

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01S 7/03 (2006.01)

G01F 23/284 (2006.01)

G01S 13/10 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580030404.4

[43] 公开日 2007年8月8日

[11] 公开号 CN 101014875A

[22] 申请日 2005.9.9

[21] 申请号 200580030404.4

[30] 优先权

[32] 2004.9.10 [33] US [31] 10/938128

[86] 国际申请 PCT/SE2005/001302 2005.9.9

[87] 国际公布 WO2006/041364 英 2006.4.20

[85] 进入国家阶段日期 2007.3.9

[71] 申请人 罗斯蒙特雷达液位股份公司

地址 瑞典哥德堡

[72] 发明人 米凯尔·埃里克森

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所
代理人 康建忠

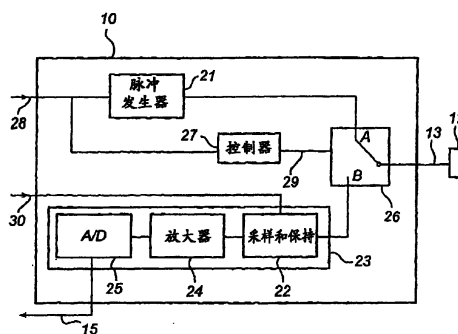
权利要求书 4 页 说明书 8 页 附图 3 页

[54] 发明名称

具有用于选择发射器或接收器模式的开关的
雷达液位仪

[57] 摘要

一种雷达液位仪(RLG)，打算用于使用近距离低功率雷达来测量容器中的内容的表面相对于测量位置的距离，测量位置位于表面之上，并且相对于所述容器的较低边界被固定。所述 RLG 包括用于发射电磁发射器脉冲的发射器、可以与用于将所述发射器脉冲引向所述表面并接收从所述表面反射回来的接收脉冲的部件连接的信号介质接口。开关当发射所述发射器脉冲时连接所述信号介质接口和所述发射器，并且当接收所述反射的脉冲时连接所述信号介质接口和所述接收器，所述开关具有足够短以便使能短距离检测的切换时间。根据该设计，与现有解决方案相比，可以极大地降低信号损耗。



1. 一种雷达液位仪，打算用于使用近距离低功率雷达来测量容器中的内容的表面相对于测量位置的距离，所述测量位置位于表面之上，并且相对于所述容器的较低边界被几何限定，所述雷达液位仪包括：

电源接口，用于接收电功率到所述雷达液位仪；

通信接口，用于基于所述距离，外部地呈现所述雷达液位仪信息；

发射器，用于生成并发射电磁发射器脉冲；

信号介质接口，可与用于将所述发射器脉冲引向所述表面并接收从所述表面反射回来的接收脉冲的部件连接；

紧固结构，用于将所述信号介质接口紧固在所述测量位置；

接收器，用于接收所述接收脉冲；

开关，使能所述发射器和所述接收器分别与所述信号介质接口连接；以及

控制器电路，用于控制所述开关的操作和用于确定所述距离，

所述开关适合于当发射所述发射器脉冲时连接所述信号介质接口和所述发射器，并且当接收所述反射的脉冲时连接所述信号介质接口和所述接收器，

所述开关具有足够短以便使能短距离检测的切换时间。

2. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪，其中，所述开关具有短于 100 ns 的切换时间。

3. 根据权利要求 2 所述的雷达液位仪，其中，所述开关具有短于 20 ns 的切换时间。

4. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪，其中，所述开关被实现为集成电路。

5. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪, 其中, 所述微波开关是固态开关。

6. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪, 其中, 所述发射的电磁脉冲的功率小于 1W。

7. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪, 其中, 所述发射的电磁脉冲的功率小于 100 mW。

8. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪, 其中, 所述控制器电路适合于检测脉冲何时从所述发射器发射, 并且响应于所述检测, 操作所述开关以便连接所述信号介质接口和所述接收器。

9. 根据权利要求 8 所述的雷达液位仪, 其中, 所述控制器电路还被安排用来在预定时间周期之后, 连接所述信号介质接口和发射器。

10. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪, 其中, 所述控制器电路适合于控制所述开关的操作, 以便允许确定小于二分之一米的所述距离的值。

11. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪, 其中, 所述控制器电路为所述开关的切换提供同时的通断控制信号。

12. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪, 其中, 所述雷达液位仪在所述开关和所述信号介质接口之间进一步包括延迟馈线。

13. 根据权利要求 12 所述的雷达液位仪, 其中, 所述延迟馈线在所述开关和所述信号介质接口之间提供等于或大于所述开关的切换

时间的一半的信号时延。

14. 根据权利要求 12 所述的雷达液位仪，其中，所述延迟馈线在所述微波开关和所述信号介质接口之间提供信号时延，以便允许确定小于 1 米的所述距离的值。

15. 根据权利要求 12 所述的雷达液位仪，其中，所述延迟馈线在所述开关和所述信号介质接口之间提供信号时延，以便允许确定小于二分之一米的所述距离的值。

16. 根据权利要求 12 所述的雷达液位仪，其中，所述延迟馈线被提供为印刷电路板的导电图案。

17. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪，还包括用于提供所述通信接口和所述电源接口的二线连接。

18. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪，其中，所述紧固结构适合与位于所述容器的上边界的馈通结构耦合。

19. 根据权利要求 18 所述的雷达液位仪，其中，所述紧固结构适合于允许所述信号介质接口的空间定向，使得所述发射脉冲的方向基本上垂直。

20. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪，其中，所述控制器电路适合于控制所述微波开关的操作，以便允许确定小于 1 米的所述距离的值。

21. 根据权利要求 1 所述的雷达液位仪，其中，所述脉冲是调制脉冲。

22. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，所述信号介质接口可连接到天线，所述天线被安排在所述容器中发射和接收电磁波。

23. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，所述信号介质接口可连接到延伸到容器内容中的探针。

24. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，所述开关适合于通过连接所述信号介质接口和DC电压等于期望的脉冲宽度的时间周期来实现脉冲生成。

25. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，所述开关被安排用来提供所述反射信号的采样。

26. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，所述开关和接收器之间的信号衰减通常小于10 dB。

27. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，所述开关和接收器之间的信号衰减通常小于3 dB。

28. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，所述开关和接收器之间的信号衰减通常小于1 dB。

29. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，在所述开关的发射器连接和接收器连接之间的衰减之后，所述发射器的最大输出信号强度小于或等于所述接收器的输入信号强度击穿极限。

30. 根据权利要求1所述的雷达液位仪，其中，所述发射器的最大输出信号强度小于或等于所述接收器的输入信号强度击穿极限。

具有用于选择发射器或接收器模式 的开关的雷达液位仪

技术领域

本发明涉及打算用于使用近距离低功率雷达来测量容器中的内容表面相对于测量位置的距离的雷达液位仪，所述测量位置位于所述表面之上，并且相对于所述容器的较低边界被固定。

背景技术

由于其简单和具有成本效益的微波元件，脉冲 RLG（雷达液位计量，radar level gauging）正在成为用于工业液位计量的更加广泛传播的方法。脉冲 RLG 中的脉冲可以被载波频率（通常是 6 或 24 GHz）调制，或者是未调制的 DC 脉冲。在后面的例子中，通常使用一些种类的传输线（同轴电缆、双线等等），有时被称为探针，通常用于引导电磁信号穿过储罐中的材料，其中它被储罐内容的不同部分之间的一个或多个界面（诸如空气/液体）反射。在前面的例子中，还可以使用传输线或波导，但是通常使用天线来形成垂直雷达波束，其在可能的界面被反射。

脉冲雷达通常使用不同类型的定向耦合。包括高速采样能力的定向耦合器的例子在美国 5,517,198 中有所描述。定向耦合在发射线和接收线之间划分可用功率，因此引入发射和接收的信号的巨大衰减，降低了系统的灵敏度。这对于使用 DC 脉冲的系统尤其是问题，因为定向耦合器的选择受到还包括大的波长的这种脉冲的极限带宽的限制。

由于这个和其它原因，脉冲系统因此与频率调制连续波(FMCW, frequency modulated continuous wave)雷达相比通常具有较低的灵敏度。灵敏度（检测弱反射的能力）对于任何 RLG 是重要的优点，因为高灵敏度可以使得使用更小的天线或更长的传输线，而保持所有其

它参数不变。

一种提供无灵敏度损失的定向耦合的方法是使用诸如铁淦氧循环器的循环器。尽管如此，这种解决方案十分昂贵，并且它们的性能通常依赖于温度，使得它们不适合用在雷达液位仪中。

发明内容

本发明的目的是经济有效地改进脉冲雷达液位计量系统的灵敏度。

可以通过根据本介绍的 RLG 系统来实现这个或其它目的，所述 RLG 系统包括：用于接收电功率到所述雷达液位仪的电源接口；用于基于所述距离而外部呈现所述雷达液位仪信息的通信接口；用于生成和发射电磁发射器脉冲的发射器；可与用于将所述发射器脉冲引向所述表面并用于接收从所述表面反射回来的接收脉冲的部件连接的信号介质接口；用于将所述信号介质接口紧固在所述测量位置中的紧固结构；用于接收所述接收脉冲的接收器；使所述发射器和所述接收器分别与所述信号介质接口连接的开关；以及用于控制所述开关的操作以及用于确定所述距离的控制器电路，所述开关适于当发射所述发射器脉冲时，将所述信号介质接口连接到所述发射器，并且当接收所述反射的脉冲时，将所述信号介质接口连接到所述接收器，所述开关具有足够短以便使能短距离检测的切换时间。

根据该设计，先前被安排在发射器和信号介质接口之间的定向耦合器被开关替代。通过控制所述开关，信号介质接口在脉冲发射期间仅连接到发射器，并且在接收反射的脉冲期间仅连接到接收器。这样，与信号介质接口总是与发射器和接收器两者连接的现有解决方案相比，信号损耗可被极大降低。通常，可以体验 10 dB 的改进，其对于实际的硬件解决方案，对于天线系统可以对应于 2-3 倍的更长最大测量距离，或对于传输线系统可以对应于 20 米的更长最大测量距离。

通过该设计，发射脉冲的全部功率将被引到储罐，同时，反射的脉冲的全部功率将被引导到接收器。如所述，传统的传输线系统使用

一些种类的功分器，在每个方向将振幅降低了 50%，与本发明相比，通常导致 6+6 dB 的衰减。

开关的切换时间足够短以使能短距离检测。雷达液位仪通常测量从上至几十米到下至几分之一米，有时仅几厘米范围内的距离。

从更多传统的脉冲雷达，例如海上监视雷达中已知使用开关而不是例如定向耦合器来实施的概念不同的解决方案。这里，开关被用于在相对较高功率信号（KW 或 MW）的发射和弱得多的雷达反射的接收之间进行切换。为了不冒损坏接收器电路的风险，这些高功率信号使得需要在开关和接收器电路之间包括甚至进一步的衰减。此外，由于开关必须被设计用来处理相对较高的功率水平，因而，它将相对较慢。这种开关的切换时间引起相当大的死区（其中，所要测量的距离过短而不能被雷达记录），即，在开关切换所需的时间期间由信号覆盖的距离通常处于十米的等级。由于这种死区在雷达液位计量领域中是完全不能接受的，这种解决方案在该领域中被认为是不切实际的。然而，根据本发明，已经实现了具有可接受死区的系统。

为了获得足够短的死区，所述开关应当具有非常短的处于 ns 等级的切换时间。优选地，切换时间短于 20 ns。这种短切换时间仅可以通过不具有移动部分的开关来实现，包括非常小规模的分立元件或集成电路形式的元件，并且开关的有限尺寸使其不能处理大于几 W 的功率。然而，在典型的 RLG 系统中，发射功率远远小于 1W，优选地，小于 20 mW，并且通常限制在几 mW，或甚至 μ W。因此，开关的有限功率容量不是问题。

为了给接收器提供更高的信号输入强度以增强测量能力，在发明的 RLG 中，有利地提供了开关和接收器之间的小信号衰减。该 RLG 应当优选地不包括比开关自身引入的更明显的发射器和接收器之间的衰减/隔离。

控制器电路可适于检测脉冲何时从发射器发射，并且响应于所述检测，操作开关以便将信号介质接口连接到接收器。

优选地，控制器电路还被安排用于操作开关，以便在预定时间周

期之后再次将接口连接到发射器。通常，该周期应当短于发射来自信号发生器的连续脉冲之间的时间。

控制器电路优选地适于控制所述开关的操作，以便允许确定小于半米的所述距离的值。

为了确保在开关被切换到接收器之前没有反射脉冲到达开关，雷达液位仪可以进一步在所述开关和信号介质接口之间包括延迟馈线。这种延迟馈线可以例如通过某个长度的同轴电缆或印刷电路板上的导电图案来实现。所述微波开关和所述信号介质接口之间的信号时延优选地允许确定小于1米或小于半米的所述距离的值。所述信号时延可以等于或大于所述开关的切换时间的一半。

如果可以获得满意的切换时间，则通过将信号介质接口和DC电压连接等于所期望脉冲宽度的时间周期并且随后断开，所述开关可以适于实现脉冲生成。开关的这种操作将消除需要单独的信号生成器，因此简化了系统。

如果开关具有适当的切换时间，则它还可以被用来实现反射信号的采样，或至少预采样。

附图说明

参考示出了当前优选实施例的附图，将更加详细地描述本发明的这些和其它方面。

图1示意性地示出了雷达液位计量系统。

图2示出了另一个雷达液位计量系统的断面图。

图3示出了根据本发明第一实施例的收发器的方框图。

图4示出了根据本发明第二实施例的收发器的方框图。

具体实施方式

图1示意性地示出了雷达液位计量(RLG)系统1，在其中可以有利地使用根据本发明的方法。系统1被安排用于执行储罐中的过程变量的测量，所述过程变量诸如储罐5中的两种(或更多)材料3和

4 之间的界面 2 的液位。通常，第一种材料 3 是存储在储罐中的内容，例如诸如汽油的液体，而第二种材料 4 是空气或一些其它大气。在那种情况下，RLG 将使能检测储罐中的内容的表面的液位。注意不同的储罐内容具有不同的阻抗，并且电磁波将不传播通过储罐中的任何材料。因此，通常仅测量第一液体表面的液位，或如果第一液体足够透明，则测量第二液体表面的液位。

系统 1 包括收发器 10，其由处理器 11 控制，用于将电磁信号发射给储罐 5 中的信号介质接口 12。所述信号可以是具有 2 ns 或更短长度的 DC 脉冲，频率处于 MHz 等级，平均功率水平在 mW 或 μ W 范围内。可替换地，可以将所述脉冲调制到 GHz 频率的载波上。

在图 1 所示的例子中，其中，所述信号是 DC 脉冲，并且在某些情况下，当使用调制脉冲时，信号介质接口 12 与延伸到储罐内容中的导波结构 6 连接。导波结构可以是空心波导或某种探针，诸如同轴线探针、双线探针或单线探针（还被称为表面波导）。沿结构 6 传输的电磁波将被储罐中的材料之间的任何界面 2 反射，并且反射将被传输回信号介质接口 12。

可替换地，如图 2 所示，并且通常是当脉冲被调制到高频载波上的情况下，信号介质接口 12 与雷达天线 7 连接，雷达天线 7 被安排用于发射传输的波以自由传播到储罐中，并且用于接收被储罐中的材料之间的任何界面 2 反射的波。

如图 2 所示，储罐可以具有将信号介质接口 12 紧固在相对固定在储罐 5 底部的测量位置的紧固结构 8。所述紧固结构优选地与储罐 5 的上边界中的馈通结构 9 耦合。如图 2 所示，该馈通结构 9 可以是提供有气密封口 14 的波导，能够经得住温度、压力和包含在储罐中的任何化学制品。

由信号介质接口接收的反射脉冲被馈送回收发器 10，在那里在处理器 11 所控制的处理中被采样和数字化。基于反射信号的数字化的、采样的时域反射计（TDR）信号 15 被传送回处理器 11。信号 15 可以在时间上被扩展，允许使用传统硬件进行温度调节和处理。

处理器 11 具有用于分析 TDR 信号以便确定储罐中通常是表面 2 的液位的过程变量的软件。处理器 11 还与存储器 16 连接，存储器 16 通常包括用于存储预编程参数的 ROM（例如 EEPROM）和用于存储可由微处理器 11 执行的附加软件代码的 RAM。处理器还可以与用户接口 17 连接。

图 3 更加详细地示出了图 1 中的收发器 10。信号被在此是脉冲发生器 21 形式的发射器发射，并且被接收器 23 的采样和保持电路 22 接收。接收器 23 还包括放大器 24 和 A/D 转换器 25。微波开关 26 被提供用于将储罐中的信号介质接口 12 连接到发射器 21（状态 A）或接收器 23（状态 B）。

在所示的例子中，所述开关是微波单片 IC（MMIC，microwave monolithic IC），这里是单刀双掷（SPDT）开关，具有大约 10 ns 的切换时间。这种开关的例子是来自 Hittite 微波公司的 HMC197。可以使用其它类型的开关，都被制成 IC 并且包括分立元件。

开关 26 由控制器电路控制，如图 3 所示，所述控制器电路可被实施为独立的控制器 27，或直接实施在处理器 11 中。脉冲发生器 21、采样和保持电路 22 以及控制器 27 都提供有来自处理器 11 的振荡信号 28、30。A/D 转换器的输出 15 被馈送回处理器 11。

下面将描述收发器 10 的操作。

发射器 21 生成持续时间处于 ns 等级（这里是 1 ns）、频率处于 MHz 等级（这里是 2 MHz）的脉冲。为此，发射器提供有高频（例如 2 MHz）时钟信号 28。每个脉冲经由处于状态 A 的开关 26 发射到信号介质接口 12。如所述，时钟信号 28 还被提供给控制器 27，其被触发在脉冲发生器生成脉冲的同时向开关 26 提供切换信号 29。在对应于通常比脉冲自身长得多的开关 26 的切换时间的的时间周期之后，开关 26 因此被切换到状态 B，连接信号介质接口 12 和接收器 23。

在脉冲被生成之后但是开关 26 被切换到状态 B 之前的时间内，接收器将不能接收任何信号（导致盲区或死区）。为了系统的可靠操作，期望在该盲区期间没有反射信号到达开关 26，并且切换时间优选

地尽可能短。通过在本发明的时间可用的元件，10 ns 的切换时间被认为足够短并且具有合理的成本效率。

发射器脉冲被引导到储罐中的信号介质接口 12，并且随后由导波结构（如图 1 所示）或由天线（如图 2 所示）引向表面 2。电磁波在表面 2 被反射，并且接收脉冲返回到信号介质接口，并且经由开关 26 连接到接收器 23。采样和保持电路 22 使用从处理器 11 接收的振荡信号 30（例如处于 2 MHz 等级）对信号进行采样。信号随后被放大器 24 放大并且被 A/D 转换器 25 数字化。结果，时域反射计（TDR）信号 15 被提供给处理器 11，在那里，通过合适的方法来分析所述 TDR 信号，以便确定诸如储罐中的表面 2 的液位的过程变量。

在开关 26 的切换时间被认为相对于期望的接收脉冲的到达时间过长的情况下，可以在开关 26 和储罐中的信号介质接口 12 之间提供延迟馈线 13。该延迟馈线可以适合于延迟来自储罐的接收脉冲，因此允许较慢的开关。可以通过例如同轴电缆或印刷电路板上的图案来实现所述延迟馈线 13。通常，由这种延迟馈线提供的额外延迟处于开关 26 的切换时间的等级，并且作为例子，2-3 米长的同轴电缆段将允许大约 20 ns 的切换时间。

控制器 27 适合于在不超过连续脉冲之间的时间的预定时间周期之后，将开关 26 返回到状态 A（再次连接信号介质接口 12 和发射器 21）。这里，脉冲频率是 2 MHz（500 ns 脉冲之间的时间），控制器因此被设置成在小于 500 ns 之后将开关切换回状态 A。根据应用，尽可能长地将开关保持在状态 B 可能是有利的，在这种情况下，所述周期接近脉冲之间的时间（这里是 500 ns）。然而，可替换地，所述周期被设置短得多，并且可能例如仅为大约脉冲之间的时间的一半。控制器 27 可以使用内部定时器或可以使用时钟信号 28 来确定何时切换回状态 A。

图 4 示出了可替换的实施例，其中，给予与图 3 中的元件相同的元件相同的标号。脉冲发生器在此被省略，以及时钟信号 28 仅与控制器 27' 连接，其控制开关 26' 作为发射器。开关的 A 端与 DC 电压连接。

在操作期间，开关 26 多数时间保持在状态 B。在时钟脉冲在线 28 上到达时，开关被切换到状态 A，将 DC 电压连接到信号介质接口 12。控制器随后适于立即将开关切换回状态 B，导致 DC 脉冲发射到信号介质接口 12，该脉冲具有等于开关的切换时间的脉冲宽度。

为了使该实施例成为现实，开关应当快于上述 10 ns，并且为了提供具有期望脉冲宽度的脉冲，应当通常处于 1 ns 等级。

作为发明的概念的附加方面，开关 26 可以被用来执行反射信号的采样。根据开关 26 的切换时间，这种采样可以与采样和保持电路 22 的采样组合，或通过足够快的开关 26，完全从设计中消除电路 22。开关 26 的这种采样功能也可以被控制器 27 控制，其应当适于间歇地连接接收器 23 和信号介质接口 12，使得每个连接瞬间对应于一个采样。

应当意识到，上面描述的实施例的多个变化有可能在所附权利要求的范围内。例如，上面描述的雷达液位计量系统的所有元件不是强制的，但是可以被去除或替换。同样，如果以及当认为有利时，可以包括另外的元件。可以使用除上述外的其它类型的开关来实现本发明，只要它们具有满意的切换特性。

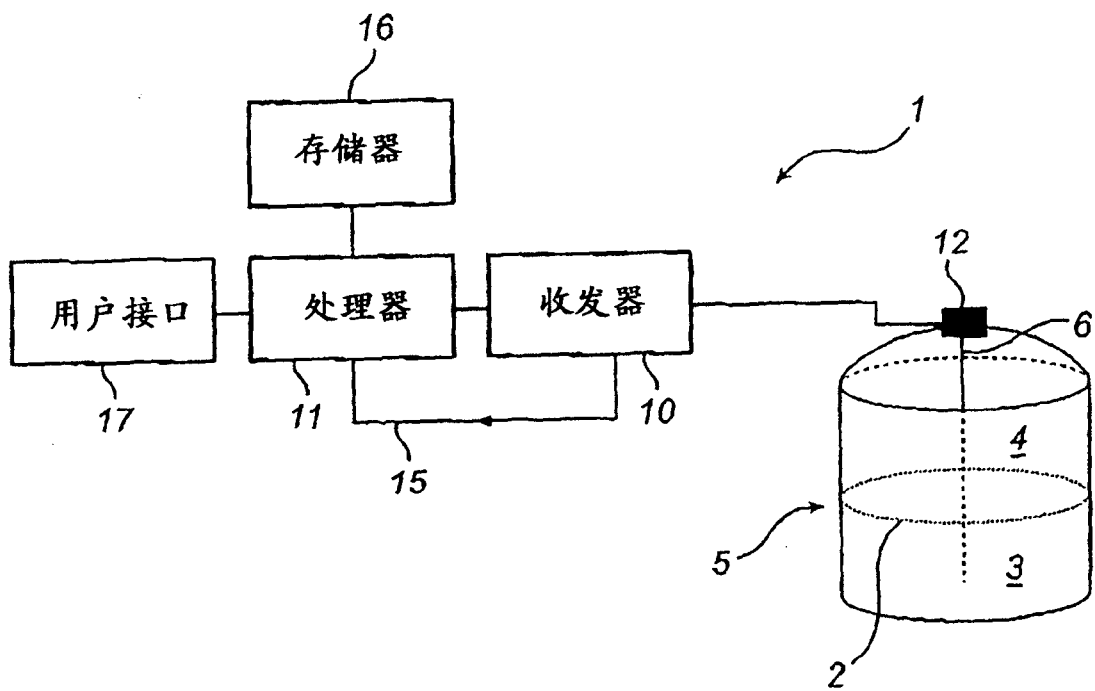


图1

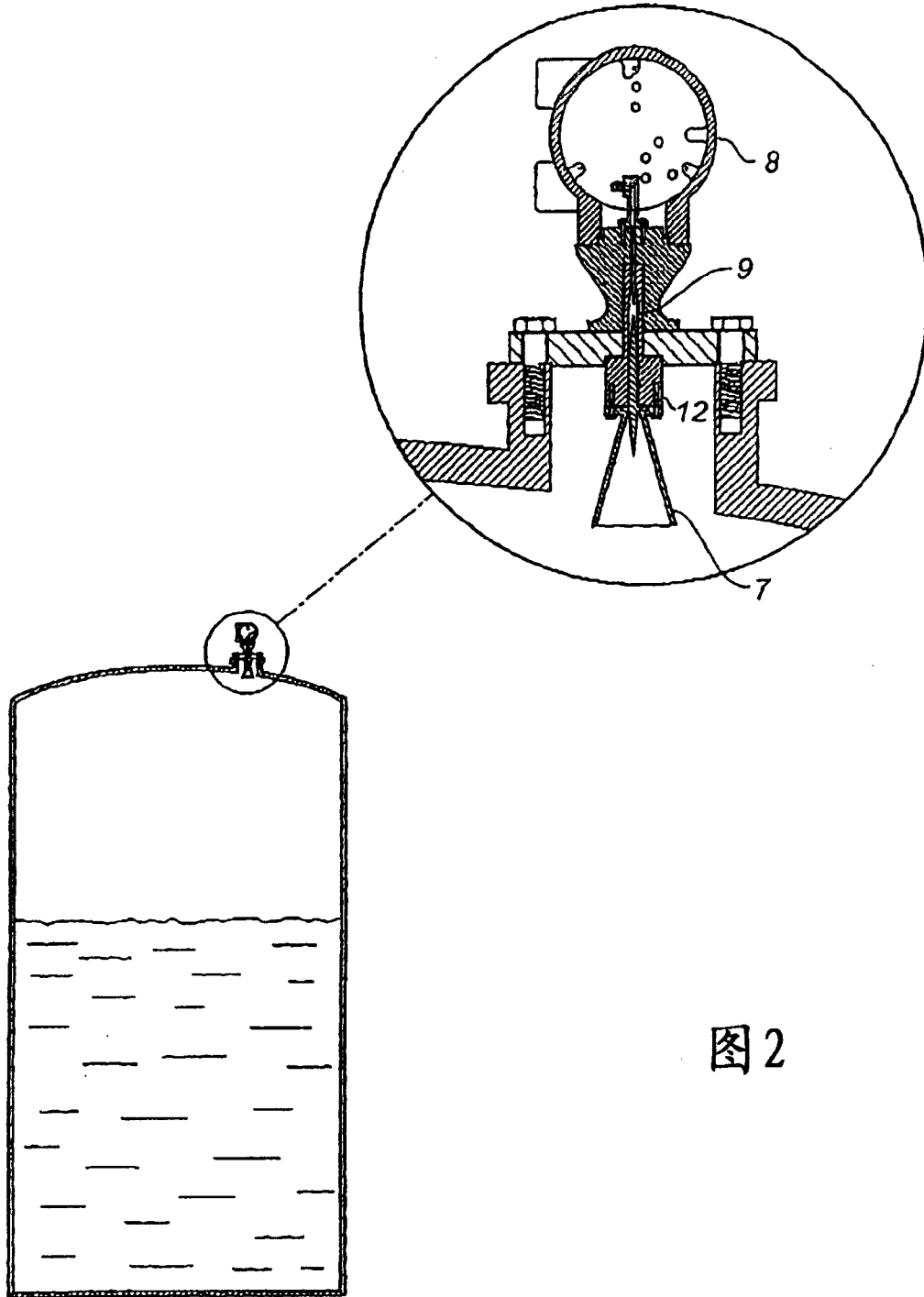


图2

