



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112871229 B

(45) 授权公告日 2022.06.28

(21) 申请号 202110088291.4

C12M 1/34 (2006.01)

(22) 申请日 2021.01.21

C12M 1/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112871229 A

### (56) 对比文件

(43) 申请公布日 2021.06.01

WO 9961888 A2, 1999.12.02

WO 2009027927 A2, 2009.03.05

(73) 专利权人 中国科学技术大学  
地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路  
96号

WO 2009027927 A2, 2009.03.05

US 2015247820 A1, 2015.09.03

CN 1376779 A, 2002.10.30

CN 101046458 A, 2007.10.03

CN 110628568 A, 2019.12.31

(72) 发明人 田扬超 刘刚 熊瑛

审查员 韩金蓉

(74) 专利代理机构 合肥天明专利事务所(普通  
合伙) 34115

专利代理师 苗娟

(51) Int. Cl.

B01L 3/00 (2006.01)

C12M 1/42 (2006.01)

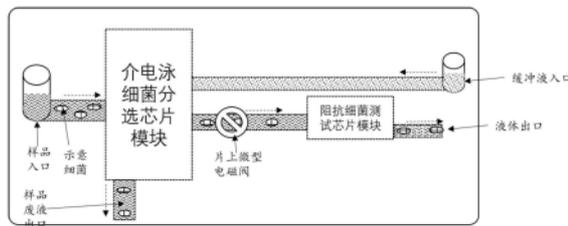
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

### (54) 发明名称

一种用于水体介电泳细菌分选的芯片

### (57) 摘要

本发明的一种用于水体介电泳细菌分选的芯片,包括介电泳细菌分选芯片模块,介电泳细菌分选芯片模块包括腔内结构和腔外结构;腔外结构包括微通道;腔内结构具有多层结构,包括电极层、绝缘层和腔内通道结构;电极层为梯形微结构;腔内结构的出口分为两路,一路经微通道直接连接到样品废液出口,另一路是介电泳模块液体出口经微通道直接连接到阻抗细菌测试模块液体进口。本发明在微流控芯片内引入介电泳技术,可以在秒级内实现通道内细菌的快速收集至检测位点,微流控芯片内同时集成阻抗电极作为细菌数量的检测电极,具有快速响应、精度高等检测优势。



1. 一种用于水体介电泳细菌分选芯片,其特征在于:

包括介电泳细菌分选芯片模块,介电泳细菌分选芯片模块包括腔内结构和腔外结构;

腔外结构包括微通道;

腔内结构具有多层结构,包括电极层、绝缘层和腔内通道结构,电极层上面是绝缘层,绝缘层上面是腔内的通道结构;

电极层为相对的两个微电极,微电极上布置梯形微结构;电极层的两个微电极分别连接至激发电路模块的两个接线端;

腔内结构的出口分为两路,一路经微通道直接连接到样品废液出口,另一路是介电泳模块液体出口经微通道直接连接到阻抗细菌测试模块液体进口;

所述阻抗细菌测试模块也包括微通道层和电极层,所述电极层包括激发电极和接收电极,激发电极与接收电极分别连接至激发电路模块与检测电路模块;

所述介电泳细菌分选芯片模块设置样品入口通道和缓冲液入口通道,所述样品入口通道直接连接至介电泳细菌分选电极腔前端,缓冲液入口通道连接至电极腔前端汇聚后进入介电泳细菌分选电极腔前端;

所述电极层为包括对立的一对分别设置平面凸起的微结构构成,凸起的微结构的排列方式为对立型与错开型;

所述介电泳细菌分选芯片模块和阻抗细菌测试芯片模块直接的微通道上设置电磁阀。

2. 根据权利要求1所述的用于水体介电泳细菌分选芯片,其特征在于:所述凸起的微结构形状分别为矩形、半圆形、三角形及梯形的一种。

3. 根据权利要求1所述的用于水体介电泳细菌分选芯片,其特征在于:所述电磁阀与上位机连接。

4. 根据权利要求1所述的用于水体介电泳细菌分选芯片,其特征在于:所述电极层材质为50-100nm的Au与5-10nm的Cr或Ti。

5. 根据权利要求1所述的用于水体介电泳细菌分选芯片,其特征在于:所述绝缘层的厚度应大于50 $\mu\text{m}$ ,低于200 $\mu\text{m}$ 。

## 一种用于水体介电泳细菌分选的芯片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环境检测技术领域,具体涉及一种用于水体介电泳细菌分选的芯片。

### 背景技术

[0002] 水是生命之源,保障国民饮用水安全至关重要。国标GB5750-85中传统化学实验室方法采用平板培养法,对水样品进行24小时至48小时的微生物培养,再肉眼观察平板上的菌落数,该方法耗时、工作量大,并且因很多细菌无法培养,该法只能检测水源中不足1%的细菌种类,存在漏检可能。因此有必要建立一个更全面、速度更快的检测方法。

[0003] 国外一些大型仪器公司采用大型仪器设备如流式细胞仪、荧光生化发光仪等,这些设备极其昂贵,尺寸巨大,无法走进千家万户,所用试剂大多对环境不友好,大量民用将导致二次污染。因此,便携式快检仪器具有巨大需求。

[0004] 微流控芯片为核心技术平台,其主要技术背景为微流体技术,通过构建几微米到数百微米的通道来处理和操作一种或同时几种微量液体,由一系列复杂的微型基本单元互相连通构成。微流体技术因样品需求量少、分析快速、易便携、与细菌尺寸匹配等众多优点,被引入本项目作为核心技术平台。

### 发明内容

[0005] 本发明提出的一种用于水体介电泳细菌分选的芯片,可解决上述技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0007] 包括介电泳细菌分选芯片模块,介电泳细菌分选芯片模块包括腔内结构和腔外结构;

[0008] 腔外结构包括微通道;

[0009] 腔内结构具有多层结构,包括电极层、绝缘层和腔内通道结构,电极层上面是绝缘层,绝缘层上面是腔内的通道结构;

[0010] 电极层为相对的两个微电极,微电极上布置梯形微结构;电极层的两个微电极分别连接至激发电路模块的两个接线端;

[0011] 腔内结构的出口分为两路,一路经微通道直接连接到样品废液出口,另一路是介电泳模块液体出口经微通道直接连接到阻抗细菌测试模块液体进口。

[0012] 进一步的,所述阻抗细菌测试模块也包括微通道层和电极层,所述电极层包括激发电极和接收电极,激发电极与接收电极分别连接至激发电路模块与检测电路模块。

[0013] 进一步的,所述介电泳细菌分选芯片模块设置样品入口通道和缓冲液入口通道,所述样品入口通道直接连接至介电泳细菌分选电极腔前端,缓冲液入口通道连接至电极腔前端汇聚后进入介电泳细菌分选电极腔前端。

[0014] 进一步的,所述电极层为包括对立的一对分别设置平面凸起的微结构构成,凸起的微结构的排列方式为对立型与错开型。

[0015] 进一步的,所述凸起的形状分别为矩形、半圆形、三角形及梯形的一种。

[0016] 进一步的,所述介电泳细菌分选芯片模块和阻抗细菌测试芯片模块直接的微通道上设置电磁阀。

[0017] 进一步的,所述电磁阀与上位机连接。

[0018] 进一步的,所述电极层材质为50-100nm的Au与5-10nm的Cr或Ti。

[0019] 进一步的,所述绝缘层的厚度应大于50 $\mu\text{m}$ ,低于200 $\mu\text{m}$ 。

[0020] 由上述技术方案可知,本发明的用于水体介电泳细菌分选的芯片,用于开发细菌数的快速检测,为一套用于现场水体中细菌数的检测。本发明通过优化微流控芯片构造与结构参数,在几十微米宽高的通道内实现水体内细菌从快速收集到快速检测的全流程,具有高度集成化、精度高等特色。微流控芯片内集成的介电泳技术的微型电极,介电泳技术是指非带电粒子(电介质)在电场作用下定向运动,当电中性的细胞置于非均匀电场时,细胞表面电荷在电场极化作用下向细胞两端分别移动而形成电偶极子,由于该电偶极子正负电荷所处的电场强度有差异,细胞就会受到沿某一方向的电场力作用,该电场力就是介电泳力。介电泳特别适合与微流体结合,通过微电极的构建,能在微区域内形成较大的电场梯度,所需的施加电压较低,避免气泡和焦耳热产生。

[0021] 本发明在微流控芯片内引入介电泳技术,可以在秒级内实现通道内细菌的快速收集至检测位点,微型电极的厚度仅为百纳米级别,与细菌的尺寸量级相当,通过优化控制参数,确保细菌被快速地尽可能全部收集在检测位点。微流控芯片内同时集成阻抗电极作为细菌数量的检测电极,具有快速响应、精度高等检测优势。

## 附图说明

[0022] 图1是本发明的结构示意图;

[0023] 图2是本发明的内部结构示意图;

[0024] 图3是本发明的阻抗细菌测试模块结构示意图;

[0025] 图4是本发明的电极层的结构示意图。

## 具体实施方式

[0026] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中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发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0027] 本实施例所述的用于水体介电泳细菌分选的芯片,在用于对水质的检测时,可结合控制模块,电子阀等器件,实现自动控制;

[0028] 如图1和图2所示,包括介电泳细菌分选芯片模块,介电泳细菌分选芯片模块包括腔内结构和腔外结构;腔外结构包括微通道;

[0029] 腔内结构具有多层结构,包括电极层、绝缘层和腔内通道结构,电极层上面是绝缘层,绝缘层上面是腔内的通道结构;

[0030] 电极层为相对的两个微电极,微电极上布置梯形微结构;电极层的两个微电极分别连接至激发电路模块的两个接线端;

[0031] 腔内结构的出口分为两路,一路经微通道直接连接到样品废液出口,另一路是介电泳模块液体出口经微通道直接连接到阻抗细菌测试模块液体进口。

[0032] 样品入口通道直接连接至介电泳细菌分选电极腔前端,缓冲液入口通道连接至电极腔前端汇聚后进入介电泳细菌分选电极腔前端。

[0033] 腔外主要为微通道,腔内具有多层结构,包括电极层,电极层的显著特征是以凸起形的矩形、半圆形、三角形、梯形微结构为主,排列方式为对立型与错开型。如图4所示,本实例的电极层提供8种情况。

[0034] 腔的出口分为两路,一路直接连接到样品废液出口,另一路是介电泳模块液体出口也就直接连接到阻抗模块液体进口。

[0035] 原理:细菌在微通道内受到流体力与介电泳力两个力的影响,流体力主要由流速控制,介电泳力由凸起结构与施加的交流电信号共同决定,细菌进入分选腔后,在两个力影响下细菌向着阻抗模块进口那路移动。

[0036] 如图3所示,电泳芯片和阻抗细菌测试芯片模块同样包含电极层。电极结构如图4所示。所述电极层包括激发电极和接收电极,激发电极与接收电极分别连接至激发电路模块与检测电路模块。

[0037] 所述介电泳细菌分选芯片模块和阻抗细菌测试芯片模块直接的微通道上可以设置电磁阀,电磁阀与上位机连接,实现自动化控制。

[0038] 本发明实施例的微通道的高度应大于 $100\mu\text{m}$ ,微流控通道层也是聚合物塑料材质,是弹塑体,弹塑体通过一定的结构造型形成相互连通的微通道,供液体在其中流通。

[0039] 微流控通道基底绝缘层与微通道材质相同,便于键合连接。绝缘层的厚度应大于 $50\mu\text{m}$ ,低于 $200\mu\text{m}$ 。

[0040] 电极层埋在绝缘层内的下方,紧贴基底固定层。电极层材质为 $50\text{-}100\text{nm}$ 的Au与 $5\text{-}10\text{nm}$ 的Cr或Ti。电极只出现在特定位置。

[0041] 综上所述,本发明基于微流控芯片具体为用于水体介电泳细菌分选的芯片,其主要技术背景为微流体技术,通过构建几微米到数百微米的通道来处理和操作一种或同时几种微量液体,由一系列复杂的微型基本单元互相连通构成。微流体技术因样品需求量少、分析快速、易便携、与细菌尺寸匹配等众多优点,被引入本项目作为核心技术平台。本发明通过优化微流控芯片构造与结构参数,在几十微米宽高的通道内实现水体内细菌从快速收集到快速检测的全流程,具有高度集成化、精度高等特色。微流控芯片内集成的介电泳技术的微型电极,介电泳技术是指非带电粒子(电介质)在电场作用下定向运动,当电中性的细胞置于非均匀电场时,细胞表面电荷在电场极化作用下向细胞两端分别移动而形成电偶极子,由于该电偶极子正负电荷所处的电场强度有差异,细胞就会受到沿某一方向的电场力作用,该电场力就是介电泳力。介电泳特别适合与微流体结合,通过微电极的构建,能在微区域内形成较大的电场梯度,所需的施加电压较低,避免气泡和焦耳热产生。

[0042] 本发明实施例在微流控芯片内引入介电泳技术,可以在秒级内实现通道内细菌的快速收集至检测位点,微型电极的厚度仅为百纳米级别,与细菌的尺寸量级相当,通过优化控制参数,确保细菌被快速地尽可能全部收集在检测位点。微流控芯片内同时集成阻抗电极作为细菌数量的检测电极,具有快速响应、精度高等检测优势。

[0043] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者

替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

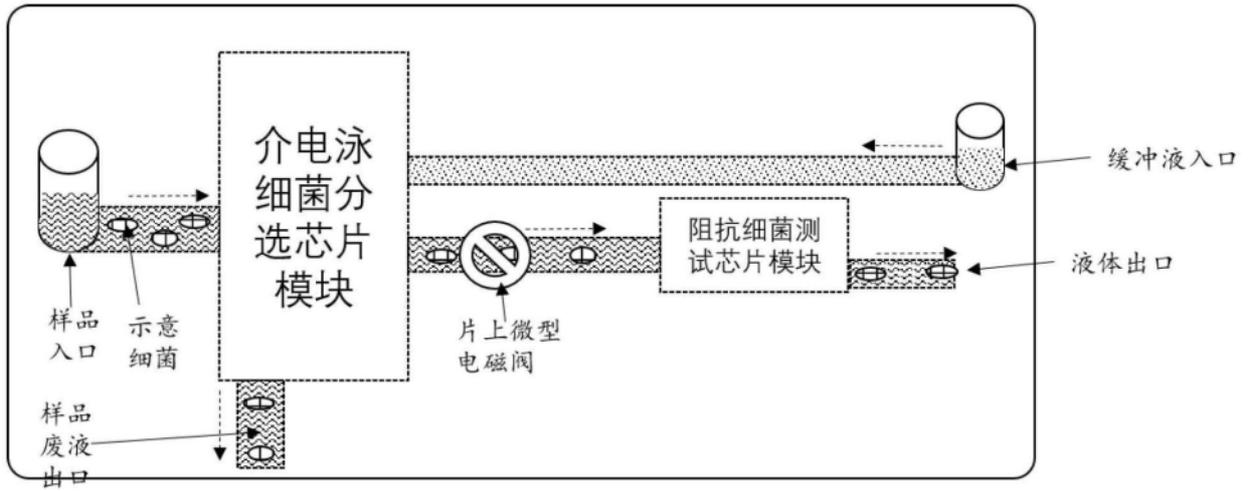


图1

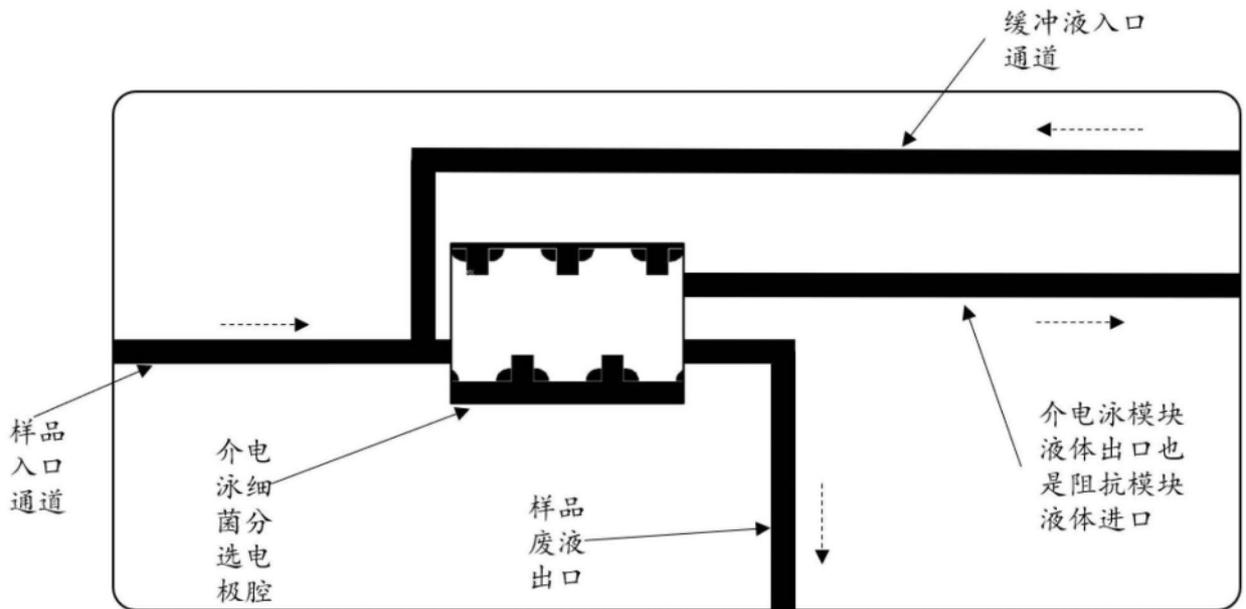


图2

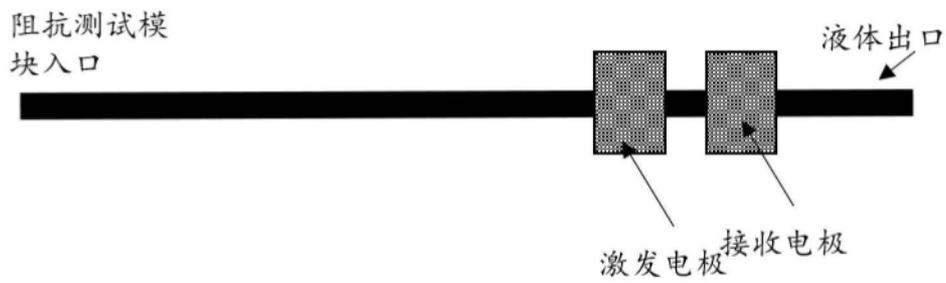


图3

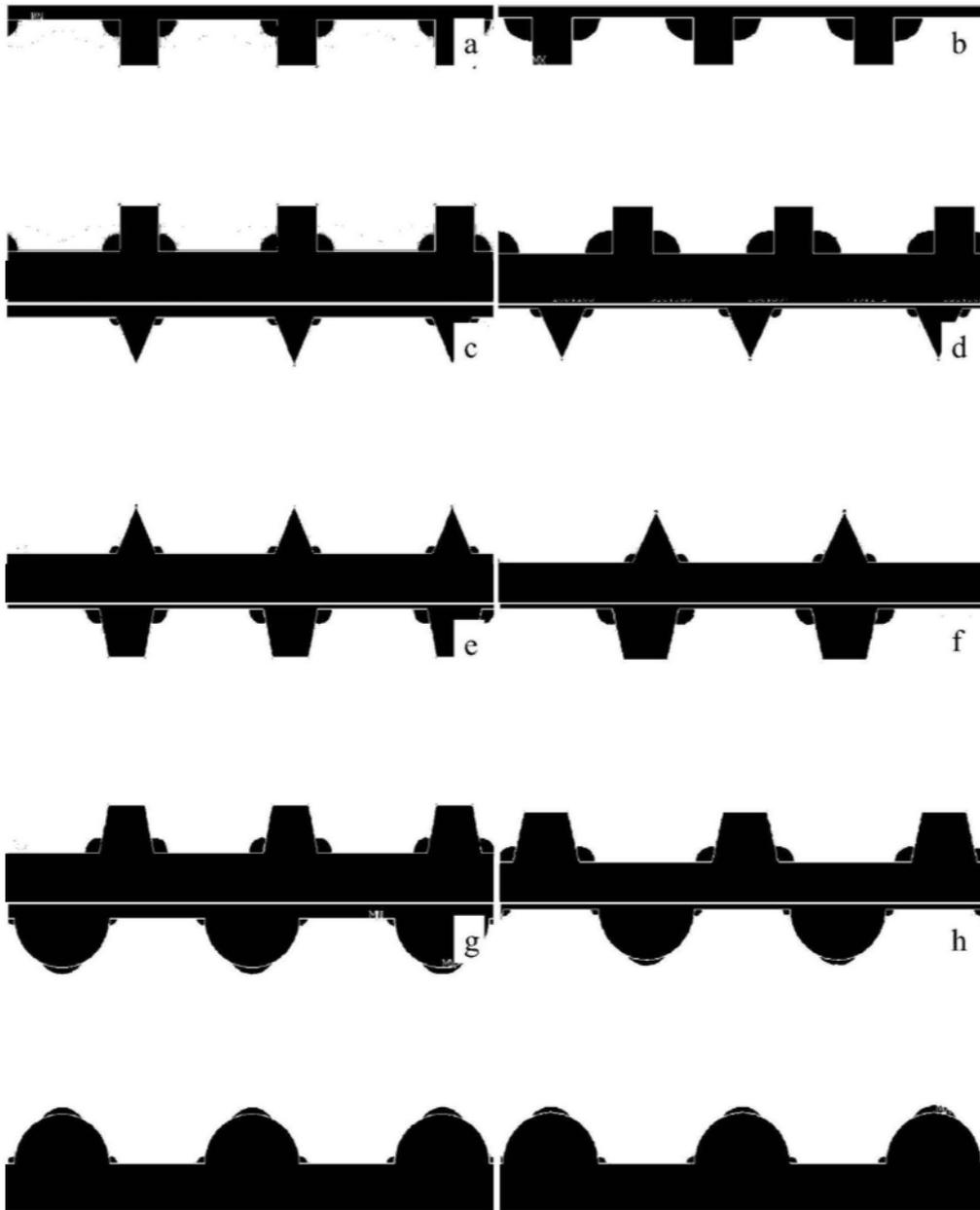


图4