

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

F25B 9/00 (2006.01)

F25B 41/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580026836.8

[45] 授权公告日 2010年1月20日

[11] 授权公告号 CN 100582603C

[22] 申请日 2005.7.29

[21] 申请号 200580026836.8

[30] 优先权

[32] 2004.8.9 [33] DE [31] 102004038640.4

[86] 国际申请 PCT/EP2005/008255 2005.7.29

[87] 国际公布 WO2006/015741 德 2006.2.16

[85] 进入国家阶段日期 2007.2.8

[73] 专利权人 林德制冷技术有限责任公司

地址 德国科隆

[72] 发明人 安德烈亚斯·格尔内曼

贝恩德·海因博凯尔

乌韦·席尔霍恩

[56] 参考文献

EP1046869A1 2000.10.25

US4551983A 1985.11.12

DE19522884A1 1997.1.2

CN1376251A 2002.10.23

US6470693B1 2002.10.29

WO9910686A 1999.3.4

DE4309137A1 1994.8.4

EP1046869A 2000.10.25

US4831835A 1989.5.23

US4430866A 1984.2.14

审查员 王美芳

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 侯鸣慧

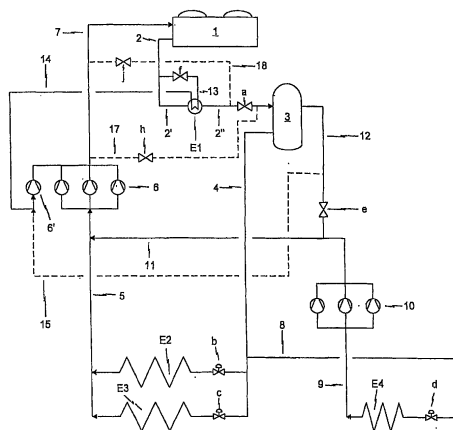
权利要求书4页 说明书11页 附图5页

[54] 发明名称

制冷循环回路和用于运行制冷循环回路的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种制冷循环回路，在该制冷循环回路中循环单组分的或多组分的制冷剂，在流动方向上具有一个液化器、一个收集容器、一个连接在蒸发器前面的减压装置、一个蒸发器和一个单级压缩的压缩机单元。根据本发明，在液化器/气体冷却器(1)与收集容器(3)之间安置一个中间减压装置(a)。还公开了一种用于运行制冷循环回路的方法，其中，根据本发明，在安置在液化器(1)与收集容器(3)之间的中间减压装置(a)中使制冷剂减压到5至40巴的压力。



1. 制冷循环回路，在该制冷循环回路中循环单组分的或多组分的制冷剂，该制冷循环回路能够进行超临界工作，在流动方向上具有一个液化器/气体冷却器(1)、一个收集容器(3)、一个连接在蒸发器(E2, E3)前面的减压装置(b, c)、一个蒸发器(E2, E3)和一个单级压缩的第一压缩机单元(6)，其特征在于：在液化器/气体冷却器(1)与收集容器(3)之间安置一个中间减压装置(a)；收集容器(3)的气体室与第一压缩机单元(6)的输入端相连接；以及在收集容器(3)的气体室与压缩机单元(6)的输入端之间的连接管道(11, 12)中设置有减压阀(e)。

2. 根据权利要求1的制冷循环回路，其特征在于：在收集容器(3)的前面位于液化器/气体冷却器(1)与中间减压装置(a)之间连接一个换热器(E1)。

3. 根据权利要求2的制冷循环回路，其特征在于：来自液化器/气体冷却器(1)的管道(2)被分成第一管道部分(2')和第二管道部分(13)，第二管道部分(13)上设置有减压阀，来自第二管道部分(13)的制冷剂通过来自第一管道部分(2')的制冷剂的冷却在换热器(E1)中被蒸发。

4. 根据权利要求3的制冷循环回路，其特征在于：连接第一压缩机单元(6)和液化器/气体冷却器(1)的压力管道(7)与将液化器/气体冷却器(1)和收集容器(3)连接的管道(2, 2', 2'')相连接。

5. 根据权利要求4的制冷循环回路,其特征在于:其中具有阀(j)的管道(18)将在传热器(E1)之后的第一管道部分(2')与在第一压缩机单元(6)之后的压力管道(7)相连接。

6. 根据权利要求1的制冷循环回路,其特征在于:连接第一压缩机单元(6)和液化器/气体冷却器(1)的压力管道(7)与收集容器(3)相连接。

7. 根据权利要求6的制冷循环回路,其特征在于:在连接压力管道(7)与收集容器(3)的管道(17)中设置减压阀(h)。

8. 根据权利要求1的制冷循环回路,其特征在于:设置通过管道(16)连接到收集容器(3)并且通过管道(16')连接到第一压缩机单元(6)的第一热交换器/过加热器(E6),其中,从收集容器(3)抽出的闪蒸气体通过来自第一压缩机单元(6)的压缩的制冷剂被过加热。

9. 根据权利要求1的制冷循环回路,其特征在于:在收集容器(3)与连接在蒸发器前面的减压装置(c, b, d)之间安置一个第二热交换器/再冷却器(E5)。

10. 根据权利要求9的制冷循环回路,其特征在于:第二热交换器/再冷却器(E5)在输入侧与收集容器(3)的气体室相连接(12)。

11. 根据权利要求 10 的制冷循环回路，其特征在于：来自收集容器（3）的液体制冷剂在第二热交换器/再冷却器（E5）中通过来自收集容器（3）并在减压阀（e）中减压的闪蒸气体被再冷却。

12. 根据权利要求 1 的制冷循环回路，其特征在于：由收集器（3）抽出的制冷剂通过管道（8）输送给一个或多个深冷用户（E4），在深冷用户（E4）前面连接着减压阀（d），设置有第二压缩机单元（10），该第二压缩机单元（10）通过抽吸管道（9）被供给在深冷用户（E4）中蒸发的制冷剂，在第二压缩机单元（10）中被压缩的制冷剂通过抽吸管道（11）被输送给第一压缩机单元（6）。

13. 用于超临界运行根据权利要求 1 的制冷循环回路的方法，在其中循环单组分的或多组分的制冷剂，其中：在安置在液化器/气体冷却器（1）与收集容器（3）之间的中间减压装置（a）中使制冷剂减压到 5 至 40 巴的中间压力，该中间压力通过设置在收集容器（3）的气体室与第一压缩机单元（6）的输入端之间的连接管道（11，12）中的减压阀（e）保持恒定。

14. 根据权利要求 13 的方法，其特征在于：制冷剂（2）在中间减压装置（a）之前被冷却（E1）。

15. 根据权利要求 14 的方法，其特征在于：制冷剂（2）的该冷却（E1）通过制冷剂的一个分流（13）来实现。

16. 根据以上权利要求 13 至 14 中一项的方法，其特征在于：从

收集容器(3)抽出的制冷剂(4)被再冷却(E5)。

17. 根据权利要求16的方法,其特征在於:从收集容器(3)抽出的制冷剂(4)的该再冷却(E5)通过从收集容器(3)抽出的闪蒸气体(12)来实现。

18. 根据以上权利要求13至14中一项的方法,其特征在於:从收集容器(3)抽出的闪蒸气体(12)的至少一个分流至少暂时地通过被压缩的制冷剂(7)被过加热(E6, E7)。

19. 根据以上权利要求13至14中一项的方法,其特征在於:中间压力借助至少一个阀(e, h, j)调节到恒定值和/或调节到相对于抽吸压力具有恒定的差。

制冷循环回路和用于运行制冷循环回路的方法

技术领域

本发明涉及一种制冷循环回路，在其中循环一种单组分或多组分的制冷剂，在流动方向上具有一个液化器、一个收集容器、一个连接在蒸发器前面的减压装置、一个蒸发器和一个单级压缩的压缩机单元。

本发明还涉及用于运行制冷循环回路的方法。

背景技术

对于“液化器”的概念既不仅应理解为液化器，而且应理解为气体冷却器。

所述类型的制冷循环回路已被十分熟知。它们例如在制冷设备、如用在超级商场中的所谓复合式制冷设备中实现。复合式制冷设备通常在那里对多个冷用户供冷，例如制藏间、冷藏柜及深冷柜。为此，在它们内部循环一种单组分的或多组分的制冷剂或制冷剂混合物。

现在借助于图 1 中所示的实施例来详细说明一种属于现有技术的制冷循环回路或在其中可实现所述类型循环回路的制冷设备。

在高制冷循环回路中循环的单组分或多组分制冷剂在一个液化器或气体冷却器 A—以下仅称为液化器—中通过热交换、最好通过与外界空气的热交换而被冷凝，该液化器通常设置在超级商场的外部，例如设在其屋顶上。

液态制冷剂由液化器 A 通过管道 B 输送给（制冷剂）收集器 C。在制冷循环回路内必须总是存在大量制冷剂，以致在最大制冷需要量

时也可注满所有冷用户的蒸发器。但因为在低制冷需要量时单个蒸发器仅部分地被充注或者甚至完全是空的，在该时间期间过剩的制冷剂必须被收集在为此设置的收集器 C 中。

制冷剂由收集器 C 通过液体管道 D 到达所谓标准制冷循环回路的冷用户。在此，在图 1 中所示的用户 F 及 F' 代表任意数量的标准制冷循环回路用户。在每个上述冷用户的前面连接一个膨胀阀 E 或 E'，在该冷用户中或该用户的一个或多个蒸发器中流动的制冷剂在该膨胀阀中减压。这样减压的制冷剂在冷用户 F 及 F' 的蒸发器中蒸发并由此冷却相应的冷藏柜或冷藏间。

在标准制冷循环回路的冷用户 F 及 F' 中蒸发的制冷剂接着通过抽吸管道 G 输送给压缩机单元 H 并在该单元中被压缩到 10 到 25 巴之间的希望的压力。在通常情况下压缩机单元仅构造成单级并具有多个并联连接的压缩机。

在压缩机单元 H 中压缩的制冷剂接着通过压力管道 I 又被输送到所述的液化器 A。

制冷剂由收集器 C 通过第二液体管道 D' 输送到冷凝器 K 并且在它通过管道 G' 输入给压缩机单元 H 之前在该冷凝器中通过与后面还要解释的深冷循环回路的制冷剂的热交换被蒸发。

深冷循环回路的在冷凝器 K 中液化的制冷剂通过管道 L 输送给深冷循环回路的收集器 M。该制冷剂由该收集器通过管道 N 输送到用户 P 并在该用户中蒸发，用户 P 代表任意数量的用户，在该用户前面连接减压装置 O。蒸发的制冷剂通过抽吸管道 Q 输送给单级的或多级的压缩机单元 R，在该压缩机单元中压缩到 25 至 40 巴之间的压力并接着通过压力管道 S 输送到已提到过的冷凝器 K。

作为标准制冷循环回路的制冷剂例如使用 R404A，而对于深冷循

环回路使用二氧化碳。

图 1 中所示的压缩机单元 H 及 R、收集器 C 及 M 以及冷凝器 K 通常设置在单独的机器室中。而整个管道网路的 80 至 90% 设置在超级商场的售货厅、储藏间或工作人员和顾客可进入的其它空间内。只要该管道网路内以不大于 35 至 40 巴的压力工作，这对于超级商场的经营者无论从心理学观点还是出于成本原因都是可以接受的。

目前正在转向使上述标准制冷循环回路也用 CO₂ 制冷剂工作。

迄今，天然 CO₂ 制冷剂在商业制冷中有意义的应用一方面由于在高的（外界）气温情况下简单的单级循环的能量效率不够而失败。另一方面由于 CO₂ 的材料特性需要高的工作压力，高达 100 巴或更高，这使得相应制冷循环回路或制冷设备的制造出于经济原因而变得极难。因此 CO₂ 制冷剂迄今只在深冷的级联式系统中使用，如借助图 1 示例解释的那样，因为那里实现的工作压力不超过通常的、40 巴的最大压力水准。

基于前面提到的较高压力或压力状态，制冷循环回路的管道网路必须按此压力或压力水准设计。但为此所需的材料远比在迄今实现的压力水准下可使用的材料贵得多。此外这种相对较高的压力水准对于设备运行者来说是很难获得的。

使用 CO₂ 作为制冷剂的另一问题在于，在外界温度相应高的情况下需要制冷循环回路超临界工作。高的外界温度导致在蒸发器进口处出现相对高的减压蒸汽分量。由此使循环制冷剂的单位体积有效制冷功率减小，但抽吸管道和液体管道以及蒸发器都必须相应增大尺寸，以使压力损耗保持尽可能低。

发明内容

本发明的任务是，提供一种所述类型的制冷循环回路以及用于运行制冷循环回路的方法，该制冷循环回路及该方法可避免上述缺点。

为了解决该任务，提出一种制冷循环回路，其特征在于，在液化器与收集容器之间安置一个中间减压装置。

在方法方面，所提出的任务的解决方案是，在安置在液化器与收集容器之间的中间减压装置中使制冷剂减压到5至40巴的（中间）压力。

具体地，本发明提出一种制冷循环回路，在该制冷循环回路中循环单组分的或多组分的制冷剂，该制冷循环回路能够进行超临界工作，在流动方向上具有一个液化器/气体冷却器、一个收集容器、一个连接在蒸发器前面的减压装置、一个蒸发器和一个单级压缩的第一压缩机单元，其特征在于：在液化器/气体冷却器与收集容器之间安置一个中间减压装置；收集容器的气体室与第一压缩机单元的输入端相连接；以及在收集容器的气体室与压缩机单元的输入端之间的连接管道中设置有减压阀。

优选地，在收集容器的前面位于液化器/气体冷却器与中间减压装置之间连接一个换热器。

优选地，来自液化器/气体冷却器的管道被分成第一管道部分和第二管道部分，第二管道部分上设置有减压阀，来自第二管道部分的制冷剂通过来自第一管道部分的制冷剂的冷却在换热器中被蒸发。

优选地，连接第一压缩机单元和液化器/气体冷却器的压力管道与将液化器/气体冷却器和收集容器连接的管道相连接。

优选地，其中具有阀的管道将在换热器之后的第一管道部分与在第一压缩机单元之后的压力管道相连接。

优选地，连接第一压缩机单元和液化器/气体冷却器的压力管道与

收集容器相连接。

优选地，在连接压力管道与收集容器的管道中设置减压阀。

优选地，设置通过管道连接到收集容器并且通过管道连接到第一压缩机单元的第一热交换器/过加热器，其中，从收集容器抽出的闪蒸气体通过来自第一压缩机单元的压缩的制冷剂被过加热。

优选地，在收集容器与连接在蒸发器前面的减压装置之间安置一个第二热交换器/再冷却器。

优选地，第二热交换器/再冷却器在输入侧与收集容器的气体室相连接。

优选地，来自收集容器的液体制冷剂在第二热交换器/再冷却器中通过来自收集容器并在减压阀中减压的闪蒸气体被再冷却。

优选地，由收集器抽出的制冷剂通过管道输送给一个或多个深冷用户，在深冷用户前面连接着减压阀，设置有第二压缩机单元，该第二压缩机单元通过抽吸管道被供给在深冷用户中蒸发的制冷剂，在第二压缩机单元中被压缩的制冷剂通过抽吸管道被输送给第一压缩机单元。

另一方面，本发明提供一种用于超临界运行上述制冷循环回路的方法，在其中循环单组分的或多组分的制冷剂，其中：在安置在液化器/气体冷却器与收集容器之间的中间减压装置中使制冷剂减压到 5 至 40 巴的中间压力，该中间压力通过设置在收集容器的气体室与第一压缩机单元的输入端之间的连接管道中的减压阀保持恒定。

优选地，制冷剂在中间减压装置之前被冷却。

优选地，制冷剂的该冷却通过制冷剂的一个分流来实现。

优选地，从收集容器抽出的制冷剂被再冷却。

优选地，从收集容器抽出的制冷剂的该再冷却通过从收集容器抽

出的闪蒸气体来实现。

优选地，从收集容器抽出的闪蒸气体的至少一个分流至少暂时地通过被压缩的制冷剂被过加热。

优选地，中间压力借助至少一个阀调节到恒定值和/或调节到相对于抽吸压力具有恒定的差。

附图说明

图 1 显示了现有技术的制冷循环回路；

图 2 显示了一个联合制冷装置，在其中实现根据本发明的制冷循环回路的可能构型；

图 3 显示了根据本发明的制冷循环回路或根据本发明的用于运行制冷循环回路的方法的一个实施例；

图 4 及 5 显示了根据本发明的制冷循环回路或根据本发明的用于运行制冷循环回路的方法的另外两个彼此可替换的构型。

具体实施方式

下面借助图 2 至 5 中所示的实施例详细描述根据本发明的制冷循环回路和根据本发明的用于运行制冷循环回路的方法及其其它构型。

这里，图 2 表示一个联合制冷装置，在其中实现根据本发明的制冷循环回路的可能构型。后面描述一种方法，在其中可使用 HFKW(s)，FKW(s) 或 CO₂ 作为制冷剂。

在第一压缩机单元 6 中压缩到 10 到 120 巴之间的压力上的制冷剂通过压力管道 7 输送到液化器或气体冷却器 1 并在其中相对于外界空气冷凝或冷却到饱和温度。制冷剂通过管道 2, 2' 及 2'' 输送到制冷剂收集器 3，但现在根据本发明制冷剂在中间减压装置 a 中被减压到 5 至

40 巴的中间压力。这种中间减压提供的优点是，后面连接的管道网路及收集器 3 现在必须按较低的压力水准设计。

制冷剂在所述中间减压装置 a 中减压达到的压力在这里最好这样选择，即它仍低于所期望的最低液化压力。

根据本发明制冷循环回路的一个有利的构型，压力管道 7 与收集容器 3、最好与它的气体室相连接或可连接。压力管道 7 与收集容器 3 之间的连接例如可通过一个连接管道 17 来实现，在该连接管道中设置一个减压阀 h。

根据本发明制冷循环回路的一个有利的构型，压力管道 7 与将液化器 1 和收集容器 3 连接的管道或管道区段 2 或 2'，2''相连接或可连接。在压力管道 7 与管道 2 或 2'，2''之间的连接例如可通过虚线所示的连接管道 18 来实现，在该连接管道中安置了一个阀 j。

根据本发明制冷循环回路的一个有利的构型，收集容器 3、最好其气体室与第一压缩机单元 6 的输入端相连接或可连接。

收集容器 3 与第一压缩机单元 6 的输入端之间的该连接通过连接管道 12 来实现，该连接管道如图 2 中所示通入到抽吸管道 11 中。

现在通过在管道 12 中设置的减压阀 e 和在管道 17 中设置的减压阀 h 或在管道 18 中设置的阀 j 可使所选择的中间压力对于所有运行条件保持恒定。但也可以这样调节，即相对于抽吸压力具有恒定的差值。由此可达到：蒸发器上的减压蒸汽分量相对较小，其后果是，液体管道及抽吸管道的尺寸可相应较小。这也适用于冷凝液管道，因为现在没有气态组分必须通过它流回到液化器 1 中。因此，通过本发明也可达到：所需制冷剂充注量可降低约 30%。

制冷剂通过抽吸管道 4 由收集器 3 抽出并输送给制冷剂用户或其热交换器 E2 及 E3 中。在这些热交换器前面各连接了一个减压阀 b 或

c, 流入到冷用户的制冷剂在这些减压阀中减压。在冷用户 E2 及 E3 中蒸发的制冷剂接着通过抽吸管道 5 又输送给第一压缩机单元 6 或者说通过第一压缩机单元被从蒸发器 E2 及 E3 中抽出。

由收集器 3 通过管道 4 抽出的制冷剂的一部分通过管道 8 输送给一个或多个深冷用户, 它用热交换器 E4 来表示, 在它前面也连接着一个减压阀 d。该制冷剂分流在热交换器或冷用户 E4 中蒸发后通过抽吸管道 9 输送给第二压缩机单元 10 并在其中压缩到第一压缩机单元 6 的输入压力。这样压缩的制冷剂分流接着通过管道 11 输送给第一压缩机单元 6 的输入侧。

为了扩展本发明, 提出: 如图 2 中所示, 在收集容器 3 前可连接一个传热器 E1。

在此, 传热器 E1 最好在输入侧与液化器 1 的输出端相连接或可连接。

如图 2 中所示, 液化的或冷却到饱和温度的制冷剂的分流现在可通过其中设置有减压阀 f 的管道 13 由液化器或气体冷却器 1 或管道 2 中抽出并在传热器 E1 中通过待冷却到饱和温度的、通过管道 2' 输送给传热器 E1 的制冷剂蒸发。蒸发的制冷剂分流接着通过管道 14 输送给一个压缩机 6', 该压缩机配置给前面描述的第一压缩机单元 6 并且最好在较高的压力水平上抽吸, 蒸发的制冷剂分流在该压缩机 6' 中被压缩到第一压缩机单元 6 的所需最终压力。

作为上述(附加的)压缩机 6' 的替换方案, 也可以在使用多缸压缩机的情况下将抽吸的减压蒸汽分量在更高的压力水平上输送给每个压缩机的一个或多个缸。

借助传热器 E1 使要在中间减压装置 a 中减压的制冷剂流最好被冷却到这样的程度, 以致减压的制冷剂的减压蒸汽分量最小化。

变换地或附加地，在收集器 3 中出现的减压蒸汽分量也可通过管道 12 及虚线所示的管道 15 借助压缩机 6' 在较高的压力水平上被抽吸。

图 3 中表示根据本发明的制冷循环回路或根据本发明的用于运行制冷循环回路的方法的一个实施例，其中，从收集容器 3 经过管道 4 抽出的制冷剂在热交换器/再冷却器 E5 中经受再冷却。

在此，根据本发明的一个有利的构型，该再冷却通过与从收集容器 3 经过管道 12 抽吸的闪蒸气体的热交换来实现。

具有环境温度以下的温度水平的液体管道、如图 2 及 3 中所示的管道 4 经受热辐射。这导致在该液体管道中流动的制冷剂部分蒸发，由此导致形成不希望的蒸汽分量。为了避免这一点，制冷剂迄今或者通过制冷剂分流的膨胀和接着蒸发、或者通过与抽吸气体流的内部热传递被再冷却，该抽吸气体流在此被过加热。

在根据本发明的制冷循环回路或根据本发明的方法中，在抽吸管道与液体管道或在其中循环的制冷剂之间的温度间距可能过小，以致不能实现其为了在液体管道中流动的制冷剂的必要的再冷却而进行的内部热传递。

因此，为了改进本发明，如上所述，提出：从收集容器 3 经过管道 4 抽吸的制冷剂在热交换器或再冷却器 E5 中通过从收集容器 3 经过管道 12 并在阀 e 中减压的闪蒸气体来再冷却。在通过热交换器或再冷却器 E5 之后，减压并在热交换器/再冷却器 E5 中过加热的制冷剂通过管道区段 12' 和 11 输送给第一压缩机单元 6 的输入端。通过从收集容器 3 经过管道 12 抽出的闪蒸气体流的过加热，在液体管道 4 中达到在其中流动的制冷剂的足够的再冷却；制冷剂的该再冷却改善了减压阀或喷射阀 b, c 及 d 的调节运行，这些阀连接在蒸发器 E2, E3 及 E4 的前面。

从收集容器 3 出来经过管道 12 的小液滴由于过小的尺寸和/或收集容器 3 的过度充注而不被析出并且被闪蒸气体夹带，这些小液滴最迟在热交换器/再冷却器 E5 中蒸发。因此，所述方法还具有的优点是，压缩机或压缩机单元的运行可靠性由于闪蒸气体流的可靠过热而得以提高。

图 4 及 5 表示根据本发明的制冷循环回路或根据本发明的用于运行制冷循环回路的方法的另外两个彼此可替换的构型。为清楚起见，在图 4 及 5 中仅表示出在图 2 及 3 中所示的根据本发明的制冷循环回路的局部。

为了扩展根据本发明的用于运行制冷循环回路的方法，提出，从收集容器抽出的闪蒸气体的至少一个分流至少暂时地通过被压缩的制冷剂的至少一个分流被过热。

图 4 表示根据本发明的方法的一个可能构型，其中，从收集容器 3 经过管道 12 抽出的闪蒸气体的一个分流至少暂时地通过管道 16 输送给热交换器/过加热器 E6 并在该热交换器中通过在第一压缩机单元 6 中压缩的制冷剂被过加热。

在图 4 所示的方法中，待过加热的闪蒸气体流在热交换器/过加热器 E6 中通过在第一压缩机单元 6 中压缩的总的制冷剂流被过加热，该制冷剂流经过管道 7 被输送给图 4 中未示出的液化器或冷却器。

在通过热交换器/过加热器 E6 后，闪蒸气体流经过管道 16' 输送给第一压缩机单元 6 的压缩机 6' 的输入端。

图 5 中表示一种方法，其中从收集容器 3 经过管道 12、打开的阀 g 和管道 16 抽出的闪蒸气体流在热交换器 E7 中通过管道 7 中的压缩的制冷剂流被过加热。该闪蒸气体流可以在通过热交换器 E7 后以这样形式输送给第一压缩机单元 6，即：多缸压缩机的一个或多个缸在较高的

压力水平上抽吸该闪蒸气体。替换阀 g，可设置阀 x，y 及 z。

在图 4 及 5 中所示的方法能保证：包含在闪蒸气体内的液体成分被可靠地蒸发，由此得到压缩机或第一压缩机单元 6 的更高可靠性。

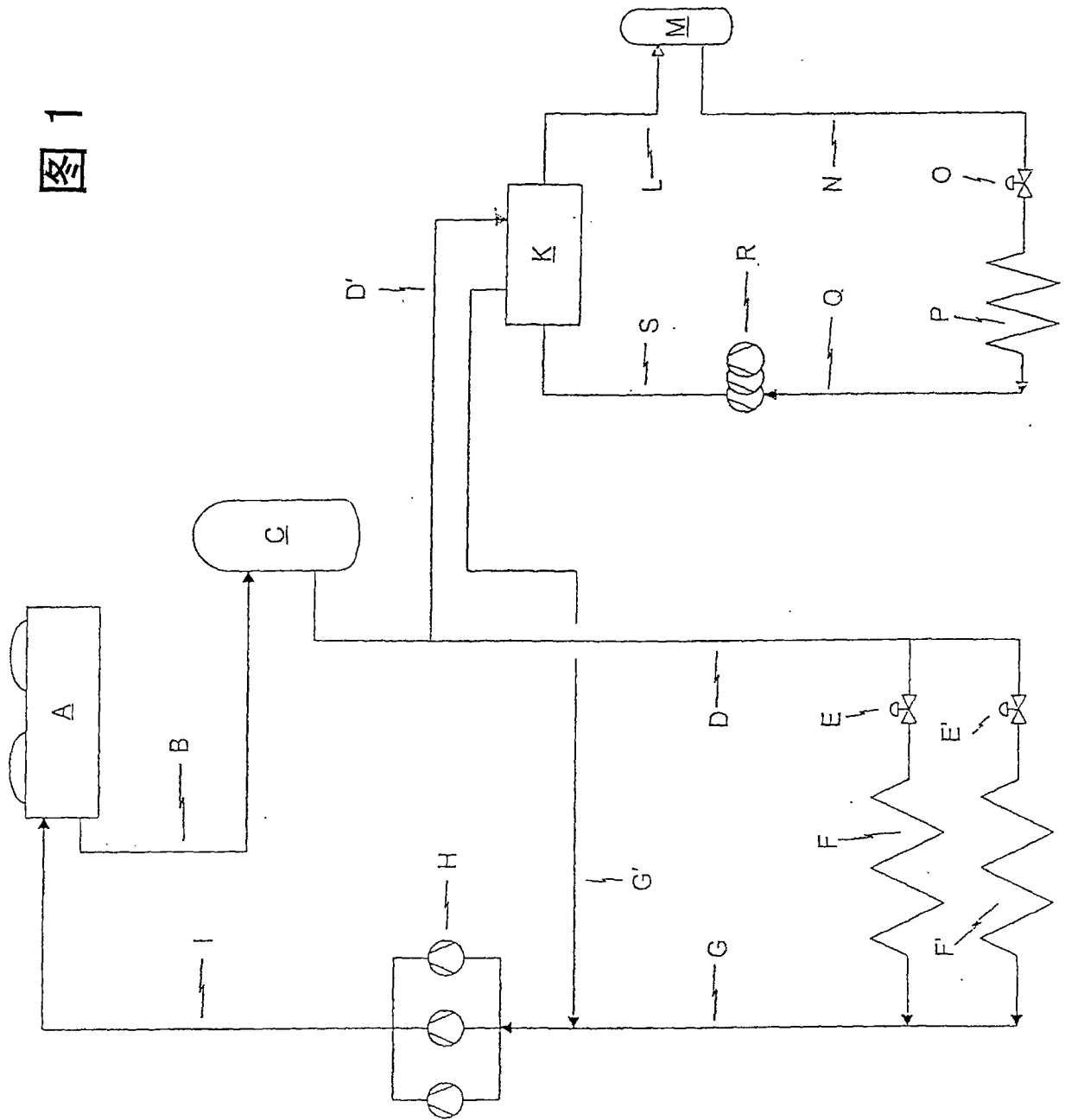


图 2

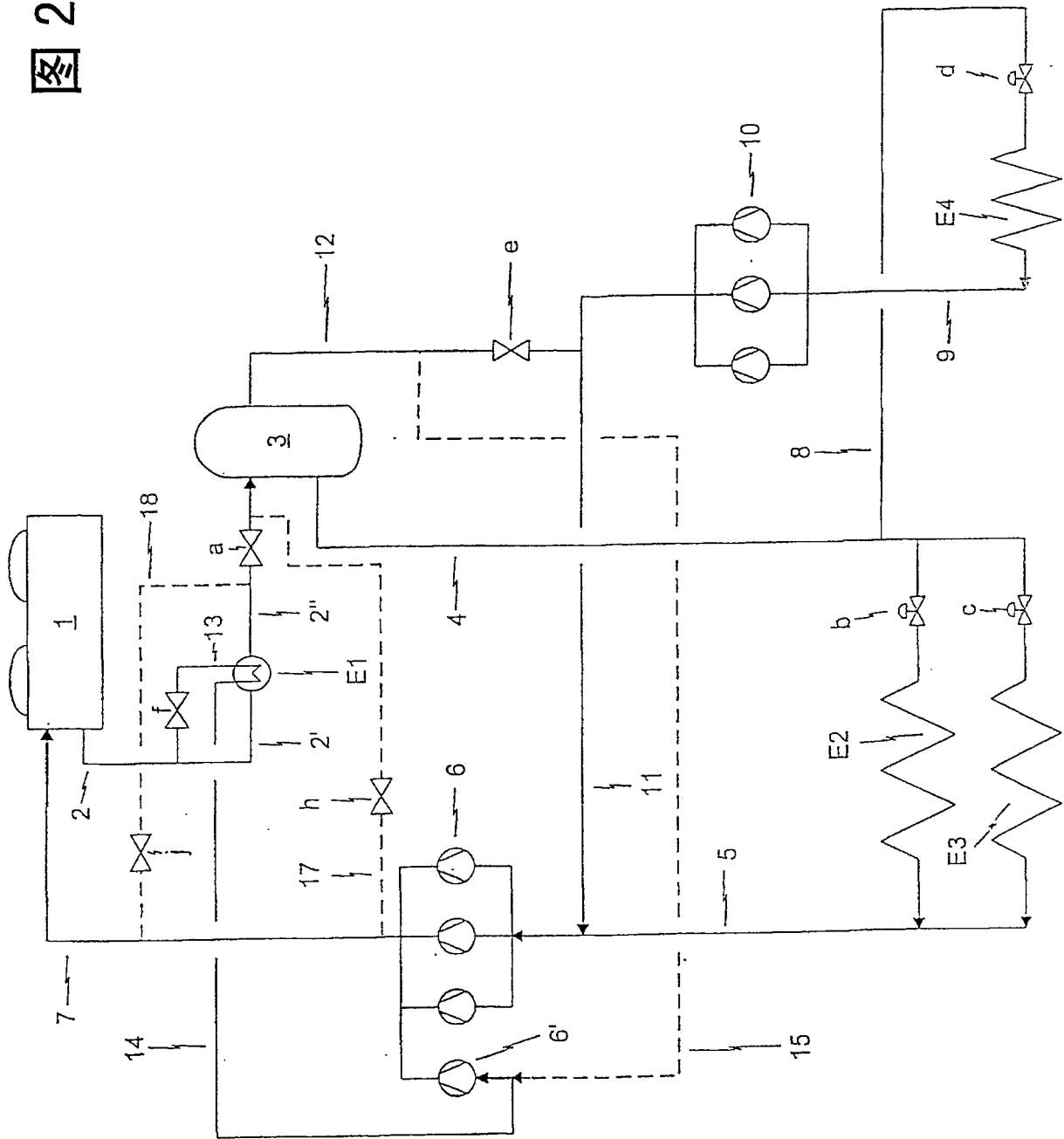


图 3

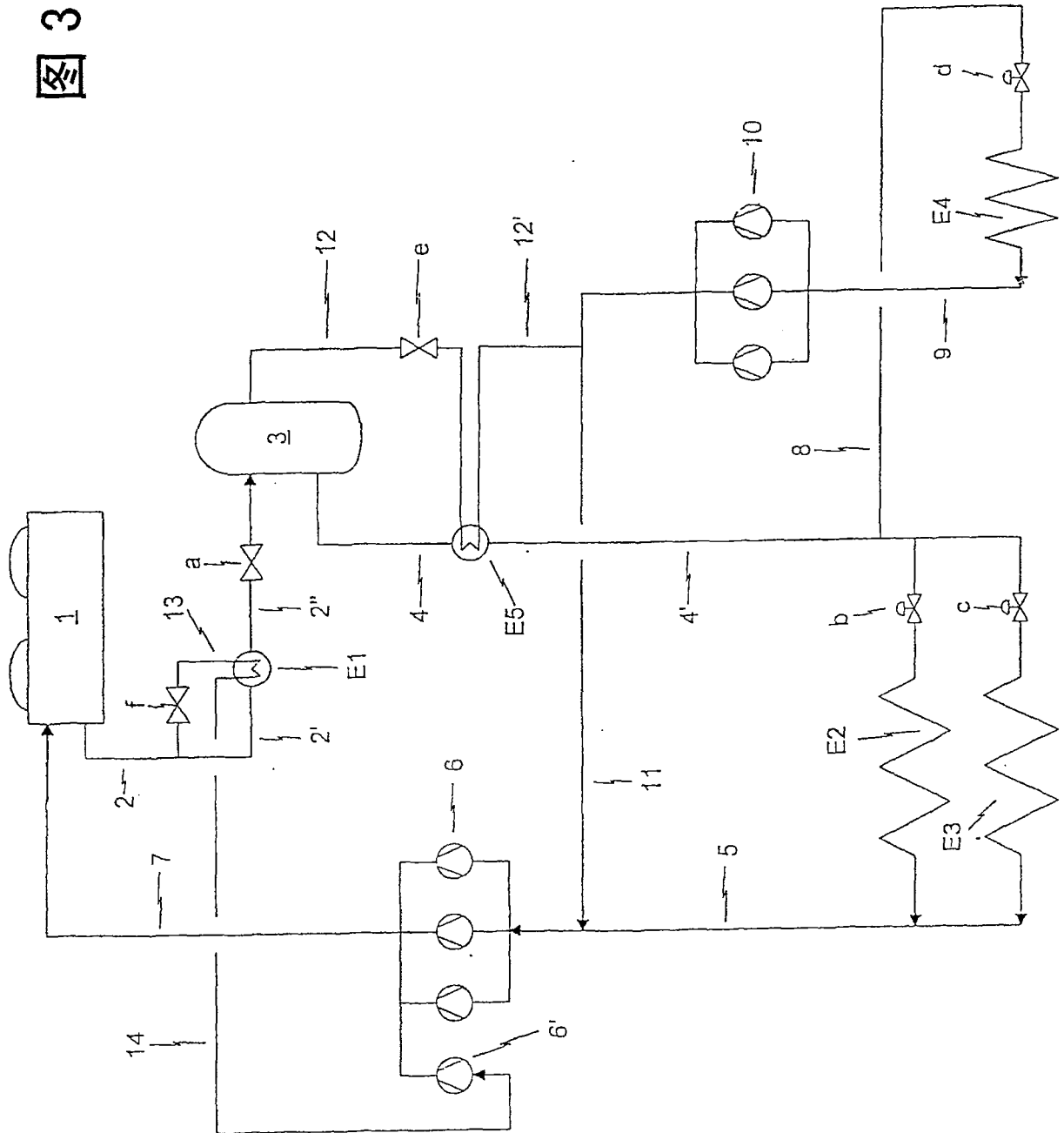


图4

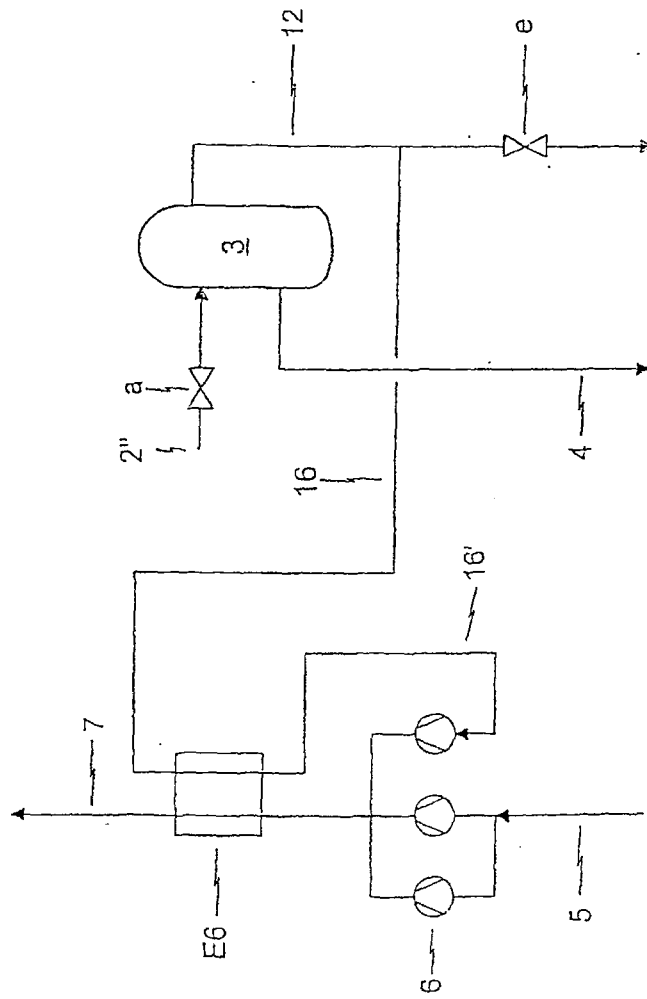


图 5

