



(21)申请号 201911233648.2

(22)申请日 2019.12.05

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 范亮亮 赵亮 赵宏 赵治

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215

代理人 何会侠

(51) Int. Cl.

B01D 43/00(2006.01)

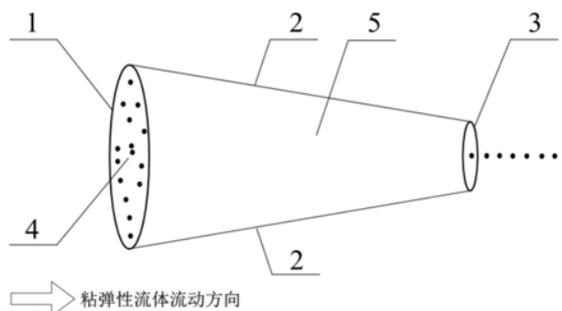
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54)发明名称

基于变截面微通道和粘弹性流体耦合的纳米颗粒富集装置

(57)摘要

基于变截面微通道和粘弹性流体耦合的纳米颗粒富集装置,由入口、出口、侧壁和内部腔体组成;入口与出口的轮廓为封闭曲线;入口面积大于出口面积;在流动方向上,内部腔体横截面逐渐变小;微米或纳米颗粒分散于粘弹性流体中,经入口进入内部腔体,粘弹性流体使颗粒受到指向通道中心的弹性力作用,但其作用较弱,变截面微通道会改变颗粒受到的弹性力方向,并引发指向通道中心的速度分量,使颗粒受到指向通道中心的粘性拖曳力、Saffman力等作用,进一步加速颗粒向通道中心的运动,在变截面微通道和粘弹性流体的耦合作用下,微米或纳米颗粒快速向通道的中心位置运动,最终在微通道的出口实现高效的富集和排列;本发明可实现微米或纳米颗粒的高效富集与排列,在生物医学等领域有重要应用潜力。



1. 基于变截面微通道和粘弹性流体耦合的微纳米颗粒富集装置,由入口(1)、出口(3)、侧壁(2)和内部腔体(5)组成;其特征在于:入口(1)与出口(3)的轮廓为封闭曲线;入口(1)面积大于出口(3)面积;内部腔体(5)为变截面微通道,在流动方向上,横截面逐渐变小;微米或纳米颗粒分散于粘弹性流体(4)中,经入口(1)进入内部腔体(5),粘弹性流体(4)使微米或纳米颗粒受到指向变截面微通道中心的弹性力作用,但其作用较弱,变截面微通道会改变微米或纳米颗粒受到的弹性力方向,并引发指向变截面微通道中心的速度分量,使颗粒受到指向变截面微通道中心的粘性拖曳力和Saffman力作用,进一步加速颗粒向变截面微通道中心的运动,在变截面微通道和粘弹性流体(4)的耦合作用下,最终在变截面微通道的出口(3)处实现高效的富集和排列。

2. 根据权利要求1所述的基于变截面微通道和粘弹性流体耦合的微纳米颗粒富集装置,其特征在于:所述封闭曲线为圆形、正方形、长方形、梯形、三角形及不规则形状。

3. 根据权利要求1所述的基于变截面微通道和粘弹性流体耦合的微纳米颗粒富集装置,其特征在于:所述粘弹性流体(4)为聚氧化乙烯PEO溶液或聚乙烯吡咯烷酮PVP溶液。

基于变截面微通道和粘弹性流体耦合的微纳米颗粒富集装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种颗粒富集装置,具体涉及基于变截面微通道和粘弹性流体耦合的微纳米颗粒富集装置。

背景技术

[0002] 微米或纳米颗粒的高效富集在生物学等领域有着重要的应用价值。如生物学中,将血细胞高效地富集成一条直线,使不同的血细胞依次经过检测区,可获得各类血细胞的种类、数量等信息,对于疾病的早期诊断和病情监测有着重要的意义。另外,在某些疾病的初期,病变细胞或相关纳米级别蛋白浓度较低,对这类微米或纳米颗粒的高效富集有利于提高检测的准确性。目前,针对微米或纳米颗粒富集的方式主要包括主动式和被动式两种。主动式需要外加力场,结构复杂,耗能高。相比之下,被动式颗粒富集方式无需外加力场,单纯依靠流体和颗粒的相互作用,结构简单。但目前被动式颗粒富集精度较低,特别是针对纳米级别颗粒的富集效率极低。因此急需发展针对微米和纳米级别颗粒可以进行高效富集的方法。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种基于变截面微通道和粘弹性流体耦合作用的微纳米颗粒富集装置,能对细胞、病毒、蛋白等微米或纳米级别的颗粒进行高效的富集,具有结构简单、成本低、效率高等优点,在生物学、临床诊断与治疗等领域具有很好的应用前景。

[0004] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0005] 基于变截面微通道和粘弹性流体耦合的微纳米颗粒富集装置,由入口1、出口3、侧壁2和内部腔体5组成;入口1与出口3的轮廓为封闭曲线;入口1面积大于出口3面积;内部腔体5为变截面微通道,在流动方向上,横截面逐渐变小;微米或纳米颗粒分散于粘弹性流体4中,经入口1进入内部腔体5,粘弹性流体4使微米或纳米颗粒受到指向变截面微通道中心的弹性力作用,但其作用较弱,变截面微通道会改变微米或纳米颗粒受到的弹性力方向,并引发指向变截面微通道中心的速度分量,使颗粒受到指向变截面微通道中心的粘性拖曳力、Saffman力等作用,进一步加速颗粒向变截面微通道中心的运动,在变截面微通道和粘弹性流体4的耦合作用下,微米或纳米颗粒逐渐向通道的中心位置运动,最终在微通道的出口3实现高效的富集和排列。

[0006] 所述入口1与出口3的轮廓为封闭曲线,为圆形、正方形、长方形、梯形、三角形或其他不规则形状。

[0007] 所述粘弹性流体4如聚氧化乙烯(PEO)溶液、聚乙烯吡咯烷酮(PVP)溶液等。

[0008] 本发明和现有技术相比较,具有如下优点:

[0009] 1) 颗粒富集效率高。粘弹性流体虽能使颗粒受到指向通道中心的弹性力作用,但其作用较弱。本发明中利用变截面微通道改变微米或纳米颗粒受到的弹性力方向,引发指向变截面微通道中心的速度分量,使微米或纳米颗粒受到指向变截面微通道中心的粘性拖

曳力、Saffman力等作用,加速颗粒向变截面微通道中心的运动,在变截面微通道和粘弹性流体的耦合作用下,微米或纳米颗粒快速向变截面微通道的中心位置运动,最终在变截面微通道的出口实现高效的富集和排列。

[0010] 2) 结构简单。本发明仅需变截面微通道,无需电场、超声场等外加力场对颗粒进行操控,且无需鞘流作用,极大地简化了装置结构。

[0011] 3) 操作容易。本发明仅需结合变截面微通道和粘弹性流体作用,将目标颗粒分散于粘弹性流体中,从变截面微通道的入口通入,便可在微通道出口处实现颗粒的高效富集。

[0012] 4) 颗粒适用范围广。可实现对微米和纳米颗粒的高效富集。

附图说明

[0013] 图1为本发明基于变截面微通道和粘弹性流体耦合作用对颗粒高效富集示意图。

具体实施方式

[0014] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明:

[0015] 如图1所示,本发明基于变截面微通道和粘弹性流体耦合作用的微纳米颗粒富集装置,由入口1、出口3、侧壁2和内部腔体5组成;入口1与出口3的轮廓为封闭曲线;入口1面积大于出口3面积;内部腔体5为变截面微通道,在流动方向上,横截面逐渐变小;微米或纳米颗粒分散于粘弹性流体4中,经入口1进入内部腔体5,粘弹性流体4使微米或纳米颗粒受到指向变截面微通道中心的弹性力作用,但其作用较弱,变截面微通道会改变微米或纳米颗粒受到的弹性力方向,并引发指向变截面微通道中心的速度分量,使微米或纳米颗粒受到指向变截面微通道中心的粘性拖曳力、Saffman力等作用,进一步加速颗粒向变截面微通道中心的运动,在变截面微通道和粘弹性流体4的耦合作用下,微米或纳米颗粒逐渐向变截面微通道的中心位置运动,最终在变截面微通道的出口3实现高效的富集和排列。

[0016] 作为本发明的优选实施方式,本发明中入口1与出口3的轮廓为封闭曲线为圆形、正方形、长方形、梯形、三角形或其他不规则形状。

[0017] 作为本发明的优选实施方式,所述微米或纳米颗粒分散于粘弹性流体4中,粘弹性流体如聚氧化乙烯PEO溶液、聚乙烯吡咯烷酮PVP溶液等。

[0018] 下面以一实施例说明本发明的实施过程:

[0019] 采用本发明对微米或纳米颗粒进行高效富集的具体操作如下,微米或纳米颗粒分散于粘弹性流体4中,粘弹性流体可采用聚氧化乙烯PEO溶液、聚乙烯吡咯烷酮PVP溶液等。含有微米或纳米颗粒的粘弹性流体4经通道的入口1进入内部腔体5,由通道的入口1向通道的出口3运动。粘弹性流体4使微米或纳米颗粒受到指向变截面微通道中心的弹性力作用,但其作用较弱,变截面微通道会改变颗粒受到的弹性力方向,并引发指向变截面微通道中心的速度分量,使颗粒受到指向通道中心的粘性拖曳力、Saffman力等作用,进一步加速颗粒向变截面微通道中心的运动,在变截面微通道和粘弹性流体4的耦合作用下,最终在变截面微通道的出口3处实现纳米颗粒的高效富集。综上,本发明基于变截面微通道和粘弹性流体耦合作用,对微米或纳米级别的颗粒进行高效的富集,具有效率高、结构简单、操作容易、适用性广等优点,在生物医学等领域有着重要的应用潜力。

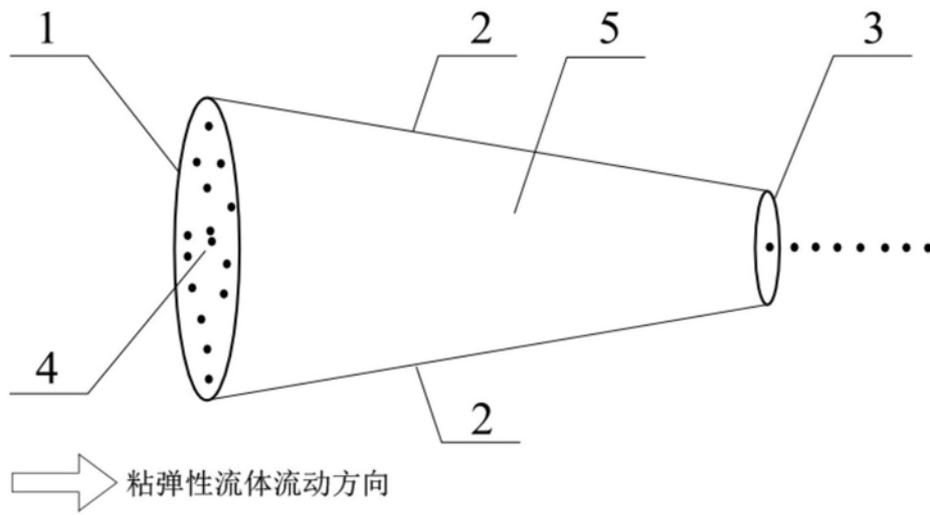


图1