(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 117319958 B
(45)授权公告日 2024.07.19

(21)申请号 202311600461.8
(22)申请日 2023.11.28
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117319958 A
(43)申请公布日 2023.12.29
(73)专利权人 浙江龙感科技有限公司成都分公司
地址 610000 四川省成都市高新区新航路4号3层303号
(72)发明人 曾庆
(74)专利代理机构 四川省天策知识产权代理有限公司 51213
专利代理师 龙海飞
(51)Int.Cl.
H04W 4/38(2018.01)
H04W 84/18(2009.01)
H04L 67/12(2022.01)
G08B 21/18(2006.01)
G01D 21/02(2006.01)
(56)对比文件
CN 103630233 A,2014.03.12
张凌云等."MEMS无源无线湿度传感器研究".《第十二届全国敏感元件与传感器学术会议》.2017,第745-750页.
审查员 王灿

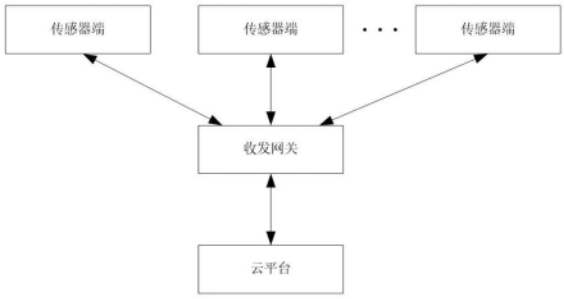
权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

一种无源无线传感控制系统及控制方法

(57)摘要

本发明属于无源无线传感技术领域,提出了一种无源无线传感控制系统及控制方法,包括:感应元件感应到对应类型的传感量变化时,将待测传感量转换为电容量或电感量的变化,完成对收到的微波信号的调制,并通过无源晶体振荡器输出经调制后随电容量或电感量变化而变化的共振频率;通过收发网关接收经调制后不同传感量的共振频率,并将其作为监测点的监测传感量传输到云平台;云平台将监测点的监测传感量与对应传感类型的传感量阈值进行对比,并基于对比结果判断监测点的传感量是否超过对应传感量类型的传感量阈值,当超过时,向用于与云平台通信连接的用户端发送告警信息。本发明中各传感器端无源且无线,且能够大大增加无源无线传感的通信传输距离。



CN 117319958 B

1.一种无源无线传感控制系统,其特征在于,包括:

传感器端,基于传感量类型设置在对应的监测点,用于在接收到收发网关发送的微波信号后,基于传感量类型,利用不同监测点各个传感器端内部的与无源晶体振荡器外接的可变电容或可变电感,作为感应元件,感应元件感应到对应类型的传感量变化时,将待测传感量转换为电容量或电感量的变化,完成对收到的微波信号的调制,并通过无源晶体振荡器输出经调制后随电容量或电感量变化而变化的共振频率,完成对不同传感量类型的无源感知;

收发网关,用于向各个监测点的传感器端发射微波信号,并用于接收经调制后不同传感量的共振频率,并将其作为监测点的监测传感量传输到云平台;

云平台,存储有不同传感量类型的传感量阈值,用于当接收到各个监测点的监测传感量时,将监测点的监测传感量与对应传感类型的传感量阈值进行对比,基于对比结果判断监测点的传感量是否超过对应传感量类型的传感量阈值,当超过时,向用于与云平台通信连接的用户端发送告警信息。

2.根据权利要求1所述的一种无源无线传感控制系统,其特征在于,所述传感量类型包括温度、湿度、压力和振动。

3.根据权利要求2所述的一种无源无线传感控制系统,其特征在于,当传感量类型为温度时,选择石英晶体振荡器外接可变电容,由可变电容作为感应元件;

当传感量类型为湿度、压力或振动时,选择石英晶体振荡器外接可变电容,由可变电容作为感应元件。

4.根据权利要求2所述的一种无源无线传感控制系统,其特征在于,当传感量类型为振动时,利用与无源晶体振荡器选择外接的可变电感作为感应元件;

当外接可变电感作为感应元件时,所在传感器端是将被测振动传感量振动的变化转换成线圈自感系数或互感系数的变化,该无源晶体振荡器及与其外接的可变电感视为可变电感器,或者被测物、该无源晶体振荡器及与其外接的可变电感视为可变电感器,被视为的可变电感器分为自感式可变电感器、差动变压式可变电感器或电涡流式可变电感器。

5.根据权利要求1所述的一种无源无线传感控制系统,其特征在于,所述收发网关包括:物理通信接口、通信协议转换模块、安全策略与身份认证模块、边缘计算和数据处理模块及通信管理和设备控制模块;

所述物理通信接口,包括:Wi-Fi模块:支持无线局域网通信,用于实现与Wi-Fi设备的互联;以太网接口:用于有线网络连接,用于实现与以太网设备的互联;蜂窝网络模块:支持移动网络通信,用于实现与云平台的通信连接;Modbus 485:用于实现与使用Modbus协议的设备的互联通信;RS232:用于实现与使用RS232协议的设备的互联通信;UART串口:用于实现与使用UART串口协议的设备的互联通信;

所述通信协议转换模块,包括:多种通信协议堆栈:支持不同传感器端使用的通信协议,并提供适配器将其转换成网关内部统一的通信协议;数据格式解析和封装模块:用于对接收到的传感器端数据进行解析,并打包封装成特定格式;

所述安全策略与身份认证模块,包括:数据加密模块:用于对传输的数据进行加密;身份认证模块,用于验证传感器端身份;访问控制模块:用于限制对敏感数据和功能的访问权限;

所述边缘计算和数据处理模块,包括:本地数据存储模块:用于在网关上进行数据存储;数据过滤和聚合模块:用于对接收到的数据进行筛选、去重和聚合操作;数据上传模块,用于将筛选、去重和聚合操作后的数据上传至云平台;规则引擎模块:用于根据预先配置的规则,对数据进行判断和处理,触发对应的事件或动作;

所述通信管理和设备控制模块,包括:设备注册和管理模块:将传感器端注册到网关,并进行设备管理和监控;远程配置和升级模块:支持对传感器端进行远程配置和固件升级;控制命令传递模块:用于接收来自云平台的控制指令,并将其传递给相应的传感器端。

6.根据权利要求1所述的一种无源无线传感控制系统,其特征在于,所述云平台包括结合Spring Boot的后端开发框架、结合Vue3的前端开发框架以及Linux作为服务器的操作系统;

所述结合Spring Boot的后端开发框架,包括:Spring Boot:用于开发后端服务的框架,并提供多种功能和组件;Java:用于作为后端开发语言;MySQL:用于存储和管理数据的关系型数据库;Redis:用于缓存数据;Nginx:用于作为反向代理服务器,用于负载均衡和静态资源的分发;

所述结合Vue3的前端开发框架,包括:Vue3:用于构建用户界面;HTML/CSS/JavaScript:用于定义页面结构、样式和交互逻辑;Element Plus:用于作为Vue组件库,用于提供多种UI组件和样式;Axios:用于作为进行前后端数据交互的HTTP客户端;

所述Linux作为服务器的操作系统,包括:Linux操作系统:用于作为服务器的操作系统,用于提供运行环境;Docker:用于容器化应用程序,用于提供环境隔离和部署;Kubernetes:用于容器编排和管理;云服务提供商:用于提供云计算基础设施和资源。

7.一种无源无线传感控制方法,应用于权利要求1-6任意一项所述的一种无源无线传感控制系统,其特征在于,包括如下步骤:

基于传感量类型将对应的传感器端设置在对应的监测点;

通过收发网关向各个监测点的传感器端发射微波信号;

传感器端在接收到收发网关发送的微波信号后,基于传感量类型,利用不同监测点各个传感器端内部与无源晶体振荡器外接的可变电容或可变电感,作为感应元件;

感应元件感应到对应类型的传感量变化时,将待测传感量转换为电容量或电感量的变化,完成对收到的微波信号的调制,并通过无源晶体振荡器输出经调制后随电容量或电感量变化而变化的共振频率,完成对不同传感量类型的无源感知;

通过收发网关接收经调制后不同传感量的共振频率,并将其作为监测点的监测传感量传输到云平台;

通过云平台接收各个监测点的监测传感量,并将监测点的监测传感量与对应传感类型的传感量阈值进行对比,并基于对比结果判断监测点的传感量是否超过对应传感量类型的传感量阈值,当超过时,向用于与云平台通信连接的用户端发送告警信息。

一种无源无线传感控制系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无源无线传感技术领域,特别涉及一种无源无线传感控制系统及控制方法。

背景技术

[0002] 目前在物联网中,经常需要使用传感系统来进行环境数据收集、监测以及预警。按照传输方式和传输技术的不同,物联网常用的传感系统可以分为以下几类:

[0003] 有线传感系统:这类传感系统使用有线连接方式将传感器与网络连接,常见的有以太网、RS-485、USB等接口。有线传输系统具有稳定可靠、抗干扰能力强等优点,但受到布线方面的局限,对灵活性要求较高的应用场景不太适用。

[0004] 无线传感系统:这类传感系统利用无线通信技术将传感器数据传输到网络中。常见的无线传输技术包括Wi-Fi、蓝牙、Zigbee、LoRa等。无线传输系统具有布线简单、灵活性高等优点,适用于分布广泛或难以布线的环境。然而,许多无线传感系统仍然依赖电池供电,这导致了电池寿命的限制和频繁更换电池的问题,对于大规模部署的传感器网络来说,维护成本和操作复杂度增加。

[0005] 目前已有人提出使用源无线传感系统来解决上述问题,常见无源无线传输技术有RFID、SAW等。无源无线传感系统利用环境中存在的能量,如光、振动或无线电波等,来为传感器供电,从而消除了对电池的依赖。这种系统可以通过能量收集器捕捉环境能量,并将其转化为传感器所需的电能。通过消除电池更换的需求,无源无线传感系统可以降低维护成本,并提供长期稳定的运行。但现有的无源无线传感系统在应用时仍有不便,RFID传感器因其信号传输距离过短而应用场景受限,SAW传感器采用模拟信号方式,易受干扰,依靠频率区分,容易发生串读,准确度相对较低。

[0006] 因此,亟需一种传输距离更长,且数据传输更准确的无源无线传感方案。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种无源无线传感控制系统及控制方法,相对于目前的RFID无源无线传感方案和SAW无源无线传感方案,本发明的通信传输距离更长,且传输的数据不易受干扰,数据传输更准确。

[0008] 本发明解决其技术问题,采用的技术方案是:

[0009] 一方面,本发明提供的是一种无源无线传感控制系统,包括:

[0010] 传感器端,基于传感量类型设置在对应的监测点,用于在接收到收发网关发送的微波信号后,基于传感量类型,利用不同监测点各个传感器端内部的无源晶体振荡器或利用与无源晶体振荡器外接的可变电容或可变电感,作为感应元件,感应元件感应到对应类型的传感量变化时,将待测传感量转换为电容量或电感量的变化,完成对收到的微波信号的调制,并通过无源晶体振荡器输出经调制后随电容量或电感量变化而变化的共振频率,完成对不同传感量类型的无源感知;

[0011] 收发网关,用于向各个监测点的传感器端发射微波信号,并用于接收经调制后不同传感量的共振频率,并将其作为监测点的监测传感量传输到云平台;

[0012] 云平台,存储有不同传感量类型的传感量阈值,用于当接收到各个监测点的监测传感量时,将监测点的监测传感量与对应传感类型的传感量阈值进行对比,基于对比结果判断监测点的传感量是否超过对应传感量类型的传感量阈值,当超过时,向用于与云平台通信连接的用户端发送告警信息。

[0013] 作为进一步优化,所述传感量类型包括温度、湿度、压力和振动。

[0014] 作为进一步优化,当传感量类型为温度时,选择陶瓷晶体振荡,或者与选择石英晶体振荡器外接可变电容,由可变电容作为感应元件;

[0015] 当传感量类型为湿度、压力或振动时,选择石英晶体振荡器外接可变电容,由可变电容作为感应元件。

[0016] 作为进一步优化,当传感量类型为振动时,利用与无源晶体振荡器选择外接的可变电感作为感应元件;

[0017] 当外接可变电感作为感应元件时,所在传感器端是将被测振动传感量振动的变化转换成线圈自感系数或互感系数的变化,该无源晶体振荡器及与其外接的可变电感视为可变电感器,或者被测物、该无源晶体振荡器及与其外接的可变电感视为可变电感器,被视为的可变电感器分为自感式可变电感器、差动变压式可变电感器或电涡流式可变电感器。

[0018] 作为进一步优化,所述收发网关包括:物理通信接口、通信协议转换模块、安全策略与身份认证模块、边缘计算和数据处理模块及通信管理和设备控制模块;

[0019] 所述物理通信接口,包括:Wi-Fi模块:支持无线局域网通信,用于实现与Wi-Fi设备的互联;以太网接口:用于有线网络连接,用于实现与以太网设备的互联;蜂窝网络模块:支持移动网络通信,用于实现与云平台的通信连接;Modbus 485:用于实现与使用Modbus协议的设备的互联通信;RS232:用于实现与使用RS232协议的设备的互联通信;UART串口:用于实现与使用UART串口协议的设备的互联通信;

[0020] 所述通信协议转换模块,包括:多种通信协议堆栈:支持不同传感器端使用的通信协议,并提供适配器将其转换成网关内部统一的通信协议;数据格式解析和封装模块:用于对接收到的传感器端数据进行解析,并打包封装成特定格式,所述特定格式包括:包头+数据+校验;

[0021] 所述安全策略与身份认证模块,包括:数据加密模块:用于对传输的数据进行加密;身份认证模块,用于验证传感器端身份;访问控制模块:用于限制对敏感数据和功能的访问权限;

[0022] 所述边缘计算和数据处理模块,包括:本地数据存储模块:用于在网关上进行数据存储;数据过滤和聚合模块:用于对接收到的数据进行筛选、去重和聚合操作;数据上传模块,用于将筛选、去重和聚合操作后的数据上传至云平台;规则引擎模块:用于根据预先配置的规则,对数据进行判断和处理,触发对应的事件或动作。

[0023] 所述通信管理和设备控制模块,包括:设备注册和管理模块:将传感器端注册到网关,并进行设备管理和监控;远程配置和升级模块:支持对传感器端进行远程配置和固件升级; 控制命令传递模块:用于接收来自云平台的控制指令,并将其传递给相应的传感器端。

[0024] 作为进一步优化,所述云平台包括结合Spring Boot的后端开发框架、结合Vue3的

前端开发框架以及Linux作为服务器的操作系统;

[0025] 所述结合Spring Boot的后端开发框架,包括:Spring Boot:用于开发后端服务的框架,并提供多种功能和组件;Java:用于作为后端开发语言;MySQL:用于存储和管理数据的关系型数据库;Redis:用于缓存数据;Nginx:用于作为反向代理服务器,用于负载均衡和静态资源的分发;

[0026] 所述结合Vue3的前端开发框架,包括:Vue3:用于构建用户界面;HTML/CSS/JavaScript:用于定义页面结构、样式和交互逻辑;Element Plus:用于作为Vue组件库,用于提供多种UI组件和样式;Axios:用于作为进行前后端数据交互的HTTP客户端;

[0027] 所述Linux作为服务器的操作系统,包括:Linux操作系统:用于作为服务器的操作系统,用于提供运行环境;Docker:用于容器化应用程序,用于提供环境隔离和部署;Kubernetes:用于容器编排和管理;云服务提供商:用于提供云计算基础设施和资源。

[0028] 另一方面,本发明提供的是一种无源无线传感控制方法,应用于所述的一种无源无线传感控制系统,包括如下步骤:

[0029] 基于传感量类型将对应的传感器端设置在对应的监测点;

[0030] 通过收发网关向各个监测点的传感器端发射微波信号;

[0031] 传感器端在接收到收发网关发送的微波信号后,基于传感量类型,利用不同监测点各个传感器端内部的无源晶体振荡器或利用与无源晶体振荡器外接的可变电容或可变电感,作为感应元件;

[0032] 感应元件感应到对应类型的传感量变化时,将待测传感量转换为电容量或电感量的变化,完成对收到的微波信号的调制,并通过无源晶体振荡器输出经调制后随电容量或电感量变化而变化的共振频率,完成对不同传感量类型的无源感知;

[0033] 通过收发网关接收经调制后不同传感量的共振频率,并将其作为监测点的监测传感量传输到云平台;

[0034] 通过云平台接收各个监测点的监测传感量,并将监测点的监测传感量与对应传感类型的传感量阈值进行对比,并基于对比结果判断监测点的传感量是否超过对应传感量类型的传感量阈值,当超过时,向用于与云平台通信连接的用户端发送告警信息。

[0035] 本发明的有益效果是:通过上述一种无源无线传感控制系统及控制方法,采用无线传输方式,避免了有线传输时布线带来的困难和风险,同时基于微波直驱变频(Microwave Driven Frequency Conversion,MDFC)技术,由空间中的射频能量驱动,传感端彻底摆脱电池依赖,实现无源无线;相对现有的无源无线传感系统,信号稳定性和准确度更高,传输距离更远,利于广泛推广应用。

[0036] 并且,传感器端利用无源晶体振荡器频率受控的特性,引入传感器信号,使得振荡频率随传感信号变化,实现了传感信号的频率调制,同时,利用MDFC技术实现无源变频。根据不同特性的晶体振荡器,配合外接的可变电容/可变电感,可实现对温度、湿度、压力、振动等不同传感量的监测。

[0037] 收发网关对无源传感器发射特定微波,微波信号受到压力、温度、振动等传感量的调制,实现天然变频,变频信号再无线回传至收发网关,实现传感信息的无源感知。1台收发网关可对应多台传感器,收发网关将信息传输至云平台,用户端在云平台可实时查看监测点的实时情况和历史情况,如果监测点的监测传感量超出阈值,可向用户发送告警信息,让

用户及时进行调控,减少损失或避免安全事故。

附图说明

[0038] 图1为本发明实施例1中一种无源无线传感控制系统的结构框图;

[0039] 图2为本发明实施例2中自感式可变电感的结构示意图;

[0040] 图3为本发明实施例2中差动式自感传感器的自感系数特性曲线示意图;

[0041] 图4为本发明实施例2中电涡流式传感器等效电路图;

[0042] 图5为本发明实施例2中晶片机械振动的示意图;

[0043] 图6为本发明实施例2中晶片机械振动时的谐振示意图。

[0044] 图7为本发明实施例3中无源无线温度传感器结构示意图。

[0045] 其中,101表示线圈,102表示铁芯,即定铁芯,103表示衔铁,即动衔铁,104表示实际晶振,105表示晶振,106表示金属化电极,107表示晶振的机械振动,108表示晶振的电气连接,109表示等效电路模型。

具体实施方式

[0046] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0047] 实施例1

[0048] 参见图1,本实施例提供的是一种无源无线传感控制系统,包括:

[0049] 传感器端,基于传感量类型设置在对应的监测点,用于在接收到收发网关发送的微波信号后,基于传感量类型,利用不同监测点各个传感器端内部的无源晶体振荡器或利用与无源晶体振荡器外接的可变电容或可变电感,作为感应元件,感应元件感应到对应类型的传感量变化时,将待测传感量转换为电容量或电感量的变化,完成对收到的微波信号的调制,并通过无源晶体振荡器输出经调制后随电容量或电感量变化而变化的共振频率,完成对不同传感量类型的无源感知;

[0050] 收发网关,用于向各个监测点的传感器端发射微波信号,并用于接收经调制后不同传感量的共振频率,并将其作为监测点的监测传感量传输到云平台;

[0051] 云平台,存储有不同传感量类型的传感量阈值,用于当接收到各个监测点的监测传感量时,将监测点的监测传感量与对应传感类型的传感量阈值进行对比,基于对比结果判断监测点的传感量是否超过对应传感量类型的传感量阈值,当超过时,向用于与云平台通信连接的用户端发送告警信息。

[0052] 根据待监测点的监测需要,本实施例所述传感量类型可以包括温度、湿度、压力和振动等。

[0053] 并且,当传感量类型为温度时,选择陶瓷晶体振荡,或者与选择石英晶体振荡器外接可变电容,由可变电容作为感应元件;

[0054] 当传感量类型为湿度、压力或振动时,选择石英晶体振荡器外接可变电容,由可变电容作为感应元件。

[0055] 当传感量类型为振动时,利用与无源晶体振荡器选择外接的可变电感作为感应元件;

[0056] 当外接可变电感作为感应元件时,所在传感器端是将被测振动传感量振动的变化转换成线圈自感系数或互感系数的变化,该无源晶体振荡器及与其外接的可变电感视为可变电感器,或者被测物、该无源晶体振荡器及与其外接的可变电感视为可变电感器,被视为的可变电感器分为自感式可变电感器、差动变压式可变电感器或电涡流式可变电感器。

[0057] 实际应用时,所述收发网关可以包括:物理通信接口、通信协议转换模块、安全策略与身份认证模块、边缘计算和数据处理模块及通信管理和设备控制模块;

[0058] 所述物理通信接口,包括:Wi-Fi模块:支持无线局域网通信,用于实现与Wi-Fi设备的互联;以太网接口:用于有线网络连接,用于实现与以太网设备的互联;蜂窝网络模块:支持移动网络通信,用于实现与云平台的通信连接;Modbus 485:用于实现与使用Modbus协议的设备的互联通信;RS232:用于实现与使用RS232协议的设备的互联通信;UART串口:用于实现与使用UART串口协议的设备的互联通信;

[0059] 所述通信协议转换模块,包括:多种通信协议堆栈:支持不同传感器端使用的通信协议,并提供适配器将其转换成网关内部统一的通信协议;数据格式解析和封装模块:用于对接收到的传感器端数据进行解析,并打包封装成特定格式,特定格式是指数据协议,如特定的包头+数据+校验,保证数据稳定传输和验真;

[0060] 所述安全策略与身份认证模块,包括:数据加密模块:用于对传输的数据进行加密;身份认证模块,用于验证传感器端身份;访问控制模块:用于限制对敏感数据和功能的访问权限;

[0061] 所述边缘计算和数据处理模块,包括:本地数据存储模块:用于在网关上进行数据存储;数据过滤和聚合模块:用于对接收到的数据进行筛选、去重和聚合操作;数据上传模块,用于将筛选、去重和聚合操作后的数据上传至云平台;规则引擎模块:用于根据预先配置的规则,对数据进行判断和处理,触发对应的事件或动作。

[0062] 所述通信管理和设备控制模块,包括:设备注册和管理模块:将传感器端注册到网关,并进行设备管理和监控;远程配置和升级模块:支持对传感器端进行远程配置和固件升级; 控制命令传递模块:用于接收来自云平台的控制指令,并将其传递给相应的传感器端。

[0063] 云平台可以包括结合Spring Boot的后端开发框架、结合Vue3的前端开发框架以及Linux作为服务器的操作系统;

[0064] 所述结合Spring Boot的后端开发框架,包括:Spring Boot:用于开发后端服务的框架,并提供多种功能和组件;Java:用于作为后端开发语言;MySQL:用于存储和管理数据的关系型数据库;Redis:用于缓存数据;Nginx:用于作为反向代理服务器,用于负载均衡和静态资源的分发;

[0065] 所述结合Vue3的前端开发框架,包括:Vue3:用于构建用户界面;HTML/CSS/JavaScript:用于定义页面结构、样式和交互逻辑;Element Plus:用于作为Vue组件库,用于提供多种UI组件和样式;Axios:用于作为进行前后端数据交互的HTTP客户端;

[0066] 所述Linux作为服务器的操作系统,包括:Linux操作系统:用于作为服务器的操作系统,用于提供运行环境;Docker:用于容器化应用程序,用于提供环境隔离和部署;Kubernetes:用于容器编排和管理;云服务提供商:用于提供云计算基础设施和资源。

[0067] 云平台结合了Spring Boot的后端开发框架、Vue3的前端开发框架,以及Linux作为服务器的操作系统,实现了实时数据查看、历史数据回溯和超出阈值的告警功能,提供同一个用户或者用户组的下的设备分组接口(人为分组),对分组的设备提供时间段分时和随机接口;同时也提供了收发网关和无源传感器是否在线的功能,在超级管理权限下,探头提供二次校准的能力。

[0068] 实施例2

[0069] 在实施例1的基础上,本实施例中的传感器端采用为温度传感器,此时,在传感器端,利用无源陶瓷振荡器本身的温度特性作为敏感元件,或利用温度特性稳定的晶体振荡器外接可变电容/可变电感作为敏感元件,将待测传感量转换为电容量或电感量的变化,从而影响无源晶体振荡器的共振频率。

[0070] 一般来说,电容器的静电容量会随着使用温度的变化而变化。为了使传感量(温度)带来足够大的变化量,电容式温度传感器需要选择静电容量随温度变化大的电容器。

[0071] 温度特性良好的电容器有导电性高分子铝电解电容器(高分子AI)、薄膜电容器(Film)、温度补偿用独石陶瓷电容器(MLCC)。导电性高分子钽电容器(高分子Ta)、高介电常数独石陶瓷电容器(MLCC)在高温区域中静电容量变化变大。

[0072] 当被测传感量为温度时,即可选择温度特性变化大的陶瓷晶体振荡器,如Ⅱ类陶瓷晶体振荡器。相比陶瓷晶振,石英晶振的精度和频率稳定度都要更高,陶瓷晶振的精度一般为±300ppm~±500ppm,而石英晶振的精度最高能达到10ppm以内,温补晶振则可以达到0.2ppm,所以也可以选择温度特性稳定的石英晶体振荡器外接可变电容,由可变电容作为敏感元件。

[0073] 当被测传感量为压力、湿度、振动时,同样选择温度特性稳定的石英晶体振荡器外接可变电容,由可变电容作为敏感元件。

[0074] 此外,当被测传感量为振动时,还可以选择外接可变电感;当外接可变电感作为敏感元件时,该装置是将被测传感量(振动)的变化转换成线圈自感系数或互感系数的变化,实际上它本身(或和被测物)就是一个可变电感器,可分为自感式、差动变压式和电涡流三种类型。自感式可变电感由线圈101、铁芯102和衔铁103三部分组成。铁芯102与衔铁103由硅钢片或坡莫合金等导磁材料制成,参见图2,δ表示铁芯与衔铁间的气隙厚度,$\Delta\delta$表示振动引起的微小位移,自感式结构是把被测量传感量转换成自感L的变化,在使用时,其运动部分与动铁心(衔铁)相连,当动铁芯移动时,铁芯与衔铁间的气隙厚度发生改变,引起磁路磁阻变化,导致线圈电感值发生改变,只要测量电感量的变化,就能确定动铁芯的位移量的大小和方向。

[0075] 由于

[0076] $$N\phi_m = LI,\ F_m = NI,\ \phi_m = \frac{F_m}{R_m}$$

[0077] 其中,N为线圈的匝数,ϕ_m为每匝线圈产生的磁通量,L为线圈中电感量,I为通过线圈的电流,Fm为磁动势,Rm为磁阻;

[0078] 可得

[0079] $$L = \frac{N^2}{R_m}$$

[0080] 磁路的电磁阻可表示为

[0081] $$R_m = \sum \frac{l_i}{\mu_i S_i} + \frac{2\delta}{\mu_0 S}$$

[0082] 其中,li为线圈微元的电感量,μi为线圈微元的磁导率,Si为线圈微元的横截面积,δ为铁芯与衔铁之间的空气隙厚度,μ_0为真空磁导率,S为空气隙处线圈的横截面积。近似计算出线圈的电感量为:

[0083] $$L = \frac{N^2 S \mu_0}{2\delta}$$

[0084] 当线圈匝数N为常数时,电感L仅仅是磁路中磁阻的函数,只要改变δ或S均可导致电感变化。因此变磁阻式传感器又可分为变气隙δ厚度的传感器和变气隙面积S的传感器。

[0085] 在实际使用中,常采用两个相同的传感线圈共用一个衔铁,构成差动式自感传感器,两个线圈的电气参数和几何尺寸要求完全相同。这种结构除了可以改善线性、提高灵敏度外,对温度变化、电源频率变化等的影响也可以进行补偿,从而减少了外界影响造成的误差,可以减小测量误差,差动式自感传感器的自感系数特性曲线如图3所示,图3中,L_1为初级线圈的等效电感,L_2为次级线圈的等效电感,ΔL为等效电感的变化量,δ为铁芯与衔铁之间的空气隙厚度,0为坐标原点。

[0086] 差动变压器式传感器是互感式传感器,其工作原理是利用电磁感应,将被测传感量(振动)的变化转换成变压器线圈的互感系数的变化。

[0087] 电涡流式传感器是互感式传感器,利用金属导体在交变磁场中的涡流效应进行工作,能对位移、厚度、表面温度、速度、应力和材料损伤等进行非接触式连续测量,其等效电路图如图4所示。

[0088] 根据等效电路列出电路方程组为:

[0089] $$\begin{cases} R_2 I_2 + j\omega L_2 I_2 - j\omega M I_1 = 0 \\ R_1 I_1 + j\omega L_1 I_1 - j\omega M I_2 = U_1 \end{cases}$$

[0090] 其中R_1为初级线圈的等效电阻,I_1为初级线圈中的电流,R_2为次级线圈的等效电阻,I_2为次级线圈中的电流,ω为电流的频率,j为虚数单位,M为初级和次级线圈之间的互感系数,U_1为初级线圈电压,L_1为初级线圈的等效电感,L_2为次级线圈的等效电感。可得传感器的等效阻抗为:

[0091] $$Z = \frac{U}{I} = \left[R_1 + \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} R_2\right] + j\left[\omega L_1 - \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2} \omega L_2\right]$$

[0092] 传感器的等效电感为:

[0093] $$L = L_1 - L_2 \frac{\omega^2 M^2}{R_2^2 + (\omega L_2)^2}$$

[0094] 可变电容或者可变电感,改变的电容量或电感量将使无源压电类振荡器的共振频率随之变化。为了控制变量,无源压电类振荡器选择温度特性稳定的晶体振荡器,如石英晶体振荡器。

[0095] 无源晶体振荡器本身是利用压电材料的压电效应制成的一种谐振器件,即如果对压电材料施加压力,它便会产生电位差(称之为正压电效应),反之施加电压,则产生机械应力(称为逆压电效应)。

[0096] 在一般情况下,晶片机械振动的振幅和交变电场的振幅非常微小,但当外加交变

电压的频率为某一特定值时,振幅明显加大,比其他频率下的振幅大得多,这种现象称为压电谐振,它与LC回路的谐振现象十分相似。它的谐振频率与晶片的切割方式、几何形状、尺寸等有关。

[0097] 实际上,晶体的行为就像一个串联RLC电路,由组件组成:低阻值电阻R_S,大值电感L_S,小值电容器C_S。它表示晶体的机械振动,与一个电容C_p并联,它表示与晶体的电气连接,石英晶体振荡器倾向于朝着它们的“串联谐振”运行,如图5所示,其中,104表示实际晶振,105表示晶振,106表示金属化电极,107表示晶振的机械振动,108表示晶振的电气连接,109表示等效电路模型,Z为传感器的等效阻抗。

[0098] 参见图6,晶体的等效阻抗具有串联谐振,其中C_S在晶体工作频率下与电感L_S谐振。该频率称为晶体系列频率。除了这个串联频率之外,当L_S和C_S与并联电容器C_P谐振时产生并联谐振,如下图所示,还建立了第二个频率点,Zp为输出阻抗,Rs为串联谐振式的等效阻抗,f为频率。

[0099] 随着频率在其端子上增加,在特定频率下,串联电容器C_S和电感器L_S之间的相互作用产生了一个串联谐振电路,将晶体阻抗降至最低并等于Rs,这个频率点称为晶体串联谐振频率f_S,低于f_S晶体是电容性的。随着频率增加到该串联谐振点以上,晶体的行为就像一个电感,直到频率达到其并联谐振频率f_P。在这个频率点,串联电感L_S和并联电容器C_P之间的相互作用产生了一个并联调谐的 LC 谐振电路,因此晶体两端的阻抗达到了最大值。

[0100] 其串联谐振频率为:

[0101] $$f_S = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_S C_S}}$$

[0102] 当串联 LC 支路的电抗等于并联电容器的电抗C_P时,会出现并联谐振频率f_P,其并联谐振频率为:

[0103] $$f_P = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_S\left(\frac{C_P C_S}{C_P + C_S}\right)}}$$

[0104] 上述共振频率信号,再经过芯片(MDFC技术)与输入信号进行混频,得到一个与传感量相关的输出信号,通过检测输出信号的频率,即可得知传感量的值。

[0105] 实施例3

[0106] 在实施例2的基础上,参见图7,本实施例中的无源无线温度传感器,包括收发天线、匹配网络、谐振网络、变频芯片、无源压电类振荡器。

[0107] 其中,天线选用CrossAir CA-S01型号,用于收发信号;

[0108] 匹配网络包括3个电感,用于匹配天线,分别选用LQW15CAR32J00D型号、LQW18AN68NG00D型号、LQW15AN1N3C10D型号;

[0109] 谐振网络包括可调电容1个和电感1个,分别选用STC3MB10型号和SDWL4532C220KSTF型号,用于对馈入的微波信号进行能量汇聚,并将能量汇聚后的微波信号馈入无源晶体振荡器中;

[0110] 无源压电类振荡器选用CSTLS5M50G56-A0型号,用于产生频偏f_R;利用无源晶体振荡器或者可变电容内介电质材料的介电常数随传感量(温度)的变化而变化,使其电容值随之变化,从而改变无源晶体振荡器输出的共振频率信号;

[0111] 变频芯片采用SAV-331+型号,用于变频;无源压电类振荡器产生的共振信号经过

变频芯片(MDFC技术)与输入信号进行混频,得到一个对应的输出信号,该输出信号的频率与传感量(温度)变化相关,通过检测输出信号的频率,即可得知传感量(温度)的值。

[0112] 安装座设计为安装强力磁铁的磁吸式,中空的低筒状,用于更好地容纳晶体振荡器,具有导热、共地的作用;天线罩用于保护天线,设计为圆柱体盖状;底座和护罩接口处密封圈设计,加强防水性能。

[0113] 实施例4

[0114] 在实施例1-3的基础上,本实施例提供的是一种无源无线传感控制方法,包括如下步骤:

[0115] S1、基于传感量类型将对应的传感器端设置在对应的监测点;

[0116] S2、通过收发网关向各个监测点的传感器端发射微波信号;

[0117] S3、传感器端在接收到收发网关发送的微波信号后,基于传感量类型,利用不同监测点各个传感器端内部的无源晶体振荡器或利用与无源晶体振荡器外接的可变电容或可变电感,作为感应元件;

[0118] S4、感应元件感应到对应类型的传感量变化时,将待测传感量转换为电容量或电感量的变化,完成对收到的微波信号的调制,并通过无源晶体振荡器输出经调制后随电容量或电感量变化而变化的共振频率,完成对不同传感量类型的无源感知;

[0119] S5、通过收发网关接收经调制后不同传感量的共振频率,并将其作为监测点的监测传感量传输到云平台;

[0120] S6、通过云平台接收各个监测点的监测传感量,并将监测点的监测传感量与对应传感类型的传感量阈值进行对比,并基于对比结果判断监测点的传感量是否超过对应传感量类型的传感量阈值,当超过时,向用于与云平台通信连接的用户端发送告警信息。

[0121] 通过上述实施例可知,本实施例中的应用原理与实施例1相同,而无源无线湿度传感器、无源无线压力传感器和无源无线振动传感器,其应用原理又与实施例2和3一致,因此,不再进行赘述。

[0122] 以上仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

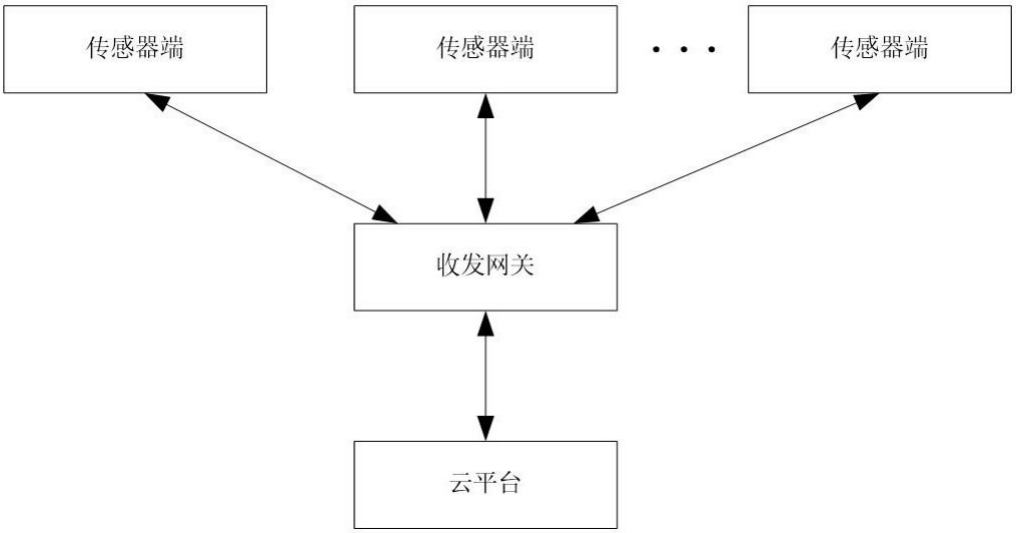


图1

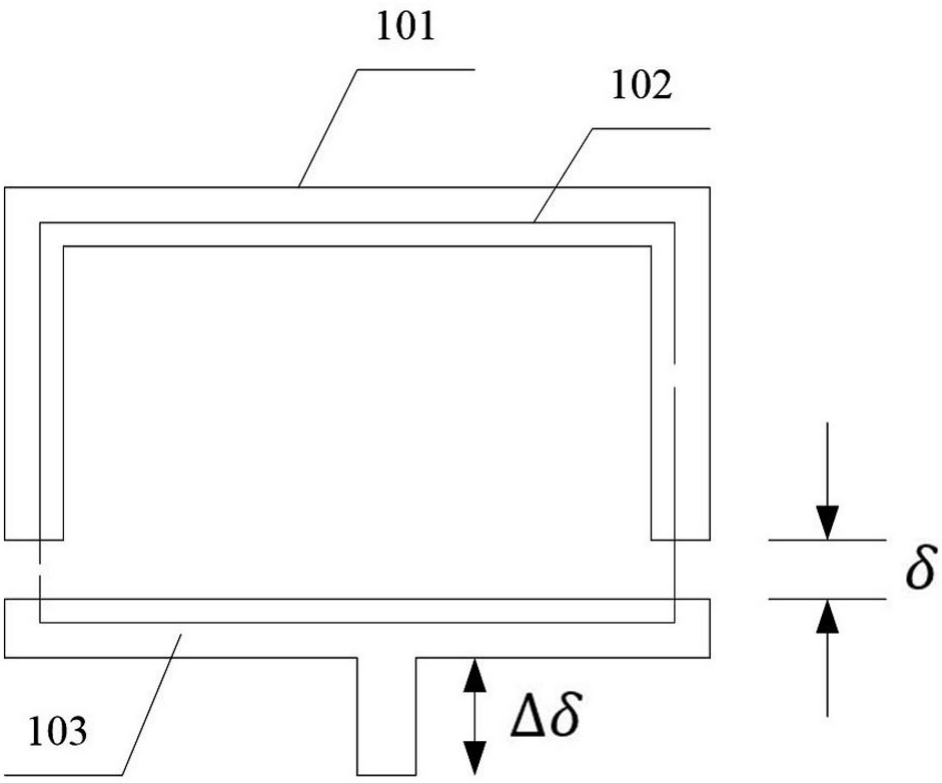


图2

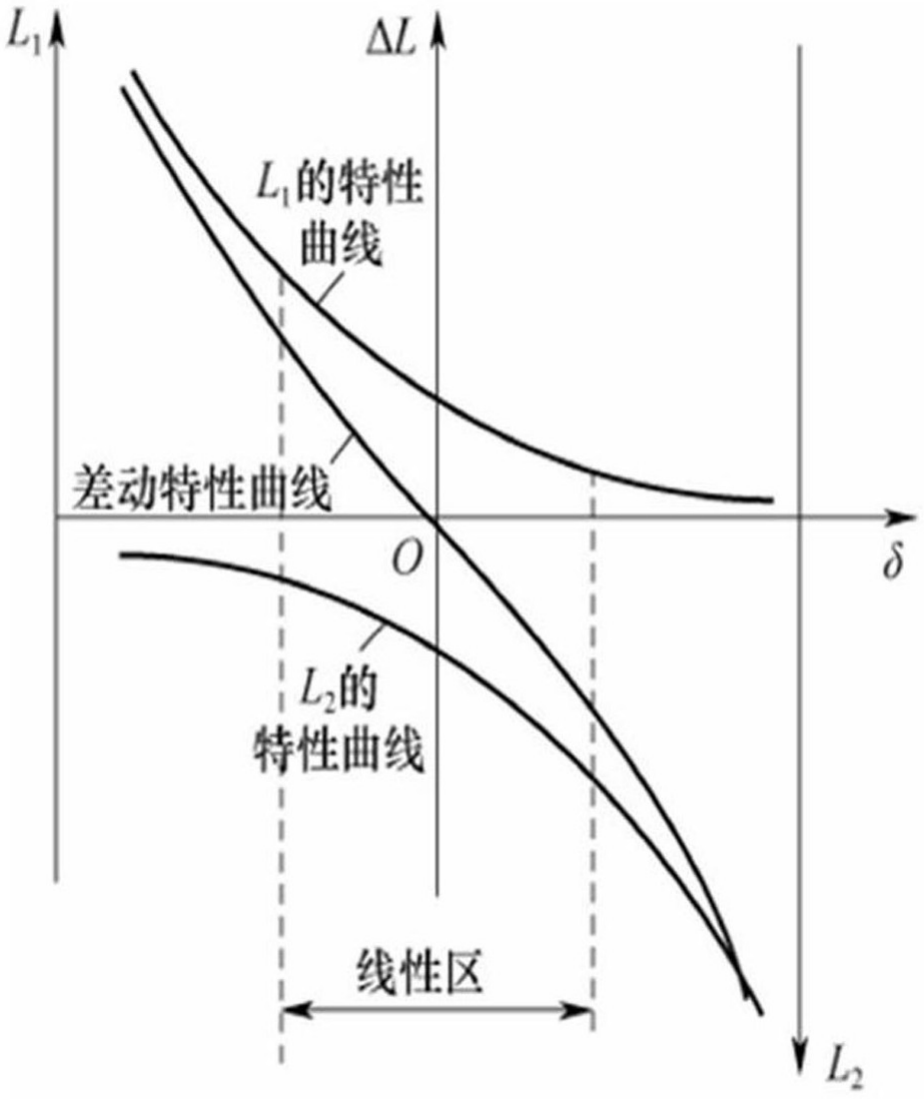


图3

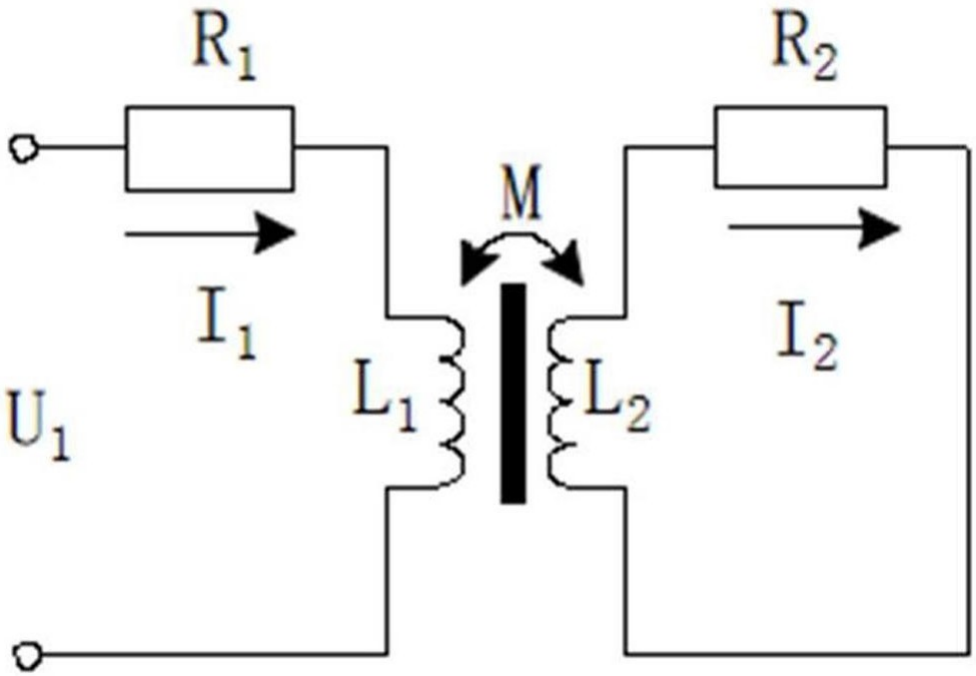


图4

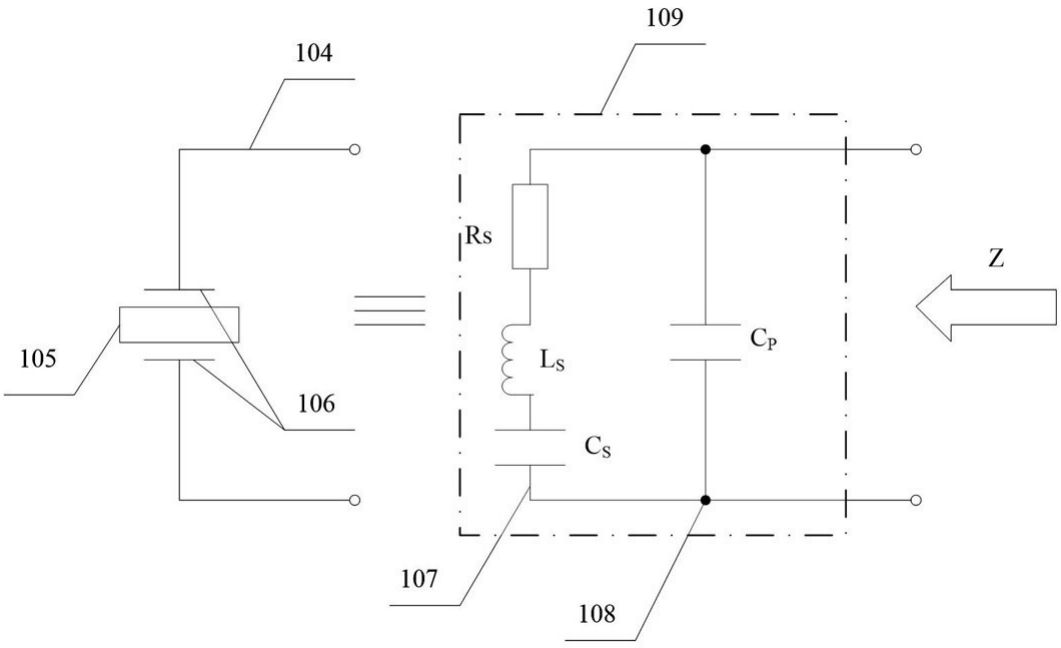


图5

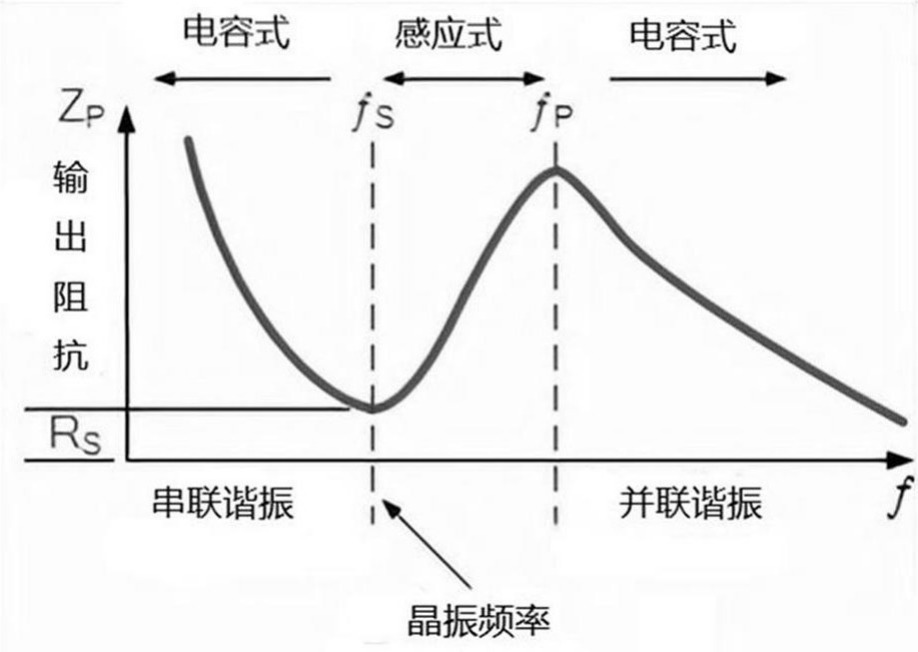

电容式
感应式
电容式
ZP
输出阻抗
fS
fP
RS
串联谐振
并联谐振
f
晶振频率

图6

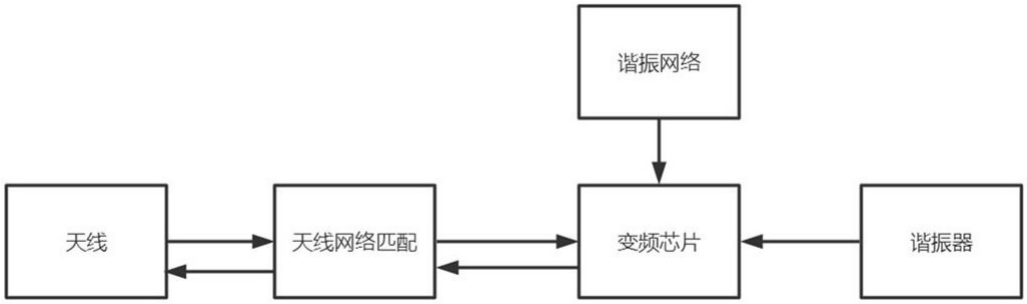

谐振网络
天线
天线网络匹配
变频芯片
谐振器

图7