

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

B81B 7/02

F01L 1/00

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01112014.2

[43]公开日 2001年10月31日

[11]公开号 CN 1319558A

[22]申请日 2001.3.27 [21]申请号 01112014.2

[30]优先权

[32]2000.3.28 [33]US [31]09/537,588

[71]申请人 克罗诺斯集成微系统公司

地址 美国北卡罗来纳州

[72]发明人 拉马斯瓦米·马哈德范

爱德华·阿瑟·希尔

罗伯特·L·伍德 艾伦·布鲁斯·考恩

[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

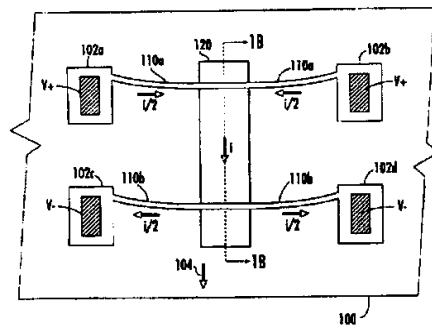
代理人 马浩

权利要求书3页 说明书13页 附图页数8页

[54]发明名称 在随热启动梁移动的加热器上包括该梁的微电子机械系统

[57]摘要

改进的结构,包括位于微电子基片上的相间隔的支承件以及一在该支承件间延伸并在将热量加于其上时膨胀的梁,从而使该梁在支承件之间位移。位于该梁上的加热器将热量加于该梁并在其位移时随其位移。故可将热量直接加于拱形梁上,从而减少其与加热器间的热损失。此外,不需加热加热器与拱形梁之间的间隙,从而有改进的瞬时热响应。而且,在拱形梁位移时使加热器位移还能通过减少其间的间隔而进一步减少热损失和瞬时热响应。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种微电子机械结构，它包括位于一微电子基片（100）上的第一和第二相间隔的支承件（102a、102b）以及一拱形梁（110a），该梁在上述第一和第二相间隔的支承件（102a、102b）之间延伸并在将热量加载于该梁时进一步拱起，从而使所说的拱形梁（110a）产生位移，所述微电子机械结构的特征在于：

一位于拱形梁（110a）上的加热器（120），该加热器将热量加载于拱形梁（110a）并在拱形梁（110a）位移时随拱形梁（110a）位移。

2、如权利要求1的微电子机械结构，其进一步的特征在于：一第二拱形梁（110b），它在上述第一和第二相间隔的支承件之间延伸；以及

一位于上述第一和第二拱形梁上的连接器（130），其中，所述加热器位于连接器（130）上并随连接器（130）一道位移。

3、如权利要求2的微电子机械结构，其进一步的特征在于：

一位于加热器上第一触点（215a），它将上述第一拱形梁与加热器电连接起来；

一位于加热器上第二触点（215b），它将上述第二拱形梁与加热器电连接起来，以便限定一从第一触点（215a）经由加热器到第二触点（215b）的导电通路。

4、如权利要求3的微电子机械结构，其特征在於，所述连接器的特征在于相间隔的第一和第二连接器部分（130a、130b）。

5、如权利要求3或4的微电子机械结构，其进一步的特征在于：

一第一固定器（210a），它位于上述微电子基片上并与该基片相连；

一第二固定器（210b），它位于上述微电子基片上并与该基片相连；

一第一挠性导体(205a),它以可移动的方式将第一固定器(210a)与第一触点连接起来,以便限定一在上述第一固定器(210a)与第一触点之间的第二导电通路;以及

一第二挠性导体(205b),它以可移动的方式将第二固定器(210b)与第二触点连接起来,以便限定一在上述第二固定器(210b)与第二触点之间的第三导电通路。

6、一种微电子机械结构,它包括一与微电子基片(100)相连的固定器(600)以及一对位于微电子基片(100)上的相间隔的可移动的支承件(502a、502b),所述微电子机械结构的特征在于:

一横肋梁(505a),它在上述一对相间隔的可移动的支承件(502a、502b)之间延伸;

一沿一第一预定方向拱起的第一拱形梁(110a),它在上述一对相间隔的可移动的支承件(502a、502b)之间延伸并在将热量加载其上时膨胀,从而使第一拱形梁(110a)相对上述一对相间隔的可移动的支承件(502a、502b)沿所述第一预定方向产生位移;

一位于第一拱形梁(110a)上并与固定件(600)相连的第一加热器(120a),它将热量加载于第一拱形梁(110a)并在第一拱形梁(110a)位移时随第一拱形梁(110a)位移;以及

一沿一第二预定方向拱起的第二拱形梁(110b),它在上述一对相间隔的可移动的支承件(502a、502b)之间延伸并在将热量加载其上时膨胀,从而使第二拱形梁(110b)相对上述一对相间隔的可移动的支承件(502a、502b)沿所述第二预定方向产生位移。

7、如权利要求6的微电子机械结构,其进一步的特征在于:

一位于所述第二拱形梁上的第二加热器(120b),它将热量加载于第二拱形梁并在第二拱形梁位移时随第二拱形梁位移。

8、如权利要求6或7的微电子机械结构,其特征在于,所述微电

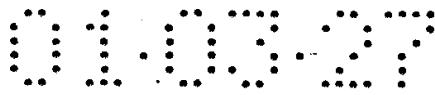
子机械结构包括一干电池，所述微电子机械结构还包括一与上述第一干电池相邻的第二干电池，所述微电子机械结构的特征在于：

一第二对位于上述微电子基片上的相间隔的可移动的支承件（502c, 502d）；

一沿上述第一预定方向拱起的第三拱形梁（110c），它在上述第二对相间隔的可移动的支承件（502c、502d）之间延伸并在将热量加载其上时膨胀，从而使第三拱形梁（110c）相对上述第二对相间隔的可移动的支承件（502c、502d）沿所述第一预定方向产生位移，其中所述第二加热器位于上述第三拱形梁（110c）上。

9、如权利要求 6 的微电子机械结构，其进一步的特征在于：一位于上述第一加热器上的连接器（130a）。

10、如权利要求 8 的微电子机械结构，其进一步的特征在于：一位于上述第二加热器上的连接器（130b）。



说 明 书

在随热启动梁移动的加热器上 包括该梁的微电子机械系统

本发明涉及电子机械系统，具体地说，涉及微电子机械系统。

目前已开发出微电子机械系统（MEMS）作为诸如继电器、启动器、阀门和传感器之类的通常机电装置的替代品。由于使用了微电子制造技术，故 MEMS 装置可能是低成本的装置。还可以提供新的功能，因为 MEMS 装置可以远小于通常的机电装置。

授予 Wood 等人（Wood）题为“热拱形梁微电子机械启动器”的 US 专利第 5,909,078 号说明了 MEMS 装置中的主要突破，本文引用了该专利的内容。Wood 公开了热拱形梁微电子机械启动器系列，这些启动器包括一拱形梁，它在微电子基片上的相间隔的支承件之间延伸。所述拱形梁在向其加热时会膨胀。例如，如 Wood 所述，电流穿过拱形梁，从而使其热膨胀。另外，如 Wood 所述，通过跨越气隙的外部加热器来对热拱形梁进行加热。

在被用作微电子机械启动器时，拱形梁的热膨胀会产生较大的位移以及较大的力，同时会消耗适度的能量。热拱形梁可用于提供继电器、传感器、微阀门和其它 MEMS 装置。例如在授予 Dhuler 等人题为“热拱形梁微电子机械装置及相关制造方法”的 US 专利第 5,994,816 号说明了其它热拱形梁微电子机械装置及相关制造方法，本文引用了该专利的内容。尽管如上所述，但还是继续需要对 MEMS 装置作进一步的改进。

本发明可提供热启动的微电子机械结构，该结构包括位于加热器上的热启动拱形梁，其中，所述拱形梁在位移时保留在加热器上。因此，本发明可提供改进了的瞬时热响应以及改进了的热效率。具体地说，在拱形梁移动时，加热器上的拱形梁与加热器一道移动。所以，可将热量直接加于拱形梁上，从而减少因加热器与拱形梁之间的气隙

所导致的热损失。

相反，通常的系统可包括加热器与梁之间的间隙。不幸的是，该间隙会增加热阻抗，从而会减少热通量。所述间隙还会使系统的瞬间热响应变差。

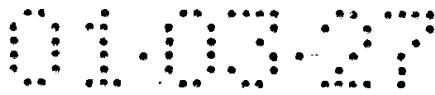
依照本发明，不需要随拱形梁对加热器与拱形梁之间的间隙进行加热，从而有改进了的瞬间热响应。在拱形梁位移时使加热器位移会通过减少拱形梁位移时的加热器与拱形梁之间的间隔而进一步减少热损失和瞬时热响应。

具体地说，本发明的微电子机械结构可包括位于一微电子基片上的相间隔的支承件以及一梁，最好是拱形梁，该梁在上述相间隔的支承件之间延伸并在将热量加于该梁时膨胀，从而使所说的梁产生位移。所说的梁位于加热器上，而加热器则将热量加于该梁上并在该梁移动时随其位移。

在本发明的一个实施例中，一第二梁在相间隔的支承件之间延伸。所述第一和第二梁均与加热器上的一连接器相连，其中，所述加热器随连接器一道位移。所述连接器可按机械的方式加强第一与第二梁之间的连接。在另一个实施例中，所述第一和第二梁与连接器分开并位于其上。

在本发明的又一个实施例中，一种可伸缩的（scalable）微电子机械结构包括位于一微电子基片上的可移动的相间隔的支承件以及一横肋梁，它在上述可移动的相间隔的支承件之间延伸。一第一拱形梁沿第一预定方向拱起并在有热量加于其上时沿该第一预定方向膨胀，从而使第一拱形梁相对上述可移动的相间隔的支承件位移。一第一拱形梁位于第一加热器上，该加热器将热量加于第一拱形梁上并在第一拱形梁位移时随该梁位移。一第二拱形梁沿第二预定方向拱起并在有热量加于其上时沿该第二预定方向膨胀，从而使第二拱形梁相对上述可移动的相间隔的支承件位移。所述第二拱形梁位于第二加热器上，该加热器将热量加于第二拱形梁并在第二拱形梁位移时随该梁位移。

在本发明的再一实施例中，所述相间隔的支承件位于加热器上，



其中，所述加热器可随上述可移动的相间隔的支承件一道移动。

图 1A 是本发明热拱形梁微电子机械启动器的第一实施例的平面图；

图 1B 是沿图 1A 中线 1B-1B' 的放大剖面图；

图 1C 是本发明热拱形梁微电子机械启动器的第二实施例的平面图；

图 2 是本发明热拱形梁微电子机械启动器的第三实施例的加热器一侧的第一视图；

图 3 是本发明热拱形梁微电子机械启动器的第四实施例的放大平面图；

图 4A 是本发明热拱形梁微电子机械启动器的第五实施例的连接器一侧的放大平面图；

图 4B 是图 4A 所示的实施例的加热器一侧的放大平面图；

图 5 是本发明可伸缩单元的放大平面图；

图 6 是本发明包括三个可伸缩单元的可伸缩单元阵列的放大平面图。

以下参照附图更完全地说明本发明，在附图中示出了本发明的最佳实施例。但是，可用不同的方式实施本发明，并且本发明并不局限于本文所述的实施例，相反，提供这些实施例是为了使得本公开全面和完整并且将本发明的范围完全地传给本领域的普通技术人员。在附图中，为清楚起见，扩大了层和区域的厚度。在所有的图中，相同的标号表示相同的部件。

应该认识到，当诸如层、区域或基片之类的部件被称为“位于另一部件上”时，它可直接位于另一部件上，或者存在有中间部件。相反，当一个部件被称为“直接位于另一部件上”时，就不存在有中间部件。

图 1A 是本发明热拱形梁微电子机械启动器的第一实施例的放大图。如图 1A 所示，本发明的微电子机械启动器包括第一至第四相间隔的支承件 102a-d，它们与微电子基片 100 相连。第一拱形梁 110a

在上述第一与第二相间隔的支承件 102a - b 之间延伸, 第二拱形梁 110b 在上述第三与第四相间隔的支承件 102c - d 之间延伸。第一和第二拱形梁 110a - b 沿预定的方向 104 拱起, 所述预定方向最好以平行于微电子基片 100 的方式延伸。拱形梁 110 还沿不与微电子基片 100 的平面平行的方向拱起。例如, 拱形梁 110 可沿与微电子基片 100 的平面相垂直的方向拱起。

尽管图 1A 示出了连在一对相应的相间隔支承件 102a - d 之间的各个拱形梁 110a - b, 但拱形梁 110a - d 也可连在单对相间隔支承件 102a - b 之间。所述微电子基片可以是诸如玻璃、硅、其它半导体或其它材料之类的任何适当的材料。

在没有热启动的情况下, 所述拱形梁沿预定方向 104 拱起。此外, 所述拱形梁还可响应加热而沿上述预定方向进一步拱起。拱形梁 110 位于加热器 120 上, 该加热器对拱形梁 110 进行加热。另外, 加热器 120 也可位于拱形梁 110 上。在拱形梁 110 受热而进一步拱起时, 该拱形梁就会位移。换句话说, 拱形梁 110 响应加热而沿所述预定方向进一步位移。一旦撤去了热启动, 拱形梁就沿与预定方向 104 相反的方向位移, 从而返回至初始的未被启动的拱形位置。

正如本文所使用的那样, 术语位移包括拱形梁 110 的中间部分在位置上的改变。例如, 在拱形梁 110 受热时, 拱形梁 110 的中间部分会相对拱形梁 110 的端部部分改变位置。位移还可包括拱形梁 110 的端部部分在位置上的改变。例如, 在拱形梁 110 受热时, 该拱形梁的端部部分会在相对拱形梁 110 的中间部分位移时产生位移。

图 1B 是图 1A 中沿线 1B - 1B' 的放大剖面图。依照图 1B, 第一和第二拱形梁 110a - b 位于加热器 120 上。加热器 120 响应第一和第二拱形梁 110a - b 所传导的电流 i 对这些拱形梁进行加热。可通过将电压加在位于第一至第四相间隔支承件 102a - d 上的相应电触点上而提供电流。也可用比全部拱形梁少的拱形梁来传导所述电流。例如, 在一个实施例中, 用两个拱形梁来传导电流, 而其余的拱形梁则用于传导其它信号。另外, 可通过诸如本文所述的挠性线路 (flexible tether)

之类手段向加热器 120 提供电流。

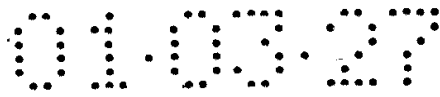
可通过将电压 $V+$ 和 $V-$ 加在位于相间隔支承件 102a - d 上的电触点而提供电流。具体地说，可将电压 $V+$ 和 $V-$ 加在 102a 和 102c、102a 和 102d、102b 和 102c 或 102b 和 102d 上。电流由加热器 120 来传导，其中，加热器 120 对电流的电阻会使加热器 120 生热。可通过用诸如多晶硅之类的对流过其中的电流有电阻的材料来构成加热器从而控制加热器 120 的电阻。还可通过将加热器的形状加工成能提高对电流的电阻形状诸如通过使加热器的一部分具有狭窄的形状而控制加热器 120 的电阻。

加热器 120 加给第一和第二拱形梁 110a - b 的热量会因这些梁的热膨胀而导致进一步的拱起。最好沿预定的方向 104 出现上述拱起，从而使第一和第二拱形梁 110a - b 位移。而且，在第一和第二拱形梁 110a - b 响应加热器 120 所加的热量而位移时，加热器 120 会随这些拱形梁位移。第一和第二拱形梁 110a - b 可直接位于加热器 120 上，或者可存在有诸如本文所述的连接器之类的其它中间部件。

本发明可提供改进的瞬时热响应以及改进的热效率。具体地说，所述加热器位于拱形梁上并且在拱形梁位移时随其位移。因此，可将热量直接加于拱形梁，从而会减少加热器与拱形梁之间的间隙所导致的热损失。而且，在拱形梁位移时使加热器位移会通过减少拱形梁位移时加热器与拱形梁之间的间隔而进一步减少热损失。

相反，诸如 Wood 所述之类的通常的微电子机械系统可使用位于微电子基片上的加热器。因此，通常的系统包括位于微电子基片上的加热器与加热器所加热的拱形梁之间的间隙。因此，通常的系统会有因上述间隙所导致的热损失。此外，通常的系统还具有减少的瞬时热响应，因为，微电子基片上的加热器会加热所述间隙和拱形梁，从而会增加加热所述拱形梁所需的时间。所述间隙会增加热电阻从而减少热通量。所述间隙还能使系统的瞬时热响应变差。

本领域的普通技术人员将会理解，可用通常称之为“LIGA”的高纵横比电镀技术或其它微电子技术来制造拱形梁 110。可用释放层

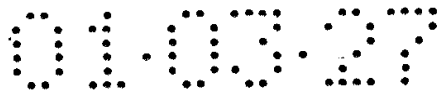


和湿蚀刻或其它通常技术使拱形梁 110 与微电子基片相分离。如图所示，拱形梁 110 固定在支承件 102a 和 102b 上，因此，拱形梁朝向预定运动方向 104 拱起。拱形梁最好由诸如通过响应加热而膨胀的能改变形状的材料构成。尽管可用随温度升高而收缩的具有负热膨胀系数的材料来形成拱形梁，但拱形梁最好是用诸如镍之类具有大的正热膨胀系数的材料构成。因此，拱形梁最好由随温的升高而膨胀的材料构成，所以，拱形梁在受热时会进一步拱起。热拱形梁启动器的热拱形梁和 / 或诸如固定器之类的其它组件可由诸如硅之类的单晶体材料构成。可利用诸如表面微加工之类的已有的微工程技术用诸如硅之类的单晶体材料来构成拱形梁和固定器。应该认识到，热拱形梁启动器的热拱形梁、固定器和其它组件可由不同的材料构成。

本发明的热拱梁微电子机械启动器就给定量的热膨胀而言会产生大量的偏差。例如，长度为 1mm 被加热至 20℃ 的镍梁在长度上会膨胀约 0.25 μm 。这可能比某些微电子机械启动器应用所需的位移少十倍。相反，当将同样的梁制成热拱形梁时，同样的加热会导致 2.5 μm 的位移。可通过诸如 LIGA 之类的高纵横比制造技术将这种偏差限于所述装置的平面内。

图 1C 是本发明热拱梁微电子机械启动器的第二实施例的放大剖面图。依照图 1C，第一绝缘层 140 形成在加热器 120 上。接触孔形成在第一绝缘层 140 上，以便提供与加热器 120 的电接触。第一绝缘层 140 可例如由氮化硅制成。第二绝缘层（未示出）在与第一绝缘层 140 相反的位置处形成在加热器 120 上。

第一和第二连接器部分 130a - b 可形成在第一绝缘层 140 上以及接触孔内，以便形成与加热器 120 的相应的第一和第二电接触。第一拱形梁 110a 可与第一连接器部分 130a 相连，第二拱形梁 110b 可与第二连接器部分 130b 相连。在本发明的最佳实施例中，第一和第二梁 110a、b 以及第一和第二连接器部分 130a - b 可以是同一层的一部分。例如，依照图 1C，第一拱形梁 110a 和第一连接器部分 130a 可以是单一的组件。第二拱形梁 110b 和第二连接器部分 130b 也可以是单一的

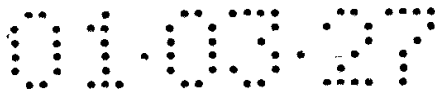


组件。另外，拱形梁 110a - b 可与连接器部分 130a - b 相分离。

第一连接器部分 130a 与第二连接器部分 130b 分离一定的间隙 135。在一个实施例中，间隙 135 可消除第一和第二连接器部分 130a - b 之间的直流电流（除经过加热器 120 的电流以外）。所述连接器可按机械的方式加强第一与第二拱形梁之间的连接。间隙 135 使第一连接器部分 130a 电绝缘于第二连接器部分 130b，因此，经由拱形梁提供的电流会被传导经过加热器 120。应该认识到，尽管图 1C 所示的实施例说明了第一与第二连接部分之间的间隙，但也可以使用没有间隙的连接器，其中，第一与第二连接器部分例如通过间隙 135 内的中间绝缘层彼此电绝缘。

在操作中，电流通过第一触点从第一拱形梁 110a 经由第一连接器部分 130a 流至加热器 120。属于第二连接器 130b 的加热器 120 部分通过第二触点将电流传导至第二拱形梁 110b。加热器 120 散发的热量会使得加热器 120 加热第一和第二连接器部分 130a、b 以及第一和第二拱形梁 110a - b。在将热量加于拱形梁时，拱形梁会进一步地拱起，这就会导致第一与第二连接器部分 130a - b 沿预定方向位移。而且，在拱形梁响应加热器 120 所提供的热量而位移时，加热器 120 会随这些拱形梁移动。

图 2 是本发明第三实施例的加热器一侧的图。如图 2 所示，U 形加热器 120 上设置有连接器 130，它将第一至第三拱形梁 110a - c、110a' - c' 连到一起。加热器 120 包括第一和第二电触点 215a - b。通过第一和第二电触点 215a - b 将电流提供给加热器 120，这就使加热器 120 产生通过连接器 130 施加给第一至第三拱形梁 110a - c、110a' - c' 的热量。加热第一至第三拱形梁 110a - c、110a' - c' 会使第一至第三拱形梁 110a - c 沿一预定方向 105 位移。在拱形梁 110a - c、110a' - c' 响应加热器 120 所提供的热量而位移时，加热器 120 会随拱形梁 110a - c、110a' - c' 移动。可以使用或多或少的拱形梁。拱形梁 110a - c、110a' - c' 以及连接器 130 可以是独立的单元，也可以是如以上参照图 1c 所述那样是一个组合单元。



通过配置出多个拱形梁，可以获得力的增加，因此能提供大的力和大位移的启动器。而且，连接器 130 可对整个启动器提供加固的效果。因此，可通过相连的拱形梁来提供较大的力。

加热器 120 可配置成其它形状。例如，加热器 120 可在连接器 130 上加工成板状形状，因为板状形状在需要加热的部分处有狭窄的形状，或者加热器 120 可以为弯曲的形状，以便将热量分配给预定的部分。也可以使用其它形状。

在与加热器 120 上的电触点 215a - b 电耦合的相应第一和第二挠性线路（或挠性导体）上，经过微电子基片 100 上的第一和第二电极 210a - b 将电流提供给加热器 120 或由加热器 120 提供电流。在操作中，可将电压加到第一和第二电触点 210a - b 上，以提供电流流过加热器 120。在拱形梁 110a - c、110a' - c' 和连接器 130 沿预定方向 105 位移时，挠性线路 205a - b 会保持第一和第二电触点 215a - b 与第一和第二电极 210a - b 之间的电连接。

图 3 是本发明第四实施例的放大平面图。如图 3 所示，第一至第三拱形梁 110a - c、110a' - c' 在第一和第二相间隔的支承件 102a - b 之间延伸并与它们相连。另外，第一至第三拱形梁 110a - c、110a' - c' 均可与一独立的间隔支承件 102 相连。第一和第二相间隔的支承件 102a - b 包括第一对电极 103a、b。可以使用或多或少的拱形梁。

第四和第五拱形梁 110d - e、110d' - e' 在第三和第四相间隔的支承件 102c - d 之间延伸并与它们相连。第四和第五拱梁 110d - e、110d' - e' 可与一共用支承件相连，如图所示，或者每个梁均与一独立的相间隔的支承件 102 相连。第三和第四相间隔的支承件 102c - d 包括第二对电极 103c、d。可以使用或多或少的拱形梁。

第一连接器部分 130a 位于第一至第三拱形梁 110a - c、110a' - c' 上并包括一位于该部分内的凹陷部 305。第二连接器部分 130b 位于第四和第五拱形梁 110d - e、110d' - e' 上并包括一相对该部分延伸的延伸部 310。延伸部 310 按非接触的关系插进凹陷部 305。将延伸部 310 插进凹陷部 305 可在第一至第五拱梁 110a - e、110d' - e' 之间提供

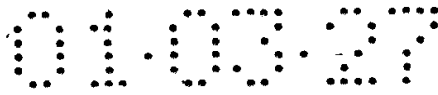
改进的坚固性。

间隙 135 使第一连接器部分 130a 电绝缘于第二连接器部分 130b, 以使经由拱形梁提供的电流会被传导经过加热器 120。应该认识到, 尽管图 3 所示的实施例说明了第一与第二连接器部分之间有间隙, 但也可以使用没有间隙的连接器, 其中第一与第二连接器部分例如通过间隙 135 内的中间绝缘层彼此电绝缘。

在操作中, 电压可被加到第一和第二对电极上, 从而使拱形梁 110 将电流传导至加热器 120 或者自加热器 120 传导电流。例如, 可将第一电压 $V+$ 加于第三和第四相间隔的支承件 102c-d 上, 并将第二电压 $V-$ 加于第一和第二相间隔的支承件 102a-b 上。可分别通过第四和第五拱形梁 110d-e 和第一至第三拱形梁 110a-c 将最终的电流 i 传导至加热器 120 并自加热器 120 传导最终的电流 i 。另外, 拱形梁可位于第一和第二连接器部分 130a-b 上, 并可利用第一和第二连接器部分 130a-b 将电流提供给加热器 120 并自加热器 120 提供电流。

加热器 120 所传导的电流会使加热器 120 加热沿预定方向 105 位移的第一至第五拱形梁 110a-e、110a'-e'。而且, 在上述拱形梁响应加热器 120 所提供的热量而位移时, 加热器 120 会随这些拱形梁位移。如图 3 所示, 可通过拱形梁及第一和第二连接器部分 130a-b 将电流提供给加热器 120 并自加热器 120 提供电流。另外, 可通过比全部拱形梁 110 少的拱形梁或通过挠性线路将电流提供给加热器 120。

图 4A 是本发明第五实施例的连接器一侧的放大图。如图 4A 所示, 与第一至第三拱形梁 110a-c、110a'-c' 相连的第一连接器部分 405a 包括多个相对该部分延伸的延伸部 425。与第一至第三拱形梁 110a-c 相连的第二连接器部分 405b 包括多个位于该部分内的凹陷部 420。多个延伸部 425 按非接触的关系插进多个相应的凹陷部 420 中, 以限定其间的间隙 135。将多个延伸部 425 插进多个相应的凹陷部 420 可在第一至第三拱梁 110a-c、110a'-c' 之间提供改进的坚固性。所述多个延伸部 425 和凹陷部 420 可包括诸如三角形、圆形或其它形状之类的其它形状。在又一个实施例中, 每个拱形梁 110a-c 均与相应的



拱形梁 110a' - c' 相连, 以在连接器 405a、b 上提供独立的拱形梁。此外, 所述拱形梁以及相应的连接器可以是独立的单元, 也可以是如参照图 1C 所述那样是一个组合单元。

图 4B 是图 4A 所示实施例的加热器一侧的放大图。依照图 4B, 加热器 120 位于第一和第二连接器部分 405a - b 上。加热器 120 可如以上参照图 2 所述那样呈 U 形形状或配置成其它形状。第一和第二电触点 430a - b 将电流提供给加热器 120 并自加热器 120 提供电流。使电流经过加热器 120 会使得加热器 120 加热第一和第二连接器部分 405a - b 和第一至第三拱形梁 110a - c、110a' - c', 从而使拱形梁沿预定方向 105 位移。拱形梁的膨胀会使拱形梁 110a - c、110a' - c' 沿预定方向 105 位移。在所述拱形梁响应加热器 120 所提供的热量而位移时, 加热器 120 会随这些拱形梁移动。

在本发明的一个实施例中, 第一和第二连接器部分 405a - b 绝缘于加热器 120。在操作中, 可将电压加在第一和第二电触点 430a - b 上, 从而使电流流过加热器 120。流过加热器 120 的电流会使拱形梁 110a - c、110a' - c' 受热并沿预定方向 105 位移。在所述拱形梁响应加热器 120 所提供的热量而位移时, 加热器 120 会随这些拱形梁移动。

在本发明的另一个实施例中, 第一和第二连接器部分 405a - b 并不绝缘于加热器 120。在操作中, 可通过将一电位差加在第一和第二相间隔的支承件 102a - b 上而提供电流。

按照另一方面, 本发明可提供热启动的微电子机械启动器结构和可伸缩的阵列, 从而以多维方式提供显著量的位移。正如本发明中所使用的那样, “可伸缩” 是指能按阵列的方式互连从而能响应热启动而将其中各结构或单元的位移组合起来的微电子机械启动器结构或单元。例如, 如果单个单元响应加热而提供位移距离 X, 那么连在一起的单元阵列可提供位移距离 2X。本发明的所有热启动结构和阵列实施例均可设置在微电子基片 100 上, 最好设置在该基片的通常为平面的表面上。微电子基片 100 可是诸如玻璃、硅、其它半导体或其它材料之类的任何适当的材料。

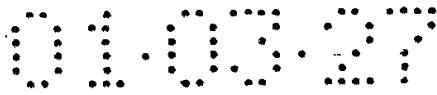


图 5 是本发明的可伸缩单元的放大平面图。依照图 5，第一连接器部分 130a 固定在微电子基片 100 上。第二连接器部分 130b 位于第一和第二拱形梁 110a - b、110a' - b' 上并与它们相连。所述第一和第二拱形梁沿第一预定方向 530 拱起。

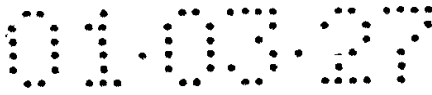
第一和第二拱形梁 110a - b 与第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a - b 相连并在它们之间延伸。第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a - b 并不固定于微电子基片 100 上，并可沿第二预定方向 525 移动。

第一和第二连接器部分 130a - b 位于第一加热器 120a 上并在第一和第二拱形梁 110a - b 响应第一加热器 120a 的加热而进一步拱起时保持在第一加热器 120a 上。当第一和第二拱形梁 110a - b 沿第一预定方向 530 拱起时，第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a - b 就沿第二预定方向 525 位移。具体地说，第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a - b 沿第二预定方向 525 位移，因为第一连接器部分 130a 被固定在微电子基片 100 上，而且第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a - b 并不固定在微电子基片 100 上。

在本发明的一个实施例中，可移动的相间隔的支承件 502a - b 位于相应的加热器 510a - b 上。加热器 510a - b 可向拱形梁 110 提供额外的加热。

横梁 505a 与第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a - b 相连并在它们之间延伸。在拱形梁位移时，横梁 505a 可减少第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a - b 沿第三预定方向 520 的运动。具体地说，横梁 505a 可以是热膨胀系数小于与拱形梁相关的热膨胀系数的材料。

横梁 505a 可为互连的成对拱形梁 110 提供额外的机械稳定性和可移动的支承。横梁 502 可比拱形梁 110 膨胀得少。所述横梁最好比各热启动微电子机械结构中的相应成对的热拱形梁加热得更少，以便节约能量并限制横梁的膨胀。同样，所述横梁可限制拱形梁的相反端沿预定方向 520 的向外运动，以致于拱形梁的进一步拱起会导致拱形梁的中部有明显的位移。



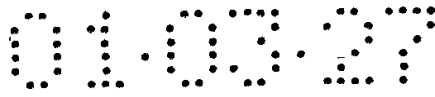
第三和第四拱形梁 110c-d 与第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a-b 相连并在它们之间延伸。第三和第四拱形梁 110c-d 沿第二预定方向 525 拱起。第三连接器部分 130c 位于第三和第四拱形梁 110c-d 上并与它们相连接。第二加热器 120b 位于第三连接器部分 103c 上并在第三和第四拱形梁 110c-d 响应第二加热器 120b 的加热而位移时随这些拱形梁移动。当第三和第四拱形梁 110c-d 进一步拱起时，第三和第四拱形梁 110c-d 会沿第二预定方向 525 位移。

在操作中，电流可经过加热器 120 以便对相应的相连拱形梁进行加热，从而使拱形梁 110 沿相应的预定方向位移。具体地说，在加热第一和第二拱形梁 110a-b 时，第一和第二相间隔的可移动的支承件 502a-b 会沿第一预定方向 525 位移。在加热第三和第四拱形梁 110c-d 时，第三连接器部分 130c 会沿第二预定方向 525 位移。依照图 5，附加第一至第四拱形梁 110a-d 的相应位移，以便提供有所增加的位移。

通过在与第一加热器 120a 电连接的第一电极和与最后的加热器 120 电连接的线路之间施加电压，可以提供电流，从而使拱形梁将此电流传导至相应的加热器，例如如图 6 所示。

可伸缩单元可以连在一起，以便形成一可伸缩单元阵列。可伸缩单元阵列可用于增加本文所述的热启动微电子机械系统的位移。例如在 1999 年 5 月 3 日提交的题为“能够多维可伸缩位移的微电子机械启动器结构和阵列”的 US 专利申请 No. 09/303,996 中进一步说明了可伸缩单元阵列，其公开全部在此引用作为参考。

因此，本发明的一个实施例提供一种热启动微电子机械阵列，它适于在与微电子基片限定的平面相平行的平面内沿一维和/或二维运动路线移动。可通过将本文所述的任何类型热启动微电子机械结构中的至少两种互连起来，最好是将同种类型的热启动微电子机械结构中的至少两个互连起来而形成所述热启动微电子机械阵列。由于热启动微电子机械阵列是可伸缩的，故可通过将这些结构配置成阵列而提供较大的位移。



每个热启动微电子机械单元均包括一对拱形梁，它们如前所述以可操作的方式在相反端连接起来。第一热启动微电子机械单元诸如通过拱形梁中的一个的中间部分与至少一个固定器相连并相对该固定器延伸。所述阵列中的其余热启动微电子机械单元则与另一个固定器相连，以致于每个单元均以可操作的方式与第一热启动微电子机械单元相连。同样，所述多个微电子机械单元在与微电子基片相重叠的悬臂状结构中相对至少一个固定器延伸，以便提供所需要的位移。

图 6 是本发明包括三个可伸缩单元的可伸缩单元阵列的放大平面图。依照图 6，一可伸缩单元阵列包括第一至第四加热器 120a-d，它在微电子基片 100 上的固定器 600 与微电子基片 100 上的电极 605 之间以电学的方式与第一至第六拱形梁 110a-f 相串联。在本发明的另一个实施例中，可移动的相间隔的支承件 502 可位于相应的加热器 510 上。加热器 510 可对拱形梁提供额外的加热。

在操作中，第一至第四加热器 120a-d 所传导的电流可使第一至第六拱形梁 110a-f 进一步拱起，以使可伸缩单元阵列相对固定器 600 沿第一预定方向 525 位移。而且，在相应的拱形梁响应加热器 120a-d 所提供的热量而位移时，加热器 120a-d 会随相应的拱形梁移动。挠性线路 205 允许第四加热器 120d 在保持与电极 605 电连接的同时进行位移。

依照本发明，加热器位于包括在热启动微电子机械结构内的拱形梁上。而且，在所述拱形梁因加热而位移时，所述加热器会保持在该拱形梁上。因此，本发明可提供改进的瞬时热响应以及改进的热效率。具体地说，所述加热器位于拱形梁上并在拱形梁位移时随之移动。可将热量直接加在拱形梁上，从而会减少因加热器与拱形梁之间的间隙所导致的热损失。而且，在拱形梁位移时使加热器位移，还能通过减少拱形梁位移时加热器与拱形梁之间的间隔而进一步减少热损失。

在附图和说明书中，业已公开了本发明的典型最佳实施例，尽管使用了具体的术语，但是，仅仅是在一般和说明性的意义上使用这些术语，而不是要进行限制，所附权利要求书中说明了本发明的范围。

说明书附图

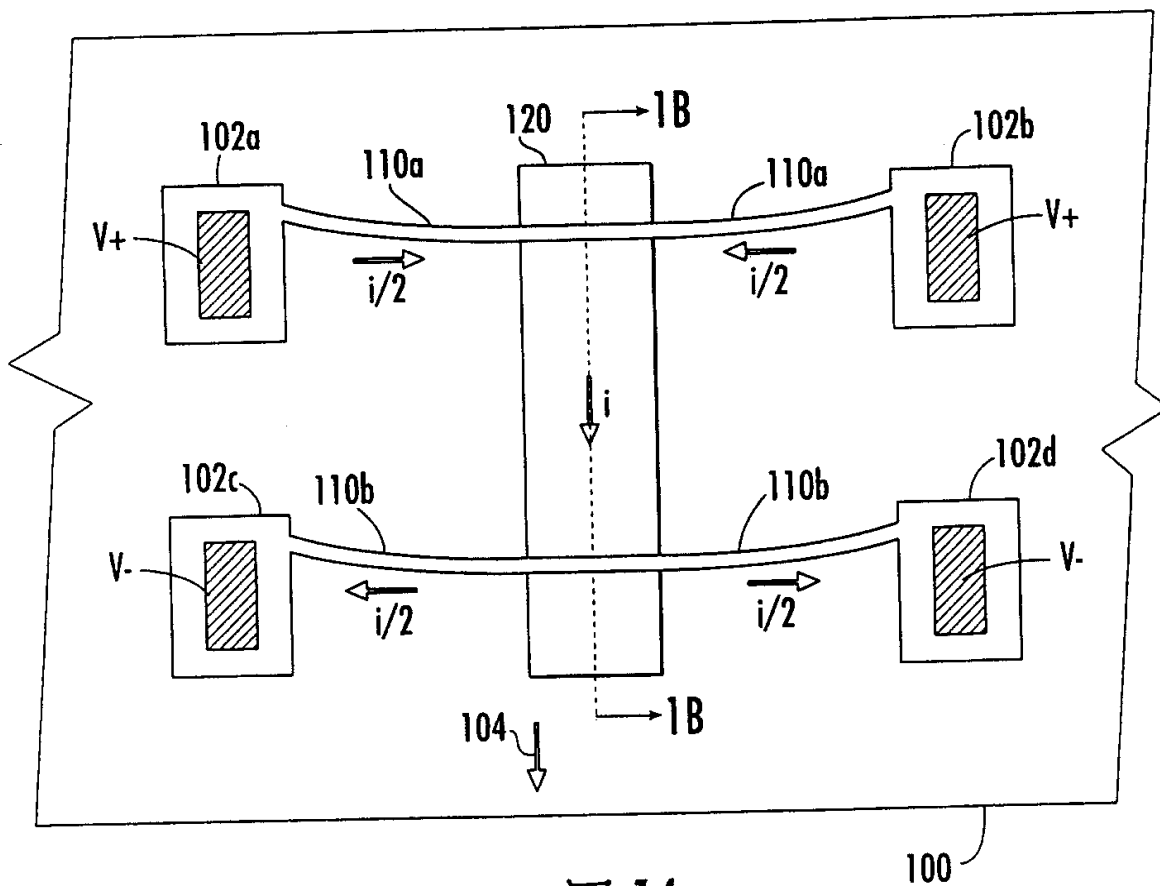


图 1A.

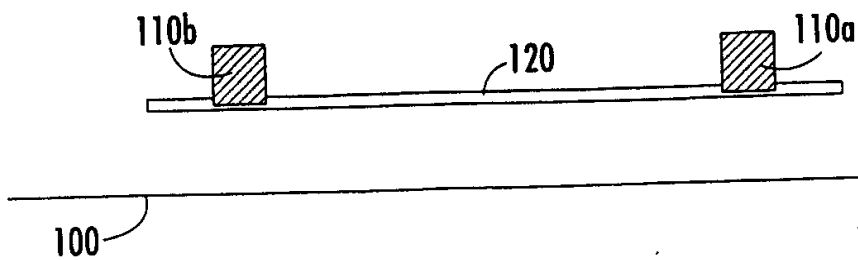


图 1B.

01.03.27

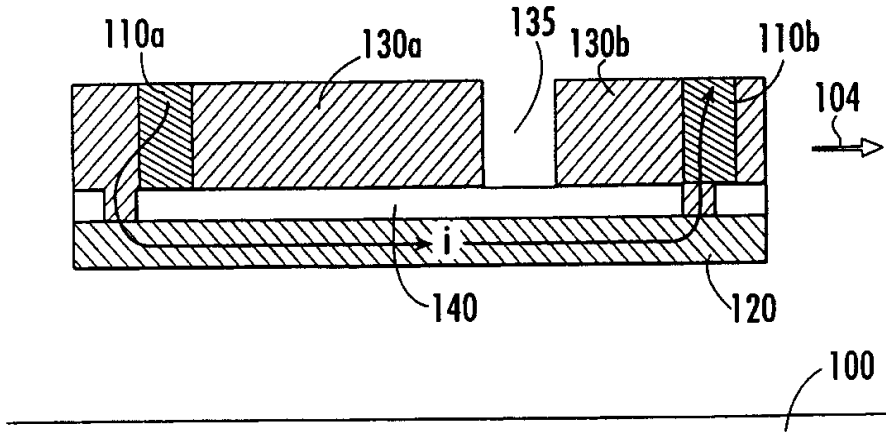


图1C

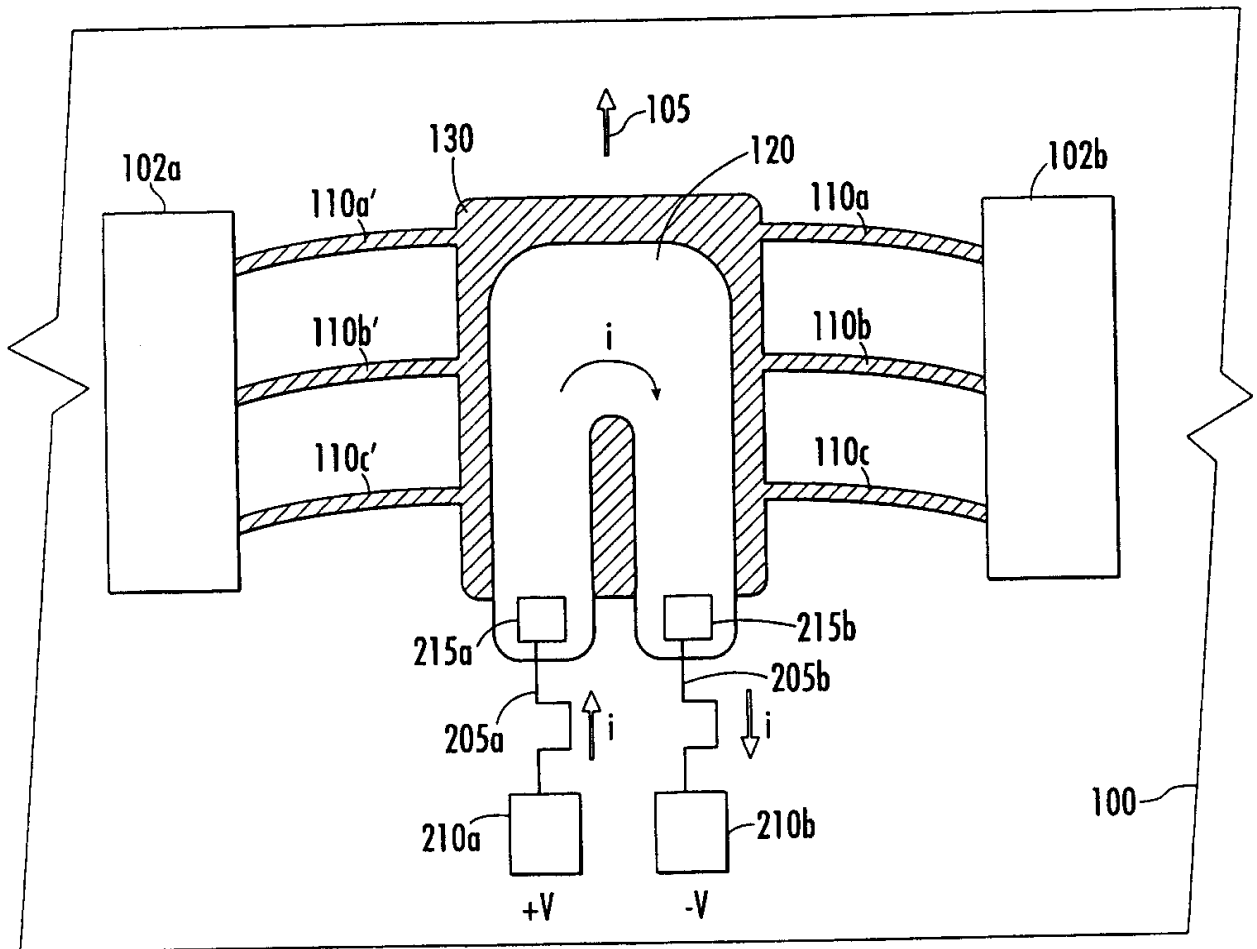


图 2

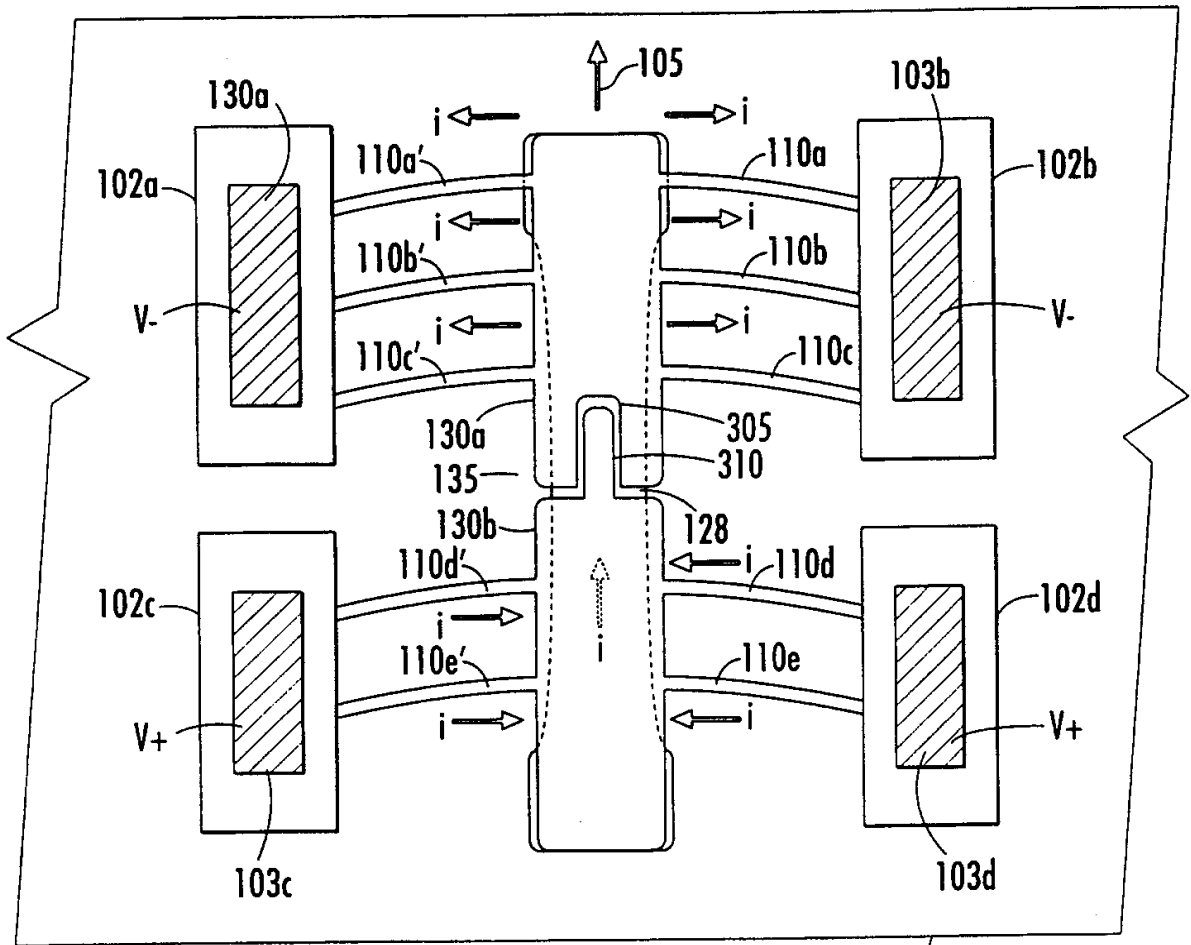


图3.

100

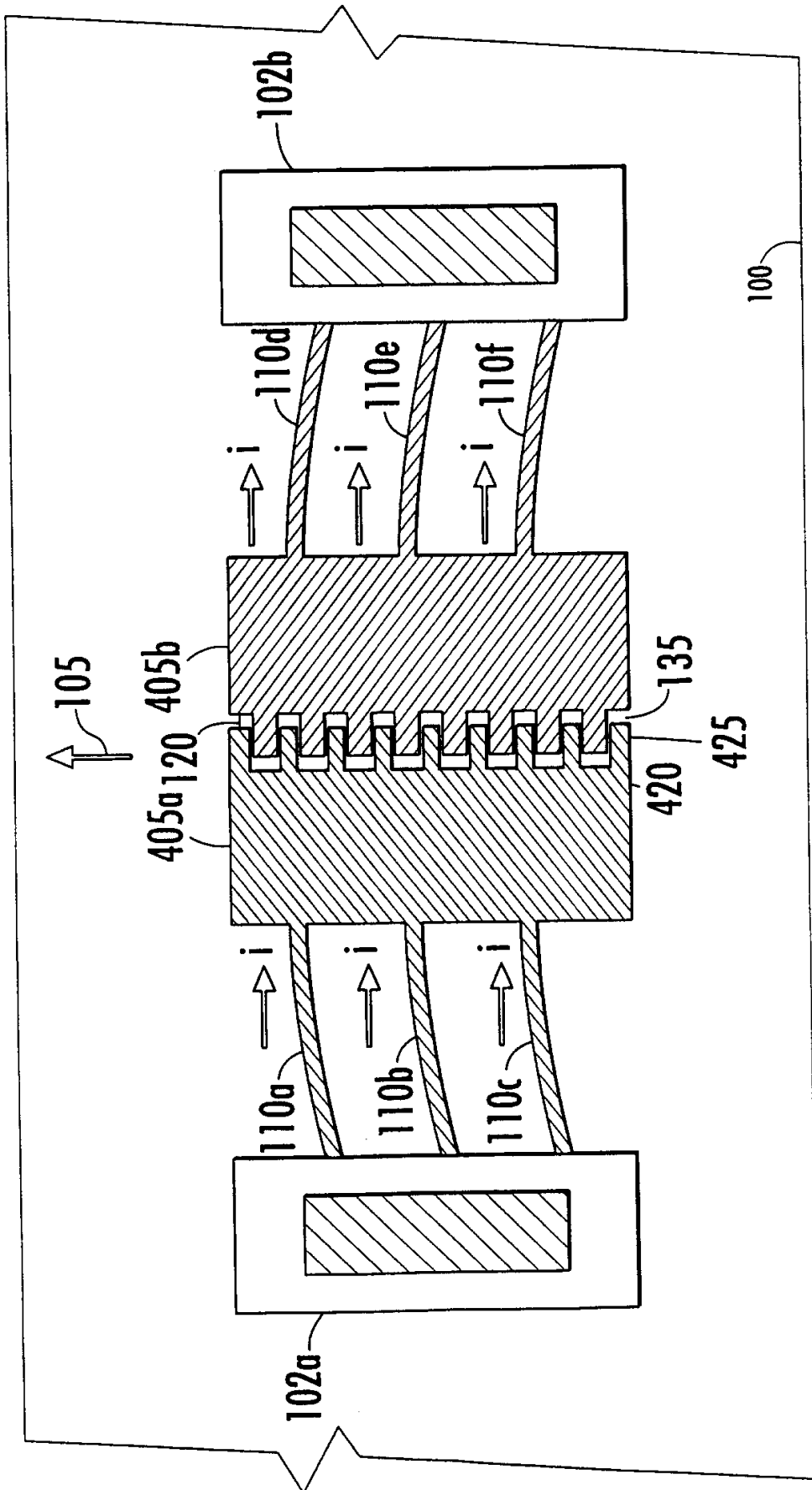


图 4A.

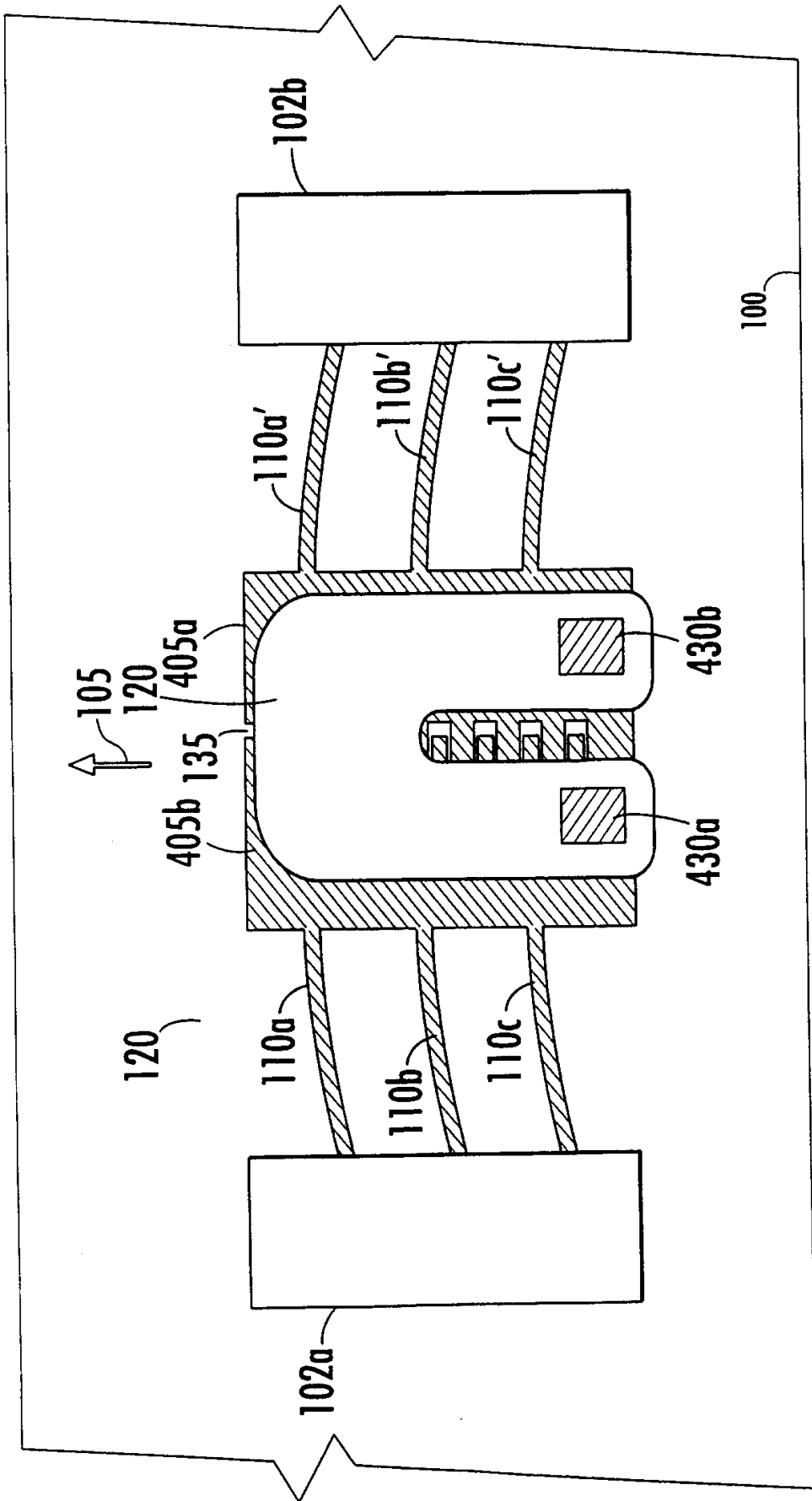


图 4B.

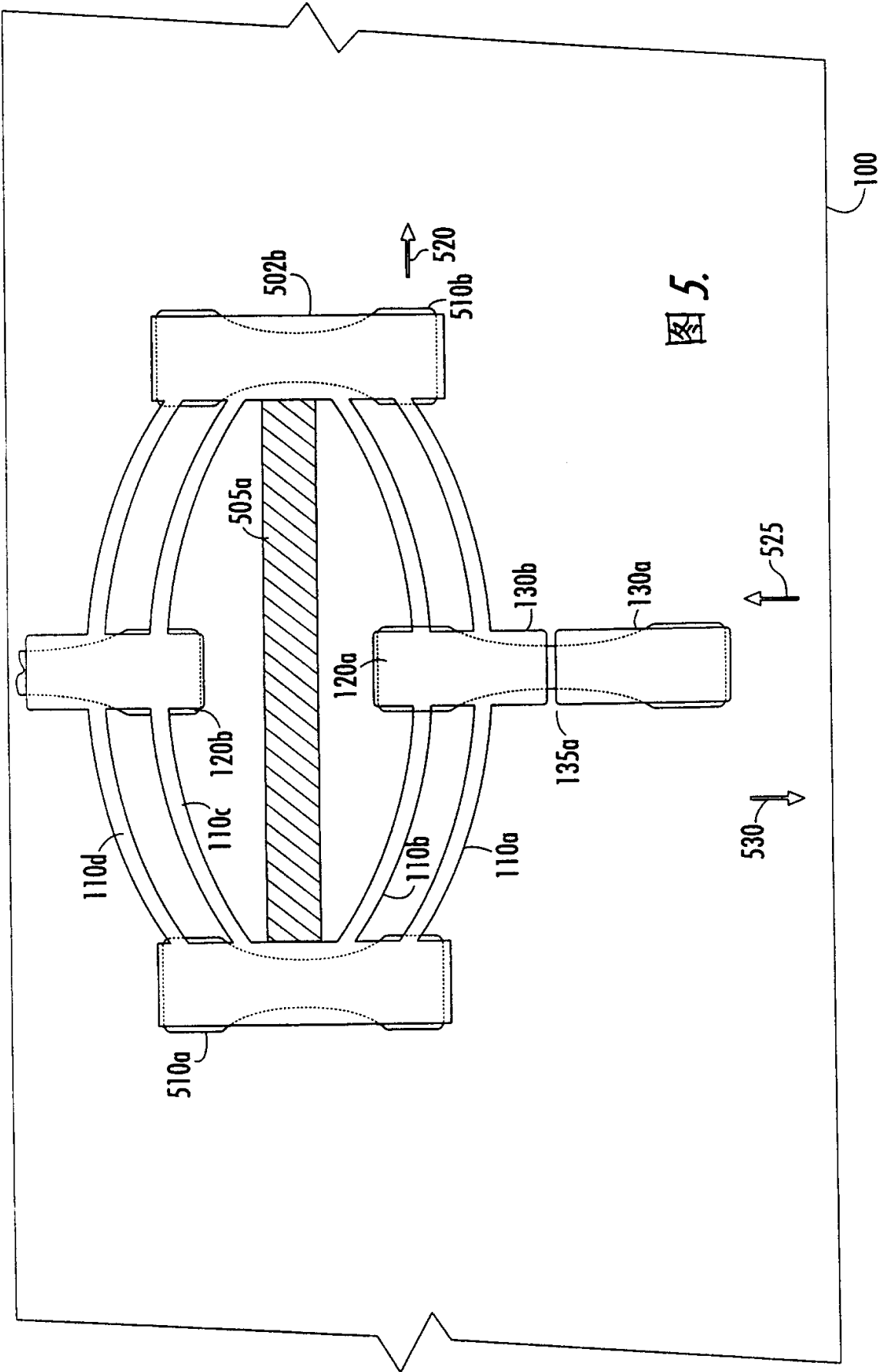


图 5.

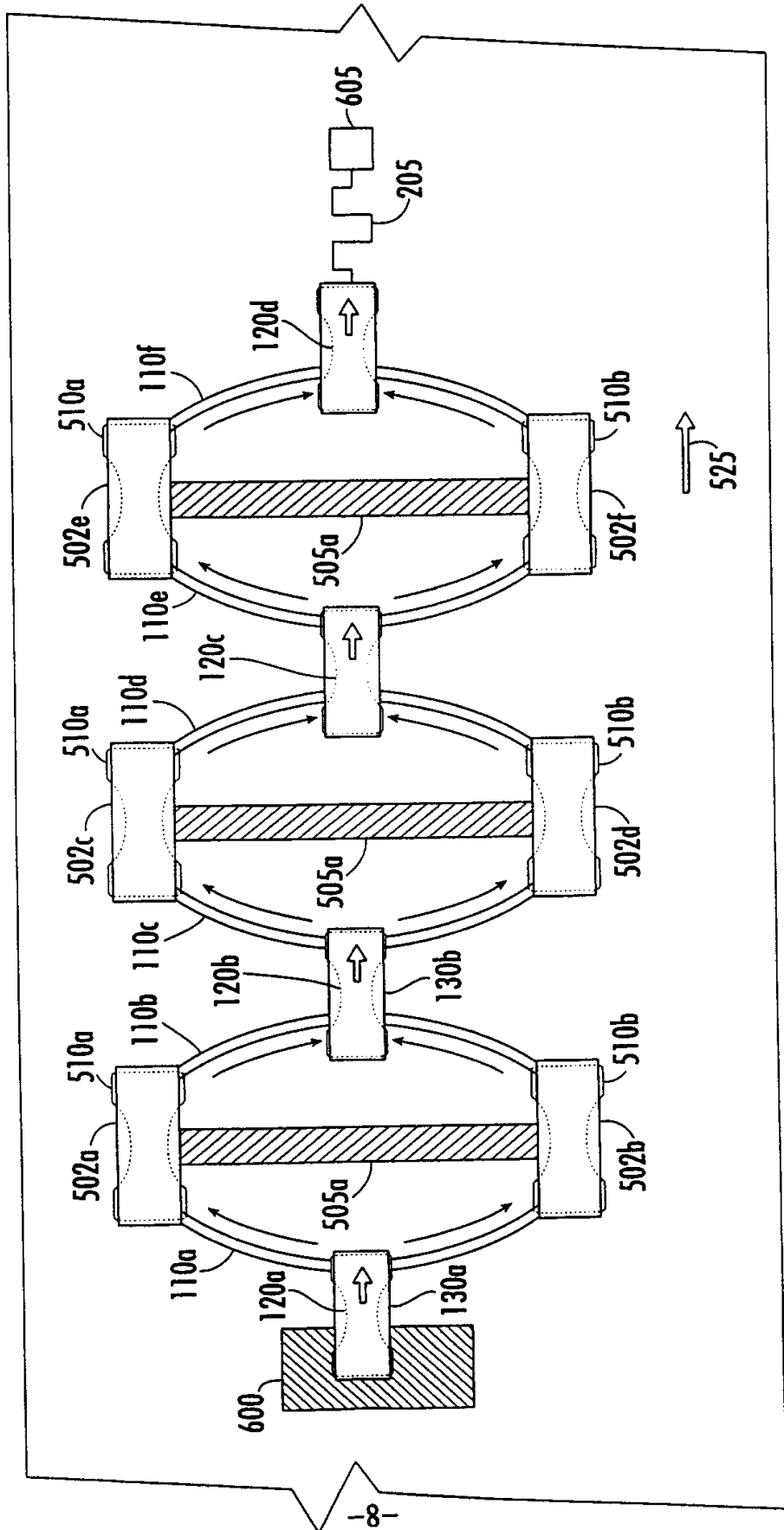


图6.