



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103335154 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 02

(21) 申请号 201310295857. 6

(22) 申请日 2013. 07. 15

(71) 申请人 大连海事大学

地址 116026 辽宁省大连市高新区凌海路 1  
号

(72) 发明人 李梦琪 宋永欣 李冬青 潘新祥

(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任  
公司 21212

代理人 安宝贵 李洪福

(51) Int. Cl.

F16K 31/08(2006. 01)

F16K 7/12(2006. 01)

B01L 3/00(2006. 01)

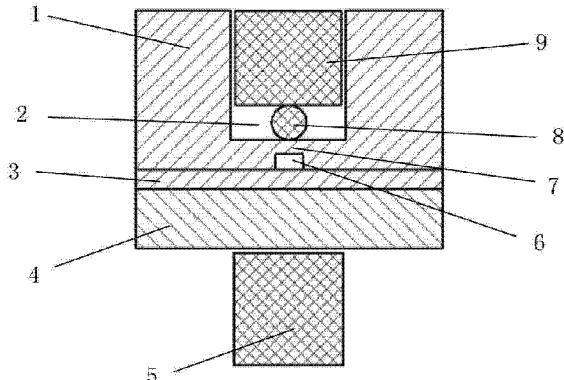
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种集成于微流控芯片上的电磁微阀

(57) 摘要

本发明涉及一种集成于微流体芯片上的顶针式电磁微阀结构。本发明所述的微流控芯片由带有流体通道的芯片和基片组成，其特征在于：所述微阀包括一片永磁铁，一个电磁铁、一个顶针和一个阀座；所述阀座为加工于所述芯片上且位于流体通道上方的下凹孔，阀座底面为PDMS弹性薄膜，且该底面为阀座与流体通道相交的共用壁，阀座的上端与外界相连通；所述顶针设置于阀座底面中心位置处且位于所述流体通道的正上方；所述永磁铁设置于阀座中且位于顶针的正上方；所述电磁铁设置于基片的下方且位于永磁铁的正下方；本发明所提出的电磁微阀能够全自动、快速响应，具有设计简单，操作控制性好，适用范围广，可全自动、程序化实现特定通道流体运输的通断。



1. 一种集成于微流控芯片上的电磁微阀，所述的微流控芯片由带有流体通道(6)的芯片(1)和基片(4)组成，其中芯片(1)材料为PDMS，其中基片(4)为玻璃片；所述基片(4)上旋涂有PDMS涂层(3)，其特征在于：所述微阀包括一片永磁铁(9)，一个电磁铁(5)、一个顶针(8)和一个阀座(2)；所述阀座(2)为加工于所述芯片(1)上且位于所述流体通道(6)上方的下凹孔，所述阀座(2)底面为PDMS弹性薄膜(7)，且该底面为所述阀座(2)与所述微流控芯片流体通道(6)相交的共用壁，所述阀座(2)的上端与外界相连通；所述顶针(8)设置于所述阀座(2)底面中心位置处且位于所述流体通道(6)的正上方；所述永磁铁(9)设置于所述阀座(2)中且位于所述顶针(8)的正上方；所述电磁铁(5)设置于所述基片(1)的下方且位于所述永磁铁(9)的正下方；所述电磁微阀对流体进行控制的方式为“下压式”即所述顶针(8)在所述电磁铁(5)与永磁铁(9)之间的吸力作用下向下运动，压迫阀座(2)底面PDMS弹性薄膜(7)，致使所述阀座(2)底面PDMS弹性薄膜(7)发生形变，进而实现所述流体通道(6)的阻断。

2. 根据权利要求1所述的一种集成于微流控芯片上的电磁微阀，其特征在于：所述PDMS涂层(3)的厚度为0.5-1mm。

3. 根据权利要求1所述的一种集成于微流控芯片上的电磁微阀，其特征在于：所述PDMS弹性薄膜(7)厚度为0-500μm，但不为0。

4. 根据权利要求1所述的一种集成于微流控芯片上的电磁微阀，其特征在于：所述顶针(8)形状为圆柱或球型，其材质选择高弹性模量的金属材料；其尺寸依据上述微流控芯片流体通道(6)的尺寸而定。

5. 根据权利要求1所述的一种集成于微流控芯片上的电磁微阀，其特征在于：所述永磁铁(9)为钕铁硼永磁铁，其形状依据阀座(2)形状而定，其底面尺寸小于阀座0-0.5mm，但不为0。

6. 根据权利要求1所述的一种集成于微流控芯片上的电磁微阀，其特征在于：所述电磁微阀中电磁铁(5)和永磁铁(9)的位置也可以互换。

## 一种集成于微流控芯片上的电磁微阀

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微流体芯片技术领域，具体的说是涉及一种集成于微流体芯片上的顶针式电磁微阀结构。

### 背景技术

[0002] 微流控芯片是以微机电加工技术为基础，通过在芯片上构建复杂的微通道，以可控微流体贯穿整个系统并完成各种生物和化学过程的一种技术。在微流控芯片技术发展早期，芯片毛细管电泳是其主流技术，所用芯片结构简单，功能单一；近年来，微流控芯片开始向功能化、集成化方向飞速发展，诸如DNA扩增反应、免疫反应、细胞裂解等重要的生物和化学过程成为新的热点，而为了研究这些复杂的生物化学反应，通常需要在芯片上制作许多独立、均一的反应池，即构建微反应器阵列。

[0003] 微阀是微流控芯片装置的重要组成部分，主要用来实现流体流量大小的调节、流体通道的启闭以及流体流向的切换。在各种微流控系统中，微阀都有着广泛的应用，例如，微型化学分析系统、生物分析系统、微泵等都需要使用微阀。现有的微阀主要包括气动阀、压电阀、相变阀、扭矩阀等，但是这些阀或制作技术复杂，难以同便携式仪器匹配，或操作繁琐，不利于普通用户使用。

### 发明内容

[0004] 鉴于已有技术存在的各种不足，本发明的目的是要提供一种新型的电磁微阀结构，该结构集成于微流体芯片上，可以简单便捷地控制流路的通断，并且能够根据使用需求，全自动电动控制通道流体输运的通断。

[0005] 为了实现上述目的，本发明的技术方案：

[0006] 一种集成于微流控芯片上的电磁微阀，所述的微流控芯片由带有流体通道的芯片和基片组成，其中芯片材料为PDMS，其中基片为玻璃片；所述基片上旋涂有PDMS涂层，其特征在于：所述微阀包括一片永磁铁，一个电磁铁、一个顶针和一个阀座；所述阀座为加工于所述芯片上且位于所述流体通道上方的下凹孔，所述阀座底面为PDMS弹性薄膜，且该底面为所述阀座与所述微流控芯片流体通道相交的共用壁，所述阀座的上端与外界相连通；所述顶针设置于所述阀座底面中心位置处且位于所述流体通道的正上方；所述永磁铁设置于所述阀座中且位于所述顶针的正上方；所述电磁铁设置于所述基片的下方且位于所述永磁铁的正下方；所述电磁微阀对流体进行控制的方式为“下压式”即所述顶针在所述电磁铁与永磁铁之间的吸力作用下向下运动，压迫阀座底面PDMS弹性薄膜，致使所述阀座底面PDMS弹性薄膜发生形变，进而实现所述流体通道的阻断。

[0007] 所述PDMS涂层的厚度为0.5-1mm。

[0008] 所述PDMS弹性薄膜厚度为0-500μm，但不为0。

[0009] 所述顶针形状为圆柱或球型，其材质选择高弹性模量的金属材料；其尺寸依据上述微流控芯片流体通道的尺寸而定。

[0010] 所述永磁铁为钕铁硼永磁铁,其形状依据视阀座形状而定,其底面尺寸小于阀座0-0.5mm,但不为0。

[0011] 所述顶针在所述电磁铁与永磁铁之间的吸力的作用下向下运动,传递吸力,致使所述阀座底面PDMS弹性薄膜发生形变。

[0012] 所述电磁微阀中电磁铁和永磁铁的位置也可以互换。

[0013] 本发明提出电磁微阀的工作原理为:所述电磁微阀对流体进行控制的方式为“下压式”给电磁铁通电,电磁铁周围产生磁场,吸引永磁铁,顶针传递电磁铁与永磁铁之间的吸力,压迫阀座底面PDMS弹性薄膜,从而实现电磁微阀阻断流体运动的功能;当需要开启通道时,则改变电流方向,使电磁铁产生一个反向磁场,永磁铁在排斥力作用下上移,弹性薄膜在弹力作用下上移开启通道。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果:本发明所提出的电磁微阀能够全自动、快速响应,具有设计简单,操作控制性好,适用范围广,可全自动、程序化实现特定通道流体输运的通断,不会造成通道物理性损伤以及引起内部样品的交叉污染,也不会影响芯片上通道布置等优点。

## 附图说明

[0015] 图1为本发明横向剖视结构示意图;

[0016] 图2为本发明纵向剖视结构示意图;

[0017] 图3为本发明关闭流体通道时的结构示意图;

[0018] 图4为本发明打开流体通道时的结构示意图。

[0019] 图中:1、PDMS芯片,2、阀座,3、PDMS涂层,4、基片,5、电磁铁,6、流体通道,7、PDMS弹性薄膜,8、顶针,9、永磁铁。

## 具体实施方式

[0020] 下面结合附图以及具体的实施例进一步说明本发明的技术方案:

[0021] 如图1、图2所示,本发明提供的集成于微流控芯片上的电磁微阀包括一片永磁铁9,一个电磁铁5、一个顶针8和一个阀座2。所述的微流控芯片包括两层,上层为PDMS芯片1,下层为基片4;基片4上旋涂有PDMS涂层3,该旋涂层厚度为0.5-1mm;阀座2底面为PDMS弹性薄膜7,且该底面为阀座2与所述微流控芯片流体通道6相交的共用壁,该弹性薄膜的厚度可为500μm;阀座的上端与外界相连通;顶针8位于PDMS弹性薄膜7上,对应阀座2中心位置,流体通道6的正上方;永磁铁7放置于阀座2中,对应流体通道6正上方,压在顶针8上方;电磁铁5放置于基片4下方,正对永磁铁9。

[0022] 所述顶针形状可为圆柱或球型,材质可以选择高弹性模量的金属材料,如钢、铁等;其尺寸要视上述微流控芯片流体通道的尺寸而定,较佳的例子为使用圆柱型顶针时,当流体通道宽为80μm,高度为30μm时,可以选择直径为500μm,高度为1-2mm的圆柱座位顶针。

[0023] 所述永磁铁位于所述阀座中,选用钕铁硼永磁铁;所述永磁铁形状要视阀座形状而定,一般为圆柱或长方体;所述永磁铁底面尺寸要小于阀座0-0.5mm,但是不能为0。

[0024] 本发明提供的电磁微阀通过电磁铁5和永磁体9之间的磁力实现对流体通道的通

断控制,如图3所示,当电磁铁5通电时,永磁铁9在磁场的作用下向下运动,永磁铁压迫住顶针8,使顶针8也向下运动,并将压力传递给PDMS弹性薄膜7,促使弹性薄膜7发生相应的弹性变形,该变形使弹性薄膜7紧贴于流体通道6的内壁,导致流体通道6处于完全断路状态;如图4当电磁铁5加反向电压时,永磁铁9在反向磁场的作用下向上运动,抬起顶针8,弹性薄膜7在弹性作用下恢复到初始不受力状态,打开流体通道6,流体通道6处于完全通路状态;因此,通过电磁铁与永磁铁之间的磁力可以精确实现对流体通道的通断控制。

[0025] 利用本发明提供的电磁微阀实现对流体方向的控制时,可通过设置多个电磁微阀,通过选择性的控制电磁铁电流方向实现对微流控芯片中流体方向的控制。

[0026] 上述的电磁微阀中,PDMS弹性薄膜7的厚度可在0~500 $\mu\text{m}$ 的范围内进行调整;通过控制电磁铁线路中的电流大小,还可以精确控制流道中流体的流速;该电磁微阀中电磁铁和永磁铁位置也可以互换,一样能实现控制通断和流量的结果。

[0027] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明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发明揭露的技术范围内,根据本发明的技术方案及其发明构思加以等同替换或改变,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

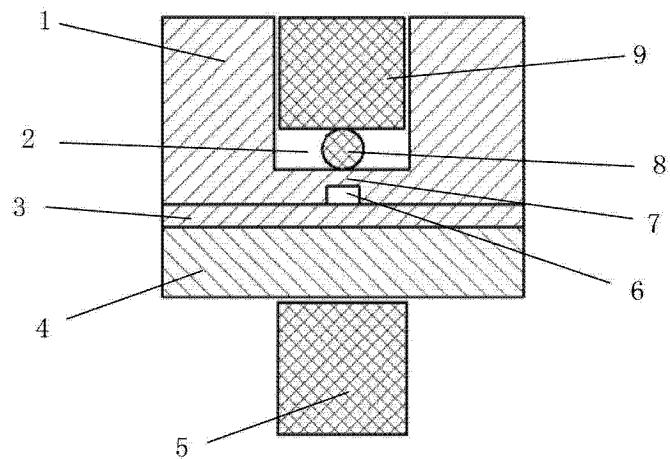


图 1

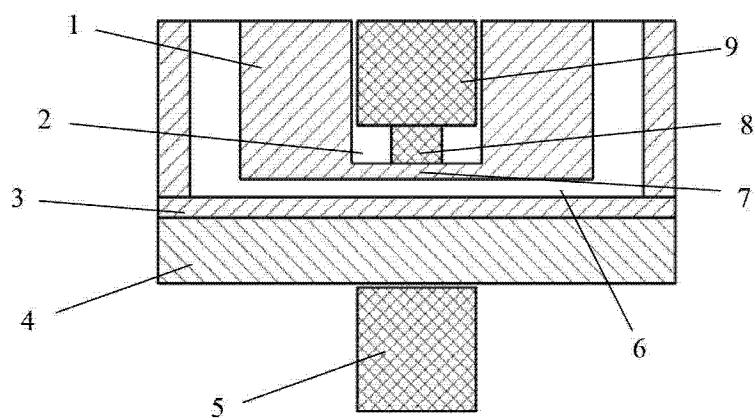


图 2

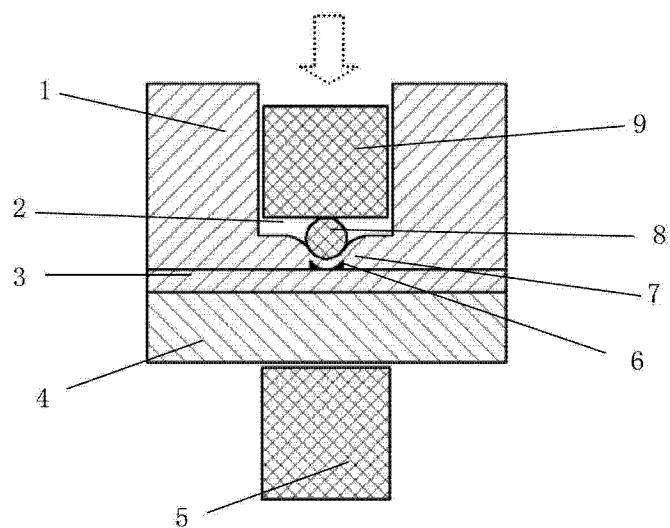


图 3

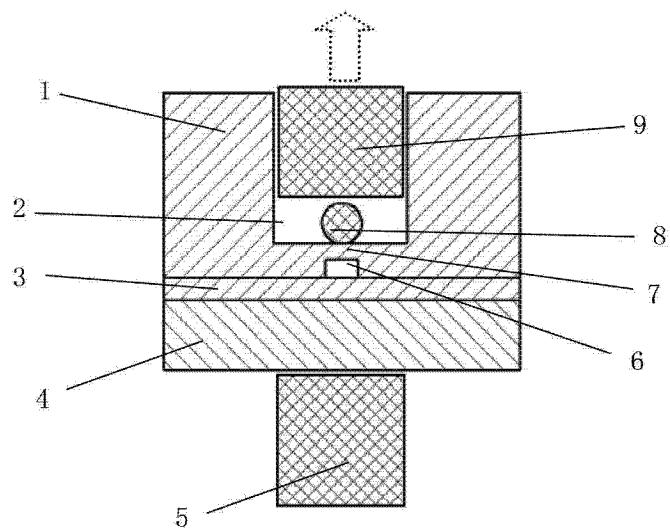


图 4