

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200510119010.8

[51] Int. Cl.

G02B 6/26 (2006.01)

G02B 6/32 (2006.01)

G01N 21/00 (2006.01)

B81C 1/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 1 月 17 日

[11] 公开号 CN 1896784A

[22] 申请日 2005.11.24

[21] 申请号 200510119010.8

[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 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 张 平 吴一辉 周连群 李淑娴
刘永顺 王淑荣

[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

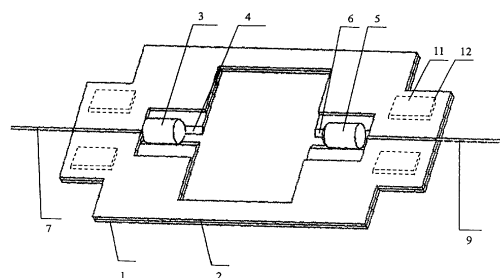
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称

聚合物紫外/可见光准直器集成组件、基片结构及制作

[57] 摘要

本发明涉及聚合物紫外/可见光准直器集成组件、基片模具及制作方法，在第一和第二衬底上制出第一、第二、第三、第四 V 形槽，定位孔和定位销，第一、第二样品杯槽；定位销置入定位孔制成阴模模具；在阴模模具上制成阳模模具后注塑制成与阴模相同的聚合物基片结构；组件和模具由第一和第二衬底或基片；输入、输出透镜；第一、第二、第三、第四 V 形槽；输入、输出光纤；定位销、定位孔、第一、第二样品杯槽组成。解决生化检验波长范围受限问题，在 220-800nm 波长范围，光耦合效率及检验准确性提高。聚合物双层 V 形槽实现了光纤和透镜的精确定位，使制作周期和成本降低，一致性、可靠性提高。



1、聚合物紫外/可见光准直器集成组件基片结构的制作方法，其特征在于制作步骤如下：

a.首先在第一衬底的本体上分别制出第一 V 形槽、第二 V 形槽、多个定位孔和通透的第一样品杯槽；在第二衬底的本体上分别制出第三 V 形槽和第四 V 形槽、多个定位销和通透的第二样品杯槽；

b.再将第二衬底上的多个定位销置入第一衬底上的多个定位孔内并连接，使两个衬底迭层即制成双层 V 形槽结构的阴模模具；

c.用微模塑工艺在双层 V 形槽结构的阴模模具上制出双层 V 形槽结构的阳模模具；

d.再用微模塑工艺在双层 V 形槽结构阳模模具上制成含有第一 V 形槽、第二 V 形槽、第三 V 形槽、第四 V 形槽、第一样品杯槽和第二样品杯槽的基片结构。

2、聚合物紫外/可见光准直器集成组件基片模具结构，其特征在于：由第一衬底（1）、第二衬底（2）、第一 V 形槽（4）、第二 V 形槽（6）、第三 V 形槽（8）、第四 V 形槽（10）、多个定位销（11）、多个定位孔（12）、第一样品杯槽（13）和第二样品杯槽（14）组成，在第一衬底（1）的本体上分别制备有第一 V 形槽（4）、第二 V 形槽（6）、多个定位孔（12）和第一样品杯槽（13）；在第二衬底（2）的本体上分别制备有第三 V 形槽（8）、第四 V 形槽（10）、多个定位销（11）和第二样品杯槽（14）；多个定位销（11）置于多个定位孔（12）中；第一 V 形槽（4）和第二 V

形槽（6）对称分布于第一样品杯槽（13）两侧及多个定位孔（12）的内侧；第三 V 形槽（8）和第四 V 形槽（10）对称分布于第二样品杯槽（14）的外侧并位于多个定位销（11）之间，第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14 通透于第一衬底 1 和第二衬底 2。

3、聚合物紫外/可见光准直器集成组件结构，其特征在于：在基片 15 本体上有输入透镜（3）、第一 V 形槽（4）、输出透镜（5）、第二 V 形槽（6）、输入光纤（7）、第三 V 形槽（8）、输出光纤（9）、第四 V 形槽（10）、第一样品杯槽（13）和第二样品杯槽（14）；输入透镜（3）置于第一 V 形槽（4）中；输出透镜（5）置于第二 V 形槽（6）中；输入光纤（7）置于第三 V 形槽（8）中；输出光纤（9）置于第四 V 形槽（10）中；第一 V 形槽（4）和第二 V 形槽（6）对称分布于第一样品杯槽（13）两侧；第三 V 形槽（8）和第四 V 形槽（10）对称分布于第一样品杯槽（14）的外侧，第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14 通透于基片 15。

聚合物紫外/可见光准直器集成组件、基片结构及制作

技术领域

本发明属于微光机电系统（MOEMS）领域，涉及一种用于微型生化分析仪中紫外/可见光准直器集成组件。

背景技术

生物化学检验是以健康和疾病时的生物化学过程为研究目的，通过测定组织、体液的成分，揭示疾病和药物治疗对机体生物化学过程和组织、体液成分的影响，以提供疾病诊断、病情监测、药物疗效、愈后判断和疾病预防有用信息的一门学科。

近几年检验仪器主要向两个方向发展，一个是具有全自动或半自动化多种分析功能的完善的分析实验室，另一种则为“床边检验”（Point of Care Testing, POC）技术。POC 是一个革命性的技术，微光机电系统技术的引入，使其成为富有创新和挑战性的研究和具有广阔市场前景的产业，它将改变部分仪器生产公司的商业模式，即从生产昂贵的大型仪器转向生产和销售批量化的便携式产品。

从 1941 年世界上第一台分光光度计问世到现在，其性能的不断改进、功能的不断完善，传统生化分析仪的光学检测系统一般由包括光源、透镜、反射镜、棱镜、准直镜、狭缝等一系列复杂的光学元件组成，结构复杂，体积庞大，虽然它们可以满足实验室内的精度科学分析的需要，

但是在实验室以外的应用则受到限制。

自 1990 年 MANZ 等提出 Lab-on-a-chip 的观念后,人们一直在致力于以减小体积、重量、减少试剂和样品用量、降低制造和使用成本等为目的的微流体芯片实验室技术的研究,随着微流体技术的发展,极大的推动了生化分析系统微型化,智能化的进程。用于生化分析的微流体技术主要应具有取样、分离、输运、混合、反应、探测及信号采集与分析几部分组成,其中探测部分多以光探测技术为主,光探测技术具有分析精度高、测量范围大、速度响应快等优点,其工作原理是通过测量光在待测液中的损耗来对待测液进行分析。在微流体中光探测系统的集成度有了极大的提高,用微细加工技术可以将上述复杂光学系统集成成为一个简单的光准直器集成组件。普通的光准直器能够把光纤中发散的光束变成准直光(平行光),同时也可以把准直光以非常小的损耗耦合到光纤中。前期所采用的光准直器组件是由一对带有尾纤的自聚焦透镜组成,先在硅单晶片上采用湿法腐蚀和 ICP 干法刻蚀等工艺制作出一对精确对准的 V 形槽和样品杯槽,再将一对自聚焦透镜在 V 形槽中对准定位便可构成一个光准直器集成组件,测量时将装有待测液的样品杯放置于位于两个自聚焦透镜之间的样品杯槽中,先将光源发出的光由一个自聚焦透镜变为平行光,穿过待测液后,再由另一自聚焦透镜将其会聚耦合接收。

然而上述结构仍存在许多问题,首先,普通自聚焦透镜的工作波长一般为 1310 nm 或 1550 nm,该波长只适合于在光通信技术中应用。而生化分析检验一般需要多指标检测,工作波长在 220 nm ~ 800 nm 范围内,因此,采用普通近红外光纤自聚焦透镜构成准直器组件,只对某单一波

长光的耦合效率最佳，当用于 220 nm ~ 800 nm 多波长范围时，会使通过样品杯光的平行度变差，光的耦合效率降低，极大影响样品生化分析的准确精度；第二，定位用硅片 V 形槽结构需采用硅微细加工技术制作，其加工周期长，工艺复杂，制作成本高，且硅单晶加工的结构较脆易碎，给组装和使用都带来极大不便，降低了器件使用的可靠性。

发明内容

为了解决背景技术中第一，采用普通近红外光纤自聚焦透镜构成准直器组件，只对某单一波长光的耦合效率最佳，当在 220 nm ~ 800 nm 多波长范围内使用时，会使通过样品杯光的平行度变差，光的耦合效率降低，极大影响样品生化分析的准确性；第二，定位用硅片 V 形槽结构制作周期长，工艺复杂，制作成本高，较脆易碎，给组装和使用带来极大不便，降低了器件使用的可靠性等问题，本发明提出一种适用于微型生化检验技术中宽光谱探测的光准直器集成组件结构及其制作方法，本发明的目的在于提高微型生化检验光探测系统中光在 220nm~800nm 波长范围的平行度和光耦合效率，简化光准直器组件的制作工艺，降低制作成本，提高检测精度和使用可靠性。

本发明聚合物紫外/可见光准直器集成组件结构的制备方法步骤是：

a. 首先在第一衬底的本体上分别制出第一 V 形槽、第二 V 形槽、多个定位孔和通透的第一样品杯槽；在第二衬底的本体上分别制出第三 V 形槽和第四 V 形槽、多个定位销和通透的第二样品杯槽；

b. 再将第二衬底上的多个定位销置入第一衬底上的多个定位孔内并连接，使两个衬底迭层即制成双层 V 形槽结构的阴模模具；

c.用微模塑工艺在双层 V 形槽结构的阴模模具上制出双层 V 形槽结构的阳模模具；

d.再用微模塑工艺在双层 V 形槽结构阳模模具上制成含有第一 V 形槽、第二 V 形槽、第三 V 形槽、第四 V 形槽、第一样品杯槽和第二样品杯槽的基片结构。

本发明的优点：（1）为了解决背景技术中普通自聚焦透镜波长范围受限，即只对某单一波长光的耦合效率最佳，当在 220 nm ~ 800 nm 多波长范围内使用时，使通过样品杯光的平行度变差，光的耦合效率降低，极大影响样品生化分析的准确性，为此本发明提出双层 V 形槽组件结构，实现输入光纤、输入透镜、输出透镜、输出光纤的同轴对准和精确定位，并由上述光学元件构成本发明紫外/可见光准直器组件的准直-耦合光学系统，来自输入光纤的光经输入透镜准直后变为平行光，平行光通过样品杯后，再由输出透镜会聚耦合进入输出光纤而导出。由于本发明采用上述光学系统就解决了背景技术只对某单一波长光的耦合效率最佳，当用于多波长时，其耦合效率很低的问题，可获得高信噪比，提高 220nm~800nm 波长范围内光的耦合效率、生化分析检验精度，满足了微型生化分析技术多指标检验的需要，同时也为发展迅速的微流体系统提供一种通用的光学分析平台。

（2）为了解决背景技术中定位用硅片 V 形槽结构制作周期长，工艺复杂，制作成本高，较脆易碎，给组装和使用带来极大不便，降低了器件使用的可靠性等问题，本发明的方法提出使用硅材料制作硅模具结构，利用模具制备和微模塑工艺制作聚合物材料微型光准直器中的基片结

构,采用聚合物材料的价格低廉、加工工艺简单,使制作周期和成本极大降低,与硅材料相比,采用聚合物材料可使制作周期可缩短十几倍,成本至少可降低 100 倍以上。由于利用硅模具和微模塑工艺,可使本发明 V 形槽结构加工的一致性大大提高,同时还可以提高光学元件的对准精度。利用聚合物材料良好的韧性和刚度,解决了硅材料 V 形槽结构较脆易碎的问题,使得本发明更有利于提高器件使用时的可靠性。

附图说明:

图 1 是本发明组件结构的实施例立体示意图

图 2 是本发明模具结构的实施例立体示意图

图 3 是本发明制作工艺的实施例流程图

具体实施方式:

实施例 1:

本发明提出的聚合物紫外/可见光准直器集成组件基片结构的制作方法如图 3 所示。

(1) 用微机械硅加工技术中光刻、湿法刻蚀等工艺,选用 $380\mu\text{m}$ 厚双面抛光并氧化的 Si 单晶片,在 Si 单晶片正面制出宽度为 2.16mm 的第一 V 形槽 4 和第二 V 形槽 6;再用光刻、干法刻蚀等工艺,在 Si 单晶片正面制出四个边长为 $2\text{mm}\times 3\text{mm}$ 的矩形定位孔 12,定位孔 12 的深度 0.1mm ,第一样品杯槽 13 通透并位于 Si 单晶片中心,第一样品杯槽 13 采用矩形结构。制成含有第一 V 形槽 4、第二 V 形槽 6、四个定位孔 12 和第一样品杯槽 13 的第一衬底 1,如图 3 (a)。

(2) 用微机械硅加工技术中光刻、湿法刻蚀等工艺,选用 $500\mu\text{m}$ 厚

双面抛光并氧化的 Si 单晶片，在 Si 单晶片正面制出宽度为 0.29mm 的第三 V 形槽 8 和第四 V 形槽 10，再用光刻、干法刻蚀工艺，在 Si 单晶片背面制出四个边长为 2mm×3mm 的矩形定位销 11，定位销 11 的高度为 0.1mm，第二样品杯槽 14 穿透并位于 Si 单晶片中心，第二样品杯槽 14 采用多边形结构。制成含有第三 V 形槽 8、第四 V 形槽 10、四个定位销 11 和第二样品杯槽 14 的第二衬底 2，如图 3 (b)。

(3) 将第二衬底 2 背面的四个定位销 11 置于第一衬底 1 正面的四个定位孔 12 中固定粘接，得到由第一衬底 1 和第二衬底 2 构成的含有第一 V 形槽 4、第二 V 形槽 6、第三 V 形槽 8、第四 V 形槽 10、第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14 的阴模模具，如图 3 (c)。

(4) 用微模塑工艺在阴模模具上浇注聚二甲基硅氧烷，真空脱气并固化后脱模制成聚二甲基硅氧烷材料阳模模具，如图 3 (d)。

(5) 用微模塑工艺在聚二甲基硅氧烷材料阳模模具上浇注环氧树脂，真空脱气并固化后脱模得到由环氧树脂材料制成的含有第一 V 形槽 4、第二 V 形槽 6、第三 V 形槽 8、第四 V 形槽 10、第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14 的基片结构，如图 3 (e)。

实施例 2:

可利用本发明提出的聚合物紫外/可见光准直器集成组件结构的制作方法制造基片结构模具，如图 2 所示：由第一衬底 1 和第二衬底 2，第一 V 形槽 4、第二 V 形槽 6、第三 V 形槽 8、第四 V 形槽 10、多个定位销 11、多个定位孔 12、第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14 组成，在第一衬底 1 的本体上分别制备有第一 V 形槽 4、第二 V 形槽 6、多个定位

孔 12 和第一样品杯槽 13，在第二衬底 2 的本体上分别制备有第三 V 形槽 8、第四 V 形槽 10、多个定位销 11 和第二样品杯槽 14，多个定位销 11 置于多个定位孔 12 中，第一 V 形槽 4 和第二 V 形槽 6 对称分布于第一样品杯槽 13 两侧及多个定位孔 12 的内侧；第三 V 形槽 8 和第四 V 形槽 10 对称分布于第二样品杯槽 14 的外侧并位于多个定位销 11 之间，第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14 通透于第一衬底 1 和第二衬底 2。

第一衬底 1、第二衬底 12、第一 V 形槽 4、第二 V 形槽 6、第三 V 形槽 8、第四 V 形槽 10、多个定位销 11、多个定位孔 12、第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14 采用 Si 单晶片。多个定位销 11 与多个定位孔 12 相配合使用。第一样品杯槽 13 采用矩形结构。第二样品杯槽 14 采用多边形结构。

实施例 3:

可以利用本发明提出的聚合物紫外/可见光准直器集成组件结构的制作方法制造组件结构，如图 1 所示：由输入透镜 3、第一 V 形槽 4、输出透镜 5、第二 V 形槽 6、输入光纤 7、第三 V 形槽 8、输出光纤 9、第四 V 形槽 10、第一样品杯槽 13、第二样品杯槽 14 和基片 15 组成，基片 15 本体上输入透镜 3、第一 V 形槽 4、输出透镜 5、第二 V 形槽 6、输入光纤 7、第三 V 形槽 8、输出光纤 9、第四 V 形槽 10、第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14，输入透镜 3 置于第一 V 形槽 4 中，输出透镜 5 置于第二 V 形槽 6 中，输入光纤 7 置于第三 V 形槽 8 中，输出光纤 9 置于第四 V 形槽 10 中，第一 V 形槽 4 和第二 V 形槽 6 对称分布于第一样品杯槽 13 两侧；第三 V 形槽 8 和第四 V 形槽 10 对称分布于第二样品杯槽 14

的外侧，第一样品杯槽 13 采用矩形结构与第二样品杯槽 14 采用多边形结构为一体相匹配使用，第一样品杯槽 13 和第二样品杯槽 14 通透于基片 15。

第一 V 形槽 4、第二 V 形槽 6、第三 V 形槽 8、第四 V 形槽 10、第一样品杯槽 13、第二样品杯槽 14 和基片 15 采用环氧树脂材料；输入透镜 3 和输出透镜 5 采用远紫外光学石英玻璃材料制成；输入光纤 7 和输出光纤 9 采用熔融石英材料。

第一 V 形槽 4 和第二 V 形槽 6 采用相同形状的 V 形槽，V 形槽的尺寸根据实际使用输入光纤 7 和输出光纤 9 尺寸来确定；第三 V 形槽 8、第四 V 形槽 10 采用相同形状的 V 形槽，V 形槽的尺寸根据实际使用输入透镜 3 和输出透镜 5 尺寸来确定；第一样品杯槽 13 采用矩形结构。第二样品杯槽 14 采用多边形结构。例如一个实施例中输入透镜 3 的直径可以采用 2.2mm，第一 V 形槽 4 的宽度可以采用 2.16mm；输出透镜 5 的直径可以采用 2.2mm，第二 V 形槽 6 的宽度可以采用 2.16mm；输入光纤 7 的直径可以采用 0.22mm，第三 V 形槽 8 的宽度可以采用 0.29mm；输出光纤 9 的直径可以采用 0.22mm，第四 V 形槽 10 的宽度可以采用 0.29mm。

本发明的聚合物紫外/可见光准直器集成组件结构原理：光信号由输入光纤 7 出射后经输入透镜 3 准直变为平行光，该平行光通过样品杯后，再由输出透镜 5 会聚并耦合进入输出光纤 9，再由输出光纤 9 将光导出。

上述实施例仅仅是本发明的一部分，除了上述实施例以外，属于本发明范畴的其它具体实施方式，在这里没有进行具体描述。

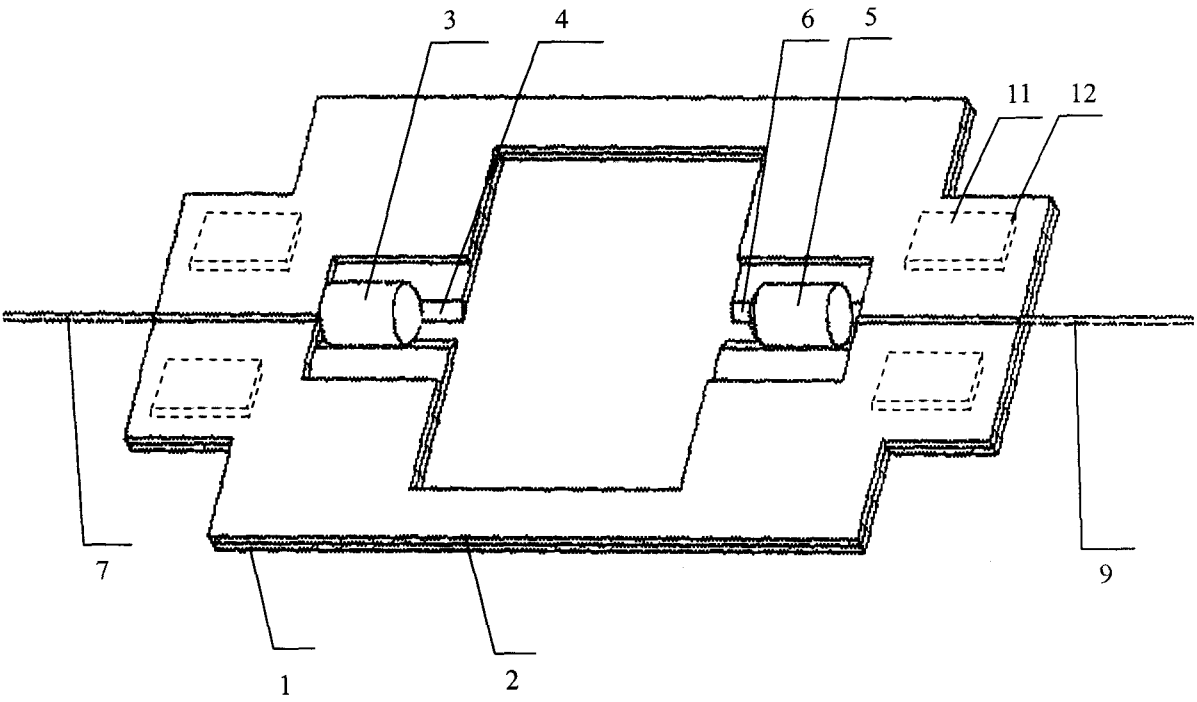


图 1

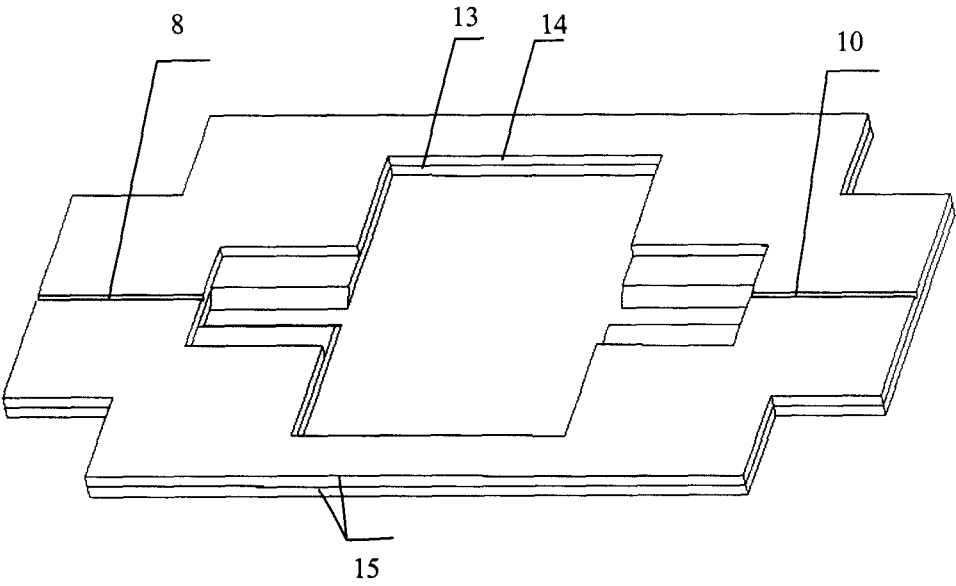


图 2

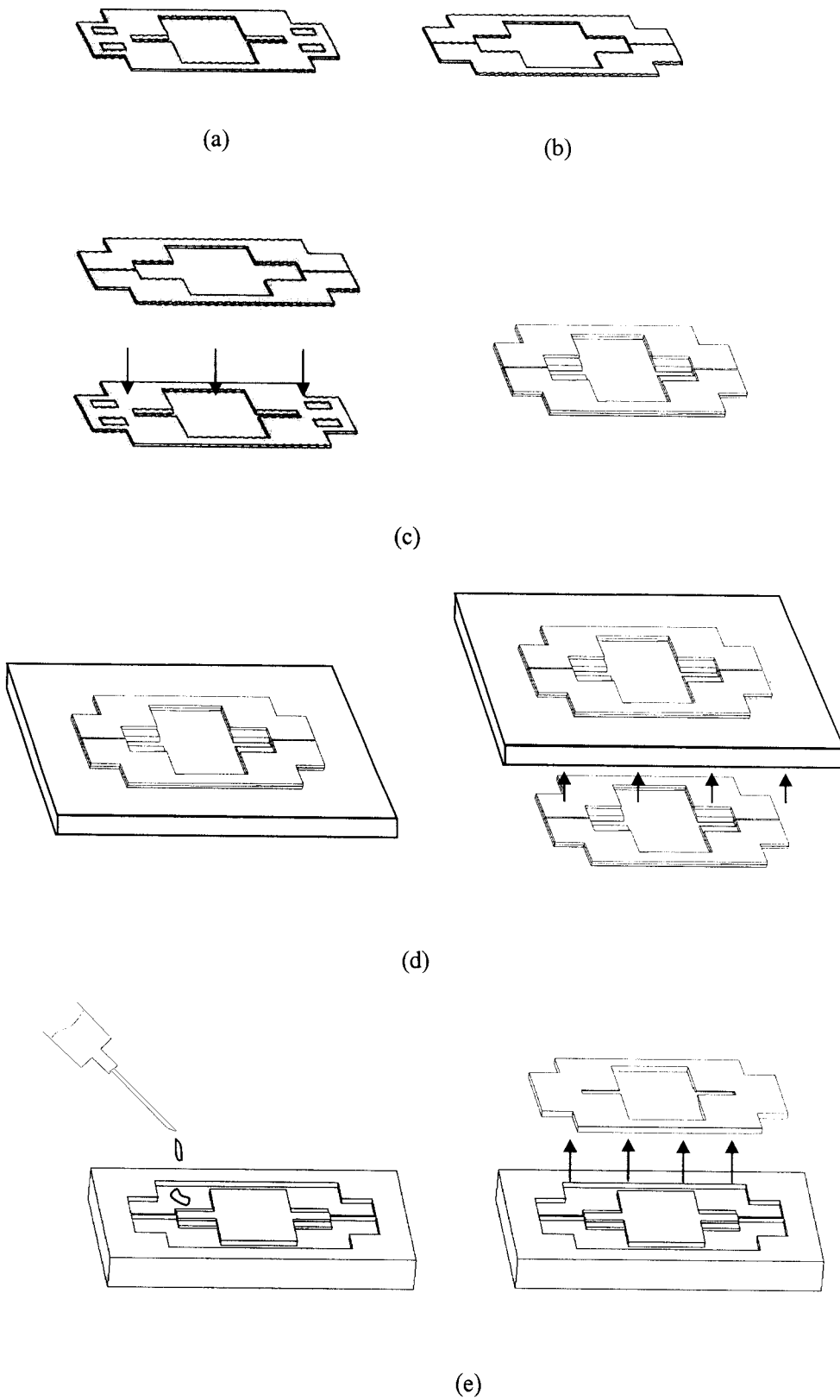


图 3