

[51] Int. Cl.

G01F 23/284 (2006.01)

B65B 1/30 (2006.01)

B65B 3/26 (2006.01)

G01S 7/40 (2006.01)



[12] 发 明 专 利 说 明 书

专利号 ZL 00120061.5

[45] 授权公告日 2006 年 4 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 1252454C

[22] 申请日 2000.7.5 [21] 申请号 00120061.5

[30] 优先权

[32] 1999. 7.15 [33] EP [31] 99113685.4

[71] 专利权人 恩德莱斯和豪瑟尔两合公司

地址 联邦德国毛尔堡

[72] 发明人 罗伯特·拉拉拉 罗兰·马勒

迈克尔·辛兹 迪特马尔·斯庞克

审查员 徐晓明

[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 孙 征

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 6 页

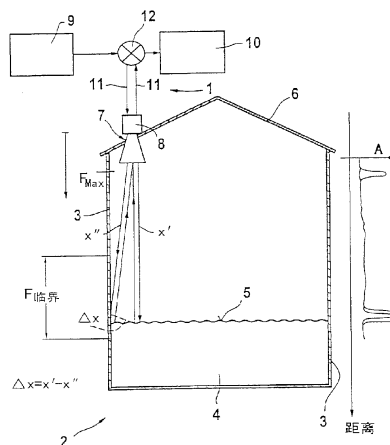
[54] 发明名称

用于高精度地确定充填物在容器内的充填水平的方法和设备

[57] 摘要

本发明涉及一种高精度确定充填物(4)在容器(2)内的充填水平(q)的方法,其中,测量信号朝充填物(4)的表面(5)的方向发射和在此表面(5)上作为回波信号反射,以及,通过计算反射的回波信号的振幅值(A)和相位值(Φ)借助于脉冲延迟时间法确定容器(2)内的充填水平(q)。此外还建议了一种适用于实施此方法的设备。本发明的目的是提供一种方法和一种设备,它们甚至在出现多径传播或多模传播时也能高精度测量容器(2)内的充填水平。此目的采取下列措施达到,即,补偿在确定充填水平(q)时出现的和由干扰信号引起的误差,干扰信号结构性或破坏性地干扰在充填物(4)表面(5)上正规地反射的回波信号;至少在其中产生干扰信号的临界充填水

平测量范围 (F_{kritisch}) 内对于被选出的充填水平值 (q) 确定和贮存一修正值 ($K(q)$)。



1. 用于高精度地确定充填物在容器内的充填水平的方法, 其中, 测量信号朝充填物表面的方向发射和在此表面上作为回波信号反射, 以及, 通过计算反射的回波信号的振幅值和相位值借助于脉冲延迟时间法确定容器内的充填水平, 其特征为: 补偿在确定充填水平(q)时出现的和由于干扰信号引起的误差, 干扰信号结构性或破坏性地干扰在充填物(4)表面(5)上正规反射的回波信号; 至少在其中产生干扰信号的临界充填水平测量范围($F_{kritisch}$)内对于被选出的充填水平值(q)确定和贮存一个修正值($K(q)$)。

2. 按照权利要求1所述的方法, 其特征为: 测量起始充填水平(q_0); 修正值(K)预置为零; 从此起始充填水平(q_0)出发至少经过临界充填水平测量范围($FM_{kritisch}$); 以及, 在此充填水平测量范围($FM_{kritisch}$)内对每一个选出的充填水平值(q)计算和贮存一个修正值($K(q)$)。

3. 按照权利要求2所述的方法, 其特征为: 为了连续提供修正值, 在至少两个充填水平值(q_k 、 q_{k+1})之间的修正值($K(q_k)$ 、 $K(q_{k+1})$)被内插。

4. 按照权利要求2或3所述的方法, 其特征为: 对于彼此相继的充填水平值($q_k=q_0$ 、 q_{k+1}), 修正值($K(q_k)$ 、 $K(q_{k+1})$)确定如下: 对于起始充填水平(q_0), 修正值($K(q_0)$)初始化, 所以在起始充填水平 q_0 时修正后的振幅值($A'(q_0)=A(q_0)+K(q_0)$)等于 $A(q_0)$; 对于充填水平(q_{k+1}), 计算修正的振幅值($A'(q_{k+1})=A(q_{k+1})+K(q_k)$)与有效回波信号与基准回波信号的相位值之差; 一旦后来定址的充填水平(q_k ; $q_k \neq q_0$)在振幅值的差别与相位值的差别之间出现不同, 从在充填水平(q_{k+1})时确定的偏差中减去在充填水平(q_k)时相应的偏差; 对每一个后来定址的充填水平(q_k ; $q_k \neq q_0$)确定并贮存一个新的修正值 $K(q_{k+1})=\varphi(q_{k+1})-A'(q_{k+1})=\varphi(q_{k+1})-A(q_{k+1})-K(q_k)$ 。

5. 按照权利要求4所述的方法, 其特征为: 修正值($K(q_0)$)用一个预定的初始化值或用为 q_0 贮存的值初始化。

6. 按照权利要求2、3、4或5所述的方法, 其特征为: 在临界充填水平测量范围($Q_{kritisch}$)内的修正值($K(q)$)完全已知的情况下, 当测量

仪器关闭后, 为该充填水平(q)贮存的那个修正值($K(q)$)利用来修正所确定的充填水平; 以及, 在临界充填水平测量范围($FM_{kritisch}$)内的修正值($K(q)$)不完全知道的情况下, 在充填水平测量仪器(1)关闭后, 如果保证充填水平(q)在此期间没有改变, 则关闭过程前最后贮存的那个修正值($K(q)$)利用来初始化。

7. 按照权利要求 2、3 或 4 所述的方法, 其特征为: 在临界充填水平测量范围($FM_{kritisch}$)内的修正值($K(q)$)不完全知道以及不能排除充填水平(q)在此期间有发生改变的可能性的情况下, 在充填水平测量仪器(1)关闭后修正值($K'(q_{\text{au\ss erhalb}})$)用零初始化; 对每个修正值贮存一个状态值($S(q)$), 它提供有关该修正值($K(q)$)可靠性的信息; 以及, 在继续的测量过程中, 确定的修正值($K'(q_{\text{au\ss erhalb}})$)与已贮存的修正值(K)相匹配, 必要时修正新确定的修正值(K')。

8. 按照权利要求 1 所述的方法, 其特征为: 借助于确定的修正值($K(q)$)决定唯一的修正值(P), 在这里 $P=n \cdot \lambda/2$ 及 $n \in \mathbb{Z}$; 以及, 相位距离值($\varphi(q)$)根据唯一的修正值($P(q)$)修正。

9. 按照权利要求 8 所述的方法, 其特征为: 确定灰度区, 在关闭后和小修正值($K(q)$)的情况下在此灰度区不能确定唯一的相位修正值($P(q)$)。

10. 实施按照权利要求 1 至 9 之一项所述方法的设备, 其特征为: 设产生测量信号的发射电路(9)、至少一个将测量信号朝充填物(4)表面(5)的方向发射和接收反射的回波的天线(8)、以及一个接收/计算电路(10), 该接收/计算电路根据接收到的回波信号借助于脉冲延迟时间法确定容器(2)内充填物(4)的充填水平; 以及, 计算电路(10)补偿在确定充填水平(q)时出现的和由干扰信号引起的误差, 干扰信号结构性或破坏性地干扰在充填物(4)表面正规地反射的回波信号; 至少在其中产生干扰信号的临界充填水平测量范围($F_{kritisch}$)内对于被选出的充填水平值(q)确定和贮存一修正值($K(q)$)。

11. 按照权利要求 10 所述的设备, 其特征为: 设一波峰管(14), 测量信号通过它传到充填物(4)表面(5)上。

用于高精度地确定充填物 在容器内的充填水平的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种高精度地确定容器内充填物充填水平的方法，其中，测量信号朝充填物表面的方向发射和在此表面上作为回波信号反射，以及，通过计算反射的回波信号的振幅值和相位值借助于脉冲延迟时间法确定容器内的充填水平。既可使用脉冲雷达法也可使用 FMCW 法，在此方法中连续波按周期性线性方式例如借助于锯齿形电压调频。

此外本发明还涉及一种高精度地确定容器内充填物充填水平的设备。

背景技术

脉冲延迟时间法利用物理的定律，据此，传播距离等于延迟时间与传播速度的乘积。在测量充填水平的情况下，传播距离等于天线与充填物表面之间距离的两倍。真正有效的回波信号及其延迟时间借助于所谓回波函数或数字化包络线确定，在这里包络线描述了作为“天线—充填物表面”距离的函数的回波信号振幅。然后充填水平本身便可由已知的天线离容器底部的距离与通过测量确定的充填物表面离天线的距离之间的差值得出。

在 DE 31 07 444 A1 中介绍了一种高分辨率的脉冲雷达法。发生器产生第一种微波脉冲并将它通过天线以预定的发送重复率朝充填物表面的方向发射。另一个发生器产生基准微波脉冲，它与第一种微波脉冲相同，但与之在重复率方面略有差别。回波信号与基准信号混合。在混合器的出口形成中频信号。此中频信号有与回波信号相同的变化关系，但与之相比有一个时基扩展系数，它等于发送重复率和第一种微波脉冲与基准微波脉冲频率之差的商。当发送重复率为若干兆赫、频率差为几赫和微波频率为若干吉赫时，中频信号的频率低于 100kHz。转换为中频的优点是比较慢，并因而可为信号测量和/或信号

计算采用廉价的电子器件。

信号计算通过所谓的包络线计算进行。包络线本身是中频整流或选择中频对数化和数字化的结果。距离的确定借助于确定代表充填水平的有效回波信号与基准信号之间的距离实现。取样时间恒定时两个极值之间取样点数量直接与“天线—充填物表面”距离成比例。

为提高测量精度，已知除提供振幅信息的极值(峰值)外还利用其相位进行分析计算。为此，振幅调制的中频被解调并分解为其复合的组成部分。这例如通过所谓的正交解调达到，也就是说，中频一次与正弦波(Q)相乘，一次与余弦波(I)相乘，在这里这两种振荡有与中频类似的频率。通过相乘得出的高频用低通滤波器滤出。包络线信号HK由I(同相分量)和Q(正交分量)平方之和的方根得出： $HK=\sqrt{I^2+Q^2}$ 。接着进行通常的振幅计算：在找到的极值位置附加地确定当时的相位和两个相位之差。天线离充填物表面的距离则由振幅计算提供的整数波长的分量与剩余相位共同构成。

此已知的方法只要保证由天线接收的信号仅仅是在充填物表面反射的(入射和反射均沿垂直方向进行)便提供可靠的结果。一旦出现所谓的多径传播，测量精度下降。多径传播意味着回波信号不仅包含真正的有效信号，而且附加地包含干扰信号成分，这归因于测量信号在容器壁上或在其他位于容器内腔的配件上的后向反射。

迄今为解决此问题的建议限于从一开始就排除出现干扰信号的可能性。按照第一种设计可以这样来防止不希望的后向反射，即将天线定位在远离容器壁(或其他干扰的后向反射物)的地方，使得能可靠地避免出现测量信号命中这些“干扰性的后向反射物”。

这种避免可能性的缺点是显而易见的；尤其在例如应用于石油化工中的大尺寸储存容器的情况下，在容器盖中部区事后的安装、修理或更换充填水平测量仪器比在边缘区要困难得多。

除此之外有另一个在测量充填水平时的误差源，而且测量仪器离容器盖的边缘区越远，此误差源的后果越显得严重：通常大型储存容器如储箱或贮仓的盖有一种向外弯曲或逐渐变尖的形状。若存在完全

可以在容器的最大充填水平区内看到的容器的侧壁隆起,则使盖下沉并因而促使“天线—容器底部”基准距离的改变在中部区大于在边缘区。

此外,人们迄今试图采取措施解决多径传播的问题,即采用一种具有最佳方向特性的天线。当然这种按个别情况调整的天线非常昂贵,这样做提高了充填水平测量仪器的成本。

在某些使用情况下要求通过使用波峰管测量来代替确定充填水平的自由场测量。波峰管例如往往在由于容器内充填物的波生成而使测量结果失真时使用。

如前面已提及的那样,充填水平借助于电磁波在两倍“天线—充填物表面”距离上的延迟时间确定。因此,为了修正测量结果,必须准确知道电磁波在天线与充填物之间的空腔内的传播速度。在许多使用情况下,传播速度近似认为等同于在空气中的传播速度。然而这一假设只有在电磁波在其中传播的空间的横向尺寸比波长大时才是可靠的。

若充填水平的测量借助于波峰管进行,则上面提到的假设只是近似正确。波通过它传播的管或其他小直径的容器起波导管的作用。因为电磁波以光速的传播仅适用于理想情况,即波包可不受干扰地在自由空腔内传播,故在波导管内出现扩散,也就是说传播速度取决于波长。在波导管内对波包的传播起决定性作用的群速小于光速。

若波长是在传播空腔的尺寸数量级内,则存在多种可能的传播方式,它们由于扩散而有不同的传播速度(→多模传播)。多模传播的结果是在测量信号之间出现结构性和破坏性的干扰,从而又导致在临界测量范围内在真正的充填水平测量信号上叠加了一个振荡的测量误差并使之失真。由于这种振荡可能出现不合理的情况,例如尽管真实的充填水平降低但测量仪器却显示了一个上升的充填水平值。当然这种明显的测量误差是根本不能接受的。

此外,临介测量范围处于传播路径零与最大传播路径之间,在最大传播路径测量误差消失,因为波包彼此分开到不再发生干扰的程度

传播。此最大传播路径取决于波导管的性质和所采用的电磁波的频率。

这一问题还可以通过采用非常优质的波导管来缓解。此外，天线必须最佳地与波导管的具体直径相调谐。但是经济的解决方案其特点恰恰是管的质量不必特别高以及此外还能使用便宜的天线，这种天线能覆盖起波导管作用的波峰管的任意内径。

发明内容

本发明的目的是提出一种方法和一种设备，它们能高精度地测量容器内的充填水平，与是否出现多径传播或多模传播无关。

本发明有关方法方面的目的采取这样的措施达到，即，补偿在确定充填水平时出现的和由干扰信号引起的误差，此干扰信号结构性或破坏性地干扰在充填物表面上正规地反射的回波信号；至少在其中产生干扰信号的临界充填水平测量范围内对于被选出的充填水平值确定和贮存一修正值。

用于实施本发明方法的设备，其特征为：设产生测量信号的发射电路、至少一个将测量信号朝充填物表面的方向发射和接收反射的回波的天线、以及一个接收/计算电路，该接收/计算电路根据接收到的回波信号借助于脉冲延迟时间法确定容器内充填物的充填水平；以及，计算电路补偿在确定充填水平时出现的和由干扰信号引起的误差，干扰信号结构性或破坏性地干扰在充填物表面正规地反射的回波信号；至少在其中产生干扰信号的临界充填水平测量范围内对于被选出的充填水平值确定和贮存一修正值。

基于多径传播出现的误差的原因是在充填物表面反射的真正的有效回波信号与从后向反射物例如容器壁反射的有效回波信号分量之间发生结构性或破坏性的干涉。若 x' 是在充填物表面反射的真正的有效回波信号经过的路径， x'' 是在其他后向反射物尤其在容器壁上反射的有效回波信号加长 Δx 的路径，则当路径差满足条件 $\Delta x = n \cdot \lambda / 2$ 时出现干涉，其中 n 是任意整数。两个信号的极值靠得如此近，以致电子设备的分辨能力不足以将两个峰值彼此分开。现在，采用按本发明的方法可以可靠地消除这种误差，这一点在用数量表示时意味着，在充填水平测量范围内的误差容许量与迄今已知的方法相比降低了一个数量级。如前所述，此同一个问题的发生也是波包在波峰管内或在其他导引波包的容器内的多模传播带来的结果。因此，按本发明的方法也理想地适用于

消除由于多模传播造成的测量误差。

按本发明的解决办法的优点可看出是，天线可定位在容器的边缘区或位于容器内腔中的其他后向反射器的所在区内，没有干扰信号使测量结果失真的问题。现在可以没有任何问题地小于迄今所要求的离干扰性反射物的最小距离。此外，因为可以目标准确地从有效回波信号中消除干扰信号分量，因此可以考虑使用一种天线，尽管这种天线能最佳地与具体的充填物的反射特性相匹配，但它不必有取决于所期望的安装位置的最佳方向特性曲线。

在多模传播的情况下同样有显著降低成本的优点，因为一方面不必使用高质量的波导管；另一方面一种天线可使用于具有不同尺寸的多种波导管或波峰管。

按本发明方法的一种有利的进一步发展规定，至少在其中产生干扰信号的临界充填水平测量范围内对于被选出的充填水平值确定和贮存一修正值。

此方法的一种优选的设计特别规定，测量起始充填水平；接着修正值预置为零；从此起始充填水平出发至少例如逐渐地和逐步地经过临界充填水平测量范围；然后在此充填水平测量范围内对每一个选出的充填水平值计算和贮存一个修正值。

为了能将在临界充填水平测量范围内实际测量值的数量减少到最低程度，按本发明方法的一项有利的设计建议，为了连续提供修正值在两个例如彼此相继的充填水平值之间的修正值总是通过内插得出。

按本发明方法的一项特别有利的设计规定，对于彼此相继的充填水平值 q_k 、 q_{k+1} 修正值确定如下：令 $q_k = q_0$ 是起始充填水平。对于起始充填水平修正值用一个预定值例如用零初始化；接着，对于改变后的充填水平 q_{k+1} ，计算修正的振幅距离值 $A'(q_k)$ 与相位距离值之差。因此为每一个后来定址的充填水平确定和贮存一个新的修正值。新修正值的计算优选地按下列公式进行：

$$K(q_{k+1}) = \varphi(q_{k+1}) - A'(q_{k+1}) = \varphi(q_{k+1}) - A(q_{k+1}) - K(q_k)。$$

按本发明的设计充分利用了这一情况，即，在大的范围内相位计算比振幅计算灵敏得多并因而提供更准确的测量结果。若在振幅计算时由于多径传播或多模传播已经出现较大的测量误差，则相位计算产生的测量误差还比较小。只有在振幅计算中的测量误差大于 $\lambda/4$ 时（这例如在

频率为 6.3GHz 时相当于测量误差为 12mm), 才在相位计算时出现相位突变, 它造成测量误差为 24mm。因此在相位突变区由相位计算带来的误差是由振幅计算带来误差的两倍那么大。由于按本发明的方法成功做到避免这种相位突变, 所以在确定充填水平时达到了人们企求的高的测量精度为约 1mm。

若为担心其中出现多径传播或多模传播的测量范围内的每个充填水平配设一修正值, 则随后便可相应地修正测量的充填水平值。由于某种原因充填水平测量仪器被关闭这种迄今作为危急的情况现在已不再带来任何问题。若在临界充填水平测量范围内的修正值完全已知, 则在测量仪器接通后可利用事先为对应的充填水平确定和贮存的那个修正值来修正当前测得的充填水平。

然而可能发生测量仪器在某一时刻被关闭, 在这一时刻整个临界充填水平测量范围内尚不存在修正值。在这里应区别两种情况: 若保证在测量仪器关闭期间充填水平不改变, 则按本发明方法的一种有利的设计规定, 在关闭过程前最后贮存的那个修正值利用来初始化。

对于在临界充填水平测量范围内的修正值不完全知道以及除此之外不能排除在关闭期间充填水平有发生变化的可能性的情况下, 则在充填水平测量仪器关闭后修正值预置零; 对每一个修正值附加地贮存一个状态值, 它提供有关该修正值可靠性的信息。此状态值可例如内容为:

“可靠”、“不可靠”、“不确定”。在进一步的测量过程中, 确定的修正值与已贮存的修正值相匹配, 在这种情况下必要时修正新确定的修正值。

按本发明的方法的一种方案规定, 借助于确定的修正值决定唯一的相位修正值($P(q)$), 其中 $P=n \cdot \lambda / 2$ 及 $n \in \mathbb{Z}$; 以及, 相位距离值根据唯一的修正值修正。此外建议确定灰度区, 在关闭后和小修正值($K(q)$)的情况下在此灰度区不能确定唯一的相位修正值。

附图说明

借助于下列附图进一步说明本发明。其中:

图 1 按本发明的设备第一种实施形式的示意图;

图 2 按本发明的设备第二种实施形式的示意图;

图 3 表示在不同的充填水平时由振幅计算和相位计算得出的测量误差的曲线图;

- 图 4 按第一种设计确定修正值的框图；
图 5 按第二种设计确定修正值的框图；
图 6 贮存的修正值 $K(q)$ 与充填水平 (q) 的关系的示意图；以及
图 7 在充填水平测量仪器关闭后修正值的示意图。

具体实施方式

图 1 示意表示按本发明设备的第一种实施形式。充填物 4 存放在容器 2 内。充填水平测量仪器 1 用于确定充填水平 F ，它装在盖 6 边缘区的孔 7 中。在发射电路 9 中产生的发射信号尤其是微波通过天线 8 朝充填物 4 表面 5 的方向辐射。在表面 5 上发射信号被部分反射。反射的回波信号在接收/计算电路 10 中接收和计算。发射信号的发出和回波信号的接收的正确同步通过收发滤波器 12 进行。

若瞬时充填水平 q 处于临界充填水平测量范围 F_{kritisch} 内，则出现多径传播，也就是说接收的回波信号中除在充填物 4 表面 5 正规反射的信号外还包含干扰信号，干扰信号不是在充填物 4 的表面 5 上而是在容器壁 3 或其他处于容器 2 内的配件上反射的。这种配件可例如涉及搅拌机。若正规反射的回波信号与干扰信号之间的路径差 $\Delta x = x' - x''$ 等于 $\pm \lambda/2$ 的整数倍，则出现结构性和破坏性干扰。作为这种干扰的结果，用包络线表示充填水平回波信号，这些信号彼此靠得如此之近，以致通常所使用的计算电路已不再能分辨它们。在图 1 中还同样示意表示了回波信号与传播路径(在取样点)的关系。借助于按本发明的方法和按本发明的设备消除因振幅波动引起的测量误差。

图 1 描述了在自由场中的测量，而图 2 则示意表示了按本发明设备的第二种实施形式，其中测量通过波峰管 14 进行。从物理学上看，波峰管的表现特性如同一波导管。波峰管 14 穿过活动盖 13 的孔 15 延伸直达容器 2 底部附近。此外，活动盖 13 优选地使用于应避免在充填物 4 上方形成爆炸性气腔的情况下。当电磁波在自由场传播的情况下多径传播是在反射的充填水平回波信号内带来干扰信号的原因，而在波峰管测量的情况下引起干扰信号的是多模传播。这两种干扰信号对充填水平测量值品质的影响都可以借助于按本发明的方案消除。

图 3 用曲线图表示由振幅计算和相位计算结果产生的测量误差与当时的充填水平的关系。实线表示借助于振幅计算确定的测量误差；虚线表示由相应的相位计算确定的测量误差。可清楚看出，对于多径

或多模传播相位误差比相应的振幅测量误差明显地不敏感。在相位计算中严重的测量误差只发生在当由振幅计算产生的测量误差超过某个极限值时。此极限值等于一个值为 $\pm \lambda / 4$ 。若测量信号的波长为 6.3GHz, 则在确定充填水平时此极限值相应于测量误差为 12mm。在直至此极限值前, 通过计算回波信号的相位达到极高的精度。为了避免相位计算中这种测量误差的阶跃式增加, 借助于下面用框图说明的按本发明方法的有利的进一步发展。

图 4 表示按第一种设计确定修正值 $K(q)$ 的框图。此修正值 $K(q)$ 允许修正在容器 2 内测得的充填水平值, 以便消除干扰信号, 这些干扰信号由于多径传播或多模传播叠加在真正的充填水平回波信号上。

原则上若充填水平测量仪器的分辨率不足以准确地确定振幅计算中两个彼此靠得很近的极值的位置, 便会出现较大的测量误差。如前面已说明的那样, 一旦在自由场中发生多径传播或在波峰管内出现多模传播便是这种情况: 干扰信号与真正的充填水平回波信号发生结构性和破坏性的干涉。取代一个代表充填水平的峰值, 出现了两个峰值, 在充填水平测量仪器的分辨率不够时, 这将反映在振幅极值的展宽或波动上。

此程序的运行过程如下: 当在点 20 程序起动后, 在程序点 21 测量到充填水平 q_0 的当前距离 $A(q_0)$ 。若在程序点 23 检验后得知所涉及的完全是第一次测量值采集, 则修正值 $K_{alt}=K(q)$ 用贮存的表 $K(q_0)$ 中对它恰当的值初始化(程序点 24)。此外, 在第一次投入运行前此表用零或别的值预置。因此任何状态都是不确定的。在程序点 25 由振幅计算 $A'(q_0)$ 确定修正后的距离值。在点 26 它参加相位计算。在程序点 27, 对充填水平 q_0 按下式确定一个新的修正值 $K_{neu}(q_0)$:

$$K_{neu}(q_0) = \varphi(q_0) - A'(q_0) = \varphi(q_0) - A(q_0) - K_{alt}.$$

接着贮存此新的修正值 $K_{neu}(q_0)$ (程序点 28)。在点 29 令 $K(q_0) = K_{neu}(q_0)$ 。所确定和贮存的修正值说明了容器 2 内或波峰管 13 内在给定的情况下应如何修正测得的充填水平回波信号, 以提供一个高精度的有关充填物 4 在容器 2 内当前充填水平 q 的信息。

图 5 表示用于按第二种设计确定修正值 $K(q)$ 的框图。在这种情况下同样允许用修正值 $K(q)$ 修正在容器 2 内测得的充填水平值以消除干扰信号，这些干扰信号由于多径传播或多模传播叠加在真正的充填水平回波信号上。在第一种情况下修正值 $K(q)$ 按取样点为单位或按其他的距离单位表示，而在此第二种情况下确定和贮存或修正值 $K(q)$ 或已修正波长 λ 的数量或相位修正值 $P(q)$ 。

在点 30 程序起动后，在点 31 测量到充填水平 q_0 的当前距离 $A(q_0)$ 。若在程序点 32 检验后得知所涉及的完全是第一次测量值采集，则修正值 $K(q)$ 用贮存的表 $K(q_0)$ 中对它恰当的值初始化(程序点 33)。此外，在第一次投入运行前此表用零或其他预定的值初始化。因此任何状态都是不确定的。在程序点 34 由在充填水平 q_0 时的相位计算 $\varphi(q_0)$ 确定距离值。在点 35，对充填水平 q_0 按下式确定一个新的修正值 $K_{neu}(q_0)$ ：

$$K_{neu}(q_0) = \varphi(q_0) - A(q_0) - K_{alt}.$$

接着贮存此新的修正值 $K_{neu}(q_0)$ (程序点 36)。在点 37 令 $K_{alt}(q_0) = K_{neu}(q_0)$ 。所确定和贮存的修正值 $K_{neu}(q_0)$ 说明了容器 2 内或波峰管 13 内在给定的情况下应如何修正所测得的充填水平回波信号，以提供一个高精度的有关充填物 4 在容器 2 内当前充填水平 q_0 的信息。此外，在程序点 38 确定相位修正值 $P(q_0)$ 。在点 39 借助此修正值按下式计算修正的距离值 $\varphi'(q_0)$ ：

$$\varphi'(q_0) = \varphi(q_0) - P(q_0).$$

由图 6 可见贮存的修正值 $K(q)$ 与充填水平 q 示意表示的关系曲线。充填水平 q 是由计算包络线得出的未修正值。这些点表示充填水平 q 在这里已优选地按图 3 表示的框图确定了修正值。测量点的位置如此紧密地靠近，所以在测量的充填水平之间的修正值 $K(q)$ 可以内插。每一个后续的由测量仪器显示的充填水平 q 用修正值 $K(q)$ 修正，由此消除测量误差，这些测量误差是在测量过程中由于多径传播或多模传播引起的。因此借助于按本发明的方法和按本发明的设备，一种测量仪器可通用于在具有完全不同的尺寸和几何结构的容器或波导管

内进行高精度地测量。

图 7 概略表示已在前面说明的危急情况：当在临界充填水平测量范围内还没有存在全部修正值 $K(q)$ 的情况下测量仪器被关闭。除此以外也不能排除在关闭期间充填水平有改变的可能性。

在曲线的右部区(实线)内修正值有状态“可靠”。它们例如已按上述方法确定和贮存。在充填水平约为 16m 时断电。在测量仪器接通后不能保证后续的测量是正确的。其原因在于，从表中获得的修正值 $K(q_0)$ 还未曾在先前的测量循环中确定。此状态是不确定的，也就是说未知的以及 K 值是一个任意预定值，如零。测量仪器在重新投入运行后确定的修正值曲线走向表示在此图的左上方。虚线描述不断电时的修正值 $K(q)$ 曲线。为防止可能由此带来测量误差，贮存一个总状态和对每个修正值 $K(q)$ 贮存一个状态值。

在图示的情况下，在右部区的修正值有状态“可靠”(实线)，在左上方区的修正值 $K(q)$ 有状态“不可靠”(虚线)，以及在左下方区的修正值有状态“可靠修正”(点线)。迄今未确定的修正值有状态“不确定”和预定值，它优选地为零。通过继续测量使具有不同状态的各个区互相融合。为此，必要时修正值 $K(q)$ 必须与不同的状态值相互匹配。

图 2

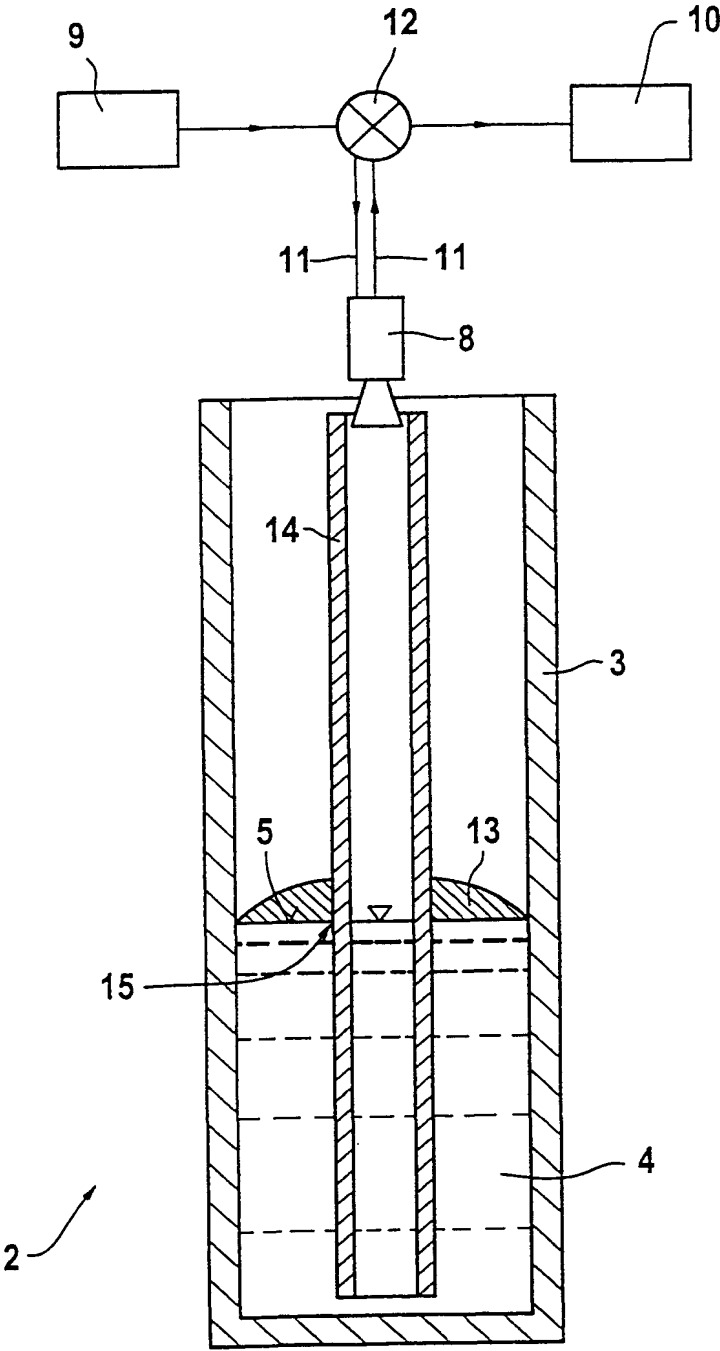
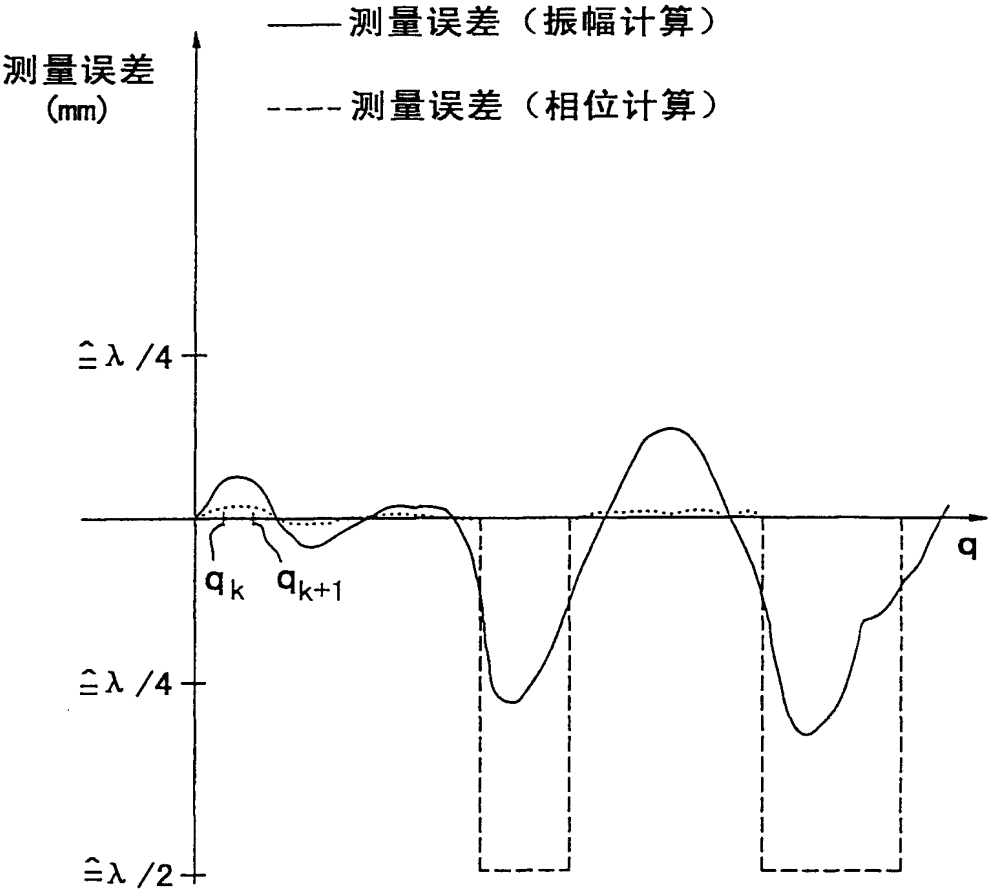
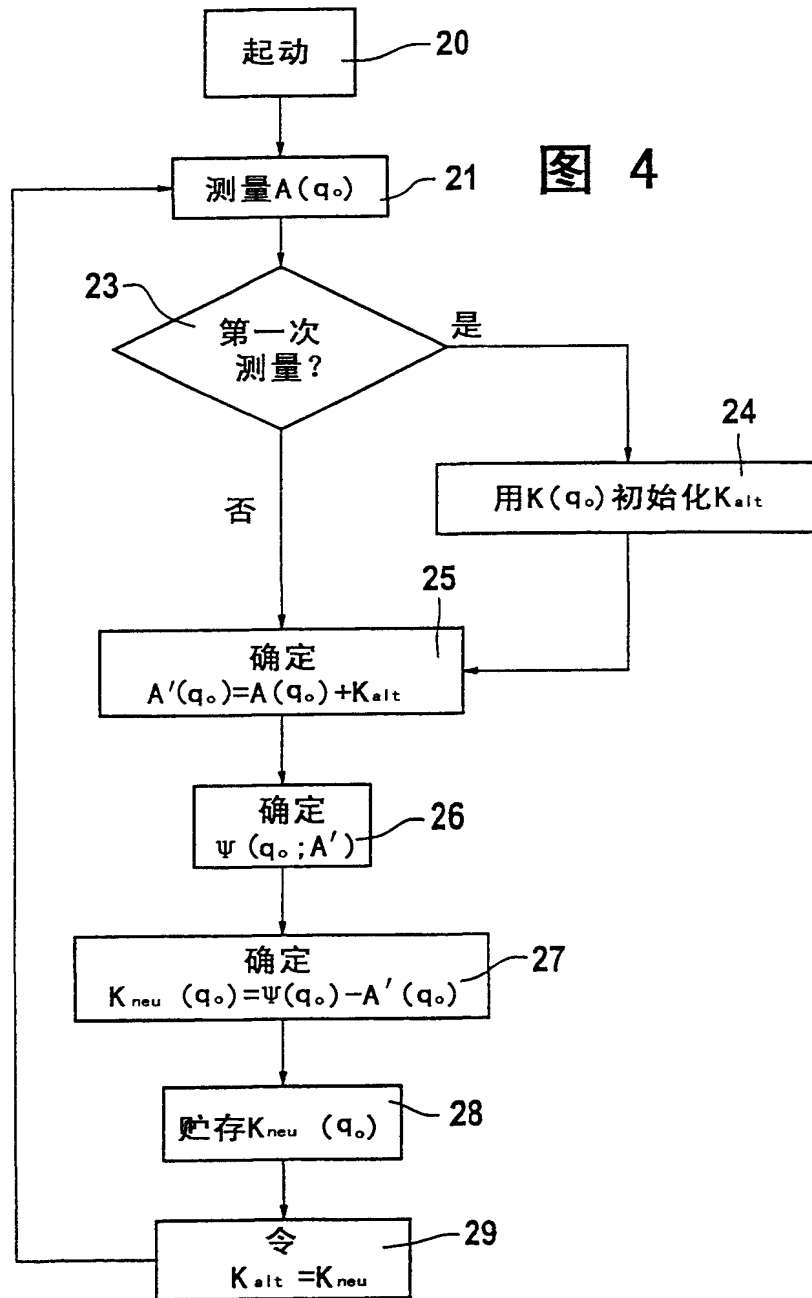


图 3





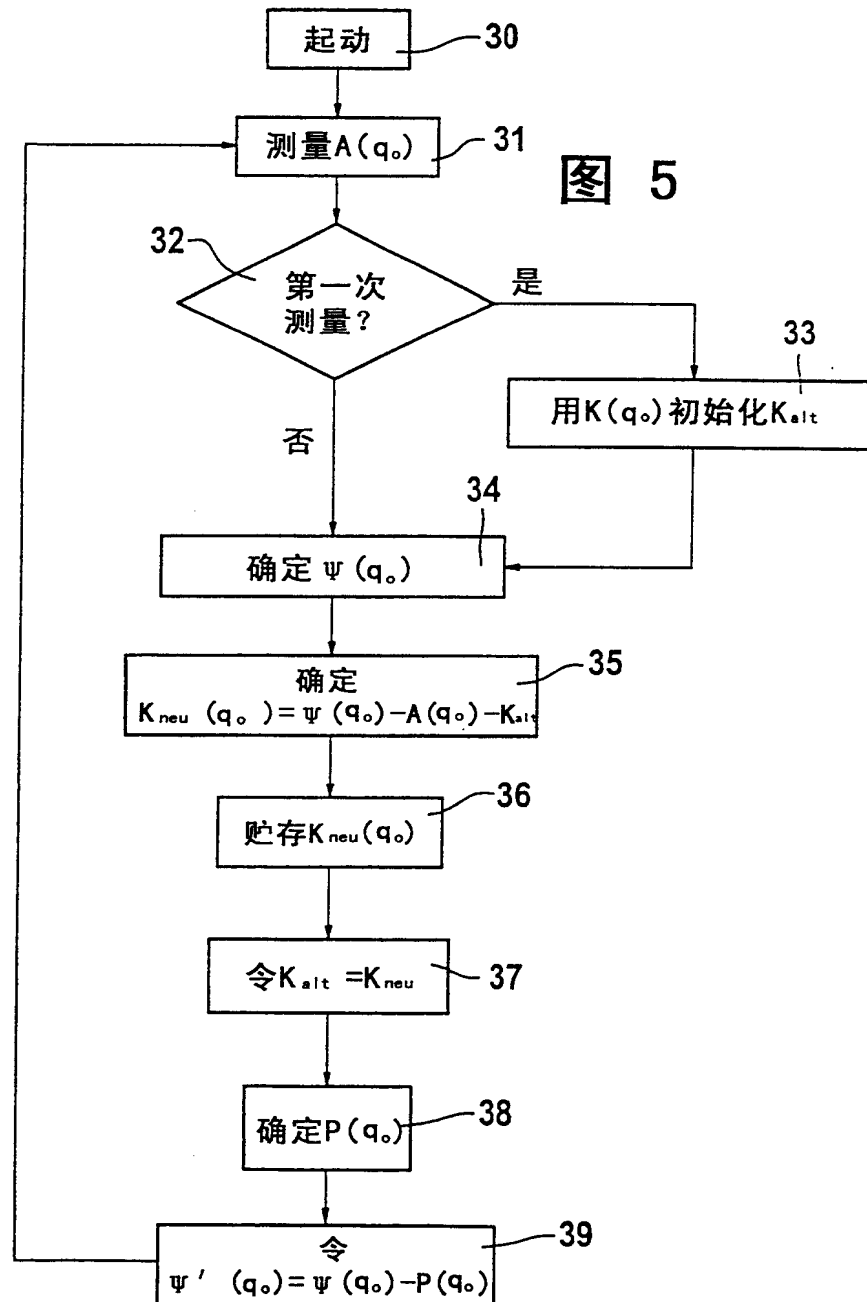


图 6

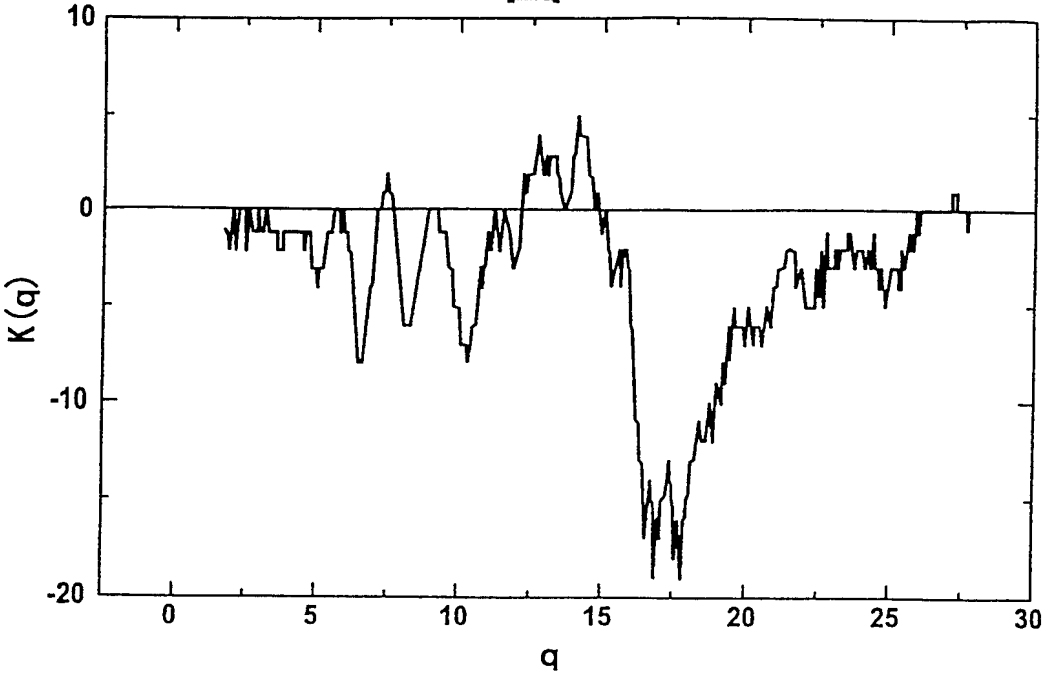


图 7

