



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105283954 B

(45)授权公告日 2018.12.18

(21)申请号 201480024991.5

(22)申请日 2014.04.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105283954 A

(43)申请公布日 2016.01.27

(30)优先权数据
61/819281 2013.05.03 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.11.02

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2014/034896 2014.04.22

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/179108 EN 2014.11.06

(73)专利权人 霍尼韦尔国际公司
地址 美国新泽西州

(72)发明人 J·李 K·B·阿尔鲍夫

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 申屠伟进 张涛

(51)Int.Cl.
H01L 23/48(2006.01)

(56)对比文件
CN 102814596 A, 2012.12.12,
US 6203931 B1, 2001.03.20,
US 2004/0155336 A1, 2004.08.12,
US 2012/0313230 A1, 2012.12.13,
US 2011/0108965 A1, 2011.05.12,

审查员 周文龙

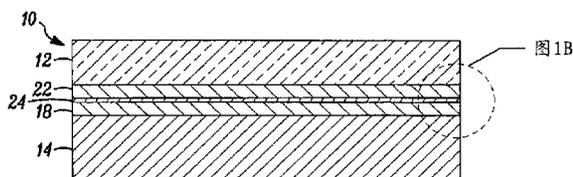
权利要求书1页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

用于无铅焊料连接的引线框架结构

(57)摘要

一种电子封装装置,供电子封装装置里使用的引线框架结构,以及用于制造电子封装装置的方法。例如由铜制成的引线框架包括例如镍的金属阻挡层以防止引线框架的金属的氧化。例如铜的相对薄的润湿促进层被提供在金属阻挡层上以在通过其芯片连接至引线框架的管芯连接工艺期间促进诸如无铅、锌基焊料的焊料均匀润湿至引线框架上。铜/锌金属间层在焊料的流动和固化期间形成。在铜/锌金属间层的形成期间消耗铜层中基本上所有的铜,以及金属间层足够薄以在电子封装装置的制造和后续使用期间抵抗内部破裂故障。



1. 一种引线框架结构,包括:
引线框架,具有表面;
金属阻挡层,布置在所述引线框架的所述表面上;以及
润湿促进层,布置在所述金属阻挡层上,其中在润湿促进层之上使锌基焊料流动;
在锌基焊料上放置芯片;以及
用在锌基焊料和金属阻挡层之间的金属间层的形成固化锌基焊料,金属间层包括包含锌的金属间化合物,所述金属间层具有在3 μm 和10 μm 之间的厚度。
2. 根据权利要求1所述的结构,其中,润湿促进层选自铜和铜合金。
3. 根据权利要求1所述的结构,其中,润湿促进层选自锌、铋、锡、镧、金、银、钯、铂及其合金。
4. 根据权利要求1所述的结构,其中,所述润湿促进层具有在1 μm 和10 μm 之间的厚度。
5. 一种电子封装装置,包括:
引线框架,具有表面;
金属阻挡层,布置在所述引线框架的所述表面上;
芯片,经由锌基焊料层连接至所述金属阻挡层;以及
金属间层,布置在所述金属阻挡层与所述锌基焊料层之间,所述金属间层包括包含锌的金属间化合物。
6. 根据权利要求5所述的装置,其中,所述金属间化合物是锌-铜金属间化合物。
7. 根据权利要求5所述的装置,其中,所述金属间层具有在3 μm 和10 μm 之间的厚度。
8. 一种制造电子封装装置的方法,所述方法包括下述步骤:
提供引线框架,所述引线框架包括布置在引线框架的表面上的金属阻挡层,以及布置在金属阻挡层上的润湿促进层;
通过以下步骤将芯片连接至引线框架:
在润湿促进层之上使锌基焊料流动;
在锌基焊料上放置芯片;以及
用在锌基焊料和金属阻挡层之间的金属间层的形成固化锌基焊料,金属间层包括包含锌的金属间化合物。
9. 根据权利要求8所述的方法,其中,润湿促进层选自铜和铜合金,以及金属间化合物是锌-铜金属间化合物。
10. 根据权利要求8所述的方法,其中,润湿促进层选自锌、铋、锡、镧、金、银、钯、铂及其合金,以及金属间化合物是锌-铜金属间化合物。

用于无铅焊料连接的引线框架结构

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求享有2013年5月3日提交的名称为“LEAD FRAME CONSTRUCT FOR LEAD-FREE SOLDER CONNECTIONS”的临时申请号61/819,281的优先权,该申请通过全文引用的方式并入本文中。

技术领域

[0003] 本公开涉及电子封装装置,并且特别地涉及使用无铅焊料形成在芯片与引线框架之间的焊接连接,以及引线框架结构和制造电子封装装置的方法。

背景技术

[0004] 焊料材料用在各种电机和电子设备的制造和组装中。在过去,焊料材料已经通常包括大量的铅以提供具有诸如熔点、润湿性质、延展性和热导率的所需性质的焊料材料。也已经开发了一些锡基焊料。更近一些,已经尝试生产提供所需性能特性的无铅和无锡的焊料材料。

[0005] 在电子制造工业中,焊料材料用于在芯片与引线框架之间做出焊接连接。无铅焊料的一个系列是锌基焊料,其是包括作为主要成分的锌连同诸如铝和/或附加元素的其他合金元素的合金,如例如名称为“Lead-Free Solder Compositions”的转让给本发明的受让人的美国专利申请序列号13/586,074(美国专利申请公开号2013/0045131)中所讨论的那样,该申请的全部公开内容通过引用明确地并入本文中。

发明内容

[0006] 本公开提供了一种电子封装装置、供电子封装装置里使用的引线框架结构、以及用于制造电子封装装置的方法。

[0007] 例如由铜制成的引线框架包括例如镍的金属阻挡层以防止引线框架的金属的氧化。例如铜的相对薄的润湿促进层被提供在金属阻挡层上以促进诸如无铅、锌基焊料的焊料在通过其将芯片连接至引线框架的管芯连接工艺期间均匀润湿至引线框架上。铜/锌金属间层在焊料的流动和固化期间形成。铜层中基本上所有的铜在铜/锌金属间层的形成期间被消耗,并且金属间层足够薄以在电子封装装置的制造和随后使用期间抵抗内部破裂故障。

[0008] 本公开在其一个形式中提供了一种电子封装结构,包括具有表面的引线框架;布置在引线框架的表面上的金属阻挡层;经由锌基焊料层连接至金属阻挡层的芯片;以及布置在金属阻挡层和锌基焊料层之间的金属间层,金属间层包括包含锌的金属间化合物。

[0009] 本公开在其另一形式中提供了一种制造电子封装装置的方法,所述方法包括下述步骤:提供引线框架,该引线框架包括布置在引线框架的表面上的金属阻挡层,以及布置在金属阻挡层上的润湿促进层;通过以下步骤将芯片连接至引线框架:在润湿促进层之上使锌基焊料流动;在锌基焊料上放置芯片;以及用在锌基焊料和金属阻挡层之间的金属间层

的形成固化锌基焊料,金属间层包括包含锌的金属间化合物。

[0010] 本公开在其进一步形式中提供了一种引线框架结构,包括具有表面的引线框架;布置在引线框架的表面上的金属阻挡层;以及布置在金属阻挡层上的润湿促进层。

[0011] 在其又进一步形式中,本公开提供了一种制造引线框架结构的方法,方法包括下述步骤:提供具有表面的引线框架;在引线框架的表面形成金属阻挡层;以及随后,在金属阻挡层上形成润湿促进层。

附图说明

[0012] 参考结合附图的本公开的实施例的以下描述,本公开的上述和其他特征以及实现它们的方式将变得更加显而易见并且将被更好理解,其中:

[0013] 图1A是包括连接至引线框架的芯片的示例性电子封装装置的示意性横截面视图;

[0014] 图1B是图1A的一部分的局部视图;

[0015] 图2A是用在图1A和1B的电子封装装置中的示例性引线框架结构的示意性横截面视图;以及

[0016] 图2B是图2A的一部分的局部视图。

[0017] 图3和4对应于示例1,其中:

[0018] 图3是具有2 μm 厚度的铜层的引线框架结构的横截面光学显微图像;以及

[0019] 图4是具有8 μm 厚度的铜层的引线框架结构的横截面光学显微图像。

[0020] 图5-7对应于示例2,其中:

[0021] 图5是润湿至图3的引线框架上的锌基焊料的图像;

[0022] 图6是润湿至图4的引线框架上的锌基焊料的图像;以及

[0023] 图7是润湿至包括镍阻挡层但是缺乏铜层的控制引线框架上的锌基焊料的图像。

[0024] 图8-11对应于示例3,其中:

[0025] 图8是固化至图5的引线框架上的锌基焊料的扫描电镜(SEM)横截面图像;

[0026] 图9A、9B和9C是分别对应于针对镍、铜和锌的图8的X射线扫描元素分析的一系列绘图;

[0027] 图10是固化至图6的引线框架上的锌基焊料的扫描电镜(SEM)横截面图像;以及

[0028] 图11A、11B和11C是分别对应于针对镍、铜和锌的图10的X射线扫描元素分析的一系列绘图。

[0029] 对应的附图标记遍及若干视图指示对应的部分。本文中陈述的例证说明了本公开的实施例并且这样的例证不要被解释为以任何方式限制本发明的范围。

具体实施方式

[0030] 参照图1A和1B,示出了根据本公开的示例性电子封装装置10的示意性横截面视图,包括经由以下描述的类型多层焊接连接、并且特别是包括无铅、锌基焊料的焊接连接而连接至引线框架14的芯片12(即,集成电路和/或微处理器)。

[0031] 在通过其芯片经由焊接连接而连接至引线框架结构16以形成图1A中示出的电子封装装置10的管芯连接工艺中使用之前的根据本公开的引线框架结构16被示出在图2A和2B中。引线框架结构16包括形式为金属、导电性衬底的引线框架14,一个或多个芯片可以附

接至引线框架14,并且引线框架14和/或所附接的芯片也可以包括与其连接的电引线或其他部件(未示出)。引线框架14通常由纯铜或铜合金制成。

[0032] 当引线框架14由纯铜或铜合金制成时,然而,引线框架14的铜的表面一旦与大气中氧气接触则将倾向于自然地氧化为氧化铜,由此形成氧化铜层。氧化铜是电绝缘的,这可能降低引线框架14的电导率,并且所形成的任何氧化铜层也可能阻碍在管芯连接工艺期间液体焊料润湿引线框架14的表面的能力和/或可能损害引线框架14和芯片12之间得到的连接的完整性。

[0033] 引线框架14配备有在引线框架14的至少一个表面上、以及取决于应用任选地在引线框架14的相对表面的每一个上的金属阻挡层18,以便于防止下层引线框架14的金属的氧化。阻挡层18可以由与引线框架14的金属相比具有减小的氧化倾向的金属制成。在一个实施例中,阻挡层18由纯镍或镍合金制成。因此,阻挡层18覆盖引线框架14的表面并且防止引线框架14的金属接触周围环境和自然地与氧气进行氧化。此外,如以下讨论的,阻挡层18也用于防止引线框架14的金属接触在管芯连接工艺期间用于将芯片12固定至引线框架14的焊料,这导致在引线框架14的金属与焊料的(一个或多个)金属之间形成金属间化合物。

[0034] 阻挡层18可以通过镀敷工艺诸如经由电镀或化学镀形成在引线框架14上。此外,阻挡层18可以以连续或覆盖(blanket)的方式形成在引线框架14的整个表面之上,或者备选地可以选择性形成在引线框架14的表面的管芯焊垫区域和/或其他选择区域之上。

[0035] 在电镀工艺中,引线框架14是在要沉积的溶解金属的溶液的电镀浴中的阴极。要沉积的金属通常是阳极。一旦施加电流,浴液中溶解的金属离子被还原并且沉积至引线框架阴极上以形成阻挡层18。

[0036] 在一个实施例中,氨基磺酸盐电解质溶液可以包含溶解的镍,并且电镀浴也可以缺乏通常以例如增亮剂形式存在的有机添加剂。前述溶液的使用导致具有稍微粗糙或“不光滑”涂层的沉积金属表面。

[0037] 备选地,可以使用化学沉积工艺,其不在存在所施加的电流的情况下进行,而是采用诸如水合次磷酸钠($\text{NaPO}_2\text{H}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)的还原剂以还原来自溶液的所沉积的金属的离子并且沉积金属至引线框架14的表面上的自动催化反应。根据这样的工艺镀敷至引线框架上的镍阻挡层可以称为“化学镀的镍”层,并且通常将是包括例如与约2-4重量%的磷形成合金的镍的镍合金。

[0038] 通常,阻挡层18的厚度至多10微米(μm),诸如在 $1\mu\text{m}$ 和 $10\mu\text{m}$ 之间。在一个实施例中,阻挡层18的厚度可以例如小如1、2或 $3\mu\text{m}$ 以及大如5、6、7、8、9或 $10\mu\text{m}$,或者可以具有在所述值的任何对之间定义的任何范围内的厚度。

[0039] 参照图2A和图2B,引线框架结构16包括润湿促进层20,其可以备选地称为润湿促进“毛刺(flash)”,并且出于以下讨论的原因而可以与阻挡层18相比相对薄。润湿促进层20形成在阻挡层18上当液体焊料在管芯连接工艺期间流动至引线框架14上时帮助液体焊料以均匀方式润湿在引线框架14之上。

[0040] 润湿促进层20可以是铜或铜合金层,尽管可以备选地是锌、铋、锡、铟或贵金属诸如金、银、钯、铂,以及前述的合金的层。特别地,已经发现,某些焊料合成物以及特别是在本文中公开的类型锌基焊料合成物非常均匀和有效地润湿在铜或铜合金表面之上。如果需要的话,引线框架结构16可以在用在管芯连接工艺中之前在惰性环境中被封装以防止润湿

促进层20的氧化。如果除了促进焊料润湿之外需要抗氧化,则层20可以备选地是金、铂、钯、钨或银的层。

[0041] 层20可以具有至多10微米(μm)诸如在1 μm 和10 μm 之间的厚度。在一个实施例中,铜层16的厚度可以例如小如1、2或3 μm 并且大如5、6、7、8、9或10 μm ,或者可以具有在前述值的任何对之间定义的任何范围内的厚度。

[0042] 类似于其中阻挡层18形成在引线框架14上的方式,层20可以例如经由电解或化学镀工艺沉积在阻挡层18上,并且也可以以连续或覆盖方式沉积在整个引线框架和/或阻挡层之上,或者备选地可以沉积在阻挡层和/或引线框架的表面的仅管芯焊垫区域和/或其他选择区域之上。

[0043] 参照图1A和1B,无铅、锌基焊料可以有利地用在本封装装置中以用于使用焊料层22将芯片12连接至引线框架14。如在本文中使用的,术语“无铅”或“无铅焊料”指代包括小于0.1重量%的铅的焊料材料。而且,如在本文中使用的,术语“锌基”或“锌基焊料”指代与一个或多个其他元素组合或合金化的包括锌的焊料合成物,在该焊料合成物中锌作为多数或主要成分而存在。合适的锌基焊料公开在以上所并入的美国专利申请序列号13/586,074中。

[0044] 本发明人已经发现直接地施加锌基焊料至铜引线框架的缺点在于,虽然锌基焊料在管芯连接工艺期间均匀地润湿铜引线框架的表面,但是对于锌基焊料通常大于330 $^{\circ}\text{C}$ 的液体、可流动的锌基焊料的提高的液相线温度导致形成相对脆弱的铜/锌(Cu/Zn)金属间化合物并且通常表明锌基焊料固化时在铜引线框架和锌基焊料之间形成Cu/Zn金属间层或界面。当液体锌基焊料被直接施加至铜引线框架时,金属间层可以相对厚。

[0045] 额外地,在其中电子封装装置暴露至诸如例如大于约150 $^{\circ}\text{C}$ 的高温的服务应用中的封装装置的制造之后以及使用期间,可以形成另外的Cu/Zn金属间化合物,并且以该方式Cu/Zn金属间层或界面的厚度可以随着时间增大。在许多电子封装配置中,特别是在具有例如大于25 mm^2 的芯片至引线框架连接的“大框架”应用中,Cu/Zn金属间层的厚度可以具有不希望的厚度,或者可以最终在使用期间增大至不希望的厚度,从而潜在地导致管芯破裂事件,在管芯破裂事件中芯片和引线框架之间的连接跨相对脆弱的金属间层发生故障。此外,锌基焊料的相对高的模量倾向于向前述连接提供很少的应力减轻。

[0046] 额外地,锌基焊料倾向于相当差地润湿至诸如镍的金属阻挡层上,金属阻挡层被提供用于保护下层引线框架免于氧化,如以上讨论的那样。

[0047] 然而,在此所公开的本封装装置中提供的层20是相对薄的,并且为了以下讨论的原因可以视作是润湿诱导、牺牲层。当由例如铜或铜合金制成时,层20初始地提供暴露的铜层或表面以一旦在管芯连接工艺期间流动施加而促进锌基焊料的均匀润湿,以及仍基本上完全与锌基焊料中的锌反应以在阻挡层18和焊料层22之间形成薄的、专用的Cu/Zn金属间层24或界面,如图1A和1B中示出的那样。专用的Cu/Zn金属间层24来源于消耗铜层20中初始存在的基本上所有的铜,并且由此导致相对薄的Cu/Zn金属间层,并且由于在管芯连接工艺中焊料流动期间铜层20中的基本上所有的铜与焊料中的锌组合以形成金属间层24的事实而在电子封装装置的使用期间不可能增大。而且,专用的Cu/Zn金属间层24足够薄以使得大大降低了这样的层内破裂故障的可能性,从而导致对于封装结构的良好的耐久性特性。

[0048] 专用的Cu/Zn金属间层24可以具有至多10微米(μm)诸如在3 μm 和10 μm 之间的厚度。

在一个实施例中,铜层16的厚度可以例如小如3、4或5 μm 并且大如5、6、7、8、9或10 μm ,或者可以具有在所述值的任何对之间定义的任何范围内的厚度。

[0049] 虽然焊料层22已经被描述为无铅、锌基焊料,但是在备选实施例中焊料层22可以是无铅、锡基焊料。如在本文中使用的,术语“锡基”或“锡基焊料”指代与一个或多个其他元素组合或合金化的包括锡的焊料合成物,在该焊料合成物中锡作为多数或主要成分而存在。在这样的实施例中,金属间层24将是Cu/Sn金属间层。

[0050] 在另外备选实施例中,焊料层22可以是铅基焊料。如在本文中使用的,术语“铅基”或“铅基焊料”指代与一个或多个其他元素组合或合金化的包括铅的焊料合成物,在该焊料合成物中铅作为多数或主要成分存在。在这样的实施例中,金属间层24将是Cu/Pb金属间层。

[0051] 示例

[0052] 以下非限定性示例图示了本发明的各个特征和特性,这不要被解释为限制于此。

[0053] 示例1

[0054] 引线框架结构的准备

[0055] 在该示例中,准备根据本公开的引线框架结构。获得纯铜引线框架,并且使用化学镀工艺用纯镍镀敷该纯铜引线框架至6 μm 的厚度。

[0056] 相对薄的铜层经由电镀工艺沉积至镍层上。

[0057] 图3是具有2 μm 厚度的铜层的第一引线框架结构的SEM横截面图像,以及图4是具有8 μm 厚度的铜层的第二引线框架结构的SEM横截面图像。引线框架结构包括铜引线框架104、镍镀敷层102和铜毛刺100。

[0058] 示例2

[0059] 焊料润湿研究

[0060] 锌基焊料被加热至其液相线温度之上并且使用ASM 890管芯接合器被润湿至图3和4的引线框架上,分别得到图5和图6的图像中所示出的结果。如图5和图6中所示出的,锌基焊料利用主要覆盖在具有2 μm (图5)和8 μm (图6)铜层的引线框架的两者上而均匀地润湿在引线框架的铜层之上。

[0061] 在比较示例中,相同的锌基焊料被润湿至包括镍阻挡层但是不包括重叠的铜层的控制引线框架上。如图7中可见,焊料润湿不是均匀的,而是观测到大面积的去润湿(dewetted)的焊料,连同表示了焊料流动期间变得与主要焊接区域分隔开的焊料体积的焊料球。

[0062] 示例3

[0063] Cu/Zn金属间层的分析

[0064] 图8和图10分别是在锌基焊料流动并固化至引线框架上之后对图5和图6的引线框架获取的SEM横截面图像。图9A、图9B和图9C以及图11A、图11B和图11C是贯穿材料引线框架的横截面在各个深度处获取的X射线扫描元素分析。

[0065] 参照图8以及图9A、图9B和图9C,对于具有2 μm 铜层的引线框架,层中的基本上所有的铜与来自锌基焊料的锌反应以形成具有约2 μm 厚度的Cu/Zn金属间层,其中基本上没有铜层仍然为未反应的纯铜。参照图8,引线框架结构包括铜引线框架308、镍306、铜-锌金属间层304以及锌基焊料302。参照图9A、图9B和图9C,可以看到形成了纯镍的明显不同的层,以

及Cu/Zn金属间层。

[0066] 参照图10以及图11A、图11B和图11C,对于具有8 μm 铜层的引线框架,在铜层中至多约4 μm 的深度的铜与来自锌基焊料的锌反应以形成具有约4 μm 的厚度的Cu/Zn金属间层,其中原始铜层的约4 μm 的纯铜仍然是纯的并未反应的。参照图10,引线框架结构包括铜引线框架208、镍206、铜层204、铜-锌金属间层202以及锌基焊料200。参照图11A、图11B和图11C,可见形成了纯镍和纯铜的明显不同的层,以及Cu/Zn金属间层。

[0067] 尽管本公开已经描述为具有示例性设计,但是可以在本公开的精神和范围内进一步修改本公开。本申请因此意在覆盖使用其普遍原理的本公开的任何变形、使用或修改。此外,本申请意在覆盖来自本公开的如落入本公开所属领域中已知或惯例实践内并且落入所附权利要求的限制内的这些方案。

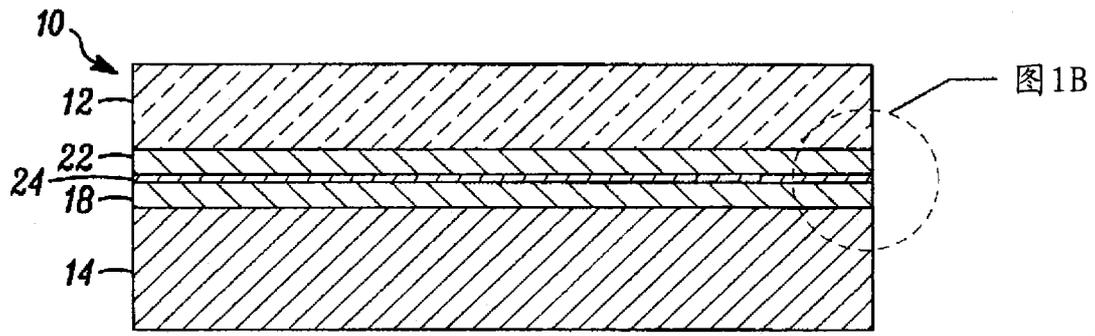


图1A

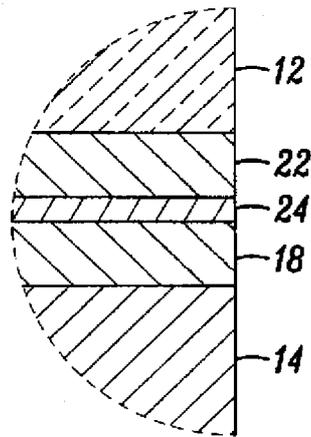


图1B

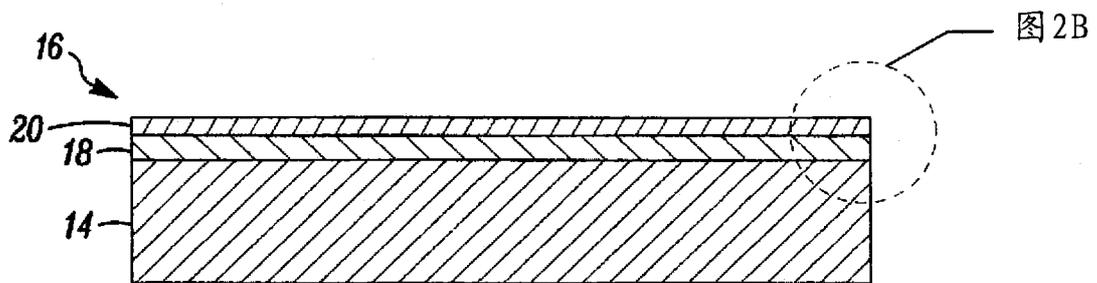


图2A

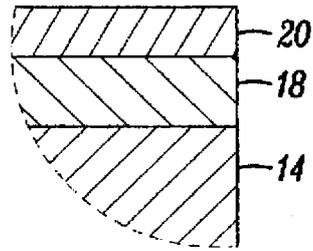


图2B

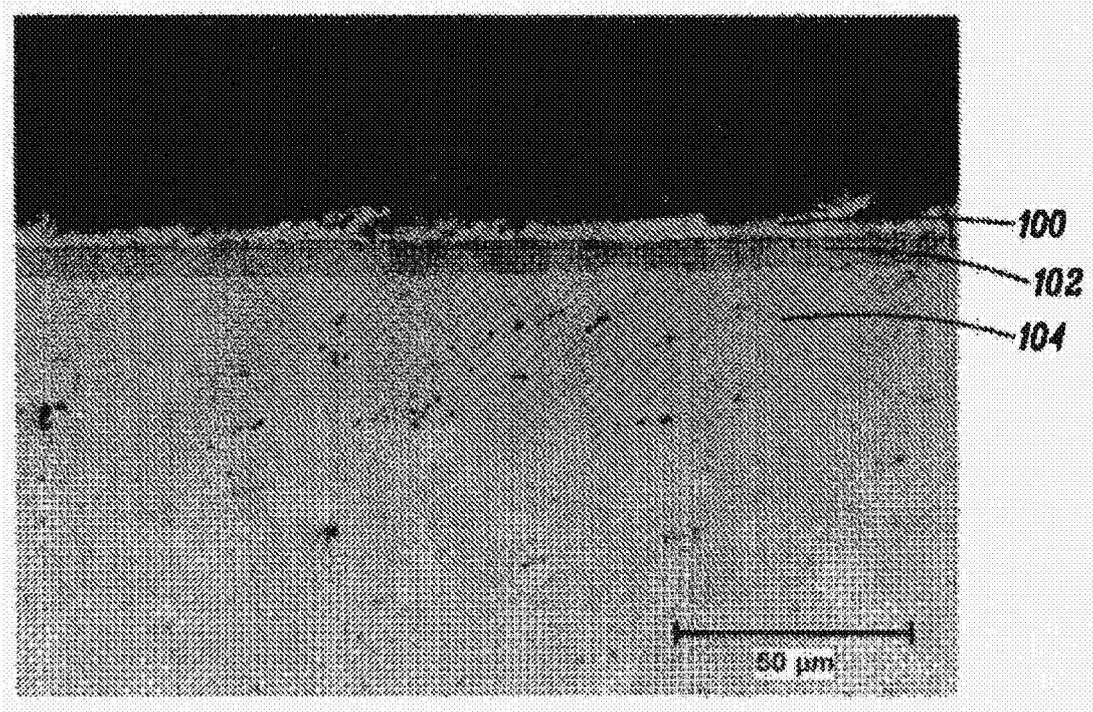


图3

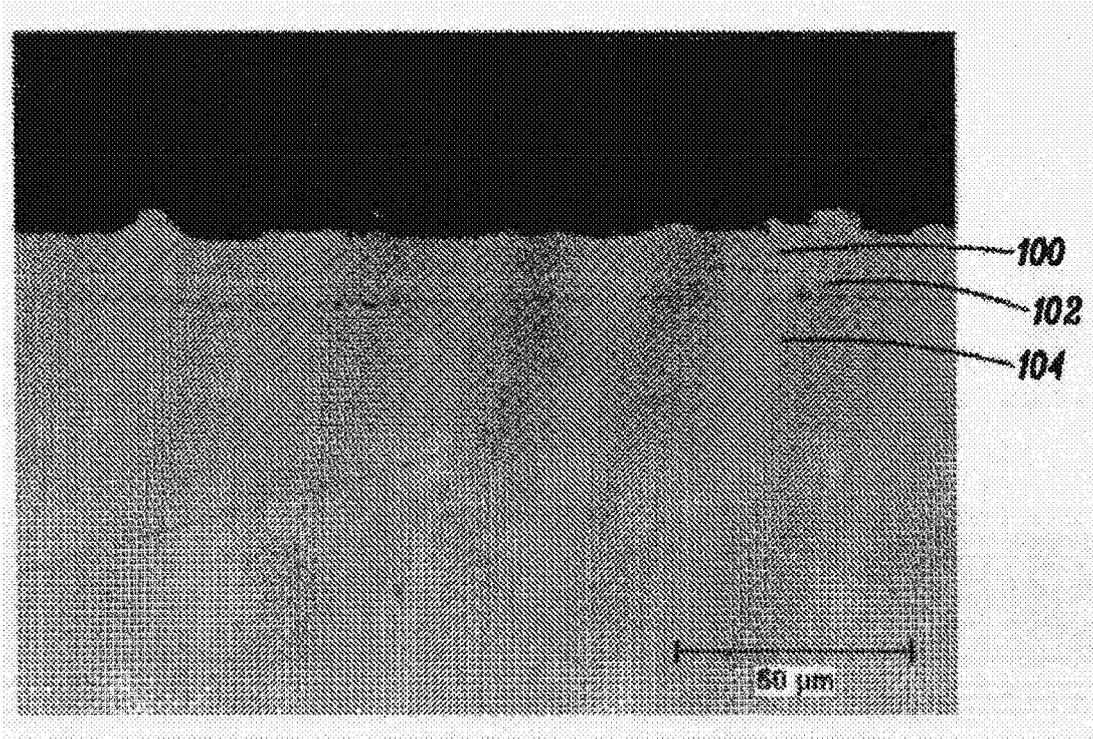


图4

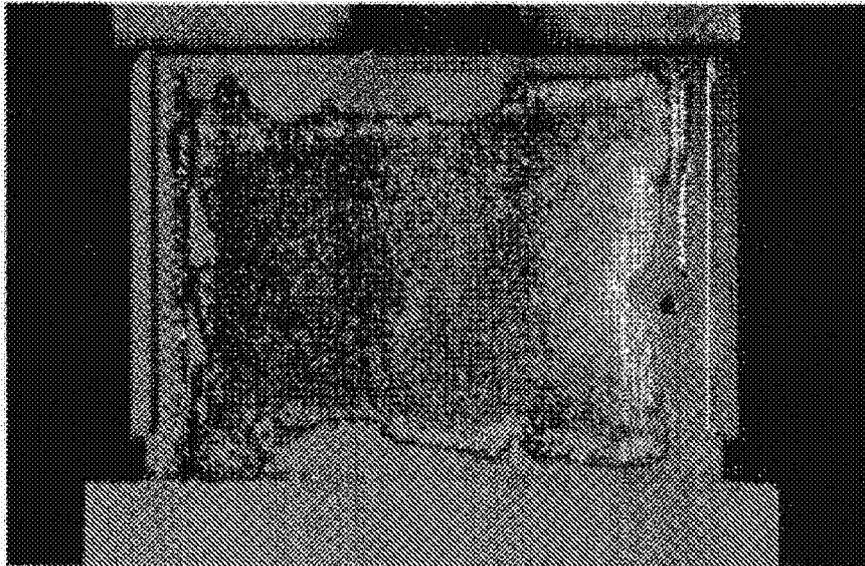


图5

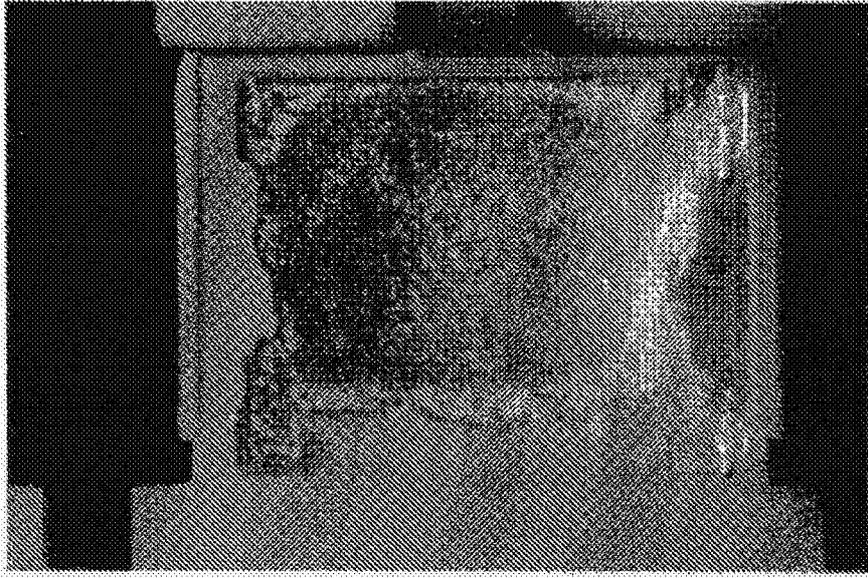


图6

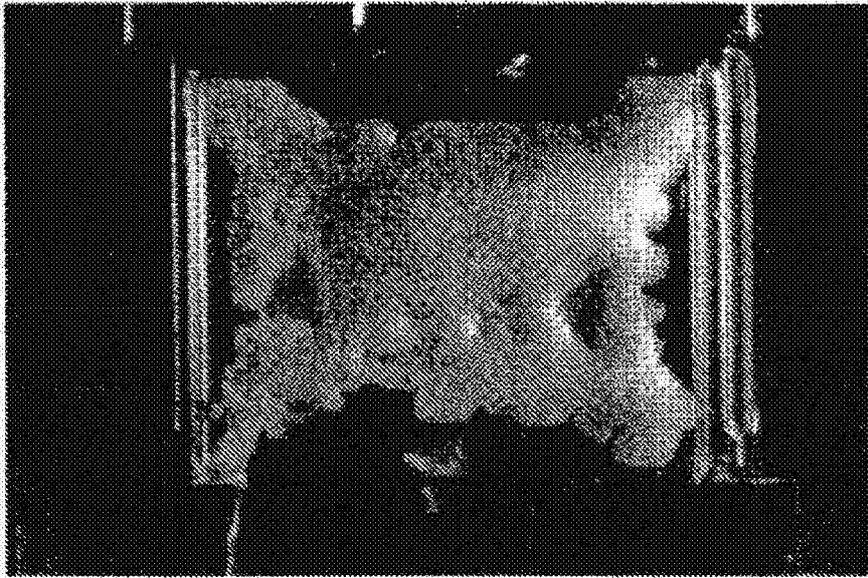


图7

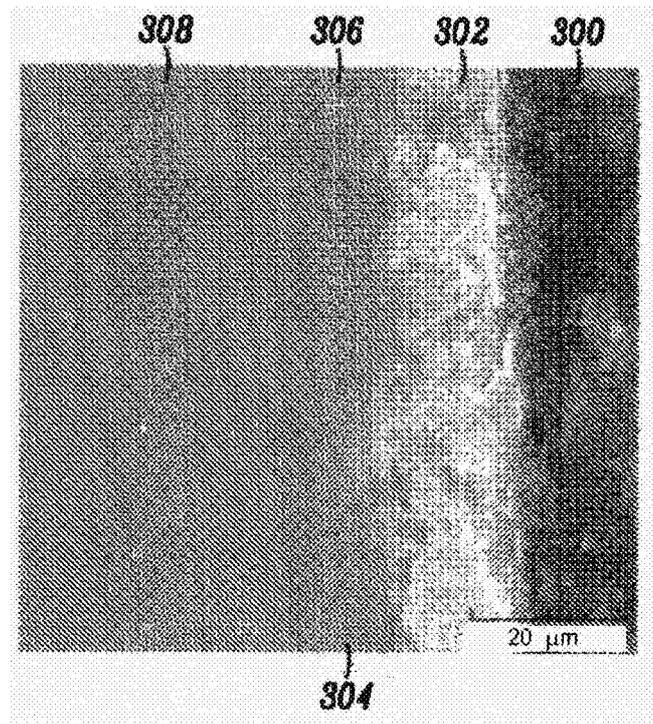


图8

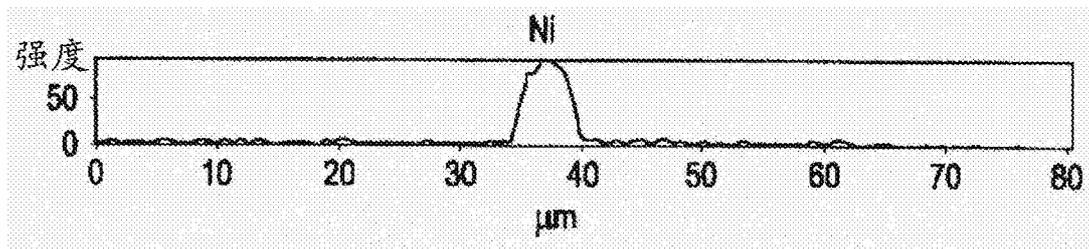


图9A

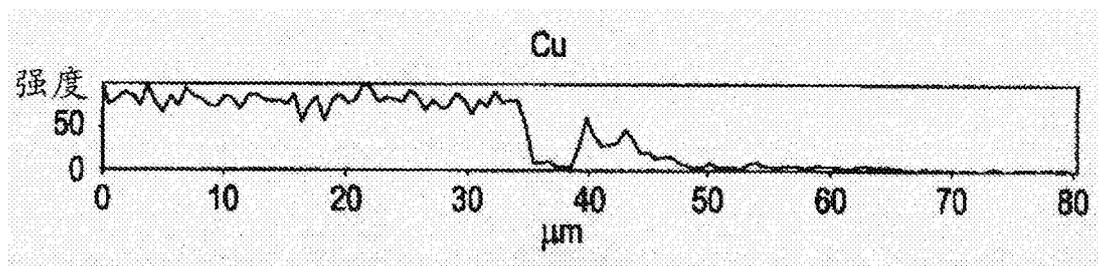


图9B

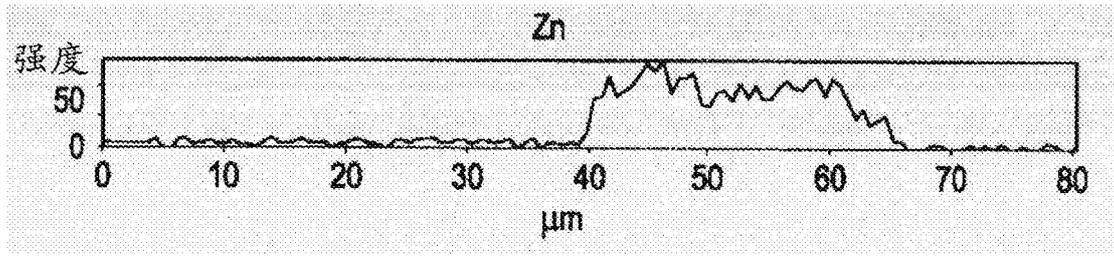


图9C

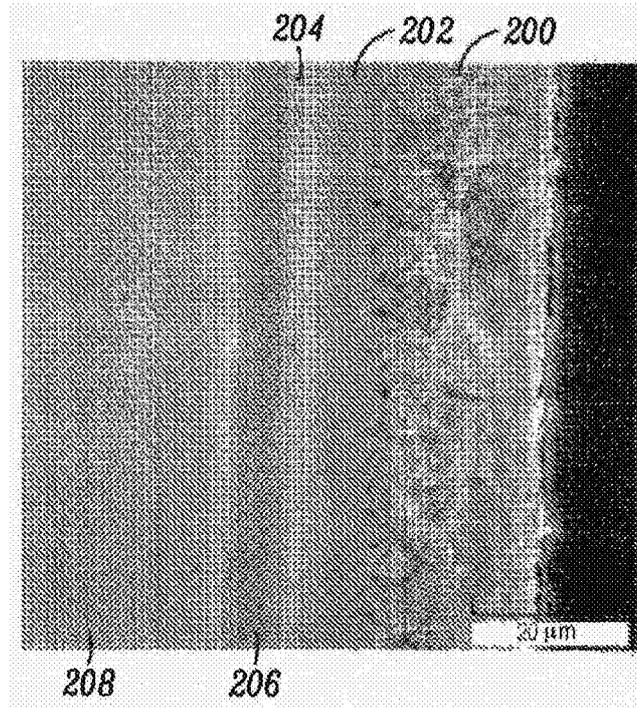


图10

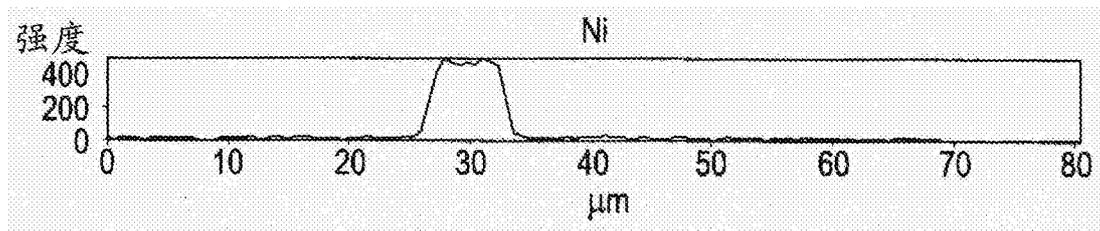


图11A

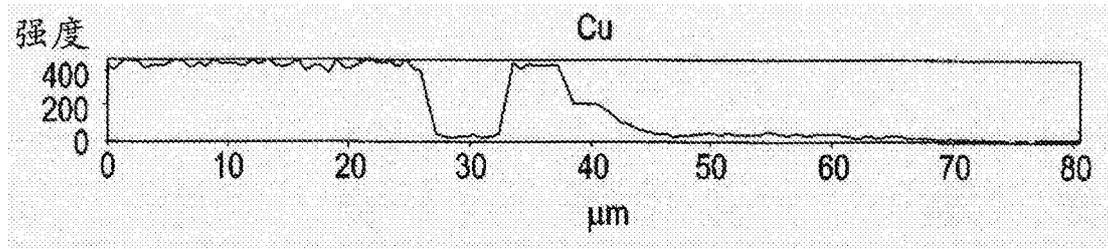


图11B

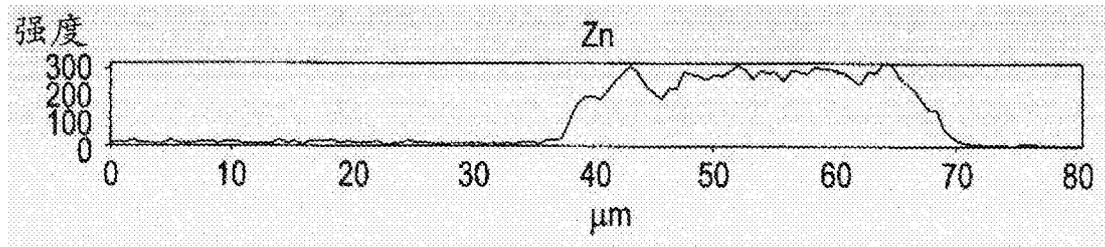


图11C