



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113812089 A

(43) 申请公布日 2021.12.17

(21) 申请号 202080033913.7

(22) 申请日 2020.05.06

(30) 优先权数据

62/844,000 2019.05.06 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.11.05

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2020/031655 2020.05.06

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2020/227396 EN 2020.11.12

(71) 申请人 QORVO 技术有限公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72) 发明人 里约·里瓦斯 凯文·麦卡伦

马修·瓦西里克 大卫·多尔

(74) 专利代理机构 北京连和连知识产权代理有限公司 11278

代理人 刘小峰 杨帆

(51) Int.Cl.

H03H 9/54 (2006.01)

G01N 29/036 (2006.01)

H03H 3/02 (2006.01)

H03H 9/15 (2006.01)

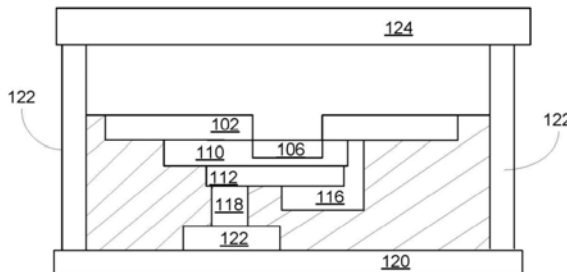
权利要求书4页 说明书21页 附图34页

(54) 发明名称

声谐振器装置

(57) 摘要

制造用于流体装置的体声波谐振器结构的方法可以包括将第一导电材料设置在基板的第一表面的一部分上以形成第一电极的至少一部分的第一步骤;然后,可以将压电材料设置在第一电极之上;接下来,可以将第二导电材料设置在压电材料上方以形成第二电极的至少一部分;然后将声能管理结构设置在体声波谐振器的第一侧上方;接着,将第三导电材料设置在第二导电材料的延伸超出体声波谐振器的一部分上;最后,基板的第二表面的一部分被去除以暴露在体声波谐振器的第二侧的第一电极处的化学机械连接。



1. 一种制造用于流体装置的体声波谐振器结构的方法,包括:
 - 在基板的第一表面的一部分上方设置第一导电材料以形成第一电极的至少一部分,所述基板具有与所述第一表面相对的第二表面;
 - 在所述第一电极上方设置压电材料;
 - 在所述压电材料上方设置第二导电材料以形成第二电极的至少一部分,其中所述第二导电材料基本上平行于所述基板的所述第一表面延伸,所述第二导电材料至少部分地在所述第一导电材料上方延伸,其中所述第一导电材料、所述压电材料和所述第二导电材料的重叠区域形成体声波谐振器,所述体声波谐振器具有第一侧和相对的第二侧;
 - 在所述体声波谐振器的第一侧上方设置声能管理结构;
 - 在所述第二导电材料的延伸超出所述体声波谐振器的一部分上方设置第三导电材料,其中所述第三导电材料形成互连件,所述互连件在所述声能管理结构上方在基本垂直于所述基板的所述第一表面的方向延伸;以及
 - 去除所述基板的所述第二表面的一部分以暴露在所述体声波谐振器的第二侧处的所述第一电极处的化学机械连接。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述体声波谐振器的第一侧上方设置声能管理结构包括由可光成像材料形成至少一个壁结构和顶部以在所述体声波谐振器上方限定气腔。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中在所述体声波谐振器的第一侧上方形成所述声能管理结构包括设置材料层以在所述体声波谐振器上方形成声反射镜。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,还包括:
 - 在所述基板上设置并且图案化牺牲层;以及
 - 在所述牺牲层上方设置钝化层,
 - 其中在设置所述第一导电材料之前设置所述钝化层,
 - 其中在所述基板的所述第一部分上方设置所述第一导电材料包括图案化所述第一导电材料使得所述第一导电材料在所述牺牲层上方对齐,以及
 - 其中所述钝化层在与所述第一导电材料重叠的区域中形成所述第一电极的至少一部分。
5. 根据权利要求4所述的方法,还包括:
 - 去除与所述钝化层相邻的所述牺牲层。
6. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中去除所述基板的一部分包括减小所述基板的厚度。
7. 根据权利要求6所述的方法,其中所述基板的厚度减小到200微米至400微米厚。
8. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,还包括将所述体声波谐振器结构安装到基部,其中安装所述体声波谐振器包括至少将所述互连件电耦合到所述基部。
9. 一种制造流体装置的方法,所述方法包括:
 - 形成体声波谐振器结构,其中形成所述体声波谐振器结构包括:
 - 将第一导电材料设置在基板的第一表面的一部分上方以形成第一电极的至少一部分,
 - 在所述第一导电材料上方设置压电材料;
 - 在所述压电材料上方设置第二导电材料以形成第二电极的至少一部分,其中所述第二

导电材料基本上平行于所述基板的所述第一表面延伸,所述第二导电材料至少部分地在所述第一导电材料上方延伸,其中所述第一导电材料、所述压电材料和所述第二导电材料的重叠区域形成体声波谐振器,

在所述体声波谐振器的第一侧上方形成声反射器,

将第三导电材料设置在所述第二导电材料的延伸超出所述体声波谐振器的一部分上方,其中所述第三导电材料形成互连件,所述互连件在所述反射器结构上方在基本垂直于所述基板的所述第一表面的方向延伸,以及

去除所述基板的一部分以在所述体波声波谐振器的第二侧暴露所述第一电极;以及

将所述体声波谐振器结构安装到基部,其中安装所述体声波谐振器包括将所述互连件耦合到所述基部。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

在所述体波声波谐振器和所述基部之间设置粘合剂材料。

11. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

在所述第二电极上方设置功能化材料。

12. 根据权利要求9所述的方法,还包括:

将腔壁附接到所述基部,其中所述腔壁包围所述体声波谐振器结构的周边并且将盖设置在所述腔壁上,其中所述盖包括流体入口和流体出口。

13. 根据权利要求9所述的方法,其中去除所述基板的一部分包括减小所述基板的厚度。

14. 根据权利要求9至13中任一项所述的方法,其中形成声反射器的步骤包括设置材料的交替层。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中所述材料的所述交替层选自:碳氧化硅[SiOC]、氮化硅[Si₃N₄]、二氧化硅[SiO₂]、氮化铝[AlN]、钨[W]和钼[Mo]。

16. 根据权利要求13所述的方法,其中所述基板的厚度减小到200微米至400微米厚。

17. 一种制造流体装置的方法,所述方法包括:

形成体声波谐振器结构,其中形成所述体声波谐振器结构包括:

将第一导电材料设置在所述基板的第一表面的一部分上方以形成第一电极的至少一部分,

在所述第一导电材料上方设置压电材料;

在所述压电材料上方设置第二导电材料以形成第二电极的至少一部分,其中所述第二导电材料基本上平行于所述基板的所述第一表面延伸,所述第二导电材料至少部分地在所述第一导电材料上方延伸,其中所述第一导电材料、所述压电材料和所述第二导电材料的重叠区域形成体声波谐振器,

在所述体声波谐振器的第一侧上方形成气腔,

将第三导电材料设置在所述第二导电材料的延伸超出所述体声波谐振器的一部分上方,其中所述第三导电材料形成互连件,所述互连件在所述反射器结构上方在基本垂直于所述基板的所述第一表面的方向延伸,以及

去除所述基板的一部分以在所述体波声波谐振器的第二侧暴露所述第一电极;以及

将所述体声波谐振器结构安装到基部,其中安装所述体声波谐振器包括将所述互连件

耦合到所述基部。

18. 根据权利要求17所述的方法,还包括:

在所述体波声波谐振器和所述基部之间设置粘合剂材料。

19. 根据权利要求18所述的方法,还包括:

在所述第二电极上方设置功能化材料。

20. 根据权利要求17至19中任一项所述的方法,还包括:

将腔壁附接到所述基板,其中所述腔壁包围所述体声波谐振器结构的周边并且将盖设置在所述腔壁上,其中所述盖包括流体入口和流体出口。

21. 根据权利要求17所述的方法,其中去除所述基板的一部分包括减小所述基板的厚度。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中所述基板的厚度减小到200微米至400微米厚。

23. 根据权利要求17至19、21或22中任一项所述的方法,其中形成气腔的步骤包括形成至少一个壁和光可成像材料的顶部。

24. 根据权利要求23所述的方法,其中所述顶部的面积为100平方微米至500,000平方微米。

25. 一种流体装置,包括:

体声波谐振器结构,所述体声波谐振器结构包括:

布置在基板下方的体声波谐振器,其中所述体声波谐振器包括设置在基板的第一表面的一部分上方的第一电极、设置在所述第一电极上方的压电材料以及设置在所述压电材料上方的第二电极,其中所述第一电极、所述压电材料和所述第二电极的重叠区域形成体声波谐振器;

设置在所述体声波谐振器的第一侧上方的声能管理结构;

设置在所述第二电极的延伸超出所述体声波谐振器的一部分上方的互连件,其中所述互连件在所述声能管理结构的高度上方在基本上垂直于所述基板的所述第一表面的方向上延伸,以及

其中所述基板包括从所述基板的第二表面延伸至所述第一电极的开口;

设置在所述第一电极上方的所述开口处的功能化材料;

电耦合到所述互连件的基部;

从所述基部延伸并且包围所述体声波谐振器结构的腔壁;以及

至少部分地由所述基板和所述腔壁界定的流体腔。

26. 根据权利要求25所述的流体装置,其中所述声能管理结构包括至少一个壁和包含光可成像材料的顶部。

27. 根据权利要求26所述的流体装置,其中所述顶部具有100平方微米至500,000平方微米的面积。

28. 根据权利要求25所述的流体装置,其中所述声能管理结构包括声反射器。

29. 根据权利要求28所述的流体装置,其中所述声反射器包括选自以下材料的交替层: 碳化硅[SiOC]、氮化硅[Si₃N₄]、二氧化硅[SiO₂]、氮化铝[AlN]、钨[W]、和钼[Mo]。

30. 根据权利要求25至30中任一项所述的流体装置,其中所述基板具有200微米至400微米的厚度。

31. 根据权利要求25至30中任一项所述的流体装置,其中所述体声波谐振器结构包括多个体声波谐振器,所述多个体声波谐振器中的每个包括相关的声能管理结构和用于将所述多个体声波谐振器中的每个独立地电耦合到所述基部的互连件。

32. 根据权利要求31所述的流体装置,其中所述多个体声波谐振器沿着所述基板以行和列的模式布置。

声谐振器装置

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请是2019年5月6日提交的美国申请序列号为62/844,000的美国临时专利申请的非临时申请,其公开内容通过引用整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开总体上涉及声波谐振器装置,包括声波传感器和包含声波谐振器的流体装置以及适用于生物传感或生化传感应用的相关系统。

背景技术

[0004] 生物传感器(或生物学传感器)是包括生物元件和将生物响应转换成电信号的换能器的分析装置。某些生物传感器涉及特异性结合材料(例如,抗体、受体、配体等)和目标物质(例如,分子、蛋白质、DNA、病毒、细菌等)之间的选择性生化反应,以及这种高度特异性反应的产物被换能器转化为可测量的量。其他传感器可以利用能够结合多种类型或类别的分子或可能存在于样品中的其他部分的非特异性结合材料。术语“功能化材料”在本文中可用于一般地涉及特异性和非特异性结合材料。与生物传感器一起使用的传导方法可能基于各种原理,例如电化学、光学、电学、声学等。其中,声学传导提供了许多潜在优势,例如实时、无标签和低成本,以及表现出高灵敏度。

[0005] 声波装置采用通过特异性结合材料或在其表面上传播的声波,由此传播路径的任何变化都会影响波的速度和/或振幅。由于需要提供适合促进高频操作的微尺度特征,声波装置通常由微机电系统(MEMS)制造技术制造。在声波装置的有源区域上或上方存在功能化材料允许分析物与功能化材料结合,从而改变被声波振动的质量并且改变波传播特性(例如,速度,从而改变谐振频率)。速度的变化可以通过测量声波装置的频率、振幅-幅度和/或相位特性来监测,并且可以与被测量的物理量相关联。

[0006] 通常,由于需要提供适于促进高频操作的微尺度特征,BAW装置通过微机电系统(MEMS)制造技术制造。在生物传感器的背景下,功能化材料(例如,特异性结合材料;也称为生物活性探针或试剂)可以通过各种技术(例如微阵列点样(也称为微阵列印刷))沉积在传感器表面。提供非特异性结合效用(例如,允许结合多种类型或种类的分子)的功能化材料也可用于某些情况,例如化学传感。

[0007] 用于制造谐振器阵列的现有工艺包括许多挑战。例如,随着多排谐振器放置在流体通路中,电引线长度将增加。例如,如果流体路径的宽度中有四个谐振器,那么到流体路径中心的谐振器的引线长度将会很长。这反过来又使解决高密度谐振器传感器阵列变得困难。例如,传感器阵列的范围可以从 2×2 (总共4个)到 50×50 (总共2500个)。此外,传感器流道的流体高度与层压板的高度直接相关。

[0008] 可能需要提供一种高密度BAW传感器阵列,该阵列通过隔离BAW管芯相对侧上的电连接和流体界面来提供短电引线、低流体通道高度和高可靠性的优点。在结合附图阅读以下详细描述后,本领域技术人员将理解本公开的范围并且实现其附加方面。

发明内容

[0009] 本公开的技术总体上涉及制造包括体声波谐振器传感器的装置的方法，体声波谐振器传感器可以更有效且容易地电连接到印刷电路板。该方法可以包括在基板的第一表面上形成体声波谐振器并且从基板的相对表面去除基板的一部分。该方法还可以可选地包括倒装芯片安装。

[0010] 根据本公开的原理，一些方面涉及制造用于流体装置的体声波谐振器结构的方法。该方法可以包括将第一导电材料设置在基板的第一表面的一部分上方以形成第一电极的至少一部分的第一步骤，基板具有与第一表面相对的第二表面。然后，压电材料可以设置在第一电极之上方。接下来，可以将第二导电材料设置在压电材料上方以形成第二电极的至少一部分。第二导电材料基本上平行于基板的第一表面延伸并且第二导电材料至少部分地在第一导电材料上方延伸。第一导电材料、压电材料和第二导电材料的重叠区域形成体声波谐振器，体声波谐振器具有第一侧和相对的第二侧。然后将声能管理结构设置在体声波谐振器的第一侧上方。接着，将第三导电材料设置在第二导电材料的延伸超出体声波谐振器的一部分上方，其中第三导电材料形成互连件，互连件在声能管理结构上方在基本垂直于基板的第一表面的方向延伸。最后，基板的第二表面的一部分被去除以暴露在体声波谐振器的第二侧的第一电极处的化学机械连接。

[0011] 根据本公开的原理，其他方面涉及制造用于流体装置的体声波谐振器结构的方法。该方法可以包括将第一导电材料设置在基板的第一表面的一部分上方以形成第一电极的至少一部分的第一步骤，基板具有与第一表面相对的第二表面。然后，压电材料可以设置在第一电极上方。接下来，可以将第二导电材料设置在压电材料上方以形成第二电极的至少一部分。第二导电材料基本上平行于基板的第一表面延伸并且第二导电材料至少部分地在第一导电材料上方延伸。第一导电材料、压电材料和第二导电材料的重叠区域形成体声波谐振器，体声波谐振器具有第一侧和相对的第二侧。然后将用作声能管理结构的反射器结构设置在体声波谐振器的第一侧上方。接着，将第三导电材料设置在第二导电材料的延伸超出体声波谐振器的一部分上方，其中第三导电材料形成互连件，互连件在反射器结构上方在基本垂直于基板的第一表面的方向延伸。最后，基板的第二表面的一部分被去除以暴露在体声波谐振器的第二侧的第一电极处的化学机械连接。

[0012] 根据本公开的原理，其他方面涉及制造用于流体装置的体声波谐振器结构的方法。该方法可以包括将第一导电材料设置在基板的第一表面的一部分上方以形成第一电极的至少一部分的第一步骤，基板具有与第一表面相对的第二表面。然后，压电材料可以设置在第一电极上方。接下来，可以将第二导电材料设置在压电材料上方以形成第二电极的至少一部分。第二导电材料基本上平行于基板的第一表面延伸并且第二导电材料至少部分地在第一导电材料上方延伸。第一导电材料、压电材料和第二导电材料的重叠区域形成体声波谐振器，体声波谐振器具有第一侧和相对的第二侧。然后将用作声能管理结构的气腔设置在体声波谐振器的第一侧上方。接着，将第三导电材料设置在第二导电材料的延伸超出体声波谐振器的一部分上方，其中第三导电材料形成互连件，互连件在气腔上方在基本垂直于基板的第一表面的方向延伸。最后，基板的第二表面的一部分被去除以暴露在体声波谐振器的第二侧的第一电极处的化学机械连接。

[0013] 在附图和以下描述中阐述了本公开的一个或多个方面的细节。本公开中描述的技

术的其他特征、目的和优点将从说明书和附图以及从权利要求中显而易见。

附图说明

[0014] 包含在本说明书中并构成本说明书一部分的附图示出了本公开的一些方面,并且与说明书一起用于解释本公开的各种原理。

[0015] 图1A至1J是根据本公开的方面的制造包含体声波的结构的方法中处于各个阶段的装置的示意图。

[0016] 图2是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间的牺牲层和硅基板的示意性截面图。

[0017] 图3是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间图2的层上的氧化硅层的示意性截面图。

[0018] 图4是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间图3的层上的氮化硅层的示意性截面图。

[0019] 图5是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间可选地去除图4的层上的牺牲层的示意性截面图。

[0020] 图6是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间图5的层上的电极和氧化硅的示意性截面图。

[0021] 图7是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间图6的层上的倾斜的剪切轴压电膜的示意性截面图。

[0022] 图8是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间图7的压电层上的第二电极层的示意性截面图。

[0023] 图9是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间图8的层上的堆积层的示意性截面图。

[0024] 图10是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间图9的层上的保护层的示意性截面图。

[0025] 图11是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间在图10的层的一部分上延伸的声能管理结构的示意性截面图。

[0026] 图12是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间用于电连接到相对于图10的层设置的板的互相连接的示意性截面图。

[0027] 图13是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间去除基板的一部分以相对于图12的层减小基板厚度的示意性截面图。

[0028] 图14A、14B和14C是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间干法蚀刻基板的附加部分以形成相对于图13的层的流体路径的示意性截面图和透视图。

[0029] 图15A、15B、15C、15D和15E是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图14的体声波结构安装到板上的BAW管芯倒装芯片的示意性截面图、横截面图和透视图。

[0030] 图16是说明了根据本公开的方面的在形成示例流体装置的方法期间流体壁结构相对于图14的体声波结构的附接的示意性截面图。

[0031] 图17A、17B和17C是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期

间相对于图16的装置在倒装芯片安装的管芯下芯吸的底部填充物的示意性截面图。

[0032] 图18是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图17的装置的硅烷化、功能化印刷和点样的示意性截面图。

[0033] 图19A、19B和19C是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图18的装置附接到流体壁结构上的流体腔盖的示意性横截面图。

[0034] 图20是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图18的装置将流体腔盖附接到流体壁结构上的附加方法的示意图。

[0035] 图21是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间沉积有氧化硅和氮化硅膜的硅基板的示意性截面图。

[0036] 图22是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图21的电极形成、氧化硅沉积和使用化学机械抛光 (CMP) 工艺平坦化表面的示意性截面图。

[0037] 图23是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图22沉积的倾斜的剪切轴压电膜的示意性截面图。

[0038] 图24是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图23在压电层上方沉积和图案化第二电极的示意性截面图。

[0039] 图25是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图24沉积和图案化堆积层的示意性截面图。

[0040] 图26是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图25沉积和图案化保护层的示意性截面图。

[0041] 图27是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图26在谐振器上方制造声反射器的示意性截面图。

[0042] 图28是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图27制造用于电连接到板的凸块的示意性截面图。

[0043] 图29是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图28背面研磨基板的一部分以减小基板厚度的示意性截面图。

[0044] 图30是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图29干法蚀刻基板的一部分以在谐振器的区域中形成流体路径的示意性截面图。

[0045] 图31是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图30安装到印刷电路板的BAW生物传感器管芯倒装芯片的示意性截面图。

[0046] 图32A和32B是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图31附接独立的流体壁结构地示意性截面图和透视图。

[0047] 图33是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间示出相对于图32A和32B在倒装芯片安装的管芯下芯吸底部填充物之后的装置的示意性截面图。

[0048] 图34是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图33完成的硅烷化、功能化的印刷和点样的示意性截面图。

[0049] 图35是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图34附接到流体壁结构上的流体腔盖的示意性截面图。

[0050] 图36是根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间BAW传感器管芯的暴露的谐振器侧和独立壁的示意性平面图。

[0051] 图37是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间将盖附接到图31的BAW管芯上的替代方法的示意性截面图。

[0052] 图38是说明了可在根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法中利用的绝缘体上硅(SOI)晶片的示意性截面图。

[0053] 图39是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图38的顶部硅的图案硬掩模和湿法蚀刻的示意性截面图。

[0054] 图40是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图39的沉积氮化硅膜的示意性截面图。

[0055] 图41是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图40的电极形成、氧化硅沉积和使用CMP工艺平坦化表面的示意性截面图。

[0056] 图42是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图41沉积的倾斜的剪切轴压电膜的示意性截面图。

[0057] 图43是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图42在压电层上方沉积和图案化电极的示意性截面图。

[0058] 图44是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图43沉积和图案化堆积层的示意性截面图。

[0059] 图45是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图44在谐振器上制造气腔、声能管理结构的示例的示意性截面图。

[0060] 图46是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图45制造用于电连接到板的凸块的示意性截面图。

[0061] 图47是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图46背面研磨基板以减小基板厚度的示意性截面图。

[0062] 图48是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图47安装到板上的BAW生物传感器管芯倒装芯片的示意性截面图。

[0063] 图49A和49B是说明了相对于图48附接独立的流体壁结构的示意性截面图和示意性平面图。

[0064] 图50是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图49的倒装芯片安装的管芯下芯吸的底部填充物的示意性截面图。

[0065] 图51是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图50的硅烷化、功能化的印刷和点样的示意性截面图。

[0066] 图52A和52B是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图51附接到流体壁结构上的流体腔盖的示意性和平面截面图。

[0067] 图53是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间在相对于图44的谐振器上制造声反射镜、声能管理结构的示例的示意性截面图。

[0068] 图54是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图53制造用于电连接到板的凸块的示意性截面图。

[0069] 图55是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图54背面研磨基板以减小基板厚度的示意性截面图。

[0070] 图56是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图

55安装到板上的BAW生物传感器管芯倒装芯片的示意性截面图。

[0071] 图57是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图56附接独立的流体壁结构的示意性截面图。

[0072] 图58是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图57的倒装芯片安装的管芯下芯吸的底部填充物的示意性截面图。

[0073] 图59是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图58的硅烷化、功能化的印刷和点样的示意性截面图。

[0074] 图60是说明了根据本公开的方面的在形成示例体声波结构的方法期间相对于图59附接到流体壁结构上的流体腔盖的示意性截面图。

[0075] 图61是当完成根据本公开的方面的形成示例体声波结构的方法后,BAW传感器管芯的互连侧和独立的壁的示意性平面图。

[0076] 图62是当完成根据本公开的方面的形成示例体声波结构的方法后,BAW传感器管芯的暴露的谐振器侧和独立的壁的示意性平面图。

[0077] 附图不一定按比例绘制。图中使用的相同附图标记指代相同的部件。然而,将理解的是,使用附图标记来指代图中的部件并不旨在限制另一图中标有相同附图标记的部件。

具体实施方式

[0078] 在以下详细描述中,公开了化合物、组合物、装置、系统和方法的几个具体实施例。应当理解,在不脱离本公开的范围或精神的情况下,可以设想并且可以做出其他实施例。因此,以下详细描述不应被视为限制意义。

[0079] 将理解的是,虽然术语第一、第二等可在本文中用于描述各种元件,但这些元件不应受这些术语的限制。这些术语仅用于区分一种元件与另一种元件。例如,在不脱离本公开的范围的情况下,第一元件可以被称为第二元件,并且类似地,第二元件可以被称为第一元件。如本文所用,术语“和/或”包括一个或多个相关联的所列项目的任何和所有组合。

[0080] 本文中可以使用诸如“下方”或“上方”或“上部”或“下部”或“顶部”或“底部”或“水平”或“垂直”之类的相对术语来描述如图所示的一个元件、层或区域到另一元件、层或区域的关系。应当理解,这些术语和上面讨论的那些术语旨在包括除附图的取向之外的装置的不同取向。

[0081] 这里使用的术语仅用于描述特定实施例的目的,并且不旨在限制本公开。如本文所用,单数形式“一”、“一个”和“该”也旨在包括复数形式,除非上下文另有明确指示。将进一步理解,术语“包含”、“包括”在本文中使用时指定所陈述的特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件的存在,但是不排除一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组的存在或添加。如本文所用,应用于特定层或元件的术语“邻近”和“相邻”是指接近或靠近另一层或元件的状态,并且包括可能存在于一个或多个中间层或元件以直接在另一层或元件上或直接与另一层或元件接触,除非本文有相反规定。

[0082] 在压电晶体谐振器的情况下,声波可以体现为通过基板内部传播的体声波(BAW),或者在基板的表面上传播的表面声波(SAW),SAW装置涉及使用叉指换能器沿压电材料表面进行声波(通常包括二维瑞利波)的传导,波被限制在大约一个波长的穿透深度。在BAW装置中,三种波模式可以传播,即一种纵向模式(体现剪切波,也称为压缩/拉伸波)和两种剪切

模式(体现剪切波,也称为横波),其中纵向和剪切模式分别识别粒子运动平行于或垂直于波传播方向的振动。纵向模式的特征在于在波的传播方向上的压缩和伸长,而剪切模式由垂直于传播方向的运动组成。纵向和剪切模式由垂直于纵向作用方向的运动组成。

[0083] 本公开涉及形成声谐振器装置的方法以及由此形成的包括布置在基板上的体声波(BAW)谐振器的装置。BAW谐振器包括形成第一电极的第一导电材料、压电材料和形成第二电极的第二导电材料,压电材料位于两个电极之间。在BAW谐振器的一个表面的有源区域的至少一部分上形成用于减少或避免声波耗散到基板中的声能管理结构,并且在BAW谐振器的有源区域的至少一部分的相对表面上形成界面层以允许有源区域的后续功能化。

[0084] 根据本公开的方面,可以使用用于生产适用于生物传感器、功能化材料(例如,特异性结合材料)的微尺度特征的微机电系统(MEMS)技术制造声波结构装置。诸如原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)或物理气相沉积(PVD)之类的沉积技术可以与一个或多个掩模(例如光刻掩模)结合使用以对正在形成的装置的各个部分进行图案化。

[0085] 先前制造BAW装置的方法包括以下步骤:

[0086] 1. 制造具有反射底座、底部电极、倾斜的剪切轴氮化铝和顶部电极的谐振器。

[0087] 2. 用锡制造倒装芯片互连凸块(例如铜柱)。

[0088] 3. 沉积保护电极的水蒸汽阻隔层。合适材料的示例是CVD Si_3N_4 或ALD Al_2O_3 。

[0089] 4. 在蒸汽阻隔层上沉积用于自组装单层(SAM)的粘合层。合适材料的示例包括 SiO_2 、 TiO_2 或 HfO_2 。这些材料可以通过原子层沉积(ALD)或化学气相沉积(CVD)进行沉积。

[0090] 5. 将管芯安装在板中的插槽上方的层压板上。板中的插槽定义了流体通道。在板上安装附加部件(例如开关、电容器和电阻器)以制作射频传感器模块。

[0091] 6. 沉积自组装单层(SAM)。合适材料的示例是丙基三甲氧基硅烷。这种SAM涂层应用于改善 SiO_2 层和有机聚合物之间的粘合或附着力。

[0092] 7. 用微阵列点样针打印功能化(也称为生物受体)。

[0093] 8. SAM的化学块未标记区域。这可以防止在测试样品时分析物不希望地附着到SAM。未结合的过量化学封闭化学品从装置上洗掉。

[0094] 9. 制造流体包装。流体包装的一个示例是带有粘合剂的多层冲压或激光切割层压板。该层是预先切割和加工的,然后用压敏粘合剂施加和固定。

[0095] 10. 分析物流过传感器腔,分析物与功能化结合,谐振器由剪切射频频率驱动以检测结合分析物的频移。

[0096] 诸如此类的方法生产包括长电引线以将电凸块与流体通道分开的装置。此外,很难在管芯的同一侧创建具有流体和电连接的高密度谐振器阵列。倒装芯片将如上形成的BAW传感器安装到印刷电路板上是将传感器连接到板的一种方法。将包含管芯的BAW安装在板上的最终形成流体通道的插槽上方。印刷电路板(PCB)的厚度决定了流体通道的高度。降低流体通道的高度则需要降低PCB的厚度。

[0097] 当考虑传感器阵列时,这些问题被放大。随着多排谐振器放置在流体通路中,电引线长度将增加。例如,如果流体路径的宽度中有四个谐振器,那么到流体路径中心的谐振器的引线长度将会很长。这反过来又使解决高密度谐振器传感器阵列变得困难。作为示例,传感器阵列的范围可以从 2×2 (总共4个)到 50×50 (总共2500个)。即使是可能是成本和性能的可有利权衡的 3×3 (总共9个)的阵列也很难用以前使用的方法制造。目前通常使用的PCB的

厚度约为200微米,因此决定了流体通道的厚度。

[0098] 根据本公开的方面,示例采用具有互连柱的倒装芯片连接以与电路板电连接和/或机械连接。可以在谐振器的第一侧采用声能管理结构(例如气腔或声反射镜)。谐振器的相反的第二侧可以被暴露以用作传感器的有源部分。公开的方法还包括去除一部分基板材料的步骤。去除基板的一部分的步骤的时间选择很重要,因为如果在过程中过早去除基板,则基板将是易碎的并且因此难以通过某些操作进行处理。

[0099] 例如在图1A到1G中公开了根据一些方法在制造的各个阶段的装置。图1A说明了具有第一表面103和相对的第二表面104的基板102。例如,基板102可以包括硅。基板可以具有在其任一表面上形成的各种结构或层,并且仍可用于所公开的方法中。

[0100] 图1B说明了在第一导电材料106已经设置在基板102的第一表面103的至少一部分上之后的基板102。第一导电材料106或由其形成的第一电极可以被描述为具有与基板102相邻或最接近的第一表面105,以及第一表面103对面的相对的第二表面107。设置第一导电材料的步骤可以包括沉积步骤、图案化步骤或其任何组合。在一些实施例中,导电材料可以沉积在基板的第一表面的至少一些部分上,或者沉积在形成在基板的第一表面上的任何结构或装置上,然后可以在一个或多个沉积步骤后图案化导电材料。诸如原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)或物理气相沉积(PVD)的沉积技术可以与一个或多个掩模(例如光刻掩模)结合使用以图案化第一导电材料的某些部分,以及如果需要可以图案化本文讨论的任何其他层、材料或结构。在一些实施例中,第一导电材料可以包括多于一种材料、多于一个层或其组合。在一些实施例中,第一导电材料可以包括铝铝(A1)、铜(Cu)、金(Au)、铂(Pt)、它们的组合、它们的合金、或者它们的组合。在一些实施例中,第一导电材料包括A1、其合金或包括至少一个A1层的多层结构。在一些实施例中,例如,第一导电材料可以包括A1或包括至少一个A1Cu层和钨(W)层的双层结构。

[0101] 图1C说明了在第一电极的至少一些部分之上布置压电材料110之后的装置。在一些实施例中,压电材料可以沉积在第一电极的所有部分上。在一些实施例中,压电材料可以沉积在第一电极的没有设置在基板的第一表面上或形成在其上的任何装置或结构上的所有部分上。在一些实施例中,倾斜的c轴六方晶体结构压电材料(例如,A1N或ZnO)可用作压电材料。

[0102] 在某些实施例中,压电材料可以包括包括具有取向分布的c轴的氮化铝或氧化锌材料,该取向分布主要不平行(并且也可以不垂直)于基板的面的法线。这种c轴取向分布能够产生剪切位移,这有利地使MEMS谐振器装置能够例如在传感器和/或微流体装置中以液体运行。在某些实施例中,压电材料包括具有纵向取向的c轴。

[0103] 在2016年10月13日提交的美国专利申请系列号为15/293,063的申请中公开了形成六方晶体结构压电材料的方法,该压电材料包括具有主要与基板的面的法线不平行的取向分布的c轴,其中上述申请作为参考引入本文。在1987年2月3日公布的美国专利号4,640,756中公开了形成具有倾斜的c轴取向的压电材料的附加方法,上述申请作为参考引入本文。

[0104] 图1D说明了在压电材料的至少一部分上设置第二导电材料之后的装置。设置第二导电材料的步骤可以包括沉积步骤、图案化步骤或其任何组合。如图1D所示,在一些实施例中,导电材料可以沉积在压电材料的至少一些部分上,然后导电材料可以在一个或多个沉

积步骤之后被图案化以形成第二电极112。第二导电材料基本上平行于基板的第一表面延伸。第二电极112的至少一部分与第一电极106重叠。第一电极106、压电材料110和第二电极112在三个重叠区域中的堆叠形成体声波谐振器114。体声波谐振器114具有平行于基板102的第一表面103并且距离第一表面103最远的第一侧112。

[0105] 图1E说明了在体声波谐振器114的第一侧的一些部分上形成声学管理结构116之后的装置。声能管理结构可以例如包括气腔或反射器叠层。声学管理结构的目的是将声能包含在装置中。反射器叠层用作声反射镜并且可以具有更好的机械强度优势。气腔可以更好地保持能量,但也可以在整体机械强度较弱的装置中工作,或者可以增加其他结构以解决机械强度不足的问题。

[0106] 在某些实施例中,能量管理结构是气隙或空腔。腔可以通过形成两个侧壁和一个“顶部”层来形成,从而分别在顶部和壁的下方以及顶部和墙壁之间形成一个腔。壁和顶部可以使用光刻材料(例如光可成像材料,例如光可成像环氧树脂材料)形成。这种材料的具体示例可以包括TMMF(Tokyo Ohka Kogyo Co.)或SU-8(MicroChem Inc,Newton MA)。例如,壁和顶部特征可以具有3至80微米的厚度,或具有10至30微米的厚度。壁的宽尺寸(例如,从一个壁到其它壁的距离)例如可以为3至30微米,或者可以为5至15微米。例如,顶部的面积可以是100平方微米至500,000平方微米,或者可以是2500平方微米至200,000平方微米。

[0107] 在某些实施例中,声能管理结构是声反射器。声反射器用于反射声波并且因此减少或避免它们在基板中的耗散。在某些实施例中,声反射器可以包括不同材料(例如,碳化硅[SiC]、氮化硅[Si₃N₄]、二氧化硅[SiO₂]、氮化铝[AlN]、钨[W]和钼[Mo])的交替层,可选地体现在四分之一波布拉格镜中。在某些实施例中,也可以使用其他类型的声反射器。

[0108] 下面关于所公开方法的特定实施例来讨论关于声能管理结构的可行实施例的进一步细节。

[0109] 图1F说明了在第二导电材料112的一部分上沉积第三导电材料118之后的装置。应当注意,第一、第二和第三导电材料可以相同或不同。第三导电材料沉积在第二导电材料的延伸超出体声波谐振器112的部分上。换言之,第三导电材料不覆盖体声波谐振器的任何部分,而是覆盖第二导电材料的一部分。第三导电材料形成在声能管理结构上方(在垂直于基板102的第一表面103的方向上)延伸的互连件。第三导电材料可被描述或形成为柱结构118,其可电连接到与其接触的另一装置或结构。

[0110] 图1G说明了下一步骤之后的装置,其包括去除基板102的一部分以暴露第一电极106的第一表面105。去除基板的一部分的步骤可以包括一个或多个过程。在一些实施例中,去除基板的一部分可以包括机械和化学处理步骤。在一些实施例中,去除基板的一部分的第一步骤可以去除整个基板上的基本恒定的厚度。在一些实施例中,该第一步骤可以通过仅在基板的某些部分去除额外的基板材料来进行。在一些实施例中,例如,机械去除步骤之后可以是化学去除步骤。在一些这样的实施例中,第一步骤可以使基板的厚度为100微米至600微米、100微米至550微米、200微米至400微米、或250微米至350微米、或约300微米。基板的示例性起始厚度可为约725微米。

[0111] 暴露第一电极106的第一表面105的步骤暴露体声波传感器114的第二侧以供使用或进一步处理。需要注意的是,此时,体声波谐振器114的第二表面可以暴露电极材料106或在沉积第一电极材料之前已经设置在基板上的一些其他层。

[0112] 此时可以暴露(或甚至施加)的附加层可以包括界面层。界面层可以起到允许或更容易地允许体声波谐振器114的有源表面被功能化的作用。在某些实施例中,界面层可以被图案化或以其他方式可用于在体声波谐振器的整个有源区域上接收自组装单层(SAM),以允许SAM和功能化(例如,特异性结合)材料应用于界面层以重叠整个有源区域。在其他实施例中,可以在界面层上图案化阻断层,或者仅在有源区的一部分上仅界面层的一部分可用于接收SAM,以允许将SAM和功能化材料施加在界面层以仅与有源区域的一部分重叠。

[0113] 在某些实施例中,光刻可用于促进在MEMS谐振器装置的部分上的界面材料或阻断材料的图案化。光刻涉及使用光将几何图案从光掩模转移到基板上的光敏化学光致抗蚀剂,并且是半导体制造领域的普通技术人员公知的工艺。光刻中采用的典型步骤包括晶片清洁、光致抗蚀剂应用(涉及正或负光致抗蚀剂)、掩模对准以及曝光和显影。在所需表面上的光致抗蚀剂中限定特征之后,可以通过在光致抗蚀剂层中的一个或多个间隙中蚀刻来图案化界面层,并且随后可以去除光致抗蚀剂层(例如,使用液体光致抗蚀剂剥离剂,通过施加含氧等离子体进行灰化或其他去除工艺)。

[0114] 在某些实施例中,界面层可以包括适合于形成有机硅烷SAM层的羟基化氧化物表面。包括羟基化氧化物表面的优选界面层材料是二氧化硅[SiO₂]。用于形成界面层的包含羟基化氧化物表面的替代材料包括二氧化钛[TiO₂]和五氧化二钽[Ta₂O₅]。包括羟基化氧化物表面的其他替代材料对本领域技术人员来说是已知的,并且这些替代方案被认为在本公开的范围之内。

[0115] 在其他实施例中,界面层包括适合于接收基于硫醇的SAM的金或另一贵金属(例如,钌、铑、钯、钨、铱、铂或银)。

[0116] 在包含经受腐蚀的电极材料的某些实施例中,可以在顶侧电极和界面层之间施加气密层。当贵金属(例如金、铂等)用于顶侧电极时,可能不需要气密层。如果提供,气密层优选地包括具有低水蒸气透过率(例如不大于0.1(g/m²/天)的介电材料。在沉积这些层之后,可以在界面层上方形成SAM,SAM优选地包括有机硅烷材料。气密层保护反应性电极材料(例如铝或铝合金)免受腐蚀性液体环境的侵蚀,并且局部图案化的界面层促进SAM的适当化学结合。

[0117] 在某些实施例中,可以通过诸如原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)或物理气相沉积(PVD)的一个或多个沉积工艺来施加气密层和/或界面层。在前述工艺中,ALD优选用于至少沉积气密层(并且也可以优选用于沉积界面层),因为其能够提供具有优于装置特征的良好阶梯覆盖的优异保形涂层,从而提供无针孔的层结构。此外,ALD能够形成提供相对较小的声振动衰减的均匀的薄层,否则会导致装置性能下降。覆盖的充分性对于气密层(如果存在)来说很重要,以避免腐蚀下面的电极。如果ALD用于沉积气密层,则在某些实施例中,气密层可以包括在从大约10nm到大约25nm范围内的厚度。在某些实施例中,气密层厚度约为15nm,或约12nm至约18nm。相反,如果使用诸如CVD之类的另一工艺,则气密层可以包括约80nm至约150nm或更大范围内、或约80nm至约120nm范围内的厚度。考虑到上述两种工艺,气密层厚度可以在约5nm到约150nm的范围内。如果ALD用于沉积界面层,则界面层可以包括约5nm到约15nm范围内的厚度。在某些实施例中,界面层可包括约10nm、或约8nm至约12nm的范围内的厚度。在某些实施例中可以使用除ALD之外的其他界面层厚度范围和/或沉积技术。在某些实施例中,气密层和界面层可以在真空环境中顺序施加,从而促进两层之间

的高质量界面。

[0118] 如果提供,气密层可以包括用作介电材料并且具有低水蒸气透过率(例如不大于 $0.1\text{g}/\text{m}^2/\text{天}$)的氧化物、氮化物或氮氧化物材料。在某些实施例中,气密层包括氧化铝(Al_2O_3)或氮化硅(SiN)中的至少一种。在某些实施例中,界面层包括 SiO_2 、 TiO_2 或 Ta_2O_5 中的至少一种。在某些实施例中,多种材料可以组合在单个气密层中,和/或气密层可以包括多个不同材料的子层。优选地,进一步选择气密层以促进与声谐振器结构的下面的反应性金属(例如铝或铝合金)电极结构的相容性。尽管铝或铝合金经常用作体声波谐振器中的电极材料,但是各种过渡和后过渡金属可用于这种电极。

[0119] 在沉积界面层(任选地布置在下面的气密层上)之后,优选在界面层上形成SAM。SAM通常通过将固体表面暴露于两亲性分子而形成,两亲性分子具有对固体表面显示出强亲和力的化学基团。当使用包含羟基氧化物表面的界面层时,有机硅烷SAM特别优选用于连接到羟基氧化物表面。有机硅烷SAM通过硅-氧(Si-O)键促进表面键合。更具体地,有机硅烷分子包括水解敏感基团和有机基团,因此可用于将无机材料偶联到有机聚合物上。可以通过在痕量水的存在下将羟基氧化物表面暴露于有机硅烷材料以形成中间硅烷醇基团来形成有机硅烷SAM。然后这些基团与羟基化表面上的游离羟基反应以共价固定有机硅烷。与包含羟基氧化物表面的界面层相容的可能的基于有机硅烷的SAM的示例包括3-环氧丙氧基丙基三甲氧基硅烷(GPTMS)、3-巯基丙基三甲氧基硅烷(MPTMS)、3-氨基丙基三甲氧基硅烷(APTMS)和十八烷基三甲氧基硅烷(OTMS),包括它们的乙氧基-和氯-变体。可用于SAM的其他硅烷包括聚(乙二醇)(PEG)共轭变体。本领域技术人员将认识到存在其他替代方案,并且这些替代方案被认为在本公开的范围之内。示例性SAM可以包括至少 0.5nm 或更大的厚度。优选地,SAM容易地结合到局部图案化的界面层,但是不容易结合到其他相邻的材料层(例如气密层、压电材料和/或阻断材料层)。

[0120] 当使用包含金或另一贵金属的界面层时,可以使用基于硫醇的(例如基于烷硫醇的)SAM层。烷硫醇是具有烷基链作为主链、尾部基团和S-H头部基团的分子。由于硫对这些金属的强亲和力,硫醇可用于贵金属界面层。可以使用的基于硫醇的SAM的示例包括但不限于1-十二烷硫醇(DDT)、11-巯基十一烷酸(MUA)和羟基封端的(六乙二醇)十一烷硫醇(1-UDT)。这些硫醇包含相同的主链,但包含不同的端基-即分别用于DDT、MUA和1-UDT的甲基(CH_3)、羧基(COOH)和羟基封端的六乙二醇($\text{HO}-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_6$)。在某些实施例中,可以通过使用合适的溶剂(例如无水乙醇)在硫醇溶液中孵育金表面来形成SAM。

[0121] 在形成SAM之后,SAM可以是生物学功能化的,例如通过接受至少一种功能化(例如,特异性结合)材料。在某些实施例中,可以使用微阵列点样针或其他合适的方法将特异性结合材料施加在SAM上或SAM上方。由于仅在谐振器结构的一部分(包括基板)上以高尺寸公差对SAM和下面的界面层进行图案化(例如,使用光刻法来限定界面层),并且随后施加的特异性结合材料优选地仅附着到SAM,与单独的微阵列点样相比,特异性结合材料的定位可以获得更高的尺寸公差。

[0122] 图1H说明了附加处理后的装置。例如,图1H的装置已被翻转,然后放置在第二基板120上,以便例如与其他装置进行电连接。该装置电连接到例如可以是印刷电路板(PCB)的第二基板120。例如,第二基板120可以通过电接触垫122连接到装置。图1H的装置还包括形成在第二基板120上的流体壁122。流体壁可以由任何合适的材料形成,例如薄聚合材料和/

或层压材料的激光切割“模板”层,任选地包括一种或多种自粘表面(例如,胶带)。可选地,这样的壁可以在沉积SAM层、功能化层和/或阻断层之前用SU-8负环氧抗蚀剂或其他光致抗蚀剂材料形成。图1H的装置还包括盖层124或帽层。盖124可以通过在适当材料层(例如,优选地基本上惰性的聚合物、玻璃、硅、陶瓷等)中限定端口(例如,通过激光切割或水射流切割),并且将盖或帽层粘附到流体壁122的顶部表面来形成。盖124和流体壁122的组合形成流体通道126。

[0123] 图1I说明了功能化后的装置,用YYYY表示,阻断用XXXXX表示。用于功能化的特异性结合材料的示例包括但不限于抗体、受体、配体等。特异性结合材料优选地配置为接收预定的目标物质(例如,分子、蛋白质、DNA、病毒、细菌等)。包括特异性结合材料的功能化层可以包括约5nm至约1000nm、或约5nm至约500nm范围内的厚度。在某些实施例中,可以在多谐振器装置(即,包括多个有源区域的谐振器装置)的不同有源区域上提供不同特异性结合材料的阵列,可选地与一个或多个没有特异性结合材料的有源区域组合以用作比较(或“参考”)区域。在某些实施例中,功能化材料可以提供非特异性结合的效用。

[0124] 图1J提供了形成盖124所附接的流体壁的步骤的替代方案。在该实施例中,盖124直接附接到形成通道128的电极材料。

[0125] 图2至图20说明了根据本公开的一个示例形成包括体声波谐振器的流体装置的更具体的方法。通常,可以使用诸如原子层沉积(ALD)、化学气相沉积(CVD)或物理气相沉积(PVD)之类的沉积技术或其他技术来沉积材料。一个或多个掩模(例如,光刻掩模)、停止层、蚀刻层等也可以用于图案化此处沉积的任何材料的某些部分以形成展示的层或结构。尽管图2至图20展示了形成三个谐振器结构、相关的电连接和结构的方法,为了清楚起见,通常仅对重复结构中的一个提供附图标记。

[0126] 图2大体说明了具有第一表面201和第二表面202的基板200。牺牲层203已经形成在第一表面201的一部分上。当部分去除基板200的第二侧202时,牺牲层可以保护通过所述方法形成的谐振器装置。基板可以是例如硅基板并且牺牲材料例如可以是铝。牺牲层通常在将形成谐振器的区域中沉积和图案化。

[0127] 图3说明了旨在形成平坦表面的以在其上进行额外的工艺步骤的步骤之后的结构。具体地,额外的氧化硅材料可以沉积到牺牲材料202和基板200的第一表面201的暴露的部分上。氧化硅材料的沉积之后可以是化学机械抛光(CMP)工艺,例如以形成平面氧化硅层204,其顶部表面与牺牲层203齐平。换言之,氧化硅层204的顶部表面与图2所示步骤中沉积的图案化的牺牲层202的顶部表面齐平。氧化硅层204、牺牲层或两者不仅可用作在其上形成附加结构的平坦化层,而且还可用作硅蚀刻停止层、功能化结合表面或在后续公开的过程的步骤中用作硅蚀刻停止层和功能化结合表面。可选地,如果氧化硅材料具有更大的厚度,其也可以提供一些温度补偿特性。例如,具有至少300纳米厚度的氧化硅材料可以有助于装置的温度补偿。例如,氧化硅材料的具体厚度可以至少部分地取决于装置的工作频率、装置中的材料、装置中各种材料的厚度或其组合。

[0128] 图4说明了在牺牲层202和氧化硅层204上形成钝化层206之后的结构。钝化层206例如可以起到防潮层的作用。例如,说明性钝化层可以包括氮化硅和氧化铝(例如,ALD沉积的Al₂O₃)。钝化层可以提供可用于保护装置的防潮性能。

[0129] 图5说明了已经去除牺牲层202之后的结构。例如,可以通过从结构的非基板侧蚀

刻牺牲层202以形成谐振器间隙208来去除牺牲层202。在一些特定实施例中,可以施加光致抗蚀剂图案并且可以蚀刻孔(未示出)穿过重叠在牺牲层202上的钝化层206。可用于这组特定材料的说明性蚀刻剂可以包括“16-1-1-2”,其指的是按体积计算包含16份 H_3PO_4 :1份 HNO_3 :1份 CH_3COOH :2份 H_2O 的组合物,该组合物不会蚀刻氮化硅或硅,但会蚀刻氧化铝。如果其他材料用于钝化层206和牺牲层202,本领域技术人员将知道可行的蚀刻剂组合物。谐振器间隙208的形成允许最终形成的谐振器被探测和修整以供最终使用。

[0130] 图6说明了在其上形成第一电极210之后的结构。第一电极210的形成或沉积可以包括材料的沉积、材料的图案化或其任何组合。然后氧化硅材料212被沉积在结构上并且(例如使用CMP)被平坦化以形成用于后续工艺步骤的平坦表面。例如,用于第一电极的合适的导电材料可以包括铝、铝铜合金、钨或这些材料的组合。

[0131] 图7说明了在氧化硅材料212的暴露表面上沉积压电材料214之后的结构。可用作倾斜的剪切轴压电膜的合适材料的一个示例是氮化铝,其可以以不同于垂直于基板的角度沉积。也可以在沉积体压电材料之前使用可选的倾斜的压电种子层。倾斜的剪切轴压电膜可以由以一定角度沉积的氮化铝种子层和垂直于基板沉积的氮化铝体压电膜组成。倾斜的种子层可以促进体剪切膜的微结构的倾斜,从而提供剪切压电特性。

[0132] 图8说明了在压电层214之上形成或沉积第二电极216之后的装置。第二电极216的形成可以包括材料的沉积、材料的图案化或其任何组合。例如,用于第一电极的合适的导电材料可以包括铝、铝铜合金、钨或这些材料的组合。第二电极216的材料可以与第一电极210的材料相同或不同。第一电极210、压电层214和第二电极216重叠的一个(或多个)区域形成体声波谐振器220。

[0133] 图9说明了在形成堆积层222之后的装置。堆积层是可选的结构,其可以导致沿着从第二电极延伸的引线的长度的寄生损耗降低。合适的堆积材料的一些示例包括铝、铝铜合金、钨或这些金属的组合。

[0134] 图10说明了在形成第二钝化层224之后的装置。第二钝化层224可以包括关于第一钝化层所描述的材料并且可以提供与第一钝化层相同或相似的功能。材料、性能和特性(例如,厚度等)可以与第一钝化层相同或不同。第二钝化层没有沉积在有源区域(例如,在体声波谐振器220之上)中、或者不存在于有源区域中、或者沉积在如下文进一步描述的将形成互连件的第二电极上。

[0135] 图11说明了在形成声能管理结构226之后的装置。该示例中的声能管理结构226是气腔。因为声能管理结构覆盖谐振器,所以它还可以提供保护以防止材料、化学品或两者接触和阻尼谐振器。可用于制造声能管理结构的材料可以包括光致抗蚀剂或光可成像环氧树脂,例如TMMF(Tokyo Ohka Kogyo Co.)或SU-8(MicroChem Inc, Newton MA)。包括气腔226的声能管理结构,例如可以制造成两种结构,例如壁层和顶部层。

[0136] 图12说明了在下一步骤之后的装置,在不与体声波谐振器220重叠的区域中形成设置在第二电极材料的至少一部分上的互连件228。互连件228用于提供声波谐振器220与另一结构或装置之间的电、机械连接或其组合的连接。互连件可以形成为电互连凸块。例如,互连件可以由含锡的铜柱形成。用锡制造镀铜引脚可以包括使用光致抗蚀剂对区域进行图案化、沉积可选的电镀种子层(例如钛和铜)、电镀互连件,然后去除可选的电镀种子层和光致抗蚀剂。

[0137] 图13说明了在基板的第二表面202的一部分已经被去除以暴露修改的第二表面230之后的装置。该步骤可以通过减薄或非选择性位置去除步骤(例如,诸如背面研磨的工艺)来完成。背面研磨提供了所需的基板厚度。在一些示例中,例如在最终微流体通道高度将由从该背面230到独立形成的壁的顶部的距离(参见后面的工艺步骤)限定的情况下,此时基板的厚度是重要的。下面进一步描述流体通道。在一些可选实施例中,可以更早地减薄基板,然后可以利用临时载体来为一些处理步骤提供机械稳定性。

[0138] 图14A说明了在从修改的第二表面230去除基板的选择性部分以形成顶部基板表面233之后的结构。特别地,去除的基板的区域是位于声波谐振器220下方的区域。也可以可选地去除超出声波谐振器220周边的材料。一旦基板的材料被去除,气密层(例如氮化硅)和界面层(例如氧化硅)就暴露出来。

[0139] 在之前的牺牲层没有被去除的实施例中,它可以在此时被去除。这由图14A中的装置说明。如果牺牲层仍然完好无损以去除基板,则它可以用于在背面干蚀刻期间保护电极。用于完成基板的一部分的这种选择性去除的特定工艺包括在谐振器220的区域上的干硅蚀刻。完成该工艺的一个具体说明性方法是用光致抗蚀剂涂覆晶片的背面;通常对于干蚀刻,这可能是5到10微米厚的厚抗蚀剂。背面对准工具可以对准正面对准标记并且曝光光致抗蚀剂。可以显影光致抗蚀剂,并且可以通过交替深反应离子蚀刻(DRIE)硅与六氟化硫(SF_6)和八氟环丁烷(C_4F_8)钝化层来蚀刻硅。光致抗蚀剂的另一种掩蔽工艺是在背面沉积铝并且通过激光加工打开图案。另一有用的硅蚀刻工艺可以包括使用氢氧化钾(KOH)或氢氧化四甲基铵(TMAH)的非各向同性湿法化学蚀刻以沿有源区域选择性地去除基板。在这种情况下,壁轮廓将是54.7度,例如,沿着基板中硅的 $\langle 111 \rangle$ 平面的壁。

[0140] 图14B说明了从基板200的第二表面202观察的装置。图14B是声波谐振器220和形成以暴露声波谐振器220的沟槽235。图14C示出了从基板200的第一表面201观察的装置。从该表面你可以看到声能管理结构,例如气腔226和柱228。

[0141] 图15A说明了倒装芯片安装到传感器板240之后的装置。在一个示例中,例如互连件、柱228通过例如将它们用锡焊接到带有有机可焊性保护剂(OSP)的铜焊盘242上而被电连接。另一替代方案可以包括将管芯上的焊球焊接到接合焊盘上。例如,接合焊盘可以由诸如金的合适的导电材料形成。带有互连凸块的芯片一侧没有流体。

[0142] 图15B说明了图15A的装置的横截面,以及示出了传感器板240和基板200。图15C示出了来自基板200的第二表面202的结构,示出了暴露声波谐振器220的沟槽235。

[0143] 图15D说明了来自传感器板的底面241的图示。说明了支柱228、气腔226和声波谐振器220的各自位置。图15E示出了来自传感器板的顶部表面243的图示。剩余的基板200和声波谐振器220的各自位置。最终,区域245示出了基板被蚀刻到暴露声波谐振器220的第一电极层210的深度,从而形成流体通道的底部。

[0144] 图16至19说明了一种形成具有独立的壁的流体通道的方法。图16示出了在流体壁结构250形成或附接到传感器板240之后的装置。在一些说明性实施例中,流体壁结构250可以用粘合剂252附接到传感器板240。流体壁结构可以由塑料的注塑成型、金属或玻璃的机械加工或其他合适的方法形成。在大批量生产中,可以在流体壁结构所在的位置使用自动化机器人系统分配粘合剂。壁结构可以以卷尺或卷盘形式或托盘形式接收在粘合剂上。壁结构可以定位在粘合剂上。粘合剂在烘箱中固化。流体壁结构配置为适应从谐振器到壁

的顶部的期望流体通道高度。最终流体通道的通道高度254可以描述为从第一电极210表面到流体壁结构250的顶部。

[0145] 图17A说明了在倒装芯片安装的管芯下方沉积底部填充胶256之后的结构。图17B示出了该结构的第一横截面并且描绘了底部填充胶256。图17C示出了该结构的等距视图，还示出了底部填充胶256。来自分配器尖端的粘合剂可以放置在管芯的侧面附近。毛细管力可以吸走已安装管芯下的粘合剂。然后可以执行烘烤步骤以固化粘合剂。可以完成烘烤步骤以固化底部填充胶和流体壁结构粘合剂。底部填充胶的目的是保护管芯的凸起区域免受使用传感器时所用流体的化学侵蚀。

[0146] 图18说明了功能化(图18中表示为YYY)和阻断(图18中表示为XXXXXX)之后的结构。图18说明了传感器上的功能化化学。首先可以完成硅烷化步骤以在表面上涂覆单层粘合促进剂，然后将功能化印刷到谐振器上，以及最后将未功能化的表面阻断以防止非特异性结合。功能化可以是设计用于结合感兴趣的分析物的生物受体。例如，功能化可以是蛋白质。

[0147] 图19A和19B(横截面)说明了在流体通道盖260附接到流体壁结构250之后的结构。图19A和19C的结构还示出了流体入口262和流体出口264。合适的流体腔盖的示例可以是胶带或不干胶。盖可以根据尺寸和入口和出口端口进行冲压或激光加工。例如，可以通过压力将盖附接就位。

[0148] 图20说明了图16至19形成流体通道的替代方法。在图20中，流体腔盖260已经附接到安装的倒装芯片和底部填充胶256基板(220)/传感器板(240)结构。在该实施例中，流体腔盖260可以直接附接到顶部基板表面233。在该实施例中，流体腔盖260可以是胶带或不干胶。流体腔盖260可以被冲压或激光加工以用于入口和出口端口的尺寸和形成。例如，流体腔盖260可以通过压力附接就位。

[0149] 在该图中，在基板的蚀刻沟槽中观察到谐振器，此外可以蚀刻管芯的端部区域以为入口和出口流体端口腾出空间。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。为了完成传感器测试，流体可以流入盖中的流体入口，然后流体流过谐振器并且流出流体出口。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。感兴趣的分析物可以与功能化化学物质结合并且导致体声学晶片装置的振幅-幅度特性发生变化。

[0150] 图21至36说明了制造包括体声波谐振器和作为声波管理结构的反射镜的流体装置的另一说明性方法。本领域技术人员将理解，上述制造工艺(例如，从图2到10所展示的))也可以与该方法一起使用以形成包括替代反射镜的包括装置的结构。

[0151] 图21说明了诸如硅的基板，其表面上沉积有氧化硅和氮化硅。氧化硅将起到硅蚀刻停止层和装置的功能化结合表面的作用。此外，较厚的氧化硅层可用作装置的温度补偿层。氮化硅层是保护装置的防潮层。

[0152] 图22说明了添加电极材料和氧化硅，随后是氧化硅的CMP工艺以使表面平坦。合适的电极材料可包括铝、铝铜合金、钨或这些金属的组合。

[0153] 图23说明了沉积压电膜(例如倾斜的剪切轴压电膜)。合适的材料可包括氮化铝。剪切的轴膜可以包括种子层以促进体剪切膜的倾斜。

[0154] 图24说明了电极在压电体上的沉积和图案化。合适的电极材料包括铝、铝铜合金、钨或这些金属的组合。两个电极与压电材料重叠的地方形成谐振器。

[0155] 图25说明了堆积层的沉积和图案化。堆积层的目的是减少引线长度上的寄生损耗。合适的堆积材料包括铝、铝铜合金、钨或这些金属的组合。

[0156] 图26说明了保护层的沉积和图案化。合适的保护层的示例是氮化硅。保护层未沉积在有源区域中或将形成铜柱的位置。

[0157] 图27说明了在谐振器的区域中声反射器的沉积和图案化。声反射器的目的是将声能返回至谐振器以提高装置的性能。声反射器可以用氧化硅和图案化钨的交替层或氧化硅和氮化铝的交替层制造。

[0158] 图28说明了制造电互连凸块。合适的材料包括带有锡的铜柱。用锡制造电镀铜引脚包括使用光致抗蚀剂对区域进行图案化、沉积电镀种子层(例如钛和铜)、电镀互连凸块,以及然后去除电镀种子层和光致抗蚀剂。

[0159] 图29说明了在基板已经通过背面研磨之后的装置。背面研磨的目的是实现所需的基板厚度。对于独立的壁流体的情况,基板厚度将限定与谐振器传感器相邻的流体通道的高度。对于蚀刻的管芯基板流体的情况,基板厚度将限定流体通道的通道高度。随后的附图将证明这一点。

[0160] 图30说明了在基板已经在谐振器的区域中被干硅蚀刻之后的装置。完成此过程的一种方法是在晶片背面涂上光致抗蚀剂;通常对于干蚀刻,这是一种大约5到10微米厚的厚抗蚀剂。使用与正面对齐标记对正的背面对齐工具以暴露光致抗蚀剂。显影光致抗蚀剂。通过交替深反应离子蚀刻(DRIE)硅与 SF_6 和 C_4F_8 钝化层来蚀刻直侧壁。光致抗蚀剂的另一掩蔽工艺是在背面沉积铝并且通过激光加工打开图案。

[0161] 图31说明了倒装芯片安装到板上之后的装置。一种互连件实施例是管芯上的带有锡的铜柱被焊接到带有有机可焊性保护剂(OSP)的铜焊盘上。另一种选择是将管芯上的焊球焊接到金接合焊盘上。

[0162] 图32至36说明了具有由独立的壁限定的流体通道的示例。图32A说明了流体壁附接到板。流体壁结构可以通过塑料的注塑成型、金属或玻璃的加工形成。在大批量生产中,使用机器人在流体壁结构所在的位置分配粘合剂。在大批量生产中,壁结构以卷尺或卷盘形式或托盘形式被接收。机器人将壁结构放置在粘合剂上。粘合剂在烘箱中固化。流体壁结构被设计为实现从谐振器到壁的顶部的所需流体通道高度。带有互连凸块的管芯一侧没有流体。流体壁结构没有按尺寸示出,实际上壁的宽度会很宽以允许流体盖的接合。图32B说明了与互连凸块相对的管芯侧和意向(intendent)壁结构的平面图。在该图中,可以在基板的蚀刻部分中观察到谐振器。未示出盖带,但示出了盖中的入口和出口开口的示意图。为了完成传感器测试,流体穿过带有谐振器的管芯流入流体入口并且流出流体出口。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。

[0163] 图33说明了倒装芯片安装的管芯下方的底部填充胶。来自分配尖端的粘合剂放置在管芯侧面附近。毛细管力会吸收已安装管芯下的粘合剂。执行最后步骤以固化粘合剂。底部填充胶的目的是保护管芯的凸起区域免受使用传感器时使用的流体的化学侵蚀。

[0164] 图34说明了生物传感器上的功能化化学。首先完成硅烷化步骤以在表面上涂覆单层粘合促进剂,然后将功能化印刷到谐振器上,以及然后阻断表面以防止非特异性结合。功能化是一种旨在结合感兴趣的分析物的生物受体。例如,功能化可以是蛋白质。

[0165] 图35说明了在已经附接流体腔盖之后的装置。合适的流体腔盖的示例是胶带或不

干胶。盖根据尺寸和入口和出口端口进行冲压或激光加工。盖通过压力附接就位。图35说明了在流体腔盖已经附接到BAW管芯之后的装置。合适的流体腔盖的示例是胶带或不干胶。盖根据尺寸和入口和出口端口进行冲压或激光加工。盖通过压力附接就位。

[0166] 图36说明了与互连凸块相对的管芯侧的平面图。在该图中,在基板的蚀刻部分中观察到谐振器,另外蚀刻管芯的端部区域以为入口和出口流体端口腾出空间。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。为了完成传感器测试,流体流入盖中的流体入口,然后流体流过谐振器并且流出流体出口。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。感兴趣的分析物与功能化化学物质结合并且导致体声学晶片装置的振幅-幅度特性发生变化。

[0167] 图32至36说明了具有由独立的壁限定的流体通道的示例。图37是这些过程步骤的替代方法。在图37中,流体腔盖260已经附接到安装的倒装芯片和底部填充胶256基板(220)/传感器板(240)结构。在该实施例中,流体腔盖260可以直接附接到顶部基板表面233。在该实施例中,流体腔盖260可以是胶带或不干胶。流体腔盖260可以被冲压或激光加工以用于入口和出口端口的尺寸和形成。例如,流体腔盖260可以通过压力附接就位。

[0168] 在该图中,在基板的蚀刻沟槽中观察到谐振器,此外可以蚀刻管芯的端部区域以为入口和出口流体端口腾出空间。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。为了完成传感器测试,流体可以流入盖中的流体入口,然后流体流过谐振器并且流出流体出口。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。感兴趣的分析物可以与功能化化学物质结合并且导致体声学晶片装置的振幅-幅度特性发生变化。

[0169] 图38至54说明了制造包括体声波谐振器的流体装置的另一示例方法。图38说明了绝缘体上硅(SOI)晶片基板。本领域技术人员将理解,上述制造工艺的任何部分也可用于该方法。

[0170] 图39说明了诸如二氧化硅或氮化硅的硬掩模的图案化以及各向异性湿蚀刻顶部硅。湿蚀刻可以用TMAH或KOH完成。图40说明了湿蚀刻氧化硅硬掩模的去除和氮化硅层的沉积。氮化硅层是保护装置的防潮层。图41说明了电极的添加。合适的电极材料包括铝、铝铜合金、钨或这些金属的组合。图42说明了倾斜的剪切轴压电膜的沉积。合适的材料是氮化铝。剪切轴膜可以包括种子层以促进体剪切膜的倾斜。图43说明了电极在压电体上的沉积和图案化。合适的电极材料包括铝、铝铜合金、钨或这些金属的组合。两个电极与压电材料重叠的地方形成谐振器。图44说明了堆积层的沉积和图案化。堆积层的目的是减少引线长度上的寄生损耗。合适的堆积材料包括铝、铝铜合金、钨或这些金属的组合。图45说明了谐振器的保护腔的制造。保护腔的目的是防止材料接触和阻尼谐振器。用于制造腔体的合适材料包括光可成像TMMF。这可以分两层完成:壁层和顶部层。图46说明了制造电互连凸块。合适的材料包括带有锡的铜柱。用锡制造电镀铜引脚包括使用光致抗蚀剂对区域进行图案化、沉积电镀种子层(如钛和铜)、电镀互连凸块,以及然后去除电镀种子层和光致抗蚀剂。图47说明了已经去除基板之后的装置。减薄或去除工艺可以通过用干蚀刻(SF6)或湿蚀刻(TMAH)蚀刻硅来完成。另一选择是晶片可以作为背景去除基板。

[0171] 图48说明了倒装芯片安装到板上之后的装置。一个互连件实施例是管芯上的带有锡的铜柱被焊接到带有有机可焊性保护剂(OSP)的铜焊盘上。另一选择是将管芯上的焊球焊接到金接合焊盘上。

[0172] 图49A说明了流体壁附接到板。流体壁结构可以通过塑料的注塑成型、金属或玻璃的加工形成。在大批量生产中,使用机器人在流体壁结构所在的位置分配粘合剂。在大批量生产中,壁结构以卷尺或卷盘形式或托盘形式接收。机器人将壁结构放置在粘合剂上。粘合剂在烘箱中固化。流体壁结构被设计为实现从谐振器到壁顶部的所需流体通道高度。图49B说明了安装到板上的倒装芯片的BAW传感器管芯的侧面的平面图以及独立的壁结构的表示。带有互连凸块的管芯一侧没有流体。流体壁结构没有按尺寸示出,实际上壁的宽度会很宽以允许流体盖的接合。

[0173] 图50说明了倒装芯片安装的管芯下方的底部填充胶。来自分配尖端的粘合剂放置在管芯侧面附近。毛细管力会吸收安装的管芯下的粘合剂。执行最后步骤以固化粘合剂。底部填充胶的目的是保护管芯的凸起区域免受使用传感器时使用的流体的化学侵蚀。

[0174] 图51说明了生物传感器上的功能化化学。首先完成硅烷化步骤以在表面上涂覆单层粘合促进剂,然后将功能化印刷到谐振器上,以及然后阻断表面以防止非特异性结合。功能化是一种旨在结合感兴趣的分析物的生物受体。例如,功能化可以是蛋白质。

[0175] 图52A说明了已经附接流体腔盖之后的装置。合适的流体腔盖的示例是胶带或不干胶。盖根据尺寸和入口和出口端口进行冲压或激光加工。盖通过压力附接就位。图52B说明了与互连凸块相对的管芯侧和独立的壁结构的平面图。在该图中,在基板的蚀刻部分中观察到谐振器。未示出盖带,但示出了盖中的入口和出口开口的示意图。为了完成传感器测试,流体穿过带有谐振器的管芯流入流体入口并且流出流体出口。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。

[0176] 图38至44描述的过程可以通过使用由图53至62展示的工艺步骤来完成以形成一个包括一个谐振器反射镜来代替由图38至44形成的气腔的装置。完成图38-44进行的工艺步骤,然后该结构具有如图53至62所示的形成于其上的声反射镜。同样地,图38至4和53至62的工艺说明了制造包括体声波谐振器的流体装置的另一示例方法。根据该示例,流体装置包括蚀刻的绝缘体上硅(SOI)晶片和声反射器。本领域技术人员将理解,上述制造工艺也可以与该方法一起使用。

[0177] 图53说明了在谐振器上制造声反射镜之后的装置。声反射器的目的是将声能返回谐振器以提高装置的性能。声反射器可以用氧化硅和图案化的钨的交替层或氧化硅和氮化铝的交替层制造。

[0178] 图54说明了制造电互连凸块。合适的材料包括带有锡的铜柱。用锡制造电镀铜引脚包括使用光致抗蚀剂对区域进行图案化、沉积电镀种子层(如钛和铜)、电镀互连凸块,然后去除电镀种子层和光致抗蚀剂。

[0179] 图55示出了已经去除基板之后的装置。减薄或去除工艺可以通过用干蚀刻(SF6)或湿蚀刻(TMAH)蚀刻硅来完成。另一选择是晶片可以作为背景去除基板。

[0180] 图56说明倒装芯片安装到板上之后的装置。一个互连件实施例是管芯上的带有锡的铜柱被焊接到带有有机可焊性保护剂(OSP)的铜焊盘上。另一选择是将管芯上的焊球焊接到金接合焊盘上。

[0181] 图57说明了流体壁附接到板。流体壁结构可以通过塑料的注塑成型、金属或玻璃的加工形成。在大批量生产中,使用机器人在流体壁结构所在的位置分配粘合剂。在大批量生产中,壁结构以卷尺或卷盘形式或托盘形式接收。机器人将壁结构放置在粘合剂上。粘合

剂在烘箱中固化。流体壁结构被设计为实现从谐振器到壁顶部的所需流体通道高度。

[0182] 图58说明了倒装芯片安装的管芯下方的底部填充胶。来自分配尖端的粘合剂放置在管芯侧面附近。毛细管力会吸收安装的管芯下的粘合剂。执行最后步骤以固化粘合剂。底部填充胶的目的是保护管芯的凸起区域免受使用传感器时使用的流体的化学侵蚀。

[0183] 图59说明了生物传感器上的功能化化学。首先完成硅烷化步骤以在表面上涂覆单层粘合促进剂,然后将功能化印刷到谐振器上,以及然后阻断表面以防止非特异性结合。功能化是一种旨在结合感兴趣的分析物的生物受体。例如,功能化可以是蛋白质。

[0184] 图60说明了已经附接流体腔盖之后的装置。合适的流体腔盖的示例是胶带或不干胶。盖根据尺寸和入口和出口端口进行冲压或激光加工。盖通过压力附接就位。

[0185] 图61说明了安装到板上的倒装芯片的BAW传感器管芯的侧面的平面图以及独立的壁结构的表示。带有互连凸块的管芯一侧没有流体。流体壁结构没有按尺寸示出,实际上壁的宽度会很宽以允许流体盖的接合。

[0186] 图62说明了与互连凸块相对的管芯侧和意向壁结构的平面图。在该图中,可以在基板的蚀刻部分中观察到谐振器。未示出盖带,但示出了盖中的入口和出口开口的示意图。为了完成传感器测试,流体穿过带有谐振器的管芯流入流体入口并且流出流体出口。基板的蚀刻硅部分用于为在谐振器附近的流动的流体提供通道。

[0187] 应当理解,本文公开的各个方面可以以与说明书和附图中具体呈现的组合不同的组合进行组合。还应当理解,根据示例,本文描述的任何过程或方法的某些动作或事件可以以不同的顺序执行,可以添加、合并或完全省略(例如,所有描述的动作或事件可能不是执行这些技术所必需的)。本发明在权利要求中限定。然而,下面提供了非限制性示例的非详尽列表。这些示例的任何一个或多个特征可以与本文描述的另一示例、实施例或方面的任何一个或多个特征组合。

[0188] 示例1是一种制造用于流体装置的体声波谐振器结构的方法,包括:在基板的第一表面的一部分上方设置第一导电材料以形成第一电极的至少一部分,基板具有与第一表面相对的第二表面;在第一电极上方设置压电材料;在压电材料上方设置第二导电材料以形成第二电极的至少一部分,其中第二导电材料基本上平行于基板的第一表面延伸,第二导电材料至少部分地在第一导电材料上方延伸,其中第一导电材料、压电材料和第二导电材料的重叠区域形成体声波谐振器,体声波谐振器具有第一侧和相对的第二侧。在体声波谐振器的第一侧上方设置声能管理结构;在第二导电材料的延伸超出体声波谐振器的一部分上方设置第三导电材料,其中第三导电材料形成互连件,互连件在声能管理结构上方在基本垂直于基板的第一表面的方向延伸;以及去除基板的第二表面的一部分以暴露在体声波谐振器的第二侧的第一电极处的化学机械连接。

[0189] 示例2是示例1的方法,其中将反射器结构设置在体声波谐振器的第一侧上方包括由光致抗蚀剂材料形成壁和顶部以在体声波谐振器上方限定保护腔。

[0190] 示例3是示例1的方法,其中在体声波谐振器的第一侧上方形成反射器结构包括设置材料层以在体声波谐振器上方形成声反射镜。

[0191] 示例4是示例1的方法,进一步包括:在基板上设置并且图案化牺牲层;以及在牺牲层上方设置钝化层,其中在设置第一导电材料之前设置钝化层,将第一导电材料设置在基板的第一部分上方包括图案化设置的第一导电材料使得第一导电材料在牺牲层上方对齐,

并且其中钝化层在与第一导电材料重叠的区域中形成第一电极的至少一部分。

[0192] 示例5是示例4的方法,还包括:去除与钝化层相邻的牺牲层。

[0193] 示例6是示例1的方法,其中去除基板的一部分包括减小基板的厚度。

[0194] 示例7是一种制造流体装置的方法,该方法包括:形成体声波谐振器结构,其中形成体声波谐振器结构包括:将第一导电材料设置在基板的第一表面的一部分上方以形成第一电极的至少一部分,在第一导电材料上方设置压电材料;在压电材料上方设置第二导电材料以形成第二电极的至少一部分,其中第二导电材料基本上平行于基板的第一表面延伸,第二导电材料至少部分地在第一导电材料上方延伸,其中第一导电材料、压电材料和第二导电材料的重叠区域形成体声波谐振器,在体声波谐振器的第一侧上方设置反射器结构,将第三导电材料设置在第二导电材料的延伸超出体声波谐振器的一部分上方,其中第三导电材料形成互连件,互连件在反射器结构上方在基本垂直于基板的第一表面的方向延伸,以及去除基板的一部分以在体波声波谐振器的第二侧暴露第一电极;以及将体声波谐振器结构安装到基部,其中安装体声波谐振器包括将互连件耦合到基部。

[0195] 示例8是示例7的方法,还包括:在体声波谐振器结构和基部之间设置粘合剂层。

[0196] 示例9是示例7的方法,还包括:将功能化材料设置在第二电极上。

[0197] 示例10是示例7的方法,还包括:将腔壁附接到基部,其中腔壁包围体声波谐振器结构的周边。

[0198] 示例11是示例10的方法,还包括将盖设置在腔壁上,其中盖包括流体入口和流体出口。

[0199] 示例12是示例7的方法,还包括:在邻近第二电极的基板内限定流体路径。

[0200] 示例13是示例7的方法,其中去除基板的一部分包括减小基板的厚度。

[0201] 示例14是示例7的方法,还包括:在将体声波谐振器安装到基部之后,将功能化材料设置在第二电极上。

[0202] 示例15是一种流体装置,包括:体声波谐振器结构,体声波谐振器结构包括:布置在基板下方的体声波谐振器,其中体声波谐振器包括设置在基板的第一表面的一部分上方的第一电极、设置在第一电极上方的压电材料以及设置在压电材料上方的第二电极,其中第一电极、压电材料和第二电极的重叠区域形成体声波谐振器;设置在体声波谐振器的第一侧上方的反射器结构;设置在第二电极的延伸超出体声波谐振器的一部分上方的互连件,其中互连件在反射器结构的高度上在基本上垂直于基板的第一表面的方向上延伸,以及其中基板包括从基板的第二表面延伸至第一电极的开口;设置在第一电极上方在开口处的功能化材料;电耦合到互连件的基部;从基部延伸并且包围体声波谐振器结构的腔壁;以及至少部分地由基板和腔壁界定的流体腔。

[0203] 示例16是示例15的方法,其中体声波谐振器结构包括腔谐振器。

[0204] 示例17是示例15的方法,其中体声波谐振器包括薄膜体声波谐振器。

[0205] 示例18是示例15的方法,其中基板包括流体通道。

[0206] 示例19是示例15的方法,其中体声波谐振器结构包括多个体声波谐振器,多个体声波谐振器中的每个包括相关的反射器结构和用于将多个体声波谐振器中的每个独立地电耦合到基部的互连件。

[0207] 示例20是示例19的方法,其中多个体声波谐振器沿着基板以行和列的模式布置。

[0208] 尽管已经参考优选实施例描述了本公开,但是本领域技术人员将认识到在不脱离本公开的精神和范围的情况下可以在形式和细节上进行改变。

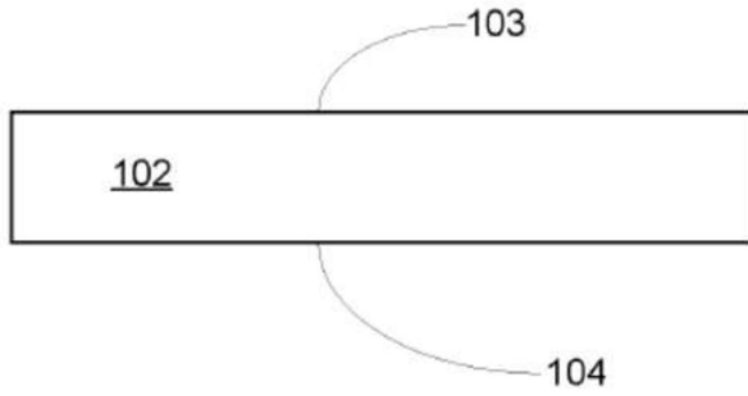


图1A

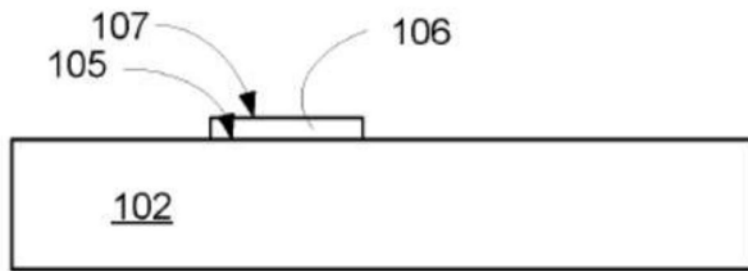


图1B

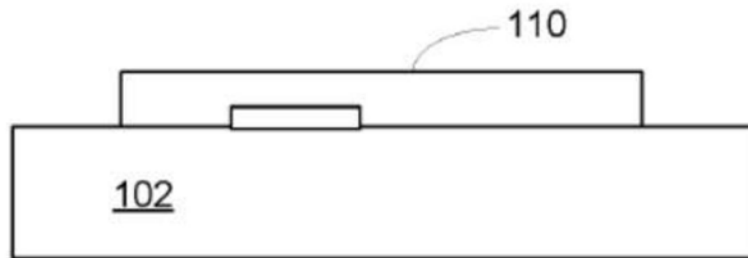


图1C

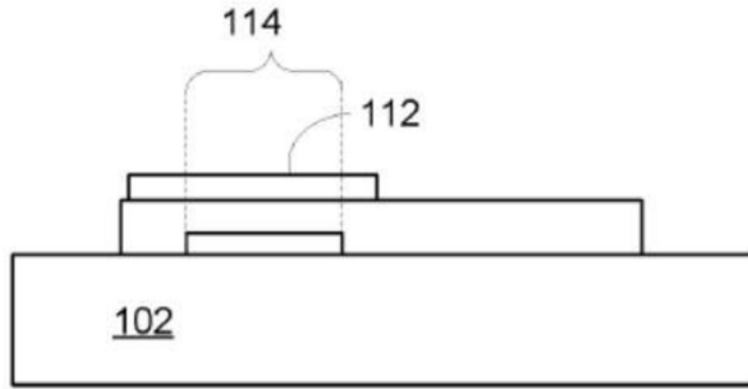


图1D

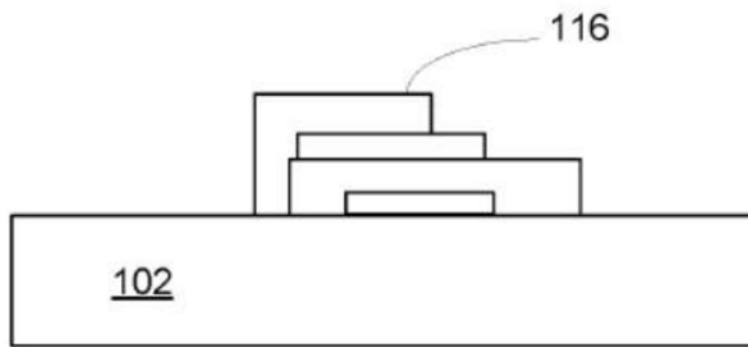


图1E

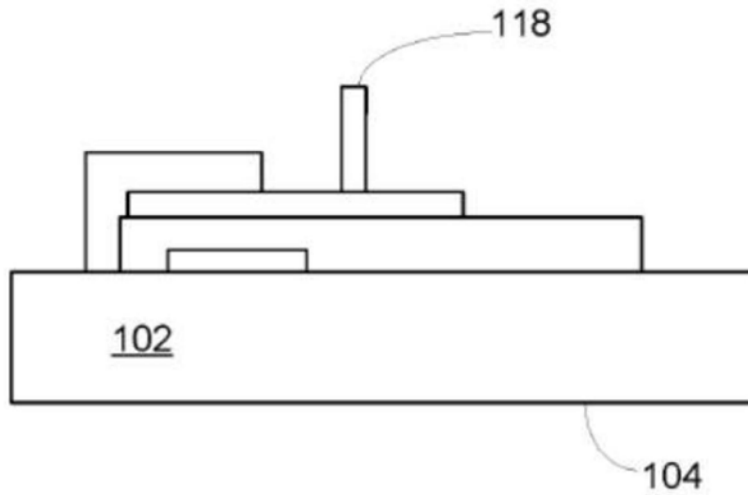


图1F

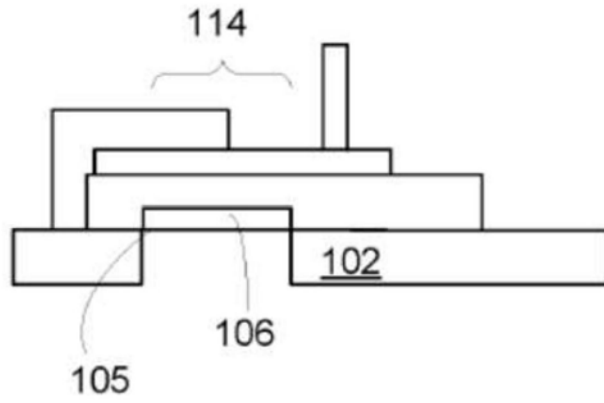


图1G

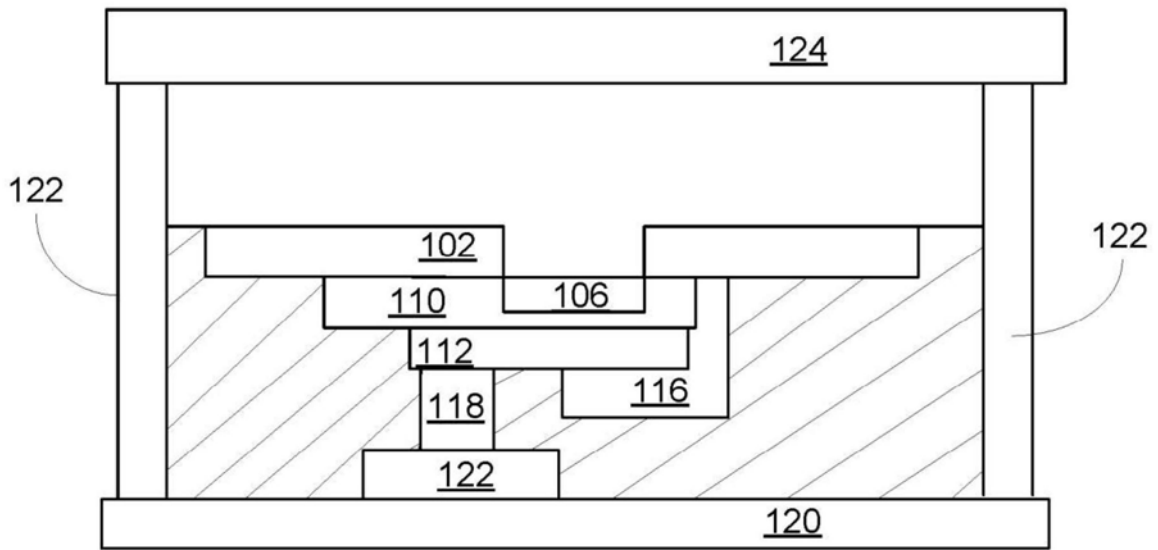


图1H

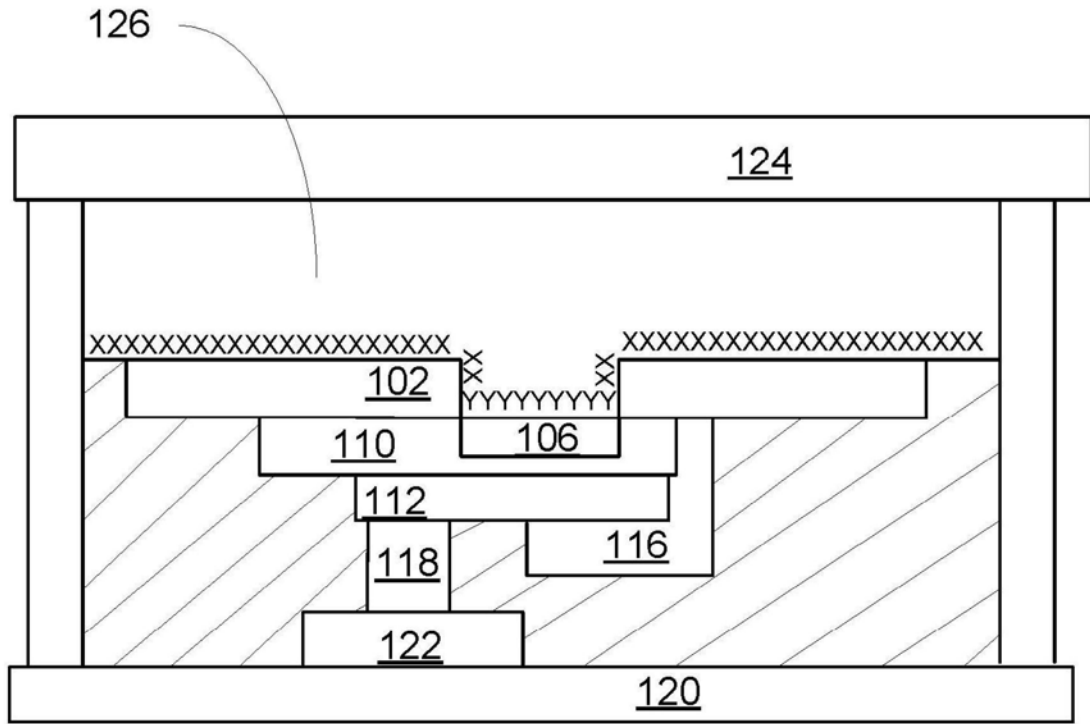


图1I

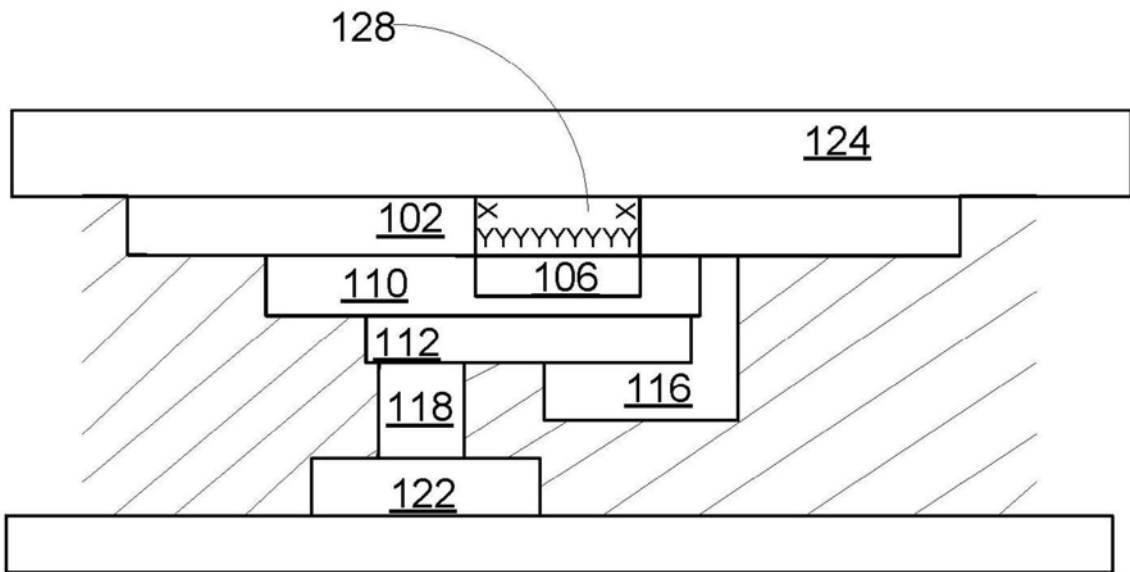


图1J

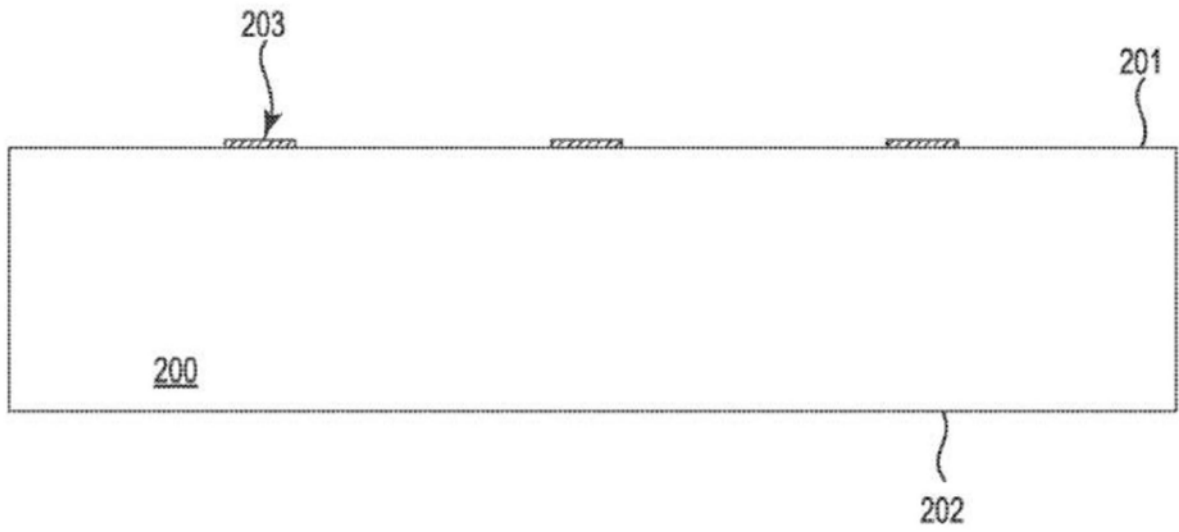


图2

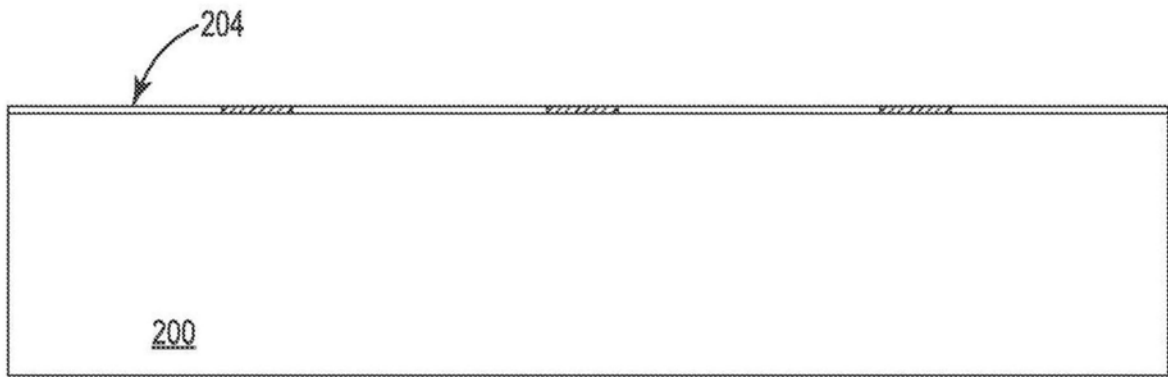


图3

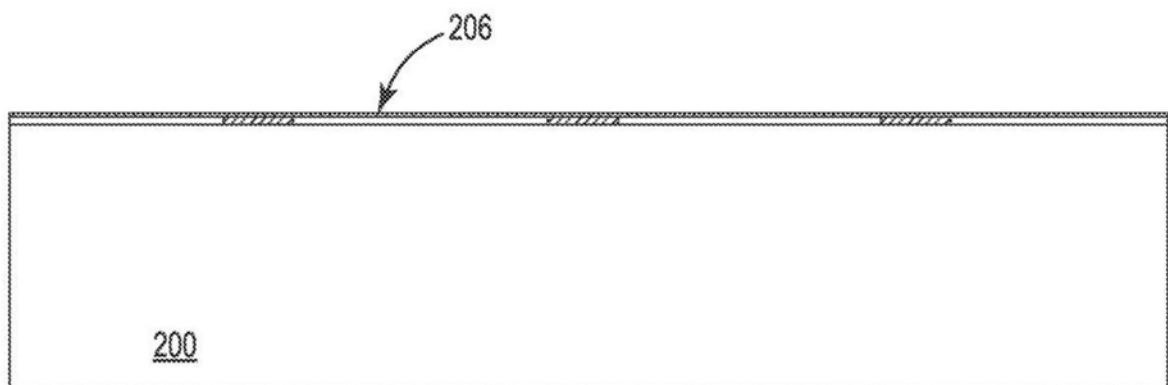


图4

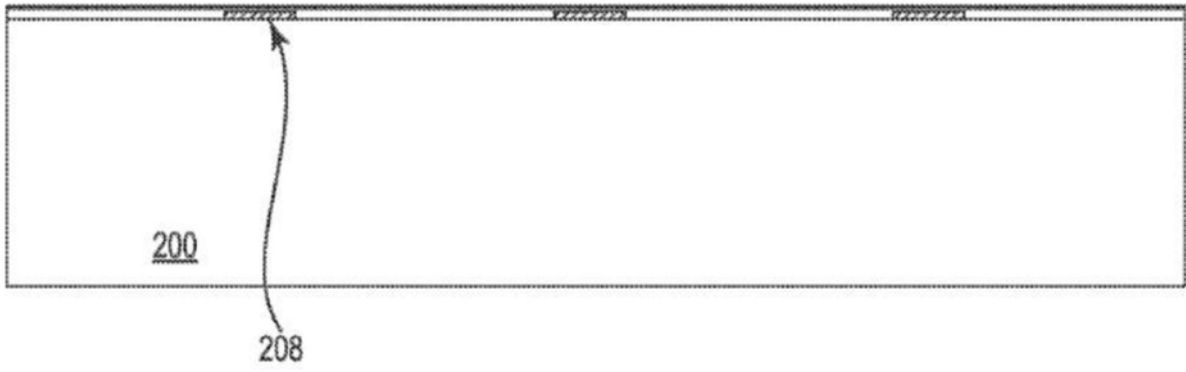


图5

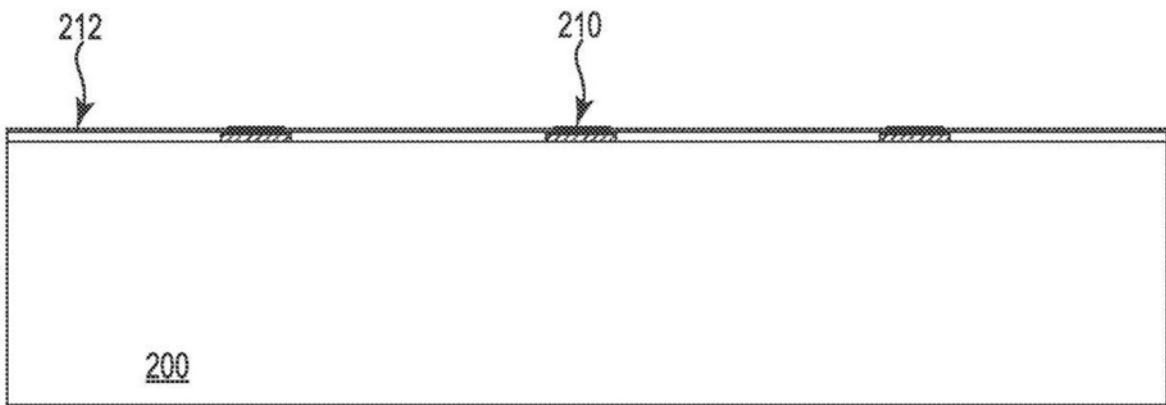


图6

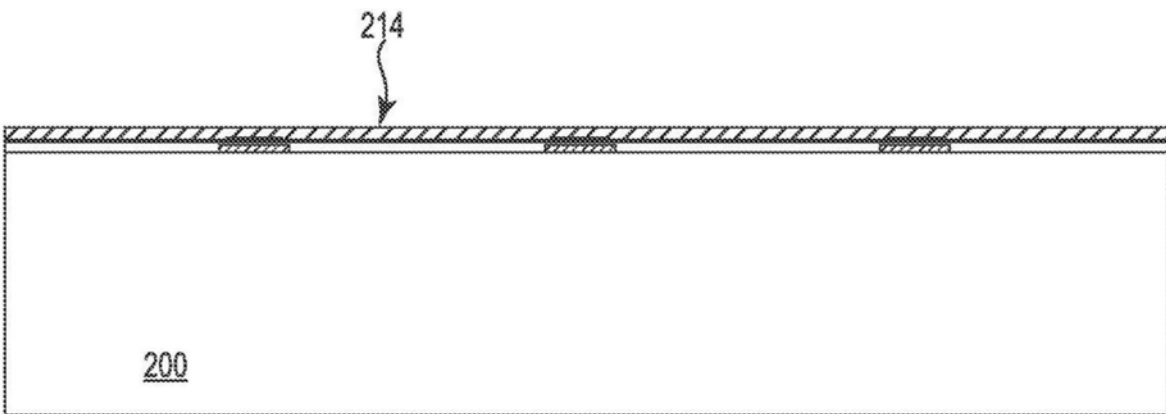


图7

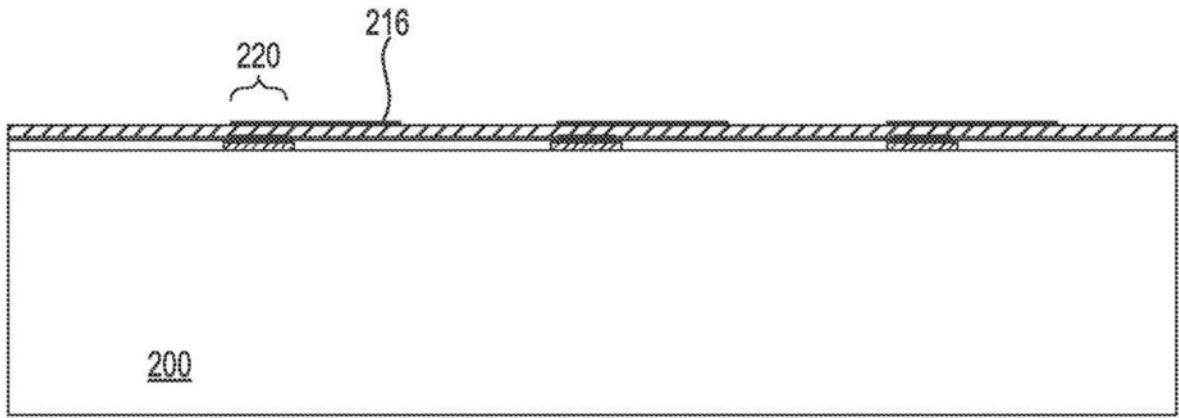


图8

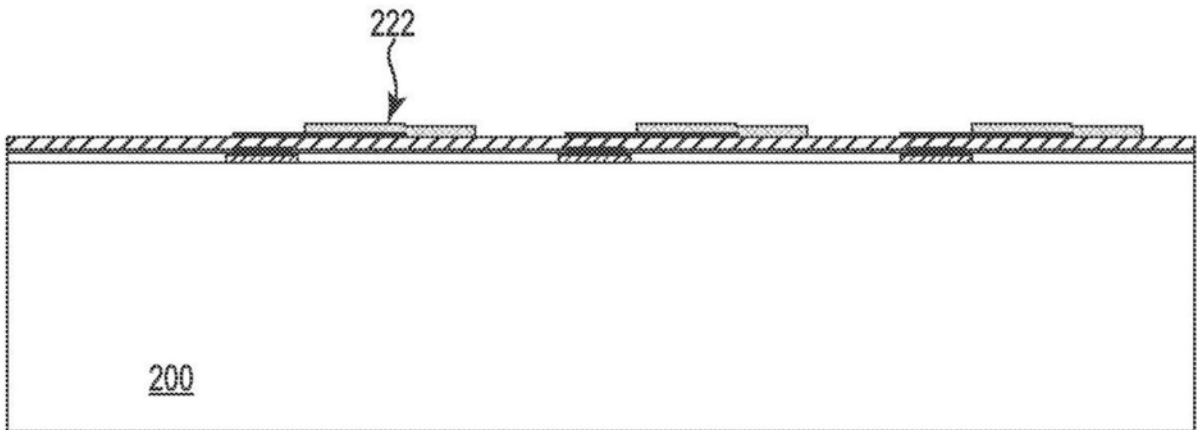


图9



图10

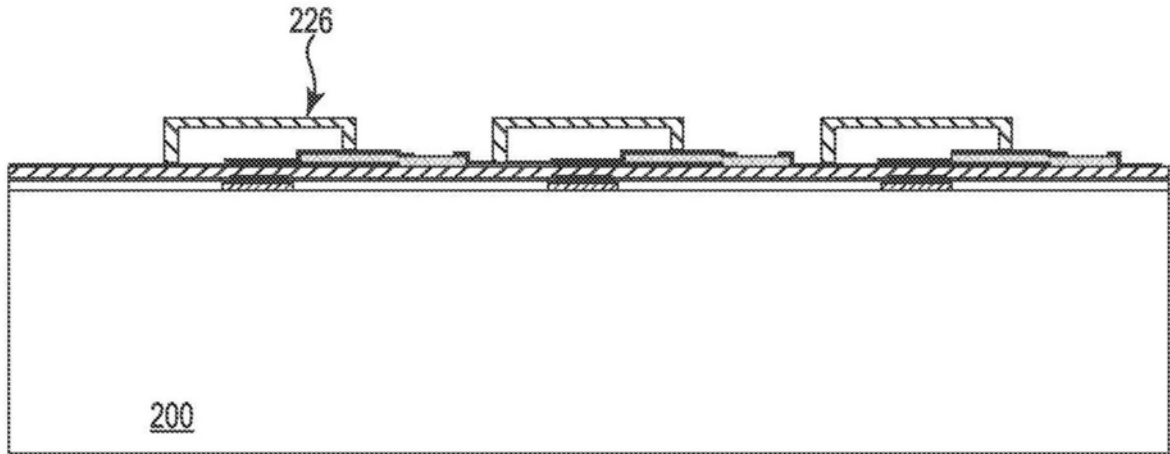


图11

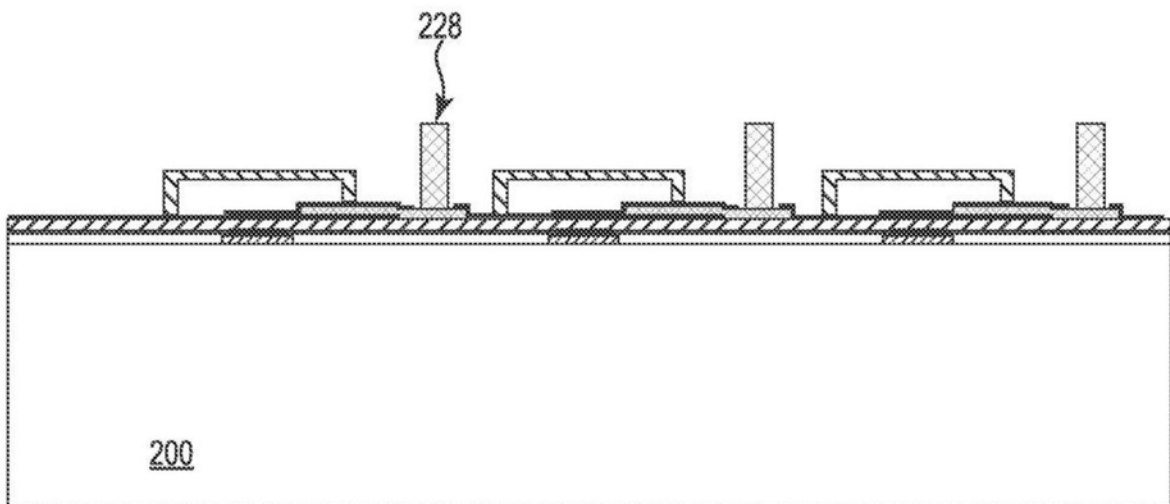


图12

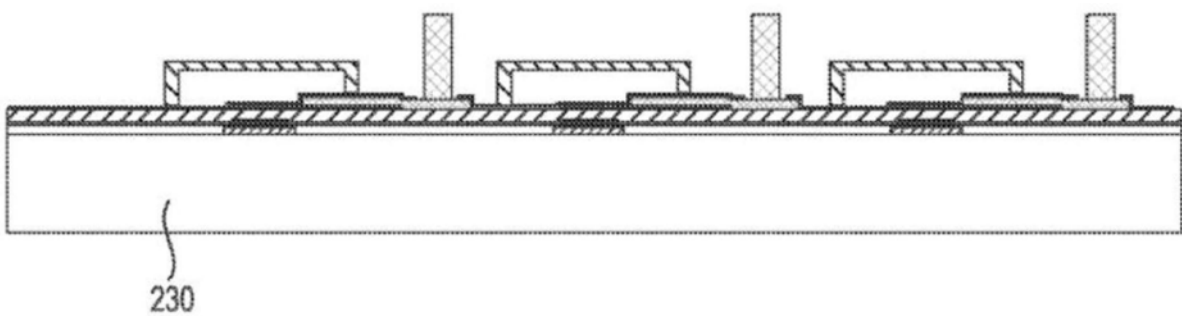


图13

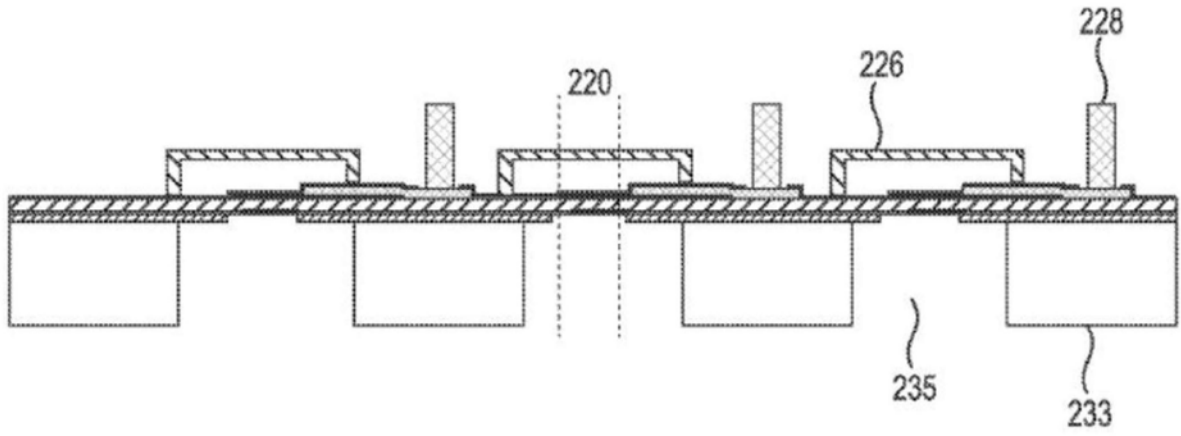


图14A

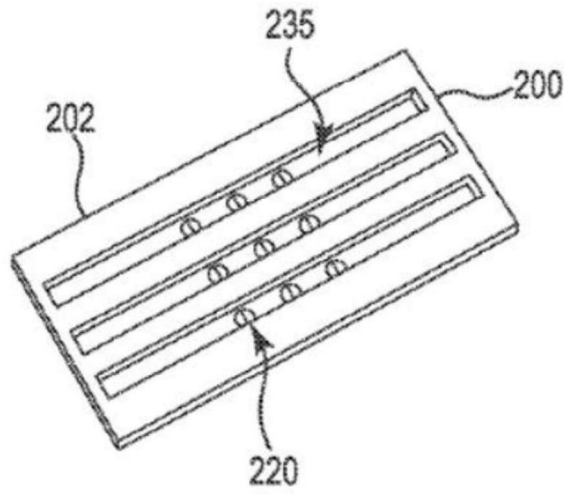


图14B

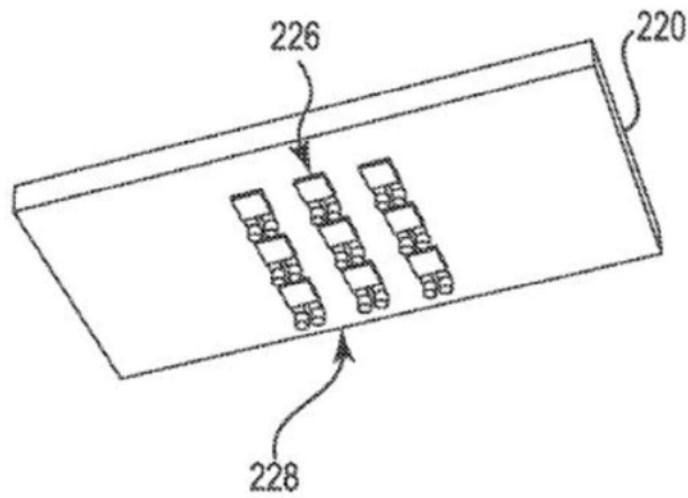


图14C

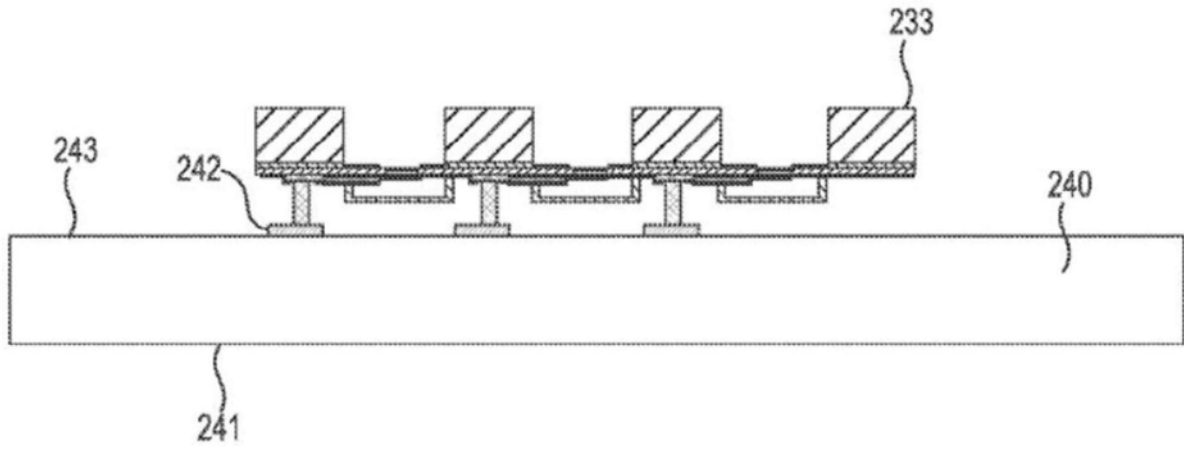


图15A

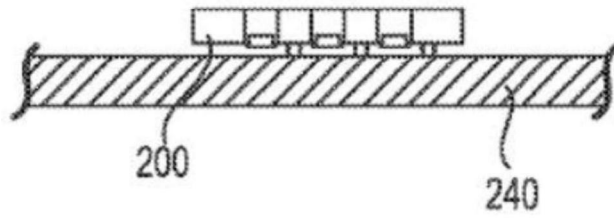


图15B

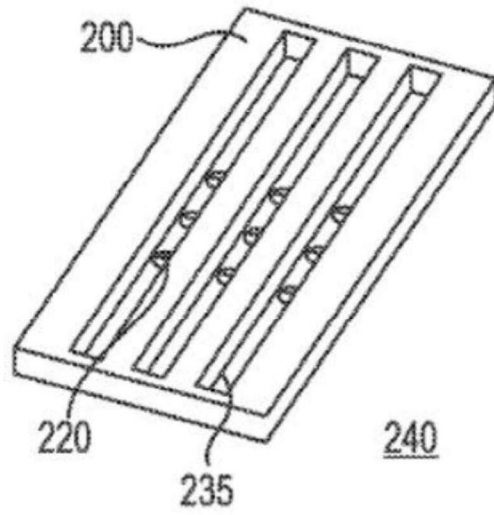


图15C

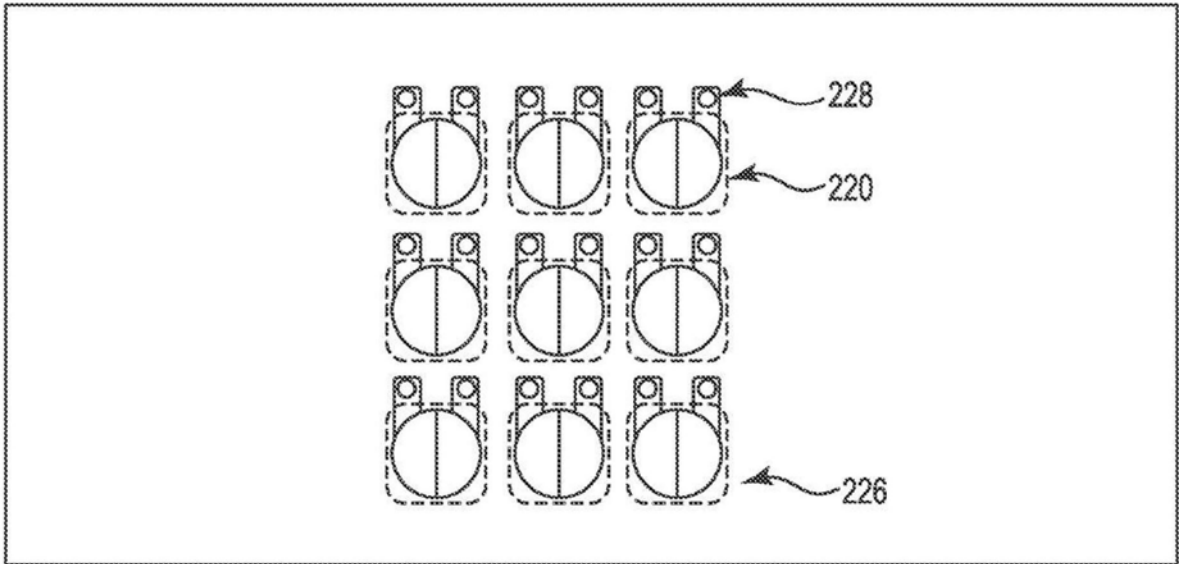


图15D

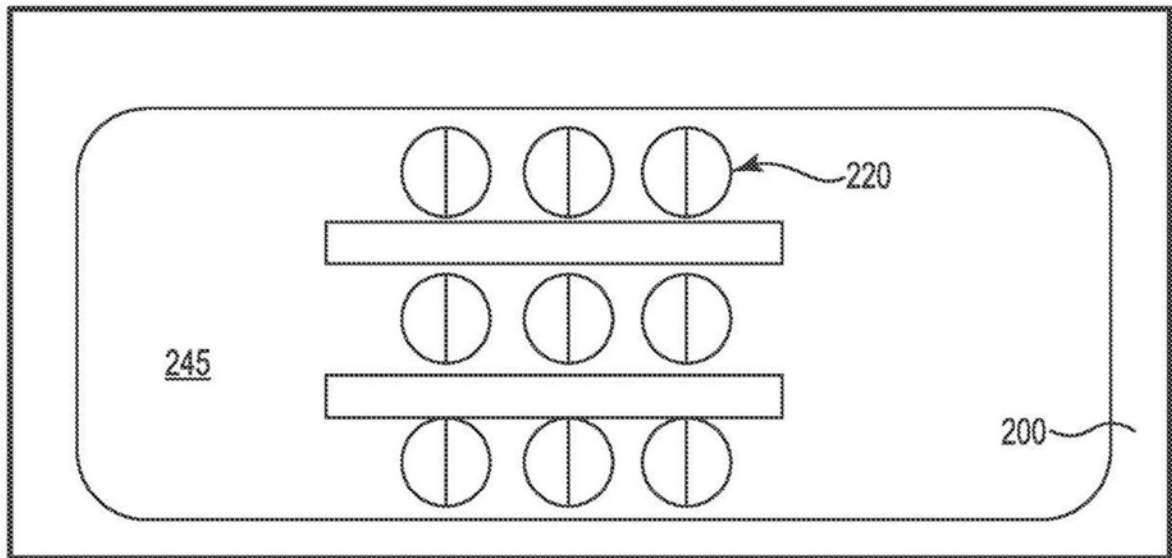


图15E

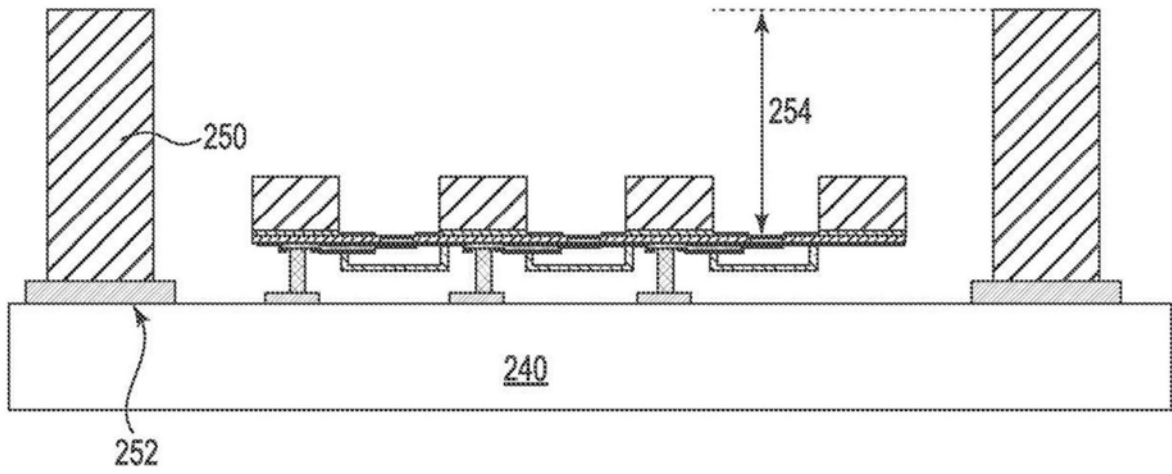


图16

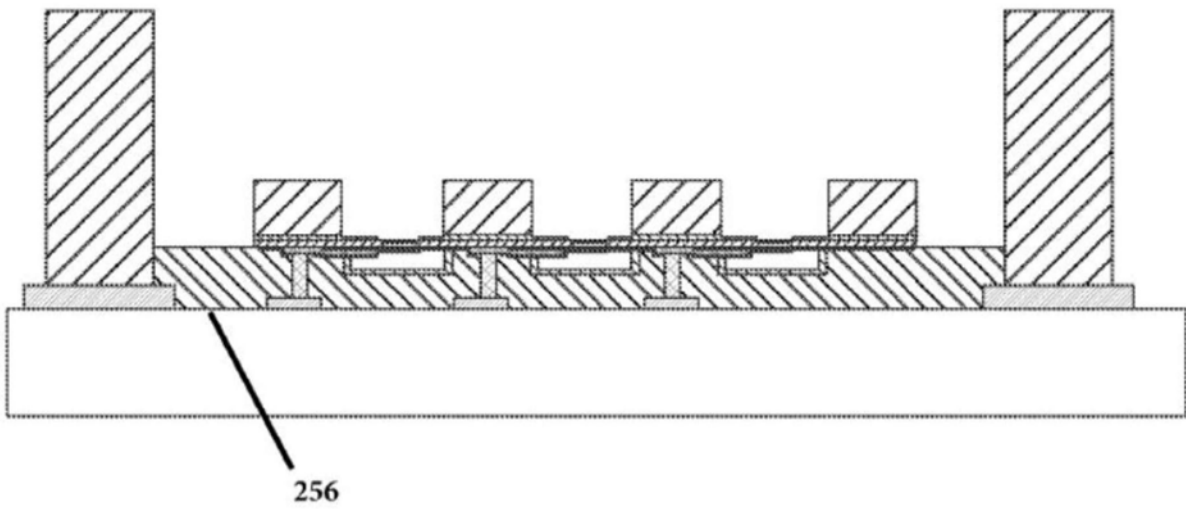


图17A

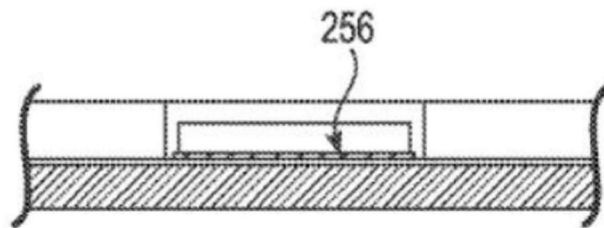


图17B

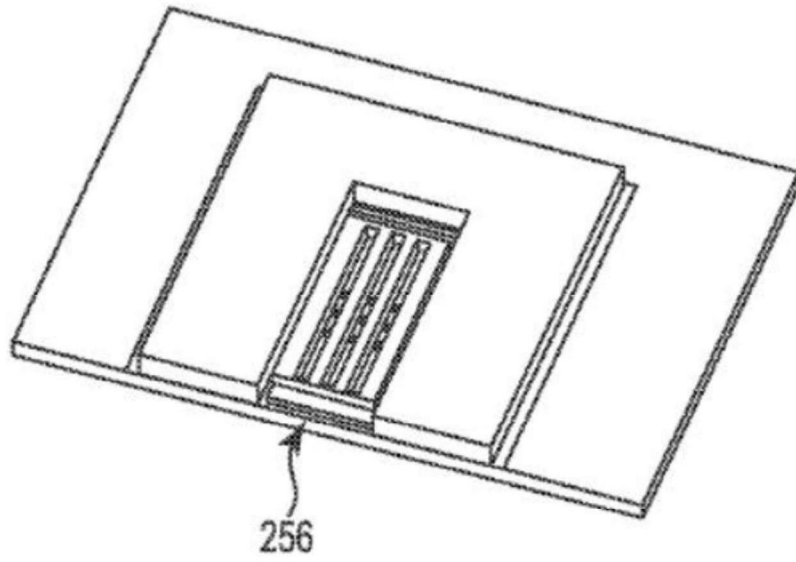


图17C

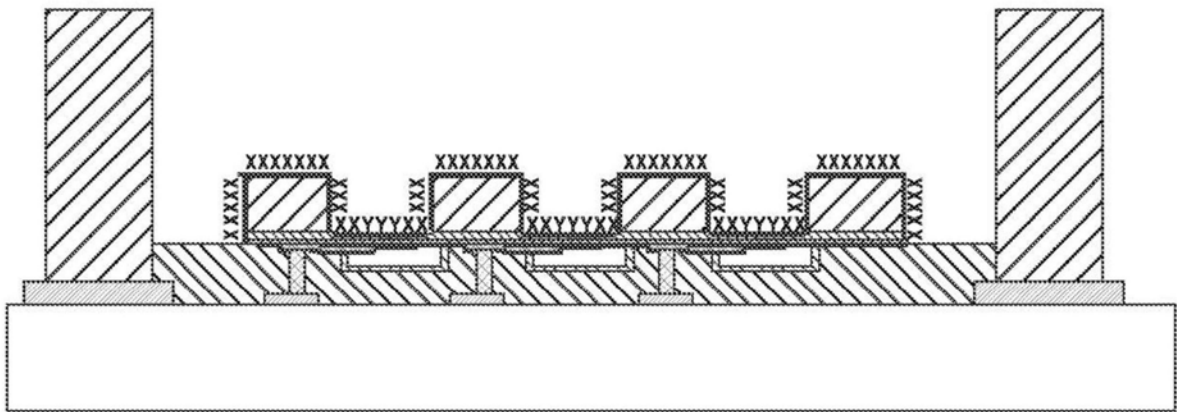


图18

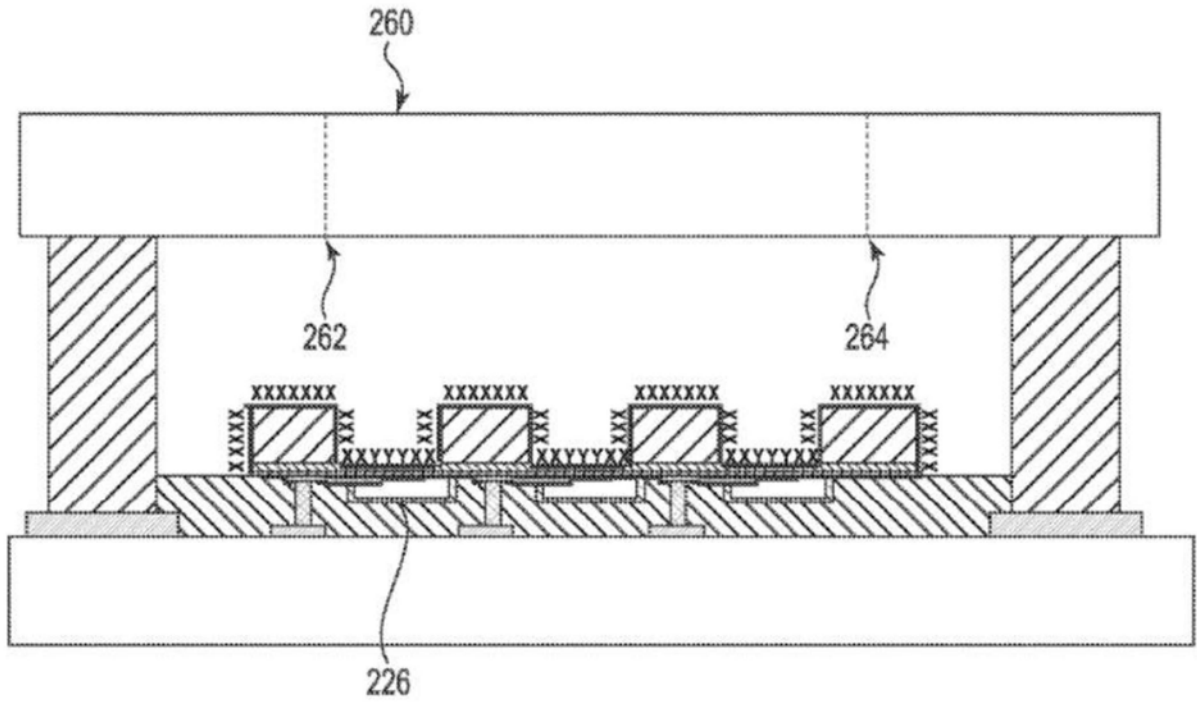


图19A

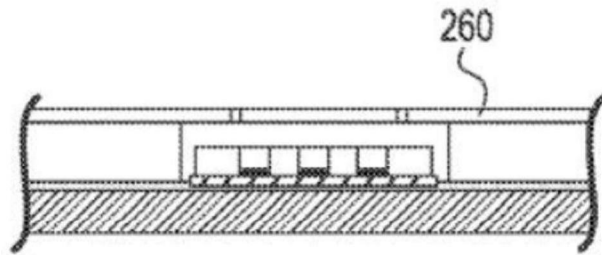


图19B

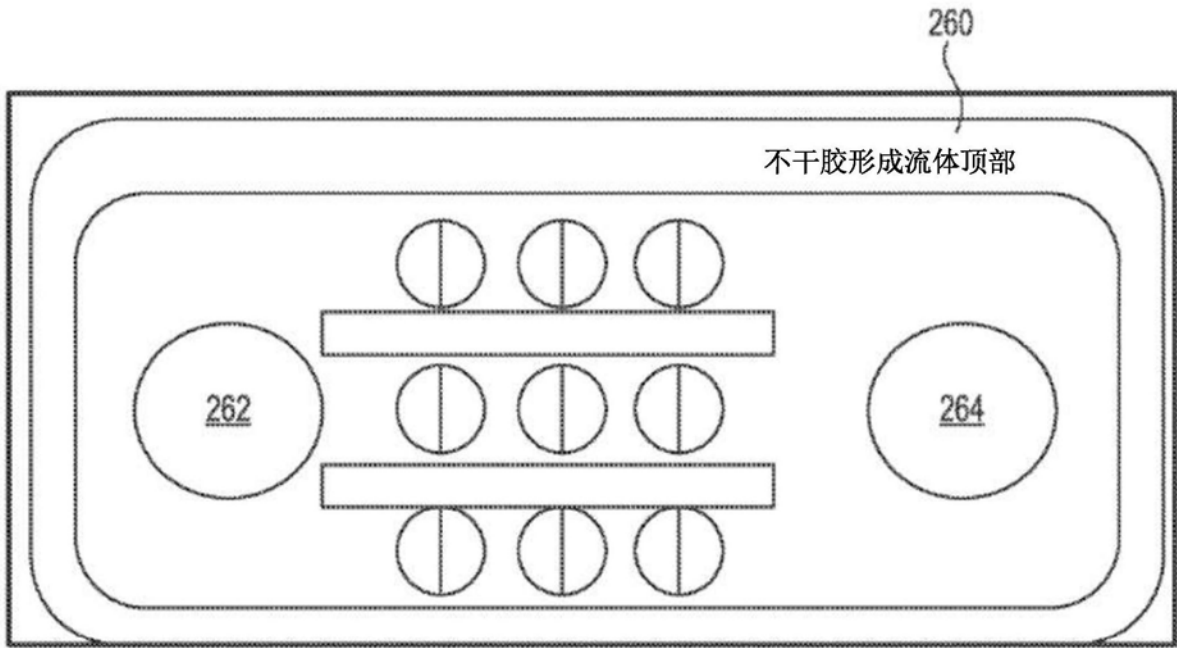


图19C

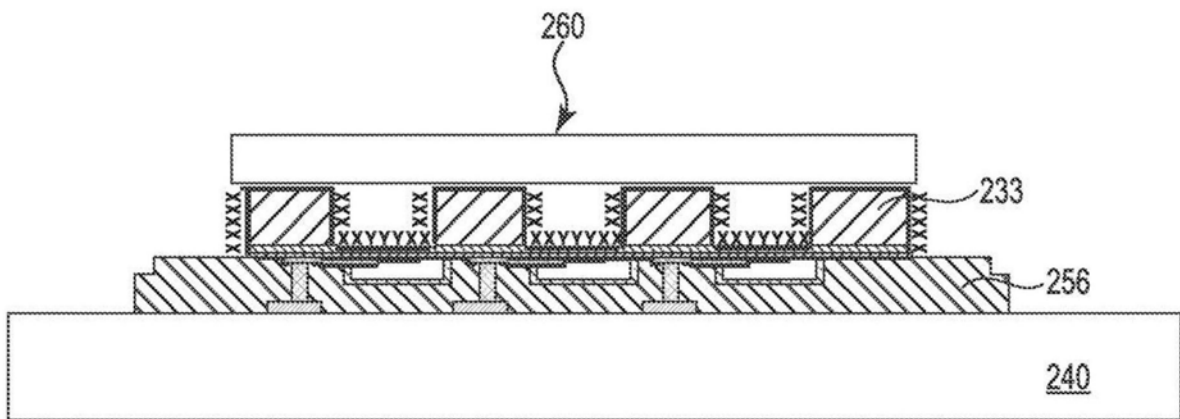


图20

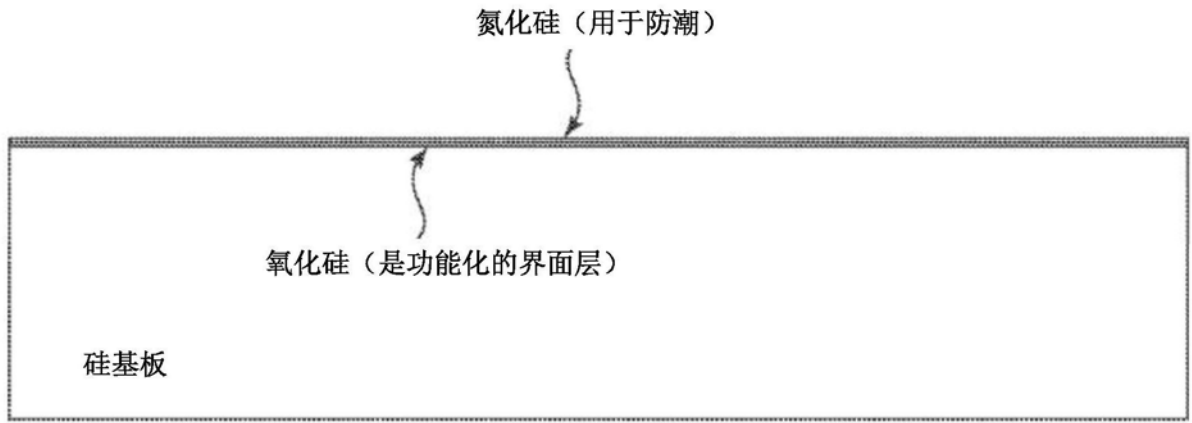


图21

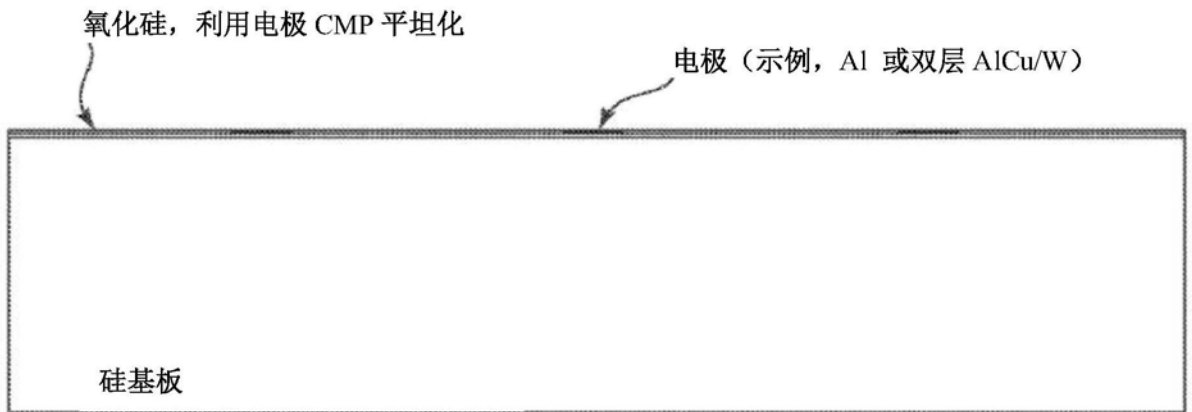


图22

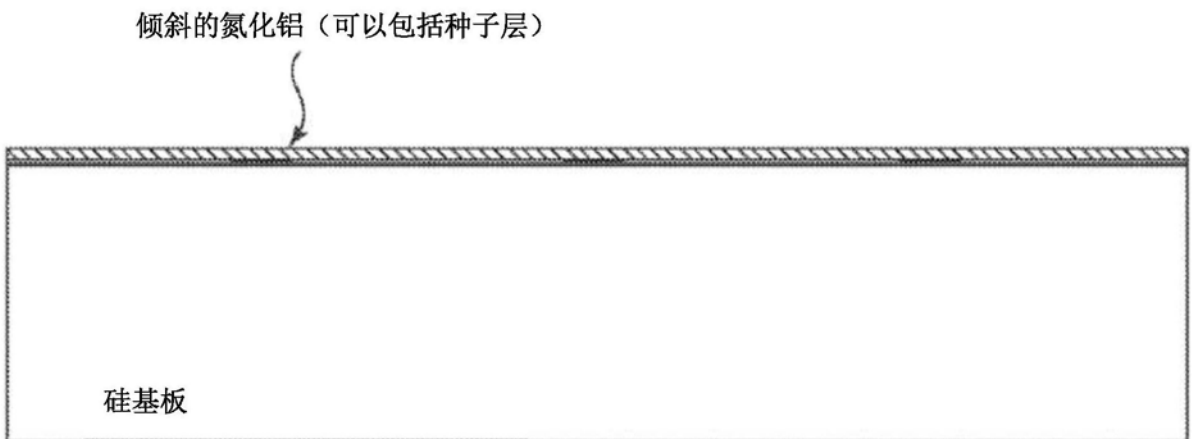


图23

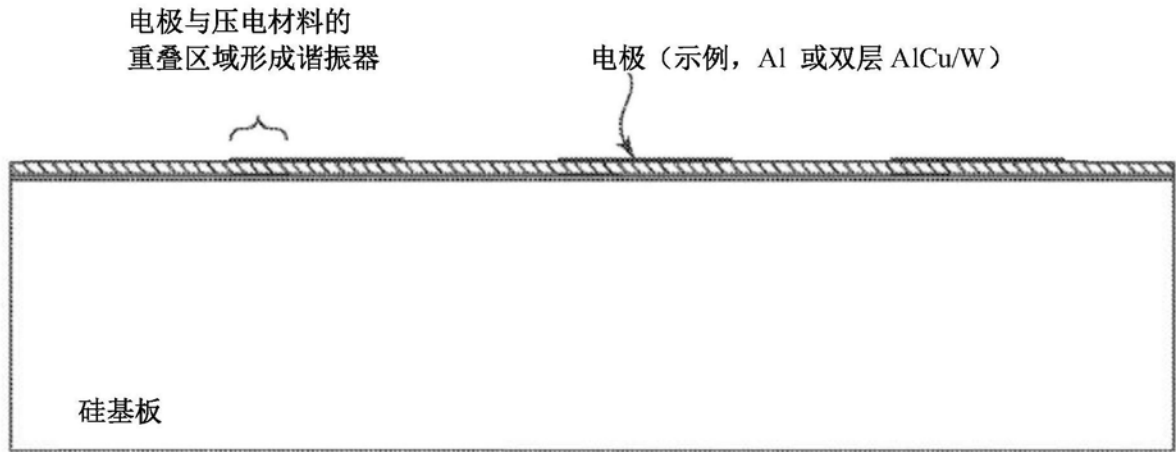


图24

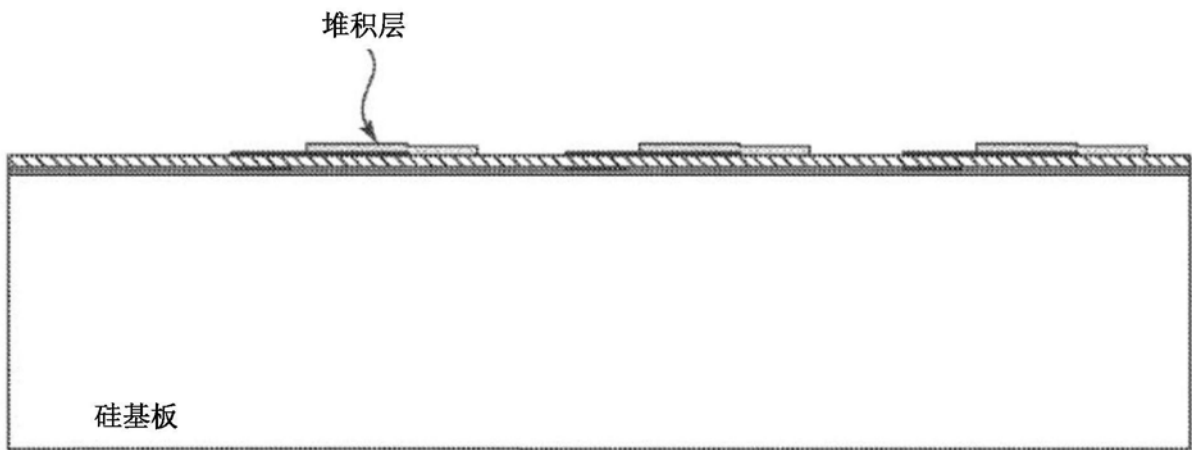


图25

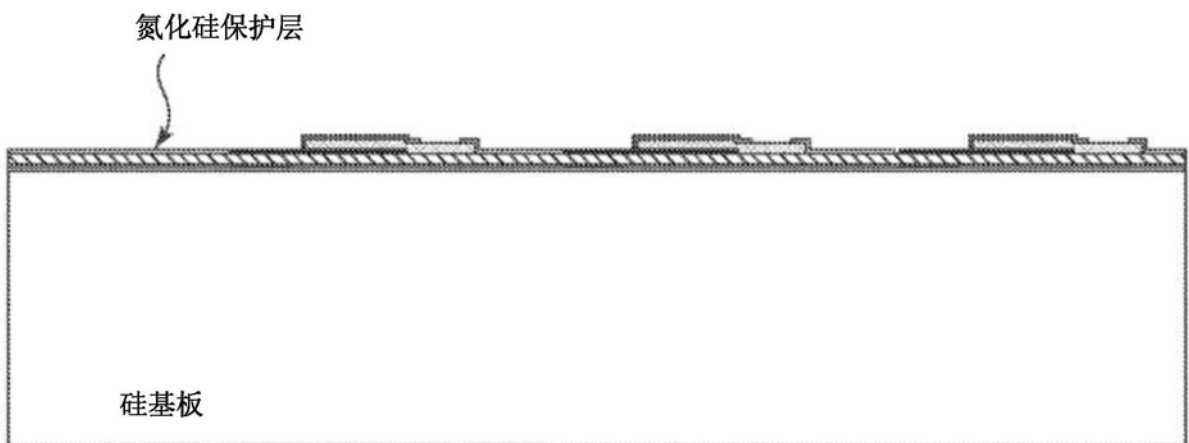


图26

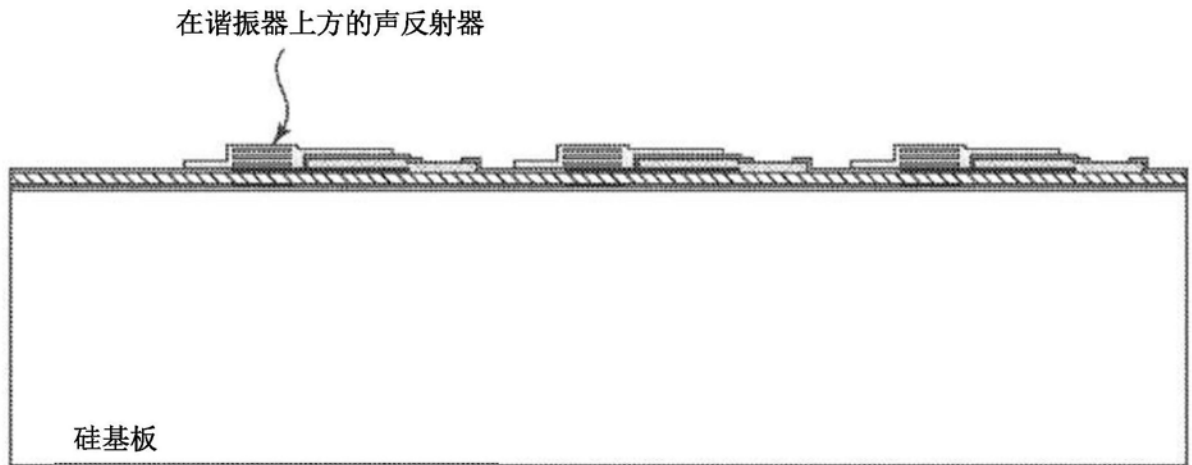


图27

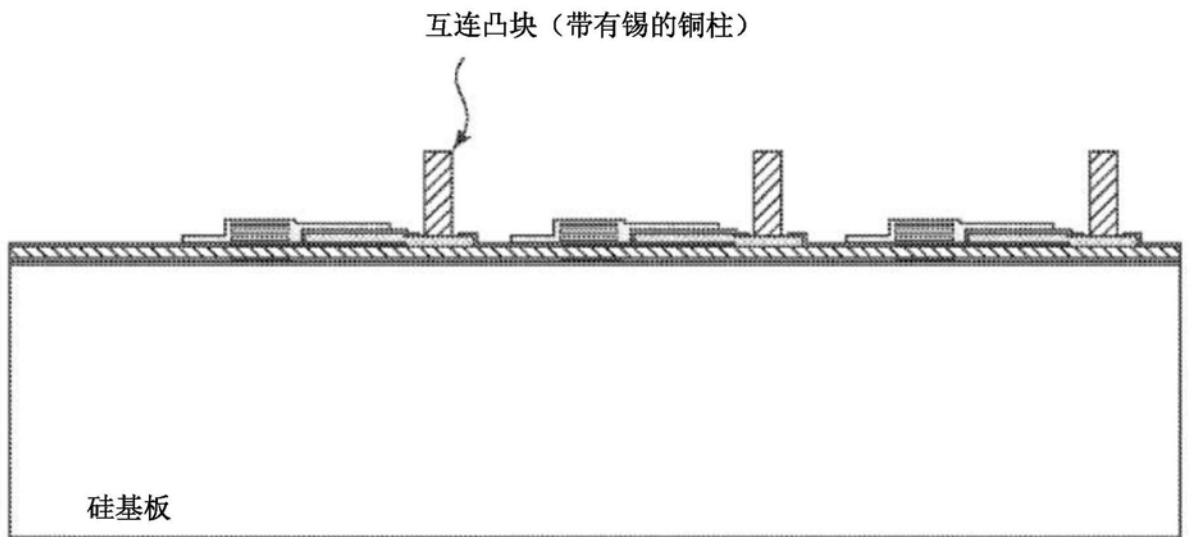


图28

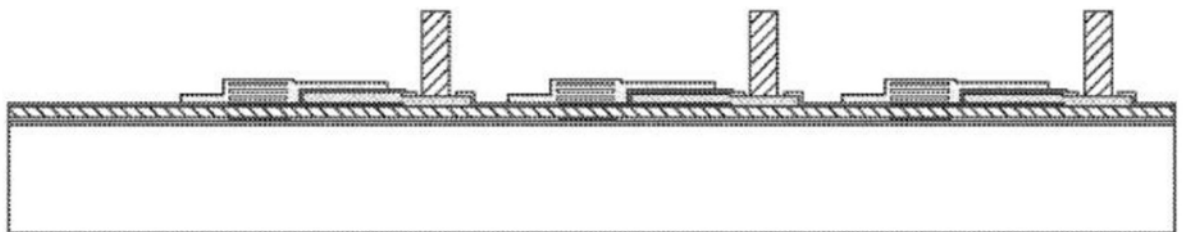


图29

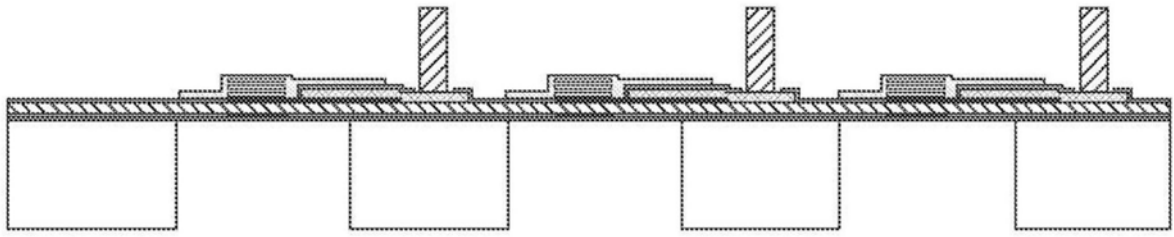
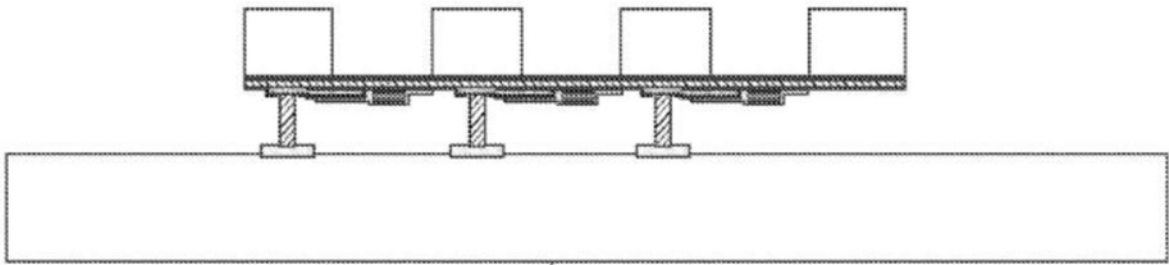
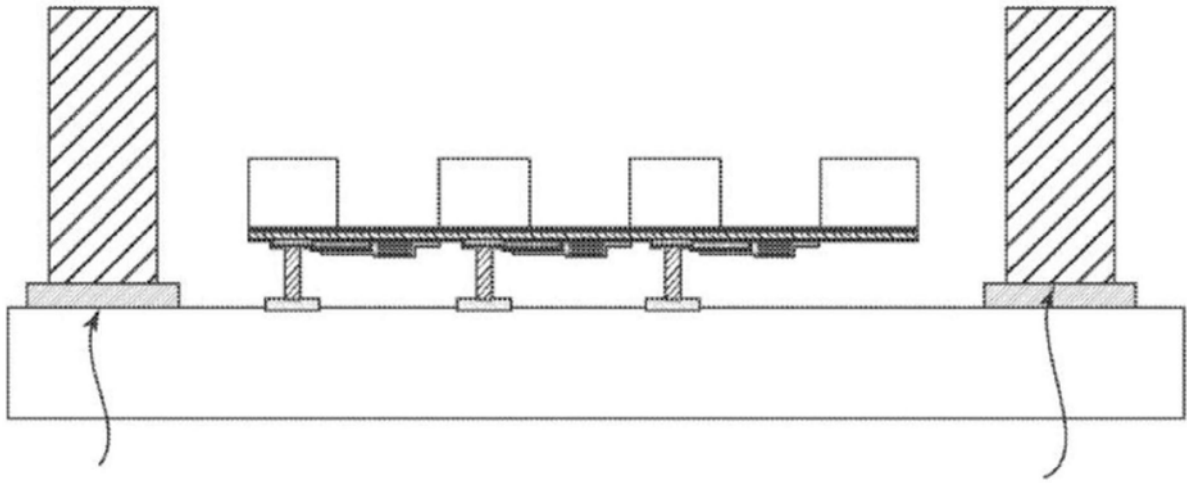


图30



具有接合焊盘的板

图31



粘合剂

流体腔壁
(例如：注塑成型塑料件)

图32A

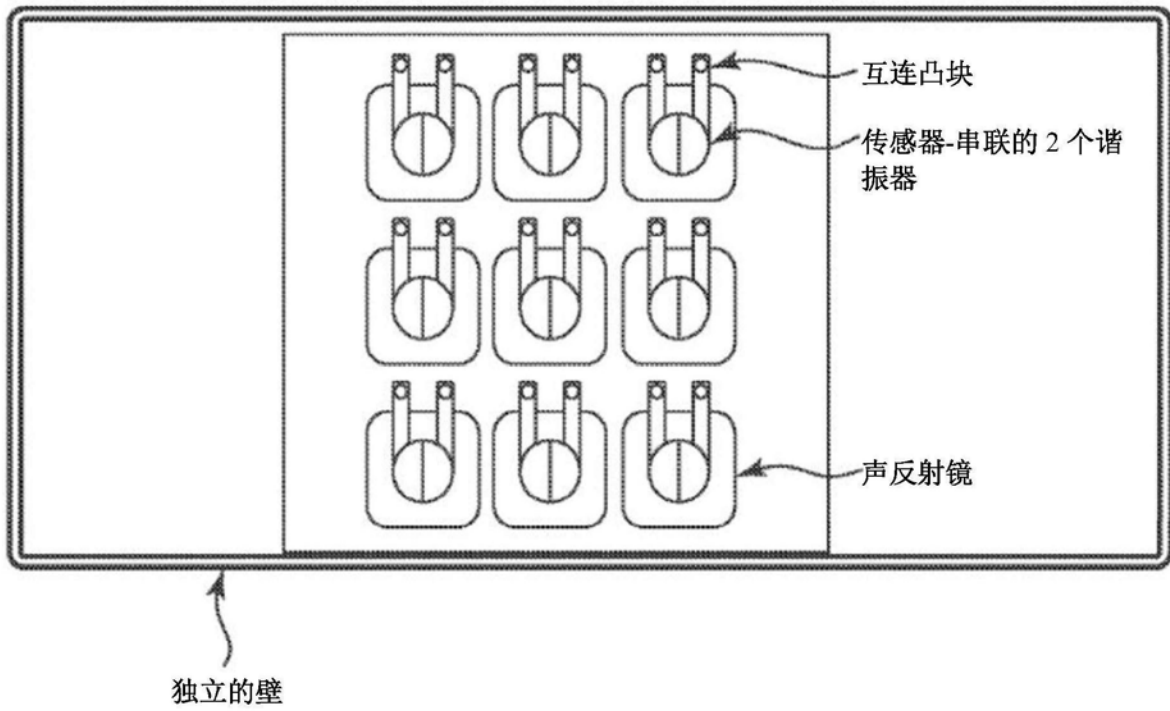


图32B

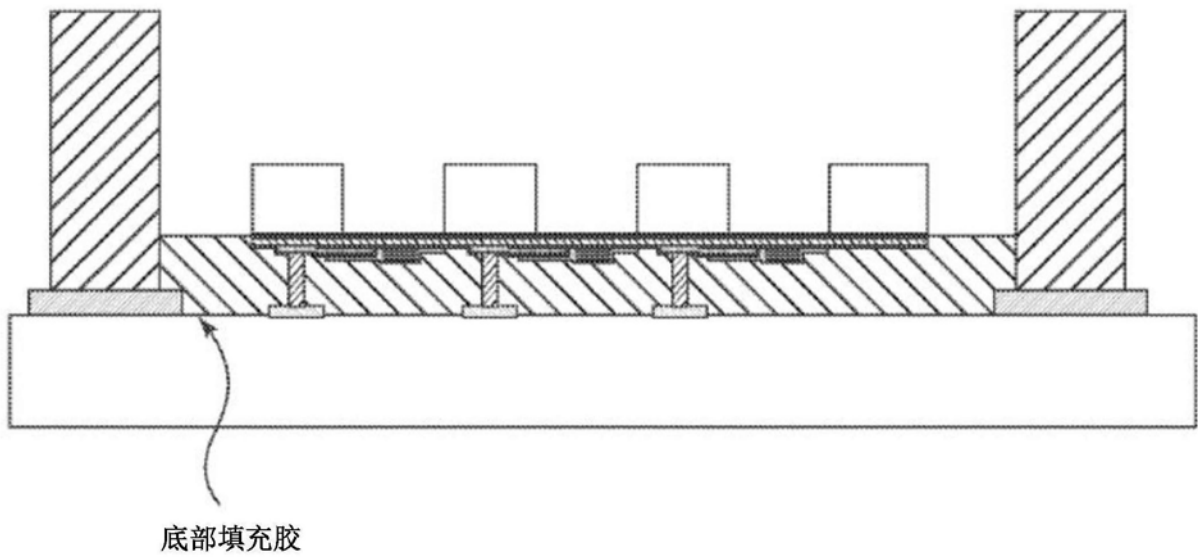


图33

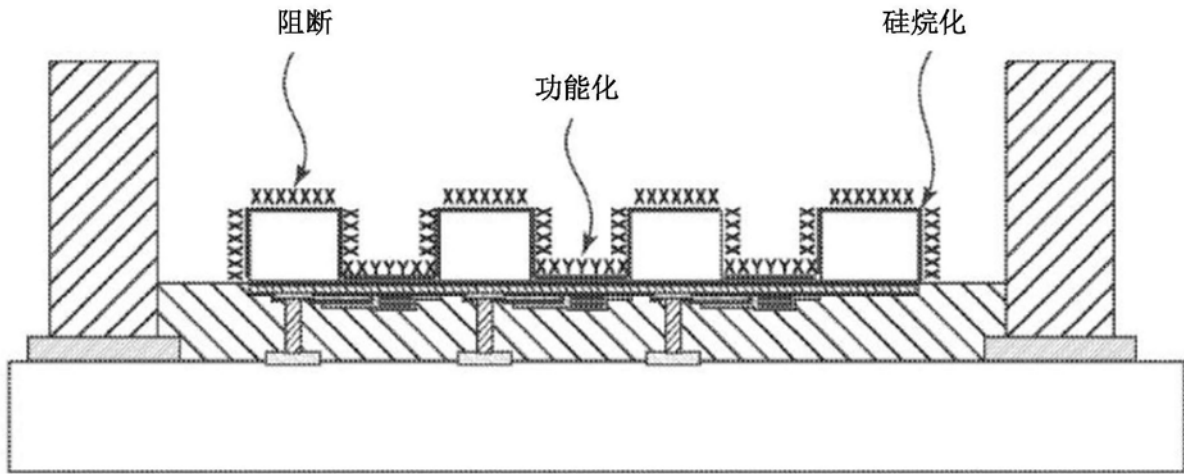


图34

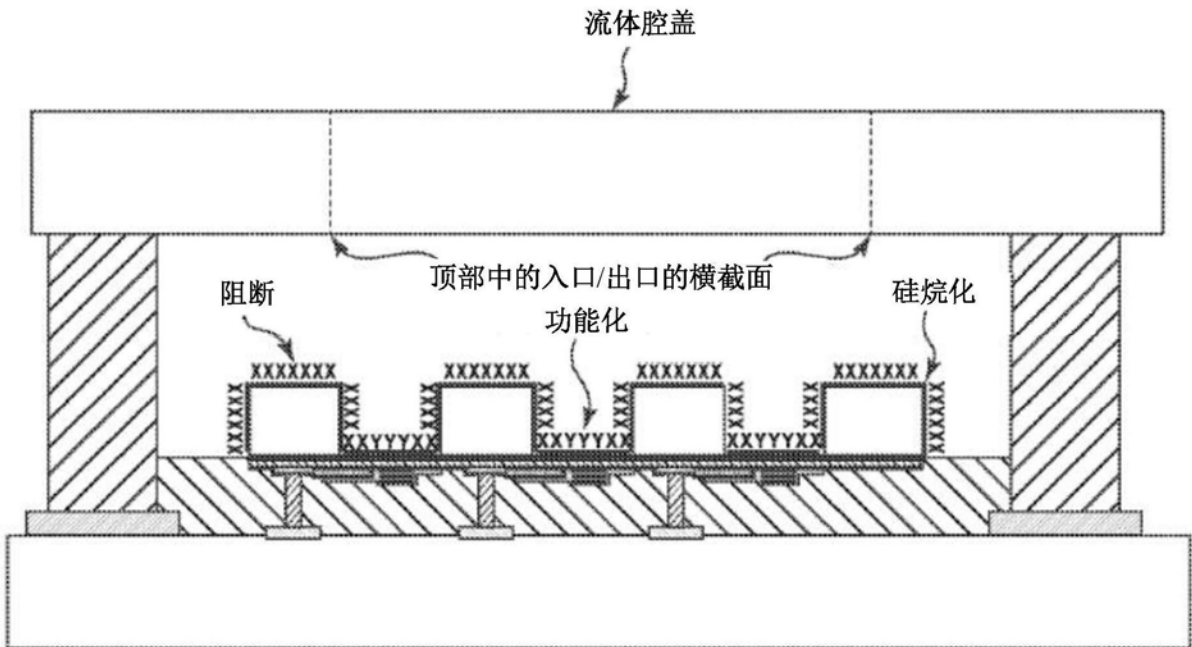


图35

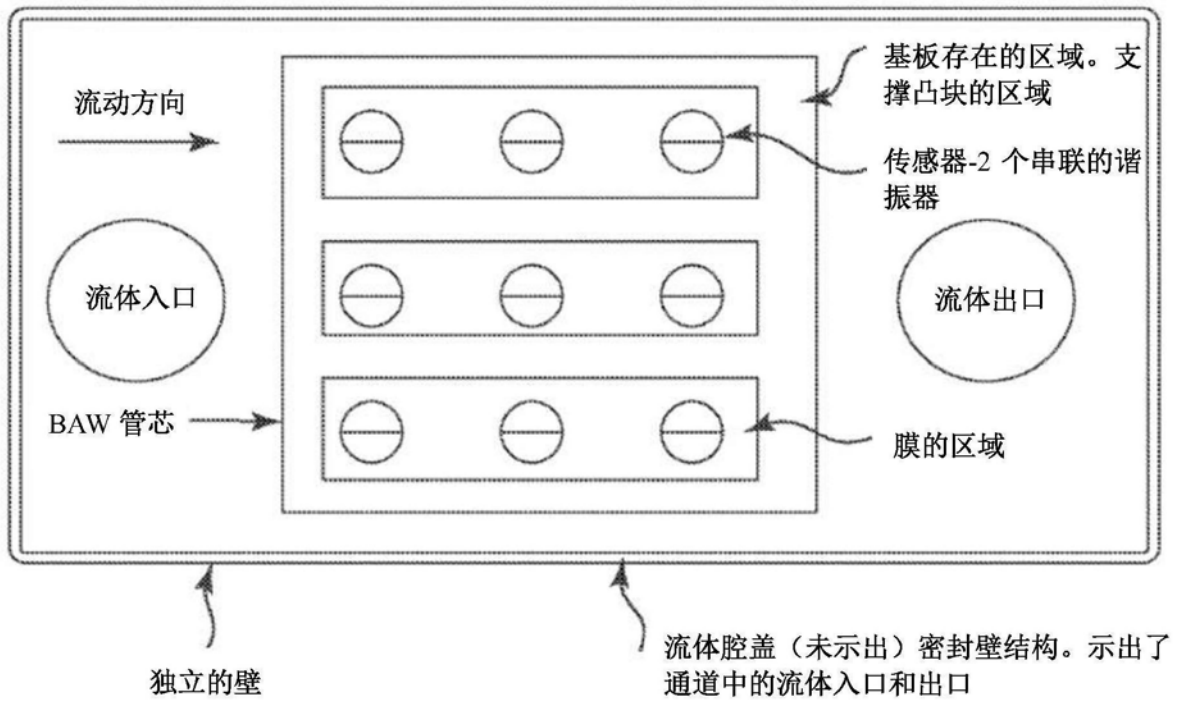


图36

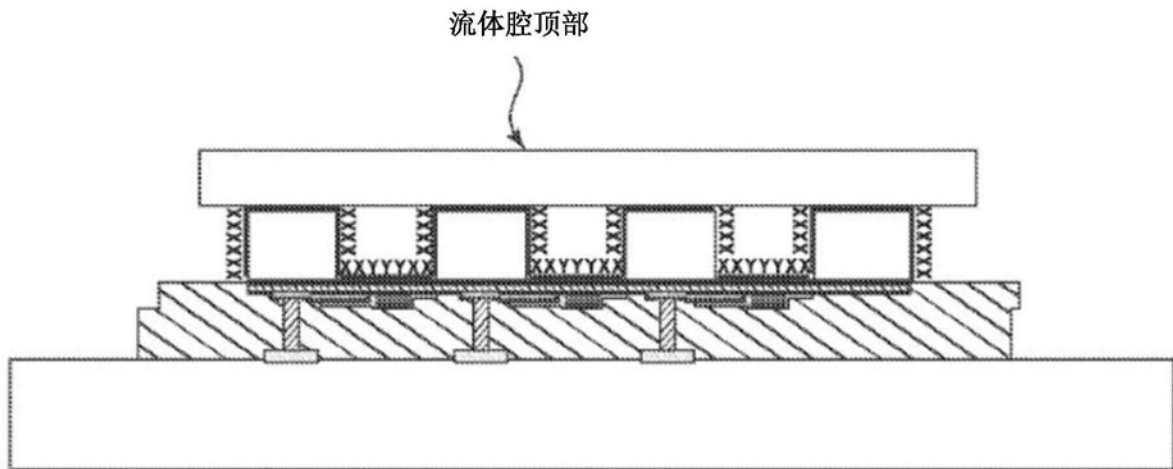


图37

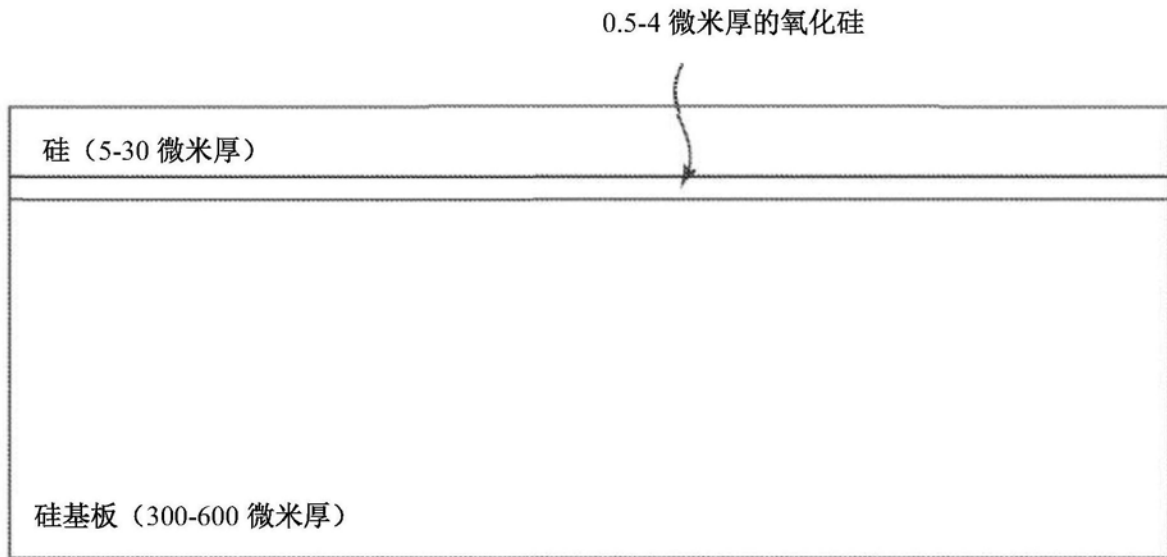


图38

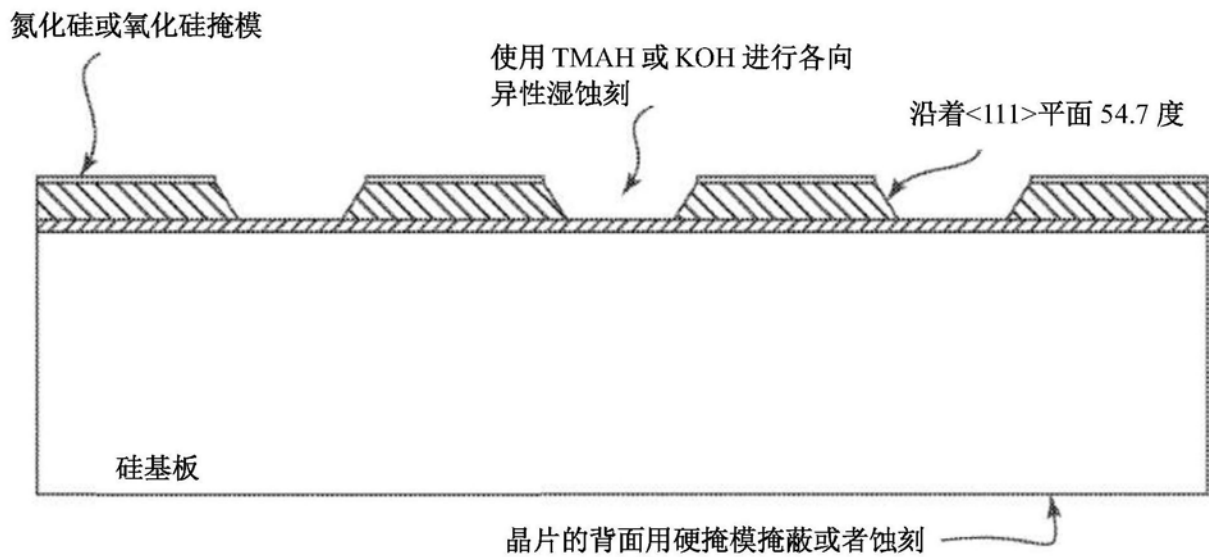


图39

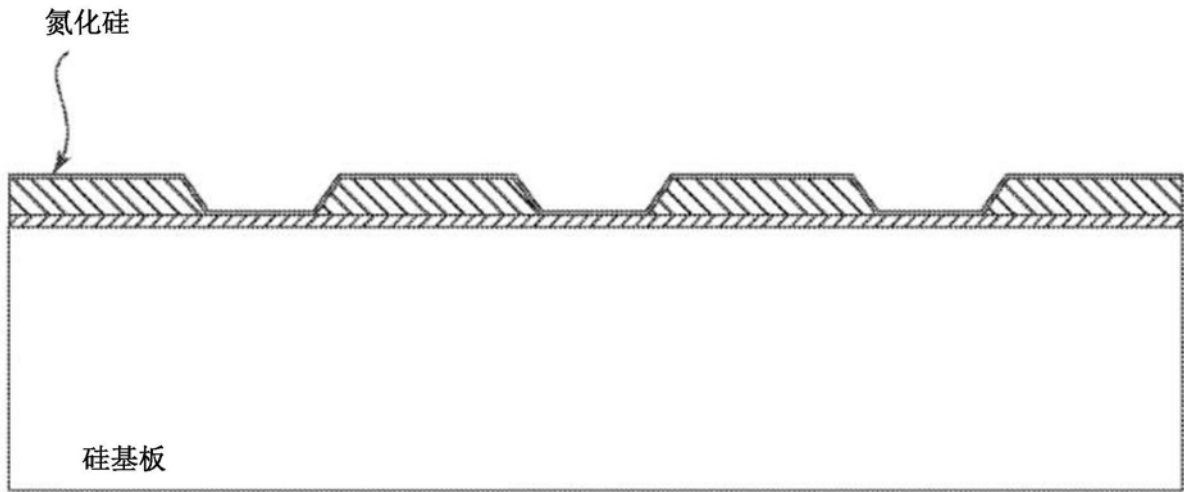


图40

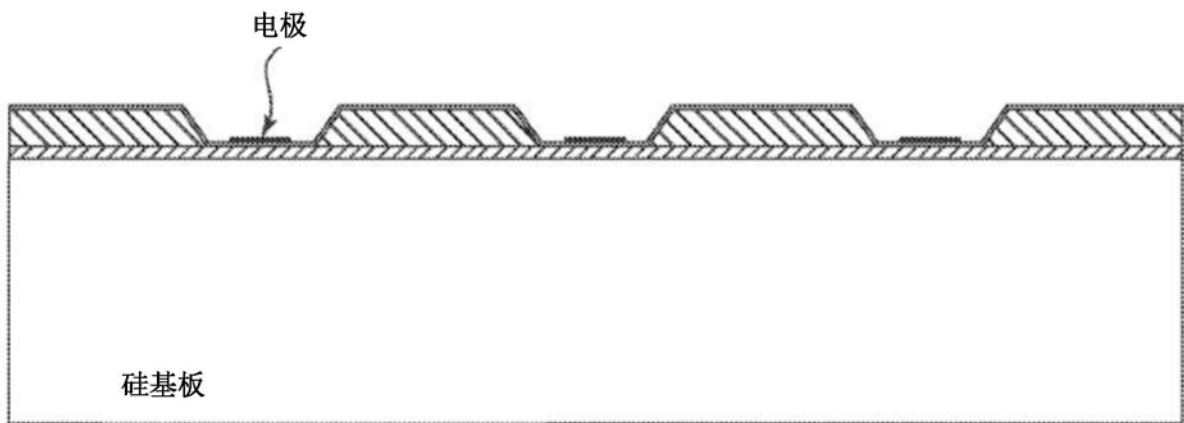


图41

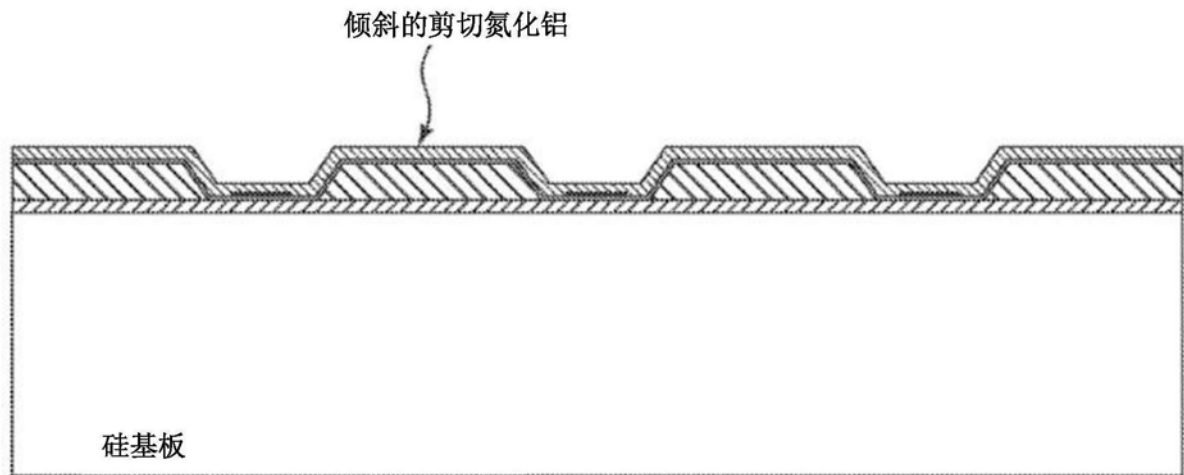


图42

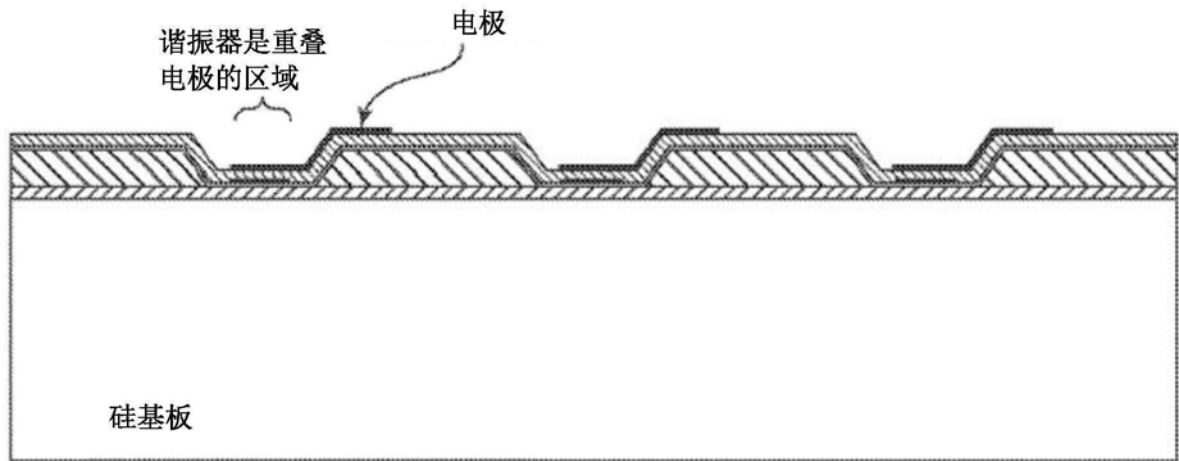


图43

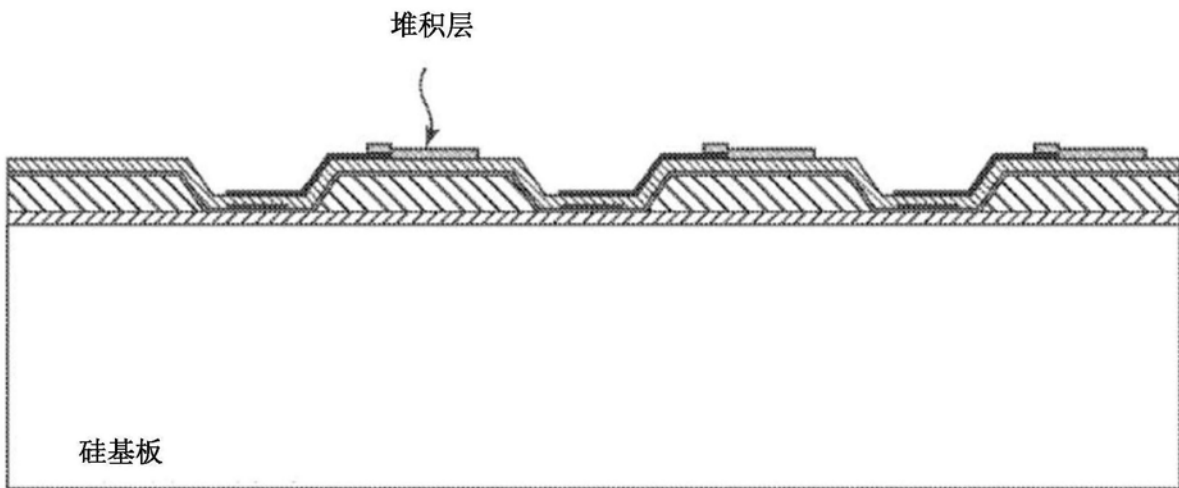


图44

用于谐振器的 TMMF 保护腔

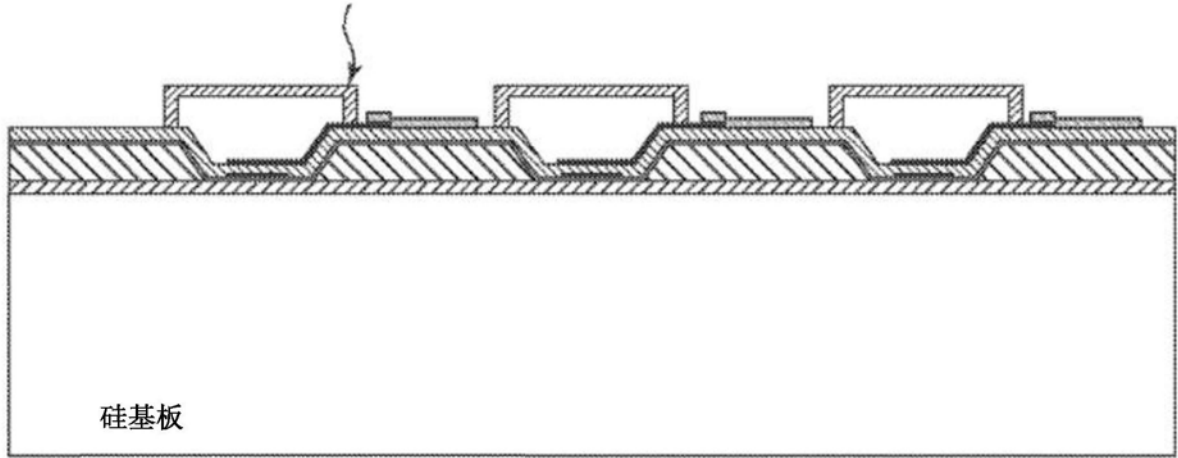


图45

互连凸块（带锡的铜柱）

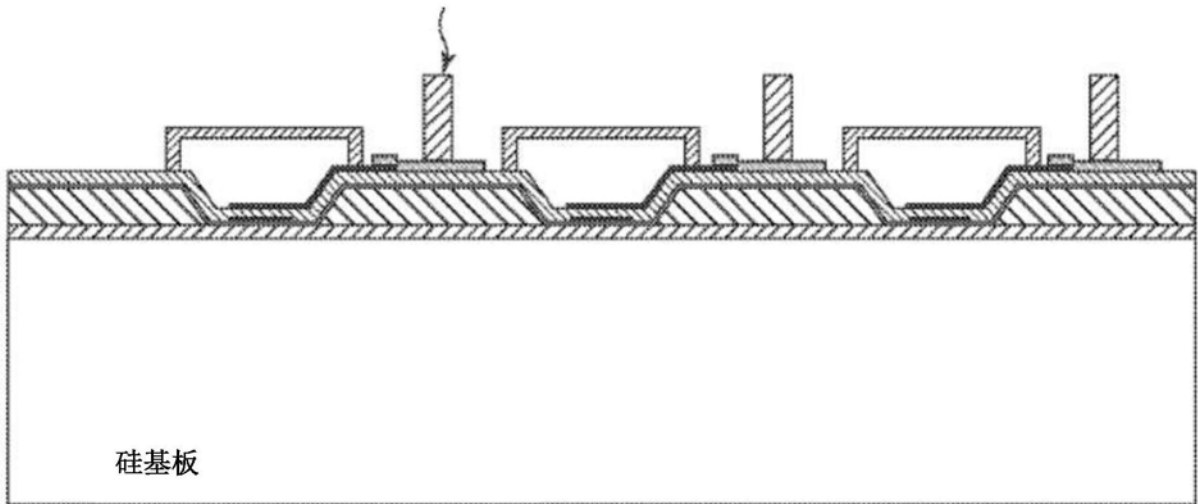


图46

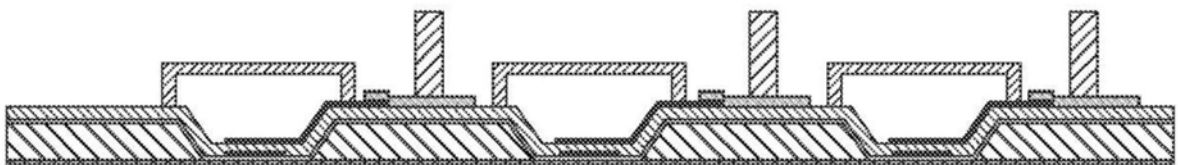


图47

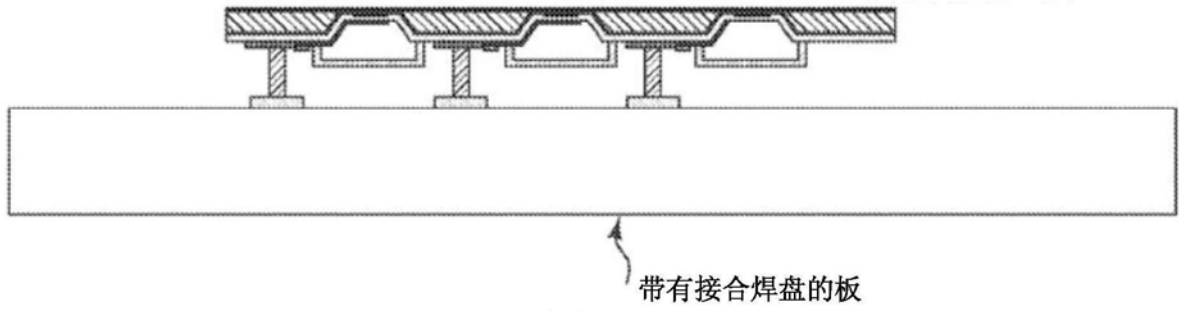


图48

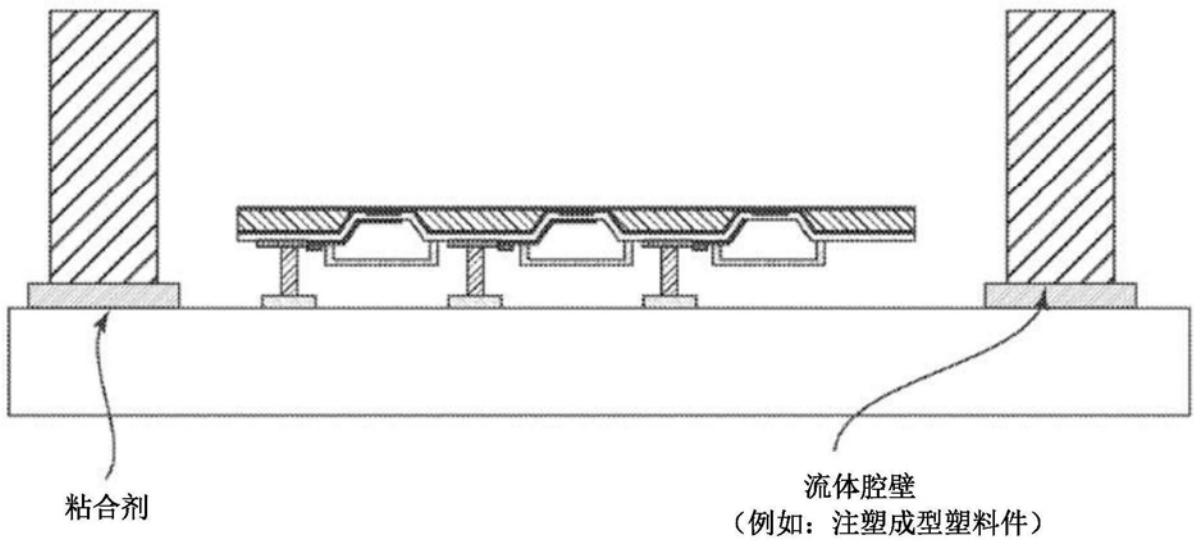


图49A

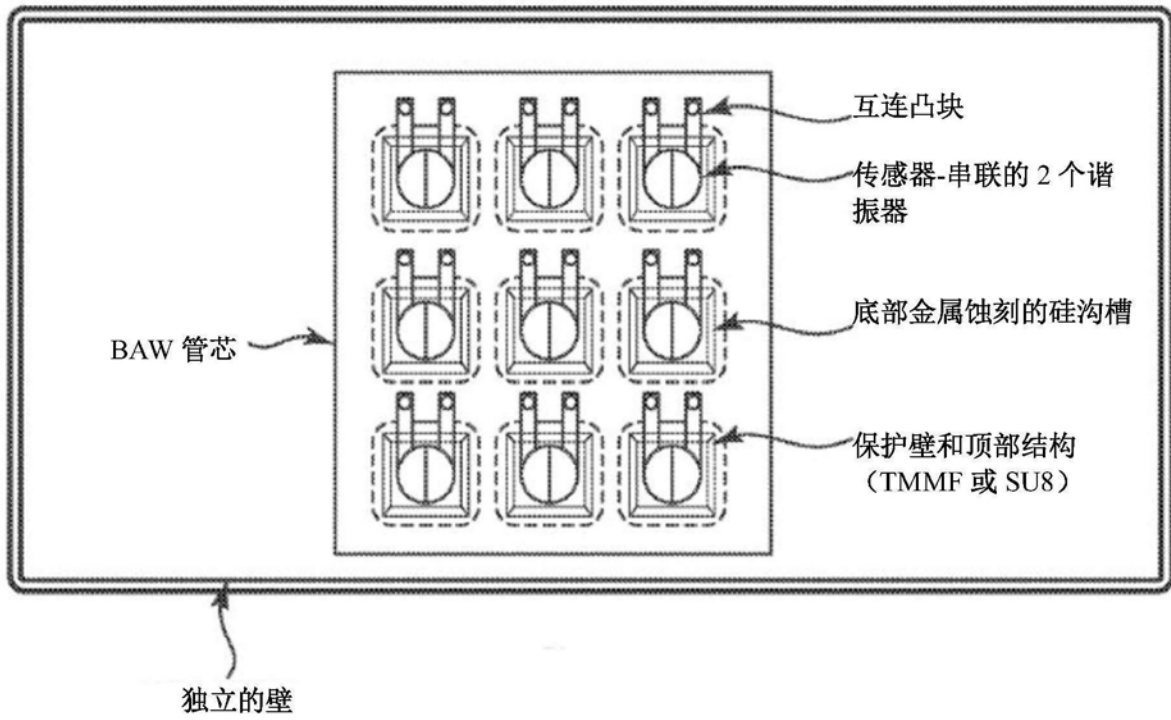


图49B

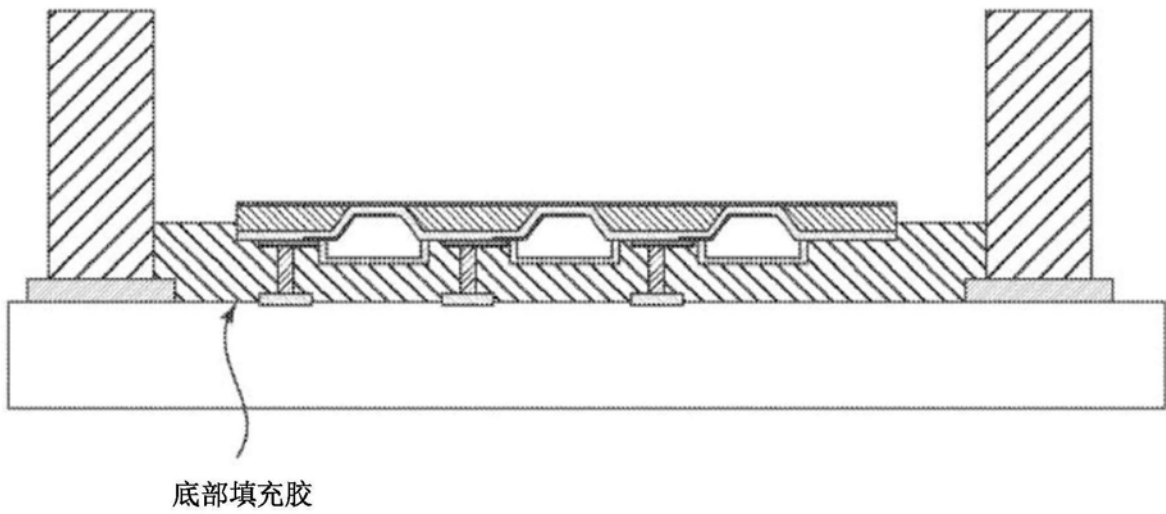


图50

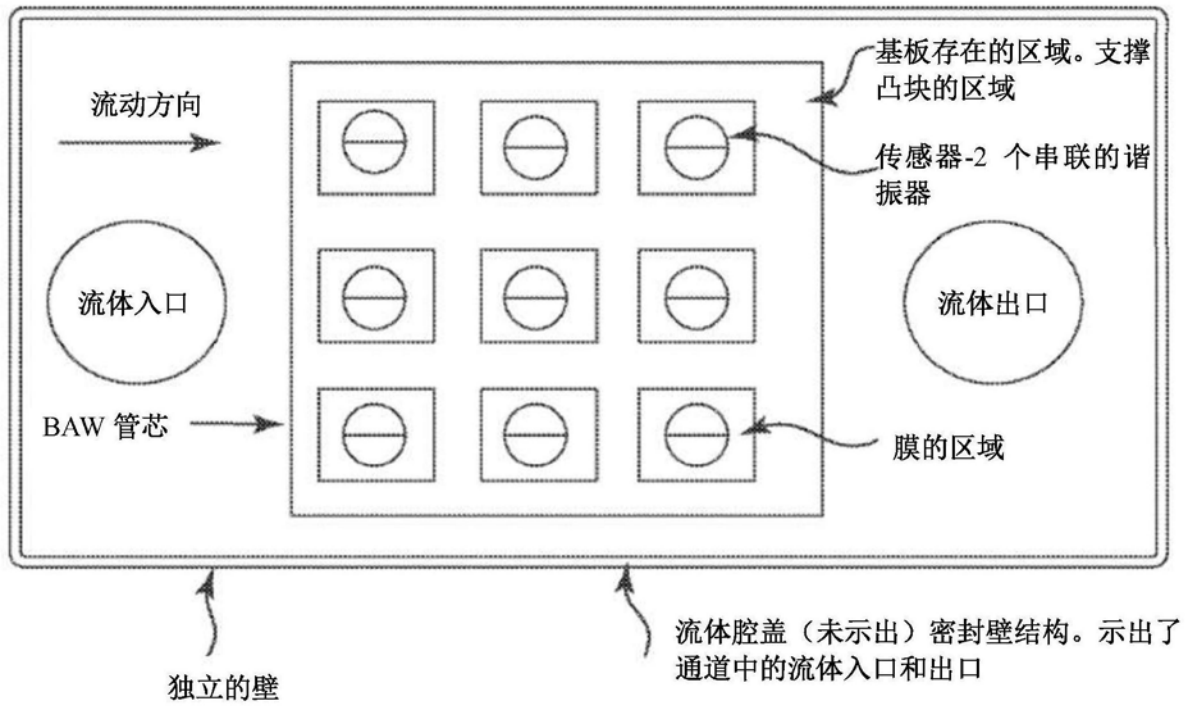


图52B

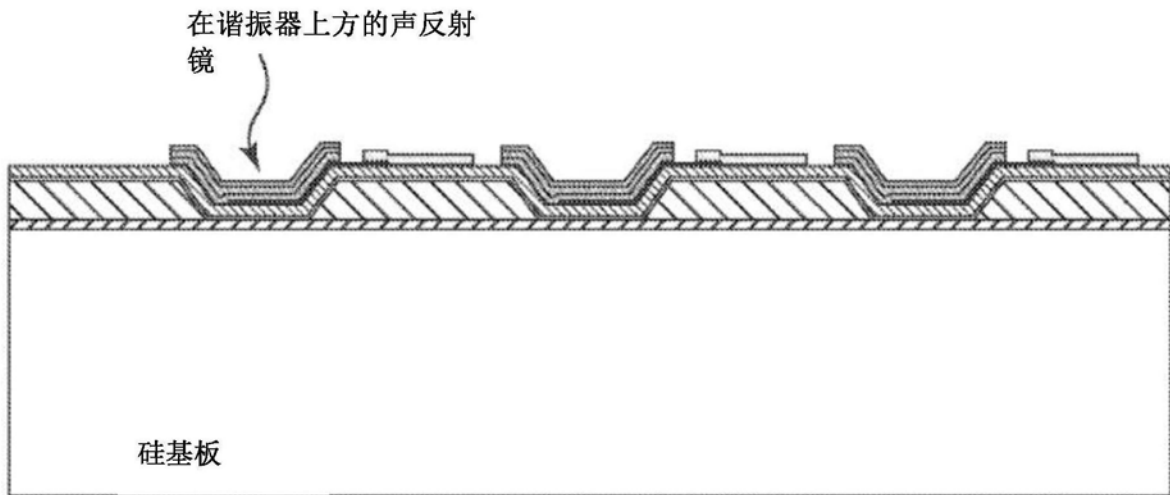


图53

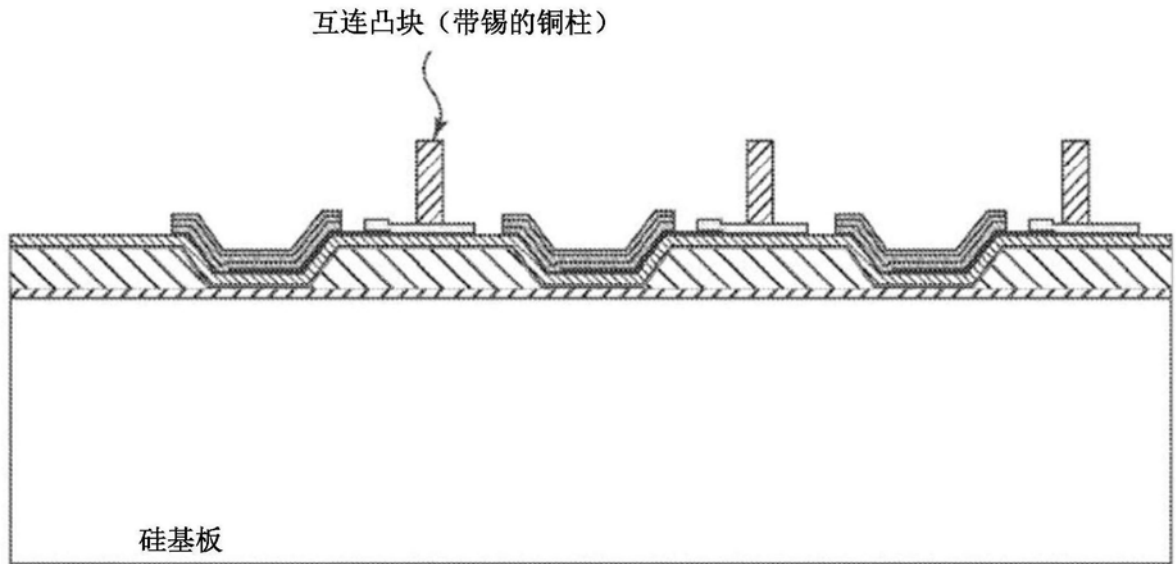


图54

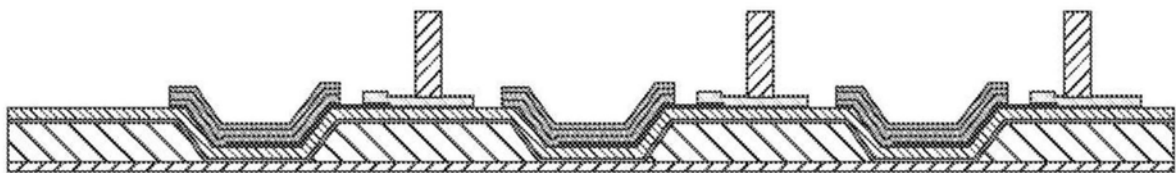


图55

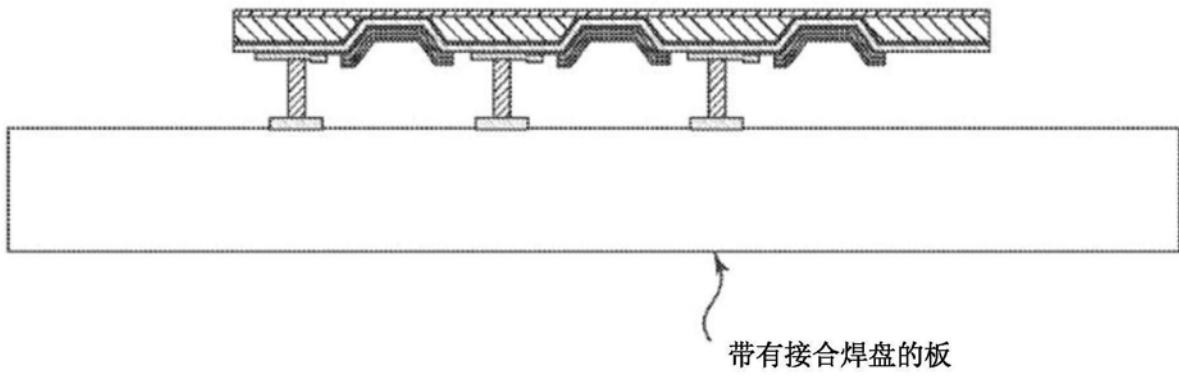


图56

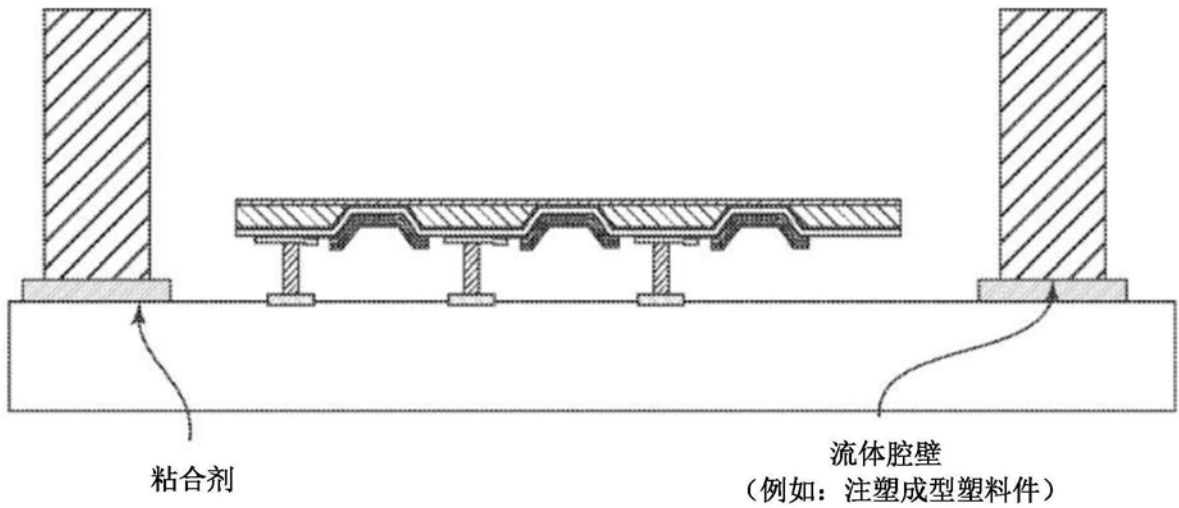


图57

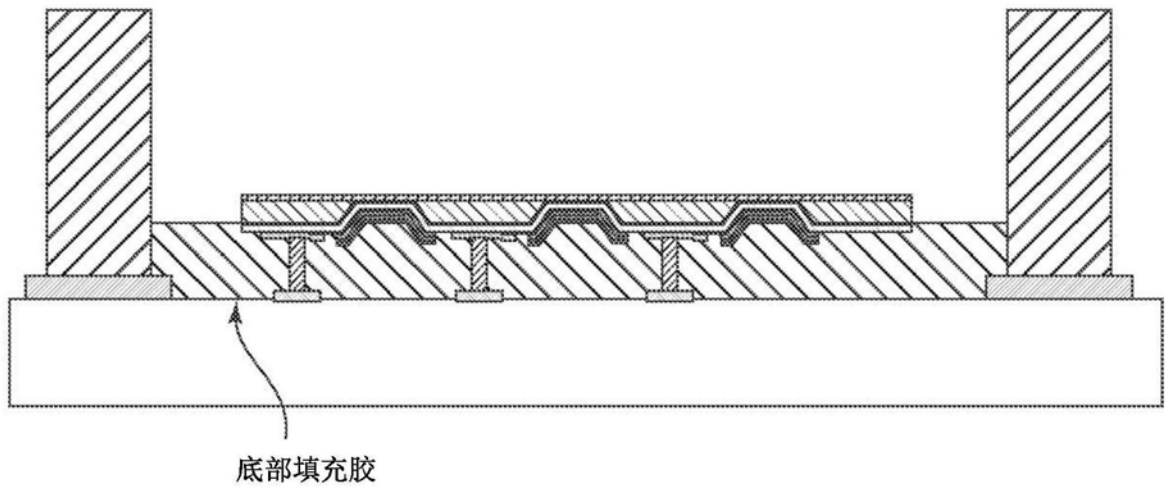


图58

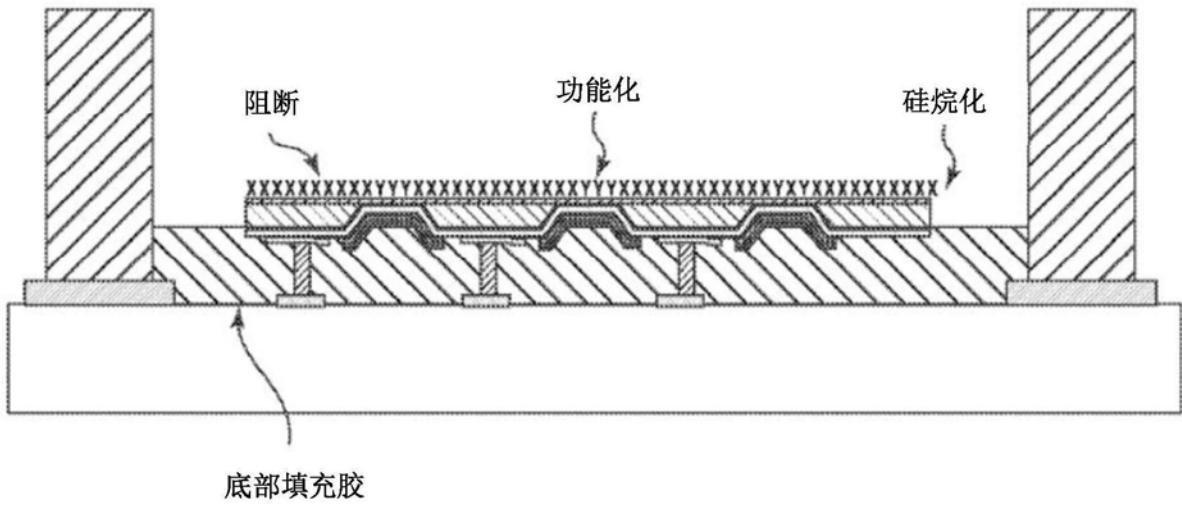


图59

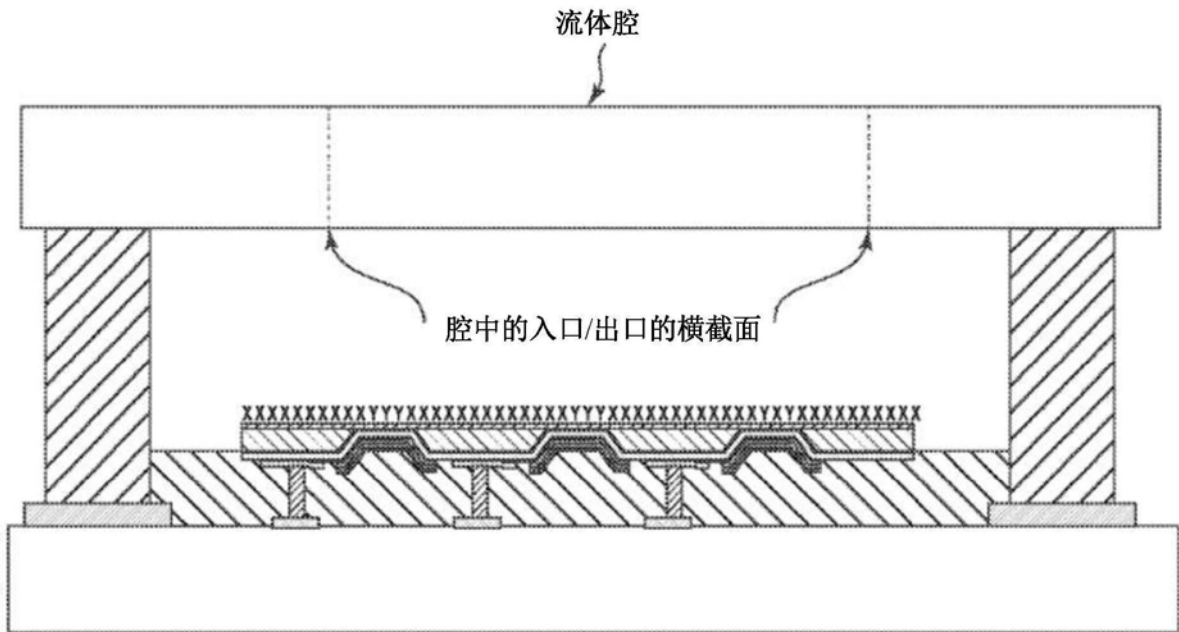


图60

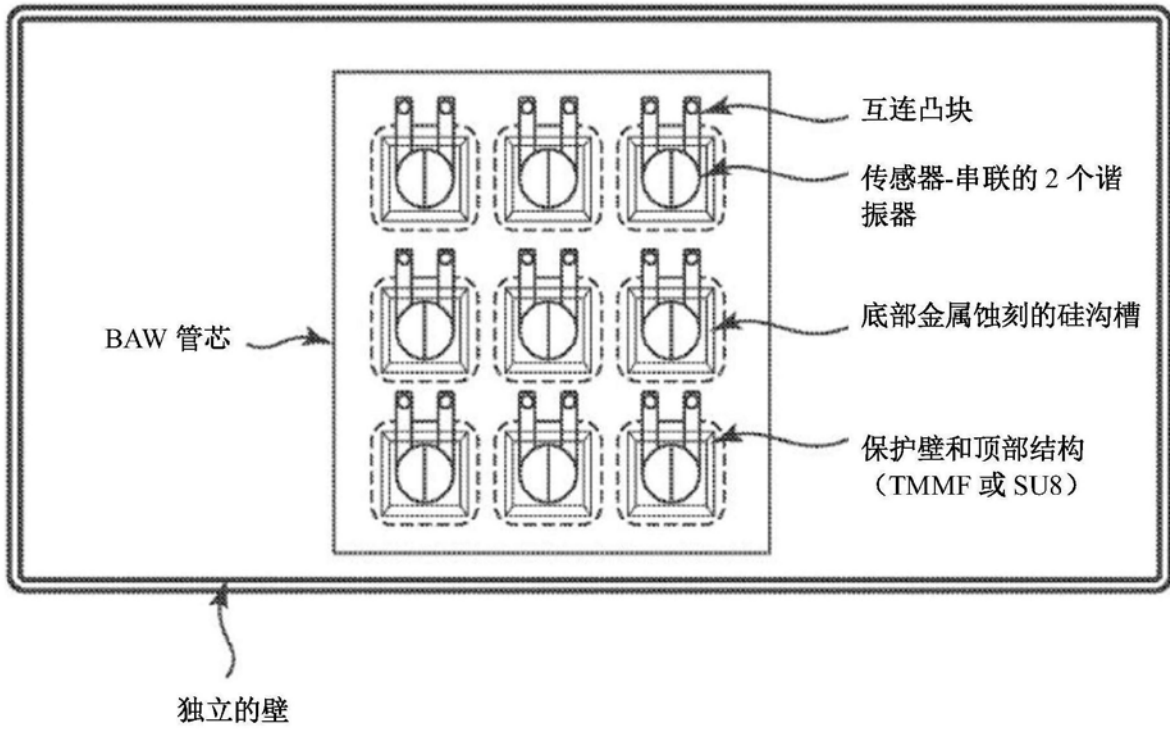


图61

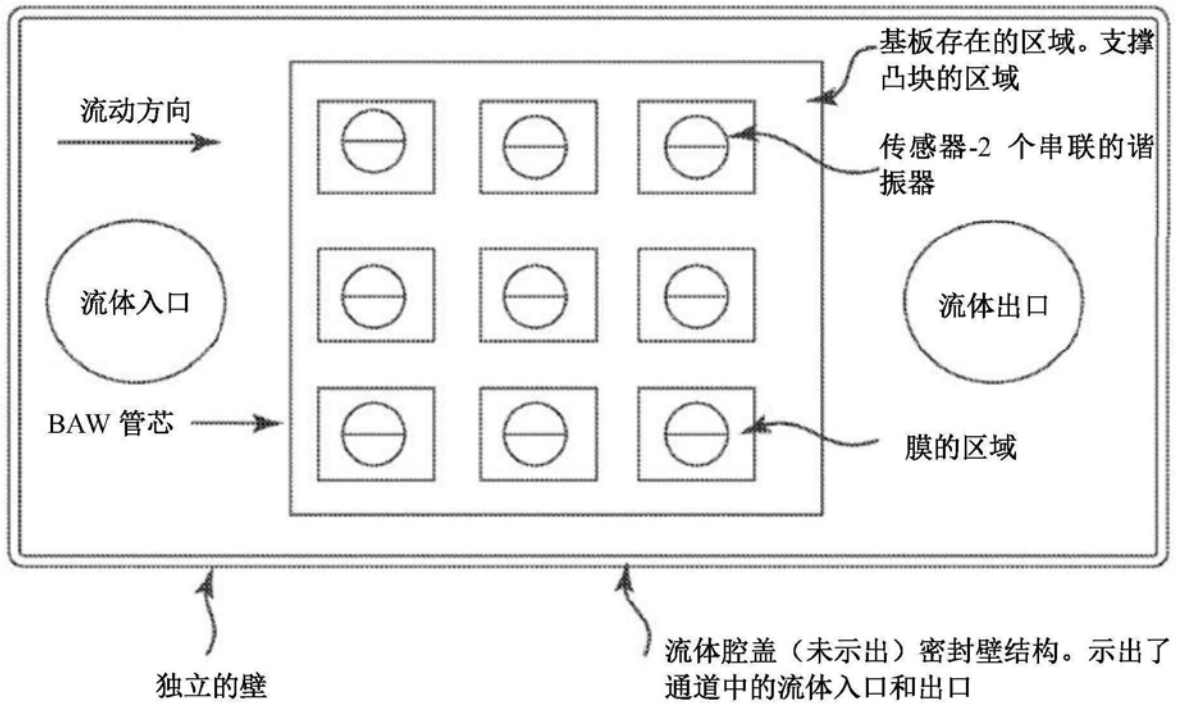


图62