



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110809359 A

(43)申请公布日 2020.02.18

(21)申请号 201911107993.1

(22)申请日 2019.11.13

(71)申请人 重庆大学

地址 400030 重庆市沙坪坝区沙正街174号

(72)发明人 王代华 彭芸浩

(74)专利代理机构 重庆华科专利事务所 50123

代理人 康海燕

(51)Int.Cl.

H05K 1/02(2006.01)

H05K 7/20(2006.01)

H01L 23/473(2006.01)

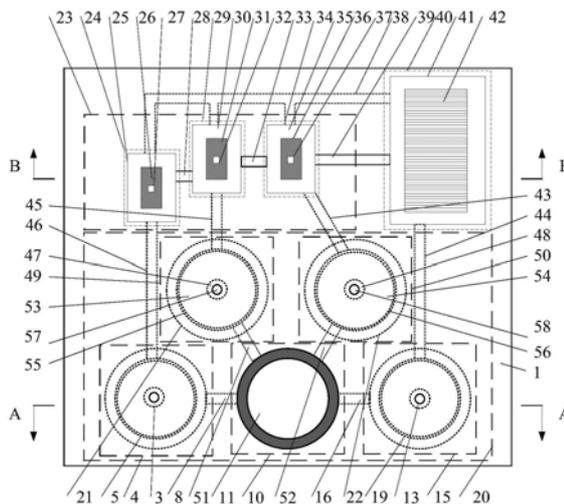
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统

(57)摘要

本发明公开一种集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统。该主动流体散热系统由主动流体控制装置、散热装置和流体冷却装置组成。所有装置都集成于PCB板上,其中主动流体控制装置主要由集成于PCB上的多个具有圆环面边界的主动控制压电流体阀和压电流体泵组成,散热装置主要由多个微流道热沉组成,被散热的电子器件分别放置于微流道热沉上方,热流传感器分别放置于电子器件上方,液体冷却装置主要由储液池及散热鳍片或制冷片组成。该系统适宜于集成于PCB上,可对PCB板上多个不同位置、不同区域的电子元器件进行高效持续地散热,具有精密操控流体流量、流速和流向从而达到实现大功率高热流密度电子元器件热管理的目的。



CN 110809359 A

1. 集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在於:包括PCB基板,集成在PCB基板上的主动流体控制装置、散热装置和流体冷却装置,主动流体控制装置、散热装置和流体冷却装置依次通过流道连接形成闭环,构成液体的自循环;

所述主动流体控制装置是集成于PCB上的压电致动流体泵,控制系统的流体流速、流量和流向;所述压电致动流体泵是由PCB上的泵作用单元和多个压电致动流体阀构成,所述泵作用单元分别通过流道与每个压电致动流体阀连接,所述压电致动流体阀根据需要作为进液阀或出液阀;

所述散热装置包括多个区域散热装置,一个区域散热装置通过流道对应连接一个压电致动流体阀,所述区域散热装置包括集成于PCB上的微流道热沉、焊接于微流道热沉上方的需散热的电子元器件,以及位于电子元器件上的热流传感器,为电子元器件进行热流密度检测及热量吸收;

所述液体冷却装置包括集成于PCB上的储液池及设置其中的散热鳍片或制冷片组成,对携带大功率高热流密度电子元器件热量的冷却液进行降温处理,所述液体冷却装置通过流道分别与各个区域散热装置连接,并通过流道与一个压电致动流体阀连接,并与泵作用单元构成液体的自循环。

2. 根据权利要求1所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在於:所述压电致动流体泵是由PCB上的泵作用单元和多个压电致动流体阀构成,所述泵作用单元分别通过流道与每个压电致动流体阀连接,所述压电致动流体阀根据需要作为进液阀或出液阀;

其中所述泵作用单元由PCB工艺加工的泵腔壁和覆盖并固定在泵腔壁上的压电单晶执行器构成;

所述压电致动流体阀由PCB工艺加工的阀腔壁、阀口部和覆盖并固定在阀腔壁上并开/关阀口的压电单晶执行器构成;所述阀口部的顶面高出阀底部,形成与压电单晶执行器接触的面边界,所述压电单晶执行器通过阀腔壁焊接在PCB上,并与阀口部的面边界贴合或分离,形成开/闭关系,所述阀口部为流体泵的进/出液口;

在PCB基板上焊接PCB接线端子,与压电单晶执行器构成电气连接,通过驱动泵作用单元和压电致动流体阀的压电单晶执行器,使它们有序动作实现流体流量、流速和流向的精确控制功能;

驱动电压采用多路输入信号,每路输入信号分别作用于进液阀、出液阀与泵作用单元的压电单晶执行器,进液阀的压电单晶执行器首先被施加驱动电压,作用于泵作用单元的压电单晶执行器的驱动电压的相位滞后作用于进液阀的压电单晶执行器的驱动电压的相位,作用于出液阀的压电单晶执行器的驱动电压的相位滞后作用于泵作用单元的压电单晶执行器的驱动电压的相位,通过改变作用于进液阀、出液阀与泵作用单元的压电单晶执行器上的驱动电压的幅值、频率和相位,控制压电致动流体泵的流量、流速、流向与背压。

3. 根据权利要求2所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在於:所述压电致动流体泵的泵腔壁和阀腔壁和中心通道是通过PCB工艺加工后焊接在PCB基板上,或者直接在PCB基板上加工形成;

所述通过PCB工艺加工后焊接在PCB基板上的泵腔壁和阀腔壁为环形件,环形件的上下两端面均为全敷铜层,一端面焊接在PCB基板上的敷铜焊盘上,另一端面上焊接压电单晶执

行器,从而形成封闭的泵腔室和阀腔室;

所述直接在PCB基板上加工形成的泵腔壁和阀腔壁是由在PCB基板上运用PCB工艺向下加工出凹槽而形成,或者是在PCB基板上运用PCB工艺将全敷铜层镀高而形成;其中直接在PCB基板上加工形成的泵腔壁还可以是在PCB基板上直接加工出的上下贯通的圆柱形腔,在圆柱形腔的上下两面均覆盖固定压电单晶执行器,该种结构能有效提高压电致动流体泵的泵腔压缩比,提高压电致动流体泵流量。

4. 根据权利要求2所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在于:所述阀口部为圆柱或圆台,并于圆柱或圆台中心加工出中心通孔作为进/出液通道,通过PCB工艺加工后焊接在PCB基板上的敷铜焊盘上,或者直接在PCB基板上加工形成,所述阀口部与PCB基板上的通孔同轴贯通,其面边界与压电单晶执行器配合,形成开/闭两种状态。

5. 根据权利要求2所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在于:所述泵作用单元的泵腔壁和压电致动流体阀的阀腔壁上均开有向外联通的槽口,通过流道连接,所述流道是通过PCB工艺加工后焊接在PCB基板上,或者直接在PCB基板上加工形成。

6. 根据权利要求2所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在于:所述压电单晶执行器由压电陶瓷与基片粘接而成,压电单晶执行器的基片边缘焊接固定在阀腔壁或泵腔壁上,构成固支边结构,压电单晶执行器的负极与系统电源地相连,压电单晶执行器的正极与系统电源正极相连。

7. 根据权利要求2所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在于:所述压电单晶执行器的基片下方加入至少一层基底膜层,根据具体工作场所改变每层结构的材料、厚度、直径等,以此达到改变压电单晶执行器挠度、固有频率等参数。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在于:所述散热装置的微流道热沉为一类微小槽道结构,槽道形状可根据具体散热情况和应用场景的不同灵活选取,可选用矩形结构、波浪形结构、柱状结构、疏-密-疏结构。

9. 根据权利要求1-8任一项所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在于:布置于PCB基板上的散热装置与液体冷却装置可以根据具体散热情况和应用场景的不同灵活的布置于PCB基板的正反两面的任意位置;既可以采用PCB工艺加工出微流道热沉、储液池结构焊接于PCB基板上;也可以直接于PCB基板上开槽形成微流道热沉、储液池结构;也可以采用PCB工艺,将PCB基板的铜层进行沉铜处理,使其高于基板,形成微流道热沉、储液池结构。

10. 根据权利要求1-8任一项所述的集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其特征在于:所述电子元器件的引脚通过焊接于PCB基板上相应位置加工的敷铜焊盘上,使得电子元器件底部位于微流道热沉的上方并与微流道热沉顶部形成无间隙贴合接触。

## 集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于可控制微流体热管理技术领域,具体涉及PCB上主动流体散热系统集成技术。

### 背景技术

[0002] 大功率高热流密度电子元器件(芯片)的热管理问题是未来电子器件发展的核心,是制约电子器件(芯片)发展的关键。随着摩尔定律的逐渐失效,3D集成电子器件(芯片)的出现,电子设备(芯片)朝着小型化和高功率密度方向的持续发展,在性能越来越高的同时,其耗能和散热问题也越来越突出。电子器件(芯片)的热管理已成为保证产品性能和寿命的关键技术。

[0003] 自从1981年斯坦福大学的Tuckerman和Peace首次报道了使用微流道热沉为工具,借助液体的对流传热来对芯片进行热传导的新型散热方法之后的20年间,微流道热沉的发展都极其缓慢,直到进入了21世纪,随着大功率集成电路的快速发展,电子器件的热管理问题越来越突出,微流道热沉作为一种高效集成化的芯片散热手段,重新得到了各国科学家的广泛关注。微流道热沉其整体尺寸为毫米到厘米级,内部流道尺寸为微米级,这就使得微流道热沉具有极高的比表面积,使得其有优异的热传导性。然而目前,微流道热沉散热系统普遍采用外置流体泵进行驱动,需要额外配置驱动流体泵的电源线和输送液体的管路,使得整个系统的集成度较低,而且管路中存在较大的压力损失,造成流体泵的驱动力和控制能力降低,使得大多数基于微流道热沉的芯片散热装置体积相对较大,无法高效集成于芯片上。中国发明专利申请200810069378.1提出一种具有主动精确控制能力的流体泵,能达到极低的流量和极高的控制精度。但其并未公开流体泵与PCB基板、微流道热沉如何高效集成的技术。另外,该流体泵采用的单压电单晶执行器结构形式,限制了泵腔的压缩比,泵流量的提高也受到一定限制,在系统具有多个散热点时,该流体泵无法为大功率电子元器件散热提供更大的流量。

[0004] 由于各国学者在流体泵如何与微流道热沉及其它部件实现集成上未提出一个有效的方案,主流的流体散热系统存在控制能力弱而且集成程度低的问题,并且对于复杂分部于PCB上的多个电子器件,如何对它们工作时产生的局部热点进行有效散热也存在问题。因此,需要在流体散热系统的结构与集成原理做出新的突破。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出一种集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,通过该系统克服流体散热系统各部件的集成难度,使得该主动流体散热系统具有结构紧凑、加工方便、灵活度高,且能可控制地主动对不同区域的大功率高热流密度电子元器件分别进行热管理的特点,提高流体散热系统的控制能力与系统的集成程度。

[0006] 本申请具体采用以下技术方案:

集成于PCB上的可控制多点主动流体散热系统,其包括PCB基板,集成在PCB基板上的主

动流体控制装置、散热装置和流体冷却装置,主动流体控制装置、散热装置和流体冷却装置依次通过流道连接形成闭环,构成液体的自循环;

所述主动流体控制装置是集成于PCB上的压电致动流体泵,控制系统的流体流速、流量和流向;所述压电致动流体泵是由PCB上的泵作用单元和多个压电致动流体阀构成,所述泵作用单元分别通过流道与每个压电致动流体阀连接,所述压电致动流体阀根据需要作为进液阀或出液阀;

所述散热装置包括多个区域散热装置,一个区域散热装置通过流道对应连接一个压电致动流体阀,每个区域散热装置都包括集成于PCB上的微流道热沉、焊接于微流道热沉上方的需散热的电子元器件,以及位于电子元器件上的热流传感器,为电子元器件进行热流密度检测及热量吸收;

所述液体冷却装置包括集成于PCB上的储液池及设置其中的散热鳍片或制冷片组成,对携带大功率高热流密度电子元器件热量的冷却液进行降温处理,所述液体冷却装置通过流道分别与各个区域散热装置连接,并通过流道与一个压电致动流体阀连接,与泵作用单元构成液体的自循环。

[0007] 所述的主动流体控制装置、散热装置和流体冷却装置三者相辅相成,缺一不可,构成高度集成化的可控制多点主动流体散热系统。

[0008] 其中主动流体控制装置在该主动流体散热系统中起着控制流体流速、流量和流向的作用,是整个可控制多点主动流体散热系统的动力源,驱动着整个系统中流体的运动。

[0009] 散热装置主要在该可控制主动流体散热系统中起着为大功率高热流密度电子元器件进行热流密度检测及热管理的作用,同时由放置于大功率高热流密度电子元器件上方的热流传感器实时检测大功率高热流密度电子元器件的热流密度,不断发出控制指令,反馈控制主动流体控制装置的流速、流量和流向,达到针对不同区域的大功率高热流密度电子元器件热管理的目的。该散热装置是整个可控制主动多点流体散热系统的散热核心,该装置的冷却液是通过主动流体控制装置提供。

[0010] 液体冷却装置在该可控制多点主动流体散热系统中起着通过散热装置后将大功率高热流密度电子元器件热量带走的冷却液降温的作用,是整个可控制多点主动流体散热系统的后处理装置,保证了可控制多点主动流体散热系统可以持续正常高效的工作。该可控制多点主动流体散热系统适宜于集成于PCB上,可根据实际需求与不同的运用场景,对PCB板上多个不同位置、不同区域的大功率高热流密度电子元器件进行高效持续地散热,具有精密操控流体流量、流速和流向从而达到实现多路大功率高热流密度电子元器件实时灵活地热管理的目的。

[0011] 具体地,所述压电致动流体泵是由PCB上的泵作用单元和两个压电致动流体阀构成,所述泵作用单元分别通过流道与每个压电致动流体阀连接,所述压电致动流体阀根据需要作为进液阀或出液阀;

其中所述泵作用单元由PCB工艺加工的泵腔壁和覆盖并固定在泵腔壁上的压电单晶执行器构成;

所述压电致动流体阀由PCB工艺加工的阀腔壁、阀口部和覆盖并固定在阀腔壁上并开/关阀口的压电单晶执行器构成;所述阀口部的顶面高出阀底部,形成与压电单晶执行器接触的面边界,所述压电单晶执行器通过阀腔壁焊接在PCB上,并与阀口部的面边界贴合或分

离,形成开/闭关系,所述阀口部为流体泵的进/出液口;

在PCB基板上焊接PCB接线端子,与压电单晶执行器构成电气连接,通过驱动泵作用单元和压电致动流体阀的压电单晶执行器,使它们有序动作实现流体流量、流速和流向的精确控制功能;

驱动电压采用多路输入信号,每路输入信号分别作用于进液阀、出液阀与泵作用单元的压电单晶执行器,进液阀的压电单晶执行器首先被施加驱动电压,作用于泵作用单元的压电单晶执行器的驱动电压的相位滞后作用于进液阀的压电单晶执行器的驱动电压的相位,作用于出液阀的压电单晶执行器的驱动电压的相位滞后作用于泵作用单元的压电单晶执行器的驱动电压的相位,过改变作用于构成微流体阀与泵作用单元的圆盘形压电单晶执行器驱动电压的幅值、频率和相位控制压电致动流体泵的流量、流速、流向与背压,从而达到可控制地对不同区域大功率高热流密度电子元器件热管理的目的。该主动流体控制装置可以根据实际需求及应用场景的不同,控制不同区域的流体阀开闭,完成多路输入或输出的目的,准确高效的将冷却液送至需要散热的大功率高热流密度电子元器件处。

[0012] 所述压电致动流体泵的泵腔壁和阀腔壁和中心通道是通过PCB工艺加工后焊接在PCB基板上,或者直接在PCB基板上加工形成;

具体地,所述通过PCB工艺加工后焊接在PCB基板上的泵腔壁和阀腔壁为环形件,环形件的上下两端面均为全敷铜层,一端面焊接在PCB基板上的敷铜焊盘上,另一端面上焊接压电单晶执行器,从而形成的泵腔室和阀腔室;

优选的,所述直接在PCB基板上加工形成的泵腔壁和阀腔壁是由在PCB基板上运用PCB工艺向下加工出凹槽而形成,或者是在PCB基板上运用PCB工艺将全敷铜层镀高而形成;其中直接在PCB基板上加工形成的泵腔壁还可以是在PCB基板上直接加工出上下贯通的圆柱形腔,在圆柱形腔的上下两面均覆盖固定压电单晶执行器,该种结构能有效提高压电致动流体泵的泵腔压缩比,提高压电致动流体泵的流量。

[0013] 优选的,所述阀口部为圆柱或圆台,并于圆柱或圆台中心加工出中心通孔作为进/出液通道,通过PCB工艺加工后焊接在PCB基板上的敷铜焊盘上,或者直接在PCB基板上加工形成,所述阀口部与PCB基板上的通孔同轴贯通,其面边界与压电单晶执行器配合,形成开/闭两种状态。

[0014] 所述泵作用单元的泵腔壁和压电致动流体阀的阀腔壁上均开有向外联通的槽口,通过流道连接,所述流道是通过PCB工艺加工后焊接在PCB基板上,或者直接在PCB基板上加工形成。

[0015] 所述压电单晶执行器由压电陶瓷与基片粘接而成,压电单晶执行器的基片边缘焊接固定在阀腔壁或泵腔壁上,构成固支边结构,压电单晶执行器的负极与系统电源地相连,压电单晶执行器的正级与系统电源正极相连。

[0016] 所述压电单晶执行器的基片下方加入至少一层基底膜层,根据具体工作场所改变每层结构的材料、厚度、直径等,以此达到改变压电单晶执行器挠度、固有频率等参数。

[0017] 具体地,所述散热装置的微流道热沉为一类微小槽道结构,具有较大宽高比的特点,由于其尺寸微小,因此具有极高的比表面积,是一种理想的大功率高热流密度电子元器件散热结构。槽道形状可根据具体散热情况和应用场景的不同灵活选取,可选用矩形结构、波浪形结构、柱状结构、疏-密-疏结构。

[0018] 布置于PCB基板上的散热装置与液体冷却装置可以根据具体散热情况和应用场景的不同灵活的布置于PCB基板的正反两面的任意位置;既可以采用PCB工艺加工出微流道热沉、储液池结构焊接于PCB基板上;也可以直接于PCB基板上开槽形成微流道热沉、储液池结构;也可以采用PCB工艺,将PCB基板的铜层进行沉铜处理,使其高于基板,形成微流道热沉、储液池结构。

[0019] 所述电子元器件的引脚通过焊接于PCB基板上相应位置加工的敷铜焊盘上,使得电子元器件底部位于微流道热沉的上方并与微流道热沉顶部形成无间隙贴合接触。

[0020] 该PCB上集成可控制多点主动流体散热系统工作时,先由安置于不同区域的大功率高热流密度电子元器件上方的热流传感器实时读出该区域电子元器件的热流密度,并做出判断。当热流密度高于设定值时,此时发出信号,让主动流体控制装置开始工作,通过选择不同的流体阀,将多路电信号输入到主动流体控制装置的相应的流体阀与压电流体泵的圆盘型压电单晶执行器上,使得压电流体泵泵送液体。液体通过连接压电流体泵与微流道热沉的流道,将冷却液运送到微流道热沉中,对需要散热区域的电子元器件进行对流换热,然后将吸热后的冷却液通过连接微流道热沉与储液池的流道,输送至储液池处,再通过安放于储液池上方的散热鳍片或制冷片将冷却液重新冷却,再由连接储液池与压电流体泵的流道将冷却后的冷却液输送至入压电流体泵,进入下一个散热循环。热流传感器实时读出不同区域的电子元器件的热流密度,控制主动流体控制装置对冷却液流速、流量及流向的控制,达到针对不同区域大功率高热流密度电子元器件实时可控制热管理的目的。

[0021] 本发明具有下述优点:

1. 本发明将主动流体控制装置、散热装置和液体冷却装置通过PCB工艺集成于PCB基板上,提高了流体散热系统的集成程度。

[0022] 2. 本发明的主动流体控制装置主要由压电流体泵构成,该流体泵带有多个具有圆环面边界的流体阀构成进液阀和出液阀,由此形成多条流体通道,结构灵活、形式多变。

[0023] 3. 本发明的主动流体控制装置采用一种具有高出阀底面的面边界的流体阀构成进液阀和出液阀,由于一般的阀口不会高出阀底面,只是和阀底面平齐,而本发明采用了具有面边界的圆环形成阀口部,面边界高出阀底面,与压电单晶执行器配合,使得阀不工作时具有极高的止流特性和主动控制流体的能力。

[0024] 4. 本发明的主动流体控制装置中的压电流体泵通过控制流体阀实现双向泵送,改变作用于驱动流体阀和泵作用单元的圆盘型压电单晶执行器的控制信号的频率、幅值、相位关系可以改变微流体泵的流量、流速和流向等状态,配合放置于不同区域的大功率高热流密度电子元器件上方的热流传感器使用,可以高效准确的对不同区域的电子元器件进行可控制实时热管理。

[0025] 5. 本发明加工方便、结构紧凑、形式多变,可以适用于不同场景、不同要求下的不同区域的大功率高热流密度电子元器件的实时可控制散热需求。

## 附图说明

[0026] 图1为具体实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统的结构原理示意图;

图1(a)是图1的A-A剖面图的一种结构;

图1 (b) 是图1的A-A剖面图的第二种结构；

图1 (c) 是图1的A-A剖面图的第三种结构；

图1 (d) 是图1的B-B剖面图；

图2为具体实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统的第一种具体实施结构的PCB基板俯视图；

图2 (a) 为图2中的微流道热沉三维结构图；

图3为具体实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统的第二种具体实施结构中的PCB基板俯视图；

图3 (a) 为图3中的微流道热沉三维结构图；

图4为具体实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统的第三种具体实施结构的PCB基板俯视图；

图4 (a) 为图4中的微流道热沉三维结构图；

图5为具体实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统的第四种具体实施结构的PCB基板俯视图；

图5 (a) 为图5中的微流道热沉三维结构图；

图6为具体实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统的具体实施结构的PCB基板仰视图；

图7为具体实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统的具体实施结构装配体的俯视图；

图8为具体实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统的具体实施结构装配体的仰视图。

## 具体实施方式

[0027] 以下结合附图和实施例对本发明做详细说明：

图1为本实施例的集成于PCB上可控制主动流体散热系统的结构原理示意图。该于PCB上集成可控制主动流体散热系统由焊接与PCB基板1上的主动流体控制装置20，散热装置23和流体冷却装置40构成。其中主动流体控制装置20主要由压电致动流体泵构成，压电致动流体泵由一个圆柱形泵作用单元10和多个具有圆环面边界3、13、47、48的压电致动流体阀4、15、49、50构成，且圆柱形泵作用单元10通过流道8、16、51、52与多个具有圆环面边界的压电致动流体阀4、15、49、50连接。其中圆柱形泵作用单元10由PCB工艺加工的泵作用单元的泵腔壁9和由其固定在泵腔壁9上的圆盘形压电单晶执行器11构成，圆盘形压电单晶执行器11通过由PCB工艺加工出的泵腔壁9安装在PCB基板1上后形成圆柱形泵腔12。具有圆环面边界的压电致动流体阀4(或15或49或50)由PCB工艺加工的流体阀的阀腔壁2(或14或55或56)、由PCB工艺加工的圆环面边界3(或13或47或48)和固定在阀腔壁2(或14或55或56)上的圆盘形压电单晶执行器5(或19或21或22)构成，由PCB工艺在PCB基板1上的圆环柱形阀腔6(或17或53或54)中心加工出圆环面边界3(或13或47或48)，当圆盘形压电单晶执行器5(或19或21或22)通过由PCB工艺加工出的阀腔壁2(或14或55或56)焊接在PCB上后自然与圆环面边界3(或13或47或48)形成微流体边界。圆环面边界的通孔和与其同轴的PCB基板的通孔构成流体泵的进/出液通道7(或18或57或58)。在无驱动电压作用于圆盘形压电单晶执行器

5、19、21、22时,构成流体阀4、15、49、50的圆盘型压电单晶执行器5、19、21、22的底部与圆环面边界3、13、47、48的顶端紧密靠在一起,将圆环柱形阀腔6、17、53、54与进液口7(或18或57或58)、出液口18(或7或58或57)隔开,进液口7(或18或57或58)和出液口18(或7或58或57)被关闭,液体无法从进液口7(或18或57或58)流入到出液口18(或7或58或57),此时即使泵作用单元10工作,流体泵也不工作。圆柱形泵作用单元10与压电致动流体阀4、15、49、50构成集成于PCB上的主动流体散热系统由焊接与PCB基板1上的主动流体控制装置20。集成于PCB上的主动流体散热系统由焊接于PCB基板1上的散热装置23主要由区域1散热装置24、区域2散热装置29和区域3散热装置34构成,它们都由连接主动流体控制装置20的流道46、45、43、微流道热沉25、30、35、大功率高热流密度电子元器件26、31、36和热流传感器27、32、37构成。由主动流体控制装置20送出的冷却液通过流道46、45、43送至微流道热沉25、30、35处,并对大功率高热流密度电子元器件26、31、36进行散热,然后带有大功率高热流密度电子元器件26、31、36热量的冷却液通过连接散热装置23和流体冷却装置40的流道38、39送入流体冷却装置40进行冷却液的冷却与再循环。热流传感器27、32、37通过实时检测大功率高热流密度电子元器件26、31、36的热流密度,通过反馈控制,控制主动流体控制装置20的工作状态,达到控制冷却液流速、流量与流向的目的,最终达到针对大功率高热流密度电子元器件26、31、36实时可控制热管理的目的。流体冷却装置40主要由储液池41与散热鳍片或制冷片42构成,储液池41的功能一是使整个主动流体散热系统形成一个封闭的系统,构成液体的自循环;二是留有较大的液体缓冲空间,使由散热装置23流出的带走大功率高热流密度电子元器件26、31、36热量的冷却液有足够的空间与时间再次冷却,为下一个散热循环做准备。放置于储液池41上方的散热鳍片或制冷片42,起着将由散热装置23流出的带走大功率高热流密度电子元器件26、31、36热量的冷却液再次冷却的作用。整个液体冷却装置40起着保证主动流体散热系统可以持续正常高效工作的作用。

[0028] 图1(a)为图1中主动流体控制装置一种结构的A-A剖视图,在该种结构中主动流体控制装置的结构直接在PCB基板上运用PCB工艺向下加工出凹槽而形成,该结构的主动流体控制装置作功耗降低,流量减小,适用于对流量要求较低,但对工作功耗有严格要求的场合使用。

[0029] 图1(b)为图1中主动流体控制装置第二种结构的A-A剖视图,在该种结构中主动流体控制装置的结构直接在PCB基板上运用PCB工艺向下加工出凹槽而形成,其中泵腔壁是在PCB基板上直接加工出的上下贯通的圆柱形腔,在圆柱形腔的上下两面均覆盖固定压电单晶执行器,压电单晶执行器87便是圆柱形泵腔12的第二个压电单晶执行器,该结构能有效提高压电致动流体泵的泵腔压缩比,提高压电致动流体泵流量。

[0030] 图1(c)为图1中主动流体控制装置第三种结构的A-A剖视图,在该种结构中主动流体控制装置的结构直接在PCB基板上运用PCB工艺将全敷铜层镀高而形成,其中泵腔室12通过流道8、16、85、86与阀腔室6、17相连,该结构能有效提高压电致动流体泵的泵腔压缩比,提高压电致动流体泵流量。

[0031] 图1(d)为图1中散热装置结构和流体冷却装置结构的B-B剖视图。

[0032] 图2为本实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统根据图1的结构原理设计的第一种具体实施结构的PCB基板俯视图。泵作用单元的泵腔12通过流道8、51、52、9于流体阀相连,微流道热沉35、30、26,其中微流道热沉35通过流道38于储液池41相连,

储液池41通过流道44与流体阀15相连。其中微流道热沉35、30、26为矩形结构微流道热沉，具体结构参见图2(a)。

[0033] 图3为本实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统根据图1的结构原理设计的第二种具体实施结构的PCB基板俯视图。泵作用单元的泵腔12通过流道8、51、52、9于流体阀相连，微流道热沉76、77、78，其中微流道热沉76通过流道38于储液池41相连，储液池41通过流道44与流体阀15相连。其中微流道热沉76、77、78为柱状结构微流道热沉，具体结构参见图3(a)。

[0034] 图4为本实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统根据图1的结构原理设计的第三种具体实施结构的PCB基板俯视图。泵作用单元的泵腔12通过流道8、51、52、9于流体阀相连，微流道热沉79、80、81，其中微流道热沉79通过流道38于储液池41相连，储液池41通过流道44与流体阀15相连。其中微流道热沉79、80、81为疏-密-疏结构微流道热沉，具体结构参见图4(a)。

[0035] 图5为本实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统根据图1的结构原理设计的第四种具体实施结构的PCB基板俯视图。泵作用单元的泵腔12通过流道8、51、52、9于流体阀相连，微流道热沉82、83、84，其中微流道热沉82通过流道38于储液池41相连，储液池41通过流道44与流体阀15相连。其中微流道热沉82、83、84为波浪形结构微流道热沉，具体结构参见图5(a)。

[0036] 图6为本实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统根据图1的结构原理设计的具体实施结构的PCB基板仰视图。为了加大散热效果于PCB基板背面设置第二套流体冷却装置，二号储液池61通过流道60与流道38相连，通过流道62于微流道热沉26相连。

[0037] 图7为本实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统根据图1的结构原理设计的具体实施结构装配体的俯视图。流道盖板63、64、65、67、68、70安装于流道44、51、8、16、52、38上。微流道热沉盖板71、72、69安装于微流道热沉26、30、36上。

[0038] 图8为本实施例中发明的一种于PCB上集成可控制主动流体散热系统根据图1的结构原理设计的具体实施结构装配体的仰视图。二号储液池盖板74安装于二号储液池61上。流道盖板73、75安装于流道60、62上。

[0039] 以上各实施例的系统，其在PCB基板上的电装工艺流程如下：

(a) 酒精清洗流体泵基板表面，除去焊盘上的灰尘以及各种污染物，使其具有良好的焊接特性；

(b) 将圆盘型压电单晶执行器焊接于泵腔室与阀腔室的焊盘上；

(c) 将流道盖、微流道热沉盖与储液池盖焊接于相应位置的焊盘上；

(d) 将需要散热的大功率高热流密度电子元器件安置与微流道热沉盖上方，并于电子元器件上方安置热流传感器；

(e) 将散热鳍片或制冷片安放于储液池盖上方；

(f) 将所有需进行电气连接的器件在PCB基板的相应位置进行电气连接，完成可控制主动流体散热系统于PCB基板上的集成。

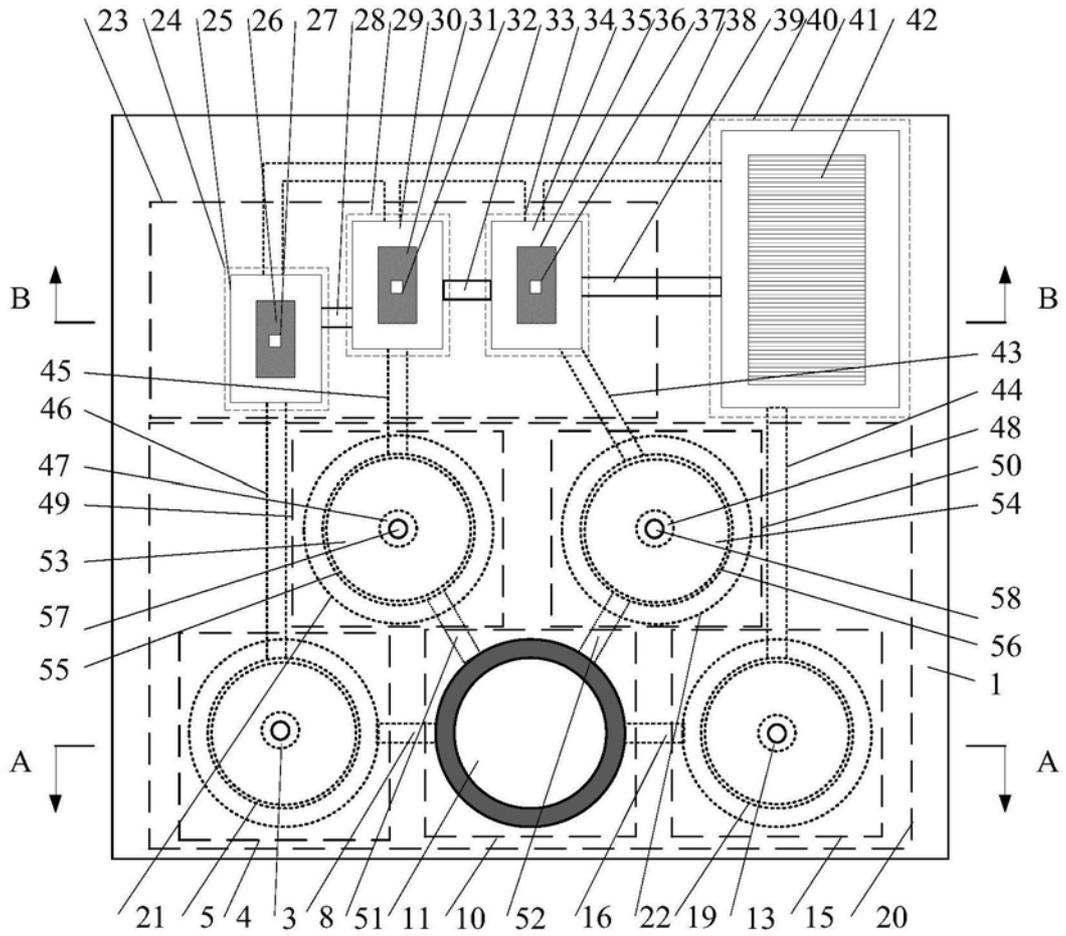


图1

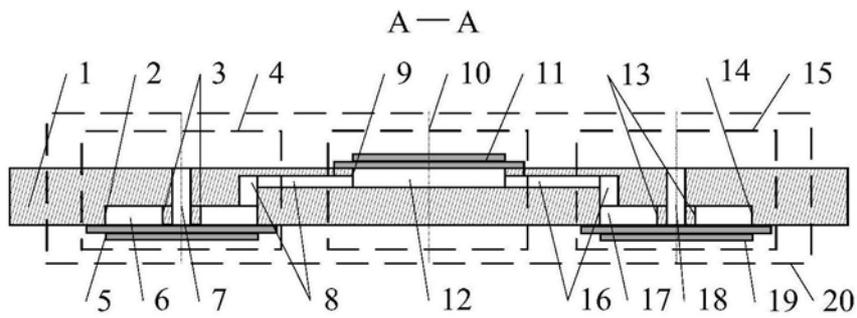


图1(a)

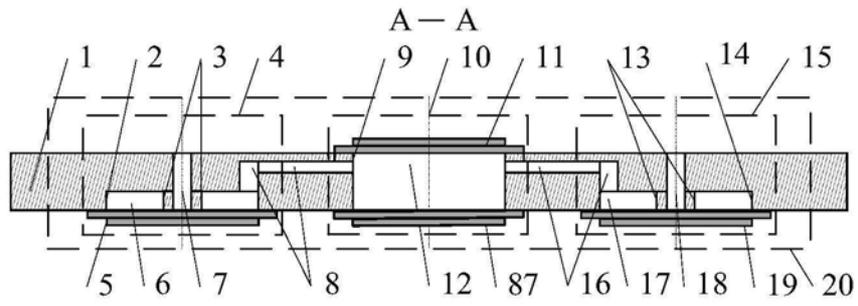


图1 (b)

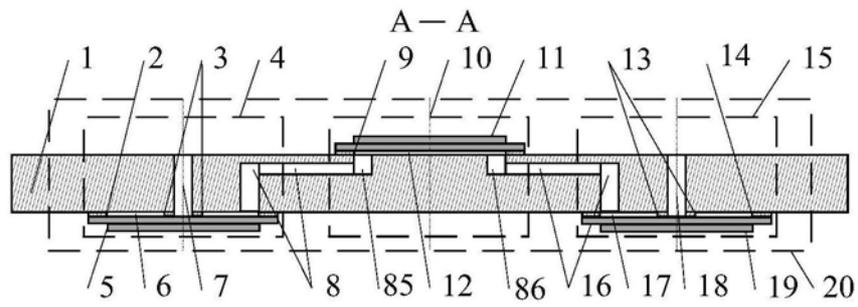


图1 (c)

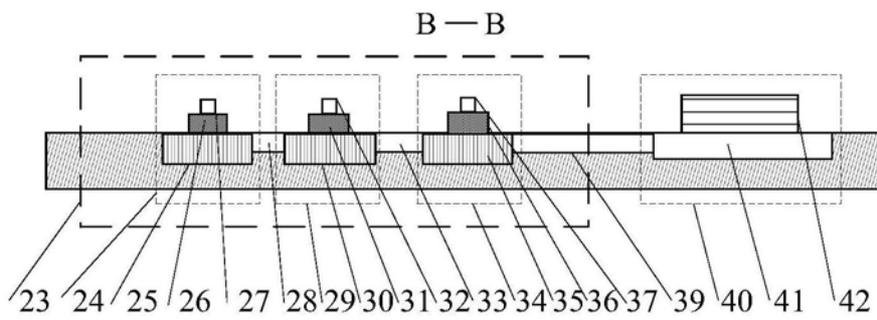


图1 (d)

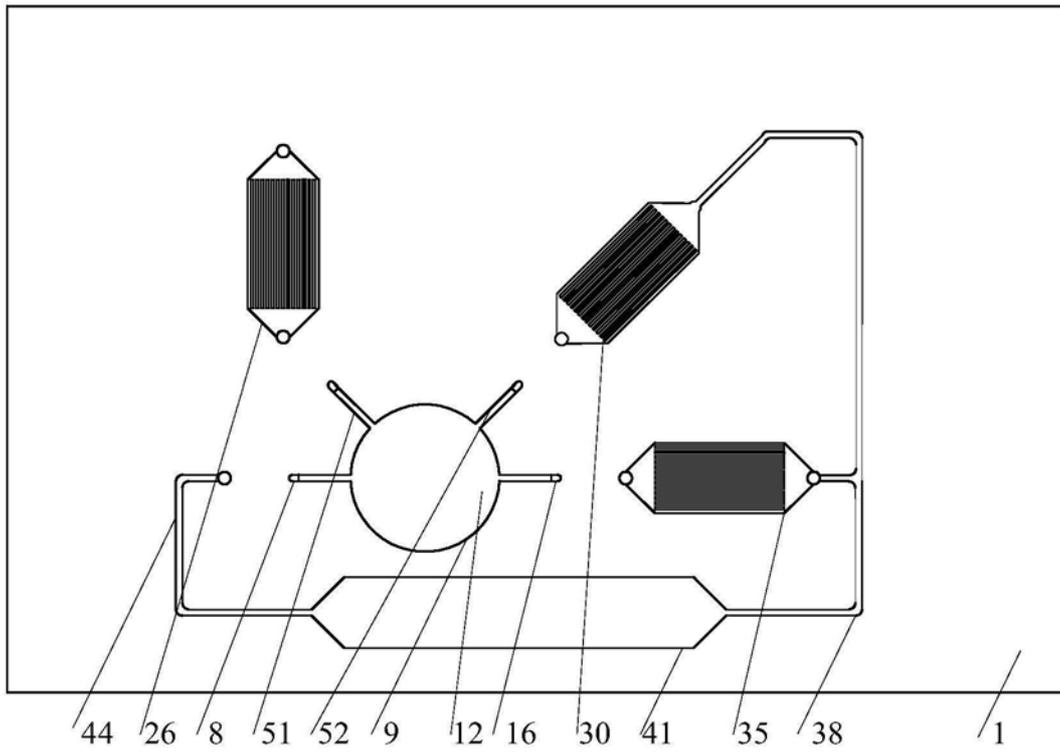


图2

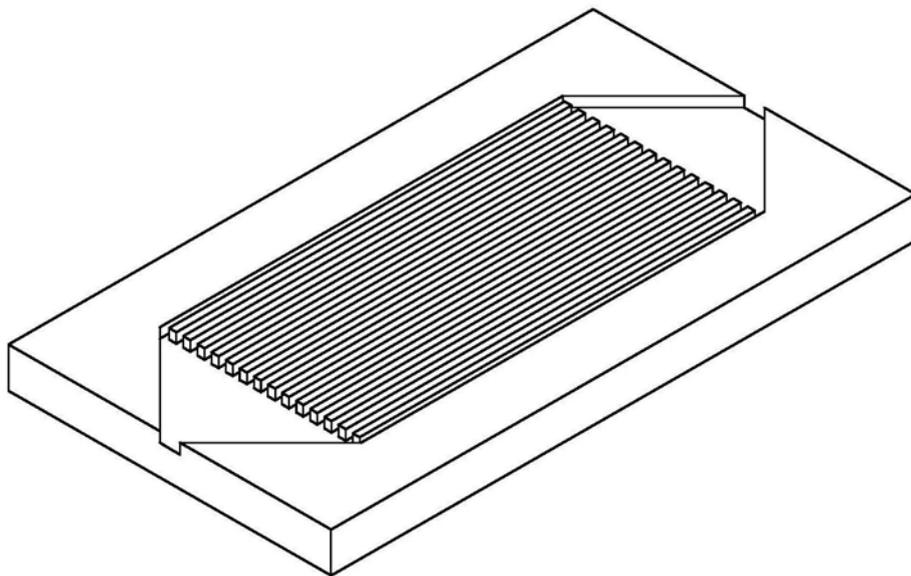


图2(a)

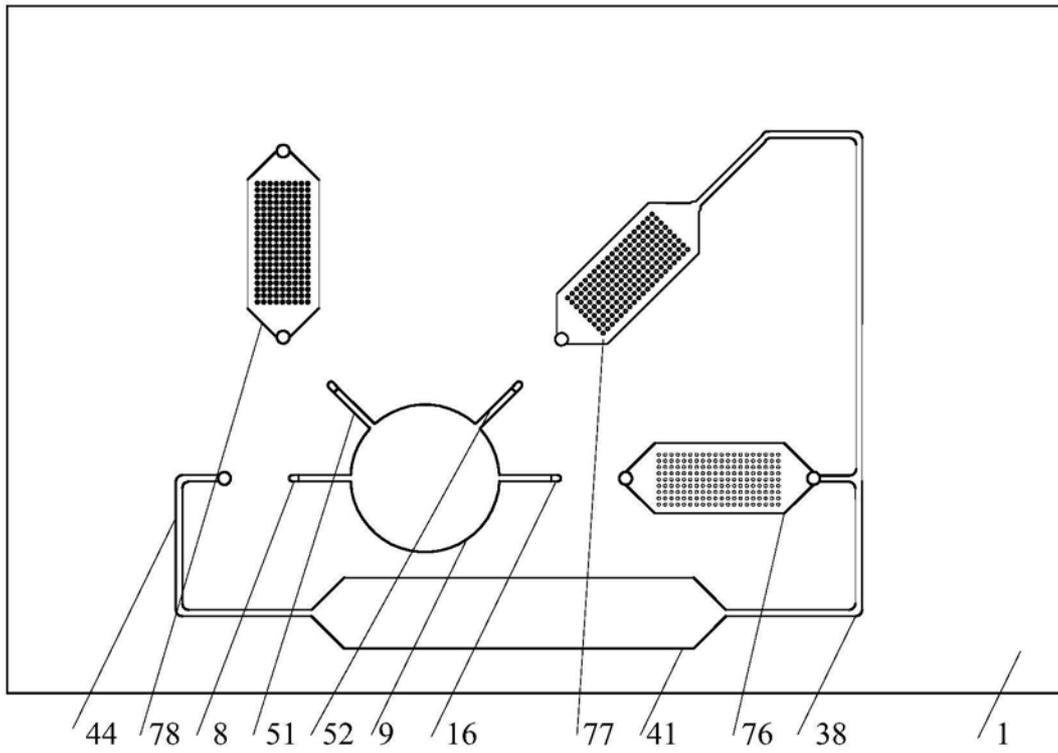


图3

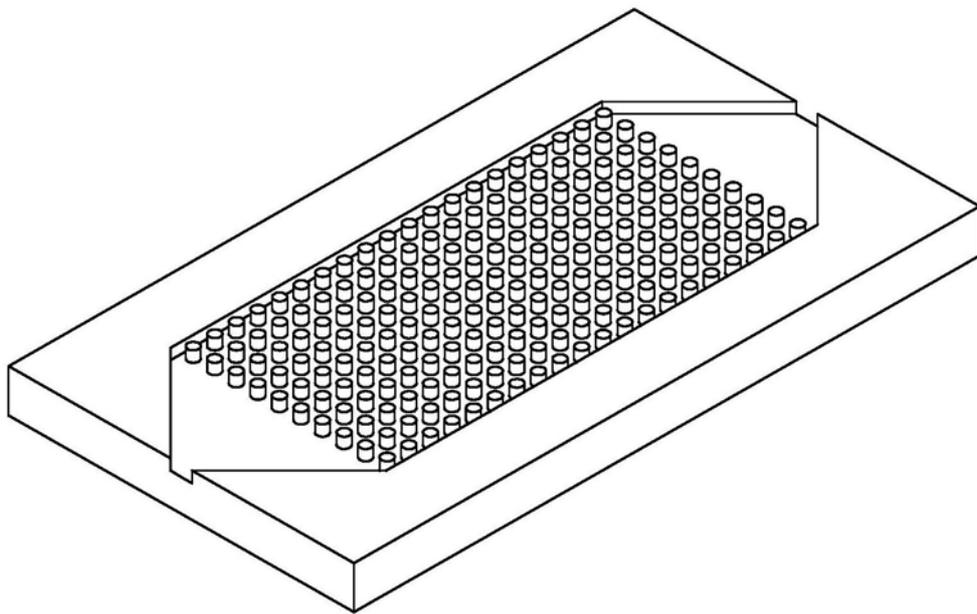


图3(a)

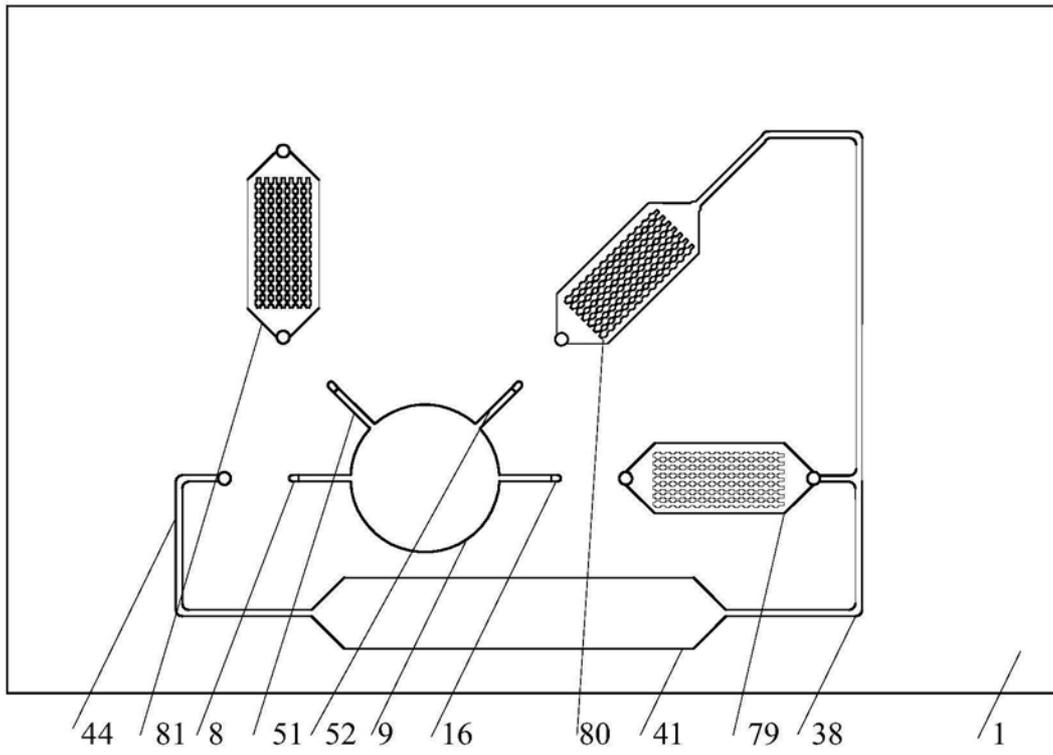


图4

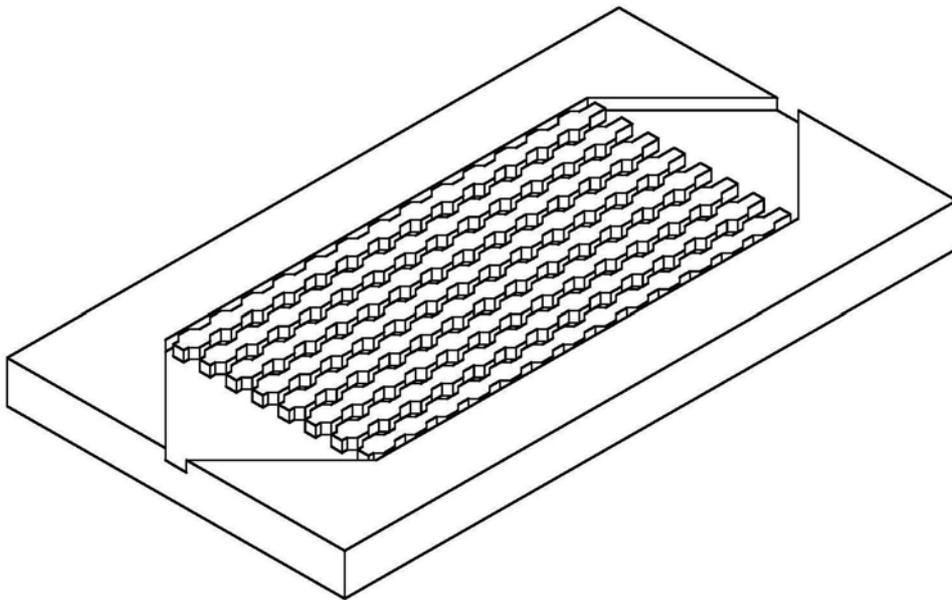


图4(a)

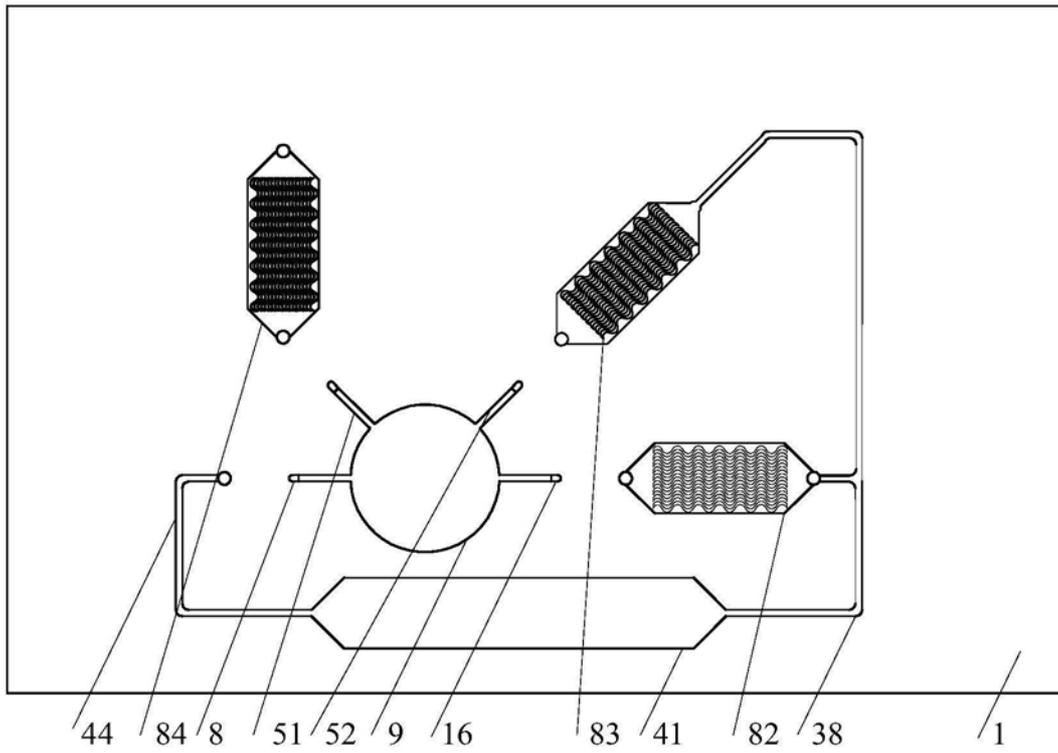


图5

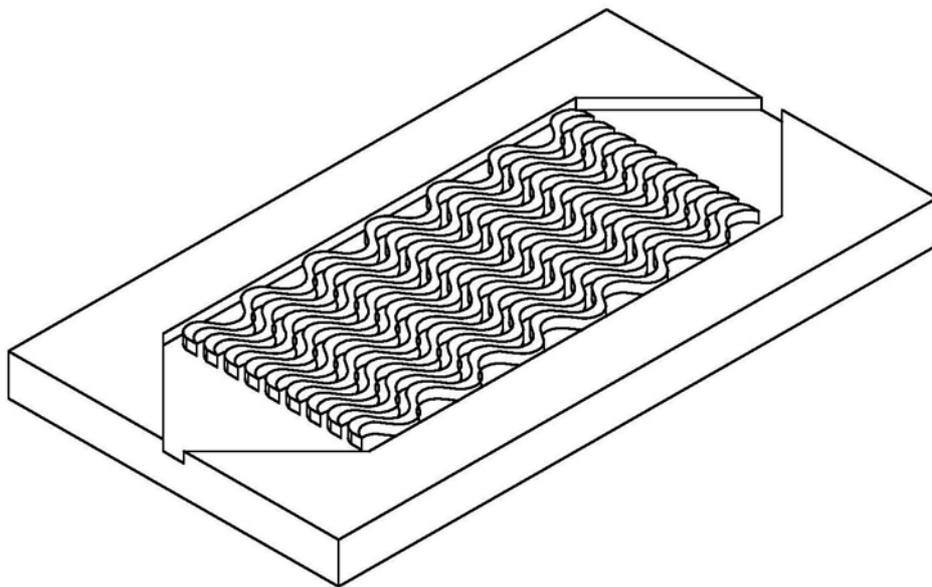


图5(a)

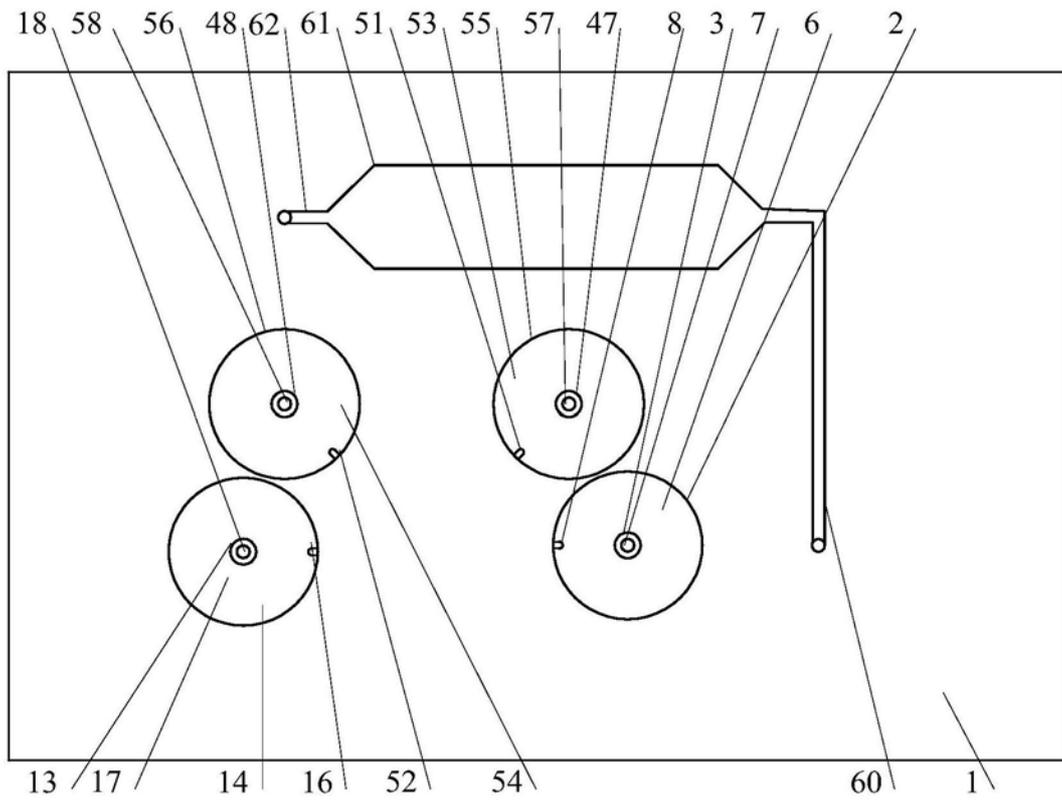


图6

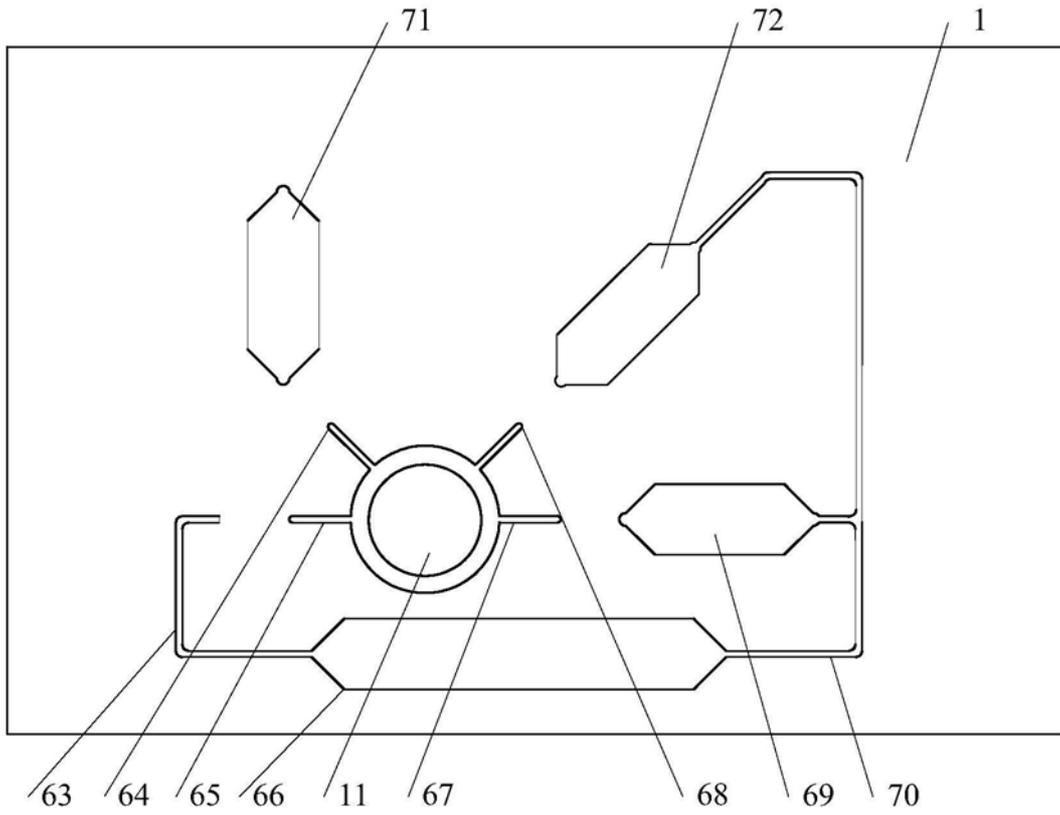


图7

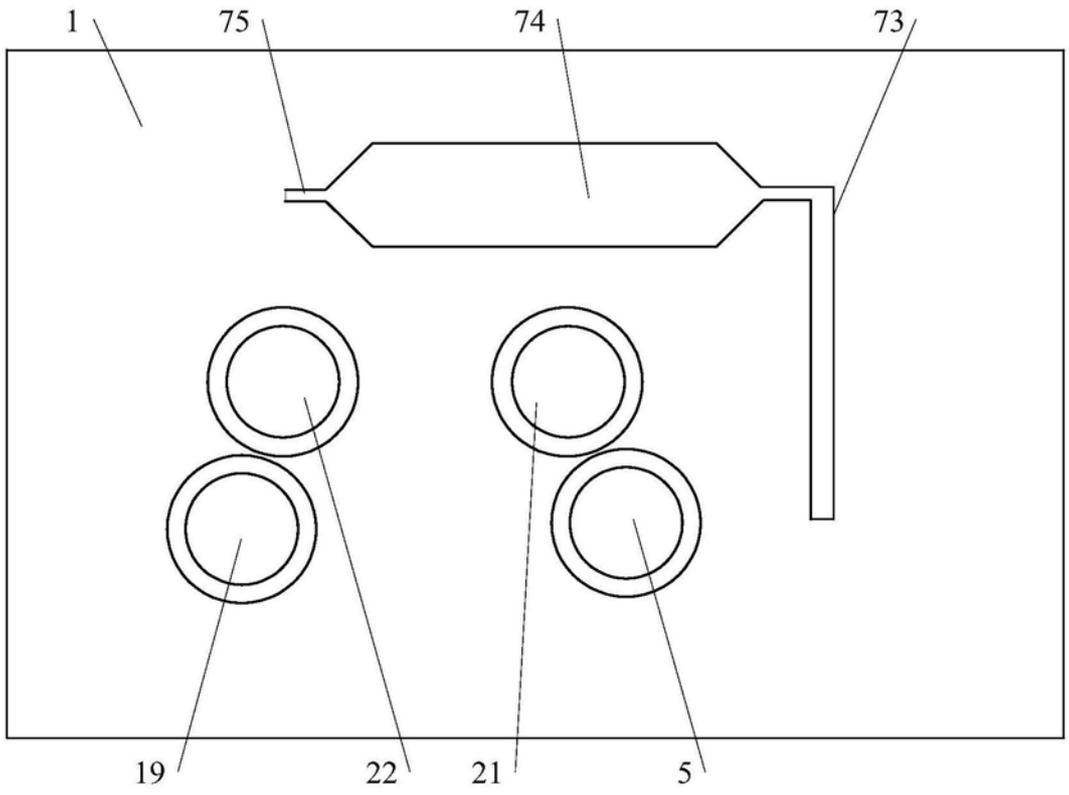


图8