



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104329484 A

(43) 申请公布日 2015.02.04

(21) 申请号 201410445797.6

B81B 5/00(2006.01)

(22) 申请日 2014.06.24

(30) 优先权数据

61/838,529 2013.06.24 US

(71) 申请人 浙江盾安禾田金属有限公司

地址 311814 浙江省诸暨市店口工业区中央
路1号

(72) 发明人 E·N·福勒 P·阿鲁纳萨拉姆

C·杨 M·鲁克维克 J·奥杰达

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 曲莹

(51) Int. Cl.

F16K 11/02(2006.01)

F16K 31/02(2006.01)

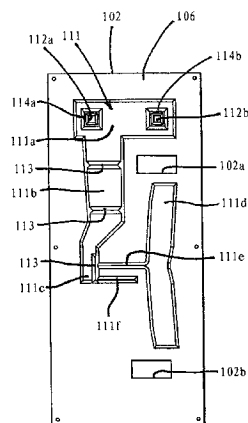
权利要求书2页 说明书8页 附图19页

(54) 发明名称

具有增强的抗污性的微型阀

(57) 摘要

本发明涉及一种微型阀,包括基板,基板包括表面、设置在表面内的凹入区域、设置在凹入区域内的第一流体端口以及在第一流体端口周围延伸的第一密封结构。微型阀还包括盖板,盖板包括表面、设置在表面内的凹入区域、设置在凹入区域内的第二流体端口以及在第二流体端口周围延伸的第二密封结构。中间板布置在基板和盖板之间,并且包括可在闭合位置和打开位置之间移动的可移位构件,其中在闭合位置,可移位构件与密封结构配合来防止流体端口之间的流体连通,在打开位置,可移位构件不与密封结构的至少部分配合来防止流体端口之间的流体连通。



1. 一种微型阀,包括:

第一板,包括表面、设置在所述表面内的凹入区域、设置在所述凹入区域内的流体端口以及在所述流体端口周围延伸的密封结构;和

第二板,具有一表面,所述第二板的表面抵接所述第一板的表面,并且包括可在闭合位置和打开位置之间移动的可移位构件,其中在所述闭合位置,所述可移位构件与所述密封结构配合来防止通过所述流体端口的流体连通,在所述打开位置,所述可移位构件不与所述密封结构的至少部分配合来防止通过所述流体端口的流体连通。

2. 如权利要求1所述的微型阀,其中,所述可移位构件和所述第一板的凹入区域之间限定了具有第一厚度的第一空间,所述可移位构件和所述第一板的密封结构之间限定了具有第二厚度的第二空间,其中所述第一厚度大于所述第二厚度。

3. 如权利要求1所述的微型阀,其中,所述第二板限定了一平面,并且当所述可移位构件在所述闭合位置和打开位置之间移动时,所述可移位构件平行于所述平面移动。

4. 如权利要求1所述的微型阀,其中,所述可移位构件包括多个致动器肋,所述多个致动器肋与所述第二板一体成型,以在所述闭合位置和打开位置之间移动所述可移位构件。

5. 如权利要求1所述的微型阀,其中,所述可移位构件包括密封部分,所述密封部分在所述第二板上通过细长臂部分连接到铰链部分。

6. 如权利要求5所述的微型阀,其中,所述可移位构件还包括多个致动器肋,所述多个致动器肋与所述第二板一体成型并且通过中央脊连接到所述细长臂部分,以在所述闭合位置和打开位置之间移动所述可移位构件。

7. 如权利要求1所述的微型阀,其中,设置在所述第一板的凹入区域内的所述流体端口为第一流体端口,在所述第一流体端口周围延伸的所述密封结构为第一密封结构,并进一步包括设置在所述第一板的凹入区域内的第二流体端口和在所述第二流体端口周围延伸的第二密封结构。

8. 如权利要求7所述的微型阀,其中,所述可移位构件可在所述闭合位置和所述打开位置之间移动,其中在所述闭合位置,所述可移位构件与所述第一密封结构和第二密封结构配合来防止所述第一流体端口和第二流体端口之间的流体连通,在所述打开位置,所述可移位构件不与所述第一密封结构和第二密封结构的至少部分配合来防止所述第一流体端口和第二流体端口之间的流体连通。

9. 如权利要求7所述的微型阀,其中,所述可移位构件和所述第一板的第二密封结构之间还限定了第二空间。

10. 如权利要求7所述的微型阀,还包括设置在所述第一板的凹入区域内的第三流体端口和在所述第二流体端口周围延伸的第三密封结构,其中所述可移位构件和所述第一板的第三密封结构之间还限定了第二空间。

11. 一种微型阀,包括:

基板,包括表面、设置在所述表面内的凹入区域、设置在所述凹入区域内的第一流体端口以及在所述第一流体端口周围延伸的第一密封结构;

盖板,包括表面、设置在所述表面内的凹入区域、设置在所述凹入区域内的第二流体端口以及在所述第二流体端口周围延伸的第二密封结构;和

中间板,具有抵接所述基板的表面的第一表面和抵接所述盖板的表面的第二表面,所

述中间板包括可在闭合位置和打开位置之间移动的可移位构件,其中在所述闭合位置,所述可移位构件与所述第一密封结构和第二密封结构至少其一配合来防止所述第一流体端口和第二流体端口之间的流体连通,在所述打开位置,所述可移位构件不与所述第一密封结构和第二密封结构至少其一的至少部分配合来防止所述第一流体端口和第二流体端口之间的流体连通。

12. 如权利要求 11 所述的微型阀,其中,所述可移位构件和所述基板的凹入区域之间限定了具有第一厚度的第一空间,所述可移位构件和所述基板的第一密封结构之间限定了具有第二厚度的第二空间,其中所述第一厚度大于所述第二厚度。

13. 如权利要求 12 所述的微型阀,其中,所述可移位构件和所述盖板的凹入区域之间限定了具有第一厚度的第三空间,所述可移位构件和所述盖板的第二密封结构之间限定了具有第二厚度的第四空间。

14. 如权利要求 11 所述的微型阀,其中,所述中间板限定了一平面,并且当所述可移位构件在所述闭合位置和打开位置之间移动时,所述可移位构件平行于所述平面移动。

15. 如权利要求 11 所述的微型阀,其中,所述可移位构件包括多个致动器肋,所述多个致动器肋与所述中间板一体成型,以在所述闭合位置和打开位置之间移动所述可移位构件。

16. 如权利要求 11 所述的微型阀,其中,所述可移位构件包括密封部分,所述密封部分在所述中间板上通过细长臂部分连接到铰链部分。

17. 如权利要求 16 所述的微型阀,其中,所述可移位构件还包括多个致动器肋,所述多个致动器肋与所述中间板一体成型并且通过中央脊连接到所述细长臂部分,以在所述闭合位置和打开位置之间移动所述可移位构件。

18. 如权利要求 17 所述的微型阀,其中,所述可移位构件可在所述闭合位置和所述打开位置之间移动,其中在所述闭合位置,所述可移位构件与所述第一密封结构和第二密封结构配合来防止所述第一流体端口和第二流体端口之间的流体连通,在所述打开位置,所述可移位构件不与所述第一密封结构和第二密封结构的至少部分配合来防止所述第一流体端口和第二流体端口之间的流体连通。

具有增强的抗污性的微型阀

技术领域

[0001] 一般而言,本发明涉及控制流体流过流体回路的微型阀。具体地,本发明涉及这种微型阀的改进结构,其抵抗对微型阀可移位构件自由移动的干扰,这种干扰可能另外由于包含在从中流过的流体中存在微粒污染物而产生。

背景技术

[0002] 一般而言,微机电系统是一种不仅包括电子和机械部件两者而且另外体积较小的系统,通常包括具有在 10 微米或更小范围内的大小的特征。术语“微机械加工(micro-machining)”通常理解为涉及这种微机电系统装置三维结构和运动部分的生产。过去,微机电系统使用改进的集成电路(例如,电脑芯片)制造技术(例如化学蚀刻)和材料(例如硅半导体材料),被微机械加工以提供这些非常小的电子和机械部件。然而最近,其它的微机械加工技术和材料已经变为可能。

[0003] 如本文所使用的,术语“微机械加工装置”是指一种包括具有微米级或更小大小的特征的装置,从而至少部分通过微机械加工制成。另外,如本文所使用的,术语“微型阀”是指一种包括具有微米级或更小大小的特征的阀,从而也至少部分通过微机械加工制成。最后,如本文所使用的,术语“微型阀装置”是指一种不仅包括微型阀还进一步包含其它部件的微机械加工装置。应当指出,如果微型阀装置中包括除微型阀之外的部件,则这些其它部件可以是微机械加工部件,也可以是标准尺寸(即,较大的)部件。同样,微机械加工装置可同时包括微机械加工部件和标准尺寸部件。

[0004] 各种微型阀结构在控制流体流过流体回路的领域已知。一种公知的微型阀结构包括可移位构件,可移位构件支撑在设置于阀体中的封闭内部空腔内,以在闭合位置和打开位置之间进行枢转或其它运动。当在闭合位置移位时,可移位构件基本上阻挡住另外与第二流体端口流体连通的第一流体端口,从而防止流体在第一和第二流体端口之间流动。当布置在打开状态下时,可移位构件基本上不阻挡第一流体端口与第二流体端口的流体连通,从而允许流体在第一和第二流体端口之间流动。

[0005] 在这种常规的微型阀结构中,封闭内部空腔的厚度通常仅仅略大于布置于其中的可移位构件的厚度。这样,在可移位构件和限定了封闭内部空腔的微型阀的相邻部分之间具有相对较小的空间。这样做是为了在可移位构件布置于闭合位置时,最小化不期望的经过其中的泄漏量。然而,现已发现,当使用这种常规的微型阀结构来控制包含固体颗粒(如可能包含于流体内的颗粒污染物)的流体的流动时,这种颗粒可能在可移位构件和限定了封闭内部空腔的微型阀的相邻部分之间堵塞。在某些情况下,这种颗粒的堵塞可能对可移位构件在闭合位置和打开位置之间的自由移动造成不期望的干扰。从而,期望提供一种改进的微型阀结构,抵抗对微型阀可移位构件自由移动的干扰,这种干扰可能另外由于包含在从中流过的流体中存在微粒污染物而产生。

发明内容

[0006] 本发明涉及一种微型阀的改进结构,其抵抗对微型阀的可移位构件的自由移动的干扰,这种干扰可能另外由于包含在从中流过的流体中存在微粒污染物而产生。所述微型阀包括基板,所述基板包括表面、设置在所述表面内的凹入区域、设置在所述凹入区域内的第一流体端口以及在所述第一流体端口周围延伸的第一密封结构。所述微型阀还包括盖板,所述盖板包括表面、设置在所述表面内的凹入区域、设置在所述凹入区域内的第二流体端口以及在所述第二流体端口周围延伸的第二密封结构。中间板具有抵接所述基板表面的第一表面和抵接所述盖板表面的第二表面。所述中间板包括可在闭合位置和打开位置之间移动的可移位构件,其中在所述闭合位置,所述可移位构件与所述第一密封结构和第二密封结构配合来防止所述第一流体端口和第二流体端口之间的流体连通,在所述打开位置,所述可移位构件不与所述第一密封结构和第二密封结构至少其一的至少部分配合来防止所述第一流体端口和第二流体端口之间的流体连通。

[0007] 当根据附图阅读时,本领域技术人员从接下来的优选实施例详细说明中将清楚本发明的各方面。

附图说明

- [0008] 图 1 为微型阀基本结构的分解透视图,微型阀包括盖板、中间板和基板。
- [0009] 图 2 为图 1 所示微型阀基本结构组装后的透视图。
- [0010] 图 3 为用于现有技术微型阀的常规盖板内表面的平面图。
- [0011] 图 4 为用于现有技术微型阀的常规中间板的平面图。
- [0012] 图 5 为用于现有技术微型阀的常规基板内表面的平面图。
- [0013] 图 6 为用于图 3 所示现有技术微型阀的常规盖板内表面一部分的透视图。
- [0014] 图 7 为用于图 5 所示现有技术微型阀的常规基板内表面一部分的透视图。
- [0015] 图 8 为图 3-7 所示常规盖板、中间板和基板组装后的剖视图。
- [0016] 图 9 为用于根据本发明第一实施例的改进的微型阀的盖板内表面的平面图。
- [0017] 图 10 为用于微型阀第一实施例的中间板的平面图。
- [0018] 图 11 为用于微型阀第一实施例的基板内表面的平面图。
- [0019] 图 12 为图 9 所示盖板内表面一部分的透视图。
- [0020] 图 13 为图 11 所示基板内表面一部分的透视图。
- [0021] 图 14 为图 9-13 所示盖板、中间板和基板组装后的剖视图。
- [0022] 图 15 为图 9-14 所示中间板和基板组装后,可移位构件布置在第一操作位置的平面图。
- [0023] 图 16 为图 15 所示中间板和基板组装后,可移位构件布置在第二操作位置的平面图。
- [0024] 图 17 为用于根据本发明第二实施例的改进的微型阀的盖板内表面的平面图。
- [0025] 图 18 为用于微型阀第二实施例的中间板的平面图。
- [0026] 图 19 为用于微型阀第二实施例的基板内表面的平面图。
- [0027] 图 20 为图 17 所示盖板内表面一部分的透视图。
- [0028] 图 21 为图 19 所示基板内表面一部分的透视图。
- [0029] 图 22 为图 17-21 所示盖板、中间板和基板组装后的剖视图。

[0030] 图 23 为图 17-23 所示中间板和基板组装后,可移位构件布置在第一操作位置的平面图。

[0031] 图 24 为图 23 所示中间板和基板组装后,可移位构件布置在第二操作位置的平面图。

具体实施方式

[0032] 现参照附图,图 1、2 示出微型阀 1 的基本结构,于所示的程度,其同时代表了微型阀的常规结构和根据本发明的微型阀的改进结构。示出的微型阀 1 包括盖板 2、中间板 3 和基板 4。盖板 2 具有外表面 5 和内表面 6。盖板 2 还具有一个或多个形成于其中的开口(在示出的实施例中具有两个这样的开口 2a、2b),以本领域公知的方式,所述开口允许一条或多条导电导线(未示出)从中穿过。中间板 3 具有第一表面 7 和第二表面 8。基板 4 具有内表面 9 和外表面 10。基板 4 还具有一个或多个形成于其中的开口(在示出的实施例中具有三个这样的开口 4a、4b 和 4c),以本领域公知的方式,所述开口允许流体流进流出微型阀 1。

[0033] 当微型阀 1 如图 2 所示那样组装时,盖板 2 的内表面 6 和中间板 3 的第一表面 7 接合,基板 4 的内表面 9 和中间板 3 的第二表面 8 接合。盖板 2、中间板 3 和基板 4 可以以任何期望的方式保持这种定向。例如,盖板 2 和 / 或基板 4 的部分可以结合到中间板 3,例如通过熔融结合、化学结合或者物理结合(例如,机械紧固件和 / 或粘合剂)。盖板 2、中间板 3 和基板 4 可由任何期望的材料或材料的混合物组成。例如,盖板 2、中间板 3 和基板 4 可由硅和 / 或类似的材料组成。

[0034] 用于现有技术微型阀的常规盖板 2 内表面 6 的结构在图 3 和 6 中详细地示出。如图中所示,常规盖板 2 包括致动器空腔,一般用标号 11 表示,设置在其内表面 6 上。示出的致动器空腔 11 包括上致动器臂空腔部分 11a、中央致动器臂空腔部分 11b、下致动器臂空腔部分 11c、致动器肋空腔部分 11d、致动器脊空腔部分 11e 和致动器铰链空腔部分 11f。上致动器臂空腔部分 11a 具有一对设置在其中的凹入区域 12a 和 12b。示出的致动器空腔 11 还具有一个或多个设置在其中的压力平衡凹槽 13。

[0035] 用于现有技术微型阀的常规中间板 3 的结构在图 4 中详细地示出。如图中所示,常规中间板 3 包括可移位构件,一般用标号 30 表示,其包括具有一对形成于其中的开口 31a 和 31b 的密封部分 31。密封部分 31 通过细长臂部分 32 连接到铰链部分 33,铰链部分 33 与常规中间板 3 一体成型。中间板 3 还包括致动器,致动器包括多个致动器肋 34,致动器肋 34 通过中央脊 35 连接到位于密封部分 31 和铰链部分 33 中间的细长臂部分 32。

[0036] 如图 4 所示,多个致动器肋 34(查看图 4 时的上肋 34) 第一部分的 first 端部在其 first 端部处柔性地联接至中间板 3 的第一非移动部分。多个致动器肋 34 第一部分的 second 端部连接至中央脊 35。中间板 3 的第一非移动部分电连接至设置于中间板 3 上的第一焊盘(bond pad)(未示出)。类似地,多个致动器肋 34 第二部分的 first 端部(查看图 4 时的下肋 34) 在其 first 端部处柔性地联接至中间板 3 的第二非移动部分。多个致动器肋 34 第二部分的 second 端部也连接至中央脊 35。中间板 3 的第二非移动部分电连接至设置于中间板 3 上的第二焊盘(未示出)。第二焊盘除了通过多个致动器肋 34,与第一焊盘电气隔离。

[0037] 以本领域公知的方式,电流可从第一焊盘通过多个致动器肋 34 传输到第二焊盘。

此电流引起多个致动器肋 34 的热膨胀,使中央脊 35 轴向移动。如上所述,中央脊 35 连接至细长臂部分 32。因此,中央脊 35 的轴向移动使可移位构件 30 细长臂部分 32(从而使密封部分 31)绕铰链部分 33 枢转,或另外相对于中间板 3 的剩余部分移动(这种移动在中间板 3 的剩余部分限定的平面内发生)。从而,图示的可移位构件 30 起到常规微机电系统热致动器的作用。

[0038] 常规基板 4 内表面 9 的结构在图 5 和图 7 中详细地示出。如图中所示,常规基板 4 包括致动器空腔,一般用标号 40 表示,设置在其内表面 9 上。示出的致动器空腔 40 包括上致动器臂空腔部分 40a、中央致动器臂空腔部分 40b、下致动器臂空腔部分 40c、致动器肋空腔部分 40d、致动器脊空腔部分 40e 和铰链空腔部分 40f。图示的致动器空腔 40 还具有设置在其中的一个或多个压力平衡凹槽 41。

[0039] 图 8 示出图 3-7 所示常规微型阀 1 组装后的结构。如图中所示,盖板 2 内表面 6 的非凹入部分与中间板 3 第一表面 7 的相应非凹入部分接合。类似地,基板 4 内表面 9 的非凹入部分与中间板 3 第二表面 8 的相应非凹入部分接合。设置在盖板 2、中间板 3 上的上致动器臂空腔部分 11a 与设置在基板 4 上的上致动器臂空腔部分 40a 共同配合以限定封闭内部空腔,其中可移位构件 30 的密封部分 31 布置为相对枢转运动(查看图 8 时的左右运动)。

[0040] 设置在盖板 2 上的上致动器臂空腔部分 11a 的底面和设置在基板 4 上的上致动器臂空腔部分 40a 的底面之间(包括布置在其间的可移位构件 30 的密封部分 31)限定了封闭内部空腔的第一厚度 D1。可移位构件 30 的密封部分 31 的相对表面限定了第二厚度 D2,第一厚度 D1 略大于第二厚度 D2。

[0041] 结果,设置在盖板 2 上的上致动器臂空腔部分 11a 和可移位构件 30 的相邻表面(查看图 8 时的上表面)之间限定了第一相对较小空间 S1。如图 8 所示,该第一相对较小空间 S1 完全贯穿设置在盖板 2 上的上致动器臂空腔部分 11a 和可移位构件 30 密封部分 31 的相邻(上)表面。该第一相对较小空间 S1 的厚度通常约为 $3\mu\text{m}$,以防止通过微型阀 1 的过多泄漏。

[0042] 类似地,设置在基板 4 上的上致动器臂空腔部分 40a 和可移位构件 30 的相邻表面(查看图 8 时的下表面)之间限定了第二相对较小空间 S2。仍如图 8 所示,该第二相对较小空间 S2 完全贯穿设置在基板 4 上的上致动器臂空腔部分 40a 和可移位构件 30 密封部分 31 的相邻(下)表面。该第二相对较小空间 S2 的厚度也通常约为 $3\mu\text{m}$,以防止通过微型阀 1 的过多泄漏。

[0043] 为了将通过图 3-8 所示的常规微型阀装置 1 的泄漏降到最低,期望相对较小空间 S1 和 S2 的厚度尽可能小。然而,由于这些相对较小空间 S1 和 S2 的厚度不但相对较小,而且贯穿可移位构件 30 上下表面的整个表面区域是恒定的,于是增大了包含在渗漏过此相对较小空间 S1 和 S2 的流体中的微粒(未示出)可能堵塞于其间的可能。换句话说,微粒可能(1)堵塞在设置于盖板 2 上的上致动器臂空腔部分 11a 和可移位构件 30 的相邻(上)表面之间,或(2)堵塞在设置于基板 4 上的上致动器臂空腔部分 40a 和可移位构件 30 的相邻(下)表面之间。

[0044] 根据本发明最小化这种不期望的堵塞的可能性的第一实施例,图 9-14 示出了改进的微型阀的部分,微型阀在图 14 中一般用标号 100 表示。如上所述,微型阀 100 第一实

实施例的基本结构与图 1 和 2 所示的类似,因此包括盖板 102、中间板 103 和基板 104。盖板 102 具有外表面 105 和内表面 106。盖板 102 还具有一个或多个形成于其中的开口(在图示的实施例中示出两个这样的开口 102a 和 102b),以本领域公知的方式,所述开口允许一条或多条导电导线(未示出)从中穿过。中间板 103 具有第一表面 107 和第二表面 108。基板 104 具有内表面 109 和外表面 110。基板 104 还具有一个或多个形成于其中的开口(在图示的实施例中示出三个这样的开口 104a、104b 和 104c),以本领域已知的方式,所述开口允许流体流进流出微型阀 101。

[0045] 当微型阀 100 如图 14 所示那样组装时,盖板 102 的内表面 106 和中间板 103 的第一表面 107 接合,基板 104 的内表面 109 和中间板 103 的第二表面 108 接合。盖板 102、中间板 103 和基板 104 可以以任何期望的方式保持这种定向。例如,盖板 102 和 / 或基板 104 的部分可以结合到中间板 103,例如通过熔融结合、化学结合或者物理结合(例如,机械紧固件和 / 或粘合剂)。盖板 102、中间板 103 和基板 104 可由任何期望的材料或材料的混合物组成。例如,盖板 102、中间板 103 和基板 104 可由硅和 / 或类似的材料组成。

[0046] 本发明盖板 102 内表面 106 的结构在图 9 和 12 中详细地示出。如图中所示,本发明的盖板 102 包括致动器空腔,一般用标号 111 表示,设置在其内表面 106 上。示出的致动器空腔 111 包括上致动器臂空腔部分 111a、中央致动器臂空腔部分 111b、下致动器臂空腔部分 111c、致动器肋空腔部分 111d、致动器脊空腔部分 111e 和铰链空腔部分 111f。上致动器臂空腔部分 111a 具有一对设置在其中的凹入区域 112a 和 112b。示出的致动器空腔 111 还具有一个或多个设置在其中的压力平衡凹槽 113。

[0047] 然而,不同于现有技术的盖板 2,本发明的盖板 102 具有第一密封结构 114a,其从致动器空腔 111 的底面延伸并完全围绕第一凹入区域 112a 的周界。类似地,本发明的盖板 102 还具有第二密封结构 114b,其从致动器空腔 111 的底面延伸并完全围绕第二凹入区域 112b 的周界。在图示的实施例中,各密封结构 114a 和 114b 为这样的壁,即其通常呈梯形的横截面形状并且包括四个线性延伸的壁段,所述壁段延伸到邻接于凹入区域 112a 和 112b 的四个侧面。然而,密封结构 114a 和 114b 可形成具有任何所期望的横截面形状或形状的组合,并可以任何期望的方式(线性或其它方式)在凹入区域 112a 和 112b 周围进一步延伸。例如,密封结构 114a 和 114b 可基本上如图 9 和图 12 所示那样形成,但可在相邻的线性延伸壁段之间具有圆角,具有一个或多个非线性延伸的壁段,或者是完全非线性的形状。密封结构 114a 和 114b 的目的将在下面解释。

[0048] 本发明中间板 103 的结构在图 10 中详细地示出。如图中所示,本发明的中间板 103 包括可移位构件,一般用标号 130 表示,其包括具有一对形成于其中的开口 131a 和 131b 的密封部分 131。密封部分 131 通过细长臂部分 132 连接到铰链部分 133,铰链部分 133 与本发明的中间板 103 一体成型。可移位构件 130 还包括多个致动器肋 134,致动器肋 134 通过中央脊 135 连接到位于密封部分 131 和铰链部分 133 中间的细长臂部分 132。

[0049] 如图 10 所示,多个致动器肋 134(查看图 10 时的上肋 134)第一部分的另一端部在其另一端部处柔性地联接至本发明的中间板 103 的第一非移动部分。多个致动器肋 134 第一部分的另一端部连接至中央脊 135。本发明的中间板 103 的第一非移动部分电连接至设置在中间板 103 上的第一焊盘(未示出)。类似地,多个致动器肋 134(查看图 10 时的下肋 134)第二部分的另一端部在其另一端部处柔性地联接至本发明的中间板 103 的第二非

移动部分。多个致动器肋 134 第二部分的第二端部也连接至中央脊 135。本发明的中间板 103 的第二非移动部分电连接至设置在中间板 103 上的第二焊盘（未示出）。第二焊盘除了通过多个致动器肋 134，与第一焊盘电气隔离。

[0050] 以本领域公知的方式，电流可从第一焊盘通过多个致动器肋 134 传输到第二焊盘。此电流引起多个致动器肋 134 的热膨胀，使中央脊 135 轴向移动。如上所述，中央脊 135 连接至细长臂部分 132。因此，中央脊 135 的轴向移动使可移位构件 130 细长臂部分 132（从而使密封部分 131）绕铰链部分 133 枢转，或另外相对于中间板 103 的剩余部分移动（这种移动在中间板 103 的剩余部分限定的平面内发生）。从而，图示的可移位构件 130 起到常规微机电系统热致动器的作用。

[0051] 本发明基板 104 内表面 109 的结构在图 11 和图 13 中详细地示出。如图中所示，本发明的基板 104 包括致动器空腔，一般用标号 140 表示，设置在其内表面 109 上。示出的致动器空腔 140 包括上致动器臂空腔部分 140a、中央致动器臂空腔部分 140b、下致动器臂空腔部分 140c、致动器肋空腔部分 140d、致动器脊空腔部分 140e 和铰链空腔部分 140f。图示的致动器空腔 140 还具有一个或多个设置在其中的压力平衡凹槽 141。

[0052] 然而，不同于现有技术的基板 4，本发明的基板 104 具有第一密封结构 142a，其从致动器空腔 140 的底面延伸并完全围绕第一开口 104a 的周界。类似地，本发明的基板 104 还具有第二密封结构 142b，其从致动器空腔 140 的底面延伸并完全围绕第二开口 104b 的周界。在图示的实施例中，各密封结构 142a 和 142b 为这样的壁，即其通常呈梯形的横截面形状并且包括四个线性延伸的壁段，所述壁段延伸到邻接于开口 104a 和 104b。然而，密封结构 142a 和 142b 可形成具有任何所期望的横截面形状或形状的组合，并可以任何期望的方式（线性或其它方式）在开口 104a 和 104b 周围进一步延伸。例如，密封结构 142a 和 142b 可在相邻的线性延伸壁段之间具有圆角，具有一个或多个非线性延伸的壁段，或者是完全非线性的形状。密封结构 142a 和 142b 的目的将在下面解释。

[0053] 图 14 示出图 9-13 所示本发明的微型阀 100 组装后的结构。如图中所示，盖板 102 内表面 106 的非凹入部分与中间板 103 第一表面 107 的相应非凹入部分接合。类似地，基板 104 内表面 109 的非凹入部分与中间板 103 第二表面 108 的相应非凹入部分接合。设置在盖板 102、中间板 103 上的上致动器臂空腔部分 111a 与设置在基板 104 上的上致动器臂空腔部分 140a 共同配合以限定封闭内部空腔，其中可移位构件 130 的密封部分 131 设置为相对枢转运动（查看图 14 时的左右运动）。

[0054] 设置在盖板 102 上的上致动器臂空腔部分 111a 的底面和设置在基板 104 上的上致动器臂空腔部分 140a 的底面之间（包括布置于其间的可移位构件 130 的密封部分 131）限定了封闭内部空腔的第一厚度 D3。可移位构件 130 的密封部分 131 的相对表面限定了第二厚度 D4，第一厚度 D3 显著大于第二厚度 D4。设置在盖板 102 上的密封结构 114a 和 114b 的延伸表面和设置在基板 104 上的密封结构 142a 和 142b 的延伸表面之间限定了封闭内部空腔的第三厚度 D5。不同于第一厚度 D3，第三厚度 D5 仅仅略大于可移位构件 130 的密封部分 131 的相对表面限定的第二厚度 D4。

[0055] 结果，设置在盖板 102 上的上致动器臂空腔部分 111a 和可移位构件 130 的相邻表面（查看图 14 时的上表面）之间限定了第一相对较大空间 S3。如图 14 所示，该第一相对较大空间 S3 贯穿大部分，而不是全部设置在盖板 102 上的上致动器臂空腔部分 111a 和可

移位构件 130 密封部分 131 的相邻（上）表面。该第一相对较大空间 S3 的厚度可以是任何期望的值，不大可能导致包含在通过此相对较大空间 S3 泄漏的流体中的一个或多个微粒（未示出）在其间堵塞。例如，该第一相对较大空间 S3 的厚度可以是大约 $50\ \mu\text{m}$ 。

[0056] 类似地，设置在基板 104 上的上致动器臂空腔部分 140a 和可移位构件 130 的相邻表面（查看图 14 时的下表面）之间限定了第二相对较大空间 S4。如图 14 所示，该第二相对较大空间 S4 也贯穿大部分，而不是全部设置在基板 104 上的上致动器臂空腔部分 140a 和可移位构件 130 密封部分 131 的相邻（下）表面。该第二相对较大空间 S4 的厚度可以是任何期望的值，不大可能导致包含在通过此相对较大空间 S4 泄漏的流体中的一个或多个微粒（未示出）在其间堵塞。例如，该第二相对较大空间 S4 的厚度也可以是大约 $50\ \mu\text{m}$ 。

[0057] 如上所述，第一和第二密封结构 114a 和 114b 从致动器空腔 111 底面延伸并分别完全围绕第一和第二凹入区域 112a 和 112b 的周界。结果，在第一和第二密封结构 114a 和 114b 与可移位构件 130 的相邻表面（查看图 14 时的上表面）之间限定了第一相对较小空间 S5。该第一相对较小空间 S5 完全贯穿第一和第二凹入区域 112a 和 112b 的周界。该第一相对较小空间 S5 的厚度可以是任何期望的值，不大可能导致如上所述的过度泄漏。例如，该第一相对较小空间 S5 的厚度可以是大约 $3\ \mu\text{m}$ 。

[0058] 类似地，第一和第二密封结构 142a 和 142b 从致动器空腔 140 底面延伸并分别完全围绕第一和第二开口 104a 和 104b 的周界。结果，在第一和第二密封结构 142a 和 142b 与可移位构件 130 的相邻表面（查看图 14 时的下表面）之间限定了第二相对较小空间 S6。该第二相对较小空间 S6 完全贯穿第一和第二开口 104a 和 104b 的周界。该第二相对较小空间 S6 的厚度可以是任何期望的值，不大可能导致如上所述的过度泄漏。例如，该第二相对较小空间 S6 的厚度可以是大约 $3\ \mu\text{m}$ 。

[0059] 在使用过程中，微型阀 100 可以以上述常规的方式（或其它方式）操作，以在闭合位置（图 15 所示）和打开位置（图 16 所示）之间选择性地移动可移位构件 130。当可移位构件 130 位于闭合位置时，期望尽可能少的流体流过第一和第二开口 104a 和 104b 之间。这通过提供 (1) 从致动器空腔 111 底面延伸并分别完全围绕第一和第二凹入区域 112a 和 112b 周界的第一和第二密封结构 114a 和 114b，并通过提供 (2) 从致动器空腔 140 底面延伸并分别完全围绕第一和第二开口 104a 和 104b 周界的第一和第二密封结构 142a 和 142b 两者来完成。如上所述，选择第一和第二相对较小空间 S5 和 S6 的相对较小厚度以防止过度泄漏。

[0060] 然而，与此同时，微型阀 100 的几何形状抵抗对微型阀可移位构件自由移动的干扰，这种干扰可能另外由于包含在从中流过的流体中存在微粒污染物而产生。这通过提供 (1) 设置在盖板 102 上的上致动器臂空腔部分 111a 和可移位构件 130 的相邻表面（查看图 14 时的上表面）之间的第一相对较大空间 S3 和 (2) 设置在基板 104 上的上致动器臂空腔部分 140a 和可移位构件 130 的相邻表面（查看图 14 时的下表面）之间的第二相对较大空间 S4 两者来完成。选择第一和第二相对较大空间 S3 和 S4 的相对较大厚度以防止一个或多个包含在通过微型阀 100 泄漏的流体中的微粒（未示出）在其间堵塞（或者至少将这种可能在其间堵塞的微粒的数量降到最低）。

[0061] 如上所述，在图 3-8 所示的常规微型阀 1 中，相对较小空间 S1 和 S2 贯穿可移位构件 30 上下表面以及盖板 2 和基板 4 相邻表面的整个表面区域。然而在图 9-14 所示的改进

的微型阀 100 中,相对较小空间 S5 和 S6 没有贯穿可移位构件 130 上下表面以及盖板 102 和基板 104 相邻表面的整个表面区域。相反,可移位构件 130 的上下表面以及盖板 102 和基板 104 相邻表面的表面区域仅仅较小的部分存在这种相对较小空间 S5 和 S6。结果,一个或多个包含于通过微型阀 100 泄漏的流体中的微粒(未示出)在其间堵塞的可能性显著最小化。

[0062] 虽然密封结构 114a、114b、142a 和 142b 的具体大小和尺寸可根据特定应用的具体操作参数变化,但微型阀 100 的这种密封结构 114a、114b、142a 和 142b 限定的密封表面区域明显小于(1)设置在盖板 2 上的上致动器臂空腔部分 11a 和可移位构件 30 的相邻表面(查看附图 8 时的上表面)之间以及(2)设置在基板 4 上的上致动器臂空腔部分 40a 和可移位构件 30 的相邻表面(查看附图 8 时的下表面)之间限定的密封表面区域,达到或超过 90% 以下。

[0063] 图 9-16 示出的本发明的微型阀 100 的第一实施例以常规 U 型流动构造封装,其中第一和第二开口 104a 和 104b(其限定了流过微型阀 100 的流体流的入口和出口)位于微型阀 100 的同侧(基板 104 侧)。在图 17-24 中示出了本发明微型阀的第二实施例,一般用标号 200 表示。微型阀 200 的第二实施例在许多方面与微型阀 100 的第一实施例类似,并且相同的附图标记(增加 100)用于确定类似的结构。然而,微型阀 200 的第二实施例以常规流通流体构造封装,其中开口 204a、204b 和 215(其限定了流过微型阀 200 的流体流的入口和出口)位于微型阀 200 的相对两侧(在盖板 202 侧和基板 204 侧)。另外,微型阀 200 的第二实施例的结构和操作方式与微型阀 100 的第一实施例类似。

[0064] 本发明的原理和操作模式已经在其优选的实施中解释并说明。然而,必须理解,本发明可以不脱离其精神或范围按照除特别解释和说明的内容实践。

[0065] 相关申请的交叉引用

[0066] 本申请要求 2013 年 6 月 24 提交的美国临时申请号为 61/838,529 的优先权,其公开内容在此引入作为参考。

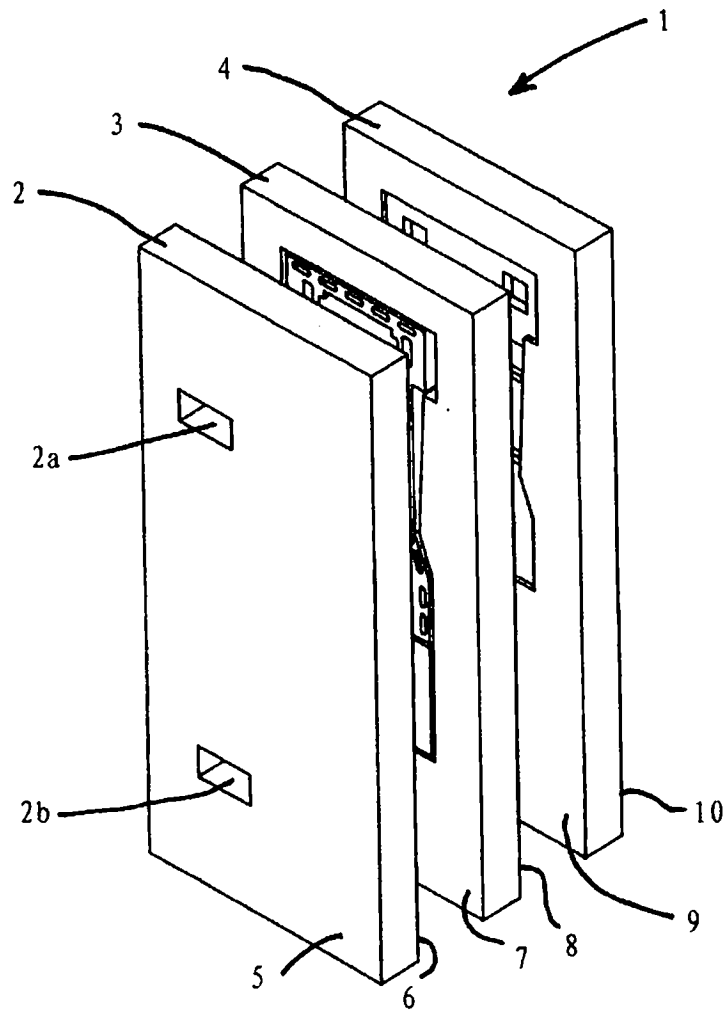


图 1

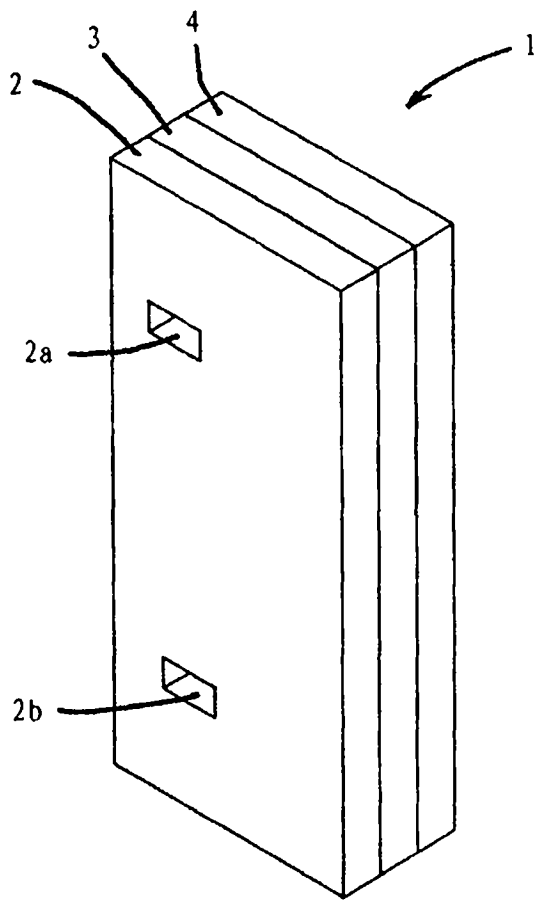


图 2

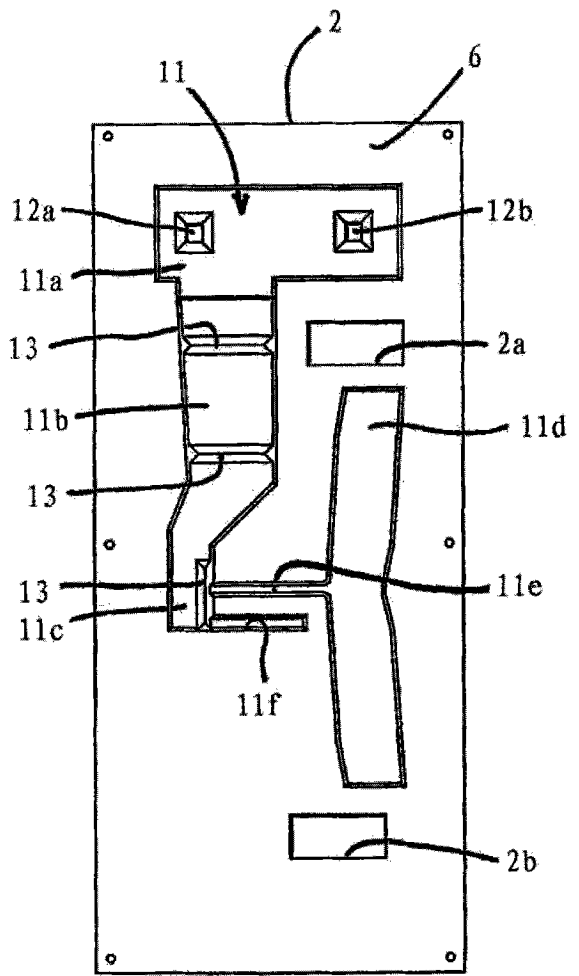


图 3

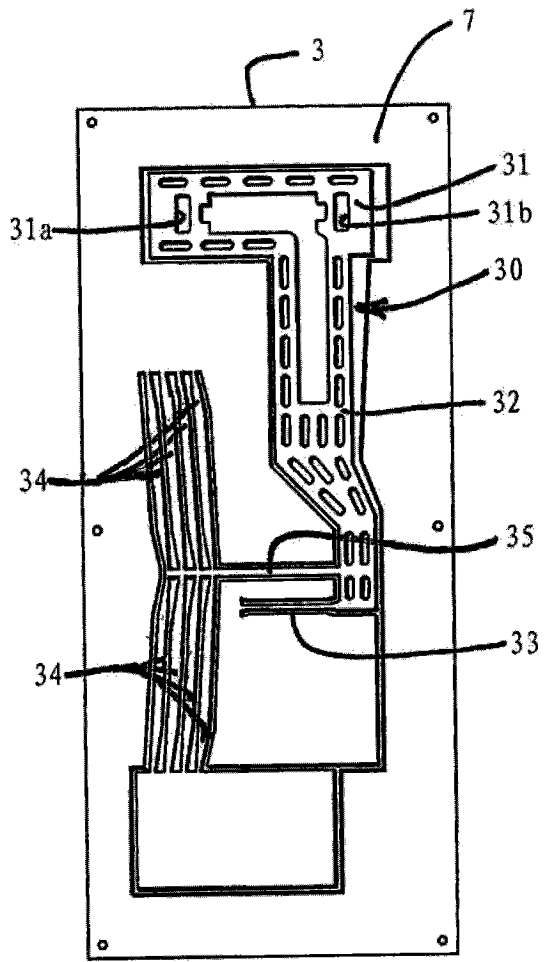


图 4

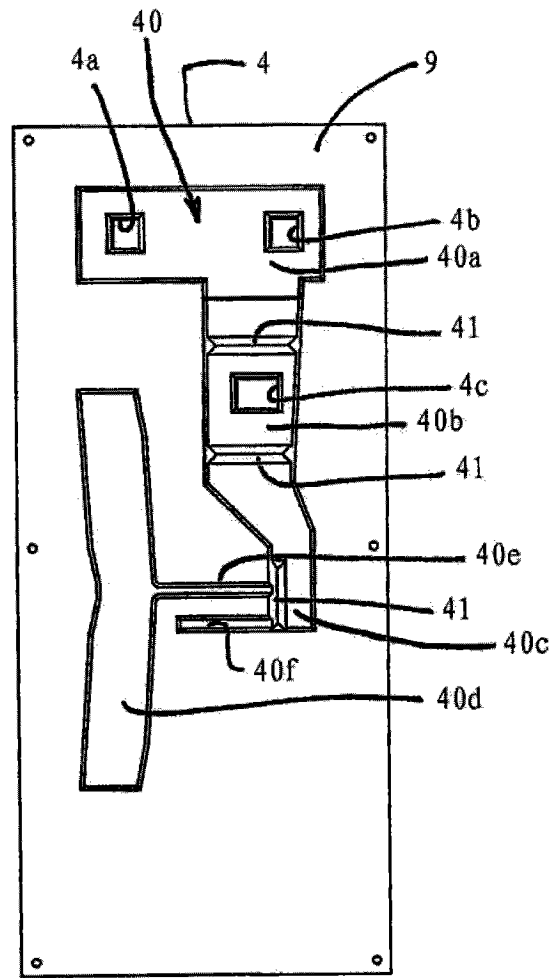


图 5

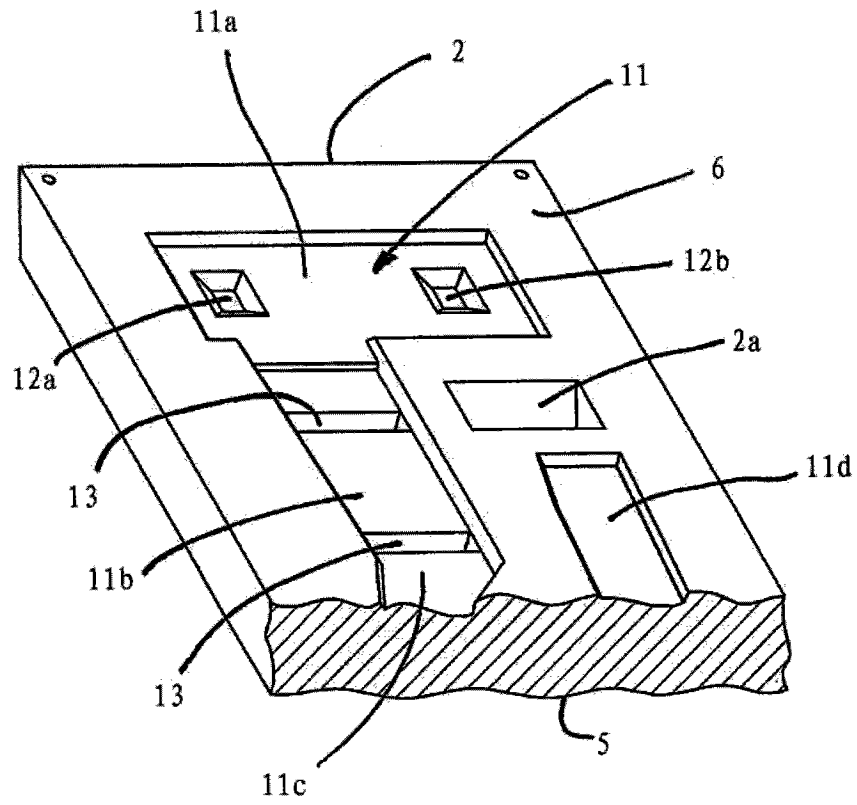


图 6

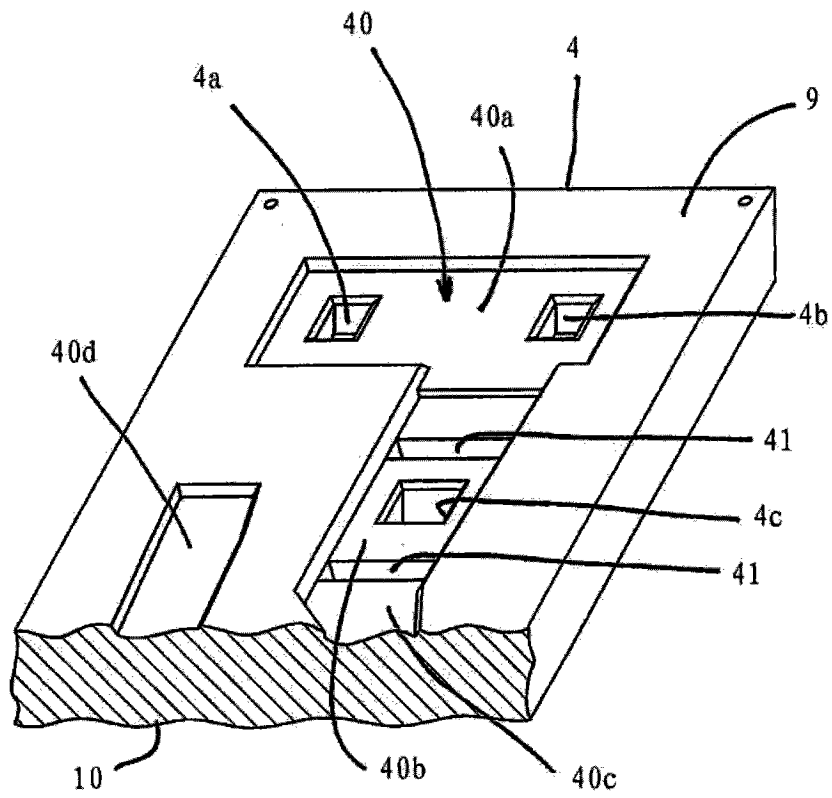


图 7

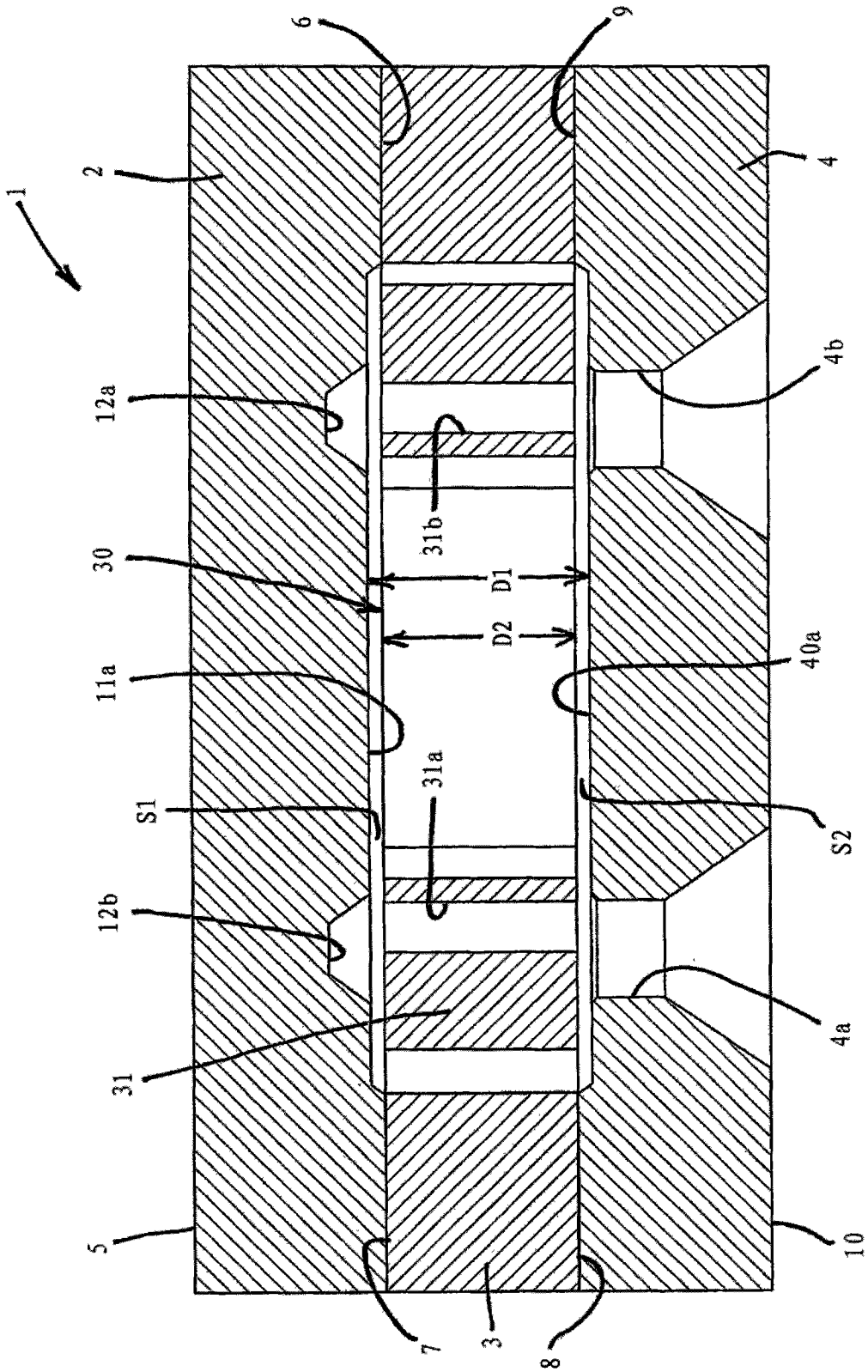


图 8

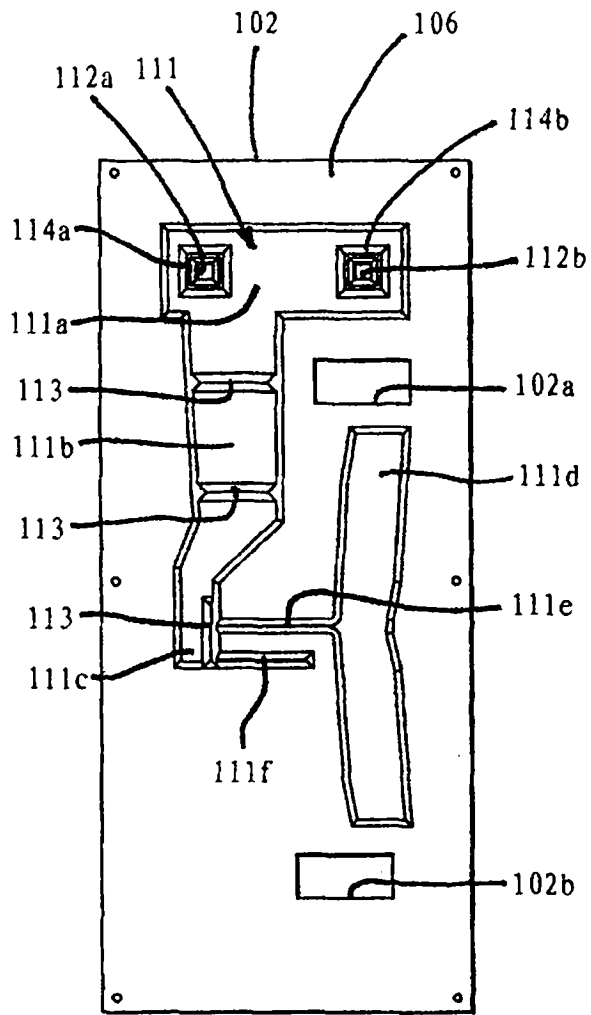


图 9

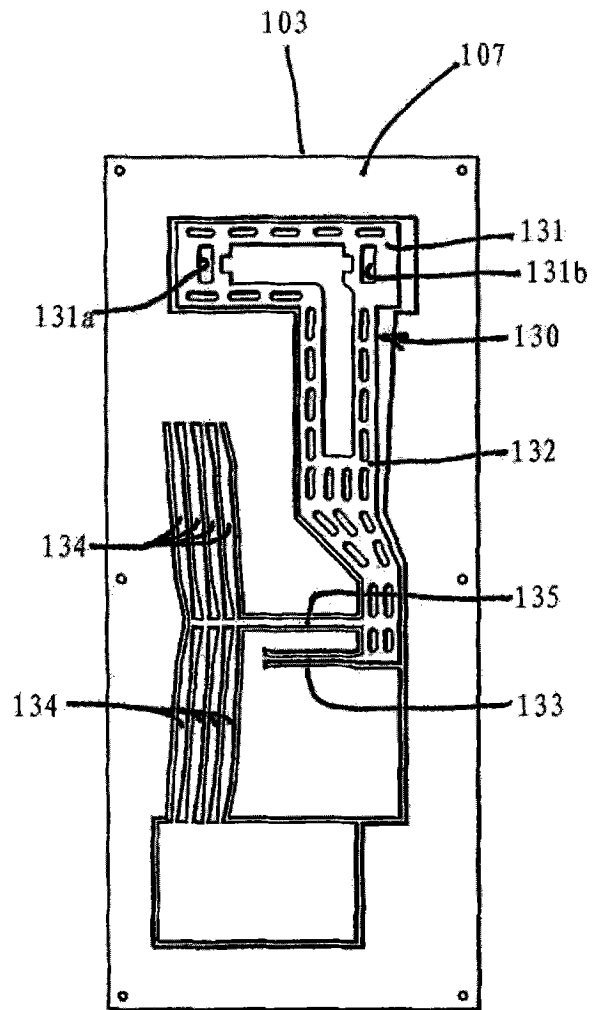


图 10

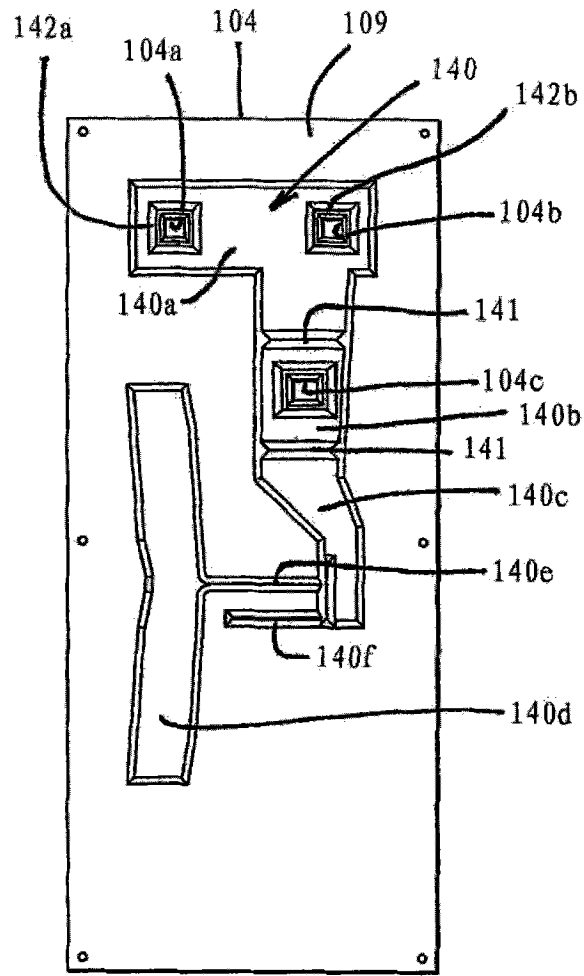


图 11

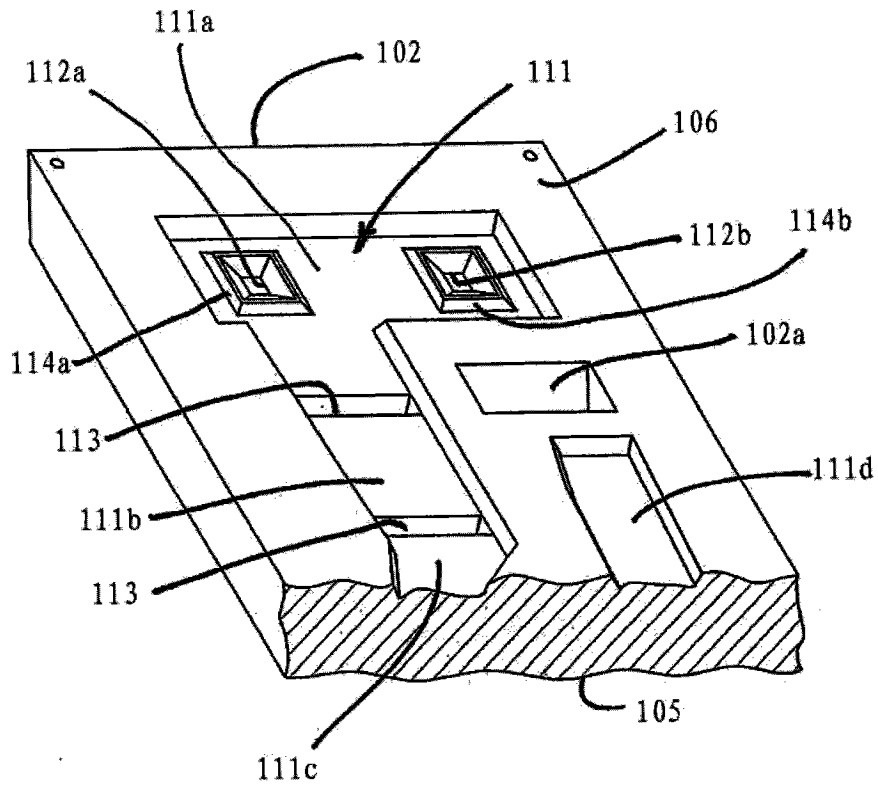


图 12

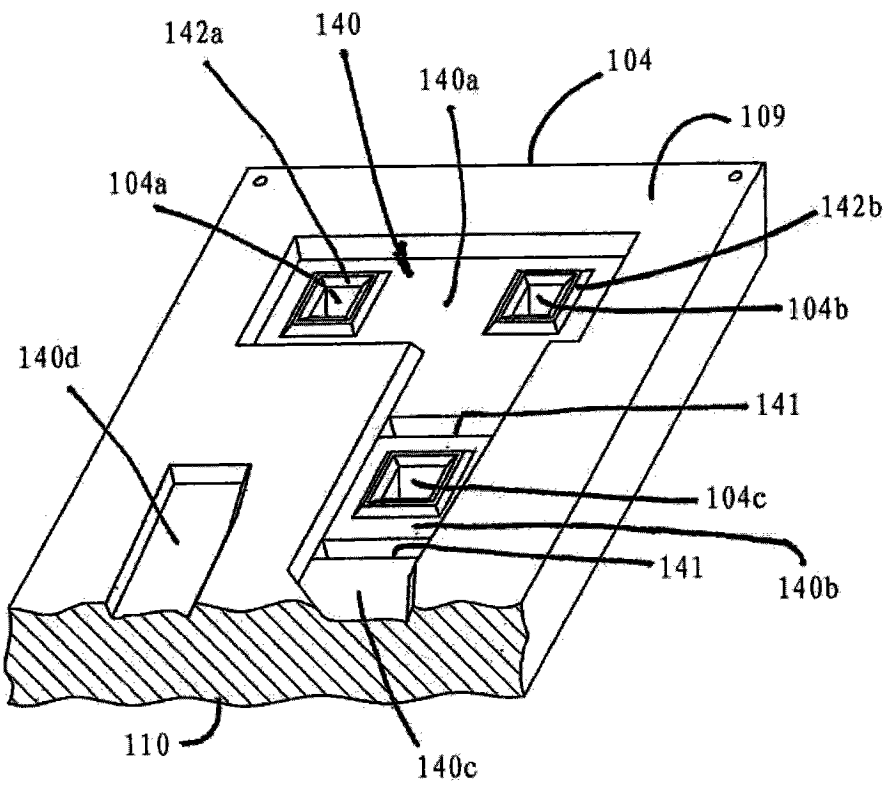


图 13

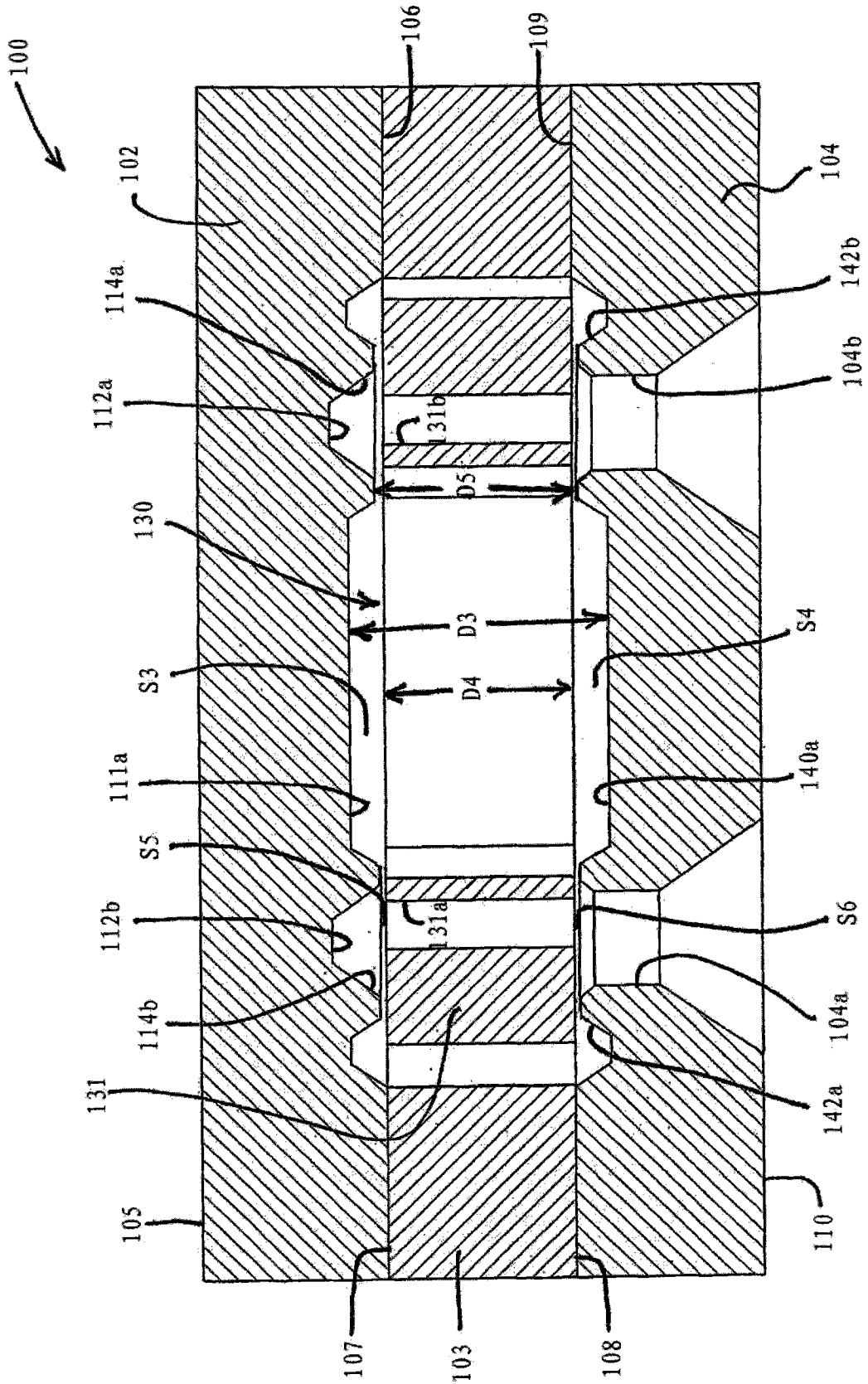


图 14

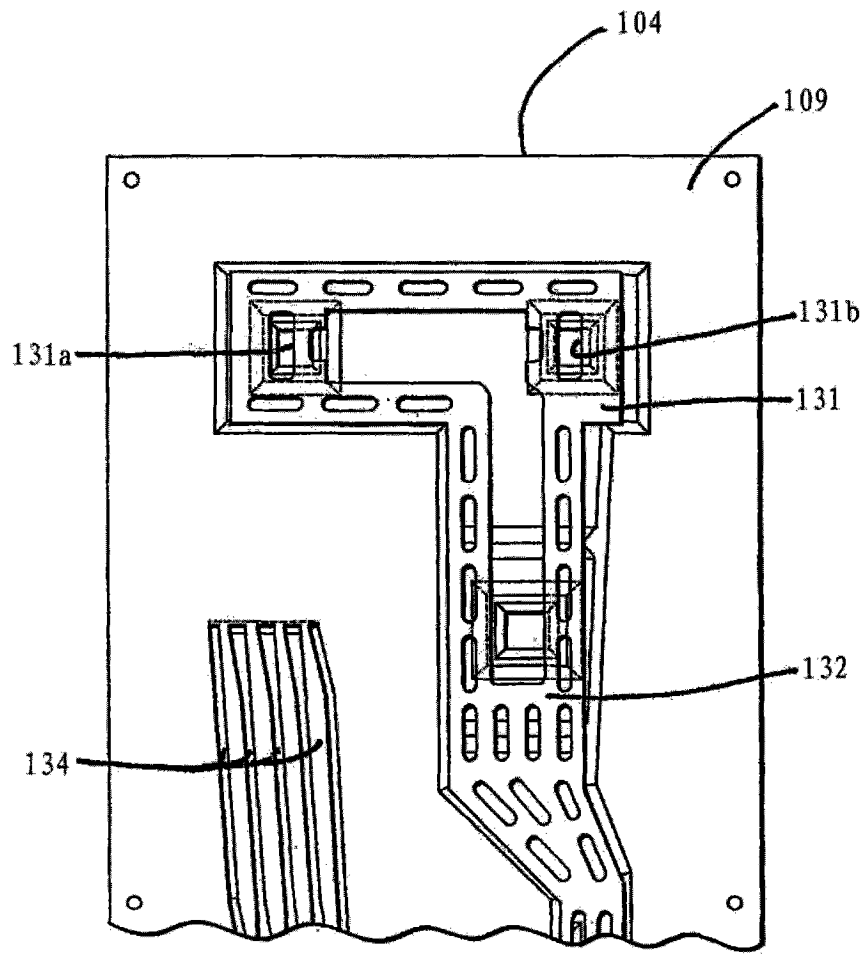


图 15

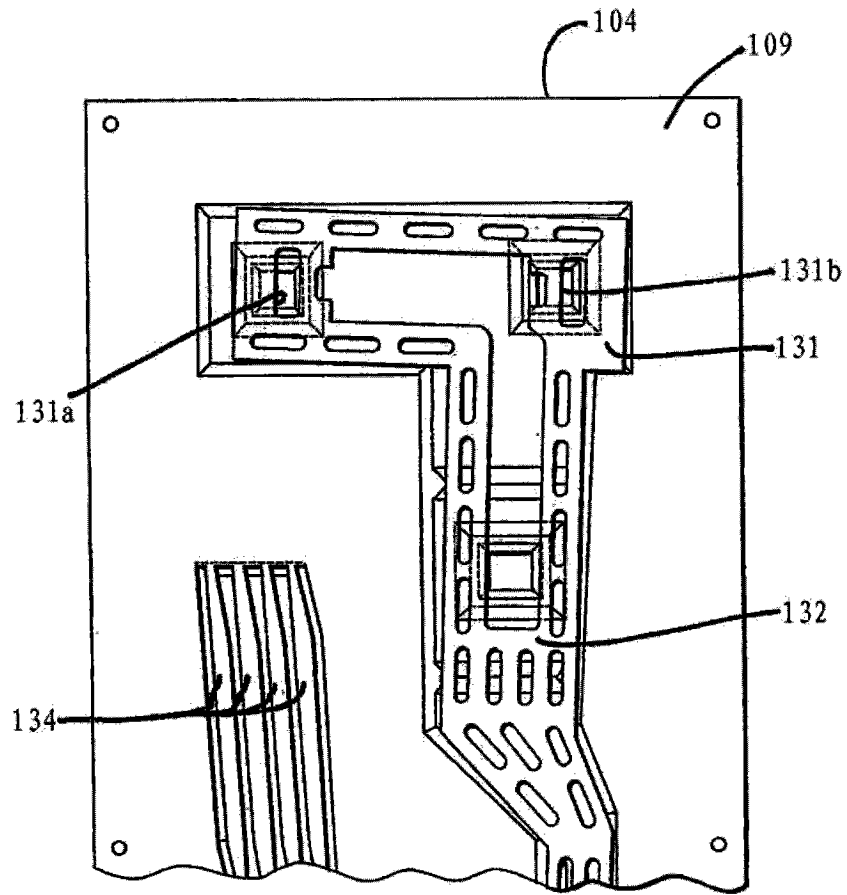


图 16

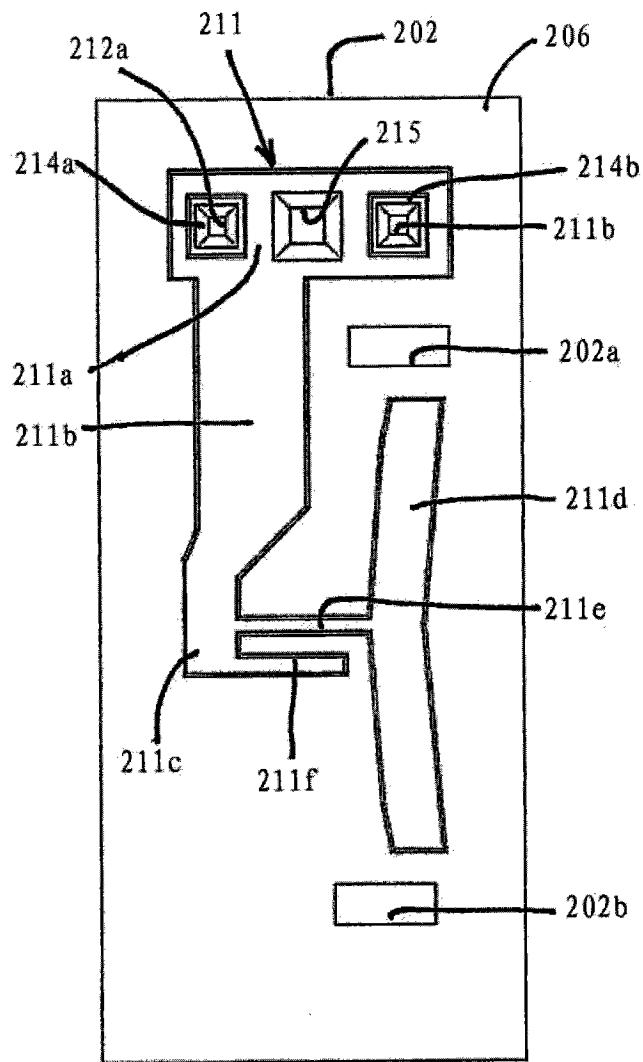


图 17

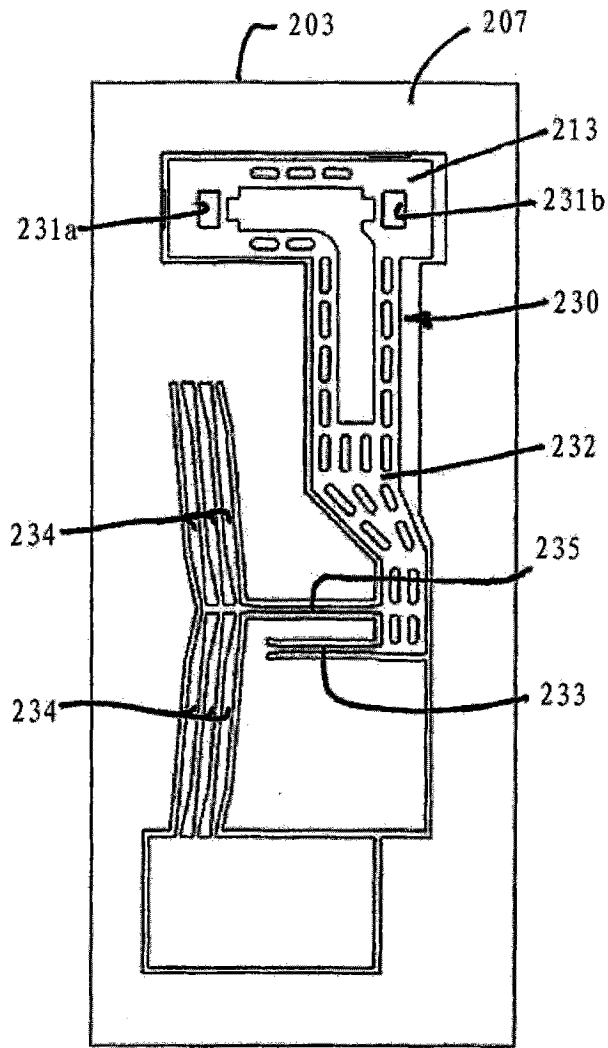


图 18

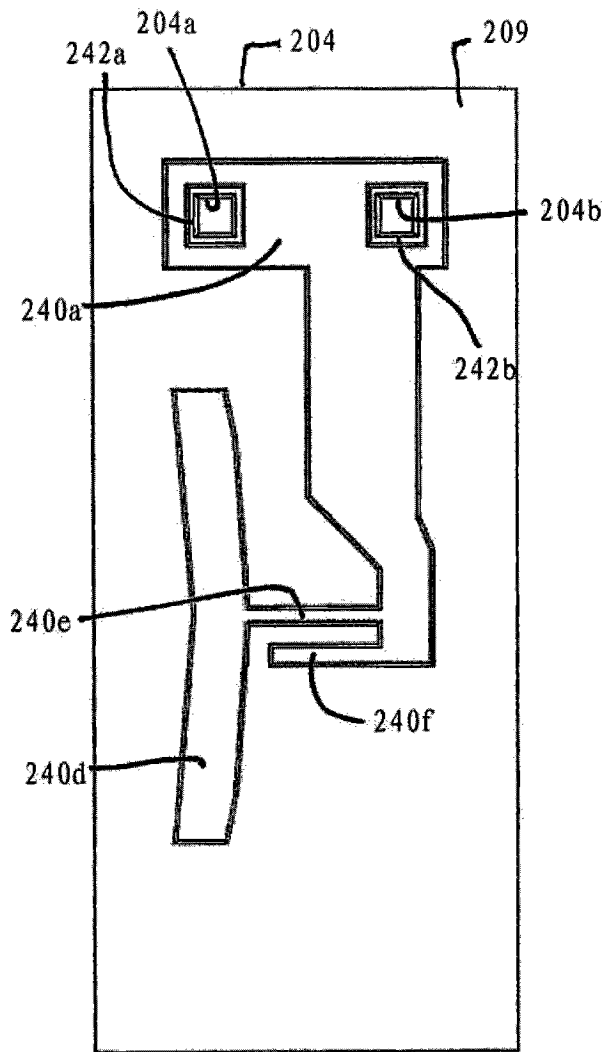


图 19

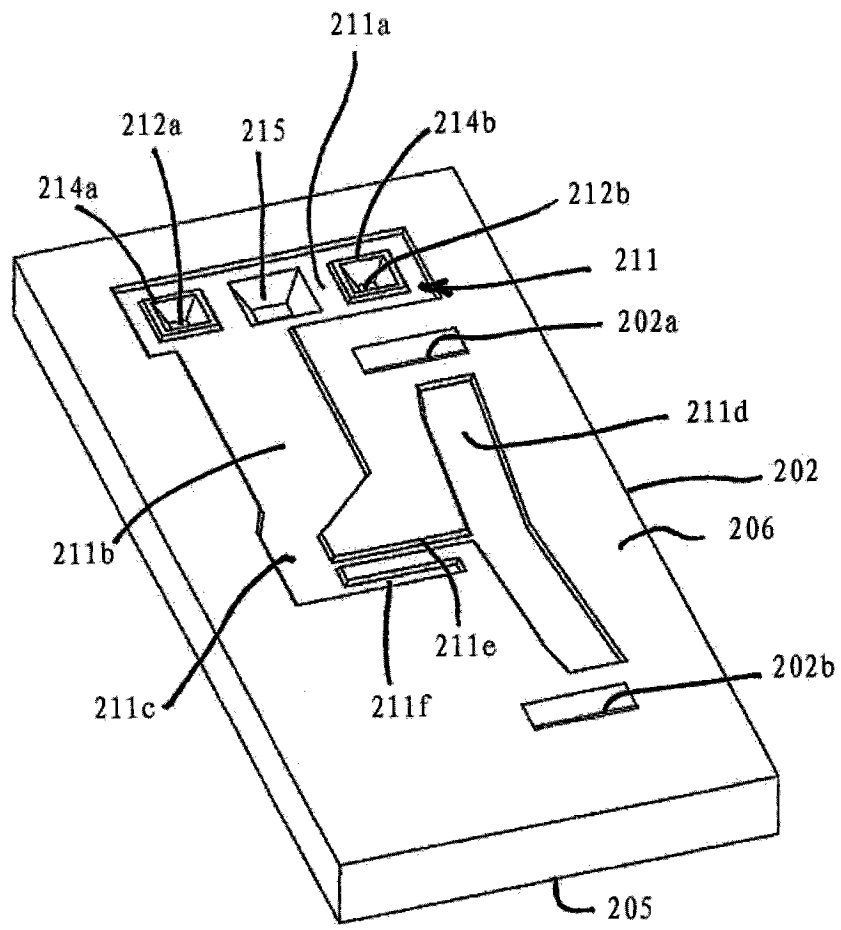


图 20

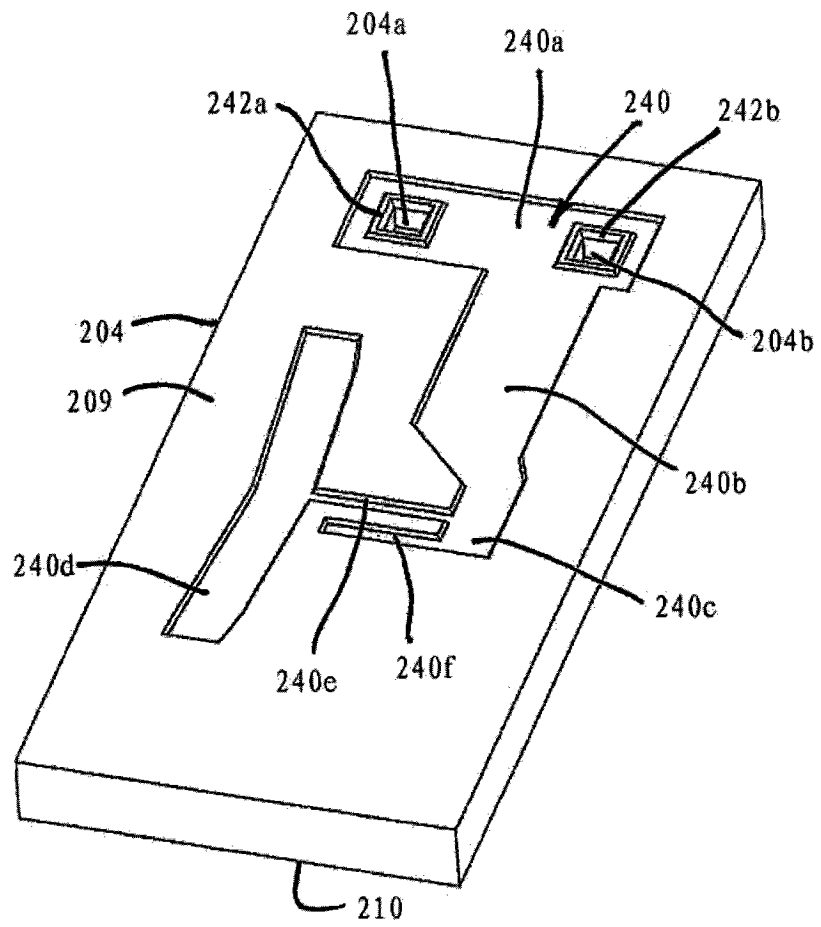


图 21

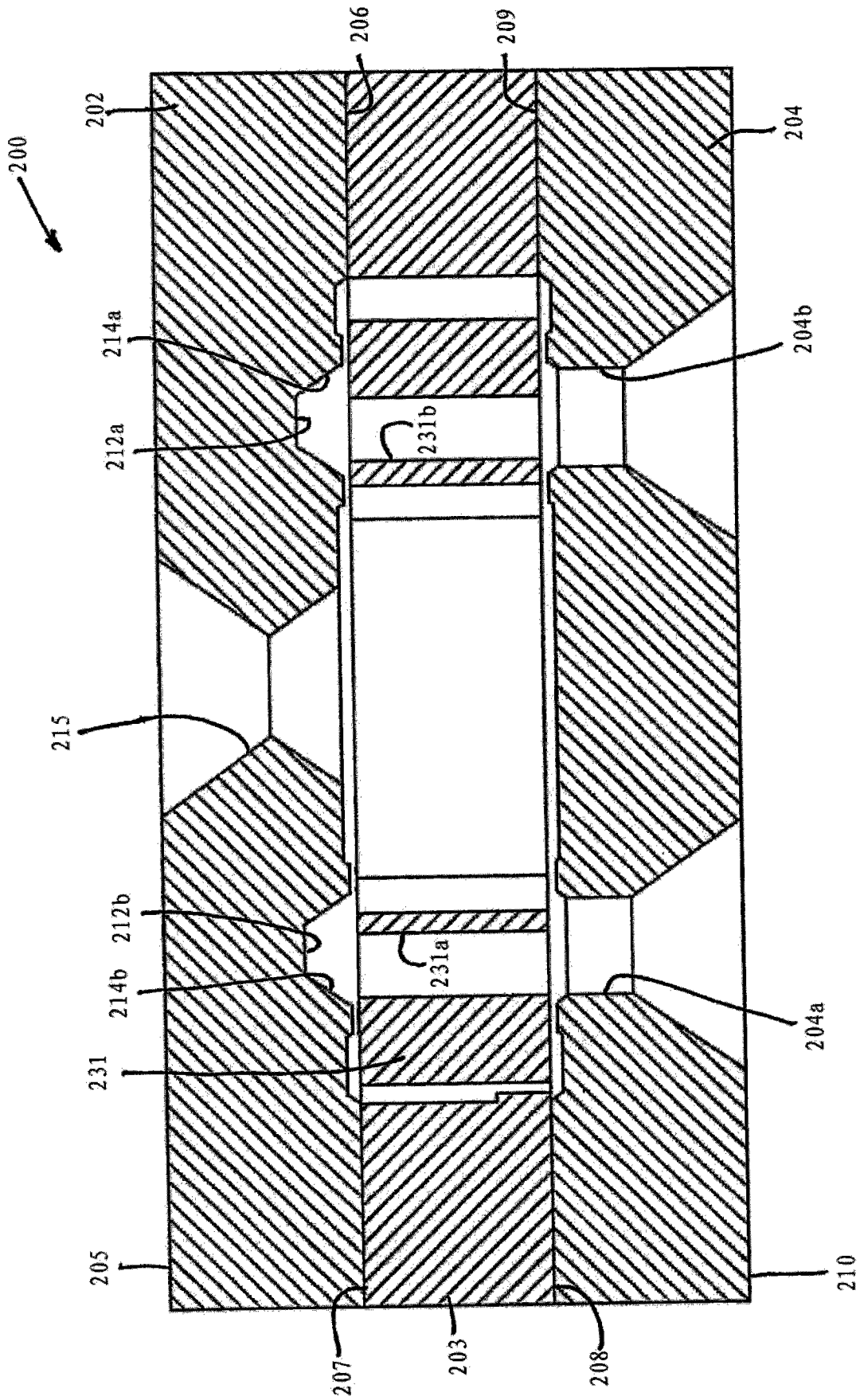


图 22

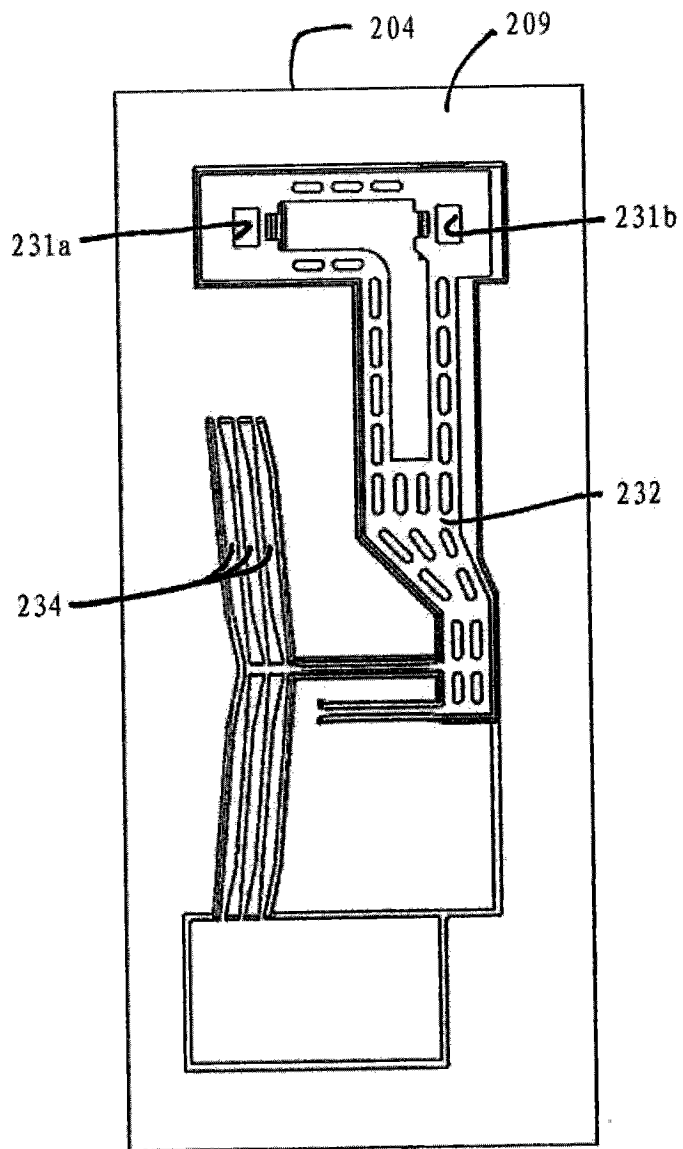


图 23

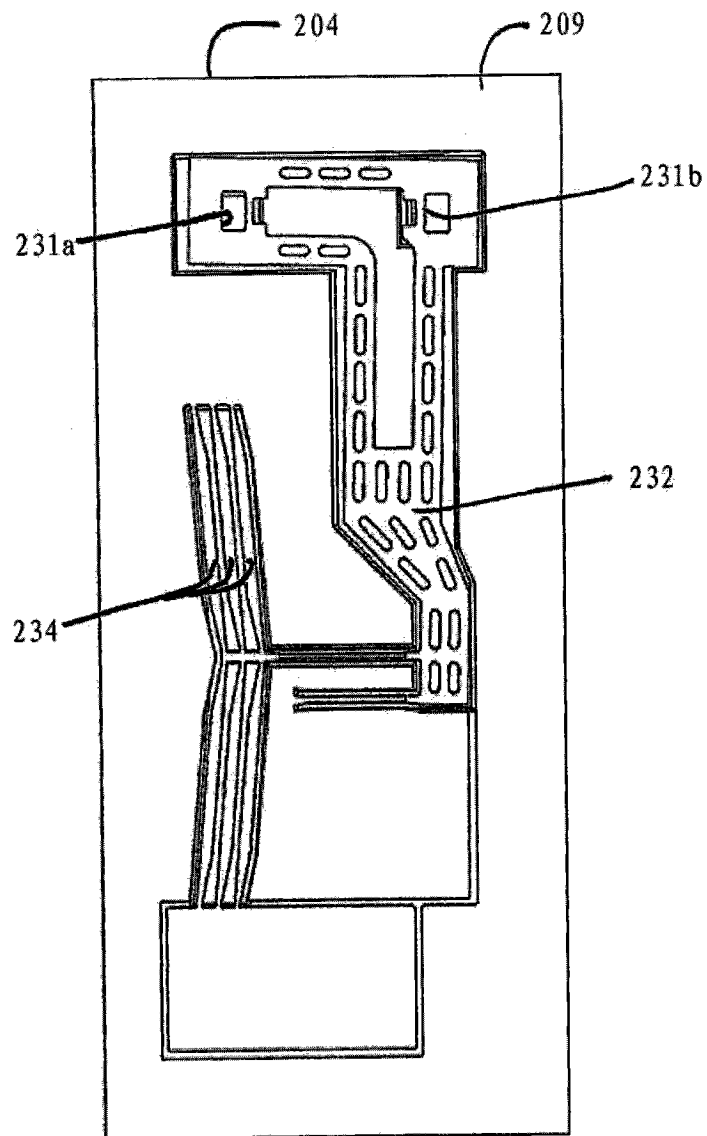


图 24