



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106094538 A

(43)申请公布日 2016. 11. 09

(21)申请号 201610408688.6

(22)申请日 2016.06.12

(71)申请人 肖小玉

地址 315202 浙江省宁波市镇海区荣骆路
372号

(72)发明人 肖小玉

(74)专利代理机构 北京高航知识产权代理有限公司 11530

代理人 陈敏

(51) Int. Cl.

G05B 15/02(2006.01)

G05B 19/418(2006.01)

G01N 29/02(2006.01)

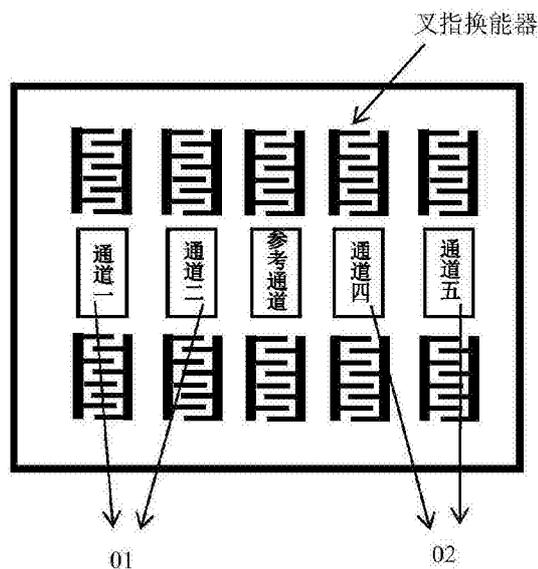
权利要求书1页 说明书11页 附图2页

(54)发明名称

一种基于气体检测的智能家居控制系统

(57)摘要

本申请涉及一种基于气体检测的智能家居控制系统,包括控制系统本体和安装于控制系统内部的监控CO₂、NO₂气体浓度的SAW传感器,所述SAW传感器基于SAW器件,拥有五通道结构,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一,进行CO₂气体的探测,通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二,进行NO₂气体的探测;对每种气体均采用双通道同时探测,大大增加了对气体探测的稳定性,保证了传感器读取数据的可信度,并且重复性良好,高温下测试稳定性佳。



1. 一种基于气体检测的智能家居控制系统,包括控制系统本体和安装于控制系统内部的监控CO₂、NO₂气体浓度的SAW传感器,所述SAW传感器拥有五通道结构,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一,进行CO₂气体的探测,通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二,进行NO₂气体的探测;所述通道敏感薄膜材料一、二均为三层,所述敏感薄膜与SAW器件之间还磁控溅射一层Ni膜,所述Ni膜厚度为50nm。

2. 根据权利要求1所述的一种基于气体检测的智能家居控制系统,其特征在于:所述SAW传感器的制备方法包括以下步骤:

步骤一,清洗SAW器件:将SAW器件依次放入丙酮、乙醇、去离子水中,分别超声处理20min,去除SAW器件表面污染物,然后将器件放入烘箱中烘干,并测试其振荡频率;

步骤二,加固SAW器件:在SAW器件的表面上涂刷一层保护涂层,所述保护涂层主要由碳化硅、氧化锡、高硼硼酸钙和氧化锂以2:3:5:1的比例配制而成;

步骤三,制备敏感薄膜材料:

(a)制备敏感薄膜材料一:取85mg的购买的聚醚酰亚胺材料加入烧杯中,加入20ml的超纯水,搅拌均匀,然后加入30mg的聚噻吩,搅拌均匀,随后再加入购买的27g Ni纳米粉末,将烧杯放入超声振荡器中,水浴加热70℃情况下,超声振荡4h,得到分散均匀的敏感薄膜材料一;

(b)制备敏感薄膜材料二:取14mg分子纯的聚苯胺溶解在50ml的三氯甲烷溶液中,然后取10mg多壁碳纳米管加入溶液中,搅拌均匀后,加入9g钛酸钡纳米粉末,超声处理1h,即得分散均匀的敏感薄膜材料二;

(c)制备敏感薄膜材料三:将荧光指示剂Ru(bpy)₃Cl₂和Ru(dpp)₃Cl₂按1:2的比例加入溶有PVC的40ml四氢呋喃溶液中,在密封遮光条件下,低温搅拌1h,即得到敏感薄膜材料三;

步骤四,制备SAW传感器:

(a)将经步骤一清洗的SAW器件烘干后,利用磁控溅射结合模板法分别在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域镀一层金属Ni膜,然后利用定量移液器取敏感薄膜材料三涂覆在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域,以完全覆盖Ni膜为准;利用相同的方式分别在通道一和通道二、通道四和通道五的敏感区域依次涂覆敏感薄膜材料一和敏感薄膜材料二;

(b)将SAW器件放入真空干燥箱中95℃下干燥20h;

(c)循环(a)、(b)操作两次,使通道一、通道二、通道四和通道五的敏感区域表面均形成三层Ni膜和六层敏感薄膜;

(d)对SAW器件进行加盖及接导线处理,其中,盖子上对应每个通道的敏感区域正上方有预留的进气孔,构成SAW传感器。

一种基于气体检测的智能家居控制系统

技术领域

[0001] 本申请涉及控制系统领域,尤其涉及一种基于气体检测的智能家居控制系统。

背景技术

[0002] 智能家居控制系统是安装于住宅内部,利用综合布线、网络通信、安全防范、自动控制等技术,将家居生活有关的设施集成的管理系统,其能够提升家居舒适性、便利性等。

[0003] 其中,气体的检测是智能家居一个重要的指标,然而,现有智能家居控制系统对气体的检测存在功能单一、灵敏度不高等缺点。

发明内容

[0004] 为克服相关技术中存在的问题,本申请提供一种基于气体检测的智能家居控制系统,包括控制系统本体和安装于控制系统内部的监控CO₂、NO₂气体浓度的SAW传感器,所述SAW传感器拥有五通道结构,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一,进行CO₂气体的探测,通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二,进行NO₂气体的探测;所述通道敏感薄膜材料一、二均为三层,所述敏感薄膜与SAW器件之间还磁控溅射一层Ni膜,所述Ni膜厚度为50nm。

[0005] 优选地,所述SAW传感器的制备方法包括以下步骤:

[0006] 步骤一,清洗SAW器件:将SAW器件依次放入丙酮、乙醇、去离子水中,分别超声处理20min,去除SAW器件表面污染物,然后将器件放入烘箱中烘干,并测试其振荡频率;

[0007] 步骤二,加固SAW器件:在SAW器件的表面上涂刷一层保护涂层,所述保护涂层主要由碳化硅、氧化锡、高硼硼酸钙和氧化锂以2:3:5:1的比例配制而成;

[0008] 步骤三,制备敏感薄膜材料:

[0009] (a)制备敏感薄膜材料一:取85mg的购买的聚醚酰亚胺材料加入烧杯中,加入20ml的超纯水,搅拌均匀,然后加入30mg的聚噻吩,搅拌均匀,随后再加入购买的27g Ni纳米粉末,将烧杯放入超声振荡器中,水浴加热70℃情况下,超声振荡4h,得到分散均匀的敏感薄膜材料一;

[0010] (b)制备敏感薄膜材料二:取14mg分子纯的聚苯胺溶解在50ml的三氯甲烷溶液中,然后取10mg多壁碳纳米管加入溶液中,搅拌均匀后,加入9g钛酸钡纳米粉末,超声处理1h,即得分散均匀的敏感薄膜材料二;

[0011] (c)制备敏感薄膜材料三:将荧光指示剂Ru(bpy)₃Cl₂和Ru(dpp)₃Cl₂按1:2的比例加入溶有PVC的40ml四氢呋喃溶液中,在密封遮光条件下,低温搅拌1h,即得到敏感薄膜材料三;

[0012] 步骤四,制备SAW传感器:

[0013] (a)将经步骤一清洗的SAW器件烘干后,利用磁控溅射结合模板法分别在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域镀一层金属Ni膜,然后利用定量移液器取敏感薄膜材料三涂覆在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域,以完全覆盖Ni膜为准;利用相同的方

式分别在通道一和通道二、通道四和通道五的敏感区域依次涂覆敏感薄膜材料一和敏感薄膜材料二；

[0014] (b)将SAW器件放入真空干燥箱中95℃下干燥20h；

[0015] (c)循环(a)、(b)操作两次,使通道一、通道二、通道四和通道五的敏感区域表面均形成三层Ni膜和六层敏感薄膜；

[0016] (d)对SAW器件进行加盖及接导线处理,其中,盖子上对应每个通道的敏感区域正上方有预留的进气孔,构成SAW传感器。

[0017] 本申请的实施例提供的技术方案可以包括以下有益效果：

[0018] 1. 结构方面,采用五通道SAW器件,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一,进行CO₂气体的探测,通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二,进行NO₂气体的探测;对每种气体均采用双通道同时探测,大大增加了气体探测的稳定性,保证了传感器读取数据的可信度;

[0019] 2. 敏感薄膜材料一由聚醚酰亚胺(PEI)材料、聚噻吩材料和Ni纳米粉末材料组成,Ni纳米粉末材料的纳米尺度的粒径保证了有机物PEI和聚噻吩的分散性,大大提高了敏感材料对CO₂的灵敏度;

[0020] 3. 敏感薄膜材料二由聚苯胺材料、多壁碳纳米管材料和钛酸钡材料组成,其中,聚苯胺大部分复合在碳纳米管表面,由于碳纳米管的中空结构和极大的比表面积,从物理结构方面大大增加了聚苯胺对NO₂气体的吸附能力;

[0021] 4、本申请的敏感薄膜材料三由荧光指示剂Ru(bpy)₃Cl₂和Ru(dpp)₃Cl₂组成,进一步增强了发酵罐对CO₂的感应能力。

[0022] 本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。应当理解的是,以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的,并不能限制本申请。

附图说明

[0023] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0024] 图1是本发明控制系统中SAW传感器结构示意图。

[0025] 图2是图1中的SAW传感器的通道一或通道二区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次。

[0026] 图3是图1中的SAW传感器的通道四或通道五区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次。

[0027] 图4是根据实施例示出的制作传感器五通道结构的方法流程图。

[0028] 其中:01-敏感薄膜材料一,02-敏感薄膜材料二,03-Ni膜,04-敏感薄膜材料三。

具体实施方式

[0029] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本发明相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附

权利要求书中所详述的、本发明的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0030] 下文的公开提供了许多不同的实施例或例子用来实现本申请的不同结构。为了简化本申请的公开,下文中对特定例子的部件和设置进行描述。当然,它们仅仅为示例,并且目的不在于限制本申请。此外,本申请可以在不同例子中重复参考数字和/或字母。这种重复是为了简化和清楚的目的,其本身不只是所讨论各种实施例和/或设置之间的关系。此外,本申请提供了的各种特定的工艺和材料的例子,但是本领域普通技术人员可以意识到其他工艺的可应用性和/或其他材料的使用。另外,以下描述的第一特征在第二特征值“上”的结构可以包括第一和第二特征形成为直接接触的实施例,也可以包括另外的特征形成在第一和第二特征之间的实施例,这样第一和第二特征可能不是直接接触。

[0031] 在本申请的描述中,需要说明的是,除非另有规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是机械连接或电连接,也可以是两个元件内部的连通,可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0032] 随着社会生产生活的不断进步,人类燃烧化石燃料越来越多,导致二氧化碳、二氧化氮等的排放已经超过环境所能承受的范围,由于二氧化碳会产生温室效应,二氧化氮是形成酸雨和光化学污染的主要因素之一,已经严重影响到人类的生产生活,因此有必要对二氧化碳、二氧化氮的排放进行监控。

[0033] 二氧化碳,是一种空气中常见的无机化合物,分子式为 CO_2 ,氧原子与碳原子之间是共价键结合,形成非极性直线型结构,化学性质稳定,常温下,二氧化碳气体是无色无味的,可溶于水,并与水生成碳酸。由于二氧化碳具有保温作用,其大量排放导致了地球气温的日益上升,有数据表明,近一个世纪以来,全球气温升高了0.6摄氏度,长此以往,其对海平面的上升及环境的影响将不断增加。

[0034] 二氧化氮是一种棕红色、高度活性的气态物质。二氧化氮在臭氧的形成过程中起着重要作用。人为产生的二氧化氮主要来自高温燃烧过程的释放,比如机动车尾气、锅炉废气的排放等。二氧化氮还是酸雨的成因之一,所带来的环境效应多种多样,比如对湿地和陆生植物物种之间竞争与组成变化的影响,大气能见度的降低,地表水的酸化,富营养化以及增加水体中有害于鱼类和其它水生生物的毒素含量。

[0035] 气体传感器,是一种可以感受外界气体浓度、种类等的变化,并将这种变化转变为可测量的信号(比如电压、电流等信号),从而实现对目标气体的检测的器件。一般气体传感器包括气敏材料、信号调节电路、敏感基片及辅助电源等部分。按照敏感原理对气体传感器分类,可分为半导体式气体传感器、电化学气体传感器、红外线气体传感器、高分子式气体传感器等。

[0036] 其中,敏感薄膜气传感器是现在研究的重点,通常情况下,利用滴涂、旋涂、蒸发镀膜等方法,将敏感薄膜制备在石英晶体微天平(QCM)、声表面波(SAW)等器件上,由于气体吸附在敏感薄膜上,造成敏感薄膜的性质变化,进而引起传感器的输出电信号产生变化,从而得以检测目标气体的类型和种类。

[0037] SAW传感器的原理是传感器由于压电效应会发出声波信号,该信号由于处于被检测气体中,其频率、声波、振幅等会发生变化,从而达到检测气体的目的。声表面波的激发和检测是通过叉指换能器来实现的,叉指换能器(IDT)是在压电基片表面上形成形状像两只

手的手指交叉状的金属图案,它的作用是实现声-电换能。

[0038] 针对生产生活中对于二氧化碳、二氧化氮气体检测的重要性,以及现有传感器的不足(比如敏感度较低、响应时间长、针对性不高),本方案基于SAW器件,制备了五通道CO₂和NO₂气体传感器。

[0039] SAW器件的制作工艺较成熟,本方案采用的是中心频率为525MHz的五通道结构SAW延迟线型器件,基底选择的是石英材料,叉指换能器的电极为Cr金属。每个通道由一对叉指换能器组成,分别作为输入和输出换能器,输入换能器中输入的电信号产生交变电场,由于压电效应在基底内激发弹性振动,产生声表面波,输出换能器接收声表面波信号并转换为电信号,对电信号进行检测。

[0040] 通道一、通道二用来作为CO₂气体的测量通道,通道三用来作为参考通道,通道四、通道五用来作为NO₂气体的测量通道。当气体环境发生变化,那么参考通道与其它通道的频率漂移是一样的,通过振荡器之间的差频可以消除环境变化引起的干扰。

[0041] 实施例1

[0042] 本申请提供一种基于气体检测的智能家居控制系统,包括控制系统本体和安装于控制系统内部的监控CO₂、NO₂气体浓度的SAW传感器;如图1所示SAW传感器结构示意图,所述SAW传感器拥有五通道结构,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一(01),进行CO₂气体的探测;通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二(02),进行NO₂气体的探测;所述通道敏感薄膜材料一、二均为三层,所述敏感薄膜与SAW器件之间还磁控溅射一层Ni膜(03),所述Ni膜厚度为50nm;图2示出了图1中的SAW传感器的通道一或通道二区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次,图3是图1中的SAW传感器的通道四或通道五区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次。

[0043] 图4是根据一示例性实施例示出的SAW传感器的制备方法,包括以下步骤:

[0044] 步骤一,清洗SAW器件:将SAW器件依次放入丙酮、乙醇、去离子水中,分别超声处理20min,去除SAW器件表面污染物,然后将器件放入烘箱中烘干,并测试其振荡频率;

[0045] 步骤二,加固SAW器件:在SAW器件的表面上涂刷一层保护涂层,所述保护涂层主要由碳化硅、氧化锡、高硼硼酸钙和氧化锂以2:3:5:1的比例配制而成;

[0046] 步骤三,制备敏感薄膜材料:

[0047] (a)制备敏感薄膜材料一(01):取85mg的购买的聚醚酰亚胺材料加入烧杯中,加入20ml的超纯水,搅拌均匀,然后加入30mg的聚噻吩,搅拌均匀,随后再加入购买的27g Ni纳米粉末,将烧杯放入超声振荡器中,水浴加热70℃情况下,超声振荡4h,得到分散均匀的敏感薄膜材料一;

[0048] (b)制备敏感薄膜材料二(02):取14mg分子纯的聚苯胺溶解在50ml的三氯甲烷溶液中,然后取10mg多壁碳纳米管加入溶液中,搅拌均匀后,加入9g钛酸钡纳米粉末,超声处理1h,即得分散均匀的敏感薄膜材料二;

[0049] (c)制备敏感薄膜材料三(04):将荧光指示剂Ru(bpy)₃Cl₂和Ru(dpp)₃Cl₂按1:2的比例加入溶有PVC的40ml四氢呋喃溶液中,在密封遮光条件下,低温搅拌1h,即得到敏感薄膜材料三;

[0050] 步骤四,制备SAW传感器:

[0051] (a)将经步骤一清洗的SAW器件烘干后,利用磁控溅射结合模板法分别在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域镀一层金属Ni膜,然后利用定量移液器取敏感薄膜材料三涂覆在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域,以完全覆盖Ni膜为准;利用相同的方式分别在通道一和通道二、通道四和通道五的敏感区域依次涂覆敏感薄膜材料一和敏感薄膜材料二;

[0052] (b)将SAW器件放入真空干燥箱中95℃下干燥20h;

[0053] (c)循环(a)、(b)操作两次,使通道一、通道二、通道四和通道五的敏感区域表面均形成三层Ni膜和六层敏感薄膜;

[0054] (d)对SAW器件进行加盖及接导线处理,其中,盖子上对应每个通道的敏感区域正上方有预留的进气孔,构成SAW传感器。

[0055] 优选地,SAW气体传感器的测试系统由测试腔和测试电路、动态配气装置和频率计数器组成。动态配气装置用来混合不同浓度的待测气体并控制气体的流量;测试电路用来在SAW器件上施加交变电压;频率计数器用来实时记录在目标气体中传感器的频率变化。其中,定义灵敏度为传感器频率的变化量与初始频率的比值;响应时间为传感器与气体接触开始到传感器频率变化量为峰值变化量的90%所用的时间;恢复时间为传感器与气体接触停止开始到传感器频率恢复值得90%所用的时间。

[0056] 首先,将制作好的声表面波气体传感器放入密封测试腔中,打开配气系统,向测试腔中通入N₂,排出空气,等到传感器的频率稳定之后。开始向测试腔中通入CO₂,待传感器频率稳定后,关闭CO₂,然后再次通入N₂,待传感器频率再次稳定。采用该方法,依次测试500ppm、2500ppm的CO₂的响应结果,通过通道一和通道二得到频率变化量分别为2.6KHz、4.7KHz,响应时间和恢复时间分别为5min和8min,并且通道一和通道二对每次读数的差值小于4%;

[0057] 然后,利用相同的测试步骤,将CO₂气体改为NO₂气体,依次测试50ppm、250ppm的NO₂的响应结果,通过通道四和通道五得到频率变化量分别为3.1KHz、5.5KHz,响应时间和恢复时间分别为5min和2min,并且通道四和通道五对每次读数的差值小于4%。通过测试结果可以看出,该五通道SAW结构传感器对CO₂、NO₂气体的灵敏度较好,并且对每种气体均采用双通道测试,得到的数据可信度大大提高。在工作温度为80℃下,测试结果的波动值在±3%,表现较好的高温稳定性能。

[0058] 关于上述实施例中的装置,其中各个模块执行操作的具体方式已经在有关该方法的实施例中进行了详细描述,此处将不做详细阐述说明。

[0059] 实施例2

[0060] 本申请提供一种基于气体检测的智能家居控制系统,包括控制系统本体和安装于控制系统内部的监控CO₂、NO₂气体浓度的SAW传感器;如图1所示SAW传感器结构示意图,所述SAW传感器拥有五通道结构,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一(01),进行CO₂气体的探测;通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二(02),进行NO₂气体的探测;所述通道敏感薄膜材料一、二均为三层,所述敏感薄膜与SAW器件之间还磁控溅射一层Ni膜(03),所述Ni膜厚度为60nm;图2示出了图1中的SAW传感器的通道一或通道二区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次,图3是图1中的SAW传感器的通道四或通道五区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的

截面图,其中,完整的顺序应为循环三次。

[0061] 图4是根据一示例性实施例示出的SAW传感器的制备方法,包括以下步骤:

[0062] 步骤一,清洗SAW器件:将SAW器件依次放入丙酮、乙醇、去离子水中,分别超声处理20min,去除SAW器件表面污染物,然后将器件放入烘箱中烘干,并测试其振荡频率;

[0063] 步骤二,加固SAW器件:在SAW器件的表面上涂刷一层保护涂层,所述保护涂层主要由碳化硅、氧化锡、高硼硼酸钙和氧化锂以1:3:5:1的比例配制而成;

[0064] 步骤三,制备敏感薄膜材料:

[0065] (a)制备敏感薄膜材料一(01):取125mg的购买的聚醚酰亚胺材料加入烧杯中,加入20ml的超纯水,搅拌均匀,然后加入30mg的聚噻吩,搅拌均匀,随后再加入购买的27g Ni纳米粉末,将烧杯放入超声振荡器中,水浴加热70℃情况下,超声振荡4h,得到分散均匀的敏感薄膜材料一;

[0066] (b)制备敏感薄膜材料二(02):取14mg分子纯的聚苯胺溶解在50ml的三氯甲烷溶液中,然后取10mg多壁碳纳米管加入溶液中,搅拌均匀后,加入9g钛酸钡纳米粉末,超声处理1h,即得分散均匀的敏感薄膜材料二;

[0067] (c)制备敏感薄膜材料三(04):将荧光指示剂 $\text{Ru}(\text{bpy})_3\text{Cl}_2$ 和 $\text{Ru}(\text{dpp})_3\text{Cl}_2$ 按1:2的比例加入溶有PVC的80ml四氢呋喃溶液中,在密封遮光条件下,低温搅拌1h,即得到敏感薄膜材料三;

[0068] 步骤四,制备SAW传感器:

[0069] (a)将经步骤一清洗的SAW器件烘干后,利用磁控溅射结合模板法分别在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域镀一层金属Ni膜,然后利用定量移液器取敏感薄膜材料三涂覆在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域,以完全覆盖Ni膜为准;利用相同的方式分别在通道一和通道二、通道四和通道五的敏感区域依次涂覆敏感薄膜材料一和敏感薄膜材料二;

[0070] (b)将SAW器件放入真空干燥箱中95℃下干燥20h;

[0071] (c)循环(a)、(b)操作两次,使通道一、通道二、通道四和通道五的敏感区域表面均形成三层Ni膜和六层敏感薄膜;

[0072] (d)对SAW器件进行加盖及接导线处理,其中,盖子上对应每个通道的敏感区域正上方有预留的进气孔,构成SAW传感器。

[0073] 优选地,SAW气体传感器的测试系统由测试腔和测试电路、动态配气装置和频率计数器组成。动态配气装置用来混合不同浓度的待测气体并控制气体的流量;测试电路用来在SAW器件上施加交变电压;频率计数器用来实时记录在目标气体中传感器的频率变化。其中,定义灵敏度为传感器频率的变化量与初始频率的比值;响应时间为传感器与气体接触开始到传感器频率变化量为峰值变化量的90%所用的时间;恢复时间为传感器与气体接触停止开始到传感器频率恢复值得90%所用的时间。

[0074] 首先,将制作好的声表面波气体传感器放入密封测试腔中,打开配气系统,向测试腔中通入 N_2 ,排出空气,等到传感器的频率稳定之后。开始向测试腔中通入 CO_2 ,待传感器频率稳定后,关闭 CO_2 ,然后再次通入 N_2 ,待传感器频率再次稳定。采用该方法,依次测试500ppm、2500ppm的 CO_2 的响应结果,通过通道一和通道二得到频率变化量分别为2.6KHz、4.7KHz,响应时间和恢复时间分别为8min和4min,并且通道一和通道二对每次读数的差值

小于4%；

[0075] 然后,利用相同的测试步骤,将CO₂气体改为NO₂气体,依次测试50ppm、250ppm的NO₂的响应结果,通过通道四和通道五得到频率变化量分别为3.1KHz、5.5KHz,响应时间和恢复时间分别为15min和2min,并且通道四和通道五对每次读数的差值小于7%。通过测试结果可以看出,该五通道SAW结构传感器对CO₂、NO₂气体的灵敏度较好,并且对每种气体均采用双通道测试,得到的数据可信度大大提高。在工作温度为80℃下,测试结果的波动值在±6%,表现较好的高温稳定性能。

[0076] 实施例3

[0077] 本申请提供一种基于气体检测的智能家居控制系统,包括控制系统本体和安装于控制系统内部的监控CO₂、NO₂气体浓度的SAW传感器;如图1所示SAW传感器结构示意图,所述SAW传感器拥有五通道结构,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一(01),进行CO₂气体的探测;通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二(02),进行NO₂气体的探测;所述通道敏感薄膜材料一、二均为三层,所述敏感薄膜与SAW器件之间还磁控溅射一层Ni膜(03),所述Ni膜厚度为70nm;图2示出了图1中的SAW传感器的通道一或通道二区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次,图3是图1中的SAW传感器的通道四或通道五区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次。

[0078] 图4是根据一示例性实施例示出的SAW传感器的制备方法,包括以下步骤:

[0079] 步骤一,清洗SAW器件:将SAW器件依次放入丙酮、乙醇、去离子水中,分别超声处理20min,去除SAW器件表面污染物,然后将器件放入烘箱中烘干,并测试其振荡频率;

[0080] 步骤二,加固SAW器件:在SAW器件的表面上涂刷一层保护涂层,所述保护涂层主要由碳化硅、氧化锡、高硼硼酸钙和氧化锂以8:3:5:1的比例配制而成;

[0081] 步骤三,制备敏感薄膜材料:

[0082] (a)制备敏感薄膜材料一(01):取85mg的购买的聚醚酰亚胺材料加入烧杯中,加入20ml的超纯水,搅拌均匀,然后加入30mg的聚噻吩,搅拌均匀,随后再加入购买的17g Ni纳米粉末,将烧杯放入超声振荡器中,水浴加热70℃情况下,超声振荡4h,得到分散均匀的敏感薄膜材料一;

[0083] (b)制备敏感薄膜材料二(02):取23mg分子纯的聚苯胺溶解在50ml的三氯甲烷溶液中,然后取10mg多壁碳纳米管加入溶液中,搅拌均匀后,加入9g钛酸钡纳米粉末,超声处理1h,即得分散均匀的敏感薄膜材料二;

[0084] (c)制备敏感薄膜材料三(04):将荧光指示剂Ru(bpy)₃Cl₂和Ru(dpp)₃Cl₂按1:2的比例加入溶有PVC的40ml四氢呋喃溶液中,在密封遮光条件下,低温搅拌1h,即得到敏感薄膜材料三;

[0085] 步骤四,制备SAW传感器:

[0086] (a)将经步骤一清洗的SAW器件烘干后,利用磁控溅射结合模板法分别在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域镀一层金属Ni膜,然后利用定量移液器取敏感薄膜材料三涂覆在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域,以完全覆盖Ni膜为准;利用相同的方式分别在通道一和通道二、通道四和通道五的敏感区域依次涂覆敏感薄膜材料一和敏感薄膜材料二;

[0087] (b)将SAW器件放入真空干燥箱中95℃下干燥20h;

[0088] (c)循环(a)、(b)操作两次,使通道一、通道二、通道四和通道五的敏感区域表面均形成三层Ni膜和六层敏感薄膜;

[0089] (d)对SAW器件进行加盖及接导线处理,其中,盖子上对应每个通道的敏感区域正上方有预留的进气孔,构成SAW传感器。

[0090] 优选地,SAW气体传感器的测试系统由测试腔和测试电路、动态配气装置和频率计数器组成。动态配气装置用来混合不同浓度的待测气体并控制气体的流量;测试电路用来在SAW器件上施加交变电压;频率计数器用来实时记录在目标气体中传感器的频率变化。其中,定义灵敏度为传感器频率的变化量与初始频率的比值;响应时间为传感器与气体接触开始到传感器频率变化量为峰值变化量的90%所用的时间;恢复时间为传感器与气体接触停止开始到传感器频率恢复值得90%所用的时间。

[0091] 首先,将制作好的声表面波气体传感器放入密封测试腔中,打开配气系统,向测试腔中通入N₂,排出空气,等到传感器的频率稳定之后。开始向测试腔中通入CO₂,待传感器频率稳定后,关闭CO₂,然后再次通入N₂,待传感器频率再次稳定。采用该方法,依次测试500ppm、2500ppm的CO₂的响应结果,通过通道一和通道二得到频率变化量分别为2.6KHz、4.7KHz,响应时间和恢复时间分别为6min和3min,并且通道一和通道二对每次读数的差值小于4%;

[0092] 然后,利用相同的测试步骤,将CO₂气体改为NO₂气体,依次测试50ppm、250ppm的NO₂的响应结果,通过通道四和通道五得到频率变化量分别为3.1KHz、5.5KHz,响应时间和恢复时间分别为18min和21min,并且通道四和通道五对每次读数的差值小于7%。通过测试结果可以看出,该五通道SAW结构传感器对CO₂、NO₂气体的灵敏度较好,并且对每种气体均采用双通道测试,得到的数据可信度大大提高。在工作温度为80℃下,测试结果的波动值在±5%,表现较好的高温稳定性能。

[0093] 实施例4

[0094] 本申请提供一种基于气体检测的智能家居控制系统,包括控制系统本体和安装于控制系统内部的监控CO₂、NO₂气体浓度的SAW传感器;如图1所示SAW传感器结构示意图,所述SAW传感器拥有五通道结构,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一(01),进行CO₂气体的探测;通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二(02),进行NO₂气体的探测;所述通道敏感薄膜材料一、二均为三层,所述敏感薄膜与SAW器件之间还磁控溅射一层Ni膜(03),所述Ni膜厚度为80nm;图2示出了图1中的SAW传感器的通道一或通道二区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次,图3是图1中的SAW传感器的通道四或通道五区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次。

[0095] 图4是根据一示例性实施例示出的SAW传感器的制备方法,包括以下步骤:

[0096] 步骤一,清洗SAW器件:将SAW器件依次放入丙酮、乙醇、去离子水中,分别超声处理20min,去除SAW器件表面污染物,然后将器件放入烘箱中烘干,并测试其振荡频率;

[0097] 步骤二,加固SAW器件:在SAW器件的表面上涂刷一层保护涂层,所述保护涂层主要由碳化硅、氧化锡、高硼硼酸钙和氧化锂以2:5:5:1的比例配制而成;

[0098] 步骤三,制备敏感薄膜材料:

[0099] (a)制备敏感薄膜材料一(01):取85mg的购买的聚醚酰亚胺材料加入烧杯中,加入20ml的超纯水,搅拌均匀,然后加入30mg的聚噻吩,搅拌均匀,随后再加入购买的27g Ni纳米粉末,将烧杯放入超声振荡器中,水浴加热70℃情况下,超声振荡4h,得到分散均匀的敏感薄膜材料一;

[0100] (b)制备敏感薄膜材料二(02):取14mg分子纯的聚苯胺溶解在50ml的三氯甲烷溶液中,然后取10mg多壁碳纳米管加入溶液中,搅拌均匀后,加入9g钛酸钡纳米粉末,超声处理1h,即得分散均匀的敏感薄膜材料二;

[0101] (c)制备敏感薄膜材料三(04):将荧光指示剂 $\text{Ru}(\text{bpy})_3\text{Cl}_2$ 和 $\text{Ru}(\text{dpp})_3\text{Cl}_2$ 按1:2的比例加入溶有PVC的40ml四氢呋喃溶液中,在密封遮光条件下,低温搅拌1h,即得到敏感薄膜材料三;

[0102] 步骤四,制备SAW传感器:

[0103] (a)将经步骤一清洗的SAW器件烘干后,利用磁控溅射结合模板法分别在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域镀一层金属Ni膜,然后利用定量移液器取敏感薄膜材料三涂覆在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域,以完全覆盖Ni膜为准;利用相同的方式分别在通道一和通道二、通道四和通道五的敏感区域依次涂覆敏感薄膜材料一和敏感薄膜材料二;

[0104] (b)将SAW器件放入真空干燥箱中95℃下干燥20h;

[0105] (c)循环(a)、(b)操作两次,使通道一、通道二、通道四和通道五的敏感区域表面均形成三层Ni膜和六层敏感薄膜;

[0106] (d)对SAW器件进行加盖及接导线处理,其中,盖子上对应每个通道的敏感区域正上方有预留的进气孔,构成SAW传感器。

[0107] 优选地,SAW气体传感器的测试系统由测试腔和测试电路、动态配气装置和频率计数器组成。动态配气装置用来混合不同浓度的待测气体并控制气体的流量;测试电路用来在SAW器件上施加交变电压;频率计数器用来实时记录在目标气体中传感器的频率变化。其中,定义灵敏度为传感器频率的变化量与初始频率的比值;响应时间为传感器与气体接触开始到传感器频率变化量为峰值变化量的90%所用的时间;恢复时间为传感器与气体接触停止开始到传感器频率恢复值得90%所用的时间。

[0108] 首先,将制作好的声表面波气体传感器放入密封测试腔中,打开配气系统,向测试腔中通入 N_2 ,排出空气,等到传感器的频率稳定之后。开始向测试腔中通入 CO_2 ,待传感器频率稳定后,关闭 CO_2 ,然后再次通入 N_2 ,待传感器频率再次稳定。采用该方法,依次测试500ppm、2500ppm的 CO_2 的响应结果,通过通道一和通道二得到频率变化量分别为2.6KHz、4.7KHz,响应时间和恢复时间分别为6min和8min,并且通道一和通道二对每次读数的差值小于7%;

[0109] 然后,利用相同的测试步骤,将 CO_2 气体改为 NO_2 气体,依次测试50ppm、250ppm的 NO_2 的响应结果,通过通道四和通道五得到频率变化量分别为3.1KHz、5.5KHz,响应时间和恢复时间分别为5min和2min,并且通道四和通道五对每次读数的差值小于7%。通过测试结果可以看出,该五通道SAW结构传感器对 CO_2 、 NO_2 气体的灵敏度较好,并且对每种气体均采用双通道测试,得到的数据可信度大大提高。在工作温度为80℃下,测试结果的波动值在±9%,表现较好的高温稳定性。

[0110] 实施例5

[0111] 本申请提供一种基于气体检测的智能家居控制系统,包括控制系统本体和安装于控制系统内部的监控CO₂、NO₂气体浓度的SAW传感器;如图1所示SAW传感器结构示意图,所述SAW传感器拥有五通道结构,其中通道三作为参考通道,通道一与通道二的敏感区域涂覆敏感薄膜材料一(01),进行CO₂气体的探测;通道四与通道五的敏感区域涂覆敏感薄膜材料二(02),进行NO₂气体的探测;所述通道敏感薄膜材料一、二均为三层,所述敏感薄膜与SAW器件之间还磁控溅射一层Ni膜(03),所述Ni膜厚度为90nm;图2示出了图1中的SAW传感器的通道一或通道二区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次,图3是图1中的SAW传感器的通道四或通道五区域中Ni膜和敏感薄膜材料涂覆顺序的截面图,其中,完整的顺序应为循环三次。

[0112] 图4是根据一示例性实施例示出的SAW传感器的制备方法,包括以下步骤:

[0113] 步骤一,清洗SAW器件:将SAW器件依次放入丙酮、乙醇、去离子水中,分别超声处理20min,去除SAW器件表面污染物,然后将器件放入烘箱中烘干,并测试其振荡频率;

[0114] 步骤二,加固SAW器件:在SAW器件的表面上涂刷一层保护涂层,所述保护涂层主要由碳化硅、氧化锡、高硼硼酸钙和氧化锂以2:3:9:1的比例配制而成;

[0115] 步骤三,制备敏感薄膜材料:

[0116] (a)制备敏感薄膜材料一(01):取85mg的购买的聚醚酰亚胺材料加入烧杯中,加入20ml的超纯水,搅拌均匀,然后加入30mg的聚噻吩,搅拌均匀,随后再加入购买的27g Ni纳米粉末,将烧杯放入超声振荡器中,水浴加热70℃情况下,超声振荡4h,得到分散均匀的敏感薄膜材料一;

[0117] (b)制备敏感薄膜材料二(02):取14mg分子纯的聚苯胺溶解在50ml的三氯甲烷溶液中,然后取10mg多壁碳纳米管加入溶液中,搅拌均匀后,加入9g钛酸钡纳米粉末,超声处理1h,即得分散均匀的敏感薄膜材料二;

[0118] (c)制备敏感薄膜材料三(04):将荧光指示剂Ru(bpy)₃Cl₂和Ru(dpp)₃Cl₂按1:2的比例加入溶于PVC的40ml四氢呋喃溶液中,在密封遮光条件下,低温搅拌1h,即得到敏感薄膜材料三;

[0119] 步骤四,制备SAW传感器:

[0120] (a)将经步骤一清洗的SAW器件烘干后,利用磁控溅射结合模板法分别在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域镀一层金属Ni膜,然后利用定量移液器取敏感薄膜材料三涂覆在通道一、通道二、通道四、通道五的敏感区域,以完全覆盖Ni膜为准;利用相同的方式分别在通道一和通道二、通道四和通道五的敏感区域依次涂覆敏感薄膜材料一和敏感薄膜材料二;

[0121] (b)将SAW器件放入真空干燥箱中95℃下干燥20h;

[0122] (c)循环(a)、(b)操作两次,使通道一、通道二、通道四和通道五的敏感区域表面均形成三层Ni膜和六层敏感薄膜;

[0123] (d)对SAW器件进行加盖及接导线处理,其中,盖子上对应每个通道的敏感区域正上方有预留的进气孔,构成SAW传感器。

[0124] 优选地,SAW气体传感器的测试系统由测试腔和测试电路、动态配气装置和频率计数器组成。动态配气装置用来混合不同浓度的待测气体并控制气体的流量;测试电路用来

在SAW器件上施加交变电压；频率计数器用来实时记录在目标气体中传感器的频率变化。其中，定义灵敏度为传感器频率的变化量与初始频率的比值；响应时间为传感器与气体接触开始到传感器频率变化量为峰值变化量的90%所用的时间；恢复时间为传感器与气体接触停止开始到传感器频率恢复值得90%所用的时间。

[0125] 首先，将制作好的声表面波气体传感器放入密封测试腔中，打开配气系统，向测试腔中通入N₂，排出空气，等到传感器的频率稳定之后。开始向测试腔中通入CO₂，待传感器频率稳定后，关闭CO₂，然后再次通入N₂，待传感器频率再次稳定。采用该方法，依次测试500ppm、2500ppm的CO₂的响应结果，通过通道一和通道二得到频率变化量分别为2.6KHz、4.7KHz，响应时间和恢复时间分别为6min和3min，并且通道一和通道二对每次读数的差值小于7%；

[0126] 然后，利用相同的测试步骤，将CO₂气体改为NO₂气体，依次测试50ppm、250ppm的NO₂的响应结果，通过通道四和通道五得到频率变化量分别为3.1KHz、5.5KHz，响应时间和恢复时间分别为5min和9min，并且通道四和通道五对每次读数的差值小于7%。通过测试结果可以看出，该五通道SAW结构传感器对CO₂、NO₂气体的灵敏度较好，并且对每种气体均采用双通道测试，得到的数据可信度大大提高。在工作温度为80℃下，测试结果的波动值在±12%，表现较好的高温稳定性能。

[0127] 本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后，将容易想到本发明的其它实施方案。本申请旨在涵盖本发明的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者适应性变化遵循本发明的一般性原理并包括本申请未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本发明的真正范围和精神由下面的权利要求指出。

[0128] 应当理解的是，本发明并不局限于上面已经描述并在附图中示出的精确结构，并且可以在不脱离其范围进行各种修改和改变。本发明的范围仅由所附的权利要求来限制。

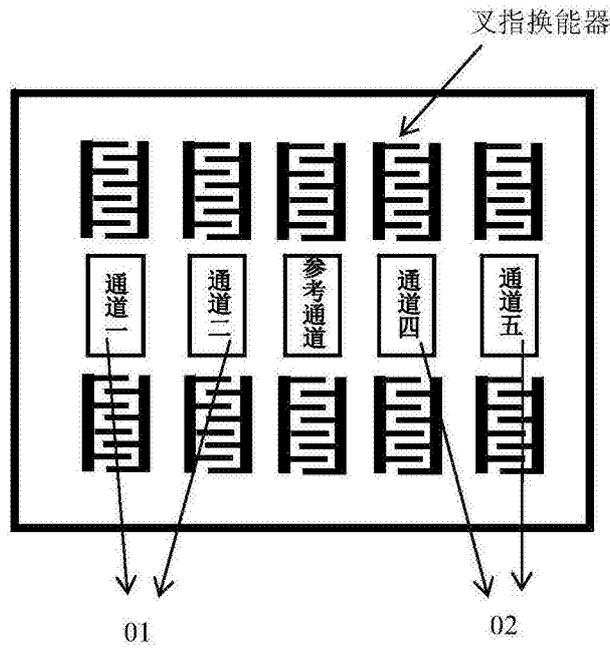


图1

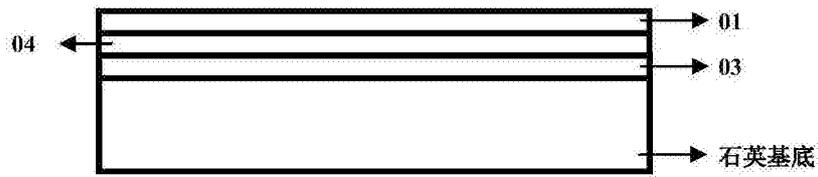


图2

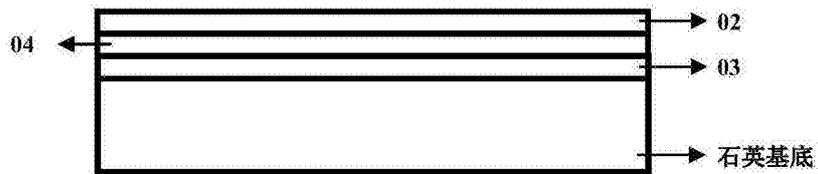


图3

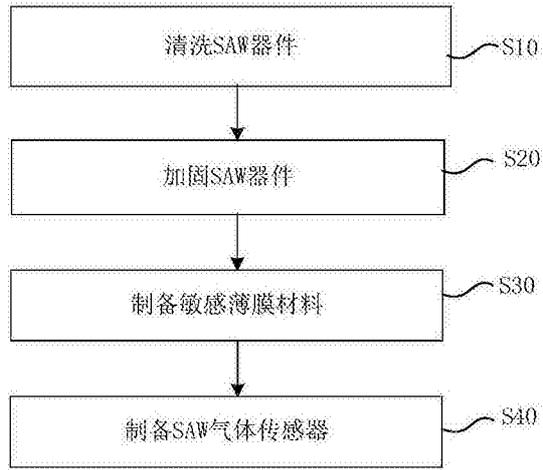


图4