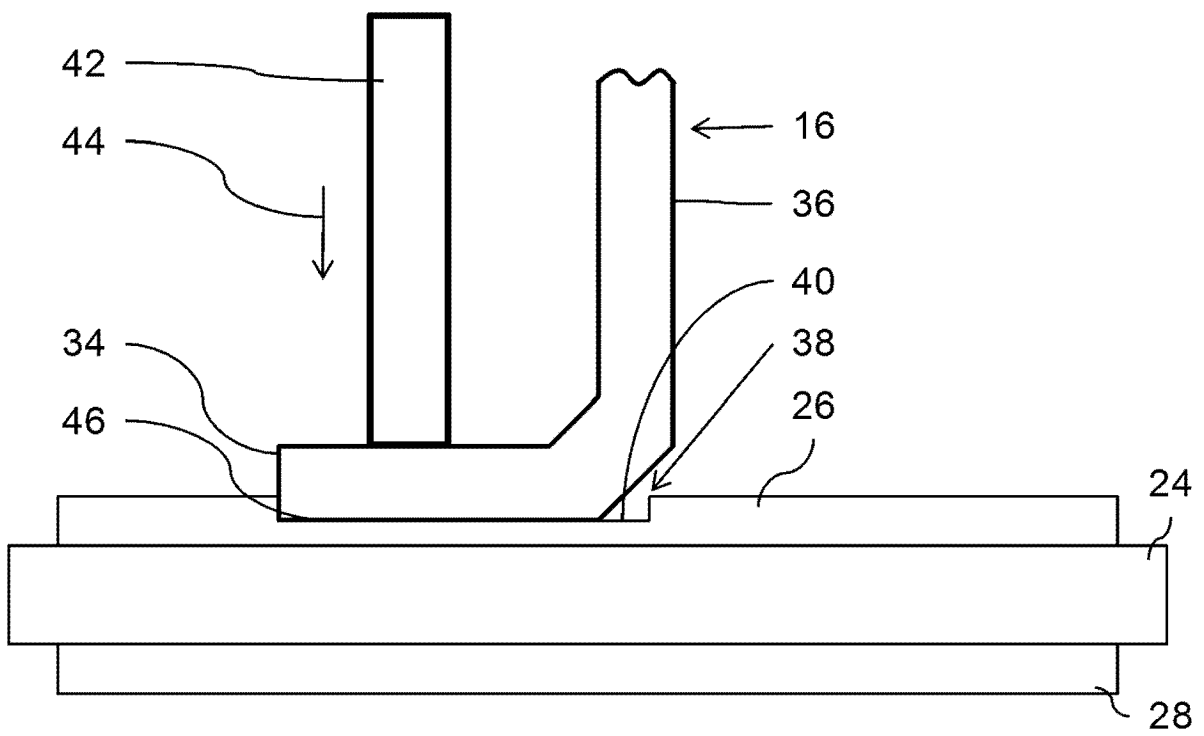


图 2

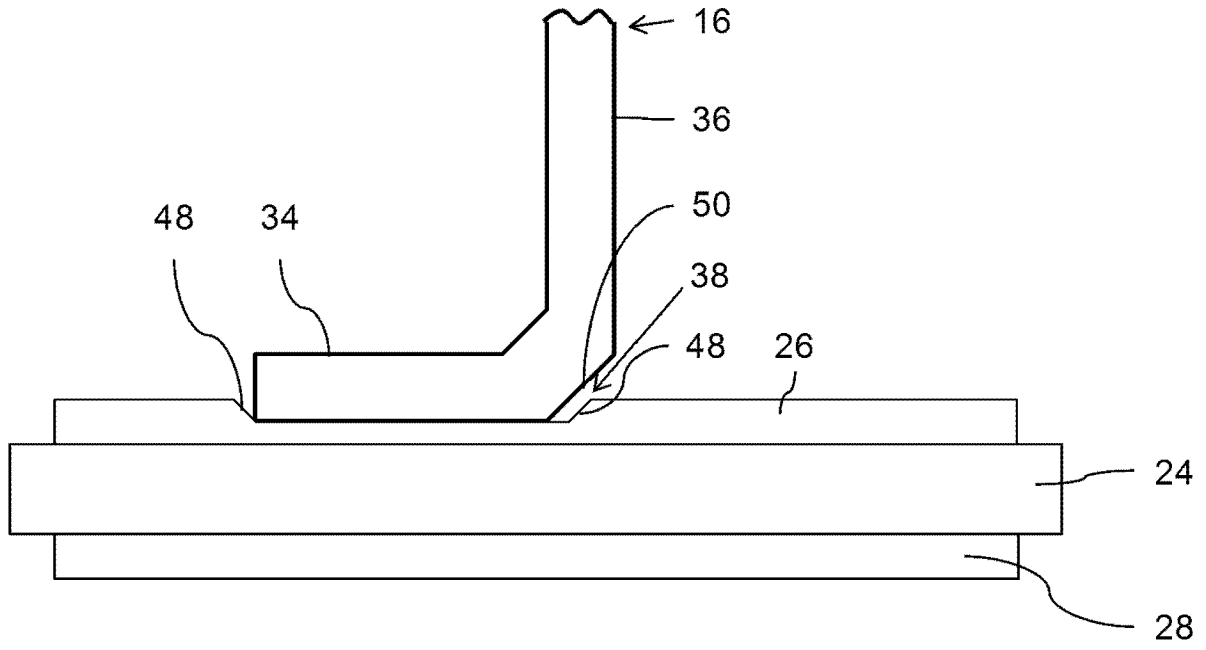


图 3

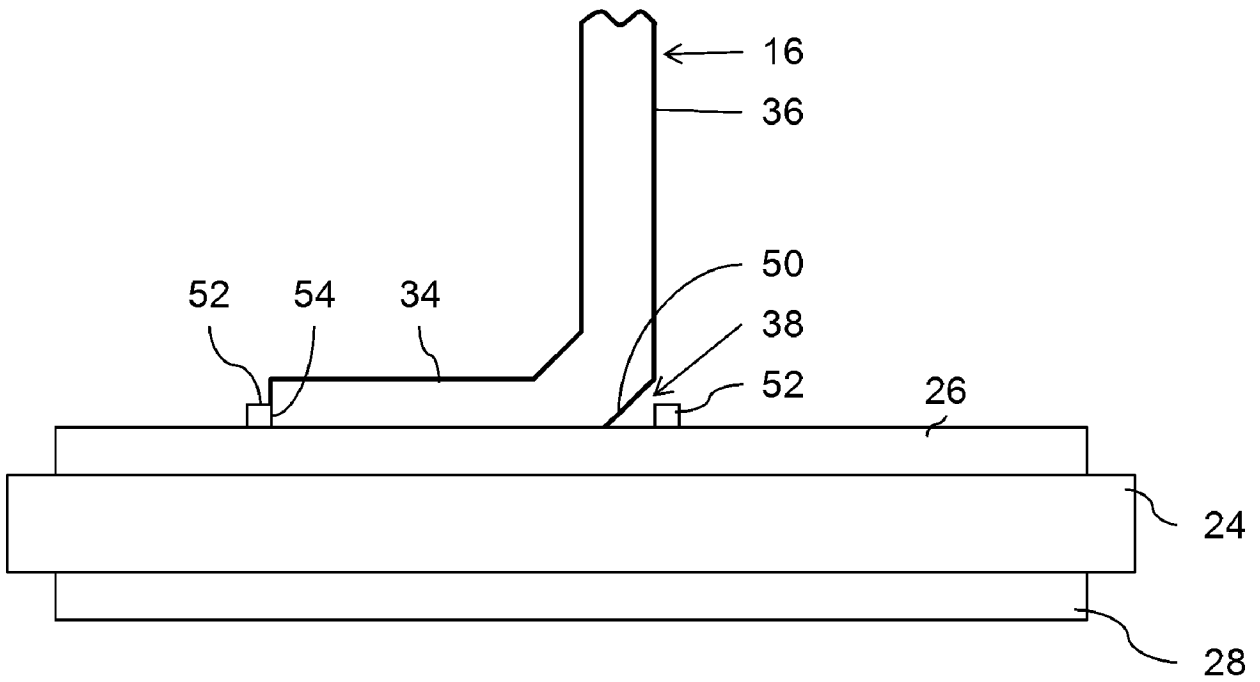


图 4

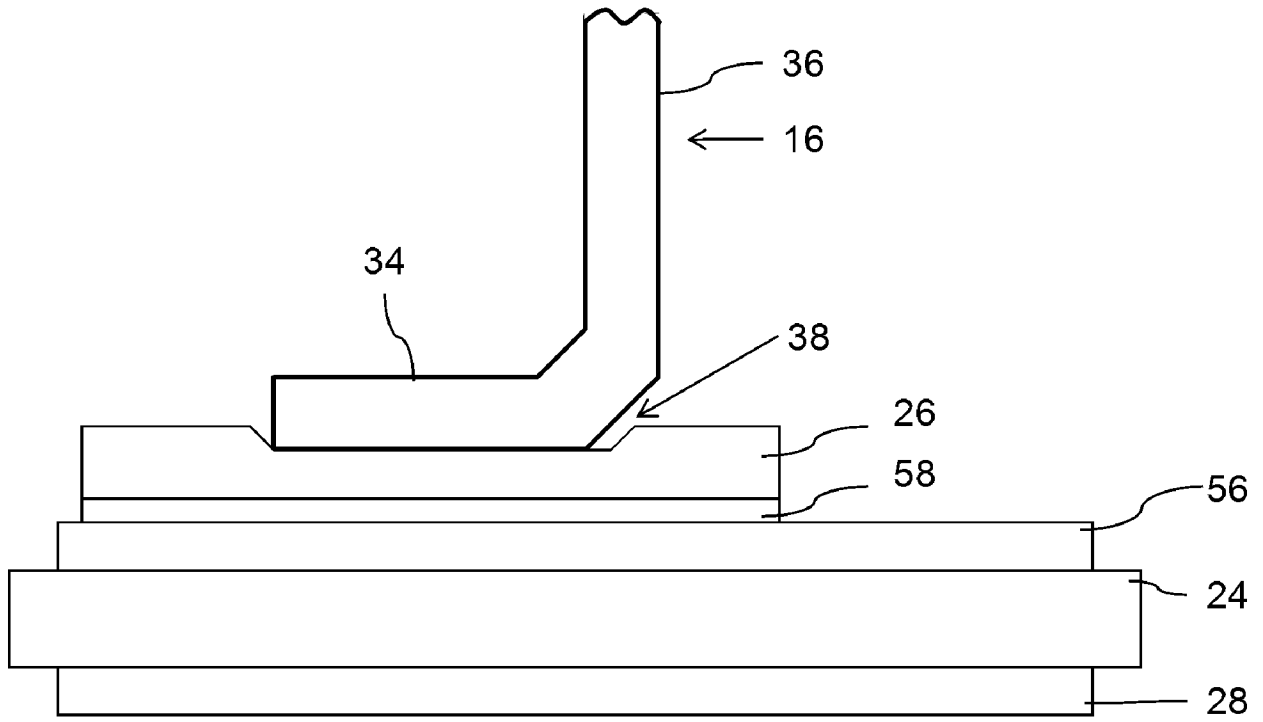


图 5

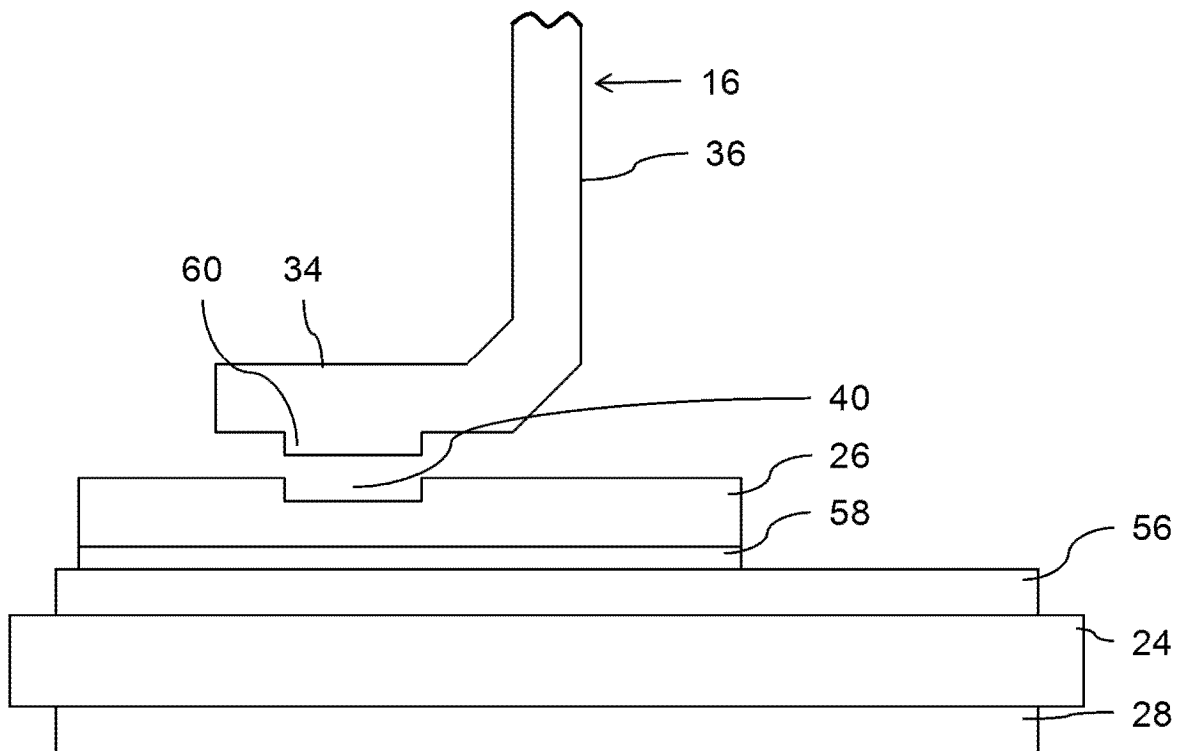


图 6

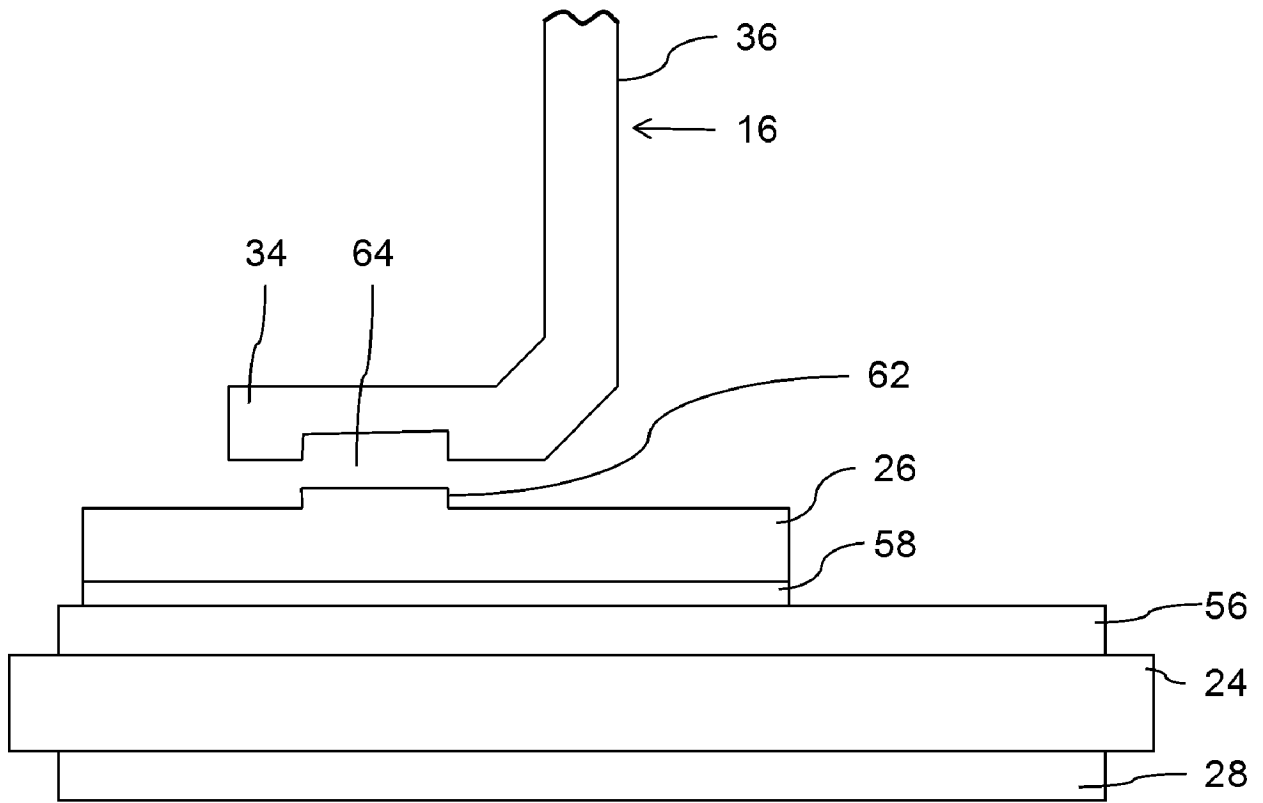


图 7