



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 120077227 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 30

(21) 申请号 202380074354.8

(22) 申请日 2023.10.11

(30) 优先权数据

FR2210838 2022.10.20 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.04.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2023/051587 2023.10.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/084154 FR 2024.04.25

(71) 申请人 气体运输技术公司

地址 法国圣雷米-莱谢夫勒斯

(72) 发明人 B·奥恩 P·博里塞维奇

M·特拉布尔西

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 刘芳

(51) Int.Cl.

F17C 9/04 (2006.01)

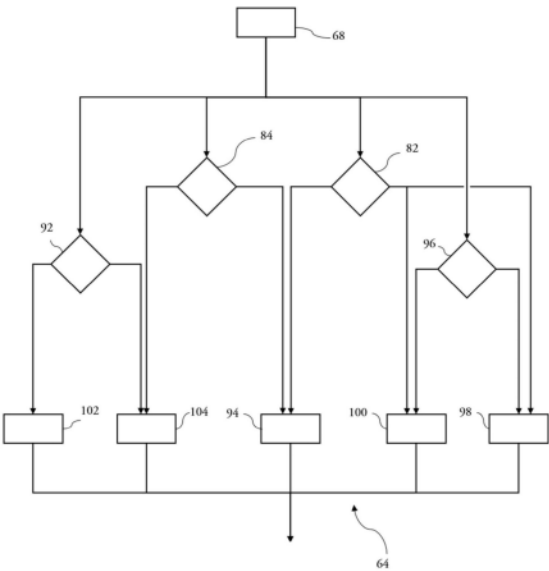
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

用于管理容纳在容器中的液体形式的流体的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于管理以液体形式容纳在浮式结构的容器中的流体的气相的方法 (64)，该浮式结构用于运输液体形式的流体，该浮式结构包括用于向浮式结构装备的至少一个消耗器供应燃料的系统，该方法 (64) 包括用于冷凝未被消耗器消耗的气相的至少三种不同的操作模式 (94、98或100)。



1. 一种用于管理以液体形式容纳在浮式结构 (70) 的容器 (2) 中的流体的气相的方法 (64), 所述浮式结构 (70) 包括用于向装备所述浮式结构 (70) 的至少一个消耗器 (4、5) 供应燃料的供应系统 (1), 所述供应系统 (1) 包括至少一个压缩装置 (7), 所述压缩装置 (7) 配置为吸收所述气相以便将所述气相输送到所述消耗器 (4、5), 所述压缩装置 (7) 至少包括配置为以三个不同压力水平输送气相的第一输出口 (56)、第二输出口 (57) 和第三输出口 (58), 所述供应系统包括回流回路 (8), 所述回流回路 (8) 配置为将由所述压缩装置 (7) 压缩的所述气相的一部分返回到所述容器 (2), 所述回流回路 (8) 交替地连接到所述压缩装置 (7) 的所述第一输出口 (56) 或所述第二输出口 (57), 并至少包括第一部分 (51) 和设置有膨胀器件 (15) 的第二部分 (52), 所述供应系统 (1) 包括至少一个热交换器 (14), 所述至少一个热交换器 (14) 配置为操作由所述压缩装置 (7) 吸收的所述蒸气相与通过所述回流回路 (8) 的气相之间的热交换, 所述供应系统 (1) 包括至少一个冷却回路 (17), 所述冷却回路 (17) 配置为吸收来自所述容器 (2) 的液体形式的流体, 所述回流回路 (8) 包括至少一个热交换器 (16), 所述热交换器 (16) 配置为操作在所述回流回路 (8) 中流通的流体的气相与在所述冷却回路 (17) 中流通的液体形式的流体之间的热交换, 所述供应系统 (1) 包括冷却环路 (20、50), 所述冷却环路 (20、50) 参与来自所述压缩装置 (7) 的气相的冷凝, 所述用于管理气相的方法包括多个操作模式, 至少包括:

- 第一操作模式 (94), 其中, 所述回流回路 (8) 连接到所述压缩装置 (7) 的所述第一输出口 (56), 所述热交换器 (16) 操作在所述冷却回路 (17) 中流通的液体形式的流体与在所述回流回路 (8) 中流通的气相之间的热交换;

- 第二操作模式 (100), 其中, 回流回路 (8) 连接到所述压缩装置 (7) 的所述第二输出口 (57), 所述热交换器 (16) 操作由所述膨胀器件 (15) 膨胀的气相与在所述冷却回路 (17) 中流通的流体之间的热交换, 所述冷却环路 (20、50) 不参与来自所述压缩装置 (7) 的气相的冷凝;

- 第三操作模式 (98), 其中, 所述回流回路 (8) 连接到所述压缩装置 (7) 的所述第二输出口 (57), 所述热交换器 (16) 操作由所述膨胀器件 (15) 膨胀的气相与在所述冷却回路 (17) 中流通的液体形式的流体之间的热交换, 所述冷却环路 (20、50) 参与来自所述压缩装置 (7) 的气相的冷凝。

2. 根据权利要求1所述的管理方法 (64), 在所述管理方法 (64) 期间, 根据参数来实施所述操作模式, 所述参数至少包括存在于所述容器中的蒸发气体的量、到达输送地点时所准许的最高温度和/或容纳在所述容器中的液体形式的流体的温度。

3. 根据权利要求2所述的管理方法 (64), 在所述管理方法 (64) 期间, 通过在给定时间内改变所述容器 (2) 的顶部 (3) 中的压力来确定存在于所述容器 (2) 中的蒸发气体的量。

4. 根据权利要求2所述的管理方法 (64), 在所述管理方法 (64) 期间, 存在于所述容器 (2) 中的蒸发气体的量由所述消耗器 (4、5) 在用于将所述流体装载到所述容器 (2) 中的地点与所述流体的输送地点之间的消耗确定, 以及根据所述容器 (2) 的设计特性通过估计所述容器 (2) 中的蒸发气体的生成估计量确定。

5. 根据权利要求2至4中任一项所述的管理方法 (64), 在所述管理方法 (64) 期间, 当容纳在所述容器 (2) 中的液体形式的所述流体的温度小于或等于到达所述输送地点时所准许的最高温度并且待重新液化的蒸发气体的量大于初始阈值时, 实施所述第一操作模式

(94)。

6. 根据权利要求5所述的管理方法 (64), 在所述管理方法 (64) 期间, 当容纳在所述容器 (2) 中的液体形式的所述流体的温度大于到达所述输送地点时所准许的最高温度并且待重新液化的蒸发气体的量小于第一阈值时, 实施所述第二操作模式 (95), 所述第一阈值大于所述初始阈值。

7. 根据权利要求6所述的管理方法 (64), 在所述管理方法 (64) 期间, 当容纳在所述容器 (2) 中的液体形式的所述流体的温度大于到达所述输送地点时所准许的最高温度并且待重新液化的蒸发气体的量大于所述第一阈值时, 实施所述第三操作模式 (100)。

8. 根据权利要求2至7中任一项所述的管理方法 (64), 包括第四操作模式 (104), 其中, 所述容器 (2) 的所述顶部 (3) 被所述压缩装置 (7) 吸取, 直到所述容器 (2) 的所述顶部 (3) 中的压力小于存在于所述容器 (2) 中液体形式的流体的饱和压力, 当容纳在所述容器 (2) 中的液体形式的所述流体的温度比到达所述输送地点时所准许的最高温度高 0°C 和 1°C 之间的值并且当蒸发的气体的量小于由所述消耗器 (4、5) 消耗的气体的量时, 实施所述第四操作模式 (104)。

9. 根据权利要求8所述的管理方法 (64), 包括第五操作模式 (102), 在所述第五操作模式期间, 所述冷却环路 (20、50) 被启用, 当容纳在所述容器 (2) 中的液体形式的流体的温度比到达所述输送地点时所准许的最高温度高 0°C 和 1.5°C 之间的值时, 实施所述第五操作模式 (102)。

10. 根据权利要求9所述的管理方法 (64), 在所述管理方法 (64) 期间, 所述第五操作模式 (102) 与所述第一操作模式 (94)、所述第二操作模式 (100) 或所述第四操作模式 (104) 中的任一个同时实施。

11. 一种燃料供应系统 (1), 用于向装备浮式结构 (70) 的至少一个消耗器 (4、5) 供应燃料, 所述燃料供应系统 (1) 包括至少一个压缩装置 (7), 所述压缩装置 (7) 配置为吸收气相以便将所述气相输送到所述消耗器 (4、5), 所述压缩装置 (7) 至少包括配置为以三个不同的压力水平输送所述气相的第一输出口 (56)、第二输出口 (57) 和第三输出口 (58), 所述供应系统包括回流回路 (8), 所述回流回路 (8) 配置为将由所述压缩装置 (7) 压缩的气相的一部分返回到所述容器 (2), 所述回流回路 (8) 交替地连接到所述压缩装置 (7) 的所述第一输出口 (56) 或所述第二输出口 (57), 并且至少包括第一部分 (51) 和设置有膨胀器件 (15) 的第二部分 (52), 所述供应系统 (1) 包括至少一个热交换器 (14), 所述至少一个热交换器 (14) 配置为操作由所述压缩装置 (7) 吸收的所述气相与通过所述回流回路 (8) 的所述气相之间的热交换, 所述供应系统 (1) 包括至少一个冷却回路 (17), 所述冷却回路 (17) 配置为吸收来自所述容器 (2) 的液体形式的所述流体, 所述回流回路 (8) 包括至少一个热交换器 (16), 所述热交换器 (16) 配置为操作在所述回流回路 (8) 中流通的所述流体的所述气相与在所述冷却回路 (17) 中流通的液体形式的所述流体之间的热交换, 所述供应系统 (1) 包括冷却环路 (20、50), 所述冷却环路 (20、50) 参与来自所述压缩装置 (7) 的液体形式的所述流体的冷凝, 所述冷却环路 (20、50) 参与根据权利要求1至10中任一项所述的管理方法。

12. 一种用于运输和/或储存液体形式的流体的浮式结构 (70), 包括根据权利要求11所述的供应系统 (1)。

用于管理容纳在容器中的液体形式的流体的方法

[0001] 本发明涉及用于储存和/或运输液体形式的气体(特别是液化天然气)的浮式结构的领域,更具体地涉及管理存在于这种浮式结构的容器中的液体形式的流体的领域。

[0002] 为了更容易地运输和/或储存液体形式的流体,例如液体形式的天然气,通常通过将气体冷却至低温温度来液化气体,例如在大气压下冷却至 -163°C ,以便获得液化天然气,更通常由缩写“LNG”表示,其代表“液化天然气,Liquefied Natural Gas”。然后将该液化天然气装载到浮式结构中的专用储存容器中。

[0003] 然而,这种容器从不是完全隔热的,因此气体的自然蒸发是不可避免的,这种现象被称为BOG(蒸发气体,Boil-Off Gas)。因此,浮式结构的储存容器容纳液态天然气和气态天然气,其中天然气的气相积聚在容器的头部中。

[0004] 以已知的方式,以气态形式存在于容器中的天然气中的至少一些可用于供应至少一个消耗器,该消耗器被设计成满足浮式结构的操作的能量需求,特别是用于其推进和/或其用于船上设备的电力生产。为此目的,特别地已知使气相流通通过至少一个天然气处理系统,以便允许其被重新加热和压缩,所述系统包括用作过热器的热交换器和压缩机,两者都放置在消耗器的上游。

[0005] 天然气处理系统还具有在气相被压缩后冷凝一部分气相的功能。当容器中的压力不可接受时,可能需要天然气的冷凝,在这种情况下,天然气处理系统允许冷凝该气相并将其以液体形式返回容器。如今,这种冷凝功能通过消耗大量能量的技术手段实现,例如电力。

[0006] 在本发明的领域中,当浮式结构到达输送地点以卸载货物时,还必须考虑液体形式的天然气的状态。用于卸载液体形式的天然气的端口具有关于所输送的液体形式的天然气的特性的要求,例如所述液体形式的天然气的温度或饱和压力。然后,如果货物不符合输送地点所施加的特性,则该货物可以在输送站点被拒绝。

[0007] 因此,一般问题是将容纳在容器中的液体形式的流体的温度和饱和压力保持在低于或等于到达输送地点时所准许的最高温度的水平,同时限制由蒸发气体的热处理引起的能量消耗。

[0008] 因此,本发明提出优化重新液化系统的使用,以便通过提出适应于重新液化系统的不同用途的不同操作模式来降低浮式结构的总消耗。

[0009] 本发明包括一种用于管理以液体形式容纳在浮式结构的容器中的流体的气相的方法,该浮式结构包括用于装备浮式结构的至少一个消耗器的系统,该供应系统包括至少一个压缩装置,该压缩装置被配置为吸收气相以便将其输送到消耗器,该压缩装置至少包括在三个不同的压力水平下输送气相的第一输出口、第二输出口和第三输出口,该供应系统包括回流回路,该回流回路被配置为将由压缩装置压缩的气相的一部分返回到容器,该回流回路被交替地连接到压缩装置的第一输出口或第二输出口,并且至少包括第一部分和设置有膨胀器件的第二部分,所述供应系统包括至少一个热交换器,所述至少一个热交换器配置为操作由所述压缩装置吸收的气相与通过所述回流回路的气相之间的热交换,所述供应系统包括至少一个冷却回路,所述冷却回路配置为从所述容器吸收液体形式的流体,

所述回流回路包括至少一个热交换器,所述至少一个热交换器配置为操作在所述回流回路中流通的流体的气相与在所述冷却回路中流通的液体形式的流体之间的热交换,所述供应系统包括参与来自所述压缩装置的气相的冷凝的冷却回路,用于管理所述气相的方法包括多种操作模式,至少包括:

[0010] -第一操作模式,其中,回流回路连接到压缩装置的第一输出口,热交换器操作在冷却回路中流通的液体形式的流体与回流回路中流通的气相之间的热交换;

[0011] -第二操作模式,其中,回流回路连接到压缩装置的第二输出口,热交换器操作由膨胀器件膨胀的气相与在冷却回路中流通的液体形式的流体之间的热交换,冷却回路不参与来自压缩装置的气相的冷凝;

[0012] -第三操作模式,其中,回流回路连接到压缩装置的第二输出口,热交换器操作由膨胀器件膨胀的气相与在冷却回路中流通的液体形式的流体之间的热交换,冷却回路参与来自压缩装置的气相的冷凝。

[0013] 浮式结构可以例如是能够储存和/或运输液体形式的流体(例如液体形式的天然气)的运输船。用于供应浮式结构的消耗器的系统通过使用其将燃料供应到消耗器或多个消耗器(诸如用于浮式结构的推进发动机或发电机)来管理在容器头部中形成的气相。

[0014] 供应系统包括压缩装置,其作用是将该气相的压力升高到与消耗器或多个消耗器的操作相兼容的压力水平。压缩装置例如是多级压缩机或一个接一个布置的一系列压缩机。该压缩装置包括至少三个输出口,包括布置在压缩装置的第一压缩级和第二压缩级之间的第一输出口,布置在压缩装置的第二压缩级和第三压缩级之间的第二输出口,以及形成第三压缩级的输出口的第三输出口。

[0015] 压缩装置被配置为使得在第一输出口处的气相的压力低于在第二输出口处获得的气相的压力,后者低于在第三输出口处取得的气相的压力。

[0016] 供应系统还包括回流回路,其目的是在由压缩装置压缩的气相冷凝之后将其部分返回到容器。该返回电路可以连接到压缩设备的第一输出口或该压缩设备的第二输出口。回流回路包括彼此平行的至少两个气相流通部分。第一部分没有膨胀构件,并且当回流回路连接到压缩装置的第一输出口时,气相流过该第一部分。第二部分设置有膨胀器件,例如汤姆逊焦耳阀,其目的是降低气相的压力。当回流回路连接到压缩装置的第二输出口时,气相流过该第二部分。换句话说,第一部分的使用与压缩装置的第一输出口的使用组合操作,而第二部分及其膨胀器件的使用与压缩装置的第二输出口的使用组合操作。

[0017] 供应系统包括冷却回路,该冷却回路设置有至少一个泵,该至少一个泵被配置为从容器抽取液体形式的流体。该冷却回路用于利用液体形式的流体中存在的制冷剂并将其输送到在回流回路中流通的气相,以便冷凝该气相。

[0018] 回流回路还包括至少一个热交换器,该热交换器的作用是通过在回流回路中流通的流体的气相与在冷却回路中流通的液体形式的流体之间的热交换来冷凝该气相。

[0019] 供应系统还包括冷却回路,该冷却回路确保来自压缩装置的气相流体的全部或部分冷凝。该冷却回路可以采取至少两种形式:第一种形式,其中,其集成到冷却回路中。在这种情况下,冷却回路降低在冷却回路中流通的液体形式的流体的温度,并且以这种方式,该冷却回路间接地参与离开压缩装置的第一输出口或第二输出口的气相的冷凝。在冷却回路的第二种形式中,它安装在回流管线上,该回流管线在输入口连接到压缩装置的第一输出

口并且通向容器。该冷却回路直接液化来自压缩装置的气相。

[0020] 第一操作模式实现经由压缩装置的第一输出口提取气相。可选地,该气相在热交换器中冷却,该热交换器在其压缩之前实现压缩的气相与来自容器头部的气相之间的热交换。

[0021] 根据该第一操作模式,气相通过第一部分,然后通过热交换器,在热交换器中,该气相经由冷却回路通过与来自容器的液体形式的流体进行热交换而冷凝。在热交换器中流通的气相然后被冷凝并返回到容器的底部。在这种情况下,冷却回路无论其形式如何都是不活动的,这允许减少系统的总消耗。

[0022] 第二操作模式经由压缩装置的第二输出口实现气相的提取。在第一阀关闭的情况下,气相在回流回路中流通。可选地,该气相在热交换器中冷却,该热交换器在其压缩之前实现压缩的气相与来自容器头部的气相之间的热交换。

[0023] 根据该第二操作模式,第一阀关闭,并且气相通过第二部分,在第二部分中,气相通过该第二部分包括的膨胀器件而膨胀。一旦膨胀,该气相通过热交换器,其中该相经由冷却回路通过与来自容器的液体形式的流体进行热交换而冷凝。

[0024] 回流回路的第二部分包括膨胀器件,该膨胀器件允许降低在回流回路的第二部分中流通的气相的压力。在热交换器内,膨胀的气相与冷却回路进行热交换,因此与来自容器的液体形式的流体进行热交换。在该操作模式中,冷却回路无论其形式如何都是不活动的,这允许减少系统的总消耗。在该热交换器中流通的气相然后被重新液化并返回到容器底部。

[0025] 第三操作模式经由压缩装置的第二输出口实现气相的提取。在第一阀关闭的情况下,气相在回流回路中流通。可选地,该气相在热交换器中冷却,该热交换器在压缩的气相和来自容器头部的被压缩之前的气相之间实现热交换。

[0026] 根据该第三操作模式,第一阀关闭,并且气相通过第二部分,在第二部分中,气相通过该第二部分包括的膨胀器件而膨胀。一旦膨胀,该气相通过热交换器,其中该相经由冷却回路通过与来自容器的液体流体进行热交换而冷凝。

[0027] 在热交换器内,已经通过回流回路的第二部分的气相操作与冷却回路的热交换。根据该第三操作模式,冷却回路在其参与来自压缩装置的气相的液化的意义上是主动的。在一个示例中,冷却回路对来自容器并在冷却回路内流通的液体形式的流体进行过冷却。在另一示例中,冷却回路形成液化管线的一部分,该液化管线从压缩装置的第一输出口接收气相,经由冷却回路将其液化,然后将其注入容器底部。

[0028] 根据一个方面,管理方法包括预冷却气相的步骤,该步骤借助于热交换器来实施。

[0029] 根据本发明的另一个特征,操作模式被实施为参数的函数,所述参数至少包括容器中存在的蒸发气体的量、到达输送地点时所准许的最高温度和/或容器中容纳的液体形式的流体的温度。

[0030] 这些参数中的一些与容器中容纳的气体有关,而其他参数取决于容器外部的约束。

[0031] 根据本发明的另一个特征,通过在给定时间内改变容器的头部中的压力来确定容器中存在的蒸发气体的量。

[0032] 在一个示例中,容器中的压力由压力传感器以已知间隔测量。

[0033] 根据本发明的另一个特征,容器中存在的蒸发气体的量由消耗器在装载地点和输送地点之间的消耗以及根据容器的设计特征对容器中气相的生成估计量的估计来确定。换句话说,进入容器的热量产生气相。取决于容器的特性,可以确定根据容器外部的温度和/或根据浮式结构在其中航行的水的温度而产生的蒸发气体的量。同时,一个或多个用户对气相的消耗是已知的。这两个数据可以组合以确定容器的头部中存在的蒸发气体的量。

[0034] 根据本发明的另一特征,当容纳在容器中的液体形式的流体的温度小于或等于到达输送地点时所准许的最高温度并且待重新液化的蒸发气体的量大于初始阈值(例如等于0kg/h)时,实施第一操作模式。

[0035] 第一操作模式是优选的操作模式,该操作模式允许使用比其他操作模式更少的资源来重新液化容器头部的气相。本发明允许由货物存储的冷量用于冷凝经由第一部分从压缩装置的第一输出口在回流回路中流通的气相。

[0036] 根据本发明的另一个特征,当容纳在容器中的液体形式的流体的温度大于到达输送地点时所准许的最高温度并且待重新液化的蒸发气体的量小于第一阈值时,借助于膨胀器件实施第二操作模式,所述第一阈值大于初始阈值,例如在500kg/h和2000kg/h之间,有利地在500kg/h和1250kg/h之间,或甚至更有利地等于750kg/h。

[0037] 第二操作模式允许有限数量的气相被冷凝,然而不向容器中的液体形式的流体增加热量。

[0038] 根据本发明的另一特征,当容纳在容器中的液体形式的流体的温度大于到达输送地点时所准许的最高温度并且待重新液化的蒸发气体的量大于第一阈值时,实施第三操作模式。

[0039] 当必须冷凝大量气相时,实施第三操作模式。为此,启用冷却回路。

[0040] 根据本发明的另一个特征,第四操作模式,其中容器头部被压缩装置吸入,直到容器头部中的压力小于容器中存在的液体形式的流体的饱和压力,当容器中容纳的液体形式的流体的温度比到达输送地点时所准许的最高温度高0°C和1°C之间的值时,并且当蒸发的气体量小于消耗器消耗的气体量时,实施该第四操作模式。

[0041] 当消耗器消耗多于容器头部中存在的蒸发气体的量时,第四操作模式被启用。在这样的第四模式中,通过压缩装置降低容器内的压力,这有利于液体形式的流体的蒸发,从而产生由浮式结构的消耗器消耗所需的气相。

[0042] 根据本发明的另一个特征,该方法包括第五操作模式,在该第五操作模式期间,冷却回路被启用,该第五操作模式在容器中所容纳的液体形式的流体的温度比到达输送地点时所准许的最高温度高0°C和1.5°C之间的值时被实施。

[0043] 当容纳在容器中的液体形式的流体的温度高于到达输送地点时允许的最高温度时,执行第五操作模式以降低容纳在容器中的液体形式的流体的温度,使得后者低于货物输送地点的接收温度。

[0044] 根据本发明的一个可选的特征,第五运行模式与第一运行模式、第二运行模式或第四运行模式中的任一个同时实施。应当理解,冷却回路在这些模式中有助于在到达运送位置时使货物的温度低于最大所准许温度。

[0045] 在某些情况下,浮式结构可以被称作穿越速度的速度演变,该穿越速度对应于整个气相被一个或多个消耗器消耗的速度,而不需要产生额外的气相。当浮式结构以穿越速

度移动时,不实施任何操作模式。

[0046] 本发明还涉及一种用于向装备浮式结构的至少一个消耗器供应燃料的燃料供应系统,该燃料供应系统被配置为实施如本文所述的管理方法。

[0047] 本发明还涉及一种用于运输和/或储存液体形式的流体的浮式结构,其包括根据前述权利要求所述的供应系统。

[0048] 通过一方面阅读以下描述,以及另一方面参考附图通过指示而非限制的方式给出实施示例,本发明的其他特征、细节和优点将变得更清楚,其中:

[0049] [图1]是用于供应浮式结构物的系统的第一实施例;

[0050] [图2]是用于供应浮式结构物的系统的第二实施例;

[0051] [图3]是表示用于管理容纳在浮式结构中的容器中的液体形式的流体的方法的流程图;

[0052] [图4]示出了包括图1或图2的供应系统的浮式结构的剖视图。

[0053] 图1示出了根据本发明的供应系统1的第一实施例。供应系统1可以集成到浮式结构中,例如用于存储和/或运输液体形式的气体的船,该气体容纳在装备到浮式结构的至少一个容器2中。液体形式的气体可以自然地部分蒸发并形成气相,或者称为蒸发气体,其储存在容器2的头部3中。

[0054] 为了管理容器2中的压力,该压力由于头部3中气相的存在而增加,供应系统1可以使用该气相来向至少一个气体消耗器具供应燃料。在图1中,供应系统1被配置为供应高压气体消耗器具4和低压气体消耗器具5。高压气体消耗器具4可以例如是用于推进浮式结构的马达。低压气体消耗器具5可以是向浮式结构供电的发电机。

[0055] 为了供应气体消耗器具4、5,供应系统1包括在容器2和气体消耗器具4、5之间延伸的供应回路。供应回路6包括压缩装置7,该压缩装置7允许容纳在头部3和容器2中的气相被吸入并压缩到与高压气体消耗器具4的要求相兼容的压力,例如高于250巴,或者与低压气体消耗器具5的要求相兼容的压力,特别是在7巴和20巴之间。

[0056] 在图1中,压缩装置7由一系列压缩机示出,但是压缩装置7也可以是单个多级压缩机。

[0057] 因此,压缩装置7具有多个压缩级,以便将气体压缩到更高或更低的压力,这种压缩装置7包括至少三个输出口,其中,至少两个输出口布置在两个压缩级之间。气体通过的压缩级越多,压力越高。

[0058] 因此,图1中所示的压缩装置7至少包括第一压缩级11、第二压缩级12和第三压缩级13。压缩装置7还包括布置在第一压缩级11和第二压缩级12之间的第一输出口56、布置在第二压缩级12和第三压缩级13之间的第二输出口57以及在第三压缩级13之后的第三输出口58。

[0059] 这三个输出口56、57、58分别确保气相离开压缩装置7。该气相通过整个压缩装置7并且经由第三输出口58离开,以达到与高压气体消耗器具4的供应相兼容的压力。在压缩装置7的第三压缩级13的输出口处,气相可以达到250巴和400巴之间的压力。

[0060] 由第一压缩级11压缩的气相具有在7巴和20巴之间的压力,而由第二压缩级12压缩的气相具有在70巴和150巴之间的压力。第一压缩级11还将气相的压力升高到与低压气体消耗器具5的供应相兼容的值。

[0061] 供应系统1还包括回流回路8。回流回路8连接到供应回路6,更具体地在压缩装置7处。根据供应系统1的第一实施例,回流回路8包括第一支路9和第二支路10,第一支路9和第二支路10分别连接到布置在第一压缩级11下游和第二压缩级12上游的压缩装置7的第一输出口56,以及布置在第二压缩级12下游和第三压缩级13上游的压缩装置7的第二输出口57。

[0062] 第一支路9和第二支路10允许气相在回流回路8内以两个不同的压力水平流通。

[0063] 第一支路9和第二支路10在汇合点53处汇合。优选地,气相仅在两个支路9、10中的一个内流通。为了控制所述支路9、10内的流通,第一支路9包括第一阀43,第二支路10包括第二阀44。

[0064] 回流回路8的目的之一是帮助未用于向气体消耗器具4、5供应燃料的气相的冷凝。为此,供应系统1包括热交换器14,该热交换器14被配置为操作在回流回路8中流通的经压缩的气相与在供应回路6中流通的气相之间的热交换,该供应回路6在压缩装置7的上游并且来自容器的头部。

[0065] 因此,热交换器14允许在回流回路8中流通的气相在其被压缩之前使用离开容器2的气相进行预冷却。然后通过捕获来自在回流回路8中流通的气相的卡路里来加热后者。

[0066] 在回流回路8中流通的气相在热交换器14中被预冷却,而与使用支路9或10无关。有利地,汇合点53位于热交换器14的上游,使得在回流回路8中流通的所有气相通过热交换器14以被预冷却。

[0067] 根据这样的配置,在第一支路9和第二支路10已经在汇合点53处汇合之后,热交换器14包括两个通路,其中一个通路使在压缩装置7上游的供应回路6中流通的气相流通,其中另一个通路使在回流回路8中流通的压缩的气相流通。

[0068] 回流回路8包括第一部分51和第二部分52,每个部分适于使先前由第一压缩级11或由第二压缩级12压缩的气相流通。

[0069] 图1示出了第二部分52包括膨胀装置15,而第一部分51不包括。因此,应当理解,第一部分51专用于仅由第一压缩级11压缩的气相的流通,而第二部分52专用于由第二压缩级12压缩的气相的流通。通过第二压缩级12的加压需要随后的膨胀,该膨胀由膨胀器件15提供。

[0070] 供应系统1允许通过尽可能多地节省能量并且通过将液体形式的流体货物的温度保持在给定阈值以下来优化气相的冷凝,该阈值可以是在卸载或输送容器2的地点处所准许的最高温度。

[0071] 该优化是通过相对于使用第二支路10结合使用第二部分52(可能结合实施冷却环路20、50)的第二支路10结合使用第一部分51而有利于使用第一支路9结合使用第一部分51来实现的。

[0072] 图1所示的回流回路8包括分流点54和会聚点55,第一部分51和第二部分52分别在分流点54和会聚点55处开始和结束。这些阀还包括控制相应部分内的气体流通的第一阀41和第二阀42。最后,回流回路8包括位于第一部分51和第二部分52之间的会聚点55下游的流速调节构件40。该流速调节构件40调整回流回路8内的压力和流速,以便使该压力更接近容器2内的主要压力。

[0073] 该流速调节构件40位于回流回路8的通过热交换器16的支路的下游,并且位于回流回路8和冷却回路17之间的混合点39的上游。

[0074] 在流通通过第一部分51或第二部分52之后,气相然后通过热交换器16,以便至少部分地(如果不是完全地)冷凝。会聚点55位于热交换器16的上游。与热交换器14一样,热交换器16包括两个通道。

[0075] 为了实现有效的冷凝,供应系统1包括冷却回路17,从容器2获得的液体形式的流体流通通过冷却回路17。冷却回路17包括泵18,泵18有利地浸没在容器2的底部中,泵18使液体形式的流体在冷却回路17内流通。冷却回路17的各种功能之一是参与在回流回路8中流通的蒸汽形式的气体的冷凝。因此,在冷却回路17中流通的液体形式的流体可以通过热交换器16,在热交换器16内与在回流回路8中流通的气相进行热交换。然后将气相冷凝。这是有利的,因为容纳在容器中的液体形式的气体中包含的卡路里用于操作重新液化。

[0076] 为了优化在热交换器16中流通的气相的冷凝,供应系统1包括另一热交换器,在下文中称为第二热交换器19,在冷却回路17中流通的液体形式的流体可以通过或绕过该另一热交换器。

[0077] 第二热交换器19允许液体形式的流体过冷却,以便补偿在热交换器16(当系统包括多个热交换器时,也称为第一热交换器16)内发生的热交换期间由液体形式的流体捕获的卡路里。

[0078] 为了过冷却液体形式的流体,供应系统1包括通过第二热交换器19的冷却环路20,制冷剂流体通过该冷却环路20,从而确保液体形式的流体的过冷却。在冷却环路20中流通的制冷剂流体可以是例如氮气。

[0079] 在第一热交换器16的输出口处,以这种方式冷凝的气相也在第一热交换器16的输出口处进入冷却回路17,在混合点39处混合。冷却回路17延伸直到容器2,使得流体可以在容器内返回到液体形式。冷却回路17包括至少一个终端29,终端29可以是布置在容器2的底部处的孔口30。

[0080] 当在容器2的头部3中蒸发的气体量不足以满足高压气体消耗器具4的消耗时,供应系统1可以被配置为将该气相供应给高压气体消耗器具4。以这种方式,供应系统1可以包括附加的供应回路33。附加供应回路33包括附加泵35、高压泵36和蒸发器37。附加泵35允许从容器2获得液体形式的流体,然后高压泵36将液体形式的流体泵送至与高压气体消耗器具4所需的压力相兼容的压力。汽化器37允许在高压下蒸发液体形式的流体,使得该流体变为蒸汽形式并且可以被高压气体消耗器具4消耗。

[0081] 如图1和图2所示,附加泵35和冷却回路17的泵18是单独且不同的泵。可替代地,该系统没有专用于附加供应回路33的附加泵。在这种情况下,附加供应回路33在泵18的输出口和热交换器16的输入口之间连接到冷却回路17,并且除了泵18的初始功能之外,泵18还从容器2获取液体形式的气体以将其供应到高压泵36。

[0082] 图2示出了图1中所示的供应系统的变型。将仅描述与前一版本相比的结构和功能上的差异。对于下面未描述的所有特性请参考图1。

[0083] 图2与前面的图的不同之处在于,它不包括允许对在冷却回路17中流通的液体形式的流体进行过冷却的第二热交换器。

[0084] 替代地,供应系统1包括附加支路48,附加支路48连接到压缩装置7的第一输出口56,与第一支路9并联,并且附加支路48延伸到容器2。

[0085] 供应系统1包括冷却回路50,冷却回路50可以根据所选择的操作模式而被启用或

停用。该附加支路48引导气相通过第二热交换器49,第二热交换器49被配置为操作来自压缩装置7的气相与在冷却回路50中流通的制冷剂流体之间的热交换。在第二热交换器49的输出口处,冷凝的气相在附加支路48中流通,直到其返回到容器2。

[0086] 如图3中的流程图所示,用于管理气相的方法64开始于浮式结构70的导航参数的恢复68。这些参数可用于选择用于冷凝存在于容器2的头部3中的蒸发气体的优选操作模式。

[0087] 根据本发明,该方法实施供应系统1的至少三种操作模式,实施这些模式的目的是降低浮式结构的总消耗。

[0088] 由附图标记94示出的第一操作模式对应于将回流回路8连接到压缩装置7的第一输出口56并且气相通过第一部分51的流通,热交换器16操作在冷却回路17中流通的液体形式的流体与在回流回路8中流通的气相之间的热交换,冷却回路17不被过冷却。在这种情况下,第一阀43打开并且第二阀44关闭,因此气相经由第一支路9在回流回路8中开始其行程。在热交换器14之后,气相继续经由第一支路51(即,没有膨胀器件的支路)在回流回路8中流通。为此,打开第一阀41并关闭第二阀42。

[0089] 当在步骤84中确定容器头部中蒸发的气体量大于初始阈值(例如等于0kg/h)时,并且当在步骤82中确定存在于容器中的液体形式的流体的温度小于输送地点处所准许的液体形式的流体的最高温度时,实施该第一操作模式94。该第一操作模式94是消耗最少能量来冷凝通过回流回路的气相的操作模式,并且与第二模式100或第三操作模式98相比,本发明有利于实现该第一操作模式。

[0090] 由附图标记100示出的第二操作模式对应于将回流回路8连接到压缩装置7的第二输出口57,并且对应于使气相流通通过第二部分52并通过膨胀器件15,热交换器16操作在冷却回路17中流通的液体形式的流体与在其膨胀之后在回流回路8中流通的气相之间的热交换,冷却回路17不被过冷却。在这种情况下,第一阀43关闭并且第二阀44打开,因此气相经由第二支路10在回流回路8中开始其行程。在热交换器14之后,气相继续经由第二支路52(即设置有膨胀器件15的支路)在回流回路8中流通。为此,关闭第一阀41并且打开第二阀42。

[0091] 当在步骤96中确定容器头部中蒸发的气体量在初始阈值和第一阈值之间时,以及当在步骤82中确定存在容器中的液体形式的流体的温度高于输送地点处所准许的最高温度时,实施该第二操作模式100,其中,第一阈值能够取1kg/h和750kg/h之间的任何值。在这种情况下,第一阀43关闭并且第二阀44打开,因此气相经由第二支路10在回流回路8中开始其行程。在热交换器14之后,气相继续经由第二支路52(即设置有膨胀器件15的支路)在回流回路8中流通。为此,关闭第一阀41并且打开第二阀42。该第二操作模式100比第三操作模式98消耗更少的能量来冷凝通过回流回路的气相,因为冷却回路无论其实施例如何都是不活动的。

[0092] 由附图标记98示出的第三操作模式对应于回流回路8到压缩装置7的第二输出口57的连接以及气相通过第二部分52和通过膨胀器件15的流通,热交换器16操作在冷却回路17中流通的液体形式的流体与在回流回路8膨胀之后在回流回路8中流通的气相之间的热交换。在该模式中,冷却回路是活动的,从而允许过冷却在冷却回路17中流通的液体形式的流体,或者液化在附加支路48中流通的气相。

[0093] 当在步骤96中确定容器头部中蒸发的气体量大于上述第一阈值(例如750kg/h),并且在步骤82中确定容器中存在的液体形式的流体的温度大于输送地点处所准许的最高温度时,实施该第三操作模式98。该第三操作模式降低了存在于容器中的液体形式的流体的温度,以使后者低于输送地点处所准许的最高温度。

[0094] 在步骤84中,确定在容器头部中蒸发的气体量是否等于初始阈值,例如0kg/h。当消耗器对气相的消耗对应于容器头部中的气相的生成估计量时,情况尤其如此。如果该量等于0kg/h,则该方法不实施与气相的冷凝相关的任何操作模式。

[0095] 如果在步骤84中确定在容器头部中蒸发的气体量小于初始阈值,并且在步骤92中确定液体形式的流体的温度比输送地点处所准许的最大温度大0°C和1°C之间的值,则实施第四操作模式104。

[0096] 该第四操作模式104包括在容器2内产生真空。该真空由压缩装置7或任何其他抽吸装置实现,其吸入容器头部中存在的气相,直到容器2的该头部3中的压力低于容器2中存在的液体形式的流体的饱和压力。在这样做时,液体形式的流体蒸发到容器头部中,从而产生气相。

[0097] 如果在步骤84中确定在容器头部中蒸发的气体量小于初始阈值,例如0kg/h,并且在步骤92中确定液体形式的流体的温度比输送地点处所准许的最高温度高0°C和1.5°C之间的值,则实施第五操作模式102。

[0098] 在该第五操作模式102期间,借助于附加供应回路33从容器2获得液体形式的流体,并且该液体形式的流体在蒸发器37内蒸发,以便向消耗器4或8供应气相。未被消耗器消耗的气相的一部分经由冷却回路由冷却环路20直接在包括专用冷却回路50的附加支路48内冷凝。

[0099] 上述蒸发气体的量可以例如通过监测容器2的头部3中的压力在给定时间段内的变化来确定。如果压力快速增加,这意味着蒸发的气体量是显著的。相反,如果压力不增加或缓慢增加,则这意味着蒸发的气体量是稳定的或甚至低的。

[0100] 可替代地或另外地,容器中存在的蒸发气体的量可以通过比较消耗器在将流体装载到容器中的位置与该流体的输送地点之间的估计消耗与容器内气相的生成估计量的估计来确定,这种估计取决于容器的设计特性,例如其隔热。如果气相的估计生成估计量大于消耗器的估计消耗,则这指示存在大量蒸发气体。另一方面,如果气相的估计生成估计量小于或等于消耗器的估计消耗,则这指示稳定或甚至减少的蒸发气体量。

[0101] 图4示出了包括容器2的浮式结构70,容器2是水密且隔热的。它通常是棱柱形的并且安装在浮式结构70的双船体5中,浮式结构70可以是船舶或浮式平台。容器2的壁包括配置为与容纳在容器2中的液体形式的流体接触的主不可渗透屏障、设置在主不可渗透屏障和船的双船体5之间的次不可渗透屏障、以及分别设置在主不可渗透屏障和次不可渗透屏障之间以及次不可渗透屏障和双船体5之间的两个隔热屏障。在简化版本中,浮式结构70包括简单的船体。

[0102] 布置在浮式结构70的上甲板上的装载/卸载管线73可以通过适当的连接器连接到海运或港口码头,以从容器2或向容器2输送液体形式的流体货物。

[0103] 图4还示出了海运终端的示例,其包括装载和/或卸载站75、海底管道76和岸上设施77。装载和/或卸载站75是固定的海上设施,其包括移动臂74和支撑移动臂74的塔架78。

移动臂74承载一束绝缘柔性软管79,其可以连接到装载/卸载管线73。移动臂74可以定向成适应任何尺寸的浮式结构70。连接管道(未示出)在塔架78内部延伸。装载/卸载站75允许浮式结构70从岸上设施77装载和/或向岸上设施77卸载。这包括用于存储液体形式的流体的容器80和通过海底管道76连接到装载和/或卸载站75的连接管道81。海底管道76用于在装载和/或卸载站75与岸上设施77之间长距离(例如五千米)输送液体形式的流体,从而在装载和/或卸载操作期间将浮式结构70保持在距海岸很远的距离处。

[0104] 为了产生输送液体形式的流体所需的压力,实施浮式结构70上的泵和/或装备到岸上设施77的泵和/或装备到装载和卸载站75的泵。

[0105] 已经针对浮式结构70描述了示例;然而,它们也适用于陆地上的结构。

[0106] 因此,本发明提出了一种用于管理容器内的气相的方法,该方法允许使用尽可能少的能量来冷凝该气相,该供应系统装备有冷却回路,该冷却回路在某些情况下允许液体形式的流体的温度低于阈值温度,例如输送终端所接受的温度。

[0107] 然而,本发明不限于本文所述的手段和配置,并且还扩展到任何等同的手段和配置以及这些手段的任何技术上可操作的组合。

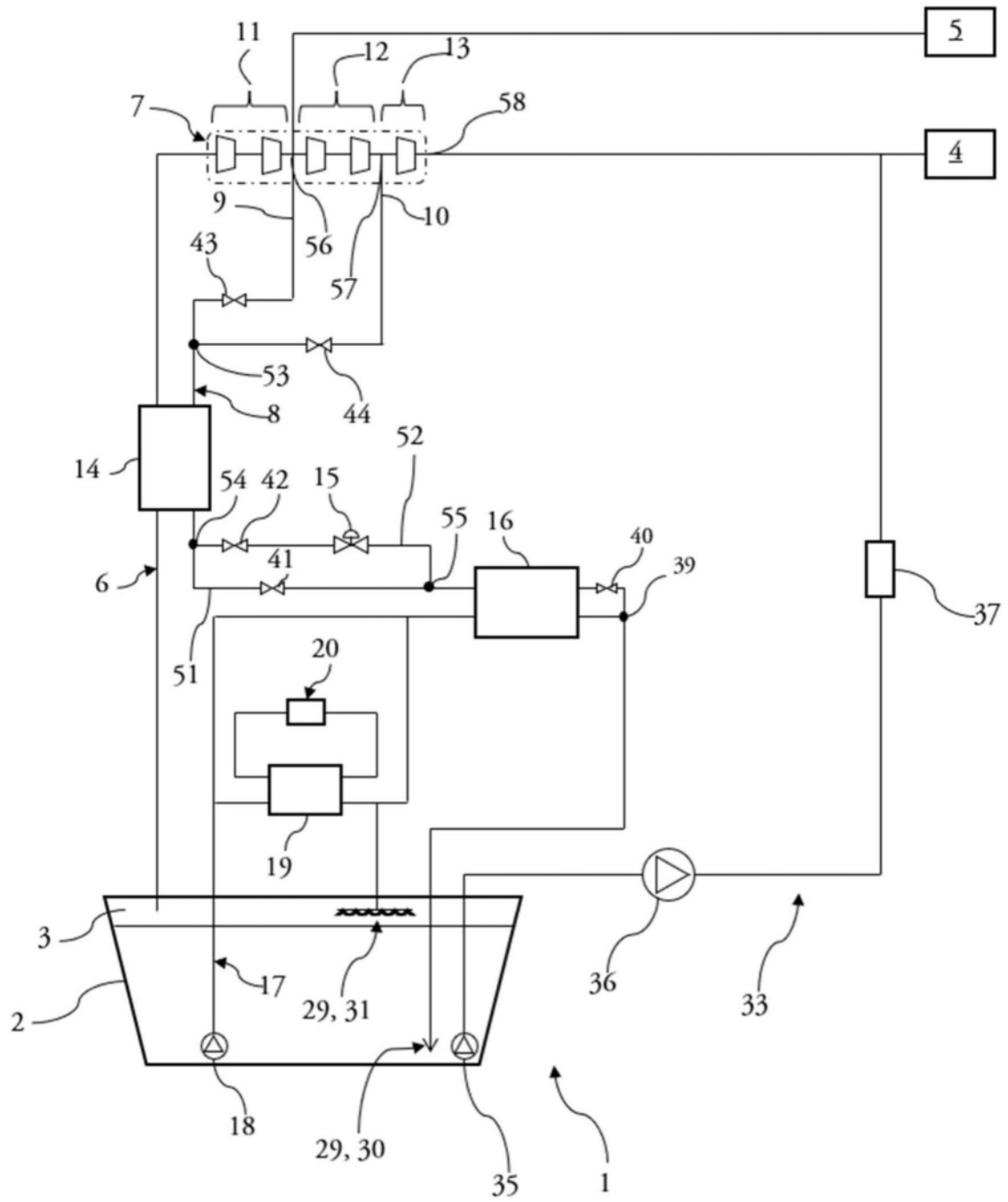


图1

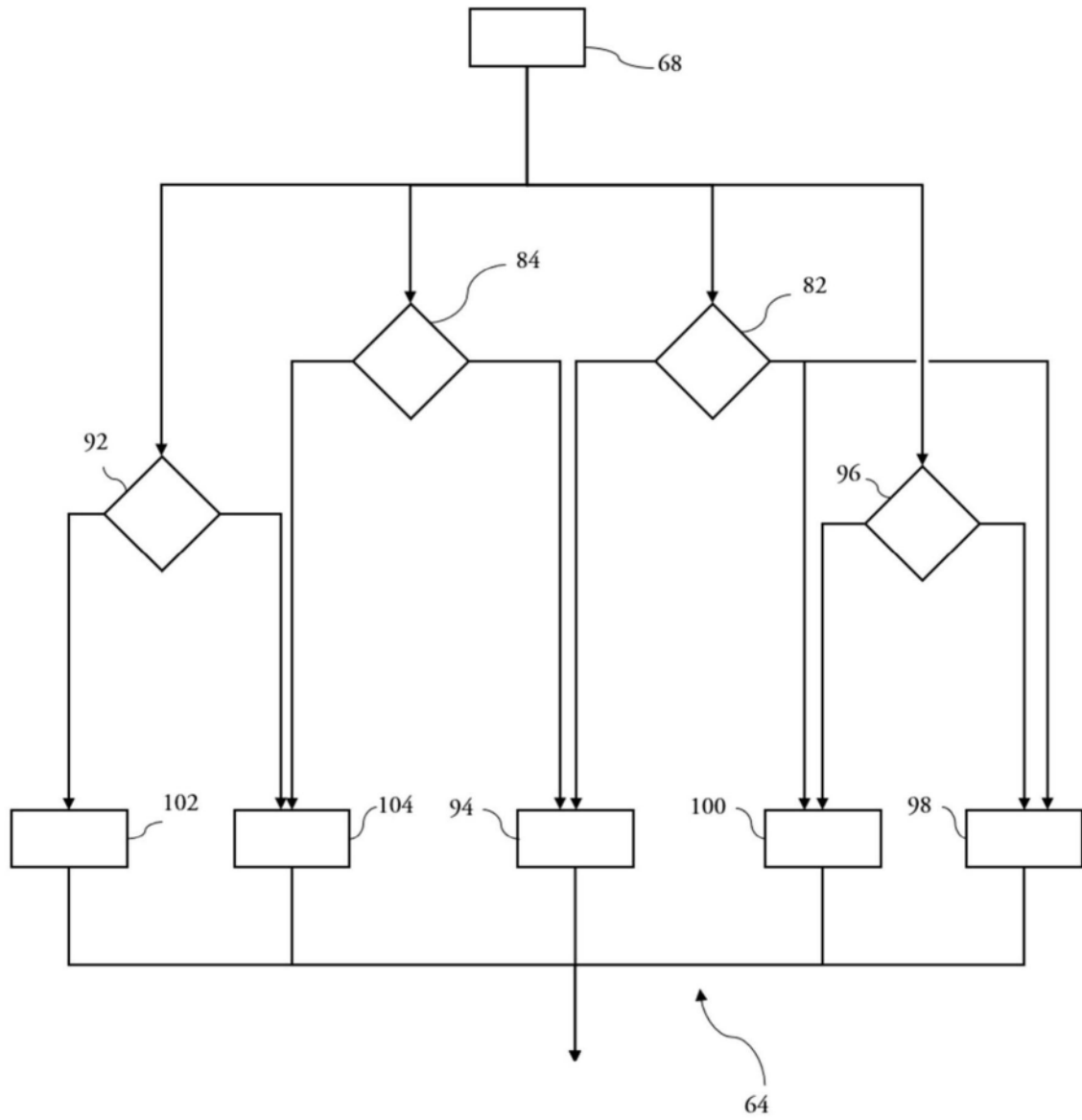


图3

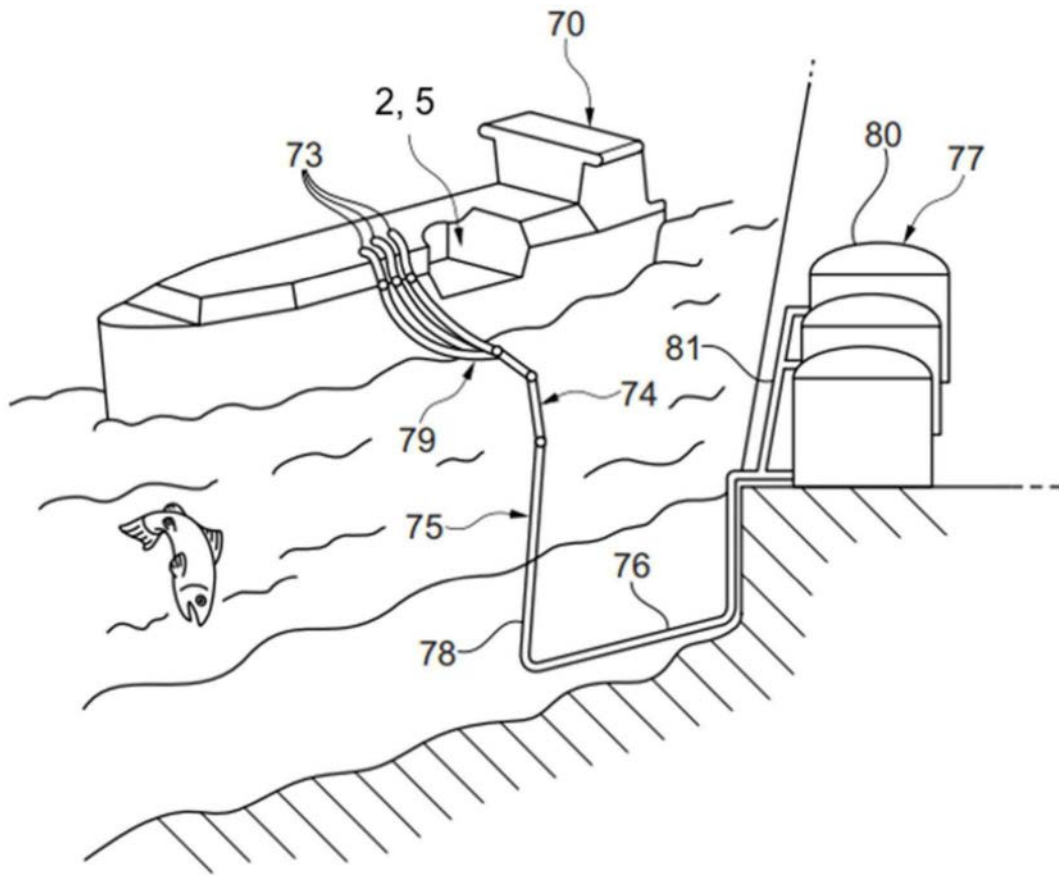


图4