



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101958259 B

(45) 授权公告日 2014. 09. 03

(21) 申请号 201010226969. 2

US 2007238283 A1, 2007. 10. 11,

(22) 申请日 2010. 07. 12

审查员 吴昊

(30) 优先权数据

12/501, 686 2009. 07. 13 US

(73) 专利权人 LSI 公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 M·A·巴克曼 J·W·奥森巴赫

K·V·德赛

(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 11038

代理人 郭思宇

(51) Int. Cl.

H01L 21/60 (2006. 01)

H01L 21/48 (2006. 01)

H01L 23/485 (2006. 01)

H01L 23/498 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008308297 A1, 2008. 12. 18,

CN 101211878 A, 2008. 07. 02,

US 2003219623 A1, 2003. 11. 27,

权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

通过添加铜对焊料互连的改善

(57) 摘要

本发明涉及通过添加铜对焊料互连的改善。一种形成电子器件的方法, 提供在其上面具有焊料凸块焊盘的电子器件衬底。含镍层位于焊料凸块焊盘之上。在使电子器件经受回流处理之前在含镍层上形成含铜层。

1. 一种形成电子器件的方法,包括:

提供电子器件衬底,所述电子器件衬底具有位于其上的凸块焊盘,所述凸块焊盘包括侧表面和平面顶表面且包含 Al 或 Cu;

在所述凸块焊盘的所述侧表面和所述顶表面上提供含镍层,所述含镍层与所述凸块焊盘的所述侧表面和所述顶表面形成界面;

提供位于所述含镍层之上的焊料凸块,其中所述焊料凸块由银、锡和铜的合金构成;和

在所述含镍层和所述焊料凸块之间形成金属间化合物层,所述金属间化合物层与所述含镍层和所述焊料凸块接触,其中所述金属间化合物层包括:

与所述焊料凸块相邻的第一金属间化合物子层,所述第一金属间化合物子层由镍、铜和锡的合金构成,和

与所述第一金属间化合物子层和所述含镍层相邻的第二金属间化合物子层,所述第二金属间化合物子层由镍和锡的合金构成。

2. 根据权利要求 1 的方法,其中,所述含镍层是元素镍层。

3. 根据权利要求 1 的方法,其中形成所述金属间化合物层包括:熔融与含铜层接触的所述焊料凸块,所述金属间化合物层具有在约 55wt% 至约 65wt% 的范围中的铜浓度。

4. 一种电子器件,包括:

电子器件衬底,具有位于其上的凸块焊盘,所述凸块焊盘包括侧表面和平面顶表面且包含 Al 或 Cu;

位于所述凸块焊盘的所述侧表面和所述顶表面上的含镍层,所述含镍层与所述凸块焊盘的所述侧表面和所述顶表面形成界面;和

位于所述含镍层之上的焊料凸块,其中所述焊料凸块由银、锡和铜的合金构成;和

位于所述含镍层和所述焊料凸块之间的金属间化合物层,所述金属间化合物层与所述含镍层和所述焊料凸块接触,其中所述金属间化合物层包括:

与所述焊料凸块相邻的第一金属间化合物子层,所述第一金属间化合物子层由镍、铜和锡的合金构成,和

与所述第一金属间化合物子层和所述含镍层相邻的第二金属间化合物子层,所述第二金属间化合物子层由镍和锡的合金构成。

5. 根据权利要求 4 的电子器件,其中,所述含镍层是元素镍层。

6. 根据权利要求 4 的器件,其中,所述电子器件衬底是第一衬底,并且,所述器件还包括包含至少一个焊料凸块的第二电子器件衬底,并且,其中所述第一衬底和第二衬底由所述至少一个焊料凸块相耦接。

7. 根据权利要求 4 的器件,其中,所述金属间化合物层位于所述含镍层上且与所述含镍层形成界面。

通过添加铜对焊料互连的改善

技术领域

[0001] 本申请一般针对电子封装,更特别地,涉及倒装芯片(flip-chip)组件。

背景技术

[0002] 倒装芯片封装依赖于焊料以将 IC 连接到封装(预装件)(package)上。这些焊料互连被称为凸块。凸块在常规上由 Pb/Sn 合金制成。但是,随着限制铅的使用的立法的出现,电子工业被推向无铅合金。例如,欧洲联盟在 2003 年采用的 Restriction of Hazardous Substances (RoHS) (对危险物质的限制) 指示将任何均匀成分中的铅的浓度限制到 0.1% (1000ppm) 或更低。大多数常用的无铅凸块合金为三元 Sn/Ag/Cu 和二元 Sn/Ag。Sn/Ag 合金一般被电镀,而 Sn/Ag/Cu 合金一般被糊剂印刷(paste print)。在电镀的 Sn/Ag 的情况下,凸块下金属化(UBM)一般是 Ti/Cu/Ni 的三层;对于 Sn/Ag/Cu 合金,UBM 一般是 Al/Ni/Cu。

发明内容

[0003] 一个方面提供一种形成电子器件的方法。电子器件衬底被提供为上面具有焊料凸块焊盘和位于焊料凸块焊盘之上的含镍层。该方法包括在使电子器件经受回流处理之前在含镍层上形成含铜层。

[0004] 另一方面提供一种电子器件。电子器件包括上面具有凸块焊盘的电子器件衬底。含镍层位于焊料凸块焊盘上,并且,含铜层位于含镍层上。

[0005] 另一方面提供一种形成电子器件的方法。该方法包括设置上面具有焊料凸块的电子器件衬底。在焊料凸块上形成含铜层。

附图说明

[0006] 现在参照结合附图给出的以下的描述,其中,

[0007] 图 1 示出具有根据本公开形成的焊料凸块的电子器件;

[0008] 图 2A 和图 2B 分别示出本公开的凸块焊盘的顶视图和截面图;

[0009] 图 3 提供凸块焊盘的详细示图;

[0010] 图 4A 示出其间具有金属间化合物(IMC)区域的焊料凸块和凸块焊盘;

[0011] 图 4B 示出 IMC 区域的详细示图;

[0012] 图 5A 和图 5B 分别示出本公开的凸块焊盘的顶视图和截面图;

[0013] 图 6A 和图 6B 示出在焊料凸块上形成的含铜层;

[0014] 图 7 和图 8 示出本公开的方法。

具体实施方式

[0015] 在一些情况下,焊料凸块可能在电子器件的设计寿命结束之前失效。一些失效可归因于由于固态机制在失效的焊料凸块内形成机械弱化区域。在例如从器件组件残留或由

器件操作中的热膨胀导致的残余机械应力下,弱化区域会断裂。但是,常规的用于减少凸块失效的方法存在几种缺点。

[0016] 在一个常规的方法中,使得 Cu 凸块焊盘上的 Ni 层足够薄,使得完全熔融的焊料去除一些位置中的 Ni 层,从而将底层的 Cu 暴露于凸块。Cu 中的一些被加入凸块和焊盘之间的 Sn/Cu IMC 区域中。在较低的浓度下,IMC 区域中的一些 Cu 会是有益的。但是,由于 Cu 迅速地与熔融的焊料的 Sn 和 Ag 反应,因此溶于熔体中的 Cu 的量的可控性较差。过量的 Cu 加入可导致另一类的可靠性问题。

[0017] 在另一常规的方法中,为了避免从焊盘消耗 Cu,在 Cu 焊盘的顶部形成 Ni/Au 层或 Ni/Pd/Au 层。在这种情况下,以足以保证 Cu 不在回流中被露出的厚度形成 Ni 和 / 或 Pd 层。虽然这种方法减少与焊料凸块中的 Cu 浓度太大相关的可靠性问题,但是上面描述的断裂问题没有得到改善。这里描述的实施例针对常规的方法的这些限制。

[0018] 当前认识到,可以在回流焊料凸块之前通过在焊料凸块上或在与凸块接合的凸块焊盘上形成含铜层以受控制的方式向 Sn/Ag 焊料凸块添加 Cu。含铜层至少部分地被焊料熔体消耗,从而在焊料凸块、以及焊料凸块和凸块焊盘之间的金属间化合物 (IMC) 区域中形成三元 Sn/Ag/Cu (SAC) 合金。与常规无铅凸块焊料接合相比,IMC 区域具有提高凸块和焊盘之间的接合的机械和电气可靠性的机械性能。这种提高的性能可望减少凸块失效的发生并增加封装的器件的计划操作寿命。

[0019] 首先返回示出组装的电子器件 100 的图 1。器件 100 包含第一电子器件 100a 和第二电子器件 100b。在一些实施例中,器件 100a 是集成电路 (IC) 裸片,器件 100b 是电子器件封装。在示出的实施例中,器件 100a 被颠倒并且焊料凸块 110 位于器件 100a 和器件 100b 之间。在一些实施例中,焊料凸块 110 符合 RoHS 标准。如在本讨论中以及在权利要求中使用的那样,符合 RoHS 的焊料凸块被视为是无铅的。例如通过熔融并冷却焊料凸块 110 的焊料回流工艺,接合器件 100a、100b。这种配置中的接合电子器件的工艺一般被称为“倒装芯片”组装。

[0020] 器件 100a 包含衬底 120 和多个焊料凸块焊盘 130。如在这里以及在权利要求中使用的那样,凸块焊盘是被配置为与焊料凸块形成连接并位于电子器件衬底之上的金属焊盘。电子器件可以为例如 IC 裸片或电子封装。焊盘的边 (on a side) 可以为例如 50 μm 或更大,并且可在其上面包含各种金属层,诸如凸块下金属化、扩散阻挡层或氧化禁止层。在衬底 120 的顶部金属互连层 (未示出) 之上形成焊料凸块焊盘 130。在一些实施例中,衬底 120 为集成电路,并且可包含例如晶体管和金属互连水平面 (level)。与焊盘 130 连接的顶部金属互连层可以是多层互连叠层的顶部的 I/O 焊盘或互连水平面。

[0021] 器件 100b 包含衬底 140 和多个凸块焊盘 150。在一些实施例中,器件 100b 是电子器件封装。衬底 140 可包含例如封装引线和使用引线连接与凸块焊盘 150 的信号路由迹线。衬底 140 可包含器件封装衬底内的多个信号路由层。信号路由层可通过例如连接件与焊盘 150 连接。

[0022] 图 2A 和图 2B 分别示出组装之前的凸块焊盘 150 和衬底 140 的一部分的平面图和截面图。焊盘 150 被示为形成在衬底 140 的上表面上并在其之上延伸。其它的设想的实施例包含焊盘 150 的上表面大致与衬底 140 齐平的那些。根据用于形成器件 100b 的工艺技术,焊盘 150 可以为例如 Al 或 Cu 焊盘。金属层 210 位于焊盘 150 之上。在将焊料凸块

接合到焊盘 150 上之前在焊盘 150 上沉积或形成层 210。虽然示出覆盖焊盘 150 的顶部和侧面,但是,在其它的实施例中,金属层 210 可仅覆盖焊盘 150 的顶部,或者仅覆盖顶部 150 的足以防止焊料凸块 110 和焊盘 150 之间的接触的一部分。并且,可以在金属层 210 和焊盘 150 之间存在未示出的附加的金属层。这些层在一些情况下被用于促进粘接或在金属层 210 和焊盘 150 之间形成扩散阻挡层。

[0023] 如以下进一步描述的那样,层 210 包括含铜子层和含镍子层。层 210 可另外包含被选择为对于焊料凸块 110 和焊盘 150 之间的电气和机械连接赋予特性的一个或更多个金属层。例如,层 210 可包含改善焊料凸块 110 的湿润性的牺牲金属层或用于禁止层 210 表面的氧化的有机涂层。

[0024] 图 3 更详细地示出在本公开的一个实施例中配置的金属层 210。含铜子层 310 位于焊料凸块 110' 和含镍子层 320 之间。在以下的讨论中,关于焊料凸块 110 的“'”表示法指的是接合器件 100a 和器件 100b 之前的焊料凸块 110。如在本公开中以及在权利要求中使用的那样,含铜层可包含元素铜、例如含铜 IMC 的含铜化合物或无铜粘合剂。并且,含铜层可包含具有不同的含铜成分的两个或更多个层,例如,元素铜层和含铜 IMC 层。类似地,如在本公开中以及在权利要求中使用的那样,含镍层可包含元素 Ni 或例如含镍 IMC 的含镍的化合物。并且,含镍层可包括具有不同的含镍成分的两个或更多个层,例如,元素镍层和含镍 IMC 层。为了简洁,在以下的讨论中,在不损失一般性的情况下,子层 310 可被称为铜子层,并且,子层 320 可被称为镍子层。

[0025] 在示出的实施例中,铜子层 310 位于镍子层 320 上以及子层 320 和凸块 110' 之间。已知的倒装芯片工艺不包括焊料凸块和凸块焊盘上的含镍层之间的含铜层。铜子层 310 具有厚度 T_{Cu} ,该厚度 T_{Cu} 被确定为提供导致回流之后凸块 110 中的铜的浓度处于约 0.5wt% - 约 4wt% 的范围中。以下更加详细地探讨这一方面。镍子层 320 具有足以保证子层 320 将在回流之后保持不被破坏使得焊盘 150 不与熔融的凸块 110 接触的厚度 T_{Ni} 。

[0026] 关于图 3 的实施例,任选地,一个或更多个附加的金属层可位于铜子层 310 和镍子层 320 之间。例如,可通过包含例如 Pd 层、Au 层或这两者的末道漆 (finish),包含这样的—一个或更多个层。这些层有时被用于防止凸块焊盘的氧化或促进焊盘的湿润性。如在本公开中以及在权利要求中使用的那样,即使当例如 Au 和 / 或 Pd 的通常用作末道漆的附加的金属层位于子层 310、320 之间,铜子层 310 也位于镍子层 320 之上。

[0027] 在以下讨论的一些实施例中,可在进行组装工艺之前在焊料凸块 110' 上沉积或形成含铜层。在一些实施例中,在将凸块 110' 接合到焊盘 150 上之前,焊料凸块 110' 本质上没有 Cu。本质上没有意味着焊料凸块 110' 中的铜的浓度不超过约 0.1wt%。在非限制性例子中,焊料凸块 110' 在回流之前为约 96.5wt% Sn/3.5wt% Ag (共晶成分)。另外本质上没有 Cu 的焊料凸块不由于在其上面存在形成的含铜层而被视为包含 Cu。

[0028] 图 4A 示出形成焊料接点之后、例如回流之后的焊盘 150 之上的焊料凸块 110。由于金属层 210 的一部分的加入,因此焊料凸块 110 的成分与焊料凸块 110' 的成分不同。金属层 210 在没有限制的情况下被示为仅包含铜子层 310 和镍子层 320。当焊料凸块 110' 中的 Sn 和 / 或 Ag 与金属层 210 中的 Ni 和 / 或 Cu 反应时,回流工艺中的熔融焊料和子层 310、320 之间的反应产生含铜 IMC 区域 410。IMC 可包含例如含有 Cu、Sn、Ag 和 / 或 Ni 的化合物。各化合物与构成元素的特征化学计量相关。焊料凸块 110 和子层 320 之间的基本

上所有的子层 310 可望被熔体消耗并被加入区域 410 和焊料凸块 110 中。如果存在的话,在铜子层 310 上形成的湿润层也被消耗。镍子层 320 本质上没有被破坏,这意味着例如镍子层 320 的连续部分位于区域 410 和焊盘 150 之间。

[0029] 可通过在其中存在各种 IMC 来将区域 410 与焊料凸块 110 区分开。一般地,如由诸如透射电子显微术 (TEM) 的各种分析技术确定的那样,IMC 区域 410 的边界可望是鲜明的。一般地,区域 410 具有焊料凸块 110 的约 0.1%~10% 的总质量。

[0030] 图 4B 更详细地示出 IMC 区域 410。与镍子层 320 共享界面的第一子区域 420 可望基本上由 Ni/Sn 化合物,例如 Ni_3Sn_4 组成。位于子区域 420 和凸块 110 之间的第二子区域 430 可望基本上由 Cu/Sn 化合物例如 Cu_6Sn_5 组成,使得一些 Ni 取代 Cu。子区域 430 中的 IMC 可被称为 (Ni,Cu)/Sn 化合物,以反映存在一定量的 Ni。但是,子区域 430 中的基本上少于 50% 的 Cu 可望被 Ni 取代,因此,出于这种讨论和权利要求的目的,子区域 430 不是含镍层。子区域 430 中的 Cu 的浓度可以为例如约 55wt% - 约 65wt%。

[0031] 在各种实施例中,并且,出于权利要求的目的,子区域 430 被视为含铜层,从而反映其中的高浓度的 Cu。另一方面,焊料凸块 110 不被视为含铜层。凸块 110 具有小于约 5wt% 的铜浓度,并且,其中的铜一般在固溶剂中并且不形成含铜 IMC。即使确实在凸块 110 中形成一些含铜 IMC,这种 IMC 也被广泛分散并且不形成连续的层。

[0032] 当熔融的焊料凸块 110' 被置于与层 210 接触时,子层 310 中的 Cu 溶入焊料凸块 110' 中并与其中的 Sn 和 / 或 Ag 反应,由此形成焊料凸块 110。熔融的焊料凸块 110 中的 Cu 的扩散速度被认为大于约 $0.1 \mu\text{m/s}$ 。凸块组装过程中的典型的焊料回流过程将焊料凸块 110 维持在高于约 220°C 的温度下 60-90s。因此,没有与子区域 430 中的 IMC 结合的子层 310 中的 Cu 可望与焊料凸块 110 中的 Sn 和 Ag 形成 SAC 合金。合金可望在其中具有均匀分布的 Cu。当铜子层 310 被熔融焊料消耗时,焊料与镍子层 320 接触。焊料中的 Sn 与子层 320 中的 Ni 反应以形成 Ni/Sn IMC,包括子区域 420 中的 Ni_3Sn_4 。

[0033] 随着来自焊盘 150 的 Ni 和来自凸块 110 的 Sn 扩散到子区域 420 中,子区域 420 中的 Ni/Sn IMC,例如, Ni_3Sn_4 , 可继续在器件 100 的寿命期间形成。因此,子区域 420 可随着时间在厚度上生长。Ni/Sn IMC 一般是易破裂的,并且,如果子区域 420 变得足够厚,那么子区域 420 会在应力下破裂。破裂会导致器件 100 在到达其额定寿命终点之前失效。

[0034] 但是,与常规的情况不同,子区域 430 的存在被视为抑制子区域 420 的生长。可以认为子区域 430 中的 Cu/Sn IMC 也通过固态机制继续随着时间形成。在器件 100 的寿命期间焊料凸块 110 中的 Cu 向子区域 430 提供 Cu,从而允许子区域 430 生长。子区域 430 可至少用作来自凸块 110 的 Sn 的部分渗坑 (sink),否则该 Sn 会扩散到子区域 420 中。通过限制子区域 420 对 Sn 的可用性,可望限制子区域 420 的生长速度,由此减少器件 100 的失效的发生。并且,子区域 430 中的 Cu/Sn IMC 可望在机械上比子区域 420 的 Ni/Sn IMC 更坚韧,因此,子区域 430 的生长可望不对器件 100 的可靠性造成有害的影响。

[0035] 在回流之前焊料凸块 110' 与 Cu 的合金化与优选的制造方法不相容。为了降低成本并提高产量,当形成焊料凸块 110' 时,制造商强烈优选电镀焊料。但是,Sn、Ag 和 Cu 的电化学电势的固有差异有力地妨碍形成具有稳定 Sn、Ag 和 Cu 浓度的焊料凸块。

[0036] 本公开的实施例通过在组装器件 100a、100b 之前设置铜子层 310 作为 Cu 的来源克服这些缺点。因此,当接合器件 100a、100b 时,可通过例如电镀的常规工艺形成凸块

110'，并且在回流中出现合金化。

[0037] 可通过任何常规或新颖的方法形成铜子层 310。在一些实施例中，通过电镀形成子层 310。在下面进一步讨论的另一实施例中，通过含铜糊剂的模版印刷形成子层 310。一般由凸块 110 中的希望的 Cu 的浓度确定子层 310 的厚度。对于各种形成方法，铜子层 310 的厚度可以不同。例如，在焊盘 150 的尺寸（ $\approx 100\ \mu\text{m}$ ）上，电镀层一般具有非常均匀的厚度。由于所有的 Cu 可望被熔体消耗，因此厚度可由了解焊料凸块 110' 的体积和成分的本领域技术人员确定。

[0038] 在非限制性例子中，对于 $100\ \mu\text{m}$ 焊料凸块 110'，可对于电镀铜子层 310 使用 $0.5\text{--}2\ \mu\text{m}$ 的厚度。该厚度范围可望导致凸块 110 中的 Cu 的浓度处于约 0.5wt% - 约 4wt% 的范围中。在一些情况下，为了应对例如焊料凸块尺寸的变化，可优选至少 $1\ \mu\text{m}$ 的厚度。在一些情况下，Cu 浓度可限于 3wt% 或更少，以使由于过量的 Cu 导致凸块失效的可能性最小化。在这里的实施例中，子层 310 的厚度将可用的 Cu 限于小于 Cu 在凸块 110 的焊料成分中的溶度极限。因此，避免了上述的由于凸块 110 中的过量的 Cu 浓度导致的器件 100 可靠性的降低。

[0039] 含镍子层 320 中的 Ni 溶于凸块 110 中的速度可望明显小于 Cu，例如比铜的速度小 10%。因此，与铜子层 310 相比，子层 320 可相对较薄，并且仍然防止熔融的焊料到达焊盘 150。消耗的子层 320 的总量一般也是回流温度和时间的函数。在一些实施例中，子层 320 的厚度足以在回流工艺的容限期期望的最大时间和温度上保持不被破坏。但是，一般地，希望限制子层 320 的厚度以控制封装工艺的总成本。在一些实施例中，回流之前的子层 320 的厚度比 Ni 的最大期望去除量大至少约 20%。

[0040] 在上述的回流过程中，约 50nm 的镍子层 320 可望被消耗。因此，在一些实施例中，子层 320 具有约 $0.5\ \mu\text{m}$ 的厚度，从而反映上述的考虑的平衡。可以以常规的方式、例如通过物理汽相沉积工艺形成子层 320。

[0041] 如上所述，层 210 可在子层 310、320 之间包含例如 Pd 层和 / 或 Au 层。当存在时，可通过常规的方式形成这些附加的层。在这些实施例中，Cu、Au 和 Pd 层可望被完全消耗，并且，Ni 层如上面描述的那样被部分消耗。

[0042] 图 5A 和图 5B 分别示出凸块焊盘 150 的实施例的平面图和截面图，在凸块焊盘 150 上通过模版印刷在镍子层 320 上形成铜子层 510。铜子层 510 的厚度可与铜子层 310 不同。例如，由于 Cu 粒子之间的自由空间以及载液或粘接剂的存在，印刷到镍子层 320 上的含铜糊剂中的 Cu 的密度可小于电镀膜中的 Cu 的密度。并且，糊剂的厚度均匀性可低于电镀的 Cu。在一些情况下，如示出的那样，印刷的铜子层 310 可能不覆盖整个凸块焊盘 150。在这种情况下，可通过糊剂中的 Cu 浓度的知识确定糊剂层的体积，在焊料凸块 110 中提供希望的 Cu 浓度。

[0043] 图 6A 和图 6B 示出向焊料凸块 110 提供 Cu 的替代性实施例。在图 6A 中，在凸块 110' 上形成含铜层 610。一般地，凸块 110' 在含铜层 610 的形成期间保持固态，但不需要这样。在一些实施例中，上面具有层 610 的凸块 110' 与诸如凸块焊盘 140 的凸块焊盘之上的含 Ni 层接触。当凸块 110' 回流时，层 610 将以与在镍子层 320 上形成铜子层 310 的实施例类似的方式向凸块 110 提供 Cu。可确定在凸块 110 中导致希望的 Cu 浓度的层 610 的厚度。由于 Cu 在焊料凸块 110 整个表面上扩散到其中，因此图 6A 的实施例可导致焊料凸

块 110 中的 Cu 具有比一些其它的实施例更均匀的浓度。

[0044] 可通过例如电镀在焊料凸块 110' 上形成含铜层 610。在非限制性例子中,焊料凸块 110' 被视为具有 100 μm 的直径的球体。在约 15nm- 约 120nm 范围中的层 610 的厚度可在回流之后的凸块 110 中提供具有约 0.5% - 约 4% 的浓度的 Cu。层 610 的约 30nm 的厚度可望导致约 1wt% 的焊料凸块 110 中 Cu 的平均浓度。本领域技术人员能够确定在焊料凸块 110 中产生希望的 Cu 浓度的层 610 厚度。

[0045] 图 6B 示出含铜层是在焊料凸块 110' 上形成的 Cu 糊剂的珠体 620 的实施例。可通过例如将焊料凸块阵列浸入扩展在平坦表面上的含铜浆液中来施加珠体 620。例如,浆液可以是模版印刷糊剂。并且,当与 Ni 层接触并且回流时,珠体 620 可望如上面描述的那样提供 Cu 以形成 IMC 区域 410。本实施例可提供特别经济的在回流期间向凸块 110' 提供 Cu 的手段。

[0046] 现在到示出本公开的方法 700 的图 7。在步骤 710 中,提供上面具有凸块焊盘的电子器件衬底。器件可以例如 IC 裸片。如在本公开中以及在权利要求中使用的那样,“被提供”或“提供”意味着可由执行本公开的方法的个人或商业实体制造的、或者由此从该个人或实体以外的来源、包括另外的个人或商业实体获得的器件、衬底、结构元件等。凸块焊盘在其上面包括诸如镍子层 320 的含镍层。在一些实施例中,含镍层在其上面具有 Au 和 / 或 Pd 层。

[0047] 在步骤 720 中,在对电子器件进行回流处理之前在含镍层上形成含铜层。可如上面描述的那样以常规的方式,例如通过电镀或模版印刷,形成含铜层。本领域技术人员可以理解,这些例子没有排除本公开的范围内的其它等效方法。

[0048] 在一些实施例中,方法 700 继续有步骤 730,在该步骤 730 中,在凸块焊盘上形成焊料凸块。凸块可被熔融,由此在凸块和含镍层之间形成 (Ni,Cu)/Sn IMC 区域。IMC 区域可包含浓度在约 55wt% - 约 65wt% 之间的 Cu。熔融可接合电子器件和器件封装。凸块可位于 IC 裸片或器件封装衬底之上。在熔融之前,焊料凸块可本质上没有 Cu,例如,由 Sn/Ag 焊料合金形成。熔融可以是例如常规的焊料回流工艺。凸块和含镍层之间的任何层,例如金或钯,可望基本上被焊料熔体消耗并溶于其中。在一些实施例中,熔融之后的焊料凸块包含浓度在约 0.5wt% - 约 4wt% 之间的 Cu。在一些实施例中,焊料凸块具有约 100 μm 的直径,并且,含铜层具有在约 0.5 μm - 约 2 μm 范围中的厚度。

[0049] 最后,图 8 示出如图 6A 和图 6B 的实施例所示的那样在焊料凸块上形成含铜层的方法 800。在步骤 810 中,提供上面具有焊料凸块焊盘的电子器件衬底。这种衬底可以是例如集成电路或器件封装。在步骤 820 中,在焊料凸块上形成含铜层。

[0050] 在一些实施例中,方法 800 继续有步骤 830,其中焊料凸块被熔融,由此在焊料凸块和凸块焊盘之间形成 (Ni,Cu)/Sn IMC 区域。焊料凸块可在熔融之前与含镍层接触。任选地,焊料凸块可在其上面形成含铜层之后、但在使焊料凸块与含镍层接触之前被回流。IMC 区域中的 Cu 的浓度可以在约 55wt% - 约 65wt% 的范围中。在一些实施例中,衬底为 IC 裸片,而在一些其它的实施例中,衬底为器件封装衬底。例如,可通过电镀或从铜糊剂形成含铜层。在一些实施例中,在凸块上形成的 Cu 的质量为在其中加入 Cu 之前的焊料凸块的质量的约 0.5% - 约 4%。

[0051] 本领域技术人员可以理解,可对于描述的实施例提出其它的和进一步的添加、删

除、替代和修改。

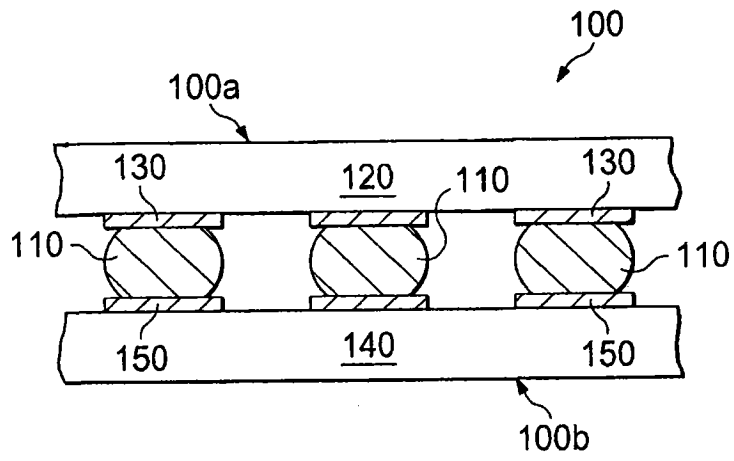


图 1

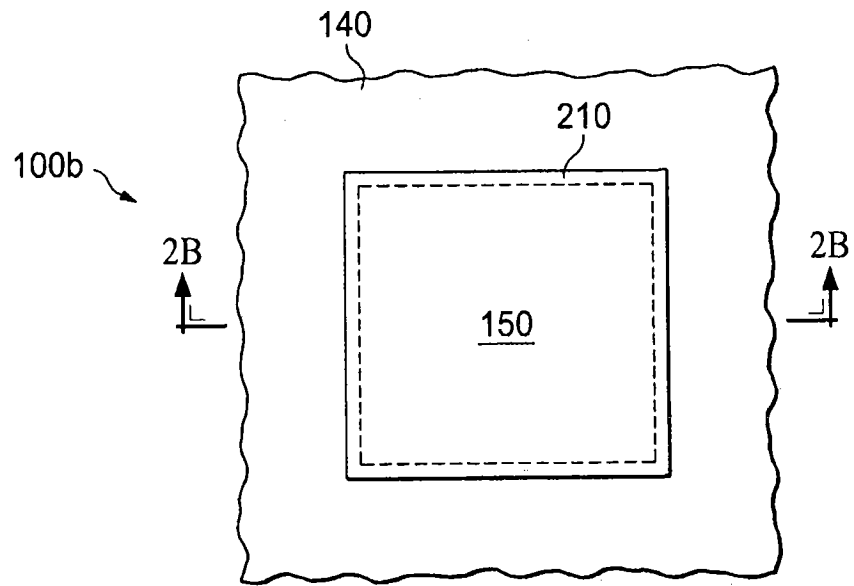


图 2A

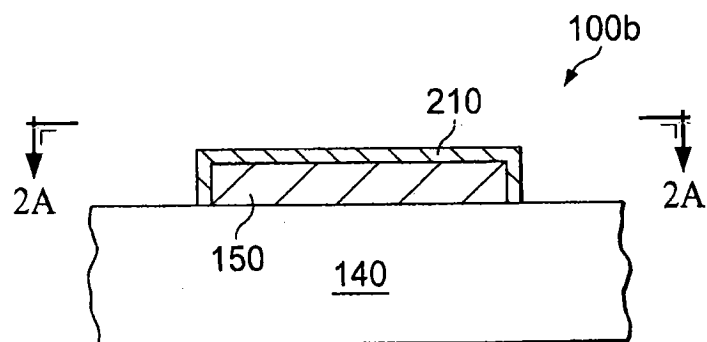


图 2B

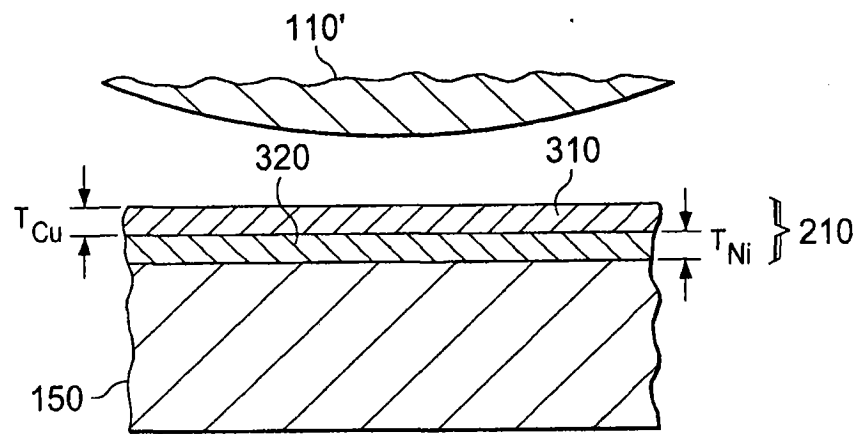


图 3

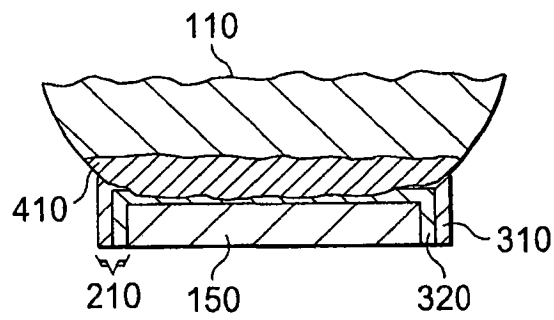


图 4A

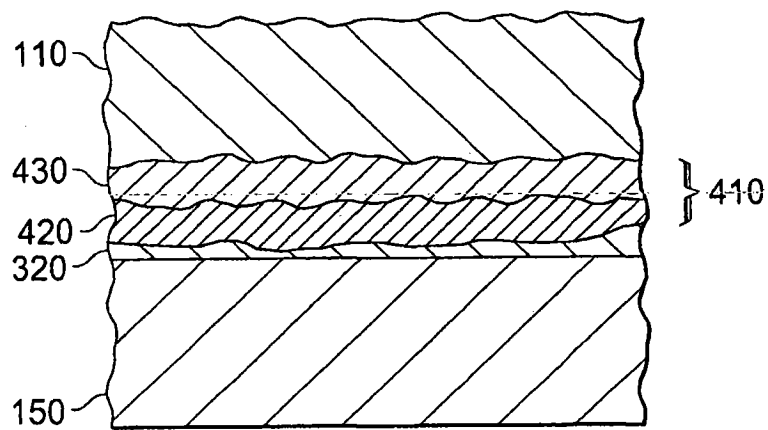


图 4B

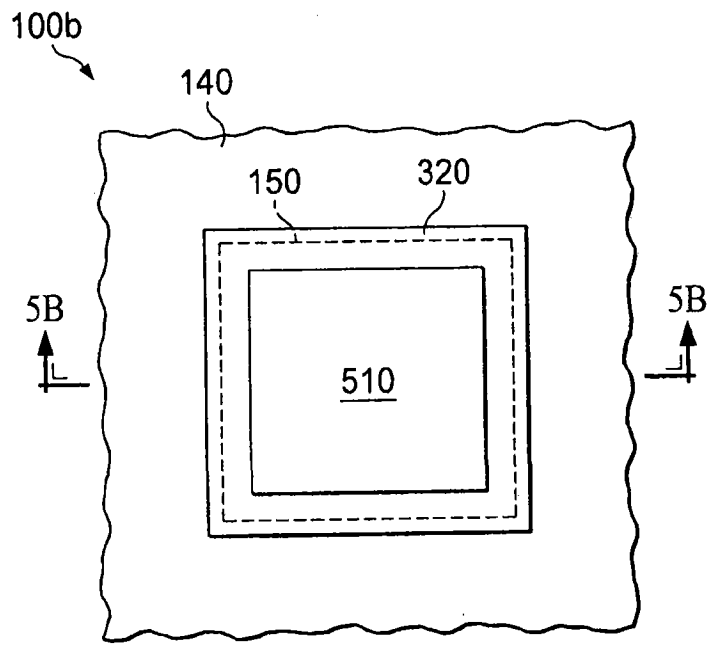


图 5A

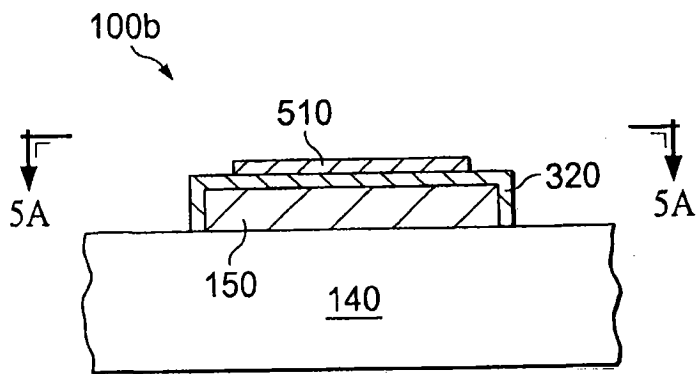


图 5B

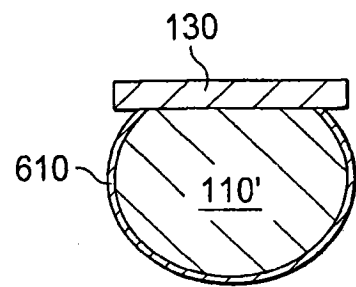


图 6A

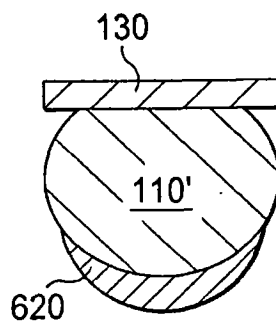


图 6B

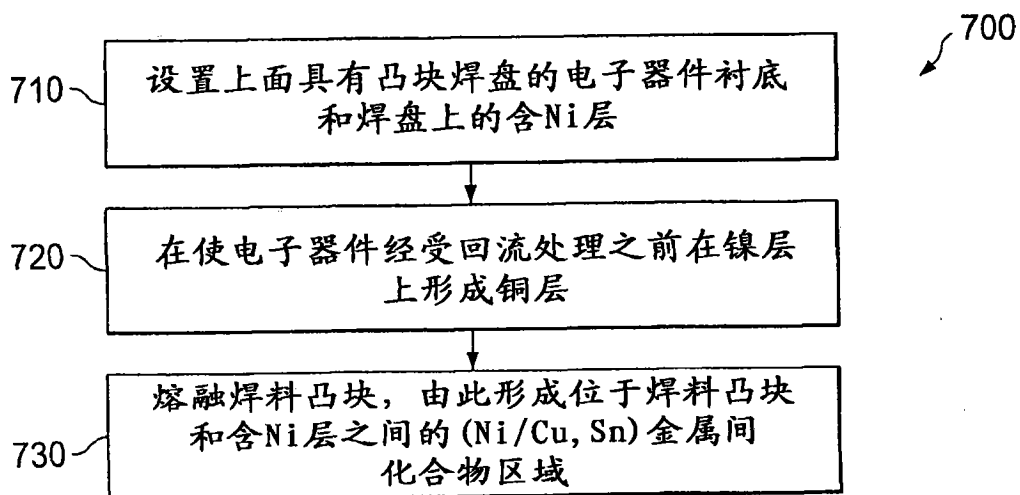


图 7

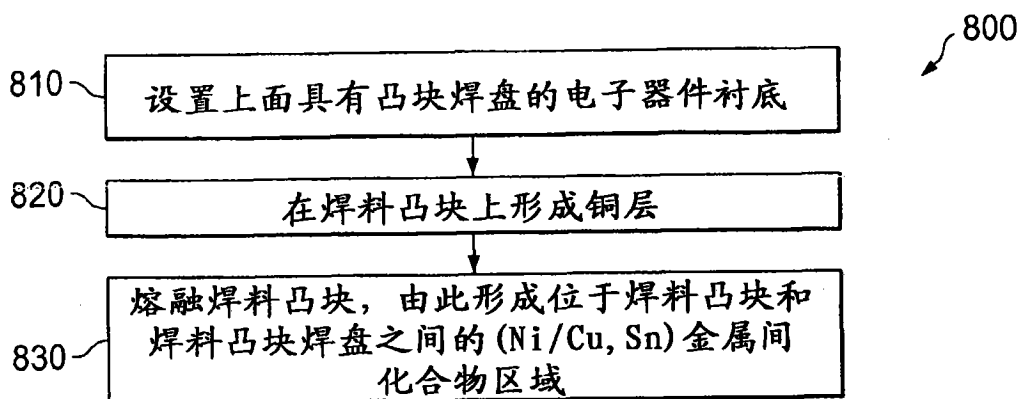


图 8