



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101681900 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 07

(21) 申请号 200880018722. 2

(22) 申请日 2008. 06. 05

(30) 优先权数据

11/810, 616 2007. 06. 05 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 12. 03

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/065984 2008. 06. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02008/151301 EN 2008. 12. 11

(73) 专利权人 吉林克斯公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 张蕾蕾

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

11243

代理人 许静

(51) Int. Cl.

H01L 23/485 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003/0216023 A1, 2003. 11. 20, 全文.

US 6384343 B1, 2002. 05. 07, 全文.

审查员 吴海涛

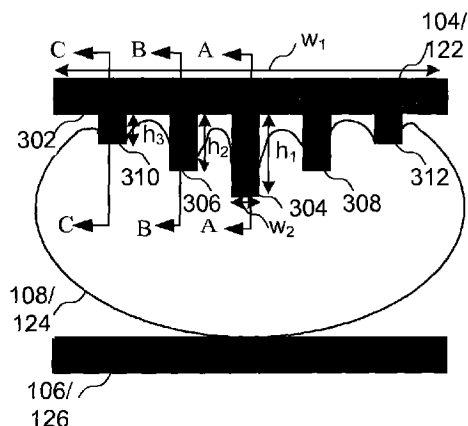
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 8 页

### (54) 发明名称

接触垫和形成用于集成电路的接触垫的方法

### (57) 摘要

本发明揭示集成电路中的接触垫。所述接触垫包含:包含所述接触垫的基座(302)的平坦部分;从所述平坦部分延伸且实质上垂直于所述平坦部分的多个突出物(304、306、308、310、312);以及附接到所述突出物和所述平坦部分的焊料球(108、124)。还揭示形成接触垫的方法。



1. 一种集成电路的接触垫,所述接触垫包含:  
平坦部分,其包含所述接触垫的基座;  
多个突出物,其从所述平坦部分延伸且垂直于所述平坦部分;以及  
焊料球,其附接到所述多个突出物和所述平坦部分;  
其中所述多个突出物的特定一个至少具有第一平台和第二平台,且所述第一平台是位于与所述第二平台不同高度处。
2. 根据权利要求1所述的接触垫,其中所述多个突出物是具有一系列高度的多个突出物,其包含朝向在所述接触垫的中央附近的较高突出物延伸的在所述接触垫的外端处的短突出物。
3. 根据权利要求1所述的接触垫,其中所述多个突出物是具有一系列高度的多个突出物,其包含朝向在所述接触垫的中央附近的短突出物延伸的在所述接触垫的外端处的高突出物。
4. 根据权利要求1所述的接触垫,其中在所述特定突出物上的平台的数目随着所述特定突出物的高度而改变。
5. 根据权利要求1所述的接触垫,其中所述多个突出物的每一个至少具有所述第一平台和所述第二平台,且所述多个突出物的特定一个的高度是与所述多个突出物的另一个的高度不同,且在所述多个突出物的特定一个上的平台的数目与在所述多个突出物的其他一个上的平台的数目不同。
6. 一种形成用于集成电路的接触垫的方法,所述方法包含:  
形成包含所述接触垫的基座的平坦部分;  
形成从所述平坦部分延伸且垂直于所述平坦部分的多个突出物;以及  
将焊料球附接到所述多个突出物和所述平坦部分;  
其中所述多个突出物的特定一个至少具有第一平台和第二平台,且所述第一平台是位于与所述第二平台不同高度处。
7. 根据权利要求7所述的方法,其中形成多个突出物包含形成或蚀刻至少一个金属层。
8. 根据权利要求7所述的方法,其中形成多个突出物包含形成从所述接触垫的外端附近的短突出物延伸到所述接触垫的中央附近的高突出物的突出物。
9. 根据权利要求7所述的方法,其中形成多个突出物包含形成从所述接触垫的外端附近的高突出物延伸到所述接触垫的中央附近的短突出物的突出物。
10. 根据权利要求7所述的方法,其中在所述特定突出物上的平台的数目随着所述特定突出物的高度而改变。

## 接触垫和形成用于集成电路的接触垫的方法

### 技术领域

[0001] 本发明总体上涉及集成电路,尤其涉及接触垫和形成用于集成电路的接触垫的方法。

### 背景技术

[0002] 因为对于较小电子装置的需求持续存在,所以用于所述装置中的组件的尺寸必须减小。电子装置中含有的集成电路封装也不例外。制造者已用来减小集成电路封装的大小的一种常见方式是通过使用焊料球。举例来说,在倒装芯片设计中,使用裸片上的焊料凸块来消除从裸片到集成电路封装的衬底的导线结合。也就是说,在形成于裸片的接触垫上时经常被称作焊料凸块的焊料球使得裸片的接触垫与衬底的对应接触垫之间的连接成为可能,正如此项技术中所众所周知的。类似地,球状栅格阵列(ball grid array,BGA)装置的焊料球消除了对于通常用于将集成电路封装连接到例如印刷电路板的另一装置的引线的需要。在任一状况下,倒装芯片装置的裸片上的焊料凸块或 BGA 封装上的焊料球的阵列通过使得 I/O 垫能够定位于裸片或集成电路封装上的任何一处而增大装置的输入/输出(I/O)密度。除了减小集成电路封装的大小之外,从常规封装消除导线结合和引线也降低了电感和电阻,且提供了更好的噪声性能。

[0003] 然而,如同任何结合技术的情况一样,重要的是确保焊料凸块或焊料球提供可靠的连接。在制造半导体组件的过程中,重要的是组件无缺陷且在其整个使用过程中保持可靠。当集成电路封装中存在缺陷时,可用装置的百分比降低,且制造者的收益性将受影响。另外,当电子装置具有一具有焊料球缺陷连接的集成电路封装时,集成电路可能不正常使用或故障,且可能使得具有所述集成电路的电子装置不正常地作用或甚至停止运行。因此,重要的是在任何可能情况下最小化集成电路封装中的缺陷。

[0004] 在组件焊接到接触垫之处发现集成电路封装中的故障的一个常见来源。许多组件是使用焊料球焊接到接触垫,所述焊料球在放置组件时被回焊。举例来说,通过在倒装芯片上回焊多个焊料凸块而将倒装芯片焊接到衬底,且通过在球状栅格阵列(BGA)上回焊多个焊料球而将 BGA 焊接到印刷电路板,正如此项技术中所众所周知。焊料连接中的故障可能是由于材料中的多种缺陷造成,例如不良的焊料品质、不足的焊料量或其他因素。当在 BGA 装置中将倒装芯片焊接到衬底或将 BGA 装置焊接到印刷电路板时,发生故障的一个常见原因是在与接触垫的接合处出现焊料破裂。破裂通常在接触垫与焊料球之间的界面处起始并扩张。BGA 封装减小印刷电路板的占据面积要求,提供每单位面积更多电路,且促进衬底组装的自动化。因此,对 BGA 封装的需求已在近若干年来急剧增加。然而,这些封装的热机械可靠性为电子工业所关注的问题。焊接点的板级可靠性(board level reliability)是成功应用 BGA 的最关键问题之一。尽管众所周知增大焊料球垫开口大小可改善焊接点可靠性,但垫开口大小必须在可能对于高密度封装设计并不增大的特定大小内。

[0005] 因此,需要一种改善的接触垫和形成用于集成电路的接触垫的方法。

## 发明内容

[0006] 揭示集成电路中的接触垫。所述接触垫包含：包含接触垫的基座的平坦部分；从平坦部分延伸且实质上垂直于平坦部分的多个突出物；以及附接到突出物和平坦部分的焊料球。多个突出物可包含具有不同高度的支柱。另外，接触垫可包含裸片上的接触垫、集成电路的衬底上的接触垫，或两者。

[0007] 根据替代实施例的集成电路的接触垫包含：包含接触垫的基座的平坦部分；形成于平坦部分上且从平坦部分延伸的多个突出物，所述多个突出物具有一系列高度，其包含朝向在接触垫的中央附近的高突出物延伸的在接触垫的外端附近的短突出物；以及附接到突出物和平坦部分的焊料球。突出物可包含直突出物或锥形突出物。

[0008] 还揭示形成用于集成电路的接触垫的方法。所述方法包含：形成具有接触垫的基座的平坦部分；形成从平坦部分延伸且实质上垂直于平坦部分的多个突出物；以及将焊料球附接到多个突出物和平坦部分。可通过形成至少一个金属层或通过蚀刻至少一个金属层来形成多个突出物。突出物可包含在接触垫的末端附近的短突出物和在接触垫的中央附近的高突出物。接触垫可形成于集成电路封装的裸片上或集成电路封装的衬底上。

## 附图说明

[0009] 图 1 是根据本发明的实施例的具有接触垫的集成电路封装的横截面图；

[0010] 图 2 是展示形成于触点与焊料球之间的结合中的破裂的常规接触垫的横截面图；

[0011] 图 3 是根据本发明的实施例，在“x”方向上所取的具有多个突出物的接触垫的横截面图；

[0012] 图 4 是根据本发明的实施例，在图 3 的“y”方向上于线 A-A 处所取的接触垫的横截面图；

[0013] 图 5 是根据本发明的替代实施例，在图 3 的“y”方向上于线 A-A 处所取的接触垫的横截面图；

[0014] 图 6 是根据本发明的实施例，在图 3 的“y”方向上于线 B-B 处所取的接触垫的横截面图；

[0015] 图 7 是根据本发明的实施例，在图 3 的“y”方向上于线 C-C 处所取的接触垫的横截面图；

[0016] 图 8 是根据本发明的替代实施例，在“x”方向上所取的具有突出物的接触垫的横截面图；

[0017] 图 9 是根据本发明的实施例，在图 8 的“y”方向上于线 A-A 处所取的接触垫的横截面图；

[0018] 图 10 是根据本发明的实施例，在图 8 的“y”方向上于线 B-B 处所取的接触垫的横截面图；

[0019] 图 11 是根据本发明的实施例，在图 8 的“y”方向上于线 C-C 处所取的接触垫的横截面图；

[0020] 图 12 是根据本发明的另一实施例，在“x”方向上所取的具有突出物的接触垫的横截面图；

[0021] 图 13 是根据本发明的又一实施例，在“x”方向上所取的具有突出物的接触垫的横

截面图；

[0022] 图 14 是展示根据本发明的实施例的具有突出物的接触垫的形成的一系列图；

[0023] 图 15 是展示根据本发明的替代实施例的具有突出物的接触垫的形成的一系列图；以及

[0024] 图 16 是展示根据本发明的实施例的具有接触垫的集成电路的形成的一系列图。

### 具体实施方式

[0025] 首先转向图 1, 展示根据本发明的实施例的具有接触垫的集成电路封装的横截面图。具体而言, 图 1 的集成电路封装包含具有多个接触垫 104 的裸片 102, 所述接触垫 104 通过对应焊料凸块 108 使得到衬底 107 的接触垫 106 的连接成为可能。也可在裸片 102 下方涂覆底部填充剂 (underfill) 110。接着通过裸片与罩盖 112 之间的粘结剂 114 和罩盖的侧壁 118 与衬底之间的粘结剂 116 使所述罩盖附接到衬底。同样提供衬底上的接触垫 122 以通过衬底与另一装置之间的焊料球 124 形成电连接。举例来说, 焊料球可形成到印刷电路板 128 的接触垫 126 的连接。同样, 表示为“A”的部分剖面展示具有在裸片 102 的接触垫 104 与衬底的接触垫 106 之间的焊料凸块 108 的横截面的区。部分剖面“B”展示具有在衬底 107 的接触垫 122 与容纳集成电路的装置上的接触垫 (例如印刷电路板 128 上的接触垫 126) 之间的焊料球 124 的横截面的区。将参看图 2 到图 13 中的部分剖面“A”和“B”的放大视图来更加详细地描述这些部分剖面。也就是说, 将在以下描述的具有突出物的接触垫可用于部分剖面“A”中的衬底的接触垫 104 上或部分剖面“B”中的衬底的触点 122 上, 或是两者上。

[0026] 如图 2 的部分横截面中所展示, 当使用常规接触垫时可能在接触垫 202 与焊料球 204 之间形成破裂。也就是说, 当破裂开始在一末端上形成时, 所述破裂可能继续扩张直到在焊料球与接触垫之间形成分裂为止。图 3 到图 13 将展示将防止或延缓破裂在焊料球与接触垫之间的结合中扩张的本发明的实施例。

[0027] 现转向图 3, 展示根据本发明的实施例的具有多个突出物的接触垫的横截面图。尽管裸片的接触垫上的焊料球也可被称作焊料凸块, 但针对裸片上的接触垫和衬底上的接触垫两者均将参考焊料球。如图 3 所展示, 包含支柱或壁的五个突出物在实质上垂直的方向上从接触垫的基座 302 延伸。具体而言, 具有高度  $h_1$  的高突出物 304 从基座延伸, 而具有高度  $h_2$  的中间突出物 306 和 308 在任一侧上从基座延伸, 其中具有高度  $h_3$  的小突出物 310 和 312 处于末端上。尽管展示了具有三个高度的五个突出物, 但根据本发明也可使用不同数目个突出物和 / 或具有不同高度的突出物。通过实例, 对于具有 100 微米的宽度  $w_1$  的接触垫, 突出物的宽度  $w_2$  可为大致 10 微米。高度  $h_1$  可为大致 20 微米, 高度  $h_2$  可为大致 15 微米, 且高度  $h_3$  可为大致 10 微米。

[0028] 如在图 3 中可见, 突出物的使用提供了防止破裂沿着焊料球与接触垫之间的结合传布的障壁。也就是说, 通过使用例如铜突出物的若干锥形突出物而非平坦接触垫增加了接触垫与焊料球之间的总接触面积, 且减小了应力集中程度, 以防止破裂起始或扩张。具有不同高度的突出物可通过增加破裂行进的距离而延缓破裂的扩张。接触垫中部的高突出物对于防止或延缓破裂扩张可为有益的。因此, 接触垫结构改善了焊料球可靠性。另外, 接触垫与焊料球之间的总接触面积增大, 此与增加垫开口大小具有相同的效果。当封装处于温

度循环范围中时,应力集中程度将随这一增大的接触面积而降低。尽管接触垫和突出物可包含铜,但一些其他导电合金(例如包含镍(Ni)、高铅(Pb)焊料、钛(Ti)或铝(Al)的合金)可用于突出物。所述垫结构可用于集成电路封装中可能具有由于任两个结构或任两种不同材料的界面处的剪切应力而造成的疲劳失效的任何其他接触垫或结构。

[0029] 现转向图 4 到图 7,展示图 3 的接触垫的横截面图。在“y”方向上于线 A-A 处所取的突出物的横截面图展示跨突出物的长度“L”具有统一高度的直突出物。突出物的长度可等于接触垫的长度,或短于接触垫(如图所示)。相比而言,图 5 中的突出物的横截面图展示个别突出物 304 也为锥形的。具体而言,突出物包含第一平台 P1、第一平台的任一侧上的第二平台 P2,和突出物末端上的第三平台 P3。平台的数目可视具有不同高度的突出物的数目而变化。如将参看图 14 和图 15 更详细描述,用于形成具有不同高度的突出物的金属化步骤或蚀刻步骤的数目也可确定在给定突出物中的平台的数目。各个突出物的形状在“y”方向上可为锥形,使得接触垫的突出物的整体形状将形成角锥体结构。举例来说,参看图 6 和图 7,于图 3 的线 B-B 处所取的接触垫的横截面图展示突出物 306 和 308 的第一平台 P1 和第二平台 P2。类似地,突出物 310 和 312 包含单个平台 P1,如于图 3 的线 C-C 处所取的接触垫的横截面图所示。

[0030] 现转向图 8,展示根据本发明的替代实施例的具有突出物的接触垫的横截面图。与图 3 的实施例相比,图 8 的实施例的突出物从接触垫的外缘上的最长突出物延伸到中部的最短突出物。具体而言,短突出物 804 定位于两个中间突出物 806 与 808 之间,且两个高突出物 810 和 812 处于末端上。参看图 9,如于图 8 的线 A-A 处所取的接触垫的横截面图所示,突出物可以与突出物在“x”方向上为锥形相同的方式在“y”方向上为锥形。具体而言,突出物 804 包含在中央的第一平台 P1、在第一平台的任一端上的第二平台 P2,和处于末端上的第三平台 P3。类似地,如图 10 所示,于图 8 的线 B-B 处所取的接触垫的横截面图展示平台 P2 的各部分之间的中央平台 P1。最后,于图 8 的线 C-C 处所取的接触垫的横截面图展示在末端上的突出物具有统一的长度。因此,突出物在“x”和“y”方向上均为锥形,以形成将更加接近地遵循焊料球形状的锥形触点。

[0031] 现转向图 12,展示根据本发明的另一实施例的具有突出物的接触垫的横截面图。具体而言,接触垫的基座 1202 包含各具有统一高度的多个突出物 1204 到 1214。根据图 13 的具有突出物的接触垫的横截面图,基座 1302 包含具有交替高度的多个突出物 1304 到 1312。从基座 1302 延伸的短突出物 1304 到 1308 由两个中间突出物 1310 和 1312 分离。交替突出物的布置也可颠倒,其中较高突出物处于接触垫的末端上。尽管在实施例中的每一个中展示五个突出物,但可使用其他数目个突出物。

[0032] 现转向图 14,一系列图展示根据本发明的实施例的具有突出物的接触垫的形成。具体而言,在如图 14A 所示形成第一金属层 1402 和具有多个开口 1406 的掩模层 1404 之后,如图 14B 所示形成突出物的第一层级 1408。接着涂覆第二掩模层 1410,且如图 14C 所示形成额外开口 1412。接着如图 14D 所示形成内部三个突出物的第二层 1414。最后,接着如图 14E 所示形成具有开口 1418 的第三掩模层 1416,其中如图 14F 所示形成中部突出物的额外层 1420。图 14G 接着展示在移除掩模层之后的接触垫 104 或 122 的所得接触垫结构。

[0033] 现转向图 15,一系列图展示根据本发明的替代实施例的具有突出物的接触垫的形成。具体而言,在形成接触垫的厚金属层 1502 之后,如图 15A 所示形成具有掩模区 1504 的

第一掩模层以保留中部突出物的顶层。在蚀刻步骤之后,如图 15B 所示产生具有减小的厚度的金属层 1506 和中部突出物的顶部部分 1508。如图 15C 所示形成具有用于邻近于中部突出物的突出物的掩模区 1510 和 1512 以及中部突出物的顶部部分 1508 上的掩模区 1514 的第二掩模层。在蚀刻步骤后,如图 15D 所示形成中部突出物 1508 以及邻近的突出物 1516 和 1518。接着如图 15E 所示形成第三掩模层。具体而言,第一掩模部分 1522 形成于中部突出物上,而掩模部分 1524 和 1526 形成于两个邻近突出物的顶部部分 1516 和 1518 上,且掩模部分 1528 和 1530 形成于将具有外部突出物的区域上。接着在图 15F 中展示在最终蚀刻步骤之后的接触垫 104 和 122 的所得接触垫结构。

[0034] 现转向图 16,一系列图展示根据本发明的实施例的具有接触垫的集成电路的形成。具体而言,如图 16A 所示在裸片上形成图 3 到图 13 中描述的接触垫。接触垫可如上文参看图 14 和图 15 所描述或通过某一其他合适技术而形成于裸片上。接着如图 16B 所示附接焊料球 108。接触垫 106 和 122 如图 16C 所示也形成于衬底上,其中具有突出物的接触垫 122 也可如上文参看图 14 和图 15 所描述或通过某一其他合适技术而形成于衬底上。接着通过回焊所述焊料球 108 而如图 16D 所示将裸片附接到衬底,如此项技术中所众所周知。接着可涂覆例如粘着剂材料的粘结剂以如图 16E 所示将罩盖附接到衬底。具体而言,可将第一粘着剂 114 涂覆到裸片且可将第二粘着剂 116 涂覆到衬底的适合于容纳罩盖的侧壁的部分。粘着剂 114 和 120 可为相同粘着剂材料或不同粘着剂材料。在如图 16F 所示附接罩盖之后,如图 16G 所示附接焊料球 124 以形成完整的集成电路装置。最后,接着可通过回焊所述焊料球 124 而如图 16H 所示将集成电路附接到印刷电路板。

[0035] 因此可了解,已描述新且新颖的接触垫和形成用于集成电路的接触垫的方法。所属领域的技术人员应了解,将存在并入有本发明的众多替代物和等效物。因此,本发明并不受前述实施例限制,而是仅由所附权利要求书限制。

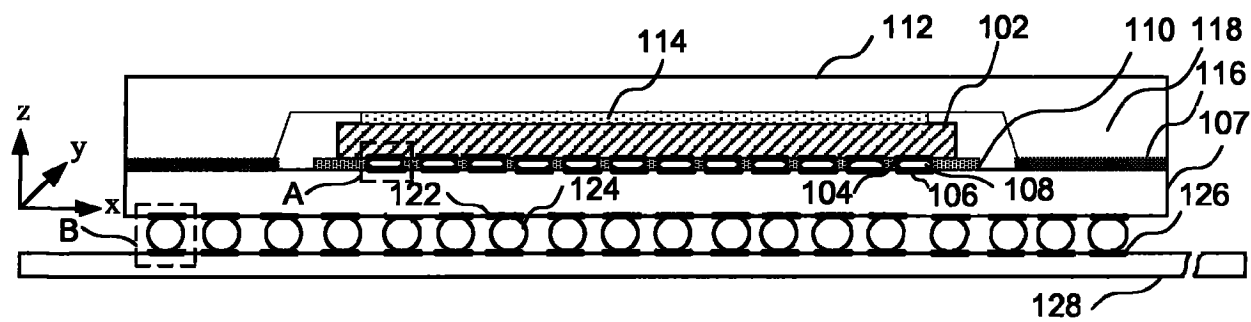


图 1

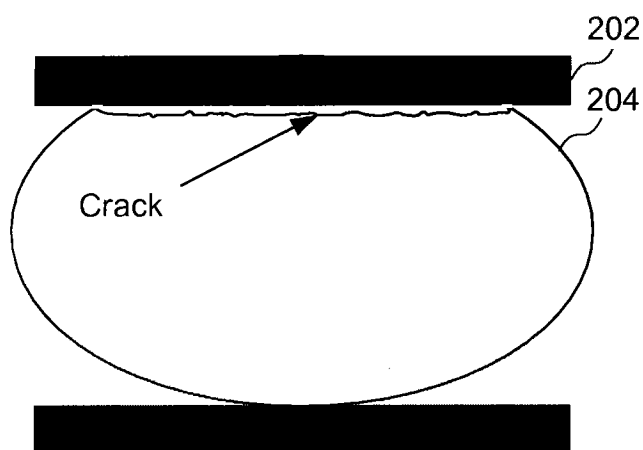


图 2

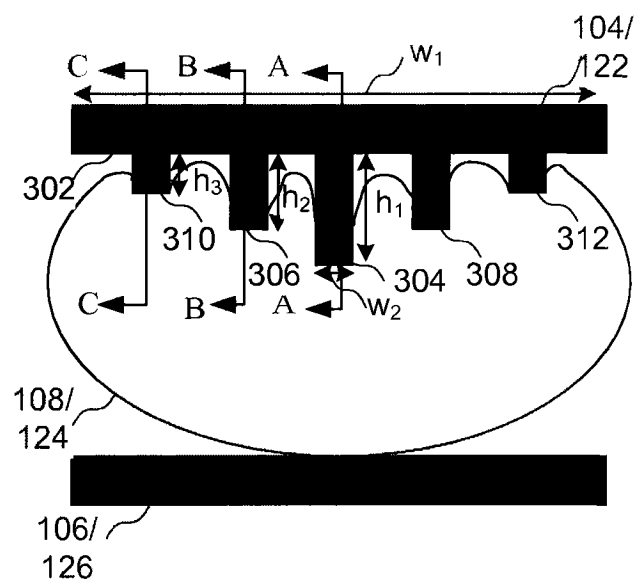


图 3

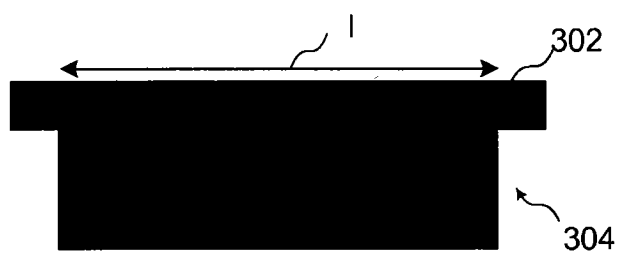


图 4

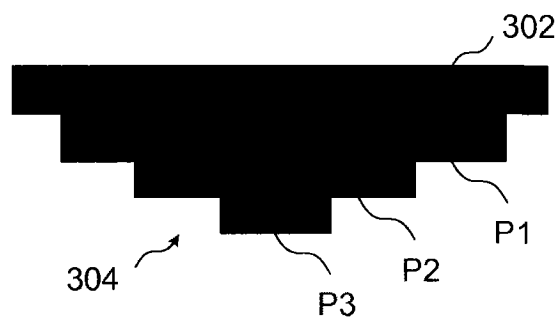


图 5

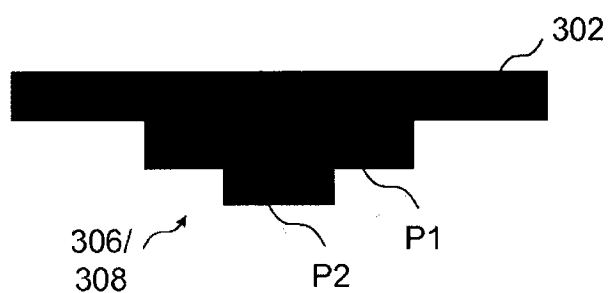


图 6

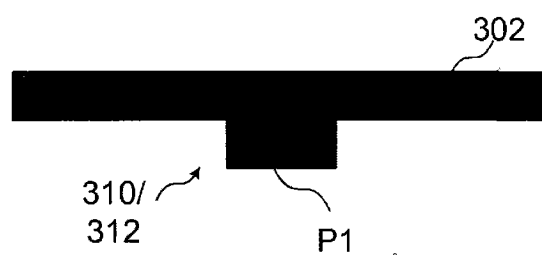


图 7

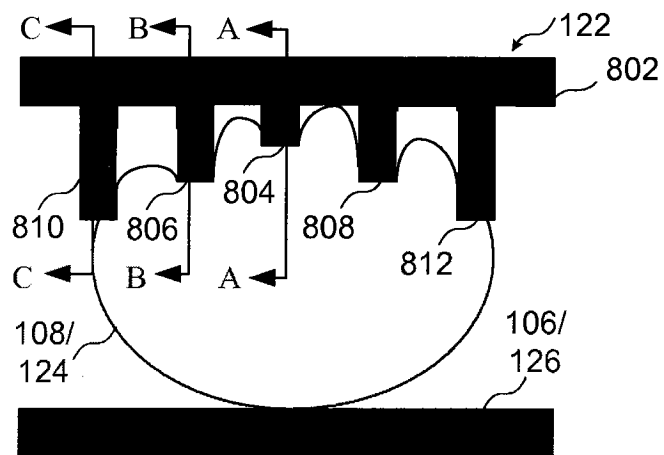


图 8

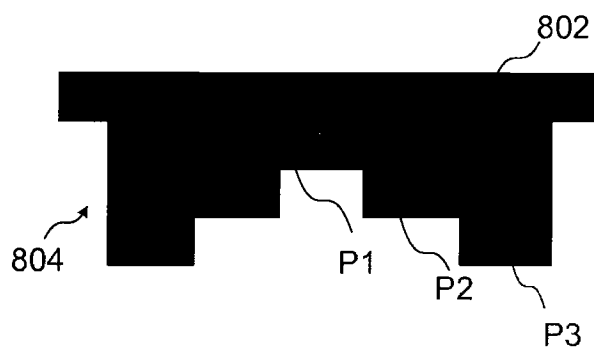


图 9

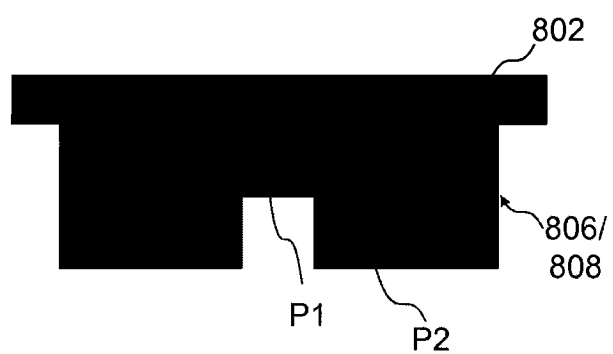


图 10



图 11

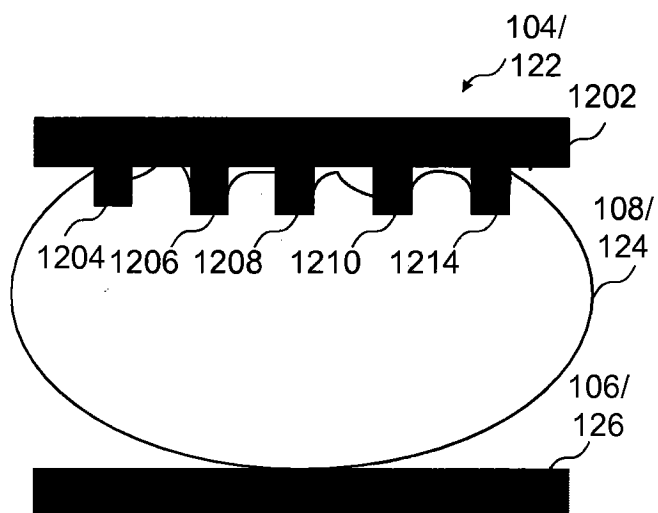


图 12

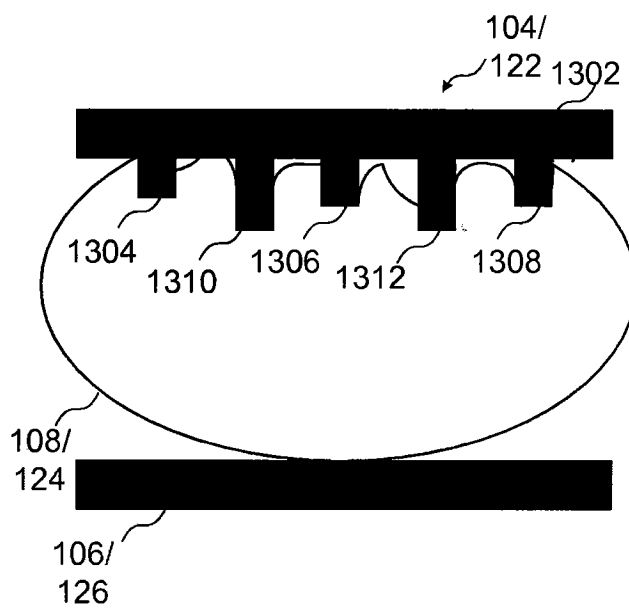


图 13



图 14A



图 14B

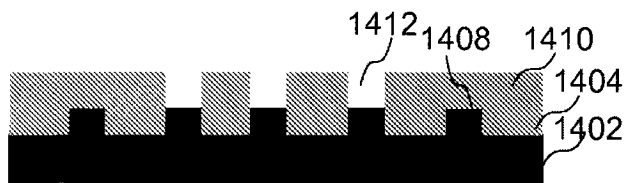


图 14C

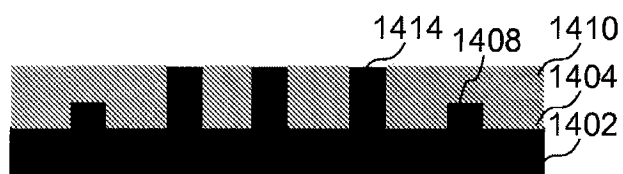


图 14D

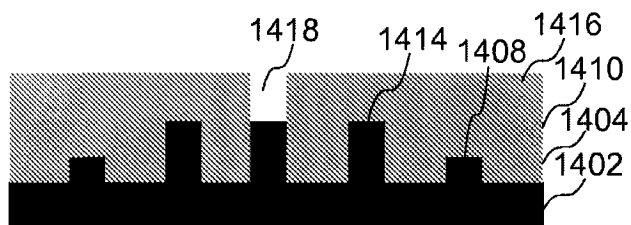


图 14E

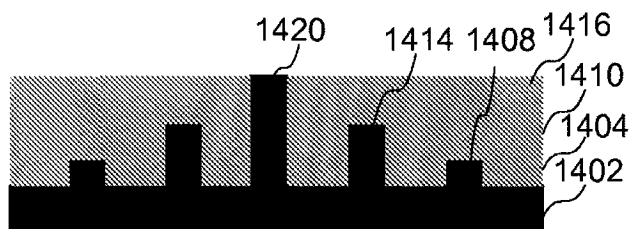


图 14F



图 14G

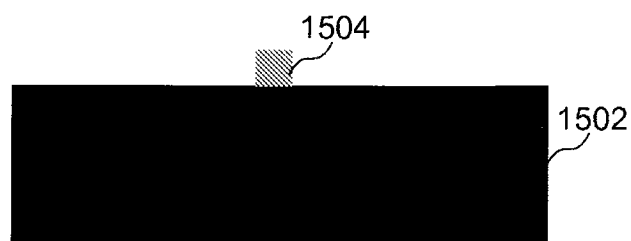


图 15A

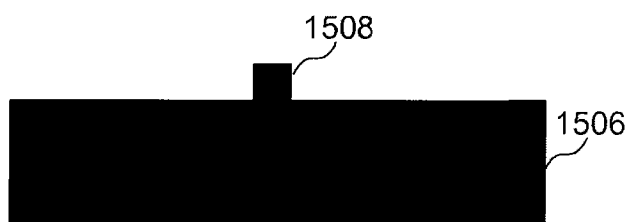


图 15B

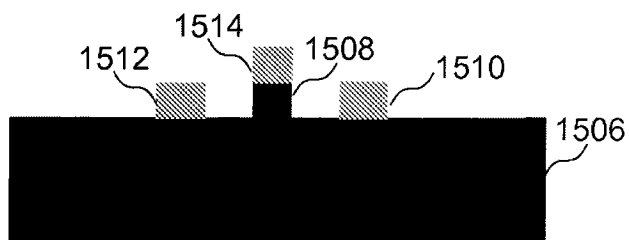


图 15C

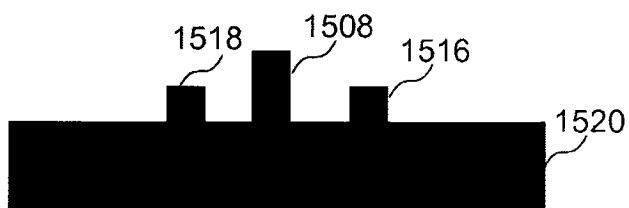


图 15D

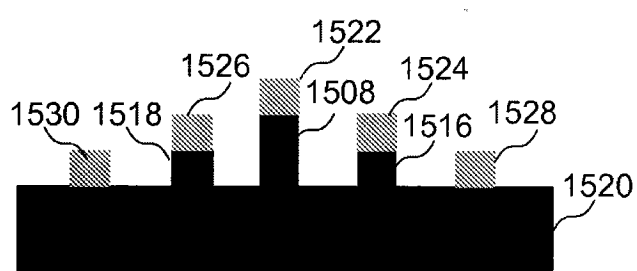


图 15E

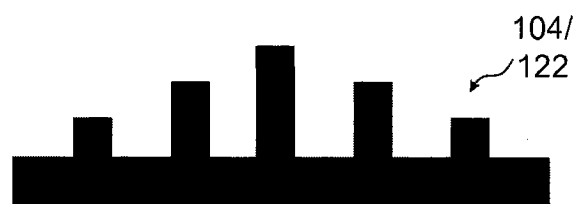


图 15F

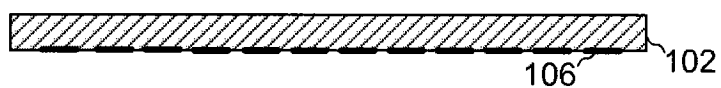


图 16A



图 16B



图 16C

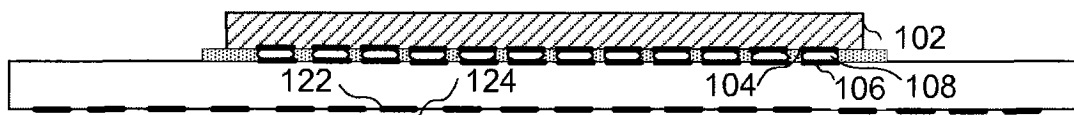


图 16D

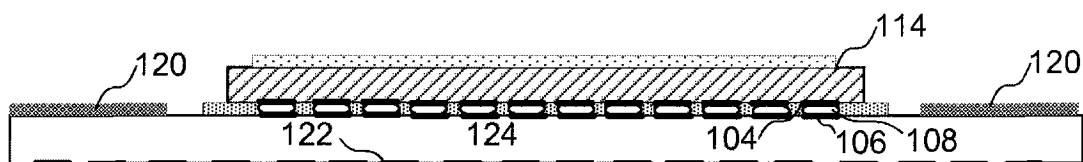


图 16E

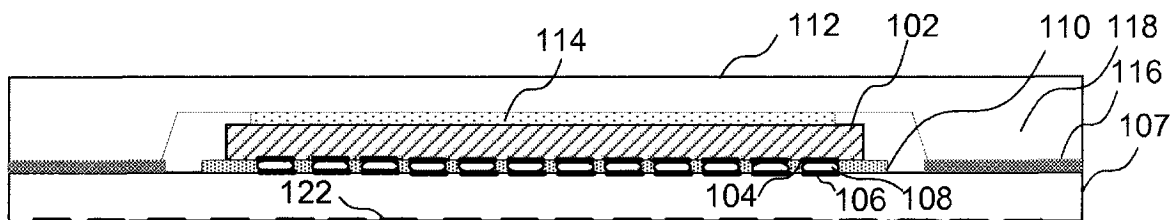


图 16F

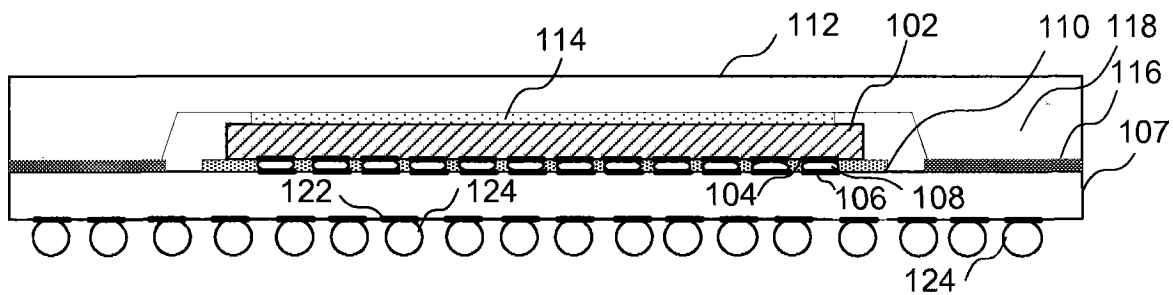


图 16G

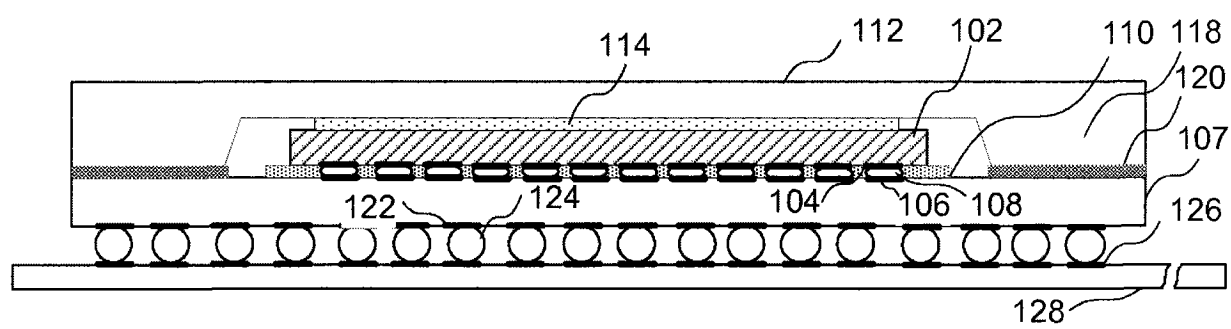


图 16H