



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103402907 B

(45) 授权公告日 2016.03.23

(21) 申请号 201180065264. X  
 (22) 申请日 2011.09.20  
 (30) 优先权数据  
     201100303-5 2011.01.17 SG  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
     2013.07.17  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
     PCT/SG2011/000323 2011.09.20  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
     W02012/099532 EN 2012.07.26  
 (73) 专利权人 新加坡科技研究局  
     地址 新加坡新加坡市  
 (72) 发明人 王伟 王志平  
 (74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理  
     有限责任公司 11204  
     代理人 余滕 杨莘

US 2008/0286751 A1, 2008.11.20,  
 CN 1608742 A, 2005.04.27,  
 CN 101668404 A, 2010.03.10,  
 US 5964381 A, 1999.10.12,  
 US 2009/0218412 A1, 2009.09.03,  
 Mohammed Jalal Ahamed et al.. "A  
 Piezoactuated Droplet-Dispensing  
 Microfluidic Chip". 《JOURNAL OF  
 MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS》. 2010, 第 19  
 卷 (第 1 期),  
 Mohammed Jalal Ahamed et al.. "A  
 Piezoactuated Droplet-Dispensing  
 Microfluidic Chip". 《JOURNAL OF  
 MICROELECTROMECHANICAL SYSTEMS》. 2010, 第 19  
 卷 (第 1 期),

审查员 郭研岐

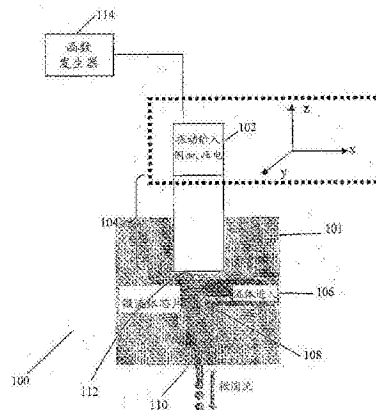
(51) Int. Cl.  
*B81B 3/00*(2006.01)  
*F15C 5/00*(2006.01)  
*B01L 3/00*(2006.01)  
*G01N 1/00*(2006.01)

(56) 对比文件  
 US 6536682 B1, 2003.03.25,

权利要求书3页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称  
 微流体微滴发生器

(57) 摘要  
 微流体微滴发生器设备、用于组装微流体微滴发生器设备的成套零件、以及生成微流体微滴的方法。该发生器设备包括衬底；形成于衬底中的微流体通道；与微流体通道流体联通的流体出口；以及机械元件，该机械元件被配置为使机械元件的振动导致微滴从流体出口滴送。



CN 103402907 B

1. 微流体微滴发生器设备,包括:  
衬底;  
微流体通道,形成于所述衬底中;  
流体出口,与所述微流体通道流体联通;  
机械元件,被配置为使所述机械元件的振动导致微滴从所述流体出口滴送;以及  
媒介构件,被设置为阻止所述机械元件与滴涂流体直接接触,  
其中所述媒介构件包括流体媒介。
2. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述机械元件包括联接至所述微流体通道的活塞元件。
3. 如权利要求 1 所述的设备,还包括联接至所述机械元件以使所述机械元件振动的振动元件。
4. 如权利要求 3 所述的设备,还包括联接至所述振动元件以控制所述振动元件的信号发生器。
5. 如权利要求 1 所述的设备,还包括设置在所述衬底上并与所述微流体通道流体联通的导管元件。
6. 如权利要求 5 所述的设备,其中所述导管元件被配置为接纳所述机械元件。
7. 如权利要求 6 所述的设备,还包括用于将所述机械元件接纳至所述导管元件内的定位结构。
8. 如权利要求 5 所述的设备,其中所述导管元件包括与所述衬底或形成于所述衬底中的毛细管通道分离的管。
9. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述流体媒介包括空气、惰性气体、或与所述滴涂流体不混溶的液体。
10. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述流体出口包括联接至所述微流体通道的出口构件。
11. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述流体出口与所述衬底形成一个整体。
12. 如权利要求 11 所述的设备,其中所述流体出口具有位于所述衬底的表面之一上的开口的形式。
13. 如权利要求 11 所述的设备,其中所述流体出口形成在所述衬底的突起部分上。
14. 如权利要求 13 所述的设备,其中所述流体出口的壁厚具有受控的厚度以减小流体浸润面积。
15. 如权利要求 1 所述的设备,其中所述流体出口在用于所述流体的出口处具有比所述微流体通道的任何截面都小的截面。
16. 用于组装微流体微滴发生器设备的成套零件,所述成套零件包括:  
衬底;  
微流体通道,形成于所述衬底中;  
流体出口,与所述微流体通道流体联通;  
机械元件,被配置为使所述机械元件的振动导致微滴从所述流体出口滴送;  
媒介构件,被设置为阻止所述机械元件与滴送流体直接接触,以及  
其中所述媒介构件配置为包括流体媒介。

17. 如权利要求 16 所述的成套零件,还包括联接至所述机械元件以使所述机械元件振动的振动元件。

18. 如权利要求 17 所述的成套零件,还包括联接至所述振动元件以控制所述振动元件的信号发生器。

19. 生成微流体微滴的方法,包括:

在微流体通道中设置机械元件;以及

使所述机械元件振动以导致微滴从与所述微流体通道流体联通的流体出口滴送,其中设置媒介构件以阻止所述机械元件与滴送流体直接接触,以及

其中所述媒介构件配置为包括流体媒介。

20. 微流体微滴发生器设备,包括:

衬底;

微流体通道,形成于所述衬底中;

流体出口,与所述微流体通道流体联通;

机械元件,被配置为使所述机械元件的振动导致微滴从所述流体出口滴送;以及

媒介构件,被设置为阻止所述机械元件与滴涂流体直接接触,

其中所述媒介构件包括形成所述衬底的一部分的固体媒介。

21. 如权利要求 20 所述的设备,其中所述机械元件包括联接至所述微流体通道的活塞元件。

22. 如权利要求 20 所述的设备,其中所述机械元件与所述衬底形成一个整体。

23. 如权利要求 20 所述的设备,还包括联接至所述机械元件以使所述机械元件振动的振动元件。

24. 如权利要求 23 所述的设备,还包括联接至所述振动元件以控制所述振动元件的信号发生器。

25. 如权利要求 20 所述的设备,还包括设置在所述衬底上并与所述微流体通道流体联通的导管元件。

26. 如权利要求 25 所述的设备,其中所述导管元件被配置为接纳所述机械元件。

27. 如权利要求 26 所述的设备,还包括用于将所述机械元件接纳至所述导管元件内的定位结构。

28. 如权利要求 25 所述的设备,其中所述导管元件包括与所述衬底或形成于所述衬底中的毛细管通道分离的管。

29. 如权利要求 20 所述的设备,其中所述流体出口包括联接至所述微流体通道的出口构件。

30. 如权利要求 20 所述的设备,其中所述流体出口与所述衬底形成一个整体。

31. 如权利要求 30 所述的设备,其中所述流体出口具有位于所述衬底的表面之一上的开口的形式。

32. 如权利要求 30 所述的设备,其中所述流体出口形成在所述衬底的突起部分上。

33. 如权利要求 32 所述的设备,其中所述流体出口的壁厚具有受控的厚度以减小流体浸润面积。

34. 如权利要求 20 所述的设备,其中所述流体出口在用于所述流体的出口处具有比所

述微流体通道的任何截面都小的截面。

35. 用于组装微流体微滴发生器设备的成套零件,所述成套零件包括:

衬底;

微流体通道,形成于所述衬底中;

流体出口,与所述微流体通道流体联通;

机械元件,被配置为使所述机械元件的振动导致微滴从所述流体出口滴送;

媒介构件,被设置为阻止所述机械元件与滴送流体直接接触,以及

其中所述媒介构件配置为包括形成所述衬底的一部分的固体媒介。

36. 如权利要求 35 所述的成套零件,还包括联接至所述机械元件以使所述机械元件振动的振动元件。

37. 如权利要求 36 所述的成套零件,还包括联接至所述振动元件以控制所述振动元件的信号发生器。

38. 生成微流体微滴的方法,包括:

在微流体通道中设置机械元件;以及

使所述机械元件振动以导致微滴从与所述微流体通道流体联通的流体出口滴送,其中设置媒介构件以阻止所述机械元件与滴送流体直接接触,

其中所述媒介构件配置为包括形成衬底的一部分的固体媒介。

## 微流体微滴发生器

### 技术领域

[0001] 本公开广泛地涉及微流体微滴发生器设备,并且涉及用于组装微流体微滴发生器设备的成套零件,并且涉及生成微流体微滴的方法。

### 背景技术

[0002] 工业和研究团体需要具有均匀性质的液体微滴的可控生成。微滴的成分可以例如为熔化的有机物、聚合物和金属。所产生的微滴能够例如被转换为胶凝聚合物珠或固化金属珠,该胶凝聚合物珠或固化金属珠在制药、生物医药、塑料和化妆品工业中用于药物输送、组织工程、合成、涂覆和配量。对微滴生成的两种主要需求通常是高生产量和在尺寸分布上单分散。用于制药和生物医药应用的其它需求包括无污染,因此可丢弃部件(用于与流动液体接触的部件)将是优选的。

[0003] 由用于生成单层乳剂或双层乳剂的聚二甲硅氧烷(PDMS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、玻璃或硅制造的传统微流体平台是可丢弃的。然而,这些平台无法工作在高生产量下,例如,根据分散相的流动速率,该高生产量大于每分钟 1 毫升。

[0004] 在使用油作为载体相并且采用表面活性剂来稳定微滴成形过程并避免微滴聚结的情况下,需要额外的分离处理来从油中提取交联的微滴和液珠,紧接着是彻底清洗以移除吸附在胶凝微滴上的表面活性剂。这种分离处理通常涉及表面活性剂,但是对于许多应用(例如,对于细胞或生物分子封装处理)来说,表面活性剂不是优选的。

[0005] 此外,对用于形成于芯片上的多相乳剂的多重压力控制或注射泵的需求还能够使规模升级耗费较大成本。因此,在工业中,传统微流体平台在当前并非优选的,相比之下,高生产量方法(诸如喷墨打印、压电管喷射、室的振动)被采用以使微滴成形。在微滴发生器(诸如喷墨打印、压电管喷射和室的振动)中,流体接触打印头、压电振动器或振动室。这些部件都不是可丢弃的,因为它们要么十分昂贵,要么不能与复杂和集成的系统轻易分离。当转换(滴涂液体的改变)十分频繁时,该系统的接触液体的部分需要彻底清洁。当污染控制十分严格(例如,对于生物或药品封装处理来说)时,这种清洁过程十分冗长。

[0006] 因此,需要提供寻求解决至少上述问题之一的微滴 / 液珠生成方法和装置。

### 发明内容

[0007] 根据本发明的第一个方面,提供了一种微流体微滴发生器设备,包括:衬底;微流体通道,形成于衬底中;流体出口,与微流体通道流体联通;机械元件,被配置为使机械元件的振动导致微滴从流体出口滴送;以及媒介构件,被设置为阻止机械元件与滴涂流体直接接触。

[0008] 该机械元件可包括联接至微流体通道的活塞元件。

[0009] 该机械元件可与衬底形成一个整体。

[0010] 该设备还可包括联接至机械元件以使机械元件振动的振动元件。

[0011] 该设备还可包括联接至振动元件以控制振动元件的信号发生器。

- [0012] 该设备还可包括设置在衬底上并与微流体通道流体联通的导管元件。
- [0013] 该导管元件可被配置为接纳机械元件。
- [0014] 该设备还可包括用于将机械元件接纳至导管元件内的定位结构。
- [0015] 该导管元件可包括与衬底或形成于衬底中的毛细管通道分离的管。
- [0016] 该媒介构件可包括流体媒介。
- [0017] 该流体媒介可包括空气、惰性气体、或不混溶液体。
- [0018] 该媒介构件可包括固体媒介。
- [0019] 该固体媒介可包括衬底的一部分。
- [0020] 该流体出口可包括联接至微流体通道的出口构件。
- [0021] 该流体出口可与衬底形成一个整体。
- [0022] 该流体出口可具有位于衬底的表面上的开口的形式。
- [0023] 该流体出口可形成在衬底的突起部分上。
- [0024] 该流体出口的壁厚可具有受控的厚度以减小流体浸润面积。
- [0025] 该流体出口在用于流体的出口处可具有比微流体通道的任何截面都小的截面。
- [0026] 根据本发明的第二个方面,提供了一种用于组装微流体微滴发生器设备的成套零件,该成套零件包括:衬底;微流体通道,形成于衬底中;流体出口,与微流体通道流体联通;机械元件,被配置为使机械元件的振动导致微滴从流体出口滴送;以及媒介构件,被设置为阻止机械元件与滴送流体直接接触。
- [0027] 该成套零件还可包括联接至机械元件以使机械元件振动的振动元件。
- [0028] 该成套零件还可包括联接至振动元件以控制振动元件的信号发生器。
- [0029] 根据本发明的第三个方面,提供了生成微流体微滴的方法,包括:在微流体通道中设置机械元件;以及使机械元件振动以导致微滴从与微流体通道流体联通的流体出口滴送,其中设置媒介构件以阻止机械元件与滴送流体直接接触。

#### 附图说明

- [0030] 图 1 是示出根据示例性实施方式的微滴发生器设备的示意图。
- [0031] 图 2a-e 是示出在使用不同联接器的不同实施方式中的微滴发生器设备的不同实施的示意图。
- [0032] 图 3a-d 是示出在使用不同流体出口的不同实施方式中的微滴发生器设备的不同实施的示意图。
- [0033] 图 4 是示出根据示例性实施方式的微滴发生器设备的示意图;
- [0034] 图 5 示出从高速相机所捕捉的视频提取的示例性图像,其示出由图 4 的设备在不激活活塞的情况下生成的微滴。
- [0035] 图 6a 和 b 示出从高速相机所捕捉的视频提取的相应示例性图像,其示出由图 4 的设备在激活活塞的情况下生成的微滴。
- [0036] 图 7 示出在激活活塞的情况下在图 4 的设备的流体出口处的捕获的微滴流的示例性图像。
- [0037] 图 8 示出填充有油作为表面活性剂以用于观察根据示例性实施方式生成的微滴的尺寸分布的培养皿的一部分的示例性图像。

[0038] 图 9 示出根据示例性实施方式的生成微流体微滴的方法的流程图 900。

### 具体实施方式

[0039] 当层状液体喷射从小孔喷出时,毛细管不稳定性将导致该喷射分裂成微滴流。罗德·莱利(Lord Rayleigh)开发出层状牛顿液体喷射在空气中的分裂的线性稳定性分析,示出表面波根据液体密度、初始喷射直径、表面张力以指数方式逐渐生长。在示例性实施方式中,通过在液体喷射上引入强制性共振扰动,有可能获得更佳均匀的微滴流。

[0040] 所述实施方式提供通过对流体流使用用于扰动的传输媒介而开发的微滴生成技术。该技术基于示例性实施方式中的可丢弃微流体平台优选地提供一种非接触、高产量、无污染的微液珠生产方法。

[0041] 参照图 1,根据示例性实施方式的微滴发生器 100 包括微流体芯片 101、具有压电元件 102 (但不限于此)的形式的振动输入元件以及位于微流体芯片 101 与压电元件 102 之间的联接器 104。微流体芯片 101 包括流体入口 106、通道 108 和微流体出口 110。微流体通道 108 在入口 106 与出口 110 之间是弯曲的,并且振动输入元件被配置为在弯曲 112 处提供刺激。函数发生器 114 被设置为驱动压电元件 102。联接器 104 在不同实施方式中可以具有不同形式,例如,如图 2a-e 所示。

[0042] 在图 2a 中,活塞 200 被插入芯片 204 上的微通道 202 内,并直接接触微通道 202 中的流体 206。通过这种直接接触,由振动输入元件(未示出)驱动的活塞 200 的振动被传递到微通道 202 中的流体 206。

[0043] 在图 2b 中,在活塞 212 与流体 214 之间存在振动传输媒介 210。振动通过媒介 210 (例如但不限于气泡)从活塞 212 传递至流体 214。

[0044] 在图 2c 中,活塞 220 通过芯片 226 衬底的一部分 224 与流体 222 隔离。

[0045] 在图 2d 中,活塞 230 未设置在芯片 232 内。活塞 230 宽松地接触芯片 232 或者通过刚性连接件(诸如但不限于螺钉)、粘合等附接至芯片 232。

[0046] 在图 2e 中,存在芯片 242 衬底的突起部 240 以将芯片 242 联接至振动输入元件(未示出)。

[0047] 在图 2a-d 中示出的实施方式中,活塞可被形成为与振动输入元件分离的部件,或者振动输入元件可充当活塞或可以与活塞形成为一个整体。

[0048] 如上述示例性实施方式中示出,在本发明的实施方式中,振动输入元件的周期性刺激可通过充当活塞或与活塞形成为一个整体的振动输入元件的直接接触,或由振动元件驱动的单体的活塞,或流体媒介(诸如但不限于气泡)或固体媒介(诸如但不限于形成微流体芯片的聚合材料)传递至流体。

[0049] 示例性实施方式中的流体出口在流体离开的位置具有最窄孔口。流体出口可单独制造并附接至通道。或者,流体出口可直接构建在微流体芯片衬底上。微流体芯片的流体出口在不同实施方式中可具有不同形式,例如图 3a-d 中所示。

[0050] 在图 3a 中,流体出口具有位于芯片 302 衬底的平坦表面中的一个上的开口 300 的形式。

[0051] 在图 3b 和 c 中,流体出口具有形成于芯片 314、315 衬底的突起部 312、313 中的开口 310、311 的形式。突起部 312、313 的通道壁 316、317 优选被控制并被最小化以减小流体

浸润面积。

[0052] 在图 3d 中, 流体出口具有单独形成的部件 320 的形式并设置在芯片 324 衬底的通道 322 内。该部件 320 可由诸如聚合物、玻璃、钢以及陶瓷的材料制成, 但不限于此。聚合物材料可以是聚碳酸酯(PC)、PMMA 等, 但不限于此, 并且聚合物材料可通过例如注射模制工艺形成。

[0053] 上述示例性实施方式中的流体出口在流体离开的位置处有利地全部具有最窄的孔口。

[0054] 参照图 4, 在一个实施方式中, 液体生成器包括微流体通道 400、由振动元件(例如具有压电盘或磁盘 403 的形式)驱动的活塞 402、驱动振动元件的波形生成器(诸如函数发生器 405)和有助于液体成形的流体出口 404(例如, 具有基于玻璃毛细管的流体出口的形式)。在示例性实施方式中, 扰动由插在微通道 400 中的振动活塞 402 施加至微通道 400 中的流体流 406。在一个实施方式中, 活塞 402 与流体流 406 之间直接接触, 除此之外, 在不同实施方式中, 空气、惰性气体或不混溶液体可用作活塞 402 与流体流 406 之间的隔离。活塞 402(例如具有金属销的形式)附接至由函数发生器驱动的压电盘或磁盘 403。在该实施方式中, 活塞 402 插入 T 型微通道 400 中以通过封闭在通道 400 中的气泡 408 将扰动传递至流体流 406, 从而实现基本均匀的微滴的可控成形。

[0055] 如图 4 所示, 具有金属销的压电驱动活塞 402 附接至三维定位系统 410。通过三维定位系统诸如三维平台 410, 活塞 402 与形成 T 形通道 400 的顶部的玻璃毛细管 412(嵌入通道 400 中)对齐并插入玻璃毛细管 412 内。活塞 402 的直径与玻璃毛细管 412 的内径(在一个实施方式中约  $450\ \mu\text{m}$ )匹配。因此, 在 T 形通道 400 的顶部产生高流阻以防止液体的溢流。当液体 406 从液体入口 414 被引入 T 形通道 400 时, 其将由于 T 形通道 400 的顶部和底部之间的流阻差而朝着微流体芯片 404 的流体出口流动。当活塞 402 稍微远离 T 形结 416 时, 气泡 408 将束缚在活塞 402 与液体 406 之间并处于 T 形结 416 处并用作活塞 402 与液体流 406 的分隔。在这种高流速(例如, 约  $4\text{ml}/\text{分钟}$ )下, 液体 406 被喷射出流体出口 404 并形成如图 4 所示的微滴流 420。

[0056] 附接至压电盘 403 的金属活塞 402 宽松地附接至可丢弃的微流体设备/衬底 421。因此, 致动器连同活塞 402 是可重复使用的。通过使活塞 402 的直径良好地匹配玻璃毛细管 412 的内径, 高流阻被优选地创建以防止朝活塞 402 流动。这种设计有利地帮助将例如气泡 408 束缚在 T 形通道 400 中以避免活塞 402 与液体 406 的直接接触。通过使活塞 402 的直径与玻璃毛细管 412 的内径良好匹配, 活塞 402 的运动被限制在玻璃毛细管 412 的纵向方向上。这使得该设备的设置十分简单且不用太在意活塞 402 与毛细管 412 的不对准。与流体 406 接触的 T 形微流动设备/衬底是可丢弃的并且在该示例性实施方式中由聚合物滑件(即, PMMA, 按照宽度、长度和厚度为  $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 4\text{mm}$ )和玻璃毛细管简单构建。通过附接至振动元件的优选轻质金属活塞 402 而不是例如流体腔, 所需的驱动功率很低。因此, 优选地, 可使用例如由函数发生器驱动的压电盘而不需要功率放大器。

[0057] 图 5 是从高速相机(50000 帧每秒)所捕获的视频提取的示例性图像, 其示出在不打开函数发生器(在一个示例性实施方式中为 Agilent 公司的 33220A 函数发生器)驱动活塞 404(图 4)的情况下在空中形成并滑落的微滴 500a-g。微滴尺寸是不均匀的, 并且微滴间隔(微滴到微滴的距离)并非一致。在相同的流速和设置下, 通过施加方波(约  $1470\text{Hz}$ ,  $V_{pp}$



约 10 伏) 以驱动活塞 404 (图 4)。获得更加稳定的微滴 600a-f 流, 如图 6a 所示。微滴尺寸是十分均匀的, 并且微滴间隔(微滴到微滴的距离)是一致的。换言之, 通道中的流体在从流体出口离开时分裂为由基本均匀微滴 600a-f 构成的一列纵队。

[0058] 通过调整流体出口的直径、流速以及振动频率, 优选地可以获得不同尺寸的微滴。由高速相机捕获的视频示出优化设置, 微滴生成速率基本与振动频率相同。随后可通过将流速除以微滴生成频率来计算或预测微滴直径, 并且该微滴直径将被形成为与从视频获得的微滴尺寸良好地匹配。如图 6b 所示, 在一个实施方式中, 通过约 4ml/ 分钟的流速和约 1090Hz 的压电频率获得大尺寸微滴 602a-d (约 480  $\mu\text{m}$ )。

[0059] 图 7 示出根据实施方式的在芯片的流体出口处捕获的微滴流的示例性图像。微滴 700a-c 从流 702 在所施加的扰动下连续且稳定地分裂。换言之, 基本均匀的微滴 700a-c 在离开流体出口之后开始成形。微滴可被收集至填充有油的培养皿(例如, 含有 2 体积百分比司盘 80 (失水山梨醇油酸酯) 作为水微滴的表面活性剂的油以防止培养皿中收集的微滴聚结) 以更好地观察它们的尺寸分布, 如图 8 中的示例性图像所示。

[0060] 在气泡(408, 图 4)处生成的对液体接触面的扰动也被高速相机捕捉。视频数据的分析确认气泡-液体接触面的振动具有与致动器(例如, 压电盘)的振动频率基本相同的频率。一旦振动被切断, 则在气泡-液体接触面观察不到任何振动。因此, 气泡(408, 图 4)的振动的确遵循由致动器引发的振动。这清楚说明, 被封闭的气泡(408, 图 4)在活塞(402, 图 4)与流体(406, 图 4)之间充当振动传递媒介的角色。

[0061] 在一个实施方式中, 使用了 PMMA 衬底、玻璃毛细管、金属销和压电盘, 所有这些均为廉价物品并且当存在对污染控制的严格要求时将被认为是可丢弃物品。在另一个实施方式中, 金属销将由压电盘可拆卸地制成, 使得压电盘可被重复利用。在微流体平台为简单、低成本且可丢弃的一个实施方式中, 对单分散、无污染和高生产量微滴生成过程的市场需求可被有利地满足。

[0062] 在示例性实施方式中, 通道设计不限于 T 形并且可以是 Y 形、不规则形状等等, 并且可以具有多个“臂”而不是三个。流体出口可以是任何其它类型的出口, 诸如但不限于, 聚合物、钢、陶瓷。如图 3a-c 所示, 流体出口可以直接构建在微流体设备衬底上, 而不是附接至通道。用于引导活塞的通道可被替换为任何其它类型的管道和 / 或可被替换为设备 / 衬底上的嵌入式通道, 或者可被省略, 如图 2e、d 所示。活塞的驱动可使用任何类型的振动元件实施, 诸如但不限于压电盘、磁振动器、震动器或气动装置。

[0063] 微流体设备 / 衬底不限于 PMMA 衬底并且可以是玻璃、硅、PDMS、聚碳酸酯(PC) 或任何其它聚合物衬底。集成微流体平台的制造可以是标准微电子机械(MEM) 处理、塑料加工、注射模制或任何其它聚合物模制处理, 但不限于此。

[0064] 文中所述的公开的微滴发生器的实施方式可以应用于例如但不限于聚合物微珠生产和生物医药工业(药品 / 细胞封装、组织工程)、复合、涂覆、制药、塑料和化妆品工业。

[0065] 图 9 示出了流程图 900, 流程图 900 示出根据示例性实施方式的生成微流体微滴的方法。在步骤 902 中, 将机械元件设置在微流体通道中。在步骤 904 中, 使机械元件振动以致使微滴从与微流体通道流体联通的流体出口滴送。

[0066] 本领域技术人员应理解, 在不背离概括地描述的本发明的精神和范围的情况下, 可对如具体实施方式所示的本发明进行各种变型和 / 或修改。这些实施方式因此被认为在

各方面都是示意性而非限制性的。

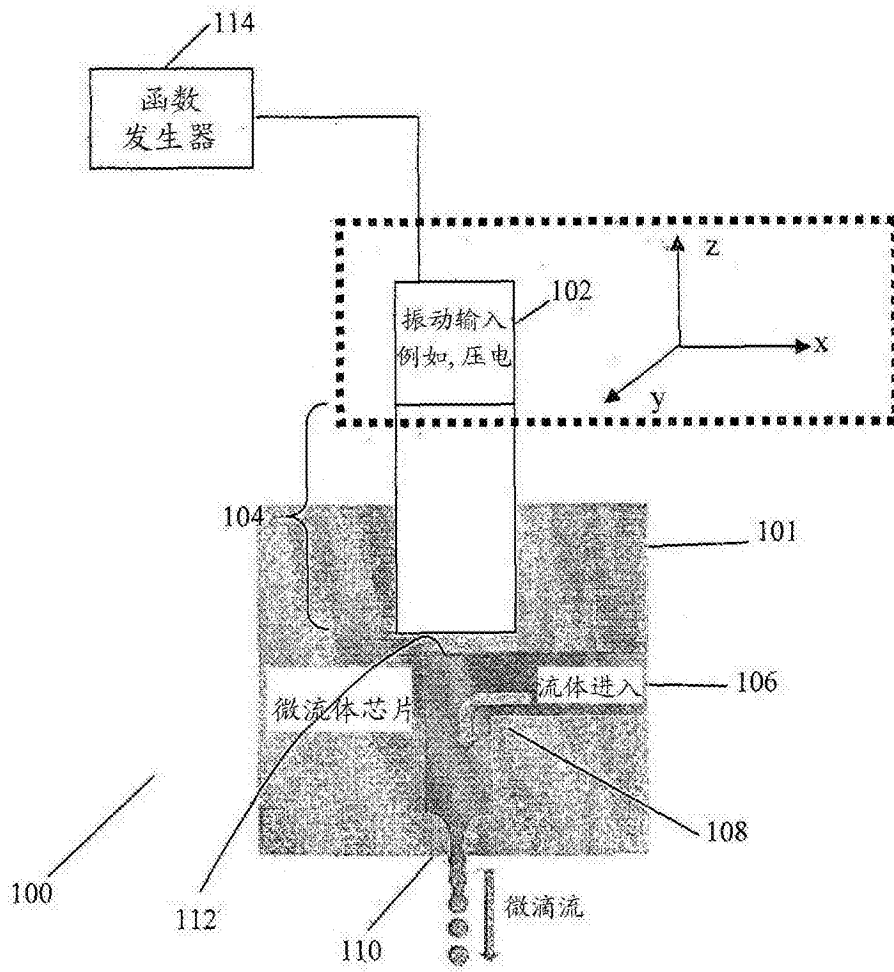
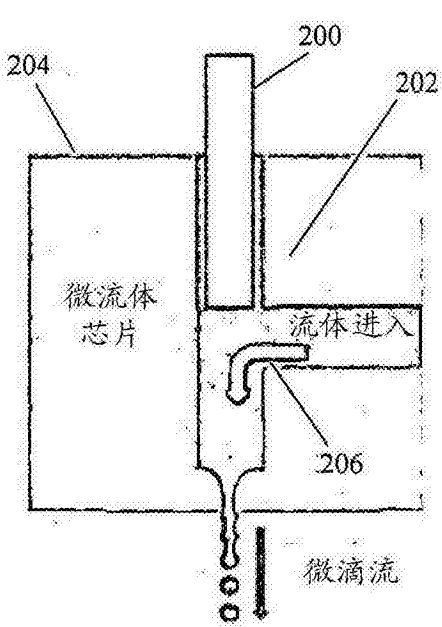
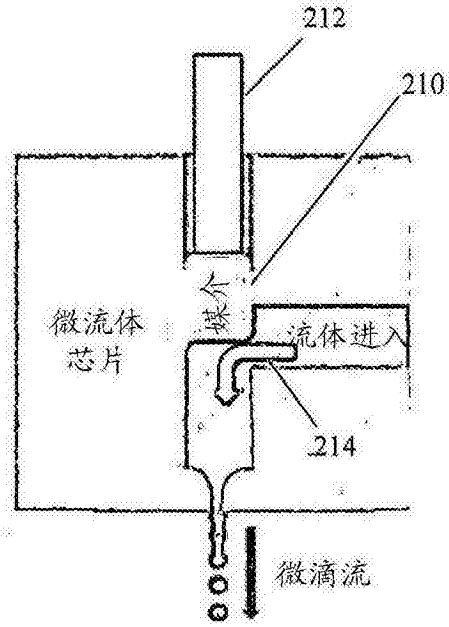


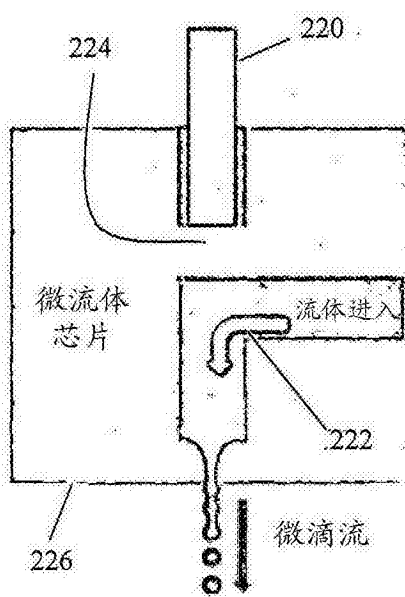
图 1



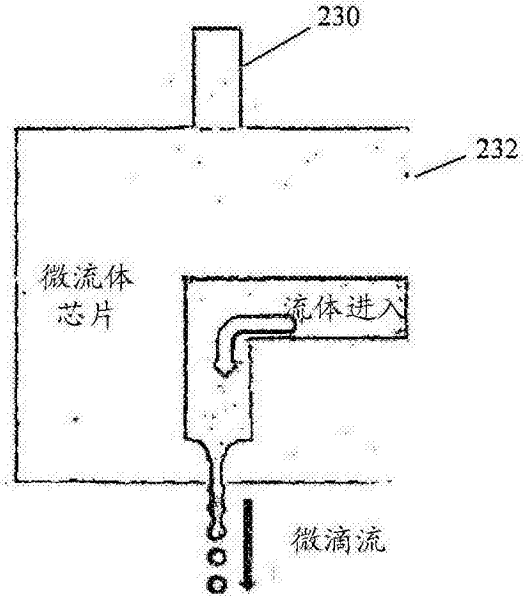
(a)



(b)



(c)



(d)

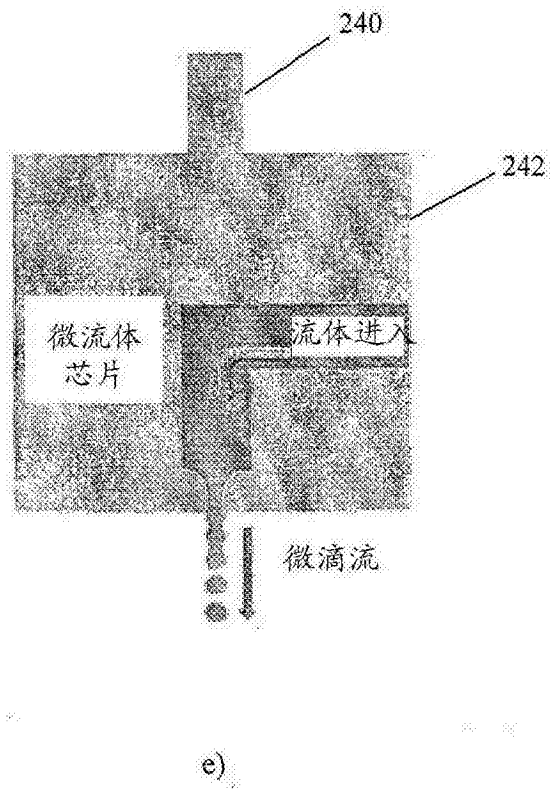


图 2

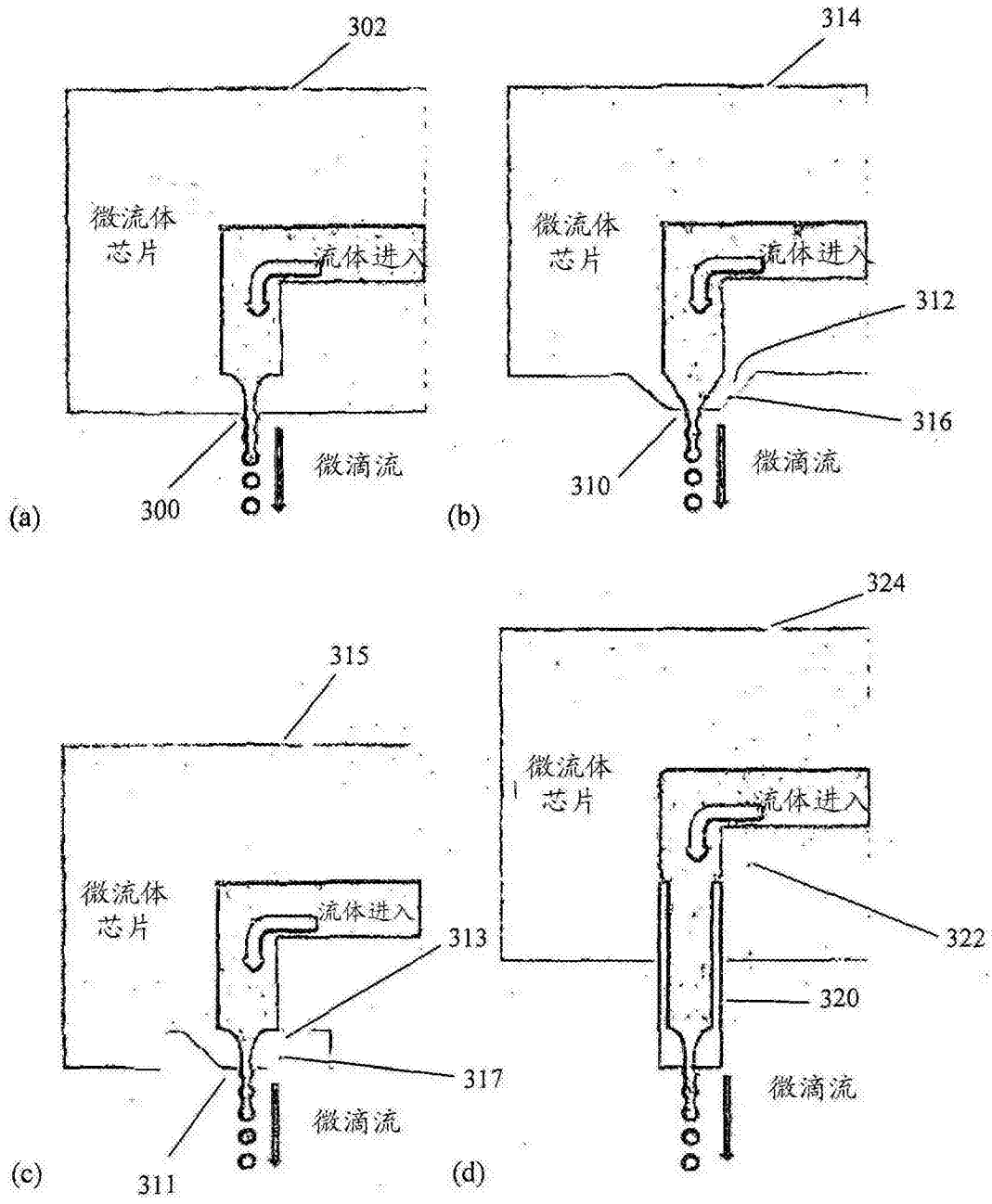


图 3

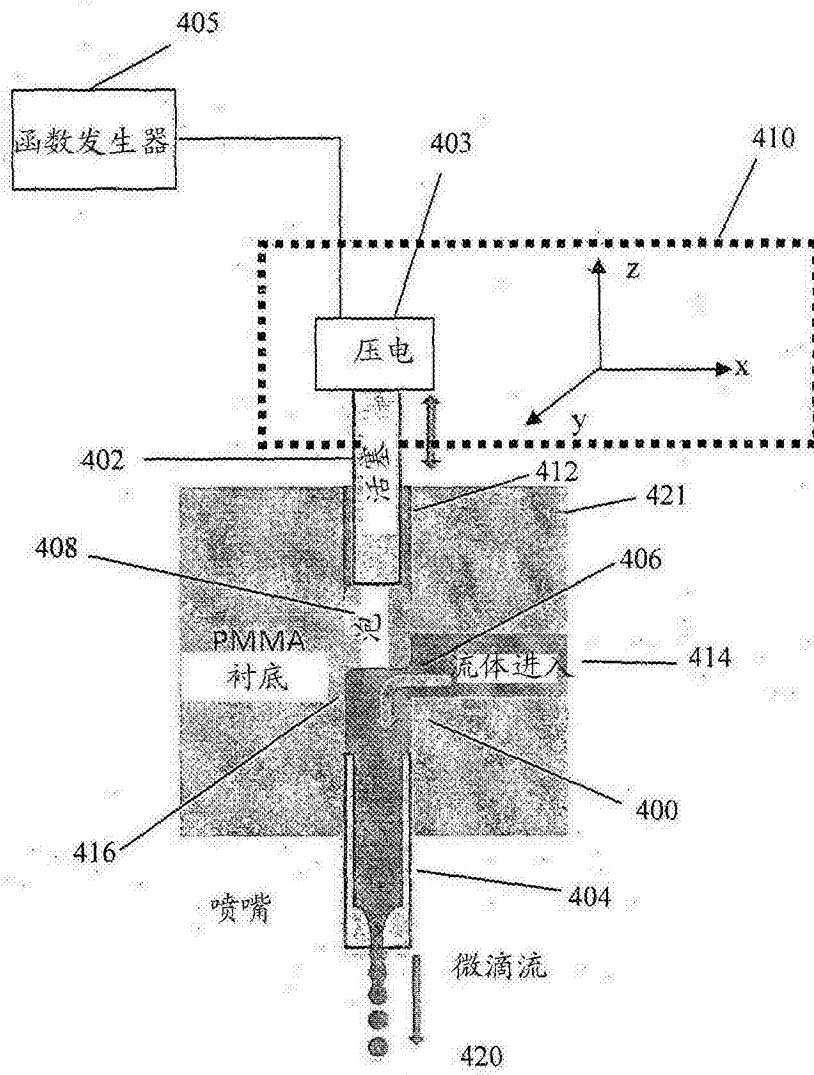


图 4

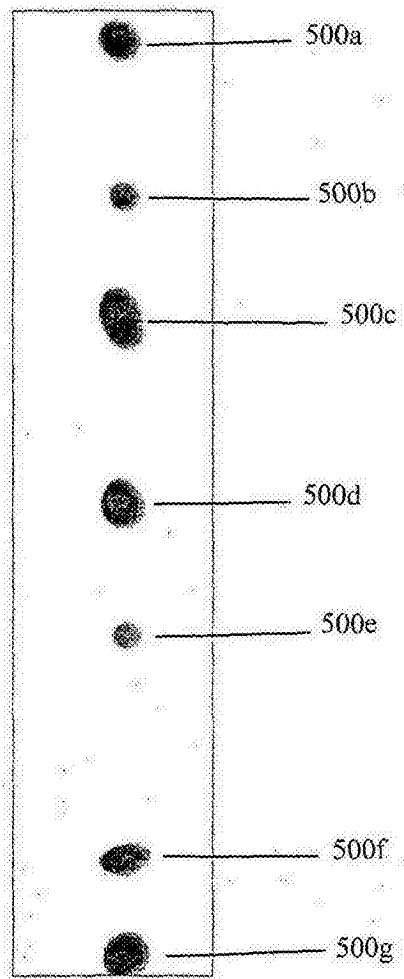


图 5



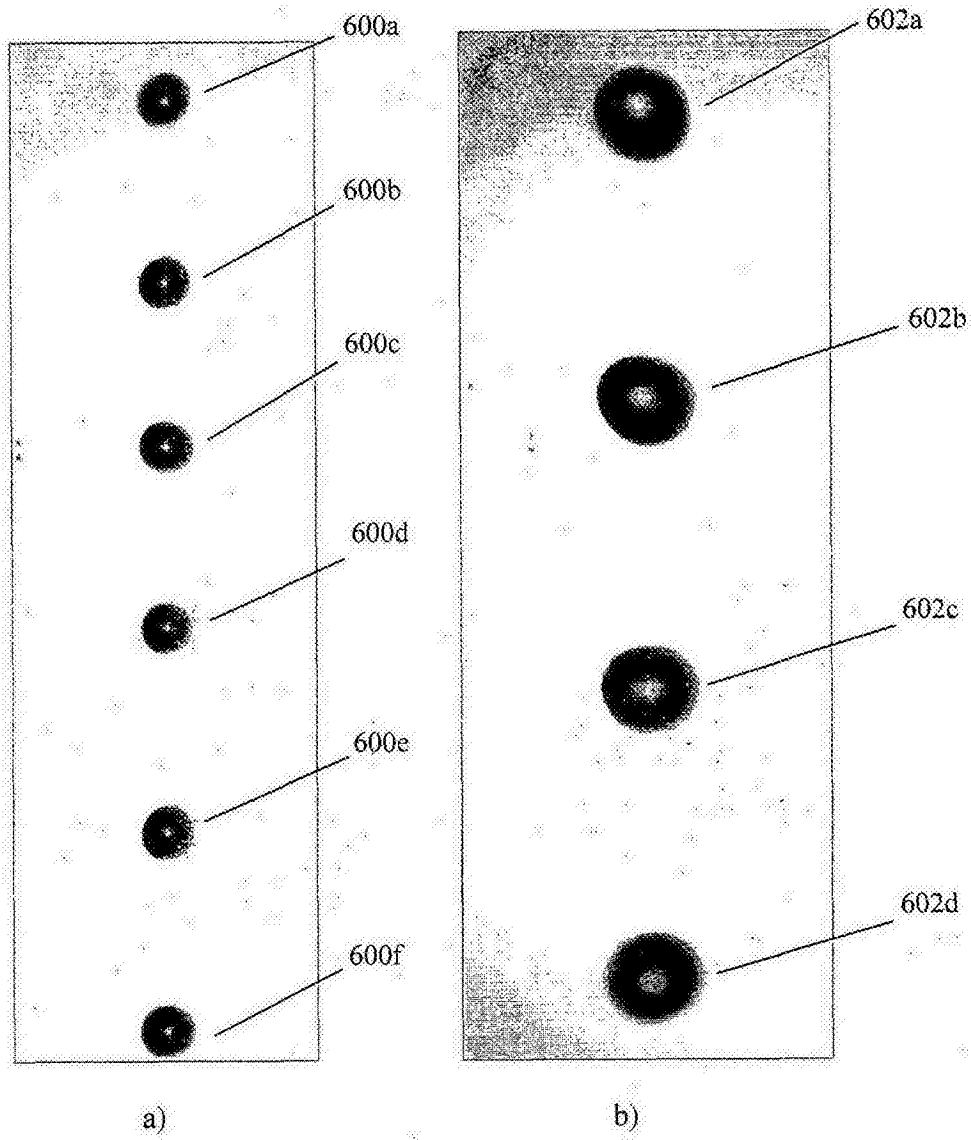


图 6

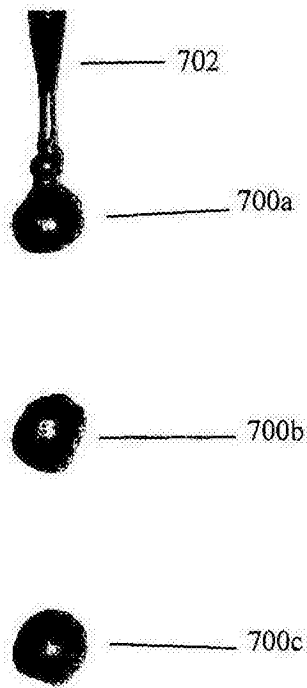


图 7

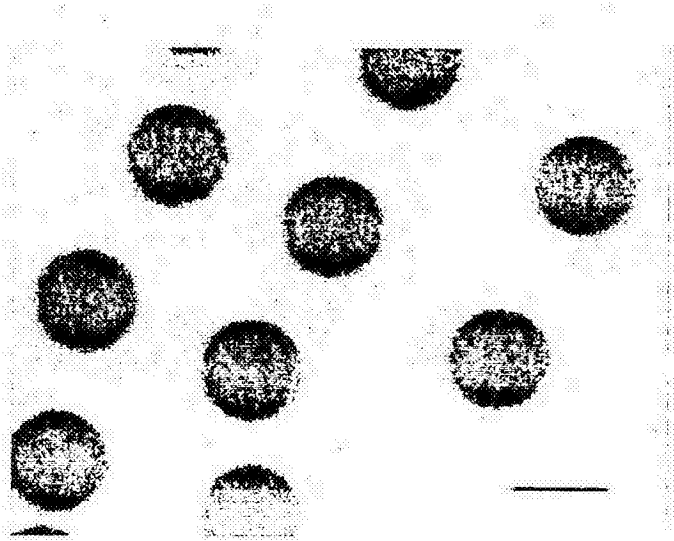


图 8

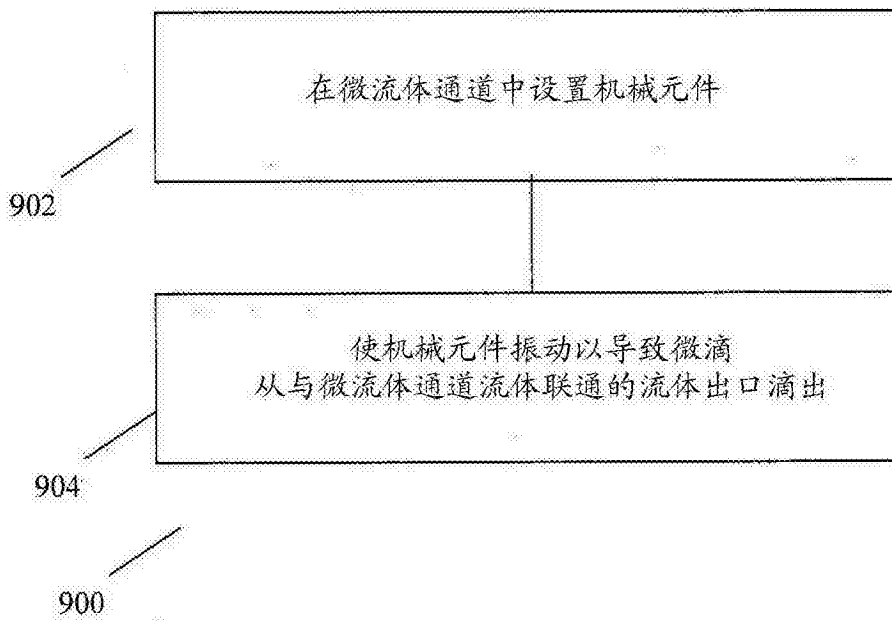


图 9