



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110081627 B

(45) 授权公告日 2022.05.10

(21) 申请号 201910153541.0

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2012.06.13

F25B 1/10 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F25B 5/02 (2006.01)

申请公布号 CN 110081627 A

F25B 6/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.08.02

F25B 9/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

F25B 47/02 (2006.01)

61/496,160 2011.06.13 US

(62) 分案原申请数据

(56) 对比文件

201280035880.5 2012.06.13

US 2530681 A, 1950.11.21

(73) 专利权人 阿雷斯科技术有限公司

JP 特开2005-283064 A, 2005.10.13

地址 美国内布拉斯加州

CN 101067525 A, 2007.11.07

(72) 发明人 弗雷德·林格尔巴赫

US 2010229594 A1, 2010.09.16

约翰·林格尔巴赫

US 2010175395 A1, 2010.07.15

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

US 4151724 A, 1979.05.01

11243

US 6018958 A, 2000.02.01

专利代理人 曾贤伟 许静

CN 101506596 A, 2009.08.12

审查员 赵宇晨

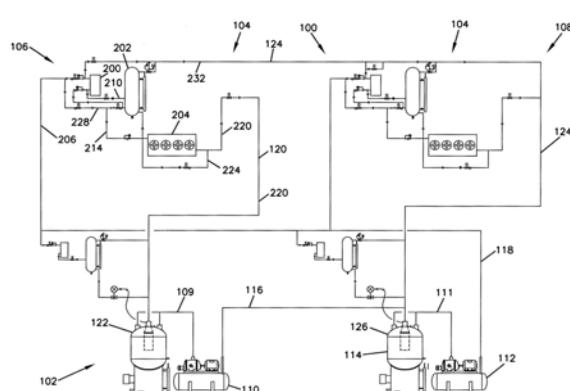
权利要求书3页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

用于制冷的制冷系统和方法

(57) 摘要

一种制冷系统，包括：压缩机布置，用于将气体制冷剂从第一压力压缩到第二压力，其中所述第二压力包括冷凝压力；多个冷凝器蒸发器系统，其中每一个冷凝器蒸发器系统包括：(1)冷凝器，用于接收处于冷凝压力的气体制冷剂，并且将所述制冷剂冷凝为液体制冷剂；(2)压力受控的收集器，用于保持来自所述冷凝器的液体制冷剂；以及(3)蒸发器，用于蒸发来自所述压力受控的收集器的液体制冷剂，以形成气体制冷剂；第一气体制冷剂馈送管，用于将处于所述第二压力的气体制冷剂从所述压缩机布置馈送到所述多个冷凝器蒸发器系统；以及第二气体制冷剂馈送管，用于将气体制冷剂从所述多个冷凝器蒸发器系统馈送到所述压缩机布置。



1. 一种用于设施的制冷系统,包括:

(a) 压缩机布置,用于将气体制冷剂从第一压力压缩到第二压力,其中所述第二压力包括冷凝压力;

(b) 并行布置的第一冷凝器蒸发器系统和第二冷凝器蒸发器系统,其中并行布置的第一冷凝器蒸发器系统和第二冷凝器蒸发器系统中的每一个包括:

(1) 冷凝器,用于接收处于冷凝压力的气体制冷剂,并且将所述气体制冷剂冷凝为液体制冷剂;

(2) 压力受控的收集器,用于保持来自所述冷凝器的液体制冷剂;以及

(3) 蒸发器,用于蒸发来自所述压力受控的收集器的所述液体制冷剂,以形成气体制冷剂;

(c) 第一气体制冷剂馈送管,用于将处于所述第二压力的气体制冷剂从所述压缩机布置馈送到所述第一冷凝器蒸发器系统和所述第二冷凝器蒸发器系统;以及

(d) 第二气体制冷剂馈送管,用于将气体制冷剂从所述第一冷凝器蒸发器系统和所述第二冷凝器蒸发器系统馈送到所述压缩机布置;

(e) 所述第一冷凝器蒸发器系统的蒸发器和所述第二冷凝器蒸发器系统的蒸发器被构造为向所述设施中的多个位置提供制冷;并且

(f) 累积器,用于:在将所述气体制冷剂馈送到所述压缩机布置之前,将所述液体制冷剂从所述第二气体制冷剂馈送管分离;

其中所述制冷系统被构造为使得所述压缩机布置同时向所述第一冷凝器蒸发器系统和所述第二冷凝器蒸发器系统馈送所述气体制冷剂;其中所述制冷系统被构造为使得所述第一冷凝器蒸发器系统和所述第二冷凝器蒸发器系统能够同时运行以同时向所述设施提供制冷;

其中所述第一冷凝器蒸发器系统和第二冷凝器蒸发器系统远离所述压缩机布置。

2. 如权利要求1所述的制冷系统,其中所述压缩机布置包括串行布置的第一阶压缩机和第二阶压缩机。

3. 如权利要求2所述的制冷系统,其中所述压缩机布置包括在所述第一阶压缩机和所述第二阶压缩机之间设置的中间冷却器。

4. 如权利要求2所述的制冷系统,其中所述第一冷凝器蒸发器系统具有以第一温度进行操作的蒸发器,并且所述第二冷凝器蒸发器系统具有以第二温度进行操作的蒸发器,其中所述第一温度与所述第二温度不同。

5. 如权利要求4所述的制冷系统,其中所述第一温度比所述第二温度低至少10°F。

6. 如权利要求4所述的制冷系统,其中所述第一冷凝器蒸发器系统被构造为将气体制冷剂返回到所述第一阶压缩机,并且所述第二冷凝器蒸发器系统被构造为将气体制冷剂返回到所述第二阶压缩机。

7. 如权利要求1-6中的任一项所述的制冷系统,其中所述制冷剂包括氨。

8. 如权利要求1-6中的任一项所述的制冷系统,其中所述冷凝压力是比100psi大的压力。

9. 如权利要求1所述的制冷系统,其中所述冷凝器蒸发器系统中的至少一个包括作为板框式冷凝器的冷凝器。

10. 如权利要求1所述的制冷系统,还包括第三冷凝器蒸发器系统。

11. 一种制冷系统,包括:

(a) 中央压缩机布置和多个并行布置的冷凝器蒸发器系统,其中每一个并行布置的冷凝器蒸发器系统包括:

(1) 冷凝器,用于接收气体制冷剂,并且将所述气体制冷剂冷凝为液体制冷剂;

(2) 压力受控的收集器,用于保持来自所述冷凝器的液体制冷剂;以及

(3) 蒸发器,用于蒸发来自所述压力受控的收集器的液体制冷剂,以形成气体制冷剂;以及

(b) 所述制冷系统被构造为将所述气体制冷剂从所述中央压缩机布置传输到所述多个并行布置的冷凝器蒸发器系统,并随后将所述气体制冷剂从所述多个并行布置的冷凝器蒸发器系统传输到所述中央压缩机布置;以及

(c) 其中多个冷凝器蒸发器系统中的每一个被构造为向设施提供制冷;并且其中所述制冷系统被构造为使得所述多个冷凝器蒸发器系统中的第一冷凝器蒸发器系统和所述多个冷凝器蒸发器系统中的第二冷凝器蒸发器系统能够同时运行以同时向所述设施提供制冷;

(d) 累积器,用于:在将所述气体制冷剂馈送到所述中央压缩机布置之前,将所述液体制冷剂与所述气体制冷剂分离;

其中所述第一冷凝器蒸发器系统和第二冷凝器蒸发器系统远离所述中央压缩机布置。

12. 如权利要求11所述的制冷系统,其中所述多个冷凝器蒸发器系统中的至少一个的冷凝器包括板框式热交换器。

13. 一种用于馈送多个冷凝器蒸发器系统的方法,包括:

(a) 将气体制冷剂压缩到冷凝压力以形成热气制冷剂;

(b) 将所述热气制冷剂同时馈送到多个并行布置的冷凝器蒸发器系统,其中每一个并行布置的冷凝器蒸发器系统包括:

(1) 冷凝器,用于接收所述热气制冷剂,并且将所述热气制冷剂冷凝为液体制冷剂;

(2) 压力受控的收集器,用于保持所述液体制冷剂;以及

(3) 蒸发器,用于蒸发来自所述压力受控的收集器的液体制冷剂,以形成气体制冷剂;以及

(c) 将所述气体制冷剂从所述多个冷凝器蒸发器系统馈送到压缩机布置,所述压缩机布置被构造为压缩所述气体制冷剂,其中多个冷凝器蒸发器系统中的每一个被构造为向设施提供制冷;并且其中所述多个冷凝器蒸发器系统被构造为使得所述多个冷凝器蒸发器系统中的第一冷凝器蒸发器系统和所述多个冷凝器蒸发器系统中的第二冷凝器蒸发器系统能够同时运行以同时向所述设施提供制冷;

(d) 累积器,用于:在将所述气体制冷剂馈送到所述压缩机布置之前,将所述液体制冷剂与所述气体制冷剂分离;其中所述第一冷凝器蒸发器系统和第二冷凝器蒸发器系统远离所述压缩机布置。

14. 如权利要求13所述的方法,其中所述冷凝器蒸发器系统中的冷凝器包括板框式热交换器。

15. 如权利要求13所述的方法,其中作为在蒸发器中蒸发液体制冷剂的结果,所述冷凝

器蒸发器系统中的至少一个进行操作以提供制冷剂。

16. 如权利要求13所述的方法,其中所述冷凝器蒸发器系统中的至少一个在热气除霜周期中进行操作,从而在所述蒸发器中冷凝气体制冷剂。

17. 如权利要求13所述的方法,其中所述制冷剂包括氨。

## 用于制冷的制冷系统和方法

[0001] 本申请为2014年1月20日提交、申请号为201280035880.5、发明名称为“用于制冷的制冷系统和方法”的中国专利申请的分案申请。所述母案申请的国际申请日为2012年6月13日，国际申请号为PCT/US2012/042246。

### 技术领域

[0002] 本公开文本总体涉及制冷系统和制冷方法。制冷系统可以是具有中央压缩机布置和多个分散式冷凝器蒸发器系统(CES)的工业制冷系统。可以大部分为气体状态来提供从中央压缩机布置到多个分散式冷凝器系统和从多个分散式冷凝器系统到中央压缩机布置的制冷剂的传输，从而与向蒸发器传输液体制冷剂和从蒸发器传输液体制冷剂的制冷系统相比，减小操作制冷系统所需的制冷剂的量。所述制冷系统可以被称为分散式冷凝器制冷系统(DCRS)。所述制冷系统和制冷方法针对任何类型的制冷剂均有益，但特别适合于使用氨作为制冷剂。

### 背景技术

[0003] 制冷利用蒸发的基本的热力学属性来从过程中移除热量。当在热交换器中蒸发制冷剂时，与热交换器接触的媒介(即空气、水、乙二醇、食物)将热量从其自身通过热交换器壁传导并且所述热量被制冷剂吸收，这导致制冷剂从液体状态改变到气体状态。一旦制冷剂处于气体状态中，必须通过将气体压缩到高压状态并且随后将气体传递通过冷凝器(热交换器)来排斥热量，在所述冷凝器中，通过冷却媒介导致气体冷凝为液体以便从气体中移除热量。冷凝器中吸收冷却介质中的热量的媒介通常是水、空气、或水和空气两者。该液体状态下的制冷剂随后准备好被作为吸收热量的制冷剂被再次使用。

[0004] 通常，工业的制冷系统使用大量的马力，其往往需要多个工业压缩机。由于这个事实，工业制冷系统通常包括大的中央引擎空间和大的中央冷凝系统。一旦压缩机压缩气体，要被冷凝(并不用于除霜)的气体被泵送到大的中央冷凝系统中的冷凝器。大的中央冷凝系统中的多个冷凝器通常被称为“冷凝器农场”。一旦制冷剂被冷凝，所得到的液体制冷剂被收集在称为收集器的容器中，其基本上为液体制冷剂的箱。

[0005] 通常有用于将液体从收集器传输到蒸发器从而其可以用于冷却的三种系统。它们是液体过馈送系统、直接膨胀式系统和泵机鼓式系统。最常用类型的系统是液体过馈送系统。液体过馈送系统通常使用液体泵以将液体制冷剂从被称为“泵累积器”的大容器并且有时从被称为“中间冷却器”的类似容器泵送到每一个蒸发器。单个的泵或多个泵可以将液体制冷剂递送到给定的制冷系统中的多个蒸发器。由于液体制冷剂具有蒸发的趋势，通常需要在容器(净正吸头(NPSH))中保持大量的液体，从而泵并不丧失其填装和抽空。当泵要泵送的液体吸收泵内侧和周围的热量并气化时，泵被抽空。当这发生时，泵无法将液体泵送到各个蒸发器从而使蒸发器缺乏液体，从而使得过程的温度升高。重要的是需要注意，液体过馈送系统被设计为过馈送蒸发器。也就是说，系统将多余的液体发送到每一个蒸发器，以便确保蒸发器在蒸发器的整个回路中具有液体制冷剂。通过这样做，通常大量的液体制冷剂

将从蒸发器返回到累积器，在所述累积器中，液体制冷剂继而被再次泵送出。一般而言，通常针对大约4:1的过馈送比率来设置系统，这意味着对于每4加仑液体被泵送出蒸发器，1加仑蒸发并吸收制冷所需的热量，并且3加仑返回为未蒸发。系统需要非常大量的液体制冷剂来提供所需的过馈送。作为结果，系统需要保持大量的液体制冷剂来进行适当操作。

[0006] 参见图1，代表性的工业两阶制冷系统被以参考标号10示出，并且提供用于其中制冷剂是氨的液体过馈送。各个液体过馈送制冷系统的管道设施可以不同，但总体的主旨是一致的。总体的主旨包括使用中央冷凝器或冷凝器农场18、用于收集冷凝制冷剂的高压收集器26和液体制冷剂从高压收集器26到各个阶段12和14的传输。两阶制冷系统10包括低阶系统12和高阶系统14。压缩机系统16驱动低阶系统12和高阶系统14两者，其中高阶系统14将压缩的氨气体发送到冷凝器18。压缩机系统16包括第一阶压缩机20、第二阶压缩机22和中间冷却器24。中间冷却器24还可以被称为高阶累积器。来自冷凝器18的冷凝的氨经由冷凝器抽取管27被馈送到高压收集器26，其中以通常介于大约100psi和大约200psi之间的压力保持高压液体氨。对于低阶系统12，液体氨被经由液体管30和32以管输送到低阶累积器28。由低阶泵34通过低阶液体管36将低阶累积器28中的液体氨泵送到低阶蒸发器38。在低阶蒸发器38中，液体氨与过程的热量接触，从而蒸发大约25%-33%（蒸发的百分比可以大幅度的变化），剩余的氨为液体。气体/液体混合物被经由低阶吸管40返回到低阶累积器28。蒸发的气体被经由低阶压缩机吸管42抽取到低阶压缩机20中。随着气体被从低阶系统12经由低阶压缩机20移除，其被经由管44排放到中间冷却器24。需要补充已经被蒸发的氨，从而液体氨被从收集器26经由液体管30传输到中间冷却器24，并且随后被经由液体管32传输到低阶累积器28。

[0007] 高阶系统14以类似于低阶系统12的方式工作。由高阶泵50通过高阶液体管52将高阶累积器或中间冷却器24中的液体氨泵送到高阶蒸发器54。在蒸发器54中，液体氨与过程的热量接触，从而蒸发大约25%-33%（蒸发的百分比可以大幅度的变化），剩余的氨为液体。气体/液体混合物经由高阶抽吸管56被返回到高阶累积器或中间冷却器24。蒸发的气体被经由高阶压缩机吸管58抽取到高阶压缩机22中。随着气体被从高阶系统14移除，需要补充已经被蒸发的氨，从而液体氨被从高压收集器26经由液体管30传输到中间冷却器24。

[0008] 系统10可以不同地以管输送，但基本的概念在于存在由压缩机系统16馈送的中央冷凝器18，并且冷凝的高压液体氨被存储在高压收集器26中，直到其被需要为止，并且随后，液体氨流到高阶累积器或中间冷却器24，并且被泵送到高阶蒸发器54。此外，处于中间冷却器压力的液体氨经由液体管32流到低阶累积器28，在此处所述液体氨被保持，直到其被泵送到低阶蒸发器38为止。来自低阶压缩机20的气体通常被经由低阶压缩机排放管44以管输送到中间冷却器24，在所述中间冷却器24中气体被冷却。高阶压缩机22将气体从中间冷却器24抽出，将气体压缩到冷凝压力并经由高阶排放管60排放到冷凝器18，在所述冷凝器18中，气体冷凝回液体。液体被经由冷凝器抽取管27抽取到高压收集器26，在所述高压收集器26处，再次开始该循环。

[0009] 直接膨胀式系统使用来自中央箱的高压或减压液体。由于中央箱处于与蒸发器相比较更高的压力，因此通过中央箱和蒸发器之间的压差来驱动液体。被称为膨胀阀的专门的阀用于测量进入蒸发器的制冷剂的流量。如果馈送的过多，则允许未蒸发的液体制冷剂通过压缩机系统。如果馈送的过少，则蒸发器并未用到其最大能力，这可能导致不充分的冷

却/冷冻。

[0010] 泵机鼓式系统以与液体过馈送系统几乎相同的方式工作,其中主要的不同在于小加压的箱用作泵。通常而言,允许液体制冷剂填充泵机鼓,其中随后更髙压制冷剂气体被注入到泵机鼓的顶部,因此使用压差来将液体推入到进入蒸发器的管中。由于利用该类型的系统需要大量的制冷剂,因此过馈送的比率大致相同。

## 发明内容

[0011] 根据本发明提供制冷系统。所述制冷系统包括压缩机布置、多个冷凝器蒸发器系统、第一气体制冷剂馈送管和第二气体制冷剂馈送管。提供所述压缩机布置以用于将气体制冷剂从第一压力压缩到第二压力,其中所述第二压力是冷凝压力。冷凝压力是这样的压力,在该压力处,当量热被移除时,制冷剂典型地在冷凝器中冷凝。所述多个冷凝器蒸发器系统(CES)均包括:冷凝器,用于接收处于冷凝压力的气体制冷剂,并且将所述制冷剂冷凝为液体制冷剂;压力受控的收集器(CPR),用于保持所述液体制冷剂;以及蒸发器,用于蒸发所述液体制冷剂以形成气体制冷剂。提供所述第一气体制冷剂馈送管以将处于所述冷凝压力的气体制冷剂从所述压缩机布置馈送到所述多个冷凝器蒸发器系统。所述第二气体制冷剂馈送管用于将气体制冷剂从所述多个冷凝器蒸发器系统馈送到所述压缩机布置。

[0012] 根据本发明提供另一个制冷系统。所述制冷系统包括中央压缩机布置和多个冷凝器蒸发器系统。每个冷凝器蒸发器系统包括:冷凝器,用于接收气体制冷剂,并且将所述气体制冷剂冷凝为液体制冷剂;压力受控的收集器,用于保持来自所述冷凝器的液体制冷剂;以及蒸发器,用于蒸发所述液体制冷剂,以形成气体制冷剂。所述制冷系统被构造为将气体制冷剂从所述中央压缩机布置传输到多组冷凝器蒸发器系统。

[0013] 根据本发明提供了用于馈送多个冷凝器蒸发器系统的过程。所述过程包括如下步骤:将气体制冷剂压缩到冷凝压力以形成热气制冷剂;将所述热气制冷剂馈送到多个冷凝器蒸发器系统;并且将所述气体制冷剂从所述多个冷凝器蒸发器系统馈送到压缩机布置,所述压缩机布置被构造为将所述气体制冷剂压缩到冷凝压力。所述过程可以包括作为在蒸发器中蒸发液体制冷剂的结果的制冷,并且可以包括作为在蒸发器中冷凝气体制冷剂的结果的热气除霜。

## 附图说明

- [0014] 图1是代表性的现有技术中的工业多阶制冷系统的示意性表示。
- [0015] 图2是根据本发明的主旨的制冷系统的示意性表示。
- [0016] 图3是根据本发明的主旨的多阶制冷系统的示意性表示。
- [0017] 图4是根据图3的冷凝器蒸发器系统的示意性表示。

## 具体实施方式

[0018] 描述可以用于工业环境中的制冷系统。通常,制冷系统具有中央压缩机布置和一个或多个分散式冷凝器蒸发器系统。作为结果,可以大部分(或完全)为气体制冷剂来提供从中央压缩机布置到一个或多个分散式冷凝器系统和从一个或多个分散式冷凝器系统到中央压缩机布置的制冷剂的传输,从而与从中央高压收集器箱向一个或多个蒸发器传输液

体制冷剂的制冷系统相比,减小操作制冷系统所需的制冷剂的量。

[0019] 传统的氨制冷系统使用了这样的中央冷凝系统,其涉及在储存器中保持大量的氨的大存储箱或容器。根据容器和制冷系统的类型,液体泵通常用于通过系统泵送大量的液体氨,以将液体递送到蒸发器。作为结果,现有的系统通常需要在系统中存在大量的液体氨。

[0020] 根据本发明的制冷系统可以被提供为单阶系统或多阶系统。通常,单阶系统是这样的系统,其中单个压缩机将制冷剂从蒸发压力泵送到冷凝压力。例如,从大约30psi的蒸发压力到大约150psi的冷凝压力。两阶系统使用串联的两个或更多个压缩机,所述压缩机从低压(蒸发压力)泵送到中间压力,并且随后将气体压缩到冷凝压力。此示例可以是第一压缩机和第二压缩机,所述第一压缩机将气体从大约0psi的蒸发压力压缩到大约30psi的中间压力,并且所述第二压缩机将气体从中间压力压缩到大约150psi的冷凝压力。除了对一些模型的压缩机压缩比限制之外,两阶系统的目的一还主要在于节省马力。一些设备可以具有两个或更多的低阶,其中一个阶可以专用于以例如-10F运行冷冻器,而另一个阶可以专用于以例如-40F运行气流冷冻器。制冷系统可以容纳单、双或任何数量或布置的阶。一些设备可以具有两个或更多的高阶、或低阶和高阶的任意组合。

[0021] 替代使用大的中央冷凝器系统和液体制冷剂的储存器,制冷系统还利用在于2011年6月13日向美国专利商标局提交的美国临时专利申请No. 61/496,156中描述的冷凝器蒸发器系统(CES),该申请的全部内容通过引用方式并入到本文中。CES可以被视为到整体制冷系统的子系统,并且整体制冷系统包括热交换器(在制冷期间用作冷凝器(并且在热气除霜期间用作可选的蒸发器))、压力受控的收集器(CPR)(用作制冷剂储存器)、蒸发器(从过程吸收热量(并且在热气除霜期间用作可选的冷凝器))、以及适当的阀布置。由于CES在一个组件中是冷凝器、液体制冷剂储存器和蒸发器,因此可以分散式利用一个或多个CES的制冷系统。作为结果,可以显著地减小通过制冷系统的液体制冷剂的移动。通过显著地减小通过制冷系统传输的液体制冷剂的量,可以显著地减小制冷系统中的制冷剂的整体的量。例如,对于诸如图1中所示的制冷系统之类的现有技术的制冷系统,作为利用为中央压缩机布置和分散式CES提供的根据本发明的制冷系统的结果,可以将制冷剂的量减小至少大约85%或更多,同时保持大约相同的制冷能力。

[0022] 现在参照图2,以参考标号70示出根据本发明的制冷系统。制冷系统70包括压缩机布置72和CES 74。压缩机布置可以被提供为单阶或多阶压缩机。总体而言,气体制冷剂经由热气管76离开压缩机布置72。可以冷凝压力来提供热气管76中的气体制冷剂。制冷剂的冷凝压力是这样的压力,在所述压力处,一旦从其移除了热量,制冷剂就将具有冷凝为液体的趋势。作为通过热气管76的结果,一些气体制冷剂将冷凝为液体。可以通过静噪(squelch)布置78来从热气管76移除冷凝的制冷剂。可以利用各种静噪布置。总体而言,可以提供静噪布置来减小气体制冷剂返回管86中的蒸发的制冷剂的过热或降低该蒸发的制冷剂的温度。对于静噪布置78,液体制冷剂可以被引入到气体制冷剂返回管86中,以减小气体制冷剂返回管86中的过热。

[0023] 压缩的气体制冷剂在热气管76中流到冷凝器蒸发器系统74,在所述冷凝器蒸发器系统74中,所述压缩的气体制冷剂用于制冷或除霜。冷凝器蒸发器系统74可以制冷周期或热气除霜周期进行操作。当冷凝器蒸发器系统74以制冷周期进行操作时,压缩的气体制冷

剂进入到冷凝器80中,在所述冷凝器80中,所述压缩的气体制冷剂被冷凝为液体制冷剂。液体制冷剂随后流到压力受控的收集器82,并且液体制冷剂随后从所述压力受控的收集器82流到蒸发器84以提供制冷。作为通过蒸发器84的结果,一部分的液体制冷剂被蒸发,并且经由吸管86从冷凝器蒸发器系统74移除蒸发的制冷剂。当冷凝器蒸发器系统74在热气除霜中起作用时,热交换器80和蒸发器84的角色在实质上被反转。也就是说,压缩的制冷剂从热气管76流到蒸发器84,在所述蒸发器84中,其被冷凝为液体,并且所述液体随后流到所述压力受控的收集器82。液体制冷剂从压力受控的收集器82流到冷凝器80,在所述冷凝器80处,其被蒸发,并且蒸发的制冷剂经由吸管86返回到压缩机布置。

[0024] 压力受控的收集器82可以被简称为CPR或收集器。通常而言,压力受控的收集器是这样的收集器,其在操作期间,保持的收集器中的压力小于冷凝压力。CPR中的低压可以帮助驱动例如从冷凝器80到CPR 82的流动以及从CPR82到蒸发器84的流动。此外,作为通过CPR 82的存在的压力减小的结果,蒸发器84能够更有效地操作。

[0025] 吸管86中的蒸发的制冷剂通过累积器90进入到压缩机系统72并且随后到达压缩机布置72。累积器90用于通过将液体制冷剂与气体制冷剂分离来保护压缩机布置72。在特定的设计中,累积器可以用作中间冷却器。当在压缩机阶之间提供累积器时,压缩机阶之间的累积器可以被称为中间冷却器。累积器可以是这样的任何累积器,其用于将液体制冷剂与气体制冷剂分离。示例性的累积器包括在美国专利No. 6,018,958、No. 6,349,564和No. 6,467,302中描述的那些累积器。累积器是用作到来的气体的分离空间的箱。可以调整累积器的尺寸,使得气体的到来的速率充分地减小。液体制冷剂在气体流中被冲走以退出,从而液体并不被抽取到压缩机布置72中。制冷系统可以包括多于一个累积器。在两阶系统中,第二累积器通常被称为“中间冷却器”,这是因为其允许冷却从第一压缩机排放的气体。累积器90具有传感器92,所述传感器92监视在箱中已经累积的液体。为了保持最大的灵活性,累积器90的特征可以在冷凝气体和蒸发液体的方法。利用该特征,箱可以用于存储在各种情形下的多余的液体(储存器),所述情形包括由于除霜、故障、制冷剂丧失、总体的液体存储等的任何扰动。

[0026] 现在参照图3,以参考标号100示出根据本发明的利用多个冷凝器蒸发器系统(CES)的制冷系统。制冷系统100包括中央压缩机布置102和多个冷凝器蒸发器系统104。对于多阶制冷系统100,示出了两个蒸发器冷凝器蒸发器系统106和108。应当理解,可以按需来提供额外的冷凝器蒸发器系统。冷凝器蒸发器系统106可以被称为低阶冷凝器蒸发器系统,并且冷凝器蒸发器系统108可以被称为高阶冷凝器蒸发器系统。通常,所呈现的低阶CES 106和高阶CES 108示出了如何针对不同的热量移除或冷却需求来提供多阶制冷系统100。例如,可以提供低阶CES 106,从而其操作以创建比由高阶CES 108创建的环境温度低的环境。例如,低阶CES 106可以用于以大约-40°F提供气流冷冻。例如,高阶CES 108例如可以提供这样的区域,该区域被冷却到比-40°F显著高的温度,例如大约±10°F到大约30°F。应当理解提供这些值是用于说明目的的。应当理解,可以由根据本发明的多阶制冷系统来选择和提供针对任何工业设施的冷却需求。

[0027] 对于多阶制冷系统100,中央压缩机布置102包括第一阶压缩机布置110和第二阶压缩机布置112。第一阶压缩机布置110可以被称为第一或低阶压缩机,并且第二阶压缩机布置112可以被称为第二或高阶压缩机。在第一阶压缩机布置110和第二阶压缩机布置112

之间提供中间冷却器114。通常，气体制冷剂被经由第一阶压缩机入口管109馈送到第一阶压缩机布置110，在所述第一阶压缩机布置110中，其被压缩到中间压力，并且处于所述中间压力的所述气体制冷剂被经由中间压力制冷剂气管116传输到中间冷却器114。中间冷却器114允许处于中间压力的气体制冷剂冷却，但也允许任何液体制冷剂与气体制冷剂分离。中间压力制冷剂随后被经由第二压缩机入口管111馈送到第二阶压缩机布置112，在此处，制冷剂被压缩到冷凝压力。通过示例，并且在氨作为制冷剂的情况下，气体制冷剂可以大约0psi的压力进入第一阶压缩机布置110，并且能够被压缩到大约30psi的压力。处于大约30psi的气体制冷剂可以随后经由第二阶压缩机布置112被压缩到大约150psi的压力。

[0028] 在总体操作中，通过中压压缩机布置102压缩的气体制冷剂经由热气管118流到多个冷凝器压缩机系统104中。来自压缩机布置102的流入热气管118的气体制冷剂可以被称为用于馈送一个或多个压缩机蒸发器系统104的压缩气体制冷剂的源。如图3中所示，压缩气体制冷剂的源馈送CES 106和CES 108两者。压缩气体制冷剂的源可以用于馈送多于两个压缩机蒸发器系统。对于工业氨制冷系统，压缩气体制冷剂的单个源可以用于馈送任何数量的压缩机蒸发器系统，例如至少一个、至少两个、至少三个、至少四个等压缩机蒸发器系统。

[0029] 来自低阶CES 106的气体制冷剂被经由低阶吸(LSS)管120恢复，并且被馈送到累积器122。来自高阶CES 108的气体制冷剂被经由高阶吸管(HSS)124恢复，并且被馈送到累积器126。如上所述，中间冷却器114可以被表征为累积器126。累积器122和126可以被构造为接收气体制冷剂，并且允许气体制冷剂和液体制冷剂之间的分离，从而实质上仅气体制冷剂被发送到第一阶压缩机布置110和第二阶压缩机布置112。

[0030] 气体制冷剂分别经由低阶吸管120和高阶吸管124返回到累积器122和126。期望以并不太冷或太热的温度提供返回的气体制冷剂。如果返回的制冷剂太热，则额外的热量(即过热)可能会不利地影响压缩机布置110和112中的压缩的热量。如果返回的制冷剂过冷，则可能会存在在累积器122和126中出现过多的液体制冷剂的趋势。可以使用各种技术来控制返回的气体制冷剂的温度。图3中所示的一种技术是静噪系统160。静噪系统160通过将液体制冷剂经由液体制冷剂管162引入到返回的气体制冷剂来进行操作。被引入到低阶吸管120或高阶吸管124中的返回的气体制冷剂的液体制冷剂可以减小返回的气体制冷剂的温度。可以提供阀164来控制通过液体制冷剂管162的液体制冷剂的流动，并且所述阀164能够根据来自累积器122和126的信号166进行响应。气体制冷剂可以从热气管118流到由阀169控制流动的气体制冷剂静噪管168。热交换器170使得气体制冷剂冷凝，并且液体制冷剂经由液体制冷剂收集器管172流入到压力受控的收集器174中。收集器压力管176可以提供低阶吸管120或高阶吸管124和压力受控的收集器174之间的相通，以便增强通过液体制冷剂管162的液体制冷剂的流动。

[0031] 累积器122和126可以被构造为使得它们允许其中的液体制冷剂的累积。通常而言，从低阶吸管120和高阶吸管124返回的制冷剂是气体的。一些气体制冷剂可以在累积器122和126中冷凝并且被收集。累积器可以被构造为使得它们可以提供液体制冷剂的蒸发。此外，累积器可以被构造为使得可以从中恢复液体制冷剂。在特定环境中，累积器可以用于存储液体制冷剂。

[0032] 现在参照图4，更详细地提供冷凝器蒸发器系统106。冷凝器蒸发器系统106包括冷

凝器200、压力受控的收集器202和蒸发器204。通常,可以调整冷凝器200、压力受控的收集器202和蒸发器204的尺寸,从而它们一起提供具有期望的制冷能力的蒸发器204。一般而言,通常针对需要从过程吸收的热量的量调整蒸发器204的尺寸。也就是说,通常基于被假定在给定设置中提供的制冷剂的水平来调整蒸发器204的尺寸。冷凝器200可以被评估为以与蒸发器204在制冷期间蒸发制冷剂的速率大致相同的速率使得气体制冷剂冷凝,以便在CES中提供平衡的流。通过提供平衡的流动,其意味着由冷凝器200从制冷剂移除的热量大致等同于由蒸发器204中的制冷剂吸收的热量。应当理解,平衡的流动可以被视为在允许蒸发器实现期望水平的性能的时间期间内的流动。换言之,只要蒸发器204按需执行,则CES可以被视为被平衡。这与服务多个蒸发器的中央冷凝器农场形成了对比。在服务多个蒸发器的中央冷凝器农场的情形中,冷凝器农场并不被视为针对任何一个特定的蒸发器被平衡。取而代之的是,冷凝器农场被视为针对蒸发器的总体而被平衡。与之形成对比的是,在CES中,冷凝器200专用于蒸发器204。冷凝器200可以被称为蒸发器专用冷凝器。在CES中,冷凝器200可以被提供为单个单元或以串行或并行布置的多个单元。类似地,蒸发器204可以被提供为单个单元或以串行或并行布置的多个单元。

[0033] 可能会存在CES需要能够蒸发冷凝器200中的液体制冷剂的情形。一个原因在于使用在CES中除霜的热气。作为结果,实体调整冷凝器200的尺寸,从而其以蒸发器204在热气除霜期间冷凝制冷剂的速率大致相同的速率蒸发制冷剂,以便提供平衡的流动。作为结果,冷凝器200可以“大于”在制冷周期期间对气体制冷剂冷凝所需的尺寸。

[0034] 对于利用中央“冷凝器农场”和被从中央高压收集器馈送液体制冷剂的多个蒸发器的传统的工业制冷系统而言,冷凝器农场并不针对蒸发器中的任何一个而被平衡。取而代之的是,冷凝器农场通常针对所有的蒸发器的总热能力而被平衡。与之形成对比的是,对于CES,冷凝器和蒸发器可以针对彼此被平衡。

[0035] 冷凝器蒸发器系统106可以被视为整体的制冷系统的子系统。作为子系统,冷凝器蒸发器系统通常可以独立于也可以存在于制冷系统中的其他的冷凝器蒸发器系统而操作。或者,可以提供冷凝器蒸发器系统106,使得其可以结合制冷系统中的一个或多个其他的冷凝器蒸发器系统而操作。例如,可以提供一起工作的两个或更多个CES,以对特定的环境进行制冷。

[0036] 可以提供冷凝器蒸发器系统106,从而其可以在制冷周期和除霜周期中进行工作。冷凝器200可以是在制冷周期中用作冷凝器200和在热气除霜周期中用作蒸发器200'的热交换器201。类似地,蒸发器204可以是在制冷周期中用作蒸发器204和在热气除霜周期中用作冷凝器204'的热交换器205。相应地,本领域技术人员将理解的是,热交换器210当在制冷周期中起作用时可以被称为冷凝器200,而当在热气除霜周期中起作用时可以被称为蒸发器200'。相似地,热交换器205当在制冷周期中起作用时可以被称为蒸发器204,而当在热气除霜周期中起作用时可以被称为冷凝器204'。热气除霜周期是指这样的方法,在所述方法中,来自压缩机的气体被引入到蒸发器中,以便对蒸发器进行加热,从而融化任何累积的霜或冰。作为结果,热气丧失热量并且被冷凝。当CES在制冷和热气除霜两者中起作用时,其可以被称为双功能系统。双功能系统对于整体的冷凝系统是有益的,这是因为冷凝媒介可以在热气除霜周期期间被冷却,因此导致增加整体效率的能量节省。热气除霜周期的频率可以从每天每单元一次除霜到每小时除霜变化,并且通过回收该热量而实现的节省是有价值

的。在并不提供热气除霜周期的传统的系统中无法实现该类型的热量回收。用于除霜的其他方法包括但不限于使用空气、水和电热。冷凝器蒸发器系统适用于除霜的各种方法。

[0037] 可以经由热气管206向冷凝器蒸发器系统106馈送气体冷凝剂。在远离制冷系统的中央压缩机布置的位置处提供冷凝器蒸发器系统106。通过向冷凝器蒸发器系统106馈送气体制冷剂,可以显著地减小制冷系统所需的制冷剂的量,这是因为可以气体形式而不是液体形式来向冷凝器蒸发器系统106馈送制冷剂。作为结果,制冷系统可以实质上等同于常规的液体馈送系统的容量的容量起作用,但利用的制冷剂显著减小。

[0038] 冷凝器蒸发器系统106的操作可以被描述为当在制冷周期中操作时和当在除霜周期中操作时。气体制冷剂流过热气管206,并且可以通过热气制冷周期流动控制阀208和热气除霜流动控制阀209来控制气体制冷剂的流动。当在制冷周期中操作时,阀208打开(open)并且阀209关闭(close)。当在除霜周期中操作时,阀208关闭并且阀209打开。阀208和209可以被提供为控制气体制冷剂的流速的开/关电磁阀或调节阀。可以基于压力受控的收集器202中的液体制冷剂水平来控制或调整制冷剂的流动。

[0039] 冷凝器200是这样的热交换器201,其当冷凝器蒸发器系统106在制冷周期中起作用时用作冷凝器,并且当冷凝器蒸发器系统106在诸如除霜的热气方法之类的除霜周期中起作用时用作蒸发器。当在制冷周期期间用作冷凝器时,冷凝器通过从制冷剂气体中移除热量来冷凝高压制冷剂气体。可以冷凝压力提供制冷剂气体表示一旦从气体中移除热量,则气体将会冷凝为液体。在除霜周期期间,热交换器通过蒸发冷凝的制冷剂来用作蒸发器。应当理解在图4中示出的热交换器是单个单元。然而,应当理解,其是可以被串行或并行布置来提供期望的热交换容量的多个单元的表示。例如,如果由于多余的冷凝而需要除霜期间的额外的容量时,可以采用额外的热交换器单元。热交换器201可以被提供为“板框式”热交换器。然而,还可以采用包括外壳和管道热交换器的另一种热交换器。用于驱动热交换器的冷凝媒介可以是水或水溶液,例如水和乙二醇溶液,或者包括二氧化碳或其它制冷剂的任何冷却媒介。可以例如使用常规的技术(例如冷却塔或地热交换)来冷却冷凝媒介。此外,还可以在工业或商业设施的其他部分中使用冷凝媒介中的热量。

[0040] 冷凝的制冷剂从热交换器201经由冷凝的制冷剂管210流到压力受控的收集器202。冷凝的制冷剂管210可以包括冷凝器抽取流动控制阀212。冷凝器抽取流动控制阀212可以控制在制冷周期期间从热交换器200到压力受控的收集器202的冷凝的制冷剂的流动。在除霜周期期间,可以提供冷凝器抽取流动控制阀212来停止制冷剂的从热交换器201到压力受控的收集器202的流动。冷凝器抽取流动控制阀212的示例是电磁阀和浮子,其仅允许液体通过,并且如果存在气体则关断。

[0041] 压力受控的收集器202在制冷周期和除霜周期两者期间用作液体制冷剂的储存器。通常而言,压力受控的收集器202中的液体制冷剂的水平在制冷周期期间趋于降低并且在除霜周期期间趋于升高。这种现象的原因在于在除霜周期期间移除了蒸发器204中的液体制冷剂,并且在压力受控的收集器202中放置了所述液体制冷剂。相应地,调整压力受控的收集器202的尺寸,从而其足够大以保持在制冷周期期间在蒸发器204中常规保持的液体的整体的量以及在除霜周期期间在压力受控的收集器202中保持的液体的量。当然,如果需要,则压力受控的收集器202的尺寸可以更大。随着在除霜周期期间受控的压力机收集器202中的制冷剂的水平升高,可以在热交换器201中蒸发所累积的液体。此外,如果需要,则

压力受控的收集器可以被提供为多个单元。

[0042] 在制冷周期期间,液体制冷剂经由蒸发器馈送管214从压力受控的收集器202流到蒸发器204。液体制冷剂流出压力受控的收集器202并且流过控制压力液体馈送阀216。控制压力液体馈送阀216调节从压力受控的收集器202到蒸发器204的液体制冷剂的流动。可以在蒸发器馈送管214中提供馈送阀218来提供更精确的流动控制。然而,应当理解,如果诸如电子膨胀阀之类的精确流动阀被用作控制压力液体馈送阀216,则馈送阀218可能不是必需的。

[0043] 蒸发器204可以被提供为从空气、水或任何数量的其他媒介移除热量的蒸发器。可以由蒸发器204冷却的示例性类型的系统包括蒸发器线圈、外壳和管道热交换器、板框式热交换器、接触板冷冻器、螺旋冷冻器和冷冻通道。热交换器可以冷却或冷冻存储冷冻器、处理基底、空气、饮用和非饮用液体和其他化学物质。几乎在移除热量的任何应用中,可以与CES系统一起利用实践上的任何类型的蒸发器。

[0044] 可以经由LSS管220从蒸发器204恢复气体制冷剂。在LSS管220中可以提供吸控制阀222。可选地,可以在管220中提供累积器以提供额外的保护来防止液体延滞(carryover)。吸控制阀222控制蒸发的制冷剂从蒸发器204到中央压缩机布置的流动。在除霜周期期间吸控制阀222通常关闭。此外,在除霜周期期间,蒸发器204用作将气体制冷剂冷凝为液体制冷剂的冷凝器,并且冷凝的液体制冷剂从蒸发器204经由液体制冷剂恢复管224流到压力受控的收集器202。可以提供潜热和显热来在除霜周期期间对蒸发器进行除霜。诸如水和电热之类的其他类型的除霜可以用于移除霜。在液体制冷剂恢复管224中可以存在除霜冷凝阀226。除霜冷凝阀226在除霜周期期间控制从蒸发器204到压力受控的收集器202的冷凝的制冷剂的流动。在制冷周期期间除霜冷凝阀226通常关闭。

[0045] 在热气除霜周期期间,来自压力受控的收集器202的液体制冷剂经由液体制冷剂除霜管228流到蒸发器200'。在液体制冷剂除霜管228中可以存在除霜冷凝蒸发馈送阀230。除霜冷凝蒸发馈送阀230控制在除霜周期期间从压力受控的收集器202到蒸发器200'的液体制冷剂的流动,以将液体制冷剂蒸发到气体状态。在除霜周期期间,蒸发器200'进行操作以冷却流过蒸发器200'的热交换媒介。这可以通过允许冷却来降低制冷系统正在操作的设备中的其他位置处的其他冷凝器的媒介温度,来帮助冷却媒介,这有助于节约电力。此外,在热气除霜周期期间,气体制冷剂经由HSS管232流出蒸发器200'。在HSS管中存在除霜冷凝蒸发压力控制阀234。除霜冷凝蒸发压力控制阀234在除霜周期期间调节蒸发器200'中的压力。在制冷周期期间,除霜冷凝蒸发压力控制阀234通常关闭。除霜冷凝蒸发压力控制阀234可以被以管传送到LSS管220。通常而言,这种布置并不是有效率的。可选地,还可以包括管232中的小累积器以提供额外的保护来防止液体延滞。

[0046] 压力受控的收集器202和HSS管232之间延伸有压力受控的收集器吸管236。在压力受控的收集器吸管236中存在压力受控的收集器压力控制阀238。压力受控的收集器压力控制阀238控制压力受控的收集器202中的压力。相应地,可以经由压力受控的收集器压力控制阀238来控制压力受控的收集器202中的压力。应当理解,可以这样布置压力受控的收集器吸管236,使得其从压力受控的收集器202延伸到LSS管220来取代HSS 232或附加到HHS 232。通常而言,对于压力受控的收集器管更有效地是延伸到HSS管232,或当被用作高阶压缩机时延伸到螺旋式压缩机上的节热器端口。

[0047] 压力受控的收集器液体水平控制组件240被提供来监视压力受控的收集器202中的液体制冷剂的水平。来自压力受控的收集器液体水平控制组件240的信息可以由计算机进行处理，并且可以调整各个阀，以便保持期望的水平。压力受控的收集器液体水平控制组件240中的液体制冷剂的水平可以被观测，并且作为经由液体管线242和气体管线244相通的结果，水平被改变。液体管线242和气体管线244两者都可以包括用于控制流动的阀246。

[0048] 在压力受控的收集器202的底部可以提供可选的放油阀248。所述放油阀248被提供以便从压力受控的收集器202移除任何累积的油。油通常在制冷剂中被带走(entrain)并且趋于与液体制冷剂分离并且由于更重而沉积在底部。

[0049] 压缩机可以被提供为专用于每一个CES的压缩机。然而，更优选地，多个CES馈送压缩机或中央压缩机布置。对于工业系统，中央压缩机布置通常是更需要的。

[0050] 冷凝器蒸发器系统可以提供工业制冷系统中的制冷剂(例如氨)的量的减小。工业制冷系统包括总体取决于中央引擎空间的那些，在所述中央引擎空间中，一个或多个压缩机为多个蒸发器提供压缩并且提供中央冷凝器系统。在这样的系统中，通常从存储容器向多个蒸发器传输液体制冷剂。作为结果，大量的液体通常被存储并且被传输到各个蒸发器。通过利用多个冷凝器蒸发器系统，可能的是可以实现制冷剂的量至少大约85%的减小。期望可以实现更大的减小，但是当然，这取决于具体的工业制冷系统。为了理解如何实现工业制冷系统中的氨的量的减小，考虑在制冷周期期间，制冷剂通过从媒介(例如空气、水、食物等)吸收热量来从液体改变为气体。液体制冷剂(例如氨)被递送到蒸发器以用于蒸发。在许多工业制冷系统中，液体制冷剂被保持在被称为收集器的中央箱、累积器和中间冷却器中，这取决于它们在系统中的功能。随后，该液体氨被以各种方式泵送至用于制冷的设施中的每一个蒸发器。这意味着这些工业系统中的大部分的管包含液体氨。正像一杯水比一杯水蒸气包含更多的水分子那样，在给定长度的管中，管中的液体氨通常包含比管中的氨气体多95%的氨。冷凝器蒸发器系统通过使用一个或多个冷凝器蒸发器系统分散化冷凝系统，减小传输大量的液体制冷剂通过系统的需求。每个冷凝器蒸发器系统可以包含这样的冷凝器，所述冷凝器的尺寸被调整为对应的蒸发器负载。例如，对于10吨(120000BTU)的蒸发器，冷凝器的尺寸可以被调整为至少等于10吨。在现有的工业制冷系统中，为了使得蒸发的气体回到液体从而其可以被再次蒸发，气体被通过压缩机压缩，并且被发送到一个或多个中央冷凝器或冷凝器农场，其中从氨移除热量，因此使得制冷剂氨冷凝为液体。该液体随后通过制冷系统被泵送到各个蒸发器。

[0051] 在使用CES的系统中，来自蒸发器的气体被压缩机压缩，并且被发送回CES作为高压气体。该气体被随后馈送到冷凝器200。在制冷周期期间，冷凝器200(例如板框式热交换器)具有在其中流过的冷却媒介。冷却媒介可以包括水、乙二醇、二氧化碳或任何可接受的冷却媒介。高压氨气体将其在压缩期间吸收的热量传输到冷却媒介，从而使得氨冷凝为液体。该液体随后被馈送到被以与冷凝器200相比较更低的压力保持的压力受控的收集器202，从而液体可以容易地抽取。由压力受控的收集器管236中的阀238来调节压力受控的收集器中的压力。由液体水平中央组件240来监视压力受控的收集器202中的液体水平。如果液体水平在制冷期间过高或过低，则阀208将相应地打开、关闭或调节，以保持适当的水平。

[0052] 压力受控的收集器202用作保持要被馈送到蒸发器204中的液体的储存器。由于冷凝器200和压力受控的收集器202的尺寸针对每一个蒸发器204被调整，因此按需来冷凝制

冷剂。由于按需临近于蒸发器204来冷凝制冷剂,因此存在较小的在长距离上传输液体制冷剂的需求,从而允许显著减小整体的氨填充(例如,与具有大约相同的制冷能力的传统的制冷系统相比,大约至少85%)。由于蒸发器204需要更多的氨,因此阀216和218打开以将适当量的氨馈送到蒸发器204中,从而在氨离开蒸发器204之前,氨被蒸发,从而没有液体氨回到压缩机布置中。当单元被关断和/或正在进行除霜时,阀222将关断氨的流动。

[0053] 可以制冷周期和除霜周期两个方面来解释冷凝器蒸发器系统106的操作。当冷凝器蒸发器系统106在制冷周期中操作时,冷凝压力下的气体制冷剂可以被经由热气管206从压缩机系统馈送到冷凝器200。在这种情形中,制冷周期流动控制阀208打开,并且热气除霜流动控制阀209关闭。气体制冷剂进入冷凝器200,并且被冷凝到液体制冷剂。冷凝器200可以使用任何适当的冷却媒介,例如水或乙二醇溶液,其被泵送通过冷凝器200。应当理解的是,从冷却媒介恢复的热量可以在其他处被恢复和使用。

[0054] 冷凝的制冷剂经由冷凝的制冷剂管210和冷凝器抽取流动控制阀212从冷凝器200流到压力受控的收集器202。冷凝的制冷剂在压力受控的收集器202中累积,并且可以由压力受控的收集器液体水平控制组件240来确定液体制冷剂的水平。液体制冷剂经由蒸发器馈送管214和控制压力液体馈送阀216和218从压力受控的收集器202流出,并且流入蒸发器204中。蒸发器204中的液体制冷剂被蒸发,并且气体制冷剂经由LSS管220和吸控制阀222从蒸发器204中被恢复。

[0055] 有兴趣的是需要注意,在制冷周期期间,无需基于液体过馈送来操作蒸发器。也就是说,作为蒸发到气体制冷剂的结果,进入蒸发器204的所有液体可以用于提供制冷。作为结果,来自媒介的热量传输通过蒸发器并且进入液体制冷剂,使得液体制冷剂变为气体制冷剂。媒介在实质上可以是通常被冷却的任何类型的媒介。示例性的媒介包括空气、水、食物、二氧化碳和/或另一种制冷剂。

[0056] 制冷的一个结果在于在蒸发器上形成霜和冰。因此,以足以产生霜和冰的低温接收制冷剂的每一个线圈应当经过除霜周期以保持清洁和有效率的线圈。通常存在移除线圈上的霜和冰的四种方法。这些方法包括水、电、空气或热气(例如高压氨)。CES将利用所有的除霜方法工作。CES通常适用于使用热气除霜技术来进行除霜。

[0057] 在热气除霜期间,可以反转经过CES的热气制冷剂的流动,从而对蒸发器进行除霜。热气可以被馈送到蒸发器并且被冷凝到液体制冷剂。所得到的液体制冷剂可以在冷凝器中被蒸发。该蒸发步骤可以被称为“本地蒸发”,这是因为其出现在CES中。作为结果,可以避免将液体制冷剂发送到诸如用于存储的累积器之类的中央容器。CES从而可以提供蒸发器的热气除霜,而无需利用存储大量的液体制冷剂。

[0058] 在热气除霜期间,通常到达冷凝器的高压氨气体被替代地导引到蒸发器。该温暖的气体冷凝为液体,因此温暖蒸发器,使得蒸发器的内部温度变为足够温暖从而融化线圈的外侧上的冰。现有的制冷系统通常采集该冷凝的液体,并且使其通过管道流回大的箱,在所述大的箱中,其再次用于制冷。与之形成对比的是,利用CES的制冷系统可以使用在热气除霜期间生成的冷凝的制冷剂,并将其蒸发回气体,以便去除系统中多余的液体氨。

[0059] 在除霜周期期间,经由热气管206将处于冷凝压力的气体制冷剂馈送回冷凝器204'。气体制冷剂流过热气除霜流动控制阀209(制冷周期控制阀208关闭),并且流入蒸发器馈送管214并且通过馈送阀218。冷凝器204'中的气体制冷剂被冷凝到液体制冷剂(其随

后融化冰和霜),并且经由液体制冷剂恢复管224和除霜冷凝阀226被恢复。在除霜期间,吸控制阀222可以关闭。液体制冷剂随后经由液体制冷剂恢复管224流入到压力受控的收集器202中。液体制冷剂经由液体制冷剂除霜管228从压力受控的收集器202通过除霜冷凝蒸发馈送阀230流入到蒸发器200'中。此时,控制压力液体馈送阀216和冷凝器抽取流控制阀212关闭,并且除霜冷凝蒸发馈送阀230打开,并且能够被调节。在除霜周期期间,蒸发器200'中的液体制冷剂蒸发以形成气体制冷剂,并且气体制冷剂经由HSS管232被恢复。此外,除霜冷凝蒸发压力控制阀234打开并且被调节,并且制冷周期流动控制阀208关闭。

[0060] 应当理解,在热气除霜周期中,冷凝器204'的另一侧上的媒介被加热,并且蒸发器200'的另一侧上的媒介被冷却。在除霜周期期间出现的蒸发的额外的效果在于,其帮助冷却冷凝系统中的媒介(例如水或水和乙二醇),这节省了电力,因为其降低了压缩机的排放压力,并且减小了热交换器的冷却媒介流动。

[0061] 应当理解的是,可以在没有热气除霜周期的情况下利用CES。可以与CES一起利用其它类型的除霜,包括空气除霜、水除霜或电除霜。对于图2-4中所示的示意性表示,本领域一般技术人员应当理解如何修改系统来去除热气除霜并且在其位置处利用空气除霜、水除霜或电除霜。

[0062] 分散式冷凝器制冷系统(DCRS)可以有益地避免使用大的中央冷凝器或冷凝器农场。此外,DCRS可以被表征为具有中央压缩机和分散式冷凝器。返回的气体制冷剂可以被由压缩机压缩,并且被随后发送到冷凝器蒸发器系统。示例性的压缩机包括单阶压缩机和多阶压缩机。可以使用的示例性类型的压缩机包括往复式压缩机、螺旋式压缩机、旋片式压缩机和涡旋式压缩机。通常而言,气体制冷剂经由累积器122或126返回到压缩机。通常调整累积器的尺寸,从而到来的气体的速度针对任何液体制冷器充分地减小并且在气体制冷剂中被带走以退出,从而液体并不被抽取到压缩机布置102中。可以提供一个或多个累积器或中间冷却器。可以提供水平监视系统92来监视累积器中的液体制冷剂的量。可以移除或蒸发累积器中的多余的液体制冷剂。水平监视系统92是已知的并且可以被提供为监视累积器中的制冷剂的量的浮控开关或阻抗水平杆。可以经由热交换器使用例如电热、热气或蒸发来沸腾损耗掉累积器中的多余的液体制冷剂。

[0063] 如上所述的现有技术中的三个用于将液体从中央冷凝器传输到蒸发器的系统(液体泵或液体过馈送系统、直接膨胀式系统和泵机鼓式系统)通常需要长距离的管,所述长距离的管被充满有从这些中央容器向每一个蒸发器泵送的液体制冷剂(即氨)。可以通过分散化冷凝器来去除液体氨的这些长管。或者,可以针对对应的蒸发器来调整冷凝器的尺寸并且配置所述冷凝器。可以为每一个蒸发器提供有小的冷凝器和压力受控的收集器。为了将氨馈送到蒸发器,压缩机排放被以管传送到用于馈送每个冷凝器的头部。出于说明的目的,被填充有-20°F的液体氨的100英尺长的3英寸管保持大约208磅的液体氨,其中所述-20°F的液体氨通常从中央箱流来,并且被泵送到工业氨制冷设备中的各个蒸发器。为了提供类似的容量,根据本发明的系统将需要5英寸管来将氨提供到各个CES,但该管将被填充有高压气体而非液体。因此,处于85°F排放温度的100英尺部分的5英寸管保持仅7.7磅的氨。这导致减少了主管馈送氨设备中的96.3%的氨。尽管不熟悉制冷的人可能会认为氨不够,但必需注意的是,排放的气体的移动速度比液体要快很多,而且还应当注意的是,标准制冷系统通常使用液体过馈送,其中仅25%的液体被实际蒸发,而主体以未蒸发的状态返回到箱,

造成其被再次发送出。

[0064] 与上述的传统或现有系统相比,DCRS中累积器或中间冷却器容器的直径并未减小,这是因为通常是基于气体速度来选择直径的以便允许从气体流中移除要被带走的液体。然而,在DCRS中,除非设计者或操作者决定使用这些累积器或中间冷却器的存储容量作为多余的制冷剂的存储器,否则这些容器中可以为空或在实质上没有任何液体制冷剂。在传统的系统中,这些容器通常可以保持至多等同于它们的液体氨中的容量的50%,这是因为传统的氨泵的净正吸头的需求。因此,可以计算出在典型的1000吨的系统中,如果水平被保持在传统的50%的水平,则累积器和中间冷却器将保持大约20926磅的氨。在DCRS中,除了如上所述的任意存储之外,仅在任何容器中保持的液体可以是在每一个CES中的压力受控的收集器中保持的液体。已经计算出在正常操作期间在1000吨的系统中的这些容器将可能保持953磅的氨的总进料。这减少了大约95%。

[0065] 此外,大的中央蒸发冷凝器以液体氨保持它们容量的20%。例如,根据制造商,当前由著名的蒸发冷凝器制造商销售的典型的1000制冷吨蒸发冷凝器具有大约2122磅的氨的氨进料。通过在CES中使用板框式热交换器,在1000吨DCRS系统中的各个冷凝器中的氨的总进料被计算为1241bs。这减少了在冷凝系统中的大约94%。

[0066] 如果CES操作为直接膨胀,则位于每个CES中的蒸发器保持它们液体容量的大约30%,这是减少DCRS中的总制冷剂进料的优选方法。然而,所述CES可以被设置为操作所包括的蒸发器作为充满的液体再循环或蒸发器的泵机鼓型馈送。这些替代的方法将改变CES的设计以适应所使用的方法,但在CES处冷凝高压排出气体的总体概念将不变,因此DCRS系统的基本设计将不变。然而,如果CES要被配置用于这些其他方法,则每个CES中的氨的量将会更高,但不会改变剩余的DCRS系统中的氨的量。

[0067] 由于每一个工业制冷系统对于特定的制冷需求是唯一的,因此难于比较系统。然而,基于如上所述的制冷剂进料节省,DCRS中的制冷剂进料的平均减小可以大约为90%。当制冷剂是氨时,这尤其重要。职业安全与健康管理局(OSHA)已经将氨分类为高危化学物质,并且从而根据29CFR 1910.119标准规定任何利用了10000磅的氨的制冷系统要受制于过程安全管理(PSM)。PSM程序是昂贵和复杂的。历史上,由于氨并不昂贵,因此氨制冷工业并未重视氨进料。然而,鉴于这些规定并且由于任何利用更少氨的设备将更安全,因此DCRS中的氨减小是重要的。除了具有更安全的设备之外,使用DCRS作为它们的氨制冷系统的设备还将可能具有足够小的氨进料以保持在OSHA的10000磅的PSM阈值之下。

[0068] 此外,由于在各个CES(I)和累积器和中间冷却器之间连接的主管具有非常少的氨,因此在由于管断裂而造成的灾难性的释放的情况下,显然显著地减小了所释放的氨的量。这种减小不仅在员工安全方面重要,而且对于周边社区和环境也是重要的。由于氨是自然制冷剂而没有温室气体效果,并且与人造的HCFC和其他制冷剂相比效率更高,因此安全上的任何增加都是有益的。

[0069] 构造材料应当是根据ASME(美国机械工程师协会)、ASHRAE(美国供暖制冷和空调协会)、ANSI(美国国家标准协会)和IIAR(氨制冷国际协会)通常可接受的材料。阀、热交换器、容器、控制器、管、配件、焊接过程以及其他部件应当遵从于这些通常接受的标准。板框式热交换器对于热交换器是有益的,这是因为板框式热交换器通常使用与其他类型的热交换器相比的最小量的制冷剂。应当理解的是,可以使用各种热交换器,包括通常被表征为下

述的那些热交换器：壳管式热交换器、壳板式热交换器、双管式和多管式热交换器、螺旋板式热交换器、铜焊板翅式热交换器、板翅管表面热交换器、刺刀管式热交换器以及螺旋管式热交换器。冷凝媒介可以用于热交换器中。冷凝媒介可以是水或水溶液，例如水和乙二醇溶液或盐水，或者包括二氧化碳、乙二醇或其它制冷剂的任何冷却媒介。蒸发器可以是使得任何材料或空气冷却/冷冻的任何样式的蒸发器。

[0070] 尽管已知不同的工业制冷系统的操作不同，但我们可以计算了理论上总体上被表征为图1中所示的系统的使用液体再循环的1000吨的系统将需要大约31500磅的氨。与之形成对比的是，我们估计根据本发明的具有相同的1000吨的容量的制冷系统将需要大约4000磅的氨。这等于减少了大约87%。根据包括油冷却等多个因素，这个数字可以容易地超过氨的量的90%的减小。

[0071] 以上的说明书提供了对本发明的制造和使用的完整描述。由于可以实现本发明的许多实施例而不偏离本发明的精神和范围，因此在所附权利要求中界定本发明。

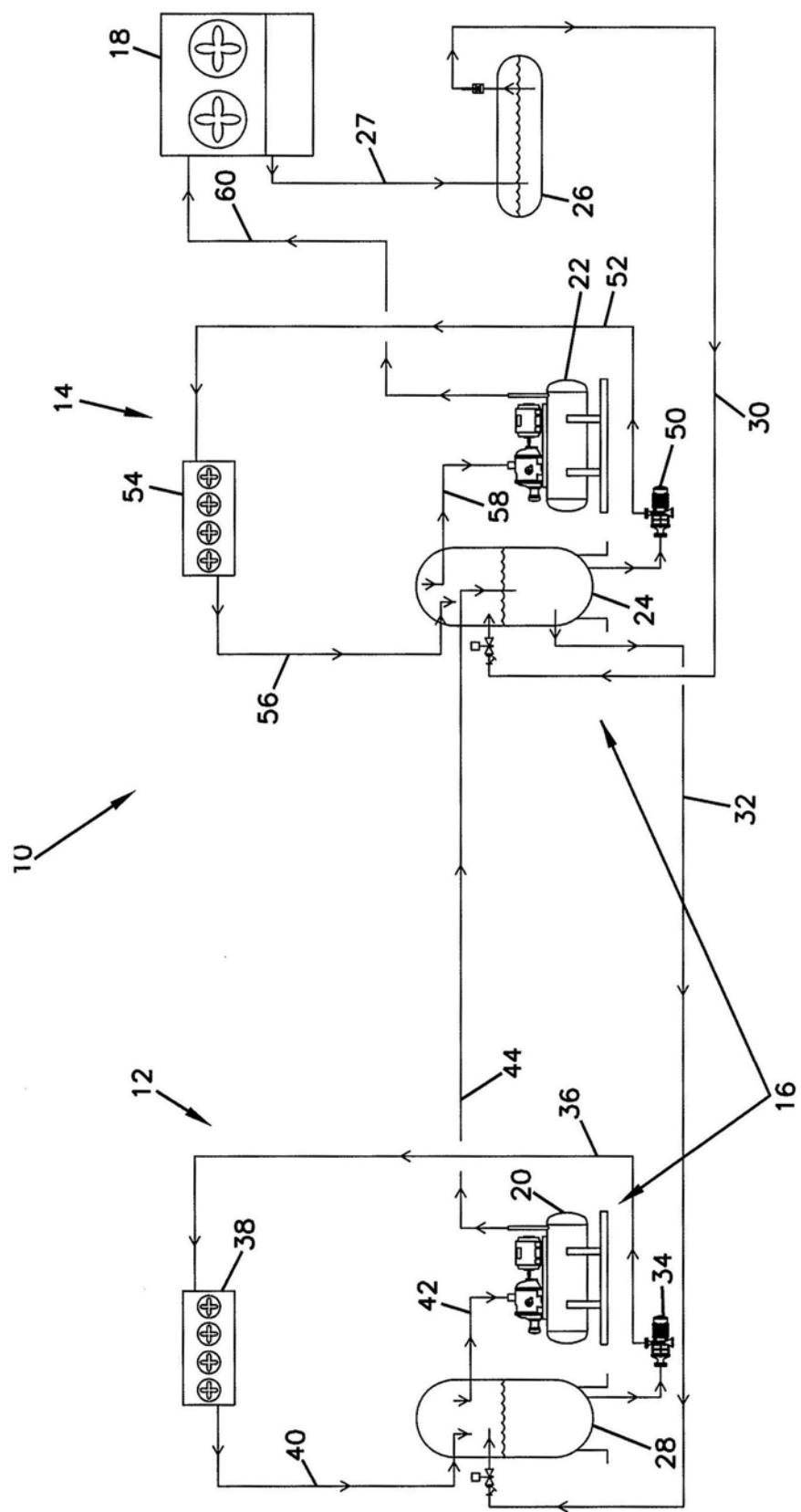


图1

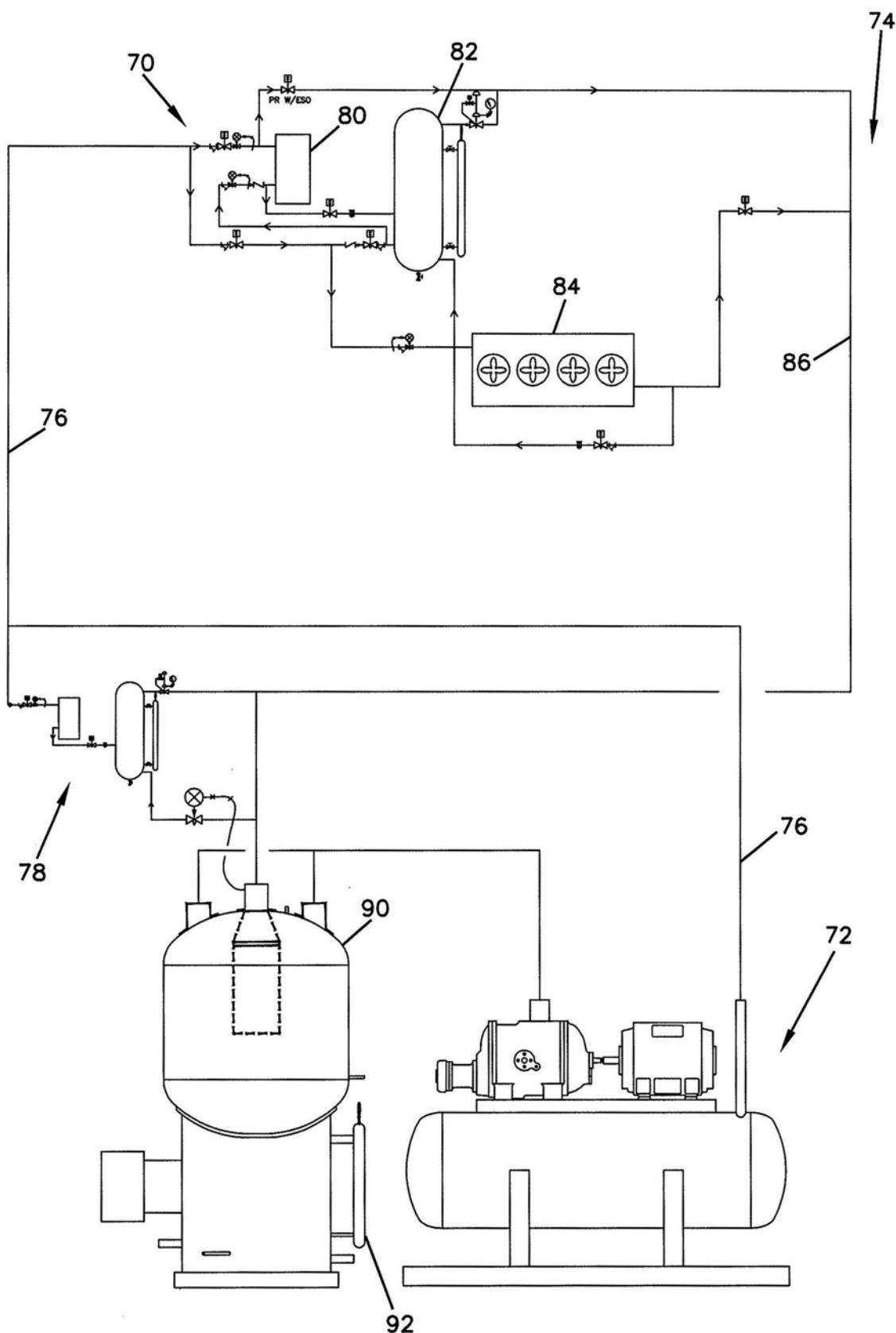


图2

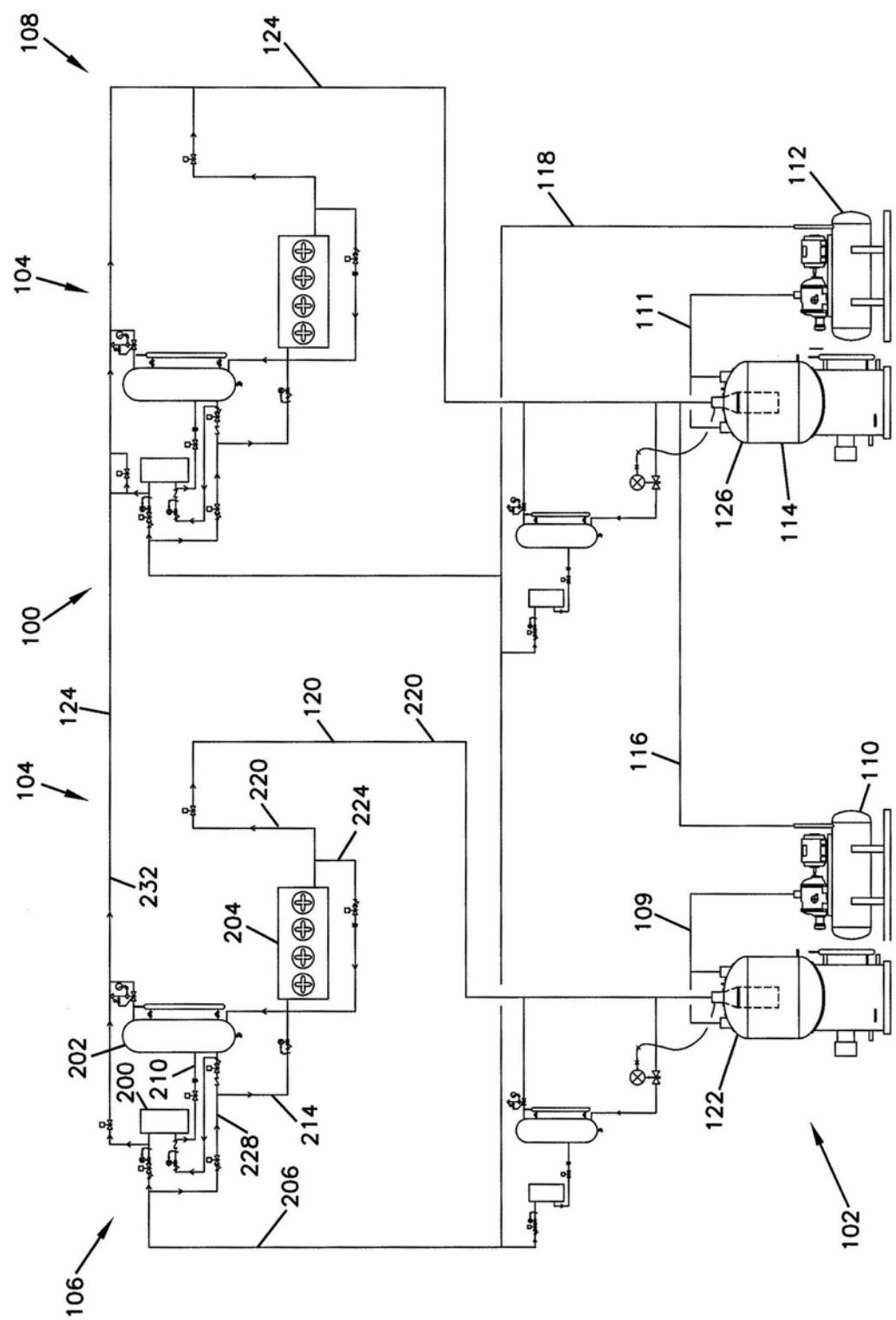


图3

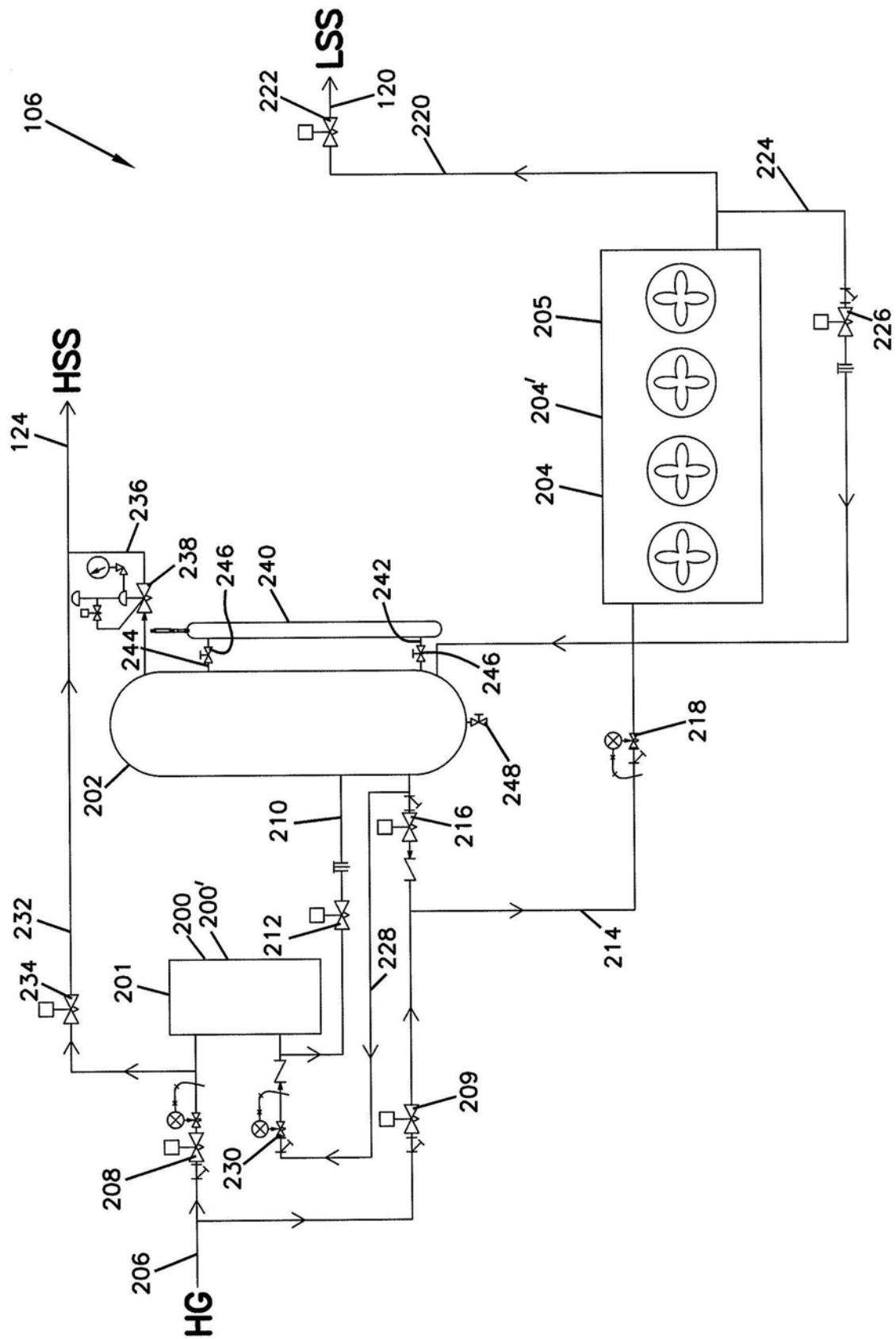


图4