

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H05K 3/34 (2006.01)

B23K 35/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200680010153.8

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 100586258C

[22] 申请日 2006.11.10

审查员 赵 星

[21] 申请号 200680010153.8

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

[30] 优先权

代理人 肖 纶

[32] 2005.11.10 [33] JP [31] 325707/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/322902 2006.11.10

[87] 国际公布 WO2007/055410 英 2007.5.18

[85] 进入国家阶段日期 2007.9.27

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 境忠彦 前田宪 大园满

[56] 参考文献

WO2005/072906A1 2005.8.11

US5672542A 1997.9.30

JP2000-31210A 2000.1.28

US2004/0177997A1 2004.9.16

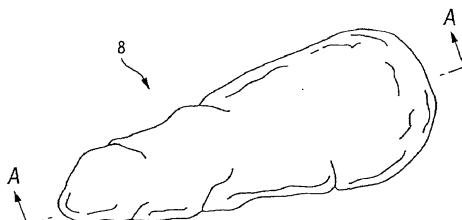
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 8 页

[54] 发明名称

用于焊接电子元件的方法和电子元件的焊接
结构

[57] 摘要

在焊接电子元件中，出于在回流时引导熔化焊料的目的，将金属粉末(8)混合到所采用的焊剂中以夹置于凸点和电极之间。金属粉末(8)具有包括金属的核心部分(8a)和金属的表面部分(8b)的片状或枝状形状，该金属的核心部分(8a)在高于构成焊料凸点的焊料的液相温度的温度下熔化，且该金属的表面部分(8b)对于熔化焊料具有良好的润湿性且将固相溶解于熔化的核心部分(8a)内。通过回流在加热时，为被吸收到焊料部分内的焊剂中残留的金属粉末被熔化，并固化成基本上球形的金属粒子(18)。因此在回流之后，该金属粉末不残留在焊剂残余物内处于迁移可能发生的状态，由此组合了焊料连接性和绝缘的保证。



1. 一种用于焊接电子元件在基板上使得形成于与该基板的电极对准的该电子元件上的焊料凸点被加热且由此熔化的该焊料凸点被焊接在该电极上的方法，包括步骤：

将所述电子元件的该焊料凸点与该基板的电极对准，焊剂夹置于该焊料凸点和该电极之间，该焊剂包含金属粉末，该金属粉末具有包括金属的核心部分和金属的表面部分的片状或枝状形状，该金属的核心部分在比构成所述焊料凸点的焊料的液相温度高的温度熔化，该金属的表面部分对于熔化的焊料具有良好的润湿性且将固相溶解在熔化的核心部分内；

加热所述电子元件和所述基板以熔化所述焊料凸点，使得熔化的焊料被润湿且沿该金属粉末的表面延展而达到该电极；

进一步继续加热，使得残留的不接触所述熔化焊料的该金属粉末熔化成基本上球形；以及

随后冷却所述基板和所述电子元件，使得该熔化的金属粉末和所述焊料固化。

2. 如权利要求 1 所述的用于焊接电子元件的方法，其中构成所述表面部分的金属为金、银或铂；且构成所述核心部分的金属为锡或锡系列合金。

3. 如权利要求 1 所述的用于焊接电子元件的方法，还包括步骤：

使用清洗水来清洗固化成球形的该金属粉末以及所述焊剂的残余物，从而将它们从该基板移除。

4. 一种用于焊接电子元件在基板上使得形成于与该基板的电极对准的该电子元件上的焊料凸点被加热且由此熔化的该焊料凸点被焊接在该电极上的方法，包括步骤：

将所述电子元件的该焊料凸点与该基板的电极对准，热固性树脂夹置于该焊料凸点和该电极之间，该热固性树脂包含金属粉末，该金属粉末具有包括金属的核心部分和金属的表面部分的片状或枝状形状，该金属的核心部分在比构成所述焊料凸点的焊料的液相温度高的温度熔化，该金属的表面部分对于熔化的焊料具有良好的润湿性且将固相溶解在熔化的核心部分内；

加热所述电子元件和所述基板以熔化所述焊料凸点，使得熔化的焊料被润湿且沿该金属粉末的表面延展而达到该电极；

进一步继续加热，使得残留的不接触所述熔化焊料的该金属粉末熔化成基本上球形；

通过该加热促进所述热固性树脂的硬化反应；以及

随后冷却所述基板和所述电子元件，使得该熔化的金属粉末和所述焊料固化。

5. 如权利要求 4 所述的用于焊接电子元件的方法，其中构成所述表面部分的金属为金、银或铂；且构成所述核心部分的金属为锡或锡系列合金。

6. 一种通过如权利要求 1 所述的焊接方法而焊接在基板上的电子元件的焊接结构，包括具有用于连接所述电子元件和所述电极的焊料部分，以及残留在所述焊料部分的表面上及该基板的表面上的焊剂残余物，其中由于未接触该熔化焊料的该金属粉末被熔化成球形而产生的金属粒子被包含在所述焊剂残余物内。

7. 如权利要求 6 所述的电子元件的焊接结构，其中所述金属粒子分别具有位于表面上的氧化膜。

8. 一种通过如权利要求 4 所述的焊接方法而焊接在基板上的电子元件的焊接结构，包括具有用于连接所述凸点和该基板的所述电极的焊料部分，以及用于强化该焊料部分和该电极之间的连接部分的树脂部分，其中由于未接触该熔化焊料的所述金属粉末被熔化成基本上球形而产生的金属粉末被包含在所述树脂部分内。

9. 如权利要求 8 所述的电子元件的焊接结构，其中所述金属粒子分别具有位于表面上的氧化膜。

用于焊接电子元件的方法和电子元件的焊接结构

技术领域

本发明涉及用于焊接电子元件在基板上的方法以及电子元件的焊接结构。

背景技术

传统上广泛地采用焊接，作为将电子元件安装在基板上的方法。焊接的方式包括各种技术，例如，通过焊接形成金属凸点作为形成于该电子元件上的连接电极的方法，以及在基板的电极表面上形成焊料层的“焊料预涂覆 (solder-precoating)”方法。近年来，从环境保护的角度考虑，在上述焊接中，含有最少数量的有害的铅的“无铅焊料”已经被采用。

无铅焊料在成分上与常规采用的铅系列焊料大不相同。因此，对于焊接工艺中采用的焊剂 (flux)，不可以照搬使用传统上通常使用的焊剂。具体而言，常规焊剂具有不充分的活化 (activating) 操作，使得焊料表面上氧化膜的移除不充分。因此，难以保证良好的焊料润湿性。对于具有不良焊料润湿性的这种焊料，具有如下成分的焊剂已经被提出，其中该成分中混合了具有出色焊料润湿性的金属例如银的金属粉末 (例如，见 JP-A-2000-31210)。通过使用这种焊剂，在回流工艺中熔化的焊料可以沿焊剂内金属粉末的表面被润湿延展，使得熔化的焊料可以被牵引至为连接目标的电极。

然而，在上述专利文献中披露的焊剂中，视具体情况而定，根据金属粉末的含量会导致下述不便。近年来的主流是一种在焊接之后不实施用于消除焊剂成分的清洗的无清洗技术。因此，在回流之后，焊剂成分残留下来作为残余物沉积在焊接部分周围。因此，焊剂中包含的金属粉末也残留在焊接部分周围。

此时，如果大量金属粉末残留，则可能发生由于迁移引起的不良绝缘。这种情况下，如果金属粉末的含量减少以防止该不良绝缘，则在回流工艺中通过金属粉末的该熔化焊料的牵引效果降低。结果，焊料连接性恶化。具体而言，在通过将封装元件与封装在树脂基板内的半导体元件堆叠来制造半导

体装置的焊接中，在电极和待焊接的凸点之间由于树脂基板的翘曲而可能产生间隙。结果，非常频繁地发生由于焊料润湿性引起的不良连接。如上所述，使用包含金属粉末的焊剂的常规焊接方法存在的问题为，难以组合维持焊料连接性和保证绝缘。

发明内容

鉴于上述情形，本发明的目的是提供一种可以组合焊料连接性的维护和绝缘的保证的焊接电子元件的方法，以及该电子元件的焊接结构。

本发明的一个方面提供了一种用于将电子元件焊接在基板上使得形成于与该基板电极对准的该电子元件上的焊料凸点被加热且由此熔化的该焊料凸点被焊接在该电极上的方法，该方法包括步骤：将该电子元件的该焊料凸点与该基板的电极对准，焊剂夹置于该焊料凸点和该电极之间，该焊剂包含金属粉末，该金属粉末具有包括金属的核心部分（core segment）和金属的表面部分（surface segment）的片状或枝状形状，该金属的核心部分在比构成该焊料凸点的焊料的液相温度高的温度熔化，该金属的表面部分对于该熔化的焊料具有良好的润湿性且将固相溶解在该熔化的核心部分内；加热该电子元件和该基板以熔化该焊料凸点，使得该熔化的焊料被润湿且沿该金属粉末的表面延展而达到该电极；进一步继续加热，使得残留的不接触该熔化焊料的该金属粉末熔化成基本上球形；以及，随后冷却该基板和该电子元件，使得该熔化的金属粉末和该焊料固化。

本发明的另一方面提供了一种用于将电子元件焊接在基板上使得形成于与该基板电极对准的该电子元件上的焊料凸点被加热且由此熔化的该焊料凸点被焊接在该电极上的方法，该方法包括步骤：将该电子元件的该焊料凸点与该基板的电极对准，热固性树脂夹置于该焊料凸点和该电极之间，该热固性树脂包含金属粉末，该金属粉末具有包括金属的核心部分和金属的表面部分的片状或枝状形状，该金属的核心部分在比构成该焊料凸点的焊料的液相温度高的温度熔化，该金属的表面部分对于该熔化的焊料具有良好的润湿性且将固相溶解在该熔化的核心部分内；加热该电子元件和该基板以熔化该焊料凸点，使得该熔化的焊料被润湿且沿该金属粉末的表面延展而达到该电极；进一步继续加热，使得残留的不接触该熔化焊料的该金属粉末熔化成基本上球形；通过该加热促进该热固性树脂的硬化反应；以及，随后冷却该

基板和该电子元件，使得该熔化的金属粉末和该焊料固化。

本发明的另一方面提供了一种通过该焊接方法而焊接在基板上的电子元件的焊接结构，包括具有用于连接该电子元件和该电极的焊料部分，以及残留在该焊料部分的表面上及该基板的表面上的焊剂残余物，其中由于未接触该熔化焊料的该金属粉末被熔化成球形而产生的金属粒子被包含在该焊剂残余物内。

本发明的另一方面提供了一种通过该焊接方法而焊接在基板上的电子元件的焊接结构，包括具有用于连接该凸点和该基板的电极的焊料部分，以及用于强化该焊料部分和该电极之间的连接部分的树脂部分，其中由于未接触该熔化焊料的该金属粉末被熔化成基本上球形而产生的金属粉末被包含在该树脂部分内。

根据本发明，出于在回流时牵引熔化焊料的目的而混合的该金属粉末具有包括金属的核心部分和金属的表面部分的片状或枝状形状，该金属的核心部分在比构成该焊料凸点的焊料的液相温度高的温度熔化，该金属的表面部分对于该熔化的焊料具有良好的润湿性且将固相溶解在该熔化的核心部分内。因此，残留的金属粉末在回流时被熔化成其基本上球形的状态，该状态难以产生迁移。因此，焊料连接性和绝缘保证均可以被组合。

附图说明

图 1A 至 1C 为用于解释根据本发明第一实施例的电子元件安装工艺的视图。

图 2A 至 2C 为用于解释根据本发明第一实施例的电子元件安装工艺的视图。

图 3A 和 3B 为用于解释根据本发明第一实施例的用于焊接电子元件的方法中采用的焊剂的形状和成分的视图。

图 4A 至 4C 为用于解释根据第一实施例的用于焊接电子元件的方法中焊料连接工艺的视图。

图 5A 至 5C 为根据本发明第一实施例的用于焊接电子元件的方法中采用的焊剂中包含的金属粉末的剖面图。

图 6 为根据本发明第一实施例的电子元件的焊接结构的剖面图。

图 7A 至 7C 为用于解释根据本发明第一实施例的电子元件的安装中为

焊料连接供应浆料（paste）的方法的视图。

图 8 为根据本发明第二实施例的电子元件的焊接结构的剖面图。

具体实施方式

实施例 1

图 1A 至 1C 和图 2A 至 2C 为用于解释根据本发明第一实施例的用于焊接电子元件的方法的工艺的视图。图 3A 和 3B 为用于解释根据本发明第一实施例的用于焊接电子元件的方法中采用的焊剂的形状和成分的视图。图 4A 至 4C 为用于解释根据第一实施例的用于焊接电子元件的方法中焊料连接工艺的视图。图 5A 至 5C 为根据本发明第一实施例的用于焊接电子元件的方法中采用的焊剂中包含的金属粉末的剖面图。图 6 为根据本发明第一实施例的电子元件的焊接结构的剖面图。图 7A 至 7C 为用于解释根据本发明第一实施例的电子元件的安装中为焊料连接供应浆料的方法的视图。

首先，将参考图 1A 至 1C 和 2A 至 2C 来解释用于焊接电子元件的方法。在用于焊接电子元件的该方法中，形成于与基板电极对准的电子元件上的焊料凸点被加热，且由此熔化的该焊料凸点被焊料连接到该电极。通过这种焊接方法，电子元件安装在该基板上。

在图 1A 中，电极 2 形成于基板 1 的上表面上。电子元件 4 具有下述结构，其中元件电极 4b 形成于树脂基板 4a 的下表面上且元件安装部分 5 形成于上表面上，焊料凸点 6（下文中简称为凸点 6）形成于元件电极 4b 上。通过将精细颗粒状焊料球焊料连接到元件电极 4b 来形成凸点 6。附带地，“焊料”是指具有低熔点的金属（例如锡）或者由多种金属组成的合金（例如，银锡合金）。现在，在这些金属和合金中包含最少数量的铅的无铅焊料被用做焊料材料。

元件安装部分 5 是通过树脂密封安装于树脂基板 4a 上表面上的半导体元件（未示出）而形成的。在该树脂密封步骤中，在高温下处于熔化状态的树脂注入到模腔内并热硬化以形成树脂模。从该模腔移除如此形成的树脂模并在空气中冷却。在该冷却步骤，由于树脂基板 4a 和树脂模之间的热膨胀系数的差异，树脂基板 4a 上侧上的元件安装部分 5 收缩程度大于树脂基板 4a。因此，整个电子元件 4 按照树脂基板 4a 端部朝元件安装部分 5 翘曲的方式变形。

因此，在形成于电子元件 4 下侧上的多个凸点 6 中，位于外部边缘的各个凸点 6* 的下端由于翘曲变形而处于比位于内部的各个凸点的下端更高的位置，偏移了 d1。因此，凸点 6 的下端的高度并不相互齐平，从而在电子元件 4 加载在基板 1 上的状态下，间隙可能形成于凸点 6* 和相应电极 2 之间。

下述的焊剂 3 通过复制而应用于各个凸点 6 上。具体而言，通过相对于具有焊剂 3 沉积膜的复制台 7 上下移动电子元件 4，见图 1B，焊剂 3 复制/应用在各个凸点 6 的下端上。在下述的用于将电子元件 4 焊接在基板 1 上的焊料连接中，采用焊剂 3 以隔开凸点 6 和电极 2，从而改善焊料连接性。

现在解释焊剂 3 的成分。焊剂 3 是通过将活化剂和金属粉末 8 作为添加剂混合到具有高粘稠度的液态基试剂中而形成的，其中在该液态基试剂中，诸如松香的树脂成分固态溶解在溶剂中。添加该活化剂的目的是移除形成于各个凸点 6 表面上的焊料的氧化膜。为此，采用能够移除该氧化膜的有机酸。附带地，现在，该活化剂采用在焊料连接之后无需清洗的具有低活性的活化剂。

从图 3A 看出，金属粉末 8 采用通过压碎精细颗粒状金属而形成的片状粉末。图 3B 示出了沿图 3A 中金属粉末 8 的线 A-A 取的剖面图。从图 3B 看出，金属粉末 8 是由核心部分 8a 和覆盖核心部分 8a 表面的表面部分 8b 组成。在表面部分 8b 和核心部分 8a 之间的边界，形成了其中构成表面部分 8b 的金属扩散于核心部分 8a 内的扩散层 8c。在这种配置中，核心部分 8a 中使用的金属物质选自由锡 (Sn) 和锡系列合金组成的组。表面部分 8b 通过诸如电镀的技术覆盖核心部分 8a 的表面而形成。

锡系列合金可以是锡 - 银 (Sn-Ag) 系列、锡 - 银 - 铜 (Sn-Ag-Cu) 系列、锡 - 铅 (Sn-Pb) 系列、锡 - 铅 - 银 (Sn-Pb-Ag) 系列、锡 - 铜 (Sn-Cu) 系列、锡 - 钋 (Sn-Bi) 系列、锡 - 银 - 钋 (Sn-Ag-Bi) 系列、锡 - 银 - 钋 - 镉 (Sn-Ag-Bi-In) 系列、锡 - 锡 (Sn-Sb) 系列、锡 - 钽 (Sn-In) 系列、锡 - 锌 (Sn-Zn) 系列、锡 - 锌 - 钋 (Sn-Zn-Bi) 系列、或者锡 - 锌 - 铝 (Sn-Zn-Al) 系列。

对于表面部分 8b 的金属物质，则选择下述材料，其在比凸点 6 所采用的焊料的液相温度高的温度熔化，在空气中不会在金属粉末 8 的表面上形成氧化膜，且进一步提供对于构成凸点 6 的焊料的良好润湿性，使得熔化凸点 6 的流动状态下的焊料可能被润湿并沿表面延展（该材料为例如，诸如纯度

为 90% 以上的金 (Au)、银 (Ag) 或铂 (Pt) 的贵金属)。通过将这种金属粉末 8 按 1 至 20 体积% 范围内的百分比混合到基础试剂中，由此将其添加到焊剂 3。

现在，对于核心部分 8a 和表面部分 8b 中采用的金属物质的组合，则选择能够实现下述扩散特性的组合，即，在回流工艺中通过加热，从表面部分 8b 到内部核心部分 8a 的扩散 (见图 5B) 可能发生，且当该回流完成时，从表面部分 8b 到核心部分 8a 的扩散完成，使得表面部分 8b 内的更多部分的金属被吸收到核心部分 8a。在这种成分中，表面部分 8b 是由对于焊料具有出色润湿性的金属制成，且核心部分 8a 是由允许该表面部分 8b 由于回流通过加热而熔化并被内部吸收的金属制成。将被混合到焊剂 3 内的金属粉末采用这种成分，则在通过无清洗体系的焊料连接中可以获得下述出色效果。

在上述实施例中，金属粉末 8 是片状的，使得单位重量的表面积尽可能大。然而，金属粉末 8 可以是枝状的，使得细条形金属三维地分枝。这种分枝的金属粉末还可以最大可能地增大单位重量的表面积。

如果片状金属粉末和枝状金属粉末相互混合，则单位重量的表面积可以增大。此外，两种类型的粉末的结构特征以该金属粉末被混合到焊剂 3 内的状态被组合，使得小重量% 的金属粉末可以最大可能地均匀地且高密度地散布在焊剂 3 内。

即，在本实施例的焊接方法中采用的焊剂 3 包含由金属的核心部分 8a 和金属的表面部分 8b 组成的片状或枝状金属粉末 8，该金属的核心部分 8a 在比构成焊料凸点 6 的焊料的液相温度高的温度熔化，该金属的表面部分 8b 对于该熔化的焊料具有良好的润湿性且将固相溶解在该熔化的核心部分 8a 内。

接着，从图 1C 看出，在已经复制/应用了焊剂之后的电子元件 4 被安装在基板 1 上。通过加热来熔化凸点 6，使得熔化的凸点 6 连续地焊料连接到电极的上表面，由此实施将电子元件 4 安装在基板 1 上。因此，藉由通过固化该熔化焊料而形成的焊料部分，各个元件电极 4b 电连接到相应电极 2 且电子元件 4 固定到基板 1。

在该安装工艺中，将凸点 6 与电极 2 对准，置于基板 1 上方的电子元件 4 朝向基板 1 降低。应用了焊剂 3 的凸点 6 着陆在电极 2 上，且使用预定压负载来压制。因此，对于多个凸点 6，即使下端位于平均高度的凸点 6 的高

度略微改变，其下端仍接触电极 2 的上表面，因为较高的凸点 6 沿高度方向被该压力略微压碎 (crush)。另一方面，即使当其他凸点 6 略微压碎使得整个电子元件 4 相应地降低，位于外部边缘的凸点 6* 的下端不接触电极 2 的表面。因此，凸点 6* 处于凸点下表面和电极 2 之间存在间隙的状态下。

接下来，将解释熔化凸点 6 从而焊料连接到电极 2 的步骤。如图 1C 所示载有电子元件的基板 1 递送到回流炉并加热。在如图 2A 所示的时刻，在下述状态下实施加热，即，在下端位于平均高度的中心附近的凸点 6 内，其下端保持与电极 2 接触，且在位于外部边缘的凸点 6* 内，焊剂 3 夹置于其下端和电极 2 之间。

通过该加热，凸点 6、6* 均焊料连接到电极 2。焊料在此时的行为视该凸点下端是否接触电极 2 而不同。具体而言，从图 2B 看出，在下端接触电极 2 的凸点 6 内，当通过加热而熔化时，熔化状态下的焊料 6a 迅速沿具有良好焊料润湿性的材料的电极 2 表面顺利地延展，使得元件电极 4b 通过电极 2 和焊料 6a 耦合。此时，凸点 6 表面上的氧化膜通过包含在焊剂 3 内的活化剂而被移除。

另一方面，在焊剂 3 存在于凸点 6* 本身与电极 2 之间的间隙内的凸点 6* 中，元件电极 4b 和电极 2 通过图 4A 至 4C 所示工艺通过焊料 6a 相互耦合。图 4A 示出了在回流工艺中开始加热时的状态。

现在，夹置于凸点 6* 下端和电极 2 表面 2a 之间的焊剂 3 内的金属粉末 8 仍混合在焊剂 3 内，即，处于如图 5A 所示的该片状核心部分 8a 被表面部分 8b 覆盖的状态。由于许多金属粉末 8 以随机的姿态存在于焊剂 3 内，很可能形成耦合凸点 6* 下端和电极 2 表面 2a 的金属粉末 8 的桥接（见图 4A 中箭头 a 所示的部分）。

现在，“桥接”是指金属粉末 8 呈现连续串联相互毗邻的状态。“毗邻的状态”是指这样的状态，即，多个金属粉末 8 存在特定间隔，使得当润湿覆盖特定金属粉末 8 表面的流动状态的焊料通过其表面张力形成特定厚度时，焊料厚度的表面接触邻近的其他金属粉末 8。

具体而言，由于大量金属粉末 8 连续地处于这种邻近状态，在该串联的金属粉末的一侧上接触该金属粉末 8 的焊料被润湿并延展从而包覆包含具有良好焊料润湿性的金属的该金属粉末 8 表面，因此连续地接触毗邻的金属粉末 8。通过这种传播的该焊料流连续地形成，直到该串联金属粉末 8 的另一

侧。因此，从图 4B 看，该串联的金属粉末 8 作为耦合凸点 6*下端和电极 2 表面 2a 的桥接，使得焊料流动。

这种情况下，由于构成金属粉末 8 的表面部分 8b 是由熔点高于通常采用的焊料的液相温度的贵金属例如金或银制成，即使加热到高于焊料液相温度的温度，表面部分 8b 肯定仍处于固态。具体而言，使用在焊剂中包含焊料粒子的乳脂状焊料的焊料连接方法中，乳脂状焊料中的焊料粒子由于在回流中加热而同时熔化，使得桥接间隙内的熔化焊料的功能无法获得。另一方面，在本实施例的焊剂 3 中，金属粉末确实可以实施上述桥接功能。

焊剂 3 中采用的金属粉末 8 使用例如金或银的昂贵的贵金属作为覆盖廉价的核心部分 8a 表面的表面部分 8b。为此，与常规包含金属粉末的焊剂中实际情况那样使用昂贵的贵金属作为粉末主体的方法相比，可以实现很大的成本减小。附带地，尽管已经提出了由合金制成的焊料（例如，Sn-Ag 系列焊料），该合金包含可选用于核心部分 8a 的金属物质和银，但是从由金属粉末 8 获得的操作优点的角度而言，这种焊料应与本实施例的金属粉末 8 有着明确的区别。

现在，通过使用藉由处理上述金属获得的片状的金属粉末 8，通过纵向方向沿间隙桥接方向取向的姿势的金属粉末 8 可以容易地形成桥接。因此，可以由低百分比含量来有效地形成桥接。一旦焊料 6a 通过该桥接到达电极表面 2a，流动状态的焊料 6a 沿具有良好焊料润湿性的电极表面 2a 润湿延展。由于焊料 6a 的润湿延展，电极表面 2a 附近的焊剂 3 被推开，使得同样在其本身与电极 2 之间初始具有间隙的凸点 6*内，元件电极 4b 通过焊料 6a 与电极 2 完全耦合。

同样在这种情况下，连接性通过焊剂 3 内包含的活化剂而改善。然而，由于上述桥接形成效应，即使在凸点表面上的氧化膜仅部分移除的位置，焊剂 3 内包含的活化剂无需具有强的活化作用。换言之，添加金属粉末 8 使得可以采用具有弱的活化作用的低活性焊剂。因此，即使在焊料连接之后该焊剂 3 仍保留，由该活化成分引起的电极 2 腐蚀程度是低的。因此，协同下述由于金属粉末 8 特性引起的改善绝缘的效应，同样地在焊料连接之后不实施用于移除焊剂的清洗的无清洗技术中，可以保证充分的可靠性。

在上述回流工艺中，在如图 5A 所示的金属粉末 8 块中，通过继续加热，如图 5B 所示，表面部分 8b 通过扩散逐渐吸收到核心部分 8a 内。根据核心

部分 8a 的金属物质和加热温度，存在两种情况，即，表面部分 8b 通过液相扩散到核心部分 8a 内，以及表面部分 8b 通过固相扩散到核心部分 8a 内。在两种情况下，表面部分 8b 均逐渐吸收到核心部分 8a 内。

由于金属粉末 8 加热到高于构成核心部分 8a 的金属的熔点，通过固相溶解吸收表面部分 8b 的核心部分 8a 被熔化，且如此熔化的核心部分 8a 通过表面张力而浓缩。该核心部分 8a 随后冷却和固化，这导致具有基本上球形的金属粒子 18，如图 5C 所示。即，将表面部分 8b 通过固相溶解吸收到核心部分 8a 内，在回流工艺时通过加热可以将包含例如银的高熔点贵金属作为表面部分 8b 的金属粉末 8 形状改变为金属粒子 18。通过暴露表面部分 8b 被完全吸收的核心部分 8a 的表面以及上述形状改变，由于加热和氧化该核心部分 8a 所致的氧化膜形成于金属粒子 18 表面上。氧化膜 8d 提供了如下所述的在焊料连接之后改善绝缘的效应。

图 4C 示出了在回流工艺时预定加热周期已经完成之后，通过冷却电子元件 4 和基板 1 使焊料 6a 和金属粒子 18 固化的状态。通过固化焊料 6a，形成了通过焊接来连接元件电极 4b 和电极 2 的焊料部分 16。在焊料部分 16 的电极表面 2a 附近，在焊接工艺时吸收在焊料内的金属粉末 8 处于合金状态或固溶状态。在电极表面 2a 上及电极 2 周围，溶剂成分从焊剂 3 蒸发后的残余物（树脂成分和活化剂）3a 与通过熔化和固化未被吸收到焊料部分 16 内的金属粉末 8 而产生的基本上球形金属粒子 18 一起保留下。

图 2C 示出了将电子元件 4 焊接在基板 1 上已经完成的状态，因为对所有元件电极 4b 和电极 2 形成了分别耦合元件电极 4b 和电极 2 的焊料部分 16。由此制造如图 6 所示的电子元件的焊接结构。从图 6 看出，元件电极 4b 和电极 2 通过焊料部分 16 连接，且在电极 2 周围，部分覆盖焊料部分 16 的下部并延伸到基板 1 表面的焊剂残余物 3a 保持处于沉积状态。在焊剂残余物 3a 中，由于在回流工艺时未接触熔化焊料 6a 且未被吸收到焊料部分 16 内而仍保留的金属粒子 18 被分散。

简而言之，电子元件的焊接结构呈这样的配置，其具有分别将电子元件 4 的元件电极 4b 连接到电极 2 的焊料部分 16 以及残留在焊料部分 16 及基板 1 表面上的焊剂残余物 3a，其中不接触熔化焊料 6a 的金属粉末 8 被熔化以形成基本上球形，且分别在表面上具有氧化膜 8d 的金属粒子 18 包含在焊剂残余物 3a 内。这种焊接结构可以提供保证电极之间的绝缘的下述出色效应。

在焊料连接步骤之后不实施用于移除焊剂的清洗的无清洗方法中，焊剂残余物 3a 原样地保留在电极 2 周围。当例如金或银的金属作为将被混合到焊剂内的金属粉末时，根据该残余物的数量，可能发生迁移，这电腐蚀电极之间的区域，由此使其间的绝缘恶化。因此，传统上，从保证绝缘的角度考虑，需要将待混合的金属粉末限制在低的含量百分比。结果出现如下情形，即，无法充分实现改善在回流工艺中引导熔化焊料的焊料润湿性的效应。

另一方面，使用具有上述成分的金属粉末 8，即使在该焊料连接步骤已经完成之后大量金属粉末 8 保留电极 2 周围，该金属粉末 8 在回流时通过加热被熔化而变为基本上球形的金属粒子 18。因此，产生粒子相互接触而耦合的状态的可能性非常低。此外，结合金属粒子 18 表面覆盖有电学稳定的氧化膜 8d 的事实，可以有效地防止迁移的发生，由此保证良好的绝缘。因此，通过使用具有上述成分的金属粉末 8 使得足以保证焊剂中的焊料润湿性的数量的金属粉末被混合，则焊料连接性可得到改善且焊料连接之后的绝缘也可以得到保证，由此改善安装的可靠性。

换言之，通过使用具有上述成分的金属粉末 8，可以实现具有出色的焊料连接性和绝缘的无清洗类型的焊剂 3。具体而言，对于安装目标为具有由硬度高且难以压碎的无铅焊料形成的凸点的电子元件的情形，以及在由于电子元件的翘曲和凸点尺寸变化引起在凸点和基板的电路电极之间存在间隙的情形，可以有效地防止凸点通常未焊接在电路电极上的不良安装的发生。此外，对于采用在焊接之后不实施用于移除焊剂的清洗的无清洗方法中，同样可以保证令人满意的绝缘。

此外，在上述实施例中，采用了在回流之后不实施用于移除焊剂的清洗的无清洗方法。然而，当需要更高的可靠性时，通过清洗水来清洗固化呈球形的金属粒子 18 以及该焊剂残余物 3a，从而将其从基板 1 移除。在该清洗步骤中，由于残留的金属粉末以可以容易移除的金属粒子 18 的形式存在于焊剂残余物 3a 中，因此通过简单的清洗方法可以保证良好的清洗质量。

用于焊接电子元件的上述方法是采用如下配置，其中焊料凸点 6 与电极 2 对准，具有上述成分的焊剂 3 夹置于焊料凸点 6 和电极 2 之间，电子元件 4 和基板 1 被加热以熔化焊料凸点 6，熔化焊料被润湿并沿金属粉末 8 表面延展到达电极 2，加热进一步继续使得不接触熔化焊料的残余的金属粉末 8 熔化成基本上球形形状，且随后基板 1 和电子元件 4 被冷却以固化该熔化的

金属粉末 8 和焊料。

在上述实施例中，在应用焊剂 3 的步骤中，焊剂 3 复制在凸点 6 上。然而，可以采用其他方法。例如，从图 7A 看出，焊剂 3 通过配给器 (dispenser) 9 喷射而供应到电极 2。此外，从图 7B 看出，使用复制引脚 10，焊剂 3 可以通过复制而供应到电极 2。

此外，从图 7C 看出，通过丝网印刷，焊剂 3 可以印刷在电极 2 上。具体而言，具有与电极 2 相对应的掩模孔 11a 的掩模板 11 安装在基板 1 上，且通过挤压器 12 填充在图案孔 11a 内的焊剂 3 被印刷在电极 2 的表面上。

实施例 2

图 8 为本发明第二实施例的电子元件的焊接结构的剖面图。在第二实施例中，对于用于增强凸点 6 和电极 2 之间的焊料连接性的焊料连接辅助，在与第一实施例相同的电子元件 4 焊接到基板 1 时采用具有活化功能的热固性树脂来替代焊剂 3。

从图 8 看出，与第一实施例相同，元件电极 4b 和电极 2 分别通过焊料部分 16 连接。在电极 2 周围形成树脂部分 13，该树脂部分 13 分别具有部分覆盖焊料部分 16 下部且延展到基板 1 表面的形状。当用于焊料连接辅助的热固性树脂在回流工艺中通过加热被热硬化时形成该树脂部分 13，且该树脂部分 13 具有强化焊料部分 16 和电极 2 之间的连接部分的功能。在树脂部分 13 中，由于在回流工艺中未接触熔化的焊料 6a 且未被吸收到焊料部分 16 内而残留的金属粒子 18 被分散。

电子元件的焊接结构是采用这种配置，其具有分别用于连接电子元件 4 的元件电极 4b 和电极 2 的焊料部分 16 以及分别用于强化焊料部分 16 和电极 2 之间的连接部分的树脂部分 13，其中未接触熔化焊料的金属粉末 8 熔化成为基本上球形，且由此形成的在表面上分别具有氧化膜 18d 的金属粒子 18 包含在该树脂部分 13 内。通过这种焊接结构，类似于第一实施例，可以保证电极之间的绝缘且可以有效地强化焊料部分 16 和电极 2 之间的连接部分，由此进一步改善安装可靠性。

通过使用具有活化功能的热固性树脂替代第一实施例的电子元件焊接方法中的焊剂 3 (见图 1A 至 1C 和 2A 至 2C)，可以实现这种焊接结构。即，在第二实施例的电子元件焊接方法中，采用这种配置，其中电子元件 4 的凸点 6 与基板 1 的电极 2 对准，包含与第一实施例相同的金属粉末 8 的热固性

树脂夹置于凸点 6 和电极 2 之间，电子元件 4 和基板 1 随后被加热以熔化凸点 6，且由此熔化的焊料被润湿并沿金属粉末 8 表面延展到达电极 2。

该加热进一步继续使得不接触熔化焊料的残余的金属粉末 8 熔化成基本上球形形状，由此促进该热固性树脂的硬化反应。随后，基板 1 和电子元件 4 被冷却以固化该熔化的金属粉末 8 和焊料 6a。在该焊接方法中，与第一实施例相同，可以组合实现焊料连接性的改善和绝缘的保证。

产业适用性

本发明的电子元件焊接方法和电子元件焊接结构提供了组合焊料连接性的改善和绝缘的保证的效应。本发明的电子元件焊接方法和电子元件焊接结构可用于趋于在凸点和电极之间产生间隙的焊接，例如用于堆叠封装元件来制造半导体装置的焊接。

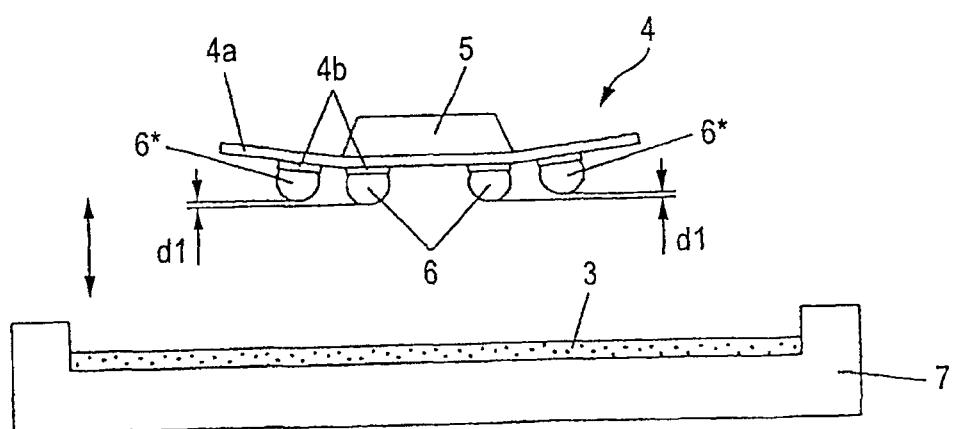


图 1A

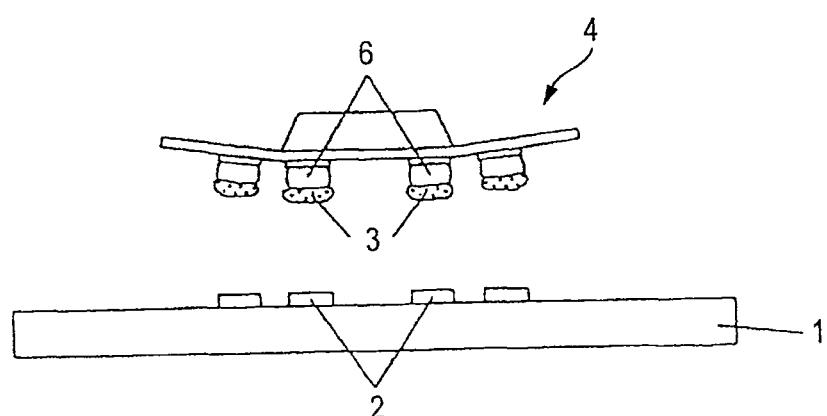


图 1B

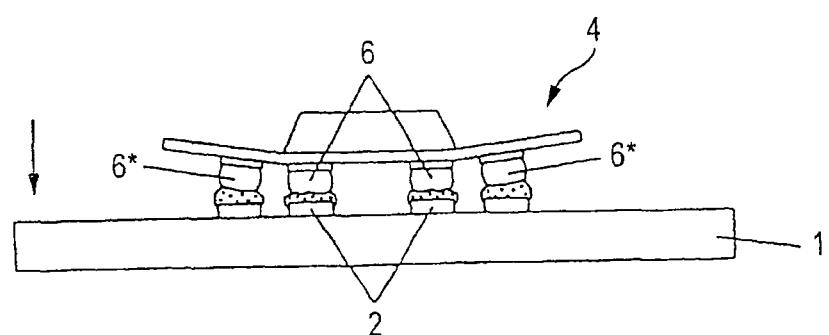


图 1C

图 2A

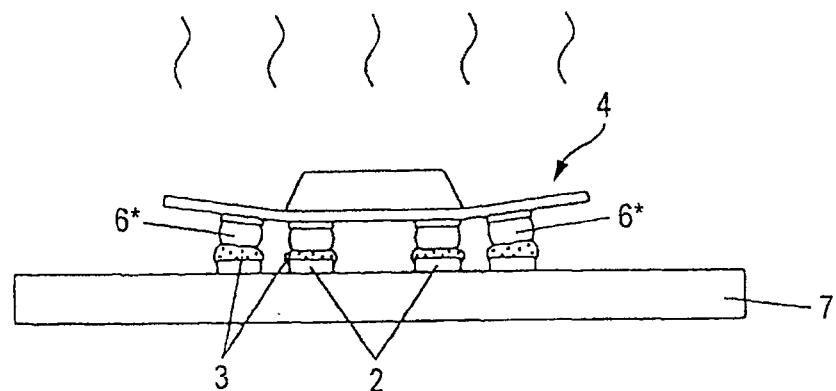


图 2B

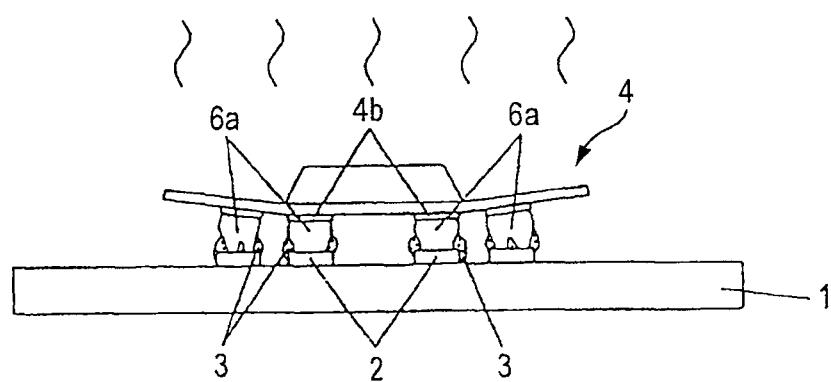
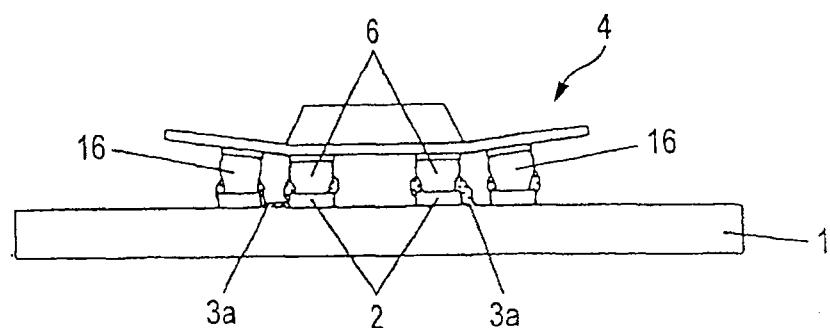


图 2C



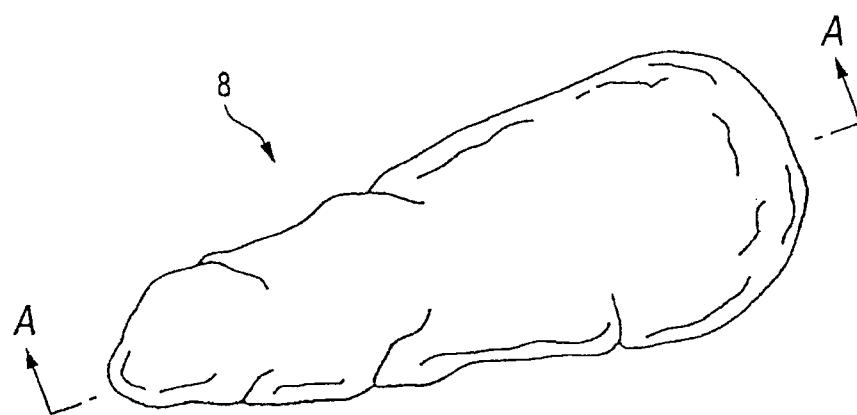


图 3A

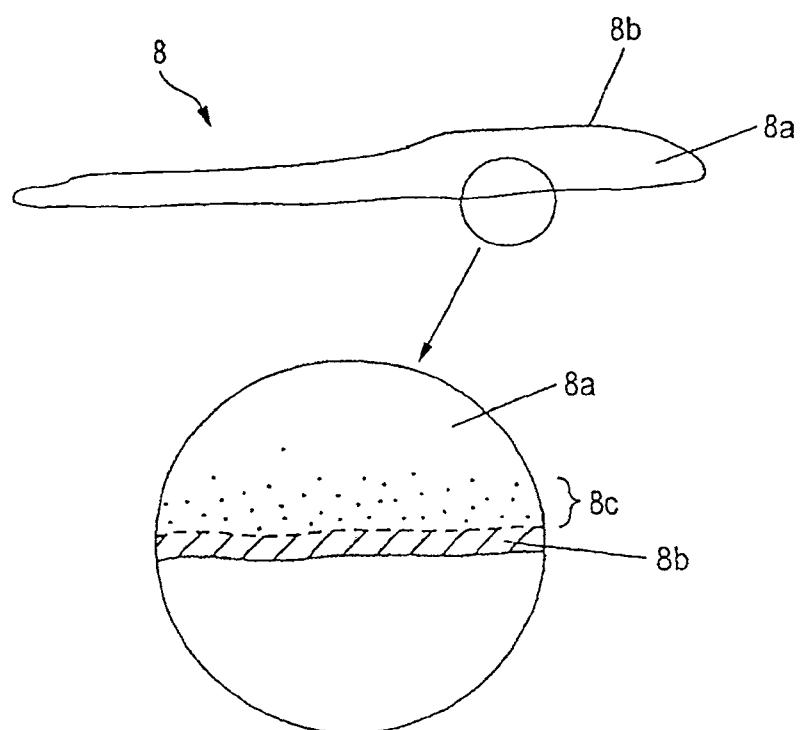


图 3B

图 4A

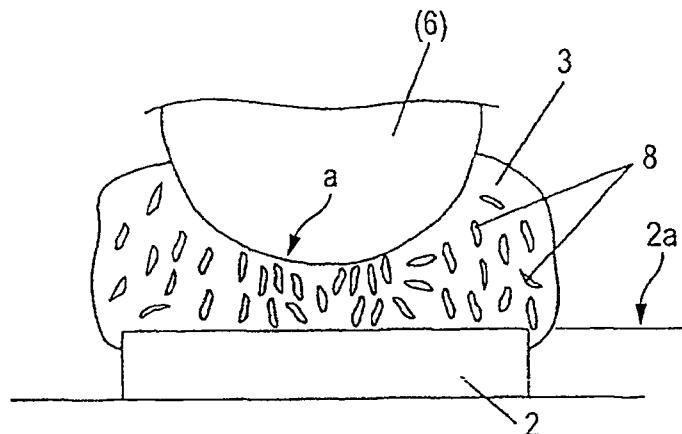


图 4B

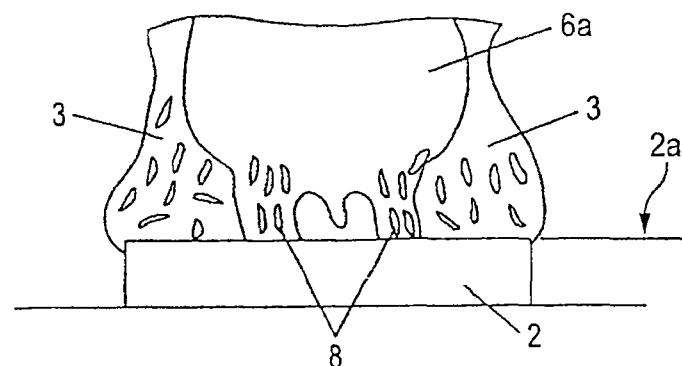
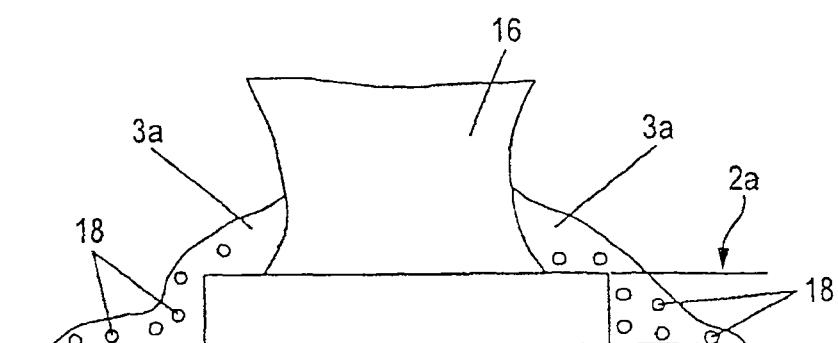


图 4C



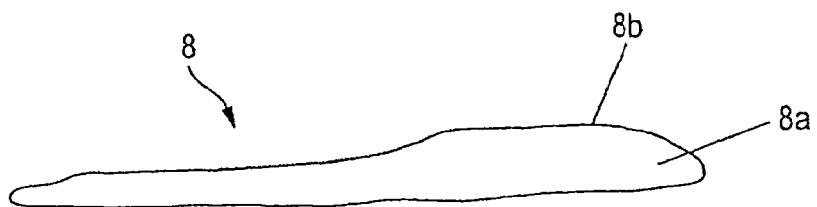


图 5A

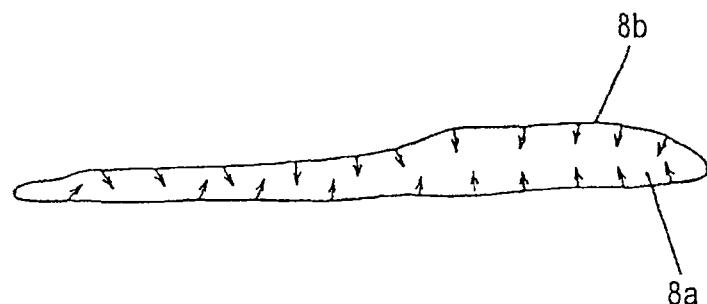


图 5B

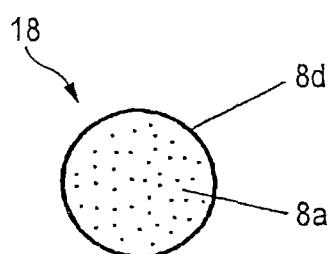


图 5C

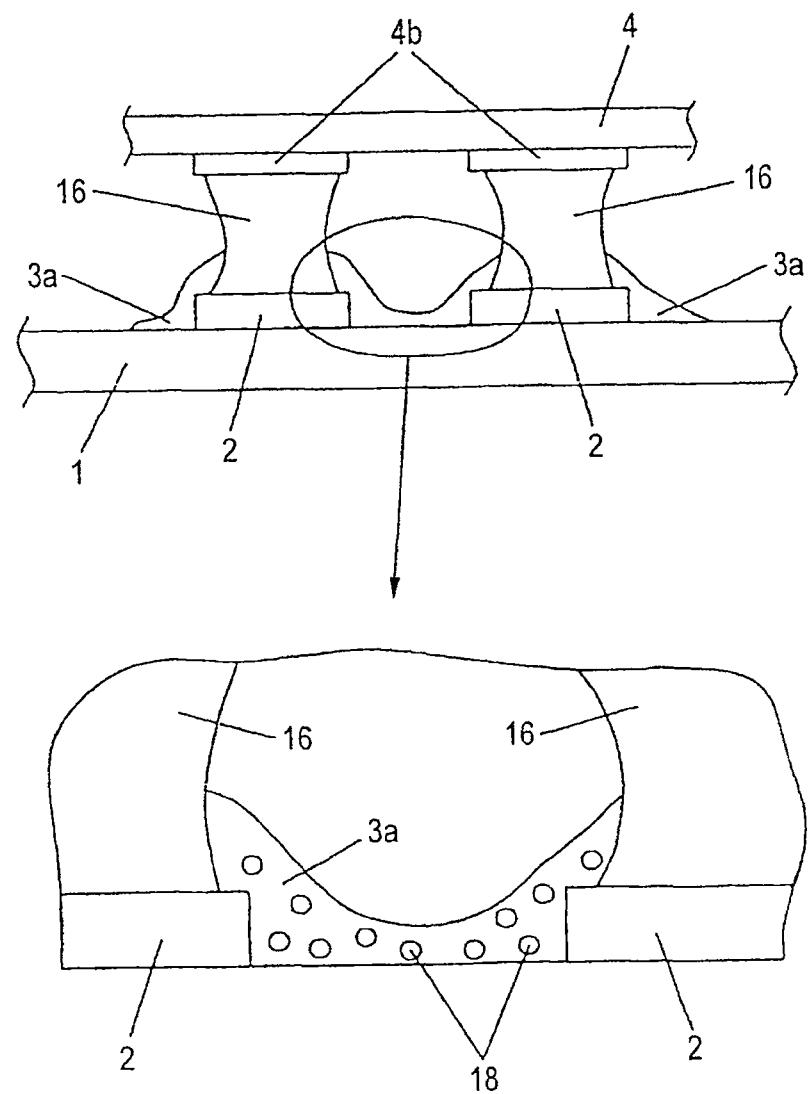


图 6

图 7A

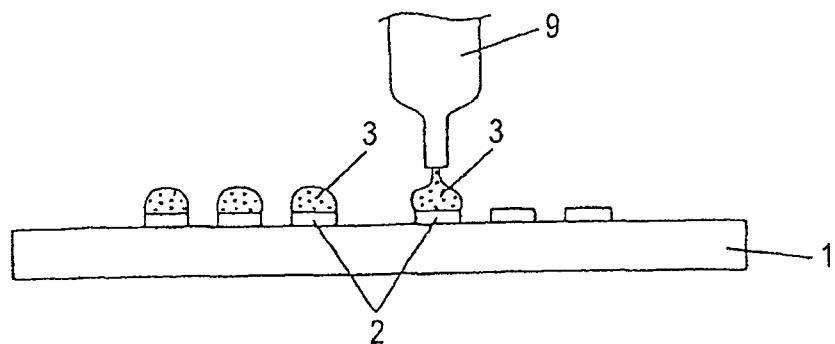


图 7B

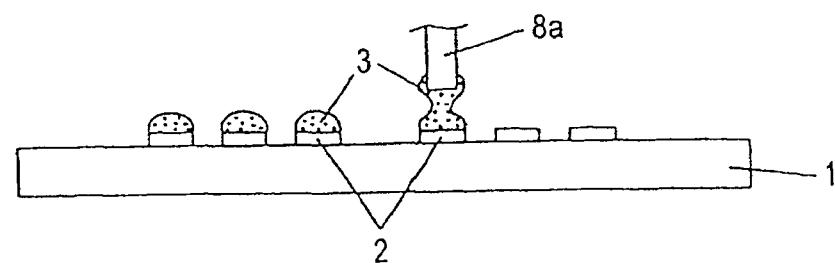
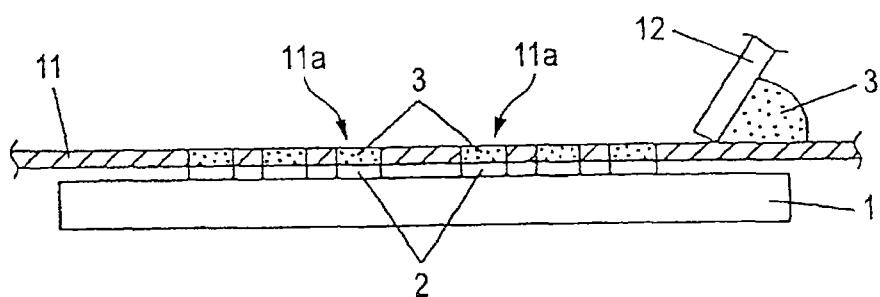


图 7C



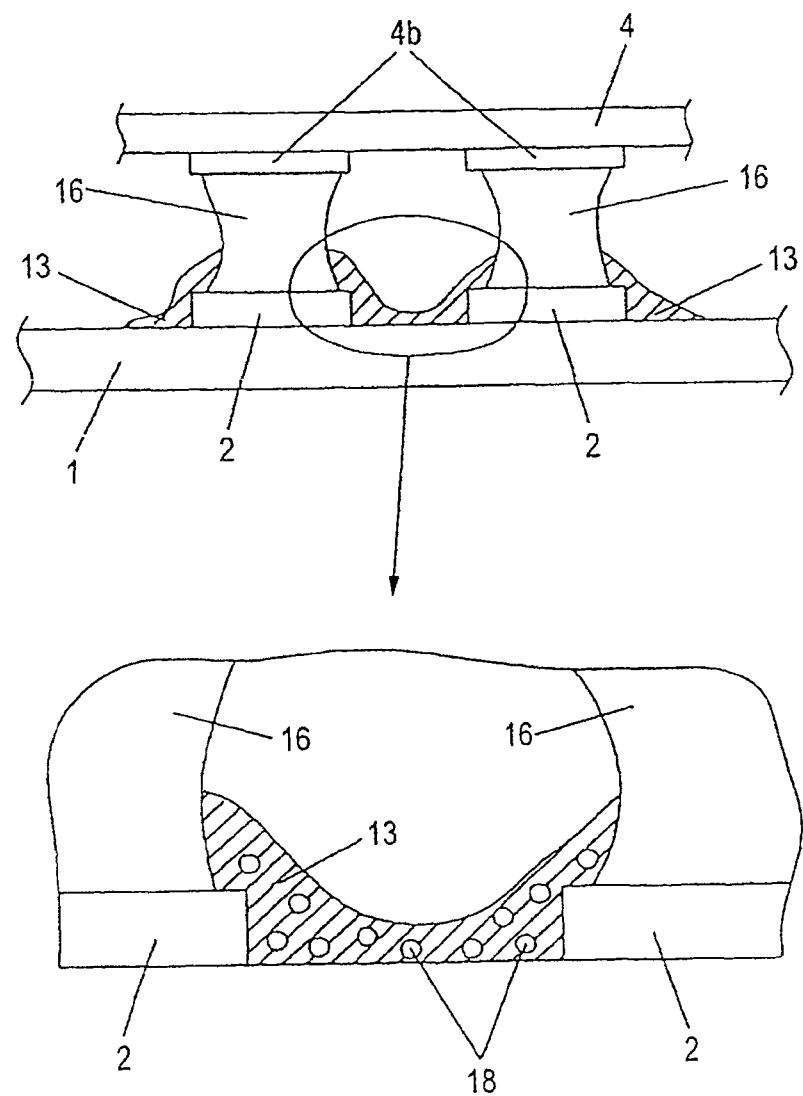


图 8