

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

C25D 3/32

C25D 3/60

[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 94101385.5

[45]授权公告日 2000 年 5 月 10 日

[11]授权公告号 CN 1052269C

[22]申请日 1994.2.18 [24]颁证日 2000.2.5

[21]申请号 94101385.5

[30]优先权

[32]1993.2.19 [33]US [31]019729

[73]专利权人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯

共同专利权人 泰克尼克公司

[72]发明人 杜安·W·恩迪科特

迈克尔·D·杰农 亨·K·伊

[56]参考文献

US5110423 1992. 5. 5

审查员 梁金奎

[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 王以平

权利要求书 6 页 说明书 12 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 电沉积一层致密、反光的锡或锡铅合金的
方法和溶液

[57]摘要

开发了在阴极上电沉积致密、反光的锡或锡铅合金的溶液的新配方。这种电沉积溶液包括一种添加剂,该添加剂至少由一种在电沉积开始之前经过电解的非离子型表面活性剂组成。该电沉积溶液还包括一定剂量的脂肪二醛,其剂量低到使焊料沉积物中共同电沉积的碳含量不高于 500ppm。将该添加剂与该脂肪二醛和由烷烃或链烷醇磺酸和锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物组成的溶液进行混合以形成一种电沉积溶液。

ISSN 1000-8424

权 利 要 求 书

1. 一种用于在阴极上电沉积一层锡或锡铅合金的电沉积溶液, 其特征是包括:

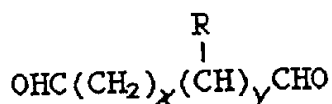
一种烷烃或链烷醇磺酸和一种锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或一种锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物;

至少由一种非离子型表面活性剂组成的一种添加剂, 其中的非离子型表面活性剂在向阴极上电沉积一层锡或铅合金之前已经是电解了的; 和

一种脂肪二醛。

2. 如权利要求 1 的电沉积溶液, 其中, 脂肪二醛选自由以下所述的各类组成的一组:

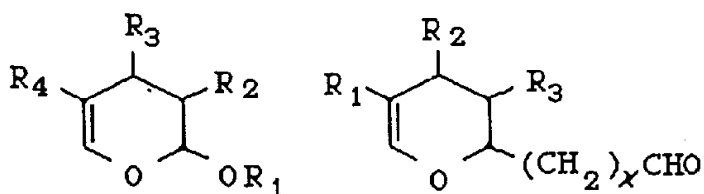
(a) 一种由下式表示的脂肪二醛:



其中, R 是—OH 或烷基; x 是从 0 至 5 的一个整数; y 是从 0 至 1 的一个整数; 和/或

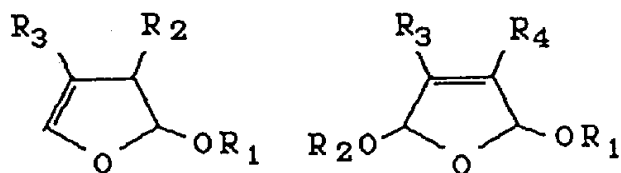
(b) 一种能经受酸性水解的、选自由以下所述的各类所组成的一组的二醛先质:

(i) 一种由下面二个化学式表示的代用的二氢吡喃:



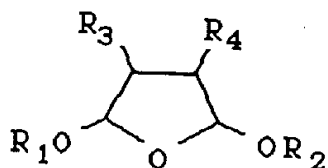
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; x 是从 0 至 5 的一个整数; 和/或

(ii) 一种由下式表示的代用的二氢呋喃:



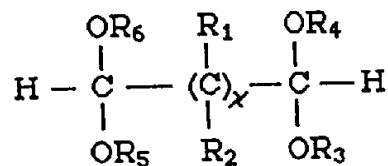
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; 和/或

(iii) 一种由下式表示的代用的四氢呋喃:



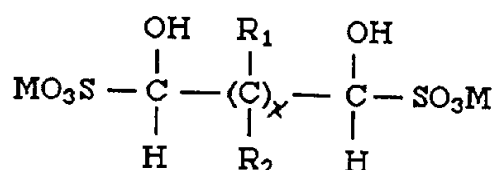
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; 和/或

(iv) 一种由下式表示的二醛的乙缩醛:



其中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; x 是从 1 至 10 的一个整数; 和/或

(v) 一种由下式表示的羟基磺酸盐：



其中， R_1 和 R_2 表示氢、羟基或 C_{1-5} 烷基族； M 是一种碱金属， x 是从 0 至 10 的一个整数。

3. 如权利要求 1 的电沉积溶液，其特征在于：所述脂肪二醛的浓度为 50~400ppm。

4. 如权利要求 1 的电沉积溶液，其中，选择脂肪二醛的浓度，使得电沉积的锡或锡铅合金中的共同电沉积的碳浓度不高于 500ppm。

5. 如权利要求 1 的电沉积溶液的方法，其中，添加剂的体积维持在电沉积溶液总体积的 12-20%。

6. 如权利要求 1 的电沉积溶液，其中，非离子型表面活性剂溶液在 0.4-4.8 安·时/升的条件下进行电解。

7. 如权利要求 1 的电沉积溶液，其中，添加剂至少由二种非离子型表面活性剂所组成，该添加剂是在向阴极上电沉积一层锡或锡铅合金之前进行电解的。

8. 如权利要求 1 的电沉积溶液，其中脂肪二醛包括浓度为 50-400ppm 的戊二醛。

9. 一种形成锡或锡铅合金的电沉积溶液的方法，其特征在于包括下列步骤：

提供由一种非离子型表面活性剂组成的添加剂；

将该非离子型表面活性剂溶液进行电解；以及

将该添加剂与一种脂肪二醛、一种烷烃或链烷醇磺酸，和一种锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或一种锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物进行混合以形成电沉积溶液。

10. 一种在阴极上电沉积锡或锡铅合金的方法，其特征在于包括下列步骤：

电解由一种非离子型表面活性剂组成的添加剂；

提供由一种烷烃或链烷醇和一种锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或一种锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物组成的溶液；

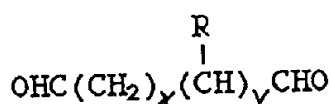
提供一种脂肪二醛；

通过将该添加剂与由该烷烃或链烷醇磺酸和该锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或该锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物和该脂肪二醛进行混合以形成电沉积溶液，和

使用该电沉积溶液在阴极上电沉积一层锡或锡铅合金。

11. 如权利要求 9 或 10 的形成电沉积溶液的方法，其中，脂肪二醛选自由以下所述的各类组成的一组：

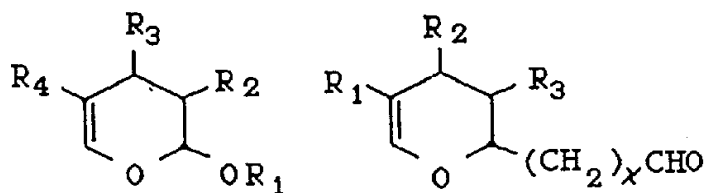
(a) 一种由下式表示的脂肪二醛：



其中，R 是—OH 或烷基；x 是从 0 至 5 的一个整数；y 是从 0 至 1 的一个整数；和/或

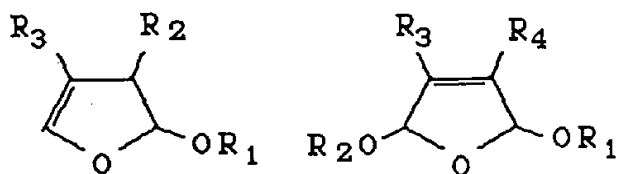
(b) 一种能经受酸性水解的、选自由以下所述的各类所组成的一组的二醛先质：

(i) 一种由下面二个化学式表示的代用的二氢吡喃：



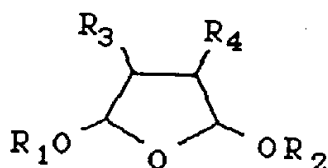
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; x 是从 0 至 5 的一个整数; 和/或

(ii) 一种由下式表示的代用的二氢呋喃:



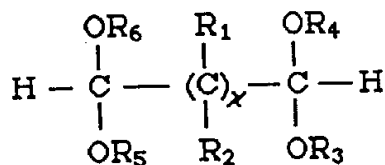
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; 和/或

(iii) 一种由下式表示的代用的四氢呋喃:



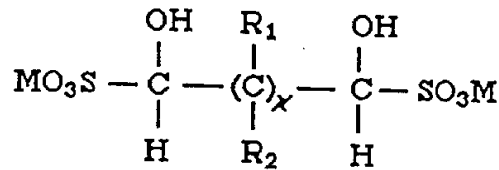
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; 和/或

(iv) 一种由下式表示的二醛的乙缩醛:



其中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; x 是从 1 至 10 的一个整数; 和/或

(v) 一种由下式表示的羟基磺酸盐:



其中, R_1 和 R_2 表示氢、羟基或 C_{1-5} 烷基族; M 是一种碱金属, x 是从 0 至 10 的一个整数。

12. 如权利要求 9 或 10 的形成电沉积溶液的方法, 其中脂肪二醛包括浓度为 50-400ppm 的戊二醛。

13. 如权利要求 9 或 10 的形成电沉积溶液的方法, 其中, 选择脂肪二醛的浓度, 使得电沉积的锡或锡铅合金中的共同电沉积的碳浓度不高于 500ppm。

14. 如权利要求 9 或 10 的形成电沉积溶液的方法, 其中, 添加剂的体积维持在电沉积溶液总体积的 12-20%。

15. 如权利要求 9 或 10 的形成电沉积溶液的方法, 其中, 非离子型表面活性剂溶液在 0.4-4.8 安·时/升的条件下进行电解。

16. 如权利要求 9 或 10 的形成电沉积溶液的方法, 其中, 添加剂至少由二种非离子型表面活性剂所组成, 该添加剂是在向阴极上电沉积一层锡或锡铅合金之前进行电解的。

17. 形成在阴极上的一个致密、反光的电沉积涂层, 其形成的工艺步骤的特征是:

电解由一种非离子型表面活性剂组成的添加剂;

将该添加剂与由一种烷烃或链烷醇磺酸和一种锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或一种锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物进行混合以形成一种电沉积溶液;

在该电沉积溶液中加入一种脂肪二醛, 其浓度要使在阴极上共同电沉积的碳浓度不高于 500ppm; 以及

在该阴极上电沉积一个致密、反光的涂层。

说明书

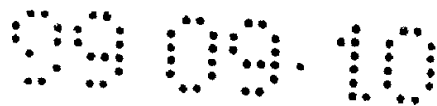
电沉积一层致密、反光的锡或 锡铅合金的方法和溶液

本发明总的来说涉及电沉积技术,这里说的电沉积技术包括了(但不局限于)在一个导电部分上电沉积一层致密、反光的涂层的技术。

电沉积或电镀锡或锡铅合金(在下文中称为焊料或焊料沉积物)的方法和电沉积溶液的组分已被尽可能完善,从而可以在一个导电部分上电沉积一层质量好的焊料。在电子工业中一个导电部分可以是半导体器件外壳、印刷电路板或连接器的引线。

特别是在半导体器件的制造中,半导体器件的芯片通过物理和电的方式键合到一个引线框架上。然后将半导体器件与该引线框架的一部分一起封装在一个外壳中。之后,通过电沉积工艺在所有引线框架的暴露部分上电沉积焊料,在引线框架上形成一层焊料沉积物。

在电沉积工艺之后,用修整成形机或工具将所有不需要的金属从引线框架上清除掉,对器件进行隔离并把器件的引线做成预先确定的图形。在电子工业中往往希望焊料沉积物具有一个致密、反光的涂层表面。



由于质量方面的原因，一个致密、反光的涂层是较佳的。致密、反光的涂层的较高的密度和光滑度可减少在修整成形的操作中从焊料的表面刮落下来的物质的数量。从普通的、表面粗糙的涂层上刮落下来的物质粘附在随后制得的引线的表面而对这些引线造成污染。如果淀积一个致密、反光的表面涂层，则因为从焊料沉积物的表面刮落下来的物质的数量减少，故清洗修整成形工具的需要也减少了，这样就可以提高生产率。

在过去，电沉积具有致密、反光的涂层的锡或锡铅合金的技术中存在的一个问题是，这样的沉积物中含有 800—2000ppm(百万分之几)的吸留碳(有机物)。在某些应用方面，碳的共同电沉积不构成一个问题。但在电子学领域，与锡或锡铅合金的电沉积相联系的约高于 500ppm 的碳的共同电沉积对沉积物的可焊性有不利的影响。因此，希望有一种能产生致密、反光的锡或锡铅合金表面涂层、但不产生约高于 500ppm 的碳的共同电沉积的电沉积方法(和/或应用特种配方的电沉积溶液)，以达到上述目的。

本发明的用于在阴极上电沉积一层锡或锡铅合金的电沉积溶液包括一种烷烃或链烷醇磺酸和一种锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或一种锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物；至少由一种非离子型表面活性剂组成的添加剂和一种脂肪二醛，其中添加剂中的非离子型表面活性剂在向阴极上电沉积一层锡或铅合金之前已经预电解。

本发明的形成锡或锡铅合金的电沉积溶液的方法，包括提供一种烷烃或链烷醇磺酸和一种锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或一种锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物、一种脂肪二醛和一种至少由一种非离子型表面活性剂组成的添加剂，其中非离子型表面活

性剂在阴极上电沉积一层锡或锡铅合金之前进行电解。

本较佳实施例涉及电沉积一层具有致密、反光的涂层、但在涂层中没有明显的（约高于 500ppm）碳的共同电沉积的锡或锡铅合金的方法。

电沉积溶液部分地由一种酸性电解液和金属的源所组成。在较佳实施例中，电解液源由水溶性的烷烃或链烷醇磺酸（最好是甲烷磺酸）组成。电解液的较佳浓度约在百分之二到二十五之间，最佳浓度约在百分之五到二十之间。

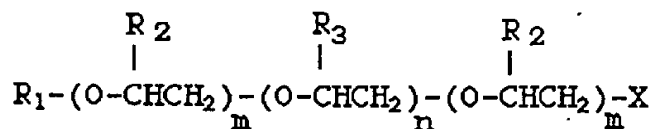
锡的烷烃或链烷醇磺酸盐或锡和铅的烷烃或链烷醇磺酸盐的混合物是较佳的金属源。在典型情况下，应用锡和铅的甲烷磺酸盐。作为金属源的溶液中的水溶性的锡（如甲烷磺酸锡），其浓度约为 10—100 克/升，最佳的浓度范围约为 20—60 克/升。作为金属源的溶液中的铅（如甲烷磺酸铅）的浓度约为 0.25—50 克/升。锡与铅的浓度比可根据其它的溶液条件相应地进行调节，以在电沉积物中得到一个给定的、所需的锡铅比率。

在较佳实施例中，电沉积溶液还包括至少由两种非离子型表面活性剂组成的、经过预电解的添加剂（有关预电解的详细情况在下文中给出）。该添加剂也可以由其它可改善电沉积性能的成分（如二羟基苯或代用的二羟基苯等的抗氧化剂）组成。此外，该添加剂最好还包括一种可对预电解过程提供导电性的电解液。

在一较佳实施例中，电沉积溶液还包括一种未经预电解的脂肪二醛（术语“脂肪二醛”可与“有机添加剂”一词互换地使用）。此种脂

肪二醛在电沉积一层致密、反光涂层的工艺中起着主要的作用。

在该较佳实施例中,非离子型表面活性剂具有下述一般性的结构:



其中, R_1 代表 C_1 至 C_{20} 的直链或支链的烷基, $X-\overset{\overset{R_2}{|}}{\text{CH}}-\text{CH}_2-$; X 代表卤素、甲氧基、乙氧基、羟基或苯氧基; R_2 和 R_3 代表 H 或甲基, 基保 R_2 不等于 R_3 ; m 和 n 是从 1 至 100 的整数, 由于要得到结构的较高的利用率, m 和 n 最好在 10 至 30 之间。脂肪二醛选自由以下各类组成的一组:

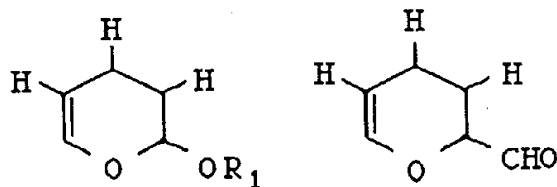
(a) 由下述化学式表示的二醛:



其中 x 是从 0 至 5 的一个整数; 和/或

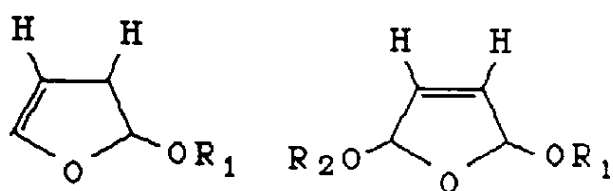
(b) 一种能经受酸性水解的二醛先质, 选自由以下各类组成的一组:

(i) 一种由下面的两个化学式表示的代用的二氢吡喃:



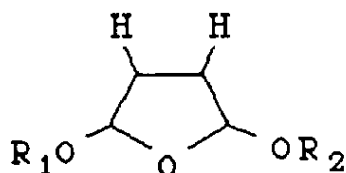
其中, R_1 代表氢或 C_{1-5} 的烷基族; 和/或

(ii) 一种由下式表示的代用的二氢呋喃:



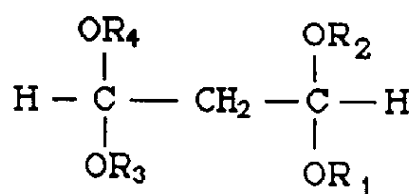
其中, R_1 和 R_2 表示氢或 C_{1-5} 烷基族, 和/或

(iii) 一种由下式表示的代用的四氢呋喃;



其中, R_1 和 R_2 表示氢或 C_{1-5} 烷基族, 和/或

(iv) 一种由下式表示的二醛的乙缩醛:

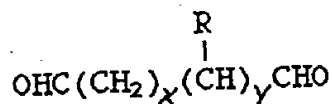


其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; X 是从 1 至 10 的一个整数; 和/或

可以应用其它的表面活性剂和脂肪二醛。例如, 可以推断, 由于化学结构的相似性, 脂肪二醛也可从选自由下述各类组成的更一般

的一组:

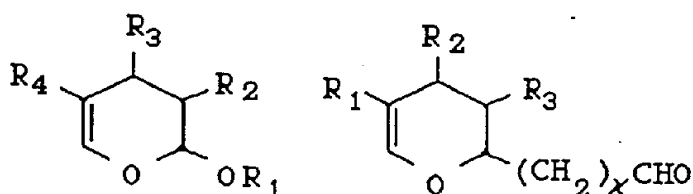
(a) 一种由下式表示的二醛:



其中, R 是 $-\text{OH}$ 或烷基; x 是从 0 至 5 的一个整数; y 是从 0 至 1 的一个整数; 和/或

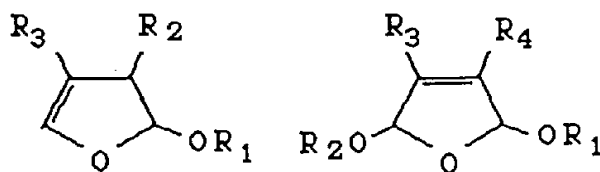
b) 一种选自由下述各类组成的一组的、能经受酸性水解的二醛先质:

(i) 一种由下面二个化学式表示的、代用的二氢吡喃:



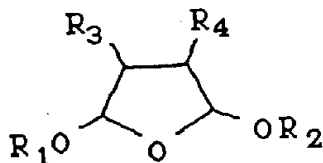
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; x 是从 0 至 5 的一个整数; 和/或

(ii) 一种由下面的化学式表示的、代用的二氢呋喃:



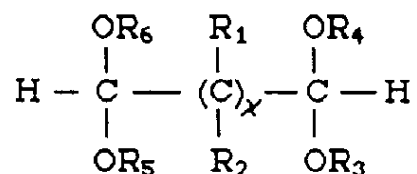
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 的烷基族; 和/或

(iii) 一种由下面的化学式表示的、代用的四氢呋喃:



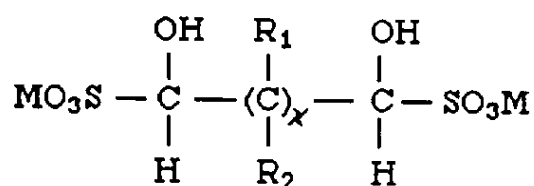
其中, R_1 、 R_2 、 R_3 和 R_4 表示氢或 C_{1-5} 的烷基族; 和/或

(iv) 一种由下式表示的二醛的乙缩醛:



其中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、 R_5 和 R_6 表示氢或 C_{1-5} 烷基族; x 是从 1 至 10 的一个整数; 和/或

(v) 一种由下式表示的羟基磺酸盐:



其中, R_1 和 R_2 表示氢、羟基或 C_{1-5} 的烷基族; M 是一种碱金属, x 是从 0 至 10 的一个整数。

目前, 一种经预电解的添加剂的最佳制品可从 *Technic* 公司购得, 其商品名称为“*TECHNI-SOLDER NF Make Up Additive 72-BC*”。从 *Technic* 公司购得的这种添加剂可产生具有良好的厚度分布和合金组分的焊料沉积物。此外, 可以应用的表面活性剂、脂肪二醛和抗氧化剂也列于由 *Little* 等在 1992 年 5 月 5 日公布的美国专利 5,110,423, 由 *Kroll* 等在 1990 年 5 月 8 日公布的美国专利 4,923,576 和由 *Kroll* 等在 1991 年 1 月 1 日公布的美国专利 4,981,

564 上,以上有关材料在此作为参考。

在电子工业的应用方面,对本发明中的脂肪二醛的浓度的上限有严格的要求,即要使焊料沉积物中的碳浓度不高于 500ppm。该脂肪二醛浓度可根据电沉积溶液的其它条件而有所变动。在一个最佳实施例中,脂肪二醛由在电沉积溶液中的浓度为 50 至小于 400ppm 的范围内的戊二醛所组成。这样一种电沉积溶液能够电沉积吸留碳浓度低于 500ppm 的、致密、反光的涂层。戊二醛浓度如低于 50ppm 将不能产生致密、反光的涂层。这一戊二醛浓度下限低于过去所认为的对于电沉积致密、反光的涂层是必须的戊二醛浓度。在本发明中,这一戊二醛浓度与以预电解的添加剂结合起来就能产生致密、反光的涂层。

如上所述,在电沉积之前对添加剂进行的电解对于在阴极或引线框架上电沉积碳浓度低的、致密、反光的涂层也是必须的。可以相信,通过电解过程产生了表面活性剂的化学改性现象。经过如此化学改性的化合物形成二次组分,这些二次组分与基本组分(脂肪二醛)一起,可实现碳浓度低的、致密、反光的涂层的电沉积。要对这种电解产物的精确结构加以特征化是困难的。但可以相信这些二次组分是由表面活性剂 端(surfactant terminal)基的电解改善所产生的。

在对表面活性剂进行预电解后,将经预电解的添加剂和脂肪二醛及电解液及金属盐源一起形成电沉积溶液。然后应用该电沉积溶

液在阴极上电沉积锡或锡铅合金。

电沉积溶液可以只包括一种表面活性剂，而该表面活性剂可以在与组成电沉积溶液的其余组分进行混合以开始电沉积过程之前进行电解。故总的来说，电沉积溶液可以由一种电解液、一种金属源、由至少一种在电沉积之前经过电解的表面活性剂组成的一种添加剂及一种脂肪二醛所组成。在典型情况下，添加剂中也包含一种抗氧化剂。

为了在阴极上电沉积锡或锡铅合金，将电沉积溶液放置于一个槽内。用于在阴极上电沉积金属的方法和设备是本领域所公知的。

重要的是要注意：在脂肪二醛的浓度高于约 400ppm，以及在典型情况下高于 4000ppm 时，同时在不对至少一种表面活性剂的溶液进行预电解的情况下，也可在阴极上电沉积一个致密、反光的涂层。但是在电沉积溶液包含浓度高于 400ppm 的脂肪二醛的情况下，焊料中将会产生浓度高于 500ppm 的碳的共同电沉积。正如以上所述，由于可焊性方面的原因，在电子工业中，这样高浓度的有机物的共同电沉积是不希望有的。

在本发明中，在电沉积之前必须对至少一种表面活性剂溶液进行预电解。因此，对至少一种表面活性剂进行预电解以及加入不会引起浓度高于 500ppm 的碳的共同电沉积的、浓度在 50 至 400ppm 内的脂肪二醛溶液这二方面的结合是形成能电沉积致密、反光的、不存在浓度高于 500ppm 的共同电沉积碳的锡或锡铅合金涂层的电沉

积溶液的关键。

按照本发明的方法可在阴极上形成一层致密、反光的焊料沉积物。该沉积物的高密度不仅延长了清洗、修整成形工具的时间间隔，而且改善了涂层的可焊性。此外，正如对在引线上有一个电沉积的、致密、反光的涂层的半导体器件进行的水蒸气老化试验的结果所确定和证实的那样，我们发现致密、反光的涂层延长了可焊性的搁置寿命。已发现采用本发明的方法制造的、在引线上有致密、反光涂层的半导体器件的可焊性搁置寿命比在引线上电沉积一个低密度的或表面粗糙的涂层的半导体器件要高二至五倍。

以下是一个应用于在阴极上电沉积致密、反光涂层的工艺步骤的实例。电沉积溶液由以上所描述的组分所组成。在一个较佳的实施例中，从 *Technic* 公司购得的纯的“*TECHNI—SOLDER NF Make Up Additive 72—BC*”在 0.4 至 4.8 安·时/升的条件下进行电解。如“*TECHNI—SOLDER NF Make Up Additive 72—BC*”在小于上述范围（0.4 至 4.8 安·时/升）的条件下进行电解，则在电沉积工艺的开始阶段将不能电沉积致密、反光的涂层。

然后，将经过预电解的“*TECHNI—SOLDER NF Make Up Additive 72—BC*”加到烷基磺酸和烷基磺酸锡或烷基磺酸锡和烷基磺酸铅的混合物的溶液中。为了开始电沉积一层碳浓度等于或低于 500ppm 的、致密、反光的涂层，经预电解的“*TECHNI—SOLDER NF Make Up Additive 72—BC*”的体积应占总的电沉积溶液的

体积的 12—20%。

然后,加入一定量的戊二醇使其在电沉积溶液中的总浓度为 50—400ppm。在较佳实施例中,因为戊二醛可能会在电解过程中部分地离解,故在预电解之后加入附加的戊二醛的剂量是有利的。之后,就可以开始电沉积过程。在阴极上电沉积焊料的工艺是本领域所公知的。

为了维持进行致密、反光的、吸留碳的浓度不高于 500ppm 的涂层的电沉积过程,从 *Technic* 公司购得的“*TECHNI—SOLDER NF Make Up Additive 72—BC*”的体积必须占总溶液体积的 12—20%。只要溶液的电解过程(如在电沉积期间)不停顿地进行长达 48 小时以上,就必需多加入额外剂量的从 *Technic* 公司购得的“*TECHNI—SOLDER NF Make Up Additive 72—BC*”(无需经过电解)以维持其占总体积的 12—20%,从而维持电沉积一个致密、反光的涂层的过程。

如溶液在 48 小时的期间内未被使用,则为了重新开始电沉积一个致密、反光的涂层就必须在溶液中加入经预电解的从 *Technic* 公司购得的“*TECHNI—SOLDER NF Make Up Additive 72—BC*”。

随过时间的推移,溶液中的二价锡(Sn II)将会逐渐地氧化而转变为四价锡(Sn IV)。过量的四价锡是不希望有的。故在典型情况下,当电沉积溶液中的四价锡的浓度高于 3.0 盎司/加仑时,就要进行

絮凝沉淀处理。絮凝沉淀处理的操作是本领域熟知的。简要地说，先将能与四价锡结合在一起的一种树脂加入到溶液中然后再将此种树脂从溶液中除去。

为了减少电沉积溶液中有机物污染的程度以及去除在絮凝沉淀处理过程中遗留下来的、未与四价锡结合的树脂，要进行碳过滤操作。这种碳过滤操作也去除了包括脂肪二醛在内的所需要的有机添加剂，因此必须如上所述那样加入额外剂量的经预电解的“*TECHNI-SOLDER NF Make Up Additive 72-BC*”(从 Tecchnic 公司购得)以及加入额外剂量的未经电解的脂肪二醛，用以重新开始电沉积一个低碳浓度的、致密、反光的涂层。