



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101317325 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 200680027480. 4

G01P 15/125 (2006. 01)

(22) 申请日 2006. 06. 28

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

11/192, 874 2005. 07. 28 US

US 2004/0231421 A1, 2004. 11. 25, 说明书第 [0030]–[0038] 段, 第 [0040]–[0042] 段、附图 1A–1B.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2008. 01. 28

US 2004/0231421 A1, 2004. 11. 25, 说明书第 [0030]–[0038] 段, 第 [0040]–[0042] 段、附图 1A–1B.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/US2006/025262 2006. 06. 28

US 6494096 B2, 2002. 12. 17, 全文.

(87) PCT 申请的公布数据

W02007/018814 EN 2007. 02. 15

CN 1501116 A, 2004. 06. 02, 全文.

CN 1641412 A, 2005. 07. 20, 全文.

(73) 专利权人 飞思卡尔半导体公司

地址 美国得克萨斯

审查员 胡金云

(72) 发明人 加里·G·李

乔纳森·哈莱·哈蒙德

丹尼尔·N·小库里

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 陆锦华 黄启行

(51) Int. Cl.

H02N 1/00 (2006. 01)

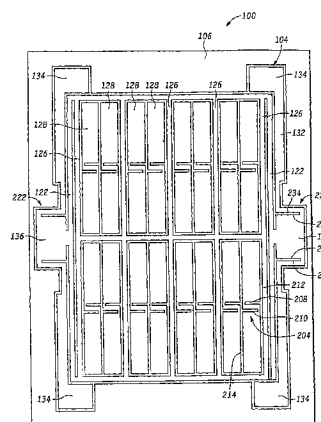
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

MEMS 器件中的应力释放机构及其制造方法

(57) 摘要

提供了一种 MEMS 器件 (100) 和形成该器件的方法。在一个示例实施例中, MEMS 器件 (100) 包括: 具有表面的衬底 (106); 电极 (128), 其具有连接到衬底表面的第一部分, 以及在衬底表面之上可移动地悬挂的第二部分; 和设置在该电极第二部分上的应力释放机构 (204), 所述应力释放机构 (204) 包括整体地形成在电极中的第一狭槽 (208)。在另一个示例实施例中, 衬底 (106) 包括锚 (134, 136), 并且邻近锚 (134, 136) 形成所述应力释放机构 (222)。



1. 一种 MEMS 器件,包括:

具有表面的衬底;

固定电极,所述固定电极至少部分地锚定在所述衬底表面上,所述固定电极具有第一侧部、第二侧部;

移动电极,所述移动电极可移动地悬挂在所述衬底表面的上方;以及

设置在所述固定电极上的应力释放机构,所述应力释放机构包括从所述第一侧部,并且到所述第二侧部至少部分地延伸的第一狭槽。

2. 根据权利要求 1 的 MEMS 器件,其中,所述应力释放机构包括整体地形成在所述固定电极中的第二狭槽,所述第二狭槽从所述第二侧部,并且到所述第一侧部至少部分地延伸。

3. 根据权利要求 2 的 MEMS 器件,其中,所述第一狭槽和所述第二狭槽合作来限定所述固定电极的 S 形部分。

4. 根据权利要求 1 的 MEMS 器件,其中:

所述衬底包括绝缘层和设置在所述绝缘层的上方的有源层;以及

所述固定电极形成在所述有源层中。

5. 一种由包含绝缘层和在所述绝缘层上的有源层的衬底来形成微机电 (“MEMS”) 器件的方法,所述方法包括步骤:

按照图案在所述有源层的上方形成保护层,所述图案至少具有:具有拐角的第一电极部分,邻近所述第一电极部分并且具有与所述第一电极部分拐角以对角的方式设置的拐角的第二电极部分,以及连接所述第一和第二电极部分拐角的条,所述条以及所述第一和第二电极部分形成 S 形;以及

从其上没有形成所述保护层的部分有源层和绝缘层移除材料,由此形成其中具有狭槽的电极。

6. 根据权利要求 5 的方法,其中,所述第一电极部分具有侧部,所述第二电极部分具有基本上平行于所述第一电极部分侧部的侧部,并且所述条的至少一部分基本上平行于所述第一和第二电极部分侧部。

7. 根据权利要求 5 的方法,其中,所述形成步骤包括在所述有源层的上方放置具有所述图案的轮廓的荫罩掩模。

8. 根据权利要求 5 的方法,其中,所述形成步骤包括:

在所述有源层的表面上淀积保护材料;以及

将所述图案蚀刻进被淀积的所述保护材料。

9. 根据权利要求 5 的方法,进一步包括:在所述第一电极部分之下蚀刻部分绝缘层,由此从所述衬底释放至少一部分第一电极。

MEMS 器件中的应力释放机构及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及微机电系统 (“MEMS”), 并且更具体地涉及用于应用在 MEMS 器件的电极或锚上的应力释放机构。

背景技术

[0002] 许多器件和系统包括许多不同类型的执行各种监测和 / 或控制功能的传感器。在微机械加工和其它微制造工艺中的进步已经使微机电系统 (MEMS) 的广大多样性的制造成为可能。最近几年, 用来执行监测和 / 或控制功能的许多传感器已经应用在 MEMS 器件中。

[0003] 一种特定类型的 MEMS 器件是加速计。MEMS 加速计可以形成在包括处理层 (handle layer)、在处理层上的由氧化物构成的绝缘牺牲层、以及在绝缘层上的有源层的绝缘体上硅 (“SOI”) 晶片上。SOI MEMS 加速计包括形成在有源层中的摆片 (proof mass)。在摆片的另一部分可以一般经由一组柔性梁弹簧悬挂在晶片上的同时, 摆片的一部分可以经由绝缘层的一部分锚定到晶片的一部分上。当 MEMS 加速计遭受加速度时摆片运动, 并且该运动经由电子技术转换成具有基于加速度的参量 (例如电压、电流、频率等) 的信号。

[0004] 典型地, 在装运给客户之前时要对 MEMS 传感器进行严格的测试。测试可以包括从预定的高度落下传感器。该测试模拟当客户处理器件时可能出现的机械振动。在大部分情况中, 当前配置的 MEMS 传感器足够坚固以至于能够经受住这种下落测试。然而, 在一些情况中, 测试可能破坏 MEMS 传感器。具体地, 锚定在晶片上的部分摆片可能变得与处理晶片分离。结果是, MEMS 传感器可能变得不能使用。

[0005] 因而, 需要提供一种足够坚固的 MEMS 传感器来经受应用在其上的应力。此外, 需要具有简单和相对廉价的工艺, 以用来制造所需的不需要额外的装置和工艺的 MEMS 传感器。更进一步地, 从随后的结合附图和前述的技术领域和背景的详细说明和所附权利要求, 本发明的其它所需的特色和特征将变得明显。

附图说明

[0006] 本发明下文中将结合以下图形来描述, 其中相同的标记表示相同的元件, 并且

[0007] 附图 1 是一个示例 SOI MEMS 传感器的横截面图;

[0008] 附图 2 是附图 1 描述的示例 SOI MEMS 传感器的顶视图;

[0009] 附图 3 是可以用来制造附图 1 和 2 描述的 SOI MEMS 传感器的示例衬底的横截面图;

[0010] 附图 4 是可以形成在附图 3 的衬底上的示例图案的部分顶视图;

[0011] 附图 5 是可以形成在附图 3 的衬底上的另一示例图案的部分顶视图;

[0012] 附图 6 是在用来制造在附图 1 和 2 中描述的 SOI MEMS 传感器的方法的步骤期间附图 3 的示例衬底的横截面图。

具体实施方式

[0013] 下述详细说明实质上仅仅是示例性的并且不能意指限定本发明或本发明的应用和使用。此外,虽然本发明在此描述为实现绝缘体上硅晶片,但是可以理解本发明可以有选择地实现其它任何合适类型的晶片。此外,在此无意通过前述的技术领域、背景技术、发明内容或下述的说明书中任何表述或暗示的理论来进行限定。在这点上,虽然本发明在上下文中描写和描述为加速计,但是可以理解,本发明至少对于包括在衬底表面上可移动地悬挂的摆片的众多器件中的任何一个都可以使用。

[0014] 现在开始描述,附图 1 是一个示例微机电系统 (MEMS) 器件 100 的横截面图。MEMS 器件 100 是一个惯性传感器,例如加速计,并且包括形成在晶片 106 上的锚区域 102 和传感器区域 104。晶片 106 可以是多种类型的传统使用的晶片中的每一个。例如,并且如附图 1 所述,晶片 106 可以是 SOI (“绝缘体上硅”) 晶片。在这种情况下,晶片 106 一般包括处理层 108、有源层 112、和设置在处理层 108 和有源层 112 之间的绝缘层 114。锚区域 102 和传感器区域 104 都形成在有源层 112 中。锚区域 102 是经由绝缘层 114 保持粘附到处理层 108 的、有源层 112 的区域。相反地,传感器区域 104 在连接到锚区域 102 的同时,也部分地从处理层 108 释放。尤其是,通过除去在传感器区域 104 下的部分绝缘层 114 来部分地底切有源层 104。该底切形成一个将部分传感器区域 104 从处理层 108 释放的释放槽 116。传感器区域 104 的被释放的区域因而悬挂在处理层 108 的上方。

[0015] 传感器区域 104 包括多个传感器元件,其可以取决于例如被实施的特定的 MEMS 器件 100 而改变。然而,在所描述的其中 MEMS 器件 100 为加速计的实施例中,传感器元件包括悬挂条 122,至少一个移动电极 126,以及至少一个固定电极 128。悬挂条 122 能弹性地将移动电极 126 悬挂到处理层 108 上并且优选地构造为相对柔韧。悬挂条 122 和移动电极 126 每一个位于释放槽 116 上,并且从处理层 108 释放,并悬挂于处理层 108 之上。然而,固定电极 128 仍然经由,例如,形成在绝缘层 114 中的或由其构成的锚 130 保持粘附到晶片 106。

[0016] 为了清楚和容易地说明,可以理解传感器区域 104 在附图 1 中描述以包括两个悬挂条 122、两个移动电极 126,以及四个固定电极 128。然而,在详细的在附图 2 中更清楚的显示,以及将更详细地描述的物理执行中,传感器区域 104 包括四个悬挂条 122,多个移动电极 126,和多个固定电极 128。保护部件 132 邻近悬挂条 122 并经由末端锚 134 和中部条锚 136 保持固定到衬底 106。末端锚 134 和中部条锚 136 每一个在有源区 112 中形成或由其形成,并且经由绝缘层 114 固定到晶片 106。

[0017] 悬挂条 122 每一个连接在保护部件 132 和移动电极 126 之间以及,如先前记载的,当释放时,能弹性地将移动电极 126 悬挂在处理层 108 之上。如附图 2 也显示,移动电极 126 每一个设置在固定电极 128 之间。如上面描述的,固定电极 128 不被释放。更合适,固定电极 128 经由多个电极锚 130 仍然锚定到晶片 106 (如附图 1 所示)。

[0018] 在附图 1 和 2 中描述的 MEMS 器件 100 实现为电容性类型加速计。因而,当 MEMS 器件 100 遭受加速度时,移动电极 126 将相对固定电极 128 移动与经受的加速度的量级成比例的距离。移动电极 126 和固定电极 128 一起形成可变微分电容器。因而,当 MEMS 器件 100 经历加速度时,移动电极 126 可以朝着或远离给定的固定电极 128 移动。移动电极 126 移动的距离将导致在固定电极 128 和移动电极 126 之间的电容的改变。这种电容的改变可以测量并用来确定加速度的量级。

[0019] 为了释放可能通过末端锚 134、中间部分条锚 136、以及固定电极 128 经历的应力，可以包括应力释放机构 204, 222。应力释放机构 204, 222 每一个包括优选形成在 MEMS 器件 100 组件中并设置成基本垂直于可以通过 MEMS 器件 100 组件接收的分力的狭槽。在一个示例实施例中，电极应力释放机构 204 整体地形成在一个或多个固定电极 128 中，并且包括基本垂直地通过固定电极 128 延伸来在那里形成 S 形的两个狭槽 208 和 210。例如，如附图 2 所示，第一狭槽 208 从固定电极 128 的第一侧部 212 到固定电极 128 的第二侧部 214 至少部分地延伸，以及第二狭槽 210 从电极第二侧部 214 到电极第一侧部 212 至少部分地延伸。在附图 2 中，所有的固定电极 128 描述为包括电极应力释放机构 204；然而，可以理解多个这种应力释放机构可以有选择地包含在一个固定电极 128 中或者在其它实施例中，应力释放结构 204 可以包括在仅仅一些固定电极 128 中。

[0020] 在另一个示例实施例中，在中间条锚 136 中形成双向连接锚应力释放机构 222。在这种情况下，锚 136 包括第一侧部 230 和与第一侧部 230 相对的第二侧部 232。第一狭槽 234 紧邻中间部分锚第一侧部 230 形成，以及第二狭槽 236 紧邻中间部分锚第二侧部 232 形成。

[0021] 可以理解虽然一个或两个狭槽被并入为应力释放机构 204、222 的部分，但是可以有选择地包括更少或更多的狭槽。此外，可以理解应力释放机构 204, 222 可以被合并在需要应力释放的传感器 100 的任何其它部分。

[0022] 已经从结构角度描述了 MEMS 器件 100 的一个实施例，现在将描述形成所述 MEMS 器件 100 的一个特别优选的工艺。恰当地，应该参考附图 3-6。可以理解，为了清楚和容易地解释，类似于在附图 1 中显示的，将采用简单化的截面图来描写和描述该工艺。然而，可以进一步地明白该工艺适用于在附图 2 中描述的实际的物理 MEMS 器件 100，并且如上所述，也适用于任何一个可以实现的众多其它 MEMS 传感器。可以额外地明白，虽然本方法为了方便采用特殊的步骤顺序来描述，但是本方法也可以以不同的顺序或采用与下面描述的相比不同类型的步骤来执行。

[0023] 根据在头脑中的上述背景，并且首先参考附图 3，可以看到对于工艺的优选的开始材料 302 是 SOI 晶片 106。作为选择地，开始材料 302 可以为包括具有处理层 108、有源层 112、和中间绝缘层 114 的物品的多种物品中的任何一个。不管开始材料的具体类型，处理层 108 和有源层 112 每一个优先由硅形成，尽管可以理解这些层能由其他材料形成。可以理解有源层 112 可以是，例如，单晶或多晶硅，或任何其它形成 MEMS 传感器器件 100 的材料。绝缘层 114 优选由能被容易地蚀刻以从处理层 108 释放至少一些传感器元件的材料形成，例如氧化硅、掺杂氧化物、和掺杂硅酸盐玻璃，仅仅指出了一些。可以明白，当被获得时开始材料 302 可以包括处理层 108、有源层 112 和绝缘层 114，或这些层的一个或多个可以作为整个工艺的一部分形成。

[0024] 已经获得（或制备）了开始材料 302，然后图案化并蚀刻有源层 112 来在那里定义锚区域 102 和传感器区域 104。可以明白，可以采用多种合适的用来图案化和蚀刻的工艺的任何一种。在一个示例实施例中，在有源层 112 上形成保护层。例如，保护材料可以淀积在整个有源层 112 上，并且将期望的图案显影或蚀刻进保护材料。在另一个示例实施例中，具有期望的图案的轮廓的荫罩掩模设置在有源层 112 上并且保护材料被淀积在掩模和有源层 112 上。当移除荫罩掩模时，保留保护材料以使得期望的图案被设置在有源层 112

上。

[0025] 期望的图案可以是任何用来形成包括应力释放机构 204, 222 的 MEMS 器件 100 的恰当地图案。在附图 4 中描述了部分示例图案 400。图案 400 包括具有拐角 404 的第一电极部分 402, 具有拐角 408 的第二电极部分 406、以及条 410。第一电极部分 402 的拐角 404 优选与第二电极部分 406 的拐角 408 以对角的方式形成, 并且条 410 通过拐角 404 和 408 使第一和第二电极部分 402 和 406 彼此结合。因而, 第一电极部分 402、条 410、和第二电极部分 406 形成 S 状。条 410 优选地充分窄, 以允许电极部分 402 和 406 之间的相对运动。虽然仅仅描述了两对电极部分 402 和 406, 但是可以理解图案 400 可以包括用于器件 100 上的多个固定电极 128 的形成的多个电极部分。可以理解, 期望的图案优先形成在其中将要形成电极应力释放机构 204 的有源层 112 的一部分上。

[0026] 在附图 5 中显示了示例图案 400 的另一部分。图案 400 的所述部分包括锚部分 412、第一连接部分 414、第二连接部分 416、和两个条 418, 420。锚部分 412 包括两个相邻的拐角 422、424, 每一个条 418, 420 的末端连接到该拐角 422、424。从条 418, 420 的另一端延伸的是第一和第二连接部分 414, 416。可以理解, 图案的所述部分优选形成在其中将要形成双向连接锚应力释放机构 222 的部分有源层 112 上。

[0027] 在期望的图案 400 形成在有源层 112 上之后, 移除不被保护材料保护的材料。这个步骤可以采用多种技术的任何一个来执行; 然而, 在一个优选实施例中, 采用反应离子蚀刻 (RIE) 工艺。如附图 7 进一步显示, 不管采用的具体的工艺, 它导致多个沟道 702 形成在定义了单个传感器元件的结构特征传感器区域 104 中。不管具体的位置, 每一个沟道 702 提供到绝缘层 114 的通路, 由此实现了部分传感器区域 104 的释放。至少部分地选择均位于传感器元件中和之间的沟道 702 的尺寸和数量, 以实现期望的传感器元件的释放的顺序和 / 或时序。此外, 选择蚀刻开口的数量和间隔以获得, 期望的响应特征。

[0028] 然后, 可以采用牺牲蚀刻工艺底切并释放所形成的传感器区域 104 的这些部分。在这种情况下, 可以采用化学蚀刻 (例如各向同性干或湿蚀刻)。优选地, 所述工艺侧向地蚀刻至少部分绝缘层 114, 从而从晶片 106 释放悬挂条 122 和移动电极 126, 并形成附图 1 中显示的 MEMS 器件 100。

[0029] 如上所述, 虽然上述的 MEMS 器件 100 是加速计, 在此描述的制造工艺并不限于加速计或任何其它类型的传感器。它对于包括若干种通过一个或多个条弹性地悬挂的结构类型的多种 MEMS 器件中的任何一个都是适用的。这种器件的非限定例子包括各种类型的陀螺仪和开关。

[0030] 现在已经提供 MEMS 器件和用来形成器件的方法。在一个示例实施例中, MEMS 器件包括: 具有表面的衬底, 具有连接到衬底表面的第一部分和在衬底表面上可移动悬挂的第二部分的电极, 以及设置在电极第二部分上的应力释放机构, 应力释放机构包括整体地形成在电极中的第一狭槽。在器件的另一个实施例中, 电极包括第一侧部和第二侧部, 并且第一狭槽从电极第一侧部至少部分地延伸到电极第二侧部。在器件的又另一个实施例中, 应力释放机构包括整体地形成在电极中的第二狭槽。在器件的又另一个实施例中, 第二狭槽从电极第二侧部至少部分地延伸到电极第一侧部。

[0031] 在器件的另一个实施例中, 衬底包括绝缘层和形成在绝缘层上的有源层, 以及电极形成在有源层中。作为选择地, 电极包括连接到衬底表面的第三部分, 以及电极第二部分

设置在第一和第三部分之间。在又一个实施例中,应力释放机构邻近电极第一部分形成。

[0032] 在另一个示例实施例中,MEMS 器件包括具有表面的衬底,至少部分地连接到衬底表面的锚,以及连接到锚的应力释放机构,应力释放机构包括邻近锚整体地形成的第一狭槽。在另一个实施例中,锚包括第一侧部和与第一侧部相对的第二侧部,以及第一狭槽紧邻锚第一侧部形成。在又一个实施例中,应力释放机构包括第二狭槽,第二狭槽接近锚第二侧部形成。

[0033] 在更另一个实施例中,提供了一种用来从包含绝缘层和在绝缘层上的有源层的衬底形成微机电系统 (“MEMS”) 器件的方法。在一个示例实施例中,该方法包括以下步骤:在有源层上按照图案形成保护层,其中,图案具有至少一个具有拐角的第一电极部分,与第一电极部分相邻并具有与第一电极部分拐角以对角的方式设置的拐角的第二电极部分,以及连接第一和第二电极部分拐角的条;以及,从在其上没有形成保护层的部分有源层和绝缘层移除材料,进而形成其中具有狭槽的电极。作为选择地,第一电极部分具有一个侧部且第二电极部分具有与第一电极部分侧部基本上平行的一个侧部的第二电极部分,并且至少一部分条基本上平行于第一和第二电极部分侧部。作为选择地,形成步骤包括将具有图案轮廓的荫罩掩模设置于有源层上。在另一个替代实施例中,形成步骤包括将保护材料淀积在有源层的表面上,以及将图案蚀刻进被淀积的保护材料中。在又一个实施例中,方法进一步包括:蚀刻在第一电极部分之下的绝缘层的一部分,进而从衬底释放第一电极的至少一部分。

[0034] 在另一个实施例中,提供了一种用来从包含绝缘层和在绝缘层上的有源层的衬底形成 MEMS 器件的方法,其中该方法包括:在有源层上按照图案形成保护层的步骤,图案具有至少一个具有第一拐角的锚部分和从锚部分第一拐角延伸的条;以及从在其上没有形成保护层的部分有源层和绝缘层移除材料,进而形成其中具有狭槽的锚的步骤。在另一个实施例中,锚部分进一步包括邻近第一拐角的第二拐角,且所述图案进一步包括从锚部分第二拐角延伸的第二条。在又一个实施例中,形成步骤包括将具有图案轮廓的荫罩掩模设置于有源层上。

[0035] 在至少一个示例实施例已经存在于本发明的先前详细的说明中的同时,可以理解存在大量的变型。也可以理解示例实施例或者多个示例实施例仅仅是例子,并且不意为以任何方式对本发明的范围、适用性、或结构的限定。此外,先前详细的说明将给本领域技术人员提供方便的用来执行本发明示例实施例的指导方针,可以明白在不超出如在所附权利要求和它们的等价物中阐明的本发明的范围的情况下,可以在示例实施例中描述的元件的功能和设置中作出各种改变。

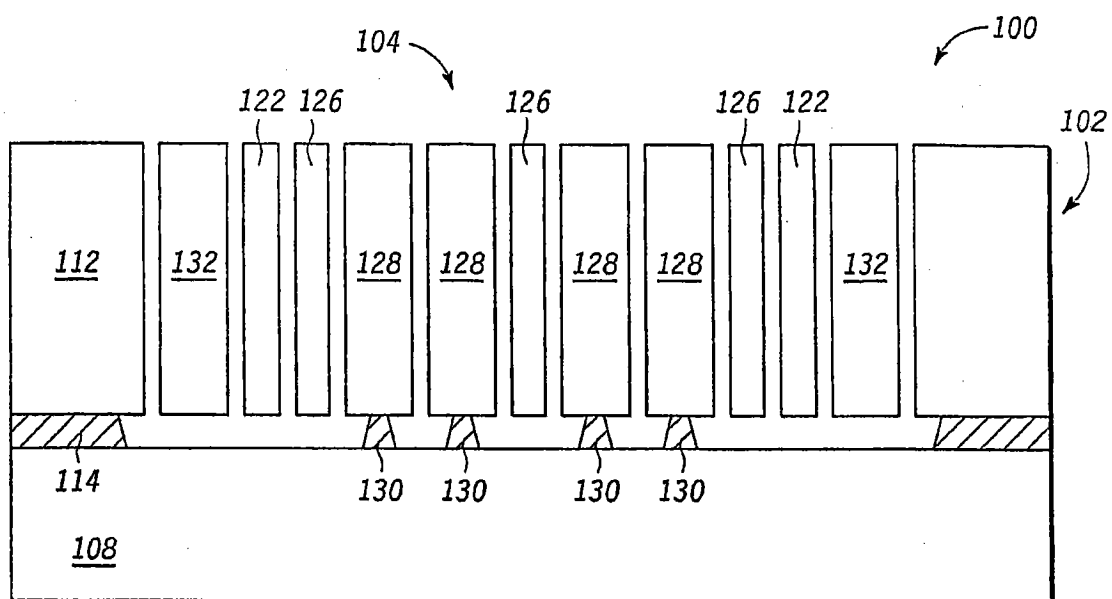


图 1

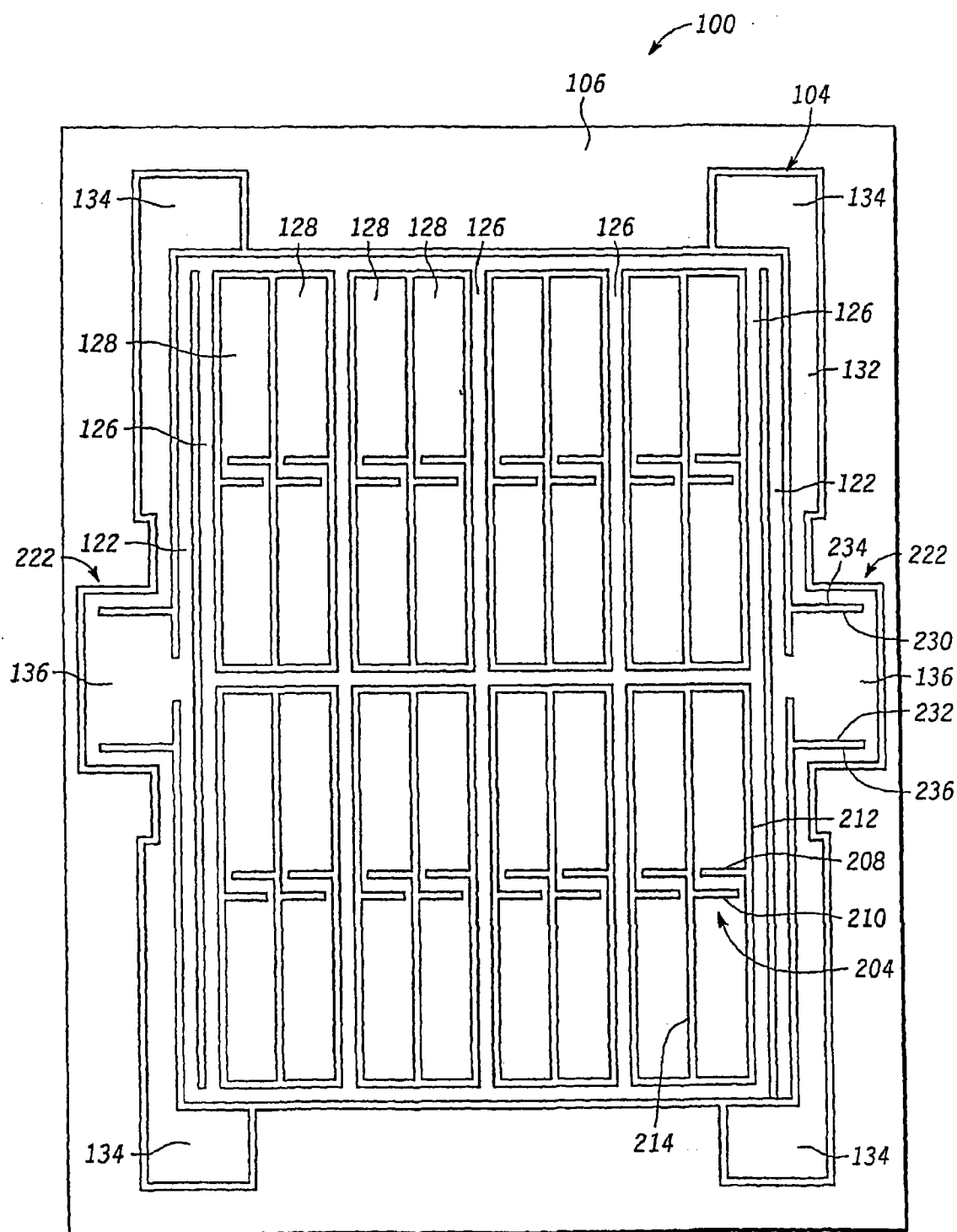


图 2

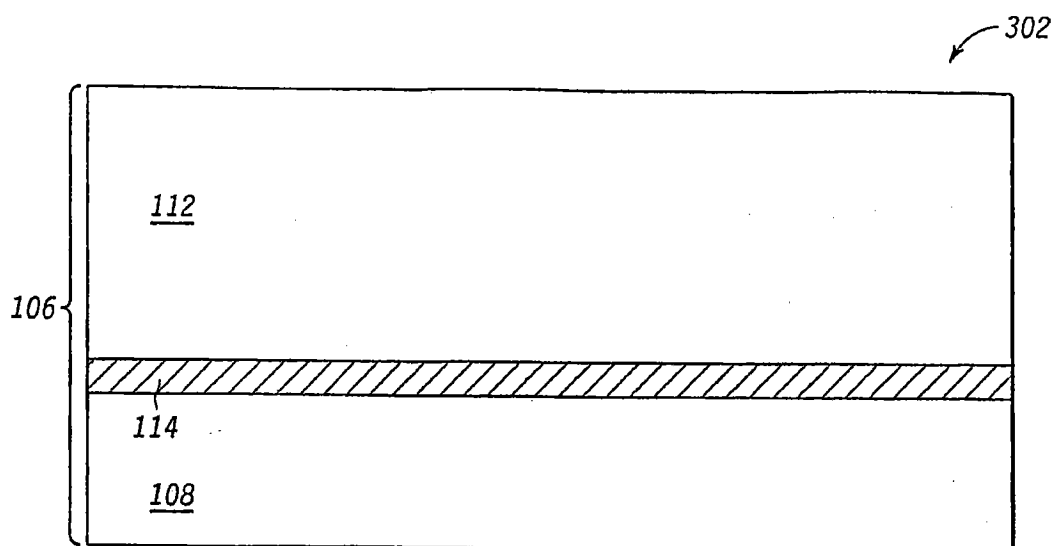


图 3

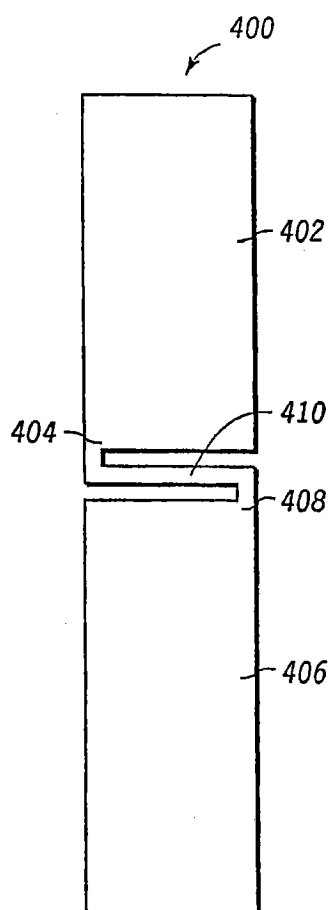


图 4

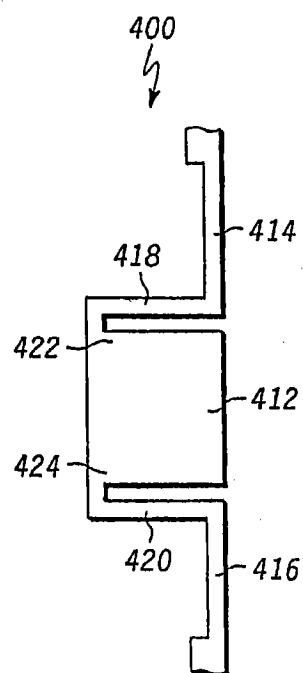


图 5

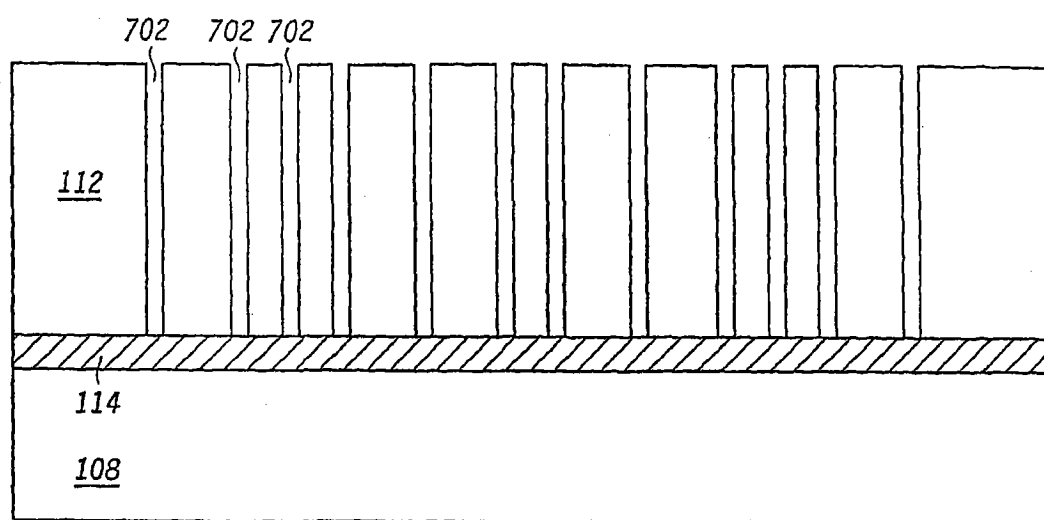


图 6