

(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
2018 年 5 月 31 日 (31.05.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/094780 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01N 27/30 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/109439
- (22) 国际申请日: 2016 年 12 月 12 日 (12.12.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201611054913.7 2016 年 11 月 25 日 (25.11.2016) CN
- (71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道
3688 号, Guangdong 518061 (CN)。
- (72) 发明人: 林鹏(LIN, Peng); 中国广东省深圳市南
山区南海大道 3688 号, Guangdong 518061 (CN)。

胡进(HU, Jin); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518061 (CN)。 宋家俊(SONG, Jiajun); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518061 (CN)。 严锋(YAN, Feng); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518061 (CN)。 柯善明(KE, Shanming); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518061 (CN)。 曾燮榕(ZENG, Xierong); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518061 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市君胜知识产权代理事务所(普通合伙)(JOHNSON INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY(SHENZHEN)); 中国广东省深圳市南山区麒麟路 1 号南山知识服务大楼 308-309 号, Guangdong 518052 (CN)。

(54) Title: NONINVASIVE BLOOD GLUCOSE MEASUREMENT TEST STRIP AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种无创血糖检测试纸及其制备方法

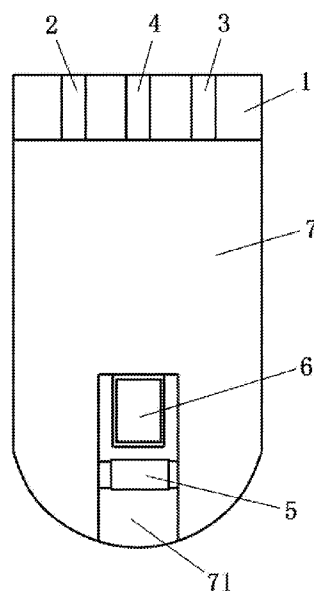


图 3

(57) Abstract: A noninvasive blood glucose measurement test strip and a manufacturing method therefor. The noninvasive blood glucose measurement test strip comprises: a test strip substrate (1); a first electrode (2), a second electrode (3), and a third electrode (4) provided on the test strip substrate (1); an organic semiconductor thin film material (5) provided on the test strip substrate (1) and connected with the first electrode (2) and the second electrode (3); glucose oxidase (6) fixed on the third electrode (4); and an insulating cover sheet (7) covering the test strip substrate (1). The insulating cover sheet (7) is provided with an open slot (71) for

(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, 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))。

dropping a fluid to be tested. The organic semiconductor thin film material (5) and the glucose oxidase (6) are both exposed in the open slot (71). A blood glucose measurement test strip is made based on a thin film transistor for the first time to achieve measurement of low-concentration glucose in a body fluid, such as saliva, urine, sweat, and interstitial fluid. The noninvasive blood glucose measurement test strip has extremely high measurement sensitivity and extremely low measurement limit, and can truly achieve noninvasive blood glucose measurement.

(57) 摘要: 一种无创血糖检测试纸及其制备方法, 无创血糖检测试纸包括: 试纸基片(1), 设置在试纸基片(1)上的第一电极(2)、第二电极(3)和第三电极(4), 设置在试纸基片(1)上连接第一电极(2)和第二电极(3)的有机半导体薄膜材料(5), 固定在第三电极(4)上的葡萄糖氧化酶(6), 及覆盖设置在试纸基片(1)之上的绝缘盖片(7); 绝缘盖片(7)上设置有用滴加待测液体的开口槽(71), 有机半导体薄膜材料(5)和葡萄糖氧化酶(6)同时暴露在开口槽(71)内。首次基于薄膜晶体管制作出血糖检测试纸, 来实现对唾液、尿液、汗液、组织液等体液中的低浓度葡萄糖的检测。无创血糖检测试纸, 具有极高的检测灵敏度和极低的检测极限, 能够真正实现无创血糖检测。

一种无创血糖检测试纸及其制备方法

[1] 技术领域

[2] 本发明涉及生物传感技术领域，尤其涉及一种无创血糖检测试纸及其制备方法。

[3] 背景技术

[4] 随着生活水平的不断提高，糖尿病已成为严重影响人类身体健康的一种世界性的第三大疾病。为了有效监控糖尿病患者的血糖浓度，家用便携式血糖仪及血糖试纸得到了广泛的使用。目前市场上对血糖的检测，主要是针对采集血样的有创伤或微创伤检测，给患者带来极大的痛苦，而且存在病毒通过血液感染的危险。因此，无创伤血糖检测成为治疗糖尿病的迫切需求。国内外围绕无痛无伤害的无创血糖检测技术已展开了广泛的研究，但市场上极少出现成熟的产品，偶尔有产品上市即因为测量准确性和可靠性的问题而很快下架，相关技术还有待进一步完善。

[5] 目前无创血糖检测的方法主要有光学和辐射方法、反向离子电渗分析法、电磁波法、超声波法以及组织液提取法等。例如，近红外光谱检测法主要利用血糖浓度与其近红外光谱吸收之间的关系，用近红外光照射皮肤，并从反射光强度变化来反映出血糖浓度。这种方法具有测量快速、无需化学试剂及消耗品等优点，但是由于被测对象的个体差异大，且取得的信号又非常微弱，因此在测量部位选择、测量条件选取、重叠光谱中提取微弱化学信息的方法等关键性技术方面还有待进一步解决。还有皮下组织液检测法，通过测量皮下渗出的组织液的葡萄糖浓度来反映血糖浓度。根据此原理可制成检测葡萄糖的手表，并可实时连续监控血糖浓度，然而这种方法准确性较差，且反应速度慢，因此很难替代现有的血糖仪。

[6] 因此，现有技术还有待于改进和发展。

[7] 发明内容

[8] 鉴于上述现有技术的不足，本发明的目的 在于提供一种无创血糖检测试纸及其

制备方法，从而解决现有技术中的无创血糖检测准确性较差，反应速度慢的问题。

[9] 本发明的技术方案如下：

[10] 一种无创血糖检测试纸，用于检测液体内的葡萄糖浓度，其包括：试纸基片，设置在所述试纸基片上的第一电极、第二电极和第三电极，设置在所述试纸基片上连接第一电极和第二电极的有机半导体薄膜材料，固定在所述第三电极上的葡萄糖氧化酶，及覆盖设置在所述试纸基片之上的绝缘盖片；所述绝缘盖片上设置有用以滴加待测液体的开口槽，所述有机半导体薄膜材料和葡萄糖氧化酶同时暴露在所述开口槽内。

[11] 所述的无创血糖检测试纸，其中，通过有机聚合物在所述第三电极上固定修饰所述葡萄糖氧化酶。

[12] 所述的无创血糖检测试纸，其中，所述有机聚合物包括全氟磺酸、壳聚糖、聚苯胺。

[13] 所述的无创血糖检测试纸，其中，通过纳米材料修饰所述第三电极以提高第三电极的检测灵敏度。

[14] 所述的无创血糖检测试纸，其中，所述纳米材料包括石墨烯、碳纳米管、铂纳米颗粒。

[15] 所述的无创血糖检测试纸，其中，所述试纸基片和所述绝缘盖片的材质包括 PET 塑料；所述第一电极、所述第二电极和所述第三电极的材质包括 Pt、Au、Ag、C。

[16] 所述的无创血糖检测试纸，其中，所述有机半导体薄膜材料包括聚(3,4- 乙烯二氧噻吩)- 聚苯乙烯磺酸、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚吡唑以及聚(3,4- 乙烯二氧噻吩)- 聚苯乙烯磺酸、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚吡唑的共聚物。

[17] 所述的无创血糖检测试纸，其中，所述第一电极、所述第二电极和所述第三电极的厚度为 50-200nm；所述有机半导体薄膜材料的厚度为 30-200nm。

[18] 一种如以上任一项所述的无创血糖检测试纸的制备方法，包括步骤：

[19] A、清洗试纸基片并干燥，之后，在试纸基片上制备第一电极、第二电极和第三电极；

- [20] B、在第一电极和第二电极之间制备有机半导体薄膜材料，在第三电极上固定葡萄糖氧化酶；
- [21] C、将绝缘盖片固定在试纸基片上，使有机半导体薄膜材料和葡萄糖氧化酶同时暴露在绝缘盖片的开口槽内，制得所述无创血糖检测试纸。
- [22] 所述的无创血糖检测试纸的制备方法，其中，所述步骤A中，所述第一电极、第二电极和第三电极是通过丝网印刷、真空热蒸镀、磁控溅射或气相沉积中的一种方法制备；
- [23] 所述步骤B中，在所述试纸基片上制备有机半导体薄膜材料的方法为旋涂或喷墨印刷。
- [24] 有益效果：本发明首次基于薄膜晶体管制作出血糖检测试纸，来实现对唾液、尿液、汗液、组织液等体液中的低浓度葡萄糖的检测。本发明无创血糖检测试纸，具有极高的检测灵敏度和极低的检测极限，能够真正实现无创血糖检测，具有巨大的市场潜力和商业价值。
- [25] 附图说明
- [26] 图1是本发明无创血糖检测试纸较佳实施例一的局部结构示意图。
- [27] 图2是本发明无创血糖检测试纸较佳实施例一的另一局部结构示意图。
- [28] 图3是本发明无创血糖检测试纸较佳实施例一的整体结构示意图。
- [29] 图4是本发明无创血糖检测试纸在含不同浓度葡萄糖的PBS溶液中测试得到的 I_{DS} -T曲线（图中 C_g 为葡萄糖的浓度）。
- [30] 图5是本发明无创血糖检测试纸在含不同浓度葡萄糖的PBS溶液中测试得到的沟道电流随不同浓度值的关系。
- [31] 图6是本发明无创血糖检测试纸配合无创血糖仪在唾液样品（对应不同的血糖值）中测试得到的血糖数值。
- [32] 图7是本发明无创血糖检测试纸较佳实施例二的局部结构示意图。
- [33] 图8是本发明无创血糖检测试纸较佳实施例二的另一局部结构示意图。
- [34] 图9是本发明无创血糖检测试纸较佳实施例二的整体结构示意图。
- [35] 图10是本发明无创血糖检测试纸较佳实施例三局部结构示意图。
- [36] 图11是本发明无创血糖检测试纸较佳实施例三的另一局部结构示意图。

- [37] 图 12 是本发明 无创血糖检测试纸较佳实施例三的整体结构示意图。
- [38] 具体实施方式
- [39] 本发明提供一种 无创血糖检测试纸及其制备方法，为使本发明的目的、技术方案及效果更加清楚、明确，以下对本发明进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。
- [40] 本发明提供一种 无创血糖检测试纸，用于检测液体内的葡萄糖浓度，如图 1 至图 3 所示，本发明 较佳实施例一的无创血糖检测试纸，包括：试纸基片 1，设置在所述试纸基片 1 上的第一电极 2、第二电极 3 和第三电极 4，设置在所述试纸基片 1 上连接第一电极 2 和第二电极 3 的有机半导体薄膜材料 5，固定在所述第三电极 4 上的葡萄糖氧化酶 6，及覆盖设置在所述试纸基片 1 之上的绝缘盖片 7；所述绝缘盖片 7 上设置有用滴加待测液体的开口槽 71，所述有机半导体薄膜材料 5 和葡萄糖氧化酶 6 同时暴露在所述开口槽 71 内。
- [41] 本发明实施例中，由于有机半导体薄膜材料 5 和葡萄糖氧化酶 6 同时暴露在开口槽 71 内，因此当液体滴加到所述开口槽内时，液体与所述有机半导体薄膜材料和所述葡萄糖氧化酶同时接触。开口槽 71 的设置位置可以根据实际需要选择，例如，如图 3 所示，可以设置在绝缘盖片 7 的末端。
- [42] 本发明无创血糖检测试纸，是基于薄膜晶体管（TFT）的原理制成试纸，并结合血糖仪来实现对体液中葡萄糖的无创检测。薄膜晶体管具有工作电压低、检测灵敏度高、检测极限低等诸多优点。本发明所述第一电极 2、第二电极 3 也即相当于薄膜晶体管的源电极和漏电极，所述第三电极 4 也即相当于薄膜晶体管的栅电极。
- [43] 进一步的，本发明实施例中，本发明所述待测液体包括唾液、尿液、汗液、组织液等。研究表明，唾液等体液中的葡萄糖浓度与血糖浓度具有很好的相关性，因此可利用检测唾液等体液中的葡萄糖浓度来间接反应血糖浓度。利用本发明无创血糖检测试纸的高灵敏特性，可以实现唾液中的低葡萄糖浓度检测，真正实现无创血糖检测。
- [44] 与现有的基于传统电化学检测方法的血糖试纸相比，本发明创造性的提出了一种基于薄膜晶体管的高灵敏的无创血糖检测试纸，由于薄膜晶体管具有信号放

大的功能，在葡萄糖检测中具有更高的灵敏度和更低的检测极限。由于唾液葡萄糖浓度只有血糖浓度的 $1/50 \sim 1/100$ ，传统的试纸因检测极限不够而无法检测到。本发明的技术利用了晶体管信号放大的原理，使 TFT 对葡萄糖的检测极限比传统电化学技术降低了 2-3 个数量级，可实现对唾液葡萄糖的检测。本发明同样利用电学检测的方法，因此比无创检测技术中的光学等方法具有更好的准确性和重复性，且可靠性和稳定性更高。

[45] 进一步的，本发明实施例中，通过有机聚合物在所述第三电极上固定修饰所述葡萄糖氧化酶。其中，所述有机聚合物包括全氟磺酸、壳聚糖、聚苯胺。

[46] 进一步的，本发明实施例中，通过纳米材料修饰所述第三电极以提高第三电极的检测灵敏度。其中，所述纳米材料包括石墨烯、碳纳米管、铂纳米颗粒。

[47] 进一步的，本发明实施例中，所述试纸基片和所述绝缘盖片的材质包括但不限于 PET（聚对苯二甲酸乙二醇酯）塑料。具体的，所述试纸基片和绝缘盖片可选择包括 PET 塑料在内的所有柔性基片。

[48] 进一步的，本发明实施例中，所述第一电极、所述第二电极和所述第三电极的材质包括 Pt、Au、Ag、C 等各种导电材料。

[49] 进一步的，本发明实施例中，所述有机半导体薄膜材料包括聚(3,4- 乙烯二氧噻吩)- 聚苯乙烯磺酸、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚吡唑、及聚(3,4- 乙烯二氧噻吩)- 聚苯乙烯磺酸、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚吡唑的共聚物，或者由以上材料改性后得到的新材料。

[50] 进一步的，本发明实施例中，所述第一电极、所述第二电极和所述第三电极的厚度为 50-200nm。

[51] 进一步的，本发明实施例中，所述有机半导体薄膜材料的厚度为 30-200nm。

[52] 本发明实施例还提供了一种如以上所述的无创血糖检测试纸的制备方法，其包括步骤：

[53] S100、清洗试纸基片并干燥，之后，在试纸基片上制备第一电极、第二电极和第三电极；

[54] S200、在第一电极和第二电极之间制备有机半导体薄膜材料，在第三电极上固定葡萄糖氧化酶；

- [55] S300、将绝缘盖片固定在试纸基片上，使有机半导体薄膜材料和葡萄糖氧化酶同时暴露在绝缘盖片的开口槽内，制得所述无创血糖检测试纸。
- [56] 具体实施时，本发明所述无创血糖检测试纸的制备方法，也就是在试纸基片上制备第一电极、第二电极和第三电极，在第一电极、第二电极（源、漏电极）之间制备一层有机半导体薄膜材料，在第三电极（栅电极）上制备葡萄糖氧化酶，组成一个薄膜晶体管，最后加上绝缘盖片，把有机半导体薄膜材料和葡萄糖氧化酶暴露在末端的开口槽内。
- [57] 优选地，本发明实施例中，所述步骤 S100 中，所述第一电极、第二电极和第三电极是通过丝网印刷、真空热蒸镀、磁控溅射或气相沉积中的一种方法制备。
- [58] 优选地，本发明实施例中，所述步骤 S200 中，在所述试纸基片上制备有机半导体薄膜材料的方法为旋涂或喷墨印刷，退火温度为 100-160 °C，时间为 5-30min。
- [59] 本发明第一次提出利用有薄膜晶体管制作成试纸来实现对唾液样品的高灵敏、低浓度检测，实现无创血糖检测目的。
- [60] 本发明无创血糖检测试纸具体使用时，可以配合配套的无创血糖仪，在第一电极 2、第二电极 3 之间加一个工作电压（源漏电压），测量通过有机半导体薄膜材料 5 的电流（沟道电流），同时第一电极 2、第三电极 4 之间加另外个工作电压（栅电压），薄膜晶体管的沟道电流可以受到栅电压的调控，当待测液体滴加到试纸的开口槽内时，与有机半导体薄膜材料 5 和葡萄糖氧化酶 6 同时接触，此时待测液体中的葡萄糖与栅电极上的葡萄糖氧化酶发生电化学反应，在栅电极上形成电子得失，使得栅电极的界面电势发生改变，从而导致薄膜晶体管的沟道电流发生变化。沟道电流的变化值与待测液体中含有的葡萄糖浓度呈一定的关系，因此可以通过测量第一电极 2、第二电极 3 之间的电流来反映待测液体内含有的葡萄糖浓度。由于利用了晶体管信号放大的原理，TFT 具有更高的检测灵敏度和更低的检测极限。
- [61] 进一步的，本发明实施例中，在第一电极 2、第二电极 3 之间加的工作电压可选择为 0.05V-0.1V。

- [62] 进一步的,本发明实施例中,在第一电极2、第三电极4之间加的工作电压可选择为0.1V-1.0V。
- [63] 采用本发明无创血糖检测试纸,结合配套的无创血糖仪,即可简单方便的实现家用便携式无创血糖检测。
- [64] 本发明首次基于薄膜晶体管制作出血糖检测试纸,来实现对唾液、尿液、汗液、组织液等体液中的低浓度葡萄糖的检测。本发明无创血糖检测试纸,具有极高的检测灵敏度和极低的检测极限,能够真正实现无创血糖检测,具有巨大的市场潜力和商业价值。
- [65] 下面以具体实施例对本发明作详细说明:
- [66] 图4是本发明无创血糖检测试纸在含不同浓度葡萄糖的PBS(磷酸盐缓冲液)溶液中测试得到的 I_{DS} -T曲线。从图中可以看到,随着葡萄糖浓度的增加,薄膜晶体管(无创血糖检测试纸)的沟道电流下降,并且随不同量级的变化呈现较好的台阶梯度变化。图5为对应的沟道电流随不同葡萄糖浓度值的变化关系,线性关系较好。此结果表明,本发明试纸对葡萄糖的最低检测浓度为 $10^{-8}M$,并且在 $10^{-6}M$ 到 $10^{-3}M$ 之间的线性关系较好,由于正常人及糖尿病患者的唾液样品中的葡萄糖浓度大概在 $3 \times 10^{-6}M \sim 210 \times 10^{-6}M$,因此本发明可覆盖到唾液样品的葡萄糖检测范围,可实现对唾液样品的实际无创检测。
- [67] 配合自制的无创血糖仪,把测量得到的沟道电流通过一定的拟合关系换算成血糖值,并通过血糖仪的屏幕读数读出。图6是本发明无创血糖检测试纸配合无创血糖仪在唾液样品(对应不同的血糖值)中测试得到的血糖数值。横坐标代表取患者的唾液样品时对应的血液样品测量得到的血糖值,纵坐标代表用无创血糖仪测量唾液样品时得到的血糖读数。从图中可以看出,实际测到的唾液血糖值跟血液的真实血糖值仅存在微量的误差,大概的变化趋势基本一致,也就是随着血液血糖值的增加,唾液血糖值也是增加的趋势,因此本发明无创血糖检测试纸可以实现对唾液样品的实际检测,且在葡萄糖检测中具有更高的灵敏度和更低的检测极限。
- [68] 本发明具有以下有益效果:本发明无创血糖检测试纸,检测液体可选择唾液、尿液、汗液、组织液等,不会给患者带来痛苦,同时避免血液检测过程中容

易引起的交叉感染；本发明无创血糖检测试纸基于薄膜晶体管的原理设计，薄膜晶体管兼具传感和信号放大的作用，可对栅电极上微弱的信号变化进行放大，因此本发明无创血糖检测试纸具有极高的灵敏度和极低的检测极限。本发明无创血糖检测试纸的结构简单，制备工艺简单，适合大规模批量生产。

[69] 需要强调的是，在本发明设计原理的教导下，可以将本发明所述无创血糖检测试纸做成不同的形状，电极的尺寸、形状、以及排列顺序等也都可以进行不同的改变，如图7至图9、图10至图12所示，所有类似的非实质性的改变都应落在本发明的保护范围之内。

[70] 综上所述，本发明首次基于薄膜晶体管制作出血糖检测试纸，来实现对唾液、尿液、汗液、组织液等体液中的低浓度葡萄糖的检测。本发明无创血糖检测试纸，具有极高的检测灵敏度和极低的检测极限，能够真正实现无创血糖检测，具有巨大的市场潜力和商业价值。

[71] 应当理解的是，本发明的应用不限于上述的举例，对本领域普通技术人员来说，可以根据上述说明加以改进或变换，所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种无创血糖检测试纸，用于检测液体内的葡萄糖浓度，其特征在于，所述无创血糖检测试纸包括：试纸基片，设置在所述试纸基片上的第一电极、第二电极和第三电极，设置在所述试纸基片上连接第一电极和第二电极的有机半导体薄膜材料，固定在所述第三电极上的葡萄糖氧化酶，及覆盖设置在所述试纸基片之上的绝缘盖片；
- 所述绝缘盖片上设置有用滴加待测液体的开口槽，所述有机半导体薄膜材料和葡萄糖氧化酶同时暴露在所述开口槽内。
- [权利要求 2] 根据权利要求 1 所述的无创血糖检测试纸，其特征在于，通过有机聚合物在所述第三电极上固定修饰所述葡萄糖氧化酶。
- [权利要求 3] 根据权利要求 2 所述的无创血糖检测试纸，其特征在于，所述有机聚合物包括全氟磺酸、壳聚糖、聚苯胺。
- [权利要求 4] 根据权利要求 1 所述的无创血糖检测试纸，其特征在于，通过纳米材料修饰所述第三电极以提高第三电极的检测灵敏度。
- [权利要求 5] 根据权利要求 4 所述的无创血糖检测试纸，其特征在于，所述纳米材料包括石墨烯、碳纳米管、铂纳米颗粒。
- [权利要求 6] 根据权利要求 1 所述的无创血糖检测试纸，其特征在于，所述试纸基片和所述绝缘盖片的材质包括 PET 塑料；所述第一电极、所述第二电极和所述第三电极的材质包括 Pt、Au、Ag、C。
- [权利要求 7] 根据权利要求 1 所述的无创血糖检测试纸，其特征在于，所述有机半导体薄膜材料包括聚(3,4- 乙烯二氧噻吩)- 聚苯乙烯磺酸、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚吡唑以及聚(3,4- 乙烯二氧噻吩)- 聚苯乙烯磺酸、聚吡咯、聚噻吩、聚苯胺、聚吡唑的共聚物。
- [权利要求 8] 根据权利要求 1 所述的无创血糖检测试纸，其特征在于，所述第一电极、所述第二电极和所述第三电极的厚度为 50-200nm；所述有机半导体薄膜材料的厚度为 30-200nm。
- [权利要求 9] 一种如权利要求 1-8 任一项所述的无创血糖检测试纸的制备方法

，其特征在于，包括步骤：

A、清洗试纸基片并干燥，之后，在试纸基片上制备第一电极、第二电极和第三电极；

B、在第一电极和第二电极之间制备有机半导体薄膜材料，在第三电极上固定葡萄糖氧化酶；

C、将绝缘盖片固定在试纸基片上，使有机半导体薄膜材料和葡萄糖氧化酶同时暴露在绝缘盖片的开口槽内，制得所述无创血糖检测试纸。

[权利要求 10]

根据权利要求 9 所述的无创血糖检测试纸的制备方法，其特征在于，所述步骤 A 中，所述第一电极、第二电极和第三电极是通过丝网印刷、真空热蒸镀、磁控溅射或气相沉积中的一种方法制备；

所述步骤 B 中，在所述试纸基片上制备有机半导体薄膜材料的方法为旋涂或喷墨印刷。

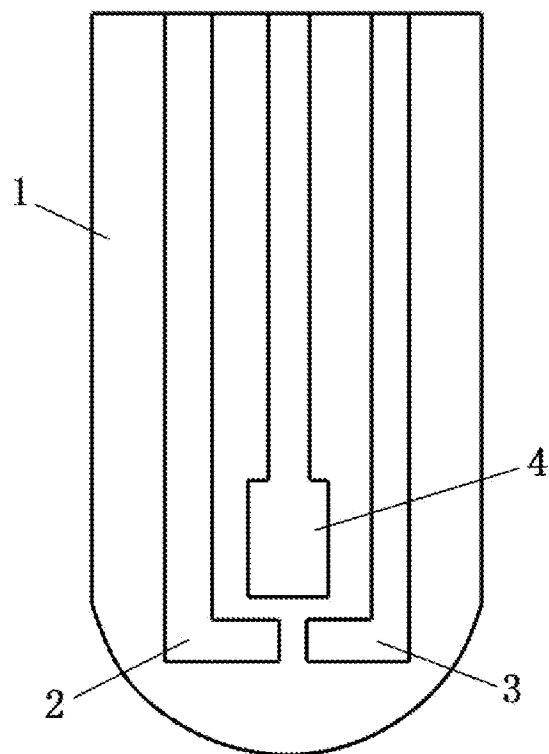


图 1

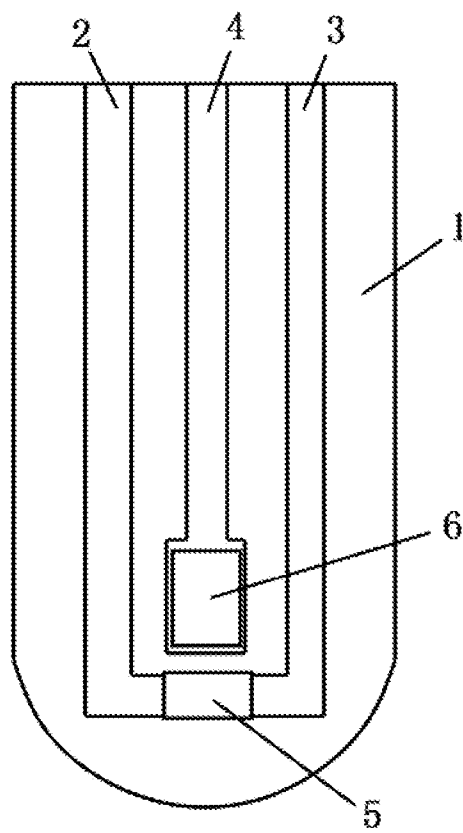


图 2

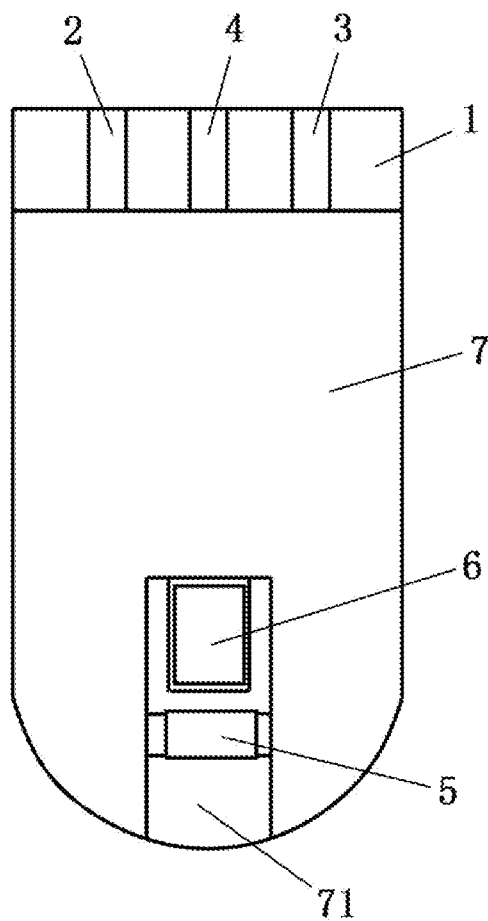


图 3

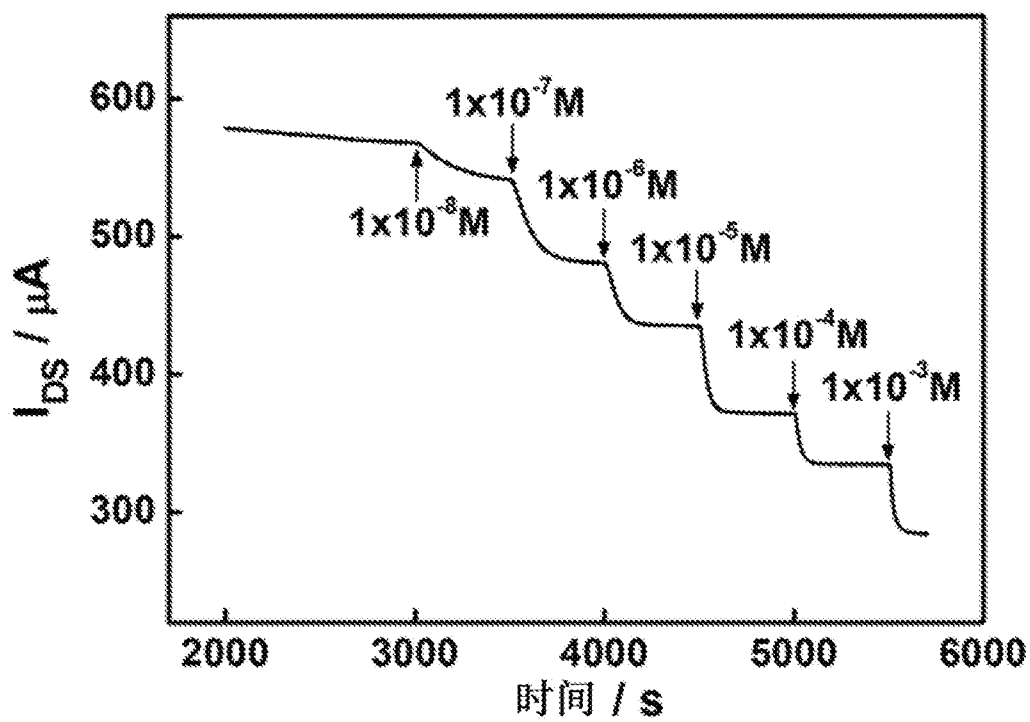


图 4

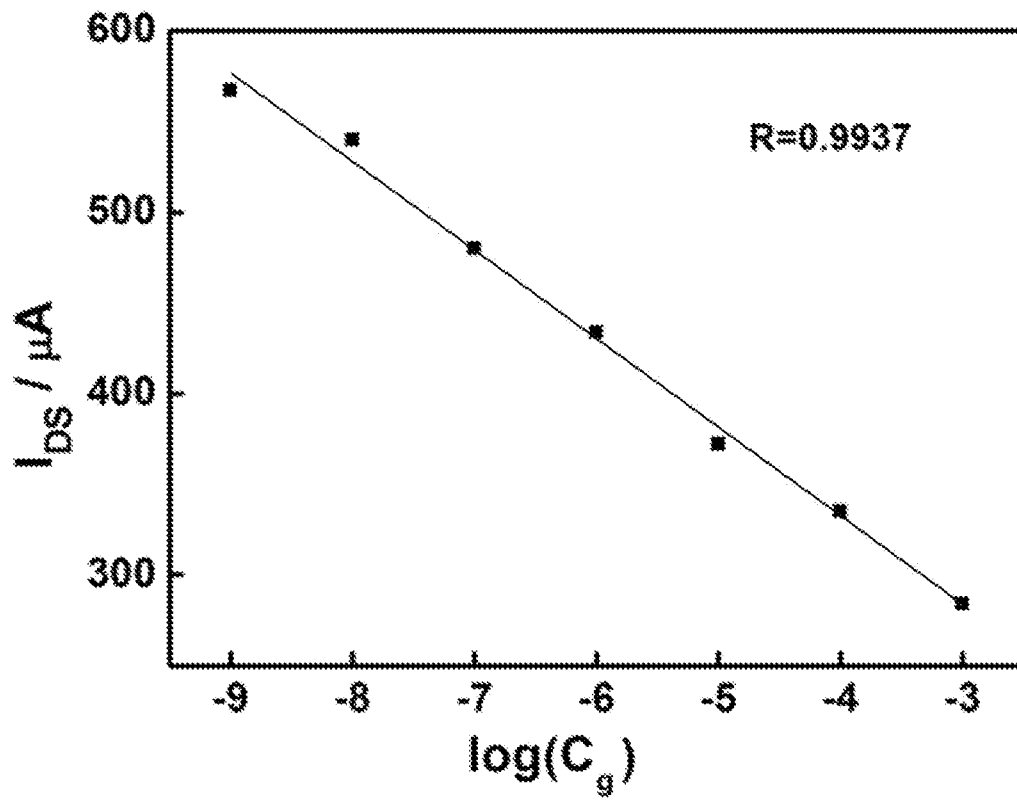


图 5

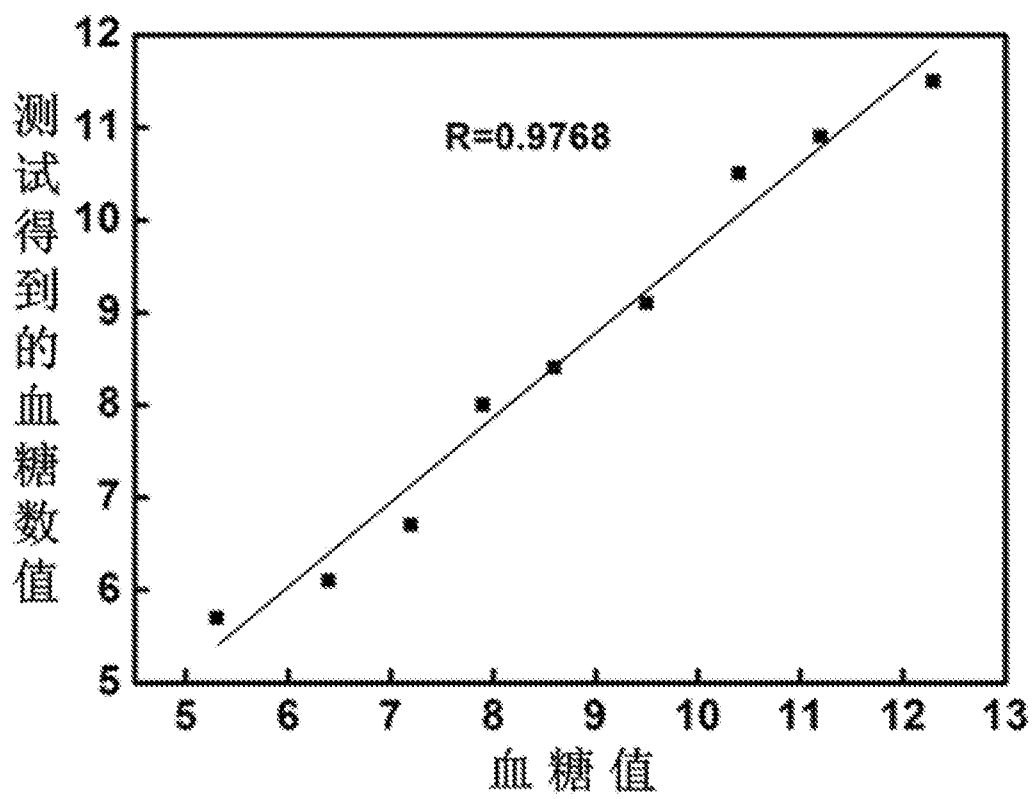


图 6

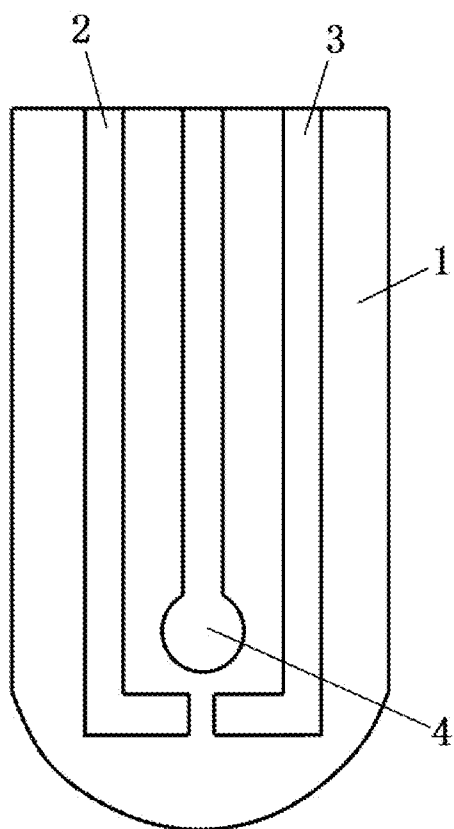


图 7

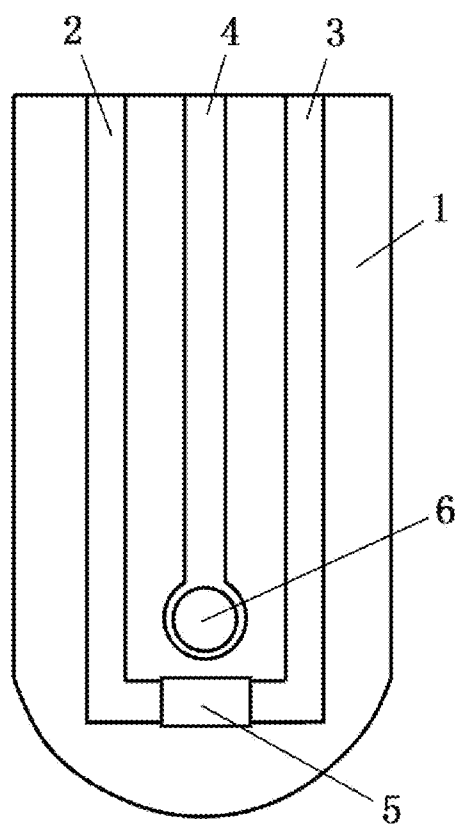


图 8

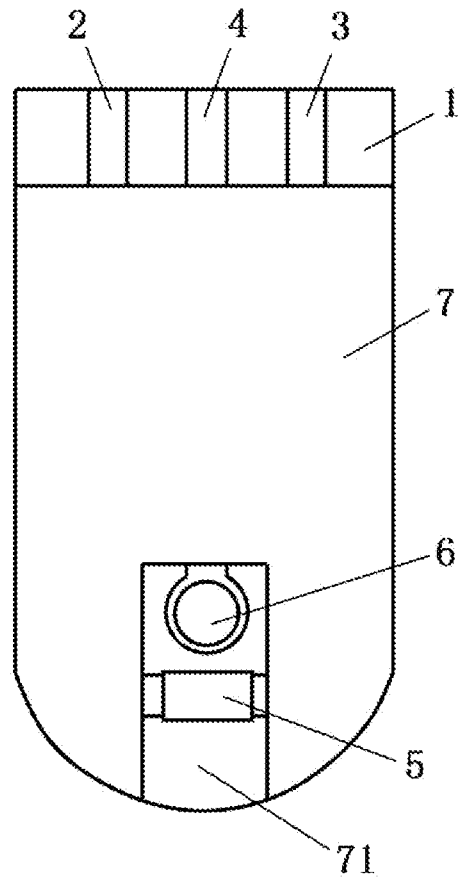


图 9

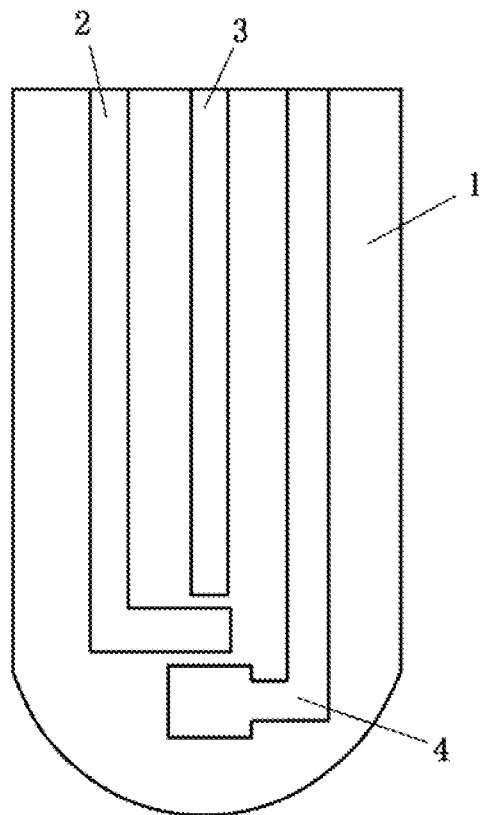


图 10

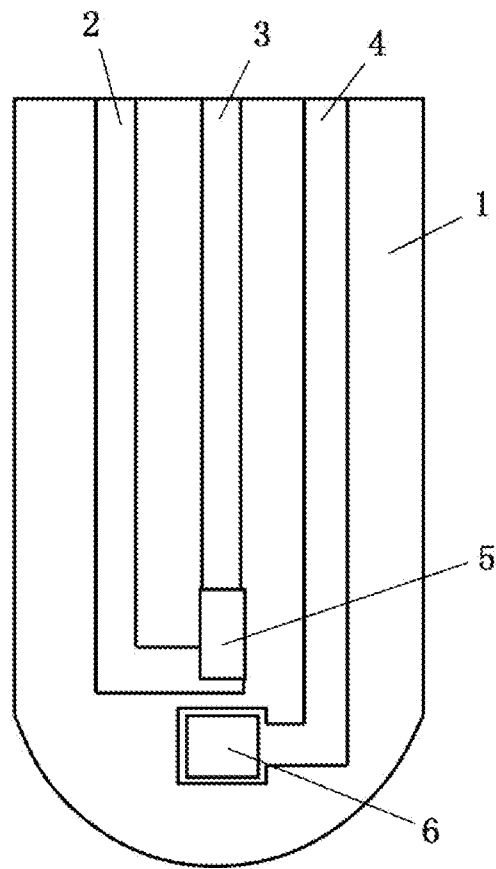


图 11

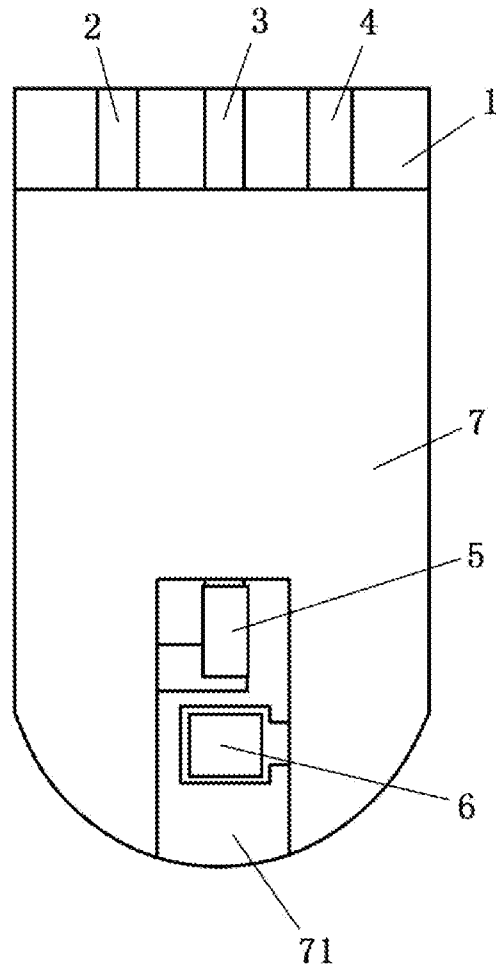


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/109439

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 27/30 (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)

G01N 27/-

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)

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT: 深圳大学, 林鹏, 胡进, 宋家俊, 严锋, 柯善明, 曾燮榕, 血糖, 试纸, 葡萄糖, 浓度, 基片, 基底, 电极, 晶体管, 氧化酶, 纳米, 半导体, 薄膜, 栅电极, blood w sugar, test+, paper, substrate, glucose, electrode, TFT, transistor, film, enzyme

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102735734 A (THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY), 17 October 2012 (17.10.2012), description, paragraphs [0006], [0009] and [0051]-[0052], and figure 1	1-10
A	CN 102507659 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA), 20 June 2012 (20.06.2012), entire document	1-10
A	CN 104950023 A (NLT TECHNOLOGIES, LTD.), 30 September 2015 (30.09.2015), entire document	1-10
A	CN 205049511 U (SUZHOU RONGPAN MEDICAL TECHNOLOGY CO., LTD.), 24 February 2016 (24.02.2016), entire document	1-10
A	CN 105067685 A (WUHAN UNIVERSITY), 18 November 2015 (18.11.2015), entire document	1-10
A	CN 203798771 U (JIANGSU XINGUANGLIAN TECHNOLOGY CO., LTD.), 27 August 2014 (27.08.2014), entire document	1-10
A	US 8895340 B1 (GEORGETOWN UNIVERSITY), 25 November 2014 (25.11.2014), entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 03 July 2017	Date of mailing of the international search report 02 August 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer ZHANG, Meng Telephone No. (86-10) 62413511

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/109439

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102735734 A	17 October 2012	US 9632058 B2	25 April 2017
		CN 102735734 B	18 May 2016
		US 2012247976 A1	04 October 2012
CN 102507659 A	20 June 2012	CN 102507659 B	13 November 2013
CN 104950023 A	30 September 2015	US 2015276663 A1	01 October 2015
		US 9664642 B2	30 May 2017
		JP 2015190848 A	02 November 2015
CN 205049511 U	24 February 2016	None	
CN 105067685 A	18 November 2015	None	
CN 203798771 U	27 August 2014	None	
US 8895340 B1	25 November 2014	WO 2015038204 A1	19 March 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/109439

A. 主题的分类

G01N 27/30(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)

G01N27/-

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))

WPI, EPODOC, CNKI, CNPAT; 深圳大学, 林鹏, 胡进, 宋家俊, 严锋, 柯善明, 曾燮榕, 血糖, 试纸, 葡萄糖, 浓度, 基片, 基底, 电极, 晶体管, 氧化酶, 纳米, 半导体, 薄膜, 栅电极, blood w sugar, test+, paper, substrate, glucose, electrode, TFT, transistor, film, enzyme

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
X	CN 102735734 A (香港理工大学) 2012年 10月 17日 (2012 - 10 - 17) 说明书第[0006]、[0009]、[0051]-[0052]段, 附图1	1-10
A	CN 102507659 A (电子科技大学) 2012年 6月 20日 (2012 - 06 - 20) 全文	1-10
A	CN 104950023 A (NLT科技股份有限公司) 2015年 9月 30日 (2015 - 09 - 30) 全文	1-10
A	CN 205049511 U (苏州荣磐医疗科技有限公司) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 全文	1-10
A	CN 105067685 A (武汉大学) 2015年 11月 18日 (2015 - 11 - 18) 全文	1-10
A	CN 203798771 U (江苏新广联科技股份有限公司) 2014年 8月 27日 (2014 - 08 - 27) 全文	1-10
A	US 8895340 B1 (GEORGETOWN UNIVERSITY) 2014年 11月 25日 (2014 - 11 - 25) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 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

2017年 7月 3日

国际检索报告邮寄日期

2017年 8月 2日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(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

张萌

电话号码 (86-10)62413511

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/109439

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	102735734	A	2012年 10月 17日	US	9632058	B2	2017年 4月 25日
				CN	102735734	B	2016年 5月 18日
				US	2012247976	A1	2012年 10月 4日
CN	102507659	A	2012年 6月 20日	CN	102507659	B	2013年 11月 13日
CN	104950023	A	2015年 9月 30日	US	2015276663	A1	2015年 10月 1日
				US	9664642	B2	2017年 5月 30日
				JP	2015190848	A	2015年 11月 2日
CN	205049511	U	2016年 2月 24日	无			
CN	105067685	A	2015年 11月 18日	无			
CN	203798771	U	2014年 8月 27日	无			
US	8895340	B1	2014年 11月 25日	WO	2015038204	A1	2015年 3月 19日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)