

(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
2022年4月21日 (21.04.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/078028 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01N 27/04 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/110750
- (22) 国际申请日: 2021年8月5日 (05.08.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202011090576.3 2020年10月13日 (13.10.2020) CN
- (71) 申请人: 海南聚能科技创新研究院有限公司
(HAINAN UNICAN SCIENCE AND TECHNOLOGY
INNOVATION INSTITUTE CO., LTD.) [CN/CN]; 中
国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭
工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。

(72) 发明人: 林仕伟(LIN, Shiwei); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。符坚(FU, Jian); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。陈宝(CHEN, Bao); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。周义龙(ZHOU, Yilong); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。陈汉德(CHEN, Hande); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。林正玺(LIN, Zhengxi); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。王玲转(WANG, Lingzhuan); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号,

(54) Title: FORMALDEHYDE GAS SENSOR MODULE

(54) 发明名称: 一种甲醛气体传感器组模

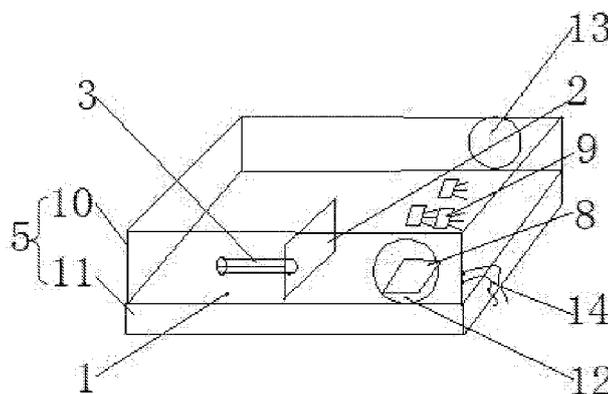


图 1

(57) Abstract: A formaldehyde gas sensor module, comprising: a circuit board, a sensitive component used for sensing formaldehyde, a heating component used for enhancing the sensing effect of the sensitive component in low-temperature conditions, an analog circuit used for amplifying and converting a detection signal of the sensitive component, a housing, and a control device. The sensitive component, the heating component, and the analog circuit are provided on the circuit board. The circuit board is provided in the housing. The control device is connected to the sensitive component and to the analog circuit via a first control circuit so as to acquire detection data. The control device is connected to the heating component via a second control circuit so as to control the operation of the heating component. The first control circuit and the second control circuit are provided on the circuit board. The formaldehyde gas sensor module provided in the present invention is capable of sensing and effectively detecting the concentration of formaldehydes in low-temperature conditions, that is, the working temperature of the formaldehyde sensor can be effectively reduced, thus reducing energy consumption, further stabilizing the performance of a formaldehyde sensor, and extending the service life thereof.



WO 2022/078028 A1

Hainan 571152 (CN)。林慧媛(LIN, Huiyuan); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。符智豪(FU, Zhihao); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。黄修彩(HUANG, Xiucai); 中国海南省海口市秀英区海口国家高新区狮子岭工业园光伏北路18号, Hainan 571152 (CN)。

(74) 代理人: 北京集佳知识产权代理有限公司 (UNITALEN ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市朝阳区建国门外大街22号赛特广场7层, Beijing 100004 (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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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: 一种甲醛气体传感器组模, 包括: 电路板、用于感应甲醛的敏感元件、用于加强敏感元件在低温条件下的感应效果的加热元件、用于放大和转化敏感元件的检测信号的模拟电路、壳体以及控制装置, 敏感元件、加热元件以及模拟电路均设于电路板上, 电路板设于壳体内; 控制装置通过第一控制电路与敏感元件、模拟电路连接, 以获取检测数据, 控制装置通过第二控制电路与加热元件连接, 以控制加热元件运行, 第一控制电路和第二控制电路均设于电路板。本发明所提供的甲醛气体传感器组模, 可以在低温条件下感应并有效检测甲醛浓度, 也即可有效降低甲醛传感器的工作温度, 减少耗能, 使得甲醛传感器的性能更稳定、使用寿命更长。

一种甲醛气体传感器组模

本申请要求于 2020 年 10 月 13 日提交中国专利局、申请号为 202011090576.3、发明名称为“一种甲醛气体传感器组模”的中国专利申请

5 的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及甲醛气体检测技术领域，更具体地说，涉及一种甲醛气体传感器组模。

10 背景技术

甲醛是一种无色，但对人体的眼鼻等有刺激作用的气体，属于室内空气有毒有害物质。当室内空气中甲醛浓度大于 $0.08\text{mg}/\text{m}^3$ 时，就可能会引起人体产生眼红、眼痒、咽喉不适或疼痛、声音嘶哑、喷嚏、胸闷、气喘、皮炎等现象。然而，新装修的房间中，装饰材料和家具会释放大量甲醛，

15 使得室内甲醛含量较高，可能会引起人体产生许多疾病。因此，需要对室内甲醛浓度进行有效检测。

现有技术中，通常是利用甲醛传感器实时检测室内甲醛浓度，甲醛传感器主要包括有电化学传感器、光学传感器和光生化传感器等。其中，电化学传感器的结构简单，成本低，产品性能稳定，检测范围和分辨率基本

20 能达到室内环境检测要求，但其缺点干扰物质多，工作寿命短；光学传感器价格昂贵，体积大，不适用在线实时分析，且其性能不稳定，缺乏实用性。光学传感器价格昂贵，体积大，不适用在线实时分析；光生化传感器虽然选择高，只对单一的气体响应，但由于酶的稳定性使其性能不稳定，缺乏实用性。半导体传感器由于工作原理简单，响应时间短，制作简单，

25 成本低廉而备受市场青睐。因此，目前市场上使用较多的甲醛传感器为半导体传感器，但半导体传感器需要在较高工作温度下才会对 ppm 及亚 ppm 的甲醛具有明显响应，使得半导体甲醛传感器的精度较差。

综上所述，如何提供一种工作温度低、响应强度大的半导体甲醛传感

器，是目前本领域技术人员亟待解决的问题。

发明内容

有鉴于此，本发明的目的是提供一种甲醛气体传感器组模，可以在低温条件下感应并有效检测甲醛浓度，也即可有效降低甲醛传感器的工作温度，减少耗能，使得甲醛传感器的性能更稳定、使用寿命更长。

为了实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

一种甲醛气体传感器组模，包括：电路板、用于感应甲醛的敏感元件、用于加强所述敏感元件在低温条件下的感应效果的加热元件、用于放大和转化所述敏感元件的检测信号的模拟电路、用于固定所述电路板的壳体以及控制装置，所述敏感元件、所述加热元件以及所述模拟电路均设于所述电路板上，所述电路板设于所述壳体内；

所述控制装置通过第一控制电路与所述敏感元件、所述模拟电路连接，以获取检测数据，所述控制装置通过第二控制电路与所述加热元件连接，以控制所述加热元件运行，所述第一控制电路和所述第二控制电路均设于所述电路板。

优选的，所述敏感元件为多孔的 TiO_2 纳米材料，所述加热元件为紫外灯。

优选的，所述 TiO_2 纳米材料的制备方法包括，

S1：将多孔的 TiO_2 纳米管粉末溶解于松油醇；

S2：利用超声波震荡溶解后的所述 TiO_2 纳米管粉末以制成溶剂，溶解时间为 10min-40min；

S3：取适量所述溶剂均匀涂抹在叉指电极上；

S4：对所述叉指电极进行两次高温烧制；

S5：将烧制后的所述叉指电极固定在 Al_2O_3 衬底上。

优选的，所述 S4 包括，

S41：所述叉指电极以 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ - $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速度由常温上升至 150°C - 200°C ，保持 2h-3h 后降温至常温；

S42：所述叉指电极以 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ - $5^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速度由常温上升至 500°C

-600°C，保持 5h-6h 后降温至常温。

优选的，所述紫外灯发射的紫外线波长为 350nm-400nm。

优选的，所述紫外灯垂直照射于所述敏感元件上，所述紫外灯的照射端和所述敏感元件之间的距离为 1mm-20mm。

5 优选的，所述第一控制电路设有分压电阻。

优选的，所述模拟电路包括三个串联的三极管，所述三极管均焊接于所述电路板上。

优选的，所述壳体包括上壳体和下壳体，所述上壳体和所述下壳体可拆卸连接。

10 优选的，所述壳体上设有进气孔和出气孔，所述进气孔和所述出气孔均与所述敏感元件错开设置。

在使用本发明所提供的甲醛气体传感器组模时，控制装置可以控制第一控制电路导通，以接通电源，输入恒定电压，敏感元件可以有效感应甲醛，当有甲醛存在时敏感元件阻值会发生改变，使得第一控制电路的电流产生变化，但敏感元件的检测信号比较微弱，该检测信号需要通过模拟电路放大和有效转换，以使得控制装置接收到有效的检测数据。与此同时，控制装置可以控制第二控制电路导通，以使加热元件运行，对敏感元件进行加热，使得敏感元件在低温条件下也可以有效感应甲醛，有利于提高敏感元件的检测效果和检测准确度。由于敏感元件的电阻值和甲醛浓度之间存在关联性，故通过检测到的敏感元件电阻值，再利用拟合函数对敏感元件电阻值进行换算，即可得出空气中的甲醛浓度。

15

20

综上所述，本发明所提供的甲醛气体传感器组模，可以在低温条件下感应并有效检测甲醛浓度，也即可有效降低甲醛传感器的工作温度，减少耗能，使得甲醛传感器的性能更稳定、使用寿命更长。

25

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，

在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

图 1 为本发明所提供的甲醛气体传感器组模的结构示意图；

图 2 为甲醛气体传感器组模的电路图。

图 1-图 2 中：

- 5 1 为电路板、2 为敏感元件、3 为加热元件、4 为模拟电路、5 为壳体、6 为第一控制电路、7 为第二控制电路、8 为分压电阻、9 为三极管、10 为上壳体、11 为下壳体、12 为进气孔、13 为出气孔、14 为外接电线。

具体实施方式

- 10 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动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。

- 15 本发明的核心是提供一种甲醛气体传感器组模，可以在低温条件下感应并有效检测甲醛浓度，也即可有效降低甲醛传感器的工作温度，减少耗能，使得甲醛传感器的性能更稳定、使用寿命更长。

请参考图 1 和图 2，其中，图 1 为本发明所提供的甲醛气体传感器组模的结构示意图；图 2 为甲醛气体传感器组模的电路图。

- 20 本具体实施例提供了一种甲醛气体传感器组模，包括：电路板 1、用于感应甲醛的敏感元件 2、用于加强敏感元件 2 在低温条件下的感应效果的加热元件 3、用于放大和转化敏感元件 2 的检测信号的模拟电路 4、用于固定电路板 1 的壳体 5 以及控制装置，敏感元件 2、加热元件 3 以及模拟电路 4 均设于电路板 1 上，电路板 1 设于壳体 5 内；控制装置通过第一控制电路 6 与敏感元件 2、模拟电路 4 连接，以获取检测数据，控制装置通过第二控制电路 7 与加热元件 3 连接，以控制加热元件 3 运行，第一控制电路 6 和第二控制电路 7 均设于电路板 1。

需要说明的是，可以将控制装置设置为电控开关，电控开关与电路板 1、敏感元件 2、加热元件 3 和模拟电路 4 连接，电控开关可以通过控制第

一控制电路 6 和第二控制电路 7 的开闭，以控制本装置的开启和关闭。可以将电控开关设置在壳体 5 上，以便于使用者操作使用。还可以在电路板 1 上焊接外接电线 14，外接电线 14 用于连接外接电源，从而为整个设备供电和传输电信号，以有效测量甲醛浓度。

5 可以在实际运用过程中，根据实际情况和实际需求，对电路板 1、敏感元件 2、加热元件 3、模拟电路 4、壳体 5 以及控制装置的形状、结构、位置等进行确定。

在使用本发明所提供的甲醛气体传感器组模时，控制装置可以控制第一控制电路 6 导通，以接通电源，输入恒定电压，敏感元件 2 可以有效感
10 应甲醛，当有甲醛存在时敏感元件 2 阻值会发生改变，使得第一控制电路 6 的电流产生变化，但敏感元件 2 的检测信号比较微弱，该检测信号需要通过模拟电路 4 放大和有效转换，以使得控制装置接收到有效的检测数据。与此同时，控制装置可以控制第二控制电路 7 导通，以使加热元件 3 运行，对敏感元件 2 进行加热，使得敏感元件 2 在低温条件下也可以有效感应甲
15 醛，有利于提高敏感元件 2 的检测效果和检测准确度。由于敏感元件 2 的电阻值和甲醛浓度之间存在关联性，故通过检测到的敏感元件 2 电阻值，再利用拟合函数对敏感元件 2 电阻值进行换算，即可得出空气中的甲醛浓度。

综上所述，本发明所提供的甲醛气体传感器组模，可以在低温条件下
20 感应并有效检测甲醛浓度，也即可有效降低甲醛传感器的工作温度，减少耗能，使得甲醛传感器的性能更稳定、使用寿命更长。

在上述实施例的基础上，优选的，敏感元件 2 为多孔的 Al_2O_3 纳米材料，加热元件 3 为紫外灯。

需要说明的是，本装置通过使用 TiO_2 纳米气敏材料，并利用紫外灯照
25 射 TiO_2 纳米气敏材料的方式，能够大幅度降低半导体传感器的工作温度，提高半导体传感器的响度、精度和选择性，使得本装置可以在较低工作温度下有效感应甲醛。并且，由于敏感元件 2 为多孔的 TiO_2 纳米材料，多孔结构可以有效增大敏感元件 2 和甲醛的接触面积，提高敏感元件 2 的感应效果。

-6-

优选的，TiO₂纳米材料的制备方法包括，

S1：将多孔的TiO₂纳米管粉末溶解于松油醇；

S2：利用超声波震荡溶解后的TiO₂纳米管粉末以制成溶剂，溶解时间为10min-40min；

5 S3：取适量溶剂均匀涂抹在叉指电极上；

S4：对叉指电极进行两次高温烧制；

S5：将烧制后的叉指电极固定在Al₂O₃衬底上。

需要说明的是，超声波震荡可以确保TiO₂纳米管粉末溶解更为均匀，而两次高温烧制是为了使TiO₂纳米材料更好的固定在Al₂O₃衬底上，确保
10 TiO₂纳米材料不易脱落，也即可避免传感器因TiO₂纳米材料脱落而失效的现象发生。

优选的，S4包括，

S41：叉指电极以3°C/min-5°C/min的速度由常温上升至150°C-200°C，保持2h-3h后降温至常温；

15 S42：叉指电极以3°C/min-5°C/min的速度由常温上升至500°C-600°C，保持5h-6h后降温至常温。

其中，可以将两次高温烧制参数进行如下设置：以3°C/min的速度由常温升至150°C，保持2h后下降至常温，而后，以3°C/min的速度上升至500°C，保持5h后降温至常温，这样可以更好的固定TiO₂纳米材料，且不会
20 会对TiO₂纳米材料造成破坏。

在上述实施例的基础上，优选的，紫外灯发射的紫外线波长为350nm-400nm。

需要说明的是，可以将紫外灯设置为长约1cm，宽约0.3cm的小型紫外灯。由于紫外光波长小于半导体氧化物间隙，利用紫外线照射TiO₂纳米
25 材料时，会激发TiO₂纳米材料产生电子空穴对，辅助TiO₂纳米材料增加它对甲醛气体的敏感性，从而减低工作温度，使得TiO₂纳米材料不需要加热至高温才能工作，这样可有效延长传感器的使用寿命。

优选的，紫外灯垂直照射于敏感元件2上，紫外灯的照射端和敏感元件2之间的距离为1mm-20mm。紫外灯近距离且垂直辐射敏感元件2，可

以使得光线更为集中，使得紫外线更有效的激发敏感元件 2。

还需要说明的是，本发明所提供的甲醛气体传感器组模，其敏感元件 2 为经特殊处理的多孔 TiO_2 纳米材料，加热元件 3 为紫外灯，这种组合能够对低浓度甲醛有很好灵敏度和选择性，同时，也能够降低气敏传感器的工作温度，减少耗能，使得传感器性能稳定、寿命长。

在上述实施例的基础上，优选的，第一控制电路 6 设有分压电阻 8。

需要说明的是，半导体传感器的敏感元件 2 在未进行任何处理时，该敏感元件 2 对甲醛气体的敏感性不强，故敏感元件 2 电阻值比较大，大约为 $800\text{k}\Omega$ 。然而，当敏感元件 2 被紫外线照射时，敏感元件 2 的敏感性增加，电阻值会变得很小，大约为 $20\text{k}\Omega$ ，故敏感元件 2 的电阻值变化范围比较大，为了避免电流过大而造成电路烧坏，需要串联一个阻值大的大电阻进行分压，故需要在第一控制电路 6 上设置分压电阻 8，以保护电路，例如可以将分压电阻 8 设置为 $100\text{M}\Omega$ - $1\text{G}\Omega$ 。可以将电路板 1 设置在壳体 5 内部，并在电路板 1 上设置敏感元件 2、加热元件 3、模拟电路 4、分压电阻 8 和外接电线 14 等部件。

优选的，模拟电路 4 包括三个串联的三极管 9，三极管 9 均焊接于电路板 1 上。

需要说明的是，由于分压电阻 8 的阻值过大，会使得工作时第一控制电路 6 的电流过小，故需要对电流进行放大，以使电流处于正常测量范围内，所以需要利用模拟电路 4 放大电流。模拟电路 4 由三个三极管 9 串联构成，三个三极管 9 通过焊接的方式连接在电路板 1 上，使用三个三极管 9 的放大效果更好，可以有效确保电路放大效果。并且，三个三极管 9 均可焊接在电路板 1 上，可以使得装置整体结构更为紧凑、体积更小，简化制作工艺。

在上述实施例的基础上，优选的，壳体 5 包括上壳体 10 和下壳体 11，上壳体 10 和下壳体 11 可拆卸连接。

需要说明的是，如果壳体 5 内的零件发生受损现象，则可以通过拆卸上壳体 10 和下壳体 11，以对内部零件进行替换，将新的零件配合其它未受损部件继续使用，以提高装置的整体使用寿命。

可以在实际运用过程中,根据实际情况和实际需求,对上壳体 10 和下壳体 11 的形状、尺寸、结构、材质以及连接方式等进行确定。

优选的,壳体 5 上设有进气孔 12 和出气孔 13,进气孔 12 和出气孔 13 均与敏感元件 2 错开设置。

5 需要说明的是,在壳体 5 上设置进气孔 12 和出气孔 13,是为了便于气体循环流动,例如可以将进气孔 12 和出气孔 13 设置在壳体 5 相对两侧。另外,敏感元件 2 和进气孔 12、出气孔 13 错开设置,是为了避免敏感元件 2 正对进气孔 12 和出气孔 13 时,敏感元件 2 表面容易积灰,继而影响敏感元件 2 的感应效果。

10 可以根据实际情况和实际需求,对进气孔 12 和出气孔 13 的位置、尺寸、形状等进行确定。

为了进一步说明本发明所提供的甲醛气体传感器组模的组成及其使用过程,接下来进行举例说明。

15 本发明所提供的甲醛气体传感器组模的敏感元件 2 是由多孔的 TiO_2 纳米管粉末溶解于松油醇后,经超声波震荡 10min-40min 制成溶剂,再利用小勺取少量溶剂均匀涂抹在叉指电极上,而后,对叉指电极进行两次高温烧制操作,之后,将叉指电极固定在 Al_2O_3 衬底上,以形成甲醛传感器的敏感元件 2。最后,使用气体烙铁将敏感元件 2 焊接在电路板 1 上,并确保敏感元件 2 的位置和进气孔 12、出气孔 13 的位置错开。

20 其中,两次高温烧制操作包括有:首先,以 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速度由常温上升至 150°C ,保持 2h 后降温至常温,然后,以 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 的速度由常温上升至 500°C ,保持 5h 后降温至常温。

25 另外,本装置将加热元件 3 设置为紫外灯,紫外灯辐射的紫外线波长为 350nm-400nm。紫外灯和敏感元件 2 的距离为 1mm-20mm,且紫外灯垂直照射敏感元件 2 上,以有效激发 TiO_2 纳米材料产生电子空穴对,辅助 TiO_2 纳米材料增加它对甲醛气体的敏感性,从而减低工作温度,使得 TiO_2 纳米材料不需要加热至高温才能工作,这样可有效延长传感器的使用寿命。

本发明所采用的多孔的纳米管 TiO_2 材料的制作方法简单,所需的材料价格低廉、用量小,且所使用的紫外灯体积小,由于紫外灯设于壳体 5 内,

在壳体 5 的遮挡作用后，紫外线不会对人体造成危害。同时，利用紫外线照射纳米管 TiO_2 材料，使得纳米管 TiO_2 材料对低浓度甲醛有很好灵敏度和选择性，同时，能够大幅度降低敏感元件 2 的工作温度、减少耗能，使得传感器性能稳定、寿命长。

5 在使用本装置时，可以按下敏感元件 2 所在的第一控制电路 6 的电控开关，以接通电源，输入恒定电压，敏感元件 2 可以感应甲醛气体，并产生微弱的电信号，敏感元件 2 输出的电信号经过三个三极管 9 后，微弱的电信号被放大得较为合适的电流。根据已知分压电阻 8 的阻值 R_0 、此时第一控制电路 6 的电流值 I_1 、恒定电压的电压值 U_0 等，即可算出未照射紫
10 外灯时敏感元件 2 的阻值 R_1 ，此时为敏感元件 2 阻值的调零值，也即敏感元件 2 的阻值最大、第一控制电路 6 的电流最小的情况。

之后，可以按下加热元件 3 所在的第二控制电路 7 的电控开关，使得第二控制电路 7 被接通，以使加热元件 3 中紫外灯亮起。紫外线照射纳米管 TiO_2 材料时，紫外线的光子能量可使纳米管 TiO_2 材料产生电子空穴对，
15 以增强纳米管 TiO_2 材料的导电性，使得纳米管 TiO_2 材料的阻值变小，待纳米管 TiO_2 材料阻值稳定后，再测出此时第一控制电路 6 的电流值 I_2 ，根据已知的分压电阻 8 的阻值 R_0 、测出的电流值 I_2 、恒定电压的电压值 U_0 等，即可算出照射紫外灯时敏感元件 2 的阻值 R_x ，也即 $R_x=U_0/I_2-R_0$ 。

由于甲醛浓度与敏感元件 2 响应之间存在拟合函数关系，通过该拟合
20 函数可以算出当前的甲醛浓度，也即 $C=f(R_x)$ 。其中， C 为甲醛浓度， R_x 为传感器对甲醛的响应，也为照射紫外灯时敏感元件 2 的阻值，故本装置可以有效检测甲醛浓度。

需要进行说明的是，本申请文件中提到的第一控制电路 6 和第二控制
25 电路 7，其中，第一和第二只是为了区分位置的不同，并没有先后顺序之分。

另外，还需要说明的是，本申请的“上”、“下”等指示的方位或位置关系，是基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于简化描述和便于理解，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。本发明所提供的所有实施例的任意组合方式均在此发明的保护范围内，在此不做赘述。

- 5 以上对本发明所提供的甲醛气体传感器组模进行了详细介绍。本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想。应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以对本发明进行若干改进和修饰，这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围
- 10 围内。

权 利 要 求

1、一种甲醛气体传感器组模，其特征在于，包括：电路板(1)、用于感应甲醛的敏感元件(2)、用于加强所述敏感元件(2)在低温条件下的感应效果的加热元件(3)、用于放大和转化所述敏感元件(2)的检测信号的模拟电路(4)、用于固定所述电路板(1)的壳体(5)以及控制装置，所述敏感元件(2)、所述加热元件(3)以及所述模拟电路(4)均设于所述电路板(1)上，所述电路板(1)设于所述壳体(5)内；

所述控制装置通过第一控制电路(6)与所述敏感元件(2)、所述模拟电路(4)连接，以获取检测数据，所述控制装置通过第二控制电路(7)与所述加热元件(3)连接，以控制所述加热元件(3)运行，所述第一控制电路(6)和所述第二控制电路(7)均设于所述电路板(1)。

2、根据权利要求1所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述敏感元件(2)为多孔的TiO₂纳米材料，所述加热元件(3)为紫外灯。

3、根据权利要求2所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述TiO₂纳米材料的制备方法包括，

S1：将多孔的TiO₂纳米管粉末溶解于松油醇；

S2：利用超声波震荡溶解后的所述TiO₂纳米管粉末以制成溶剂，溶解时间为10min-40min；

S3：取适量所述溶剂均匀涂抹在叉指电极上；

S4：对所述叉指电极进行两次高温烧制；

S5：将烧制后的所述叉指电极固定在Al₂O₃衬底上。

4、根据权利要求3所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述S4包括，

S41：所述叉指电极以3°C/min-5°C/min的速度由常温上升至150°C-200°C，保持2h-3h后降温至常温；

S42：所述叉指电极以3°C/min-5°C/min的速度由常温上升至500°C-600°C，保持5h-6h后降温至常温。

5、根据权利要求2至4任一项所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述紫外灯发射的紫外线波长为350nm-400nm。

6、根据权利要求5所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述紫外灯垂直照射于所述敏感元件(2)上，所述紫外灯的照射端和所述敏感元件(2)之间的距离为1mm-20mm。

7、根据权利要求1至4任一项所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述第一控制电路(6)设有分压电阻(8)。

8、根据权利要求7所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述模拟电路(4)包括三个串联的三极管(9)，所述三极管(9)均焊接于所述电路板(1)上。

9、根据权利要求1至4任一项所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述壳体(5)包括上壳体(10)和下壳体(11)，所述上壳体(10)和所述下壳体(11)可拆卸连接。

10、根据权利要求1至4任一项所述的甲醛气体传感器组模，其特征在于，所述壳体(5)上设有进气孔(12)和出气孔(13)，所述进气孔(12)和所述出气孔(13)均与所述敏感元件(2)错开设置。

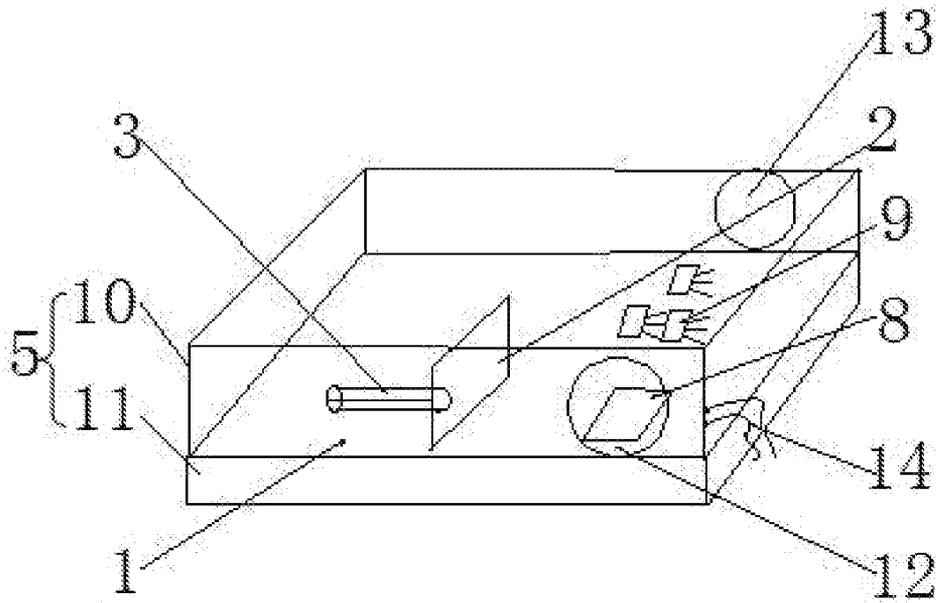


图 1

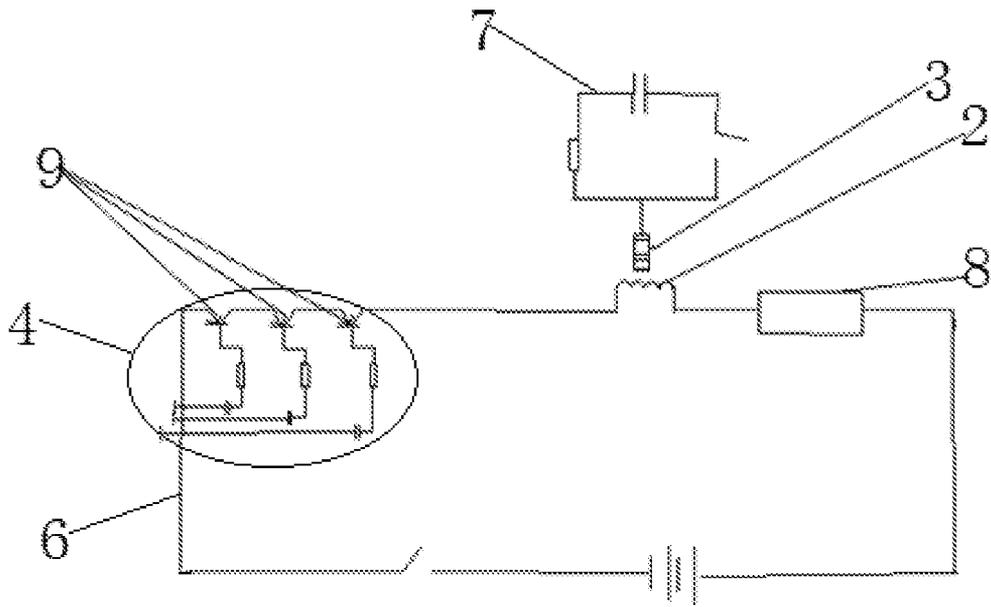


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/110750

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01N 27/04(2006.01)j		
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)		
G01N27/-		
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, USTXT, EPTXT, WOTXT; G01N27; 海南聚能, 海南大学, 林仕伟, 甲醛, 传感器, 敏感元件, 紫外, UV, 传感器组模, 传感器模组, 模组, 控制, 电路, 分压电阻, 电阻, LED, 灯, 开, 关, 启, 运行, 模拟, 电路板, 控制电路, 壳, 氧化钛, formaldehyde, TiO ₂ , titanium dioxide, sensor?, room temperature, low temperature, UV light, sensor module, circuit?, control+, circuit board, housing, nanotube, terpineol, interdigital electrode?, aluminum oxide, Al ₂ O ₃ , substrate, resistance, audion		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112198197 A (HAINAN UNICAN SCIENCE AND TECHNOLOGY INNOVATION INSTITUTE CO., LTD.) 08 January 2021 (2021-01-08) description, paragraphs 5-26, and figures 1-2	1-10
Y	CN 205593987 U (LI, Haitao) 21 September 2016 (2016-09-21) description, paragraph 15, and figures 1-3	1-10
Y	CHEN, Hao et al. "A comparative study on UV light activated porous TiO ₂ and ZnO film sensors for gas sensing at room temperature" <i>Ceramics International</i> , Vol. 38, 26 July 2011 (2011-07-26), pp. 503-509	1-10
A	CN 101419181 A (CHONGQING UNIVERSITY) 29 April 2009 (2009-04-29) entire document	1-10
A	CN 107843691 A (GUANGDONG MEDIA REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD. et al.) 27 March 2018 (2018-03-27) entire document	1-10
<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		Date of mailing of the international search report
24 September 2021		25 October 2021
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/110750

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107517198 A (ZHOU, Qian) 26 December 2017 (2017-12-26) entire document	1-10
A	KR 20150051249 (KOREA ADVANCED INST SCI & TECHNOLOGY) 12 May 2015 (2015-05-12) entire document	1-10
A	LIU, Lipeng et al. "Room temperature impedance spectroscopy-based sensing of formaldehyde with porous TiO ₂ under UV illumination" <i>Sensors and Actuators B: Chemical</i> , Vol. 185, 28 April 2013 (2013-04-28), pp. 1-9	1-10
A	LIN, Shiwei et al. "A selective room temperature formaldehyde gas sensor using TiO ₂ nanotube arrays" <i>Sensors and Actuators B: Chemical</i> , Vol. 156, 31 August 2011 (2011-08-31), pp. 505-509	1-10
A	WU, Guoqiang et al. "Hierarchical structured TiO ₂ nano-tubes for formaldehyde sensing" <i>Ceramics International</i> , Vol. 38, 09 May 2012 (2012-05-09), pp. 6341-6347	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2021/110750

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112198197	A	08 January 2021	None	
CN	205593987	U	21 September 2016	None	
CN	101419181	A	29 April 2009	CN 101419181	B 05 October 2011
CN	107843691	A	27 March 2018	CN 107843691	B 28 July 2020
CN	107517198	A	26 December 2017	None	
KR	20150051249		12 May 2015	KR 101551539	B1 09 September 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/110750

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01N 27/04 (2006.01) 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>G01N27/-</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>CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT; G01N27; 海南聚能, 海南大学, 林仕伟, 甲醛, 传感器, 敏感元件, 紫外, UV, 传感器组模, 传感器模组, 模组, 控制, 电路, 分压电阻, 电阻, LED, 灯, 开, 关, 启, 运行, 模拟, 电路板, 控制电路, 壳, 氧化钛, formaldehyde, TiO2, titanium dioxide, sensor?, room temperature, low temperature, UV light, sensor module, circuit?, control+, circuit board, housing, nanotube, terpineol, interdigital electrode?, aluminum oxide, Al2O3, substrate, resistance, audion</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>PX</td> <td>CN 112198197 A (海南聚能科技创新研究院有限公司) 2021年 1月 8日 (2021 - 01 - 08) 说明书第5-26段, 图1-2</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 205593987 U (李海涛) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 说明书第15段, 图1-3</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CHEN, Hao 等. "A comparative study on UV light activated porous TiO2 and ZnO film sensors for gas sensing at room temperature" Ceramics International, 第38卷, 2011年 7月 26日 (2011 - 07 - 26), 第503-509页</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101419181 A (重庆大学) 2009年 4月 29日 (2009 - 04 - 29) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107843691 A (广东美的制冷设备有限公司 等) 2018年 3月 27日 (2018 - 03 - 27) 全文</td> <td>1-10</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	PX	CN 112198197 A (海南聚能科技创新研究院有限公司) 2021年 1月 8日 (2021 - 01 - 08) 说明书第5-26段, 图1-2	1-10	Y	CN 205593987 U (李海涛) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 说明书第15段, 图1-3	1-10	Y	CHEN, Hao 等. "A comparative study on UV light activated porous TiO2 and ZnO film sensors for gas sensing at room temperature" Ceramics International, 第38卷, 2011年 7月 26日 (2011 - 07 - 26), 第503-509页	1-10	A	CN 101419181 A (重庆大学) 2009年 4月 29日 (2009 - 04 - 29) 全文	1-10	A	CN 107843691 A (广东美的制冷设备有限公司 等) 2018年 3月 27日 (2018 - 03 - 27) 全文	1-10
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 112198197 A (海南聚能科技创新研究院有限公司) 2021年 1月 8日 (2021 - 01 - 08) 说明书第5-26段, 图1-2	1-10																		
Y	CN 205593987 U (李海涛) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21) 说明书第15段, 图1-3	1-10																		
Y	CHEN, Hao 等. "A comparative study on UV light activated porous TiO2 and ZnO film sensors for gas sensing at room temperature" Ceramics International, 第38卷, 2011年 7月 26日 (2011 - 07 - 26), 第503-509页	1-10																		
A	CN 101419181 A (重庆大学) 2009年 4月 29日 (2009 - 04 - 29) 全文	1-10																		
A	CN 107843691 A (广东美的制冷设备有限公司 等) 2018年 3月 27日 (2018 - 03 - 27) 全文	1-10																		
<p><input checked="" 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> <table border="0"> <tr> <td> <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> </td> <td> <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> </td> </tr> </table>			<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>* 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>2021年 9月 24日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 10月 25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>熊翠娥</p> <p>电话号码 (86-28) 62967996</p>																			

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	CN 107517198 A (周倩) 2017年 12月 26日 (2017 - 12 - 26) 全文	1-10
A	KR 20150051249 (KOREA ADVANCED INST SCI & TECHNOLOGY) 2015年 5月 12日 (2015 - 05 - 12) 全文	1-10
A	LIU, Lipeng 等. "Room temperature impedance spectroscopy-based sensing of formaldehyde with porous TiO ₂ under UV illumination" Sensors and Actuators B: Chemical, 第185卷, 2013年 4月 28日 (2013 - 04 - 28), 第1-9页	1-10
A	LIN, Shiwei 等. "A selective room temperature formaldehyde gas sensor using TiO ₂ nanotube arrays" Sensors and Actuators B: Chemical, 第156卷, 2011年 8月 31日 (2011 - 08 - 31), 第505-509页	1-10
A	WU, Guoqiang 等. "Hierarchical structured TiO ₂ nano-tubes for formaldehyde sensing" Ceramics International, 第38卷, 2012年 5月 9日 (2012 - 05 - 09), 第6341-6347页	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/110750

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	112198197	A	2021年 1月 8日	无			
CN	205593987	U	2016年 9月 21日	无			
CN	101419181	A	2009年 4月 29日	CN	101419181	B	2011年 10月 5日
CN	107843691	A	2018年 3月 27日	CN	107843691	B	2020年 7月 28日
CN	107517198	A	2017年 12月 26日	无			
KR	20150051249		2015年 5月 12日	KR	101551539	B1	2015年 9月 9日