[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
F25D 13/00
F25B 1/10

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02127881.4

[43] 公开日 2003 年 4 月 2 日

[11] 公开号 CN 1407301A

[22] 申请日 2002.8.14 [21] 申请号 02127881.4

[30] 优先权

[32] 2001.8.16 [33] US [31] 09/930199

[71] 申请人 普莱克斯技术有限公司

地址 美国康涅狄格州

[72] 发明人 K·K·王 R·A·诺瓦克

M·J·斯尼克罗皮

D·P·博纳奎斯特

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

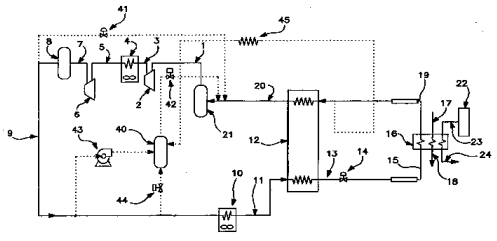
代理人 钟守期 谭明胜

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 低温制冷系统

[57] 摘要

一种低温制冷系统，其中制冷由循环在制冷回路中的逐渐变暖的多组分制冷剂流体向热负荷提供，同时又单独地由低温液体通过与热负荷直接或间接换热提供给热负荷。



ISSN1008-4274

1.一种向热负荷提供制冷的方法，包括:

(A)压缩多组分制冷剂流体以提供压缩的多组分制冷剂流体，冷却该压缩的多组分制冷剂流体以提供冷却的压缩的多组分制冷剂流体，以及令冷却的压缩的多组分制冷剂流体膨胀以提供载冷多组分制冷剂流体;

(B)由载冷多组分制冷剂流体向热负荷提供制冷，然后通过与逐渐冷却的压缩的多组分制冷剂流体的间接换热使该多组分制冷剂流体变暖；以及

(C)将低温液体送至热负荷以便向热负荷提供冷却。

2.权利要求 1 的方法，其中低温液体送至热负荷以便给热负荷提供冷却，发生在由载冷多组分制冷剂流体向热负荷提供制冷的时间的至少一部分期间。

3.权利要求 2 的方法，其中其中低温液体送至热负荷以便给热负荷提供冷却，仅发生在由载冷多组分制冷剂流体向热负荷提供制冷的时间的一部分期间。

4.权利要求 1 的方法，其中低温液体通过间接换热向热负荷提供冷却。

5.权利要求 1 的方法，其中低温液体通过直接换热向热负荷提供冷却。

6.权利要求 1 的方法，其中热负荷包含食品。

7.权利要求 1 的方法，其中低温液体包含液氮。

8.一种提供制冷的设备，包括:

(A)热负荷;

(B)至少一台压缩机、自冷热交换器、膨胀装置以及将多组分制冷剂流体从压缩机送至自冷热交换器的、从自冷热交换器送至膨胀装置的、从膨胀装置送至热负荷的以及从热负荷送至自冷热交换器的装置；以及

(C)低温液体储罐和将低温液体从低温液体储罐送至热负荷的装置。

9.权利要求 8 的设备，其中热负荷包括食品冷藏库。

10.权利要求 8 的设备，其中压缩机包括初级和次级，在初级与次级之间设有中间冷却器。

低温制冷系统

技术领域

本发明总体涉及向热负荷（heat load）提供制冷（refrigeration），其中制冷是利用多组分制冷剂流体产生和提供给热负荷的。

背景技术

制冷广泛应用在食品的制冷、药品的生产、天然气液化以及许多其他需要制冷以便向热负荷提供制冷的场合。

最近在制冷领域的一项重大进步是采用多组分制冷剂的制冷系统的开发，此种系统能比传统系统远为有效地产生制冷。此种制冷系统，亦称混合气体制冷剂系统或MGR系统，对于以诸如低于-80℃这样非常低或低温温度提供制冷尤其具有吸引力。

MGR系统，在典型情况下安装成本要高于传统蒸汽压缩系统，并且操作起来也更复杂。当MGR系统为能满足峰值制冷要求而设计得比具体应用名义上要求的大得多时，MGR系统的高初次投资就变得特别不利了。为解决MGR系统比较复杂的固有特点所带来的可靠性问题又招致成本的进一步增加。

据此，本发明的目的是提供一种制冷系统，它使得能够采用MGR系统而不需要根据热负荷的峰值制冷要求设计MGR系统的规模，也不需要在基本MGR系统上增加昂贵的附加可靠性系统。

发明概述

上述以及其他目的，在本领域技术人员研读了本公开之后就会明白，按本发明便可实现，其一个方面是：

一种向热负荷提供制冷的方法，包括：

(A)压缩多组分制冷剂流体以提供压缩的多组分制冷剂流体，冷却该压缩的多组分制冷剂流体以提供冷却的压缩的多组分制冷剂流体，以及令冷却的压缩的多组分制冷剂流体膨胀以提供载冷（referigeration bearing）多组分制冷剂流体；

(B)由载冷多组分制冷剂流体向热负荷提供制冷，然后通过与逐渐冷却的压缩的多组分制冷剂流体的间接换热使该多组分制冷剂流体变

暖；以及

(C)将低温液体送至热负荷以便向热负荷提供冷却。

本发明另一个方面是：

提供制冷的设备，包括：

(A)热负荷；

(B)至少一台压缩机、自冷热交换器（auto refrigerator heat exchanger）、膨胀装置以及将多组分制冷剂流体从压缩机送至自冷热交换器的、从自冷热交换器送至膨胀装置的、从膨胀装置送至热负荷的以及从热负荷送至自冷热交换器的装置；以及

(C)低温液体储罐和将低温液体从低温液体储罐送至热负荷的装置。

本文使用的术语“膨胀”是指实现压力下降。

本文使用的术语“膨胀装置”是指实现流体膨胀的设备。

本文使用的术语“压缩机”是指实现流体压缩的设备。

本文使用的术语“多组分制冷剂流体”是指包含二或更多化学物种并能产生制冷的流体。

本文使用的术语“制冷”是指从低于环境温度的系统中排出热量的能力。

本文使用的术语“制冷剂流体”是指在制冷过程中，在温度、压力以及可能在“相”诸方面发生改变，从而在较低温度吸热并在较高温度将热排出的流体。

本文使用的术语“可变负荷制冷剂”是指二或更多组分的混合物，其各组分的比例使得这些组分的液相发生介于混合物泡点与露点之间连续和递增的温度变化。混合物的泡点是，给定压力下这样的温度，其中混合物完全处于液相，但若加入热量将引发与液相处于平衡的汽相的形成。混合物的露点是，在给定压力下这样的温度，其中混合物完全处于汽相，但若撤出热量，将引发与汽相处于平衡的液相的形成。因此，混合物泡点与露点之间的温度范围是液相和汽相处于平衡共存的范围。在本发明优选的实施方案中，一种可变负荷制冷剂的泡点与露点之间的温度差一般至少是 10℃，优选至少 20℃，最优选至少 50℃。

本文使用的术语“热负荷”是指一种要求降低能量或撤出热量，

以便降低其温度或保持其温度不升高的物流或物体。

本文使用的术语“低温液体”是指包含液氮、液态二氧化碳和液氩当中至少一种的液体。

附图简述

图 1 是本发明低温制冷系统的一种优选实施方案的示意表达。

图 2 是本发明低温制冷系统的另一种优选实施方案的简化示意表达。

发明详述

下面将结合附图详细描述本发明。现在看图 1，多组分制冷剂流体 1 送至第一压缩机或压缩级 2，其中它通常被压缩到 40～250 磅/平方英寸绝压(psia)之间的压力。压缩的多组分制冷剂流体 3 流过空气冷却的中间冷却器 4 而被冷却，产生的多组分制冷剂流体 5 被送至下一个压缩机或压缩级 6，其中它被进一步压缩到一般介于 80～500 psia 之间的压力，从而提供压缩的多组分制冷剂流体 7。压缩的多组分制冷剂流体 7 流过油过滤器 8 而除掉油污，产生的压缩的多组分制冷剂流体 9 流经空气冷却的脱过热器（desuperheater）10 被冷却撤出压缩热。获得的压缩的多组分制冷剂流体 11 随后送至自冷热交换器 12。

实施本发明的所使用的多组分制冷剂流体优选包含选自碳氟化合物、氟代烃（hydrofluorocarbon）、氯氟代烃（hydrochlorofluorocarbon）、氟代醚（fluoroether）、大气气体和烃类当中的至少两种，例如，多组分制冷剂流体可仅由两种碳氟化合物组成。优选的是，本发明使用的多组分制冷剂是可变负荷制冷剂。

一种优选的本发明用多组分制冷剂包含选自碳氟化合物、氟代烃和氟代醚当中的至少一种组分以及选自碳氟化合物、氟代烃、氯氟代烃、氟代醚、大气气体和烃类当中的至少一种组分。

在一种优选的本发明实施方案中，多组分制冷剂唯一地由碳氟化合物组成。在另一种本发明优选实施方案中，多组分制冷剂仅由碳氟化合物和氟代烃组成。在另一种本发明优选实施方案中，多组分制冷剂仅由碳氟化合物、氟代醚和大气气体组成。最优选的是，多组分制冷剂的每一种组分是碳氟化合物、氟代烃、氟代醚或者大气气体。

在自冷热交换器 12 内，压缩的多组分制冷剂流体通过与逐渐变暖的多组分制冷剂流体之间的间接换热而冷却，正如下面将更充分描述

的。冷却的压缩的多组分制冷剂流体 13 从自冷热交换器 12 送至膨胀装置 14，其中它膨胀而产生制冷。优选的是，膨胀装置是焦耳-汤姆逊阀，且膨胀是等焓膨胀。该载冷多组分制冷剂流体 15，优选部分地或完全处于液相，随后送至热负荷以便向热负荷提供制冷。

在图 1 所示本发明实施方案中，热负荷是食品冷藏库，其中制冷从多组分制冷剂流体转移到食品冷藏库的气氛中。其他可利用本发明低温制冷系统接受制冷的热负荷包括化学加工工业反应器、冷冻干燥、生物贮藏、超导、通讯、天然气液化、医疗成象以及其他食品制冷设备。

现在回过来看图 1，载冷多组分制冷剂流体 15 送至食品冷藏库 16，其中它通过与食品冷藏库 16 的气氛进行间接换热向热负荷提供制冷。在典型情况下，在向热负荷提供制冷的过程中，多组分制冷剂流体中至少一部分蒸发。在图 1 所示实施方案中，食品冷藏库气氛通过吸气口 17 提供给食品冷藏库 16 并通过排气口 18 从食品冷藏库 16 移出。

多组分制冷剂流体以流 19 从热负荷送至自冷热交换器 12，其中通过与逐渐冷却的压缩的多组分制冷剂流体 11 之间的间接换热它变暖，并且任何剩余的液体将蒸发。所获得的变暖的多组分制冷剂流体 20 送至收集罐 21，在此任何残留液体，若有的话，被移出，然后气态多组分制冷剂流体从收集罐 21 作为流 1 送至压缩机 2，于是多组分制冷剂流体的制冷循环再重新开始。

低温液体贮存在低温液体储罐 22 中。优选的低温液体是液氮。低温液体以流 23 从储罐 22 送至热负荷 16，其中低温液体变暖，优选蒸发，以便给热负荷提供冷却。低温液体送至热负荷可发生在由载冷多组分制冷剂流体向热负荷提供制冷期间和/或之前和/或之后。当它在由载冷多组分制冷剂流体提供制冷期间提供给热负荷时，优选它仅在该时间的一部分期间提供，即，在峰值制冷要求期间。在图 1 所示本发明实施方案中，低温液体通过间接换热给热负荷提供冷却。变暖并优选蒸发的低温液体随放空流 24 从热负荷 16 中移出。

图 1 还表示一种优选的设备布置，其中采用缓冲罐 40 来提供缓冲容积，以便系统的高侧压力与低侧压力可维持在各自的设定点。该缓冲罐系统用虚线表示。例如，若高侧压力变得过高，流体将从压缩机

排出侧通过阀 41 送至缓冲罐 40。若高侧压力过低，流体将从缓冲罐 40 通过阀 42 进入压缩机吸入侧上游的回路。缓冲罐还起到制冷剂的暂存容积的作用，如果系统中的任何部分或整个系统需要隔离的话。在这种情况下，流体是通过泵 43、阀 44 和蒸发器 45 当中的一个或多个提供给缓冲罐的。

图 2 给出本发明另一种实施方案，其中低温液体通过直接热交换给热负荷提供冷却。在图 2 所示本发明实施方案中，多组分制冷剂流体制冷回路的操作方式基本上与图 1 所描述的相同，故不再赘述。在图 2 中，以一种代表的方式，将其表示为方框 50，流出的分枝 51 去热负荷 60；流入的分枝 52 来自热负荷 60。

现在看图 2，低温液体 61 从低温液体储罐 62 通过阀 63 送至热负荷 60，在图 2 所示本发明实施方案中它是食品冷藏库。食品，例如汉堡包牛肉饼，被送过食品冷藏库 60，例如放在由箭头 64 以示意形式表示的输送带上。在食品冷藏库 60 内，低温液体，例如液氮，从喷洒头 65 喷洒到食品上，从而冷却并冷冻食品或将食品维持在冷冻状态。获得的蒸发、低温液体随后从食品冷藏库中排空。

虽然本发明已就某些优选实施方案做了描述，但本领域技术人员懂得，在本发明精神和范围内尚存在其他本发明的实施方案。

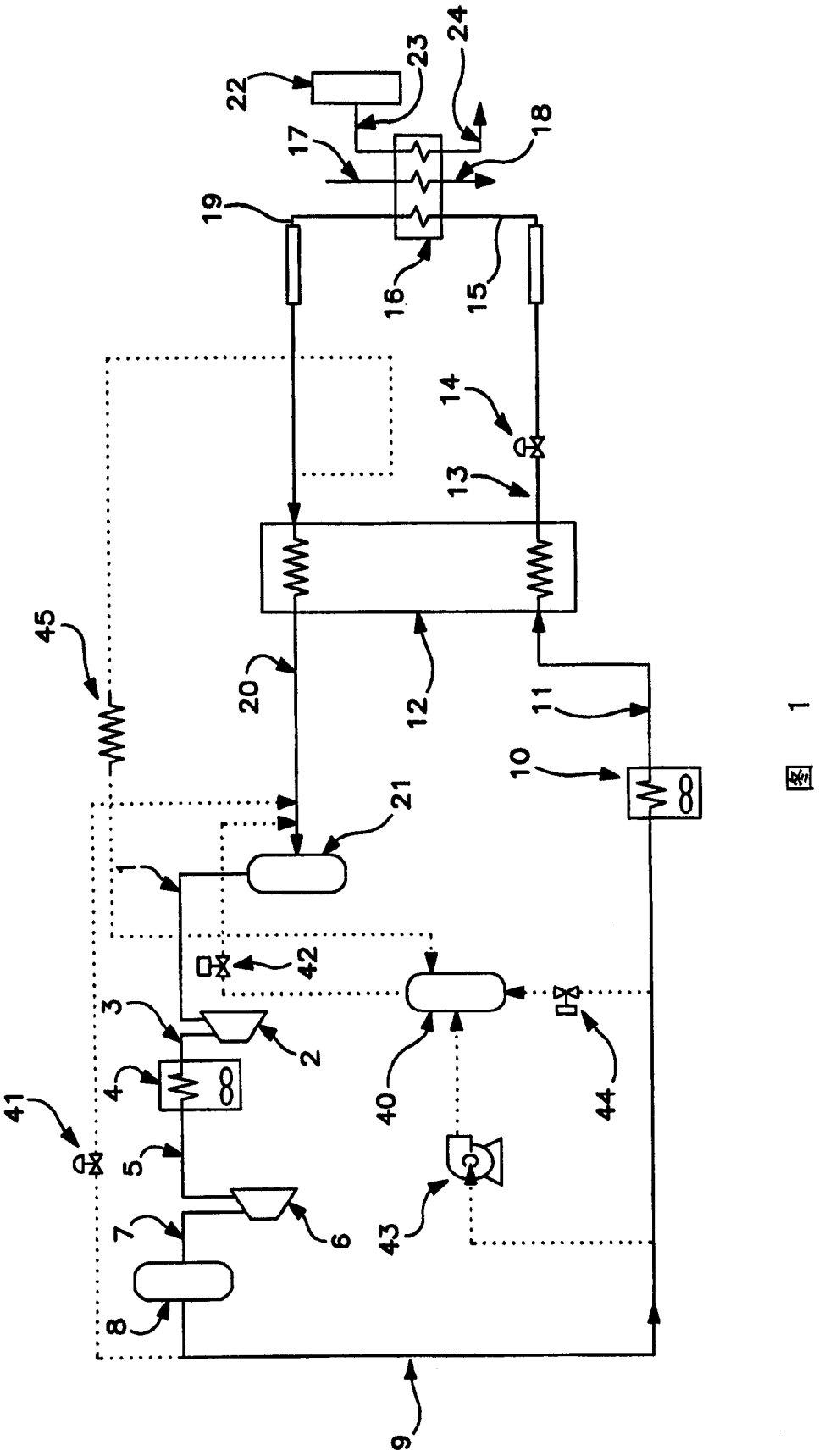

22
23
24
17
18
19
16
15
14
13
45
20
12
11
10
21
1
42
3
2
4
41
5
6
7
8
9
40
43
44

图 1

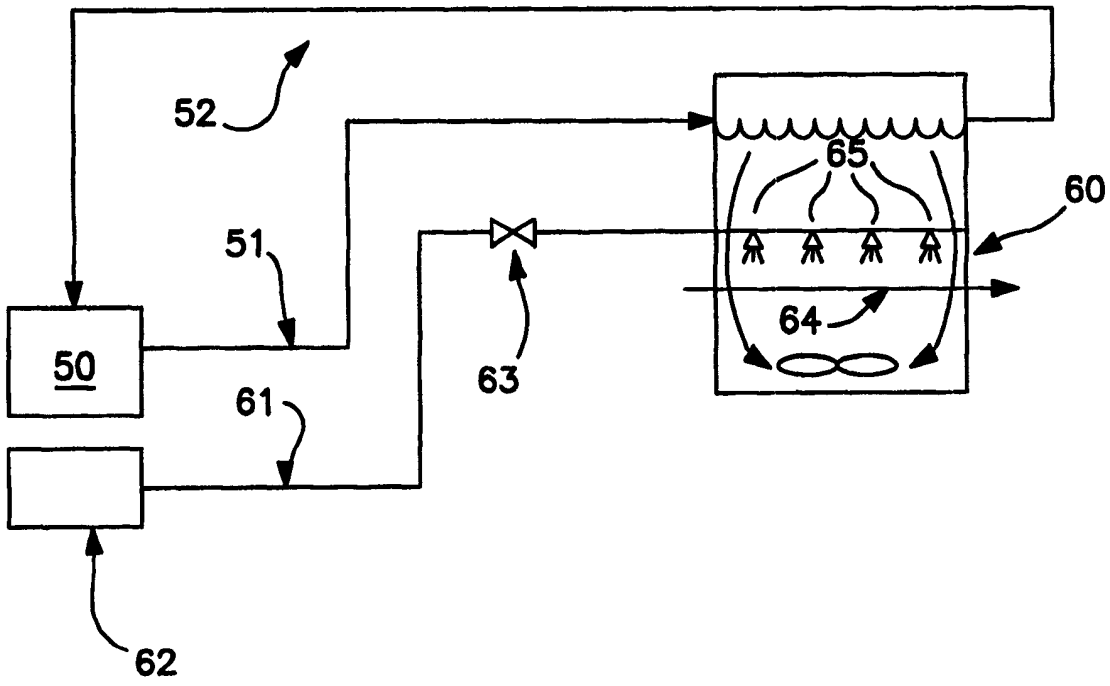


图 2