



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109641210 B

(45) 授权公告日 2021.03.30

(21) 申请号 201780049472.8

(22) 申请日 2017.04.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109641210 A

(43) 申请公布日 2019.04.16

(30) 优先权数据
10-2016-0102883 2016.08.12 KR
10-2016-0116705 2016.09.09 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.02.12

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2017/003865 2017.04.10

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/030609 KO 2018.02.15

(73) 专利权人 高丽大学校产学协力团
地址 韩国首尔市

(72) 发明人 林菜承 南正训

(74) 专利代理机构 上海翼胜专利商标事务所
(普通合伙) 31218

代理人 翟羽

(51) Int.Cl.
B01L 3/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 101497006 A, 2009.08.05
WO 2016062975 A1, 2016.04.28
KR 101356933 B1, 2014.01.29
CN 101959602 A, 2011.01.26
US 2014305510 A1, 2014.10.16
KR 20080052296 A, 2008.06.11
CN 104603595 A, 2015.05.06
CN 103492078 A, 2014.01.01
KR 20110103688 A, 2011.09.21
US 2010139377 A1, 2010.06.10
US 2016047781 A1, 2016.02.18
KR 100862379 B1, 2008.10.13
CN 102284265 A, 2011.12.21

审查员 朱红霞

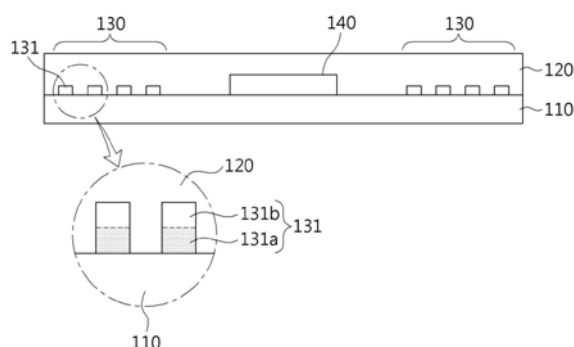
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

微流体元件及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种微流体元件及其制造方法, 更具体而言, 涉及一种微流体元件及其制造方法且所述微流体元件包括: 一第一基板层; 一第二基板层, 形成在所述第一基板层的至少一表面; 及多个换能器, 形成在所述第一基板层的所述表面并内置于所述第二基板层内, 其中所述换能器包括一导电微流体通道。本发明可以提供一种弹性波的微流体元件, 其可以根据一微粒的属性来控制一弹性波, 并且可以在无需高价的设备和复杂的工艺步骤的条件下进行制造。



1. 一种微流体元件,其特征在于,包括:
 - 第一基板层,
 - 第二基板层,形成在所述第一基板层的至少一表面,及
 - 多个换能器,形成在所述第一基板层的所述表面并内置于所述第二基板层内;
 - 所述换能器包括一导电微流体通道。
2. 根据权利要求1所述的微流体元件,其特征在于,
 - 所述导电微流体通道包括一导电通道层,
 - 所述导电通道层具有一导电物质,所述导电物质占据所述导电微流体通道的一部分或全部。
3. 根据权利要求2所述的微流体元件,其特征在于,
 - 所述导电通道层具有呈液态的所述导电物质,或具有含所述导电物质的一溶液、悬浮液或膏体。
4. 根据权利要求2所述的微流体元件,其特征在于,
 - 所述导电物质包括选自由金属颗粒、无机及高分子电解质、过渡金属系物质及导电碳物质构成的组中的一种以上:
 - 所述金属颗粒是Ag、Pt、Au、Mg、Al、Zn、Fe、Cu、Ni、Pd;
 - 所述过渡金属系物质包含选自由铟、锡、锌、镓、铈、镉、镁、铍、银、钼、钒、铜、铋、铈、铈、钕、钨、钴、镍、锰、铝及镧所构成的组中的一种以上的导电氧化物或它们的合金;及
 - 所述导电碳物质选自由碳纳米管、碳粉、石墨烯及石墨的碳物质所构成的组。
5. 根据权利要求1所述的微流体元件,其特征在于,进一步包括:
 - 受控对象通道,所述受控对象通道形成在所述第一基板层上且内置于所述第二基板层内,
 - 所述受控对象通道包括流动有受控对象流体的微流体通道。
6. 根据权利要求1所述的微流体元件,其特征在于,
 - 所述第一基板层是一压电体基板或包含一压电体涂层的一柔性基板,
 - 所述压电体基板及所述压电体涂层包含选自由 α -AlPO₄、 α -SiO₂、LiTaO₃、LiNbO₃、Sr_xBa_yNb₂O₈、Pb₅-Ge₃O₁₁、Tb₂(MoO₄)₃、Li₂B₄O₇、Bi₁₂SiO₂₀、Bi₁₂GeO₂、PZT、钛酸钡、铁酸铋、氧化钨、ZnO、CdS、GaN、AlN、VDF、ZnMgO、InN、GeTe、ZnSnO₃、KNbO₃、NaNbO₃、P(VDF-TrFe)、P(VDFTeFe)、PZT-PVDF、PZT-硅橡胶、PZT-环氧基、PZT-发泡聚合物、PZT-发泡聚氨酯及PVDF所构成的组中的一种以上。
7. 根据权利要求1所述的微流体元件,其特征在于,
 - 所述第二基板层包括光固化性聚合物及/或热固性聚合物,
 - 所述第二基板层是一透明聚合物基板。
8. 根据权利要求1所述的微流体元件,其特征在于,
 - 还包括用于向所述换能器输入一交流电压信号的一电压输入端子。
9. 根据权利要求1所述的微流体元件,其特征在于,
 - 所述换能器将所述导电微流体通道与所述第一基板层相互作用而施加的一电能转换为一声波,所述声波是一表面声波或体声波。
10. 根据权利要求1所述的微流体元件,其特征在于,

所述微流体元件通过调节一导电物质的一浓度、粘性或注入量来控制相对于所施加的一电能的：一声波的转换比例、一声波的强度或一声波的波长。

11. 根据权利要求1所述的微流体元件,其特征在于,

所述换能器包括一对以上的相互对置的换能器,

所述换能器配置成能够使一声波以一受控对象通道为中心交叉。

12. 一种微流体元件的制造方法,其特征在于,包括如下所述的步骤:

准备一第一基板;

在一第二基板的一换能器区域以及一受控对象通道区域形成一微流体通道形式的沟槽;

一配置步骤,在所述第一基板的一面配置所述第二基板形成有所述沟槽的面;

非可逆地接合所述第一基板和第二基板;及

用一导电物质填充形成在所述换能器区域的所述微流体通道的一部分或全部,从而形成一导电微流体通道。

13. 根据权利要求12所述的微流体元件的制造方法,其特征在于,在形成所述微流体通道形式的沟槽的步骤中,使用通过一掩模图案的影印或模具工法。

14. 根据权利要求12所述的微流体元件的制造方法,其特征在于,在所述配置步骤之前,还包括对所述第一基板、所述第二基板或两者中的至少一面进行等离子体表面处理的步骤。

微流体元件及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及微流体元件及其制造方法。

背景技术

[0002] 基于微流体元件,在芯片实验室(Lab on a Chip)系统中控制具有多种属性的生物学微粒的技术在生物学研究和临床应用领域起到非常重要的作用。例如,对于存在于诸如血液或小便及唾液等的生物流体的疾病细胞或多种病毒等,选择性地分离目标颗粒或浓缩存在稀少的目标颗粒的技术,可以提高分析结果的灵敏度或准确度。

[0003] 最近,关于利用表面声波控制微液滴及颗粒的技术的研究备受关注。所述技术易于与其他技术融合,设计不复杂,可以利用微粒的多种物理特性。仅通过能够简单实现的装置的设计就可以在对生物学颗粒无害的条件下控制微流体或颗粒或者局部地控制热量,因此被应用于用于临床诊断领域或生化研究并且要求混合、分离、浓缩等的样品预处理技术的开发。

[0004] 为了生成表面声波,使用电能-机械能够相互转换的压电物质。因此,当对压电物质施加电能时,所述物质会产生机械收缩或膨胀,相反,发生机械收缩及膨胀时会产生电能。通过标准半导体蚀刻工艺,可以在上述提及的压电基板的表面上以所需的形状、尺寸或间隔等图案化作为电能-机械能换能器的叉指电极,或者对所述电极间的间隔施加频率与之对应的交流电压,则可以从电极交叉的区域产生在所述压电物质表面上进行的表面声波。

[0005] 带有微流体通道或腔室的基于表面声波的微流体元件大致通过接合图案化的微电极的压电基板来实现,以便生成及控制使游离的颗粒流动或填充的通道和表面声波。

[0006] 在现有技术中,形成换能器的电极和受控对象流体区域的准确定位(alignment)并不容易。即,在基板上图案化形成换能器的电极的过程和图案化受控对象流体区域的过程是独立完成的,由于两者的图案化过程不以相同的过程完成,因此电极图案和受控对象流体区域图案(受控对象通道图案)不易准确定位。

[0007] 在接合完成微电极图案的压电基板和微流体通道的过程中,为了准确排列接合微电极和通道,处理氧等离子体后,喷洒乙醇,以使化学接合过程为用于准确排列的配置而延迟,并利用高倍显微镜进行接合过程,在所述过程中,要求专家的熟练程度,并且需要附加的试剂以便准确接合。即,这具有如下所述的问题:为了在微流体通道内部适用表面声波,需要按照平行或设计的角度来进行的准确的接合工艺,但是需要接合工艺人员的熟练程度及额外的用于接合工艺的设备,通道或电极的尺寸小且需平行排列的区间越长,精确的接合工艺越困难。

[0008] 如果没有准确地按照设计方案定位发生表面声波的电极和受控颗粒的移动距离(位移)、受控颗粒的路径、路径的角度等,难以实现预期目标(生物目标(Bio Target)物质的检测、诊断等)。另外,存在如下所述的问题:难以对一次性形成的电极进行调整及再加工,即便不能获得所需性能,也无法调整电极图案。

[0009] 制作图案化微电极的压电基板的过程需要蒸镀用作电极的金属的工艺,在图案化过程中需要诸如附加的湿法及干法蚀刻等复杂的工艺及高价的设备,并且在所述过程中需要环境污染物质或有毒的化学试剂。

发明内容

[0010] 发明要解决的技术问题

[0011] 本发明是用于解决上述技术问题的,提供一种微流体元件,其无需高价的设备或复杂的工艺流程,简单,以低廉的费用能够制造可靠性(平行及角度)高的元件,根据受控对象的属性能够调节声波。

[0012] 本发明提供一种根据本发明的微流体元件的制造方法。

[0013] 本发明要解决的技术问题不限于以上所提及的技术问题,本领域的普通技术人员通过下面的记载能够明确理解未提及的其他技术问题。

[0014] 用于解决问题的手段

[0015] 本发明的一个实施方式涉及一种微流体元件,其包括:第一基板层,第二基板层,形成在所述第一基板层的至少一面,及多个换能器(transducer),形成在所述第一基板层的表面并内置于所述第二基板层内;所述换能器包括导电微流体通道。

[0016] 根据本发明的一实施例,所述导电微流体通道具有导电通道层(electrically conducting channel layer),所述导电通道层可以包括占据所述导电微流体通道的一部分或全部的导电物质。

[0017] 根据本发明的一实施例,所述导电通道层可以具有液态的导电物质或含导电物质的溶液、悬浮液或膏体。

[0018] 根据本发明的一实施例,所述导电物质可以包括:Ag、Pt、Au、Mg、Al、Zn、Fe、Cu、Ni及Pd的金属颗粒;无机及高分子电解质;含有选自由铟(In)、锡(Sn)、锌(Zn)、镓(Ga)、铈(Ce)、镉(Cd)、镁(Mg)、铍(Be)、银(Ag)、钼(Mo)、钒(V)、铜(Cu)、铱(Ir)、铑(Rh)、钌(Ru)、钨(W)、钴(Co)、镍(Ni)、锰(Mn)、铝(Al)及镧(La)所构成的组中的一种以上的导电氧化物或它们的合金;及选自由碳纳米管、碳粉、石墨烯及石墨的碳物质所构成的组中的一种以上。

[0019] 根据本发明的一实施例,进一步包括受控对象通道,其形成在所述第一基板层上且内置于所述第二基板层内,所述受控对象通道可以包括流动有受控对象流体的微流体通道。

[0020] 根据本发明的一实施例,所述第一基板是压电体基板或包含压电体涂层的柔性基板,所述压电体基板及压电体涂层包含选自由 α - AlPO_4 (Berlinite,块磷铝矿)、 α - SiO_2 (Quartz,石英)、 LiTaO_3 、 LiNbO_3 、 $\text{SrxBayNb}_2\text{O}_8$ 、 $\text{Pb}_5\text{-Ge}_3\text{O}_{11}$ 、 $\text{Tb}_2(\text{MoO}_4)_3$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 、 $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ 、 $\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$ 、锆钛酸铅(lead zirconate titanate,PZT)、钛酸钡(barium titanate,BTO)、铁酸铋(bismuth ferric oxide,BFO)、氧化铂(platinum oxide,PTO)、 ZnO 、 CdS 、 GaN 、 AlN 、 VDF 、 ZnMgO 、 InN 、 GeTe 、 ZnSnO_3 、 KNbO_3 、 NaNbO_3 、 P(VDF-TrFe) 、 P(VDFTeFe) 、TGS、PZT-PVDF、PZT-硅橡胶、PZT-环氧基、PZT-发泡聚合物、PZT-发泡聚氨酯及聚偏氟乙烯(polyvinylidene difluoride,PVDF)所构成的组中的一种以上。

[0021] 根据本发明的一实施例,所述第二基板层可以还包括光固化性聚合物及/或热固性聚合物,所述第二基板层可以是透明聚合物基板。

[0022] 根据本发明的一实施例,可以还包括用于向所述换能器输入交流电压信号的电压输入端子。

[0023] 根据本发明的一实施例,所述换能器将所述导电微流体通道与所述第一基板层相互作用而施加的电能转换为声波,所述声波可以是表面声波或体声波。

[0024] 根据本发明的一实施例,所述微流体元件可以通过调节所述导电物质的浓度、粘性或注入量来控制相对于所施加的电能的声波的转换比例、声波的强度或声波的波长。

[0025] 根据本发明的一实施例,所述换能器包括一对以上的相互对置的换能器对,所述换能器可以配置成能够使声波以受控对象通道为中心交叉。

[0026] 本发明的另一实施方式涉及一种微流体元件的制造方法,其包括如下所述的步骤:准备第一基板;在第二基板的换能器区域以及受控对象通道区域形成微流体通道形式的沟槽;配置步骤,在所述第一基板的一面配置所述第二基板的形成有沟槽的面;非可逆地接合所述第一基板和第二基板;及用导电物质填充形成在所述换能器区域的微流体通道的一部分或全部,从而形成导电微流体通道。

[0027] 根据本发明的一实施例,形成所述微流体通道形式的沟槽的步骤中,可以在第二基板的受控对象通道区域进一步形成微流体通道形式的沟槽。

[0028] 根据本发明的一实施例,形成所述微流体通道形式的沟槽的步骤中,可以利用通过掩模图案的影印或模具工法。

[0029] 根据本发明的一实施例,在所述配置步骤之前,可以还包括对所述第一基板、所述第二基板或两者中的至少一面进行等离子体表面处理的步骤。

[0030] 发明效果

[0031] 根据本发明的微流体元件无需在换能器区域配置电极,可以通过包含导电物质的导电微流体通道和压电体之间的相互作用来生成声波。

[0032] 根据本发明的微流体元件中,可以对微流体通道的形态、排列、受控对象和声波的接触面的形状、面积等进行多种设计,并且流动性地变形适合受控对象的声波,因此可以提高微流体元件的应用性。

[0033] 根据本发明的微流体元件在微粒分离中,可以不受受控对象的性质的拘束,可以将细胞液、血液等多种种类作为实验对象,并且无需用于控制流速的高价设备也可以实现从受控对象流体中方便快速地分离微粒。

[0034] 根据本发明的微流体元件的制造方法无需现有的实现基于声波的微流体元件的过程中必须要求的微电极图案工艺和附加的化学物质及高价的特殊设备等的复杂的接合工艺,因此可以简化工艺步骤且降低制造费用。

[0035] 根据本发明的微流体元件的制造方法将表面声波的力准确地施加到准确位置的一处,可以无误差地制造可靠性高的微流体元件。

[0036] 根据本发明的微流体元件的制造方法,可以制造用于控制数十至数百纳米大小的颗粒的、由宽度为数十微米以下大小水准和长度为厘米水准的长一字型通道等构成的微流体元件,无论大小及形态如何,都可以降低接合过程的误差。

附图说明

[0037] 图1a例示性地示出本发明一实施例涉及的根据本发明的微流体元件的截面。

[0038] 图1b例示性地示出本发明一实施例涉及的根据本发明的微流体元件。

[0039] 图1c例示性地示出本发明的一实施例涉及的通过根据本发明的微流体元件的表面声波驻波。

[0040] 图1d例示性地示出本发明的一实施例涉及的通过根据本发明的微流体元件的颗粒控制。

[0041] 图1e例示性地示出本发明的另一实施例涉及的根据本发明的微流体元件。

[0042] 图2a例示性地示出本发明的一实施例涉及的根据本发明的微流体元件的制作方法流程图。

[0043] 图2b例示性地示出本发明的一实施例涉及的根据本发明的微流体元件的制作方法的工艺。

[0044] 图2c例示性地示出本发明的一实施例涉及的根据本发明的导电微流体通道的形成步骤。

[0045] 图3示出本发明实施例1涉及的利用根据本发明的微流体元件的线型图案化实验结果。

[0046] 图4示出本发明实施例2涉及的利用根据本发明的微流体元件的线型浓缩实验结果。

[0047] 图5示出本发明实施例3涉及的利用根据本发明的微流体元件的正交模式的表面声波的微粒排列实验结果。

具体实施方式

[0048] 以下将详细说明本发明的实施例。在说明本发明时,判断对相关公知功能或结构的具体说明不必要的混淆本发明的主旨时,将省略详细说明。另外,本说明书中使用的术语是为适当表达本发明的优选实施例而使用的术语,这会根据使用人员、运用人员的意图或本发明所属领域的惯例等而变化。在本说明书中,对于本术语的定义基于整个说明书的内容。

[0049] 本发明涉及微流体元件,根据本发明的一实施例,所述微流体元件通过导电微流体通道构成的换能器生成声波,从而控制受控对象,根据受控对象易于调节声波,可以根据适用领域进行多种元件的设计。另外,所述微流体元件可以适用于微米及纳米大小的颗粒的控制。

[0050] 根据本发明的一实施例,参照图1a,图1a例示性地示出本发明一实施例涉及的根据本发明的微流体元件的截面,在图1a中所述微流体元件可以包括第一基板层110、第二基板层120及换能器130、受控对象通道140。

[0051] 根据本发明的一实施例,第一基板层110在施加电压时在与换能器130的接触面中彼此相互作用而诱导声波的生成,可以是压电体基板或包括压电体涂层的柔性基板。

[0052] 作为本发明的一例,只要可以适用于微流体元件的压电物质,即可无限制地使用压电体基板或压电体涂层,例如,可以包含选自由 α -AlPO₄

[0053] (Berlinite,块磷铝矿)、 α -SiO₂ (Quartz,石英)、LiTaO₃、LiNbO₃、Sr_xBayNb₂O₈ (X及Y是有理数)、Pb₅-Ge₃O₁₁、Tb₂ (MoO₄)₃、Li₂B₄O₇、Bi₁₂SiO₂₀、Bi₁₂GeO₂、锆钛酸铅 (lead zirconate titanate, PZT)、钛酸钡 (barium titanate, BTO)、铁酸铋 (bismuth ferric oxide, BFO)、氧

化铂 (platinum oxide, PTO)、ZnO、CdS、GaN、AlN、VDF、ZnMgO、InN、GeTe、ZnSnO₃、KNbO₃、NaNbO₃、P (VDF-TrFe)、P (VDFTeFe)、TGS、PZT-PVDF、PZT-硅橡胶、PZT-环氧基、PZT-发泡聚合物、PZT-发泡聚氨酯及聚偏氟乙烯 (polyvinylidene difluoride, PVDF) 所构成的组中的一种以上,但不限于此。

[0054] 作为本发明的一例,只要是适用于微流体元件,可以无限制地使用所述柔性基板,例如,包含选自由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯、聚乙烯萘、聚酰亚胺、聚醚砜、聚氨酯、聚环烯烃及聚乙烯醇所构成的组中的一种以上的聚合物基板,但不限于此。

[0055] 根据本发明的一实施例,换能器130与第一基板层110相互作用而生成表面声波,可以形成于第一基板层110之上且内置于第二基板层120内。换能器130包括导电微流体通道131,由于是利用导电微流体通道131生成表面声波,所以无需为生成声波而形成附加的电极。

[0056] 作为本发明的一例,换能器130可以包括一对以上的互相对置的换能器对。例如,可以根据受控对象来调节所述换能器对的数量、配置形式等,优选地,为了易于进行通过声波的颗粒控制,可以配置成使声波以受控对象通道140为中心交叉。例如,参照图1b,图1b例示性地示出本发明一实施例涉及的根据本发明的微流体元件,在图1b中可以包括配置成以受控对象通道140为中心互相对置的一对换能器对。作为另一例,参照图5,可以包括配置成以受控对象通道140为中心互相对置的两对换能器对。

[0057] 作为本发明的一例,导电微流体通道131可以包括导电通道层131a及用于注入导电物质的注入口(附图中未示出)。导电微流体通道131可以将通过导电通道层131a和第一基板层110的相互作用而施加的电转换为表面声波。即,导电通道层131a向接触在导电微流体通道131内的第一基板层110传输电能,第一基板层110直接表现通过所传递的电能形成振动能的压电效应,并生成表面声波,从而完成基于压力波节点和压力波腹点的对于受控对象的控制。

[0058] 例如,在图1b的微流体元件中形成互相对置的换能器对,利用通过所述换能器沿着对置的方向交叉的表面声波的重叠及干涉现象形成的表面声波驻波,可以在对置的换能器之间的区域形成由于重叠现象发生最大振动能的压力波腹点 (anti-pressure node) 及由于干涉现象发生最小振动能的压力波节点 (pressure node)。模式受控对象,即微粒受表面声波驻波的力移动到压力波节点或压力波腹点,此时,所受声辐射力Fr可以具有以下数学式1的关系。

[0059] [数学式1]

$$[0060] \quad F_r = -(\pi p_0^2 V_c \beta_w / 2\lambda) \cdot \Phi(\beta, \rho) \cdot \sin(2kx)$$

$$[0061] \quad \text{此时, } \Phi(\beta, \rho) = \frac{5\rho_c - 2\rho_w}{2\rho_c + \rho_w} - \frac{\beta_c}{\beta_w},$$

$$[0062] \quad \text{并且 } p_0 = \sqrt{\frac{PZ}{A}}.$$

[0063] 其中, p_0 、 λ 、 V_c 分别指声压、波长、目标颗粒的体积; ρ_c 、 ρ_w 、 β_c 、 β_w 分别指目标颗粒的密度、介质的密度、目标颗粒的压缩率、介质的压缩率; P 、 Z 、 A 分别指输入功率、电极的阻抗、

表面声波影响区域的面积。

[0064] Φ 是决定微粒的平衡点的值, $\Phi > 0$ 时, 微粒向压力波节点移动; $\Phi < 0$ 时, 微粒向压力波腹点移动。通过所述式可知, 微粒所受的声辐射力受微粒的体积和压缩率, 即, 变形能力的影响。

[0065] 更具体而言, 参照图1c说明所述表面声波驻波, 图1c例示性地示出本发明的一实施例涉及的通过根据本发明的微流体元件的表面声波驻波, 在图1c中, 将表面声波驻波位移为0的点称为压力波节点A, 具有最大位移的点称为压力波腹点B。在压力波节点A中能量相抵使振动能最小化, 在压力波腹点B, 通过重叠使振动能被最大化。由第二基板120包围的受控对象通道140内的流体包括受控对象颗粒P。受控对象颗粒P通过表面声波驻波受朝向压力波节点A的力。可视为在所述数学式1中满足 $\Phi > 0$ 的条件的情形。受控对象颗粒P通过表面声波驻波是朝向压力波节点A还是朝向压力波腹点B, 取决于受控对象颗粒和与表面声波的弹性性能 (elastic properties)。

[0066] 例如, 参照图1d, 图1d例示性地示出本发明的一实施例涉及的微流体元件的颗粒控制, 施加具有与导电微流体通道131相应的频率的交流电压时 (开通 (on) 状态, 工作频率 31.81MHz, 电压条件14V), 通过传输到第一基板层110表面上的电能生成表面声波, 通过压力波节点和压力波腹点, 不规则游离的受控对象即微粒 (1% Hct RBS suspension in PBS: 1% Hct RBS悬浮于PBS) 被控制成以一定间隔构成线型模样的图案。

[0067] 例如, 导电通道层131a可以包含占据导电微流体通道131的一部分或整体的导电物质, 并且可以被利用为用于生成声波的电极。

[0068] 例如, 参照图1a, 导电通道层131a可以占据导电微流体通道131的小于100%、90%以下、80%以下或50至70%的高度, 这在导电通道层131a和导电微流体通道131的上部之间形成空间131b, 能够易于调节声波的强度及波长等。

[0069] 例如, 只要是可以传输电的物质, 即可以无限制地使用所述导电物质, 为了调节受控对象、所需声波的波长、强度等而适当地选择, 优选地, 可以包括选自由金属颗粒、无机及聚合物电解质、过渡金属系物质及导电碳物质构成的组中的一种以上。所述金属颗粒的例可以是Ag、Pt、Au、Mg、Al、Zn、Fe、Cu、Ni、Pd等。所述无机电解质的例可以是硫酸 (H_2SO_4)、盐酸 (HCl)、氢氧化钠 (NaOH)、氢氧化钾 (KOH)、硝酸钠、氯化钠 (NaCl)、氯化锂 (LiCl)、氯化钾 (KCl)、硝酸钾 (KNO_3)、硝酸钠 ($NaNO_3$)、硫酸钠 (Na_2SO_4)、亚硫酸钠 (Na_2SO_3)、硫代硫酸钠 ($Na_2S_2O_3$)、焦磷酸钠 ($Na_4P_2O_7$)、磷酸 (H_3PO_4) 等。所述聚合物电解质的例可以是聚二烯丙基二甲基氯化铵 (poly (diallyldimethylammonium chloride), PDMA)、聚乙烯亚胺 (poly (ethylene imine), PEI)、聚酰胺酸 (poly (amic acid), PAA)、聚苯乙烯磺酸盐 (poly (styrene sulfonate), PSS)、聚烯丙胺 (poly (allyl amine), PAA)、壳聚糖 (Chitosan, CS)、聚 (N-异丙基丙烯酰胺) (poly (N-isopropyl acrylamide), PNIPAM)、聚乙烯硫酸酯 (poly (vinyl sulfate), PVS)、聚烯丙基胺盐酸盐 (poly (allylamine hydrochloride), PAH)、聚甲基丙烯酸 (poly (methacrylic acid), PMA) 等。所述过渡金属系物质的例可以是包含选自由铟 (In)、锡 (Sn)、锌 (Zn)、镓 (Ga)、铈 (Ce)、镉 (Cd)、镁 (Mg)、铍 (Be)、银 (Ag)、钼 (Mo)、钒 (V)、铜 (Cu)、铱 (Ir)、铑 (Rh)、钌 (Ru)、钨 (W)、钴 (Co)、镍 (Ni)、锰 (Mn)、铝 (Al) 及镧 (La) 所构成的组中的一种以上的导电氧化物及它们的合金等, 优选地, 所述合金可以是共晶合金 (eutectic alloy), 其易于注入到导电微流体通道131内并且以适当的粘性在易于调节声

波的常温下以液态形式存在。所述导电碳物质的例可以是碳纳米管、碳粉、石墨烯、石墨等。

[0070] 作为本发明的一例,导电通道层131a可以包括液态的导电物质或包括导电物质的溶液、悬浮液或膏体。

[0071] 例如,所述液态的导电物质是在常温下以液态形式存在的导电物质,如EGa-In等的共晶合金。

[0072] 例如,包括所述导电物质的溶液是上述提及的导电物质溶解在溶媒内的状态,例如,可以是包括所述电解质的溶液。所述溶媒的例可以是水、甲醇、乙醇、异丙醇、1-甲氧基丙醇、丁醇、乙基己基乙醇、萘品醇、甘醇、甘油、乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸甲氧基丙酯、卡必醇醋酸酯、乙基卡必醇醋酸酯、甲基溶纤剂、丁基溶纤剂、乙醚、四氢呋喃、二恶烷、甲乙酮、丙酮、二甲基甲酰胺、1-甲基-2-吡咯烷酮、二甲亚砜、己烷、庚烷、石蜡油、矿油精、甲苯、二甲苯、三氯甲烷、乙腈等,但不限于此。

[0073] 例如,所述悬浮液是所述导电物质分散在溶媒内的状态,例如,可以是包括所述过渡金属系物质及/或碳物质的悬浮液。所述溶媒如上述所提及。

[0074] 例如,所述膏体可以是包含所述导电物质、溶媒、及粘合剂的油墨组合物,可以根据所述导电物质、受控对象、所需声波的波长、强度等来适当地选择所述溶媒及粘合剂。所述粘合剂的例优选为挥发性粘合剂,只要适用于微流体元件,即可以无限制的适用。具体而言,可以是丙烯酸酯、纤维素、聚酯、聚醚、乙烯基、聚氨酯、尿素、醇酸树脂、硅、氟、烯烃、松脂、环氧基、不饱和聚酯、苯酚、密胺系树脂、其衍生物等,但不限于此。

[0075] 例如,可以以适当的粘度形成液态的导电物质或包含导电物质的溶液、悬浮液或膏体,以便根据受控对象来调节声波的强度、波长等。

[0076] 例如,可以以适当的浓度形成包含导电物质的溶液及悬浮液,以便根据受控对象来调节声波的强度、波长等。

[0077] 例如,可再利用占据在导电微流体通道131内的导电物质。

[0078] 根据本发明的一实施例,通过调节通道的排列、宽度、高度等的设计变量,导电微流体通道131可以形成为根据受控对象生成最优化的声波的通道。

[0079] 根据本发明的一实施例,受控对象通道140可以形成在第一基板层110上且内置于第二基板层120内。受控对象通道140可以包括微流体通道,含有受控对象颗粒等的受控对象流体在所述微流体通道流动。受控对象通道140可以进一步包括用于注入受控对象的注入口和排出受控对象的排出口(附图中未示出)。

[0080] 作为本发明的一例,受控对象通道140的微流体通道可以形成为,通过调节通道的排列、宽度、高度等的设计变量,最优化根据受控对象的流动和声波的对受控对象的控制。受控对象通道140的微流体通道,可以具有与导电微流体通道131相异或相同的形态或大小。

[0081] 根据本发明的一实施例,第二基板层120可以形成在第一基板层110上,并且可以内置有换能器130及/或受控对象通道140。

[0082] 作为本发明的一例,第二基板层120可以是光固化性高分子及/或热固性高分子的聚合物基板。

[0083] 例如,所述聚合物基板可以包含选自由聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚碳酸酯、聚酰亚胺、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚醚砜、聚丙烯酸酯、聚氨酯、聚环烯烃聚乙醇醇、聚二甲基硅氧烷

(poly(dimethylsiloxane), PDMS)、聚氨酯丙烯酸酯(polyurethane acrylate, PUA) 及全氟聚醚(perfluoropolyether, PFPE) 所构成的组中的一种以上, 但不限于与此。

[0084] 例如, 所述聚合物基板是透明聚合物基板, 利用透明聚合物基板可以用肉眼确认微流体通道内导电物质的位置、填充导电物质的工艺等, 并且可以用肉眼确认受控对象被声波控制的现象、受控对象的流动等。

[0085] 根据本发明的一实施例, 通过所述声波的颗粒控制可以执行颗粒的聚拢、选择性分离、浓缩、混合等功能, 例如, 可以适用于基于微流体元件的样品预处理; 与化学、生物工程、医学等相关的微粒分离; 纳米颗粒的线型浓缩等的浓缩; 根据正交模式的排列; 颗粒的线型图案化等的图案化实验分析、诊断等。

[0086] 或者, 通过所述声波的颗粒控制可以适用于根据荧光的强度和注入样品的浓度间的相关关系评价微粒的浓度。

[0087] 根据本发明的一实施例, 所述受控对象可以是流体内的颗粒或流体其本身。例如, 只要是在化学、生物工程、医学等多种领域可以适用微流体元件, 即可以无限制地选择受控对象, 例如, 细胞液、血液、病毒、细菌、细胞、低浓度疾病细胞等。例如, 所述颗粒可以具有纳米大小及/或微米大小。例如, 流体可以具有多种浓度、多种粘度, 例如, 可以不仅是低粘度液体, 还可以是高粘度的液体。

[0088] 根据本发明的一实施例, 在微流体元件中导电微流体通道131、受控对象通道140等, 可以根据微流体元件的适用领域、受控对象、受控对象的处理方法来适当地变形及变更形态、大小、排列等。例如, 参照图5, 若不是受控对象流体流动的情形, 则受控对象通道140就会形成受控对象室540, 可以在受控对象室540内控制受控对象。或者, 可以在通过换能器生成的表面声波可控制的区域, 例如, 第二基板120上的至少一部分, 如在换能器对之间的空置区域滴下受控对象液体来控制受控对象。

[0089] 根据本发明的一实施例, 为了提高定量及定性处理性能, 所述声波可以根据受控对象对输出形态及种类进行变形。例如, 所述声波可以是表面声波驻波(Standing Surface Acoustic Wave, SSAW)、表面声波定波等的表面声波或体声波等。

[0090] 根据本发明的一实施例, 只要不超出本发明的目的, 所述微流体元件还可以进一步包括适用于本发明技术领域的微流体元件的结构, 以便用于注入、放出包含受控对象颗粒的样品、施加电压等。

[0091] 作为本发明的一例, 参照图1e, 例示性地示出本发明的一实施例涉及的本发明的微流体元件, 在图1e中可以包括电压输入端子150, 向导电微流体通道131施加交流电压信号; 管160, 注入受控对象; 等。

[0092] 例如, 电压输入端子150可以施加工作频率(或波长)与导电微流体通道131的导电物质对应的交流电压, 从而诱导声波生成。

[0093] 例如, 电压输入端子150经过导电线151连接交流电源, 从交流电源经过导电线151及电压输入端子150向导电微流体通道131施加交流电压信号。另外, 电压输入端子150分为阳极和阴极并与交流电源连接, 各极性与信号发生控制装置和增幅其信号的增幅器的阳极和阴极一同连接, 各装置可以与用于控制输入电压的电源一同连接。

[0094] 本说明书的附图中示出的微流体元件仅是例示性的, 并非通过所述附图限定本发明的微流体元件的范围。

[0095] 本发明涉及根据本发明的微流体元件的制造方法,根据本发明的一实施例,所述微流体元件的制造方法是,同时及/或在相同的基板上完成用于生成及控制声波的转换器区域和流动有受控对象的受控对象通道区域的设计及制作,因此可以实现它们的准确的排列接合,进一步,无需电极图案工艺,在接合工艺中无需高倍显微镜、乙醇等高价设备及试剂也可以进行,因此能够简化微流体元件的制造工艺并降低制造费用。

[0096] 根据本发明的一实施例,参照图2a,图2a例示性地示出本发明的一实施例涉及的本发明的微流体元件的制作方法的流程图,在图2a中微流体元件的制造方法可以包括:准备第一基板的步骤S100;在第二基板上形成微流体通道形式的沟槽的步骤S200;在第一基板上配置第二基板的步骤S300;接合第一基板和第二基板的步骤S400;及形成导电微流体通道的步骤S500。

[0097] 参照图2b进一步具体说明,图2b例示性地示出本发明的一实施例涉及的根据本发明的微流体元件的制作方法的工艺。作为本发明的一实施例,准备第一基板的步骤S100是准备第一基板210的步骤,所述第一基板在微流体元件中与导电微流体通道相互作用而生成声波,如上述提及,第一基板210可以是压电体基板或包含压电体涂层的柔性基板。

[0098] 作为本发明的一例,形成微流体通道形式的沟槽的步骤S200可以在第二基板220上的微流体元件的各区域形成微流体通道形式的沟槽。例如,所述区域可以是换能器区域230、受控对象通道区域240等。各区域的沟槽可以同时或分别形成,优选同时形成,并诱导换能器区域230与受控对象通道区域240的位置按照设计准确地配置,并且能够消除接合过程中发生的误差。即,一起制作换能器与受控对象通道时,通过一次性工艺步骤就能实现平行度与角度的设置。

[0099] 例如,形成微流体通道形式的沟槽的步骤S200可以利用根据掩模图案的影印或模具工法。例如,换能器区域230与受控对象通道区域240通过利用相同的掩模图案或两个以上的掩模图案的影印工艺切割(cut-out)处理并形成沟槽。优选地,通过相同的掩模图案的单一工艺可以在换能器区域230与受控对象通道区域240形成沟槽。另外,可以利用相同的掩模图案分别形成换能器区域230与受控对象通道区域240。

[0100] 例如,模具工法可以是铸塑成形(cast molding),其加热用于形成第二基板的聚合物物质后,浇铸到通过半导体工艺(影印(Photo-Lithography)工艺等)图案化的模型中,在烤箱中烘烤并铸造及成型来形成沟槽。

[0101] 例如,形成微流体通道形式的沟槽的步骤S200按照沟槽形成法可以适当地采用热固性高分子及光固化性高分子,例如,模具工法可以利用PDMS等的热固性高分子。

[0102] 作为本发明的一例,在第一基板上配置第二基板的步骤S300是在第一基板210的一面配置第二基板220的形成有沟槽的面的步骤。这在下面的接合步骤S400之后,所述沟槽的至少一部分被第一基板210盖住(导电物质注入口、样品注入口及出口等是打开状态),被第一基板210覆盖的沟槽的下部面形成导电物质与第一基板210的接触面,因此在施加电压时诱导它们的相互作用,从而可以生成声波。

[0103] 作为本发明的一例,在第一基板上配置第二基板的步骤S300之前,可以进一步包括等离子体表面处理的步骤S210。表面处理的步骤S210是在第一基板210及/或第二基板220的至少一面进行等离子体表面处理的步骤,优选地,可以对第一基板210和第二基板220接合的面进行等离子体表面处理。通过这种表面处理可以易于诱导非可逆性接合。例如,可

以利用选自氧(O₂)、氮(N₂)、氢(H₂)及氩(Ar)所构成的组中的一种以上的等离子体。

[0104] 作为本发明的一例,接合第一基板与第二基板的步骤S400是非可逆地接合第一基板210和第二基板220的步骤。例如,在接合之后,第一基板210用作下部层,第二基板220用作上部层,当所述沟槽的至少一部分被所述第一基板210盖住时,可以沿着各区域形成微流体通道。

[0105] 作为本发明的一例,形成导电微流体通道的步骤S500是在换能器区域的微流体通道231注入导电物质,形成形成有导电物质层231a的导电微流体通道231的步骤。例如,参照图2c,图2c例示性地示出本发明的一实施例涉及的导电微流体通道的形成步骤,在图2c中,在微流体通道231的注入口利用管或注射器,可以沿着箭头方向将导电物质填充到微流体通道231。所述导电物质如上述所提及。

[0106] 只要不超出本发明的目的,本发明的微流体元件的制造方法可以进一步进行用于增加本发明的技术领域所采用的微流体元件的结构的制造工艺,在本说明书中不具体提及。

[0107] 虽然参照本发明的优选实施例进行说明,但本发明并非限定于此,在不脱离权利要求范围、发明的详细说明及附图中记载的本发明的思想及区域的范围内,可以对本发明进行多种修订及变更。

[0108] 实施例1

[0109] 利用微流体元件的线型图案化实验

[0110] 利用图1b的微流体元件并利用影印对PDSM的第一基板及第二基板图案化,通过填充EGa-In(eutectic Gallium-Indium,共晶镓铟)来形成导电微流体通道,从而制造了微流体元件。一对导电微流体通道间隔一字型的受控对象通道而形成。向所述微流体元件施加电压,实施对于受控对象的线型图案化实验,并在图3中示出其结果。

[0111] 观察图3,示出表面声波驻波(Standing Surface Acoustic Wave,SSAW)关闭(OFF)的状态,直径为10 μ m的荧光颗粒在不规则地游离。另外,可以确认,向导电微流体通道施加电压时(SSAW开通(ON)状态),就会生成表面声波驻波,同时,形成由于重叠现象发生最大振动能的压力波腹点及由于干涉左右发生最小振动能的压力波节点,所有颗粒都浓缩到压力波节点中,并被控制成线型图案。

[0112] 实施例2

[0113] 利用微流体元件的线型浓缩实验

[0114] 利用与实施例1相同的微流体元件,并施加电压,从而浓缩直径为140nm的准纳米大小的(数百nm大小范围)荧光颗粒。在图4中示出其结果。

[0115] 观察图4,示出在微流体元件内注入较小大小的荧光颗粒后,随机分散着的140nm大小的荧光颗粒,可以确认在SSAW开通(ON)条件下颗粒被浓缩。

[0116] 实施例3

[0117] 利用正交模式的表面声波的微粒的排列

[0118] 利用图5的微流体元件,放置有受控对象颗粒的矩形的腔室540(chamber)位于微流体元件的中间。腔室的四个方位配置有导电微流体通道530。利用正交模式的表面声波进行排列微粒的实验,并在图5中示出其结果。在图5中可以确认,在四个方位中,进入中间腔室540(chamber)内的箭头即为表面声波,表面声波相互正交并诱导至用于控制微粒的矩形

腔室540。可以确认,相对于矩形腔室540内不规则分布的荧光颗粒,向位于两对正交方向的导电微流体通道530施加交流电压时,在矩形通道内游离的微荧光颗粒以点的形态排列。

[0119] 本发明可以提供包括利用导电微流体通道的换能器的基于声波的微流体元件,所述微流体元件可以根据受控对象及处理目的来调节声波并设计多种元件,可以流动性地应用于多种领域。另外,本发明以简单的工艺诱导微流体元件的主要结构即换能器及受控对象通道间的准确的排列接合,可以制造可靠性高的微流体元件。

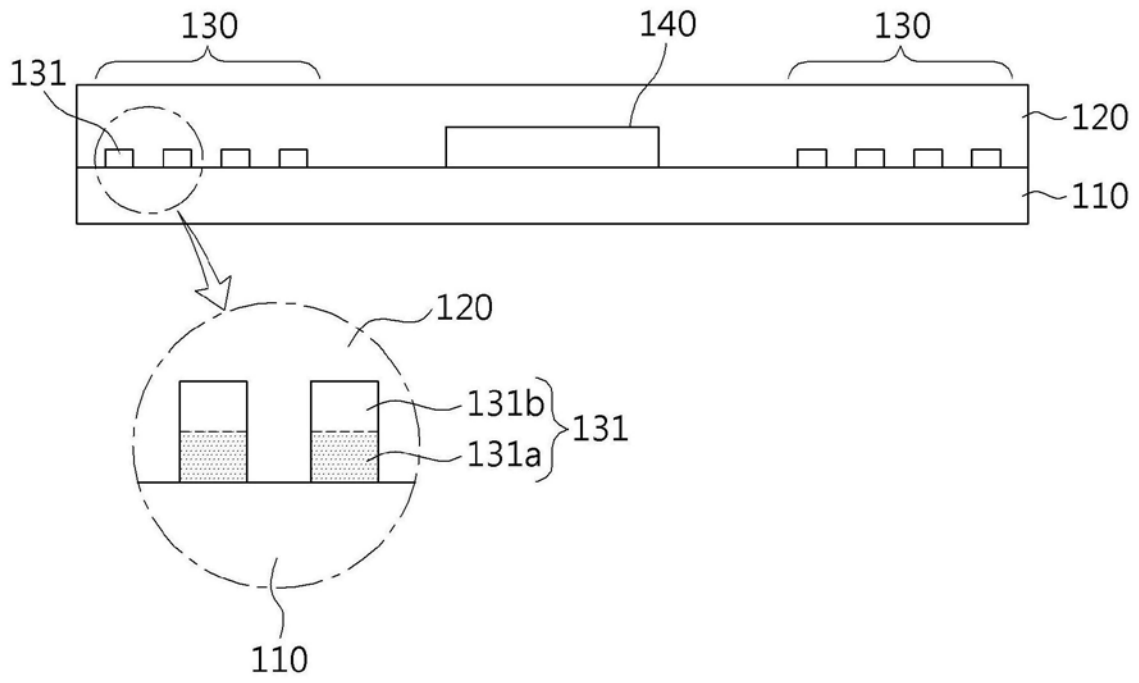


图1a

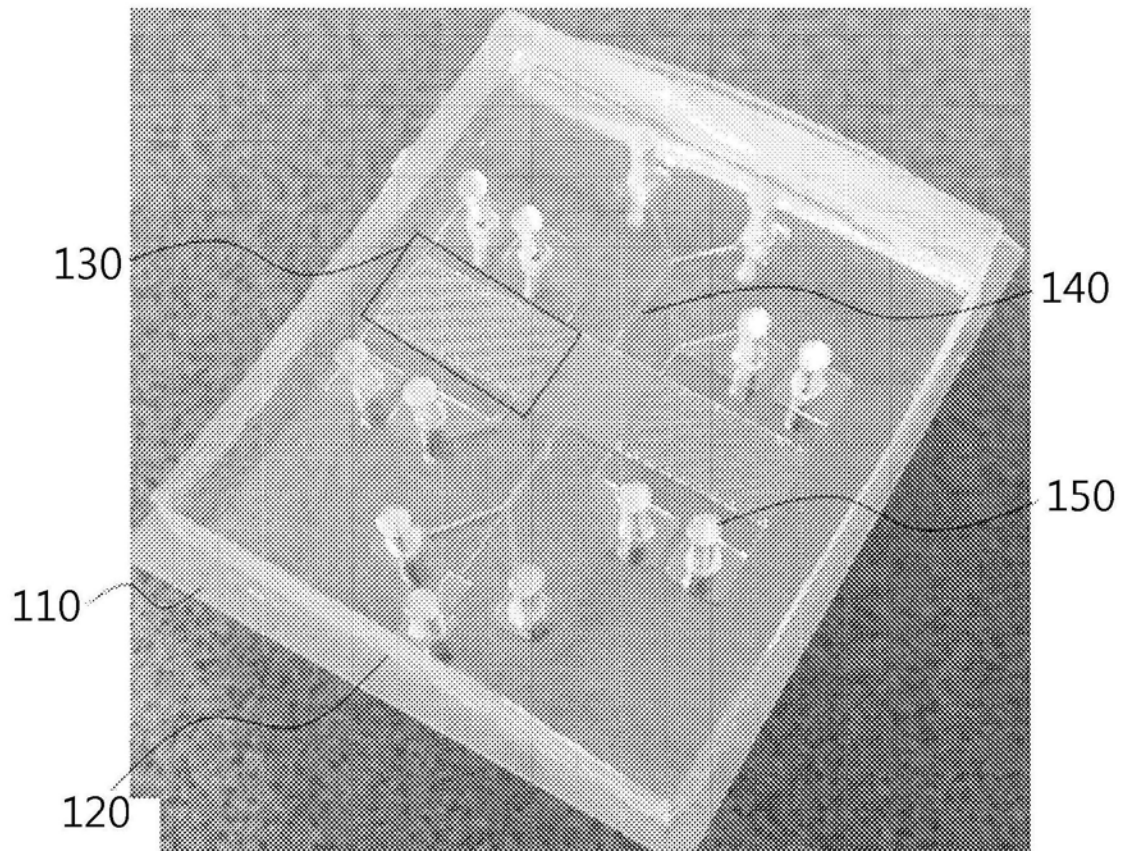


图1b

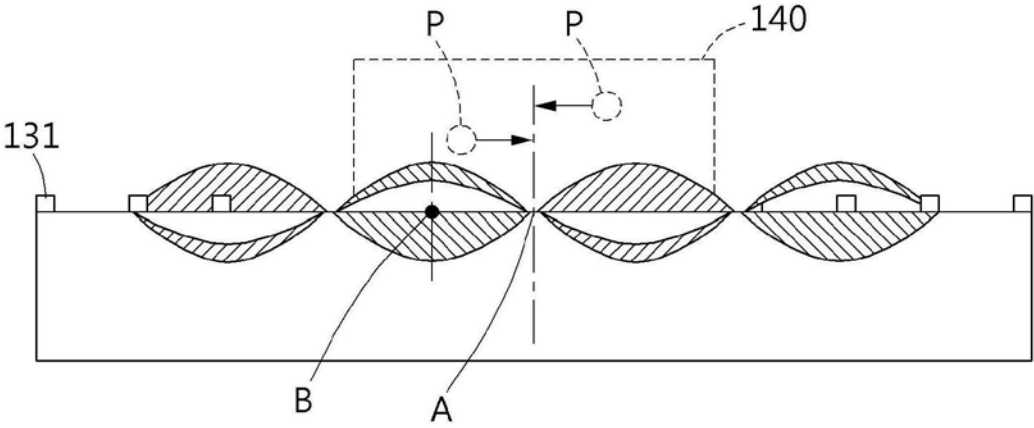


图1c

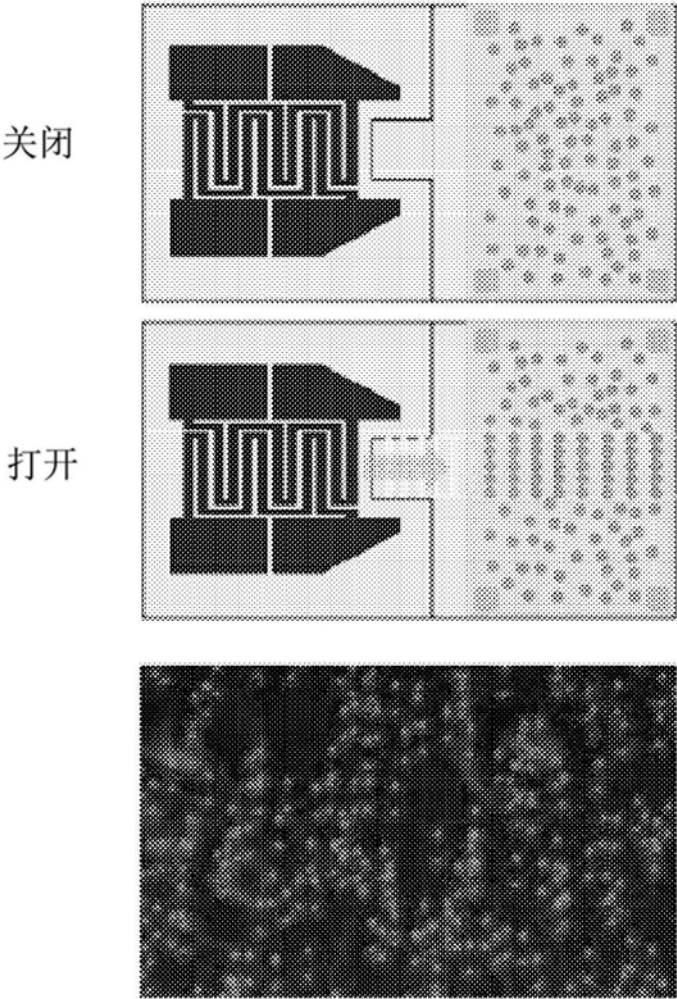


图1d

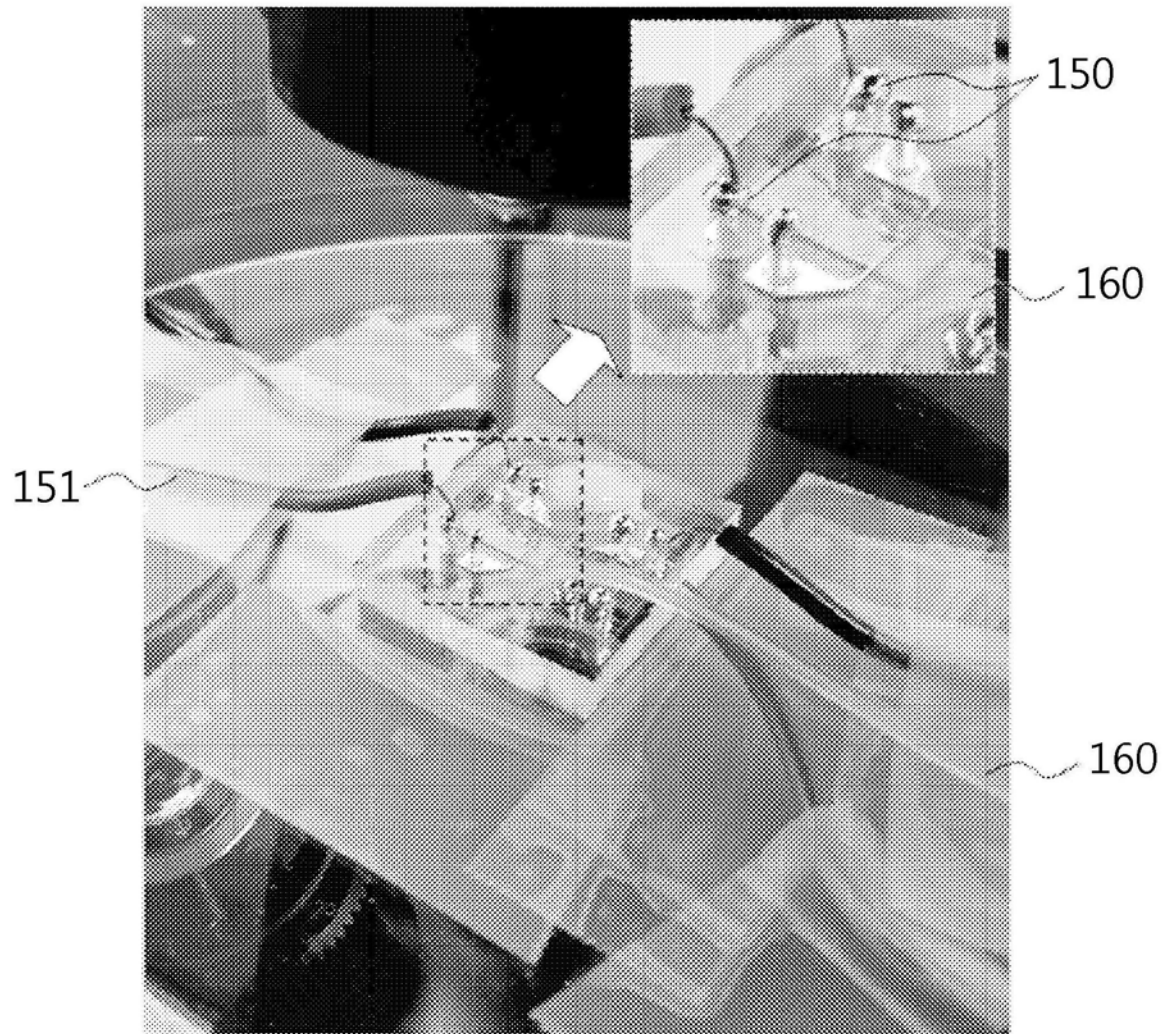


图1e



图2a

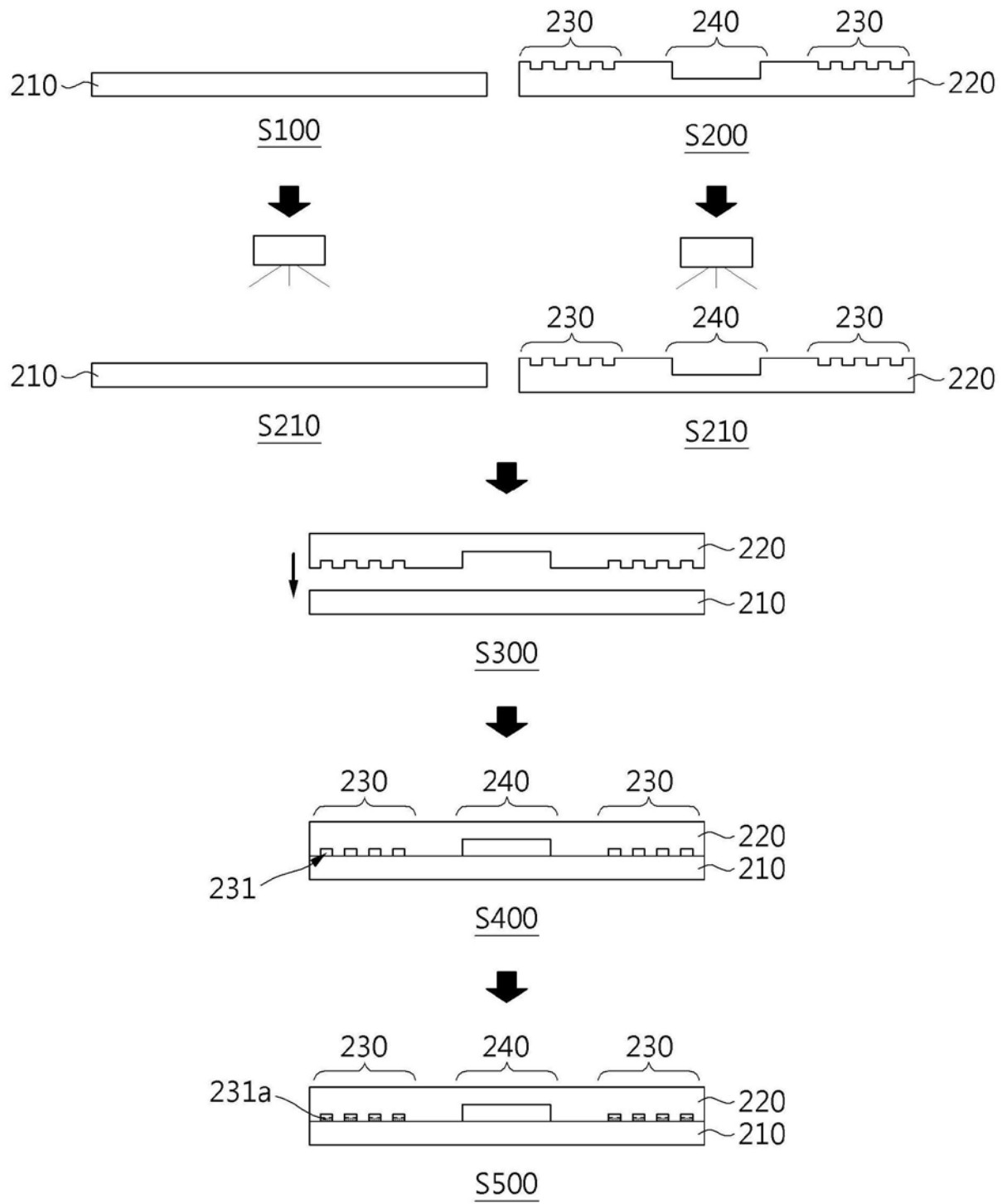


图2b

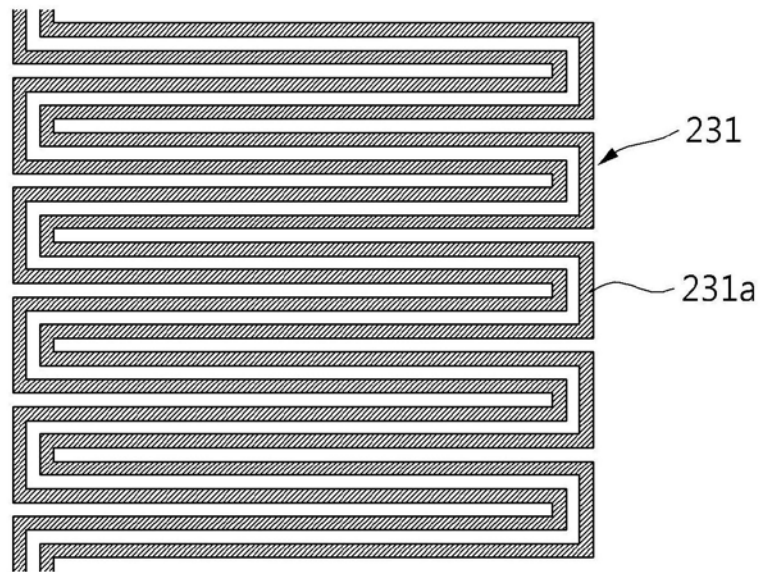
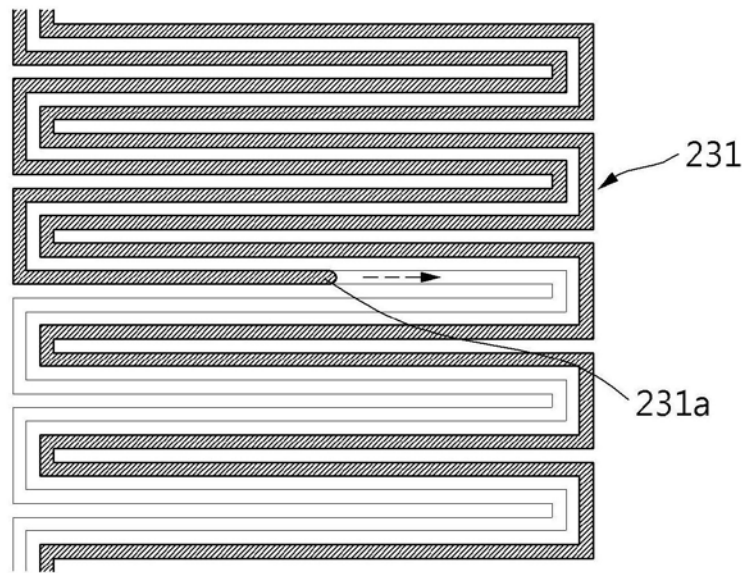


图2c

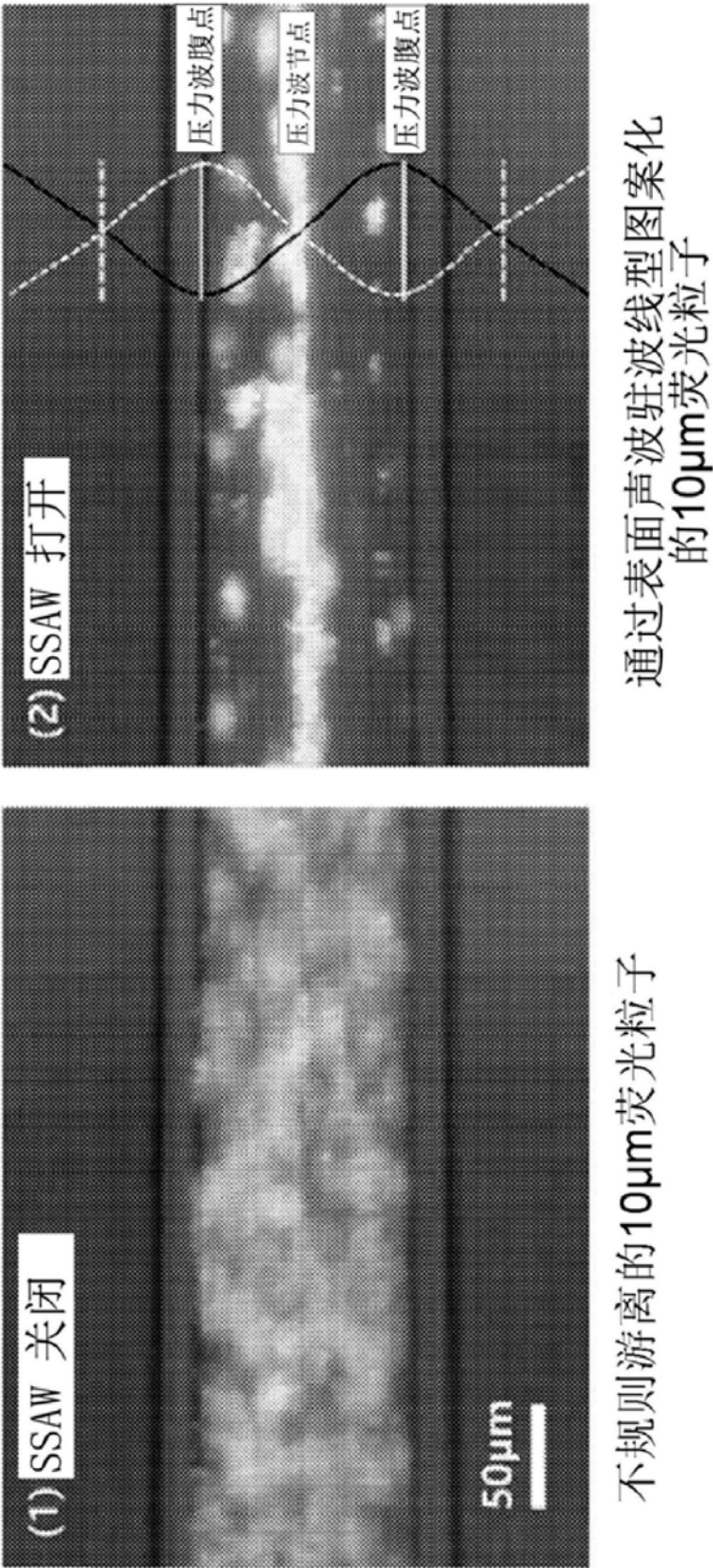


图3

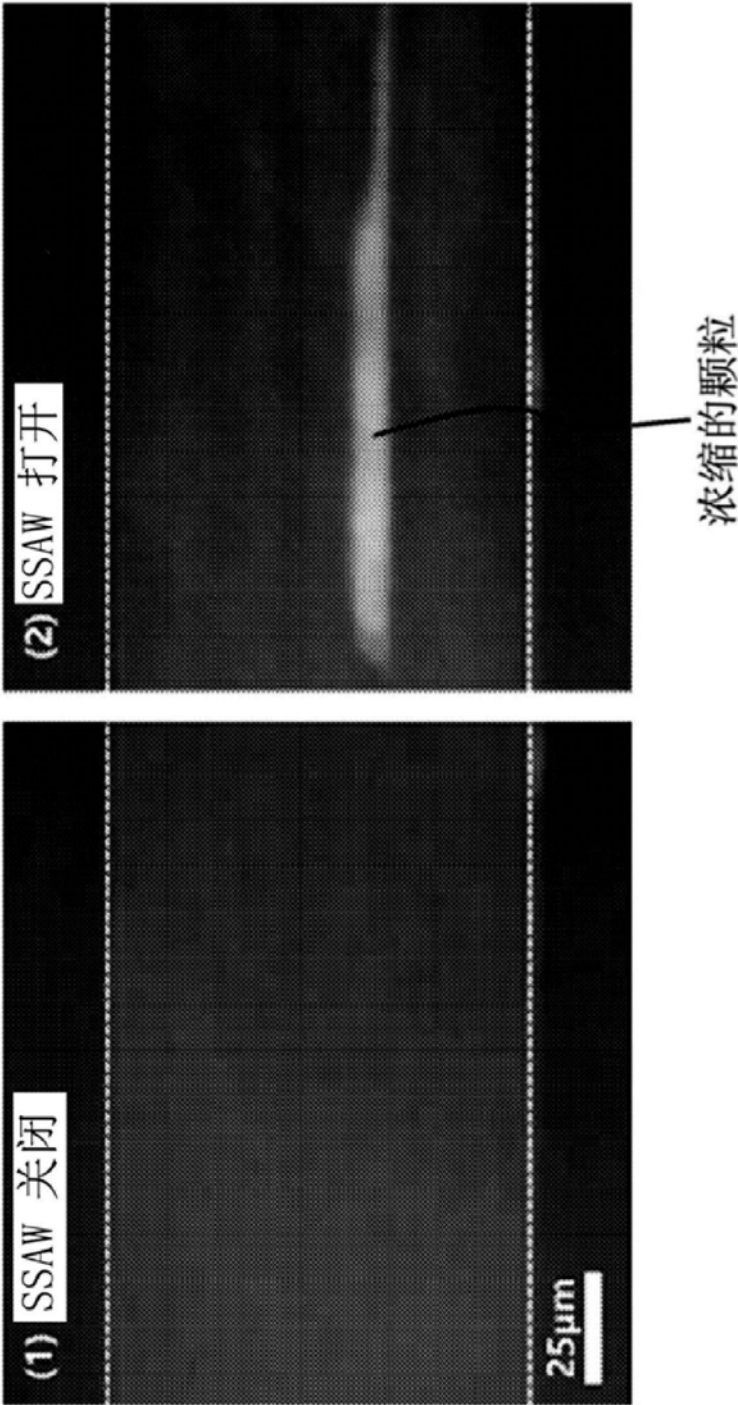


图4

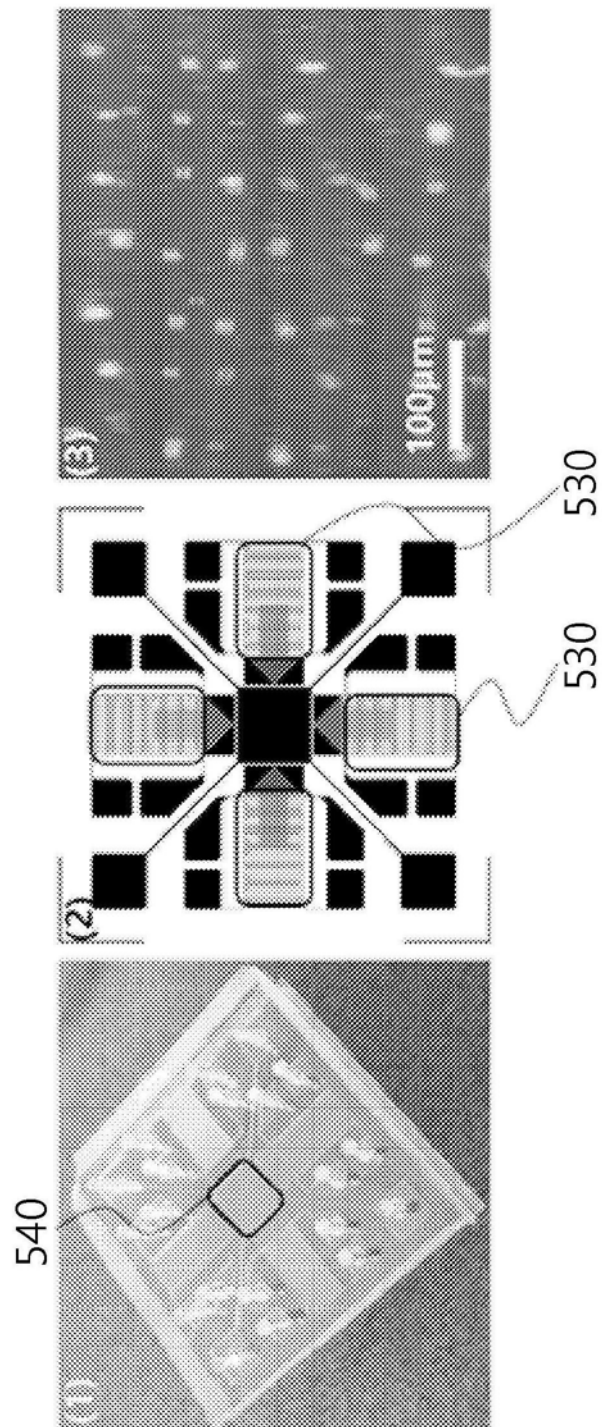


图5