

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F25B 15/06

F25B 15/00 F25B 15/02

F25B 49/04



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96198767.7

[45] 授权公告日 2004 年 6 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1154816C

[22] 申请日 1996.10.11 [21] 申请号 96198767.7

[30] 优先权

[32] 1995.10.14 [33] GB [31] 9521083.7

[86] 国际申请 PCT/GB1996/002486 1996.10.11

[87] 国际公布 WO1997/014924 英 1997.4.24

[85] 进入国家阶段日期 1998.6.3

[71] 专利权人 英特洛特克斯有限公司

地址 英国赫里福德郡莱德伯里市斯特雷顿
· 葛兰狄森·布莱克威大厦

[72] 发明人 T·L·温宁顿 R·J·格林

R·罗顿 R·B·乌瑟顿

审查员 孙征文

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

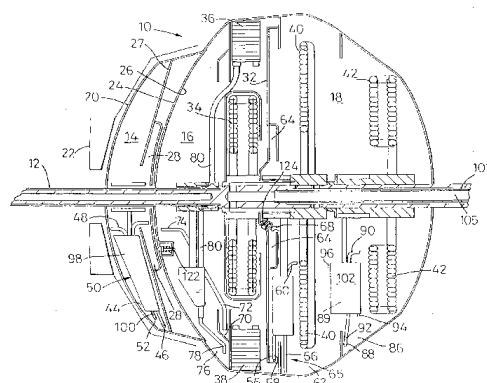
代理人 赵辛 林长安

权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 5 页

[54] 发明名称 热泵

[57] 摘要

一种旋转热泵(10)，包括一个蒸气发生器(20)，一个冷凝器(24/34)，一个蒸发器(42)和一个吸收器(40)，以上各部分相互连接，以形成其所用挥发性液体成分及吸收液的循环液体流动途径。为了使该泵能在接近结晶临界点工作，该泵包括一个结晶控制装置，该控制装置在检测到结晶开始后，使易于结晶部位的液体温度升高。例如，结晶部位上游的压力升高，会导致热液体的直接或间接分流，以提高结晶部位的液体温度。本文还披露了控制吸收混合物流速的装置，控制其浓度的装置；阻尼一个庖斗泵的装置；保证流至发生器表面的装置；用于该泵减压及扩大其工作范围的装置；更新换热器的特征；对该热泵进行金属组合的特征，以及用于该热泵的氢气吸气器的特征。



1. 一种吸收循环式热泵，包括一旋转组件，该旋转组件包括一蒸气发生器、一冷凝器、一蒸发器和一吸收器，以上各部件相互连接，以提供用于包括一制冷剂和一吸收剂的工作流体的循环液体流动途径，并且该旋转组件具有至少一个部位，该部位易于使所述吸收剂发生结晶和粘度变高至少之一种情况，其中，所述热泵包括可感应上游位置的局部压力的增加的感应装置，该感应装置可指示工作液体中发生吸收剂结晶和粘度变高至少之一种情况，以使所述的装置发挥如下至少之一项作用：

- (i) 防止进一步结晶；
- (ii) 重新溶解结晶材料；
- (iii) 降低所述的粘度。

2. 如权利要求 1 的吸收循环式热泵，它包括用于在易于结晶或加大粘度的部位提高其温度和/或降低吸收剂在工作液体中的浓度的清除装置。

3. 如权利要求 2 的吸收循环式热泵，包括用于至少暂时将所述工作液体分流以提高通过所述易于结晶或加大粘度部位的温度的装置。

4. 如权利要求 2 或 3 的吸收循环式热泵，其特征在于，在使用时从蒸气发生器输送至吸收器的吸收液将热量传给沿反方向流经一个溶解换热器的吸收液，而且，该热泵包括用于将来自发生器的通道上的一部分吸收液分流到待引入从吸收器返回蒸气发生器的回流中的该吸收器中，从而提高位于易于结晶或加大粘度的部位上游的温度。

5. 如权利要求 4 的吸收循环式热泵，其特征在于所述分流装置包括一个压力决定型控制装置，如介于两股流体之间的一个阀或溢流装置，以便当由于结晶发生或出现不可接受的高粘度所导致的反

压超过预定的临界点时启动所述分流作用。

6. 如权利要求 1-3 中任一项的吸收循环式热泵, 其特征在於所述分流装置可以把来自冷凝器的冷却液分流至蒸发器, 以提高蒸发温度, 并导致较大量的制冷剂蒸发和被吸收剂吸收, 导致工作液体中吸收剂浓度的临时降低和在结晶部位的工作液体的温度升高。

7. 一种使用吸收循环式热泵的方法, 包括一旋转组件, 该旋转组件包括一蒸气发生器、一冷凝器、一蒸发器和一吸收器, 以上各部件相互连接, 以提供用于包括一制冷剂和一吸收剂的工作流体的循环液体流动途径, 并且该旋转组件具有至少一个部位, 该部位易于使所述吸收剂发生结晶和粘度变高至少之一种情况, 其中, 所述方法包括监测工作液体, 以便检测所述部位上游的局部压力指示的增加局部压力的增加, 以指示所述工作液中发生吸收剂结晶或粘度变高至少之一种情况, 并在检测这样一种情况的基础上, 使如下预防措施至少之一项发挥作用:

- 15
- (i) 防止进一步结晶;
 - (ii) 重新溶解结晶材料;
 - (iii) 降低所述的粘度。

热 泵

本发明涉及吸收循环式热泵，特别是旋转式或离心式热泵，还涉及
5 使用该热泵的方法。

吸收循环式热泵包括以下部分：蒸发器、吸收器、发生器、冷凝器，并选择性地包括一个溶解换热器；该热泵中充有合适的液态工作混合物。该工作混合物包括一种挥发性成分及其吸收剂。

在吸收循环式热泵中，由一个高温热源（即所谓高级热量），和一个
10 低温热源（即所谓低级热量）向该热泵供热，再由该系以中间温度输出由以上两种热源输入的总热量。

在传统的吸收循环式热泵工作时，由高级热量在加压条件下，在发生器中对富含挥发性成分的工作混合物（为简便起见，以下将该混合物称作“混合物 R”）进行加热，以产生该挥发性成分的蒸气，形成挥发
15 性成分较少或贫乏的工作混合物（为简便起见，以下将该混合物称作“混合物 L”）。

在已有的单级热泵中，来自蒸发器的上述挥发性成分的蒸气在相同的高压下在冷凝器中冷凝，放出热量并形成液态挥发性成分。该液态挥发性成分已降低其压力，然后到达一个蒸发器。在蒸发器中，上述液体
20 接收由低温热源，通常为环境温度下的空气或水发出的热并蒸发。由该挥发性成分的蒸气被送入一个吸收器中，在这里它被吸入混合物 L 中，重新形成混合物 R 并放出热量。混合物 R 随后被转移到蒸气发生器，并由此完成一个循环。这一过程可以有多种变化；例如，该热泵可以有二级或更多级，其中，由第一次提及的（一级）蒸气发生器蒸发的挥发性
25 成分的蒸气在一个中间冷凝器中冷凝，该中间冷凝器与一个中间蒸气发生器呈热连接，以便为一个中间蒸气发生器供热，由该蒸气发生器产生用于在第一次提及的（一级）冷凝器中冷凝的其它挥发性成分蒸气。

需要强调的是，为简便起见，我们将把所述挥发性成分的物理形态称作‘VVC’（此时，它为气态或蒸气态）或‘LVC’（此时，它为液态）。
30 挥发性成分也可以被称作制冷剂，而把混合物 L 和 R 称为吸收液。在 EP - A - 208427 中所给出的具体实例中，制冷剂为水，而吸收液为含有碱金属氢氧化物的氢氧化物溶液，该专利的内容被收作本文参考。

美国专利 US 5,009,085 披露了一种早期的旋转热泵, 该专利所披露的内容被收作本文参考。存在与上述美国专利 US 5,009,085 所述类型热泵相关的各种问题, 而本发明的诸方面致力于克服或至少减轻这些问题。

5 对于如 US 5,009,085 中所述类型的热泵来说, 如果工作液体结晶或出现其它限流情况的话, 有出现严重故障的危险。因此, 该热泵通常是设定在远离结晶条件的最大溶解浓度下工作, 该最大溶解浓度是根据避免结晶的愿望而确定的, 而不是为了提供最大效率。我们做出了一种改进, 当检测到结晶开始时即可开始纠正作用, 因而可以在接近结晶的
10 状态下安全工作。

因而, 在一方面, 本发明提供了一种吸收循环式热泵, 该热泵包括响应于工作液体中吸收剂结晶开始的装置, 或响应于无法容忍的高粘度出现的装置, 以启动用于防止进一步结晶和/或再溶解结晶材料, 或降低所述粘度的装置。

15 最易于结晶或限流的部位通常位于从溶解换热器至吸收器的吸收液流通途径上, 吸收液处于其最低温度和最高浓度下。

所述防止装置可以包括用于在所述结晶部位或接近该部位处提高工作液体中吸收剂的温度和/或降低其浓度的清除装置。例如, 至少可以暂时将液体流分流, 以便直接或间接地通过热交换提高通过所述结晶部
20 位的流体的温度。这一过程是通过检测结晶部位上游的局部压力而启动的。

在一种方法中, 从蒸气发生器流向吸收器的吸收液将热量传给经一个溶解热交换器沿相反方向流动的吸收液, 来自从发生器到吸收器的途径上的部分吸收液具有较高温度, 这部分吸收液被分流导入从吸收器回
25 到发生器的回流中。这样, 可提高所述回流的温度, 由此提高结晶部位上游的流体温度, 从而溶解所述部位的结晶或降低所述液体的粘度。

上述分流作用可以通过在两个流体之间设置一个压力决定型控制装置, 如阀或溢流阀, 从而当由结晶或不能接受的高粘度导致的回压超过预定的临界点对启动所述导流作用。

30 另外, 可将冷却液从冷凝器分流到蒸发器中, 从而提高其蒸发温度, 并使得较大量的制冷剂蒸发并被吸收剂吸收, 导致工作液体中吸收剂的浓度暂时下降及结晶部位工作液体温度的升高。

另一个问题是当温度升高和/或热负荷降低时保持适当的高效率，同时使热泵在低于满负荷的状态下运行。温度的升高由蒸发器与吸收器之间的温度差表示。我们发现，在这种部分负荷装置下，通过根据热负荷和/或温度升高控制吸收液的循环流速可以提高其循环效率。另外，

5 我们还发现可以对所述热泵进行设计，以使该泵中的动态或静态压力可以调节吸收液的流速，以适应所述经常温度升高或热负荷，从而免除对调节控制阀或类似装置的需要，不过，我们并不排除这种控制装置的可行性。

因此，在另一方面，本发明提供了一种吸收循环式热泵，它包括一个蒸气发生器，一个冷凝器，一个蒸发器和一个吸收器，以上各部分相互连接，以形成用于其所用挥发性液体成分和吸收液的循环液体流通途径，以及流速控制装置，用于按照下列参数中的至少一种控制所述吸收液的流速：

10

- (i) 吸收器与蒸发器之间的温差，和
- 15 (ii) 热泵上的热负载，和
- (iii) 一种或多种其它工作参数。

可以用各种方式调节流速，但最好不要通过改变泵的容量来进行这种调节。因此，在来自所述发生器的吸收液流通途径上通常有流速限制装置。可以用主动式控制系统对节流作用加以控制，以产生需要的性能，

20 但我们发现，通过诸如节流口、涡旋体、毛细管或部分或全部这些装置的组合的被动式节流器可以实现适当的控制。

最好对该热泵进行设计，以使得来自发生器的吸收液流速取决于来自发生器的吸收液途径两端的工作压力差，和/或由于来自发生器的流体途径两端的吸收液自由表面高度的任何差异所导致的表压力差。

因此，可以对该热泵和节流装置的流动特性加以设计，以产生特定的流速，流速随工作压力的变化而变化，以产生流速的变化，适应变化的工作状态，正如下文结合图 6 所做说明。同样，可以选择来自发生器的流体途径，以便在每一端均有储液装置，其中，该储液装置的尺寸和位置是选定的，以便在选择的高度或径向距离上产生自由表面高度，从而

25

30 而在工作中产生需要的表压力差。

在一种具体实施例中，发生器具有一个喂入室式的储液装置，吸收液在流出发生器之间被收集在该储液装置中，由它形成一个自由表面，

而来自发生器的流体途径止于与吸收器相邻的一个槽，该喂入室是这样设置的，以便在正常工作中，其中的自由流体液位较槽中流体的液位高或径向向内。

5 另外，来自发生器的吸收液途径的下游端可止于一个出口，该出口通常高于与其相通的用于收集从其中排出的液体的储液装置中的液面，从而由该出口落差产生表出口压力。

10 如上所述，可以有用于控制吸收液流速的主动式控制装置。因此，所述流速控制装置可以包括一个或多个用于测定或预测该装置的一种或几种工作参数的检测装置，及响应于该检测装置的用于根据其检测结果控制吸收液流速的装置。

15 旋转热泵的另一个难题是涉及到各种泵，每个泵通常包括一个庠斗泵，当热泵旋转时，该庠斗泵的转动受到限制，该庠斗泵汲取一个圆形槽或储液装置中的液体，并将其送至其它需要的地方。在一种典型的庠斗泵设计中，在开始时，该热泵最初是静止的，液体将集中在所述槽的最下面的弧形部分，其径向高度远远大于当热泵转动时的径向高度。该庠斗泵包括一个浮体，这意味着该浮体也位于所述槽的最下部，浸没在液体中。因此，在启动时，在槽中的液体与庠斗泵中的液体之间有很大的迎面阻力，这会导致低效率并延迟稳态运行的开始。我们研制了一种新型庠斗泵，它可以显著降低与常规设计相关的启动迎面阻力。该设计
20 还具有降低与传统庠斗泵相关的固定质量，并由此降低运输期间该庠斗泵可能遇到的冲击载荷的优点。

25 因此，再一方面，本发明提供了一种吸收循环式热泵，它包括一个旋转组件，该组件包括一个蒸气发生器，一个冷凝器，一个蒸发器和一个吸收器，以上各部分相互连接，以形成其所用挥发性成分和吸收液的循环液体流动途径，其中，所述发生器，蒸发器和吸收器中的至少一个包括一个庠斗泵，该泵包括一个旋转安装于所述组件内的浮体，该浮体可限制所述组件的转动，并被安装用于收集来自大致并周向分布的槽或储液装置的液体，所述浮体包括一个相对所述组件的旋转轴线并偏心设置的浮体容器，以便当该泵停机时其中装有来自所述槽或储液装置的液
30 体。

这种设计具有几个重要优点。由于部分液体会装在所述浮体容器中，使所述槽中的液体较少，从而显著降低启动时的迎面阻力。而且，

浮体容器中的液体还会加大庠斗泵的静止质量，这意味着它将有较大的惯性，并因而受迎面阻力的影响较小。

所述浮体容器可以无须泵送作用而接受一个孔流出所述槽的流体，但对于所述庠斗泵来说，优选包括用于将由此所收集的液体的至少一部分输送到所述浮体容器的装置。

因此，当所述泵稳定运行时，所述浮体容器中的液体质量将构成所述浮体质量的大部分或主要部分。该浮体容器可以包括排放装置，以便把浮体容器中的部分液体回排到所述槽或容器中。因此，在一种典型的实施方案中，当所述热泵的旋转轴线水平静止时，该容器至少部分浸没在所述槽或储液装置中所装的液体里，而且至少部分装着液体。

可以理解，可以用上述庠斗泵代替用于传统旋转热泵上的任何庠斗泵。根据本发明这一方面的泵还有一个重要优点是，提供了一个用于任何装有液体的槽的启动缓冲的容器，特别是用于容纳可变量的液体，以便控制吸收液的浓度，如下文所述。

我们还研制了一种用于调节工作混合物中吸收剂与挥发性成分的相对比例，以适应其工作状态的装置。同样，这一目的也可以通过检测温度并使用一个或多个控制阀而实现，但我们发现，吸收剂浓度和控制可以通过对泵进行适当设计而实现，通过这种设计使可变量的制冷剂根据工作状态储存在储液装置中，从而对所述溶液的浓度进行有利的控制。

我们研制的这种装置还可用于限制最大溶解浓度。

因此，在又一方面，本发明提供了一种吸收循环式热泵，该泵具有含有吸收剂及挥发性成分的工作液体，该泵包括用于按照下列参数中的至少一种调节所述工作液体中吸收剂的浓度的装置：

- (i) 吸收器与蒸发器之间的温差；
- (ii) 所述工作液体与所述热泵上的热负荷一致；和
- (iii) 一种或多种其它工作参数。

最好是通过改变运转缓冲装置中挥发性成分的量来调节所述浓度。

因此，所述用于调节浓度的装置可以包括一个或多个用于储存可变量的挥发生成分和/或吸收液的储液装置，以及用于将液体泵入和泵出所述储液装置以调节其浓度的装置。

在工作中，在一定的温度升高范围内由蒸发器蒸发的挥发性成分量受吸收液浓度的影响。随着蒸发速度的降低，有更多液体集中在蒸发器

中,就本发明的这一方面而言,多余的液体储存在缓冲装置中,从而降低送至吸收器的混合物中挥发成分的比例,并由此导致蒸发速度提高。

在一种特定实施方案中,混合物及挥发性成分的运转缓冲液被储存在相应的储液装置中,通常储存在发生器和蒸发器中,尽管也可理所当然地储存在其它地方。运转的储液装置通常可以包括上文提及的浮体容器,由其产生庠斗泵的惯性。

最好限制热泵中工作液体的浓度。例如,所述挥发性成分缓冲装置可以包括溢流装置,由它通过限制可被储存于蒸发器的浮体容器中的制冷剂量而限制循环到它处的混合物的最大贫度。因此,当其浓度超过或接近预定极限时,所述溢流装置可将液态挥发性成分从所述运转的储液装置输送到供给吸收器的吸收液中。通过参考所述运转储液装置中制冷剂的量和/或接近蒸发器处收集的制冷剂量可以确定溢流装置是否工作。

我们发现,旋转热泵效率差的另一个原因是,如果相关槽中的液位落至低于庠斗泵入口管的高度的话,庠斗泵会出现绕其旋转轴线摆动的倾向,而这种摆动可明显影响该系的效率。因此,我们研制了各种装置,以便能阻止所述摆动。

因此,另一方面,本发明提供了一种吸收循环式热泵,它包括一个旋转组件,该组件包括一个蒸气发生器,一个冷凝器,一个蒸发器和一个吸收器,所述热泵包括可旋转地安装在所述组件中的庠斗泵装置,但它不会随该组件一起转动,该庠斗泵具有一个用于收集来自一个周向槽或储液装置的液体的入口孔,所述槽相对该庠斗泵转动,所述热泵包括稳定装置,特别是(但不仅仅是)当所述槽或储液装置中的液位低于该入口孔的高度时用于稳定所述庠斗泵装置。

该稳定装置可有很多种形式。在一种实例中,所述装置可以包括一个形成制约活动体的轨道的装置,它可适应可所述庠斗泵的摆动。这样,通过活动体与轨道之间的粘附力/摩擦力所导致的能量损耗,可以轻易地阻尼振动。所述轨道优选为弯曲的,使其凸面垂直地高于或低于其稳定重心和其轴。

另外,所述稳定装置可以包括阻力诱导装置,例如叶片或其它阻力表面或用于另一个庠斗泵的泵入口装置。

特别是在启动旋转热泵时可能遇到的另一个难题是,液体储存在该

系统周围，使得设有足够的混合物流至发生器上。这会导致极度过热，并损坏发生器壁。为此，我们研制了一种新型装置，它可以保证发生器“开”泵优先接近工作混合物。

因此，在另一方面，本发明提供了一种吸收循环式热泵，它包括一个旋转组件，该组件包括一个蒸气发生器，一个冷凝器，一个蒸发器和一个吸收器，以上各部分相互连接，以形成用于其所用挥发性液体成分和吸收液的循环流体流通途径，还包括用于将吸收液泵送到所述发生器的加热表面上的发生器“开”泵，和用于收集由所述发生器表面排出的液体并将其泵出的发生器“关”泵，以及用于确保在开始启动所述热泵时所述发生器“开”泵有适量的液体供应以润湿所述发生器表面的装置。

所述用于保障的装置优选包括公用储液装置，在使用时它接收从所述发生器表面上流出的吸收液和待喷射到所述发生器表面上的吸收液，而所述发生器“开”泵和发生器“关”泵最好分别从所述公用储液装置中汲取吸收液，使所述发生器“开”泵优选进入其中。在一种装置中，所述发生器“开”和“关”泵的庠斗泵，所述储液装置大致为一个周向槽，发生器“开”泵庠斗的入口从其旋转轴的径向延伸部分大于发生器“关”泵的径向延伸部分。所述发生器“开”泵和“关”泵可以是同一个泵，使流体在其下游分流。

本发明的另一方面提供了一种吸收循环式热泵，它包括一个旋转组件，该组件包括一个蒸气发生器，一个冷凝器，一个蒸发器和一个吸收器，以上各部分相互连接，以形成用于其所用挥发性液体成分和吸收液的循环流体流通途径，它还包括一个公共储液装置，用于收集从所述发生器的加热表面上流出的吸收液，并用于接受待供给所述发生器的加热表面的液体。

在美国专利 US 5,009,085 中所述类型的旋转加热泵所存在的另一个问题是向冷凝器和吸收器的冷却液提供有效的量并传热。在该早期文献中，所述吸收器和冷凝器包括一个位于一个隔板的每一侧的一个吸收片和冷凝片，而混合物和水分别流过的表面由一个平板形成，与离心过程同时加强的理解一致，而且如早先在 EP-B-119776 中所述的。不过，我们发现，该换热器最好由螺旋管制成，而且，令人惊异的是这可以有效改善旋转泵的热交换和质量交换。

因此，另一方面，提供了一种吸收循环式旋转或离心热泵，它包括

一个组件，该组件包括一个蒸气发生器，一个冷凝器，一个蒸发器和一个吸收器，其中，所述冷凝器、蒸发器和吸收器中的一个或多个包括一个由旋转管构成的换热器，或具有波纹外表面。

5 该螺旋管大致为封闭的，其中间轮回与下一个内环和下一个外环接触或接近，以形成具有两个相反的断续面或波纹面的换热器。所述管优选具有大致扁平的圆形截面，使其扁平部分彼此接近或相互接触。该螺旋管可以是平的或凹形的。

在传统热泵上，其内部没有空气，腐蚀作用会导致游离氢气的发生，这会妨碍吸收液对挥发性成分的吸收，因此降低了该泵的效率。这一问题可通过定期抽空热泵而得到解决，但这样做费时，而且有潜在的危险，因此，未推荐在商业上加以利用。另一种可行方案是利用铂杆，但其价格昂贵，而且也需要加热器及相关设备。不过，我们发现，通过认真选择材料，可以显著降低在正常使用中的氢气发生量，并设置一个较便宜、较简单的装置，用以收集游离氢气，以使其不会降低该热泵的性能。

15 因此，本发明的另一方面提供了一种吸收循环式热泵，它包括一种适于在使用中吸收和/或结合氢气的材料基质。

所述材料基质优选包括一种掺入了合适的催化剂的可氢化材料。合适的可氢化材料的例子基于可还原有机聚合物的均匀催化的氢化作用。一种典型的组合包括聚苯乙烯-聚丁二烯-聚苯乙烯(PS-PB-PS)三嵌段共聚物与诸如下文所列举的酸苹果树催化剂或铈催化剂的镍基催化剂的结合。本领域技术人员应当知道具有特征的很多其它合适材料。理想的是，所述基质包括指示装置，由它指示何时该材料接近被氢气饱和的状态，或者说不能结合或吸收再多一点的氢气。

我们还研制了一种用于解除热泵中过高的压力的安全系统，但该系统所具有的意外优点是可以连续和/或延长该热泵的运行。

25 因此，在本发明的这一方面，提供了一种吸收循环式热泵，它包括一个高压发生器/中间冷凝器室，一个中等压力中间发生器/冷凝器室，和一个压力蒸发器吸收器室，并包括压力释放装置，该装置介于：

- (i) 所述高压室与所述中等压力室之间和/或
- 30 (ii) 所述中等压力室与所述低压室之间。

该压力释放装置优选提供受控制的释放，使通过该释放装置的流体取决于其压力差。在一种实例中，当所述压力差达到预定水平时，该释

放装置打开，而流速随着压力差的增加而提高。这样，可以扩大该装置的运行范围，而且可将其用作单级热泵，并在其压力差恢复到预定水平以下后恢复两级工作。

已知包括在 EP-A-208427 中所披露的材料在内的氢氧化物基材料是高度腐蚀性的，特别是在燃烧器工作的高温条件下尤为如此，而且，在选择制造密封旋转组件和内部元件的外壳的材料时，必需格外小心。过去，其所用板和元件是由铜镍合金制成，如含有大量镍及其它金属的“蒙乃尔合金”。不过，我们惊异地发现，尽管最初的证据有矛盾，但事实上可以使用铜和铜合金，其中，合金中掺杂金属含量低于其材料重量 15% 左右。

因此，本发明的另一方面提供了一种吸收循环式热泵，它包括一个基本上密封的外壳，其中装有含有一种或多种碱金属氢氧化物的工作液体，其中，至少该外壳与工作液体接触的部分是由含有重量百分比为 15% 左右的诸如铬、铝、铁等掺杂材料或添加材料的铜质材料制成。

理想的是，基本上整个外壳均由所述铜质材料制成。

所述铜质材料优选包括铜镍合金。我们发现，低镍含量的铜镍合金在接触氢氧化物液体时通常预计其会受到严重腐蚀，但事实上它具有很高的抗腐蚀性，即使是在蒸气发生器中的高温条件下也是如此。

尽管上面已对本发明做了说明，但本发明延伸到上述循环，或在以下的说明书及附图中所述循环的任何创造性组合。具体地讲，在本文允许范围内，可将上述特征单独或彼此组合地用于旋转或非旋转热泵上。本发明还涉及按照上述原理以及下文所述原理使用吸收循环式热泵的方法。因此，另一方面，本发明提供了一种使用吸收循环式热泵的方法，该方法包括监测工作液体，以检测或预测工作液体中吸收剂结晶的发生或其出现不能接受的高粘度，而且，在检测或预测到任一种情况时，启动预防措施，以防止进一步结晶和/或再溶解结晶材料或降低所述粘度。

理想的是，所述启动步骤包括至少暂时分流液体流（例如，热工作液），以提高接近易结晶或易增大粘度部位的温度。所述监测步骤包括监测或应答易结晶或易增大粘度部位上游的压力。当工作液体中含有可结晶的吸收液体时，所述启动步骤可包括至少暂时降低接近易结晶部位或位于该部位上游的吸收液浓度。

另一方面，本发明提供了一种使用吸收循环式热泵的方法，所述热

泵包括一个蒸气发生器，一个冷凝器，一个蒸发器和一个吸收器，以上各部分相互连接，以形成用于其所用挥发性液体成分和吸收液体的循环液体流通途径，该方法包括至少按照下列参数之一控制其流速：

- (i) 吸收器与蒸发器之间的温差；
- 5 (ii) 热泵上的热负荷；和
- (iii) 一种或多种其它工作参数。

下面仅仅以举例方式对本发明热泵的一种实施方案进行详细说明，该方案有各种改进形式，请参考附图。其中：

10 图 1 是本发明两级热泵的系统图，所给定的非限定性温度和压力仅仅是用于说明目的；

图 2 是本发明热泵的示意性侧视图，示该热泵的主要元件，但为简明起见，略去了几个连接装置、部件和工作液体；

图 3 是用于图中所示热泵的改进形式的庠斗泵上的阻尼装置的实例；

15 图 4 是用于庠斗泵的阻尼装置的另一种实例；

图 5 是一种可行的压敏流量控制装置的示意图，该装置被用于降低在发生器与吸收器之间流动的吸收液结晶的可能性；和

图 6 是最佳溶解温度和热泵其它元件温度的理想化示意图，表示一组蒸发器温度和两种不同的温度升高。

20 参见图 1 和 2，所示热泵的实施方案包括一种密封的装置 10，它随轴 12 一起转动，并由它形成高压空间 4，中等压力空间 16，和低压空间 18。所述“高”、“中”和“低”是指热泵运行时其中的压力。在生产时将热泵内的空气抽空。如图所示，高压空间 14 的左侧，以一个起着蒸气发生器作用的板 20 为界，该蒸气发生器由一个燃烧器 22 进行外部加热。在高压空间 14 的另一侧，以另一个板为界，该板的高压表面形成一个冷凝器 24，其另一个表面形成一个中间蒸气发生器 26，该板还构成中等压力空间 16 的左端。另一个板 27 位于高压空间 14 内，介于蒸气发生器 20 与冷凝器 24 之间，并形成一个喂入室 28，用于收集来自发生器“关”系 30 的液体，如下文所述。

30 中等压力空间 16 与低压空间之间由隔板 32 分隔，在中等压力空间 16 中具有冷凝器双螺旋管 34 和第一溶解换热器 36 和第二溶解换热器 38。低压空间 18 具有一个吸收器螺旋管 40 和一个蒸发器双螺旋管 42。

在工作时，由水和碱金属氢氧化物组成的富含水的混合物由一个发生器“开”庠斗泵入口 46 从一个公用发生器开/关槽 44 中汲出，并由发生器“开”输送管 48 排放到蒸发发生器 20 上，以便分散在其表面上。一部分挥发性成分（水）蒸发并输送到冷凝器 24 上。剩余的贫水混合物“L”收集在发生器开/关槽 44 中。发生器“开”庠斗泵入口 46 构成载有液体的庠斗泵组件 50 的一部分，下面将对此做更详细地说明。发生器“关”泵入口 52 是上述同一组件的一部分，但它位于发生器“开”庠斗泵入口 46 的径向向里的位置。发生器“关”庠斗泵将混合物“L”排入圆形喂入室 28 中，然后，该混合物通过这一个导管（未示出）流入第一溶解换热器 36 的冷却通道中，在这里，它将热量传给在另一侧流动的混合物‘R’中，并从中间蒸气发生器 26 返回发生器开/关槽 44 中（图 1）。混合物‘L’在经过第一溶解换热器 36 的冷却通道之后，再通过第二溶解换热器 38 的冷却通道，在这里，它把热量传给另一侧的从蒸气吸收器流 40 至中间蒸气发生器 26 的液体。来自冷却通道的混合物‘L’通过一个限流器 54（见图 1），进入一个设在隔板 32 的吸收器一侧的圆形吸收器“开”槽 56。由一个吸收器“开”庠斗泵的庠斗泵入口 58 从这里收集混合物，并经输送管 60 排放到吸收器 40 的螺旋管上，它在这里吸收来自蒸发器 42 的挥发性成分。

富含水的混合物现在被收集在吸收器“关”槽 62 中，再通过吸收器“关”泵入口 66 和输送管 68 从这里泵送到一个喂入室 64 中，该室大圆形槽的形式设置在隔板 32 上，位于吸收器“开”槽 56 的径向向内处。吸收器“开”和“关”庠斗泵是通用组件 65 的一部分。

富含水的混合物从喂入室 64 输送到第二溶解换热器 38 的加热通道中，并在这里被加热，然后再输送到中间发生器“开”槽 70。在这里，所述液体被中间发生器“开”庠斗泵的入口 72 收集，并由输送管 74 排放到中间发生器 26 中央，它在这里接收位于同一个板的另一个表面上的中间冷凝器所发出的热量。部分挥发性成分被中间蒸气发生器 76 蒸发，并被送至一级冷凝器的螺旋冷凝器 34 中。流出中间蒸气发生器的液体混合物收集在“关”槽 76 中，再由此被中间发生器“关”泵的入口管 78 汲走，并由输送管 80 送至第一溶解换热器 36 的加热通道，它在这里被加热，然后再送回公用发生器开/关槽 44。由中间发生器“开”和“关”泵组成安装在轴 12 上的公用组件的一部分。为清楚起见，略

去了流入和流出溶解换热器的连接装置。

现在再看挥发性成分的流通循环，当所述混合物从蒸气发生器 20 上面通过时，部分挥发性成分在高压空间 14 里蒸发，而 VVC 在中间冷凝器 24 表面冷凝。冷凝的 LVC 然后经过节流阀 82 流入位于中间压力空间 5 16 里的一级冷凝器（见图 1）。

LVC 通过另一个节流阀 84 从所述一级冷凝器流至位于低压空间 18 里的蒸发器“开”槽 86 中。在这里，其液体被蒸发器“开”泵 89 的庠斗泵入口 88 收集，并经过输送管排放到蒸发器螺旋管 42 上。蒸发的 VVC 由此送达吸收器螺旋管 40，它在这里被吸回到混合物中，然后从混合物 10 通道流走。第二个庠斗泵入口 92 通过将多余 LVC 泵入容器 102 来限制槽 85 中 LVC 的液位，容器 102 与蒸发器“开”泵相连，并有一个排放孔 94 和一个溢流孔 96。

轴 12 的右端被分成通道 103，105，以形成冷却液，例如，水的流通途径，所述通道向下通过该轴中心，沿一级冷凝器 84 的双螺旋管循环，然后再沿吸收器螺旋管 40 循环，随后从该轴中引出。如图所示， 15 通过冷凝器螺旋管 34 的流通始于左侧螺旋内部，向外螺旋推进，然后向内返回并流出。在吸收螺旋管 40 中，流通始于螺旋管的最外部，并向内螺旋推进。

类似地，一个冷却液水回路（未示出）供应并收集来自蒸发器螺旋 20 42 的冷却水。

在对总体装置作过说明之后，下面将对某些具体改进或改变加以说明。

控制吸收混合物流速

通过热泵的吸收性混合物的流速由一个限流器 54 控制，该限流器 25 连接在第二溶解换热器 38 与吸收器“开”槽 56 之间，并与蒸气吸收器 40 相连。

所述限流装置可以是一个孔、毛细管、涡旋室或喷嘴，而通过该限流器 54 的流速是由作用在它上的压力决定的。因此，该流速取决于有 30 关压力，而不是如上文所述般地由发生器“关”泵能力决定。因此，所述流速是由高压空间 14 与低压空间 18 之间的压差调节的，而且还由喂入室 28 里的自由表面与吸收器“开”槽 56 里的自由表面之间的表头压差调节。吸收剂的流速会随着空间 14 与 18 之间压力差的加大而自动提

高。对限流器 54 的特性、空间 14 与 18 之间的设计压差、和喂入室 18 及槽 56 的配置和负荷加以选择，以提供希望的流速随工作条件的变化而变化。

5 在目标工作条件下的最低流速是通常是由结晶因素决定的，但是超过它的任何部分均含降低该热泵的效率，这是因为加大了溶解换热器的损耗。当吸收剂的浓度恰好足以支持循环所需的温度时，将获得最佳热力学效率。在这种条件下，有多种因素限定需要的吸收剂质量流速。在使用水制冷剂和无机盐吸收剂的系统中，在特定温度升高下的最低流速可能由开始结晶之前所允许的最大溶解浓度限定。

10 图 6 表示一种典型的理想化流体特性，如图所示，当吸收器和冷凝器的温度为 58℃ 时，在特定溶解浓度下的混合物可以吸收 4℃ 温度下的制冷剂。该溶解浓度出现在所示能产生 200℃ 的发生器温度的理想循环中。当吸收器和冷凝器的温度低于 35℃ 时，就会发现，如果溶解浓度降低以适应新的条件，则发生器温度将降至 117℃。

15 这意味着，对于循环中的吸收剂的特定质量流速而言，通过该换热器的热损耗预计也会下降。另外，这样低的浓度还会显著降低可以降低所述流速的结晶温度（并因此产生较大的溶解浓度偏差）。在本申请其它部分所述的控制系统可以进行这种自动浓度调节，并可以调节质量流速，以进一步改善其性能。

20 载有液体的戽斗泵

公用发生器“开”和“关”泵组件 50 包括一个通过滑动轴承挂在轴 12 上的浮体容器 98，并由一个输送管 100 供应来自公用槽 44 的液体，输送管 100 与输入管 46 和 52 相比处于径向向内的位置。在操作该装置时，正常情况下储存在发生器“开”槽中的流体部分被保留在浮体容器中，对泵组件 50 的静止质量的贡献较大。而且，当停机时一般有大量的液体收集在槽 44 中，并且由浮体排出主泵组件中。对于所示装置而言，当该泵静止时，液体留在浮体容器 98 中，或由输入管 100 送入该容器中，从而降低所述槽中的液位，并加大泵组件的质量。以上特征可大大降低启动时的迎面阻力。

30 类似地，蒸发器“开”泵包括一个浮体容器 102，该容器起着平衡重物的作用，而且还起着制冷剂的运转缓冲装置的作用，如在下文中所述。

控制吸收液浓度

图 2 的装置是这样设计的，以便可根据吸收器 40 吸收蒸气挥发性成分的速度自动调节吸收剂的浓度。蒸发器开泵 89 包括一个输入管 2，它将所有过量的液态挥发成分泵入容器 102 中。将这种 LVC 从循环系统中除去，并因此导致循环混合物中吸收剂所占比例随容器 102 容量增加而增加。经孔 94 返回槽 86 的排放是受到控制的。通过在容器 102 上设置溢流装置 96 可以限制吸收剂的最大浓度，该溢流装置将液体排入吸收器“关”槽 62 中。这样，通过将可变量的 LVC 储存在容器 102 中可以自主调节吸收剂的浓度，并能满足上述循环要求。

10 库斗泵阻尼

参见图 2，其中示出了用于库斗泵的阻尼装置的示意形式，该装置可以用在图 2 所示装置中的任一个或所有库斗泵上。泵 104 由一个枢轴安装在轴 12 上，它包括一个主体 106 和一个吸入管 108。在库斗泵入口 108 下方设有一个假入口 107 形式的阻力装置。这里，即使当库斗泵入口 15 离开液位时，假入口 107 仍然浸没在液体中，从而在库斗泵入口离开或重回液体中时产生重要的阻尼作用。

在图 4 所示的另一种装置中，有几种部件是相似的，并给予类似的编号。不过，在枢轴下面设有一个弧形轨道 110，该轨道与轴 12 同心，并由它形成物体 112 的约束通道。对该物体进行限制，以便当所述主体绕所述轴摆动时，可沿该轨道运动，倾向于恢复该主体的平衡状态，但具有某些摩擦/粘着力，以便迅速消散摆动的动能。该轨道可采用各种形式。当没有相邻的动能。该轨道可采用各种形式。当没有相信的静止结构作为参照物时该装置特别有效。

防止结晶

25 如上文所述，在尽可能接近结晶极限的条件下工作有利于提高循环效率，但结晶的后果是灾难性的。因此，如图 1 和 5 所示，提出了一种分流方案，以便一旦检测到结晶的发生即在第二溶解换热器 38 上游的 112 处对来自在蒸气发生器 20 的混合物进行分流，使其在 114 处与来自蒸气吸收器 40 的流体汇合，并由此进入第二溶解换热器 38。这会导致从蒸气吸收器 40 进入第二溶解换热器 38 中的流体的温度升高，这会提高从第二溶解换热器经部分 116 进入蒸气吸收器的流体的温度，该部位 30 最容易开始结晶。

在图 5 所示装置中，分流作用由一个压敏溢流装置 118 控制。在正常运行时，点 112 与 114 之间的压差不足以克服由溢流装置所产生的落差，因此不会出现流动。在该装置中，有利的是可将限流器 54 重置于分流点 112 上游。

- 5 可以使用其它流量控制装置，为方便起见，图 1 表示诸如控制阀的控制装置。这一特征还可被用于解决工作液体易于出现会妨碍流通的粘度的不希望的问题。

公用开/关发生器槽

- 10 应当指出的是，各个吸入管 46、52 和 100 从同一个槽 44 中汲取液体，不过发生器“开”吸入管 46 比其它两个管更深地插入该槽中。以此确保在启动及其它极端状态下，发生器“开”泵状先接近该槽中的液体，从而降低发生器表面流干的可能性。

换热器

- 15 在图 1 所示装置中，为了改善热交换和质量交换，组成冷凝器 34，吸收器 40 和蒸发器 42 的换热器，包括扁平截面的螺旋金属管（通常为铜管）。该螺旋管大体上是封闭的，相邻的环彼此接触或接近。我们发现，由所述管形成的波纹表面具有较大的表面积，并能提供用于热交换和质量交换的良好表面。

氢气污染

- 20 在所述实施方案中，至少密封空间 14，16，18 中的一个具有一个由可氢化聚合材料制成的元件 114，该材料中加有催化剂，而且该材料对于氢气分子有高的亲和力，在使用时它可以清除其内部环境中的氢气，以免污染吸收器上的吸收液。

- 25 聚合物与催化剂的一种典型组合是诸如购自 Shell Chemical Company 的 Kraton D1102 的苯乙烯-丁二烯三嵌段共聚物 PS-PB-PS 与诸如 Crabtree Catalyst 的铱基催化剂 $[\text{Ir}(\text{COD})(\text{PY})(\text{tcyp})]\text{PF}_6$ (COD-1, 5-环辛二烯; py-吡啶; tcyp-三环己基膦)。由这种材料制成的容量为 300ml 的元件可在几年时间内用于吸收游离氢气。

压力释放

- 30 图 2 所示装置还包括分别位于高压空间 14 与中等压力空间 16 之间的减压阀 122 和位于中等压力空间 16 与低压空间 18 之间的减压阀 124。当所述减压阀打开时，可以通过压力平稳调节流速，使该热泵具有较宽

的工作范围，当通过该减压阀的压差高于阀的开启压力时，它作为一个单级热泵工作，而当压差恢复正常时又恢复其两级工作。

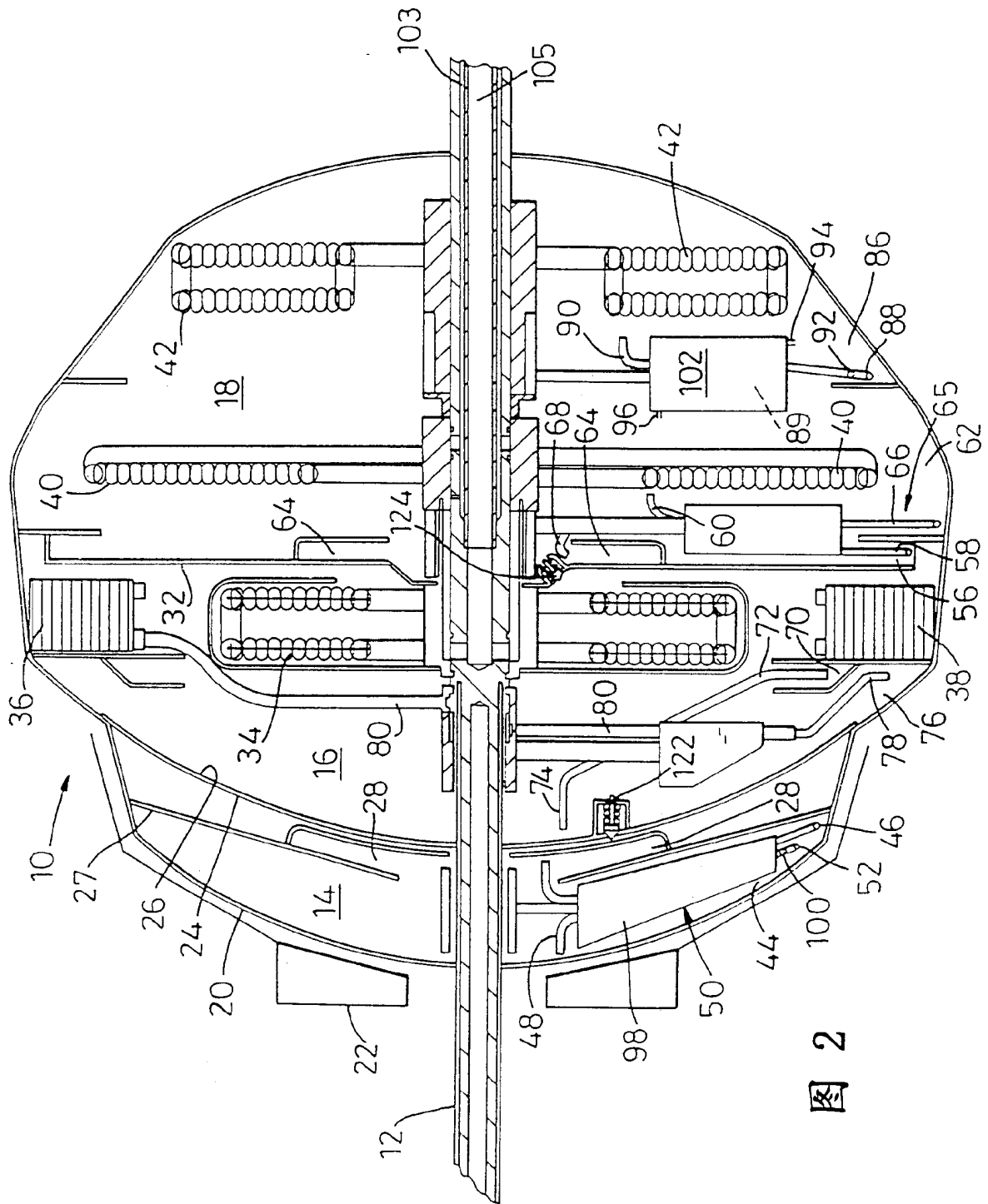


图 2

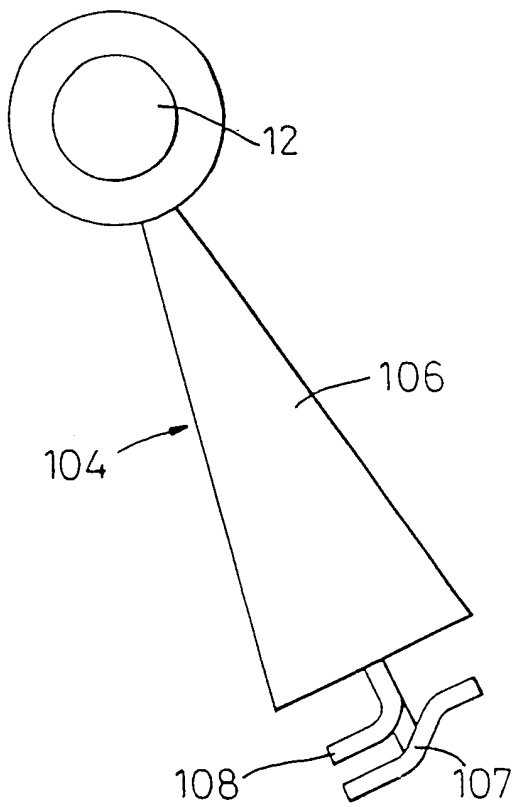


图 3

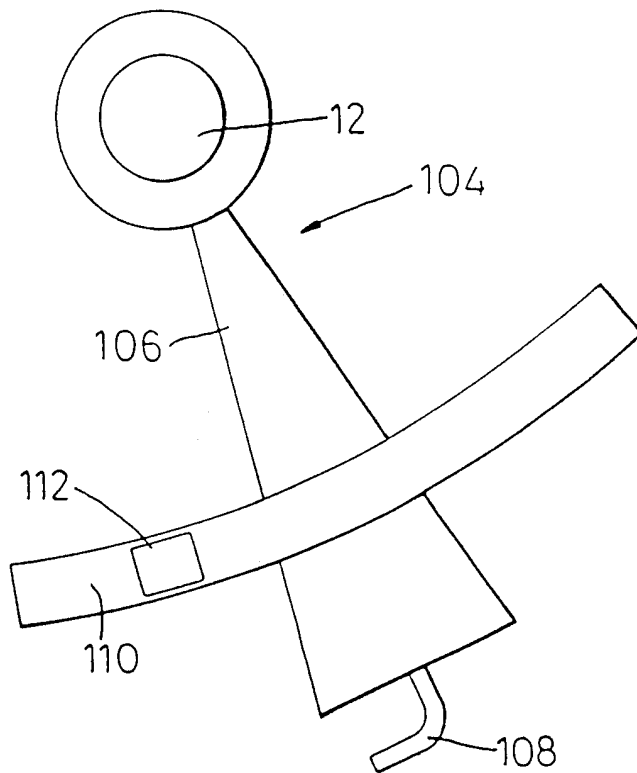


图 4

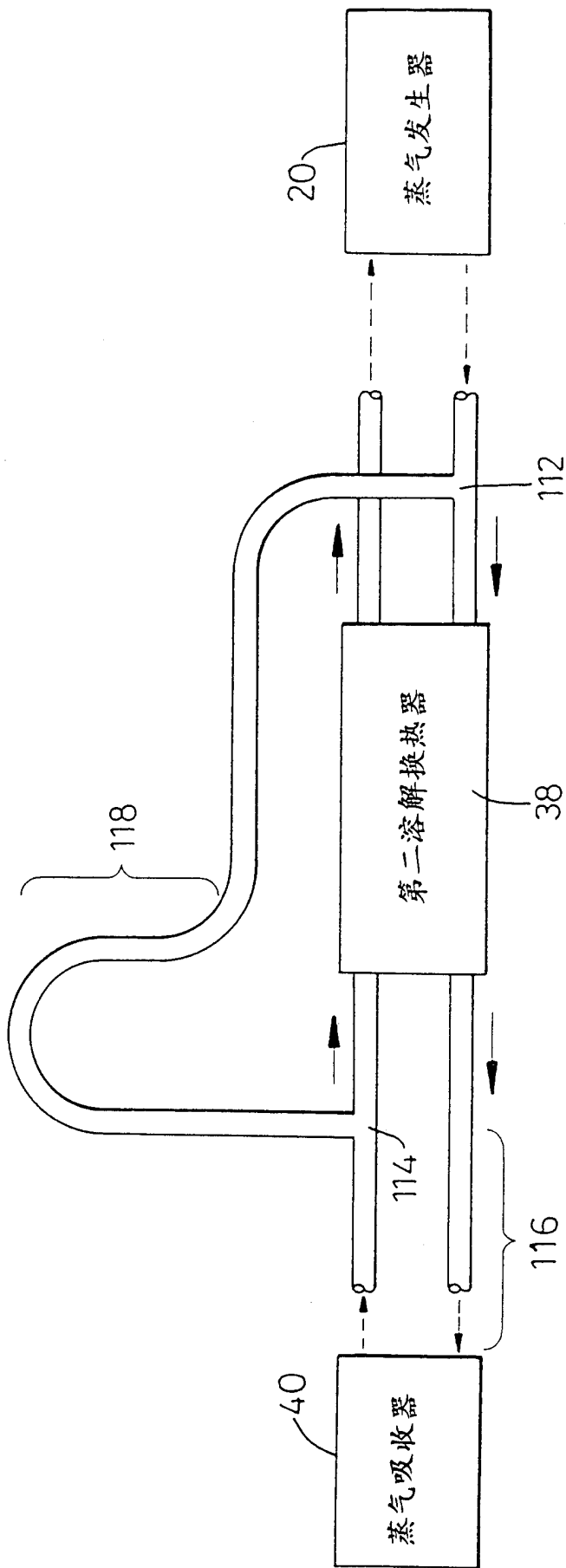


图 5

