



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104736247 B

(45)授权公告日 2018.02.23

(21)申请号 201380040157.0

(72)发明人 阮宝祺

(22)申请日 2013.07.18

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104736247 A

代理人 乐洪咏

(43)申请公布日 2015.06.24

(51)Int.Cl.

B01L 3/00(2006.01)

(30)优先权数据

61/677,710 2012.07.31 US

(56)对比文件

WO 00/43766 A1,2000.07.27,说明书6页第1-25行,第9页第6-8、24-31行,第14页第10-14行,第15页第6-8行,说明书附图3A、3B、3C.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.01.28

US 5352410 A,1994.10.04,

US 2012/0075626 A1,2012.03.29,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/050980 2013.07.18

审查员 陈启

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/022103 EN 2014.02.06

(73)专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

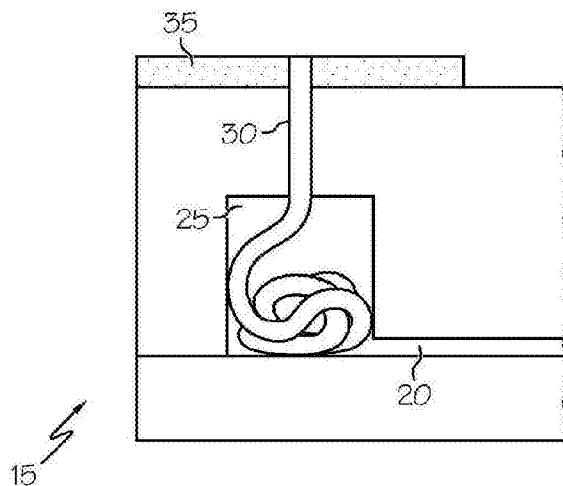
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

微流体装置中的流体控制

(57)摘要

一种操作微流体装置(15)的方法,其中该微流体装置包括微流体通道(20)、流体传输延伸件(30)和吸收性微流体流动调节器(35)。该微流体通道从该微流体装置的通道出口室(25)开始延伸,并且该流体传输延伸件流体连接至该通道出口室。该吸收性微流体流动调节器设置成在流体连接至该流体传输延伸件时从该流体传输延伸件吸收流体。该方法包括允许流体进入该微流体通道和该通道出口室,使该流体传输延伸件充满流体,以及通过将该吸收性微流体流动调节器流体连接至该流体传输延伸件以从该流体传输延伸件吸收流体,从而在该微流体通道中产生流体流。



1. 一种操作微流体装置的方法,其中:
该微流体装置包括微流体通道、流体传输延伸件和吸收性微流体流动调节器;
该微流体通道从该微流体装置的通道出口室开始延伸;
该流体传输延伸件流体连接至该通道出口室;
该吸收性微流体流动调节器设置成在流体连接至该流体传输延伸件时从该流体传输延伸件吸收流体;并且
该方法包括
允许该流体进入该微流体通道和该通道出口室,
使该流体传输延伸件充满该流体,和
通过将该吸收性微流体流动调节器流体连接至该流体传输延伸件以从该流体传输延伸件吸收流体,从而在该微流体通道中产生流体流,
其中所述吸收性微流体流动调节器设置在非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口中或者包裹在非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口的外部。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口是一种管。
3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述吸收性微流体流动调节器通过接触的方式流体连接至该流体传输延伸件。
4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
选择微流体通道流速;并且
选择吸收性微流体流动调节器,使其具有与所选的微流体通道流速匹配的吸收速率。
5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述吸收性微流体流动调节器通过蒸发控制机理和/或非蒸发控制机理来控制微流体通道流速。
6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述吸收性微流体流动调节器至少部分地封闭在无孔薄膜中。
7. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:
所述吸收性微流体流动调节器包括接触面积和裸露蒸发性表面面积;
所述吸收性微流体流动调节器经由该接触面积与流体传输延伸件流体连接;并且
所述裸露蒸发性表面面积至少比所述接触面积大一个数量级。
8. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括通过注塑、热压印、光刻法、软刻法、立体造型法、模塑、激光烧蚀显微机加工蚀刻或其组合来制作该微流体装置。
9. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述流体传输延伸件从该微流体装置伸出最多5毫米。
10. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述流体传输延伸件设置成通过毛细作用牵拉流体。
11. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述流体传输延伸件是细线、滤纸、薄膜过滤器、硝基纤维素纸、玻璃纤维、乙酸纤维素薄膜、硝酸纤维素薄膜或棉基材料。
12. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述吸收性微流体流动调节器包含纤维素基材料或薄膜过滤器。
13. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述微流体通道具有100纳米至1毫米的直

径。

14. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述微流体通道具有最多1毫米宽乘500微米高的横截面几何形状。

15. 如权利要求1所述的方法,其特征在于:

所述微流体装置还包括通道进口室;并且

所述微流体通道从该通道进口室延伸至该通道出口室。

16. 一种操作微流体装置的方法,其中:

该微流体装置包括微流体通道、通道进口室、流体传输延伸件和吸收性微流体流动调节器;

该微流体通道从该微流体装置的通道出口室开始延伸;

该微流体通道从该通道进口室延伸到该通道出口室;

该流体传输延伸件流体连接至该通道出口室;

该流体传输延伸件从该微流体装置伸出最多5毫米;

该吸收性微流体流动调节器设置成在流体连接至该流体传输延伸件时从该流体传输延伸件吸收流体;

该吸收性微流体流动调节器通过接触的方式流体连接至该流体传输延伸件;

该吸收性微流体流动调节器通过蒸发性控制机理和/或非蒸发性控制机理来控制微流体通道流速;并且

该方法包括

允许流体进入该微流体通道和该通道出口室,

使该流体传输延伸件充满该流体,

通过将该吸收性微流体流动调节器流体连接至该流体传输延伸件以从该流体传输延伸件吸收该流体,从而在该微流体通道中产生流体流,

选择该微流体通道流速,以及

选择该吸收性微流体流动调节器,使其具有与所选的微流体通道流速匹配的吸收速率,

其中所述吸收性微流体流动调节器设置在非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口中或者包裹在非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口的外部。

微流体装置中的流体控制

[0001] 优先权声明

[0002] 本申请根据35U.S.C.§119要求2012年7月31日提交的美国临时申请序列第61/677710号的优先权,以其内容为基础并通过参考将其全文结合于此。

发明领域

[0003] 本发明一般涉及微流体装置领域,更具体涉及在微流体装置中产生流体流的方法。

技术背景

[0004] 微流体装置可称为微结构化反应器或模块、微通道反应器或模块、微线路反应器或模块或者微反应器,微流体装置是其中能对流体进行限制并进行反应性或非反应性处理的装置。在一些应用中,所述处理可涉及对化学反应的分析。在另一些应用中,所述处理可涉及作为制造或生产工艺的一部分执行的化学、物理和/或生物过程,例如细胞培养。在一些应用中,限制在微流体装置中的一种或多种工作流体可与一种或多种相关的热交换流体交换热量。在任意情况中,工作流体的受限空间的特征性最小维度一般约为0.1纳米至5毫米,优选为100纳米至500微米。

[0005] 微通道是这种限制的最典型形式,微流体装置可操作多项任务,例如作为连续流反应器或模块或者作为细胞培养室。微通道的内部维度为传质率和传热率提供了显著改善。采用微通道的微反应器和流动模块提供了许多优于传统规模反应器的优点,包括能量效率、反应速度、反应产率、安全性、可靠性、可扩缩性等方面的巨大改善。例如可将微通道设置在作为层叠结构的一部分的层内,如美国PG公开2012/0052558中所示的结构,其中的层叠微流体装置包括一个层,该层中设置有包含反应物通路的微通道。

[0006] 发明概述

[0007] 一种操作微流体装置的方法,其中该微流体装置包括微流体通道、流体传输延伸件和吸收性微流体流动调节器。微流体通道从微流体装置的通道出口室开始延伸,并且流体传输延伸件与该通道出口室流体连接。吸收性微流体流动调节器设置成能在与流体传输延伸件流体连接时从该流体传输延伸件吸收流体。该方法包括允许流体进入微流体通道和通道出口室之内,使流体传输延伸件充满流体,并通过将吸收性微流体流动调节器与流体传输延伸件流体连接以从该流体传输延伸件吸收流体,从而在微流体通道中产生流体流。

[0008] 附图简要描述

[0009] 通过以下详述并结合附图,将更完整地理解本发明,在附图中使用类似的附图标记表示类似的元件,其中:

[0010] 图1是微流体装置的透视图;

[0011] 图2是微流体装置的示意图,是吸收性微流体流动调节器的一种实施方式;和

[0012] 图3是微流体装置的示意图,是吸收性微流体流动调节器的另一种实施方式。

[0013] 发明详述

[0014] 在参考详细图示各实施方式的附图之前,应理解,本申请不限于附图中说明或图示的所述细节或方法。还应理解,术语的目的仅是描述,不应理解为限制。

[0015] 参考图1,示出微流体装置15上的吸收性微流体流动调节器35的一种实施方式。微流体通道20与通道进口室10和通道出口室25流体连接。流体传输延伸件30流体连接至通道出口室25并通过接触的方式连接至吸收性微流体流动调节器35。允许一种或多种流体进入微流体装置15,将微流体装置15填充至所需水平并完全充满流体传输延伸件30。在本申请中使用“充满”来描述不能再吸收任何更多流体。

[0016] 通过将吸收性微流体流动调节器35流体连接至流体传输延伸件30并通过例如毛细作用从流体传输延伸件30吸收流体,吸收性微流体流动调节器35在微流体通道20中产生流体流。重要的是,应注意,随着吸收性微流体流动调节器35产生流体流,流体传输延伸件30优选保持充满。若流体传输延伸件30未保持充满,则通常将更难以利用吸收性微流体流动调节器35来控制微流体通道的流速。在一些实施方式中可能有益的做法是,流体传输延伸件30从微流体装置15伸出最多约5毫米,以助于确保流体传输延伸件30保持充满。

[0017] 流体传输延伸件30可包括细线、滤纸、薄膜过滤器、硝化纤维素、玻璃纤维、乙酸纤维素薄膜、硝酸纤维素薄膜、棉基材料或任意适合于通过毛细作用传输流体的材料。微流体装置15可通过注塑、热压印、光刻法、软刻法(soft lithography)、立体造型法(stereolithography)、蚀刻、模塑、激光烧蚀显微机加工或其组合来制作。微流体通道20可具有多种横截面形状。例如,设想的形状包括但并不限于最多约1毫米宽乘约500微米高或者直径约为100纳米至1毫米的横截面几何形状。吸收性微流体流动调节器35可选自薄膜过滤器或任意纤维素基材料,包括滤纸、复写纸、纸巾、棉纸或硝基纤维素纸。

[0018] 设想构成微流体装置15的一部分的吸收性微流体流动调节器35可直接或间接地连接至该微流体装置15的其余部分。例如,其可位于微流体装置15的表面上或可成为该微流体装置15的独立便携部分。在一种实施方式中,吸收性微流体流动调节器35'包括非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口40,该端口使得该吸收性微流体流动调节器35'具有便携性。本文将参考图3进一步详细描述利用该非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口40的实施方式。

[0019] 对微流体通道20中的流体流的微流体通道流速进行选择,以符合与该微流体装置15的具体操作模式相关的工艺要求。因为微流体通道20中的流体与流体传输延伸件30流体连接,并且该流体传输延伸件30与吸收性微流体流动调节器35流体连接,所以该吸收性微流体流动调节器35的吸收速率(即该吸收性微流体流动调节器35吸收流体的速率)与所选择的微流体通道流速相匹配。因此,通过吸收性微流体流动调节器35的吸收速率来设定微流体通道流速。

[0020] 可通过多种方式控制吸收性微流体流动调节器35的吸收速率。例如,吸收性微流体流动调节器35可通过蒸发性和/或非蒸发性控制机理来控制微流体通道流速。实施本发明构思的人员将认识到,对微流体通道流速进行控制的能力使得能够灵活改变多种流体的混合比或者改变例如热交换过程中的流体速度。

[0021] 设想以下设计参数能在蒸发性或非蒸发性控制机理中起到作用:吸收性微流体流动调节器35的体积和/或密度、吸收性微流体流动调节器35与流体传输延伸件30之间的接触面积大小、吸收性微流体流动调节器35的组成、环境条件等。考虑到体积和/或密度在影

响流速方面所起到的作用,通常吸收性微流体流动调节器35的体积表示该吸收性微流体流动调节器35在变得充满之前能吸收的流体量。体积和流速一起表示,在微流体通道20中的流体流动停止之前,吸收性微流体流动调节器35能与流体传输延伸件30接触的时间长度。

[0022] 考虑到接触面积在控制吸收速率方面所起到的作用,应注意,吸收性微流体流动调节器35与流体传输延伸件30之间的接触面积增大会使得该吸收性微流体流动调节器35要吸收的流体量增加,从而使微流体通道流速增大。吸收性微流体流动调节器35的组成与该吸收性微流体流动调节器35的吸收性质相关。纤维素基材料表现出所需的吸收性质。可使用凝胶基吸收材料以及为了吸收而制造的装置。

[0023] 与具体吸收性微流体流动调节器35相关的蒸发性控制机理会进一步受到环境条件的影响,所述环境条件是例如该吸收性微流体流动调节器35周围空气的温度和/或湿度或者该吸收性微流体流动调节器35本身的温度。吸收性微流体流动调节器35上的气流以及吸收性微流体流动调节器35的裸露蒸发性表面面积也是影响蒸发速率的设计参数。裸露蒸发性表面面积至少比接触面积大一个数量级,并且是容易受到环境条件影响的吸收性微流体流动调节器35的一部分。

[0024] 相比之下,非蒸发性控制机理并不依赖于蒸发来控制吸收速率。因此,吸收性微流体流动调节器35和相应的吸收速率将不太容易受到环境条件的影响,而是更容易受到以下条件的影响:吸收性微流体流动调节器35的体积和/或密度、吸收性微流体流动调节器35和流体传输延伸件30之间的接触面积大小、吸收性微流体流动调节器35的组成。如上所述,吸收性微流体流动调节器35的组成影响吸收速率。这使得在将吸收性微流体流动调节器35至少部分地封闭在无孔薄膜中时,吸收速率能保持不变。例如,无孔薄膜可以是图3的非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口40。

[0025] 图2示出微流体装置15的示意图。流体传输延伸件30位于通道出口室25中并将微流体通道20与吸收性微流体流动调节器35流体连接。在这种实施方式中,吸收性微流体流动调节器35位于微流体装置15的表面上,并将在流体传输延伸件30充满流体时开始产生流体流动。在从微流体装置15完全吸出流体的条件下,或在吸收性微流体流动调节器35变得充满的条件下,流体流动将停止。

[0026] 图3是吸收性微流体流动调节器35'的另一种实施方式。通过将吸收性微流体流动调节器35'设置在非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口40中,该吸收性微流体流动调节器35'成为便携式,并能快速地开始和停止微流体通道流速。这些特点是有利的,因为可以在微流体装置15中的多个微流体20上使用多个吸收性微流体流动调节器35',从而在不改变流体或微流体装置15的情况下改变微流体通道流速。将吸收性微流体流动调节器35'插入非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口40之内,并能以这种结构贮存直至需要使用。这个优点使得能够制造具有不同特性的吸收性微流体流动调节器35'的多个非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口40,并能贮存直至需要使用。

[0027] 非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口40为操作吸收性微流体流动调节器35'提供了一种方式,同时不会影响该吸收性微流体流动调节器35'的特性或暴露于其所吸收的流体。吸收性微流体流动调节器35'并不限于插入式的,可将其包裹在非吸收性、半刚性、便携式流体连接端口40的外部。而且,可使用吸收性微流体流动调节器35'来收集流体供以后处理。

[0028] 还应注意,本文引用的“至少一个(一种)”组分、元件等不应用于产生这样一个推论,即,或选使用的冠词“一个”或“一种”应限于单独一个(一种)组分、元件等。例如,微流体装置15可具有多个微流体通道20、通道进口室10和/或通道出口室25。而且,可以有多个不同特性的吸收性微流体流动调节器35同时与一个或多个流体传输延伸件30接触。

[0029] 为了描述并限定本发明的目的,应注意,本文使用术语“基本上”、“大约”和“大致”来表示可归因于任意量化比较、值、测量或其他表述的固有不确定程度。例如,微流体通道20的直径在“约”100纳米至“约”1毫米之间表示,该微流体通道20的直径不仅包括因制作产生的变化,还包括因流体种类或微流体装置15的预期应用而必然产生的变化。本文还使用术语“基本上”、“大约”和“大致”来表示量化表述可不同于所述参比同时不会造成所关心的主题内容的基本功能发生改变的程度。

[0030] 已经参考其具体实施方式详细描述了本发明的主题内容,应注意,本文揭示的各细节不应暗示这些细节与作为本文所述各实施方式的必需部分的要素相关,即使已在本发明各附图中对特定要素进行了图示时也是如此。相反,所附权利要求应理解为是对本发明揭示内容的范围以及本文所述各实施方式的相应范围的唯一表述。而且,显而易见的是,可以在不偏离所附权利要求限定的揭示内容范围的情况下进行修改和变化。更具体来说,虽然在本文中將本发明的一些方面认定为优选或特别有利的,但设想本发明不一定限于这些方面。

[0031] 应注意,以下一项或多项权利要求使用术语“其中”作为过渡性短语。为了限定本发明的目的,应注意,在权利要求中引入这个术语作为开放端过渡性短语,其用于引入一系列结构特性的引述部分,应以与更常用的开放端前序术语“包括(包含)”类似的方式对其进行解读。

[0032] 虽然已参考具体实施方式显示并描述了本发明,但应理解,本领域技术人员可以在不偏离所附权利要求限定的本发明精神和范围的情况下对形式和细节进行各种变化。

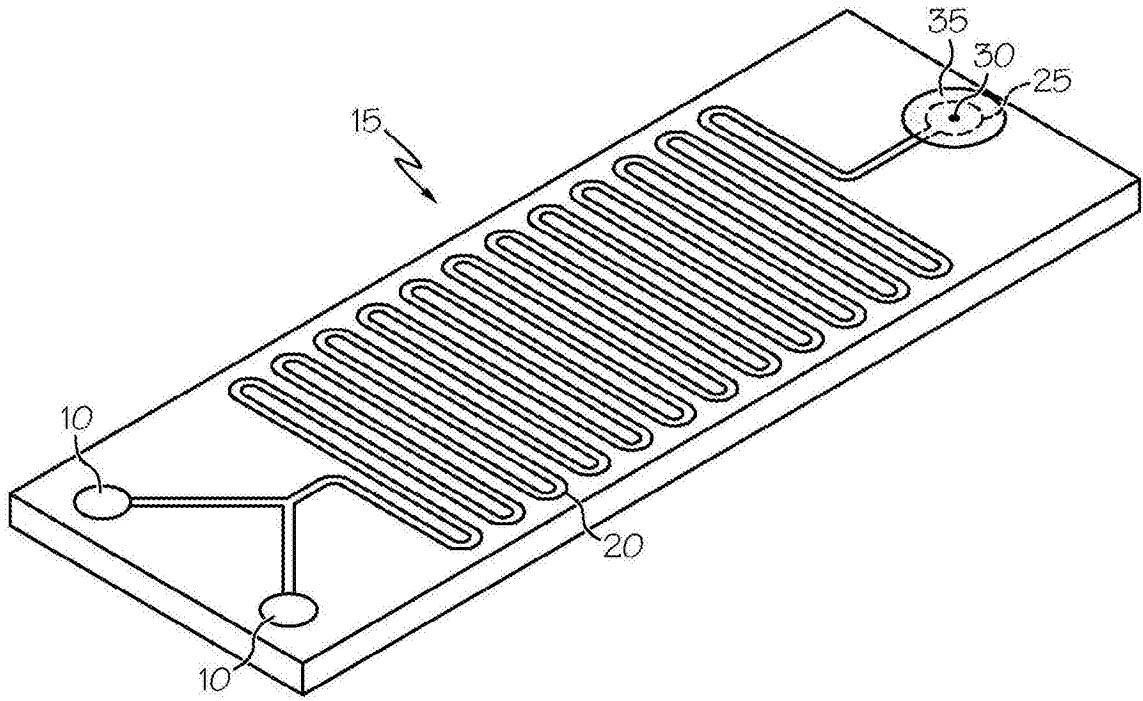


图1

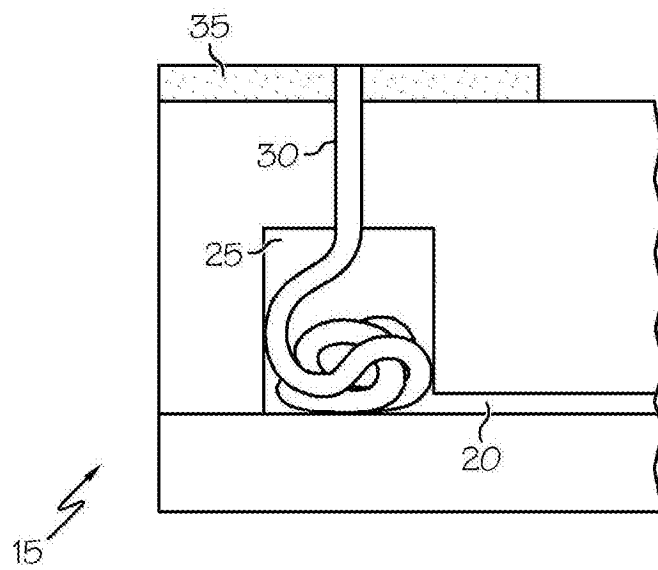


图2

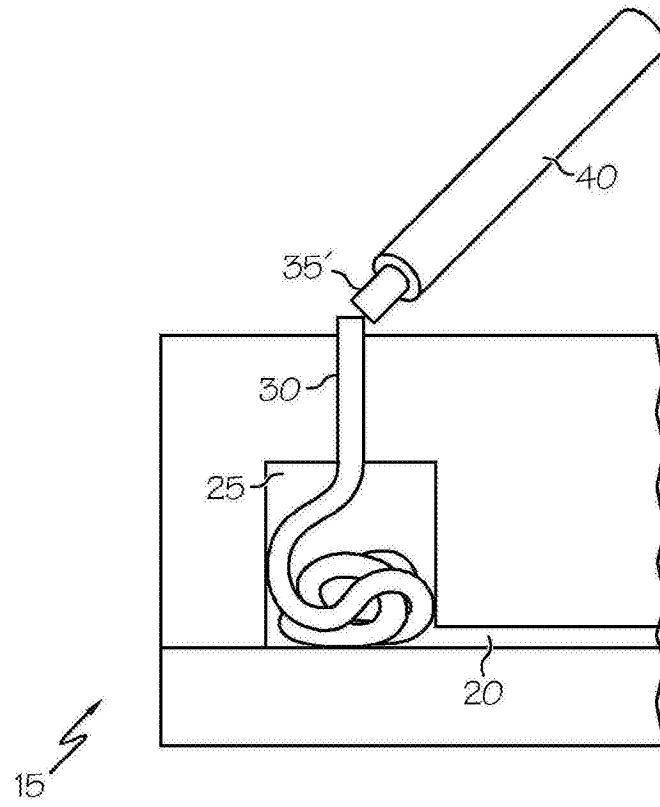


图3