



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113049546 A

(43) 申请公布日 2021.06.29

(21) 申请号 202110293523.X

(22) 申请日 2021.03.19

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510641 广东省广州市天河区五山路  
381号

(72) 发明人 李宗涛 王弘 邢永恒 李家声  
李杰鑫 陆洲 吴钧浩

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有  
限公司 44205

代理人 胡辉

(51) Int. Cl.

G01N 21/63 (2006.01)

G01N 21/31 (2006.01)

G01N 21/01 (2006.01)

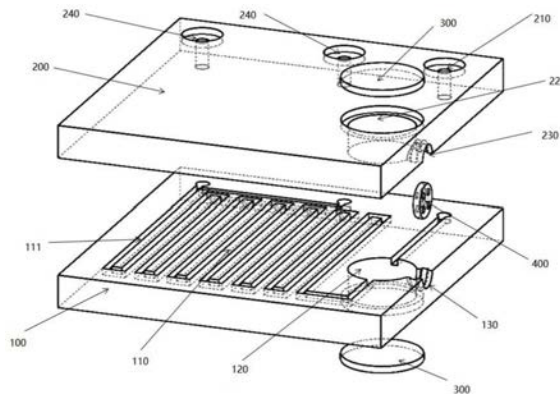
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片及其检测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,包括:基板、上层板、两个玻璃盖板及发泡板,基板具有流体混合区、下光学检测通孔及下气体流道,上层板与基板粘合连接,上层板具有出样口、上光学检测通孔、上气体流道及两个进样口,上气体流道和下气体流道组合形成气体流道,两玻璃盖板分别设置在下光学检测通孔和上光学检测通孔处,两玻璃盖板分别与基板和上层板键合,玻璃盖板用于配合离子光学检测,发泡板具有能够产生气泡的发泡结构和涂设在发泡板上的表面活性剂,发泡板设置在气体流道处,通过气泵通气至气体流道,使得经过混合的液体在上光学检测通孔和下光学检测通孔处产生气泡以达到增亮功能,有效提高待检测液体的亮度。



1. 一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,其特征在于,包括:  
基板,所述基板具有流体混合区、下光学检测通孔以及下气体流道;  
上层板,所述上层板与所述基板粘合连接,所述上层板具有出样口、上光学检测通孔、上气体流道以及两个进样口,所述上气体流道和所述下气体流道组合形成气体流道;  
两个玻璃盖板,两所述玻璃盖板分别设置在所述下光学检测通孔和所述上光学检测通孔处,且两所述玻璃盖板分别与所述基板和所述上层板键合,所述玻璃盖板用于配合离子光学检测,以及  
发泡板,所述发泡板具有能够产生气泡的发泡结构和涂设在所述发泡板上的表面活性剂,所述发泡板设置在所述气体流道处。
2. 根据权利要求1所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,其特征在于:所述基板与所述上层板的尺寸相同,所述基板与所述上层板的长度均为3cm-5cm,宽度均为3cm-5cm,厚度均为0.5cm-2cm。
3. 根据权利要求1所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,其特征在于:所述基板和所述上层板采用PMMA或PDMS或石英材料,所述基板与所述上层板通过UV胶粘合。
4. 根据权利要求1所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,其特征在于:所述气体流道内设置有一用于放置所述发泡板的圆形槽道,所述圆形槽道的直径为4-6mm,所述圆形槽道的厚度为1-1.5mm,所述发泡板为圆形,所述发泡板的直径为4-6mm,所述发泡板的厚度为1-1.5mm。
5. 根据权利要求1所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,其特征在于:所述发泡结构呈孔状或者凹槽状,所述表面活性剂为脂肪酸钠或AEC或AES。
6. 根据权利要求1所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,其特征在于:所述流体混合区设置有微通道,所述微通道呈直线形或蛇形或S形,所述微通道的宽度为500-300 $\mu\text{m}$ ,所述微通道的深度为30-200 $\mu\text{m}$ 。
7. 根据权利要求6所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,其特征在于:所述上光学检测通孔和所述下光学检测通孔的直径均为15-20mm,所述下光学检测通孔通过所述微通道与所述流体混合区相连,所述进样口和所述出样口直径为500-3000 $\mu\text{m}$ 。
8. 根据权利要求1所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,其特征在于:所述玻璃盖板为圆形,所述玻璃盖板的直径为500-3000 $\mu\text{m}$ ,所述玻璃盖板的厚度为1-2mm,一所述玻璃盖板在所述上光学检测通孔处与所述上层板通过等离子体键合、热压方式连接,另一所述玻璃盖板在所述下光学检测通孔处与基板通过等离子键合、热压方式进行连接。
9. 一种利用如权利要求1至8任一项所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片的离子检测方法,其特征在于,包括以下步骤:  
S1:将两个所述进样口和所述出样口分别通过蠕动泵与聚四氟乙烯管与检测试剂池、待检测试剂池以及废液回收池相连;  
S2:将气体流道通过聚四氟乙烯管和气泵连接;  
S3:在光学检测区下方放置激发光源,在光学检测区上方放置光电探测器,接收并发送光电检测信号。
10. 根据权利要求9所述的离子检测方法,其特征在于:所述聚四氟乙烯管通过环氧树脂与所述进样口相连,所述检测试剂池中装有可与相应待检测离子发生亮度或者吸光度等

光学参数变化的溶液,所述待检测剂池装有污染水质的重金属离子,所述气泵的流量为0.8-1.3L/min,所述激发光源为紫外灯或蓝光LED,所述光电探测器为光纤探头或ccd余弦探测器。

## 一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片及其检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及离子检测芯片技术领域,特别涉及一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片及其检测方法。

### 背景技术

[0002] 水环境是环境构成要素之一,也是受人类破坏和影响最严重的领域,水环境污染已成为当今世界主要环境问题之一。造成水环境污染的离子种类广,包括铁离子、汞离子、络离子等等、这些离子的含量低,最低可能到 $1\mu\text{M}$ ,因此分析手段必须具备灵敏、准确、高速、自动化等特点,目前,常见的离子检测方法有络合滴定法、电化学分析法、高效液相色谱法、离子色谱法、气相色谱法、荧光分析法、原子吸收光谱法和质谱法等,在继续发展大型、精密监测系统的同时,小型便携式、自动连续、简易快速的监测技术的研究同样迫在眉睫,因此在这一领域的研究过程中,微流控芯片技术起到了极其重要的作用,但是大多数的微流控芯片,尤其是基于吸光度和荧光进行光学检测离子浓度的微流控芯片,由于尺寸限制,很多时候待检测液体的亮度不够,无法被光电探测器检测到,这也就导致了大多数这类微流控芯片无法检测极小浓度的离子。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于至少解决现有技术中存在的技术问题之一,提供一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片。

[0004] 本发明还提供一种应用第一方面实施例的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片的离子检测方法。

[0005] 根据本发明的第一方面实施例,提供一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,包括:基板、上层板、两个玻璃盖板以及发泡板,所述基板具有流体混合区、下光学检测通孔以及下气体流道,所述上层板与所述基板粘合连接,所述上层板具有出样口、上光学检测通孔、上气体流道以及两个进样口,所述上气体流道和所述下气体流道组合形成气体流道,两所述玻璃盖板分别设置在所述下光学检测通孔和所述上光学检测通孔处,且两所述玻璃盖板分别与所述基板和所述上层板键合,所述玻璃盖板用于配合离子光学检测,所述发泡板具有能够产生气泡的发泡结构和涂设在所述发泡板上的表面活性剂,所述发泡板设置在所述气体流道处。

[0006] 有益效果:此具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,包括:基板、上层板、两个玻璃盖板以及发泡板,基板具有流体混合区、下光学检测通孔以及下气体流道,上层板与基板粘合连接,上层板具有出样口、上光学检测通孔、上气体流道以及两个进样口,上气体流道和下气体流道组合形成气体流道,两玻璃盖板分别设置在下光学检测通孔和上光学检测通孔处,且两玻璃盖板分别与基板和上层板键合,玻璃盖板用于配合离子光学检测,发泡板具有能够产生气泡的发泡结构和涂设在发泡板上的表面活性剂,发泡板设置在气体流道处,通过气泵通气至气体流道,使得经过混合的液体在上光学检测通孔和下光学检测通孔

处产生气泡以达到增亮功能,有效提高待检测液体的亮度,从而提高检测限。

[0007] 根据本发明第一方面实施例所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,所述基板与所述上层板的尺寸相同,所述基板与所述上层板的长度均为3cm-5cm,宽度均为3cm-5cm,厚度均为0.5cm-2cm。

[0008] 根据本发明第一方面实施例所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,所述基板和所述上层板采用PMMA或PDMS或石英材料,所述基板与所述上层板通过UV胶粘合。

[0009] 根据本发明第一方面实施例所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,所述气体流道内设置有一用于放置所述发泡板的圆形槽道,所述圆形槽道的直径为4-6mm,所述圆形槽道的厚度为1-1.5mm,所述发泡板为圆形,所述发泡板的直径为4-6mm,所述发泡板的厚度为1-1.5mm。

[0010] 根据本发明第一方面实施例所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,所述发泡结构呈孔状或者凹槽状,所述表面活性剂为脂肪酸钠或AEC或AES。

[0011] 根据本发明第一方面实施例所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,所述流体混合区设置有微通道,所述微通道呈直线形或蛇形或S形,所述微通道的宽度为500-300 $\mu\text{m}$ ,所述微通道的深度为30-200 $\mu\text{m}$ 。

[0012] 根据本发明第一方面实施例所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,所述上光学检测通孔和所述下光学检测通孔的直径均为15-20mm,所述下光学检测通孔通过所述微通道与所述流体混合区相连,所述进样口和所述出样口直径为500-3000 $\mu\text{m}$ 。

[0013] 根据本发明第一方面实施例所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,所述玻璃盖板为圆形,所述玻璃盖板的直径为500-3000 $\mu\text{m}$ ,所述玻璃盖板的厚度为1-2mm,一所述玻璃盖板在所述上光学检测通孔处与所述上层板通过等离子体键合、热压方式连接,另一所述玻璃盖板在所述下光学检测通孔处与基板通过等离子键合、热压方式进行连接。

[0014] 一种利用第一方面实施例所述的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片的离子检测方法,包括以下步骤:

[0015] S1:将两个所述进样口和所述出样口分别通过蠕动泵与聚四氟乙烯管与检测试剂池、待检测试剂池以及废液回收池相连;

[0016] S2:将气体流道通过聚四氟乙烯管和气泵连接;

[0017] S3:在光学检测区下方放置激发光源,在光学检测区上方放置光电探测器,接收并发送光电检测信号。

[0018] 根据第二方面实施例所述的离子检测方法,所述聚四氟乙烯管通过环氧树脂与所述进样口相连,所述检测试剂池中装有可与相应待检测离子发生亮度或者吸光度等光学参数变化的溶液,所述待检测试剂池装有污染水质的重金属离子,所述气泵流量为0.8-1.3L/min,所述激发光源为紫外灯或蓝光LED,所述光电探测器为光纤探头或ccd余弦探测器。

## 附图说明

[0019] 下面结合附图和实施例对本发明进一步地说明;

[0020] 图1为本发明实施例微流控离子检测芯片结构示意图;

[0021] 图2为本发明实施例微流控离子检测芯片整体组装图;

- [0022] 图3为本发明实施例微流控离子检测芯片检测使用图；  
[0023] 图4为本发明实施例沟槽状发泡板；  
[0024] 图5为本发明实施例孔状发泡板。

### 具体实施方式

[0025] 本部分将详细描述本发明的具体实施例，本发明之较佳实施例在附图中示出，附图的作用在于用图形补充说明书文字部分的描述，使人能够直观地、形象地理解本发明的每个技术特征和整体技术方案，但其不能理解为对本发明保护范围的限制。

[0026] 在本发明的描述中，需要理解的是，涉及到方位描述，例如上、下、前、后、左、右等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0027] 在本发明的描述中，若干的含义是一个或者多个，多个的含义是两个以上，大于、小于、超过等理解为不包括本数，以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

[0028] 本发明的描述中，除非另有明确的限定，设置、安装、连接等词语应做广义理解，所属技术领域技术人员可以结合技术方案的具体内容合理确定上述词语在本发明中的具体含义。

[0029] 参照图1至图5，一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片，包括：基板100、上层板200、两个玻璃盖板300以及发泡板400。其中，基板100具有流体混合区110、下光学检测通孔120以及下气体流道130，上层板200与基板100粘合连接，上层板200具有出样口210、上光学检测通孔220、上气体流道230以及两个进样口240，上气体流道230和下气体流道130组合形成气体流道用于配合发泡板400进行发泡，两玻璃盖板300分别设置在下光学检测通孔120和上光学检测通孔220处，且两玻璃盖板300分别与基板100和上层板200键合，用于配合离子光学检测，玻璃盖板300用于配合离子光学检测，发泡板400具有能够产生气泡的发泡结构和涂设在发泡板400上的表面活性剂，发泡板400设置在气体流道处，发泡板400能够实现检测增亮功能，此微流控离子检测芯片，具有小型化和结构简单的特征，增加的气体流道和发泡板400可以有效地使得气泡进入光学检测区内，基于全反射原理提高光学检测区内待检测液体的亮度。

[0030] 可以理解地，基板100与上层板200的尺寸相同，基板100与上层板200的长度均为3cm-5cm，宽度均为3cm-5cm，厚度均为0.5cm-2cm。进一步地，基板100和上层板200采用PMMA或PDMS或石英材料，基板100与上层板200通过UV胶粘合。

[0031] 参照图4和图5，其中，上气体流道230和下气体流道130在基板100和上层板200粘合后，形成直径为2-4cm的圆形气体流道，气体流道内设置有一用于放置发泡板400的圆形槽道，圆形槽道的直径为4-6mm，圆形槽道的厚度为1-1.5mm，发泡板400为圆形，发泡板400的直径为4-6mm，发泡板400的厚度为1-1.5mm。具体地，发泡板400为圆形铜片或者圆形铝片，优选为铜片。其中，发泡结构呈孔状或者凹槽状，优选为孔状。其中，表面活性剂为脂肪酸钠或AEC或AES。

[0032] 在其中的一些实施例中,流体混合区110设置有微通道111,微通道111呈直线形或蛇形或S形,微通道111用于待测液与检测液的混合,微通道111的宽度为500-300 $\mu\text{m}$ ,微通道111的深度为30-200 $\mu\text{m}$ 。

[0033] 容易理解地,上光学检测通孔220和下光学检测通孔120的直径均为15-20mm,下光学检测通孔120通过微通道111与流体混合区110相连,进样口240和出样口210直径为500-3000 $\mu\text{m}$ 。玻璃盖板300为圆形,玻璃盖板300的直径为500-3000 $\mu\text{m}$ ,玻璃盖板300的厚度为1-2mm,一玻璃盖板300在上光学检测通孔220处与上层板200通过等离子体键合、热压方式连接,另一玻璃盖板300在下光学检测通孔120处与基板100通过等离子键合、热压方式进行连接。其中,微通道111、上光学检测通孔220、下光学检测通孔120、圆形槽道、发泡结构均通过激光加工、光刻、化学刻蚀等方法加工而成。

[0034] 在一个具体实施例中,一种具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片,包括:基板100、上层板200、两个玻璃盖板300以及发泡板400。基板100和上层板200均采用PDMS制造而成,长度均为5cm,宽度均为5cm,厚度均为0.5cm。基板100上的流体混合区域具有蛇形的微通道111,微通道111通过光刻的方法进行刻蚀,光刻时涂覆不相接触的su-8光刻胶,光刻胶厚度为2 $\mu\text{m}$ ,利用紫外光进行曝光显影,获得平均宽度为500 $\mu\text{m}$ ,平均深度为30 $\mu\text{m}$ ,总长度为5cm的微通道111,可以对检测溶液和待测溶液进行充分混合。采用相同的光刻工艺加工得到与光学检测通孔相连的气体流道,上气体流道230和下气体流道130直径均为1.5mm,基板100上的下光学检测通孔120和上层板200上的上光学检测通孔220均采用激光加工的方法进行加工,加工时选用0.001rad发射角的激光器,控制激光能量为1J,每秒脉冲数20个,加工得到的光学检测通孔直径均为15mm,通过同样方法对进样口和出样口进行加工,加工得到的进样口和出样口直径均为500 $\mu\text{m}$ 。在基板100与上层板200的四周涂上UV胶,在两板压紧的状态下采用紫外光照射,粘合后,上气体流道230和下气体流道130形成直径为3mm的圆形气体流道,作为气体入口,气体流道内存在一个直径为5mm,宽度为1mm的圆形槽道,预先通过相同的光刻工艺制造出来,用于放置发泡板400,发泡板400为直径5mm,厚度1mm的圆形铜片,具有相同光刻同一得到的沟槽状发泡结构,发泡板400上涂有脂肪酸钠,便于形成气泡。玻璃盖板300均为圆形,直径均为15mm,厚度均为1mm,分别在上光学检测通孔220和下光学检测通孔120的位置上与基板100和上层板200通过等离子体键合的方式进行连接。玻璃盖板300有助于检测光线的入射,并且可以作为可见视窗有助于观察气泡产生情况。

[0035] 参照图3,一种利用第一方面实施例的具有气泡增亮结构的微流控离子检测芯片的离子检测方法,包括以下步骤:

[0036] S1:将两个进样口240和出样口210分别通过蠕动泵1、聚四氟乙烯管与检测试剂池2、待检测试剂池3以及废液回收池4相连,聚四氟乙烯管通过环氧树脂与进样口240相连,检测试剂池2中装有可与相应待检测离子发生亮度或者吸光度等光学参数变化的溶液,待检测试剂池3装有污染水质的重金属离子;

[0037] S2:将气体流道通过聚四氟乙烯管和气泵5连接,气泵5的流量为0.8-1.3L/min,通过控制气泵5的流量以及发泡板400的形状来调节进入气体流道和光学检测区的气泡产生的速率和产生数量;

[0038] S3:在光学检测区下方放置激发光源6,激发光源6为紫外灯或蓝光LED,,在光学检测区上方放置光电探测器7,光电探测器7为光纤探头或ccd余弦探测器,接收并发送光电检

测信号。

[0039] 此离子检测方法,由于具有了发泡增亮的检测结构,这种方法具有灵敏度高、检测限低等优点。

[0040] 在一个具体实施例中,一种离子检测方法,包括以下步骤:

[0041] 1、将一个进样口240通过工业用蠕动泵和直径为0.5mm的聚四氟乙烯管与汞离子待测溶液池相连,将另一个进样口240通过工业用蠕动泵和直径0.5mm的聚四氟乙烯管与碳量子点液体池相连,出样口210通过工业用蠕动泵和直径0.5mm的聚四氟乙烯管与废液回收池4相连;

[0042] 2、将3mm的气体管道一端连接气体流道,一端连接微型气泵,通过控制微型气泵的流速为0.8L/min来调节进入气体流道和光学检测区的气泡;

[0043] 3、在光学检测区下方放置发射波长为365nm的紫光led,在光学检测区上方放置光纤光电探测器,接收并发送光电检测信号,从而完成检测过程。

[0044] 采用蠕动泵为微流控离子检测芯片提供碳量子点溶液作为检测试剂,含汞离子溶液作为待测试剂,采用微型气泵通过气体流道为微流控离子芯片以0.8L/min的速率通入气泡,使得亮度增加了1.2倍。

[0045] 在另一些实施例中,将流体混合区的微通道111设置为S形而非蛇形,发泡板400刻有孔状结构而非槽状结构,检测离子为三价铁离子而非汞离子,为改变光学检测时通入气泡的大小,将发泡板400的增亮功能结构进一步缩小,从沟槽状变为孔状结构,进一步提高气泡增亮的程度。采用蠕动泵为微流控离子检测芯片提供碳量子点溶液作为检测试剂,含铁离子溶液作为待测试剂,采用微型气泵通过气体流道为微流控离子检测芯片以0.8L/min的速率通入气泡,改善了发泡结构,相比于沟槽结构,孔状结构使得通入的气泡更小,溶液内气泡数量更多,光学检测时的增亮程度更高,最终亮度增加了2.46倍。

[0046] 上面结合附图对本发明实施例作了详细说明,但是本发明不限于上述实施例,在所述技术领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。



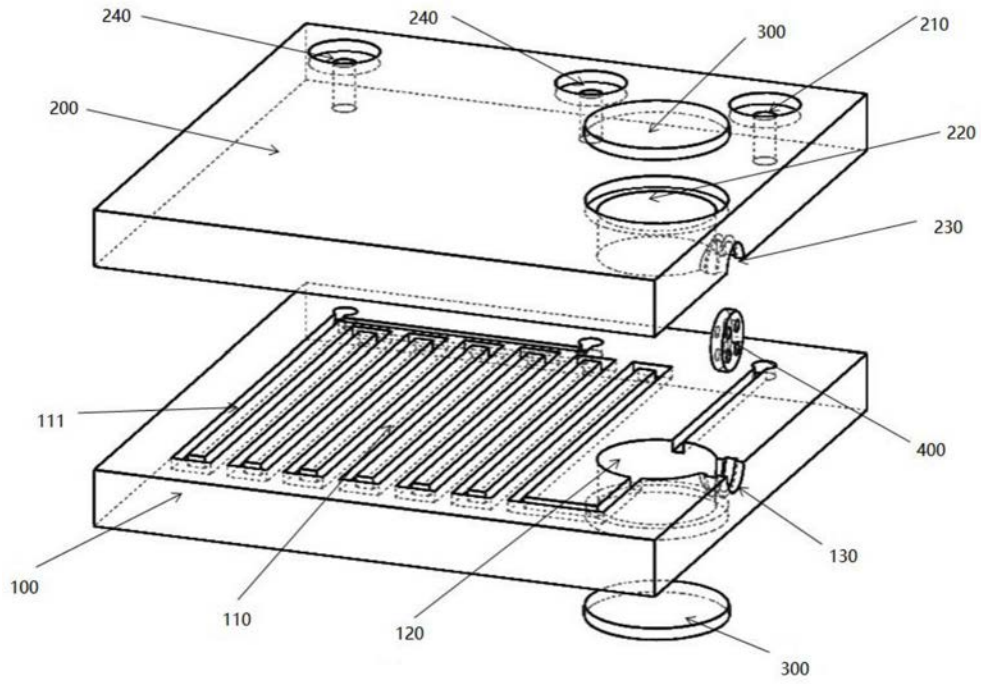


图1

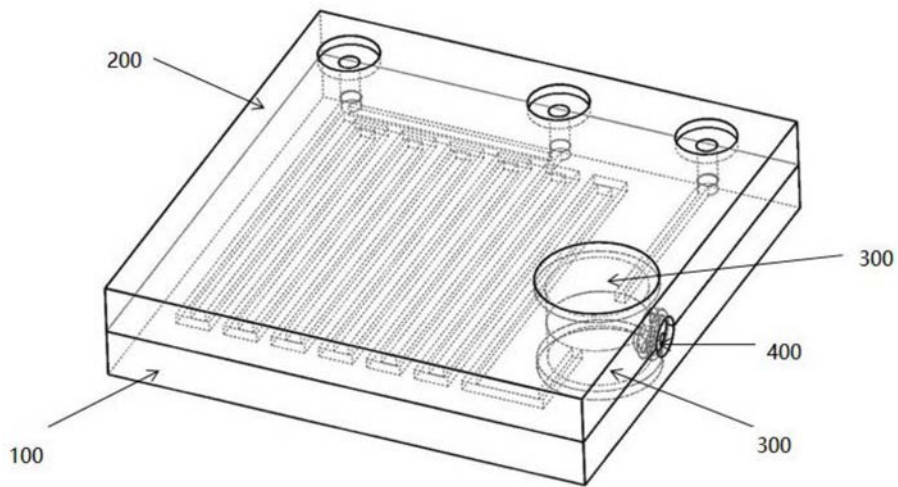


图2

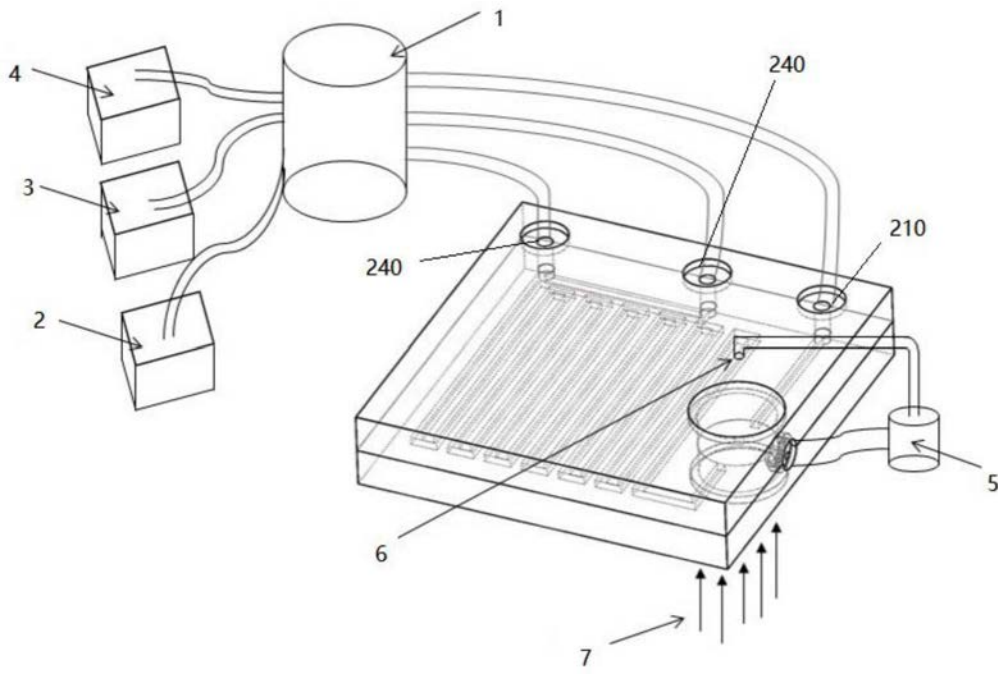


图3

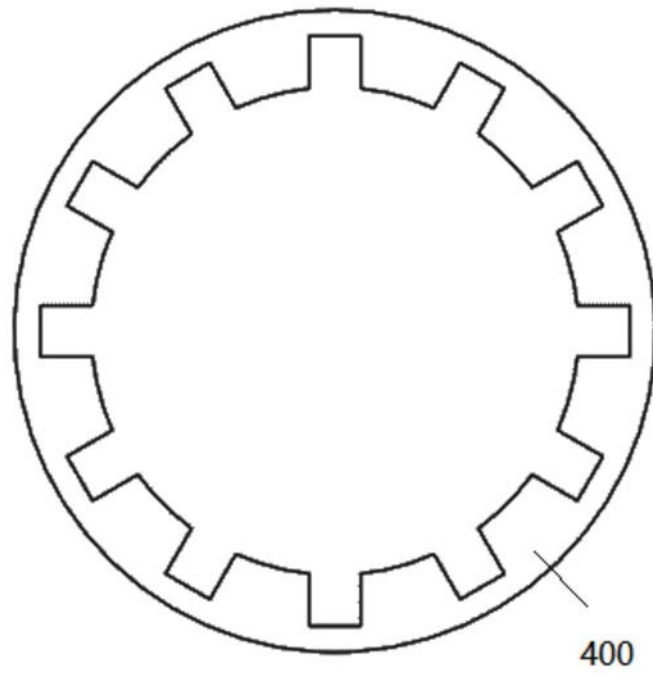


图4

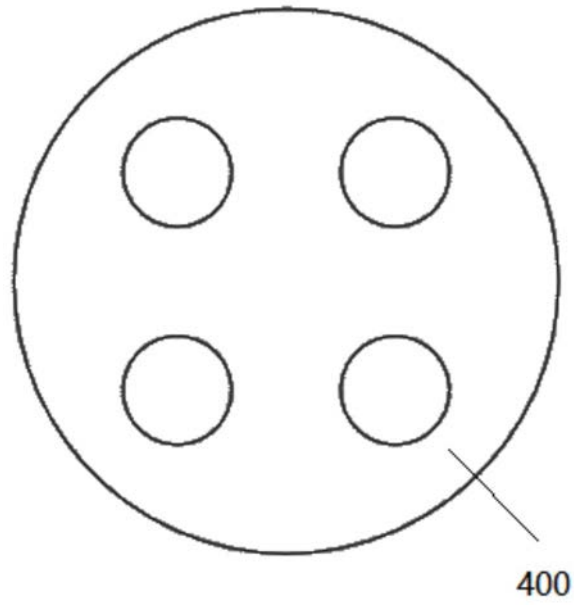


图5