



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105791772 B

(45)授权公告日 2019.01.18

(21)申请号 201610169683.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.03.21

H04N 7/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105791772 A

(56)对比文件

CN 101388130 A, 2009.03.18,

(43)申请公布日 2016.07.20

CN 102387352 A, 2012.03.21,

(73)专利权人 深圳信可通讯技术有限公司

JP 2005303373 A, 2005.10.27,

地址 518102 广东省深圳市宝安区西乡宝
源路2002号海虹工业区中央大道A栋
16层D、E单元

CN 201893807 U, 2011.07.06,

(72)发明人 王军 陈欣

CN 102917210 A, 2013.02.06,

(74)专利代理机构 北京卓嵒智财知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11624

CN 103345824 A, 2013.10.09,

代理人 郭智

JP 2001333464 A, 2001.11.30,

于相斌等.基于单片机的多点温度测量仪的
设计.《微型机与应用》.2011,(第08期),

审查员 张一飞

权利要求书2页 说明书9页 附图4页

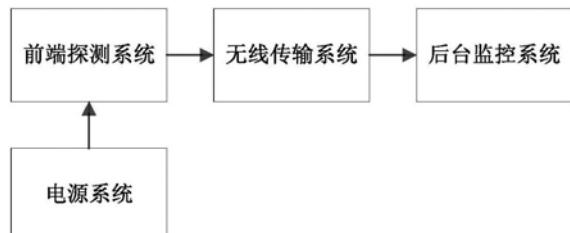
(54)发明名称

一种校园无线视频监控系统

(57)摘要

本发明公开了一种校园无线视频监控系统，包括前端探测系统、后台监控系统、无线传输系统和电源系统，所述前端探测系统采集视频以及气象数据，通过无线传输系统发送给后台监控系统，所述后台监控系统包括信息处理模块和智能视频分析模块，信息处理模块对气象数据分析处理，将预警信息发送给后台监控系统的显示终端，智能视频分析模块对采集的视频流进行行为识别，将异常数据发送给后台监控系统显示终端，所述电源系统为前端探测系统供电。构建校园无线视频监控系统可有效弥补有线监控系统的不足，免去布线的麻烦，提高校园视频监控的能力，对保证校园安全具有重要作用。

B



1. 一种校园无线视频监控系统,其特征在于,包括前端探测系统、后台监控系统、无线传输系统和电源系统,所述前端探测系统采集视频以及气象数据,通过无线传输系统发送给后台监控系统,所述后台监控系统包括信息处理模块和智能视频分析模块,信息处理模块对气象数据分析处理,将预警信息发送给后台监控系统的显示终端,智能视频分析模块对采集的视频流进行行为识别,将异常数据发送给后台监控系统显示终端,所述电源系统为前端探测系统供电;

所述前端探测系统包括无线网络摄像机和气象监测模块,无线网络摄像机和气象监测模块分别通过无线传输系统向后台监控系统发送数据;

所述气象监测传感器包括路面状态传感器、路面温度传感器、路基温度传感器、降水发生传感器和空气温湿度传感器;

所述空气温湿度传感器包括半导体检测单元、二次转换单元和信号处理单元,半导体检测单元包括两个半导体应变片 $R_{\epsilon 1}$ (4) 和 $R_{\epsilon 2}$ (5),半导体应变片 $R_{\epsilon 1}$ (4) 和 $R_{\epsilon 2}$ (5) 设在半径为 r_0 的圆形膜片 (3) 上,圆形膜片 (3) 设在U型支座 (1) 上,膜片 (3) 与U型支座 (1) 间形成一个干燥的空气密封腔 (2),两个半导体应变片受到膜片 (3) 内外两侧的压力差和温度激励作用下输出电阻响应,二次转换单元将电阻响应信号转换为脉宽信号,信号处理单元通过数据解耦分离出温度、内外压力差和相对湿度数据;

所述的半导体应变片 $R_{\epsilon 1}$ (4) 设置在圆心位置, $R_{\epsilon 2}$ (5) 设置在膜片 (3) $0.89r_0$ 的圆上,两个半导体应变片在气压激励下各自产生的电阻增量数值相同,正负相反。

2. 根据权利要求1所述的校园无线视频监控系统,其特征在于,所述电源系统包括太阳能电池板、蓄电池和电源控制器,太阳能电池板将转化的电能储存在蓄电池中,电源控制器控制充放电过程。

3. 根据权利要求1所述的校园无线视频监控系统,其特征在于,所述气象监测模块包括气象监测传感器、分析单元和预警信息发布单元,气象监测传感器将采集的气象数据发送给分析单元,分析单元将气象数据进行分析处理,判别气象变化倾向,当有积雪、结冰以及出现冰水混合物倾向时,通过预警信息发布单元向后台监控系统发布告警信息。

4. 根据权利要求1所述的校园无线视频监控系统,其特征在于,所述信息处理模块包括预警信号接收器、视频信号接收器、CPU处理器、开关、图像抓取单元、图像信号输出接口和预警信号输出接口,视频信号接收器输入端与无线网络摄像机连接,输出端与开关连接;预警信号接收器输入端与气象监测模块中的预警信息发布单元连接,输出端分别与CPU处理器和预警信号输出接口连接;CPU处理器输出端与开关连接;开关的输出端与图像抓取单元连接;图像信号输出接口和预警信号输出接口均与后台监控系统的显示终端连接。

5. 根据权利要求4所述的校园无线视频监控系统,其特征在于,所述智能视频分析模块包括图像预处理单元、目标识别单元和GUI单元,图像预处理单元对监控图像去噪和增强,目标识别单元实现将图像预处理单元中图像的目标提取,GUI单元设置报警条件规则、画定监控区域、更换底图和识别结果展示所述图像预处理单元连接视频信号接收器。

6. 根据权利要求1所述的校园无线视频监控系统,其特征在于,所述后台监控系统还包括视频访问模块、参数设置模块和云台控制模块,通过网络摄像机名称、IP地址、端口号、通信连接方式、通道号以及登录网络摄像机的用户名和密码设置摄像机读取的准入机制;参数设置模块对网络摄像机的网络参数、图像参数、通道参数、云台参数的设置和获取;云台

控制模块用于控制无线网络摄像机的辅助设备。

一种校园无线视频监控系统

技术领域

[0001] 本发明属于物联网应用技术领域,具体涉及一种校园无线视频监控系统。

背景技术

[0002] 当今社会,校园安全已经成为一个社会高度关注的热点问题,有效解决当前校园安全存在的问题,确保校园安全,已经成为创建平安社会工作的一个重要内容,校园安防工程是全面加强学校安全管理工作,维护学校正常教育教学和生活秩序,保证师生人身财产安全,营造安全、稳定、文明、健康的育人环境的一项基础性工作。运用先进的技术手段,在一定区域范围内警戒可能发生的入侵行为,对发生的报警事件及时捕获、处理和记录相关影像,对重要的部门进出情况进行自动记录,对重要区域提供有效的保护等,是安全防范系统追求的目标,防范胜于救险,提高学生安全防范等级、加强校园的安全防护迫在眉睫。

发明内容

[0003] 根据以上现有技术的不足,本发明所要解决的技术问题是提出一种校园无线视频监控系统,通过采用无线视频监控技术,提高校园监控能力,对于保障校园安全具有重要作用。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:一种校园无线视频监控系统,包括前端探测系统、后台监控系统、无线传输系统和电源系统,所述前端探测系统采集视频以及气象数据,通过无线传输系统发送给后台监控系统,所述后台监控系统包括信息处理模块和智能视频分析模块,信息处理模块对气象数据分析处理,将预警信息发送给后台监控系统的显示终端,智能视频分析模块对采集的视频流进行行为识别,将异常数据发送给后台监控系统显示终端,所述电源系统为前端探测系统供电。

[0005] 所述电源系统包括太阳能电池板、蓄电池和电源控制器,太阳能电池板将转化的电能储存在蓄电池中,电源控制器控制充放电过程。所述前端探测系统包括无线网络摄像机和气象监测模块,无线网络摄像机和气象监测模块分别通过无线传输系统向后台监控系统发送数据。所述气象监测模块包括气象监测传感器、分析单元和预警信息发布单元,气象监测传感器将采集的气象数据发送给分析单元,分析单元将气象数据进行分析处理,判别气象变化倾向,当有积雪、结冰以及出现冰水混合物倾向时,通过预警信息发布单元向后台监控系统发布告警信息。所述气象监测传感器包括路面状态传感器、路面温度传感器、路基温度传感器、降水发生传感器和空气温湿度传感器。所述信息处理模块包括预警信号接收器、视频信号接收器、CPU处理器、开关、图像抓取单元、图像信号输出接口和预警信号输出接口,视频信号接收器输入端与无线网络摄像机连接,输出端与开关连接;预警信号接收器输入端与气象监测模块中的预警信息发布单元连接,输出端分别与CPU处理器和预警信号输出接口连接;CPU处理器输出端与开关连接;开关的输出端与图像抓取单元连接;图像信号输出接口和预警信号输出接口均与后台监控系统的显示终端连接。所述智能视频分析模块包括图像预处理单元、目标识别单元和GUI单元,图像预处理单元对监控图像去噪和增

强,目标识别单元实现将图像预处理单元中图像的目标提取,GUI单元设置报警条件规则、画定监控区域、更换底图和识别结果展示所述图像预处理单元连接视频信号接收器。所述后台监控系统还包括视频访问模块,通过网络摄像机名称、IP地址、端口号、通信连接方式、通道号以及登录网络摄像机的用户名和密码设置摄像机读取的准入机制。所述后台监控系统还包括参数设置模块,参数设置模块对网络摄像机的网络参数、图像参数、通道参数、云台参数的设置和获取。所述后台监控系统还包括云台控制模块,云台控制模块用于控制无线网络摄像机的辅助设备。

[0006] 所述空气温湿度传感器包括半导体检测单元、二次转换单元和信号处理单元,半导体检测单元包括两个半导体应变片 $R_{\varepsilon 1}$ 和 $R_{\varepsilon 2}$,半导体应变片 $R_{\varepsilon 1}$ 和 $R_{\varepsilon 2}$ 设在半径为 r_0 的圆形膜片上,圆形膜片设在U型支座上,膜片与U型支座间形成一个干燥的空气密封腔,两个半导体应变片受到膜片内外两侧的压力差和温度激励作用下输出电阻响应,二次转换单元将电阻响应信号转换为脉宽信号,信号处理单元通过数据解耦分离出温度、内外压力差和相对湿度数据。所述的半导体应变片 $R_{\varepsilon 1}$ 设置在圆心位置, $R_{\varepsilon 2}$ 设置在膜片 $0.89r_0$ 的圆上,两个半导体应变片在气压激励下各自产生的电阻增量数值相同,正负相反。

[0007] 本发明有益效果是:构建校园无线视频监控系统可有效弥补有线监控系统的不足,免去布线的麻烦,提高校园视频监控的能力,对保证校园安全具有重要作用。

附图说明

- [0008] 下面对本说明书附图所表达的内容及图中的标记作简要说明:
- [0009] 图1是本发明的具体实施方式的系统结构框图。
- [0010] 图2是本发明的具体实施方式的信息处理模块结构框图。
- [0011] 图3是本发明的具体实施方式的温湿度传感器中应变片的安装示意图。
- [0012] 图4是本发明的具体实施方式的温湿度传感器的结构示意图。
- [0013] 图5是本发明的具体实施方式的应变片的应变分布图。
- [0014] 图6是本发明的具体实施方式的温湿度传感器工作原理结构框图。
- [0015] 图7是本发明的具体实施方式的温湿度传感器的信号流程框图。
- [0016] 图8是本发明的具体实施方式的脉宽信号转换电路图。
- [0017] 图中,1、U型支座,2、空气密封腔腔,3、膜片,4、半导体应变片 $R_{\varepsilon 1}$,5、半导体应变片 $R_{\varepsilon 2}$ 。

具体实施方式

[0018] 下面对照附图,通过对实施例的描述,本发明的具体实施方式如所涉及的各构件的形状、构造、各部分之间的相互位置及连接关系、各部分的作用及工作原理、制造工艺及操作使用方法等,作进一步详细的说明,以帮助本领域技术人员对本发明的发明构思、技术方案有更完整、准确和深入的理解。

[0019] 本发明无线视频监控系统主要由四部分组成:电源系统、无线传输系统、前端探测系统和后台监控系统。当前端探测系统探测到现场产生异常状况时,立即启动现场语音告警系统,同时抓拍现场照片并录像,将报警信息及现场图片通过无线传输系统传输到监控中心,监控中心的管理系统自动将报警信息及图片通过短信/彩信的方式发送到相关工作

人员的手机上，并即刻采取相应措施。本发明提供的无线视频监控系统根据不同的现场环境，设定触发条件启动报警录像，使得校园安全监测更加实用化、智能化，对于外界不安全因素造成的破坏性故障起到根本性的预警效果，将事故发生率、事故危害性降至最低。

[0020] 电源系统由太阳能电池板、蓄电池、电源控制器三部分组成；将太阳能电池板安装在支撑柱顶端，通过太阳能供电方式免去了校园重新布线的麻烦。并选择适当功率的太阳能电板、合适容量的蓄电池并配以低功耗的设备，对于保证系统可靠运行，为减轻前期施工安装、后期检修维护的工作量起到关键作用。

[0021] 无线局域网具有快捷方便的无线接入、灵活多变的拓扑结构、易于维护管理、建设成本低廉等优点，是构建校园无线视频监控系统有效的无线传输系统。校园无线视频监控系统无线局域网主要由无线接入点AP、网络路由器/交换机、服务器和数据电缆/光纤构成，无线接入点AP是校园无线局域网络中有线、无线网络之间的桥梁，由一个无线输出口和一个有线的网络接口(802.3接口)构成。AP本身又兼具网管功能，可针对无线设备进行必要的管理。网络路由器/交换机在网络中除了作为路由/分路功能之外，主要用于数据包的快速转发，它为数据帧从一个端口到另一个任意端口转发提供了低时延、低开销的通路。服务器用于对网络中的所有设备进行管理，接收网络中AP发送的数据包，管理网络中的无线接入设备。调度人员可以通过局域网或Internet登录服务器，通过用户端或浏览器了解校园的安全状况，并可对井下设备进行控制。

[0022] 前端探测系统包括无线网络摄像机和气象监测模块，无线网络摄像机是可以独立实现大范围无死角监控的全景摄像机，可达到360°的监控效果，气象监测模块采用红外光谱分析技术，可以准确的检测路面积水、积雪、结冰以及出现冰水混合物等情况，当检测到积雪或积水有结冰趋势时进行预警。气象监测模块主要包括：气象监测传感器、分析单元和预警信息发布单元。其中气象监测传感器分别包括路面状态传感器、路面温度传感器、路基温度传感器、降水发生传感器、空气温湿度传感器，气象监测传感器将采集的气象数据发送给分析单元，分析单元将气象数据与按照预先设置好的分析方法，判别气象变化倾向，当有积雪、结冰以及出现冰水混合物等倾向时，通过预警信息发布单元告警信息。

[0023] 后台监控系统包括信息处理模块、智能视频分析模块、视频访问模块、参数设置模块和云台控制模块。其中，信号处理模块包括预警信号接收器、视频信号接收器、CPU处理器、开关、图像抓取单元、图像信号输出接口和预警信号输出接口。其中，视频信号接收器输入端与无线网络摄像机连接，输出端与开关连接；预警信号接收器输入端与气象监测模块中的预警信息发布单元连接，输出端分别与CPU处理器和预警信号输出接口连接；CPU处理器输出端与开关连接；开关的输出端分别与图像抓取单元与图像信号输出接口连接；图像信号输出接口与后台监控系统的显示终端连接；预警信号输出接口也与显示终端连接。

[0024] 通过气象监测模块和无线网络摄像机进行360°的路面状况数据采集，利用气象监测模块进行路面温度数据采集，二者采集到的信息分别传输到信号处理模块，经过处理后输出到显示终端，显示终端可显示路面视频及报警信息。当气象监测模块检测到路面结冰后，预警信号接收器接收到信号，一路输出到CPU处理器，一路输出到预警信号输出接口；CPU处理器输出信号使得开关闭合，无线网络摄像机开始摄像，图像抓取单元开始抓取图片；图像抓取单元的图像信息传输到图像信号输出接口；预警信号输出接口与图像信号输出接口分别将信号输出到显示终端。

[0025] 智能视频分析模块负责前端无线网络摄像机异常状况的行为识别与报警以及与后台监控系统软件平台的信息交互;针对视频信号接收器接收的摄相机视频信号进行分析处理,实现异常状况的智能识别和自动判断,利用图像处理技术和差异化算法,正确地分析处理监控图像信息,显示可视化结果,报警处理危险的目标;其次,检测系统应根据阴晴、雨雪等天气变化,自动更新动态图像对比所需底图,并使用图像增强技术过滤掉不利因素,从而减少误报率。

[0026] 智能视频分析模块主要通过图像预处理、目标识别和GUI逻辑三个重要单元实现预期目标。图像预处理单元对摄像机采集到的监控图像存在的噪声使用图像去噪算法予以消除,同时使用图像增强算法对图像的边缘特征、灰度特征等重要信息进行增强处理。目标识别单元基于图像分割法、边界提取和图像数学形态学实现监控图像中的目标提取。GUI单元能够实现设置报警条件规则、划定监控区域、更换底图和识别结果展示,为后台监控系统启动报警提供判定依据。

[0027] 为了实现用户对校园无线网络摄像机的远程访问和视频预览,设计并开发了视频访问模块。视频访问模块通过网络摄像机名称、IP地址、端口号、通信连接方式、通道号以及登录网络摄像机的用户名和密码,实现对网络摄像机的远程访问。无线网络摄像机以网络摄像机名称、IP地址和端口号来实现摄像机在系统中的唯一性,以用户名和密码来实现网络摄像机的安全性。

[0028] 无线网络摄像机内置网络服务器,为了实现对网络服务器中一系列参数的设置,从而最优化地利用好无线网络摄像机,本发明系统设计并开发了参数设置模块。参数设置模块可以实现对网络摄像机的网络参数、图像参数、通道参数、云台参数等的设置和获取。

[0029] 云台控制模块用于实现对无线网络摄像机辅助设备的控制,无线网络摄像机可以通过RS485串口控制云台、镜头、雨刷等摄像机辅助设备。

[0030] 本发明提供的空气温湿度传感器使用解析法从多种激励因素中分离出相应的转换响应,设计了一种由弹性膜片和U型支座组成的温湿度传感器,弹性膜片和U型支座间形成一个干燥空气密封腔,在膜片外表的圆心和靠周边的合适位置各配置了一个半导体应变片。以此装置来接收空气中的多种激励信息,再经过二次变换和信号处理后,就可得到温度,相对湿度和大气压等数据信息。该装置没有传统湿敏元件的时滞长、不稳定性和难以维护保养的问题,在恶劣环境中能保持转换精度和长期稳定性,且便于维护。本发明的温湿度传感器只用应变电阻传感器以转换多种大气状态参数,相比于传统的温湿度传感器,实现了单一的敏感结构具有多种转换功能的设计方法。

[0031] 所述温湿度传感器包括半导体检测单元、二次转换单元和信号处理单元,半导体检测单元中设有两个半导体应变片 $R_{\varepsilon 1}$ 和 $R_{\varepsilon 2}$ 安装在半径为 r_0 的圆形膜片上,半导体应变片受压电阻发生变化输出电阻响应,二次转换单元接收半导体检测单元的输出信号,将电阻响应信号转换为脉宽信号,信号处理单元解耦分析二次转换单元的输出信号,分离出温度、相对湿度和大气压数据。

[0032] 所述半导体检测单元中,两个半导体应变片在气压激励下各自产生的电阻增量数值相同,正负相反,其中一个半导体应变片安装在圆心位置,另一个半导体应变片安装在半径 $0.89r_0$ 的同心圆的位置上。所述二次转换单元包括两个相同的脉冲信号转换电路,一个半导体应变片对应连接一个脉冲信号转换电路,脉冲信号转换电路包括555定时器、电阻R

和电容C,电阻R连接在555定时器的2号引脚和3号引脚之间,电容C连接在555定时器的2号引脚上,2号引脚和6号引脚短接,3号引脚和7号引脚短接,555定时器的7号引脚输出脉宽信号连接到信号处理单元。所述脉冲信号转换电路的脉宽转换公式为 $\tau = \ln 2 \cdot C \cdot R$,式中 τ 为输出脉宽,R是电路中的电阻,C为云母标准电容,脉宽输出 τ 与各自所接电阻R成正比。所述圆形膜片根据半导体检测单元中的两个半导体应变片的应变变化分为正应变片区和负应变片区,以半径 $0.63r_0$ 的同心圆为界。所述信号处理单元中设有GPS单元和大气压数值表,GPS单元连接在信号处理单元上用来定位传感器安装点的经纬度,查询安装点的大气压数值。所述信号处理单元中设有温度饱和水汽分压表,信号处理单元利用温度调用相应的饱和水汽分压值。所述集成温度相对湿度传感器设置在圆柱形的U型支座1上,圆形膜片3设置在U型支座1的上表面,圆形膜片3选用黄铜膜片,U型支座1和黄铜膜片之间设有空气密封腔2,两个半导体应变片安装在黄铜膜片的表面。

[0033] 所述信号处理单元利用大气中水蒸气分压力与敏感电阻之差,经二次变换后的脉宽及其对始终频率的计数之差成正比,大气环境温度与敏感元件的计数之和呈单值对应函数关系,计算出应变片所受差压值、水蒸气分压值和温度值。所述信号处理单元利用温度饱和水汽分压表,利用温度值调用相应的饱和水汽分压值,根据相对湿度的公式计算出相对湿度。

[0034] 本发明的温湿度传感器检测模块的具体检测方法如下:步骤一、连接安装传感器电路;步骤二、调整两个半导体应变片的安装位置,确认两个半导体应变片的受气压激烈作用产生的电阻增量相等,正负相反;步骤三、半导体应变片的电阻变化量输入到二次转换单元进行脉宽转换,输出脉宽信号;步骤四、信号处理单元接收二次转换单元输出的脉宽信号,利用道尔顿定律、应变片原理和解析法分析半导体应变片的变化量、温度和水蒸气分压数据,计算出待测点的相对湿度和大气压值。

[0035] 所述信号处理单元利用大气中水蒸气分压力与敏感电阻半导体应变片之差,经二次变换后的脉宽及其对始终频率的计数之差成正比,大气环境温度与敏感电阻的计数之和的对数成反比关系,计算出应变片所受差压值 ΔP 、水蒸气分压 P_w 和温度值 t 。所述信号处理单元利用温度饱和水汽分压表,根据温度值调用相应的饱和水汽分压值,根据相对湿度的公式 $\varphi = P_w / P_{ws}$ 计算出相对湿度,式中 φ 为相对湿度, P_{ws} 为大气压中在某一温度下的饱和水汽分压力。下文通过公式推导详述本发明的温湿度传感器检测温度、湿度以及气压值的过程。

一、大气状态参数

[0036] 道尔顿定律指出,混合大气的总压力等于各组成气体的分压力之和,如公式(1)所示:

$$P_m = P_d + P_w \quad (1)$$

[0038] 式中 P_m (Pa)为混合气体的总压力, P_d (Pa)为干燥大气的分压力, P_w (Pa)为空气中所含水蒸气分压力,其中 P_w 在 P_m 中占最大份额,为5%左右,故 P_m 和 P_d 压力均比较接近标准大气压。

$$[0039] \text{相对湿度} \varphi (\text{RH}\%) \text{的公式为: } \varphi = \frac{P_w}{P_{ws}} * 100\% \quad (2)$$

[0040] 式中 φ 表示相对湿度, P_{ws} 为大气压在某一温度下,饱和水汽分压力(Pa),它随温度而变,可通过已知温度查表或由回归拟合曲线方程求得。由公式(1)可得,若通过仪表能测出差压 $P_m - P_d$,即可计算出 P_w ,再以所测温度,在湿空气密度、水蒸气压力、含湿量对照表中找

到 P_{ws} ,便可由公式(2)算出相对湿度 φ (RH%)。

[0041] 二、应变片及其转换特性

[0042] 传感器中应变片的安装示意图如图3所示,传感器的结构示意图如图4所示,应变片的转换特性及应变分布如图3所示。温湿度传感器为圆柱状结构,外壳包括U型支座1和圆形膜片3,圆形膜片3覆盖在U型支座1上,二者之间形成一个空气密封腔2,两个半导体应变片安装在圆形膜片3上,通过测量半导体应变片的电阻变化计算出温湿度传感器安装环境中的温度、相对湿度和大气压数据。

[0043] 混合大气压 P_M 均匀作用于弹性膜片的外表面,于是膜片两侧的差压为:

$$[\text{0044}] \Delta P = P_M - P_{re} = P_w + P_d - P_{re} \quad (3)$$

[0045] 式中 $P_{re} = 4 \cdot 10^4$ (Pa) 为密封腔中设定的参照压力,标准大气压值为 $P_d = 101325$ (Pa),从而可算出大气中水汽分压力 P_w (Pa)。

[0046] 在差压 ΔP 作用下,膜片表面上应力和应变的分布如下式所示:

$$[\text{0047}] \text{径向应力: } \sigma_r = \frac{3}{8} \left(\frac{r_0}{h} \right)^2 \cdot \Delta P \cdot \left[(1 + \mu) - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 (3 + \mu) \right] \quad (4)$$

$$[\text{0048}] \text{径向应变: } \varepsilon_r = \sigma_r / E = \frac{3}{8E} \left(\frac{r_0}{h} \right)^2 \cdot \Delta P \cdot \left[(1 + \mu) - \left(\frac{r}{r_0} \right)^2 (3 + \mu) \right] \quad (\mu\varepsilon) \quad (5)$$

[0049] 式(4)和(5)中,本发明选用弹性较好的黄铜膜片,E (Pa) 为膜片弹性模量,约为 $7 \cdot 10^{10}$ Pa, μ 为泊松比,约为0.33, r_0 为圆形膜片3的外半径40 (mm), h 为圆形膜片3的膜片厚度0.1 (mm), b 为U型支座1的厚度5 (mm), U型支座1的高度为10 (mm), ΔP 为作用在膜片两侧的差压 (Pa), r (mm) 为应变片位置的半径。

[0050] 若将已知常数代入(4)式,可得圆心应力 $\sigma_{r=0} = 8 \cdot 10^4 * \Delta P$ (Pa) (6)。

[0051] 应变片的灵敏系数 K_ε 和转换特性如公式(7)所示:

$$[\text{0052}] \frac{\Delta R_\varepsilon}{R_0} = K_\varepsilon * \varepsilon \quad (7)$$

[0053] 式中 R_0 为 $t = 0^\circ\text{C}$ 和 $\varepsilon_r = 0$ 时应变片电阻 (Ω), K_ε 约为125, ΔR_ε 则为应变片在 ε_r 激励下电阻的变化量 (Ω),将(6)式代入(7)可得:

$$[\text{0054}] \frac{\Delta R_\varepsilon}{R_0} = 10^7 * \frac{\Delta P}{E} \quad (8)$$

[0055] 若将 $E = 7 \cdot 10^{10}$ Pa代入式可知,应变片所能输出的相对电阻变化,在最大量程下也只有 10^{-2} 量级,故需在装置中加入二次变换和信号处理电路,以获取所需的灵敏度和分辨力。

[0056] 三、二次变换和信号传送流程

[0057] 工作原理结构框图如图6所示,温湿度传感器包括半导体检测单元、二次转换单元、信号处理单元,半导体检测单元中设有两个半导体应变片,半导体应变片受压电阻发生变化输出电阻响应,半导体检测单元的输出端连接二次转换单元,二次转换单元接收半导体检测单元的输出信号,二次转换单元将电阻响应信号转换为脉宽信号,二次转换单元的输出端连接信号处理单元,信号处理单元解耦分析二次转换单元的输出信号。

[0058] 信号流程框图如图7所示,二次转换单元包括两个相同的脉冲信号转换电路,脉冲信号转换电路由555定时器C1和C2组成,二次转换单元和信号处理单元还设有选通开关,选用C3开关,信号处理单元主要组成为C4单片机。图7中 $R_{\varepsilon 1}$ 和 $R_{\varepsilon 2}$ 在 P_w 和 t 激励下,各自产生不同

的R₁和R₂响应,它们经两个相同的脉冲信号转换电路的C1、C2芯片555变换后,各自产生τ₁和τ₂(S)脉宽输出,该脉宽信号经C3开关选通后再送至C4单片机进行信号处理。脉冲信号转换电路如图8所示,电阻R连接在C定时器555的2号引脚和3号引脚之间,电容C连接在555定时器的2号引脚上,2号引脚和6号引脚短接,3号引脚和7号引脚短接,555定时器的7号引脚输出脉宽信号连接到信号处理单元。由于应变片的不同,两个脉冲电路中的电阻和输出脉宽可以用R₁和R₂、τ₁和τ₂表示。

[0059] 脉宽转换公式: $\tau = \ln 2 \cdot C \cdot R (S)$ 对应到两个脉冲信号转换电路即为:

$$[0060] \tau_1 = \ln 2 \cdot C_0 \cdot R_1 (S) \quad (9)$$

$$[0061] \tau_2 = \ln 2 \cdot C_0 \cdot R_2 (S) \quad (10)$$

[0062] 式中τ₁和τ₂为两个半导体应变片对应的两路脉宽输出信号,R₁和R₂为半导体应变片的电阻变化值计量单位为Ω,C₀(F)为云母标准电容,约为 0.72×10^{-6} F,上式表明脉宽输出与各自所接电阻R₁和R₂成正比。

[0063] 四、在多因素输入时,合成响应的解耦处理

[0064] 在τ₁和τ₂中隐含有水汽分压P_w和温度t两种信息,如何能让其在后续的数据处理中分离,需通过数据解耦技术来实现信息分离和复原。

[0065] R₁和R₂电阻变化公式为:

$$[0066] R_1 = R_0 \cdot \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] + \Delta R_{\varepsilon 1} (\Omega) \quad (11)$$

$$[0067] R_2 = R_0 \cdot \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] + \Delta R_{\varepsilon 2} (\Omega) \quad (12)$$

[0068] 式中R₀=1000Ω为基准电阻;B=4850(K)为半导体应变片的阻温系数;T₀=273(K)为参照温度;T(K)为输入温度;ΔR_{ε1}和ΔR_{ε2}分别为R₁和R₂在大气压力激励下各自产生的电阻增量。由以上两式可知,如能让ΔR_{ε1}和ΔR_{ε2}数值相同,但正负相反,即(11)和(12)式可变成:

$$[0069] R_1 = R_0 \cdot \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] + \Delta R_{\varepsilon} (\Omega) \quad (13)$$

$$[0070] R_2 = R_0 \cdot \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] - \Delta R_{\varepsilon} (\Omega) \quad (14)$$

[0071] 将以上两式相减或相加,就可分离出P_w和t两种输入信息,即相加时R₁+R₂=f_t(T),和相减时R₁-R₂=f_ε(P_w),即和与差的结果只与单一输入信息一一对应,ΔR_{ε1}=-ΔR_{ε2}=ΔR_ε。

[0072] 参见图1,整个膜片外表面在差压ΔP作用下,以半径r=0.63r₀为界,区分为正负两个应变区。靠圆心部分内圆为正ε区,而靠周边外圆部分则为负ε区,在此两个区域的合适位置上,可以找到ε数值相等但极性相反的两个点,其一在圆心处,r₁=0,而另一点经(5)式计算为r₂=0.89r₀处。在此两点上配置两片性能相同的半导体应变片,并让其中心与膜片上参照点重合,于是就实现了式(13)和(14)的定量关系。

[0073] 将式(13)加式(14)得 $R_1 + R_2 = 2R_0 \cdot \exp \left[B \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right] (\Omega) \quad (15)$

[0074] 上式中已消除了ε信息对(R₁+R₂)数量上的干扰,然而R₁和R₂分别联接到555芯片的充放电电路中,故已无法将R₁和R₂直接相加,此时就需经过数据运算处理来实现。若让脉宽

τ_1 和 τ_2 在单片机中对时钟频率 f_0 计数,则有计数值 N_1 和 N_2 为:

[0075] $N_1 = \tau_1 \cdot f_0$ (16)

[0076] $N_2 = \tau_2 \cdot f_0$ (17)

[0077] $\tau_1 + \tau_2 = (N_1 + N_2) / f_0$ (S) (18)

[0078] 联立以上公式,并经过整理可得:

[0079] $T = \frac{B}{\ln\left[\left(\exp\frac{B}{T_0}\right) \cdot \left(\frac{N_1 + N_2}{1000}\right)\right]} = \frac{4850}{\ln[5.2 \cdot 10^4 \cdot (N_1 + N_2)]}$ (19)

[0080] 摄氏温度: $t = T - 273$ (°C) (20)

[0081] 式中各常系数是在 $R_0 = 1000 \Omega$, $C_0 = 7.2 \cdot 10^{-6} F$ 和 $f_0 = 10 MHz$ 条件下算出的。从 R_1 和 R_2 的二次转换信息中分离出应变和水蒸气分压 P_w 等信息,将(13)式减去(14)式,可得

[0082] $R_1 - R_2 = 2 \Delta R_e = 2R_0 K_e \cdot \epsilon$ (Ω) (21)

[0083] 再利用 $\tau_1 - \tau_2 = (N_1 - N_2) / f_0$ 和(5)、(9)、(10)式等联立,经整理可得,

[0084] $\Delta P = 10 \cdot (N_1 - N_2)$ (Pa) (22)

[0085] 公式(19)和(22)即为传感器的两种输入-输出特性方程,均有足够的灵敏度和分辨率。已知 φ (RH%) = P_w / P_{ws} ,式中 P_{ws} 可通过温度 t 经查表或下述回归方程算出,

[0086] $P_{ws} = a \cdot \exp(b \cdot t)$ (Pa) (23)

[0087] 式中 a 为6.16 (Pa), b 为0.064 (1/°C) 为拟合常数,于是得

[0088] $P_{ws} = 6.16 \cdot \exp(0.064 \cdot t)$ (Pa) (24)

[0089] 大气压力不是一个定值,随着地区海拔高度的不同而存在差异,同时还随季节温度变化而稍有改变,对 P_w 计算可近似地用下式描述:

[0090] $P_w = \Delta P + P_{re} - Bf(T) + h \cdot 8.76$ (Pa) (25)

[0091] 式中 h 为当地海拔高度(m),系数8.76 (Pa/m) 为大气压衰减斜率, $f(T)$ 为温度修正系数可经过实验测量数据的拟合曲线而加以估算。由于在沿海地区冬夏气压变化比为1.02,而在青海地区冬夏比仅为1.0026。均随温度下降而略有增加。故当不考虑温度微小影响,且在沿海地区时,式(25)可简化为:

[0092] $P_w = \Delta P + (P_{re} - B) = 10(N_1 - N_2) + (P_{re} - B)$ (Pa) (26)

[0093] 本发明解析过程的理论基础之一是标准大气压为常数,实际的大气压随当地海拔高度而变,当装置使用地区海拔高度与参照高度差异较大时,公式(3)中 P_d 应通过软件予以校正,以维持水汽分压力的数据转换精度。所以本发明在信号处理单元中设有GPS单元和大气压数值表, GPS单元连接在信号处理单元上用来定位传感器安装点的经纬度,查询安装点的大气压数值即传感器中的干燥空气腔内的分压力,结合信号处理单元计算出的大气中水蒸气分压力值,进而利用公式(1): $P_m = P_d + P_w$ (Pa) 计算出混合大气的压力值,即安装点的压力值。

[0094] 至此,温度、相对湿度和大气压的数值都能计算求解出来。本发明提供的温湿度传感器具有结构简单、易于实施。本发明中经解析法得到:大气中水蒸气分压力与敏感电阻之差,即经二次变换后的脉宽及其对始终频率的计数之差,成正比,而大气环境温度则与敏感元件的计数之和的对数成反比关系。本发明解析过程的理论基础是物理大气压为常数,实际的大气压随当地海拔高度而变,当装置使用地区海拔高度与参照高度差异较大时,应通

过软件予以校正,以维持水汽分压力的数据转换精度。

[0095] 上面结合附图对本发明进行了示例性描述,显然本发明具体实现并不受上述方式的限制,只要采用了本发明的方法构思和技术方案进行的各种非实质性的改进,或未经改进将本发明的构思和技术方案直接应用于其它场合的,均在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围应该以权利要求书所限定的保护范围为准。

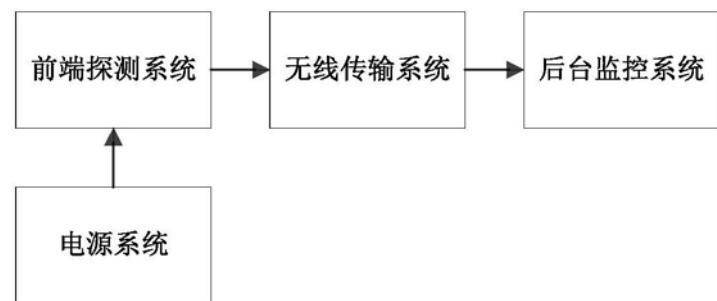


图1

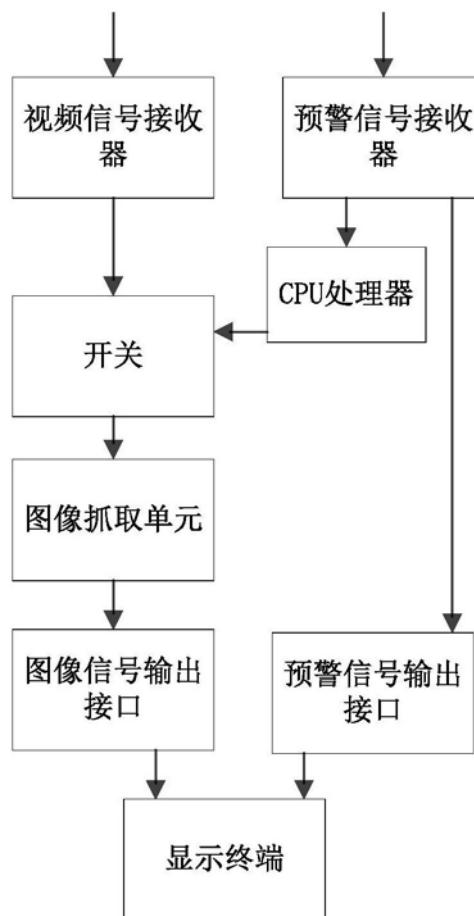


图2

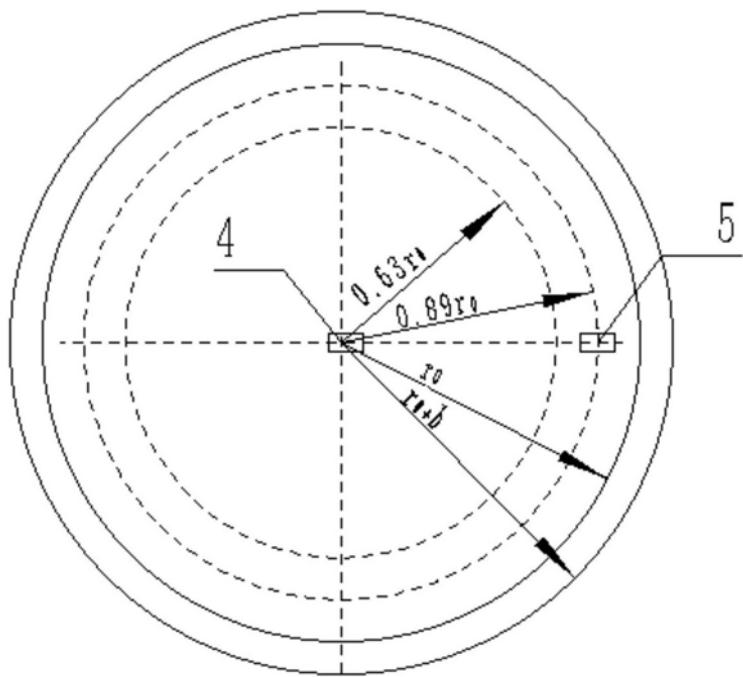


图3

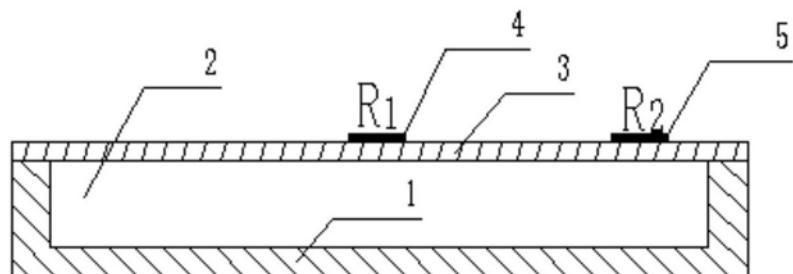


图4

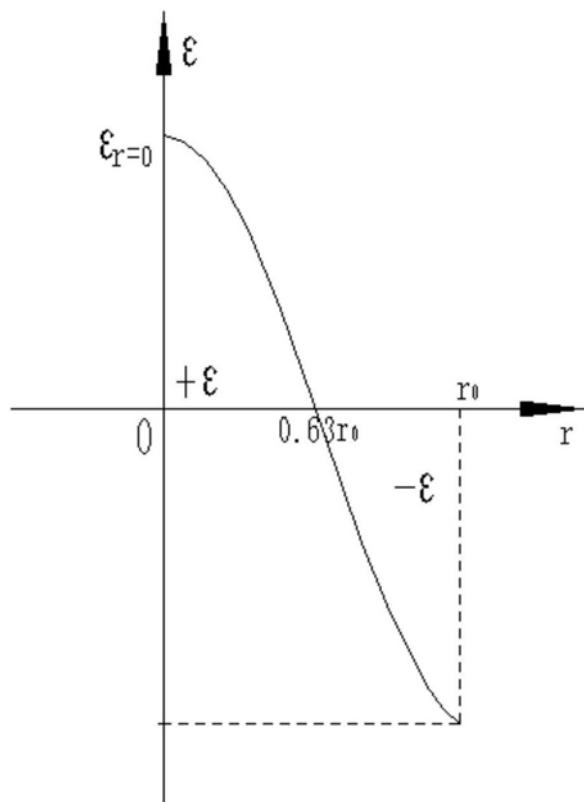


图5

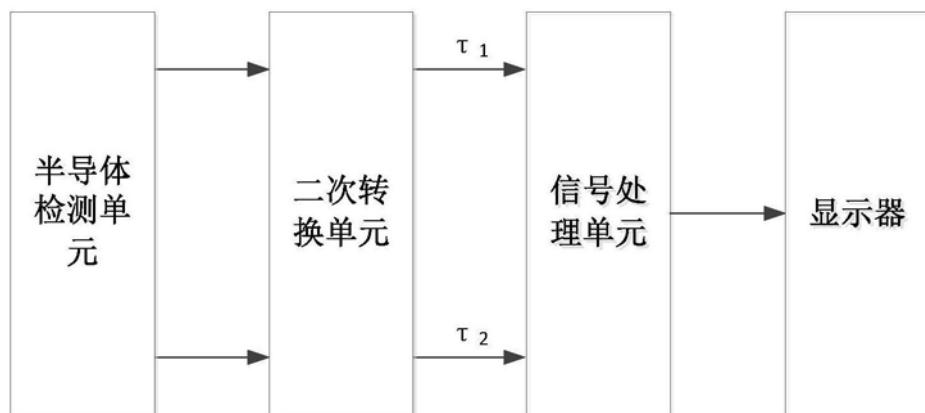


图6

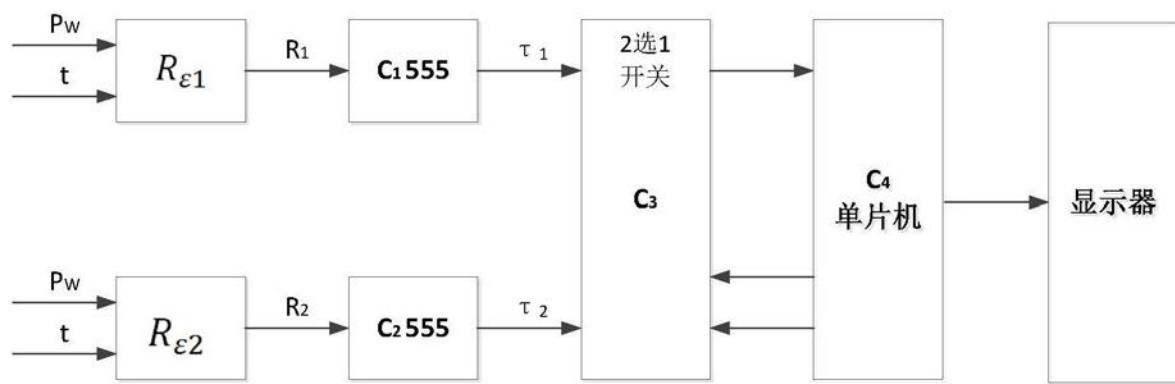


图7

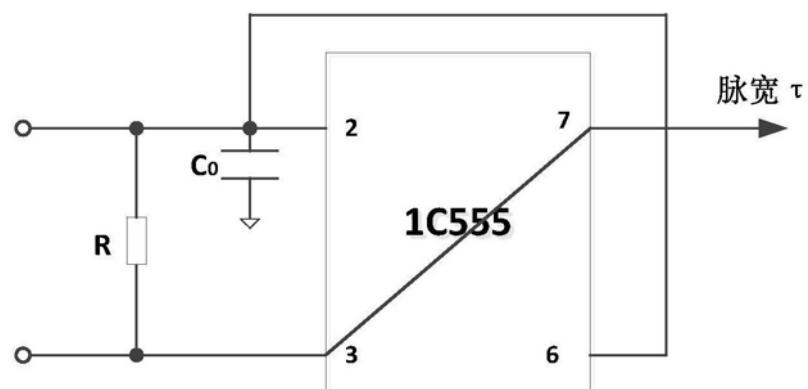


图8