(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103270397 B
(45)授权公告日 2015.06.10

(21)申请号 201180001441.8
(22)申请日 2011.05.16
(30)优先权数据
12/781,144 2010.05.17 US
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2011.09.16
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2011/057832 2011.05.16
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/144552 EN 2011.11.24
(73)专利权人 罗斯蒙特储罐雷达股份公司
地址 瑞典哥德堡
(72)发明人 瓦希德·穆克纳特朱
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 杜诚 李春晖
(51)Int.Cl.
G01F 23/284(2006.01)
(56)对比文件
CN 101014875 A,2007.08.08, 全文.
WO 94/27168 A1,1994.11.24, 全文.
WO 96/19715 A1,1996.06.27, 全文.
US 5883591 A,1999.03.16, 全文.
US 2003/0025626 A1,2003.02.06, 全文.
审查员 刘婉姬

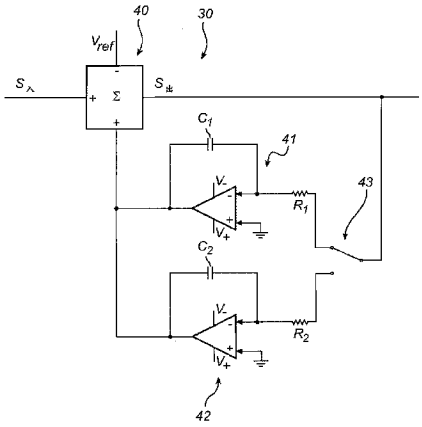
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

启动时间减少的脉冲式雷达物位计系统和方法

(57)摘要

一种用于确定容器中含有的产品的料位的雷达物位计系统，雷达物位计系统包括：第一脉冲生成电路，其用于以具有第一脉冲重复频率的第一脉冲列的形式生成发射信号；第二脉冲生成电路，其用于以具有第二脉冲重复频率的第二脉冲列的形式生成参考信号，第二脉冲重复频率与第一脉冲重复频率相差预定频率差；传播设备，其连接到第一脉冲生成电路，并且被布置成向容器内的产品的表面传播发射信号、以及返回由于发射信号在容器中含有的产品的表面处的反射而产生的反射信号；测量电路，其连接到传播设备并可连接到第二脉冲生成电路，测量电路被配置成基于反射信号和参考信号形成测量信号；以及连接到测量电路的处理电路，其用于基于测量信号确定指示料位的值。测量电路包括：时间相关器，其用于生成值的序列，每个值表示反射信号与参考信号的脉冲之间的时间相关性；第一反馈电路，其被布置成接收指示值的序列的信号，第一反馈电路包括反馈回路，该反馈回路包括具有第一时间常数的第一积分器；第二反馈电路，其被布置成接收指示值的序列的信号，第二反馈电路包括反馈回路，该反馈回路包括具有比第一时间常数高的第二时间常数的第二积分器；以及激活电路，其允许第一反馈电路和第二反馈电路的选择性激活。



CN 103270397 B

1. 一种用于确定容器中含有的产品的料位的雷达物位计系统，所述雷达物位计系统包括：

第一脉冲生成电路，其用于以具有第一脉冲重复频率的第一脉冲列的形式生成发射信号；

第二脉冲生成电路，其用于以具有第二脉冲重复频率的第二脉冲列的形式生成参考信号，所述第二脉冲重复频率与所述第一脉冲重复频率相差预定频率差；

传播设备，其连接到所述第一脉冲生成电路，并且被布置成向容器内的所述产品的表面传播所述发射信号、以及返回由于所述发射信号在容器中含有的产品的所述表面处的反射而产生的反射信号；

测量电路，其连接到所述传播设备并且能够连接到所述第二脉冲生成电路，所述测量电路被配置成基于所述反射信号和所述参考信号形成测量信号；以及

连接到所述测量电路的处理电路，其用于基于所述测量信号确定指示料位的值，

其中，所述测量电路包括：

时间相关器，其用于生成值的序列，每个值表示所述反射信号与所述参考信号的脉冲之间的时间相关性；

第一反馈电路，其被布置成接收指示值的所述序列的信号，所述第一反馈电路包括第一反馈回路，所述第一反馈回路包括具有第一时间常数的第一积分器；

第二反馈电路，其被布置成接收指示值的所述序列的所述信号，所述第二反馈电路包括第二反馈回路，所述第二反馈回路包括具有比所述第一时间常数高的第二时间常数的第二积分器；以及

激活电路，其允许所述第一反馈电路和所述第二反馈电路的选择性激活。

2. 如权利要求 1 所述的雷达物位计系统，其中，所述第一反馈电路和所述第二反馈电路共用公共差分放大器。

3. 如权利要求 2 所述的雷达物位计系统，其中：

所述第一积分器包括第一电容器和第一电阻器；以及

所述第二积分器包括所述第一电容器和与所述第一电阻器不同的第二电阻器。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的雷达物位计系统，其中，所述第一反馈电路和所述第二反馈电路中的每个在激活时被直流耦合到所述时间相关器。

5. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的雷达物位计系统，其中，所述测量电路还包括采样和保持电路，所述采样和保持电路具有连接到所述时间相关器的输入、以及能够连接到所述第一反馈电路和所述第二反馈电路中的每个的输入的输出。

6. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的雷达物位计系统，其中，所述传播设备是探测器。

7. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的雷达物位计系统，通过本地电源供电。

8. 如权利要求 7 所述的雷达物位计系统，所述本地电源是电池。

9. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的雷达物位计系统，还包括用于与外部设备无线通信的无线电收发器。

10. 一种使用雷达物位计系统确定容器中含有的产品的料位的方法，所述方法包括步骤：

在激活时间激活所述雷达物位计系统；

生成发射信号，所述发射信号具有第一脉冲重复频率的第一脉冲列的形式；

以具有第二脉冲重复频率的第二脉冲列的形式生成参考信号，所述第二脉冲重复频率与所述第一脉冲重复频率相差预定频率差；

向容器中含有的所述产品的表面传播所述发射信号；

接收由于所述发射信号在所述产品的所述表面处的反射而产生的反射信号；

基于所述反射信号和所述参考信号形成测量信号；以及

基于所述测量信号确定指示所述料位的值，

其中，形成所述测量信号的所述步骤包括步骤：

使所述参考信号和所述反射信号时间相关以生成值的序列，每个值表示所述反射信号与所述参考信号的脉冲之间的时间相关性；

在所述激活时间之后的时间段期间，使指示值的所述序列的信号通过包括第一反馈回路的第一反馈电路，所述第一反馈回路包括具有第一时间常数的第一积分器；以及

在所述激活时间之后的所述时间段之后，使指示值的所述序列的所述信号通过包括第二反馈回路的第二反馈电路，所述第二反馈回路包括具有比所述第一时间常数高的第二时间常数的第二积分器。

11. 如权利要求 10 所述的方法，其中，形成所述测量信号的所述步骤还包括步骤：

控制所述测量信号的偏移电压以允许与所述偏移电压负相关的脉冲以及与所述偏移电压正相关的脉冲的指示。

12. 如权利要求 10 或 11 所述的方法，其中，形成所述测量信号的所述步骤还包括步骤：

采样和保持值的所述序列以提供指示值的所述序列的所述信号。

启动时间减少的脉冲式雷达物位计系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用脉冲式雷达物位计系统确定容器中含有的产品的料位的方法，并且涉及一种脉冲式雷达物位计系统。

背景技术

[0002] 雷达物位计 (RLG) 系统广泛用于确定容器中含有的产品的料位。通常通过向容器中含有的产品发射电磁信号的非接触测量、或者通过作为波导的探测器将电磁信号导向和导入产品的接触测量（常常称作导波雷达 (GWR)）执行雷达物位计量。通常探测器被布置为从容器的顶部朝向底部竖直地延伸。也可以将探测器布置在连接到容器的外壁并与容器的内部流体相连的测量管（所谓的腔体）中。

[0003] 发射的电磁信号在产品的表面处反射，并且雷达物位计系统中包括的收发器或接收器接收反射信号。基于发射和反射信号，可以确定至产品表面的距离。

[0004] 更具体地，通常基于电磁信号的发射与在容器中的空气与电磁信号在容器中含有的产品之间的界面处的反射的接收之间的时间来确定至产品表面的距离。为了确定产品的实际料位，基于电磁信号的传播速度以及以上提到的时间（所谓的飞行时间）来确定从参考位置至表面的距离。

[0005] 如今市场上的大多数雷达物位计系统是：所谓的脉冲式雷达物位计系统，其基于脉冲的发射与其在产品的表面处的反射的接收之间的时间差来确定至容器中含有的产品的表面的距离；或者基于发射的调频信号与其在表面处的反射之间的相位差来确定至表面的距离的系统。通常将后一类型的系统称作 FMCW（频率调制连续波）类型。

[0006] 对于脉冲式雷达物位计系统，通常使用时间扩展技术来求解飞行时间。

[0007] 这种脉冲式雷达物位计系统通常具有：第一振荡器，用于生成由发射脉冲重复频率为 f_t 的、向容器中含有的产品的表面发射的脉冲形成的发射信号；以及第二振荡器，用于生成由参考脉冲重复频率为 f_r 的参考脉冲形成的参考信号，参考脉冲重复频率 f_r 与发射脉冲重复频率有给定频率差 Δf 的不同。此频率差 Δf 通常在几 Hz 或几十 Hz 的范围中。

[0008] 在测量扫描开始时，将发射信号和参考信号同步以具有相同的相位。由于频率差 Δf，发射信号与参考信号之间的相位差将会在测量扫描期间逐渐增加。

[0009] 在测量扫描期间，将通过发射信号在容器中含有的产品的表面处的反射形成的反射信号与参考信号相关，以基于反射信号与参考信号之间的时间相关性来形成测量信号。基于测量信号，可以确定料位。

[0010] 由于雷达物位计系统中包括的电子组件的变化的直流 (DC) 偏移水平和温度漂移等，雷达物位计系统通常需要测量信号的一些调节以能够提供准确料位确定。

[0011] 在一些已有系统中，对从以上提到的时间相关性得到的信号进行高通滤波以使得测量信号与变化的 DC 偏移水平和温度漂移等无关。

[0012] 由于测量信号的相关带宽包括接近于 DC 的频率，所以使用频率截止很低的高通滤波器。

[0013] 这种高通滤波器的阶跃响应很慢，这意味着从对雷达物位计系统供电直到测量可以开始为止的时间相当长，在几秒的范围中。

[0014] 相应地，当前可用的脉冲式雷达物位计系统通常需要在实际料位测量可以开始之前供电显著的时间段，这限制了这种雷达物位计系统的能量有效的间歇操作的能力。

发明内容

[0015] 鉴于现有技术以上提到的和其它的缺陷，本发明的总体目的是提供一种改进的雷达物位计系统和方法，具体是使得能够进行更加能量有效的料位确定的脉冲式雷达物位计系统和方法。

[0016] 根据本发明的第一方面，通过一种用于确定容器中含有的产品的料位的雷达物位计系统实现这些和其它目的，该雷达物位计系统包括：第一脉冲生成电路，其用于以具有第一脉冲重复频率的第一脉冲列的形式生成发射信号；第二脉冲生成电路，其用于以具有第二脉冲重复频率的第二脉冲列的形式生成参考信号，第二脉冲重复频率与第一脉冲重复频率有预定频率差的不同；传播设备，其连接到第一脉冲生成电路，并且被布置成向容器内的产品的表面传播发射信号、以及返回由于发射信号在容器中含有的产品的表面处反射而产生的反射信号；测量电路，其连接到传播设备并且可连接到第二脉冲生成电路，测量电路被配置成基于反射信号和参考信号形成测量信号；以及连接到测量电路的处理电路，其用于基于测量信号确定指示料位的值，其中，测量电路包括：时间相关器，其用于生成值的序列，每个值表示反射信号与参考信号的脉冲之间的时间相关性；第一反馈电路，其被布置成接收指示值的所述序列的信号，所述第一反馈电路包括反馈回路，该反馈回路包括具有第一时间常数的第一积分器；第二反馈电路，其被布置成接收指示值的序列的信号，第二反馈电路包括反馈回路，该反馈回路包括具有比第一时间常数高的第二时间常数的第二积分器；以及激活电路，其允许第一反馈电路和第二反馈电路的选择性激活。

[0017] 容器可以是能够容纳产品的任何储存器或器皿，并且可以是金属的，或者部分或完全非金属的、敞开的、半敞开的、或者封闭的。此外，可以通过使用向容器内的产品传播发射信号的信号传播设备直接地，或者通过使用布置在位于容器外部的所谓腔体内的、但是以腔体中的物位对应于容器内的物位的方式与容器的内部流体相连的传播设备间接地确定容器中含有的产品的料位。发射信号是电磁信号。

[0018] 可以通过可包括晶体振荡器的电压控制振荡器电路的形式提供第一脉冲生成电路和第二脉冲生成电路中的任一个或这二者。替选地，第一脉冲生成电路和第二脉冲生成电路中的任一个或这二者可以包括谐振器元件，该谐振器元件由包括具有电感特性的部分和具有电容特性的部分的电子电路形成。

[0019] 应当注意，处理电路中包括的装置中的任何一个或数个装置可被设置为单独物理组件、单个组件内的分开的硬件块、或者由一个或数个微处理器执行的软件中的任一个。

[0020] 时间相关器可以例如包括混合器，可以通过将参考信号和反射信号混合以使得每次参考脉冲通过反射信号的时域时生成指示时间相关性的脉冲，来形成值的以上提到的序列。如对相关领域技术人员而言将是明显的，可以通过能够使两个信号时间相关的任何电路的形式提供时间相关器。根据例如时间扩展示波器，公知各种类型的这种电路。

[0021] 可以例如以一个或数个电子开关（其例如可以使用一个或数个晶体管来实现）的

形式提供允许第一反馈电路和第二反馈电路的选择性激活的激活电路。

[0022] 第一积分器的第一时间常数可以有利地小于 10 毫秒，第二积分器的第二时间常数可以有利地大于 50 毫秒。

[0023] 本发明基于如下这种认识：可以通过在测量电路激活之后直接使从反射信号和参考信号的时间相关性得到的信号通过第一电路并且随后切换到具有与第一电路不同的特性的第二电路，来实现脉冲式雷达物位计系统中的高质量料位确定和快速启动。本发明人还认识到应当使第一电路适于实现快速启动（即，使瞬态时间下降），应当将会在瞬态之后激活的第二电路配置成补偿 / 去除 DC 偏移，但是允许低频信号通过。

[0024] 此外，本发明人认识到此期望的行为可以通过提供这样的雷达物位计系统的测量电路来实现，该测量电路具有：包括反馈回路的第一反馈电路，该反馈回路包括具有第一时间常数的第一积分器；包括反馈回路的第二反馈电路，该反馈回路包括具有比第一时间常数高的第二时间常数的第二积分器；以及激活电路，其允许第一反馈电路和第二反馈电路的选择性激活。

[0025] 使用第一反馈电路，由于反馈回路中第一积分器相对小的时间常数，可以迅速补偿初始偏移，可以提供启动的短瞬态时间。由于第一反馈电路然而会不仅去除 DC 偏移而且去除低频信号分量，所以在预期反射信号到达测量电路之前可以有利地激活第二反馈电路。

[0026] 相应地，本发明的各实施例提供与 DC 偏移等变化无关的测量信号和快速启动的组合。这继而提供功耗减少的脉冲式雷达物位计系统，这对于如下雷达物位计系统是特别有用的：其未连接到固定供电线路，而是通过一个或数个电池或者其它本地电源在本地来供电，诸如低能耗是重要的无线雷达物位计系统。

[0027] 第一反馈电路和第二反馈电路可以共用公共差分放大器。在此情形中，第一反馈电路可以包括差分放大器和具有第一积分器的反馈回路，第二反馈电路可以包括差分放大器和具有第二积分器的反馈回路。于是，激活电路可被配置成允许在反馈回路中的第一积分器与第二积分器之间进行切换。

[0028] 在此情形中，第一积分器可以包括第一电容器和第一电阻器；并且第二积分器可以包括第一电容器和与第一电阻器不同的第二电阻器。

[0029] 换言之，第一积分器和第二积分器可以共用同一电容器。因此，通过公共电容器中储存的电荷，在激活第二反馈电路时还自动提供在激活第一反馈电路时提供的 DC 偏移补偿。因此，不需要额外偏移补偿，这意味着测量电路可以通过单个供电电压工作，这提供简单和有成本效益的电路设计。

[0030] 替选地，第一反馈电路可以包括第一差分放大器，第二反馈电路可以包括与第一差分放大器不同的第二差分放大器。

[0031] 此外，第一反馈电路和第二反馈电路中的每个在激活时可以被 DC 耦合到时间相关器。

[0032] 在本申请的上下文中应当将“DC 耦合”理解为允许 DC 输送的电连接。例如，可以在激活时将第一反馈电路和第二反馈电路导电地连接到时间相关器，或者连接到提供指示由时间相关器输出的值的序列的信号的其它设备。

[0033] 例如，可以将从时间相关器输出的脉冲提供给采样和保持电路以形成连续信号，

采样和保持电路可以 DC 耦合到第一和第二反馈电路中激活的反馈电路。

[0034] 在这样的实施例中，测量电路还可以包括采样和保持电路，其具有连接到时间相关器的输入、以及可连接到第一反馈电路和第二反馈电路中每个的输入的输出。

[0035] 根据一个实施例，传播设备可以是探测器，其被布置成延伸向和到容器中含有的产品，以便向产品的表面引导发射信号并且沿着探测器将反射信号引导回来。

[0036] 根据另一实施例，传播设备可以包括天线设备，其用于向容器中含有的产品的表面发射发射信号并且捕捉由于发射信号在容器中含有的产品的表面处反射而产生的反射信号。

[0037] 此外，可以有利地将雷达物位计系统配置成通过本地电源（如，电池和 / 或太阳能电池等）供电。

[0038] 此外，雷达物位计系统还可以包括用于与外部设备无线通信的无线电收发器。

[0039] 根据本发明的第二方面，通过使用雷达物位计系统确定容器中含有的产品的料位的方法来实现以上提到的和其它的目的，该方法包括步骤：激活雷达物位计系统；生成发射信号，发射信号具有第一脉冲重复频率的第一脉冲列的形式；以具有第二脉冲重复频率的第二脉冲列的形式生成参考信号，第二脉冲重复频率与第一脉冲重复频率相差预定频率差；向容器中含有的产品的表面传播发射信号；接收由于发射信号在产品的表面处反射而产生的反射信号；基于反射信号和参考信号形成测量信号；以及基于测量信号确定指示料位的值，其中，形成测量信号的步骤包括步骤：使参考信号和反射信号时间相关以生成值的序列，每个值表示反射信号与参考信号的脉冲之间的时间相关性；在激活之后的第一时间段期间，使指示值的序列的信号通过包括反馈回路的第一反馈电路，该反馈回路包括具有第一时间常数的第一积分器；以及在激活之后的第二时间段之后，使指示值的序列的信号通过包括反馈回路的第二反馈电路，该反馈回路包括具有比第一时间常数高的第二时间常数的第二积分器。

[0040] 应当注意，除非特别陈述，根据本发明的方法不以任何方式限于按任何特定次序执行其步骤。此外，可以在一个时间点执行一些步骤，可以在另一时间点执行其它步骤。

[0041] 形成测量信号的步骤有利地还可以包括步骤：控制测量信号的偏移电压以允许与偏移电压负相关的脉冲以及与偏移电压正相关的脉冲的指示。

[0042] 此外，形成测量信号的步骤还可以包括步骤：采样和保持值的序列以提供指示值的序列的信号。

[0043] 本发明的该第二方面的其它实施例、以及通过本发明的该第二方面获得的效果与以上针对本发明的第一方面描述的非常相似。

附图说明

[0044] 现在将参照示出了本发明当前优选实施例的附图，更详细地描述本发明的这些和其它方面，其中：

[0045] 图 1 示意性地图示了示例性容器中安装的雷达物位计系统；

[0046] 图 2 是图 1 中的雷达物位计系统中包括的测量电子单元的示意性图示；

[0047] 图 3 是示意性地图示了图 1 中的雷达物位计系统的框图；

[0048] 图 4 指示了根据用于从测量信号中去除 DC 分量的现有技术解决方案的 AC 耦合放

大器电路；

[0049] 图 5 是示意性地图示了图 4 中的电路的阶跃响应的图；

[0050] 图 6a 示意性地图示了根据本发明实施例的雷达物位计系统中包括的第一示例性放大器电路；

[0051] 图 6b 示意性地图示了根据本发明实施例的雷达物位计系统中包括的第二示例性放大器电路；

[0052] 图 7 示意性地图示了使用包括图 6a 或图 6b 中的放大器电路的图 3 中的雷达物位计系统获得的示例性测量信号；以及

[0053] 图 8 是示意性地图示了根据本发明的方法的实施例的流程图。

具体实施方式

[0054] 在本详细描述中，主要参考采用刚性单线（或 Goubau）探测器的脉冲式导波雷达 (GWR) 物位计系统来讨论根据本发明的雷达物位计系统的各实施例。应当注意，这并不以任何方式限制本发明的范围，其同等地可应用于具有本领域中已知的天线形式的传播设备的非接触雷达物位计系统、以及配备有各种其它种类探测器（如，两引线探测器、柔性探测器等）的 GWR 系统。

[0055] 图 1 示意性地图示了包括测量电子单元 2、以及探测器 3 的雷达物位计系统 1。雷达物位计系统 1 被设置在容器 5 上，容器 5 部分地填充有要计量的产品 6。通过分析由探测器 3 导向产品 6 的表面 7 的发射信号 S_T、以及从表面 7 行进返回的反射信号 S_R，测量电子单元 2 可以确定产品 6 的表面 7 与参考位置（如，容器顶）之间的距离，从而可以推断料位。应当注意，虽然这里讨论了含有单个产品 6 的容器 5，但可以通过类似方式测量沿着探测器至任何材料表面的距离。

[0056] 如图 2 中所示意性地示出的，电子单元 2 包括：收发器 10，用于发射和接收电磁信号；连接到收发器 10 的处理单元 11，用于收发器的控制以及由收发器接收的信号的处理，以确定容器 5 中产品 6 的料位。

[0057] 处理单元 11 此外经由接口 12 可连接到用于模拟和 / 或数字通信的外部通信线路 13。此外，虽然图 2 中未示出，但雷达物位计系统 1 通常可连接到外部电源，或者可以通过外部通信线路 13 供电。替选地，雷达物位计系统 1 可以在本地供电，并且可以被配置成以无线方式通信。

[0058] 虽然在图 2 中以分开的块的形式示出，但是可以在同一电路板上提供收发器 10、处理电路 11 和接口 12 中的数个。

[0059] 在图 2 中，此外，收发器 10 被图示成与容器 5 的内部分开，并经由穿过设置在容器壁中的馈通 15 的导体 14 而连接到探测器 3。应当理解不一定是此情况，至少收发器 10 可以设置在容器 5 的内部。

[0060] 图 3 是示意性地示出了图 1 中的雷达物位计系统中包括的功能组件的框图。示例性雷达物位计系统 1 包括：发射器分支，用于生成和向容器（图 3 中未示出）中含有的产品 6 的表面 7 发射发射信号 S_T；接收器分支，用于接收和操作由于发射信号 S_T 在产品 6 的表面 7 处反射而产生的反射信号 S_R。如图 3 中所指示的，发射器分支和接收器分支均连接到定向耦合器 19 以从发射器分支向探测器 3 导引信号并且将通过探测器 3 返回的反射信号

导引到接收器分支。

[0061] 发射器分支包括第一脉冲生成器 20 形式的第一脉冲生成电路，并且发射器分支包括第二脉冲生成器 25 和测量电路 26。雷达物位计系统 1 还包括定时控制单元 27，其用于控制由第一脉冲生成器输出的发射信号与由第二脉冲生成器 25 输出的频移参考信号 S_{REF} 之间的定时关系。

[0062] 如图 3 中所示意性地表示的，测量电路 26 包括时间相关器，其具有混合器 28、采样和保持电路 29 以及放大器电路 30 形式。

[0063] 应当注意，简化了图 3 中示出的雷达物位计系统 1，根据本发明各实施例的雷达物位计系统可以包括额外组件，如，发射器分支和接收器分支上的高频脉冲生成器，从而各自由调幅脉冲列形成的脉冲可以用于确定料位。

[0064] 另外，如以上参照图 2 所简要描述的，雷达物位计系统 1 包括连接到测量电路 26 的处理电路（图 3 中未示出），以确定容器中含有的产品 6 的料位。

[0065] 当图 3 中的雷达物位计系统 1 工作以执行料位确定时，在混合器 28 中在反射信号 S_R 与由第二脉冲生成器 25 输出的参考信号 S_{REF} 之间执行时间相关。参考信号 S_{REF} 是这样的信号，其与由第一脉冲生成器 20 输出的信号在频率上相差预定频率差 Δf。当测量扫描开始时，参考信号 S_{REF} 和发射信号 S_T 同相，随后确定直到参考信号“追上”反射信号 S_R 为止的时间。根据此时间和频率差 Δf，可以确定至表面 7 的距离。

[0066] 先前段落中简要描述的时间扩展技术对本领域技术人员而言是公知的，并且广泛用于脉冲式雷达物位计系统中。

[0067] 如根据以上讨论清楚的，来自混合器 28 的输出是值的序列，其中，每个值表示反射信号与参考信号的脉冲之间的时间相关性。使用采样和保持电路 29 将值的此序列接合在一起以形成连续信号。

[0068] 在此上下文中，应当注意采样和保持电路 29 仅是能够在给定时间中维持电压水平的设备的示例性实例，存在如对本领域技术人员而言所公知的、可以提供期望功能的各种其它设备。

[0069] 虽然在采样和保持电路 29 的输出处存在的信号含有确定至产品 6 的表面 7 的距离需要的所有信息，但在它对于料位确定在实践上有用之前通常期望此信号的一些调节。具体地，此信号的 DC 偏移水平将会通常随各种因素（如，容器中含有的材料 6 的电学特性、以及使用的探测器 3 的类型）变化。此外，采样和保持电路 29 可以例如呈现温度漂移。此外，从采样和保持电路 29 输出的信号会相对弱。

[0070] 在一些现有技术系统中，因此将从采样和保持电路输出的信号馈送给 AC 耦合放大器电路，如图 4 中所指示的电路。

[0071] 如图 4 中所示意性地示出的，根据现有技术的 AC 耦合放大器电路包括放大器 31、以及设置在采样和保持电路 29 与放大器 31 之间的高通滤波器 32。通过图 4 中的电容器 33 和电阻器 34 来实现高通滤波器。

[0072] 在稳态情况下，此解决方案将是足够的。然而，从采样和保持电路 29 输出的信号含有接近 DC 的频率分量，应当优选地不从测量信号中去除的该分量。因此，应当将高通滤波器 32 确定尺寸为阻断 DC，但是允许接近 DC 的频率通过。这导致高的时间常数、以及 AC 耦合放大器电路的相应缓慢的阶跃响应，如图 5 中所示意性地指示的。

[0073] 在图 5 中，针对图 4 中指示的电容和电阻，示出了图 4 中的 AC 耦合放大器的阶跃响应。如根据图 5 明显的，由于图 4 中 AC 耦合放大器的使用而得到的启动时间（从加电到系统工作为止的时间）为数秒。

[0074] 可以使用根据本发明的雷达物位计系统的各实施例显著减少此启动时间。替代图 4 中示出的现有技术放大器电路，根据本发明的雷达物位计系统的实施例包括第一反馈电路、第二反馈电路、以及允许第一反馈电路和第二反馈电路的选择性激活的激活电路。第一反馈电路包括以下反馈回路：其包括具有第一时间常数的第一积分器，而第二反馈电路包括以下反馈回路：其包括具有比第一时间常数高的第二时间常数的第二积分器。

[0075] 图 6a 示意性地图示了根据本发明实施例的雷达物位计系统中包括的第一示例性放大器电路。

[0076] 参照图 6a，放大器电路 30 包括模拟加法器 40、第一积分器 41、第二积分器 42、以及开关 43 形式的激活电路。

[0077] 当开关 43 处于它的第一状态（状态 1）时，第一反馈电路由差分放大器 40 和第一积分器 41 形成，而当开关 43 处于它的第二状态（状态 2）时，第二反馈电路由差分放大器 40 和第二积分器 42 形成。

[0078] 在图 6a 中，第一积分器具有第一时间常数 $\tau_1 = R_1C_1$，第二积分器具有大于 τ_1 的第二时间常数 $\tau_2 = R_2C_2$。

[0079] 根据一个实例，可以使用以下参数值：

[0080] $R_1 = 1k\Omega$

[0081] $R_2 = 2M\Omega$

[0082] $C_1 = C_2 = 100nF$

[0083] 应当注意，本发明不以任何方式限于图 6a 中示意性示出的示例性电路配置。这里提供的示例旨在解释本发明，本领域技术人员在不脱离本发明范围的情况下可以容易地扩展或简化图 6a 的电路配置。

[0084] 例如，替选地，可以通过在如图 6b 中示意性地示出的两个电阻器配置之间进行切换来实现第一反馈电路或第二反馈电路的选择性激活，图 6b 是根据本发明实施例的雷达物位计系统中包括的第二示例性放大器电路的简化电路图。如图 6b 中所实施的放大器电路 30 包括使用运算放大器 50 和标注为‘R’的多个电阻器实施的模拟加法器。

[0085] 如图 6b 中可见，放大器电路的反馈回路包括运算放大器 51、电容器 52、第一电阻器 53、第二电阻器 54 和开关 55。

[0086] 对于第一积分器和第二积分器而言，运算放大器 51 和电容器 52 是公共的。在图 6b 中，开关被图示为处于第一状态，其中积分器电路的电阻值对应于第一电阻器 53 和第二电阻器 54 的并联耦合。此第一状态将会导致具有通过公共电容器 52 的电容和（低）电阻值给出的第一时间常数的第一积分器。

[0087] 当将开关 55 控制在第二状态时，第二电阻器 54 短路，这意味着积分器电路的电阻值将会是第一电阻器 53 的电阻 R_1。此第二状态将会导致具有通过公共电容器 52 的电容和（高）电阻值给出的第二时间常数的第二积分器。

[0088] 由于在第二状态下第二电阻器 54 短路，如对本领域技术人员而言明显的，图 6b 中示出的开关 55 将会导致无突变 (glitchless) 切换。

[0089] 图 7 示意性地图示了使用包括图 6a 或图 6b 中的放大器电路的图 3 中的雷达物位计系统获得的示例性测量信号。

[0090] 参照图 7、图 3 和图 6a-b，在时间 t_0向测量电路 26 提供电能。当电压在图 7 中的时间 t_1达到了稳定水平时，操作开关 43、55 以激活包括具有第一积分器 41（具有第一时间常数 τ_1）的反馈回路的第一反馈电路。由于第一时间常数 τ_1相对小，所以第一反馈电路几乎可以立刻从测量信号中去除 DC 偏移。

[0091] 当从测量信号中去除了 DC 偏移时，操作开关 43、55 以激活具有第二时间常数 τ_2的第二积分器。由于第二积分器的较大时间常数，第二反馈电路在允许测量信号的低频分量通过放大器电路 30 的同时，补偿例如通过各电路（如，采样和保持电路 29）中的变化的料位和 / 或温度漂移可引起的 DC 偏移的变化。在图 7 中的图中，在预期反射信号到达测量电路 26 之前，开关 43、55 的用以激活第二反馈电路的操作发生。在图 7 中，t_2表示激活第二反馈电路的时间点。现在将参照图 8 中的流程图描述根据本发明的、使用雷达物位计系统确定容器中含有的产品的料位的方法的实施例。

[0092] 在步骤 801 中，在激活时间 t_0激活雷达物位计系统。可以例如通过向雷达物位计系统供电以使雷达物位计系统从非激活状态（其中消耗很少或不消耗能量）到激活状态（其中可以进行料位确定），来激活雷达物位计系统。

[0093] 在雷达物位计系统激活之后，在步骤 802 中在 t_1激活第一反馈电路 41。在电压水平在预定时间 t_2达到了稳定水平之后，在步骤 803 中激活第二反馈电路 42，而非第一反馈电路 41。

[0094] 此外，在激活步骤 801 之后，在步骤 804 中生成发射信号 S_T和参考信号 S_{REF}。向容器 5 中的产品 6 的表面 7 传播（步骤 805）发射信号 S_T，在步骤 806 中接收反射信号 S_R。在步骤 807 中使参考信号 S_{REF}和接收信号 S_R时间相关，以生成各自表示反射信号 S_R与参考信号 S_{REF}的脉冲之间的时间相关性的值的序列。

[0095] 这些步骤应当在测量信号到达测量电路 26 时激活第二反馈电路 42 的这样的时间进行。例如，可以在 t_1之后生成发射信号 S_T。

[0096] 最后，在步骤 808 中，基于时间相关性的结果，由处理电路确定料位。

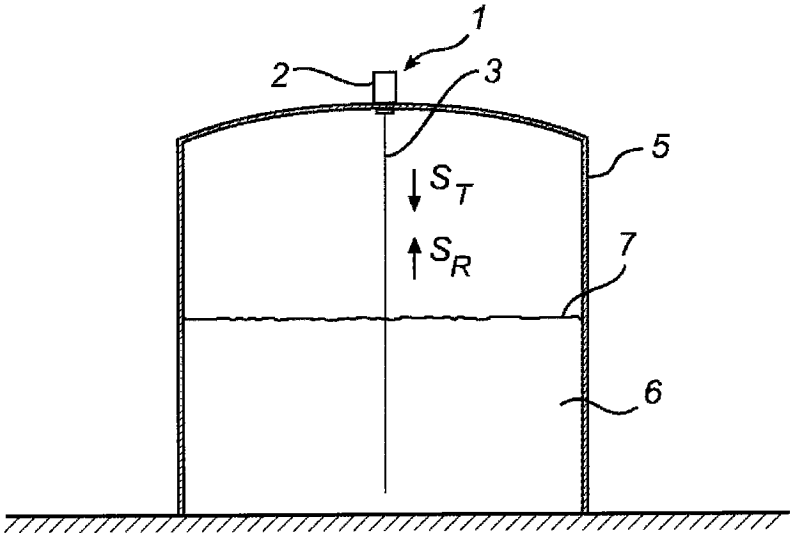


图 1

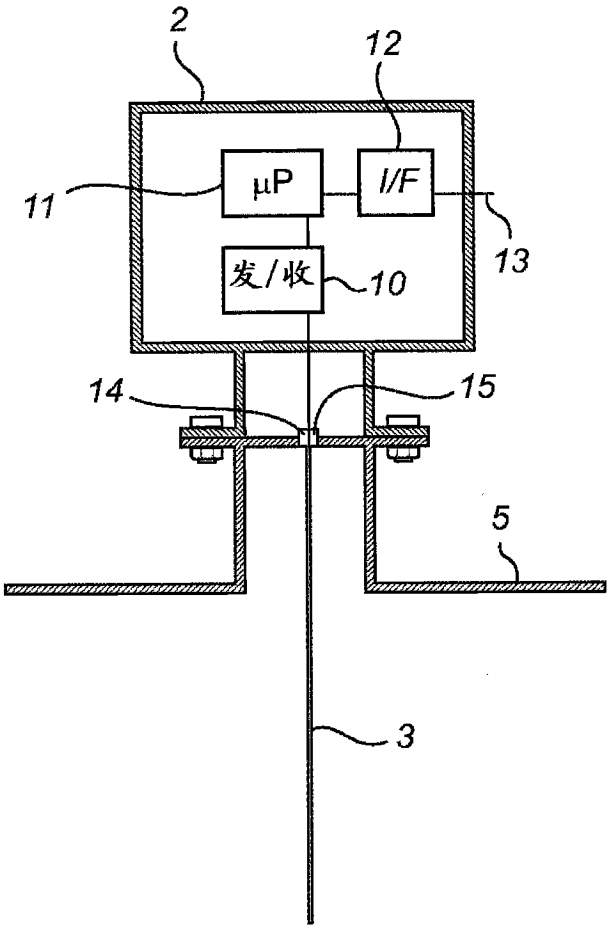


图 2

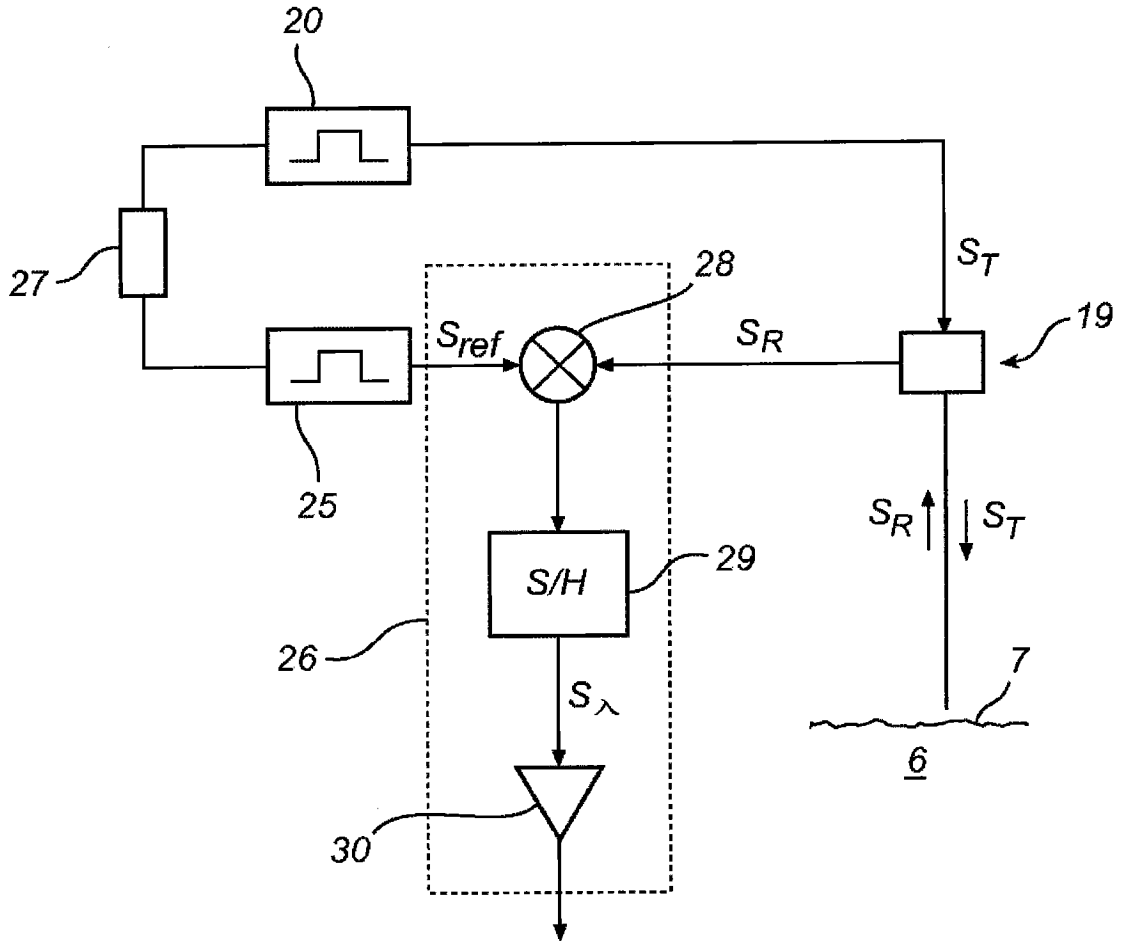

20
27
28
S_T
19
S_{ref}
S_R
25
S_R S_T
S/H
29
26
7
$S_{入}$
6
30

图 3

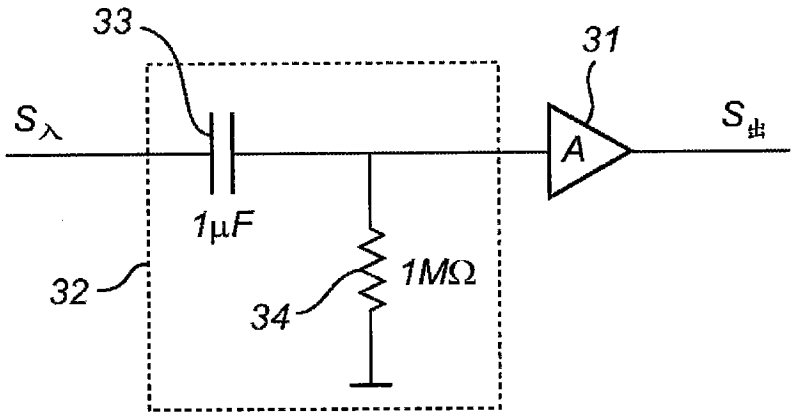

33
31
$S_{入}$
A
$S_{出}$
1μF
1MΩ
32
34

图 4（现有技术）

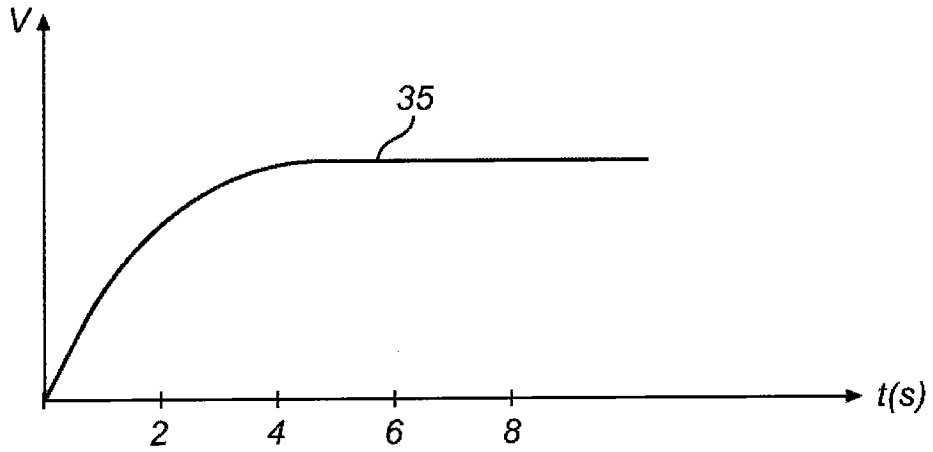


图 5（现有技术）

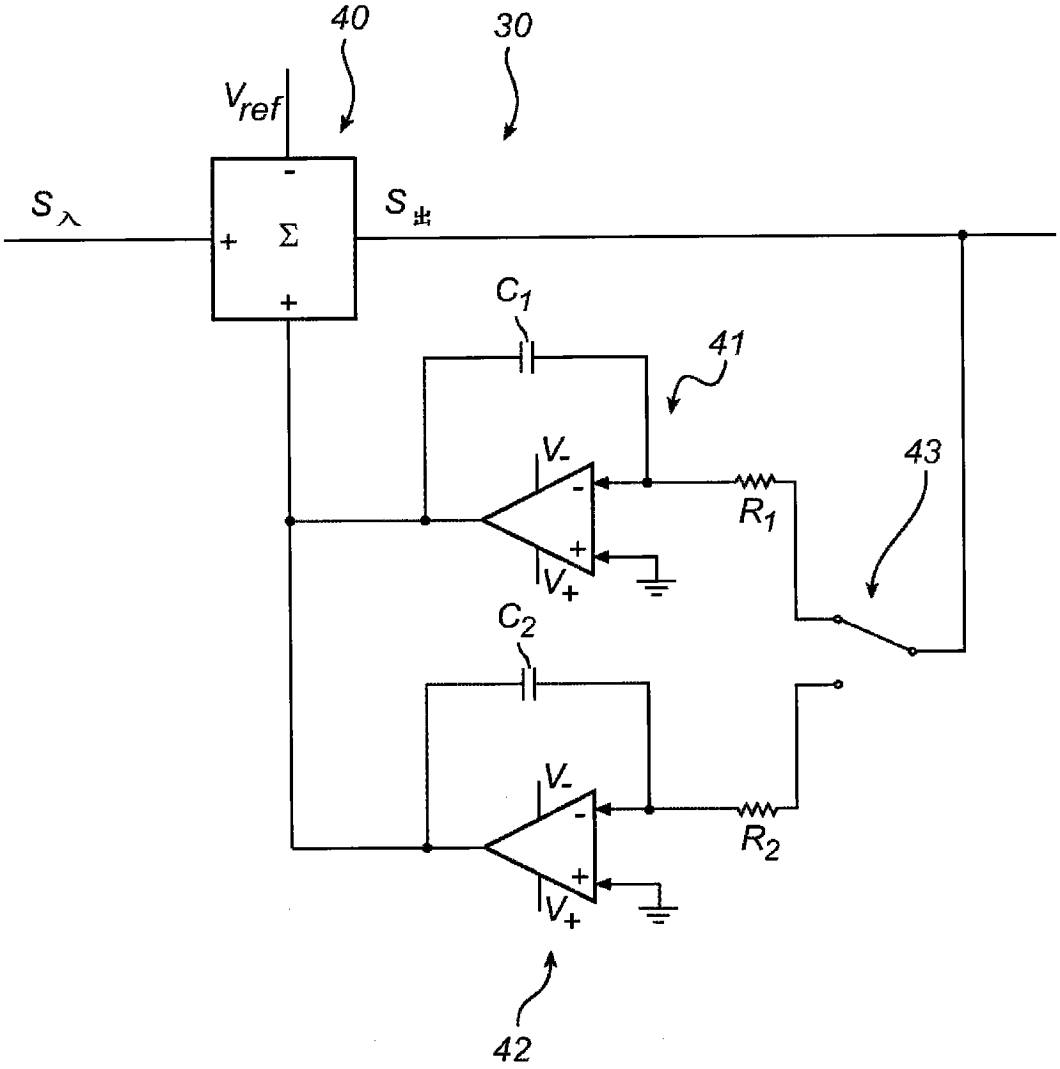


图 6a

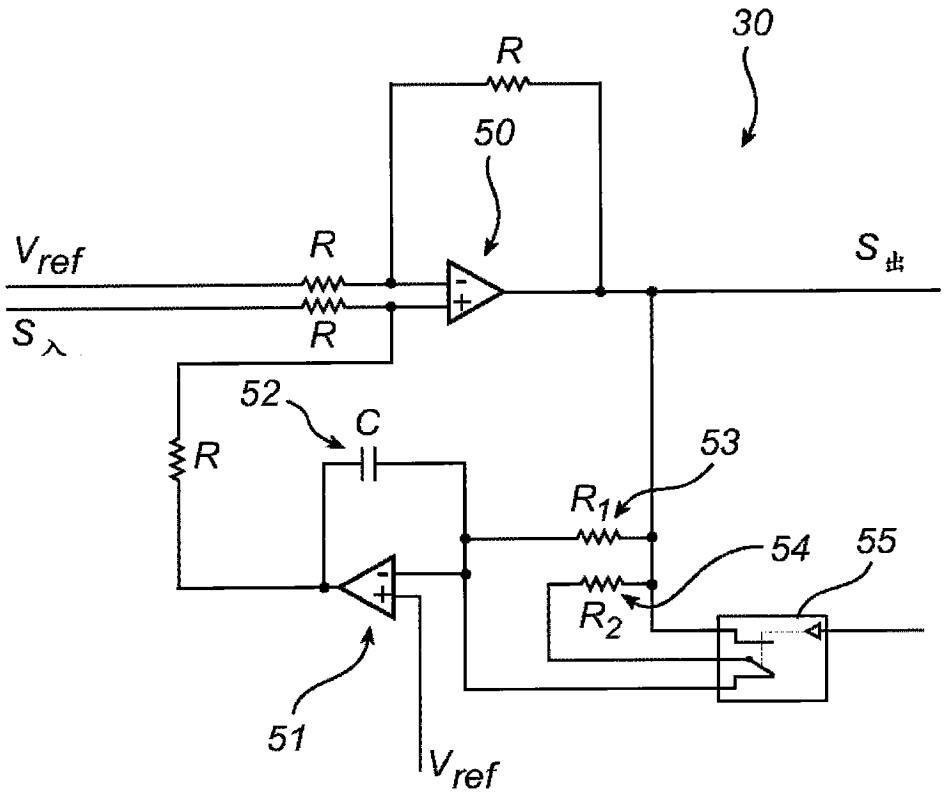


图 6b

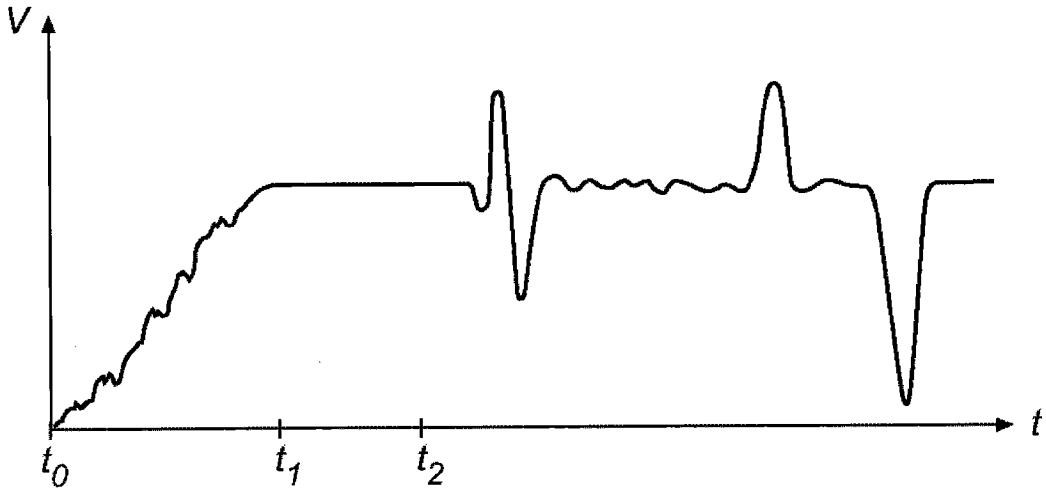


图 7

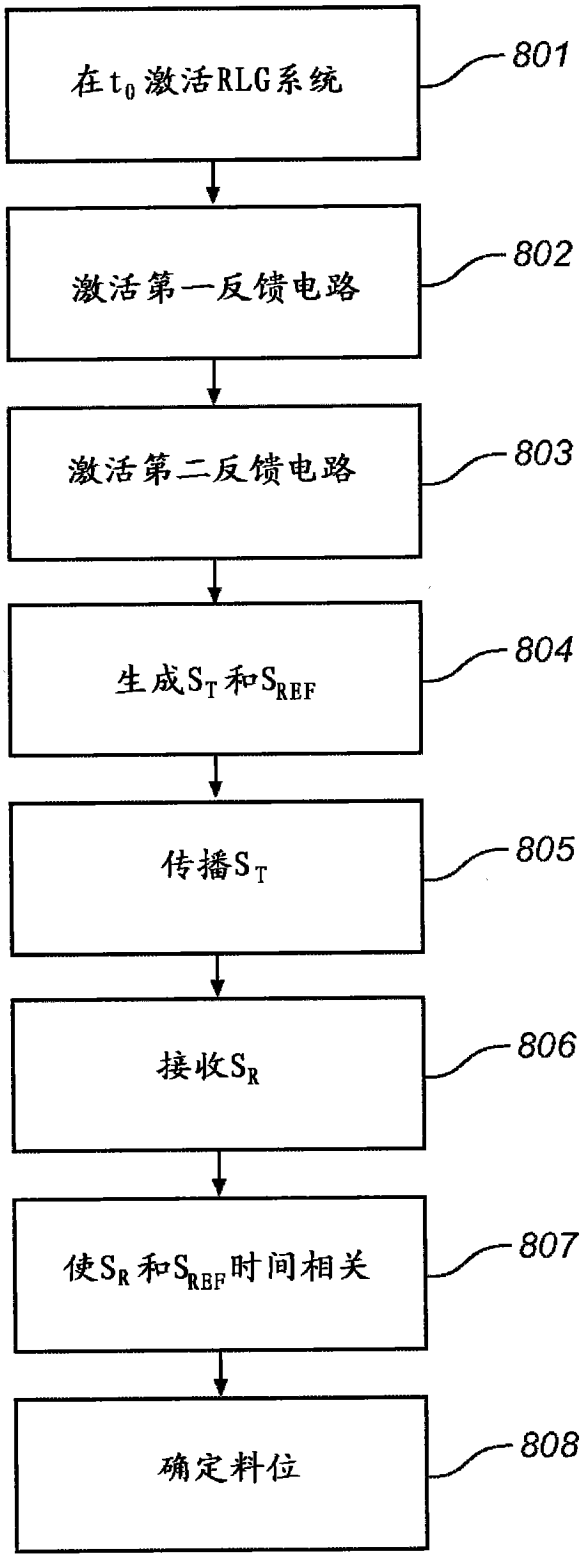

在t_0激活RLG系统
801
激活第一反馈电路
802
激活第二反馈电路
803
生成S_T和S_{REF}
804
传播S_T
805
接收S_R
806
使S_R和S_{RBF}时间相关
807
确定料位
808

图 8