

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01F 23/284 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02814907.6

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1270167C

[22] 申请日 2002.7.26 [21] 申请号 02814907.6

[30] 优先权

[32] 2001. 7. 27 [33] DE [31] 10136565.9

[86] 国际申请 PCT/EP2002/008368 2002.7.26

[87] 国际公布 WO2003/016835 德 2003.2.27

[85] 进入国家阶段日期 2004.1.29

[71] 专利权人 恩德莱斯和豪瑟尔两合公司

地址 德国毛尔堡

[72] 发明人 罗兰德·穆勒 赫伯特·施罗思

斯特凡·克拉默

审查员 宋丽敏

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 陆 弋 钟 强

权利要求书 4 页 说明书 18 页 附图 4 页

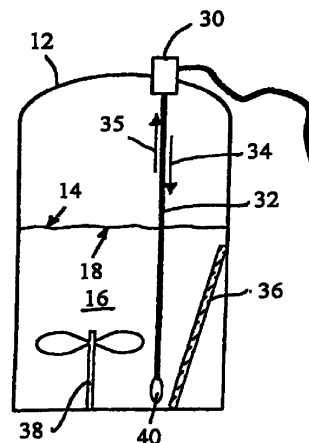
[54] 发明名称

用于估计基于传播时间的测量设备的测量信号的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种方法，该方法允许在无法通过干扰信号的叠加，例如，通过雷达信号的反射，来进行直接测量的测量范围的上下两端对测量值进行外插。在有强干扰信号，例如，由容器的自然谐振或测量设备所安装的瓶颈处所引起的信号，的情况下，一般可以使用直接的填充度指示器信号，如果它的幅度经过与干扰信号进行叠加而比较高，因而能够被检测到的话。如果直接的填充度指示器信号位于两个干扰信号之间，并且不超出这两个干扰信号，则填充度指示器的值可以根据信号距离反射点处的位移，通过插值得到。这一有创意的方法，能够自动适应目前盛行的测量条件，而根据已知的方法，用户必须在经由 EOL 信号的位移得到的测量和经由直接的填充度指示器回波得到的测量之

间进行取舍。



1. 一种用于估计填充度测量设备的测量信号的方法，该测量设备以传播时间为其工作原理，并用于测量容器（12）中介质（16）的填充度（14），所述方法包括如下步骤：

a) 获取参考信号数据，作为信号的传播时间的函数；

b) 获取至少一个由在测量距离上的实际测量信号组成的测量曲线；

c) 将测量曲线，或测量曲线的所选反射信号数据，与参考信号数据进行比较，并且在测量信号中查找干扰信号和有用信号；

d) 加权来自干扰信号或有用信号的信息，根据具体情况来测定填充度。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，参考信号数据从至少一个先前已知的测量曲线中得到，或者从已知的测量设备和/或容器特定数据中测定。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，参考信号数据是通过估计空容器中的测量数据而得到的。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，在参考信号数据的选择中，或者在测量曲线的信号数据的选择中，考虑使用测量曲线的极值。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，以参考曲线的形式提供了参考信号数据。

6. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，通过相减或相关操作对参考曲线与测量曲线进行比较。

7. 如权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 相减或相关操作仅限于部分信号数据。

5 8. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 根据先前所知道的容器或测量设备所特有的特性数据来区分干扰信号和有用信号。

9. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 根据先前已经知道的容器装备, 或伸入容器中的测量设备部件, 将测量距离分成各个区域, 并且根据具体情况对干扰信号和/或有用信号来搜索这些区域。

10

10. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 根据给定的信号信息来彼此区分干扰信号和有用信号。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其中将幅度、符号、相位关系、宽度和/或信号数据的形式作为信号信息。

15

12. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 测量曲线的被选信号数据与参考曲线的相应信号数据相匹配, 并且信号数据的时间改变被用于区分有用信号和干扰信号。

20

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 根据干扰信号随时间的变化与有用信号随时间的变化方向相反, 将干扰信号从有用信号中区分出来。

14. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 加权测定的干扰信号或有用信号, 根据具体情况, 来测定作为传播时间的函数的填充度。

25

15. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 在测量曲线中没有找到有用信号的情况下, 根据测量曲线的至少一个干扰信号和参考信号数据来测定填充度。

30

16. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 根据在较早时刻处的容器或测量设备的已知位置测得干扰信号、在同一时刻测得的有用信号、以及在实际测量曲线中干扰信号的位移测得未知填充度。

5

17. 如权利要求 16 所述的方法, 其特征在于, 根据生成干扰信号的测量设备的装备或部件的已知位置 $x^{(0)}$, 测定用于较早时刻 $t^{(1)}$ 处的容器或测量设备的位置 $x^{(0)}$ 的位置 $x^{(1)}$ 处的干扰信号, 在同一时刻 $t^{(1)}$ 根据有用信号测定的填充度 $L^{(1)}$, 以及在实际测量曲线中的干扰信号的时刻 $t^{(2)}$ 处的改变位置 $x^{(2)}$, 根据下述公式, 来测定出在时刻 $t^{(2)}$ 处的未知填充度 $L^{(2)}$

10

$$L^{(2)} = L^{(1)} \frac{x^{(2)} - x^{(0)}}{x^{(1)} - x^{(0)}}。$$

15

18. 如权利要求 2 所述的方法, 其中, 针对填充度信号不确定或者含糊地确定的情况, 理想的填充度的测定是以已知其几何位置的测量曲线的两个干扰信号的时间差为基础的。

20

19. 如权利要求 2 所述的方法, 其中, 对于填充度已经被测定的情况, 并且其中已知其在容器中介质上的几何位置的测量曲线的两个干扰信号时间差被用于测定在气态中传播速度的校正因子, 其中校正因子用于校正测定的填充度。

25

20. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 在测量曲线的区域中的信号被用于获取有关测量设备状况的信息、或者有关测量设备能力的信息, 其中在测量曲线中实际测量信号的传播时间与相应的参考信号数据的传播时间完全一致。

30

21. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 测量设备为超声填充度测量设备。

22. 如权利要求 1 所述的方法，其中，测量设备为光学填充度测量设备。

5 23. 如权利要求 1 所述的方法，其中，测量设备为使用雷达信号的填充度测量设备。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其中，测量设备为自由辐射雷达填充度测量设备。

10 25. 如权利要求 23 所述的方法，其中，测量设备使用通过波导管制导的雷达信号。

26. 如权利要求 23 所述的方法，其中，除了填充度以外，复数介电常数也得到测定。

15 27. 如权利要求 26 所述的方法，其中，复数介电常数被部分地测定。

用于估计基于传播时间的测量设备的测量信号的方法

5 技术领域

本发明涉及用基于传播时间的填充度测量设备来测定容器中介质填充度的方法。

背景技术

10 这种类型的填充度测量设备本身已为人所熟知；它们通常安装在容器中的被称作“填充物”的介质之上。为了测定介质的填充度，填充度测量设备中所生成的高频信号、超声信号或光学信号沿着指定方向射向该介质，并且在该介质的表面发生反射。这些反射信号也叫做有用信号，它们被填充度测量设备所记录。它们的传播时间是通过度量从介质的反射表面到测量设备之间的距离而得到的。结合容器的几何学知识，可以测定容器中的介质填充度。

所述的已知种类的填充度测量设备包括，例如，利用微波测量信号或雷达测量信号进行工作的填充度测量设备，其中天线能够将雷达信号自由辐射到介质中，并且能够接收来自介质的雷达信号。其他利用雷达测量信号的填充度测量设备有，例如，那些利用伸入填充物中的波导管来传导雷达测量信号的设备。

25 上述基于传播时间原理的填充度测量设备的一个主要问题是，填充度测量设备不仅接收来自填充物表面的信号，而且接收了在容器中所谓的干扰位置处产生的非所要的反射。这些由容器中物体或容器的几何形状所造成的干扰信号，将叠加在来自填充物表面的实际有用信号之上，而且是以有用信号在测量信号的估计期间不再能够被识别或被含糊不清地识别的方式。

30

另一方面，干扰信号提供了大量的信息，据此可以检查测量设备的功能，并且用它可以获得有关填充物的额外信息（诸如介电常数、传导性、湿度含量、温度、混合比例、起泡（foam formation）、相位分离等信息）。不过，这种情况目前还没有发生。

5

在 DE-A-42 33 324 中讲述了，例如，具有发射和接收天线的自由辐射雷达设备。在这种情况下，为了测定容器中介质的填充度，在只能被模糊识别的填充度信号的表面上使用来自容器底部的信号。不过，这里讲述的只用于液体测量的方法假定已经准确知道介电常数，
10 以及在有些情况下的填充物的磁导性，以便测定未知的填充度。不过，这种信息并不经常提供，而且容器中介质的物理属性也会改变。考虑上述情况，该参考文献建议使用底部信号的时间差，以便直接计算得到填充度，或者，在估计测量曲线信号时，对其余信号进行加窗并使别出该窗口中的填充度信号。

15

在 EP-A-0 457 801 中，提出使用蒸馏管中的干扰位置来校准利用制导雷达信号进行工作的填充度测量设备，其中明确需要偏振信号，而且可以由偏振设备来改变偏振面，从而在干扰位置处的干扰反射强度也可以得到改变。使用偏振设备不仅价格高，额外花费不菲，而且
20 经常不能得到偏振信号，例如在 TDR 填充度测量设备使用单线或同轴波导管的情况下。

在 WO-A-00/43808 中讲述了 TDR 填充度测量设备，其中介电常数可以在界面测量情景中进行测定。本讨论涉及作为填充物的两个“产
25 品边界层”的两个反射表面，其中产生的一个干扰信号甚至能够由波导管的末端或容器的底部生成得到。该参考文献的确讨论了介质的介电常数的计算，但是该计算含有误差。

另外，过去的带有制导雷达测量信号的填充度测量设备已经包括
30 了波导管，波导管的几何形状给出了指定的反射位置，以及所知道的

干扰位置。不过，目前为止，还没有对于从上述方向传递来的信号进行综合估计。

因此，例如，美国专利号 3,474,337 中讲述了使用波导制导雷达信号的填充度测量设备。这就是所谓的“TDR-系统”（时域反射计），其中使用了同轴波导管中的几何反射位置作为参考位置。不过毫无例外地，在该美国专利中讲述和保护的主题包括至少具有两个单独的波导管，并且以相对比较一般的术语进行讲述。该专利仅从干扰位置的反射揭示了测定填充度或其他特性的可能性为零。干扰信号的估计仅与来自填充物的反射有关。

发明内容

因此，本发明的一个目标是提出一种方法，在该方法中，使用以传播时间为工作原理的测量设备来测定容器中的介质填充度的测量信号和信息可以比以前估计得更为全面，而且不需要知道介质的物理属性知识；在该方法中，当在测量信号时，来自于介质表面上的反射器的信号不能被明确测定时，也能够明确测定介质填充度。

根据本发明，这一目标是通过一种估计以传播时间为工作原理并用于测量容器中介质填充度的填充度测量设备的测量信号来实现的。该方法包括如下几个步骤：

- (a) 获取参考信号数据，作为信号的传播时间的函数；
- (b) 获取至少一个由在测量距离上的实际测量信号组成的测量曲线；
- (c) 将测量曲线，或测量曲线的所选反射信号数据，与参考信号数据进行比较，并且在测量信号中查找干扰信号和有用信号；
- (d) 加权来自干扰信号或有用信号的信息，根据具体情况来测定填充度。

在本发明方法的进一步优化中，参考信号数据从至少一个先前已

知的测量曲线中得到，或者从已知的测量设备和/或容器特定数据中测定得到。

5 在本发明方法的另一个进一步优化中，使用了参考信号数据，该数据是通过估计空容器中的测量数据而得到的。

本发明方法的进一步优选实施例在参考信号数据的选择中，或者在测量曲线的信号数据的选择中，考虑到了测量曲线的极值。

10 本发明方法的另一个进一步优选实施例中，以参考曲线的形式提供了参考信号数据。

15 在本发明方法的进一步优选实施例提出，通过相减或相关操作对参考曲线与测量曲线进行比较，其中相减或相关操作也仅限于部分信号数据。

20 本发明方法的再一个优选实施例允许以先前所知道的容器或测量设备所特有的特性数据来区分干扰信号和有用信号，其中根据先前已经知道的容器装备，或伸入容器中的测量设备部件，将测量距离分成各个区域。

25 在本发明方法的又一个优选实施例中，根据给定的信号信息来区分参考信号和有用信号，其中将幅度、符号、相位关系、宽度和/或信号数据的形式等作为信号信息。

在本发明方法的另一个优选实施例中，测量曲线的被选信号数据与参考曲线的相应信号数据相匹配，并且信号数据的时间改变被用于区分有用信号和干扰信号。

30 考虑到本发明方法的其他优选实施例，根据干扰信号随时间的变

化与有用信号随时间的变化方向相反，将干扰信号从有用信号中区分出来，并且/或者加权测定的干扰信号或有用信号，根据具体情况，来测定作为传播时间的函数的填充度。

5 本发明方法的另一个优选实施例在测量曲线中没有找到有用信号的情况下，根据测量曲线的至少一个干扰信号来测定填充度和参考信号数据。

10 本发明方法的进一步优化提出，根据生成干扰信号的测量设备的装备或部件的已知位置 $x(0)$ ，测定用于较早时刻 $t(1)$ 处的容器或测量设备的位置 $x(0)$ 的位置 $x(1)$ 处的干扰信号，在同一时刻 $t(1)$ 根据有用信号测定的填充度 $L(1)$ ，以及在实际测量曲线中的干扰信号的時刻 $t(2)$ 处的改变位置 $x(2)$ ，尤其是根据下述公式，来测定出在時刻 $t(2)$ 处的未知填充度 $L(2)$ 。

15
$$L^{(2)} = L^{(1)} \frac{x^{(2)} - x^{(0)}}{x^{(1)} - x^{(0)}}$$

 在本发明的进一步实施例中，针对填充度信号不确定或者含糊地确定的情况，理想的填充度的测定是以已知其几何位置的测量曲线的至少两个干扰信号的时间差为基础的。

20

 本发明的另一个优选实施例涉及的是填充度已经被测定的情况，并且其中已知其在容器中介质上的几何位置的测量曲线的至少两个干扰信号时间差被用于测定在气态中传播速度的校正因子，其中校正因子用于校正测定的填充度。

25

 在本发明方法的另一个优选实施例中，在测量曲线的区域中的信号，被用于获取有关测量设备状况的信息，或者有关测量设备能力的信息，其中实际测量信号的传播时间基本上与相应的参考信号数据的传播时间一致。

30

本发明方法的其他实施例中，允许有以传播时间为原理的不同填充度测量设备。

5 本发明的基本考虑之一是，如果在测量曲线中可以识别出容器中用于搅拌器或其他装备的信号，但是没有填充度信号，则这并不意味着容器是空的，正如先前已知的填充度测量设备所揭示的，而是意味着容器中介质的反射表面必须在搅拌器或容器装备的下面，具体视情况而定。

10 本发明的另一个基本思想是，在容器中介质的介电常数较小和填充度测量设备使用雷达信号的情况下，无法识别出填充度信号，并且在预定的位置无法识别来自搅拌器或其他容器的信号，通过上述事实可以得出，介质的填充度必须在容器中的搅拌器或装备之上，因为由介电常数效应所引起的来自搅拌器或其他容器装备的测量设备信号的有效路径以及返程信号的有效路径变得更长，并且搅拌器看起来距离更远。

20 另外，本发明考虑到箱体、在箱体中安装的搅拌管、旁路或甚至基于雷达原理的填充度测量设备的电缆形状的波导管终端负重可以产生大量信号，据此，以及根据它们在通过测量信号形成的传播时间曲线中的位置，可以间接得到填充度。知道两个干扰信号分开和造成两个信号分开的原因是两个反射位置的实际分开，则可以估计出以传播时间为原理的这种类型的所有填充度估计设备中的填充度级别，而不需要知道测量信号的传播速度。当处理雷达信号时，由于传播速度取
25 决于材料参数，例如介电常数，因此不需要知道这些材料参数。

本发明的另一个基本考虑是，甚至当有用信号以及来自填充物表面的测量信号的回波不能从难以区分的表示签名或背景签名的信号“接收器”中读取出来，根据具体情况，不过该“接收器”的模式或
30 签名为填充度信号所改变，方式是将签名的实际模式与已知模式进行

比较,以便测定未知的填充度。这种问题经常发生在填充度测量设备附近区域,在那里,未知的填充度回波信号最有可能无法通过发射信号的衰减区分出来。

5 经证明,本发明方法能够提高精确度和测量的可靠性,并且除了获得未知的填充度值以外,还可以获得有关填充物和测量设备状况的进一步信息。

10 总之,这意味着当从测量信号中不能直接读出填充度信号时,本发明允许以有利的方式测定填充度。另外,它允许排除对从不存在填充度信号的测量信号中形成的测量曲线的那些区域的考虑。本发明还可以根据与填充度无关的信号来形成对测量设备状况和/或填充物状况的判断。因此,还有可能在知道传播速度的情况下,根据单个的、时间位移的干扰信号来估计填充度。在由介电常数引起的两个干扰信号的时间位移估计值的帮助下,不知道传播速度也可以测定填充度。

附图说明

下面将参考优选实施例以及相关附图,更为详细地解释一下本发明。这些附图的说明如下:

20 图 1 为一个用于测定容器中介质填充度的自由辐射雷达测量设备的结构图;

图 2 为容器上使用波导管制导雷达信号的填充度测量设备的结构图;

25 图 3a 和图 3b 为在已知在不同时间的干扰位置情况下,填充度测量设备的两个测量曲线的结构图;

图 4 为解释性图,图示了指示的填充度与实际的填充度进行比较时选择介电常数的影响;

图 5 图示了根据本发明进行填充度的测定;

30 图 6 为带有波导管和两个反射位置位于它的终端负重处的填充度测量设备的结构图,其中带有相应的传播时间曲线;

图 7 为带有波导管和在波导管上另外有一个反射位置的填充度测量设备的结构图。

图 8 为带有波导管和在波导管上有多个反射位置的填充度测量设备的传播时间曲线的结构图；

5 图 9 为对应于图 8 的具有两个不同填充度的传播时间曲线的结构图，并且该图根据本发明用于测定复数介电常数。

具体实施方式

10 为了简化且不至于引起误解，所提供的同样的设备、模块或设备部件，或者同样的填充材料和介质具有同样的附图标记。

图 1 通过一个例子，从结构上示出了基于雷达信号的填充度测量设备 10 的典型装配，该设备安装在容器 12 上，伸入该容器中。雷达填充度测量设备 10 用于测定容器 12 中的介质 16 的填充度 14，它通过图示的电缆进行工作，例如，与监视器（图中未示出）相连，这只用于原理的说明。为此目的，雷达填充度测量设备 10 通过在结构上示出的喇叭天线来发射雷达信号，最优情况下为脉冲测量信号，方向为到达介质 16。这些信号在介质 16 的表面 18 上被反射。这由图 1 中的双箭头 20 所示。反射的测量信号为喇叭天线所接收，并且在雷达填充度测量设备 10 中与发射的测量信号进行比较。从测量信号的发射到反射信号的接收之间的时间被记录下来，以用于将雷达填充度测量设备 10 和介质 16 的表面 18 分开。考虑到容器 12 的几何形状，这种分开被转换成所需要的介质 16 填充度。在接收的信号中不能明确识别填充度信号以及从介质 16 的表面 18 处反射回来的信号的情况下，根据本发明方法来测定介质 16 的填充度。

图 1 还从结构上示出了填充管和带有上部支撑管 26 和下部支撑管 28 的旁路管 24。上部支撑管 26 会使从雷达填充度测量设备 10 发射来的测量信号发生反射，并且根据本发明方法，可以利用这个干扰信号来测定未知的填充度。

这里，那些不是来自于介质反射表面的信号被指定为“干扰信号”。在本发明方法中，它们在字面的意思上不产生“干扰”，而是实际上服务于未知填充度的建立或测定。名称“干扰信号”来自于现有技术，在现有技术中这些信号产生的干扰能够覆盖实际的填充度信号或者不利于它们的明确识别。在缺少明确的填充度信号的情况下，已知的用于测定未知填充度的方法是相当无助，并且因此无法进行填充度的惟一判定。

如果雷达填充度测量设备 10 安装在由虚线所表示的容器 12 中的位置 11 处，这将导致从填充管的上部产生干扰信号。还可以在本发明方法中利用这个信号来测定未知的填充度。

为了完整性之目的，需要指出的是，如图 1 所示的填充度测量设备也可以是另一个自由辐射的测量设备。因此可以想见，例如，可以利用带有平面天线的填充度雷达设备，或者带有杆状天线的填充度雷达设备，当然也可以利用超声填充度测量设备。在以传播时间为原理的那些填充度测量设备的情况下也会产生所述的干扰信号，并且这些干扰信号可以与本发明方法相结合，以用于在填充度信号不能被明确识别或者根本不能识别的情况下来测定未知的填充度级别。

使用测定未知填充度的方法的填充度测量设备的另一种结构如图 2 所示。这就是所谓的 TDR 填充度测量设备 30，其中使用了波导管 32 制导的微波或雷达信号。测量信号通过波导管 32 进行制导，波导管 32 伸入到介质 16 中，在介质 16 的表面 18 上得到反射，并且沿着波导管 32 传回 TDR 填充度测量设备 30。这个信号移动如图 2 中的两个箭头 34 和 35 所示。

还是在 TDR 填充度测量设备 30 中，已经在图 1 中示出，测量信号到介质的反射表面 18，以及从介质的反射表面 18 折回来 TDR 填

充度测量设备 30 的传播时间（因此在 TDR 填充度测量设备 30 和介质 16 之间的距离）被记录下来，并且因此而测定未知填充度。不过，假定在所接收的测量信号中能够发现用于填充度的明确信号。如果情况不是这样的，则本发明方法可用于根据干扰信号和/或根据单个信号或信号模式的时间位移的特别估计值来测定填充度，视具体情况而定。在 TDR 填充度测量设备中的干扰信号可以发生在波导管 32 附近的任何可以找到容器装备的地方。在图 2 所示的例子中，它们是梯子 36 和搅拌器 38。

然而，在用于指示容器 12 中介质 16 的反射表面 18 的模糊信号的情况下，为了能够测定介质的填充度，根据图 1 和图 2 中的例子之一将本发明方法应用于填充度测量设备，如下所述。

首先，获得的参考信号数据作为信号的传播时间的函数。参考信号数据，例如，可以是来自于在一个较早时间点上获得的或者从已知测量设备和/或容器特定数据测定的至少一个事先已知的测量曲线的参考信号数据。在后一种情况中，关注的是，例如，从梯子 36、填充管、旁路管的横向管 26 和 28、或搅拌器 38 所产生的上述信号。另外，依附于波导管 32 末端的、用于在容器中使波导管拉直的负重 40，会产生显著的信号，这种信号叫做 EOL 信号（End-Of-Line 信号）。除了这里解释的终端负重 40 以外，波导管 32 的其他实施例或其他应用和容器能够使用一种连接，通过这种连接，波导管 32 被拉伸到容器的底部。这种连接也会产生 EOL 信号。

最简单的做法是，通过在空容器 12 中使用填充度测量设备执行所谓的空测量，来获取参考位置信号和反射位置信号。通过分析作为参考信号的各种信号并总结特征，特别是参考信号的幅度和波形，并且将其与到测量设备的距离的有关距离信息，和/或因考虑信号在容器中的传播速度而得到的传播时间信息，进行匹配。如果将空测量信号融合到传播时间曲线中去，我们称之为容器（以及安装于容器中的安

装设备)的“签名”。

接着,由实际测量信号组成的测量曲线或测量曲线沿着填充度测量设备和介质表面之间的测量距离所选择的信号数据,经与参考信号数据进行比较,便在测量信号中获得和标志出干扰信号和有用信号。参照哪一种波形可用于填充度的进一步测定,或用于有关介质和填充度测量设备的功能的进一步信息,将干扰信号和有用信号分别进行评估和加权,具体视情况而定。用于本发明方法的参考信号数据或测量曲线的信号数据能够,例如,被选作为测量曲线的极值。

上面已经解释过,参考信号可以被分布于参考曲线波形上,并与实际测量曲线进行比较,或者,当仅使用被选的参考信号时,这些信号与对应于测量距离或参考传播时间的实际测量信号进行比较。这种比较的目标是找到和评估信号在波形和时间关系(传播时间),也就是时间位移的变化,这种比较最好是通过相关信号数据的相关,或者是通过相减或比较具有参考曲线极值的测量曲线的极值位置来完成。

在区分来自有用信号的干扰中,特别是那些信号扮演着一种能够以先前已知的容器特定的或测量设备特定的特征数据,例如,预先已知的容器装备或伸入到容器中的测量设备的部件,为基础进行识别的角色。在这些信号的帮助下,可以将测量距离或表示测量距离的信号分割成特定的区域,可以查找这些区域来发现干扰信号或有用信号,具体视情况而定。优点是,在这种评估中,查找的仅是实际上有意义的区域,而不需要花费时间和资源来评估没有意义的信号,或无意义的信号。

优选的信号数据的幅度、符号、相位关系、和/或波形被用作为信号信息来评估信号,其中特别是那些随着时间变化干扰信号与有用信号进行相反变化因而被给予特别注意的区域。这种区域有意义,是因为,例如,在使用雷达测量填充度和增加填充度中,由于在介质中

的传播速度减少，所有位于填充度信号之下的干扰信号都朝下移动，即在与填充度回波相比较相反的方向上。

当已知反射位置的干扰信号能够被准确识别时，本发明方法的测定填充度的一个实际例子如下所述。为此目的，将参考信号作为带有波导管 32 的 TDR 填充度测量设备的例子，图 2、图 3a 和图 3b 通过举例子，示出了测量信号的曲线 42a、42b，其中图 3a 是在时间 $t^{(1)}$ 处的测量信号幅度的曲线，它作为到 TDR-设备 30 的距离 x 的函数。在图 3a 中的传播时间曲线 42a 的开始处的能够明确识别的信号 44，来自于由 TDR 填充度测量设备 30 中所产生的测量信号和波导管 32 的耦合。这一信号是强参考信号，被称为“基准信号”。在传播时间曲线 42a 末端的另一个信号 46a 是来自波导管 32 末端的 EOL 信号。在图 3a 中所示的时间 $t^{(1)}$ 处，填充度信号 48 能够被明确识别，它来自于介质表面的反射。这种信号在这里作为填充度信号 48 用于简化之目的，存在于基准信号 44 和 EOL 信号 46a 之间。

如果，在稍后一个时间点 $t^{(2)}$ ，在测量曲线 42b 中无法识别出填充度信号，如图 3b 中的那样，则在时间 $t^{(2)}$ 处的容器中介质的未知填充度 $L^{(2)}$ 可以通过使用来自波导管末端的未知反射信号 EOL 信号 46b（参见图 3b）测定得到。将测量曲线 42a 和 42b 进行比较，明显可以看到较早测量的 EOL 信号 46a 在时间上相对于 EOL 信号 46b 发生了移动，尽管在实际上，容器中波导管的长度并没有变化。以此为基础，可以按如下步骤测定填充度：

首先，从测量设备 42a 的直接可以识别的填充度信号 48，以及 EOL 信号 46a 的明显位移 $x^{(1)} - x^{(0)}$ ，可以测定常数 B ，其中 $B = (x^{(1)} - x^{(0)}) / L^{(1)}$ ，其中 $L^{(1)}$ 为参考探测器末端的实际位置 $x^{(0)}$ ，从测量曲线 42a 中的填充度信号 48 而测定的填充度。在时间 $t^{(2)}$ 处，当无法直接测定填充度信号时，填充度 $L^{(2)}$ 可以从 B 的先前测定值和探测器终端信号的明显位移 $x^{(2)} - x^{(0)}$ ，通过使用公式 $L^{(2)} = (x^{(2)} - x^{(0)}) / B$ 计算得到。

在自由衰减、容器中有非磁介质作为介质的情况下， $B = \sqrt{\varepsilon} - 1$ ，其中 ε 为介质的介电常数。在这里所述的方法中，用于从干扰信号来计算填充度的已知方法使用介电常数的知识，而并不需要知道介电常数的值。而测量设备进行自校，甚至在改变介质的情况下，用户也不必进行新的校正。另外，与已知的方法相比，可以取得更高的精度。如果在计算中使用固定的、预先选择的介电常数值，并且与实际值不一致，例如，因为粒子物质的湿度含量改变了，则将如图 4 中所述，获得了显示填充度和实际填充度之间的不正确关系。由于介质的介电常数造成测量曲线中在时间上后于填充度信号到达的信号具有一个时间位移。当根据具体情况，利用介质的太大或太小的介电常数进行填充度的测定时，图 4 中的图形允许对填充度记录中出现的错误进行估计。

图 5 解释了使用另一种方法来测定填充度 L 。这个图是使用传播时间原理进行填充度测量的设备的例子，在这种情况下最好是雷达设备。在测量曲线中，相对填充度随着接收信号的位置或随着传播时间而变化的图形被绘制出来，具体视情况而定。未知填充度 L 的测定使用的是上面所提供的公式，其中限制线的形成一方面依靠 EOL 信号 50，另一方面依靠填充度信号 52。图形是能够自我解释的。

如果无法测量出实际填充度值，也无法测量出可测量的反射位置的明显位置，以及 EOL 信号 45a,b 或在测量距离中且来自于填充度下面的安装设备的反射位置的其他信号，则可以输出 L 的最终有效值。还一种可能性是使用最终确定的 L 值改变率来改变 L 值，或输出警告或问题报告。紧跟着一个时延之后，所有这些反应都将有选择地发生。

上述过程可以用于任何已知的干扰反射。与前面已知的过程相对照的是，本发明方法中，不需要知道容器中介质的实际介电常数。与之相反，当至少提供一个已知反射位置而不是介质表面的信号即已知

的、重要的、干扰信号，以及来自介质表面的直接填充度信号时，填充度测量设备是自校正的。

5 本发明方法允许在测量距离上下两端的测量值进行外插，其中，
作为一个规则，由于干扰信号的叠加，例如，来自雷达天线的反射，
无法进行直接测量。在强干扰信号的情况下，可能来自安装有测量设
备的容器或管口的自然谐振，总是可以使用直接填充度信号的，当直
接填充度信号的幅度较大并且因此由于干扰信号的叠加而变得可以检
测得到时，当它存在于两个干扰信号之间并且并不突出时，通过使用
10 具有反射位置的信号的移动对填充度值进行内插得到。该方法本身单
独适用于给定的测量情形，而在先前已知的方法中，操作员必须在根
据 EOL 信号的位移或使用直接填充度回波所作的测量中间进行决定。

针对已知至少两个信号和反射位置的信号数据的情况下，最好是
15 在波导管的下部区域，本发明方法可以作如下解释。为了简化起见，
该方法的解释根据的是在波导管的终端负重 40 的首尾两个反射位置
(参见图 2)，并且参考图 6。图 6 在原理上与图 2 中的带有波导管 32
的雷达填充度测量设备 30 的例子一致。这里，所示的波导管 32 的终
端负重 40 (参见图 2) 的终端位置 54 和 56 之间具有事先已知的物理
20 分割。在图 6 的下面，通过在空容器中进行测量，得到测量信号，并
被汇集成测量曲线。基准信号 44 (参见图 3a 和 3b) 可以和负重 40
的终端位置 54 和 56 的反射信号 58 和 60 一起被识别出来。由于这是
一个空测量，因此没有填充度信号。为了简化起见，忽略了对来自于
容器中安装设备的其他干扰信号的图释。

25

现在，考虑一种情形，其中将用于空容器的如图 6 类型的测量曲
线与实际测量曲线进行比较，其中的实际测量曲线没有示出可解释为
填充度信号的直接信号。负重 40 的终端位置处的反射信号 58 和 60
因为从一个测量曲线到另一个测量曲线之间的时间差而发生位移。假
30 设 Δx_1 为上部反射信号 58 相对于它在空容器中的位置的位移，这里假

设填充度位于终端位置 54 之上，并且假设 Δx_2 为下部反射信号 60 相对于它在空容器中在时间上同一点处的位移，其中 a 为两个反射位置 54 和 56 之间的物理距离。填充度可以明确地从公式 $L = \Delta x_2 a / (\Delta x_2 - \Delta x_1)$ 中算出。

5

由于在介电常数明显较小的情况下，在波导管 32 上的介质的开始处基本上出现的是整个容器（参见图 4），因此，当上述公式的分母 $\Delta x_2 - \Delta x_1$ 超过一个最小值时，首先表明填充度不为零是很有意义的。仅当这时才能保证在容器中实际上存在填充物。如果填充度在反射位置 54 的下面，这种情况能够为可以忽视的位移 Δx_1 所识别，则最终测定的 $a / (\Delta x_2 - \Delta x_1)$ 的值可用于计算填充度。该方法适合于具有较小介电常数和较小衰减的填充物，例如，可以是泡沫塑料。

10

如果提供了超过两个的已知反射位置，则甚至可以获得更为精确的填充度测定值。然后，在上述公式中总是使用为填充材料所覆盖的最上层反射位置和最底层反射位置是有意义的，并且在紧下面的反射位置的位移可用于真实性检查。

15

本发明的上述方法中，使用了多个反射位置，这种方法可以以带有波导管的简单的方式来实现，其中的波导管上具有多个有针对性存放的反射位置。所有类型的波导管都适合这种方法，例如，Sommerfeld 波导管（单线波导管）、Goubau 波导管（带有介质涂敷层的单线波导管）、Lecher 线路（双线波导管）、同轴电缆、微带导管或带有任何，例如，矩形或圆形横截面的空导管。

20

25

几何形状的局部变化都适合反射位置，例如，金属或介质结构（加厚、变窄或其他不规则性）的横截面的改变，在电场不为零的位置处的介电属性的改变，在磁场不为零的位置处的磁属性的改变，或者在电流密度不为零的位置处的传导性的改变。

30

有利的是，一系列这种反射位置的集合被沿着波导管放置，整个能量中只有一小部分能量能够在单个的反射位置上得到反射。反射位置可以，但是不必须是，等距离的。它们可以相互类似，但是也可以不同。

5

图 7 通过例子示出了置于波导管 32 中的这样一个反射位置，一般认为在波导管 32 上可以放置多个这样的位置。在波导管（这里最好是 Sommerfeld 波导管 32，以有线电缆的形式）上以适合的方式保护着如管套 62 的反射位置，以便它们能够经受得住来自填充物的机械负载。

10

根据本发明方法记录下来在这些反射位置处的反射以及由测量设备所接收的信号的反射的改变，即，幅度和传播时间的改变，并与在填充物表面或相位边界（如果存在的话）上的反射一起进行评估，具体视情况而定。

15

图 8 示出了带有多个特意放置的反射位置的波导管的传播时间信号曲线 64 的一个例子。这个例子是再次关于有线电缆形式的 Sommerfeld 波导管 32，在该波导管上保护、调节、夹住和/或焊接七个等距离的和类似的金属厚度，最好以图 7 所示的管套 62 的形式。从单独的反射位置上产生的受到脉冲信号激励的反射信号，在传播时间曲线 64 上标有号码 2-8。形成厚度后，负的传输信号导致基本的负反射，这可以在从空气到填充物的转换中，作为规则从正的填充度信号中区分出来。另外，反射位置形成后，特殊信号波形上升，该波形例如通过与其他信号进行比较产生互相关进行放大。考虑到传播时间曲线 64，识别出从上述转换到 Sommerfeld 波导管 32 的第一个反射，对应于图 3a 和 3b 的已知基准信号。第 2 到第 8 个反射来源于七个厚度 62（参见图 7），而第 9 个反射则来至于负重 40 的开始处 54，第 10 个反射来自于负重 40 的末端 56（参见图 6）。

20

25

30

有了多个反射位置，测定填充度就可以和部分测定依赖于位置的复数介电常数 $\epsilon = \epsilon_1 + i\epsilon_2$ 一起进行。如图 9 所示。这一过程是将空容器的传播时间曲线 66 的干扰信号的位置 $x_i^{(0)}$ 和幅度 $A_i^{(0)}$ ，与在实际的传播时间曲线 68 中的这些干扰信号的位置 $x_i^{(1)}$ 和幅度 $A_i^{(1)}$ 进行比较。

5 在那些值不改变的位置，明确没有填充物。根据位置的改变，可以部分地决定传播时间（由折射指数 n 导出），接着得到介电常数的实部 ϵ_1 。根据幅度的改变，可以决定衰减常数 α ，并且根据衰减常数 α ，得到介电常数的虚部 ϵ_2 。那些本领域普通技术人员都非常知道这种计算的正式关系，例如，M.Dressel 和 G. Gruner 的有关固体电动机的著作，

10 剑桥大学出版社（2002）。

介电函数包含有关传播的速度和衰减方面的信息。例如，用于填充度测量的校正因子可以从介质上的传播速度导出。有了校正因子，例如，通过使用蒸馏管的“签名”，填充物上不同气体对光速的影响

15 在高精确度雷达箱体级测量中可以得到补偿（指在许多小的几何干扰，例如，接缝或孔洞中，入射反射线的叠加），以便获得更为精确的测量值。不需要用于改变极化方向的昂贵设备，这些设备在先前的方法中则是必需的。而且，人们可以考虑到介质的属性，诸如传导性、湿度含量、温度、混合度、去混合度、层级化、泡沫形式等属性，利用传播速度和/或介质的衰减来得出结论。如果由填充物表面上决定的

20 信号衰减较大，则我们可以认为，由于信号的衰减，测量的可靠性降低了。

如图所示，本发明方法的不同实施例能够：

- 25 （1）在无法获得填充度的情况下，使用不是由填充度引起的信号来测定测量曲线的区域，以及测量距离的区域；
- （2）使用不是由填充度引起的信号，来测定设备的状况或测量能力；以及
- （3）使用不是由填充度引起的信号，来测定填充物的属性，例
- 30 如，诸如复数介电常数、传导性、湿度含量、温度、混合状态、泡沫

形式等属性。为此目的，本发明利用干扰信号，干扰信号不是由填充度引起的，例如，它不是产生于容器或箱体本身、旁路管、蒸馏管、波导管，而是产生于作为测量系统或箱体之一部分的另一个波导管，或者产生于被添加到前述物体上的标记。不过，这些不是由填充度引起的反射信号，也能够产生于填充度测量设备的耦合。

本发明也考虑到，这里所提到的信号也可以是几个或多个信号的叠加结果。

再一个特别重要的是，当使用本发明方法对测量信号进行估计导致了下述结果，即通过将实际测量和在较早的时间点所执行的测量进行比较没有发现测量曲线中没有改变的区域，则该估计值所指的是容器的过填充状态。

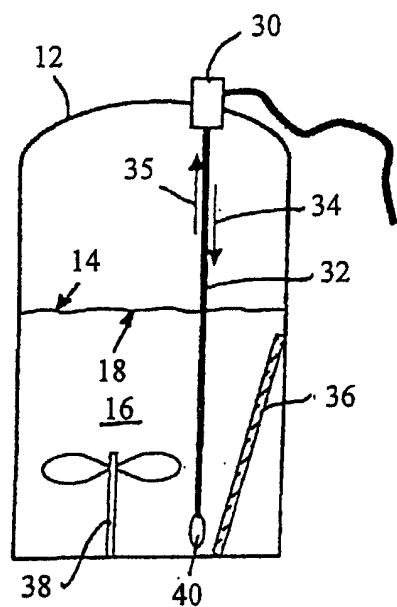


图2

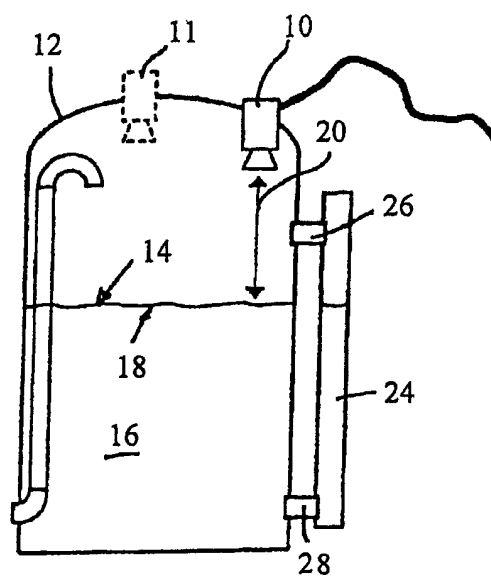


图1

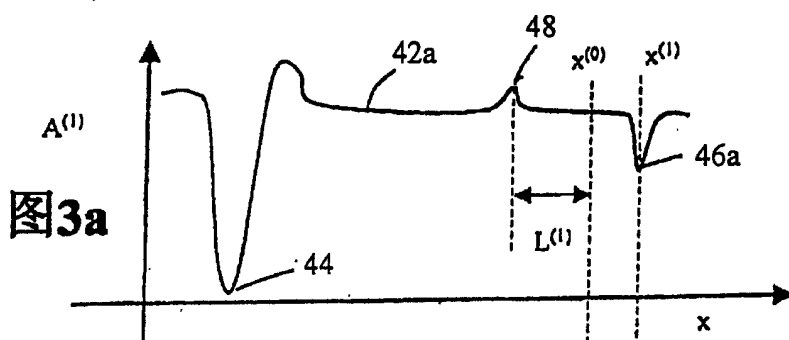


图3a

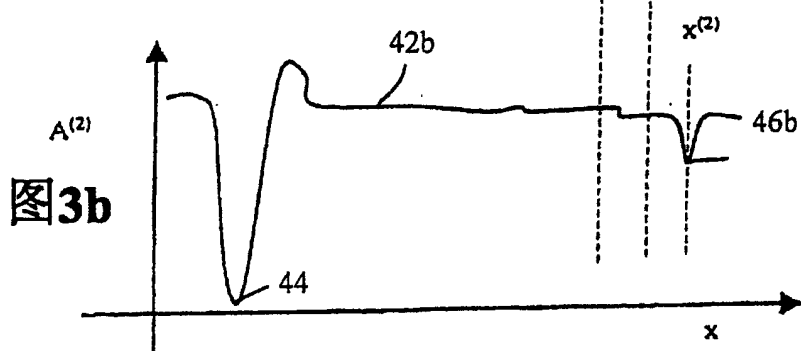


图3b

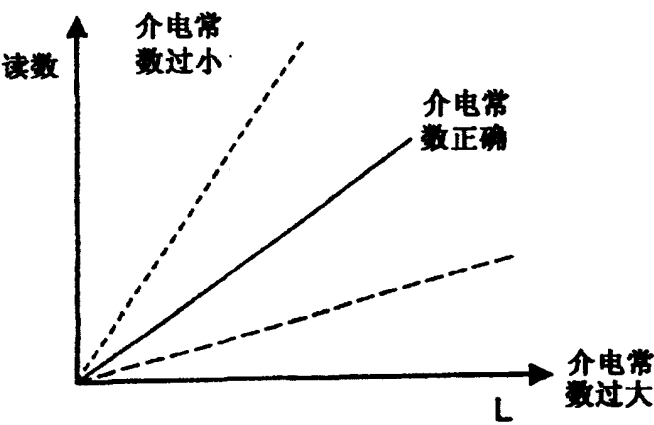


图4

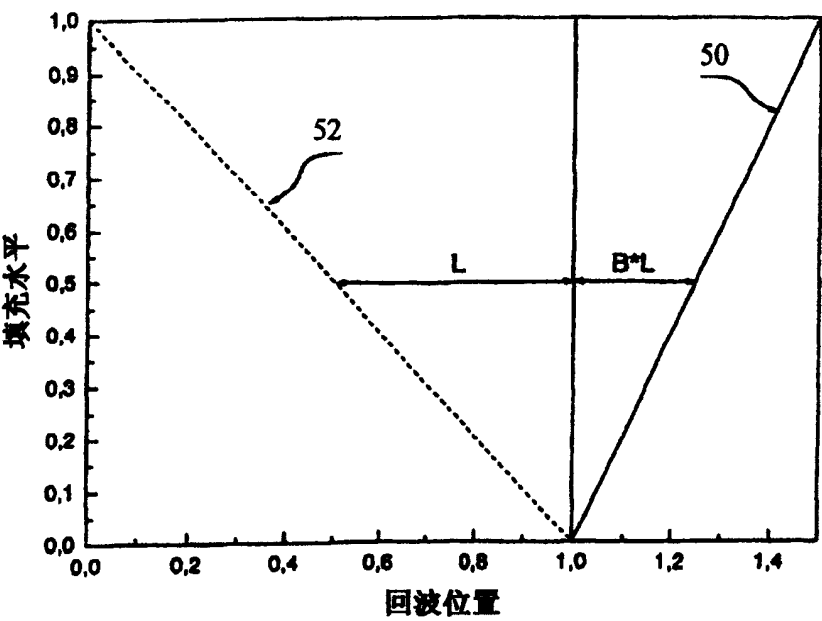
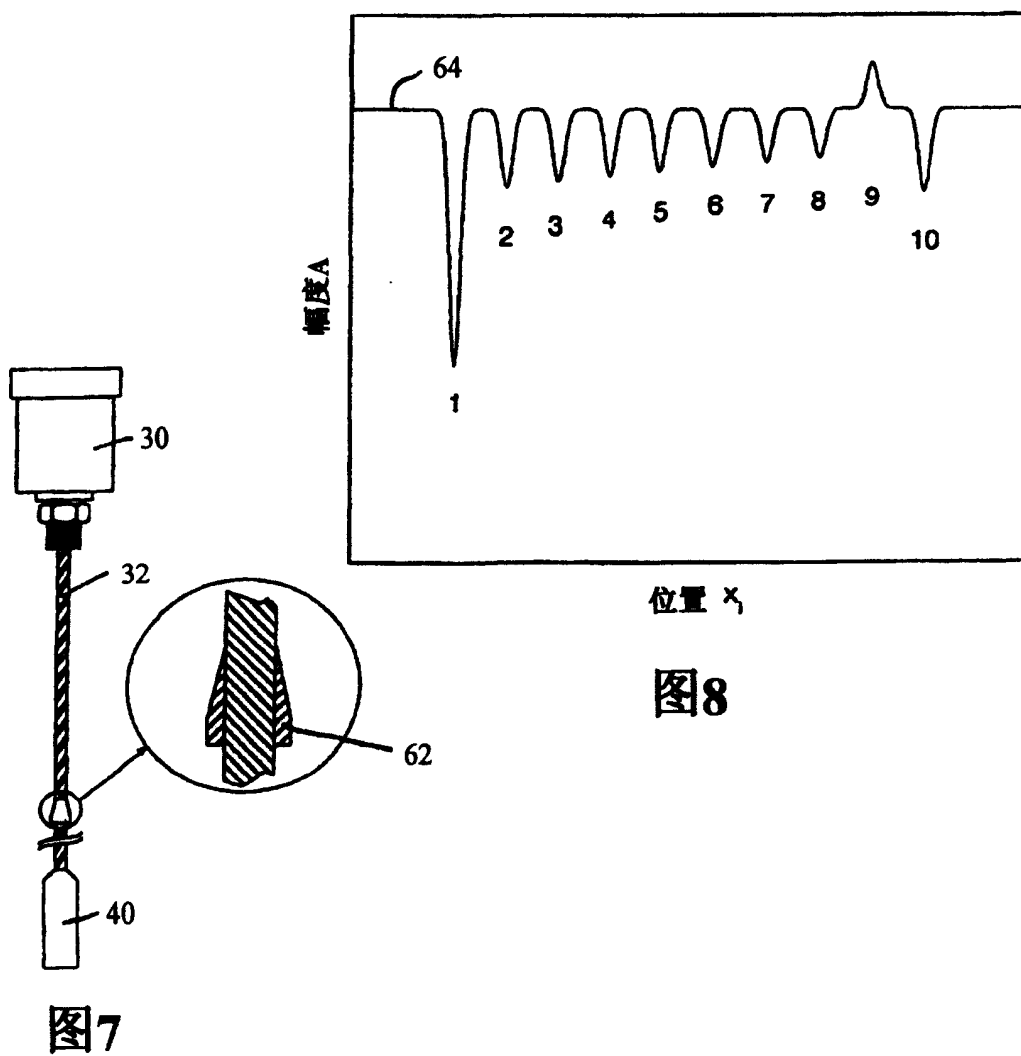
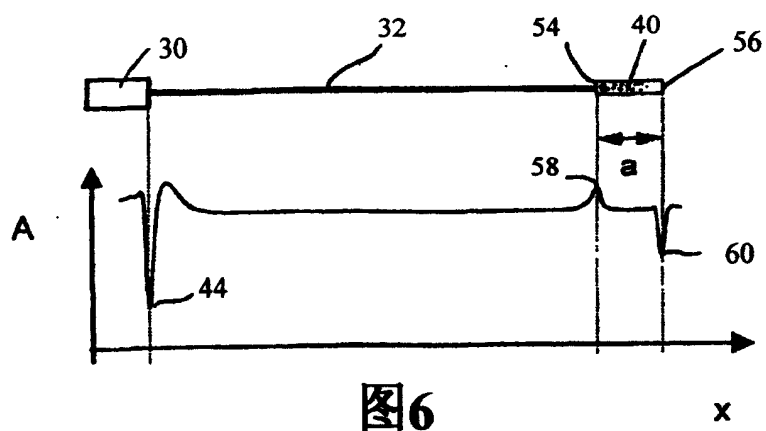


图5



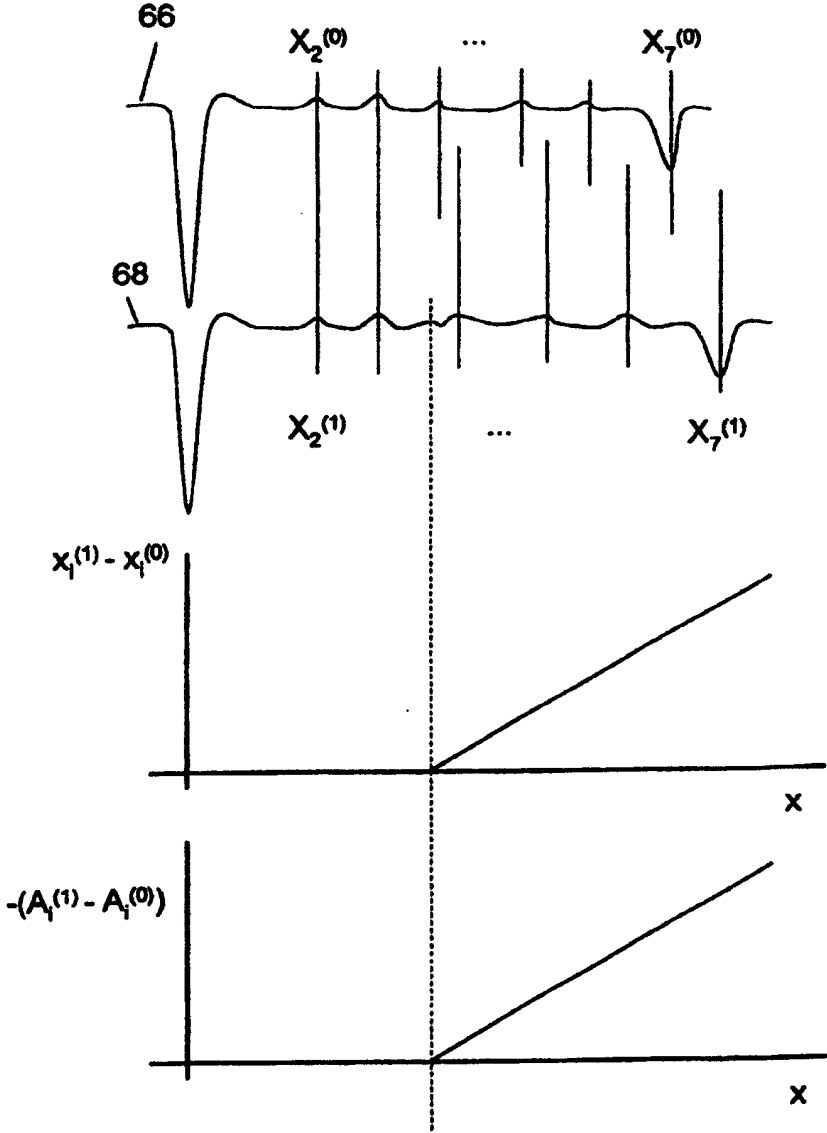


图9