



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109821584 B

(45) 授权公告日 2021.08.31

(21) 申请号 201910231885.9

G01N 35/00 (2006.01)

(22) 申请日 2019.03.26

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 208627329 U, 2019.03.22

申请公布号 CN 109821584 A

CN 107703062 A, 2018.02.16

CN 106525823 A, 2017.03.22

(43) 申请公布日 2019.05.31

CN 108380250 A, 2018.08.10

(73) 专利权人 京东方科技集团股份有限公司

CN 1864058 A, 2006.11.15

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

US 2006091085 A1, 2006.05.04

(72) 发明人 唐浩 张青 朱学辉 孟虎
周全国 程久阳 周丽佳 王志东
鲁彦成

审查员 江涵

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 焦玉恒

(51) Int. Cl.

B01L 3/00 (2006.01)

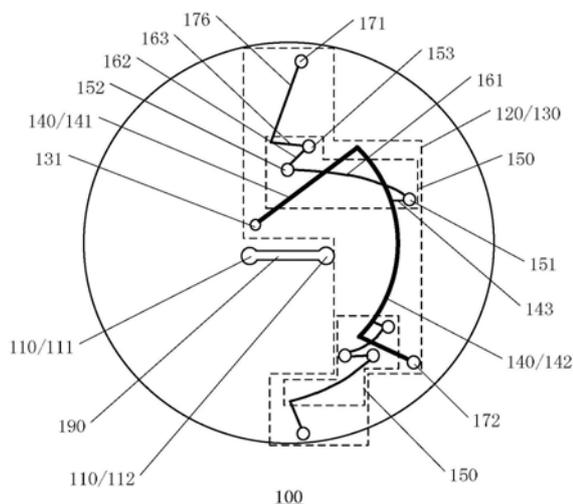
权利要求书3页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

微流控芯片及其检测方法和制作方法

(57) 摘要

一种微流控芯片及其检测方法和制作方法。该微流控芯片包括：至少两个旋转轴心和至少一个检测结构。至少两个旋转轴心包括第一旋转轴心和第二旋转轴心；至少一个检测结构包括第一检测结构。第一检测结构包括：进液口、连接通道和至少一个检测流道，进液口通过连接通道与至少一个检测流道相连，各检测流道包括第一腔室、第二腔室和第一连接流道，进液口与第一旋转轴心的距离小于第一腔室与第一旋转轴心的距离，第一腔室与第一旋转轴心的距离大于第二腔室与第一旋转轴心的距离，第一腔室与第二旋转轴心的距离小于第二腔室与第二旋转轴心的距离。由此，该微流控芯片可通过改变旋转轴心来实现对微流体进行有效控制。



1. 一种微流控芯片,包括:

至少两个旋转轴心,包括第一旋转轴心和第二旋转轴心;以及

至少一个检测结构,包括第一检测结构,

其中,所述第一检测结构包括:进液口、连接通道和至少一个检测流道,所述进液口通过所述连接通道与所述至少一个检测流道相连,各所述检测流道包括第一腔室、第二腔室和连接所述第一腔室和所述第二腔室的第一连接流道,

所述进液口与所述第一旋转轴心的距离小于所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离,所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离大于所述第二腔室与所述第一旋转轴心的距离,所述第一腔室与所述第二旋转轴心的距离小于所述第二腔室与所述第二旋转轴心的距离,

在所述第一检测结构中,所述连接通道包括第一连接通道和第二连接通道,所述第一连接通道将所述进液口与所述第二连接通道相连,从所述进液口到所述第二连接通道,所述第一连接通道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐增大,所述第二连接通道为以所述第一旋转轴心为圆心的圆弧通道,所述圆弧通道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离相等,所述至少一个检测流道分别与所述圆弧通道相连。

2. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其中,在所述第一检测结构中,从所述第一腔室到所述第二腔室,所述第一连接流道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐减小,所述第一连接流道上的各个位置与所述第二旋转轴心的距离逐渐增大。

3. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其中,在所述第一检测结构中,各所述连接通道还包括:

第三连接通道,将所述圆弧通道和所述第一腔室相连,从所述圆弧通道到所述第一腔室,所述第三连接通道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐增大。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的微流控芯片,其中,在所述第一检测结构中,各检测流道还包括:

第三腔室,所述第二腔室与所述第二旋转轴心的距离大于所述第三腔室与所述第二旋转轴心的距离,所述第二腔室与所述第一旋转轴心的距离小于所述第三腔室与所述第一旋转轴心的距离。

5. 根据权利要求4所述的微流控芯片,其中,在所述第一检测结构中,各所述检测流道还包括:

第二连接流道,将所述第二腔室与所述第三腔室相连,从所述第二腔室到所述第三腔室,所述第二连接流道上的各个位置与所述第二旋转轴心的距离逐渐减小,所述第二连接流道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐增大。

6. 根据权利要求5所述的微流控芯片,其中,所述第一检测结构还包括第一出液口和排液流道,在所述第一检测结构中,各所述检测流道还包括第三连接流道,

其中,所述第三连接流道将所述第三腔室与所述排液流道相连,所述排液流道将所述第三连接流道与所述第一出液口相连,从所述第三腔室到所述排液流道,所述第三连接流道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐减小,所述第三连接流道上的各个位置与所述第二旋转轴心的距离逐渐增大。

7. 根据权利要求1-3中任一项所述的微流控芯片,所述第一检测结构还包括:

第二出液口,与所述连接通道相连,

其中,所述进液口与所述连接通道的一端相连,所述第二出液口与所述连接通道的另一端相连,所述检测流道与所述连接通道的连接点位于所述进液口与所述第二出液口之间,所述第二出液口与所述第一旋转轴心的距离大于所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离。

8. 根据权利要求1-3中任一项所述的微流控芯片,所述第一检测结构还包括:

过滤区,位于所述进液口与所述连接通道之间,并被配置为从所述进液口进入的流体样品进行过滤。

9. 根据权利要求1-3中任一项所述的微流控芯片,其中,在所述第一检测结构中,至少一个检测流道包括多个检测流道。

10. 根据权利要求1-3中任一项所述的微流控芯片,其中,至少一个检测结构还包括第二检测结构,所述第二检测结构与所述第一检测结构关于所述第一旋转轴心与所述第二旋转轴心的连线的中点大致呈中心对称。

11. 根据权利要求1-3中任一项所述的微流控芯片,还包括:

轴心连接区,位于所述第一旋转轴心与所述第二旋转轴心之间,并将所述第一旋转轴心与所述第二旋转轴心相连。

12. 根据权利要求1-3中任一项所述的微流控芯片,还包括:

第一基板;

第二基板;以及

第三基板,

其中,所述第一旋转轴心位于所述第一基板、所述第二基板和所述第三基板中,所述第二旋转轴心位于所述第一基板、所述第二基板和所述第三基板,

所述连接通道位于所述第二基板靠近所述第一基板的一侧,所述第一腔室贯穿所述第二基板,所述第二腔室和所述第一连接流道位于所述第二基板靠近所述第三基板的一侧。

13. 一种使用权利要求1-3中任一项所述的微流控芯片的检测方法,包括:

向进液口通入待检测的流体样品;

使用所述第一旋转轴心进行旋转,以使所述流体样品通过所述连接通道进入所述第一腔室,然后停止旋转;

使用所述第二旋转轴心进行旋转,以使所述流体样品从所述第一腔室通过所述第一连接流道进入所述第二腔室,然后停止旋转。

14. 根据权利要求13所述的微流控芯片的检测方法,其中,在所述第一检测结构中,各检测流道还包括:第三腔室,所述第二腔室与所述第二旋转轴心的距离大于所述第三腔室与所述第二旋转轴心的距离,所述第二腔室与所述第一旋转轴心的距离小于所述第三腔室与所述第一旋转轴心的距离,所述检测方法还包括:

使用所述第一旋转轴心进行旋转,以使所述流体样品从所述第二腔室进入所述第三腔室,然后停止旋转。

15. 根据权利要求13或14所述的微流控芯片的检测方法,其中,所述第一腔室被配置为存储所述流体样品,所述第二腔室被配置为存储反应物,所述反应物被配置为与所述流体样品进行反应。

16. 根据权利要求14所述的微流控芯片的检测方法,其中,所述第三腔室被配置为对反应过后的所述流体样品进行检测。

17. 一种根据权利要求1-12中任一项所述的微流控芯片的制作方法,包括:

形成至少两个旋转轴心,包括第一旋转轴心和第二旋转轴心;以及

形成至少一个检测结构,包括第一检测结构,

其中,所述第一检测结构包括:进液口、连接通道和至少一个检测流道,所述进液口通过所述连接通道与所述至少一个检测流道相连,各所述检测流道包括第一腔室、第二腔室和连接所述第一腔室和所述第二腔室的第一连接流道,

所述进液口与所述第一旋转轴心的距离小于所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离,所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离大于所述第二腔室与所述第一旋转轴心的距离,所述第一腔室与所述第二旋转轴心的距离小于所述第二腔室与所述第二旋转轴心的距离。

18. 根据权利要求17所述的微流控芯片的制作方法,包括:

提供第一衬底基板;

在所述第一衬底基板上形成至少两个第一通孔和第二通孔,以形成第一基板;

提供第二衬底基板;

在所述第二衬底基板中形成至少两个第三通孔和第四通孔,在所述第二衬底基板的一侧形成第一凹槽和第一沟道,在所述第二衬底基板的另一侧形成第二凹槽和第二沟道,以形成第二基板,所述第一沟道将所述第一凹槽和所述第四通孔相连,所述第二沟道将所述第二凹槽和所述第四通孔相连;

提供第三衬底基板;

在所述第三衬底基板形成至少两个第五通孔,以形成第三基板;以及

分别将所述第一基板和所述第三基板键合在所述第二基板的两侧,

其中,所述至少两个第一通孔、所述至少两个第三通孔和所述至少两个第五通孔对应设置并构成所述至少两个旋转轴心,所述第二通孔和所述第一凹槽对应设置并构成所述进液口,所述第一沟道构成所述连接通道,所述第四通孔构成所述第一腔室,所述第二凹槽构成所述第二腔室,所述第二沟道构成所述第一连接流道。

19. 根据权利要求18所述的微流控芯片的制作方法,其中,所述第二衬底基板的材料包括玻璃,所述第一衬底基板和所述第二衬底基板的材料包括聚二甲基硅氧烷,分别将所述第一基板和所述第三基板键合在所述第二基板的两侧包括:

分别将1%的氢氟酸均匀涂覆在所述第二基板与所述第一基板和所述第三基板键合的表面;以及

将所述第一基板和所述第三基板与所述第二基板压合。

微流控芯片及其检测方法和制作方法

技术领域

[0001] 本公开的实施例涉及一种微流控芯片,微流控芯片的检测方法和微流控芯片的制作方法。

背景技术

[0002] 微流控(Microfluidics)技术是一种可在微米尺度对流体进行操控或检测的技术。微流控技术具有将生物、化学等实验室的基本功能微缩到一个几平方厘米的芯片上的能力,从而可自动完成生化分析过程中的样品制备、反应、分离、检测等基本操作。

[0003] 目前,微流控芯片的驱动方式有很多种,主要可分为压力驱动方式、电驱动方式、离心力驱动方式。压力驱动方式主要依靠进液口和出液口两端的压力差驱使微流体在流控芯片中的流道运动;通常的压力驱动方式的动力系统主要有两种:一种是外部的宏观泵或者注射器,另一种是集成在微流控芯片中的微泵。电驱动方式主要通过通过在微流控芯片中的流道中配置电极,通过介电润湿原理或电渗流原理驱动微流体在流道中运动。离心力驱动方式则是通过微流控芯片的高速旋转,使得微流体在离心力作用下沿着流道运动。

发明内容

[0004] 本公开实施例提供一种微流控芯片及其检测方法和制作方法。该微流控芯片可通过改变旋转轴心来改变微流体在微流控芯片中的流动方向,从而可实现对微流体进行有效控制。并且,该微流控芯片同时还具有结构简单,成本低等优点。

[0005] 本公开至少一个实施例提供一种微流控芯片,其包括:至少两个旋转轴心,包括第一旋转轴心和第二旋转轴心;以及至少一个检测结构,包括第一检测结构,所述第一检测结构包括:进液口、连接通道和至少一个检测流道,所述进液口通过所述连接通道与所述至少一个检测流道相连,各所述检测流道包括第一腔室、第二腔室和连接所述第一腔室和所述第二腔室的第一连接流道,所述进液口与所述第一旋转轴心的距离小于所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离,所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离大于所述第二腔室与所述第一旋转轴心的距离,所述第一腔室与所述第二旋转轴心的距离小于所述第二腔室与所述第二旋转轴心的距离。

[0006] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,在所述第一检测结构中,从所述第一腔室到所述第二腔室,所述第一连接流道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐减小,所述第一连接流道上的各个位置与所述第二旋转轴心的距离逐渐增大。

[0007] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,在所述第一检测结构中,所述连接通道包括第一连接通道和第二连接通道,所述第一连接通道将所述进液口与所述第二连接通道相连,从所述进液口到所述第二连接通道,所述第一连接通道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐增大,所述第二连接通道为以所述第一旋转轴心为圆心的圆弧通道,所述圆弧通道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离相等,所述至少一个检测流道分别与所述圆弧通道相连。

[0008] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,在所述第一检测结构中,各所述连接通道还包括:第三连接通道,将所述圆弧通道和所述第一腔室相连,从所述圆弧通道到所述第一腔室,所述第三连接通道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐增大。

[0009] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,在所述第一检测结构中,各检测流道还包括:第三腔室,所述第二腔室与所述第二旋转轴心的距离大于所述第三腔室与所述第二旋转轴心的距离,所述第二腔室与所述第一旋转轴心的距离小于所述第三腔室与所述第一旋转轴心的距离。

[0010] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,在所述第一检测结构中,各所述检测流道还包括:第二连接流道,将所述第二腔室与所述第三腔室相连,从所述第二腔室到所述第三腔室,所述第二连接流道上的各个位置与所述第二旋转轴心的距离逐渐减小,所述第二连接流道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐增大。

[0011] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,所述第一检测结构还包括第一出液口和排液流道,在所述第一检测结构中,各所述检测流道还包括第三连接流道,所述第三连接流道将所述第三腔室与所述排液流道相连,所述排液流道将所述第三连接流道与所述第一出液口相连,从所述第三腔室到所述排液流道,所述第三连接流道上的各个位置与所述第一旋转轴心的距离逐渐减小,所述第三连接流道上的各个位置与所述第二旋转轴心的距离逐渐增大。

[0012] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,所述第一检测结构还包括:第二出液口,与所述连接通道相连,所述进液口与所述连接通道的一端相连,所述第二出液口与所述连接通道的另一端相连,所述检测流道与所述连接通道的连接点位于所述进液口与所述第二出液口之间,所述第二出液口与所述第一旋转轴心的距离大于所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离。

[0013] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,所述第一检测结构还包括:过滤区,位于所述进液口与所述连接通道之间,并被配置为从所述进液口进入的流体样品进行过滤。

[0014] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,在所述第一检测结构中,至少一个检测流道包括多个检测流道。

[0015] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,至少一个检测结构还包括第二检测结构,所述第二检测结构与所述第一检测结构关于所述第一旋转轴心与所述第二旋转轴心的连线的中点大致呈中心对称。

[0016] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,其还包括:轴心连接区,位于所述第一旋转轴心与所述第二旋转轴心之间,并将所述第一旋转轴心与所述第二旋转轴心相连。

[0017] 例如,在本公开一实施例提供的微流控芯片中,其包括:第一基板;第二基板;以及第三基板,所述第一旋转轴心位于所述第一基板、所述第二基板和所述第三基板中,所述第二旋转轴心位于所述第一基板、所述第二基板和所述第三基板,所述连接通道位于所述第二基板靠近所述第一基板的一侧,所述第一腔室贯穿所述第二基板,所述第二腔室和所述第一连接流道位于所述第二基板靠近所述第三基板的一侧。

[0018] 本公开一实施例提供一种使用上述的微流控芯片的检测方法,其包括:向进液口

通入待检测的流体样品；使用所述第一旋转轴心进行旋转，以使所述流体样品通过所述连接通道进入所述第一腔室，然后停止旋转；使用所述第二旋转轴心进行旋转，以使所述流体样品从所述第一腔室通过所述第一连接流道进入所述第二腔室，然后停止旋转。

[0019] 例如，在本公开一实施例提供的微流控芯片的检测方法中，在所述第一检测结构中，各检测流道还包括：第三腔室，所述第二腔室与所述第二旋转轴心的距离大于所述第三腔室与所述第二旋转轴心的距离，所述第二腔室与所述第一旋转轴心的距离小于所述第三腔室与所述第一旋转轴心的距离，所述检测方法还包括：使用所述第一旋转轴心进行旋转，以使所述流体样品从所述第二腔室进入所述第三腔室，然后停止旋转。

[0020] 例如，在本公开一实施例提供的微流控芯片的检测方法中，所述第一腔室被配置为存储所述流体样品，所述第二腔室被配置为存储反应物，所述反应物被配置为与所述流体样品进行反应。

[0021] 例如，在本公开一实施例提供的微流控芯片的检测方法中，所述第三腔室被配置为对反应过后的所述流体样品进行检测。

[0022] 本公开至少一个实施例还提供一种上述微流控芯片的制作方法，其包括：形成至少两个旋转轴心，包括第一旋转轴心和第二旋转轴心；以及形成至少一个检测结构，包括第一检测结构，所述第一检测结构包括：进液口、连接通道和至少一个检测流道，所述进液口通过所述连接通道与所述至少一个检测流道相连，各所述检测流道包括第一腔室、第二腔室和连接所述第一腔室和所述第二腔室的第一连接流道，所述进液口与所述第一旋转轴心的距离小于所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离，所述第一腔室与所述第一旋转轴心的距离大于所述第二腔室与所述第一旋转轴心的距离，所述第一腔室与所述第二旋转轴心的距离小于所述第二腔室与所述第二旋转轴心的距离。

[0023] 例如，在本公开一实施例提供的微流控芯片的制作方法中，其包括：提供第一衬底基板；在所述第一衬底基板上形成至少两个第一通孔和第二通孔，以形成第一基板；提供第二衬底基板；在所述第二衬底基板中形成至少两个第三通孔和第四通孔，在所述第二衬底基板的一侧形成第一凹槽和第一沟道，在所述第二衬底基板的另一侧形成第二凹槽和第二沟道，以形成第二基板，所述第一沟道将所述第一凹槽和所述第四通孔相连，所述第二沟道将所述第二凹槽和所述第四通孔相连；提供第三衬底基板；在所述第三衬底基板在形成至少两个第五通孔，以形成第三基板；以及分别将所述第一基板和所述第三基板键合在所述第二基板的两侧，所述至少两个第一通孔、所述至少两个第三通孔和所述至少两个第五通孔对应设置并构成所述至少两个旋转轴心，所述第二通孔和所述第一凹槽对应设置并构成所述进液口，所述第一沟道构成所述连接通道，所述第四通孔构成所述第一腔室，所述第二凹槽构成所述第二腔室，所述第二沟道构成所述第一液体流道。

[0024] 例如，在本公开一实施例提供的微流控芯片的制作方法中，所述第二衬底基板的材料包括玻璃，所述第一衬底基板和所述第二衬底基板的材料包括聚二甲基硅氧烷，分别将所述第一基板和所述第三基板键合在所述第二基板的两侧包括：分别将1%的氢氟酸均匀涂覆在所述第二基板与所述第一基板和所述第三基板键合的表面；以及将所述第一基板和所述第三基板与所述第二基板压合。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本公开实施例的技术方案,下面将对实施例的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅涉及本公开的一些实施例,而非对本公开的限制。

[0026] 图1为根据本公开一实施例提供一种微流控芯片的平面示意图;

[0027] 图2为根据本公开一实施例提供的另一种微流控芯片的平面示意图;

[0028] 图3为根据本公开一实施例提供的另一种微流控芯片的平面示意图;

[0029] 图4为根据本公开另一实施例提供的一种微流控芯片的平面示意图;

[0030] 图5为根据本公开一实施例提供的一种微流控芯片的剖面示意图;

[0031] 图6为根据本公开一实施例提供的一种微流控芯片的检测方法的流程图;以及

[0032] 图7为根据本公开一实施例提供的一种微流控芯片的制作方法的流程图。

具体实施方式

[0033] 为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本公开实施例的附图,对本公开实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本公开的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本公开的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本公开保护的范围。

[0034] 除非另外定义,本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本公开所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性,而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同,而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接,而是可以包括电性的连接,不管是直接的还是间接的。

[0035] 目前,微流控芯片的驱动方式有很多种,主要可分为压力驱动方式、电驱动方式、离心力驱动方式。通常的压力驱动方式的动力系统主要有两种:一种是外部的宏观泵或者注射器,另一种是集成在微流控芯片中的微泵。

[0036] 通过外部的宏观泵或者注射器提供动力的压力驱动方式虽然结构简单,易于实现,但是不利于包括微流控芯片和宏观泵或者注射器的检测系统的小型化,并且对微流体的控制也不精确;另外,由于微泵、微阀的结构复杂等原因,通过集成在微流控芯片上的微泵提供动力的压力驱动方式虽然有利于检测系统的微型化、集成化,但是会导致该微流控芯片的制备工艺繁琐,制备成本高昂,不利于微流控芯片的商业化推广。另一方面,电驱动方式需要在微流控芯片中布置复杂的电极结构,从而使得该微流控芯片的成本增加,并且驱动电压往往高达上千伏特,使得检测系统的安全性问题增加。

[0037] 在研究中,本申请人的发明人注意到:离心力驱动方式具有设备简易、微流体的种类不受限制、集成度高等优点;然而,在采用通常离心力驱动方式的微流控芯片应用时,微流体只能沿着流道从进样口到出样口进行一次性的连续运动,从而导致微流体的运动方向单一,不能实现对微流体进行有效控制,并且微流体不能稳定静止在微流控芯片中。因此通常的离心力驱动方式仍然需要微阀、微通道结构来辅助完成流体样品的分配、孵育、检测等过程,但这些复杂的结构又会使微流控芯片的制备成本增加。

[0038] 对此,本公开实施例提供一种微流控芯片及其检测方法和制作方法。该微流控芯

片包括：至少两个旋转轴心和至少一个检测结构。至少两个旋转轴心包括第一旋转轴心和第二旋转轴心；至少一个检测结构包括第一检测结构。第一检测结构包括：进液口、连接通道和至少一个检测流道，进液口通过连接通道与至少一个检测流道相连，各检测流道包括第一腔室、第二腔室和连接第一腔室和第二腔室的第一连接流道，进液口与第一旋转轴心的距离小于第一腔室与第一旋转轴心的距离，第一腔室与第一旋转轴心的距离大于第二腔室与第一旋转轴心的距离，第一腔室与第二旋转轴心的距离小于第二腔室与第二旋转轴心的距离。由此，该微流控芯片可通过改变旋转轴心来改变微流体在微流控芯片中的流动方向，从而可实现对微流体进行有效控制。并且，该微流控芯片同时还具有结构简单，成本低等优点。

[0039] 下面，结合附图对本公开实施例提供的微流控芯片及其检测方法和制作方法进行详细的说明。

[0040] 本公开一实施例提供一种微流控芯片。图1为根据本公开一实施例提供一种微流控芯片的平面示意图。如图1所示，该微流控芯片100包括：至少两个旋转轴心110和至少一个检测结构120。至少两个旋转轴心110包括第一旋转轴心111和第二旋转轴心112，至少一个检测结构120包括第一检测结构130。第一检测结构130包括进液口131、连接通道140和至少一个检测流道150，进液口131通过连接通道140与至少一个检测流道150相连，各检测流道150包括第一腔室151、第二腔室152和连接第一腔室151和第二腔室152的第一连接流道161。进液口131与第一旋转轴心111的距离小于第一腔室151与第一旋转轴心111的距离；此时，当以第一旋转轴心111为轴驱动该微流控芯片100进行旋转时，微流体可从进液口131向第一腔室151运动。第一腔室151与第一旋转轴心111的距离大于第二腔室152与第一旋转轴心111的距离；此时，当以第一旋转轴心111为轴驱动该微流控芯片100进行旋转时，微流体不能从第一腔室151向第二腔室152运动，从而可在第一腔室151静止。第一腔室151与第二旋转轴心112的距离小于第二腔室152与第二旋转轴心112的距离；此时，当以第二旋转轴心112为轴驱动该微流控芯片100进行旋转时，微流体可从第一腔室151向第二腔室152运动。

[0041] 在本公开实施例提供的微流控芯片中，当以第一旋转轴心为轴驱动该微流控芯片进行旋转时，微流体可从进液口向第一腔室运动。当以第一旋转轴心为轴驱动该微流控芯片进行旋转时，微流体不能从第一腔室向第二腔室运动，从而可在第一腔室静止。当以第二旋转轴心为轴驱动该微流控芯片进行旋转时，微流体可从第一腔室向第二腔室运动。由此，该微流控芯片可通过改变旋转轴心来改变微流体在微流控芯片中的流动方向，并实现在第一腔室中静止，从而可实现对微流体进行有效控制。并且，该微流控芯片无需设置微阀、微泵等微器件，具有结构简单，成本低等优点。

[0042] 例如，第一腔室151的横截面形状可为圆形，此时第一腔室151的直径范围为1-3毫米。

[0043] 例如，连接通道140的宽度范围为100-500微米，即连接通道140在微流控芯片所在平面的宽度范围为100-500微米；连接通道140的深度范围为50-200微米，即连接通道140在垂直于微流控芯片所在平面的方向上的深度范围为50-200微米。

[0044] 例如，进液口131的横截面形状可为圆形，此时进液口131的直径范围为1-2毫米。

[0045] 例如，在一些示例中，如图1所示，在第一检测结构130中，从第一腔室151到第二腔室152，第一连接流道161上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐减小，第一连接流道

161上的各个位置与第二旋转轴心121的距离逐渐增大。也就是说,第一连接流道161的一端与第一腔室151相连,第一连接流道161的另一端与第二腔室152相连;从与第一腔室151相连的一端到与第二腔室152相连的一端,第一连接流道161上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐减小,与第二旋转轴心121的距离逐渐增大。由此,当以第二旋转轴心112为轴驱动该微流控芯片100进行旋转时,微流体可顺利地从第一腔室151向第二腔室152运动。需要说明的,如图1所示,虽然第一连接流道161可能会与连接通道140交叠,但是由于第一连接流道161和连接通道140可形成在一个基板的两侧,因此不会使得微流体串流。

[0046] 例如,在一些示例中,如图1所示,在第一检测结构130中,连接通道140包括第一连接通道141和第二连接通道142,第一连接通道141将进液口131与第二连接通道142相连,从进液口131到第二连接通道142,第一连接通道141上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐增大,第二连接通道142为以第一旋转轴心111为圆心的圆弧通道142,圆弧通道142上的各个位置与第一旋转轴心111的距离相等,至少一个检测流道120分别与圆弧通道142相连。由于从进液口131到第二连接通道142,第一连接通道141上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐增大,当以第一旋转轴心111为轴驱动该微流控芯片100进行旋转时,微流体可顺利地从进液口131向第二连接通道142运动。由于第二连接通道142为以第一旋转轴心111为圆心的圆弧通道142,圆弧通道142上的各个位置与第一旋转轴心111的距离相等,微流体可在第二连接通道142均匀分布,从而可分别进入与圆弧通道142相连的至少一个检测流道120。

[0047] 例如,在一些示例中,在第一检测结构130中,各连接通道140还包括:第三连接通道143,将圆弧通道142和第一腔室151相连,从圆弧通道142到第一腔室151,第三连接通道143上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐增大。也就是说,第三连接通道143的一端与圆弧通道142相连,另一端与第一腔室151相连,从与圆弧通道142相连的一端到与第一腔室151相连的一端,第三连接通道143上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐增大,从而使得微流体可顺利地从圆弧通道142进入第一腔室151。需要说明的是,当第一检测结构包括多个检测流道时,连接通道也可包括多个第三连接通道,多个第三连接通道与多个检测流道一一对应设置,从而可使得圆弧通道中的微流体进入到对应的检测流道的第一腔室中。

[0048] 例如,在一些示例中,如图1所示,在第一检测结构130中,各检测流道150还包括第三腔室153;第二腔室152与第二旋转轴心112的距离大于第三腔室153与第二旋转轴心112的距离,当该微流控芯片以第二旋转轴心112为轴进行旋转时,微流体无法从第二腔室152向第三腔室153运动;第二腔室152与第一旋转轴心111的距离小于第三腔室153与第一旋转轴心111的距离,当该微流控芯片以第一旋转轴心111为轴进行旋转时,微流体可从第二腔室152向第三腔室153运动。由此,可通过将微流控芯片的旋转轴心从第二旋转轴心换为第一旋转轴心来改变微流体的运动方向,并可第三腔室进行进一步的检测或分析,从而提供更丰富的功能。

[0049] 例如,在一些示例中,如图1所示,在第一检测结构130中,各检测流道150还包括:第二连接流道162,将第二腔室152与第三腔室153相连,从第二腔室152到第三腔室153,第二连接流道162上的各个位置与第二旋转轴心112的距离逐渐减小,第二连接流道162上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐增大。也就是说,第二连接流道162的一端与第二

腔室152相连,第二连接流道162的另一端与第三腔室153相连;从与第二腔室152相连的一端到与第三腔室153相连的一端,第二连接流道162上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐减小,与第二旋转轴心121的距离逐渐增大。由此,当以第二旋转轴心112为轴驱动该微流控芯片100进行旋转时,微流体可顺利地第一腔室151向第二腔室152运动。

[0050] 例如,在一些示例中,如图1所示,第一检测结构130包括第一出液口171和排液流道176,各检测流道150还包括第三连接流道163,第三连接流道163将第三腔室153与排液流道176相连,排液流道176将第三连接流道163与第一出液口171相连,从第三腔室153到排液流道176,第三连接流道163上的各个位置与第一旋转轴心111的距离逐渐减小,当该微流控芯片以第一旋转轴心111进行旋转时,微流体不能从第三腔室153流入第三连接流道163;第三连接流道163上的各个位置与第二旋转轴心112的距离逐渐增大,当该微流控芯片以第二旋转轴心112进行旋转时,微流体可从第三腔室153流入第三连接流道163,并流入排液流道176,从而从第一出液口171流出该微流控芯片。需要说明的是,当第一检测结构包括多个检测流道时,多个检测流道的第三连接流道可分别连接到上述的排液流道,从而使得微流体可从排液流道从第一出液口流出。

[0051] 例如,在一些示例中,第一检测结构130还包括:与连接通道140相连的第二出液口172,进液口131与连接通道140的一端相连,第二出液口172与连接通道140的另一端相连,检测流道150与连接通道140的连接点位于进液口131与第二出液口172之间,第二出液口172与第一旋转轴心111的距离大于第一腔室151与第一旋转轴心111的距离。因此,当微流体从连接通道流过时,先填满检测流道中的第一腔室,然后多余的微流体从第二出液口流出。此时,第一腔室还可实现对微流体的定量存储,从而便于后续的定量检测和分析。

[0052] 例如,在一些示例中,该微流控芯片100还包括轴心连接区190,位于第一旋转轴心111和第二旋转轴心112之间,并将第一旋转轴心111和第二旋转轴心112相连,从而便于在第一旋转轴心111和第二旋转轴心112之间切换。

[0053] 图2为根据本公开一实施例提供的另一种微流控芯片的平面示意图。如图2所示,在第一检测结构130中,至少一个检测流道150包括多个检测流道150。从而可同时在多个检测流道中进行检测,并且可提高该微流控芯片的集成度,充分利用该微流控芯片的空间和面积。需要说明的是,当第一检测结构包括多个检测流道时,多个检测流道可分为两组,大致对称分布在圆弧通道的平分线两侧,从而充分利用微流控芯片的空间和面积。需要说明的是,为了清楚地表现多个检测流道的位置和结构,图2没有详细标出该微流控芯片中各个部件的附图标记,各个部件的附图标记可参见图1。

[0054] 图3为根据本公开一实施例提供的另一种微流控芯片的平面示意图。如图3所示,至少一个检测结构120还包括第二检测结构180,第二检测结构180与第一检测结构130关于第一旋转轴心111与第二旋转轴心112的连线的中点大致呈中心对称,可进一步提高该微流控芯片的集成度,充分利用该微流控芯片的空间或面积。另外,由于第一检测结构130和第二检测结构180分别具有一个进液口,因此可对两种流体样品完成两次独立的检测,可降低每次检测中的耗材成本。

[0055] 图4为根据本公开另一实施例提供的一种微流控芯片的平面示意图。如图4所示,第一检测结构130还包括:过滤区132,位于进液口131与连接通道140之间,并被配置为从进液口131进入的流体样品进行过滤。

[0056] 例如,过滤区可包括多个微柱,相邻的微柱间隔设置以形成多个微通道,从而将尺寸大于微通道的尺寸的物质过滤掉。例如,多个微通道的宽度,即相邻的微柱之间的距离的尺寸范围为2-5微米,从而使得尺寸大于5微米的物质(例如血液中的血细胞)无法通过多个微通道。

[0057] 例如,过滤区在该微流控芯片所在的平面的长度范围可为10-20毫米,宽度范围为5-15毫米,微柱的直径范围可为10-20微米。

[0058] 图5为根据本公开一实施例提供的一种微流控芯片沿着图4中所示的微流体的运动方向AB的剖面示意图。如图5所示,该微流控芯片100包括第一基板101、第二基板102和第三基板103。第一旋转轴心111位于第一基板101、第二基板102和第三基板103中,第二旋转轴心112位于第一基板101、第二基板102和第三基板103中,也就是说,第一旋转轴心111和第二旋转轴心112贯穿第一基板101、第二基板102和第三基板103。连接通道140位于第二基板102靠近第一基板101的一侧,第一腔室151贯穿第二基板102,第二腔室152和第一连接流道161位于第二基板102靠近第三基板103的一侧。需要说明的是,为了清楚地表示该微流控芯片的剖面,图5所示的剖切面并非严格按照AB方向所切的剖面示意图,而是沿着图4所示的微流体的运动方向AB,微流体流经的进液口、连接通道、过滤区、第一腔室、第一连接流道和第二腔室的剖面示意图。

[0059] 例如,第二基板为透明基板,第一基板和第三基板中的至少之一为透明基板,从而可对微流控芯片中的情况进行观察。例如,可通过显微镜或者图像传感器对微流控芯片中微流体的反应情况进行观察。

[0060] 例如,第二基板可为玻璃基板,从而具有成本低廉,便于加工等优点。

[0061] 例如,第一基板可为聚二甲基硅氧烷(PDMS)基板。当然,本公开实施例包括但不限于此,第一基板101也可可为其他基板。同样地,第三基板也可可为聚二甲基硅氧烷(PDMS)基板。当然,本公开实施例包括但不限于此,第三基板也可可为其他基板。

[0062] 例如,第二基板的形状可为圆形,此时第二基板的直径范围可在5-10厘米。此时,该微流控芯片的平面形状可大致为圆形。

[0063] 本公开一实施例提供一种微流控芯片的检测方法。图6为根据本公开一实施例提供的一种微流控芯片的检测方法的流程图。如图6所示,该检测方法包括以下步骤S601-S603。

[0064] 步骤S601:向进液口通入待检测的流体样品。

[0065] 例如,待检测的流体样本可为0.5ml的血液,当然本公开实施例包括但不限于此,待检测的流体样本还可为尿液或唾液等其他物质。

[0066] 步骤S602:使用第一旋转轴心进行旋转,以使流体样品通过连接通道进入第一腔室,然后停止旋转。

[0067] 例如,以500-3000r/min(例如1000r/min)的转速驱动微流控芯片以第一旋转轴心进行旋转,待检测的流体样本可通过连接通道进入第一腔室,进行定量分配。

[0068] 步骤S603:使用第二旋转轴心进行旋转,以使流体样品从第一腔室通过第一连接流道进入第二腔室,然后停止旋转。

[0069] 例如,改变该微流控芯片的旋转中心,以500-3000r/min(例如1000r/min)的转速驱动微流控芯片以第二旋转轴心进行旋转,待检测的流体样本可第一腔室通过第一连接流

道进入第二腔室。第二腔室中可放置可与待检测流体样品反应的物质,从而可在第二腔室实现检测。

[0070] 在本公开实施例提供的微流控芯片的检测方法中,当以第一旋转轴心为轴驱动该微流控芯片进行旋转时,微流体可从进液口向第一腔室运动。当以第一旋转轴心为轴驱动该微流控芯片进行旋转时,微流体不能从第一腔室向第二腔室运动,从而可在第一腔室静止。当以第二旋转轴心为轴驱动该微流控芯片进行旋转时,微流体可从第一腔室向第二腔室运动。由此,该微流控芯片的检测方法可通过改变旋转轴心来改变微流体在微流控芯片中的流动方向,并实现在第一腔室中静止,从而可实现对微流体进行有效控制。另外,该微流控芯片的检测方法还可利用第一腔室对待检测的流体样品进行定量分配,从而可进行定量检测和分析。

[0071] 例如,在一些示例中,在第一检测结构中,各检测流道还包括:第三腔室,第二腔室与第二旋转轴心的距离大于第三腔室与第二旋转轴心的距离,当该微流控芯片以第二旋转轴心为轴进行旋转时,微流体无法从第二腔室向第三腔室运动;第二腔室与第一旋转轴心的距离小于第三腔室与第一旋转轴心的距离,当该微流控芯片以第一旋转轴心为轴进行旋转时,微流体可从第二腔室向第三腔室运动。检测方法还包括:使用第一旋转轴心进行旋转,以使流体样品从第二腔室进入第三腔室,然后停止旋转。由此,该微流控芯片的检测方法可通过将微流控芯片的旋转轴心从第二旋转轴心换为第一旋转轴心来改变微流体的运动方向,并可第三腔室进行进一步的检测或分析,从而提供更丰富的功能。

[0072] 例如,在一些示例中,第一腔室可被配置为存储流体样品,第二腔室可配置存储反应物,反应物被配置为流体样品进行反应。例如,流体样品可为血液,反应物可为与需要检测的指标对应的生物酶。

[0073] 例如,在一些示例中,第三腔室被配置为对反应过后的流体样品进行检测。

[0074] 本公开一实施例还提供一种微流控芯片的制作方法。图7为根据本公开一实施例提供的一种微流控芯片的制作方法的流程图。如图7所示,该微流控芯片的制作方法包括以下步骤S701-S702。

[0075] 步骤S701:形成至少两个旋转轴心,包括第一旋转轴心和第二旋转轴心。

[0076] 步骤S702:形成至少一个检测结构,包括第一检测结构,第一检测结构包括:进液口、连接通道和至少一个检测流道,进液口通过连接通道与至少一个检测流道相连,各检测流道包括第一腔室、第二腔室和连接第一腔室和第二腔室的第一连接流道,进液口与第一旋转轴心的距离小于第一腔室与第一旋转轴心的距离,第一腔室与第一旋转轴心的距离大于第二腔室与第一旋转轴心的距离,第一腔室与第二旋转轴心的距离小于第二腔室与第二旋转轴心的距离。

[0077] 采用本公开实施例提供的制作方法制作的微流控芯片可通过改变旋转轴心来改变微流体在微流控芯片中的流动方向,并实现在第一腔室中静止,从而可实现对微流体进行有效控制。并且,该微流控芯片无需设置微阀、微泵等微器件,具有结构简单,成本低等优点。

[0078] 例如,在一些示例中,该微流控芯片的制作方法包括以下步骤S801-S807。

[0079] 步骤S801:提供第一衬底基板。

[0080] 例如,第一衬底基板可为聚二甲基硅氧烷(PDMS)基板。当然,本公开实施例包括但

不限于此,第一衬底基板也可为其他基板。

[0081] 例如,第一衬底基板的形状可为圆形,此时第一衬底基板的直径范围可在5-10厘米。

[0082] 步骤S802:在第一衬底基板上形成至少两个第一通孔和第二通孔,以形成第一基板。

[0083] 例如,可通过机械切割或者钻孔的方法在第一衬底基板上形成上述的至少两个第一通孔和第二通孔。第一通孔和第二通孔均贯穿第一衬底基板。当然,本公开实施例包括但不限于此,也可采用其他方法(例如激光打孔的方法)在第一衬底基板上形成上述的至少两个第一通孔和第二通孔。

[0084] 例如,第一通孔的直径范围可为5-10毫米,第二通孔的直径范围可为1-2毫米。

[0085] 步骤S803:提供第二衬底基板。

[0086] 例如,第二衬底基板可为玻璃基板。当然,本公开实施例包括但不限于此,第二衬底基板也可为其他基板。

[0087] 例如,第二基板的厚度范围可在1-1.5微米。

[0088] 例如,第二衬底基板的形状可为圆形,此时第二衬底基板的直径范围可在5-10厘米。

[0089] 步骤S804:在第二衬底基板中形成至少两个第三通孔和第四通孔,在第二衬底基板的一侧形成第一凹槽和第一沟道,在第二衬底基板的另一侧形成第二凹槽和第二沟道,以形成第二基板,第一沟道将第一凹槽和第四通孔相连,第二沟道将第二凹槽和第四通孔相连。也就是说,通过在第二衬底基板的两侧形成不同的凹槽或沟道,可使得不同的凹槽或沟道交叠但凹槽或沟道中微流体不串流,从而可提高第二衬底基板的利用率,提高集成度,并降低成本。

[0090] 例如,可采用激光打孔或者刻蚀工艺在第二衬底基板上形成上述的至少两个第三通孔、第四通孔、第一凹槽、第一沟道、第二凹槽和第二沟道。当采用刻蚀工艺在第二衬底基板上形成上述的至少两个第三通孔、第四通孔、第一凹槽、第一沟道、第二凹槽和第二沟道时,刻蚀液可采用10%的氢氟酸和5%的氟氨酸,刻蚀工艺的温度范围可为60-70℃。

[0091] 例如,第三通孔的直径范围可为5-10毫米,第四通孔的直径范围可为1-3微米。也就是说,第四通孔形成第一腔室的直径范围可为1-3微米。

[0092] 例如,第一凹槽的直径范围可为2-5毫米,略大于第二通孔的直径,从而便于与第二通孔对位以形成进液口。

[0093] 步骤S805:提供第三衬底基板。

[0094] 例如,第三衬底基板可为聚二甲基硅氧烷(PDMS)基板。当然,本公开实施例包括但不限于此,第三衬底基板也可为其他基板。

[0095] 例如,第三衬底基板的形状可为圆形,此时第三衬底基板的直径范围可在5-10厘米。

[0096] 步骤S806:在第三衬底基板在形成至少两个第五通孔,以形成第三基板。

[0097] 例如,可通过机械切割或者钻孔的方法在第三衬底基板在形成上述的至少两个第五通孔。第五通孔第三衬底基板。

[0098] 例如,第五通孔的直径范围可为5-10毫米,由此,由于至少两个第一通孔、至少两

个第三通孔和至少两个第五通孔对应设置并构成的至少两个旋转轴心各自的直径范围为5-10毫米。

[0099] 步骤S807:分别将第一基板和第三基板键合在第二基板的两侧,至少两个第一通孔、至少两个第三通孔和至少两个第五通孔对应设置并构成至少两个旋转轴心,第二通孔和第一凹槽对应设置并构成进液口,第一沟道构成连接通道,第四通孔构成第一腔室,第二凹槽构成第二腔室,第二沟道构成第一液体流道。也就是说,第一基板与第二基板形成有第一凹槽和第一沟道的一侧键合,第三基板与第二基板形成有第二凹槽和第二沟道的一侧键合。

[0100] 在该示例提供的微流控芯片的制作方法中,通过在第二衬底基板的两侧形成不同的凹槽或沟道,可使得不同的凹槽或沟道交叠但凹槽或沟道中微流体不串流,从而可提高第二衬底基板的利用率,提高集成度,并降低成本;另一方面,通过键合的方法直接将第一基板和第三基板键合在第二基板的两侧无需其他粘结层,从而可进一步降低该微流控芯片的制作成本,降低该微流控芯片的厚度以提高该微流控芯片的便携性,并且还具有一定的密封性能。

[0101] 例如,在一些示例中,当第二衬底基板的材料包括玻璃,第一衬底基板和第二衬底基板的材料包括聚二甲基硅氧烷时,分别将第一基板和第三基板键合在第二基板的两侧包括:分别将1%的氢氟酸均匀涂覆在第二基板与第一基板和第三基板键合的表面;以及将第一基板和第三基板与第二基板压合。由此,该微流控芯片的制作方法简便易于操作,并且具有较低的成本。

[0102] 例如,上述的键合过程可在室温(20-30℃)下进行;将第一基板和第三基板与第二基板压合的时间可在3-5小时。

[0103] 有以下几点需要说明:

[0104] (1) 本公开实施例附图中,只涉及到与本公开实施例涉及到的结构,其他结构可参考通常设计。

[0105] (2) 在不冲突的情况下,本公开同一实施例及不同实施例中的特征可以相互组合。

[0106] 以上,仅为本公开的具体实施方式,但本公开的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本公开揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此,本公开的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

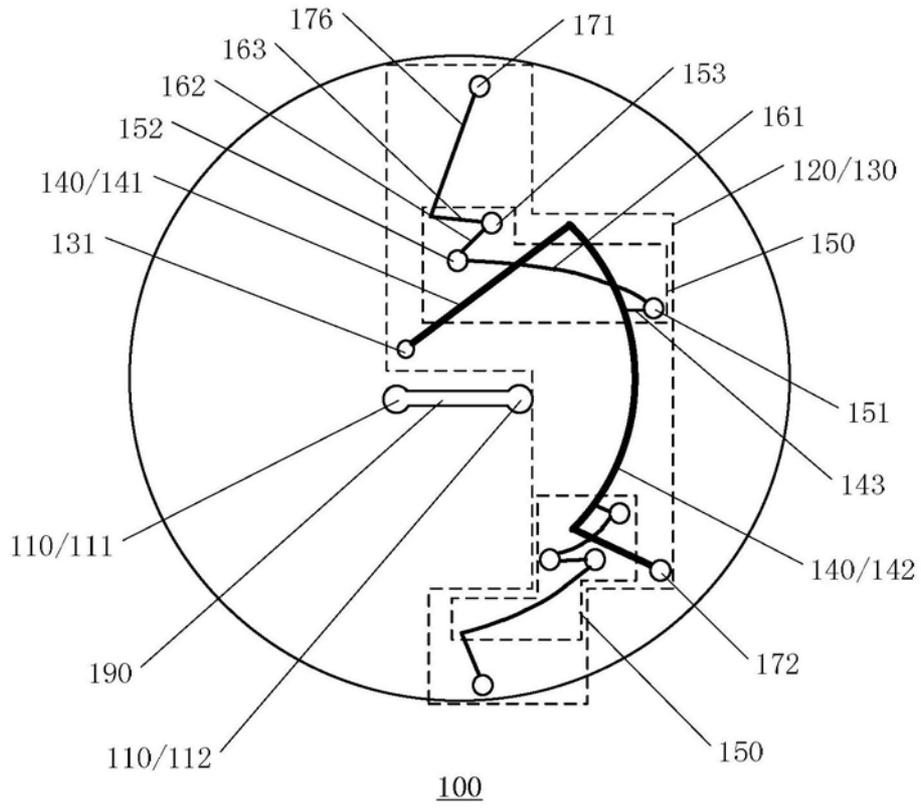


图1

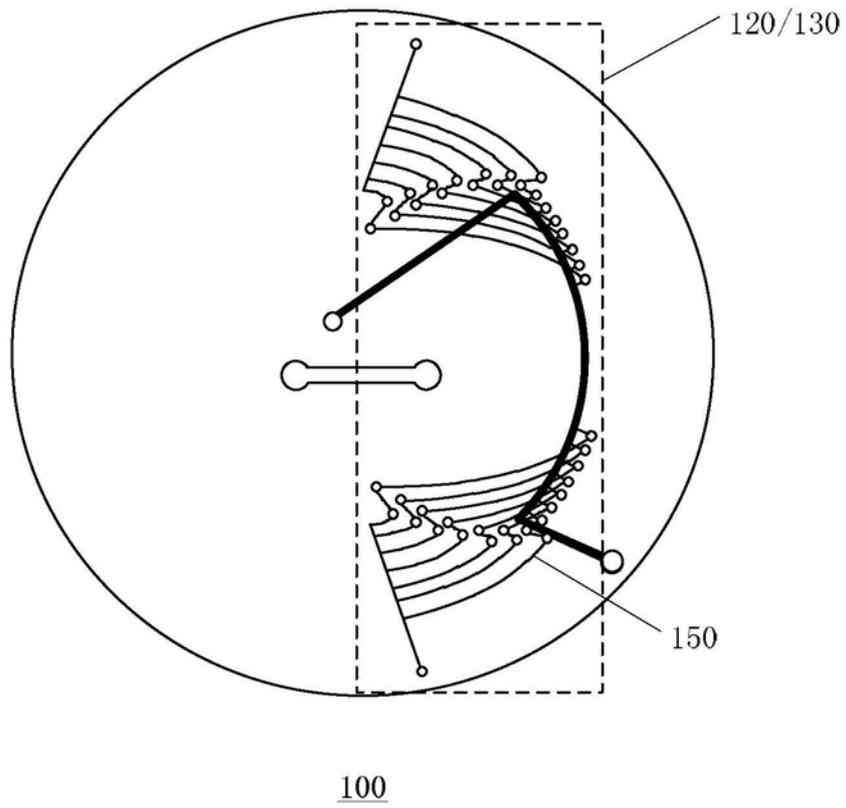


图2

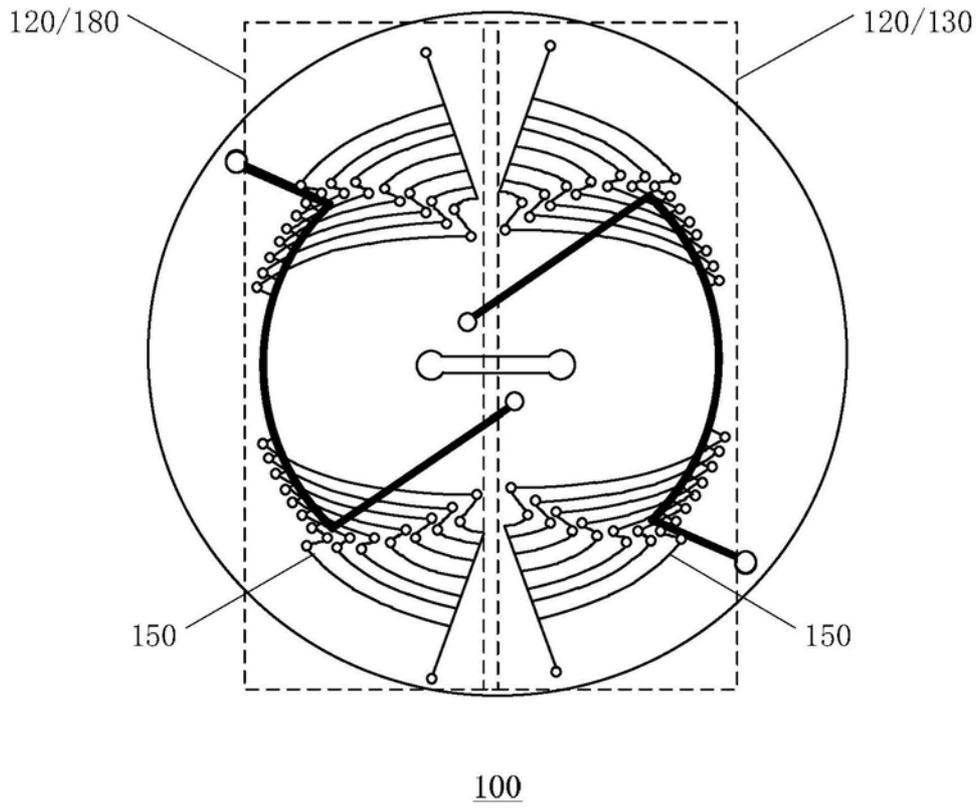


图3

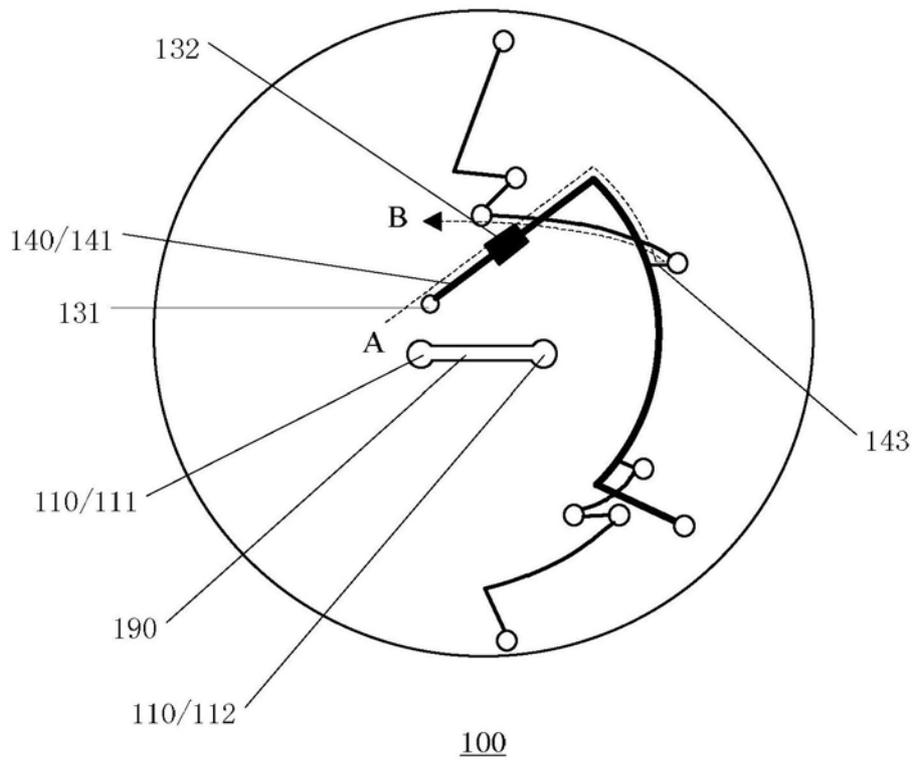


图4

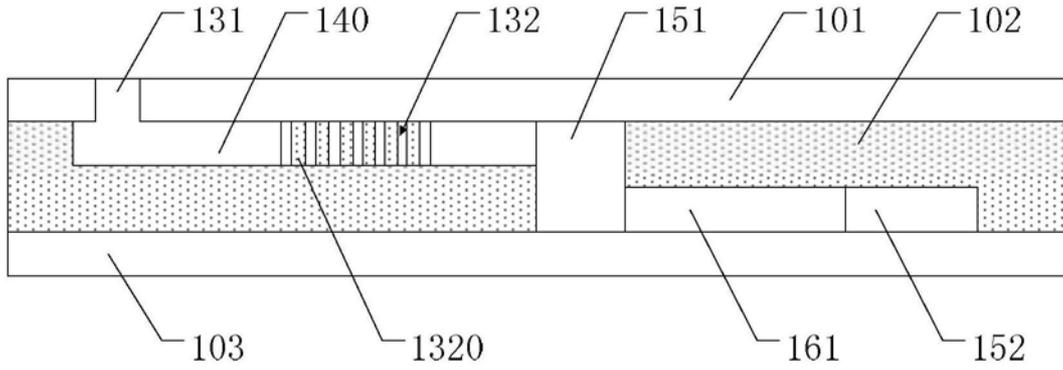


图5

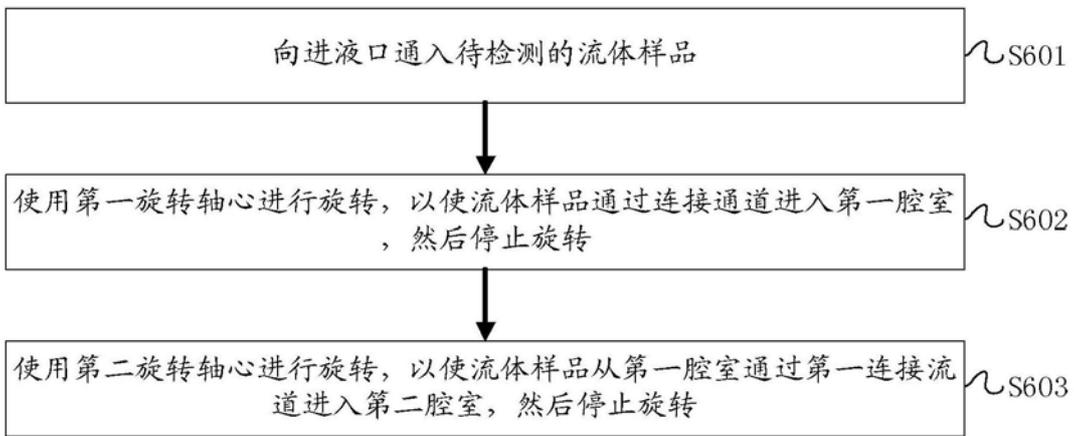


图6

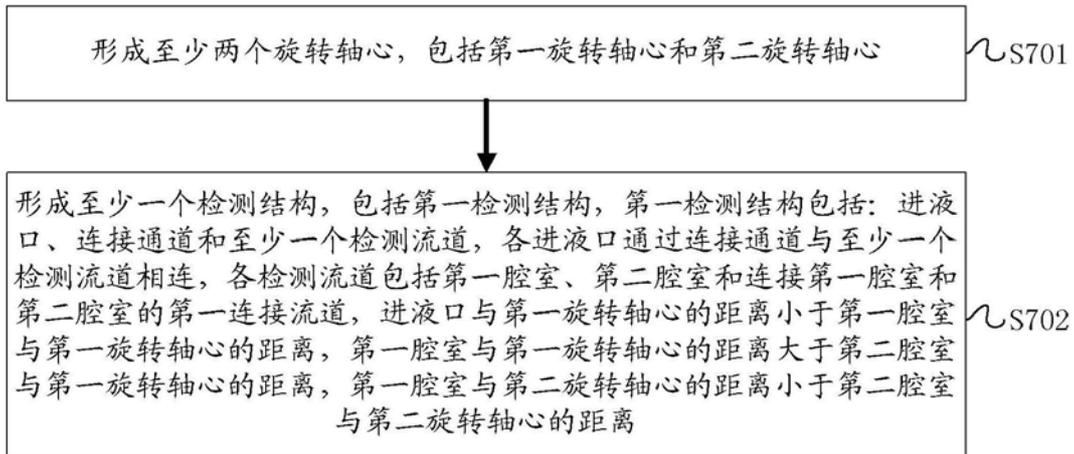


图7