



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111099556 A

(43)申请公布日 2020.05.05

(21)申请号 201811266759.9

(22)申请日 2018.10.29

(71)申请人 上海途擎微电子有限公司

地址 200120 上海市浦东新区中国(上海)  
自由贸易试验区芳春路400号1幢3层

(72)发明人 阮盛杰

(74)专利代理机构 深圳市威世博知识产权代理  
事务所(普通合伙) 44280

代理人 钟子敏

(51) Int. Cl.

B81C 3/00(2006.01)

B81C 1/00(2006.01)

B81B 7/02(2006.01)

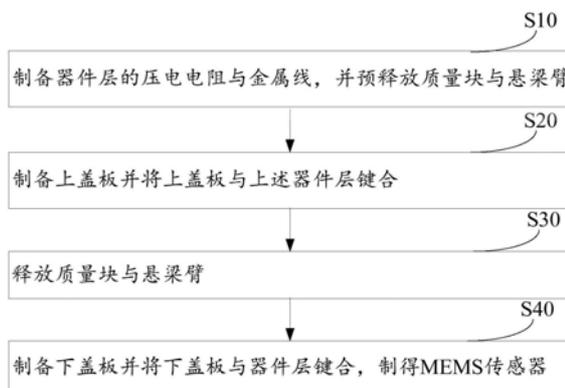
权利要求书2页 说明书6页 附图14页

## (54)发明名称

一种MEMS传感器及其制备方法

## (57)摘要

本发明公开了一种MEMS传感器及其制备方法,其中,MEMS传感器的制备方法包括:制备器件层的压电电阻与金属线,并预释放质量块与悬臂梁;制备上盖板并将所述上盖板与上述所述器件层键合;释放所述质量块及所述悬臂梁;制备下盖板并将所述下盖板与所述器件层键合,制得所述MEMS传感器。通过上述方式,本发明的MEMS传感器能够有效降低零点输出。



1. 一种MEMS传感器的制备方法,其特征在于,包括:  
制备器件层的压电电阻与金属线,并预释放质量块与悬臂梁;  
制备上盖板并将所述上盖板与上述所述器件层键合;  
释放所述质量块及所述悬臂梁;  
制备下盖板并将所述下盖板与所述器件层键合,制得所述MEMS传感器。
2. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,所述制备器件层的压电电阻与金属线并预释放质量块与悬臂梁的步骤包括:  
提供衬底层,用于制备所述MEMS传感器的器件层,所述衬底层包括第一硅层及第二硅层;  
于所述衬底层的所述第一硅层上形成二氧化硅层;  
向所述第一硅层的预设区域注入离子,形成掺杂区域,用于形成所述器件层的压电电阻;  
于所述二氧化硅层上形成金属线,所述金属线的一端贯穿所述二氧化硅层并与所述掺杂区域电性连接;  
于所述二氧化硅层上形成第一凹槽,以预释放所述悬臂梁与所述质量块。
3. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述向所述第一硅层的预设区域注入离子的步骤具体包括:  
对所述二氧化硅层进行第一光刻,使得所述预设区域对应的所述二氧化硅层裸露于第一光刻胶;  
向所述二氧化硅层注入离子,进而向所述预设区域内注入离子;  
去除所述第一光刻胶。
4. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述于所述二氧化硅层上形成金属线的步骤具体包括:  
对所述二氧化硅进行第二光刻,使得所述二氧化硅层上的第一待刻蚀区域裸露于第二光刻胶;  
刻蚀所述第一待刻蚀区域,以形成贯穿所述二氧化硅层的通孔,其中部分所述掺杂区域裸露于所述通孔;  
去除所述第二光刻胶;  
在所述二氧化硅层上形成导电层,部分导电材料填充至所述通孔中;  
进行金属合金化处理;  
对所述导电层进行图案化处理,形成所述金属线。
5. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述于所述二氧化硅层上形成第一凹槽的步骤具体包括:  
在所述二氧化硅层上进行第三光刻,使得所述二氧化硅层上的第二待刻蚀区域裸露于第三光刻胶;  
刻蚀所述第二待刻蚀区域;  
刻蚀所述第一硅层,以形成贯穿所述二氧化硅层及所述第一硅层的第一凹槽;  
去除第三光刻胶。
6. 根据权利要求1所述的制备方法,其特征在于,所述制备上盖板并将所述上盖板与上

述衬底层键合的步骤具体包括：

提供第一基体；

对所述第一基体进行第四光刻，使得所述第一基体上的第三待刻蚀区域及第四待刻蚀区域裸露于第四光刻胶；

刻蚀所述第三待刻蚀区域及所述第四待刻蚀区域，以形成第一连接柱；

于所述二氧化硅层上的第一连接区域形成第一金属层；

将所述上盖板的所述第一连接柱贴设于所述第一金属层上。

7. 根据权利要求5所述的制备方法，其特征在于，所述释放所述质量块及所述悬臂梁的步骤包括：

于所述第二硅层上形成第二凹槽及第三凹槽，其中，所述第三凹槽与所述第一凹槽连通，所述第二凹槽与所述第三凹槽连通，以释放所述质量块及所述悬臂梁。

8. 根据权利要求5所述的制备方法，其特征在于，所述于所述第二硅层上形成第二凹槽及第三凹槽的步骤具体包括：

对所述第二硅层进行第五光刻，使得所述第二硅层的第五待刻蚀区域及第六待刻蚀区域裸露于第五光刻胶；

刻蚀所述第五待刻蚀区域及所述第六待刻蚀区域，以在所述第二硅层上分别形成第二凹槽及第三凹槽；

刻蚀所述二氧化硅层，以使所述第三凹槽与所述第一凹槽连通。

9. 根据权利要求1所述的制备方法，其特征在于，所述制备下盖板并将所述下盖板与所述器件层键合的步骤具体包括：

提供第二基体；

对所述第二基体进行第六光刻，使得所述第二基体的第七待刻蚀区域裸露于第六光刻胶；

刻蚀所述第七待刻蚀区域，以形成第二连接柱；

于所述第二硅层上的第二连接区域形成第二金属层；

将所述下盖板的所述第二连接柱贴设于所述第二金属层上。

10. 一种MEMS传感器，其特征在于，所述MEMS传感器为上述权利要求1-9任意一项制备方法所得到的。

## 一种MEMS传感器及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机械电子技术领域,特别是涉及一种MEMS传感器及其制备方法。

### 背景技术

[0002] MEMS传感器即微机电系统(Microelectro Mechanical Systems),是在微电子技术基础上发展起来的多学科交叉的前沿研究领域,目前,MEMS传感器广泛应用于汽车、飞机、航天等领域。

[0003] 请参阅图1,现有技术中的MEMS传感器的一种制备方法,包括如下步骤:步骤S11,对器件层1的衬底层2进行深硅刻蚀工艺以形成质量块3;步骤S12,进行硅硅键合处理,以将器件层1与下盖板4键合;步骤S13,进行掺杂引线以形成压电电阻5与金属线6;步骤S14,质量块3与悬臂梁7的释放;步骤S15,将上盖板8与器件层1键合。

[0004] 然而,本申请发明人经过长期研究,发现上述制备方法中,在进行硅硅键合的过程中,衬底层2会产生应力,即衬底层2内的原子的力学、电学以及几何形态会发生变化,而质量块3与悬臂梁7释放步骤后使得衬底层4恢复至初始状态,如此,掺杂引线步骤前后衬底层2所处的状态不一致,会使得MEMS传感器具有较大的零点输出。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种MEMS传感器及其制备方法,主要解决现有技术中会产生较大的零点输出的技术问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明采用的一个技术方案是:提供一种MEMS传感器的制备方法,包括:

[0007] 制备器件层的压电电阻与金属线,并预释放质量块与悬臂梁;

[0008] 制备上盖板并将所述上盖板与上述所述器件层键合;

[0009] 释放所述质量块及所述悬臂梁;

[0010] 制备下盖板并将所述下盖板与所述器件层键合,制得所述MEMS传感器。

[0011] 为解决上述技术问题,本发明采用的另一个技术方案是:提供一种MEMS传感器,所述MEMS传感器为上述所述的制备方法所得到的。

[0012] 本发明的有益效果是:区别于现有技术的情况,本发明实施方式提供的MEMS传感器的制备方法中是先制备压电电阻,再进行上盖板与器件层的键合步骤、质量块与悬臂梁的释放步骤,如此,上盖板与器件层的键合步骤中所受到的应力会在悬臂梁释放后消除,使得制备压电电阻的步骤前后器件层中衬底层所处的状态相同,能够大幅降低由于悬臂梁的释放所导致的高零点输出,使得后端电路和处理变得简捷易性,大大提高了MEMS传感器的性能。

### 附图说明

[0013] 图1是现有技术中的MEMS传感器的制备方法中的结构流程示意图;

- [0014] 图2是本发明实施方式提供的MEMS传感器的制备方法流程示意图；
- [0015] 图3是图2所示的流程示意图中步骤S10的具体步骤流程示意图；
- [0016] 图4是图3所示的流程示意图中完成步骤S102后的结构示意图；
- [0017] 图5是图3所示的流程示意图中步骤S103的结构流程示意图；
- [0018] 图6是图3所示的流程示意图中步骤S104的结构流程示意图；
- [0019] 图7是图3所示的流程示意图中步骤S105的结构流程示意图；
- [0020] 图8是完成步骤S105后器件层的结构示意图；
- [0021] 图9是图2所示的流程示意图中步骤S20的结构流程示意图；
- [0022] 图10是图8所示的器件层形成第一金属层后的结构示意图；
- [0023] 图11是完成步骤S20后进一步进行减薄处理后的结构示意图；
- [0024] 图12是图2所示的流程示意图中步骤S30的结构流程示意图；
- [0025] 图13是完成步骤S30后的器件层的另一角度的结构示意图；
- [0026] 图14是图2所示的流程示意图中步骤S40的结构流程示意图；
- [0027] 图15是图13所示的器件层形成第二金属层后的结构示意图；
- [0028] 图16是本发明实施方式提供的MEMS传感器的结构示意图。

### 具体实施方式

[0029] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,均属于本发明保护的范围。

[0030] 请参阅图2,本发明实施方式提供一种MEMS传感器100的制备方法,包括如下步骤:

[0031] 步骤S10,制备器件层10的压电电阻15与金属线50,并预释放质量块16与悬臂梁17。

[0032] 具体的,请结合参阅图3,制备器件层10的压电电阻15与金属线50,并预释放质量块16与悬臂梁17的步骤包括:

[0033] 步骤S101,提供衬底层11,用于制备MEMS传感器100的器件层10,衬底层11包括第一硅层111、第二硅层112以及夹设于第一硅层111与第二硅层112之间的绝缘层113。

[0034] 本实施方式中,衬底层11可以是绝缘层上硅(SOI),绝缘层113的材料可以是二氧化硅。

[0035] 步骤S102,请结合参阅图4,于衬底层11的第一硅层111上形成二氧化硅层30。

[0036] 本实施方式中,通过热氧化工艺于衬底层11的第一硅层111上形成二氧化硅层30。当然,在其它实施方式中,还可以通过其它的方式形成二氧化硅层30,在此不做限定。

[0037] 步骤S103,请结合参阅图5,向第一硅层111的预设区域注入离子,例如硼离子,形成掺杂区域14,用于形成器件层10的压电电阻15。

[0038] 其中,向第一硅层111的预设区域注入离子的步骤具体包括:

[0039] 对二氧化硅层30进行第一光刻,使得预设区域对应的二氧化硅层30裸露于第一光刻胶41;

[0040] 向二氧化硅层30注入离子,进而向预设区域内注入离子;

[0041] 去除第一光刻胶41。

[0042] 其中,预设区域定义为第一硅层111中用于形成压电电阻15的区域。

[0043] 可以理解,硅层中的硅晶体结构是有序排列的,且硅晶体结构内部的缝隙也是有序排布,若离子直接垂直注入至第一硅层111中,易使得离子从第一硅层111的顶部直接注入到第一硅层111的底部,本实施方式中,通过将离子先注入至二氧化硅层30进而进入至第一硅层111中,一方面,二氧化硅层30的结构内部的缝隙较小,使得离子经过二氧化硅层30再扩散至预设区域之后的排布更为均匀、分散,另一方面,由于是由二氧化硅层30扩散至第一硅层111中,能够有效限制离子的流向,防止离子直接流至第一硅层111的底部。

[0044] 其中,掺杂区域14内的离子的浓度范围为 $3 \times 10^{18} \sim 8 \times 10^{18}$ 个/cm<sup>3</sup>,例如 $3 \times 10^{18}$ 个/cm<sup>3</sup>、 $5 \times 10^{18}$ 个/cm<sup>3</sup>或 $8 \times 10^{18}$ 个/cm<sup>3</sup>等。

[0045] 在一实施方式中,向第一硅层111的预设区域注入离子的步骤之后,进一步包括:

[0046] 进行退火处理,以激活掺杂区域14内的离子,以形成压电电阻15。

[0047] 可以理解,进行退火处理前,掺杂区域14内的离子是不规律分布的,不具有电学性能,而进行退火处理后,即通过高温将离子活化,使得掺杂区域14具有较佳的电学性能。

[0048] 步骤S104,请结合参阅图6,于二氧化硅层30上形成金属线50,金属线50的一端贯穿二氧化硅层30并与掺杂区域14电性连接。

[0049] 其中,于二氧化硅层30上形成金属线50的步骤具体包括:

[0050] 对二氧化硅层30进行第二光刻,使得二氧化硅层30上的第一待刻蚀区域裸露于第二光刻胶42;

[0051] 刻蚀第一待刻蚀区域,以形成贯穿二氧化硅层30的通孔31,其中部分掺杂区域14裸露于通孔31;

[0052] 去除第二光刻胶42;

[0053] 在二氧化硅层30上形成导电层51,部分导电材料填充至通孔31中;

[0054] 进行金属合金化处理;

[0055] 对导电层51进行图案化处理,形成金属线50,其中金属线50的一端与掺杂区域14连接。

[0056] 本实施方式中,可以通过反应离子刻蚀(RIE,Reactive Ion Etching)方式刻蚀第一待刻蚀区域,导电层51可以通过溅射工艺形成,导电材料可以为铝。

[0057] 可以理解,进行金属合金化处理过程中,即通过在400-450摄氏度的高温下进行活化,以使金属线50与压电电阻15之间的连接性能更佳。

[0058] 步骤S105,请结合参阅图7,于二氧化硅层30上形成第一凹槽32,以预释放质量块16与悬臂梁17。

[0059] 可以理解,请结合参阅图8,第一凹槽32贯穿二氧化硅层30及第一硅层111,第一凹槽32围成的形状具有质量块16与悬臂梁17的轮廓,第一凹槽32的外侧为器件层10的边框18,其中悬臂梁17的一端与边框18固定连接,而其另一端与质量块16连接。

[0060] 第一凹槽32围成的形状具有质量块16与悬臂梁17的轮廓,本实施方式中,质量块16与悬臂梁17的形状均为长方形。当然,在其它实施方式中,质量块16与悬臂梁17还可以是其它的形状,在此不做限定。

[0061] 其中,于二氧化硅层30上形成第一凹槽32的步骤具体包括:

[0062] 在二氧化硅层30上进行第三光刻,使得二氧化硅层30上的第二待刻蚀区域裸露于第三光刻胶43;

[0063] 刻蚀第二待刻蚀区域;

[0064] 刻蚀第一硅层111,以形成贯穿二氧化硅层30及第一硅层111的第一凹槽32;

[0065] 去除第三光刻胶43。

[0066] 其中,第一凹槽32的宽度范围为5-15微米,例如5微米、10微米或15微米等。

[0067] 本实施方式中,通过反应离子刻蚀方式刻蚀第二待刻蚀区域,通过深反应离子刻蚀(DRIE,Deep Reactive Ion Etching)方式刻蚀第一硅层111,当然,还可以是其它的刻蚀方式,在此不作限定。

[0068] 步骤S20,请结合参阅图9,制备上盖板60并将上盖板60与上述器件层10键合。

[0069] 其中,制备上盖板60并将上盖板60与上述衬底层11键合的步骤具体包括:

[0070] 提供第一基体61;

[0071] 对第一基体61进行第四光刻,使得第一基体61上的第三待刻蚀区域及第四待刻蚀区域裸露于第四光刻胶44;

[0072] 刻蚀第三待刻蚀区域及第四待刻蚀区域,以形成第一连接柱62;

[0073] 于二氧化硅层30上的第一连接区域形成第一金属层70(如图10所示);

[0074] 将上盖板60的第一连接柱62贴设于第一金属层70上,并通过金属键合的方式将器件层10与上盖板60稳固地连接于一体。

[0075] 可以理解,第三待刻蚀区域经刻蚀后形成第一容置腔63,第四待刻蚀区域经刻蚀后形成容置槽64,而未被刻蚀区域形成第一连接柱62,通过金属键合的方式将器件层10与上盖板60稳固地连接于一体后,质量块16与悬臂梁17在第一容置腔63对应的区域内,以在加速度输入时,质量块16与悬臂梁17具有足够空间移动。

[0076] 其中,可以通过干法刻蚀方式刻蚀第三待刻蚀区域及第四待刻蚀区域,第一基体61的材料可以是硅,第一金属层70的材料可以是锡金、铬或者铝,当然,在其它实施方式中,第一金属层70还可以是其它材料,在此不做限定。

[0077] 其中,第一连接区域位于器件层10边框18的上表面。

[0078] 可以理解,金属键合处理的温度范围是200-400摄氏度,例如200摄氏度、300摄氏度或400摄氏度等,压力范围是5-10标准大气压,例如5标准大气压、8标准大气压或10标准大气压等。

[0079] 可以理解,上盖板60的厚度越小,靠近金属线50一端的第一连接柱62与金属线50之间的垂直距离越小,进而使得MEMS传感器100的尺寸越小。本实施方式中,靠近金属线50一端的第一连接柱62与金属线50之间的垂直距离为150-180微米,例如150微米、170微米、180微米等,MEMS传感器100的尺寸小于1.2mm\*1.2mm。

[0080] 在另一实施方式中,请结合参阅图11,制备上盖板60并将上盖板60与上述衬底层11键合的步骤之后,进一步包括:

[0081] 对第二硅层112进行减薄处理,减薄处理后的第二硅层112的厚度范围为30-40微米,例如30微米、35微米或40微米等。

[0082] 可以理解,减薄处理可以依次通过研磨、抛光工艺完成。

[0083] 可以理解,器件层10需要达到一定的厚度才可以机器完成上述步骤,此时,通

过对第二硅层112进行减薄处理,以使得器件层10的厚度能够满足MEMS传感器100的需求。

[0084] 步骤S30,释放质量块16与悬臂梁17。

[0085] 具体的,请结合参阅图12及图13,释放质量块16与悬臂梁17的步骤包括:

[0086] 于第二硅层112上形成第二凹槽114及第三凹槽115,第二凹槽114与第三凹槽115均贯穿第二硅层112及绝缘层113,其中,第三凹槽115与第一凹槽32连通,第二凹槽114与第三凹槽115连通,以释放质量块16及悬臂梁17。

[0087] 其中,于第二硅层112上形成第二凹槽114及第三凹槽115的步骤具体包括:

[0088] 对第二硅层112进行第五光刻,使得第二硅层112的第五待刻蚀区域及第六待刻蚀区域裸露于第五光刻胶45;

[0089] 刻蚀第五待刻蚀区域及第六待刻蚀区域,以在第二硅层112上分别形成第二凹槽114及第三凹槽115;

[0090] 刻蚀二氧化硅层30,以使第三凹槽115与第一凹槽32连通;

[0091] 去除第五光刻胶45。

[0092] 本实施方式中,通过深硅刻蚀的方式刻蚀第二硅层112,通过反应离子刻蚀方式刻蚀二氧化硅层30。

[0093] 其中,第二凹槽114的宽度范围为100-150微米,例如100微米、125微米或150微米等,第三凹槽115的宽度范围为40-50微米,例如40微米、45微米或50微米等。

[0094] 步骤S40,请结合参阅图14,制备下盖板80并将下盖板80与器件层10键合,制得MEMS传感器100。

[0095] 其中,制备下盖板80并将下盖板80与器件层10键合的步骤具体包括:

[0096] 提供第二基体81;

[0097] 对第二基体81进行第六光刻,使得第二基体81的第七待刻蚀区域裸露于第六光刻胶46;

[0098] 刻蚀第七待刻蚀区域,以形成第二连接柱83;

[0099] 去除第六光刻胶46;

[0100] 于第二硅层112上的第二连接区域形成第二金属层90(如图15所示);

[0101] 将下盖板80的第二连接柱83贴设于第二金属层90上。

[0102] 本实施方式中,通过深反应离子刻蚀方式刻蚀第七待刻蚀区域,第二基体81的材料可以是铝,第二金属层90的材料可以是锡金、铬或者铝,当然,在其它实施方式中,第二金属层90还可以是其它材料,在此不做限定。

[0103] 其中,第二连接区域为第二硅层112的周缘并位于边框18的下表面。

[0104] 本实施方式中,通过金属键合的方式将器件层10与下盖板80稳固地连接于一体,金属键合处理的温度范围是200-400摄氏度,例如200摄氏度、300摄氏度或400摄氏度等,压力范围是5-10标准大气压,例如5标准大气压、8标准大气压或10标准大气压等。

[0105] 可以理解,第七待刻蚀区域经刻蚀后形成第二容置腔84,而未被刻蚀区域形成第二连接柱83,质量块16与悬臂梁17容置于第二容置腔84对应的区域内,以在加速度输入时,使质量块16与悬臂梁17具有足够空间移动。

[0106] 可以理解,当有加速度输入时,悬臂梁17在质量块16受到的惯性力牵引下发生形变,导致压电电阻15两端的检测电压值发生变化,从而可以推导出输入加速度与输出电压

值的关系。

[0107] 本发明实施方式提供的MEMS传感器100的制备方法中是先制备压电电阻15,再依次进行上盖板60与器件层10的键合步骤、质量块16与悬臂梁17的释放步骤,如此,上盖板60与器件层10的键合步骤中所受到的应力会在悬臂梁17释放后消除,使得制备压电电阻15的步骤前后器件层10中的衬底层11所处的状态相同,能够大幅降低由于悬臂梁17的释放所导致的高零点输出,使得后端电路和处理变得简捷易性,大大提高了MEMS传感器100的性能。

[0108] 请参阅图16,本发明还提供一种MEMS传感器100,该MEMS传感器100由上述的制备方法制得的。

[0109] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

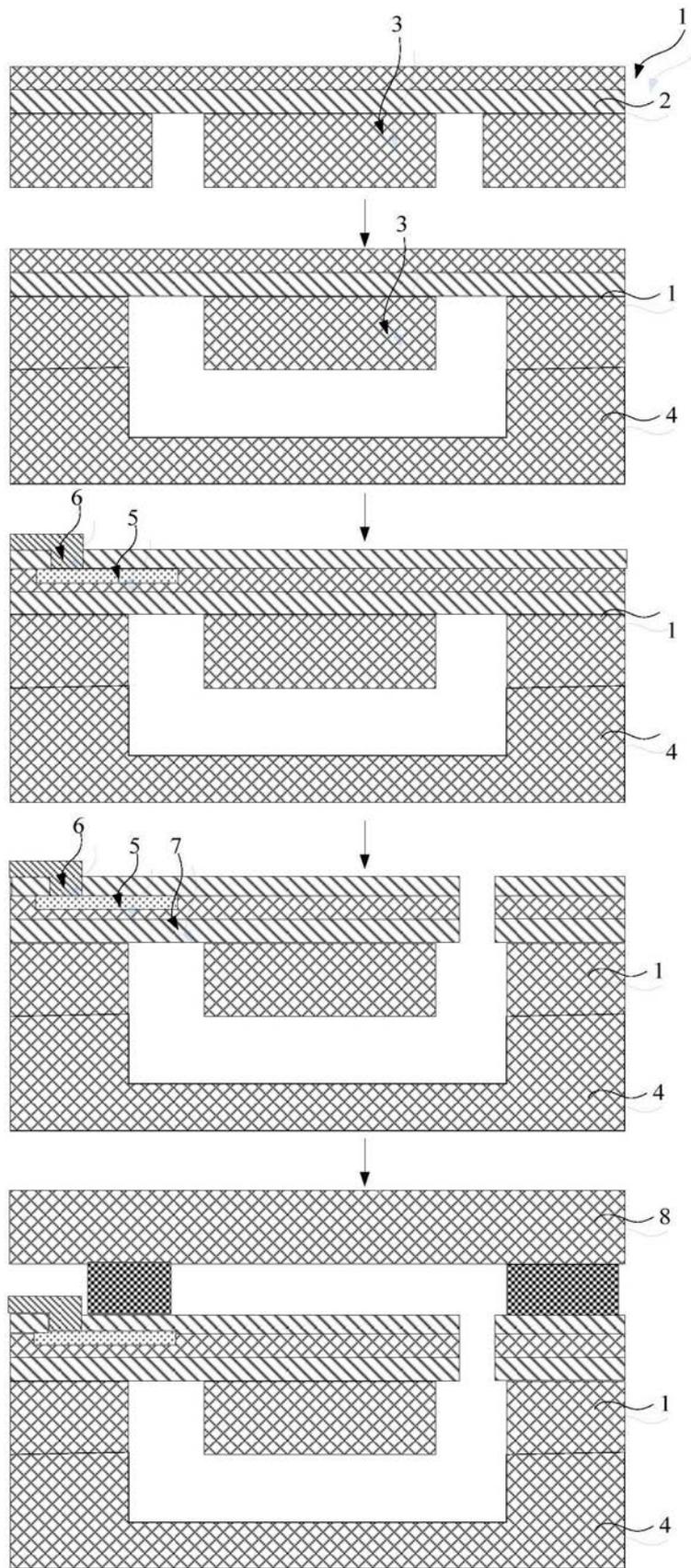


图1

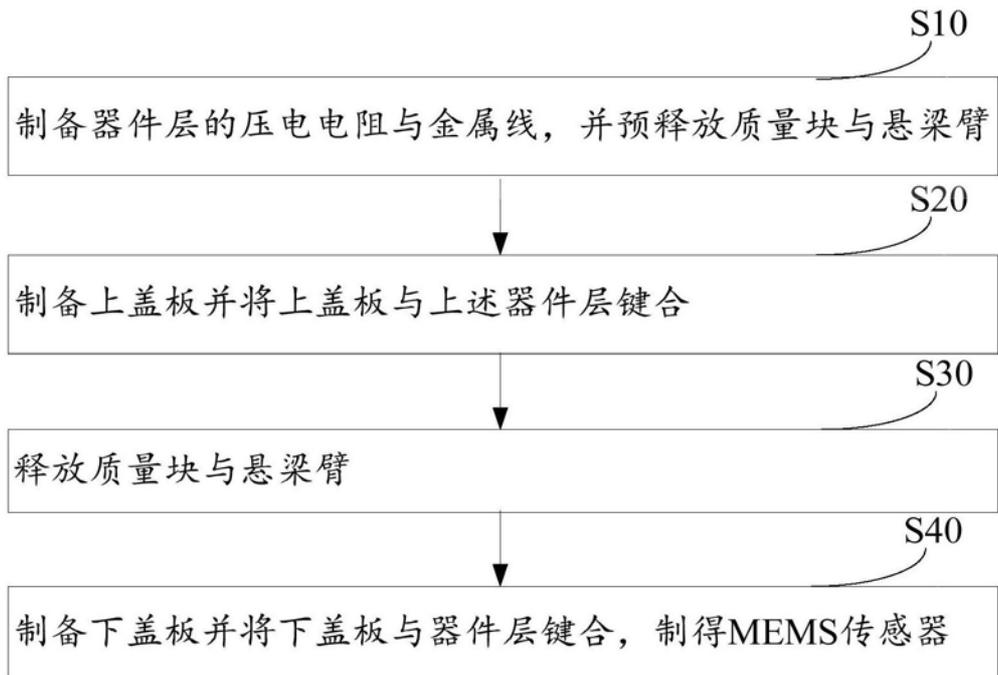


图2

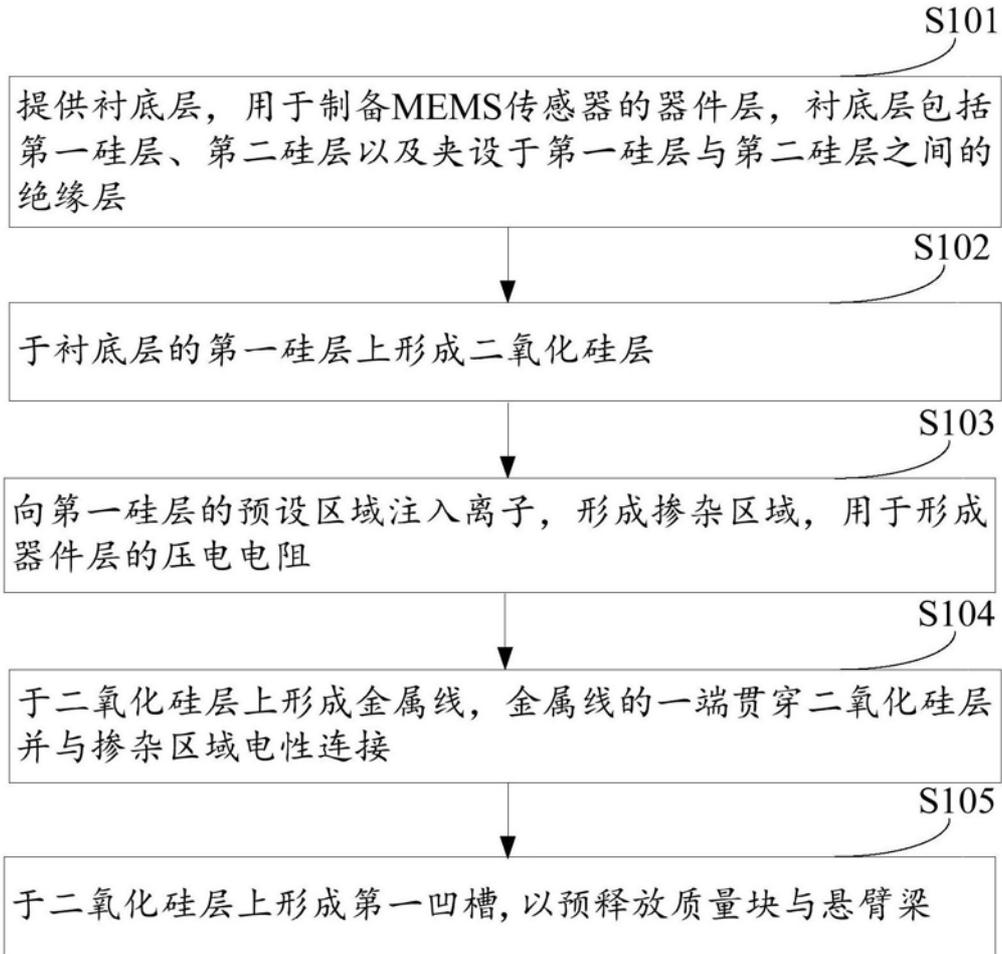


图3

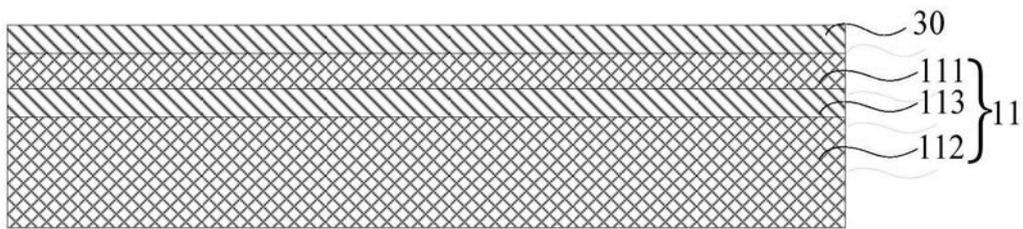


图4

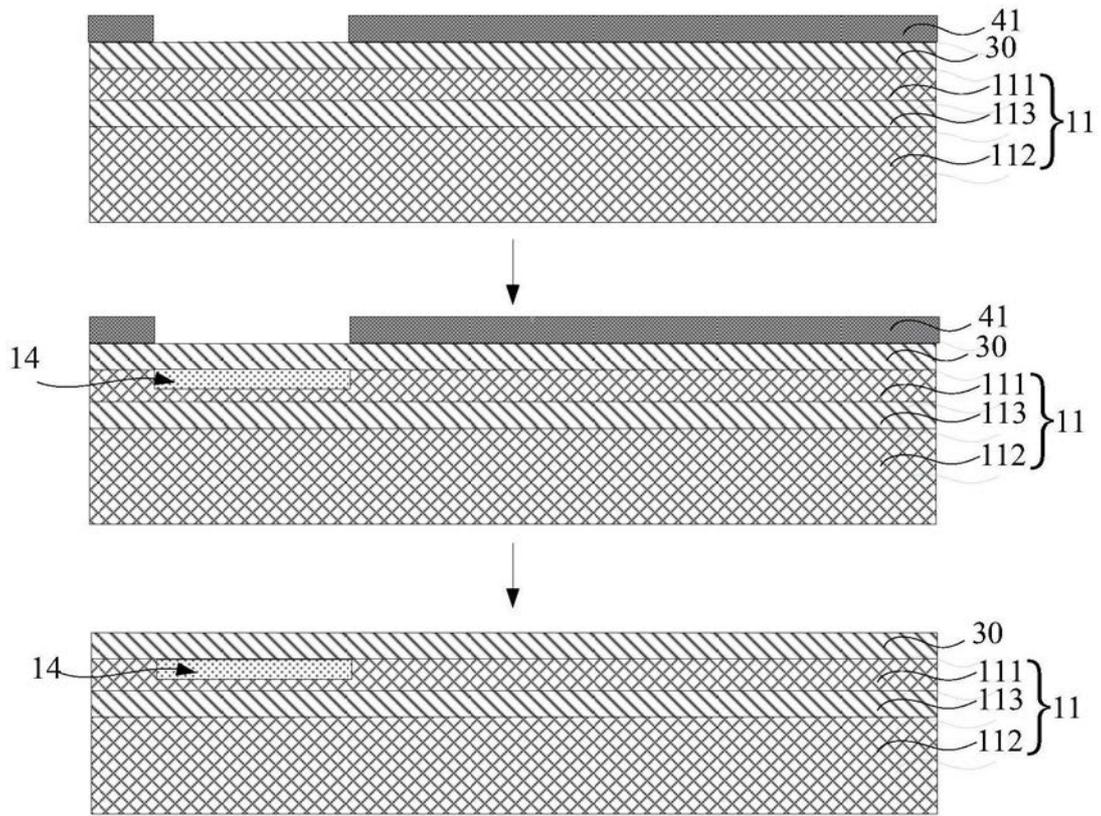


图5

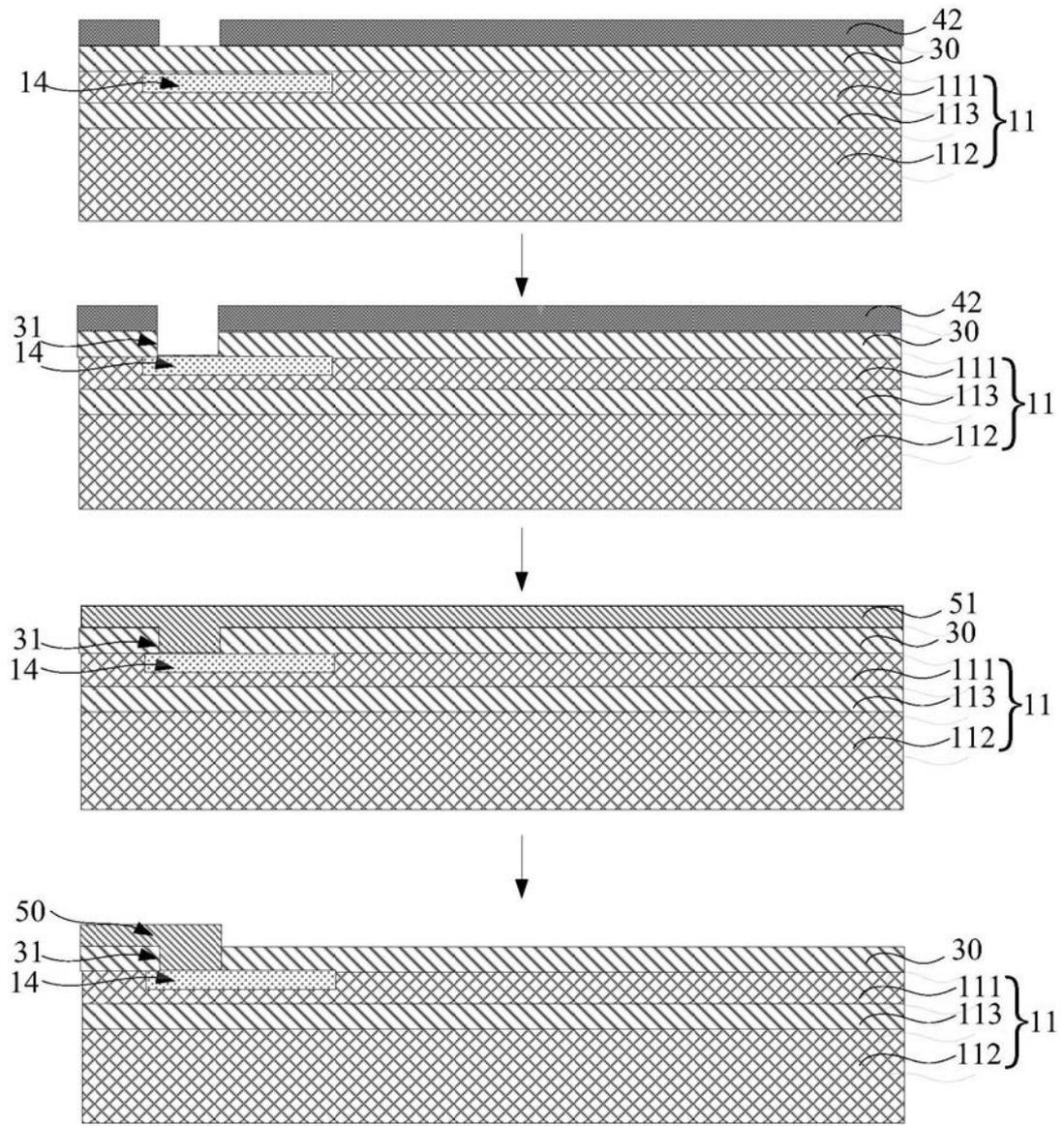


图6

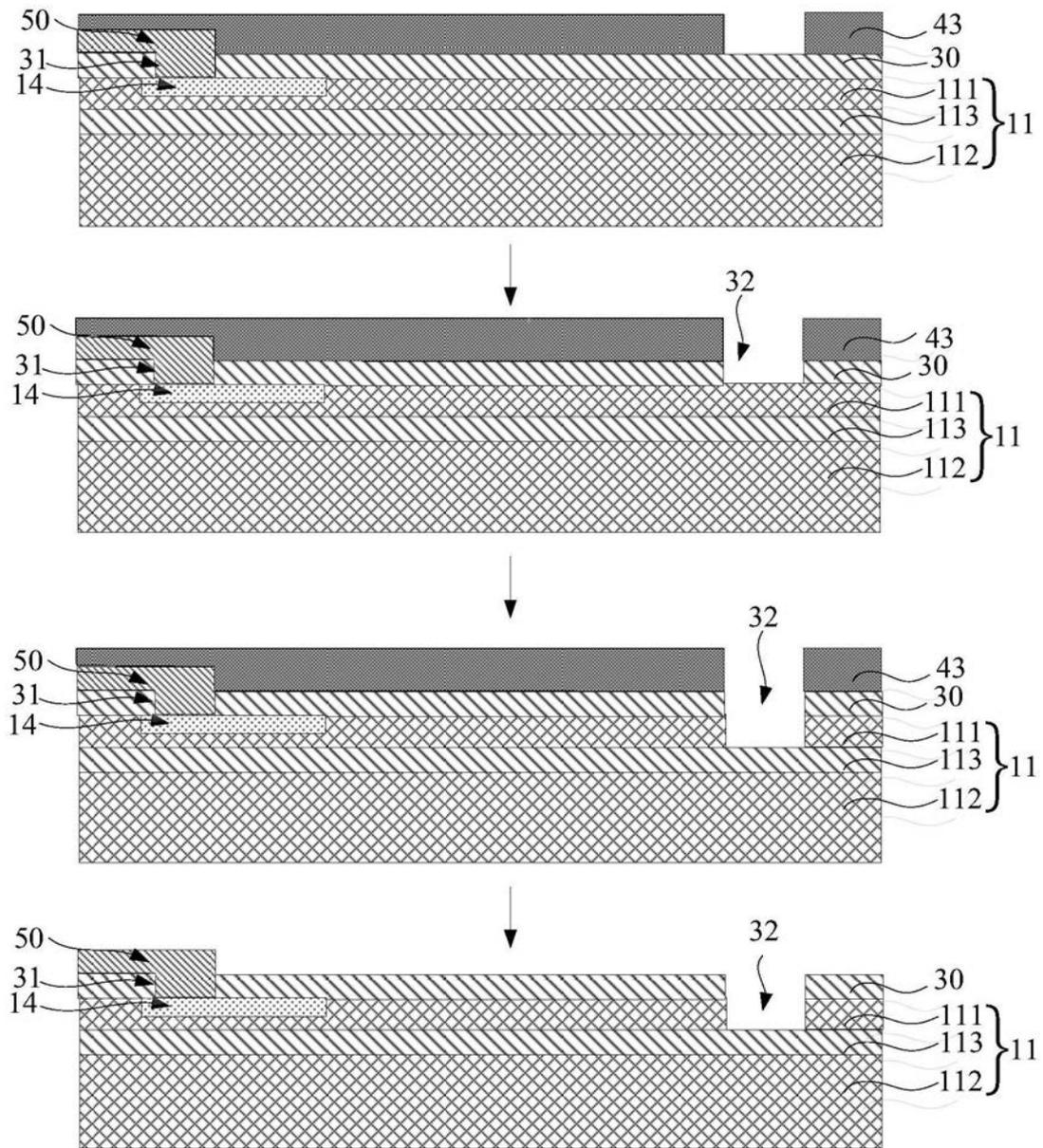


图7

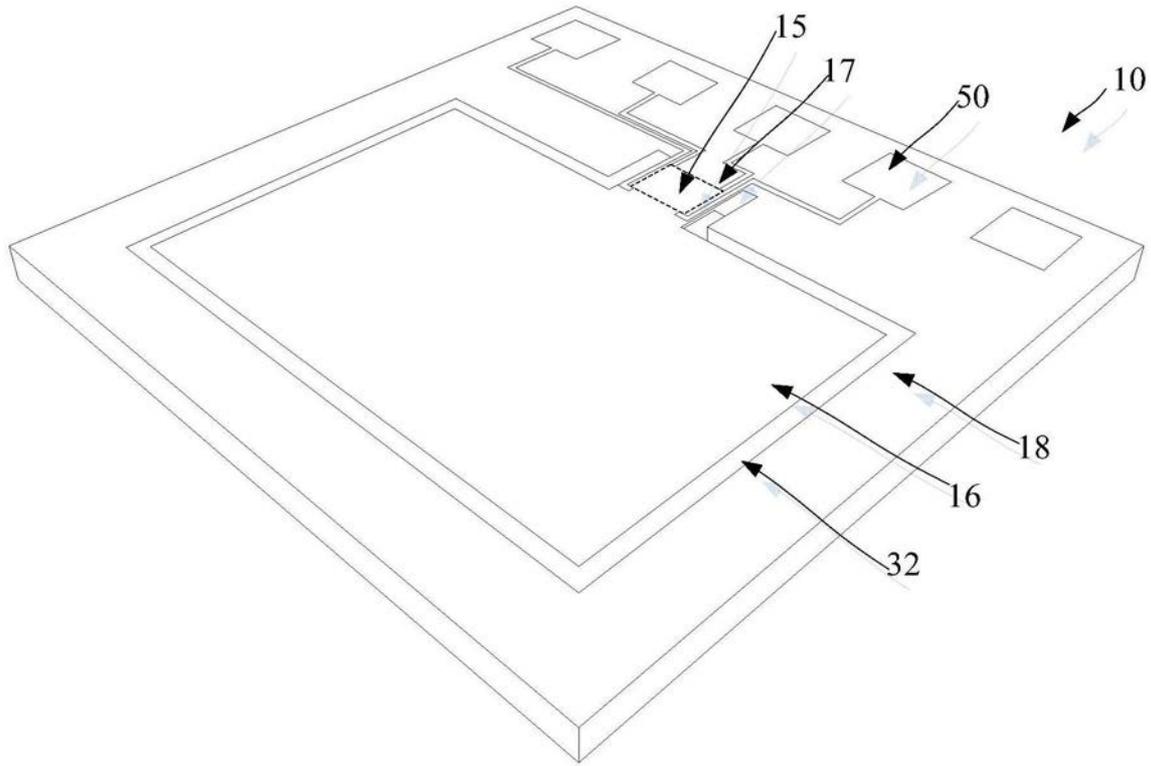


图8

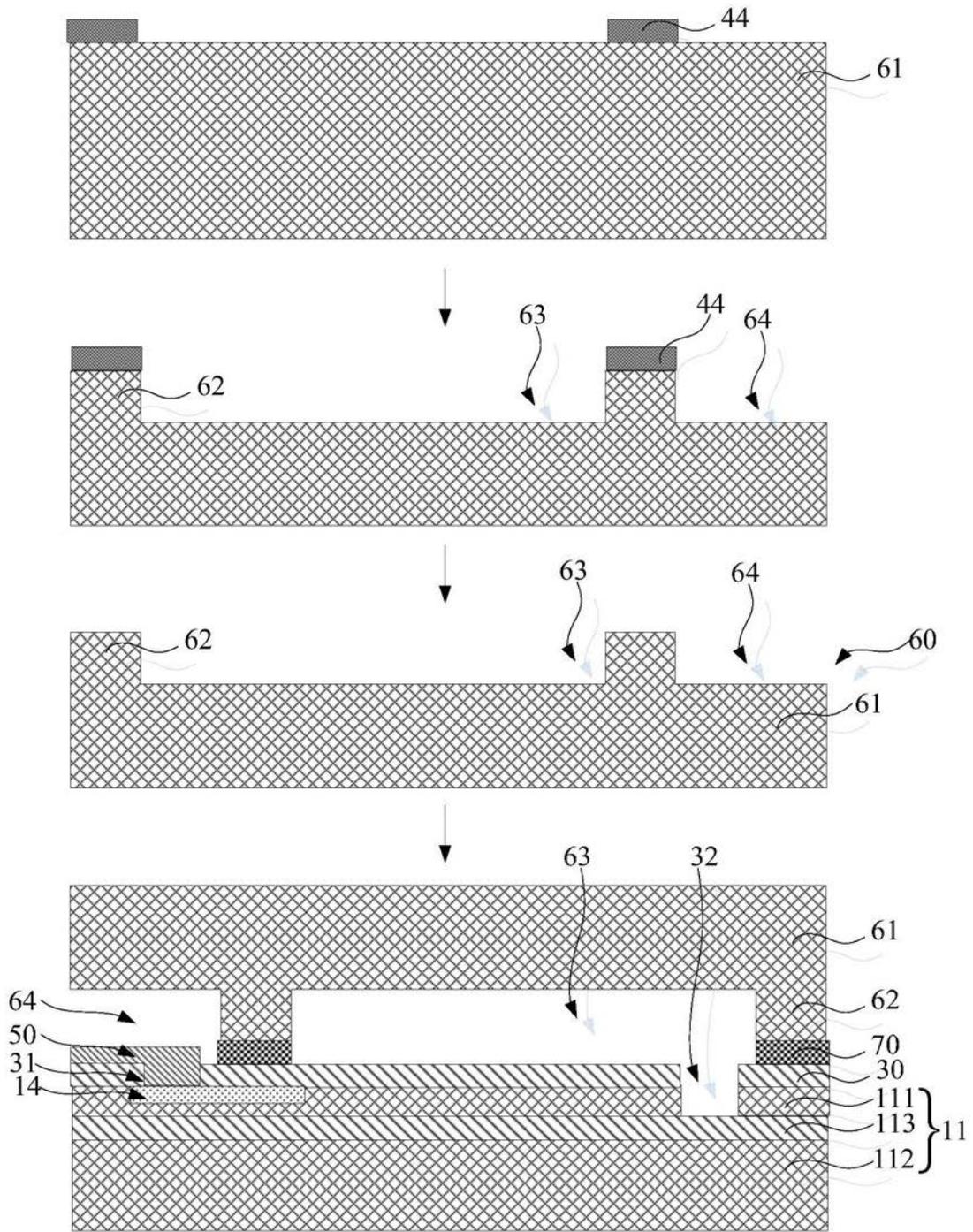


图9

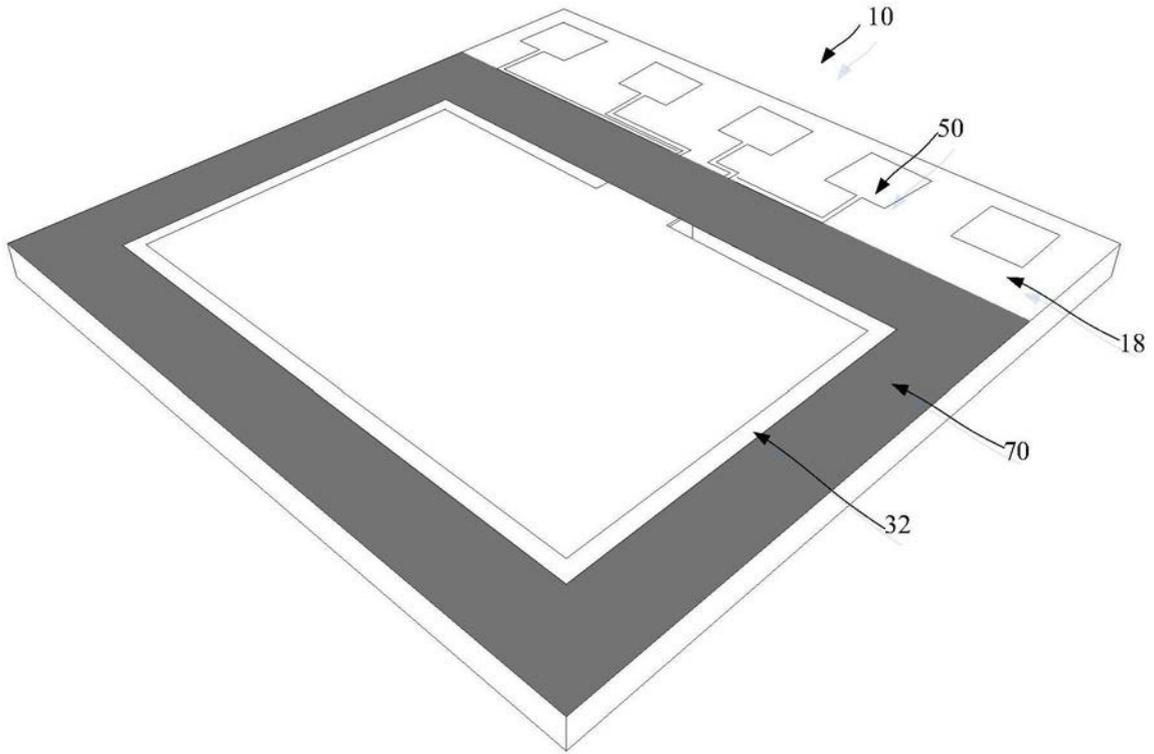


图10

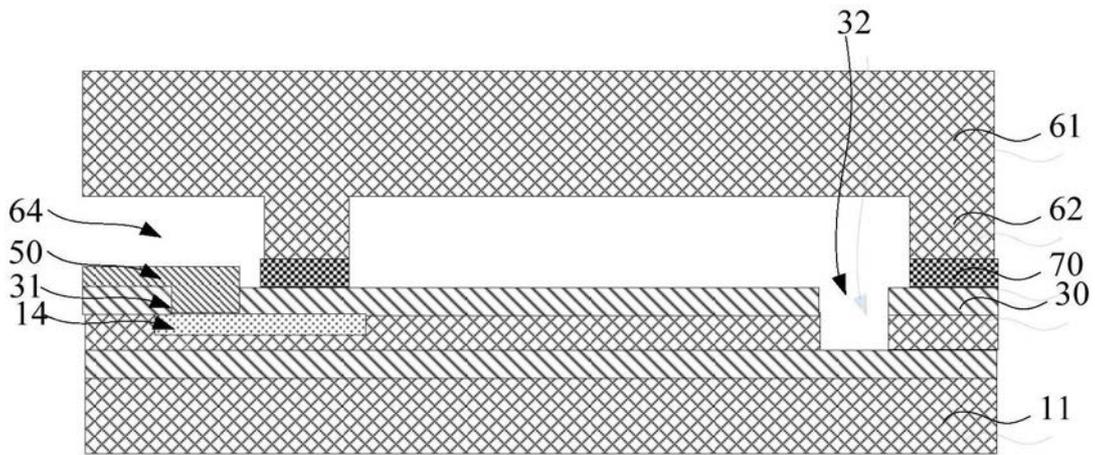


图11

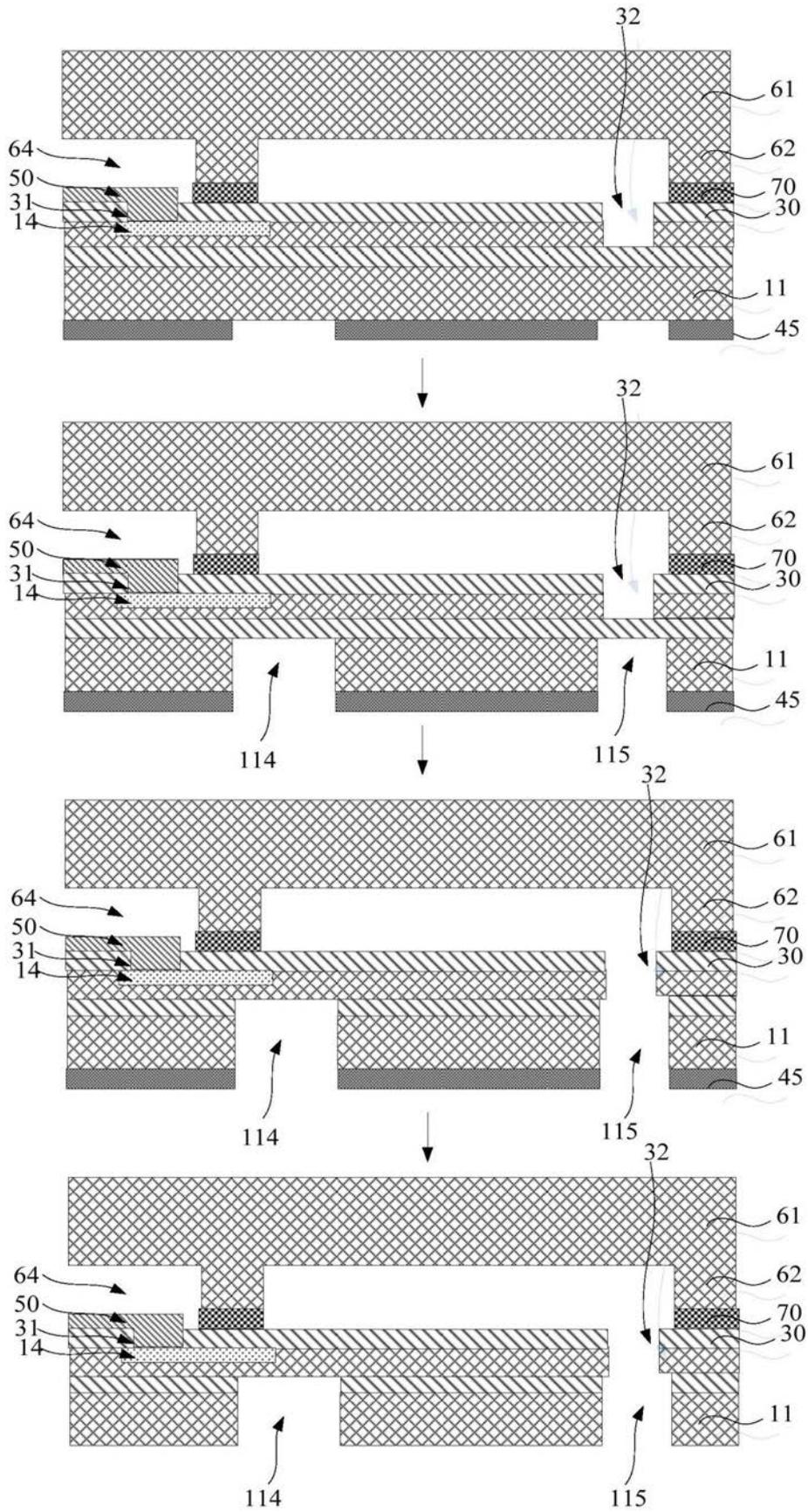


图12

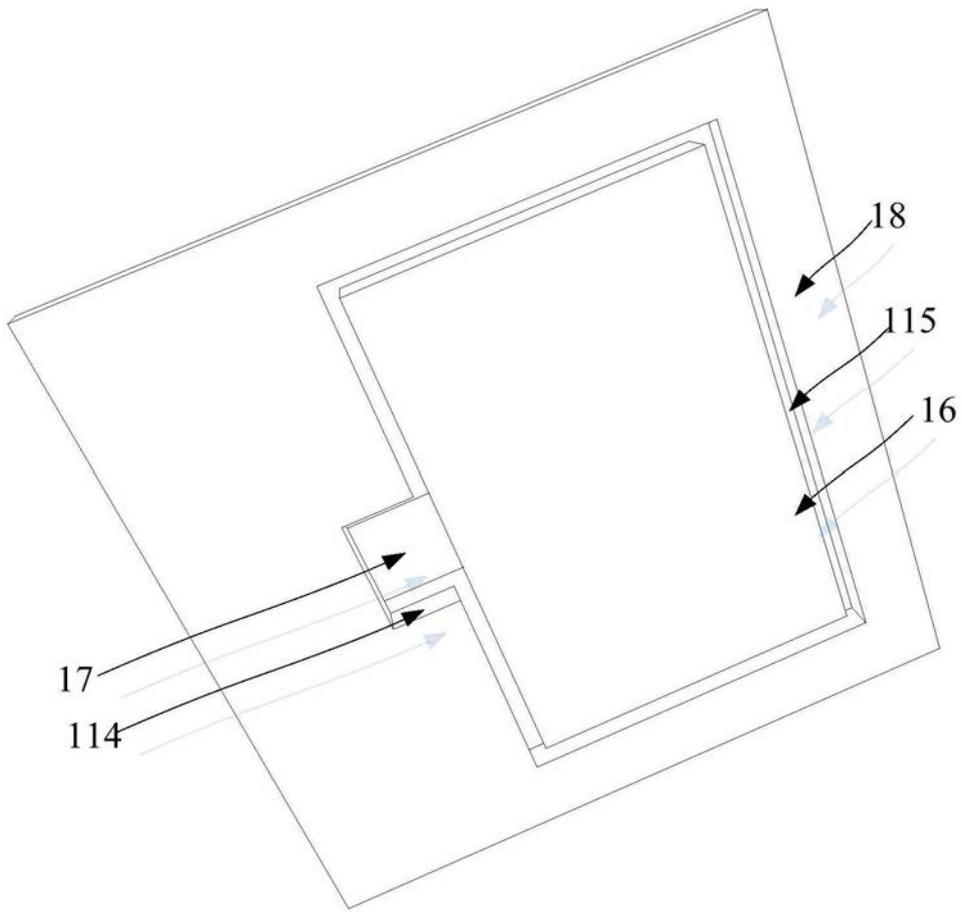


图13

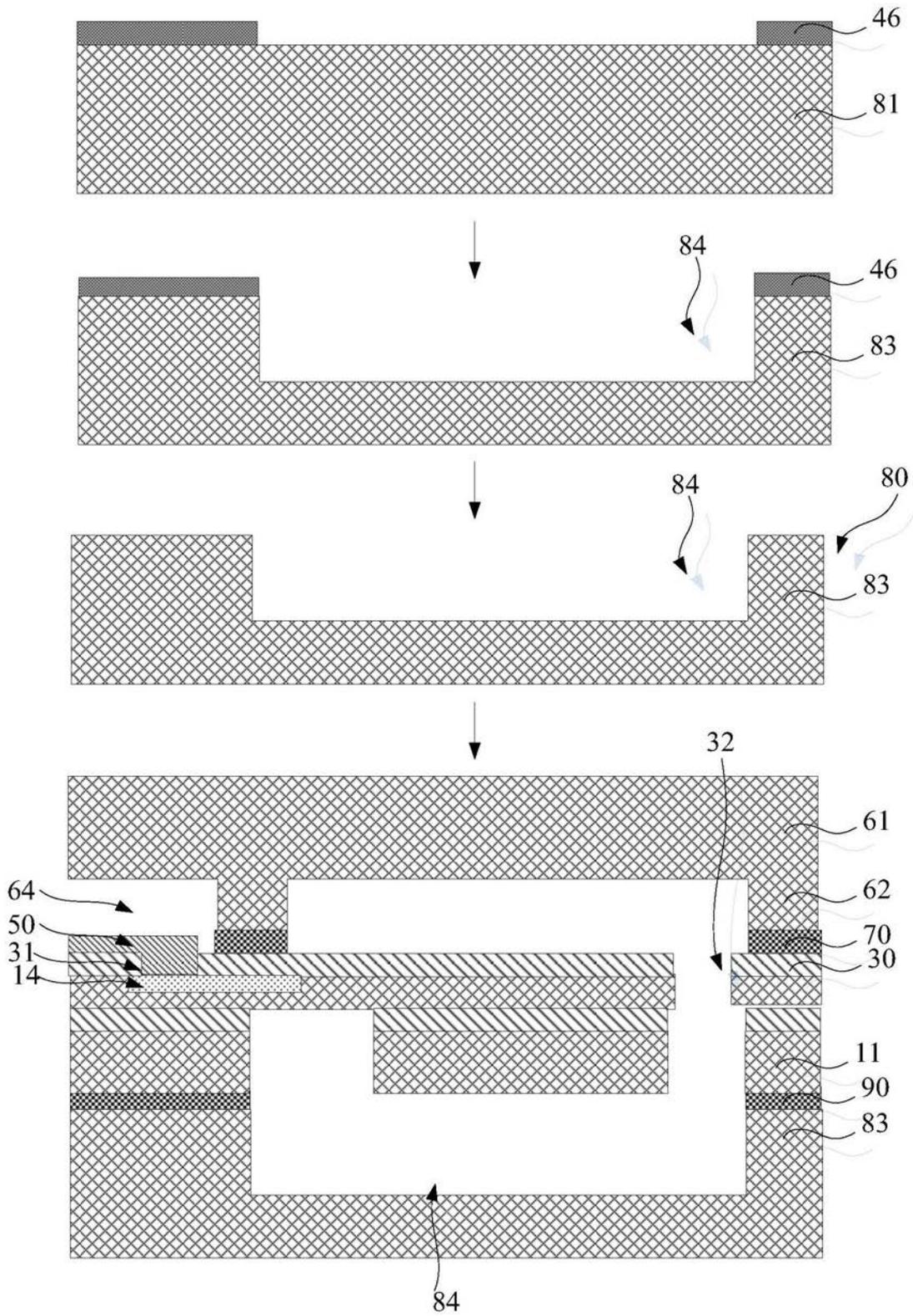


图14

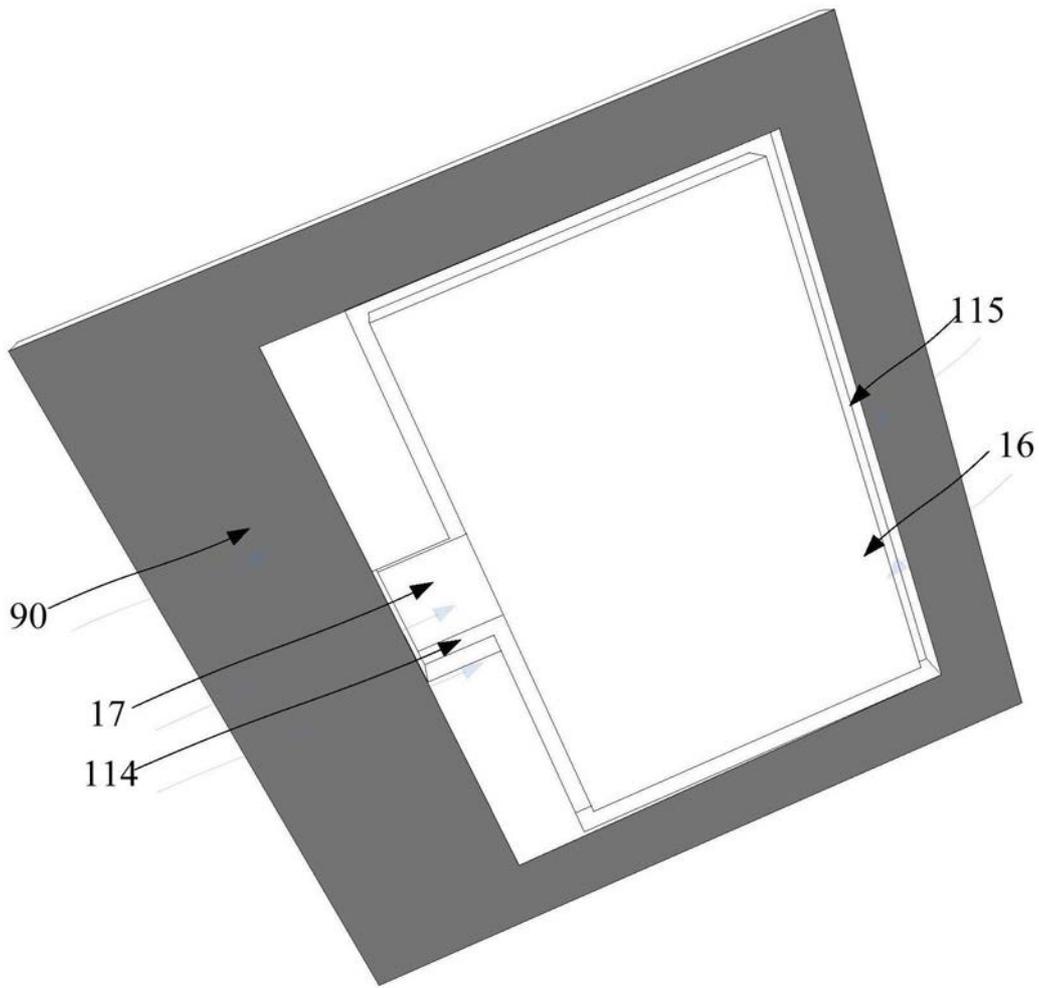


图15

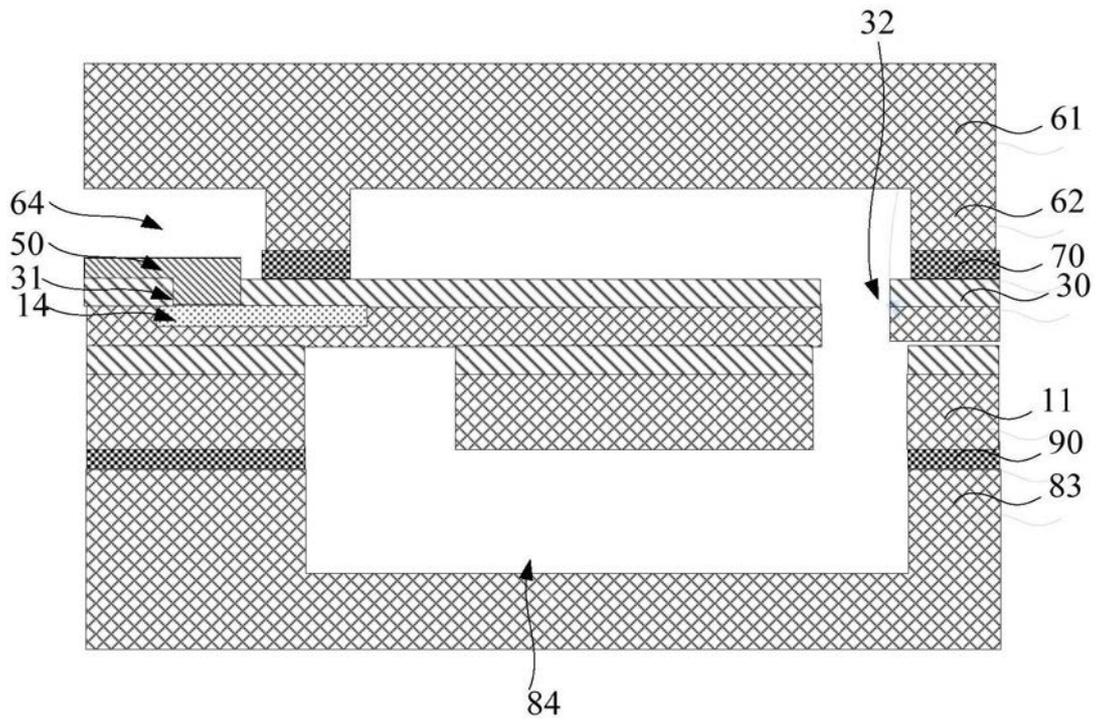


图16