



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01811005.3

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 100339985C

[22] 申请日 2001.3.28 [21] 申请号 01811005.3

[30] 优先权

[32] 2000. 4. 12 [33] US [31] 09/547,561

[32] 2000. 4. 12 [33] US [31] 09/547,560

[86] 国际申请 PCT/US2001/009994 2001. 3. 28

[87] 国际公布 WO2001/080315 英 2001. 10. 25

[85] 进入国家阶段日期 2002. 12. 11

[73] 专利权人 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 G·L·马蒂厄

B·N·埃尔德里奇

S·W·文策尔

[56] 参考文献

JP61136437U 1986. 8. 25

JP9213813A 1997. 8. 15

审查员 赵百令

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 顾峻峰

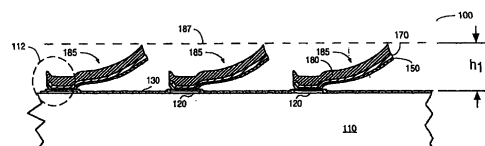
权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 15 页

[54] 发明名称

成形弹簧以及制造和使用成形弹簧的方法

[57] 摘要

一种互连件和制造及使用互连件的方法，该互连件包括一适于连接到一基片的第一元件材料和一第二元件材料，该第二元件材料包括一具有可转变性质的材料，以便在转变时改变互连件的形状。一个示例是材料具有可转变性质，以使第一和/或第二元件材料的体积可以经历从一体积到一不同体积（例如一较小的体积）的热力转变。



1. 一种互连件，它包括：

一第一元件材料，所述第一元件材料适于在第一端处连接到一基片，第一元件的第二端可从所述基片释放；以及

一第二不同的元件材料，所述第二元件材料连接到所述第一元件材料，

其中，所述第一元件材料和所述第二元件材料之一响应于外部刺激而可转变，从而当第一元件材料的第二端从所述基片释放时，互连件在施加外部刺激之前具有第一几何形状，并且在施加外部刺激之后具有第二几何形状，第二几何形状不同于第一几何形状，

其中，所述第一元件材料和所述第二元件材料之一的转变是永久性的，从而在取消外部刺激之后，所述互连件不会返回到第一几何形状。

2. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，所述互连件的尺寸适于直接接触一半导体装置。

3. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，所述第二元件材料覆盖在所述第一元件材料上面，并且响应于外部刺激而使所述第二元件材料的体积增加。

4. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，外部刺激包括热量。

5. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，所述第一元件材料和所述第二元件材料都响应于外部刺激而可转变。

6. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，通过电镀引用所述第一元件材料和所述第二元件材料中的至少一种。

7. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，通过溅射引用所述第一元件材料和所述第二元件材料中的至少一种。

8. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，通过化学镀引用所述第一元件材料和所述第二元件材料中的至少一种。

9. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，所述第一元件材料包括钯及其合金。

10. 如权利要求1所述的互连件，其特征在于，所述第一元件材料是包括钯/钴的合金，活化层包括铜和镍之一。

11. 如权利要求10所述的互连件，其特征在于，所述第二元件材料还包括镍。

12. 如权利要求11所述的互连件，其特征在于，所述第二元件材料包括一镍

合金。

13. 如权利要求 1 所述的互连件，其特征在于，所述第一元件材料和所述第二元件材料之一响应于外部刺激将形状改变为先前确定的形状。

14. 如权利要求 13 所述的互连件，其特征在于，所述第二元件材料响应于外部刺激将形状改变为先前确定的形状，并且第二元件材料覆盖在所述第一元件材料的上面。

15. 一种用于制造互连件的方法，它包括：

引用连接在一基片上的互连件，所述互连件包括一第一元件材料和一第二元件材料；

所述互连件在一端处释放离开所述基片；以及

施加外部刺激而使所述第一元件材料和所述第二元件材料之一的特性转变，从而改变所述互连件的几何形状，

其中，所述第一元件材料和所述第二元件材料之一的转变是永久性的，从而在取消外部刺激之后，所述互连件不会返回到第一几何形状。

16. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，施加外部刺激而使所述第一元件材料和所述第二元件材料的特性均转变。

17. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，还包括在施加外部刺激之前从所述基片释放所述互连件的第一端。

18. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，施加包括加热所述互连件。

19. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，还包括：在施加之前，将所述互连件的一端从一第一位置偏置到一第二位置，该第二位置离开所述基片的表面的距离更大。

20. 如权利要求 15 所述的方法，其特征在于，还包括限制所述互连件的端部的偏置。

21. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，还包括：

引用一第三元件材料，所述第三元件材料具有超过互连件的弹性性质。

22. 如权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述互连件连接到所述基片的一表面上，并且在所述互连件与所述基片表面相对的一表面的上方引用所述第三元件材料，引用所述第三元件材料的方法包括：

使所述基片上方的遮蔽材料形成图案，以具有一暴露所述互连件的表面的开口；以及

将所述第三元件材料引用到所述互连件的暴露表面。

23. 如权利要求 22 所述的方法, 其特征在于, 所述第三材料是电泳抗蚀材料。

24. 如权利要求 22 所述的方法, 其特征在于, 通过电镀加工引用弹簧元件材料。

25. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 所述第二元件材料在与所述基片相对的一侧处连接所述第一元件材料, 所述第二元件材料包括可转变性质, 该方法还包括:

在转变性质之后, 去除所述第二元件材料。

26. 如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 所述第二元件材料包括一形状记忆合金, 形成的一互连件包括引用处于马氏体状态的所述第二元件材料, 转变所述第二元件材料的性质包括将所述第二元件材料转变为记忆状态, 处在其记忆状态的所述第二元件材料具有一体积, 该体积不同于处在其马氏体状态的体积。

27. 如权利要求 26 所述的方法, 其特征在于, 在转变性质之后, 该方法还包括:

使所述互连件退火。

28. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 它还包括:

在转变之后, 在所述互连件的释放端处将所述基片连接到一电子元件上的接触点。

29. 如权利要求 28 所述的方法, 其特征在于, 它还包括:

在连接之后, 测试所述基片和所述电子元件之一。

30. 如权利要求 29 所述的方法, 其特征在于, 所述电子元件包括一小片, 所述互连件的释放端连接到小片的一结合垫。

31. 如权利要求 1 所述的互连件, 其特征在于, 所述互连件的整个厚度在 1 至 500 微米之间。

32. 如权利要求 1 所述的互连件, 其特征在于, 所述互连件的整个厚度大于 25 微米。

33. 如权利要求 1 所述的互连件, 其特征在于, 所述互连件的整个厚度为 28 微米。

34. 如权利要求 1 所述的互连件, 其特征在于, 第一元件材料具有 1 至 3 微米的厚度。

35. 如权利要求 1 所述的互连件, 其特征在于, 第一元件材料具有 5 微米的

厚度，第二元件材料具有 3 至 6 微米的厚度。

36. 如权利要求 1 所述的互连件，其特征在于，第一元件材料具有 12 至 25 微米的厚度。

37. 如权利要求 1 所述的互连件，其特征在于，所述互连件的整个厚度大于 1 微米。

38. 如权利要求 1 所述的互连件，其特征在于，所述第一元件材料和所述第二元件材料之一响应于外部刺激而将尺寸改变为先前确定的尺寸。

39. 如权利要求 1 所述的互连件，其特征在于，所述第二元件材料响应于外部刺激而将尺寸改变为先前确定的尺寸，所述第二元件材料位于所述第一元件材料的上方。

40. 如权利要求 1 所述的互连件，其特征在于，所述互连件具有导电性，在具有第二几何形状时，所述互连件的自由端被设置成接触一电气构件，并藉此在所述基片和所述电气构件之间提供电气连接。

成形弹簧以及制造和使用成形弹簧的方法

技术领域

本发明涉及一种适合电子元件之间的有效连接的互连（接触）件。

背景技术

互连或接触件可用于将电子元件的装置或一个电子元件连接到另一个电子元件。例如，互连件可用于连接集成电路芯片的两个电路或连接一特定用途集成电路（ASIC）。互连件还可用于将集成电路芯片连接到适于安装在计算机或其它电子装置的印刷电路板（PCB）上的芯片组件，或将集成电路芯片直接连接到 PCB。互连件还可用于将集成电路芯片连接到诸如一探测插件板组件或其它基片之类的测试装置，以测试芯片。

一般而言，电子元件之间的互连或接触件可以分成至少两个主要种类：“相对持久”和“易于拆卸”。

“相对持久”的接触件的一个示例是一电线束。一旦通过将互连件结合到每个电子元件以使两个电子构件相互连接，必须使用一松开过程来分离元件。诸如集成电路芯片或小片与芯片或组件的内部导线（或导线框架触头的诸内端）之间的一电线束互连件通常采用一“相对持久”的互连件。

“易于拆卸”的互连件的一个示例是一个电子元件的诸刚性插头之间的互连件，该电子元件被另一个电子元件的弹性插座元件接纳，例如，一弹簧加载式 LGA 插座或一零嵌入力插座。第二种“易于拆卸”的互连件是自身具有弹性或类似弹簧或安装在一弹簧或弹性介质中或上的互连件。该种互连件的一个示例是诸如提交于 1999 年 11 月 2 日、题为“使探测插件板组件的探测元件的尖端平面化的方法”的普通转让的美国专利 No. 5, 974, 662 (FFI-P06) 所述的探测插件板构件的钨针或微型弹簧触点。探测插件板构件的互连件通常在装有互连件的电子元件与第二电子元件（例如测试中的半导体装置）的端子之间实现暂时的压力连接。

关于弹簧互连件，通常期望以极小的接触力来实现对电子元件（例如，对电子元件的端子）的可靠压力接触。例如，期望以约 15 克的接触（加载）力（包括每个端子 2 克或 2 克以下和 150 克或 150 克以上）来实现对电子元件的一端子的可靠电

气压力连接。

与弹簧互连件有关的第二个因素是互连件使电子元件的端子压力连接的部分的形状和冶金性质。关于作为弹簧互连件的钨针，例如，受到元件（即钨）的冶金性质限制了接触端，随着钨针的直径逐渐变小，在接触端处控制或建立期望的形状将相应地变得更加困难。

在某些情况下，互连件自身没有弹性，而是由弹性膜支承。弹性膜探针示范了这种情况，其中将多个微型凸起设置在弹性膜上。此外，制造该接触件所需的技术限制了对于接触件的接触部分的形状和冶金性质的设计选择。

提交于 1993 年 11 月 16 日的普通转让的美国专利申请 No. 08/152, 812（现在是提交于 1995 年 12 月 19 日的美国专利 No. 5, 476, 211）（FFI-P01）揭示了用于制造弹簧互连件的方法。在一个较佳实施例中，这些对于微电子应用尤其有用的弹簧互连件涉及将柔性细长元件的一端（例如，电线“主干”或“骨架”，有时是“芯部”）安装到电子元件上的一端子，并且在柔性元件和端子的邻近表面涂覆一种或多种材料的“外壳”。本技术领域技术人员可以选择柔性件和外壳材料的厚度、屈服强度和弹性模量的组合，以使由此产生的弹簧互连件提供令人满意的强制偏转特征。用于芯部的示范性材料包括金。用于覆层的示范性材料包括镍及其合金。由此产生的弹簧互连件适合用于实现两个或多个电子元件（包括半导体装置）之间的压力或可拆卸互连。

随着电子元件逐渐变小，电子元件上的诸端子之间的间距逐渐变小（节距逐渐变细），制造适于使电子元件的诸端子电气连接的互连逐渐变得更加困难。提交于 1997 年 2 月 18 日、题为“微电子接触结构和制造该结构的方法”的共同待批和普通转让的美国专利申请 No. 08/802, 054（FFI-P34）（本文将援引其全部内容作为参考）和公布于 1997 年 11 月 27 日的对应的 PCT 申请 W097/44676 揭示了一种通过平版印刷技术来制造弹簧互连件的方法。在一个实施例中，该申请揭示了在牺牲性的基片上形成弹簧互连件（包括一为悬臂梁的弹簧互连件），然后将互连件传送并安装到电子元件上的端子。在该揭示中，通过蚀刻技术使弹簧互连件形成在基片本身中。在题为“微电子弹簧接触件”的共同待批、普通转让的美国专利申请 No. 08/852, 152（FFI-P35）中，通过以下方法在一基片（包括一为电子元件的基片）上形成弹簧互连件，即通过沉积多个遮蔽层并使其形成图案以构成一与弹簧互连件的形状对应的开口，在由形成图案的遮蔽层构成的开口中沉积导电材料，以及去除遮蔽层以形成独立式弹簧互连件。

题为“微电子接触结构和制造该结构的方法”的共同待批和普通转让的美国专利申请 No. 09/023, 859 叙述了一种具有一底端部分（柱构件）、一本体部分（梁构件）和一接触端部分（尖端构件）的互连件，以及单独形成每个部分并根据需要将柱部分共同连接在电子元件上的方法。

授予 Smith 等人的美国专利 No. 5, 613, 861（及其对应的分案美国专利 No. 5, 848, 685）揭示了形成在一基片上的由照相平版印刷形成图案的弹簧互连件，该弹簧互连件具有一由诸如铬钼合金或镍钨合金之类的弹性（例如弹性体）材料制成的本体，该本体具有内在的应力梯度。当本体的一端脱离基片时，应力梯度使该端部弯曲离开基片呈弧形。

为了获得期望的本体形状，Smith 等人必须限定美国专利 No. 5, 613, 861 所述的互连件的厚度。对互连件的厚度的限定限制了互连件的弹簧常数 k （ k 随着厚度的增加而增加），尤其是在当前技术水平的互连件阵列中，减少单个互连阵列的尺寸（例如，长度和宽度），以适应接触垫或端子密度的相应增加。弹簧常数的减少通常会减少施加于弹性互连件用于某一偏转 x （ $k = F/x$ ）的载荷或力 F 的数量。因而，该种互连件通常至多承受一适度的接触力，该接触力不足以实现对电子元件的可靠压力接触。

需要一种弹性互连件和提高互连件弹性的方法，尤其是适合目前的小间距电气连接并且可用于未来技术的互连件。还需要改进的弹性互连件的制造方法，尤其是可重复的、一致且廉价的方法。

发明内容

揭示了一种互连件以及制造和使用互连件的方法。在一个实施例中，互连件包括：一第一元件材料，该第一元件材料适于连接到一基片；以及一第二元件材料，该第二元件材料连接到第一元件材料。第一元件材料和第二元件材料的至少一种包括一具有可转变性质的材料，以便在转变时改变所述互连件的形状。一个示例是第一和/或第二元件材料具有一种性质，以使材料的一第一体积适于转变为一第二、不同的体积。

本发明的互连件的一部分可以连接在诸如电子元件之类的基片上，并且在基片一处与一信号电气连通。互连件可以采用多种构造，以便在互连两个电子元件时弹性变形。一个较佳的实施例是一种悬臂构造，其中互连件的自由端可用于电气连接，例如探测另一个电子元件的接触垫或端子或电气连接两个电子元件。

在本发明的一个方面中，将互连件的第一元件材料和第二元件材料设置成一种构造，以使第二元件材料位于第一元件材料上方，并且使第一体积大于第二体积。在该情况下，转变为较小的第二体积导致互连件沿其长度的某些部分变形。在互连件采用基片上的一悬臂构造的示例中，体积转变在一个实施例中会导致互连件的自由端变形离开（即偏斜）其自由端朝连接基部弯曲的基片，从而提供一突伸的互连件。例如，通过一止动件可以限制互连可以偏离基片的距离，以便在某种情况下，为基片上（或基片上方）的多个互连件可以建立一致的偏斜距离。一旦互连件的形状变形，可以保持或去除第二元件材料，以分别获得双材料或单材料的互连件。

通过提供一经历性质转变的材料制成的互连件以使互连件变形，从而可以简化基片上的互连件的制造，超过现有技术的方法。双材料或单材料互连件还可作为最终互连结构的前身或核心，通过结合另外的材料或层（例如弹性层）以形成最终结构，从而形成互连件。

还揭示了一种电子组件。在一个实施例中，电子组件包括一基片，该基片具有多个在基片上可接近的接触接点和多个独立式弹性互连件，这些互连件以一种方式连接于基片，以使一互连件的一连接件或一基部电气接触一相应的诸接触接点中的一个。在另一个实施例中，接触接点是基片上或基片中的信号线。在一个方面中，互连件包括一适于连接到一基片的第一元件材料和一连接到第一元件材料的第二元件材料。第一元件材料和第二元件材料之一包括一具有可转变性质的材料，以便在转变时改变互连件的形状。一个示例是第一和/或第二元件材料具有可使材料的一第一体积适于转变为一不同的第二体积的性质。

还揭示了一种方法。方法包括：形成一连接到一基片的互连件，并且包括一第一元件材料和一第二元件材料；在一端处将互连件释放离开基片；以及转变第一元件材料和第二元件材料之一的一性质，以使互连件变形。性质转变的一个示例是第一元件材料和第二元件材料之一的体积从一第一体积转变到一第二、不同的体积。在一个实施例中，在转变步骤之前或之后，释放互连件的一端。

在一个方面中，互连件可采用多种构造，例如互连件的自由端可用于电气连接的一悬臂，以便探测或电气连接一电子组件。第二元件材料可位于第一元件材料的上方，因而在一个实施例中，体积转变致使诸如第二体积小于第一体积。在悬臂互连件的情况下，互连件的自由端在转变时变形，以使触点的自由端离开基片。在转变之后，可去除第二元件材料，以形成一单材料的互连件。后一种操作对于或多或少地在将保持改进的的状态中的剩余材料来说特别有用。

通过本发明的方法形成的互连件可以单独使用或作为最终互连结构的前身。在一个实施例中，方法包括：在转变步骤之后，使基片上方的遮蔽材料形成图案，以致具有一暴露互连件表面的开口；以及将一第三元件材料（例如一弹性材料）涂覆在互连件的暴露表面上，以增加互连件的弹簧常数。一种适当的遮蔽材料是可引用到基片表面上的电泳抗蚀材料。使用电泳抗蚀材料作为遮蔽材料的一个优点是在不破坏（例如损坏）基片上的互连件或元件的情况下将其均匀引用到该表面上方。

借助压力可以将包括新型接触件的产品固定于一第二电子元件，如在用于测试晶片的夹紧装置或探测装置中。与将 ICs 安装于系统板的传统方法几乎一样，还可通过焊接更持久地固定产品。

根据本文的附图和详细说明可以清楚另外的特征、实施例和优点。

附图说明

以下的详细说明、所附的权利要求书和附图将使本发明的特征、各个方面和优点变得更为清楚，其中：

图 1 示出了电子元件的一部分的侧剖视图，该电子元件具有多个接触垫，诸垫的上方带有一短路层；

图 2 示出了基片上方的遮蔽材料形成图案，并具有通向本发明的第一实施例的多个接触垫的开口之后的图 1 的结构；

图 3 示出了热处理之后的图 1 的结构；

图 4 示出了在结构的顶面上方相似地引用一活化层之后的图 1 的结构；

图 5 示出了结构的顶面上方的一第二遮蔽材料形成图案之后的图 1 的结构；

图 6 示出了在第二遮蔽材料形成的诸开口中引用第一元件材料之后的图 1 的结构；

图 7 示出了在第一元件材料上方引用第二元件材料之后的图 1 的结构；

图 8 示出了去除第二遮蔽材料之后的图 1 的结构；

图 9 示出了去除暴露的胶粘层材料之后的图 1 的结构；

图 10 示出了去除第一遮蔽材料之后的图 1 的结构；

图 11 示出了导致第二元件材料的体积发生变化之后的图 1 的结构；

图 12 示出了相似地沉积一第三遮蔽材料之后的图 1 的结构；

图 13 示出了形成第三遮蔽材料的图 1 的结构；

图 14 示出了形成第三遮蔽材料具有一通向第二元件材料的开口之后的图 1 的结

构；

图 15 示出了在第二元件材料的暴露部分的上方引用第三元件材料之后的图 1 的结构；

图 16 示出了在第三元件材料上方引用一探测材料之后的图 1 的结构；

图 17 示出了去除第三遮蔽材料之后的图 1 的结构；

图 18 示出了引用止动材料之后的图 1 的结构；

图 19 示出了使止动材料形成图案之后的图 1 的结构；

图 20 示出了引用一第二接触材料之后的图 1 的结构；

图 21 示出了 200 微英尺（约 5 微米）的钯/钴合金的第一元件材料的互连件的偏斜距离与镍/钴合金的第二元件材料的变化厚度的示意图；

图 22 示出了本发明的又一实施例的电子元件的一部分的侧剖视图，该电子元件具有一接触垫上方的短路层、一短路层上方的遮蔽材料、一遮蔽材料上方的活化层和引导到活化层上方并形成图案的第一元件材料；

图 23 示出了在形成图案的第一元件材料上方引用一处处在马氏体状态的形状记忆合金（SMA）材料之后的图 22 的结构；

图 24 示出了 SMA 材料形成图案之后的图 22 的结构；

图 25 示出了去除第一元件材料之后的图 22 的结构；

图 26 示出了 SMA 材料转变成其记忆状态之后的图 22 的结构；

图 27 示出了去除 SMA 材料之后的图 22 的结构；

图 28 示出了将探测材料和接触材料引用到每个互连件以及止动材料形成图案之后的图 22 的结构。

具体实施方式

本发明涉及包括接触件的互连件。根据本发明的一个方面，至少在最初，互连件包括至少两种材料，材料的一种或两种适于经历转变，以使互连件的形状变形。一个示例是至少一种材料从一第一体积转变为一第二、不同的体积，体积转变导致互连件的形状改变。本发明的互连件的一个优点是该结构可以根据简化的技术形成期望的形状、弹性和弹簧常数。

以该种方式，本发明叙述了一种互连件，该互连件具有超过现有技术的互连件的改进特征，从而提高了在目前和未来的小尺寸应用中使用本发明的互连件的适用性，这些应用包括在电子元件之间提供导电路径，例如在接触和/或测试一电子元件

的接触垫或端子之中。

以下讨论叙述了两种互连材料中的至少一种的转变（例如体积转变），以使互连件的形状变形（例如更改）。根据两种材料结构中的至少一种，其中一第二材料位于一第一材料的上方，可能会发生几种转变情况。这些情况包括但不限于：经历体积转变为较小体积的一第二元件材料；经历体积转变成较大体积的一第一元件材料；各自经历体积转变以使互连件变形的一第一元件材料和一第二元件材料（还可能有附加材料）；以及具有不同应力性质的、通过诸如热处理使互连件的形状变形的两种材料。一般而言，在本技术领域中可以理解金属材料在温度变化下的特性，本发明利用该特性以简化的方式设计具有改进的弹性和弹簧常数的互连件。

在以下的实施例中，适当的电子元件包括但不限于：一有源半导体装置；一存储芯片；半导体晶片的一部分，包括由诸如硅（Si）或砷化镓（GaAs）等任何适当的半导体材料制成的半导体晶片或小片；一陶瓷基片；一有机基片；一印刷电路板（PCB）；一有机膜；一聚酰亚胺片材；一空间变压器（space transformer）；一探测插件板；一芯片载体；一产品互连插座；一测试插座；一牺牲构件；包括但不限于陶瓷和塑料组件和芯片载体的一半导体组件；和连接件。电子元件可以是支持一个或多个电气连接的有源装置或无源装置。一般而言，适当的电子元件包括但不限于包括一集成电路的装置，该集成电路具有至少两个使电路通电的接触垫或端子。该装置可由一具有多个通向装置的集成电路的暴露的接触垫或端子的集成电路芯片（或微芯片）典型示范。

本发明的互连件可以制造在与其连接的电子元件上，或独立于该电子元件。在独立制造的情况下，本发明考虑到可以制造形状、尺寸和冶金性质不受与电子元件的制造关联的材料和布局考虑限制的互连件或元件。独立制造还可避免电子元件暴露在与形成互连件相关的工艺条件下。在直接制造在基片上的情况下，本发明考虑到可将互连件直接形成在基片上的触点或端子上，从而减少传送操作并减少对准问题。

本发明的互连件设置在诸如一探测插件板组件的空间变压器之类的电子元件上，它被设计成适合容纳具有非常小的节距或间距公差电子元件的接触垫或端子。在一个实施例中，本发明的互连件采用交替定向（例如，左-右-左-右），以便在其支柱部分之间获得比其尖端部分之间更大的节距。在另一个实施例中，本发明的互连件采用交替的长度（例如短-长-短-长），以便在支柱或固定部之间获得比相邻的互连件的尖端部分处更大的节距。类似地，可以制造交替的互连件，以便在其尖端

部分处具有比其支柱或固定部更大的节距。总之，无论互连件是制造在与其连接的电子元件上还是独立于该电子元件，它们都可以采用多种定向以适应与其接触的电子元件相关的多种构造。

图 1 示出了电子元件或结构 100 的侧剖视图。例如，结构 100 是探测插件板组件或集成电路的空间变压器。在该示例中，结构 100 包括半导体、有机、金属或陶瓷基的基片 110，该基片在基片 110 的表面上具有接触垫或端子 120。在可从市场购得的陶瓷基电子元件（例如，诸如低温、共同焙烧的陶瓷（LTCC）基片之类的多层陶瓷基片）的情况下，结构 100 可以在基片 110 的相对表面上含有相应的接触垫或端子 121。例如，通过贯穿基片 110 的导电路径 119 来连接相对表面上的相应接触垫或端子 121，例如由钼、铜、金、镍或钨和铝或这些材料或其合金或其它导电元件及其合金的结合制成的电路。可以在提交于 1998 年 2 月 26 日、题为“以平版印刷方式形成的微电子接触结构”的共同待批、普通转让的美国专利申请 No. 09/032, 473 (FFI-P048) 和公开于 1998 年 11 月 9 日的 PCT 等价申请 WO 98/52224 中找到材料、厚度、加工变型之类的细节，本文将援引它们的内容作为参考。

例如，基片 110 上的接触垫或端子 120 是铜、镍和金，这些材料适合通过诸如溅射、电镀或焊接来连接一互连件，该互连件形成至导电材料的沉积层。在一个示例中，铜有利于电镀加工，并且是顶层。

在该实施例中，覆盖结构 100 的基片 110 的是短路层 130。例如，短路层 130 是铜（Cu）、钛（Ti）或钛-钨（Ti-W）或其它适当的金属或合金，在某种意义上，它们可以在基片 110 上的互连件的形成期间用于短路接触垫或端子 120。如同从以下说明中可以清楚的是，可以有利地采用短路层 130 的短路特征，为用于在基片 110 上制造互连件的电解过程（例如电镀过程）建立适当的电势。应理解的是，电解过程是一种用于形成本发明的互连件的技术，其它技术也可以是合适的，例如化学或溅射沉积或化学镀加工。应理解的是，可以在基片 110 的两个表面上同时或相继进行所述过程，以产生一“双面”弹簧装置。在该种情况下，相对表面上的接触结构和/或互连件之间可以存在再分布和非一一对应关系。

在一个实施例中，通过诸如溅射在基片 110 的表面上方引用厚度约 3000 Å 至 6000 Å（例如，约 5000 Å）的短路层 130。或者，可以在基片 110 的相对侧的上方引用短路层 130，以使延伸通过基片 110 的接触垫或端子 121 短路。

图 2 示出了第一遮蔽材料层 140 沉积在基片 110 的表面上方之后的结构 100。在一个实施例中，第一遮蔽材料层 140 是旋涂在基片 110 的表面上方的光致抗蚀剂，

并且如本技术领域已知的那样形成图案。沉积第一遮蔽材料层 140，并使其形成图案以包括若干开口。诸开口可位于直接在一部分接触垫或端子 120 上方的位置，或者，在某些情况下，可位于远离接触垫或端子 120 的位置。通过在远离接触垫或端子的位置定位诸开口，可以用不同于电子元件的接触垫或端子的布局在电子元件上制造互连件。提交于 1997 年 10 月 20 日、题为“在远离对应端子的区域处具有弹性接触件的电子元件”的共同待批的美国专利申请 No. 08/955, 001 (FFI-P041) 中叙述了重新布置接触垫或端子的详细说明书的示例，该专利已被转让于本发明的受让人，本文将援引其内容作为参考。该参考文献还包括有用的遮蔽材料的讨论。

在一个实施例中，第一遮蔽材料层 140 的沉积厚度约为 15-25 微米 (μm)。第一遮蔽材料层 140 的沉积厚度通常为随后形成的互连件的本体与基片 110 的表面之间的期望的最小间距。在期望有弹性的示例中，必须选择第一遮蔽材料层 140 的厚度，以使互连件的可能的“接触到底”降至最小。

在第一遮蔽材料层 140 是一光致抗蚀剂的实施例中，在光致抗蚀剂形成图案并发展成具有通向接触垫或端子 120 的开口（或重新布置的适当开口）之后，光致抗蚀剂层可经受回流或其它过程，以使开口的诸边缘倾斜。形成倾斜边缘会减少与通过开口形成互连件有关的应力点的数量。回流过程还会在光致抗蚀剂中引用辅助的交联，这将加强光致抗蚀剂以改进其用于随后的加工操作的性质。在一个示例中，分几个阶段实现回流。在第一阶段中，结构 100 经受约 105°C 的温度，然后上升到 110°C ，然后上升到 120°C 并保持一个小时。在第二阶段中，温度增加到 130°C ，并再持续一个小时。应予以理解的是，可以调高或调低回流过程的温度，以适于随后的加工操作。

回流过程的一替代方案是通过溅射或化学蚀刻使第一遮蔽材料层 140 中的诸开口的边缘倾斜。

图 4 示出了引用活化层 150 之后的结构 100。在一个方面中，引用活化层 150 以激活暴露表面，用以借助电镀过程引用随后的材料。在一个实施例中，通过溅射诸如铬/钛-钨/金 (Cr/TiW/Au) 层之类的材料以形成活化层 150。也可以采用钛/金 (Ti/Au) 或铬/金 (Cr/Au)。通过溅射沉积激活表面结构 100 的一替代方案是以化学方式激活表面。在一个示例中，钯/锡 (Pd/Sn) 的氯化物电解液在结构 100 的表面上引用一薄膜，并且引用钯 (Pd) 的化学镀以形成一导电薄膜。

图 5 示出了引用第二遮蔽材料层 160 并使其形成图案之后的结构 100。在一个方面中，第二遮蔽材料层 160 限定随后形成的互连件的本体形状。

图 6 示出了引用第一元件材料 170 之后的结构 100。在一个示例中，第一元件材料 170 是一热稳定层。一种尤其优选的材料是诸如钯/钴 (Pd/Co) 之类的、通常不会在暴露于它可能暴露于的温度时改变尺寸的弹性合金材料，该材料通常是惰性的，并且相对易于激活。其它可用于第一元件材料 170 的材料包括镍、钨、铈、铁、铜、银和铝，最好是合金形式。在又一个实施例中，活化层 150 可用作热稳定层。

在所述实施例中，其中第一元件材料 170 是 Pd/Co 材料，通过本技术领域已知的电镀过程引用第一元件材料 170。引用厚度约为 50 至 100 微英寸（约 1-3 微米）的第一元件材料是合适的。或者，第一元件材料 170 由多层构成，例如钯/钴合金的第一层和钯的第二层。

图 7 示出了在第一元件材料 170 的上层表面的上方引用第二元件材料 180 之后的结构 100。在一个方面中，第二元件材料 180 包括一种使其体积可以从一第一体积转变到一不同的第二体积的性质。体积转变是可逆或不可逆的。例如，通过材料的再结晶可以获得不可逆性。一种合适的材料是具有原子百分率为 65/35 的镍/钴 (Ni/Co) 合金，该材料具有通过与以下添加剂一起电镀可选地被设计的性质，该添加剂例如，诸如糖精、三磺酸萘 (naphthalene-tri-sulfonic acid) (NTSA) 之类的增白剂或其它的 1 级和 2 级增白剂 (leveler)，以及诸如 2-丁炔-1, 4-二元醇和硫脲之类的匀平剂 (leveler)，以及诸如溴化镍和氯化镍之类的盐。在提交于 1998 年 12 月 22 日、题为“通过结合有稀释添加剂的金属的适度热处理来制造具有改进的材料性质的产品的方法”的共同待批的美国专利申请 No. 09/217, 589 (FFI-P036D1) 中详细叙述了添加剂在合适的第二元件材料中的使用，该申请已被转让于本发明的受让人，本文将援引其内容作为参考。

在一个实施例中，选择第一元件材料 170 和第二元件材料 180 的引用量，以控制互连件结构离开基片的变形（例如偏斜）量。如上所述，第二元件材料 180 从第一体积转变到一第二、不同的体积。在 Ni/Co 的情况下，体积变化是不可逆的，第二体积小于或不同于（沿 x、y、z 坐标方向）第一体积。

已经确定第一元件材料 170 与第二元件材料 180——至少是 Pd/Co 的第一元件材料 170 与 Ni/Co 的第二元件材料 180——的厚度的比值对于选择偏斜相当重要。根据下列关系，图 21 示出了具有 Pd/Co 的第一元件材料 170、厚度为 200 微英寸（约 5 微米）的悬臂梁的一互连件以千分之一英寸为单位的偏斜量 (δ (h_{180})) 和 Ni/Co 的第二元件材料 180 的变化厚度，它们按照下列方程式变化：

$$\delta(h_{180}) = \frac{\varepsilon \cdot l^2}{\left[\frac{(h_{170} + h_{180})^3}{6h_{170} \cdot h_{180}} + \frac{h_{170} + h_{180}}{2} \right]}$$

式中， ε 是收缩百分比， l 是互连件梁的长度， h_{170} 是第一元件材料 170 的厚度， h_{180} 是第二元件材料 180 的厚度。在该示例中，互连件是长度约为 40 密耳（约 1000 微米）的矩形梁。对于 200 微英寸（约 5 微米）的第一元件材料 170，Ni/Co 的第二元件材料 180 的厚度范围从约 125 到 250 微英寸（约 3-6 微米），以获得约为 0.008 英寸或 8 密耳（约 200 微米）的变形的偏斜距离 $\delta_2(h_{180})$ 。因而，在该示例中，第一元件材料 170 与第二元件材料 180 的比值可以在约 1.6 至 1 到约 0.8 至 1 之间变化。在该示例中，较少的附加的第二元件材料 180 将产生较少的偏斜。第一元件材料 170 的变化量将惊人地影响偏斜距离。

由于只要最终结构处在具有合理公差的计算比值之内，就可以实现期望的偏斜，因此，考虑第二元件材料 180 的厚度范围来选择第一元件材料 170 的厚度，就可减轻对于某一沉积的精密度的某些担忧。因而，可以减少或避免涉及镀层厚度的均匀性或电镀结构的厚度最优化（例如通过化学机械或机械抛光）的顾虑。在后一种情况下，如果期望这种最优化，可以适当地提供抛光，该种抛光与最优化的程度相适应，例如抛光几微英寸（小于 1 微米）。

以上讨论叙述了作为热转变的第二元件材料的转变。相信该转变是构成第二元件材料的结晶结构再取向的结果。应理解的是，还可以通过其它外部事件来改变合适的第二元件材料的体积，例如增加压力或引用诸如离子束、电子束、红外线或紫外线辐射之类的辐射。

在以上讨论中，第一元件材料 170 包括一 Pd/Co 合金，而第二元件材料 180 是位于第一元件材料 170 上方的 Ni/Co 合金。或者，假定取向相同，第一元件材料 170 可以构成 Ni/Co 合金，而第二元件材料 180 构成 Pd/Co 合金。

在一个实施例中，引用第一和第二元件材料 170 和 180，以使应力通过组合梁元件 185 变化，而且应力沿离开基片的方向变为逐渐增加的拉伸应力。在一种情况下，第一元件材料 170 包括一 Ni/Co 合金，该合金在引用时具有一从拉伸变为压缩的应力。在包括电镀的引用过程中，可将添加剂（例如糖精）加入电镀槽，按愿望增加 Ni/Co 的压应力。第二元件材料 180 包括一 Pd/Co 合金，该合金在引用时具有一应力，该应力大于第一元件 170 的拉应力。足够的拉应力是电镀的 Pd/Co 合金所固有的，但可以通过本技术领域已知的添加剂引用附加的应力。在一较佳实施例

中，第一元件材料 170 中的应力是压应力，而第二元件材料 180 中的应力是拉应力。第一元件材料 170 和第二元件材料 180 的数量约为 0.04 至 20 密耳（约 1 至 500 微米）是较为适当的。可以通过实验确定适当的厚度比值。

在第一元件材料 170 和第二元件材料 180 被引用并形成图案之后，在一个示例中，将结构 100 加热到 40°C-100°C，并持续一段足以使 Ni/Co 的第一元件材料 170 松弛的时间。相信 Ni/Co 的适度加热会使材料蠕变为更加松弛的形式。通常将材料中的蠕变定义为随时间变化的、由应力产生的应变部分。

在温度升高时，第一元件材料 170 在第二元件材料 180 施加的拉应力下蠕变。这导致互连件 185 变形（例如，偏离基片 110 的表面），并减少第一和第二元件材料 170 和 180 中的应力数量。因而，可将应力松弛看作用于变形的驱动力。

图 8 示出了去除第二遮蔽材料层 160 之后的结构 100。在第二遮蔽材料是光致抗蚀剂的示例中，可以用氧气等离子体蚀刻（例如氧气灰化）来实现第二遮蔽材料层 160 的去除。去除第二遮蔽材料层 160 的其它方法包括但不限于：激光烧蚀和湿化学蚀刻。一旦去除第二遮蔽材料层 160，将去除先前由第二遮蔽材料层 160 保护的区域中的活化层 150。例如，可以通过本技术领域中的已知化学或溅射蚀刻来去除活化层 150。图 9 示出了去除暴露区域中的活化层 150 之后的结构 100。

图 10 示出了去除第一遮蔽材料层 140 之后的结构 100。在第一遮蔽材料是光致抗蚀剂的示例中，可以通过多种方法适当地去除第一遮蔽材料层 140，这些方法包括氧气等离子体蚀刻、激光烧蚀和湿化学蚀刻。一旦去除，图 10 示出了具有多个形成在其表面上的互连件 185 的基片 110。

图 11 示出了通常使结构经热处理以使第一元件材料 170 和第二元件材料 180 中的一个或两个转变之后的结构 100。在图示的实施例中，转变是第二元件材料 180 的体积转变。在一个实施例中，体积转变至少进行到 90% 完成，最好进行到 90-95% 完成。可以通过确定材料的线性热膨胀系数来估计第二元件材料 180 的体积转变。在一个示例中，沉积成厚度约为 125 至 175 微英寸（约 3-4 微米）的镍/钴的第二元件材料在 310°C 下热处理 10 分钟时将经历约 0.2% 线性变化。该种线性变化使体积收缩，同时第一元件材料 170 的体积在一个实施例中保持相对不变。体积变化使互连件的自由端朝其固定基部弯曲。例如，用从基片 110 的表面处的距离 h_1 测量到的适当弯曲约为 6 至 8 密耳（150-200 微米）。

如图 11 所示，第二元件材料 180 的体积转变将改变互连件 185 的形状。换句话说，具有趋于朝其基部弯曲的互连件 185 的自由端的第二元件材料 180 的体积转变

会使互连件 185 的第一元件材料 170 和活化层 150 类似地变形。

在某些情况下，最好限制第二元件材料 180 的弯曲程度。然而，在一个实施例中，最好获得大于或等于 90% 的转变或大约 90-95% 的转变，以诸如形成一可靠的互连件，例如，在变形特征方面可靠。在该种情况下，可以在结构 100 的上方强加一弯曲阻挡件。请参见图 11，一旦互连件 185 弯曲离开基片 110，并且撞击弯曲阻挡件 187（图中用虚线表示），弯曲阻挡件将防止弯曲进一步离开基片（即，朝其固定基部）。以该种方式，可以选择体积转变性质远大于没有弯曲阻挡件 187 时可能选择的材料。例如，为了在基片 110 上引用多个互连件，每个互连件具有类似的形式并具有约 8 密耳（约 200 微米）的偏斜距离 h_1 ，可以选择材料（例如第一元件材料 170 和第二元件材料 180）的类型和数量，以使热转变的固有偏斜距离大于 8 密耳（例如，10-12 密耳（约 250-300 微米））。弯曲阻挡件 187，例如可放置在距离基片 110 的表面约 8 密耳处的平面基片，可以在转变期间限制互连件的偏斜距离。因而，例如弯曲阻挡件 187 限制一 z 轴变形（偏斜），互连件仍然会沿 x 和 y 坐标平面变形。最终的互连件将具有距离基片 110 的表面约 8 密耳（约 200 微米）的一致高度。

至今，讨论集中在位于一第一元件材料上方、经历转变为较小体积或不同应力程度的转变和导致互连件的自由端弯曲离开基片的第二元件材料。应予以理解的是，其它构造也可实现相似的结果。例如，第二元件材料位于第一元件材料的下方，并且具有使第二元件材料的热转变增加材料体积的性质。在该种情况下，应该获得离开基片的互连的相似弯曲。同样，可以选择一第一元件材料，以使其经历与具有相对不变的体积的一第二元件材料相比的体积转变。诸如两种材料都经历了体积转变或具有不同的热膨胀性质的其它构造的表现与形状记忆合金（SMAs）相似。

图 12 示出了在基片 110 上方共形地沉积第三遮蔽材料层 190 之后的结构 100。用于第三遮蔽材料层 190 的合适厚度约为 0.3-1.5 密耳（约 8 至 30 微米）。在一个实施例中，选择第三遮蔽材料层 190，以使共形的沉积层为基片 110 的上层表面的整个部分提供充分的遮蔽，并覆盖在互连件 185 的上方。在某些情况下，互连件 185 的结构稳定性不足以支持通过诸如旋涂沉积的遮蔽材料层。可以考虑将本技术领域已知的辅助沉积技术用于该应用。CVD 或 PECVD（等离子体增强型 CVD）对于沉积特别有用。诸如溅射沉积之类的其它沉积技术通常也不适合提供充分的边缘或表面覆盖。许多引用技术无法遮蔽互连件 185 的底面或基片 110 的表面或短路层 130，互连件 185 抑制了这种引用。

在一个方面中，引用一正的电泳抗蚀剂作为第三遮蔽材料层 190。一般而言，电泳抗蚀剂是一电沉积的光致抗蚀剂，其中在导电表面上方的均匀涂层中引用约 1000 至 2000 埃 (Å) 的带电颗粒。一种合适的正的电泳抗蚀剂是从宾夕法尼亚州的匹兹堡市的 PPG 产业公司购得的 Electro Image[®]。第二个替代方案是通过不会破坏合成互连件的喷射方法来施加正的光致抗蚀剂。在任何一种情况下，选择第三遮蔽材料层 190，使其在一个方面中具有足以在互连件上方基本形成一附加层的厚度，以及为互连件 185 提供充分的（在一个实施例中为全部）遮蔽，以使附加的互连材料只被引导到互连件 185 的暴露区域，不会被引导到基片 110 的表面上方（例如，不会在互连件 185 的下方）。

图 13 示出了结构 100 被暴露于合成互连件的上层表面上方的敞开区域。在图示的实施例中，遮蔽层 200 定位在结构 100 上方并具有与互连件 185 的上层表面对应的开口 210。在该实施例中，象传统的正的光致抗蚀剂那样进行显现。在显现之后，第三遮蔽材料层 190 将留在除互连件 185 的上层表面以外的所有区域中。图 14 示出了显现后的结构。

图 15 示出了在互连件 185 上方引用第三元件材料 220 之后的结构 100。在一个实施例中，第三元件材料 220 是一种导电材料，例如，诸如镍-钴（例如，70%镍-30%钴）之类的镍合金，该材料可具有将增加的弹力提供给互连件 185（即“弹性材料”）的添加剂，例如在提交于 1998 年 12 月 22 日、题为“通过结合有稀释添加剂的金属的适度热处理来制造具有改进的材料性质的产品的方法”的共同待批、普通转让的美国专利申请 No. 09/217, 589 (FFI-P036D1) 和公开于 1999 年 3 月 25 日的对应 PCT 申请 No. W099/14404 中详细讨论的添加剂，本文将援引其内容作为参考。一般而言，引用厚度适于使互连件 185 的弹簧常数增加的第三元件材料 220。在一个实施例中，引用厚度为诸如约 1 密耳（约 25 微米）的第三元件材料 220，以占到超过互连件 185 的本体的 90%。或者，包括第三元件材料 220 的互连件 185 形成一具有比不带有第三元件材料 220 的互连件 185 大的弹簧常数和可测量弹性的互连件（例如，弹簧常数通常部分取决于互连件的尺寸）。在用于与诸如根据现有技术制造的电子元件的接触垫或端子产生有效电气接触的互连件的实施例中，约 0.2 克力/密耳或更大的弹簧常数是合适的。应予以理解的是，期望的弹簧常数可以根据所需应用变化，例如，约 0.01 和 10 克力/密耳之间的弹簧常数，最好是约 0.01 和 2 克力/密耳之间的弹簧常数。这些只对本技术领域技术人员起到说明作用的参数可以制造非常薄或非常厚的结构，该结构具有广阔范围的弹簧常数。

应予以理解的是，即使是约 0.01 和 10 克力/密耳之间的弹簧常数，互连件 185 可以已经具有期望的弹簧常数，无需包括辅助弹簧材料。例如，在通过使材料的应力松弛（例如，减少第一元件材料 170 和第二元件材料 180 中的应力数量）导致互连件变形的上述实施例中，可以引用足够数量的弹簧材料，例如 0.5 至 1 密耳（约 12 至 25 微米）的第一元件材料 170，消除在该处引用更多弹簧材料的需要。

在第三元件材料 220 是镍合金（例如镍-钴）的实施例中，可以通过几种沉积技术来沉积第三元件材料 220，包括但不限于：电镀、化学气相沉积、溅射沉积、化学镀。在一个示例中，通过电镀过程来沉积第三元件材料 220。通常以市场上有售的电镀溶液或槽的形式施加第三元件材料 220。然后，在互连件 185 和电镀小室（图中未示出）的阳极之间施加电流。聚集在互连件 185 上的负电荷使电镀溶液中的金属离子还原为金属状态，将第三元件材料 220 涂覆在互连件 185 上。

在某些涉及电解引用材料的情况下，最好不要将第三元件材料 220 电镀在未经处理的 Ni/Co 合金的第二元件材料 180 上以引用材料。由于镍或 Ni/Co 合金的氧化趋势，它们通常不是用于电镀过程的良好接收面。改进镍或 Ni/Co 合金的接收性质的技术包括：在引用第二元件材料 180 之后（例如，在 Ni/Co 大量氧化之前），立即将大约 10-100 微英寸（约 3 微米）的薄铜（Cu）层引用（例如电镀）到第二元件材料 180。或者，在引用第二元件材料 180 之后，可将互连件 185 放在氢氯酸（HCl）的槽——“放电槽”中，以使 Ni/Co 合金的表面活化，然后可以引用第三元件 220。

图 16 示出了在第三元件材料 220 的表面上任选的引用接触材料 230 之后的结构 100。在一个示例中，接触材料 230 使第三元件材料 220 的电阻率降低，并且向所形成的互连结构提供接触冶金性质。适当的接触材料包括但不限于：金（Au）、钯（Pd）、铑（Rh）和银（Ag）及其合金。在一个实施例中，将厚度约为 30 微英寸（约 0.75 微米）的接触材料 230 引用到第三元件材料 220 的表面。

图 17 示出了去除第三遮蔽材料层 190 之后的结构 100。在第三遮蔽材料层 190 是光致抗蚀剂的实施例中，可以使用传统方法去除第三遮蔽材料层 190，例如等离子体蚀刻（例如氧气灰化）、激光烧蚀或湿化学蚀刻。在去除第三遮蔽材料层 190 之后，基片 110 上形成具有独立部分的互连件 185。在所述实施例中，互连件 185 是由活化层 150、第一元件材料 170、第二元件材料 180、第三元件材料 220 和接触材料 230 构成的合成互连件。此时，结构 100 可经热处理，以改进互连件 185 的性质。提交于 1998 年 12 月 22 日、题为“通过结合有稀释添加剂的金属的适度热处理来制造具有改进的材料性质的产品的方法”的共同待批的美国专利申请 No. 09/217,

589 (FFI-P036D1) 中详细叙述了这种热处理, 并且已被转让于本申请的受让人, 例如, 它包括在 350°C 下持续 10 分钟或在 300°C 下持续 600 分钟以改进 Ni/Co 合金的性质的适度热处理。如同参考文件指出的那样, 不同的热处理计划适用于不同的材料。同样, 在这一点上, 使用诸如等离子体蚀刻 (例如氧气灰化)、激光烧蚀或湿化学蚀刻之类的方法去除短路层 130 的暴露部分。或者, 在这一点上, 可以借助溶剂、蚀刻剂或机械装置在短路层 130 上形成适当的图案痕迹。

图 18 示出了在结构上方和周围引用止动材料 240 之后的结构 100。引用止动材料 240, 以便在接触诸如电子元件的接触垫或端子时限制合成互连件的移动。在一个实施例中, 参见图 17, 从基片 110 的表面开始的合成互连件的尖端的高度 h_2 约为 5-15 密耳 (约 250-400 微米)。可将用于互连件 185 的理想偏斜值确定为约 3 密耳 (约 75 微米)。因而, 在一个示例中, 止动材料 240 沉积到厚度约为 2-12 密耳 (约 50-300 微米), 以便在约 3 密耳 (约 75 微米) 的止动材料 240 的上方提供互连件 185 的高度 h_2 。在一个实施例中, 止动材料 240 是诸如 SU-8 之类可光学成像的材料绝缘材料, 该材料是从马萨诸塞州牛顿市的 Microchem 公司购得的负的光致抗蚀剂。用于止动材料 240 的其它材料包括氮化硅或氮氧化硅或从 Ciba 特种化学品公司 (瑞士巴塞尔, www.cibasc.com) 购得的 Probelec[®]。在提交于 1998 年 7 月 13 日、题为“互连组件和方法”的共同待批、普通转让的美国专利申请 No. 09/114, 586 (FFI-P056) 中提出了合适的止动构造及其用途的详细讨论, 本文将援引其内容作为参考。

当适当数量的止动材料 240 被引用到基片 110 上方之后, 止动材料 240 形成图案。在负的光致抗蚀剂的示例中, 通过一遮蔽层暴露止动材料 240, 以使固定部 112 周围的区域暴露。由于止动材料 240 是负的光致抗蚀剂, 因此由于遮蔽层不受暴露的这些区域将被显现而去除光致抗蚀剂 (并且保留光致抗蚀剂的暴露部分)。图 19 示出了包括互连件 185 的固定部分 112 的一部分基片 110 上方的止动材料 240 形成图案之后的结构 100。在该实施例中, 止动材料 240 使互连件 185 有某些限制地朝基片 110 偏斜。例如, 当一第二电子元件朝向基片 110 时, 止动材料 240 可使电子元件停止。

图 20 示出了涂覆有接触材料 250 的互连件 185, 例如涂覆几个微英寸 (约 1-10 微米) 的无电金 (Au)。这可以改进互连件的导电性能 (例如, 降低电阻), 并且给予附加的耐腐蚀性。应理解的是, 在本实施例中, 涂层 250 是可任选的。

在所述实施例中, 互连件 185 是一个合成互连件。应理解的是, 对于特定应

用来说，第一元件材料 170 和第二元件材料 180 的核心的互连件 185 的形成可以是很充分的，不必引用附加的弹性材料（例如，第三元件材料 200）。这样一种互连件可以形成有接触材料（例如 Au）的涂层。同时，还应当理解的是，除了第三元材料 220 之外，可以添加附加元件材料，以诸如增加互连件的弹性。以该种方式，可以采用与引用第三元件材料 220 所述的步骤相似的加工步骤。在那些情况下，在附加遮蔽材料层的施加中有关互连件的损坏通常并不明显，因此可以使用更传统的遮蔽材料形式。

图 22-27 示出了形成本发明的互连件的另一个实施例，该实施例从图 6 所示的结构开始，示出了根据第二遮蔽材料层 160 建立的图案使活化层上方的第一元件材料 170 形成图案的过程。在一个示例中，第一元件材料 170 是诸如 Pd/Co 合金之类的热稳定材料。在图 22 中，例如通过氧气等离子体蚀刻（例如，氧气灰化）、湿化学蚀刻或激光烧蚀来去除第二遮蔽材料层 160。

图 23 示出了引用形状记忆合金（SMA）材料 380 之后的材料 100。SMA 是在受到适当过程（通常是热力过程）时，表明其回到某些先前限定的形状或尺寸的能力的金属材料组。一旦形状发生变化，该种材料可以基本恢复应变或产生显著的力。某些镍-钛合金和铜基合金满足这个标准。铜基合金（例如铜-锌合金）特别适用于电镀加工。

在一个示例中，将 SMA 材料 380 从记忆状态或形状伸展到马氏体（低温）状态，即在该示例中，马氏体状态为拉伸状态。在该马氏体状态中，SMA 材料 380 是诸如其长度和宽度尺寸大于记忆状态的片材。

如图 23 所示，使用诸如胶粘剂（例如环氧树脂）或共晶法（例如用金共晶体）将 SMA 材料 380 层叠在第一元件材料 170 的上方。然后，如图 24 所示，使用诸如照相平版印刷技术使处于其马氏体状态的层叠的 SMA 材料 380 形成图案，成为位于形成图案的第一元件材料 170 上方的梁。然后，如图 25 所示，通过适当的技术去除第一遮蔽材料层 140，以展示多个第一元件材料 170 的互连件，每个互连件具有一层叠于其上的 SMA 材料 380 的梁，每个结构的悬臂梁与基片 110 的表面隔开一高度 h_3 。顺便插一句，图 25 示出了 SMA 材料 380 的单条梁的侧剖视图，处于其马氏体状态或应力状态的梁具有长度 a 和厚度 t 。

图 26 示出了热处理之后的结构，在某种意义上，该热处理将 SMA 材料 380 从其马氏体状态转变为高温奥氏体相或记忆状态。图 26 包括一处于其记忆状态、具有长度 a' 和厚度 t' 的 SMA 材料 380 的插入图。在记忆状态中，SMA 材料 380 具有不同于

其马氏体状态的尺寸。图 26 的插入图示出了处于其记忆状态的 SMA 材料 380，该材料具有长度 ($a' < a$) 和小于马氏体或应变状态的宽度。

为致使 SMA 材料 380 转变为其奥氏体相（记忆状态），结构受到温度在 SMA 材料 380 转变为奥氏体相的转变温度之上的一温度的热处理。在转变温度以上，SMA 材料 380 将变回其记忆状态，藉此使薄膜收缩。通过双晶形态或双金属作用，在该情况下，SMA 材料 380 和第一元件材料 170 的复合梁的端部将向其基部弯曲。以这种方式，可以获得互连件的期望弯曲，例如从基片 110 的表面开始约 8 密耳（约 200 微米）的高度 h_4 。在某些情况下，最好通过诸如一弯曲阻挡件（例如上面结合图 11 和所附文本叙述的阻挡件）来限制互连件的弯曲量。

在以上实施例中，SMA 材料 380 向其记忆状态的转变是一种热转变。应予以理解的是，可以结合交替的外部激励（例如，压力变化或辐射）以引起转变。在以升高的温度热转变的情况下，可以延长引起这种热转变的温度处理，使第一元件材料 170 退火，以改善材料的应力并增加变形材料的稳定性。

在 SMA 材料 380 向其记忆状态转变，并且使第一元件材料 170 变形之后，在一个示例中，可以去除 SMA 材料 380，留下第一元件材料 170 的互连件（和活化层 150）。在一种情况下，可以通过等离子体或化学蚀刻或激光烧蚀直接去除 SMA 材料 380。或者，在 SMA 材料 380 和第一元件材料 170 之间采用胶粘剂的情况下，可以溶解胶粘剂以使 SMA 材料 380 与第一元件材料 170 分离。图 27 示出了造成的结构，其中 SMA 材料 380 已被去除，留下了第一元件材料 170 的第一互连件。

在另一个实施例中，可以留下 SMA 材料。SMA 材料的硬度有助于总的弹簧常数，在不必添加更多材料的情况下给予一个足够高的弹簧常数。

可以单独选择使相对较粗的梁（材料 170）偏斜的 SMA 材料的厚度。可以将该粗梁达到所要求的状态，以保持这种新形状，并且可以去除 SMA 材料，以使造成的结构具有非常高的弹簧常数。

图 28 示出了一个根据本实施例形成的最终结构。结构与图 20 相似，并且示出了三个形成在基片 110 的表面上的互连件的侧剖视图。每个互连件包括由诸如可具有添加剂的 Ni/Co（例如 70% 的 Ni-30% 的 Co）之类的镍合金制成的第一元件材料 170 和第三元件材料 220，该材料为互连件（即“弹簧材料”）提供增加的弹簧力。通常，引用第三元件材料 220，以使其厚度适于使互连件的弹簧常数增加到适当程度。根据现有技术，超过互连件的本体的 90%、约 1 密耳（约 25 微米）的厚度是适当的。图 28 还示出了引用厚度约为 30 微英寸（约 0.75 微米）、由诸如金（Au）、

钯 (Pd)、铑 (Rh) 和银 (Ag) 及其合金制成的可任选的接触材料 230。该图中还示出了可任选的接触材料 250，例如涂覆有几微英寸（约 1-10 微米）的无电金 (Au)。最后，图 28 示出了可任选的止动材料 240，在一种情况下，该止动材料可用于限制互连件的偏斜。每一种材料的引用都与上面结合图 12-20 及所附文本叙述的内容相似。

在其它方面之中，以上描述示出了具有期望形状和弹簧常数的互连件和互连件的制造。该制造技术利用了某些具有变形性质的金属材料的特性的优点，以使其响应于外部激励（例如热）而变形，以形成改进的互连件。

本文所述的互连件适于多种用途，包括但不限于：与电子元件一起使用，以形成临时或永久性接触，或先临时后永久地接触电子元件。在形成集成电路芯片或小片的制造流程中可以采用这种接触。例如，本发明的互连件可形成临时性接触，以结合单数个或非单数个芯片或小片的诸垫成为“老化”的部分和/或起到测试芯片或小片的作用，以使芯片或小片连接到测试装置。永久性连接的一个示例是使用本发明的互连件（可以包括用于在测试一芯片或小片时形成临时性连接的互连件）将芯片或小片通过诸如一组件电气连接到外部系统部件（例如一 PCB）。

例如，在普通转让的美国专利 No. 5, 829, 128 中详细叙述了制造流程，本文将援引其内容作为参考。本发明的互连件可使用在诸如从基片延伸成为探针的测试设备中，例如用于测试如美国专利 No. 5, 829, 128 和普通转让的美国专利 No. 5, 974, 662 所述的电子元件的探测插件板或探测插件板的空间变压器，本文将援引它们的内容作为参考。本发明的互连件还可使用在美国专利 No. 5, 829, 128 所述的连接两个电子元件的内插器应用中。

美国专利 No. 5, 829, 128 还叙述了直接连接于半导体小片（例如结合垫）的互连件，以消除对于相应组件的需要。本文所述的互连件同样适合这种应用。普通转让的美国专利 No. 5, 772, 451 叙述了适合本文所述的互连应用的插座应用，该应用可使电子元件（例如一半导体组件）可释放地安装在电路板上，本文将援引其内容作为参考。一个示例是连接于第一基片的互连件通过压力连接与诸如第二基片（例如一支承基片）上的对应接触接点相连。第二接触接点包括使共同组件（例如第一和第二基片）与诸如一电路板之类的第三基片上的对应的第三接触接点连接的外部连接点。

在先前的详细说明中，结合其特定实施例来叙述本发明。然而，在不背离权利要求书阐述的本发明的广阔的精神和范围的情况下，显然可以作出多种修改和变化。

因此，详细说明和附图应被认为是示意性的，而不是限制性的。

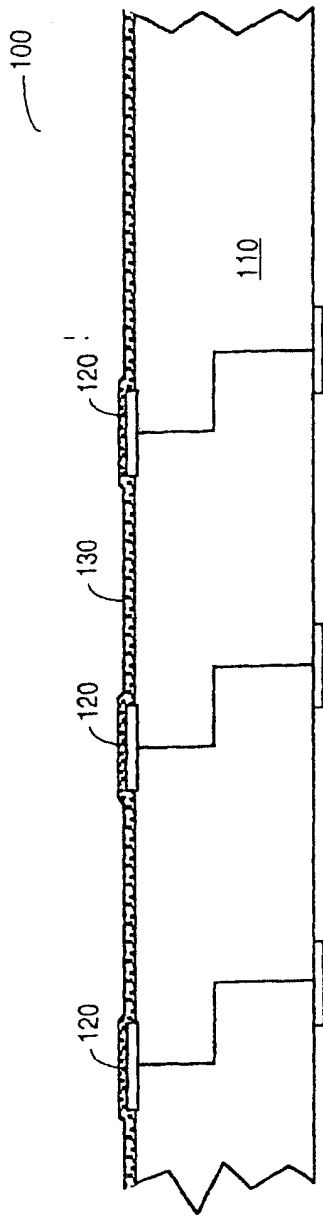


图 1

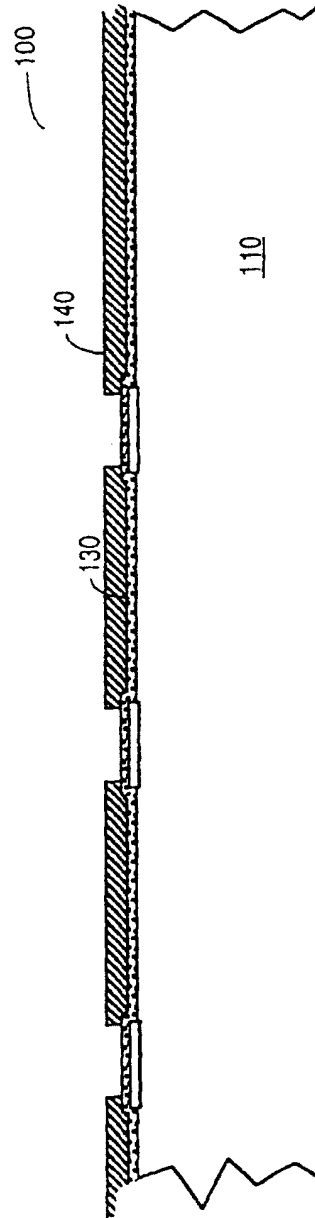


图 2

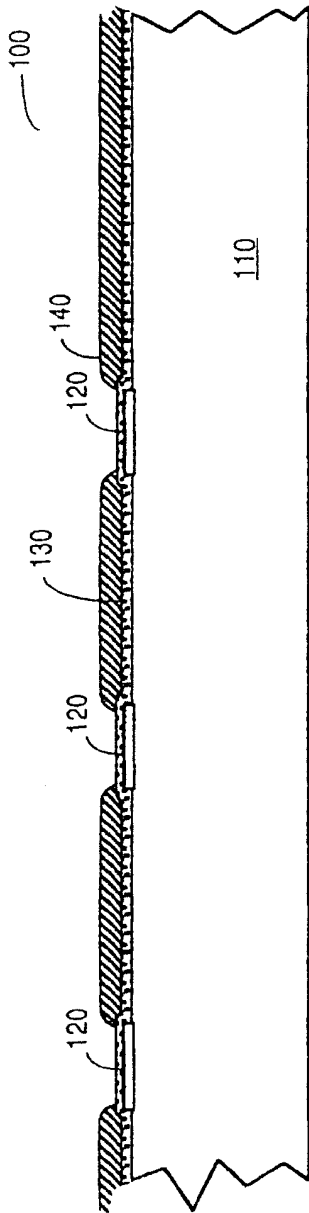


图 3

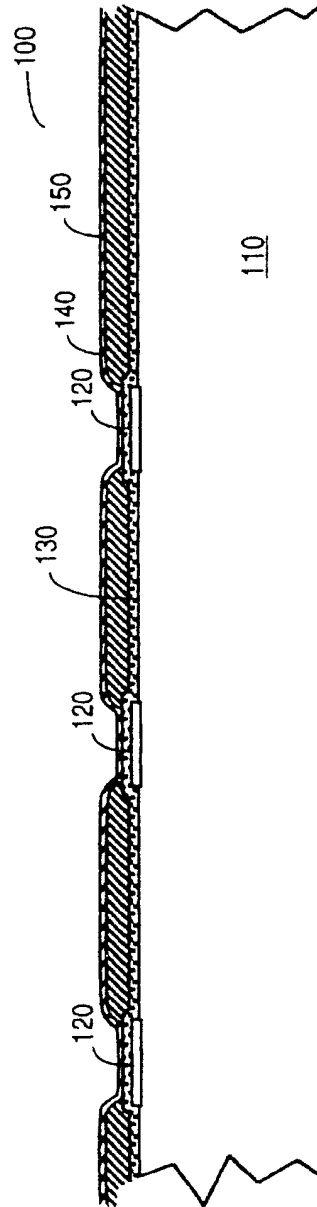


图 4

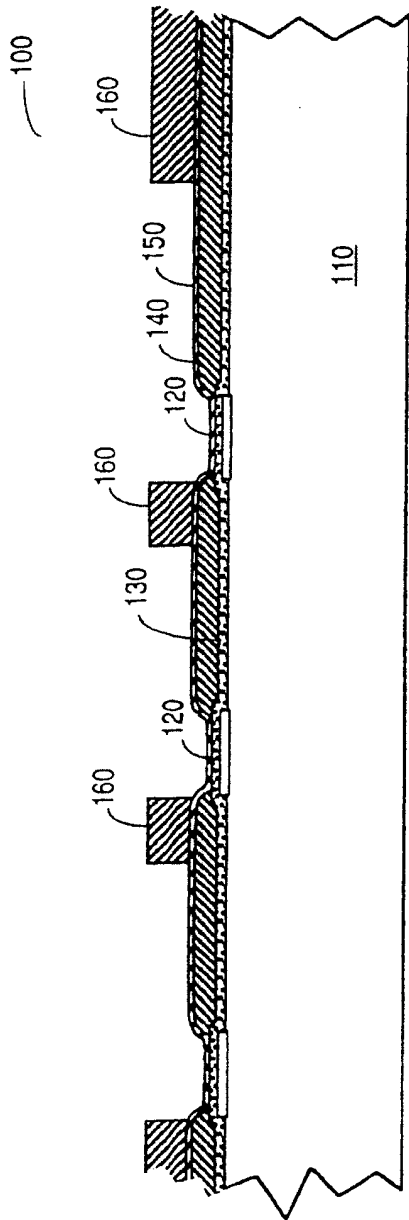


图 5

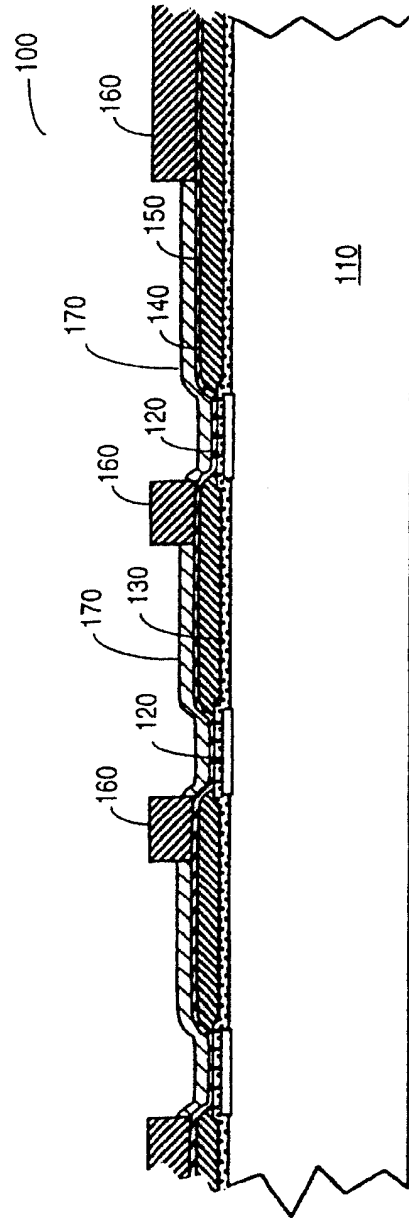


图 6

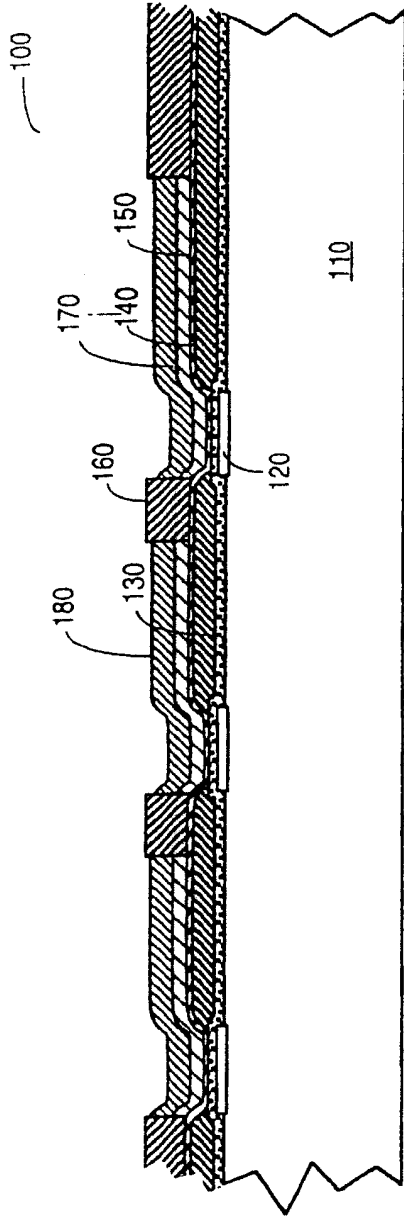


图 7

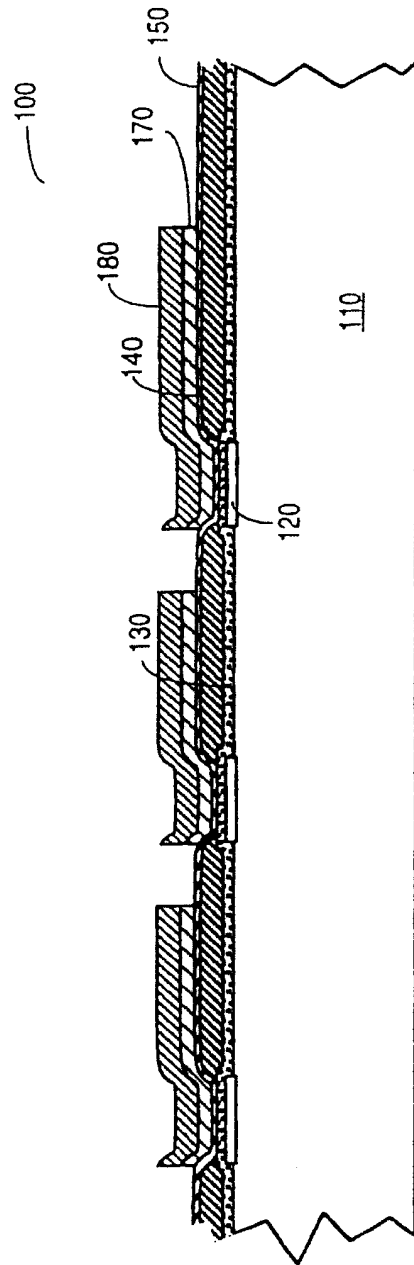


图 8

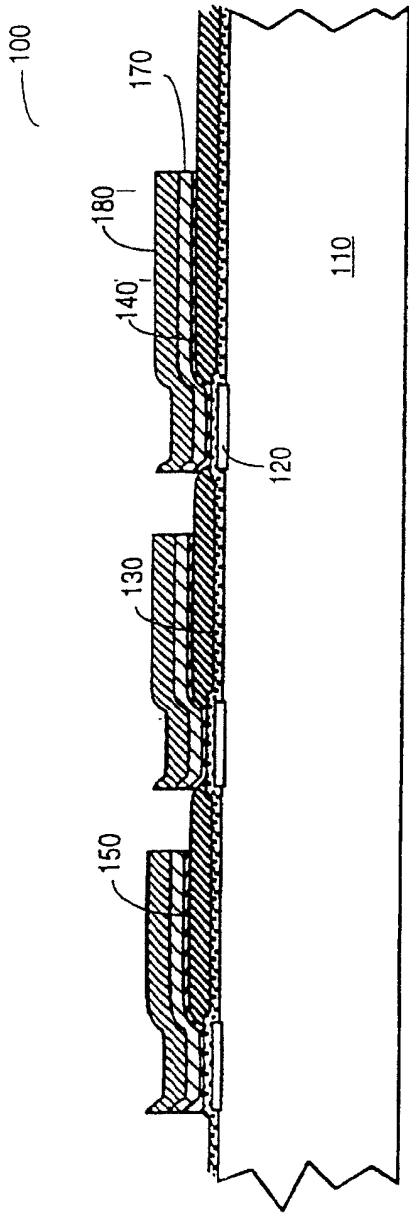


图 9

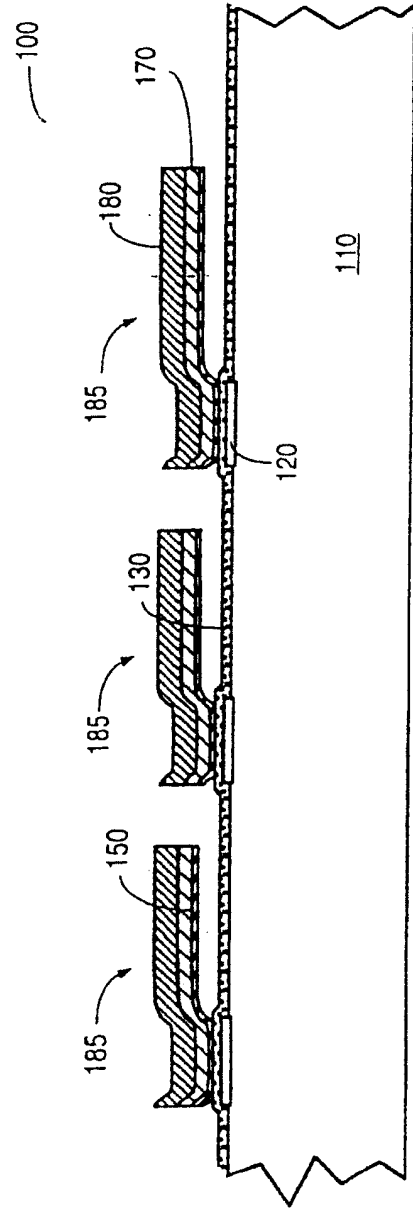


图 10

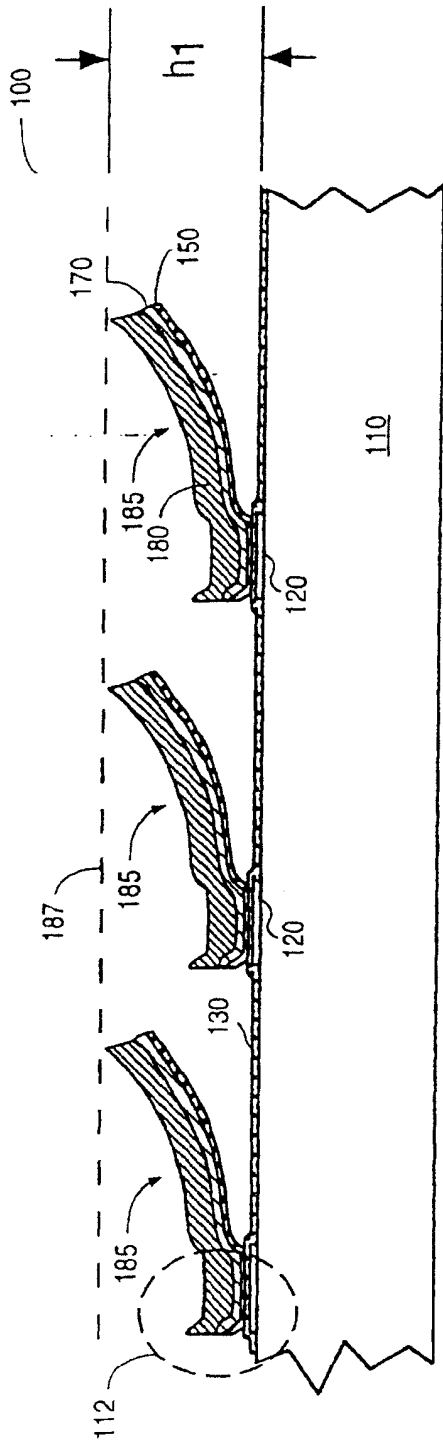


图 11

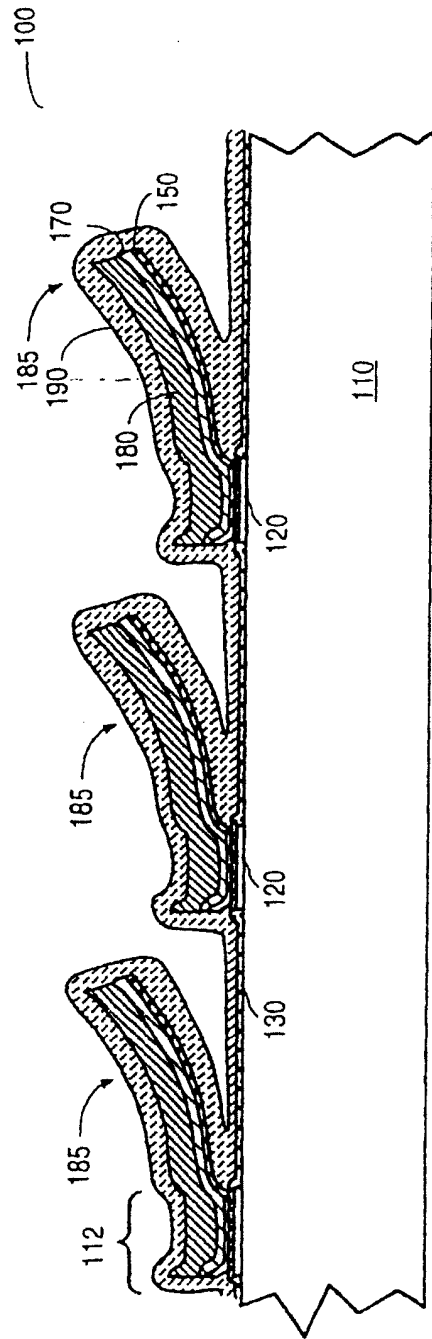


图 12

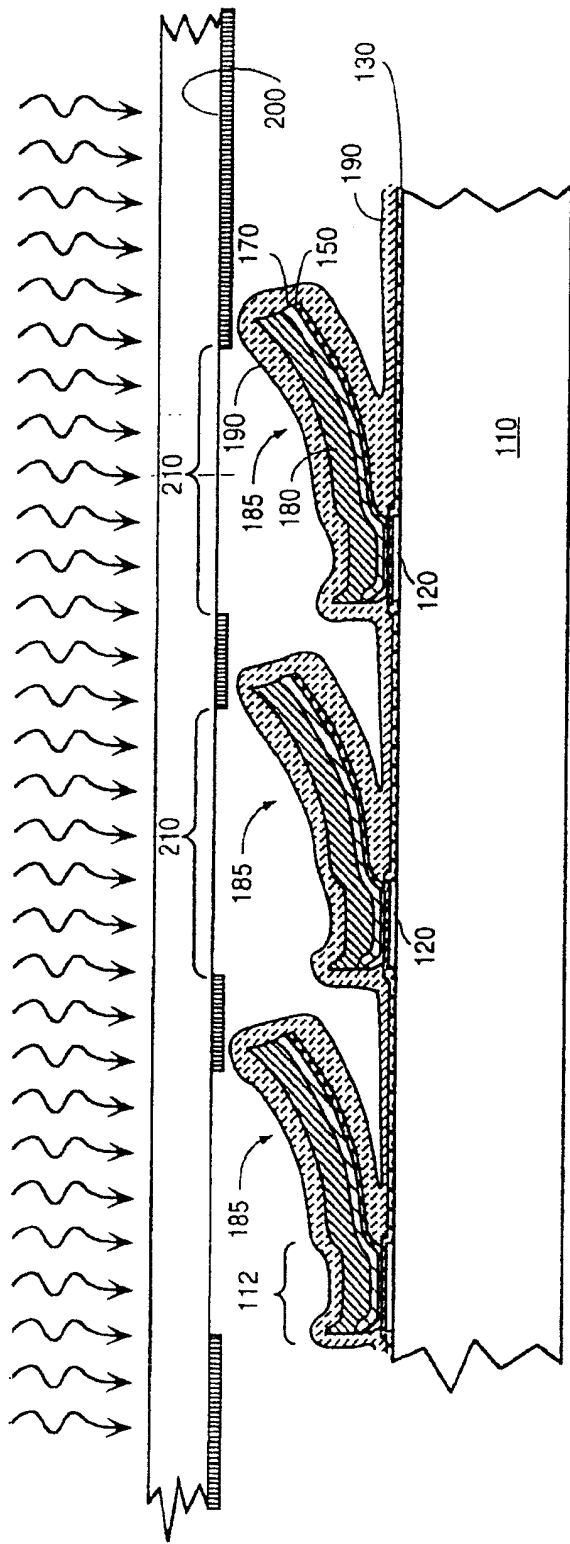


图 13

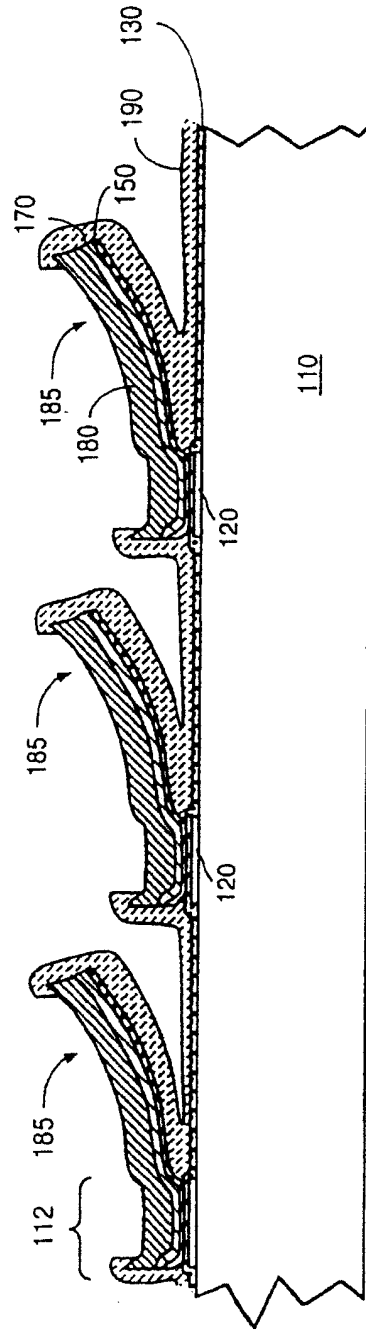


图 14

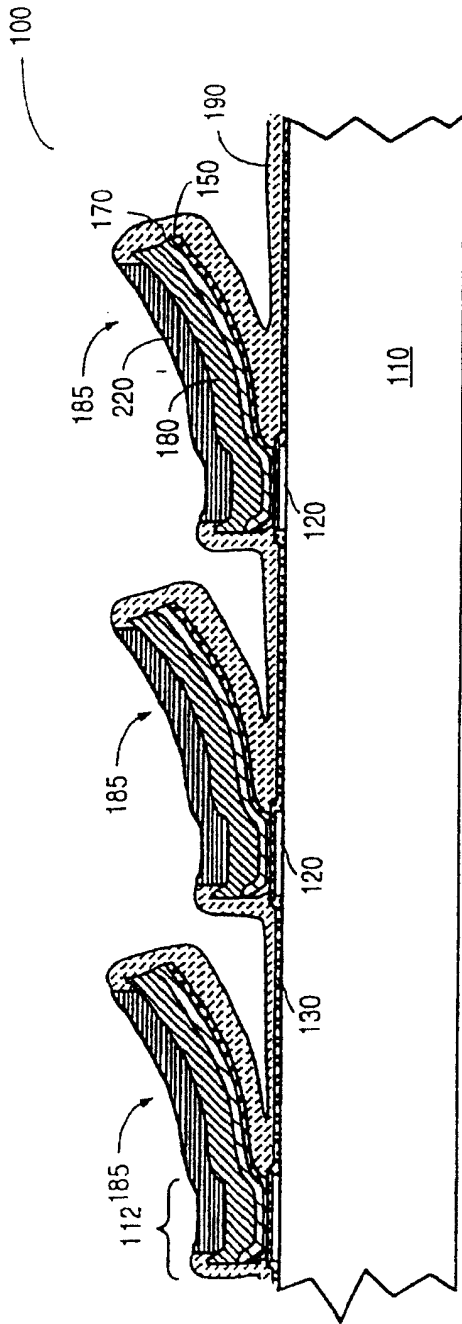


图 15

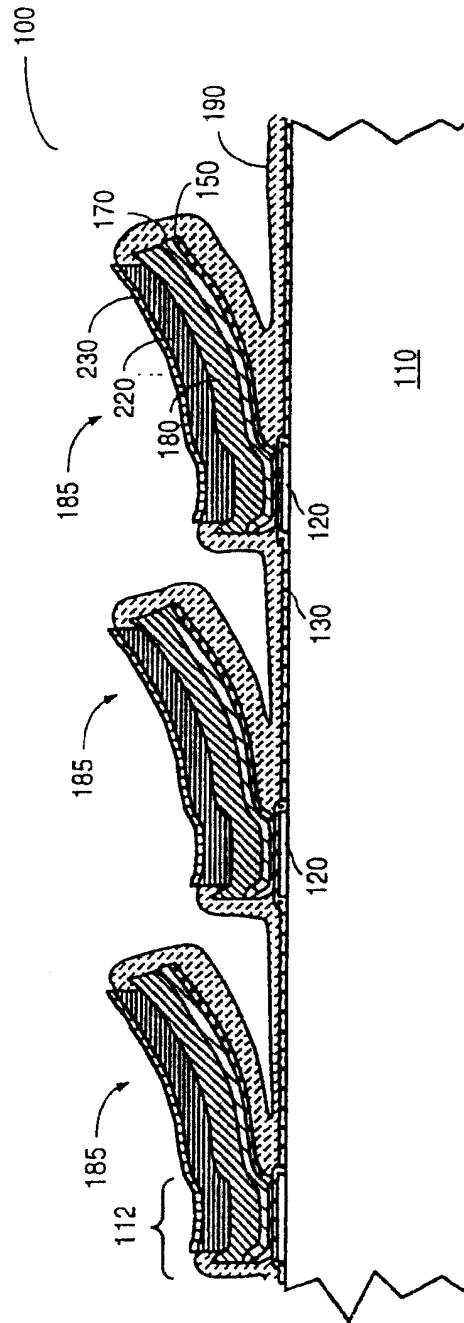


图 16

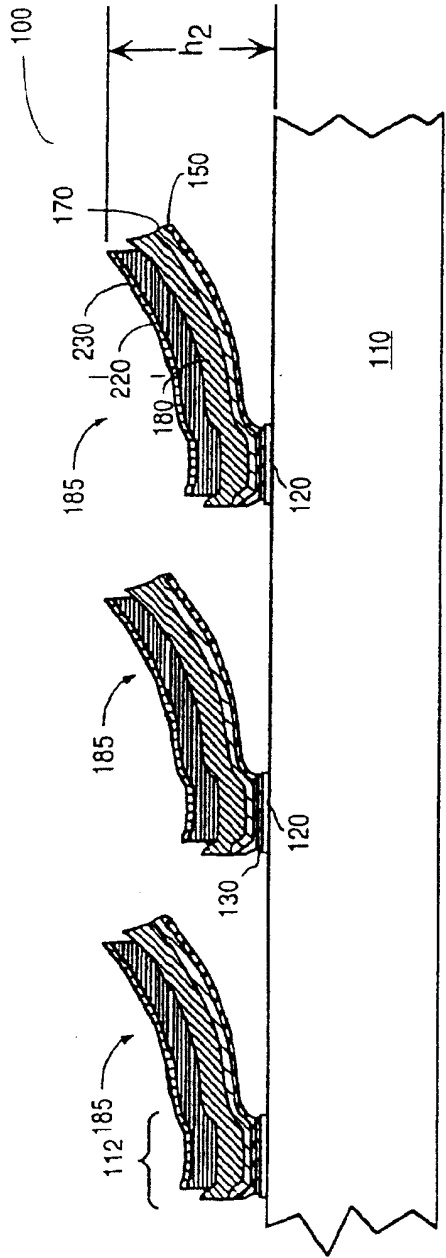


图 17

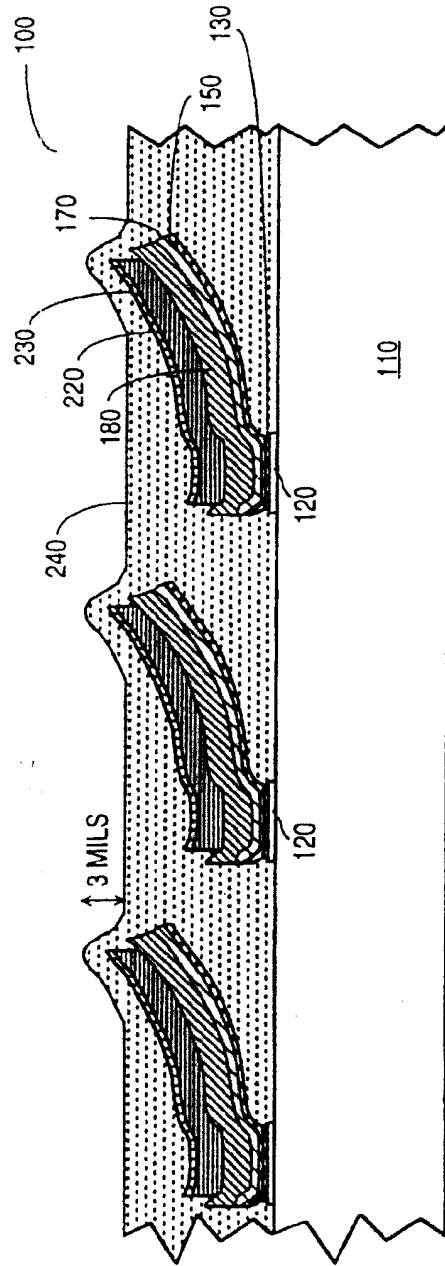


图 18

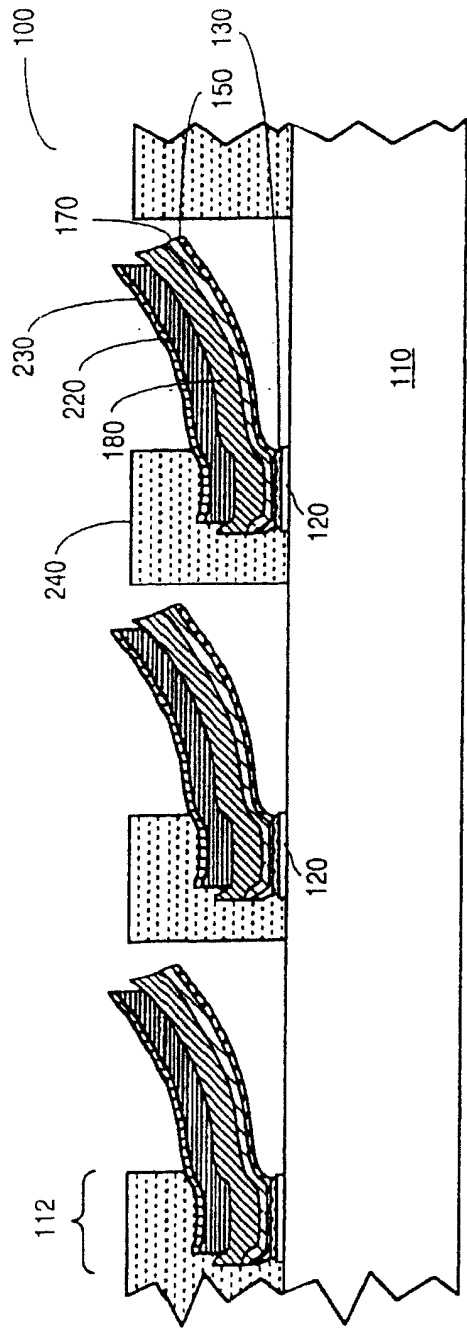


图 19

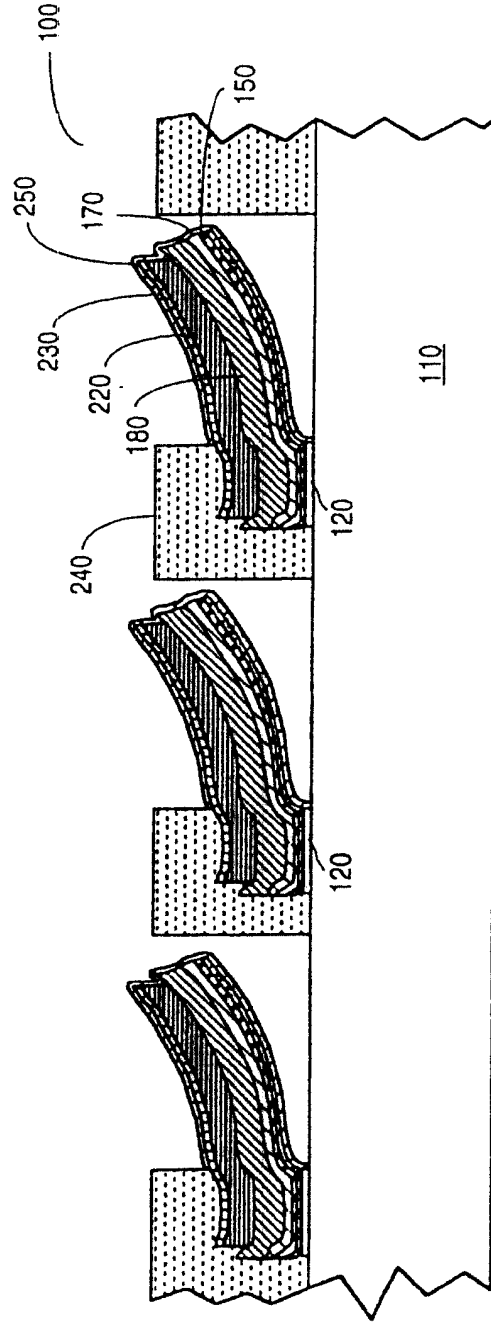
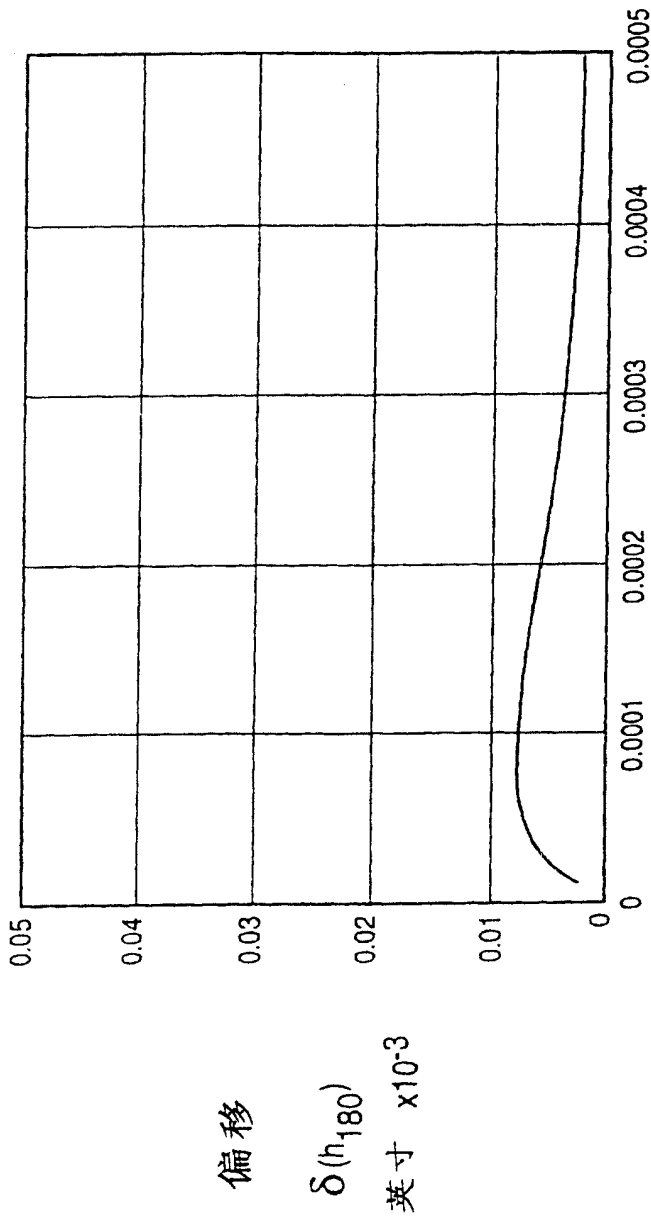


图 20



h_{180}
第二元件材料的厚度(英寸)

图 21

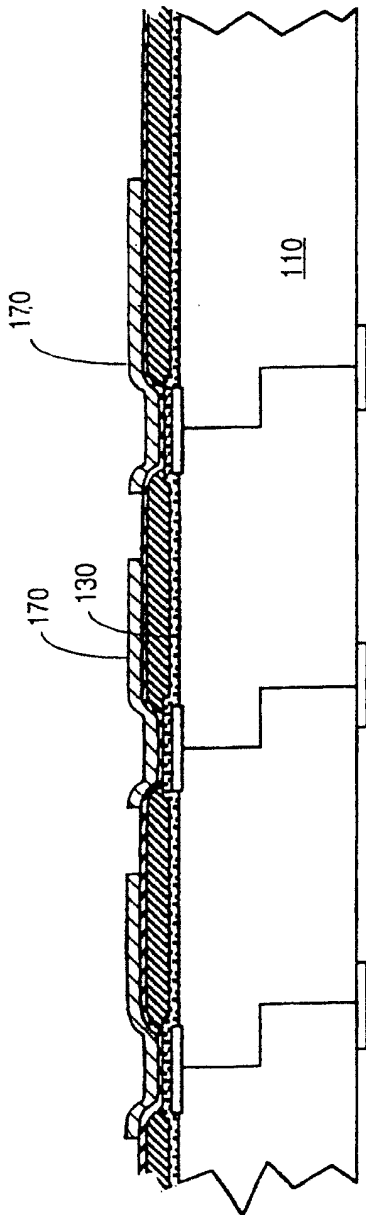


图 22

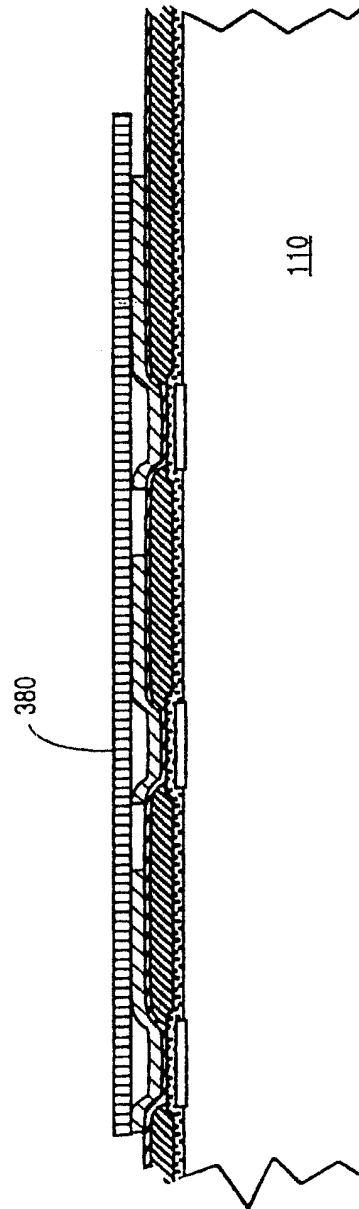


图 23

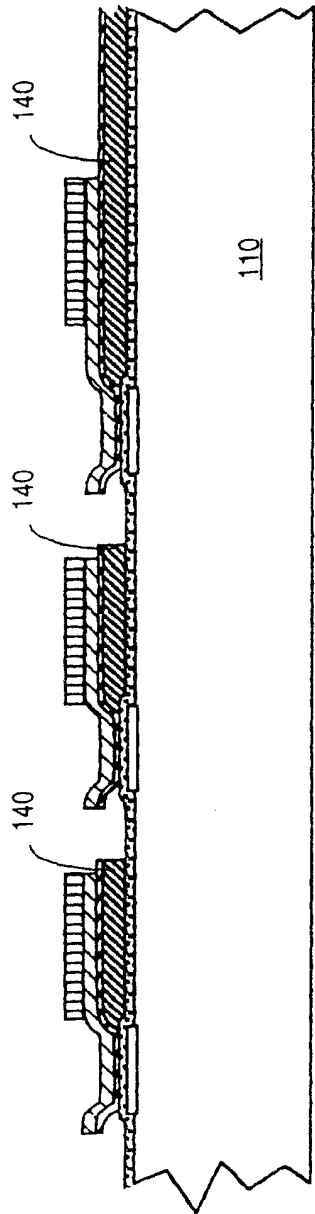


图 24

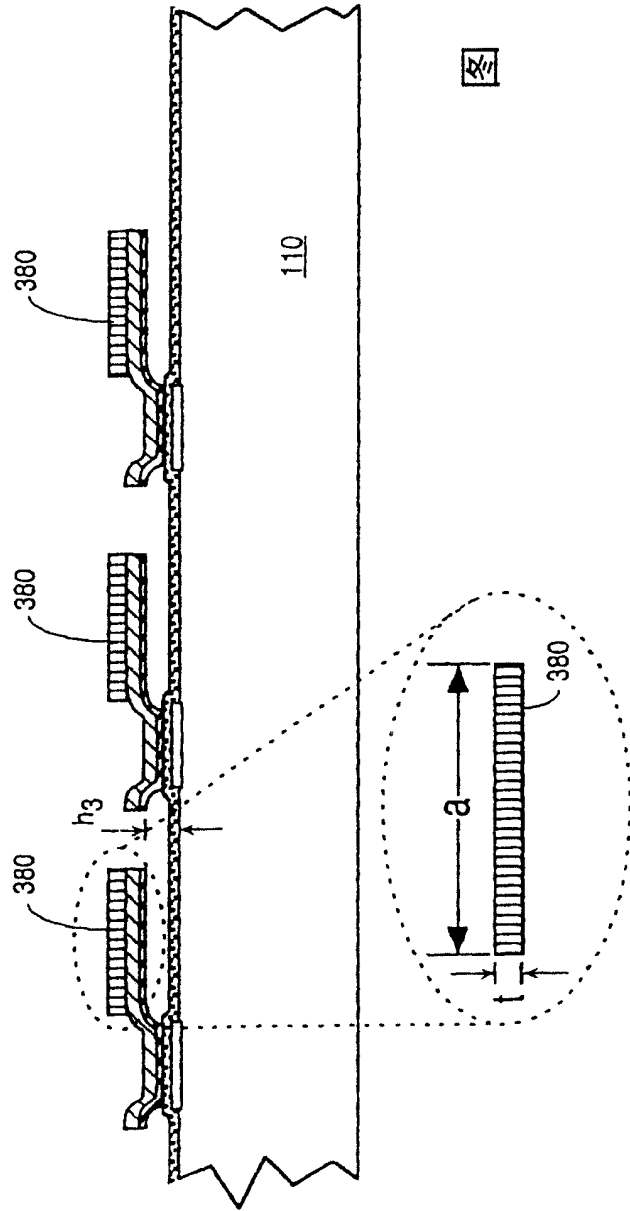


图 25

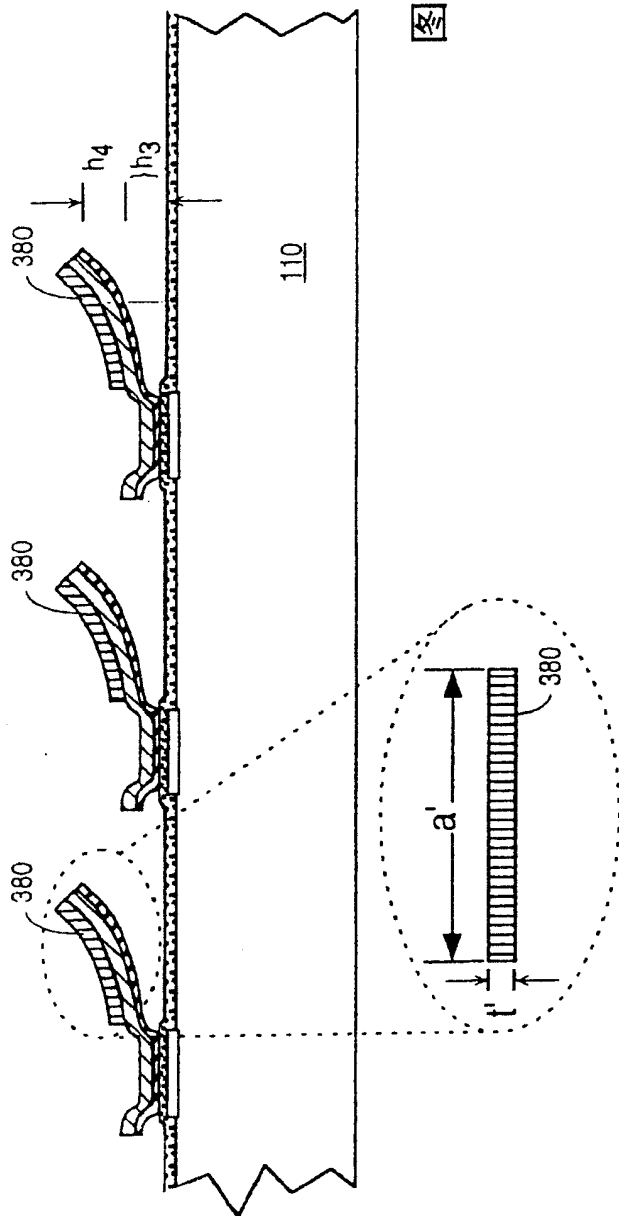


图 26

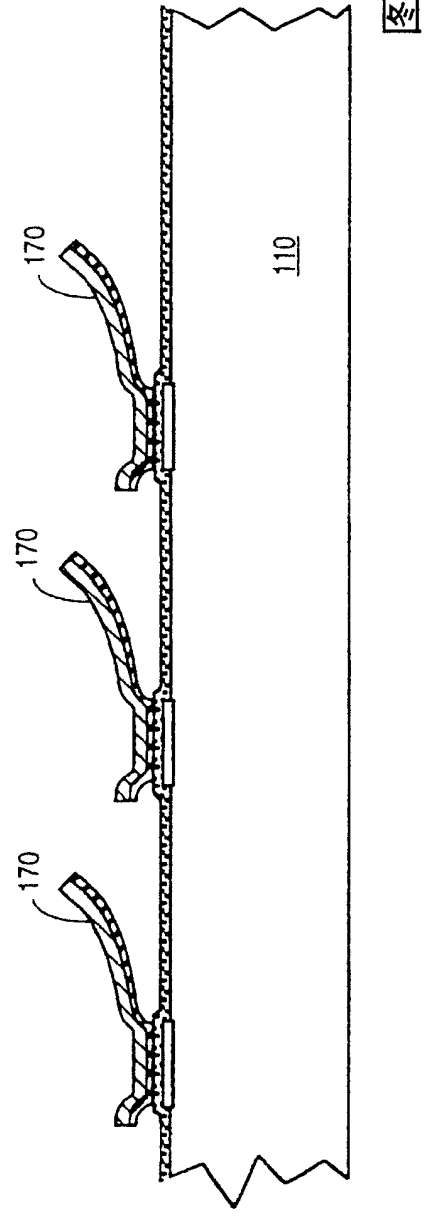


图 27

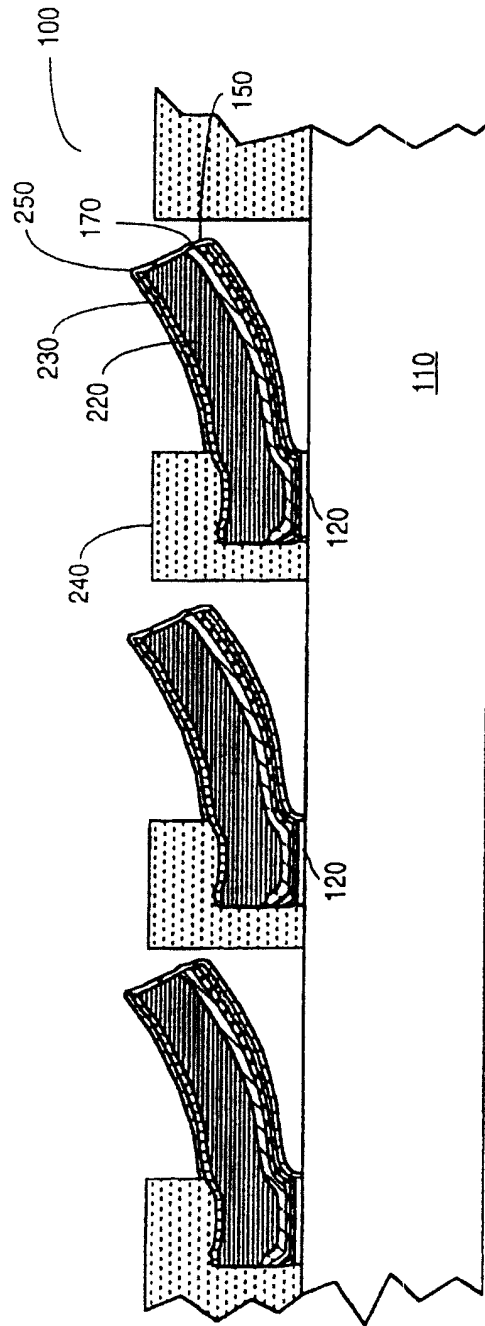


图 28