

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
F25J 3/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03158099.8

[45] 授权公告日 2006 年 7 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1263993C

[22] 申请日 2003.8.19 [21] 申请号 03158099.8

[30] 优先权

[32] 2002.8.20 [33] GB [31] 0219415.7

[71] 专利权人 气体产品与化学公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 D·P·奥康纳 R·J·安德鲁

C·苏吉特

审查员 程应欣

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张元忠 马崇德

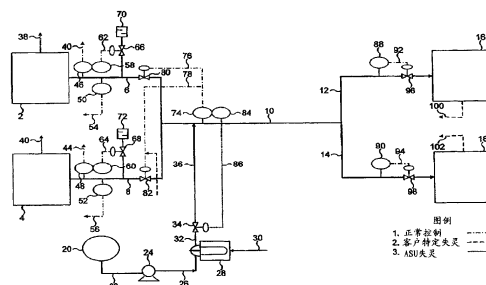
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 1 页

[54] 发明名称

气体低温分离的工艺和设备

[57] 摘要

临时提供备用量“第一”气体，以便当所述第一气体的分离产量降低时，维持从包含第一气体和至少一种其它气体的气态混合物中低温分离该第一气体的产量。分离包括：分离混合物或由此制得的混合物，在至少一个低温蒸馏系统中生产液化的第一气体，该或每个系统保存一部分所述液化的第一气体作为存量，然后在至少一个热交换器中通过与加工蒸汽进行间接热交换将另一部分所述液化的第一气体气化以生产所述第一气体。如果所述第一气体的分离产量下降，液化的第一气体存量被从该或多个所述低温蒸馏系统中抽出，然后气化以产生所述备用量的第一气体。本发明特别应用于从空气中分离气态氧(“GOX”)的生产。



1. 一种用于在主备用系统的蒸馏器达到满负荷运行的时间内临时提供备用量第一气体的方法，该方法在分离而得所述第一气体的产量减少的情况下用来保持从含有第一气体和至少一种其它气体的气体混合物中低温分离而得第一气体产量，所述分离包括：

分离混合物或由此制得的混合物，在至少一个低温蒸馏系统中生产液化的第一气体，该或每个系统保留部分所述液化的第一气体作为存量；和

- 在至少一个热交换器中通过与加工蒸汽进行间接热交换将另一部分所述液化的第一气体进行气化以生产所述第一气体；

所述方法包括，在所述第一气体的分离产量降低的情况下，从该或至少一个所述低温蒸馏系统中抽出液化的第一气体存量，并气化抽出的液化的第一气体存量以生产所述备用量的第一气体；

- 用于气化所述抽出的液化的第一气体存量的至少一部分气化作用是通过该或至少一个热交换器所储存的热量来提供的。

2. 根据权利要求 1 的方法，其中当至少一个低温分离系统停止生产液化的第一气体时该方法启动。

3. 根据权利要求 1 和 2 中任一项的方法，其中有一个低温蒸馏系统，并且所述系统停止生产液化的第一气体，所述方法包括从所述低温蒸馏系统中抽出液化的第一气体存量，并气化抽出的液化的第一气体存量来生产所述备用量的第一气体。

4. 根据权利要求 1 和 2 中任一项的方法，其中有多个的低温蒸馏系统并且其中一个所述低温蒸馏系统停止产生液化的第一气体，所述方法包括从已经停止生产液化的第一气体的低温蒸馏系统中抽出液化的第一气体储量，并气化抽出的液化的第一气体存量来产生所述备用量的第一气体。

5. 根据权利要求 1 和 2 中任一项的方法，其中有多个的低温蒸馏系统并且其中一个所述低温蒸馏系统停止产生液化的第一气体，所述方法包括从并未停止生产液化的第一气体的该低温蒸馏系统中抽出液化的第一气体存量，并气化抽出的液化的第一气体存量来产生所述备用量的第一气体。

6. 根据权利要求 1-2 中任一项的方法, 其中储存液化的第一气体, 用于在所述第一气体的分离产量下降时在至少一个蒸馏器中气化生产备用量的第一气体, 所述方法只有在需要该或每个蒸馏器在线运转时才开始运行。

7. 根据权利要求 1-2 中任一项的方法, 其中第一气体在多个低温蒸馏系统
5 中产生, 然后供给多个后续工艺设备, 所述方法只有在当一个蒸馏设备停止产生液化的第一气体从而需要关闭一个后续工艺设备时才开始运行。

8. 根据权利要求 1-2 中任一项的方法, 其中气态混合物是空气, 第一气体是氧气、氮气或氩气中的一种。

9. 根据权利要求 8 的方法, 其中气态混合物是空气, 第一气体是氧气。

气体低温分离的工艺和设备

5 技术领域

本发明涉及气体的低温分离，特别是一种用于临时提供一定备用数量“第一”气体的工艺和设备，以便在所述第一气体分离产量下降时，维持这第一气体从含有该第一气体和至少一种其他气体的气态混合物中低温分离出来的产量。本发明特别应用于低温分离空气以生产气态氧（“GOX”）。

10 背景技术

GOX 可以由低温空气分离设备（“ASU”）制得，这种 ASU 可以与一些在某方面使用 GOX 的后续工艺相结合。例如，GOX 可以用于生产合成气体（“syngas”），这种合成气体是一种氢和一氧化碳的混合物，它可以用于制备高分子量的碳氢化合物和/或氧化物。Fischer-Tropsch 工艺是一种适当的生产碳氢化
15 合物的工艺。几个 ASU 可以并联生产用于后续工艺的 GOX。

一些后续工艺，例如合成气体的生产、气化和环氧乙烷的生产，需要有基本恒定的 GOX 产量，也就是 GOX 的压力或流量必须保持在很小的范围。这些工艺过程通常被称为“氧—临界过程”。因此，需要建立备用（backup）系统，以确保在由于任何原因造成 GOX 的压力或流量降低的情况下，都能持
20 续的提供 GOX。就此而论，GOX 产品的压力或流量会由于 ASU 的某一元件的突然失灵而降低。例如，主空气压缩机、空气压缩机增压器（如果存在的话）、空气预净化器、液氧（“LOX”）泵或阀门可能会失灵。

众所周知，一般采用高压（“HP”）LOX 储存器来提供备用的 GOX。当 GOX 的压力或流量低于一定水平时，液态氧从储存器中释放出来，在蒸馏器中气化，
25 在所需的特定压力下产生备用的 GOX。从低压（“LP”）LOX 储存器中提供备用 GOX 的方法也是众所周知的。当 GOX 的压力或流量低于一定水平时，LOX 从低压储存器中被抽出，通过一个或多个备用 LOX 泵加压达到所需压力，然后在蒸馏器中气化产生备用 GOX。

备用系统在收到触发信号（例如产品供给降低的压力）启动。对于 HP 液体备用系统，触发信号导致氧气蒸馏器控制阀门打开。对于低压液体备用系统，
30

触发信号将导致一个或每个 LOX 备用泵开启达到设计工作点。然而，当蒸馏器运行时，不能立刻达到其设计的蒸馏能力。达到设计能力的时间取决于所安装的蒸馏器的类型。通常，由于总量及装置质量的关系，环绕式蒸馏器的反应时间要优于水浴蒸汽喷射式蒸馏器。例如，水浴喷射式蒸馏器必须持续加热，

5 以备其随时使用。不幸的是，不可能一开始就推动 LOX 以设计速度通过加热的蒸馏器，因为在热备用条件下，蒸馏器的氧气压降会过高。蒸馏器需要时间降温，以达到 LOX 在所需速率下的气化温度。这一过程需要最高达 30 秒，而在这段时间内，由于此处 GOX 压力及流量的降低会导致氧一临界工艺受到影响。

10 众所周知，ASU 的 GOX 出口接有一个 GOX 缓冲容器，这样在备用系统的蒸馏器达到在线满负荷能力的时间内，可以保证充足的 GOX 量，以防止出现压力大幅下降的情况。这样的缓冲容器可以有与管道内相同的压力或是被加压，在此情况下，需要加装一个阀门，在 GOX 进入 GOX 生产线前对高压的 GOX 进行降压处理。应用缓冲器的缺点是基本资金的投入。

15 WO-A-99/40304(公开于 1999 年 8 月 12 日)包括组合式低温空气分离装置/一体式气体发生器组合循环发电系统和一种方法，该方法在需求达到峰值时，改变 ASU 电力消耗以达到最大净产生功率，同时当发电系统以不同产生功率工作时保持其峰值效率。氧气产生的速度始终保持在稳定的最佳水平，并且在电力设备的操作条件改变的过程中没有发生较大波动。从 WO-A-99/40304 中的图 1 中看出，当处于额定电力需求时，ASU 生产的过量液态氧被储存到低压蒸馏塔 6 底部或通过管线 13 转移到容器 21 进行贮存，直到一体式气体发生器组合循环系统需要较高电力的时候。

20

US-A-6062044(公开于 2000 年 5 月 16 日)披露了用液态氧储存罐来储存过量的液态氧，这些液态氧用于满足需氧量的增加。

25 发明内容

本发明的目的之一是，提供一个可选择的系统，该系统用于提供备用量的第一气体，这一系统不必使用一个或多个价格昂贵的缓冲容器或者至少此类缓冲容器的体积可以大大减小。在低温分离系统中总存在有液化的第一气体存量 (inventory) (或储备)，通常是在蒸馏塔的蓄贮池里。存量的大小取决于低温

30 分离系统的容积，但是通常蒸馏系统储存液态气体的量大于其本身容积，这样

在主备用系统的蒸馏器达到满负荷运行的过程中，可以保证满足第一气体的需求量。发明人已发明了一种采用这种液态第一气体资源来生产备用量的第一气体和维持第一气体生产水平的方法。

根据本发明提供了一种工艺，用于临时提供备用量的第一气体，以便当所述第一气体的分离产量降低时，维持第一气体从含有第一气体或至少一种其它气体的混合气体中低温分离所述第一气体的产量，所述分离过程包括：

分离混合物或由此制得的混合物，在至少一个低温蒸馏系统中生产液化的第一气体，该系统或每个系统保留部分所述第一气体作为存量；和

在至少一个热交换器中通过与加工蒸汽进行间接热交换将另一部分所述液化的第一气体气化以生产所述第一气体；

所述工艺过程包括，在所述分离得到的第一气体产量降低的情况下，从该或至少一个所述低温蒸馏系统中抽出液化的第一气体存量，气化抽出的液化的第一气体存量来得到所述备用量的所述第一气体。

存量最初以高速度抽出，以满足该第一气体的需求量；优选地，当蒸馏系统运转起来时，以与第一液化气体基本相同的速度抽出。然而，当备用阶段结束，速度通常将持续下降。

本发明的优点是不再需要昂贵的缓冲容器，或者可以大大的降低设备的体积，从而，本工艺的整个资本支出大大节约。

该工艺过程生产线通常在该或至少一个低温分离系统停止生产液化的第一气体时（或失灵）时启动，但是在其它情况下也可以使用该工艺，例如某一生产线发生泄漏。

将抽出的液化的第一气体存量进行气化的至少一部分气化功能优选由该或至少一个热交换器的热存量（即储备热）提供。该或每个热交换器的热端和冷端之间存在一个温度梯度。热交换器金属中储存的热量用于气化液化的第一气体存量。很明显，不希望热交换器冷却到其中的过冷第一气体离开热交换器的程度。然而，发明人认为热交换器的金属中不只储存有足够的热量用以气化在蒸馏器达到满负荷运行的时间段内抽出的液化的第一气体存量。

附图说明

图 1 是对本发明优选方案中用于从两个并联的 ASU 中生产用于合成气体生产的 GOX 的概括性示意描绘。

具体实施方式

该工艺的一个实施方案涉及一个停止生产液化的第一气体的低温蒸馏系统，该工艺过程包括从低温分离系统中抽出液化的第一气体存量，气化抽出的

液化第一气体存量用以生产所述备用量的第一气体。

该工艺的另一实施方案涉及多个低温蒸馏系统和一个停止生产液化的第一气体的低温蒸馏系统，该工艺过程包括，从已经停止生产液化的第一气体的低温蒸馏体系中抽出液化的第一气体存量，气化抽出的液化的第一气体存量用以生产一定备用量的第一气体。

在另一可选（也是目前优选）的实施方案中涉及多个低温蒸馏系统和一个停止生产液化的第一气体的低温蒸馏系统。工艺过程包括从各个还没有停止生产液化的第一气体的低温蒸馏系统提取液化的第一气体存量，气化液化的第一气体存量用以生产所述备用量的第一气体。为了弥补失灵的蒸馏系统对第一气体连续生产造成的影响，可以提高从运行中的蒸馏系统中提取液化的第一气体的速度。例如，一种实施方案中有两个并联的低温分离系统，其中一个失灵，保持运行状态的蒸馏系统生产第一气体的速度就会超过正常生产速度的最高达100%，通常情况下，从产生这一情况到备用系统的蒸馏器达到满负荷运行所需的时间非常短。一种实施方案中有三个低温蒸馏系统并联，其中一个失灵，则每个保持运行状态的蒸馏系统生产第一气体的速度就会超过一个蒸馏系统正常生产速度的最高达50%。同样，速度增加通常仅持续非常短时间，直到备用系统的蒸馏器达到满负荷运行。

在这个可供选择的方案中，对于每个蒸馏系统，分离过程还包括：

压缩所述混合物来生产压缩混合物；

把所述压缩混合物或由此得到的混合物分离成至少两部分；

在热交换器中通过间接热交换方式冷却所述压缩混合物的第一部分，然后把得到的冷却的第一部分输入低温蒸馏系统进行分离；

在增压器中进一步压缩所述压缩混合物的第二部分以产生深层压缩混合物；

在该或更多的热交换器中通过间接热交换的方式对所述深层压缩混合物进行冷凝，然后将所得的冷凝的深层压缩混合物输入低温蒸馏系统进行分离。在此实施方案中，增压器在低于其最大运行速度情况下可以良好的工作。在此情况下，该工艺还包括，当一个低压蒸馏系统停止生产液化的第一气体时，可提高通过该或每个仍在运行的低温蒸馏系统增压器的第二部分的流量，以使通过该或每个所述运行着的低温蒸馏系统的该或更多的热交换器的深层压缩混合物

的流量变大，也就提供了部分气化作用来分担气化抽出的液化的第一气体存量的职责以提供所述备用量的第一气体。

更优选是，当该或至少一个低温蒸馏系统停止产生液化的第一气体时，该工艺过程会自动启动。通过这一方法，工艺过程启动并运行的时间比采用手动启动的方式可以大大的缩短，当然，众所周知，该手动启动方法也在本发明的范围之内。

在优选实施方案中，已经贮存了备用量的液化的第一气体，用于在所述第一气体的分离产量降低的情况下在至少有一个蒸馏器气化来产生该第一气体。在此实施方案中，只有当需要该或每个蒸馏器启动时，该程序才开始运行，充分冷却以使液化的第一气体在维持该第一气体产品的输出压力或流量所必须的速度下气化。

通过采用本发明的另一实施方案，整个备用系统(液体贮存器、泵(如果存在的话)、蒸馏器等等)可以被省略，或在尺寸上大大缩小。通常，如果有若干个ASU，就会有多个后续工艺单元，如果ASU中其中一个发生故障，那么其中一个后续工艺单元就会关闭。把主要的资金消耗在液体贮存器和蒸馏设备以保证设备从ASU得到气体的供应是不必要的。然而，其典型的特点是一个后续工艺装置正确而安全地降低生产量并关闭需要较长的时间，例如10到30分钟。在这段时间内，虽然处于生产量减少的阶段，但是该装置必须持续从ASU得到气体供应。

在这段时间内，未失灵的ASU内压缩LOX流量的增加，远远高于由静水头增加或泵送所产生的最大的稳定状态流量。额外的压缩Lox流量将造成ASU内液体的存量水平降低。额外的流量连同未失灵的ASU中的剩余部分将利用主热交换器金属中储存的热量在ASU的主热交换器中进行气化。尽管，在氧气产品以非常低的温度离开ASU之前，这样的状态仅持续相当短的时间，该状态所需持续的短暂时间也就是退出和关闭后续程序所用的时间。因此，在关闭的时间段内建议由未失灵的ASU来提供至少一部分备用量的气体。

作为选择，可以降低一个或多个后续装置的生产能力，然而，实现降低生产能力的过程需要10到30分钟时间，在这段时间内，总需氧量会超过运行ASU的最大连续生产能力。

该工艺已经应用于特定的空气低温分离，其中空气是气体混合物，第一气

体是氩、氮，或者特别是氧气。然而，本发明也应用于其它混合气体的低温分离，在该分离过程中，液体产品在冷冻箱中分离，然后在冷冻箱中气化并以气态产品的形式排出。该分离工艺的例子包括分离一氧化碳和甲烷的混合物；在氮气抑制装置中从甲烷中分离氮气，在该分离工艺过程中，富含甲烷的原料流

5 在主热交换器中依靠冷凝的（未升压）原料流进行气化，然后在一个氢/一氧化碳（“HYCO”）设备中从一氧化碳中分离氮气，在该设备中有一个分离塔，用于从一氧化碳中分离氮气，结果是CO以液态产出，并在主热交换器中气化。

下面是参考本发明目前优选方案的附图，作为例子进行说明。在图中，图1是对本发明优选方案中用于从两个并联的ASU中生产用于合成气体生产的

10 GOX的概括性示意描绘。

参考图1，GOX从两个ASU2和4中产生。由第一个ASU2产生的GOX流6与来自第二个ASU4的GOX流8会合，会合后所形成的GOX流10被分成两部分12和14，第一部分12供给第一个合成气体生产装置16，第二部分14供给第二个合成气体生产装置18。

15 如果气流10中GOX流的压力或流量降低，可提供一套备用系统用以生产备用GOX。通过气化贮存在LOX贮存容器20中的LOX产生备用的GOX。如果需要，LOX可作为气流22从贮存容器中抽出，抽运到泵24中以产生抽运LOX流26。抽运的LOX流26供给射流式水浴蒸馏器28，该设备的蒸汽由蒸汽流30供应，新气化的GOX流32以气流36通过压力控制阀34供给GOX流10。然而，如果LOX

20 储存器20在适宜的高压下运行，则泵24就不需要了。

备用系统通过控制系统实现在线启动。通常状况下，流量控制器46和48监控由ASU2和4产生的氧气量，并传送控制信号42和44来调节进入ASU2和4的空气流量，以满足客户需氧量。

当客户需氧量下降到低于ASU2和4的最小生产能力时，流量控制器60和62

25 传送控制信号62和64来打开GOX排放阀66和68，然后将多余的GOX经过出口消音器70和72排入大气中。

压力传感器50和52分别监控气流6和8中GOX的压力。如果GOX产品流6和8中的某个流的压力降低，控制信号54和56就会被传送到ASU2和4来提高从蒸馏系统中抽出的LOX的压力。如果通过使用装置2和4中的LOX泵实现了压力的

30 提高的话，则控制信号54和56就会调整泵的输出量。如果通过ASU2和4提高LOX

的静水头来实现提高压力的话，则控制信号54和56就会调节由蒸馏系统输出的LOX管线上的控制阀门。

压力控制器74监控气流10中GOX压力。如果气流10中GOX的压力下降，控制信号76和78就会被传送到控制阀80和82以调节气流10中GOX流量。压力控
5 制器84也是用来监控气流10中GOX的压力的。压力控制器84的压力控制点低于控制器74的控制点。如果压力低于控制器84的控制点，控制信号86就会被传送到阀门34从而使阀门打开以允许储存的Lox的来自蒸馏器28中的Gox进入气流10中，并维持气流10中GOX的压力。

流量控制器88和90分别用来监控气流12和14中GOX的流量。如果GOX的
10 流量与控制器88和90的设置点不同，则控制信号92和94被传送到流量控制阀门96和98从而相应调节GOX的流量。流量控制器88和90设置的控制点由产生合成气体的设备16和18的控制系统决定。如果某个合成气体生成装置失灵，失灵信号100和102就会被传送到ASU2和4以启动ASU中其中一个的关闭程序。

如果ASU2和4中的一个失灵并停止产生LOX，失灵信号38和40就会被传
15 送到备用系统。这个失灵信号会立刻启动备用泵24达到其设计的运行状态，同时还会在撤消阀门对压力控制器84的控制之前打开备用控制阀门34到预定的位置。

如果ASU2和4中的一个失灵并停止生产GOX，一种实施方案是失灵信号（未画出）被传送到处在运行状态中的ASU中的附属LOX泵（未画出），该泵
20 通常保持着低温。附属泵开始泵送蒸馏系统（未画出）中的LOX存量来提高通过热交换器（未画出）的LOX的流量，从而提高ASU生产的GOX的产量至少直到备用系统的蒸馏器28达到在线满负荷运转。另一种实施方案是失灵信号（未画出）将会被传送到处在运行状态中的ASU的加大的Lox泵，以便从蒸馏系统中泵送更多的Lox存量通过热交换器以生产更多的GOX，同样至少要到备用系
25 统的蒸馏器28达到在线满负荷运转。

虽然，已经特别参考从空气分离过程中生产氧气的工艺过程对本工艺进行了讨论，但应理解像先前所认为那样，该工艺可应用于采用低温分离工艺生产任何气体。

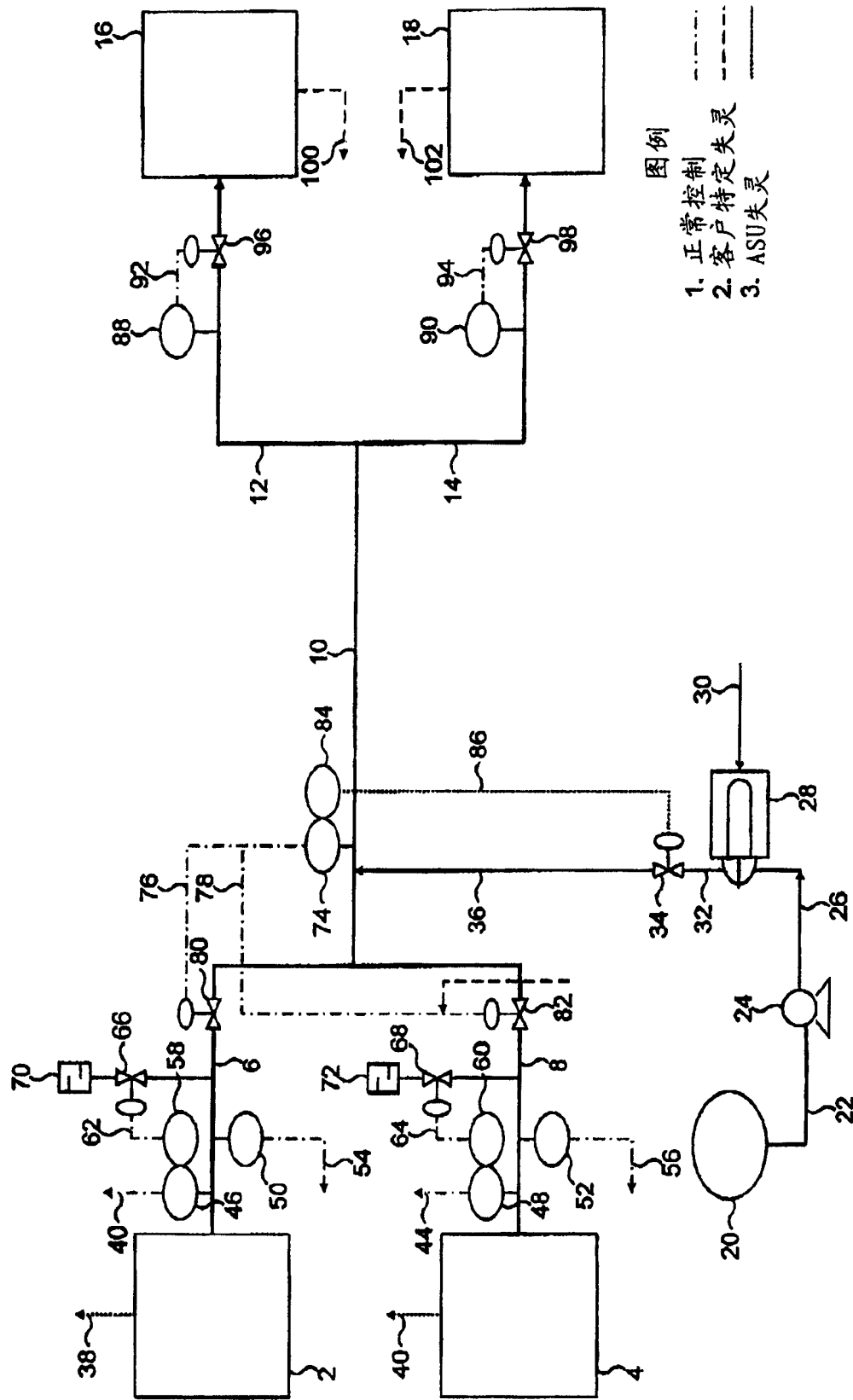


图 1