



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102798489 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201110322967. 8

(22) 申请日 2011. 10. 21

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

(72) 发明人 蔡坚 王涛 王谦

(74) 专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司

公司 11283

代理人 南毅宁 王凤桐

(51) Int. Cl.

G01L 1/18(2006. 01)

B81B 3/00(2006. 01)

B81C 1/00(2006. 01)

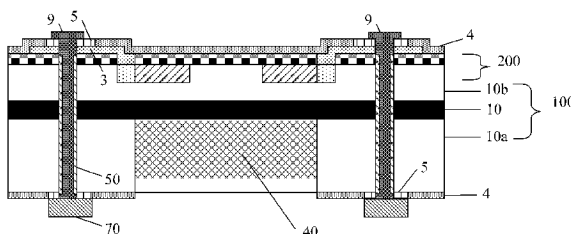
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 6 页

(54) 发明名称

一种压力传感器及其制备方法

(57) 摘要

本发明针对现有技术中的压力传感器结构在尺寸和封装技术方面的缺陷,提供一种能够降低尺寸并便于封装的压力传感器及其制备方法。一种压力传感器,该压力传感器包括衬底(100)、压敏元件(200)及其引出电极和硅通孔(50),其中,所述压敏元件(200)及其引出电极位于所述衬底(100)的一侧,所述硅通孔(50)贯穿所述衬底(100)并且所述硅通孔(50)的一端与所述压敏元件(200)的引出电极互连,所述硅通孔(50)的另一端作为所述压力传感器的输出端,所述压力传感器还包括位于所述压敏元件(200)下方的密封空腔(40),并且所述压敏元件(200)与所述密封空腔(40)之间形成压敏薄膜。



1. 一种压力传感器,该压力传感器包括衬底(100)、压敏元件(200)及其引出电极和硅通孔(50),其中,所述压敏元件(200)及其引出电极位于所述衬底(100)的一侧,所述硅通孔(50)贯穿所述衬底(100)并且所述硅通孔(50)的一端与所述压敏元件(200)的引出电极互连,所述硅通孔(50)的另一端作为所述压力传感器的输出端,所述压力传感器还包括位于所述压敏元件(200)下方的密封空腔(40),并且所述压敏元件(200)与所述密封空腔(40)之间形成压敏薄膜。

2. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中,所述衬底(100)为绝缘体上硅衬底。

3. 根据权利要求1所述的压力传感器,其中,所述压力传感器还包括对通过所述硅通孔(50)输出的信号进行处理的处理元件(1),该处理元件(1)具有与所述硅通孔(5)电连接的电极。

4. 一种制备压力传感器的方法,该方法包括:

提供衬底;

在衬底的一侧上制备压敏元件及其引出电极,并进行图形化;

在所述衬底的形成有所述压敏元件的一侧制备所述压敏元件引出电极的电连接孔;

将所述衬底的未形成有所述压敏元件的一侧减薄至露出所述电连接孔从而形成硅通孔;

在所述衬底的未形成有所述压敏元件的一侧上,在所述硅通孔上制备金属凸点;

在所述压敏元件下方形成密封空腔以及位于所述压敏元件与所述密封空腔之间的压敏薄膜。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述方法还包括:

在对所述衬底进行减薄之前,在所述衬底的形成有所述压敏元件的一侧上形成保护膜;以及

在形成所述密封空腔之后去除所述保护膜。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述衬底为绝缘体上硅衬底。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述在所述压敏元件下方形成密封空腔以及位于所述压敏元件与所述密封空腔之间的压敏薄膜包括:

在所述绝缘体上硅衬底未形成有所述压敏元件的一侧对位于所述压敏元件下方部分进行刻蚀直到露出所述绝缘体上硅衬底的绝缘层为止;

将所述绝缘体上硅衬底的未形成有所述压敏元件的一侧与另一芯片键合,从而形成所述密封空腔。

8. 根据权利要求4所述的方法,其中,所述在所述压敏元件下方形成密封空腔以及位于所述压敏元件与所述密封空腔之间的压敏薄膜包括:

刻蚀位于所述压敏元件下方的所述衬底的一部分;

将所述衬底的未形成有所述压敏元件的一侧与对压力信号进行处理的处理元件进行键合;

形成所述压力传感器的密封空腔。

## 一种压力传感器及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体领域,尤其涉及一种压力传感器及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 自从人们发现了半导体硅的压阻效应以来,压阻型压力传感器得到了迅速的发展和推广。压阻效应指的是在材料受到压力作用时,其电阻或电阻率发生明显变化的物理现象。

[0003] 目前广泛使用的一种压力传感器的剖面图如图1所示,其中标号101指的是 $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,标号102指的是 $\text{SiO}_2$ ,标号103指的是Al,标号104指的是Si衬底。该压力传感器的核心是位于密封空腔上方的包括压阻电桥电路的薄膜结构。该压力传感器的压敏结构和电路均制作于器件上方,并且带有感知外界压力功能的薄膜结构不能倒置,使得这种结构的压力传感器只能通过引线键合的方式向外引出电信号。而对于现代电子产品的封装而言,由于引线键合技术具有互连延时长、电感大、封装效率低、与圆片级封装不兼容等缺点而不利于这种结构的压力传感器的制备。

[0004] 另一种压力传感器结构是通过倒装键合的方式来引出压力传感器的电信号,其虽然避免了引线键合对压力传感器器件尺寸和封装的负面的影响,但是其仍然需要在系统版上集成压力信号处理电路,并且其制备工艺较长,需要引入硅-硅键合等。

### 发明内容

[0005] 本发明针对现有技术中的压力传感器结构的上述缺陷,提供一种能够克服上述缺陷的压力传感器结构。

[0006] 本发明提供一种压力传感器,该压力传感器包括衬底、压敏元件及其引出电极和硅通孔,其中,所述压敏元件及其引出电极位于所述衬底的一侧,所述硅通孔贯穿所述衬底并且所述硅通孔的一端与所述压敏元件的引出电极互连,所述硅通孔的另一端作为所述压力传感器的输出端,所述压力传感器还包括位于所述压敏元件(200)下方的密封空腔(40),并且所述压敏元件(200)与所述密封空腔(40)之间形成压敏薄膜。

[0007] 本发明还提供一种制备压力传感器的方法,该方法包括:

[0008] 提供衬底;

[0009] 在衬底的一侧上制备压敏元件及其引出电极,并进行图形化;

[0010] 在所述衬底的形成有所述压敏元件的一侧制备所述压敏元件引出电极的电连接孔;

[0011] 将所述衬底的未形成有所述压敏元件的一侧减薄至露出所述电连接孔从而形成硅通孔;

[0012] 在所述衬底的未形成有所述压敏元件的一侧上,在所述硅通孔上制备金属凸点;

[0013] 在所述压敏元件下方形成密封空腔以及位于所述压敏元件与所述密封空腔之间的压敏薄膜。

[0014] 由于根据本发明的压力传感器是通过硅通孔来引出压力传感器的压力信号,所以与现有技术中的引线键合和倒装键合技术相比,能够降低压力传感器的尺寸并与圆片级封装兼容。

#### 附图说明

- [0015] 图 1 现有技术中的一种压力传感器结构图；  
[0016] 图 2 是根据本发明的压力传感器的剖面图；  
[0017] 图 3 是根据本发明的压力传感器的另一剖面图；  
[0018] 图 4 是根据本发明的压力传感器的制备流程图；  
[0019] 图 5- 图 14 是根据本发明的压力传感器的具体流程剖面图。

#### 具体实施方式

[0020] 下面结合附图来详细描述根据本发明的压力传感器及其制备方法。

[0021] 如图 2 所示,根据本发明的压力传感器包括衬底 100、压敏元件 200 及其引出电极和硅通孔 50,其中,所述压敏元件 200 及其引出电极位于所述衬底 100 的一侧,所述硅通孔 50 贯穿所述衬底 100 并且所述硅通孔 50 的一端与所述压敏元件 200 的引出电极互连,所述硅通孔 50 的另一端作为所述压力传感器的输出端,所述压力传感器还包括位于所述压敏元件 200 下方的密封空腔 40,并且所述压敏元件 200 与所述密封空腔 40 之间形成压敏薄膜。

[0022] 图 2 示出的衬底 100 为绝缘体上硅 (SOI) 衬底,其包括绝缘层 10 以及位于绝缘层 10 两侧的第一硅层 10a 和第二硅层 10b。应当理解的是,所使用的衬底 100 并不局限于图 2 所示的 SOI 衬底,还可以使用其他类型的衬底。

[0023] 另外,图 2 所示的压敏元件 200 包括压敏电阻、引出电极、钝化层等。下文稍后将结合压力传感器的制备方法来对压敏元件 200 的结构进行描述。本领域技术人员应当理解,本发明并不局限于图 2 所示的压敏元件 200 结构,其他的压敏元件结构也是可用的。另外,图 2 中的标号 70 是作为压力传感器的输出端的金属凸点。

[0024] 当然,压力传感器中还可以集成对压力信号进行处理的处理元件 1,以便更有利于电子系统的小型化和功能的多样性。集成有处理元件 1 的压力传感器的剖面图如图 3 所示。如图 3 中所示,处理元件 1 也是通过硅通孔结构来引出电信号的。这样可以利于电子系统的小型化。在图 3 中,可以用有机填料 (例如,聚合物胶)60 在所形成的最终压力传感器芯片周围进行填充,以保证密封空腔 40 的气密性。当然也可以通过金属间化合物键合结构 (例如, Au-Sn 键合结构) 来形成密封空腔 40。但是,本领域技术人员将意识到,上面描述的密封方式仅是示例而非用于限制本发明的保护范围,实际上,其他密封方式也是可行的,只要能够确保密封空腔 40 的气密性即可。

[0025] 下面结合图 4 来描述根据本发明的压力传感器的制备流程。如图 4 所示,根据本发明的压力传感器的制备流程包括:

[0026] S41、提供衬底 100。其中,该衬底 100 可以是任何类型的衬底,包括 SOI 衬底、硅衬底等。

[0027] S42、在衬底 100 的一侧上制备压敏元件 200 及其引出电极,并进行图形化;

[0028] S43、在所述衬底 100 的形成有所述压敏元件 200 的一侧制备所述压敏元件 200 引出电极的电连接孔 50；

[0029] S44、将所述衬底 100 的未形成有所述压敏元件 200 的一侧减薄至露出所述电连接孔从而形成硅通孔 50；

[0030] S45、在所述衬底 100 的未形成有所述压敏元件 200 的一侧上，在所述硅通孔 50 上制备金属凸点 70；

[0031] S46、在所述压敏元件 200 下方形成密封空腔以及位于所述压敏元件 200 与所述密封空腔之间的压敏薄膜。

[0032] 下面以衬底为绝缘体上硅 (SOI) 衬底为例，结合图 5- 图 13 来具体说明根据本发明的压力传感器的制备流程。

[0033] 如图 5 所示，首先在 SOI 衬底 100 上制备压敏元件 200，例如压敏电阻。其中，图 5 中的标号 10 指的是 SOI 衬底 100 的绝缘层，标号 10a 和 10b 分别指的是 SOI 衬底 100 的第一硅层和第二硅层。

[0034] 之后，如图 6 所示，对所形成的压敏元件 200 进行金属化布线，从而形成金属布线层 3。

[0035] 之后，如图 7 所示，在金属布线层 3 上形成钝化层 4，并且在需要在随后步骤中制备硅通孔 50 的位置处留出开口 9。该钝化层 4 可以通过化学汽相淀积工艺形成，并且该钝化层 4 的材料可以是氧化硅或氮化硅。

[0036] 之后，如图 8 所示，在未淀积钝化层 4 的金属布线层 3 上形成金属保护层 5。该金属保护层 5 可以通过化学汽相淀积或物理汽相淀积或者其他工艺形成。同样地，需要在随后步骤中制备硅通孔 50 的位置处留出开口 9。并且该金属保护层 5 的材料可以是 Ti 或 TiW。

[0037] 之后，如图 9 所示，在预计制备硅通孔 50 的位置形成孔，并在该孔底部和侧壁上形成绝缘层和扩散阻挡层。可以采用深度反应离子刻蚀 (DRIE) 工艺或者其他刻蚀工艺来形成该孔 50。该孔 50 是深宽比高的孔。根据压力传感器单元尺寸的要求，该孔 50 的直径可以位于 5 微米到 50 微米的范围内，该孔 50 的深度可以位于 80 微米到 200 微米的范围内。

[0038] 之后，如图 10 所示，将该 SOI 衬底 100 的未形成压敏元件 200 的一侧与临时键合圆片 30 进行键合（例如，通过键合胶 30a 进行键合），并对该 SOI 衬底 100 进行背面减薄，直至露出之前形成的孔从而形成硅通孔 50。

[0039] 之后，如图 11 所示，在硅通孔 50 中形成种子层，并之后在该硅通孔 50 中填充导电材料，例如铜、钨、多晶硅、导电聚合物、金属 - 聚合物复合材料等。当然，也可以在图 10 中在将带有压敏元件 200 的衬底 100 与临时键合圆片 30 进行键合之前，先在临时键合圆片 30 上形成种子层，并之后在图 11 中，通过自临时键合圆片 30 向带有压敏元件 200 的衬底 100 的方向，通过电镀工艺来填充导电材料。之后，如图 11 所示，在硅通孔 50 上制作金属凸点 70。

[0040] 之后，如图 12 所示，去除压敏元件 200 下方的部分 SOI 衬底 100，直至露出绝缘层 10，从而形成了位于压敏元件 200 下方的压敏薄膜。其中，可以通过采用 ICP 干法刻蚀的方法来去除所述部分 SOI 衬底。这样，通过采用 SOI 衬底，能够严格控制压敏薄膜的均匀性。

[0041] 之后，如图 13 所示，去除临时键合圆片 30，并对图 12 中所形成的空间进行密封从而形成密封空腔 40。其中，可以通过在图 12 中所形成的空间中填充填料来形成密封空腔

40,其中,填料可以是聚合物胶或者其他材料。当然,除了通过填充填料 60 形成密封空腔 40 这种方式之外,还可以通过在所形成的每个压力传感器芯片周围设计金属密封环(未示出)来形成密封空腔 40,或者通过将绝缘体上硅衬底 100 的未形成压敏元件 200 的一侧与另一芯片进行键合来形成密封空腔 40。但是,本并发明并不局限于这里描述的密封方式,其他密封方式也是可行的,只要能够确保密封空腔 40 的气密性即可。

[0042] 当然,为了在压力传感器中集成压力信号处理电路,还可以如图 14 所示,将与对压力信号进行处理的处理电路 1 与带有压敏元件 200 的衬底 100 进行键合,其中前述流程中的临时键合圆片 30 应当在处理电路 1 与衬底 100 键合之后才被去掉,以保护前述流程中形成的压敏元件 200 不受到损坏。其中,为了确保密封空腔的气密性,可以用有机胶材料(例如,聚合物胶)在所形成的传感器周边进行填充来形成密封结构 40,当然也可以通过金属间化合物键合结构(例如,Au-Sn 键合结构)来形成密封空腔 40。但是,本领域技术人员将意识到,上面描述的密封方式仅是示例而非用于限制本发明的保护范围,实际上,其他密封方式也是可行的,只要能够确保密封空腔 40 的气密性即可。而且,处理电路 1 也可以通过硅通孔结构来输出处理后的信号。而且,图 14 的步骤是可选的。

[0043] 以上结合优选实施方式对本发明进行了详细描述,应当理解,在不背离本发明精神和范围的情况下,可以对本发明进行各种修改和变形,而且根据本发明的压力传感器的制备流程并不局限于上面所述的顺序,某些步骤可以相互调换或者省略。

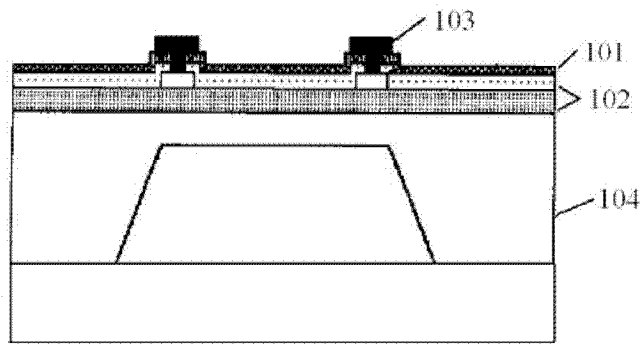


图 1

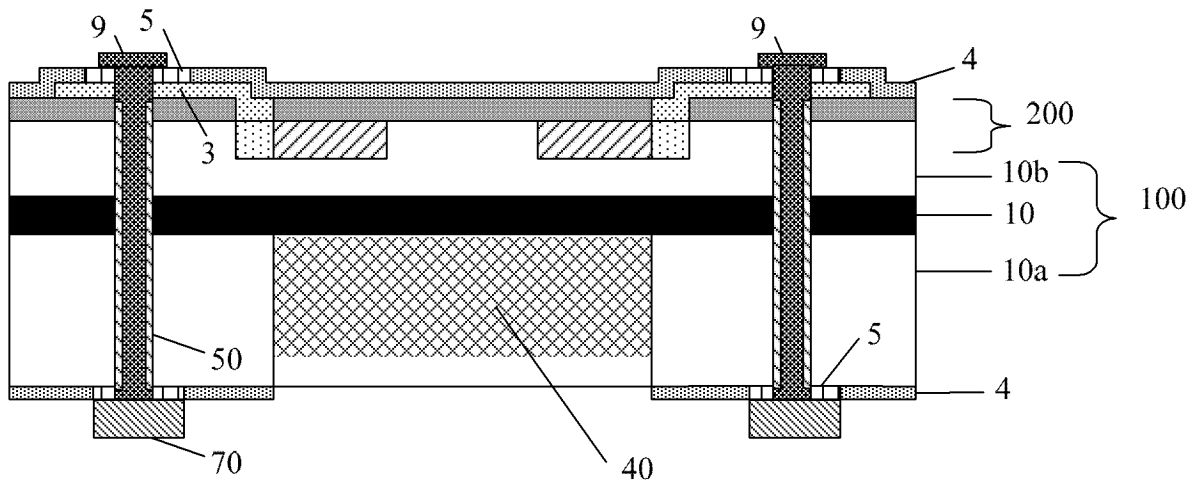


图 2

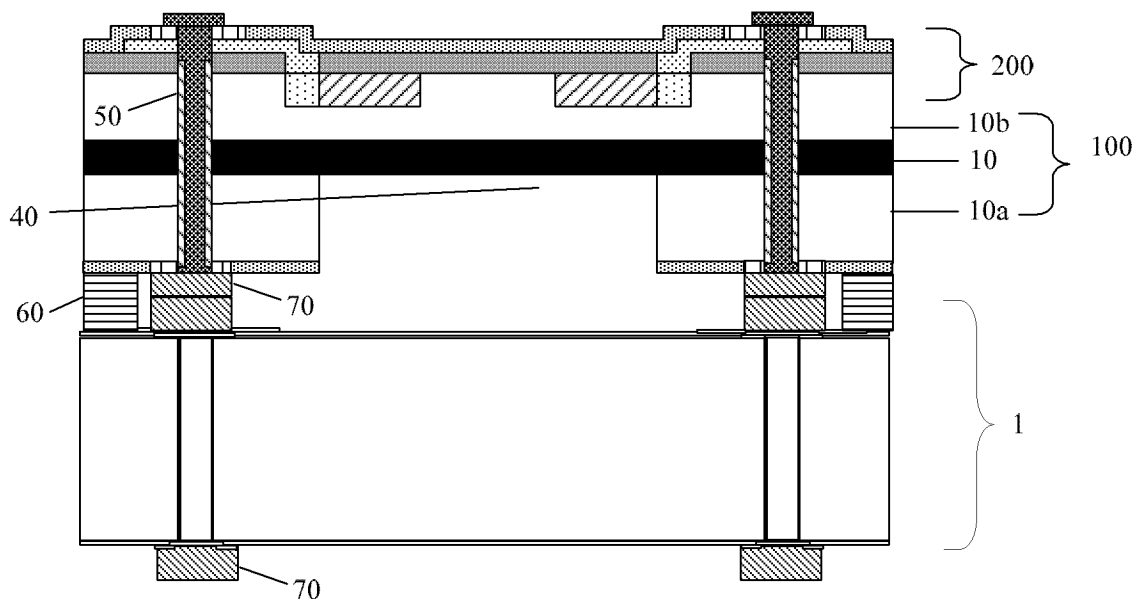


图 3

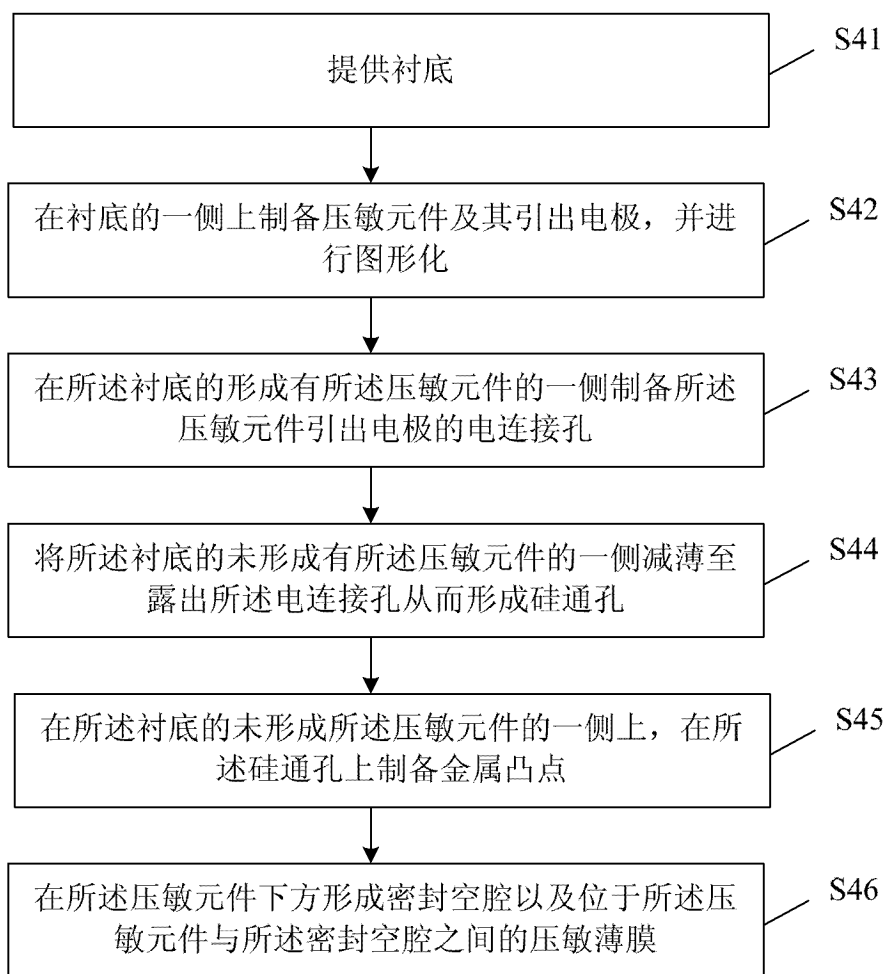


图 4



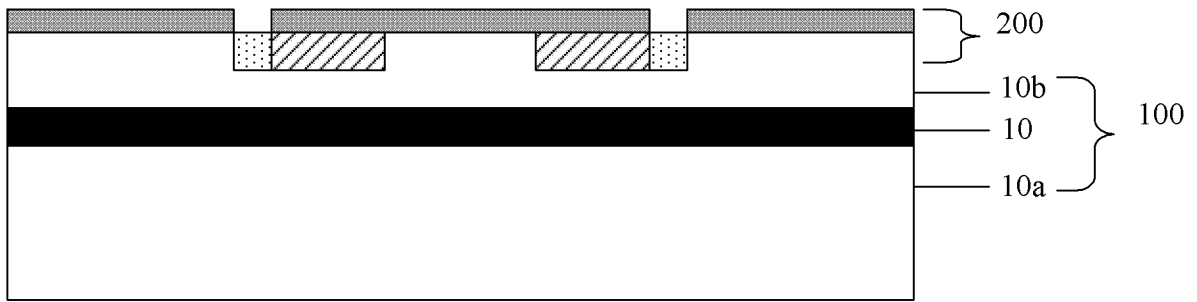


图 5

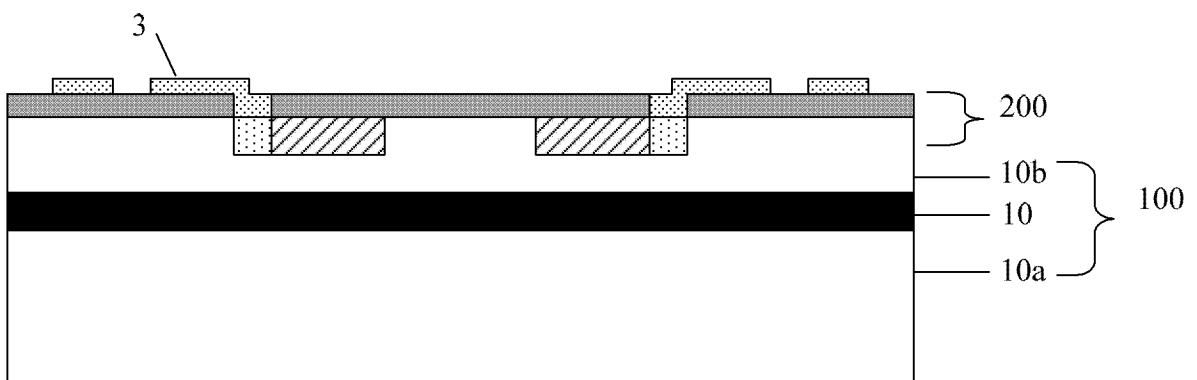


图 6

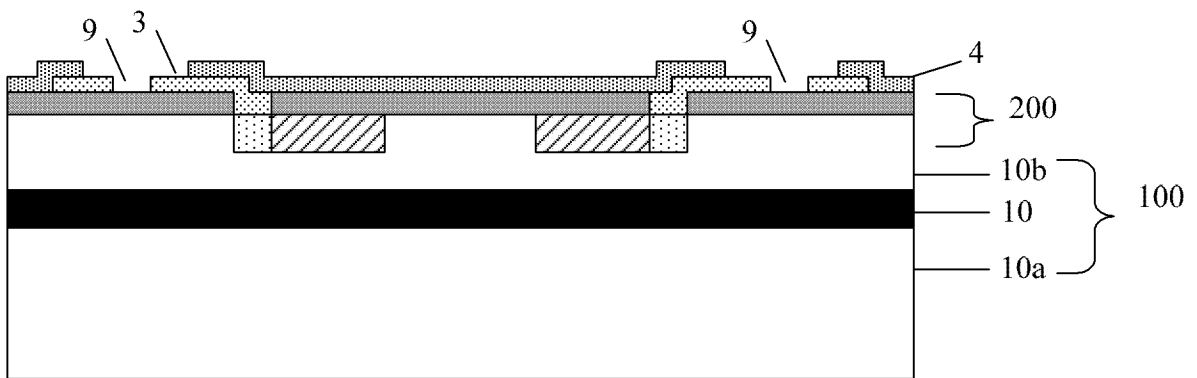


图 7

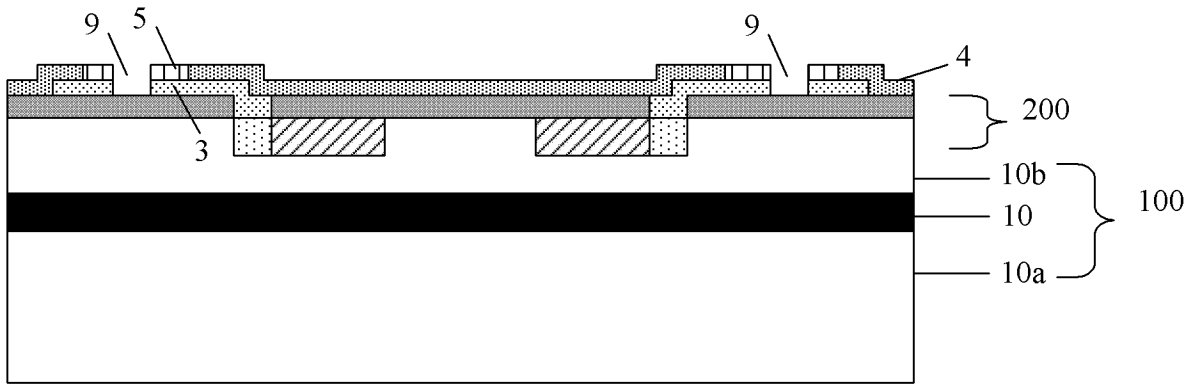


图 8

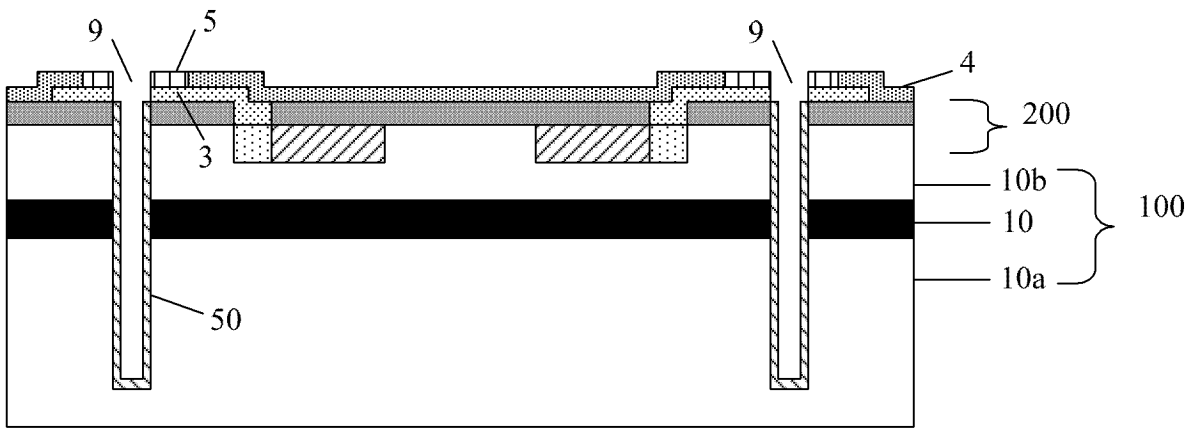


图 9

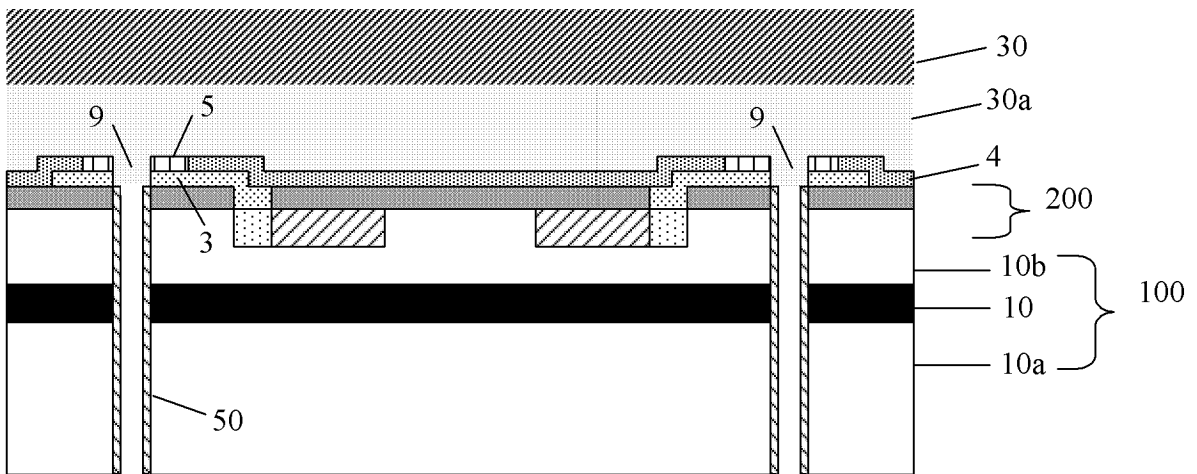


图 10

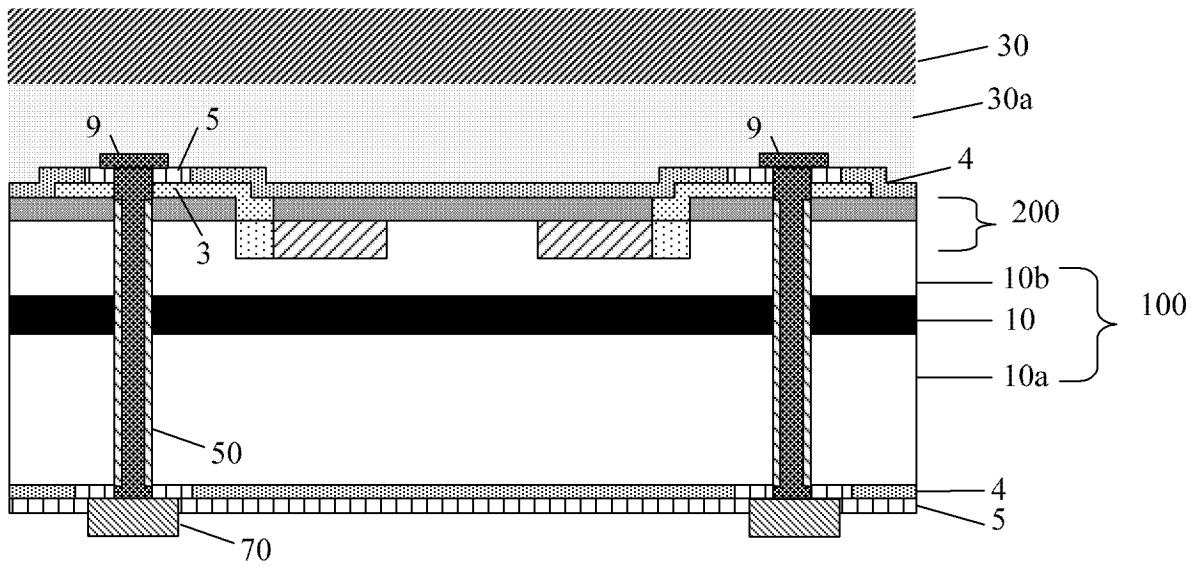


图 11

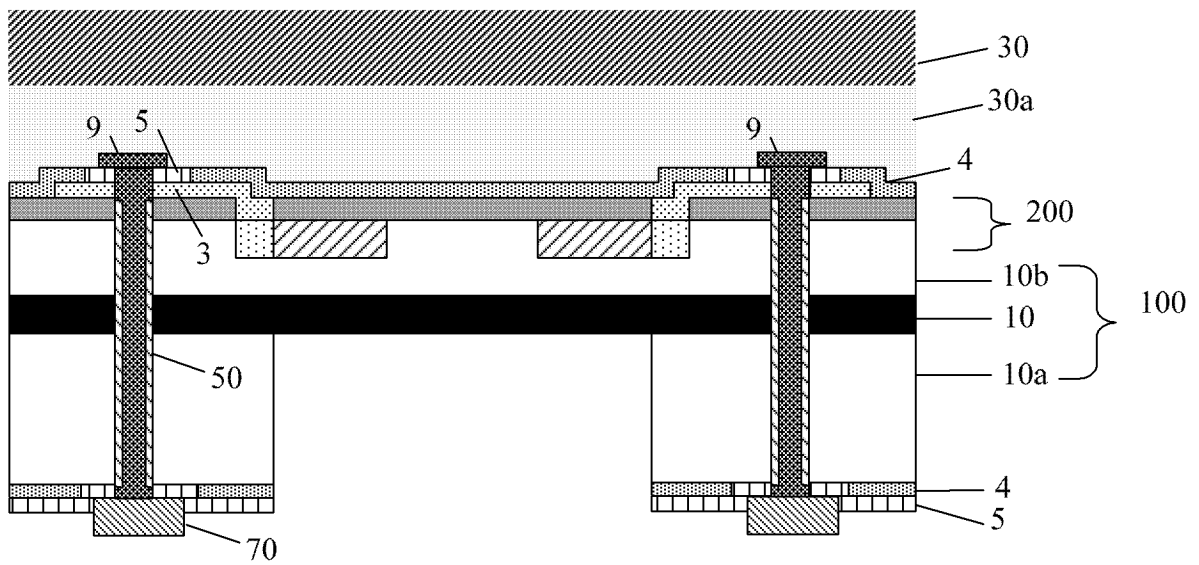


图 12

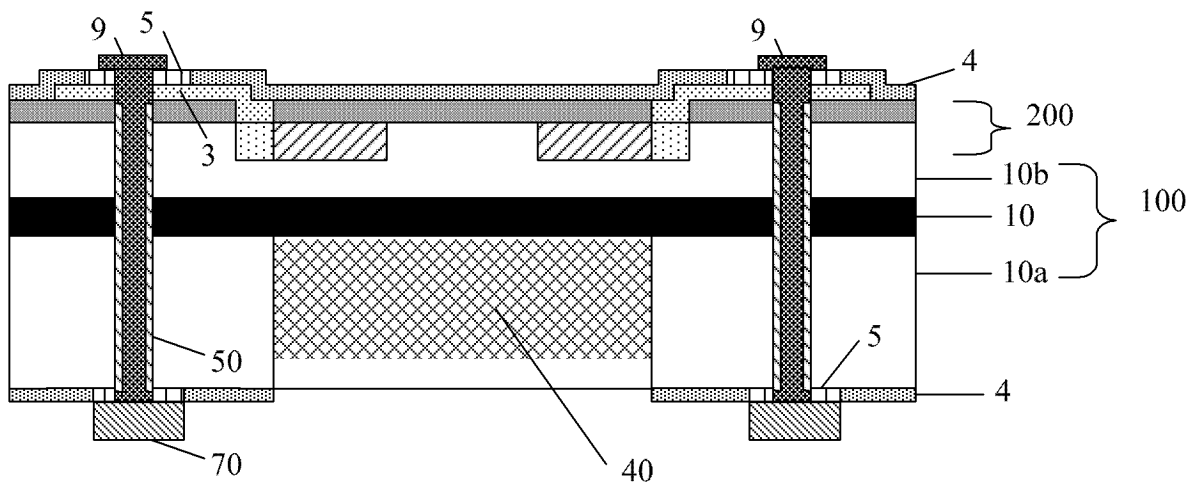


图 13

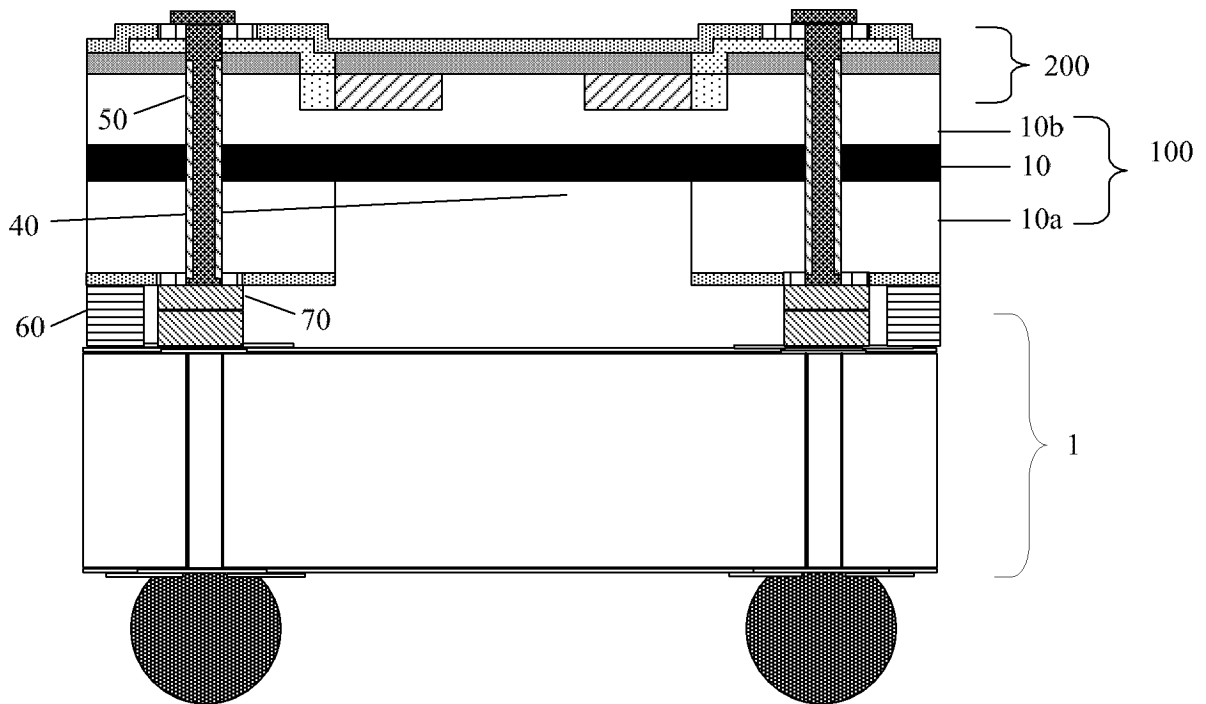


图 14