



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103261851 B

(45) 授权公告日 2016. 04. 13

(21) 申请号 201080070751. 0

US 5062295 , 1991. 11. 05,

(22) 申请日 2010. 12. 16

US 5249463 A, 1993. 10. 05,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2013. 06. 17

审查员 刘婉姬

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2010/069997 2010. 12. 16

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02012/079643 DE 2012. 06. 21

(73) 专利权人 VEGA 格里沙贝两合公司  
地址 德国沃尔法赫

(72) 发明人 罗兰·韦勒 卡尔·格里斯鲍姆

(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 张春水 田军锋

(51) Int. Cl.  
G01F 23/284(2006. 01)  
G01F 23/296(2006. 01)

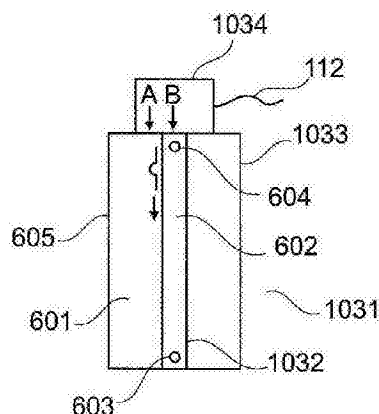
(56) 对比文件  
US 2001/0010171 A1, 2001. 08. 02,

权利要求书2页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称  
具有竖管的用于乳浊液测量的设备

(57) 摘要

本发明涉及一种用于确定容器中的分界层或者混合比的测量设备。所述测量设备具有两个物位测量机构,以记录在竖管中和竖管之外的回波曲线。仅从这两个回波曲线就能够确定这两种不同的液体的虚拟存在的界限层的位置或者混合比。



1. 测量设备 (600), 所述测量设备根据渡越时间法来工作, 所述设备具有:

用于容纳第一液体和第二液体的容器 (605), 所述第二液体与所述第一液体相比具有更小的密度, 并且所述容器具有第一子区域 (602)、第二子区域 (601) 和一个或多个用于在所述第一子区域 (602) 和所述第二子区域 (601) 之间进行液体交换的在所述第一子区域 (602) 和所述第二子区域 (601) 之间的连接部 (603, 604);

用于检测第一回波曲线的第一测量机构 (610), 所述第一回波曲线描述所述第一子区域 (602) 内部的反射情况;

用于检测至少一个第二回波曲线的第二测量机构 (611), 所述第二回波曲线描述所述第二子区域 (601) 内部的反射情况;

评估单元 (110);

其中所述评估单元 (110) 设计为, 用于利用所述第一回波曲线确定到在所述第一子区域中的所述第二液体的表面的第一电距离;

其中所述评估单元 (110) 设计为, 用于利用所述第一回波曲线确定到在所述第一子区域中的这两种液体之间的分界层的第二电距离;

其中所述评估单元 (110) 设计为, 用于利用所述第二回波曲线确定到在所述第二子区域中的由两种液体构成的乳浊液的表面的第三电距离;

其中所述评估单元 (110) 构成为, 确定在第二子区域中 (601) 的两种不同的液体之间的虚拟存在的分界层的位置的至少一个特性值, 或者确定由所述两种不同的液体构成的混合物的成分的至少一个特性值;

其中所述评估单元 (110) 为此使用所述第一电距离、所述第二电距离和所述第三电距离。

2. 根据权利要求 1 所述的测量设备,

其中所述容器 (605) 的所述第一子区域 (602) 由竖管的内腔构成。

3. 根据权利要求 1 所述的测量设备,

其中所述容器 (605) 的所述第一子区域 (602) 由所述容器的旁通管构成。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的测量设备,

其中在所述第一子区域 (602) 和所述第二子区域 (601) 之间的连接部 (603, 604) 由在所述容器 (605) 的所述第一子区域 (602) 中的第一开口 (603) 和在所述容器 (605) 的所述第一子区域 (602) 中的第二开口 (604) 构成, 所述第一开口位于所述容器底部 (620) 附近, 所述第二开口在根据规定填充的容器 (605) 中位于填充介质的上方。

5. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的测量设备,

其中所述第一子区域 (602) 和在所述第一子区域 (602) 和所述第二子区域 (601) 之间的所述连接部 (603, 604) 构造为, 使得在添加一定量的液体到所述第二子区域 (601) 中时, 在所述第一子区域 (602) 中形成的液柱的液位与在所述第二子区域 (601) 中的液柱的液位不相同。

6. 根据上述权利要求 1 至 3 中任一项所述的测量设备,

其中所述第一测量机构 (610) 和所述第二测量机构 (611) 是相同的设备。

7. 根据上述权利要求 1 至 3 中任一项所述的测量设备,

其中所述第一测量机构和 / 或第二测量机构 (611) 是发送电磁发送信号或者声学发送

信号的测量机构。

8. 根据上述权利要求 1 至 3 中任一项所述的测量设备，

其中所述第一测量机构 (610) 根据制导微波的原理来工作，并且具有内部导体 (104)，所述内部导体设置在所述第一子区域 (602) 的内部；

其中所述内部导体 (104) 和所述第一子区域 (602) 的壁构成同轴导体，以至于在所述第一子区域 (602) 之内的所述回波曲线借助于由所述内部导体和所述第一子区域的所述壁构成的所述同轴导体来确定。

9. 根据上述权利要求 1 至 3 中任一项所述的测量设备，

所述测量设备还构造成用于检测并且输出在所述第二子区域 (601) 中的物位的至少一个特性值。

10. 根据上述权利要求 1 至 3 中任一项所述的测量设备，

其中在不借助电容性测量的情况下进行对在所述第二子区域 (601) 中的填充介质的两种不同的液体之间的虚拟存在的分界层的位置的至少一个特性值的确定，或者进行对由两种不同的液体组成的混合物的成分的至少一个特性值的确定。

11. 用于借助于根据权利要求 1 至 10 中任一项的测量设备来进行乳浊液测量和 / 或分界层测量的方法，所述方法具有下述步骤：

确定在容器的第一子区域中的两种不同的液体的物位的至少一个特性值，并且确定两种液体之间的分界层的位置的至少一个特性值；

确定在所述容器的第二子区域中的两种液体的物位的至少一个特性值；

利用在前两个主测量步骤中获得的特性值以及两种液体的密度比来计算在所述容器的所述第二子区域中的两种液体之间的虚拟存在的分界层的位置的至少一个特性值。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，所述方法还具有下述步骤：

根据测量确定两种液体的密度比，在所述测量中确定在所述容器的所述第一子区域和所述第二子区域中的两种液体的物位的至少一个特性值，并且确定在所述容器的所述第一子区域和所述第二子区域中的两种液体之间的所述分界层的位置的至少一个特性值。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，所述方法还具有下述步骤：

在确定所述密度比之后并且在执行两个所述主测量步骤之前，在所述第二子区域中混合两种液体。

14. 根据权利要求 12 所述的方法，所述方法还具有下述步骤：

在确定所述密度比之后并且在执行两个所述主测量步骤之前，在所述第二子区域中混合两种液体。

15. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的测量设备 (600) 的用于确定在容器的子区域中的两种不同的液体之间的实际存在的分界层的至少一个特性值的应用。

## 具有竖管的用于乳浊液测量的设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及所有类型的物位、分阶层和乳浊液的测量。本发明特别涉及一种根据渡越时间法来工作的测量设备,一种用于分阶层测量和乳浊液测量的方法和所述测量设备的应用。

### 背景技术

[0002] 在根据 FMCW (调频连续波) 或者脉冲 - 渡越时间法工作的物位传感器中, 朝向填充物表面的方向发射电磁波或者声波。在此之后, 传感器记录从填充物、容器固定装置和容器本身反射的回波信号, 并且从中推导出相应的物位。

[0003] 例如在使用超声、雷达、制导雷达、FMCW- 雷达、脉冲 - 雷达、CW (连续波) - 雷达或者激光的条件下确定到填充物表面的距离的传感器可属于根据渡越时间法工作的物位传感器。此外所有发送波, 并且再次接收和评估所述波从填充物表面反射回来的部分的传感器, 可以定义为根据渡越时间工作的物位传感器。

[0004] 在使用声波或者光波时, 从物位测量装置产生的信号一般而言朝向待测量的填充物表面的方向自由地传播。在使用雷达波来测量填充物表面的装置中, 不仅考虑朝向待测量的介质的方向的自由的传播, 而且考虑在波导管的内部的传播, 所述波导管将物位测量装置的雷达波导向介质。在根据制导微波的原理的装置中, 将高频信号沿着波导朝向介质引导。

[0005] 在待测量的介质的表面上, 到达的信号的一部分被反射, 并且在相应的运行时间之后再次返回到物位测量装置。未反射的信号部分进入介质, 并且相应于介质的物理特性在所述介质中继续朝向容器底部的方向传播。在容器底部上所述信号被反射, 并且按照介质和叠加的气体环境的通道再次返回到物位测量装置。

[0006] 所期望的是, 物位测量装置除此之外还用于分阶层测量并且也用于乳浊液测量。

[0007] 在分阶层测量的范围中, 一般将两种不同的液体填充到容器中。只要存在足够平稳的气体环境, 也就是说, 不通过搅拌器或者其它装置来妨碍液体反乳化, 那么由于所述至少两种液体的不同的密度, 所述液体在容器中反乳化。

[0008] DE 10 2007 061 574 A1 描述了一种用于通过将基于制导微波的测量与电容性测量相组合来测量乳浊液的方法。

### 发明内容

[0009] 本发明的任务在于, 提出用于测量乳浊液的一种可替代的设备和一种可替代的方法, 通过所述设备和所述方法能够确定两种或多种不同的液体的混合比。

[0010] 根据本发明的第一个方面, 提出一种测量设备, 特别是一种乳浊液测量设备, 所述测量设备根据渡越时间法工作, 并且能够用于确定两种或多种不同的液体的物位和 / 或混合比的至少一个特性值, 和 / 或用于确定容器中两种液体之间的可能的分阶层的位置的至少一个特性值。

[0011] 在这里术语“虚拟存在的分界层”可理解为两种不同的液体之间的下述分界层：如果由两种或者多种液体组成的乳浊液再次形成，那么所述分界层形成。这例如能够在全部液体不运动，例如不被搅动，以至于各个液体彼此分开时出现。

[0012] 测量设备具有用于容纳第一液体和 / 或至少一种第二液体的容器。所述第二液体相对于第一液体具有更小的密度。

[0013] 容器具有第一子区域和第二子区域以及一个或多个用于在这两个子区域之间交换液体的在这两个子区域之间的连接部。

[0014] 设置用于检测第一回波曲线的第一测量机构，所述第一回波曲线描述了第一子区域内部的反射情况。此外设置用于检测至少一个第二回波曲线的第二测量机构，所述第二回波曲线描述了第二子区域内部的反射情况。

[0015] 除此之外设置有评估单元，所述评估单元构成为，确定在容器的第二区域中的填充介质的物位的位置的和 / 或填充介质的两种不同的液体之间实际存在的或虚拟存在的分界层的位置的至少一个特性值，或者用于确定在第二子区域中由两种或多种不同的液体组成的混合物的成分的至少一个特性值。对此评估单元使用第一回波曲线的至少一个特性值和第二回波曲线的至少一个特性值。第一回波曲线和第二回波曲线的特性值例如是总物位或者分界层位置。

[0016] 根据本发明的另一个方面，提出了一种用于物位测量、分界层测量和 / 或乳浊液测量的方法，其中确定在容器的第一子区域中的两种不同的液体的物位的至少一个特性值和 / 或在容器的第一子区域中的这两种液体之间的分界层的位置的至少一个特性值。此外对在容器的第二子区域中的这两种液体的物位的至少一个特性值进行确定。接下来，利用在前两个主测量步骤（也就是说在两个之前的步骤中）中所获得的数据以及这两种液体的密度比对在容器的第二子区域中的这两种液体之间实际存在的或者虚拟存在的分界层的位置的至少一个特性值进行计算。

[0017] 根据本发明的另一个方面，提出了在上下文中描述的用于确定在容器的子区域中的物位的位置的和 / 或两种不同的液体之间实际存在的或虚拟存在的分界层的位置的至少一个特性值的测量设备的应用。此外提出了一种在上下文中描述的测量设备的用于确定容器中由两种或多种不同的液体组成的混合物的成分的至少一个特性值的应用。

[0018] 需要注意的是，在上下文中所描述的特征能够应用于所有的三个方面（设备、方法、使用）。换句话说，在下文中关于方法所描述的特征也适用于设备，并且反之亦然。

[0019] 根据本发明的一个实施方式，容器的第一子区域由竖管的内腔构成。

[0020] 根据本发明的另一个实施方式，容器的第一子区域由容器的旁通管构成。

[0021] 根据本发明的另一个实施方式，这两个子区域之间的连接部由容器的第一子区域中的第一开口和容器的第一子区域中的第二开口构成，所述第一开口靠近容器底部，所述第二开口在根据规定填充的容器中位于填充介质的上方。

[0022] 也就是说，在第一子区域中仅设置两个开口。

[0023] 根据本发明的另一个实施方式，第一子区域和这两个子区域之间的连接部构造，使得在第二子区域中添加特定量的液体时，在第一子区域中形成的液柱的液位与第二子区域中液柱的液位不相同。

[0024] 这能够由此实现，即添加的，更轻的液体不能通过下部的连接部（或者至少不以显

著的量) 到达第一子区域中。

[0025] 根据本发明的另一个实施方式, 第一测量机构和第二测量机构是相同的设备。在此, 例如是物位测量装置, 例如物位雷达、超声 - 物位测量机构或者根据制导微波的原理工作的装置。

[0026] 根据本发明的另一个实施方式, 至少这两个测量机构中的一个发送电磁发送信号或者声学发送信号的机构。

[0027] 根据本发明的另一个实施方式, 第一测量机构根据制导微波的原理工作, 并且具有内部导体, 所述内部导体设置在第一子区域的内部, 其中所述内部导体和第一子区域的壁构成同轴导体, 以至于第一子区域的内部的回波曲线借助于由内部导体和第一子区域的壁构成的同轴导体来确定。

[0028] 根据本发明的另一个实施方式, 测量设备此外构造为用于检测和输出在容器第二子区域中的物位的至少一个特性值。也就是说, 能够不仅仅确定混合比或者分界层位置。

[0029] 根据本发明的另一个实施方式, 对在第二区域中的填充介质的两种不同的液体之间的实际存在的或者虚拟存在的分界层的位置的至少一个特性值进行确定, 或者在不借助电容性测量的情况下对由两种不同的液体组成的混合物的成分的至少一个特性值进行确定。

[0030] 只有所检测的回波曲线是必要的, 以便确定容器的第二子区域中两种或多种液体的混合比或者可能的分界层的位置。

[0031] 根据本发明的另一个实施方式, 根据测量来进行对这两种液体的密度比的确定, 其中确定在容器的第一和第二子区域中的两种不同的液体的物位的至少一个特性值, 并且确定在容器的第一和第二子区域中的这两种液体之间的分界层的位置的至少一个特性值。

[0032] 根据本发明的另一个实施方式, 在确定密度比之后并且在两个主测量过程执行之前, 在第二子区域中进行这两种液体的混合。

## 附图说明

[0033] 在下文中通过参照附图描述本发明的实施例。

[0034] 图 1 示出用于物位测量的机构。

[0035] 图 2 示出回波信号的评估。

[0036] 图 3 示出用于物位测量和分界层测量的机构。

[0037] 图 4 示出在层厚度不适宜的情况下的物位测量和分界层测量。

[0038] 图 5 示出借助于制导微波的乳浊液测量。

[0039] 图 6 示出根据本发明的一个实施例的测量设备的机构。

[0040] 图 7 示出根据本发明的一个实施例的所记录的回波信号。

[0041] 图 8 示出根据本发明的另一个实施例的用于乳浊液测量的机构。

[0042] 图 9 示出在根据本发明的一个实施例的乳浊液测量中的回波信号。

[0043] 图 10A 至 10I 示出根据本发明的实施例的测量设备。

[0044] 图 11 示出用于分界层测量的设备以及相应的回波曲线。

[0045] 图 12 示出用于乳浊液测量的设备和相应的回波曲线。

[0046] 图 13A 至 13C 示出用于分界层测量和乳浊液测量的设备。

[0047] 图 14 示出根据本发明的一个实施例的方法的流程图。

[0048] 图 15 示出用于根据本发明的实施例的测量设备的不同电子器件的构造。

[0049] 附图中的描述是示意性的并且是不按照比例的。

### 具体实施方式

[0050] 图 1 示出用于物位测量的设置。所期望的是,现代的物位测量装置除了确定容器中的总物位也能够确定在两种不同介质之间的形成的分界层的位置。

[0051] 所述目的能够利用电磁波实现。在此,利用下述事实,即物位测量装置发射的信号的一部分在最上方的液体的表面上被反射,但是剩余的部分进入所述最上方的液体层,并且在相应的运行时间之后到达两种液体之间的分界层。在所述分界层上信号能量的一部分再次被反射,并且在相应的运行时间之后再次返回物位测量装置。可能仍保留的信号能量也穿过第二液体,并且最终被容器底部反射。

[0052] 物位测量装置接收在不同部位反射的信号,并且在此根据已知的方法确定与填充物的距离。

[0053] 如果由于介质在容器中的持续运动而阻碍不同液体的反乳化或者所述反乳化仅能够部分地实现,那么比例变得更加难以确定。由于形成的分界层的不正确的位置或者在介质之间的分界层形成的完全消失,不能够借助于电磁波来测量乳浊液。目前,为了这个目的使用其它的测量方法(压力、电容性测量)或者使用雷达物位测量和其它方法的组合。

[0054] 朝向外部的提供预定的到填充物的距离。所述提供能够以模拟形式(例如利用 4. . 20mA 接口)或者也可以以数字形式(例如通过使用现场总线)来实现。

[0055] 雷达-物位传感器的原则上的构造在 Peter Devine 的书 :Füllstandmessung mit Radar Leitfaden für die Prozessindustrie (借助于用于加工工艺的雷达指南的物位测量)(ISBN 3-00-008216-6)中进行了详细的描述。

[0056] 接下来的实施方案专注于借助于电磁波的物位测量的非常重要的领域。但是应当指出的是,在使用声波的情况下,也可测量填充物表面或者在两种不同的介质之间形成的分界层。由于待穿透的介质的不同的密度比,同样影响声波的传播。因此对于本领域技术人员可将接下来所描述的对于物位测量、分界层测量和 / 或乳浊液测量的构想从使用电磁波的情况转移到使用声波的情况。

[0057] 在用于物位测量、分界层测量和 / 或乳浊液测量的装置中,能够使用不同的用于确定总物位和 / 或两种不同的介质之间的分界层的位置的方法。

[0058] 在这里所描述的执行方式基于如下机构,所述机构根据制导微波的原理确定物位和 / 或分界层的位置。但也可行的是,特别是利用自由辐射的雷达波来实现根据在上文中所阐述的测量原理的相应的设备。

[0059] 图 1 示出用于物位测量的示例性的机构。容器 100 用液体 106 填充至  $d_b-d_l$  的填充高度。在液体 107 上方的腔首先填充有空气。

[0060] 根据制导微波原理工作的物位测量装置 101 借助于高频单元 102 产生电磁脉冲 103,并且将其耦合输入到波导 104 中,因此所述脉冲大约以光速朝着待测量的填充物表面 105 的方向在波导内部传播。

[0061] 所描述的波导 105 在本例中设计为呈同轴导体状。但是显而易见,所有的在参考

文献中所描述的波导,也就是说特别是单线或多线电缆是可以使用的。

[0062] 通常用于物位测量的同轴导体 104 由管构成,所述管以相等的间距具有孔 115,所述孔实现了待测量的液体 101 进入外部导体(管)和内部导体之间的区域中。

[0063] 填充物表面 105 反射到达的信号能量的一部分,因此被反射的信号部分沿着波导 104 再次传播回物位测量装置 101。未被反射的信号部分进入液体 106 中,并且在其中以剧烈减小的速度沿着波导 104 传播。电磁波 103 在液体 106 的内部的速度  $c_{\text{介质}}$  由液体 106 的材料特性确定:

[0064]

$$c_{\text{介质}} = \frac{c_0}{\sqrt{\epsilon_R \cdot \mu_R}}$$

[0065] 其中  $c_0$  表示真空中的光速,  $\epsilon_R$  表示液体的介电常数,并且  $\mu_R$  表示液体的磁导率。在波导 104 的下端部 108 上, 剩余的信号部分同样被反射, 并且在相应的运行时间之后再次返回到物位测量装置 101。在物位测量装置中到达的信号借助于高频单元 102 来处理, 并且优选被转换到频率较低的中频区域中。借助于模数转换单元 109, 将模拟的回波曲线数字化并且提供给评估单元 110, 所述模拟的回波曲线由高频单元 102 提供。评估单元 110 分析数字化的回波曲线, 并且基于包含在其中的回波根据已知的方法确定由在填充物表面 105 上的反射产生的回波。此外, 评估单元确定直至这个回波的精确的距离。此外到回波的精确的距离校正为, 使得补偿叠加的气体环境 107 对电磁波的传播的影响。将这样算出来的、已补偿的与填充物 113 的距离提供给输出单元 111, 所述输出单元根据用户的预设例如通过线性化、偏移校正、换算为填充高度  $d_B-d_L$  来进一步处理确定的值。已处理的测量值在外部通信接口 112 上向外提供。在这种情况下, 能够使用所有已建立的接口, 特别是 4...20mA 电流接口、工业现场总线如 HART (可寻址远程传感器高速通道的开放通信协议)、过程现场总线(Profibus)、FF (基金会现场总线), 但或者也可以使用电脑接口如 RS232、RS485、USB (通用串行总线)、以太网、FireWire (火线)。

[0066] 图 2 再一次详细阐明了重要的步骤, 所述步骤在在评估单元 110 中进行回波信号处理时应用于不同的介质的影响的补偿。

[0067] 曲线 201 首先示出由模数转换单元 109 经过一定时间所检测的回波曲线 204。所述回波曲线首先包含发送脉冲 205。短时间后, 在时间点  $t_0$  上检测第一反射 206, 所述第一反射由高频信号在波导 104 上的耦合输入引起。另一反射 207 来自于填充物表面 105, 并且在时间点  $t_L$  上检测。最后在时间点  $t_B$  上检测从波导 104 的下端部 108 产生的回波 208。

[0068] 在第一个处理步骤中, 将依据时间的曲线 201 转换为依据距离的曲线 202。在所述转换期间假定, 所检测的曲线仅通过在真空中的传播形成。将图示 201 的纵坐标通过乘以真空中的光速换算为距离轴。此外通过对偏移的计算实现: 由高频信号的耦合输入引起的回波 206 获得 0m 的距离值。

[0069] 第二个图示 202 示出作为电距离 D 的函数的回波曲线。电距离相应于在确定的时间中电磁波经过的距离。电距离完全不考虑介质的影响, 所述影响可能导致电磁波的较慢的传播。因此, 曲线 202 是未补偿的、但是与位置相关的回波曲线。

[0070] 在当前的图示中, 电距离总是用大写字母 D 表示, 反之物理距离用小写字母 d 表

示,所述物理距离能够直接在容器上复测。

[0071] 此外可完全地补偿图示 202 的回波曲线。第三个图示 203 示出已完全补偿的回波曲线。为了实现回波通过物理距离的表示,必须在当前情况下考虑位置 0 和  $D_L$  (曲线 202) 之间的区域中叠加介质 107 的影响。必须将横坐标的电距离数据根据下述关系在 0 和  $D_L$  之间换算为物理距离数据:

$$[0072] \quad d_i = \frac{D_i}{\sqrt{\epsilon_L \cdot \mu_L}}$$

[0073] 因为  $\epsilon_{\text{空气}}$  和  $\mu_{\text{空气}}$  非常近似于 1,所以对这部分不进行校正。但是必须将横坐标的电距离数据在  $D_L$  和  $D_B$  之间根据下述关系换算为物理距离数据:

$$[0074] \quad d_i = \frac{D_i}{\sqrt{\epsilon_M \cdot \mu_M}}$$

[0075] 最后,第三个图示 203 示出已校正的曲线。不仅与填充物表面的回波 209 的距离,而且从波导 104 的下端部 108 产生的回波 210 的距离也与在容器 100 上可复测的距离 113, 114 一致。

[0076] 在这一点上应指出的是,在信号处理范围内,在装置中能够对于所有回波执行到曲线 202 的转换,也就是说不同的回波的电距离的确定。一般而言,不执行将回波曲线转换到补偿的回波曲线,因为各个物位值的校正是足够的。

[0077] 图 3 示出用于物位测量和分阶层测量的机构。物位测量装置 101 首先检测回波曲线 301,所述回波曲线除了由填充物表面 302 产生的回波 ( $E_L$ )303,也具有从分阶层 306 产生的回波 ( $E_I$ )307。出于完整性的原因,回波曲线 301 也包含从容器底部 304 产生的回波 ( $E_B$ )305,所述回波在实践中仅很少能被检测到,因为通过在表面 302 上以及在分阶层 306 上的反射,由物位测量装置发射的信号几乎全部能量被反射。

[0078] 在假设有叠加的空气 ( $\epsilon_{\text{空气}} = \mu_{\text{空气}} = 1$ ) 的情况下或者根据不同地给定参数,用户根据下述公式由通过逻辑单元 110 确定的、到填充物表面的电距离得出物理距离:

$$[0079] \quad d_L = \frac{D_L}{\sqrt{\epsilon_L \cdot \mu_L}}$$

[0080] 此外根据现有技术假设,  $\epsilon_I$  和  $\mu_I$  也就是分阶层介质 308 的介电常数和磁导率通过用户输入已知。因此接着是到分阶层的距离:

$$[0081] \quad d_I = d_L + \frac{D_I - D_L}{\sqrt{\epsilon_I \cdot \mu_I}}$$

[0082] 直接可以看出的是,所述方法在实际转换中引起问题。一方面不仅叠加气体环境 309 的介电常数和磁导率必须是事先已知的,而且这样的分阶层介质 308 的介电常数和磁导率也必须是事先已知的,或者通过用户手动给出。这至少导致了舒适度低的操作,并且如果叠加介质 309 和 / 或分阶层 308 的特性在运行时间期间经受改变,就总是引起大的问题。所述特性一方面会因为填充其它的介质而波动,但是也会因材料特性值对于外部影响如压力和 / 或温度的依赖性而波动。

[0083] 如果到分界层 401 的距离仅不明显地大于到总物位的表面 402 的距离,那么在上文中所描述的方法可能会具有弱点。

[0084] 图 4 阐明了这个问题。由传感器 101 检测的回波曲线 405 不再允许由表面 406 产生的回波( $E_L$ )403 与由分界层 407 产生的回波( $E_T$ )404 可靠地分离,这导致与分界层 401 的距离的所确定的值严重不准确。

[0085] 当分界层的形成被阻碍时,根据雷达原理或者制导微波的原理的这样的测量就总是完全不可行。

[0086] 图 5 示出相应的机构。在容器 501 中存在搅拌器 502,所述搅拌器持续地阻止乳浊液 503 反乳化并且阻止分界层形成。由物位测量装置 101 检测的回波曲线 505 因此仅包含回波( $E_L$ )504,从所述回波的位置能够推测总物位  $d_L$  402。通过仅基于电磁波的方法不能对在乳浊液 503 中混合的组成部分的质量份额和体积份额进行确定。

[0087] 容器中的乳浊液能够通过多个传感器或者多个测量方法的组合在装置中测量。对此装置和组件上的增加的支出和材料特性值的全面的输入常常是必要的。

[0088] 此外,分界层和 / 或乳浊液在特殊构成的容器中测量。

[0089] 图 11 示出具有旁通管 1105 的相应的机构。测量实现了对下部介质 1104 和上部介质 1102 之间的分界层 1103 的位置的连续确定,只要通过使用使用者保证总物位 1101 的位置总是位于上部连接部 1107 的上方。旁通管 1105 被连续地填充这两种介质直至填充到上边缘。借助于这种机构不能够同时确定总物位 1101 的位置和分界层 1103 的位置。

[0090] 图 12 示出在使用搅拌器时和乳浊液形成时根据图 11 的机构的情况。这种机构的缺点在于在构造容器时的附加的支出,不能同时确定物位和必须保持容器在上部连接部 1107 的区域中总是填充有上部介质 1102 的必要性。

[0091] 在下文中描述了根据本发明的其它的实施例:

[0092] 图 6 示出根据本发明的一个实施例的设备。所述设备具有第一同轴导体 601,所述第一同轴导体从构造方面来看与迄今所使用的形式 104 相同。除此之外,所述设备具有第二同轴导体 602,所述第二同轴导体与迄今所使用的用于分界层测量的同轴导体区别在于,第二同轴导体沿着其纵向扩展仅在下端部 603 上和上部末端 604 上具有开口。在此之外,所产生的竖管 602 是封闭的,所述竖管从电的方面来看用作为同轴导体。这两种同轴导体形成测量装置 600 的两个测量通道 A 和 B。

[0093] 如果容器 605 填充有两种不同的介质 606,607,那么通过竖管 B602 的特殊的设计方案得出代表分界层位置和总物位位置的不同的标位。与对于与在测量 B 的管 602 中形成的分界层的物理距离  $d_{TB}$  611 相比,在测量 A 的容器 605 中进而也在管 601 中,对于与分界层的物理距离  $d_{TA}$  608 得出不同的值。同样,与对于到在测量 B 的管中形成的液体表面的物理距离  $d_{LB}$  610 相比,对于与容器中的介质表面的物理距离  $d_{LA}$  609 得出不同的值。在假设容器底部上有相同的流体静压力的情况下,本领域技术人员能够容易地推导出描述测量 A 的容器中和管中的各个标位的关系。

[0094] 现在,根据本发明的物位测量装置,在教学阶段的范围中但或者也可以在正常的测量周期期间同时地或者时间上彼此相继地执行两个独立的测量 A 和 B。借助于同轴导体 601 来执行的测量 A 的反射由物位测量装置检测,并且以数字回波 701 的形式在评估单元 110 中进一步被分析。评估单元 110 根据已知的方法特别确定到待测量的介质的表面的电

距离  $D_{LA}$ 、到分界面的电距离  $D_{IA}$ ，并且如果由于振幅比而可行，则确定与底部回波的电距离  $D_{BA}$ 。此外，借助于同轴导体 602 来执行的测量 B 的反射由物位测量装置检测，并且以另一个数字回波 702 的形式在评估单元 110 中进一步被分析。评估单元 110 根据已知的方法再次确定到管 B 中待测量的介质的表面的电距离  $D_{LB}$ 、到管 B 中分界面的电距离  $D_{IB}$ ，并且如果由于振幅比而可行，则确定与管 B 中底部回波的电距离  $D_{BB}$ 。

[0095] 基于所确定的值能够按如下所述推知分界面介质的介质特性：

[0096]  $\epsilon_I \cdot \mu_I$

[0097]

$$= \left( \frac{(D_{BB} - D_{IB}) \cdot (D_{IA} - D_{LA}) - (D_{BA} - D_{IA}) \cdot (D_{IB} - D_{LB})}{(D_{BB} - D_{IB}) \cdot \left( d_B - \frac{1}{\sqrt{\epsilon_L \cdot \mu_L}} \cdot D_{LA} \right) - (D_{BA} - D_{IA}) \cdot \left( d_B - \frac{1}{\sqrt{\epsilon_L \cdot \mu_L}} \cdot D_{LB} \right)} \right)^2$$

[0098] 上面的公式可以看出，除了从测量 A 和测量 B 测定的特性值，不仅探讨容器高度  $d_B$  也探讨了叠加的气体环境 612 的介质特征  $\epsilon_L \cdot \mu_L$ 。容器高度  $d_B$  能够从工厂起就被不变地保存在物位测量装置 600 中，因为所述容器高度由于同轴导体的成品长度是已知的。对于叠加的气体环境 612 的介质特征  $\epsilon_L \cdot \mu_L$  能够在多个实际应用中作为 1 的替换值，所述替换值相应于叠加有空气。如果这样假设的叠加介质有偏差，那么一方面考虑用户输入或者但是也可以考虑自动地测定。

[0099] 此外可计算下部的介质的介质特性：

$$[0100] \quad \epsilon_M \cdot \mu_M = \left( \frac{D_{BB} - D_{IB}}{d_B - \frac{1}{\sqrt{\epsilon_L \cdot \mu_L}} \cdot D_{LB} - \frac{1}{\sqrt{\epsilon_I \cdot \mu_I}} (D_{IB} - D_{LB})} \right)^2$$

[0101] 这个特性值特别能够有利地用于底部回波的测量，但是对于本发明的核心方面不是强制需要的。

[0102] 分界面介质和 / 或下部介质的介质特性的确定仅必须一次性地在运行时或者在介质改变时进行。因为在这些时间点容器 605 一般而言仅被较少地填充，所以产生了好的机会，即能够在测量方面根据回波曲线 701 和 702 确定所需要的特性值  $D_{BA}$  和  $D_{BB}$ ，介质的阻尼特性由于较小的层厚度仍然保持为非常有限。可替代地，也可通过用户输入确定分界面介质的介质特性。

[0103] 此外，基于所确定的特性值，可自动地确定下部介质 606 的密度  $\rho_M$  以及上部介质 607 的密度  $\rho_I$  的比：

$$[0104] \quad \kappa = \frac{\rho_M}{\rho_I} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{\sqrt{\epsilon_L \cdot \mu_L}}{\sqrt{\epsilon_I \cdot \mu_I}} \cdot \left( \frac{D_{IA} - D_{IB}}{D_{LA} - D_{LB}} - 1 \right)}$$

[0105] 所确定的  $\epsilon_L \cdot \mu_L$  的值以及  $\kappa$  的值是面向应用的常量，所述常量由物位测量装置在开始运行时计算，并且所述常量存储在物位测量装置的存储器中。可能也可行的是，连续地确定所述值，以便因此能够自动地使测量匹配于发生改变的介质 606, 607。可能基本也可

行的是,  $\epsilon_L \cdot \mu_L$  的值以及  $\kappa$  的值能够由使用者输入。

[0106] 基于所确定的、面向应用的常量, 此时能够开始正常的测量周期。

[0107] 图 8 示出在乳浊液测量期间的设备。通过搅拌器 802 的运行持续地阻止由下部介质 606 和上部介质 607 组成的乳浊液 801 反乳化并且阻止分界层形成。在测量 B 的竖管中, 乳浊液的组分 803, 804 由于在该处不存在涡流而完全地反乳化, 并且构成整齐的分界层 805 以及液体表面 806, 所述液体表面定位测量 B 的物位或者总物位。

[0108] 现在, 根据本发明的物位测量装置同时地或者在时间上彼此相继地执行两个独立的测量 A 和 B。借助于同轴导体 601 来执行的测量 A 的反射通过物位测量装置检测并且以数字化的回波曲线 901 的形式在评估单元 110 中进一步被分析。评估单元 110 根据已知的方法特别确定到待测量的介质的表面的电距离  $D_{LA}$ 。由于存在乳浊液时不可能根据来自测量 A 的回波曲线 901 对分界层回波进行确定。此外, 借助于同轴导体 602 来执行的测量 B 的反射由物位测量装置检测并且以另一个数字化的回波曲线 702 的形式在评估单元 110 中进一步被分析。评估单元 110 再次确定到管 B 中待测量的介质的表面的电距离  $D_{LB}$  以及到管 B 中分界层的电距离  $D_{IB}$ 。一般而言并且尤其在近似完全填满的容器中, 底部回波的检测由于振幅比是不可行的, 但是在这个方法的范围中也是不再必要的。

[0109] 基于所确定的值, 能够推测容器中的可能的分界层的位置, 所述分界层会在乳浊液完全反乳化后形成, 并且其位置根据下述公式来确定:

$$[0110] \quad d_{IA} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_L \cdot \mu_L}} \cdot \left( \frac{D_{LA} - \kappa \cdot D_{LB}}{1 - \kappa} \right) + \frac{1}{\sqrt{\epsilon_L \cdot \mu_L}} \cdot (D_{IB} - D_{LB})$$

[0111] 此外能够算出其它的特性值, 所述特性值在分界层测量和 / 或乳浊液测量的范围中是必要的。对此例如是下部介质的标位、存在于容器中的乳浊液的百分比组成、容器中介质份额的分配、容器中质量份额(利用  $\kappa$ ) 的分配或者其它更多。

[0112] 所述方法此外也适合于改善传统的分界层测量。如果在容器中填充比存在为, 使得在分界层和液体表面之间仅产生小的间距(参看图 4), 那么在使用根据本发明的设备时在确定分界层的位置时实现了精确度的显著改善, 因为不需要相应的用于评估的回波。此外本发明提供了如下优点, 即也能够正确地测量乳浊液的部分的反乳化。

[0113] 图 10A 至 10I 示出本发明的其它实施例。有代表性的并且必要的是, 总是存在与容器分隔开的腔区域或者至少一个子区域, 在所述腔区域或者子区域中产生一个分界层回波位置, 所述分界层回波位置不同于容器本身中的分界层回波位置。

[0114] 实施例 1001 (图 10A) 通过结合根据制导微波 1002 的原理的物位测量装置实现了根据本发明的方法, 所述物位测量装置将其来自于探针 A 的测量的结果经由通信线路 1004 传送到第二测量装置 1003 上。所述物位测量装置设计为, 除了测量探针 B 1004 的测量, 实现所确定的特性值的计算上的关联, 并且向外部提供结果。

[0115] 实施例 1011 (图 10B) 由常规的雷达 - 物位测量装置 1012、根据制导微波原理的根据本发明的物位测量装置 1013 以及上级的控制和评估单元 1014 组成, 其中所述雷达 - 物位测量装置确定测量 A 的结果, 所述根据本发明的物位测量装置确定测量 B 的结果, 所述控制和评估单元根据本发明评估在测量 A 和测量 B 中所确定的特性值, 并且向外部提供。

[0116] 实施例 1021 (图 10C) 示出另一个变型方案。在这里测量 A 借助于根据制导微波

原理的物位测量装置 1022 来实现,而测量 B 借助于常规的雷达装置 1023 来实现,所述雷达装置检测填充物表面的位置以及在根据本发明的竖管 1024 中的分界层的位置。上级的控制和评估单元 1025 再次评估这两个测量的结果,并且将其向外提供。

[0117] 实施例 1031 (图 10D)示出另一个变型方案。根据本发明的同轴 - 竖管 1032 在内部中用于检测测量 B 的特性值,并且此外作为杆式探针来使用,在所述杆式探针的外表面上能够执行根据制导微波的原理的测量 A。这个设计方案的优点特别在于,根据本发明的物位测量装置 1034 仅使用容器 1033 中的一个工艺开口。

[0118] 实施例 1041 (图 10E) 的测量探针在内部由根据本发明的同轴竖管(对照参考标记 1004)组成,在所述同轴竖管中实施测量 B。此外所述探针根据申请:“Vorrichtung zur doppelten Füllstandmessung nach einem Laufzeitverfahren(用于根据渡越时间法的双重物位测量的设备)”用外部的包套管 1042 加装成双重同轴探针,所述包套管以规则的间距具有孔 1043。在此,测量 A 在外部的同轴导体中进行,所述外部的同轴导体使用竖管 1004 作为内部导体。

[0119] 在化工的许多容器中,使用单独设置的旁通管来确定物位。实施例 1051 (图 10F) 示出这样的机构。原来的容器 1052 具有平行设置的旁通管 1053,所述旁通管在其上端部上并且在容器底部附近具有与容器的连接部(603,604)。这样存在的机构例如能够加装有两个实施测量 A 和测量 B 的雷达 - 物位测量装置 1054,1055 以及上级的控制和评估单元 1056,使得形成根据本发明的用于测量分界层和 / 或乳浊液的设备。

[0120] 所有在上文中描述的实施例是一般性的,它们仅示出示例性的机构。可能总是可根据不同类型的原理来实施所使用的测量装置 A 和 B。此外可使用分离的评估单元或位于这两个装置 A 和 B 的至少一个中的评估单元。此外可能总是可在单一的装置中组合两个探针或者两种测量方法。

[0121] 在图 10G 的实施例中第一子区域 602 和第二子区域 601 仅通过设置在容器底部 620 附近的连接部 603 彼此连接。这两个子区域 601,602 例如具有阀 621,622 以用于压力补偿,所述阀设置在容器的上部。

[0122] 在图 10H 的实施例中,这两个子区域不仅经由下部的连接部 603 也经由上部的连接部 604 彼此连接,并且第二子区域 601(而非第一子区域 602)具有用于压力补偿的阀 621。

[0123] 在图 10I 的实施例中,这两个子区域 601,602 经由下部的连接部 603 彼此连接。第一子区域 602 不构成为竖管。相反地,第一子区域与第二子区域通过平坦的分隔壁 623 分隔开。为了第一子区域 602 中的物位测量,同样能够设置一个物位雷达。

[0124] 此外应注意用于乳浊液测量、分界层测量或者物位测量的设备的测量电子装置的可能的电路的设计方案的多样性。对此例如在图 15 中示出。相对于在上文中所介绍的不同探针的变型,在这里介绍相应的电子器件的一些可能的设计方案。需要注意的是,到目前为止所介绍的探针的探针端口在图 15 的描述中通过字母 A 和 B 来表示。

[0125] 可行的是,通过常规的物位测量装置 101 的两个完整的电子部件 1512,1513 的组合实施根据本发明的设备。电子部件可根据不同的原理,以匹配于端口 A 和 B 上的所使用的探针耦合输入的设计方案的方式工作。上级的评估单元 1511 计算由电子部件 1512,1513 提供的、代表物位位置和 / 或分界层位置的各个值(来自于测量 A 和 B),并且在此形成至少一个在外部接口 1514 上提供的测量值。

[0126] 图示 1520 示出另一个电子装置变型方案的构造。这个变型方案的功能性相应于来自于图示 1510 的功能性,其中高频生成单元 1521、模数转换单元 1523 和评估单元 1525 能够组合以执行第一测量,并且此外高频生成单元 1522、模数转换单元 1524 和评估单元 1526 能够组合以执行第二测量。由这些测量所确定的测量值通过适当的程序逻辑在输出单元 1527 中交互计算并且向外提供。应当指出的是,在这个结构中,测量 B 也能够根据替换的测量原理来实现。那么,高频单元 1522 必须由适合的单元(激光生成单元,超声生成单元)替代。

[0127] 根据图示 1530 的另一个实施变型方案相应于来自于图示 1520 的实施变型方案,但是为了评估数字化的在端口 1531 和 1532 上提供的回波曲线,使用共同的评估单元 1533。

[0128] 此外也能够借助于根据机构 1540 的单一的模数转换单元执行将信号转变成数字表示。为此,除了模数转换单元 1541,设备还具有模拟开关 1542,所述模拟开关将模拟的低频信号以时分多路复用传输传送到模数转换单元 1541 上。

[0129] 此外,机构 1550 有利地使用传感器的已有的高频单元 1551 的已有的结构,并且对这个结构加装高频转换开关 1552。通过这种变型方案实现了根据本发明的设备的特别简单的构造。

[0130] 此外,在石化工业的许多容器中期望的是,仅检测分界层的位置。对此例如是石油储存容器,在所述石油储存容器中应监测沉积在底部上的水-冷凝物-层。

[0131] 图 13 示出三个根据本发明的用于容器的子区域中的分界层测量和/或乳浊液测量的设备。

[0132] 根据图 13 的图示(A)的机构示出根据渡越时间法 1301 的物位测量装置,所述物位测量装置的波导 1302 向下打开,并且此外在所述波导的下部区域中具有孔 1303。波导能够根据物位测量装置的类型设计为波导管或者也可以设计为同轴导体。所述机构实现了波导内部的分界层 1304 的检测,其中这个分界层的液位在波导的内部和外部是一致的。此外,上部的介质穿过孔 1303 流到波导中,在其中上升,但直至到达波导之外的液位,因为所述波导向上封闭,并且位于其中的气体环境 1305 被上升的液体压缩并且形成反压力。可能可行的是,在波导的上端部上,借助于设置在第一区域中的填充介质的上方的压力传感器检测所述这个压力,并且在此推知物位的液位。在之前所描述的值也能在乳浊液形成期间可靠地检测,并且例如能够用于操控冷凝泵 1306。

[0133] 根据图 13 的图示(B)的机构相应于来自于图示(A)的设置,此外在波导的上端部上具有另一个孔 1307,所述孔保证在波导中总物位的液位 1308 与波导之外的液位相同。所述机构类似于图 3 的机构,但是不利用下述事实情况,即仅在下部的区域中测量分界层,为此单一的孔 1309 在波导中和波导之外满足分界层和介质的液位补偿。多个沿着波导的孔是不需要的,这能够有助于波导之内的显著更好的反射情况。孔一般而言造成接收信号中相当大的干扰。

[0134] 根据图 13 的图示(C)的机构完整地详细说明了在波导的下部区域中的分界层的测量。因为对直至距离  $d_0$  的反射不感兴趣(仅确定容器的下部区域中的分界层),所以波导 1310 构造成,使得不可能发生液体在物位测量装置和距离  $d_0$  之间的区域中进入波导的内腔中。对此探针能够填充有电介质,或者也可以具有密封件。这种机构的大的优势在于,物位测量装置 1311 的用于测量的信号沿着直至距离  $d_0$  的传播范围不可能受到上部介质 1312 或

者叠加气体环境 1313 的阻尼,或者不可能在其传播范围中受到影响。

[0135] 图 13 相应地示出测量设备,特别是物位测量设备、分阶层测量设备或者乳浊液测量设备,所述测量设备根据渡越时间法来工作。设备具有用于容纳第一液体 606 和 / 或第二液体 607 的容器 605,所述第二液体与第一液体相比具有更小的密度。容器具有第一子区域 602,第二子区域 601 和在这两个子区域 601,602 之间的用于交换这两个子区域 601,602 之间的液体的至少两个连接部 1303,1321 (对此也见图 6)。

[0136] 第一子区域 602 由波导构成,所述波导至少部分地设置在容器 605 中,其中所述波导在上部区域 1305 中是封闭的,以至于用液体 606,607 填充第二子区域 601 导致上部区域中的压力上升。

[0137] 此外设置测量设备,特别是用于检测回波曲线的物位测量设备或者分阶层测量设备 1301,1311,所述回波曲线描述了波导之内的反射情况。

[0138] 包含在测量设备中的评估单元(未示出)构造成,确定在第二子区域 601 中代表物位的位置和 / 或填充介质的两种不同的液体之间实际存在的或虚拟存在的分阶层的位置的至少一个特性值,其中所述评估单元为此使用回波曲线。

[0139] 根据另一个实施例,测量设备在上部区域 1305 中还具有至少一个压力测量装置或者压力测量机构 1320,其中包含在测量设备中的评估单元构造为,借助于上部区域 1305 中的压力来确定在第二子区域 601 中代表总物位的位置和 / 或第一液体和第二液体之间的实际存在的或虚拟存在的分阶层的位置的至少一个特性值。

[0140] 根据另一个实施例,波导 602 是波导管。

[0141] 根据另一个实施例,波导 602 是同轴波导。

[0142] 根据另一个实施例,测量设备 1301,1311 是发送电磁发送信号或者声学发送信号的测量设备。

[0143] 根据另一个实施例,测量设备是如下设备 1301,1311,所述设备根据制导微波的原理来工作,并且具有内部导体 104 (见图 1),所述内部导体设置在第一子区域 602 的内部,其中所述内部导体 104 和第一子区域 602 的壁构成同轴导体,从而借助于由内部导体和第一子区域的壁构成的同轴导体确定第一子区域 602 之内的物位。

[0144] 根据另一个实施例,测量设备此外在上部区域 1305 中具有电介质 1322 或密封件,所述电介质或者所述密封件阻碍第一和 / 或第二液体进入第二区域。

[0145] 此外提出一种用于乳浊液测量的方法,所述方法具有下述步骤:

[0146] - 将第一液体 606 和 / 或第二液体 606 注入容器 605 的第二子区域中,所述第二液体与第一液体相比具有更小的密度,所述容器具有第一子区域 602、第二子区域 601 和在这两个子区域 601,602 之间的、用于在这两个子区域 601,602 之间交换液体的至少两个连接部 1303,1321 ;

[0147] 其中所述第一子区域 602 由波导构成,所述波导至少部分地设置在容器 605 中 ;

[0148] - 波导 602 的上部区域 1305 中的压力升高,因为所述波导 602 在上部区域 1305 中是封闭的 ;

[0149] - 检测回波曲线,所述回波曲线描述了波导 602 之内的反射情况 ;

[0150] - 利用回波曲线确定在第二子区域 601 中代表物位的位置和 / 或填充介质的两种不同的液体之间的实际存在的或虚拟存在的分阶层的位置的特性值。

[0151] 此外能够设置下述步骤：

[0152] 确定波导的上部区域(1305)中的压力；

[0153] 借助于上部区域(1305)中的压力确定在第二子区域(601)中的第一和 / 或第二液体的总物位的至少一个特性值。

[0154] 图 14 示出根据本发明的一个实施例的方法的流程图。在步骤 1401 中,在容器的第一子区域中进行总物位的确定以及进行位于容器中的两种液体之间的分界层的位置的确定。

[0155] 在步骤 1402 中,在容器的第二子区域中进行总物位的确定以及进行位于容器中的两种液体之间的分界层的位置的确定。在步骤 1403 中计算这两种液体的密度的比。在步骤 1404 中搅动容器的第二子区域中的液体,以至于构成乳浊液,并且在步骤 1405 中在容器的第二子区域中添加另外量的液体。在步骤 1406 中再次分别在第一子区域中和第二子区域中进行回波曲线的检测和评估。从这样获得的容器的第一子区域的两个测量值和容器的第二子区域的一个测量值(总物位)出发,现在在步骤 1407 中,在知道这两种液体的密度比的情况下计算可能的分界层的位置或者混合比。在这里重要的是,两个总物位位于不同的液位上。

[0156] 另外应指出是,“包括”和“具有”不排除其它的元件或步骤,并且“一个”不排除多个。此外应指出的是,参考上述实施例之一描述的特征或步骤也能够在与其它在上文中描述的实施例的其它特征或步骤相结合地使用。权利要求中的参考标记不应被视为是限制性的。

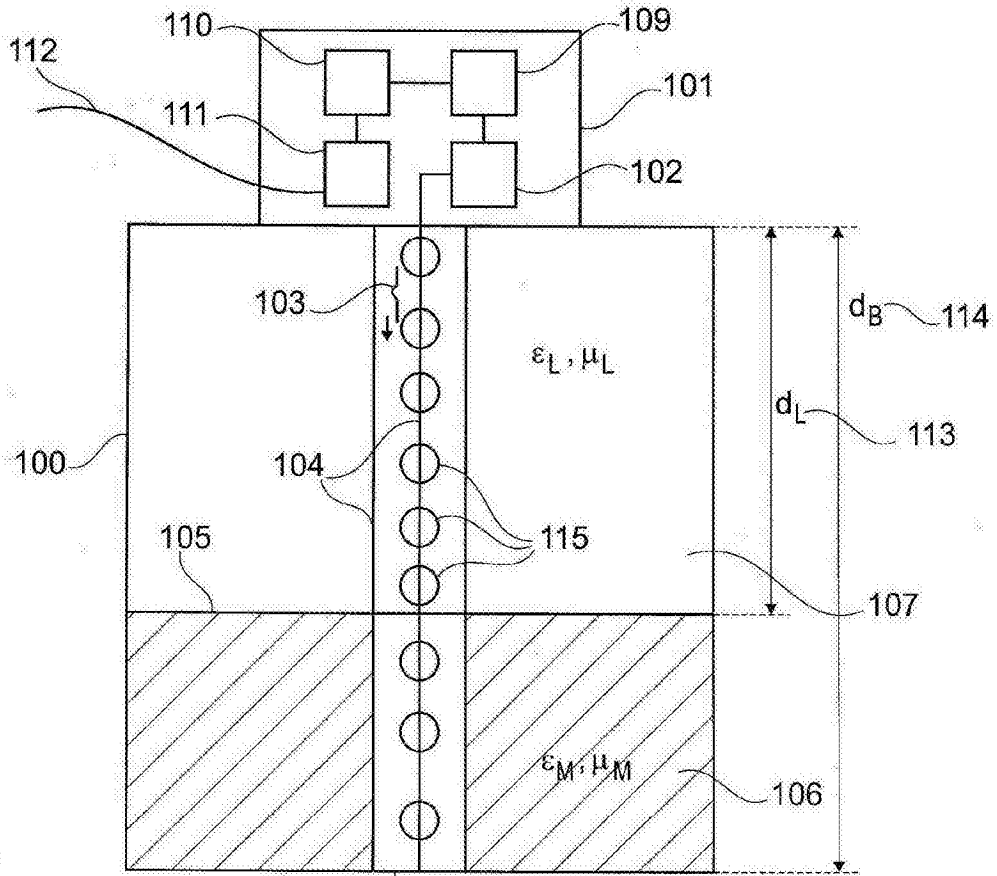


图1

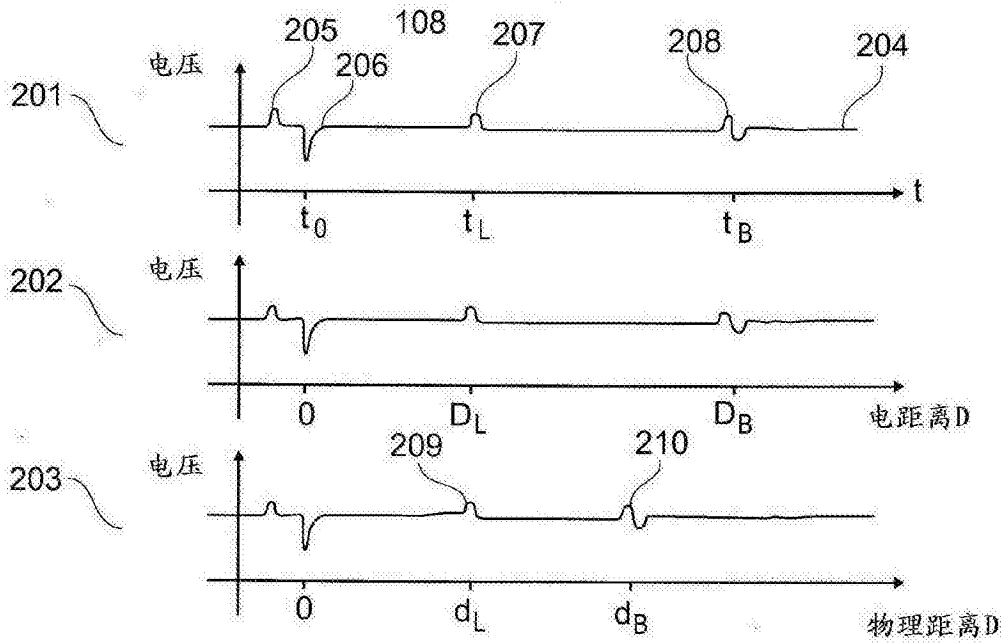


图2

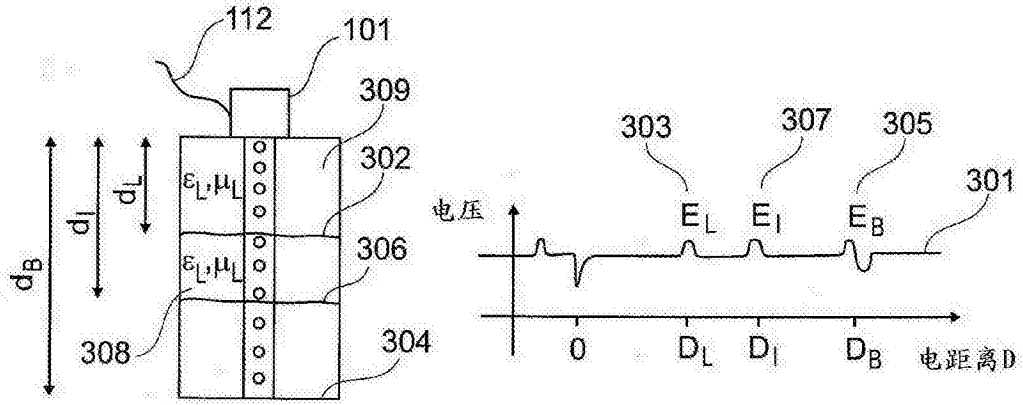


图 3

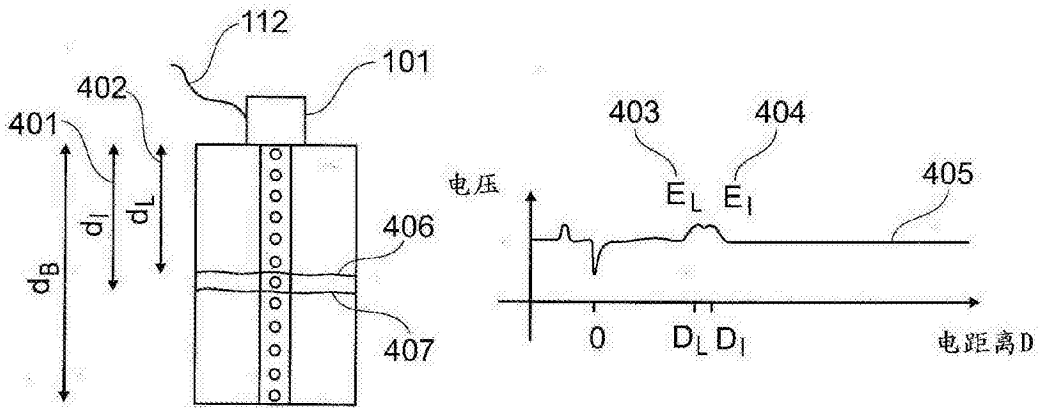


图 4

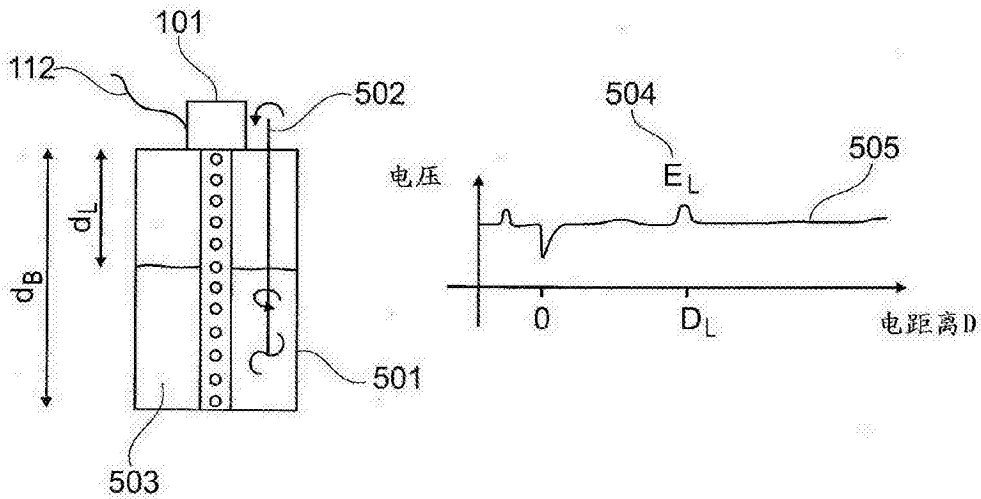


图 5

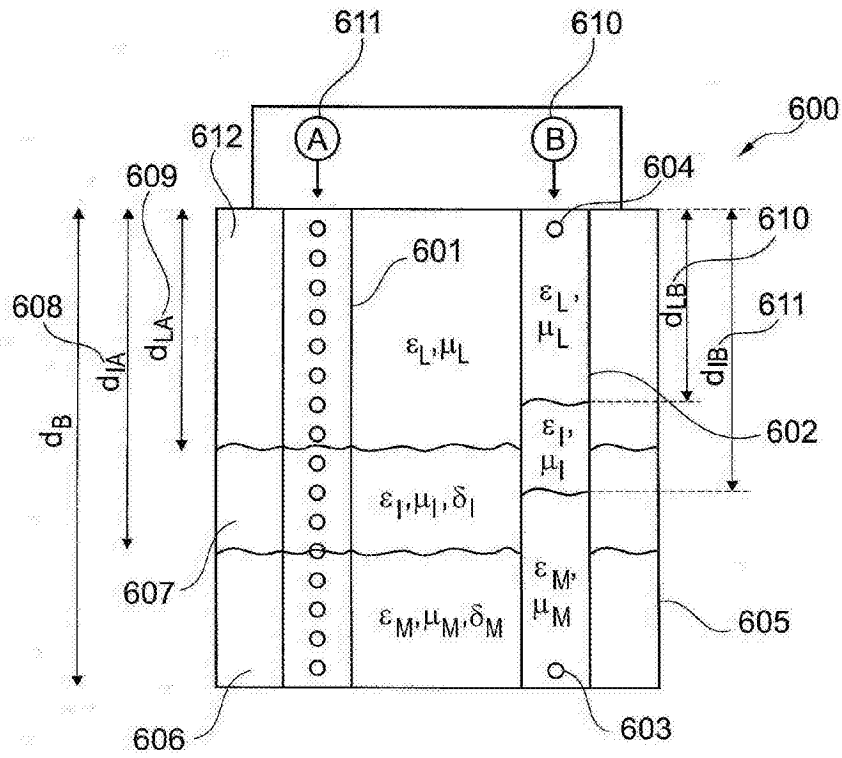


图 6

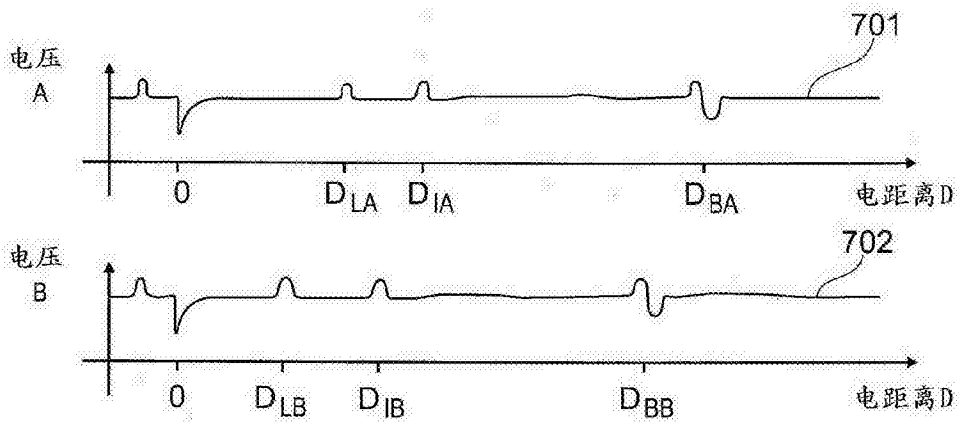


图 7

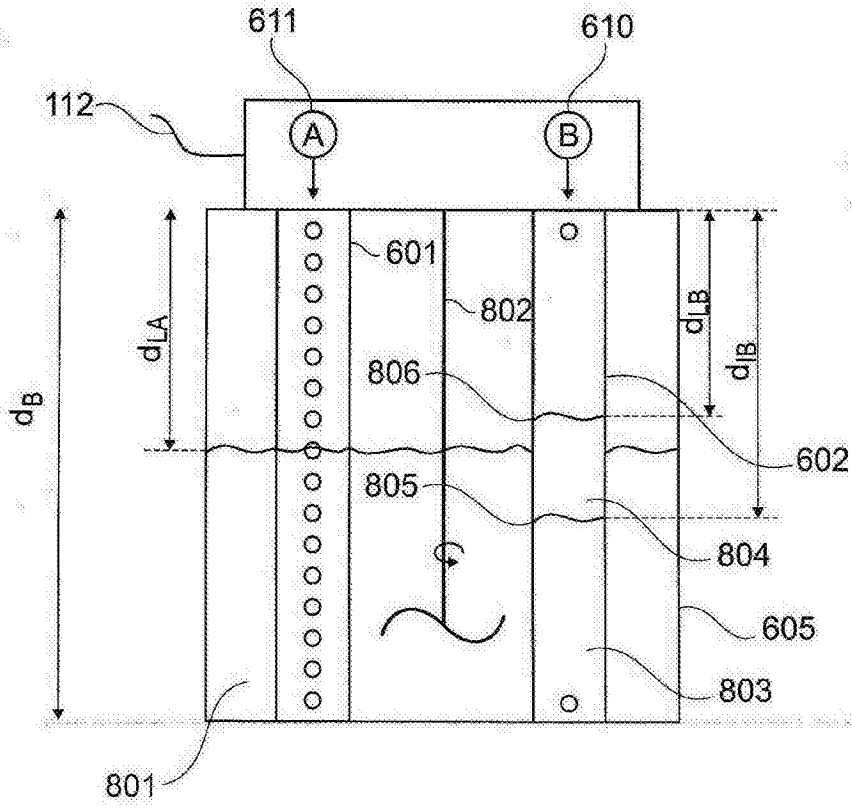


图 8

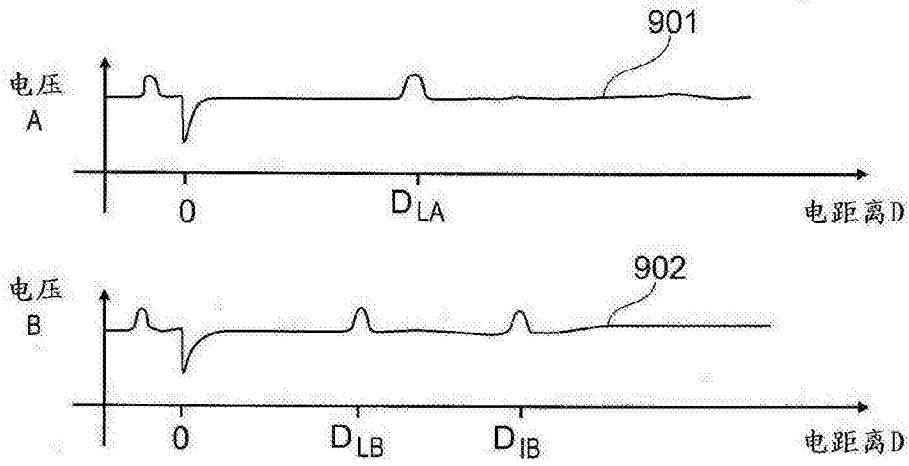


图 9

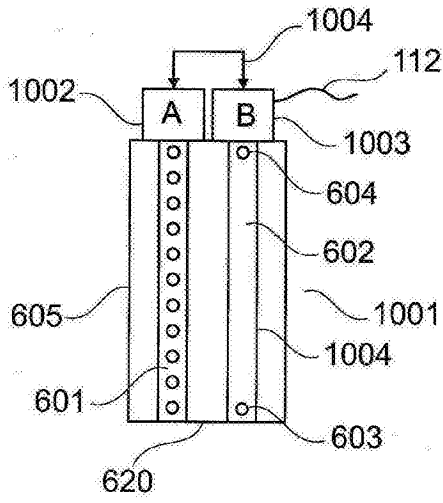


图 10A

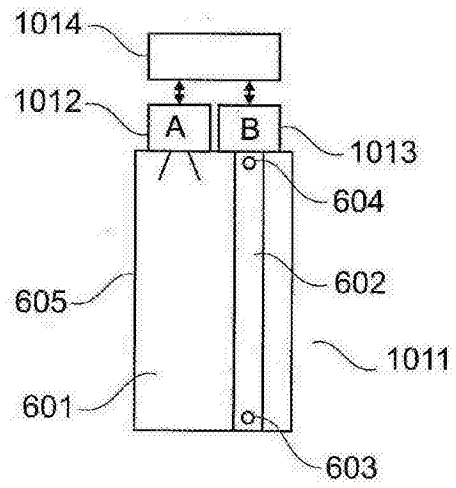


图 10B

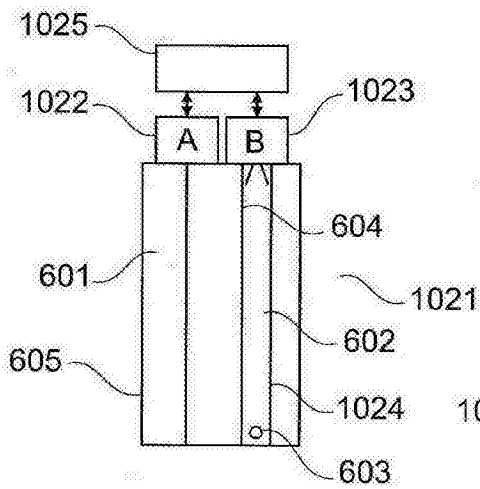


图 10C

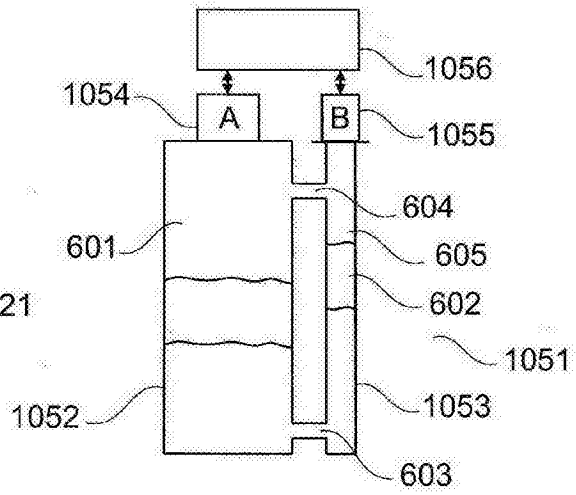


图 10F

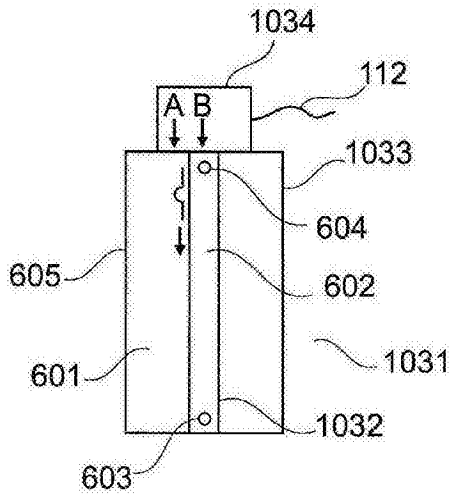


图 10D

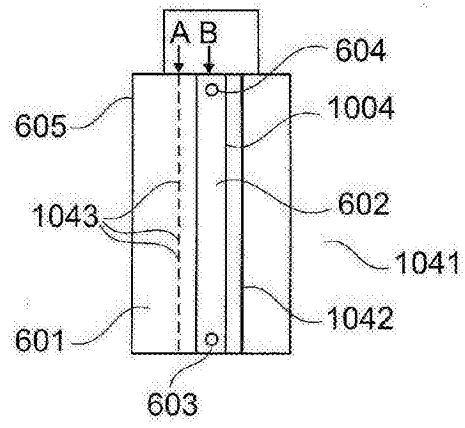


图 10E

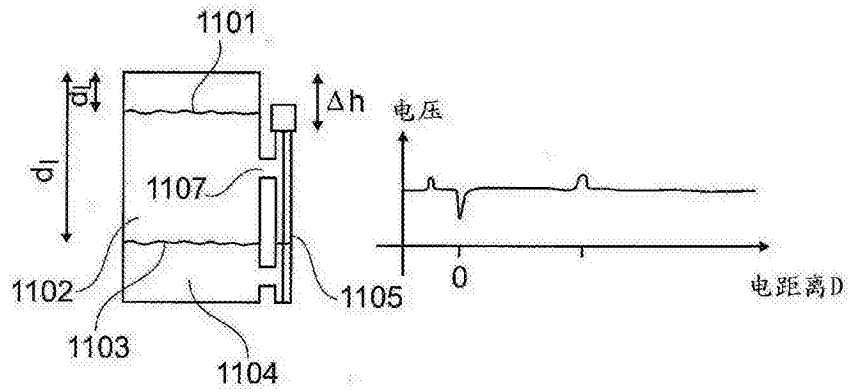


图 11

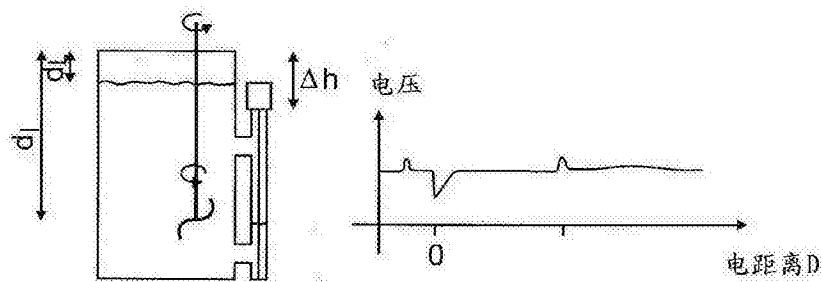


图 12



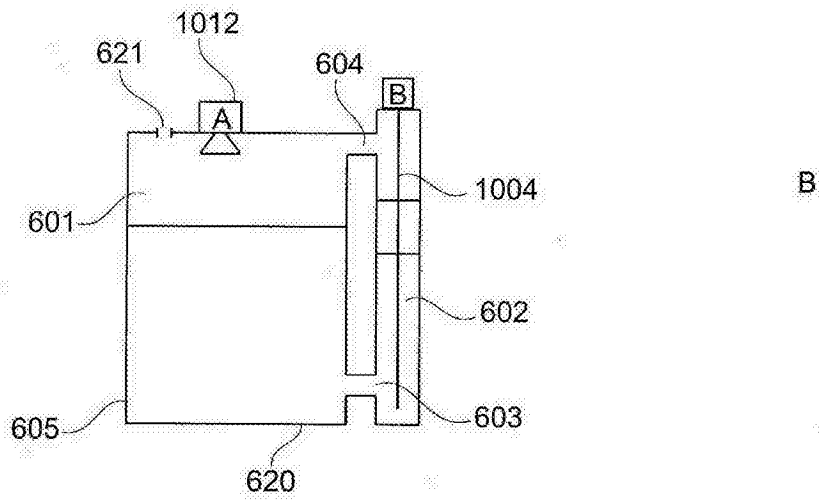


图 10H

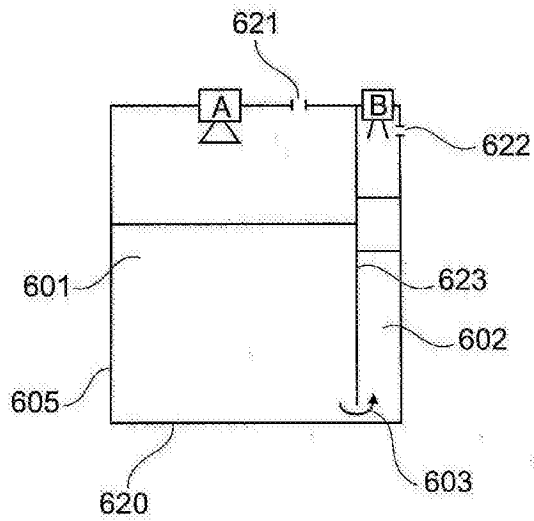


图 10I

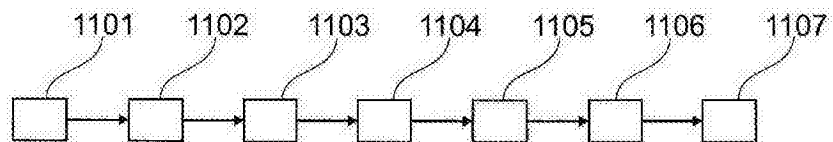


图 14

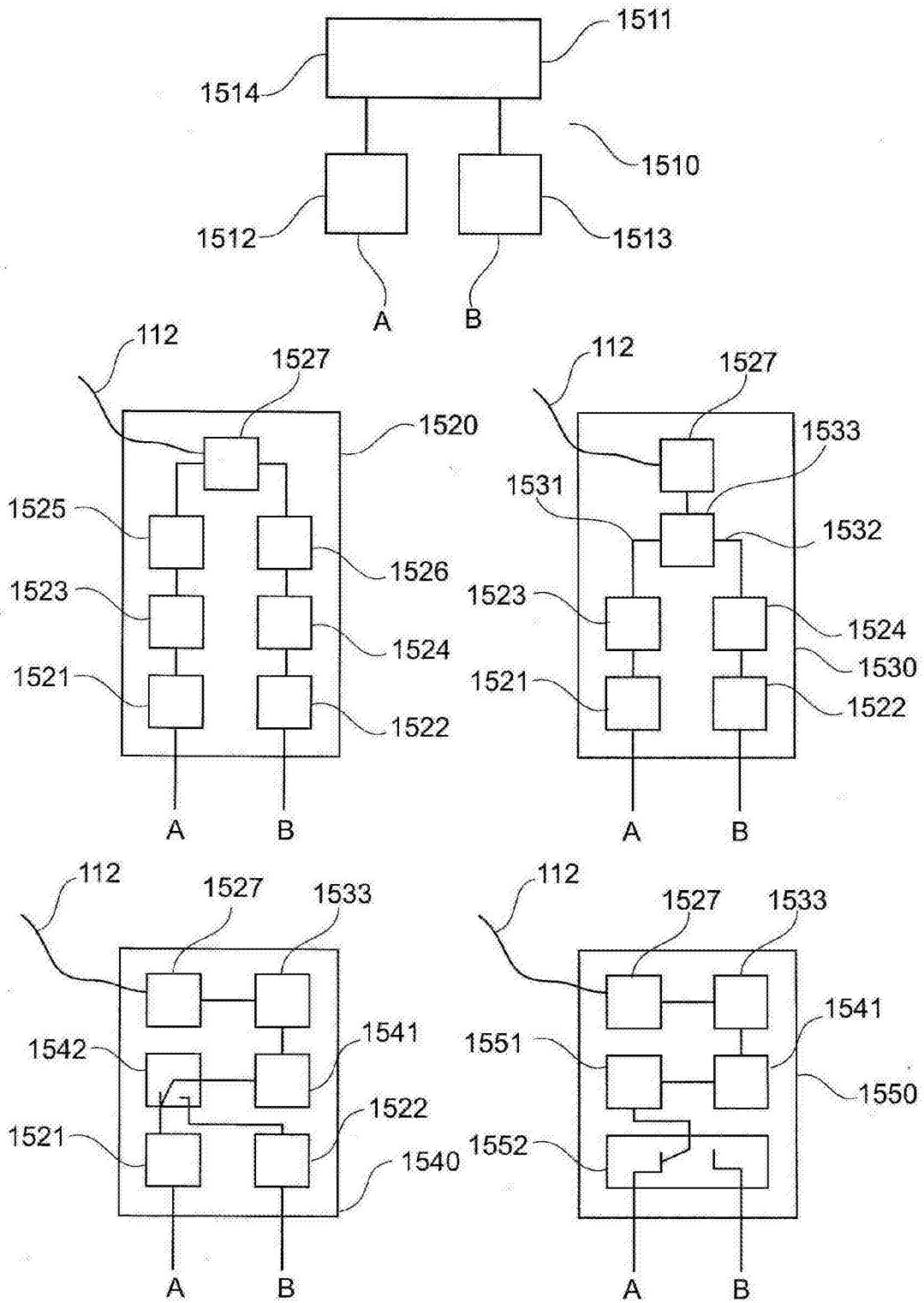


图 15