

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03811935.8

[51] Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)

H01G 7/00 (2006.01)

H01H 1/20 (2006.01)

H01H 11/04 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007年7月11日

[11] 授权公告号 CN 1326200C

[22] 申请日 2003.3.17 [21] 申请号 03811935.8

[30] 优先权

[32] 2002.4.26 [33] US [31] 10/133,913

[86] 国际申请 PCT/US2003/008255 2003.3.17

[87] 国际公布 WO2003/092048 英 2003.11.6

[85] 进入国家阶段日期 2004.11.25

[73] 专利权人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯

[72] 发明人 马奈斯·埃利亚西恩 凯恩·莲

刘俊华 罗伯特·B·伦普考斯基

[56] 参考文献

US5619061 A 1997.4.8

审查员 宁华玲

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利

商标事务所

代理人 康建忠

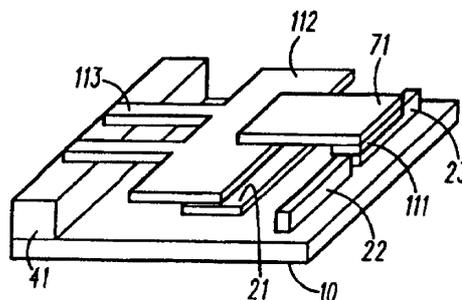
权利要求书 6 页 说明书 9 页 附图 5 页

[54] 发明名称

微机电系统方法

[57] 摘要

使用标准的印刷线路板和高密度互连技术与实践，形成了具有悬臂梁的中尺度 MEMS 装置。该梁包括至少是一些聚合物材料以构成其长度，在一些实施例中还包含导体材料作为其承受载荷部件。在各种实施例中，该梁被固定在靠近其一端的位置，或远离其一端的位置。



1. 一种制造微机电系统中的开关或电容的方法，包含：  
提供一个至少部分地由聚合物材料构成的印刷线路板；  
在印刷线路板上形成一个非导体柱；  
形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁；  
将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方；以及  
在印刷线路板上形成至少一个开路信号迹线。

2. 权利要求1的方法，其中形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁包括形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁而且该梁包括一个导体部分。

3. 权利要求2的方法，其中将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方包括将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方并使梁的导体部分放在印刷线路板上与开路信号迹线相对的位置。

4. 权利要求1的方法，进一步包含在印刷线路板上形成一个导体表面，其中：

形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁包括形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁而且该梁包括一部分导体；以及

将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方包括将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方并使梁的导体部分放在与印刷线路板上的导体表面相对的位置。

5. 权利要求1的方法，进一步包含在印刷线路板上形成第一导体表面和第二导体表面，其中：

形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁包括形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁而且该梁包括第一导体部分和第二导体部分；以及

将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方包括将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方并使梁的第一导体部分

放在与印刷线路板上的第一导体表面相对的位置和使梁的第二导体部分放在与印刷线路板上的第二导体表面相对的位置。

6. 权利要求 1 的方法，其中形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁包括形成一个梁，其长度包括连续的聚合物材料部分。

7. 权利要求 1 的方法，其中形成一个梁其长度包括连续的聚合物材料部分包括形成一个梁其长度包括连续的聚合物材料部分而且有导体材料放在从梁的第一端附近起始并至少部分地沿梁的长度延伸的位置。

8. 权利要求 1 的方法，其中形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁包括形成有一定长度的一个梁，而且其中该长度的一部分包括聚合物材料而该长度的一部分由另一种不同的导体构成。

9. 权利要求 8 的方法，其中形成有一定长度的一个梁而且其中该长度的一部分包括聚合物材料而该长度的一部分由另一种不同的材料构成包括形成有一定长度的一个梁而且其中该长度的一部分包括聚合物材料而该长度的一部分由导体金属构成。

10. 权利要求 9 的方法，其中形成其长度的一部分由导体金属构成的一个梁包括形成其长度的一部分由多个导体金属梁构成的一个梁。

11. 权利要求 10 的方法，其中形成其长度的一部分由多个导体金属梁构成的一个梁包括形成其长度的一部分由多个导体金属梁构成的一个梁而且其中至少一个导体金属梁有其至少一部分是以非线性方式成形的。

12. 权利要求 1 的方法，其中将梁固定于非导体柱包括将梁在接近其的一端固定于非导体柱。

13. 权利要求 1 的方法，其中形成一个梁包括形成具有至少一个扭转枢轴部件的一个梁。

14. 权利要求 13 的方法，其中形成具有至少一个扭转枢轴部件的一个梁包括形成具有至少一个扭转枢轴部件的一个梁而且其中扭转枢轴部件的至少一部分有螺旋形状。

15. 权利要求 13 的方法，其中形成一个非导体柱包括形成至少两个非导体柱叠置在印刷线路板上。

16. 权利要求 15 的方法，其中将梁固定在非导体柱上包括将梁固定在这至少两个非导体柱的至少两个上。

17. 权利要求 1 的方法，其中在印刷线路板上形成一个非导体柱包含：

在印刷线路板上沉积聚合物材料；

部分地固化印刷线路板上的第一部分聚合物材料；

蚀刻印刷线路板上聚合物材料的至少一些未固化部分以在印刷线路板上形成一个非导体柱。

18. 权利要求 17 的方法，其中：

形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁包括形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁而且该梁包括一个导体部分；以及

将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方包括将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方并使梁的导体部分放在印刷线路板上与开路信号迹线相对的位置。

19. 权利要求 17 的方法，进一步包含：

在印刷线路板上沉积一个导体；

蚀刻至少该导体的一部分从而在印刷线路板上形成一个导体表面区；

而且其中：

形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁包括形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁而且该梁包括一个导体部分；以及

将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方包括将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方并使梁的导体部分放在与印刷线路板上的导体表面区相对的位置。

20. 权利要求 1 的方法，其中形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁并将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方包含：

提供一个导体金属载体；  
以聚合物涂敷导体金属载体的至少一部分；  
固化导体金属载体上的至少一部分聚合物以确定至少梁的一部分；

从导体金属载体上蚀刻掉至少一部分聚合物以形成至少部分地由聚合物构成的一个梁；

将梁固定在非导体柱上；

去掉至少一些聚合物以使该梁悬置在印刷线路板上方。

21. 权利要求 20 的方法，其中固化导体金属载体上的至少一部分聚合物以确定至少梁的一部分包括固化导体金属载体上的至少一部分以确定该梁。

22. 权利要求 21 的方法，进一步包含：

在导体金属载体上的至少一部分聚合物上沉积导体金属。

23. 权利要求 22 的方法，进一步包含：

形成穿过该梁的至少一个导体通道以使沉积导体金属的至少一部分与导体金属载体的至少一部分实现电接触。

24. 权利要求 22 的方法，进一步包含：

蚀刻掉导体金属载体的一部分以只留下梁上的一部分导体金属载体。

25. 权利要求 24 的方法，其中将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方的步骤包括将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方并使在梁上的该部分导体金属载体的取向是从印刷线路板指向外。

26. 权利要求 24 的方法，其中将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方的步骤包括将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方并使在梁上的该部分导体金属载体的取向是指向印刷线路板。

27. 权利要求 20 的方法，其中固化导体金属载体上的至少一部分聚合物以确定至少梁的一部分包括固化导体金属载体上的至少一部分

以提供只确定梁的一部分的被固化聚合物。

28. 权利要求 27 的方法, 进一步包含去掉靠近被固化聚合物的一部分导体金属载体。

29. 权利要求 28 的方法, 进一步包含蚀刻导体金属载体从而形成梁的其余部分。

30. 权利要求 29 的方法, 其中将梁固定在非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方包括将由导体金属载体构成的梁的其余部分固定在非导体柱上以使包括被固化聚合物的该部分梁悬置在印刷线路板上

方。

31. 一种中尺度开关, 包含:

- 至少部分地由聚合物材料构成的印刷线路板;
- 叠置在印刷线路板上的至少两个非导体柱;
- 叠置在印刷线路板上的一个导体控制表面;
- 叠置在印刷线路板上的多个导体迹线, 其中至少两个导体迹线有连续性断开;

一个梁, 包含:

- 一个本体, 在其两端分别有第一和第二扭转枢轴, 其第一扭转枢轴放置在非导体柱之一的顶端, 第二扭转枢轴放置在另一个非导体柱的顶端;

- 第一导体部分, 放在至少部分地与导体控制表面相对的位置;

- 第二导体部分, 放在至少部分地与第一导体迹线中的连续性断开相对的位置;

- 第三导体部分, 放在至少部分地与第二个导体迹线中的连续性断开相对的位置;

其中第一和第二扭转枢轴使梁偏移, 使得:

- 在导体控制表面未被加能的自由时刻, 第二导体部分在物理上和电气上桥接第一个导体迹线中的连续性断开, 而第三导体部分在物理上和电气上不桥接第二个导体迹线中的连续性断开; 以及

- 当导体控制表面被加能时, 第三导体部分在物理上和电气上桥接

第二个导体迹线中的连续性断开，而第二导体部分在物理上和电气上不桥接第一个导体迹线中的连续性断开。

32. 权利要求 31 的中尺度开关，其中第一和第二扭转枢轴至少有一部分呈螺旋形状。

## 微机电系统方法

### 技术领域

一般地说，本发明涉及微机电系统（MEMS）方法和装置。

### 背景技术

MEMS设备和装置在本技术领域是公知的。大量工作（很少有商业性突破的成果）针对小的（只有几微米）的系统，它们通常使用半导体材料和处理技术。最近还提出印刷线路板和相应的制造技术能被用于实现中尺度（meso-scale）MEMS结构（在例如25-100微米的量级）。例如，由本申请的相同受让人于2001年8月14日申请的美国专利申请09/929,750号描述了一个微机电系统，它能使用高密度互连基片技术在印刷线路板的范围内被制造出来。

在这一领域值得考虑的一个特别有用的结构包含一个悬臂梁。这样的结构能被用于实现各种有用的装置，包括例如射频开关、可变电容器等等。可惜的是，迄今尚未提出可以接受的建议来给出以有机印刷线路板和高密度互连基片技术实现这样的机构同时又工作中尺度水平的方法。

### 发明内容

根据本发明，提供了一种制造微机电系统中的开关或电容的方法，包含：提供一个至少部分地由聚合物材料构成的印刷线路板；在印刷线路板上形成一个非导体柱；形成至少部分地由聚合物材料构成的一个梁；将梁固定非导体柱上以使梁悬置在印刷电路板上方；以及在印刷线路板上形成至少一个开路信号迹线。

根据本发明，提供了一种中尺度开关，包含：至少部分地由聚合物材料构成的印刷线路板；叠置在印刷线路板上的至少两个非导体柱；

叠置在印刷线路板上的一个导体控制表面；叠置在印刷线路板上的多个导体迹线，其中至少两个导体迹线有连续性断开；一个梁，包含：一个本体，在其两端分别有第一和第二扭转枢轴，其第一扭转枢轴放置在非导体柱之一的顶端，第二扭转枢轴放置在另一个非导体柱的顶端；第一导体部分，放在至少部分地与导体控制表面相对的位置；第二导体部分，放在至少部分地与第一导体迹线中的连续性断开相对的位置；第三导体部分，放在至少部分地与第二个导体迹线中的连续性断开相对的位置；其中第一和第二扭转枢轴使梁偏移，使得：在导体控制表面未被加能的自由时刻，第二导体部分在物理上和电气上桥接第一个导体迹线中的连续性断开，而第三导体部分在物理上和电气上不桥接第二个导体迹线中的连续性断开；以及当导体控制表面被加能时，第三导体部分在物理上和电气上桥接第二个导体迹线中的连续性断开，而第二导体部分在物理上和电气上不桥接第一个导体迹线中的连续性断开。

根据本发明，提供了一种中尺度开关，包含：至少一个第一导体迹线，在其中形成一个连续性断开；一个枢轴梁，有一个电导体放在至少部分地与第一导体迹线的连续性断开相对的位置，其中该电导体当在第一操作方式时被机械地推向相对于该连续性断开的第二位置，而在第二操作方式时被机械地推向相对于该连续性断开的第二位置

#### 附图说明

通过提供如这里所公开的微机电系统方法，这一需求以及其他需求基本上得到满足。通过完整地审阅和研究下文的描述，特别是与附图相结合，将会更清楚地看出这一益处和其他益处，这些附图中：

图 1-4 包含一系列图形，说明第一实施例的一部分；

图 5-12 包含一系列图形，说明第一实施例的附加部分；

图 13 包含一个详细的顶视图，说明另一个实施例；

图 14-17 包含一系列图形，说明第二实施例；

图 18-22 包含一系列图形，说明又一个实施例；以及

图 23 包含又一个实施例的透视详图。

技术人员将会理解，图中的各部件是为简单和清楚而显示的，不一定是按比例画出的。例如，图中某些部件的尺寸可能相对于其他部件被夸大了，为的是帮助改善对本发明各种实施例的理解。此外，为了保持集中和清楚，某些通用部件没有画出。

#### 具体实施方式

一般地说，在一个印刷线路板上形成一个非导体材料柱 (post)，至少是部分地由聚合物材料形成的一个梁固定于这个柱上（或者接近于梁的一端，或者远离梁的一端），使得这个梁悬置于印刷线路板上。在梁和印刷线路板上能形成一个或多个彼此相对的导体表面，以形成电容器板、开关闭合片以及其他有用的机构。

在一个实施例中，该梁在其整个长度上有至少是某种聚合物材料。在另一实施例中，至少是梁的一部分长度由非聚合物材料（如导体）构成。这些部件能使用普通的印刷线路板技术（包括高密度互连技术）形成，从而以低成本实现中尺度 MEMS。诸如 RF 开关和可调谐电容器之类装置能容易地和经济地构成，包括高频装置。下文描述的实施例中将通过描述各种开关，如 RF 和天线开关的构成，来说明这些方法，但应该记住，这样的装置只是用于说明的目的，而且这些方法不以任何方式限定于这样的装置。

现在参考附图，特别是图 1，能通过使用实际上任何适当的材料，包括 FR-2 至 FR-6、聚酰亚胺、CEM-1 至 CEM-8、G-10（一种环氧树脂/纺织玻璃材料）、改良的环氧树脂、BT 环氧树脂、氰酸盐酯、聚四氟乙烯等等，提供具有聚合物载体 10 和导体表面 12 的印刷线路板。导体表面 12 是用传统的印刷线路板技术印刷和蚀刻而成，以定义和建立第一电容电极 21 以及两个导体迹线 (conductive trace) 22 和 23，它们构成 RF 开关的极点，如图 2 中所示（在实际的工作实施例中，当然这些迹线要与其他迹线和或装置耦合—为了清楚，这里没有显示这些方面）。如果希望的话，能使用已知的技术使电极 21 变薄，以使它低于极点迹线 22 和 23 的高度（在另一种做法中，或与这一做法结

合,可利用传统的电镀技术升高导体迹线)(这可能是有用的,用以保证在两个极迹线 22 和 23 之间建立连接时电容器电极不会彼此接触,这在下文中会看得更清楚)(再有,如果希望的话,可在电极 21 上放置薄的介电敷层)。参考图 3,根据已完全理解的现有技术,一个牺牲层 31(例如由可照相成像树脂(如 Probelec 81)或可能由可照相成像聚酰亚胺构成)被放在载体 10 和导体部件 21、22 及 23 上,以树脂 31 的一部分 41(如图 4 中所示)暴露于紫外光,以在其后去掉大部分树脂 31 时形成非导体柱(nonconductive post)。

现在参考图 5,将描述形成梁的第一种方式。导体 50,如铜箔,被敷以可照相成像介电质 61(如 Probelec 81)(如图 6 中所示)。这样配置后,导体 50 用作介电质(dielectric)61 材料的处理宿主或载体。如图 7 中所示,所希望的聚合物绝缘体(isolator)71 在介电质 61 中被照相成像,并如图 8 中所示去掉剩余的介电质材料,只留下聚合物绝缘体 71。(还能通过适当的聚酯或不锈钢筛网材料网版印刷不可照相成像的树脂来形成这一聚合物绝缘体 71)。如下文中可见,这一聚合物绝缘体 71 用作所得到的梁的长度的结构部分,并进一步用于使梁上的电容器电极与位于可照相成像的梁上其他地方的接触条之间的绝缘。

参考图 9,其中所示导体 50 与图 5 至图 8 中所示的上下倒置,在适于更好地保证电容器电极(尚未画出)和接触条(也尚未画出)之间电绝缘的空间位置,穿过导体 50 并与聚合物绝缘体 71 相对,成像和蚀刻一个槽口 91。然后,这一导体 50/聚合物绝缘体 71 的组合,以导体 50 一侧在下,放置并层叠在图 4 的树脂 31 表面组件上,如图 10 中所示。(如果希望的话,通过使用已知的配准(registration)技术,包括但不限于使用配准穿过孔,能保证这两个组件的精确对齐。)这样配置后,聚合物绝缘体 71 位于电容器电极 21 之上,极迹线 22 和 23 如在聚合物载体 10 上最初形成的那样,在过程的这一点,被放在树脂 31 之内。

然后,传统的印刷、蚀刻和剥离技术用于由导体 50 定义和形成电

容器电极 112、接触条 111 以及在本实施例中使电容器电极 112 与柱 31 耦合的一个或多个梁部件 113。如果希望的话，可在这些步骤之前使导体 50 变薄，以提供适当的薄材料（薄材料，特别是在梁区 113，通常将是人们所希望的，用以保证容易相对于柱 41 移动该梁）。如图 11 中所示，聚合物绝缘体 71 在物理上与电容器电极 112 及接触条 111 耦合，所以包含从柱 41 到接触条 111 延伸的梁的总长度的一部分。还能看到，这同一聚合物绝缘体 71 使电容器电极 112 与接触条 111 电绝缘。

然后，这一总结构被加热，以使柱 41 聚合物化，然后用传统技术去掉剩余的牺牲树脂 31，从而产生图 12 中所示结构。在这一实施例中，所得到的结构有一个非导体柱 41，它支持一个包含导体部分（113 和 112）及聚合物部分 71 的梁。这个梁在印刷线路板上方悬出，使得在该梁上的电容器电极 112 基本上置于与载体 10 上的电容器电极 21 相对的位置，并使在该梁上的接触条 111 置于基本上与载体 10 上的极迹线 22 和 23 相对的位置。在这样配置之后，电容器能被控制（通过控制线控制，为更清楚地显示上述结构，这些控制线未画出）以使梁向载体 10 弯曲，因而使接触条 111 成为两个极迹线 22 和 23 之间的桥接点，从而使开关闭合。类似地，上述过程可以反转过来，使梁离开载体 10，从而切断开关的接触。

使用如引用的已知技术，能容易地在 25 至 50 微米或更大的尺度上形成如上述的装置。这比传统的基于硅的 MEMS 尺度的装置要大，但与其他能以这一途径代替的分立部件相比，它仍然很小（而且很便宜）。根据上述过程制成的装置已通过大量弯曲事件证明是有弹性而且稳固的。再有，而且特别是当用于形成如上述的 RF 开关时，高频信号能很好地适应于如 RF 信号和 DC 控制信号之间的极好隔离。

如前所述，如参考数字 113 所示，该梁有两个由导体材料构成的线性部分。其他做法是可用的。例如，只是单一线性部分可能对某些应用有效，而其他应用可能得益于三个或更多个这样的线性部分。参考图 13，非线性部分 131 也能被使用。事实上，由于所提供的回弹能

力增大，一个优选实施例将可能包括一个或多个这样的非线性部分。如图所示，能使用比较简单的非线性螺旋形模式。当然，对其他模式也能予以考虑，包括在三个或更多个独立的梁段内形成的模式。

上述实施例利用一个导体用作所得到的梁的长度的一部分。如果希望的话，该梁可在结构上其整个长度由聚合物材料构成。例如，参考图 14，在含有导体 141（在这一实施例中又是铜箔）的处理宿主上敷以可照相成像介电质 142，并利用标准的处理技术定义一个梁区 143。周围的聚合物材料 142 被去掉，以形成得到的梁 151，如图 15 中描绘的那样，在这一点它由聚合物 142 和导体 141 构成。还能蚀刻或钻出通道 152（这一通道最终将提供要在梁 151 上形成的电容器板和要在梁 151 相对一侧上的导体之间的电连接）。图中只显示一个通道 152，当然，能使用附加的通道以适应于应用。

参考图 16，导体材料被有选择地沉积在梁 151 上，以形成一个电容器板 161 和接触条 162。在另一种作法中，导体材料能被敷在梁 151 的全部或大部分之上，然后有选择地去除，以形成这些特性。然后进行如针对图 10 所描述的层压。

现在参考图 17，观看梁 151 的相对一侧，原始导体材料 141 被成像和蚀刻，以形成控制表面和控制线 172。后者将允许 DC 控制电压施加到电容器电极 161 上，因此便于控制梁 151，如上文描述的那样，一旦梁 151 已固定在一个柱上，便能如上文描述的那样造成或断开与接触条 162 的开关连接。例如，梁 151 能被固定和悬空，如针对图 12 描述的那样。

这样配置之后，能够实现其整个长度由聚合物材料构成的梁，这对某些应用可能是有用的。

现在参考图 18，将描述含有单极双掷开关的另一个实施例。如上所述，能使用层压方法形成一个梁结构。在这一实施例中，该梁包括一个本体部分 181，它具有延伸部分 184 和 185 分放在其两端。在这一实施例中，本体部分 181 本身有用地包含一个导体，如铜导体，可以有长度约 100 密耳 (mil)，宽度约 60 密耳，厚度约 0.8 密耳。延伸

部分 184 和 185 可由聚合物材料构成，可以有宽度约 20 密耳，并超过本身部分 181 端部延伸约 20 密耳左右。导体 186 和 187（如铜）放在每个延伸部分 184 和 185 上用作开关接触表面，如下文更详细描述的那样。

在这一实施例中，本体部分 181 还包括两个扭转枢轴部件 182 和 183 从中横向延伸。这些扭转枢轴部件 182 和 183 在这一实施例中由与本体部分 181 本身相同的材料构成，而且事实上与其集成在一起。如下文中将更详细解释的那样，这些扭转枢轴部件 182 和 183 用于向特定取向机械地偏移该梁。然而，与此同时，如果这一偏移不是特别强有力，响应时间、所需致动电压以及其他感兴趣的设计指标也能得到很好的满足。所以，在一个优选实施例中，为了在一个比较大的区域分布扭转力，每个扭转枢轴部件 182 和 183 形成螺旋形状。这样的配置特别有利，部分地因为所得到的部件的总刚性因子能由改变其长度、宽度和厚度容易地加以调节。当然，如果希望的话，用于这同一目的的其他配置也能被利用，只要适用于给定的应用。

现在参考图 19，这一实施例提供给印刷电路板 10，在印刷电路板 10 上有各种特征（feature）。特别是，一个导体控制表面 193 放置在适于吸引和影响该梁的地方，如下文中更详细描述的那样。这一实施例还包括两个由非导体聚合物材料构成的柱 191 和 192 以及两对导体迹线 196/197 和 194/195，每对包括一个连续性断开，使得电流不能流过。导体迹线对之一 194/195 比较厚（例如厚度约 2.0 密耳），而另一对导体迹线 196/197 比较薄（例如厚度约 1.0 密耳）。这一厚度差异的目的在下文中将会更清楚。（应该指出，存在其他方式实现高度的这一差异。例如，导体迹线可有相等厚度，但一个可放在非导体材料被抬升部分的顶部。）

现在参考图 20，图 18 中所示梁结构被颠倒并放在如图 19 所示的印刷电路板结构上，使得非导体柱 191 和 192 支持两个扭转枢轴部件 182 和 183 的端部（在一个优选实施例中，这些柱和枢轴部件被使用适当的层压技术或其他适当的固定和/或系留方法彼此连接）。在如此

配置之后，该梁在印刷线路板上方放置并相对于如此形成的枢轴轴线沿两个方向悬出。

更具体地说，导体控制表面 193 放在该梁本体部分 181 的下方，二者之间有约 0.8 密耳的缝隙。此外，开关接触表面 187 放在一对导体迹线的连续性断开（continuity break）的上方并与构成这一导体迹线对的迹线 194 和 195 实现物理的和电的接触（这种定位可能参考图 22 会看得更清楚）。通过这样桥接连续性断开，电流能容易地从一迹线 194 流到另一迹线 195。与此相反，尽管另一个开关接触表面 186 也被放在对应于另一导体迹线对 196 和 197 的连续性断开之上，但这另一个开关接触表面 186 本身并没有与导体迹线 196 和 197 物理接触，因为导体迹线 196 和 197 比较薄。在这一实施例中，两个导体表面彼此分离约 0.8 密耳。因此，在这时开关接触表面 186 不桥接该连续性断开（或许参考图 21 能更容易看出）。结果，这后一个导体迹线对 196/197 代表一个开电路。

在这样配置之后，在操作的第一方式，导体控制表面 193 未被加能（energize），所以该装置基本上处于自由状态，扭转枢轴部件 182 和 183 将驱使枢轴向右（如在图中看到的），使得第一对导体迹线 194/195 使它们的连续性断开被相应的开关接触表面 187 桥接。反之，在操作的第二方式，导体控制表面 193 被加能，控制表面 193 将吸引梁的本体部分 181，使梁抵制扭转枢轴部件 182 和 183 和枢轴的机械扭转，直至相对的连续性断开已被相应的开关接触表面 186 桥接为止。与此同时，第一开关接触表面 187 将被移开与其相应导体迹线 194 和 195 的物理接触，从而打开那个连续性断开。

在这样配置之后，当向两个导体迹线 194 和 196 提供源信号，而其余导体迹线 195 和 197 每个与单独的输出端耦合时，便实现了一个单极双掷开关。例如，这一开关能用作一个天线开关，以允许一个天线有选择地在发射机和接收机之间切换。当然，同样这些基本构想也能用于配置其他开关。例如，如图 23 中所示，上述开关能被修改，使得两个开关接触表面 231 和 232 位于梁的共同部分之上，从而分别桥

接第一对导体迹线 233 和 234 以及第二对导体迹线 235 和 236。以这种方式能容易地实现双极双掷开关。还可能利用这些原理配置具有交替对称性的开关。例如，如果希望的话，能以双侧对称性形成一个开关，使得开关在枢轴梁的两侧上基本上是相同的。在如此配置之后，能容易地提供具有三个状态（断—断、通—断、断—通）的开关。

本领域技术人员将会认识，针对上述各个实施例可以做出各种改变、修改和组合。例如，除 RF 开关外，使用这样形成的悬臂梁还能形成大量其他装置，例如，包括可变电容器。这些改变、修改和组合不被看作是在本发明的适当范围之外。

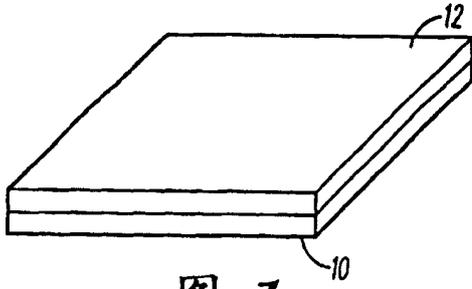


图 1

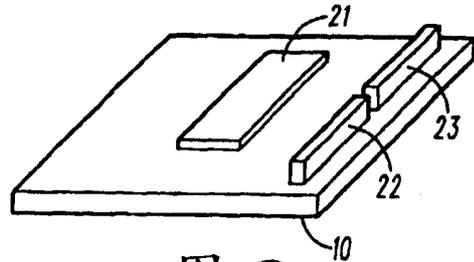


图 2

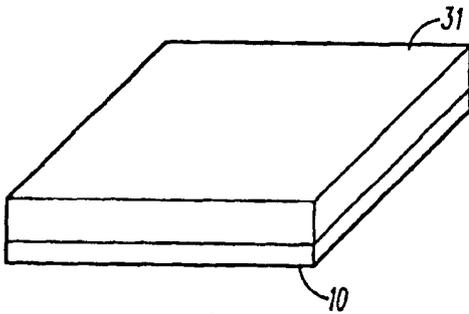


图 3

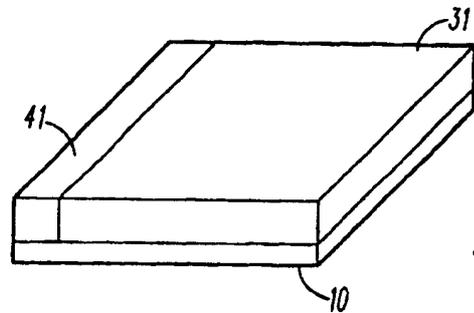


图 4

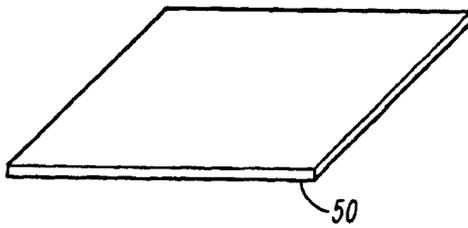


图 5

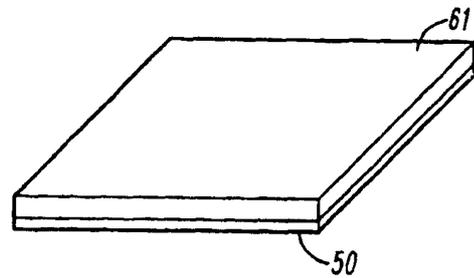


图 6

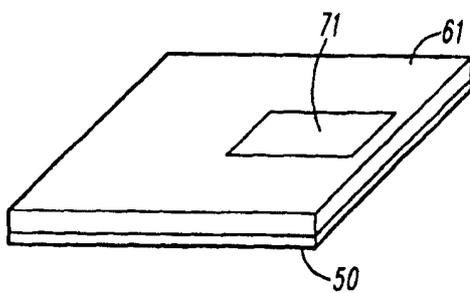


图 7

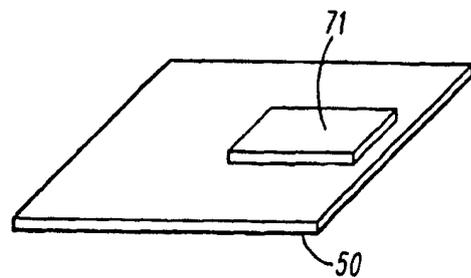


图 8

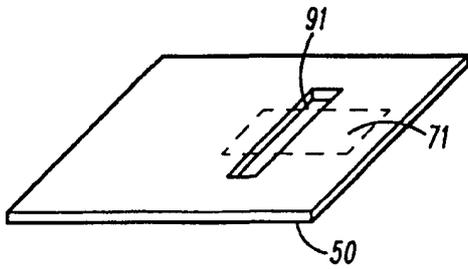


图 9

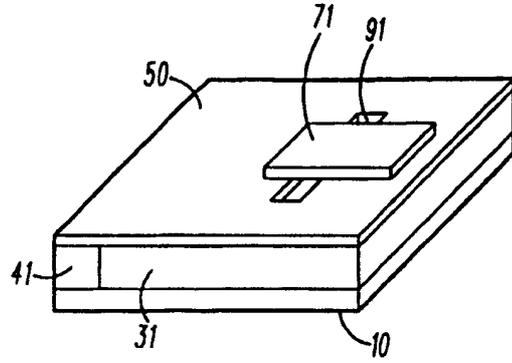


图 10

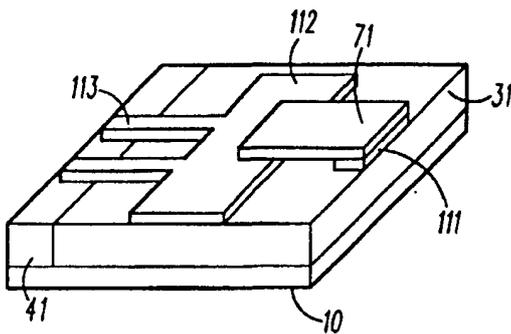


图 11

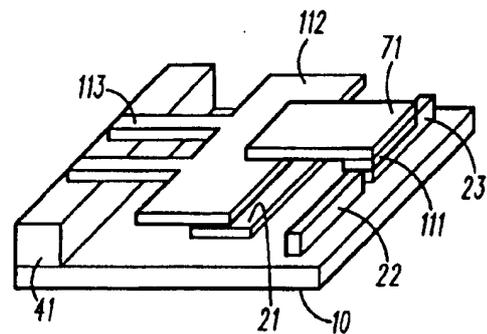


图 12

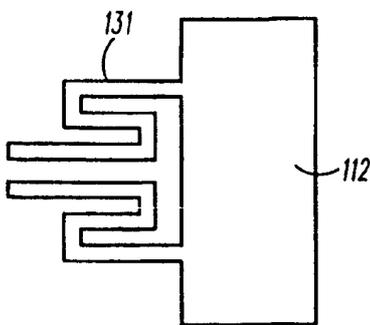


图 13

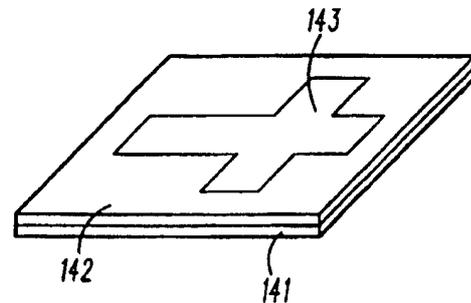


图 14

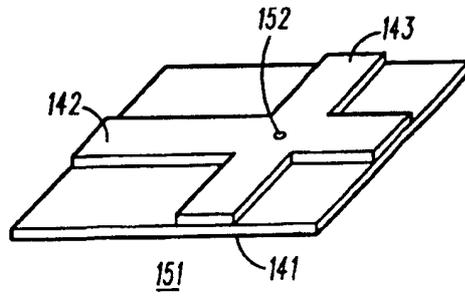


图 15

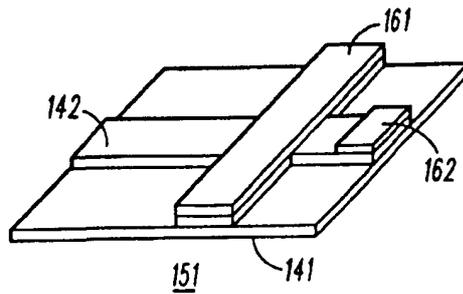


图 16

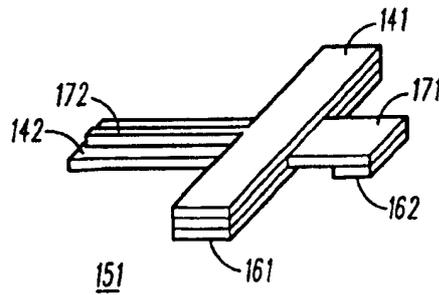


图 17

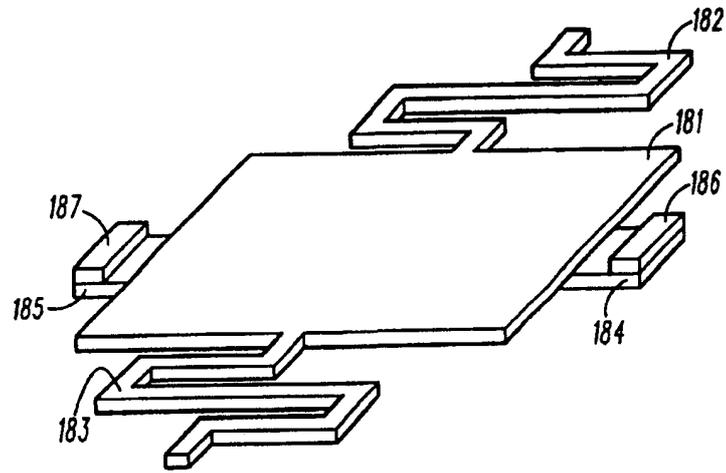


图 18

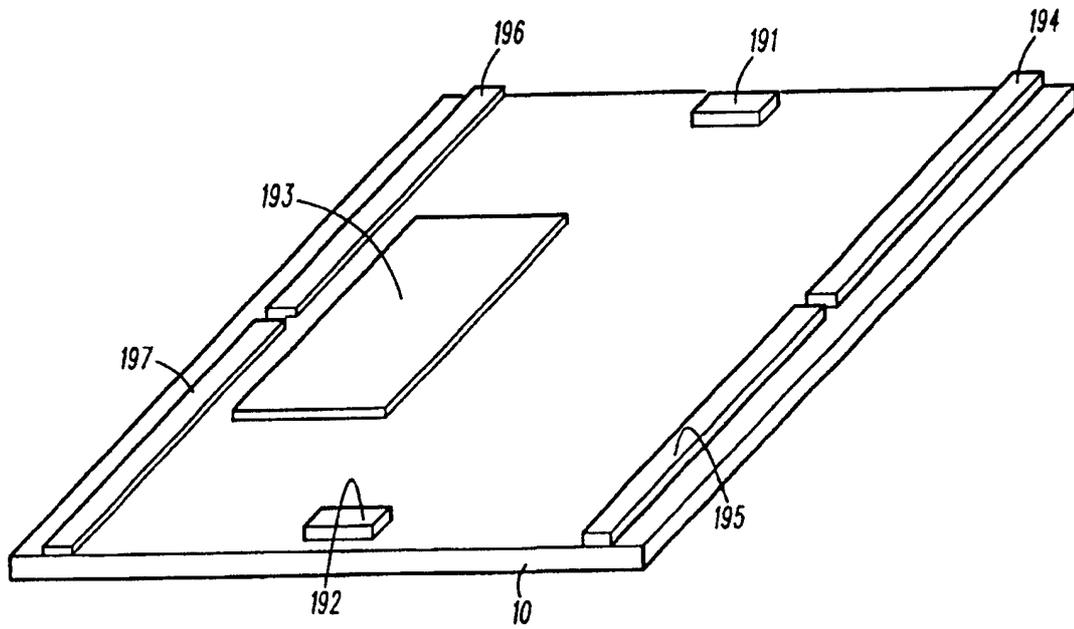


图 19

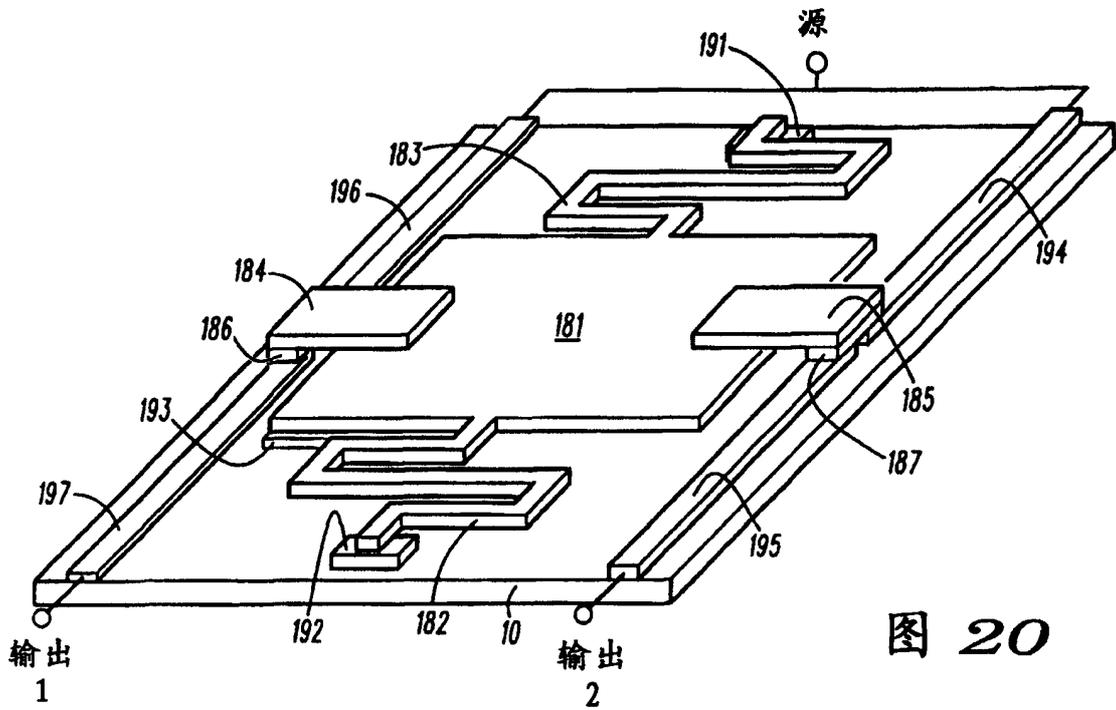


图 20

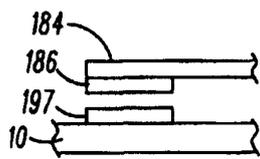


图 21

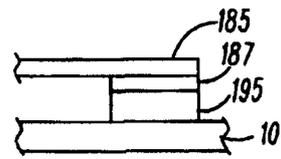


图 22

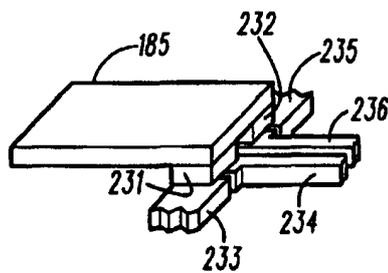


图 23