

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101606096 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 16

(21) 申请号 200780042338. 1

H01L 27/00 (2006. 01)

(22) 申请日 2007. 11. 13

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

11/559, 825 2006. 11. 14 US

US 6825967 B1, 2004. 11. 30, 说明书第 4 栏第 41-64 行, 第 10 页第 23 行-第 11 栏第 40 行、图 1, 2A, 7D, 8.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2009. 05. 14

US 6825967 B1, 2004. 11. 30, 说明书第 4 栏第 41-64 行, 第 10 页第 23 行-第 11 栏第 40 行、图 1, 2A, 7D, 8.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/US2007/084568 2007. 11. 13

CN 1647356 A, 2005. 07. 27, 说明书第 2 页第 20 行-第 3 页第 6 行、图 1-2.

(87) PCT 申请的公布数据

W02008/061097 EN 2008. 07. 10

US 5991079 A, 1999. 11. 23, 全文.

(73) 专利权人 格雷姆格拉斯网络公司

US 6389189 B1, 2002. 05. 14, 全文.

地址 美国加利福尼亚州

US 6661069 B1, 2003. 12. 09, 全文.

(72) 发明人 布赖恩·P·斯泰克

CN 1456923 A, 2003. 11. 19, 全文.

安德烈斯·费尔南德斯

亚历山大·P·金德沃

温沙·E·欧文斯

审查员 喻天剑

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 余滕 王艳春

(51) Int. Cl.

G02B 26/00 (2006. 01)

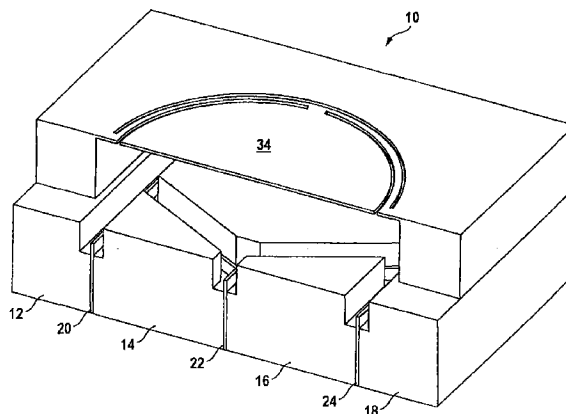
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

带有帕那堆叠的充电防护装置

(57) 摘要

一种基于 MEMS 的镜子, 在相邻的电极之间设置有沟槽, 以能够承受相对高的施加电压, 从而基本上减少暴露于不受控制的表面电位。因而基于 MEMS 的镜子避免了电压漂移并具有改进的镜子定位稳定性。沟槽的尺寸被选择为使得在每对相邻的电极之间的施加电压保持在预定的限度内。绝缘层 (例如, 二氧化硅) 将每对相邻的电极电隔离。每个绝缘层部分地在相关的沟槽上方延伸, 并且由相同的高度和宽度尺寸表现其特征。



1. 一种静电控制微电子机械系统装置,包括:
第一电极和第二电极,形成于衬底中;
沟槽,被设置在所述第一电极与所述第二电极之间;
绝缘层,形成于所述第一电极与所述第二电极之间;所述绝缘层从所述沟槽的底面突出,
其中,所述沟槽的高度大于所述沟槽的宽度。
2. 如权利要求1所述的静电控制微电子机械系统装置,其中,所述绝缘层从所述沟槽的底面突出的高度大于所述绝缘层的宽度。
3. 如权利要求1所述的静电控制微电子机械系统装置,其中,所述衬底是硅衬底。
4. 如权利要求3所述的静电控制微电子机械系统装置,其中,所述绝缘层是二氧化硅。
5. 如权利要求1所述的静电控制微电子机械系统装置,进一步包括:
镜子,位于所述导电元件的上方。
6. 如权利要求1所述的静电控制微电子机械系统装置,进一步包括:
第三电极,形成于所述衬底中;
第二沟槽,被设置在所述第二电极与所述第三电极之间;以及
第二绝缘层,形成于所述第二电极与所述第三电极之间;所述第二绝缘层从所述第二沟槽的底面突出。
7. 如权利要求6所述的静电控制微电子机械系统装置,其中,所述第一沟槽和所述第二沟槽具有相同的尺寸,所述第一沟槽和所述第二沟槽中每一个的高度大于所述第一沟槽和所述第二沟槽中每一个的宽度。
8. 如权利要求7所述的静电控制微电子机械系统装置,其中,所述第一绝缘突出部和所述第二绝缘突出部具有相同的尺寸,所述第一突出部和所述第二突出部中每一个的高度大于所述第一突出部和所述第二突出部中每一个的宽度。
9. 一种静电控制微电子机械系统装置,包括:
N个电极,形成于衬底中;
M个沟槽,每个沟槽被设置在不同的一对相邻电极之间;
M个绝缘层,每个绝缘层与所述M个沟槽中不同的一个沟槽相关联,每个绝缘层形成于不同的一对相邻电极之间;每个绝缘层从相关联的沟槽的底面突出;以及
一个或多个镜子,位于所述电极的下方,
其中,每个沟槽的高度均大于其宽度。

带有帕邢堆叠的充电防护装置

背景技术

[0001] 本发明涉及微电子机械系统 (MEMS) 装置,更具体地,涉及适用于安全地工作在高施加电压下的 MEMS 镜子。

[0002] MEMS 装置通常部分地采用公知的集成电路 (IC) 制造工艺形成。一种这类装置是适于响应静电驱动而枢转的带有万向架的镜子。这种镜子的运动用于使光束改变方向。通常通过在衬底的平面表面上形成的电极与位于该电极上方的镜子之间的电容效应获得静电驱动。为了获得相对大范围的角运动,镜子以相对大的距离被悬挂在电极上方。因此,为了产生驱动,相对大的电压通常是必要的。

[0003] 在实践中,能够施加的最大电压受到公知的电压击穿效应的限制。例如,如果两个扁平电极被均匀的间隙分离,则周围气体发生击穿的电压由图 1 所示的公知的帕邢曲线描述。如图 1 所示,精确的曲线取决于周围气体的类型,但是大体的形状是类似的。击穿由不受控制的 (uncontrolled) 电能放电表现其特征,这种不受控制的电能放电能够对暴露于放电下的任何表面造成严重的物理损坏。

[0004] 除了周围气体的击穿,击穿还可沿着表面发生。如果两个导体由绝缘体分离,则击穿能够沿着绝缘体的表面发生。与帕邢击穿不同,表面击穿并非分隔间距的简单函数,而是绝缘体的线性路径长度的更复杂的函数,并受到表面污染物的严重影响。

[0005] 无论击穿穿过气体发生或是在表面上发生,利用静电驱动的 MEMS 装置的安全工作必需在低于会产生击穿的电压下进行。这种约束对静电 MEMS 装置 (例如,上述的 MEMS 镜子) 的设计造成了实际的限制。

[0006] 在静电 MEMS 装置中遇到的另一个常见问题是电极与各种绝缘表面层之间的表面电位的控制。由于沿着电极之间的电介质表面的电荷迁移,电介质表面上的表面电位倾向于随时间而漂移。这样会引起有关镜子定位的重复性方面的严重问题。

[0007] 由于对温度、湿度和其它环境因素敏感,这些表面的导电特性本身是不稳定的。依据不同的应用,导电特性还可受到取决于时间的电磁辐射 (光) 的影响,从而产生系统串扰 (system crosstalk)。这些表面的导电特性还受到在表面沉积和蚀刻中的杂质、工艺步骤以及所使用的材料的严重影响。所有这些因素结合起来会使得对产生施加在可驱动元件上的力和扭矩的表面电位失去控制,从而导致装置不可靠和不可控。

发明内容

[0008] 一种基于 MEMS 的镜子,适于承受相对高的施加电压,并且通过在基于 MEMS 的镜子的相邻电极之间设置沟槽而基本上减少暴露于不受控制的表面电位。因此,基于 MEMS 的镜子避免了电压漂移并具有改进的镜子定位稳定性。沟槽的尺寸被选择为使得在每对相邻的电极之间施加的电压处于预定的限度 (例如,由帕邢曲线所确定的限度) 内。

[0009] 在一个实施方式中,电极 (导电元件) 形成于硅衬底中。绝缘层 (例如,二氧化硅) 用于将电极彼此电隔离以及将电极与衬底的其余部分电隔离。每个绝缘层在相关的沟槽上方部分地延伸。在某些实施方式中,延伸部的高度是延伸部的宽度的 2 至 4 倍。从其

相关的沟槽的底面突出的绝缘层延伸部提供了沿着将电极彼此电隔离以及将电极与衬底的其余部分电隔离的绝缘表面的更大路径长度。更大的路径长度减少了表面击穿效应,从而与上述沟槽相结合以允许向电极施加相对大的电压。

[0010] 为了减小暴露于不受控制的表面电位,绝缘层的顶面基本上相对于电极的顶面下陷。在绝缘体上累积的所有电荷会被沟槽的导电侧壁所屏蔽,从而降低了装置对绝缘体上的表面电位漂移的敏感性。

[0011] 为了进一步增加可向本发明的基于 MEMS 的镜子施加的电压范围,在接受该电压的电极之间设置有多条沟槽。每个沟槽由相同的深度和相同的宽度表现其特征。沟槽高度可以与沟槽宽度不同。电隔离每个电极的绝缘层从每个沟槽的底面向上延伸,并基本上从电极的顶面下陷。电隔离每个电极的多个沟槽允许根据这种沟槽的数目将施加的电压级联(cascade)至任意高的数值。

附图说明

[0012] 图 1 示出了现有技术中已知的随着沟槽间隙变化的击穿电压;

[0013] 图 2 是根据本发明的一个实施方式的基于 MEMS 的镜子的横截面图;

[0014] 图 3 是根据本发明的一个实施方式的图 2 所示的基于 MEMS 的镜子的俯视图;

[0015] 图 4 是根据本发明的一个实施方式的图 2 所示的基于 MEMS 的镜子的立体图;

[0016] 图 5 是根据本发明的另一个实施方式的基于 MEMS 的镜子的横截面图;

[0017] 图 6 是图 4 所示的基于 MEMS 的镜子的俯视图。

具体实施方式

[0018] 图 2 是根据本发明的一个实施方式的基于 MEMS 的镜子 10 的横截面图。如下所述,基于 MEMS 的镜子 10 适于承受相对高的施加电压,并基本上减少了暴露于不受控制的表面电位,从而避免了电压漂移和镜子定位的不稳定性。

[0019] 如图 2 所示,电极 14 和 16 通过绝缘体 20 和 24 与衬底的其余部分电隔离,并且通过绝缘体 22 彼此电隔离。在基于 MEMS 的镜子 10 的示例性实施方式中,电极以及支撑镜子 34 的支撑结构 30,32 由硅形成,并因此具有匹配于电极和基底材料的热膨胀系数。在这类实施方式中,绝缘层 20、22 和 24 可由二氧化硅形成。金属垫 26 和 28 用于向电极 14 和 16 施加电压。尽管未示出,但是可理解类似的金属垫也得以形成并用于向衬底 12 施加电压。

[0020] 基于 MEMS 的镜子 10 部分地由位于电极之间的沟槽以及位于电极与衬底之间的沟槽表现其特征。图 2 示出了位于衬底 12 与电极 14 之间的沟槽 36;位于电极 14 与电极 16 之间的沟槽 38;以及位于电极 16 与衬底 12 之间的沟槽 40。绝缘层 20、22 和 24 形成为分别从沟槽 36、38 和 40 的底面延伸。氧化物延伸部的高度和宽度(分别表示为 H 和 W)被选择为增加了沿着将电极彼此分离以及将电极与衬底的剩余部分分离的绝缘体表面的总路径长度。另外,下面会进一步讨论到,每一个沟槽的宽度 A 以及尺寸 H 和 W 被选择为使得能够施加在每对相邻电极之间的电压最大。

[0021] 图 1 示出了对于空气 62 和氮气 64,随着沟槽的宽度 A 变化的击穿电压,通常称为帕邢曲线。例如,当沟槽的宽度 A 大致为 80-90 μm 时,击穿电压大致为 800 伏。为了提供附加的工作裕度(margin),在某些实施方式中,当沟槽的宽度被选择为 80 μm 时,在每对相

邻的电极之间施加例如为 400 伏的最大电压。增加附加的裕度的另一个原因是图 1 中的曲线假设电极的大小是无限的。真实电极的尺寸是有限的,并且由陡沿引起的边缘场与无限电极的情况相比可显著地增加局部电场。与帕邢曲线相比,这种电场的增加能够降低实际的击穿电压值。一种安全的经验法则是在小于由帕邢曲线预测的击穿电压 2 个安全裕度系数的电压下工作。可以理解,可以采用不同于 2 的安全裕度系数。

[0022] 能够发生的另一种击穿过程是表面击穿。在这种情况下,击穿沿着绝缘体的表面发生,并且是导体之间的间距的、比图 1 所示更复杂的函数。通常,随着沿着将两个导体分离的绝缘体的表面的总路径长度增加,击穿电压也增加。因此,在某些实施方式中,绝缘体延伸至沟槽的底部以上的高度 H 处,以增加沿着例如电极 14 和 12 之间的绝缘体的总路径长度。在一个实施方式中,氧化物延伸部的高度和宽度(分别表示为 H 和 W) 被选择为分别具有例如为 $20\mu\text{m}$ 和 $10\mu\text{m}$ 的数值。衬底背部的绝缘层 66 防止击穿发生在背面。

[0023] 图 2 示出了绝缘体 20、22 和 24 的顶面基本上位于电极 14、电极 16 和衬底 12 的表面下方。通过使位于这些表面下方的绝缘体凹入,在绝缘体上随时间累积的电荷被沟槽的导电侧壁有效地屏蔽,从而降低了装置对该充电过程的敏感性(susceptibility)。通常,高宽比 $(B-H)/A$ 越大, MEMS 装置对绝缘体上的充电过程就越不敏感。在某些实施方式中,绝缘体的深度与沟槽的宽度的比,即 $(B-H)/A$ 可能是 2。例如,为了在每对相邻的电极(例如,电极 14 与电极 16)之间,或者衬底与邻近电极(例如,衬底 12 与电极 14)之间维持 400V 的施加电压,在一个实施方式中,绝缘体的深度 $(B-H)$ 被选择为 $160\mu\text{m}$,沟槽的宽度 A 被选择为 $80\mu\text{m}$ 。如果绝缘体的高度例如是 $20\mu\text{m}$,则沟槽的深度例如是 $180\mu\text{m}$ 。

[0024] 图 3 是基于 MEMS 的镜子 10 的俯视图的示例性实施方式,在图 2 中则示出了基于 MEMS 的镜子 10 的沿着线 A-A' 的横截面图。如图 3 所示,电极 14 和电极 16 被显示为部分地通过宽度均为 A 的沟槽 36、38 和 40 彼此分离。从各个沟槽的底面突出的绝缘氧化物延伸部 20、22 和 24 中的每一个的宽度均为 W 。图 2 所示的横截面图示出了氧化物延伸部的高度。图 4 是基于 MEMS 的镜子 10 的立体图。

[0025] 为了进一步增加可向本发明的基于 MEMS 的镜子施加的电压范围,在接收这些电压的电极之间设置了多个沟槽。图 5 是根据这些实施方式的基于 MEMS 的镜子 20 的横截面图。位于电极 16 与 18 之间的是沟槽 40,而位于电极 18 与衬底 46 之间的是沟槽 44。类似地,位于电极 14 与 12 之间的是沟槽 36,而位于电极 12 与衬底 46 之间的是沟槽 46。沟槽 38 被设置在电极 14 与 16 之间。

[0026] 图 5 所示的每个沟槽由深度 B 和宽度 A 表现其特征。根据图 2 所示的帕邢曲线来选择沟槽尺寸。例如,在一个实施方式中,为了在电极 16 与衬底 46 之间维持 800V 的施加电压,在一个实施方式中,沟槽的深度 B 被选择为 $180\mu\text{m}$,沟槽的宽度 A 被选择为 $80\mu\text{m}$ 。在一个实施方式中,氧化物延伸部的高度 H 和宽度 W 被选择为分别具有例如为 $20\mu\text{m}$ 和 $10\mu\text{m}$ 的数值。

[0027] 图 6 是基于 MEMS 的镜子 20 的俯视图的示例性实施方式,在图 5 中则示出了基于 MEMS 的镜子 20 的沿着线 A-A' 的横截面图。如图 6 所示,例如,衬底 46 和电极 16 被显示为部分地被间隙均为 A 的沟槽 44 和 40 彼此分离。从各个沟槽 44、40、38、36 和 42 的底面突出的绝缘氧化物延伸部 52、24、22、20 和 50 中的每一个的宽度均为 W 。图 4 所示的横截面图示出了氧化物延伸部的高度。可以理解,通过为更多的沟槽提供在这些沟槽上延伸的氧

化物或其它绝缘材料,基本上可以在电极之间施加更高的电压。例如,通过提供三个沟槽,每个沟槽均被选择为安全地支持例如 400V 的电压,则能够维持 1200 伏的施加电压。

[0028] 本发明的上述实施方式是说明性的而非限制性的。各种替代和等效是可能的。本发明并不受位于电极之间的沟槽的高度或宽度的限制。本发明也不受从沟槽的底部突出的绝缘延伸部(例如,氧化物、氮化物等)的高度或宽度的限制。本发明不受沟槽数目的限制,也不受从每个沟槽突出的延伸部的数目的限制。本发明不受用于形成电极的材料限制。本发明还可用于其它的 MEMS 装置。根据本公开,其它的增加、减少或修改是显而易见的,并且会落在所附权利要求书的范围内。

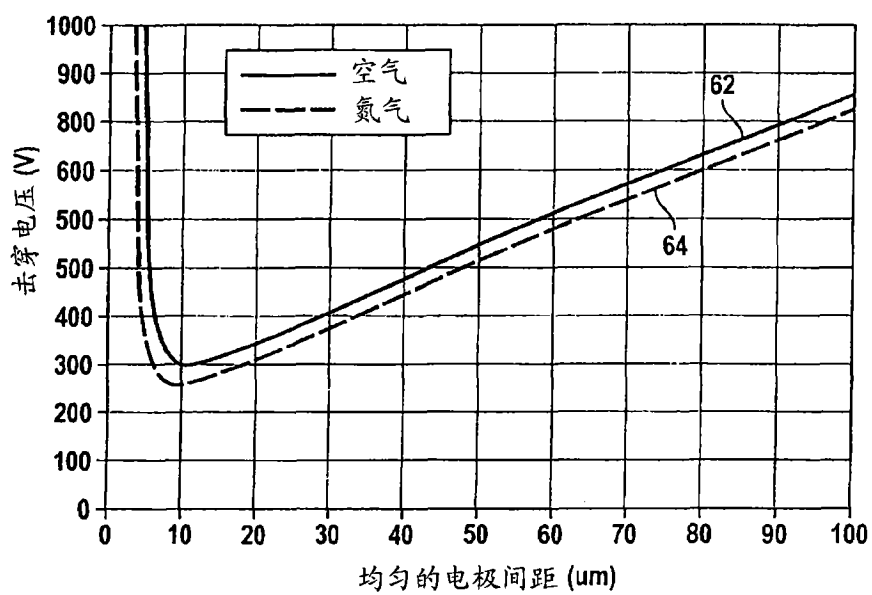


图 1

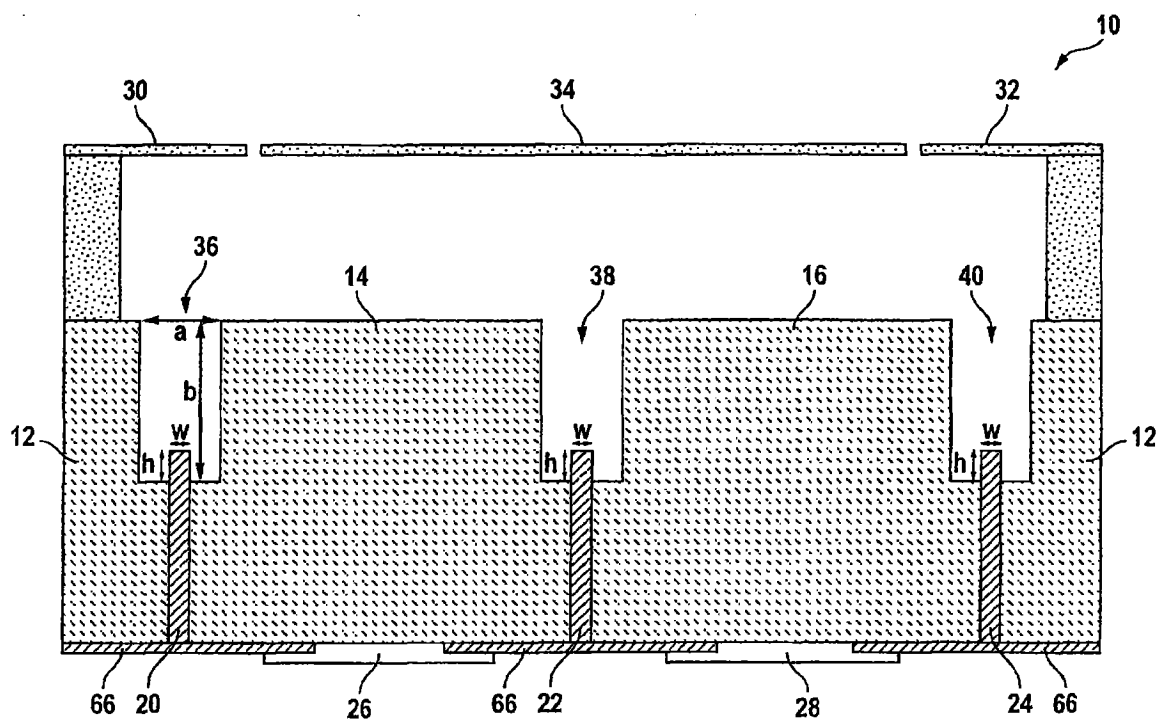


图 2

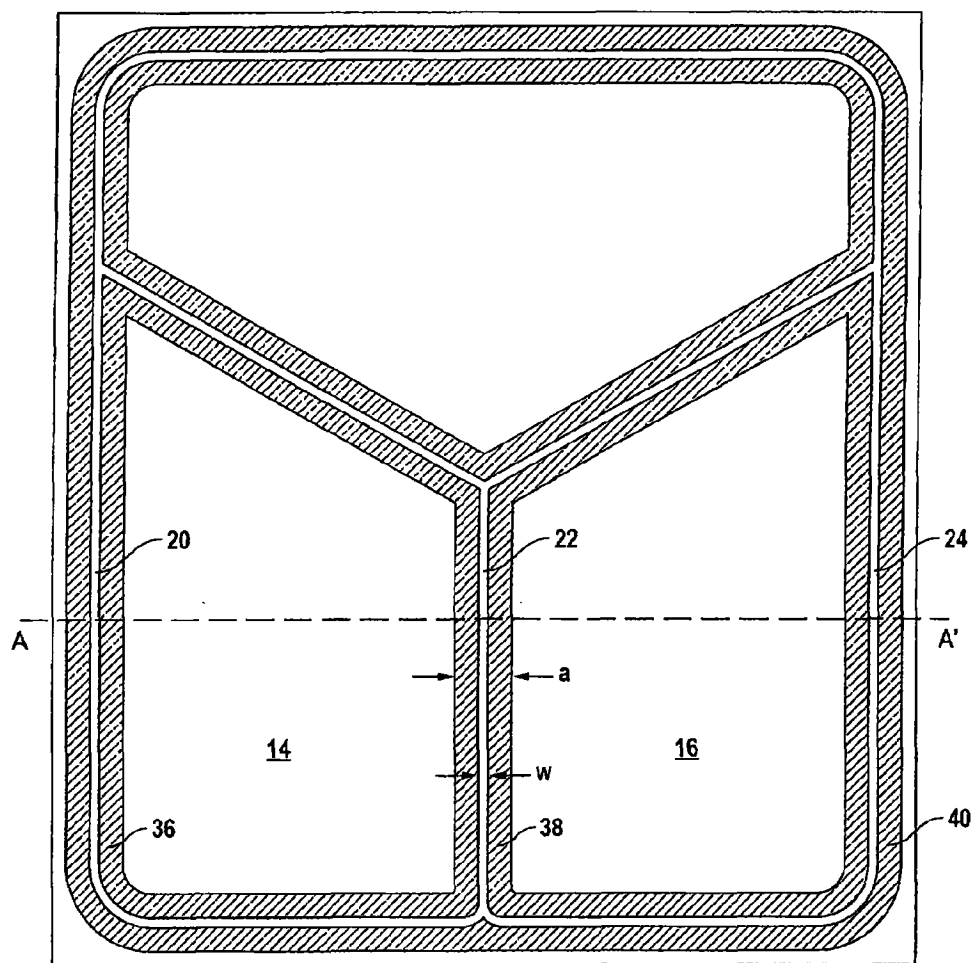


图 3

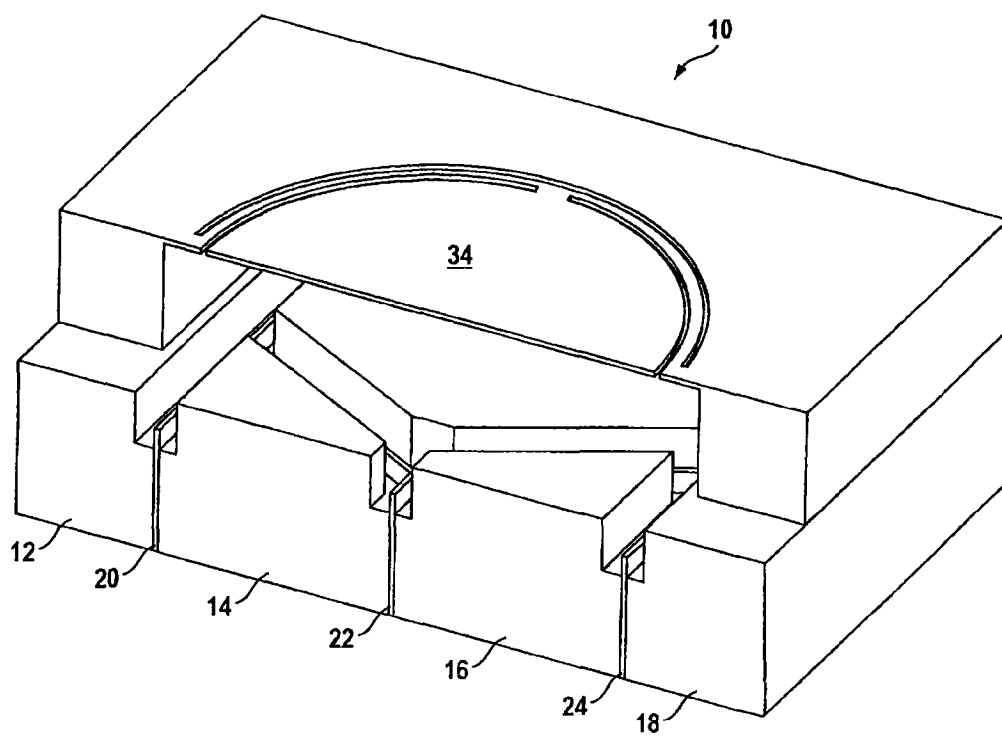


图 4

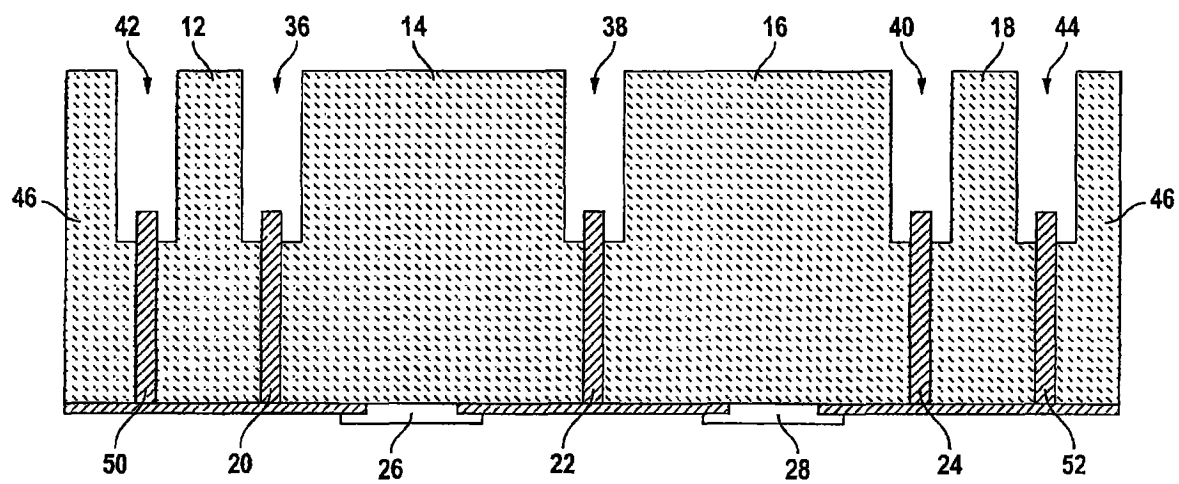


图 5

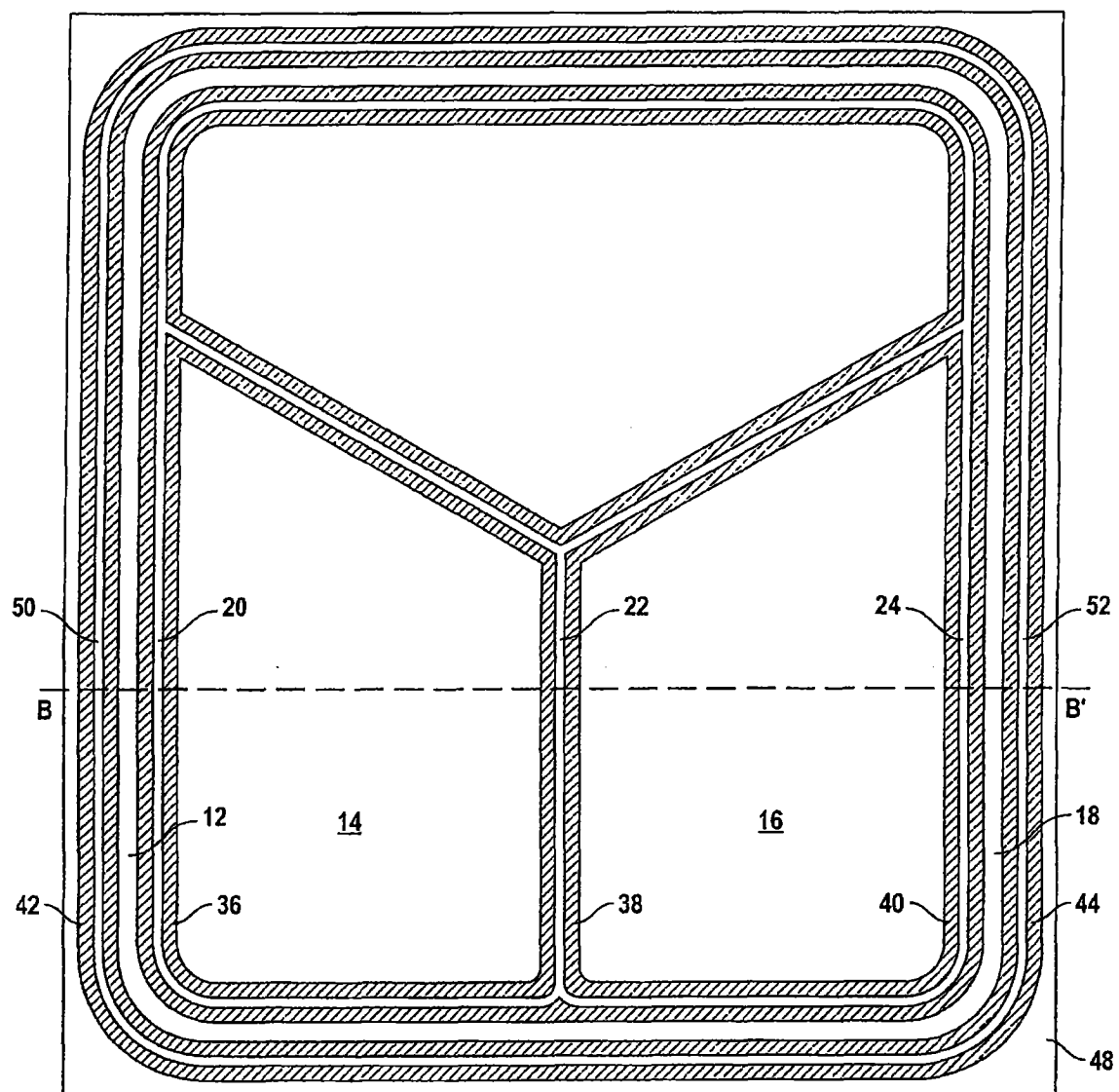


图 6