



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108993620 B

(45) 授权公告日 2021.01.22

(21) 申请号 201810552833.7

(22) 申请日 2018.05.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108993620 A

(43) 申请公布日 2018.12.14

(73) 专利权人 京东方科技集团股份有限公司
地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号

(72) 发明人 谭纪风 孟宪芹 王维 孟宪东
陈小川

(74) 专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有
限公司 11415

代理人 林祥

(51) Int. Cl.

B01L 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 102650512 A, 2012.08.29

CN 104950133 A, 2015.09.30

CN 102187306 A, 2011.09.14

WO 2007077218 A1, 2007.07.12

CN 103926421 A, 2014.07.16

CN 101251534 A, 2008.08.27

审查员 赵婕宇

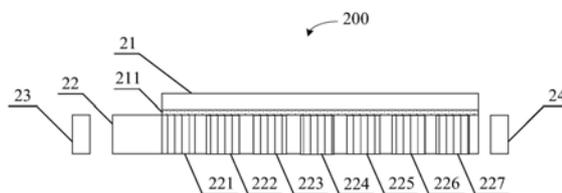
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

微流控芯片和微流系统

(57) 摘要

本发明涉及一种微流控芯片和微流系统,所述微流控芯片,包括液滴流动通道、至少两个光栅区、光源以及波长检测器,至少两个光栅区的光栅常数不同,且沿液滴流动通道的长度方向排列;液滴流动通道内不存在液滴时,至少两个光栅区反射不同指定波长的光,液滴流动通道内存在液滴时,与液滴的位置相对的光栅区反射的光的波长与指定波长不同;光源位于液滴流动通道长度方向上的第一端,用于提供包括所述不同指定波长的入射光;波长检测器位于第一端时检测入射光经光栅区后的反射光,波长检测器位于与第一端相对的第二端时检测入射光经光栅区后的透射光。根据本发明的实施例,可以提高微流控芯片中液滴探测的精确度,实现对液滴的精确控制。



1. 一种微流控芯片,其特征在于,包括:

液滴流动通道和至少两个光栅区,所述液滴流动通道和至少两个光栅区位于同一块基板上或者分别位于两块基板上;所述至少两个光栅区沿所述液滴流动通道的长度方向排列;所述至少两个光栅区各自的光栅常数不同,当所述液滴流动通道内不存在液滴时,所述至少两个光栅区分别用于反射不同指定波长的光,当所述液滴流动通道内存在液滴时,与所述液滴的位置相对的光栅区反射的光的波长与所述指定波长不同;

光源,位于所述液滴流动通道长度方向上的第一端,用于提供入射光;所述入射光包括所述不同指定波长的光;

波长检测器,当所述波长检测器位于所述第一端时,用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区后的反射光,当所述波长检测器位于所述液滴流动通道长度方向上的与所述第一端相对的第二端时,用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区后的透射光。

2. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其特征在于,所述液滴流动通道和所述至少两个光栅区分别位于相邻的不同层;

每个所述光栅区从所述液滴流动通道的一侧沿所述液滴流动通道的宽度方向延伸至另一侧。

3. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其特征在于,所述液滴流动通道和所述至少两个光栅区位于同一层,所述液滴流动通道的至少一侧设置所述光源、所述至少两个光栅区、所述波长检测器。

4. 根据权利要求3所述的微流控芯片,其特征在于,当所述液滴流动通道的两侧分别设置所述光源、所述至少两个光栅区、所述波长检测器时,所述液滴流动通道的两侧分别设置的所述光源、所述至少两个光栅区、所述波长检测器关于所述液滴流动通道对称。

5. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其特征在于,相邻两个所述光栅区之间的间距小于所述液滴流动通道的宽度。

6. 根据权利要求5所述的微流控芯片,其特征在于,相邻两个所述光栅区之间的间距范围为20微米~100微米。

7. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其特征在于,每个所述光栅区的宽度等于所述液滴流动通道的宽度。

8. 根据权利要求7所述的微流控芯片,其特征在于,每个所述光栅区的宽度范围为20微米~100微米。

9. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其特征在于,所述滴流动通道的内壁上设有疏水层。

10. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其特征在于,所述液滴流动通道的材质为高折射率的树脂胶材或者绝缘衬底上的硅。

11. 根据权利要求1所述的微流控芯片,其特征在于,所述液滴流动通道的基板的材质为高折射率材质,以使所述滴流动通道形成波导。

12. 一种微流系统,其特征在于,包括:微流控制器与权利要求1至11所述的微流控芯片;所述微流控制器与所述微流控芯片上的所述波长检测器电连接。

微流控芯片和微流系统

技术领域

[0001] 本发明涉及微流控技术领域,尤其涉及一种微流控芯片和微流系统。

背景技术

[0002] 相关技术中,微流系统一般包括用于实现特定功能的微流控芯片、微流体运行控制装置以及信号采集的控制与检测装置。其中,微流体运行控制装置位于微流控芯片外部,可以包括探测液体参数的微流探测系统,液体参数可包括位置、形状、流速、接触角等。然而,随着生物医药领域中检测需求的提高,采用上述的微流探测系统对微流控芯片中液滴进行测量的技术方案已经稍显劣势。

发明内容

[0003] 本发明提供一种微流控芯片和微流系统,以解决相关技术中的不足。

[0004] 根据本发明实施例的第一方面,提供一种微流控芯片,包括:

[0005] 液滴流动通道和至少两个光栅区,所述液滴流动通道和至少两个光栅区位于同一块基板上或者分别位于两块基板上;所述至少两个光栅区沿所述液滴流动通道的长度方向排列;所述至少两个光栅区各自的光栅常数不同,当所述液滴流动通道内不存在液滴时,所述至少两个光栅区分别用于反射不同指定波长的光,当所述液滴流动通道内存在液滴时,与所述液滴的位置相对的光栅区反射的光的波长与所述指定波长不同;

[0006] 光源,位于所述液滴流动通道长度方向上的第一端,用于提供入射光;所述入射光包括所述不同指定波长的光;

[0007] 波长检测器,当所述波长检测器位于所述第一端时,用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区后的反射光,当所述波长检测器位于所述液滴流动通道长度方向上的与所述第一端相对的第二端时,用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区后的透射光。

[0008] 在一个实施例中,所述液滴流动通道和所述至少两个光栅区可分别位于相邻的不同层;

[0009] 每个所述光栅区从所述液滴流动通道的一侧沿所述液滴流动通道的宽度方向延伸至另一侧。

[0010] 在一个实施例中,所述液滴流动通道和所述至少两个光栅区可位于同一层,所述液滴流动通道的至少一侧设置所述光源、所述至少两个光栅区、所述波长检测器。

[0011] 在一个实施例中,当所述液滴流动通道的两侧分别设置所述光源、所述至少两个光栅区、所述波长检测器时,所述液滴流动通道的两侧分别设置的所述光源、所述至少两个光栅区、所述波长检测器可关于所述液滴流动通道对称。

[0012] 在一个实施例中,相邻两个所述光栅区之间的间距小于所述液滴流动通道的宽度。

[0013] 在一个实施例中,相邻两个所述光栅区之间的间距范围可为20微米~100微米。

[0014] 在一个实施例中,每个所述光栅区的宽度等于所述液滴流动通道的宽度。

- [0015] 在一个实施例中,每个所述光栅区的宽度范围可为20微米~100微米。
- [0016] 在一个实施例中,所述滴流动通道的内壁上可设有疏水层。
- [0017] 在一个实施例中,所述液滴流动通道的材质为高折射率的树脂胶材或者绝缘衬底上的硅SOI。
- [0018] 在一个实施例中,所述液滴流动通道的基板的材质可为高折射率材质,以使所述滴流动通道形成波导。
- [0019] 根据本发明实施例的第二方面,提供一种微流系统,包括:微流控制器与上述的微流控芯片;所述微流控制器与所述微流控芯片上的所述波长检测器电连接。
- [0020] 根据上述实施例可知,通过沿液滴流动通道的长度方向设置至少两个光栅常数不同的光栅区,以使在液滴流动通道内不存在液滴时,至少两个光栅区分别用于反射不同指定波长的光,在液滴流动通道内存在液滴时,与液滴的位置相对的光栅区反射的光的波长与上述的指定波长不同,并通过与光源同侧设置的波长检测器检测入射光经过至少两个光栅区后的反射光,或者通过与光源相对设置的波长检测器检测入射光经过至少两个光栅区后的透射光。通过上述的反射光或者透射光携带的信息可以精确检测液滴参数,并有助于实现对液滴的精确控制。
- [0021] 应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本发明。

附图说明

- [0022] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。
- [0023] 图1是根据相关技术示出的微流控芯片的结构示意图;
- [0024] 图2是根据本发明实施例示出的一种微流控芯片的剖面示意图;
- [0025] 图3是根据本发明实施例示出的一种微流控芯片的俯视图;
- [0026] 图4是根据本发明实施例示出的检测液滴的位置的示意图;
- [0027] 图5是根据本发明实施例示出的一种光路示意图;
- [0028] 图6是根据本发明实施例示出的另一种光路示意图;
- [0029] 图7是根据本发明实施例示出的另一种微流控芯片的俯视图;
- [0030] 图8是根据本发明实施例示出的又一种微流控芯片的俯视图;
- [0031] 图9是根据本发明实施例示出的检测液滴接触角的示意图。

具体实施方式

[0032] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本发明相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本发明的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0033] 如图1所示,相关技术中,微流控芯片100一般可包括样品入口11、试剂入口12、DEP (Dielectrophoresis,介电电泳) 过滤器13、泵14、15、加热器16、电阻温度探测器 (Resistance Temperature Detector,简称RTD) 17、聚合酶链式反应室 (PCR Chamber) 18、

电极19以及出口110,其中,电极19包括对电极(counter electrode) 191、工作电极(working electrode) 192以及参考电极(reference electrode) 193。微流控芯片一般不包含对液体参数的探测系统,其中,液体参数可包括位置、形状、流速、接触角等。对微流控芯片中液体的探测完全依赖于芯片外部的微流探测系统。然而,随着生物医药领域中检测需求的提高,采用芯片外部的微流探测系统对微流控芯片中液滴进行精确测量已经稍显劣势。

[0034] 基于上述问题,本发明实施例提供一种微流控芯片和微流系统,用于提高微流控芯片中液滴探测的精确度,实现对液滴的精确控制。

[0035] 图2~8是根据本发明实施例示出的微流控芯片200,包括液滴流动通道211、至少两个光栅区221~227、光源23以及波长检测器24。

[0036] 如图2~8所示,液滴流动通道211和至少两个光栅区221~227,位于同一块基板25上或者分别位于两块基板21、22上;所述至少两个光栅区221~227沿所述液滴流动通道211的长度方向排列。所述至少两个光栅区221~227各自的光栅常数不同。当所述液滴流动通道211内不存在液滴时,所述至少两个光栅区221~227分别用于反射不同指定波长的光。当所述液滴流动通道211内存在液滴时,与所述液滴的位置相对的光栅区反射的光的波长与所述指定波长不同。

[0037] 如图2所示,光源23位于所述液滴流动通道211长度方向上的第一端,用于提供入射光;所述入射光包括上述不同指定波长的光。当所述波长检测器24位于所述第一端时,用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区221~227后的反射光。当所述波长检测器24位于所述液滴流动通道211长度方向上的与所述第一端相对的第二端时,用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区221~227后的透射光。

[0038] 本实施例的有益效果是:通过沿液滴流动通道的长度方向设置至少两个光栅常数不同的光栅区,以使在液滴流动通道内不存在液滴时,至少两个光栅区分别用于反射不同指定波长的光,在液滴流动通道内存在液滴时,与液滴的位置相对的光栅区反射的光的波长与上述的指定波长不同,并通过与光源同侧设置的波长检测器检测入射光经过至少两个光栅区后的反射光,或者通过与光源相对设置的波长检测器检测入射光经过至少两个光栅区后的透射光。通过上述的反射光或者透射光携带的信息可以精确检测液滴参数,并有助于实现对液滴的精确控制。

[0039] 如图2、图4与图5所示,在一个示例性实施例中,液滴流动通道211和至少两个光栅区221~227,可以分别位于相邻的两块基板21、22上,具体是,液滴流动通道211位于第一基板21上,至少两个光栅区221~227位于第二基板22上。如图7、图8与图9所示,在另一个示例性实施例中,液滴流动通道211和至少两个光栅区221~227位于同一块基板25上,这样可以减小整个器件的厚度。

[0040] 如图2、图4与图5所示,可以在第二基板22设置7个光栅区221~227,分别用于反射波长为 $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 的光。其中, $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 可以分别是单波长,或者为一定波长范围。光源23位于所述液滴流动通道211长度方向上的第一端,可以提供准直入射的入射光。光源23可以采用ULED或者激光芯片。波长检测器24可以位于所述液滴流动通道211长度方向上的第二端,所述第二端与所述第一端相对。光源23用于朝向光栅区221~227发射波长包括 $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 的光,波长检测器24用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区221~227后的透射光,具体可得

到透射光的光谱。如图2所示,当液滴流动通道211内不存在液滴时,7个光栅区221~227分别将波长为 $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 的光反射回去,因此,波长检测器24检测不到波长为 $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 的光,即得到的光谱中不存在波长为 $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 的光,这样,根据波长检测器24的检测结果可以确定7个光栅区221~227各自对应的位置均不存在液滴。如图4所示,当所述液滴流动通道211内存在液滴时,例如,光栅区221对应的位置存在液滴,光栅区221可能会对波长为 $\lambda_1 + \Delta \lambda$ 的光进行反射,而不对波长为 λ_1 的光进行反射,因此,波长为 λ_1 的光可以依次透过光栅区221~227,波长检测器24可以检测波长为 λ_1 光,即得到的光谱中存在波长为 λ_1 的光,这样,根据波长检测器24的检测结果可以确定液滴位于光栅区221处,即液滴的位置为光栅区221对应的位置。

[0041] 如图5~6所示,波长检测器24与光源23可分别设置在液滴流动通道211长度方向上的两端,也可以设置在液滴流动通道211长度方向上的同一端。具体地,如图5所示,在一个实施例中,光源23可以位于所述液滴流动通道211长度方向上的第一端,波长检测器24位于所述液滴流动通道211长度方向上的第二端,即光源23与波长检测器24在液滴流动通道211长度方向上分居所述液滴流动通道211的两端,波长检测器24用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区221~227后的透射光。

[0042] 如图6所示,在另一个实施例中,波长检测器24可与光源23同位于所述液滴流动通道211长度方向上的第一端。波长检测器24用于检测所述入射光经所述至少两个光栅区221~227后的反射光。当液滴流动通道211内不存在液滴时,7个光栅区221~227分别将波长为 $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 的光反射回去,因此,波长检测器24可以检测到波长为 $\lambda_1 \sim \lambda_7$ 的光,这样,根据波长检测器24的检测结果可以确定7个光栅区221~227各自对应的位置均不存在液滴。当所述液滴流动通道211内存在液滴时,例如,光栅区221对应的位置存在液滴,光栅区221可能会对波长为 $\lambda_1 + \Delta \lambda$ 的光进行反射,而不对波长为 λ_1 的光进行反射,因此,波长为 λ_1 的光可以依次透过光栅区221~227,波长检测器24检测不到波长为 λ_1 光,这样,根据波长检测器24的检测结果可以确定液滴位于光栅区221处,即液滴的位置为光栅区221对应的位置。

[0043] 如图2~3所示,在一个实施例中,液滴流动通道211和所述至少两个光栅区221~227分别位于相邻的不同层。具体地,第二基板22上包括一组光栅区221~227,所述光源23的数量为1个,所述波长检测器24的数量为1个。光源23可与液滴流动通道211相对,每个光栅区的长度可相同,波长检测器24的长度可以与每个光栅区的长度相同。如图2所示,所述第一基板21与所述第二基板22位于不同层,即液滴流动通道211和光栅区221~227分别位于不同层。如图3所示,每个所述光栅区从所述液滴流动通道211的一侧沿所述液滴流动通道211的宽度方向延伸至另一侧。这样,液滴流动通道211与每个所述光栅区接触的范围更大,当液滴流动通道211中存在液滴时,光栅区反射的光的波长更容易受到影响,进而可以提高液滴检测的精确度。

[0044] 如图7~图8所示,所述液滴流动通道211和所述至少两个光栅区221~227位于同一层,所述液滴流动通道211的至少一侧设置所述光源23、所述至少两个光栅区221~227、所述波长检测器24。如图7所示,在一个实施例中,液滴流动通道211和至少两个光栅区221~227位于同一块第三基板25上,该第三基板25包括1组光栅区221~227。在本实施例中,所述光源23的数量为1个,所述波长检测器24的数量为1个。所述光源23、光栅区221~227、所述波长检测器24位于所述液滴流动通道211的同一侧,即光栅区221~227设置在液滴流动通道211的同一侧,光源23、所述波长检测器24分别与光栅区221~227相对设置。这样,可以

减小微流控芯片的厚度。

[0045] 如图8所示,在另一个实施例中,第三基板25包括2组光栅区221~227。在本实施例中,2组光栅区221~227分别位于液滴流动通道211的两侧。在本实施例中,所述光源23的数量为2个,所述波长检测器24的数量为2个,每组组光栅区221~227各自对应一个所述光源23与一个所述波长检测器24。在本实施例中,所述液滴流动通道211的两侧分别设置的所述光源23、所述至少两个光栅区221~227、所述波长检测器24关于所述液滴流动通道211对称。也就是,在液滴流动通211在两侧,分别设置一组光栅区221~227,两组光栅区221~227中光栅常数相同的光栅区位置相对。每组光栅区221~227各自对应一个光源23、一个波长检测器24。如图8所示的微流控芯片,不但可以用于检测液滴的位置,还可以用于检测接触角 θ ,同时,芯片厚度小。其中,检测接触角 θ 的具体方法可如下:

[0046] 如图9所示,接触角 θ 的大小可以通过 $\arctan(H/W)$ 得到。其中,H为液滴流动通211的宽度,是已知的,W等于 $L/2-(L/2-W)$,其中,L为液滴31与液滴流动通211的接触的长度。为便于叙述,将液滴31与液滴流动通211内壁接触的一侧记为第一侧,第一侧相对的一侧记为第二侧。当液滴31与第一侧或第二侧接触或足够接近时,会改变对应位置的光栅区反射光的波长。如图9所示,当液滴31存在时,第一侧的光栅区222~227反射的光的波长发生改变,不再是 $\lambda_2\sim\lambda_7$,这样,可以根据光栅区222~227的宽度以及相邻光栅区之间的间距计算得到液滴31与液滴流动通211的接触的长度L。同理,如果检测到液滴31还与第二侧的光栅区221~227中的光栅区224、225接触或者最接近,这样,可以根据光栅区224的宽度得到上述的 $L/2-W$ 。这样,通过 $L/2-(L/2-W)$ 得到W。进而,可以通过 $\arctan(H/W)$ 得到液滴的大致的接触角 θ 。

[0047] 在一个实施例中,每个所述光栅区各自包括的光栅为布拉格(Bragg)光栅。当滴流动通道211内不存在液滴时,光穿过光栅区的过程中,指定波长的光被反射,遵循布拉格反射原理。当液滴注入滴流动通道211时,液滴所处位置对应的光栅区的周围介质的有效折射率 n_{eff} 发生改变,那么当光穿过光栅区时,被反射的光的波长发生改变,没有液滴的位置,还是指定波长的光被反射。其原理为:Bragg光栅的反射波长是随光栅的周期和光栅外部介质的有效折射率变化的,即:

$$[0048] \quad \Delta \lambda_B = 2 \Delta n_{\text{eff}} \Lambda \quad (1)$$

[0049] 上式(1)中, $\Delta \lambda_B$ 为反射波长的改变量, Δn_{eff} 为光栅周围介质的有效折射率的改变量, Λ 为入射波的波长。

[0050] 在一个实施例中,光栅区的宽度可以根据液滴的大小设置,或者利用液滴的直径有大概率等于液滴流动通道的宽度的原理,根据液滴流动通道的宽度设置。每个所述光栅区的宽度可以等于液滴的直径或者液滴流动通道的宽度,示例性地,每个所述光栅区的宽度范围可为20微米~100微米。这样可以提高检测精度。

[0051] 在一个实施例中,相邻两个所述光栅区之间的间距可以小于液滴的直径或者液滴流动通道的宽度。示例地,相邻两个所述光栅区之间的间距范围可为20微米~100微米。这样可以提高检测精度。

[0052] 在一个实施例中,所述滴流动通道211的内壁上设有疏水层。疏水层可以通过涂覆等手段设置在滴流动通道211的内壁上。这样,可以便于液滴在滴流动通道211内流动。

[0053] 在一个实施例中,液滴流动通道的基板的材质可为高折射率材质,以使所述滴流

动通道211形成波导。这样,当所述液滴流动通道211内不存在液滴时,入射光可以在液滴流动通道211内全反射传播,避免光传输过程中的衰减导致降低波长检测器的准确度,进而提高液滴参数检测的准确度。

[0054] 在一个示例性实施例中,液滴流动通道211的材质可以为高折射率的树脂胶材或者SOI(Silicon on Insulator,绝缘衬底上的硅)。当液滴流动通道211的材质为SOI时,Si衬底作为液滴流动通道的基板, SiO_2 (二氧化硅)以及 SiO_2 之上的Si层用作制备液滴流动通道211。液滴流动通道211的之外的空间,可以为空气,也可以填充其他低折射率材质。液滴流动通道211的形状不限于本发明实施例提供的形状,可以根据微流控芯片的具体功能设置。

[0055] 在一个示例性实施例中,液滴流动通道211的壁的厚度可以为1~1000微米。

[0056] 本发明实施例中以检测液滴的位置、接触角为例进行了具体介绍,在实际应用中,上述的微流控芯片还可以对其他的液滴参数,例如液滴的形状、折射率、流速等进行精确探测。上述微流控芯片和微流控制系统(如微流泵、基于电润湿的芯片驱动等)结合使用,利用特定的控制算法(或芯片),可以实现对微流控芯片中液体的精确测量与控制。

[0057] 如图5~6所示,本发明的实施例还提出了一种微流系统,包括微流控制器51,还包括上述任一实施例所述的微流控芯片200。所述微流控制器51与所述微流控芯片200上的所述波长检测器24电连接。

[0058] 在一个实施例中,微流控制器51可以是工控机,可以显示检测的液滴的位置以及根据检测的液滴参数对液滴进行控制。

[0059] 本实施例的有益效果是:通过沿液滴流动通道的长度方向设置至少两个光栅常数不同的光栅区,以使在液滴流动通道内不存在液滴时,至少两个光栅区分别用于反射不同指定波长的光,在液滴流动通道内存在液滴时,与液滴的位置相对的光栅区反射的光的波长与上述的指定波长不同,并通过与光源同侧设置的波长检测器检测入射光经过至少两个光栅区后的反射光,或者通过与光源相对设置的波长检测器检测入射光经过至少两个光栅区后的透射光。通过上述的反射光或者透射光携带的信息,微流系统可以精确检测液滴参数,并实现对液滴的精确控制。

[0060] 需要指出的是,在附图中,为了图示的清晰可能夸大了层和区域的尺寸。而且可以理解,当元件或层被称为在另一元件或层“上”时,它可以直接在其他元件上,或者可以存在中间的层。另外,可以理解,当元件或层被称为在另一元件或层“下”时,它可以直接在其他元件下,或者可以存在一个以上的中间的层或元件。另外,还可以理解,当层或元件被称为在两层或两个元件“之间”时,它可以为两层或两个元件之间唯一的层,或还可以存在一个以上的中间层或元件。通篇相似的参考标记指示相似的元件。

[0061] 在本发明中,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。术语“多个”指两个或两个以上,除非另有明确的限定。

[0062] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的公开后,将容易想到本发明的其它实施方案。本发明旨在涵盖本发明的任何变型、用途或者适应性变化,这些变型、用途或者适应性变化遵循本发明的一般性原理并包括本发明未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的,本发明的真正范围和精神由下面的权利要求指出。

[0063] 应当理解的是,本发明并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构,并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本发明的范围仅由所附的权利要求来限制。

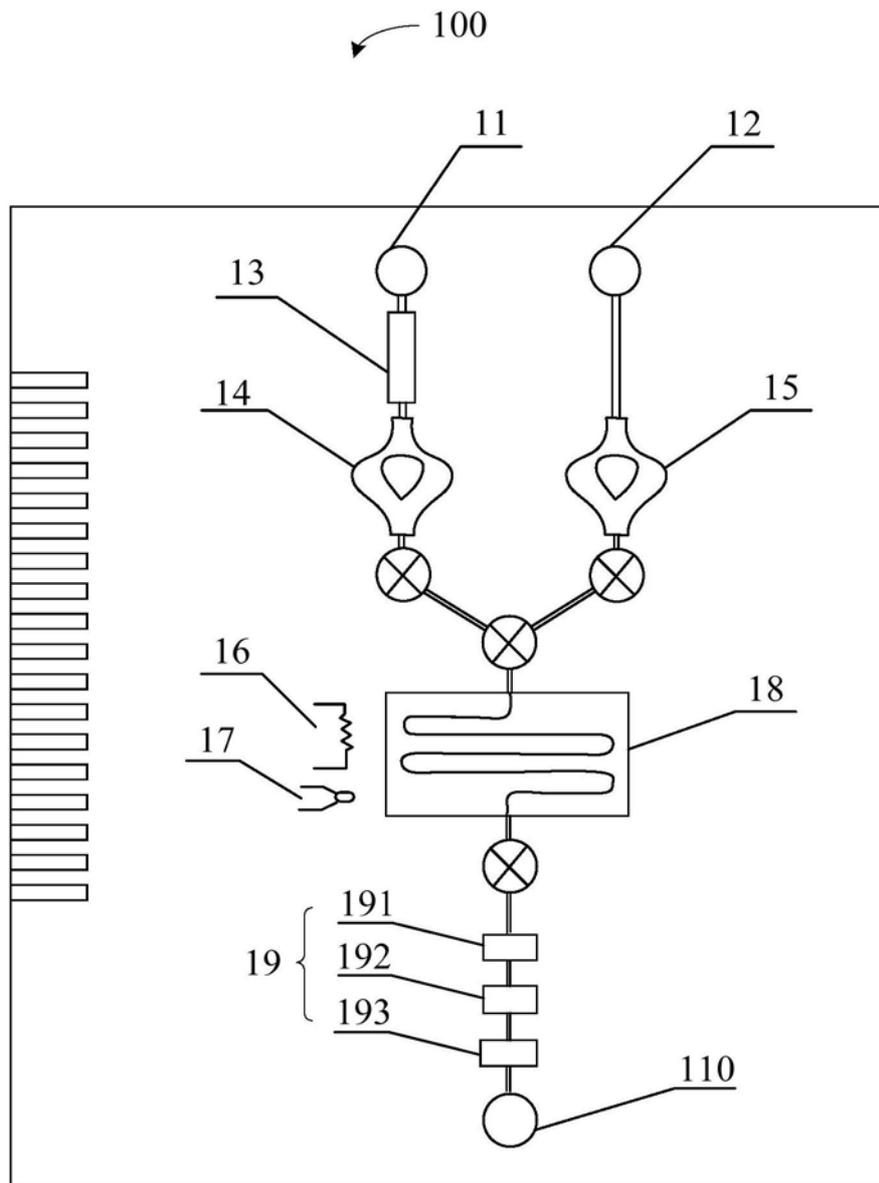


图1

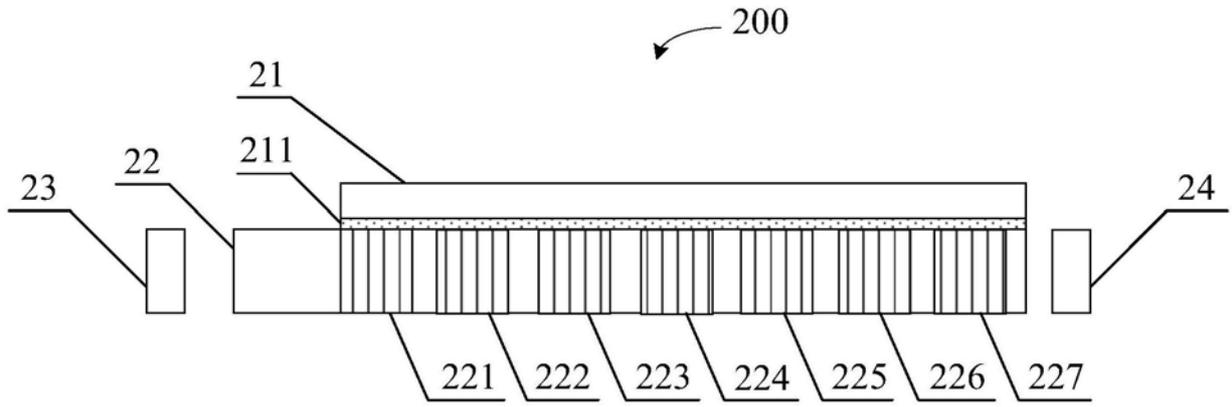


图2

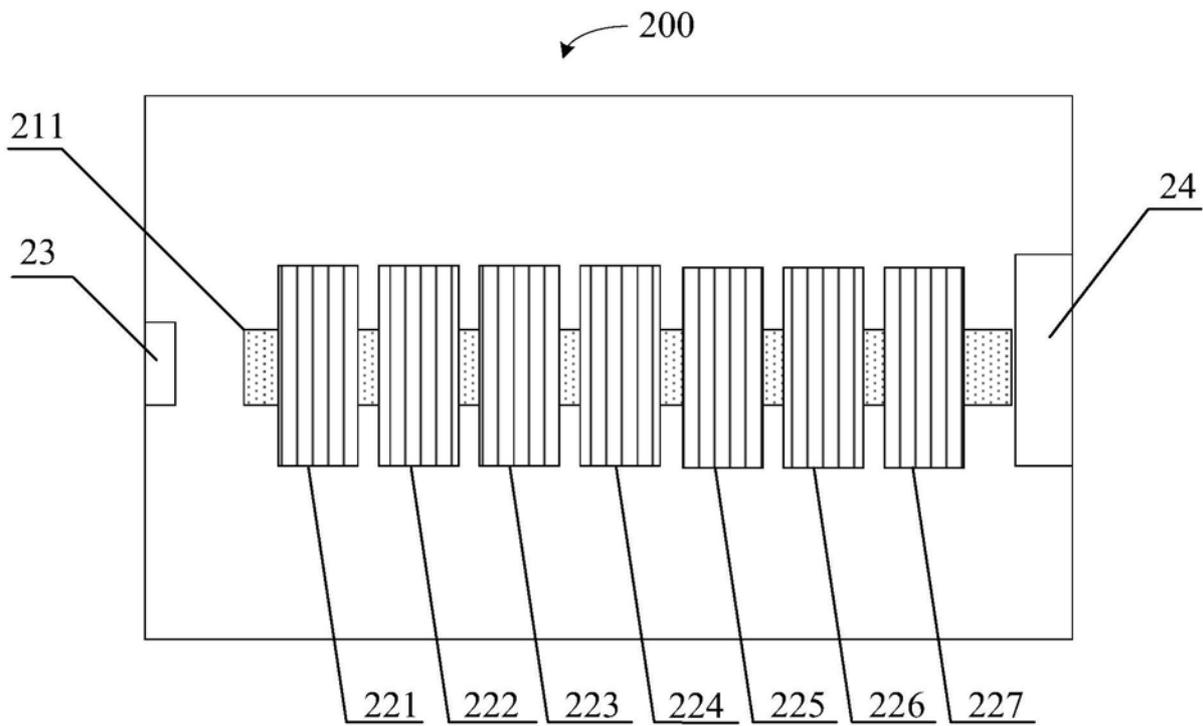


图3

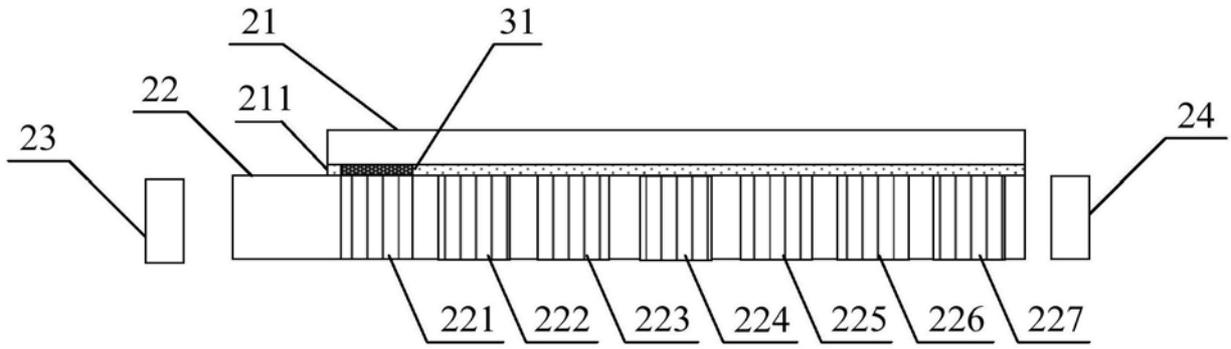


图4

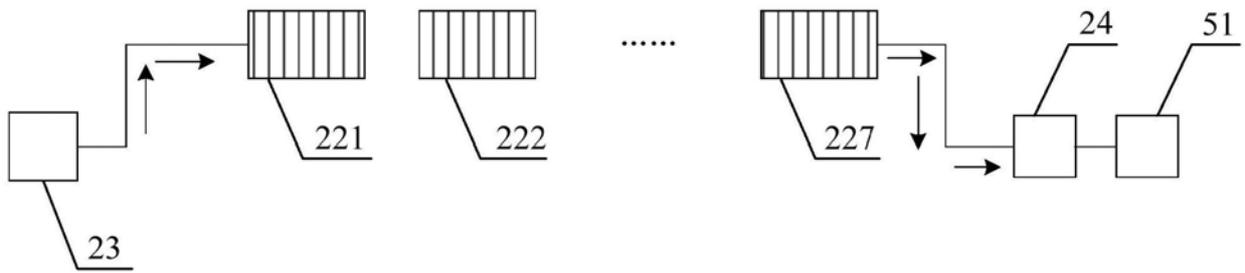


图5

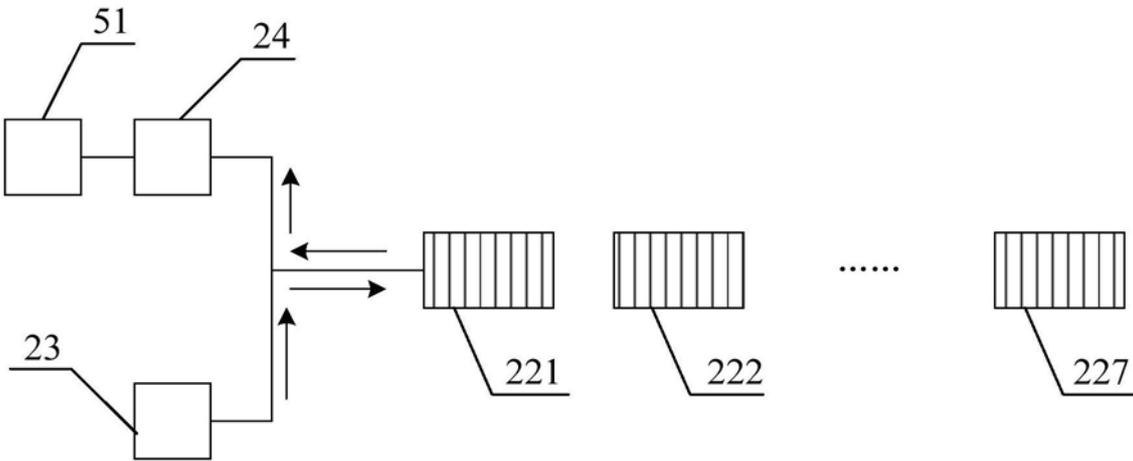


图6

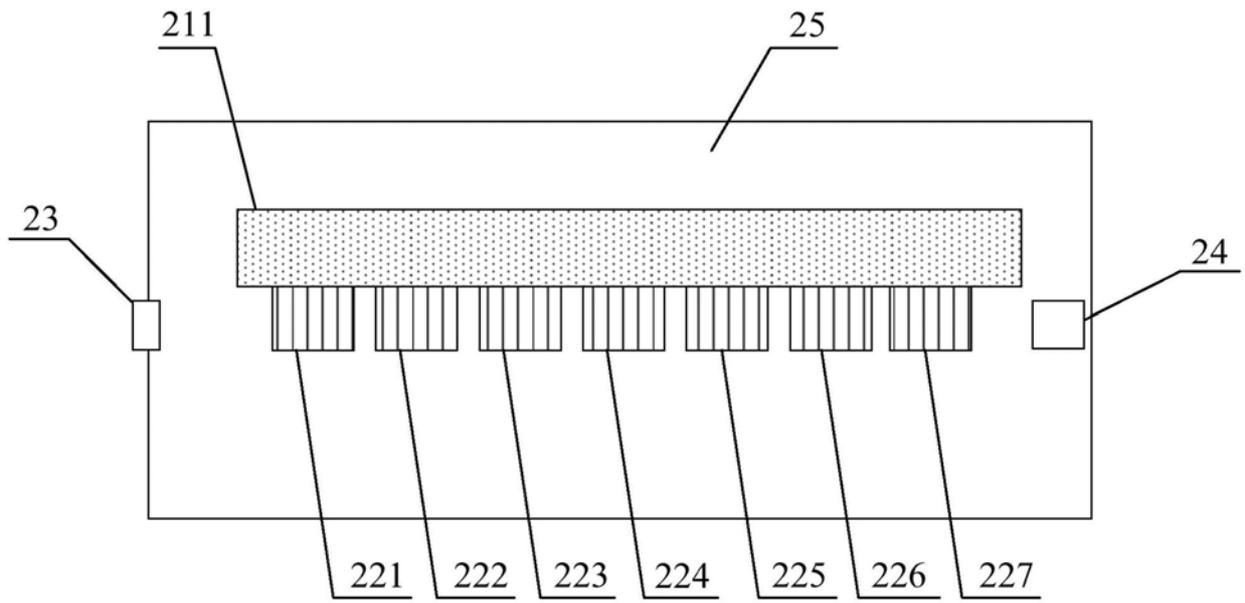


图7

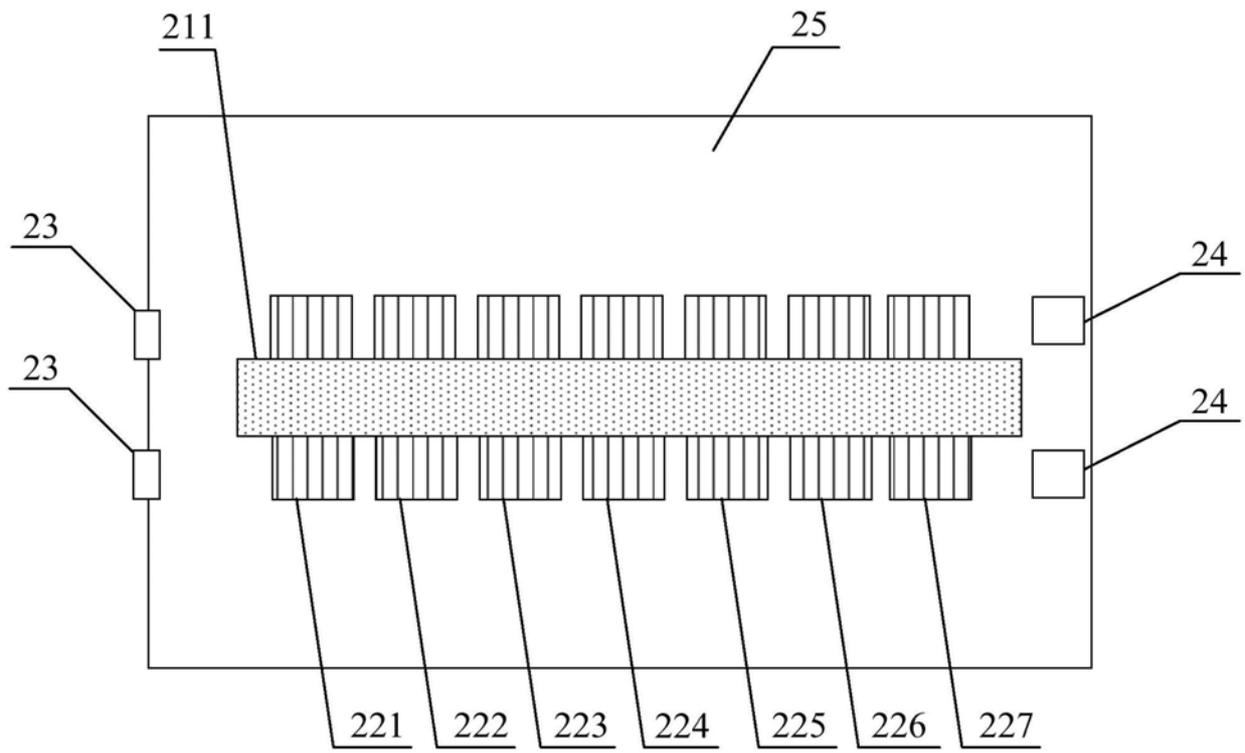


图8

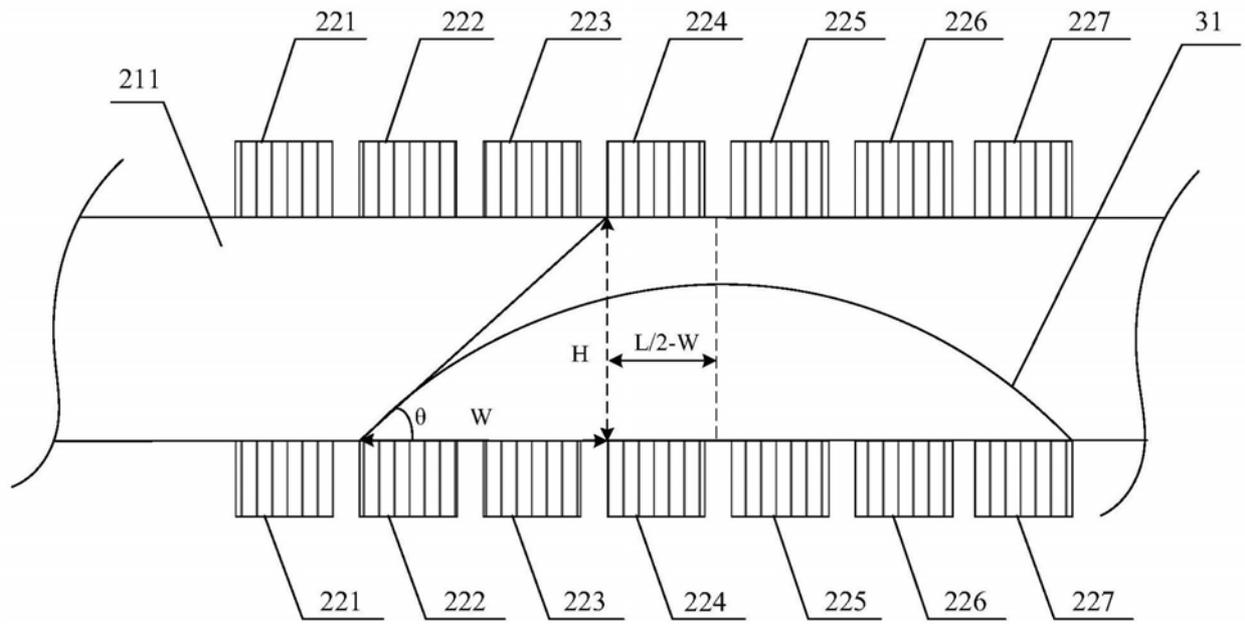


图9