



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106941778 A

(43)申请公布日 2017.07.11

(21)申请号 201580062453.X

(22)申请日 2015.11.18

(30)优先权数据

62/081,266 2014.11.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.05.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/061307 2015.11.18

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/081581 EN 2016.05.26

(71)申请人 弗萨姆材料美国有限责任公司

地址 美国亚利桑那州

(72)发明人 C·M·比尔彻 T·A·斯泰德尔

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 吴亦华 徐志明

(51)Int.Cl.

G01F 23/296(2006.01)

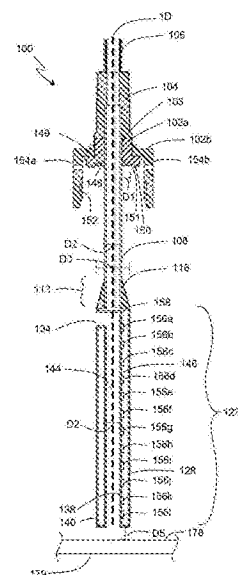
权利要求书3页 说明书10页 附图6页
按照条约第19条修改的权利要求书3页

(54)发明名称

超声液位传感系统

(57)摘要

本文公开了超声传感探头(100)和控制器(109)。控制器(109)可操作地配置成确定并显示设置在探头(100)的桶(123)中的多个超声传感器(156)各自的湿润和干燥状态。如果满足某些条件,例如传感器(156)在多个读数或在预定时间段上始终指示新状态,则控制器(109)可以将传感器(156)的状态从湿润变为干燥或者从干燥变成湿润。控制器(109)优选地包括能够产生指示探头(100)设置于其中的容器中的液位的阶梯式模拟或数字信号的双线输出。



1. 一种使用设置在容器内的探头确定和显示所述容器中的流体的液位的方法,所述探头具有位于桶内的多个超声传感器,所述多个传感器中的每个位于所述容器中的不同液位处,所述方法包括:

- (a) 向所述多个超声传感器中的第一传感器发送电脉冲;
- (b) 响应于步骤 (a) 中发送的所述电脉冲从所述第一传感器接收电信号;
- (c) 以第一顺序对所述多个超声传感器中的每个执行步骤 (a);
- (d) 以第一频率重复步骤 (a);

(e) 基于在步骤 (b) 中接收到的来自所述第一传感器的至少一个电信号确定所述第一传感器的状态,所述状态选自干燥状态、湿润状态和任选地错误状态,所述湿润状态指示在所述第一传感器所在的液位处存在所述流体,所述干燥状态指示在所述第一传感器所在的液位处不存在所述流体;

(f) 仅在满足至少一个预定条件时,将在步骤 (e) 中确定的所述第一传感器的状态改变成与在紧接之前的步骤 (e) 的执行中确定的状态不同的状态;

- (g) 对所述多个超声传感器中的每个执行步骤 (e) 和 (f);
- (h) 重复步骤 (g); 和
- (i) 显示在步骤 (e) 至 (g) 中确定的所述多个超声传感器中每个的状态的视觉指示。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述至少一个预定条件包括在对所述第一传感器顺序执行步骤 (b) 的过程中从所述第一传感器接收全部指示相同状态的多个电信号。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述至少一个预定条件包括在对所述第一传感器顺序执行步骤 (b) 的过程中在预定时间段内从所述第一传感器接收全部指示相同状态的多个电信号。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中如果所述第一传感器的状态从湿润状态改变成干燥状态,则所述预定时间段是第一预定时间段,且如果所述第一传感器的状态从干燥状态改变成湿润状态,则所述预定时间段是第二预定时间段,所述第一预定时间段大于所述第二预定时间段。

5. 根据权利要求1所述的方法,其还包括:如果所述第一传感器的状态改变是从湿润状态到干燥状态,则仅执行步骤 (f)。

6. 根据权利要求3所述的方法,其中所述预定时间段为至少5秒。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中步骤 (f) 包括:如果在步骤 (b) 中接收到的来自所述第一传感器的所述电信号指示干燥状态,并且位于所述第一传感器上方的液位处的多个传感器中的任一个在当前被确定是湿润状态,则确定所述第一传感器的状态是错误状态。

8. 一种用于确定容器中流体的液位的系统,所述系统包括:

控制器;

超声探头,所述超声探头包括适于附接到所述容器的装配组件,从所述装配组件向下延伸的桶,和位于所述桶内的多个超声传感器,所述多个超声传感器中的每个与所述控制器电连接并适于接收从所述控制器发送的电子信号、响应于从所述控制器发送的所述电子信号发射声波、检测声波并将指示所检测到的声波的电子信号传送到所述控制器,所述超声探头被成形和配置为插入所述容器;和

与所述控制器电连接的显示器;

其中所述控制器可操作地配置成以第一频率发送电脉冲并且以第一顺序将所述电脉冲引导到所述多个超声传感器中的每个；

其中所述控制器可操作地配置成基于来自所述多个超声传感器中每个的所传送的电子信号确定所述多个超声传感器中每个的状态，所述状态包括干燥状态和湿润状态，所述湿润状态表示从所述多个超声传感器中的传感器接收的所传送的电子信号指示所述容器中的液位处于或高于该传感器的位置，所述干燥状态表示从所述多个超声传感器中的传感器接收到的所传送的电子信号指示所述容器中的液位低于该传感器的位置；

其中所述控制器可操作地配置成使所述显示器提供所述多个超声传感器中每个的干燥状态或湿润状态的视觉指示；

其中所述控制器可操作地配置成：仅在符合至少一个预定标准时，将所述多个超声传感器中的任一个的视觉指示从湿润状态改变成干燥状态。

9. 根据权利要求8所述的系统，其中所述至少一个预定标准包括在预定时间段中来自所述多个超声传感器中的该一个的电子信号的所有传送均指示所述多个超声传感器中的该一个的干燥状态，所述预定时间段足够长以允许在所述预定时间段中将多个电脉冲从所述控制器发送到所述多个超声传感器中的该一个。

10. 根据权利要求8所述的系统，其中所述状态还包括错误状态，并且其中所述控制器可操作地配置成：如果位于所述多个超声传感器中的任一个超声传感器的上方的所述多个超声传感器中任何超声传感器的状态是湿润状态，则将所述多个超声传感器中的该一个的视觉指示从干燥状态改变成错误状态。

11. 根据权利要求8所述的方法，其中所述桶包括：

外管，所述外管具有上开口、下开口、侧壁和设置在所述侧壁中的侧开口；和

与所述外管耦合的内管，所述内管包括上开口、下开口和侧壁，所述内管的所述上开口与所述外管的所述侧开口对准，所述内管的所述下开口与所述外管的所述下开口对准，其中所述内管限定管道，其中内体积位于所述内管的所述侧壁与所述外管的所述侧壁之间，并且所述多个超声传感器中的至少一部分位于所述内体积内。

12. 根据权利要求8所述的方法，其还包括多导体屏蔽电缆，所述多导体屏蔽电缆包括第一屏蔽、第二屏蔽和多个导体，所述第一屏蔽包括外屏蔽，所述多个导体中的每个单独绝缘但不单独屏蔽。

13. 一种用于确定容器中流体的液位的系统，所述系统包括：

控制器；

超声探头，所述超声探头包括适于附接到所述容器的装配组件，从所述装配组件向下延伸的桶，和位于所述桶内的多个超声传感器，所述多个超声传感器中的每个与所述控制器电连接并适于接收从所述控制器发送的电子信号、响应于从所述控制器发送的所述电子信号发射声波、检测声波并将指示所检测到的声波的电子信号传送到所述控制器，所述超声探头被成形和配置为插入所述容器中；

其中所述控制器可操作地配置成以第一频率发送电脉冲并且以第一顺序将所述电脉冲引导到所述多个超声传感器中的每个；

其中所述控制器可操作地配置成基于来自所述多个超声传感器中每个的传送的电子信号确定所述容器中的液位；

其中所述控制器可操作地配置成产生输出信号以用于与一个或多个外部设备通信,所述一个或多个外部设备与所述控制器电通信,所述输出信号代表由所述控制器确定的所述容器中的所述液位。

14. 根据权利要求13所述的系统,其中所述输出信号是阶梯式模拟输出。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中所述阶梯式模拟输出具有电流,所述电流与所述液位成正比。

16. 根据权利要求14所述的系统,其中所述阶梯式模拟输出具有电压,所述电压与所述液位成正比。

17. 根据权利要求13所述的系统,其中所述输出信号是与所述液位成正比的数字输出。

18. 根据权利要求13所述的系统,其中双线接口提供所述控制器与所述一个或多个外部设备之间的电通信,并且所述控制器可操作地配置成产生通过所述双线接口的所述输出信号。

19. 一种具有内体积的超声探头,所述超声探头包括:

多导体屏蔽电缆,所述多导体屏蔽电缆包括第一屏蔽、第二屏蔽和多个导体,所述第一屏蔽包括外屏蔽,所述多个导体中的每个单独绝缘但不单独屏蔽;

设置在所述内体积内的多个超声传感器;

其中所述多个超声传感器中的每个超声传感器电连接到所述多个导体中的单独一个且电连接到所述第一屏蔽,并且所述第二屏蔽包括所述多导体屏蔽电缆的接地通路。

20. 根据权利要求19所述的超声探头,其中所述第二屏蔽包括所述多导体屏蔽电缆的地面接地通路。

21. 根据权利要求19所述的超声探头,其中所述第二屏蔽是所述多导体屏蔽电缆的最外屏蔽。

超声液位传感系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 2014年1月24日提交的美国专利申请号14/163,407和2014年8月29日提交的美国临时专利申请号62/043668通过引用全文并入本文。

背景技术

[0003] 半导体制造工艺涉及使用必须符合严格的纯度要求的化学试剂。这些液体化学试剂通常容纳在密封的容器(例如,安瓿)中以防范化学试剂污染或防止渗漏。化学试剂通常需要金属容器和使用金属-对-金属密封的容器配件以避免腐蚀、污染和在升高的压力下的泄漏。当使用存储在这样的容器中的化学试剂时,能够确定留在容器中的化学试剂的量而不使化学试剂暴露于环境或使操作者暴露于化学试剂通常是必需的。

[0004] 半导体工业中常用超声探头测量密封容器内的化学试剂的水平。典型的设计包括沿探头内管道长度串联设置的多个超声传感器,如Dam等人的美国专利号5,663,503中公开的传感器和构造。信号处理装置(例如,控制器、仪表、个人电脑等)将电子信号传送到超声传感器,其进而产生通过管道并回音返回传感器的一阵阵声波。每个传感器将其接收到的回波转化为电子信号,所述电子信号被传送回信号处理装置。该信号处理装置随后解读该电子信号以确定回波强度以及在发射和回波的到达之间过去的时间。对于沿该管道特定部分设置的每个传感器,超声波通过该管道移动的速度和回音超声波的强度会根据管道该部分是否包含化学试剂或气体或蒸气(即,与气体或蒸气相比,声音更快地通过液体介质移动)有所不同。以这种方式,信号处理装置可以沿着管道长度确定化学试剂的水平,并由此确定容器内化学试剂的量。

[0005] 通常,设置在超声探头内的更大数量的超声传感器在测量化学试剂水平时转变为提高的精确度。在传感器和控制器消耗之间进行电连接的常规方法是有缺陷的,因为容纳更大数量的传感器所需的额外连接所要求的空间超过了管道的尺寸。此外,操作传感器的常规方法是有缺陷的,因为它们限制了以可靠方式(例如以避免串扰的方式)进行这样的电连接的选择。

[0006] 因此,在本领域中需要具有用于在传感器与控制器之间进行电连接的改进方式的超声探头和操作传感器的改进方法,从而使得超声探头能够可靠地操作更多数量的超声传感器,同时使用现有的标准化容器配件。

附图说明

[0007] 要求保护的本发明的实施方式将在下文中结合附图描述,其中相同的数字表示相同的元件。

[0008] 图1A是根据一个示例性实施方式的超声探头的分解透视图;

[0009] 图1B是将图1A的超声探头沿着线1B-1B截取的未分解截面图;

[0010] 图2A是根据一个示例性实施方式安装在容器上的图1A和1B的超声探头的透视图;

[0011] 图2B是将图2A的虚线区域内显示的超声探头和容器的部分沿着线2B-2B截取的放

大的局部截面图；

[0012] 图3是图2B沿着线2B-2B截取的放大的局部截面图，显示根据另一个示例性实施方式的超声探头的传感器的线路；以及

[0013] 图4是根据示例性实施方式与超声探头耦联的控制器电路的框图。

具体实施方式

[0014] 下文的详细描述仅提供了优选的示例性实施方式，而不是旨在限制发明的范围、适用性或构造。相反，下文对优选的示例性实施方式的详细说明将为本领域技术人员提供使其能够实施本发明优选的示例性实施方式的描述。可以对元件的功能和排列做出各种改变而不背离本发明的精神和范围，如随附权利要求中所述的。

[0015] 在附图中，由增加100的值的参考数字表示与本发明其他实施方式的元件相似的元件。除非本文另有声明或描述，这样的元件应该被视为具有相同的功能和特征，且对这样的元件的讨论可以因此不在多个实施方式中重复。

[0016] 本说明书和权利要求书中使用的术语“管道”是指流体可以通过其在系统的两个或更多个部件之间输送的一个或多个结构。例如，管道可以包括输送液体、蒸气和/或气体的管线、管路、通道及其组合。

[0017] 本说明书和权利要求书中使用的术语“流动连通”是指两个或更多个部件之间连通的性质，其使得液体、蒸气和/或气体能够以受控的方式（即，无泄漏）在部件之间输送。将两个或更多个部件耦联使得它们相互流动连通可以涉及本领域已知的任何适合方法，例如借助于焊接、带有法兰的管道（flanged conduit）、垫片和螺栓。两个或更多个部件还可以通过可以将它们分开的系统的其他部件耦联到一起。

[0018] 为了帮助描述本发明，本说明书和权利要求书中可以使用方向性术语以描述本发明的部分（例如，上、下、左、右等）。这些方向性术语仅仅旨在帮助描述和要求保护本发明，而并不旨在以任何方式限制本发明。此外，结合附图引入本说明书中的参考数字可以在一个或多个后续附图中重复，而不在本说明书中额外描述以为其他特征提供上下文。

[0019] 图1A和1B显示根据本发明的一个示例性实施方式的超声探头100。更具体地，图1A显示超声探头100的分解透视图，而图1B显示将图1A的超声探头100沿着线1B-1B截取的未分解截面图。虚线1D表示探头100的纵轴。

[0020] 超声探头100包含密封装配构件102a和102b、挠性接头104、电缆护套106、具有肩部113的颈管108、和桶123。如本文更详细讨论的，密封装配构件102a和102b是密封装配组件157的部分，所述密封装配组件157将超声探头100固定到容器159。在示例性实施方式中，如在2014年1月24日提交的相关共同未决美国专利申请序列号14/163,407（其教导通过引用并入本文）中所述，密封装配组件157是面密封装配组件，其中密封装配构件102a是具有通孔103的面密封装配压盖，而密封装配构件102b是具有四分之三英寸（19.1mm）的六角螺母的标准尺寸的面密封配件。在本实施方式中，密封装配构件102b靠在密封装配构件102a的凸缘149上，并且可以围绕穿过通孔103的轴相对于密封装配构件102a旋转。在可替代的实施方式中，如将对本领域普通技术人员显而易见的，密封装配构件102a和102b可以具有其他尺寸和特征，例如更长的压盖、半英寸（12.7mm）或非标准尺寸的面密封配件、和/或粘结到密封装配构件102a的密封装配构件102b。类似地，其他类型的配件可以用于密封装配

组件157,例如表面安装的C密封件。

[0021] 密封装配构件102a与挠性接头104和电缆护套106耦合。颈管108包含限定上部开口的上端110、限定下部开口的下端112、和侧壁114。在本实施方式中,颈管108的肩部113包含肩管116,所述肩管116具有限定上部开口的上端118和限定下部开口的下端120。在示例性实施方式中,如在图1A中所示和在相关共同未决美国专利申请序列号14/163,407中所述,肩管116为圆锥形状并提供从颈管108到桶123的外管122的平滑过渡。颈管108的下端112设置在肩管116内,而肩管116与颈管108的侧壁114耦合。在其他实施方式中,整个颈管108,包括肩部113,可以由单一整体部件形成。颈管108的上端110设置在密封装配构件102a的通孔103内和挠性接头104内。

[0022] 桶123包含外管122、内管132和阀帽(disc cap)140。外管122具有限定上部开口的上端124、限定下部开口的下端126、侧壁128以及设置在侧壁128中邻近上端124的通孔130。外管122的上端124与肩管116的下端120耦合。

[0023] 内管132包括限定上部开口的上端124、限定下部开口的下端136、和侧壁138。在该示例性实施方式中,上端134限定上部开口,其大约垂直于下端136限定的下部开口。内管132限定管道144(见图1B)。应该理解,在本发明的其他实施方式中,该管道可以不是完全密封的,超声探头100的情况就是这样。例如,在具有“音叉”式桶(即,具有两个间隔开的向下延伸的部件)的探头中,管道可以包含位于所述两个间隔开的部件之间的空间。

[0024] 阀帽140包含限定开口的内缘142。在装配的构造中,内管132整体设置在外管122内,内管132的上端134与设置在侧壁128中的通孔130对准,而内管132的下端136与外管122的下端126对准。内管132的上端134与侧壁128耦合。阀帽140与外管122的下端126和内管132的下端136耦合,由此将外管122的下端126耦联到内管132的下端136。

[0025] 管道144设置在桶123内,并具有由内管132的下端136限定的下部开口(该下部开口也可以视作由阀帽140的内缘142限定)(见图1B)。当将桶123插入容器(见图2的容器159)时,管道144与该容器装载液体的内体积流动连通,使得该液体可以通过管道144流动。

[0026] 外管122的侧壁128和内管132的侧壁138限定其间的内体积146(即,隔室),内体积146还被阀帽140界定,如图所示。该内体积146与管道144隔开(即,内体积146与管道144并不流动连通),使得任何流动通过管道144的液体无法进入内体积146。

[0027] 多个超声传感器156设置在桶123的内体积146内。在一个示例性实施方式中,所述多个超声传感器156包括十二(12)个超声传感器156a至156l,其耦联到内管132的侧壁138。在本实施方式中,所述多个超声传感器156a至156l中的每个都通过环氧树脂粘结到侧壁138。因此,超声传感器156a至156l被定向以沿面向侧壁138的方向(例如,垂直于纵轴1D)发射声波。还可以使用其他适合的耦联方式,例如双面胶带或其他粘合剂。在其他实施方式中,所述多个超声传感器156可以包括更多或更少数量的传感器。优选地,所述多个超声传感器156包括至少5个超声传感器。所述多个超声传感器156可能用本领域普通技术人员知晓的任何适合的超声传感器实施,例如,压电晶体。所述多个超声传感器156a至156l中的每个超声传感器都定向为发射声波通过侧壁138和管道144(以及其中存在的任何液体)并且检测回音返回的声波。所述多个超声传感器156a至156l中的每个超声传感器都包括配线158(包括至少一条线),所述配线158从内体积146经颈管108并通过电缆护套106延伸。配线158终止于插入控制器109中的连接头107(见图2)。

[0028] 控制器109是可编程的数据处理装置,其传送电子信号到所述多个超声传感器156,从多个超声传感器156接收电子信号,并且确定其中插入超声探头100的容器159内的液位。在本实施方式中,控制器109包括一个或多个微处理器(未显示)、电源(未显示)、用来接收接头107的至少一个输入/输出端口(未显示)以及提供容器内液体量的视觉指示的发光二极管(LED)仪表或液晶显示器(LCD)111。在可替代的实施方式中,控制器109可以包括其他输入/输出端口和/或用于指示容器内液位的其他听觉和视觉机构。类似地,控制器109可以用任何类型的可编程数据处理装置实施,包括执行控制软件的个人计算机。

[0029] 对于所述多个超声传感器156中的每个超声传感器,控制器109通过配线158传送电子信号(例如,一个或多个电子脉冲)给所述超声传感器,这导致所述超声传感器发射声波(即,压电晶体振荡)。所述超声传感器随后接收回音声波并将该回音声波转化为电子信号,该电子信号通过配线158传回控制器109。在优选实施方式中,控制器109将一系列多个脉冲(例如,20个脉冲)传送到超声传感器156中的单独一个,其发射对应于脉冲的声波。控制器109等待预定时间段(例如,时间窗口)以允许超声传感器接收从发射的声波返回的任何回波。如果超声传感器接收到回波,则传感器产生传送到控制器109的信号(例如,压电晶体以基于接收到的回波的频率和强度的频率和强度振荡)。基于在时间窗口中是否接收到任何回波(例如,基于由超声传感器产生的任何信号的频率和/或强度),控制器109确定在给定超声传感器处的管道144中是否存在液体。通常,当不存在液体时,超声传感器在时间窗口中将感测到很少的回波或者不感测回波(例如,压电晶体振荡的强度会非常低,或者根本没有),而当液体存在时,回波的频率和强度通常与发射的波相似。在时间窗口过去之后,控制器109向超声传感器中的下一个传送一系列多个脉冲,以感测超声探头100的下一个水平处液体的存在。

[0030] 如上文所讨论的,控制器109解读所接收信号的强度以及在将电子信号传送至超声传感器和从超声传感器接收电子信号之间过去的时间以确定在设置该特定传感器的管道144的部分是否存在液体。因此,通过使用所述多个超声传感器156,控制器109可以沿着管道144长度确定液位,并因此确定在其中插入桶123的容器内的液体量。所述多个超声传感器156中的每个传感器都可能由LED仪表111中的LED表示,以提供容器内液体量的视觉指示(例如,每个LED仅当特定传感器检测到液体时才发光)。

[0031] 由于阀帽140(例如,超声探头100的底端)与容器159的基部179的内表面178之间的距离D5为非零值以允许液体流入管道144而被超声探头100测量,定向为发射声波通过侧壁138和管道144的多个超声传感器156的底部超声传感器(例如,超声传感器1561)在容器基部的内表面178的上方一定距离处。因此,超声探头100在测量容器159内的精确液位时将具有一些固有的不精确性。因此,超声探头100的一些实施方式可能采用被定向以发射声波通过阀帽140到容器159的基部的超声传感器,以确定存在于阀帽140(例如,超声探头100的底端)与容器159的基部179的内表面178之间的空间D5中的液位,例如2014年8月29日提交的相关共同未决美国临时专利申请号62/043668中所述的。

[0032] 可以对控制器109进行编程以同时向所述多个超声传感器156中少于全部的超声传感器156a至1561发送信号和从其接收信号。这一特征消除了将所述多个超声传感器156的配线158分别屏蔽的需要,并且还允许超声传感器156a至1561更加紧密地设置在一起。在现有技术的系统中,将超声传感器连接到控制器的配线通常分别屏蔽以防范由电子信号同

时传送到探头中的所有超声传感器和从其传送所造成的干扰(即,串扰)。例如,在典型的现有技术设计中,每个超声传感器的配线可以包括同轴电缆,其中内导体用作通向超声传感器的信号线,而外屏蔽用作接地(ground)(例如,接地到探头的钢管)和从超声传感器的信号回线(signal return)。在现有技术的系统中,在探头内的超声传感器还必须更远地间隔开以避免由超声传感器同时发射声波而造成的干扰。这些特性中的每个(即,由多重屏蔽电缆增加的体积和传感器之间更大的间距)都限制了可以设置在探头中而不增大探头和相关硬件尺寸的超声传感器的数量。

[0033] 在一个优选的实施方式中,控制器109被编程或以其他方式可操作地构造以一次向所述多个超声传感器156中的一个超声传感器传送信号和从其接收信号。例如,控制器109可以被编程以首先传送电子信号到超声传感器156a并等待接收来自超声传感器156a的返回信号,随后传送电子信号到超声传感器156b并等待接收来自超声传感器156b的返回信号,并对所述多个超声传感器156中的每个超声传感器以此类推。在已经首次向所述多个超声传感器156中的每个传送电子信号和从其接收电子信号后(例如,以超声传感器156a开始并以超声传感器156l结束,虽然其他顺序也是可能的),控制器109重复该顺序并再次向超声传感器156a和所述多个超声传感器156中的每个传送电子信号和从其接收电子信号,并且只要超声探头100在运行就以此类推。以这种方式,由于超声传感器156a至156l不是全部同时发射或接收声波,并且超声传感器156a至156l中的每个的配线158不是同时携带电子信号,因此每个超声传感器156a至156l的配线158之间以及超声传感器自身之间的干扰的可能性大幅降低或消除。

[0034] 这种操作多个超声传感器156的方法消除了将每个超声传感器156a至156l的配线158单独地屏蔽的需要,并且超声传感器156a至156l可以比在现有技术系统中更紧密地设置在一起(即,甚至比图1B中显示的更紧密),这二者都使得更大数目的超声传感器能够设置在桶123中。在一个示例性构造中,配线158包含具有多个未单独屏蔽的内导体的多导体屏蔽电缆,其中单独的内导体连接到所述多个超声传感器156中的每个超声传感器以作为信号线,而所述多导体屏蔽电缆的外屏蔽作为所述多个超声传感器156中的所有超声传感器的公共回线和接地。例如,同轴电缆可用作该多导体屏蔽电缆,其中内导体连接到所述多个超声传感器156以作为信号线,而该同轴电缆的外屏蔽作为公共回线。在优选实施方式中,多导体屏蔽电缆是市售电缆,例如由美国密苏里州圣路易斯的Belden, Inc. 制造的83562型电缆。

[0035] 颈管108设置在密封装配构件102a和102b以及挠性接头104内。颈管108通过在焊接区148内形成的熔焊(即,焊珠)固定到密封装配构件102a。优选地,该焊接仅占焊接区148的一部分并且在颈管108的侧壁114邻接密封装配构件102a的位置进行。密封装配构件102a包括围绕颈管108延伸的凸出的密封面(即,密封面)150。凸出的密封面150具有内边缘151,其与所述颈管108的侧壁114分开D1的距离。为了防止在焊接区148内的焊接损伤凸出的密封面150(例如,焊接材料可以造成突出的表面和/或焊接的热可以使突出的密封面150变形),距离D1优选至少为2.0mm,并且更优选地,至少6.0mm。密封装配构件102b包括螺纹区域152,其啮合密封装配组件157的另一密封装配构件164的相反螺纹区域166。超声探头100还可能包括当超声探头100固定到容器159时用于泄漏检测的测试端口(未示出)。

[0036] 桶123具有外径D3(即,外管122的外径)。颈管108和内管132具有小于桶123的外径

D3的外径D2。相对于内管132的外径D2,桶123的更大外径D3提供了内体积146内增大的空间量,内体积146是容纳增加数量的超声传感器156a至156l及其相应配线158所必需的。优选地,内管132的外径D2与桶123的外径D3之比小于或等于0.95。更优选地,内管132的外径D2与桶123的外径D3之比小于或等于0.95并且大于或等于0.3。更优选地,内管132的外径D2与桶123的外径D3之比小于或等于0.8,并且桶123的外径D3不大于0.827英寸(21.0mm)。更优选地,内管132的外径D2与桶123的外径D3之比小于或等于0.8并且大于或等于0.4。更优选地,内管132的外径D2约为十六分之五英寸(7.9mm),并且桶123的外径D3约为八分之五英寸(15.9mm)。优选地,在所述多个超声传感器156包括至少四个超声传感器的情况下,在外管122的侧壁128和内管132的侧壁138之间存在的最小距离为至少0.10英寸(2.5mm),而在所述多个超声传感器156包括十二(12)个超声传感器156a至156l的情况下,最小距离为至少0.15英寸(3.8mm)。

[0037] 在其它实施方式中,如相关共同未决美国专利申请序列号14/163,407中所述的,超声探头100可能采用颈管108和桶123的不同构造。例如,在一些实施方式中,如相关共同未决美国专利申请序列号14/163,407中所述的,颈管108的肩部113由侧壁114形成,而非形成单独的部件,并且与颈管108的其余部分构成整体(即,颈管108和肩部113是单一材料件),例如具有由从颈管108的外径D2过渡到颈管108的外径D3(其也是桶123的外径)的钟形形状的肩部113形成。

[0038] 此外,相关共同未决美国专利申请序列号14/163,407中描述的其它实施方式可使用不包括设置在侧壁128中的通孔的超声探头100的外管122,并且其中外管122的上端124不与肩管或者颈管108的下端112耦合。作为替代,内管132的上端134可与设置在颈环的侧壁中的通孔对准,所述颈环与颈管108的下端112和外管122的上端124耦合。颈环可能使桶123能够作为一个或多个组件建造,这可能有利地允许在桶123的组装完成之前测试所述多个超声传感器156。此外,该特征是有利的,因为可以在安装所述多个超声传感器156之前将桶123的大多数部件焊接在一起,否则其中来自焊接的热量可能损坏所述多个超声传感器156和/或将所述多个超声传感器156保持在内体积146内的适当位置的粘结(bonds)。

[0039] 图2A显示根据本发明的一个示例性实施方式安装在容器159上的超声探头100的透视图。超声探头100包括控制器109和LED仪表111,如前面所讨论的。容器159包含主体160、上部162,以及耦联到上部162的密封装配构件164。如对本领域普通技术人员显而易见的,容器159可以包括出于清楚和说明目的而未显示在图2中的其他部件(例如,用于重填充容器159的额外的阀和硬件)。主体160和上部162限定可以容纳流体的内体积。在本实施方式中,上部162是耦联到主体160的盖。在其他实施方式中,上部162可以是主体160的组成部分。密封装配构件164,如同密封装配构件102a和102b,是将超声探头100固定到容器159的密封装配组件157的一部分。在本示例性实施方式中,容器159的部件由一种或多种金属构成。

[0040] 图2B显示图2A的虚线框内的超声探头100和容器159的部分沿着线2B-2B截取的横截面视图。如图所示,杆168设置在容器159的主体160的上部162的孔中。在本实施方式中,杆168是粘结(例如,焊接)于主体160的上部162的面密封装配压盖。杆168包含突出的密封面170、凸缘172和侧壁174。杆168的侧壁174具有大于桶123的外径D3的内径D4,使得桶123可以插入杆168内。密封装配构件164设置在杆168周围并包含啮合密封装配构件102b的螺

纹区域152的螺纹区域166(即,螺纹区域152和166具有互补的螺纹,例如分别为阴螺纹和阳螺纹)。具有通孔的金属垫片176设置在密封装配构件102a的突出的密封面150和杆168的突出的密封面170之间。

[0041] 在完全安装的构造中,桶123通过金属垫片176和杆168插入,使得该桶设置在容器159内,并且颈管设置在杆168和金属垫片176内。密封装配构件102b的螺纹区域152随后螺接在密封装配构件164的螺纹区域166上,使得密封装配构件102b接合(即,挤靠)密封装配构件102a的凸缘149,密封装配构件164接合杆168的凸缘172,并且金属垫片176被压紧在密封装配构件102a的突出的密封面150和杆168的突出的密封面170之间。以这种方式,突出的密封面170、突出的密封面150以及金属垫片176形成金属-对-金属密封,其防止流体(即,液体、蒸气和/或气体)逸出或进入容器159。

[0042] 在完全安装的构造中,在本示例性实施方式中,距离S1存在于颈管108的侧壁114与杆168的侧壁174之间;距离S2存在于容器159的上部162(即,盖)与肩管116的上端118之间,并且肩管116的上端118位于杆168的最低部分的下方;以及距离S3存在于容器159的上部162与桶123的外管122的上端124之间。优选地,距离S2大于或等于0.10英寸(2.5mm)而距离S1大于或等于0.70mm。通常,距离S1、S2和S3优选足够大以允许流体在颈管108的侧壁114与杆168的侧壁174之间流动,而且在重力作用向下回流并返回到容器159中。换句话说,距离S1、S2和S3优选足够大以避免流体停留在颈管108的侧壁114与杆168的侧壁174之间的毛细作用。避免这样的毛细作用有助于最大化可以从容器159抽出使用的化学试剂的可用量,并且还保证在清洁完全安装的构造中的容器159和超声探头100的过程中,不遗留潜在地污染后来添加到容器159的新鲜化学试剂的残余化学物质。

[0043] 因此,超声探头的所描述的实施方式满足本领域对具有增加数量的超声传感器的超声探头的需要,其可以与具有标准化尺寸的现有容器配件一起使用。桶123具有在内体积146内提供增加的空间量的外径D3,这是容纳增加数量的超声传感器156a至156l及其相应配线158所必需的。在现有技术的超声探头设计中,所述桶通常伸入密封装配组件中。增加的桶外径因此会需要更大的和/或非标准的密封装配组件,或需要改造标准的密封装配组件,例如通过钻出通孔(例如,密封装配构件102a的通孔103)以便其可以接纳更大的桶直径。然而,非标准的装配组件通常比其标准化的同类组件要昂贵很多,并且可能还需要使用其他非标准化的部件。非标准的装配组件也不能受益于标准化装配组件的广泛测试和用于半导体制造工艺中的被验证的历史。更大的密封配件也需要在容器的盖(例如,上部162)上有更多空间,并可能使得更难获得严密的密封。最后,本发明人已经发现,试图改造标准的密封装配组件以接纳更大的桶直径可以负面地影响超声探头和/或密封装配组件的结构完整性。例如,参见图1B,如果密封装配构件102a中的通孔103钻取为接纳更大的外径D2而非颈管108的外径D2,距离D1会减小。因此,焊接区148的尺寸也会减小,而焊接热可能损伤(即,扭曲)突出的密封面150并负面地影响突出的密封面150与金属垫片176之间所形成的密封的完整性。

[0044] 不同于现有技术的探头设计,超声探头100的桶123不延伸到密封装配构件102a内。相反,桶123与颈管108耦合,其进而耦联到密封装配构件102a。将杆168钻孔,使得杆168的内径D4大于桶123的外径D3,并且桶123可以插入杆168内。颈管108具有外径D2,其小于桶123的外径D3(即,D2与D3之比小于1),这使得密封装配构件102a的通孔103能够具有较小的

孔径,而不是需要更大的密封配件(例如,1英寸的密封配件)或在密封装配构件102a中钻出通孔103以适应桶123的增大的外径D3。颈管108的较小外径D2还提供必要的距离D1以具有足够大的焊接区148,使得颈管108和密封装配构件102a可以焊接到一起而焊接材料和/或焊接热不损伤突出的密封面150。防止这种对突出的密封面150的损伤对于保持突出的密封面150与金属垫片176之间的密封的完整性,并由此保持用于半导体生产的化学试剂的含有量(纯度)是关键的。

[0045] 图3示出了多个超声传感器156的配线158的另外的细节。如本文所述,控制器109顺序地将电子信号传送到所述超声传感器156中的一个并等待从超声传感器接收返回信号。如图3所示,配线158是多导体屏蔽电缆,其包括多个内部导线,显示为导线181、182和183,以及外屏蔽,显示为电缆屏蔽180。如图所示,导线181、182和183中的每个单独绝缘(例如,彼此电隔离),但不单独屏蔽。如图3所示,导线181作为信号线连接到超声传感器156a。导线182和183作为信号线连接到所述多个超声传感器156中的后续超声传感器(图3中未示出)。如图3进一步所示,电缆屏蔽180电连接到内管132的侧壁138。由于如本文所述,通过将电缆屏蔽180电连接到侧壁138,电缆屏蔽180用作来自所有超声传感器156的回波信号返回到控制器109的公共回线,不需要为每个超声传感器提供公共导线,相反,每个超声传感器的公共连接(common connection)可以电连接到侧壁138。这允许超声传感器156比现有技术系统中更紧密地设置在一起,简化了超声探头100的结构,并减少了配线158中的导线数量和配线158的尺寸。在可替代实施方式中,配线158可能包括2层外屏蔽,其中屏蔽层之一是公共回线,而另一屏蔽层是接地。例如,在示例性实施方式中,内屏蔽层用作公共回线,而外屏蔽层用作接地。

[0046] 如本文所述,控制器109可能以预定频率顺序地对所述超声传感器156中的每个发送脉冲。例如,在一个实施方式中,控制器109以100kHz频率向超声传感器156发送脉冲,虽然其他操作频率也是可能的。虽然超声传感器156的顺序脉冲发送可以是任何顺序(例如,从顶部到底部,从底部到顶部,或任何其他顺序),但在一个实施方式中,控制器109从超声探头100的底部到顶部顺序地对超声传感器发送脉冲(例如,从超声传感器1561到超声传感器156a)。在示例性实施方式中,一旦确定一个传感器是“干燥的”(例如,给定超声传感器未检测到液体),控制器109可以任选地编程为预期物理地位于该“干燥的”传感器上方的所有传感器也应当是“干燥的”(例如,容器内的液位低于这第一个“干燥的”超声传感器的水平)。因此,在一些实施方式中,如果在预期液位上方(例如,在“干燥的”传感器上方)的传感器返回“湿润”状态(例如,传感器指示液体存在),则控制器109可以报告错误状态(例如,在LED显示器111上报告),使得操作者可以验证容器内的液面以确定超声探头100是否发生故障。

[0047] 在示例性实施方式中,控制器109操作LED显示器111以显示对应于每个超声传感器156的状态。例如,如果超声传感器156中的给定一个指示液体存在(“湿润”),则LED显示器111的相应指示器可能固定地点亮。类似地,如果超声传感器156中的给定一个指示液体不存在(“干燥”),则LED显示器111的相应指示器可能点亮但闪烁。如果控制器109不能与超声探头100通信,或者容器完全没有液体,则LED显示器的所有指示器可能闪烁。可替代的布置是可能的,例如,如果“湿润”指示器处于第一LED颜色(例如,绿色),则“干燥”指示器处于第二LED颜色(例如,红色)。类似地,可以在LCD屏幕或其他图形用户输出设备上显示图形的

液位表示。

[0048] 超声探头100用于测量容器内液位,所述液位可能经历可暂时改变由超声探头100感测到的液位的飞溅、搅动、起泡、汽化/冷凝或其它物理扰动。因此,为了限制在LED显示器111上显示的液位的波动,控制器109可能采用滞后和/或延迟以更精确地报告容器内的液位。例如,在一些实施方式中,控制器109可能在将特定传感器的读数从“湿润”改变成“干燥”(指示液位降低)之前延迟预定量的时间,这会允许控制器109在改变液面指示之前从给定超声传感器156接收多个读数,并且有希望避免容器液面中的任何暂时性扰动。在示例性实施方式中,控制器109在将特定传感器的读数从“湿润”改变成“干燥”之前延迟5秒。这意味着,一旦控制器109从此前读取为“湿润”的传感器接收到“干燥”的传感器读数,该传感器会在控制器109改变LED显示器111以显示该传感器为干燥的之前必须读取“干燥”5秒钟。如果在5秒钟期间内的任何时间,该传感器读取“湿润”,则控制器109会保持“湿润”指示。

[0049] 在一些实施方式中,控制器109不包括指示将特定传感器的读数从“干燥”改变成“湿润”(指示液位增加)的延迟。这种不对称操作在就地再填充容器中可能是期望的,其中快速指示提高的液位以避免过度填充容器可能是有利的。或者,可以在将特定传感器的读数从“干燥”改变成“湿润”时使用更短的预定时间延迟(例如1秒)。在一些实施方式中,控制器109可能存储超声传感器156的先前读数,以基于超声传感器的一个或多个先前读数采用滞后。

[0050] 控制器109的一些实施方式可能期望地将液位数据传达到外部设备,例如位于制造设施内的中央计算机,使得工厂操作员可以从单个位置远程监控多个容器的液位。例如,控制器109可能提供用于与外部设备通信的双线输出链路。在这样的实施方式中,控制器109可提供“阶梯式模拟输出”或量化输出以传达容器内的液位。例如,可能对应于每个超声传感器156输出固定电压(或电流)梯级(step)。例如,如果最低的超声传感器感测到对应于容器内的最低液位的液体(例如,超声传感器1561),则可由控制器109输出第一电压(或电流)。对于感测到液体的超声传感器1561上方的每个传感器,该电压(或电流)可增加固定的梯级。在一个示例性实施方式中,跨越12个超声传感器156的阶梯式模拟输出为4-20mA。在另一示例性实施方式中,跨越12个超声传感器156的阶梯式模拟输出为0-10V,虽然其他电压或电流范围也是可能的(例如,0-5伏等)。在一些实施方式中,阶梯式模拟输出的类型(例如,电压或电流)可能可以由用户选择,例如,基于控制器109与其电耦合的设备类型,或者控制器109在其中操作的环境。例如,在实践中,在某些操作环境中,阶梯式模拟电流输出可能比阶梯式模拟电压更不易受噪声影响。

[0051] 提供输出并构造控制器109以产生阶梯式模拟输出或数字输出使得其中使用容器159的系统中的其他部件能够仅使用两线接口接收关于容器159中的液位的信息。这是相对于其中输出通常由用于超声传感器156中每个的至少一个输出信号线构成的现有技术的传感探头系统的改进。

[0052] 图4示出了控制器109的电路的框图。如图4所示,控制器109包括微控制器186和状态显示器111。如所描述的,状态显示器111可能实现为一个或多个LED、LCD屏幕、或适合于显示容器159内的液位的其它显示器类型。超声探头100例如通过电缆106和配线158与微控制器186电通信,以在超声传感器156与微控制器186之间传达电子信号。微控制器186处理从超声探头接收到的信号以确定容器159的液位。然后,微控制器186控制状态显示器111以

基于所确定的液位显示指示。在一些实施方式中,微控制器186例如经由信号输出192和电缆190与到一个或多个外部控制装置188电耦联。外部控制装置188可能是制造设施的计算机或服务器上的数据库或监控应用,或者可能是特定制造设备的控制单元。如所描述的,在一些实施方式中,电缆190可能是双导体电缆,并且微控制器186可能经由对应于通过超声探头100在容器159中确定的液位的“阶梯式模拟输出”或量化输出在双导体电缆上通信。在采用12个超声传感器156和阶梯式模拟输出(如阶梯式模拟输出电流)的实施方式中,阶梯式模拟输出电流可如下表1所示:

	表 1	
	最高的“湿润”传感器	阶梯式模拟输出电流 (mA)
[0053]	无	4.0
	156l	5.3
	156k	6.7
	156j	8.0
	156i	9.3
	156h	10.7
	156g	12.0
	156f	13.3
	156e	14.7
	156d	16.0
	156c	17.3
	156b	18.7
	156a	20.0

[0054] 在可替代实施方式中,控制器109可能提供标准化通信链路(例如以太网)以将控制器109连接到制造设施内的其他计算机、服务器或控制器,以使得能够远程监控一个或多个容器中的液位。在这样的实施方式中,控制器109可简单地传达容器内的估计液位,可报告超声传感器156中的哪些感测液体,可报告超声传感器156中每个的状态,或其一些组合。在这样的实施方式中,微控制器186可能与通信模块通信以提供标准化通信链路格式的数据(例如,以太网通信模块,以将来自微控制器186的数据格式化以太网数据包)。

[0055] 尽管上文已经通过优选的实施方式描述了本发明的原理,应清楚地理解,该描述仅为通过举例的方式,而不是对本发明范围的限制。

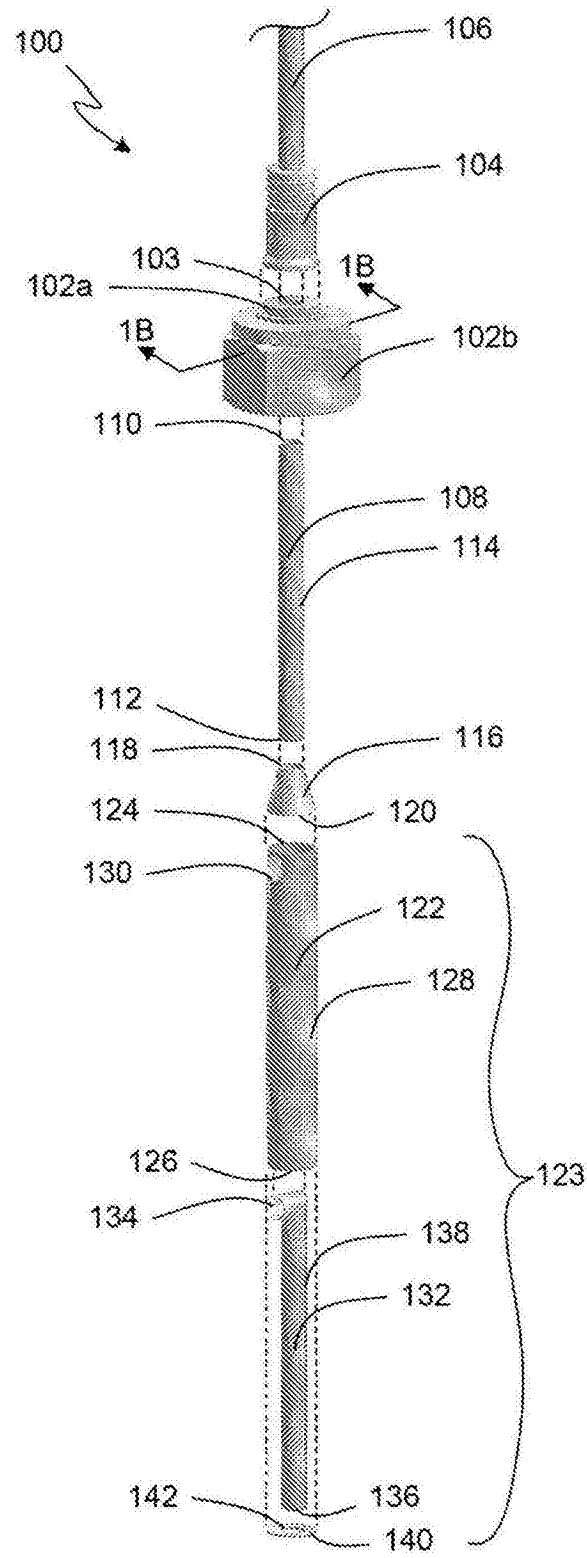


图1A

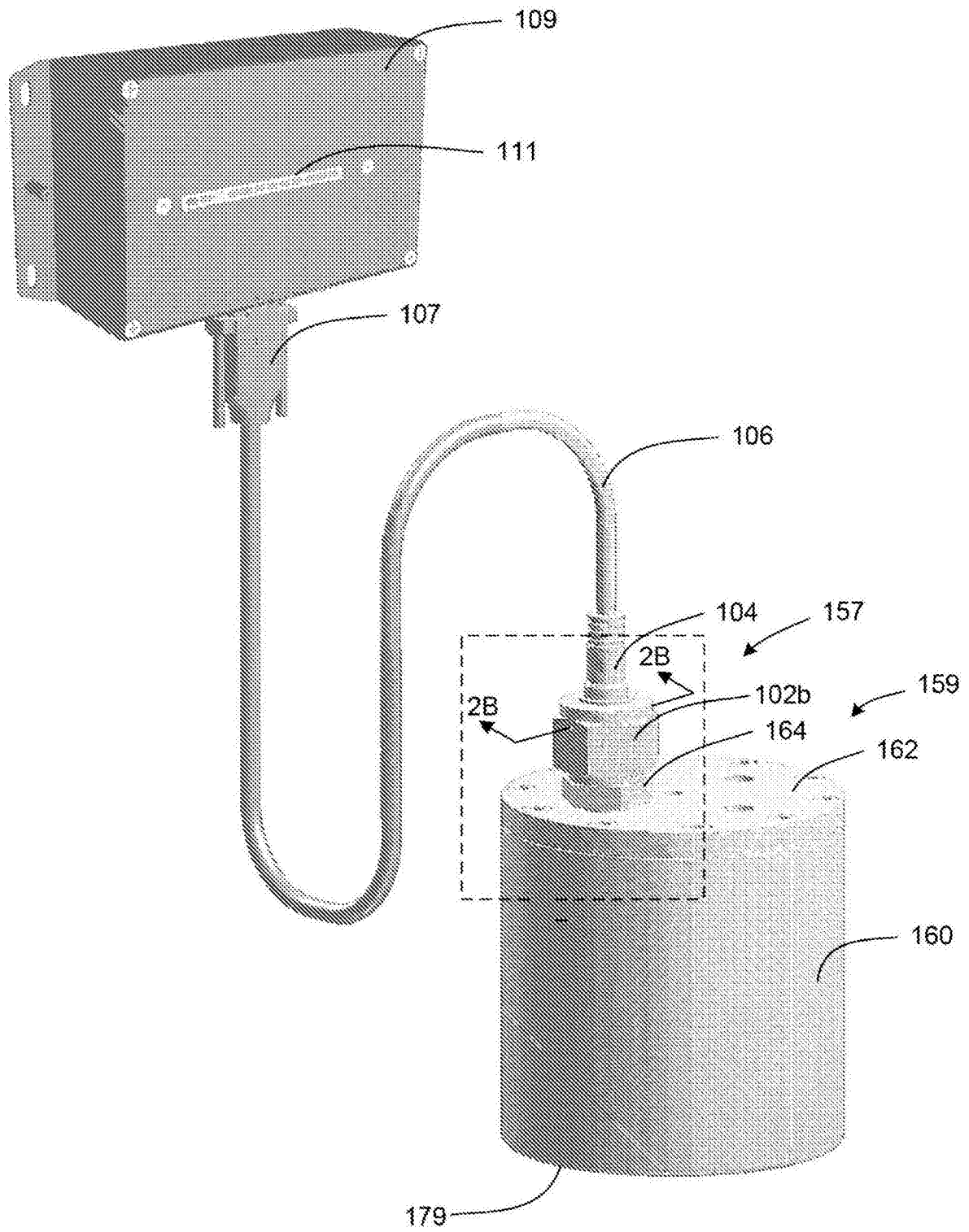


图2A

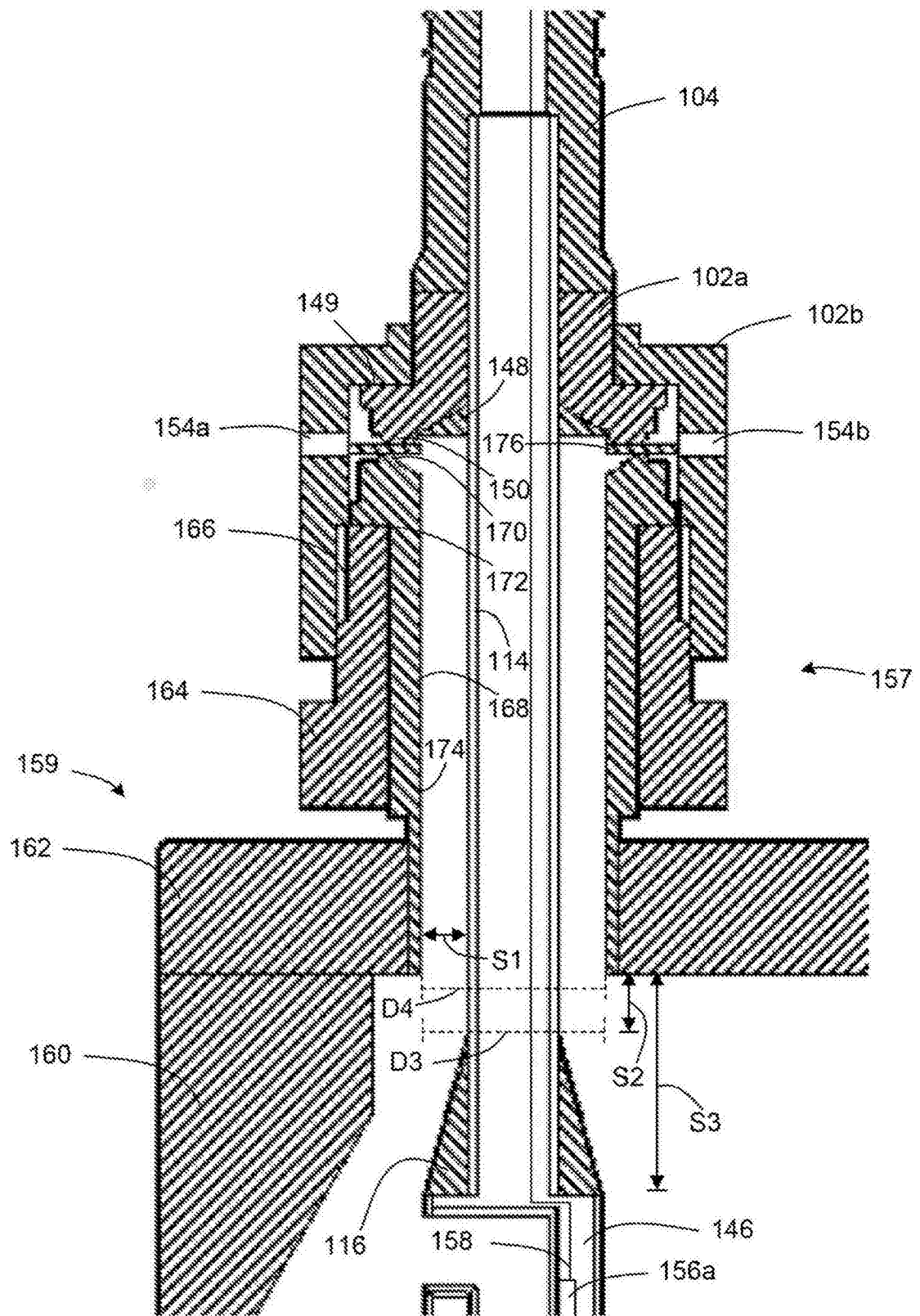


图2B

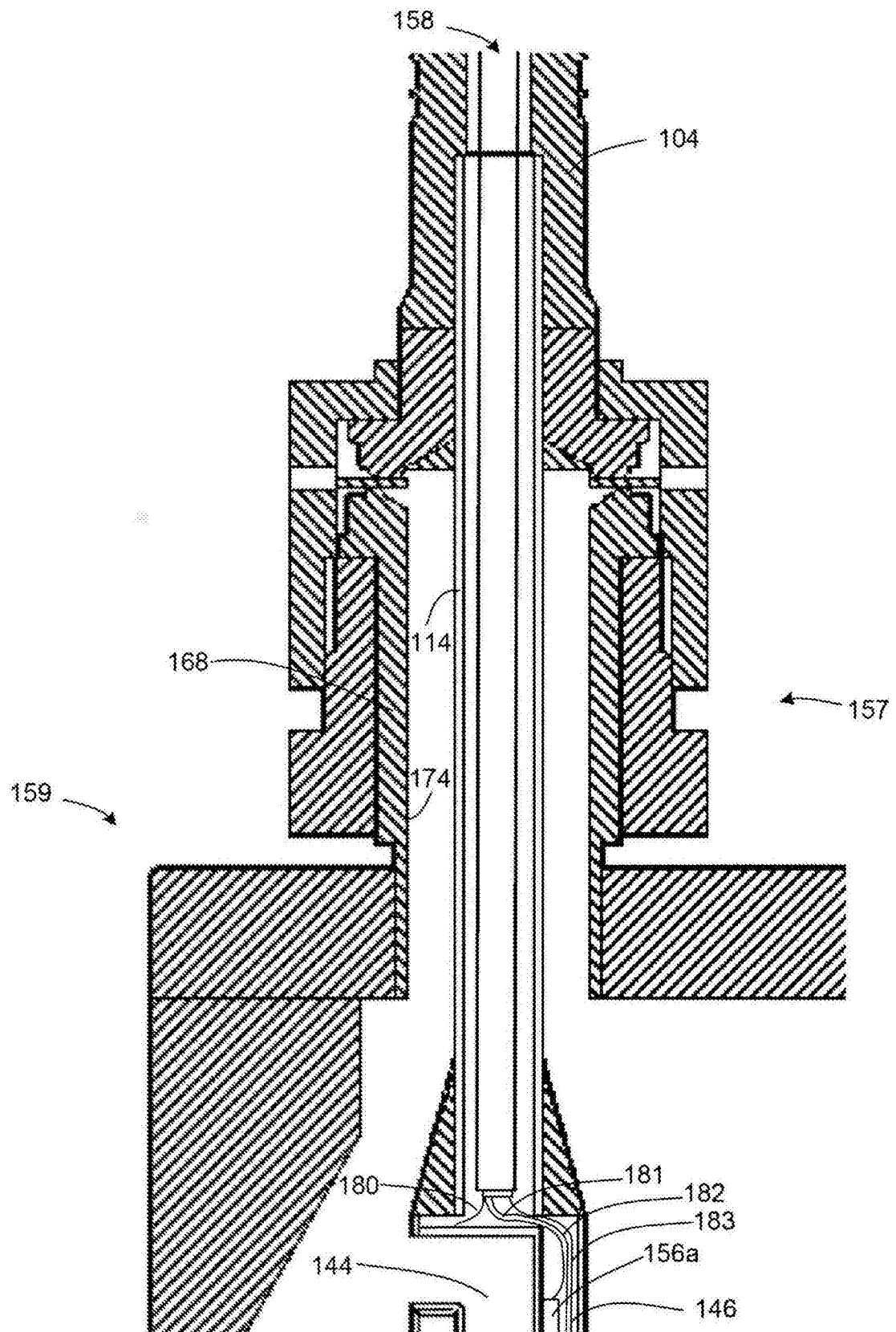


图3

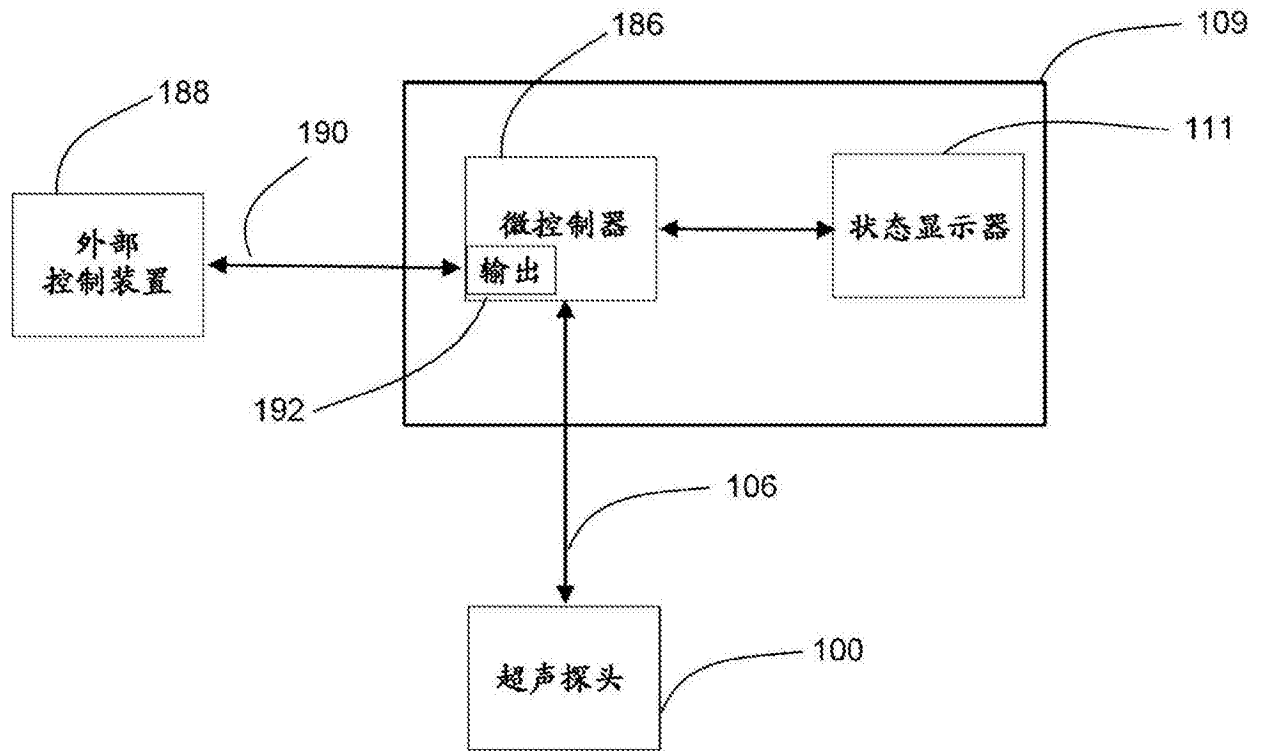


图4

1. 一种使用设置在容器内的探头确定和显示所述容器中的流体的液位的方法,所述探头具有位于桶内的多个超声传感器,所述多个传感器中的每个位于所述容器中的不同液位处,所述方法包括:

(a) 向所述多个超声传感器中的第一传感器发送电脉冲;

(b) 响应于步骤(a)中发送的所述电脉冲从所述第一传感器接收电信号;

(c) 以第一顺序对所述多个超声传感器中的每个执行步骤(a);

(d) 以第一频率重复步骤(a);

(e) 基于在步骤(b)中接收到的来自所述第一传感器的至少一个电信号对于以所述第一频率的每次步骤(a)的执行确定所述第一传感器的状态,所述状态选自干燥状态、湿润状态和任选地错误状态,所述湿润状态指示在所述第一传感器所在的液位处存在所述流体,所述干燥状态指示在所述第一传感器所在的液位处不存在所述流体;

(f) 仅在满足至少一个预定条件时,将在步骤(e)中确定的所述第一传感器的状态改变成与在紧接之前的步骤(e)的执行中确定的状态不同的状态;

(g) 对所述多个超声传感器中的每个执行步骤(e)和(f);

(h) 重复步骤(g);和

(i) 显示在步骤(e)至(g)中确定的所述多个超声传感器中每个的状态的视觉指示。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述至少一个预定条件包括在对所述第一传感器顺序执行步骤(b)的过程中从所述第一传感器接收全部指示相同状态的多个电信号。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中所述至少一个预定条件包括在对所述第一传感器顺序执行步骤(b)的过程中在预定时间段内从所述第一传感器接收全部指示相同状态的多个电信号。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中如果所述第一传感器的状态从湿润状态改变成干燥状态,则所述预定时间段是第一预定时间段,且如果所述第一传感器的状态从干燥状态改变成湿润状态,则所述预定时间段是第二预定时间段,所述第一预定时间段大于所述第二预定时间段。

5. 根据权利要求1所述的方法,其还包括:如果所述第一传感器的状态改变是从湿润状态到干燥状态,则仅执行步骤(f)。

6. 根据权利要求3所述的方法,其中所述预定时间段为至少5秒。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中步骤(f)包括:如果在步骤(b)中接收到的来自所述第一传感器的所述电信号指示干燥状态,并且位于所述第一传感器上方的液位处的多个传感器中的任一个在当前被确定是湿润状态,则确定所述第一传感器的状态是错误状态。

8. 一种用于确定容器中流体的液位的系统,所述系统包括:

控制器;

超声探头,所述超声探头包括适于附接到所述容器的装配组件,从所述装配组件向下延伸的桶,和位于所述桶内的多个超声传感器,所述多个超声传感器中的每个与所述控制器电连接并适于接收从所述控制器发送的电子信号、响应于从所述控制器发送的所述电子信号发射声波、检测声波并将指示所检测到的声波的电子信号传送到所述控制器,所述超声探头被成形和配置为插入所述容器中;和

与所述控制器电连接的显示器;

其中所述控制器可操作地配置成以第一频率发送电脉冲并且以第一顺序将所述电脉冲引导到所述多个超声传感器中的每个；

其中所述控制器可操作地配置成基于来自所述多个超声传感器中每个的所传送的电子信号确定所述多个超声传感器中每个的状态，所述状态包括干燥状态和湿润状态，所述湿润状态表示从所述多个超声传感器中的传感器接收的所传送的电子信号指示所述容器中的液位处于或高于该传感器的位置，所述干燥状态表示从所述多个超声传感器中的传感器接收到的所传送的电子信号指示所述容器中的液位低于该传感器的位置；

其中所述控制器可操作地配置成使所述显示器提供所述多个超声传感器中每个的干燥状态或湿润状态的视觉指示；

其中所述控制器可操作地配置成比较来自所述多个超声传感器中的每个的顺序传送的电子信号；

其中所述控制器可操作地配置成：仅在符合至少一个预定标准时，将所述多个超声传感器中的任一个的视觉指示从湿润状态改变成干燥状态。

9. 根据权利要求8所述的系统，其中所述至少一个预定标准包括在预定时间段中来自所述多个超声传感器中的该一个的电子信号的所有传送均指示所述多个超声传感器中的该一个的干燥状态，所述预定时间段足够长以允许在所述预定时间段中将多个电脉冲从所述控制器发送到所述多个超声传感器中的该一个。

10. 根据权利要求8所述的系统，其中所述状态还包括错误状态，并且其中所述控制器可操作地配置成：如果位于所述多个超声传感器中的任一个超声传感器的上方的所述多个超声传感器中任何超声传感器的状态是湿润状态，则将所述多个超声传感器中的该一个的视觉指示从干燥状态改变成错误状态。

11. 根据权利要求8所述的方法，其中所述桶包括：

外管，所述外管具有上开口、下开口、侧壁和设置在所述侧壁中的侧开口；和

与所述外管耦合的内管，所述内管包括上开口、下开口和侧壁，所述内管的所述上开口与所述外管的所述侧开口对准，所述内管的所述下开口与所述外管的所述下开口对准，其中所述内管限定管道，其中内体积位于所述内管的所述侧壁与所述外管的所述侧壁之间，并且所述多个超声传感器中的至少一部分位于所述内体积内。

12. 根据权利要求8所述的方法，其还包括多导体屏蔽电缆，所述多导体屏蔽电缆包括第一屏蔽、第二屏蔽和多个导体，所述第一屏蔽包括外屏蔽，所述多个导体中的每个单独绝缘但不单独屏蔽。

13. 一种用于确定容器中流体的液位的系统，所述系统包括：

控制器；

超声探头，所述超声探头包括适于附接到所述容器的装配组件，从所述装配组件向下延伸的桶，和位于所述桶内的多个超声传感器，所述多个超声传感器中的每个与所述控制器电连接并适于接收从所述控制器发送的电子信号、响应于从所述控制器发送的所述电子信号发射声波、检测声波并将指示所检测到的声波的电子信号传送到所述控制器，所述超声探头被成形和配置为插入所述容器中；

其中所述控制器可操作地配置成以第一频率发送电脉冲并且以第一顺序将所述电脉冲引导到所述多个超声传感器中的每个；

其中所述控制器可操作地配置成以第一频率接收来自所述多个超声传感器中每个的电子信号并比较来自所述多个超声传感器中每个的顺序传送的电子信号；

其中所述控制器可操作地配置成基于来自所述多个超声传感器中每个的传送的电子信号确定所述容器中的液位；

其中所述控制器可操作地配置成产生输出信号以用于与一个或多个外部设备通信，所述一个或多个外部设备与所述控制器电通信，所述输出信号代表由所述控制器确定的所述容器中的所述液位。

14. 根据权利要求13所述的系统，其中所述输出信号是阶梯式模拟输出。

15. 根据权利要求14所述的系统，其中所述阶梯式模拟输出具有电流，所述电流与所述液位成正比。

16. 根据权利要求14所述的系统，其中所述阶梯式模拟输出具有电压，所述电压与所述液位成正比。

17. 根据权利要求13所述的系统，其中所述输出信号是与所述液位成正比的数字输出。

18. 根据权利要求13所述的系统，其中双线接口提供所述控制器与所述一个或多个外部设备之间的电通信，并且所述控制器可操作地配置成产生通过所述双线接口的所述输出信号。

19. 一种具有内体积和外径的超声探头，所述超声探头包括：

多导体屏蔽电缆，所述多导体屏蔽电缆包括第一屏蔽、第二屏蔽和多个导体，所述第一屏蔽包括外屏蔽，所述多个导体中的每个单独绝缘但不单独屏蔽；

设置在所述内体积内的多个超声传感器；

其中所述外径不大于21.0mm；

其中所述多个超声传感器中的每个超声传感器电连接到所述多个导体中的单独一个且电连接到所述第一屏蔽，并且所述第二屏蔽包括所述多导体屏蔽电缆的接地通路。

20. 根据权利要求19所述的超声探头，其中所述第二屏蔽包括所述多导体屏蔽电缆的地面接地通路。

21. 根据权利要求19所述的超声探头，其中所述第二屏蔽是所述多导体屏蔽电缆的最外屏蔽。