



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103513241 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 16

(21) 申请号 201310309000. 5

(22) 申请日 2013. 07. 22

(73) 专利权人 中国地质大学(武汉)

地址 433074 湖北省武汉市洪山区鲁磨路
388 号

(72) 发明人 程卓 张怀 刘经龙 李明明

(74) 专利代理机构 武汉华旭知识产权事务所
42214

代理人 江钊芳

(51) Int. Cl.

G01S 11/00(2006. 01)

G01V 11/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101509780 A, 2009. 08. 19, 说明书第 2 页
第 4-6 段, 第 3 页第 9 段, 第 5 页第 2-3 段以及附

图 1 和 2.

CN 101217841 A, 2008. 07. 09, 权利要求 1、
说明书第 4 页第 4 段至第 5 页第 7 段以及附图 2
和 3.

WO 2005/024460 A1, 2005. 03. 17, 全文.

EP 1897075 B1, 2013. 01. 02, 全文.

审查员 杨世兴

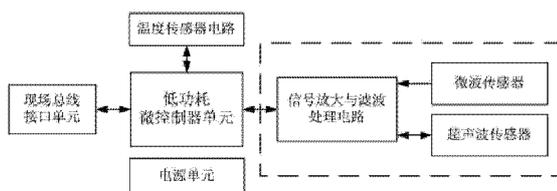
权利要求书1页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置,包括低功耗微控制器单元、微波与超声波传感器、信号放大与滤波处理电路、现场总线接口单元、温度传感器和电源单元。本发明结合微波与超声波两种检测技术,微波传感器探测距离远、响应速度快、抗干扰能力强,超声波测量精度高、角度范围小。当微波传感器检测到有运动物体通过检测区域时,立即开启超声波传感器,以确认物体进入探测区域,并可获得距离与速度信息。本装置结构紧凑,能应对不同的环境及低速运动物体的检测,较好地解决了现有采用压力传感器、热释电红外传感器和基于视觉图像等检测技术误差大、安装施工麻烦、抗干扰能力差等问题,具有体积小、响应速度快、功耗低的优点。



1. 一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置,包括微波与超声波传感器、信号放大与滤波处理电路、低功耗微控制器单元、现场总线接口单元、温度传感器电路和电源单元,所述的电源单元为系统工作提供所需要的稳定的电源电压;其特征在于:所述的微波与超声波传感器含有微波传感器和超声波传感器,采用微波传感器及超声波传感器相结合,突出了微波传感器探测距离远、超声波测量精度较高的特性,实现运动物体的检测,同时能实现静止物体的检测,所述的微波传感器与信号放大与滤波处理电路单向电连接,超声波传感器与信号放大与滤波处理电路双向电连接,信号放大与滤波处理电路与低功耗微控制器单元双向电连接,低功耗微控制器单元还分别与现场总线接口单元、温度传感器电路双向电连接;

所述的微波传感器采用标准的 10.525GHz 微波多普勒雷达探测器 HB100,超声波传感器采用 40KHz 的倒车雷达超声波探头;所述的低功耗微控制器单元采用低功耗 16 位单片机;所述的现场总线接口单元采用基于 RS485 总线接口技术,用于实现与控制台之间的较远距离的通信;所述的温度传感器电路中温度传感器采用数字温度传感器采集温度信号,通过测量当前环境温度用于修正超声波传播速度,提高超声波传感器测量的分辨率。

2. 根据权利要求 1 所述的基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置,其特征在于:所述的运动物体检测装置采用多个微波与超声波传感器时通过总线接口组合成检测阵列,用于完成对一定区域内的运动物体的定位和运动状态的检测。

一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种运动物体智能检测技术,具体地说涉及一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置。

背景技术

[0002] 目前监测某物体,特别是指人体的运动,主要采用压力传感器、热释电红外传感器和基于视觉图像三种方法,这些技术应用比较成熟,但是存在一些缺点,如有的方法使用的装置的体积太大,安装不便;有的方法探测范围过大而检测精度差,有的方法价格昂贵,不能检测出运动速度慢的物体等。

[0003] 采用布置压力传感器的方法检测人体运动,如国内 2011 年 12 月公开的将压力传感器安装在高强度的钢化玻璃下,通过检测矩阵木块顶端的压力大小检测是否有人及跳跃动作,采用多个矩阵模块均匀布设在地面上组成阵列即可实现人体运动方向的检测,但是这种方案的缺点是施工麻烦,需要对地面进行相关的施工,检测的精度差,不能实现多个运动目标的运动方向检测,误检几率比较高。

[0004] 热释电红外传感器通过不接触地检测人体运动时辐射出的红外线并转换成电信号输出,被广泛用于运动人体的检测,但热释电红外传感器的探测区域太大,对人体检测时不能排除其他人进入探测区域而带来的干扰,且热释电红外传感器极易受外界红外源的干扰,影响其正常工作。

[0005] 基于视觉图像对包含人体的图像序列中检测、识别、跟踪人体并获得人体的运动参数是计算机视觉领域的研究热点。采用基于视觉图像方法的优点是能够比较准确的判断物体的移动,检测速度快,能识别移动的物体是什么,缺点是容易受背景、光线等外界环境的影响,适应性较差,整个系统运算速度要求高,价格昂贵,能耗高。

发明内容

[0006] 本发明的目的是为了解决现有技术存在的不足,而提供一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置,且其具有体积小、响应速度快、功耗低的优点,可以应对不同的环境及实现低速运动物体的检测,较好地解决了现有采用压力传感器、热释电红外传感器和基于视觉图像等检测技术误差大、安装施工麻烦、抗干扰能力差,价格昂贵等问题。

[0007] 为了实现上述功能,本发明所采取的技术方案是:提供一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置,包括微波与超声波传感器、信号放大与滤波处理电路、低功耗微控制器单元、现场总线接口单元、温度传感器和电源单元,所述的微波与超声波传感器含有微波传感器和超声波传感器,微波传感器与信号放大与滤波处理电路单向电连接,超声波传感器与信号放大与滤波处理电路双向电连接,信号放大与滤波处理电路与低功耗微控制器单元双向电连接,低功耗微控制器单元还分别与现场总线接口单元、温度传感器双向电连接;所述的电源单元为系统工作提供所需要的稳定的电源电压。

[0008] 所述的微波传感器采用标准的 10.525GHz 微波多普勒雷达探测器 HB100,超声波

传感器采用 40KHz、角度范围小的倒车雷达超声波探头。微波多普勒雷达探测器 HB100 具有不受温度、湿度、噪声、气流、尘埃、光线等影响,适合恶劣环境,抗射频干扰能力强,输出功率小,探测距离远等特点,所述的微波传感器与超声波传感器结合,兼顾了微波传感器探测距离远、响应速度快、抗干扰能力强和超声波传感器测量精度较高、角度范围小的两种检测特性,当微波传感器检测到有运动物体通过检测区域时,立即开启超声波传感器,以确认物体进入,并获得距离与速度信息。

[0009] 所述的低功耗微控制器单元为检测装置的核心,用于控制微波及超声波传感器的工作,完成微波及超声波传感器返回信号的采集,结合温度传感器实现对超声波传感器测量数据的计算和补偿;在装置使用时将测量数据通过现场总线接口发送至控制台,接受来自控制台的控制命令。所述的低功耗微控制器单元采用低功耗 16 位单片机,以提高系统的响应速度及降低系统的功耗。

[0010] 所述的现场总线接口单元采用基于 RS485 总线接口技术,用于实现与控制台之间的较远距离的通信。RS485 总线接口技术成熟,抗干扰能力较强,且价格低廉。

[0011] 所述的多个微波与超声波传感器的运动物体检测装置通过总线接口组合成检测阵列,用于完成对一定区域内的运动物体的定位和运动状态的检测。

[0012] 为了提高超声波传感器的测量精度,本发明设置了温度传感器检测电路,所述的温度传感器电路中温度传感器采用数字温度传感器采集温度信号,通过测量当前环境温度用于修正超声波传播速度,提高超声波传感器测量的分辨率。

[0013] 这是由于超声波传感器以超声波作为一种非接触式检测方式,超声波在大气中传播时受温度影响最大,超声波在空气中的传播速度为:

$$[0014] \quad c = 331.4 \times \sqrt{1 + T / 273}$$

[0015] 式中, T 为环境摄氏温度, °C。

[0016] 根据实际测量的温度值计算超声波速度,对最终的测量结果进行校正。

[0017] 本发明采用微波传感器及超声波传感器相结合,突出了微波传感器探测距离远、超声波测量精度较高的特性,既可以实现运动物体的检测,同时能实现静止物体的检测,同时采用本发明的多个微波与超声波传感器的运动物体检测装置可以通过 RS485 总线接口技术组合成检测阵列,完成对一定区域内的运动物体的定位和运动检测。本发明优先应用于人体的运动检测领域,如智能照明、安放系统及人机交互等领域,也为其他运动物体的检测提供了一种新的思路和方法。

[0018] 本发明基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置与现有技术相比具有以下优点:

[0019] 1、本发明结合微波与超声波两种检测技术,融合微波传感器探测距离远、响应速度快、抗干扰能力强及超声波测量精度较高、角度范围小的优势,具有响应速度快、测量准确的优点。

[0020] 2、本发明采用的微控制器、微波和超声波传感器、温度传感器等器件均是小体积芯片,整个检测装置采用长宽为 12×9cm 特殊屏蔽盒密封,安装需要的空间小,外接接口采用网口,安装接线十分方便,特别适合将本发明的多个微波与超声波传感器的运动物体检测装置通过 RS485 总线接口技术组合成检测阵列,完成对一定区域内的运动物体的定位和运动检测。

[0021] 3、本发明与现有装置相比,本装置的体积小、功耗低、价格低廉,对环境要求较低、误差小、响应速度快、安装方便,便于推广使用。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置的结构框图。

[0023] 图 2 为本发明中的低功耗微控制器单元、现场总线接口单元与温度传感器的电路图。

[0024] 图 3 为本发明中的微波传感器的信号放大与滤波处理电路原理图。

[0025] 图 4 为本发明中的超声波传感器的信号放大与滤波处理电路原理图。

[0026] 图 5 为本发明中的电源单元的电气原理图。

[0027] 图 6 为本发明中检测装置的安装和工作状况示意图。图中微波传感器及超声波传感器工作时形成的探测区域的示意图。

[0028] 图 7 为本发明的检测装置工作流程图。

[0029] 图 8 为本发明与灯具组合成互动灯光阵列的布置结构示意图。

[0030] 上述图中:1- 运动物体检测装置,2- 微波传感器探测区域,3- 超声波传感器探测区域,4- 人,5- 带 DMX 的灯具,6- 现场总线,7- 控制台。

具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施例对本发明的一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置作详细具体的说明。

[0032] 实施例 1:本发明提供一种基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置,其结构如图 1 所示。包括微波与超声波传感器、信号放大与滤波处理电路、低功耗微控制器单元、现场总线接口单元、温度传感器和电源单元,所述的微波与超声波传感器含有微波传感器和超声波传感器,微波传感器与信号放大与滤波处理电路单向电连接,超声波传感器与信号放大与滤波处理电路双向电连接,信号放大与滤波处理电路与低功耗微控制器单元双向电连接,低功耗微控制器单元还分别与现场总线接口单元、温度传感器双向电连接;所述的电源单元为系统工作提供所需要的稳定的电源电压。

[0033] 以下为本发明中各单元的工作方式:

[0034] 本实施例中的低功耗微控制器单元、现场总线接口单元与温度传感器电路的连接如图 2 所示。其中 UB0 为低功耗为控制器,采用 MSP430 单片机,型号为 MSP430F149, MSP430F149 芯片是超低功耗微处理器,有 60KB+256 字节 FLASH,2KBRAM,包括基本时钟模块、看门狗定时器和 PWM 输出的 16 位定时器等模块。MSP430F149 芯片具有功耗低、指令执行速度快、低电压供电、抗干扰力强等特点,其运行环境温度范围为 $-40 \sim +85^{\circ}\text{C}$,适合于工业环境运用。同时该型号单片机属多功能混合信号处理器,外围模块丰富,功能强大,方便实现功能的升级。图 2 中电阻 R35、复位按键 RESET1、电容 C23 组成片外复位电路。Y1 为 32768 低速晶振, Y2 为 8M 高速晶振,二者共同构成单片机的片外晶振电路。

[0035] 现场总线接口单元由 UB1 与 JB0、JB1 构成,其中 UB1 为半双工的 485 总线驱动器 ISL3178,以实现 3.3V TTL 电平与 RS485 电平之间的相互转换,实现检测装置与外部现场总线之间的通信传输。JB0 为 RJ45 网口座子,为现场总线接口单元的外接接口,通过普通的网

线实现装置与控制台的相互总线通信和供电。

[0036] 温度传感器电路中,采用数字温度传感器 DS18B20 来采集温度信号,DS18B20 是单线串行数字温度传感器,测量温度范围为 $-55 \sim 125^{\circ}\text{C}$,测温分辨率可达 0.0625°C ,数字温度传感器输出采用九位二进制数表示测量的温度值。其中 JB1 即为 DS18B20,DS18B20 的管脚 2 与单片机 P5.0 接口连接,单片机通过类似串口数据传送方式读取温度值,DS18B20 利用单线控制信号在总线上与单片机进行通信,控制线需要一个上拉电阻 R39。

[0037] 本实施例中的微波传感器的信号放大与滤波处理电路,如图 3 所示。U1A 及 U1B 采用 LM324AD 芯片,反应物体移动的低频信号经过 U1A、U1B 及周围元件组成的低通放大电路放大后,由 U2 即 LM311D 及周围相关元件组成的电压比较器,把前级放大的信号变换成脉冲信号输出,脉冲信号输入至单片机 P1.0 接口。

[0038] 微波传感器中的微波模块是采用 HB100 微波模块,该微波模块是利用多普勒雷达原理设计的微波移动物体探测器,主要应用于自动门控制开关、安全防范系统、ATM 自动提款机的自动录像控制系统、火车自动信号机等场所。HB100 是标准的 10.525GHz 微波多普勒雷达探测器,这种探测方式与其它探测方式相比具有如下的优点:①、非接触探测;②、不受温度、湿度、噪声、气流、尘埃、光线等影响,适合恶劣环境;③、抗射频干扰能力强;④、输出功率小,对人体构不成危害;⑤、远距离:探测距离超过 20 米。HB100 微波模块采用表面安装组件,低功耗,高灵敏度体积小,是理想的低成本物体移动检测器。

[0039] 本实施例中的超声波传感器的信号放大与滤波处理电路如图 4 所示。单片机 P4.0 发射脉冲序列经过 Q1 即 C945 功率放大和 40KHz 超声波升压变压器 TF1 后激发超声波传感器 P4 中换能器的压电元件产生超声波信号。超声波传感器采用深圳康通科技有限公司 40KHz 的倒车雷达超声波探头。超声波信号接收电路由信号滤波、检波电路构成,信号放大采用 U3B 与 U3A 及其周围元件组成的两级带通滤波电路组成,以提高回波信号的信噪比和幅值,使其能够达到触发门限的电压幅值,U3A 及 U3B 采用双路低噪运算放大器 NE5532。信号放大之后就要进行回波检测,回波信号经过 C11 电容滤波及 D2、D3 检波二极管的检波,输出峰值的包络信号。整形后的直流电压并不平滑,加一个电容 C12 滤波。滤波后的信号输至由 U4 即 LM311 及周围相关元件组成的阈值比较器,整形后的信号变换成脉冲信号输出,当有效信号来时,产生一个下降沿信号,送到单片机的 P1.1 端口触发中断。

[0040] 本实施例中的电源单元的电气原理图如图 5 所示。UA1 为 MC34063 电源芯片,为超声波发射电路提供正 12V 电源,UA2 为 LM1085IT-5.0 电源芯片,为系统提供正 5 伏电源,UA3 为 LM1117MPX-3.3 电源芯片,为系统提供正 3.3 伏电源。

[0041] 实施例 2:将本发明实施例 1 提供的基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置安装在天花板上,如图 6 所示。在天花板下形成探测区域,当有人进入该探测区域,安装在天花板上的运动物体检测装置 1 开始工作,微波传感器首先检测到有人 4 进入微波传感器探测区域 2,立即开启超声波传感器,超声波传感器也检测到有人进入超声波传感器探测区域 3,进入该探测区域后再识别人体身高,跳跃,招手,走动等动作及状态,并将相关检测数据传输至控制台,控制与检测装置连接的相关设备对人体的运动进行响应。

[0042] 本发明基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置的工作流程如图 7 所示。当微波传感器检测到有运动物体通过检测区域时,立即开启超声波传感器,以确认物体进入并获得距离或速度信息。具体的工作过程为:

[0043] (1)、系统初始化,低功耗微控制器单元完成与现场总线接口单元,温度传感器,微波传感器及超声波传感器接口寄存器、控制变量等的初始化。

[0044] (2)、等待控制台发送来的控制命令,该命令经过现场总线单元接至低功耗微控制器单元单片机 MSP430 串口;

[0045] (3)、如果有控制命令到来,首先判断该命令是否是装置开始检测指令,转到执行下一步,否则做相应处理后转到第(2)步等待控制命令;

[0046] (4)、开启微波中断,即调用微波传感器中断服务程序;

[0047] (5)、开启低功耗微控制器单元的定时器 0,判断微波中断标志是否置位,如果置位说明微波传感器检测到运动物体进入检测区域,立即向串口发送检测到运动物体数据包,转到执行下一步,否则说明未检测到运动物体,每隔 1S 向串口返回未检测到运动物体数据包,等待微波中断标志置位;

[0048] (6)、关闭定时器 0,关闭微波中断;

[0049] (7)、MSP430 单片机定时器发送定时 40KHz 脉冲序列,并在每一串脉冲发射的同时启动定时器 1 计时;

[0050] (8)、开启超声波外部中断,进入超声波中断服务子程序,如果超声波中断标志置位,则停止计时,执行下一步的数据处理步骤,否则进入延时子程序,等待超声波中断标志置位;

[0051] (9)、调用测温子程序,获得当前环境的温度值,计算获得经过温度补偿的超声波声速值,调用超声波测距计算子程序,获得距离值;

[0052] (10)、检测装置安装在天花板上,其到地面的距离是固定值 H_s ,测量计算得到的距离值 H_m ,如果 $H_m = H_s$,说明超声波未检测到有人 4 进入检测区域,微波传感器误报或者运动的人 4 从超声波传感器探测区域 3 边经过,程序转向执行第(2)步,如果 $H_m < H_s$,说明超声波检测到有人 4 进入超声波传感器探测区域 3,立即向串口发送含此人与天花板距离值的数据包,程序转向第(7)步,继续测量距离值,直至物体离开检测区域为止。

[0053] 实施例 3:将多个本发明实施例 1 提供的基于微波与超声波传感器的运动物体检测装置安装在天花板上,与带 DMX 的灯具组合成互动灯光阵列的布置,其结构如图 8 所示。带 DMX 的灯具 5 与微波与超声波传感器的运动物体检测装置 1 分别通过现场总线 6 的 RS485 总线接口连接。采用 6×6 的矩阵,每两个运动物体检测装置 1 之间、每两个带 DMX 的灯具 5 之间的间隔为 50 厘米,运动物体检测装置 1 紧靠带 DMX 的灯具 5 布置,控制台 7 通过现场总线 6 的 RS485 总线接口分别与带 DMX 的灯具 5 及运动物体检测装置 1 实现双向电连接。只要有人进入该多个微波与超声波传感器的运动物体检测装置组合成的检测阵列,如矩阵中的第 2、3、14、15 及 25、26、27 个检测装置均检测到有人,相应的检测装置将信息通过控制台传给相应编号的 DMX 的灯具 5,相应编号的带 DMX 的灯具 5 接收到与其本身的 ID 对应控制命令时就会亮灯,而此时的人体在运动,则检测装置根据检测到的人运动的状况及运动的速度间接地控制亮起其他编号灯或者灭了已亮的灯,使整个场面形成随着人体的运动而互动的灯光阵列。该互动型灯光阵列不同于以往的交互方式,观众可以参与其中,观众进入检测区域的位置和动作也成为带 DMX 的灯具 5 阵列工作方式的“控制器”,观众的一举一动能以灯具阵列的明暗、颜色、图案的改变来展现,灯具阵列不再是固定的、冷冰冰的演示,人与灯具融合在一起,观众的参与感将得到增强。

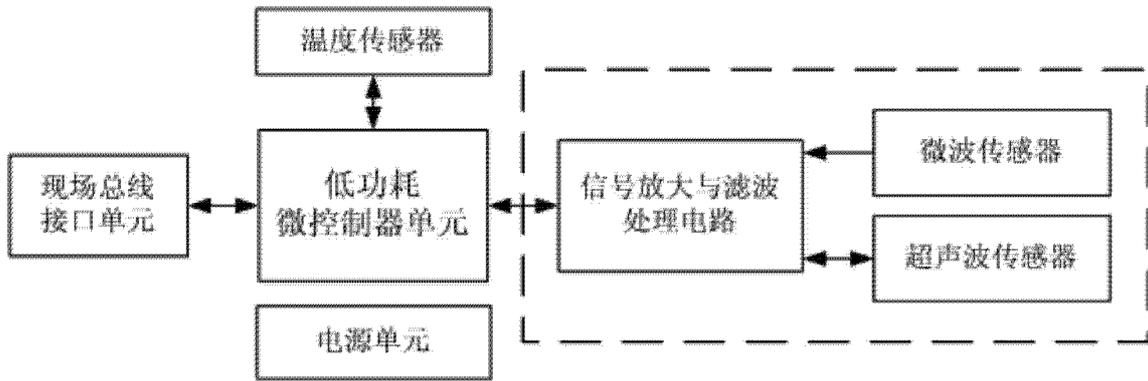


图 1

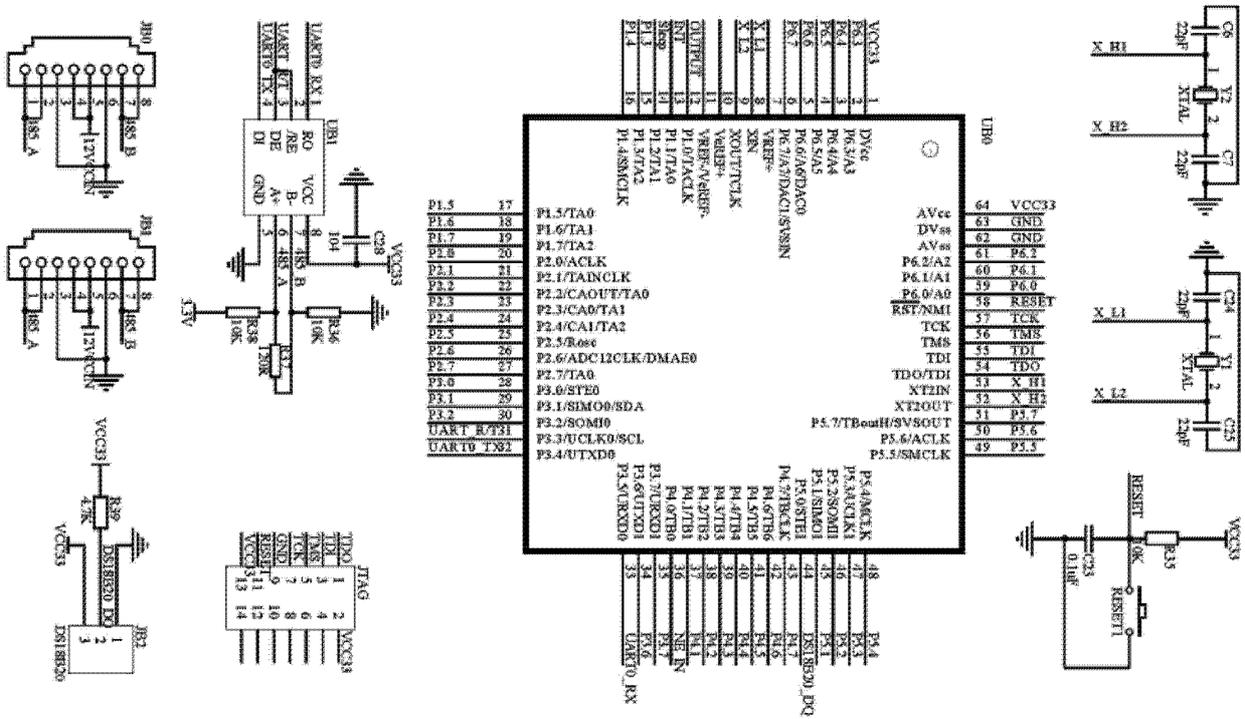


图 2

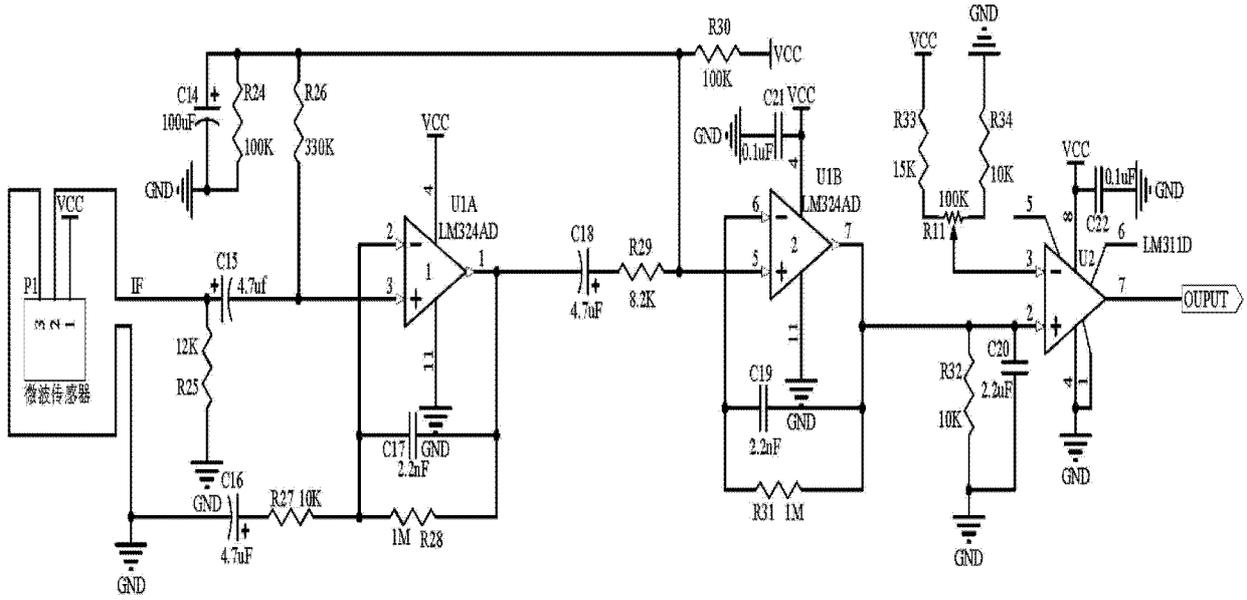


图 3

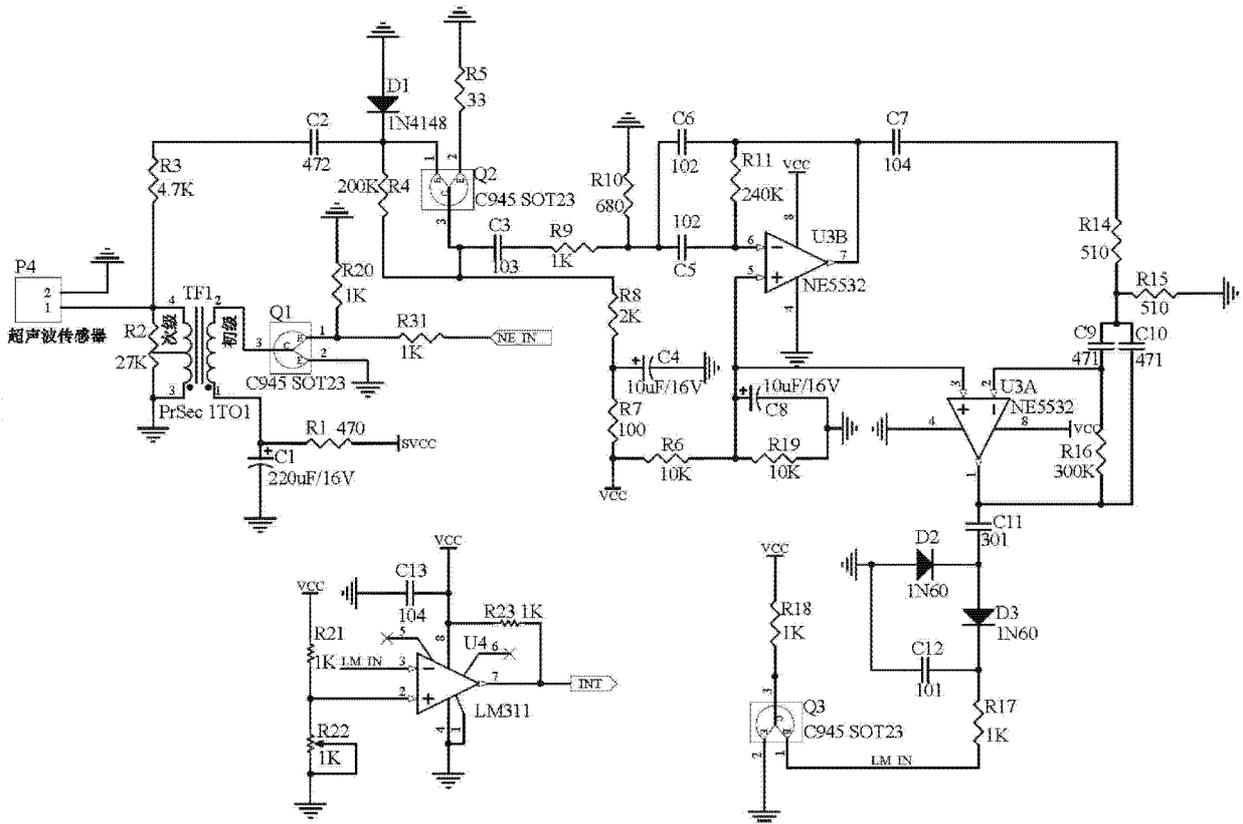


图 4

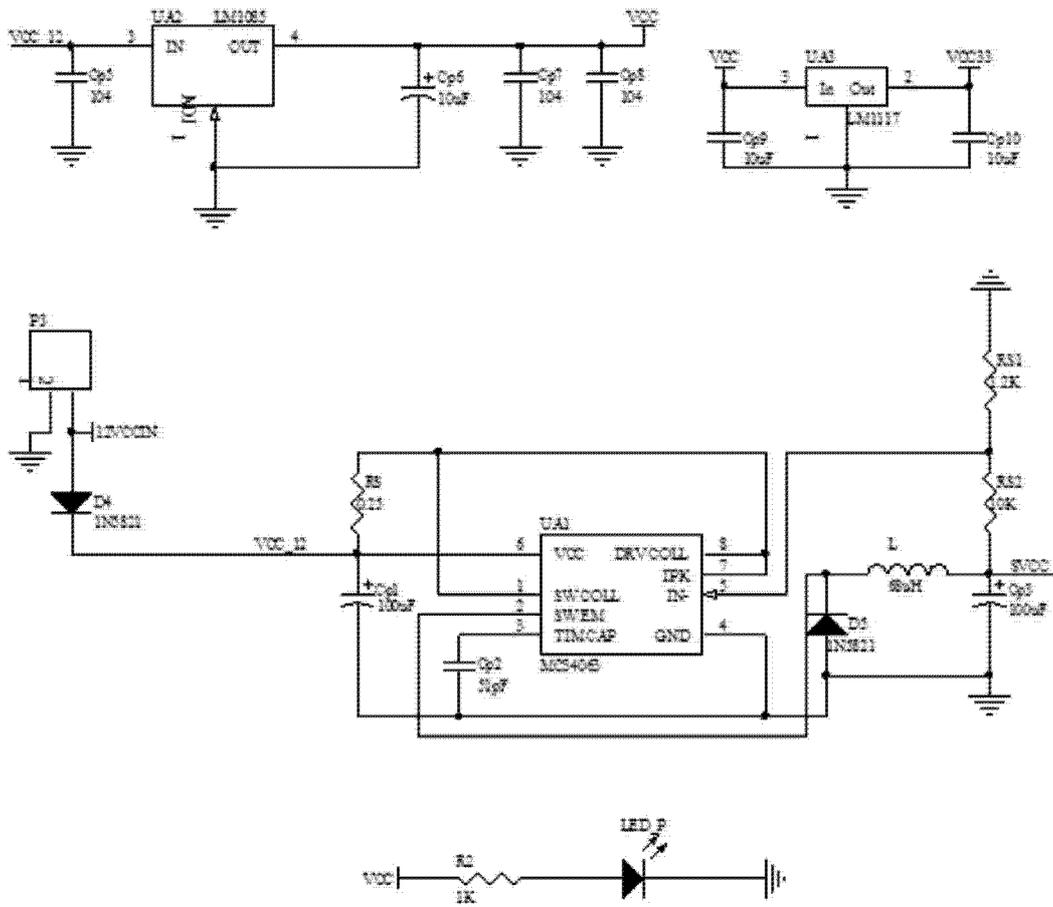


图 5

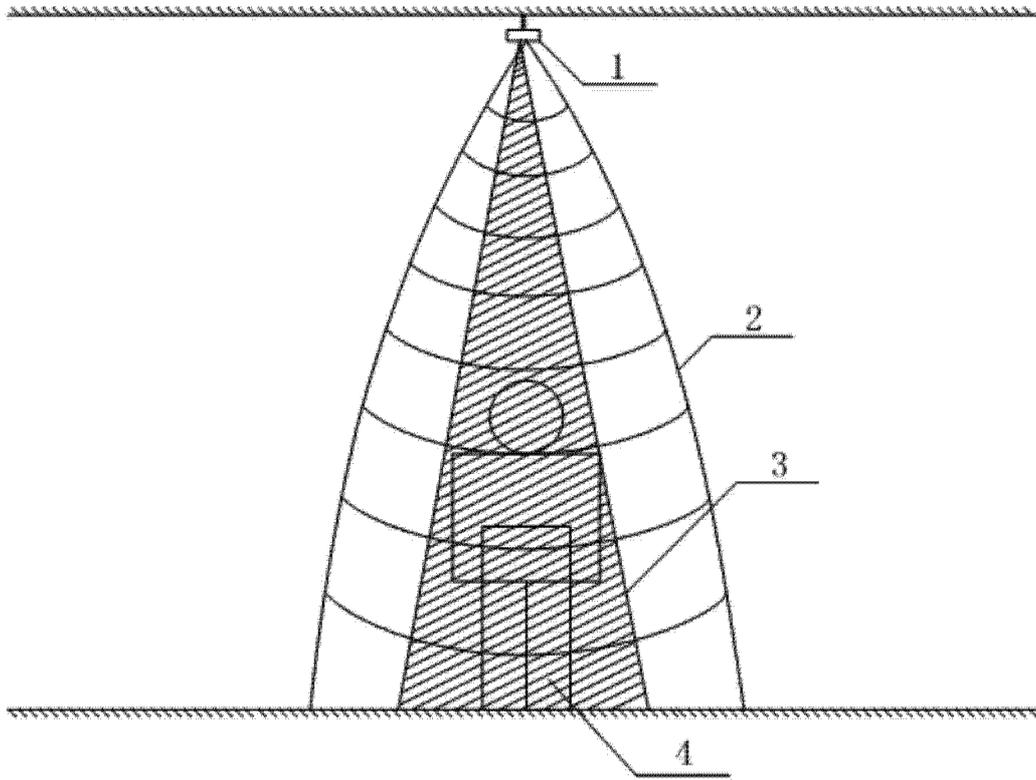


图 6

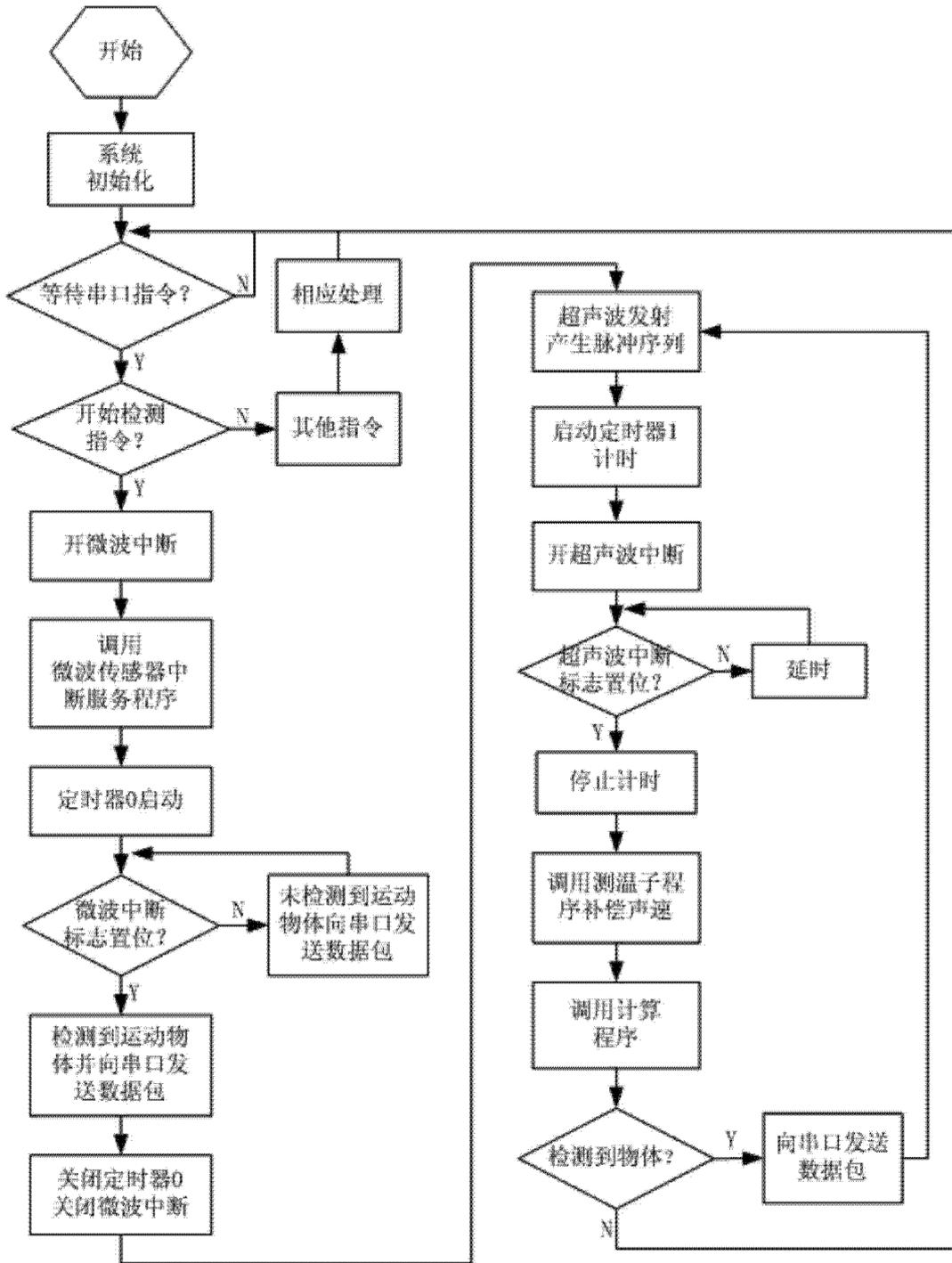


图 7

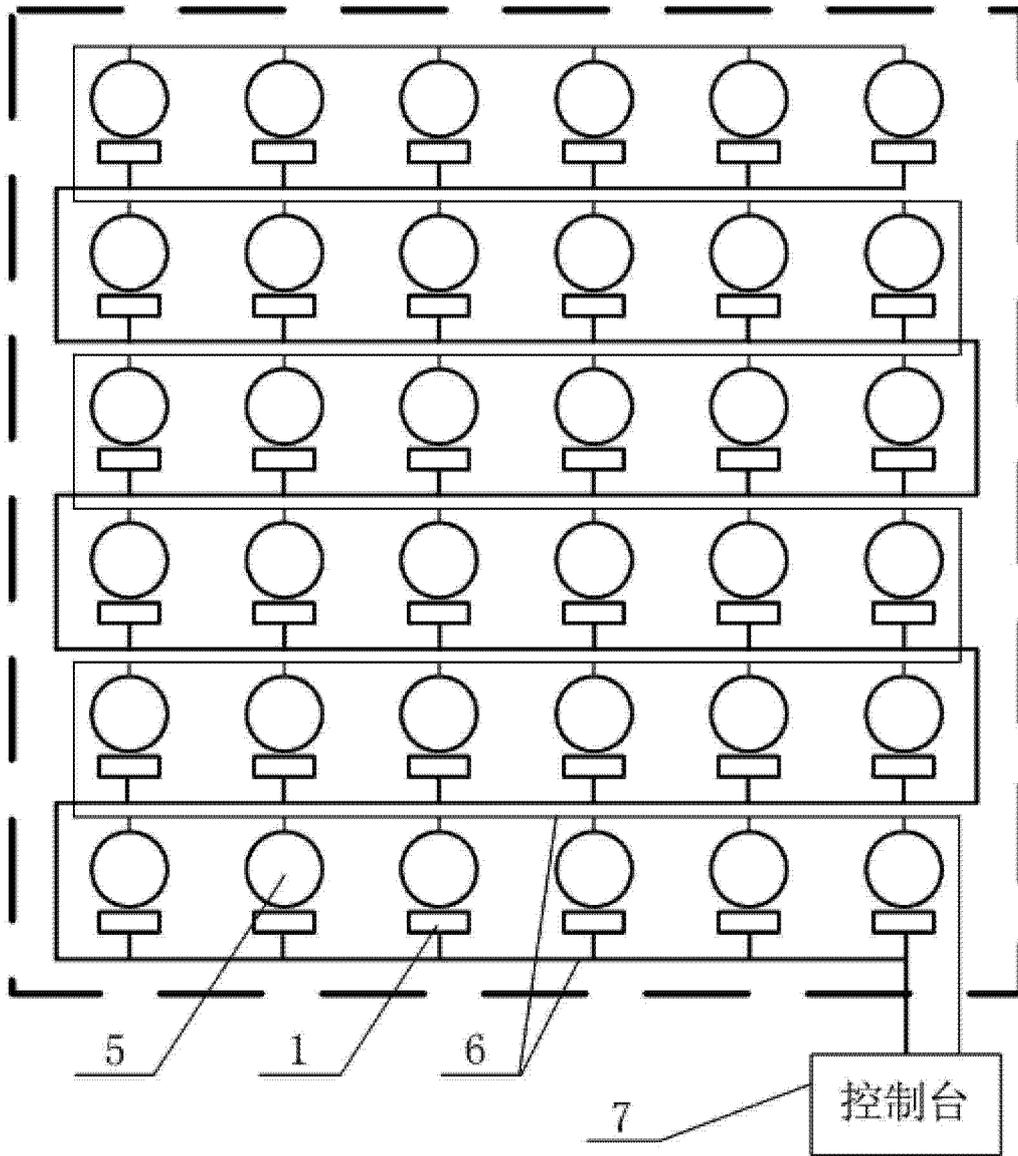


图 8