

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93118460.6

[45]授权公告日 2000年6月7日

[11]授权公告号 CN 1053258C

[22]申请日 1993.10.7 [24]颁证日 2000.1.22

[21]申请号 93118460.6

[30]优先权

[32]1992.10.7 [33]DE [31]P4234393.3

[73]专利权人 哈罗德·文策尔

地址 联邦德国凯芬洛德

[72]发明人 哈罗德·文策尔

[56]参考文献

DE2821154 1980. 6. 3

EP0162368 1985. 11. 27

GB2063370 1981. 6. 3

US4901531 1990. 2. 20

审查员 23 53

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

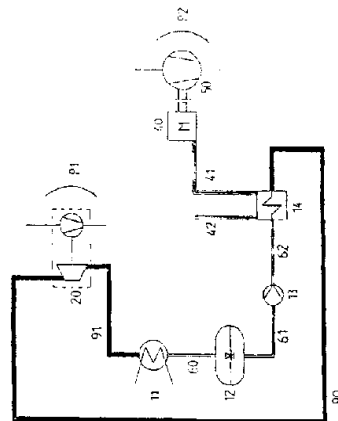
代理人 蔡民军

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 10 页

[54]发明名称 气体介质压缩的方法和装置

[57]摘要

一种对气体介质进行压缩的方法,它利用内燃机的排气对闭式或开式液-汽循环系统中处于压力下的液体进行汽化,并将蒸汽送至涡轮增压器的驱动侧。通过预压缩或后压缩,可以使主压缩机的压缩比降低。本发明还提供了实现上述方法的装置。



ISSN 1008-4274

权利要求书

1. 一种对气体介质进行压缩的方法, 其中被吸入的气体借助于内燃机所驱动的压气机, 从较低的出口压力, 通常为大气环境压力, 被压缩到预定的终点压力, 内燃机排气气流的能量被作用到涡轮增压器的驱动侧, 它对被吸入的气体在进入压气机之前进行预压缩, 和/或对压气机排出的已被压缩了的气体进行后压缩, 其特征是, 利用内燃机的排气对闭式或开式液-汽循环系统中处于压力下的液体进行汽化, 并将蒸汽送至涡轮增压器的驱动侧。

2. 根据权利要求1的方法, 其特征是, 其中的气体介质为空气。

3. 根据权利要求1的方法, 其特征是, 所述蒸汽被分流, 并且每一部分气流都被送到若干涡轮增压器的驱动侧。

4. 根据权利要求3的方法, 其特征是, 一部分气流由旁路开通或关闭。

5. 根据权利要求1的方法, 其特征是, 所述蒸汽气流被顺序送到多个涡轮增压器的驱动侧。

6. 根据权利要求5的方法, 其特征是, 所述蒸汽气流离开一个涡轮增压器的驱动侧之后, 在进入下一个涡轮增压器的驱动侧之前, 由内燃机的排气重新加热, 在此过程中, 排气首先被用于汽化, 接着被用作中间加热, 或者以相反的顺序加以利用。

7. 根据权利要求5的方法, 其特征是, 排气在对液-汽循环系统作用前被分流, 一部分气流用于汽化, 另一部气流用于中间加热。

8. 根据权利要求1至7中之一的方法, 其特征是, 首先将内燃机的排气直接送到废气涡轮增压器的驱动侧, 而后用废气涡轮增压

器流出的排气对液-汽循环系统中的液体加热。

9. 根据权利要求 1 至 7 中之一的方法, 其特征是, 排气首先被用于对液-汽循环系统中的液体汽化, 接着再被送到废气涡轮增压器的驱动侧。

10. 根据权利要求 1 的方法, 其特征是, 液-汽循环系统中待汽化的液体, 由内燃机机油和/或冷却水循环中的余热进行预加热。

11. 根据权利要求 1 的方法, 其特征是, 蒸汽由内燃机的排气进行过热处理。

12. 一种实现权利要求 1 中所述的方法的装置, 它有一台压气机, 该压气机轴与内燃机连接, 所述装置至少具有一台涡轮增压器, 它装在压气机的进气管和/或出气压力管上, 它的驱动侧由内燃机的排气提供能量, 其特征是, 涡轮增压器是蒸汽涡轮增压器 (21, 22), 其驱动侧安装在一闭式或开式的液-汽循环系统中, 该系统具有一冷凝器 (11), 贮水箱 (12), 供水泵 (13) 和汽化器 (14)。

13. 根据权利要求 12 的装置, 其特征是, 蒸汽引导管在汽化器 (14) 之后形成分支管 (90, 92), 分支管 (90, 92) 各与一台蒸汽涡轮增压器 (21, 22) 的驱动侧相连, 从蒸汽涡轮增压器 (21, 22) 引出的蒸汽管 (91, 93) 在冷凝器 (11) 之前重新又合并。

14. 根据权利要求 13 的装置, 其特征是, 一段分支管构成可关、可开的旁路。

15. 根据权利要求 12 的装置, 其特征是, 蒸汽管道 (92, 95) 以串联方式将蒸汽涡轮增压器 (21, 22) 的驱动侧相互连接。

16. 根据权利要求 15 的装置, 其特征是, 在一台蒸汽涡轮增压

器(22)与下一台蒸汽涡轮增压器(21)之间的管道(95)中装有一热交换器(18),内燃机(40)的排气同样也被引至热交换器,其中,排气管(41)首先与汽化器(14)相连,接着另一根排气管(42)继续与热交换器(18)相连,或者其顺序相反。

17. 根据权利要求12到16中之一的装置,其特征是,一台装在压气机(50)的进气管或出气压力管上的废气涡轮增压器(25)的驱动侧直接与内燃机(40)的排气管(41)相连,从废气涡轮增压器(25)引出的排气管(42)与闭式或开式液-汽循环系统的汽化器(14)相连,在该系统中至少装有一台蒸汽涡轮增压器(22)。

18. 根据权利要求12至16中之一的装置,其特征是,内燃机(40)的排气管(41)直接与液-汽循环系统的汽化器(14)相连,由汽化器(14)引出的排气管(42)与废气涡轮增压器(25)的驱动侧相连。

19. 根据权利要求12的装置,其特征是,内燃机(40)的机油循环系统和/或冷却循环系统与装在液-汽循环系统中供水泵(13)和汽化器(14)之间的热交换器(19)相连。

说明书

气体介质压缩的方法和装置

本发明涉及一种用以对气体介质，尤其对空气进行压缩的方法和装置。

在压缩机技术领域，人们作出了多方努力。对工作过程产生的热量，在过程中或过程外加以再利用，以改善能量平衡，并由此提高总效率。

在 DE-A-29 12 190 生成压缩空气的设计是大家熟悉的。在该设计中，一台多缸活塞式内燃机的排气端与废气涡轮增压器的驱动侧相连，由废气涡轮增压器的新鲜空气压缩机吸入并压缩的空气经过中间冷却器导入内燃机的吸气侧。在中间冷却器之后，从通向内燃机的管道上引出一支管，支管与一小型活塞压缩机的吸气侧相连接。活塞压缩机的出气压力管与使用压缩空气的辅助机组相连，在汽车上这些机组常是制动系统、空气弹簧、车门开启装置等。这样的设计省去了活塞压气机的附加空气滤清器，并通过降低压缩终点温度使活塞压气机的热负荷减小。

此外，在 EP-A-0 248 640 中以内燃机驱动压气机，从而产生高温高压气体的方法也是为世人所熟知的。该方法中将内燃机释放的余热用作提高被压缩后的气体温度，尽管这种方法改善了总效率，但它在某些使用场合受到了限制，并且对通常需要冷却的压缩空气不能采用。

在 DE-A-31 34 844 中另一种多级压气机的方法是众所周知

的,在各级压气机之间设有冷却器,它们是热泵的组成部分,由此使压缩过程产生的热量转换成外部可利用的热量,这样得到的热量在过程内部不加以利用,这样虽然改善了压气机的能量平衡,但必须设置对回收能量进行利用的外部过程,对一台单独的压气机而言,这种提高效率的形式是毫无意义的。

本发明者的一项过去的尚未公布的申请(DE 41 23 208)是关于产生压缩空气的压气机设备,其中压气机由内燃机驱动,在压气机的进气管和/或出气压力管设有由内燃机废气驱动的废气涡轮增压器,由此在排气压力较高时,可有效地利用废气中具有动能。当排气温度和气流量较小时,该方法尤其适用。较高的排气背压对内燃机而言意味着较高的排气功,并由此导致功率损失,这同样意味着对压气机驱动功率的减小。当所遇的排气背压最小时,也就是相对大气压排放时,内燃机则获得最大的功率。

本发明的目的是提供一种对于气体介质,尤其是对空气进行压缩的改进的方法和装置,以使压气机设备的总效率得到提高。

本发明可用于固定的压气机设备,但最好适用于移动装置,例如用于建筑方面要求的产生压缩空气的装置。对于总效率在此定义为必需的驱动能量与被压缩的气体质量之比。

一种对气体介质,尤其对空气进行压缩的方法,其中被吸入的气体借助于内燃机所驱动的压气机,从较低的出口压力,通常为大气环境压力,被压缩到预定的终点压力,内燃机排气气流的能量被作用到涡轮增压器的驱动侧,它对被吸入的气体在进入压气机之前进行预压缩,和/或对压气机排出的已被压缩了的气体进行后压缩,其特征是,利用内燃机的排气对闭式或开式液-汽循环系统中处于压力下

的液体进行汽化,并将蒸汽送至涡轮增压器的驱动侧。

本发明还提供实现上述方法的装置,它有一台压气机,该压气机轴与内燃机连接,所述装置至少具有一台涡轮增压器,它装在压气机的进气管和/或出气压力管上,它的驱动侧由内燃机的排气提供能量,其特征是,涡轮增压器是蒸汽涡轮增压器,其驱动侧安装在一闭式或开式的液-汽循环系统中,该系统具有一冷凝器,贮水箱,供水泵和汽化器。

本发明的方法的特点是,驱动压气机的内燃机的排气气流被用以汽化-闭式或开式液-汽循环系统中的液体,并且最好使之过热。蒸汽被引导到蒸汽涡轮增压器的驱动侧,设置在液-汽循环系统中的废气热交换器或汽化器只产生极微小的通常可忽略的气阻,同时起到消音器的功能。这意味着根据本发明的方法,通过蒸汽涡轮增压器而被压缩的气体介质,在被压缩前和/或压缩后对内燃机基本上不存在反作用,由此而使总效率提高。

本发明的方法可以根据不同设备方案及设计有所变化。诸如最好将过热的蒸汽气流分开,每一部分系统各导入多个(通常为两个)蒸汽涡轮增压器的驱动侧,用以预压缩或后压缩。气流的划分可被选择或附加调节,这可由对分流气体旁通开启或关闭而实现。也可以实行串联连接,此时顺序通过多个蒸汽涡轮增压器的驱动侧。另一个可选择的方式是,排气在对液体汽化作用后被用在中间加热器上,这样,蒸汽气流在离开第一级蒸汽涡轮增压器后又导入一热交换器,所述排气同样也被引入此热交换器。根据汽化器及热交换器各自的布置,也可根据需要,将排气首先导入中间加热的热交换器,而后导入汽化器。

在前述老的申请中所阐述的方法中，将内燃机的排气直接引导到废气涡轮增压器的驱动侧，那种方法可以与这里介绍的方法相结合。例如将废气涡轮增压器作为预压缩机组，而蒸汽涡轮增压器作为后压缩机组。注意到前面做出的方案，将排气首先在液-汽循环系统起作用，而后将排气引入废气涡轮增压器的驱动侧，这样做是有利的。

对所提及的压气机，可以是采用适合气体压缩的任意结构形式的压气机，所有具备可变的压缩空间的压缩机都属此范围，诸如活塞式压气机和螺旋式压缩机，且采用其它压缩原理工作的压气机也属此范围，如涡轮压缩机。对所提及的内燃机是指往复式活塞机械，诸如柴油机和汽油机，或者指旋转活塞机或涡轮机等各形式。需被压缩的气体尤其是指空气，但也同样指其它适宜被压缩的气体。作为蒸汽涡轮增压器特别适宜用那些在压气机一侧为径向叶轮，而在涡轮侧为切向叶轮的结构，但也可用所有其它相适应的叶轮形式。

在已知的压气机中，被压缩的气体通过过滤器和吸气管与压气机相连，并通过排气压力管送到压力罐，压气机由内燃机驱动。根据本发明构思，作为对上述已知的压气机的补充，至少设有一蒸汽涡轮增压器。它根据所选择的预压缩和/或后压缩目的被设置在压气机的前方和/或后方，并由内燃机的排气能量所驱动。其过程中排气所含能量是这样得到利用的：在热交换器中实现排气与液体，最好为水或液体蒸汽的能量交换。它的优点在于，需被压缩的气体或被预压缩，或被后压缩，由于每个单一压缩阶段降低了的压缩比，使总效率得到进一步的改善。

通过在各个压缩阶段之间安装一个作为中间冷却器的热交换

器,可以使总效率由此而进一步提高,因为通过降低压缩气体的温度使压气机设备的能耗下降。作为中间冷却器可采用合适气体冷却,尤其是空气冷却的各种形式的热交换器。作为冷却介质可以考虑用环境空气,也可以用开式或闭式系统中其它任何适合冷却的介质。

总效率的提高以及将总的压缩过程分为预压缩和后压缩阶段在使用中还能带来好处,即采用干式机械取代油浸的螺旋压缩机或多级叶片压缩机。在对生成不带油的压缩空气具有高要求的情况下,必须以较高的设备花费用来完成从压缩空气中分离油份,并且而后总还带有残余,虽然它是在百万分数级的范围,但对不同的过程仍可产生不利影响,由于这个原因,在该使用条件下主要采用干式机械。

根据本发明的方法可以很好的应用所有的压气机结构形式,尤其是干式机械,因为通过预压缩和后压缩可以使主压气机组的压缩比降低。这意味着人们可以根据所要求的压缩比或工作压力,对主压气机组采用较少的压缩等级,并由此达到生产成本的降低。

以下将借助图示的结构实例对本发明作进一步的阐述。其中,

图 1: 本发明方法的原理说明;

图 2: 压气机前设有蒸汽涡轮增压器的压气机组;

图 3: 如图 2 所示的压气机组,但装有中间冷却器;

图 4: 在压气机后设有蒸汽涡轮增压器的压气机组;

图 5: 如图 4 所示的压气机组,但装有中间冷却器;

图 6: 压气机前、后都设有蒸汽涡轮增压器的压气机组;

图 7: 如图 6 所示的压气机组,但带有气体分流;

图 8: 如图 6 所示的压气机组,但具有一中间加热器和两个中间冷却器;

图 9: 如图 8 所示的压气机组, 但具有附加加热交换器;

图 10: 压气机组具有一个作为预压气机的废气涡轮增压器, 和一个蒸汽涡轮增压器作为后压气机, 以及两个中间冷却器。

所给出的原理示意图只包括了压气机设备的一些主要部件以及与本发明相关的必要零件。压缩机运行所需的其它零部件与本发明的主题无关, 可以根据需要设置而对发明的实质内容没有影响。

根据图 1, 在内燃机 40 的输出轴上连接着压气机 50, 压气机形成了在其进口和出口之间的压差 P_2 。根据本发明, 内燃机 40 的排气侧通过排气管 41 与汽化器 14 相连, 内燃机 40 的废气通过排气管 41 引到汽化器 14, 而后再通过排气管 42 排出。供水泵 13 通过连接管 62 将液体 (最好为水) 压入汽化器 14, 利用内燃机 40 的排气能量而在汽化器 14 中汽化的液体以蒸汽的形式流经蒸汽管 90 到达蒸汽涡轮增压器 20 的透平, 蒸汽在该处膨胀, 并通过蒸汽管 91 流入冷凝器 11, 并在该处凝聚。在冷凝器 11 中液化的液体通过连接管 60 流到贮水箱 12, 液体再经过另一根连接管 61 又流到供水泵 13。蒸汽涡轮增压器 20 的压气机部分形成压差 P_1 。由此保证了不仅内燃机 40 输出轴输出的能量借助于压气机 50 被转换为压力差, 而且内燃机 40 的废气能量也借助于蒸汽涡轮增压器 20 转换为压力差。在压气机 50 和蒸汽涡轮增压器 20 串联连接时, 压气机设备的总压差为各压差之和, 在此情况下为 $P_1 + P_2$ 。此时压气机各阶段的顺序原则上是不重要的。

为形成预定的压差, 对给定的压气机设计方案必需一定的能量, 它可以按常量从内燃机 40 得到。在内燃机 40 中转换的能量不变时, 由于压缩比较大, 压缩机设备的总效率比较高, 因为所产生的余热在

内部过程中被有效地利用。

根据图 2, 待压缩的气体在滤清器 10 中滤净, 并经过进气管 15 被蒸汽涡轮增压器 21 吸入。预压缩的气体而后通过压力管 70 被送至压气机 50。该压气机由内燃机 40 驱动, 压缩后的气体从压气机 50 送出, 通过压力管 72 送到压力罐 80, 压力罐由安全阀 81 控制, 压缩气体从压力罐 80 经过压力管 75, 流经稳压止回阀 82, 再通过压力管 76 到达出气旋塞阀 83。

根据图 3, 在蒸汽涡轮增压器 21 和压气机 50 之间可安设中间冷却器 16, 它将预压缩的气体冷却, 并使压气机设备的功耗下降。为将中间冷却器 16 与压气机 50 连接, 设置了压力管 71。

根据图 4, 为了对压气机 50 流出的气体进行后压缩, 在压气机 50 之后设置了蒸汽涡轮增压器 22。用内燃机 40 的排气能量而在汽化器 14 中汽化的水以过热水蒸汽的形式通过蒸汽管 92 引至蒸汽涡轮增压器 22 的透平中, 水蒸汽在该处膨胀, 并通过蒸汽管 93 流到冷凝器 11, 并在该处凝聚。

图 5 是对图 4 的补充, 它在压气机 50 之后安装了中间冷却器 17, 以类似图 3 的布置使压气机设备的功耗下降, 为连接中间冷却器 17 和蒸汽涡轮增压器 22 而设有压力管 74。

在图 6 中所示的压气机设备, 它既在压气机 50 之前, 同时又在其后各设有一蒸汽涡轮增压器 21 及 22。在此实例中, 蒸汽首先经过蒸汽管 92 流经后压缩的蒸汽涡轮增压器 22 的透平, 接着通过蒸汽管 93 流至作为预压缩的蒸汽涡轮增压器 21 的透平。此顺序也可以反向进行, 即蒸汽管 92 也可以先与预压缩的蒸汽涡轮增压器 21 的透平相连。在第一蒸汽涡轮增压器 21 之后装有中间冷却器 16, 并在

压气机 50 之后又附加了中间冷却器 17, 以使压气机设备的总功耗进一步减小。中间冷却器 16 和 17 每个都可有选择地设置冷凝水排出口。

图 7 表示一个与图 6 类似的布置, 其不同点仅在汽化器 14 之后蒸汽流被分流, 由此形成预压缩的蒸汽涡轮增压器 21 与后压缩的蒸汽涡轮增压器 22 的并联回路, 两支排出蒸汽管 91 与 93 在冷凝器 11 进口之前又合并。人们可以利用蒸汽分流的构思实行调控, 例如将蒸汽管 90 作为可开及可关的旁通管, 此时它则不与预压缩的蒸汽涡轮增压器 21 的透平相连, 而是在冷凝器 11 前接通。其优点是人们可以根据实际需要 (例如部分负荷状况), 对流到两个蒸汽涡轮增压器 21、22 的蒸汽分别进行调节。

图 8 是在图 6 基础上的改进, 在两个蒸汽涡轮增压器 21 和 22 之间安装了中间加热器 18, 通过排气管 42 将在汽化器 14 内部分冷却了的内燃机 40 的排气引至加热器。所述排气在中间加热器 18 中进一步冷却, 而后通过排气管 43 排出。经中间加热, 最好是过热的蒸汽经过蒸汽管 96 送至蒸汽涡轮增压器 21。此方案的优点在于, 送至蒸汽涡轮增压器 21 的蒸汽具有高温, 它含有更高的可用能量, 由此而使蒸汽涡轮增压器 21 的功率提高。

在图 9 中, 除了利用内燃机 40 的排气热能外, 同时还对内燃机 40 机油和/或冷却循环的余热加以利用。为此则通过图中虚线所示的管道 48 将内燃机 40 的高温油或冷却水引至热交换器 19 中, 热交换器装在供水泵 13 和汽化器 14 之间。在流经热交换器 19 之后被冷却了的油或水通过同样以虚线表示的管道 49 又流回到内燃机 40。此方案具有的优点是, 机油冷却器以及冷却水的冷却器可以做得较

小，因为它们所含热量的一部分由热交换器 19 导出，同时为带有压力的水进行预热输入热量，并由此改善了循环的热状态。

图 10 表示本发明的另一方案，其中将废气涡轮增压器 25 与本发明的蒸汽涡轮增压器 22 结合起来。在此将高温排气首先经过排气管 41 引至废气涡轮增压器 25 的透平，接着通过引出管 42 送至闭式液-汽循环系统的汽化器 14，也可以将其顺序反向进行，也就是将高温排气首先引到汽化器 14，接着送到废气涡轮增压器 25 的透平。在此，是将废气涡轮增压器 25 作为预压缩机组，还是将其作为后压缩机组，其影响是不大的。两种布置所具有的优点是，既对内燃机 40 排气所含的动能，又对其所含的热能进行了进一步的利用。

说明书附图

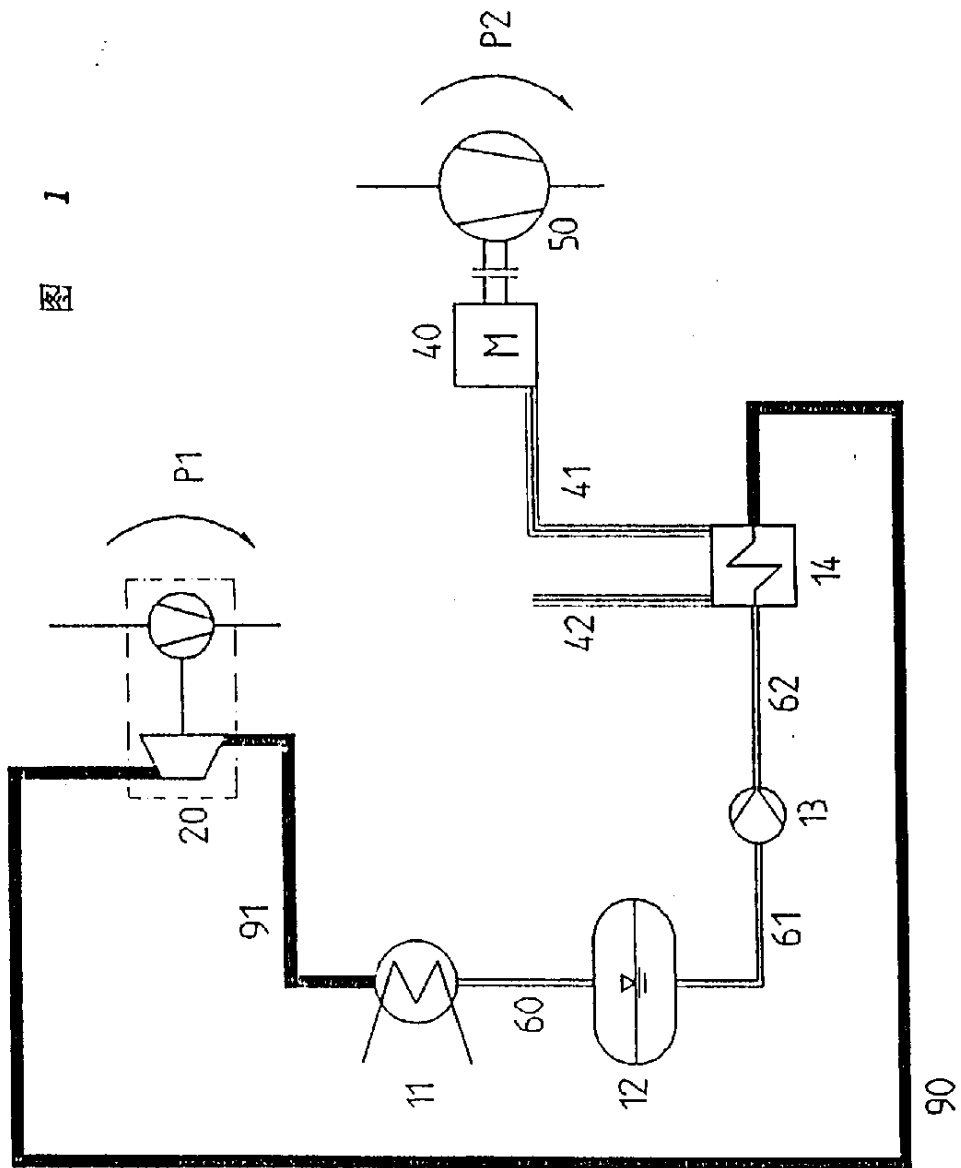


图 1

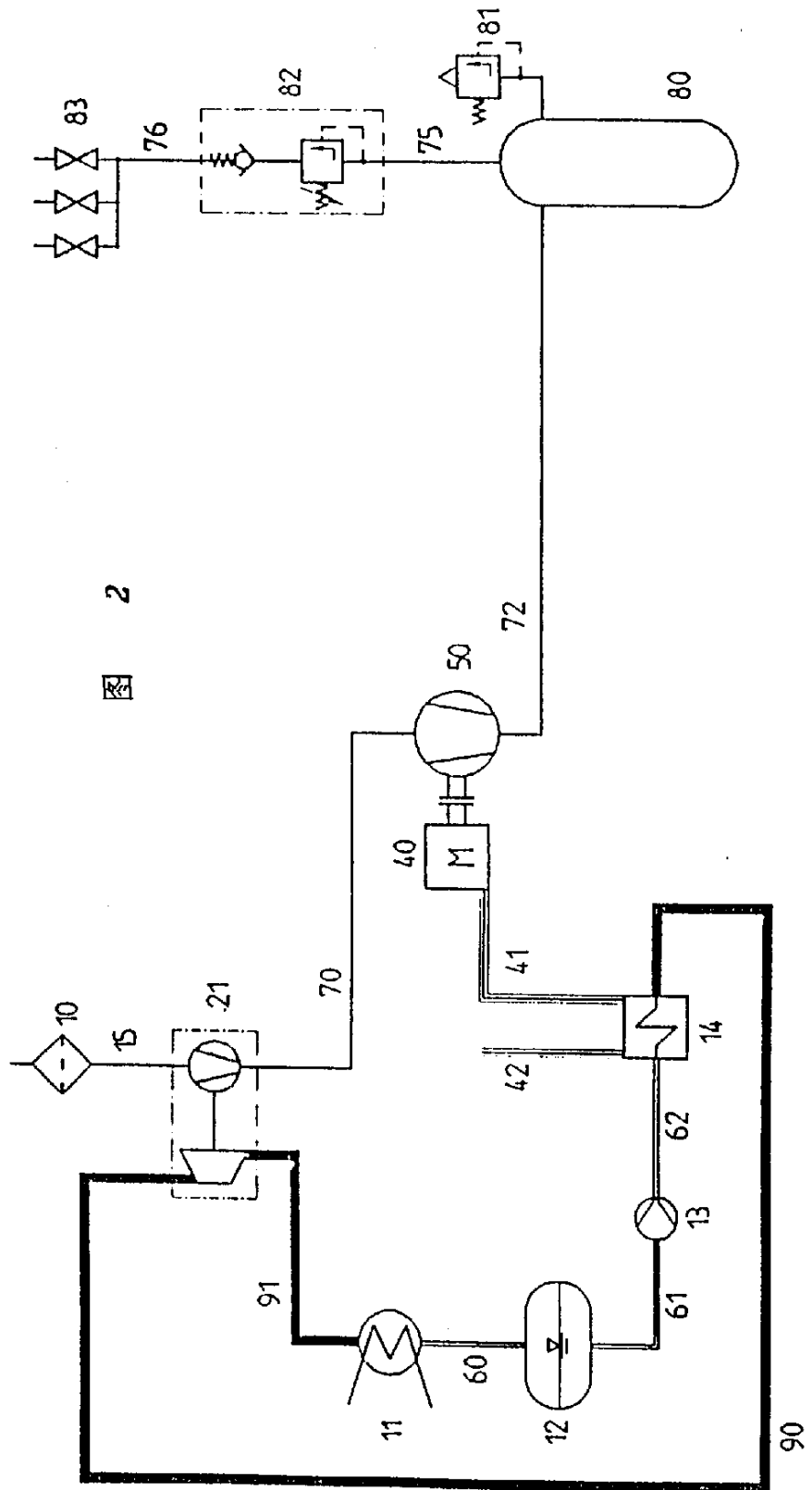


图 2

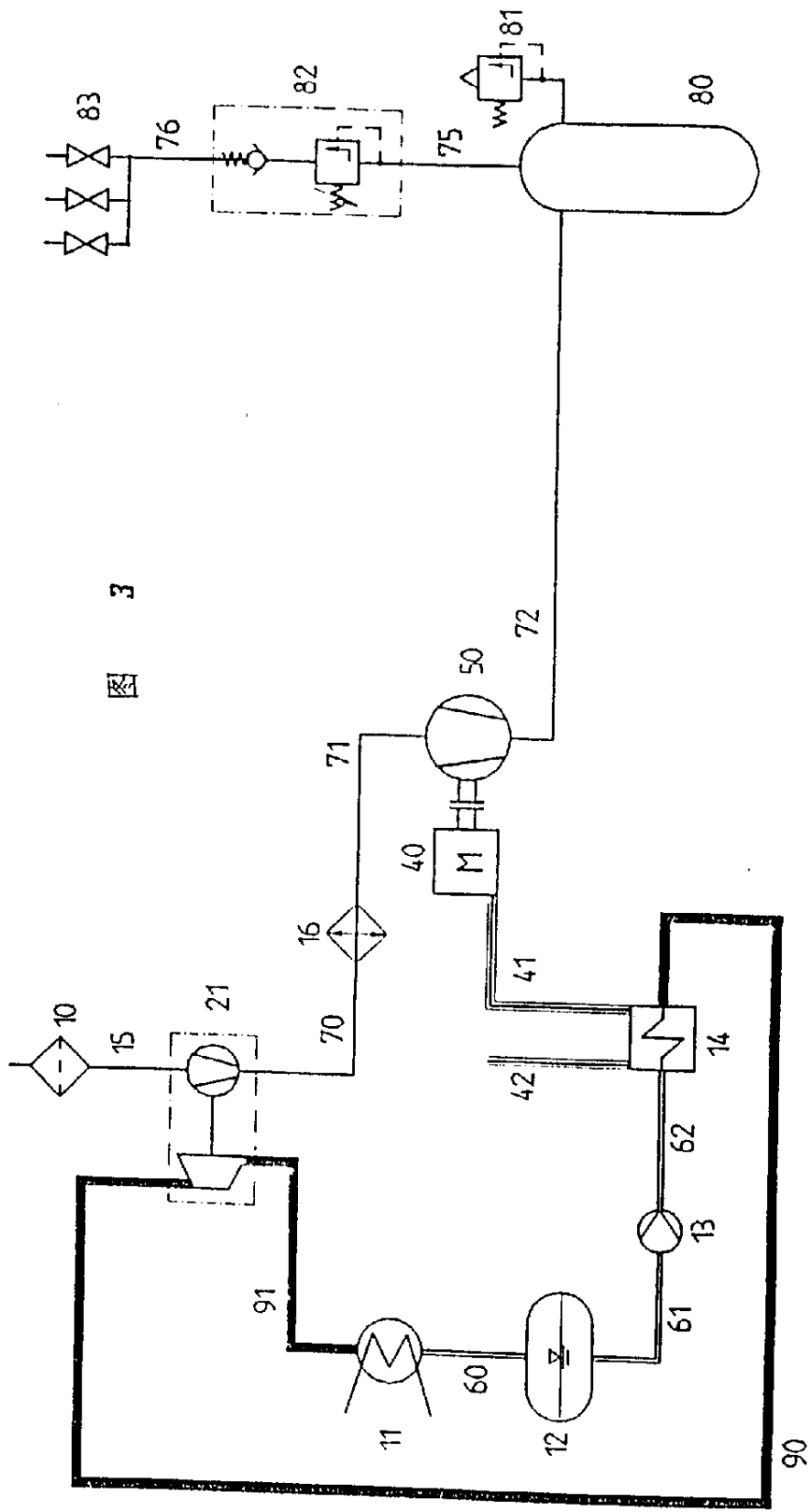


图 3

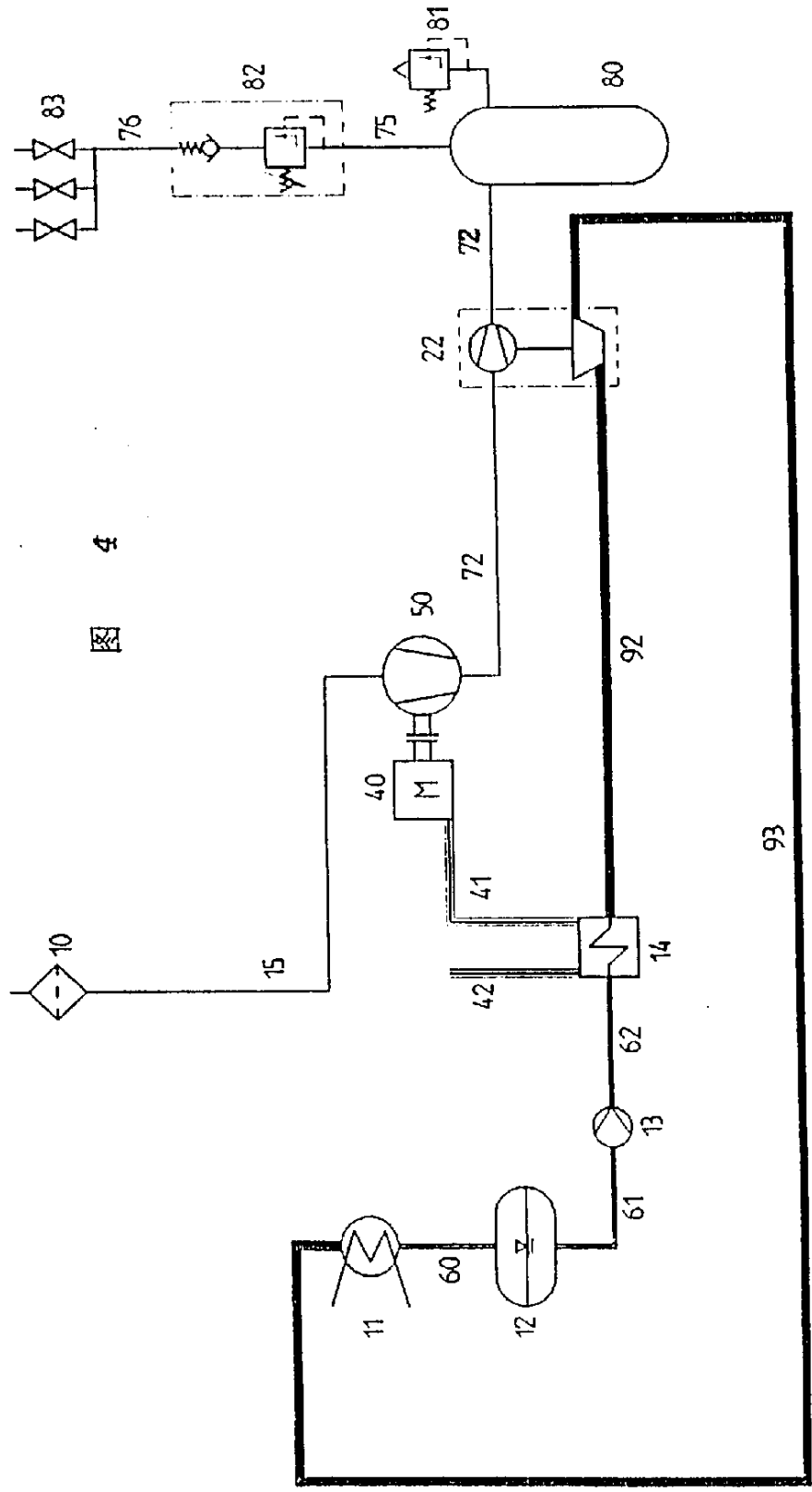


图 4

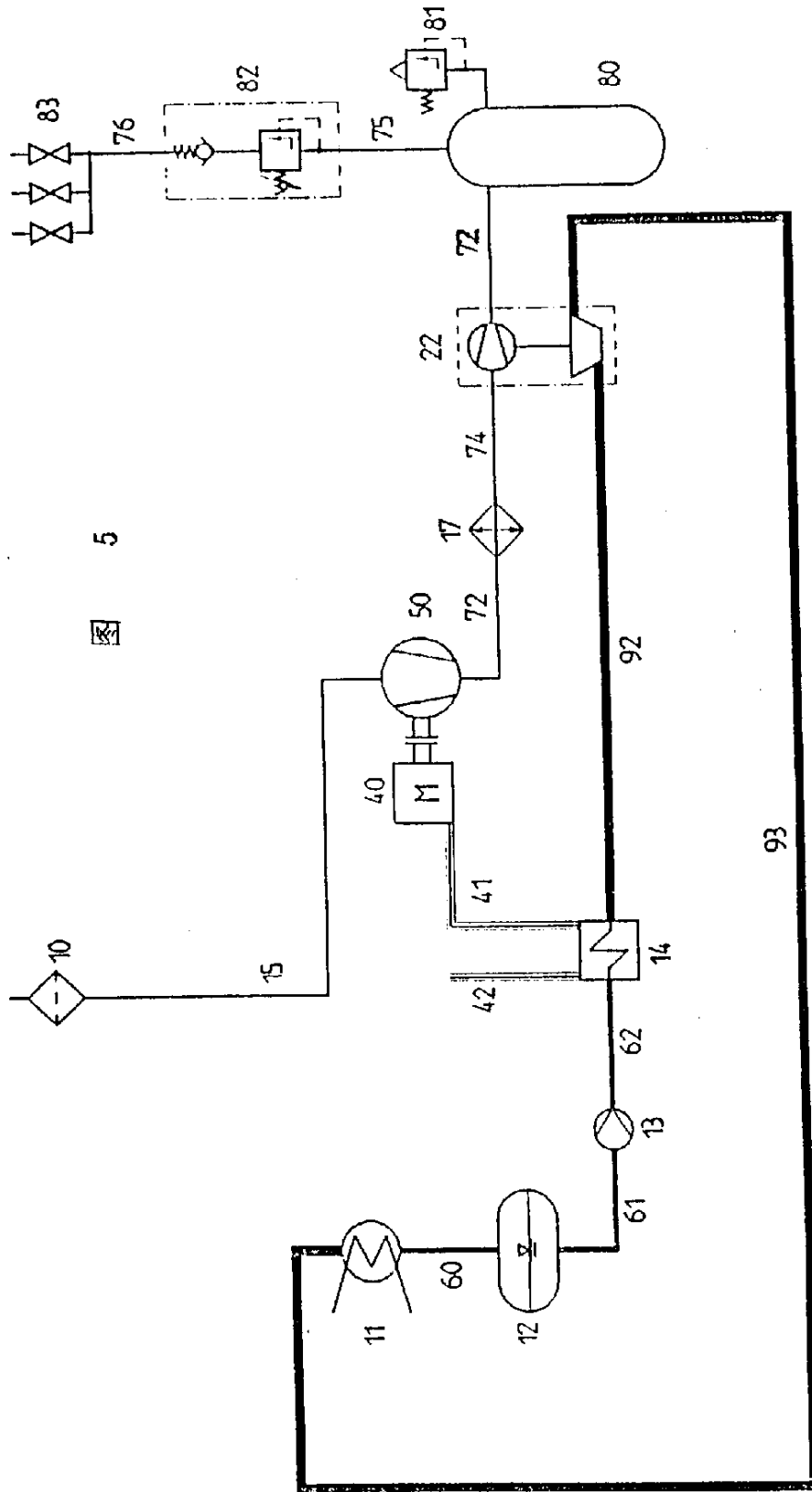


图 5

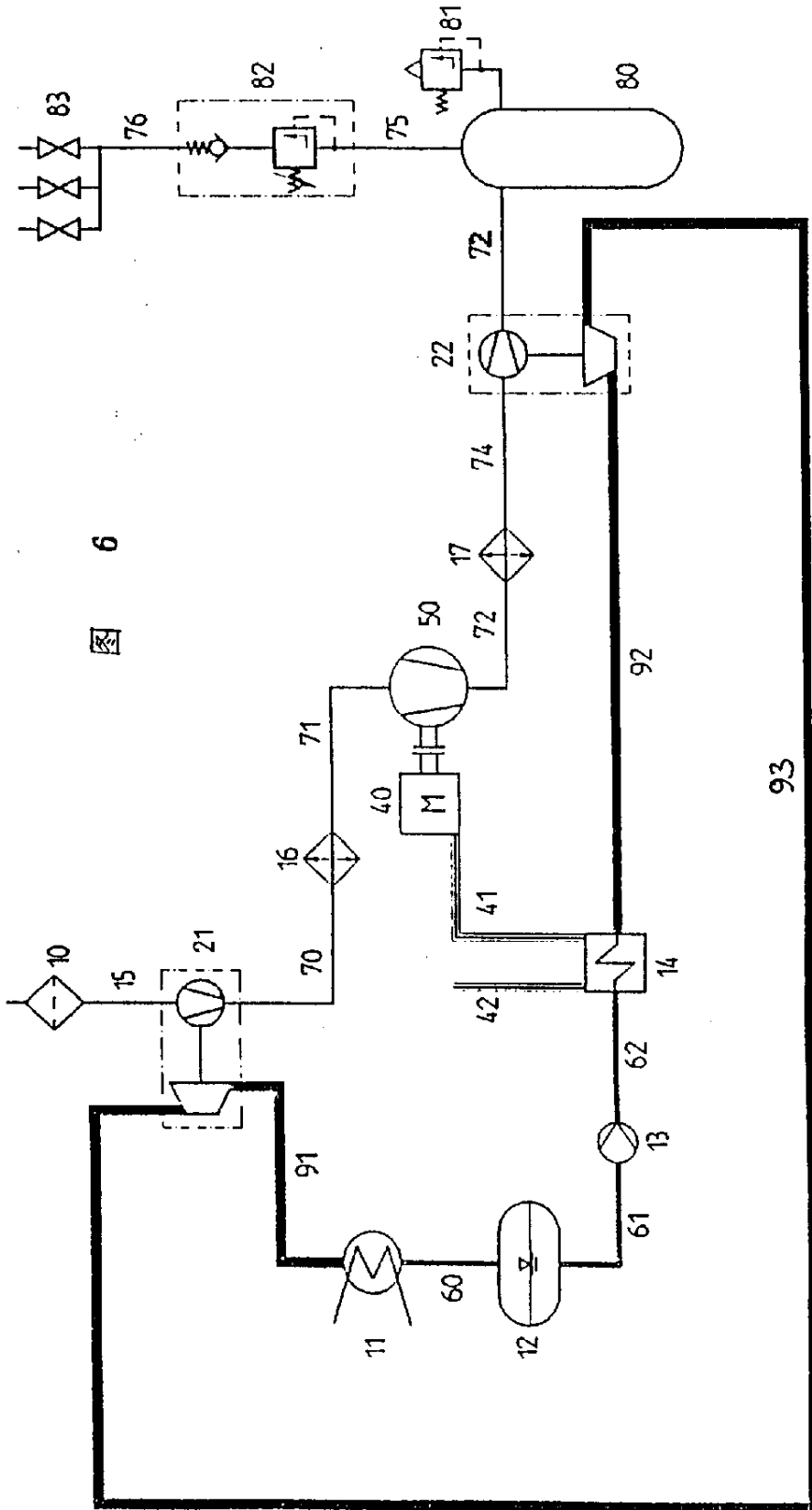


图 6

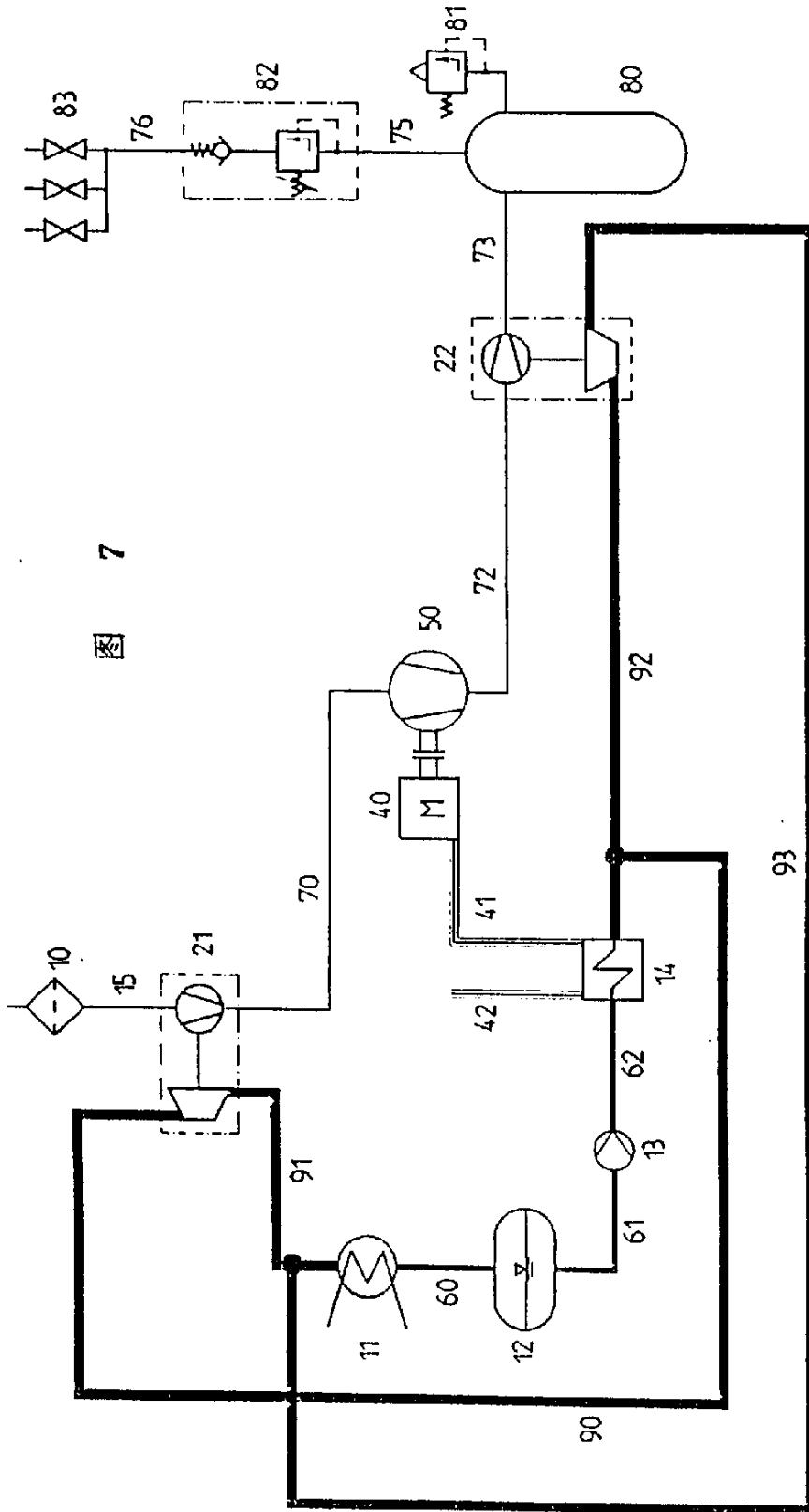


图 7

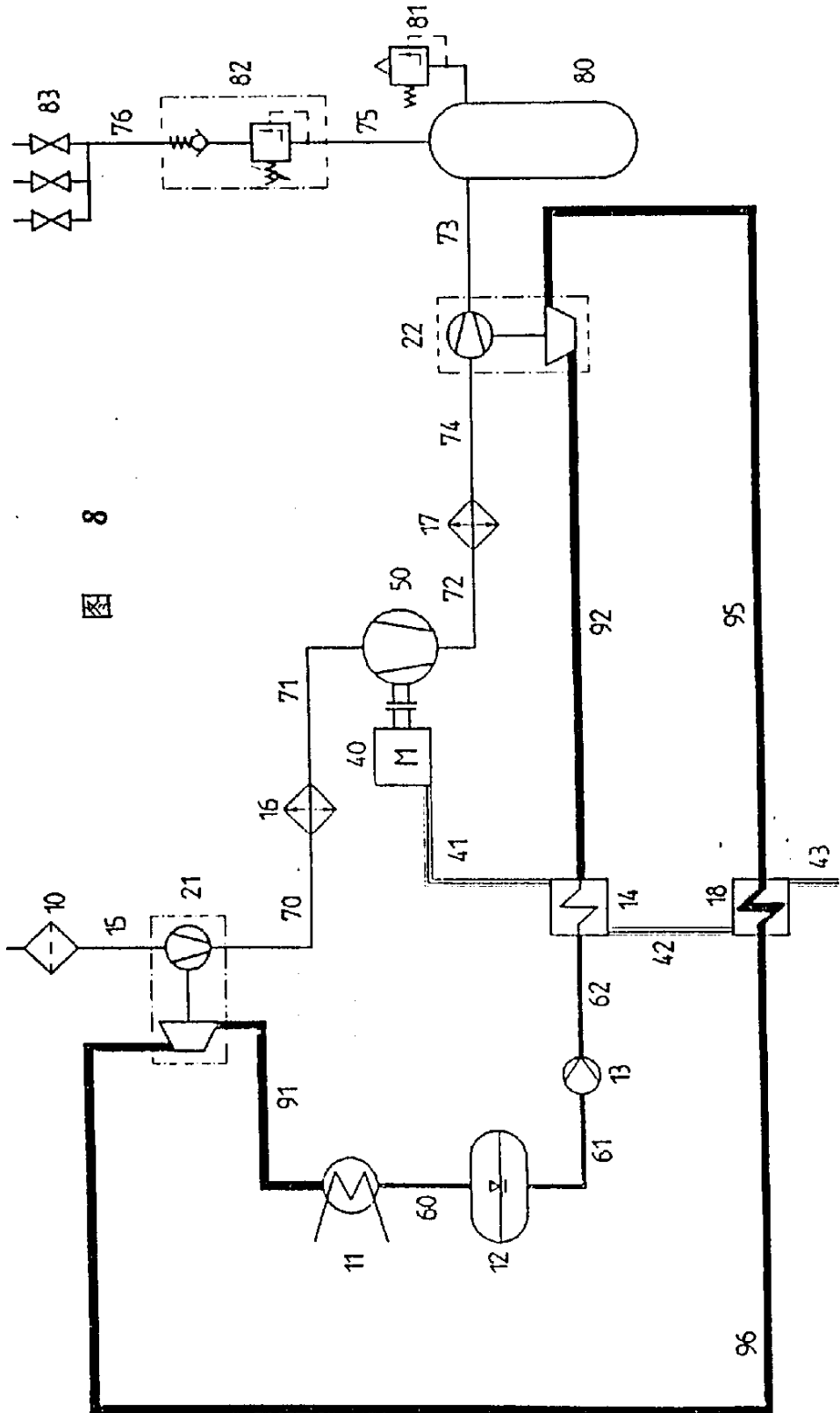


图 8

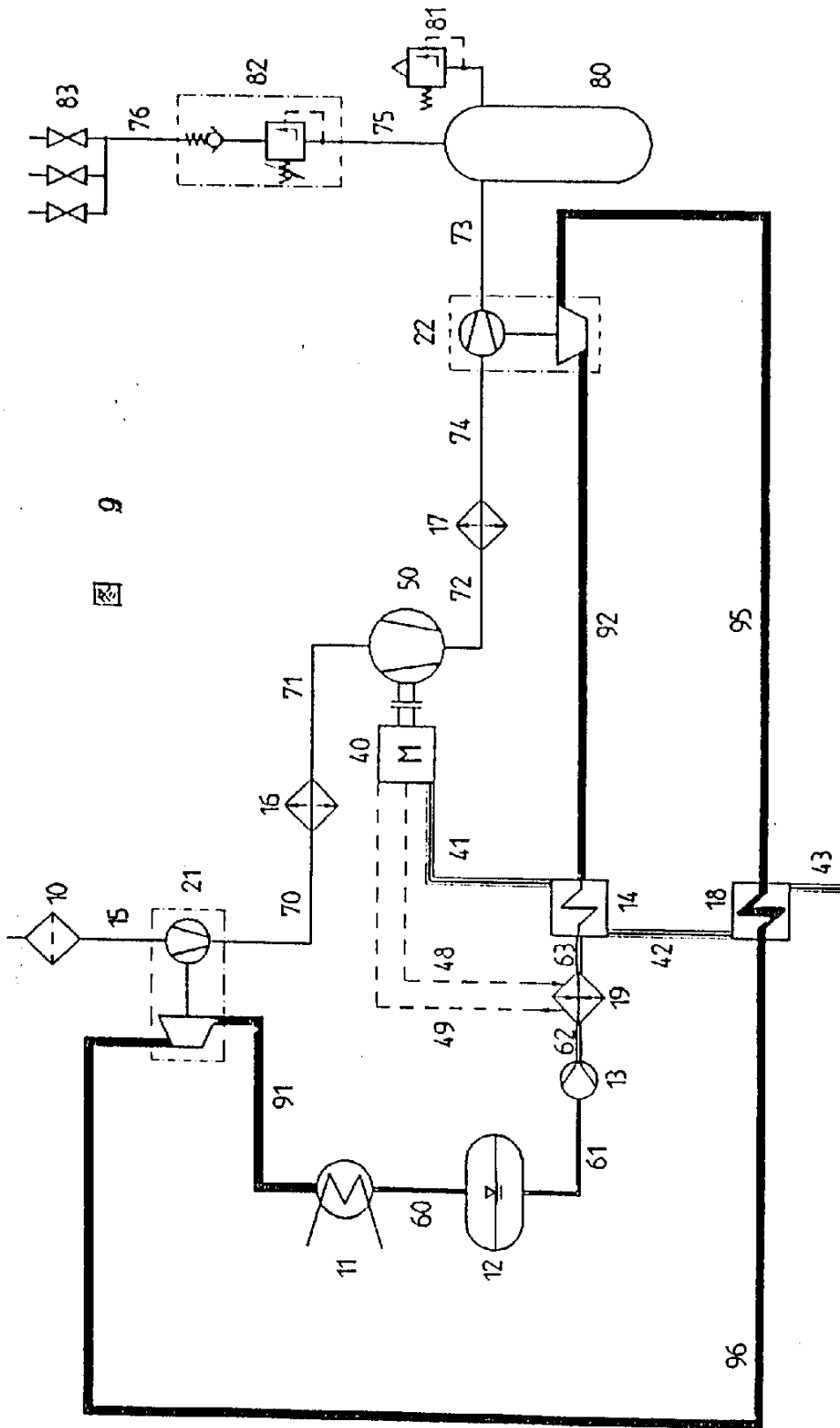


图 9

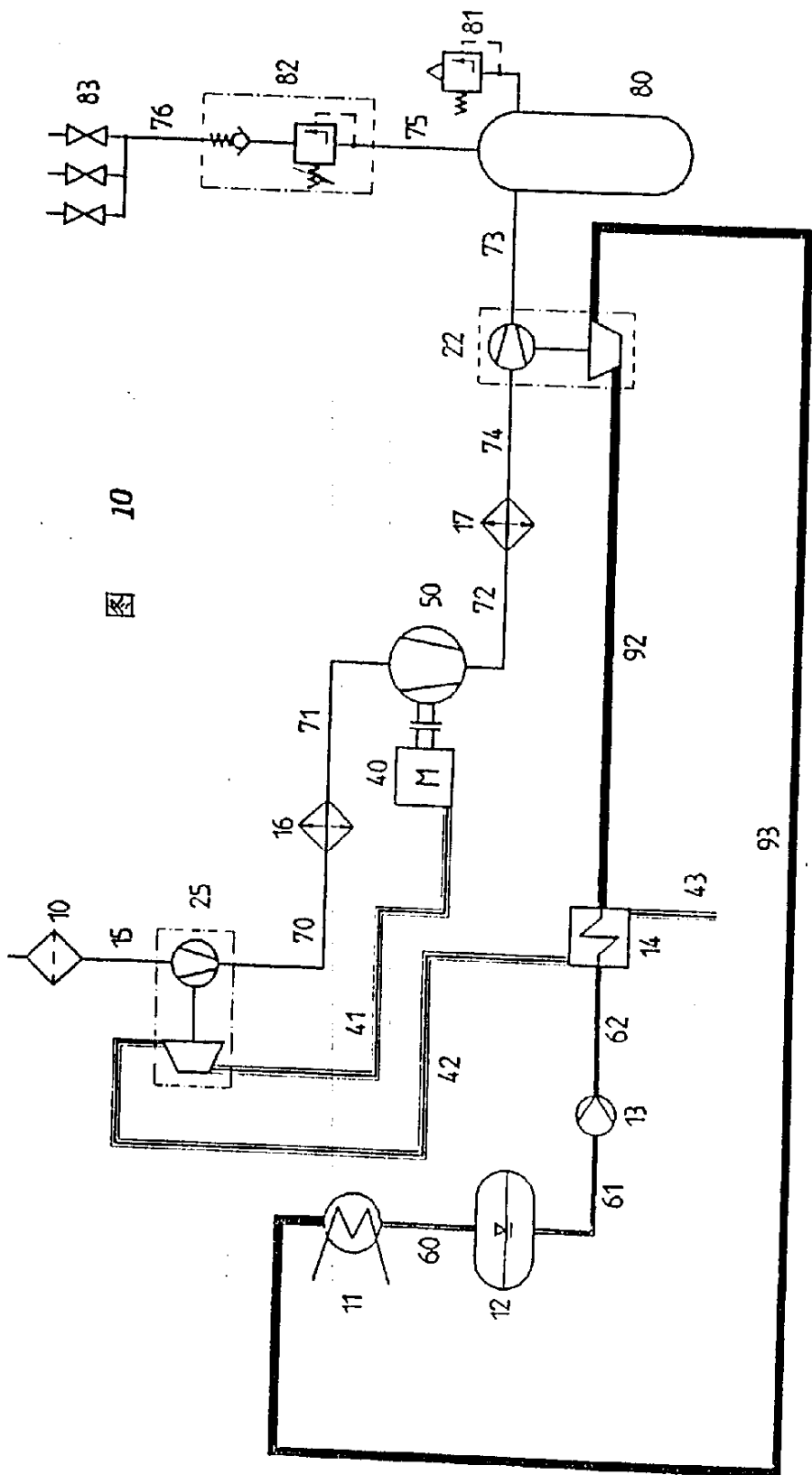


图 10