



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103964368 B

(45)授权公告日 2017.01.04

(21)申请号 201410034311.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.01.24

B81B 7/02(2006.01)

B81C 1/00(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103964368 A

审查员 冷林霞

(43)申请公布日 2014.08.06

(30)优先权数据

13/750941 2013.01.25 US

(73)专利权人 英飞凌科技股份有限公司

地址 德国瑙伊比贝尔格市坎茨昂1-12号

(72)发明人 A.德赫

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 王岳 胡莉莉

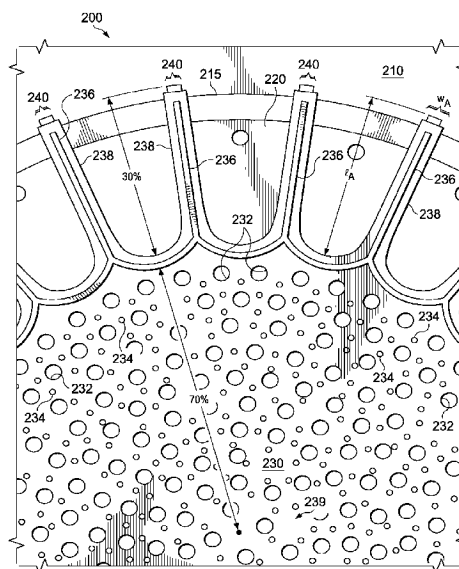
权利要求书1页 说明书9页 附图14页

(54)发明名称

MEMS器件和制造MEMS器件的方法

(57)摘要

本发明涉及MEMS器件和制造MEMS器件的方法。公开了具有刚性背板的MEMS器件和制作具有刚性背板的MEMS器件的方法。在一个实施例中，器件包括衬底和由衬底支撑的背板。背板包括细长的突起。



1. 一种器件,包括:  
衬底;以及  
由衬底支撑的背板,其中,背板包括细长的突起,其中背板还包括:  
中央区;以及  
连接到衬底的锚定桥,其中,细长的突起设置在锚定桥上,其中,两个相邻的锚定桥包括连续的细长的突起。
2. 根据权利要求1所述的器件,其中,每个锚定桥包括径向细长的突起。
3. 根据权利要求1所述的器件,其中,每个锚定桥包括短细长的突起和长细长的突起,短细长的突起仅设置在锚定桥上,长细长的突起连接到相邻的锚定桥。
4. 根据权利要求1所述的器件,其中,细长的突起设置在背板的具有最大应力集中的区域上。
5. 根据权利要求1所述的器件,其中,衬底包括边缘,并且其中,细长的突起覆盖边缘的一部分。
6. 根据权利要求1所述的器件,其中,背板还包括防粘凸块。
7. 根据权利要求1所述的器件,其中,所述器件是麦克风。
8. 一种MEMS结构,包括:  
由衬底支撑的可移动电极;以及  
由衬底支撑的对电极,其中,对电极包括细长的突起,其中,对电极包括多个锚定桥,锚定桥将对电极连接到衬底,并且其中,细长的突起设置在锚定桥中,其中,每个细长的突起连接相邻的锚定桥。
9. 根据权利要求8所述的MEMS结构,其中,对电极还包括防粘凸块。
10. 根据权利要求8所述的MEMS结构,其中,细长的突起中的至少一个连接相对的锚定桥。
11. 根据权利要求8所述的MEMS结构,其中,细长的突起设置在对电极的中央部分中。
12. 根据权利要求8所述的MEMS结构,其中,可移动电极是硅麦克风的薄膜,并且对电极是硅麦克风的背板。
13. 根据权利要求8所述的MEMS结构,其中,所述MEMS结构是麦克风。

## MEMS器件和制造MEMS器件的方法

### 技术领域

[0001] 本发明总体涉及用于制造微机电系统(MEMS)封装的系统和方法,并且在具体实施例中,涉及用于制造MEMS麦克风封装的系统和方法。

### 背景技术

[0002] 在过去数年中,对于更小电子形状因子和功耗连同提高的性能的期望已经驱使器件部件的集成。其中集成已发生的一个领域是MEMS器件的领域。更具体地,诸如像蜂窝电话、膝上型计算机以及平板计算机这样的电子器件中的麦克风以MEMS麦克风为主。

[0003] MEMS(微机电系统)麦克风包括设置在硅芯片中的压敏薄膜。MEMS麦克风有时与前置放大器一起集成到单个芯片中。MEMS麦克风还可以包括使其为数字MEMS麦克风的模数转换器(ADC)电路。

### 发明内容

[0004] 根据实施例,一种器件包括衬底和由衬底支撑的背板,其中,背板包括细长的突起。

[0005] 根据另一实施例,一种MEMS结构包括由衬底支撑的可移动电极和由衬底支撑的对电极,其中,对电极包括细长的突起。

[0006] 根据再另一实施例,一种用于制造MEMS结构的方法包括在衬底上形成牺牲层和在牺牲层中形成凹部,凹部包括第一类型的凹部和第二类型的凹部,第一类型的凹部不同于第二类型的凹部。该方法还包括:用导电材料填充第一和第二类型的凹部,移除衬底在导电材料下方的部分,以及移除牺牲层。

### 附图说明

[0007] 为了更完整地理解本发明及其优点,现在对结合附图进行的以下描述做出参考,其中:

[0008] 图1a和1b示出了可以包括本发明的实施例的麦克风器件;

[0009] 图2a示出了包括细长的突起的MEMS结构的背板的实施例的顶视图;

[0010] 图2b和2c示出了包括细长的突起的背板和薄膜的实施例的横截面视图;

[0011] 图3a-3c示出了具有细长的突起的背板的实施例的顶视图;

[0012] 图4a-4c示出了具有细长的突起的背板的实施例的顶视图;

[0013] 图5a和5b示出了具有细长的突起的背板的实施例的顶视图;

[0014] 图6a-6d示出了具有细长的突起的背板的实施例的顶视图;以及

[0015] 图7示出了用于制造MEMS结构的方法的实施例的流程图。

### 具体实施方式

[0016] 下面详细讨论目前优选的实施例的实现和使用。然而,应当意识到,本发明提供了

可以体现在广泛的各种特定环境中的许多可应用的发明概念。所讨论的特定实施例仅仅说明了实现和使用本发明的特定方式并且并不限制本发明的范围。

[0017] 将参照特定环境中的实施例,即传感器或麦克风来描述本发明。然而,本发明也可以应用于其他MEMS结构或换能器,诸如压力传感器、RF MEMS、加速计以及致动器。

[0018] 图1a示出了麦克风器件100的横截面视图。薄膜130和背板150形成沿着支撑结构140的静态或寄生电容(在图1a中用电容器符号示出)。为了降低静态电容,薄膜130和背板150可以仅部分重叠,如图1b中所示。麦克风器件100的背板150典型地是刚性的。在常规器件中,可以通过增加背板150的厚度并因此增加抗弯刚度来增加背板150的刚性。然而,随着增加背板150的刚度而来的问题是更厚的背板增加了穿孔洞的电阻(因为它们现在更厚)并因此增加了麦克风器件100的噪声。

[0019] 可替代地,可以通过增加背板150中应力层的拉伸应力来增加背板150的刚性。然而,随着增加拉伸应力而来的问题是其影响薄膜弹簧常数。此外,在两种情况中,应力被集中在其中背板连接到衬底110的锚定区中。锚定区典型地是其中在极端过载压力的情况下断裂开始的区域。

[0020] 本发明的实施例例如通过包括细长的突起来增加背板150的刚性。这样,可以获得具有硬背板和长可靠寿命的MEMS结构。这些实施例可以结合上面描述的技术来使用。

[0021] 本发明的实施例在例如如图1a和1b中示出的MEMS器件的背板中提供细长的突起。在各种实施例中,细长的突起被设置在锚定区中、处或周围。细长的突起可以放置在具有最大应力集中的区域处。细长的突起可以设置在面朝薄膜或背朝薄膜的背板上。

[0022] 优点在于细长的突起以与防粘凸块相同的工艺来制造。进一步的优点在于背板厚度的选择性增加使背板的抗弯刚度增加三次幂(例如,两倍的背板厚度添加八倍的抗弯刚度)。因此,背板的厚度不需要在整个背板表面上增加,而仅需在诸如锚定区的策略重要位置处增加。

[0023] 图2a示出了MEMS结构200的实施例的顶视图。MEMS结构200包括衬底210、薄膜220和背板230。衬底210包括边缘215,并且背板230在锚定区240中锚定或桥接到衬底210的边缘215。开口(或后腔或声音端口)设置在薄膜220和背板230下方的衬底210中(未示出)。

[0024] 薄膜220和背板230沿着它们的周界机械地连接到衬底210。薄膜220和背板230可以是圆形的或正方形的。可替代地,薄膜230和背板260可以包括任何几何的合适形式。

[0025] 衬底210可以包括块状单晶硅衬底(或在其上生长的或以其他方式形成在其中的层)、{110}硅、{100}硅、绝缘体上硅(SOI)或绝缘体上锗(GeOI)。在各种实施例中,衬底210可以包括全外延(blanket epitaxial)层。衬底210可以包括化合物半导体衬底,诸如铋化镉、砷化镉、磷化镉、氮化镓、砷化镓、铋化镓、碲化铅、硅锗、碳化硅或它们的组合或玻璃。

[0026] 可移动的电极或薄膜220可以包括导电材料,诸如多晶硅、掺杂多晶硅、金属或它们的组合。可替代地,薄膜220可以包括至少一个或多个附加的介电层。

[0027] 背板或对电极230可以包括导电材料,诸如多晶硅、掺杂多晶硅、金属或它们的组合。可替代地,背板230可以包括一个或多个附加的层。附加的层可以包括介电层,诸如氮化硅层、氮氧化硅层、氧化物层或聚合层。介电层可以被配置为提供拉伸应力。背板230被穿孔232以减小阻尼效应。薄膜220可以设置在背板230之下或之上。

[0028] 背板230包括防粘凸块234。防粘凸块234可以是具有突起部分的圆形、矩形或正方

形区。突起部分可以是中间尖端或中间点。

[0029] 背板230还包括细长的突起,诸如加劲脊、加劲线、加劲路线、加劲轨道和/或波纹线236。细长的突起236比防粘凸块234更长和/或更宽。细长的突起236设置在背板230的锚定指、锚定桥、附着区、锚定条或锚定辐条238上。可替代地,细长的突起仅或也设置在背板230的中央区239中。锚定指、锚定桥或附着区238可以包括背板230的半径的10%至40%,并且中央区239可以包括60%至90%。在一个具体实施例中,锚定指238包括背板230的半径的30%,并且中央区239包括半径的70%。

[0030] 锚定指238可以彼此相等地隔开并且可以包括相同的宽度 $w_A$ 和相同的长度 $l_A$ 。可替代地,锚定指238可以包括不同的宽度 $w_A$ 和不同的长度 $l_A$ ,并且可以彼此隔开不同的距离。

[0031] 在一个实施例中,细长的突起236在径向方向设置在背板230上。细长的突起236可以靠近背板230的周界地设置在背板230上,并且可以覆盖边缘区215和另一桥238。在一个实施例中,细长的突起236覆盖并通过背板230的中央点。

[0032] 图2a示出每锚定桥238的单个细长的突起236。细长的突起236可以包括锚定桥238的一半宽度。可替代地,细长的突起236可以包括其他宽度尺寸。细长的突起236可以通过中央区239的外围区彼此连接。

[0033] 图2b示出背板230和薄膜220的一部分的横截面视图的实施例。背板230包括防粘凸块234和细长的突起236(例如,加劲脊、加劲线、加劲路线或加劲轨道)。背板230包括介电层231。介电层231可以包括介电材料,诸如氮化硅、氮氧化硅、氧化硅或聚合物。介电层231可以被施加拉伸应力。背板230被穿孔以减小阻尼效应(未示出)。

[0034] 背板230还包括导电层233。导电层233可以包括掺杂或未掺杂的多晶硅层。导电层233可以包括另一掺杂或未掺杂的半导电层。

[0035] 在一些实施例中,导电层233可以包括金属层。金属层可以包括金属材料,诸如纯金属、合金和/或化合物。应当理解,任何纯金属可以包括痕量杂质。金属材料可以包括从由以下组成的组中选择的周期表元素中的一个或多个:Al(铝)、Cu(铜)和Au(金)。可以使用的可能金属材料的示例包括但不限于纯铝、铝合金、铝化合物、纯铜、铜合金、铜化合物、纯金、金合金以及金化合物。

[0036] 可替代地,导电层233可以包括另外的导电材料。

[0037] 导电层233可以设置在介电层231上。可替代地,介电层231可以设置在导电层233上。

[0038] 在一个实施例中,背板230包括夹层结构,例如,介电层231、导电层233以及介电层231的堆叠,或者导电层233、介电层231以及导电层233的堆叠。可替代地,背板230包括包含多个导电层233和多个介电层231的堆叠。

[0039] 在某些实施例中,背板的导电层233具有约1000nm至约2000nm的厚度 $d_C$ ,并且介电层231具有约100nm至约200nm的厚度 $d_D$ 。导电层233的厚度 $d_C$ 是介电层231的厚度 $d_D$ 的大约10倍。在具体实施例中,导电层233的厚度 $d_C$ 为约1500nm,并且介电层231的厚度 $d_D$ 为约140nm。背板230的顶表面230a对于防粘凸块234和细长的突起236基本上是平面的。例如,细长的突起236可以包括T形状。可以选择细长的突起236的宽度 $w_R$ 使得背板230的顶表面230a基本上是平面的。

[0040] 可以选择细长的突起236的宽度 $w_R$ 使得宽度 $w_R$ 小于或等于背板230的厚度的两倍。背板230的厚度可以是导电层233(例如,厚度 $d_C$ )和介电层231(例如,厚度 $d_D$ )的组合厚度。细长的突起236可以是诸如加劲脊的脊。

[0041] 细长的突起236的高度 $h_R$ 可以与导电层233和介电层231  $d_C$ 和 $d_D$ 的组合厚度相同。高度 $h_R$ 可以为约 $0.5\mu\text{m}$ 至约 $1.5\mu\text{m}$ 并且取决于下面的牺牲层中定义的预制结构。细长的突起236和防粘凸块234设置在背板230的面向薄膜220的侧。

[0042] 在一个或多个实施例中,例如如图2b中所示的,背板230的背侧231a在细长的突起236处可以基本上是平的。在一个或多个实施例中,在背板230的背侧231a中在细长的突起236处可以基本上没有凹部。

[0043] 在一个或多个实施例中,背板230的背侧231a在防粘凸块234处可以基本上是平的。在一个或多个实施例中,在背板230的背侧231a中在防粘凸块234处可以基本上没有凹部。在所示出的实施例中,细长的突起236可以包括T形状。

[0044] 图2c示出了背板230和薄膜220的一部分的进一步实施例的横截面视图。图2c示出了与图2b中相类似的背板230,但是其具有附加的细长的突起235。细长的突起235可以是波纹线。在所示出的实施例中,细长的突起235比细长的突起236和防粘凸块234更宽。在所示出的实施例中,细长的突起235包括在背板230的背侧表面230a中的凹部RES。表面230a的背侧中的凹部RES包括可以包括U形状。类似地,细长的突起235可以包括U形状。在一个或多个实施例中,细长的突起235的宽度 $w_{Co}$ 可以比背板的厚度(例如,导电层233和介电层231  $d_C$ 和 $d_D$ 的组合厚度)的两倍大。

[0045] 细长的突起235、236可以在沿着(例如,平行于)细长方向的方向提供背板230的增加的刚度。由此,它们可以使背板230在平行于细长方向的方向上更硬。在图2c中示出的实施例中,针对细长的突起235和细长的突起236中的每一个的细长方向垂直于页面。在一个或多个实施例中,可以使细长方向在作为背板230上的径向的方向行进。这例如在图2a中示出,锚定桥238上的细长的突起236在一方向行进(即,细长是在一方向上),该方向为背板上的径向。

[0046] 细长的突起235可以使背板230在垂直于细长方向的方向更柔韧。在一个或多个实施例中,细长方向可以平行于背板230的周界(例如,其可以包括圆形、正方形或星形配置)行进。细长的突起236可以被配置为将背板230从衬底以及从衬底/本体噪声(body noise)/振动解耦合。

[0047] 图3a示出了MEMS结构300的实施例的顶视图。背板330和薄膜(未示出)沿着它们的周界机械地连接到衬底310。薄膜和背板330可以包括圆形状、正方形形状的形式或星形状的形式。可替代地,薄膜和背板330可以包括任何几何的合适形式。

[0048] 薄膜和背板330可以经由锚定区连接到衬底310。衬底310还可以包括有源部件,诸如晶体管、二极管、电容器、放大器、滤波器或其他电气器件。衬底310可以包括集成电路(IC)。MEMS结构300可以是单独器件或者可以与IC一起集成到单个芯片中。

[0049] 薄膜和背板330包括导电材料。导电材料可以包括多晶硅材料,诸如掺杂的(或未掺杂的)多晶硅。导电材料可以包括金属材料。薄膜和背板可以包括材料的组合。薄膜和背板可以包括导电层与介电层的组合,介电层诸如氮化硅、氮氧化硅、氧化物(例如,氧化硅)或聚合层。介电层可以是拉伸应力层。背板330可以被穿孔以减小当在操作中时的阻尼效

应。

[0050] 背板330包括沿着背板330的周界336的切口(cutout)320。切口320形成将背板330连接到衬底310的锚定桥340。切口320与锚定桥340交替。切口320可以包括抛物线或抛物线状的形式。可替代地,切口320可以包括椭圆、椭圆状、圆形或圆形状的形式。

[0051] 图3b示出了锚定桥340的详细视图。细长的突起352仅设置在锚定桥340上。每锚定桥340有四个细长的突起352。可替代地,每锚定桥340有其他数量的细长的突起352。此外,细长的突起352包括小于锚定桥340的长度1A的一半的长度1R。可替代地,细长的突起352的长度1R可以与锚定桥340的长度1A一样大或者甚至更长。在其他实施例中,细长的突起352覆盖边缘区315和在薄膜与背板330下方的开口。细长的突起352可以是加劲脊、加劲线、加劲路线、加劲轨道或波纹线。

[0052] 图3c示出了设置在背板330的锚定桥340和中央区335的外围区337上的细长的突起352。每锚定桥340有四个细长的突起352,并且有两个细长的突起353来将锚定桥340与两个相邻的锚定桥340相连接。可替代地,每锚定桥340有其他数量的细长的突起352、353。此外,细长的突起352包括长度1R,其具有小于锚定桥340的长度1A的一半的长度。可替代地,细长的突起352的长度1R可以与锚定桥340的长度1A一样大或者甚至更长。在其他实施例中,细长的突起352覆盖边缘区315和在薄膜与背板330下方的开口。细长的突起352沿着连接相邻锚定桥340的切口320的周界设置。

[0053] 背板330还包括防粘凸块339和防阻尼开口338。防粘凸块339可以包括具有突起部分的圆形、矩形或正方形区。该突起部分可以是中间尖端或中间点。细长的突起352可以是加劲脊、加劲线、加劲路线、加劲轨道或波纹线。细长的突起352和防粘凸块339在背侧可以是平面的。防粘凸块239是细长的突起。

[0054] 图4a示出了MEMS结构400的实施例的顶视图。背板430和薄膜(未示出)沿着它们的周界436机械地连接到衬底410。薄膜和背板430可以包括圆形状或正方形形状的形式。可替代地,薄膜和背板430可以包括任何几何的合适形式。

[0055] 薄膜和背板430可以经由锚定区连接到衬底410。衬底410还可以包括有源部件,诸如晶体管、二极管、电容器、放大器、滤波器或其他电气器件。衬底410可以包括集成电路(IC)。MEMS结构400可以是单独器件或者可以与IC一起集成到单个芯片中。

[0056] 薄膜和/或背板430可以如关于图3a所描述那样包括导电材料层和介电层。

[0057] 背板430包括沿着背板430的周界436的大切口420和小切口425。切口420、425形成将背板430连接到衬底410的锚定桥440(锚定桥440是背板440的一部分)。切口420、425与锚定桥440交替。切口420、425可以包括抛物线或抛物线状的形式。可替代地,切口420、425可以包括椭圆、椭圆状、圆形或圆形状的形式。锚定桥440被分组成四个的组。可替代地,锚定桥440被分组成其他自然数的组。切口425在组内将单独锚定桥彼此分离,并且切口420将每个组彼此分离。

[0058] 图4b示出了设置在单个锚定桥440上的单个细长的突起452。细长的突起452包括与锚定桥440的长度1A近似相同的长度1R。可替代地,细长的突起452的长度1R介于锚定桥440的长度1A的一半与全部长度之间。在一个实施例中,细长的突起452覆盖边缘区415和在薄膜与背板430下方的开口。

[0059] 图4c示出了每锚定桥440有两个细长的突起452。每个细长的突起452覆盖背板430

的锚定桥440和中央区435的外围区437。在一个实施例中,细长的突起452设置在锚定桥440的整个长度1A上。在其他实施例中,细长的突起452覆盖边缘区415和在薄膜与背板430下方的开口。细长的突起452沿着连接相邻锚定桥440的切口425的周界设置。在四个的组的末端处的锚定桥440中的细长的突起452可以或不延伸到下一四个的组的下一锚定桥440。

[0060] 背板430还包括防粘凸块439和防阻尼开口438。防粘凸块439可以包括具有突起部分的圆形、矩形或正方形区。该突起部分可以是中间尖端或中间点。细长的突起452可以是加劲脊、加劲路线、加劲轨道或波纹线。细长的突起452和防粘凸块439在背板430的背侧可以是平面的。

[0061] 在一个实施例中,锚定桥440为约 $5\mu\text{m}$ 至约 $10\mu\text{m}$ 宽并且约 $100\mu\text{m}$ 长。切口425可以为约 $10\mu\text{m}$ 至约 $20\mu\text{m}$ 宽,背板430可以为约 $1\mu\text{m}$ 至约 $2\mu\text{m}$ 厚(例如,约 $1.64\mu\text{m}$ 厚),细长的突起452的宽度可以为背板430厚度的两倍(例如,约 $1\mu\text{m}$ 至约 $3\mu\text{m}$ ),并且细长的突起的高度可以为约 $1\mu\text{m}$ 至约 $2\mu\text{m}$ 。

[0062] 图5a示出了MEMS结构500的实施例的顶视图。背板530和薄膜(未示出)沿着它们的周界536机械地连接到衬底510。薄膜和/或背板530可以包括圆形状、正方形形状的形式或星形状的形式。可替代地,薄膜和背板530可以包括任何几何的合适形式。

[0063] 薄膜和背板530可以经由锚定区连接到衬底510。衬底510还可以包括有源部件,诸如晶体管、二极管、电容器、放大器、滤波器或其他电气器件。衬底510可以包括集成电路(IC)。MEMS结构500可以是单独器件或者可以与IC一起集成到单个芯片中。

[0064] 薄膜和/或背板530可以如关于图3a所描述那样包括导电材料层和介电层。

[0065] 背板530包括沿着背板530的周界536的大切口520和小切口525。切口520、525形成将背板530连接到衬底510的锚定桥540(锚定桥540是背板530的一部分)。切口520、525与锚定桥540交替。小切口525可以包括抛物线或抛物线状的形式。可替代地,小切口525可以包括椭圆、椭圆状、圆形或圆形状的形式。大切口520可以包括矩形或矩形状的形式。可替代地,大切口520可以包括抛物线、抛物线状、椭圆、椭圆状、圆形或圆形状的形式。

[0066] 锚定桥540被分成两(2)个的组和单独锚定桥540。可替代地,所述组可以包括任何其他自然数的锚定桥540,并且单独锚定桥540可以包括多个锚定桥540。切口525在组内将单独锚定桥彼此分离,并且切口520将组与单独桥540相分离。

[0067] 图5b示出了每锚定桥540的两个细长的突起552。每个细长的突起552覆盖背板530的锚定桥540、中央区的外围区537。在一个实施例中,细长的突起552设置在锚定桥540的整个长度1A上。在其他实施例中,细长的突起552覆盖边缘区515和在薄膜与背板530下方的开口。细长的突起552沿着连接相邻锚定桥540的切口520、525的周界设置。

[0068] 背板530还包括防粘凸块539和防阻尼开口538。防粘凸块539可以包括具有突起部分的圆形、矩形或正方形区。该突起部分可以是中间尖端或中间点。细长的突起552可以是加劲脊、加劲线、加劲路线、加劲轨道或波纹线。细长的突起552和防粘凸块539在背板530的背侧可以是平面的。除了介于约 $20\mu\text{m}$ 至约 $60\mu\text{m}$ 之间宽的大切口之外,细长的突起、切口和锚定桥的尺寸可以包括与之前相同的尺寸。

[0069] 图6a示出了MEMS结构600的实施例的顶视图。背板630和薄膜(未示出)沿着它们的周界636机械地连接到衬底610。薄膜和/或背板630可以包括圆形状、正方形形状的形式或星形状的形式。可替代地,薄膜和背板630可以包括任何几何的合适形式。



[0070] 薄膜和背板630可以经由锚定区连接到衬底610。衬底610还可以包括有源部件,诸如晶体管、二极管、电容器、放大器、滤波器或其他电气器件。衬底610可以包括集成电路(IC)。MEMS结构600可以是单独器件或者可以与IC一起集成到单个芯片中。

[0071] 背板630和/或薄膜可以如关于图3a所描述那样包括导电材料层和介电层。

[0072] 背板630包括沿着背板630的周界636的大切口620和小切口425。切口620、625形成将背板630连接到衬底610的锚定桥640(锚定桥640是背板640的一部分)。切口620、625与锚定桥640交替。切口620、625可以包括矩形或矩形状和/或抛物线或抛物线状的形式。可替代地,切口620、625可以包括椭圆、椭圆状、圆形或圆形状的形式。锚定桥640被分组成四(4)个的组。可替代地,锚定桥640被分组成其他自然数的组。切口625在组内将单独锚定桥彼此分离,并且切口620将每个组彼此分离。在各种实施例中,切口620、625可以包括相同尺寸。

[0073] 图6b示出了每锚定桥640的两个细长的突起652。每个细长的突起652覆盖背板630的锚定桥640、中央区的外围区637。在一个实施例中,细长的突起652设置在锚定桥640的整个长度1A上。在其他实施例中,细长的突起652覆盖诸如边缘区615的锚定桥640的一部分和在薄膜与背板630下方的开口的一部分。细长的突起652沿着连接相邻锚定桥640的切口625的周界设置。在四个的组的末端处的锚定桥640中的细长的突起652可以或不延伸到下一四个的组的下一锚定桥640。

[0074] 图6c示出了每锚定桥640的两个细长的突起652。每个细长的突起652覆盖背板630的锚定桥640、中央区的外围区637。在一个实施例中,细长的突起652设置在锚定桥640的整个长度1A上。在其他实施例中,细长的突起652仅覆盖诸如边缘区615的锚定桥640的一部分和在薄膜与背板630下方的开口的一部分。细长的突起652沿着连接相邻锚定桥640的切口620的周界设置。

[0075] 图6b-6d示出了朝背板630的中央延伸的细长的突起653-655。例如,图6c的细长的突起654、655从锚定桥640延伸到如图6d中所示的背板630的中央660,并且图6b的细长的突起653从切口620的中央延伸到背板630的中央660。在一个实施例中,仅诸如图6c中所示的成对的细长的突起654、655与背板630的中央660交叉。在替代的实施例中,仅诸如图6d中所示的单个细长的突起653与背板630的中央660交叉。

[0076] 在各种实施例中,锚定桥上的不连接相邻锚定桥640的细长的突起652朝背板的中央延伸。在其他实施例中,各种配置的细长的突起652-655可以与背板630的中央660交叉。

[0077] 背板630还包括防粘凸块639和防阻尼开口638,例如如图6d中所示。防粘凸块639可以包括具有突起部分的圆形、矩形或正方形区。该突起部分可以是中间尖端或中间点。细长的突起652-655可以包括加劲脊、加劲线、加劲路线、加劲轨道或波纹线。细长的突起652-655和防粘凸块639在背板630的背侧可以是平面的。除了介于约20 $\mu\text{m}$ 至约60 $\mu\text{m}$ 之间宽的大切口之外,细长的突起、切口和锚定桥的尺寸可以包括与之前实施例中的描述相同的尺寸。

[0078] 图7示出了制造MEMS结构的方法700的实施例。在步骤710中,在衬底上形成牺牲层。衬底可以包括块状单晶硅衬底(或在其上生长的或以其他方式形成在其中的层)、{110}硅的层、{100}硅的层、绝缘体上硅(SOI)或绝缘体上锗(GeOI)。在各种实施例中,衬底可以包括全外延层。衬底可以包括化合物半导体衬底,诸如铋化铟、砷化铟、磷化铟、氮化镓、砷化镓、铋化镓、碲化铅、硅锗、碳化硅或它们的组合或玻璃。

[0079] 牺牲层包括介电材料。例如,牺牲层可以是诸如氧化硅的氧化物、诸如氮化硅的氮

化物、另一隔离材料或它们的组合。在一个具体示例中,牺牲层是正硅酸乙酯(TEOS)。

[0080] 在步骤720中,在牺牲层中形成开口/凹部。凹部可以包括第一类型的凹部(例如,诸如防粘凸块的小凹部)和第二类型的凹部(例如,诸如加劲脊的大凹部)。在可选实施例中,凹部还可以包括第三类型的凹部(例如,诸如波纹线的最大凹部)。这些凹部可以包括相同的深度。例如,这些凹部的深度可以为300nm至3000nm。可替代地,这些凹部的深度对于每种类型的开口是不同的。第一类型的凹部可以是圆形、椭圆或矩形孔。第二类型的凹部可以包括沟槽线。第一类型的凹部包括约300nm至约1500nm的宽度,并且第二类型的凹部包括约1500nm至约3000nm的宽度。可以选择第二类型的凹部的宽度使得背板的顶表面基本上是平面的。

[0081] 用定向蚀刻在牺牲层中形成凹部。应用干法蚀刻或湿法蚀刻工艺。在一个具体示例中,用RIE来蚀刻开口。凹部可以装衬有保形涂敷的另外牺牲层以在开口的上边沿处生成圆角。

[0082] 在可选步骤730中,凹部装衬有介电层。介电层可以包括介电材料,诸如氮化硅、氮氧化硅、氧化硅或聚合物。介电层可以被配置为提供拉伸应力。介电层可以保形覆盖凹部的底表面和侧壁以及牺牲层的顶表面。介电层不完全填充凹部。

[0083] 在步骤740中,在介电层上(否则在牺牲层上)形成导电层。导电层可以是诸如多晶硅、原位掺杂(in-situ doped)多晶硅的硅层,或者以其他方式掺杂或未掺杂的半导体层。可替代地,导电层可以是金属层。导电层可以包括多个层。导电层和可选介电层形成背板。在一个实施例中,重复介电层和导电层的形成以形成层堆叠。

[0084] 导电层填充开口并覆盖介电层。导电层在小开口和中等尺寸开口上可以基本上是平面的。导电层可以在大尺寸开口的背侧上形成凹部。

[0085] 在一个实施例中,导电层包括约1000nm至约2000nm的厚度,并且介电层包括约100nm至约200nm的厚度。导电层的厚度约是介电层的厚度的10倍。在具体实施例中,导电层的厚度为约1600nm,并且介电层的厚度为约140nm。背板的顶表面对于第一和第二类型的凹部基本上是平面的。第二类型的凹部的高度取决于在步骤720中形成的蚀刻进入牺牲层中的深度,并且为约0.5 $\mu\text{m}$ 至约2 $\mu\text{m}$ 。

[0086] 在步骤750中,移除背板下方的衬底。可以应用Bosch<sup>TM</sup>蚀刻工艺来移除衬底。Bosch<sup>TM</sup>蚀刻工艺可以包括重复以下步骤:1)对衬底(晶片)进行诸如干法蚀刻的各向同性蚀刻,2)在衬底(晶片)和由第一蚀刻步骤形成的沟槽的底表面和侧壁上沉积聚合物膜,以及3)在衬底(晶片)和沟槽的底表面上但是不沿着侧壁打开聚合物膜使得可以再次应用步骤1)。

[0087] 在步骤760中,用定向蚀刻对背板(导电层和可选的介电层)进行穿孔。牺牲层是蚀刻停止层。

[0088] 在步骤770中,移除背板下方的牺牲层。防粘凸块可以由第一类型的凹部形成,并且细长的突起可以由第二类型的凹部形成。可以应用各向同性蚀刻工艺来通过背板中的穿孔来移除牺牲层。通过移除牺牲层来释放薄膜。可以通过以下方式来形成锚定区:控制各向同性蚀刻的定时;或者跨锚定区提供诸如光致抗蚀剂或钝化氮化物的覆盖物来避免在该位置处的底切(undercutting)。

[0089] 尽管已经详细描述了本发明及其优点,但是应当理解,在不偏离如所附权利要求

限定的本发明的精神和范围的情况下,可以在本文中做出各种改变、替换和变更。

[0090] 此外,并不意图将本申请的范围限制于在说明书中所描述的过程、机器、制造、物质构成、装置、方法和步骤的具体实施例。本领域普通技术人员根据本发明的公开将容易意识到,根据本发明可以利用目前已有或将随后开发的执行与本文描述的对应实施例基本上相同的功能或者获得与本文描述的对应实施例基本上相同的结果的过程、机器、制造、物质构成、装置、方法或步骤。因此,所附权利要求意图将此类过程、机器、制造、物质构成、装置、方法或步骤包括在它们的范围内。

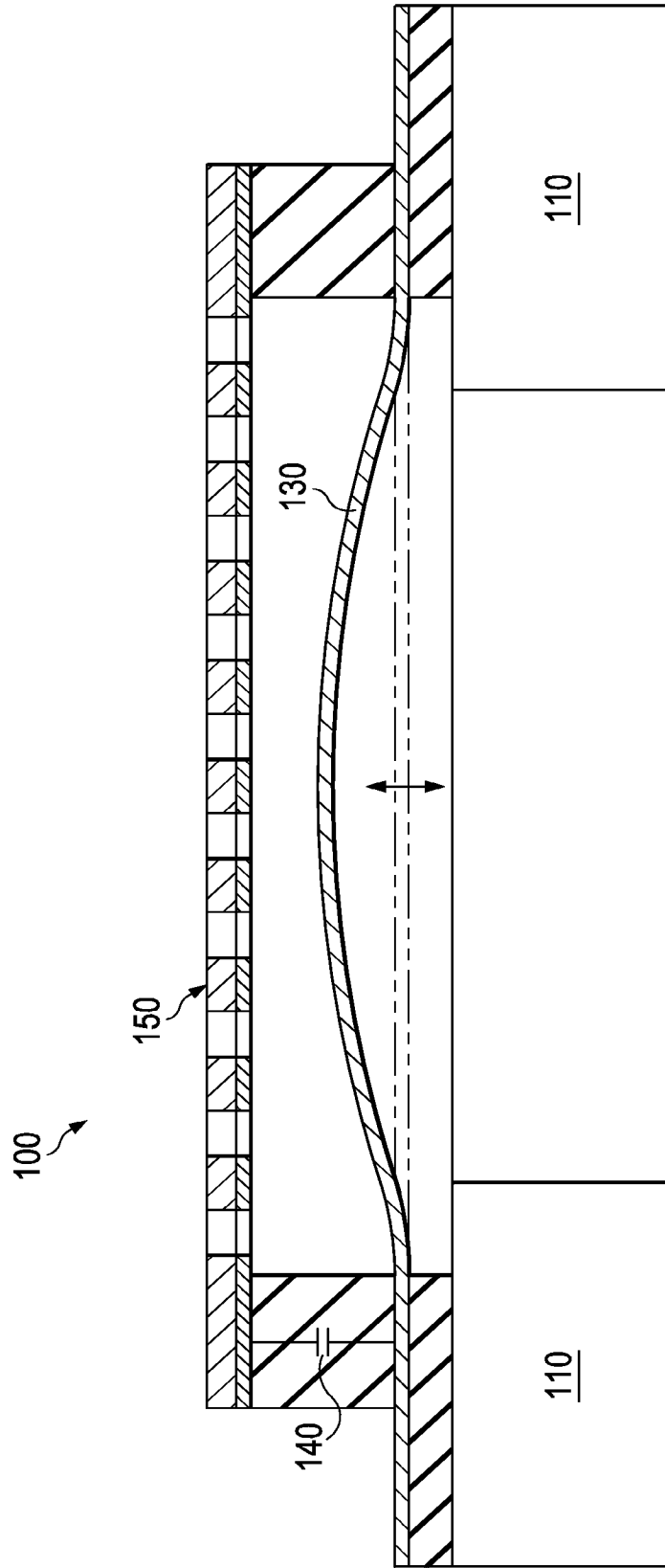


图 1a

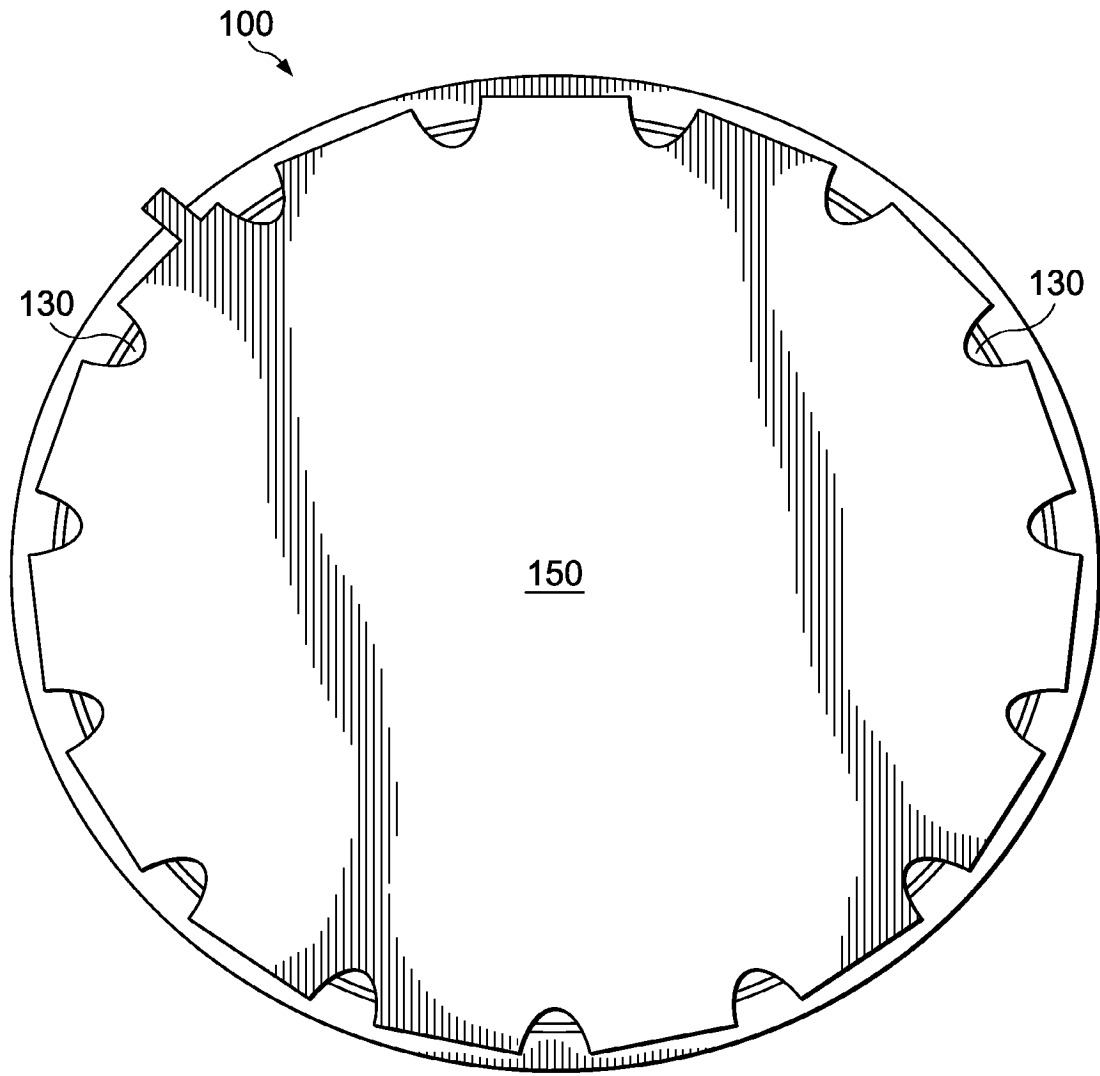


图 1b

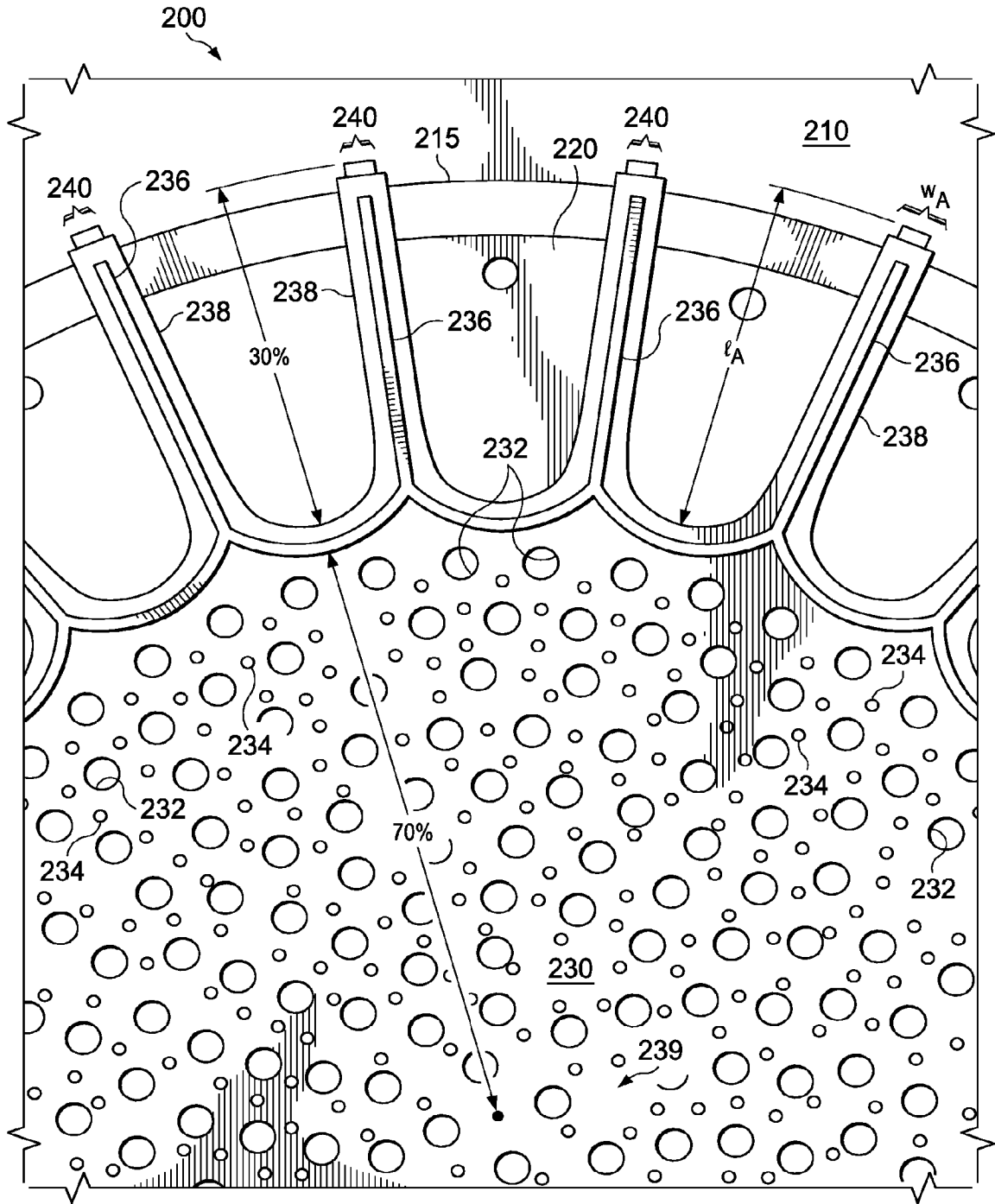


图 2a

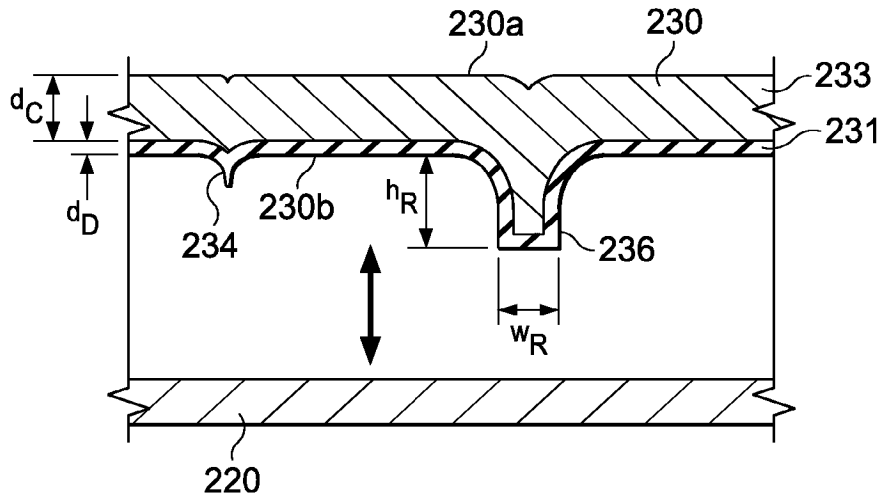


图 2b

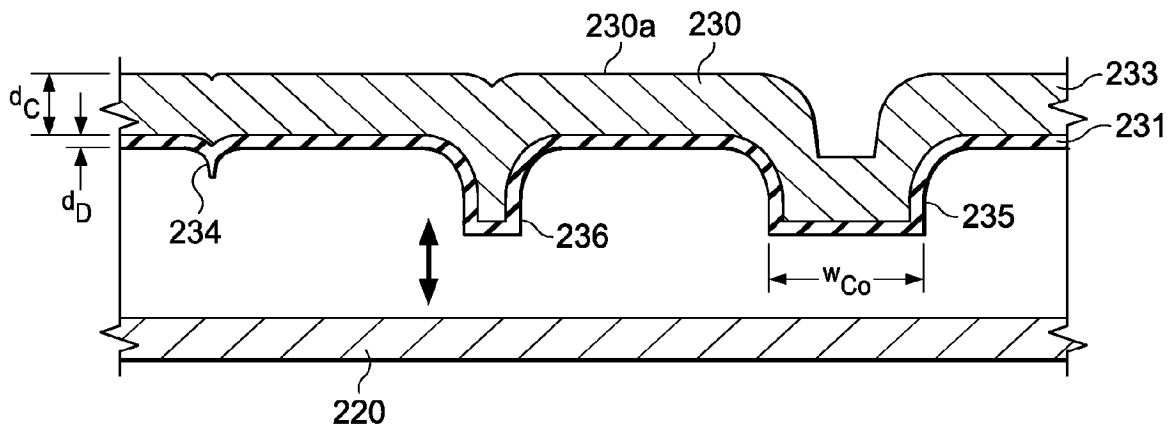


图 2c

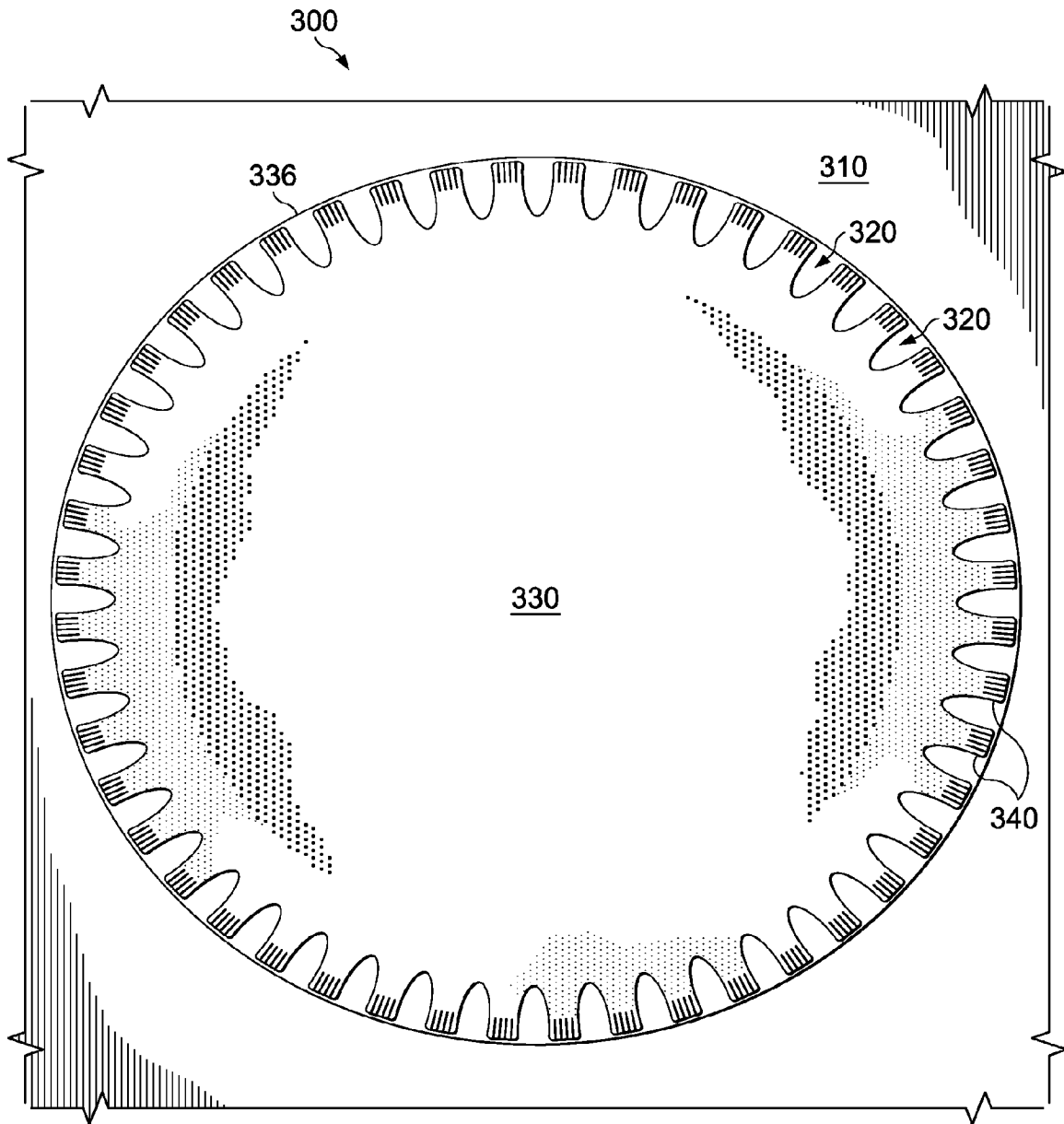


图 3a



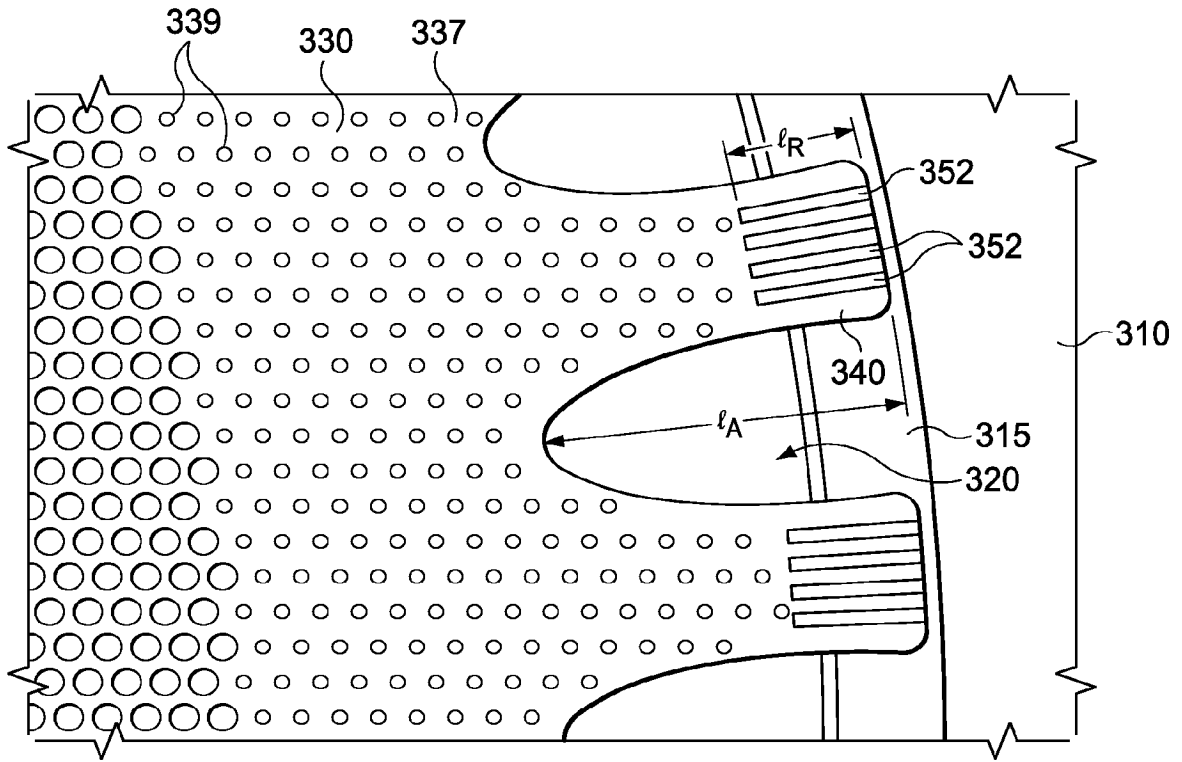


图 3b

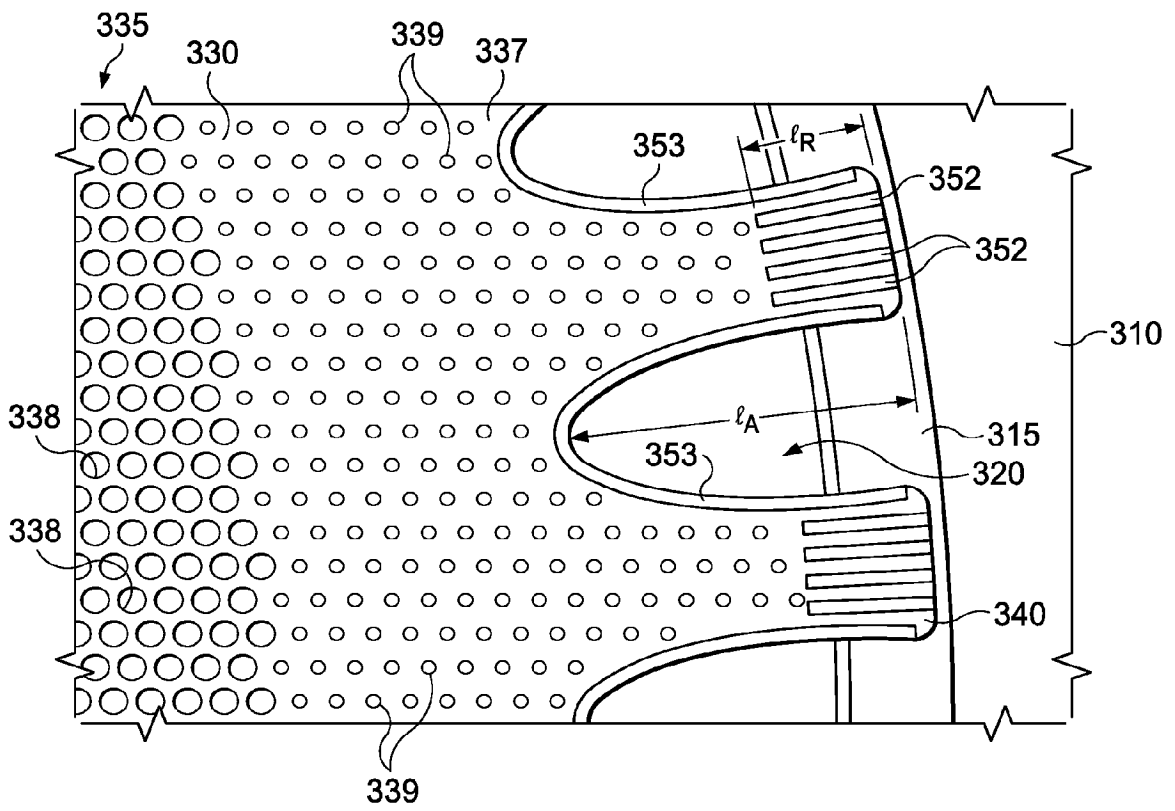


图 3c

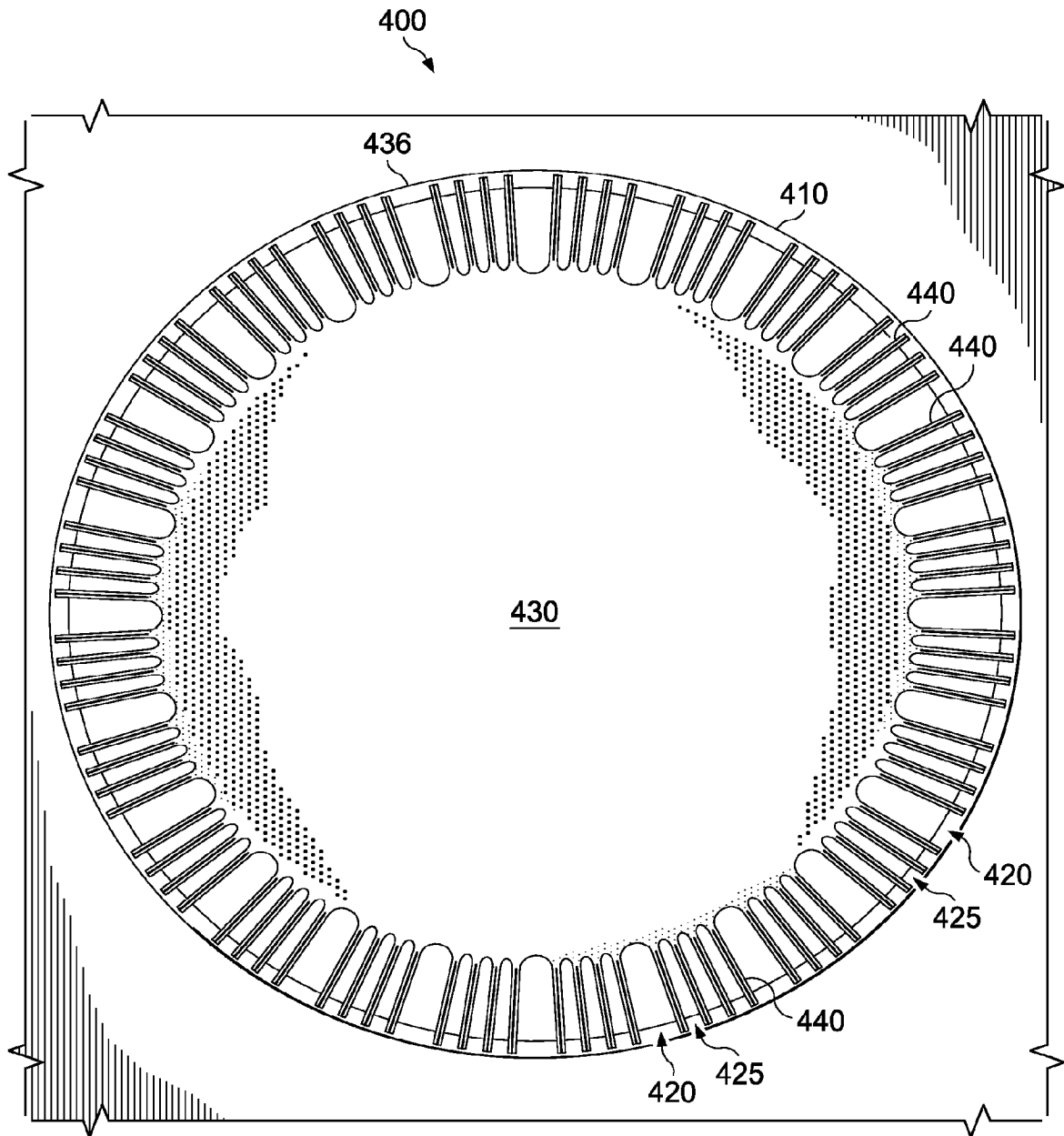


图 4a

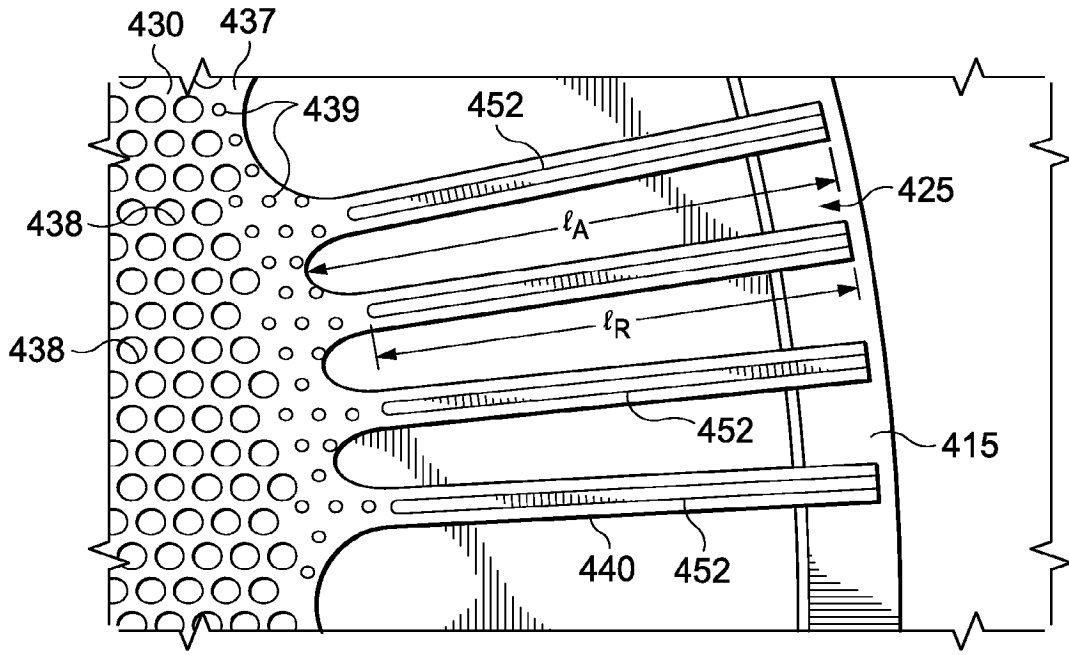


图 4b

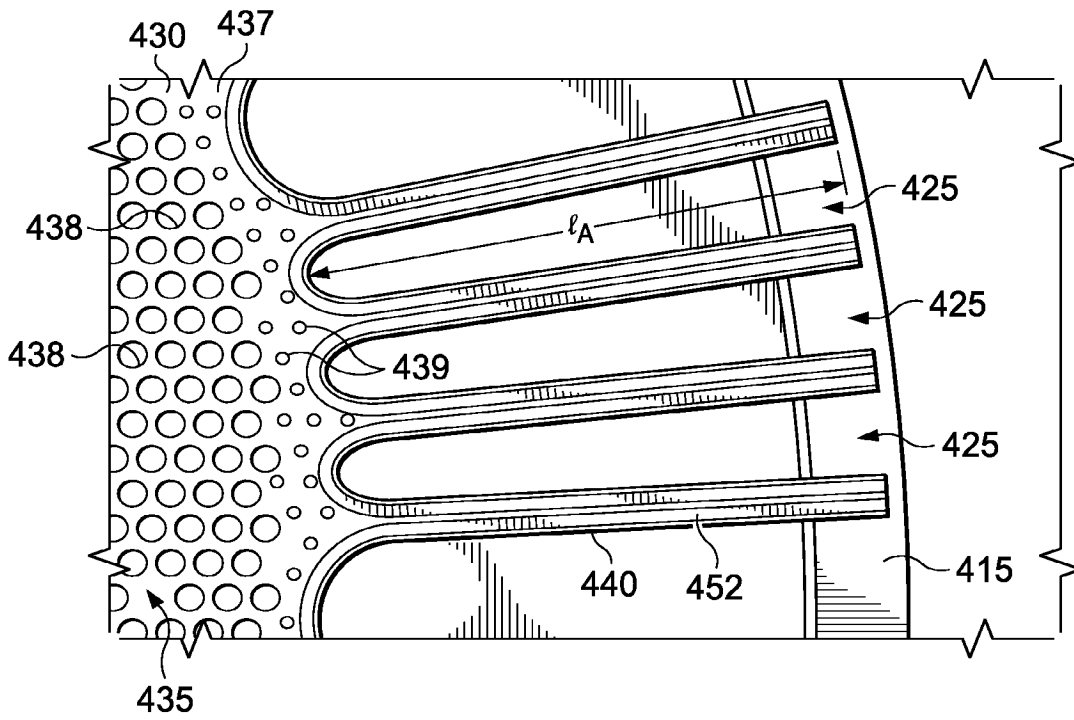


图 4c

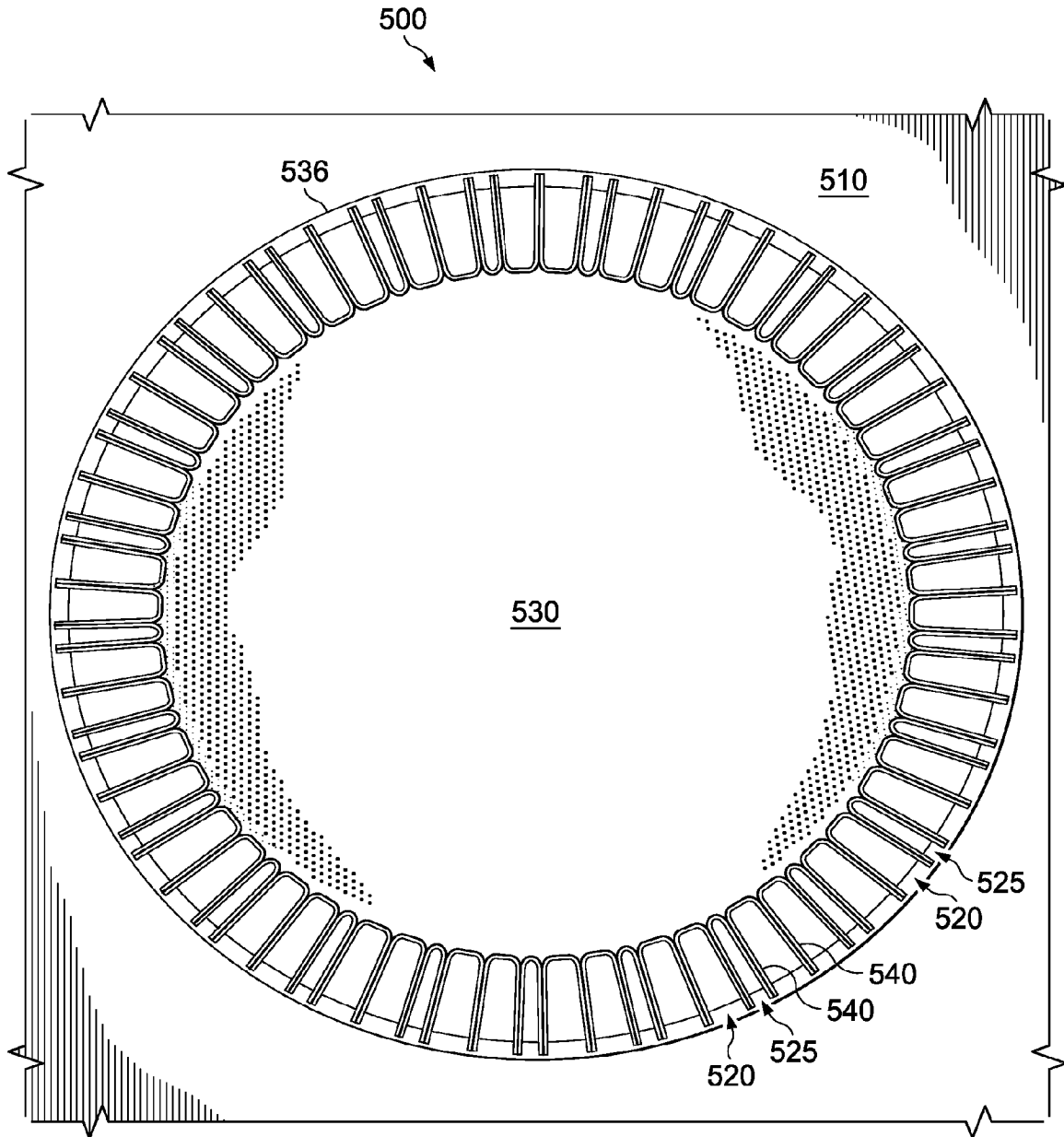


图 5a

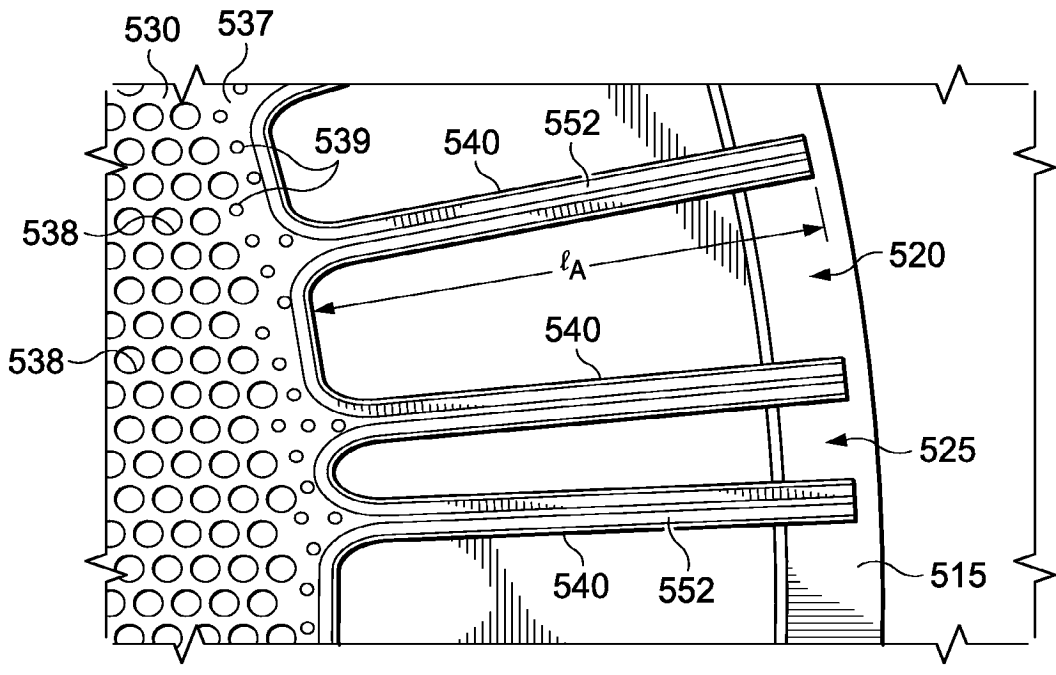


图 5b

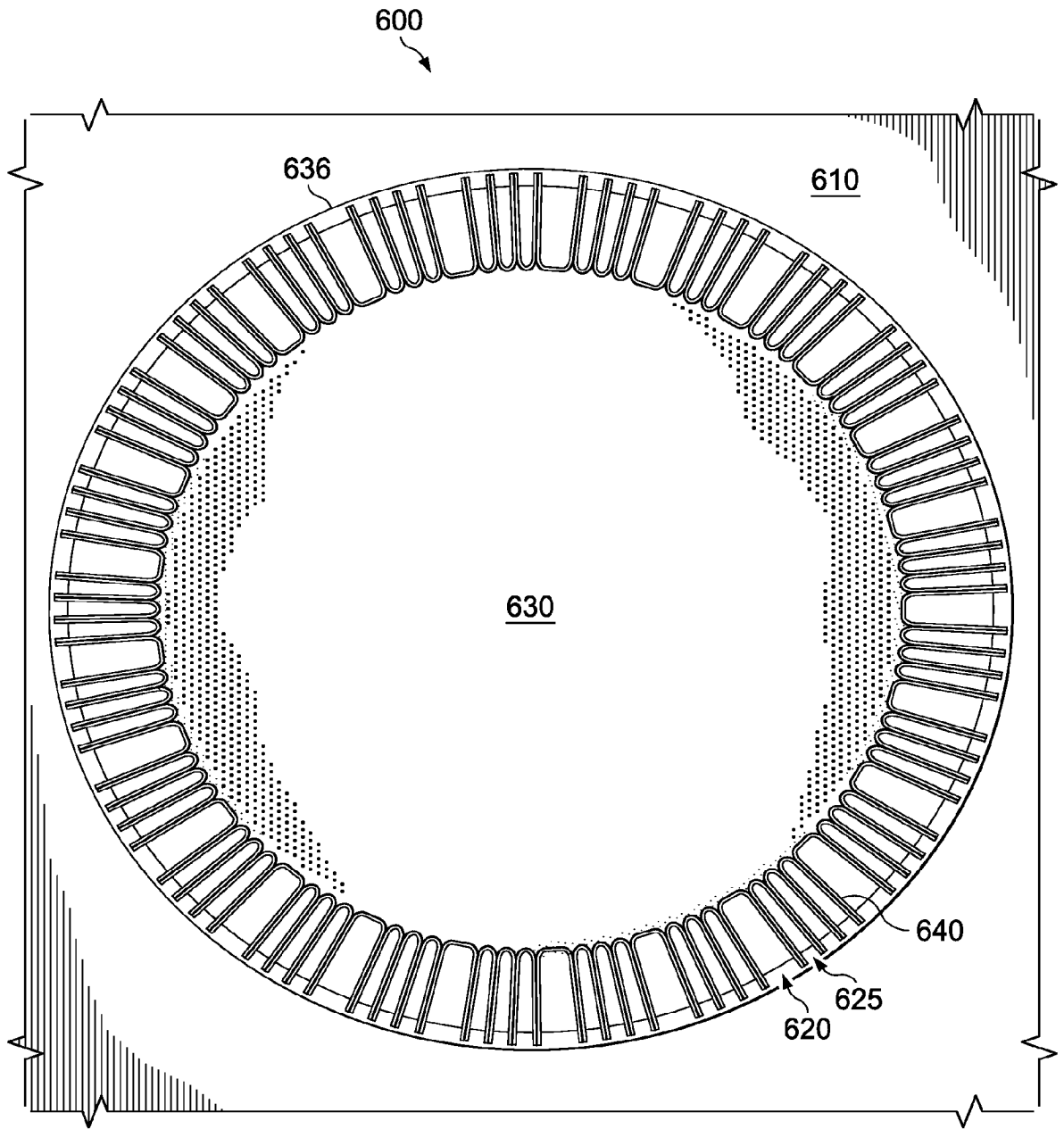


图 6a

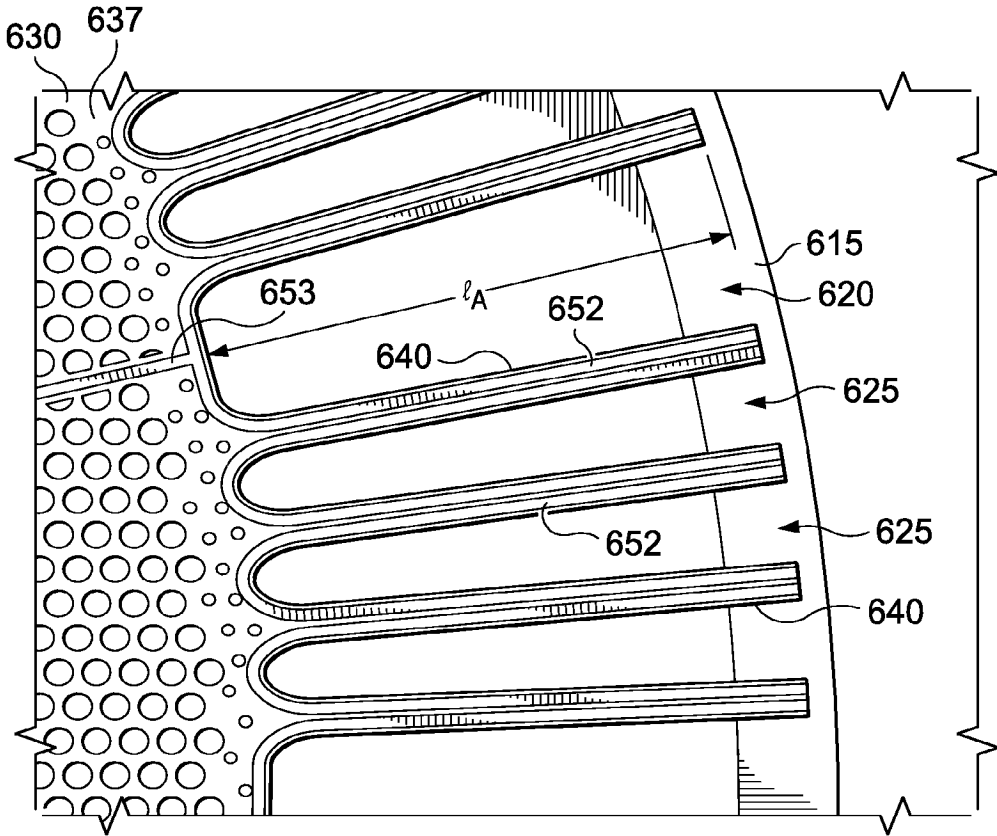


图 6b

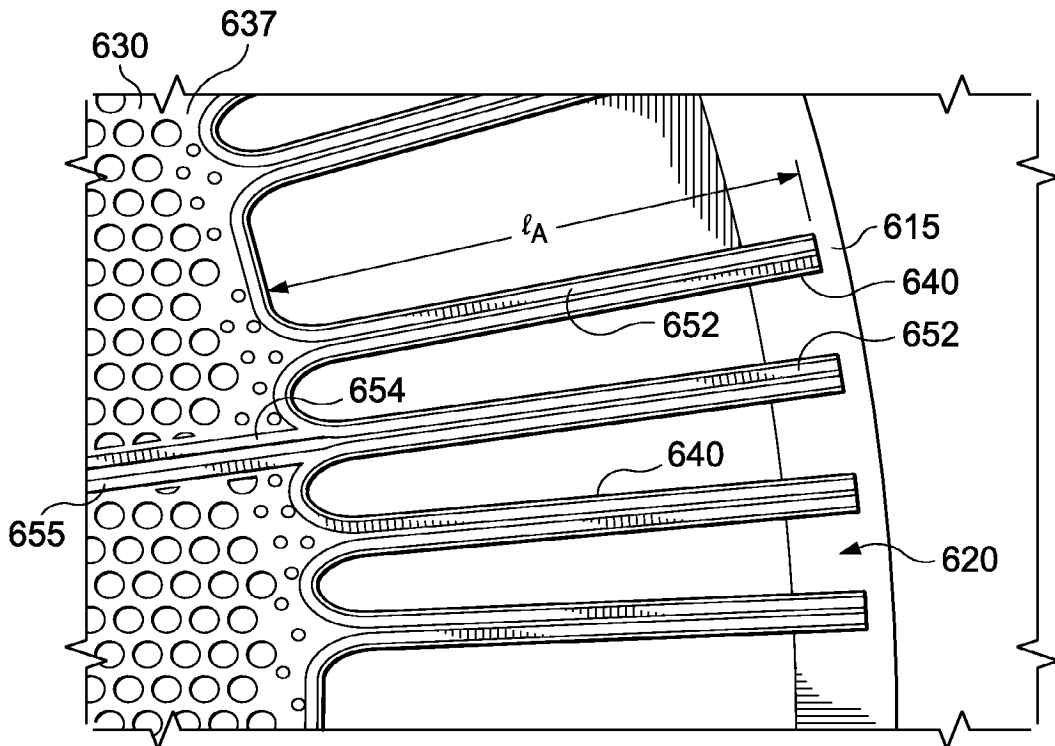


图 6c

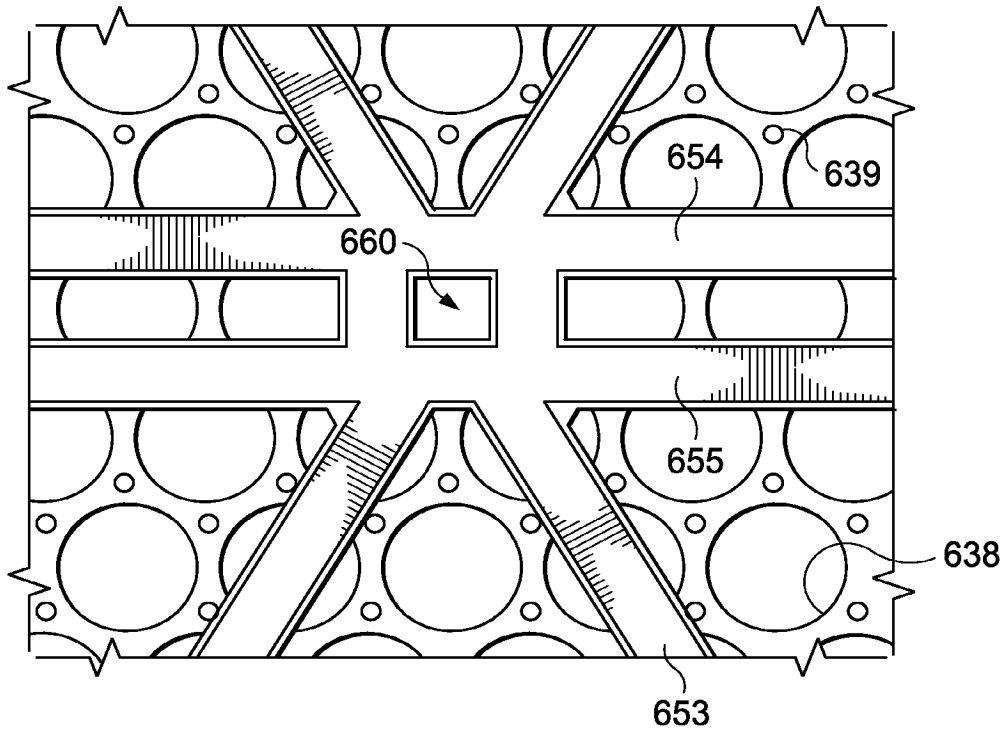


图 6d



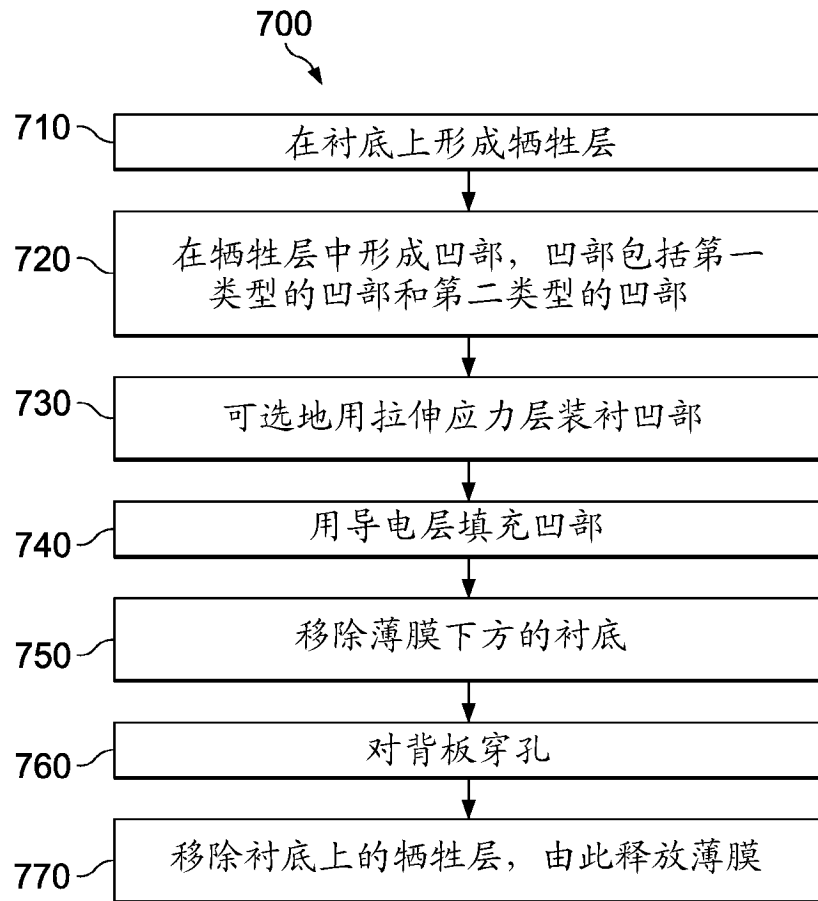


图 7