[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01F 23/284 (2006.01)
G01S 13/08 (2006.01)
G01S 7/40 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02816931.X

[45] 授权公告日 2009 年 6 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 100498241C

[22] 申请日 2002.8.27 [21] 申请号 02816931.X

[30] 优先权

[32] 2001.8.30 [33] SE [31] 0102881-0

[86] 国际申请 PCT/SE2002/001534 2002.8.27

[87] 国际公布 WO2003/019121 英 2003.3.6

[85] 进入国家阶段日期 2004.2.27

[73] 专利权人 罗斯蒙特雷达液位股份公司

地址 瑞典哥德堡

[72] 发明人 阿格尼·安德森

[56] 参考文献

CN1280938A 2001.1.24

US6184818B1 2001.2.6

WO9009599A1 1990.8.23

审查员 徐秋杰

[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 蒋世迅

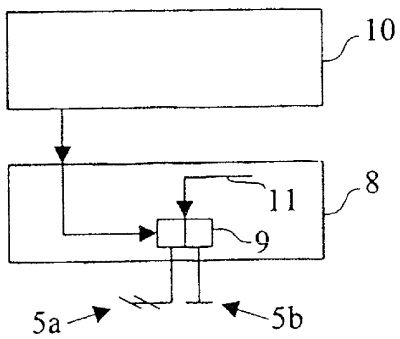
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称

测量水平面的雷达装置

[57] 摘要

在储存液体(2)的封闭空间(1)内借助雷达测量液体表面(6)水平面的方法和装置，其中，方法中包括步骤：由安装于封闭空间(1)内顶部(4)上的一个雷达单元(3)发射微波信号，它通过与封闭空间(1)内液体(2)沟通的波导(7)向下进入封闭空间；发射的微波信号的极化面按照预定的时间序列变更，使微波信号至少在第一和第二极化面内交替地传播；在第一极化面内发射的信号被液体表面(6)反射回雷达单元(3)；第二极化面内的信号被位于离雷达单元一个已知距离处的至少一个参考发射器发射；一方面根据雷达单元发射与接收微波信号之间的时间间隔也即微波信号的传播时间，另一方面根据参考发射器方面的测量中得到的微波信号传播速度，由一个计算单元计算出液体表面的水平面。



1. 一种测量有液体储存的封闭空间内液体表面水平面的方法，其特征在于：

－由安装在封闭空间顶部的一个雷达单元发射微波信号，它通过一个与封闭空间内的液体相沟通的波导向下进入封闭空间；

－发射的微波信号的极化面按照预定的时间序列变更，使微波信号至少在第一和第二极化面内交替地传播；

－在第一极化面内发射的信号被液体表面反射回雷达单元，由此测量信号的行程时间；

－第二极化面内的信号被位于离雷达单元一个已知距离处的至少一个参考发射器反射，据此测量出微波信号的传播速度；

－一方面根据雷达单元发射与接收信号之间的时间延伸，另一方面根据微波信号的传播速度，由一个计算单元计算液体表面的水平面。

2. 权利要求 1 的方法，其中，第一和第二极化面安排成互相正交。

3. 权利要求 1 或 2 的方法，其中，应用单个的同一微波信号测量微波信号传播速度以及测量液体表面水平面，所述微波信号被引向在第一和第二极化面内极化信号的安排（5a、5b）。

4. 权利要求 3 的方法，其中，由微波切换开关将微波信号引向预定的极化安排。

5. 权利要求 1 的方法，其中，在第一时间期中实施第一极化面内的测量，在第二时间期中实施第二极化面内的测量，又其中，第一和第二时间期的相互切换循环地发生。

6. 权利要求 1 的方法，其中，在第一时间期中实施第一极化面内的测量，在第二时间期中实施第二极化面内的测量，又其中，第一和第二时间期的相互切换不均匀地发生。

7. 一种在封闭空间（1）内测量液体（2）表面（6）水平面的装置，其中，由封闭空间（1）的顶部（4）上安装的一个雷达单元发射微波信号，它通过与封闭空间（1）内液体（2）相沟通的波导（7）向

下进入封闭空间（1），又其中，在微波信号被表面（6）反射后的一定传播时间上雷达单元接收到该微波信号；其特征在于，该装置包含极化安排（5a、5b），借助于极化选择器（9）使微波信号至少在第一和第二两个极化面内极化，为了实施测量，交替地在第一极化面内测量微波信号传播时间，在第二极化面内测量微波信号到达装配于波导（7）内已知距离处参考发射器的微波信号传播速度，其中，在第一和第二极化面内的测量按照预定的时间计划交替进行，以便根据微波信号传播时间和微波信号传播速度两者的测得值由计算单元确定所述水平面的值。

8. 权利要求 7 的装置，其中，微波信号的极化安排（5a、5b）中包含有天线，它们在相互间形成一个角度的极化面内发射微波。

9. 权利要求 7 的装置，其中，极化选择器（9）由微波切换开关组成，它将微波引向极化安排（5a、5b），由此使微波极化并在第一和第二极化面内传播。

10. 权利要求 7 的装置，其中，测量参考距离的参考发射器由微波电抗组成，它使得离雷达单元（3）已知距离处的微波电抗上升，这主要发生在极化面中的一个极化面内。

11. 权利要求 10 的装置，其中，微波电抗的构成是下列几种微波电抗中的任一个：波导（7）管壁内的小棒；波导（7）管壁上的小孔；波导（7）中的限制器，波导插入件对电抗的影响与极化面有关。

测量水平面的雷达装置

技术领域

本发明涉及一种方法和装置，借助于知道由雷达发射的信号在介质上方充满的大气中的传播速度，依靠雷达测量该介质表面的水平面；这里，所述介质可以是储存于封闭空间内的液体或微粒材料。

背景技术

应用无接触方法确定容器内液体或其他物质的水平面，在本技术领域内是周知的。一种无接触测量装置的例子说明于专利文件 US 4 641 139 中。

现代类型的测量水平面的雷达装置中，采用所谓的 FMCW 雷达系统。此种系统使用仔细监控的扫频信号，经常由晶体和锁相环路（PLL）提供基础的基准频率。采用这种布置能很好地控制雷达发射的微波频率。FMCW 系统中，可得到一个中间频率（IF），它与所述表面之距离成比例，有下列关系式：

$$f=\frac{(F_{max}-F_{min})}{C\times T}\times 2\times h$$

式中，f=微波接收机/混频器的输出频率

F_{max}=扫频的最高频率

F_{min}=扫频的最低频率

c=介质表面上充满的大气内的电磁波的速度

T=扫频时间

h=与表面的距离

所述类型的测量水平面用雷达装置，现今用于测量船舱或是液体或微粒材料储存槽表面的水平面。这种测量装置十分可靠并且精密度很高，其精确度能够用于测量储存槽中物质的流入或流出，因而已得到授权和批准用于流体测量。然而，对于某些储存槽类型，测量水平

面雷达装置的应用有约束，精确度有限制。对于所谓的 LPG（液体、石油和气体）槽尤其如此，例如，当大气压力下以气相存在的液体加压成槽内的加压态液体储存时。取决于气体的成分，液体表面的大气状态会变化。因此，诸如是 20℃温度下分子中包含 3 个碳原子的丙烷（C3 气体）之类碳水化合物，槽内的压力能升高到大约 10 巴。而如果槽内储存正戊烷之类由 C5 原子构成的碳水化合物，则在 20℃温度下液体表面上只是大约 5 巴的压力。因此，取决于气体成分，各种气体在液相状态下其液体表面上的压力会有很大的作用。此外，对于所述类型槽箱内气体的确切混合物，几乎不可能知道。其原因部分地是因为气体混合物的确切气体成分会随着如何地装满槽内而变化，部分地是因为气体会与槽内其他多少地已知的气体混合一起，例如，槽内余留有先前储存的气体、水蒸汽等。由于气体氛围的温度和压力影响液体表面空间内雷达发射的微波的速度，所以由雷达确定的液体表面水平面有着某种不确定性。为了对 LPG 槽的这方面进行补偿，在槽中使用一些记录压力和温度的发射器，由此有可能应用包含大量参数的算法计算出槽内微波信号传播速度的可用值。在此场合下，采用的是估计的微波速度而不是实际微波信号的速度。因此，如果应用于上面所述情况下，该种水平面测量用雷达装置将不能采用来测量液体的流入和流出槽箱。也不可能将测量水平面的雷达装置应用作水平面控制器，因为应用于 LPG 槽时不能证实其具有所需的精确度。还应指出，使用温度和压力用的传感器时要求压力槽上有较多小孔，而这是不希望的。

除了采用上面所述的储存槽外，储存液相状态气体的另一种方式是采用地下仓库。此种情况下，由于测量距离太大和气体氛围太不确定，不能够使用已知类型的水平测量雷达装置。通常，可以采用包含有浮子漂浮在液体表面上的测量方法，浮子悬挂在地下仓库上部垂下的长线上。由一个有长线缠绕的敏感标度感知浮子的水平面变化，由此能计算出液体表面水平面的变化。这样，可得知液体表面水平面的变化，即使它不是对当前水平面的实际或真正测量。这种方法牵连到

一些其他问题，诸如解绕线条的困难性及维护等。

对于确定槽箱内介质水平面中使用的水平面测量雷达装置，如何进行标准也是已知的。此种装置的例子给出在专利文件 WO 90/09599 内，该文件中的装置表明，波导方式的水平面测量雷达装置内包含有多个可实现完美测量的基准舌片，它们能够以不同的方式设计。由于存在极化安排，雷达微波可以从测量液体水平面时应用的在一个极化面内的电波传播，转变到在在一个新的不同极化面内的电波传播，而在该新的极化面内可依靠参考舌片的已知位置对水平面测量雷达装置进行标准。这种标准是在定期检查中调整系统时实施的，在平常的水平面测量中不进行标准。标准中涉及使用一个标准以得到被测量变量（具有已知的变动）的正确值，本场合下这个变量就是槽内原料表面的水平面。当得到正确值时，测量装置便调整到该正确值上。这类校准通常在安装时进行，或者在维护测量装置时进行。本发明中，不需应用这种形式的标准。

专利文件 WO 09/09599 中说明的各点引用于本专利文件中。

发明内容

根据其第一方面，本发明需要提供一种方法，借助雷达对储存液体的封闭空间内液体表面的水平面进行测量，方法中包含:

- 封闭空间内的顶部安装一个雷达单元，雷达发射微波信号，它通过与封闭空间内的液体相沟通的一个波导向下进行封闭空间;

- 发射的微波信的极化面按照预定的时间序列变更，使微波信号至少在第一和第二极化面交替地传播;

- 在第一极化面内发射的信号被液体表面反射至雷达单元上，由此测量信号的行程时间;

- 第二极化面内的信号被位于离雷达单元一个已知距离处的至少一个参考发射器反射，据此测量出微波信号的传播速度;

- 一方面根据雷达单元发射与接收信号之间的时间延迟，另一方面根据微波信号的传播速度，由一个计算单元计算液体表面的水平面。

第一和第二极化面可取地安排成互相垂直做到这一点是应用两个

分离的天线发射微波信号，两个天线发射的信号其极化面之间安排成相差 90°角度。当然，也容许两个以上的极化面，用不同极化面内反射的微波信号可实施不同的测量工作。

第一与第二极化面发射信号之间的相互切换以循环方式合适地实现，也就是，第一时间期中在第一极化面内进行水平面测量，而第二时间期中实施针对参考点的测量，其中，两个时间期之间的切换随时间有规律地进行。测量也可以用第一种方式周期性地进行，不采用均匀性的切换。

根据本发明的再一个方面，提供一种用以实现本发明之方法的装置。实现该装置时安装入所述天线，其控制用电子电路适应于控制两个不同天线的微波源，控制微波切换开关分配从雷达所预定天线的微波。此外，计算单元适应于进行所述的计算。另一种情况，也可以使用单独的同一个天线，由不同的馈源/连接向天线供给不同极化的微波信号，其中包括一个微波电子电路控制的切换开关，它将天线接至所需的馈源上。

本发明的上述两方面给出的一些优点是：

- 对于内部储存介质的一切类型的槽箱，能够以高精确度测量出液体水平面；

- 可方便地以高精确度测量 LPG 槽内液体的水平面；

- 对于地下仓库内的 LPG 产品，也可以使用该水平面测量雷达装置；

- 根据本发明，它在不断地实施校准，因此，对该水平面测量雷达装置不再需要针对已知参考距离的专门校准。

- 至少从水平面测量观点看，用于测量储存空间内温度和压力的传感器将是多余的；

- 在介质表面上的气体氛围里发射微波以补偿所计算传播速度之变化中使用的压力发射器，能够省略；

- 水平面测量雷达装置可给出实际测得的水平面信息，而不是给出由参数计算出的值；

－根据本发明的原理，其测量结果的精确度意味着，能够期望在LPG 槽箱中测出的水平面及地下仓库里测出的液体水平面而获得确认；

－有可能获得批准单耳雷达的水平面测量装置，用于槽箱和地下仓库内作水平面控制器；（在专利文件 WO 01/02818 中叙述的双通道雷达的水平面测量装置的功能，已得到这方面的批准；）

－由水平面测量雷达装置给出的数据能应用来得到气体成分方面的信息；

－由于在水平面测量和连续校准两方面使用相同的硬件以及甚至一定程度上相同的软件，所以在这两种功能中应用不同的部件时测得值之间不会有差异，当这两种功能采用不同的通道时会发生采用不同部件的情况。

附图说明

图 1 示明槽箱内水平面测量雷达装置的概略图，用以确定槽箱内介质表面的水平面。

图 2 示明带有与两个极化面关联的控制用电子电路和分离天线的水平面测量雷达装置的概略图。

具体实施方式

这里，针对所附的图 2 说明实施例。图中示明水平面测量雷达装置的功能方框图，它使用按照本发明之特点的方法和装置。

水平面测量雷达装置的原理示明于图 1。槽箱 1 用于储存介质 2，介质 2 可以是诸如原油、精炼产品之类的液体，液态形式的气体，或是微粒材料构成的物质也即粉碎的固体物质。雷达 3 固定于槽箱 1 内的顶部 4 上，雷达 3 通过槽箱 1 内侧的天线与发射微波束，发射的微波束从介质表面 6 上反射，由天线 5 接收。在一个计算和控制单元内对发射束与发射束之间的时间延迟进行比较和计值，以已知的方式能确定介质表面 6 的水平面。图中还示明，微波是经由管状的波导 7 传播的，波导的管壁上有小孔，与当前为液体的介质 2 沟通。

按照本发明，装置由微波模块 8 组成，本例子中它是 FMCM 雷达。

雷达的构成上，至少以前述的互相分离成直角的两个极化面发射和接收微波。使微波传播安排成两个分离的极化面的方法，是应用两个天线 5a 和 5b。由此，如本例中那样，两个天线能安排成所发射的微波其相化面相正交。为了做到在第一和第二两个极化面内传播，微波模块 8 中安装有微波切换开关 9，用以向预定的天线 5a、5b 分配信号。控制用电子电路单元 10 的安排上可控制微波信号，使微波信号通过连接 11 经一侧或另一侧到达切换开关 9。微波信号控制中的一个环节是确定出实现天线变换的时间顺序，它可可循环式进行变换，或是按另一种选定的时间序列进行变换。

与先前已知的计算液体表面水平面的技术相比较，在电子电路中要补充进一种计算电路，用以补偿液体表面上气体氛围内微波速度的变化。通常，水平面计算是根据已知技术实施的，所以，对于例如是平均值来说，最后 10 次测量循环用作终值，显示其结果，而对新的测量循环要不断作出更新。例如，借助于在第二极化面内的测量，每缝第 11 次循环构成一次微波速度的测量，通过用测量的微波速度进行校正，要倒回去进行已计算出口水平面值的估定。当然，例如也可以每隔一个循环作一次微波速度的测量循环，在每一循环后校正一次水平面测量。或者，对最近的多次传播速度测量循环取用其速度测量平均值。另外的做法是首先测量传播速度，以某个选定的时间期根据前面的水平面公式将该传播速度值应用至液体表面计算中。

在第二极化面内利用微波测量距离的参考发射器由微电电抗构成，它可以设计成波导 7 管壁内的小棒形式、或是波导 7 管壁上的小孔形式。可以用作电抗的另外形式是波导管壁上的隙缝和波导管内的限制器，但不同形式的插入体对一个极化信号的影响会大于对另一个极化信号的影响。

图1

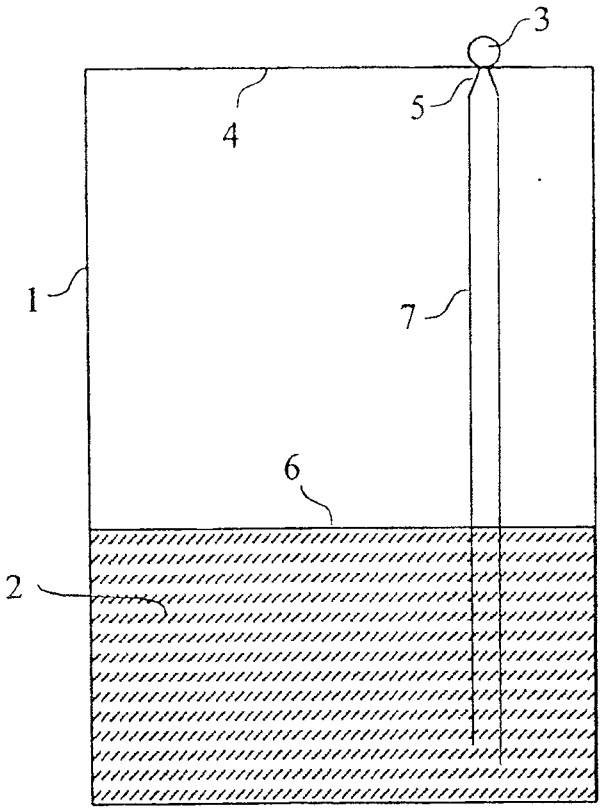


图2

