(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102484949 B
(45)授权公告日 2016.05.25

(21)申请号 201080039982.5
(22)申请日 2010.06.22
(30)优先权数据
102009032253.1 2009.07.08 DE
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2012.03.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2010/058831 2010.06.22
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/003732 DE 2011.01.13
(73)专利权人 奥斯兰姆奥普托半导体有限责任公司
地址 德国雷根斯堡
(72)发明人 M. 齐茨尔施珀格 S. 格雷奇
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 杜荔南 李家麟
(51)Int.Cl.
H01L 33/48(2010.01)
H05K 3/34(2006.01)
(56)对比文件
US 6872599 B1,2005.03.29, 说明书第1页第1栏第10行至第6栏第32行、附图3,4A,4B,5B.
US 6872599 B1,2005.03.29, 说明书第1页第1栏第10行至第6栏第32行、附图3,4A,4B,5B.
CN 1292154 A,2001.04.18, 说明书第1页第2段至第4页第1段、附图1-4.
CN 101197357 A,2008.06.11, 全文.
CN 101276874 A,2008.10.01, 全文.
审查员 刘雪莲

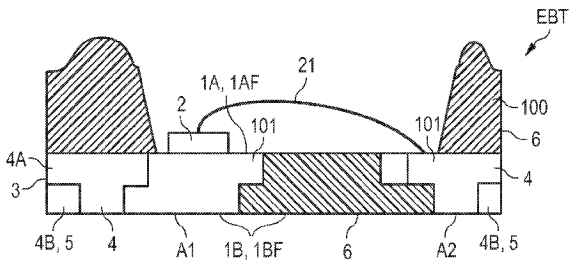
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

电子组件

(57)摘要

一种电子组件,具有:基体(100)和电子器件(2),所述基体具有上侧(1A)以及与上侧相对的下侧(1B),其中基体(100)在其下侧(1B)处具有连接位置(A1、A2),所述电子器件在基体(100)处布置在基体(100)的上侧(1A)处,其中基体(100)具有至少一个侧面(3),该至少一个侧面具有带有第一区域(4A)和第二区域(4B)的至少一个检查位置(4),其中第二区域(4B)构造为第一区域(4A)中的凹处(5),第一区域(4A)和第二区域(4B)包含不同的材料。



CN 102484949 B

1.一种电子组件(EBT),具有

－ 基体(100),其具有上侧(1A)以及与上侧相对的下侧(1B),其中基体(100)具有金属载体(101)并且其中金属载体(101)包括载体部分(160),在该载体部分的下侧(1B)处布置有用于电接触该组件(EBT)的连接位置(A1、A2),

－ 接收辐射的或发射辐射的半导体芯片(2),其在基体(100)处布置在基体(100)的上侧(1A)处,其中

－ 基体(100)具有至少一个侧面(3),该至少一个侧面具有带有第一区域(4A)和第二区域(4B)的至少一个检查位置(4),其中

－ 第二区域(4B)构造为第一区域(4A)中的凹处(5),

－ 第一区域(4A)和第二区域(4B)包含不同的材料,

－ 连接位置(A1、A2)和检查位置(4)用相同的材料构成并且在第二区域(4B)中的连接位置(A1、A2)和检查位置(4)配备有金属镀层,

－ 与第一区域(4A)相比,第二区域(4B)能被连接材料(A)更强地浸润,

－ 通过连接位置(A1、A2)来电接触电子组件(EBT),

－ 金属载体(101)局部地由辐射不能透过的壳体(6)覆盖,其中金属载体(101)和壳体(6)构成所述基体(100),

－ 壳体(6)局部形状匹配地包围连接位置(A1、A2)和金属载体(101),

－连接位置(A1、A2)在下侧(1B)处与壳体(6)齐平地接界,

－连接位置(A1、A2)能够从下侧(1B)自由地到达,

－连接位置(A1、A2)在组件(EBT)的安装状态下不能看到,

－壳体(6)将具有连接位置(A1、A2)的金属载体(101)和检查位置(4)相互电绝缘并且彼此机械连接。

2.根据权利要求1的电子组件(EBT),

其中金属载体(101)和/或检查位置(4)至少部分地嵌入到壳体(6)中。

3.根据权利要求1或2之一的电子组件(EBT),

其中基体(100)的至少一个侧面(3)局部地借助于分隔产生。

4.根据权利要求1或2之一的电子组件(EBT),

其中检查位置(4)的第一区域(4A)用金属构成。

5.根据权利要求1或2之一的电子组件(EBT),

其中检查位置(4)的第一区域(4A)用陶瓷材料构成。

6.一种光电子装置(130),具有

－ 根据权利要求1或2之一的电子组件(EBT),

－ 用于电接触电子组件(EBT)的接触载体(110),其中在接触载体(110)的表面(120)处构造有至少一个安装区域(140),

－ 检查位置(4)的第二区域(4B)借助于连接材料(A)稳固接合地与安装区域(140)连接,其中

－ 能从接触载体(110)的表面(120)自由地看到检查位置(4)。

7.根据权利要求6的光电子装置(130),

其中连接材料(A)是焊剂。

电子组件

技术领域

[0001] 说明一种电子组件以及一种具有电子组件的光电子装置。

发明内容

[0002] 本专利申请要求德国专利申请10 2009 032 253.1的优先权，其公开内容通过回引结合于此。

[0003] 要解决的任务在于，说明一种电子组件，该电子组件使得能够在视觉上检查(kontrollieren)该组件的电连接端子的焊接接触。

[0004] 根据至少一个实施方式，所述电子组件包括基体。基体例如可以是SMD壳(surface mountable device(可表面安装设备))。基体具有上侧以及与上侧相对的下侧。

[0005] 在所述上侧和下侧处分别构造有通过基体的外表面的一部分构成的面。下侧处的面在此表示基体的、在安装状态下朝向接触载体(例如电路板)的外表面。

[0006] 根据至少一个实施方式，基体在其下侧处具有连接位置。所述组件的连接位置在此被设置用于电接触该组件。优选地，在组件的下侧处的连接位置可以从外部到达，其中组件的下侧同时是基体的下侧。也就是说，在组件的下侧处可电接触该组件。

[0007] 根据至少一个实施方式，电子器件在基体处布置在基体的上侧处。该电子器件例如可以与基体上侧处的面传导地连接。为此可以将电子器件接合、焊接或者导电粘合到该面上。所述电子器件可以是接收辐射的或发射辐射的半导体芯片。所述半导体芯片例如是发亮二极管芯片，诸如发光二极管芯片或激光二极管芯片。

[0008] 根据至少一个实施方式，所述基体具有至少一个侧面，该至少一个侧面具有带有第一区域和第二区域的至少一个检查位置。所述侧面是组件的如下面：所述面从侧面包围下侧处的面并且例如在与该面垂直的方向上延伸。所述侧面从下侧延伸到上侧并且因此连接上侧和下侧处的面。所述至少一个检查位置优选可从外部到达，并且例如对于外部观察者来说是可自由地看到的。“可自由地看到”在此意味着，可以从外部在视觉上检查所述检查位置，而在组件被安装在接触载体上时无需覆盖或遮盖检查位置的部分。“区域”在该上下文中是至少局部地形成和构成侧面的表面。优选地，所述检查位置完全由第一和第二区域构成。换句话说，所述检查位置是侧面的部分并且本身划分成两个区域。所述检查位置是侧面的一部分，该部分与侧面的其余部分例如在材料方面不同。

[0009] 根据至少一个实施方式，所述第二区域构造为第一区域中的凹处。换句话说，所述“凹处”是第一区域中的例如凹口或凹入部的凹陷。第二区域被第一区域至少局部地在侧面包围。第二区域例如被第一区域完全包围。

[0010] 根据至少一个实施方式，第一和第二区域包含不同的材料。“不同的”在此意味着，用来分别构成第一和第二区域的材料不是相同的。例如，第二区域可以通过附加的镀层而与第一区别相区别。

[0011] 根据所述电子组件的至少一个实施方式，所述电子组件具有基体，该基体具有上侧以及与上侧相对的下侧，其中所述基体在其下侧具有连接位置。电子器件在基体处布置

在基体的上侧处。另外，所述基体具有至少一个侧面，该至少一个侧面具有带有第一区域和第二区域的至少一个检查位置，其中第二区域构造为第一区域中的凹处。第一和第二区域包含不同的材料。

[0012] 这里所述的电子组件在此尤其是基于如下认识，即当所述电子组件位于接触载体（例如电路板）上时，布置在电子组件的下侧处的连接位置不能从外部看到。所述连接位置于是被电子组件的基体覆盖。例如，因此不能关于连接位置是否被连接材料充分浸润的方式来检查所述连接位置。另外不能保证的是，所述电子组件的连接位置是否还与接触载体电接触和/或机械连接。

[0013] 现在为了能够检查组件的连接位置是否被连接材料充分浸润，这里所述的组件利用这样的想法，即使用具有至少一个侧面的基体，该至少一个侧面具有至少一个检查位置。所述检查位置具有第一区域和第二区域。

[0014] 如果现在使连接位置以及至少一个检查位置都与连接材料接触并且在连接材料与检查位置之间显示出充分的浸润和物理/化学稳定的连接，则所述连接位置也被连接材料充分浸润并且因此在硬化以后例如与接触载体电气和机械稳定地连接。因此如果在接触载体上施加电子组件，则所述检查位置使得能够借助于可视的检查来断定，所述连接位置是否同样被连接材料充分浸润。

[0015] 根据至少一个实施方式，与第一区域相比，第二区域能被连接材料更强地浸润。也就是说，连接材料与第二区域比与第一区域达到更强的物理和/或化学连接，并且因此连接材料在施加到第二区域上时例如不会“脱落(abperlen)”。在硬化以后，连接材料与第二区域更强地连接，从而例如连接材料与第二区域之间的连接位置比连接材料与第一区域之间的连接位置承受更大的外部机械负荷。所述连接材料可以例如是焊剂。于是，焊剂例如用无铅的或含铅的焊锡构成。同样可能的是，连接材料用粘合剂构成。所述粘合剂例如是银导电粘合剂。

[0016] 根据至少一个实施方式，所述基体具有金属载体。所述载体可以是金属的载体带（也称为Leadframe(引线框)）。所述载体带于是例如用两个带状的金属带构成。所述金属载体例如可以用铜构成。同样可能的是，所述金属载体用材料镍、钯、银中的一种或多种材料或者所述材料连同铜的混合物构成。

[0017] 根据至少一个实施方式，所述金属载体局部地被辐射不能透过的壳体覆盖。于是，所述金属载体和壳体优选地构成所述基体。“覆盖”在该上下文中表示，所述壳体局部地与金属载体直接接触并且因此在金属载体与壳体之间的位置处既不构造裂缝也不构造断开。“辐射不能透过”在此表示，壳体对于射到其上的电磁辐射有80％、优选有90％是不能透过的。所述壳体可以用热固性的或者热塑性的材料、例如环氧化物构成，或者还可以用陶瓷材料构成，或者由这样的材料组成。可以将附加的吸收辐射的材料、例如炭黑颗粒或其他填料置入到所述材料中。

[0018] 根据至少一个实施方式，所述壳体将金属载体和检查位置彼此机械连接。因此有利地提供了相对于例如外部机械作用特别稳定的组件。另外，由于所述壳体，可以将金属载体和检查位置彼此稳定在其位置中。另外，所述壳体是电绝缘的并且布置在所述金属载体与检查位置之间。

[0019] 根据至少一个实施方式，所述金属载体和/或检查位置至少部分地嵌入到壳体中。

可以说，除了所述连接位置和针对电子器件的安装区域之外所述金属载体被所述壳体包围。也就是说，所述壳体优选地至少局部形状匹配地包围所述组件的连接位置。优选地，所述连接位置于是与壳体竖直齐平地接界。“竖直”在此表示在这样的平面上延伸的方向，所述平面与基体下侧处的面垂直地或基本上垂直地延伸。也就是说，所述连接位置位于基体的下侧处并且不超出壳体。在此，所述连接位置优选具有一个面，经由该面可从组件的外部电接触这些连接位置。于是，所述连接位置至少在该连接面处不被壳体包围。

[0020] 根据至少一个实施方式，所述连接位置和检查位置用相同的材料构成。例如，所述连接位置和检查位置用铜构成，其中在第二区域中的连接位置和检查位置于是附加地配备有金属镀层、例如金或银镀层。如果第二区域中的检查位置被连接材料充分地浸润，则这使得能够断定，在附加地使连接位置与连接材料接触之后，连接位置也被充分地浸润。

[0021] 根据至少一个实施方式，所述基体用陶瓷材料构成。如果所述基体完全地用陶瓷材料构成，则下侧处的面至少局部地用可电接触的材料（例如金属）镀层，其中被镀层的位置于是构造了连接位置。于是，所述基体另外可以具有用于接触电子器件的芯片连接位置以及印制导线。

[0022] 根据至少一个实施方式，基体的至少一个侧面局部地借助于分隔来产生。尤其是，所述侧面的轮廓形状因此不通过浇注或压制过程产生，而是借助于成型体的分隔过程来产生。所述分隔可以例如借助于锯、切割、铣或者制造断裂面并且紧接着折断来进行。壳体的侧面因此借助于材料损耗（Materialabtrag）产生。于是所述侧面优选具有材料损耗的痕迹。如果基体用金属载体构成并且在制造所述电子组件时既穿过壳体又穿过该金属载体进行分隔、切割或者折断，则该金属载体的侧面在横向上与壳体齐平地接界。“横向”在此表示在如下平面中延伸的方向，所述平面平行于或者基本上平行于下侧处的面延伸。所述侧面于是既局部地穿过壳体又局部地穿过金属载体构成。于是，载体的被穿过而进行分隔的位置可以构造检查位置。但是优选地，在分隔时不穿过检查位置的第二区域进行分隔，从而第二区域不具有分隔的痕迹，例如不具有材料损耗的痕迹。

[0023] 根据至少一个实施方式，检查位置的第一区域用金属构成。在该上下文中可以设想，所述基体具有金属载体。

[0024] 根据至少一个实施方式，检查位置的第一区域用陶瓷材料构成。于是优选地，基体也完全用陶瓷材料构成。

[0025] 根据至少一个实施方式，检查位置的第二区域具有金属镀层。优选地，连接位置以及检查位置的第二区域都配备有金属镀层。优选地，检查位置的第二区域和连接位置的金属镀层用相同的材料构成。该金属镀层有利地实现了用连接材料的可浸润性的调整、例如提高。所述金属镀层例如是优选用银或金构成的层。

[0026] 另外，说明一种具有电子组件的光电子装置。

[0027] 根据光电子装置的至少一个实施方式，光电子装置具有根据前述实施方式之一的电子组件。

[0028] 根据至少一个实施方式，所述光电子装置具有用于电接触电子组件的接触载体，其中在接触载体的表面处构造有至少一个安装区域。所述接触载体可以例如是电路板，其中所述安装区域于是是在其上安装有所述电子组件的区域。所述安装区域因此是接触载体的表面的如下区域，该区域朝向所述电子组件并且所述电子组件放在该区域上。为此，所述

安装区域可以至少局部地与所述电子组件机械接触。优选地，所述安装区域与连接材料接触，经由该连接材料来电接触所述电子组件。也就是说，所述连接材料于是至少局部地浸润至少组件的连接位置并且因此也浸润安装区域的部分。

[0029] 根据至少一个实施方式，检查位置的第二区域借助于连接材料稳固接合地(stoffschlüssig)与安装区域连接。“稳固接合”在此表示，在连接材料硬化以后，连接材料与第二区域达到固定连接，该固定连接例如针对外部的机械负荷也是稳定的和能承载的。优选地，连接材料与第二区域的材料于是达到物理的和/或化学的连接，从而在连接材料与第二区域之间既不构造裂缝也不构造断开。尤其是，所述连接材料与第二区域不易断开地连接。

[0030] 根据至少一个实施方式，所述连接位置可以从接触载体的表面自由地看到。“自由地看到”在此表示，所述检查位置可以从接触载体的朝向电子组件的那侧可视地检查。例如，外部观察者于是可以关于连接材料是否稳固接合地与第二区域连接来检查所述检查位置。如果检查位置的第二区域稳固接合地与连接材料连接，则也就是说，电子组件的连接位置也稳固接合地与连接材料连接。

[0031] 根据至少一个实施方式，所述连接材料是焊剂。如果所述连接材料是焊锡，则可以设想，检查位置的第二区域配备有银镀层或金镀层。优选地，在金镀层的情况下，例如在用铜构成的金属载体上借助于沉积技术例如无电流地将多个层的复合体例如在检查位置的第二区域中沉积到金属载体上。优选地，该复合体从金属载体出发在连接材料的方向上遵循层序列镍/钯/金。同样可以设想，该复合体的层序列用其他材料构成和/或与所述层序列不同。

附图说明

[0032] 下面根据实施例和所属附图详细阐述这里所述的电子组件以及这里所述的光电子装置。

[0033] 图1a、1b、2a、2b、2c和4示出这里所述电子组件的实施例的示意图。

[0034] 图3和5分别在示意性俯视图中示出用于制造这里所述的电子组件的载体复合体。

[0035] 图6在示意性侧视图中示出这里所述的光电子装置的实施例。

具体实施方式

[0036] 在实施例和附图中，相同的或者作用相同的组成部分分别配备有相同的附图标记。所示元件不应看作是按照比例的，更确切地说，为了更好的理解可以不同大小地示出各个元件。

[0037] 图1a在沿着截线A-A的示意性截面图中示出这里所述的电子组件EBT的实施例。基体100具有上侧1A和与上侧相对的下侧1B。

[0038] 另外，基体100具有金属载体101。该金属载体101在此可以例如用铜构成。另外，该金属载体101局部地被辐射不能透过的壳体6覆盖。载体101于是与壳体6一起形成基体100。根据图1a的实施例，除了芯片安装区域之外壳体6完全地覆盖基体100的上侧1A处的面1AF。在基体100的下侧1B处，壳体6与金属载体101的连接位置A1，A2横向上齐平地接界。也就是说，基体100的下侧1B处的面1BF是平坦的，并且因此既不具有隆起也不具有凹陷或断开，并

且仅通过基体100的形状来确定。

[0039] 连接位置A1和A2用于电接触电子组件EBT。连接位置A1、A2可以从基体100的下侧1B自由到达并且当前用可电接触的材料、例如银镀层或金镀层来镀层。

[0040] 在局部由载体101构成的面1AF上，布置有电子器件2。该电子器件2借助于接合线接触21与金属载体101电接触。该电子器件2可以是接收辐射的或者发射辐射的半导体芯片。该半导体芯片例如是发亮二极管芯片，诸如发光二极管芯片或者激光二极管芯片。

[0041] 另外，基体100具有侧面3，所述侧面3借助于分隔产生。该分隔例如可以借助于锯、切割、铣、制造断裂面并且紧接着折断或者制造其它形式的材料损耗来进行。基体的侧面3于是借助于材料损耗产生。侧面3于是优选具有材料损耗的痕迹。于是在分隔时，既穿过壳体6又穿过金属载体101进行分隔，从而侧面3局部地由壳体6和金属载体101构成。

[0042] 每个侧面3具有检查位置4，该检查位置具有第一区域4A和第二区域4B，其中第二区域作为第一区域4A中的凹处5构造。

[0043] 为了使第二区域4B可用连接材料浸润，区域4B配备有金属镀层。该金属镀层例如是由银或金构成的镀层。区域4B的金属镀层是也用来给连接位置A1、A2镀层的相同材料。尤其是，在分隔时不穿过区域4B进行分隔，从而检查位置4的区域4B不具有分隔痕迹。

[0044] 在图1b中，在示意性截面图中描述根据这里所述的电子组件EBT的另一实施例，其中金属载体101用两个彼此分开的载体部分150和160构成。载体部分150在此具有检查位置4。在载体部分150与160之间布置有壳体6。壳体6是电绝缘的并且将两个载体部分150和160彼此机械连接。有利地，根据该实施方式可以实现，具有检查位置4的载体部分150被用于接触另外的、例如外部的电子组件。该实施方式尤其实现了，载体部分160和载体部分150位于不同的电势上并且因此在两个载体部分150与160之间可以构造电压。

[0045] 图2a、2b和2c在示意性的俯视图和侧视图中以及在对下侧的俯视图中示出根据图1a的实施例。又可以分别看出由第一区域4A和第二区域4B构成的检查位置4。第二区域4B构成为第一区域中的凹处5，其中凹处5通过分别由两个侧面3形成的角边(Eckkante)31以“柱段状”凹陷的形式产生。“柱段状”在此表示，凹处5通过连续弯曲的内面以及与内面垂直延伸的角内面(Eckinnenfläche)构成。

[0046] 图3在示意性俯视图中示出金属载体复合体1000。为了制造基体100，将壳体材料施加到载体复合体1000的区域G2上。优选这样将许多壳体材料施加到区域G2上，即在硬化之后壳体材料既与稍后的基体100的连接位置A1、A2又与通过载体复合体1000构成的环状柱形环M竖直齐平地接界。在载体复合体1000中，与区域G2的表面相比，连接位置A1、A2以及柱形环M构成隆起。柱形环M具有180至220μm、优选200μm的外径R1，其中内径R2具有在80至120μm之间的、优选100μm的尺寸。

[0047] 优选地，在浇铸之后，由柱形环M圆形包围的区域G1保持没有壳体材料。在下一步骤中，在壳体材料硬化成壳体6之后，载体复合体1000可以沿着截线S被分隔成各个基体100。在沿着截线S分隔之后，在区域G2的位置处分别形成各个金属载体101的检查位置4的第二区域4B。换句话说，通过分隔过程来分割柱形环M，从而在分隔之后，每个金属载体101分别具有“柱段状”凹陷形式的凹处5。

[0048] 图4在对下侧的俯视图中示出这里所述的电子组件EBT的另一实施例。在此，基体100用陶瓷材料构成，其中基体100也在这种情况下具有连接位置A1和A2。连接位置A1、A2可

以用金属材料、例如用金属镀层构成，该金属镀层例如用银或金构成。基体于是配备有从下侧1B到上侧1A的印制导线和通孔(Durchkontaktierung)，从而电子器件2与连接位置A1、A2电接触。

[0049] 如在前面的实施例中那样，根据该实施例的组件同样具有侧面3。另外，每个侧面3又具有带有第一区域4A和第二区域4B的检查位置4，其中第二区域构造为第一区域4A中的凹处5。

[0050] 在此，构造为凹处5的区域4B镀有金属材料。在此涉及也用来构成连接位置A1、A2的相同材料。

[0051] 图5在示意性俯视图中示出陶瓷载体复合体1001。该载体复合体1001具有空隙2000，该空隙没有材料并且例如充有空气。另外，空隙2000的内壁2001具有金属镀层。该金属镀层例如可以用金或银构成。沿着截线S，陶瓷载体复合体1001被分隔成各个基体100。在分隔之后，可以从外面达到并且看到内壁2001。也就是说，在穿过所划分的空隙2001进行分隔之后，分别构造了检查位置4的凹处5形式的第二区域4B。

[0052] 在图6中在示意性侧视图中示出根据这里所述的实施例的光电子装置130。在接触载体110上，在接触载体110的表面120的安装区域140上装配有电子组件EBT。该接触载体110可以例如是电路板，电子组件EBT被安装到该电路板上。安装区域140在此是接触载体130的表面120的如下区域，该区域与电子组件EBT至少局部地机械接触。电子组件EBT与接触载体110经由连接位置A1和A2通过例如焊剂或粘合剂的连接材料A既电接触又机械连接。优选地，检查位置4的第二区域4B也借助于连接材料A稳固接合地与安装区域140连接。也就是说，在连接材料A/第二区域4B的界面处以及在连接材料A/安装区域140的界面处，既不构造裂缝也不构造断开或者例如气泡。检查位置4可以从接触载体110的表面120自由地看到。

[0053] 因为施加到接触载体110上的组件EBT的连接位置A1和A2被基体100覆盖，所以这里要求保护的组件EBT的这里提出的实施方式使得能够借助于从侧面可自由地看到的检查位置4来确定，连接位置A1和A2是否稳固接合地与连接材料A连接并且电子器件是否因此充分地与接触载体110电接触。如果检查位置4与连接材料A稳固接合地连接，则这同样适用于连接位置A1和A2。

[0054] 本发明不通过根据实施例的描述而受到限制。更确切地说，本发明包括每种新的特征以及特征的每种组合，这尤其是包含权利要求中特征的每种组合，即使当该特征或者该组合本身没有明确地在权利要求和实施例中说明时也是如此。

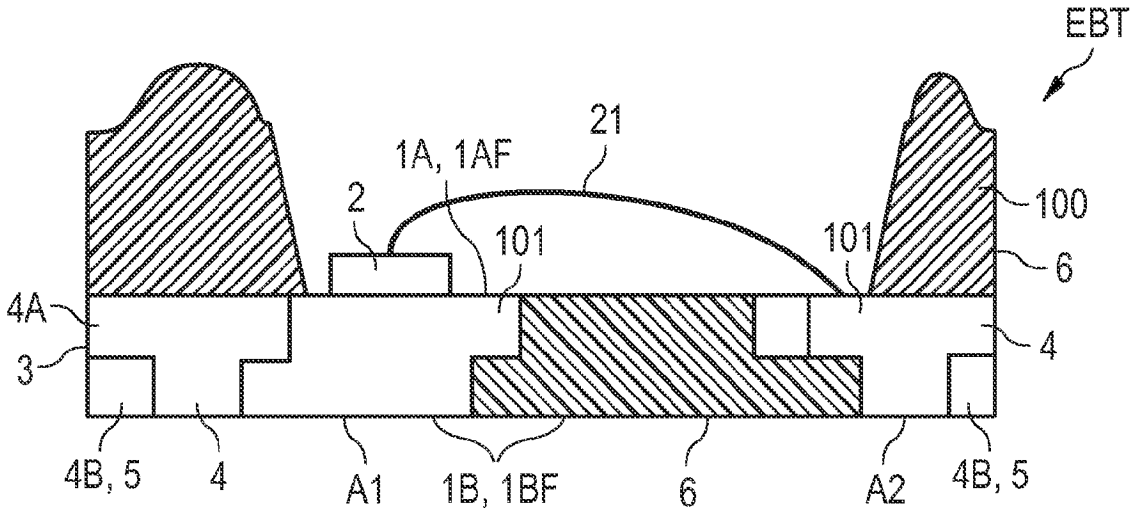

EBT
21
1A, 1AF
2
101
101
100
6
4A
3
4
4B, 5
4
A1
1B, 1BF
6
A2
4B, 5

图 1a

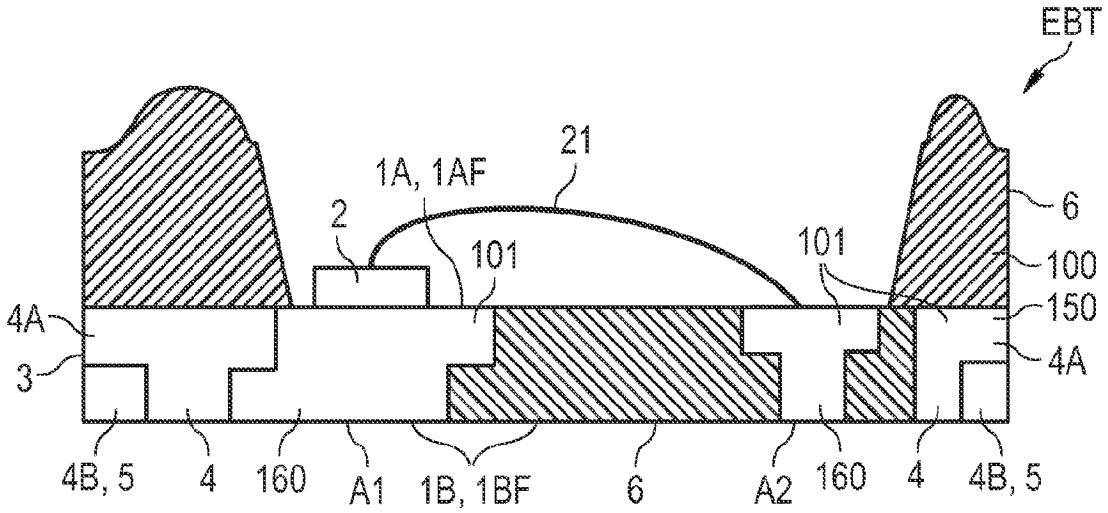

EBT
21
1A, 1AF
2
101
101
6
100
150
4A
4A
3
4B, 5
4
160
A1
1B, 1BF
6
A2
160
4
4B, 5

图 1b

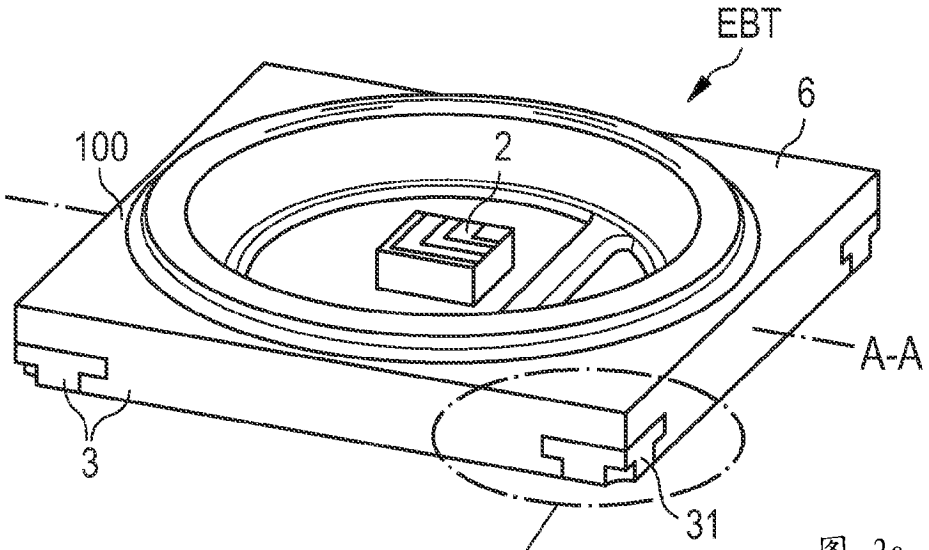


图 2a

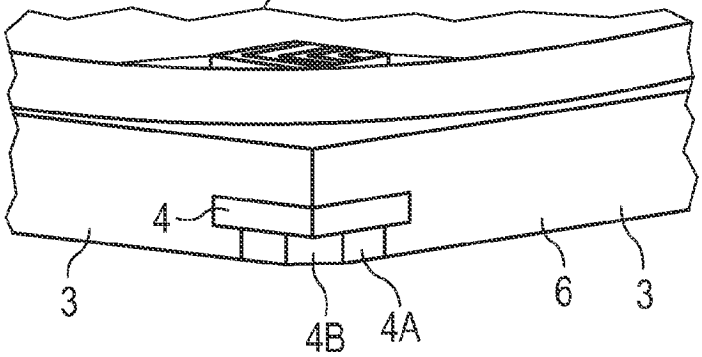


图 2b

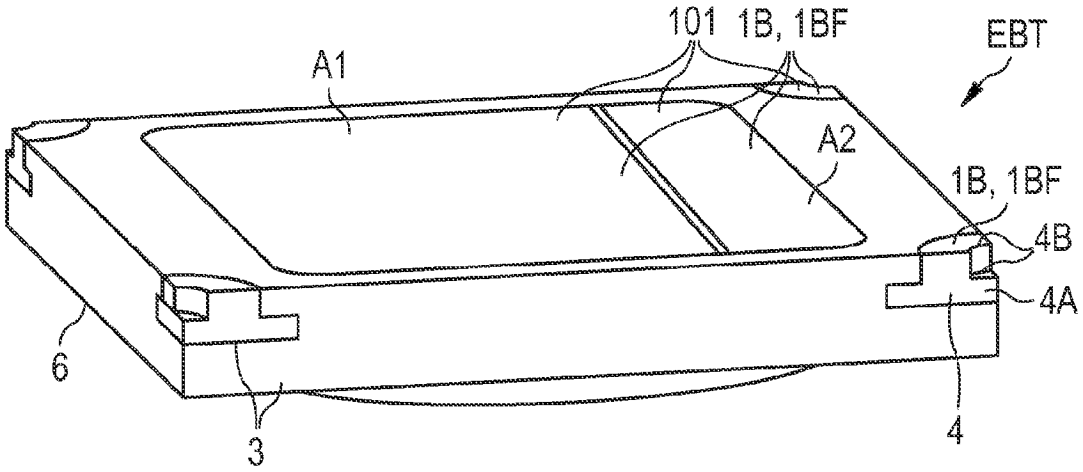


图 2c

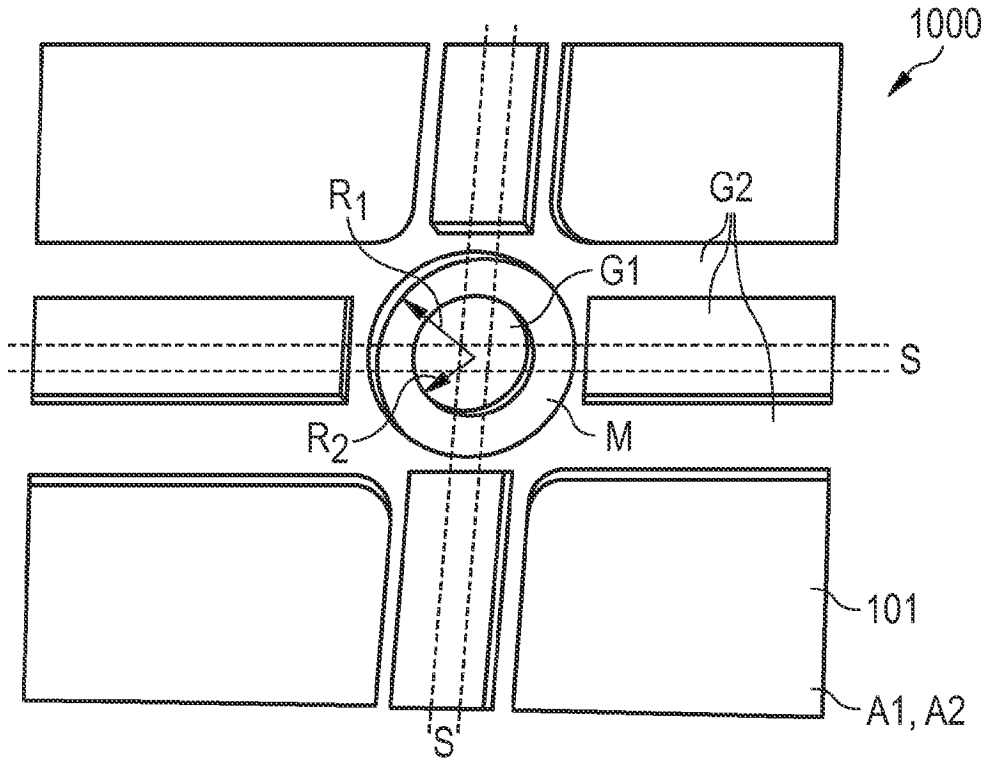


图 3

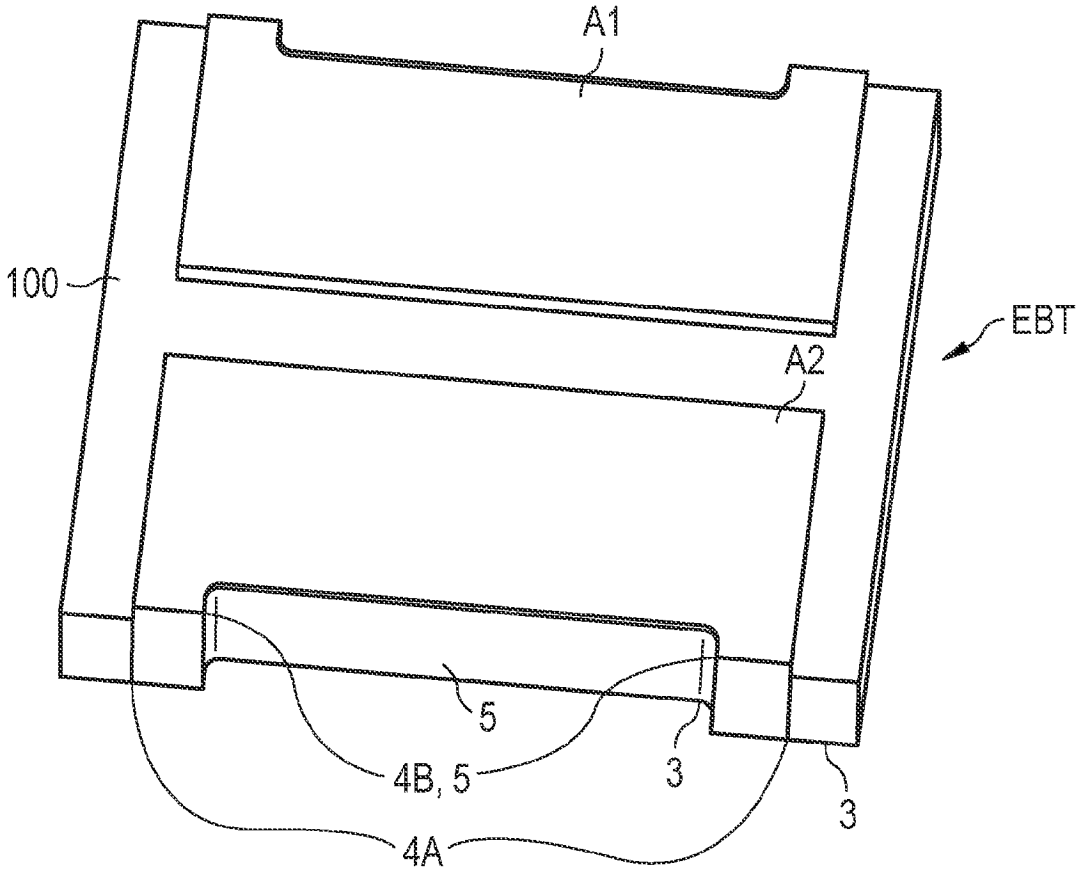


图 4

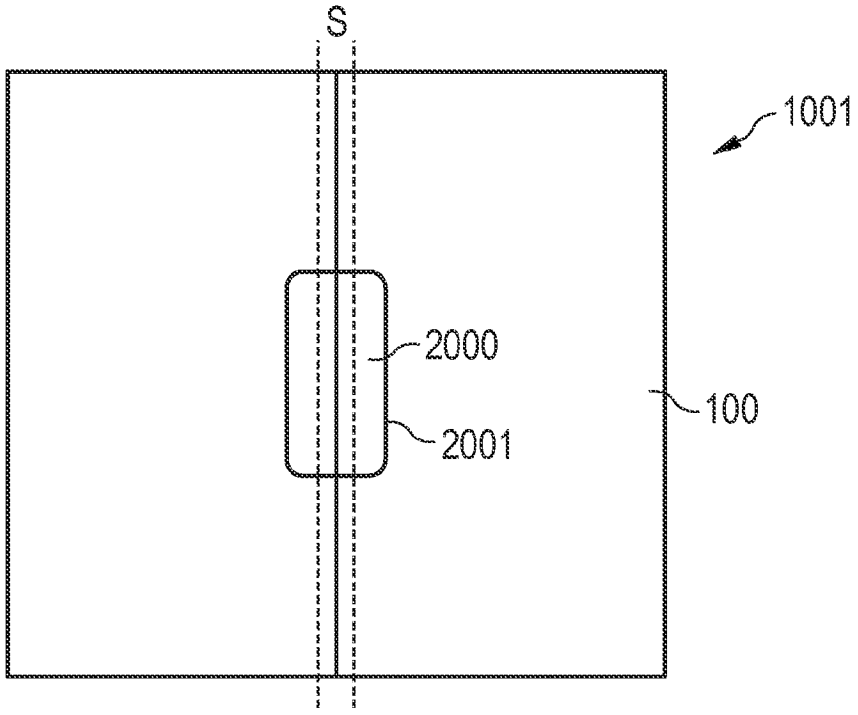


图 5

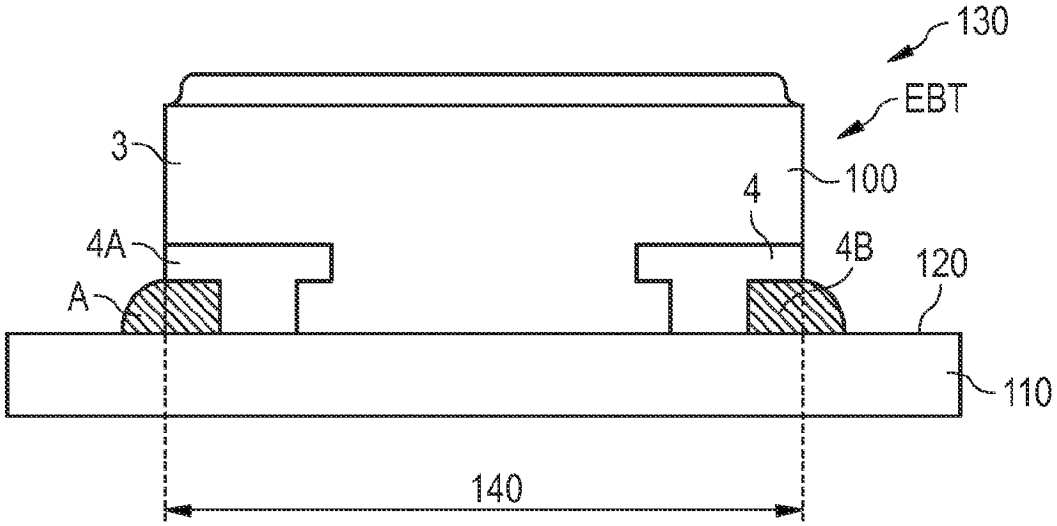


图 6