



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102190274 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201110021179. 5

CN 101386400 A, 2009. 03. 18,

(22) 申请日 2011. 01. 14

CN 101481084 A, 2009. 07. 15,

CN 1804636 A, 2006. 07. 19,

(30) 优先权数据

12/720, 813 2010. 03. 10 US

审查员 陈志红

(73) 专利权人 台湾积体电路制造股份有限公司

地址 中国台湾新竹市

(72) 发明人 亚历山大·卡尼斯基 薛福隆

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 张浴月 刘文意

(51) Int. Cl.

B81B 3/00 (2006. 01)

G01B 7/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 7525304 B1, 2009. 04. 28,

US 2004035206 A1, 2004. 02. 26,

US 4686847 A, 1987. 08. 18,

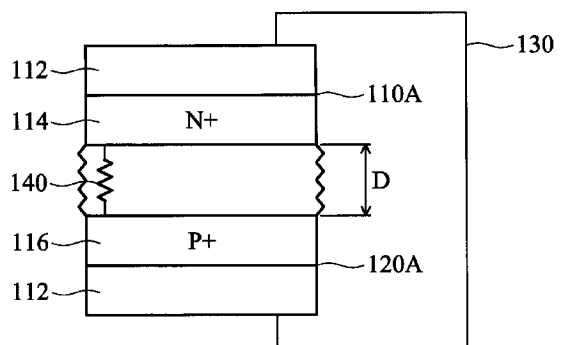
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

微机电系统装置以及运动感测方法

(57) 摘要

本发明提供一种微机电系统装置, 该装置适用于感测机械位移, 包括至少一第一电容器, 具有第一和第二电容器极板, 第一和第二电容器极板设置于彼此相距为一间距的位置, 第一和第二电容器极板具有不同功函数并且互相电性连接, 其中第一和第二电极板之一可相对于另一者移动, 使得第一和第二电容器极板间的上述间距随着一外力改变, 流经第一电容器的电流代表在特定的时间内上述间距改变的速度。本发明提供的运动感测器较快速、便宜和 / 或精准无误。



100A

1. 一种微机电系统装置,适用于感测机械位移,包括:

至少一第一电容器,具有第一和第二电容器极板,上述第一和第二电容器极板设置于彼此相距为一间距的位置,上述第一和第二电容器极板具有不同功函数并且互相电性连接,其中上述第一和第二电极板之一可相对于另一者移动,使得上述第一和第二电容器极板间的上述间距随着一外力改变,流经上述第一电容器的电流代表在特定的时间内上述间距改变的速度;以及

一第二电容器,具有彼此间隔的第三和第四电容器极板,上述第三和第四电容器极板设置于相隔一间距且具有不同功函数,其中上述第三和第四电容器极板固定地设置,使得上述第三和第四电容器极板间的间距不随着上述外力改变,用以产生流经上述第二电容器的一参考电流。

2. 如权利要求 1 所述的微机电系统装置,其中上述第一和第二电容器极板包括具有不同功函数的第一和第二金属材料。

3. 如权利要求 1 所述的微机电系统装置,其中上述第一和第二电容器极板包括具有不同功函数的第一和第二半导体材料以及一传导接触层,上述传导接触层耦接至上述第一和第二半导体材料。

4. 如权利要求 1 所述的微机电系统装置,其中上述微机电系统装置包括三个上述第一电容器分别沿着一垂直轴、一横轴和一纵轴排列,用以感测上述垂直轴、上述横轴和上述纵轴上的运动。

5. 如权利要求 1 所述的微机电系统装置,其中上述微机电系统装置包括多个上述第一电容器排列成一交叉指形组件,上述交叉指形组件包括:

一第一梳状电极部,具有多个第一电容器极板臂,上述第一电容器极板臂具有一第一功函数;以及

一第二梳状电极部,具有多个第二电容器极板臂,上述第二梳状电极部和上述第一梳状电极部互相交叉,上述第二电容器极板臂包括一第一材料,具有上述第一功函数且位在面向上述第一电容器极板臂的一第一侧上;以及一第二材料,具有一第二功函数且位在面向上述第一电容器极板臂的一第二侧上,其中上述第一功函数不同于上述第二功函数。

6. 如权利要求 1 所述的微机电系统装置,更包括:

一第一电阻,串联耦接上述第一电容器;

一第二电阻,串联耦接上述第二电容器,并且上述第一和第二电容器互相平行连接在两电源节点间;

一比较器,具有一第一输入端,耦接至一第一节点,上述第一电容器和上述第一电阻于上述第一节点上串联耦接;

一第二输入端,耦接至一第二节点,上述第二电容器和上述第二电阻于上述第二节点上串联耦接;以及

一输出端,用以提供一差动输出信号。

7. 一种微机电系统装置,包括:

一固定支撑部件;

一偏移部件,依附在上述固定支撑部件上,以便相对于上述固定支撑部件进行偏离;

至少一第一电容器极板,连接上述固定支撑部件;

至少一第二电容器极板,连接上述偏移部件,上述第二电容器极板平行于上述第一电极板且相隔一间距,上述第一和第二电容器极板形成至少一第一电容器,上述第一和第二电容器极板具有不同功函数和互相电性连接,用以提供流经上述第一电容器的一电流,流经上述第一电容器的上述电流是以上述偏移部件的偏离量为基础;以及

一第二电容器,具有彼此间隔的第三和第四电容器极板,上述第三和第四电容器极板设置于相隔一间距且具有不同功函数,其中上述第三和第四电容器极板固定地设置,使得上述第三和第四电容器极板间的间距不随着上述外力改变,用以产生流经上述第二电容器的一参考电流。

8. 如权利要求 7 所述的微机电系统装置,其中上述固定支撑部件和上述偏移部件借由一弹性元件互相依附。

9. 如权利要求 7 所述的微机电系统装置,其中上述固定支撑部件包括多个上述第一电容器极板和上述偏移部件具有多个上述第二电容器极板,其中上述第一和第二电容器极板排列成交叉指形组件用以形成多个上述第一电容器,上述第一电容器极板的一第一侧和第二侧上具有一第一功函数的材料,上述第二电容器极板的一第一侧上具有上述第一功函数的材料以及上述第二电容器极板的一第二侧上具有一第二功函数的材料,上述第一功函数不同于上述第二功函数。

10. 一种感测运动方法,适用于一微机电系统装置的一运动感测器,包括下列步骤:

提供具有至少一第一电容器极板和至少一第二电容器极板的至少一第一电容器,上述第一和第二电容器极板相隔一间距,互相电性连接且具有不同功函数,其中上述第一和第二电极板之一可相对于另外一者移动,使得上述间距随一外力改变;

监控流经上述第一电容器的一电流,上述电流代表在特定时间内上述间距的改变;以及

提供具有第三和第四电容器极板的一第二电容器,上述第三和第四电容器极板相隔一间距,且具有不同功函数,其中上述第三和第四电容器极板固定地设置,使得上述第三和第四电容器极板间的间距不随上述外力改变,用以提供流经上述第二电容器的一参考电流,其中上述监控流经上述第一电容器的上述电流的步骤包括根据流经上述第一电容器的电流产生一第一电压,根据上述参考电流产生一第二电压,以及比较上述第一和第二电压。

## 微机电系统装置以及运动感测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及感测运动 (detecting motion) 的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 在现代的视频游戏控制器 (video game controller) 中, 依据所测量到的电容值来检测动作。图 1 是公知以电容测量 (capacitance measurement) 为基础的运动感测器 (motion detector) 10。运动感测器 10 包括两个金属板 12 与 14, 并且金属板 12 和 14 被微小的间距  $D$  所分开。其中一个金属板是被固定住的, 而另外一个金属板可随着外力 (force) 自由地如图 1 箭头所示的方向移动。一种弹簧的结构, 如风箱伸缩囊 (bellows) 或隔膜 (diaphragm) 16, 放置于两金属板 12 与 14 的中间, 并在外力 (force) 所引起的两金属板相对于另外一者的运动后, 使金属板 12 与 14 回到静态关系 (static relationship)。如果有发生运动, 则两金属板 12 与 14 间的间距  $D$  会变成间距  $D'$ 。间距  $D$  与  $D'$  微小的差异将导致两金属板间的电容值 (capacitance) 改变。在运动的过程中借由测量电容值可以计算出运动的加速度、速度和距离。Nintendo's **Wii**® 的游戏控制器就是以这样的原理来作为基础。

[0003] 电容器 10 的电容值可以由以下算式表示:  $C = x*y*\epsilon / D$ , 其中  $x*y$  代表金属板 12 与 14 的面积,  $\epsilon$  是金属板 12 与 14 间的介电质的介电常数,  $D$  是金属板 12 与 14 间的间距。在公知的运动感测器中, 其电容值的变化是很微小的且不易在即时的状态下测量到, 因此需要一种较快速、便宜和 / 或精准无误的运动感测器。

### 发明内容

[0004] 有鉴于此, 本发明提供一种微机电系统装置, 适用于感测机械位移, 包括: 至少一第一电容器, 具有第一和第二电容器极板, 第一和第二电容器极板设置于彼此相距为一间距的位置, 第一和第二电容器极板具有不同功函数并且互相电性连接, 其中第一和第二电极板之一可相对于另一者移动, 使得第一和第二电容器极板间的间距随着一外力改变, 流经第一电容器的电流代表在特定的时间内上述间距改变的速度。

[0005] 本发明也提供另外一种微机电系统装置, 包括: 一固定支撑部件; 一偏移部件, 依附在固定支撑部件上, 以便相对于固定支撑部件进行偏离; 至少一第一电容器极板, 连接固定支撑部件; 以及至少一第二电容器极板, 连接偏移部件, 第二电容器极板平行于第一电极板且相隔一间距, 第一和第二电容器极板形成至少一第一电容器, 第一和第二电容器极板具有不同功函数和互相电性连接, 用以提供流经第一电容器的一电流, 流经第一电容器的电流以偏移部件的偏离量为基础。

[0006] 本发明也提供一种感测运动方法, 适用于一微机电系统装置的一运动感测器, 包括下列步骤: 提供具有至少一第一电容器极板和至少一第二电容器极板的至少一第一电容器, 第一和第二电容器极板相隔一间距, 互相电性连接且具有不同功函数, 其中第一和第二电极板之一可相对于另外一者移动, 使得间距随一外力改变; 以及监控流经第一电容器的

一电流, 电流代表在特定时间内间距的改变。

[0007] 本发明提供的运动感测器较快速、便宜和 / 或精准无误, 适用于感测机械位移。

[0008] 为了让本发明的上述和其他目的、特征、和优点能更明显易懂, 下文特举一优选实施例, 并配合附图, 作详细说明如下:

#### 附图说明

[0009] 图 1 是公知以电容测量为基础的运动感测器。

[0010] 图 2a 是本发明实施例的电容器的一实施例, 其中每一个电容器极板是由金属层和半导体材料层所构成, 其中两电容器极板的半导体材料层是具有不同掺杂的半导体材料。

[0011] 图 2b 是本发明实施例的电容器的另一实施例, 其中两电容器极板是具有不同掺杂的半导体材料。

[0012] 图 2c 是本发明实施例的电容器的另一实施例, 其中两电容器极板是由两不同功函数的金属材料所构成。

[0013] 图 2d 是本发明实施例的电容器的另一实施例, 其中两电容器极板是由具有不同功函数的不同半导体材料所构成。

[0014] 图 3 是本发明实施例的具有电容器感测器的运动感测器, 其中电容器感测器沿着三个不同的轴排列。

[0015] 图 4 是本发明实施例的电容器所使用的电流感测器。

[0016] 图 5 是本发明实施例的具有差动感测功能的感测器。

[0017] 图 6 是本发明实施例的运动感测器, 其中包括多个电容器排列成交叉指形组件。

[0018] 其中, 附图标记说明如下:

[0019] 10 : 运动感测器

[0020] 12、14 : 金属板

[0021] 16 : 隔膜

[0022] D : 间距

[0023] 100、100A ~ 100D、200 : 电容器

[0024] 110A ~ 110D、120A ~ 120D : 电容器极板

[0025] 112 : 传导接触层

[0026] 114 : N 型半导体材料层

[0027] 116 : P 型半导体材料层

[0028] 130 : 电性连接

[0029] 140 : 弹性元件

[0030] R1 ~ R6 : 电阻

[0031] C1 : 电容

[0032] I1 : 第一电流

[0033] I2 : 第二电流

[0034] I3 : 参考电流

[0035] I4 : 暂态电流

- [0036] VDD :电源节点
- [0037] A、B :节点
- [0038] M1 :结场效晶体管
- [0039] M2、M3 :NMOS 晶体管
- [0040] Vbias :电压
- [0041] 210 :比较器
- [0042] Vout :差动输出信号
- [0043] 300 :交叉指形组件
- [0044] 310、320 :梳状电极部
- [0045] 311、321 :枝干部
- [0046] 312、322 :电容器极板臂
- [0047] 323 :第一侧
- [0048] 324 :第二侧

### 具体实施方式

[0049] 做为例证实施例的说明可在配合相关附图下而被理解,这些图为整份说明的考率部分。于所揭示的实施例的说明中,任何关于方向或方位的参考仅做为说明便利的使用,并且因此而不会造成本发明的领域的限制。就例如“底 (lower)”、“顶 (upper)”、“水平 (horizontal)”、“垂直 (vertical)”、“之上 (above)”、“之下 (below)”、“向上 (up)”、“向下 (down)”、“顶 (top)”与“底 (bottom)”的相关术语及其衍生术语(例如:“水平地 (horizontally)”、“向下地 (downwardly)”、“向上地 (upwardly)”等)而言,于说明中或呈现于图中的讨论时,这些相关术语及其衍生术语用以做为方位的使用。这些相关术语仅为为了便于说明而使用,并且不需要在一特定方位下对于装置进行建构或操作。除非是特别地说明利用了其它方式,否则例如“将…附加于 (attached)”、“将…固定于 (affixed)”、“将…连接于 (connected)”、“将…相互连接 (interconnected)”的术语表示于多结构之间利用了多中间结构、以可移动或刚性附件或关系的作用下而达到彼此之间的直接或间接地固定或贴附。就用以描述结构/元件之间的关系的术语“邻接于 (adjacent)”而言,此“邻接于 (adjacent)”包括了相关的个别结构/元件间的直接接触与于个别结构/元件之间具有其它中间结构/元件的存在。再者,由优选实施例说明本发明的可能的非限制性特征的组合并非特别地用以限制本发明,这些非限制性特征可单独存在或为其它特征的组合,本发明的保护范围当视随附的权利要求所界定者为准。

[0050] 本发明提供一种在微机电系统 (electromechanical, MEMS) 装置中用以检测机械位移的装置和方法。位移的测定是以检测电流为基础,其中上述电流由调节两电容器极板 (capacitor plate) 间的间距所产生,而电容器极板由功函数不相同的材料所制作而成。功函数 (work function) 从导电材料或半导体材料的表面移除一个电子所需的最小能量,如果两电容器极板互相电性连接,则两电容器极板因材料间的功函数差异而产生内建电场,横越电容器的电场由两电容器极板间的间距来调变,也就是说,在平衡状态下,在两电容器极板间有一个内建电场,并且在此系统中没有电流流动。如果两电容器极板间的间距改变,将改变电场并且有电流流动,借由测量电流的大小,可以计算出两电容器极板间距离的变

化。穿越电容器的电流代表两电容器极板空间改变的速度,例如电容器极板的移动速度,微机电系统装置中的运动感测器可借以计算出加速度。本发明所揭示的运动感测器具有广泛的应用,如视频游戏控制器(video game controller)、游戏摇杆(joy stick)、加速度计(accelerometer)、陀螺仪(gyroscope)和安全装置(safety device),如安全气囊(airbag deployment)等等。

[0051] 电容器极板可由两不同功函数的金属、具有不同功函数的金属/半导体结构、具有不同功函数的半导体材料、具有不同掺杂的半导体材料或者是这些不同材料或结构的结合所构成。图2a至图2d为本发明的微机电系统装置的实施例,其分别代表具有不同功函数的电容器极板的电容。图2a具有电容器极板110A和120A的电容器100A,其中电容器极板110A和120A设置于彼此相距为间距D的位置。电容器极板110A和120A间的介电质设定为空气或者是真空。每一个电容器极板110A和120A是由金属层所构成,例如铝、钨、钛、金、或者一些适用于特定微机电系统装置的制程和有助于形成半导体层的金属。电容器极板110A包括N型半导体材料(例如硅)层114,而电容器极板120A包括P型半导体材料(例如硅)层116,电容器极板的功函数是由电容器极板110A和120A间朝向缝隙(gap)的材料(即N型半导体材料层114和P型半导体材料层116)的功函数所决定。传导接触层(金属层)112可用以提供特定的功函数(如果在电容器极板之间且朝向缝隙),或者如图2a中所示用以提供低电阻的连接。

[0052] 电容器极板110A和120B是借由弹性元件(elastic element)140而物理性连接(physically connected)在一起,如果没有施加外力,电容器极板会维持在静止位置。当两电容器极板之一对另外一者做相对运动后,弹性元件140会帮助两电容器极板回到静止位置。弹性元件140可以是弹簧(spring)、弹性薄板(elastic sheet)或弹性隔膜(elastic diaphragm)等等。两电容器极板的其中一者是不可移动(固定住)的电容器极板,而另外一者则可移动,且平行于不可移动的电容器极板,并可随意在两电容器极板的主要表面的垂直方向上移动。

[0053] 电容器极板110A和120B互相电性连接,此电性连接130如图2a~2d所示。当具有不同功函数的两电性连接材料(如N型半导体材料层114和P型半导体材料层116)相互靠近时,由于两材料间没有产生电流(the absence of electric current)使得两材料的费米能阶(Fermi level)互相对齐,并且两材料功函数的不同会在电容器极板110A和120B之间产生充电电容器(charged capacitor)和电场,电容器的电荷可由 $Q = -\Delta\Phi * C/e$ 计算出,其中e是电子电荷符号, $\Delta\Phi$ 为两材料间的功函数差(以eV为单位),C是此结构的电容值。平行板电容器的平均电场是 $E = -\Delta\Phi*/De$ ,其中D是在特定时间上的两电容器极板的间距。

[0054] 如果两电容器极板相对运动后使得两电容器极板的间距改变,则会产生电流。此电流可以由以下公式计算出(对于平行板电容器而言): $I = -\Delta\Phi*x*y*\epsilon/e[1/D-1/D']/\Delta t = A*\Delta D/[\Delta t(D*D')]$ ,其中A是结构(structure)常数,此相同于电容器极板的面积(x\*y)乘上( $\epsilon/e$ ), $\epsilon$ 是介电常数(如真空的介电常数是1), $D-D'$ 是 $\Delta D$ (特定时间内的两电容器极板的间距变化量), $\Delta t$ 是时间的变化量。此表示式说明了所检测到的电流是正比于两电容器极板的相对速度。

[0055] 电容器极板的相对运动会产生加速/暂态电流(AC/transient current)。假设两

电容器极板间的距离并没有很大,则此电流将正比于电容器极板的移动速度 ( $\Delta D/\Delta t$ ),连续地检测速度可得到在特定时间周期 ( $\Delta t$ ) 内速度的改变 ( $\Delta v$ ),则速度对时间的第一次导数 ( $\Delta v/\Delta t$ ) 为加速度,因此,电容器可以用来当作检测加速度的运动检测器。

[0056] 虽然了解依附至第一和第二电容器极板的弹性元件的物理特性无助于测定速度和加速度,但由于  $\Delta D$  是具有相依赖于弹性元件的特性,所以了解弹性元件的物理特性能帮助取得运动检测器灵敏度的信息,在一些实施例中, $\Delta D$  的最大值仅介于 1 微米至几微米间。

[0057] 图 2b 是电容器 100B,其中两电容器极板是具有不同掺杂的半导体材料,例如 N<sup>+</sup> 和 P<sup>+</sup>。在此实施例中,电容器极板 110B 是 n 型掺杂的半导体材料,电容器极板 120B 是 p 型掺杂的半导体材料。

[0058] 图 2c 是电容器 100C,其中两电容器极板是由两不同功函数的金属材料所构成。电容器极板 110C 是由一第一金属所构成,而电容器极板 120C 是由一第二金属所构成。

[0059] 图 2d 是电容器 100D,其中两电容器极板 110D 和 120D 是由具有不同功函数的不同半导体材料所构成。电容器极板 110D 是由一第一半导体材料所构成(例如 n 型/p 型掺杂硅)和电容器极板 120D 是由一第二半导体材料所构成(例如 n 型/p 型掺杂硅)。不同掺杂物、不同掺杂浓度、不同半导体基本材料或任何其上的组合皆能提供具有不同功函数的材料。借由这样的例子,N 型硅材料和 P 型硅材料功函数差期望值是接近 1.1eV,某些金属所产生功函数差更是超过于 2eV。

[0060] 图 3 是为微机电系统装置的另一实施例,在此实施例中微机电系统装置可作为具有电容检测器 (capacitor sensor) 的运动检测器,其中电容器检测器沿着三个不同的轴排列,而三个不同的轴分别为垂直轴 (vertical axis)、横轴 (lateral axis) 和纵轴 (longitudinal axis)。使用这些方向来建立一个三维加速度计用以感测三个轴方向的加速度。

[0061] 图 4 为微机电系统装置的另一实施例,在此实施例中微机电系统装置可包括连接至一电流检测器 (current sensor) 的一电容器 100,电容器 100 可以是如上所述的电容器 100A ~ 100D,例如,电容器具有两不同功函数的电容器极板,和电容器极板之一相较另一者随着外力施力具有可移动性。详细来说,电容器 100 与电阻 R1 并联,用以产生一第一电流 I1。第一电流 I1 通过结场效应晶体管 (junction field effect transistor, JFET) 放大级 (amplification stage) 来镜射 (mirror) 和放大 (amplify),其中结场效应晶体管放大级包括结场效应晶体管 M1、电阻 R2、R3 和 R4 以及电容 C1。电阻 R4 和结场效应晶体管 M1 构成放大器 (amplifier),电阻 R2 和 R4 用以偏压结场效应晶体管 M1 至理想状态 (desired state),其中一第二电流 I2 流经电阻 R2 和结场效应晶体管 M1。电容 C1 根据微机电系统装置 (MEMS element) 退耦 (decouple) 结场效应晶体管栅极的直流偏压 (DC bias),电阻 R1 根据微机电系统装置所产生的电流 (MEMS-generated current) 提供一电压降 (voltage drop),此电压降可被放大器所检测到。

[0062] 图 5 为微机电系统装置的另一实施例,在此实施例中微机电系统装置可作为具有差动检测功能的检测器。此实施例是利用两电容器 100 和 200。电容器 100 构成的方法如前所述,也就是说电容器 100 具有两不同功函数的电容器极板,两电容器极板分开放置并相隔一间距,两电容器极板之一可随着外力相对于另外一者移动。第二电容器 200 是相同



于第一电容器 100, 惟两电容器极板是相对固定的, 以便提供参考电流。每个电容器连接至 NMOS 晶体管 M2 或 M3 的源极, 而 NMOS 晶体管 M2 和 M3 借由电压  $V_{bias}$  偏压在导通状态 (on state) 下。电阻 R6 和 R5 分别连接至 NMOS 晶体管 M2 和 M3 的汲极。参考级 (reference stage; 例如电阻 R5、NMOS 晶体管 M3 和电容器 200) 产生参考电流  $I_3$ , 检测级 (detection stage; 例如电阻 R6、NMOS 晶体管 M2 和电容器 100) 产生暂态电流 (transient current)  $I_4$ , 参考电流  $I_3$  和暂态电流  $I_4$  会分别在电阻 R5 和 R6 上产生电压降 (voltage drop)。节点 A 和 B 所得到的电压将借由差动放大器来比较和放大。电容器 100 和 200 是互相平行连接在两电源节点 VDD 间, 电容器 100 串联耦接电阻 R6, 电容器 200 串联耦接电阻 R5; 比较器 210 具有第一输入端耦接至节点 A; 第二输入端耦接至节点 B; 以及一输出端用以提供一差动输出信号  $V_{out}$ , 其中电容器 200 和电阻 R5 于节点 A 上串联耦接, 而电容器 100 和电阻 R6 于节点 B 上串联耦接。

[0063] 图 6 为微机电系统装置的另一实施例, 在此实施例中微机电系统装置可作为一运动感测器。此微机电系统装置包括多个电容器排列成一交叉指形组件 (interdigitated assembly) 300。交叉指形组件 300 包括第一和第二梳状电极部 (comb electrode section) 310 和 320, 上述第一和第二梳状电极部 310 和 320 之一相对于另外一者沿着箭头方向 (the direction of the arrow) 可移动的。举例来说, 第一梳状电极部 310 是固定的, 而第二梳状电极部 320 可自由地相对于第一梳状电极部 310 移动, 反之也然。第一梳状电极部 310 包括多个电容器极板臂 (capacitor plate arm) 312, 电容器极板臂 312 由枝干 (或称茎) 部 311 所延伸。这些电容器极板臂 312 由具有第一功函数的材料所构成。第二梳状电极部 320 包括多个电容器极板臂 322, 电容器极板臂 312 由枝干部 321 所延伸。每个电容器极板臂 322 包括第一侧 323 和第二侧 324, 构成第一侧 323 的材料功函数和电容器极板臂 312 的第一功函数相同, 构成第二侧 324 的材料功函数 (第二功函数) 和电容器极板臂 312 的第一功函数不相同, 每一个第二侧 324 和每一个电容器极板臂 312 形成各自的电容器。所以交叉指形的结构包括多个电容器, 而每个电容器都包括具有第一功函数的第一电容器电极板以及具有第二功函数的第二电容器极板。当第一和第二梳状电极部 310 和 320 做相对运动时, 电容器的第二侧 324 和电容器极板臂 312 间所形成的间距  $D$  对应地改变, 每个电容的枝干 (电容器极板) 会产生电流。枝干部 311 和 321 借由电性接点 (electrical contacts) 来检测所产生的电流。这些电流的总合可以被检测到, 并且将所检测的电流对有贡献电容器的总数做平均而得到最佳的实际位移指标。比起单一电容器所产生的较小的电流而其变化不明显, 较大的电流而其有较显著改变是比较容易检测, 适合精准的感测器。值得一提, 这些电容器极板臂是由相同功函数所构成, 所以不会互相产生电流。

[0064] 图 6 中的第一和第二梳状电极部 310 和 320 之一是基板上所附加的固定支撑部件 (fixed support member) 的一部分, 或者是连接至基板上所附加的固定支撑部件; 另外一者则连接至偏移部件 (deflection member), 或者为偏移部件中一部分, 而偏移部件借由如前述的弹性元件依附至固定支撑部件, 以便对支撑物做相对的偏离 (deffect)。任何种类的固定支撑部件和偏移部件皆可如前所述的定位电容器极板之一相对于另一者, 如同现有技术所述, 这些固定支撑部件和偏移部件可以是电容式运动感测 (capacitive motion detection) 领域的公知技术, 并且用于支撑和偏离运动感测器 10 的电容器极板之一相对于另一者。

[0065] 前述所揭示的电容器结构通常会结合至感测元件晶片 (sense element chip), 虽未绘出, 感测元件晶片所结合的元件包括介面电子晶片 (interface electronics chip)、基板 (substrate)、陶瓷晶片载体 (ceramic chip carrier)、或者其他相似于电容式运动感测器技术的结构。

[0066] 虽然本发明已以优选实施例揭示如上, 然而其并非用以限定本发明, 任何本领域技术人员, 在不脱离本发明的精神和范围内, 当可作各种的更动与润饰, 因此本发明的保护范围当视随附的权利要求所界定的范围为准。

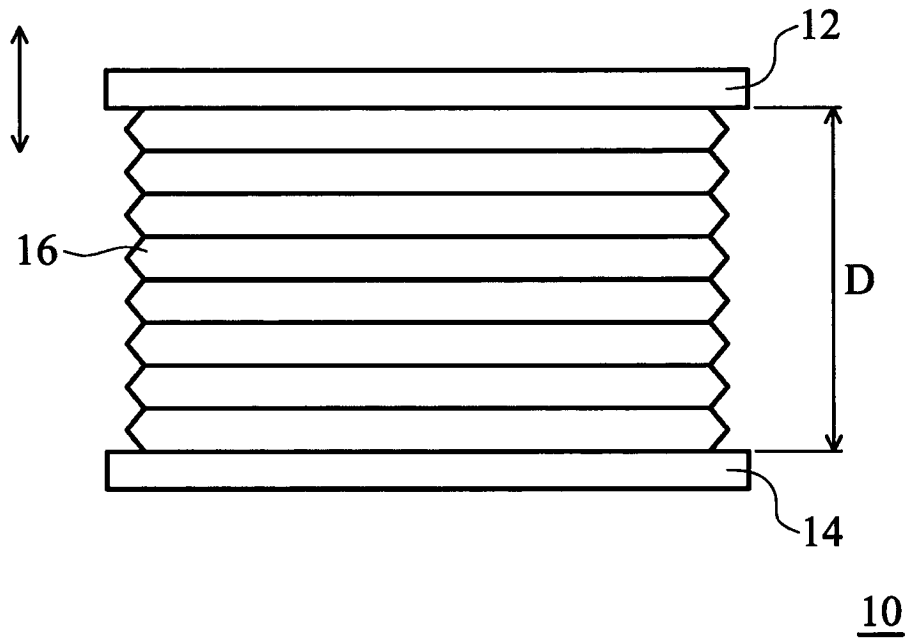


图 1

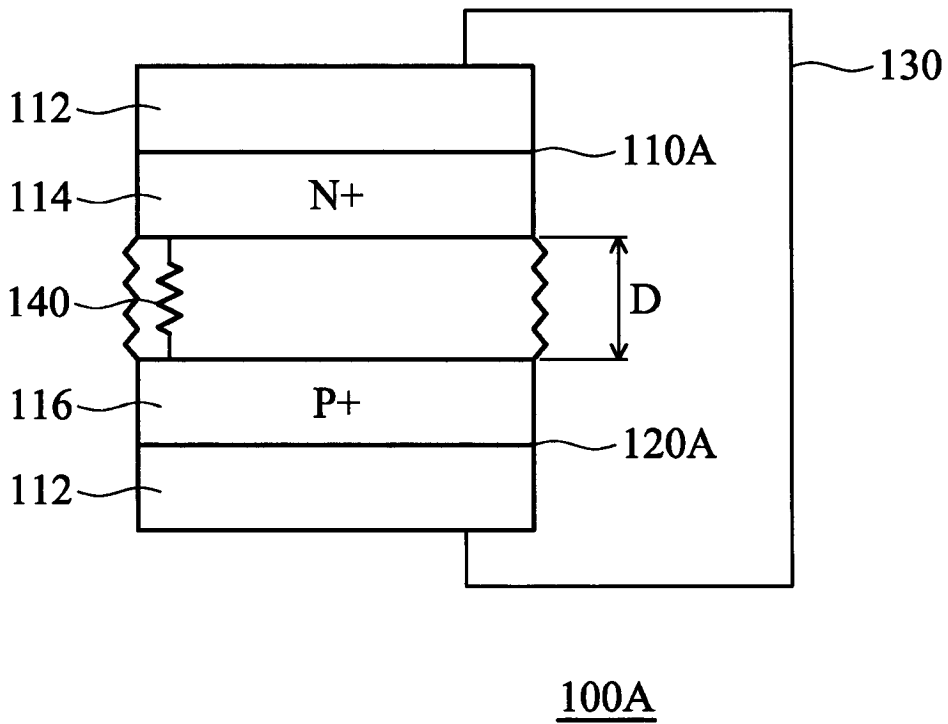


图 2a

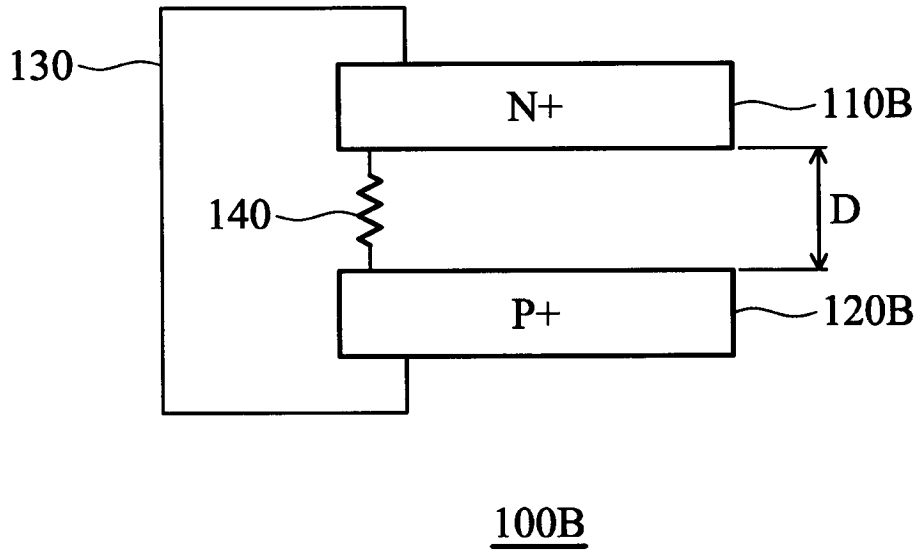


图 2b

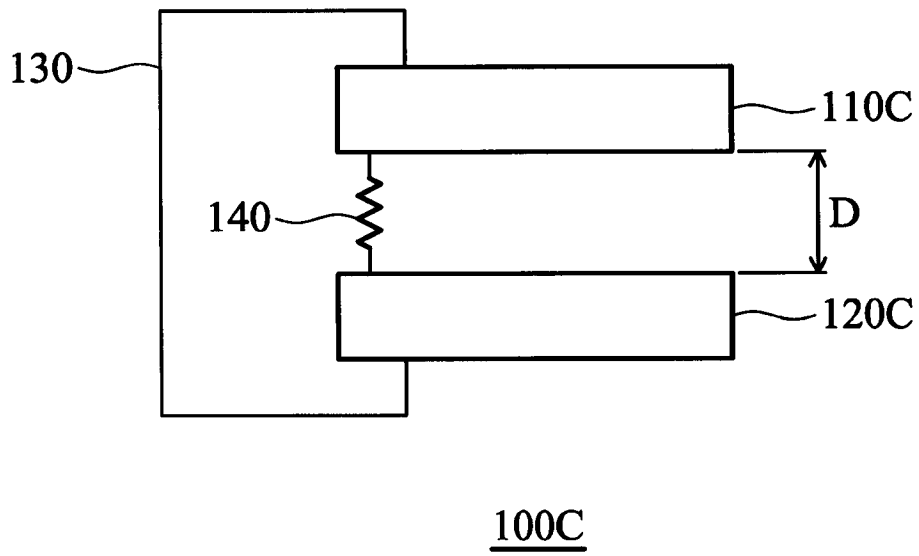


图 2c

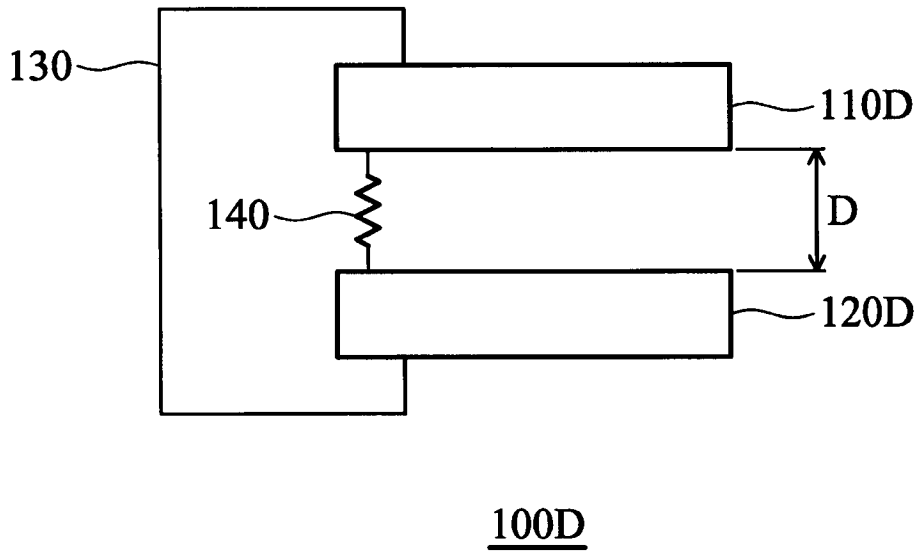


图 2d

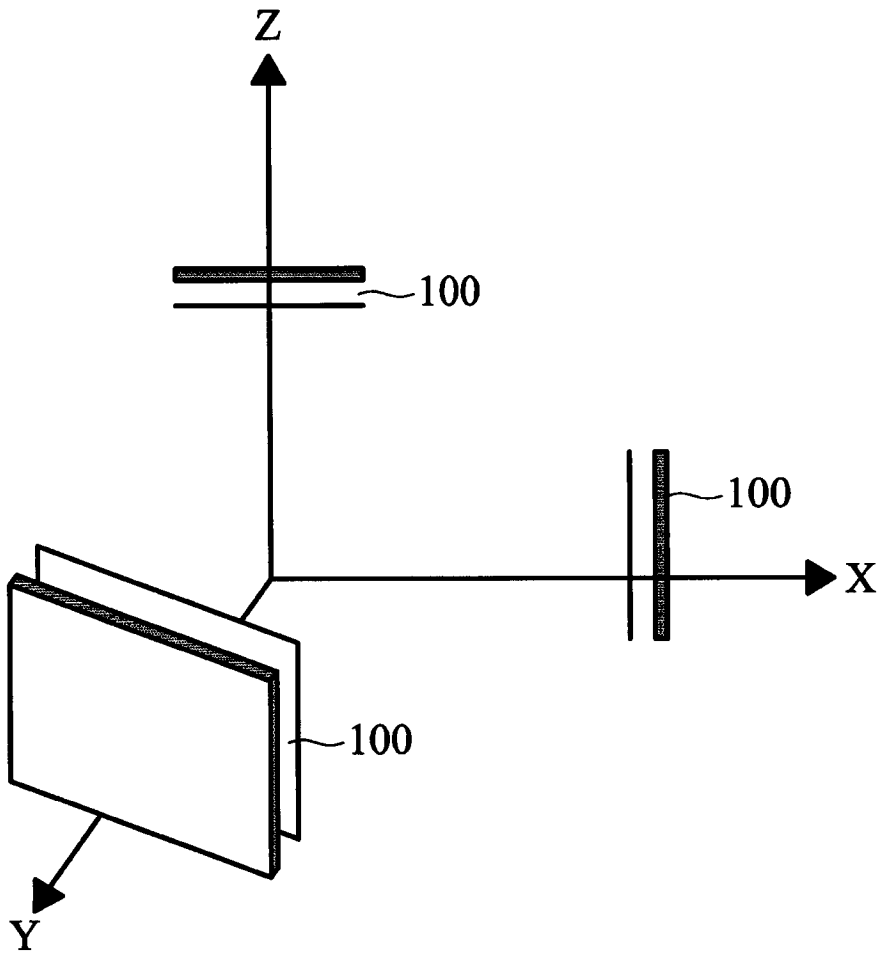


图 3

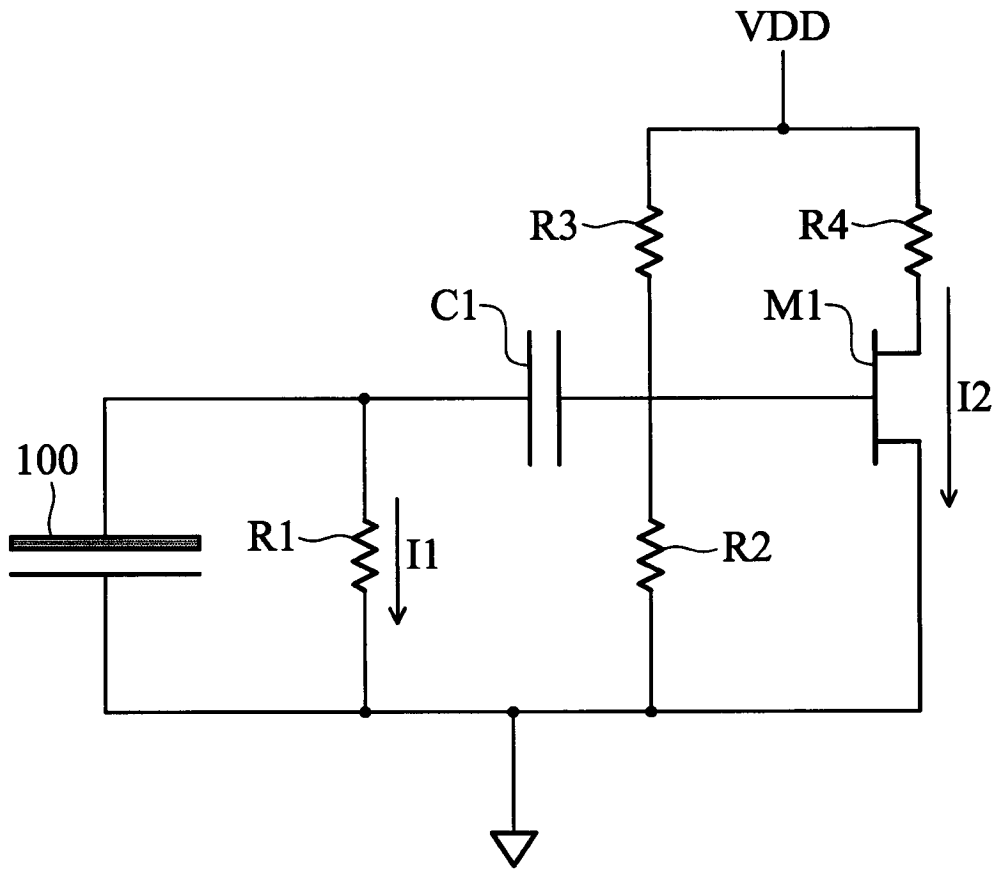


图 4

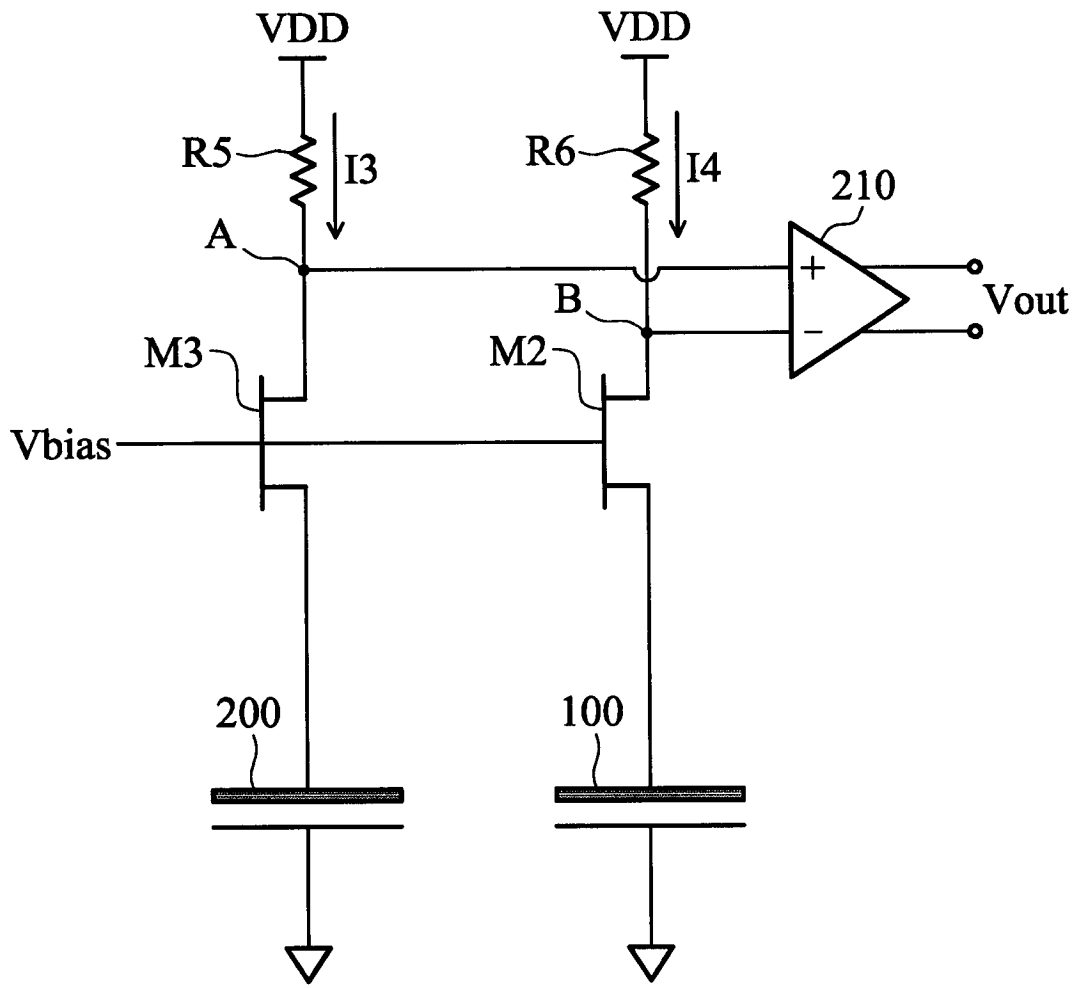


图 5

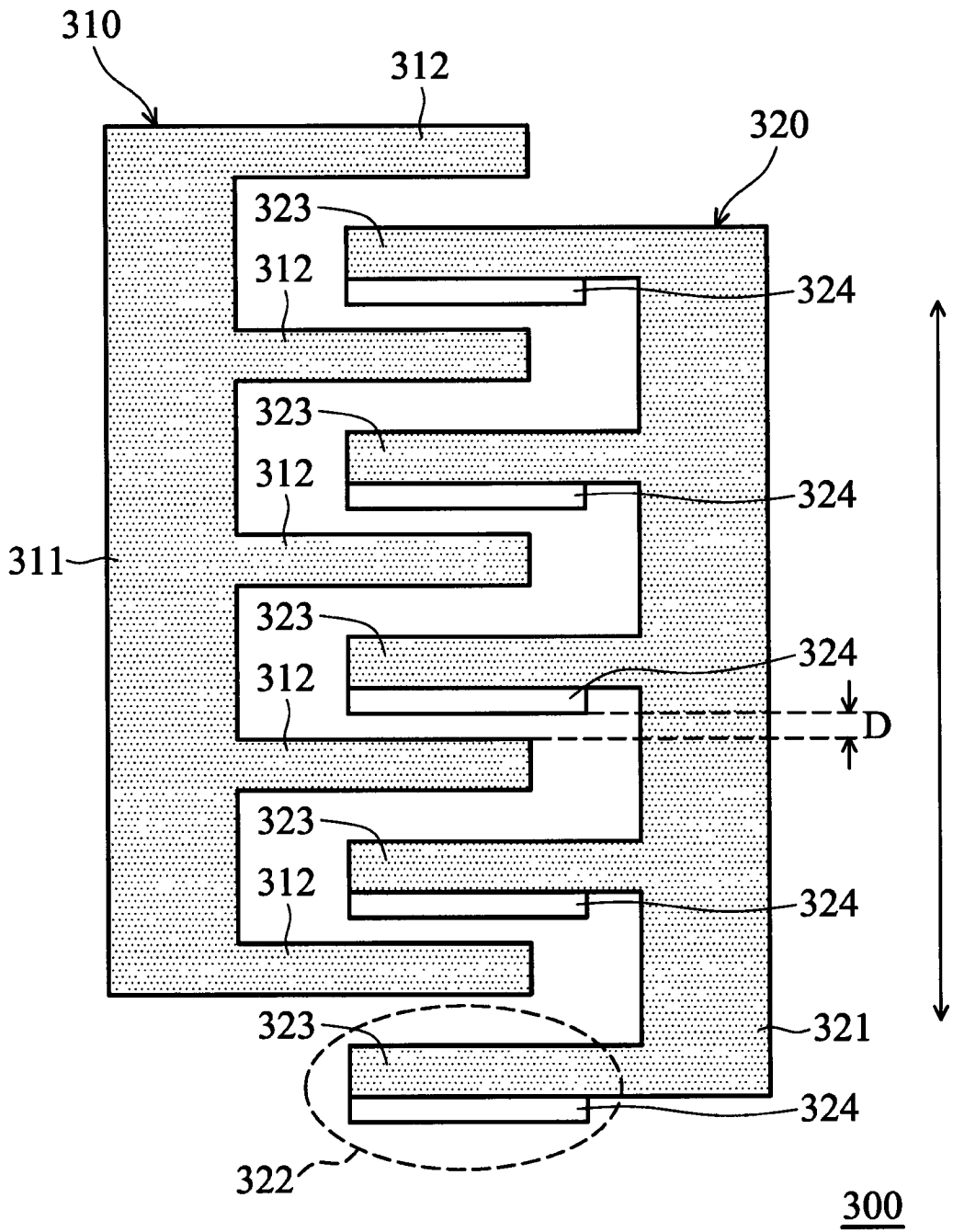


图 6