



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108398442 A

(43)申请公布日 2018.08.14

(21)申请号 201810143076.8

(22)申请日 2018.02.11

(71)申请人 杨厚荣

地址 710065 陕西省西安市雁塔区电子二
路中段万国花园11幢2单元1楼01号

(72)发明人 杨厚荣

(51)Int.Cl.

G01N 22/04(2006.01)

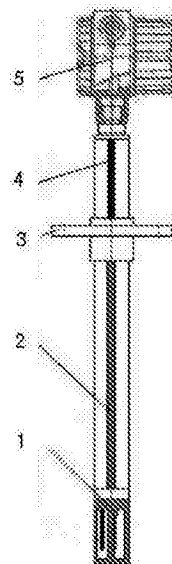
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

在线浸入式微波雷达水分仪及其测量方法
实现

(57)摘要

在线浸入式微波雷达水分仪,其结构见图1,包括:探头(1),包含但不限于微波雷达水分传感器、温度传感器及其它传感器;过渡段(2),既是传感器信息传输通道也是探头的支持保护部件,完成信息的准确输送;安装组件(3),既是水分仪与其它装置的紧固安装部件,也是探头部分和(或)部分过渡段与被测介质的密封环节之一,其部分或全部一同浸入被测介质中,与被测介质处于同一工况,包含但不限于法兰,NPT螺丝,接箍或其它相关固定结构;活脖(4),一端连接安装组件另一端连接表头,内或有微波源和信号处理电路;表头(5)人机操作对话显示窗口,又是对外联络的各种接线装置;表头(5)外还配置一支磁笔,供人机操作对话使用。



1. 所述在线浸入式微波雷达水分仪在以下文中简称水分仪,按结构分五个部分,其结构见图1,但不局限于五个以下或以上部分:探头(1)也称传感器组件,包含但不局限于微波雷达水分传感器、温度传感器及其它传感器;过渡段(2)也称波导组件,既是传感器信息传输通道也是探头的机械支持保护部件,完成信息的准确输送;安装组件(3),既是水分仪与其它装置的紧固安装部件,也是探头部分和(或)部分过渡段与被测介质的密封环节之一,其部分或全部一同浸入被测介质中,与被测介质处于同一工况,包含但不局限于法兰,NPT螺丝,接箍或其它相关固定结构;活脖(4)也称表接头部件,一端连接安装组件另一端连接表头,内或有微波源和信号处理电路,它内部电路一端与波导组件和传感器连接另一端与表头内电路连接,完成多传感器信号的采集和信号激励;表头(5)人机操作对话显示窗口,又是对外联络的各种接线装置,表头内包括端子板、测量电路板、主控板、显示板和键盘板等电路,其中端子板内除电路和波导组件及其多传感器引线连接还连接对应的隔爆用安全栅用模块,端子板外接包含但不局限于至少1路供电端子、至少1路变送输出端子,至少1路通讯端子,至少1路高低告警端子等;表头(5)外还配置一支磁笔,供人机操作对话使用。

2. 所述探头(1)也称传感器组件,包含水分传感器,温度传感器及其它电导率、压力、流量、密度、液位,水质等传感器组成,共同浸入在同一工况环境中长期在线工作,同时检测相对应的参数,完成对水分参数的修正或补充,用于完善水分分析仪的精确描述;由耐压,耐温,耐酸碱,耐磨,耐腐蚀材料构成,必要时喷涂保护外皮,共同浸入同一介质中,其中水分传感器设计成精密同轴线腔体,内置天线,外壁成开孔的屏蔽罩,介质可内外自由流动,一端加工成N头的馈源,经转接头连接过渡段、N头接过渡段中的同轴跳线,另一端开圆孔对外,也可连接其他接头,由于工作工况复杂,精密同轴腔天线和腔体间的连接介质为聚四氟乙烯,且其内外设计成双道“O”型圈,完成轴向密封,密封圈材质至少为氟橡胶FPM75或全氟橡胶FFPM75材料。

3. 所述过渡段(2)也称波导组件,按隔爆要求设计成防护管,管内有同轴跳线和各种传感器的引线,管外由耐压,耐温,耐酸碱,耐磨,耐腐蚀材料构成,必要时喷涂保护外皮,主要完成探头的机械支持和信息引线保护作用,管出线口处有不小于20MM长的隔爆用胶铸封堵。

4. 所述安装组件(3),既是水分仪与其它装置的紧固安装部件,也是探头部分和(或)部分过渡段与被测介质的密封环节之一,其部分或全部一同浸入被测介质中,与被测介质处于同一工况,该部分由耐压,耐温,耐酸碱,耐磨,耐腐蚀材料构成,必要时喷涂保护外皮,包含但不局限于法兰方式,NPT螺丝方式,接箍方式或其它相关固定方式的结构。

5. 所述活脖(4)也称表接头部件,是水分仪的核心部件,设计成管状构件,一端连接安装组件另一端连接表头,内或有微波源和信号处理电路,它内部电路一端与波导组件和传感器连接另一端与表头内电路连接,完成多传感器信号的采集和信号激励,因与表头处于同一工况,故设计满足隔爆、工业环境工况。

6. 所述表头(5),是由经隔爆认证的封闭变送器壳体和多个电路叠加组成,前盖有玻璃窗口,用于人机操作对话显示窗口,通过磁笔隔玻璃完成非接触操作,同时通过内置液晶屏显示信息;后盖内是对外联络的各种接线装置,引线通过两侧接线咀输出;表头内包括端子板、测量电路板、主控板、显示板和键盘板等叠加电路,其中端子板内除电路和至少1路同轴SMA端子及其1路测温端子外,还提供多传感器引线连接端子,并连接对应的隔爆用安全栅

用模块电路,端子板外接包含但不局限于至少1路供电端子、至少1路变送输出端子,至少1路通讯端子,至少1路高低告警端子等;所述供电端子既可以是交流也可以是直流共供给;所述变送输出端子既可以是电流也可以是电压变送输出;所述通讯端子既可以是电缆或光纤,也可以无缆的无线输出端子,输出形式不局限于RS232、RS422、RS485、CAN、易太口,或ZIGBEE天线,或微波天线等;所述高低告警端子不局限于含水量高低的报警,其他参数有报警要求的都可以适用;所述所有对外引出接线,盖,窗,咀都有密封设计的“O”型圈或垫,用于防尘、防潮、隔爆。

7.所述在线浸入式微波雷达水分仪测量方法在以下文中简称水分仪测量方法是利用一对或单支雷达天线向被介质激励电磁波,同时由天线接收经介质反射的回波,利用电磁波在介质中传播时,其路径、电磁场强度与波形将随所通过介质的电性质及磁场性质的变化差异,根据接收到的回波相位、功率幅度等信息,来探测介质受含水大小影响的物理参数并拟和出含水含量的大小;其水分仪测量方法见图2;其传感器实时感知介质的物理特性并传递给DSP为核心的信号处理电路并拟合出水分实时信息和工况信息,水分仪通过表头人机操作界面完成就地标检修正传感器,获得传感器测量的水分值和其他相关值并显示;和或通过水分仪的通讯口和PC机进行通讯,和预装在PC机上的ICVS软件对水分仪进行建标修正,并将建标结果存储到传感器中,最后,PC机可获得传感器测量的水分值和其他值,使探测结果一目了然,对测量结果分析、判读直观方便,经后期拓展应用后,探测精度更高、样点更密、工作效率更高而倍受各行业的关注,在物联网的应用领域内正在不断扩展。

8.所述水分仪参数相位和衰减是通过近似真分析来进行拟合成水分的。其线性标定见公式(1),其平方标定见公式(2),其中W-水分值,A,B,C标定系数, ϕ 相位,D衰减, $\arg(\phi)$ 相位代数符号, $\arg(D)$ 衰减代数符号,

$$W = A \cdot \phi + B \cdot D + C \quad (1)$$

$$W = A_1 \cdot \phi + (A_2 \cdot |\phi|^2) \cdot \arg(\phi) + B_1 \cdot D + (B_2 \cdot |D|^2) \cdot \arg(D) + C \quad (2)$$

所述水分仪参数相位和衰减是通过近似真分析来进行拟合成水分的,上述公式(1),公式(2)可以简化成纯粹的相位或衰减测量算法,只是简单地获取相位或衰减而不必同时获取相位和衰减参与运算。

9.所述在线浸入式微波雷达水分仪测量方法实现在以下文中简称水分仪测量方法实现是采用锁相环PLL和自动电平控制ALC技术来构成微波频段的信号发射器部分,而且接收部分是采用了超外差模式;整个电路由收发两部分组成,其核新部件是将关键部分的电路部件收发鉴相、鉴幅器作为一个可替换的模块形式嵌入在整个收发模块中,而矢量参数的相位和幅度测量精度也由这些部件所决定,见图3:微波源和信号处理电路图所示;该模块主要提供微波波段,处于UHF频段的ISM范围,频率为2.45GHz,扫频范围为2.400~2.4835GHz,20-30DB的功率调整范围的微波激励信号,同时完成反射信号功率幅和相位变化的检测。

在线浸入式微波雷达水分仪及其测量方法实现

(一) 技术领域

[0001] 雷达(Radar)测水技术是近年来应用于浅层地质构造、岩性检测的一项新技术,其特点是快速、无损、连续检测。微波雷达水分传感器依据电磁波的传播理论、雷达测量原理及方法确定在不同介质中含水量的大小与其在传播中有关信号的相位和功率变化的对应关系,以此建立模型,并完成介质含水量大小的动态检测和计量。该技术属于光机电一体化领域中高性能、智能化仪器仪表中的面向行业的配套的水分传感器及其分析仪器仪表。

(二) 背景技术

[0002] 源自于初创的WPR(T)-1型原油持水率雷达测井仪(实用新型专利号:ZL032627300)的耐高温、耐高压的石油下井仪器持水率传感器;和工业应用的微波雷达水分传感器(发明专利号:ZL200910009700.6)的推广应用,根植于第一代WPR(T)-1XX型的雷达流体水分分析仪的幅频特性,ICVS标检算法和建标模版的产品;深耕于第二代WPR(T)-2XX型在线浸入式液体水分仪,已是国际领先的工业在线浸入式水分分析仪表,主要用于检测混合介质的水分含量和介质温度。它们采用雷达探测技术,同时检测功率衰减信号和频率、幅度变化特性。为使其比传统的水分仪分析仪精度更高,稳定性更好,测量范围更宽,可靠性更高,测试更准,适应工况能力更强,成本更低,同时满足工业物联网的要求,能实现现场就地和远程异地建标,一机多用,初始校准修正,自动温度补偿,无缆远传组网,而发明本专利。还在继续探索的第三代WPR(T)-3XX三相流检测频率、衰减和相移的矢量方案,既是矢量网络分析仪,更是高性能的水分分析仪。

(三) 发明内容

[0003] 本发明提出一种在线浸入式微波雷达水分仪及其测量方法并实现产品应用。

[0004] 本发明技术方案:

[0005] 1. 研制出一种在线浸入式微波雷达水分仪在以下文中简称水分仪,按结构分五个部分,其结构见图1,但不局限于五个以下或以上部分:探头(1)也称传感器组件,包含但不局限于微波雷达水分传感器、温度传感器及其它传感器;过渡段(2)也称波导组件,既是传感器信息传输通导也是探头的机械支持保护部件,完成信息的准确输送;安装组件(3),既是水分仪与其它装置的紧固安装部件,也是探头部分和(或)部分过渡段与被测介质的密封环节之一,其部分或全部一同浸入被测介质中,与被测介质处于同一工况,包含但不局限于法兰,NPT螺丝,接箍或其它相关固定结构;活脖(4)也称表接头部件,一端连接安装组件另一端连接表头,内或有微波源和信号处理电路,它内部电路一端与波导组件和传感器连接另一端与表头内电路连接,完成多传感器信号的采集和信号激励;表头(5)人机操作对话显示窗口,又是对外联络的各种接线装置,表头内包括端子板、测量电路板、主控板、显示板和键盘板等电路,其中端子板内除电路和波导组件及其多传感器引线连接还连接对应的隔爆用安全栅用模块,端子板外接包含但不局限于至少1路供电端子、至少1路变送输出端子,至少1路通讯端子,至少1路高低告警端子等;表头(5)外还配置一支磁笔,供人机操作对话使

用。

[0006] 2.所述探头(1)也称传感器组件,包含水分传感器,温度传感器或及其他电导率、压力、流量、密度、液位,水质等传感器组成,共同浸入在同一工况环境中长期在线工作,同时检测相对应的参数,完成对水分参数的修正或补充,用于完善水分分析仪的精确描述;由耐压,耐温,耐酸碱,耐磨,耐腐蚀材料构成,必要时喷涂保护外皮,共同浸入同一介质中,其中水分传感器设计成精密同轴线腔体,内置天线,外壁成开孔的屏蔽罩,介质可内外自由流动,一端加工成N头的馈源,经转接头连接过渡段,N头接过渡段中的同轴跳线,另一端开圆孔对外,也可连接其他接头,由于工作工况复杂,精密同轴腔天线和腔体间的连接介质为聚四氟乙烯,且其内外设计成双道“O”型圈,完成轴向密封,密封圈材质至少为氟橡胶FPM75或全氟橡胶FFPM75材料。

[0007] 3.所述过渡段(2)也称波导组件,按隔爆要求设计成防护管,管内有同轴跳线和各种传感器的引线,管外由耐压,耐温,耐酸碱,耐磨,耐腐蚀材料构成,必要时喷涂保护外皮,主要完成探头的机械支持和信息引线保护作用,管出线口处有不小于20MM长的隔爆用胶铸封堵。

[0008] 4.所述安装组件(3),既是水分仪与其它装置的紧固安装部件,也是探头部分和(或)部分过渡段与被测介质的密封环节之一,其部分或全部一同浸入被测介质中,与被测介质处于同一工况,该部分由耐压,耐温,耐酸碱,耐磨,耐腐蚀材料构成,必要时喷涂保护外皮,包含但不局限于法兰方式,NPT螺丝方式,接箍方式或其它相关固定方式的结构。

[0009] 5.所述活脖(4)也称表接头部件,是水分仪的核心部件,设计成管状构件,一端连接安装组件另一端连接表头,内或有微波源和信号处理电路,它内部电路一端与波导组件和传感器连接另一端与表头内电路连接,完成多传感器信号的采集和信号激励,因与表头处于同一工况,故设计满足隔爆、工业环境工况。

[0010] 6.所述表头(5),是由经隔爆认证的封闭变送器壳体和多个电路叠加组成,前盖有玻璃窗口,用于人机操作对话显示窗口,通过磁笔隔玻璃完成非接触操作,同时通过内置液晶屏显示信息;后盖内是对外联络的各种接线装置,引线通过两侧接线咀输出;表头内包括端子板、测量电路板、主控板、显示板和键盘板等叠加电路,其中端子板内除电路和至少1路同轴SMA端子及其1路测温端子外,还提供多传感器引线连接端子,并连接对应的隔爆用安全栅用模块电路,端子板外接包含但不局限于至少1路供电端子、至少1路变送输出端子,至少1路通讯端子,至少1路高低告警端子等;所述供电端子既可以是交流也可以是直流共供给;所述变送输出端子既可以是电流也可以是电压变送输出;所述通讯端子既可以是电缆或光纤,也可以无缆的无线输出端子,输出形式不局限于RS232、RS422、RS485、CAN、易太口,或ZIGBEE天线,或微波天线等;所述高低告警端子不局限于含水量高低的报警,其他参数有报警要求的都可以适用;所述所有对外引出接线,盖,窗,咀都有密封设计的“O”型圈或垫,用于防尘、防潮、隔爆。

[0011] 7.所述在线浸入式微波雷达水分仪测量方法在以下文中简称水分仪测量方法是利用一对或单支雷达天线向被介质激励电磁波,同时由天线接收经介质反射的回波,利用电磁波在介质中传播时,其路径、电磁场强度与波形将随所通过介质的电性质及磁场性质的变化差异,根据接收到的回波相位、功率幅度等信息,来探测介质受含水大小影响的物理参数并拟和出含水含量的大小;其水分仪测量方法见图2;其传感器实时感知介质的物理特

性并传递给DSP为核心的信号处理电路并拟合出水分实时信息和工况信息,水分仪通过表头人机操作界面完成就地标检修正传感器,获得传感器测量的水分值和其他相关值并显示;和或通过水分仪的通讯口和PC机进行通讯,和预装在PC机上的ICVS软件对水分仪进行建标修正,并将建标结果存储到传感器中,最后,PC机可获得传感器测量的水分值和其他值,使探测结果一目了然,对测量结果分析、判读直观方便,经后期拓展应用后,探测精度更高、样点更密、工作效率更高而倍受各行业的关注,在物联网的应用领域内正在不断扩展。

[0012] 8.所述水分仪参数相位和衰减是通过近似真分析来进行拟合成水分的。其线性标定见公式(1),其平方标定见公式(2),其中W-水分值,A,B,C标定系数, ϕ 相位,D衰减, $\arg(\phi)$ 相位代数符号, $\arg(D)$ 衰减代数符号,

$$[0013] \quad W = A \cdot \phi + B \cdot D + C \quad (1)$$

$$[0014] \quad W = A_1 \cdot \phi + (A_2 \cdot |\phi|^2) \cdot \arg(\phi) + B_1 \cdot D + (B_2 \cdot |D|^2) \cdot \arg(D) + C \quad (2)$$

[0015] 所述水分仪参数相位和衰减是通过近似真分析来进行拟合成水分的,上述公式(1),公式(2)可以简化成纯粹的相位或衰减测量算法,只是简单地获取相位或衰减值而不必同时获取相位和衰减参与运算。

[0016] 9.所述在线浸入式微波雷达水分仪测量方法实现在以下文中简称水分仪测量方法实现是采用锁相环PLL和自动电平控制ALC技术来构成微波频段的信号发射器部分,而且接收部分是采用了超外差模式;整个电路由收发两部分组成,其核新部件是将关键部分的电路部件收发鉴相、鉴幅器作为一个可替换的模块形式嵌入在整个收发模块中,而矢量参数的相位和幅度测量精度也由这些部件所决定,见图3:微波源和信号处理电路图所示;该模块主要提供微波波段,处于 UHF频段的ISM范围,频率为2.45GHz,扫频范围为2.400~2.483 5GHz,20-30DB 的功率调整范围的微波激励信号,同时完成反射信号功率幅和相位变化的检测。

[0017] 本发明优点:

[0018] 研制出一台国际领先的工业检测混合流体水分含量大小的在线分析仪表。它采用雷达探测技术,精度比传统的微波水分仪更高、更准,更可靠,范围更宽可检测PPM-100%水分;可初始校准,现场远方建标,自动温度补偿。探头全部采用特殊工艺制造,耐压定制可达到75MPa,耐温可达到-55℃—+180℃,具有坚固耐用,防腐耐磨防粘,水分测量范围广(可测量的含水量范围在PPM-100%可任意选择),测量精度高小于100PPM,响应快毫秒级,无损伤、环保等特点。软件采用三维标定方法,有5-8个针对不同介质测量的标定模版。是一种非常理想的现场在线工业分析控制仪表,广泛应用于测量各种油、酸、碱、导电液,化工液,电池浆料及食品饮料等流体混合介质。

[0019] 主要特点:

[0020] ①采用微波雷达探测技术,不受颜色和工况环境因素影响;

[0021] ②实时测量,速度快,响应快(小于毫秒级);

[0022] ③内置多种传感器测量和多参数补偿修正,便于高精度测量;

[0023] ④采用特殊工艺材质,防腐,防锈,耐磨,防粘;

[0024] ⑤没有可动部件,降低维护和提高可靠性;

[0025] ⑥满足现场的防爆(Ex Ia/d IIC T4~T6Ga/Gb)和防护(IP68)等级,通过 CE、

IP68、RoHS认证；

[0026] ⑦内建自诊断和报警功能,帮助快速确定仪表故障；

[0027] ⑧至少1路16位精度4-20mA模拟输出,可选SPST继电器输出；

[0028] ⑨至少1线RS-485物理接口,ModBus-RTU通讯协议；

[0029] ⑩可定制多种传感器规格,满足各种介质应用要求；

[0030] ⑪带提示功能和无接触,免拆卸的操作界面,易于现场使用；

[0031] ⑫可置后台无线远传,远程组网,图示和文本显示,记录水分变化和温度变化对应的历史实时值,提供远程建模和远程标检支持。

(四)附图说明

[0032] 附图1:水分仪结构示意图；

[0033] 附图2:水分仪测量方法示图；

[0034] 附图3:微波源和信号处理电路示图。

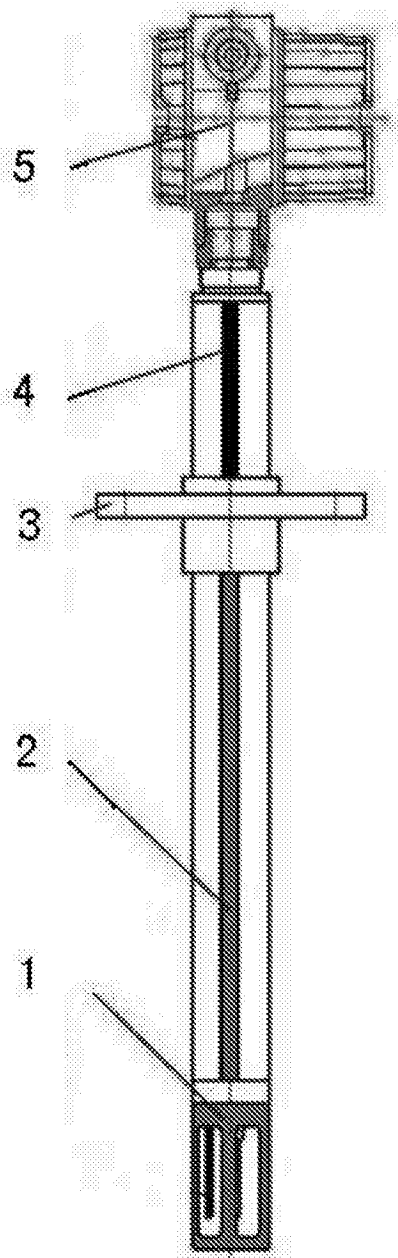


图1

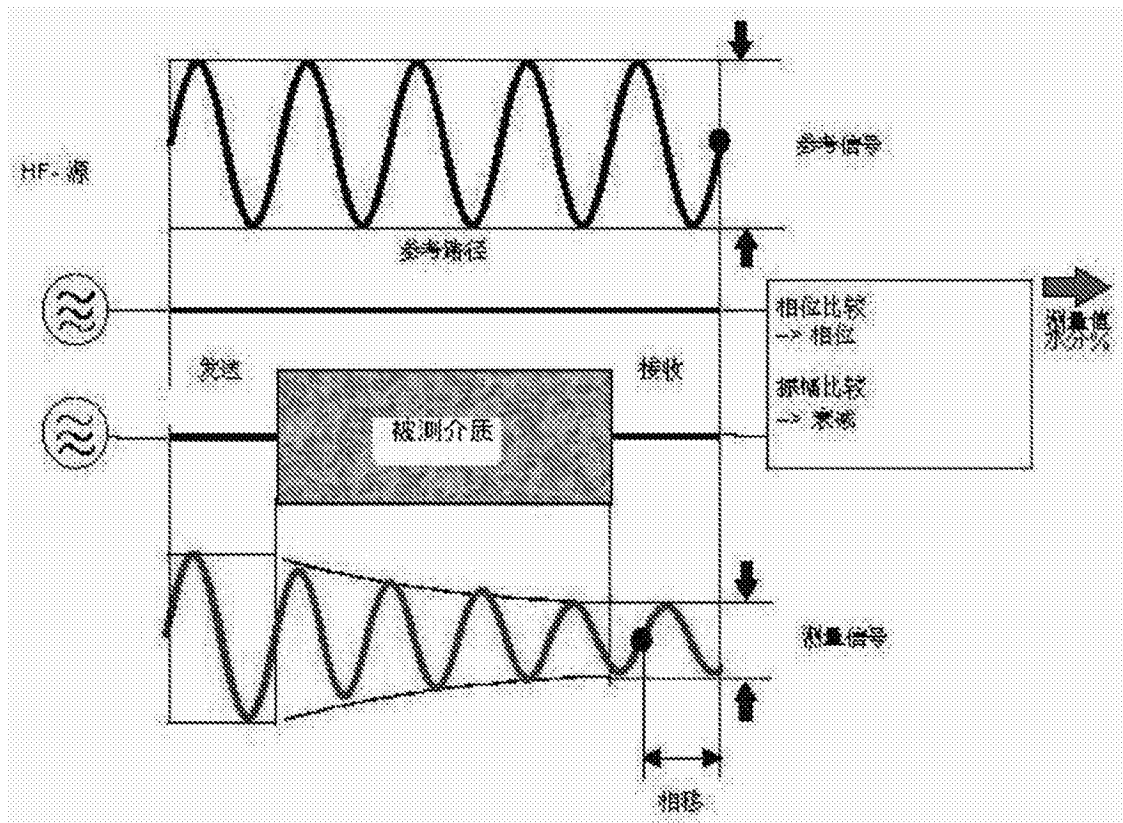


图2

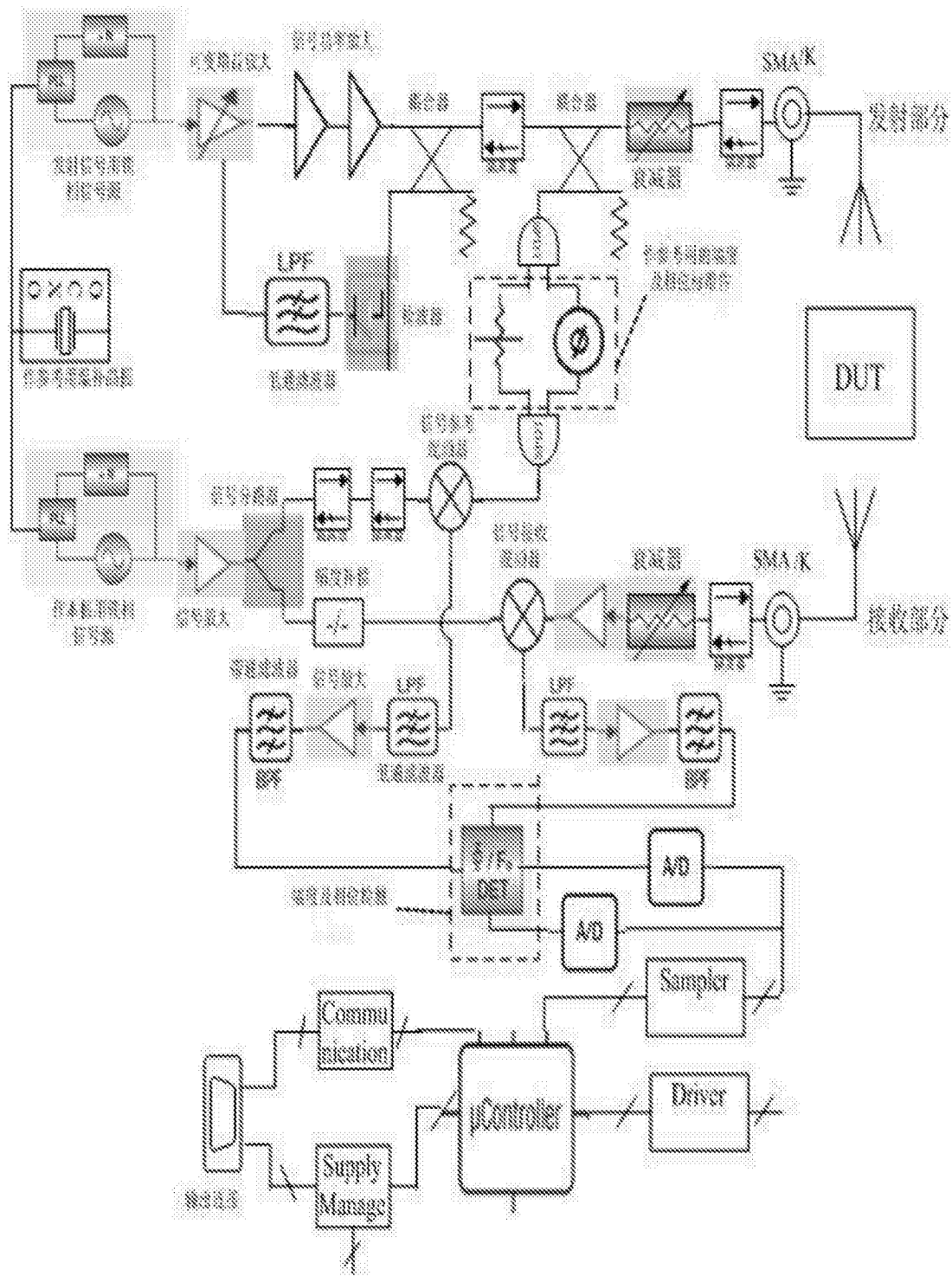


图3