



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110822296 A

(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201910743350.X

(22)申请日 2019.08.13

(30)优先权数据

16/101,875 2018.08.13 US

(71)申请人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 K·莫当特 M·D·富勒

D·K·法恩斯沃思 A·P·牛顿

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 相迎军 王小东

(51)Int.Cl.

F17D 5/02(2006.01)

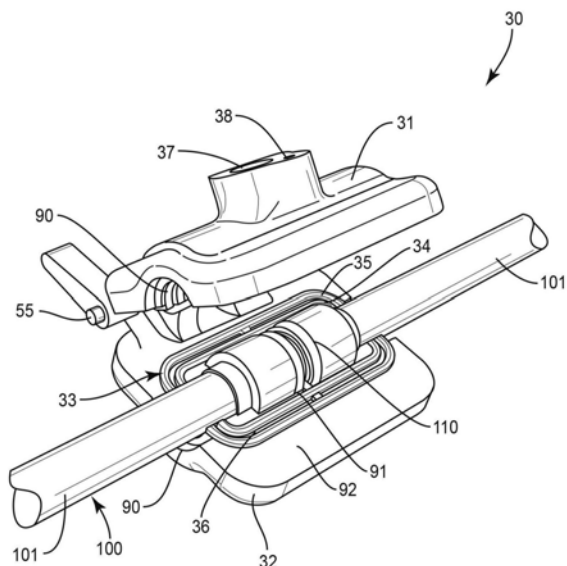
权利要求书3页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

用于检测管道中的泄漏的外部泄漏检测系统

(57)摘要

本发明涉及一种用于检测管道中的泄漏的外部泄漏检测系统。该泄漏检测系统被构造成附接在管道的外部上,以检测非加压管道中的泄漏。该泄漏检测系统包括第一流体部分和第二流体部分,该第一流体部分和第二流体部分均包括相同或相似的流体容积。第一流体部分包括被构造成附接到管道的测试腔室。在测试腔室定位在管道上的情况下,连接到第一流体部分和第二流体部分中的每一者的压力传感器感测第一流体部分和第二流体部分之间的流体压力差值以检测泄漏。



1. 一种用于测试非加压管道(100)的泄漏检测系统(10),所述泄漏检测系统包括:
第一流体管线(21);
第二流体管线(41),所述第二流体管线(41)连接到所述第一流体管线(21);
测试腔室(22),所述测试腔室(22)连接到所述第一流体管线(21),所述测试腔室(22)的尺寸被设计成围绕所述管道(100)延伸;
阀(60),所述阀(60)连接到所述第一流体管线(21)和所述第二流体管线(41),所述阀(60)能在打开位置和关闭位置之间调节,以控制流体进入和离开所述第一流体管线(21)和所述第二流体管线(41)并且控制流体在所述第一流体管线(21)和所述第二流体管线(41)之间的流动;以及
压力传感器(70),所述压力传感器(70)连接到所述第一流体管线(21)和所述第二流体管线(41)中的每一者,以感测所述第一流体管线(21)和所述第二流体管线(41)之间的流体压力差值。
2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述第一流体管线(21)和所述测试腔室(22)的第一流体容积在所述第二流体管线(41)的15cc的第二流体容积内。
3. 根据权利要求1或2所述的系统,所述系统还包括连接到所述第二流体管线(41)的参考腔室(51),所述第一流体管线(21)和所述测试腔室(22)的第一流体容积在所述第二流体管线(41)和所述参考腔室(51)的15cc的第二流体容积内。
4. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述测试腔室(22)由被构造成连接在一起的第一构件(31)和分开的第二构件(32)形成,并且其中所述第一构件(31)和所述第二构件(32)中的至少一者包括密封件(33),所述密封件(33)用于使得所述测试腔室(22)在所述第一构件(31)和所述第二构件(32)处于关闭位置时是气密的。
5. 根据权利要求4所述的系统,其中,所述第一构件(31)和所述第二构件(32)中的每一者包括延伸到内面(92)中的凹形通道(90)和沿着所述通道(90)定位并延伸到所述内面(92)中更大距离的凹形腔室部分(91),所述第一构件(31)和所述第二构件(32)的所述通道(90)在所述关闭位置中对准在一起。
6. 根据权利要求1或2所述的系统,所述系统还包括围绕所述测试腔室(22)延伸的密封件(33),以防止流体从所述测试腔室(22)泄漏,所述密封件(33)包括更靠近所述管道(100)定位的内密封件(34)和更远离所述管道(100)定位的外密封件(35),所述内密封件(34)和所述外密封件(35)由间隙(36)间隔开。
7. 根据权利要求6所述的系统,其中,所述第一流体管线(21)包括延伸到所述测试腔室(22)中的第一分支管线(81)和延伸到形成在所述内密封件(34)和所述外密封件(35)之间的所述间隙(36)中的第二分支管线(83)。
8. 根据权利要求7所述的系统,所述系统还包括定位在所述第一流体管线(21)上的选择阀(82),所述选择阀(82)能在第一位置和第二位置之间调节,所述第一位置用于使流体沿着所述第一分支管线(81)流动并防止流体沿着所述第二分支管线(83)流动,所述第二位置用于使流体沿着所述第二分支管线(83)流动并防止流体沿着所述第一分支管线(81)流动。
9. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述阀中的一个阀定位在所述第一流体管线和所述第二流体管线中的一者上,所述阀中的第二个阀定位在通向所述第一流体管线和所

述第二流体管线中的每一者的供给管线上。

10. 一种用于测试非加压管道(100)的泄漏检测系统(10),所述泄漏检测系统包括:

第一流体部分(20),所述第一流体部分(20)包括:

第一流体管线(21);

附接构件(30),所述附接构件(30)包括连接到所述第一流体管线(21)的测试腔室(22),所述附接构件(30)包括第一构件(31)和第二构件(32),所述第一构件(31)和所述第二构件(32)被构造成在打开位置和关闭位置之间移动,所述附接构件(30)还包括密封件(33),所述密封件(33)用于使得所述测试腔室(22)在所述第一构件(31)和所述第二构件(32)处于所述关闭位置时是气密的;第二流体部分(40),所述第二流体部分(40)包括第二流体管线(41),所述第二流体部分(40)具有在15cc的所述第一流体部分(20)内的流体容积;

阀(60),所述阀(60)连接到所述第一流体管线(21)和所述第二流体管线(41),所述阀(60)能在允许流体流动的第一位置和防止流体流动的第二位置之间调节;以及

压力传感器(70),所述压力传感器(70)连接到所述第一流体管线(21)和所述第二流体管线(41)中的每一者,以感测所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)之间的流体压力差值。

11. 根据权利要求10所述的系统,其中,所述第二流体部分(40)还包括连接到所述第二流体管线(41)的参考腔室(51)。

12. 根据权利要求10或11所述的系统,其中,所述密封件(33)包括更靠近所述管道(100)定位的内密封件(34)和更远离所述管道(100)定位的外密封件(35),所述内密封件(34)和所述外密封件(35)由间隙(36)间隔开。

13. 根据权利要求12所述的系统,所述系统还包括连接到所述第一流体管线(21)的密封测试部分(80),所述密封测试部分(80)包括:

第一分支管线(81),所述第一分支管线(81)延伸到所述测试腔室(22)中;

第二分支管线(83),所述第二分支管线(83)延伸到形成在所述内密封件(34)和所述外密封件(35)之间的所述间隙(36)中;以及

选择阀(82),所述选择阀(82)能在第一位置和第二位置之间调节,所述第一位置用于将所述第一分支管线(81)打开而通向所述第一流体管线(21)并将第二分支管线(83)从所述第一流体管线(21)关闭,所述第二位置用于将所述第一分支管线(81)从所述第一流体管线(21)关闭并将所述第二分支管线(83)打开而通向所述第一流体管线(21)。

14. 根据权利要求13所述的系统,其中,所述附接构件(30)包括第一端口(37)和第二端口(38),所述第一端口(37)延伸到所述测试腔室(22)中,其中所述第一分支管线(81)连接到所述第一端口(37),所述第二端口(38)延伸到形成在所述内密封件(34)和所述外密封件(35)之间的所述间隙(36)中,其中所述第二分支管线(83)连接到所述第二端口(38)。

15. 一种对非加压管道(100)进行泄漏测试的方法,所述方法包括:

将附接构件(30)固定到所述管道(100),其中测试腔室(22)围绕所述管道(100)形成气密密封,所述测试腔室(22)是第一流体部分(20)的一部分;

将所述第一流体部分(20)和第二流体部分(40)中的每一者与流体移动装置(67)隔离;

使所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)内的流体压力相等,其中所述流体

压力不同于环境压力,所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)连通;

在使所述流体压力相等之后将所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)与彼此隔离,并且防止所述流体在所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)之间流动;

在隔离所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)之后,感测所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)之间的随着时间的流体压力差值;以及

基于所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)之间的感测到的随着时间的所述流体压力差值来检测所述管道(100)中的泄漏。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,将所述附接构件(30)固定到所述管道(100)包括从所述管道(100)的相对侧将所述附接构件(30)的第一构件(31)和第二构件(32)关闭在一起。

17. 根据权利要求16所述的方法,所述方法还包括对密封件(33)进行压缩,所述密封件(33)包括附接到所述第一构件(31)和所述第二构件(32)中的一者的内密封件(34)和外密封件(35),所述内密封件和所述外密封件中的每一者围绕所述测试腔室(22)延伸并防止所述流体从所述测试腔室(22)泄漏。

18. 根据权利要求15或16所述的方法,其中,隔离所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)包括将沿着共用流体管线的阀(60)关闭。

19. 根据权利要求15或16所述的方法,所述方法还包括:

确定所述管道(100)的外部尺寸;以及

当所述管道(100)未加压时,利用快速原型形成具有所述测试腔室(22)的所述附接构件(30)。

20. 根据权利要求15或16所述的方法,所述方法还包括通过感测形成在所述测试腔室(22)的内密封件(34)和外密封件(35)之间的间隙(36)内的流体压力并感测所述第一流体部分(20)和所述第二流体部分(40)之间的所述流体压力来检测所述内密封件(34)中是否存在泄漏。

用于检测管道中的泄漏的外部泄漏检测系统

技术领域

[0001] 本公开涉及一种泄漏检测系统,更具体地,涉及一种附接到管道的外部以提供准确且快速的泄漏检测结果的泄漏检测系统。

背景技术

[0002] 存在许多不同类型的测试方法来检测诸如管配件和单管之类的管道中的泄漏。操作流体泄漏检查利用操作流体对管道加压,并且视觉检查泄漏和压力损失。压力衰减泄漏测试利用诸如空气之类的气体对管道加压,并测量压力随时间的损失。探漏气体/嗅探泄漏测试利用诸如氦气之类的气体对管道加压,并在配件处使用氦气嗅探装置来检测泄漏。气泡泄漏测试利用诸如空气之类的气体对管道加压,并在接头处使用气泡泄漏检测溶液来检测泄漏。超声波泄漏测试利用诸如空气之类的气体对管道加压,并使用超声波泄漏检测器来检测泄漏。

[0003] 这些方法包括各种缺点。一些测试是不敏感的,除非分配较长的时间段(数小时或数天)来观察泄漏。当持续需要管道系统时,诸如在生产环境中,这在时间上通常不是切实可行的。对于一些测试,最大测试精度需要测量和在计算中考虑环境温度和压力,这可能是混乱和耗时的。一些测试能够检测到泄漏,但是需要第二次测试来确定泄漏的位置。一些测试需要相对昂贵的设备和培训。一些测试不能检测相对大或相对小的泄漏。

发明内容

[0004] 一个方面涉及一种用于测试非加压管道的泄漏检测系统。该泄漏检测系统包括第一流体管线和连接到第一流体管线的第二流体管线。测试腔室连接到第一流体管线并且尺寸被设计成围绕管道延伸。阀连接到第一流体管线和第二流体管线。这些阀可在打开位置和关闭位置之间调节,以控制流体进入和离开第一流体管线和第二流体管线,并控制第一流体管线和第二流体管线之间的流体流动。压力传感器连接到第一流体管线和第二流体管线中的每一者,以感测第一流体管线和第二流体管线之间的流体压力差值。

[0005] 在一个方面,第一流体管线和测试腔室的第一流体容积在第二流体管线的15cc的第二流体容积内。

[0006] 在一个方面,该系统包括连接到第二流体管线的参考腔室,其中第一流体管线和测试腔室的第一流体容积在第二流体管线和参考腔室的15cc的第二流体容积内。

[0007] 在一个方面,测试腔室由第一构件和分开的第二构件形成,该第一构件和第二构件被构造连接在一起,并且其中第一构件和第二构件中的至少一者包括密封件,该密封件用于使得测试腔室在第一构件和第二构件处于关闭位置时是气密的。

[0008] 在一个方面,第一构件和第二构件中的每一者包括延伸到内面中的凹形通道和沿着该通道定位并且延伸到内面中更大距离的凹形腔室部分,其中第一构件和第二构件的通道在关闭位置中对准在一起。

[0009] 在一个方面,该系统包括密封件,该密封件围绕测试腔室延伸以防止流体从测试

腔室泄漏,其中密封件包括更靠近管道定位的内密封件和更远离管道定位的外密封件,并且内密封件和外密封件由间隙间隔开。

[0010] 在一个方面,第一流体管线包括延伸到测试腔室中的第一分支管线和延伸到形成在内密封件和外密封件之间的间隙中的第二分支管线。

[0011] 在一个方面,该系统包括定位在第一流体管线上的选择阀,其中该选择阀可在第一位置和第二位置之间调节,该第一位置用于使流体沿第一分支管线流动并防止流体沿第二分支管线流动,该第二位置用于使流体沿第二分支管线流动并防止流体沿第一分支管线流动。

[0012] 在一个方面,这些阀中的一个阀定位在第一流体管线和第二流体管线中的一者上,并且这些阀中的第二个阀定位在通向第一流体管线和第二流体管线中的每一者的供给管线上。

[0013] 一个方面涉及一种用于测试非加压管道的泄漏检测系统。该泄漏检测系统包括具有第一流体管线和附接构件的第一流体部分,该附接构件具有连接到第一流体管线的测试腔室,其中该附接构件包括第一构件和第二构件,该第一构件和第二构件被构造成在打开位置和关闭位置之间移动,并且该附接构件还包括密封件,所述密封件用于使所述测试腔室在第一构件和第二构件处于关闭位置时是气密的。第二流体部分包括第二流体管线,其中第二流体部分具有在15cc的第一流体部分内的流体容积。阀连接到第一流体管线和第二流体管线,其中这些阀可在允许流体流动的第一位置和防止流体流动的第二位置之间调节。压力传感器连接到第一流体管线和第二流体管线中的每一者,以感测第一流体部分与第二流体部分之间的流体压力差值。

[0014] 在一个方面,第二流体部分还包括连接到第二流体管线的参考腔室。

[0015] 在一个方面,密封件包括更靠近管道定位的内密封件和更远离管道定位的外密封件,其中内密封件和外密封件由间隙间隔开。

[0016] 在一个方面,该系统包括连接到第一流体管线的密封测试部分,其中该密封测试部分包括:延伸到测试腔室中的第一分支管线;延伸到形成在内密封件和外密封件之间的间隙中的第二分支管线;以及

[0017] 选择阀,该选择阀可在第一位置和第二位置之间调节,该第一位置用于将第一分支管线打开而通向第一流体管线并将第二分支管线从第一流体管线关闭,该第二位置用于将第一分支管线从第一流体管线关闭并将第二分支管线打开而通向第一流体管线。

[0018] 在一个方面,附接构件包括第一端口和第二端口,该第一端口延伸到测试腔室中,其中第一分支管线连接到第一端口,该第二端口延伸到形成在内密封件和外密封件之间的间隙中,其中第二分支管线连接到第二端口。

[0019] 一个方面涉及一种对非加压管道进行泄漏测试的方法,该方法包括将附接构件固定到管道,其中测试腔室围绕管道形成气密密封,并且该测试腔室是第一流体部分的一部分。该方法包括将第一流体部分和第二流体部分中的每一者与流体移动装置隔离。该方法包括使第一流体部分和第二流体部分内的流体压力相等,其中流体压力不同于环境压力,并且其中第一流体部分和第二流体部分连通。该方法包括在使流体压力相等之后将第一流体部分和第二流体部分与彼此隔离,并防止流体在第一流体部分和第二流体部分之间流动。该方法包括在隔离第一流体部分与第二流体部分之后,感测第一流体部分与第二流体

部分之间的随着时间的流体压力差值。该方法包括基于时间和第一流体部分与第二流体部分之间的感测到的流体压力差值来检测管道中的泄漏。

[0020] 在一个方面,将附接构件固定到管道包括从管道的相对侧将附接构件的第一构件和第二构件关闭在一起。

[0021] 在一个方面,该方法包括对密封件进行,该密封件包括附接到第一构件和第二构件中的一者的内密封件和外密封件,其中内密封件和外密封件中的每一者围绕测试腔室延伸,并且防止流体从测试腔室泄漏。

[0022] 在一个方面,隔离第一流体部分与第二流体部分包括将沿着共用流体管线的阀关闭。

[0023] 在一个方面,该方法包括确定管道的外部尺寸,并且在管道未加压时,利用快速原型形成具有测试腔室的附接构件。

[0024] 在一个方面,该方法包括通过感测形成在测试腔室的内密封件和外密封件之间的间隙内的流体压力并感测第一流体部分与第二流体部分之间的流体压力来检测内密封件中是否存在泄漏。

[0025] 已经讨论的特征、功能和优点可以在各个方面中独立地实现,或者可以在其他方面中组合,其进一步的细节可以参考下面的描述和附图看出。

附图说明

[0026] 图1是附接到管道的泄漏检测系统的示意图。

[0027] 图2是泄漏检测系统的示意图。

[0028] 图3是相对于管道定位的处于打开位置的附接构件的立体图。

[0029] 图4是相对于管道定位的处于打开位置的附接构件的俯视图。

[0030] 图5是检测管道中的泄漏的方法的流程图。

[0031] 图6是泄漏检测系统的示意图。

[0032] 图7是泄漏检测系统的示意图,该泄漏检测系统还被构造成检测附接构件的密封件中的泄漏。

[0033] 图8是泄漏检测系统的示意图。

[0034] 图9是运载工具生产和维修方法的流程图。

[0035] 图10是运载工具的方框图。

具体实施方式

[0036] 本申请涉及一种泄漏检测系统,该泄漏检测系统被构造成附接在管道的外部上以检测泄漏。图1包括检测非加压管道100中的泄漏的泄漏检测系统10的示意图。泄漏检测系统10包括第一流体部分20和第二流体部分40,该第一流体部分20和第二流体部分40各自包括相同或几乎相同的流体容积。第一流体部分20包括第一流体管线21和具有附接到管道100的测试腔室22的附接构件30。第二流体部分40包括至少一个第二流体管线41。第一流体部分20和第二流体部分40的流体容积相等或大约相等。连接到第一流体部分20和第二流体部分40中的每一者的压力传感器70感测第一流体部分20和第二流体部分40之间的流体压力差值以检测泄漏。

[0037] 图2示出了包括第一流体部分20和第二流体部分40的泄漏检测系统10的示意图。第一流体部分20包括与形成在附接构件30内的测试腔室22流体连通的第一流体管线21。第二流体部分40包括与参考腔室51流体连通的流体管线41。参考腔室51形成在参考构件50内。包括第一流体管线21和测试腔室22的第一流体部分20的流体容积等于或约等于包括第二流体管线41和参考腔室51的第二流体部分40的流体容积。在一种设计中,第一流体部分20和第二流体部分40之间的流体容积在15cc内。

[0038] 阀60连接到第一流体管线21和第二流体管线41中的每一者。阀60可在打开位置和关闭位置之间调节,该打开位置用于使流体在第一流体管线21和第二流体管线41之间流动,该关闭位置防止流体在第一流体管线21和第二流体管线41之间流动。压力传感器70也在隔离阀60的每一侧连接到第一流体管线21和第二流体管线41中的每一者。压力传感器70被构造成检测第一流体管线21和第二流体管线41之间的流体压力的差值。在一种设计中,压力传感器70具有0.2英寸水柱的全刻度范围和0.5%的精度。

[0039] 压力传感器65还沿着第二流体管线41远离参考腔室51定位。压力传感器65检测沿第二流体管线41的流体压力。压力传感器65也可以沿着第一流体管线21定位。

[0040] 流体移动装置67经由供应管线15连接到第一流体管线21和第二流体管线41中的每一者。流体移动装置67在第一流体管线21和第二流体管线41内产生压力或真空。流体移动装置67可以是真空源,并将第一流体管线21和第二流体管线41内的流体压力降低到环境压力以下。流体移动装置67还可以是流体源,以将第一流体管线21和第二流体管线41内的流体压力增加到环境压力以上。阀60沿着第一流体管线21和第二流体管线41中的每一者定位,以将第一流体部分20和第二流体部分40与流体移动装置67隔离。

[0041] 附接构件30被构造成附接到管道100。附接构件30包括围绕管道100的被测试部分定位的气密测试腔室22。附接构件30可由一个或多个部件构成,该一个或多个部件被构造成附接到管道100并形成气密测试腔室22。在多部件设计中,不同的部件可以从相对侧围绕管道100定位并且连接在一起。分开的部件可以用铰链连接在一起,并可在打开位置和关闭位置之间移动,或者分开的部件可以是配合在一起并通过一个或多个紧固件固定的分开部件。

[0042] 图3示出了被构造成附接到管道100的附接构件30。附接构件30包括在铰链55处连接在一起的第一构件31和第二构件32。附接构件30可移动到如图3所示的打开位置,其中第一构件31和第二构件32分开,用于将第一构件31和第二构件32定位在管道100的相对侧上。附接构件30可移动到关闭位置,其中第一构件31和第二构件32重叠并围绕管道100形成气密测试腔室22。附接构件30可以由各种材料构成,包括但不限于塑料和金属。在一种设计中,附接构件30使用位于管道100的位置处的3-D打印机通过快速原型来构造。

[0043] 如图3和图4所示,第一构件31和第二构件32中的每一者包括延伸到内面92中的凹形通道部分90。通道部分90横跨第一构件31和第二构件32的长度延伸。第一构件31和第二构件32中的每一者还包括凹形腔室部分91,该凹形腔室部分91延伸到内面92中更大的(即,更深的)距离。当附接构件30处于关闭位置时,通道部分90对准在一起并形成接收管道100的通道。腔室部分91也对准在一起并形成测试腔室22。

[0044] 泄漏检测系统10被构造成检测各种不同管道100中的泄漏。在图3中,管道100包括由两个管101形成的管配件。管道100也可以包括其它构造,包括单管。通道部分90和/或腔

室部分91的形状和尺寸可以被设计成容纳要测试的特定管道100。

[0045] 图3包括具有蛤壳设计的附接构件30,其中第一构件31和第二构件32在铰链55处附接。附接构件30还可以包括分开的第一构件31和第二构件32(即,没有铰链55),该分开的第一构件31和第二构件32可以附接在一起以围绕管道100延伸。第一构件31和第二构件32可以通过一个或多个紧固件固定在一起。

[0046] 密封件33围绕测试腔室22延伸以防止流体逸出。密封件33可被构造成在关闭位置通过附接构件30变形。密封件33可以仅附接到第一构件31和第二构件32中的一者,并且其中相对的一者包括接触表面39,该接触表面39在关闭位置接触抵靠并压缩密封件33。密封件33也可以包括不同的部分,这些不同的部分均附接到不同的第一构件31和第二构件32中的一者。密封件33可由各种材料构成,包括但不限于弹性体。

[0047] 在一种设计中,密封件33使用胶带固定到附接构件30。这种构造提供了更大的区域来密封,以在附接构件30处于关闭位置时使流动特性在管道100的表面中的缺陷周围更好地适应,并且作为密封胶带的一部分的粘合剂有助于提供更好的密封。其它设计包括粘合剂以固定密封件33。

[0048] 图3包括具有内密封件34和外密封件35的密封件33。内密封件34和外密封件35均附接到第二构件32,其中第一构件31包括接触表面(未示出),该接触表面在关闭位置接触抵靠并压缩内密封件34和外密封件35。内密封件34和外密封件35中的每一者围绕腔室部分91延伸。内密封件34和外密封件35也可以横跨通道部分90延伸,并且当附接构件30处于关闭位置时,内密封件34和外密封件35被管道100接触和压缩。间隙36形成在内密封件34和外密封件35之间。间隙36包括在内密封件34和外密封件35之间测量的宽度。该宽度可以围绕测试腔室22相同,或者可以在一个或多个不同部分处变化。

[0049] 端口37延伸穿过第一构件31并进入到腔室部分91中(和测试腔室22中,当附接构件30处于关闭位置时)。端口37连接到第一流体管线21,以在泄漏测试期间相对于测试腔室22移动流体。第二端口38延伸穿过第一构件31并进入到形成在内密封件34和外密封件35之间的间隙36中。第二端口38提供了对内密封件34的测试,如将在下面公开的。图3包括端口37、端口38,该端口37、端口38延伸穿过第一构件31并延伸到附接到第二构件32的密封件33内。端口37、端口38可延伸穿过第一构件31和第二构件32中的任一者,并且密封件33可附接到第一构件31和第二构件32中的任一者或两者。

[0050] 图4示出了包括单个单一主体的另一密封件33。密封件33围绕腔室部分91(以及处于关闭位置的测试腔室22)延伸。密封件33包括在内边缘和外边缘之间测量的宽度。该宽度可以围绕测试腔室22恒定,或者可以变化。图4包括附接到第二构件32的密封件33。密封件33也可以附接到第一构件31,或者附接到第一构件31和第二构件32两者。

[0051] 第一流体部分20的流体容积等于或约等于第二流体部分40的流体容积。这提供了对第一流体部分20和第二流体部分40之间的压差的测试,以检测管道100中的泄漏。第一流体部分20可包括第一流体管线21和测试腔室22。第二流体部分40可包括第二流体管线41和参考腔室51。在一种设计中,两个流体容积彼此在15cc内。

[0052] 测试腔室22和参考腔室51的流体容积可以相同或不同。尺寸可以做得尽可能小以便于泄漏的检测。一种设计包括每个流体容积小于或等于15cc。另一种设计包括每个流体容积相等。

[0053] 图5示出了泄漏测试管道100的方法。附接构件30固定到管道100,其中测试腔室22围绕管道100形成气密密封(方框200)。在执行测试之前,可以局部清除管道100的流体,使得空气在管道100内并且被减压。

[0054] 一旦固定了附接构件30,就在第一流体部分20和第二流体部分40中获得了所需的压力。该压力不同于环境压力。如图2所示,这可以包括打开阀60并利用流体移动装置67使流体沿着第一流体部分20和第二流体部分40移动。这可以包括流体移动装置67是真空的并且将流体压力降低到环境压力以下。这也可以包括流体移动装置67是压力源并将流体压力增加到环境压力之上。在该过程期间,可以使用压力传感器65感测第二流体部分40内的流体压力。一旦达到所需的流体压力,可以将流体移动装置67处的阀60关闭以隔离第一流体部分20和第二流体部分40(方框201)。流体移动装置67也可以被停用。

[0055] 使第一流体部分20和第二流体部分40内的流体压力相等(方框202)。这包括保持第一流体部分20和第二流体部分40之间的阀60打开,使得第一流体部分20和第二流体部分40内的压力可以相等。一旦相等,将第一流体部分20与第二流体部分40隔离(方框204)。这可以包括关闭阀60,从而防止流体在第一流体部分20和第二流体部分40之间流动。

[0056] 操作地连接到第一流体部分20和第二流体部分40中的每一者的压力传感器70可感测第一流体部分20和第二流体部分40之间的流体压力随着时间的差值(方框206)。泄漏测量的精度可以是压力的差值和压力或真空延迟所允许的时间量两者的函数。当传感器70感测到第一流体部分20和第二流体部分40之间的流体压力的差值时,检测到泄漏(方框208)。当流体压力的差值在给定的时间段内高于预定量时,可以检测到泄漏。当一段时间内存在流体压力的任何差值时,也可以检测到泄漏。

[0057] 测试腔室22的尺寸被设计成紧密地匹配管道100的尺寸。这将测试腔室22内的流体的量最小化。设计包括当围绕管道100延伸时,小于10cc的流体处于测试腔室22中。其它设计包括测试腔室22的尺寸被设计成保持小于30cc的流体。小容积的测试腔室22使得相对小的泄漏相对于测试腔室22是成比例地大量的或可观的。这提供了泄漏检测系统10的精确性以在相对短的时间段内检测小的泄漏。泄漏检测系统10可检测到小至E-04cc/sec至E-06cc/秒的泄漏。

[0058] 如图2所示,第一流体部分20和第二流体部分40包括相等或大约相等的流体容积。第一流体部分20包括流体管线21和测试腔室22。第二流体部分40包括流体管线41和参考腔室51。图6包括不包括参考腔室51的泄漏检测系统10。也就是说,流体线路41的流体容积等于或约等于流体线路21加上测试腔室22。流体管线41的流体容积等于或约等于第一流体部分20的流体容积。

[0059] 在检测管道100中的泄漏之前,有必要测试密封件33是气密的。图7示出了提供这种测试的泄漏检测系统10。第一流体部分20包括密封测试部分80。密封测试部分80包括与测试腔室22中的端口37连通的第一分支管线81。第二分支管线83与附接构件30的密封检查测试端口38连通。选择阀82选择性地定位在第一位置和第二位置之间,该第一位置用于使第一分支管线81与第一流体管线21流体连通(并且第二分支管线83关闭),该第二位置用于使第二分支管线83与第一流体管线21流体连通(并且第一分支管线81关闭)。

[0060] 如在图2和图6的泄漏检测系统10中一样,第一流体部分20和第二流体部分40中的流体容积相同或大致相同。此外,密封测试部分80的两个部分包括相同的流体容积。也就是

说,第一分支管线81和测试腔室22的容积等于分支管线83和间隙36的容积。因此,当阀82处于或者第一位置或者第二位置时,第一部分20具有相同的容积。这提供了与上述对泄漏的测试类似的方式对内密封件34的测试。

[0061] 在测试内密封件34期间,选择阀82处于第二位置。流体压力在第一流体部分20(该第一流体部分20包括分支管线83和间隙36)和第二流体部分40内是相等的。该压力不同于环境压力。一旦达到所需的流体压力,供应管线15处的阀60关闭,以防止沿第一流体管线21和第二流体管线41的额外的流体移动,并且流体移动装置67可以被停用。

[0062] 第一流体部分20和第二流体部分40内的流体压力允许相等。一旦相等,通过关闭将第一流体部分20和第二流体部分40分开的阀60,将第一流体部分20与第二流体部分40隔离,从而防止流体在第一流体部分20和第二流体部分40之间流动。

[0063] 操作地连接到第一流体部分20和第二流体部分40中的每一者的压力传感器70可以感测流体压力的差值。当传感器70感测到第一流体部分20和第二流体部分40之间的流体压力的差值时,则检测到泄漏。这可以包括流体压力随时间的任何差值,或者在给定时间上超过预定量的差值。

[0064] 在测试管道100期间,选择阀82处于第一位置。如上文参考图5所解释的,使用测试腔室22执行对管道100的测试。在选择阀82的不同位置,不起作用的相对的分支管线81、83关闭。

[0065] 泄漏检测系统10可包括沿第一流体部分20和第二流体部分40在不同位置处定位的阀60。图8示出了沿着通向第一流体管线21和第二流体管线41的供应管线15定位的阀60。该阀60可将第一流体部分20和第二流体部分40与流体移动装置67隔离。第二阀60将第一流体部分20和第二流体部分40隔离,并且可以沿着第一流体管线21和第二流体管线41在不同点处定位。图8特别包括沿第一流体管线21定位的第二阀60。

[0066] 泄漏检测系统10可用于各种潜在应用中,尤其是在运输行业中,包括例如航空航天、船舶、汽车应用和可使用自动化铺设设备的其它应用。泄漏检测系统10可用于图9所示的运载工具制造和维修方法236以及图10所示的诸如飞行器之类的运载工具238的情况中。在预生产期间,示例性方法236可包括运载工具238的规格和设计240以及材料采购242。在生产期间,发生运载工具238的部件和子组件制造244和系统集成246。此后,运载工具238可经过认证和交付248,以便投入运营250。当由客户运营时,运载工具238被安排用于日常维护和维修252,该日常维护和维修252也可包括修改、重新配置、整修等。

[0067] 方法236的过程可以由系统集成商、第三方和/或运营商(例如,客户)执行或实施。为了本说明书的目的,系统集成商可以包括但不限于任何数量的运载工具制造商和主系统分包商;第三方可以包括但不限于任何数量的卖主、分包商和供应商;并且运营商可以是航空公司、租赁公司、军事实体、服务组织等。

[0068] 如图10所示,由示例性方法236生产的运载工具238可包括具有多个系统256和内部258的机身254。高级系统256的实施例包括推进系统260、电气系统262、液压系统264和环境系统266中的一个或多个。可以包括任何数量的其它系统。尽管示出了航空航天实施例,但是本公开的原理可以应用于其他行业,例如船舶和汽车行业。

[0069] 在生产和维修方法236的任何一个或多个阶段期间,可以采用在此呈现的系统和方法。例如,对应于部件和子组件制造244的部件或子组件可以以类似于在运载工具238使

用中生产的部件或子组件的方式制作或制造。此外,在部件和子组件制造244和系统集成246期间,例如通过加快运载工具238的组装或降低运载工具238的成本,可以利用一个或多个设备实施方式、方法实施方式或其组合。类似地,在运载工具238处于使用中时,例如但不限于维护和维修252,可以利用设备实施方式、方法实施方式或其组合中的一个或多个。

[0070] 泄漏检测系统10可用于各种运载工具。一种运载工具包括商用飞行器,该商用飞行器包括多排座椅,每个座椅被构造成容纳乘客。其它运载工具包括但不限于载人飞行器、无人飞行器、载人航天器、无人航天器、载人旋翼飞行器、无人旋翼飞行器、卫星、火箭、导弹、载人陆地运载工具、无人陆地运载工具、载人水面承载运载工具、无人水面承载运载工具、载人水下承载运载工具、无人水下承载运载工具及其组合。

[0071] 此外,本公开包括根据以下条款的实施方式:

[0072] 条款1.一种用于测试非加压管道100的泄漏检测系统10,该泄漏检测系统包括:

[0073] 第一流体管线21;

[0074] 第二流体管线41,该第二流体管线41连接到第一流体管线21;

[0075] 测试腔室22,该测试腔室22连接到第一流体管线21,测试腔室22的尺寸被设计为围绕管道100延伸;

[0076] 阀60,这些阀60连接到第一流体管线21和第二流体管线41,阀60可在打开位置和关闭位置之间调节,以控制流体进入和离开第一流体管线21和第二流体管线41并且控制流体在第一流体管线21和第二流体管线41之间的流动;以及

[0077] 压力传感器70,该压力传感器70连接到第一流体管线21和第二流体管线41中的每一者,以感测第一流体管线21和第二流体管线41之间的流体压力差值。

[0078] 条款2.条款1的系统,其中,第一流体管线21和测试腔室22的第一流体容积在第二流体管线41的15cc的第二流体容积内。

[0079] 条款3.条款1或2的系统,该系统还包括连接到第二流体管线41的参考腔室51,第一流体管线21和测试腔室22的第一流体容积在第二流体管线41和参考腔室51的15cc的第二流体容积内。

[0080] 条款4.条款1、2或3的系统,其中,测试腔室22由被构造成连接在一起的第一构件31和分开的第二构件32形成,并且其中,第一构件31和第二构件32中的至少一者包括密封件33,该密封件33用于使得测试腔室22在第一构件31和第二构件32处于关闭位置时是气密的。

[0081] 条款5.条款4的系统,其中,第一构件31和第二构件32中的每一者包括延伸到内面92中的凹形通道90和沿着通道90定位并且延伸到内面92中更大距离的凹形腔室部分91,第一构件31和第二构件32的通道90在关闭位置中对准在一起。

[0082] 条款6.条款1至5中任一项的系统,该系统还包括密封件33,该密封件围绕测试腔室22延伸以防止流体从测试腔室22泄漏,密封件33包括更靠近管道100定位的内密封件34和更远离管道100定位的外密封件35,内密封件34和外密封件35由间隙36间隔开。

[0083] 条款7.条款6的系统,其中,第一流体管线21包括延伸到测试腔室22中的第一分支管线81和延伸到形成在内密封件34和外密封件35之间的间隙36中的第二分支管线83。

[0084] 条款8.条款7的系统,该系统还包括定位在第一流体管线21上的选择阀82,选择阀82可在第一位置和第二位置之间调节,该第一位置用于使流体沿第一分支管线81流动并防

止流体沿第二分支管线83流动,该第二位置用于使流体沿第二分支管线83流动并防止流体沿第一分支管线81流动。

[0085] 条款9.条款1至8中任一项的系统,其中,这些阀中的一个阀定位在第一流体管线和第二流体管线中的一者上,并且这些阀中的第二个阀定位在通向第一流体管线和第二流体管线中的每一者的供给管线上。

[0086] 条款10.一种用于测试非加压管道100的泄漏检测系统10,该泄漏检测系统包括:

[0087] 第一流体部分20,该第一流体部分20包括:

[0088] 第一流体管线21;

[0089] 附接构件30,该附接构件30包括连接到第一流体管线21的测试腔室22,附接构件30包括第一构件31和第二构件32,该第一构件31和第二构件32被构造成在打开位置和关闭位置之间移动,附接构件30还包括密封件33,该密封件33用于使得所述测试腔室22在第一构件31和第二构件32处于关闭位置时是气密的;

[0090] 第二流体部分40,该第二流体部分40包括第二流体管线41,第二流体部分40具有在15cc的第一流体部分20内的流体容积;

[0091] 阀60,这些阀60连接到第一流体管线21和第二流体管线41,阀60可在允许流体流动的第一位置和防止流体流动的第二位置之间调节;以及

[0092] 压力传感器70,该压力传感器70连接到第一流体管线21和第二流体管线41中的每一者以感测第一流体部分20和第二流体部分40之间的流体压力差值。

[0093] 条款11.条款10的系统,其中,第二流体部分40还包括连接到第二流体管线41的参考腔室51。

[0094] 条款12.条款10或11的系统,其中,密封件33包括更靠近管道100定位的内密封件34和更远离管道100定位的外密封件35,内密封件34和外密封件35由间隙36间隔开。

[0095] 条款13.条款12的系统,该系统还包括连接到第一流体管线21的密封测试部分80,该密封测试部分80包括:

[0096] 第一分支管线81,该第一分支管线81延伸到测试腔室22中;

[0097] 第二分支管线83,该第二分支管线83延伸到形成在内密封件34和外密封件35之间的间隙36中;以及

[0098] 选择阀82,该选择阀82可在第一位置和第二位置之间调节,该第一位置用于将第一分支管线81打开而通向第一流体管线21并将第二分支管线83从第一流体管线21关闭,该第二位置用于将第一分支管线81从第一流体管线21关闭并将第二分支管线83打开而通向第一流体管线21。

[0099] 条款14.条款13的系统,其中,附接构件30包括第一端口37和第二端口38,该第一端口37延伸到测试腔室22中,其中第一分支管线81连接到第一端口37,该第二端口38延伸到形成在内密封件34和外密封件35之间的间隙36中,其中第二分支管线83连接到第二端口38。

[0100] 条款15.一种对非加压管道100进行泄漏测试的方法,该方法包括:

[0101] 将附接构件30固定到管道100,其中测试腔室22围绕管道100形成气密密封,测试腔室22是第一流体部分20的一部分;

[0102] 将第一流体部分20和第二流体部分40中的每一者与流体移动装置67隔离;

[0103] 使第一流体部分20和第二流体部分40内的流体压力相等,其中流体压力不同于环境压力,第一流体部分20和第二流体部分40连通;

[0104] 在使流体压力相等之后将第一流体部分20和第二流体部分40与彼此隔离,并且防止流体在第一流体部分20和第二流体部分40之间流动;

[0105] 在隔离第一流体部分20和第二流体部分40之后,感测第一流体部分20和第二流体部分40之间的随着时间的流体压力差值;以及

[0106] 基于第一流体部分20和第二流体部分40之间的感测到的随着时间的流体压力差值来检测管道100中的泄漏。

[0107] 条款16. 条款15的方法,其中,将附接构件30固定到管道100包括从管道100的相对侧将附接构件30的第一构件31和第二构件32关闭在一起。

[0108] 条款17. 条款16的方法,该方法还包括对密封件33进行压缩,该密封件包括附接到第一构件31和第二构件32中的一者的内密封件34和外密封件35,内密封件和外密封件中的每一者围绕测试腔室22延伸并且防止流体从测试腔室22泄漏。

[0109] 条款18. 条款15、16或17的方法,其中,隔离第一流体部分20和第二流体部分40包括将沿着共用流体管线的阀60关闭。

[0110] 条款19. 条款15至18中任一项的方法,该方法还包括:

[0111] 确定管道100的外部尺寸;以及

[0112] 当管道100未加压时,利用快速原型形成具有测试腔室22的附接构件30。

[0113] 条款20. 条款15至19中任一项的方法,该方法还包括通过感测形成在试腔室22的内密封件34与外密封件35之间的间隙36内的流体压力并感测第一流体部分20与第二流体部分40之间的流体压力来检测内密封件34中是否存在泄漏。

[0114] 在不背离本发明的实质特征的情况下,可以以不同于本文具体阐述的方式的其它方式来实施本发明。本实施方式在所有方面都应被认为是说明性的而非限制性的,并且在所附权利要求的含义和等效范围内的所有改变都旨在包含在本文中。

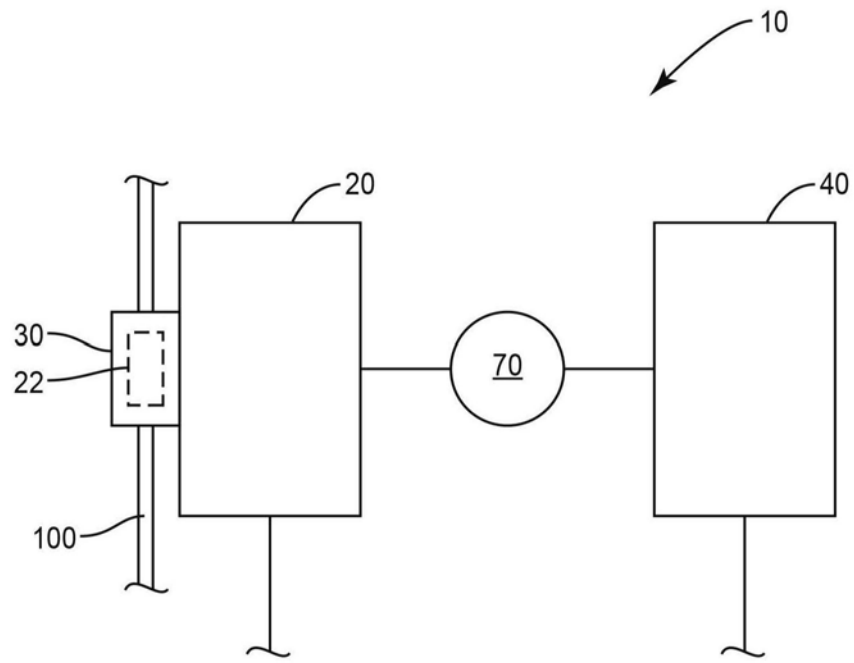


图1

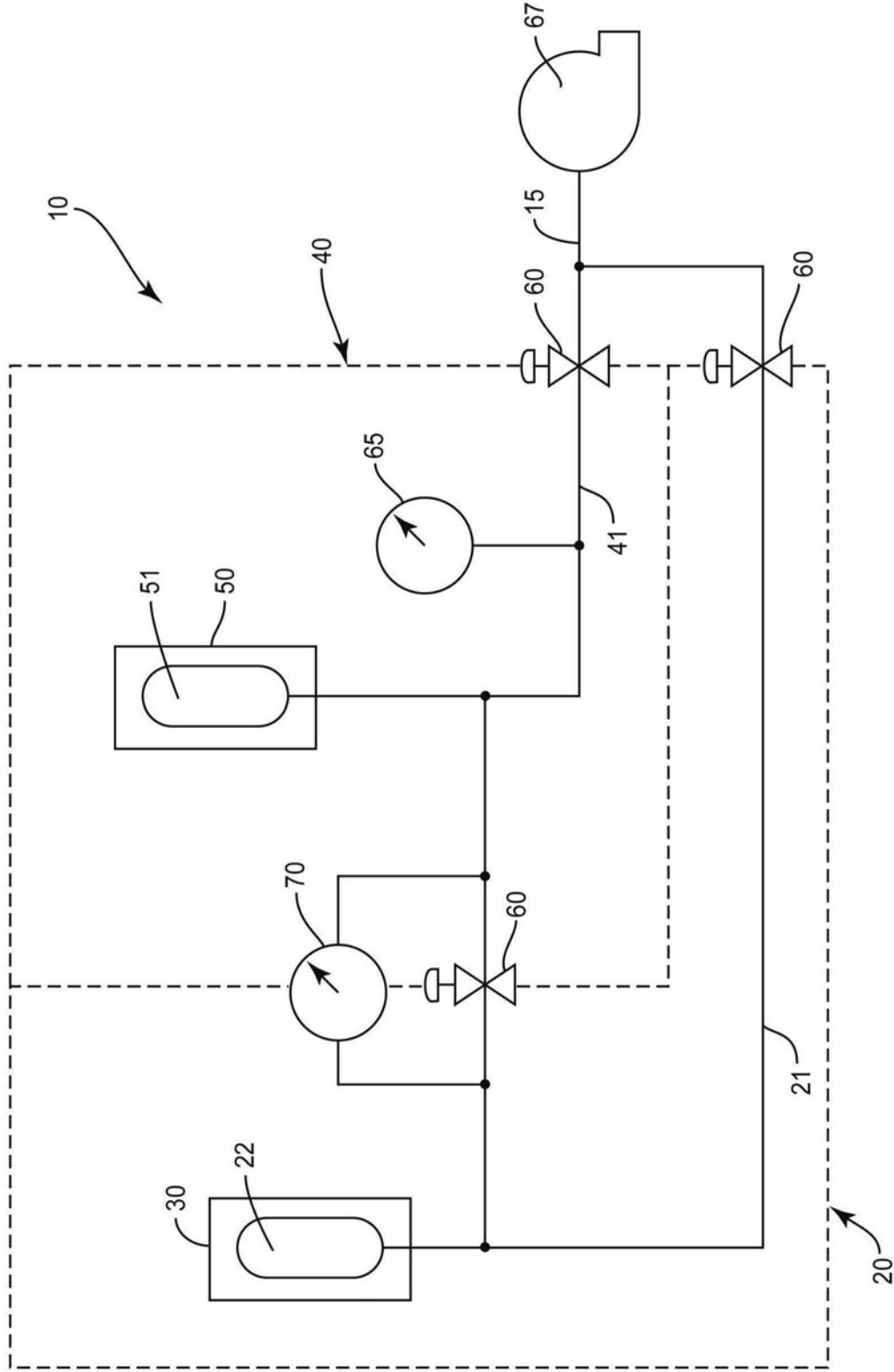


图2

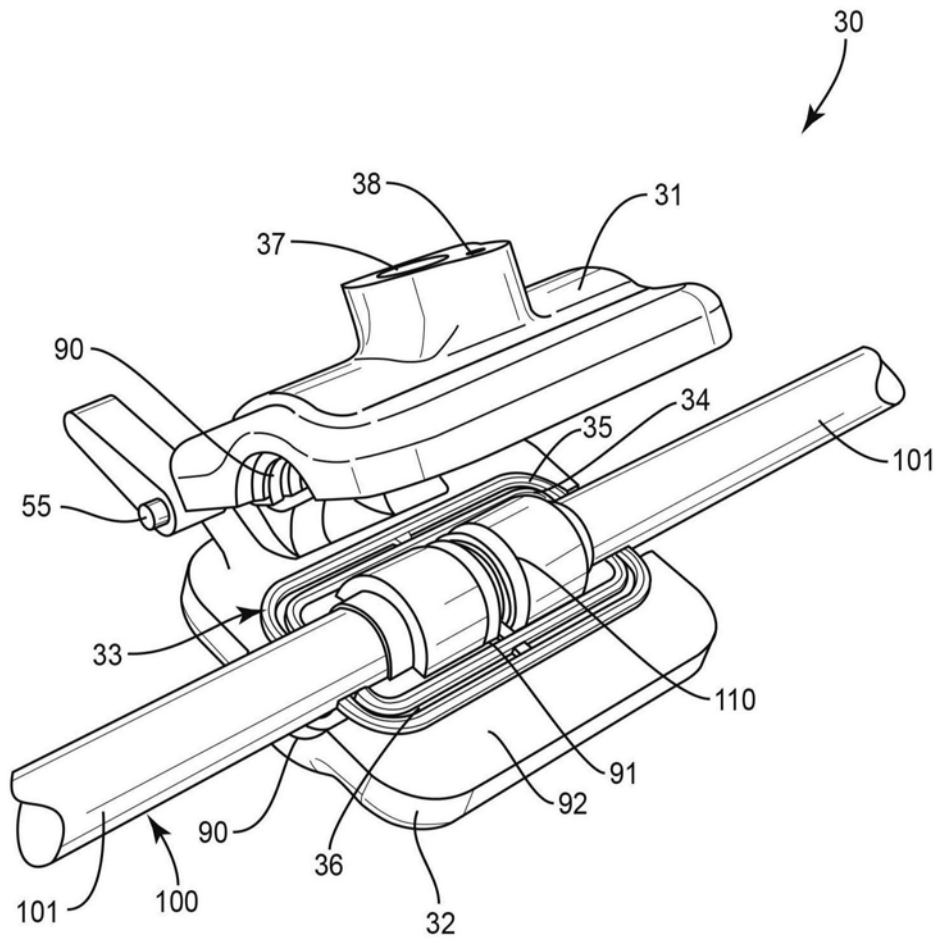


图3

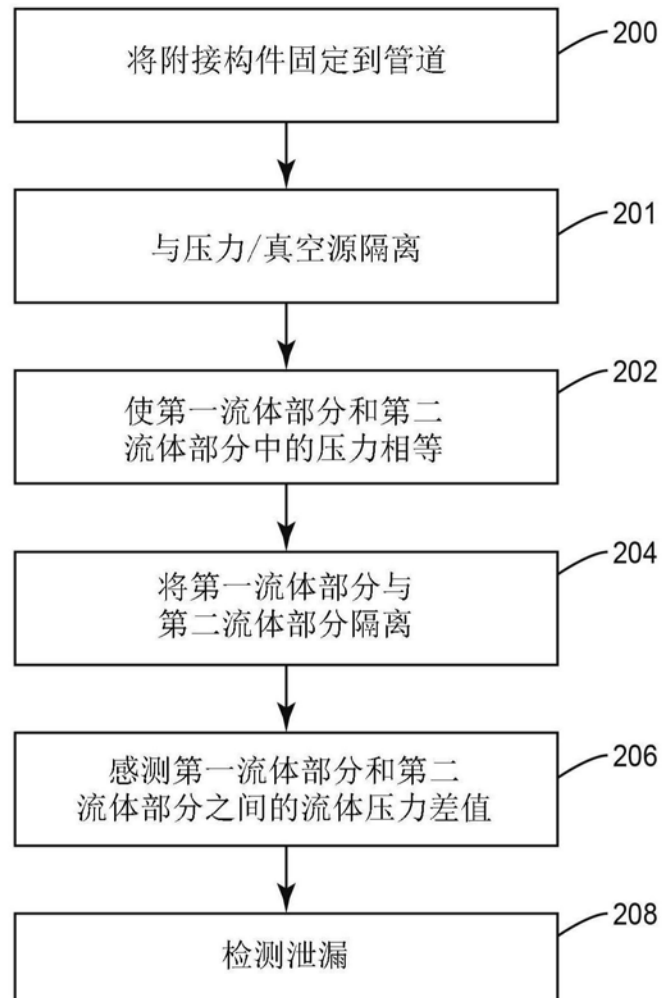


图5

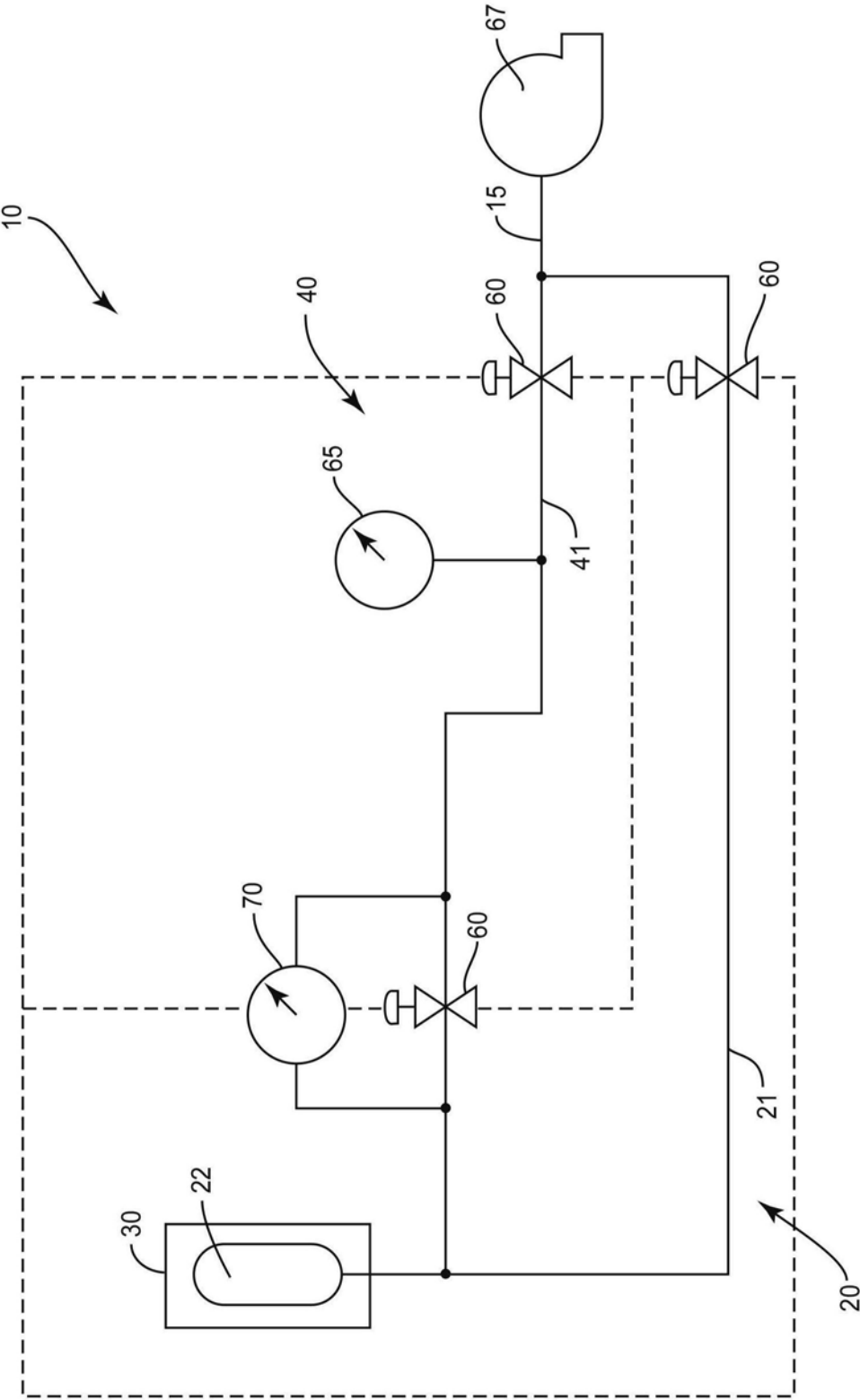


图6

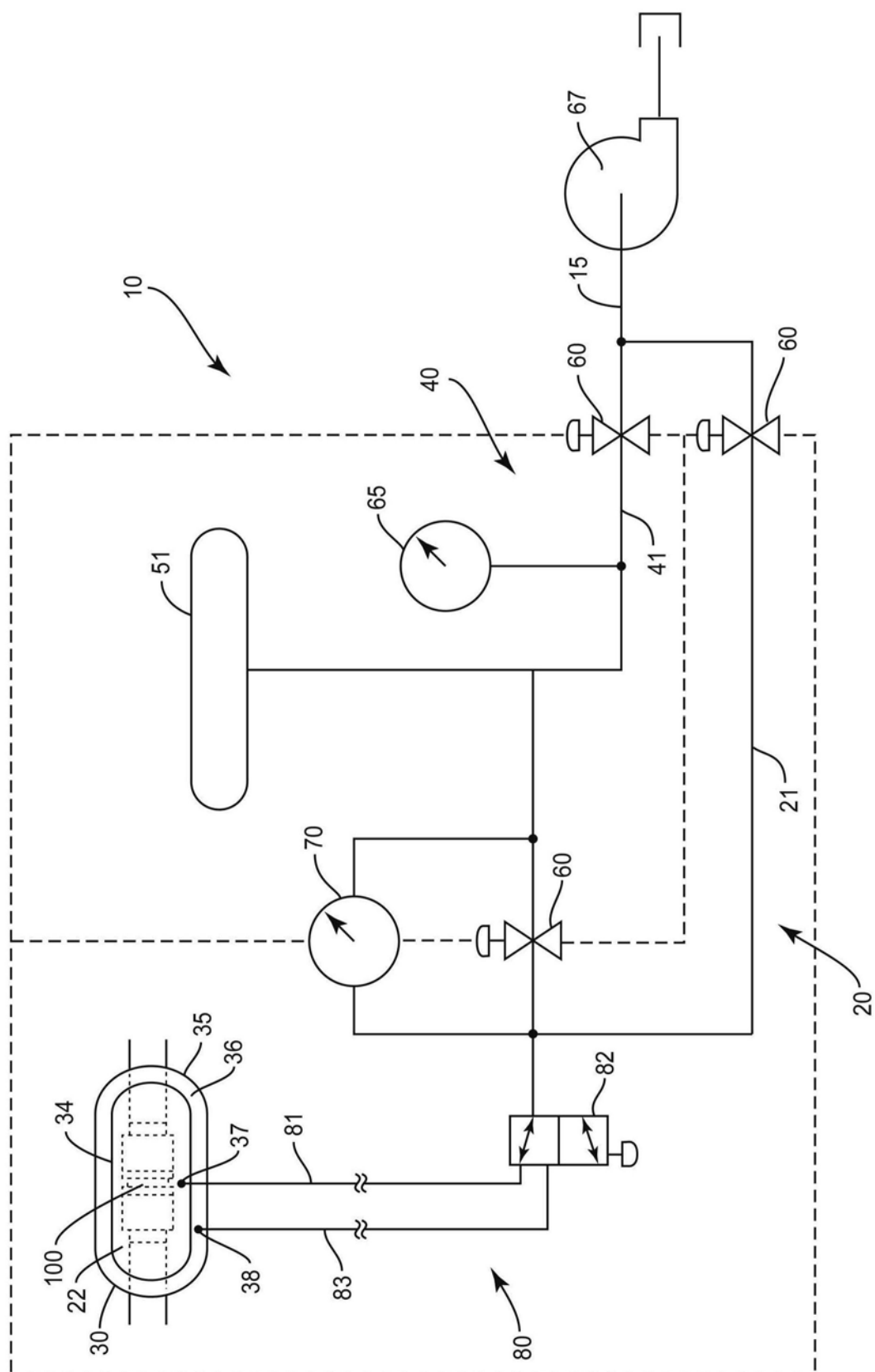


图7

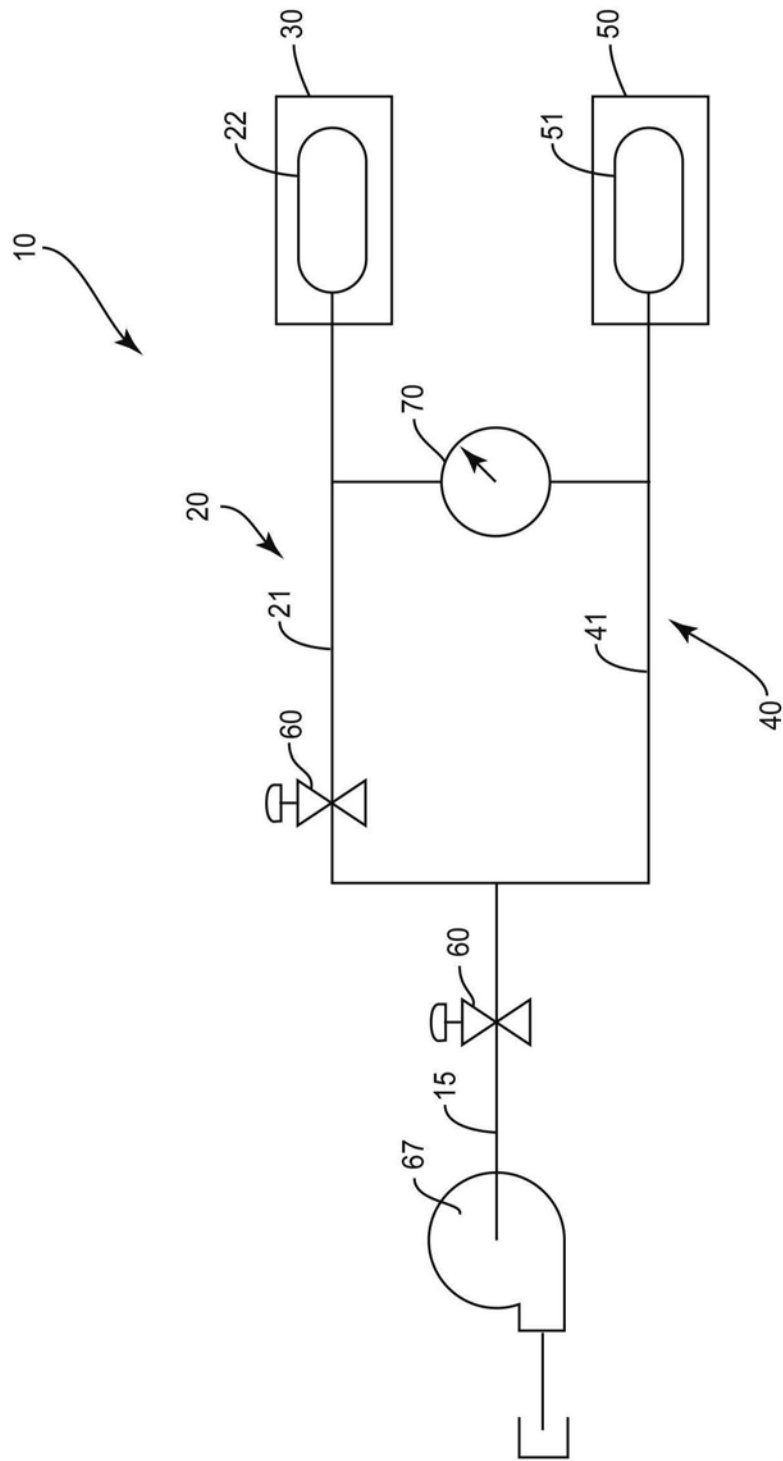


图8

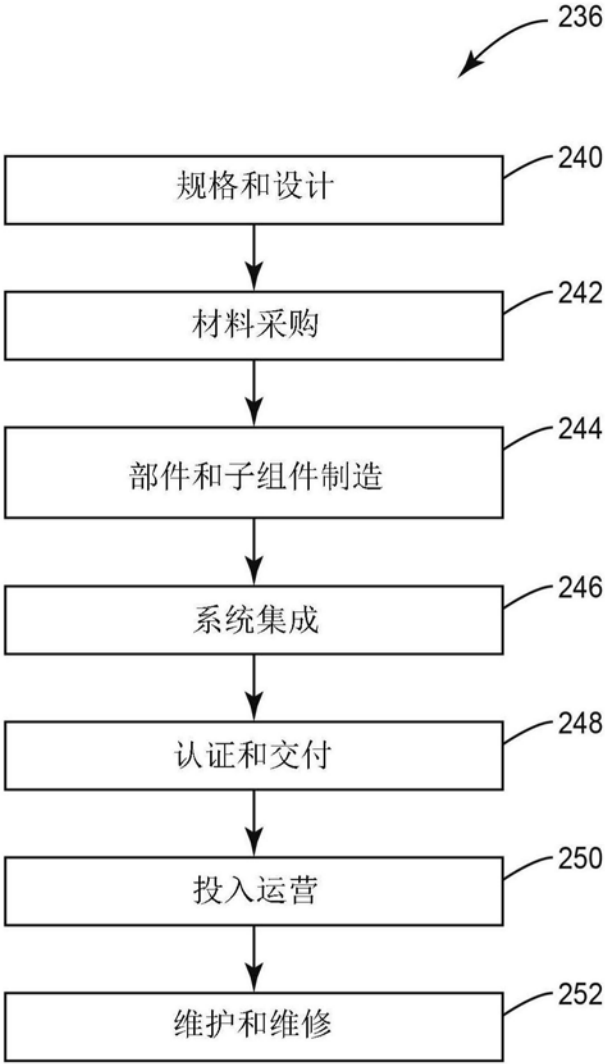


图9

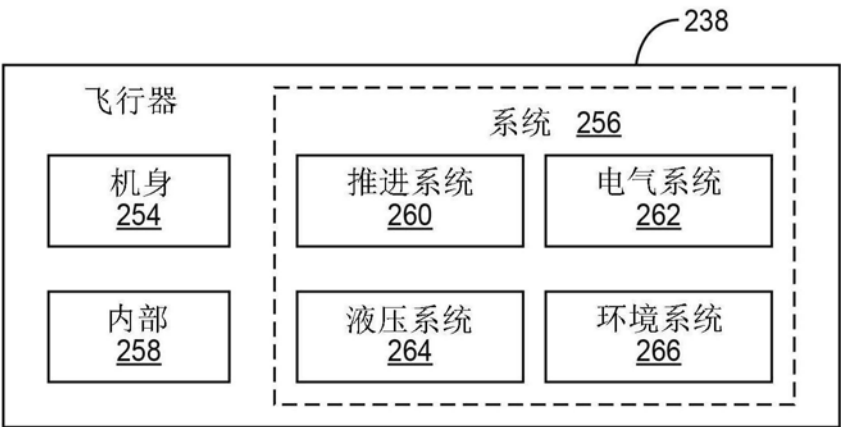


图10