



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101479002 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 16

(21) 申请号 200780024223. X

B41J 2/14(2006. 01)

(22) 申请日 2007. 06. 19

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

06116178. 2 2006. 06. 28 EP

US 2005/018019 A1, 2005. 01. 27,

CN 1561242 A, 2005. 01. 05,

US 2006/0012645 A1, 2006. 01. 19,

US 2006/0012645 A1, 2006. 01. 19,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 12. 26

审查员 方炜园

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2007/052341 2007. 06. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02008/001268 EN 2008. 01. 03

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 H·佩尔策 K·赖曼

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英

(51) Int. Cl.

A61M 5/30(2006. 01)

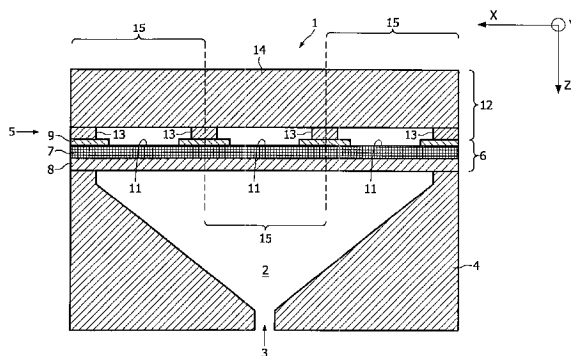
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于以高速微射流形式输送流体的设备和方法

(57) 摘要

本发明涉及用于以高速微射流形式输送流体的设备和方法。为了提供以高速微射流形式输送流体的小型低价设备,所提出的设备(1)包括用于容纳流体的容器(2),所述流体通过所述容器(2)的喷嘴(3)输送;还包括与所述容器(2)协同工作的驱动器(5),其特征在于,所述驱动器(5)包括薄膜换能器膜(6),其中所述换能器膜(6)被分为至少两个换能器单元(15),所述换能器单元(15)形成换能器阵列,其中,每个换能器单元(15)对应于所述换能器膜(6)的特定一部分。



1. 一种用于以高速微射流形式输送流体的设备 (1), 包括用于容纳流体的容器 (2), 所述流体通过所述容器 (2) 的喷嘴 (3) 输送; 还包括与所述容器 (2) 协同工作的驱动器 (5), 其中所述驱动器 (5) 包括被分为至少两个换能器单元 (15) 的薄膜换能器膜 (6), 所述至少两个换能器单元 (15) 施加用于产生高速微射流的压力, 所述换能器单元 (15) 形成换能器阵列, 其中, 每个换能器单元 (15) 对应于所述换能器膜 (6) 的特定一部分, 其特征在于, 每个换能器单元具有专用的支撑结构。

2. 如权利要求 1 所述的设备 (1), 其中所述换能器膜 (6) 包括压电层 (7), 所述换能器单元 (15) 通过压电驱动弯曲。

3. 如权利要求 1 所述的设备 (1), 其中所述换能器单元 (15) 通过静电驱动弯曲。

4. 如权利要求 1 所述的设备 (1), 还包括控制单元, 用于向每个换能器单元 (15) 单独施加驱动电压。

5. 一种通过流体输送设备 (1) 输送流体的方法, 包括施加驱动电压以使所述设备 (1) 的薄膜换能器膜 (6) 的换能器单元 (15) 弯曲的步骤, 所述换能器膜 (6) 被分为至少两个换能器单元 (15), 所述至少两个换能器单元 (15) 施加用于产生高速微射流的压力, 所述换能器单元 (15) 形成换能器阵列, 其中, 每个换能器单元 (15) 对应于所述换能器膜 (6) 的特定一部分, 所述换能器膜 (6) 是驱动器 (5) 的一部分, 所述驱动器 (5) 与流体容器 (2) 协同工作, 使得在所述换能器单元 (15) 被弯曲时通过所述容器 (2) 的喷嘴 (3) 输送所述流体, 并且每个换能器单元具有专用的支撑结构。

6. 如权利要求 5 所述的方法, 包括如下步骤: 施加所述驱动电压从而在所述设备 (1) 的容器 (2) 内产生确定的压力波, 所述压力波集中在所述容器 (2) 的喷嘴 (3) 上。

7. 一种经皮给药设备, 其具有如权利要求 1 至 4 中任意一项所述的设备。

用于以高速微射流形式输送流体的设备和方法

[0001] 本发明涉及用于以高速微射流形式输送流体的设备和方法。

[0002] 传统地,口服药片是将药物输送至人体内的主要方法。其他方法包括注射和肺部及粘膜给药。给药的另一个方法是经皮给药。经皮给药是直接通过皮肤屏障输送药物。经皮给药相比其他给药方法有许多益处,比如可以避免首先经过新陈代谢等。

[0003] 药品透过皮肤扩散的主要屏障是皮肤的最外层,即角质层。已经提出了各种对透过角质层的经皮给药进行增强的方法,其中包括,使用如化学物质的增强剂或刺激物、电压电荷、超声波、热处理、微针和激光辅助技术。然而,这些技术没有提供根据时间按剂量给药的能力。

[0004] 另一个给药方法是使用无针注射或者高速喷射注射器。喷射注射器高速移动待注射的溶液,并将溶液以射流喷出,穿过角质层并将溶液沉积在皮肤的真皮以及皮下区域。虽然传统的高速喷射可以透过角质层传输药物,但是该方法的缺点是输送大量药物,其在仅一次性喷射注射中输送。

[0005] 已有通过高速喷射方法重复输送小量药物的新途径。然而,所使用的设备相当大而且昂贵,这是因为这些设备使用大的压电换能器,例如,用尺寸为 $2 \times 2 \times 2\text{mm}$ 或 $5 \times 5 \times 5\text{mm}$ 的锆钛酸铅 (PZT) 制成。这种大的压电换能器包括大量的铅。

[0006] 本发明的目的是提供用于以高速微射流形式输送流体的小型且低价的设备。

[0007] 根据本发明,该目的通过用于以高速微射流形式输送流体的设备实现,其包括:用于容纳流体的容器,所述流体通过所述容器的喷嘴输送;还包括与所述容器协同工作的驱动器,其中所述驱动器包括被分为至少两个换能器单元的薄膜换能器膜,所述换能器单元形成换能器阵列,其中,每个换能器单元对应于所述换能器膜的特定一部分,其特征在于,每个换能器单元具有专用的支撑结构。

[0008] 本发明的核心思想是使用低价半导体薄膜技术来构造用于以高速微射流形式输送流体的低价设备。为此,薄膜换能器膜被分为至少两个换能器单元,以施加用于产生高速微射流的压力。所述换能器单元形成换能器阵列,其中,每个换能器单元对应于换能器膜的特定一部分。换能器阵列可以是一维或二维的,即,换能器单元可以排列成一条线以形成一维阵列,或以二维方式排列以形成二维阵列。

[0009] 可以采用低价薄膜器件的形式提供薄膜压电驱动器,该低价薄膜器件可以用现有半导体技术来制造。这样的薄膜压电驱动器仅包括很少量的铅。减小铅含量对于环境因素特别有益。

[0010] 每个换能器单元具有专用的支撑结构,用于获得压电层的最优转换。支撑结构用于将换能器膜分为形成阵列结构的单个的换能器单元。阵列结构用于限定换能器膜的刚度和总能值。刚度由换能器膜的层厚度、构成换能器膜的材料杨氏模量和在压电层的纵向膨胀/收缩的主要方向上单个换能器单元的膜的长度来确定。总能值主要由其压电材料本身、施加的电压、电极设计和压电层的总体积确定。因而,压电层的面积越大,或者换能器单元越多,可用的能量就越多。单个换能器单元的刚度限制了可以施加到流体的压力,确定微射流的速度。可用的总能量限制了膜一次动作 (stroke) 可以输送的流体量。因而,需要小

的换能器单元以获得例如能够穿过角质层的高速微射流,需要适当数量的换能器单元来在一次动作中喷射适当量的流体。

[0011] 本发明的目的还通过采用流体输送设备来输送流体的方法实现,所述方法包括施加驱动电压以弯曲所述设备的薄膜换能器膜的换能器单元的步骤,所述换能器膜被分为至少两个换能器单元,所述换能器单元形成换能器阵列,其中,每个换能器单元对应于所述换能器膜的特定一部分,所述换能器膜是驱动器的一部分,所述驱动器与流体容器协同工作,使得在所述换能器单元弯曲时通过所述容器的喷嘴输送所述流体。

[0012] 根据由从属权利要求限定的下列实施例进一步详细说明本发明的这些和其他方面。

[0013] 本发明的优选实施例中,可以通过压电或静电驱动来驱动换能器单元。在压电驱动的情况下,换能器膜包括压电层,通过向压电层施加电场,由压电层的压电驱动来弯曲换能器单元。压电和静电驱动都是薄膜换能器单元领域公知的概念,从而使得可以使用低价半导体工艺来生产本发明所述的换能器阵列。可以使用压电和静电驱动的组合。

[0014] 本发明的另一目的是提高流体的输送速度。本发明的该目的通过上述设备实现,其包括用于向每个换能器单元单独施加驱动电压的控制单元。本发明的该目的还通过包括下述步骤的方法实现:施加驱动电压使得在所述设备的容器内产生确定的压力波,所述压力波集中在所述容器的喷嘴上。换句话说,膜换能器的阵列结构具有另外的益处,即其使得可以在流体容器的至少一个喷嘴上主动集中药物中的压力波。这在给定的驱动电压下增加了微射流速度。

[0015] 本发明可用于医疗设施,例如用于经皮给药,例如用于输送缩氨酸、蛋白质和基于DNA的治疗物质,以及用于疼痛治疗。此外,本发明可用于美容目的的液体经皮注射。此外,本发明可用于喷墨打印设备。

[0016] US-A 2006/012645 公开了采用一对压电单元的排放头。第一压电单元用于排放小液滴,而第二压电单元用于确定相应腔室内的压力。

[0017] JP 01283154 公开了一种喷墨记录头,其中,采用多个压电单元来驱动震动的板。

[0018] US-A 4184169 公开了一种滴墨打印头,其中,多个压电电机在腔室内产生冲击波。

[0019] US-A 5812163A 公开了一种喷墨打印机触发部件,其中,可弯曲触发膜包括第一层和第二层,其包括由压电材料形式的条。整个第二层在维度上响应于施加的能量。

[0020] 下面通过举例参考以下实施例和附图详细描述本发明的这些和其他方面,其中:

[0021] 图 1 是流体输送设备第一实施例的示意图;

[0022] 图 2 是流体输送设备第二实施例的示意图;

[0023] 图 3 是流体输送设备第三实施例的示意图;

[0024] 图 4 是换能器单元线性阵列的示意图;以及

[0025] 图 5 是二维换能器单元阵列的示意图。

[0026] 图 1 示出第一流体输送设备 1。本实施例使用液体药物形式的流体。输送设备 1 包括漏斗状容器 2,用于容纳药物,通过喷嘴 3 输送药物。容器 2 是基础单元 4 的一部分。喷嘴 3 位于漏斗的窄端。也可以使用其他形状容器。设备 1 还包括与所述容器 2 协同工作的驱动器 5,该驱动器 5 包括薄膜换能器膜 6。换能器膜 6 封闭容器 2 的一侧,喷嘴 3 位于容器 2 的相反一侧。换能器膜 6 包括压电层 7、底电极 8 和顶电极 9。两个电极 8、9 都以

导电电极层（薄膜层）的形式设置。压电层 7 由厚度介于 $0.5\ \mu\text{m}$ 和 $10\ \mu\text{m}$ 之间的 PZT 制成。可以使用一些其他压电材料代替 PZT。

[0027] 底电极 8 未经结构化,覆盖 PZT 层 7 朝向容器 2 的整个下表面。顶电极 9 经结构化,使得其仅覆盖 PZT 层 7 上表面的一部分。换句话说,PZT 层 7 上表面的一些区域 11 未被顶电极 9 覆盖。PZT 层 7 上表面被顶电极 9 覆盖的区域设置有包括腿 13 或条的支撑结构 12,腿 13 或条连接到刚性背板 14。因而,PZT 层 7 通过支撑结构 12 被夹在底电极 8 和结构化的顶电极 9 之间。

[0028] 根据顶电极 9 的结构和支撑结构 12 相对于换能器膜 6 的位置,换能器膜 6 被分为多个换能器单元 15,每个换能器单元具有相对小的有效表面面积。所述换能器单元 15 形成换能器阵列,其中,每个换能器单元 15 对应于换能器膜 6 的特定一部分。图 1 示出三个这样的换能器单元 15。每个换能器单元 15 的大小由支撑结构 12 相对于换能器膜 6 的位置确定。换能器单元 15 在 x 方向的长度由支撑结构的两个相邻腿 13 或条之间的距离确定。这些腿 13 或条之间在 x 方向上的距离主要地影响着换能器膜 6 的刚度,而 y 方向的大小选定则相当不同。换句话说,换能器膜 6 是被加固的,其在于换能器膜 6 以确定方式(即,沿确定的线)固定到支撑结构 12。换能器单元 15 沿膜平面 x 方向的延伸介于 $10\ \mu\text{m}$ 和 1mm 之间。

[0029] 进行顶电极 9 的结构化及通过支撑结构 12 夹住换能器膜 6 的方式,使得将 PZT 层 7 在长度方向(x 方向)的膨胀/收缩最大地转换成换能器膜 6 的垂直运动(z 方向),以对液体药物施加压力。换句话说,支撑结构 12 保证了每一个换能器单元 15 所需要的刚度。此外,以阵列形式存在、足够大量、协同工作的小换能器单元 15 保证了输送足够大量的流体。

[0030] 也可以使用其他电极组合,例如,两个电极 8、9 可以都是结构化的,或者,依赖于换能器膜 6 的其他构成,可以使用未结构化的顶电极 9。

[0031] 换能器膜 6 和换能器单元 15 以及支撑结构 12 一起固定在用于液体药物的容器 2 上。另一个可能是,整个容器 2 或者其一部分属于半导体晶片结构,通过半导体薄膜技术在该结构上设置电极 8、9 和压电层 7。这包括对容器 2 进行蚀刻以及对顶电极 9 进行结构化。此外,支撑结构 12,例如金属化的结构化硅晶片,粘在或者焊在结构化的顶电极 9 上,以加固换能器膜 6。

[0032] 图 1 示出具有 x 方向上一维换能器阵列的输送设备 1 的截面。为了输送液体药物,透过 PZT 层 7 施加驱动电压。换句话说,向电极 8、9 施加驱动电压以在膜平面内膨胀/收缩 PZT 层 7,这主要利用与顶电极 9 和底电极 8 之间的电场垂直的 PZT 层 7 的膨胀/收缩。利用换能器膜 6 固定于其上的支撑结构 12 和结构化顶电极 9,PZT 层 7 的膨胀/收缩被转换至换能器膜 6 平面。换能器单元 15 垂直于换能器膜 6 平面弯曲,并且在容器 2 内的液体药物上施加 z 方向的压力,迫使容器 2 内的药物通过喷嘴 3。另一个实施例中(未示出),在 y 方向上放置另外的换能器单元 15,以构成二维阵列。

[0033] 控制单元(未示出)用于施加驱动电压,所述控制单元连接到驱动器 5,具体是连接到薄膜换能器膜 6 的电极 8、9。可采用特殊技术来控制一维或二维阵列形式的换能器单元 15。根据该技术,其每一个均可有选择地能够变形的换能器单元 15 可以被单独激活,即通过驱动电压控制,以获得对容器 2 内的压力波的主动集中。换句话说,每个换能器单元 15

可以由控制单元单独控制。为此,控制单元连接到每个换能器单元 15,这可以通过印刷电路板领域的公知技术实现。控制单元控制换能器单元 15,使得在容器 2 内产生确定的压力波,所述压力波集中在容器 2 的喷嘴 3 上。换句话说,喷嘴 3 上的流体压强最大。优选地,这通过先向离喷嘴 3 最远的换能器单元 15 施加驱动电压、然后继续向临近的换能器单元 15 等施加驱动电压来实现,这样,获得向喷嘴 3 的“相移”。驱动电压的具体施加依赖于换能器阵列的形状、容器 2 的形状、喷嘴 3 相对于换能器膜 6 的位置等等。

[0034] 优选地,通过计算机软件实现控制单元的内部控制,该计算机软件包括计算机指令,当软件在控制单元的处理单元内执行时,用于如上所述地控制驱动电压。可替换地,可以用硬件实现驱动电压的控制方法,例如,使用一个或多个集成电路。处理单元自身可以包括以硬件、软件或二者的组合形式实现的功能模块或单元。

[0035] 另一个实施例中(未示出),容器 2 包括多于一个喷嘴 3。此外,可以有以特定方式打开或关闭喷嘴 3 的装置,优选地进行该喷嘴操作以对应于动态控制的对驱动电压向换能器单元 15 的施加。

[0036] 本发明的另一个实施例中,图 1 所示的整个输送设备集成在具有流体贮液器的外壳(未示出)内,贮液器连接到设备 1 的药物容器 2,以在喷射流体后重新填充药物容器 2。此外,外壳可以包括基于微处理器的控制单元,用于控制设备 1 的激活和能量源,如作为电源的电池。控制单元可以进行如上所述施加驱动电压的功能。

[0037] 图 2 示出本发明的另一个实施例,其中换能器膜 6' 包括形成换能器膜 6' 上表面的两个膜层 16、17(例如,由 SiO_2 、 Si_3N_4 或半导体产品线上可用的类似材料制成)、压电(如 PZT)层 7 和形成顶电极 9' 的单个电极层。可替换地,可以仅使用一个换能器层,而且/或者,压电层 7 可以是结构化的(未示出)。同样进行顶电极 9' 的结构化以及通过支撑结构 12' 来夹持,以将压电层 7 的长度方向上(x 方向)膨胀/收缩最大地转换成换能器膜 6 的垂直运动(z 方向),以对药物施加压力。

[0038] 图 1 所示实施例中,电场对准于顶电极和底电极 8、9 之间且位于 z 方向,即,与压电层 7 的长度方向上膨胀/收缩(x 方向)的方向垂直。这种情况下,压电系数 d_{31} 用于膨胀/收缩。与之相比,图 2 的实施例中,电场与膨胀/收缩方向(x 方向)对准,即,电场位于 x 方向。因而,这种情况下使用压电系数 d_{33} 。优选地,使用更高的膜温度,向顶电极 9' 施加相对高的驱动电压,得到换能器膜 6' 相对大的弯曲。

[0039] 图 2 所示的多个膜层 16、17 也可以用于图 1 所示实施例。这些另外的膜层 16、17 有助于增加换能器膜 6 的刚度和弯曲。

[0040] 图 3 示出本发明另一个实施例。所示流体输送设备 1" 的工作基于静电驱动。可以向五个电极 18 中的一个或多个电极以及单个膜 6" 施加电压。电极 18 位于背板 14 上并在腿 13 之间,腿 13 用作单个膜 6" 的支撑,膜 6" 延伸通过容器 2。膜 6" 可以包括单个导电层或者相叠的若干层,其中只有一层必须是导电的。通过以独立方式控制电极 18 和膜 6" 之间的电压,可以彼此独立地将膜 6" 位于和相关的电极 18 相对的部分弯曲。这些部分作为根据本发明的换能器单元 15。

[0041] 换能器单元 15 可以排列形成一维或二维阵列。图 4 示出一维阵列,即线性阵列,图 5 示出二维阵列。使用线性阵列,可以沿容器 2 内的直线产生确定的压力波。使用二维阵列,也可以沿直线产生确定的压力波。此外,然而驱动可以集中于特定的点。就每个实施

例示出了换能器单元 15、用于控制换能器单元 15 的控制器 19 以及控制器 19 和换能器单元 15 之间的连接线。

[0042] 概括而言,本发明提出一种流体输送设备 1,其使用低价标准薄膜技术提供薄的压电层 7。为了获得该薄压电层 7 的足够弯曲,通过专用支撑结构 12 来加固膜 6,该支撑结构 12 将膜 6 分为显示出所需刚度的较小的膜单元 15 阵列。此外,可以单独控制所述换能器单元 15,以产生用于加速的流体输出的压力波。

[0043] 这些实施例在所有方面应被视为示例性而非限定性的,本发明的范围由所附权利要求而不是前述说明限定,与权利要求等同的含义和范围内的所有修改都要被这些权利要求所涵盖。另外,显见的是,“包括”一词不排除其他部件或步骤,“一个”不排除多个,单个单元,如计算机系统或另一单元可以执行权利要求所述多个装置的功能。权利要求中的标号不应理解为限制权利要求的范围。

[0044] 参考标号

[0045] 1 流体输送设备

[0046] 2 容器

[0047] 3 喷嘴

[0048] 4 基础单元

[0049] 5 驱动器

[0050] 6 换能器膜

[0051] 7 压电层

[0052] 8 底电极

[0053] 9 顶电极

[0054] 10(未使用)

[0055] 11 未覆盖区域

[0056] 12 支撑结构

[0057] 13 腿

[0058] 14 背板

[0059] 15 换能器单元

[0060] 16 膜层

[0061] 17 膜层

[0062] 18 电极

[0063] 19 控制器

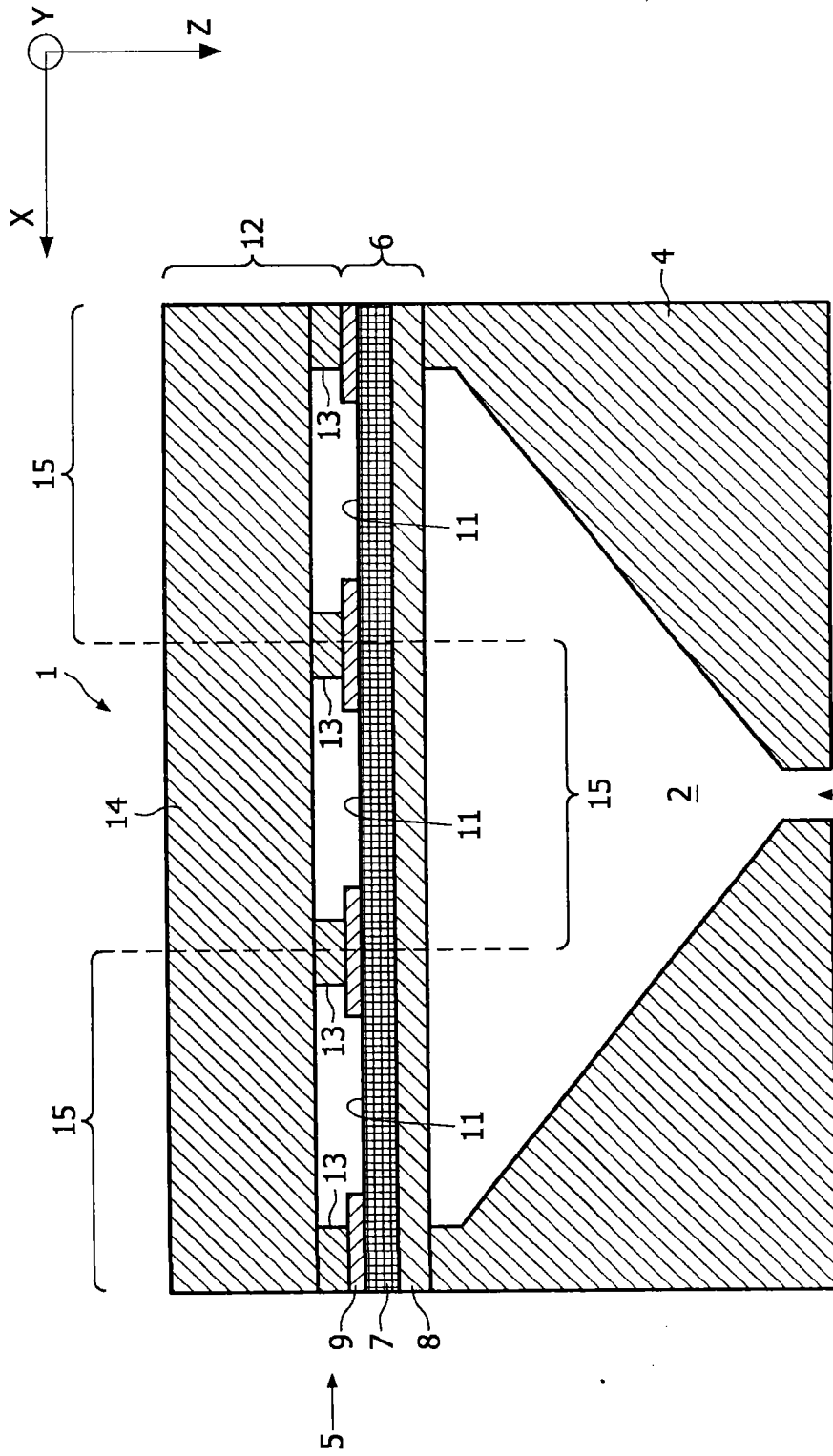


图1

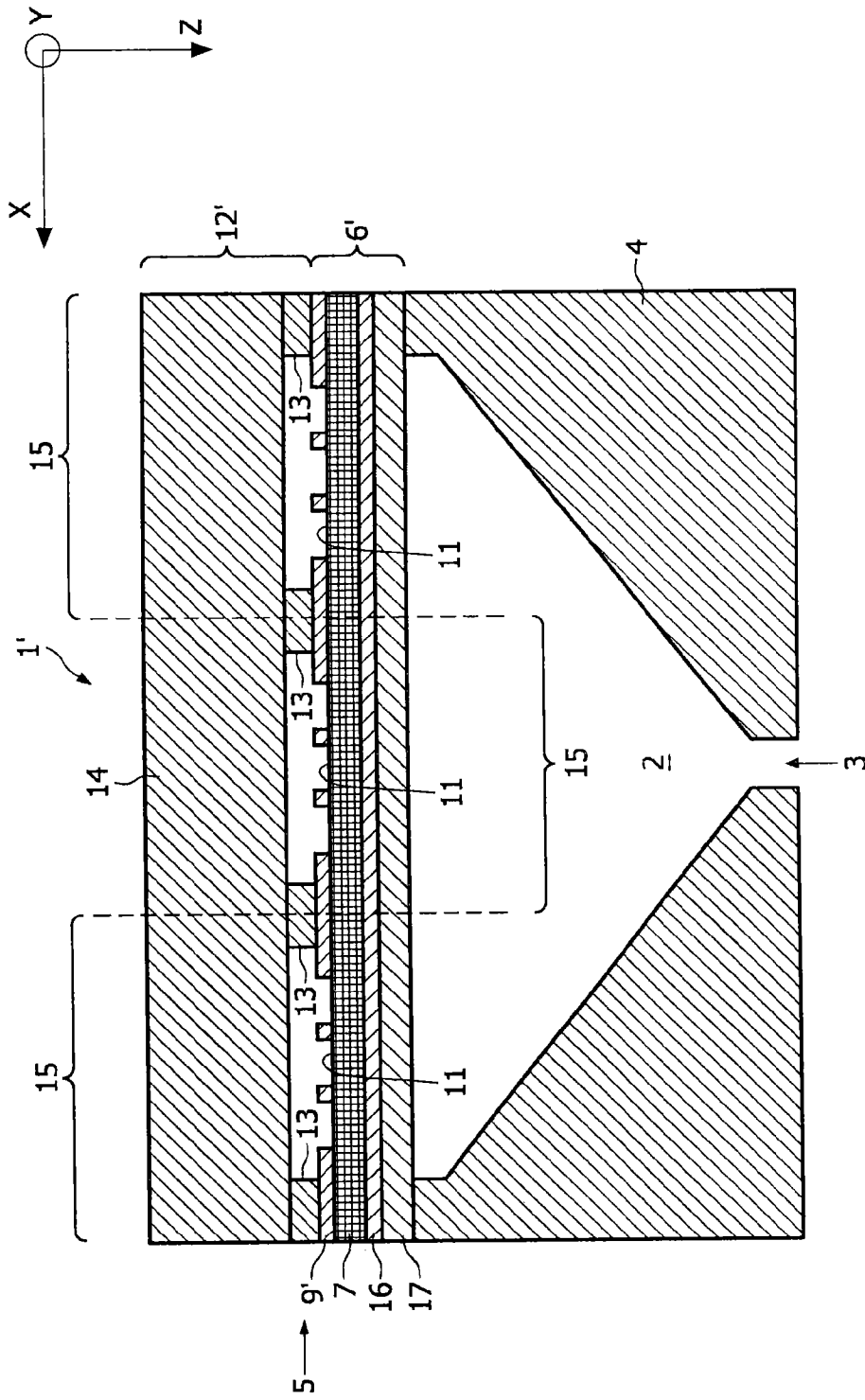
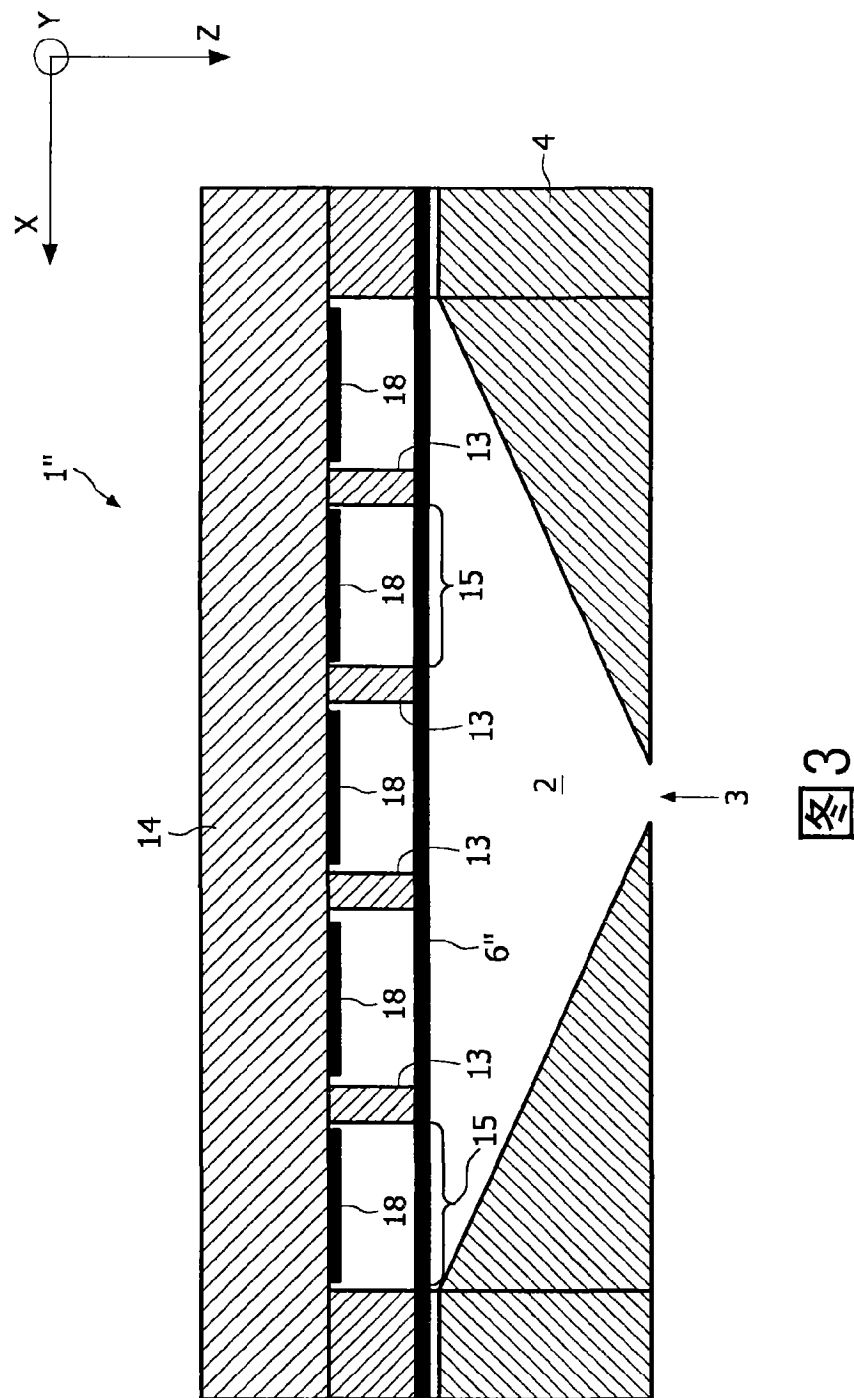


图2



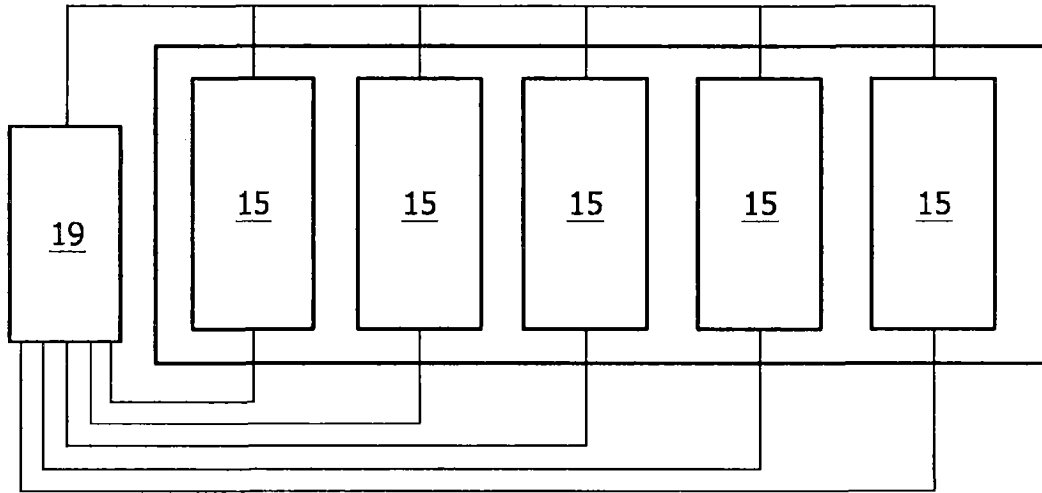


图 4

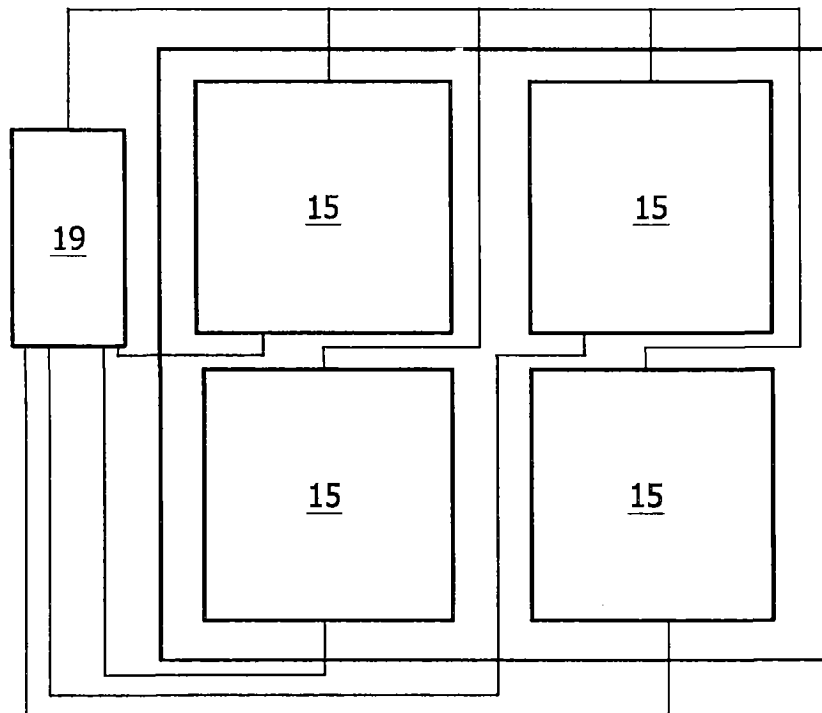


图 5