[19]中华人民共和国专利局

[11] 授权公告号 CN 1031783C

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 92105713.X

[51]Int.Cl[6]

[45]授权公告日 1996 年 5 月 15 日

B01D 5/00

[24]颁证日 96.2.18

[21]申请号 92105713.X

[22]申请日 92.7.10

[30]优先权

[32]91.7.15 [33]US[31]07/729,975

[73]专利权人 波克股份有限公司 地址 美国新泽西州

[72]发明人 帕特里克·卡恩斯

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所 B01D 53/04

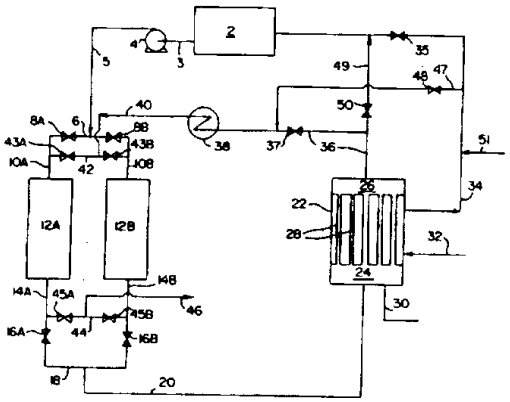
代理人 竹 民 B01D 53/26

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 使用吸附冷凝法的溶剂回收系统

[57]摘要

从一用惰性气体封盖的气源中回收一种挥发性组分，所述气源包含所述挥发性组分，一种惰性载气，水蒸汽和作为杂质的氧气，所述回收是通过一连续方法实现的，它的步骤包括从气流中吸附水蒸汽，将基本上全部的挥发性组分从气流中冷凝出来，加热无水蒸汽和挥发性组分的气流，用加热后的气流冲洗吸附器，且排放吹扫气体和脱附的潮气。用不含氧气的惰性气体来补充气源中消耗掉的惰性气体，由此使气源中氧气的浓度降到最低。



权 利 要 求 书

1. 一种从气流中回收第一气态组分的方法，该气流中包含所述第一气态组分、至少一种其沸点低于第一气态组分的沸点的惰性气态组分、至少一种其凝固点高于所述第一气态组分的凝固点的第一气态杂质、以及至少一种可与所述第一气态组分发生化学反应的不可凝气态杂质，其特征在于，该方法包括以下步骤：

(a) 使所述气流流过含有吸附剂的第一吸附区，所述吸附剂能有选择地吸收所述至少一种第一气态杂质，由此去除气流中所述至少一种第一气态杂质；

(b) 使从第一吸附区流出的已去除了第一气态杂质的气流通过一个热传递区，所述热传递区维持其温度低于所述第一气态组分的沸点，由此从气流中冷凝出第一气态组分，并产生一种废气，在所述废气中所述至少一种第一气态杂质和所述第一气态组分都已基本上去除；

(c) 加热所述废气的至少一部分至高于90℃；

(d) 使所述经加热的废气流过一包含了吸附剂的第二吸附区，所述吸附剂选择吸收所述至少一种第一气态杂质，并包含所述至少一种第一汽态杂质作为被吸附物，由此将所述第二吸附区中的所述至少一种第一气态杂质冲洗掉；

(e) 当所述至少一种第一气态杂质在所述第一吸附区中的积累达到预先设定值时，转换所述第一和第二吸附区的作用，以使所述至少一种第一气态杂质在所述第二吸附区中被吸附而在所述第一吸附区中被解除吸附；

(f) 周期性地重复(a)至(e)的步骤，由此连续回收所述气流中的所述第一气态组分。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述至少一种第一气态杂质由水蒸汽，二氧化碳或它们的混合物所组成。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述第一气态组分是一种有机化合物。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述有机化合物是从烃类，氧代烃类，氯代烃类和它们的混合物中选出的。

5. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述不可凝气态杂质是氧气。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述惰性气态组分是氮气，氩气或它们的混合物。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述已去除了第一气态杂质的气流在流过所述热传递区之前被压缩到其压强至少为约 2 psig。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，气流被压缩到其压强约为 2 至 25 psig。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，从所述热传递区排出的废气的一部分被循环到所述气源中。

10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述气源是一个用惰性气体覆盖的反应器，或一个溶于溶剂的树脂涂料的干燥炉。

11. 从气流中回收一种或多种汽化的挥发性组分的方法，所述气流包括所述至少一种气化挥发性组分，氮气，水蒸气和氧气，其特征在于，它包括以下步骤：

(a) 使所述蒸汽从气源中流出；

(b) 使所述气流流过含有吸附剂的第一吸附区，所述吸附剂能选择吸收水蒸汽，由此去除了气流中的水蒸汽；

(c) 使从所述第一吸附区中流出的已去除了水蒸汽的气流流过热传递区，所述热传递区的温度维持在所述一种或多种挥发性组分

的凝固点和沸点之间，由此使气流中的所述一种或多种挥发性组分冷凝，并产生一种废气，所述废气中水蒸汽和所述至少一种挥发性组分都已基本上去除；

(d) 加热所述废气的至少一部分至约 90℃—260 ℃的范围；

(e) 使所述经加热的废气流过一个含有吸附剂的第二吸附区；所述吸附剂能选择吸收水蒸汽，并含有所吸附的水蒸汽，由此来将所述第二吸附区中的所述被吸附的水蒸汽冲洗掉；

(f) 将基本上纯净的氧气引入所述气源；

(g) 当所述第一吸附区中水蒸汽的积累达到一个预先设置值时，转换所述第一和第二吸附区的作用，以使水蒸汽在所述第二吸附区被吸附而在所述第一吸附区中被解除吸附；

(h) 周期性地重复步骤(a) —(f)，由此连续回收所述气流中的所述挥发性组分。

说　明　书

使用吸附冷凝法的溶剂回收系统

本发明涉及气态混合物中高沸点气态化合物例如常态为液态的汽化的化合物的回收，尤其涉及溶剂—惰性载气混合物中通过将气体混合物中的溶剂冷凝而实现的汽化溶剂的回收。

许多工艺及生产过程会导致生成一种产品气流或副产品气流，该气流含有一种汽化的常态为液态的化合物，即在正常状态下呈液态的化合物。例如，在使涂覆在如汽车、家用器具等类似物品的表面及物体上的溶于有机溶剂中的树脂涂层固化时，通常要在炉中烘烤树脂涂层，由此使涂料混合物中的溶剂蒸发，并使无溶剂的树脂涂料固化。在烘干的过程中，汽化的溶剂一般借助于一种对溶剂惰性的载气离开干燥炉，以防止易爆易燃气体混合物的形成或将其形成的可能性降至最低。

通常需要从上述气体混合物中回收高沸点的气体成分。例如在有些情况下这种高沸点的气体可能具有经济价值以致使其回收变得相当重要。在另一些情况下，这种高沸点的气体可能对环境危险或有害因而不能排放到大气中。不同的方法已被用来实现从气体混合物中回收高沸点的气体成分。典型的方法包括冷凝法，吸附法及薄膜分离法。冷凝法由于其简便易行及效率高而被优先采用。

冷凝分离包括将载有高沸点气体的气流冷却至远低于其露点的温度，使高沸点蒸汽冷凝成液态。然后将所述液化气体从系统中排出。美国专利 US 4122684，4188793，4237700，4444016 和 4545134 公开了冷凝处于蒸汽状态的高沸点气体的各种工艺方法。

冷凝法适用于回收高沸点气态化合物。包含这些化合物的气体

混合物可被冷却到一个足够低的温度，由此从气流中除去足够多的高沸点气体，使废气流在符合为排放至大气的气体而规定的严格的环境标准的同时，高沸点气体化合物不会冻结在气体混合物在其中冷却的冷凝器的表面。然而，当气流中含有其凝固温度等于或高于热交换器所必须的操作温度的杂质例如水蒸汽和/或二氧化碳时，就难以成功地用单个冷凝器来冷凝高沸点气体，这是因为冷凝器将最终被冻结的杂质所堵塞，必须停止工作直至冻结的杂质从冷凝器中被去除。

美国授予沃森等人的专利 US4188793 公开了一种从气体混合物中去除例如水和二氧化碳杂质的方法(也需在气体混合物中将氯乙烯分离出来)，该方法借助于使进气混合物经过热交换器而使其中的杂质被冷冻。可使用交替工作的若干个逆向热交换器，这样当杂质在其中一个热交换器中正被冻结时，另一热交换器中已冻结的杂质正在被融化。该专利同时公开了使用液氮作为冷冻剂，通过冷凝从干燥的蒸汽中去除氯乙烯的方法。在冷凝过程中被汽化并加温的氮气随后用于融化冻结的杂质。

在将气流输入溶剂冷凝器前，先使它通过吸附剂以去除其中的潮气及其它可冷凝杂质，此方法也已为人们所共知。所用吸附剂可采用常规方法将由外源获得的加热气体例如干燥的氮气或空气通入吸附器而再生。从冷凝器中流出的去除了溶剂的废气通常被循环到气流源中作为一种惰性载气再次使用。当由于泄漏或化学反应而导致气流中含有进入系统的不可凝杂质例如氧气或一氧化碳时，在气流中就可能积累这些不合乎需要的组分。因此将冷凝器废气再次作为载气使用并不都是可行的，而必须使用新鲜的惰性载气。这就降低了回收系统的工作效率。

人们一直在寻找一种用来从气流中回收高沸点气体的改进的系统，所述气流中还附加含有不能容许在系统中积累的不可凝气态杂

质。更确切地说，需要改进现有设备，使它能更加经济有效且费用低廉地进行操作。本发明提供了具备这些优点的改进系统。

根据本发明的一个目的，提供了一种从含有混合物的气体源中回收一种或多种可凝蒸汽的改进方法，所述混合物由可凝蒸汽，一种惰性载气，一种或多种易冻结的气态杂质，例如水蒸汽和二氧化碳，及一种或多种不可凝气态杂质所组成。首先采用变温吸附法(TSA)将易冻结的杂质从气流中去除，然后分一步或几步冷却已去除了易冻结杂质的气流，从而使气流中所有的可凝蒸汽都基本上冷凝出来。现在离开冷凝器的惰性气流实际上是由惰性载气和一种或多种不可凝气态杂质所组成，它被用来从吸附区中清除被吸附的易冻结杂质。作为冲洗气体离开了系统的含有杂质的惰性气体被基本上纯净的惰性气体所取代，因而实质上使气体源的压力维持为恒定值。液化的可凝蒸汽在整个过程中连续从冷凝器中被排出。

在本发明的一个较佳实施例中，系统通过操作 2 个或多个相互不同相的吸附器来连续工作。在另一个较佳实施例中，可冻结杂质由两个或多个交替操作的 TSA 单元对气流进行处理而被从蒸汽中去除，所述 TSA 单元采用已加热的冷凝器废气作为吹扫气体。另一个较佳实施例中，超过了清洗吸附区所需数量的气态冷凝器废气被循环到汽源中以再次用作载气。本发明的另一个较佳实施例中被冷凝的蒸汽通过汽化已液化的冷冻气体被直接或间接地冷却，所述冷冻气体相对于蒸汽是惰性的，且它随后被用来补充吹扫气体，并被用作蒸汽的惰性载气。在另一个较佳实施例中，进入蒸汽冷凝器的气流被压缩至压强为 2—25 psig，而 5—15 psig 则更为可取。

在本发明的一个具体实施例中，溶于溶剂的树脂涂料干燥炉的一种气态废气流被通入一个沸石 TSA 吸附床，所述废气流包含用作载气的氮气、溶剂、以及作为杂质的潮气和氧气，在所述吸附床中潮气被吸附，然后废气流被通过一个蒸汽冷凝器，在所述冷凝器中

基本上所有的溶剂都从气流中被冷凝出来。吸附区是由一对呈180°反相操作的TSA单元组成的，这样，当一个单元处于吸附状态工作时，另一个处于再生状态。从蒸汽冷凝器中排出的废气被加热并作为一种吹扫气体通入进行再生的吸附器。冷凝器被中间冷却剂致冷，该冷却剂本身又通过与汽化氮的热交换来致冷。足够的汽化氮被输入到干燥炉中以取代作为吹扫气体已从系统中排出的惰性载气。

结合相应附图并参照如下对典型实施例的描述，本发明将更易于理解。其中：

图1是从气体混合物中回收一种或多种汽化的挥发性组分的系统的一种实施例的示意图。

图2是从树脂涂料干燥室中回收汽化溶剂的一种系统的示意图。

在不同的示图中相同的设备部件使用相同的参考数字来代表，其中只包括了为理解本发明所必需的设备、阀门及管道。

本发明的工艺方法可用于从气体混合物中回收任何汽化的挥发性组分，所述气体混合物包括汽化的挥发性组分，一种惰性载气，一种或多种可冻结气态组分及一种或多种不可凝气态杂质。说明书及所附权项中提及的术语“挥发性组分”表示存在于气态混合物中的一种化合物，它将用本发明的工艺方法从混合物中被除去。所述挥发性组分可以是这样一种化合物或元素，该化合物或元素的沸点高于从中分离出上述汽化的挥化性组分的多元组分之沸点。本发明尤其适用于回收挥发性液体的蒸汽，即具有高于正常大气温度的沸点的液体，与易被冷凝的蒸汽。如那些沸点高于约-100℃的液体。术语“汽化的挥发性组分”在这里被用来描述被回收的组分的气体状态，术语“液化的挥发性组分”被用来描述上述组分的液体状态。

通过本发明的工艺方法能够回收的有机挥发性组分包括烃类，

如烷烃类、环烷烃类、烯烃类、芳香族化合物等；取代的烷烃类和芳香族化合物如卤代和磺化的烷烃类及芳香族化合物等。本发明尤其适用于回收从惰性气体覆盖的储藏器或反应锅中或从溶于溶剂的树脂涂料干燥炉中释放出来的溶剂蒸气。

术语“可冻结气态杂质”用来描述一种气态的组分，它的凝固点高于采用本发明的工艺方法所回收的挥发性组分的凝固点。最常见的可冻结气态组分是水蒸汽和二氧化碳。术语“不可凝气态杂质”在这里有时被用来描述一种气态化合物，它的沸点低于用本发明的方法回收的挥发性组分的沸点，且它可与挥发性组分起化学反应。典型的不可凝气态杂质是氧气和一氧化碳。

本发明的工艺方法的较佳实施例所采用的装置由以下部分组成：适合于不同相运行的多元变温吸附单元，在一个给定的周期内，当包含于气流中的潮气和其它可冻结气态杂质如二氧化碳在一个吸附单元中被吸附的同时，在另一个吸附单元中已吸附的可冻结气态杂质被解除吸附；一个加热单元，它用来加热冲洗吸附单元的气体。所述装置按以下方式运行：在溶剂回收系统中处理的气流（即工作气体混合物）被通入吸附单元之一，然后通过一个压缩机（如果系统中包括一台），再通过挥发性组分冷凝器。从冷凝器中排出的所有或部分废气被随后通入一热交换器并作为吹扫气体通过另一吸附床，同时剩余的废气（如果还有的话）被循环通到工作气流的气源中。

本发明的一个特征是一部分或所有的纯化气流本身被用来将系统吸附单元中的冻结杂质冲洗掉。这提供了两个优点：由于不必干燥及加热外部供气用来清洗，降低了总的工作费用；且它避免了不需要的不可凝气态组分在被处理系统中累积起来。这是通过用新鲜的，基本上纯净的惰性气体来替换含氧气的吹扫气体，且所用惰性气体的数量使气源的压力在实质上保持不变而实现的。

本发明的另一特征在于通入挥发性组分冷凝器的工作气流可被压缩至一超大气压力的压强。压缩所述工作气流将导致工作气体中的汽化的挥发性组分在一设定温度下达到饱和或过饱和，以促进气流中汽化的挥发性组分的冷凝，因而当气流随后被冷却时就降低了其露点，使汽化的挥发性组分从气流中冷凝出来。由于工作气流的压力被增大，在冷却气体时可有较多数量的汽化挥发性组分从蒸汽中被分离出来。

在本发明工艺方法所采用系统的冷凝器中，用来冷却汽化的挥发性组分的冷冻剂可以采用能够提供冷凝挥发性组分所必须的冷却效果的任何冷冻剂。冷却可通过直接使用一种低沸点液化的惰性气体来提供，如图 1 所示，或通过一种中间冷冻系统来提供，如图 2 所示。当冷却直接由液化气体提供时，最好使用一种与环境相容且如果需要的话在使用后可排入大气的化合物。惰性冷冻液体如液态氮和液态氩被优先采用，这是因为它们可排入大气或从系统中排出后可有其它用途。氮气被优先采用是因为它简便易得价格低廉。当一种液态气体被直接用作冷冻剂时，通过它在经过热交换器时被汽化。被汽化了的冷冻剂一般仍很冷，因此需要将这气流用作其它冷却用途，然后再使所述气流回到被处理的气源中以补充载气，或它可用于清洗系统的吸附单元并随后被排入大气。

现在回到附图 1，图中所示是一个从上述工作气流中回收汽化的挥发性组分的系统。在图示的系统中，气源 2 提供了本发明工艺方法中待处理的工作气流。气源 2 可以是一个惰性气体覆盖的储藏器，一个化学工艺单元或一个溶于溶剂的树脂涂料干燥单元，或任何其它单元或系统，其中包含了或在其中生成了一种惰性气体与一种挥发性气态组分的混合物。管道 3 将气源 2 连接到鼓风机 4 的进气口，所述鼓风机可以是任何合适的气体鼓风装置。鼓风机的排放管 5 连接到歧管 6，所述歧管通过进气管 10A 和 10B 被分别地连接到吸附

单元 12A 和 12B，通过管道 12A 和 12B 的气流由阀门 8A 和 8B 分别进行控制。

吸附单元 12 A 和 12 B 是变温吸附单元，其中装有任何一种适用于吸附可凝组分如水和二氧化碳的吸附剂。典型的吸附剂包括氧化铝，硅胶，分子筛如沸石，即结晶硅铝酸盐。用于吸附潮气的吸附剂优先采用结晶硅铝酸盐，氧化铝和硅胶。最佳的吸附剂是结晶硅铝酸盐，如由 W. R. 格雷斯公司购得的 Davison 3A 分子筛。吸附单元 12A 和 12B 的出气端分别通过吸附器输出管 14A 和 14B 连接到歧管 18。通过管道 14A 和 14B 的气流由阀门 16A 和 16B 分别进行控制。连接管 20 将冷凝器 22 的进气总管 24 与歧管 18 连接起来。冷凝器 22 可以是任何一种在气体与流体冷冻剂之间提供热交换的装置。优先采用那些带有翅管结构或单程或多程管壳结构的冷凝器。作为例子，图中所示的冷凝器 22 是竖直设置的单程管壳式换热器，其中工作气体进气口和液化的挥发性组分排放管在底部，而工作气体出气口在顶部。冷凝器 22 上设有一个进气总管 24 和一个出气总管 26。管道 28 使气体在进气总管 24 和出气总管 26 间流动。通过管道 30 从冷凝器 22 中排放液态挥发性组分以回收挥发性组分。冷凝器 22 的壳方既连通液化的惰性气体进气管 32 也连通惰性气体出气管 34。管道 34 的另一端，由阀门 35 所控制而连接至气源 2。

冷凝器 22 的出气总管 26 被连接到清洗管 36，其中气体的流动由阀门 37 控制。管道 36 又连接到吹扫气体加热器 38 的进气口端。吹扫气体加热器 38 可以是任何适用于加热管 36 中的吹扫气体至能有效清洗吸附单元 12A 和 12B 的温度的装置。

合适的加热装置包括液体热交换器和间接燃烧加热器或电加热器。加热器 38 的出气端连接到与吹扫气体歧管 42 相连接的管道 40，从歧管 42 流到吸附器进气口管道 10A 和 10B 的流体由阀门 43A 和 43B 分别控制。在吸附单元 12A 和 12B 的出气口端，吸附器

出气管 14A 和 14B 与歧管 14 间的气流由阀门 45A 和 45B 分别进行控制。最后，歧管 44 连通到排风口 46，所述排风口可以通入大气或其它气体处理装置中。

惰性气体输出管 34 也通过管道 47 与阀门 37 和吹扫气体加热器 38 间的吹扫气体管道 36 连通，管道 47 中的气流由阀门 48 控制，同样的，管道 36 通过管道 49 与阀门 35 及气源 2 之间的管道 34 连通，所述管道 49 中的气流由阀门 50 控制。管道 34 也通过惰性气体补充管道 51 连接到惰性气体源上。

以下将从吸附单元 12A 处于吸附模式的阶段开始描述如图 1 装置所实施的本发明的工艺方法。即，吸附单元 12A 从气源 2 得到工作气体，这时吸附单元 12B 处于再生方式，也即，它正被来自冷凝器 22 排放端的流经管道 40 的加热气体清洗。在这一工艺步骤中，阀门 8A、16A 、35、37，43B 和 45B 是打开的，而所有其它阀门是关闭的。通过管道 4 离开气源 2 的工作气流在鼓风机 4 的推动下流过系统。工作气体流经管道 5，歧管 6，阀门 8A 和管道 10A，并进入吸附单元 12A。进入吸附单元 12A 和 12B 的工作气流通常处于约 2—70℃的温度范围，更常见的是处于 5—40℃。在吸附单元 12A 中潮气和二氧化碳(如果存在)被从气流中吸附掉。基本上干燥及去除了二氧化碳的工作气流通过管道 14A 离开吸附单元 12A，流过阀门 16A，歧管 18 及管道 20 并通过进口总管 24 进入冷凝器 22。所述气流然后向上流过直立的管道 28，在所述管道中所述气流被充分冷却以使气流中所有的可凝蒸汽基本上都被冷凝。冷却是通过在冷凝器 22 的壳方汽化一种液化的惰性气体例如氮气来得到的。液化的挥发性组分滴落到冷凝器 22 的底部并从那儿通过排放管道 30 排出。现在通过管道 36 离开冷凝器 22 的气流是干燥且基本上不含挥发性组分的。接着，所述气流或其一部分流经加热器 38，在其中被加热到高于约 90℃的温度，例如，处于约 90℃—260℃范围间的温度 ，而

较可取的是处于约 120°—190℃的范围。所述被加热的吹扫气体流经管道 40，阀门 43B 和管道 10B，然后进入吸附单元 12B 。当被加热的气流流经单元 12B 时，它就使该单元中先前由吸附剂吸附的潮气和二氧化碳解除吸附。现在载有潮气和二氧化碳的吹扫气体通过管道 14B 流出吸附单元 12B，然后流过阀门 45B 和歧管 44，通过排风管道 46 离开系统。

通过管道 34 离开冷凝器 22 壳方的惰性气体流经阀门 35，并进入气源 2，在其中作为补充气体用来部分或全部地取代通过管道 3 离开此单元的不可凝气体。加到系统中的补充气体的数量取决于通过管道 49 回到气源的可凝气体的数量。在某些情况下，可能希望部分地或全部地用来自另一气源例如氮气发生器的惰性气体来补充气体源 2 中的惰性气流。这种情况下补充气体可通过管道 51 由独立气源提供。

使吸附单元 12A 和 12B 得到令人满意的解吸效果所必须的吹扫气体的数量在系统运行过程中可以变化。在吹扫气体需要量低时，多余的吹扫气体可通过打开的阀门 50，通过管道 49 回到气体源 2 。在吹扫气体需要量高时，当通过管道 36 所提供的吹扫气体可能不足以用来彻底清洗吸附器 12A 和 12B 时，可打开阀门 48，将补充的惰性气体通过管道 47 引入清洗管道 36。

当吸附单元 12A 中所吸附的潮气和二氧化碳的数量达到一个预置值时，就将吸附单元 12A 和 12B 所起的作用相互交换，单元 12B 进入吸附方式，而单元 12A 进入再生方式。在循环的这一阶段，工作气流通过吸附单元 12B，而吹扫气体通过吸附单元 12A。在这一循环步骤中，阀门 8B、16B、35、37、43A 和 45A 打开，所有其它阀门关闭。除了吸附单元 12A 和 12B 互相变换所起的作用外，第二阶段的运行与第一阶段的运行相同。

图 2 示出了一种适用于从树脂涂料干燥单元中回收溶剂蒸汽的

气化的挥发性组分回收系统。在图 2 的系统所实现的工艺中，进入管道 3 的是来自于溶于溶剂的树脂涂料干燥单元(用参考数字 2A 表示）的废气。来自树脂涂料干燥器(例如 2A）的废气通常包含一种溶剂或烃或氧化的有机化合物，以及一种对环境无害的惰性载气例如氮气或氩气。所述废气在图 2 所示的系统中被处理以用来从废气中基本上回收所有溶剂。回收的溶剂通过管道 30 离开系统。如图 1 的工艺操作所示，无溶剂载气的部分或全部可用于清洗吸附单元 12A 和 12B，然后通过出口管道 46 被排入大气，而剩余部分则循环用于干燥单元 2A。

图 2 所示的系统与图 1 的系统相似，但有几点区别。图 2 的系统包含了一个设置在管道 20 上的气体压缩器 60。它用来使离开吸附单元 12A 和 12B 的气体的压力增大到所需水平，压缩机 60 可以是任何能将气体压缩到至少 25 psig（表压每平方英寸的磅数）的装置，例如空气压缩机或高压鼓风机。经压缩的工作气体离开压缩机 60 通过进口总管 24 进入冷凝机 22，并以图 1 系统的说明中已解释过的方式流过系统的其余部分。

图 2 系统的第二个修改的地方是使用了一种中间冷冻剂循环系统来冷却冷凝器 22 中的溶剂蒸汽。所述中间冷冻剂通过管道 64 和 66 在中间冷冻剂冷却单元 62 中及冷凝器壳方循环流动。这是通过一个中间冷冻剂循环泵(图中未示出）来实现的。所述中间冷冻剂在冷却单元 62 中由于初级冷冻剂的作用而冷却。初级冷冻剂通过管道 32 进入单元 62，并通过管道 34 流出所述单元。

所述中间冷冻剂是一种冷却介质，它的凝固点低于水。中间冷冻剂优先采用一种低沸点的液体或气体，如一种低分子量的有机化合物，例如类似甲烷、已烷、丙烷、丁烷、甲苯、二甲苯等的烃类，或一种从醇类，醚类等中所挑选出的含氧的有机化合物。图 2 中所示的本发明工艺中所使用的中间冷冻剂并未严格规定，且它不构成本

发明的一部分。在冷凝器22中循环流动的中间冷冻剂被维持在低于挥发性组分的沸点(相对于挥发性组分在冷凝器中所受压力下的沸点)的温度上，且在不导致冷凝器22中的挥发性组分冻结的条件下将温度维持得尽可能低是较为可取的，这样可使冷凝器22中所回收到的挥发性组分的数量最多。为了避免冷凝器22中挥发性组分的冻结，将中间冷冻剂的温度维持在挥发性组分的凝固点以上是较为可取的。

用来冷却中间冷冻剂的初级冷冻剂可以采用一种冷冻的或液化的惰性气体，最好采用液氮。当一种液化的惰性气体被用作初级冷冻剂时，它在冷却单元62中被汽化，且通过管道34以气体形式从单元62中排出。离开冷凝器62的惰性气体，以图1系统的说明中已解释过的方式流过系统的其它部分。

图2中所示的系统第三个变动是干燥炉2A。干燥炉2A由一个干燥室52，入口气屏53和出口气屏54组成。入口气屏和出口气屏是作为一种气体阻挡层以使进入干燥室的空气量降到最低。如上面所提到的那样，防止干燥室52中生成易爆气体混合物是重要的，这是由气屏53和54来实现的。在图2的系统中，离开中间冷冻剂冷却单元62的惰性气体流过管道34和阀门35。然后惰性气体被分为二股气流。这二股气流分别通过管道68A和68B进入气屏区域53和54。这些气流会阻止显著数量的空气进入干燥室2A。来自管道34的剩余的惰性气流经过阀门35并通过管道70进入干燥室52。所述气流用作干燥沪2A中汽化的溶剂的载气。如果离开单元62的气体的体积超过了用于清洗、气屏覆盖以及作为载气的气体的体积，则多余的气体可通过管道72排入大气。

如以上所指出的，初级冷冻剂可以是一种已冷却的惰性气体或一种液化惰性气体，它在冷却单元62中汽化。在这两种情况下离开单元62的惰性气体通过34被输送到干燥炉2A作为一种气屏覆盖

气体或载气。与图 1 所采用的工艺的情况相同，当使用一种液化的惰性气体时，汽化的初级冷冻剂通常仍很冷，所以可以考虑在将这种气流输入干燥炉 2A 之前先将其用来冷却工作气流。

使用常规的设备来监测及自动调整工艺周期及本发明系统中的气流，使它们能以有效的方式完全自动地连续工作，很明显这应落入本发明的保护范围之内。

显然，只有当挥发性组分是在低于二氧化碳凝固点的温度下从系统中被除去时，才需将二氧化碳从系统中除去。例如，当挥发性组分具有高于二氧化碳的凝固点时，不必将二氧化碳从系统中除去。

本发明的工艺相对现有技术而言提供了许多优点。正如以上所提到的，使用由冷凝器排出的，可为环境所接受的，基本上干燥的且无挥发性组分的气体来清洗吸附单元 12A 和 12B，可使系统在无需干燥及加热外部气流的条件下运行，因而使本发明的系统能更经济地运行。其次，由于离开冷凝器 22 的气流包含作为杂质的氧气，将该气流用作吸附单元 12A 和 12B 的吹扫气体，且用基本上相同数量的新鲜补充惰性气体来替换离开系统的气体，可有助于控制系统中的氧气的含量。

使用本发明的工艺可简易地回收含有饱和的挥发性组分的气流中的挥发性组分，所述气流中的潮气已饱和或过饱和，且含有显著数量的二氧化碳和氧气。

虽然已参照较佳实施例对本发明进行了详细描述，应该理解对这些实施例进行变化是在预期之中的。例如，冷凝器可用由两个或更多串联和/或并联的冷凝器组构成的一套设备所代替。此外，本发明的系统可与其它设备例如挥发性组分冷冻单元相结合。本发明的保护范围只是由所附权项的范围来限定的。

说 明 书 附 图

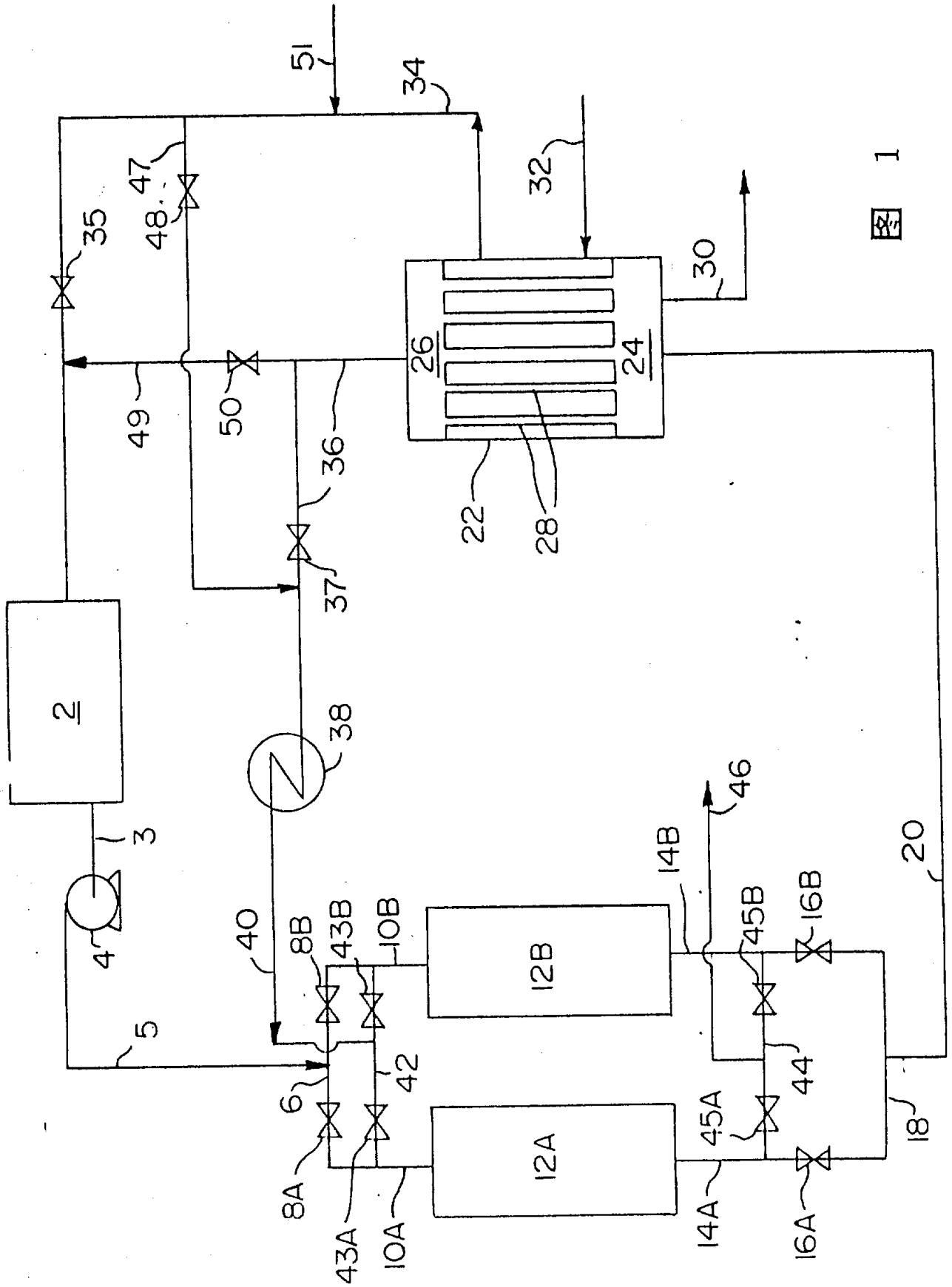

51
34
32
47
48
35
30
26
24
49
50
36
22
28
37
2
38
3
4
40
8B
43B
10B
12B
14B
46
45B
16B
20
5
42
6
44
8A
43A
10A
12A
45A
18
14A
16A

图 1

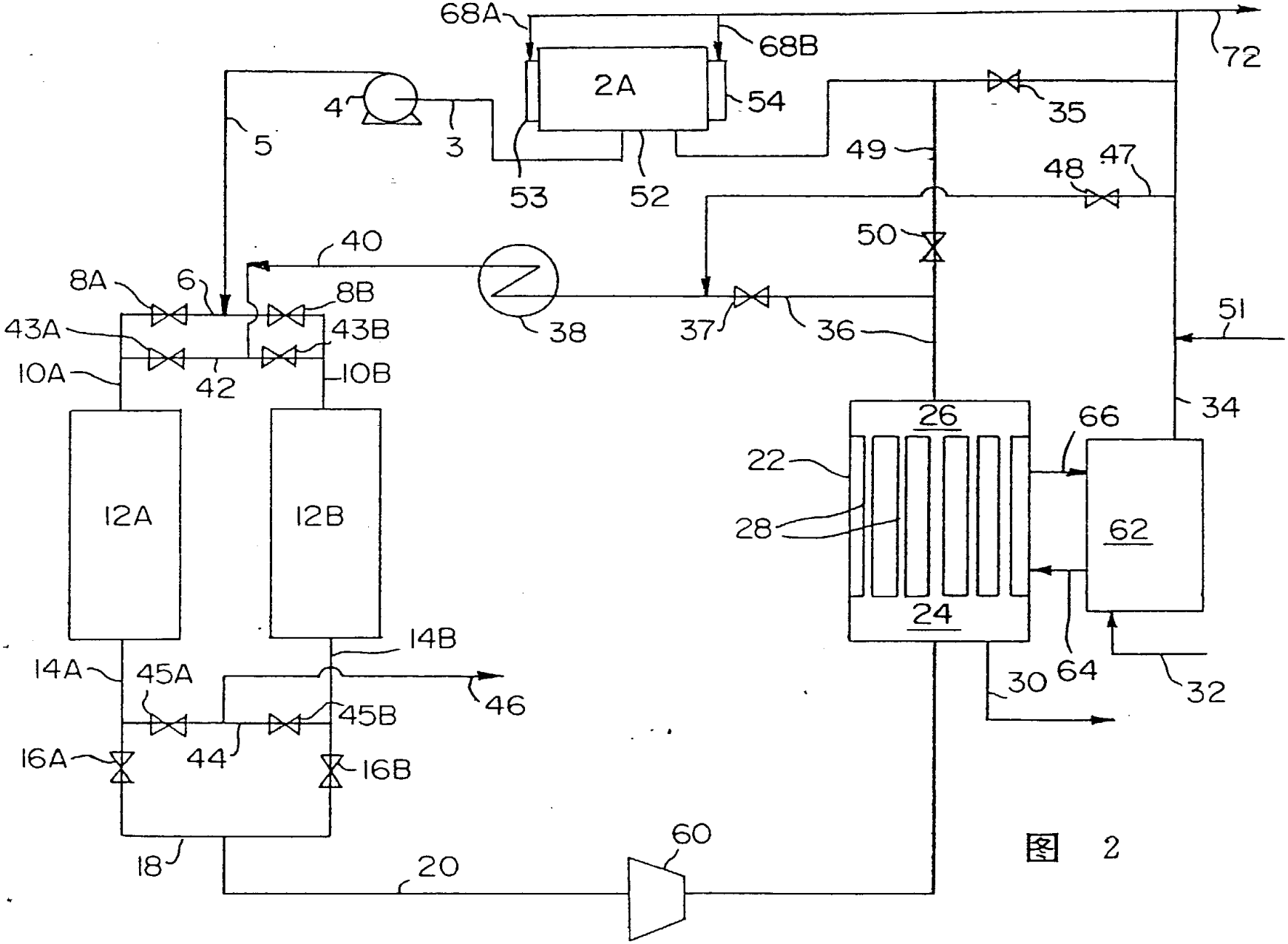

68A
68B
72
2A
54
4
5
3
53
52
35
49
48
47
50
40
8A
6
8B
38
37
36
51
43A
43B
10A
42
10B
34
26
66
22
12A
12B
28
62
24
14B
14A
45A
46
45B
64
30
32
44
16A
16B
18
20
60

图 2