



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110958916 A

(43)申请公布日 2020.04.03

(21)申请号 201880049313.2

A·阿尔斯兰卡里西

(22)申请日 2018.06.26

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(30)优先权数据

62/527,143 2017.06.30 US

62/679,134 2018.06.01 US

代理人 刘兆君

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.01.22

(51)Int.Cl.

B06B 1/02(2006.01)

A61B 8/12(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

B06B 1/06(2006.01)

H01L 41/053(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2018/067006 2018.06.26

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/002231 EN 2019.01.03

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 R·德克尔 V·A·亨内肯

M·C·卢韦斯

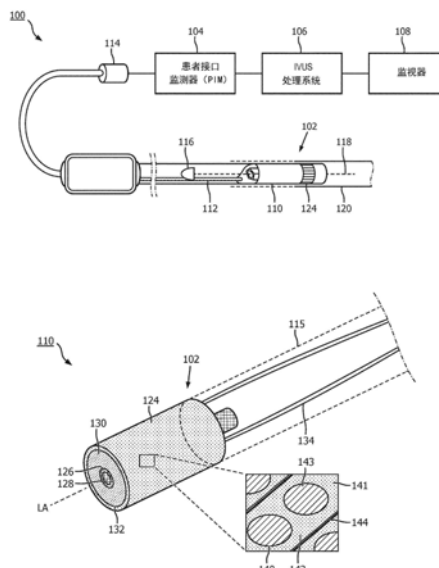
权利要求书2页 说明书11页 附图23页

(54)发明名称

用于管腔内超声成像换能器的埋入式沟槽以及相关的设备、系统和方法

(57)摘要

一种管腔内超声成像设备包括柔性细长构件,其被配置为被定位在患者的身体管腔内。所述柔性细长元件包括近侧部分和远侧部分。所述设备还包括设置在所述柔性细长构件的远侧部分处的超声成像组件。所述超声成像组件被配置为获得所述身体管腔的成像数据。所述超声成像组件包括换能器阵列,所述换能器阵列包括衬底、设置在所述衬底上方的氧化硅层以及设置在所述氧化硅层上的多行微机械超声换能器元件。所述多行微机械超声换能器元件中的两行由通过蚀刻形成在所述氧化硅层中的屏蔽而形成的沟槽隔开。还提供了相关联的设备、系统和方法。



1. 一种管腔内超声成像设备,包括:

柔性细长构件,其被配置为被定位在患者的身体管腔内,所述柔性细长构件包括近侧部分和远侧部分;以及

超声成像组件,其被设置在所述柔性细长构件的所述远侧部分,所述超声成像组件被配置为获得所述身体管腔的成像数据,所述超声成像组件包括换能器阵列,所述换能器阵列包括:

衬底,其被分成多个间隔开的段,

硬掩模层,其被设置在所述衬底上,以及

多行换能器元件,其被设置在所述硬掩模层上,

其中,所述衬底的所述多个间隔开的段中的每个段的至少一个侧壁包括沿彼此垂直的两个方向传播的波浪状特征。

2. 根据权利要求1所述的管腔内超声成像设备,

其中,所述衬底包括硅,

其中,所述硬掩模层包括氧化硅。

3. 根据权利要求1所述的管腔内超声成像设备,其中,所述多行换能器元件中的每个包括电容式微机械超声换能器 (CMUT) 元件或压电微机械超声换能器 (PMUT) 元件。

4. 根据权利要求1所述的管腔内超声成像设备,

其中,所述超声成像组件还包括柔性互连件,

其中,所述多行换能器元件中的两行通过沟槽彼此间隔开,

其中,所述柔性互连件跨过所述沟槽,并且

其中,所述柔性互连件包括含有凹口的阵列的表面。

5. 根据权利要求4所述的管腔内超声成像设备,还包括:

管状构件,其中,所述柔性互连件和所述换能器阵列被定位于所述管状构件的周围。

6. 一种制造管腔内超声成像设备的方法,包括:

提供衬底,所述衬底在所述衬底的第一面上包括硬掩模;以及

在第一区域中形成穿过所述硬掩模的第一多个孔;

穿过所述第一多个孔蚀刻所述衬底,从而形成沟槽;

在第一多个孔上沉积材料层;

在与所述第一区域相邻的第二区域中形成多个超声换能器元件;以及

在所述第一区域和所述第二区域中在所述衬底上方形成柔性层。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中,所述衬底是绝缘体上硅 (SOI) 衬底。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中,提供所述衬底包括在所述衬底的第一侧上形成硬掩模。

9. 根据权利要求6所述的方法,其中,在所述第一区域中穿过所述硬掩模形成所述第一多个孔包括使用金属层作为蚀刻掩模来蚀刻所述硬掩模,所述金属层包括第二多个孔。

10. 根据权利要求6所述的方法,其中,穿过所述第一多个孔蚀刻所述衬底包括使用深反应离子蚀刻 (DRIE) 穿过所述第一多个孔来蚀刻所述衬底。

11. 根据权利要求6所述的方法,其中,在所述第一多个孔上方沉积材料层包括使用等离子体增强化学气相沉积 (PECVD) 来沉积所述材料层。

12. 根据权利要求6所述的方法, 其中, 在所述第二区域中形成所述多个超声换能器元件包括形成电容式微机械超声换能器 (CMUT) 元件或压电微机械超声换能器 (PMUT) 元件。

13. 根据权利要求6所述的方法, 还包括:

在所述衬底的第二侧上形成开口以暴露所述沟槽。

14. 根据权利要求13所述的方法, 还包括:

从所述第二侧通过所述开口去除在所述沟槽中暴露的所述材料层和所述硬掩模。

15. 根据权利要求6所述的方法, 还包括将沉积在所述第一多个孔上方的所述材料层平坦化。

16. 一种管腔内超声成像设备, 包括:

柔性细长构件, 其被配置为被定位在患者的身体管腔内, 所述柔性细长构件包括近侧部分和远侧部分; 以及

超声成像组件, 其被设置在所述柔性细长构件的所述远侧部分, 所述超声成像组件被配置为获得所述身体管腔的成像数据, 所述超声成像组件包括换能器阵列, 所述换能器阵列包括:

衬底;

氧化硅层, 其被设置在所述衬底上方, 以及

多行微机械超声换能器元件, 其被设置在所述氧化硅层上,

其中, 所述多行微机械超声换能器元件中的两行由通过蚀刻穿过形成在所述氧化硅层中的屏蔽而形成的沟槽间隔开。

用于管腔内超声成像换能器的埋入式沟槽以及相关的设备、系统和方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2017年6月30日提交的美国临时申请US 62/527143和2018年6月1日提交的美国临时申请US 62/679134的优先权和权益,其全部内容通过引用合并于此。

技术领域

[0003] 本公开总体涉及微机电系统(MEMS),并且尤其涉及超声换能器阵列及其制造方法。例如,在一些实施例中,制造超声换能器阵列的方法可以包括形成掩埋沟槽,而不必用临时填充材料来填充沟槽。

背景技术

[0004] 柔性到刚性(F2R)技术是一种制造平台,其使得能够在微创导管和导丝的尖端上大量制造微型复杂的机电部件,例如传感器和成像换能器。诸如电容式微机械超声换能器(CMUT)阵列或压电微机械超声换能器(PMUT)阵列的MEMS设备首先被制造在半导体衬底上,并且然后被转移到柔性衬底上。利用F2R技术,CMUT或PMUT阵列可以与半导体集成电路(ASIC)和无源元件一起以各种尺寸形成在半导体衬底上。最常见的半导体衬底之一是硅衬底。由于硅是声波的良好导体,因此CMUT或PMUT换能器之间的串扰可能会成为问题。串扰问题的解决方案是在由掩埋沟槽隔离的岛上形成超声换能器。

[0005] 通常,形成掩埋沟槽以隔离微机械超声换能器需要用牺牲材料(例如聚合物)填充沟槽,并且在随后的步骤(例如从半导体衬底的背面选择性蚀刻的步骤)中去除牺牲材料。临时填充在沟槽中的牺牲材料在固化或硬化期间趋于收缩,并且可能在半导体衬底中引起应力,从而导致半导体衬底的不期望的弯曲或翘曲。另外,由于希望最小化沟槽的宽度以最大化用于微机械超声换能器的扫描器面积,因此用牺牲材料填充越来越小的沟槽越来越困难。

发明内容

[0006] 本公开的实施例提供一种在微机电系统(MEMS)设备(诸如获得患者的身体管腔的图像数据的超声换能器元件)中制造掩埋沟槽的方法。一种示例性方法包括在半导体衬底上的区域上方由氧化硅或金属线形成屏蔽,然后通过深反应离子蚀刻(DRIE)蚀刻该区域并将该屏蔽用作蚀刻掩模。通过增加DRIE的周期时间,可以在屏蔽保持原位的同时在该区域中形成基本垂直的沟槽。然后将非适形层沉积在半导体衬底上方,以在不填充沟槽的情况下封闭屏蔽中的孔,从而形成掩埋沟槽。

[0007] 在示例性实施例中,提供了一种管腔内超声成像设备。所述设备包括:柔性细长构件,其被配置为定位在患者的身体管腔内,所述柔性细长构件包括近侧部分和远侧部分;以及超声成像组件,其被设置在所述柔性细长构件的远侧部分,所述超声成像组件被配置为获得所述身体管腔的成像数据,所述超声成像组件包括换能器阵列,所述换能器阵列包括:

被分成多个间隔开的段的衬底,在所述衬底上设置的硬掩模层,以及在所述硬掩模层上设置的多行换能器元件,其中,所述衬底的多个间隔开的部分中的每个的至少一个侧壁包括沿彼此垂直的两个方向传播的波浪状特征。所述多个隔开的段可以彼此完全和/或部分地分开。

[0008] 在一些实施例中,所述衬底包括硅,并且所述硬掩模层包括氧化硅。在一些实施例中,所述多行换能器元件的中的每行包括电容式微机械超声换能器 (CMUT) 元件或压电微机械超声换能器 (PMUT) 元件。在一些实施例中,所述超声成像组件还包括柔性互连件,所述多行换能器元件中的两行通过沟槽彼此间隔开,所述柔性互连件跨越所述沟槽,并且所述柔性互连件包括含有凹口的阵列的表面。在一些实施例中,所述设备还包括管状构件,其中,所述柔性互连件和所述换能器阵列被定位于所述管状构件的周围。

[0009] 在示例性实施例中,提供了一种制造管腔内超声成像设备的方法。所述方法包括提供衬底,所述衬底在所述衬底的第一面上包括硬掩模;以及在第一区域中形成穿过所述硬掩模的第一多个孔;穿过所述第一多个孔蚀刻所述衬底,从而形成沟槽;在第一多个孔上沉积材料层;在与所述第一区域相邻的第二区域中形成多个超声换能器元件;并且在所述第一区域和所述第二区域中在衬底上方形成柔性层。

[0010] 在一些实施例中,所述衬底是绝缘体上硅 (SOI) 衬底。在一些实施例中,提供所述衬底包括在所述衬底的第一侧上形成硬掩模。在一些实施例中,在所述第一区域中穿过所述硬掩模形成所述第一多个孔包括使用金属层作为蚀刻掩模来蚀刻所述硬掩模,所述金属层包括第二多个孔。在一些实施例中,穿过所述第一多个孔蚀刻所述衬底包括使用深反应离子蚀刻 (DRIE) 穿过所述第一多个孔蚀刻所述衬底。在一些实施例中,在所述第一多个孔上方沉积材料层包括使用等离子体增强化学气相沉积 (PECVD) 来沉积所述材料层。在一些实施例中,在所述第二区域中形成所述多个超声换能器元件包括形成电容式微机械超声换能器 (CMUT) 元件或压电微机械超声换能器 (PMUT) 元件。在一些实施例中,所述方法还包括:在所述衬底的第二侧上形成开口以暴露所述沟槽。在一些实施例中,所述方法还包括:从所述第二侧通过所述开口去除在所述沟槽中暴露的材料层和硬掩模。在一些实施例中,所述方法还包括:将沉积在所述第一多个孔上方的所述材料层平坦化。

[0011] 在示例性实施例中,提供了一种管腔内超声成像设备。所述设备包括:柔性细长构件,其被配置为定位在患者的身体管腔内,所述柔性细长构件包括近侧部分和远侧部分;以及超声成像组件,其被设置在所述柔性细长构件的远侧部分,所述超声成像组件被配置为获得所述身体管腔的成像数据,所述超声成像组件包括换能器阵列,所述换能器阵列包括:衬底,设置在所述衬底上的氧化硅层,以及设置在所述氧化硅层上的多行微机械超声换能器元件,其中,所述多行微机械超声换能器元件中的两行由通过蚀刻形成在所述氧化硅层中的屏蔽而形成的沟槽隔开。

[0012] 根据以下详细说明,本公开的另外的方面、特征和优势将变得显而易见。

附图说明

[0013] 将参考附图来描述本公开的说明性实施例,其中:

[0014] 图1A是根据本公开的实施例的管腔内超声成像系统的图解性示意图。

[0015] 图1B是根据本公开的实施例的包括超声扫描器组件的管腔内超声成像设备的图

解性透视图。

[0016] 图2A、图2B、图2C、图2D、图2E和图2F是根据本公开的实施例的在制造过程中的半导体衬底的示意性截面图。

[0017] 图3是根据本公开的实施例的在半导体衬底上制造掩埋沟槽的方法的流程图。

[0018] 图4A、图4B、图4C、图4D、图4E、图4F和图4G是根据本公开的实施例的图3中的方法的实施例的不同操作中的半导体衬底的示意性俯视图和截面图。

[0019] 图5A、图5B、图5C、图5D、图5E、图5F、图5G、图5H和图5I是根据本公开的实施例的图3的方法的另一实施例的在不同操作中的半导体衬底的示意性俯视图和截面图。

[0020] 图6是根据本公开的方面的使用深反应离子蚀刻(DRIE)形成的沟槽的扫描电子显微镜(SEM)图像。

[0021] 图7A和7B是根据本公开的实施例的使用DRIE形成的掩埋沟槽的SEM图像。

[0022] 图8A和8B是根据本公开的实施例的具有不同侧壁配置的半导体衬底的图解性俯视图。

具体实施方式

[0023] 出于促进对本公开的原理的理解的目的,现在将参考在附图中所图示的实施例,并且使用特定语言来对其进行描述。然而,应该理解,不旨在对本公开的范围进行限制。如对于本公开所涉及的本领域技术人员正常将理解,本公开中完全预期和包括对所描述的设备、系统和方法的任何改动和进一步的修改以及对本公开的任何其他应用。例如,尽管关于血管内超声成像描述了掩埋沟槽的形成,但是应当理解,其并不旨在限于该应用。掩埋沟槽的形成同样非常适合于需要掩埋沟槽的任何应用。特别是,完全预期,关于一个实施例所描述的特征、部件和/或步骤可以与关于本公开的其他实施例描述的特征、部件、和/或步骤相组合。然而,出于简洁的目的将不单独地描述这些组合的大量迭代。

[0024] 图1A是根据本公开的方面的管腔内超声成像系统100的图解性示意图。例如,系统100可以是血管内超声(IVUS)成像系统。所述管腔内超声成像系统100可以包括固态IVUS设备102,例如导管、导丝或引导管,患者接口模块(PIM)104,IVUS处理系统或控制台106,以及监视器108。

[0025] 在高层上,IVUS设备102从包括在安装在导管设备的远端附近的扫描器组件110中的换能器阵列124发射超声能量。超声能量被扫描器组件110周围的介质(例如血管120)中的组织结构反射,并且超声回波信号由换能器阵列124接收。PIM 104将接收到的回声信号传输到控制台或计算机106,在控制台或计算机106处重建超声图像(包括流量信息)并显示在监视器108上。控制台或计算机106可以包括处理器和存储器。计算机或计算设备106可用于便于本文中所述的IVUS成像系统100的特征。例如,处理器可以执行存储在非瞬态有形计算机可读介质上的计算机可读指令。

[0026] PIM 104便于IVUS控制台106与IVUS设备102中包含的扫描器组件110之间的信号通信。此通信包括以下步骤:(1)向包括在扫描器组件110中的一个或多个控制逻辑集成电路提供命令,以选择要针对发送和接收使用的(一个或多个)特定换能器阵列元件,(2)将发送触发信号提供给包括在扫描器组件110中的一个或多个控制逻辑集成电路,以激活发射器电路以生成电脉冲,从而激发选定的(一个或多个)换能器阵列元件,和/或(3)从选定的

(一个或多个)换能器阵列元件接收经由包括在扫描器组件110的一个或多个控制逻辑集成电路上的放大器放大的回波信号。在一些实施例中,PIM 104在将数据中继到控制台106之前执行对回波数据的初步处理。在这样的实施例的示例中,PIM 104执行对数据的放大、滤波和/或聚合。在一个实施例中,PIM 104还提供高压和低压DC功率以支持包括扫描器组件110内的电路的设备102的操作。

[0027] IVUS控制台106通过PIM 104从扫描器组件110接收回波数据,并处理该数据以重建扫描器组件110周围的介质中的组织结构的图像。控制台106输出图像数据,使得在监视器108上显示脉管120的图像,例如脉管120的横截面图像。通常,系统100和/或设备102可以在患者身体的任何合适的管腔中使用。在这方面,系统100可以是管腔内超声成像系统,并且设备102可以是管腔内超声成像设备。系统100和/或设备102可以被称为介入设备、治疗设备、诊断设备等。设备102可以被定尺寸和形状,在结构上布置和/或以其他方式配置为被定位在脉管或管腔120内。管腔或脉管120可以表示天然的和人造的流体填充或包围的结构。管腔或脉管120可以在患者体内。脉管120可以是诸如患者脉管系统的动脉或静脉的血管,包括心脏脉管系统、外围脉管系统、神经脉管系统、肾脉管系统和/或体内的任何其他合适的管腔。例如,设备102可以用于检查任何数量的解剖位置和组织类型,包括但不限于器官,包括肝脏、心脏、肾脏、胆囊、胰腺,肺;管道肠;神经系统结构,包括大脑、硬脑膜囊、脊髓和外围神经;尿路;以及血液、心脏的腔室或其他部位和/或身体的其他系统内的瓣膜。除自然结构外,设备102可用于检查人造结构,例如但不限于心脏瓣膜、支架、分流器、过滤器和其他设备。

[0028] 在一些实施例中,IVUS设备包括与传统的固态IVUS导管类似的一些特征,诸如可从火山公司获得的EagleEye®导管以及美国专利US 7846101中公开的那些,其全部内容通过引用并入本文。例如,IVUS设备102包括在设备102的远端附近的扫描器组件110和沿着设备102的纵向主体延伸的传输线束112。传输线束或线缆112可以包括多个导体,包括一个、两个、三个、四个、五个、六个、七个或更多个导体134(如图1B中所示)。应当理解,任何合适的标准线都可以用作导体134。在一个实施例中,线缆112可以包括具有例如41AWG标准线的四导体传输线布置。在一个实施例中,线缆112可以包括利用例如44AWG标准线的七导体传输线布置。在一些实施例中,可以使用43AWG标准线。

[0029] 传输线束112在设备102的近端终止于PIM连接器114。PIM连接器114将传输线束112电耦合到PIM 104,并且将IVUS设备102物理耦合到PIM 104。在一个实施例中,IVUS设备102还包括导丝出口116。因此,在一些情况下,所述IVUS设备是快速更换导管。导丝出口116允许导丝118朝远端插入,以便引导设备102穿过血管120。

[0030] 图1B是管腔内成像设备102的图解性透视图,其包括图1A中的超声扫描器组件110。在一些实施例中,所述超声扫描器组件110可以被设置在设备102的柔性细长构件115的远侧部分处。柔性细长构件115被定尺寸和形状,在结构布置和/或以其他方式被配置为被定位在患者的身体管腔内。当设备102定位在身体管腔内时,扫描器组件110获得与身体管腔相关的超声成像数据。如图1B所示,扫描器组件110可以包括围绕设备102的纵轴LA定位的换能器阵列124。在一些情况下,阵列124以卷曲或圆柱形配置围绕管状构件126布置。在一些情况下,扫描器组件110可包括在大约0.8mm与大约1.6mm之间的直径,例如1.2mm。管状构件126也可以被称为支撑构件、单体或套圈。在一些实施方式中,管状构件126可以包括

管腔128。管腔128可以被定尺寸和形状为容纳诸如图1A所示的导线118的导线。设备102可以被配置为沿着导丝118移动或骑在导丝118上到患者生理内的期望位置。在那些实施方式中,管腔128可以被称为导丝管腔128。在一些实施例中,扫描器组件110还可以在换能器阵列124和管状构件126之间包括背衬材料130。在这方面,管状构件126可包括使换能器阵列124与构件126的主体径向间隔开的支架。背衬材料130可以设置在管状构件126与阵列124之间的径向空间内。背衬材料130用作声学阻尼器,以减少过度的振动并提高所得超声成像设备的轴向分辨率。

[0031] 如换能器阵列124的区域的放大图中所示,换能器阵列124可包括制造在半导体衬底132上的多行超声换能器元件140(或多行声学元件140)。半导体衬底132被分成彼此间隔开和/或由掩埋沟槽144隔开的多个岛141。即,衬底132被分成多个隔开的段141。衬底132的间隔开的段141可以彼此完全分离,彼此部分分离和/或彼此完全和部分分离的组合。半导体衬底132的分开的岛141耦合到公共柔性互连件142。柔性互连件142可以在元件140周围以及在沟槽144上和/或上方延伸。柔性互连件142可以包括与换能器元件140的隔膜或可移动膜143对齐的孔。在这种情况下,互连件142没有完全覆盖岛141。互连件142可以覆盖岛141的不包括换能器元件140的隔膜或可移动膜143的部分。在一些实施例中,例如当柔性互连件142还包括声匹配层时,互连件142完全覆盖岛141,包括换能器元件140的隔膜或可移动膜143。沟槽144将岛141隔离,这允许岛以不同的角度定向,例如当阵列124围绕设备102的纵轴LA定位时。柔性互连件142由诸如聚酰亚胺(例如,KAPTON™(杜邦的商标))的聚合物材料制成,并且可以被认为是柔性衬底。其他合适的聚合物材料包括聚酯薄膜、聚酰亚胺薄膜、聚萘二甲酸乙二酯薄膜或聚醚酰亚胺薄膜,其他柔性印刷半导体衬底以及诸如Upilex®(宇部兴业株式会社的注册商标)和TEFLON®(Ei du Pont的注册商标)的产品。由于首先将换能器阵列124制造在刚性的半导体衬底132上,然后将柔性衬底(即,柔性互连件142)放置在换能器阵列124上方,所以使用柔性到刚性(F2R)技术制造了换能器阵列124。当换能器阵列124围绕管状构件126滚动时,掩埋沟槽144位于柔性互连件142下方并形成折叠线。

[0032] 扫描器组件110可以包括一个或多个控制逻辑集成电路(IC),例如专用集成电路(ASIC)。在一些实施例中,一个或多个控制逻辑IC可在纵向上邻近换能器阵列124安装在成像组件110上。在一些其他实施例中,一个或多个控制逻辑IC可以设置在卷绕式换能器阵列124与管状构件126之间。在美国专利US 6776763,美国专利US 7226417,2017年12月8日提交的美国临时申请美国临时专利申请62/596154,2017年12月8日提交的美国临时申请US 62/596141,2017年12月8日提交的美国专利US62/596300,2017年12月8日提交的美国专利US 62/596205中的一项或多项中,公开了管腔内成像设备的各个方面,包括将换能器阵列124从平坦配置转换为圆柱或卷起配置的各种技术,通过引用将每个的全部内容合并于此。

[0033] 在一些实施例中,阵列124和/或控制器IC的换能器元件可以围绕支撑构件126的纵向轴线LA以环形配置(诸如圆形配置或多边形配置)定位。将理解的是,支撑构件126的纵向轴线LA也可以被称为扫描器组件110,柔性细长构件115和/或设备102的纵向轴线。例如,成像组件110在换能器元件阵列124和/或控制器IC处的截面轮廓可以是圆形或多边形。可以实现任何合适的环形多边形形状,例如基于控制器/换能器的数量,控制器/换能器的柔性等,包括五边形、六边形、七边形、八边形、九边形、十边形等。在一些示例中,多个控制器IC可以用于控制阵列124的多个超声换能器元件以获得与身体管腔120相关联的成像数据。

[0034] 在一些实施例中,衬底132可以由半导体材料形成。换能器阵列124中的每个超声换能器元件140可以是微机械超声换能器,例如电容式微机械超声换能器(CMUT)或压电微机械超声换能器(PMUT)。尽管每个超声换能器元件140被图示为圆形,但是应当理解,每个超声换能器元件140可以是任何形状。

[0035] 掩埋沟槽144可以使用图2A-2F所示的工艺来制造。现在参考图2A,其中示出了MEMS设备200。MEMS设备200可以被制造在诸如硅(Si)衬底或锗(Ge)衬底的半导体衬底202上。在一些实施例中,半导体衬底202可以包括化合物半导体,诸如碳化硅(SiC)、硅锗(SiGe)、碳化硅锗(SiGeC)。在一些实现方式中,半导体衬底可以包括绝缘体上硅(SOI)衬底。为了制造掩埋沟槽144,可以通过包括反应离子蚀刻(RIE)的干蚀刻或湿蚀刻技术在半导体衬底202上形成沟槽204。在一些实施例中,可以使用深沟槽反应性离子蚀刻(DRIE)来形成沟槽204。DRIE利用一系列短的蚀刻和钝化周期来产生基本上直的侧壁。沟槽204在半导体衬底202上限定多个岛205。在一些实施例中,多个岛205中的每个包括在约50 μm 与约90 μm 之间的宽度,例如约70 μm ,以及在约20 μm 与约60 μm 之间的厚度,例如40 μm 。

[0036] 如图2B中所示,然后可以用牺牲聚合物材料206(例如聚合物)填充沟槽204。例如,牺牲聚合物材料可以包括聚酰亚胺或苯并环丁烯(BCB)。在一些实施例中,可以使用旋涂技术将牺牲聚合物材料206沉积在衬底202上。在将牺牲聚合物材料206涂覆在衬底202上之后,可将衬底202放置在烤箱中或用紫外线照射以固化牺牲聚合物材料206并驱除牺牲聚合物材料206中的溶剂。一旦牺牲聚合物材料206被固化,就可以通过诸如化学机械抛光(CMP)的平坦化工艺对其进行平坦化。然后,在每个岛205上制造MEMS组件,例如微机械超声换能器元件208。在一些实施方式中,每个微机械超声换能器元件208可包括膜片和鼓面。如图2D所示,为了将MEMS设备200转移到柔性衬底上,在半导体衬底202上方,包括在微机械超声换能器元件208和沟槽填充牺牲材料206上方,形成柔性互连件210。现在参考图2E,然后通过包括反应离子蚀刻(RIE)的干法蚀刻或湿法蚀刻从背面蚀刻半导体衬底202以暴露牺牲聚合物材料206。在图2E所示的一些实施例中,由于牺牲聚合物材料206和半导体衬底202之间的高蚀刻选择性,牺牲聚合物材料206保持很大程度上未被蚀刻。如图2F所示,在从半导体衬底202去除牺牲聚合物材料206之后形成掩埋沟槽214。

[0037] 图2A-2F所示的过程并不完全令人满意。首先,聚合物限制了沟槽填充后允许的温度预算。此外,牺牲聚合物材料206可以在固化期间收缩,从而在半导体衬底202上施加应力。该应力可能导致半导体衬底202出现不可接受的弯曲或翘曲。另外,随着MEMS设备200的阵列密度增加,沟槽204可以变得更窄。较窄的沟槽204可使得牺牲聚合物材料206难以在旋涂工艺中填充沟槽204,从而留下不期望的空隙。在图2E所示的背面蚀刻步骤中,这样的空隙可能导致岛的蚀刻不均匀,因此会导致MEMS设备200的性能下降。

[0038] 现在参考图3,其中示出了在不使用牺牲材料(例如图2B中的牺牲聚合物材料206)的情况下制造掩埋沟槽的方法300的流程图。方法300可以是制造管腔内超声成像设备的方法。方法300仅仅是示例,并且不旨在在权利要求书中的明确记载之外对本公开进行限制。针对方法300的额外的实施例,可以在方法之前、期间以及之后提供额外的操作,并且一些操作可以被替换、消除、或者移动。

[0039] 方法300可以应用于多个不同的过程设置。例如,方法300可以在独立设置中应用,在独立设置中,如图4A-4G所示,在半导体衬底402上单独制造MEMS设备400(例如超声换能

器阵列400),以及在集成设置中应用,在集成设置中,如图5A-5I所示,MEMS设备500(例如超声换能器阵列500)与其他电子部件一起被制造。

[0040] 现在参考图4A。在独立设置中,方法300开始于框302,在框302中,接收半导体衬底402。半导体衬底402可以是硅(Si)衬底或锗(Ge)衬底。在一些实施例中,半导体衬底402可以包括化合物半导体,诸如碳化硅(SiC)、硅锗(SiGe)、碳化硅锗(SiGeC)。半导体衬底402在其上包括硬掩模404。在一些实施例中,硬掩模404可以使用化学气相沉积(CVD)由氧化硅(SiO_2)形成。在一些实施方式中,硬掩模404可以由氮化硅(SiN)或氮氧化硅(SiON)形成。在一些情况下,硬掩模404具有在 $0.5\mu\text{m}$ 与 $2\mu\text{m}$ 之间的范围内的厚度,包括例如 $1\mu\text{m}$ 。如图4A的顶视图所示,半导体衬底402包括圆形区域406,所述圆形区域406是用于诸如CMUT的微机械超声换能器元件的投影区域。区域406设置在由隔离区域408围绕的岛上,在隔离区域408上将形成隔离特征,例如掩埋沟槽。在一些情况下,半导体衬底402可以是绝缘体上硅(SOI)衬底,其具有厚度明确定义的掩埋氧化物(BOX)层。

[0041] 现在参考图4B,方法300进行到框304,其中对硬掩模(例如,图4B中的硬掩模404)进行构图以在围绕微机械超声换能器元件将被制造的区域406周围的隔离区域408上形成屏蔽。在图4B所示的实施例中,穿过硬掩模404形成矩形孔410(或孔410)的阵列,留下沿X方向延伸的基本直的硬掩模线409和顶部表面上的Y方向延伸的基本直的硬掩模线411。硬掩模线409和硬掩模线411形成具有矩形孔410的屏蔽(或网格),所述矩形孔410暴露出半导体衬底402的下方。在一些实施方式中,每个矩形孔410的形状基本为正方形,并且包括大约 $0.5\mu\text{m}$ 至大约 $2\mu\text{m}$ 之间的宽度/长度,包括例如大约 $1\mu\text{m}$ 。在这些实现方式中,矩形孔410的阵列的节距约为孔的宽度/长度的两倍。例如,当每个矩形孔410的宽度/长度为大约 $1\mu\text{m}$ 时,矩形孔410的阵列的间距为大约 $2\mu\text{m}$ 。尽管在图4B中孔410是矩形的,但是本公开不限于此。在一些实施例中,孔410可以具有任何形状,包括圆形、三角形、六边形、多边形、细长缝或不规则形状。只要将硬掩模404构图到其中形成有通孔的屏蔽中,就可以表现出本公开的实施例的优点。

[0042] 现在参考图4C,方法300进行到框306,在框306中,使用屏蔽作为蚀刻掩模来蚀刻隔离区域408,以形成沟槽412和414。在一些实施例中,使用相对于半导体衬底402具有蚀刻选择性的蚀刻化学来执行框306的操作。这样,可以在基本上不损坏由硬掩模404形成的屏蔽的情况下选择性地蚀刻半导体衬底402的材料。在一些实施方式中,使用DRIE工艺执行框306中的操作,所述DRIE工艺优先蚀刻由屏蔽暴露的硅衬底,而基本上不损坏由氧化硅形成的屏蔽。在一些实施例中,可以增加DRIE工艺的蚀刻循环的循环时间以增加底切,从而在硬掩模线409和411之下蚀刻衬底材料。框306的操作创建掩埋在屏蔽下方的沟槽412和414。就这一点而言,在硬掩模404中形成的屏蔽保持定位在沟槽412和414上方的同时,创建沟槽412和414。即,在形成沟槽412和414时,没有完全蚀刻掉位于沟槽412和414上方的硬掩模404。在这方面,沟槽412和414可以被称为掩埋沟槽,因为沟槽位于硬掩模404中形成的屏蔽下方。沟槽412和414可以包括深度413。在一些情况下,深度413可以在大约 $30\mu\text{m}$ 和 $50\mu\text{m}$ 之间,包括例如大约 $40\mu\text{m}$ 。在使用SOI衬底的情况下,沟槽的深度等于SOI衬底的顶部硅层的厚度。在图4C所示的实施例中,沟槽412和414沿Y方向是直的。在一些实施例中,沟槽412、414是线性的。在一些其他实施例中,沟槽412和414是弯曲的。在另一些其他实施例中,沟槽412和414是蛇形的。沟槽412、414可以跟踪将形成微机械超声换能器元件的区域406的轮廓。弯

曲的沟槽可用于制造例如圆形岛,其适配到导管的尖端上。蛇形导管可用于实现圆形超声换能器的最佳堆积密度。沟槽412和414在衬底402中限定岛441。

[0043] 现在参考图4D,方法300进行到框308,在框308处将材料层416沉积在屏蔽上方以封闭通孔410。在一些实施例中,使用不用材料层416填充沟槽412和414的工艺在屏蔽上方形成材料层416。在一些实施方式中,材料层416可以是使用等离子体增强化学气相沉积(PECVD)沉积的氧化硅层,以封闭孔410。换句话说,框308的操作将材料层416放置在屏蔽上方以完全覆盖沟槽412和414而不填充它们。因此,框308处的操作使沟槽412和414掩埋在屏蔽和材料层416下方。在一些情况下,尽管材料层416覆盖并封闭通孔410,但是材料层416可以包括与通孔410的位置相对应的凹部。在图4D所示的实施例中,孔410的阵列可以使材料层416具有对应的凹口的阵列。在孔410是细长缝隙的实施方式中,材料层416可具有细长凹槽的相应阵列。

[0044] 方法300可以包括进一步的过程以形成MEMS设备400。例如,如图4E所示,可以在图4A的区域406中形成多个微机械超声换能器元件418。换能器元件418可以形成在与形成沟槽412的区域相邻的区域中。换能器元件418可以被布置为沿扫描器组件110和/或设备102的长度纵向延伸的多行。在所示的实施例中,每行包括单线的换能器元件418。换能器元件418的每行和/或每个岛441可以通过沟槽412彼此间隔开。在其他实施例中,换能器元件418可以以任何其他合适的配置来布置。例如,换能器元件418可与给定的岛441(例如,两个或更多个并排或错列的排)并排或交错地布置。具有这样的一组换能器元件418的每个岛441可以通过沟槽412与具有另一组换能器元件418的另一个岛441间隔开。沟槽412可以延伸岛441的长度。在某些情况下,沟槽412可以部分和/或完全包围岛441。多个微机械超声换能器元件418可以是多个CMUT或多个PMUT。对于另一示例,如图4F中所示,在区域406中形成多个微机械超声换能器元件418之后,可以在微机械超声换能器元件418以及掩埋沟槽412和414上方形成柔性聚合物层420。在一些实施方案中,可在柔性聚合物层420中制造电迹线和互连件以形成柔性互连件。在一些其他实施例中,如图4G所示,可以从背面蚀刻半导体衬底402以形成开口422。开口422从背面暴露出掩埋沟槽412和414,从而导致结构类似于图2F中的MEMS设备200。在那些实施例中,可以使用诸如DRIE的各向异性蚀刻工艺来执行从半导体衬底402的背面的蚀刻。在一些实施方式中,方法300可以包括去除柔性聚合物层420的一部分以暴露多个微机械超声换能器元件418。

[0045] 现在参考图5A-5I,其示出了在方法300的另一实施例中经历不同工艺的MEMS设备500的俯视图和截面图。与图4A-4G中的MEMS设备400不同,MEMS设备500在MEMS部件的阵列下方包括有源电路元件,诸如金属氧化物半导体(MOS)晶体管或ASIC。现在参考图5A,在方法300的框302处,接收半导体衬底502。半导体衬底502可以是硅(Si)衬底或锗(Ge)衬底。在一些实施例中,半导体衬底502可以包括化合物半导体,诸如碳化硅(SiC)、硅锗(SiGe)、碳化硅锗(SiGeC)。半导体衬底502在其上包括硬掩模504。在一些实施例中,硬掩模504可以使用化学气相沉积(CVD)由氧化硅(SiO_2)形成。在一些实施方式中,硬掩模504可以由氮化硅(SiN)或氮氧化硅(SiON)形成。在一些情况下,硬掩模504包括在 $0.5\mu\text{m}$ 与 $2\mu\text{m}$ 之间的范围内的厚度,包括例如 $1\mu\text{m}$ 。在一些实施方式中,衬底502可以是包括掩埋氧化物(BOX)的绝缘体上硅(SOI)衬底。如图5A所示,半导体衬底502包括互连区域512和516。互连区域512和516被沟槽区域514分开。在互连区域512和516中,半导体衬底502包括多个互连层,例如第一金属

层506和第二金属层508以及额外金属层509。额外金属层509可以包括经由接触的互连结构,诸如互补金属氧化物半导体(CMOS)器件的有源部件以及无源电部件。层间电介质(ILD)(例如ILD 510)将第一金属层506、第二金属层508和金属层509分开。在图5B所示的实施例中,在沟槽区域514中,半导体衬底502包括第一和第二金属层506和508,但是不包括额外金属层509。在一些情况下,第一金属层506、第二金属层508、额外金属层509和ILD 510的总高度可以为大约或大于 $10\mu\text{m}$ 。在那些情况下,形成具有约 $1\mu\text{m}$ 尺寸的开口的屏蔽可能是具有挑战性的。在沟槽区域514中,半导体衬底502包括ILD 510以代替额外金属层509。沟槽区域514中的第一金属层506可以被称为第一金属层526,并且沟槽区域514中的第二金属层508可以被称为第二金属层528。在图5A所示的实施例中,第一金属层526包括类似于图4C中的屏蔽的屏蔽图案536。在一些实施方式中,屏蔽图案536可以包括多个通孔。每个通孔的形状可以基本为正方形,并且包括在大约 $0.5\mu\text{m}$ 和大约 $2\mu\text{m}$ 之间的宽度/长度,包括例如大约 $1\mu\text{m}$ 。在这些实施方式中,屏蔽图案536中的方孔的节距约为孔的宽度/长度的两倍。例如,当每个方孔的宽度/长度为大约 $1\mu\text{m}$ 时,方孔的节距为大约 $2\mu\text{m}$ 。在一些实施例中,屏蔽图案536中的通孔可以具有任何形状,包括圆形、矩形、三角形、多边形或不规则形状。

[0046] 现在参考图5B-5E,方法300进行到方框304,在方框304中,对硬掩模504进行构图以在沟槽区域514上方形成屏蔽520。如图5B所示,通过在沟槽区域514中各向异性蚀刻ILD 510来形成沟槽518。在形成沟槽518时,当选择蚀刻化学物质时,沟槽区域514中的第二金属层528可以用作蚀刻停止层(ESL),使得第二金属层528的蚀刻速率慢于ILD 510的蚀刻速率。这样,可以控制通过ILD 510离子蚀刻沟槽区域514。注意,沟槽区域514中的第二金属层528可以是任选的,并且可以在不使用第二金属层528作为ESL层的情况下去除沟槽区域514中的ILD 510。现在参考图5C,在去除沟槽区域514中的ILD 510之后,通过蚀刻化学选择性地蚀刻掉沟槽区域514中的第二金属层528,所述蚀刻化学方法优先地蚀刻第二金属层528而基本上不蚀刻ILD 510。在图5D中,在去除沟槽区域514中的第二金属层528之后,将屏蔽图案536转移到第一金属层526下方的硬掩模504。屏蔽图案536的转移可以通过使用蚀刻化学方法进行各向异性蚀刻来转移,所述蚀刻化学方法优先蚀刻沟槽区域514中的ILD 510和硬掩模504,而基本上不损坏第一金属层526和屏蔽图案536。各向异性蚀刻可以留下类似于屏蔽图案536的屏蔽520。然后,在图5E中,使用蚀刻配方去除第一金属层526,所述蚀刻配方可以选择性地去除第一金属层526而基本上不损坏ILD 510和硬掩模504。

[0047] 现在参考图5F,方法300进行到框306,其中使用屏蔽520作为蚀刻掩模来蚀刻沟槽区域514中的硬掩模504,以形成沟槽522。在一些实施例中,使用相对于半导体衬底502具有蚀刻选择性的蚀刻化学来执行框306的操作。这样,可以在基本上不损坏由硬掩模504形成的屏蔽520的情况下选择性地蚀刻半导体衬底502的材料。在其中半导体衬底502是硅衬底并且硬掩模504由氧化硅形成的示例中,使用DRIE工艺执行框306中的操作,所述DRIE工艺优先刻蚀由屏蔽520暴露的硅衬底502而基本上不损坏由氧化硅形成的屏蔽。在一些实施例中,可以增加用于DRIE工艺的蚀刻循环的循环时间以增加底切,从而在屏蔽520的正下方蚀刻半导体衬底502。框306的操作创建沟槽522,所述沟槽522被掩埋或定位在屏蔽520下方。沟槽522可以包括深度532。在一些情况下,深度532可以在大约 $30\mu\text{m}$ 和 $50\mu\text{m}$ 之间,包括例如大约 $40\mu\text{m}$ 。在使用SOI衬底的情况下,沟槽的深度等于SOI衬底的顶部硅层的厚度。沟槽522限定衬底502的岛541。岛541被沟槽522间隔开和/或分开。

[0048] 现在参考图5G,方法300进行到框308,在框308处将材料层524沉积在屏蔽520上。在一些实施例中,使用不利用材料层524填充沟槽522的工艺在屏蔽520上方形成材料层524。在一些实施方式中,材料层524可以是使用等离子体增强化学气相沉积(PECVD)沉积的氧化硅层,以封闭屏蔽520中的孔。换句话说,框308处的操作将材料层524放置在屏蔽520上方以完全覆盖沟槽522而不填充沟槽522。因此,框308处的操作将沟槽522保留在屏蔽520和材料层524下方。

[0049] 方法300可以包括进一步的过程以形成MEMS设备500。例如,如图5H所示,可以在互连区域512和516上方形成微加工的超声换能器元件540和542。在一些实施方式中,在微机械超声换能器元件540和542形成在互连区域中之前,可以通过诸如CMP的平坦化技术去除沉积在互连区域512和516中的材料层524。在一些实施例中,微机械超声换能器元件540和542可以是电容式微机械超声换能器元件(CMUT)或压电微机械超声换能器(PMUT)。在一些实现方式中,可在柔性聚合物层中制造电迹线和互连件以形成柔性互连件。在图5I所示的一些另外的实施例中,可以从背面蚀刻半导体衬底502以形成开口538。开口538从背面暴露图5G中的掩埋沟槽522,从而导致类似于图2F中的MEMS设备200的结构。在那些实施例中,可以使用诸如DRIE的各向异性蚀刻工艺来执行从半导体衬底502的背面的蚀刻。在一些实施例中,在半导体衬底502中形成开口538之前,可以在互连区域512和516以及沟槽区域514上方,包括由材料层524和微机械超声换能器元件540和542覆盖的掩埋沟槽522上方,形成柔性聚合物层。

[0050] 通过使用屏蔽作为蚀刻掩模的DRIE蚀刻半导体衬底以形成掩埋沟槽,例如如图4C中的沟槽412和414或图5F中的沟槽522,可以在掩埋沟槽的侧壁上产生独特的结构。现在参考图6,其中示出了在不使用屏蔽作为蚀刻掩模的情况下形成在半导体衬底602中的沟槽604的扫描电子显微镜(SEM)图像。当使用深反应离子刻蚀(DRIE)各向异性地刻蚀沟槽604时,可以观察到单向波浪状表面606。单向波浪状表面606包括沿与DRIE的蚀刻方向平行的方向608传播的波浪状结构。

[0051] 当诸如在此描述的屏蔽的屏蔽用作蚀刻掩模时,沟槽的侧壁上的图案改变。现在参考图7A,其中示出了使用形成在硬掩模层706中的屏蔽708在半导体衬底702中形成的掩埋沟槽704的SEM图像。类似于图1和24A-4G或图5A-5I中所示的实施例,半导体衬底702可以是硅衬底,并且硬掩模层706可以是氧化硅层。图7B示出了从方向712看去的掩埋沟槽704的侧壁710的SEM图像。如图7B所示,侧壁710可以包括双向波浪状表面714。双向波浪状表面714包括沿着X方向以及垂直于X方向的Y方向传播的波浪状结构。在一些情况下,单向波浪形表面606可以被称为单圆齿状,而双向波浪状表面714可以被称为双圆齿状。在制造过程的最后存在侧壁710上的双向波浪状表面714。如本文所述,在完成制造之后,表面714提供了如下指示:通过蚀刻穿过硬掩模层中的屏蔽形成了沟槽,而没有完全蚀刻穿过硬掩模层。

[0052] 图8A和8B是根据本公开的实施例的具有不同衬底侧壁配置的半导体衬底的图解性俯视图。衬底被分成间隔开的段841,每个段具有多个侧壁。通常,具有超声换能器元件806(或其区域)的衬底岛841的至少一个侧壁包括在图7A和7B中描述的双向波浪状特征。图8A中的MEMS设备800的硬掩模层804包括在硬掩模和衬底岛841之间的连接点810。双向波浪状特征沿着硬质掩模与衬底岛841的连接点810下方的衬底的侧壁出现。在图8A的实施例中,每个岛841的所有四个侧壁都包括连接点810,并且因此还包括双向波浪状特征。

[0053] MEMS设备850的硬掩模层854包括单个缝隙形式的开口817。在单个缝隙817下方的衬底的侧壁包括图6中描述的单向波浪状特征。硬掩模层854还包括硬掩模到衬底岛841的连接点810。双向波浪形特征(图7A和7B)沿连接点810下方的衬底侧壁出现。因此,在图8B的实施例中,每个岛841的一个或多个侧壁包括单向的波浪状特征,并且每个岛841的一个或多个侧壁包括双向的波浪状特征。

[0054] 因此,本公开提供了一种在半导体衬底中形成掩埋沟槽的方法以及使用该方法制造的MEMS设备。通过消除牺牲聚合物材料的使用,本公开的实施例有利地提高了产量并且扩大了在MEMS设备中形成掩埋沟槽的工艺窗口。除了制造诸如超声换能器阵列的MEMS装置之外,本公开的实施例可以应用于微流体,以在例如硅衬底中创建明确定义的微通道。本领域技术人员将认识到,以上描述的装置、系统和方法可以多种方式进行修改。因此,本领域技术人员将领会,由本公开所包含的实施例不限于以下描述的特定实施例。在该方面,尽管已经示出和描述了说明性实施例,但是在以上公开中预期宽范围的修改、改动和替换。要理解,可以对前文进行这样的变化而不偏离本公开的范围。因此,合适的是,随附权利要求被宽泛地并且以与本公开相符地方式理解。

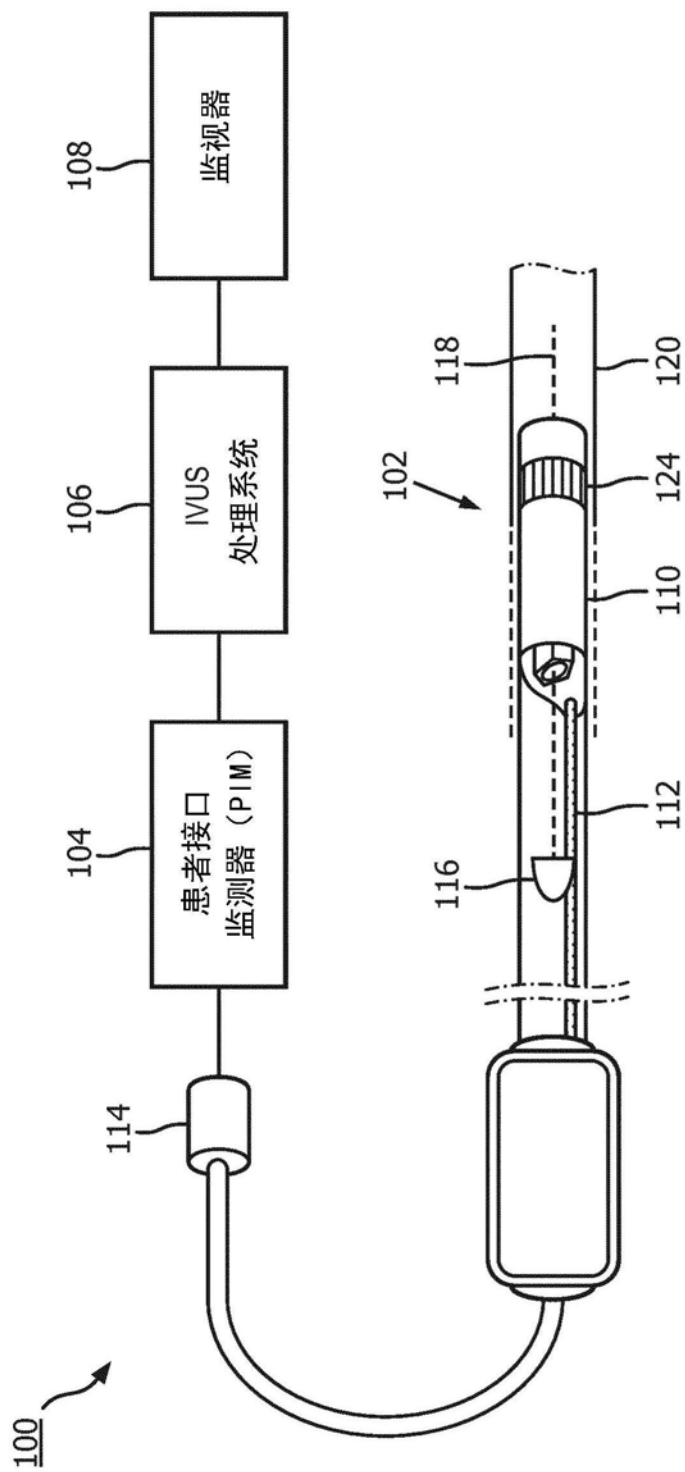


图1A

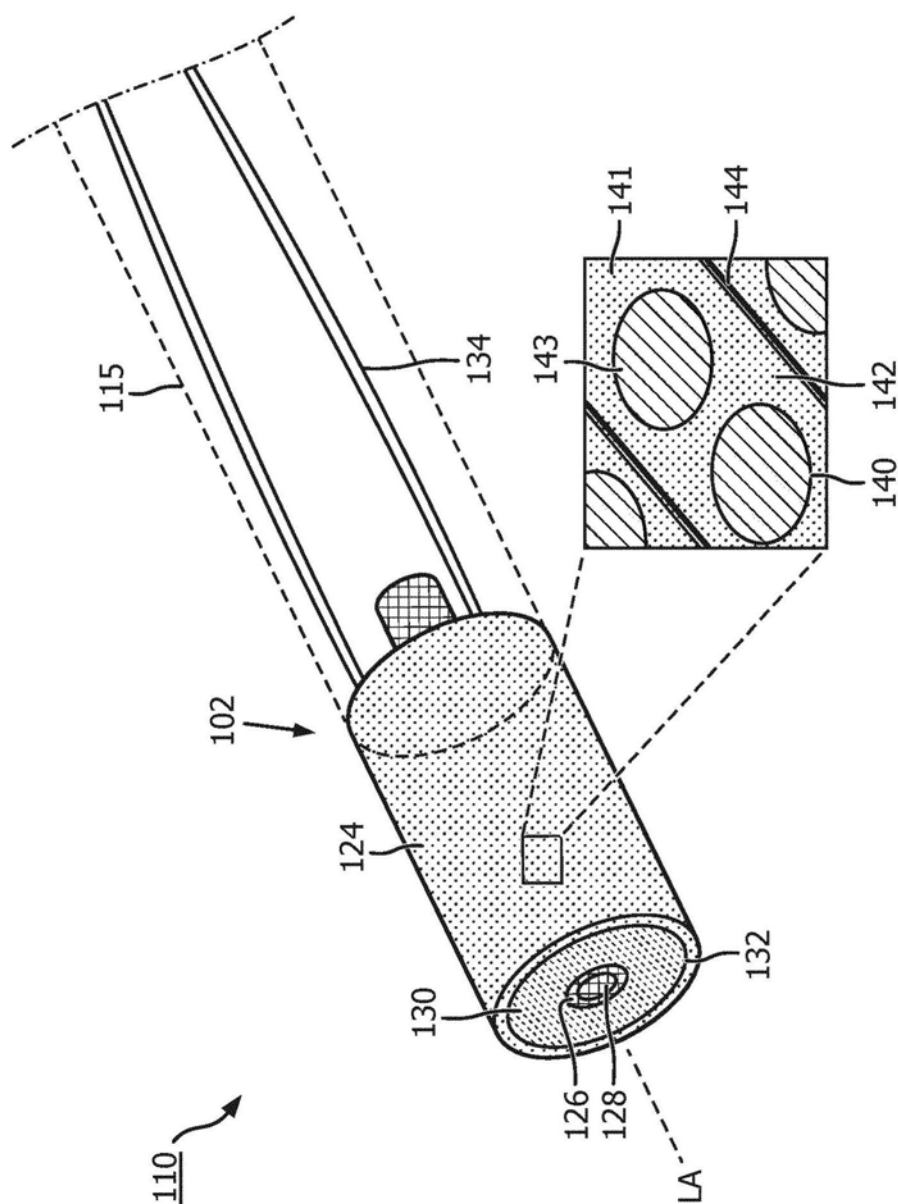


图1B

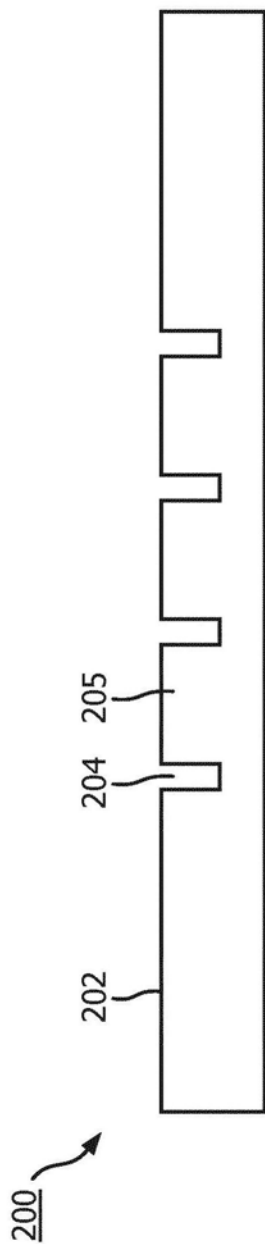


图2A

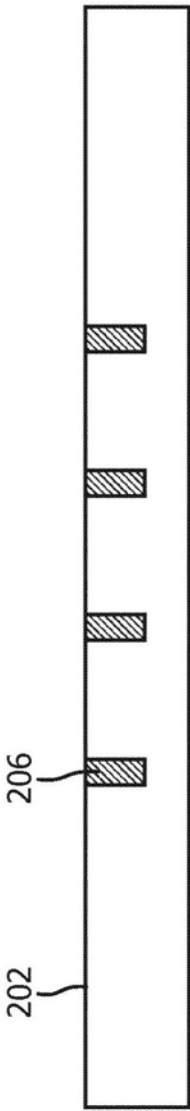


图2B

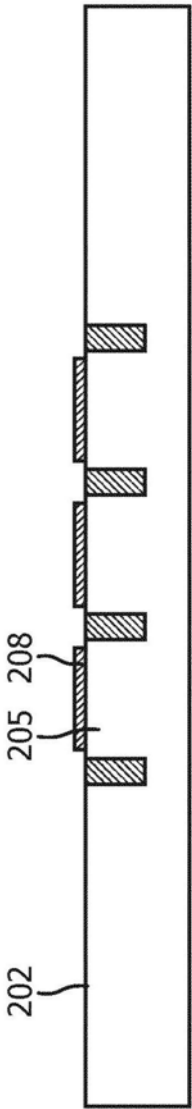


图2C

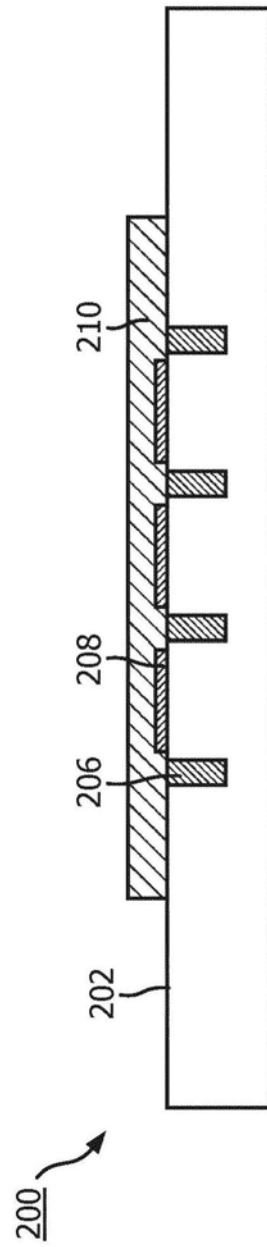


图2D

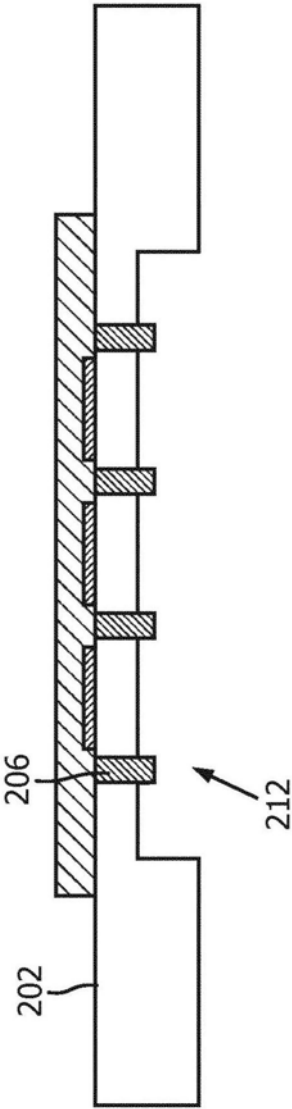


图2E

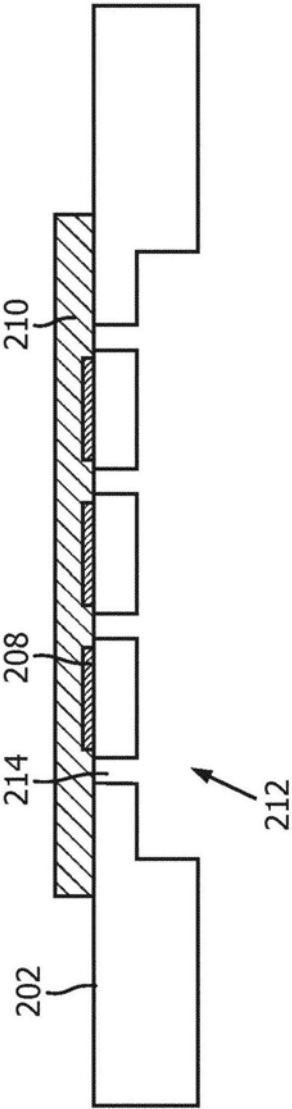


图2F

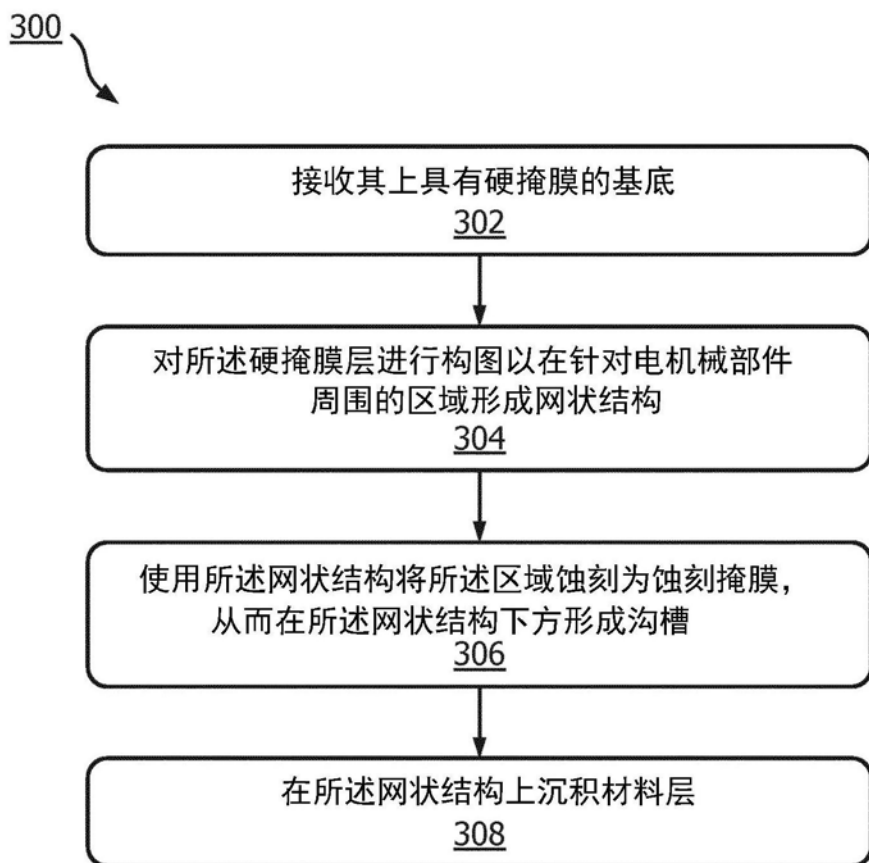


图3

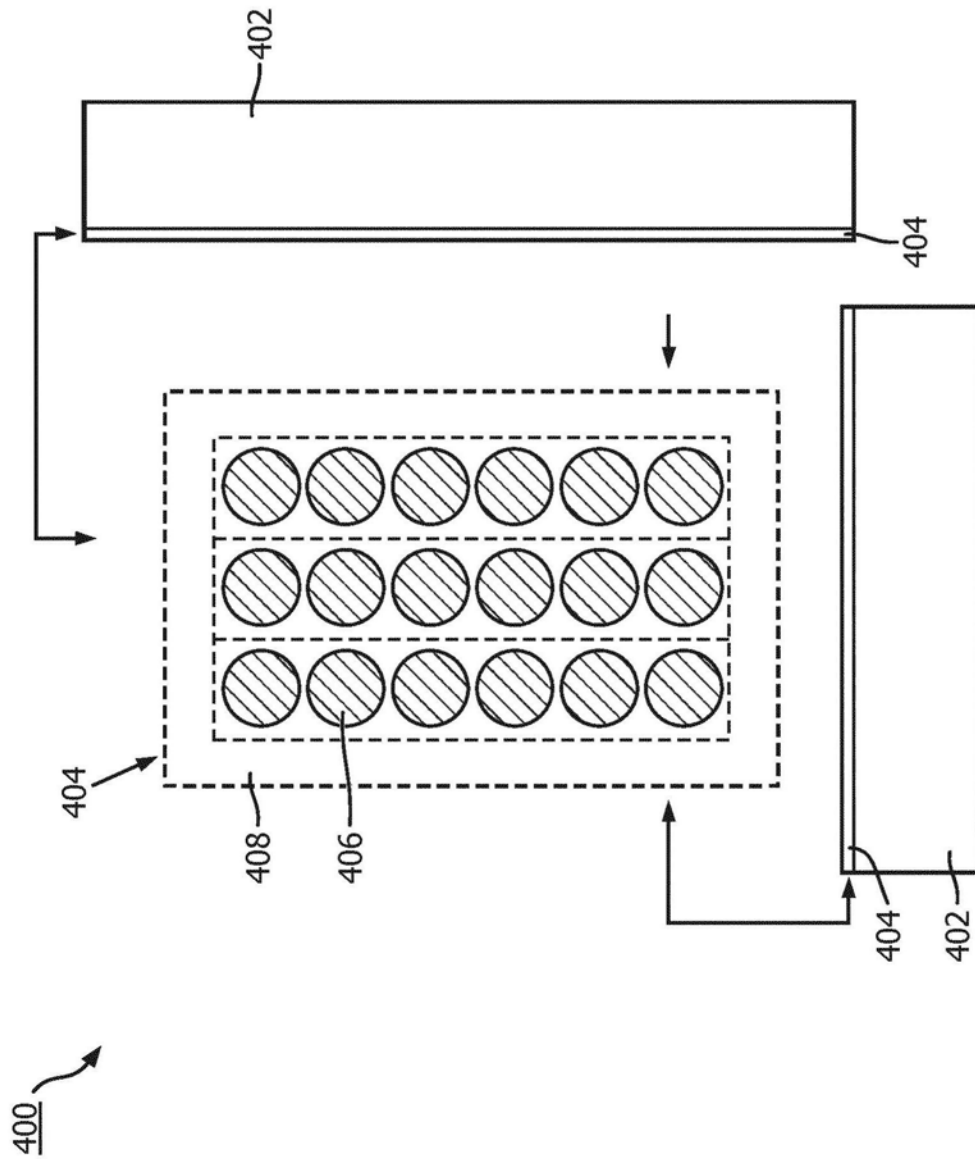


图4A

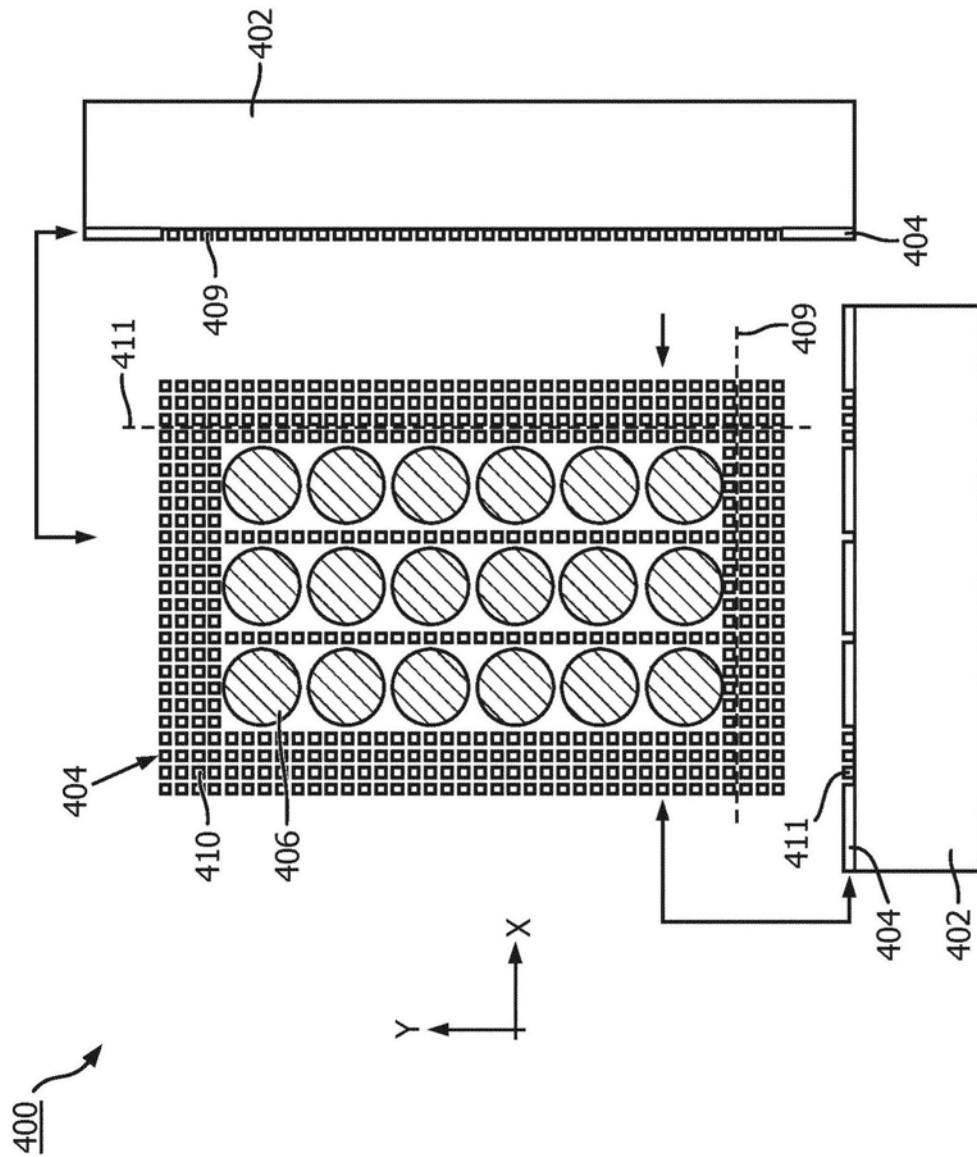


图4B

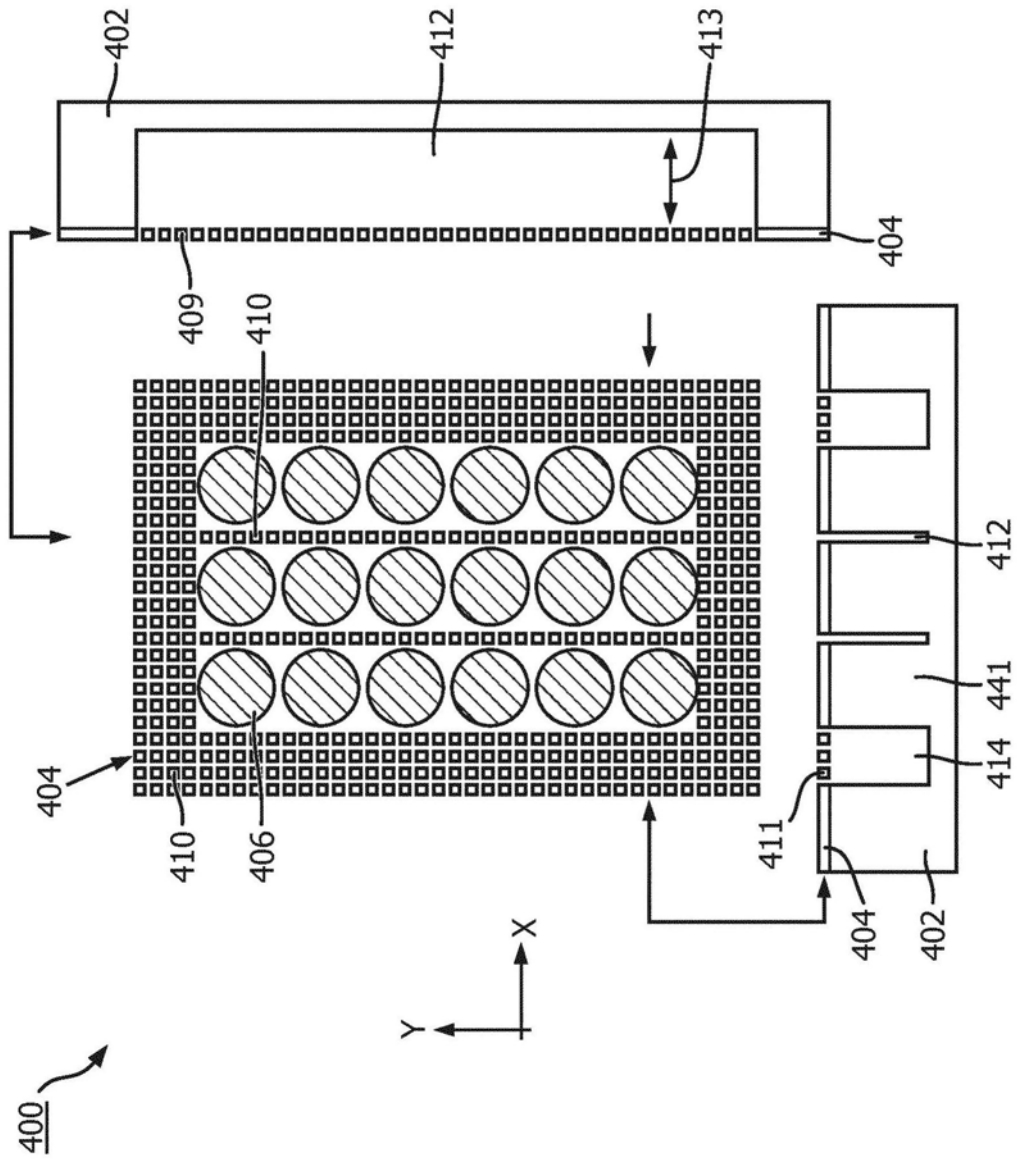


图4C

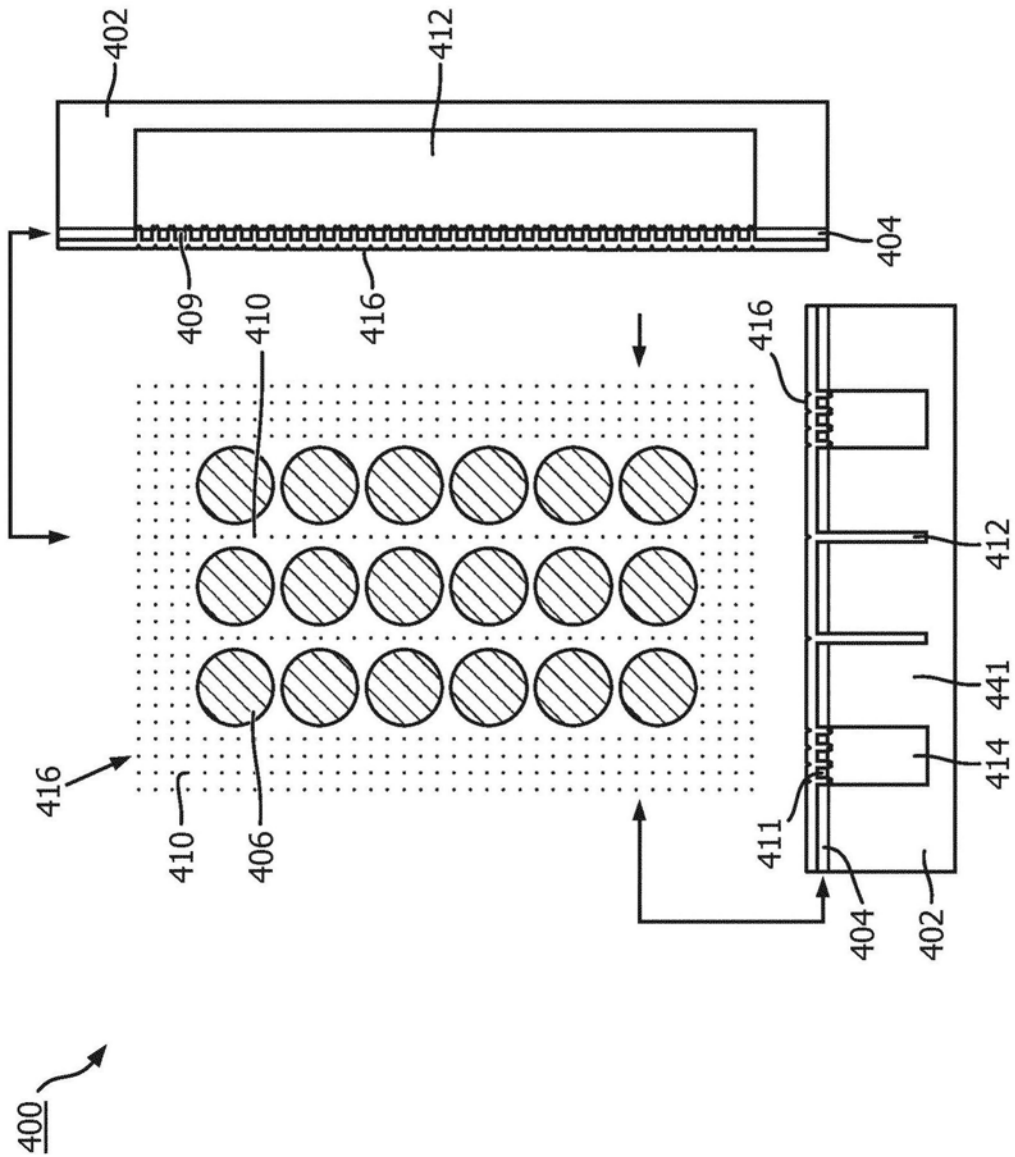


图4D

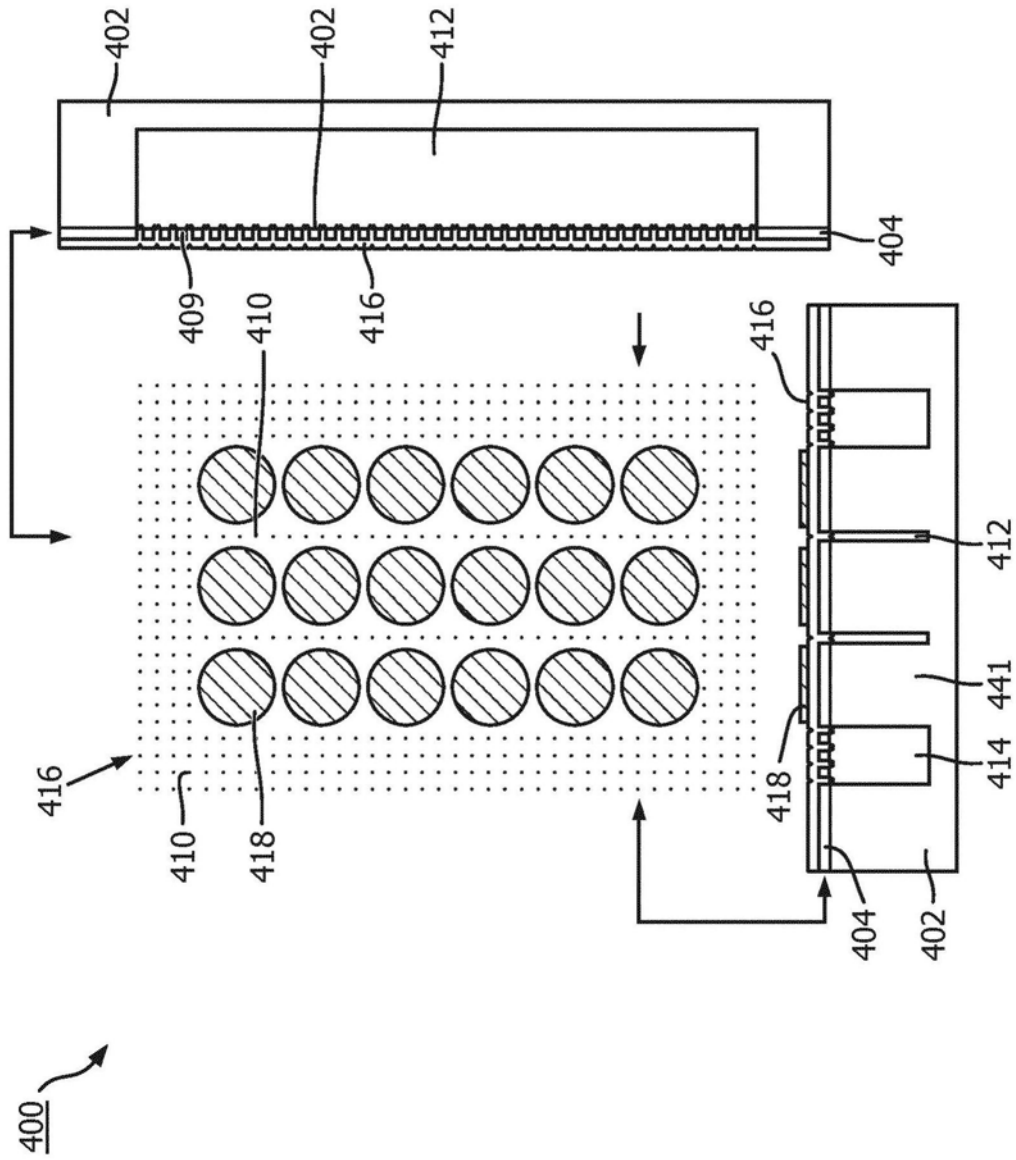


图4E

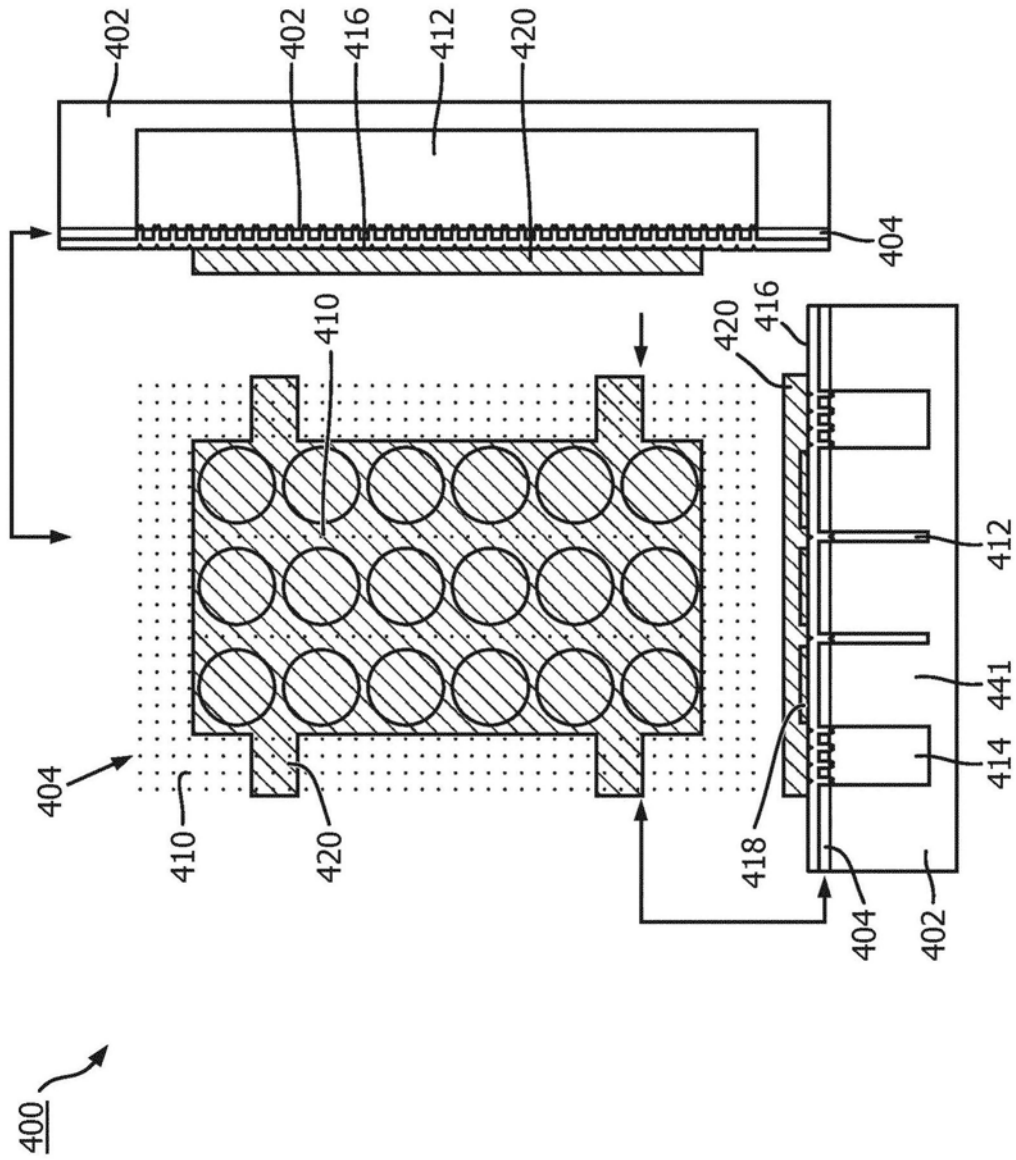


图4F

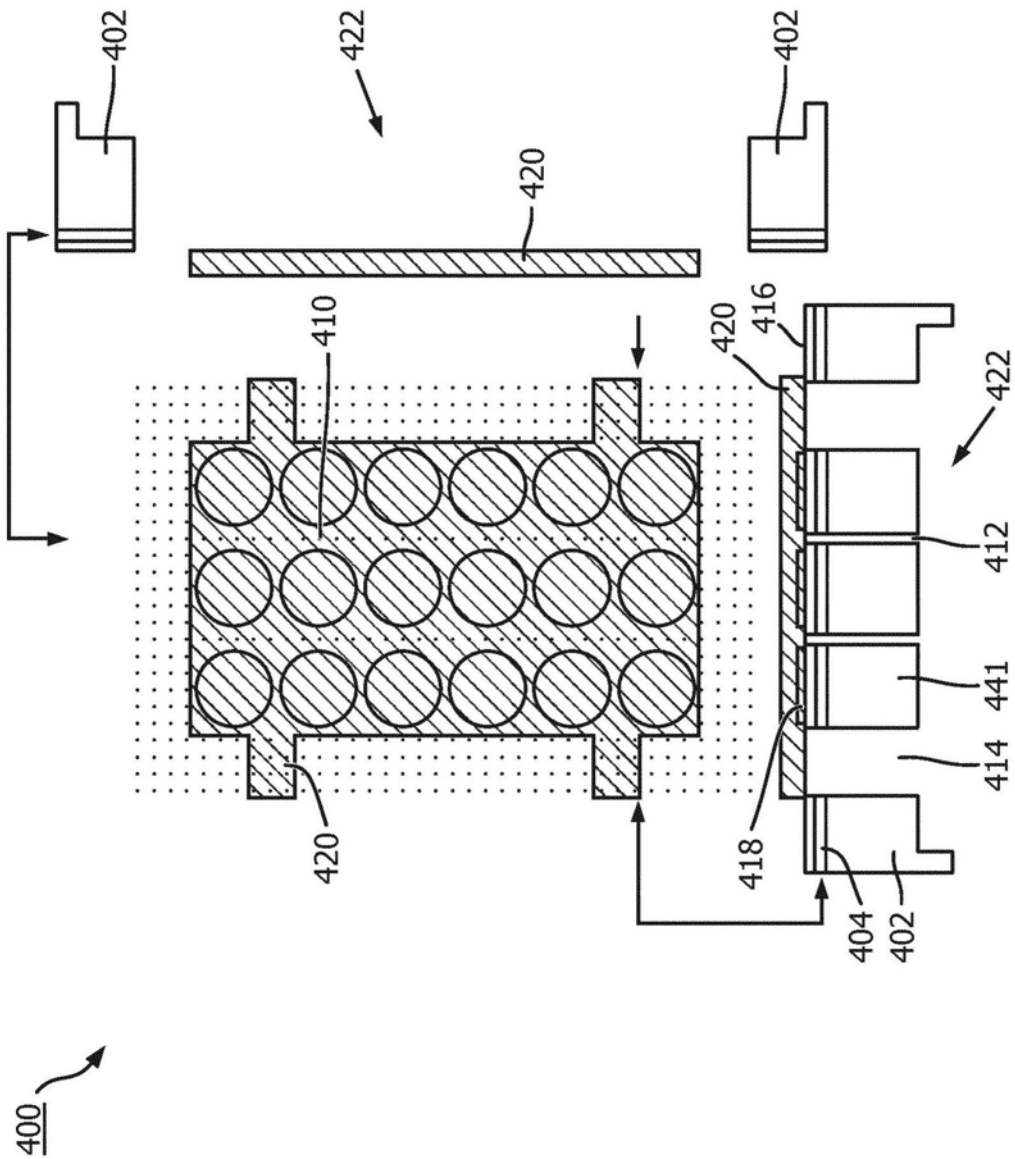


图4G

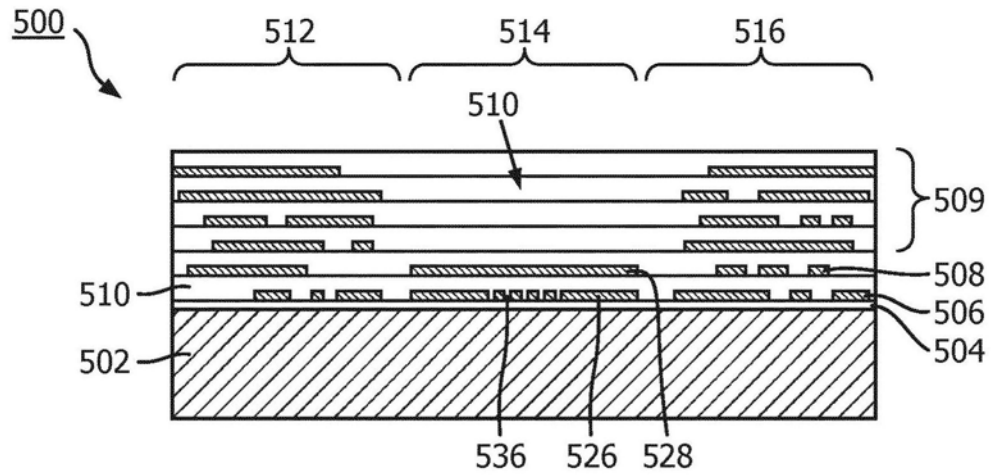


图5A

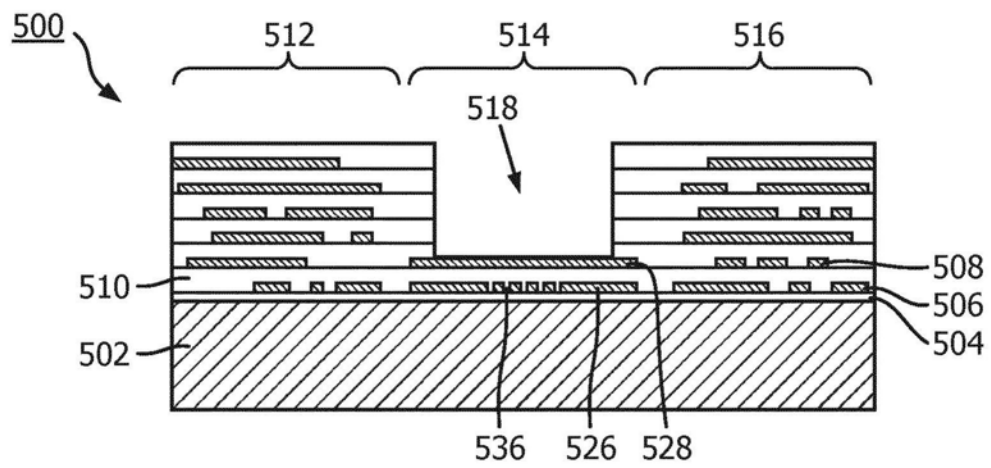


图5B

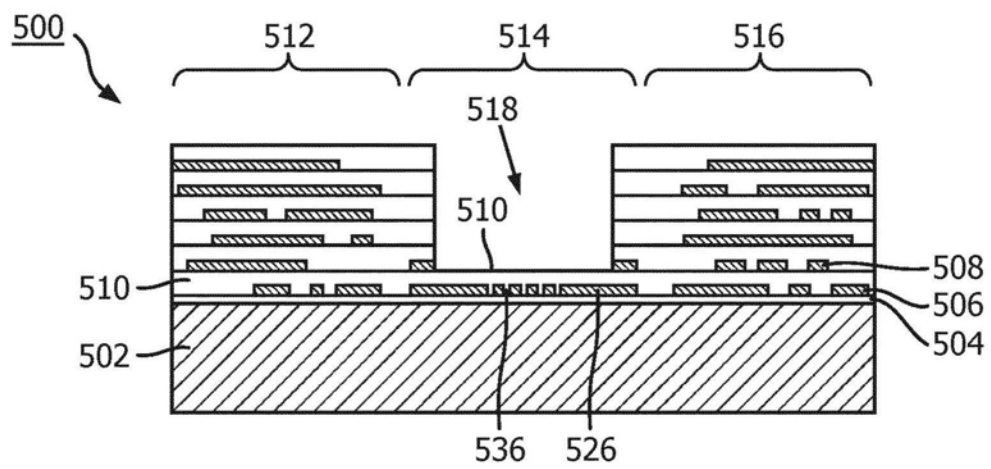


图5C

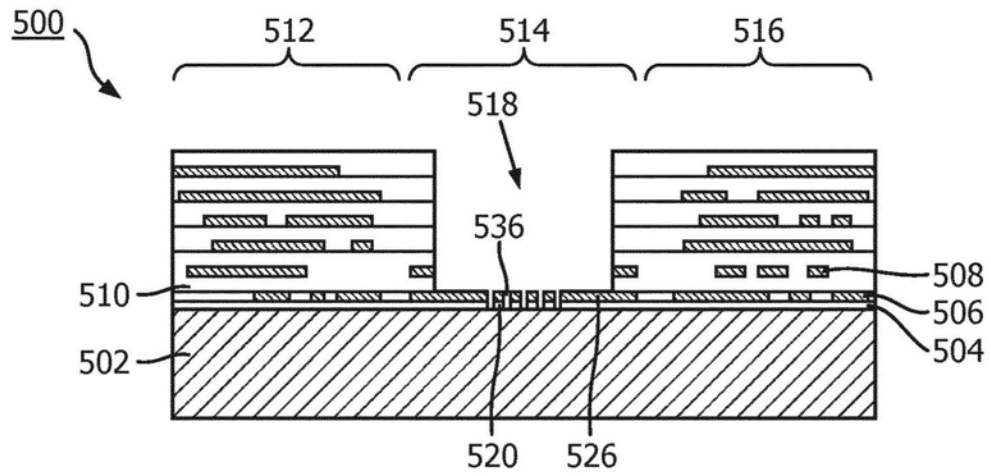


图5D

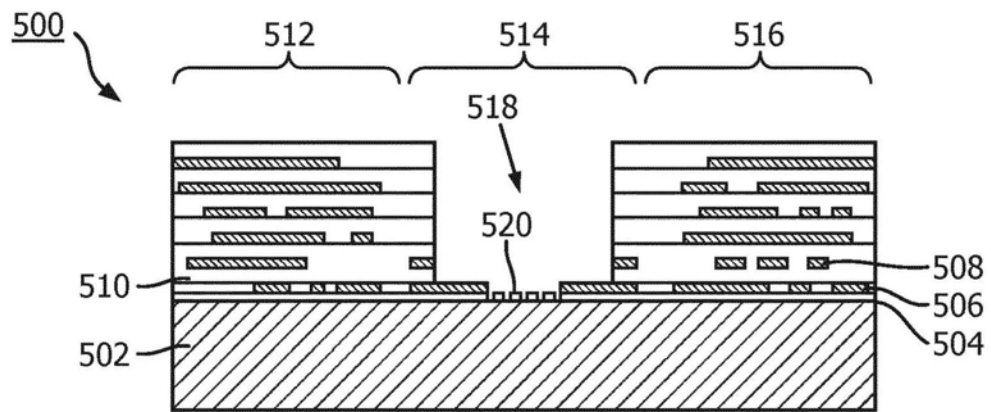


图5E

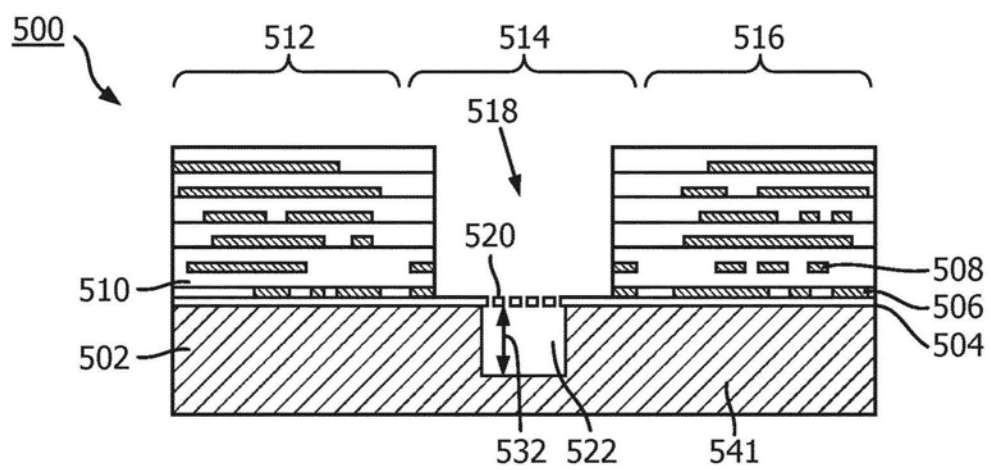


图5F

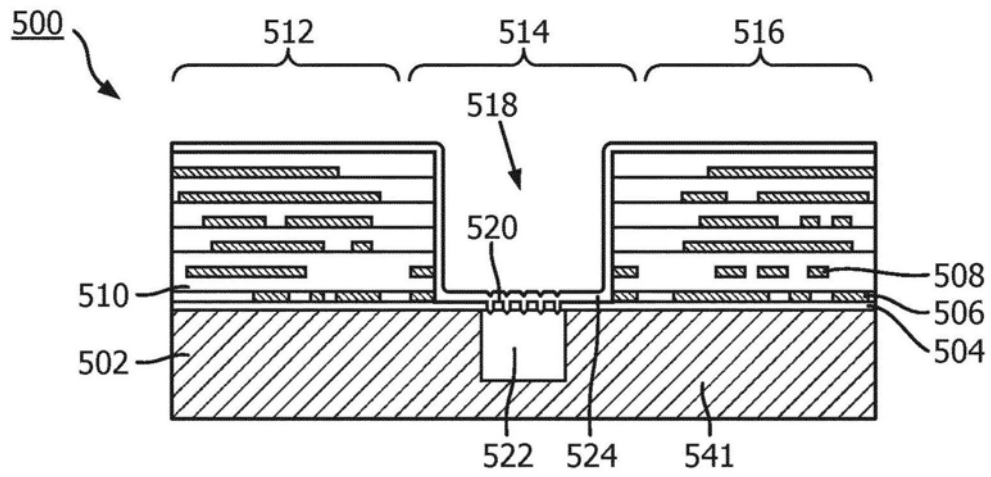


图5G

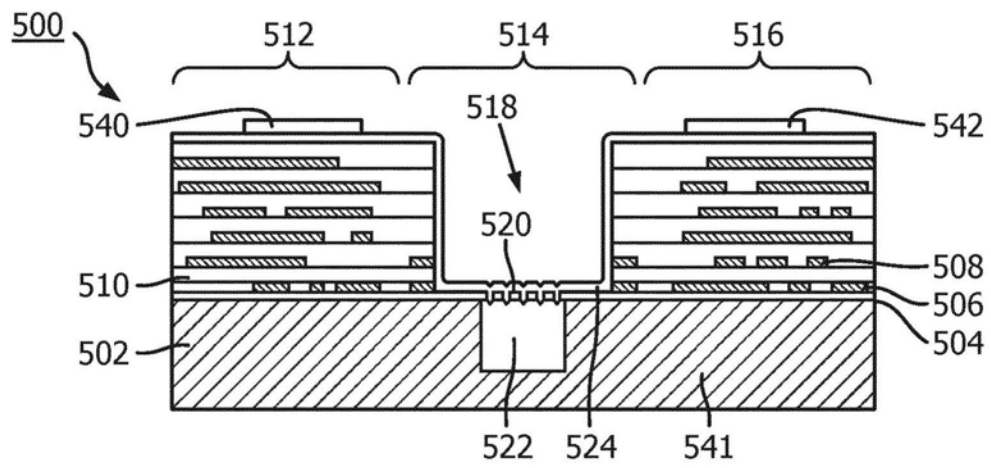


图5H

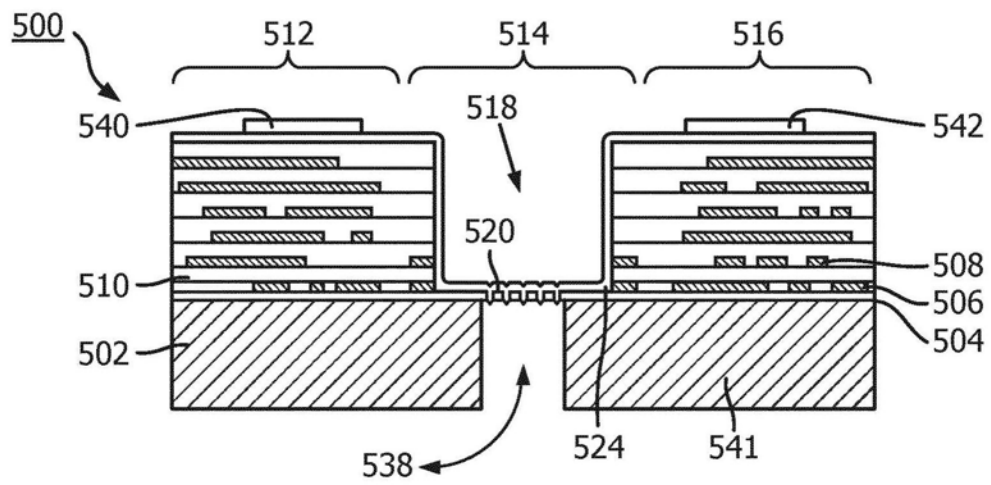


图5I

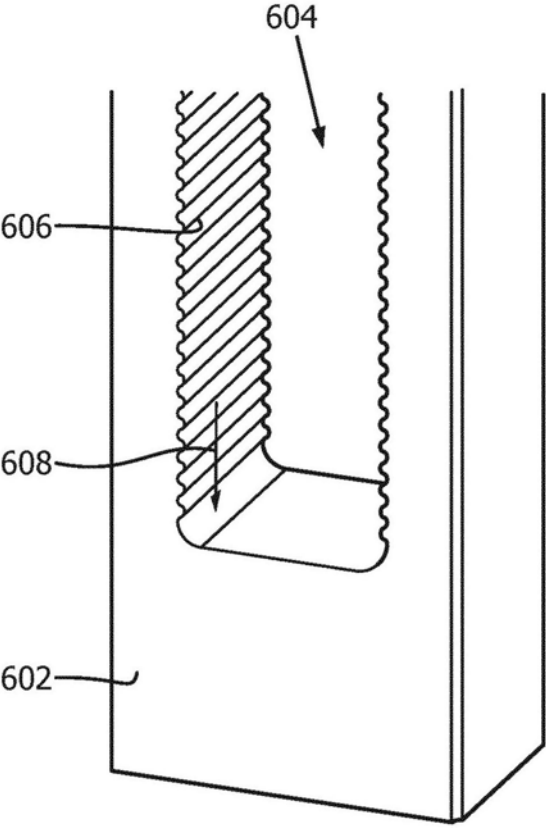


图6

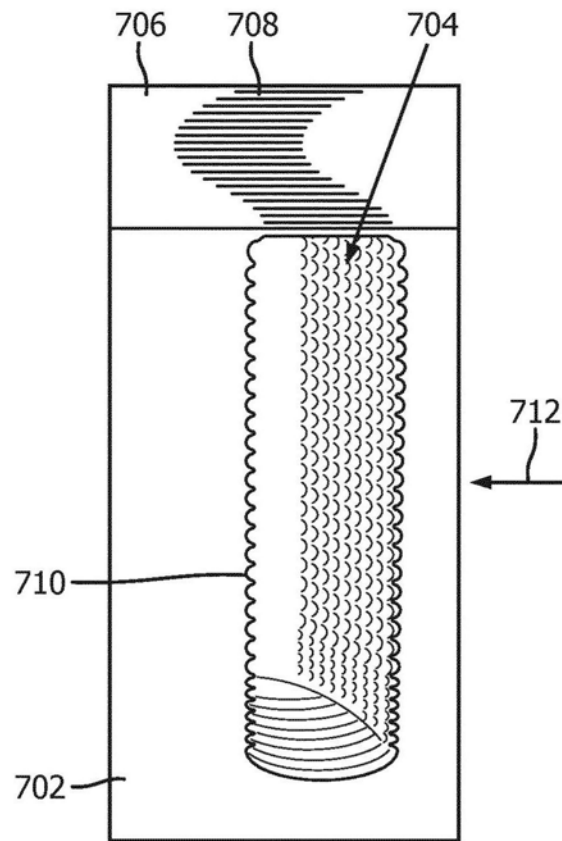


图7A

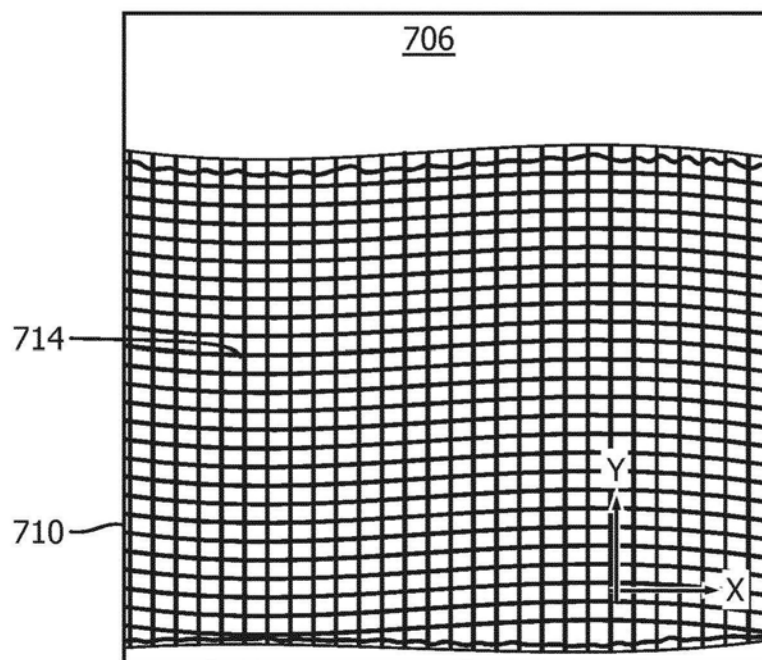


图7B

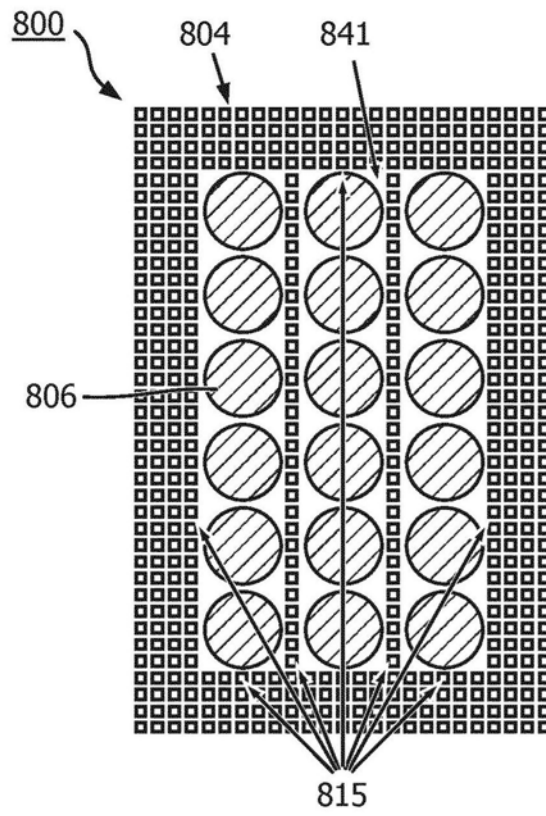


图8A

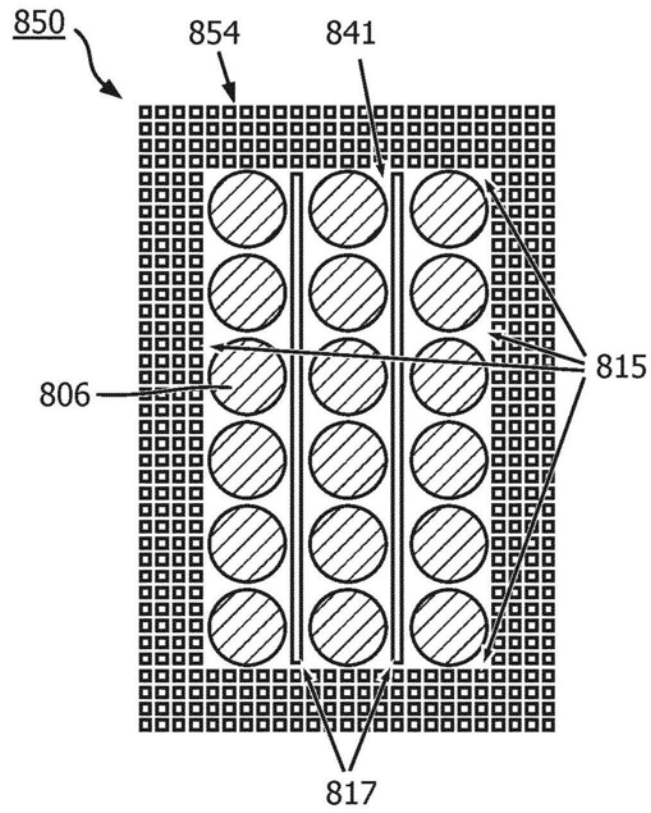


图8B

专利名称(译)	用于管腔内超声成像换能器的埋入式沟槽以及相关的设备、系统和方法		
公开(公告)号	CN110958916A	公开(公告)日	2020-04-03
申请号	CN201880049313.2	申请日	2018-06-26
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	R德克尔 VA亨内肯 M C 卢韦斯		
发明人	R·德克尔 V·A·亨内肯 M·C·卢韦斯 A·阿尔斯兰卡里西		
IPC分类号	B06B1/02 A61B8/12 A61B8/00 B06B1/06 H01L41/053		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/4488 A61B8/4494 B06B1/0292 B06B1/0633 H01L41/0533 A61B8/445 A61B8/56		
代理人(译)	刘兆君		
优先权	62/527143 2017-06-30 US 62/679134 2018-06-01 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种管腔内超声成像设备包括柔性细长构件，其被配置为被定位在患者的身体管腔内。所述柔性细长元件包括近侧部分和远侧部分。所述设备还包括设置在所述柔性细长构件的远侧部分处的超声成像组件。所述超声成像组件被配置为获得所述身体管腔的成像数据。所述超声成像组件包括换能器阵列，所述换能器阵列包括衬底、设置在所述衬底上方的氧化硅层以及设置在所述氧化硅层上的多行微机械超声换能器元件。所述多行微机械超声换能器元件中的两行由通过蚀刻形成在所述氧化硅层中的屏蔽而形成的沟槽隔开。还提供了相关联的设备、系统和方法。

