



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105664883 B

(45)授权公告日 2020.09.08

(21)申请号 201610019342.7

(22)申请日 2010.08.31

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105664883 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(30)优先权数据

61/239,051 2009.09.01 US

(62)分案原申请数据

201080044151.7 2010.08.31

(73)专利权人 蓝区技术有限公司

地址 加拿大安大略省

(72)发明人 杜尚卡·菲利波维奇

劳伦斯·惠特比 比知纳·米林

弗雷德里克·卡欣

(74)专利代理机构 北京高文律师事务所 11359

代理人 徐江华

(51)Int.Cl.

B01J 20/28(2006.01)

B01D 3/00(2006.01)

B01D 53/02(2006.01)

C07C 41/34(2006.01)

C07C 43/12(2006.01)

G01N 25/20(2006.01)

(56)对比文件

CN 88101700 A, 1988.10.05

审查员 游震亚

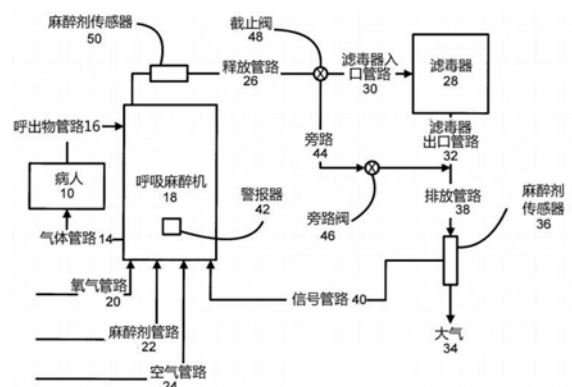
权利要求书1页 说明书15页 附图11页

### (54)发明名称

用于气体处理的系统和方法

### (57)摘要

用于从气体流中回收至少一种卤代烃的系统和方法。该回收包括通过将气体流暴露于吸附剂进行吸附,所述吸附剂具有晶格结构,该晶格结构具有平均孔隙开口在约5至约50埃之间的孔隙直径。所述吸附剂因而通过在一些条件下将该吸附剂暴露于净化气体而产生,所述条件使得至少一种吸附的卤代烃从该吸附剂中有效解吸。所述至少一种卤代烃(和杂质或反应产物)可由所述净化气体冷凝并经受分馏以提供回收的卤代烃。



1. 一种在医疗环境中回收多种卤代烃麻醉剂的系统,所述系统包括:

清除系统,包括多个输入部,用于接收包含所述多种卤代烃麻醉剂的来自多个手术室的多个麻醉气体流来产生混合气体流;泵,用于将多个麻醉气体流引入所述清除系统;

吸附单元,在所述泵后面的位置连接于所述清除系统,用于从所述混合气体流吸附至少一种麻醉剂,其中所述吸附单元包括:

多个滤毒器,其包含至少两种具有不同尺寸的平均孔隙开口的吸附剂,所述至少两种吸附剂包括:第一吸附剂由硅石构成,具有平均孔隙开口在5-10埃之间的亲有机物孔隙晶格结构,比表面积为 $400\text{m}^2/\text{g}$ ,含有小于1.0重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;第二吸附剂由非定晶硅构成,具有平均孔隙开口在15-30埃之间的亲有机物孔隙晶格结构,比表面积为 $750\text{m}^2/\text{g}$ ,含有小于1.0重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;

至少一个第一阀,用于控制进入所述多个滤毒器的组合气体流的压力和流动速率的至少一个;以及

用于检测所述多个滤毒器的至少一个中的至少一种吸附剂接近饱和的第一传感器。

2. 根据权利要求1所述的系统,进一步包括:

连接到所述输入部的非化学干燥器;

连接到所述非化学干燥器的化学干燥器;

连接到所述化学干燥器以移除细菌和颗粒物质的过滤器;

其中所述吸附单元进由所述过滤器、化学干燥器、非化学干燥器与所述输入部连接。

3. 根据权利要求1所述的系统,进一步包括第二传感器和第二阀,所述第二传感器用于检测混合气体流中卤代烃的存在,所述第二阀用于当存在的卤代烃低于预定水平时使所述混合气体流转移离开所述吸附单元。

4. 根据权利要求1所述的系统,进一步包括用于在气体流中检测卤代烃的存在的第二传感器,该第二传感器包括:

用于电流穿过气体流的电流发生器;

用于基于穿过气体流的电流确定气体流的热传导率的传导率传感器;

用于比较热传导率与预定值以确定卤代烃是否存在于气体流中的处理器。

5. 根据权利要求1所述的系统,所述用于检测所述多个滤毒器的至少一个中的至少一种吸附剂接近饱和的第一传感器包括重量传感器,用于检测所述多个滤毒器的一个或多个的重量并将测得的重量与预定值进行比较。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述多个滤毒器并联设置,所述组合气体流每次输送给部分滤毒器,从而所述多个滤毒器中的一个或多个能在系统工作时进行替换。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述多个滤毒器串联设置,以对所述组合气体流实现更多的吸附。

## 用于气体处理的系统和方法

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及从气体流中回收卤代烃。一般而言,回收的目的在于延长其使用寿命或丢弃。更具体地,本申请涉及通过吸附从气体流中进行回收;随后进行解吸以及通过冷凝从解吸气体中回收;以及通过分馏卤代烃吸入麻醉剂进行随后的分离和纯化。

### 背景技术

[0002] 卤代烃化合物包括化合物族:溴代醚、氟代醚和/或氯代醚、氯化烷基醚、氟氯化碳和氟氯醚及其衍生物。这些化合物族典型地用作溶剂、冷冻剂、麻醉剂、气溶胶喷射剂、起泡剂等。这些化合物中的许多被广泛应用并例行地释放到大气中。特别是在医用麻醉气体的情况下,如果这些化合物可被回收、恢复并纯化为医用标准,则实现相当高的成本节约和减少环境污染。鉴于释放到大气中的卤代烃的可能的负面影响,已尝试回收这种气体。

[0003] 鉴于吸入麻醉剂的升高的成本和药品对环境的影响(例如有害温室效应和臭氧空洞),已尝试在麻醉剂释放到大气中之前回收吸入麻醉剂。一种系统可被提供用于从离开呼吸麻醉机(其可包括在对病人给药之后的病人呼出物)的气体流中回收吸入麻醉剂,这通过获取包含富含麻醉剂的气体流的废气、去除水蒸气、然后利用将麻醉剂蒸汽冷凝成液态的制冷过程或稍后进行处理以去除麻醉剂的吸附材料提取麻醉剂而实现。收集的液体麻醉剂然后可直接重新引入到呼吸麻醉机中。这种方法几乎没有设施来控制细菌污染,并通常可能将有害微生物回收给另外的病人或呼吸麻醉机。另外,不保证将冷凝的药品分离成单独的成分以及每种回收的药品符合适当的医用标准和规定。

[0004] 在另一用于回收吸入麻醉剂的方法中,在适当容器中的吸附材料用于从离开呼吸麻醉机的气体流中吸附吸入麻醉剂。当吸附材料饱和时,容器被移除并安置在再生系统中。例如蒸汽的净化气体用于从吸附材料中移除麻醉剂。净化气体然后被收集,水从中移除,麻醉剂冷凝并经受分馏以分离出各个麻醉剂。这种方法可能难以实现,因为具有高温的蒸汽可导致与吸附剂和吸附物的催化反应,从而导致产物分解和回收麻醉剂的纯产量。而且,这种方法可能难以实现,因为许多不同的吸入麻醉剂可在一个操作室中使用,并且每种吸入麻醉剂可能需要不同的吸附剂和不同的解吸要求。进一步,分离许多不同的吸入麻醉剂的方法由于不同的化学过程和组合材料中的可能的杂质(包括副产物)而可能非常复杂。

[0005] 可被捕获的麻醉剂的实施例以商标ETHRANE和FORANE销售,并公开在美国专利3,469,011;3,527,813;3,535,388;和3,535,425中。用于这些麻醉剂的相应的化学分子式为:1,1,2-三氟-2-氯乙基-二氟甲基醚和1-氯-2,2,2-三氟乙基二氟甲基醚。这些化学物通常也分别称为“安氟醚”和“异氟醚”。

[0006] 特别重要的其他麻醉剂以商标SUPRANE和ULTANE销售,并公开在美国专利3,897,502;4,762,856;和3,683,092中。这些麻醉剂的相应化学分子式为:2,2,2-三氟-1-氟乙基-二氟甲基醚和2,2,2-三氟-1-[三氟甲基]乙基氟甲基醚。这些化学物通常也分别称为“地氟醚”和“七氟醚”。其为高挥发性有机化合物、以液态形式产生、然后蒸发并在向病人给药之前与其他载体医用气体(例如一氧化二氮、氧气)和/或呼吸麻醉机中的医用空气混合以用

作吸入麻醉剂。离开呼吸麻醉机的气体流富含吸入麻醉剂并包含携入的CO<sub>2</sub>和湿气和可能的某种副产物(其可能由通过病人呼吸回路中的碱石灰吸附剂的麻醉气体混合再循环流产生)。

[0007] 尽管可能存在用于单独吸附这些麻醉剂中的一些或用于将这些化合物中的一些单独纯化到医用水平的方法和系统,但从气体流中选择回收的麻醉剂或麻醉剂的混合物以分离麻醉剂且如果需要纯化麻醉剂的有效方法和系统会是经济有利的。

[0008] 因此,希望提供一种用于从气体流中捕获、回收、恢复、分离和纯化中的至少一些来处理各种吸入麻醉剂(例如地氟醚和/或七氟醚)的系统和方法,其克服传统系统中的至少一些问题。类似地希望提供一种用于基本上捕获、回收、恢复、分离和纯化中的至少一些来处理卤代烃的系统和方法。

## 发明内容

[0009] 按照下文更为详细描述的本申请的一个方面,提供一种用于从气体流中回收至少一种卤代烃的方法,该方法包括:将气体流暴露于吸附剂,所述吸附剂具有孔隙直径大到足以允许至少一种卤代烃的分子进入并吸附在吸附剂晶格的内腔中的晶格结构,所述吸附剂具有平均孔隙开口在约5至约50埃之间的孔隙晶格结构;从气体流中移除包含吸附的至少一种卤代烃的吸附剂;以及通过在一些条件下将吸附剂暴露于净化气体而用净化气体再生吸附剂,所述条件有效地使至少一种吸附的卤代烃从至少一种吸附剂解吸。特别是,该方法致力于在不导致催化反应;不使吸附物分解并具有高产量地操作。

[0010] 在一些情况下,平均孔隙开口在约5与约10埃之间。在其他情况下,平均孔隙开口在约15与约30埃之间。吸附剂可为基于SiO<sub>2</sub>的亲有机物材料,其具有90重量%或更大的SiO<sub>2</sub>含量。吸附剂可为小于10重量%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。吸附剂可基本上不含有Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。吸附剂可具有98:1或更大的SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的重量比。吸附剂可具有小于约1质量%的阳离子。吸附剂可具有中性表面。吸附剂可具有约400至约1500m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有约500至约1250m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有约600至约900m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有20埃的平均孔隙尺寸和/或750m<sup>2</sup>/g的表面积。

[0011] 在该方法期间,至少在吸附剂刚饱和之前,吸附剂可暴露于气体流。在其他情况下,吸附剂可在饱和之后暴露。

[0012] 至少一种卤代烃可通过冷凝至少一种卤代烃而从净化气体中移除。至少一种卤代烃可为吸入麻醉剂。麻醉剂可为七氟醚、地氟醚、氟烷、异氟醚或安氟醚。至少一种卤代烃可为溴氯氟醚、氟化烷基醚、氟氯化碳、氟氯醚或其衍生物之一。

[0013] 气体流可为离开呼吸麻醉机的气体流、病人呼吸回路在呼吸麻醉机内的气体流、或与用于医院呼吸麻醉机的废气流的医院中心收集系统关联的气体流。在气体流中的麻醉剂可选择性地吸收在吸附材料上;并且吸附在吸附材料上的麻醉剂可从吸附材料解吸、冷凝、分离并分别纯化到医用标准。

[0014] 将气体流暴露于吸附剂可包括使气体流通过吸附剂的包含在滤毒器中的床层。将气体流暴露于吸附剂可包括使气体流通过吸附剂的包含在中央收集器或滤毒器中的床层,其能够从多个气体流(例如来自医院中央呼吸麻醉机的气体处理管道的气体流)中吸附卤代烃。

[0015] 该方法可进一步包括:检测离开吸附剂床层的至少一种卤代烃;致动可检测的警报器,以指示吸附剂的床层饱和;以及用未饱和的吸附剂替换饱和的吸附剂。饱和的吸附剂可在再生吸附剂期间在受控的过程条件下加热到高温,以帮助从吸附剂中解吸至少一种卤代烃。饱和的吸附剂可用微波加热。净化气体可在供给通过或穿过饱和的吸附剂之前加热,以将饱和的吸附剂的温度升高到高温。该高温可在30℃至220℃的范围内。在一些情况下,该高温可在30℃与180℃之间。净化气体可加热到30℃至220℃的范围内温度。在一些情况下,净化气体可加热到在30℃与180℃之间的温度。净化气体可为惰性气体,例如氮气。

[0016] 至少一种卤代烃可为至少两种不同的麻醉剂的混合物,吸附剂可配置为吸附至少两种不同的麻醉剂,净化气体可将至少两种不同的麻醉剂从吸附剂中解吸到净化气体中,其中该方法可进一步包括:将解吸到净化气体中的两种不同的麻醉剂冷凝成液体形式,以及通过分馏纯化冷凝的液体形式的两种不同的麻醉剂以隔离和分离纯化的麻醉剂。分馏可在真空或压力下执行。该方法可进一步包括在通过分馏进行纯化之前用水清洗作为不同麻醉剂的混合物的冷凝液体。

[0017] 通过分馏纯化的至少两种不同麻醉剂的混合物可包括2,2,2-三氟-1-氟乙基-二氟甲基醚和2,2,2-三氟-1-[三氟甲基]乙基氟甲基醚。

[0018] 按照另一方面,提供一种吸附剂的用于吸附吸入麻醉剂的用途,该吸附剂具有平均孔隙开口在约5与约50埃之间的孔隙晶格结构。吸入麻醉剂可为2,2,2-三氟-1-氟乙基-二氟甲基醚和2,2,2-三氟-1-[三氟甲基]乙基氟甲基醚。在一些情况下,平均孔隙开口在约5与约10埃之间。在其他情况下,平均孔隙开口在约15与约30埃之间。吸附剂可为基于SiO<sub>2</sub>的亲有机物材料,其具有90重量%或更大的SiO<sub>2</sub>含量。吸附剂可具有小于10重量%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。吸附剂可基本上不含有Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。吸附剂可具有98:1或更大的SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的重量比。吸附剂可具有小于约1质量%的阳离子。吸附剂可具有中性表面。吸附剂可具有约400至约1500m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有约500至约1250m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有约600至约900m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有20埃的平均孔隙尺寸和/或750m<sup>2</sup>/g的表面积。

[0019] 按照另一方面,提供一种用于吸附卤代烃的吸附剂,该吸附剂具有平均孔隙开口在约5与约50埃之间、小于10重量%的阳离子和表面积在400m<sup>2</sup>/g与约1500m<sup>2</sup>/g之间的孔隙晶格结构。在一些情况下,吸附剂具有在约5与约10埃之间的平均孔隙开口。在其他情况下,平均孔隙开口在约15与约30埃之间。吸附剂可为基于SiO<sub>2</sub>的亲有机物材料,其具有90重量%或更大的SiO<sub>2</sub>含量。吸附剂可具有小于10重量%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。吸附剂可基本上不含有Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。吸附剂可具有98:1或更大的SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的重量比。吸附剂可具有小于约1质量%的阳离子。吸附剂可具有中性表面。吸附剂可具有约400至约1500m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有约500至约1250m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有约600至约900m<sup>2</sup>/g的比表面积。吸附剂可具有20埃的平均孔隙尺寸和/或750m<sup>2</sup>/g的表面积。

[0020] 按照另一方面,提供一种用于吸附卤代烃的吸附系统,该吸附系统包括:具有平均孔隙开口在约5埃与约10埃之间的孔隙晶格结构、小于10重量%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、在约400m<sup>2</sup>/g与约1500m<sup>2</sup>/g之间的表面积的一种吸附剂;和具有平均孔隙开口在约15埃与约30埃之间的孔隙晶格结构、小于10重量%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、在约400m<sup>2</sup>/g与约1500m<sup>2</sup>/g之间的表面积的另一种吸附剂。

[0021] 按照另一方面,提供一种用于在气体流中检测卤代烃的存在传感器,该传感器

包括：用于电流穿过气体流的电流发生器；用于基于穿过气体流的电流确定气体流的热传导率的传导率传感器；用于比较热传导率与预定值以确定卤代烃是否存在于气体流中的处理器。

[0022] 按照另一方面，提供一种用于吸附麻醉剂的吸附系统，该吸附系统包括：用于从操作室废气或医院中央呼吸麻醉机中接收包含麻醉剂的气体流的输入部；连接到输入部的非化学干燥器；连接到非化学干燥器的化学干燥器；连接到化学干燥器以移除细菌和颗粒物质的过滤器；和连接到过滤器以从气体流中吸附麻醉剂的吸附单元。

## 附图说明

[0023] 通过浏览以下结合附图描述的特定实施例，本申请的其他方面和特征对于本领域普通技术人员而言将变得明显。

[0024] 现在将参照附图描述仅作为实施例的实施例，其中：

[0025] 图1为用于从离开呼吸麻醉机的气体流中捕获麻醉剂的系统的示意图；

[0026] 图2为用于从在呼吸麻醉机的病人呼吸回路内的气体流中捕获麻醉剂的系统的示意图；

[0027] 图3为用于从多个呼吸麻醉机或医院中央麻醉气体废气中捕获麻醉剂的中央收集系统的示意图；

[0028] 图4a-c为中央收集系统的相关实施例的示意图；

[0029] 图4d为具有两个吸附层的相关“分层”滤毒器的示意图；

[0030] 图5为用于再生滤毒器中的吸附材料和回收捕获的材料之系统的示意图；

[0031] 图6a为用于纯化捕获材料的成分的单柱分批蒸馏设备的示意图；

[0032] 图6b为用于纯化捕获材料的成分的多柱分批蒸馏设备的示意图；

[0033] 图7示出分别填充有一种吸附剂并具有从中穿过的地氟醚的滤毒器和沉沙槽的随时间的质量变化；

[0034] 图8示出分别填充有两种吸附剂并具有从中穿过的七氟醚的滤毒器和沉沙槽的随时间的质量变化；

[0035] 图9示出分别填充有两种吸附剂并具有从中穿过的七氟醚的滤毒器和沉沙槽的随时间的质量变化。

## 具体实施方式

[0036] 大体上，本申请涉及用于捕获各种卤代烃并用于纯化捕获的化合物的方法和系统。通常已知为卤代烃的化合物包括溴代醚、氟代醚和/或氯代醚、氯化烷基醚、氟氯化碳和氟氯醚及其衍生物。

[0037] 吸入麻醉剂是众所周知的卤代烃类型，其包括异氟醚 (Forane™)、安氟醚 (Enthane™)、氟烷 (Halothane™)、甲氧氟烷 (Penthrane™)、地氟醚 (Suprane™) 和七氟醚 (Ultane™)。

[0038] 其他众所周知的卤代烃包括各种制冷气体，例如Freons™ (其包括三氯氟甲烷和二氯氟甲烷)。卤代烃化合物族包括例如用一个或多个氯基、氟基和溴基替代的烷基或醚基。

[0039] 尽管以下描述涉及回收各种吸入麻醉剂，但可以理解由以下实施例证实的本申请

的原理同样可应用于回收其他类型的卤代烃。

[0040] 在手术期间,通过呼吸麻醉机向病人施加吸入麻醉剂。可以理解术语“病人”的使用是广泛含义下的且不应限于人类病人。可以理解,麻醉剂作用于各种哺乳动物,不仅仅指人类,而且指例如马、牛和其他农场牲畜、家庭宠物等动物。

[0041] 吸入麻醉剂首先在呼吸麻醉机的蒸发器中部分地蒸发并典型地与“医用空气”组合传递,医用空气典型地为氧气和/或一氧化二氮和/或空气的组合。当病人(在呼吸器的支持下)呼吸包含麻醉剂的气体流时,由麻醉剂实现和监控希望程度的失去意识。典型地,不是所有麻醉剂都被病人吸附或新陈代谢。气体流向病人的流动速率可在0.5至7升每分钟的范围内,其中麻醉剂体积浓度根据由麻醉剂评估和监控的各种因素和条件而可在0%至8.5%的范围内。

[0042] 重要的是确保由呼吸麻醉机给药的包含麻醉剂的气体混合物不被排放到手术室中,因为暴露于麻醉剂可使手术室中的人受到短期和长期的影响。这样,清除系统典型地被提供用于包含富含麻醉剂的气体(其可包括病人呼出物)和/或将富含麻醉剂的气体外部转移到手术室之外。在本实施例中,富含麻醉剂的气体在气体通到大气之前吸附在吸附剂上。

[0043] 在这里的收集系统的一个实施例中,收集可利用容器收集系统执行。容器收集被理解作为一种收集系统,其中一个或多个滤毒器用于从单个呼吸麻醉机或从多个呼吸麻醉机中收集麻醉剂。容器收集系统的一个实施例示于图1中,其中单个滤毒器与呼吸麻醉机的出口串联。在该系统中,由10表示的病人连接到面具(未示出),其具有与其连通的气体管路14。麻醉剂和一种承载气体或多种气体的希望的混合物在气体管路14中传递到病人10。富含麻醉剂的气体在呼出管路16中返回到呼吸麻醉机18。氧气管路20、麻醉剂管路22和空气管路24中用麻醉剂和承载气体(例如医用空气,在该实施例中即氧气和空气)供应的呼吸麻醉机18被操作,以将希望的混合物引入气体管路14中。在呼出管路16中的富含麻醉剂的气体从呼吸麻醉机18经由释放管路26释放。具有入口管路30和出口管路32的滤毒器28置于在病人呼吸回路的位置外侧的释放管路26中。因此,在释放管路16中的富含麻醉剂的气体在最终排放到大气34之前流动通过滤毒器28。利用一些呼吸麻醉机,病人呼吸回路可为开式、半闭式或闭式的。开式回路不会导致病人重新呼吸经由呼出管路16返回到呼吸麻醉机的气体。半闭式回路导致病人部分地重新呼吸经由呼出管路16返回到呼吸麻醉机的气体。闭式回路导致病人完全重新呼吸经由呼出管路16返回到呼吸麻醉机的气体。具有半闭式或闭式回路的呼吸麻醉机可利用CO<sub>2</sub>吸附剂以清除病人的呼出的二氧化碳。

[0044] 滤毒器28被一种吸附剂充填,其从离开呼吸麻醉机的气体流中吸附麻醉剂,致力于使释放到大气34的气体流基本上不含有吸入麻醉剂。麻醉剂传感器36可提供在排放管路38中,以传感从滤毒器28离开的麻醉剂的存在。可以理解,当麻醉剂被吸附时,吸附的麻醉剂的吸附头沿着吸附剂床层朝着滤毒器出口行进。这种吸附头在其接近出口时将经常具有在滤毒器上的曲形轮廓。传感器会在吸附头的任何部分通过吸附剂进入出口时进行传感。即使吸附剂床层不可完全被麻醉剂饱和,滤毒器的更换可在此时是希望的。麻醉剂传感器36可经由信号管路40连接到呼吸麻醉机18,或者连接到某个远程监控站(未示出)。呼吸麻醉机18或远程监控站可配备有警报器42,其在麻醉剂传感器36传感到排放管路38中的麻醉剂时致动。警报器可为光和/或音频警报器。其会指示麻醉师或技术人员滤毒器28应被更换,从而实现麻醉剂的连续回收。可以理解,由旁路阀46控制的旁路44可提供用于在更换滤

毒器期间使离开呼吸麻醉机18的气体流路经滤毒器28。在该情况下,截止阀48提供在释放管路26中以在更换滤毒器期间关闭向滤毒器28的供应。取代旁路44和截止阀48,三通阀可在更换滤毒器期间引导气体流动经过滤毒器28。

[0045] 可能存在这样的情况,即使没有使用麻醉剂,可能依然保持医用空气供应。在这种情况下,不希望继续使医用空气流动通过滤毒器,因为医用空气的连续流动可缓慢地解吸先前捕获的麻醉剂。为了关注这种情况,第二麻醉传感器50可提供在释放管路26中以检测麻醉剂。在没有通过麻醉剂传感器50检测到流动中的麻醉剂的情况下,由旁路阀46控制的旁路44可被触发以将医用空气直接引导到大气34。

[0046] 如上所述,呼吸麻醉机可包括部分闭式或闭式的呼吸回路。在这种呼吸回路中,病人呼出物经由通风器循环通过呼吸回路,并被清除以在由病人重新呼吸之前移除呼出的二氧化碳。在称为“呼吸回路收集系统”的可替代的收集系统中,麻醉剂由于呼吸回路串联的滤毒器吸附。该实施例的滤毒器定位为在呼吸麻醉机将排放气体释放到大气之前吸附麻醉气体。

[0047] 如图2所示,呼吸麻醉机18接收在氧气管路20、麻醉剂管路22和空气管路24中的麻醉剂和承载气体(例如,医用空气,在该实施例中,即氧气和空气)。这些在混合器51a中混合。富含麻醉剂的气体经由气体管路14传递到病人10。病人呼出物经由病人呼出管路16返回到呼吸麻醉机18。返回的气体经由通风管路51c传递到通风器51b。富含麻醉剂的气体经由清除管路51e传递到二氧化碳清除器51d并清除二氧化碳。清除的气体经由滤毒器入口管路30传递到滤毒器28。滤毒器28被一种吸附剂充填,其从离开二氧化碳清除器51d的气体流中吸附麻醉剂。

[0048] 尽管图2示出滤毒器28定位在通风器51b和清除器51d之后,但应该理解,通风器、清除器和滤毒器沿呼吸回路的相对位置可改变。

[0049] 流出滤毒器出口32的气体经由循环阀51f引导回混合物51a,或经由释放管路26流出呼吸麻醉机18并最终到达大气34。麻醉剂传感器36可提供在释放管路26中以传感离开呼吸麻醉机18的麻醉剂的存在。如以上关于容器收集系统描述的传感器和阀可用于确定滤毒器是否需要更换并在更换滤毒器期间引导气体在滤毒器周围的流动。

[0050] 在图3所示的可替代系统中,麻醉剂通过中央吸附剂收集系统52捕获。中央吸附剂收集系统可被理解为一种收集系统,其在其输入时可位于多个手术室中的多个呼吸麻醉机(例如18'、18''和18''')摄取麻醉剂。该中央收集系统会以类似于上述容器收集系统的方式操作,从而该中央吸附剂收集系统会被至少一种吸附剂充填,其选择性地吸附来自离开呼吸麻醉机的组合气体流的麻醉剂,致力于使释放流基本上不含有最终排放到大气34的麻醉剂。该中央吸附剂收集系统可包括多个吸附剂,且其几何尺寸分别适于促进吸附物在系统中的较大体积和/或较少频率的更换和/或希望的较长的吸附时间。

[0051] 麻醉剂传感器36'可提供在中央吸附剂收集系统排放管路38'中,以传感离开中央吸附剂收集系统的麻醉剂的存在。麻醉剂传感器36'会传感麻醉剂是否通过吸附剂进入排放部,并利用反馈(例如警报器)提示使用者,以通过例如更换一个或多个吸附剂、更换一个或多个吸附器中的吸附剂或再生吸附剂改变吸附剂。沉沙槽54可提供在排放管路38'中,位于通到大气34的系统排放部之前,以减少麻醉剂释放到大气的可能性。沉沙槽54可具有与中央吸附剂收集器相同的吸附剂,或者可具有不同的吸附剂,例如活性炭、硅质岩或分子



筛。

[0052] 对于提供用于传感排放管路中的麻醉剂的麻醉剂传感器36'可替代地,提供重量传感器(例如,测力盒),使得捕获装置(或吸附剂或滤毒器)的重量可被监控,并且使用者可被提示一旦在中央吸附器收集系统中收集到预定重量的麻醉气体则改变或再生吸附剂。

[0053] 对于使用麻醉剂传感器36'另外可替代地,历史加载图案可用于确定适当的时间,以改变或再生吸附剂或确定适当的吸附器尺寸以支持给定时间的收集。在以上任一可替代方案中,即使吸附剂没有完全被麻醉剂饱和,更换或再生吸附剂可以是希望的。

[0054] 传感器56'、56''和56'''可提供在中央吸附器收集系统入口管路26'、26''和26'''中。传感器56'、56''和56'''传感麻醉剂在医用空气中和/或在操作呼吸麻醉机时的存在。在没有检测到麻醉剂或关联的呼吸麻醉机没有在操作时的情况下,入口管路26'、26''和/或26'''可被封闭以将适当的手术室与中央吸附器收集系统52隔离。入口管路26'、26''和26'''可以可替代地用于使医用空气经由旁路58引导到大气并从中央收集系统离开。关闭入口管路26'、26''和26'''或引导医用空气通过旁路58可利用旁路阀59'、59''和59'''实现。

[0055] 这种传感器的一个实施例为可用于检测排放管路中的麻醉剂的传感器。这种传感器可测量气体在排放管路中的热传导率。并将热变化转化为电信号。具有麻醉剂的气体流的热传导率为在呼吸麻醉机的正常操作条件下变化的物理性质。这种信号可用于提供麻醉剂在排放管路中的浓度的数字指示。如上所述,信号也可用于操作阀以隔离手术室或将医用空气引导到大气。适当传感器的另一实施例可为可检测来自呼吸麻醉机的压力的压力传感器或阀。

[0056] 在中央吸附器系统中涉及的一个问题在于麻醉剂在流动中的流动速率和浓度。典型地,医院排除系统使用位于中央收集系统之前的泵鼓风装置60来将气体流从各个手术室引到清除系统。该装置牵引源于呼吸麻醉机18'、18''和18'''的气体流以及另外的“组成”空气。由于组成空气而增大的流动速率导致麻醉剂22'、22''和22'''的浓度的稀释。该稀释可例如在1:20(来自呼吸麻醉机的麻醉气体流的体积:进入医院清除系统并通过中央收集系统的流动体积)的范围内,因为来自呼吸麻醉机的流动速率可为约2L/min,而进入医院清除系统的流动速率可为40L/min。如果通过中央收集系统的麻醉剂稀释,则捕获装置(例如特定的中央收集系统或通用的中央收集系统的各个滤毒器)应被设计为确保剩余时间足以使吸附材料吸附麻醉剂。改变剩余时间可通过改变捕获装置的体积或通过改变气体的流动速率而实现。可以理解这些变量之间的关系通过方程给出:剩余时间=捕获装置体积/气体流动速率。

[0057] 图4a、4b和4c示出组成上述收集系统的滤毒器的可替代实施例。图4d示出可包括在滤毒器中的化合物的一个实施例。收集系统可由单个吸附剂的滤毒器(图4a)组成,或可具有相同或不同类型的吸附剂的多个滤毒器。滤毒器可具有相同或不同的尺寸或容量。吸附剂的多个滤毒器可串联(图4b)或并联(图4c)。利用多个并联的滤毒器,收集系统可首先使输入气体通过一个或多个滤毒器,直到吸附剂在该滤毒器(或多个滤毒器)中饱和,然后使输入气体通过另外的滤毒器或一组滤毒器。这可通过将麻醉剂传感器62和62'包括在每个滤毒器的排放管路中以检测麻醉气体是否通过该滤毒器的吸附剂进入排放部和由旁通阀64和64'控制的旁路从而使输入气体在该滤毒器周围经过而实现。可替代地,当滤毒器到达预定重量时,收集系统可使输入气体离开滤毒器。在另一实施例中,收集系统可使输入气

体同时通过所有并联的滤毒器。

[0058] 在各种情况下,组成收集系统的滤毒器可包括不同吸附材料,并可具有不同的几何结构、不同重量和体积、不同结构材料,并具有不同的吸附容量。特定变量可鉴于麻醉气体在给药气体混合物中的变化的浓度、给药气体混合物变化的流动速率、常用在医院中的各种清除系统(有源或无源)、各种呼吸麻醉机排放物、不同呼吸麻醉机类型的出口、和其他手术室设备而选择。用于特定应用的滤毒器的结构可适于满足医院对于吸附器更换频率的需求、空间需求或各种其他因素。

[0059] 在每种情况下,滤毒器可配置为促进吸附剂加载和卸载,以提供与麻醉气体排放出口的适当连接;确保在吸附和再生期间的气体流流动分布;提供容易的搬运;和适应于空间利用率。

[0060] 滤毒器、滤毒器收集系统或中央吸附器收集系统可填充有多于一种的吸附剂。在这种情况下,不同的多个吸附剂可分层地在单个滤毒器内的分离“床层”中,如图4d所示,其中66表示第一床层,68表示第二床层,70表示保持床层分离但允许气体从滤毒器的入口端流动到滤毒器的出口端的栅网。图4d所示的滤毒器还示出在入口端的扩散器71,其将气体分布在整個滤毒器上,由此减少存在吸附剂的不与气体流接触的料袋的可能性。

[0061] 这种分层系统可使用在“分段式”吸附中,其中每个层的目的在于吸附特定目标的化合物或多种化合物(例如,第一层的目的可用于吸附水,第二层的目的可用于选择性地吸附地氟醚和异氟醚,第三层的目的可用于吸附七氟醚)。这种分层床层可从用于单独再生多个吸附剂的滤毒器中移除。可以理解,这种分层滤毒器可使用在上述中央收集系统以及前述容器收集系统中。

[0062] 在“分段式”吸附滤毒器的一个实施例中,由麻醉剂的混合物接触的第一层可为具有在约5埃与约10埃之间的平均孔隙直径的吸附剂层。该第一吸附剂可吸附一种或多种麻醉剂,但不吸附其他麻醉剂。

[0063] 由麻醉剂接触的第二层可为具有在约15埃与约30埃之间的平均孔隙直径的吸附剂层。该第二吸附剂可吸附一种或多种麻醉剂,包括例如七氟醚。在这种“分段”吸附滤毒器的实施例中,地氟醚和七氟醚的混合物的吸附可导致在第一层优先吸附地氟醚、在第二层优先吸附七氟醚。

[0064] 收集系统可具有一个或多个内联的过滤器(未示出),以在污染物到达中央收集器之前移除颗粒和/或生物污染物。过滤器可为0.2微米的疏水的气体过滤筒。这种过滤器的一个实施例为由英格兰的Domnick Hunter Limited制造的High Flow TETPOR™II药用级别的气体过滤筒。

[0065] 可能优选的是在气体流穿过中央收集系统或容器收集系统之前利用一个或多个选择的吸附剂从气体流中移除特定目标的化合物。湿气可使用冷凝器(未示出)移除和/或可利用3A、4A或其他已知的具有适当尺寸孔隙以避免吸附麻醉剂的传统干燥剂(未示出)移除。为了防止或减少由干燥剂导致麻醉剂的分解,可希望的是,首先使用冷凝器移除湿气,然后适当地限制用于干燥气体流的干燥剂的量和/或选择不会导致麻醉剂分解的干燥剂。干燥剂可与用于吸附麻醉剂的吸附剂分离,干燥剂和吸附剂位于分离的滤毒器中。

[0066] 对于材料在水存在时减小的吸附容量,以下的表1示出两种特定的卤代烃(七氟醚和地氟醚)在有水和没水的吸附剂上的处理容量和最大容量。吸附剂安置在实验室大小的

滤毒器中,具有约1kg的吸附剂的容量,其小于商用大小的滤毒器。水的处理容量为127g,水的最大容量为322g。由此可知,七氟醚和地氟醚的处理容量和最大容量在水存在时显著减小。

[0067] 表1

[0068]

处理容量 (g)				最大容量 (g)			
七氟醚		地氟醚		七氟醚		地氟醚	
有水重量	无水重量	有水重量	无水重量	有水重量	无水重量	有水重量	无水重量
188	378	113	234	300	542	210	369

[0069] 根据在此的一个实施例,滤毒器充填以具有亲有机物孔隙晶格结构的戏份材料。吸附剂可为基于 $\text{SiO}_2$ 的分子筛。分子筛应理解为包含相对精确且相对均匀尺寸的细小孔隙的材料。用作气体和液体吸附剂的材料可包括硅铝酸盐材料、粘土、多孔玻璃、微孔炭、沸石、活性碳、硅胶或合成材料。

[0070] 吸附剂可具有约5至约50埃的平均孔隙开口。在特定实施例中,吸附剂可具有约5至约10埃的平均孔隙开口。在其他实施例中,吸附剂可具有约15至约30埃的平均孔隙开口。已发现具有大于15埃的平均孔隙尺寸的吸附材料可用于吸附一种或多种麻醉剂。能够通过具有大于15埃的平均孔隙开口的吸附剂吸附的麻醉剂包括七氟醚和地氟醚。

[0071] 基于 $\text{SiO}_2$ 的分子筛典型地具有分子式 $\text{M}_x(\text{Al}_2\text{O}_3)_y(\text{SiO}_2)_z$ ,其中M为阳离子。有效避免具有碱性表面的吸附材料,因为一些卤代烃可在碱性(例如高pH)条件下降级。由于 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 在特征上为碱性的(在中性条件下典型地作为 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 存在),在本申请中考虑的吸附剂优选具有总重量小于约10%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。更优选地,在本申请中使用的吸附剂具有总重量小于约5%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。基本上不含 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的吸附剂是特别优选的。可以理解,“基本上不含 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的”吸附剂是具有不超过约1重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 的吸附剂。

[0072] 具有中性表面(即在晶格中具有低水平的阳离子)的吸附材料是优选的,因为阳离子(例如 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 等)可导致催化反应和吸附的卤代烃的降级。具有中性表面的吸附材料可理解为指具有小于1质量%、优选小于0.1质量%并特别优选小于0.01质量%的阳离子的吸附剂。

[0073] 可以理解,材料的孔隙尺寸和活性表面积的改变会影响可吸附的卤代烃的总数。具有约 $400\text{m}^2/\text{g}$ 至约 $1500\text{m}^2/\text{g}$ 的比表面积的吸附剂可被使用。根据一个实施例,吸附剂为非定晶硅吸附剂,其具有约20埃的平均孔隙尺寸、约 $750\text{m}^2/\text{g}$ 的比表面积、约 $0.4\text{mL}/\text{g}$ 的孔隙体积和小于1.0重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

[0074] 滤毒器可充填以另外的吸附材料,其具有平均孔隙开口在约5与约10埃之间的孔隙晶格结构。该另外的吸附材料可用于吸附一种或多种麻醉剂。能够被该另外的吸附材料吸附的其他麻醉剂为地氟醚。利用该另外的吸附材料可允许选择性地从地氟醚和七氟醚的混合物中吸附地氟醚。

[0075] 根据一个实施例,该另外的吸附材料为硅石吸附剂,其具有约6埃的平均孔隙尺寸、约 $400\text{m}^2/\text{g}$ 的比表面积、约 $0.14\text{mL}/\text{g}$ 的孔隙体积和小于约1.0重量%的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

[0076] 在一个实施例中,可具有圆柱形形状的滤毒器具有位于或接近底部的入口和位于

另一端的出口。入口可经由管道附接到在滤毒器底部的扩散器,如图4d所示。可替代地,入口和出口可都位于相同端。滤毒器可由具有适当热阻和耐腐蚀性质的任意材料制成。该材料可例如为陶瓷、玻璃、工程塑料或不锈钢(例如SS316)。

[0077] 在离开呼吸麻醉机18的释放管路26中的气体流(见图1)典型地包含湿气。这在过去是试图从离开呼吸麻醉机的气体流中回收麻醉剂的重要问题。为了解决该问题,湿气气体流可首先通过吸湿性吸附剂,其吸附湿气、但具有避免吸附麻醉剂的孔隙尺寸。以该方式,湿气气体流可在捕获吸附剂上的麻醉剂之前被干燥。易于理解,吸湿性吸附剂可安置在滤毒器内侧或外侧,只要其与麻醉剂吸附剂内联并在气体流通过麻醉剂吸附剂之前吸附湿气。

[0078] 单个病人通常用单个麻醉剂治疗。然而,在容器收集系统或呼吸回路收集系统附接到各个呼吸麻醉机时,多个不同的手术可使用不同的麻醉剂。另外,在中央吸附器收集系统中,每个呼吸麻醉机在每个医院的手术室中可使用不同的麻醉剂。在任一上述情况下,吸附剂在(i)中央吸附器收集系统或(ii)滤毒器收集系统中的滤毒器可依次或同时暴露于许多麻醉剂。不同的麻醉剂可对麻醉剂吸附剂具有不同的效果。可以相信麻醉剂的吸附导致在吸附过程中产生热。因此有时希望首先在捕获一种或多种其他麻醉剂之前使用第一种麻醉剂吸附剂捕获一种或多种特定麻醉剂。以类似的方式,可希望在吸附吸入麻醉剂之前尽可能多地移除水,以限制在吸附过程中释放的热。

[0079] 被吸附的麻醉剂加载的滤毒器可经受一过程以再生滤毒器28中的麻醉剂吸附剂并回收麻醉剂材料。常规的解吸系统的实施例示于图5中。解吸系统每次可处理单个滤毒器或串联或并联的多个滤毒器。解吸系统可与中央收集系统集成,从而中央收集系统的吸附剂可被再生,而不必从中央收集系统中移除。

[0080] 在图5的系统中,滤毒器可在解吸槽72内加热,以增强吸附的麻醉剂的解吸。在一个实施例中,吸附剂被加热到约25℃至约220℃的温度范围。优选地,希望的温度在60℃与120℃之间。可以理解,利用不同种类的卤代烃,可需要不同的温度范围以解吸化合物。为了将滤毒器内的吸附剂加热到希望的温度,解吸槽72可为常规的炉子,其具有由隔热材料环绕的加热线圈。可以理解,鉴于麻醉剂吸附材料对微波的透射度,微波炉可代替常规的炉子。

[0081] 尽管图5示出一个滤毒器,但应该理解,解吸过程可用并联或串联的多于一个的滤毒器(未示出)进行。

[0082] 净化气体通过滤毒器28以从吸附剂或多种吸附剂中解吸有机麻醉剂。根据本申请的特定方面,净化气体为惰性气体。惰性净化气体可为氮气。在一个配置结构中,一个滤毒器或多个滤毒器没有包含在加热的解吸槽72内(例如传统炉子或微波炉),但用于解吸麻醉剂的热可来自加热的净化气体。

[0083] 净化气体可利用加热器74加热。如上所述,在一些情况下,即使没有将热直接施加给滤毒器,滤毒器28中的吸附剂依然可通过加热氮气或空气净化流而加热。在根据图4所示的实施例中,氮气在加热器74中加热到约25℃至约220℃的范围内的希望温度。优选地,希望的温度在约60℃与约120℃之间。图4示出作为闭合回路的解吸系统,净化气体连续循环。净化气体从系统中的任何损失(例如由于从系统中移除材料)可经由净化气体源76补充。

[0084] 例如如果希望移除水,典型地在麻醉剂已被解吸之后,可能希望在较高温度下解

吸滤毒器28。在这种情况下,滤毒器28和/或净化气体流可加热到约200℃或更高。可能甚至希望将滤毒器28和/或净化气体流加热到1000℃,以更完全地再生滤毒器。

[0085] 可以理解,温度和压力都影响再生吸附剂所需的时间值。增大温度和/或减小压力都减小解吸所需的时间值,但减小温度和/或增大压力可增加解吸所需的时间值。

[0086] 在一些情况下,可能希望在部分真空下解吸滤毒器,因为减小的压力可减小再生吸附剂所需的温度,并由此减小任何对温度敏感的吸附的麻醉剂的分解。在解吸过程在真空下进行的实施例,吸附剂可加热到50℃以影响对麻醉剂的解吸。在标准压力下的实施例中,吸附剂可加热到约120℃以影响对麻醉剂的解吸。已证实在减小的压力下,滤毒器28可在约50℃与约60℃之间的温度下再生。吸附剂的再生也可在25℃低的温度下实现,其中再生时间由此延长。

[0087] 净化气体通过滤毒器28中的吸附剂。净化气体通过净化气体离开管路78离开滤毒器28,并可通过温度传感器80。温度传感器80提供净化气体在离开管路78中的温度的指示。当净化气体在离开管路78中的温度到达接近净化气体进入管路82中的温度时,可以确定吸附剂处于接近入口温度的温度,并且大部分麻醉剂已被解吸。然后,该系统在该点之后运行希望的时间以确保完全解吸。可替代地,净化气体可运行预定时间,该预定时间基于由历史解吸实验获得经验知识。在气体可替代方案中,传感器可用于确定麻醉剂在离开管路中的存在。

[0088] 解吸过程可为自动的,并且温度传感器84可包括在入口侧以测量来流的温度。通过适当的微型处理器,来自温度传感器80和84的信号可供应给控制系统86,其比较温度并致动信号以指示滤毒器再生过程完成。可以理解,吸附剂的再生可在优选范围外的较低温度下发生。

[0089] 可以理解,吸附剂可从其滤毒器中移除并安置有从其他滤毒器移除的吸附剂。组合的吸附剂然后可在单独的器皿中以以上关于单个滤毒器论述的方式再生。

[0090] 经由净化气体离开管路78来自滤毒器的净化气体流可选择性地通过含水冷凝器90,以从气体流中移除水。水合冷凝器90可在例如0℃至20℃的温度下操作。气体流然后可选择性地通过干燥剂干燥器92以移除任何剩余的水。干燥剂干燥器92可优选移除充分的湿气,以将露点减低到约-60℃以下。湿气含量(即露点)可例如利用湿气传感器93测量。干燥剂干燥器92可包括多个干燥剂容器,并且气体流可以以上关于图4a-c所示的吸附剂的滤毒器论述的类似方式引导通过串联和/或并联的容器。

[0091] 气体流也可通过微型过滤器94以移除任何颗粒和/或生物污染物。在一个实施例中,过滤器为0.2微米的亲水的气体过滤筒。这种过滤器的实施例为由英格兰的Domnick Hunter Limited制造的High Flow TETPOR™II药用级别的气体过滤筒。最后,气体流可通过烃冷凝器96。烃冷凝器96的目的在于从净化气体中移除液态的麻醉剂。烃冷凝器96可用适当的冷却剂(例如液氮、由干冰冷却的硅油或在冷冻温度下的气态氮)冷却,其可经由冷却剂入口98和冷却剂出口100供应通过烃冷凝器96。这在烃冷凝器96中提供充分的冷却温度,以导致麻醉剂冷凝并经由连接管路102如同卤代冷凝物106一样收集在器皿104中。烃冷凝器96可在约-20与约100℃之间的冷凝温度下操作。在特定实施例中,烃冷凝器96可在-20与-65℃之间的冷凝温度下操作。气体流可经由循环管路108循环到加热器74。能够检测麻醉剂的传感器也可用于调节烃冷凝器96的条件。

[0092] 可以理解,任何关注的元件(例如干燥剂92、微型过滤器94等)可构造为两个、三个、四个或其他,并可作为引入备用件和连续操作的方式串联或并联地附接到系统中。在元件并联设置的情况下,可能有利地包括传感器或计时器以在并联的流之间转移。例如,当存在多个干燥剂干燥器92时,可能有利地还包括湿气传感器93,其可检测离开第一干燥剂干燥器92的气体流中的湿气,并将气体流转接到并联设置的第二干燥剂干燥器。湿气传感器93的一个实施例为露点监控器。

[0093] 如上所述,麻醉剂的混合物可由麻醉剂吸附材料吸附。因此,从解吸过程收集的卤代冷凝物可包括麻醉剂的混合物,并也可包括另外的分解产物和其他化合物或杂质。与卤代冷凝物的成分无关,各个麻醉剂优选被分离、隔离和纯化到预定标准,该预定标准可包括回收的麻醉剂可向病人给药的医用标准。每种麻醉剂的医用标准具有规定的纯化水平,通常高于95重量%,其余杂质也具有特定限制。可替代预定标准可提供随后可传统地经受另外的处理以达到医用标准的纯化水平。例如,麻醉剂可以适于作为随后处理的原生材料的形式提供。

[0094] 为了获得希望的纯度,卤代冷凝物可经受分馏。可以理解,蒸馏过程可以作为分批或连续处理进行操作。可以理解,适当长度的单柱可用于纯化所有麻醉剂,或者可使用多柱系统。还可以理解,蒸馏可用于纯化仅一种麻醉剂(例如地氟醚、七氟醚或异氟醚),而将其与麻醉剂留在卤代冷凝物中。采用该方式,卤代冷凝物可富含一种或多种麻醉剂。

[0095] 用于分批处理的具有单柱的蒸馏系统的实施例示于图6a中。卤代冷凝物在再沸器108中加热并供应到柱110。柱110中的蒸汽在冷凝器112中冷凝。在柱110顶部的真空系统114可运行蒸馏过程在部分真空下执行。离开冷凝器112的冷凝液体分成两个流:收集流116,其为收集在收集器118中的纯化液体;和返回流120,其为重新进入蒸馏柱110的流。收集流116与返回流120之间的比称为“回流比”。适当选择的回流比帮助实现希望的纯度。

[0096] 图6a所示的蒸馏系统也可包括沿柱的一个或多个测试点,例如经过测试端口122和124,其可用于在蒸馏期间测试柱中的蒸汽的温度和成分。蒸汽的温度和/或成分可用于设定回流比和/或用于加热再沸器108的能量值。

[0097] 另一系统为多柱的分批蒸馏系统,其实施例示于图6b中。该系统包括多级分馏系统,其具有三个蒸馏柱110a、110b和110c。卤代冷凝物在再沸器108a中加热并升到柱110a中。充分的能量施加到再沸器108a以导致液体沸腾并在蒸汽输出管路112a中提供蒸汽输出。管路112a中的蒸汽供应到柱110b的底部。来自柱110b的底部的冷凝物经由冷凝物返回管路114a供应回柱110a的顶部。采用类似方式,蒸汽输出管路112b中的蒸汽供应到柱110c的底部。来自柱110c的底部的冷凝物经由冷凝物返回管路114b供应回柱110b的顶部。蒸汽输出管路112c中的蒸汽可在冷凝器122中冷凝。在蒸馏柱110c顶部的真空系统124可运行蒸馏过程在部分真空下执行。离开冷凝器122的冷凝液体分为两个流:收集流126,其为收集在收集器128中的纯化液体;和返回流130,其为重新进入蒸馏柱110c的流。如上所述,收集流126与返回流130之间的比称为“回流比”。适当选择的回流比帮助获得希望的纯度。

[0098] 将理解,任何考虑的蒸馏系统可在大气压力下或在部分真空下或在压力下操作。另外,考虑的蒸馏系统可具有内联的分析能力,以确定液体和/或蒸汽相在沿柱的任意点上的温度和成分。内联的分析能力可连接到计算机控制的自动反馈系统,其可控制施加到再沸器的热量、柱中的压力和/或回流比,以调整蒸馏过程。

[0099] 考虑的蒸馏柱可用适当的填料填塞,以增大柱的内表面积并增加柱的每单位长度的理论板数量。适当的填塞材料的实施例可包括金属、陶瓷或玻璃。

[0100] 考虑的分批蒸馏系统的再沸器可在用于处理混合物的第二成分的第二设定下操作之前在用于处理混合物的第一成分的第一设定下操作。再沸器可在约500kW与约1500kW之间操作,但实际设定为再沸器中的材料的数量和成分的函数(包括例如回流比)。

[0101] 在用于证实概念和中间处理的多柱分批蒸馏系统的一个特定实施例中,蒸馏柱1可具有190"的长度和3"的外直径。蒸馏柱2可具有202"的长度和3"的外直径。蒸馏柱3可具有166"的长度和3"的外直径。在另一特定实施例中,蒸馏柱1可具有166"的长度和3"的外直径。蒸馏柱2可具有176"的长度和3"的外直径。蒸馏柱3可具有115"的长度和3"的外直径。柱中的填塞材料可为0.24英寸的突出金属板条,具有372平方英尺每立方英尺的表面积。这种填塞材料可具有420的填塞系数。这种填塞材料的一个实施例为0.24英寸的Pro-Pak突出填料。

[0102] 在麻醉剂的混合物内,也可存在许多杂质。这些杂质可包括氯甲烷、2,2,2-三氟乙醇、氯甲基-2,2,2-三氟甲基乙基醚、1,1,1,3,3,3-六氟异丙醇、 $[(CF_3)_2CHO]_2=CH_2$ 和/或 $(CF_3)_2CHOCH_2OCH_2CF_3$ 。这种杂质可导致与一种或多种麻醉剂的共沸混合物,从而导致在蒸馏期间的有效产量减小。在存在杂质的情况下,可能希望在执行蒸馏之前从卤代冷凝物中减少杂质或移除杂质。作为一个实施例,卤代冷凝物可用水清洗,优选以约1:2的重量比。水清洗可重复,直到符合希望的规格(例如,希望的杂质质量的减小)。在存在1,1,1,3,3,3-六氟异丙醇的情况下,可能希望用水清洗,直到1,1,1,3,3,3-六氟异丙醇的水平小于约1.5重量%,并优选小于0.1重量%。1,1,1,3,3,3-六氟异丙醇的水平可通过气体色谱法或其他适当的分析技术分析。

[0103] 在不限制本申请范围的情况下,以下实施例列举关于本文实施例的各方面和信息。以下实施例在实验室情况下利用试验用滤毒器执行。将理解,试验用滤毒器可小于商用尺寸的滤毒器。

#### [0104] 实施例1

[0105] 吸附剂的处理吸附容量和最大吸附容量针对地氟醚和七氟醚确定。滤毒器填充以约1100克的吸附剂。吸附剂为非定晶硅,具有约20埃的平均孔隙尺寸、约750m<sup>2</sup>/g的比表面积、和小于约1.0重量%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。在氮气中的体积浓度为6%的地氟醚以2升每分钟的速率通过滤毒器。出口气体通过具有与第一滤毒器相同的吸附剂的第二滤毒器("沉沙槽")。图7示出滤毒器和沉沙槽随时间的质量变化。可知,滤毒器的处理容量为约234g的地氟醚,最大容量为369g的地氟醚。在该情况下,处理容量视为沉沙槽中的重量增益超过5克的点。

[0106] 在类似的实验中,在氮气中的体积浓度为2%的七氟醚以2升每分钟的速率通过具有1100g的吸附剂的滤毒器。出口气体通过具有与滤毒器相同的吸附剂的沉沙槽。图8示出滤毒器和沉沙槽随时间的质量变化。可知,滤毒器的处理容量为约378g的七氟醚,最大容量为461g的七氟醚。

#### [0107] 实施例2

[0108] 包含两种吸附剂层的滤毒器的处理吸附容量和最大吸附容量针对七氟醚确定。滤毒器设有约550克的第一吸附剂和约550克的第二吸附剂。两种吸附剂保持分离未混合。通过滤毒器的气体可首先接触第一吸附剂然后接触第二吸附剂。第一吸附剂为具有约6埃的



平均孔隙尺寸、约400m<sup>2</sup>/g的比表面积和小于约1.0重量%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的硅石吸附剂。第二吸附剂为具有约20埃的平均孔隙尺寸、约750m<sup>2</sup>/g的比表面积和小于约1.0重量%的Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的无定晶硅吸附剂。图9示出滤毒器和沉沙槽随时间的质量变化。可知，滤毒器的处理容量为约172g的七氟醚，最大容量为237g的七氟醚。

#### [0109] 实施例3

[0110] 多滤毒器设置针对麻醉剂的收集优化评估。在该过程中，两个吸附剂滤毒器串联放置并经受在正常手术室中执行的例程。表2示出针对手术室中的每一“天”的例程。每一加载周期由氮气的10L/min的5分钟净化分隔。而且，包括在每个后操作净化之后的30分钟的“闲置”周期，其代表操作之间的静止周期。

[0111] 表2

天	案例描述	总加载 (h)	
		七氟醚	地氟醚
1	用 2%的七氟醚加载 2 小时重复 3 次	6	0
2	用 2%的七氟醚加载 2 小时重复 3 次 用 6%的七氟醚加载 1 小时重复 2 次	4	2
3	用 2%的七氟醚加载 1 小时重复 3 次 用 6%的地氟醚加载 1 小时重复 3 次	3	3
4	用 2%的七氟醚加载 1 小时重复 2 次 用 6%的地氟醚加载 2 小时重复 2 次	2	4
5	用 6%的地氟醚加载 2 小时重复 3 次	0	6

[0113] 沉沙槽在两个滤毒器之后串联放置。沉沙槽也监控重量变化。表3示出在每一“天”的最后三个滤毒器的重量变化。

[0114] 表3

天	重量增益 (克)			
	滤毒器 1	滤毒器 2	累计	沉沙槽
1	151	1	152	0
2	349	20	369	-2
3	377	235	612	3
4	365	372	737	123
5	353	419	772	174

[0116] 通过比较，滤毒器系统1利用类似的设置评估。利用滤毒器系统1吸附353克的麻醉剂。可以预期，滤毒器系统2可吸附两倍，或706克。由于772克的麻醉剂实际上利用滤毒器系统2吸附，因此当两个滤毒器串联放置时另外增加66克。如果在这些过程中使用的麻醉剂总量为946克，则另外的66克表示约7%的另外的收集。已证实第一滤毒器趋向于最大，因为其连续暴露于麻醉剂，而第二滤毒器也收集麻醉剂。

#### [0117] 实施例4

[0118] 吸附剂成分对七氟醚的效果通过将七氟醚吸附在各种吸附剂上评估。各种吸附剂具有变化成分的SiO<sub>2</sub>和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。表4示出五种硅胶和沸石吸附剂，Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的量从20重量%到<0.5重量%的范围。约100克七氟醚吸附到吸附剂上然后随后利用氮气在95℃与130℃之间的温度下解吸4小时。最终的解吸混合物的成分由气体光谱法确定。表4示出随着Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>的量在吸附剂中减小，七氟醚的吸附增加，七氟醚的分解减小。

[0119] 表4



[0120]

吸附剂	#100	#200	# 300	#400	#500
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (重量%)	20	15-20	15	3	< 0.5%
GC 分析 (%)					
七氟醚	0.2	38.6	97.68	99.93	99.78
1,1,1,3,3,3-六氟异丙醇	3.6	47.1	2.23	0.06	0.02
其他	96.2	14.3	0.09	0.01	0.2

[0121] 在前述描述中,为了阐释,提出各个细节以提供对各实施例的全面理解。然而,将对本领域技术人员明显的是,其他设置和实施例也是可行的。

[0122] 上述实施例仅致力于实施例。在不背离仅由所附强烈要求限定的本申请范围的情况下,本领域技术人员可以对特定实施例作出各种改动、修改和变化。

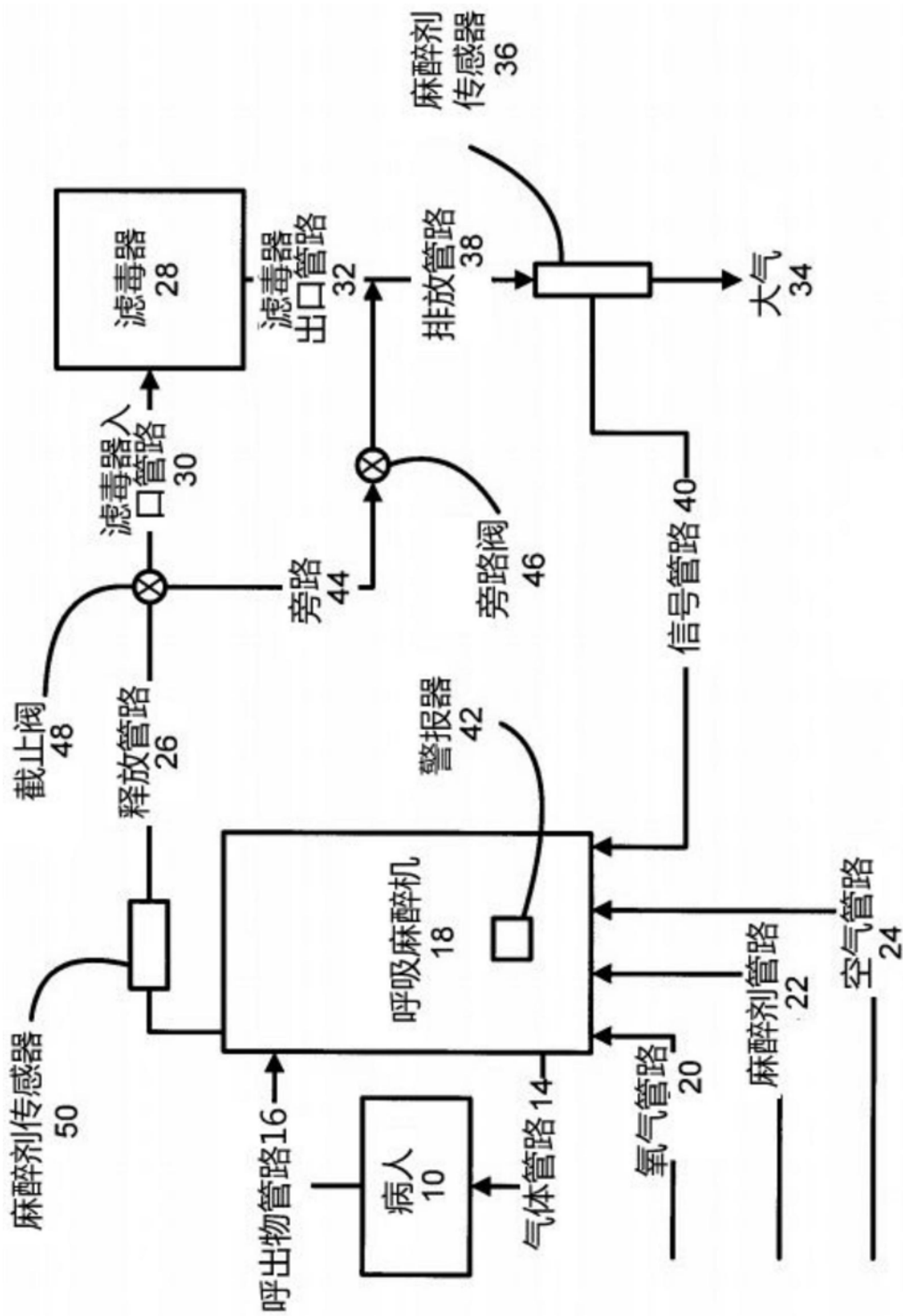


图1

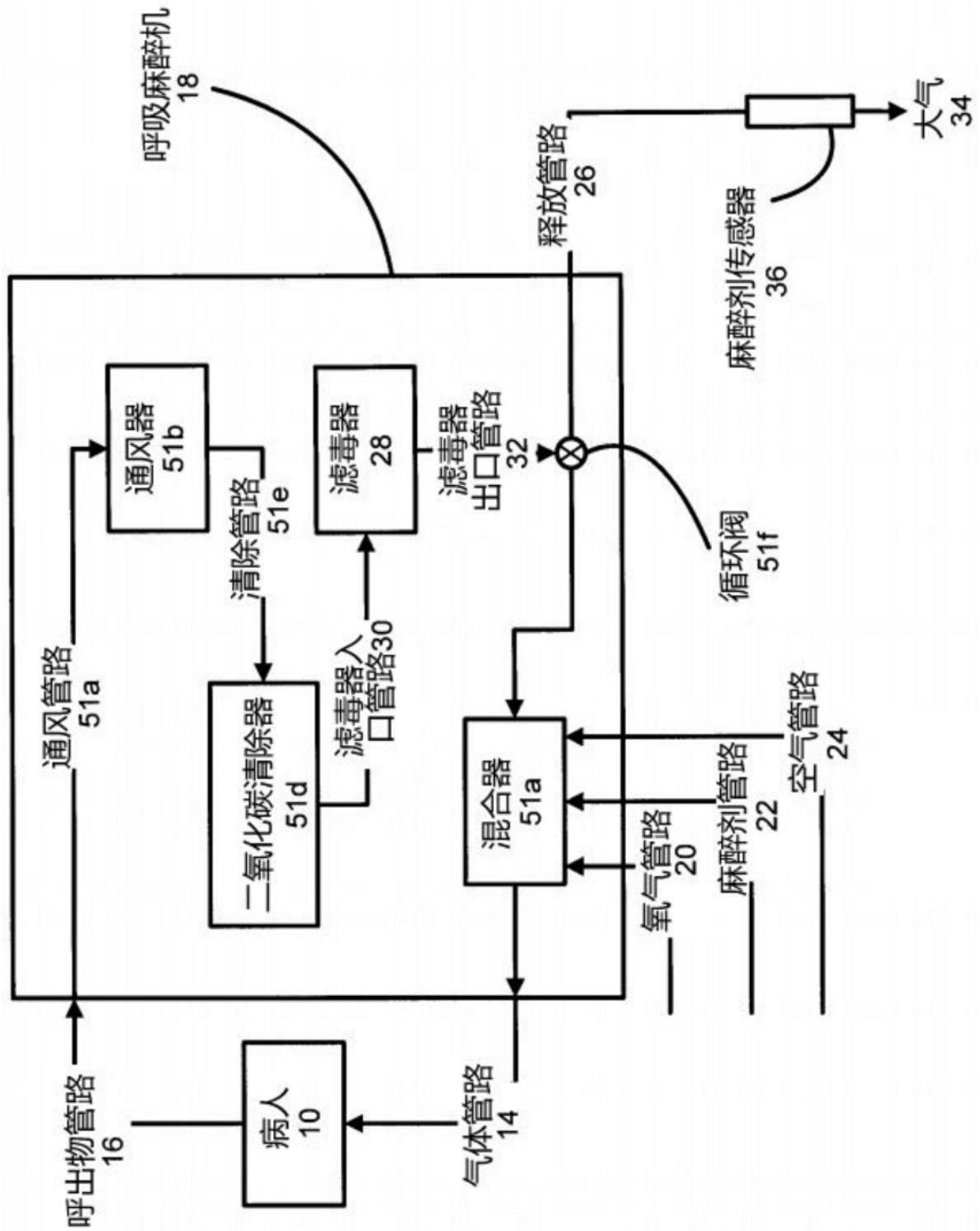


图2

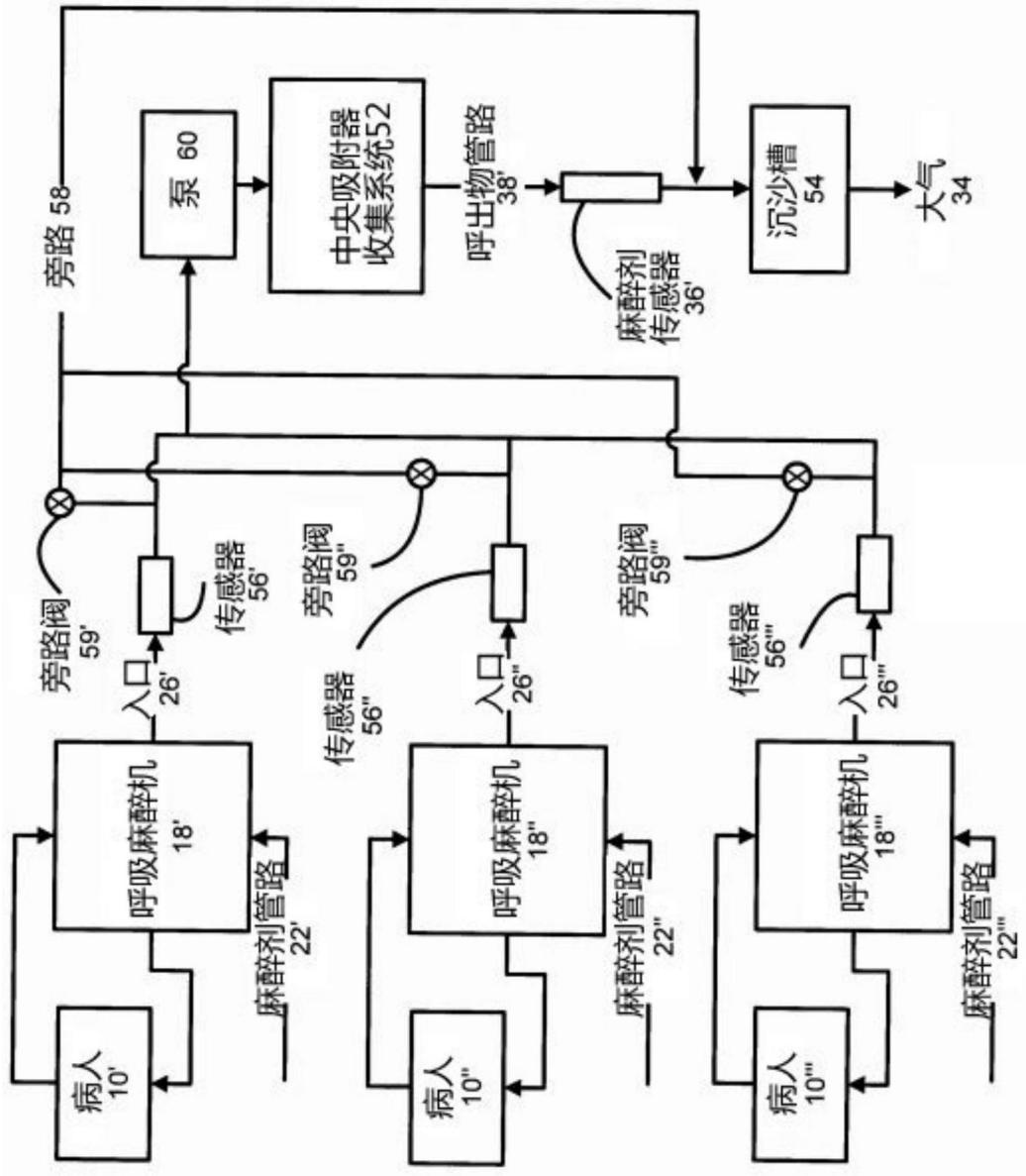


图3

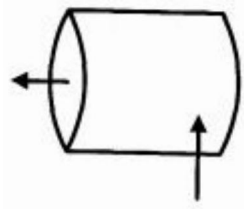


图4a

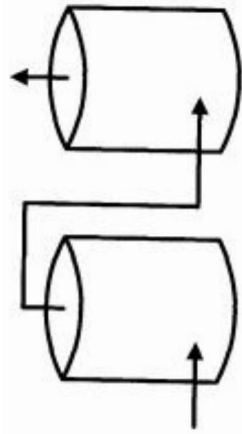


图4b

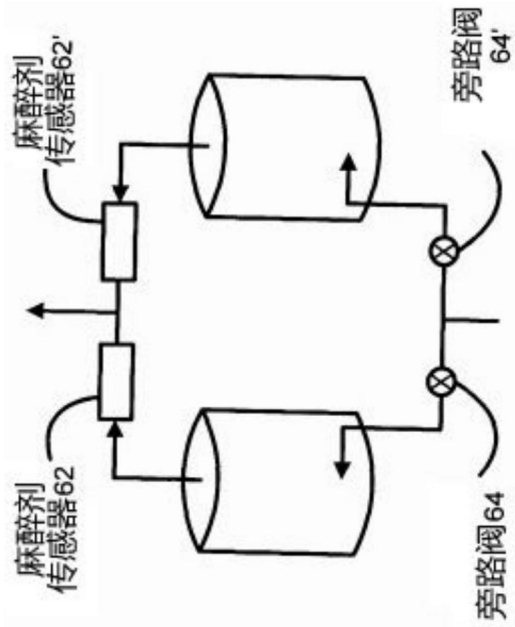


图4c

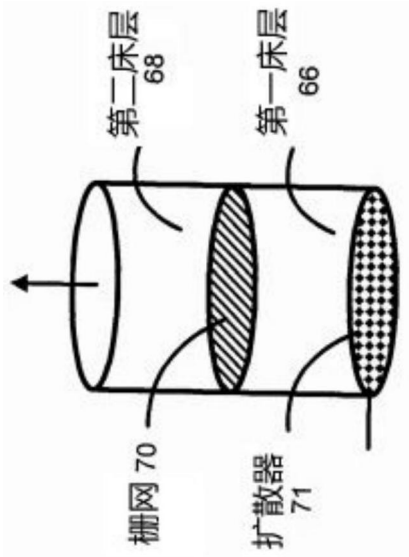


图4d

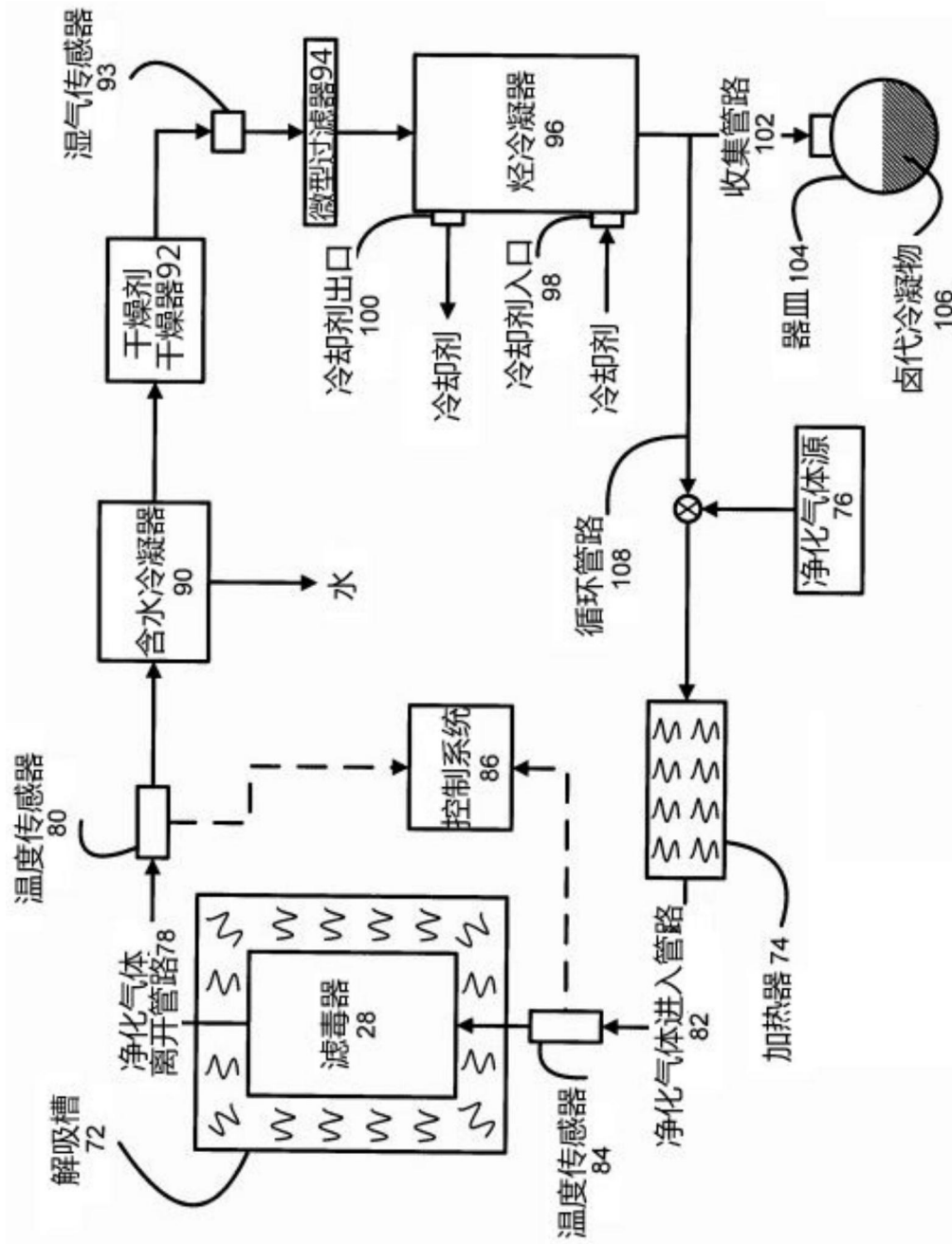


图5

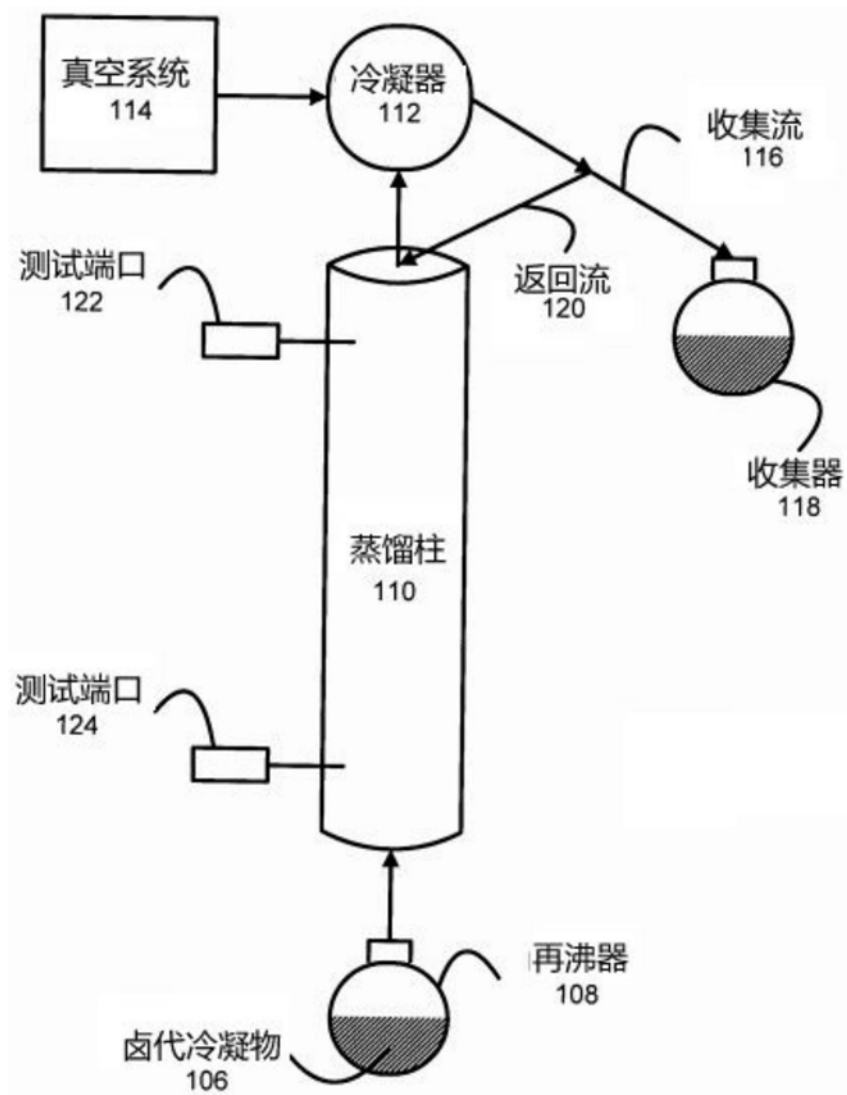


图6a



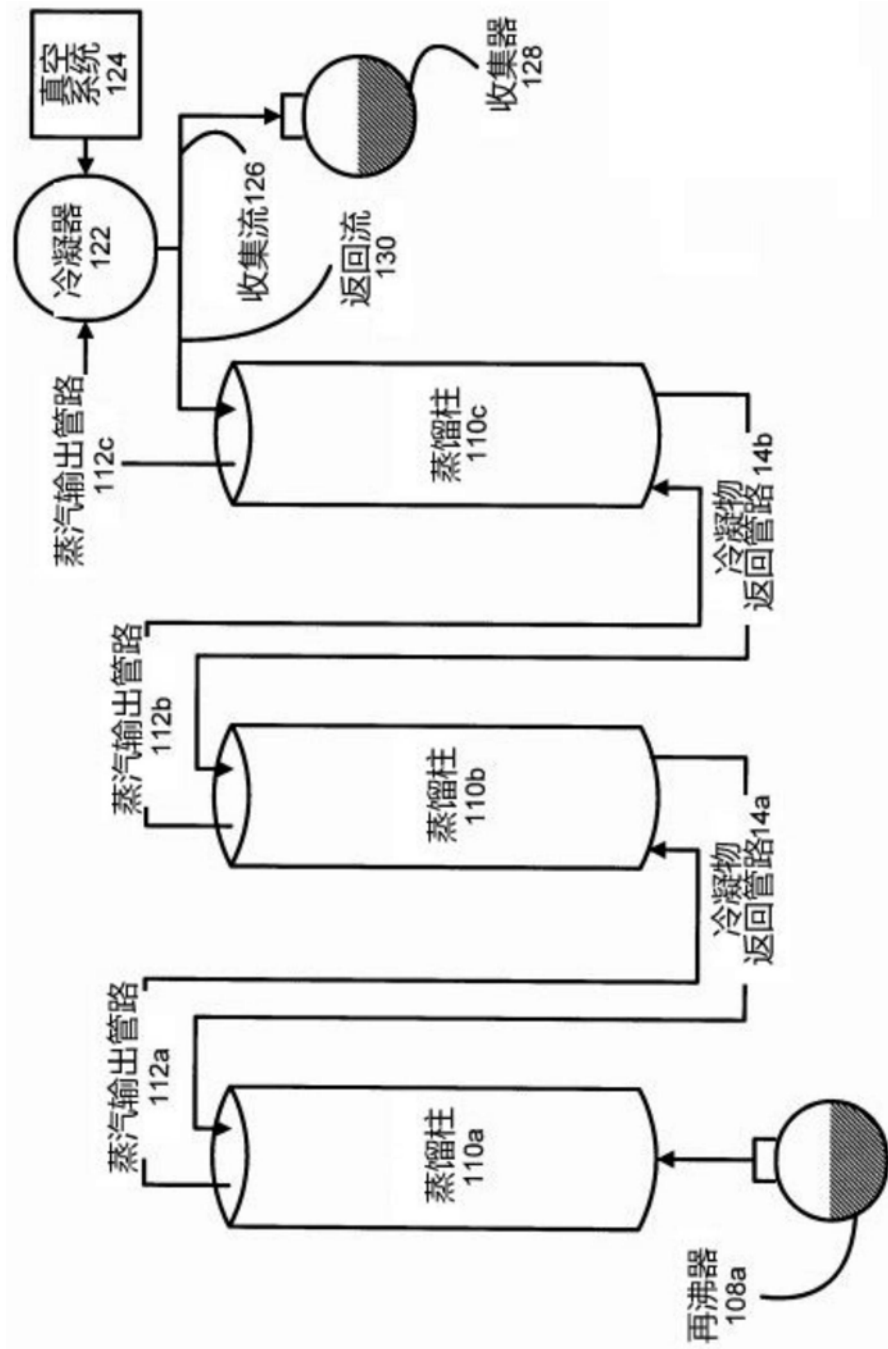


图6b

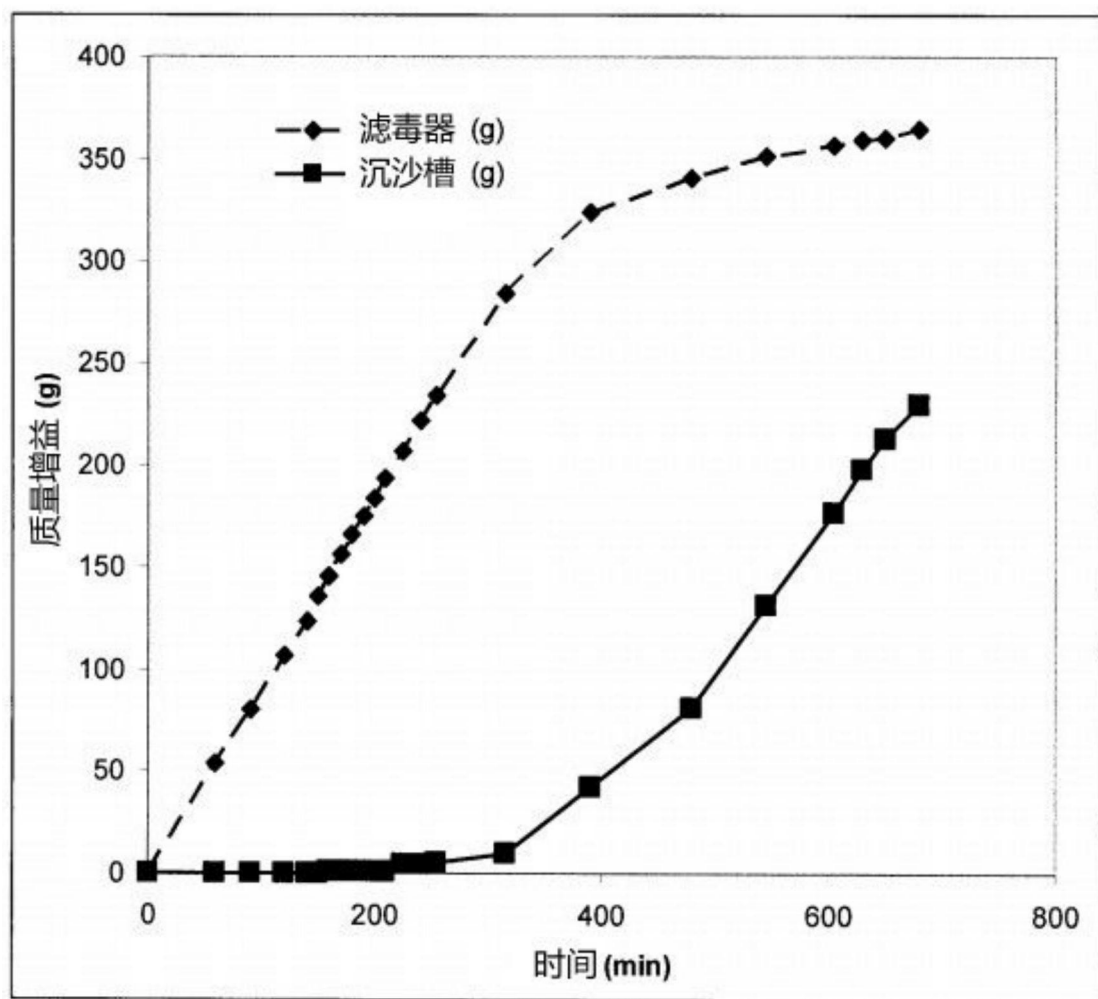


图7

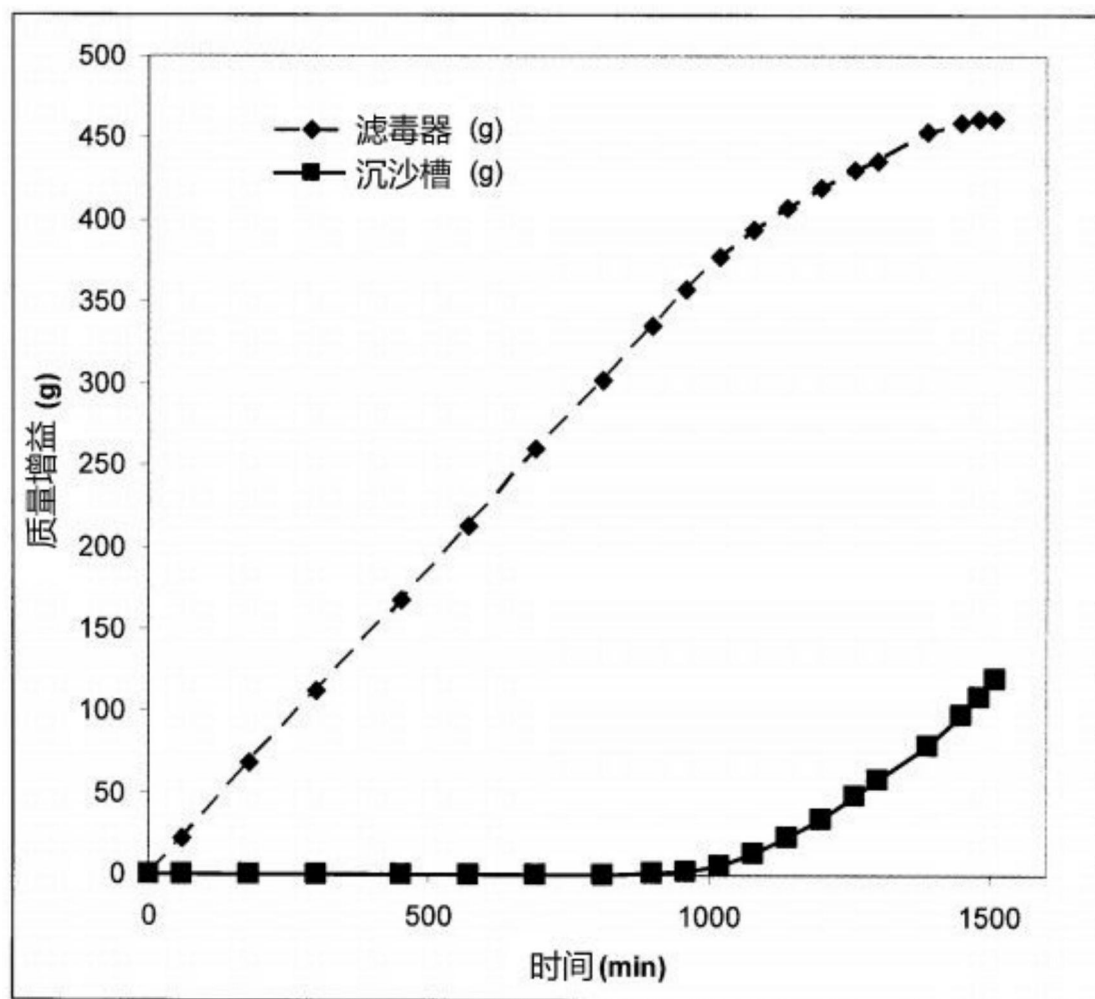


图8

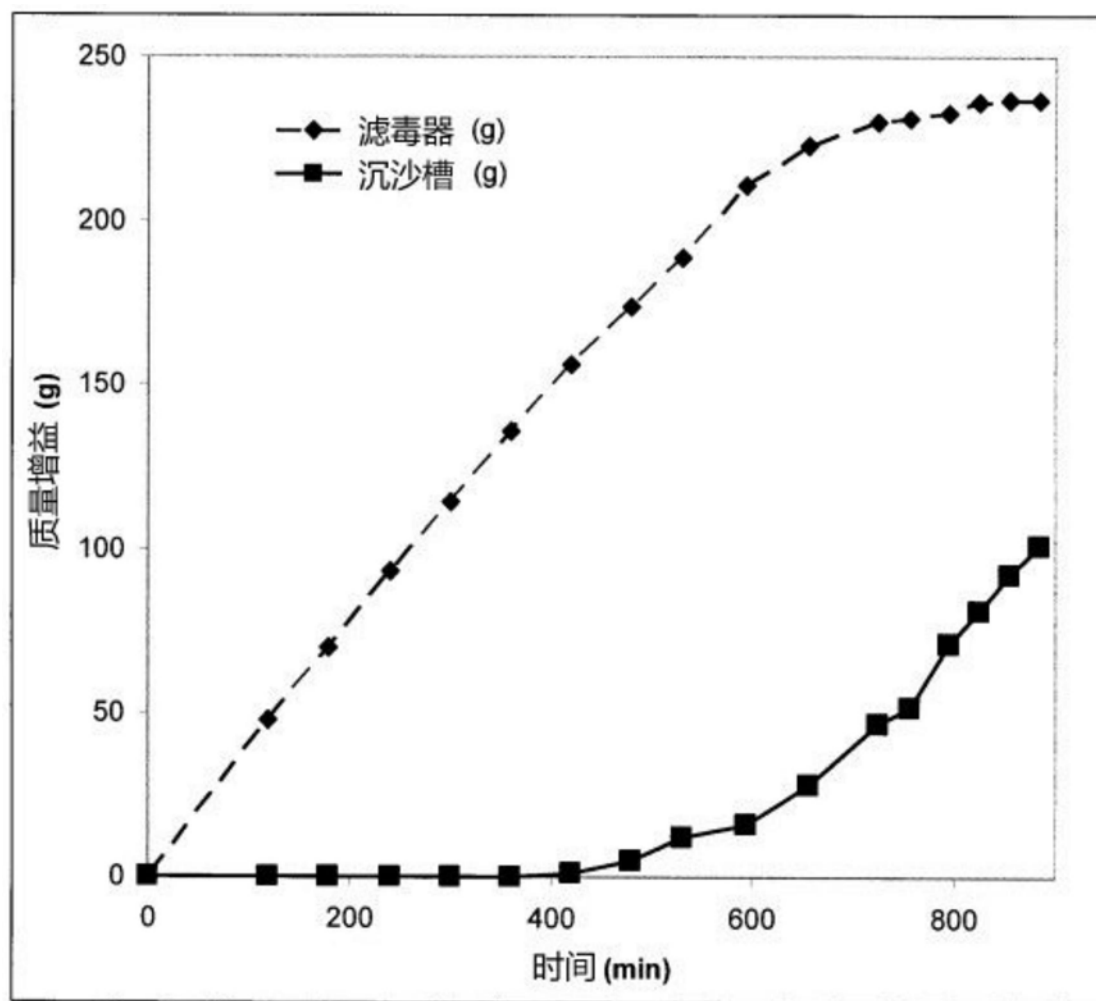


图9