(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115298032 A
(43)申请公布日 2022.11.04

(21)申请号 202180021207.5

(22)申请日 2021.04.27

(30)优先权数据
2006182.6 2020.04.27 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.09.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2021/051012 2021.04.27

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/219987 EN 2021.11.04

(71)申请人 赛尔科技有限公司
地址 英国剑桥郡

(72)发明人 迈克尔•沃尔什 阿林•里斯泰亚 科林•布鲁克 詹姆斯•凯 彼得•波尔特里克 尼古拉斯•杰克逊 约翰•泰特姆 M•沃森 爱德华•伯顿 詹姆斯•阿诺德 瑞恩•麦考密克 乔纳森•巴克

(74)专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262
专利代理师 王红英 杨明钊

(51)Int.Cl.
B41J 2/14(2006.01)
B41J 2/16(2006.01)

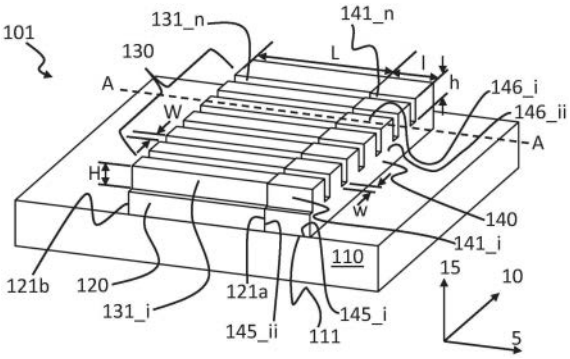
权利要求书3页 说明书19页 附图17页

(54)发明名称

用于液滴喷射头的致动器组件及其制造方法

(57)摘要

一种用于液滴喷射头的致动器组件;其中,所述致动器组件包括基板和固定地附接到所述基板的一个或更多个压电材料条;其中,所述一个或更多个压电材料条包括一个或更多个压电材料层,以及流体室阵列,该流体室阵列限定在所述一个或更多个压电材料条内并在阵列方向上延伸;其中,所述致动器组件还包括一个或更多个盖部件;其中,所述盖部件或每个盖部件在所述阵列方向上延伸,并固定地附接到所述压电材料条中的一个的侧面和/或所述基板的至少一部分中的至少一者;并且其中,所述一个或更多个盖部件包括多个开口,以便能够通过所述开口将流体供应到所述流体室中的选定的流体室。还提供了制造用于液滴喷射头的致动器组件的相关方法。



CN 115298032 A

1.一种用于液滴喷射头的致动器组件，

其中，所述致动器组件包括基板和固定地附接到所述基板的一个或更多个压电材料条；

其中，所述一个或更多个压电材料条包括：

一个或更多个压电材料层，以及

流体室阵列，所述流体室阵列限定在所述一个或更多个压电材料条内并在阵列方向上延伸；

其中，所述致动器组件还包括一个或更多个盖部件；

其中，所述盖部件或每个盖部件在所述阵列方向上延伸，并固定地附接到所述压电材料条中的一个的侧面和/或所述基板的至少一部分中的至少一者；并且

其中，所述一个或更多个盖部件包括多个开口，以便能够通过所述开口将流体供应到所述流体室中的选定的流体室。

2.根据权利要求1所述的致动器组件，还包括电轨迹和连接部。

3.根据权利要求2所述的致动器组件，其中，所述电轨迹和所述连接部的至少一部分位于所述基板和所述一个或更多个盖部件之间和/或位于所述一个或更多个压电材料条和所述一个或更多个盖部件之间。

4.根据权利要求2或权利要求3所述的致动器组件，还包括一个或更多个涂层，其中，所述涂层至少部分地位于所述基板和所述一个或更多个盖部件之间和/或位于所述一个或更多个压电材料条和所述一个或更多个盖部件之间，以便保护所述电轨迹和所述连接部。

5.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，还包括位于所述一个或更多个压电材料条的每一侧上的相应的盖部件，并且其中，每个所述盖部件包括多个开口。

6.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，其中，所述流体室和所述多个开口在所述阵列方向上具有宽度，并且其中，所述开口的宽度小于或等于所述流体室的宽度。

7.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，其中，所述流体室在与所述阵列方向成角度的流体室延伸方向上是长形的，并且其中，所述开口在所述流体室延伸方向上的长度小于或等于所述流体室的长度。

8.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，其中，所述流体室和所述多个开口在流体室高度方向上具有高度，并且其中，所述开口的高度小于或等于所述流体室的高度。

9.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，其中，所述流体室和所述多个开口在所述阵列方向上具有截面面积，并且其中，所述开口的截面面积小于或等于所述流体室的截面面积。

10.根据权利要求2所述的或根据从属于权利要求2的权利要求3至9中任一项所述的致动器组件，其中，在所述一个或更多个压电材料条的每一侧上的所述盖部件中的所述开口具有相同的长度和/或相同的宽度和/或相同的高度和/或相同的截面面积。

11.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，其中，所述盖部件包括在所述阵列的实质部分上的用于每隔一个的流体室的至少一个开口。

12.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，其中，所述盖部件包括在所述阵列的实质部分上的用于每个流体室的至少一个开口。

13.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，其中，在所述流体室阵列中存在主区

域，并且在所述流体室阵列的任一端或两端处存在缓冲区域，其中，在所述缓冲区域中的所述开口和/或所述流体室不同于在所述主区域中的所述开口和/或所述流体室。

14.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，还包括一个或更多个端口，其中，所述开口的宽度随着与所述一个或更多个端口的距离的增加而增加。

15.根据前述任一权利要求所述的致动器组件，其中，所述盖部件包括一个或更多个外部面，并且其中，所述外部面中的至少一个包括塑形轮廓。

16.根据权利要求15所述的致动器组件，其中，所述塑形轮廓包括阶梯形轮廓或倒角或凹形轮廓或凸形轮廓。

17.一种制造用于液滴喷射头的致动器组件的方法，其中，所述方法包括以下步骤：

将一个或更多个压电材料条固定地附接到基板；

在所述一个或更多个压电材料条中形成一个或更多个流体室阵列；

形成与所述一个或更多个压电材料条以及所述基板适形的板片，其中，所述板片包括一个或更多个部分；

将所述板片的至少一部分固定地附接到所述基板，并且将所述板片的至少一部分固定地附接到所述一个或更多个压电材料条；

从所述板片移除材料，并由此形成一个或更多个盖部件，所述盖部件固定地附接到所述压电材料条中的一个的面和所述基板的至少一部分；和

在所述盖部件中选择性地形成多个开口，以便使流体能够通过所述开口被供应到所述流体室中的选定的流体室。

18.一种制造用于液滴喷射头的致动器组件的方法，其中，所述方法包括以下步骤：

将一个或更多个压电材料条固定地附接到基板；

在所述一个或更多个压电材料条中形成一个或更多个流体室阵列；

在所述基板和所述一个或更多个压电材料条的至少一部分上形成塑形件；

从所述塑形件移除材料，并由此形成一个或更多个盖部件，所述盖部件固定地附接到所述压电材料条中的一个的面和/或固定地附接到所述基板的至少一部分；和

在所述盖部件中选择性地形成多个开口，以便使流体能够通过所述开口被供应到所述流体室中的选定的流体室。

19.根据权利要求17或权利要求18所述的方法，还包括在所述流体室中的选定的流体室的部分/全部中形成填料。

20.根据权利要求17至19中任一项所述的方法，还包括在所述一个或更多个压电材料条的每一侧形成相应的盖部件。

21.根据权利要求17至20中任一项所述的方法，其中，形成所述多个开口包括选择性地形成开口，选择性地形成的所述开口在所述阵列方向上的宽度小于或等于所述流体室的宽度，

和/或其中，所述流体室在与所述阵列方向成角度的流体室延伸方向上是长形的，并且其中，所述开口在所述流体室延伸方向上的长度被控制为小于或等于所述流体室的长度，

和/或其中，所述开口的高度被控制为小于或等于所述流体室的高度，

和/或其中，所述开口的截面面积被控制为小于或等于所述流体室的截面面积。

22.根据权利要求17至21中任一项所述的方法，其中，形成所述多个开口包括每个盖部

件形成的开口比存在的流体室少。

23.根据权利要求17至22中任一项所述的方法，其中，形成所述多个开口包括在所述流体室阵列的实质部分上为每隔一个的流体室的每个盖部件形成至少一个开口。

24.根据权利要求17至23中任一项所述的方法，其中，选择性地形成所述多个开口包括在所述流体室阵列的实质部分上形成用于每个流体室的每个盖部件的至少一个开口。

25.根据权利要求17至24中任一项所述的方法，其中在所述盖部件中选择性地形成所述多个开口包括根据所需的致动器组件的类型选择开口的数量和/或所述开口的宽度和/或长度和/或高度和/或截面面积。

26.根据权利要求25所述的方法，其中，所形成的致动器组件具有：

交替线路有源设计，其通过在基本上全部的所述流体室阵列上选择性地为每隔一个的流体室形成至少一个开口来实现；和/或

限制器设计，其通过选择性地形成开口来实现，其中，在基本上全部的所述流体室阵列上，所述开口的宽度小于所述流体室的宽度和/或所述开口的高度小于所述流体室的高度和/或所述开口的截面面积小于所述流体室的截面面积。

27.根据权利要求17至26中任一项所述的方法，其中，所述方法包括为每个开口形成多个子开口。

28.根据权利要求17至27中任一项所述的方法，还包括对所述盖部件的一个或多于一个外表面塑形。

29.根据权利要求17至28中任一项所述的方法，还包括形成电轨迹和连接部。

30.一种液滴喷射头，其包括一个或更多个根据权利要求1至16中任一项所述的致动器组件，并根据权利要求17至29中任一项所述的方法制造。

用于液滴喷射头的致动器组件及其制造方法

[0001] 本公开涉及一种用于液滴喷射头的致动器组件和制造该致动器组件的方法。致动器组件可以特别适用于按需滴喷的喷墨打印头，或者更一般地适用于液滴喷射装置，且具体地适用于包括一个或更多个致动器组件的液滴喷射装置。致动器组件提供流体室阵列，每个流体室具有压电致动器元件和喷嘴，压电致动器元件可操作以响应于电信号致使流体液滴通过喷嘴在喷射方向上释放。

[0002] 背景

[0003] 无论是在例如喷墨打印的更传统的应用中，还是在3D打印或其它快速成型技术中，现在液滴喷射头都得到广泛使用。因此，流体，例如墨，可以具有新的化学属性，以粘附到新的基板上并增加沉积材料的功能。已经开发出能够在工业应用中使用的液滴喷射头，例如，用于直接打印到例如瓷砖或纺织品的基板上，或者形成用于平板电视的例如LCD或OLED显示器中的滤色器的元件。这种使用液滴喷射头的工业打印技术允许短期生产、产品定制以及甚至定制设计的打印。因此，应当理解，液滴喷射头持续发展和专业化，以便适应新的和/或越来越具有挑战性的应用。然而，尽管在液滴喷射头领域已经取得了许多进展，但是仍然存在改进的空间。

[0004] 近年来，人们越来越感兴趣于更高频率的打印和/或使用水性或导电墨和流体的打印。对于灵活的设计也有更多的兴趣，使得可以基于基本致动器组件结构的变体产生具有不同功能的不同类型的液滴喷射头。这种灵活性有利于生产的响应性和库存要求，并因此节约成本。然而，到目前为止，已经证明很难制造一种灵活的液滴喷射头结构，在这种结构中，可以简单而容易地产生处理不同类型流体或性能需求的变体。

[0005] 概述

[0006] 本发明允许迅速定制单个部件或有限数量的部件，以便产生打印头变体从而应对不同的市场和客户需求，例如以更高的频率工作，或与水性或导电墨一起工作。

[0007] 本发明的方面在所附的独立权利要求中阐述，而本发明的特定实施方式的细节在所附的从属权利要求中阐述。

[0008] 根据本公开的第一方面，提供了一种用于液滴喷射头的致动器组件；其中，所述致动器组件包括基板和固定地附接到所述基板的一个或更多个压电材料条；其中，所述一个或更多个压电材料条包括一个或更多个压电材料层，以及流体室阵列，该流体室阵列限定在所述一个或更多个压电材料条内并在阵列方向上延伸；其中，所述致动器组件还包括一个或更多个盖部件；其中，所述盖部件或每个盖部件在所述阵列方向上延伸，并固定地附接到所述压电材料条中的一个的侧面和/或所述基板的至少一部分中的至少一者；并且其中，所述一个或更多个盖部件包括多个开口，以便能够通过所述开口将流体供应到所述流体室中的选定的流体室。

[0009] 根据某些实施方式，开口提供了ALA(交替线路有源)设计。

[0010] 根据某些其它实施方式，提供了一种设计，其中，开口提供了流动限制器。

[0011] 根据某些其它实施方式，提供了一种设计，其中，开口提供了ALA设计和流动限制器两者。

[0012] 根据某些其它实施方式，提供了一种设计，其中，流体室阵列包括主区域，并且还包括位于流体室阵列的任一端或两端处的缓冲区域，其中，在一个或多于一个缓冲区域中的开口和/或流体室不同于在主区域中的开口和/或流体室。

[0013] 根据本公开的第二方面，提供了一种制造用于液滴喷射头的致动器组件的方法，其中，所述方法包括以下步骤：

[0014] 将一个或更多个压电材料条固定地附接到基板；

[0015] 在所述一个或更多个压电材料条中形成一个或更多个流体室阵列；

[0016] 形成与所述一个或更多个压电材料条以及所述基板适形的板片，其中，所述板片包括一个或更多个部分；

[0017] 将所述板片的至少一部分固定地附接到所述基板，并且将所述板片的至少一部分固定地附接到所述一个或更多个压电材料条；

[0018] 从所述板片移除材料，并由此形成一个或更多个盖部件，该盖部件固定地附接到所述压电材料条中的一个的面和所述基板的至少一部分；并且

[0019] 在所述盖部件中选择性地形成多个开口，以便使流体能够通过所述开口被供应到所述流体室中的选定的流体室。

[0020] 根据本公开的第三方面，提供了一种制造用于液滴喷射头的致动器组件的方法，其中，所述方法包括以下步骤：

[0021] 将一个或更多个压电材料条固定地附接到基板；

[0022] 在所述一个或更多个压电材料条中形成一个或更多个流体室阵列；

[0023] 在所述基板和所述一个或更多个压电材料条的至少一部分上形成塑形件；

[0024] 从所述塑形件移除材料，并由此形成一个或更多个盖部件，该盖部件固定地附接到所述压电材料条中的一个的面和/或固定地附接到所述基板的至少一部分；并且

[0025] 在所述盖部件中选择性地形成多个开口，以便使流体能够通过所述开口被供应到所述流体室中的选定的流体室。

[0026] 根据本公开的第四方面，提供了一种液滴喷射头，该液滴喷射头包括根据本公开的第一方面的致动器组件，并根据本公开的第二或第三方面制造。

[0027] 附图简述

[0028] 图1描绘了根据一个实施方式的致动器组件，该致动器组件包括在压电材料条的一侧的盖部件，其中，盖部件包括比流体室窄的开口；

[0029] 图2a是如图1所示的流体室和开口的详细视图；

[0030] 图2b是与图2a类似的流体室和开口的详细视图，但其中流体室包括涂层；

[0031] 图2c是图1的致动器组件的一部分沿A-A的截面图；

[0032] 图2d是与图2c相对应的截面图，但处于致动器组件生产的稍后时间点；

[0033] 图3描绘了根据图1的致动器组件，还包括端口和边界部段，并指示当安装在液滴喷射头中时通过致动器组件的流体路径；

[0034] 图4示出了液滴喷射头的一部分，该液滴喷射头包括根据图3的致动器组件并且还包括覆盖板片；

[0035] 图5示出了根据另一实施方式的致动器组件，该致动器组件包括在压电材料条的一侧上的盖部件，其中，盖部件包括比流体室浅的开口；

[0036] 图6描绘了根据另一实施方式的致动器组件，该致动器组件包括在压电材料条的两侧上的盖部件，其中，所述盖部件包括比流体室窄的开口；

[0037] 图7描绘了根据另一实施方式的致动器组件，该致动器组件包括在压电材料条的每一侧上的相应盖部件，其中，盖部件提供用于交替的流体室的开口；

[0038] 图8描绘了根据另一实施方式的致动器组件，其中盖部件中的开口包括每个流体室的多个子开口；

[0039] 图9a描绘了在附接盖部件之前包括两个压电材料条的致动器组件；

[0040] 图9b和图9c示出了图9a的致动器组件的细节，在每个压电材料条的两侧附接了盖部件；

[0041] 图9d描绘了图9b和图9c的致动器组件的变体，其中盖部件具有另外的塑形；

[0042] 图10a描绘了根据另一布置的致动器组件，其中盖部件包括分层构建的材料；

[0043] 图10b描绘了图10a的致动器组件的流体室的截面，详细说明了材料层；

[0044] 图10c描绘了类似于图10b的流体室的截面，但其中盖部件包括在流体室内的柱；

[0045] 图10d描绘了类似于图10b的流体室的截面，但其中盖部件包括填充流体室的填料；

[0046] 图11a是示出了致动器组件的制造步骤的流程图；

[0047] 图11b是描绘了致动器组件制造步骤的另一流程图；

[0048] 图12a描绘了根据图10a-图10d的实施方式的致动器组件的制造中的过程步骤；

[0049] 图12b描绘了图12a的过程步骤的进一步过程步骤，其中对两个压电材料条形成倒角以赋予梯形轮廓，并且在压电材料条中形成流体室阵列；

[0050] 图12c描绘了用于附接到图12b的致动器组件的板片；

[0051] 图12d描绘了附接到图12b的致动器组件的图12c的板片；

[0052] 图12e描绘了图12d的致动器组件的截面；

[0053] 图12f描绘了图12e的致动器组件的截面，其中材料从板片移除以在压电材料条的两侧形成盖部件；

[0054] 图12g描绘了图12f的致动器组件的另一截面，其中在盖部件中形成倒角；

[0055] 图13a是示出了致动器组件的另一制造方法中的步骤的流程图；和

[0056] 图13b是图13a描绘的致动器组件的制造步骤的另一流程图。

[0057] 应该注意，附图不是按比例绘制的，并且某些特征可能以扩大的尺寸示出，以便这些特征更清晰可见。

[0058] 附图的详细描述

[0059] 现在将参考附图描述实施方式及其各种实现方式。贯穿以下描述，在适当的地方，对于相同的元件使用相同的附图标记。

[0060] 图1描绘了根据一个实施方式的致动器组件101，该致动器组件包括到压电条120的一侧的盖部件140。更详细地，图1描绘了用于液滴喷射头的致动器组件101；其中致动器组件101包括基板110和固定地附接到基板110的压电材料条120，或者多个这样的压电材料条。应当理解的是，在本文描述的这个实施方式和所有实施方式中，该压电材料条120或每个压电材料条120可以包括单个压电材料层或多于一个的压电材料层；例如，它可以包括层压结构，层压结构包括固定地附接在一起的压电材料层。可以利用任何合适的方法将这些

压电材料层固定在一起。基板材料110也可以由压电材料制成，或者替代地可以使用任何其它合适的材料。

[0061] 压电材料条120还包括流体室阵列130，流体室阵列130限定在压电材料条120内并在阵列方向10上延伸。流体室阵列130包括多个流体室131。流体室(131_i-131_n)在阵列方向10上从流体室阵列130的相应第一纵向端并排延伸到流体室阵列130的相应相对的第二纵向端；所述阵列方向10大体上垂直于流体室高度方向15。每个流体室131在与阵列方向10成一定角度的流体室延伸方向5上是长形的，并且每个流体室131在压电材料条120中形成开放通道(在流体室高度方向15上开放且在流体室延伸方向5的每一端开放)。为了使流体室131的内部几何形状能够更容易地示出，第一流体室(131_i)在图1中以移除一侧的方式示出(并且在图3-8中也类似地示出)。

[0062] 在该实现方式中，阵列方向10垂直于流体室延伸方向5，但应当理解的是，这绝不是必要的，并且在其它实现方式中，压电材料条120可以以不是90°的角度对准在基板110上。流体室131并排延伸，使得它们在阵列方向10上彼此平行；这样的布置可以允许流体室131的紧密封装，但这绝不是必要的，并且可以设想其它布置。流体室131具有在流体室延伸方向5上的长度L、在阵列方向10上的宽度W、在流体室高度方向15上的高度H，以及截面面积Ac＝H*W(参见图2a)。

[0063] 进一步考虑图1，可以看出致动器组件101还包括至少一个盖部件140，该盖部件在阵列方向10上延伸，邻近压电材料条120。该盖部件140或每个盖部件140固定地附接到压电材料条120的侧面121a和/或基板110的至少一部分111中的至少一者。应当理解的是，在一些布置中，该盖部件或每个盖部件可以像图1的布置那样固定地附接，其中，盖部件140包括两个内部面145_i、145_ii，它们分别固定地附接到部分111和侧面121a。盖部件140可以由与压电材料条120相同的材料制成，但这绝不是必要的，以及可以使用其它材料。

[0064] 该盖部件140或每个盖部件140还包括多个开口141(141_i-141_n)，以便能够通过开口141将流体供应到流体室131中的选定的流体室。对于第一流体室131_i，对应的第一开口141_i被示出为一侧被移除，从而开口141_i的内部可见。在该实现方式中，致动器组件101包括每个压电材料条120的用于每个流体室131的至少一个开口141。因此，在该实现方式中，在使用中，流体可以流入并通过开口141，然后通过流体室131。从图1中可以看出，并且详细地从图2a中可以看出，图2a示出了流体室131和开口141的一部分，在该实现方式中，开口141在流体室高度方向15上具有与流体室131的高度H相同的高度h，但在阵列方向10上比它们窄。同样可以如图1所示，开口141在流体室延伸方向5上比流体室131短。因此，开口141具有高度h，其中h＝H，宽度w，其中w<W，以及长度l，其中l<L；并且具有截面面积Ao＝h*w，其中Ao<Ac。

[0065] 图2a和2b描绘了流体室131的一部分和开口141的一部分，例如图1的那些。图2c和2d描绘了在致动器组件101的构造的不同阶段，沿着例如图1所示的位置A-A处的典型截面的压电材料条120和基板110的一部分。如图2b所详述的，流体室131可以包括沉积在它们的一些内表面或全部内表面上的一个或更多个层c1-cn(例如，图2b的层c1和c2)，例如一个或更多个金属层，以使压电材料能够致动；以及一个或多于一个保护性涂层，以防止例如墨的流体对一个或多于一个金属层造成损伤(例如腐蚀)和/或使电子器件钝化。因此，致动器组件101包括电轨迹(electrical track)和连接部。如图2c所示，应当理解的是，一个或多于

一个金属层(在该实例中为单层c1,但这不是限制性的)可以在基板110和压电材料条120的外表面上延伸。

[0066] 可以使用任何合适的方法,例如无电镀或金属溅镀/金属蒸镀,在致动器组件101的一些外表面或所有外表面上,例如在基板110和一个或多于一个压电材料条120上,将这个层或这些层沉积为连续层,每次建立一个层。然后可以使用切割或其它移除技术来移除该金属层中的或该一些金属层中的一些,以便形成电隔离的电轨迹和连接部。然后,一个或多于一个盖部件140可以固定地附接到压电材料条120和基板110,使得电轨迹和连接部中的至少一部分位于基板和盖部件之间和/或压电材料条和盖部件之间。附加保护层可以在与一个或多于一个盖部件140附接之前沉积在一个或多于一个金属层的顶部,从而致动器组件101进一步包括一个或更多个涂层c,其中所述涂层c至少部分地位于基板110和盖部件140之间和/或压电材料条120和盖部件140之间,以便保护电轨迹和连接部。可以在稍后阶段使用研磨或其它移除技术来移除一个或多于一个层c1-cn的一部分,并且如果需要的话移除盖部件140的顶部中的一些,如图2d中对于单层c1所示的。在这种布置中,盖部件140和将其连结到基板110和/或压电材料条120的附接装置可以为电轨迹和连接部提供附加的物理保护和电隔离。

[0067] 还可以理解的是,在一些实现方式(未示出)中,任何一个或多于一个金属层和/或一个或多于一个涂层或钝化层c1、c2…cn中的一些或全部可以在已经形成流体室131和开口141两者之后的某个点沉积,使得流体室131和开口141两者在它们的一些或全部内表面和基板110上包括一个或多于一个层,并且压电材料条120和一个或多于一个盖部件140在它们的一些或全部外表面上包括一个或多于一个层。此外,某一层或一些层c可以仅提供给流体室131,而压电材料条120和一些层c_两者(未示出)可以提供给流体室131和开口141两者,并且还可能提供给一个或多于一个盖部件140,这取决于在制造过程中它们是何时提供的以及通过什么方法提供的。在这些情况下,应当理解的是,流体室131的截面面积Ac和/或开口141的截面面积Ao将被设置在其上的任何一个或多于一个层减小,并且当考虑流体室131和开口141各自的截面面积Ac和Ao之间的关系时(参见图2b),重要的是流体可以通过的最终开放的截面面积。应当理解的是,在存在这样的金属层和保护层c和/或c_两者的情况下,本文提到的流体室131的宽度W和高度H(以及当开口还包括涂层时开口141的宽度w和高度h)是开放的截面面积Ac(=H*W)和Ao(=h*w)的宽度W、w和高度H、h。

[0068] 图3描绘了根据图1的致动器组件101,其还包括入口端口211、入口歧管通道201、出口歧管通道202和出口端口212。从图3可以看出,致动器组件包括在基板110的两侧上的边界部段230,使得致动器组件101包括邻近压电材料条120的一个或更多个歧管通道201、202,其中所述一个或更多个歧管通道201、202中的每一个流体连接到相应的端口211、212,并且在这种布置中,在它们的外缘上由边界部段230定界。然而,应当理解的是,这种构造绝不是必需的,并且可以设想形成歧管通道201、202的其它布置和方式,以便向流体室阵列130供应流体。此外,应当理解的是,在存在多个压电材料条120的情况下,使得液滴喷射头包括多个流体室阵列130,则边界230可以在其中包含开口,以允许流体在相邻的歧管通道之间流动,从而在相邻的压电材料条120之间流动。替代地,可以设想邻近的压电材料条120共享歧管通道的构造。在一些实现方式中,边界230可以位于致动器组件101的外部边界上,或者位于致动器组件101内的选定位置上,这是视情况而定的,例如,如果需要分离入口歧

管通道201和出口歧管通道202，和/或为致动器组件提供额外的结构完整性。

[0069] 现在转到图4，它描绘了液滴喷射头20的一部分，该液滴喷射头包括图3的致动器组件101(它已经倒置)，并且还包括固定地附接到其上的喷嘴板片220。喷嘴板片220用于在流体室高度方向15上流体密封流体室阵列130(在该视图中很大程度上不可见)、开口141、歧管通道201、202和边界部段230。喷嘴221可以形成在喷嘴板片220中，使得每个流体室131还包括一个或更多个喷嘴221。

[0070] 应当理解的是，图4是通过液滴喷射头20的截面，并且边界部段230可以形成为沿阵列方向10在歧管通道201、202的纵向端部处密封歧管通道201、202，或者，替代地，液滴喷射头20可以包括在阵列方向10上流体密封歧管通道201、202的端部的其它部件。因此，当致动器组件101被组装成液滴喷射头20时，流体室131在一端处经由开口141与入口歧管通道201流体连接，并且在另一端处流体室131与出口歧管通道202流体连接。在该实现方式中，入口歧管通道201与入口(未示出)经由入口端口211及其它流体路径(也未示出)流体连接，并且出口歧管通道202与出口(未示出)经由出口端口212及其它流体路径(也未示出)流体连接。

[0071] 在使用图4的布置时，存在从入口端口211进入并沿着入口歧管通道201，进入并穿过每个开口141然后进入并穿过流体室阵列130中的每个流体室131，从流体室流出并进入并沿着出口歧管通道202，然后进入出口端口212的流体流动(通常这种布置被称为通流设计)。在替代的布置中，致动器组件101可以组装成液滴喷射头20，液滴喷射头20可以布置成以重力模式供应；在这种布置中，两个端口211和212作为入口端口工作，并且应当理解的是，因此两个歧管通道202、202作为入口歧管通道工作，以便通过压电材料条120的一侧或两侧上的一个或多于一个开口141向流体室131的两端供应流体。

[0072] 每个流体室131包括一个或更多个压电致动器元件。压电致动器元件可操作以响应于电信号致使流体液滴D通过喷嘴221在喷射方向30上喷射。喷射方向30大致垂直于阵列方向10，并平行于室高度方向15，如图4所示，其中液滴D_i已经从流体室131_i喷射出。

[0073] 应当理解的是，在图4所示的实现方式中，开口141起限制器的作用，以阻塞或节流通过流体室131的流体流动，并衰减声载压力波动及其相关的声速场扰动，从而减少流体室阵列130中的流体室131之间的串扰效应，从而使液滴喷射头20能够以更高的频率工作。串扰在实践中被观察到为(a)基于邻近或近邻的通道的占空比的通道喷射性能的变化，以及(b)在极端情况下的不期望的喷射事件。直接串扰效应源于有源通道中的壁偏转使相邻通道变形。最后，流体串扰由压力波产生，压力波从流体室辐射并进入一个或多于一个歧管通道，然后经由流体路径进入周围的流体室131。加入一个或多于一个限制器可以减少流体串扰，并且还改善了液滴速度和体积的相关性，从而改善修整。

[0074] 从图4可以看出，喷嘴221_i在流体室延伸方向5上位于流体室131_i的中心，其它喷嘴类似地定位，但这绝不是限制，并且在其它实现方式中，喷嘴的平均位置可以在流体室延伸方向5上更靠近流体室131的一个或另一个端部，这取决于液滴喷射头20的流体和声学性能。还可以理解的是，虽然图4包括在流体室延伸方向5上的相同位置处的全部对齐的一排喷嘴，但这绝不是必需的，并且在其它实现方式中，喷嘴排可以包括相对于彼此处于交错位置的喷嘴。

[0075] 现在转向图5，它公开了根据另一实施方式的致动器组件102，其非常类似于图1的

致动器组件101，因此适当地使用相同的附图标记。致动器组件102包括具有多个开口141的盖部件140，该多个开口141比流体室131浅(不同于图1所描绘的致动器组件101，其中开口141比流体室131窄)。因此，致动器组件102的多个开口141具有高度h<H，和宽度w＝W。在该布置中，开口141也具有长度l，且流体室131具有长度L，两者与图1中的相同，其中l<L。在图4的液滴喷射头20的部分中，可以使用致动器组件102来代替致动器组件101，其中开口141用作流体室131的限制器。

[0076] 应当理解的是，在一些替代的布置(未示出)中，不是将多个开口141放置在流体室阵列130的第一侧121a上，而是替代地将它们放置在第二侧121b，从而当致动器组件101、102实施在液滴喷射头20(如图4所示)中时，多个开口141将流体室阵列130连接到出口歧管通道202，并用于限制流体流离开流体室131。因此，在这样的替代的布置中，在使用中，流体可以流入并通过流体室131，然后流入并通过开口141。

[0077] 现在考虑图6，可以看出，这类似于图1至图5中的先前布置，但该布置描绘的致动器组件103包括两个盖部件140a、140b，两个盖部件140a、140b在阵列方向10上延伸，邻近压电材料条120。盖部件140a、140b固定地附接到压电材料条120的侧面121a、121b和基板110的部分111a、111b。盖部件140a、140b包括分别固定地附接在部分111a、111b上的内部面145a_i、145b_i和分别固定地附接在侧面121a、121b上的内部面145a_ii、145b_ii。还可以看到的是，图6描绘了致动器组件103，该致动器组件103包括在压电材料条120的每一侧上的相应的盖部件140a、140b，其中，两个所述盖部件140a、140b分别包括多个开口141a、141b。应当理解的是，图6的压电材料条120与图1-5相同，因此图6中的流体室131的高度H、宽度W和长度L没有标出。在该实现方式中，开口141a、141b比流体室131浅，使得它们的高度ha和hb小于流体室131的高度H(ha<H，hb<H)，而它们的宽度等于流体室131的宽度(wa＝wb＝W)，并且与前面一样，它们的长度小于流体室131的长度(la<L，lb<L)。

[0078] 在图6所示的布置的替代布置中，开口141a、141b的宽度可以相对于流体室131改变，使得(wa<W，wb<W)，这可以与改变高度ha和hb一起存在或代替改变高度ha和hb。需要理解的是，在一些布置中，如图6所描绘的，期望盖部件140a和140b中的开口141a、141b相同，使得它们具有相同的高度(ha＝hb)和长度(la＝lb)和宽度(wa＝wb)，并且因此开口的截面面积(Aoa＝ha*wa，Aob＝hb*wb)可以相同(Aoa＝Aob)，使得在一个或更多个压电材料条120的每一侧上，盖部件140a、140b中的开口141具有相同的长度和/或相同的宽度和/或相同的高度和/或相同的截面面积。

[0079] 在另一替代的布置中，通过改变一个或更多个盖部件140a、140b在流体室延伸方向5上的长度la、lb，致动器组件103可以包括流体室131，该流体室在流体室延伸方向5上是长形的，流体室131与所述阵列方向10成角度，其中在流体室延伸方向5上，多个开口141的长度l小于或等于流体室131的长度L(l≦L)。在流体室延伸方向5上，开口141的长度l可以例如通过使用不同尺寸的盖部件140来控制，或者通过切割、加工或以其它方式改变盖部件140，以减小长度la、lb来控制，从而产生不同的致动器组件设计101、102、103。

[0080] 现在转向图7，图7描绘了致动器组件104，其类似于图6所描绘的致动器组件103。这意味着流体室阵列130中的流体室具有与图5和图6中相同的高度H、长度L和宽度W，并且开口141a、141b具有与图6中相同的高度ha、hb、长度la、lb和宽度wa、wb。图6和图7所描绘的实施方式之间的主要区别在于，在图7中，开口141a、141b形成在盖部件140a、140b中，使得

每隔一个的流体室131c连接到开口141a和141b，从而它在两端都是开放的(所谓的“开放”通道或“湿”通道)，并且每隔一个的流体室131d在两端都被阻塞(所谓的“虚设”通道或“干”通道)。换句话说，在每个盖部件140a、140b中的开口141a、141b的数量是流体室131的数量的一半(或者替代地描述成，等于“湿”流体室131c的数量)，并且盖部件140a、140b中的开口141a、141b对齐，以便选择性地留下交替开放的流体室131c，从而当安装在液滴喷射头20(如图4)的一部分中时，它们流体连接到入口歧管通道201和出口歧管通道202，以便允许流体流过其中。

[0081] 因此，图7描绘了致动器组件104，其中，每个压电材料条的每隔一个的流体室131c具有至少一个开口141a、141b。这是一种所谓的交替线路有源(ALA)设计，其适合于例如，与诸如水性墨/流体之类的水性流体或与导电流体一起使用，因为致动器组件104包括开放的或“发射”流体室131c，流体可以从该流体室131c通过喷嘴喷射，以及虚设的或“非发射”室131d，虚设或“非发射”室131d被配置成不能喷射液滴。相应地，这是致动器组件104的示例，其中，每个盖部件140的开口141比每个压电材料条120的流体室131少。发射室和非发射室典型地交替布置，且非发射室不允许例如墨之类的流体通过其中，并且可以不包括喷嘴(非发射室可以包含例如空气之类的流体，但不连接到入口歧管或出口歧管或流体路径，因此保持“干”)。因此，可以理解的是，当具有ALA的致动器组件(如图7中的致动器组件)被结合在液滴喷射头20的一部分(例如图4中所描绘的液滴喷射头)中时，喷嘴板片220中的喷嘴221的数量和位置被调节以与开放的流体室131c对齐并与开放的流体室131c的数量匹配。还可以理解的是，非发射室131d可以包含驱动电极，以这种方式，驱动电极在物理上被隔离，不与诸如墨的流体接触。

[0082] 这种类型的ALA设计有若干优点。例如，可以使用该构造，以便通过将驱动电极放置在非发射室131d中来允许喷射水性墨。在工作中，非发射室131d被发送电信号，而流体流经的发射室131c保持不变(at ground)。由于具有不同电位的电极不与流体接触，因此消除了因流体中存在的离子物质引起的失效的风险，并且非发射室131d中的电极不需要任何钝化。这样的设计也可以用于减少流体室131c之间的机械串扰，因为它们不共享致动器壁。然而，缺点是由于相邻喷嘴之间的距离加倍而损失分辨率。对分辨率的限制是压电材料的机械可加工性，用于创建更薄的壁，同时保持发射室131c的尺寸相同以保持声学致动属性。可以通过使用更窄的非发射室131d并因此减小相邻发射室131c与其喷嘴221之间的距离来减轻分辨率的损失。例如，非发射室131d可以是发射室131c宽度的一半(wd＝wc/2)，或者任何其它合适比例的wd:wc。ALA设计可能不仅有利于水性流体;它还可以允许更快的打印速度(可能三倍快)被用于非水性流体，从而提高生产率。

[0083] 进一步考虑图7，在本实施方式中，压电材料条120的两侧上的开口141a和141b相同，并且具有与流体室131的宽度相等的宽度wa和wb以及高度ha、hb，使得wa＝wb＝W和ha＝hb＝H。如图6所示，开口141a、141b具有长度la和lb，在本实施方式中，它们彼此相同并且小于流体室131的长度，使得la＝lb<L。应当理解的是，在其它实现方式中，可能期望具有这样的设计，其中，存在ALA，还存在每个开放的流体室131c的至少一个限制器两者(在流体室131c的上游和/或下游)，使得除了仅使流体室131c开放之外，开口141a、141b中的一者或两者可以比流体室131c窄，例如wa<W、wb<W(类似于图1所描绘的布置)和/或比流体室131c浅，例如ha<H、hb<H(类似于图5中的布置)。此外，如先前参考图6所述，不要求开口141a、141b相

同,尽管在一些实施方式中可能期望开口141a、141b相同,使得盖部件在压电材料条120上对称(例如wa＝wb、ha＝hb、la＝lb)。

[0084] 应当理解的是,在图4的液滴喷射头20的部分中,可以使用致动器组件102、103、104来代替致动器组件101,也可以使用本文所述的任何致动器组件的任何变体。因此,致动器组件可以对于每个压电材料条包括单个盖部件,或者它可以在压电材料条120的每一侧包括相应盖部件,其中,每个所述盖部件140a、140b包括多个开口。此外,无论是否存在单个盖部件或在每侧上的盖部件,致动器组件可以包括多个流体室131和多个开口141,它们两者都具有沿阵列方向10的宽度,并且其中,开口的宽度w小于或等于流体室的宽度W(w≦W)或小于流体室的宽度w<W);和/或流体室131和所述多个开口141可以具有在流体室高度方向15上的高度,其中,开口的高度h小于或等于流体室的高度H(h≦H)。此外,致动器组件可以包括流体室131和多个开口141,其具有沿阵列方向10的截面面积,其中开口的截面面积(Ao,其中在该示例中Ao＝w*h)小于或等于流体室的截面面积(Ac＝W*H),使得Ao≦Ac。应当理解的是,对于限制器设计,在压电材料条的一侧或两侧上的多个开口用于限制流动的情况下,致动器组件101、102、103、104可以包括多个开口141,其在阵列方向10上的截面面积Ao小于流体室131的在阵列方向上的截面面积Ac(Ao<Ac),这是通过修改开口141的高度h和/或宽度w来实现的,而ALA设计可以或可以不包括限制器设计,这取决于工作要求。

[0085] 现在考虑图8,它描绘了类似于图6-7的致动器组件105,在压电材料条120的每一侧具有盖部件140a、140b。主要区别在于,开口141a、141b包括具有截面面积Aso的多个子开口147a(i-iii)和类似的子开口147b(i-iii)(未标记)。在该特定实现方式中,每个开口141包括三个直径为Φ的圆形子开口147(i-iii),其可以例如,使用激光烧蚀以便捷地形成。应当理解的是,在具有子开口147的实现方式中,开口141的截面面积Ao是所有子开口147的面积之和,例如,在图8的实现方式中,其中有三个子开口147(i:iii)Ao＝3*Aso＝3*(π/4)*Φ^2≦Ac。因此,致动器组件105包括流体室131和多个开口141,开口141在所述阵列方向10上具有截面面积Ao,其中,开口141的截面面积Ao小于或等于流体室131在阵列方向10上的截面面积Ac,并且其中,开口141的截面面积Ao是子开口147的面积之和。可以理解的是,子开口147并不特别限于任何形状或形式,并且子开口的面积Aso的计算可以根据它们的形状来调整。

[0086] 还可以观察到,在图8所示的布置中,盖部件140a、140b比在以前的实现方式中窄,使得开口141的长度l显著小于流体室131的长度L(l<<L)。如先前参考图6所描述的,盖部件140的长度l可以通过各种方法来控制,例如改变盖部件的初始尺寸或通过适当的切割方法等在原位置改变它们。替代地,盖部件可以由例如Upilex 50S之类的柔性薄膜条的材料形成,其可以使用例如胶或粘合条之类的任何合适的方法附接到压电材料条120。

[0087] 图9a描绘了在盖部件140尚未附接的时间点处的根据另一实施方式的致动器组件106。在该实现方式中,两个压电材料条120_1和120_2被固定地附接到基板110,并且在它们的上边缘施加倒角122,以便在室延伸方向5上为每个压电条提供梯形截面。在沿阵列方向10延伸的压电材料条120_1、120_2中形成流体室阵列130_1和130_2。为了清楚起见,流体室阵列130_1、130_2被描绘为沿着压电材料条120_1、120_2的长度的若干离散区域的流体室131,但是应当理解的是,实际上流体室131基本上沿着压电材料条120_1、120_2的全部长度延伸。在该示例中,压电材料条120_1、120_2(以及因此流体室)在流体室延伸方向5上的长

度L在1500至2500μm之间，在室高度方向15上的高度H在300至500μm之间，例如，350至400μm，以及在阵列方向10上的宽度W在50至100μm之间。在一个非限制性示例中，L＝1900μm，H＝380μm，W＝70μm。

[0088] 从图9a还可以看出，在这种布置中，基板110包括成单行的多个入口端口211，以及布置成两行的多个出口端口212_1和212_2，其中端口211、212_1、212_2的每个行在阵列方向10上延伸。还可以看出，当致动器组件106完全组装时，多个入口端口211将流体连接到位于流体室阵列130_1和130_2之间的公共入口歧管201，并且每个流体室阵列130_1、130_2将流体连接到单独的出口歧管202_1和202_2，然后每个出口歧管都流体连接到相应行的出口端口212_1、212_2。

[0089] 现在转向图9b和9c，它们描绘了图9a的致动器组件106的一端处的细节。可以看出，致动器组件106包括基板110和固定地附接到所述基板110的两个压电材料条120_1、120_2；其中，压电材料条120_1、120_2包括一个或更多个压电材料层。压电材料条120_1、120_2包括限定在所述一个或更多个压电材料条120_1、120_2内并在阵列方向10上延伸的流体室阵列130_1、130_2。致动器组件106还包括盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b(参见图9c)；其中，每个所述盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b在阵列方向10上延伸，并且固定地附接到所述压电材料条120_1、120_2中的一个的侧面和/或所述基板110的至少一部分中的至少一者。此外，盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b包括多个开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b，以便能够通过所述开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b向所述流体室131中的选定的流体室提供流体。

[0090] 可以看出，在图9b和9c的布置中，有多个被附接的盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b，使得在压电材料条120_1和120_2中的每一者的每一侧上固定地附接有相应的盖部件140，并且该相应的盖部件140在阵列方向10上延伸。盖部件140包括多个开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b。从图9b和9c的详细视图中可以看出，开口141比流体室131少，使得每个盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b包括的至少一个开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b用于阵列的实质部分上的每隔一个的流体室131c。也就是说，这是一个ALA设计的示例，类似于图7所示。此外，可以看出，在该实施方式中，如图7所示，开口141对流体流动没有提供限制，例如它们是流体室131的形式和形状的延续，具有相同的截面面积Ao＝Ac。

[0091] 应当理解的是，如在图9a-9c中，压电材料条120_1、120_2具有梯形形状，因此流体室131具有非立方体形形状，流体室131的截面面积Ac可以是在该梯形的端部处的锥形区域之外在室高度方向15上垂直于室延伸方向5计算的截面面积。同样，开口141的截面面积Ao是在室高度方向15上垂直于室延伸方向5计算的投影截面面积。在这样的设计中，开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b起选择性地开放交替的流体室131_1c、131_2c的作用，盖部件140_1a、140_1b、140_1c、140_1c形成为在压电材料条120_1、120_2的每一侧上沿阵列方向10延伸的窄条，使得开口的长度l远小于流体室的长度L(l<<L)。

[0092] 考虑作为图9a和9b的细节的图9c，可以看出，流体室130_1、130_2和开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b包括主区域160和缓冲区域150，其中缓冲区域150在阵列方向10上邻近压电材料条120_1、120_2的纵向端部。主区域160在缓冲区域150结束后开始并在阵列方向10上延伸。类似的第二缓冲区域150可以存在于压电材料条120_1、120_2的在阵列方向10上的相对端处，其中主区域160在第二缓冲区域150开端之前结束(例如，参见图9a)。在图

9a-9c所描绘的布置中，主区域160和缓冲区域150中的流体室131具有相同的截面面积。在这种布置中，缓冲区域150中的流体室131没有喷嘴(未示出)，因此不能喷射墨，但在使用中允许流体通过其中行进。据信，该布置改善了在阵列方向10上沿致动器组件106的流动均匀性，并且还有助于改善在阵列方向10上沿致动器组件106的应力分布，并因此改善了液滴喷射性能和打印质量(因为例如本文所描述的致动器组件中的应力可能导致流动不均匀性，从而“印穿(prints through)”成为打印图像或产品中可观察到的缺陷)。

[0093] 应当理解的是，在其它布置中，一个或多于一个缓冲区域150可以包括与主区域160中的流体室和/或开口不同地构造的流体室131和/或开口141。例如，一个或多于一个缓冲区域150中的流体室131(以及因此的开口141)可以不同地间隔(更靠近或更分开)。替代地，一个或多于一个缓冲区域150中的流体室131可以更宽/更窄或更高/更浅；或者它们中可能不具有一个或多于一个金属层，这样Ac_150≠Ac_160。此外，当致动器组件106安装在液滴喷射头20中时，缓冲区域150中的流体室131可以在任何驱动方案中不被致动/可以以不同的方式被驱动，从而流体室131不起喷射液滴的作用。此外，在一些布置中，缓冲区域150中的流体室131可以不包括喷嘴221(图9c中未示出)。

[0094] 在替代的布置中，缓冲区域150中的流体室131可以与主区域160中的流体室相同，使得Ac_150＝Ac_160，但是缓冲区域150中的开口141可以不同于主区域160中的开口。例如，在主区域为ALA(开口141用于每隔一个的流体室131)的设计中，缓冲区域150中的流体室131可以具有用于每个流体室131的开口141；替代地，在缓冲区域150中可以存在未开放的(虚设)流体室131，无论主区域160是否为ALA设计，使得致动器组件的每个盖部件140包括的开口141少于每个压电材料条的流体室131。

[0095] 在一些布置中，缓冲区域150中的开口141可以比主区域160中的开口更宽/更窄或更高/更浅，使得Ao_150≠Ao_160。替代地，在包括用作限制器的开口141(有或没有ALA)的设计中，其中，主区域160中的开口141具有截面面积Ao_160<Ac_160，在流体室阵列130的任一端或两端处的一个或多于一个缓冲区域150可以包括开口141，开口141等于缓冲区域150中的流体室131的宽度W_150(w_150＝W_150)或高度H_150(h_150＝H_150)或截面面积Ac(Ao_150＝Ac_150)；或者可以等于流体室131的宽度或高度或截面面积，该流体室131不包括流体室可以包括的任何涂层的厚度(例如金属层和涂层可以不形成，或者可以从缓冲区域150中的流体室131移除)。替代地，开口141可以具有与缓冲区域150中的流体室131不同的宽度和/或高度和/或截面面积。此外，开口141可以具有与主区域160中的开口141不同的宽度和/或高度和/或截面面积。应当理解的是，在一些实现方式中，这样的缓冲区域150可以对液滴喷射头20内的流体流动性能具有益处，或者改善致动器组件内的应力分布，这两者都可能影响液滴喷射性能。

[0096] 此外，一个或多于一个缓冲区域150可以包括两个或更多个子缓冲区域，其中在两个或更多个子缓冲区域中具有不同布置的流体室131和/或开口141，以处理打印头的不同需求，例如致动器组件中的流体性能或应力消除。

[0097] 进一步考虑图9a，可以看出，当致动器组件106安装在液滴喷射头20中时，该布置可以是这样的，即存在单个入口歧管通道201和双出口歧管通道202_1和202_2，尽管这绝不是必需的，并且在其它布置中，可以存在入口歧管通道和出口歧管通道的其它构造，但所述歧管通道中的至少一者流体连接到一个或更多个入口。此外，在存在两个或更多个歧管通

道的情况下，至少一个歧管通道可以流体连接到一个或更多个出口。

[0098] 在一些布置中，可能期望修改开口141的宽度w，使得致动器组件所包括开口141的宽度w在流体室阵列130的不同部分中是不同的，例如，缓冲区域150包括开口141，其宽度w_150与主区域160中的开口141不同。替代地，或者附加地，在一个或更多个压电材料条120的一侧或两侧上的开口141的宽度w可以随着与所述一个或更多个入口端口211中的每一者和/或所述一个或更多个出口端口212中的每一者的距离的增加而增加。例如，再次考虑图9a，可以看到基板110包括多个入口端口211和多个出口端口212_1和212_2。压电材料条120的一侧或两侧上的开口141的宽度w随着与入口端口211和/或出口端口212_1和212_2的距离的增加而增加的布置可以改善流体流动性能。例如，它可以提高对所有流体室131的流体供应的一致性，从而不优先向靠近端口211、212_1和212_2的那些流体室供应流体。

[0099] 图9b和9c示出了致动器组件106，其中盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b已经被塑形为使得盖部件包括一个或更多个外部面，该外部面没有固定地附接到所述压电材料条120_1、120_2中的一者的一部分或基板110的至少一部分，并且其中，所述外部面中的至少一个包括塑形轮廓。在图9b和9c的布置中，它们包括倒角144，其中，倒角144基本上平行于下层的压电材料条120_1、120_2的倒角122，尽管应当理解的是，这绝不是必需的，并且在其它布置中，倒角144可以与倒角122成不同的角度。

[0100] 图9d描绘了类似于图9b和9c的另一种致动器组件107，主要区别在于盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b的外部面具有阶梯形轮廓143_1a、143_1b、143_2a、143_2b。这样的阶梯可以使压力波偏离开口141，从而减少流体室之间的串扰。应当理解的是，在其它布置中，盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b可以在一个或更多个盖部件140_1a、140_1b、140_2a、140_2b的一个或更多个外部面上具有任何合适的和可实现的塑形轮廓143，使得该塑形轮廓包括倒角144，或者包括沿盖部件的长度在阵列方向10上延伸的凹形或凸形轮廓或阶梯形轮廓。

[0101] 图10a描绘了致动器组件107，其中盖部件140_1a、140_2a、140_1b、140_2b已经通过沉积一层或一系列层的可流动柔性材料来建立，例如，树脂(例如Delo OB787粘合剂)可以施加到一个或多于一个压电材料条120_1、120_2和基板110。应当理解的是，可以使用其它材料，例如UV可固化树脂，或聚合物树脂，或其它粘合剂或胶，或任何合适的聚合物，例如任何可流动和/或适当可变形的材料。作为一个示例，考虑图10b，其示意性地示出了单个干流体室131d，其中盖部件层140_2ai-iii、140_2bi-iii附接到压电材料条120的外部和基板110。这样的盖部件材料层140_2ai-iii、140_2bi-iii然后可以在原位硬化或被硬化。例如，有些材料可能会随着时间变硬，或者是可UV固化或热固化的。这些层可能变形并融合成一个均质的整体，或者保持为不同但附接的层。

[0102] 进一步考虑图10a的布置，应当理解的是，这样的盖部件140_1a、140_2a、140_1b、140_2b还可以包括具有不同属性的层，以便形成具有不同层的多片式实心块，从而提供互补性质，例如粘合性、顺应性、耐化学性等。它还可以包括结合空气间隙的多相块，以允许脉冲衰减、低介电绝缘和顺应性。盖部件140_1a、140_2a、140_1b、140_2b的顺应性可以通过化学变化和/或包含气泡来调节以优化性能。使用这种柔性材料的优点是，可以容易地改变和实现设计，并且可以容易地在具有高分辨率的情况下改变致动器组件107的内部几何形状和流体流动路径。

[0103] 现在考虑图10c和10d，在一些ALA布置中，盖部件140可以替代地包括填充一些或全部干流体室131d。例如，盖部件可以包括在流体室131d的端部的柱148_a、148_b(如图10c)，在流体室131d的其余部分具有空气间隙249，或者它们可以完全用填料149填充(如图10d)。此外，空气间隙249可以用具有所选属性的填料249代替，所选属性例如电钝化或高水平的可压缩性，以便当流体室壁在操作中偏转时容易变形。还可以理解的是，在一些布置中，具有外部盖部件140_1a、140_2a、140_1b、140_2b的图10a和10b的实现方式可以与图10c或10d的布置相结合，以便包括以下盖部件，该盖部件既位于压电材料条120的外部又附接到压电材料条120上，并且还包括部分地或完整地填充干流体室131d的部分，例如柱148或完整填料149或柱148和一种或更多种材料的填料249。此外，内部填料或柱和填料可以与本文所描述的任何致动器组件组合。

[0104] 现在转到图11a，这里总结了制造如本文所述的用于液滴喷射头20的致动器组件的方法中的主要步骤。图11b描绘了制造如本文所述的致动器组件的另一方法，其中，一些步骤已经被重新排序。图12a至12g描述了该主要步骤；具体如下：

[0105] 步骤300：如图12a和12b所示，将一个或更多个压电材料条120固定地附接到基板110(在图12b的实例中是两个条120_1和120_2)。该步骤可以包括将较大的压电材料件固定地附接到基板110，然后切割或成形或加工该较大的件以便形成一个或更多个压电材料条120。可以看到的是，在图12a和12b中的示例中，在基板110中形成了一排入口端口211和两排出口端口212。可以理解的是，端口可以在压电材料条120附接到基板110之前形成，或者在压电材料条120附接之后形成，或者它们可以适当地在制造过程的稍后阶段形成。

[0106] 步骤300a：可选地，如图12b所示，在所述一个或更多个压电材料条120的上边缘上形成倒角122，以形成梯形截面。此步骤是可选的，取决于所需的压电材料条的截面形状。

[0107] 步骤310：如图12b所示，在一个或更多个压电材料条120中形成一个或更多个流体室阵列130_1和130_2，以便在所述一个或更多个压电材料条120中创建多个端部开放的通道或流体室131，其中流体室131沿着一个或更多个压电材料条120在阵列方向10上对齐。每个流体室131形成为使得其包括压电材料条120中的开放通道，该开放通道在流体室延伸方向5上的每一端处具有开口，并且使得流体室131沿其下述延伸区域也是开放的，该延伸区域在沿流体室高度方向15与基板110相对的侧上。

[0108] 可以使用任何合适的方法来形成流体室131，例如激光切割、或用切割刀片或锯切割、或使用水射流切割器或任何其它合适的切割工具。例如，切割刀片的宽度可以在3μm至160μm之间。根据所需的设计，取决于所选择的切割刀片，流体室131可以形成为具有任何合适的宽度W；例如，它们的宽度可以在50μm至100μm之间。可以通过改变切割刀片的路径和位置来控制流体室131的高度H，例如，以便将流体室131形成为任何合适的高度H，其中合适的高度H可以在25μm至600μm之间，优选在100μm至500μm之间，更优选在300μm至450μm之间，进一步更优选在350μm至410μm之间。例如，流体室131的高度H可以为360μm、370μm或380μm，公差为+/-15μm。为了形成流体室131，切割刀片可以朝向基板110降低到压电材料条的一侧，然后在流体室延伸方向5上穿过压电材料条120移动，以便在阵列方向10上的给定位置处形成所有的流体室131。然后，切割刀片可以被提升并返回到其原始位置，并且致动器组件可以在阵列方向10上逐渐地移动，从而可以形成下一排流体室131。

[0109] 步骤320：在多个所述流体室131中形成电轨迹和连接部(未示出)。此步骤可以使

用任何合适的方法来执行。例如，可以将一个或多于一个金属层沉积在基板110、压电条120上并沉积到流体室阵列130中，然后可以移除一些金属层以形成金属轨迹和电极(例如，使用激光烧蚀一些金属层)。替代地，可以使用其它方法，例如使用光阻材料或掩模来形成轨迹和电极。步骤320还可以可选地包括沉积一个或更多个涂层，用于所述电轨迹和连接部的钝化和/或绝缘。替代地，一个或多于一个涂层可以在稍后阶段形成，例如在电极已经形成之后的任何时间点形成。

[0110] 步骤330：形成板片142，其与所述一个或更多个压电材料条120中的至少一些和所述基板110中的至少一些适形，如图12c所示，其中所述板片142包括一个或更多个部分。例如，板片142可以包括单层材料，或者由固定地附接在一起的多层材料形成。替代地，它可以包括多个组成部分，例如，已经预塑形为与压电材料条120或基板110的特定部分适形的多个部分，所述多个部分之后被固定地附接在一起。

[0111] 板片142可以通过加工或模制或任何合适的制造技术来塑形，或者组成部分可以形成然后被组装，然后使用任何合适的制造技术来进一步被塑形，例如切割或研磨或激光烧蚀。覆盖板片142的材料可以是与压电材料条相同的材料，或者是不同的材料。该覆盖板片142的材料可以包括在声学上与压电材料条120和/或基板110相同或相似的材料。

[0112] 在替代方法中，板片142可以包括适形材料，并且制造方法可以包括在致动器组件101-107上原位地或在外部模型上将适形膜真空形成为所需形状，由此该膜然后固化，并且如果需要，进一步被加工或切割成形状，并且如果在外部模型上形成，之后附接到致动器组件101-107。

[0113] 步骤340：将所述板片142的至少一部分固定地附接到所述基板110，并且将所述板片142的至少一部分固定地附接到所述一个或更多个压电材料条120，如在图12d中以及在图12e的截面中所示。附接方法可以包括使用任何合适的粘合剂进行胶合。胶合方法可以包括将胶沉积或3D打印在适当位置。胶可以是可固化的，例如热固化胶，或者如果覆盖板片由UV透明材料形成，则可以使用UV固化胶。可以使用环氧树脂胶，即在一定温度范围内可固化的胶，在该一定温度范围内不会损害或以其它方式损害PZT的性能；例如，它们可以在140℃以下可固化，更优选在120℃以下。

[0114] 作为可流动胶的替代，粘合材料膜可以被施加以成为板片142与压电材料条120和基板110之间的层，然后可以固化或以其它方式处理该膜以确保粘合。

[0115] 步骤350：从所述板片142移除材料，并由此形成一个或更多个盖部件140，盖部件140固定地附接到所述压电材料条120中的一个的表面和所述基板110的至少一部分，如图12f所示。可以通过任何合适的方法或方法的组合来移除材料，例如切割和/或研磨板片142，例如，由此从板片142移除材料包括从与固定地附接到基板110的侧相对的侧研磨或切割所述板片，以便形成一个或更多个盖部件140。在例如图9a所描绘的实施方式中，制造致动器组件的方法可以包括在所述一个或更多个压电材料条120的每一侧形成相应的盖部件140。

[0116] 步骤350a：替代地，对盖部件塑形，例如在所述一个或更多个盖部件140中的一些的上边缘上形成倒角122，如图12g所示(或其它形状，如参考图9d所描述的，例如其中，所述塑形轮廓包括倒角144，或在阵列方向10上沿盖部件的长度延伸的凹形轮廓或凸形轮廓或阶梯形轮廓)。倒角122可以平行于压电材料条120上的倒角形成，或者以不同的角度倾斜。

它们也可以在压电材料条120的未形成倒角的地方形成。在一些实现方式中，倒角可能是期望的，因为它可以使在该过程的稍后阶段更容易执行激光轨迹切割。在其它实现方式中，可通过改变倒角形成或修整工具相对于盖部件140的位置，对盖部件140进行修整和/或形成倒角，以形成不同长度的开口141。例如，在流体室131沿与阵列方向10成角度的流体室延伸方向5是长形的的情况下，可以通过从盖部件141移除或多或少的材料(或者通过使用形成盖部件141的板片142的不同设计)来控制流体室延伸方向5上的开口141的长度l。

[0117] 进一步考虑图12g，可以看出，由于在板片142中形成了通道143(参见图12c)，所以盖部件140并没有完全延伸跨过基板；这意味着端口211不被一个或多于一个盖部件140覆盖。这绝不是必需的，并且在其它布置中，盖部件140可以不同地塑形，以便包括附加地覆盖基板110在压电材料条120之间的区域的部分。在这种情况下，端口211/212可以在盖部件140已经形成之后形成，以便穿过基板110和盖部件140两者，而不是在准备基板110时形成端口211/212。替代地，端口211/212可以像以前那样形成在基板110中，然后穿过盖部件140的相关部分形成进一步的孔以打开端口211/212。

[0118] 步骤360：在所述盖部件140中形成多个开口141，以形成如图9b-9d所描绘的致动器组件。开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b可以通过任何合适的方法形成，例如激光切割或用切割刀片或切割器切割。根据所使用的方法，可以控制开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b的宽度和/或高度。例如，通过使用不同宽度的切割刀片，可以切割不同宽度w的开口141_1a、141_1b、141_2a至141_2b，例如形成开口141_1a、141_1b、141_2a至141_2b，其在阵列方向10上的宽度w小于或等于流体室131的宽度W。

[0119] 此外，可以控制切割的深度，以控制开口141_1a、141_1b、141_2a至141_2b的高度h，其中开口141_1a、141_1b、141_2a至141_2b的高度h，可以控制为小于或等于流体室131的高度H。

[0120] 此外，开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b的截面面积Ao可以控制为小于或等于流体室的截面面积Ac。此外，开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b在流体室延伸方向5上的长度l可以被控制为小于或等于流体室131的长度L。可以考虑在流体室131的一个或多于一个表面上的任何涂层c1…cn的位置和厚度，以便不损坏所述涂层。因此，在一些布置中，可以控制开口的切割深度，使得开口141_1a、141_1b、141_2a、141_2b比流体室131稍浅，和/或可以使用比用于形成流体室131的更窄的切割工具(例如切割刀片)来形成开口。以这样的方式形成开口141_1a、141_1b、141_2a至141_2b可以用于防止已经设置到流体室131的内表面的任何涂层或层c1…cn的损坏。

[0121] 对于给定的致动器组件101-107的设计，可以进行制造参数的控制，以便改变在阵列方向10上的不同位置处的开口141_1a、141_1b、141_2a至141_2b的尺寸。替代地，制造参数的控制例如可以使得从一条生产线生产不同的致动器组件。例如，切割刀片的宽度可能在30μm至400μm之间；例如，它们可以以该范围内的任何所需宽度使用。更厚的刀片也可以以任何所需的宽度使用，最大可达，例如2.2mm宽。

[0122] 作为非限制性示例，流体室131在沉积金属电镀层c1之后可以是例如75μm宽和65μm宽，以及在沉积保护性涂层或钝化层c2之后可以是55μm宽。可以选择一个或多于一个合适的切割刀片将开口141_1a至141_2b切割到所需的宽度w，其中w<55μm。在另一非限制性示例中，如果在沉积金属镀层c1之后流体室131的截面面积Ac为65μm，则可以选择65μm切割刀片

以形成开口。开口141_1a至141_2b可以被切割，然后可以在开口141_1a至141_2b已经形成之后的稍后阶段沉积一个或多于一个涂层c2…cn(例如)，使得流体室131和开口141_1a至141_2b两者都由于施加的任何保护性涂层c2…cn的厚度变窄。

[0123] 替代地，可以选择适合于该设计的其它刀片厚度，以便形成Ao<Ac的限制器设计，从而形成致动器组件101，其中开口的宽度w小于流体室131的宽度W(w<W)。多个开口141_1a至141_2b可以例如通过朝向盖部件140_1a至140_2降低切割刀片并切割穿过盖部件140_1a至140_2b的路径来形成，以形成多个端部开放的通道，开口141_1a至141_2b。作为切割过程的一部分，切割刀片也可以经过流体室131，但不影响它们。

[0124] 应当理解的是，开口141_1a至141_2b也可以使用例如，诸如激光烧蚀的技术来形成，该技术可以用于形成较窄的开口。还可以理解的是，开口141的宽度w可以与流体室131的宽度W成比例，因此，在流体室宽于75μm的情况下，开口141可以相应地变宽。对于流体室131的形成，开口141_1a至141_2b的高度h可以通过例如，改变切割刀片相对于基板110的竖直位置来选择性地改变。

[0125] 应当理解的是，根据正在制造的致动器组件101、102、103、104、105、106(或其变体)的设计，可以控制开口的数量和位置。例如，在存在缓冲区域150和/或在至少在主区域中每隔一个的流体室131开放以形成ALA设计的情况下，形成多个开口的方法可以包括形成比流体室131少的开口141。此外，在致动器组件实现ALA的情况下，制造致动器组件的方法可以包括在流体室阵列130的实质部分上为每隔一个的流体室131形成至少一个开口。替代地，在致动器组件不允许ALA的情况下，制造致动器组件的方法可以包括在流体室阵列130的实质部分上形成每个流体室的至少一个开口141，例如，其中该实质部分可以包括至少主区域160。

[0126] 此外，当制造致动器组件时，根据所需的致动器组件的类型，可以通过下述方法在盖部件140中形成多个开口141，该方法包括选择开口141的数量和开口141的宽度w和/或长度l和/或高度h以及由板片142形成盖部件140，以满足选定的要求。例如，制造致动器组件的方法可能包括选择：

[0127] ALA设计，其通过在基本上所有流体室阵列130上为每隔一个的流体室131形成至少一个开口141来实现，和/或

[0128] 限制器设计，其通过形成开口141来实现，其中在基本上所有的流体室阵列130上，开口141的宽度w小于流体室131的宽度W和/或开口141的高度h小于流体室131的高度H和/或开口的截面面积小于流体室的截面面积。

[0129] 此外，在致动器组件包括在一个或多于一个压电材料条的两侧上的盖部件141a、141b的情况下，制造致动器组件的方法可以包括在流体室阵列的实质部分上的每个流体室131的每一侧形成具有不同宽度wa、wb和/或不同高度ha、hb和/或不同截面面积的开口141。例如，在流体室阵列130的一侧上邻近入口歧管通道201的开口141可以不同于在流体室阵列130的在流体室延伸方向5上的另一侧上的邻近出口歧管通道202的开口。

[0130] 此外，在开口包括子开口的情况下，方法可以包括为每个开口形成多个子开口。此外，在设计是ALA设计和/或包括一个或更多个缓冲区域150的情况下，方法可以包括在某些流体室131中形成柱和/或填料。

[0131] 可以理解的是，一旦执行了上述制造步骤，还可以执行进一步的制造步骤，使得该

方法可以进一步包括将喷嘴板片220固定地附接到致动器组件101、102、103、104、105、106、107，以便流体地密封所述歧管通道201、202和所述开口141以及所述流体室阵列131。然后，喷嘴板片220可以具有形成在其中的喷嘴221，例如，通过使用激光烧蚀来打开连接到流体室131的喷嘴221，但是应当理解的是，可以使用任何合适的方法形成喷嘴221；并且它们可以在将喷嘴板片220附接到致动器组件101、102、103、104、105、106、107、108之前或之后形成。另外的制造步骤可以包括沉积保护性涂层，例如，使用例如化学气相沉积(CVD)或物理气相沉积(PVD)的气相沉积方法或例如电泳涂层的液体涂层，以在致动器组件101、102、103、104、105、106、107、108的内表面涂覆保护性涂层c或层ci-n。

[0132] 进一步的步骤可以包括制造和/或组装液滴喷射头20，该液滴喷射头20包括如本文所述的一个或更多个致动器组件101、102、103、104、105、106、107、108，其中致动器组件101、102、103、104、105、106、107、108可以根据本文所述的任何适当的制造步骤制造。应当理解的是，液滴喷射头20的制造可以包括将一个或多于一个致动器组件101、102、103、104、105、106、107、108与其它部件例如流体供给系统流体连接，使得一个或多于一个入口端口211和(如果存在)出口端口212分别与液滴喷射头20的外表面上的一个或多于一个入口和一个或多于一个出口流体连接，并且还可以包括将其它部件例如电子组件、盖部件等组装在一起，以形成液滴喷射头20。

[0133] 在替代布置中，流体室131可以形成为具有不同的宽度，以便优化空间的使用。例如，如本文所述的ALA设计可以包括在主区域160中的两种宽度W1和W2的流体室。在这样的布置中，例如，开放的流体室131c可以具有宽度W1，而虚设(干)流体室131d可以具有宽度W2，其中W2<W1；例如，W2可以是W1的一半(W2＝W1/2)。切割更窄的虚设流体室131d将改变发射流体室和非发射流体室之间的间距，并且将对于给定尺寸的液滴喷射头允许更大的打印分辨率。

[0134] 应当理解的是，用于制造流体室的过程步骤，在存在不同宽度的流体室131c、131d的情况下，可以适当地被调节，例如通过将步骤310改变为两步过程并形成一个或更多个流体室阵列130，以便在所述一个或更多个压电材料条120中产生多个宽度为W1的端部开放的通道或流体室131c和多个宽度为W2的端部开放的流体室131d，其中流体室131c、131d沿着一个或更多个压电材料条120在阵列方向10上对齐。例如，这样的步骤可以包括使用不同宽度的切割刀片，以便沿着压电材料条形成交替的宽度分别为W1和W2的流体室131c、131d。例如，具有宽度W1的第一刀片可以用于切割具有宽度W1的所有流体室131c，然后具有宽度W2的第二刀片可以用于切割具有宽度W2的所有流体室131d。

[0135] 替代地，这样的流体室形成步骤可以包括对齐具有不同宽度W1和W2的两个切割刀片，并在单次切割中切割两个流体室131c、131d，然后调整刀片在阵列方向10上的位置，并切割下一对流体室131c、131d。每种方法的最终结果都将是流体室阵列在阵列方向10上具有交替宽度W1、W2的流体室131c、131d。使用适当宽度w的切割刀片(其中w<W1)，开口141于是形成在它们所需的位置，以便与流体室131c对齐。

[0136] 现在转到图11b，它描绘了一系列与图11a非常相似的过程步骤，除了步骤320已经移到步骤360之后，示出了在附接盖部件140和形成开口141之后，在过程的后面步骤中进行金属层的沉积以及轨迹和连接部的形成。

[0137] 图13a和13b描述了致动器组件的制造过程，其中盖部件由环氧树脂膜或例如胶的

可流动材料或任何其它合适的材料形成，如参考图10a至10d所描绘的。图13a中描述的步骤类似于上面参考图11a描述的步骤，除了步骤330、340和350已经被步骤330a、340a和350a所取代，因此一旦步骤320(电轨迹和连接部的形成)已经完成，该过程移动到：

[0138] 步骤330a：在基板和壁端部上形成塑形件。这可以包括在压电材料条的侧面上沉积一层或多于一层可流动材料，例如胶，以便形成盖部件140，例如，如在图10b中所示，其中有三层，i-iii。合适的方法可以包括使用液滴喷射头或3D打印机来分配(例如喷射)例如胶的可流动材料，然后所述材料在原位固化，例如通过UV固化，或随着时间固化，或通过热能固化，或通过混合两种在一起起反应的材料以硬化。在一些布置中，胶可以在硬化后被平坦化或以其它方式磨蚀或处理，以便提供光滑的表面。

[0139] 作为一个非限制性示例，合适的方法可以包括使用例如Nordson Asymtek的设备在30℃分配胶，例如Delo OB787粘合剂，然后将其加热到50℃，以允许这些层均匀地流动和散开，并在电轨迹和连接部的更大区域上提供保护层。该步骤可以可选地在以下步骤之前进行，例如，UV固化以固定胶之前。在一些布置中，粘合剂可以用于所有电极的钝化(例如防止电腐蚀)，并且因此可以在整个湿润表面(例如当设备运行时将暴露于例如墨的流体的表面)上延伸。

[0140] 可选地，步骤340a可以被实施，其中填料在将是虚设或干流体室131d的任何流体室131中的一些或全部中形成。这样的填料可以包括在流体室131d的端部处的柱148_a、148_b(如图10c中所示)，在流体室131d的其余部分具有空气间隙249，或者它们可以完全用填料149填充(如图10d中所示)。此外，空气间隙249可以用具有选定属性的填料249替换，其中所述填料249可以具有与柱148_a、148_b不同的电属性或机械属性。应当理解的是，柱和/或填料可以作为单层沉积或作为一系列层建立起来。另外，在使用多个层的情况下，这些层可以在沉积下一层之前被固化，例如，使用UV或热固化方法。另外，或者替代地，这些层可以在所有层都铺好之后固化。在某些实例中，可以组合使用一种以上的固化类型。

[0141] 步骤350，将材料从塑形件移除以形成盖部件，类似于上述步骤350。例如，它可以涉及研磨或切割该塑形件以形成与压电材料条120的顶部高度相同的盖部件140。可选地，对盖部件塑形的步骤350a可以包括切割盖部件的一个或更多个外表面，以便提供塑形后的表面，例如台阶，或凹形表面或凸形表面，如先前参考图9d所述。

[0142] 步骤360：在所述盖部件140中形成多个开口141，以形成如本文所述的致动器组件。该过程可以包括例如锯切或切割以形成开口。替代地，可以使用例如激光烧蚀的技术。

[0143] 因此，组合在一起，这些步骤可以总结为制造用于液滴喷射头的致动器组件的方法，其中该方法包括以下步骤：

[0144] 步骤300：将一个或更多个压电材料条固定地附接到基板；

[0145] 步骤300a：可选地，为所述一个或更多个压电材料条的上边缘形成倒角，例如以形成梯形截面；

[0146] 步骤310：在所述一个或更多个压电材料条中形成一个或更多个流体室阵列；

[0147] 步骤320：可选地，形成电轨迹和连接部；

[0148] 步骤330a：在所述基板以及所述一个或更多个压电材料条的至少一部分上形成塑形件；

[0149] 步骤340a：可选地在所述流体室中的选定的流体室的部分/全部中形成填料；

[0150] 步骤350:从所述塑形件移除材料,并由此形成一个或更多个盖部件,盖部件固定地附接到所述压电材料条中的一个的面和/或固定地附接到所述基板的至少一部分;

[0151] 步骤350a:可选地对盖部件的一个或多于一个外表面塑形;和

[0152] 步骤360:在所述盖部件中选择性地形成多个开口,以便使流体能够通过所述开口供应到所述流体室中的选定的流体室。

[0153] 现在转到图13b,它描绘了一系列与图13a非常相似的过程步骤,除了步骤320已经移到步骤360之后,示出了在附接盖部件140和形成开口141之后,在过程的后面步骤中进行的金属层的沉积以及轨迹和连接部的形成。

[0154] 可以理解的是,本文描述的任何实现方式都可以适当地与任何其它实现方式相结合。例如,如参考图1-6和图8所描述的,具有限制器但没有ALA的致动器组件可以在阵列方向10上在一个或更多个压电条120的任一端包括一个或多于一个缓冲区域150,使得致动器组件在流体室阵列130的实质部分上(例如在主区域160中)包括每个流体室131的至少一个开口141。也可以实施其它组合。

[0155] 还可以理解的是,盖部件不需要由实心材料制成,而是可以由柔性或高粘性材料(其形成可以被相应地塑形的屏障)制成,或者由粘弹性材料制成,例如橡胶和等价物。

[0156] 可以理解的是,本文描述的实施方式可以与致动器组件的整体式设计和V形设计(chevron design)两者一起使用。还可以理解的是,如参考图2a至图2d所描述的形成电轨迹和一个或多于一个涂层的一个或多于一个的层可以在本文所描述的任何实施方式中实施。替代地,电轨迹可以定位在任何其它合适的位置,以便使选定的流体室接收电信号,并被驱动以便在需要时喷射流体液滴。用于电钝化和/或化学保护等的一个或多于一个涂层也可以在制造过程中的任何适当阶段和任何适当位置施加,以便执行它们所期望的功能。

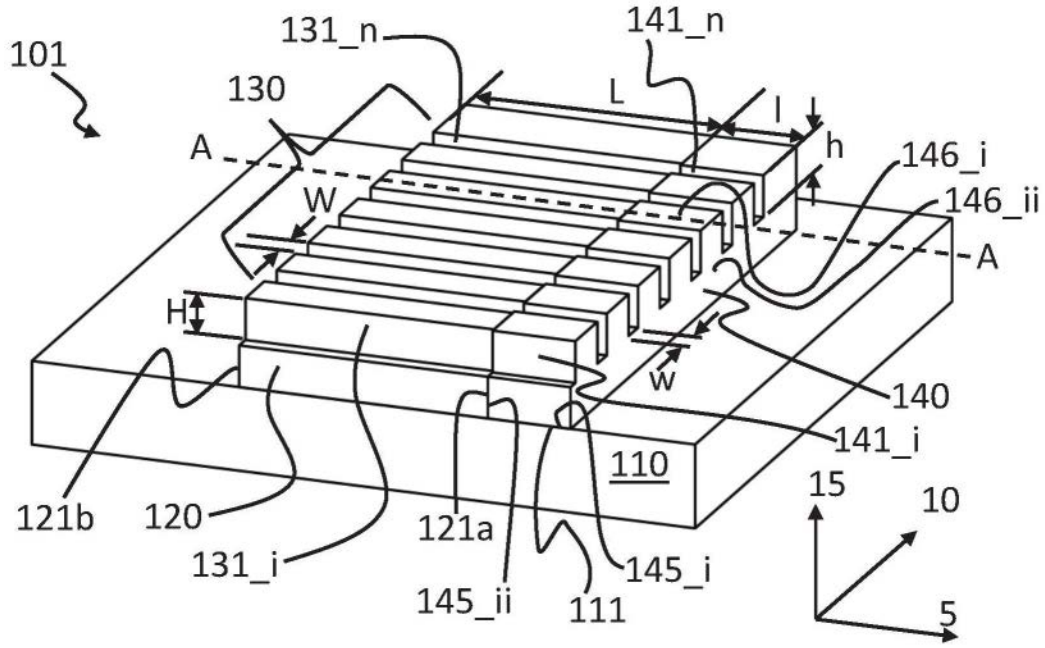

101
131_n
141_n
130
L
l
A
h
146_i
146_ii
W
A
H
w
140
141_i
110
15
10
121b
120
121a
131_i
145_i
145_ii
111
5

图1

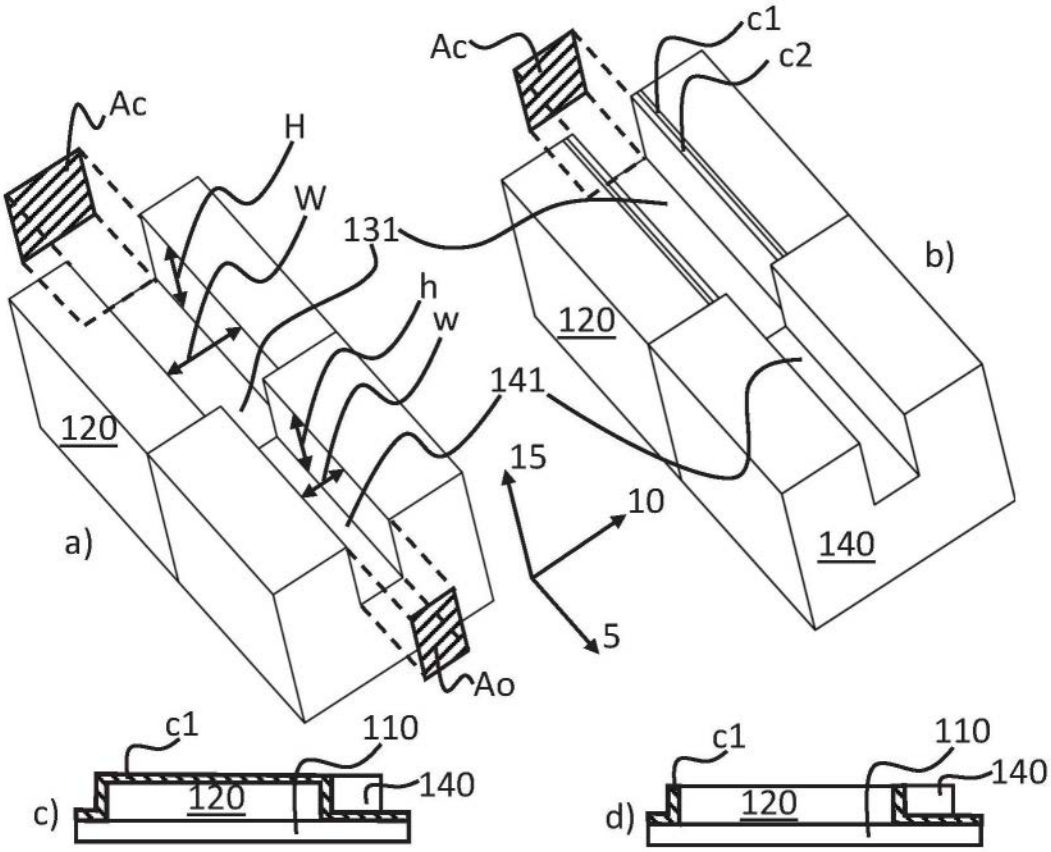

Ac
c1
c2
Ac
H
W
131
b)
h
w
120
120
141
15
10
a)
140
5
Ao
c1
110
c1
110
c)
120
140
d)
120
140

图2

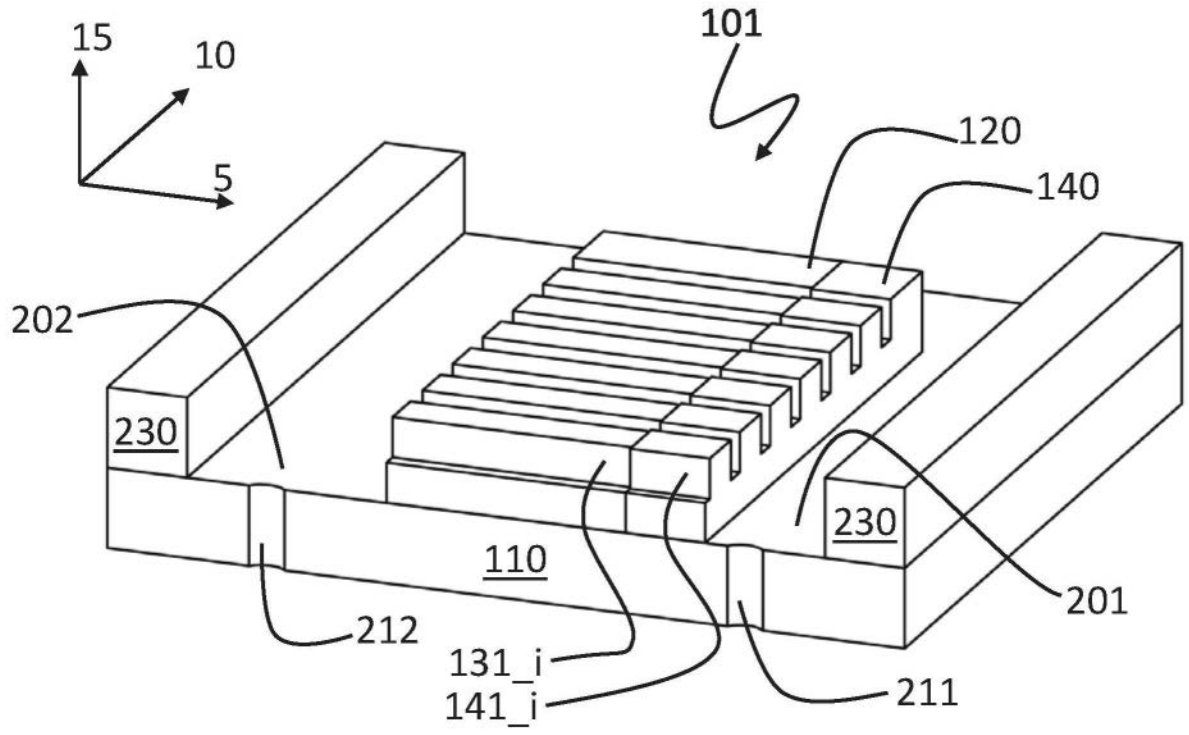

15
10
5
101
120
140
202
230
110
230
201
212
131_i
141_i
211

图3

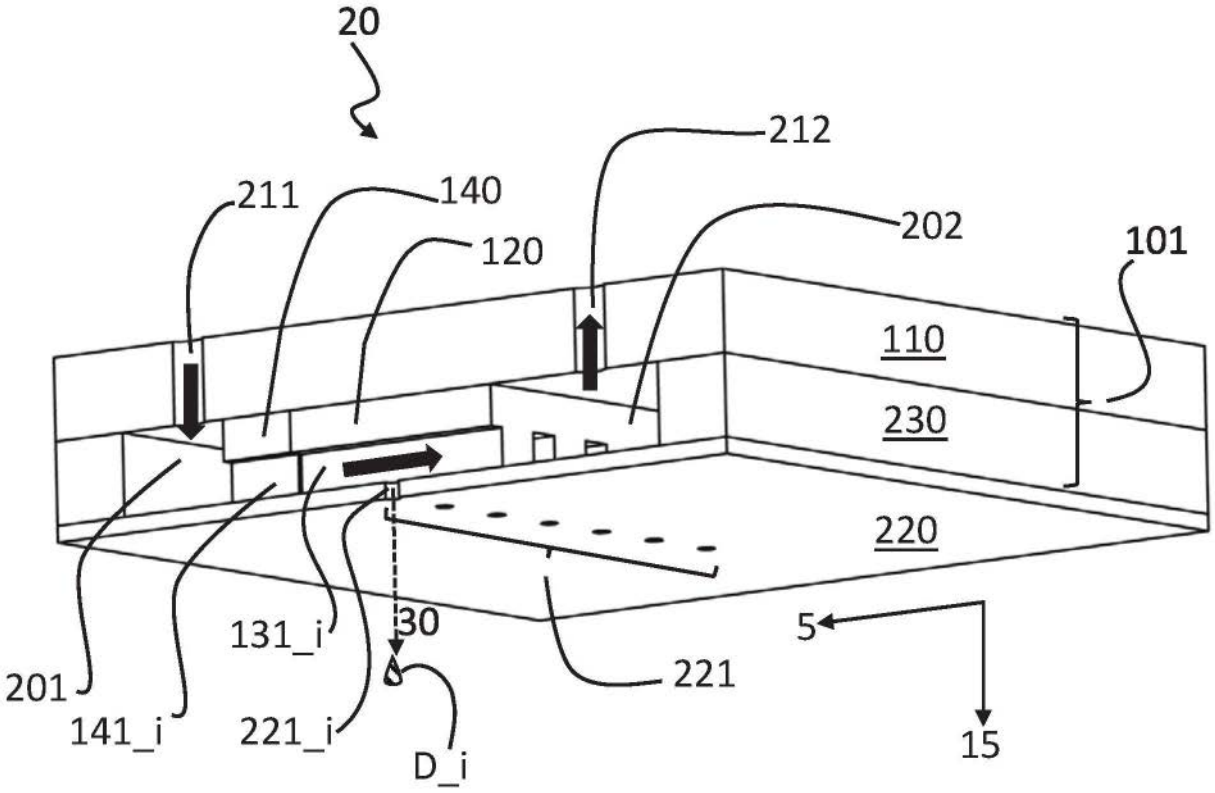

20
212
211
140
202
120
101
110
230
220
131_i
30
5
201
141_i
221_i
D_i
221
15

图4

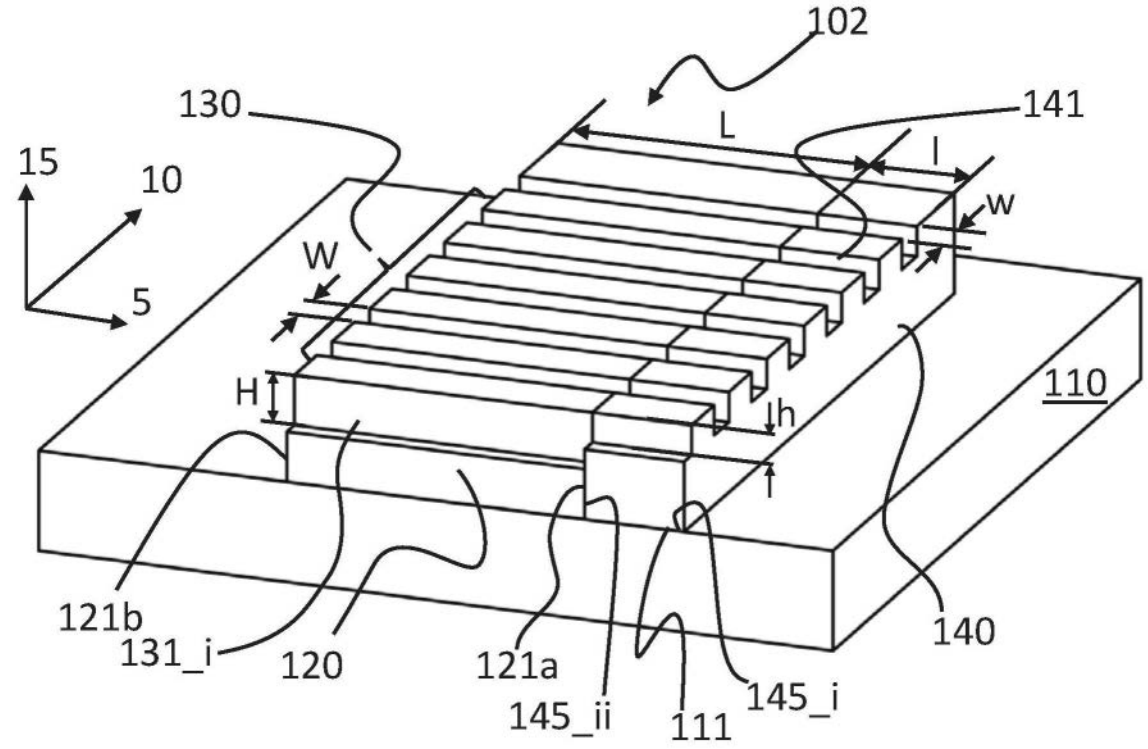

102
130
141
L
l
w
15
10
5
W
H
h
t
110
121b
131_i
120
121a
145_ii
111
145_i
140

图5

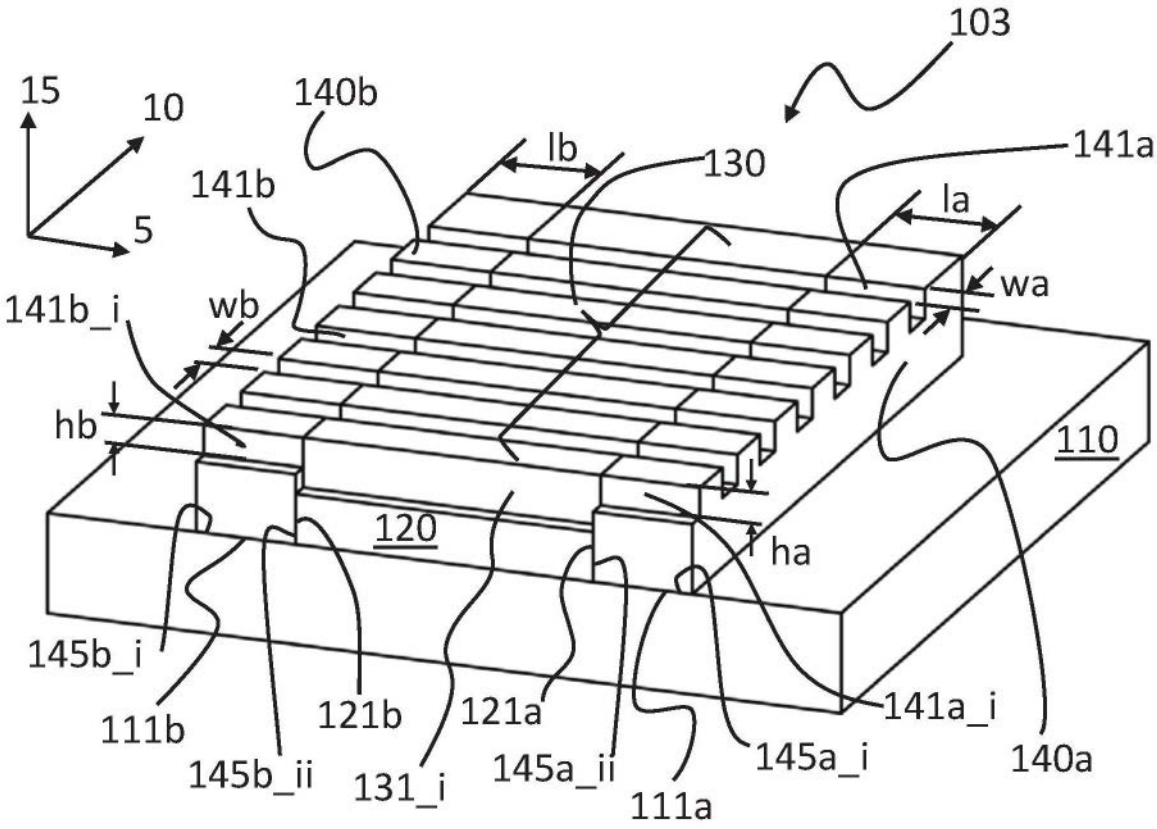

103
15
10
5
140b
lb
130
141a
141b
la
wa
141b_i
wb
hb
110
120
ha
145b_i
111b
121b
121a
141a_i
145b_ii
131_i
145a_ii
145a_i
140a
111a

图6

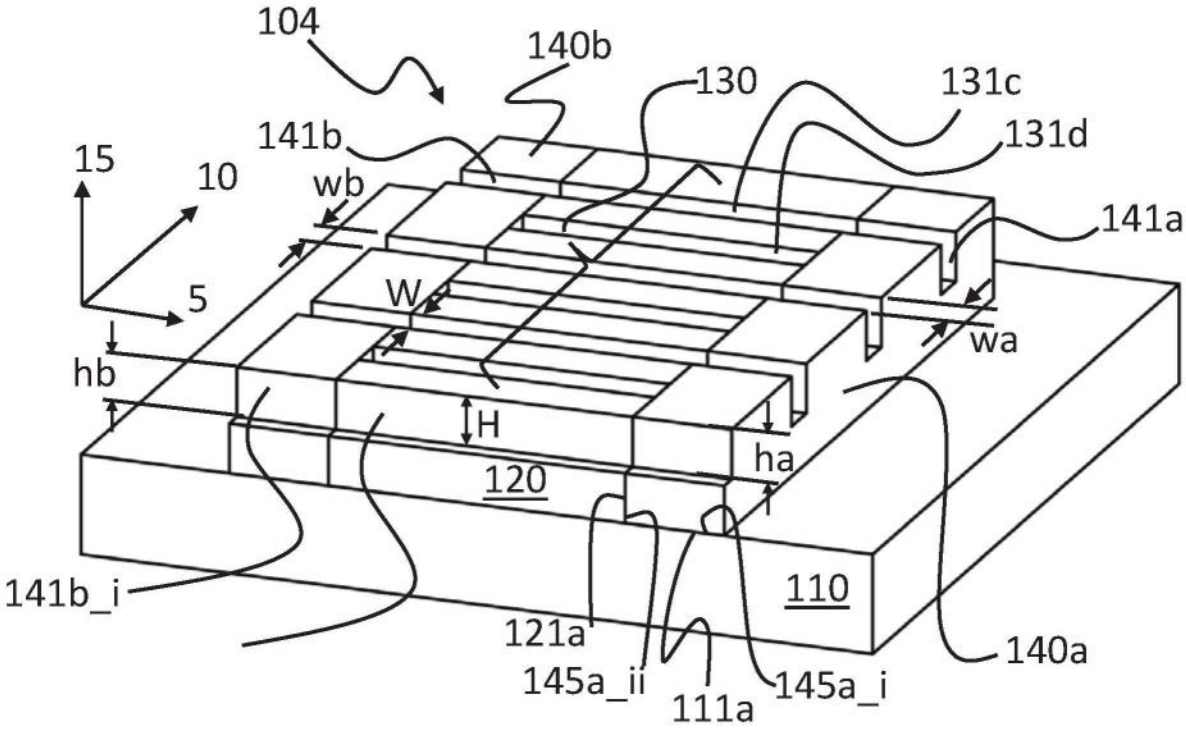

104
140b
130
131c
131d
141b
15
10
wb
141a
5
W
wa
hb
H
ha
120
141b_i
110
121a
145a_ii
111a
145a_i
140a

图7

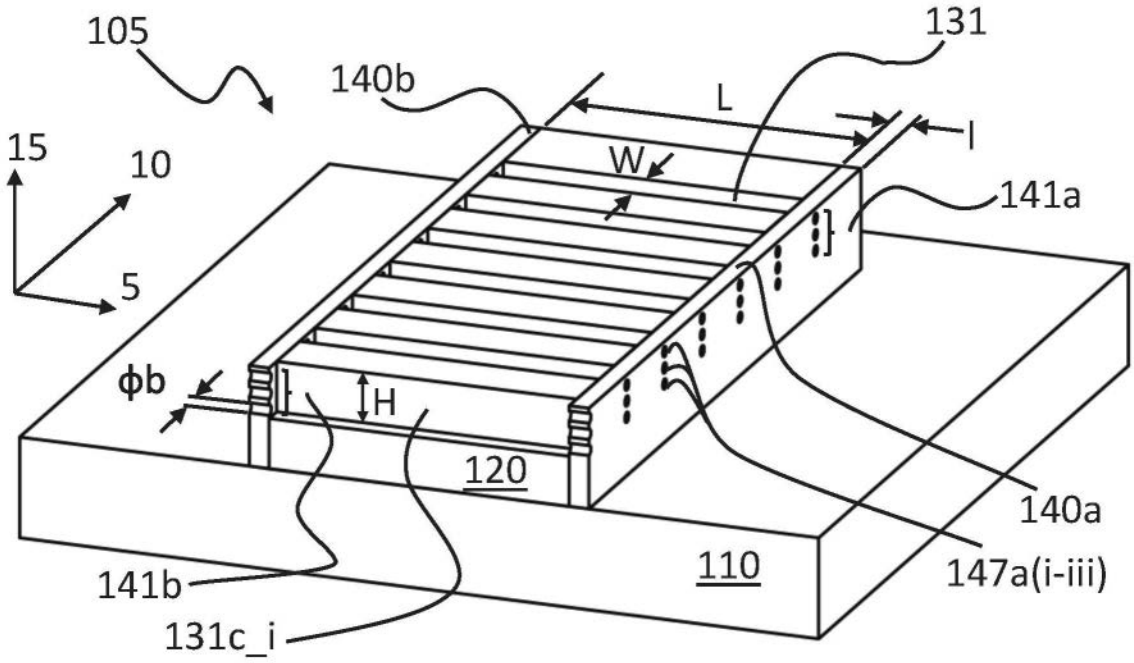

105
131
140b
L
l
15
10
W
141a
5
ϕb
H
120
140a
110
147a(i-iii)
141b
131c_i

图8

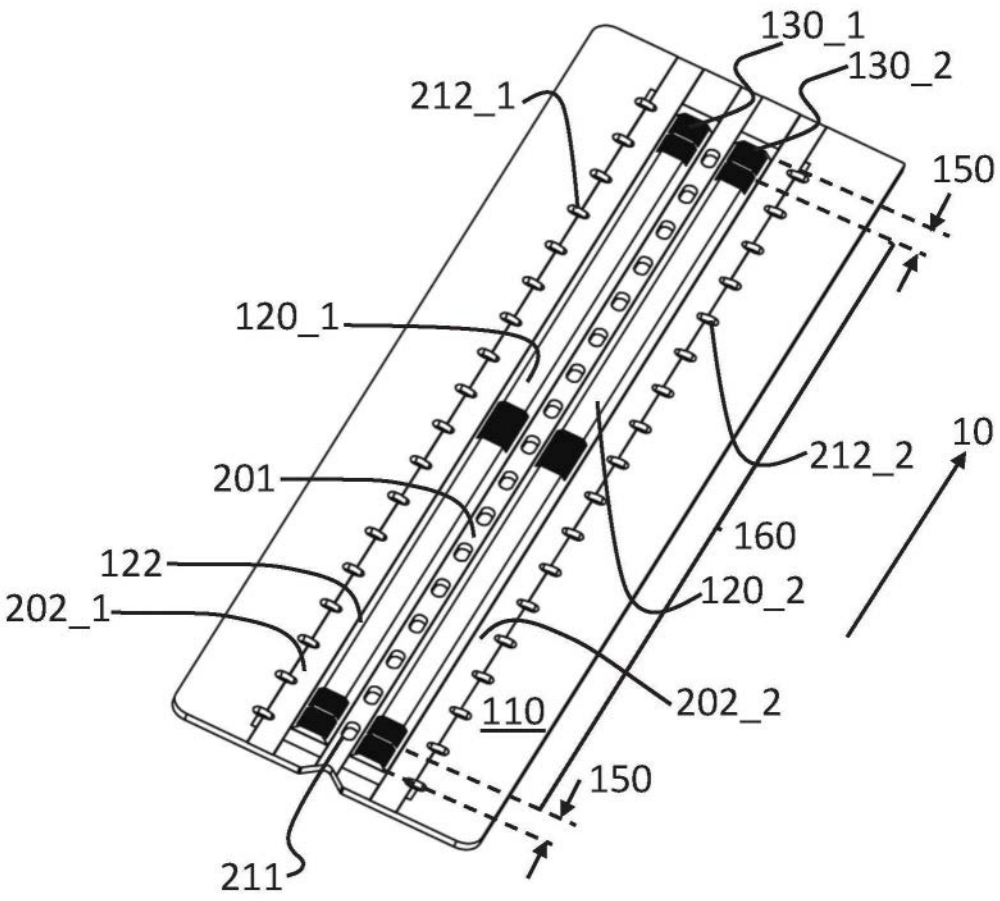

130_1
130_2
212_1
150
120_1
212_2
10
201
160
122
120_2
202_1
202_2
110
150
211

图9a

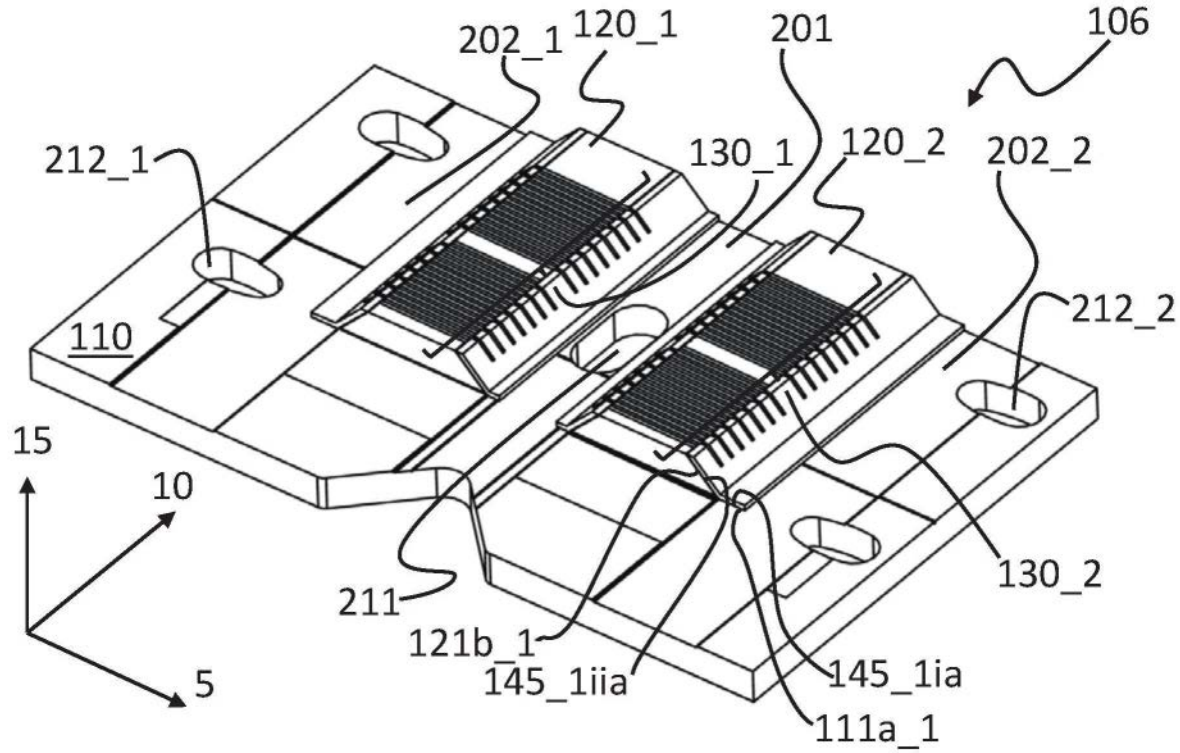

202_1
120_1
201
106
212_1
130_1
120_2
202_2
212_2
110
15
10
211
130_2
121b_1
145_1iia
145_1ia
111a_1
5

图9b

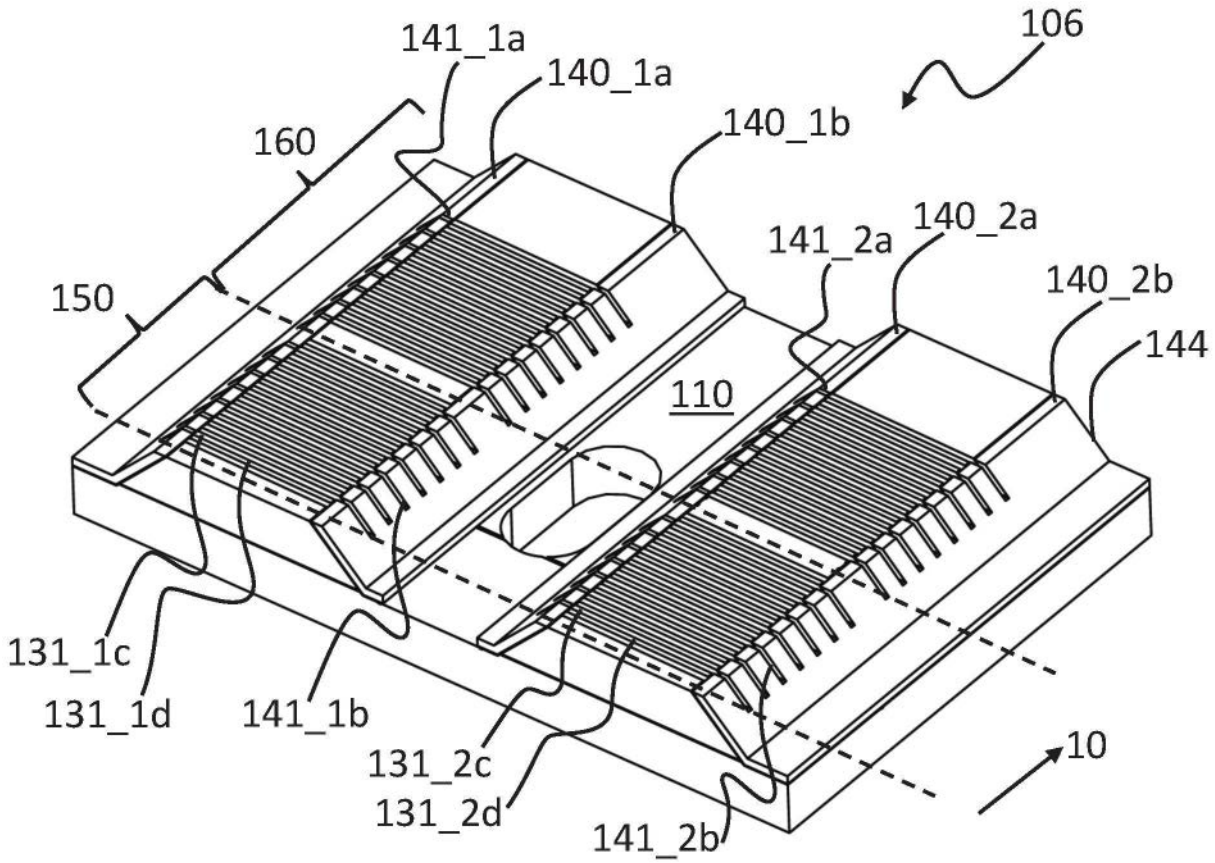

106
141_1a
140_1a
140_1b
160
150
140_2a
141_2a
140_2b
144
110
131_1c
131_1d
141_1b
131_2c
131_2d
141_2b
10

图9c

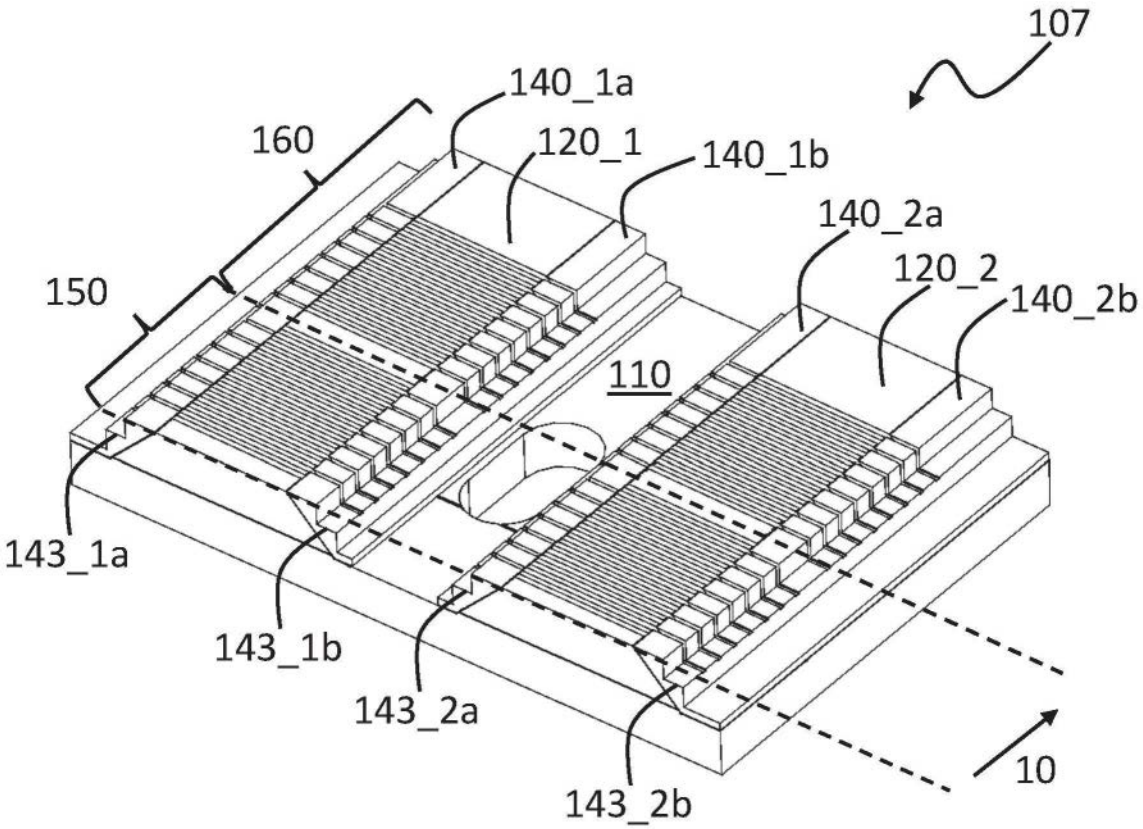

107
140_1a
160
120_1
140_1b
140_2a
120_2
140_2b
150
110
143_1a
143_1b
143_2a
143_2b
10

图9d

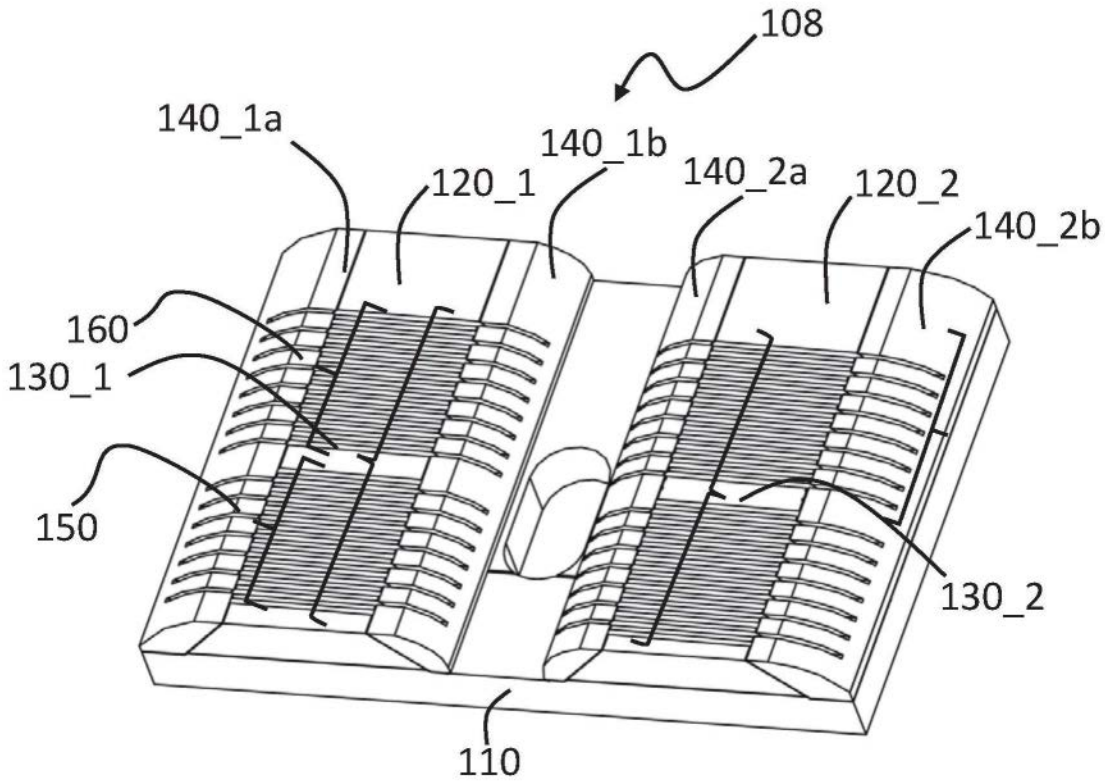

108
140_1a
140_1b
120_1
140_2a
120_2
140_2b
160
130_1
150
130_2
110

图10a

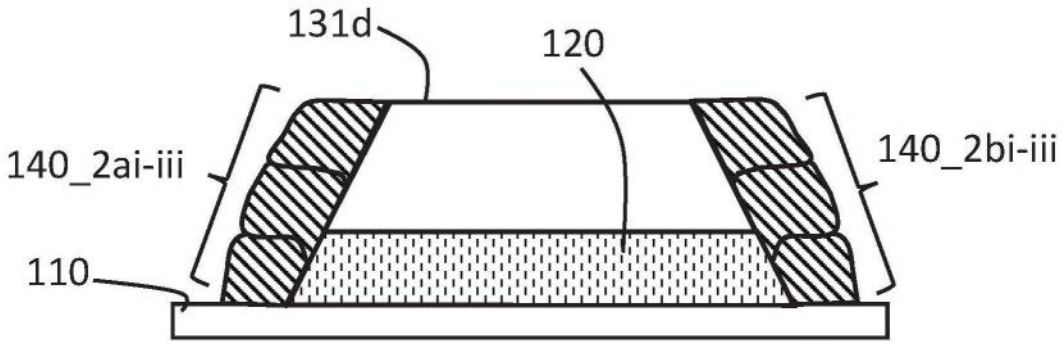

131d
120
140_2ai-iii
140_2bi-iii
110

图10b

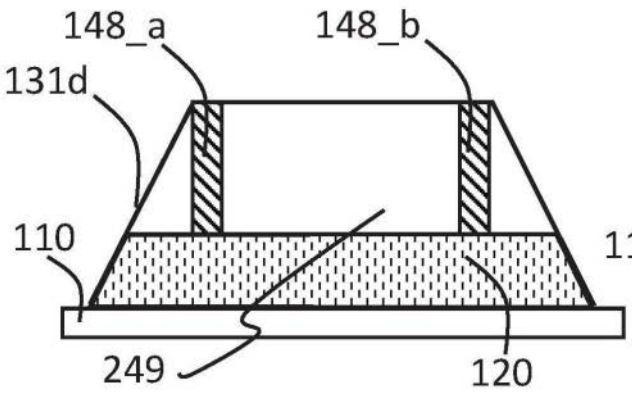


图10c

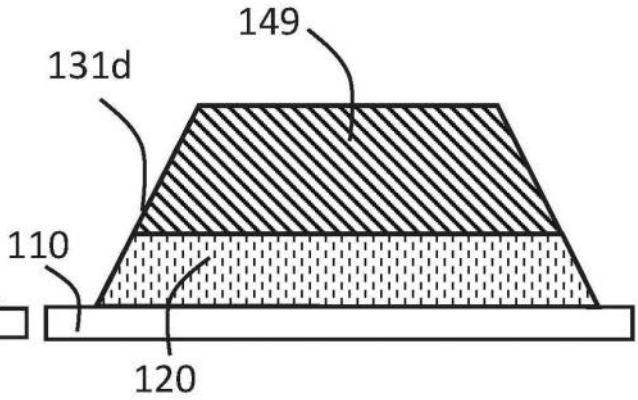


图10d

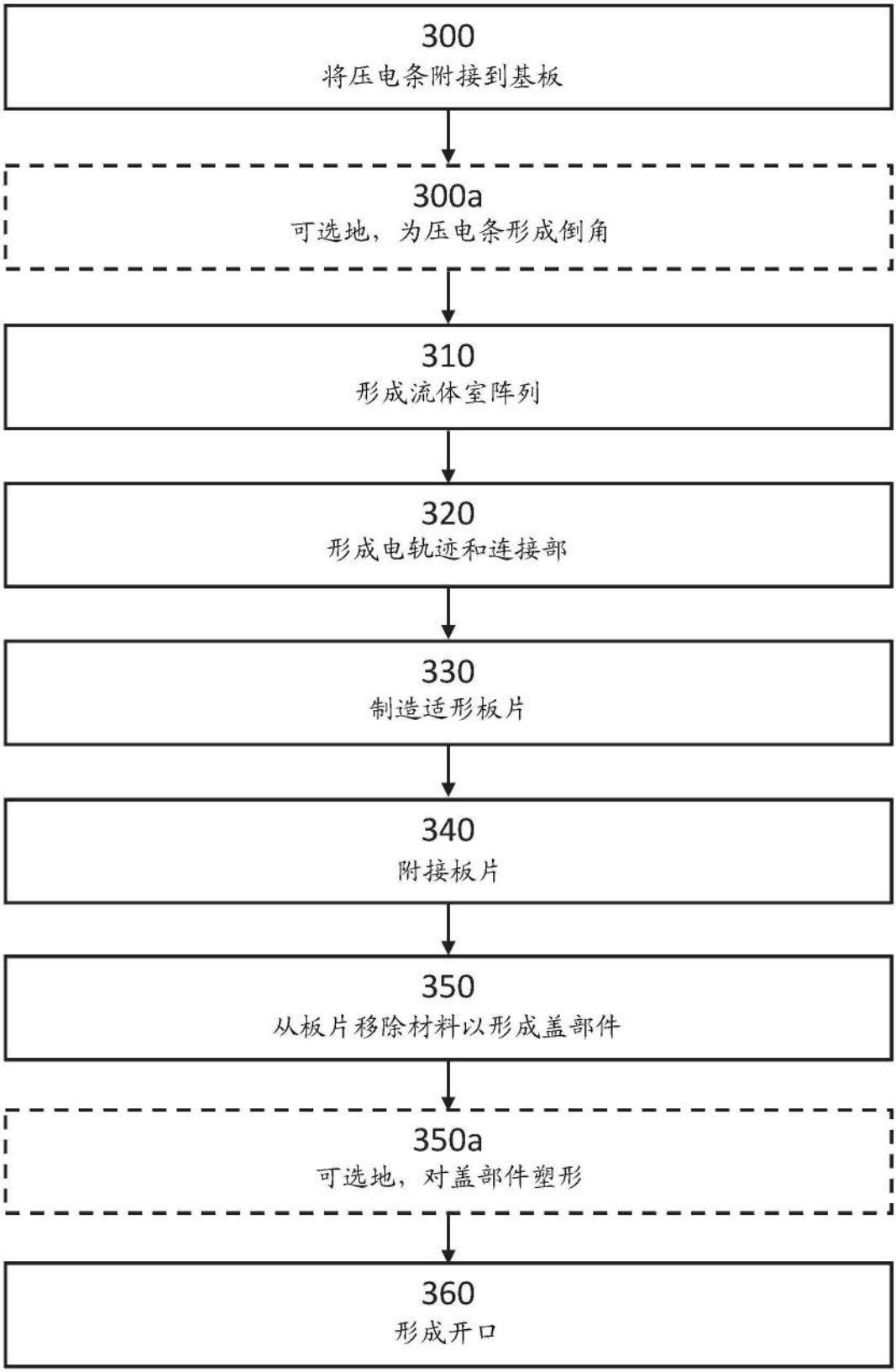

300
将压电条附接到基板
300a
可选地，为压电条形成倒角
310
形成流体室阵列
320
形成电轨迹和连接部
330
制造适形板片
340
附接板片
350
从板片移除材料以形成盖部件
350a
可选地，对盖部件塑形
360
形成开口

图11a

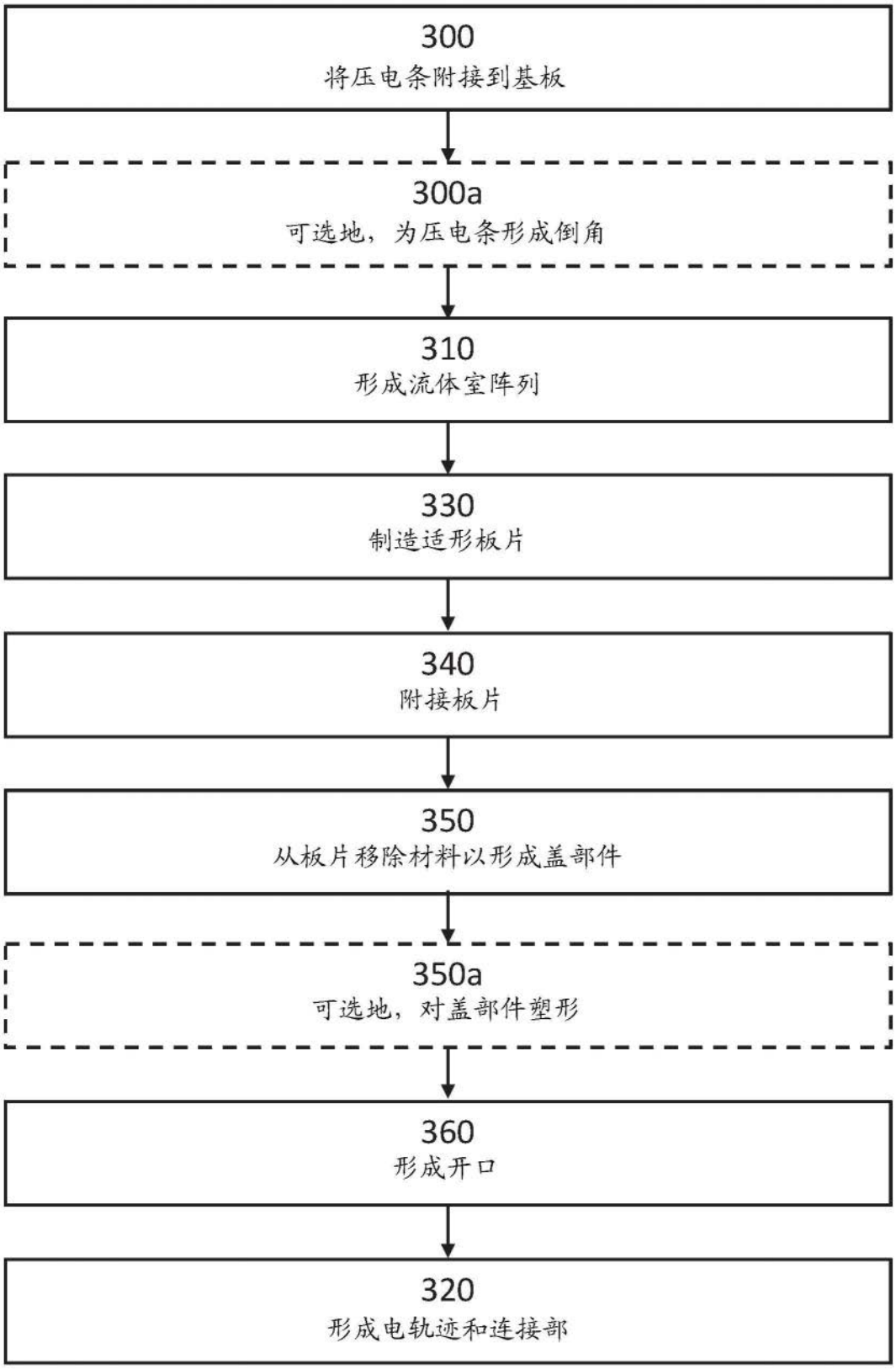

300
将压电条附接到基板
300a
可选地，为压电条形成倒角
310
形成流体室阵列
330
制造适形板片
340
附接板片
350
从板片移除材料以形成盖部件
350a
可选地，对盖部件塑形
360
形成开口
320
形成电轨迹和连接部

图11b

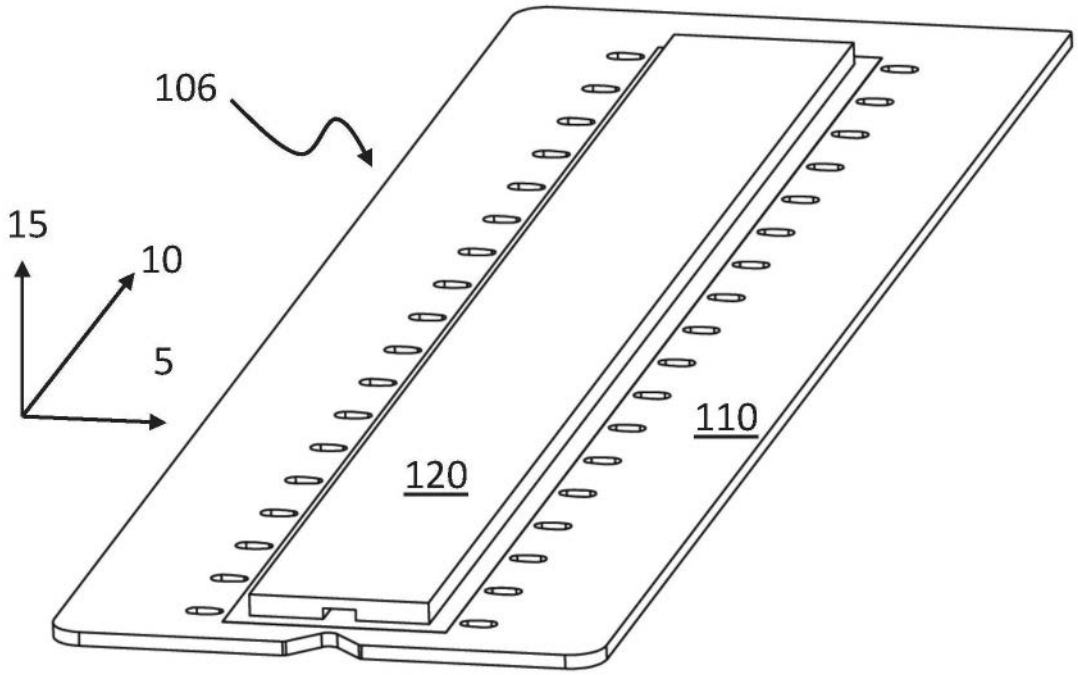


图12a

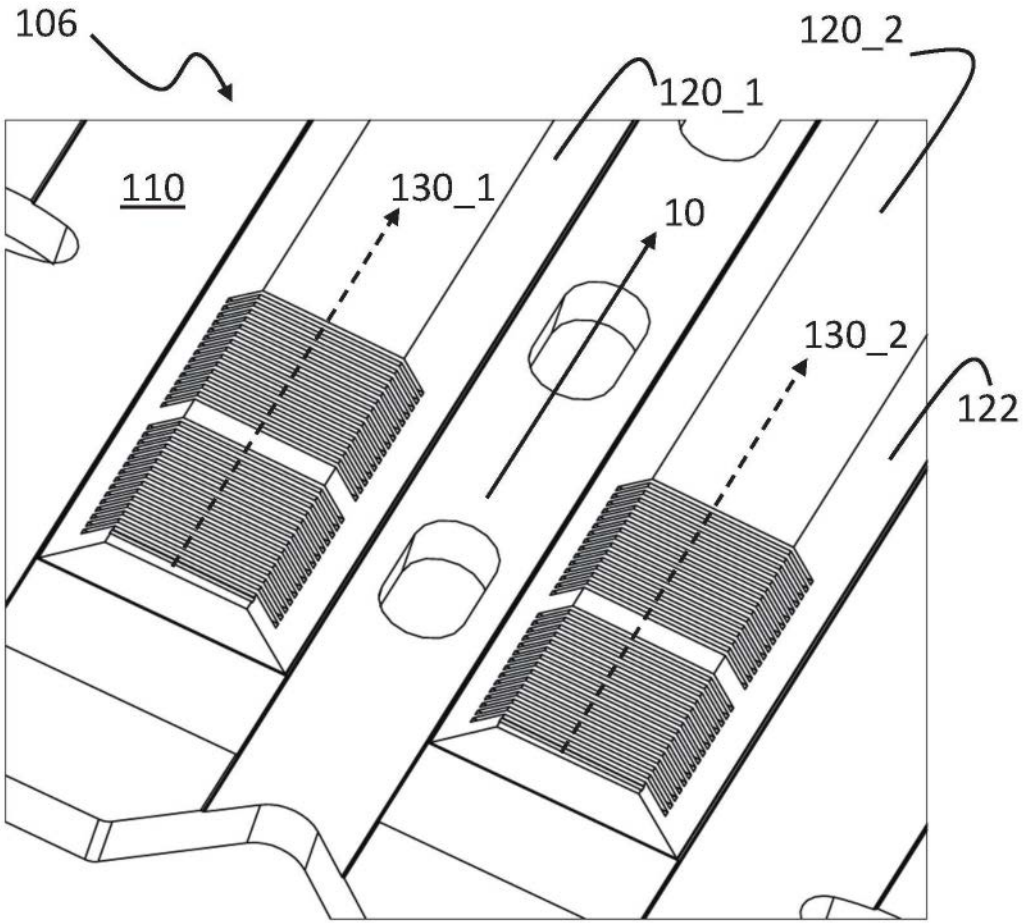


图12b

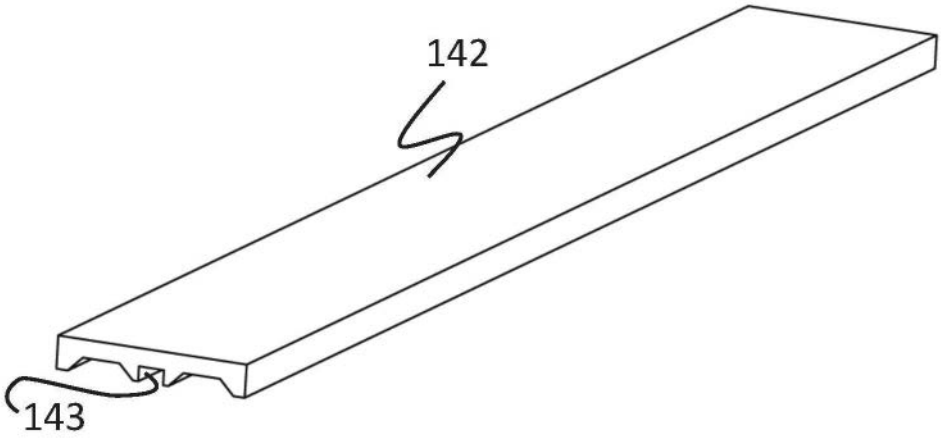


图12c

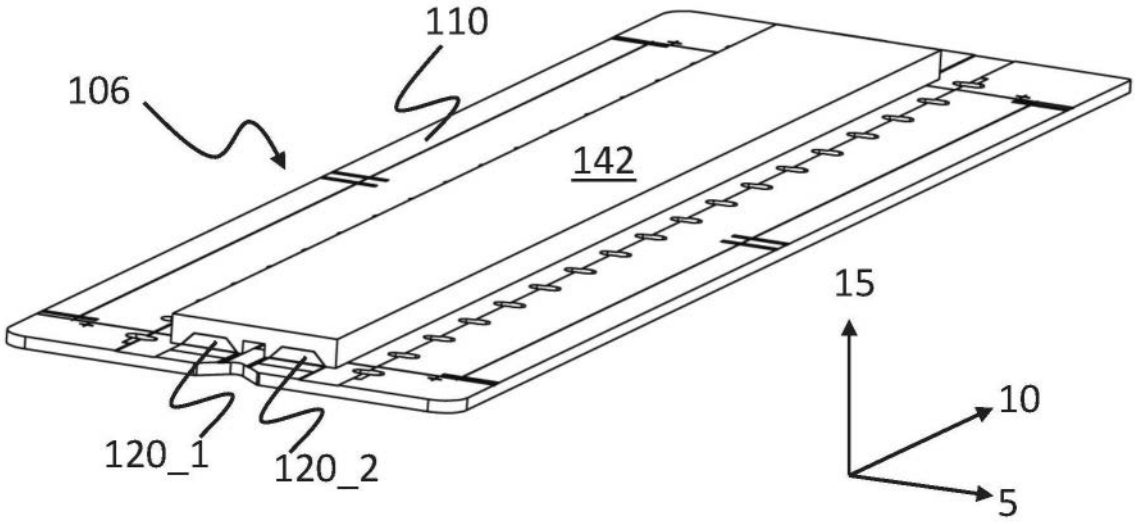


图12d

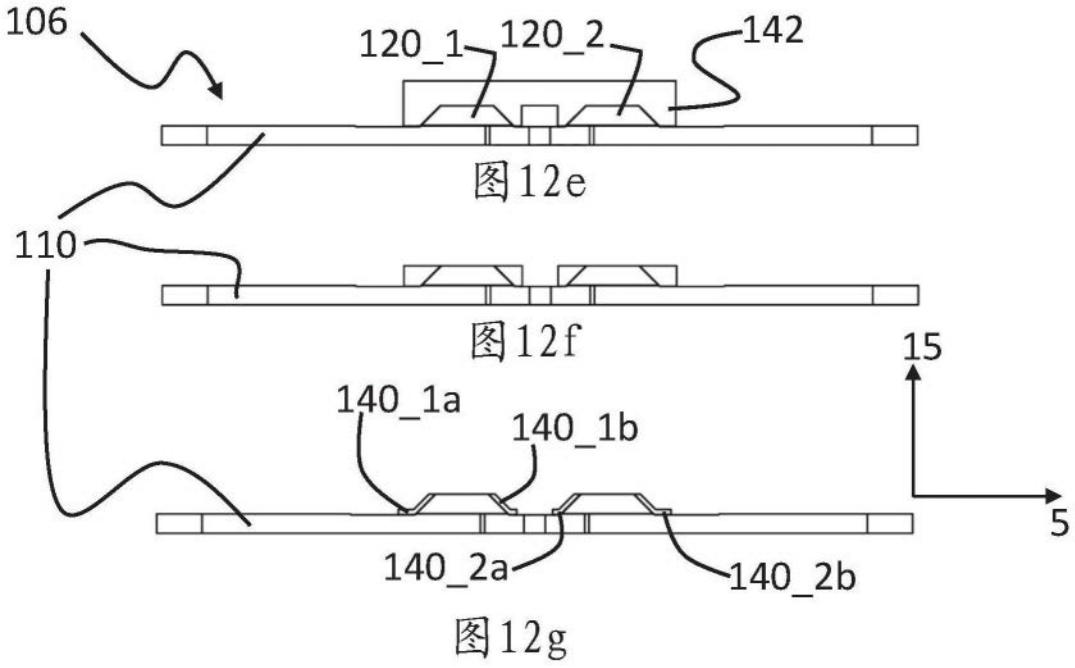


图12e

图12f

图12g

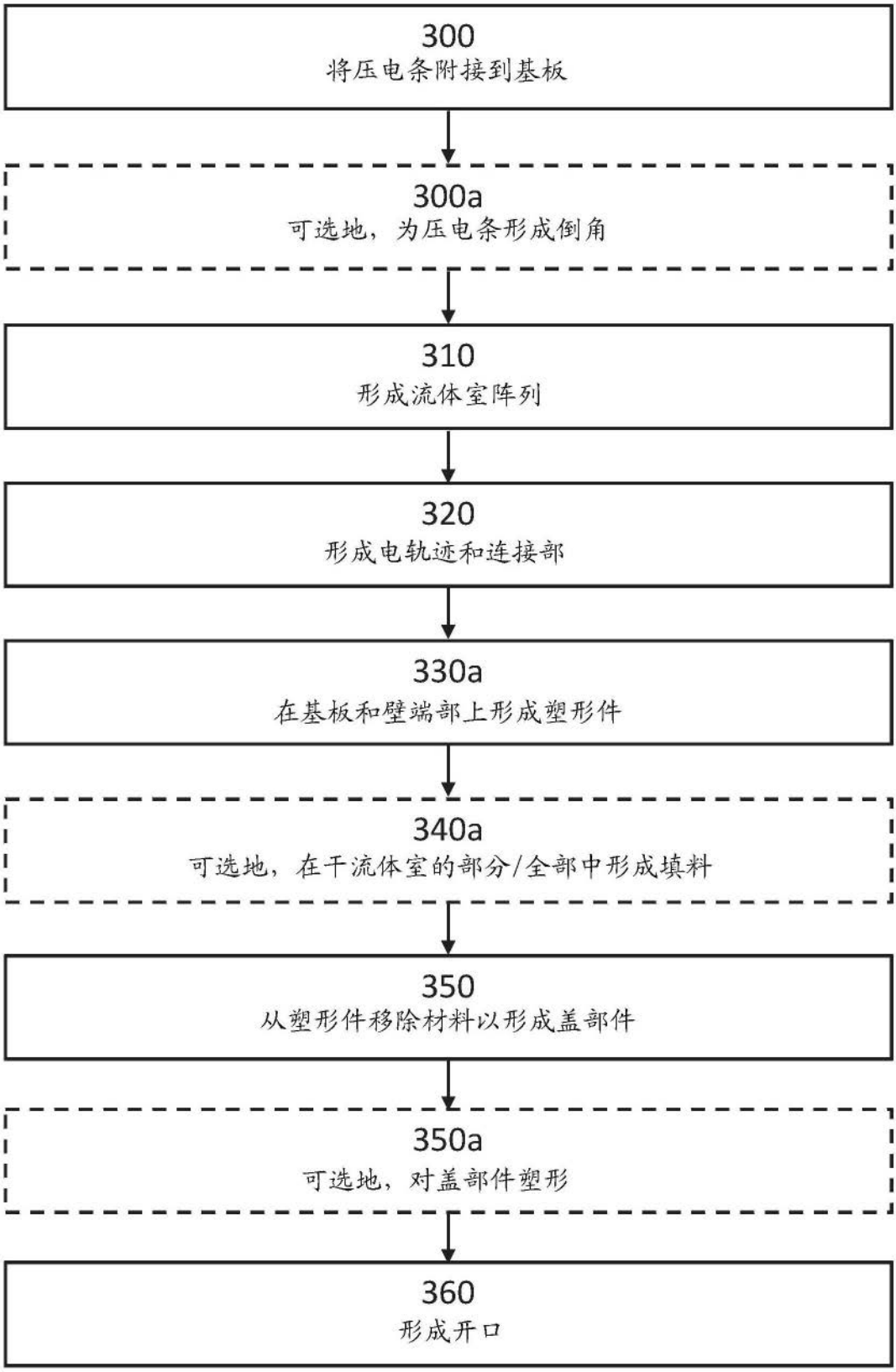

300
将压电条附接到基板
300a
可选地，为压电条形成倒角
310
形成流体室阵列
320
形成电轨迹和连接部
330a
在基板和壁端部上形成塑形件
340a
可选地，在干流体室的部分/全部中形成填料
350
从塑形件移除材料以形成盖部件
350a
可选地，对盖部件塑形
360
形成开口

图13a

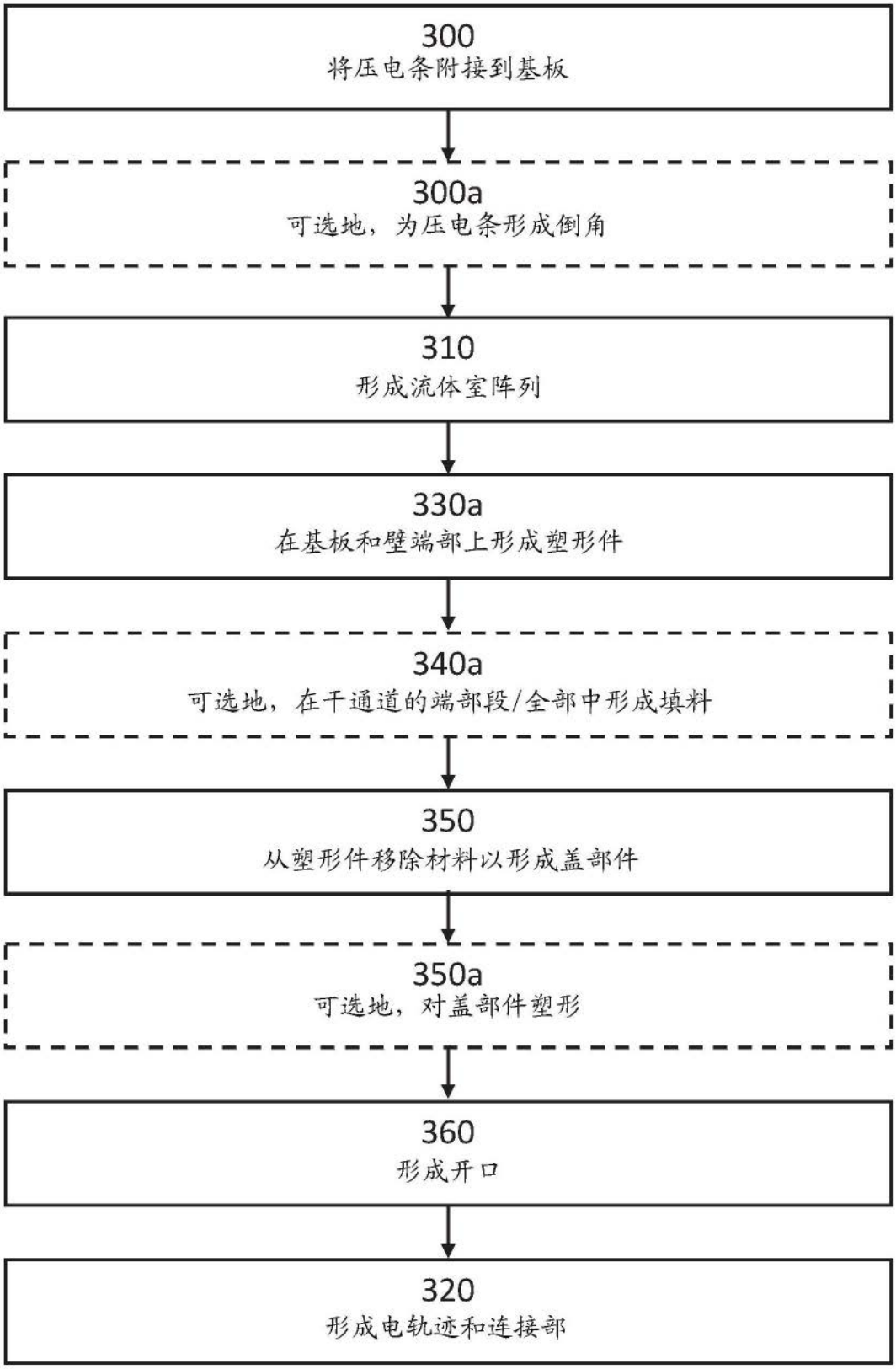

300
将压电条附接到基板
300a
可选地，为压电条形成倒角
310
形成流体室阵列
330a
在基板和壁端部上形成塑形件
340a
可选地，在干通道的端部段/全部中形成填料
350
从塑形件移除材料以形成盖部件
350a
可选地，对盖部件塑形
360
形成开口
320
形成电轨迹和连接部

图13b