

[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] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480012371.6

[43] 公开日 2006 年 7 月 12 日

[11] 公开号 CN 1802743A

[22] 申请日 2004.4.12

[21] 申请号 200480012371.6

[30] 优先权

[32] 2003.4.10 [33] US [31] 10/410,948

[86] 国际申请 PCT/US2004/011116 2004.4.12

[87] 国际公布 WO2004/093164 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 I·K·卡汉德洛森 C·A·米勒

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

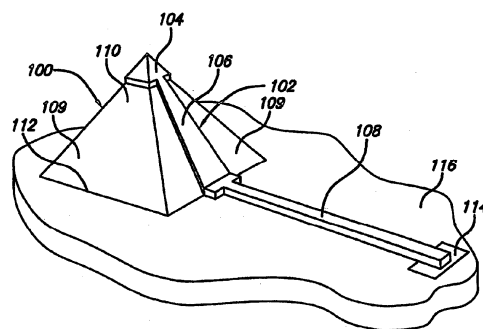
权利要求书 5 页 说明书 19 页 附图 7 页

[54] 发明名称

分层的微电子触头及其制造方法

[57] 摘要

这里公开用于在装置和匹配衬底之间形成电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隔开的顺应性垫。顺应性垫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。迹线在顺应性垫上从装置的接线端向其端部区域延伸。顺应性垫端部区域的至少一部分被迹线所覆盖，在顺应性垫上的迹线的一部分被顺应性垫支承。



1. 一种微电子触头，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
5 的顺应性垫；

从顺应性垫侧表面的一部分上的器件的接线端向端部区域延伸的迹线，其中远离衬底的端部区域的至少一部分上覆以迹线，且在顺应性垫上的迹线的一部分由顺应性垫支承。

2. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，顺应性垫与接线端隔开。

10 3. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，迹线延伸于接线端和顺应性垫之间的衬底之上并形成接触，以获得大于迹线最大宽度的跨距。

4. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，迹线包括：顺应性垫和接线端之间的端支承部分；由顺应性垫支承在第一端并由衬底支承在第二端的端支承部分，并悬置于第一端和第二端之间的衬底上。

15 5. 如权利要求 4 所述微电子触头，其特征在于，迹线的端部支承部分还包括在平行于衬底平面内的至少一个弯折。

6. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，顺应性垫基本上是不导电的。

7. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，顺应性垫的形状从金字塔形、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中选取。
20

8. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，迹线包括镍材料。

9. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，迹线上涂敷金。

10. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，顺应性垫基本上由硅橡胶、聚环氧化物、聚酰亚胺和聚苯乙烯中选取的材料构成。

25 11. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，迹线一般比顺应性垫更为可挠。

12. 如权利要求 1 所述微电子触头，其特征在于，迹线一般比顺应性垫具有更大的硬度。

13. 如权利要求 1 所述微电子触头, 其特征在于, 顺应性垫上的迹线的一部分水平地在衬底上延伸至少等于迹线远端离开衬底的垂直距离的一段距离。
14. 一种用于制造微电子触头的方法, 包括:
- 提供顺应性垫, 所述顺应性垫包括粘附于器件衬底的底部、从器件衬底延伸出并沿一角度延伸至远离器件衬底的端部区域的至少一个侧表面; 以及
- 从所述衬底的接线端到端部区域布图迹线。
15. 如权利要求 14 所述方法, 其特征在于, 所提供的步骤还包括:
- 在牺牲衬底上形成一顺应性垫;
- 将顺应性垫转移到器件衬底上。
16. 如权利要求 15 所述方法, 其特征在于, 所述转移步骤还包括:
- 将远离器件衬底的接线端隔开的位置处把顺应性垫转移到器件衬底。
17. 如权利要求 14 所述方法, 其特征在于, 对迹线进行布图的步骤还包括:
- 将连续牺牲材料层沉积在器件衬底和顺应性垫上;
- 对共形层布图以形成从接线端向端部区域延伸的沟;
- 将金属材料电镀至沟中; 以及
- 将共形层从器件衬底中除去。
18. 如权利要求 14 所述方法, 其特征在于, 对迹线进行布图的步骤还包括:
- 通过化学蒸汽沉积、物理蒸汽沉积和溅射中所选取的方法沉积金属材料。
19. 如权利要求 15 所述方法, 其特征在于, 形成顺应性垫的步骤还包括: 在牺牲衬底中蚀刻坑。
20. 如权利要求 19 所述方法, 其特征在于, 蚀刻坑的步骤还包括: 将坑蚀刻成从金字塔形、截顶的金字塔形、阶梯式金字塔形、圆锥形、半球形、菱形和截顶的菱形中选择的形状。
21. 如权利要求 19 所述方法, 其特征在于, 形成顺应性垫的步骤还包括用液态弹性体材料填充坑。
22. 如权利要求 21 所述方法, 其特征在于, 还包括使液态弹性体材料在坑中时固化。
23. 如权利要求 22 所述方法, 其特征在于, 还包括在固化步骤中将液态弹性

体材料与器件衬底接触。

24. 一种弹性微电子触头，包括至少部分自支承的迹线，所述迹线结合于衬底接线端的第一端而在第二端没有连接，从接线端向第二端延伸，具有至少一个向离开衬底表面的第二端延伸的远端部分并在平行于衬底表面的平面内自由挠曲。
25. 如权利要求 24 所述微电子触头，其特征在于，远端部分具有至少一个折弯以使迹线在平行于衬底的平面内具有弹性。
26. 如权利要求 24 所述微电子触头，其特征在于，迹线的远端部分被布图成顺沿从 Z 字形、细圆齿形、发夹形或迂回形中所选择形状的路径。
27. 如权利要求 24 所述微电子触头，其特征在于，还包括连接于刚性迹线第二端的触尖。
28. 如权利要求 27 所述微电子触头，其特征在于，触尖是扁平的和垫形的。
29. 如权利要求 27 所述微电子触头，其特征在于，还包括触尖上的焊接材料团。
30. 如权利要求 29 所述微电子触头，其特征在于，焊接材料是焊糊。
31. 如权利要求 27 所述微电子触头，其特征在于，还包括位于触尖下的衬底上的顺应性垫。
32. 如权利要求 31 所述微电子触头，其特征在于，顺应性垫具有粘附于衬底的底部以及从衬底延伸并在衬底远端削锥至一端部区域的侧表面，其中端部区域基本小于底部区域。
33. 如权利要求 31 所述微电子触头，其特征在于，顺应性垫至少部分地支承触尖。
34. 一种用于制造弹性微电子触头的方法，包括：
- 将第一牺牲材料层沉积到半导体器件上；
- 对第一层布图以暴露器件的接线端；
- 将导电的籽晶层沉积在第一层和接线端之上；
- 将第二牺牲材料层直接沉积在籽晶层上；
- 对第二层布图以暴露沿从接线端到远离接线端的一个位置的路径延伸的

籽晶层；

沿暴露的籽晶层的路径镀覆金属材料；以及

去除第一层、第二层以及籽晶层的非镀覆部分，由此暴露弹性微电子触头，所述弹性微电子触头在第一端结合于衬底接线端，在第二端没有连接。

5 35. 如权利要求 34 所述方法，其特征在于，布图步骤还包括暴露具有至少一个弯折的路径。

36. 如权利要求 34 所述方法，其特征在于，布图步骤还包括暴露具有 Z 字形、细圆齿形、发夹形或迂回形中选择的形状的路径。

37. 如权利要求 34 所述方法，其特征在于，还包括将粘附材料团施加于微电
10 子触头的远端上。

38. 如权利要求 34 所述方法，其特征在于，还包括在第一沉积步骤前将顺应性垫结合到衬底上。

39. 如权利要求 38 所述方法，其特征在于，结合步骤还包括：结合顺应性垫，所述顺应性垫具有：粘附于半导体器件的底部；从半导体器件延伸出并在半导体器件的远端削锥至端部区域的侧表面，其中端部区域基本上小于底部区域。
15

40. 如权利要求 39 所述方法，其特征在于，布图步骤还包括暴露通向顺应性垫尖部的路径。

41. 配置成倒装芯片安装于衬底的半导体器件，包括：

在表面上具有多个接线端的半导体器件；

20 多个弹性微电子触头，每个触头包括刚性迹线，所述刚性迹线在第一端结合于器件的每个接线端而在第二端没有连接，沿基本平行于器件表面的方向从每个接线端向第二端延伸，并具有至少一个远端部分，所述远端部分向与表面隔开的第二端延伸并在平行于半导体器件表面的平面内顺应。

42. 如权利要求 41 所述半导体器件，其特征在于，多个接线端彼此隔开以在表面的第一部分中形成第一间距，其中表面具有基本上没有接线端的第二部分，所述第二部分大于第一部分。
25

43. 如权利要求 42 所述半导体器件，其特征在于，多个触头的第二端被设置在表面的第二部分上并彼此隔开以形成第二间距，所述第二间距大于第一间

距。

44. 如权利要求 41 所述半导体器件, 其特征在于, 每个微电子触头的远端具有至少一个弯折以保证平行于衬底的方向上微电子接触的弹性。

45. 如权利要求 41 所述半导体器件, 其特征在于, 每个微电子触头的远端部分具有从 Z 字形、细圆齿形、发夹形或迂形中选择的形状。

46. 如权利要求 41 所述半导体器件, 其特征在于, 半导体器件的表面基本上没有弹性体材料。

47. 如权利要求 41 所述半导体器件, 其特征在于, 还包括施加在每个微电子触头远端部分的远端尖部上的粘合材料团

10 48. 如权利要求 41 所述半导体器件, 其特征在于, 还包括设置在每个微电子触头的远端部分的远端尖部和衬底之间的顺应性垫。

49. 如权利要求 48 所述半导体器件, 其特征在于, 顺应性垫具有粘附于半导体器件的底部和从半导体器件延伸出并在半导体器件的远端处削锥至端部区域的侧表面, 其中端部区域基本上小于底部区域。

15 50. 一种触头结构, 包括:

弹性垫; 以及

在所述垫至少一部分上延伸的迹线;

其中所述触头结构的弹性常数是所述垫和所述迹线的弹性的函数。

分层的微电子触头及其制造方法

5 技术领域

本发明涉及用于半导体装置之类器件的微电子触头。

背景技术

10 越来越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。越来越小的 IC 以及高导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联接的封装以及用于诸如测试和老化（burn-in）等可迅速拆下的应用场合。

例如，相比于普遍使用仅几年前的 IC 封装件，多种现代 IC 封装件具有更小的覆盖区（footprint），更高的导线数量和更好的电气性能和热性能。一种这样的紧凑型 IC 封装件是焊球阵列（BGA）封装件。一种 BGA 封装件典型地是带接线端的矩形封装件，一般以焊球阵列的形式从封装件底部凸出。这些接线端被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垫上。阵列的焊球引起回流并焊接于匹配元件上的焊垫（接线端），比如使安装有的 BGA 封装件的元件通过超声室或类似热能量源，随后移去热能量源以冷却并硬化焊料并形成一种相对永久的焊接。一旦熔融并再次硬化，焊球连接无法被容易地再次使用。因此需要独立的、可迅速拆下的触头元件以在测试和老化阶段接触 IC 的接线端盘或 BGA 封装件的焊球。

用于紧凑型封装件和连接方案的可迅速拆下的触头元件的优点已在先前被认识。用于直接安装到诸如 IC 的衬底的可迅速拆卸、可挠的弹性微电子弹性触头被公开在 5917707 号美国专利专利中（Khandros 等）。在其它事情中，第 25 5917707 号专利公开了使用导线焊接工序制成的微电子弹性触头，其中导线焊接工序包括将非常细的导线焊接到衬底上，并随后是导线的电镀以形成弹性元件。这些微电子触头已在应用中提供了实在的优点，诸如后端晶片处理以及特

别用作探针板的触头结构，在那里它们被细钨丝代替。这些相同或类似的触头元件一般也可用于半导体装置间形成电气链接，以在几乎每种类型的电子装置中形成临时的（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可应用性范围限制到受成本影响较小的应用场合中。高制造成本与制造设备以及处理时间相关。在前面提到的专利中所描述的触头是以连续工序（即一时间内一道工序）制造的，连续工序无法轻易地转化为平行的一时间内多道工序。因此，多种新类型的触头结构，在这里称为平版印刷型微电子弹性触头已被开发，它使用非常适于平行地制造多个弹性结构，由此大量减少与各触头相关的成本的平版印刷制造工序。

10 平版印刷型弹性触头的范例及其制造工序在 Pedersen 和 Khandros 于 1998 年 2 月 26 日提交的序列号为 09/032473 的标题为“平版印刷确定的微电子触头结构”共同拥有并处于权利未定状态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
15 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利用多种平版印刷技术进行布图。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实现足够高度的方法，即单个弹性层以及由此所制
20 造的范例型结构在由 Eldridge 和 Mathieu 于 1999 年 7 月 30 日提交的序列号为 09/364788 的标题为“互连组件及方法”的共同拥有且处于权利未定状态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 的标题为“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制成的弹性元件。该金属层镀覆于三维方
25 向布图的牺牲材料层上，牺牲材料层是利用微加工或模制工序形成的。然后将牺牲层去除，留下具有去除层的轮廓化形状的自站立（free-standing）弹性触头。

因此存在对改善的微电子弹性触头及其制造方法的需求，它能在明显较低

成本下实现或改善多层或单层弹性触头的性能。弹性触头适用于非常密的细距阵列以直接连接于 IC 及其类似装置,并能实现相对可拆下连接和相对永久(例如焊接)连接。

而且,要求微电子弹性触头能适用于紧凑型封装方案,其中低成本、可拆
5 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、盘驱动器等),它们需要比 BGA 封装件更小的封装件。在这种应用场合中,焊块有时直接地沉积到 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连结或倒装芯片。该倒装芯片方法受多种不利因素影响。一个关键的不利因素是要求聚合物在晶片下部进行底部
10 填充。底部填充要求减少相对于基于树脂的 PCB 的一般来说高得多的膨胀率,由硅晶片的相对低的低热膨胀率所引起热应力。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 及其对 PCB 的连接上有缺陷,通常必须舍弃整块 PCB。

已开发出另一种类型的 BGA 封装件,芯片规模焊球阵列或芯片规模封装件
15 (CSP)以克服倒装芯片的缺点。在芯片规模封装件中,焊球端一般位于半导体晶片的下面以减少封装件尺寸,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,软的顺应性弹性体层(或弹性体垫)被设置在晶片和焊球端之间。焊球端可安装在薄的 2 层柔性电路上或安装在顺应体的接线端处。IC 一般利用导线或接通引线连接于柔性电路或弹性体的接线端,整个
20 组件(除了焊球阵列)被包裹在合适的树脂内。

弹性体典型地是诸如硅树脂的聚合物,厚度大约为 $125\mu\text{m}$ 至 $175\mu\text{m}$ (5—7mils)。弹性垫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,最小化晶片和 PCB 之间的热失配应力。在其它 CSP 设计中, IC 直接粘附到两层柔性电路的表面,并用引线连接于柔性电路芯片侧上的接线
25 端。焊球被安装在柔性电路的反面。这种设计缺少用于将晶片从 PCB 中分离的弹性体层,并因此可能无法消除底部填充的需要。

当前的芯片规模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乏

(Voids) 形态或封装件的破裂。例如, 水汽可能从弹性体内的聚合物材料中逸出并陷入于晶片固定黏合剂内。然后当板组件加热操作过程中陷入的水汽膨胀时会形成空乏, 这一般会造成裂纹和封装件失效。这种空乏形态在回流连结于 PCB 时尤其成问题。

- 5 芯片规模封装设计的另一难点是弹性件集成工序, 这一般是通过将弹性垫拾取并定位在独立位置上或通过网眼印刷并随后固化液态弹性体而完成的。无论哪种情况都难以满足 CSP 应用场合中所要求的紧容限和封装件平整度。例如, 在典型的 CSP 设计中, 封装件平整性(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。使用现有技术的工序沉积弹性材料是难以实现这种程度的平整性的。
- 10

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

- 15 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, 一个精确构形的坑, 诸如金字塔形坑用任何合适的技术(比如蚀刻和浮饰)形成在牺牲衬底上。一般来说, 大量相同坑的阵列将同时形成在牺牲衬底上, 它们设置在与触尖所要求位置对应的图案上, 以待形成于电子装置上。然后如果需要的话, 在诸坑的表面上涂敷合适的隔离材料的薄层, 诸如聚四氟乙烯(PTFE)。
- 20 然后将坑填满合适的液态弹性体或类似的顺应性材料。弹性体或顺应性材料最好无任何填充材料, 诸如导电性填料。然后可将牺牲衬底匹配于其上形成有弹性触头的器件衬底, 弹性体材料在适当位置固化(凝固), 由此将弹性体材料粘附于装置, 并去除牺牲衬底。或者, 弹性体或顺应性材料可在将牺牲衬底匹配于器件衬底前固化, 将顺应性体粘附于装置的工序由某些
- 25 其它方法实现, 例如运用热或适当的粘结。还有一种方法, 聚合体材料的点可例如通过网格印刷加到器件衬底上, 然后把点压成凹坑, 以模制该点。

作为前面步骤的结果, 器件衬底上可设有至少一个顺应性垫或凸起, 且一般是远离器件衬底工作端定位的多个顺应性垫。在多数应用场合下, 垫较佳为

具有相对较宽底部和点接触顶部的相似或相近的高度和形状。当然，根据所打算的应用场合的要求，诸垫可以具有不同的尺寸和/或形状。合适的形状包括：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。诸垫基本上是固体的和同质的，或者包括空乏、气泡、层之类结构。在顺应性体以及器件衬底之间无需建立导电性接触。相反，顺应性体较佳地定位以避免与器件衬底上的接线端接触。还有，顺应性垫一般以相比器件衬底上的接线端具有扩展间距的图形中分布。

在本发明一个实施例中，诸顺应性垫主要地具有弹性，这意味着诸顺应性衬被配置成在所施加负载撤去后弹回到初始位置。在另一实施例中，顺应性垫主要是无弹性的，这表示当所施加负载撤去后诸顺应性衬不会弹回到初始位置；或者诸顺应性垫可配置成表现出弹性或无弹性行为的某些组合。一种普通技术可选择不同的材料和垫几何形状以在期望的负载条件下获得所需要的响应特性。

在本发明一个实施例中，通过诸如溅射的适当工序在包括凸起的器件衬底上涂敷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（如电泳阻抗材料）形成的更均匀共形层施加到器件衬底上。然后根据要求对牺牲层布图以将籽晶层暴露在一迹线（trace）图案中，该迹线图案从器件衬底的诸接线端向诸顺应性垫各个顶部延伸。为使所产生的触头结构具有更大的硬度和强度，可使迹线图案的宽度超过诸顺应性垫。

然后将金属性弹性层和/或导电层在部分暴露的籽晶层上镀覆所希望的深度。一般，镍或镍合金材料被优先地镀覆到足以形成合适的强度和弹性的深度。在一实施例中，镍材料被镀覆到足够的深度以使所产生的迹线比顺应性垫更硬。作为选择，在镀覆步骤后，在弹性层上涂敷诸如金薄层的保护层和导电层。在施加所要求的金属层后，牺牲材料层和多余的籽晶层可通过在器件衬底上保留顺应性凸起和金属迹线的工序去除。

然后无需进一步处理即可准备使用所产生的结构，所产生的结构包括与弹性触头形成一体的、从器件衬底每个要求的接线端向诸顺应性垫中每个垫的顶部延伸的金属迹线。较佳地，通过高共形的镀覆工序每个顺应性垫的点接触顶

部给予每个弹性触头相对尖锐的点接触尖部。每个触头横向地或垂直地从每个顺应性垫底部向每个垫的顶部延伸，这提供一种当弹性触头偏移时给予触尖运动有益擦拭动作的悬臂结构。在使用中该弹性触头由顺应性垫支承是较为有利的。

- 5 顺应性材料的支承可使将较薄的镀层用于弹性触头，否则要求提供足够的接触力。较薄的镀层可在镀覆步骤中节省可观的处理时间。另外，前面的方法避免了对牺牲层的模制或构形的任何需要、避免了提供尖锐触尖的单独成形步骤的任何需要以及提供重分布迹线的单独步骤的任何需要。

- 10 在一实施例中，镀覆步骤和施加籽晶层和施加并布图的抗蚀层的相关步骤被省去。作为代替，所希望的迹线和接触元件通过诸如溅射和蒸汽沉积的方法被直接布图在器件衬底和弹性体凸起上。

- 15 在另一实施例中，诸迹线被配置用于不需要弹性体垫或底部填充的倒装场合。这些迹线被形成在平行于器件衬底的方向上具有弹性。为了方便，此后将这些迹线称为“水平弹性体”，另外很明显的是“水平”并不局限于表示在平行于器件衬底的方向上具有弹性的意思。水平弹性补偿在器件衬底和 PCB 或其它被安装部分之间产生的热失配，并由此消除对底部填充和弹性件的需要。作为选择地，同样可将诸迹线做成在垂直于器件衬底的方向上具有弹性，与上面所引证的文献中所描述的弹性触头一样。

- 20 较佳地，水平弹性触头被形成在器件衬底的牺牲层上。每个水平弹性触头在装置的接线端和焊垫之间延伸（例如使用焊球或粘合剂连接把垫焊接到 PCB 相应的垫上）。可通过任何适当模式（诸如 Z 字形图案、打褶的图案、细圆齿形图案或迂回的图案）提供水平可挠性。然后除去牺牲层，除固定于其各接线端外保留悬置于器件衬底上的每个水平弹性触头。因此每条迹线在平行于器件衬底方向上可挠，当每个迹线的自由端结合于匹配衬底时，由装置和匹配衬底之间的热失配所产生的应力通过水平弹性触头的挠曲得以缓解。作为选择地，25 顺应性垫可设置在水平弹性触头的触尖下方以提供额外的垂直支承。

通过考虑后面对较佳实施例的详细描述，那些本领域内技术人员对分层的微电子触头和水平弹性触头及其实现的额外的优点和目的能有更完整的理解。

下面将首先参阅附图进行简要的说明。

附图说明

图 1 是根据本发明的范例性的带金字塔形顺应性垫的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的阵列的放大的俯视图；它示出一部分间距扩展的阵列。

图 3 是采用共享的菱形顺应性垫的范例性微电子弹性触头阵列的放大的立体图。

图 4 是采用半球形顺应性垫的范例性微电子弹性触头的放大的立体图。

图 5 是采用圆锥形顺应性垫的范例性微电子弹性触头的放大的立体图。

图 6 是采用具有阶梯式金字塔形顺应性垫的范例性微电子弹性触头的放大的侧视图。

图 7 是采用具有截顶的金字塔形顺应性垫的范例性微电子弹性触头的放大的侧视图。

图 8 是带有金字塔形顺应性垫的范例性微电子弹性触头的放大的侧视图，它表示出具有比顺应性垫相对更硬的金属迹线的弹性触头的挠曲特性。

图 9 是带有金字塔形顺应性垫的范例性微电子弹性触头的放大的侧视图，它表示出具有比顺应性垫相对更具可挠性的金属迹线的弹性触头的挠曲特性。

图 10 是表示本发明用于形成微电子弹性触头的方法的范例性步骤的流程图。

图 11 是表示在接线端和顺应性垫之间沉积导电性迹线的方法的范例性步骤的流程图。

图 12 是在金字塔形顺应性垫上沉积相对较薄和可挠的金属迹线的范例性微电子弹性触头的放大的俯视图。

图 13 是图 12 所示弹性触头的放大的立体图。

图 14 是在相对较薄和可挠的金属迹线上带偏置开口以提高横向可挠性的弹性触头的放大立体图。

图 15A 是根据本发明具有微电子弹性触头阵列的范例性倒装芯片半导体装置的俯视图。

图 15B 是图 15A 所示的倒装芯片装置的放大的俯视图。

图 16 是根据本发明的可迅速拆下的微电子弹性触头的范例性倒装芯片装置5 的放大的侧视图。

图 17 是根据本发明的可焊接微电子弹性触头的范例性倒装芯片装置的放大的侧视图。

图 18 是根据本发明的水平弹性触头的放大的立体图。

图 19 是根据本发明的迂回的水平弹性触头的放大的俯视图。

10 图 20 是带发夹形条带 (beam) 部分的水平弹性触头的放大的俯视图。

图 21 是表示本发明用于制造水平弹性触头的方法的范例性步骤的流程图。

图 22 是带水平弹性触头阵列的范例性倒装芯片装置的放大的俯视图。

图 23 是图 22 所示倒装芯片装置与衬底接线端相接触的放大的侧视图。

15 图 24 是与金字塔形顺应性垫结合在一起的水平弹性触头的放大的立体图。

图 25 是与截顶的金字塔形顺应性垫结合在一起的水平弹性触头的放大的立体图。

20 图 26 是与阶梯式金字塔形顺应性垫结合在一起的水平弹性触头的放大的立体图。

具体实施方式

本发明提供能够克服现有技术弹性触头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。

25 本发明以潜在的低成本实现了引用于此的专利申请中所公开的单层和多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场合中的额外优点。相信本发明这种弹性触头特别适用于紧凑型封装的应用场合中, 诸如倒装芯片封装件和 CPS, 其中它们可代替或扩大焊球阵列作为连接元件

的使用。

通过材料的适当选择，弹性触头也可用于测试和老化应用场合。因此根据本发明的弹性触头被直接制造在用于初始测试和/或老化的单晶片各装置上；如果需要，保留在测试后的装置上以在封装前或封装后进行老化
5 测试；然后被用作主连接元件（例如带或不带焊料粘合剂或导电性粘合剂）以最终装配于电子组件，这些都包括在本发明的范围和目的内。或者，本发明的弹性触头可用于前面应用场合中所选择的任何一种或它们的组合，用作包括连接其它元件（诸如 BGA）的封装件中的副连接元件（例如 IC 到柔性电路），用作测试探针的触头元件或插入元件，用于诸如平面阵列（LGA）
10 的连接器内或其它任何合适的连接场合中。

图 1 示出范例性的分层的微电子弹性触头 100。弹性触头 100 包括两主材料层：以金字塔形顺应垫 110 的形式出现的第一非导电性弹性体层，以金属迹线 102 形式出现的第二导电性弹性层。弹性触头 100 被描述成分层的原因是至少一部分导电层（迹线 102）位于非导电层（垫 110）上方而
15 两个层一起界定触头 100。

顺应性垫 110 可以是在此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被精确地构形，诸如模制的形状。在另一实施例中垫 110 是一种非正规形状，诸如相对无定形的团。可将垫的形态赋予沉积在垫表面上的相对刚性的金属尖和条带上。为确保沿密集分布的弹性触头阵列
20 的高度一致性，可使用使垫之间差异最小化的平行工序形成每个垫。诸如模制全体（en masse）的平行成形还提供一个优点：即比单独的团成形需要更少的时间。

尽管可采用例如在这里描述的垫形状的任何合适的形状，但特别地，垫 110 具有金字塔形状。以更一般的术语说，垫 110 被描述成一削锥的块，
25 它具有相对大和平的底部区域 112（在这里垫粘附于衬底 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。端部区域在图 1 的视图被覆盖的金属尖 104 所阻挡。这种削锥形状使粘结到衬底 116 的面积最大，同时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，并提供用于触头阵列上热应力缓解的增强的横向可挠性。

由于具有所希望的削锥特性的金字塔形状能以很好的精密度方便地形成并能通过利用晶硅材料共同具有的特性形成在极小的规模上，因此金字塔形顺应性垫特别适用。由硅材料晶面的取向所限定其侧表面的金字塔坑可通过将覆盖有适当图案化的光敏抗蚀剂层的硅片暴露在适当的蚀刻剂下（诸如 KOH）容易地生产，这是公知的。因此在硅衬底中形成一系列基本相同的金字塔坑，具有坑的衬底可用作模以形成一系列相同的金字塔形顺应性垫。如本领域内技术人员所知那样，采用适当的蚀刻和掩模工序，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形状。

顺应性垫 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。本领域内技术人员基于对弹性触头所打算的工作环境（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，一旦触头几何形状、所要求的压缩性范围和最大接触力被确定，即可适当地选择软的和有弹性的材料。较佳地，垫材料是没有特殊填充材料且本质上不导电的同质塑料材料。同质的塑料材料将更容易在小规模上形成精确的垫形状，诸如宽度小于 5mils（大约 $130\mu\text{m}$ ）的顺应性垫。

顺应性垫 110 在所要的电气连接的接线端 114 隔开的位置上被粘结在基板 116 上。然后通过诸如电镀的工序从接线端 114 到顺应性垫的端部区域沉积导电性迹线 102。迹线 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，迹线 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，其上覆盖用作导电性的相对较薄的金层。迹线 102 最好是：带有沉积在垫 110 端部区域的触尖部分 104 整块金属，从垫 110 的底部 112 向触尖 104 延伸的垫支承条带部分 106，以及将条带部分 106 连接于接线端 114 的衬底支承的重分布迹线部分 108。触尖 104 可相对地形成点接触（如图所示）以刺穿相匹配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 112 的

较大宽度开始并在触尖 104 处削锥至较窄的颈部，如图所示。该削锥设计具有沿条带长度的分布应力更均一的优点。或者，条带 106 可以具有固定宽度、可设置成反削锥（在顶部较宽）或其它合适的形状。衬底 116 可以是任何合适的电子装置，包括但不限于半导体晶片或晶片、用于晶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 间隔地设置，而触尖 104 则以较粗的间距 P2 间隔地设置，其中 P2 大于 P1。图 2 还示出多种用于设置迹线 102 的重分布部分 108 的方法。如图 2 的右下方所示，对于更大间距的触头 100' 的重分布迹线 108 可布图成完全环绕于更接近触头的顺应性垫 110 周围。或者，如图 2 左下方所示，对于更大间距的触头 100' 的迹线 108 可直接沉积在更小间距触头的靠近其底部 112 的顺应性垫 110 上。顺应性垫自由区域上的迹线可较佳地以非常密集的阵列定位，在非常密集的阵列中用于定位重分布迹线的间隙受到限制。这种定位同时缓解形成弹性触头的材料的应力。

图 3—图 7 示出本发明各种其它的实施例。图 3 示出一种支承多个弹性触头 122 的菱形顺应性垫 124。电 112 的端部区域被部分地暴露在外。触头 122 的其它特征类似于弹性触头 100 中所描述的那些特征。图 4 示出了一种带半球形垫 132 的弹性触头 130。触尖 104 相对扁平。图 5 示出一种带圆锥形顺应性垫 136 的弹性触头 134。图 6 是带阶梯式金字塔形顺应性垫 142 的弹性触头 140 的侧视图。相比规则形状的垫，阶梯式金字塔形垫 142 提供了较低的宽高比，即对给定尺寸的底具有较低的高度。较低的宽高比较为有利地为要求较高接触力的场合提供一种更坚实的触头。图 7 示出一种具有截顶的金字塔形顺应性垫 152 的弹性触头 150 的侧视图。截顶的金字塔形还提供较低宽高比的垫，并能适用于要求扁平状触尖 104 的多种场合中。在不脱离本发明范围的前提下，弹性触头可提供不同于这里描述的多种其它的形状和配置。

可以改变顺应性垫和位于其上的导电性迹线的相关结构特性。在本发明一个实施例中，顺应性垫相比导电性迹线而言更软并更具可挠性。图 8

示出具有相对可挠垫 110 和相对较硬条带 106 的弹性触头 100 的挠曲模式。在该实施例中，弹性触头 100 的特性由条带 106 的特性决定，条带 106 在接触力的作用下以类似于不由顺应性垫支承时挠曲的模式而挠曲。因此触尖 104 对应于垂直位移“dz”移动一横向距离“dx”，由此为触尖提供有利的擦拭动作。

在另一实施例中，导电性迹线相比顺应性垫具有相对的可挠性。图 9 示出具有比顺应性垫 162 更具可挠性的垫支承条带 166 的弹性触头 160 的挠曲模式。为获得更大的可挠性，触尖 164。条带 166 可重分布迹线 168 可作为相对较薄的层沉积，相比沉积一相对厚的条带（如条带 106），这较为有利地能够更快地完成。由于被对称地支承，垫 162 在没有明显的水平挠曲的情况下挠曲垂直距离“dz”。条带 166 和触尖 164 弯折以顺从垫 162 的外形。

应该理解图 8 和图 9 示出在两个极端的相反端上的挠曲模式。但也可能要求将触头配置成工作在介于图 8 和图 9 所示模式之间的中间模式。在中间模式中，弹性触头将显示出两种挠曲模式的特性。例如，触尖将承受一些横向挠曲或擦拭并同时大致地由顺应性垫支承。由此中间模式能够一定程度地实现两种挠曲模式（即擦拭动作和细的、快速成形的迹线）的优点。本领域内技术人员可构造出工作在任何所希望的挠曲模式下的弹性触头。对于几何特性和选择材料已给定的情况，可改变条带厚度直到实现所要求的挠曲模式。可将计算机建模用于设计阶段以预测具体弹性触头设计的挠曲特性。

图 10 示出用于形成本发明的微电子弹性触头的方法 200 的范例性步骤。在起始步骤 202 中，顺应性垫形成在牺牲衬底上。为形成顺应性垫阵列，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案形成精密的坑。精密的坑的形状对应于顺应性垫所要求的形状，例如用金字塔坑形成金字塔形垫等。可用任何合适的方法形成精密的坑；特别可采用多种平版印刷/蚀刻技术形成多种多种形状的坑。在坑被产生后，牺牲衬底较佳地涂敷以适当的薄层隔离剂，诸如 PTFE 材料或

其它含氟化合物。用于形成顺应性垫的另一方法通过直接在衬底上沉积一非固化的或软化的弹性体材料的团，然后在适当位置固化或硬化弹性体。

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坑。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
5 弹性体材料在适当位置随器件衬底固化或硬化，由此将顺应性垫粘附在衬底上。然后如步骤 204 所示，将衬底及其粘附其上的垫从牺牲衬底中去除，将垫转移到器件衬底上。牺牲衬底可如所希望那样被重新使用。

或者，在牺牲衬底中的坑填满液态弹性体后，弹性体材料可固化或硬化于自由和敞开的牺牲衬底上。然后将适当的粘合剂材料涂敷在牺牲衬底
10 上，由此涂敷顺应性垫的暴露在外的底部。较佳地，粘合剂材料是可布图的，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粘合于所匹配的衬底上。然后将顺应性垫如根据要求转移到器件衬底上。

在步骤 206 中，使顺应性垫位于器件衬底上，导电性迹线被沉积在器
15 件衬底接线端和相应垫的顶部之间，图 11 示出将导电性迹线沉积在器件衬底和顺应性垫上的方法 210 的范例性步骤。在步骤 212 中，籽晶层被沉积在器件衬底及其所粘附的顺应性垫的整个表面上。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。

在步骤 214 中，牺牲层沉积在籽晶层上。牺牲层是一种诸如光敏抗蚀
20 剂材料的可布图材料并优先作为器件衬底及其凸出的弹性体垫上的高共形层施加。可用多种方法沉积抗蚀材料的共形层。一种适合于涂敷大约等于 $35\text{ }\mu\text{m}$ 厚度的方法是电沉积（电泳抗蚀）。其它方法可包括喷涂、旋转喷涂（spin coating）或弯月水柱涂（meniscus coating），其中涂敷材料的层流通过器件衬底。可通过连续地涂敷和固化材料层以产生较大的深度。
25 牺牲层的最小深度最好等于或大于所要求的将要沉积的金属迹线的厚度。

在步骤 216 中，牺牲层被布图以使籽晶层暴露于将要沉积导电性迹线的区域上。一般布图是采用业内所知的任何合适的光敏布图技术而完成的。在步骤 218 中，例如通过电泳，导电性迹线材料被沉积至超过籽晶层暴露

区域的沉积深度。可根据需要施加不同材料组成的共形层，例如根据需要在采用相对较厚的镍层或镍合金层之后，涂敷相对较薄的金层或其它合适的触头金属，如钯、铂、银及其合金。在步骤 220 中，通过诸如在合适的溶液中溶解的方法去除牺牲层。由此根据本发明的弹性触头装置上提供有

5 阵列。

对于相对薄的和具有可挠性的金属迹线的弹性触头，金属迹线无需通过电泳而沉积，而是最好通过诸如溅射或蒸汽沉积的方法沉积。在这种情况下，器件衬底和顺应性垫的整个表面可涂敷一薄层或若干层要求深度的金属层，象籽晶层那样。然后可施加并布图光敏抗蚀剂层以保护器件衬底

10 的需要金属迹线层的区域，所剩下的金属层的非保护区域在蚀刻步骤中去除。由于省去电泳步骤，对于那些不需要相对较硬的金属触头元件的应用场合，处理时间得以大量地减少。

在具有相对薄和可挠金属层的分层的弹性触头的场合中，对顺应性表面的更大面积进行涂敷，使之达到或包含顺应性垫的整个表面是较为有利的。顺应性垫 171 的大部分被覆以金属层 172 的范例性弹性触头 170 如图

15 12 和图 13 所示。和在这里描述的其它弹性触头类似，金属层 172 包括：衬底的接线端和顺应性垫 171 底部之间延伸的衬底支承的重分布部分；从垫底部向上延伸的垫支承部分 176 以及位于顺应性垫 171 顶部的触尖 174。在范例性触头 170 中，金字塔形垫 171 的所有四边都被金属层 172 覆盖，除

20 了沿金字塔四个角的相对较小的区域。对顺应性垫的大面积覆盖较为有利地降低了触头 170 的抗蚀性，并同时有助于保护衬垫不受损伤。在顺应性垫上的金属层中要求有用于缓解金属层的应力的开口，从而为垫在变形时的膨胀（凸起）提供空间，并提供用于除气的通风口。无需在金属层中设置开口同样可以实现应力缓解，诸如通过提供高延展性的材料（诸如金）

25 形成的金属层 172。

图 14 示出一种被配置成类似于弹性触头 170 的弹性触头 175，但设有横向偏移的开口 177，以为迹线 178 的垫支承部分 179 提供横向可挠性。通过适当地配置的开口 177，可增强触头 175 的横向可挠性。即，触头 175

能更好地适应其触尖相对于其底部的横向挠曲，而不会撕裂迹线 178 或引起弹性触头的其它故障。横向挠曲力可由器件衬底和匹配衬底之间的热失配引起，特别是当触头 175 焊接到触尖 174 以匹配到衬底上时。

图 15A 示出在表面上具有微电子弹性触头 100 阵列的范例性倒装芯片装置 180 的俯视图。图 15B 示出了同一装置 180 的放大视图。如前所述，各触头 100 连接于装置 180 的接线端 114。装置 180 可以是半导体装置，诸如存储器芯片或微处理器。较佳地，在从半导体晶片上单块化之前，弹性触头 100 可以直接地形成在装置 180 上，然后触头 100 被用于连接于装置，既能用于测试也能用于组装。尽管倒装芯片安装表现出更紧凑的设计，但应该理解，如果有需要，触头 100 同样可结合到 CSP 设计中。

图 16 示出与匹配的电气元件 184（如印刷电路板）接触的装置 180 的侧视图。各触头 100 的触尖与元件 184 的接线端 186 接触。通过使用安装架或其它固定装置，可以施加受控量的压力 182，如果要求装置 180 的安装是可迅速拆卸的，压力 182 使触头 100 沿垂直于衬底 184 的方向和平行于衬底 184 的横向挠曲。触头 100 的横向挠曲可在触尖处提供有利的擦拭动作。通过对压力 182 的卸荷，装置 180 可按照要求被拆下。如果触头 100 不被焊接到接线端 186，在衬底 184 和装置 180 之间热失配所引起的横向应力可通过触头 100 的触尖和接线端 186 之间的滑动来缓解。如果触头 100 焊接在合适的地方，则可望获得具备固有横向可挠性的触头。

例如，如图 17 所示，图 12—14 所示的触头 170 可设置在将要焊接于元件 184 的装置 190 上。触头 170 的金属部分相对较薄和可挠，并能被布图以具有如其它地方所描述的更大的横向可挠性。触头 170 的金属部分不是自支承的，而是依靠每个触头的顺应性垫而受到支承。使用焊糊材料 192 团可将装置 190 安装到接线端 186。应选择用于触头 170 的顺应性垫材料，使其能够经受在安装时所遇到的焊料回流温度。在焊接之后，触头 170 在相对低级别的力作用下仍然能够横向挠曲以缓解热应力。另外，在装置 190 的诸触头 170 之间保留充分的间隙以使弹性触头阵列通风，因此由于气体在弹性体或顺应性垫的其它材料内聚集而引起的封装件失效的可能性得以

降低。

对于某些倒装芯片和 CSP 应用场合，可望消除弹性触头中设置顺应性垫的要求。不使用顺应性支承垫而提供横向弹性的适当的自支承弹性触头 300 以及类似的应用如图 18 所示。弹性触头 300 是一种在这里被称为水平弹性触头的微电子弹性触头，意味着弹性触头主要沿平行于所安装衬底表面的方向上具有弹性。触头 300 包括：结合于衬底 116 的底部 306；沿大致平行于衬底 116 的平面延伸并沿其长度至少具有一个弯折的悬臂条带 304；以及被配置成用于焊接固定的触尖 302。触头 300 可由整体的弹性片和导电性材料制成，例如通过诸如电泳等方法沉积的相对厚的镍合金迹线。触头 300 上可涂敷以诸如金的导电性金属外层或以任何其它所希望的方法涂敷。

多种条带形状可适用于水平弹性触头。图 19、20 示出所适用的范例性条带形状的主视图。参阅图 19，弹性触头 308 具有迂回的条带 304。条带 304 的每个弯折可增加底部 306 和触尖 302 之间直线方向上的额外弹性。参阅图 20，条带 304 中的一系列发夹形弯折用于提供弹性触头 310 的底部 306 和触尖 302 之间的弹性。发夹形设计可在底部和触尖之间较窄的空间内提供较大的水平弹性。要知道的是许多其它形状也适用于条带 304。本领域内技术人员可选择适合的形状，以使条带在垂直方向（垂直于衬底）上有适宜的刚性和自支承性，同时在水平方向上具有充分的可挠性和弹性。

根据本发明用于形成水平弹性触头的方法的范例性步骤 250 如图 21 所示，在步骤 252 中，第一牺牲层被沉积在器件衬底上。在步骤 254 中，对第一牺牲层布图以使器件衬底的接线端暴露在外。用于支承弹性触头所形成的（特别是有长跨距的那些）结构的额外区域可暴露在外。第一牺牲层可以是任何可布图材料，诸如用于平版印刷领域中的光蚀刻材料。应当在衬底表面上沉积均一厚度的层，该均匀厚度等于水平弹性件所要求的高度。然后如业内所知地采用光平版印刷技术对第一牺牲层进行布图以将包含和围绕装置诸接线端的衬底表面区域暴露在外。所暴露的区域应足够大以支承水平弹性件，该水平弹性件根据预期的垂直和水平负荷来构造。

在暴露装置的接线端后，且同时第一牺牲层的大部分保留在衬底上，

在步骤 256, 前述籽晶层被沉积在第一牺牲层上并暴露接线端区域, 在步骤 258, 第二牺牲层被沉积在籽晶层上。第二牺牲层同样应该是光可布图材料, 并应当沉积至等于或大于水平弹性材料所要求厚度的均一的深度。在步骤 260, 第二牺牲层被布图成将要形成水平弹性件所要求的形状。籽晶层从每个沿条带在第一水平层上延伸到触尖(可以是垫形触尖)的接线端区域暴露。

然后在步骤 262, 例如通过将金属材料电泳至要求厚度而将导电性材料层沉积到被布图的第二牺牲层。因此导电性材料仅被沉积到被暴露在外的种子区域上以提供所要求形状的弹性触头结构。可根据所水平弹性触头所要求的结构和电气特性选择导电性材料。例如, 从强度和弹性考虑可选择镍或镍合金材料作为主要结构材料以及更具导电性材料(诸如金)的第二层可用作为顶层。本领域内技术人员可想出其它合适的材料以及材料组合并将它们施加在多个层上。在沉积一层或多层导电性材料后, 在步骤 264 中通过诸如在适当的溶液中溶解等方法去除第一和第二牺牲层以将自站立的水平弹性触头暴露在器件衬底上。

设有水平弹性触头 300 的阵列 314 的范例性半导体装置 312 的俯视图如图 22 所示。装置 312 可适用于倒装芯片安装场合。每个弹性触头 300 具有: 粘附于装置 312 接线端 316 的底部区域 306; 在器件衬底上大致平行于器件衬底延伸并具有至少一个弯折的条带 304 以及端部区域 302。端部区域 302 可以是垫形的, 用以承载焊球或焊糊团或其它焊接材料。配置阵列 314 的弹性触头 300 以为装置 312 的接线端 316 提供间距扩展的重分布配置。或者, 诸触头 300 的触尖 302 可配置在间距保留或间距减少的图案中。

图 23 示出对电子元件 184 进行倒装芯片安装配置中的装置 312。焊球 192 被用于将每个触尖 302 连接到元件 184 的相应接线端 186。条带 304 一般平行于装置 312 和元件 184 的两朝向表面, 同时使装置 312 和元件 184 保持分立并在水平方向上沿其长度可自由地挠曲。由此可籍由水平弹性触头 300 的屈曲缓解由装置 312 和元件 184 之间的热失配造成的内建应力。无需弹性体材料以将装置隔离于元件, 且水平触头 300 可用于完成对装置

312 的支承。或者，辅助性悬浮支承（未图示）被用于将装置 312 支承在元件 184 上，在这种情况下可将诸触头 300 做得更具可挠性。

弹性触头也可被构造成垫支承和水平弹性触头特性的组合。图 24 示出一种范例性组合弹性触头，它具有位于菱形顺应性垫 329 上的金属迹线 322 以及擦拭型触尖 324。为实现更大的水平可挠性，条带 326 以 Z 字形图案形成在垫 329 上。也可使用诸如迂回形的多种其它的水平方向上可挠的形状。衬底支承的接线端部分 328 直接从衬底 116 上的菱形垫 329 底部延伸。

在另一实施例中，弹性触头上可设置从顺应性垫底部向衬底接线端的底部延伸的水平可挠部分。图 25 和图 26 示出这种一般类型的弹性触头 330、350。图 25 示出具有截顶的金字塔形的顺应性垫 152 的接线端 330 的侧视图。金属迹线 332 包括：在顺应性垫 152 顶部的触尖 334；连接于触尖 334 的垫支承部分 340；具有多个连接于垫支承部分 340 的弯折 344 并从顺应性垫 152 延伸的端支承部分 342，顺应性垫 152 在衬底 116 上自由地延伸；以及将端支承部分 342 连接于衬底 116 接线端的衬底支承部分 338。由于触尖 334 由顺应性垫 152 支承，可将迹线 332 做成具有尽可能的可挠性。相比如图 18 所示类似于弹性触头 300 的悬臂结构，更薄和更可挠的端支承条带部分 342 能提供更大的水平可挠性。因此图 25 所示类型的弹性触头特别适用于要求更大地缓解水平热应力，并且其中顺应性垫的出现不成问题。

图 26 示出一种采用阶梯式金字塔形顺应性垫 352 的类似组合触头 350。触尖 334 上设有用于后面将结合于元件衬底的焊球 192。垫支承迹线部分 340 沿垫 352 的轮廓延伸至靠近其底部并在底部之上的点，具有两个弯折 344 的端支承部分 342 从该点起向衬底 116 上的衬底支承垫 338 延伸。弹性触头 350 通过其支承垫 352 在垂直方向上被形成相对牢固和稳定，同时通过其可挠的端支承部分 342 在平行于衬底 116 的平面上保持高度的可挠性。

第二迹线部分 356 同样在图 26 中被示出。第二迹线部分 356 从顺应性垫 352 的一部分上向第二顺应性垫和第二触尖延伸。第二顺应性垫和第二触尖在图 26 中未示出，但可以类似于垫 352 和触尖 334 或具有不同的形状。

本领域内技术人员可通过适当地组合这里所描述的方法 200 和 250 中

的步骤而构造出如图 25—26 所示类型的弹性触头。例如，可通过在垫（如 152 或 352）和衬底 116 上沉积第一抗蚀层而形成端支承部分，然后选择地去除垫和接线端上的第一抗蚀层。然后将籽晶层沉积在第一抗蚀层以及垫和接线端暴露在外的区域上。然后将第二抗蚀层沉积在籽晶层上并对其布图，从而以所要求迹线图案中显露籽晶层。然后将迹线镀覆到暴露在外的籽晶层并去除抗蚀层以显露出与触头 330、350 相似的触头。

尽管已对分层的微电子触头和水平弹性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，在本发明的范围和精神内可对其作出各种修改、变化和替换的实施例。

10 例如，已阐述多种顺应性垫和水平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在这里描述的普遍特性的垫和金属元件组成的其它形状和结构。

作为另一个例子，在这里描述的弹性触头可用于任何电子元件，不仅包括半导体装置还有（不作为限制）探针卡和其它测试装置。还有在其它

15 例子中，额外的材料沉积在可如上所述的弹性触头结构上；这类材料能改善弹性触头结构的强度、弹性、导电性等性质。还有另一例子，在形成如上所述弹性接触结构之前或之后，一个或多个材料层可形成在电子元件上。例如，一个或多个重分布迹线层（由绝缘层分隔）可形成在电子元件上，随后在重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，

20 然后形成一个或多个重分布迹线层。当然，可去除以任何图示所描述的全部或部分顺应性层（例如弹性层）。

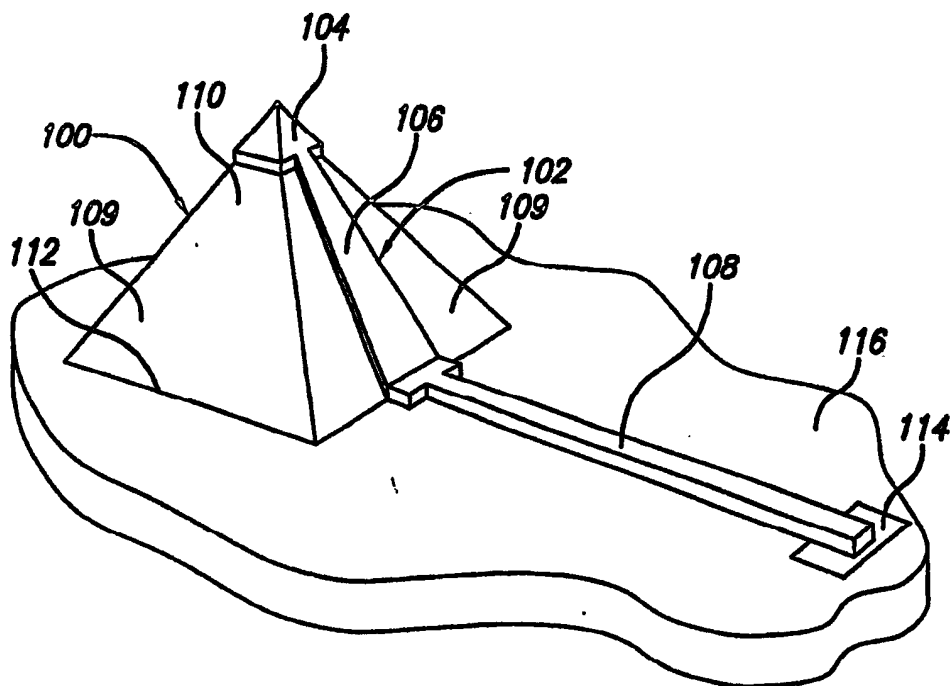


图 1

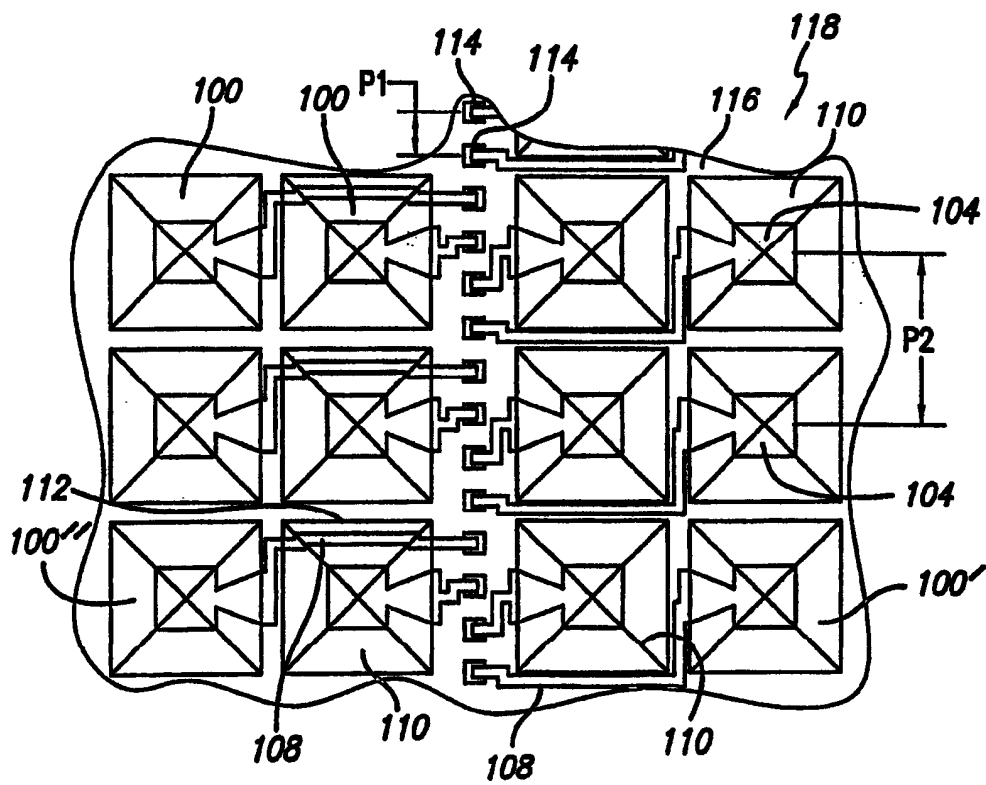
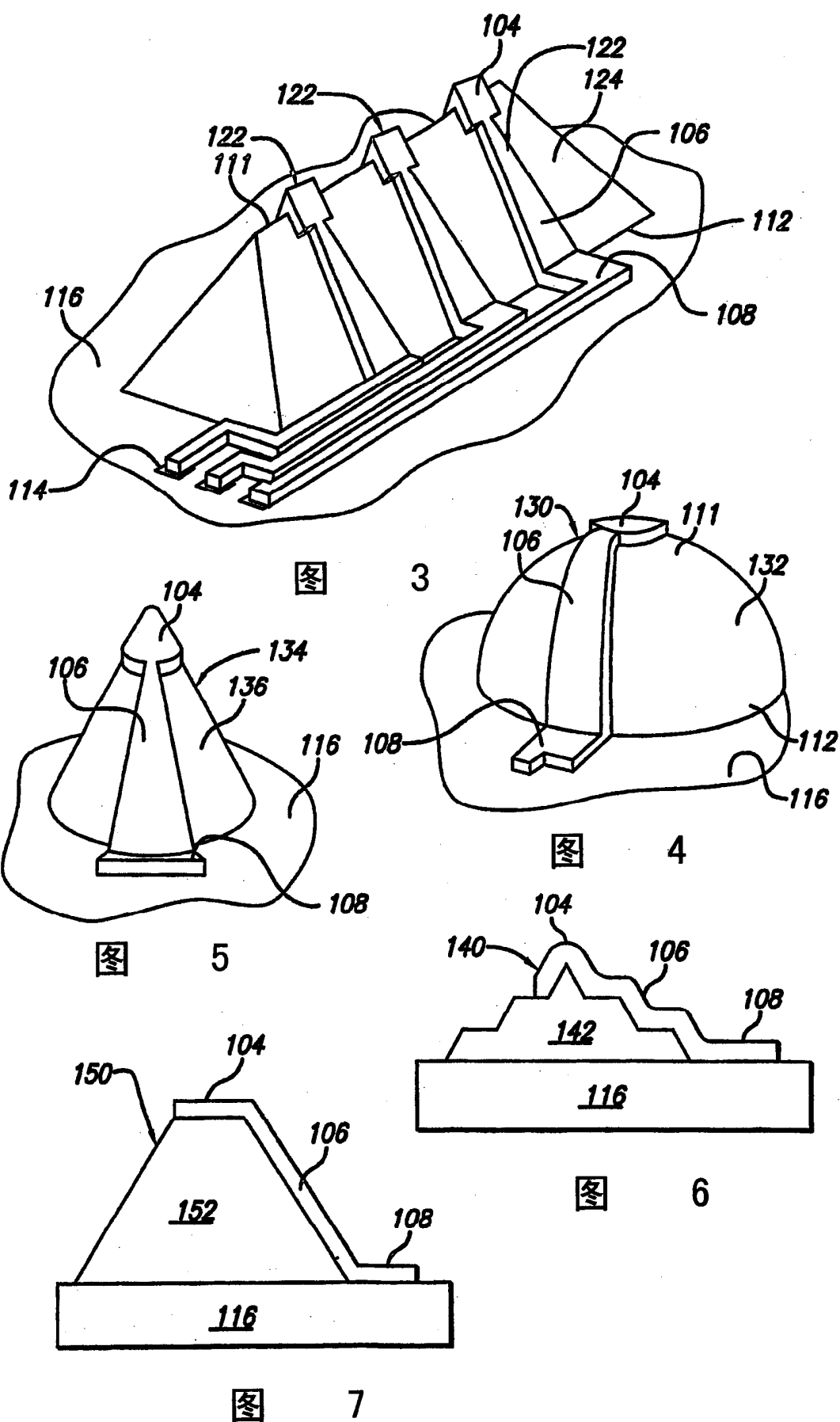


图 2



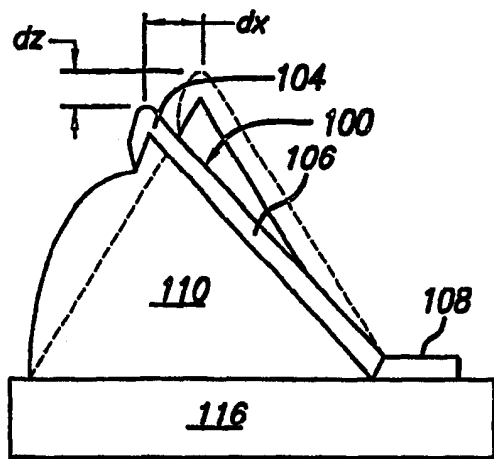


图 8

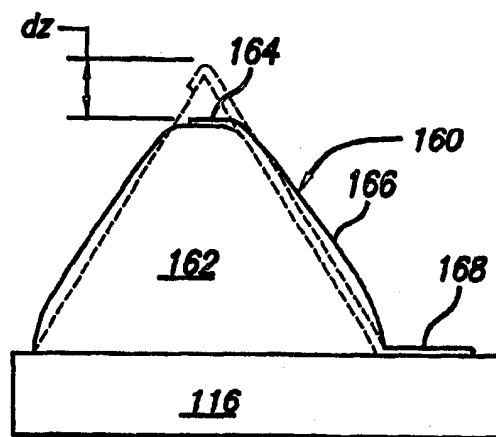


图 9

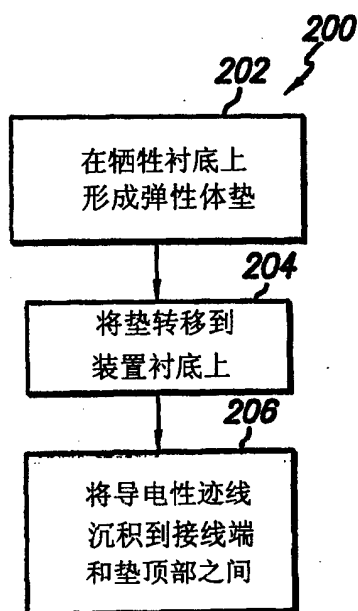


图 10

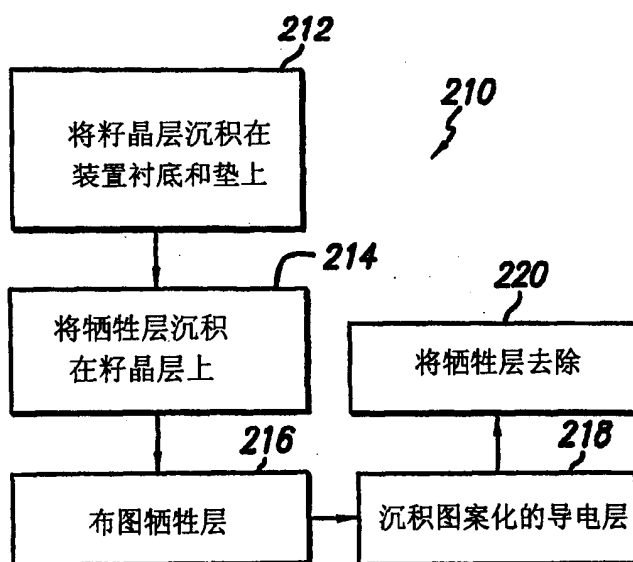


图 11

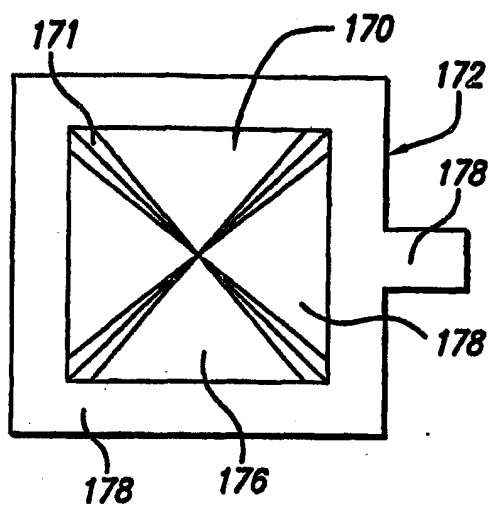


图 12

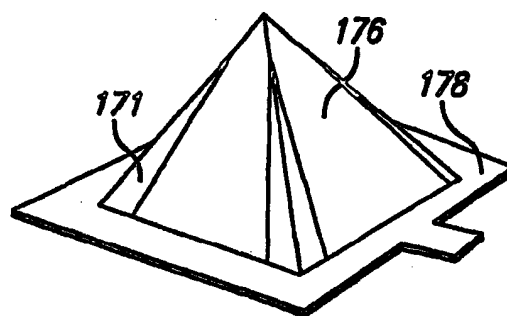


图 13

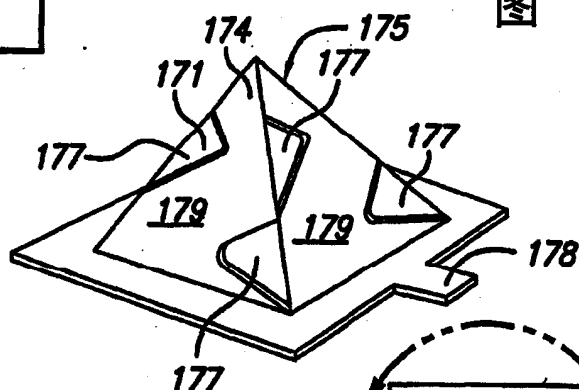


图 14

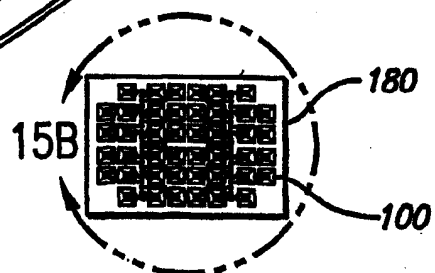


图 15A

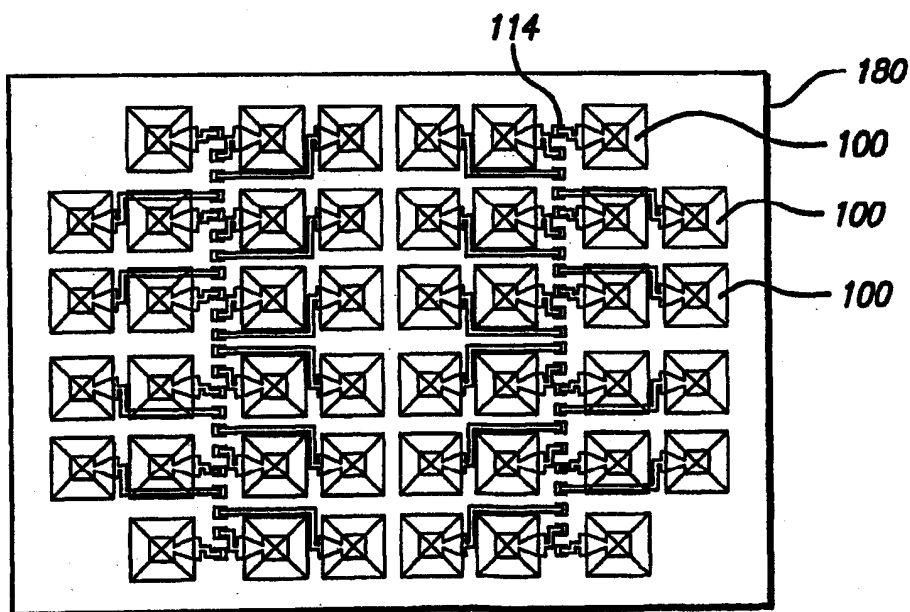


图 15B

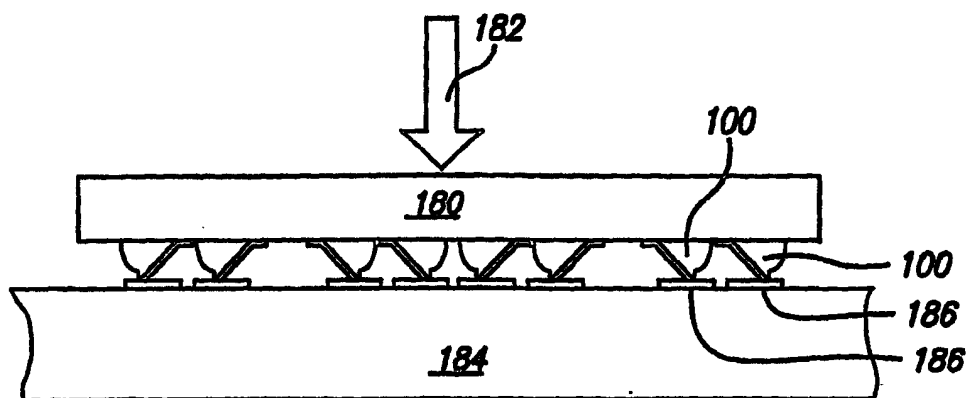


图 16

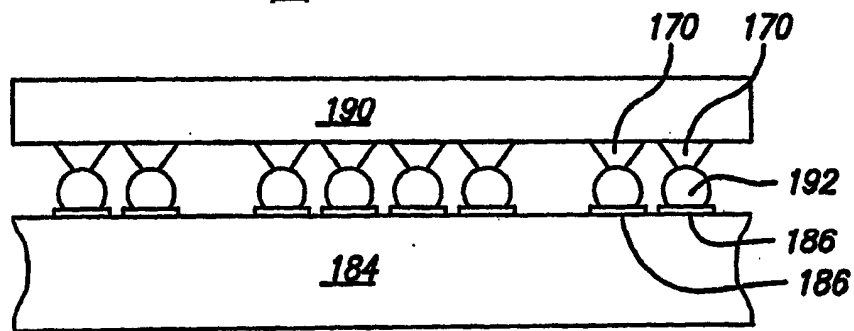


图 17

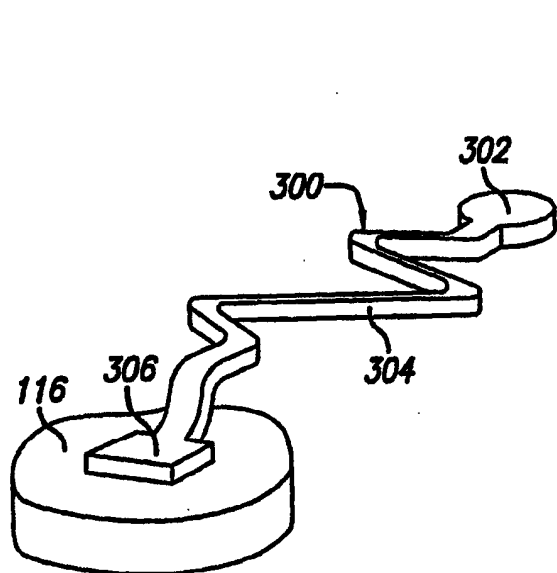


图 18

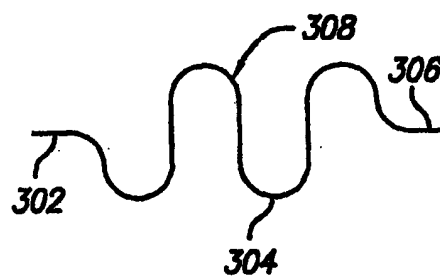


图 19

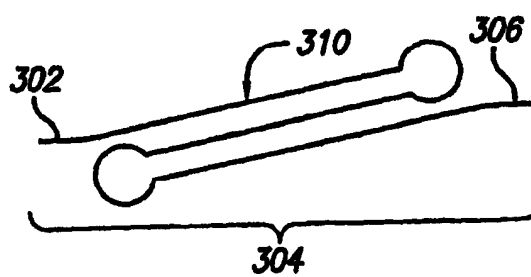


图 20

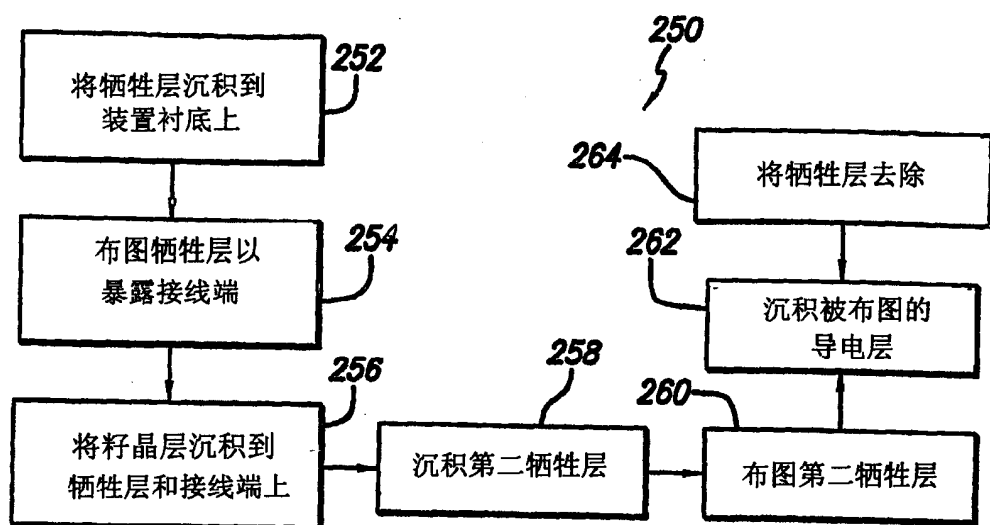


图 21

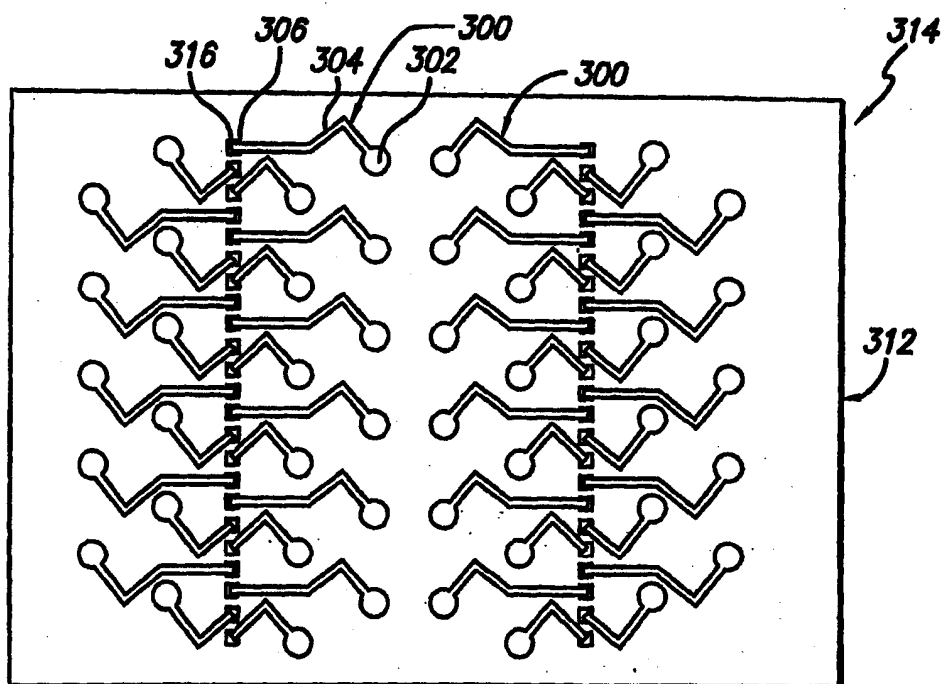


图 22

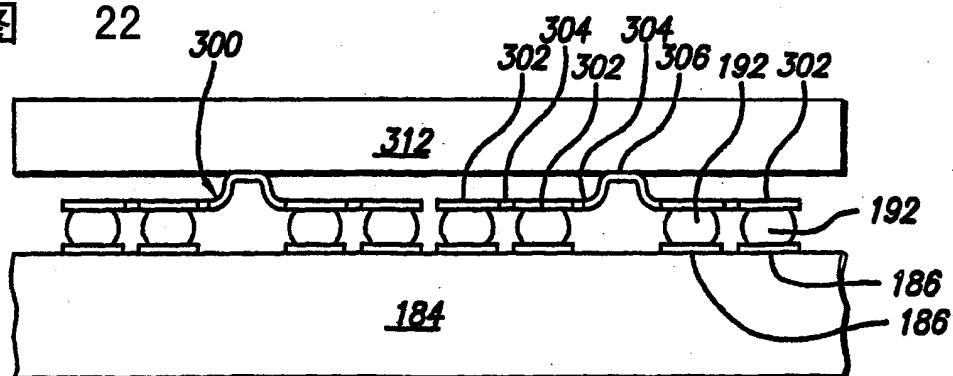


图 23

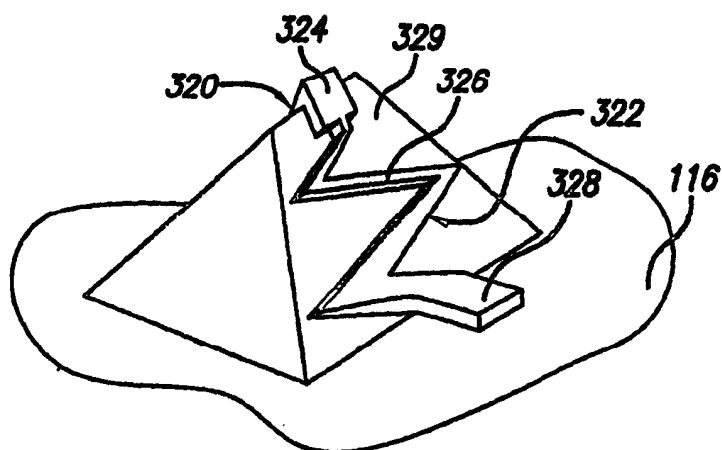


图 24

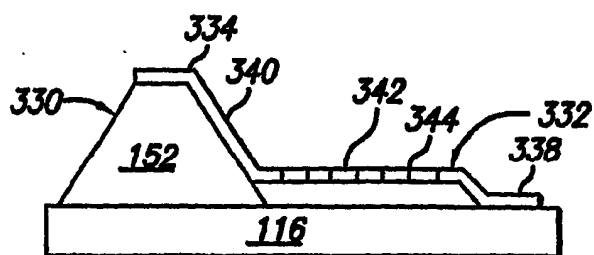


图 25

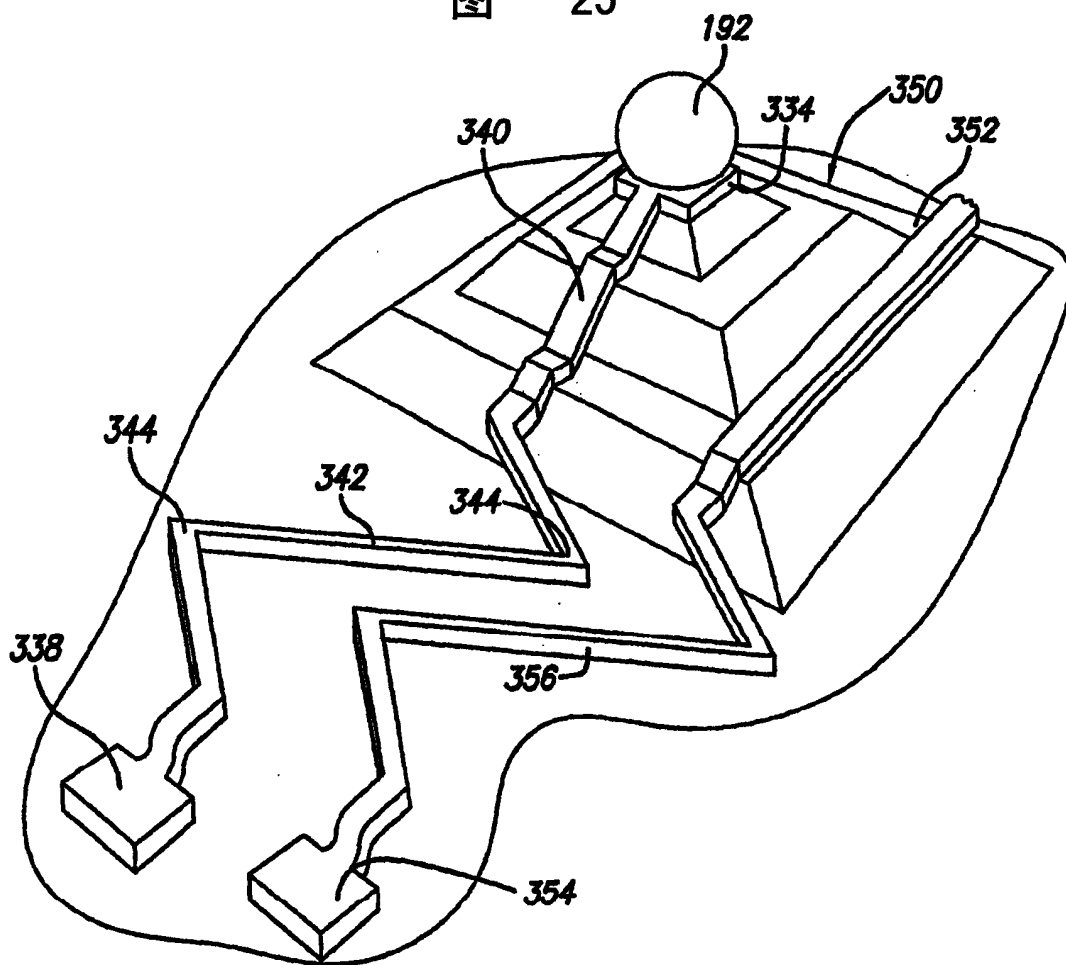


图 26