



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104160301 B

(45)授权公告日 2017. 10. 20

(21)申请号 201380012852.6

(22)申请日 2013.03.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104160301 A

(43)申请公布日 2014.11.19

(30)优先权数据
1252081 2012.03.07 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.09.05

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2013/054534 2013.03.06

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/131975 FR 2013.09.12

(73)专利权人 原子能和替代能源委员会
地址 法国巴黎

(72)发明人 蒂埃里·托马斯
弗朗索瓦·弗拉萨蒂

(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事
务所(普通合伙) 11413
代理人 王春伟 刘继富

(51)Int.Cl.
G01V 15/00(2006.01)

审查员 陈晓晨

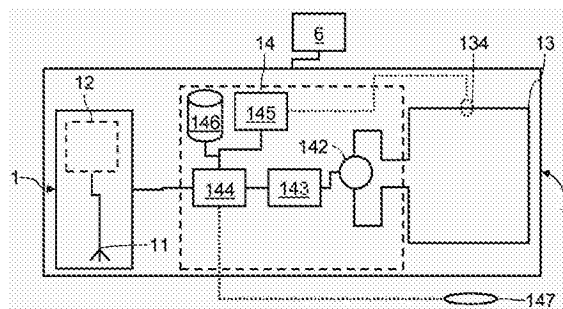
权利要求书3页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

用于计算RFID标签与界面之间的距离的定位装置和方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于计算RFID标签与两种环境之间界面的距离的装置(7),其包括:天线(13);用于测量装置(7)的天线(13)与所述界面之间的距离的装置(147);电源电路(142、143),其配置为向所述天线(13)供电使得所述天线产生具有不同的连续振幅值的电磁场;用于检测标签的响应的装置(1);处理电路(144),其配置为:确定数个对,每个对包括:在所述天线(13)与所述界面之间测量的距离,以及在所述天线处产生的在所述距离处检测到所述标签的最小电磁场值;并根据所确定的对来计算所述标签与所述界面之间的距离。



1. 一种用于计算RFID标签(2)相对于两种介质之间界面(5)的距离的定位装置(7), 所述标签布置在相对于所述界面与定位装置相反的一侧上, 所述定位装置包括:

- 电感耦合型天线(13),
- 用于确定所述定位装置(7)的天线(13)与所述界面之间的距离的装置(147);
- 供电电路, 其配置为向所述天线(13)供电使得所述天线产生具有不同的连续振幅值的电磁场;
- 用于检测来自所述标签的响应的装置(1);
- 处理电路(144), 其配置为:
 - 确定数个对, 每个对包括:
 - 在所述天线(13)与所述界面之间确定的距离; 和
 - 在所述天线的水平处产生的在该距离处检测到所述标签的最小电磁场值;
 - 根据所确定的对来计算所述标签与所述界面之间的距离;

其特征在于, 所述定位装置包括存储器, 所述存储器包括所述标签与所述界面的距离和在离所述界面(5)的该距离处由所述天线(13)产生的电磁场之间的归一化关系, 所述处理电路配置为基于所存储的关系和所述电磁场的最小确定值来计算所述标签(2)与所述界面之间的距离(z_p);

或者其特征在于, 所述处理电路(144)配置为执行以下之一:

-对于数个所述对, 确定所述标签与所述界面之间的距离, 和在离所述界面(5)的该距离处由所述天线(13)产生的电磁场之间的关系; 将所述标签(2)与所述界面之间的距离(z_p)计算为与数种确定的关系之间的交点对应;

-通过指令对于在所述天线(13)与所述界面(5)之间确定的同一距离产生数个磁场值, 并通过对于每个对保留关于对应确定距离引起所述标签的检测的最低磁场值, 来确定所述对中的每个;

-通过指令对于在所述天线(13)与所述界面(5)之间确定的多个距离产生同一个磁场值, 并通过对于每个对保留关于对应磁场值引起所述标签的检测的最大距离值, 来确定所述对中的每个;

-在所述天线(13)与所述界面(5)之间的距离变化期间通过以下方式来确定所述对中的每个: 当检测到来自所述标签的响应时, 通过指令产生连续减小的场值直到检测不到来自所述标签的响应; 当检测不到来自所述标签的响应时, 通过指令产生连续增加的场值直到检测到来自所述标签的响应。

2. 如权利要求1所述的定位装置(7), 其中, 所述处理电路配置为对于所述对中的至少三个产生所述标签与所述界面之间的距离和在离所述界面(5)的该距离处由所述天线(13)产生的电磁场之间的关系, 并配置为通过在所述标签与所述界面之间的距离和在离所述界面(5)的该距离处由所述天线(13)产生的电磁场之间的关系之间的交点之间的插值来计算所述标签(2)与所述界面之间的距离(z_p)。

3. 如权利要求1所述的定位装置(7), 包括用于测量通过所述天线(13)的电流的传感器, 所述处理电路(144)配置为根据所测量的电流来确定在所述天线(13)的水平处产生的电磁场。

4. 如权利要求1所述的定位装置(7), 包括用于与使用者通信的通信接口, 所述处理电

路(144)配置为经由该通信接口发送移动所述天线(13)的请求。

5.如权利要求1至4中任一项所述的定位装置(7),其中,所述天线(13)和所述供电电路配置为产生表现出3至30MHz频率的电磁场。

6.如权利要求4所述的定位装置(7),其中,所述处理电路(144)包括根据所述界面(5)的法线的所述标签(2)在所述界面(5)上的位置的定位模式,在所述定位模式中,对于所述天线(13)与所述界面之间的同一距离,所述处理电路(144)配置为:

- 在没有检测到所述标签的情况下指令产生同一磁场值;
- 指令在所述标签的检测期间产生的磁场值的减小。

7.如权利要求6所述的定位装置(7),其中,所述处理电路(144)配置为经由所述通信接口指示在所述定位模式中的所述标签的检测。

8.如权利要求6所述的定位装置(7),其中,所述处理电路(144)配置为存储在所述定位模式中检测到所述标签的最小磁场值。

9.如权利要求7所述的定位装置(7),其中,所述处理电路(144)配置为存储在所述定位模式中检测到所述标签的最小磁场值。

10.如权利要求8所述的定位装置(7),其中,在所述处理电路开始确定所述对时,所述处理电路指令产生与在所述定位模式中存储的最小磁场值相对应的磁场。

11.如权利要求9所述的定位装置(7),其中,在所述处理电路开始确定所述对时,所述处理电路指令产生与在所述定位模式中存储的最小磁场值相对应的磁场。

12.一种用于相对于两种介质之间的界面(5)定位RFID标签(2)的方法,所述标签布置在相对于所述界面与定位装置(7)相反的一侧上,所述方法包括:

- 利用所述定位装置(7)的电感耦合型天线(13)产生具有不同的连续振幅值的电磁场;
- 在所述电磁场的产生期间,确定所述天线(13)与所述界面(5)之间的距离;
- 确定来自所述标签的检测或响应;
- 确定数个对,每个对包括:
 - 在所述天线(13)与所述界面(5)之间确定的距离;和
 - 在所述天线的水平处产生的在该距离处检测到所述标签的最小电磁场值;
- 根据所确定的对来计算所述标签与所述界面之间的距离;

其特征在于,所述方法包括以下之一:

-对于数个所述对,确定所述标签与所述界面之间的距离,和在离所述界面(5)的该距离处由所述天线(13)产生的电磁场之间的关系;将所述标签(2)与所述界面之间的距离(z_p)计算为与数种确定的关系之间的交点对应;

-通过指令对于在所述天线(13)与所述界面(5)之间确定的同一距离产生数个磁场值,并通过对于每个对保留关于对应确定距离引起所述标签的检测的最低磁场值,来确定所述对中的每个;

-通过指令对于在所述天线(13)与所述界面(5)之间确定的多个距离产生同一个磁场值,并通过对于每个对保留关于对应磁场值引起所述标签的检测的最大距离值,来确定所述对中的每个;

-在所述天线(13)与所述界面(5)之间的距离变化期间通过以下方式来确定所述对中的每个:当检测到来自所述标签的响应时,通过指令产生连续减小的场值直到检测不到来

自所述标签的响应;当检测不到来自所述标签的响应时,通过指令产生连续增加的场值直到检测到来自所述标签的响应。

13.如权利要求12所述的定位RFID标签(2)的方法,其中,通过测量所述天线与所述界面之间的距离来进行所述天线与所述界面之间的距离的确定。

用于计算RFID标签与界面之间的距离的定位装置和方法

[0001] 本发明涉及对埋藏的、淹没的或难接近的物体进行定位,且特别地涉及通过激活附着在物体上的RFID型标签来对这些物体进行定位。本发明被证明对塑料管的定位是尤其有利的。

[0002] 对于位于表面的人来说,埋藏的或淹没的物体的定位通常很复杂。特别是为了进行工作以访问水管或气体管道、或者避免损坏它们、或者更新网络规划,这样的定位被证明是必要的。由于规划的可靠性的缺乏、由于这些规划的遗失、或由于管的不受控制的移动(例如地层运动或土木工程之后),在定位管时仅基于规划作出的定位通常被证明是不可用的。

[0003] 由于没有对管的直接访问,已经对一定数量的程序进行了微调以促进这些程序从表面的有效定位。已知的定位程序特别地在于事先在重要的地点处将RFID标签固定到管,然后在于通过使用与这些标签相关联的阅读器从表面对这些标签进行定位。

[0004] 通过确定各个标签的水平位置和深度,尤其可以对地下管网络进行三维重建。标签在网络的奇异点处(例如在管分支或弯曲的水平处)的存在有利于其规划的重建。已知在阅读器和RFID标签之间有几通信模式。在这类系统中,通过阅读器和一个或更多个标签之间的射频磁场来建立连接。

[0005] 尺寸为通信频率的波长一半等级的高频和超高频辐射天线型天线对磁场分量和电场分量都敏感。阅读器和标签之间的通信非常依赖于标签的天线结构和阅读器的天线结构。此外,考虑到涉及的距离大于电磁场的波长并具有在其中埋藏标签的介质的电磁特性,超高频导致更复杂和更易于被干扰的电磁场模式图。介质的水分还引起增大的波吸收。因此严重影响了定位的可靠性。

[0006] 由于这些限制,感应型天线的使用有利于这类应用。例如阅读器和RFID标签之间的通信在标准ISO15693和ISO18000-3中定义为13.56MHz频率。

[0007] 在感应天线的情况下,阅读器的天线和标签的天线之间的相互作用可以通过电感耦合方程(利用准静态方法和互感计算的使用)来描述。电感耦合通过互感引起阅读器和标签之间的能量转移。

[0008] 在标签的表面上,标签的线圈导电电路使由阅读器的天线产生的磁场的通量流出。该通量的时间变化在该线圈电路内产生称为e.m.f(电动势)的感应电压。该电压被整流并通常用于为标签的运行供能。

[0009] 天线的线圈电路表现出感应。通过将该感应与添加以形成并联谐振器的电容元件相关联来利用该感应。于是,跨过该谐振器的端子可获得的电压是由过电压系数(整体上与谐振器的品质系数对应)引起的电压的产物,从而使得能够对标签的集成电路供电。RFID识别标签的集成电路的远程供电需要最小电压(和功率)来运行,该最小电压(和功率)通常为几伏峰值和几百微瓦的等级。因此,存在施加到标签的天线的最小磁场值,超过该最小磁场值标签工作并可以响应阅读器的请求。

[0010] 为了实现从标签到阅读器的数据传输,标签调整其跨过天线电路的端子表现出的阻抗。由于电感耦合,由阅读器检测到这种阻抗的变化。

[0011] 已知一定数量的检测方法,其中,工作人员使用RFID阅读器来获得地下的RFID标签的定位。

[0012] 检测区域旨在表示其中RFID标签可被阅读器读取的体积(或引申开来地面区域)。如果阅读器的天线的中心在该体积内部,则可以与标签通信,而如果天线的中心在该体积外部,则不可以与标签通信。检测区域的几何结构(形状和尺寸)取决于标签的特性(位置和灵敏度)和阅读器的天线的特性,以及由该天线产生的磁场水平。

[0013] 在专利JP2005181111中,RFID标签固定在埋藏的管上。阅读器在其位于检测区域中时通过与标签通信来定位标签。因此,阅读器重新获得事先存储在标签中的深度信息项。基于阅读器布置在检测区域中的事实,阅读器以近似的方式确定标签的水平位置。

[0014] 这种定位方法被证明是关于水平位置比较不精确的,并且不能确定标签的有效深度。因此,在各种事件的影响之下地面再造或管移动的情况下,重新获得的深度信息项被证明是不精确的,对于寿命通常在30到50年的管,这种变化被证明是相当可能的。

[0015] 另一种已知的定位方法是基于阅读器和低频(80到120kHz)RFID标签之间的通信的,并且感应型天线的使用有利于这类应用。低频对应于远大于定位距离的波长。这种方法通常利用配有简单谐振器并且不含电子芯片的标签来实施。标签的谐振器产生与由阅读器的天线产生的一次磁场成比例的二次磁场。

[0016] 二次场的振幅的增长和衰减根据依赖于谐振器的品质因数的时间常数发生。由阅读器测量的二次场振幅相对于一次场的振幅较小。为了实现二次场的测量,仅短暂地发射一次场并在一次场消失期间进行二次场的测量。为了使二次场的振幅在一次场消失期间的足够长的时间内仍然明显,标签的谐振器表现出足够高的品质因数(通常为50至100)。

[0017] 通过利用阅读器扫描地面来确定标签的水平位置或垂直对准。在二次场的振幅达到最大值时识别标签的水平位置。

[0018] 由于配有简单谐振器的标签不能向阅读器通知其配置,因此阅读器还必须解决具有两个未知量的问题:二次磁场发射强度和标签的深度。为了确定这两个未知量,工作人员将阅读器布置为与标签垂直,并在地面上两个预定高度处进行两次测量。

[0019] 为了保证二次场的测量的精确度,以重复的方式测量二次场并对各个测量值计算平均值。但是,由于使用了低通信频率值,对于操作者来说进行二次场测量所需的持续时间实际上被证明是较长的,通常为几秒钟。一旦与标签垂直,这种测量的持续时间会加倍以在两个预定高度处测量二次场。为了不使定位过于漫长,标签的垂直对准的确定还必须通过勉强使用对二次场提供最大振幅的位置进行的近似定位来执行。此外,这种方法的精确度被证明是比较依赖于附近频率中的外部磁场的干扰(例如由于其它二次源的激发),在阅读器上测量的二次场振幅保持非常小。

[0020] 本发明的目的在于解决上述缺点中的一个或者更多个。因此,本发明涉及一种计算RFID标签相对于两种介质之间的界面的距离的定位装置,所述标签布置在相对于界面与定位装置相反的一侧上。

[0021] 本发明还涉及一种用于相对于两种介质之间的界面定位RFID标签的方法,所述标签布置在相对于界面与定位装置相反的一侧上。

[0022] 参照附图,本发明的其它特征和优势会从下文中以完全非限制性表示的方式给出的本发明的说明中清楚地显现,其中:

- [0023] -图1是配有RFID标签的需要进行定位的地下管的示意图；
- [0024] -图2是RFID标签的定位阶段和涉及各个参数的示意图；
- [0025] -图3是在根据本发明的定位装置的一个实施方案中实施的均为感应型的阅读器和RFID标签的关联的等效电路图；
- [0026] -图4是根据本发明的一个实施方案的定位装置的框图；
- [0027] -图5是对于各个检测极限距离由天线产生的电磁场水平的图；
- [0028] -图6是示出在标签水平处的电磁场随标签与界面的距离变化的各个曲线的图。
- [0029] 根据产生用于检测标签的电磁场的定位装置的各个位置，根据本发明的标签的定位基于该电磁场的各个最小值的确定。
- [0030] 本发明提供了一种表现出高精度度和易操作性的用于定位RFID标签的解决方案。该定位可以与标签性能的演变，例如与其老化有关的性能演变无关。
- [0031] 该定位解决方案足以相对于二次场的其它源或其它可能的RFID标签进行区分。而且，该解决方案对于在真实环境下的工作人员特别容易实施。此外，即使存在造成比较有限的进行测量的空间的地面障碍物，本发明也使得能够进行定位。
- [0032] 接着说明会描述标签的水平位置，然后是相对于水平面的标签深度的定位。但是，本发明还应用于计算标签与非水平界面之间的距离。界面确保两种介质之间的隔离，标签和装置布置在界面的两侧。接着描述的定位装置由此表现出：
- [0033] -用于在界面上沿着界面法线的投影中确定相对于基本平坦的界面的位置的功能；
- [0034] -用于计算标签与界面之间的距离的功能。
- [0035] 本发明通常可以应用于地下管的定位。图1以示意性的方式说明了埋在地下介质4、例如土地中的地下管3。土地4的上表面形成在此种情况下具有不同性质的两种介质、即土地4和空气之间的界面5。RFID应答器或标签2固定在管3上的合适位置中，例如以一定的间隔在管3中形成的分支或弯曲的水平处。对于这种应用，会使用能够在地下或潮湿介质中工作的标签2。
- [0036] 图2示出用于定位埋在土地4中的标签2的装置的天线13的定位。此处天线13定位为与标签2垂直。 z_e 对应于天线13与地面5之间的距离，而 z_p 对应于地面5与标签2之间的距离。之后描述的定位装置特别针对该距离 z_p 和/或标签2的垂直对准位置的计算。
- [0037] 根据产生用于检测标签的电磁场的定位装置的天线的各个位置，根据本发明的标签的定位基于该电磁场的各个最小值的确定。
- [0038] 根据本发明的一个实施方案的定位装置包括用于检测来自标签2的响应的装置。在该实施方案中，以RFID阅读器1的形式实施检测装置。
- [0039] 图3提供了阅读器1和期望被定位的电感耦合非接触式RFID标签2的常规电学表示的示意性实例。
- [0040] 在RFID阅读器1侧，天线电路11可以通过与电阻器113和电容器112串联的等效天线感应器111来建模。天线电路11连接到阅读器1的电子电路12。RFID阅读器1的输出阻抗可以通过与天线电路11和电源122串联连接的电阻器121来建模。
- [0041] 在标签2侧，天线电路21可以通过等效感应器211来建模。天线电路21连接到电子电路22。电子电路22包括电容器222。该电子电路的耗电量可以由与等效感应器211并联连

接的电阻器221来建模。

[0042] 电感耦合通过互感引起阅读器与标签之间的能量转移。因此在标签2中感应出交流电压或电动势。该电压被整流并用于为标签2的运行供能。于是,跨过该谐振器的端子可获得的电压是由过电压系数(整体上与谐振器的品质因数对应)引起的电压的产物,从而使得能够对标签2的集成电路供电。标签2的集成电路的远程供电需要最小电压来运行,通常为几伏峰值的等级。因此,存在施加到标签2的天线的最小磁场值,超过该最小磁场值标签工作并可以响应阅读器的请求。

[0043] 特别在标准ISO15693、ISO18000-3和ISO14443中限定了感应型RFID系统的设计准则。这些标准特别将信号载体的频率固定在13.56MHz。为了实现从标签2到RFID阅读器1的数据传输,标签以本身已知的方式调整其跨过天线电路的端子表现出的阻抗。由于电感耦合,阅读器检测到该阻抗变化。阅读器1由此配置为检测来自标签2的响应或无响应。

[0044] 在标签2的定位期间,阅读器1周期性地设法检测来自标签2的响应。每隔一定间隔,阅读器1的射频场通过利用天线谐振频率下的正弦电压激发阅读器1的天线预定的持续时间来激活。激活的持续时间中,阅读器根据标准化协议以周期性方式发出数个请求。这些请求之后,阅读器1保持其场被激活以检测任选的来自标签2的响应。

[0045] 图4是根据本发明的一个实施方案的用于定位RFID标签的装置7的框图。装置7包括阅读器1如在图1中示出的阅读器1、天线13和监管电路14。

[0046] 天线13是电感耦合型的。天线13有利地优化为用于在地面上工作(有微弱的地面效应)。天线13可以是任何适当的类型,例如在文献FR2961354中描述的类型。天线表现为基本上矩形或圆环的形状。天线13有利地配有电流探针134。

[0047] 监管电路14包括连接到天线13的端子的电源142。控制电路143限定由电源142施加到天线电路13上的电功率,并由此限定由该天线电路产生的电磁场的振幅。监管电路14还包括处理电路144和测量电路145。测量电路145重新获得电流探针134的测量值。虽然独立地说明了电路143、144和145的功能,但是这些功能中的几种当然可以通过单个集成电路实施。装置7还包括存储器146。

[0048] 装置7包括天线13与两种介质之间的界面5之间的距离的传感器147,在这种情况下,传感器指示天线13与地面5之间的距离 z_e 。这种传感器147本身是已知的,并且可以是光学传感器(例如基于激光束的)、声学传感器(例如声呐型的)或无线电传感器(雷达型的)。装置7还可以配有使得工作人员在定位期间能够验证天线13的水平状态的水平仪。传感器147连接到处理电路144。装置7包括或连接到显示器6,所述显示器6具体地为工作人员提供距离 z_p 的值,并且在合适时提供待由工作人员执行的指令。

[0049] 作为替代方案,装置7可以不含用于测量天线13与地面5之间的距离 z_e 的任何传感器。于是装置7可以通过其它方式来确定该距离 z_e 。装置7可以例如经由显示器6来请求工作人员以距离地面给定距离放置装置7。然后,通过将例如校准厚度的楔形物插到装置7和地面5之间,或通过使用具有可调节高度的三脚架,装置7可以固定在所述三脚架上,且该三脚架包含指示对于给定的调节装置7与地面5之间的距离的刻度,工作人员可以将以所请求的距离放置装置7。使用者将能够通过按下适当的按钮来确认装置7处于正确的距离处,使得装置7可以确定其被以距离地面5所请求的距离放置。

[0050] 装置7有利地包括天线13上的场水平的传感器。这种传感器使得能够记录由天线

13产生的电磁场的有效水平,以能够考虑该天线13的阻抗的可能波动和电源142在该天线13上提供的功率水平的可能波动。如在示出的实例中,该传感器可以以测量通过天线13的电流的电流探针134的形式来实施。

[0051] 通过根据本发明的装置7定位标签2的原理依赖于标签2在超过施加到其天线上的电磁场阈值(H_s) (对于角频率 ω)的条件下开始工作并发出响应的性质。该阈值为垂直于标签2的天线的表面施加的平均值,考虑到等效谐振器(特征为品质因数 Q 和调谐角频率 ω_o)的转移功能,该平均值在该天线电路中产生足够的感应电压(e.m.f),使得标签的电路22由使其工作的最小电压 V_{ps} 供电。

$$[0052] \quad V_{ps} \approx \frac{-Q \cdot \frac{\omega_o}{\omega}}{\left(1 + j \cdot Q \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega}\right)\right)} \cdot e.m.f = \frac{-Q \cdot \frac{\omega_o}{\omega}}{\left(1 + j \cdot Q \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_o} - \frac{\omega_o}{\omega}\right)\right)} \cdot (\mu_o \cdot \omega \cdot S \cdot H_s)$$

[0053] S 是标签2的天线电路被电磁通量穿过的部分。

[0054] 例如,该电压 V_{ps} 通常为几伏r.m.s的等级。根据标签的天线的特性,值 H_s 通常为几十到几百mA/m r.m.s的等级。

[0055] 其后,会假设电磁场的该值 H_s 在定位标签2的整个过程中为常数,而不需要其事先为已知的。

[0056] 在第一阶段期间,在表面5处确定标签2的垂直对准。当标签2正确定向(其天线水平面的平面)时并且当其不受土地4中的大尺寸导电物体干扰时,标签2的检测区域通常为椭圆形。

[0057] 为了实施该阶段,控制电路143可以控制通过电源142最初施加高功率或最大功率。一旦处理电路144检测到来自标签2的响应,其就确定对于此功率天线13位于标签2的检测区域中。可以经由显示器6将该信息项反馈给工作人员。然后控制电路143控制施加较低功率水平,并向工作人员指示更精确的垂直对准调查正在进行。提示工作人员使装置7水平移动,直到其被放置在标签2的更有限的检测区域中。对于较低的功率一旦处理电路144检测到来自标签2的响应,其就确定天线13位于标签2的检测区域中,并将该信息项提供给工作人员。通过重复这些功率减小的阶段,装置7可以将标签2的检测区域减小到比较有限的地面区域(通常为 50×50 mm)。处理电路144存储使其仍然检测到来自标签2的响应的最小值 P_0 。因此可以以高精度度确定标签2的垂直对准,而且无需计算。

[0058] 在第二阶段期间,对于装置7在标签2的垂直对准之上的各个距离 z_e ,通过确定检测到标签2的天线13的最小发射功率来在该垂直对准处确定标签2与地面5的距离 z_p 。

[0059] 根据第一变化方案,假设工作人员将天线13放置在对于标签2确定的垂直对准处的地面5上(为此可以通过显示器6向他或她提供指令)用于第一系列的测量。然后要求工作人员将天线13升高到地面上的各个距离 z_e 用于几个新系列的测量。例如经由显示器6,处理电路144可以例如要求工作人员将天线13升高50mm的增量。处理电路144可以要求工作人员升高天线,并指示他或她在测量的持续期间将该天线13保持在该距离 z_e 处,处理电路144通过传感器147或通过由用户经由合适的界面验证天线13的距离来确定该距离。

[0060] 对于各个距离 z_e ,控制电路143由此控制通过电源142对天线13施加各种功率,这些各种功率大于存储值 P_0 。各个功率值可以以在RFID通信协议中限定的请求/响应的重复

序列的形式来施加。对于每个距离 z_e ,处理电路144通过记录超过特定功率无法从标签2获得响应来确定电源142的获得来自标签2的响应的最小功率。

[0061] 对于所测量的每个距离 z_e ,处理电路144都存储对于该最小功率在天线13上测量的电磁场值。对于所测量的每个距离 z_e ,处理电路144由此以对 $E_k = (z_{ek}; H_k)$ 的形式在存储器146中存储测量值, k 是测量值的指标, z_{ek} 是对应距离 z_e 的值,而 H_k 是对于最小检测功率在该距离 z_{ek} 处测量的天线13上的场的振幅。

[0062] 根据第二变化方案,假设工作人员将天线13放置在对于标签2确定的垂直对准处的地面5上(为此可以通过显示器6向他或她提供指令)。然后处理电路144启动请求/响应的重复序列以确定在各个功率水平处的检测极限距离 z_e 。工作人员被要求执行缓慢的将天线升高至距离 d 的操作, $d_{\min} < d$, $d_{\min}$ 通过对标签2与地面5之间的距离的估算的期望精确度来固定。

[0063] 在该变化方案中,由电源142施加到天线13的功率开始于至少等于存储值 P_0 的值,然后增加到各个离散的水平。当工作人员升高天线13时,处理电路144确定施加到天线的功率 P_k 使得能够获得来自标签2的响应的距离 z_{ek} 。当确定标签2的检测中断时,电源142的功率增加到 P_{k+1} 以确定距离 z_{ek+1} 。

[0064] 对于所确定的每个极限距离 z_{ek} ,处理电路144都由此在存储器146中以对 $E_k = (z_{ek}; H_k)$ 的形式存储测量值。

[0065] 为了确认每个检测极限距离 z_{ek} ,检测极限距离可能是无效的:当确定极限距离时,短暂地以相同功率继续进行研究序列以验证没有在更大的距离 z_e 处检测到标签2。如果在极限距离 z_{ek} 之后没有相对于该功率更大的另一个检测距离 z_e ,则极限距离 z_{ek} 生效。

[0066] 根据第三变化方案,假设工作人员将天线13放置在由标签2确定的垂直对准处的地面5上。然后处理电路144启动询问/响应的重复序列以确定在各个功率水平处的检测极限距离 z_e 。工作人员被要求执行缓慢的将天线升高到距离 d 的操作, $d_{\min} < d$, $d_{\min}$ 通过对标签2与地面5之间的距离 z_p 的估算的期望精确度来固定。

[0067] 在该变化方案中,由电源142施加到天线13的功率开始于至少等于存储值 P_0 的值。当在该功率水平下升高天线13时并且当数个请求/响应以未检测到标签2告终时,控制电路143指令施加上升的功率斜坡。

[0068] 对于在上升的功率斜坡期间确定的每个极限距离 z_e ,处理电路144都由此以对 $F_k = (z_{ek}; H_k)$ 的形式将测量值存储在存储器146中。

[0069] 如果数个连续的请求/响应以检测到标签2告终,控制电路143指令施加下降的功率斜坡。在施加下降的功率斜坡期间,处理电路144确定与标签2的检测极限相对应的极限距离 z_e 和极限功率。当确定了极限距离 z_e 和极限功率时,新的上升的功率斜坡被再次施加到天线13。

[0070] 为了确认所测量的功率和所测量的距离的确对应于检测极限,短暂地继续下降斜坡以验证对于较低功率和较大距离 z_e 不出现新的检测。

[0071] 对于在下降的功率斜坡期间确定的每个极限距离 z_e ,处理电路144都由此以对 $E_k = (z_{ek}; H_k)$ 的形式将测量值存储在存储器146中。

[0072] 上升斜坡和下降斜坡的速率会足够快,使得天线13的上升运动不能与标签2在该天线13水平处的场的振幅减小相抵消。

[0073] 测量值Ek和Fk之间的差别使得能够考虑在从检测到状态变成检测不到状态时与从检测不到状态变成检测到状态时相比可能稍有不同的检测阈值(关于阈值的滞后现象)。然后会能够基于测量值Ek进行距离zp的第一计算,和能够基于测量值Fk进行距离zp的第二计算。采用的距离zp会能够是通过这两个计算获得的值的平均值。

[0074] 对于这些变化方案,天线13升高的最大距离可以通过人体工学的值(例如地面以上400或500mm)或者通过由天线13产生的场不再足以检测到来自标签2的响应的距离来固定。

[0075] 有利地,由电源142向天线13提供的功率水平受通过天线13并由电流探针134测量的电流值控制。控制电路143可以指令电源142向天线13施加离散的功率值。这些功率可以例如遵循二次级数(quadratic progression)(例如以瓦特为单位的以下值:[0.5、1、1.5、2、3、4、5、6、7.5、9、10.5、12],或以下值:[0.5、1、1.5、2、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6、6.5、7.5、8、9、9.5、10.5、11、12],或者以下值:[0.5、0.75、1、1.25、1.5、1.75、2.25、2.5、3、3.5、4、4.5、5、5.5、6.25、6.75、7.5、8.25、9、9.75、10.5、11.25、12.25]),以具有由天线13产生的基本线性的射频场。

[0076] 标签的定位可以包括建立与标签的通信(库存模式,inventory mode)的预备步骤。之后,可以借助于该标签的标识符来实施标签的定位(例如寻址模式,addressed mode)。

[0077] 即使由测量电路145测量到的响应大大降低,也可以基于借助于标签2的识别来询问标签2以获得其检测,进行该标签的检测。因此,可以最大程度地限制以下情况,天线13的发射功率足以获得来自标签2的响应,而阅读器没有检测到来自该标签的响应。这种检测模式被证明是有利的,特别在会强烈干扰在天线13上接收到的来自标签的响应的噪声环境中。

[0078] 通过事先询问标签2,标签2的响应帧的内容是已知的,可以以事先已知的通信标准限制该响应帧的内容。例如,可以对预期的响应帧与由测量电路145测量并由处理电路144识别的响应之间的相关性进行计算。如果计算的相关性值达到预定的阈值,则处理电路144可以例如确定检测到标签。因此,即使对于标签2测量的响应被错误损坏(例如当循环冗余测试出错时),也可以认为标签2已经响应并因此已经被检测到。

[0079] 距离zp的示例性确定会在对于高频电磁场的特殊情况下给出。假设采用真空中波长为大约22m、频率为13.56MHz的通信。在潮湿土地中,该波长会变成原来的约1/5,即为约4m的波长。静磁场的常规表示可以因此以合理的近似来使用。此外,假设由天线13产生的磁场不受土地存在的干扰。

[0080] 利用该简化的模型,通过以下关系来表示施加到标签2的场H:

$$[0081] \quad H = \frac{I_{ant}}{2R_{ant}} \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{z}{R_{ant}}\right)^2\right)^{3/2}} = H_0 \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{z}{R_{ant}}\right)^2\right)^{3/2}}$$

[0082] H_0 是由装置7在天线13中心处产生的磁场, R_{ant} 是在圆形情况下天线的半径,z是该天线的中心与标签2的中心之间的总距离,即 $z = (z_e + z_p)$ 。

[0083] 在装置7的天线升高期间,检测到标签和检测不到标签之间的变化的极限距离 ze_{lim} 与天线13的高频水平有关,其特征例如是由天线13在其中心处产生的场 H_0 。于是用于激活标签的电磁场阈值通过以下关系表示:

$$[0084] \quad H_s = H_0 \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{(zp + ze_{lim})^2}{R_{ant}}\right)^2\right)^{3/2}}$$

[0085] 因此可以对随极限升高距离 ze_{lim} 变化的场水平 H_0 作图,并由此例如借助于以下关系布置测量点 $\{H_k, dk\}$ 。

$$[0086] \quad H_k = H \cdot \left(1 + \left(\frac{(zp + zek)^2}{R_{ant}}\right)^2\right)^{3/2}$$

[0087] 对应的曲线可以通过最小二乘法来绘制。通过这种方法获得的关于参数 H_s 和 zp 的值可能会被证明是不够精确的,但是其使得能够通过测量点相对于该曲线的误差来确定测量的质量。图5示出了这种图,其具有大于 1.1mA/m c 以 0.2mA/m c 的增量增加的场的水平等级 H_0 。

[0088] 对于上文中实例的每个测量对或测量点(8对值 $\{H_k, dk\}$),当天线13放置在 $ze = dk$ 的距离处,并且在其天线电路中具有使得在其天线中心处产生的场为 $H_0 = H_k$ 的电流时,可以设法估算由该天线13在土地4中产生的从表面5到足够距离处(例如 1.5m)的磁场。如图6中示出的,由此获得在与在地面5之下寻得的距离相对应的点处交叉的曲线网络,在该点处具有与标签2的场阈值相对应的场值。

[0089] 在此基础上,用于确定距离 zp 的方法可以如下。由天线13在与该天线垂直的一定距离处产生的场的模型可以利用以下关系建立:

$$[0090] \quad H = H_k \cdot \frac{1}{\left(1 + \left(\frac{(zp + zek)^2}{R_{ant}}\right)^2\right)^{3/2}}$$

[0091] 基于在存储器146中存储的测量值,任选地在起始时去除异常测量值。因此,除去与例如由图5的图提供的模型偏离太远的测量值。如果太大数量的测量值与模型偏离,则处理电路144可以决定标签2与地面5之间的距离的估算为不确定的,并请求工作人员重复测量。

[0092] 对于存储的每个检测极限测量,当装置7的天线位于在存储器146中存储的距离 zek 处时,对由装置7在土地中产生的电磁场的估值进行计算。为此依靠由装置7的天线产生的场的分布模型。还可以设想存储参考电磁场模式和通过在存储的模式之间的插值来对各个测量寻求的电磁场分布进行外推。如图6中示出的,对于不同的测量,可以垂直地按照标签2的装置7的天线的场的分布。对于每个测量,建立随相对于地面的距离变化的在标签2的

水平处的场的图。通过确定由数个所述图之间的交点指示的距离来确定距离 z_p 。实际上,与 $N*(N-1)/2$ 相等的大量交点是可用的,其中 N 是图的数量或存储的测量值的数量。通过在需要时除去表现为相对于其它交点过于分散的一些交点,会能够通过计算出的多个交点之间的插值来确定单个交点。

[0093] 这种确定距离 z_p 的模式有利地与标签2的性能(标签2的天线的品质因数和调谐频率)无关,并与标签2由于老化或由于土壤或天气状况的变化而随着时间的变化无关。

[0094] 高通信频率(为3至30MHz)的使用使得能够实现特别短的定位时间,并因此对于装置的工作人员尤其有价值。减少的定位持续时间还有利于测量的精确度,这是因为随着减少的测量持续时间的工作人员的运动也会较为有限。这种频率范围克服了通常的技术偏见,根据所述技术偏见,其将不适合于在介质、例如土壤或水中的符合要求的传播。

[0095] 在示出的实例中,使用通过天线13的电流的测量值作为代表由该天线产生的场的参数。还可以使用任何其它代表性的参数,例如借助于测量在天线13的水平处产生的场的磁力计。

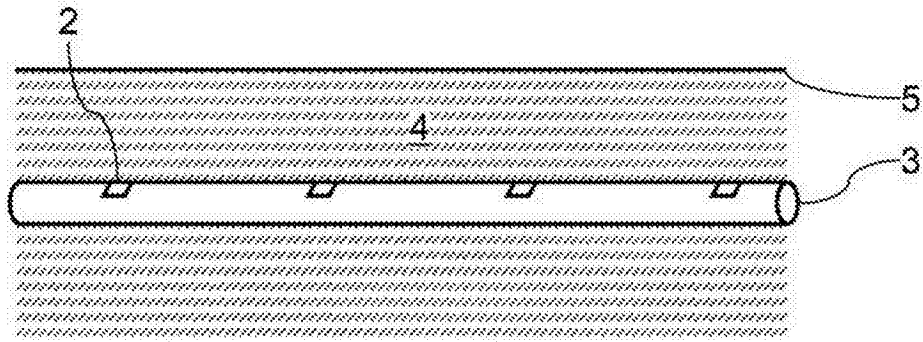


图1

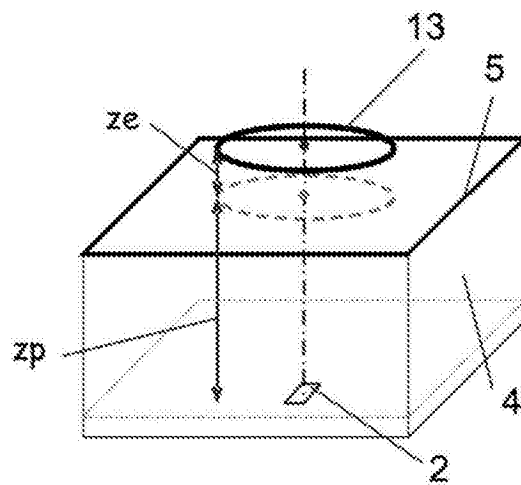


图2

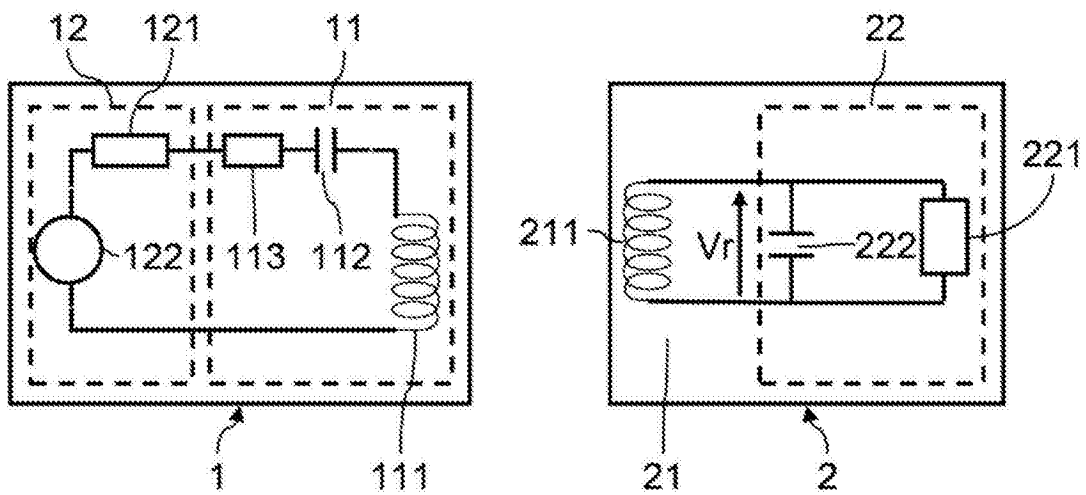


图3

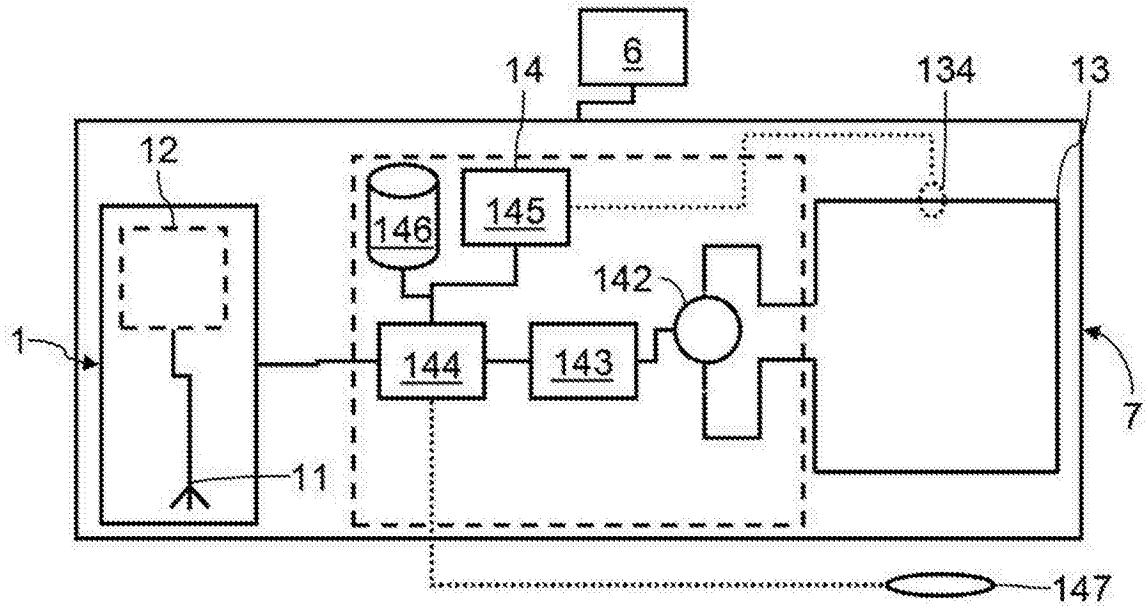


图4

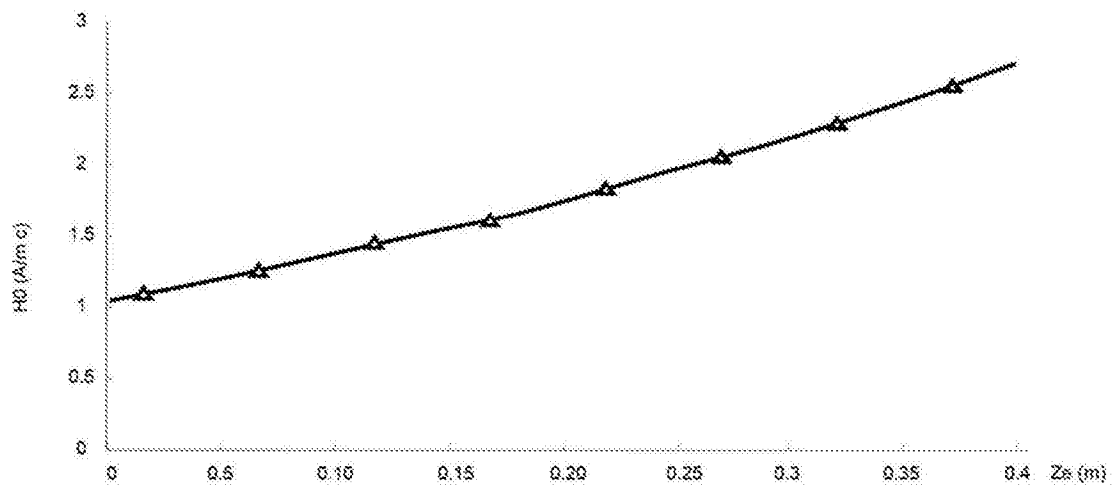


图5

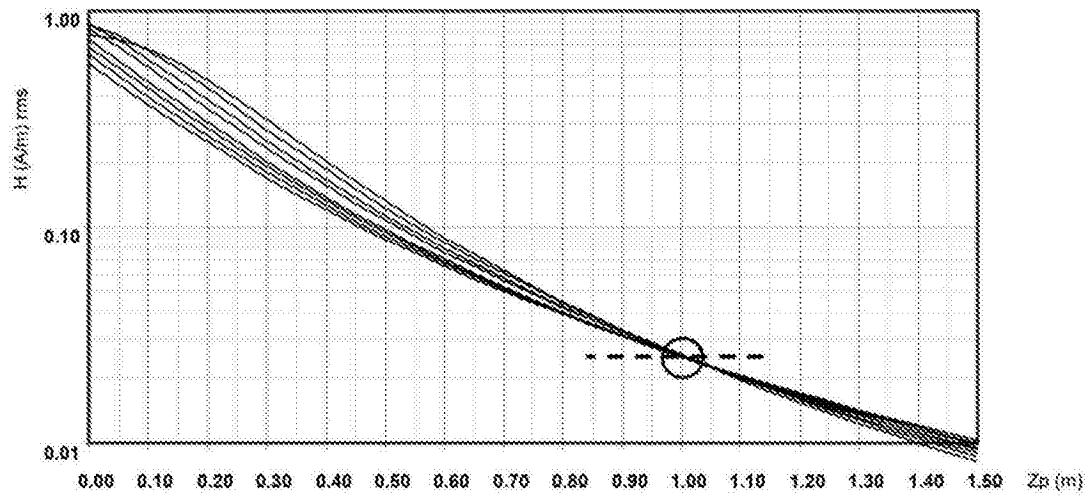


图6