



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03127060.3

[43] 公开日 2004 年 11 月 3 日

[11] 公开号 CN 1542277A

[22] 申请日 2003.6.4 [21] 申请号 03127060.3
[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所
地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号
[72] 发明人 张 平 吴一辉 韩邦成 王淑荣
鞠 挥 白 兰

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公
司
代理人 梁爱荣

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 气压式微流体输运方法及其器件

[57] 摘要

本发明涉及微量液体输运方法及器件。进气阀 A、泵体 B、排气阀 C 中永磁体与变形膜片连接使磁极方向一致使变形膜片上下位移,在进、排气阀和泵体中产生开关阀口和吸、压气动作;控制泵和进、排气阀的开关时序,使高气压腔产生高压空气推动待输出液体输出;利用驱动电压变换时序固定,计量待输出液体泵送次数得到其输出量。包括注入腔 1、注入孔 2、密封盖 3、高气压腔 4、通道 5、泵腔 6、膜片 7、泵腔 8、永磁体 9、线圈 10、基板 11、常压腔 12、盖板 13、支撑块 14、电源 15。膜片用聚合物材料延长使用寿命。电磁驱动使泵压力增大使阀泄露减小。待输送液体不需经泵腔体和微阀腔体连续流动,泵腔产生高气压将待输出液体直接压出。

1、气压式微流体输运方法，其特征在于：利用进气阀 A、泵体 B、排气阀 C 中的永磁体和变形膜片使永磁体的磁极方向保持一致；

利用永磁体带动变形膜片的相应部位不断产生上下位移，在进气阀 A、排气阀 C 中产生开关阀口的动作，在泵体 B 中产生吸气和压气运动；

在泵体 B 的吸气和压气过程中，控制进气阀 A、排气阀 C 的打开和关闭时序，使得在高气压腔中产生高压空气，利用高压空气推动待输出液体注入腔中的液体输出；

利用电磁线圈、永磁体、进气阀、泵体、排气阀和变形膜片的固定结构，在电磁线圈上施加的电压方向变换时序固定，泵体的每一次吸气和压气运动的排气量相对确定，使得输出液体每一次的泵送量一定，通过计量泵送次数即可得到待输出液体注入腔中液体的输出量。

2、气压式微流体输运器件，包括：液体注入孔 2、密封盖 3、电磁线圈基板 11、盖板 13、支撑块 14、驱动电源 15，其特征在于还包括：待输出液体注入腔 1、高气压腔 4、微通道结构 5、泵腔结构 6、变形膜片 7、泵腔体 8、永磁体 9、电磁线圈 10、常压腔 12，在电磁线圈基板 11 的上表面分别固定安置有进气阀 A、泵体 B、排气阀 C 的电磁线圈 10 和驱动电源 15；电磁线圈 10 的两端与可施加正反两方向偏压的驱动电源 15 相连；在变形膜片 7 的下表面分别固

定安置进气阀 A、泵体 B、排气阀 C 的永磁体 9，在变形膜片 7 与电磁线圈基板 11 之间固定安置有支撑块 14，在变形膜片 7 的本体上制备有两个凸起，变形膜片 7 的上表面与泵腔结构 6 的下表面固定连接，泵腔结构 6 的上表面与微通道结构 5 的下表面固定连接，微通道结构 5 的上表面与盖板 13 的下表面固定连接，在盖板 13 的本体上制备有液体注入孔 2，注入孔 2 与密封盖 3 连接，在微通道结构 5 和泵腔结构 6 的本体上制备有待输出液体注入腔 1。

3、气压式微流体输运器件，其特征在于：变形膜片 7 采用聚合物材料制成。

4、气压式微流体输运器件，其特征在于：电磁线圈 10 采用平面线圈。

气压式微流体输运方法及其器件

技术领域：本发明属于微电子机械系统技术领域，涉及用于微量液体输运微流体执行器件的改进。

背景技术：微流体输运器件包括各种微泵、微阀作为微流体中的主要执行器件已有约二十年的发展历史，其加工技术由金属的普通机械加工方法发展到硅材料的微加工方法。

在驱动方式上相继出现了静电式、压电式、电磁式、形状记忆合金式、磁致伸缩式等。

在结构上出现了蠕动泵、无阀泵、有阀泵等多种形式。

如德国夫郎和费（Fraunhofer）固体技术研究所研制的静电致动微型泵：由静电驱动单元和硅微结构单元构成。

荷兰特文特大学研制的压电致动微型泵，采用压电片驱动玻璃泵膜。以上微泵均为液体泵，适用于液体的连续输送，而不适于微量液体的定量输送。在结构上和工作原理上都有很多缺点，它的静电驱动力很弱，需要较高的驱动电压和很小的电极间距，工艺的误差很可能导致泵无法工作。此外，以往大多数泵和阀的变形膜片均为硅材料制成，变形膜片的使用寿命都较短，阀的泄露量较大。以往的泵多为液体的连续输送而设计，液体需先通过阀和泵腔之后才被输出，这不仅要有较多的待输送液体被用于填充泵腔，而且使阀和泵腔被污染。而对于微量液体的输送更是极为不适用的。

发明创造的内容：为了解决背景技术中变形膜片和阀的使用寿命较短，阀的泄露量较大，且需要较多待输送液体填充泵腔，不适

用于对微量液体输运等问题，本发明利用高压空气推动液体的方法，实现微量液体定量输出的目的，将要提出一种用于微量液体输运并定量输出而设计的新型气压式微流体输运方法及其器件。

本发明利用硅和非硅微加工技术制造气压式微流体输运器件，其输运方法及器件的结构如图1所示。

本发明的微流体输运步骤：

将进气阀A、泵体B、排气阀C中的永磁体安装固定在变形膜片的相应位置，并使永磁体的磁极方向保持一致。

通过驱动电源在电磁线圈上施加偏压，当电磁线圈上电压方向不断变化时，电磁线圈的磁极方向也随之发生变化，从而实现电磁线圈磁极对永磁体的吸引和排斥作用，使永磁体带动变形膜片的相应部位不断产生上下位移，在进气阀A、排气阀C中产生开关阀口的动作，在泵体B中产生吸气和压气运动。

在泵体B的吸气和压气过程中，控制进气阀A、排气阀C的打开和关闭时序，使得在高气压腔中产生高压空气，利用高压空气推动待输出液体注入腔中的液体输出。

利用电磁线圈10、永磁体9、进气阀A、泵体B、排气阀C和变形膜片7的固定结构，在电磁线圈上施加的电压方向变换时序固定，泵体的每一次吸气和压气运动的排气量相对确定，使得输出液体每一次的泵送量一定，通过计量泵送次数即可得到待输出液体注入腔中液体的输出量。

本发明的器件结构：在电磁线圈基板11的上表面分别固定安置有进气阀A、泵体B、排气阀C的电磁线圈10和驱动电源15；电磁线圈10的两端与可施加正反两方向偏压的驱动电源15相连；在变形膜片7的下表面分别固定安置进气阀A、泵体B、排气阀C的永磁

体 9，在变形膜片 7 与电磁线圈基板 11 之间固定安置有支撑块 14，在变形膜片 7 的本体上制备有两个凸起，变形膜片 7 的上表面与泵腔结构 6 的下表面固定连接，泵腔结构 6 的上表面与微通道结构 5 的下表面固定连接，微通道结构 5 的上表面与盖板 13 的下表面固定连接，在盖板 13 的本体上制备有液体注入孔 2，注入孔 2 与密封盖 3 连接，在微通道结构 5 和泵腔结构 6 的本体上制备有待输出液体注入腔 1。

变形膜片 7 采用聚合物材料制成。电磁线圈 10 采用平面线圈。

本发明工作过程：

(a) 泵送准备

打开密封盖 3，通过液体注入孔 2 将待输出液体注入到待输出液体注入腔 1 中，关闭密封盖 3，使之与盖板 13 和注入孔 2 密封。

(b) 泵送过程

为电磁线圈 10 施加电压，使进气阀 A、排气阀 C 关闭，泵体 B 处于压气（排气）位置。改变进气阀 A、泵体 B 的电磁线圈 10 的电压方向，使进气阀 A 打开，同时泵体 B 实现吸气运动。空气通过常压腔 12 和进气阀 A 进入泵腔体 8。

同时改变进气阀 A、泵体 B、排气阀 C 的电磁线圈 10 的电压方向，使进气阀 A 关闭，排气阀 C 打开，泵体 B 进行压气（排气）运动。泵腔体 7 中的空气被压缩，通过排气阀 C 打开的阀口进入高压腔 4。

被压入高压腔 4 的高压气体推动待输出液体注入腔 1 中的待输出液体输出。

排气阀 C 关闭，完成一次泵送运动。

多次重复进行以上泵送运动，可使待输出液体连续输出。

本发明的积极效果：

为了解决背景技术中变形膜片和阀的使用寿命较短，阀的泄露量较大的问题，本发明提出用聚合物材料制作变形膜片，可延长变形膜片的使用寿命。变形膜片本体上的两个凸起，可大大减小阀的泄露量。

采用了驱动力较大的电磁驱动方式，通过平面电磁线圈所产生的电磁力驱动在变形膜片上的永磁体，可使变形膜片产生较大的变形量。本发明利用永磁材料和电磁驱动方式，不仅可以增加泵的压力，还可大大减小阀的泄露。电磁线圈采用平面线圈结构，有利于提高器件的集成度。

本发明提出的气压式微流体运输器件结构可实现微量液体的定量输出，待输送液体不需经过进气阀 A、泵体 B、排气阀 C 构成的泵腔体和微阀腔体，本发明不需要大量待输送液体连续流动输运，对待输送液体的需要量很小，通过泵腔产生的高气压，可将待输出的微量液体由待输出液体注入腔直接压出。解决了背景技术中一般液体泵需要较多待输送液体填充泵腔的问题。例如：将本发明用于微型生化分析仪系统，由于所需待输送液体量（即被测样品）很少，使得试剂量大大减少，因而使用本发明可以降低检测所需的成本、缩短检测所需时间、提高仪器的使用效率。

附图说明：

图 1 是本发明的结构示意图。

具体实施方式如附图所示：主要包括进气阀 A、泵体 B、排气阀 C、储液输出体 D 四部分组成。

进气阀 A 由微通道结构 5、泵腔结构 6、盖板 13、变形膜片 7、永磁体 9、电磁线圈 10、电磁线圈基板 11、支撑块 14、常压腔 12

的整体或部分组成；

泵体 B 由微通道结构 5、泵腔结构 6、盖板 13、变形膜片 7、泵腔体 8、永磁体 9、电磁线圈 10、电磁线圈基板 11 的整体或部分组成；

排气阀 C 由高压腔 4、微通道结构 5、泵腔结构 6、盖板 13、变形膜片 7、永磁体 9、电磁线圈 10、电磁线圈基板 11、的整体或部分组成；

储液输出体 D 由待输出液体注入腔 1、液体注入孔 2、密封盖 3、高压腔 4、微通道结构 5、泵腔结构 6、盖板 13、变形膜片 7、支撑块 14、电磁线圈基板 11 的整体或部分组成；

最佳实施例：

器件材料选择：

密封盖 3、微通道结构 5、泵腔结构 6、盖板 13、电磁线圈基板 11 和支撑块 14 采用透明玻璃、石英、硅或聚合物等材料制成；变形膜片 7 采用聚合物材料制成，例如聚二甲基硅氧烷、SU-8、聚酰亚胺等材料；永磁体 9 采用如钕铁硼等永磁材料；电磁线圈 10 采用铜制成的平面线圈；在驱动电源 15 可接入驱动电压信号。

制作工艺：

1) 微通道层制作工艺：

将硅片进行双面氧化；一次光刻待输出液体注入腔 1 图形； SiO_2 一次刻蚀；Si 一次刻蚀；二次光刻微通道结构 5 图形； SiO_2 二次刻蚀；Si 二次刻蚀。

2) 泵腔层制作工艺：

将硅片进行双面氧化；一次光刻进气阀 A、泵体 B、排气阀 C 图形； SiO_2 一次刻蚀；Si 一次刻蚀； SiO_2 二次光刻泵腔结构 6 图形；

Si 二次刻蚀。

3) 变形膜片制作工艺:

将硅片进行双面氧化; 光刻变形膜片 7 图形; SiO_2 刻蚀; 硅刻蚀; 聚合物变形膜片结构微铸塑; 聚合物变形膜片结构脱模。

4) 电磁线圈制作工艺:

将硅片进行氧化; 一次光刻线圈图形; SiO_2 刻蚀; Si 干法刻蚀; 溅射 Cu 电铸种子层; 二次光刻线圈图形; 电铸线圈; 去胶; 去多余种子层; 引出电极。

5) 键合工艺:

微通道层下表面与泵腔层上表面键合; 微通道层上表面与盖板下表面键合; 泵腔层下表面与聚合物变形膜片结构上表面键合; 永磁体与聚合物变形膜片粘合; 电磁线圈基板上表面与支撑块下表面键合; 聚合物变形膜片下表面与支撑块上表面键合。

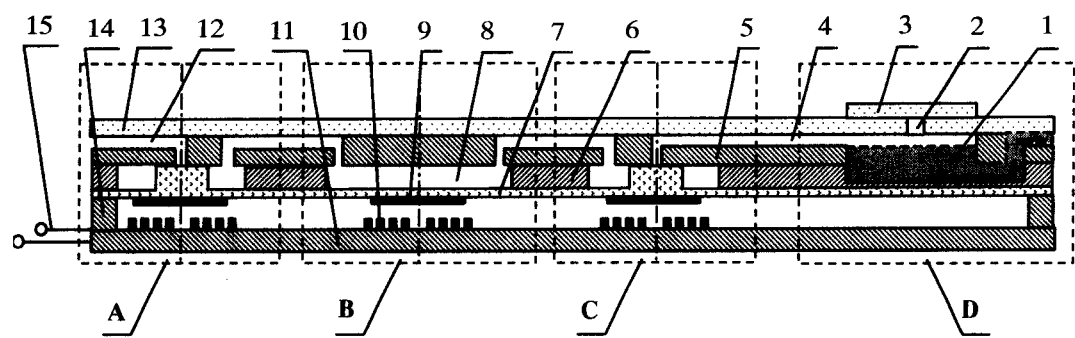


图 1