

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 23/485 (2006.01)

H01L 23/48 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200480012369.9

[43] 公开日 2007 年 1 月 10 日

[11] 公开号 CN 1894792A

[22] 申请日 2004.4.12

[21] 申请号 200480012369.9

[30] 优先权

[32] 2003.4.10 [33] US [31] 10/411,175

[86] 国际申请 PCT/US2004/011115 2004.4.12

[87] 国际公布 WO2004/093189 英 2004.10.28

[85] 进入国家阶段日期 2005.11.7

[71] 申请人 佛姆法克特股份有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 S·E·林德瑟 C·A·米勒

D·M·洛斯特 S·W·温泽尔

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 李 玲

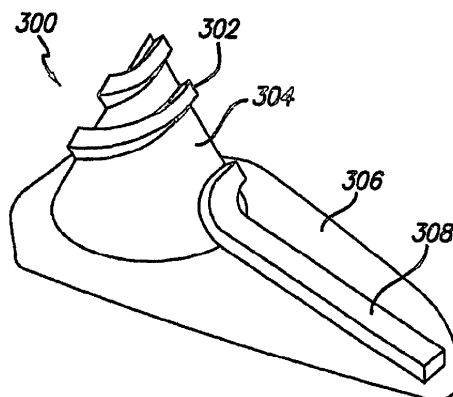
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 5 页

[54] 发明名称

螺旋状微电子触头及其制造方法

[57] 摘要

本文公开了适用于在器件和匹配衬底之间形成电气接触的微电子弹性触头及其制造方法。弹性触头具有粘附于器件衬底并与器件衬底的接线端相隔开的柔性焊盘。柔性焊盘具有粘附于衬底的底部以及从衬底延伸出并在远离衬底处削锥至一较小的端部区域的侧表面。引线可从器件的接线端盘绕于柔性焊盘并向其端部区域延伸以形成螺旋形状。柔性焊盘端部区域的至少一部分被引线所覆盖，在柔性焊盘上的引线的一部分由柔性焊盘支承。或者，去除焊盘以留下自立式螺旋状触头。



1. 一种适用于在器件衬底的接线端和匹配元件之间形成电气接触的微电子触头，所述触头包括：

底部粘附于衬底、侧表面从衬底延伸出并在远离衬底处削锥至一端部区域的柔性焊盘；

从器件接线端延伸并盘绕柔性焊盘的侧表面的一部分至端部区域、由此确定一螺旋形的引线。

2. 如权利要求1所述微电子触头，其特征在于，柔性焊盘与接线端隔开。
3. 如权利要求1所述微电子触头，其特征在于，柔性焊盘基本上是不导电的。
4. 如权利要求1所述微电子触头，其特征在于，柔性焊盘的形状可选自金字塔形、截顶的金字塔形、菱形、截顶的菱形、圆锥形、截顶的圆锥形以及半球形。
5. 如权利要求1所述微电子触头，其特征在于，引线包括镍材料。
6. 如权利要求1所述微电子触头，其特征在于，柔性焊盘基本上由硅橡胶、聚环氧化物、聚酰亚胺和聚苯乙烯中选取的材料构成。
7. 一种微电子触头结构，包括：

以从支承衬底处延伸的削锥的螺旋形状盘绕的自立式弹性部分，所述弹性部分通过图形化在削锥的牺牲焊盘上的导电性材料并去除焊盘而形成；

粘附于衬底和弹性部分最接近衬底的一端的导电性引线；以及

设置在远离衬底的弹性部分的一端上的触尖。

8. 如权利要求1所述微电子触头，其特征在于，所述弹性部分的形状是选自金字塔形、截顶的金字塔形、菱形、截顶的菱形、圆锥形、截顶的圆锥形以及半球形的形状的削锥。
9. 如权利要求1所述微电子触头，其特征在于，所述弹性结构被涂覆以金或其合金。
10. 一种用于制造微电子触头的方法，包括：

提供一削锥的焊盘，所述焊盘包括：粘附于器件衬底的底部，从器件衬底

延伸出并在远离器件衬底处削锥至一端部区域的侧表面；以及

对以盘绕的形式出现在削锥的焊盘上、从所述衬底的接线端到端部区域的引线进行图形化，由此确定一螺旋形。

11. 如权利要求 10 所述方法，其特征在于，所提供的步骤还包括：

在牺牲焊盘上形成一削锥的焊盘；

将削锥的焊盘转移到器件衬底上。

12. 如权利要求 11 所述方法，其特征在于，所述转移步骤还包括：

将削锥的焊盘在与器件焊盘的接线端隔开的位置处转移到器件衬底。

13. 如权利要求 11 所述方法，其特征在于，所述图形化引线的步骤还包括：

将相似牺牲材料层沉积在器件衬底和削锥的焊盘上；

图形化相似层以形成从接线端向端部区域延伸的凹槽；

将金属材料电镀至凹槽中；以及

从器件衬底中去除相似层。

14. 如权利要求 10 所述方法，其特征在于，所述图形化引线的步骤还包括：

通过选自化学蒸汽沉积、物理蒸汽沉积和溅射的方法沉积金属材料。

15. 如权利要求 11 所述方法，其特征在于，形成削锥的焊盘的步骤还包括：

在牺牲焊盘中蚀刻凹槽。

16. 如权利要求 15 所述方法，其特征在于，蚀刻凹槽的步骤还包括：将凹槽

蚀刻成金字塔形、截头的金字塔形、阶梯式金字塔形、圆锥形、半球形、菱形和截头的菱形中选择的形状。

17. 如权利要求 15 所述方法，其特征在于，形成削锥的焊盘的步骤还包括用液态弹性体材料填满凹槽。

18. 如权利要求 17 所述方法，其特征在于，还包括在固化步骤中使液态弹性体材料与器件衬底接触。

19. 如权利要求 10 所述方法，其特征在于，所述提供步骤还包括提供由弹性体材料组成的削锥的焊盘。

20. 如权利要求 10 所述方法，其特征在于，还包括在图形化步骤之后将削锥的焊盘从衬底上去除，同时保留引线。

螺旋状微电子触头及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种用于半导体器件或类似器件的微电子触头。

背景技术

始终趋于更小和更复杂的电子元件的需求已演变成对更小或更复杂的集成电路（IC）的需求。始终趋于更小的 IC 以及更高引线数量则要求更复杂的电气连接方案，包括用于永久或半永久粘结的封装以及适用于诸如测试和烧入（burn-in）等可迅速拆下的应用场合。

例如，相比于几年前普遍使用的 IC 封装，许多现代 IC 封装具有更小的覆盖区，更多的引线数量和更好的电气性能和热性能。一种这样的紧凑型 IC 封装是球栅阵列（BGA）封装。BGA 封装一般都是带接线端的矩形封装，一般都以球栅的形式封装凸出于封装底部。这些接线端可设计成安装在定位于印刷电路板（PCB）或其它合适衬底表面上的多个焊盘上。网格的焊球通过回流以及焊接于匹配元件上的焊盘而产生，例如，使安装着 BGA 封装的元件通过超声波腔室或类似热能量源，并随后移去热能量源并冷却和固化焊料以形成一种相对永久的焊接。一旦熔融并再次固化，焊球连接就难被再次使用。因此，在测试和烧入阶段需要可分离、可迅速拆下的触头元件以接触 IC 的接线端盘或 BGA 封装的焊球。

用于紧凑型封装和连接方案的可迅速拆下的触头元件已在先前被发现。在 5917707 号美国专利专利中（Khandros 等）已披露了用于直接安装到诸如 IC 的衬底的可迅速拆卸、可伸缩的弹性微电子弹性触头。在这些事情中，5917707 号专利所公开的微电子弹性触头是使用引线粘合工艺制成的，其中引线粘合工艺包括将非常细的引线粘合到衬底上，并随后是引线的电镀以形成可伸缩的元件。这些微电子触头在应用中提供了大量优点，诸如在后端晶片处理，

特别是用作探针板的触头结构的应用中，触头元件和使用细钨丝代替。这些相同或类似的触头元件一般也可用于半导体器件间形成电气接触，以及在几乎各种类型的电子器件中形成临时的（可迅速拆下的）和较永久的电气连接。

然而目前制造细距弹性触头的成本将其应用范围限制到受成本影响较小的应用场合中。制造成本的多少与制造设备和工艺处理时间相关。在前面提到的专利中所描述的触头是以一系列工艺（即每次一道工序）制造的，该工艺无法轻易地转化成可平行的每次多道工序的工艺。因此，开发了多种新型的触头结构，本文称之为平版印刷型微电子弹性触头，它使用非常适于平行地制造多个弹性结构的平版印刷制造工艺，由此大量减少与各触头相关的成本。

平版印刷型微电子弹性触头的范例及其制造工艺在共同享有并处于权利未定状态的 Pedersen 和 Khandros 于 1998 年 2 月 26 日提交的序列号为 09/032473 的标题为“平版印刷型微电子触头结构”的美国专利申请以及 Pedersen 和 Khandros 于 1998 年 2 月 4 日提交的序列号 60/073679 的标题为“微电子触头结构”中已有描述。这些专利申请公开了用一系列平板印刷步骤制造弹性结构、由此构造具有多个金属镀层的弹性触头的高度的方法，其中多个金属镀层可采用多种平版印刷技术进行图形化。微电子弹性触头较佳地设有足够的高度以补偿安装衬底的不平整性并提供用于在弹性触头下面安装元件（诸如电容）的空间。

在单个平版印刷步骤中获得足够高度的方法，即单层弹性层以及由此获得的范例型结构在共同享有且处于权利未定状态的由 Eldridge 和 Mathieu 于 1999 年 7 月 30 日提交的序列号为 09/364788 标题为“互连组件及方法”的美国专利申请以及 Eldridge 和 Wenzel 于 2000 年 9 月 9 日提交的序列号为 09/710539 标题为“具有改进轮廓的平版印刷规模微电子触头结构”中已公开。前面的申请公开了由单个金属层所制成的弹性元件。该金属层镀覆于三维图形化的牺牲材料层上，该牺牲材料层可通过微加工或微模制工艺来形成。然后，将牺牲层去除，留下具有去除层的轮廓形状的自立式弹性触头。

因此存在改进微电子弹性触头及其制造方法的需求，它能在明显较低的成本下实现或改善多层或单层弹性触头的性能。弹性触头非常适用于十分密集的

微细距阵列以便于直接连接于 IC 及其类似器件，并能实现相对可拆下连接和相对永久（例如焊接）连接。

另外，要求微电子弹性触头也能适用于紧凑型封装方案中，其中低成本、可拆性以及弹性都很重要。范例性应用场合包括便携式电子器件（蜂窝电话、掌上电脑、寻呼机、磁盘驱动器等），它们需要比 BGA 封装更小的封装。在这种应用场合中，焊接凸块有时可直接地沉积到 IC 自身表面上并用于固定到印刷电路板（PCB）上。这种方法一般被称为直接芯片粘结或倒装芯片。但该倒装芯片方法存在许多缺点。一个关键缺点是要要求在芯片下部底部填充聚合物。要求底部填充减少由硅芯片的相对低的低热膨胀率相对于基于树脂的 PCB 一般要高得多的膨胀率所引起的热应力。底部填充的存在经常使再次使用元件变得不可能。结果，如果 IC 及其与 PCB 的连接上有缺陷，经常必须舍弃整块 PCB。

已开发出另一类型 BGA 封装件，芯片尺寸球栅阵列或芯片尺寸封装（CSP）以克服倒装芯片的缺点。在芯片尺寸封装中，焊球端一般设置于半导体芯片的下面以减少封装的尺寸，另外出现了附加的封装元件以消除底部填充的需要。例如，在某些 CSP 中，软的柔性弹性体层（或弹性体焊盘）设置在芯片和焊球端之间。焊球端可安装在薄的 2 层柔性电路上或安装在柔性部件的接线端处。IC 一般通过引线或抽头线连接于柔性电路或弹性部件的接线端，整个组件（除了球栅阵列）被包裹在合适的树脂内。

弹性部件一般是诸如硅树脂的聚合体，厚度大约为 $125\mu\text{m}$ 至 $175\mu\text{m}$ （5—7mils）。弹性焊盘或弹性层基本上能实现用于倒装芯片的底部填充的功能并代替底部填充，即，使芯片和 PCB 之间的热失配应力最小化。在其它 CSP 设计中，IC 直接粘附到两层柔性电路的表面上，并用引线连接于柔性电路芯片侧上的接线端。焊球可安装在柔性电路的反面。这种设计缺少用于分离芯片与 PCB 的弹性体层并因此可能无法消除底部填充的需要。

当前的芯片尺寸封装设计具有很多缺点。弹性体材料易于吸收水汽，且如果吸收过量的水汽，在回流温度下水汽的快速逸出将导致弹性体层内的空隙形态或封装的破裂。例如，水汽可能从弹性体内的聚合物材料中逸出并陷入于连结用黏合剂内。然后，在板组件加热操作过程中，所吸附的水汽膨胀就会形成

空隙，这一般会引入裂纹并使封装失效。这种空乏形态在回流连结于 PCB 时尤其成问题。

芯片尺寸封装设计的另一难点是弹性件集成工艺，这一般是通过将弹性焊盘拾取并定位在各个位点上或通过网眼印刷并随后固化液态聚合体而完成的。无论哪种情况都难以满足 CSP 应用场合中所要求的严格容差和封装的平整度。例如，在典型的 CSP 设计中，封装的平整性（平面度）应小于 $25\mu\text{m}$ (1mil) 以确保所有的焊球在回流时与 PCB 建立接触。使用现有技术的工艺沉积弹性材料是难以实现这种程度的平整性的。

因此，还需要为诸如 CSP 和倒装芯片应用场合提供一种改善的微电子触头元件。

发明内容

本发明的弹性触头结构可通过考虑其范例性制造方法而理解。在该方法的初始步骤中，一个精确构形的凹槽，诸如金字塔形凹槽用任何合适的技术（比如蚀刻和造型）形成在牺牲衬底上。一般来说，大量相同凹槽的阵列可同时形成在牺牲衬底上，排列成对应于将形成电子器件的触尖所要求位置的图形。然后根据需要，在各个凹槽的表面上涂覆一层薄的合适的脱模材料，诸如聚四氟乙烯（PTFE）。然后，凹槽采用合适的液态弹性体或类似的柔性材料填满。或者，凹槽采用牺牲材料填满。然后再将牺牲衬底匹配于其上将形成有弹性触头的器件衬底，弹性体材料或牺牲材料在适当位置固化（凝固），由此可将弹性体材料或牺牲材料粘附于器件，然后去除牺牲衬底。或者，柔性材料或牺牲材料可在将牺牲衬底匹配于器件衬底前固化，柔性体或牺牲体粘附于器件的工艺可由相同的其它方法实现，例如运用热粘结剂或合适的粘结剂。

作为上述步骤的结果，器件衬底上可设有至少一个柔性或牺牲焊盘或凸块，且一般是定位于远离器件衬底工作端的多个柔性或牺牲焊盘。对于大多数应用来说，焊盘较佳为相似或相近的高度和形状并具有相对较宽底部和点接触顶部。当然，根据所计划应用场合的要求，焊盘也可以具有不同的尺寸和/或形状。适用形状包括：金字塔形、截顶的金字塔形、阶梯式金字塔形、菱形、

圆锥形、四边形固体和类似的形状。诸焊盘基本上是固体的和同质的，或者包括空隙、气泡、层之类结构。在柔性体或牺牲体以及器件衬底之间并不一定要建立导电性接触。同样，相比器件衬底上的接线端而言，柔性焊盘或牺牲焊盘一般被分布成具有扩展间距的图形。

在本发明一个实施例中，诸柔性焊盘基本上具有弹性，这意味着诸柔性焊盘被设置成在所施加负载去除后弹回到原始位置。在另一实施例中，柔性焊盘基本上是无弹性的，这表示当去除所施加的负载后诸柔性衬垫无法弹回到原始位置；或者可将诸柔性焊盘配置成某些弹性或无弹性行为的组合。本领域内技术人员可选择不同的材料和焊盘几何形状以在所期望的负载条件下获得所需要的响应特性。当然，在形成诸牺牲凸块情况下，牺牲材料的弹性特性变得不那么重要，这是因为在弹性触头完成前将去除凸块。

在本发明一个实施例中，可通过运用诸如溅射的合适工艺在包括凸块的器件衬底上涂覆一诸如钛钨层的薄金属籽晶层。然后将一个或多个由牺牲材料所形成的均匀连续层涂覆在器件衬底上。然后根据要求对牺牲层图形化以便于将籽晶层暴露在一引线图案中，该引线图案从器件衬底的接线端向诸柔性焊盘或牺牲焊盘的各个顶部延伸。引线图案为柔性焊盘之上的盘绕结构，以便将螺旋状结构付诸所产生的接触结构。

然后，将在部分暴露的籽晶层上的金属弹性层和/或导电层镀覆所希望的深度。一般来说，较佳的是镍或镍合金材料镀覆到足以形成合适的强度和弹性的深度。在一实施例中，可将镍材料镀覆到足够的深度，以使所产生的引线比柔性焊盘更硬。作为选择，在镀覆步骤后，可在弹性层上涂覆诸如金的薄层保护层和导电层。在涂覆所需金属层后，牺牲材料层和多余的籽晶层可通过在器件衬底上留下柔性凸块和金属引线的工艺去除。或者，柔性或牺牲焊盘也被去除，只留下自立式弹性触头和金属引线。

然后无需进一步处理即可准备使用所产生的结构，该结构包括通过整体的金属引线连接于器件衬底各端的螺旋状弹性触头。在本发明一实施例中，螺旋状触头可设置在各个柔性焊盘上。或者，螺旋状触头可自立，而无需焊盘支承。较佳地，可采用极为相似的工艺使各个柔性或牺牲焊盘的点接触顶部形成相对

尖锐的点接触尖部，以便与各自的弹性接触，各个触头侧向地或垂直地从每个柔性焊盘底部向每个焊盘的顶部延伸，从而提供一种在弹性触头弯曲有利于触尖运动摩擦闭合动作的悬臂结构。

当采用柔性焊盘代替牺牲焊盘使用时。柔性材料的支承使得较薄的镀层用于弹性触头，否则就需提供足够的接触力。因此，较薄的镀层可在镀覆步骤中节省可观的工艺处理时间。另外，前面的方法避免了牺牲层的模制或造型的任何需要、用于提供尖锐触尖的单独成形步骤的需要以及提供重新分布引线的独立步骤的任何需要。

在用于柔性焊盘的另一实施例中，镀覆步骤和涂覆籽晶层以及涂覆和图形化抗蚀层相关的步骤都可省略。作为代替，所要求的引线和接触元件通过诸如溅射和蒸汽沉积的方法被直接图形化在器件衬底和弹性体/柔性凸块上。

通过考虑后面对较佳实施例的详细描述，本领域内技术人员对螺旋状微电子触头和水平弹性触头及其它优点和目的能有更完全的理解。下面将首先参阅附图进行简要的说明。

附图说明

图 1 是根据本发明的具有金字塔形柔性焊盘的典型微电子弹性触头的放大的立体图。

图 2 是图 1 所示类型的微电子弹性触头阵列的放大俯视图；它示出一部分间距扩展的阵列。

图 3 是由圆锥形柔性焊盘支承的螺旋状弹性触头的放大立体图。

图 4 是将柔性焊盘去除后的螺旋状弹性触头的放大立体图。

图 5 是示出根据本发明要用于形成微电子弹性触头的方法的典型步骤的流程图。

图 6 是示出在接线端和柔性焊盘之间沉积一导电性引线的方法的范例性步骤的流程图。

图 7A—7F 是在图 3 和图 4 所示制造螺旋状弹性触头方法的典型步骤期间所层覆的衬底和材料的放大的剖面图。

图 8 是类似于图 4 所示类型的螺旋状弹性触头的放大的侧视图。

图 9 是根据本发明的带微电子弹性触头阵列的典型倒装芯片半导体器件的放大俯视图；

图 10 是根据本发明的带可迅速拆卸和可焊接的微电子弹性触头的范例性倒装芯片器件的放大的侧视图。

具体实施方式

本发明提供一种能够克服现有技术弹性触头的局限性的微电子弹性触头。在下面的详细说明中，相同的元件标号用于表示出现在一幅或多幅图中的相同元件。

本发明可以潜在的低成本实现本文所引用的专利申请中所公开的多层和单层平版印刷型弹性触头的优点，并提供用于某些封装和连接中的其它优点。可以相信本发明的这种弹性触头特别适用于紧凑型封装的应用，例如倒装芯片封装和 CPS，其中它们可代替并增强球栅阵列作为连接元件的使用。

通过材料的适当选择，弹性触头也可用于测试和烧入应用场合。因此，本发明的范围包括：根据本发明的弹性触头可直接制造在单晶片各器件上，以便初始测试和/或烧入；如果需要，可保留经测试的器件上以便在封装前或封装后进行烧入测试；然后可用作主要连接元件（例如具有或不具有焊料粘合剂或导电性粘合剂）以便最终装配于电子器件。或者，本发明的弹性触头可用于前面应用中所选择的任何一种或它们的组合，用作包括其它连接元件（诸如 BGA）的封装中的辅助连接元件（例如，柔性电路 IC），用作测试探针的触头元件或插入元件，用于诸如岸栅阵列（LGA）的连接器内或用于其它任何合适的连接场合中。

图 1 示出典型螺旋状微电子弹性触头 100。弹性触头 100 包括两主材料层：采用金字塔形顺应焊盘 110 形式的第一非导电性弹性体层，采用金属引线 102 形式的第二导电性弹性层。所描述讨论的弹性触头 100 是采用叠层结构的原因是至少一部分导电层（引线 102）与非导电层（焊盘 110）

重叠并且两层一起界定触头 100。

柔性焊盘 110 可以是本文所描述的参数范围内的任何合适的形状。在本发明一个实施例中它具有精确形成的形状，例如模压的形状。在另一实施例中焊盘 110 是一种非正规形状，例如相对无定形的团。可将焊盘的形态赋予沉积在焊盘表面上的相对刚性的金属尖和柱上。为确保沿密集分布的弹性触头阵列的高度一致性，可使用使焊盘之间差异最小化的平行工艺形成每个焊盘。诸如整体压（en masse）模的平行成形还可提供一个优点：即比单独的团成形需要更少的时间。

尽管可采用其它适合的形状，例如，圆锥形、半球形或截头圆锥。但焊盘 110 大多具有金字塔形状。就普遍意义说，焊盘 110 被描述成一削锥的块，它具有相对大和平的底部区域 112（这里是将焊盘粘附于衬底 116）以及从衬底处延伸并逐渐削锥至远离衬底的、相对较小的端部区域的自由侧表面 109。在图 1 的视图中端部区域被覆盖的金属尖 104 所阻挡。这种削锥形状使得衬底 116 的粘结面积最大，同时又可有效地支承所界定的尖端结构。在该实施例中，金字塔形状减少了从弹性体材料到通气的触头 100 可能发生的水汽逸出的可能性，并提供用于沿触头阵列热应力缓解的增强的侧向灵活性。

由于具有所希望的削锥特性的金字塔形状能方便地形成很好的精度并能通过利用晶硅材料共同具有的特性形成在极小的尺寸上，金字塔形柔性焊盘特别适用。由硅材料晶面的取向所限定其侧表面的金字塔凹槽可通过将覆盖有适当图案化的光刻蚀剂层的硅片暴露在适当的蚀刻剂下（诸如 KOH）轻易地制造完成，这是公知的。然后在硅衬底中形成一阵列大致相同的金字塔凹槽，具有凹槽的衬底可用作模以形成一系列相同的金字塔形柔性焊盘。如本领域内技术人员所知那样，采用适当的蚀刻和掩模工艺，可同样地形成诸如菱形、截顶的金字塔或菱形以及台阶式金字塔或菱形等相关的形状。

柔性焊盘 110 可由适合的材料制成。例如，合适的弹性体材料可以是硅橡胶、天然橡胶、橡胶化塑料以及很大范围的其它有机聚合材料。本领域

域内技术人员基于对弹性触头所计划的工作环境（诸如温度或化学环境）的考虑以及所希望的结构特征可选择合适的材料。例如，一旦定义了触头几何形状、所要求范围的压缩性和最大接触力，可适当地选择软的和有弹性的材料。较佳地，焊盘材料是没有特殊填充材料且基本上不导电的同质塑料材料。同质的塑料材料更容易在小尺寸上形成精确的焊盘形状，诸如宽度小于 5mils（大约 130 μm ）的柔性焊盘。

柔性焊盘 110 可在与希望用于电气连接的接线端 114 相隔开的位置上被粘结在基板 116 上。然后，通过诸如电镀的工艺从接线端 114 到柔性焊盘的端部区域沉积导电性引线 102。引线 102 包括任何合适的金属或金属合金并包括一层或多层。例如，引线 102 可包括用以保证强度和刚性的相对较厚的镍或镍合金层，其上覆盖用作导体的相对较薄的金层。较佳的是，引线 102 具有沉积在焊盘 110 端部区域的触尖部分 104 整块金属，从焊盘 110 的底部 112 向触尖 104 延伸的焊盘支承条带部分 106，以及将条带部分 106 连接于接线端 114 的衬底支承的重新分布引线部分 108。触尖 104 可相对地形成点接触（未图示）以刺穿相匹配的接线端的氧化层和杂质层。或者，触尖 104 可以是相对地形成扁平状以支承焊球之类的形状。条带部分 106 可在底部的较大宽度开始并在触尖 114 处削锥至较窄的颈部，这提供了使条带沿其长度具有更均一分布应力的优点。另外，条带 106 也可以具有固定宽度或其它合适的形状。衬底 116 可以是任何合适的电子器件，包括但不限于半导体芯片或晶片、用于芯片或晶片的连接器或插槽以及印刷电路板。

如图 2 所示，弹性触头 100 可方便地用于间距扩展阵列 118。衬底 116 上的接线端 114 以第一间距 P1 设置，而触尖 104 则以较粗的间距 P2 设置，其中 P2 大于 P1。

在本发明一个实施例中，螺旋状引线可围绕于并在圆锥形柔性焊盘上图形化以提供削锥的螺旋状弹性触头。例如，在图 3 中示出一种螺旋状触头 300，它包括围绕于并在沉积于衬底 306 上的圆锥形柔性焊盘 304 上图形化的金属引线 302。触头 300 还可包括从接线端（未图示）向柔性焊盘的底

部延伸的重新分布引线 308。金属引线 302 相对于柔性焊盘 304 相对地较硬，或相对地具有伸缩性，这取决于触头 300 所要求的特性。当金属引线相对较硬时，螺旋状结构可为弹性触头 300 提供较大范围的弯折性而不会对引线 302 的材料产生过应力。

在某些场合中，如图 4 所示，在金属引线形成后将柔性焊盘去除并在衬底 416 上留下触头 400 是较为有利的。或者，触头 400 可地在适当成型的非柔性牺牲材料的焊盘上形成，然后再将牺牲材料去除。与触头 300 类似，弹性触头 400 包括沿螺旋状路径从衬底 416 延伸出的金属引线。作为选择地，它可通过重新分布引线连接于衬底 416 的接线端（未图示）。它可配置成圆锥螺旋状物（如图所示）或任何其它所希望的螺旋状图形。例如，如图 1 所示，通过围绕金字塔形焊盘并在其上图形化以金属引线而形成四边形螺旋触头。

图 5 示出用于形成本发明的微电子弹性触头的方法 500 的典型步骤。在起始步骤 502 中，柔性焊盘形成在牺牲衬底上。为形成柔性焊盘阵列，在诸如硅衬底的牺牲衬底上对应于将要形成的弹性触头阵列中的触尖所要求的配置的图形形成精密度凹槽。精密凹槽的形状对应于柔性焊盘所要求的形状，例如采用金字塔凹槽形成金字塔形焊盘等。可用任何合适的方法形成精密度凹槽；特别可采用多种平版印刷/蚀刻技术形成各种形状的凹槽。在产生凹槽，牺牲衬底较佳地涂覆以适当的薄层隔离剂，诸如 PTFE 材料或其它含氟化合物。用于形成柔性焊盘的另一方法包括：直接在衬底上沉积一非固化的或软化的弹性体材料团，然后固化或硬化在适当位置的弹性体。

在制备完牺牲衬底后，将所选择的较佳为液态的弹性体材料填满诸凹槽。随后其上将要形成触头的衬底（“器件衬底”）被安装在牺牲衬底上，而弹性体材料在适当位置固化或硬化于器件衬底，由此将柔性焊盘粘附在衬底上。然后如步骤 504 所示，将牺牲衬底从衬底及其粘附其上的焊盘中去除，将焊盘转移到器件衬底上。牺牲衬底可如所希望那样被重新使用。

或者，在牺牲衬底中填满液态弹性体后，弹性体材料可固化或硬化于

变得自由和敞开的牺牲衬底上。然后将适当的粘合剂材料涂覆在牺牲衬底上，由此涂覆柔性焊盘的暴露在外的底部。较佳地，粘合剂材料是可图形化的，由此可将粘合剂从牺牲衬底上中去除，除了弹性体材料上方的区域（无法去除）。另外，粘合剂材料较佳地呈压敏特性以接触地粘合于所匹配的衬底上。然后根据需要将柔性焊盘转移到器件衬底上。

在步骤 506，通过在器件衬底上的适当位置的柔性焊盘，可将导电性引线沉积在器件衬底接线端和相应焊盘的顶部之间，图 6 示出将导电性引线沉积在器件衬底和柔性焊盘上的方法 600 的典型步骤。在步骤 602 中，籽晶层沉积在器件衬底及其所粘附的柔性焊盘的整个表面上。合适的籽晶层是溅射形成的钛钨层；合适的籽晶层可由本领域内技术人员选择。籽晶层也可用其它方法沉积形成，包括无电镀沉积。

在步骤 604 中，牺牲层沉积在籽晶层上。牺牲层由诸如光蚀刻剂材料的可图形化材料组成并较佳地作为器件衬底及其凸出的弹性体焊盘上的高相似层进行涂覆。可用多种方法沉积抗蚀材料的相似层。一种适合于涂覆大约等于 $35\text{ }\mu\text{m}$ 厚度的方法是电沉积（电泳抗蚀）。其它方法可包括喷涂、旋涂或凹凸涂，其中涂覆材料的层流通过器件衬底。可通过连续地涂覆和固化材料层以产生较大的深度。牺牲层的最小深度较佳地等于或大于所希望将要沉积的金属引线的厚度。

在步骤 606，牺牲层被图形化以使籽晶层暴露于将要沉积导电性引线的区域上。一般图形化是采用业内所知的光敏图形化技术来完成的。在步骤 608 中，通过例如电泳，导电性引线材料被沉积至超过籽晶层暴露区域的沉积深度。可根据需要涂覆不同材料组成的相似层，例如在相对较薄的金层之后采用相对较厚的镍层或镍合金层。在步骤 610 中，通过诸如在可溶性溶液中溶解等方法去除牺牲层。由此器件上提供有根据本发明的弹性触头阵列。

对于相对薄的和具有伸缩性的金属引线的弹性触头，金属引线无需通过电泳而沉积，而是较佳地通过诸如溅射或蒸汽沉积的方法沉积。在这种情况下，器件衬底和柔性焊盘的整个表面可涂覆一薄层或要求深度的金属

层，象籽晶层那样。然后可涂覆并图形化光刻蚀剂层以保护器件衬底的需要金属引线层的区域，在蚀刻步骤中去除所剩下的金属层的非保护区域。从而省去电泳步骤，对于那些不需要相对较硬的金属触头元件的应用场合来说，工艺处理时间可大量地减少。

下面将参阅附图 7A—7F 描述形成螺旋状弹性触头的适用方法 500 和 600。图 7A 示出了底部衬底 720（例如半导体晶片、瓷片、或探针卡）的剖面图，底部衬底 720 上覆盖具有大致相同厚度的柔性材料层 722。用于层 722 的柔性材料可以是任何适当的可塑材料，例如本文所提到的用于形成柔性焊盘的聚合物材料或任何可塑的牺牲材料，如光刻蚀材料，无论它固化时是否呈现柔性。

可通过例如层 722 内的挤压和造型工具对层 722 进行模塑或成形以提供一个或多个焊盘或凸块 724。造型工具可保留采用任何适当工艺（诸如离子同向蚀刻）可去除的残留层 726。或者，如上所述使用液态树脂对焊盘 724 进行模塑或通过从层 722 中蚀刻或去除适当图案中的材料。可以理解，焊盘 724 不形成任何具体的比例。一般，图 7A—7F 的垂直比例相对于衬底 720 的特殊厚度被放大，以表现出不这样做就不明显的特征。

然后可通过例如溅射将籽晶层 728 沉积在衬底 720 和焊盘 724 上。然后将诸如光刻蚀剂层的牺牲层 730 沉积在籽晶层上，保留如图 7C 所示的结构。然后将层 730 图案化以显露籽晶层 728 希望沉积较厚金属材料层的区域。图形化后的层 730 的视图如图 7D 所示。然后采用例如电泳的工艺将导电性材料 732 沉积到暴露在外的籽晶层 728 上。可使用任何适合的导电性材料，诸如如上所述的镍或镍合金材料。在籽晶层上镀覆有导电性材料 732 的牺牲层 730 的视图如图 7E 所示。

然后如业内所知地去除牺牲层 730 以提供如图 7F 所示的一个或多个弹性触头 700 和 700'。焊盘 724 可以是本文所描述的柔性焊盘。或者，如图 8（侧视图）所示焊盘 724 可以从衬底 720 剥落以提供自立式触头 800、800'。类似触头 400 的立体图如图 4 所示。

图 9 示出在其表面上具有螺旋状微电子弹性触头 800 的典型倒装器件

900 的放大俯视图。每个触头 800 连接于器件的接线端 914。器件 900 可以是一个半导体器件，诸如存储芯片或微处理器。较佳的是在从半导体晶片上分离芯片前，弹性触头 800 可直接形成在器件 900 上。然后触头 800 用来与兼用于测试和组装的器件相连接。尽管倒装安装表现出更为紧凑的设计，但应该理解的是如果需要的话可同样将触头 800 包括到 CSP 设计中。

图 10 示出与匹配的电气元件 950（诸如印刷电路板）相接触的器件 900 的侧视图。每个触头 800 的触尖与元件 950 的接线端 952 接触。如果希望使器件 900 的安装便于拆下，可通过安装架或其它固定器件施加受控量的压力 910。压力 910 使触头 800 沿垂直于衬底 950 的方向弯曲并可使其沿平行于衬底 950 的侧向弯曲。触头 800 的侧向弯曲可在触尖处形成一种有利的摩擦作用。通过对压力 910 的卸荷可根据需要拆下器件 900。如果触头 800 不焊接到接线端 952 上，可通过触头 800 的触尖与接线端 952 之间的滑动缓解衬底 950 和器件 900 之间的热失配造成的侧向应力。

尽管已对螺旋状微电子触头的较佳实施例作了叙述，本领域内技术人员可以很明显地看出已实现了体系内的某些优点。应该理解，在不脱离本发明的范围和精神的情况下可对其作出多种修改、变化和可替换实施例。例如，已阐述多种柔性焊盘和弹性触头的具体形状，但很明显的是如上所述的创新性概念同样适用具有本文所描述的普遍特性的其它形状和结构的焊盘和金属元件。

在其它例子中，本文所描述的弹性触头可用于任何电子元件，不仅包括半导体器件还有（不作为限制）探针卡和其它测试器件。在其它例子中，其它材料沉积在上述的弹性触头结构上；例如，改善弹性触头结构的强度、弹性、导电性等性质的材料。在另一例子中，在形成上述弹性接触结构之前或之后，可在电子元件上形成一个或多个材料层。例如，一层或多层重新分布引线层（由绝缘层分隔）可形成在电子元件上，随后在重新分布层上形成弹性触头。在另一例子中，可首先形成弹性触头，然后形成一层或多层重新分布引线层。

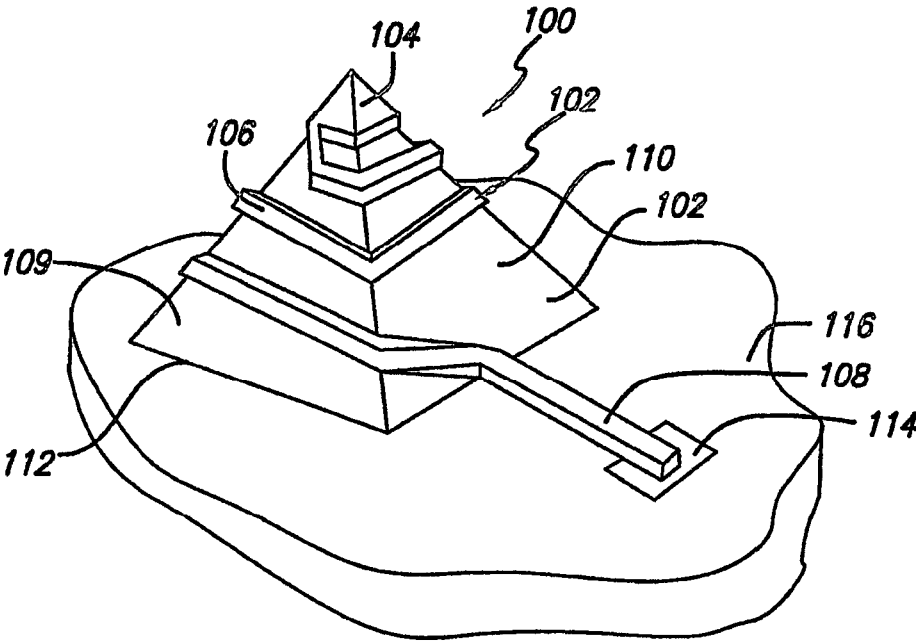


图 1

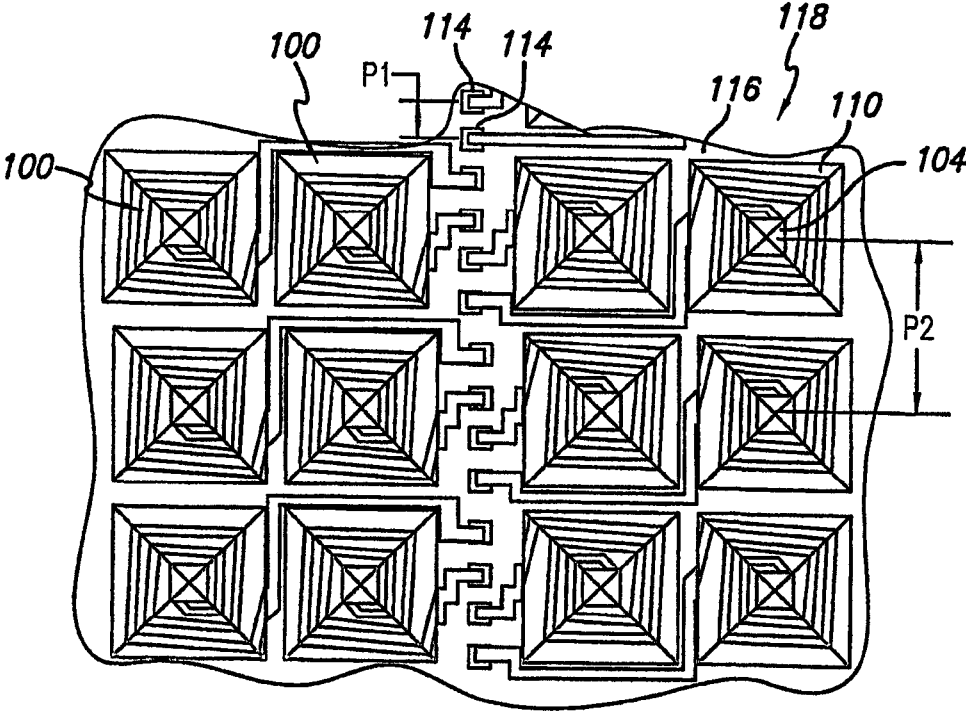


图 2

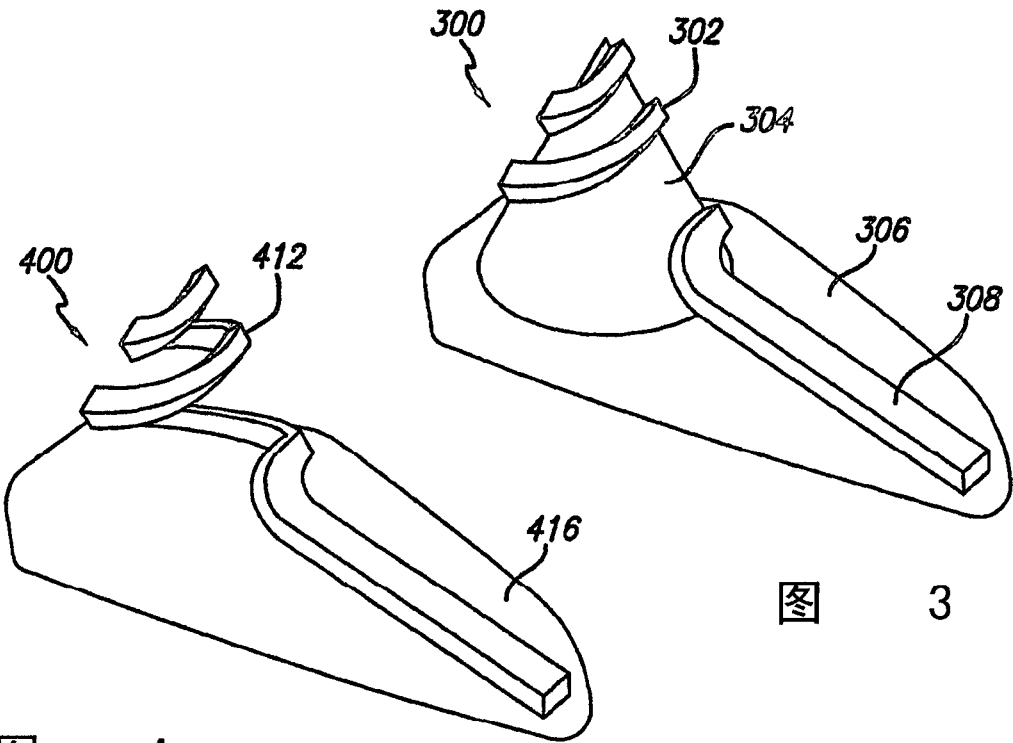


图 3

图 4

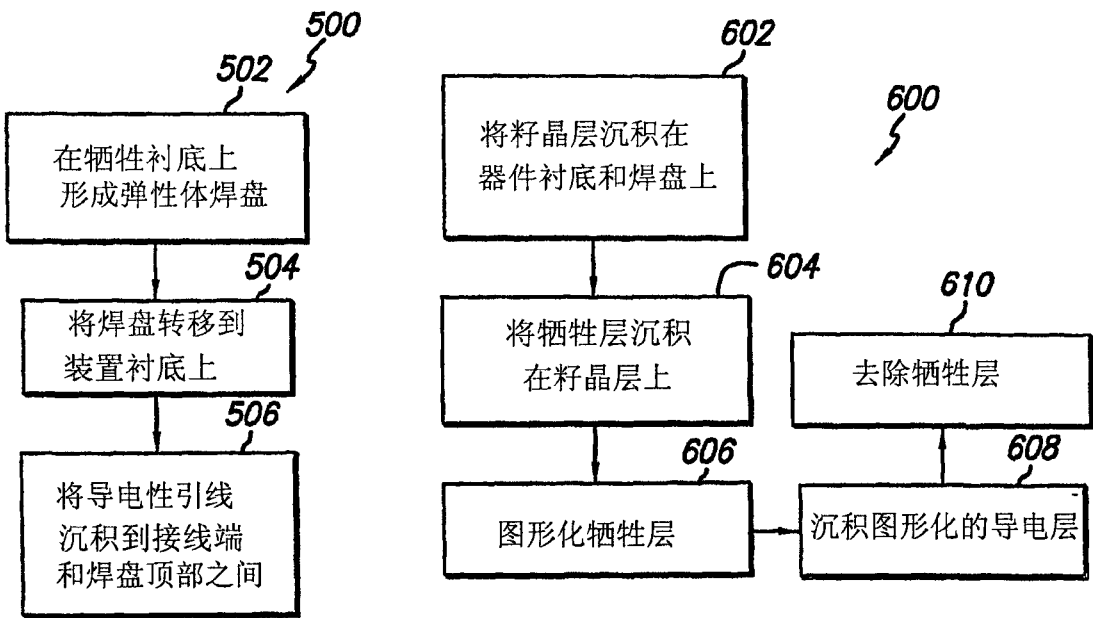


图 5

图 6

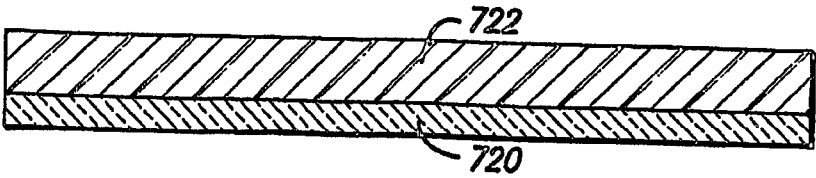


图 7A

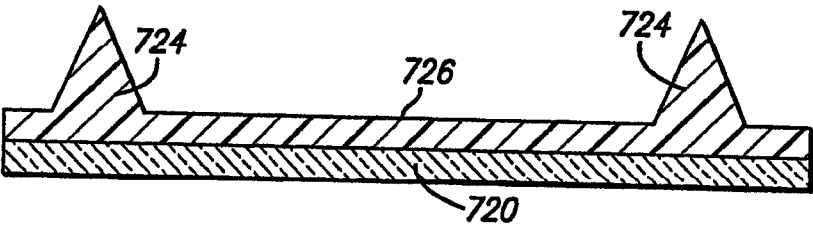


图 7B

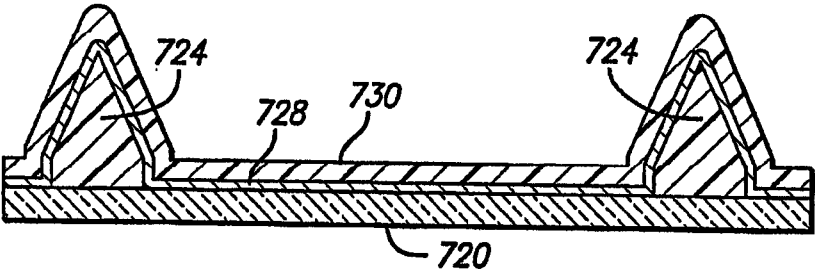


图 7C

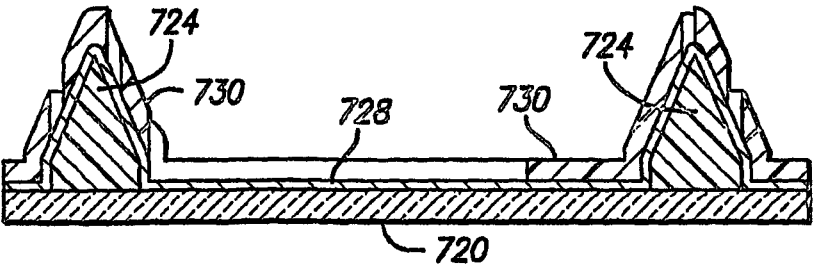


图 7D

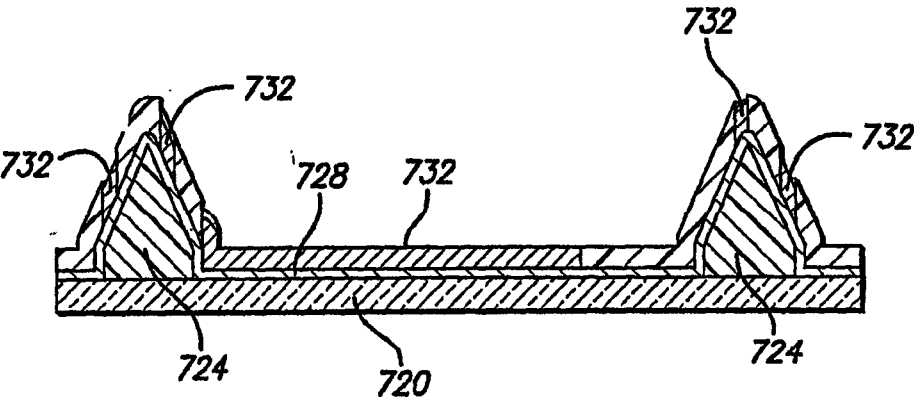


图 7E

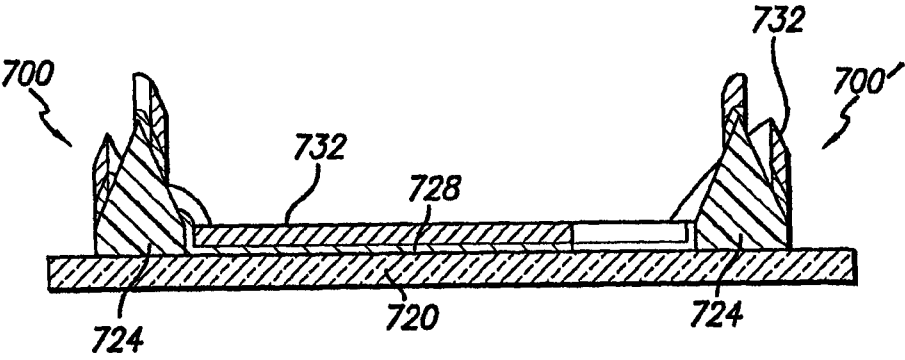


图 7F

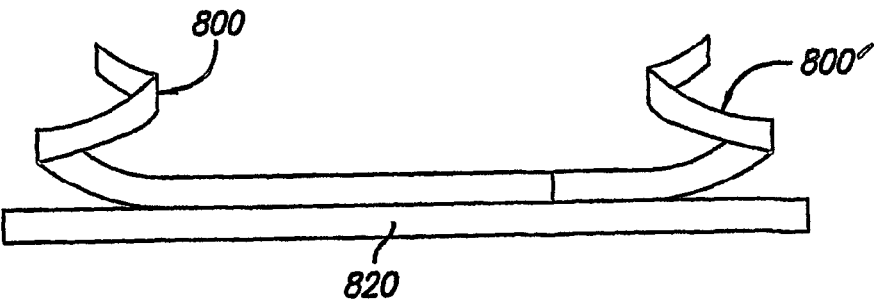


图 8

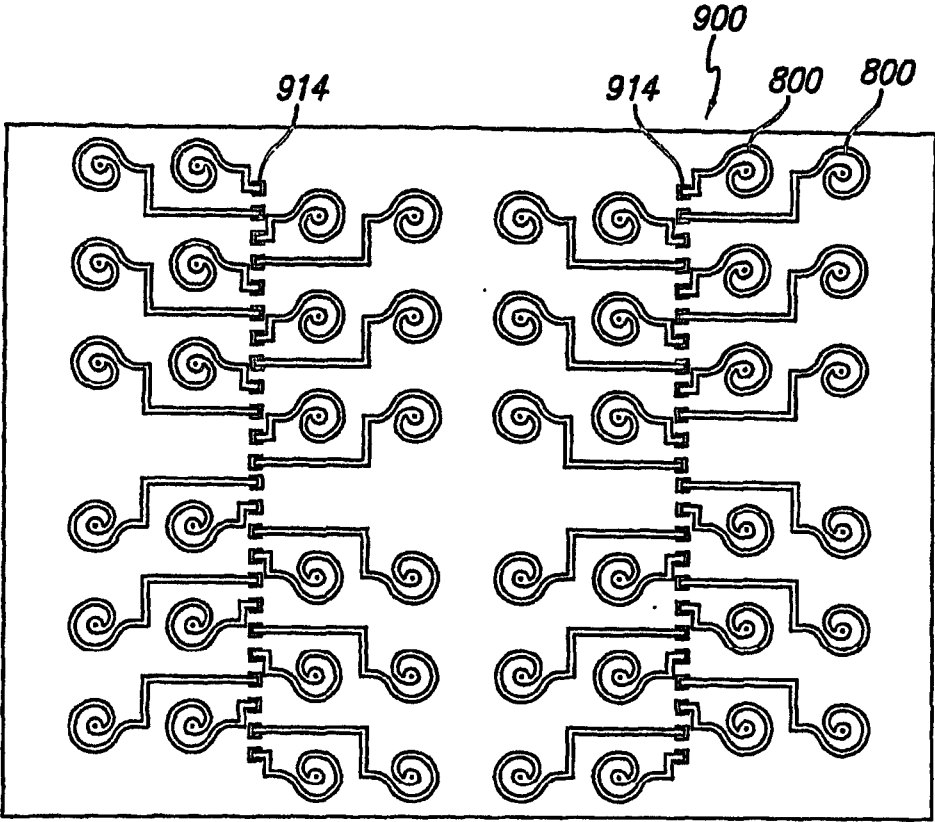


图 9

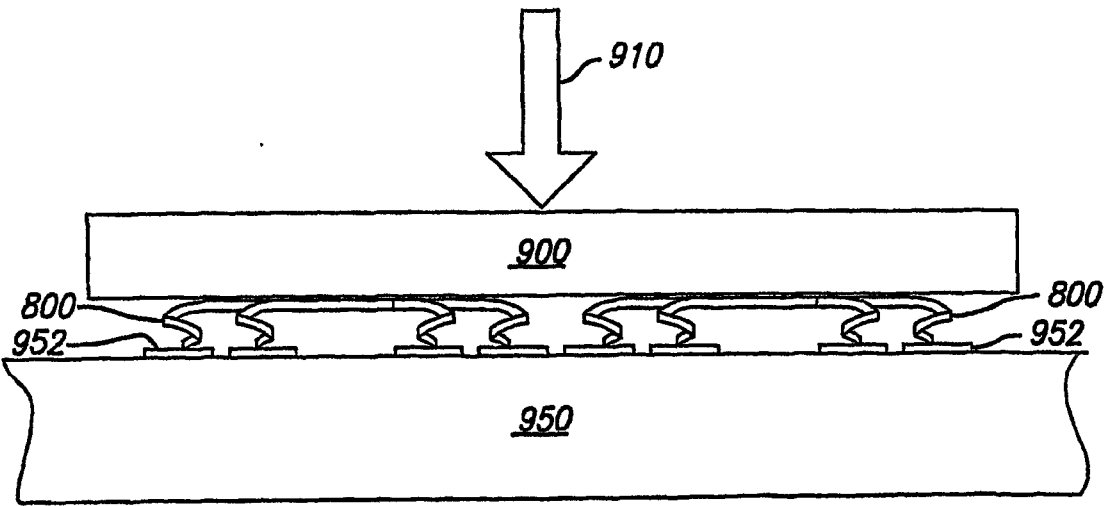


图 10