

RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种微纳米通道结构(20)、微纳米通道结构(20)的制备方法、传感器(2)、传感器(2)的制备方法和微流体装置(40)。该微纳米通道结构(20)包括：衬底基板(21)；基底层(22)，在衬底基板(21)上且包括多个突起(26)；通道壁层(23)，在多个突起(26)的远离衬底基板(21)的一侧，且通道壁层(23)中具有微纳米通道(24)；其中，多个突起(26)中相邻的突起(26)之间具有凹陷部(27)，微纳米通道(24)在衬底基板(21)上的正投影位于凹陷部(27)在衬底基板(21)上的正投影内。该微纳米通道(24)具有高分辨率或超高分辨率且可以具有不同的尺寸和形状，从而可以适用于实际应用中的不同需求，同时节省了工艺步骤，节约了生产成本。

微纳米通道结构、传感器及其制备方法、微流体装置

技术领域

本公开的实施例涉及一种微纳米通道结构、微纳米通道结构的制备方法、传感器、传感器的制备方法和微流体装置。

背景技术

随着微纳米流体（液体、气体、或者液体和气体的组合）在物理学、化学、生物化学、生命科学技术、纳米科学技术和工程学等领域的应用越来越广泛，与微纳米流体系统相关的研究也成为人们越来越关注的热点。目前，微纳米流体系统已经在单分子分析、微量物质反应、微量物质分析、基因测序、单蛋白检测、DNA 分子的拉伸操纵、药物释放技术、电池技术、激光技术和喷墨打印等方面取得了很多重要的成果。

微纳米通道一般定义为流体流动的通道至少在一个维度上处于二百纳米以下的尺寸范围，流体的各种物理化学特性在微纳米尺寸和宏观尺寸下有很大的不同，流体在具有微纳米尺寸的微纳米通道中流动具有特殊物理化学性质，该具有特殊物理化学性质的流体对推动相关学科的发展将做出无法估量的贡献。

发明内容

本公开至少一实施例提供一种微纳米通道结构，该微纳米通道结构包括：衬底基板；基层层，在所述衬底基板上且包括多个突起；通道壁层，在所述多个突起的远离所述衬底基板的一侧，且所述通道壁层中具有微纳米通道；其中，所述多个突起中相邻的突起之间具有凹陷部，所述微纳米通道在所述衬底基板上的正投影位于所述凹陷部在所述衬底基板上的正投影内。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，所述多个突起中至少之一的截面为半圆形、三角形、梯形或者不规则形状。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，所述凹陷部的最大深度和最大宽度的

比值为 1~5。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，所述凹陷部和所述微纳米通道的个数均为多个，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，相邻的所述凹陷部的最大宽度不同和/或所述多个突起中相邻的突起的高度不同，以使得相邻的所述微纳米通道的横截面积的大小不同。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，沿同一方向，相邻的所述凹陷部的最大宽度依次减小并且，所述多个突起中相邻的突起的高度依次减小，以使得相邻的所述微纳米通道的横截面积的大小依次减小。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，沿同一方向，相邻的所述凹陷部的最大宽度先增大后减小，所述多个突起中相邻的突起的高度先增大后减小，以使得相邻的所述微纳米通道的横截面积的大小先增大后减小。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，多个所述微纳米通道中的每个在所述衬底基板上的正投影分别位于与之正对的多个所述凹陷部在所述衬底基板上的正投影内。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，所述微纳米通道的最大宽度为 3 纳米~50 微米。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，所述基底层的材料包括导体材料。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，所述基底层还包括连接所述多个突起的基部。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，所述多个突起中相邻的突起相互靠近的边相互连接或者相互间隔。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，所述微纳米通道为半封闭的微纳米通道。

例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，所述微纳米通道为封闭的微纳米通道。

本公开至少一实施例还提供一种传感器，该传感器包括上述任一项所

述的微纳米通道结构以及传感电路。

例如，在本公开至少一实施例提供的传感器中，所述微纳米通道结构中的基底层由导体材料形成，所述多个突起配置为所述传感器的传感电极。

5 本公开至少一实施例还提供一种微流体装置，该微流体装置包括上述任一项所述的微纳米通道结构。

例如，在本公开至少一实施例提供的微流体装置中，所述微纳米通道结构中的基底层由导体材料形成，所述基底层配置为控制所述微纳米通道结构中的物质的运送的控制电极。

10 本公开至少一实施例还提供一种微纳米通道结构的制备方法，该制备方法包括：提供衬底基板；在所述衬底基板上施加基底材料；对所述基底材料进行处理以形成基底层，其中，所述基底层包括多个突起；在所述多个突起的远离所述衬底基板的一侧形成通道壁层；其中，所述通道壁层中具有微纳米通道，所述多个突起中相邻的突起之间具有凹陷部，所述微纳米通道在所述衬底基板上的正投影位于所述凹陷部在所述衬底基板上的正
15 投影内。

例如，在本公开至少一实施例提供的制备方法中，对所述基底材料进行处理以形成基底层包括：对所述基底材料进行压印处理以形成第一基底图案；对所述第一基底图案进行变形处理以形成所述基底层。

20 例如，在本公开至少一实施例提供的制备方法中，对所述第一基底图案进行变形处理包括：在形成所述通道壁层的同时对所述第一基底图案进行变形处理。

例如，在本公开至少一实施例提供的制备方法中，对所述第一基底图案进行变形处理包括热处理、激光照射处理或者等离子体轰击处理。

25 例如，在本公开至少一实施例提供的制备方法中，在所述多个突起的远离所述衬底基板的一侧形成通道壁层包括：在所述第一基底图案上溅射通道壁层材料，或者，在所述基底层上溅射通道壁层材料。

例如，本公开至少一实施例提供的制备方法还包括：通过控制溅射所述通道壁层材料的持续时间或者功率来控制所述微纳米通道的尺寸和形状。

30 例如，在本公开至少一实施例提供的制备方法中，溅射所述通道壁层材料包括：在室温下、在包括氧气和氩气的溅射气氛中，使用功率为

2kw~5kw 的溅射功率、在 0.05pa~0.8pa 的溅射压力下进行溅射。

例如，在本公开至少一实施例提供的制备方法中，所述凹陷部和所述微纳米通道的个数均为多个，对所述基底材料进行处理以使得在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，相邻的所述凹陷部的最大宽度不同，
5 所述多个突起中相邻的突起的高度不同，相邻的所述微纳米通道的横截面积的大小不同。

本公开至少一实施例还提供一种传感器的制备方法，该制备方法包括：形成传感电路和上述任一项所述的微纳米通道结构。

例如，在本公开至少一实施例提供的制备方法中，所述微纳米通道结构
10 中的基底层由导体材料形成，所述多个突起为所述传感器的传感电极。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例，
15 而非对本发明的限制。

图 1 为一种微纳米通道的截面结构示意图；

图 2a-2e 为图 1 所示微纳米通道的制备过程图；

图 3 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道的截面结构示意图；

图 4 为本公开一实施例提供的一种基底层的俯视结构示意图；

20 图 5 为本公开一实施例提供的另一种基底层的俯视结构示意图；

图 5a 为图 5 所示基底层的截面结构示意图；

图 6a 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道的立体结构示意图；

图 6b 为本公开一实施例提供的另一种微纳米通道的立体结构示意图；

图 7 为本公开一实施例提供的再一种微纳米通道的截面结构示意图；

25 图 8 为本公开一实施例提供的又一种微纳米通道的截面结构示意图；

图 9 为本公开一实施例提供的又一种微纳米通道的截面结构示意图；

图 10 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道的扫描电子显微镜图；

图 11 为本公开一实施例提供的一种传感器的框图；

图 12 为本公开一实施例提供的一种微流体装置的结构示意图；

30 图 13 为本公开一实施例提供的再一种微流体装置的结构示意图；

图 14 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道结构的制备方法的流程

图；

图 15a~15e 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道结构的制备过程的流程图；以及

图 16a~16d 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道结构的制备过程的流程图。

附图标记：

11-衬底；12-地基层；13-地基结构；14-微纳米通道；15-间隙；16-地基层薄膜；17-压印板；20-微纳米通道结构；21-衬底基板；22-基底层；221-基部；23-通道壁层；231-第一通道壁；232-第二通道壁；24-微纳米通道；241-敞开部；26-突起；27-凹陷部；28-基底材料；29-第一基底图案；30-传感电路；40-微流体装置；41-晶体管；42-光传感器。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

除非另外定义，本公开使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本公开中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”或者“相连”等类似的词语并非限于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。

“上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。

以微纳米通道结构为基础的微纳流控芯片等仪器顺应分析仪器发展的微型化、集成化与便携化趋势，在生物医学研究、药物合成筛选、环境监测与保护、卫生检疫、司法鉴定、生物试剂的检测等领域得到了广泛的应用。例如，以微纳米通道结构为基础的微纳流控芯片已经成功实现了对生物等信

号进行传感的功能。例如，基因测序，单蛋白质检测等。但是，制造微纳米通道结构的过程通常比较复杂、所采用的设备比较昂贵、工艺成本较高、生产效率低、可扩展性（scalability）也较差。例如，制造微纳米通道结构的过程涉及沉积薄膜，电子束光刻或者激光干涉刻蚀等，以及后续的剥离和组装工艺。此外，利用常规的方法制造高分辨率或超高分辨率的微纳米通道结构仍然存在很大的困难。

例如，图 1 为一种微纳米通道的截面结构示意图，如图 1 所示，衬底 11 上设置有地基层 12，地基层 12 的背离衬底 11 的一侧设置有多个地基结构 13。多个地基结构 13 的纵截面均为矩形，且多个地基结构 13 的高度相等，每相邻的两个地基结构 13 之间的间距相等，该地基结构 13 采用压印模压印而成。微纳米通道 14 形成在相邻的两个地基结构 13 之间的间隙 15 的正上方。每个间隙 15 的正上方形成 1 个微纳米通道 14，从图 1 中可以看出，每个微纳米通道 14 的纵截面形状均为椭圆形，且相邻的微纳米通道 14 之间的间距相等，这样形成的微纳米通道 14 排列整齐，而且大小相同、形状均一。

例如，图 2a-2e 为图 1 所示微纳米通道的制备过程图。

如图 2a 所示，提供衬底 11。

例如，该衬底 11 可以是硬质衬底或者柔性衬底。该衬底 11 材料可以为玻璃、石英、塑料或者其他适合的材料。

如图 2b 所示，在衬底 11 上施加（例如，涂覆）地基层薄膜 16。

例如，适于制作地基层的材料包括：绝缘材料、半导体材料、导电材料、或者它们的组合，这主要取决于地基层的应用，地基层可以制作成导电的、半导电的、或者绝缘的。

如图 2c 所示，采用压印板 17 对地基层薄膜 16 进行压印，以形成后续描述地基层。

例如，在压印的过程中，压印板 17 的表面各个位置受到均匀的压力。

如图 2d 所示，形成的地基层 12 包括多个地基结构 13，多个地基结构 13 形成的锯齿状结构和压印板 17 互补，压印板 17 具有固定的形状和规整的结构，因此，形成的地基结构 13 的形状也很规整。

如图 2e 所示，在形成的地基结构 13 上沉积薄膜以形成微纳米通道 14，由于形成的地基结构 13 的形状规整，形成的微纳米通道 14 的形状和尺寸也很均一。

按照上述常规的方法形成的微纳米通道的形状和尺寸单一，且各个微纳米通道的形状和尺寸均一。根据应用场景的不同，有时要求形成的微纳米通道的尺寸呈一定的规律变化，按照常规的方法，每一次变化都需要再选择一个压印板进行压印以形成另外一套图案，且形成的地基结构 13 的形状单一均为矩形，因此，极大地限制了微纳米通道结构的使用范围，且由于压印板的精度较高，压印板的价格非常昂贵，从而增加了生产成本。

本公开的发明人在研究中发现，可以通过改变地基层上的地基结构的形状、尺寸大小和相邻的地基结构之间的间距，来使得后续形成的微纳米通道的尺寸、形状和排列方式根据应用场景的不同而设置成不同。

10 例如，本公开至少一实施例提供一种微纳米通道结构，该微纳米通道结构包括：衬底基板；基底层，在衬底基板上且包括多个突起；通道壁层，在多个突起的远离衬底基板的一侧，且通道壁层中具有微纳米通道；该多个突起中相邻的突起之间具有凹陷部，微纳米通道在衬底基板上的正投影位于凹陷部在衬底基板上的正投影内。

15 例如，图 3 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道结构的截面结构示意图，如图 3 所示，该微纳米通道结构 20 包括：衬底基板 21；基底层 22，该基底层 22 设置在衬底基板 21 上且包括多个突起 26；通道壁层 23，该通道壁层 23 设置在多个突起 26 的远离衬底基板 21 的一侧，且通道壁层 23 中具有微纳米通道 24；该多个突起 26 中相邻的突起 26 之间具有凹陷部 27，
20 该微纳米通道 24 在衬底基板 21 上的正投影位于凹陷部 27 在衬底基板 21 上的正投影内。

例如，本公开的实施例中的术语“微纳米通道”指的是在一个截面上沿着至少一个方向上的尺寸(截面尺寸)在约 1nm 至约 1000 μ m 的范围内的通道，例如，在约 1nm 至约 50nm 的范围内，在约 50nm 至约 100nm 的范围内，在
25 约 100nm 至约 1 μ m 的范围内，在约 1 μ m 至约 10 μ m 的范围内，在约 10 μ m 至约 100 μ m 的范围内，在约 100 μ m 至约 200 μ m 的范围内，在约 200 μ m 至约 400 μ m 的范围内，在约 400 μ m 至约 600 μ m 的范围内，在约 600 μ m 至约 800 μ m 的范围内，以及在约 800 μ m 至约 1000 μ m 的范围内。术语“截面尺寸”可以是长度、宽度、深度，还涉及直径或者等效直径。术语“长度”、“宽度”和“深度”
30 也可以分别为平均长度、平均宽度和平均深度。

例如，该多个突起 26 均为长条形，该长条形可以为直线、曲线、折线

或者具有分支的线。该多个突起的延伸方向为该长条形的延伸方向。

例如，凹陷部 27 均为长条形，该长条形可以为直线、曲线、折线或者具有分支的线。该凹陷部 27 的延伸方向为该长条形的延伸方向。

对应地，微纳米通道 24 也为长条形，该长条形可以为直线、曲线、折线或者具有分支的线。该微纳米通道 24 的延伸方向为该长条形的延伸方向。

例如，示例性地，在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上，多个突起 26 中至少之一的截面形状为半圆形、三角形、梯形或者不规则形状。

例如，多个突起 26 的截面形状相同，为上述各种形状中的任意一种；或者，多个突起 26 的截面形状不相同，为上述各种形状中的任意组合。例如，图 3 示出了多个突起 26 均为半圆形的情形。

例如，如图 3 所示，基底层 22 还包括连接多个突起 26 的基部 221，在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上，基底层 22 的截面形状为开口较大的 U 形。

例如，该凹陷部 27 的延伸方向为垂直于纸面向里的方向。

例如，基部 221 的厚度为突起 26 的平均厚度的 $1/10 \sim 1/2$ 。基部 221 的厚度较薄有利于形成的微纳米通道结构的轻薄化。

例如，基部 221 的厚度为突起 26 的平均厚度的 $1/10$ ， $1/8$ ， $1/6$ ， $1/4$ 或者 $1/2$ 。

例如，可以通过基底层 22 的形变控制形成的多个微纳米通道 24 的尺寸不同，以实现对于待测样品筛选。例如，当含有不同尺寸的蛋白或带电粒子等的溶液，流经具有从小到大渐变尺寸的微纳米通道截面时，将会实现物质的过滤分离。

例如，图 4 为本公开一实施例提供的一种基底层的俯视结构示意图，结合图 3 和图 4，当多个突起 26 的截面形状均为半圆形时，多个突起 26 形成的表面为波浪形。该波浪形结构可以使得后续形成的微纳米通道的形状更可控。

例如，在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上，多个突起 26 中相邻的突起 27 相互靠近的边相互连接或者相互间隔。当相邻的突起 26 相互靠近的边相互连接时，则凹陷部 27 的靠近衬底基板 21 的一侧为一条线，其该线的延伸方向即为凹陷部 27 的延伸方向；当相邻的突起 26 相互靠近的边相互间隔时，则凹陷部 27 的靠近衬底基板 21 的一侧为一个面，该面的长边方

向即为凹陷部 27 的延伸方向。

例如，该凹陷部 27 的延伸方向为图 4 所示的方向 e。

例如，如图 3 和图 4 所示，相邻的两个突起 26 之间具有间隙，在图 4 所示的俯视图中，凹陷部 27 的靠近衬底基板 21 的表面为面。

5 需要说明的是，当多个突起 26 的截面形状均为半圆形时，多个突起 26 中相邻的突起 26 也可以是相互连接的，这样凹陷部 27 的靠近衬底基板 21 的表面为线。

例如，图 5 为本公开一实施例提供的另一种基底层的俯视结构示意图，图 5a 为图 5 所示基底层的截面结构示意图。如图 5a 所示，多个突起 26 的截面形状均为三角形（也可以被替换成梯形），如图 5 所示，多个突起 26 形成的表面为锯齿形。该锯齿形结构可以使得后续形成的微纳米通道的形状更可控。

例如，如图 5 和 5a 所示，相邻的两个突起 26 直接连接，在图 4 所示的俯视图中，凹陷部 27 的靠近衬底基板 21 的表面为线。

15 例如，该凹陷部 27 的延伸方向为图 5 所示的方向 e。

需要说明的是，当多个突起 26 的截面形状均为半圆形时，多个突起 26 中相邻的突起 26 也可以是相互连接的，这样凹陷部 27 的靠近衬底基板 21 的表面为线。

例如，在不同形状的基底层 22 的条件下，结合后续通道壁层的沉积条件，微纳米通道 24 可以具有任何可选择的截面形状，例如，U 形、矩形、三角形、类三角形、椭圆形、类椭圆形、圆形、半圆形、正方形、梯形、五角形、六边形、水滴状等截面形状。例如，微纳米通道 24 还可以具有不规则的截面形状。以下实施例以微纳米通道 24 的截面形状为椭圆形、类三角形、圆形或者水滴状为例加以说明。

25 例如，在一个连续的微纳米通道 24 中，该微纳米通道 24 的截面形状和截面尺寸可以处处相同，或者可以沿着微纳米通道 24 的延伸方向发生变化。

例如，图 6a 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道的立体结构示意图，如图 6a 所示，该微纳米通道 24 为半封闭的微纳米通道，该半封闭的微纳米通道 24 具有敞开部 241，该敞开部 241 在微纳米通道 24 的远离衬底基板的一侧，即，当后续沉积的通道壁层的材料没有使得微纳米通道 24 形成封闭结构时就停止沉积，这样流体（液体、气体、或者液体和气体的组合）

可以从敞开部 241 进入微纳米通道中。

例如，在微纳米通道 24 的远离衬底基板 21 的一侧，该半封闭的微纳米通道 24 完全敞开以形成微纳米沟槽，或者，该半封闭的微纳米通道 24 部分敞开。

5 例如，图 6b 为本公开一实施例提供的另一种微纳米通道的立体结构示意图，如图 6b 所示，该微纳米通道 24 为封闭的微纳米通道，即，当后续沉积的通道壁层的材料使得微纳米通道 24 形成封闭结构之后才停止沉积。流体从微纳米通道 24 的沿着其延伸方向的两端进入微纳米通道 24 中，该微纳米通道 24 为微纳米毛细管。

10 例如，如图 6a，在与微纳米通道 24 的延伸方向大致垂直的平面上，微纳米通道 24 的截面形状为 2/3 圆；在与微纳米通道 24 的延伸方向大致垂直的平面上，微纳米通道 24 的截面形状为圆形。在图 6a 和图 6b 所示的示例中，微纳米通道 24 的半径均小于 100 nm，例如，微纳米通道 24 的截面的半径在 40 nm 至 80 nm 之间。

15 例如，在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上，该凹陷部 27 的最大深度和最大宽度的比值为 1~5。

例如，该凹陷部 27 的最大深度和最大宽度的比值为 1、2、3、4 或者 5。

例如，当该凹陷部 27 的最大深度和最大宽度的比值小于 1 时，不利于微纳米通道 24 的形成，也可能无法形成微纳米通道 24，或者后续沉积通道壁层 23 的时间要很长，才可以形成微纳米通道 24，这样延长了生产周期，提高了制作成本；当该凹陷部 27 的最大深度和最大宽度的比值大于 5 时，可能导致形成的微纳米通道 24 的尺寸太小，缩限了微纳米通道结构 20 的使用范围。

25 例如，在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，凹陷部 27 和微纳米通道 24 的个数均为多个，在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上，相邻的凹陷部 27 的最大宽度不同，多个突起 26 中相邻的突起 26 的高度也不相同，以使得相邻的微纳米通道 24 的横截面积的大小不同；或者，相邻的凹陷部 27 的最大宽度不同，以使得相邻的微纳米通道 24 的横截面积的大小不同；或者，多个突起 26 中相邻的突起 26 的高度不同，以使得相邻的
30 微纳米通道 24 的横截面积的大小不同。即，在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上，微纳米通道 24 的横截面积和与之正对的凹陷部 27 的最大

宽度成正比,微纳米通道 24 的横截面积和与之相邻的突起 26 的高度成正比。

例如,如图 3 所示,在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上,沿同一方向,相邻的凹陷部 27 的最大宽度依次减小,并且,多个突起 26 中相邻的突起 26 的高度依次减小,以使得相邻的微纳米通道 24 的横截面积的大小依次减小。如图 3 所示,突起 26 的高度是指半圆形的突起 26 的最上端到基底层 22 的上表面之间的距离,如图 3 中的距离 d1,相邻的凹陷部 27 的最大宽度是指高度较低的半圆形突起 26 的最上端到与之相邻的凸起的侧面之间的垂直距离,如图 3 中的距离 d2。

例如,图 7 是根据本公开再一个实施例的微通道结构的截面结构示意图,如图 7 所示,在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上,沿同一方向,相邻的凹陷部 27 的最大宽度先增大后减小,多个突起 26 中相邻的突起 26 的高度先增大后减小,结合后续通道壁层的沉积条件,以使得相邻的微纳米通道 24 的横截面积先增大后减小。

例如,图 8 是根据本公开另一个实施例中的微通道结构的截面结构示意图,如图 8 所示,在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上,沿同一方向,相邻的突起的高度相同,相邻的凹陷部 27 的最大宽度沿着该同一方向一大一小设置,且多个凹陷部 27 呈一大一小交替排列,以使得相邻的微纳米通道 24 的横截面积沿着该同一方向一大一小设置,结合后续通道壁层的沉积条件,多个微纳米通道 24 也呈一大一小交替排列。

例如,如图 3、图 7 和图 8 所示,多个微纳米通道 24 中的每个在衬底基板 21 上的正投影分别位于与之正对的多个凹陷部 27 在衬底基板 21 上的正投影内。每个凹陷部 27 的上部对应设置一个微纳米通道 24,该微纳米通道 24 完全形成在凹陷部 27 的正上方,该正上方是指沿着垂直于衬底基板 21 板面的方向,微纳米通道 24 位于凹陷部 27 的上部。

例如,如图 3、图 7 和图 8 所示,微纳米通道结构 20 中不同截面尺寸的微纳米通道 24 可以将不同尺寸的流体分子进行分离,这样也便于后续的检测等过程。

例如,在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上,微纳米通道 24 的最大宽度为 3 纳米~50 微米。即,该微纳米通道 24 的最大宽度为 3 纳米~300 纳米,300 纳米~500 纳米,500 纳米~1 微米,或者 1 微米~50 微米。如果微纳米通道 24 的截面为圆形,则该最大宽度为该圆形的直径;如果该微纳米

通道 24 的截面为椭圆形，则该最大宽度为该椭圆形的长径；如果该微纳米通道 24 的截面为矩形，则该最大宽度为该矩形的长边长度；如果该微纳米通道 24 的截面为正方形，则该最大宽度为该正方形的边长。

例如，基底层 22 的材料可以包括各种适当的材料，例如，适于制作基
5 底层 22 的材料包括：绝缘材料、半导体材料、导电材料、或它们的组合。
根据应用场景的不同，基底层 22 可以制作成导电的、半导电的、或者绝缘
的。

例如，该基底层 22 的材料为导体材料，这样基底层 22 可以复用作器件
10 电极。当该微纳米通道结构 20 用于后续的器件中时，可以减少专门制备电
极的步骤。

例如，通道壁层 23 的材料包括：绝缘材料、半导体材料、导电材料、
或它们的组合。根据应用场景的不同，通道壁层 23 可以制作成导电的、半
导电的、或者绝缘的。

例如，通道壁层 23 的材料与基底层 22 的材料相同或者不相同。

15 例如，形成通道壁层 23 与基底层 22 的材料包括有机材料，例如：有机
硅聚合物、聚酰亚胺、聚碳酸酯、聚酰胺、聚醚、聚氨酯、多氟烃、氟化聚
合物、聚醚醚酮 (PEEK)、聚苯乙烯、聚(丙烯腈丁二烯-苯乙烯)(ABS)、
丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、以及其它取代和未取代的聚烯烃。

例如，有机硅聚合物包括：聚二甲基硅氧烷和环氧聚合物。

20 例如，聚酰亚胺包括：聚(4,4'-氧二亚苯基-均苯四甲酰亚胺)和聚(联
苯四羧酸二酐)。

例如，氟化聚合物包括：聚氟乙烯、聚偏氟乙烯、聚四氟乙烯、聚氯三
氟乙烯、全氟烷氧基聚合物、氟代乙烯-丙烯、聚乙烯四氟乙烯、聚乙烯三氟
氯乙烯、全氟聚醚、全氟磺酸、全氟聚氧杂环丁烷、FFPM/FFKM (全氟化
25 弹性体[全氟弹性体])、FPM/FKM (氟碳[三氟氯乙烯偏二氟乙烯])。

例如，该取代和未取代的聚烯烃包括：环烯烃聚合物、聚丙烯、聚丁烯、
聚乙烯、聚甲基戊烯、聚丁烯-1、聚异丁烯、乙烯丙烯橡胶。

例如，聚乙烯 (PE) 包括：交联的 PE、高密度 PE、中等密度 PE、线性
低密度 PE、或者超高分子量 PE。

30 例如，形成通道壁层 23 与基底层 22 的材料包括无机材料，例如，该无
机材料包括：陶瓷、半导体、玻璃和金属等。

例如，陶瓷包括：氧化铝、氧化硅和氧化锆等。

例如，半导体包括：硅和砷化镓。

例如，在上述图 3、图 7 和图 8 所示的微通道结构的示意图中，通道壁层连接成一体。

5 例如，图 9 是根据本公开又一个实施例中的微通道结构的截面结构示意图，如图 9 所示，部分微纳米通道 24 为封闭的微纳米通道，封闭的微纳米通道 24 的截面形状相同或者不相同，截面积的大小不相同；部分微纳米通道 24 为半封闭的微纳米通道，半封闭微纳米通道的截面积的大小不相同，这样可以适应于更多种应用的需求。

10 例如，在制备为纳米通道结构的过程中，当沉积的通道壁层材料满足至少部分微纳米通道为封闭的为纳米通道即可停止沉积通道壁层材料。如图 9 所示，通道壁层 23 包括彼此至少部分地间隔开的第一通道壁 231 和第二通道壁 232，从而在第一通道壁 231 和第二通道壁 232 相互间隔的部分形成微纳米通道 24。

15 例如，如图 9 所示，每个微纳米通道 24 的两侧均具有一个第一通道壁 231 和一个第二通道壁 232，从微纳米通道 24 左侧紧相邻的突起 26 的最顶端画一条垂直于衬底基板 21 的线 b1，从微纳米通道 24 的最底端画一条垂直于衬底基板 21 的线 b2，从微纳米通道 24 右侧紧相邻的突起 26 的最顶端画一条垂直于衬底基板 21 的线 b3，这样在线 b1 和线 b2 之间的区域 R1 中的通道壁为第一通道壁 231，在线 b2 和线 b3 之间的区域 R2 中的通道壁为第二通道壁 232。

20 例如，如图 9 所示，第一通道壁 231 沿着突起 26 的远离衬底基板 21 的一侧突出，第一通道壁 231 在衬底基板 21 上的正投影覆盖与其正对的突起 26 在衬底基板 21 上的正投影；第二通道壁 232 沿着突起 26 的远离衬底基板 21 的一侧突出，第二通道壁 232 在衬底基板 21 上的正投影覆盖与其正对的突起 26 在衬底基板 21 上的正投影。例如，第一通道壁 231 和第二通道壁 232 均沿着平行于凹陷部 27 的延伸方向进行延伸。

25 例如，如图 9 所示，第一通道壁 231 和第二通道壁 232 在微纳米通道 24 的与衬底基板 21 相对的一侧彼此至少部分地分离，且微纳米通道 24 在与衬底基板 21 相对的一侧至少部分地敞开。在一个示例中，在微纳米通道 24 的沿着其平行于衬底基板 21 的主表面的平面的延伸方向的整个长度上，第一

30

通道壁 231 和第二通道壁 232 在微纳米通道 24 的与衬底基板 21 相对的一侧彼此完全分离以形成图 6a 所示的微纳米通道。例如，该微纳米通道 24 是微纳米沟槽。

例如，如图 9 所示，第一通道壁 231 和第二通道壁 232 在微纳米通道 24 的与衬底基板 21 相对的一侧彼此连接。在一个示例中，微纳米通道 24 在与衬底基板 21 相对的一侧闭合。在微纳米通道 24 的沿着其实质上平行于衬底基板 21 的主表面的平面的延伸方向的整个长度上，第一通道壁 231 和第二通道壁 232 在微纳米通道 24 的与衬底基板 21 相对的一侧彼此连接以形成图 6b 所示的微纳米通道。例如，该微纳米通道 24 是微纳米毛细管。

例如，图 10 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道的扫描电子显微镜图。图 10 中的微纳米通道结构对应于图 3 中的微纳米通道结构，该微纳米通道 24 在与衬底基板 21 相对的一侧是闭合的，例如，该微纳米通道 24 可以为图 6b 中的微纳米毛细管。从图 10 中可以看出，该微纳米通道的最大宽度为 30nm。

例如，在一个应用方面，该微纳米通道可以对不同尺寸或者不同带电性能的物质进行过滤分离，能够被分离的物质的由微纳米通道的最窄处的尺寸决定，即基底层形变的程度决定形成的微纳米通道的尺寸，进而决定可过滤分离的物质类型。

例如，在另一个应用方面，在微纳米通道的最窄处加入表面带有生物修饰的纳米颗粒，待测生物分子和纳米颗粒表面的抗体结合时，可以改变带有纳米颗粒的微纳米通道的导电电阻，不同的生物分子得到的电信号不同，以不同的生物分子进行鉴别，从而实现生物检测的功能。

例如，在又一个应用方面，该微纳米通道可以用于基因测序等高精分子检测或者试剂检测。目前，纳米孔结构的方向垂直于衬底基板，需要在纳米孔的上下形成具有流到的膜层，该结构复杂且良品率低，本公开的实施例中的微纳米通道平行于衬底基板的板面，结构简单，易于在微纳米通道的两侧集成电极，并测试 DNA 分子通过微纳米通道时带来的电位变化，以实现基因测序。

本公开至少一实施例还提供一种传感器，例如，图 11 为本公开一实施例提供的一种传感器的框图，该传感器 2 包括上述任一实施例中的微纳米通

道结构 20 以及传感电路 30。

例如，该传感器所包括的衬底基板是其上要同时形成微纳米通道结构 20 和传感电路 30 的衬底基板。例如，微纳米通道结构 20 所包括的基底层由导电材料制成。基底层中的多个突起可以为传感器的电极，多个突起（传感器的电极）与衬底基板上的传感电路相连接。传感器电极配置为检测微纳米通道中的化学信号和生物信号中的至少之一。

例如，包含微纳米通道结构 20 的传感器 2 的种类如下，例如，气体传感器、脱氧核糖核酸（DNA）传感器、核糖核酸（RNA）传感器、肽或蛋白质传感器、抗体传感器、抗原传感器、组织因子传感器、载体和病毒载体传感器、脂质和脂肪酸传感器、类固醇传感器、神经递质传感器、无机离子和电化学传感器、pH 传感器、自由基传感器、碳水化合物传感器、神经传感器、化学传感器、小分子传感器、外显子传感器、代谢物传感器、中间体传感器、染色体传感器和细胞传感器。

例如，微纳米通道结构是用于检测气体的气体传感器的一部分。由于微纳米通道结构的存在，气体传感器具有用于吸收目标气体分子的大表面区域，由此可以使得传感器的灵敏非常高。

例如，微纳米通道在与衬底基板相对的一侧敞开，气体可以从该微纳米通道敞开的一侧流入微纳米通道，从而在微纳米通道的内表面吸附目标气体分子。在一个示例中，由导体材料形成的多个突起是用于检测在微纳米通道的内表面上吸附的目标气体分子的传感电极。

本公开至少一实施例还提供一种微流体装置，该微流体装置包括上述任一项中的微纳米通道结构。

例如，微流体装置是指能够利用小体积和/或小流速分离分子的小型装置。

例如，该微流体装置可以是芯片实验室装置、基因测序设备等。

例如，芯片实验室是指其上可以同时进行的样本溶液的各种科学操作（例如，反应、分离、提纯和检测）的集成芯片，可以通过芯片实验室执行超高灵敏度分析、超微量分析、或超灵活同时多项目分析，芯片实验室的示例是具有经由微通道彼此连接的蛋白质产生单元、蛋白质提纯单元和蛋白质检测单元的芯片。

例如，当微纳米通道结构中的基底层由导电材料形成，该基底层中包含的相邻的两个突起用作微流体装置中的测试电极时，该测试电极配置为有效地检测微纳米通道内部的各种物理参数和化学参数，通过该测试电极可以测量的参数包括：位于相邻的两个突起之间的区域的电阻、位于相邻的两个突起之间的区域中的电压电平、位于相邻的两个突起之间的区域中的电容等。通过测量这些参数，微流体装置可以高效地检测微纳米通道中的生物分子和化学分子，并且可以用于各种相关应用中。

例如，该由导电材料形成的基底层还可以配置为控制微纳米通道结构中的物质的运送的控制电极。该控制电极可以控制通过微纳米通道的物质（例如，包括 DNA 的核酸分子）的运送，且分布在微纳米通道周边的电场的强度和电场的均匀性都有很大的提高。与常规的微流体装置相比，该微流体装置的性能可以大大改善。该微流体装置可以用于离子阀、分子阀、电控微流体装置、光控微流体装置和离子晶体管等中。

例如，图 12 为本公开一实施例提供的一种微流体装置的结构示意图，如图 12 所示，该微流体装置 40 是电控微流体装置。将图 3 中的微纳米通道结构用于图 12 所示的微流体装置中，该微流体装置 40 具有与微纳米通道结构的基底层 22 电连接的晶体管 41。该晶体管 41 配置为被施加有控制电压。当晶体管 41 被电导通时，控制电压被传递至基底层 22。例如，微纳米通道结构是用于控制通过微纳米通道的物质的运送的微纳米通道结构，并且基底层 22 是微流体装置 40 的控制电极。通过将控制信号传输至基底层 22，可以对微纳米通道中的物质的运送进行电控制。

例如，晶体管 41 可以设置在衬底基板 21 中，也可以设置在微纳米通道的外侧。

例如，图 13 为本公开一实施例提供的再一种微流体装置的结构示意图，如图 13 所示，该微流体装置 40 是光控微流体装置。将图 3 中的微纳米通道结构用于图 12 所示的微流体装置中，该微流体装置 40 具有与微纳米通道结构的基底层 22 电连接的光传感器 42。当该光传感器 42 被照射时，其产生光电压信号，该光电压信号被传输至基底层 22。例如，微纳米通道结构是用于控制通过微纳米通道中的物质的运送的微纳米通道结构，并且基底层 22 是微流体装置的控制电极。通过将光电压信号传输至基底层 22，可以对微纳米通道中的物质的运送进行光控制。

例如，该微流体装置还可以是离子晶体管，例如，开关晶体管或者驱动晶体管，微纳米通道结构中的基底层用作离子晶体管的栅极，并且配置为被提供栅极驱动信号。

5 本公开至少一实施例还提供一种微纳米通道结构的制备方法，例如，图 14 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道结构的制备过程的流程图，如图 14 所示，该制备方法包括：

S11: 提供衬底基板；

S12: 在衬底基板上施加基底材料；

10 S13: 对基底材料进行处理以形成基底层，其中，该基底层包括多个突起；

S14: 在多个突起的远离衬底基板的一侧形成通道壁层；其中，通道壁层中具有微纳米通道，多个突起中相邻的突起之间具有凹陷部，微纳米通道在衬底基板上的正投影位于凹陷部在衬底基板上的正投影内。

15 例如，图 15a~15e 为本公开一实施例提供的一种微纳米通道结构的制备过程图。下面根据图 15a 至 15d 详细说明微纳米通道结构的制备过程。

如图 15a 所示，提供衬底基板 21。

如图 15b 所示，在衬底基板 21 上施加基底材料 28。

20 例如，该基底材料 28 取决于微纳米通道结构的应用，基底材料 28 可以包括绝缘材料、半导体材料、导电材料、或它们的组合。该基底材料 28 的具体成分可以参见上述关于基底层 22 的材料的相关描述，在此不再赘述。

如图 15c 所示，对基底材料 28 进行处理以形成第一基底图案 29。

25 例如，对基底材料 28 进行处理以形成第一基底图案 29 的方法包括：光刻蚀工艺、电子束光刻工艺、纳米压印光刻、刻蚀工艺（例如，干法刻蚀）、热腐蚀工艺、或者它们的组合。

例如，在一个示例中，采用纳米压印的方式形成第一基底图案 29。

30 例如，纳米压印技术需要采用纳米压印板进行压印，通过光刻胶辅助，将模板上的微纳结构转移到待加工的材料上，纳米压印技术是一种微纳加工技术，该技术通过机械转移的手段，可以实现超高的分辨率、高保真度和高产量。

例如，纳米压印技术分为三个步骤：（1）模板的加工，一般使用电子束

刻蚀等手段，在硅或其他衬底上加工出所需要的结构作为模板，由于电子的衍射极限远小于光子，因此可以达到远高于光刻的分辨率；(2)图样的转移，在待加工的材料表面涂上光刻胶，然后将上述模板压在光刻胶的表面，采用加压的方式使模板的图案转移到光刻胶上；(3)待加工材料的加工，用紫外光等使光刻胶固化，移开模板后，形成光刻胶图案，露出待加工材料的表面，然后使用化学刻蚀的方法进行加工，完成后去除全部光刻胶，最终得到高精度加工的材料。在此过程中，仅第(1)步纳米压印板的制作成本较高。

如图 15c 所示，第一基底图案 29 中的凸起部的截面形状为矩形，且这些矩形的大小相等，相邻的矩形之间的间距均相等。

例如，图 15c' 为第一基底图案 29 的立体结构示意图。从图 15 c' 可以看出，第一基底图案 29 中的凸起部的立体结构为多个均匀排布的长方体，这些长方体的长度、宽度和高度均相等，且相邻的长方体之间的间距也相等。这样形成的第一基底图案 29 中的凸起部的形状和尺寸均单一。

根据应用场景的不同，有时要求后续形成的微纳米通道的尺寸呈一定的规律变化，按照上述压印的方法，每一次基底图案的变化都需要再选择一个压印板进行压印以形成另外一套图案，且形成的凸起部的形状单一均为矩形，因此，极大地限制了微纳米通道结构的使用范围，且由于压印板的精度较高，压印板的价格非常昂贵，从而大大地增加了生产成本。

如图 15d 所示，对第一基底图案 29 进行变形处理以形成基底层 22，该基底层 22 包括多个突起 26。

例如，对第一基底图案 29 进行变形处理包括：热处理、激光照射处理或者等离子体轰击处理。

例如，热处理是指对第一基底图案 29 进行加热，以使得第一基底图案 29 发生形变，形成所需要的基底层 22 的图案。

例如，加热的温度为 25 °C 至 1500 °C，加热的时间为 1h 至 10h，加热时采用的温度越高，加热的时间越长，所形成的突起的形状相对于第一基底图案 29 中的矩形结构变化越大。

例如，在一个示例中，热源位于第一基底图案 29 的最右侧，从第一基底图案 29 的最右侧到最左侧，热源提供的温度依次降低，这样，从第一基底图案 29 的最右侧到最左侧，其上的凸起部所受到的加热温度依次降低，在加热时间相同的情况下，从基底层的最右侧到最左侧，所形成的突起的横

截面积依次增大。例如，所形成的突起的截面形状均为半圆形，且从基底层的最右侧到最左侧，半圆形突起的半径依次增大，最终形成的基底层 22 的结构如图 15d 所示。

例如，在一个示例中，热源位于第一基底图案 29 的中间，从第一基底图案 29 的中间分别向左侧和右侧，热源提供的温度均依次降低，这样，从第一基底图案 29 的中间分别向左侧和右侧，其上的凸起部所受到的加热温度依次降低，在加热时间相同的情况下，从基底层的中间分别向左侧和右侧，所形成的突起的横截面积均依次增大。例如，所形成的突起的截面形状均为半圆形，且从基底层的中间分别向左侧和右侧，半圆形突起的半径依次增大，形成对称的结构。

例如，根据热源的放置位置、对加热温度和加热时间的控制，可以对基底层 22 的图案进行不同的设计。多个突起 26 除了上述的排列情形之外，还可以是其他任意的设计情况，例如，任意相邻的两个突起的大小不同；多个突起呈一大一小交替排布；具有第一尺寸和第一形状的多个突起排列在基底层的一侧，具有第二尺寸和第二形状的多个突起排列在基底层的另一侧。

例如，也可以通过在加热的过程中时刻改变加热位置或者采用局部加热的方式，使形成的突起的形状为三角形或者梯形等，具体的加热条件可以根据需要进行调整，在此不再赘述。

如图 15e 所示，在多个突起 26 的远离衬底基板 21 的一侧形成通道壁层 23；该通道壁层 23 中具有微纳米通道 24，多个突起 26 中相邻的突起 26 之间具有凹陷部 27，微纳米通道 24 在衬底基板 21 上的正投影位于凹陷部 27 在衬底基板 21 上的正投影内。

例如，形成通道壁层的方法包括沉积法。例如，该沉积法包括：溅射（例如，磁控溅射）、蒸镀方法（例如，化学气相沉积方法、等离子体增强化学气相沉积（PECVD）、热气相沉积方法、原子层沉积（ALD）方法、以及电子束蒸发方法。以下以在基底层 22 上溅射通道壁层材料，以在多个突起 26 的远离衬底基板 21 的一侧形成通道壁层 23 为例加以说明。

例如，由于多个突起 26 的存在，通道壁层的材料以相对较快的速率首先沉积在突起 26 的顶部、突起 26 的侧面以及突起 26 的附近，这样，通道壁层的材料在凹陷部 27 处的沉淀速度较慢，随着沉积过程的进行，相邻的突起 26 之间的距离持续减小，相邻的突起 26 最终在凹陷部 27 的正上方被

溅射的通道壁层材料连接起来以形成连接部，而在凹陷部 27 的正上方逐渐被溅射的通道壁层的高度没有达到该连接部的高度，从而形成了封闭的微纳米通道 24，如图 15e 所示；或者，在凹陷部 27 的正上方的两侧沉积的通道壁层材料的厚度明显高于凹陷部 27 的正上方的通道壁层材料，且在相邻的突起 26 在凹陷部 27 的正上方被溅射的通道壁层材料连接起来之前停止溅射通道壁层的材料，从而形成了具有上部具有敞开空间的半封闭的微纳米通道 24。

通过设置基底层的图案，将通道壁层材料溅射到衬底基板 21 上而形成微纳米通道 24 的方法，形成的微纳米通道 24 的分辨率不受构图装置或刻蚀装置的分辨率的限制，且该方法适用于各种通道壁层的材料。

例如，通过溅射方法沉积通道壁层的材料时所采用的溅射设备包括：直流溅射设备、射频溅射设备、脉冲直流溅射设备、磁控溅射设备、和脉冲直流磁控溅射设备。溅射的过程包括：物理溅射和反应溅射。

例如，溅射通道壁层的材料的方法包括：将基底层置于溅射腔室中，并且对溅射靶材进行溅射以在基底层上形成通道壁层，溅射靶材包括通道壁层材料或者其前驱体。例如，溅射的温度是室温，溅射的气氛包括氧气和氩气，溅射的功率为 2kw~5kw，溅射的气氛压力为 0.05pa~0.8pa，且溅射设备是磁控溅射设备。

例如，溅射的功率为 2kw、3kw、4kw 或者 5kw，溅射的气氛压力为 0.05pa、0.1pa、0.2pa、0.3pa、0.4pa、0.5pa、0.6pa、0.7pa 或者 0.8pa。

例如，形成微纳米通道的过程还包括：通过控制溅射通道壁层 23 材料的功率来控制微纳米通道 24 的尺寸和形状，且该原理如下所述。

由于溅射是在基底层的上方进行的，突起的顶部高于凹陷部的顶部，在相同的溅射功率下同时进行溅射时，相对于凹陷部，突起的顶部先接收到溅射材料，紧接着突起的侧面接受到溅射材料，最后是凹陷部接收到溅射材料，这样在相同的时间内突起的顶部接收到的溅射材料最多，突起的侧面接受到溅射材料次之，凹陷部接收到的溅射材料最少，且溅射的功率越高，这种差距拉开的越快。

如果最终形成的是封闭的微纳米通道，对于相邻的两个突起，相邻的侧面上接收到的溅射材料连接地更快，由于从靠近衬底基板的一侧到远离衬底基板的一侧，凹陷部的截面宽度越来越大，相邻的两个突起中相邻的侧面上

接收到的溅射材料越早连接，形成的微纳米通道的尺寸越小，同时微纳米通道的截面形状越接近圆形，反之，溅射的功率越低，相邻的两个突起中相邻的侧面上接收到的溅射材料越晚连接，形成的微纳米通道的横截面积越大，同时微纳米通道的截面形状越接近水滴状。

- 5 如果最终形成的是半封闭的微纳米通道，溅射的功率越高，突起的侧面上接受到的溅射材料越多，凹陷部接收到的溅射材料相对越少，由于从靠近衬底基板的一侧到远离衬底基板的一侧，凹陷部的截面宽度越来越大，这样形成的半封闭的微纳米通道的横截面积越大，同时半封闭的微纳米通道的截面形状越偏离半圆形，反之，溅射的功率越低，相邻的两个突起中相邻的侧面上接受到的溅射材料和凹陷部接收到的溅射材料的量相差越小，从而形成的半封闭的微纳米通道的截面形状越接近半圆形。

例如，该制备方法还包括：通过控制溅射通道壁层 23 材料的持续时间来控制微纳米通道 24 的尺寸和形状。

- 15 例如，在相同的溅射功率的条件下，溅射通道壁层 23 材料的时间越长，相邻的两个突起中相邻的侧面上接受到的溅射材料和凹陷部接收到的溅射材料的量相差越大，越容易形成封闭的微纳米通道，例如，该封闭的微纳米通道的截面形状为圆形或者水滴状等；溅射通道壁层 23 材料的时间太短，还来不及使得相邻的两个突起中相邻的侧面上接收到的溅射材料相连接，这样就形成了半封闭状微纳米通道。

- 20 例如，在一个示例中，凹陷部 27 和微纳米通道 24 的个数均为多个，这样在对第一基底图案进行处理的过程中，可以使得在与凹陷部 27 的延伸方向大致垂直的平面上，相邻的凹陷部 27 的最大宽度不同，多个突起 26 中相邻的突起 26 的高度不同，从而使得相邻的微纳米通道 24 的横截面积的大小不同。

- 25 根据实际应用中的各种需要，可以通过上述制备方法制备高分辨率或超高分辨率且具有不同横截面积微纳米通道结构，同时节约了生产成本，提高了生产效率。

例如，图 16a~16d 为本公开一实施例提供的另一种微纳米通道结构的制备过程图。下面根据图 16a 至 16d 详细说明微纳米通道结构的制备过程。

- 30 如图 16a 所示，提供衬底基板 21。

如图 16b 所示，在衬底基板 21 上施加基底材料 28。

如图 16c 所示, 对基底材料 28 进行处理以形成第一基底图案 29。

例如, 第一基底图案 29 的形成过程可以参见上述中的相关描述, 在此不再赘述。

如图 16d 所示, 在第一基底图案 29 上溅射通道壁层材料, 以对第一基底图案 29 进行变形处理, 同时在多个突起 26 的远离衬底基板 21 的一侧形成通道壁层 23, 该通道壁层 23 中具有微纳米通道 24, 多个突起 26 中相邻的突起 26 之间具有凹陷部 27, 微纳米通道 24 在衬底基板 21 上的正投影位于凹陷部 27 在衬底基板 21 上的正投影内。

例如, 形成通道壁层的材料、方法和调控形成微纳米通道的方法可以参见上述中的相关描述, 在此不再赘述。

例如, 在形成通道壁层的同时对第一基底图案进行变形处理的原理为: 在沉积通道壁层的材料的过程中会产生热量, 该热量可以使得第一基底图案发生变形, 从而形成基底层。

例如, 在形成通道壁层的过程中, 如果采用磁控溅射的方法, 尽管可以是在室温下进行溅射, 但是所采用的磁控溅射设备的功率较高, 这样会产生较高的能量, 使得通道壁层的材料在沉积到基底层上时的温度达到 200 摄氏度左右, 该温度可以使得第一基底图案发生变形, 至少一部分突起的截面形状为非矩形; 如果采用蒸镀方法 (例如, 化学气相沉积方法、等离子体增强化学气相沉积 (PECVD)、热气相沉积方法、原子层沉积 (ALD) 方法、以及电子束蒸发方法形成通道壁层, 也会产生大量的热量, 从而使得第一基底图案发生变形, 至少形成的一部分突起的截面形状为非矩形。这样可以制备高分辨率或超高分辨率且具有不同尺寸和形状的微纳米通道, 从而适用于实际应用中的不同需求, 同时节省工艺步骤, 节约生产成本。

本公开至少一实施例还提供一种传感器的制备方法, 该制备方法包括: 形成传感电路和上述任一项微纳米通道结构。

例如, 当微纳米通道结构中的突起由绝缘材料或者半导体材料形成, 或者即使微纳米通道结构中的突起的材料为导体材料, 但是该导体材料形成的突起不用作传感器的电极时, 制备传感器的方法包括: 在衬底基板上形成传感电路和传感器的电极, 在形成电极之后, 直接在电极上形成一个或多个微纳米通道结构。

例如，形成一个或多个微纳米通道结构的步骤包括：提供衬底基板；在衬底基板上施加基底材料；对基底材料进行处理以形成基底层，该基底层包括多个突起；在多个突起的远离衬底基板的一侧形成通道壁层；该通道壁层中具有微纳米通道，多个突起中相邻的突起之间具有凹陷部，微纳米通道在衬底基板上的正投影位于凹陷部在衬底基板上的正投影内。

例如，该一个或多个微纳米通道结构的形成方法以及尺寸、形状的调控方法可以参见上述中的相关描述，在此不再赘述。

例如，当该微纳米通道结构中的基底层由导体材料形成，多个突起为传感器的传感电极时，制备传感器的方法包括：在衬底基板上形成传感电路和一个或多个微纳米通道结构，这样导电材料形成的多个突起可用于检测在微纳米通道的内表面上吸收的目标气体分子的传感电极。

例如，该微纳米通道结构可用于检测气体的气体传感器。由于微纳米通道结构的存在，气体传感器具有用于吸收目标气体分子的大表面区域，由此可以具有较高的灵敏度。例如，对于封闭的微纳米通道，目标气体分子可以从微纳米通道的两端的开口流入该封闭的微纳米通道内，从而目标气体分子吸附在微纳米通道的内表面上。例如，半封闭的微纳米通道在与衬底基板相对的一侧敞开，目标气体分子可以从该半封闭的微纳米通道的敞开一侧流入该半封闭的微纳米通道内，从而目标气体分子吸附在微纳米通道的内表面上。

本公开至少一实施例提供的一种微纳米通道结构、微纳米通道结构的制备方法、传感器、传感器的制备方法和微流体装置具有以下至少一项有益效果：

(1) 在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，根据需要，可以将基底层上的突起的形状制作成各种不同的形貌，也可以根据需要改变突起的大小，然后结合后续通道壁层的沉积条件，可以控制形成的微纳米通道的大小和形状。

(2) 在本公开至少一实施例提供的微纳米通道结构中，可以将微纳米通道制作成封闭的微纳米通道或者非封闭的微纳米通道，以适应于更多种应用的需求。

(3) 在本公开至少一实施例提供的传感器中，微纳米通道结构所包括的基底层由导电材料制成，基底层中的多个突起为传感器的电极，该传感器

的电极配置为检测微纳米通道中的化学信号和生物信号中的至少之一。

(4) 在本公开至少一实施例提供的微流体装置中，导电材料形成的基底层可以作为微流体装置的控制电极、栅极等。

有以下几点需要说明：

5 (1) 本发明实施例附图只涉及到与本发明实施例涉及到的结构，其他结构可参考通常设计。

(2) 为了清晰起见，在用于描述本发明的实施例的附图中，层或区域的厚度被放大或缩小，即这些附图并非按照实际的比例绘制。可以理解，当诸如层、膜、区域或基板之类的元件被称作位于另一元件“上”或“下”时，该
10 元件可以“直接”位于另一元件“上”或“下”，或者可以存在中间元件。

(3) 在不冲突的情况下，本发明的实施例及实施例中的特征可以相互组合以得到新的实施例。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1、一种微纳米通道结构，包括：

衬底基板；

5 基底层，在所述衬底基板上且包括多个突起；

通道壁层，在所述多个突起的远离所述衬底基板的一侧，且所述通道壁层中具有微纳米通道；

其中，所述多个突起中相邻的突起之间具有凹陷部，所述微纳米通道在所述衬底基板上的正投影位于所述凹陷部在所述衬底基板上的正投影内。

10 2、根据权利要求 1 所述的微纳米通道结构，其中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，所述多个突起中至少之一的截面为半圆形、三角形、梯形或者不规则形状。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的微纳米通道结构，其中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，所述凹陷部的最大深度和最大宽度的比值为 1~5。

15 4、根据权利要求 1~3 中任一项所述的微纳米通道结构，其中，所述凹陷部和所述微纳米通道的个数均为多个，

在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，相邻的所述凹陷部的最大宽度不同和/或所述多个突起中相邻的突起的高度不同，以使得相邻的所述微纳米通道的横截面积的大小不同。

20 5、根据权利要求 4 所述的微纳米通道结构，其中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，沿同一方向，相邻的所述凹陷部的最大宽度依次减小，并且，所述多个突起中相邻的突起的高度依次减小，以使得相邻的所述微纳米通道的横截面积的大小依次减小。

25 6、根据权利要求 4 所述的微纳米通道结构，其中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，沿同一方向，相邻的所述凹陷部的最大宽度先增大后减小，所述多个突起中相邻的突起的高度先增大后减小，以使得相邻的所述微纳米通道的横截面积的大小先增大后减小。

30 7、根据权利要求 4~6 中任一项所述的微纳米通道结构，其中，多个所述微纳米通道中的每个在所述衬底基板上的正投影分别位于与之正对的多个所述凹陷部在所述衬底基板上的正投影内。

8、根据权利要求 1~7 中任一项所述的微纳米通道结构，其中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，所述微纳米通道的最大宽度为 3 纳米~50 微米。

5 9、根据权利要求 1~8 中任一项所述的微纳米通道结构，其中，所述基层的材料包括导体材料。

10、根据权利要求 1~9 中任一项所述的微纳米通道结构，其中，所述基层还包括连接所述多个突起的基部。

10 11、根据权利要求 1~10 中任一项所述的微纳米通道结构，其中，在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，所述多个突起中相邻的突起相互靠近的边相互连接或者相互间隔。

12、根据权利要求 1~11 中任一项所述的微纳米通道结构，其中，所述微纳米通道为半封闭的微纳米通道。

13、根据权利要求 1~11 中任一项所述的微纳米通道结构，其中，所述微纳米通道为封闭的微纳米通道。

15 14、一种传感器，包括权利要求 1~13 中任一项所述的微纳米通道结构以及传感电路。

15、根据权利要求 14 所述的传感器，其中，所述微纳米通道结构中的基层由导体材料形成，所述基层配置为所述传感器的传感电极。

20 16、一种微流体装置，包括权利要求 1~13 中任一项所述的微纳米通道结构。

17、根据权利要求 16 所述的微流体装置，其中，所述微纳米通道结构中的基层由导体材料形成，所述基层配置为控制所述微纳米通道结构中的物质的运送的控制电极。

25 18、一种微纳米通道结构的制备方法，包括：
提供衬底基板；

在所述衬底基板上施加基底材料；

对所述基底材料进行处理以形成基层，其中，所述基层包括多个突起；

30 在所述多个突起的远离所述衬底基板的一侧形成通道壁层；其中，所述通道壁层中具有微纳米通道，所述多个突起中相邻的突起之间具有凹陷部，所述微纳米通道在所述衬底基板上的正投影位于所述凹陷部在所述衬底基

板上的正投影内。

19、根据权利要求 18 所述的制备方法，其中，对所述基底材料进行处理以形成基底层包括：

对所述基底材料进行压印处理以形成第一基底图案；

5 对所述第一基底图案进行变形处理以形成所述基底层。

20、根据权利要求 19 所述的制备方法，其中，对所述第一基底图案进行变形处理包括：

在形成所述通道壁层的同时对所述第一基底图案进行变形处理。

10 21、根据权利要求 19 或 20 所述的制备方法，其中，对所述第一基底图案进行变形处理包括热处理、激光照射处理或者等离子体轰击处理。

22、根据权利要求 19~21 中任一项所述的制备方法，其中，在所述多个突起的远离所述衬底基板的一侧形成通道壁层包括：在所述第一基底图案上溅射通道壁层材料，或者，在所述基底层上溅射通道壁层材料。

15 23、根据权利要求 18~22 中任一项所述的制备方法，还包括：通过控制溅射所述通道壁层材料的持续时间或者功率来控制所述微纳米通道的尺寸和形状。

24、根据权利要求 23 所述的制备方法，其中，溅射所述通道壁层材料包括：在室温下、在包括氧气和氩气的溅射气氛中，使用功率为 2kw~5kw 的溅射功率、在 0.05pa~0.8pa 的溅射压力下进行溅射。

20 25、根据权利要求 18~24 中任一项所述的制备方法，其中，所述凹陷部和所述微纳米通道的个数均为多个，对所述基底材料进行处理以使得在与所述凹陷部的延伸方向大致垂直的平面上，相邻的所述凹陷部的最大宽度不同，所述多个突起中相邻的突起的高度不同，相邻的所述微纳米通道的横截面积的大小不同。

25 26、一种传感器的制备方法，包括：形成传感电路和权利要求 1~13 中任一项所述的微纳米通道结构。

27、根据权利要求 26 所述的制备方法，其中，所述微纳米通道结构中的基底层由导体材料形成，所述基底层为所述传感器的传感电极。

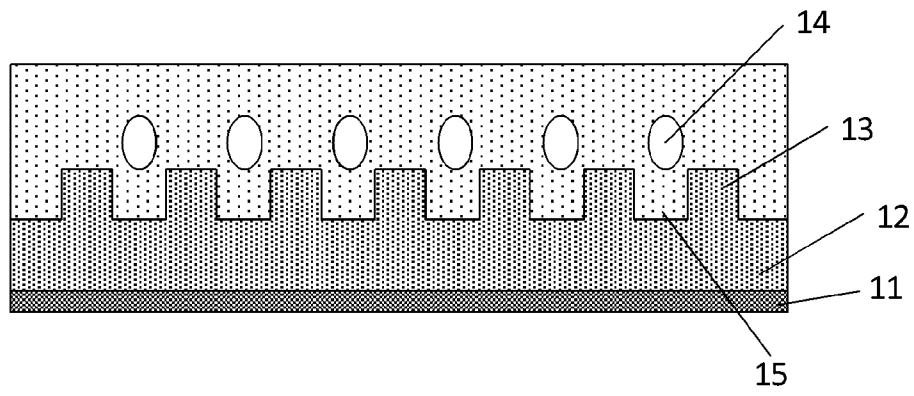


图 1



图 2a

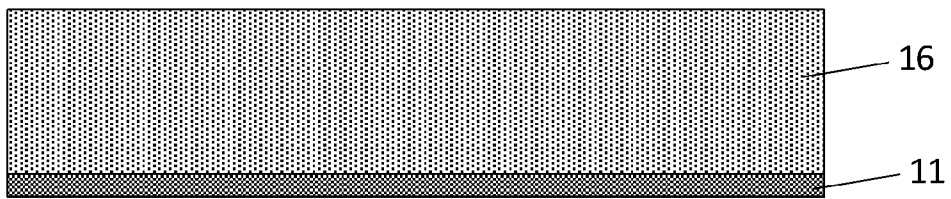


图 2b

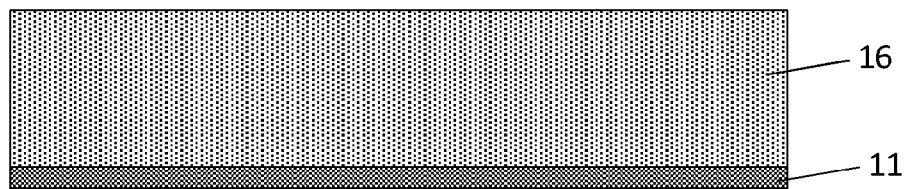
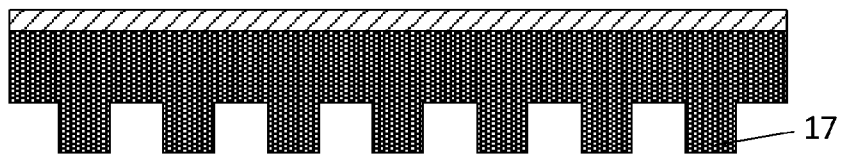


图 2c

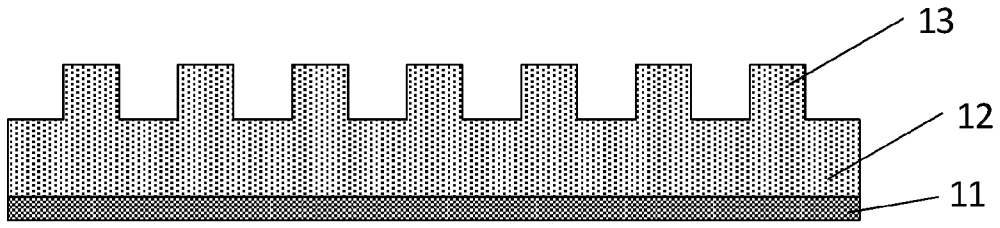


图 2d

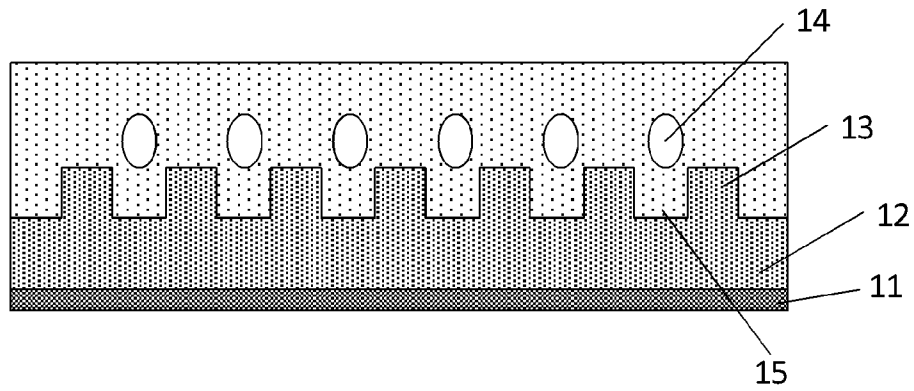
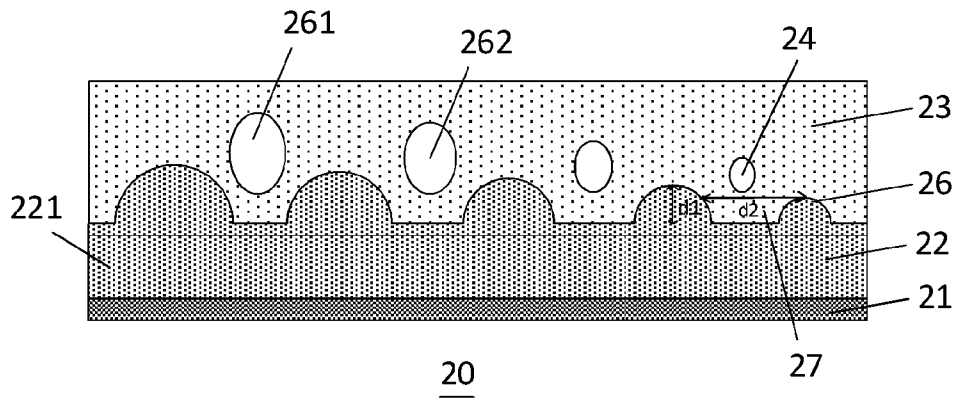


图 2e



20

27

图 3

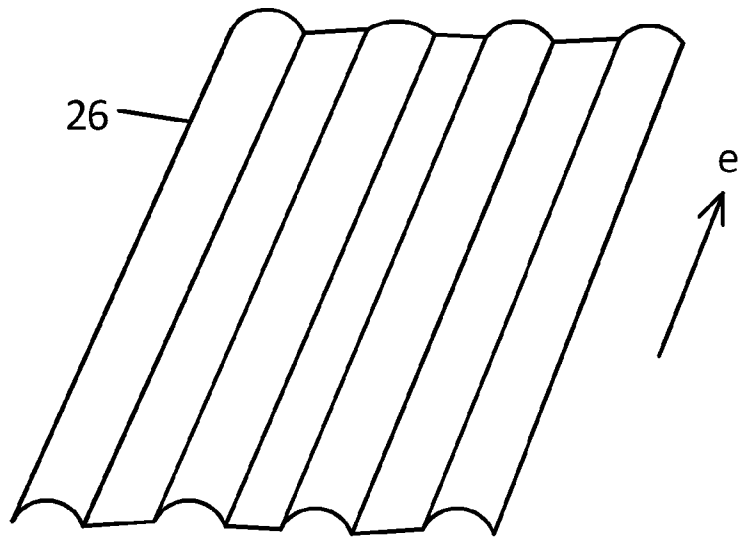


图 4

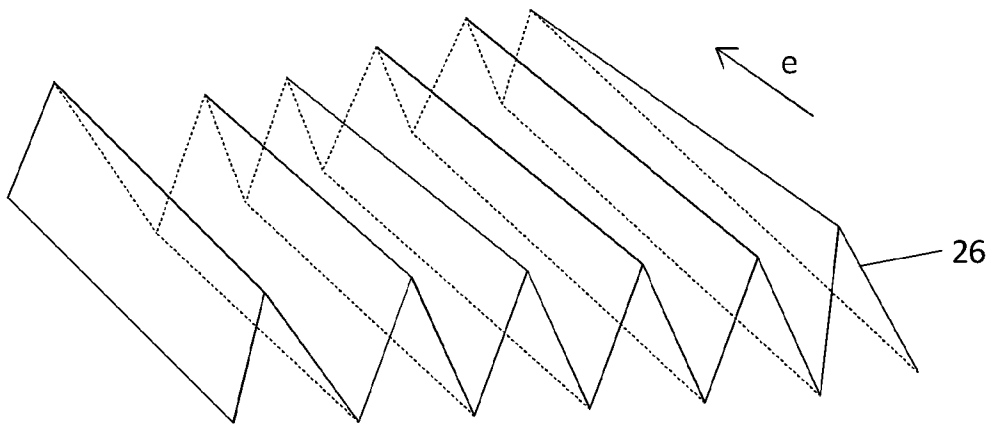


图 5

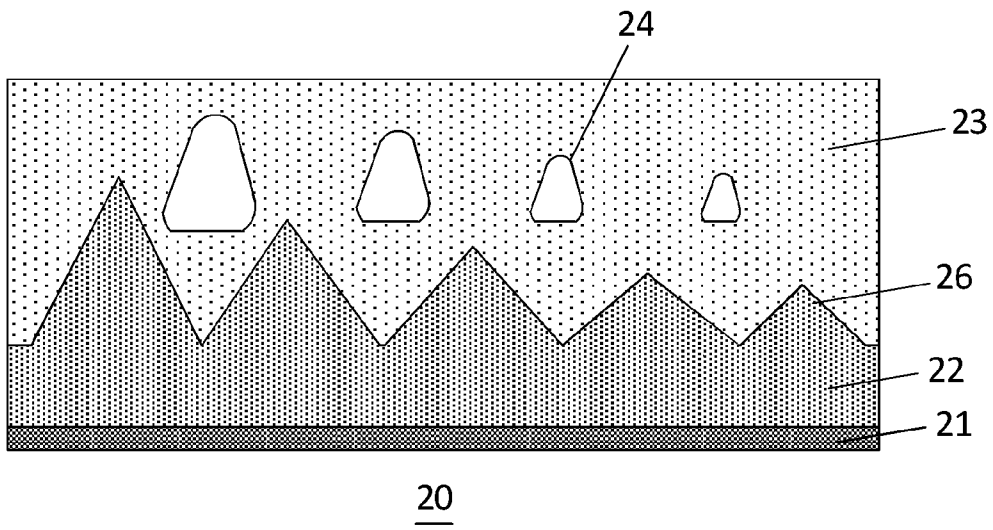


图 5a

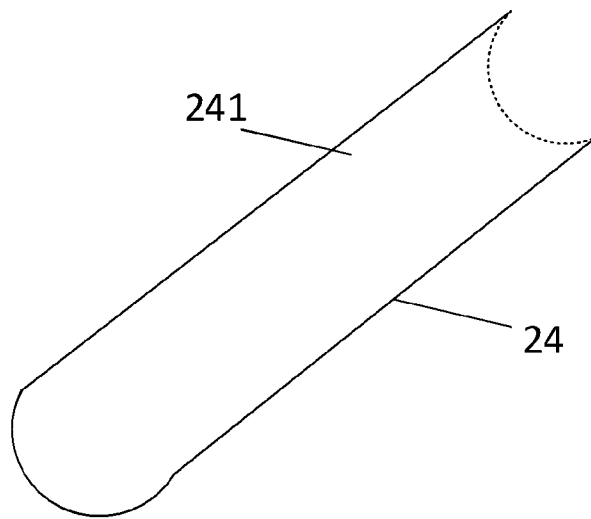


图 6a

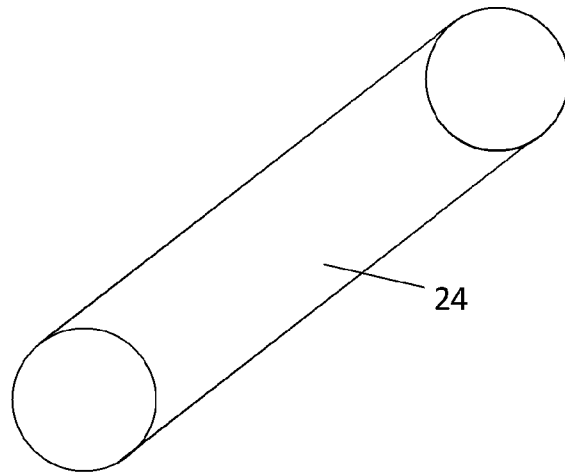
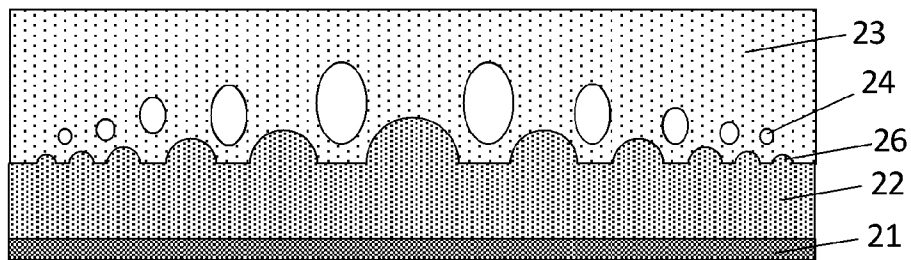
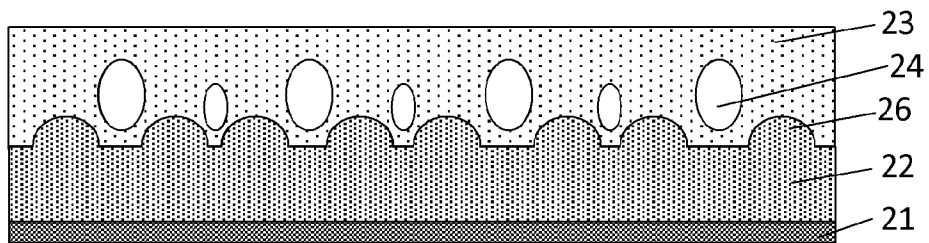


图 6b



20

图 7



20

图 8

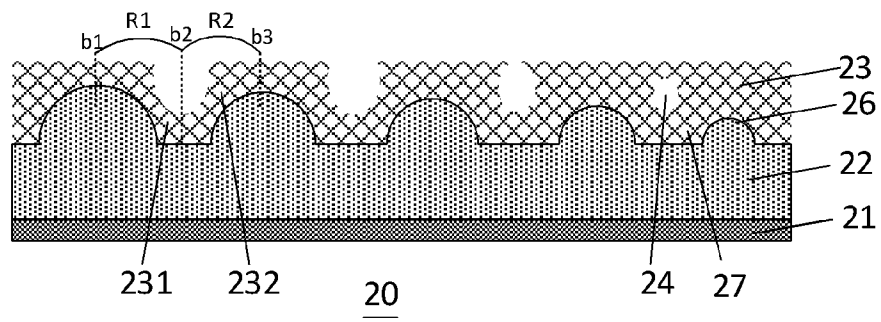


图 9

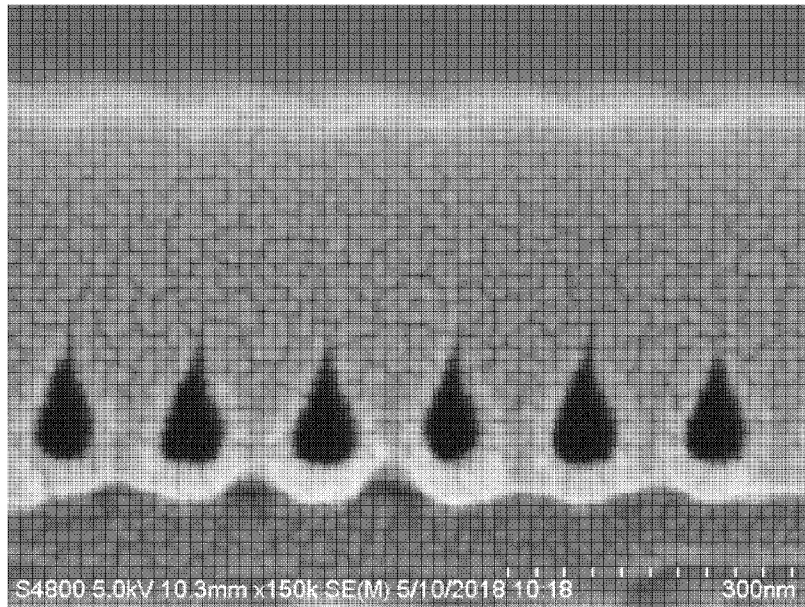


图 10

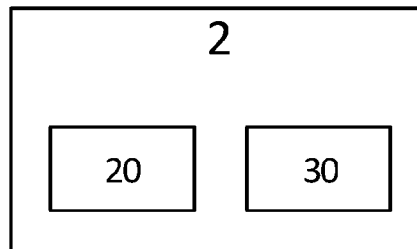


图 11

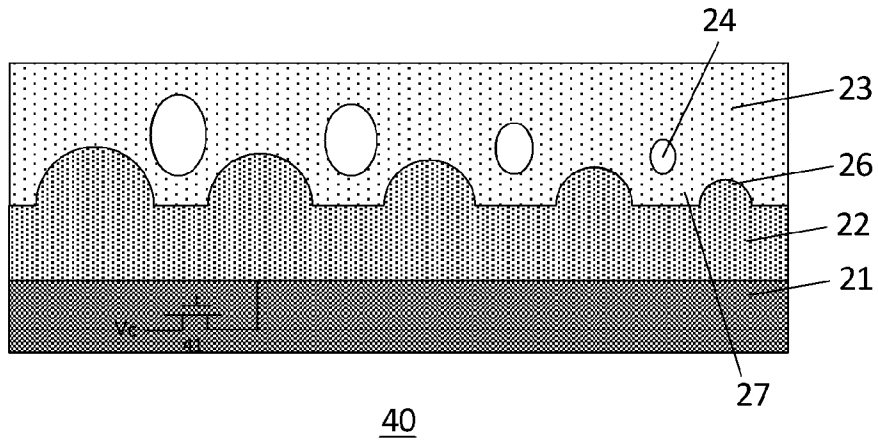


图 12

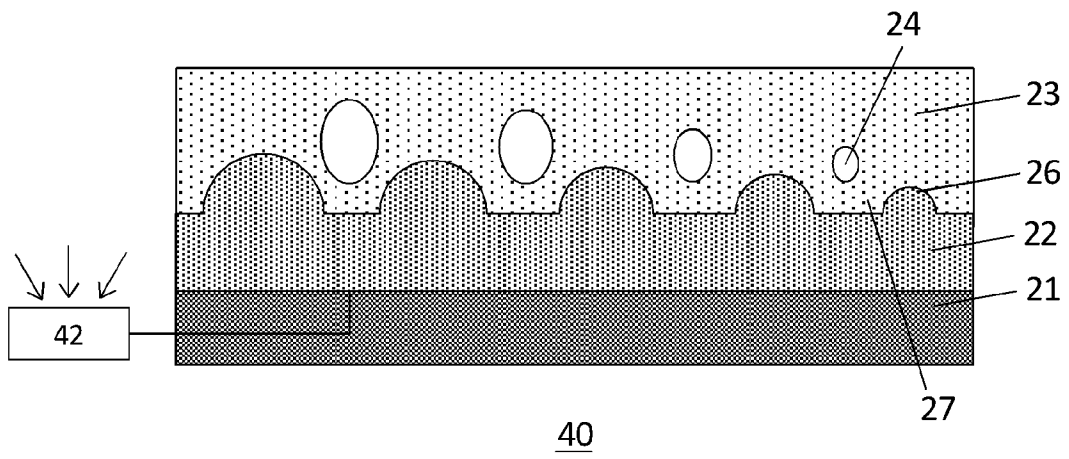


图 13

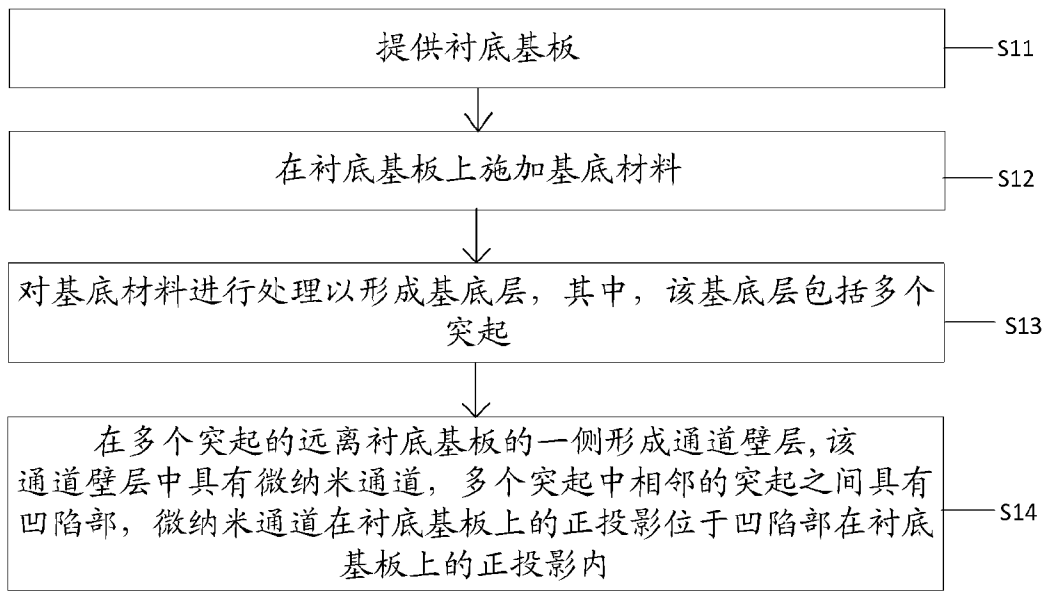


图 14



图 15a

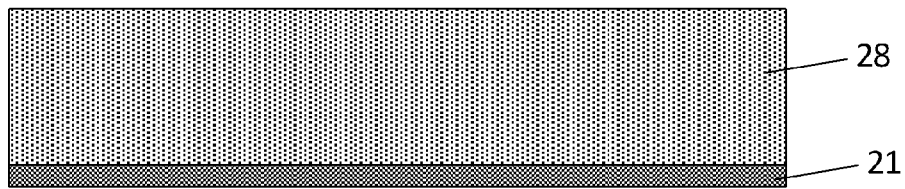


图 15b

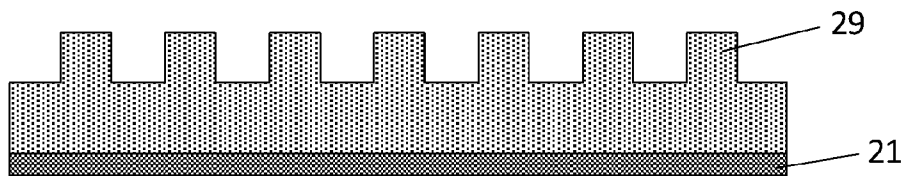


图 15c

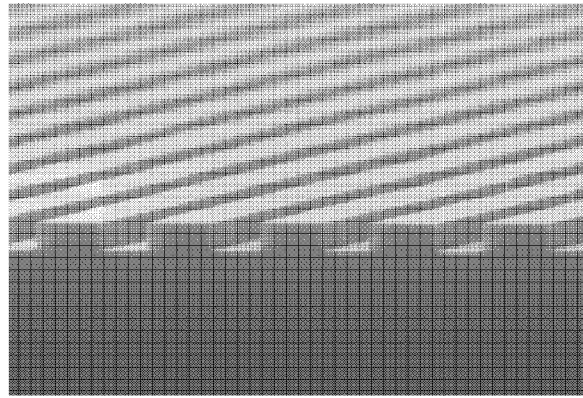


图 15c'

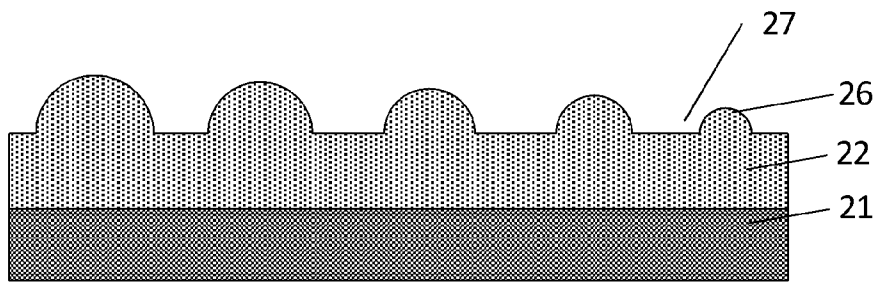


图 15d

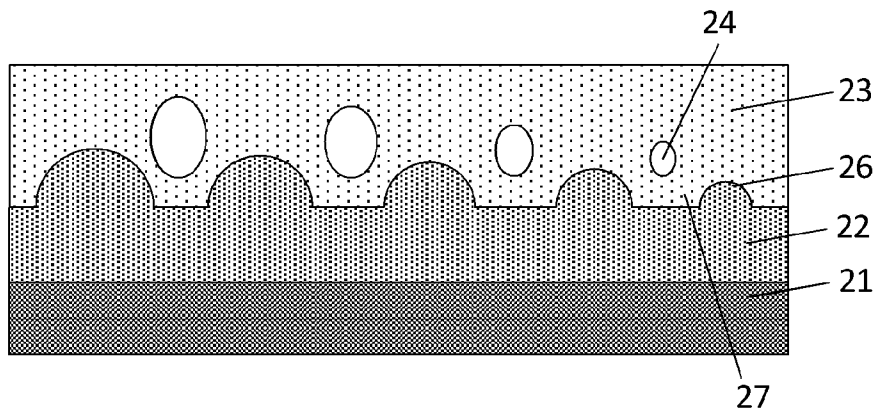


图 15e



图 16a

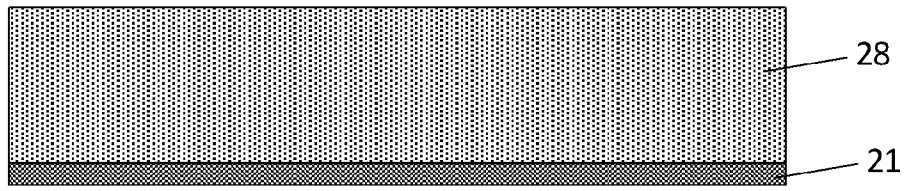


图 16b

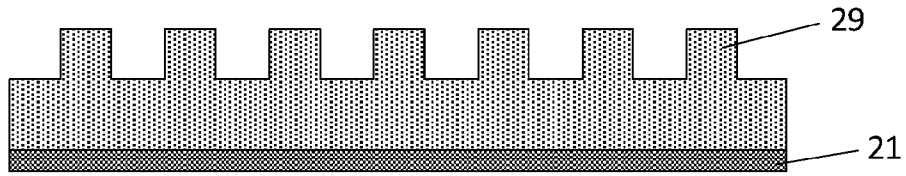


图 16c

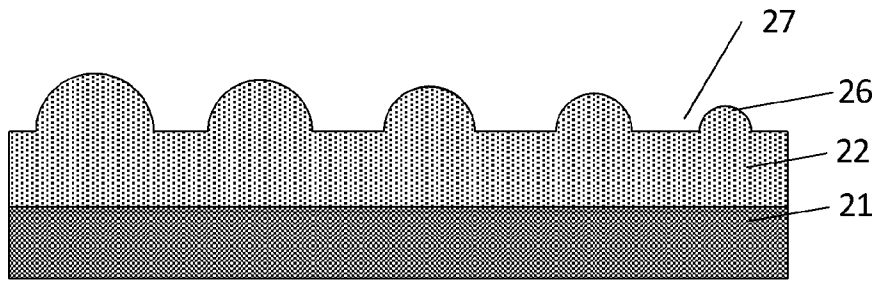


图 16d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/081307

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
B81C 1/00(2006.01)i; B82Y 40/00(2011.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B81C,B82Y,G03F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 京东方, 微纳米, 纳米, 流体, 通道, 尺寸, 大小, 截面, 凸起, 突起, 压印, 溅射, micro+, nano+, channel?, fluid, protrusion? , imprint+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102621805 A (HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 01 August 2012 (2012-08-01) description, paragraphs [0005]-[0032], and figure 1	1-3, 9-11, 18-21
Y	CN 102621805 A (HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 01 August 2012 (2012-08-01) description, paragraphs [0005]-[0032], and figure 1	4-8, 12-17, 22-27
Y	CN 103305402 A (BIONANOMATRIX INC.) 18 September 2013 (2013-09-18) description, paragraphs [0080]-[0086] and [0138]-[0162]	4-8, 12-17, 22-27
A	CN 102874743 A (INSTITUTE OF PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 16 January 2013 (2013-01-16) entire document	1-27
A	CN 102369059 A (BIONANOMATRIX INC.) 07 March 2012 (2012-03-07) entire document	1-27
A	CN 102303843 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 04 January 2012 (2012-01-04) entire document	1-27
A	CN 1890560 A (INTEL CORPORATION) 03 January 2007 (2007-01-03) entire document	1-27
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 December 2019		Date of mailing of the international search report 27 December 2019
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/081307

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102621805	A	01 August 2012	CN	102621805	B	03 April 2013
CN	103305402	A	18 September 2013	AU	2008232616	A1	09 October 2008
				JP	2014097058	A	29 May 2014
				EP	2136922	A2	30 December 2009
				EP	2604344	A2	19 June 2013
				CA	2682275	C	09 May 2017
				WO	2008121828	A2	09 October 2008
				KR	20100018495	A	17 February 2010
				US	10000804	B2	19 June 2018
				KR	101522741	B1	26 May 2015
				US	9310376	B2	12 April 2016
				US	2014249039	A1	04 September 2014
				JP	5860574	B2	16 February 2016
				JP	5491378	B2	14 May 2014
				EP	2136922	B1	05 December 2012
				CN	101765462	B	05 June 2013
				JP	2010522569	A	08 July 2010
				CN	101765462	A	30 June 2010
				CA	2682275	A1	09 October 2008
				AU	2008232616	B2	07 August 2014
				CA	2964611	A1	09 October 2008
				US	2016289756	A1	06 October 2016
				EP	2610008	A1	03 July 2013
				US	2008242556	A1	02 October 2008
				US	8722327	B2	13 May 2014
CN	102874743	A	16 January 2013	CN	102874743	B	11 February 2015
CN	102369059	A	07 March 2012	US	9533879	B2	03 January 2017
				CN	102369059	B	24 September 2014
				EP	2296813	A2	23 March 2011
				KR	101767125	B1	10 August 2017
				KR	20160014110	A	05 February 2016
				AU	2009256064	B2	30 April 2015
				WO	2009149362	A2	10 December 2009
				HK	1207418	A1	29 January 2016
				CA	2727095	A1	10 December 2009
				US	2017313580	A1	02 November 2017
				AU	2009256064	A1	10 December 2009
				KR	20170094003	A	16 August 2017
				JP	2011523061	A	04 August 2011
				US	2011296903	A1	08 December 2011
				CN	104359874	B	06 July 2018
				CN	104359874	A	18 February 2015
				JP	2015096854	A	21 May 2015
				KR	20110016479	A	17 February 2011
CN	102303843	A	04 January 2012	CN	102303843	B	16 July 2014
CN	1890560	A	03 January 2007	US	2005133437	A1	23 June 2005
				US	2009078616	A1	26 March 2009
				US	7906026	B2	15 March 2011
				EP	1700112	A2	13 September 2006

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/081307

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		WO 2005062037 A2	07 July 2005
		DE 602004016217 D1	09 October 2008
		AT 406574 T	15 September 2008
		CN 1890560 B	17 October 2012
		EP 1700112 B1	27 August 2008
		US 2011127165 A1	02 June 2011
		US 8088282 B2	03 January 2012
US 2005103713 A1	19 May 2005	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/081307

<p>A. 主题的分类</p> <p>B81C 1/00(2006.01)i; B82Y 40/00(2011.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																													
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>B81C, B82Y, G03F</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 京东方, 微纳米, 纳米, 流体, 通道, 尺寸, 大小, 截面, 凸起, 突起, 压印, 溅射, micro+, nano+, channel?, fluid, protrusion?, imprint+</p>																													
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 102621805 A (合肥工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第[0005]-[0032]段图1</td> <td>1-3, 9-11, 18-21</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102621805 A (合肥工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第[0005]-[0032]段图1</td> <td>4-8, 12-17, 22-27</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 103305402 A (博纳基因技术有限公司) 2013年 9月 18日 (2013 - 09 - 18) 说明书第[0080]-[0086], [0138]-[0162]段</td> <td>4-8, 12-17, 22-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102874743 A (中国科学院物理研究所) 2013年 1月 16日 (2013 - 01 - 16) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102369059 A (博纳基因技术有限公司) 2012年 3月 7日 (2012 - 03 - 07) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102303843 A (中国科学技术大学) 2012年 1月 4日 (2012 - 01 - 04) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1890560 A (英特尔公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2005103713 A1 (RAMSEY, J. Michael 等) 2005年 5月 19日 (2005 - 05 - 19) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 102621805 A (合肥工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第[0005]-[0032]段图1	1-3, 9-11, 18-21	Y	CN 102621805 A (合肥工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第[0005]-[0032]段图1	4-8, 12-17, 22-27	Y	CN 103305402 A (博纳基因技术有限公司) 2013年 9月 18日 (2013 - 09 - 18) 说明书第[0080]-[0086], [0138]-[0162]段	4-8, 12-17, 22-27	A	CN 102874743 A (中国科学院物理研究所) 2013年 1月 16日 (2013 - 01 - 16) 全文	1-27	A	CN 102369059 A (博纳基因技术有限公司) 2012年 3月 7日 (2012 - 03 - 07) 全文	1-27	A	CN 102303843 A (中国科学技术大学) 2012年 1月 4日 (2012 - 01 - 04) 全文	1-27	A	CN 1890560 A (英特尔公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 全文	1-27	A	US 2005103713 A1 (RAMSEY, J. Michael 等) 2005年 5月 19日 (2005 - 05 - 19) 全文	1-27
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																											
X	CN 102621805 A (合肥工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第[0005]-[0032]段图1	1-3, 9-11, 18-21																											
Y	CN 102621805 A (合肥工业大学) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 说明书第[0005]-[0032]段图1	4-8, 12-17, 22-27																											
Y	CN 103305402 A (博纳基因技术有限公司) 2013年 9月 18日 (2013 - 09 - 18) 说明书第[0080]-[0086], [0138]-[0162]段	4-8, 12-17, 22-27																											
A	CN 102874743 A (中国科学院物理研究所) 2013年 1月 16日 (2013 - 01 - 16) 全文	1-27																											
A	CN 102369059 A (博纳基因技术有限公司) 2012年 3月 7日 (2012 - 03 - 07) 全文	1-27																											
A	CN 102303843 A (中国科学技术大学) 2012年 1月 4日 (2012 - 01 - 04) 全文	1-27																											
A	CN 1890560 A (英特尔公司) 2007年 1月 3日 (2007 - 01 - 03) 全文	1-27																											
A	US 2005103713 A1 (RAMSEY, J. Michael 等) 2005年 5月 19日 (2005 - 05 - 19) 全文	1-27																											
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																													
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																													
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2019年 12月 11日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2019年 12月 27日</p>																											
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>邵文</p> <p>电话号码 86-(10)-53962475</p>																											

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/081307

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	102621805	A	2012年 8月 1日	CN	102621805	B	2013年 4月 3日
CN	103305402	A	2013年 9月 18日	AU	2008232616	A1	2008年 10月 9日
				JP	2014097058	A	2014年 5月 29日
				EP	2136922	A2	2009年 12月 30日
				EP	2604344	A2	2013年 6月 19日
				CA	2682275	C	2017年 5月 9日
				WO	2008121828	A2	2008年 10月 9日
				KR	20100018495	A	2010年 2月 17日
				US	10000804	B2	2018年 6月 19日
				KR	101522741	B1	2015年 5月 26日
				US	9310376	B2	2016年 4月 12日
				US	2014249039	A1	2014年 9月 4日
				JP	5860574	B2	2016年 2月 16日
				JP	5491378	B2	2014年 5月 14日
				EP	2136922	B1	2012年 12月 5日
				CN	101765462	B	2013年 6月 5日
				JP	2010522569	A	2010年 7月 8日
				CN	101765462	A	2010年 6月 30日
				CA	2682275	A1	2008年 10月 9日
				AU	2008232616	B2	2014年 8月 7日
				CA	2964611	A1	2008年 10月 9日
				US	2016289756	A1	2016年 10月 6日
				EP	2610008	A1	2013年 7月 3日
				US	2008242556	A1	2008年 10月 2日
				US	8722327	B2	2014年 5月 13日
CN	102874743	A	2013年 1月 16日	CN	102874743	B	2015年 2月 11日
CN	102369059	A	2012年 3月 7日	US	9533879	B2	2017年 1月 3日
				CN	102369059	B	2014年 9月 24日
				EP	2296813	A2	2011年 3月 23日
				KR	101767125	B1	2017年 8月 10日
				KR	20160014110	A	2016年 2月 5日
				AU	2009256064	B2	2015年 4月 30日
				WO	2009149362	A2	2009年 12月 10日
				HK	1207418	A1	2016年 1月 29日
				CA	2727095	A1	2009年 12月 10日
				US	2017313580	A1	2017年 11月 2日
				AU	2009256064	A1	2009年 12月 10日
				KR	20170094003	A	2017年 8月 16日
				JP	2011523061	A	2011年 8月 4日
				US	2011296903	A1	2011年 12月 8日
				CN	104359874	B	2018年 7月 6日
				CN	104359874	A	2015年 2月 18日
				JP	2015096854	A	2015年 5月 21日
				KR	20110016479	A	2011年 2月 17日
CN	102303843	A	2012年 1月 4日	CN	102303843	B	2014年 7月 16日
CN	1890560	A	2007年 1月 3日	US	2005133437	A1	2005年 6月 23日
				US	2009078616	A1	2009年 3月 26日
				US	7906026	B2	2011年 3月 15日
				EP	1700112	A2	2006年 9月 13日

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/081307

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
		WO 2005062037 A2	2005年 7月 7日
		DE 602004016217 D1	2008年 10月 9日
		AT 406574 T	2008年 9月 15日
		CN 1890560 B	2012年 10月 17日
		EP 1700112 B1	2008年 8月 27日
		US 2011127165 A1	2011年 6月 2日
		US 8088282 B2	2012年 1月 3日
US 2005103713 A1	2005年 5月 19日	无	