



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105067552 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201510480967. 9

(22) 申请日 2015. 08. 07

(71) 申请人 烟台三环锁业集团有限公司

地址 264000 山东省烟台市芝罘区西南河路  
47 号

(72) 发明人 张书亮 涂文军 杨先明 逢东庆  
张彬

(74) 专利代理机构 烟台智宇知识产权事务所  
(特殊普通合伙) 37230

代理人 张学军

(51) Int. Cl.

G01N 21/3504(2014. 01)

G08C 17/02(2006. 01)

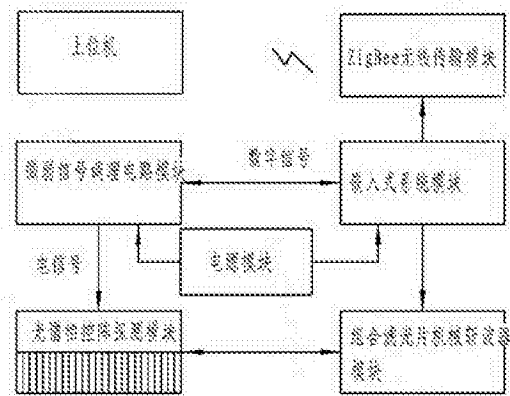
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测  
仪器

(57) 摘要

一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测  
仪器,包括仪器壳体,其特征在于所述仪器壳体内  
安装有光谱相控阵探测模块、相控阵红外光源模  
块、组合滤光片机械斩波器模块、微弱信号调理  
电路模块、嵌入式系统模块、电源模块和无线传  
输模块,以上所述模块通过数据线或电源线联接,  
所述光谱相控阵探测模块由 128 个光锥与热释电  
探测器一维线性阵列构成。



1. 一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器,包括仪器壳体,其特征在于所述仪器壳体内安装有光谱相控阵探测模块、相控阵红外光源模块、组合滤光片机械斩波器模块、微弱信号调理电路模块、嵌入式系统模块、电源模块和无线传输模块,以上所述模块通过数据线或电源线联接,所述光谱相控阵探测模块由 128 个光锥与热释电探测器一维线性阵列构成。

2. 如权利要求 1 所述的一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器,其特征在于所述相控阵红外光源模块由单一红外光源构成。

3. 如权利要求 1 所述的一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器,其特征在于所述组合滤光片机械斩波器模块包含机械斩波器和组合滤光器,所述组合滤光器由带有四个滤光片的光盘、四工位微型电机、电机控制电路构成。

4. 如权利要求 1 所述的一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器,其特征在于所述嵌入式系统模块由系统主程序、初始化子程序、ZigBee 无线通信子程序、传感检测子程序、报警子程序、显示子程序、数据处理子程序和远程控制子程序组成。

5. 如权利要求 1 所述的一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器,其特征在于所述电源模块包括 6V 直流 3500mAh 锂电池和稳压电路。

6. 如权利要求 1 至 5 任一所述的一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器,其特征在于所述光谱相控阵探测模块、相控阵红外光源模块和组合滤光片机械斩波器模块通过法兰加 O 型密封圈与仪器壳体连接。

## 一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种智能仪器仪表,尤其涉及一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器。

### 背景技术

[0002] 目前市面上存在的气体传感器都仅能测量某一种气体。如果要同时测量多种气体,则不同的气体会对测量单一气体的传感器产生干扰,无法获得所要求的精度;另外,传统的气体传感器在结构和器件性能上存在着各种影响因素,例如光源波动、电路固有噪声、电子器件漂移等,这些干扰都具有随机性的特点,当气体浓度较低时,检测信号较弱,造成传统的红外气体传感器无法完成测量;现在气体传感器一般是有源供电,通过信号线进行数据的通信和传输,这样就限制了该产品在无电及恶劣环境下的应用;同时,目前气体传感器一般没有数据挖掘功能,只是按照事先设定的时间间隔把采集到的所有数据信号传送给上位机进行处理,数据量过大且处理复杂,易造成通信网络堵塞和关键数据丢失。

[0003] 现有技术存在以下问题:1、单一红外光源无法完成对多种气体浓度的测量;2、当气体浓度较低时,检测信号较弱时,目前气体传感器无法进行测量;3、目前气体传感器一般为有源、有线数据通信,不能实现无电及恶劣环境下的应用;4、目前气体传感器不具备数据挖掘功能,数量量过大且处理复杂,易造成通信网络堵塞和关键数据丢失。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的问题,本发明提出一种基于光谱相控阵分析技术红外气体检测仪器,包括仪器壳体,其特征在于所述仪器壳体内安装有光谱相控阵探测模块、相控阵红外光源模块、组合滤光片机械斩波器模块、微弱信号调理电路模块、嵌入式系统模块、电源模块和无线传输模块,以上所述模块通过数据线或电源线联接,所述光谱相控阵探测模块由128个光锥与热释电探测器一维线性阵列构成。

[0005] 进一步地,所述相控阵红外光源模块由单一红外光源构成。

[0006] 进一步地,所述组合滤光片机械斩波器模块包含机械斩波器和组合滤光器,所述组合滤光器由带有四个滤光片的光盘、四工位微型电机、电机控制电路构成。

[0007] 进一步地,所述嵌入式系统模块由系统主程序、初始化子程序、ZigBee无线通信子程序、传感检测子程序、报警子程序、显示子程序、数据处理子程序和远程控制子程序组成。

[0008] 进一步地,所述电源模块包括6V直流3500mAh锂电池和稳压电路。

[0009] 进一步地,所述光谱相控阵探测模块、相控阵红外光源模块和组合滤光片机械斩波器模块通过法兰加O型密封圈与仪器壳体连接。

[0010] 本发明是一种基于光谱相控阵分析技术,采用模块化设计思想,进行仪器设计。由于不同的气体具有不同的光谱特性,即有不同的气体分子特征有不同吸收波长,根据朗伯-比尔定律,特征吸收强度与气体浓度成正比,依据非色散红外技术原理,采用光谱相控阵分析技术,基于电子开关控制多个热辐射源以及多光路设计方法,结合本发明独创采用

多种滤光片组合机械斩波器和 FPGA 时间延迟控制,实现红外光束的电子偏转和动态聚焦,即光谱相控阵方法,实现对多种气体的测量。具体技术方案本智能仪器相控阵红外光源模块、组合滤光片机械斩波器模块、微弱信号调理电路模块、嵌入式系统模块、电源模块和无线传输模块;在红外光源,通过相控阵技术实现不同位置电子偏转和动态聚焦,通过多束红外光束在不同位置的叠合,在该处能量就会增强,高强度光束在照射到气体上时,即使该气体含量比较低,由于强度比较高,也能让传感器感应到,由于不同气体分子对红外光线吸收波长不同,在通过多种滤光片组合机械斩波器时,在不同滤光片过滤下,不同光谱被探测器面阵模块所吸收,面阵探测器模块把光信号转换为电信号,通过微弱信号调理电路模块把微弱电信号进行放大、滤波和 AD 转换为数字信号,传输到嵌入式系统模块中,内置在嵌入式系统的数据挖掘算法对数字信号进行分析,把异常数字信号进行筛选,通过基于 ZigBee 协议无线通信模块传输给上位机,同时在本智能仪器显示屏上进行气体浓度数值显示。

[0011] 本发明的优点在于基于本发明光谱相控阵分析技术,采用电子开关控制多个热辐射源以及多光路设计方法原理,结合本发明独创采用多种滤光片组合机械斩波技术,实现红外光线的偏转和聚焦,通过研究不同气体分子吸收特征波长技术,可实现 O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 多种气体的高精度测量。

[0012] 采用谐波调制技术实现对低浓度气体微弱信号的检测。基于 TDLAS 原理,采用谐波调制技术,结合波长调制方法,并针对微弱信号,本发明专门设计微弱信号放大、调理电路,实现对低浓度气体微弱信号的检测。

[0013] 采用无线数据传输及锂电池供电,实现全密封设计,可应用无电、高温、高压等恶劣环境下气体检测。本系统采用基于 ZigBee 无线通讯协议,提高了信号抗干扰性及传输距离,采用唤醒模式,实现低功耗功能;电源模块采用锂电池供电,实现系统无线化运行,且无需外接电源工作,利于仪器全方位密封,因此,该系统可以在高温、高压等恶劣环境下实现对气体检测。

[0014] 采用智能数据挖掘技术,减少无线通信的数据量,提高关键数据传输的可靠性。本仪器采用基于 LINUX 嵌入式系统,内置智能数据挖掘技术,对采集的数据进行筛选,对于发现的异常数据通过无线网络传输到上位机,由于传输数据量少,因此不宜发送数据丢失和网络堵塞情况,提高了仪器的可靠性。

## 附图说明

[0015] 图 1 是本发明的工作流程图;

图 2 是本发明的结构示意图;

其中 1 是光谱相控阵探测模块、2 是仪器壳体、3 是嵌入式系统模块、4 是微弱信号调理电路模块、5 是 ZigBee 无线传输模块、6 是电源模块、7 是相控阵红外光源模块、8 是组合滤光片机械斩波器模块。

## 具体实施方式

[0016] 本智能仪器主要包括七个部分:光谱相控阵探测模块、相控阵红外光源模块、组合滤光片机械斩波器模块、微弱信号调理电路模块、嵌入式系统模块、电源模块和无线传输模块。光谱相控阵探测模块、相控阵红外光源模块、组合滤光片机械斩波器模块、微弱信号调

理电路模块、嵌入式系统模块、电源模块和无线传输模块通过数据线或电源线进行联接,七个模块安装在 IP65 级仪器壳体内,对于光谱相控阵探测模块、相控阵红外光源模块模块和组合滤光片机械斩波器模块准直性和稳定性较差的问题,本发明采用法兰加 O 型密封圈进行连接,不但符合 IP67 防护级别,还具有一定的抗振动功能,另外四个模块也集成在仪器壳体内,实现一体化设计,设备结构示意图如附图 2 所示。

[0017] 光谱相控阵探测模块采用光谱相控阵技术,由 128 个光锥与热释电探测器一维线性阵列构成,光锥与热释电探测器具有良好的光学广谱特性,其敏感性覆盖对 O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 多种气体光谱;另外,本仪器基于电子开关控制多个热辐射源以及多光路设计方法原理,结合本发明独创采用多种滤光片组合机械斩波和 FPGA 时间延迟控制技术,实现光谱信号的延迟接收,,即光谱相控阵方法,通过嵌入式系统模块在一定时间间隔内控制组合滤光片机械斩波器模块更换不同的滤光片,实现对 O<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 多种气体的高精度测量;同时,采用相控阵面阵技术可对参比光与多路测量光的光强同时测量,既可实现多组分同时探测,又能实时反映非气体吸收因素引起的光强变化,抗光干扰能力比较强,可以用在光干扰的环境中。

[0018] 相控阵红外光源模块由单一红外光源构成,具体由 5V 恒压电源加热一根经老化处理的镍铬合金灯丝,灯丝发出的红外光经离轴抛物镜面反射准直,被机械斩波器调制 6Hz 的红外光源,经过 FPGA 控制的旋转反光镜,通过延时控制实现红外光源在不同位置的聚焦,即实现红外光束的电子偏转和动态聚焦,增强不同位置红外光能量,即使气体浓度低也有较高的反射信号,另外,因为通过光谱相控阵技术,可实现不同位置动态聚焦,避免不同类型气体的干扰问题,可实现对多种气体的精准测量;组合滤光片机械斩波器模块除了用于调制红外光源的机械斩波器外,还有组合滤光器组成,组合滤光器由带有四个滤光片的光盘、四工位微型电机、电机控制电路构成,电机控制电路接收嵌入式系统发出的脉冲信号,使微型电机带动光盘旋转,实现四个滤光片的不同选择。

[0019] ZigBee 无线传输模块采用最新 ZigBee 传输技术,使用 ZSD2110 芯片,是在 2.4GHz 的 ISM 频段集成基带和射频的单心芯片,芯片内部集成 32KbyteRAM,使用 SPI、UART、USB 接口传输数据,最大传输数据 10Mbps,具有较强的抗干扰能力和设备联络功能,能够实现 1500m 的全向识别,满足本设备数据传输速度要求。

[0020] 电源模块包括 6V 直流 3500mAh 锂电池和稳压电路,对微弱信号调理电路模块、嵌入式系统模块、电源模块和无线传输模块进行供电,稳压电路采用三端固定式集成稳压器 CW7860,功能齐全,安全可靠。

[0021] 微弱信号调理电路模块基于 TDLAS 原理,采用谐波调制技术,结合波长调制方法,实现对微弱信号的放大、滤波和调理,针对微弱信号,本发明专门设计微弱信号放大、调理电路,即前置放大电路采用高精度、低漂移的模拟放大电路,并采用窄带滤波电路滤波,通过二级放大电路,把测定模拟信号送入 A/D 转换电路,A/D 转换电路采用 MAX496 芯片,该芯片是一款 16 通道,超高速,增益固定为 1,闭环电压反馈的视频缓冲器,它采用独特的两级电压反馈结构,具有传统的电压反馈和电流模式反馈的优点,带宽可达 375MHz. 3dB,回转率达 1600V / us,170mA 的输出电流驱动能力。再兼之具有低噪声,相位、增益误差低,低失真的优点,适合于本仪器高精度模数转换器 (ADC) 输入以及应用于数据通信。信号放大、带通滤波电路本系统采用 Analog Devices 公司的 AD8334 放大芯片。AD8334 是一款 16 通

道,超低噪声,输入电阻可配置的可变增益线性放大器,这种高集成度芯片所需的外围器件也比较少,这样可以大大缩小系统的体积,减小设计的难度。

[0022] 嵌入式系统模块基于 LINUX 嵌入式系统,采用 C 语言和汇编语言混合编程,系统软件由系统主程序、初始化子程序、ZigBee 无线通信子程序、传感检测子程序、报警子程序、显示子程序、数据处理子程序和远程控制子程序组成,研发基于人工智能技术的气体测试系统软件,数据处理子程序内置智能数据挖掘技术,对采集的数据进行筛选,通过基于神经网络的聚类算法和基于预测型知识挖掘人工智能算法,通过机器学习专家系统对于发现的异常数据通过无线网络传输到上位机,由于传输数据量少,因此不宜发送数据丢失和网络堵塞情况,提高了仪器的可靠性;以 ARM9 微处理器为核心,采用三星公司 32 位 RISC 的 S3C2440 芯片,最高主频达到 400MHz,实现 MMU、AMBA BUS 和 Harvard 高速缓冲体系结构,且低功耗、低价格和高性能,满足本智能仪器的低功耗高精度检测需要。

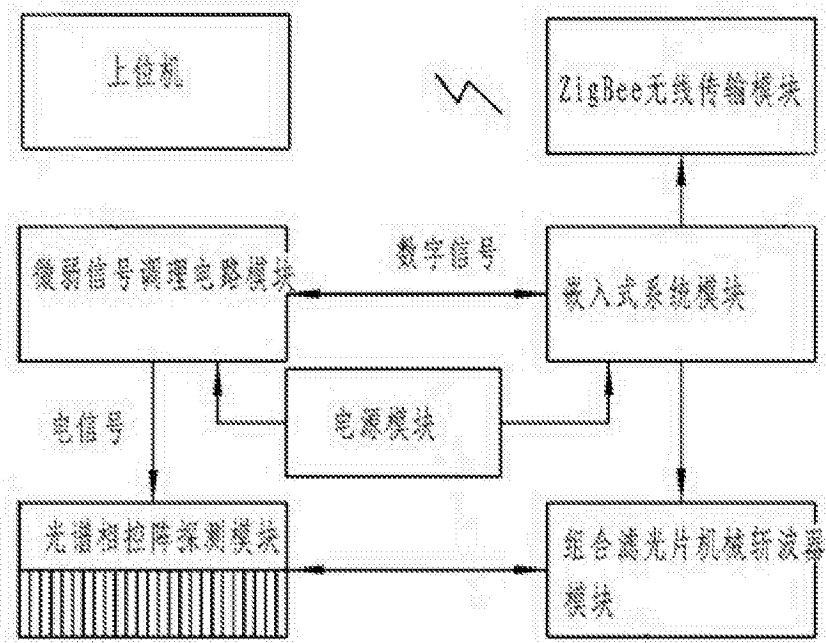


图 1

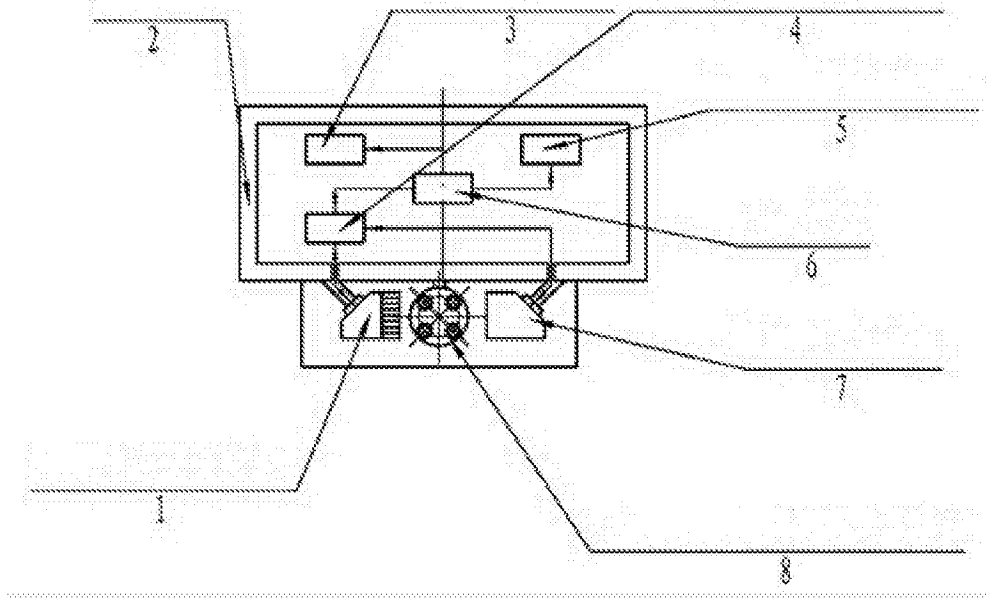


图 2