



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101887008 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 17

(21) 申请号 201010229200. 6

(22) 申请日 2010. 07. 19

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 刘永顺 吴一辉 张平 黎海文
郝鹏 刘桂根 邓永波

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 陶尊新

(51) Int. Cl.

G01N 21/01 (2006. 01)

G01N 35/10 (2006. 01)

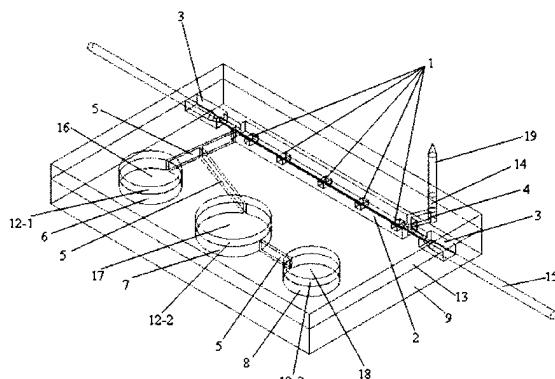
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于光纤传感器的多功能探测芯片及其制作方法与封装方法

(57) 摘要

用于光纤传感器的多功能探测芯片及其制作方法与封装方法，涉及微电子机械系统技术领域，它解决了现有的光纤传感探测系统与微流控芯片无法实现集成，进而无法实现自动检测，由于现有光纤传感器无法实现封装，存在稳定性差的问题，本发明采用微机械加工工艺制作出探测芯片和封装模具基片，通过微模铸工艺，制作出封装基片，再经过加热，将光纤固定在探测芯片样品池内，然后将封装基片固定在探测芯片上表面，并在进液口处固定进液管，完成光纤传感器的制作与封装。本发明设计合理，结构紧凑，同时具备保护光纤、自动进样、便于集成等多项优点，本发明满足了生化分析系统的自动化和集成化需求。



1. 用于光纤传感器的多功能探测芯片，其特征是，在硅片上刻蚀方形台阶（1）、样品池（2）、固定槽（3）、进液口（4）、连接微通道（5）、第一圆形凹槽（6）、第二圆形凹槽（7）和第三圆形凹槽（8），所述方形台阶（1）固定在样品池（2）内，所述样品池（2）的两端分别与固定槽（3）连接，样品池（2）的一侧设置进液口（4）；样品池（2）的另一侧通过连接微通道（5）与第一圆形凹槽（6）连接；所述第二圆形凹槽（7）通过连接微通道（5）与第三圆形凹槽（8）连接。

2. 基于权利要求 1 所述的用于光纤传感器的多功能探测芯片的制作方法，其特征是，该方法由以下步骤实现：

步骤一、在表面抛光的硅片上溅射一层铝掩膜；

步骤二、在步骤一所述的铝掩膜上进行涂胶、光刻样品池（2）、固定槽（3）、进液口（4）、连接微通道（5）、第一圆形凹槽（6）、第二圆形凹槽（7）和第三圆形凹槽（8）的图形，通过显影后获得样品池（2）、固定槽（3）、进液口（4）、连接微通道（5）、第一圆形凹槽（6）、第二圆形凹槽（7）和第三圆形凹槽（8）光刻胶层；

步骤三、采用磷酸腐蚀步骤二中未被光刻胶层保护的铝掩膜；然后去除步骤二获得的样品池（2）、固定槽（3）、进液口（4）、连接微通道（5）和圆形凹槽（6）光刻胶层，获得硅片上带有样品池（2）、固定槽（3）、进液口（4）、连接微通道（5）、第一圆形凹槽（6）、第二圆形凹槽（7）和第三圆形凹槽（8）图形的铝掩膜层；

步骤四、在步骤三所述的铝掩模层的表面涂覆光刻胶、光刻方形台阶（1）、样品池（2）、固定槽（3）、进液口（4）、连接微通道（5）和圆形凹槽（6）的图形，然后显影，获得带有方形台阶（1）、样品池（2）、固定槽（3）、进液口（4）、连接微通道（5）、第一圆形凹槽（6）、第二圆形凹槽（7）和第三圆形凹槽（8）的光刻胶层；

步骤五、采用步骤四获得的带有图形的光刻胶层作掩模，然后在 ICP 干法深刻蚀，获得方形台阶（1）；

步骤六、将步骤五去除掩模光刻胶后继续做干法深刻蚀，然后采用步骤三获得的铝掩膜层作掩模，获得样品池（2）、固定槽（3）、进液口（4）、连接微通道（5）、第一圆形凹槽（6）、第二圆形凹槽（7）和第三圆形凹槽（8）；

步骤七、用磷酸腐蚀铝掩膜，获得探测芯片（9）。

3. 基于权利要求 1 所述的用于光纤传感器的多功能探测芯片的封装方法，其特征是，该方法由以下步骤实现：

步骤 A、将 PDMS 液体浇铸在封装基片模具（10）上，然后将封装基片模具（10）进行加热固化；

步骤 B、对步骤 A 进行加热固化后封装基片模具（10）冷却脱模，获得带有圆形微槽（12）的封装基片（13），并在封装基片（13）上打孔，作为液体的进液孔（14）；

步骤 C、将光纤（15）置于样品池（2）内的方形台阶（1）上，在固定槽（3）处添加 PDMS 液体，通过加热实现光纤（15）的固定；

步骤 D、在探测芯片（9）上表面均匀涂覆 PDMS 液体，通过加热将封装基片（13）粘在探测芯片（9）上，然后将进液管（19）插在液体的进液孔（14）上，在所述液体的进液孔（14）与进液管（19）连接处加入 PDMS 液体，经加热固化后，完成芯片封装。

4. 根据权利要求 3 所述的用于光纤传感器的多功能探测芯片的封装方法，其特征在

于,所述探测芯片上的进液口(4)与液体的进液孔(14)对准。

5. 根据权利要求3所述的用于光纤传感器的多功能探测芯片的封装方法,其特征在于,所述的探测芯片上的第一圆形凹槽(6)、第二圆形凹槽(7)和第三圆形凹槽(8)与封装基片(13)上的第一圆形微槽(12-1)、第二圆形微槽(12-2)和第三圆形微槽(12-3)对准;所述探测芯片上的第一圆形凹槽(6)、第二圆形凹槽(7)和第三圆形凹槽(8)与封装基片(13)第一圆形微槽(12-1)、第二圆形微槽(12-2)和第三圆形微槽(12-3)对准后形成第一微腔(16)、第二微腔(17)和第三微腔(18)。

6. 根据权利要求3所述的一种用于光纤传感器的多功能探测芯片的封装方法,其特征在于,步骤B所述然后将封装基片模具(10)进行加热固化是指:将浇铸PDMS液体后的封装基片模具(10)放在120度的热板上固化10分钟。

7. 根据权利要求3所述的用于光纤传感器的多功能探测芯片的封装方法,其特征在于,步骤B所述的封装基片模具(10)的制作过程为:

步骤a、在表面抛光的硅片表面均匀旋涂光刻胶;经过光刻、显影后在所述硅片表面形成带有第一圆形凸台(11-1)、第二圆形凸台(11-2)和第三圆形凸台(11-3)的光刻胶层;

步骤b、采用步骤一获得的光刻胶层作掩模,在ICP刻蚀机中做干法深刻蚀,获得封装基片模具(10)。

8. 根据权利要求3所述的用于光纤传感器的多功能探测芯片的封装方法,其特征在于,所述PDMS液体是按照PDMS的基本组分与固化剂按质量比10:1混合而成,搅拌均匀后进行真空脱气。

用于光纤传感器的多功能探测芯片及其制作方法与封装方法

技术领域

[0001] 本发明属于微电子机械系统 (MEMS) 技术领域，涉及用于医疗检测、环境监控、生物战剂检测等领域的光纤传感器的探测芯片的封装与集成，具体涉及一种用于光纤传感器的多功能探测芯片的制作与封装方法。

背景技术

[0002] 光纤传感器技术是随着光纤的实用化和光通信技术的发展而形成的。所谓光纤传感技术就是利用光纤作为敏感元件或信息的载体，通过对光场的变化来确定被测物的信息。通常有两种形式：第一种是用光纤制作一个传感探头，探头插入被测物溶液中检测；第二种是在一根光纤中间，将包层去掉并拉伸或腐蚀到一定直径作为传感区，固定和保护于特定设计的样品池中，在样品池中加入被测物溶液进行检测。第二种与第一种相比具有便于阵列，检测信号强，对传感光纤的保护性好及携带方便等优点。就总体而言，光纤传感器与传统的传感器相比有着许多优点，如灵敏度高、结构简单、体积小、电绝缘、耐酸碱腐蚀、抗电磁干扰能力强，以及可以实现分布式检测等。因此，光纤传感器得到了广泛重视，已广泛的应用于医疗检测、环境监控、生物战剂检测等领域。

[0003] 随着光纤传感器的应用越来越广泛，一系列关于光纤传感器急需解决的技术问题也显得愈突出。由于玻璃光纤具有纤细、易折、易断、易受外界破坏等特性，使裸光纤的应用受很大的限制，封装技术是决定光纤传感器的稳定性以及能否大规模应用的主要因素之一。

[0004] 光纤传感器的应用之一是作为检测系统集成至微流控分析芯片中。所谓微流控芯片分析系统，就是将采样、预处理、分离、加试剂、反应和检测等集成在微芯片上进行的一门新技术。其最终目标是要将化学分析的各个环节集成在芯片上，形成具有操作简单、使用方便、便于携带等特点的小型仪器。然而，当前的微流控芯片系统总体上既不够“微”，分析功能也远达不到“全”，主要原因是集成度不够高，而关键问题在于多数检测器的体积过大，不便于集成。

[0005] 针对于第二种光纤传感器，需要用样品池来承装待测液。目前成型的光纤传感器虽然体积小，但均为手动进样设计的样品池，且样品池为敞口使用，不但无法保证在较长的反应时间内被测溶液的稳定性，也无法与自动化的微流控芯片集成。

[0006] 可见，要实现微流控芯片全功能的自动化与集成化，首要解决的问题就是如何将微流控芯片与光纤传感探测系统集成，也就是如何设计与封装光纤传感器的进样芯片。

发明内容

[0007] 本发明为解决现有的光纤传感探测系统与微流控芯片无法实现集成，进而无法实现自动检测，由于现有光纤传感器无法实现封装，存在稳定性差的问题，提供了一种用于光纤传感器的多功能探测芯片及其制作方法与封装方法。

[0008] 用于光纤传感器的多功能探测芯片，由在硅片上刻蚀多个方形台阶、样品池、固定槽、进液口、连接微通道、第一圆形凹槽、第二圆形凹槽和第三圆形凹槽组成，所述方形台阶固定在样品池内，所述样品池的两端分别与固定槽连接，样品池的一侧设置进液口；样品池的另一侧通过连接微通道与第一圆形凹槽连接；所述第二圆形凹槽通过连接微通道与第三圆形凹槽连接。

[0009] 用于光纤传感器的多功能探测芯片的制作方法，该方法由以下步骤实现：

[0010] 步骤一、在表面抛光的硅片上溅射一层铝掩膜；

[0011] 步骤二、在步骤一所述的铝掩膜上进行涂胶、光刻样品池、固定槽、进液口、连接微通道和圆形凹槽的图形，通过显影后获得样品池、固定槽、进液口、连接微通道和圆形凹槽光刻胶层；

[0012] 步骤三、采用磷酸腐蚀步骤二中未被光刻胶层保护的铝掩膜；然后去除步骤二获得的样品池、固定槽、进液口、连接微通道和圆形凹槽光刻胶层，获得硅片上带有样品池、固定槽、进液口、连接微通道和圆形凹槽图形的铝掩膜层；

[0013] 步骤四、在步骤三所述的铝掩膜层的表面涂覆光刻胶、光刻方形台阶、样品池、固定槽、进液口、连接微通道和圆形凹槽的图形，然后显影，获得带有方形台阶、样品池、固定槽、进液口、连接微通道和圆形凹槽的光刻胶层；

[0014] 步骤五、采用步骤四获得的带有图形的光刻胶层作掩模，然后在 ICP 干法深刻蚀，获得方形台阶；

[0015] 步骤六、将步骤五去除掩模光刻胶后继续做干法深刻蚀，然后采用步骤三获得的铝掩膜层作掩模，获得样品池、固定槽、进液口、连接微通道和圆形凹槽；

[0016] 步骤七、用磷酸腐蚀铝掩膜，获得探测芯片。

[0017] 用于光纤传感器的多功能探测芯片的封装方法，该方法由以下步骤实现：

[0018] 步骤 A、将获所述的 PDMS 液体浇铸在封装基片模具上，然后将封装基片模具进行加热固化；

[0019] 步骤 B、对步骤 A 进行加热固化后封装基片模具冷却脱模，获得带有圆形微槽的封装基片，并在封装基片上打孔，作为液体的进液孔；

[0020] 步骤 C、将光纤置于样品池内的方形台阶上，在固定槽处添加 PDMS 液体，通过加热实现光纤的固定；

[0021] 步骤 D、在探测芯片上表面均匀涂覆 PDMS 液体，通过加热将封装基片粘在探测芯片上，然后将进液管插在液体的进液孔上，在所述液体的进液孔与进液管连接处加入 PDMS 液体，经加热固化后，完成芯片封装。

[0022] 本发明的有益效果：本发明具备保护光纤、自动进样、与微流控芯片集成等多种功能，大大提高了检测的稳定性与自动化程度，同时设计合理，结构紧凑，便于集成和试剂消耗量小等突出优点；满足了生化分析系统的自动化和集成化需求；本发明保证光纤传感器的稳定性，并且使光纤传感探测系统能与微流控芯片顺利集成，形成自动检测系统，采用进样自动化的探测芯片结构，并且对其进行封装；封装后的探测芯片能够防止光纤因受外力而破损，避免测试过程中因被测溶液挥发而导致的测量结果不准确，也能防止外界污染物进入传感系统；同时，还具有体积小、结构紧凑的优点。

附图说明

- [0023] 图 1 为本发明的探测芯片的示意图；
- [0024] 图 2 为本发明的封装基片模具的示意图；
- [0025] 图 3 为本发明的封装基片的示意图；
- [0026] 图 4 为本发明的光纤固定在探测芯片内的剖面示意图；
- [0027] 图 5 为本发明的光纤固定在探测芯片内的示意图；
- [0028] 图 6 为本发明的封装芯片的示意图；
- [0029] 图 7 为探测芯片自动进样的示意图；
- [0030] 图 8 为封装后的探测芯片的示意图。
- [0031] 图中：1、方形台阶，2、样品池，3、固定槽，4、进液口，5、连接微通道 6、第一圆形凹槽，7、第二圆形凹槽，8、第三圆形凹槽，9、探测芯片，10、封装基片模具，11-1、第一圆形凸台，11-2、第二圆形凸台，11-3、第三圆形凸台，12-1、第一圆形微槽，12-2、第二圆形微槽，12-3、第三圆形微槽，13、封装基片，14、进液孔，15、光纤，16、第一微腔，17、第二微腔，18、第三微腔，19、进液管，20、微流控芯片，21、定标池，22、探测池。

具体实施方式

[0032] 具体实施方式一、结合图 1 说明本实施方式，用于光纤传感器的多功能探测芯片，由在硅片上刻蚀多个方形台阶 1、样品池 2、固定槽 3、进液口 4、连接微通道 5、第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 组成，所述方形台阶 1 固定在样品池 2 内，所述样品池 2 的两端分别与固定槽 3 连接，样品池 2 的一侧设置进液口 4；样品池 2 的另一侧通过连接微通道 5 与第一圆形凹槽 6 连接；所述第二圆形凹槽 7 通过连接微通道 5 与第三圆形凹槽 8 连接。

[0033] 具体实施方式二、用于光纤传感器的多功能探测芯片的制作方法，该方法由以下步骤实现：

[0034] 步骤一、在表面抛光的硅片上溅射一层铝掩膜；

[0035] 步骤二、在步骤一所述的铝掩膜上进行涂胶、光刻样品池 2、固定槽 3、进液口 4、连接微通道 5、第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 的图形，通过显影后获得样品池 2、固定槽 3、进液口 4、连接微通道 5 和第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 的光刻胶层；

[0036] 步骤三、采用磷酸腐蚀步骤二中未被光刻胶层保护的铝掩膜；然后去除步骤二获得的样品池 2、固定槽 3、进液口 4、连接微通道 5、第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 光刻胶层，获得硅片上带有样品池 2、固定槽 3、进液口 4、连接微通道 5、第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 图形的铝掩膜层；

[0037] 步骤四、在步骤三所述的铝掩模层的表面涂覆光刻胶、光刻方形台阶 1、样品池 2、固定槽 3、进液口 4、连接微通道 5、第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 的图形，然后显影，获得带有方形台阶 1、样品池 2、固定槽 3、进液口 4、连接微通道 5、第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 的光刻胶层；

[0038] 步骤五、采用步骤四获得的带有图形的光刻胶层作掩模，然后在 ICP 干法深刻蚀，获得方形台阶 1；

[0039] 步骤六、将步骤五去除掩模光刻胶后继续做干法深刻蚀,然后采用步骤三获得的铝掩膜层作掩模,获得样品池 2、固定槽 3、进液口 4、连接微通道 5、第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8;

[0040] 步骤七、用磷酸腐蚀铝掩膜,获得探测芯片 9。

[0041] 具体实施方式二、结合图 2 至图 6 说明本实施方式,用于光纤传感器的多功能探测芯片的封装方法,该方法由以下步骤实现:

[0042] 步骤 A、将获所述的 PDMS 液体浇铸在封装基片模具 10 上,然后将封装基片模具 10 进行加热固化;

[0043] 步骤 B、对步骤 A 进行加热固化后封装基片模具 10 冷却脱模,获得带有圆形微槽 12 的封装基片 13,并在封装基片 13 上打孔,作为液体的进液孔 14;

[0044] 步骤 C、将光纤 15 置于样品池 2 内的方形台阶 1 上,在固定槽 3 处添加 PDMS 液体,通过加热实现光纤 15 的固定;

[0045] 步骤 D、在探测芯片 9 上表面均匀涂覆 PDMS 液体,通过加热将封装基片 13 粘在探测芯片 9 上,然后将进液管 19 插在液体的进液孔 14 上,在所述液体的进液孔 14 与进液管 19 连接处加入 PDMS 液体,经加热固化后,完成芯片封装。

[0046] 本实施方式所述的探测芯片 9 上的进液口 4 与液体的进液孔 14 对准。

[0047] 本实施方式所述的探测芯片 9 上的第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 与封装基片 13 上第一圆形微槽 12-1、第二圆形微槽 12-2 和第三圆形微槽 12-3 对准;所述探测芯片上的第一圆形凹槽 6、第二圆形凹槽 7 和第三圆形凹槽 8 与封装基片 13 上的第一圆形微槽 12-1、第二圆形微槽 12-2 和第三圆形微槽 12-3 对准后形成第一微腔 16、第二微腔 17 和第三微腔 18。

[0048] 本实施方式中步骤 B 所述然后将封装基片模具 10 进行加热固化是指:将浇铸 PDMS 液体后的封装基片模具 10 放在 120 度的热板上固化 10 分钟。

[0049] 本实施方式中步骤 B 所述的封装基片模具 10 的制作过程为:

[0050] 步骤 a、在表面抛光的硅片表面均匀旋涂光刻胶;经过光刻、显影后在所述硅片表面形成带有第一圆形凸台 11-1、第二圆形凸台 11-2 和第三圆形凸台的光刻胶层;

[0051] 步骤 b、采用步骤一获得的光刻胶层作掩模,在 ICP 刻蚀机中做干法深刻蚀,获得封装基片模具 10。

[0052] 本实施方式中所述的 PDMS 液体是按照 PDMS 的基本组分与固化剂按质量比 10 : 1 混合而成,搅拌均匀后进行真空脱气。

[0053] 具体实施方式三、结合图 7 说明本实施方式,本实施方式与具体实施方式一或二的区别在于,本实施方式为探测芯片的自动进样的过程:

[0054] 所述探测芯片在使用之前,第一微腔 16、第二微腔 17 和第三微腔 18 都处于压缩状态。

[0055] 第一步:将进液管 19 上端与微流控芯片 20 上的定标池 21 连通,释放第三微腔 18,使定标液吸入到探测芯片内定标;

[0056] 第二步:经过第一步的定标后,将进液管 19 上端与微流控芯片 20 分离,然后释放第二微腔 17,将所述定标液从探测芯片内吸到第二微腔 17 内;

[0057] 第三步:将进液管 19 上端与微流控芯片 20 上的探测池 22 连通,释放第一微腔 16,

将被测液吸入探测芯片内,进行探测;完成探测芯片的一次工作流程。

[0058] 本实施方式第一步所述的定标液可以为试剂或者去离子水等。

[0059] 本发明解决了背景技术中光纤传感器的封装、自动进样以及与微流控芯片集成等问题。用本发明制作光纤传感器探测芯片,操控简便,实现了自动进样,并解决了光纤传感器的封装以及集成等问题,为光纤微生化分析技术的发展提供了有力条件。其意义在于:

[0060] 一、对光纤传感器进行封装,有效的保护了光纤,避免了光纤因受外力而破损,避免测试过程中因被测溶液挥发而导致的测量结果不准确,也能防止外界污染物进入传感系统,从而大大提高了光纤传感器的稳定性。

[0061] 二、实现了光纤传感器自动进样,减少了实验步骤,并且操作简便,大大提高了试验效率。

[0062] 三、实现了光纤传感器与微流控芯片的集成。大大提高了生化检测的自动化与集成化。

[0063] 四、探测芯片体积小、结构紧凑,不但便于集成,而且大大减少了试剂消耗量小。

[0064] 自动化进样的探测芯片制作的关键是对原有探测芯片的合理改造及封装,不但要求不影响测试结果,而且要求保证与微流控芯片的方便集成。

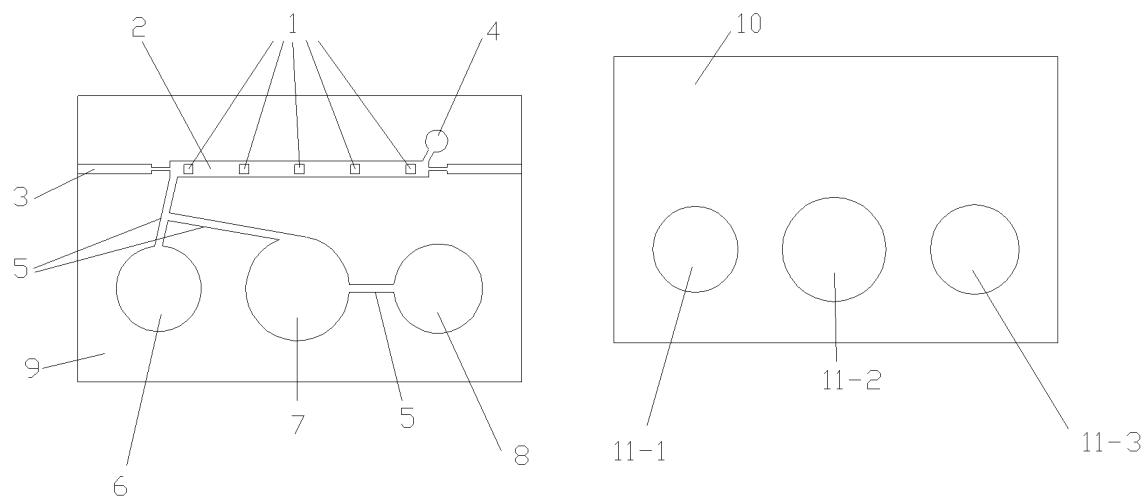


图 2

图 1

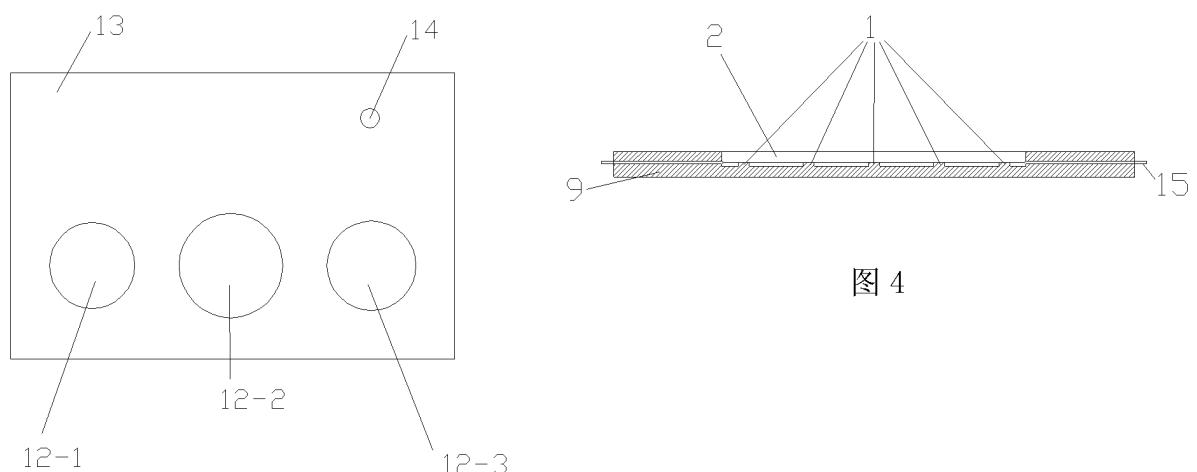


图 4

图 3

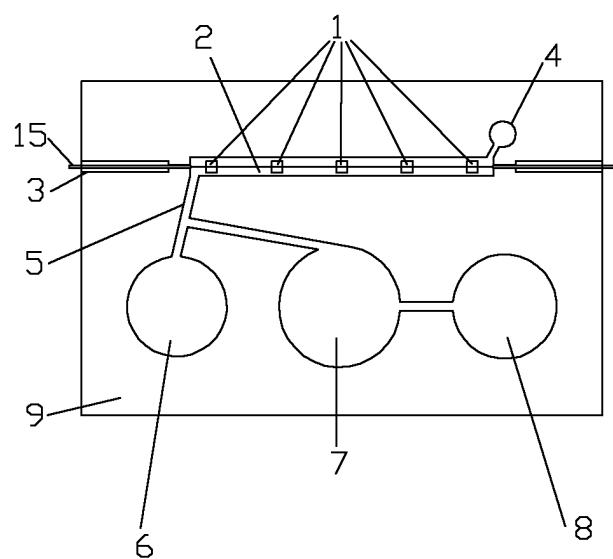


图 5

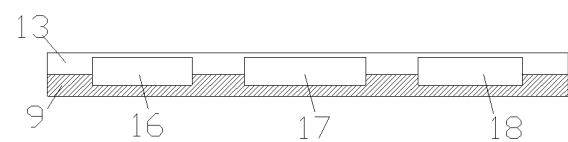


图 6

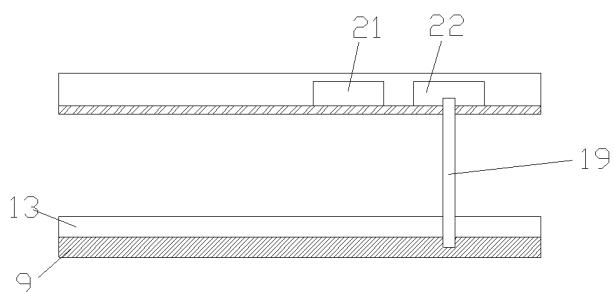


图 7

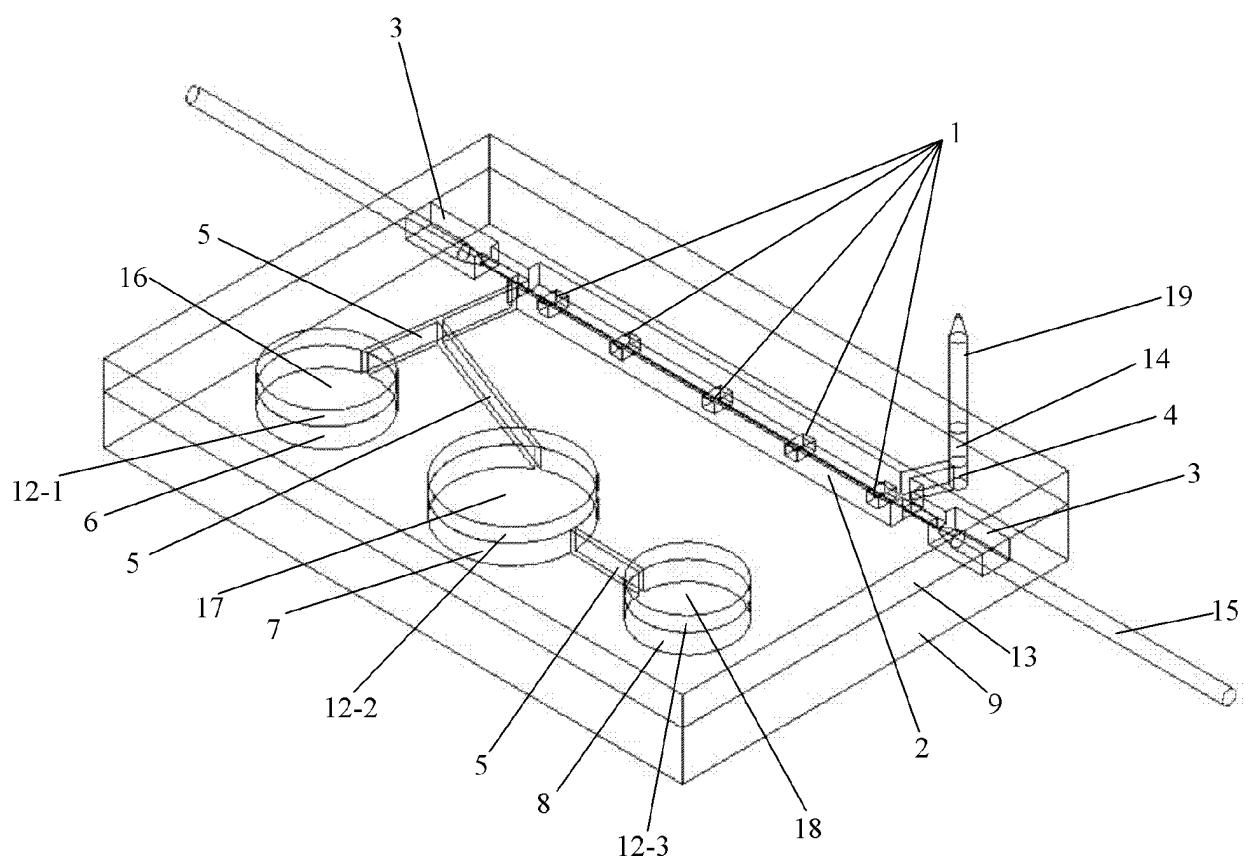


图 8