



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104937320 B

(45)授权公告日 2019.05.07

(21)申请号 201380063573.2

(22)申请日 2013.12.04

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104937320 A

(43)申请公布日 2015.09.23

(30)优先权数据
1221885.5 2012.12.05 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.06.05

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2013/053206 2013.12.04

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/087160 EN 2014.06.12

(73)专利权人 智慧能量有限公司

地址 英国莱斯特郡

(72)发明人 侯赛因·奥斯塔迪
保尔·莱纳德·阿德科克
克里斯托弗·詹姆斯·科尔克
扎克瑞·埃利奥特

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51)Int.Cl.
F16K 99/00(2006.01)

审查员 李星

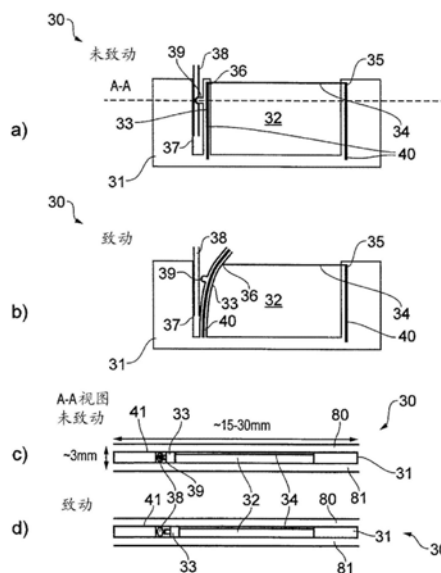
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

微阀

(57)摘要

一种微阀组件(30)集成到印刷电路板(PCB)衬底(31)中。所述PCB衬底中的缝隙(32)包括延伸到所述缝隙中的闭合构件(33)。柔性流体管(38)设置在所述闭合构件和所述缝隙的闭合边缘(37)之间。移位构件(34)耦合到所述PCB,并被配置用于热致动以移位闭合构件,以便改变所述柔性流体管的横截面剖面。所述闭合构件可以是所述PCB衬底的悬臂部分。使所述闭合构件移位以改变所述柔性流体管的所述横截面剖面可以完全在所述PCB衬底的平面内发生,并且使所述移位构件移动以移位所述闭合构件也可以完全在所述PCB衬底的所述平面内发生,从而提供非常低剖面的特别适合用于集成到燃料电池堆(1)中的微阀。



1. 一种阀组件 (30、90), 其包括:
衬底 (31), 具有平面;
所述衬底中的缝隙 (32), 其包括延伸到所述缝隙中的闭合构件 (33、91);
柔性流体管 (38), 其设置在所述闭合构件与所述缝隙 (32) 的闭合边缘 (37) 之间;
移位构件 (34), 其耦合到所述衬底 (31), 并被配置成用于热致动以横向地在所述衬底的所述平面内移位所述闭合构件, 以便改变所述柔性流体管 (38) 的横截面剖面;
其中所述柔性流体管 (38) 被配置以位于所述衬底 (31) 的所述平面内。
2. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其中所述衬底 (31) 是印刷电路板衬底。
3. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其中所述闭合构件 (33、91) 是延伸到所述缝隙 (32) 中的悬臂。
4. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其中所述闭合构件 (91) 是延伸到所述缝隙中的轴向可压缩构件。
5. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其中所述移位构件 (34) 被配置成用于热致动以移位所述闭合构件 (33、91), 以便打开和闭合所述柔性流体管 (38) 的内腔。
6. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其中所述移位构件 (34) 包括连接到所述闭合构件和所述衬底 (31) 的主体且在所述闭合构件 (33) 与所述衬底 (31) 的主体之间延伸的张力线, 所述张力线被配置成随温度变化而改变其长度。
7. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其中所述移位构件 (34) 被配置成在被穿过其中的电流加热后长度缩短。
8. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其还包括小块 (90), 所述小块在所述闭合构件 (33) 与所述缝隙 (32) 的所述闭合边缘 (37) 之间横向突出, 当所述闭合构件 (33) 处于不偏置构型时, 所述小块将所述柔性流体管 (38) 压缩成闭合或部分闭合构型。
9. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其被配置成使得所述移位构件 (34) 的热激活使所述闭合构件 (33、91) 偏离所述缝隙 (32) 的所述闭合边缘 (37), 使得所述柔性流体管 (38) 上的压力被解除, 并且所述柔性流体管处于打开构型。
10. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其被配置成使得所述闭合构件改变所述柔性流体管的所述横截面剖面的移位完全在所述衬底的所述平面内发生。
11. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其被配置成使得所述移位构件 (34) 移位所述闭合构件 (33、91) 的移动完全在所述衬底的所述平面内发生。
12. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其中所述闭合构件 (33、91) 和/或所述移位构件 (34) 在所述衬底 (31) 的主表面 (41) 下方凹入。
13. 如权利要求1所述的阀组件 (30、90), 其还包括闩锁机构, 所述闩锁机构可配置成使所述闭合构件 (33、91) 保持独立于所述移位构件 (34) 的所述热致动状态而处于其移位状态。
14. 如权利要求6所述的阀组件 (30、90), 其还包括导电轨道, 所述导电轨道沿所述衬底延伸到所述张力线, 以与之形成电气连接。
15. 如权利要求6所述的阀组件 (30、90), 其中所述张力线包括形状记忆合金。
16. 如权利要求14所述的阀组件 (30、90), 其中所述张力线包括形状记忆合金。
17. 如权利要求15所述的阀组件 (30、90), 其中所述移位构件被配置成在被穿过其中的

电流加热后长度缩短。

18. 如权利要求1所述的阀组件(30、90),其中所述柔性流体管由柔性、可压缩管道制造而成。

19. 一种燃料电池堆(1),其包括用于向所述堆中的电池传送燃料或氧化剂的阳极或阴极进料导管,所述进料导管穿过设置在所述堆中的如前述任一项权利要求所述的阀组件(30、90),以控制燃料或者氧化剂到所述堆中的所述电池的流动。

20. 如权利要求19所述的燃料电池堆(1),其中所述阀组件(30、90)集成到印刷电路板(25)中,从而形成所述燃料电池堆的集电板(9、11)。

微阀

[0001] 本发明涉及一种用于控制导管中流体流动的阀,并且具体地说是可以在衬底上以非常小的形式制造的微阀。

[0002] 在许多设备中,小型化的流量控制阀可以有效地控制流至、流出或在设备内的流体的流动。这种设备的一个实例是电化学燃料电池堆,其中具体地说,气体燃料到电池堆中以及到堆中的个别电池中的流动可能需要控制。此处所用的表述“流量控制”意在包括流率的可变控制以及通断流量控制。需要这种控制的燃料电池堆中的典型的气体燃料流可以包括流入燃料电池堆中的电池的氢气流。

[0003] 本领域已经描述了各种微阀的布置。举例来说,L Gui等人的:“用于高纵横比微通道的嵌入式形状记忆合金(SMA)微阀的探索与评价(Exploration and evaluation of embedded shape memory alloy(SMA) microvalves for high aspect ratio microchannels)”,Sensors and Actuators A 168(2011),第155到161页描述了使用形状记忆合金导线的芯片上微阀的发展,所述导线嵌入在包含微通道的聚二甲基硅氧烷衬底中。形状记忆合金导线被热致动来挤压微通道以关闭气流。微阀形成在硅片上。在另一实例中,C M Pemble等人的:“微型形状记忆合金夹管阀(A miniature shape memory alloy pinch valve)”,Sensor and actuator 77(1999),第145到148页描述了安装在平坦表面上的夹管阀结构,所述夹管阀利用镍钛合金收缩导线的电阻发热来引起超弹性悬臂向上偏转以解除硅管的夹压。

[0004] 本发明的一个目标是提供简单、低成本的微阀,所述微阀在形状上非常紧凑。本发明还有一个目标是提供一种微阀,所述微阀可以制造为具有很低剖面的形状,以便特别适合于集成到燃料电池堆中。

[0005] 根据一个方面,本发明提供一种阀组件,其包括:

[0006] 衬底;

[0007] 所述衬底中的缝隙,其包括延伸到所述缝隙中的闭合构件;

[0008] 柔性流体管,其设置在闭合构件和缝隙的闭合边缘之间;

[0009] 移位构件,其耦合到所述衬底,并被配置来用于热致动以移位闭合构件,以便改变柔性流体管的横截面剖面。

[0010] 衬底可以是印刷电路板衬底或者非印刷电路板衬底。闭合构件可以是延伸到缝隙中的悬臂。闭合构件可以是延伸到缝隙中的轴向可压缩构件。移位构件可以被配置来用于热致动以移位闭合构件,以便打开和关闭柔性流体管的内腔。移位构件可以包括连接到闭合构件和衬底的主体并且在闭合构件与衬底的主体之间延伸的张力线,所述张力线被配置成随温度变化以改变其长度。阀组件可以包括沿衬底延伸到张力线以便与之形成电气连接的导电迹线。张力线可以包括形状记忆合金。移位构件可以被配置成在被从中穿过的电流加热后长度缩短。阀组件可以包括在闭合构件与缝隙的闭合边缘之间横向突出的小块,当闭合构件处于不偏置构型时,所述小块将柔性流体管压缩成闭合或部分闭合构型。阀组件可以被配置成使得移位构件的热激活使闭合构件偏置远离缝隙的闭合边缘,使得柔性流体管上的压力被解除,并且管采用打开构型。阀组件可以被配置成使得使闭合构件移位来改

变柔性流体管的横截面剖面完全在衬底的平面内发生。阀组件可以被配置成使得使移位构件移动来移位闭合构件完全在衬底的平面内发生。闭合构件和/或移位构件可以凹入在衬底的主表面之下。

[0011] 根据另一个方面,本发明提供一种燃料电池堆,其包括用于在堆中传送燃料或氧化剂的阳极或阴极进料导管,所述进料导管穿过如上所述的阀组件设置在堆中,以控制燃料或者氧化剂到堆中的电池的流动。

[0012] 阀组件可以集成到印刷电路板,从而形成燃料电池堆的集电板。

[0013] 现将借助实例并且参照附图来描述本发明的实施方案,在附图中:

[0014] 图1是紧凑型燃料电池堆的透视图,本发明的微阀可以方便地并入所述堆中;

[0015] 图2示出微阀的示意图,其中图2a是微阀处于未致动构型的平面图,图2b是微阀处于致动构型的平面图,图2c是穿过处于未致动构型的微阀的横截面图,并且图2d是穿过处于致动构型的微阀的横截面图;

[0016] 图3是与图2相似但缝隙的尺寸修改得较小的微阀的示意性平面图;

[0017] 图4是闩锁微阀的示意性平面图;

[0018] 图5示出对图2的微阀进行修改以使用替代的移位致动器示意图,其中图5a是平面图,并且图5b是穿过微阀的横截面图;

[0019] 图6是闩锁微阀的替代设计的示意性平面图,其中图6a示出处于未致动构型的阀,并且图6b示出处于致动构型的阀;以及

[0020] 图7示出微阀的示意性平面图,其中图7a是处于未致动构型的微阀的平面图,并且图7b是处于致动构型的微阀的平面图。

[0021] 参考图1,燃料电池堆组件1具有多个并行电池2,这些电池各自包括设置在阳极流板4和阴极流板5之间的膜电极组件(MEA)3。在图1所示的堆组件中,阳极流板4水平地位于每个相应MEA 3上方,并且阴极流板5水平地位于每个相应MEA 3下方。

[0022] 所示出的燃料电池堆属于空气冷却式开放阴极种类,其中阳极流板4为薄金属层,其各自具有在阳极流板面向MEA的表面(图1中不可见)中蚀刻出的或以其它方式形成的一组流动通道,以便将阳极燃料气体(如氢气)传送到MEA 3的阳极侧。多孔气体扩散材料层(图1中不可见)可以定位在MEA和阳极流板之间,以便帮助将燃料分配到MEA表面。垫片围绕MEA和阳极流板的外围延伸,以便提供密封来防止阳极燃料的泄漏。

[0023] 在所示出的实施例中,阴极流板5属于开放阴极类型,并且形成为波纹板6。波纹提供了开端流动通道8,以便传递空气经过设置在其上的MEA或气体扩散层的表面。如图1中所看到的堆1的正面7提供空气入口面,通过所述空气入口面,可以在堆体积中将空气传递到MEA的阴极表面。堆的相反面(也就是,如图1中所看到的堆的背面)可以提供另外的空气入口面。或者,如果堆被迫通风,那么所述相反面可以是空气出口面,以便排出被迫进入到正面7中的空气。

[0024] 在堆组件1的顶部上,阳极集电板9包括从堆横向向外延伸的阳极集电凸耳10,以便提供可以供电气连接器附接的电气端子。在堆组件1的底部,阴极集电板11包括从堆横向向外延伸的阴极集电凸耳12,以便提供可以供电气连接器附接(例如,通过焊接)的电气端子。

[0025] 借助于一对端板(具体来说,顶部端板13和底部端板14),将堆组件1放置在压缩状

态下,这对端板是由左端夹15和右端夹16保持在一起。端夹15、16是在张力下应用,以使得堆的各层保持在紧密压缩状态下,以便所有垫片正确地密封对抗堆中电池的各个层。

[0026] 堆组件1也可以包括一系列电压监视凸耳17,这些电压监视凸耳各自从阳极流板或阴极流板中的相应流板横向向外延伸。在所示出的实施例中,电压监视凸耳17为阳极流板的横向延伸部。电压监视凸耳可以针对堆中的每个电池提供,或者可以针对堆中的每几个电池提供,并且可用于在操作期间监视整个堆上的电池电压。

[0027] 垫片布置18可以提供对堆中电池的末端的密封,并且也可以提供穿过堆的垂直延伸廊道,以便将燃料传送和分配到堆中的每个电池。阀口19、20可以提供在顶部端板13的每端,以提供到下方电池的流体入口。这些阀口可以为氢动力燃料电池堆的氢气燃料提供入口。

[0028] 阳极集电板9可以由合适的电绝缘电介质材料(如环氧树脂)的印刷电路板(PCB)衬底25制造而成,所述印刷电路板衬底25具有处于层压结构中的编织或非编织支撑件。设置在PCB衬底25下侧的可以是高导电性材料(如铜),所述材料经图案化以提供用于燃料电池堆的集电电极,并且也可提供导电轨道用于电连接到集电板9上的电气元件。

[0029] 阳极集电板9可以包括延伸超过燃料电池堆的活性区域的端部23和24,缝隙穿过所述端部而形成以提供流体流动路径,该路径从顶部端板13中的阀口19、20延伸到向下延伸穿过电池2各层的廊道,以向每个板提供氢气燃料。

[0030] 在燃料电池堆1的主体内提供流量控制阀(如上文所定义还包括一个截止阀)以使得流入电池的氢气能够受控制将是非常理想的。

[0031] 如现在将详细讨论的,集成到印刷电路板25中,并且具体地说集成在其端部23、24中的微阀将使氢气流在堆1内能够受控制。

[0032] 图2示出制造在印刷电路板(PCB)衬底31上发热微阀组件30。图2a示出阀处于未致动构型的衬底31的平面图。图2b示出阀处于致动构型的衬底31的平面图。图2c和图2d各自示出穿过PCB衬底31的横截面,也分别示出处于未致动构型与致动构型的阀。

[0033] 阀组件30包括PCB衬底中的缝隙32。延伸到缝隙32中的是悬臂构件33,所述构件优选是在缝隙32的形成期间产生的PCB衬底31的一体部分。然而,悬臂构件33可以独立制造并附到PCB衬底31以便延伸到缝隙中。

[0034] 形状记忆合金(SMA)导线34延伸越过缝隙32,并在连接点35、36处固定到PCB衬底31。所述连接点可以是任何合适类型的用于将导线34紧固到衬底31的机构,如通过焊接触点或者通过缠绕在嵌入或附接到衬底的结构周围的导线34。导线圈可通过夹钳或其它机构来封闭。导电轨道40越过PCB衬底31延伸到形状记忆合金导线34的末端,从而与之形成电气连接。

[0035] 设置在悬臂33与缝隙32的闭合边缘37之间的是流体导管38。流体导管38优选是柔性管,并且可以压缩以限制穿过所述管的流体的流动。悬臂构件33包括小块39(例如凸起或凸台)横向向外朝缝隙32的闭合边缘37延伸。小块39提供夹点,所述夹点局部压缩管38以关断穿过其的流体流动。尽管小块39在悬臂构件33上示出,但其可另选地位于衬底的闭合边缘37上需要夹点处,或者小块39可以形成在悬臂构件33和缝隙的闭合边缘37上以彼此相反运作。

[0036] 形状记忆合金导线34具有负热膨胀系数,因为随着它的温度升高超过某一阈值,

它就会显著收缩。随着SMA导线34收缩,悬臂构件33弯曲远离缝隙的闭合边缘37,从而解除导管38上的压力,并打开导管壁中的内腔。可以通过接通和断开穿过导线的电流来影响形状记忆合金导线34的热激活(也就是导线的发热以及冷却),所述电流是经由导电轨道40传送。当电流断开且导线34冷却下来时,悬臂构件回到其不偏置构型,从而封闭导管壁中的内腔。

[0037] 流体导管38可以由任何适合的柔性、可压缩管道制造而成,如聚乙烯或硅树脂管道。在所展示的实例中,柔性管道具有2mm的外径,并且以介于1mm与2mm之间的厚度夹在悬臂33和印刷电路板的闭合边缘37之间。SMA导线34在介于15mm与30mm之间的长度上延伸。其它尺寸是有可能的。

[0038] 图2所示的微阀可以做各种修改。

[0039] 悬臂33可以用正好延伸越过缝隙的桥接构件替代。然而,为了保证桥接构件充分的横向移位以压缩或解压邻近管38,之后可能要求形成所述桥接件的材料(例如PCB材料)的柔性增加。悬臂33和替代的桥接构件通常是闭合构件的实例,其被配置成能够在移位构件(如SMA导线34)所施加的力下弯曲。在一般方面,形状记忆合金导线34例示了连接到并在闭合构件(如悬臂33)和PCB衬底31的主体之间延伸的张力线,也就是说,衬底的一部分位于缝隙外部,与任何悬臂或桥接构件分开延伸到缝隙32中。

[0040] 流体管38可以被配置成位于PCB衬底31的平面内由小块39界定的夹点处,或者可以穿过PCB衬底31的平面位于由小块39界定的夹点处,无论是在相对PCB衬底平面垂直还是倾斜的方向上。

[0041] 图2中的微阀不需要具有正常闭合构型。悬臂33或者其它闭合构件以及导线34或者其它移位构件可以布置以提供正常打开构型,并且在移位构件被热致动时,运行以封闭或限制所述管。在这样的布置中,导线34可以延伸越过悬臂33和缝隙的闭合边缘37之间的空隙以压缩管38。

[0042] 如果需要更大长度的SMA导线34来提供充分的热收缩,导线34的末端可以在固定到衬底31之前,延伸远远超过闭合边缘37。

[0043] 图3示出用于保证SMA导线34的充分长度以提供足够的热收缩来影响悬臂33的完全移位的一般方法。如果缝隙32太小而不能提供SMA导线34(或其它移位构件)的充分长度,那么导线34可以不仅越过缝隙32而且越过衬底31的长度延伸到距离缝隙的一个边缘稍远的连接点35。在图3所示实例中,悬臂33的1mm移位可以通过形状记忆合金34的25mm长度来影响,在大概70°C到90°C的典型致动温度致动。

[0044] 图3还总体地示出了一个实例,其中流体管38延伸穿过衬底31的平面,正如前面所论述。

[0045] 图4示出了对图3布置的修改,示出如何将微阀形成闩锁阀50的实例。在图4的实例中,微阀50包括悬臂33,所述悬臂包括形成成为横向悬臂的闩构件51。闩构件51被配置成与从缝隙32的边缘53向外延伸的齿52啮合。闩构件51可以与结合形状记忆合金导线34所描述的方式大致相同的方式借助于第二形状记忆合金导线54来偏转。更具体地说,可以通过传送电流穿过其中来热致动导线54,以此缩短导线并使闩构件51移位来从齿52脱离。以此方式,图4的实例示出了正常闭合的阀50,也就是当悬臂33不偏置时,可用导线34的热致动来打开所述阀,并且将通过闩构件51对齿52的啮合来打开闩锁。然后导线34的热致动可以中

断。当微阀50将闭合时,第二SMA导线54被热致动,从而致使闩构件51偏转远离缝隙边缘53,并从齿52脱离,使得悬臂33回到其不偏置构型。

[0046] 悬臂构件33(或其它闭合构件)的其它形式的热致动是可能的。参考图5,代替于使用形状记忆合金导线34,悬臂60可以包括边缘61,所述边缘被镀以适合的金属62,其具有与悬臂材料(例如PCB衬底材料)的热膨胀系数不同的热膨胀系数。设置在悬臂上的金属带材或导线63作为加热元件来操作,以加热悬臂并从而引起材料的不均匀膨胀并因此致使悬臂偏转。以此方式,可根据已知原则用与双金属带材致动器相似的方式来操作悬臂。举例来说,边缘61可以镀金、铜或镍。

[0047] 可以设想其它形式的闩锁机构。举例来说,如图6所示,微阀70包括囊封的加热器元件71,所述元件在位于悬臂33和缝隙32的承载边缘74之间的柔性囊73中,由低熔点的金属72(如Field金属或Wood金属)包围。所述囊可以由适合的弹性聚合物形成,如PDMS(聚二甲基硅氧烷)。加热器元件71可以是铜线圈。加热器元件71可以由通过导电轨道40传送的电流致动。加热器元件71可以另选地在囊73之外。如果加热器元件71在囊之中,那么它可被绝缘以防止经由低熔点金属形成短路。

[0048] 图6a示出处于不偏置、未闩锁构型的闩锁微阀70。图6b示出处于闩锁状态的微阀70。在使用中,在加热SMA导线34之前(和/或与之同时),可用加热器元件71来加热低熔点金属72。低熔点金属72熔化(对于Field金属和Wood金属,分别在接近62°C或接近70°C时),并且因此柔性囊73能够在导线34向悬臂33施加的张力下重新塑形。然后加热器元件71被去活,从而致使低熔点金属72再次凝固为细长形状(图6b)。因此,悬臂33保持偏离流体管38,即使在形状记忆合金导线34被去活时也是如此。在优选的激活序列中,用加热器元件71来加热低熔点金属;加热SMA导线;使加热元件71去活,同时SMA导线保持被加热;金属72凝固;并且接着使SMA导线的加热去活。

[0049] 上文所述的闩构件51和齿52,以及柔性囊73总体例示了闩锁机构,所述闩锁机构可配置成将闭合构件(例如悬臂33)保持为独立于移位构件(例如SMA导线34)的热致动状态处于其移位状态。闩锁机构将使悬臂33保持处于其移位或偏转位置,即使在移位构件的热致动停止或关闭时也是如此。

[0050] 可以设想不需要使用可以横向偏离其轴线的悬臂构件33的其它布置,如之前的图所示。

[0051] 在如图7所示的实例中,微阀组件90包括衬底31中的缝隙32。延伸到缝隙32中的是轴向可压缩的闭合构件91,所述构件从位于缝隙32边缘的近端92延伸到与此远离的远端93。闭合构件91可以是在缝隙32上形成期间产生的衬底31的一体部分,或者可以在制造期间附接到衬底。轴向可压缩的闭合构件91可由任何合适的可压缩材料,如弹性材料形成。轴向可压缩的闭合构件91可以包括螺旋弹簧。

[0052] 形状记忆合金(SMA)导线34在连接点35a、35b处从衬底31延伸到闭合构件91的远端处或者接近闭合构件91的远端的连接点36周围。连接点可以是任何合适类型的用于将导线34紧固到衬底31的机构,如通过焊接触点或者通过缠绕在嵌入或附接到衬底31的结构周围的导线。可以通过夹子或其它机构来封闭导线图。导电轨道40延伸越过衬底31到达SMA导线34的末端,从而与之形成电气连接。设置在闭合构件91的远端93与缝隙32的闭合边缘37之间的是流体导管38。流体导管38优选是柔性管,并且可被压缩以限制穿过所述管的流体

的流动。

[0053] 如在之前所描述的布置中，SMA 34可具有负热膨胀系数，因为随着其温度升高（例如，通过电流加热），SMA 34将显著收缩。因此，当它收缩时，闭合构件91被轴向压缩使得其从其未致动构型（图7a）移到其致动构型（图7b），在未致动构型中，流体导管38被压缩并堵塞，在致动构型中，流体导管38未被压缩并因此未被堵塞。

[0054] 如同上述实施例，流体导管38可以被配置成位于衬底31的平面内，经过夹点，所述夹点由缝隙的闭合边缘37和闭合构件的远端93界定。另选地，流体管38可以被配置成在夹点处穿过衬底31的平面，所述夹点由缝隙的闭合边缘37和闭合构件的远端93界定。上述实施例的其它特征也可以应用于图7的布置。

[0055] 上述所有微阀可以大体上在印刷电路板衬底31的平面内实现，因此提供了适合夹入燃料电池堆（如图1中所示）的堆叠板中的非常低剖面的微阀。必要的话，形状记忆合金导线34、54和/或它们的连接点35、36可以在衬底31的主要或主表面41（见图2c、2d）下方稍微凹入。悬臂构件33可以制作得比衬底31稍薄或者剖面较低，以保证对堆叠到印刷电路板上的各层无束缚。印刷电路板衬底31可以覆盖有或中间夹入有覆盖或加盖层80、81，如图2c、图2d和图5所示。

[0056] 微阀可以被配置成使得闭合构件（例如悬臂构件33或桥接构件）的移动以及移位构件（例如形状记忆合金导线34、54）的移动完全在PCB衬底31的平面内发生，从而不需要移动部件延伸到衬底31的平面之外。这提供了理想的适合于燃料电池堆1的堆叠板的非常低剖面的微阀。

[0057] 可使所描述的微阀的移位构件的致动温度与燃料电池堆的标准操作温度一致。在燃料电池堆1的端板13、14附近发现的典型温度可大约为50℃，并且导线致动温度可以在70℃到90℃的范围内。

[0058] 各种安全断流机构可以与微阀集成。举例来说，为了在燃料电池堆发生过热时提供故障保护（这原本可能通过导线34的持续致动来使氢气微阀维持在不安全的打开状态），可将一个或多个热（熔化）保险丝并入导线34中，所述导线34可能熔化，从而破坏导线中的张力并迫使阀闭合。

[0059] 现在回到图1，可以看出，上述微阀可以集成到印刷电路板集电板9和/或11中，因而需要少量或不需要增加燃料电池堆的尺寸。微阀缝隙32可以定位在与阀口19、20对准的收集器板端部部分23、24中，使得延伸穿过微阀缝隙32的氢气燃料管可以定位成穿过微阀组件。

[0060] 此处描述的使用并入有微阀的印刷电路板的原理可适用于其它类型的燃料电池堆，如阴极闭合的燃料电池堆，其中氧化剂管的流量也可受控制。微阀也可用来控制净化线，并且具体地说是阳极净化线。当燃料电池从燃料源分离时，微阀的正常闭合构型对自动将燃料电池堆的电池内的氢气流动路径从外部环境隔离可能特别有用。

[0061] 将集电板9、11与阀结合的印刷电路板的使用在模块性和设计变化方面提供了显著的益处。用于任何类型堆组件的集电板所需的导电性和阀布局的模式可以轻易地使用高效且完善的PCB制造技术进行更改，并且可以适合于阳极流板4或阴极流板5的不同配置以及不同的外部连接。它们高度适合于批量制造和组装，并且具有很高的成本效益。标准PCB连接器布置可以用于电气连接。

[0062] 任何适合的材料都可以用于制造用作衬底31的印刷电路板,包括所有常规的PCB材料,如布、纺织物、纤维或浸渍在树脂或其它热固性绝缘材料中的纸层,其适于印刷或以其它方式施加导电材料,或者具有已经施加以用于在不需要时适当地进行蚀刻并去除的铜或其它导电层的层压件。然而,为了支撑上述阀组件的各种元件,可以考虑其它衬底材料(例如非PCB材料)。这些材料可以包括塑胶、电介质材料等。

[0063] 本文所描述的微阀组件特别适合于具有几个电池的小型燃料电池堆,如可以用于消费型电子装置中的燃料电池堆。然而,所述原理可适用于较大的燃料电池堆。此外,本文所述的微阀一般可以用在除燃料电池外的很多类型的设备中。

[0064] 移位构件可以包括多个张力线34,以增加应用于闭合构件(例如悬臂33)的可能张力。导线可以在PCB衬底的主体与悬臂之间来回拉伸。

[0065] 所描述的微阀可以被配置成不仅在完全打开和完全闭合的流体导管构型之间操作,而且也可以结合部分打开构型来操作。这可以通过实现SMA导线的减少的加热(以达到局部收缩的目的)来达成。以此方式,微阀可以被配置成作为可变压力调节器来操作。可以不仅利用移位构件的热致动的相似控制,而且另选地通过热致动的数字控制来执行这样的功能,以实现开闭构型的脉冲宽度调制。

[0066] 其它实施方案有意在所附权利要求书的范围内。

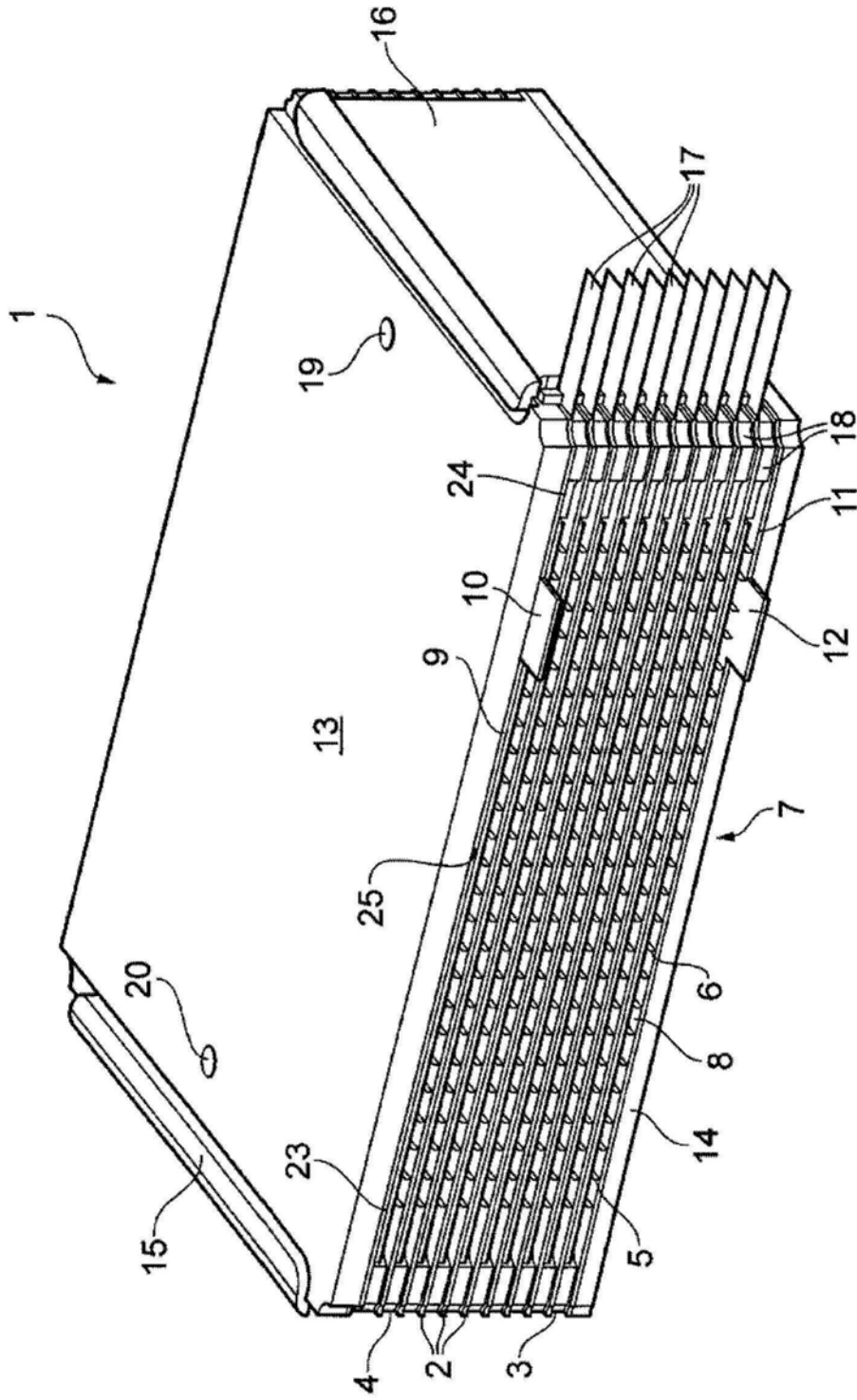


图1

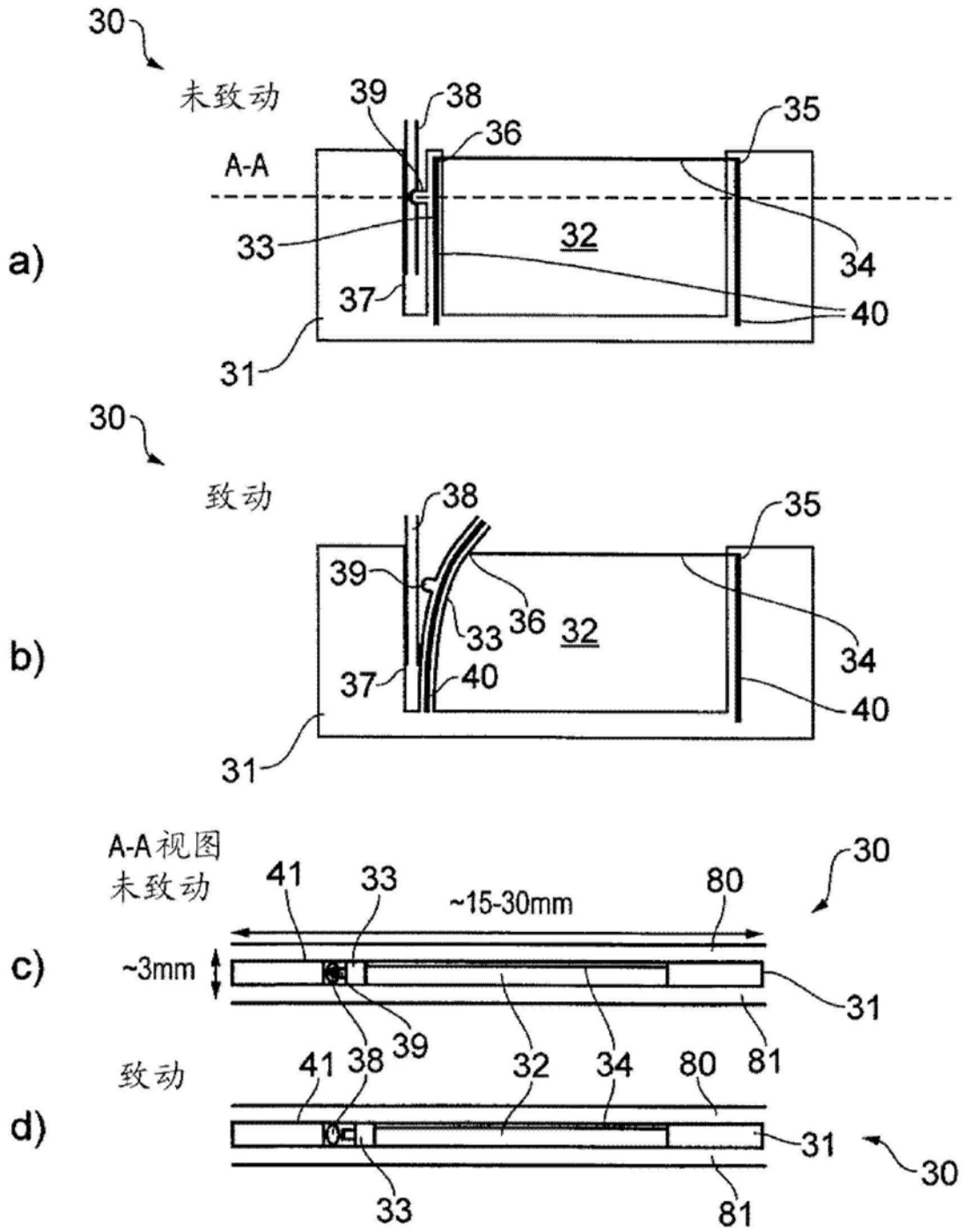


图2

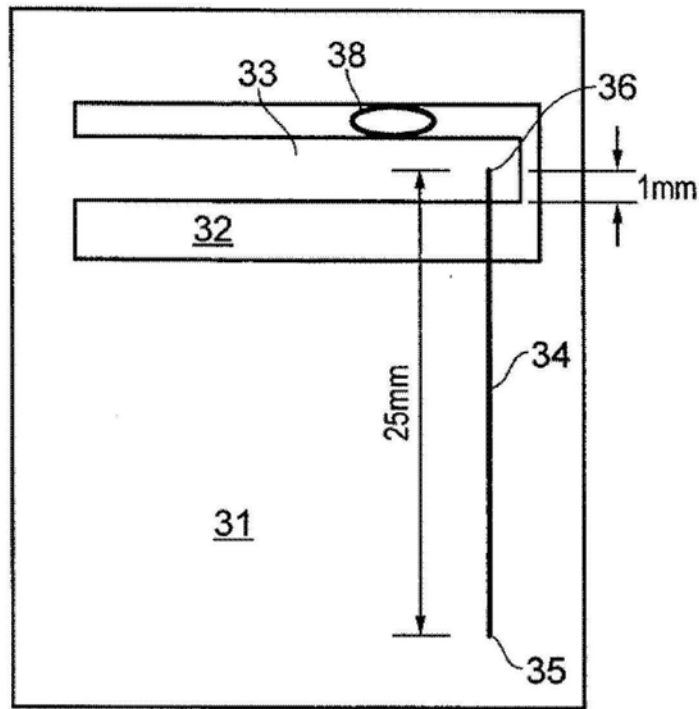


图3

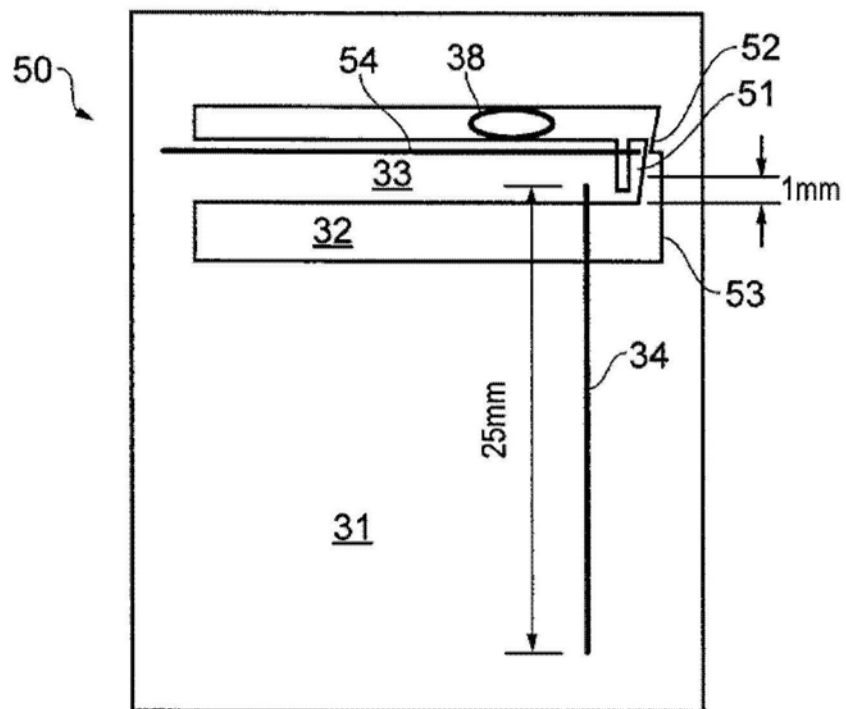
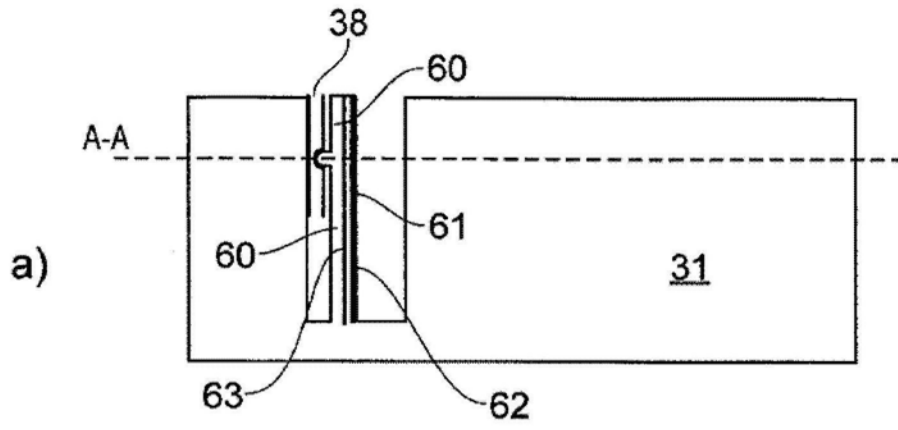


图4



A-A视图

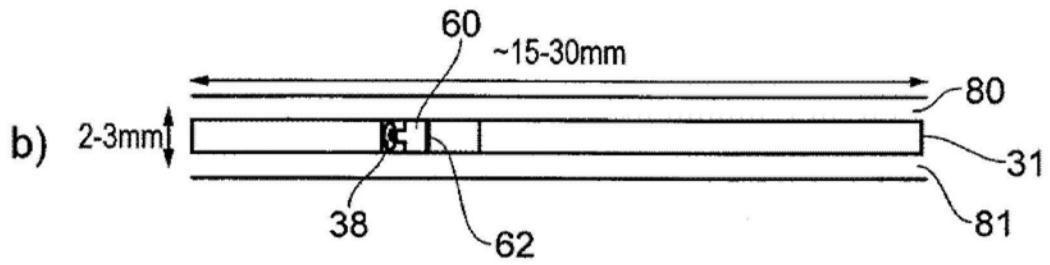


图5

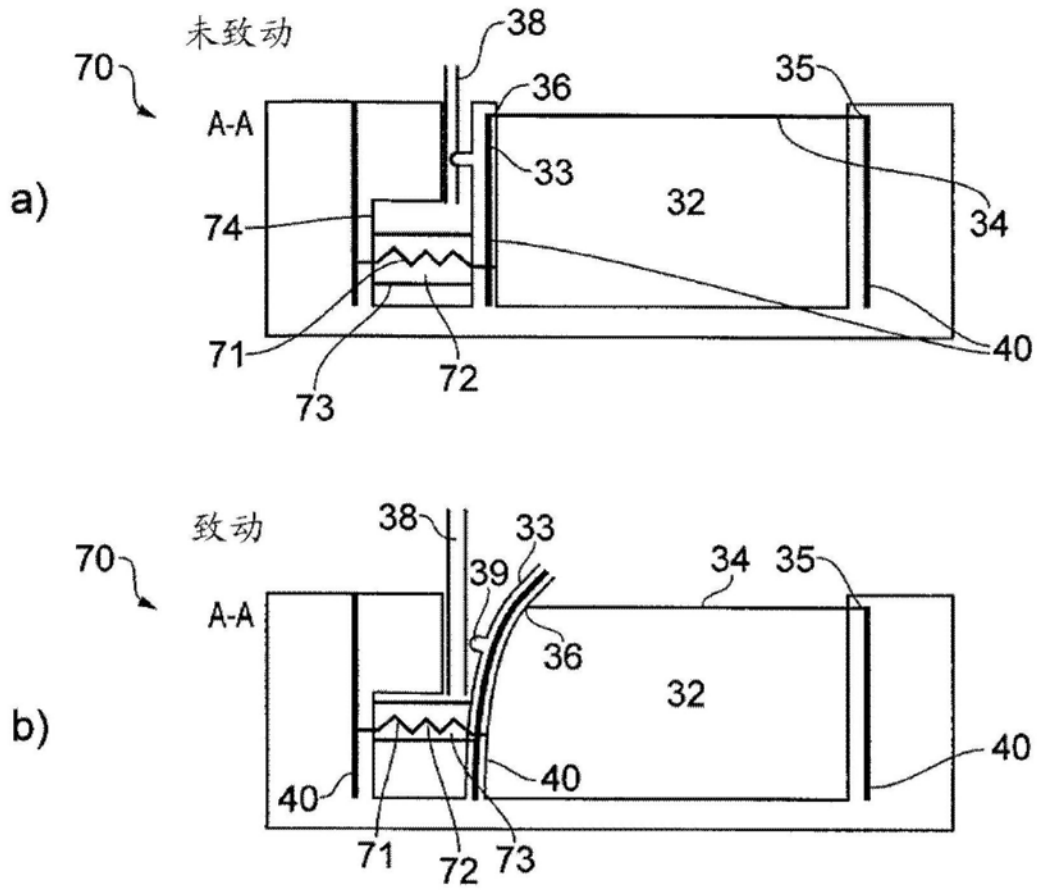


图6

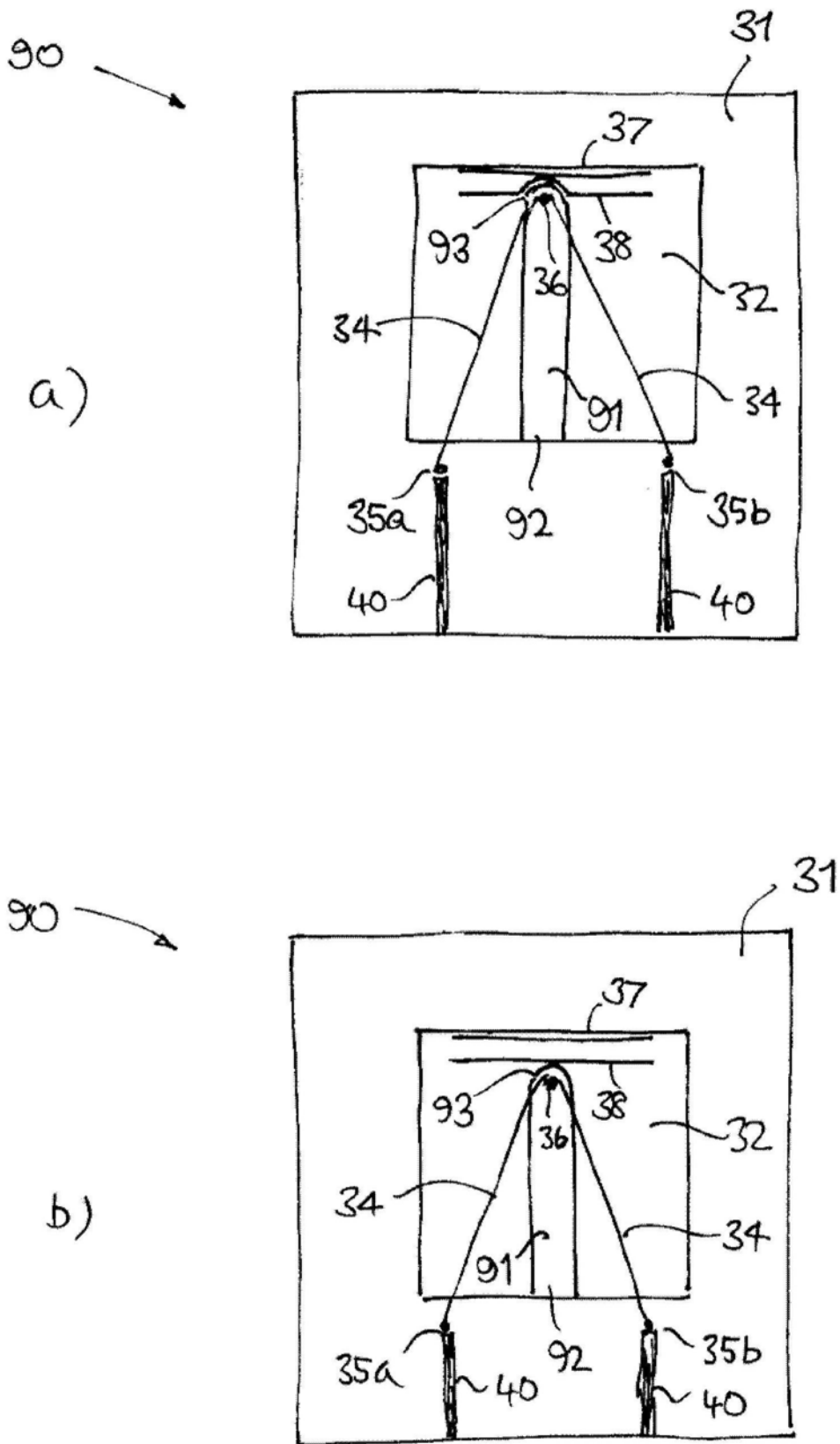


图7