

(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 2020/114367 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01L 1/22 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/122539
- (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:
201811465344.4 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: 李威威 (LI, Weiwei); 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)。 李伟民 (LI, Weimin); 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);

(54) Title: PRESSURE SENSOR AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 压力传感器及其制备方法

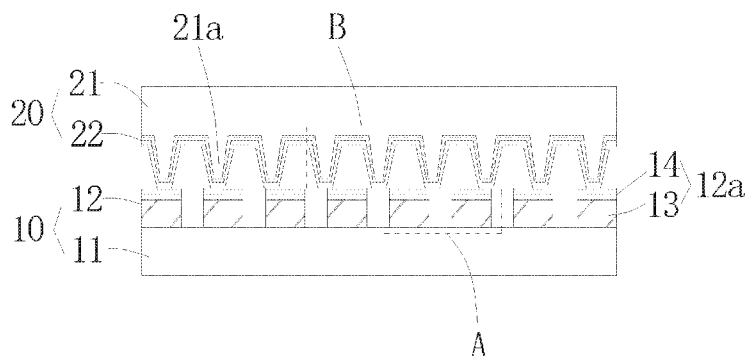


图 1

(57) Abstract: A pressure sensor and a preparation method therefor, wherein the pressure sensor comprises a first electrode plate (10) and a second electrode plate (20) that are oppositely arranged. The first electrode plate (10) comprises a first substrate (11) and an interdigital electrode (12) disposed on the first substrate (11), and each sub-electrode (12a) of the interdigital electrode (12) comprises a semiconductor layer (13) and a first composite metal layer (14) that are successively disposed on the first substrate (11). An surface of the semiconductor layer (13) forms a rough surface, and the first composite metal layer (14) is disposed on the rough surface. The second electrode plate (20) comprises a second substrate (21) a side surface of which is provided with a microstructure array (21a) and a second composite metal layer (22) overlying the microstructure array (21a), wherein the second composite metal layer (22) and the first composite metal layer (14) abut against each other and are connected to each other. The present pressure sensor has the characteristics of high sensitivity, a large measurement range and low energy consumption, and may meet the growing demand in the application field of the pressure sensors. In addition, the present pressure sensor has a simple structure and low preparation process difficulty, and is easy to produce on a large scale.

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, 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))。

(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)上的叉指电极(12), 叉指电极(12)的每一子电极(12a)包括依次设置于第一衬底(11)上的半导体层(13)和第一复合金属层(14), 半导体层(13)的表面形成粗糙表面, 第一复合金属层(14)设置在粗糙表面上; 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)上的第二复合金属层(22); 其中, 第二复合金属层(22)与第一复合金属层(14)相互抵触连接。该压力传感器具有高灵敏度、大的测量范围和能耗低的特性, 能够满足在压力传感器的应用领域中日益增长的需求; 另外, 该压力传感器的结构简单、制备工艺难度低, 易于大规模生产。

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

压力传感器主要包括压阻式、电感式以及电容式三大类，分别通过器件主要组成结构的电阻、电感以及电容在外部压力作用下产生变化，再利用测量电路将这三种物理量的变化经过一系列处理最终达到探测外部压力变化的目的。

目前，压力传感器被广泛应用于可穿戴设备和其他电子产品中，如家用电器、机器人、医疗设备、安全装置、环境监测设备等。随着可穿戴设备种类的增多、健康数据监测及远程医疗等行业的出现，在实际应用中对压力传感器的要求越来越高，高灵敏度、大的测量范围、柔性等特点已经成为未来压力传感器发展的趋势，其中，如何使得压力传感器同时具备高灵敏度和大的测量范围成为该领域研究的难题。

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和大的测量范围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叉指电极，所述叉指电极的每一子电极包括依次设置于所述第一衬底上的半导体层和第一复合金属层，所述半导体层的表面形成粗糙表面，所述第一复合金属层设置在所述粗糙表面上；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第二复合金属层；其中，所述第二复合金属层与所述第一复合金属层相互抵触连接。

具体地，所述半导体层的表面形成直立式二维片状结构的粗糙表面。

具体地，所述半导体层的厚度为 $5\sim 8\mu\text{m}$ ，所述直立式二维片状结构的高度为 $400\sim 500\text{nm}$ ，所述直立式二维片状结构的表面粗糙度为 $300\sim 400\text{nm}$ 。

具体地，所述叉指电极中，每一子电极的长度为 $1\sim 2\text{cm}$ ，宽度为 $100\sim 120\mu\text{m}$ ，相邻两个子电极的中心间距为 $100\sim 120\mu\text{m}$ 。

具体地，所述微结构阵列的高度为 $5\sim 10\mu\text{m}$ ，相邻两个微结构的中心间距为 $5\sim 10\mu\text{m}$ 。

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，所述第一复合金属层和所述第二复合金属层分别包括叠层设置的第一金属层和第二金属层，其中两个第二金属层相互抵触连接。

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 $5\sim 10\text{nm}$ ，所述第二金属层的厚度为 $100\sim 150\text{nm}$ 。

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，在所述第一衬底上依次沉积半导体薄膜层和第一复合金属薄膜层，应用刻蚀工艺将所述半导体薄膜层和所述第一复合金属薄膜层刻蚀形成叉指电极；

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第二复合金属层；

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，其具有高灵敏度、大的测量范围和能耗低的特性，能够满足在压力传感器的应用领域中日益增长的需求；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 是如图 1 中 A 部分的放大示意图；

图 3 是如图 1 中 B 部分的放大示意图；

图 4 是本发明实施例中的半导体层的 SEM 图；

图 5 是本发明实施例中的叉指电极的俯视图；

图 6a 至图 6f 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 7 是本发明实施例中的压力传感器的电性测试曲线图；

图 8 本发明实施例中的压力传感器测量一颗豆子的测试曲线图；

图 9 是本发明实施例中的压力传感器的循环稳定性测试曲线图；

图 10 是本发明实施例中的压力传感器在不同压力负载下的循环稳定性测试曲线图；

图 11 是本发明实施例中的压力传感器在给定的压力负载下，电流对电压的响应曲线图。

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 上的叉指电极 12，所述叉指电极 12 的每一子电极 12a 包括依次设置于所述第一衬底 11 上的半导体层 13 和第一复合金属层 14，所述半导体层 13 的表面形成为粗糙表面，所述第一复合金属层 14 设置在所述粗糙表面上。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 阵列上的第二复合金属层 22。其中，所述第二复合金属层 22 与所

述第一复合金属层 14 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，所述叉指电极 12 中的半导体层 13 的材料选择为二硒化锡，如图 4 所示的 SEM 图，所述半导体层 13 的表面形成直立二维片状结构的粗糙表面。具体地，所述半导体层的厚度为 $5\sim 8\mu\text{m}$ ，所述直立二维片状结构的高度为 $400\sim 500\text{nm}$ ，所述直立二维片状结构的表面粗糙度为 $300\sim 400\text{nm}$ 。

在本实施例中，参阅图 2 和图 5，所述叉指电极 12 中的每一子电极 12a 的长度 $L1$ 为 $1\sim 2\text{cm}$ ，宽度 $D1$ 为 $100\sim 120\mu\text{m}$ ，相邻两个子电极 12a 的中心间距 $H1$ 为 $100\sim 120\mu\text{m}$ 。

在本实施例中，参阅图 3，所述第二衬底 21 中的微结构 21a 阵列的高度 $H2$ 为 $5\sim 10\mu\text{m}$ ，相邻两个微结构 21a 的间距 $H3$ 为 $5\sim 10\mu\text{m}$ 。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 $3\sim 5\mu\text{m}$ ，下表面的半径为 $5\sim 8\mu\text{m}$ 。

在本实施例中，参阅图 2 和图 3 并结合图 1，所述第一复合金属层 14 和所述第二复合金属层 22 分别包括叠层设置的第一金属层 14a、22a 和第二金属层 14b、22b，其中两个第二金属层 14b、22b 相互抵触连接，所述第一金属层 14a、22a 的材料选择为铬（Cr），所述第二金属层 14b、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 14a、22a 的材料也可以选择为镍（Ni）或钛（Ti），所述第二金属层 14b、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 14a、22a 的厚度为 $5\sim 10\text{nm}$ ，所述第二金属层 14b、22b 的厚度为 $100\sim 150\text{nm}$ 。

以上实施例提供的压力传感器，首先，第一电极板 10 中设置有半导体层 13 半导体材料的基础电阻很大，在器件不工作时（未施加压力时的工作状态），耗能小，因此本发明实施例提供的压力传感器具有能耗低的优点；其次，所述半导体层 13 的表面形成粗糙表面（优选的方案中是形成直立二维片状那么结构的粗糙表面），结合第二电极板 20 中设置的微结构，在对施加的压力进行

检测时，电极的接触变化是从点接触到面接触的变化过程，因此使得所述压力传感器具有高灵敏度和大的测量范围的特性，能够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 6a 至图 6f 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 6a，提供第一衬底 11，在所述第一衬底 11 上沉积半导体薄膜层 13a。

本实施例中，所述半导体薄膜层 13a 的材料选择为二硒化锡，采用分子束外延生长工艺制备所述半导体薄膜层 13a。具体地，在分子束外延设备（MBE）中分别加入高纯度硒材料源和高纯度锡材料源，通过所述分子束外延设备分别加热所述硒材料源和锡材料源，并将所述硒材料源和锡材料源分别以分子束或原子束的形式喷射至所述第一衬底 11 上，形成表面是直立式二维片状结构的二硒化锡半导体薄膜层 13a，参见图 4 的 SEM 图。

S12、参阅图 6b，在所述半导体薄膜层 13a 上沉积第一复合金属薄膜层 140。

本实施例中，所述第一复合金属薄膜层 140 包括第一金属薄膜层 141 和第二金属薄膜层 142。其中，所述第一金属薄膜层 141 的材料选择为铬，所述第二金属薄膜层 142 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半导体薄膜层 13a 上蒸镀铬金属层 141，蒸镀的工艺条件可以设置为：真空度是 5×10^{-3} Pa，镀膜速度 $0.5 \text{ \AA/s}$ ，镀膜时间 100s，共蒸镀 5nm，其中可以通过调节镀膜时间和镀膜速度来获取实际所需的镀膜厚度。然后采用热蒸发工艺在所述铬金属层 141 上蒸镀金金属层 142，蒸镀的工艺条件可以设置为：真空度是 5×10^{-3} Pa，镀膜速度 $2 \text{ \AA/s}$ ，镀膜时间 500s，共蒸镀 100nm，其中可以通过调节镀膜时间和镀膜速度来获取实际所需的镀膜厚度。

S13、参阅图 6c，应用刻蚀工艺将所述半导体薄膜层 13a 和所述第一复合金属薄膜层 140 刻蚀形成叉指电极 12。

本实施例中，应用激光刻蚀设备刻蚀制备所述叉指电极 12。具体地，首先在激光刻蚀设备上设计叉指电极图形，然后使用激光刻蚀设备按照叉指电极图

形刻蚀所述半导体薄膜层 13a 和所述第一复合金属薄膜层 140，激光刻蚀的工艺参数可以设置为：激光功率为 70%，打标频率为 30000Hz，扫描速度为 250mm/s。刻蚀完成后以氮气吹除刻蚀残留的碎屑，最终在第一衬底 11 上制备获得叉指电极 12，形成所述第一电极板 10。

其中，如图 6c 所示，所述叉指电极 12 的每一子电极 12a 包括依次设置于所述第一衬底 11 上的半导体层 13、第一金属层 14a 和第二金属层 14b。其中半导体层 13 是由所述半导体薄膜层 13a 刻蚀形成，第一金属层 14a 是由第一金属薄膜层 141 刻蚀形成，第二金属层 14b 是由第二金属薄膜层 142 刻蚀形成。

步骤二、第二电极板 20 的制备。该步骤具体包括：

S21、参阅图 6d，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。

具体地，将 PDMS 前驱物与固化剂混合搅拌，获得混合液；将混合液放在真空腔中，除去混合液中的气泡；将上述的混合液用旋涂仪旋涂在模板上，然后置于加热台上加热，获得固化层；将固化层从模板的表面剥离，获得微结构阵列。更具体地，上述搅拌时间可以选择为 15min；上述在真空腔放置时间可以选择为 15min；上述旋涂速率可以选择为 800r/min，时间可以选择为 10s；上述加热温度可以选择为 80°C，加热时间可以选择 2h；将上述冷却后的固化层放到双氧水与氨水的混合溶液中超声 20min 左右，将模板溶解，分离出固化层。将固化层取出用去离子水超声清洗干净并于室温下干燥，获得具有微结构阵列的第二衬底 21。

其中，所述模板是设置有孔洞阵列的模板，并且通过设计孔洞的形状、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 6e，在所述第二衬底 21 的微结构 21a 阵列的表面上沉积第二复合金属层 22。

本实施例中，第二复合金属层 22 包括叠层设置的第一金属层 22a 和第二金属层 22b。其中，该步骤中第一金属层 22a 和第二金属层 22b 的制备工艺过程可以参照前述的步骤 S12 进行，制备获得所述第二电极板 20。

步骤三、参阅图 6f，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，第二复合金属层 22 与第一复合金属层 14 相互抵触连接，获得如图 1 所示的压力传感器。

图 7 至图 11 是以上实施例提供的压力传感器的一些测试特性图。

图 7 是所述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（0 ~ 4 kPa）的灵敏度 $S_{21}=433.22 \text{ kPa}^{-1}$ ，具有很高的灵敏度；在较大压力的量程内（4 ~ 38 kPa）的灵敏度 $S_{22}=2.91 \text{ kPa}^{-1}$ ，也是具有较高的灵敏度。

图 8 是所述压力传感器测量一颗豆子（约 0.8Pa）的检测实验，检验了器件最低测量阈值，其中工作电压为 1V。结合图 7 和图 8，所述压力传感器的工作量程为 0.8Pa-38kPa，其具有很大的测量范围。

图 9 是所述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（25 Pa）后迅速释放得到的 1000 次循环下电流对时间的响应曲线，其中工作电压为 1V。从图中可以表明该传感器件具有很好的循环稳定性。

图 10 是所述压力传感器在不同压力负载（分别是 40 Pa、160 Pa、4k Pa 和 12k Pa）下的循环稳定性测试曲线图，其中工作电压为 1V。。具体是持续周期性给定一定压力后迅速释放得到的多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。

图 11 是所述压力传感器在给定的压力负载（分别是 30 Pa、35 Pa、55 Pa、170Pa、600Pa 和 1200 Pa）下，电流对电压的响应曲线图。从图中可以获知，对于不同的给定的压力负载，电流能够呈线性地响应于工作电压的变化而变化，因此，该传感器件在不同的工作电压下也具有良好的工作稳定性。进一步地，从图 11 可以看出，所述压力传感器在有压力时工作功率最大 mw 级别，耗能小。本发明实施例提供的压力传感器在无压力时工作功率为 pw 级别，因此，本发明实施例提供的压力传感器具有能耗低的优点。

综上所述，如上实施例提供的压力传感器，其具有高灵敏度、大的测量范围和能耗低的特性，能够满足在压力传感器的应用领域中日益增长的需求；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叉指电极，所述叉指电极的每一子电极包括依次设置于所述第一衬底上的半导体层和第一复合金属层，所述半导体层的表面形成为粗糙表面，所述第一复合金属层设置在所述粗糙表面上；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第二复合金属层；其中，所述第二复合金属层与所述第一复合金属层相互抵触连接。

2、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述半导体层的表面形成为直立式二维片状结构的粗糙表面。

3、根据权利要求2所述的压力传感器，其中，所述半导体层的厚度为 $5\sim 8\mu\text{m}$ ，所述直立式二维片状结构的高度为 $400\sim 500\text{nm}$ ，所述直立式二维片状结构的表面粗糙度为 $300\sim 400\text{nm}$ 。

4、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述叉指电极中，每一子电极的长度为 $1\sim 2\text{cm}$ ，宽度为 $100\sim 120\mu\text{m}$ ，相邻两个子电极的中心间距为 $100\sim 120\mu\text{m}$ 。

5、根据权利要求1所述的压力传感器，其中，所述微结构阵列的高度为 $5\sim 10\mu\text{m}$ ，相邻两个微结构的中心间距为 $5\sim 10\mu\text{m}$ 。

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，所述第一复合金属层和所述第二复合金属层分别包括叠层设置的第一金属层和第二金属层，其中两个第二金属层相互抵触连接。

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 $5\sim 10\text{nm}$ ，所述第二金属层的厚度为 $100\sim 150\text{nm}$ 。

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，在所述第一衬底上依次沉积半导体薄膜层和第一复合金属薄膜层，应用刻蚀工艺将所述半导体薄膜层和所述第一复合金属薄膜层刻蚀形成叉指电极；

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第二复合金属层；

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，所述半导体层的表面形成为直立式二维片状结构的粗糙表面。

12、根据权利要求 11 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述半导体层的厚度为 $5\sim 8\mu\text{m}$ ，所述直立式二维片状结构的高度为 $400\sim 500\text{nm}$ ，所述直立式二维片状结构的表面粗糙度为 $300\sim 400\text{nm}$ 。

13、根据权利要求 10 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述叉指电极中，每一子电极的长度为 $1\sim 2\text{cm}$ ，宽度为 $100\sim 120\mu\text{m}$ ，相邻两个子电极的中心间距为 $100\sim 120\mu\text{m}$ 。

14、根据权利要求 10 所述的压力传感器的制备方法，其中，所述微结构阵列的高度为 $5\sim 10\mu\text{m}$ ，相邻两个微结构的中心间距为 $5\sim 10\mu\text{m}$ 。

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，所述第一复合金属层和所述第二复合金属层分别包括叠层设置的第一金属层和第二金属层，其中两个第二金属层相互抵触连接。

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 $5\sim 10\text{nm}$ ，所述第二金属层的厚度为 $100\sim 150\text{nm}$ 。

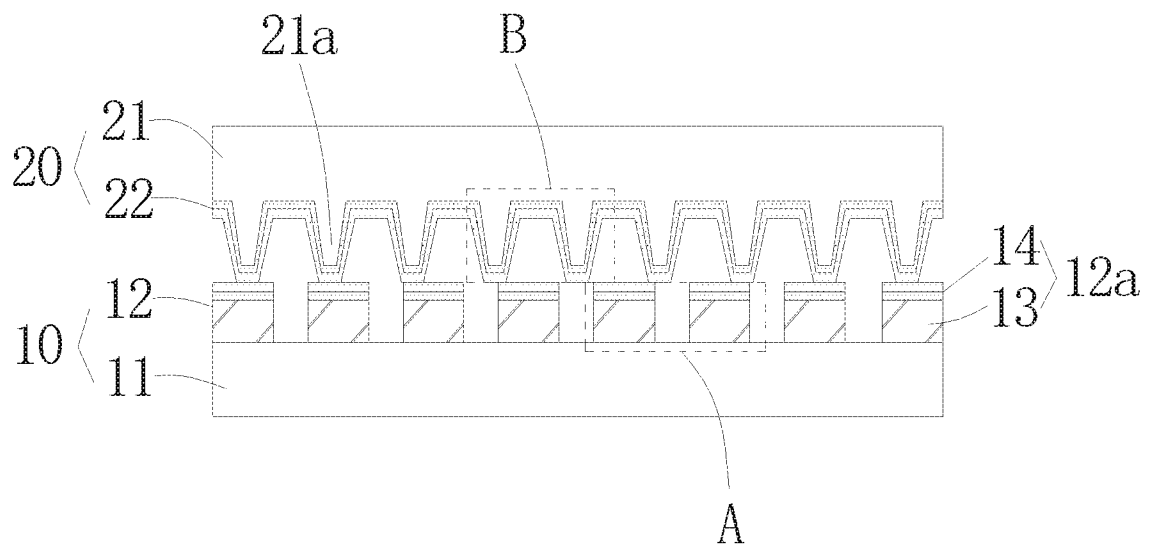


图 1

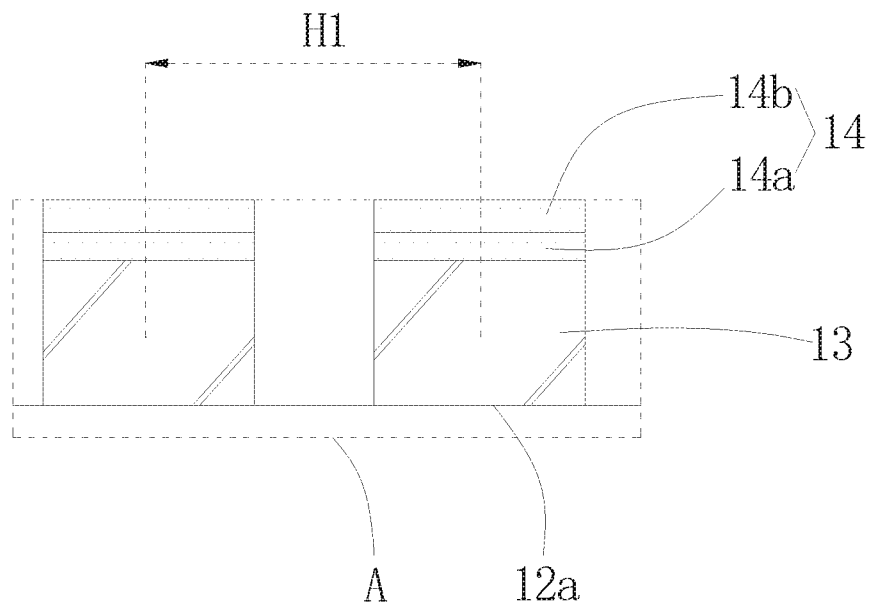


图 2

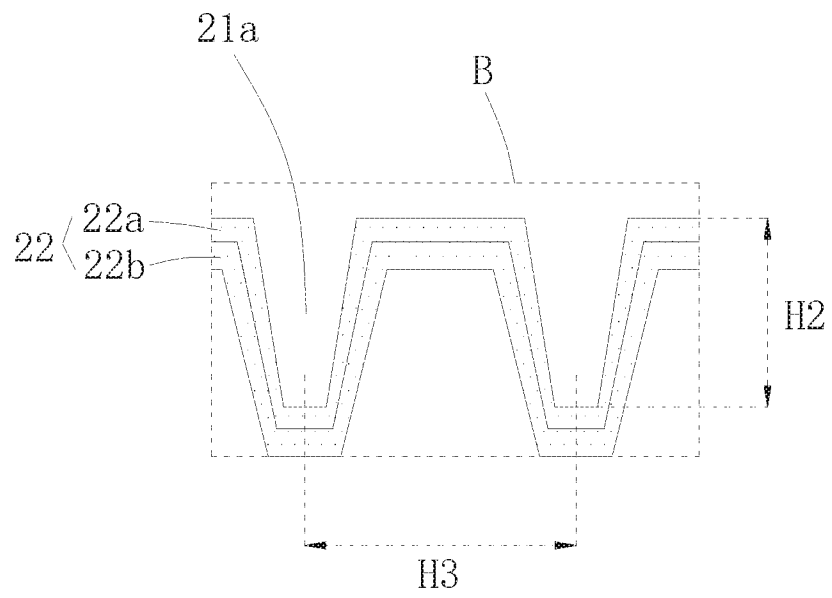


图 3

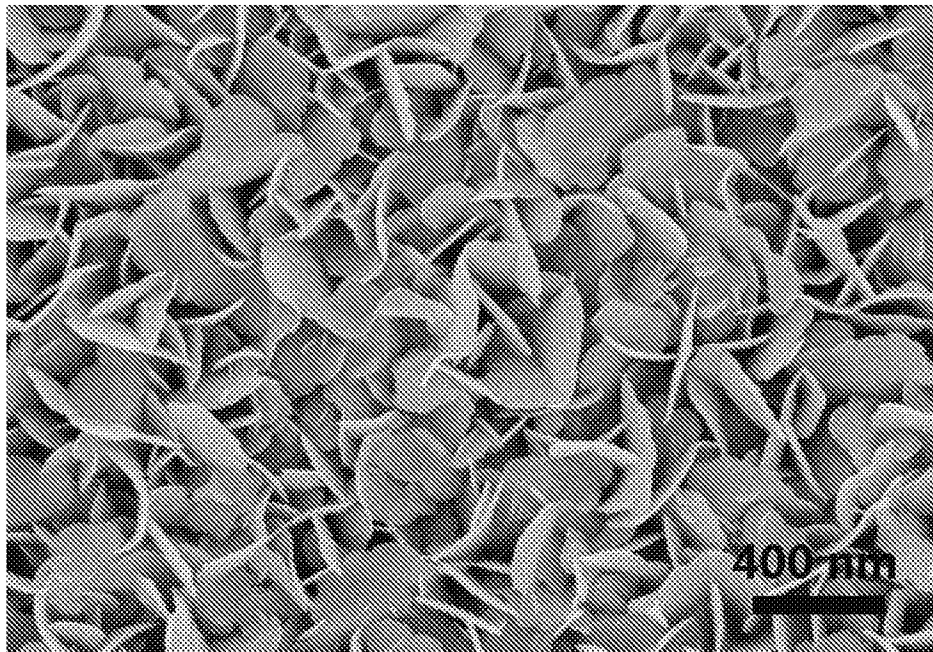


图 4

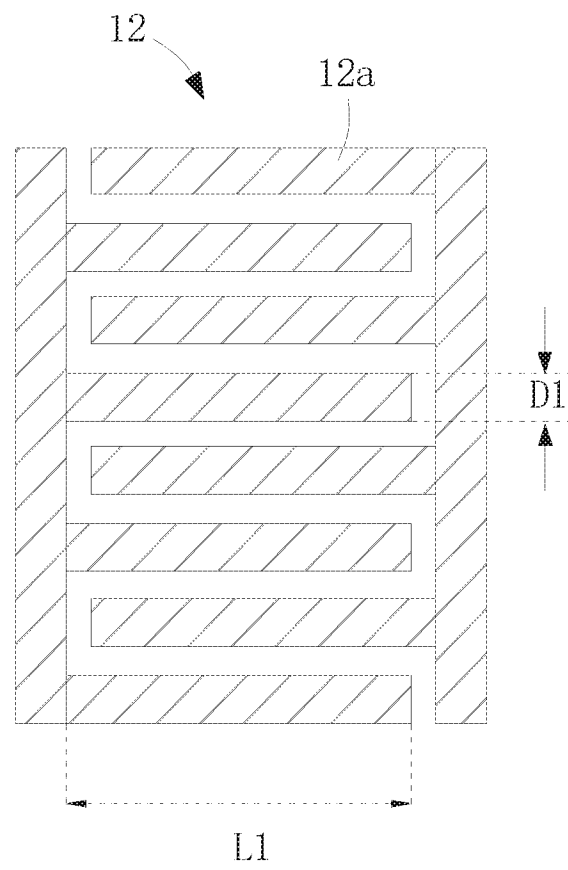


图 5

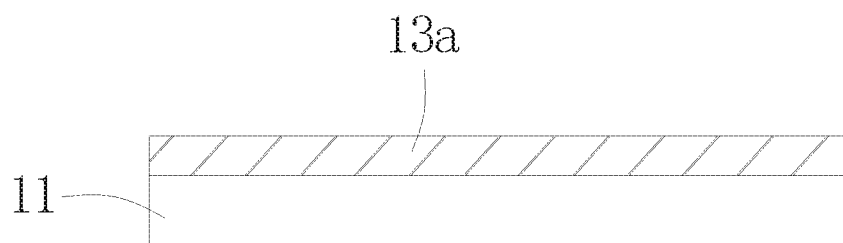


图 6a

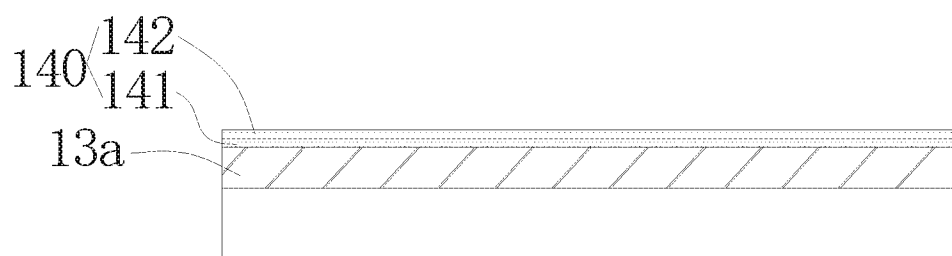


图 6b

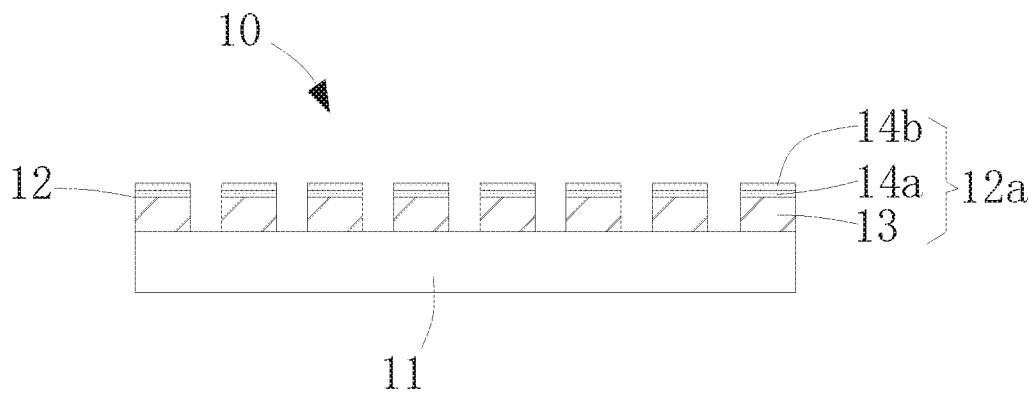


图 6c

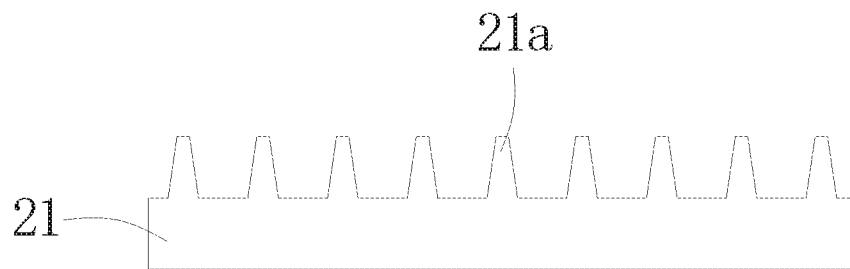


图 6d

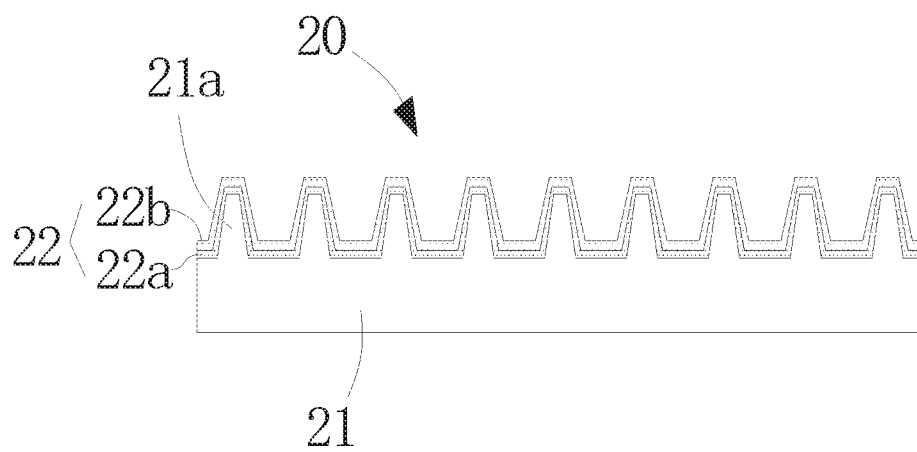


图 6e

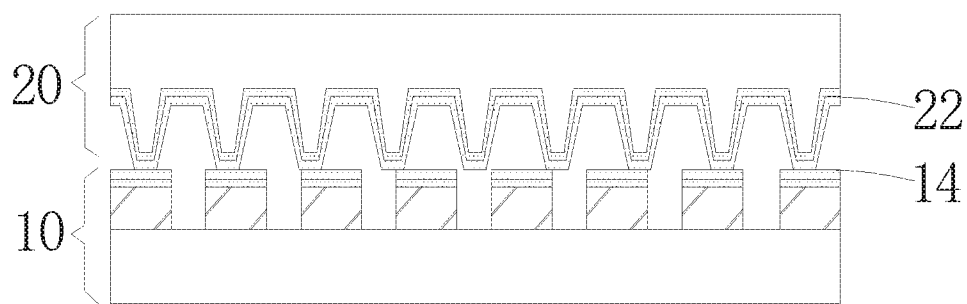


图 6f

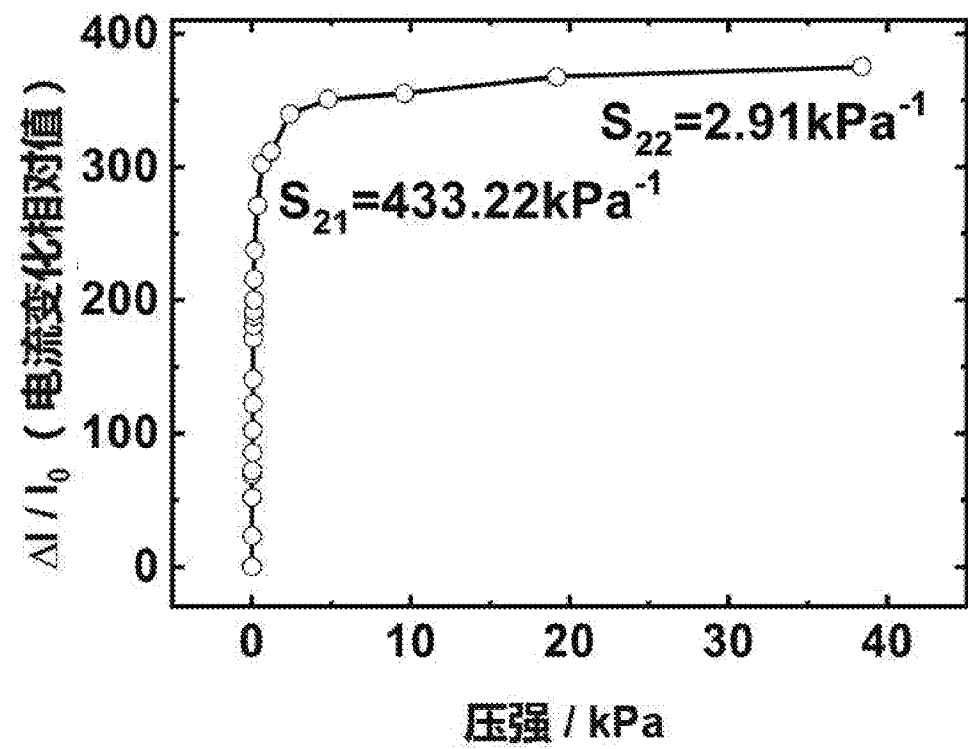


图 7

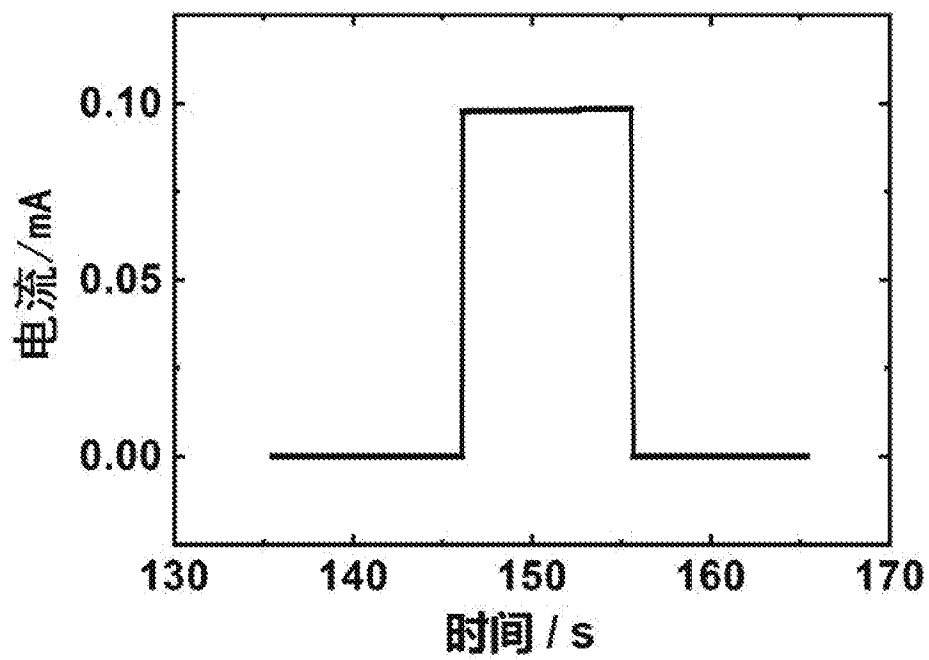


图 8

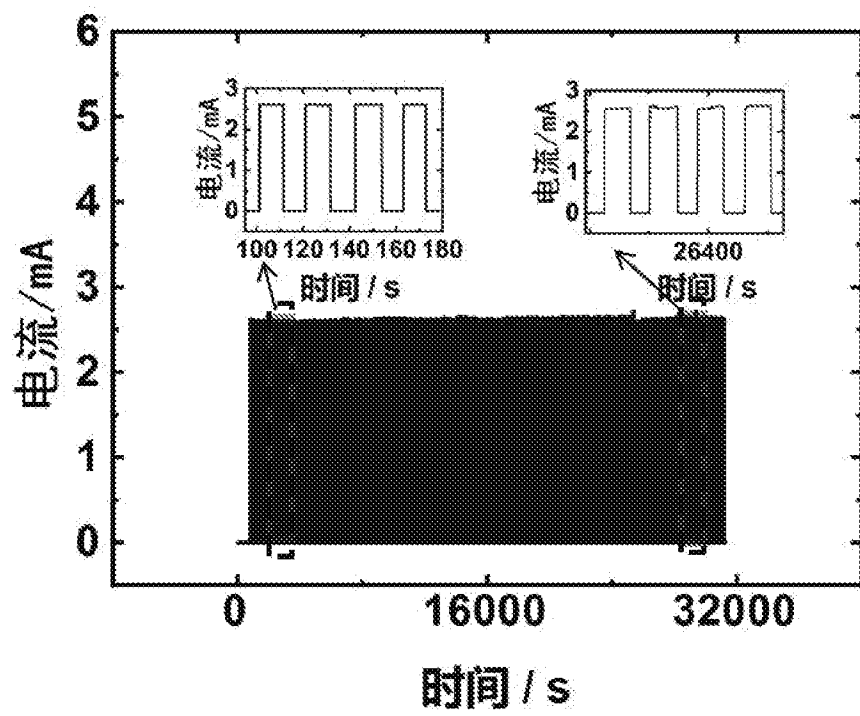


图 9

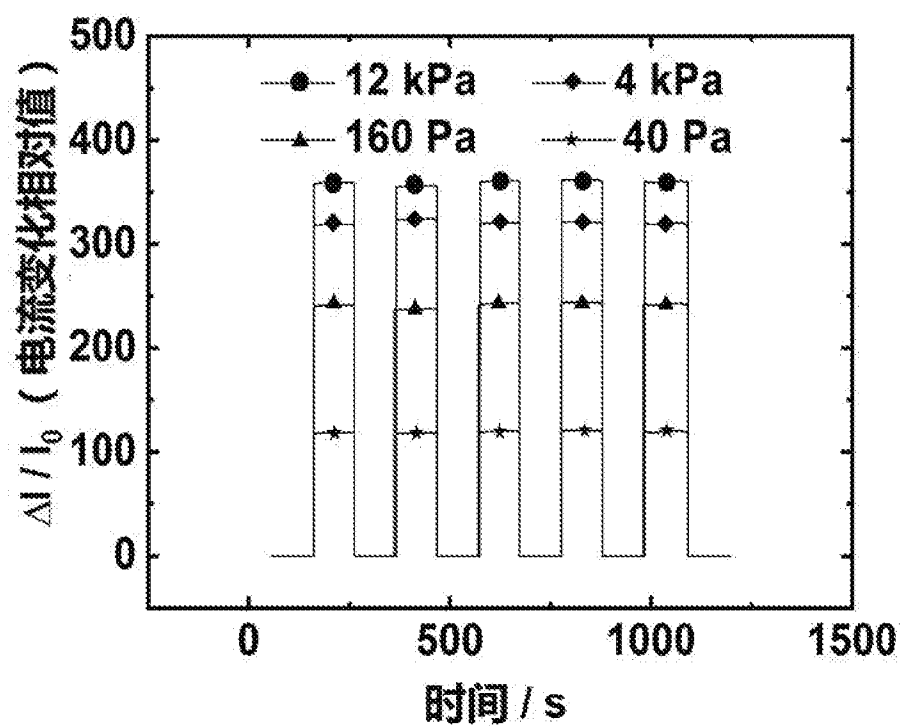


图 10

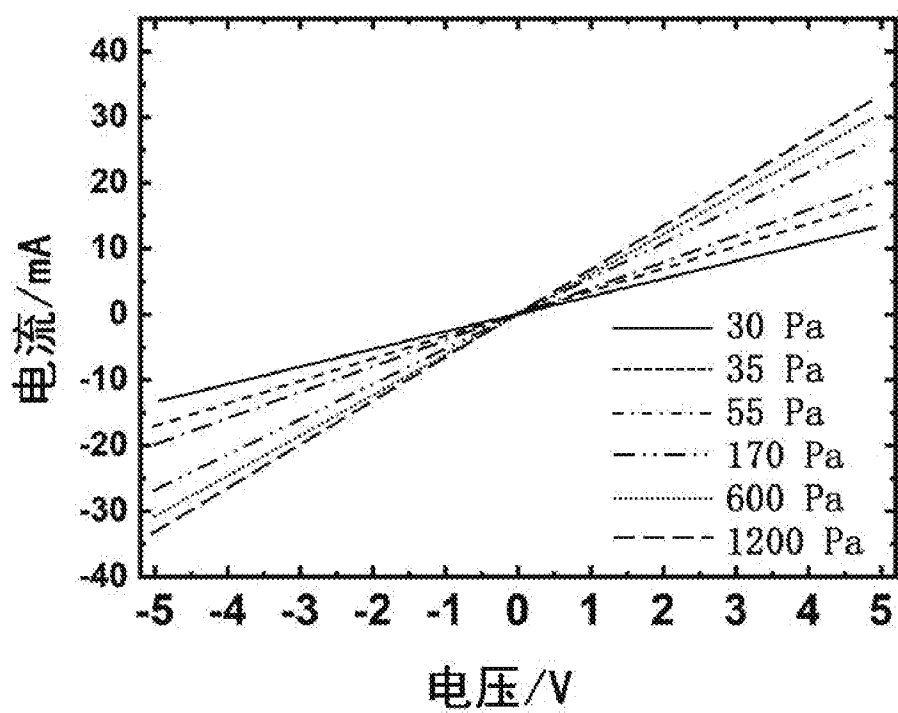


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/122539

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, WOTXT, EPTXT; 压力传感器, 叉指电极, 齿, 梳, 条, 柱, 阵列, 金属层, 铬, 镍, 钛, 金, 银, 粗糙表面, 半导体, 硅; pressure, sensor, electrode?, fork, array, metal, rough, semiconductor, silicon

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 107907251 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) 13 April 2018 (2018-04-13) description, paragraph [0031]	1-18
Y	CN 205691269 U (NORTH CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 16 November 2016 (2016-11-16) description, paragraph [0008]	1-9, 11-12
PX	CN 109540354 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) 29 March 2019 (2019-03-29) claims 1-10	1-18
A	CN 108444619 A (SHANGHAI MIFANG ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 August 2018 (2018-08-24) entire document	1-18
A	CN 106370327 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 01 February 2017 (2017-02-01) 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/CN2019/122539**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104951171 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 30 September 2015 (2015-09-30) 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/CN2019/122539

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	107907251	A	13 April 2018	None			
CN	205691269	U	16 November 2016	None			
CN	109540354	A	29 March 2019	None			
CN	108444619	A	24 August 2018	None			
CN	106370327	A	01 February 2017	None			
CN	104951171	A	30 September 2015	US	2015277646	A1	01 October 2015
				JP	2015197299	A	09 November 2015
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/CN2019/122539

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, WOTXT, EPTXT; 压力传感器, 叉指电极, 齿, 梳, 条, 柱, 阵列, 金属层, 铬, 镍, 钛, 金, 银, 粗糙表面, 半导体, 硅; pressure, sensor, electrode?, fork, array, metal, rough, semiconductor, silicon																										
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 107907251 A (深圳先进技术研究院) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 说明书第【0031】段</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>1-9, 11-12</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109540354 A (深圳先进技术研究院) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 权利要求1-10</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> <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 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> </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 107907251 A (深圳先进技术研究院) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 说明书第【0031】段	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	1-9, 11-12	PX	CN 109540354 A (深圳先进技术研究院) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 权利要求1-10	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	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 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
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 107907251 A (深圳先进技术研究院) 2018年 4月 13日 (2018 - 04 - 13) 说明书第【0031】段	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	1-9, 11-12																								
PX	CN 109540354 A (深圳先进技术研究院) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 权利要求1-10	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																								
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 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																								
☒ 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> * 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> “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/CN2019/122539

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	107907251	A	2018年 4月 13日	无			
CN	205691269	U	2016年 11月 16日	无			
CN	109540354	A	2019年 3月 29日	无			
CN	108444619	A	2018年 8月 24日	无			
CN	106370327	A	2017年 2月 1日	无			
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
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