

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C22C 12/00

B23K 35/26



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02802046.4

[43] 公开日 2003 年 12 月 24 日

[11] 公开号 CN 1463294A

[22] 申请日 2002.6.4 [21] 申请号 02802046.4

[30] 优先权

[32] 2001.6.12 [33] EP [31] 01810566.8

[32] 2001.6.22 [33] EP [31] 01810612.0

[86] 国际申请 PCT/EP02/06102 2002.6.4

[87] 国际公布 WO02/101105 德 2002.12.19

[85] 进入国家阶段日期 2003.2.11

[71] 申请人 ESEC 贸易公司

地址 瑞士卡姆

[72] 发明人 派特雷·兰布里奇特

马库斯·雷顿梅尔

克里斯托弗·特斯库蒂恩

索德·阿萨莱尼

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

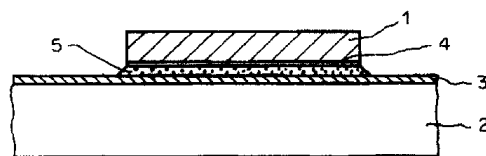
代理人 李 勇

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 无铅焊剂

[57] 摘要

本发明涉及一种由以铋为基础的合金构成的无铅焊剂。此无铅焊剂具有重量至少占 80% 的铋含量和至少 260℃ 的固相温度。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 无铅焊剂，它由以铋为基础的合金构成，具有重量至少占 80% 的铋，并且具有至少为 260℃ 的固相温度。
2. 如权利要求 1 所述的焊剂，其特征在于，它含有作为其它成份的银。
3. 如权利要求 2 所述的焊剂，其特征在于，它含有重量占 0.5% 至 15% 的银。
4. 如权利要求 2 或 3 所述的焊剂，其特征在于，银含量的重量至少占 1.5%。
5. 如权利要求 1 至 4 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它含有重量最多占 5% 的铜作为其它成份。
6. 如权利要求 1 至 5 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它含有重量最多占 3% 的铈作为其它成份。
7. 如权利要求 1 至 6 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它含有重量最多占 3% 的铟作为其它成份。
8. 如权利要求 1 至 7 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它含有重量最多占 3% 的铊作为其它成份。
9. 如权利要求 1 至 8 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它含有重量最多占 3% 的镁作为其它成份。
10. 如权利要求 1 至 9 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它含有重量最多占 1% 的砷作为其它成份。
11. 如权利要求 1 至 10 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它含有重量最多占 1% 的磷作为其它成份。
12. 如权利要求 1 至 11 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它含有重量最多占 3% 的锡作为其它成份。
13. 如权利要求 1 至 12 中任一项所述的焊剂，其特征在于，它的液相温度低于 450°C。
14. 如权利要求 1 至 13 中任一项所述焊剂的应用，用于制造半成

品，特别是用于制造线材、糊状物和带状材料。

15. 如权利要求 1 至 14 中任一项所述焊剂的应用，用于将电子元件焊接在基板（2）上。

16. 如权利要求 15 所述的焊剂的应用，其特征在于，电子元件被设计为集成电路和/或功率半导体电路。

17. 如权利要求 15 或 16 所述的焊剂的应用，其特征在于，基板被一个由铜、镍、银或金构成的层（3）所涂敷。

无铅焊剂

本发明涉及一种无铅焊剂。

在装配电气和电子元件、尤其是电路板时，焊剂以多种实施方式被应用。这类电气元件为分立元件，特别是电阻、电容、二极管和晶体管。

在电子产品微型化的潮流中，相应的电子电路被集成在集成电路（IC）中。这种集成电路具有电路和连线的高集成度。此外单个的集成电路以很高的集成度装配在电路板或类似构件上，其中电路板自身由多层导线平面构成。

为了将集成电路焊接到这种电路板上，仅剩下非常小的空间，焊剂必须被精确地设置于此空间中。

此外对于焊剂还提出了很高的机械上的要求。特别是焊剂必须抵抗剪切力和压力。此外焊剂必须具有良好的热疲劳强度，这意味着焊剂必须在剧烈的温度变化下对体积的变化不敏感。

以铅作为主要成份的焊剂满足上述这些要求。尤其是为了在电路板上电子元件的电气连接，采用 $\text{PbSn}(x)\text{Ag}(y)$ 型的合金作为焊剂。这种焊剂具有 260°C 以上的固相温度。因而这种焊剂特别适用于焊接功率半导体，在其工作时产生可观的热量。

这种焊剂的主要缺点在于，在此焊剂中的铅具有强的毒性，并且从而构成对人体健康的危害。因此在用含铅的焊剂装配元件时需要采取严格的安全措施。立法的进展将对这种材料的焊按制定出高的要求。

因此人们研究用无铅焊剂来代替这种含铅的焊剂。这种无铅焊剂典型地由以锡为基础的合金构成。

然而这里的问题在于这种以锡为基础的焊剂具有低的固相温度。

此外这种焊剂的机械性能不能令人满意。尤其是这种焊剂的变形特性、强度和热负载下的持续耐久性不够。

在 DE19538992A1 中建议了一种无铅焊剂，它改善了机械性能。这种焊剂由一种合金构成，此合金具有有效含量的铋-锡以及有效含量的金。这里合金具有大约 138°C 的熔化温度。此合金最好包含 42% 质量成份的锡，小于 1% 质量成份的金和约 58% 质量成份的铋。

然而这种焊剂的缺点是，由于较低的熔化温度，而不可能或者受到限制地用于焊接电子线路，特别是功率半导体。特别是在功率半导体中产生很强的热量时妨碍了这种焊剂的应用。

WO974725 公开了一种无铅焊剂，它由包含锡、铋和银的合金构成。合金中锡的成份在 70% 和 93% 之间。此外焊剂含有 5% 至 27.5% 的铋和 2% 至 7.5% 的银。粉末状的合金特别适用于生产焊膏。

EP826458 描述了以锡为基础的无铅焊剂。焊剂含有 3% 至 4% 的银。2% 至 6% 的铋和 2% 至 6% 的铜作为其它成份。此焊剂合金的固相温度最高为 211°C 。

本发明的目的在于提供一种具有较高的热和机械承载能力的无铅焊剂。

上述任务由权利要求 1 所述的特征完成。在权利要求 14 和 15 中说明了本发明焊剂的应用。在从属权利要求中描述了本发明具有优点的实施方式和符合目的的优化设计。

本发明的无铅焊剂由以铋为基础的合金构成，合金具有至少 80% 重量的铋，并且具有至少 260°C 的固相温度。

由于本发明的焊剂不含铅的成份，所以它是非常环保的。

本发明的焊剂具有高的固相温度，这使得焊剂可以用于焊接集成电路。

至少 260°C 的固相温度属于通常只有含铅焊剂的固相温度才能达到的范围。本发明焊剂的液相温度具有优点地处于 450°C 以下。由于这种热力学特性，本发明焊剂可在非常广的范围内应用于焊接电子元件，尤其是高度集成的电路。

本发明焊剂尤其适用于焊接功率半导体，在功率半导体工作时会释

放出大量的热量。

本发明焊剂尤其可用于现代焊接工艺，它用在高度集成的电路的焊接中。属于现代焊接工艺的主要有倒装焊接工艺和所谓的模片固定工艺，在这些工艺中芯片或类似物借助于焊剂装配在用于机械连接的基板上。

在这些焊接工艺中对焊剂的热性能和机械性能提出了高的要求。

上述性能主要是熔剂的热疲劳强度。熔剂的热疲劳强度愈大，其抵抗由剧烈的温度变化引起的机械变形的能力愈大。

另一个重要参数是焊剂的润湿性能。焊剂的润湿性能愈好，它就能愈好地涂敷在基板的表面上。该参数在电气焊接高度集成的电路时尤为有意义，因为在这种应用情况中极少量的焊剂必须精确定位地涂敷在基板上。同时必须保证这样少量的焊剂具有在基板上的高度附着性能。为此焊剂的高润湿性能是特别有意义的。

焊剂的其它机械参数是剪切强度和折弯强度。这意味着在借助于焊剂固定在基板上的电子元件上受到力的作用时，焊剂不会被折弯力或剪切力所损坏。此外焊剂的强度成为一个重要的机械参数。

本发明所述的焊剂在热性能和机械性能方面表现良好，因此该焊剂可以抵抗高的热负荷和机械负荷。

热性能和机械性能可通过选择其它的焊剂成份而灵活和可复现地得到。

尤其是在本发明的一种具有优点的实施方式中，通过加入银来改变焊剂的热性能和机械性能。

已经表明，随着银含量的提高，本发明焊剂的机械性能随之改善。特别是焊剂的润湿性能通过增加银的含量而提高。焊剂的变形性能也通过添加银而提高。

本发明焊剂尤其适用于制造半成品，例如糊状物、线材或带状材料。

通过本发明焊剂的良好变形性能，特别是在以铋为基础的含银合金情况下，这些高质量的半成品可简单地制造。特别是保证了这些半成品的优良的机械可加工性能。例如在应用本发明焊剂生产线材时得到了良

好的可卷绕性能。此外，通过本发明焊剂很高的断裂延伸率，得到半成品、特别是线材和带状材料的良好性能。

下面借助实施例和一个附图详细说明本发明。唯一的图 1 简要表示了一个半导体芯片，它借助于本发明所述的焊剂焊接在一块基板上。

图 1 简要表示了一个半导体芯片，它被焊接在一块基板 2 上，优选地为金属基板、所谓的引导框架或陶瓷基板上。

通常使用铜作为引导框架的材料。金属基板可以，然而并非必须地涂敷一个附加的金属层 3。在陶瓷基板的情况下金属层 3 是必需的。它最好由铜、镍、银或金构成。

也可以将具有一个或多个线路平面的单层或多层的线路板用作基板 2。重要的是线路板可被加热到至少达到无铅焊剂的固相温度，它在本发明焊剂的情况下至少为 260°C 。

半导体芯片 1 的背面同样涂敷一个金属层 4 或者涂敷多层。这里用金、银、镍和钛作为材料，其中最外层一般由金构成。

为了半导体芯片 1 在基板 2 上的机械的和热的连接，存在一个焊剂层 5，它由本发明的无铅焊剂构成。借助于焊剂层 5，半导体芯片 1 被固定在基板 2 或基板 2 的层 3 上。

本发明焊剂的使用不局限于图 1 所示的设置。本发明焊剂普遍适用于电气或电子构件，尤其也适用于分立元件，如二极管、晶体管、电阻和类似元件的焊接。

本发明焊剂用于焊接功率半导体是特别具有好处的，在功率半导体工作时产生很高的热量。此外，本发明焊剂被用于焊接高度集成的电路。这种电路在基板上的焊接例如用倒装焊接工艺、模片固定工艺或类似工艺进行。

本发明所述的无铅焊剂由以铋为基础的合金构成，其中铋的成份至少占 80% 的重量。

本发明所述焊剂具有至少 260°C 的固相温度，并且具有优点地具有低于 450°C 的液相温度。

由于这种热性能，也可以用本发明焊剂焊接诸如功率半导体这样的元件，在功率半导体工作时释放出大量热量。该焊剂也可以在设置高集成度的元件时以很高的长时间稳定性被应用。特别地，集成电路也可以可靠地与大量的电气连线相连接。

此外，本发明所述的焊剂具有良好的机械性能。尤其是以铋为基础的合金具有很高的强度。

本发明所述的焊剂也具有良好的热疲劳强度性能。此外本发明焊剂具有良好的润湿性能，尤其是在图1所示实施例的基板层3上。

除铋以外，本发明所述的焊剂含有银作为主要成份。合金中包含的银的重量最好在0.5%至15%之间。

通过改变银含量，可以有针对性地改变本发明所述的焊剂的机械性能。

特别地，焊剂的变形性能随银含量的增加而提高。同时焊剂的可旋转性也会提高，从而最终提高了焊剂的剪切强度、折弯强度和断裂延伸率。

在含有至少1.5%重量的银时所述机械性能得到显著的改善。

为了优化本发明所述焊剂的性能，尤其是机械参数，在以铋为基础的合金中作为补充或者取代所述的银含量而添加其它成份。

第一种这样的成份为铜，最好在本发明所述焊剂中含有直到5%重量的铜。

本发明所述的焊剂中也可含有锡作为其成份。

与已知的无铅焊剂不同，锡不作为合金的主要成份，而将其含量限制在最大为3%。通过对锡含量的限制，保证了焊剂的固相温度高于260°C。

作为其它成份，在焊剂中含有铈和/或铟和/或镁。这些成份的含量分别被限制在最大为3%。

此外砷和/或磷也可作为焊剂的其它成份。它们的含量分别被限制在最大为1%。

本发明所述焊剂被用于制造诸如糊状物、线材和带状材料等半成品。

本发明所述的焊剂，尤其是在实施方式中，除了作为主要成份的铋以外，还包含有显著含量的银，它的一个主要优点是良好的变形性能。

这种变形性能是生产半成品的重要条件。

为了生产焊膏需要由焊剂构成的粉末，它具有规定的颗粒大小，并且在尽可能小的范围内充入氧气。本发明所述的焊剂也可以很好地适用于这种应用。

在制造带状材料时这样来选择以铋为基础的合金中各种成份的含量，使得在良好的变形性能的同时取得焊剂的高强度。由本发明所述焊剂制成的带状材料具有良好的机械承压性能。尤其是带状材料可以被很好地卷绕并折弯，而不会出现带状材料中的断裂点。

在制造线材时这样来选择焊剂的各种成份的含量，使得线材可以被很好地卷绕。

通常通过适当选择焊剂的成份可以获得由它生产的半成品的良好的性能。

图 1

