

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 11 日 (11.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/114366 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01L 1/22 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/122534
- (22) 国际申请日: 2019 年 12 月 3 日 (03.12.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811465689.X 2018 年 12 月 3 日 (03.12.2018) CN
- (71) 申请人: 深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 何可 (HE, Ke); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 陈明 (CHEN, Ming); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 程冠铭 (CHENG, Guanming); 中

国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 冯叶 (FENG, Ye); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 钟国华 (ZHONG, Guohua); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 李文杰 (LI, Wenjie); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 杨春雷 (YANG, Chunlei); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市铭粤知识产权代理有限公司 (MING & YUE INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国广东省深圳市南山区南山街道前海路泛海城市广场 2 栋 604 室, Guangdong 518066 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: PRESSURE SENSOR AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 压力传感器及其制备方法

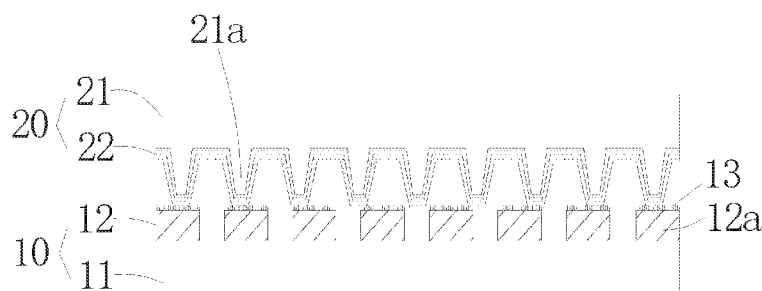


图 1

(57) Abstract: A pressure sensor and a preparation method therefor. The pressure sensor comprises a first electrode plate (10) and a second electrode plate (20) which are arranged opposite to each other. The first electrode plate (10) comprises a first substrate (11) and a metal interdigital electrode (12) provided on the first substrate (11), the surface of the metal interdigital electrode (12) being formed as a rough surface (13); the second electrode plate (20) comprises a second substrate (21) having a micro-structure array (21a) on the surface of one side and a composite metal layer (22) covering the micro-structure array (21a); and the composite metal layer (22) and the rough surface (13) are in contact with and connected to each other. The pressure sensor can increase the sensitivity, and can also maintain the cycle stability of devices.

(57) 摘要: 一种压力传感器及其制备方法, 其中压力传感器包括相对设置的第一电极板 (10) 和第二电极板 (20), 第一电极板 (10) 包括第一衬底 (11) 以及设置在第一衬底 (11) 上的金属叉指电极 (12), 金属叉指电极 (12) 的表面形成为粗糙表面 (13); 第二电极板 (20) 包括一侧表面具有微结构阵列 (21a) 的第二衬底 (21) 和覆设于微结构阵列 (21a) 上的复合金属层 (22); 其中, 复合金属层 (22) 与粗糙表面 (13) 互相抵触连接。该压力传感器在提高其灵敏度的同时又能保持器件循环的稳定性。

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, 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))。

压力传感器及其制备方法

技术领域

本发明属于传感器技术领域，尤其涉及一种压力传感器及其制备方法。

背景技术

近年来，越来越多的科研工作者正从事将压力传感器件应用于人工智能、电子皮肤等领域的研究，其研究内容主要包括理论基础、先进材料、制备工艺以及封装技术等方面，已在实现压力传感器微型化、商业化等方面取得一系列重要进展。

在被研究的众多新型压力传感器件中，依据其作用原理的不同将其主要分为三大类：

第一类，电阻式压力传感器，（于留波，赵湛，方震. 基于 MEMS 技术的金属应变式压力传感器优化设计. 仪表技术与传感器，2010.2）即主要是通过测量电阻的变化来反映压力的大小，其中又可以根据电阻变化的方式将其分为应变式和压阻式：应变式压力传感器是通过材料发生形变引起电阻变化来显示压力大小的，即当压力传感器受到一定压力时，上下“三明治”结构的导电材料接触面积随之改变，最终导致压力传感器件电阻发生改变；而压阻式压力传感器主要是通过导体的导电通路随着压力的改变电阻值发生变化来表现的。

第二类，电容式压力传感器，（Cohen D J, Mitra D, Peterson K, et al. A highly elastic, capacitive strain gauge based on percolating nanotube networks[J]. Nano letters, 2012, 12(4): 1821-1825.）即主要是通过测量电路电容的变化来反映压力的大小；当压力传感器件受到一定压力时，此时引起电容器的电容值发生一定改变，通过测量电容值的变化量来间接反映所施加压力的大小；其影响压力传感器件灵敏度的主要影响因素是介电层的弹性、介电常数等等。

第三类，压电式压力传感器，（胡向东，刘金城，余成波等. 传感器与检测技术[M]. 北京：机械工业出版社, 2013.）即主要是通过测量在施加一定压力时压力传感器件两端的电势变化来反映压力大小的；当压力传感器件受到一定外

力时，器件中的压电材料会发生一定形变，此时压电材料会在沿着压力方向的两端积累一定的正电荷和负电荷，而在外力撤销后压电材料中的电荷分布又会回到起始状态，因此通过测量压力传感器件两端的电势变化大小来反映所施加压力的大小。

一般地，对于评价一个压力传感器件的性能，主要是通过测试以下几个性能参数来体现的，它们分别是：灵敏度，动态量程，响应时间和稳定性。

然而，压力传感器件作为需要能够迅速、准确识别外界微小压力并随之能够将力的变化转化为电信号输出的电子器件，如何在大幅度提高其灵敏度的同时保持器件循环稳定性一直是困扰国内外学者的一个关键性问题。

发明内容

有鉴于此，本发明的目的在于提供一种具有高灵敏度并且能够保持器件循环稳定性的压力传感器及其制造方法，以满足在压力传感器的应用领域中日益增长的需求。

为实现上述发明目的，本发明采用了如下技术方案：

一种压力传感器，包括相对设置的第一电极板和第二电极板，其中，所述第一电极板包括第一衬底以及设置在所述第一衬底上的金属叉指电极，所述金属叉指电极的表面形成为粗糙表面；所述第二电极板包括一侧表面具有微结构阵列的第二衬底和覆设于所述微结构阵列上的复合金属层；其中，所述复合金属层与所述粗糙表面相互抵触连接。

具体地，所述粗糙表面的表面粗糙度为 5~10 μm 。

具体地，所述金属叉指电极中，每一子电极的长度为 10~20mm，宽度为 0.10~0.12mm，相邻两个子电极的中心间距为 0.10~0.12mm。

具体地，所述第二衬底的厚度为 1~2 mm，所述微结构阵列的高度为 5~7 μm ，相邻两个微结构的中心间距为 5~10 μm 。

具体地，所述微结构阵列中包含有多种高度不同的微结构，每一个微结构的形状为圆台状。

具体地，所述第一衬底为刚性衬底或柔性衬底，所述第二衬底的材料为 PDMS。

具体地，所述复合金属层包括叠层设置的第一金属层和第二金属层，其中所述第二金属层与所述粗糙表面相互抵触连接。

具体地，所述第一金属层的材料为铬或镍或钛，所述第二金属层的材料为金或银。

具体地，所述第一金属层的厚度为 5~10nm，所述第二金属层的厚度为 90~100nm。

本发明还提供了一种如上所述的压力传感器的制备方法，其包括：

第一电极板的制备，包括：提供第一衬底，应用电化学沉积工艺在所述第一衬底制备形成具有粗糙表面的金属薄膜层，应用刻蚀工艺将所述金属薄膜层刻蚀形成表面为粗糙表面的金属叉指电极；

第二电极板的制备，包括：应用刻蚀工艺或倒模工艺制备形成一侧表面具有微结构阵列的第二衬底，在所述第二衬底的微结构阵列的表面上沉积复合金属层；

将所述第二电极板叠层设置在所述第一电极板上，获得所述压力传感器。

本发明实施例提供的压力传感器，其中第一电极板的表面形成为粗糙表面，第二电极板的表面形成有微结构阵列，粗糙表面的电极结构与微结构阵列的电极结构在一定压力下的接触可分为四个过程：依次是点接触、点饱和、面接触和面饱和，因此在低量程范围内外界压力的轻微改变将会导致接触点的迅速增加，从而可显著增加该压力传感器件的灵敏度和动态量程，并且也能够保持器件循环的稳定性。另外，该压力传感器的结构简单、其制备工艺难度低，易于大规模生产。

附图说明

图 1 是本发明实施例的压力传感器的结构示意图；

图 2 是本发明实施例中的第一电极板的结构示意图；

图 3 是本发明实施例中的第二电极板的结构示意图；

图 4 是本发明实施例中的金属叉指电极的俯视图；

图 5a 至图 5g 是本发明实施例的压力传感器的制备方法中，各个工艺步骤对应获得的器件结构的示例性图示；

图 6 是本发明实施例的压力传感器的电性测试曲线图；

图 7 是本发明实施例的压力传感器的循环稳定性测试曲线图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明。这些优选实施方式的示例在附图中进行了例示。附图中所示和根据附图描述的本发明的实施方式仅仅是示例性的，并且本发明并不限于这些实施方式。

本实施例首先提供了一种压力传感器，如图 1 所示，所述压力传感器包括第一电极板 10 和第二电极板 20，所述第一电极板 10 和所述第二电极板 20 相对设置。

其中，参阅图 1 至图 3，所述第一电极板 10 包括第一衬底 11 以及设置在所述第一衬底 11 上的其中金属叉指电极 12，所述金属叉指电极 12 的每一子电极 12a 的表面形成粗糙表面 13。所述第二电极板 20 包括一侧表面具有微结构 21a 阵列的第二衬底 21 和覆设于所述微结构 21a 阵列上的复合金属层 22。其中，所述复合金属层 22 与所述粗糙表面 13 相互抵触连接。

其中，所述第一衬底 11 可以选择为刚性衬底或柔性衬底：具体地，刚性衬底可采用导电性差的金属材质，还可以用玻璃、陶瓷、石英等简单易的材料；柔性衬底可采用有机聚合物，如 PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）、PEN（聚萘二甲酸乙二醇酯）、PI（聚酰亚胺）等。所述第二衬底 21 的材料可以选择为 PDMS（聚二甲聚硅氧烷）。

在本实施例中，所述金属叉指电极 12 上的粗糙表面 13 的表面粗糙度为 5~10 μm 。所述金属叉指电极 12 的材料可以选择为金或银，应用电化学沉积工艺在所述第一衬底制备形成具有粗糙表面的金或银金属薄膜层，应用刻蚀工艺将所述金或银金属薄膜层刻蚀形成表面为粗糙表面 13 的金属叉指电极 12。

在本实施例中，参阅图 2 和图 4，所述叉指电极 12 中的每一子电极 12a 的长度 L1 为 10~20mm，宽度 D1 为 0.10~0.12mm，相邻两个子电极 12a 的中心间距 H1 为 0.10~0.12mm。

在本实施例中，参阅图 3，所述第二衬底 21 的厚度 H2 为 1~2 mm，其中的微结构 21a 阵列的高度 H3 为 5~7 μm ，相邻两个微结构 21a 的间距 H4 为 5~10 μm 。

更进一步地，本实施例中第二衬底 21 上的微结构 21a 呈圆台状结构，其上表面的半径为 $2\sim 3\mu\text{m}$ ，下表面的半径为 $6\sim 8\mu\text{m}$ ，并且所述微结构 21a 阵列中包含有多种高度不同的微结构 21a。在另外的实施例中，所述微结构 21a 阵列中所有的微结构 21a 也可以是设置为具有相同的高度。

在本实施例中，参阅图 3 并结合图 1，所述复合金属层 22 包括叠层设置的第一金属层 22a 和第二金属层 22b，其中所述第二金属层 22b 与所述粗糙表面 13 相互抵触连接。所述第一金属层 22a 的材料选择为铬 (Cr)，所述第二金属层 22b 的材料选择为金 (Au)。在另外的一些实施例中，所述第一金属层 22a 的材料也可以选择为镍 (Ni) 或钛 (Ti)，所述第二金属层 22b 的材料也可以选择为银 (Ag)。

进一步地，本实施例中，所述第一金属层 22a 的厚度为 $5\sim 10\text{nm}$ ，所述第二金属层 22b 的厚度为 $90\sim 100\text{nm}$ 。

以上实施例提供的压力传感器具有高灵敏度，并且能够保持器件循环稳定性，可以满足在压力传感器的应用领域中日益增长的需求。

本实施例还提供了如上所述的压力传感器的制备方法，参阅图 5a 至图 5g 并结合图 1，所述压力传感器的制备方法包括：

步骤一、第一电极板 10 的制备。该步骤具体包括：

S11、参阅图 5a，提供第一衬底 11，应用电化学沉积工艺在所述第一衬底 11 上沉积金属薄膜层 120。本实施例中，所述金属薄膜层 120 的材料选择为金 (Au)，通过控制电化学沉积工艺的具体参数，使得 Au 薄膜层 120 的表面形成粗糙表面 130。具体地，所述金薄膜层 120 的厚度可以选择为 $3\sim 7\mu\text{m}$ ，粗糙表面 130 的表面粗糙度为 $5\sim 10\mu\text{m}$ 。在另外的实施例中，所述金属薄膜层 120 的材料也可以选择为金 (Ag)。

S12、参阅图 5b，应用刻蚀工艺将所述金属薄膜层 120 刻蚀形成叉指电极 12，所述叉指电极 12 的每一子电极 12a 的表面均形成为粗糙表面 13，由此制备获得所述第一电极板 10。

步骤二、第二电极板 20 的制备。该步骤具体包括：

S21、应用刻蚀工艺或倒模工艺制备形成一侧表面具有微结构 21a 阵列的第二衬底 21。

本实施例中，所述第二衬底 21 的材料选择为 PDMS，并且是通过倒模工艺制备形成。具体如下：

S211、参阅图 5c，首先依次用去污粉、乙醇、去离子水超声清洗完玻璃基底 30（或者其他刚性基底）后用氮气枪将其吹干；然后在玻璃基底 30 上旋涂光刻胶层，接着对所述光刻胶层进行曝光、显影工艺，由此在所述玻璃基底 30 上制备获得光刻胶模板 40，所述光刻胶模板 40 中形成有孔洞 41 阵列。

具体地，本实施例中玻璃基底 30 的规格为长 5cm×宽 5cm×厚 2mm，依次用去污粉、乙醇、去离子水超声清洗后再用氮气枪将其吹干，然后静置十分钟；在该玻璃基底 30 旋涂完正性光刻胶，具体是先在 500 转/分钟下转动旋涂 10 s，再在 3000 转/分钟下转动旋涂 30 s，随后在 120 °C 下前烘 6 min，在光刻机下曝光 8 s，接着在 120 °C 下后烘 3 min，并在显影液中显影 3 min，最后在用去离子水冲洗上述曝光后的光刻胶后在 100 °C 下硬烘 5min，由此制备得到具有孔洞 41 阵列的光刻胶模板 40。

S212、参阅图 5d，将 PDMS 前驱物与固化剂混合搅拌，获得混合液；将混合液放在真空干燥箱中，除去混合液中的气泡；将上述的混合液用旋涂仪旋涂在所述光刻胶模板 40 上，然后置于加热台上加热，获得 PDMS 固化层 50。

具体地，PDMS 前驱物与固化剂重量比可以选择为 9~11:1，优选为 10:1；上述混合搅拌可以采用磁力搅拌，搅拌时间可以选择为 15min 左右；上述在真空干燥箱放置时间可以选择为 30min 左右；上述旋涂速率可以选择为 400r/min，时间可以选择为 30s；上述加热固化的温度可以选择为 75~85°C，加热固化的时间可以选择 2h。

本实施例中，使用电子天平准确称量 15 g PDMS 前驱物和 1.5g 固化剂于 100 ml 烧杯中，放入磁子后采用磁力搅拌 15 min，并形成均匀透明溶液，最后再将其放入干燥箱中常温下抽至真空放置 30 min 左右，直至肉眼不再能观察到溶液中有气泡存在即可，随后以上述光刻胶模板 40 为衬底在匀胶机下以 400 转/分钟旋涂速度旋涂 30 s 上述混合液，并于空气中静置十分钟后在 75-85 °C 下加热固化 2 小时，由此在光刻胶模板 40 制备获得 PDMS 固化层 50。

S213、参阅图 5d 和 5e，将制备形成有 PDMS 固化层 50 后的玻璃基底 30 浸入在丙酮或者丙二醇甲醚醋酸酯等有机溶液中，再将其放置超声清洗机中清洗 10min 左右，通过溶解光刻胶模板 40 从而使得 PDMS 固化层 50 从玻璃基底

30 上剥离，剥离出的 PDMS 固化层 50 即为所述第二衬底 21，PDMS 固化层 50 对应于所述光刻胶模板 40 的孔洞 41 阵列的部分即形成所述第二衬底 21 上的微结构 21a 阵列。

需要说明的是，通过在以上步骤 S211 中的曝光、显影工艺，控制孔洞 41 的形状、大小、深度以及孔间距，可以获得相应形状的微结构阵列。

S22、参阅图 5f，在所述第二衬底 21 的微结构 21a 阵列的表面上沉积复合金属层 22，由此制备获得所述第二电极板 20。

本实施例中，所述复合金属层 22 包括叠层设置的第一金属层 22a 和第二金属层 22b。其中，所述第一金属层 22a 的材料选择为铬，所述第二金属层 22b 的材料选择为金。

具体地，首先可以采用电子束蒸发工艺在所述第二衬底 21 的微结构 21a 阵列上蒸镀铬金属层 22a；然后采用热蒸发工艺在所述铬金属层 22a 上蒸镀金金属层 22b，使用热蒸发工艺蒸镀金所需的金原料纯度是 99.999%。

步骤三、参阅图 5g，将所述第二电极板 20 叠层设置在所述第一电极板 10 上，其中，复合金属层 22 与粗糙表面 13 相互抵触连接，获得如图 1 所示的压力传感器。具体地，在所述第一电极板 10 和所述第二电极板 20 分别焊接出电极引线（通常使用铜导线），由此获得类似于“三明治结构”的高灵敏度压力传感器件，在人工智能、电子皮肤等领域有相当广阔的应用前景。

作为一个对比的实施例，在其他条件等同的情况下，将以上实施例提供的压力传感器中的叉指电极 12 的表面设置为平坦表面。经过测试采用粗糙表面和采用平坦表面的压力传感器的灵敏度，发现采用粗糙表面的叉指电极 12 的压力传感器的灵敏度显著增加，这是由于叉指电极 12 的表面形成为粗糙表面时，第二电极板 20 的微结构 21a 阵列的电极表面与粗糙表面在相同压力下接触面积更大，因此可以提高压力传感器的灵敏度。因此，本发明实施例提供的压力传感器，由于第一电极板 10 的叉指电极 12 的表面形成为粗糙表面，由此极大地提高了压力传感器的灵敏度。

作为另一个对比的实施例，在其他条件等同的情况下，将以上实施例提供的压力传感器中的第二电极板 20 的表面设置为平坦表面。经过测试采用微结构阵列的电极表面和采用平坦电极表面的压力传感器的动态量程范围和灵敏度，发现第二电极板 20 采用微结构阵列的电极表面后，压力传感器的动态量程范围

和灵敏度要明显增加。因此，本发明实施例提供的压力传感器，由于第二电极板 20 的电极表面形成为微结构阵列，由此提高了压力传感器的动态量程范围和灵敏度。

图 6 是本发明实施例的压力传感器的电性测试曲线图，具体是压强与电流变化相对值的相关曲线图。具体地，给定大小为 1 V 的恒压在压力传感器件的两端，通过控制施加压力的大小，最终测量出电流相对变化值对于压强的变化曲线，由该曲线斜率可得到该压力传感器件在低压量程内（4 Pa~ 2.2 kPa）的灵敏度为 1368 kPa^{-1} ，且具有很宽的工作量程（0.4 Pa~ 82 kPa）。

图 7 是本发明实施例的压力传感器的循环稳定性测试曲线图，具体是持续周期性给定一定压力（700 Pa）后迅速释放得到的 1000 次循环下电流相对变化值对时间响应曲线，从图中可以表明该传感器件具有很好的循环稳定性和很长的使用寿命。

综上所述，如上实施例提供的压力传感器，其中第一电极板的表面形成为粗糙表面，第二电极板的表面形成有微结构阵列，粗糙表面的电极结构与微结构阵列的电极结构在一定压力下的接触可分为四个过程：依次是点接触、点饱和、面接触和面饱和，因此在低量程范围内外界压力的轻微改变将会导致接触点的迅速增加，从而可显著增加该压力传感器件的灵敏度和动态量程，并且也能够保持器件循环的稳定性。另外，该压力传感器的结构简单、其制备工艺难度低，易于大规模生产。

需要说明的是，在本文中，诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来，而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

以上所述仅是本申请的具体实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本申请的保护范围。

权 利 要 求 书

1、一种压力传感器，包括相对设置的第一电极板和第二电极板，其中，所述第一电极板包括第一衬底以及设置在所述第一衬底上的金属叉指电极，所述金属叉指电极的表面形成为粗糙表面；所述第二电极板包括一侧表面具有微结构阵列的第二衬底和覆设于所述微结构阵列上的复合金属层；其中，所述复合金属层与所述粗糙表面相互抵触连接。

2、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述粗糙表面的表面粗糙度为5~10 μm 。

3、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述金属叉指电极中，每一子电极的长度为10~20mm，宽度为0.10~0.12mm，相邻两个子电极的中心间距为0.10~0.12mm。

4、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述第二衬底的厚度为1~2mm，所述微结构阵列的高度为5~7 μm ，相邻两个微结构的中心间距为5~10 μm 。

5、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述微结构阵列中包含有多种高度不同的微结构，每一个微结构的形状为圆台状。

6、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述第一衬底为刚性衬底或柔性衬底，所述第二衬底的材料为PDMS。

7、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述复合金属层包括叠层设置的第一金属层和第二金属层，其中所述第二金属层与所述粗糙表面相互抵触连接。

8、根据权利要求7所述的压力传感器，其中，所述第一金属层的材料为铬或镍或钛，所述第二金属层的材料为金或银。

9、根据权利要求7所述的压力传感器，其中，所述第一金属层的厚度为5~10nm，所述第二金属层的厚度为90~100nm。

10、一种压力传感器的制备方法，其中，包括：

第一电极板的制备，包括：提供第一衬底，应用电化学沉积工艺在所述第一衬底制备形成具有粗糙表面的金属薄膜层，应用刻蚀工艺将所述金属薄膜层

刻蚀形成表面为粗糙表面的金属叉指电极；

第二电极板的制备，包括：应用刻蚀工艺或倒模工艺制备形成一侧表面具有微结构阵列的第二衬底，在所述第二衬底的微结构阵列的表面上沉积复合金属层；

将所述第二电极板叠层设置在所述第一电极板上，获得所述压力传感器。

11、根据权利要求 10 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述粗糙表面的表面粗糙度为 5~10 μm 。

12、根据权利要求 10 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述金属叉指电极中，每一子电极的长度为 10~20mm，宽度为 0.10~0.12mm，相邻两个子电极的中心间距为 0.10~0.12mm。

13、根据权利要求 10 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述第二衬底的厚度为 1~2 mm，所述微结构阵列的高度为 5~7 μm ，相邻两个微结构的中心间距为 5~10 μm 。

14、根据权利要求 10 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述微结构阵列中包含有多种高度不同的微结构，每一个微结构的形状为圆台状。

15、根据权利要求 10 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述第一衬底为刚性衬底或柔性衬底，所述第二衬底的材料为 PDMS。

16、根据权利要求 10 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述复合金属层包括叠层设置的第一金属层和第二金属层，其中所述第二金属层与所述粗糙表面相互抵触连接。

17、根据权利要求 16 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述第一金属层的材料为铬或镍或钛，所述第二金属层的材料为金或银。

18、根据权利要求 16 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述第一金属层的厚度为 5~10nm，所述第二金属层的厚度为 90~100nm。

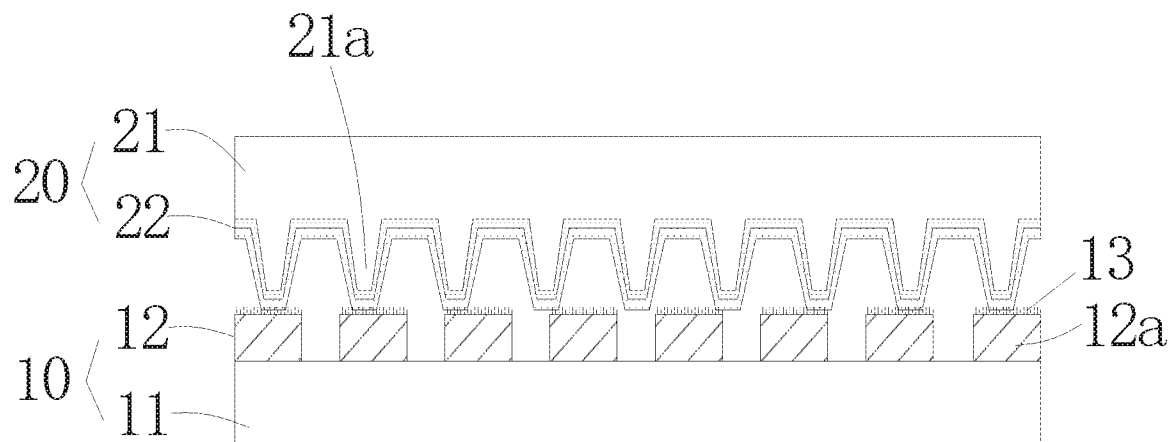


图 1

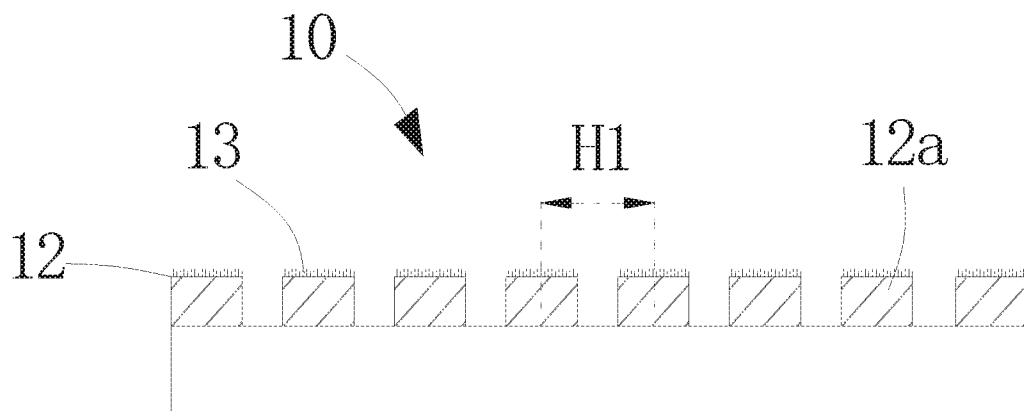


图 2

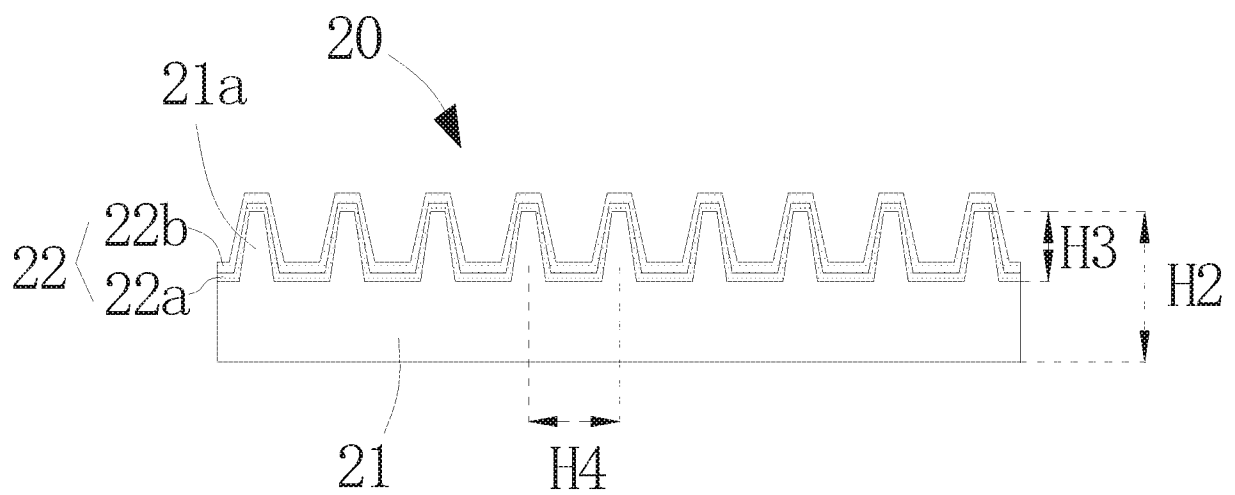


图 3

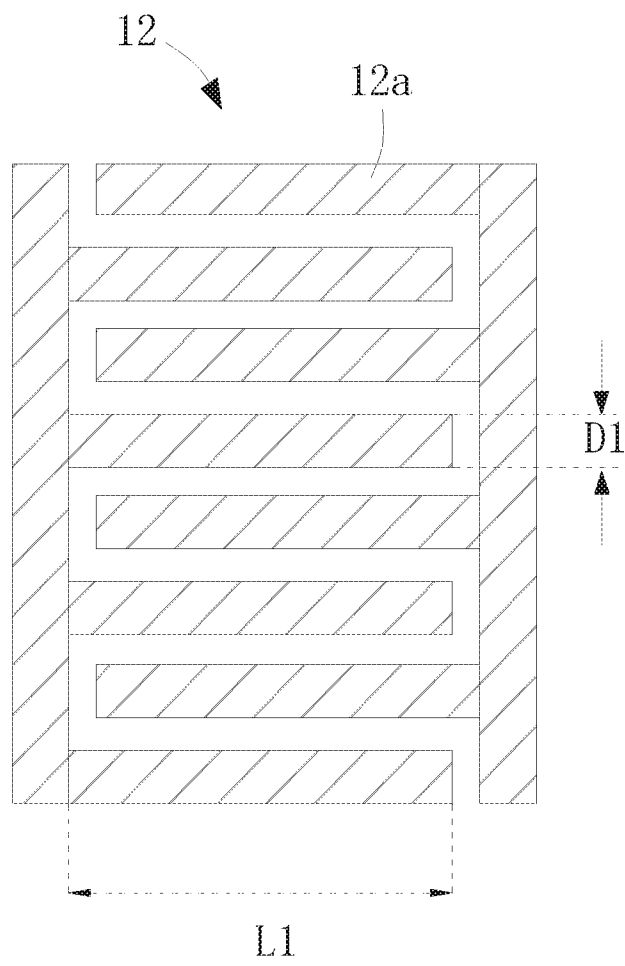


图 4

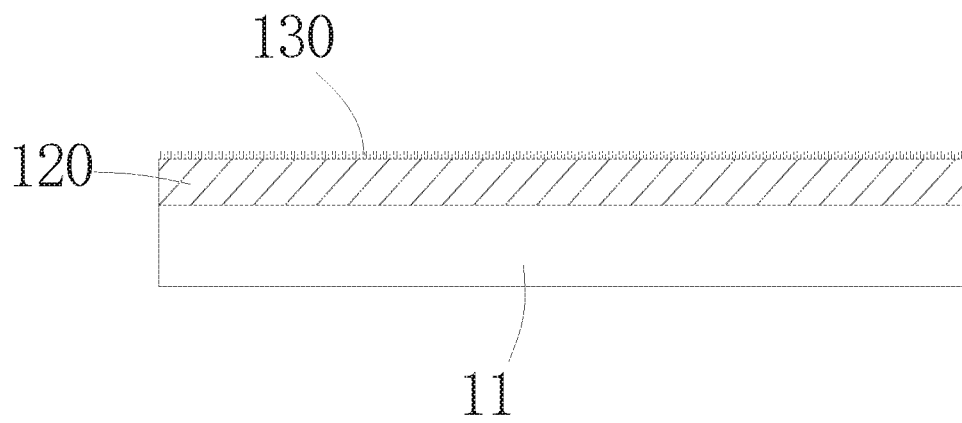


图 5a

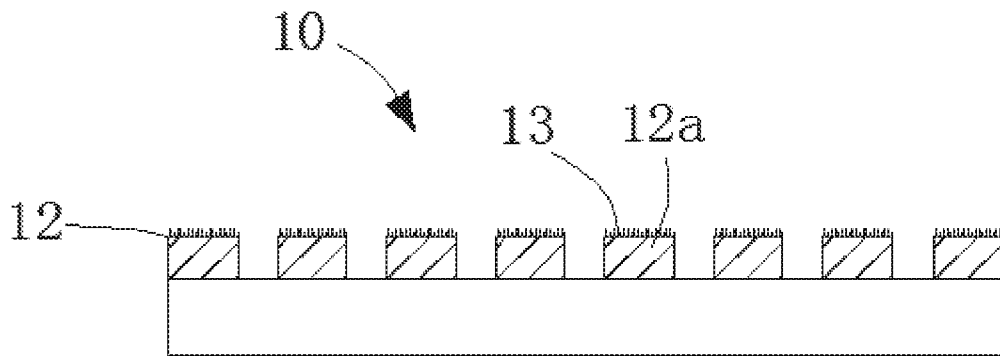


图 5b

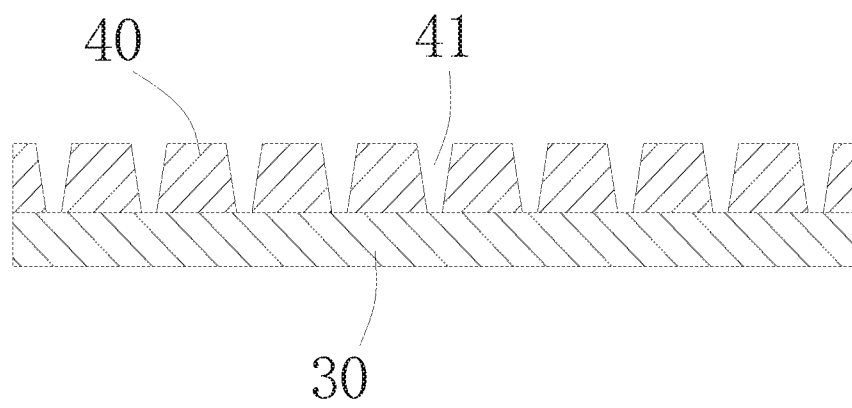


图 5c

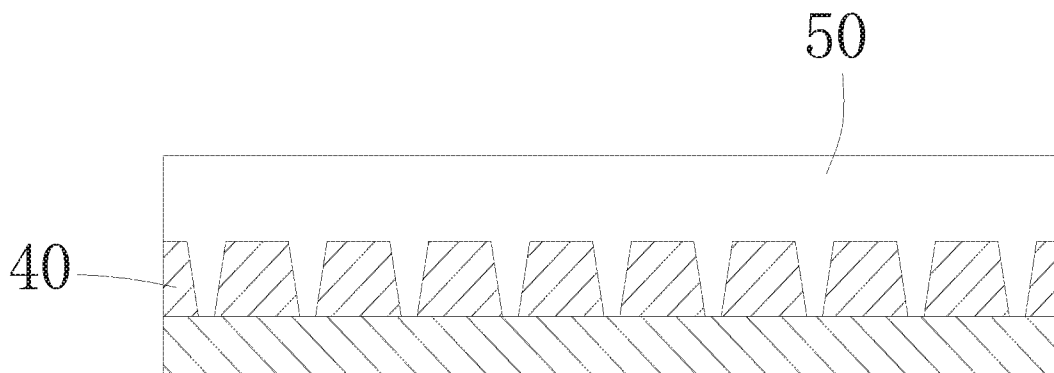


图 5d

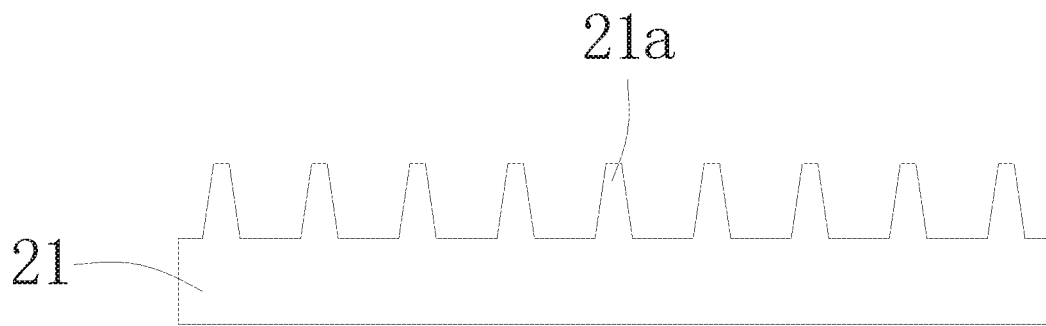


图 5e

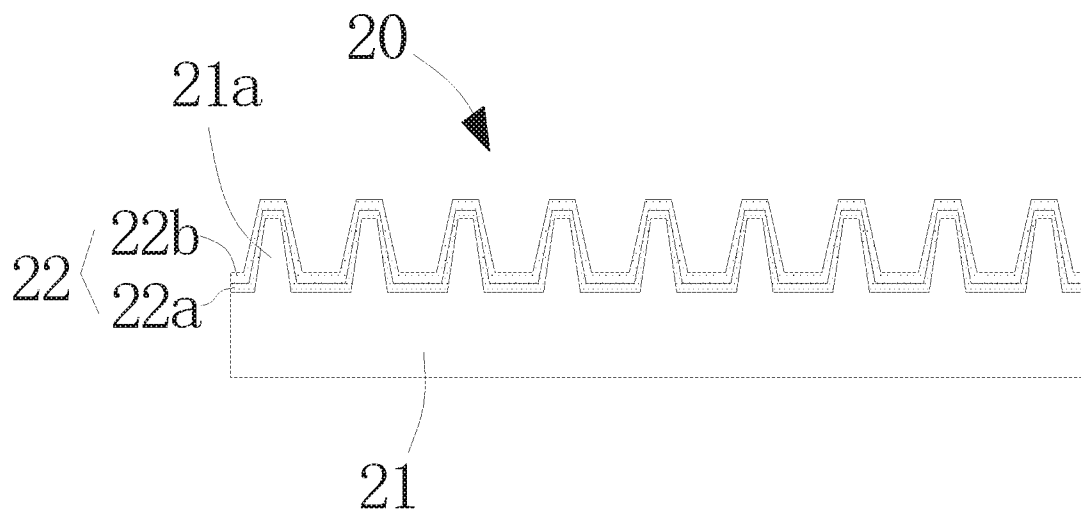


图 5f

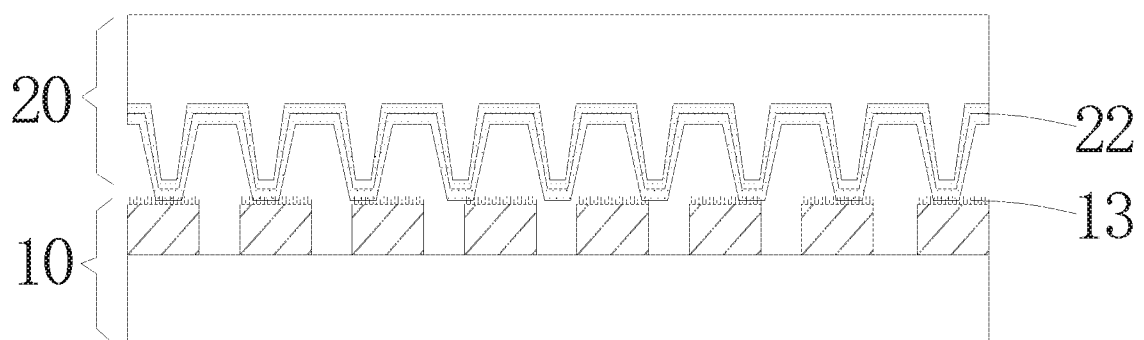


图 5g

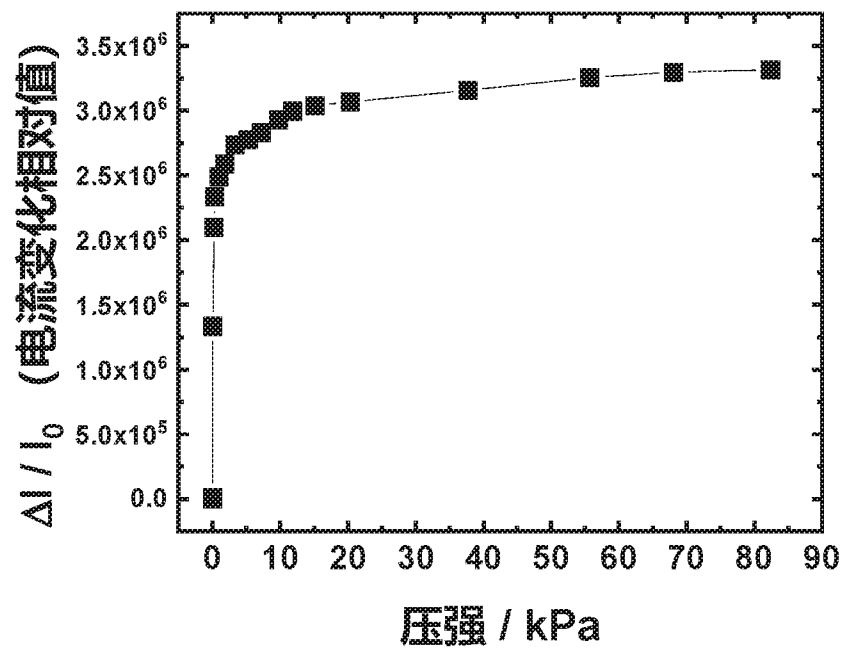


图 6

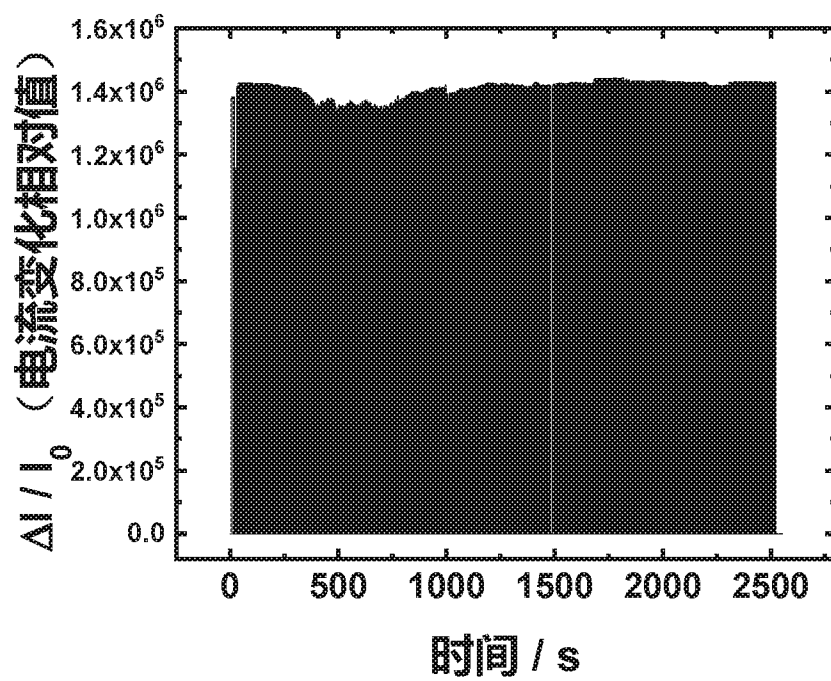


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/122534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L 1/22(2006.01)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)

G01L

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)

CNABS, CNTXT, VEN, CJFD, USTXT, EPTXT, WOTXT; 压力传感器, 电极, 衬底, 复合金属层, 粗糙表面; pressure, sensor, substrate, metal, rough

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108871629 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 23 November 2018 (2018-11-23) description, paragraphs [0043]-[0062], and figures 1-3	1-18
Y	CN 205691269 U (NORTH CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 16 November 2016 (2016-11-16) description, paragraph [0008]	1-18
PX	CN 109556768 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) 02 April 2019 (2019-04-02) claims 1-10	1-18
A	CN 104374498 A (NEWNAGY (TANGSHAN) LLC) 25 February 2015 (2015-02-25) entire document	1-18
A	CN 104951171 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 30 September 2015 (2015-09-30) entire document	1-18
A	CN 107907251 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) 13 April 2018 (2018-04-13) entire document	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

27 February 2020

Date of mailing of the international search report

09 March 2020

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

International application No.

PCT/CN2019/122534**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106370327 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 01 February 2017 (2017-02-01) entire document	1-18
A	CN 108444619 A (SHANGHAI MIFANG ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 August 2018 (2018-08-24) entire document	1-18
A	US 5429006 A (ENIX CORP) 04 July 1995 (1995-07-04) entire document	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/122534

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108871629	A	23 November 2018	None			
CN	205691269	U	16 November 2016	None			
CN	109556768	A	02 April 2019	None			
CN	104374498	A	25 February 2015	CN	104374498	B	19 September 2017
CN	104951171	A	30 September 2015	US	2015277646	A1	01 October 2015
				JP	2015197299	A	09 November 2015
CN	107907251	A	13 April 2018	None			
CN	106370327	A	01 February 2017	None			
CN	108444619	A	24 August 2018	None			
US	5429006	A	04 July 1995	DE	69308060	D1	27 March 1997
				EP	0566336	B1	12 February 1997
				JP	H0758234	B2	21 June 1995
				JP	H06288845	A	18 October 1994
				EP	0566336	A2	20 October 1993
				DE	69308060	T2	28 May 1997
				EP	0566336	A3	08 June 1994

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/122534

A. 主题的分类 G01L 1/22 (2006.01) i 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																													
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01L 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 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)) CNABS, CNTXT, VEN, CJFD, USTXT, EPTXT, WOTXT; 压力传感器, 电极, 衬底, 复合金属层, 粗糙表面; pressure, sensor, substrate, metal, rough																													
C. 相关文件 <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>Y</td> <td>CN 108871629 A (浙江大学) 2018年 11月 23日 (2018 - 11 - 23) 说明书第【0043】至【0062】段, 附图1-3</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 205691269 U (华北理工大学) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第【0008】段</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109556768 A (深圳先进技术研究院) 2019年 4月 2日 (2019 - 04 - 02) 权利要求1-10</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104374498 A (纳米新能源唐山有限责任公司) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104951171 A (松下知识产权经营株式会社) 2015年 9月 30日 (2015 - 09 - 30) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107907251 A (深圳先进技术研究院) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106370327 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2017年 2月 1日 (2017 - 02 - 01) 全文</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108444619 A (上海幂方电子科技有限公司) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 全文</td> <td>1-18</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	Y	CN 108871629 A (浙江大学) 2018年 11月 23日 (2018 - 11 - 23) 说明书第【0043】至【0062】段, 附图1-3	1-18	Y	CN 205691269 U (华北理工大学) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第【0008】段	1-18	PX	CN 109556768 A (深圳先进技术研究院) 2019年 4月 2日 (2019 - 04 - 02) 权利要求1-10	1-18	A	CN 104374498 A (纳米新能源唐山有限责任公司) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 全文	1-18	A	CN 104951171 A (松下知识产权经营株式会社) 2015年 9月 30日 (2015 - 09 - 30) 全文	1-18	A	CN 107907251 A (深圳先进技术研究院) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 全文	1-18	A	CN 106370327 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2017年 2月 1日 (2017 - 02 - 01) 全文	1-18	A	CN 108444619 A (上海幂方电子科技有限公司) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 全文	1-18
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																											
Y	CN 108871629 A (浙江大学) 2018年 11月 23日 (2018 - 11 - 23) 说明书第【0043】至【0062】段, 附图1-3	1-18																											
Y	CN 205691269 U (华北理工大学) 2016年 11月 16日 (2016 - 11 - 16) 说明书第【0008】段	1-18																											
PX	CN 109556768 A (深圳先进技术研究院) 2019年 4月 2日 (2019 - 04 - 02) 权利要求1-10	1-18																											
A	CN 104374498 A (纳米新能源唐山有限责任公司) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25) 全文	1-18																											
A	CN 104951171 A (松下知识产权经营株式会社) 2015年 9月 30日 (2015 - 09 - 30) 全文	1-18																											
A	CN 107907251 A (深圳先进技术研究院) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 全文	1-18																											
A	CN 106370327 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2017年 2月 1日 (2017 - 02 - 01) 全文	1-18																											
A	CN 108444619 A (上海幂方电子科技有限公司) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 全文	1-18																											
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																													
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “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 </td> <td style="vertical-align: top;"> “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 “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 “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 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “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	“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 “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 “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 “&” 同族专利的文件																									
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “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) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “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	“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 “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 “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 “&” 同族专利的文件																												
国际检索实际完成的日期 2020年 2月 27日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 9日																											
ISA/CN的名称和邮寄地址 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 传真号 (86-10)62019451		受权官员 胡跃澜 电话号码 62089902																											

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 5429006 A (ENIX CORP) 1995年 7月 4日 (1995 - 07 - 04) 全文	1-18

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/122534

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	108871629	A	2018年 11月 23日	无			
CN	205691269	U	2016年 11月 16日	无			
CN	109556768	A	2019年 4月 2日	无			
CN	104374498	A	2015年 2月 25日	CN	104374498	B	2017年 9月 19日
CN	104951171	A	2015年 9月 30日	US	2015277646	A1	2015年 10月 1日
				JP	2015197299	A	2015年 11月 9日
CN	107907251	A	2018年 4月 13日	无			
CN	106370327	A	2017年 2月 1日	无			
CN	108444619	A	2018年 8月 24日	无			
US	5429006	A	1995年 7月 4日	DE	69308060	D1	1997年 3月 27日
				EP	0566336	B1	1997年 2月 12日
				JP	H0758234	B2	1995年 6月 21日
				JP	H06288845	A	1994年 10月 18日
				EP	0566336	A2	1993年 10月 20日
				DE	69308060	T2	1997年 5月 28日
				EP	0566336	A3	1994年 6月 8日