



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03108489.3

[43] 公开日 2003 年 10 月 29 日

[11] 公开号 CN 1451934A

[22] 申请日 2003.4.14 [21] 申请号 03108489.3

[30] 优先权

[32] 2002. 4. 12 [33] JP [31] 110372/2002

[71] 申请人 三洋电机株式会社

地址 日本大阪府

共同申请人 三洋电机空调株式会社

[72] 发明人 山崎志奥 伊良皆数恭 古川雅裕

鎌田泰司

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

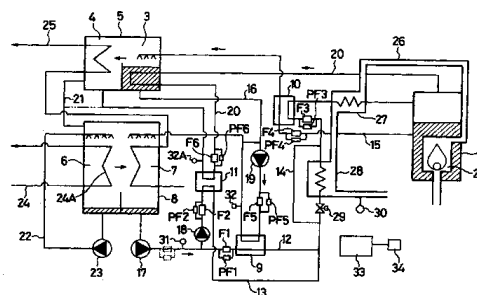
代理人 李贵亮 杨 梧

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

[54] 发明名称 吸收式冷冻机

[57] 摘要

一种吸收式冷冻机，改善吸收式冷冻机的热效率。设有制冷剂热回收器(11)，该制冷剂热回收器(11)使在低温再生器(3)加热中间吸收液而放热冷凝的、经由制冷剂管(20)导入冷凝器(4)的制冷剂和自吸收器(7)排出并环绕低温换热器(9)送往高温再生器(1)的一部分稀吸收液进行热交换，同时，吸收液泵(18)设置在装有该制冷剂热回收器(11)的吸收液管(13)上，由控制器(33)控制该吸收液泵(18)的转速，使温度传感器(32)检测的浓吸收液的温度不会下降到规定温度例如 40℃ 以下。



1、一种吸收式冷冻机，其包括：高温再生器，其将稀吸收液加热沸腾，使制冷剂蒸发分离，自稀吸收液得到制冷剂蒸气和中间吸收液；低温再生器，
5 其用由高温再生器生成的制冷剂蒸气加热该高温再生器生成并供给的中间吸收液，进一步蒸发分离制冷剂，自中间吸收液得到制冷剂蒸气和浓吸收液；冷凝器，其供给在该低温再生器加热中间吸收液而冷凝的制冷剂液，同时，冷却低温再生器生成并供给的制冷剂蒸气得到制冷剂液；蒸发器，其将该冷凝器供给的制冷剂液散布在导热管上，由导热管内流动的流体夺取热量，使
10 制冷剂蒸发；吸收器，其由低温再生器分离制冷剂蒸气后供给的浓吸收液吸收该蒸发器生成并供给的制冷剂蒸气，形成稀吸收液，并供给到高温再生器；低温换热器，其使出入该吸收器的稀吸收液和浓吸收液进行热交换；高温换热器，其使出入高温再生器的中间吸收液和稀吸收液进行热交换，其特征在于，还包括：制冷剂热回收器，其使自吸收器排出的稀吸收液的一部分与自
15 低温再生器散热排出的制冷剂环绕低温换热器进行热交换；比例控制装置，其控制向该制冷剂热回收器和低温换热器分流的稀吸收液的比例。

2、如权利要求 1 所述的吸收式冷冻机，其特征在于，所述比例控制装置是：设于自吸收器至制冷剂热回收器的吸收液管上的可控制转速的泵、可
20 调节开度的流量控制阀、设于到制冷剂热回收器的吸收液管和到低温换热器的吸收液管的分支部的流量比例调节阀中的任一种。

3、如权利要求 1 或 2 所述的吸收式冷冻机，其特征在于，根据与稀吸收液进行热交换而自低温换热器排出的浓吸收液的温度，控制自吸收器排出并供给到制冷剂热回收器的稀吸收液的流量。

4、如权利要求 1 或 2 所述的吸收式冷冻机，其特征在于，根据与稀吸收液进行热交换而自制冷剂热回收器排出的制冷剂的温度，控制自吸收器排出并供给到制冷剂热回收器的稀吸收液的流量。
25

5、如权利要求 1 或 2 所述的吸收式冷冻机，其特征在于，将自吸收器排出并供给到制冷剂热回收器的稀吸收液限制在自吸收器排出到高温再生器的稀吸收液整体的 10~30%。

6、如权利要求 1~5 任一项所述的吸收式冷冻机，其特征在于，在低温
30 换热器、高温换热器、制冷剂热回收器的各入口侧设置过滤器，同时，在各

过滤器的前后设置检测压差的压力检测装置，并设置根据该压力检测装置检测出的压差指示过滤器的检查的检查指示装置。

- 7、如权利要求 6 所述的吸收式冷冻机，其特征在于，用设置在向连接低温换热器的吸收液管和连接制冷剂热回收器的吸收液管分支前的吸收液管上的一个通用过滤器代替设在低温换热器入口侧的过滤器和设在制冷剂热回收器入口侧的过滤器。
- 5

吸收式冷冻机

5 技术领域

本发明涉及一种热效率高的吸收式冷冻机。

背景技术

如图4所示,将自使高温再生器1的稀吸收液加热沸腾的气体燃烧器2排出的排气依次送到设于吸收液管12的高温换热器10和高温再生器1之间的第一排气热回收器27及设于低温换热器9和高温换热器10之间的第二排气热回收器28,以提高自吸收器7向高温再生器1输送的稀吸收液的温度,减少气体燃烧器2所需加热量,降低燃料消耗量。这种吸收式冷冻机是公知的。

15 也就是说,在上述结构的吸收式冷冻机中,自吸收器7排出的约40℃(额定运行时,以下相同)的稀吸收液是分别由低温换热器9、第二排气热回收器28、高温换热器10、第一排气热回收器27加热上升到40℃左右而流入高温再生器1的,故可节约气体燃烧器2消耗的燃料。

20 另外,在自气体燃烧器2排出的排气的温度和自吸收器7供给的稀吸收液的温度都较低时,加大流量控制阀29的开度,增加流入吸收液管14的稀吸收液的量,减少第二排气热回收器28中来自排气的热回收,防止排气温度的显著降低,防止排气中所含的水蒸气的冷凝、结露。

发明内容

25 但是,在上述现有吸收式冷冻机中,由于流量控制阀设置在环绕第二排气热回收器的吸收液管上,故即使将该流量控制阀全部打开,通过吸收液管流入第二排气热回收器的稀吸收液的量也不少。

因此,在运转开始时等排气、稀吸收液的温度都较低时,即使将流量控制阀全开,排气的温度也会过低,排气所含的水蒸气也会冷凝、结露,会使30 换热器或排气管腐蚀。

另外,自气体燃烧器排出的排气所保有的热的大半已被回收,若要自排

气回收更多的热量，则即使不是运转开始时，排气的温度也会降低到排气所含的水蒸气的露点以下，会结露并腐蚀热回收器或配管部，故必须采用其他方法进一步改善热效率，这就是要解决的问题。

为了解决上述现有技术的问题，本发明第一方面提供一种吸收式冷冻机，其包括：高温再生器，其将稀吸收液加热沸腾，使制冷剂蒸发分离，自稀吸收液得到制冷剂蒸气和中间吸收液；低温再生器，其用由高温再生器生成的制冷剂蒸气加热该高温再生器生成并供给的中间吸收液，进一步蒸发分离制冷剂，自中间吸收液得到制冷剂蒸气和浓吸收液；冷凝器，其由该低温再生器加热中间吸收液并供给冷凝的制冷剂液，同时，冷却低温再生器生成并供给的制冷剂蒸气得到制冷剂液；蒸发器，其将该冷凝器供给的制冷剂液散布在导热管上，由导热管内流动的流体夺取热量，使制冷剂蒸发；吸收器，其由低温再生器分离制冷剂蒸气后供给的浓吸收液吸收该蒸发器生成并供给的制冷剂蒸气，形成稀吸收液，并供给到高温再生器；低温换热器，其使出入该吸收器的稀吸收液和浓吸收液进行热交换；高温换热器，其使出入高温再生器的中间吸收液和稀吸收液进行热交换。该吸收式冷冻机还包括：制冷剂热回收器，其使自吸收器排出的稀吸收液的一部分与自低温再生器散热排出的制冷剂环绕低温换热器进行热交换；比例控制装置，其控制向该制冷剂热回收器和低温换热器分流的稀吸收液的比例。

本发明第二方面的吸收式冷冻机是在所述第一方面吸收式冷冻机的基础上，比例控制装置是：设于自吸收器至制冷剂热回收器的吸收液管上的可控制转速的泵、可调节开度的流量控制阀、设于到制冷剂热回收器和到低温换热器的吸收液管的分支部的流量比例调节阀中的任一种。

本发明第三方面的吸收式冷冻机是在所述第一或第二方面吸收式冷冻机的基础上，根据与稀吸收液换热而自低温换热器排出的浓吸收液的温度，控制自吸收器排出并供给到制冷剂热回收器的稀吸收液的流量。

本发明第四方面的吸收式冷冻机是在所述第一或第二方面吸收式冷冻机的基础上，根据与稀吸收液换热而自制冷剂热回收器排出的制冷剂的温度，控制自吸收器排出并供给到制冷剂热回收器的稀吸收液的流量。

本发明第五方面的吸收式冷冻机是在所述第一或第二方面吸收式冷冻机的基础上，将自吸收器排出并供给到制冷剂热回收器的稀吸收液限制在自吸收器排出到高温再生器的稀吸收液整体的10~30%。

本发明第六方面的吸收式冷冻机是在所述第一~第五方面中任一方面的吸收式冷冻机的基础上,在低温换热器、高温换热器、制冷剂热回收器的各入口侧设置过滤器,同时,在各过滤器的前后设置检测压差的压力检测装置,并设置根据该压力检测装置检测出的压差指示过滤器的检查的检查指示装置。

本发明第七方面的吸收式冷冻机是在所述第六方面的吸收式冷冻机的基础上,用设置在向连接低温换热器的吸收液管和连接制冷剂热回收器的吸收液管分支前的吸收液管上的一个通用过滤器代替设在低温换热器入口侧的过滤器和设在制冷剂热回收器入口侧的过滤器。

附图说明

图1是本发明实施例的说明图;

图2是本发明变形实施例的说明图;

图3是本发明其他变形实施例的说明图;

图4是现有技术的说明图。

具体实施方式

下面以以水为制冷剂、以溴化锂(LiBr)水溶液为吸收液的吸收式冷冻机为例说明本发明的实施例。

参照图1说明本发明的一实施例。图中,标号1为高温再生器,其利用以城市燃气为燃料的气体燃烧器2的火力加热吸收液并蒸发分离制冷剂,标号3是低温再生器,标号4是冷凝器,标号5是收纳低温再生器3和冷凝器4的高温筒,标号6是蒸发器,标号7是吸收器,标号8是收纳蒸发器6和吸收器7的低温筒,标号9是低温换热器,标号10是高温换热器,标号11是制冷剂热回收器,标号12~16是吸收液管,标号17~19是吸收液泵,标号20~22是制冷剂管,标号23是制冷剂泵,标号24是冷水管,标号25是冷却水管,标号26是使自气体燃烧器2排出的排气通过的排气管,标号27是第一排气热回收器,标号28是第二排气热回收器,标号29是设在吸收液管14的分支部下流侧、第二排气热回收器28上流侧的吸收液管12上的流量控制阀,标号30是设在排气管26的下流部分检测排气温度的温度传感器,标号31是设在吸收液管12的上流部分检测换热前的稀吸收液温度的温度传

感器,标号 32 是设在吸收液管 16 的下流部分检测在低温换热器 9 与稀吸收液进行换热并散热后的浓吸收液的温度的温度传感器,标号 33 是控制器,其控制流量控制阀 29 的开度,使温度传感器 30 持续检测出规定温度例如 100℃,同时,调节吸收液泵 18 的转速,控制环绕低温换热器 9 流向制冷剂热回收器 11 的稀吸收液的量,使温度传感器 32 检测的温度不会降低到规定温度例如 40℃以下。

F1~F6 是设置在低温换热器 9、高温换热器 10、制冷剂热回收器 11 各自入口侧的过滤器,PF1~PF6 是设置在各过滤器前后用于检测各过滤器前后的压差的差压计,将检测的压差输出给控制器 33。

10 在上述结构的吸收式冷冻机中,当用气体燃烧器 2 燃烧城市燃气并用高温再生器 1 使稀吸收液加热沸腾时,可得到自稀吸收液蒸发分离的制冷剂蒸气和分离制冷剂蒸气使吸收液浓度增高的中间吸收液。

15 由高温再生器 1 生成的高温制冷剂蒸气通过制冷剂管 20 的上流部分进入低温再生器 3,加热由高温再生器 1 生成并利用吸收液管 15 经高温换热器 10 进入低温再生器 3 的中间吸收液,并使其散热、冷凝,通过装有制冷剂热回收器 11 的制冷剂管 20 的下流部分进入冷凝器 4。

在低温再生器 3 被加热由中间吸收液蒸发分离的制冷剂进入冷凝器 4,与在冷却水管 25 内流动的水进行热交换而冷凝液化,与自制冷剂管 20 冷凝供给的制冷剂一起通过制冷剂管 21 进入蒸发器 6。

20 储存在蒸发器 6 底部的制冷剂液由装于制冷剂管 22 的制冷剂泵 23 散布在连接于冷水管 24 上的导热管 24A 之上,与介由冷水管 24 供给的水进行热交换并蒸发,冷却导热管 24A 内部流动的水。

25 由蒸发器 6 蒸发的制冷剂进入吸收器 7,由低温再生器 3 加热,将制冷剂蒸发分离,被吸收液浓度更高的吸收液即自吸收液管 16 经由低温换热器 9 利用吸收液泵 19 供给并自上方散布的浓吸收液吸收。

在吸收器 7 吸收制冷剂而浓度变淡的吸收液即稀吸收液利用吸收液泵 17、18 的运转返回高温再生器 1。

30 如上所述,当吸收式冷冻机的运转进行时,在设于蒸发器 6 内部的导热管 24A 因制冷剂的气化热被冷却的冷水通过冷水管 24 可循环供给未图示的空调负载,故可进行制冷等冷却运转。

在上述结构的吸收式冷冻机中,利用吸收液泵 17、18 的运转自吸收器 7

返回高温再生器 1 的稀吸收液的一部分经由装在吸收液管 12 的低温换热器 9, 其余部分经由装在吸收液管 13 的制冷剂热回收器 11, 在各换热器被加热。

经由第二排气热回收器 28 由气体燃烧器排出的排气加热的稀吸收液的量由装在吸收液管 12 上的流量控制阀 29 控制, 自吸收器 7 返回高温再生器 1 的稀吸收液的总量向高温换热器 10 和第一排气热回收器 27 流动并分别被加热。

也就是说, 自吸收器 7 排出到吸收液管 12 的约 40℃的稀吸收液的一部分和自低温再生器 3 排出到吸收液管 16 而流入吸收器 7 的约 90℃的浓吸收液在低温换热器 9 进行热交换, 其余部分与在低温再生器 3 冷凝而流入冷凝器 4 的制冷剂管 20 的约 95℃的制冷剂液在制冷剂热回收器 11 进行热交换, 使温度上升。在低温换热器 9、制冷剂热回收器 11 分别进行热交换而被加热的稀吸收液合流, 形成 80℃左右的稀吸收液, 流入第二排气热回收器 28。

流入第二排气热回收器 28 的稀吸收液的流量利用控制器 33 调节装在吸收液管 12 的流量控制阀 29 的开度来控制。例如, 控制器 33 在温度传感器 30 检测出高于规定的 100℃的温度时加大流量控制阀 29 的开度, 将自吸收器 7 返回高温再生器 1 的稀吸收液更多地供给到第二热回收器 28, 促进排气保有的热量的回收, 故热效率改善, 气体燃烧器 2 的燃料消耗被抑制。

经由第二排气热回收器 28 被加热的稀吸收液和不经由第二排气热回收器 28 因而未被加热的稀吸收液合流, 经由高温换热器 10 和第一排气热回收器 27, 自高温再生器 1 介由吸收液管 15 流入低温再生器 3 的中间吸收液和自气体燃烧器 2 排出的约 200℃的排气进行热交换形成 140℃左右的稀吸收液流入高温再生器 1, 因此这也可节约气体燃烧器 2 消耗的燃料。

由低温再生器 3 冷凝通过制冷剂管 20 的下流部分流入冷凝器 4 的制冷剂液如前所述在制冷剂热回收器 11 与约 40℃的稀吸收液进行热交换, 将其加热, 而制冷剂本身被冷却到 45℃, 散热到冷却水管 25 内部流动的冷却水的热量减少, 故可消减高温再生器 1 的所需热量, 这一点也可显著改善吸收式冷冻机的热效率。

而且, 由控制器 33 控制吸收液泵 18 的转速, 使温度传感器 32 检测的在低温换热器 9 进行过热交换的浓吸收液的温度不会降低到规定的 40℃以下, 故在吸收液管 16 的下流部分流动的浓吸收液不会结晶而堵塞吸收液管 16。

在温度传感器 30 检测为低于 100℃ 的温度时，最大可将流量控制阀 29 全闭，最大可将自排气回收的热量抑制为零，直至使稀吸收液总量环绕第二排气热回收器 28 而流入吸收液管 14，故通过排气管 26 排出的排气的温度被维持在高于露点温度（以城市燃气即天然气为燃料时燃烧排气的露点温度为 60~70℃）的 100℃，这样，即使在排气温度低的起动时或部分负载运转时，也不会使排气所含的水蒸气冷凝而产生排水，也不会引起排水带来的腐蚀问题。

由于过滤器 F1~F6 设置在低温换热器 9、高温换热器 10、制冷剂热回收器 11 的入口侧，故即使水锈等进入吸收液或制冷剂流路，也可由过滤器 F1~F6 除去。

另外，过滤器 F1 和 F2 可由在吸收液泵 17 的排出侧设于配管分支部上流侧的一个过滤器（如图 1 假想线所示）来代替。

因此，即使低温换热器 9、高温换热器 10、制冷剂热回收器 11 等是由例如特开昭 62-131196 号公报、特开平 3-271697 号公报、特开平 4-73595 号公报、特开平 7-190649 号公报、特开平 7-229687 号公报等提案的流路窄、换热效率高的板式换热器构成，也不会产生流路堵塞的缺陷。

由于过滤器 F1~F6 前后设有差压计 PF1~PF6，在各过滤器前后不检测出规定压力例如 30kPa 以上的压差时，控制器 33 就会由检查指示装置 34 发出警报，故通过观察检查指示装置 34 的动作状态进行该过滤器的清扫等，可确保溶液的正常循环。

另外，在低温再生器 3 加热中间吸收液而放热并在制冷剂热回收器 11 加热稀吸收液而防热的制冷剂温度如前所述降低到了 45℃，故不需要送到冷凝器 4 由冷却水管 25 内流动的冷却水来冷却。

因此，制冷剂管 20 的下流侧不是冷凝器 4，而是如假想线所示，以冷凝制冷剂可流入的方式与蒸发器 6 连结，可实现管长的缩短和配管结构的简化（图 1 中，是用假想线连结制冷剂管 20、21 的附图上的最短部分，但是实际装置中，由于高温筒 5 位于上方，低温筒 8 和制冷剂热回收器 11 位于下方，故可使低温筒 8 的蒸发器 6 和制冷剂热回收器 11 接近，用短的制冷剂管连结它们之间。）。

也可以取代吸收液泵，如图 2 所示，在吸收液管 13 设置流量控制阀 18A。或者，如图 3 所示，在吸收液管 12、13 的分支部设置流量比例调节阀 18B，

流量控制阀 18A 或流量比例调节阀 18B 的结构设置为：通过控制器 33 控制流过低温换热器 9 的稀吸收液的量，使温度传感器 32 检测的在低温换热器 9 散热后的浓吸收液的温度不会降低到所述规定的 40℃ 以下。

也可以不将吸收液泵 18、流量控制阀 18A、流量比例调节阀 18B 设置在吸收液管 13（包括和吸收液管 12 的分支部、合流部），而是以自吸收器 7 排出的吸收液的 10~30% 环绕低温换热器 9 流入制冷剂热回收器 11 的方式，对制冷剂热回收器 11 及吸收液管 13 的内部阻力（管径、管长等）进行决定、施工。

也可以取代温度传感器 32，将温度传感器 32A 设置在制冷剂管 20 的下流侧，其可检测在制冷剂热回收器 11 与稀吸收液进行热交换并放热后的制冷剂的温度，由控制器 33 控制吸收液泵 18 的转速、流量控制阀 18A、流量比例调节阀 18B 的开度等，以使该温度传感器 32A 检测的在制冷剂热回收器 11 进行热交换后的制冷剂的温度成为例如由温度传感器 31 检测的在制冷剂热回收器 11 进行热交换前的稀吸收液的温度 + 规定温度例如 5℃ 的较高温度，使直接供给到冷凝器 4 或蒸发器 6 的冷凝制冷剂的温度确实地降低到规定温度。

也可取代昂贵的流量控制阀 29，将廉价的开闭阀设置在第二热回收器 28 上流侧的吸收液管 12 或将廉价的切换阀设置在吸收液管 12、14 的分支部（或合流部），由控制器 33 控制阀的开闭、切换，使温度传感器 30 检测的排气温度不会低于规定温度例如 100℃。

也可取代环绕第二热回收器 28 的吸收液管 14，设置环绕第二热回收器 28 的排气管，并在与该排气管的分支部（或合流部）设置流路切换阀。或者通过在经由第二热回收器 28 的排气管上设置开闭阀等，由控制器 33 控制该阀的开闭、切换，使流过第二热回收器 28 并与稀吸收液进行热交换后的排气的温度不低于规定的 100℃。

吸收式冷冻机可以是如上所述专用于进行制冷等的冷却运行的冷冻机，也可以是如下的冷冻机，其配管连接为使由高温再生器 1 加热生成的制冷剂蒸气和将制冷剂蒸气蒸发分离后的吸收液直接供给到低温筒 8，冷却水不流到冷却水管 25，由气体燃烧器 2 进行稀吸收液的加热，将在蒸发器 6 的导热管 24A 加热到例如 55℃ 左右的水经冷水管（在热水循环的情况下，最好被称作热水管）24，循环供给给负载，这样也可以进行制热等加热运转。

在蒸发器6进行冷却等并供给到空调负载等的流体，除上述实施例那样不进行相变而供给水等外，也可以象可利用潜热进行热传输那样地，使氟碳制冷剂相变并供给。

- 也可以在过滤器F1~F6各自的前后设置压力计检测过滤器前后的压力，
- 5 设置在过滤器前后检测不出规定的压差时指示清扫该过滤器的警报装置。

- 如上所述，根据本发明，由于设置有使自吸收器排出的稀吸收液的一部分和自低温再生器放热排出的制冷剂环绕低温换热器进行热交换的制冷剂热回收器、和控制向该制冷剂热回收器和低温换热器分支流动的稀吸收液的比例的比例控制装置，故在低温再生器内向中间吸收液散热冷凝并向制冷剂
- 10 管排出的制冷剂保有的余热可在制冷剂热回收器由稀吸收液进行热回收，可消减附设于高温再生器的燃烧装置的燃料消耗量。

- 而且，分流到制冷剂热回收器和低温换热器的稀吸收液的比例可控制，例如可根据与稀吸收液进行热交换并自低温换热器排出的浓吸收液的温度控制自吸收器排出并供给制冷剂热回收器的稀吸收液的流量，来调节该比
- 15 例。这种吸收式冷冻机通过将所述浓吸收液的温度设定为适当的温度，可防止在低温换热器向稀吸收液放热并流入吸收器的浓吸收液的结晶。

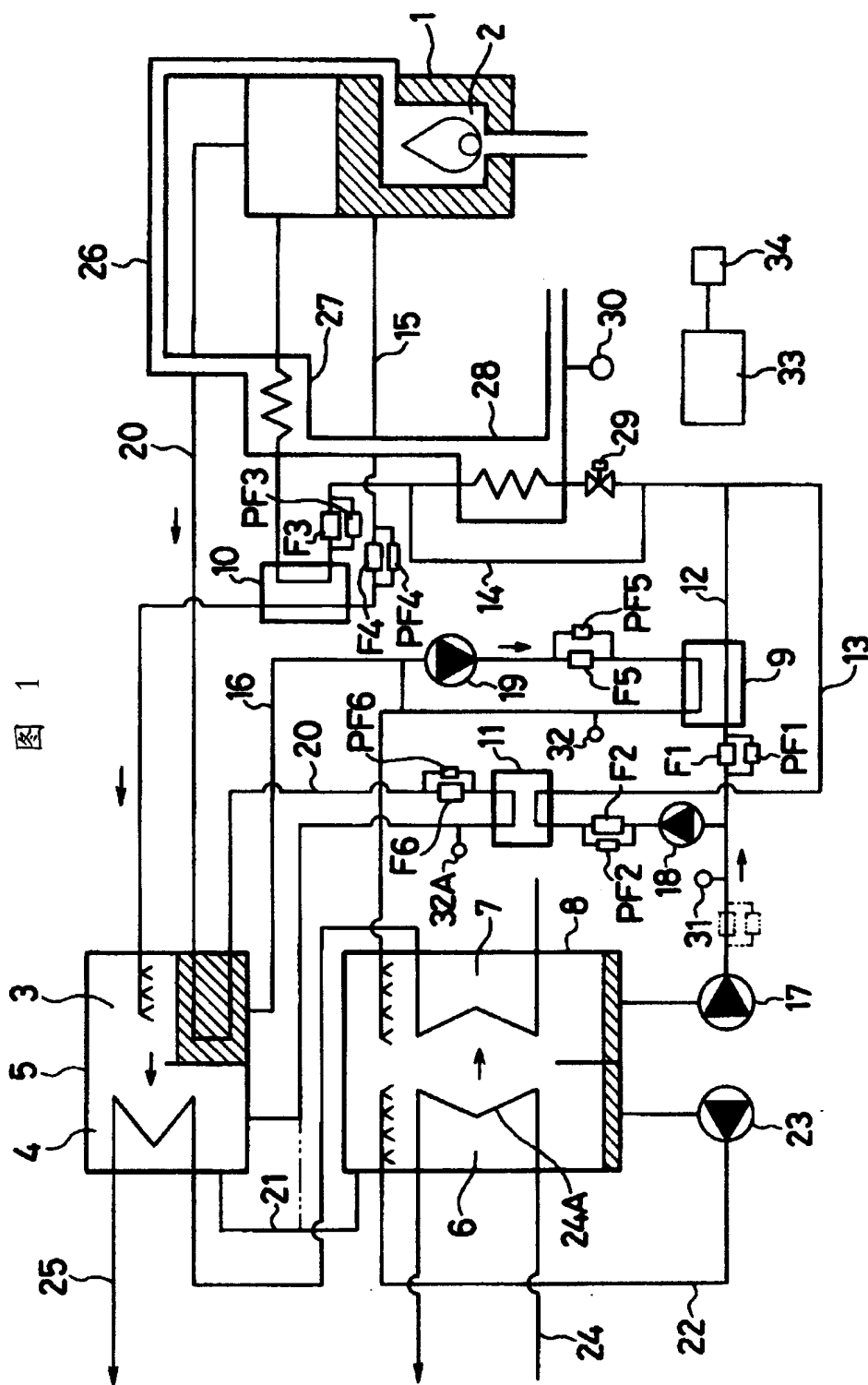
- 另外，本发明的吸收式冷冻机，也可根据与稀吸收液进行热交换并自制冷剂热回收器排出的制冷剂的温度控制自吸收器排出并供给到制冷剂热回收器的稀吸收液的流量，控制所述比例，通过将所述制冷剂的温度设定为适
- 20 当的温度，可使冷凝制冷剂的温度确实地降低到规定温度，减少在冷凝器放热的需要量，采用将冷凝制冷剂直接供给到蒸发器的配管结构。

- 另外，本发明的吸收式冷冻机将自吸收器排出并供给到制冷剂热回收器的稀吸收液限制在自吸收器排出并到达高温再生器的稀吸收液整体的10~30%，其在低温换热器与稀吸收液进行热交换并放热的浓吸收液的温度可靠
- 25 地降低。因此，在浓吸收液流入的吸收器中，制冷剂迅速被吸收液吸收。

- 另外，本发明的吸收式冷冻机，在低温换热器、高温换热器、制冷剂热回收器的各入口侧设置过滤器，同时，在各过滤器的前后设置检测压差的压力检测装置，并设置根据该压力检测装置检测出的压差指示过滤器的检查的检查指示装置，故即使水锈等进入吸收液或制冷剂流路，也可由过滤器除去。

- 30 因此，即使低温换热器、高温换热器、制冷剂热回收器等是由例如特开昭62-131196号公报、特开平3-271697号公报、特开平4-73595号公报、

特开平 7-190649 号公报、特开平 7-229687 号公报等提案的流路窄、换热效率高的板式换热器构成，也不会产生流路堵塞的缺陷。通过根据检查指示装置的动作状态进行该过滤器的清扫，确保溶液的正常循环。



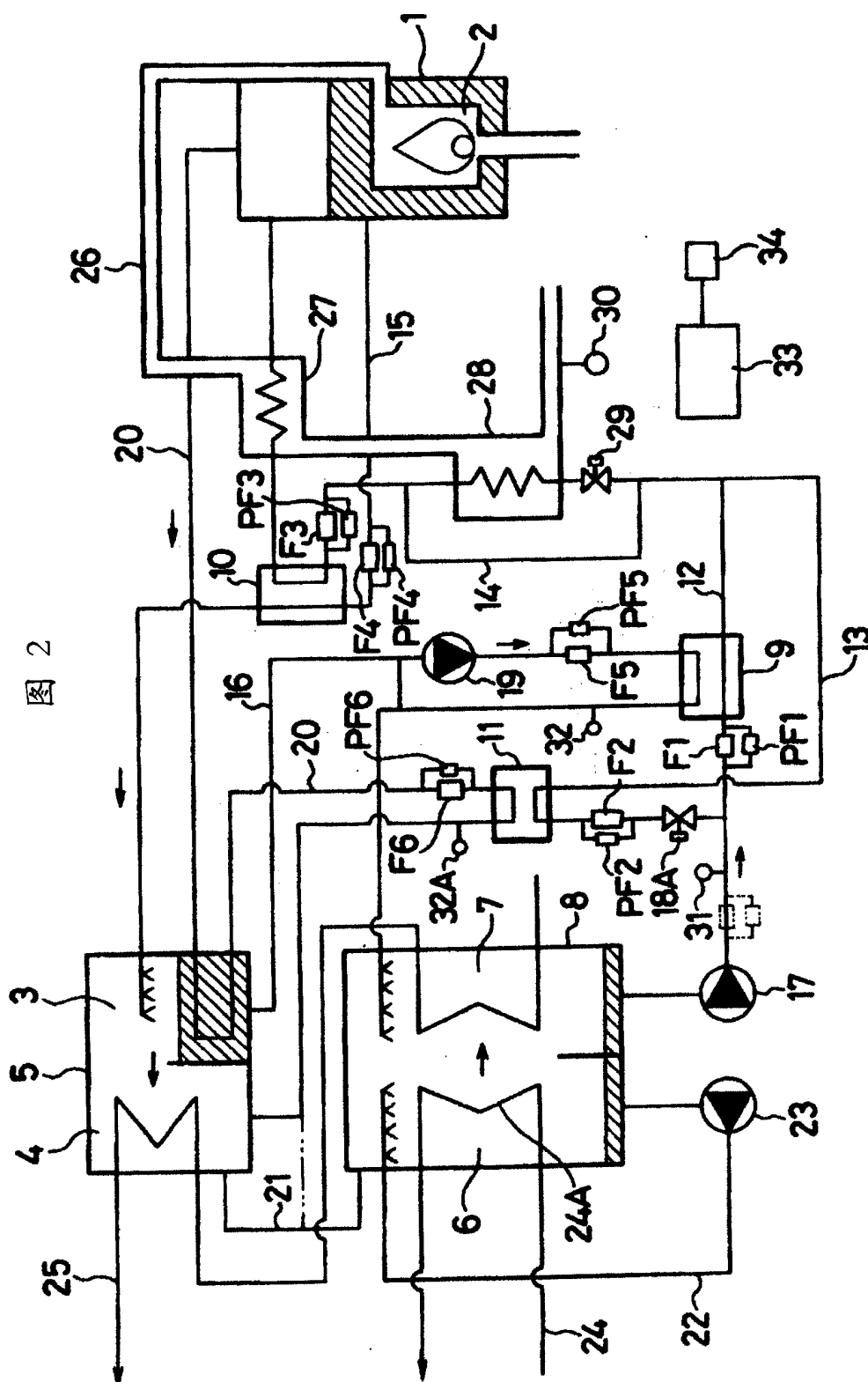
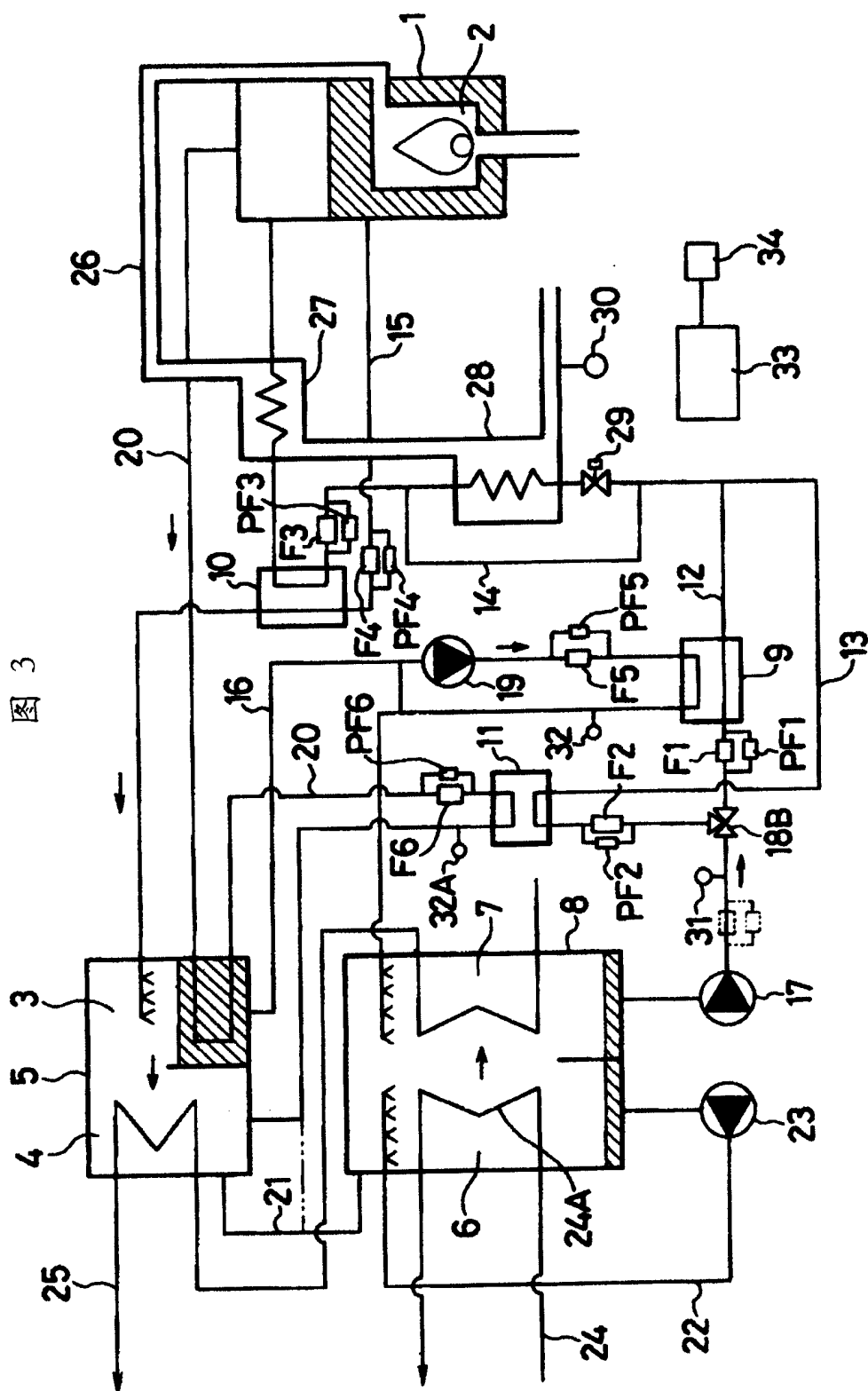


图 2



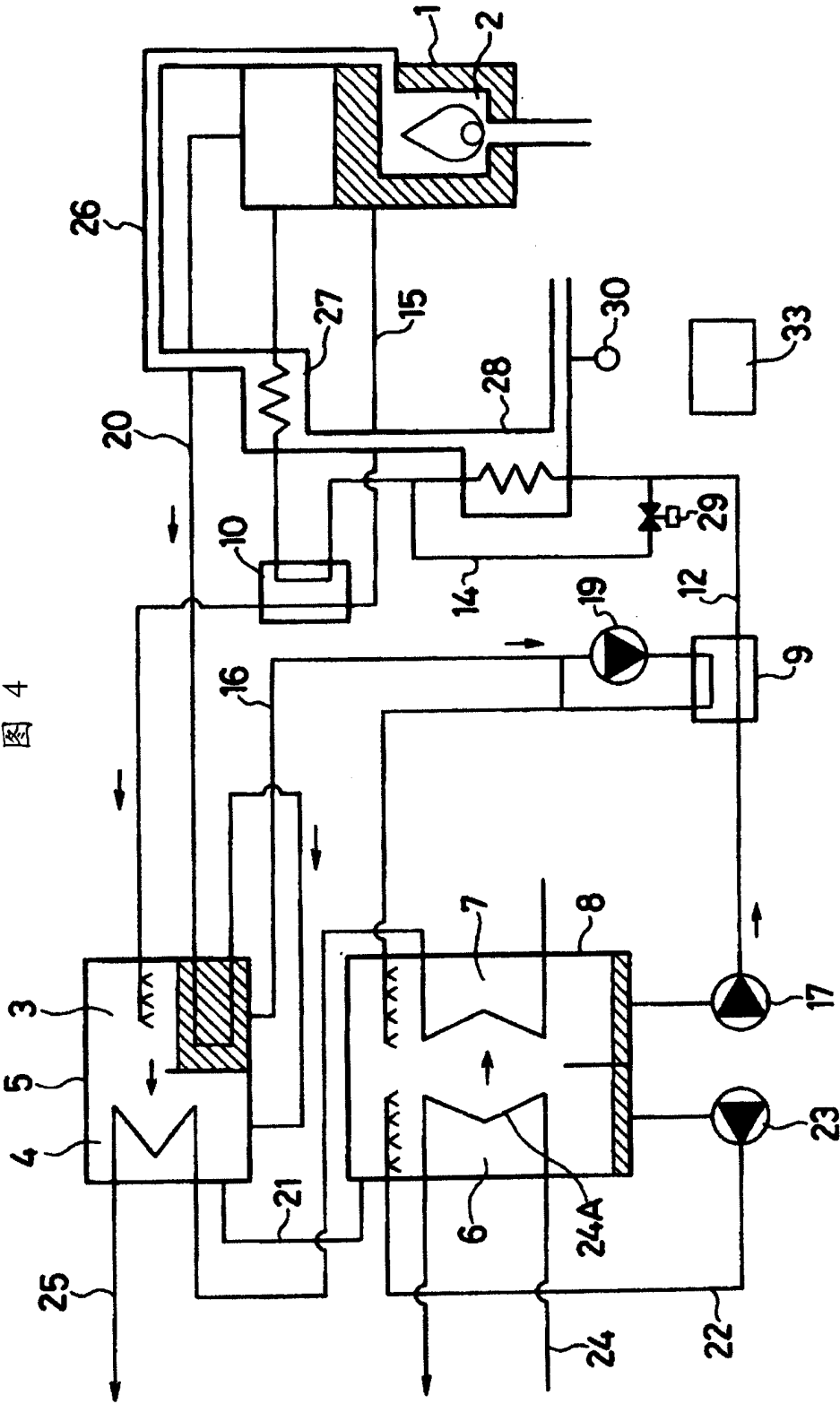


图 4