

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 94108368.3

[45] 授权公告日 2002 年 1 月 23 日

[11] 授权公告号 CN 1078302C

[22] 申请日 1994.7.8 [24] 颁证日 2002.1.23

[21] 申请号 94108368.3

[30] 优先权

[32] 1993.7.8 [33] FI [31] 933126

[73] 专利权人 瓦特西拉柴油国际公司

地址 芬兰赫尔辛基

[72] 发明人 A·阿恩格 S·施托霍尔姆

K·贝克曼

[56] 参考文献

JP 昭 58-53608 1983. 3. 30 F01K23/10

US4516403 1985. 5. 14 F22D5/00

US5176000 1993. 1. 5 F01K23/10

昭 58-220945 1983. 12. 22 F02G5/04

审查员 杨克菲

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

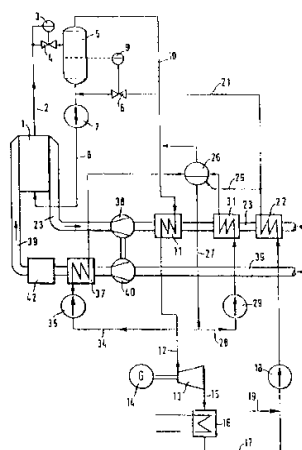
代理人 周备麟

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图页数 3 页

[54] 发明名称 热动力发动机及其操作方法

[57] 摘要

一种用于在液冷的并用于产生热能和机械能的热动力发动机(1)的能量利用系统中提高总有用能产量的方法。在该利用系统中,热能取自发动机冷却系统的冷却剂。来自发动机的至少一部分冷却剂被导至一汽化区(5),在那里,或通过降低压力或通过增加该区内的热量,使一部分冷却剂转变为蒸汽,该蒸汽在能量利用系统中被用于能量输送和/或用作回收能量的工质。





权 利 要 求 书

1. 一种用于改善在液冷的并用来产生热能和机械能的热动力发动机(1) 的能量利用系统中有用能总产量的方法, 在该系统中至少一部分发动机的冷却剂被导至汽化区(5), 在那里或者通过降低压力或者通过增加该区(5) 内的热能量, 使一部分冷却剂转变为蒸汽, 由冷却剂产生的蒸汽藉助于发动机(1) 的热流体流(在管 23 内) 来过热(在 11 和 11a 内), 该蒸汽在能量利用系统中被用于能量输送和/ 或用作回收能量的工质, 其特征在于, 发动机内的冷却剂的压力被保持高于汽化区(5) 的压力, 从而发动机内的冷却剂是液体; 并且控制冷却剂的压力使得用来汽化汽化区(5) 内的冷却剂的能量与在冷却热动力发动机期间从热动力发动机传递到冷却剂的热量相对应, 以便得到一种经过热平衡的冷却和加热利用配置。

2. 一种按权利要求 1 所述的方法, 其特征在于转化为蒸汽的冷却剂被用于蒸汽透平(13, 13a), 以产生有用的机械功。

3. 一种按权利要求 1 或 2 所述的方法, 其特征在于取自发动机(1) 冷却系统(2、7、8) 的汽化冷却剂被重新转化为液相(在 16 中) 并以液态返回到发动机的冷却系, 因此, 最好该液体在返回之前通过跟发动机的一些热流体流进行热交换来得到预热(在 22 中)。

4. 一种按权利要求 2 所述的方法, 其特征在于一部分已液化了的并要返回到发动机(1) 冷却系统(2、7、8) 的冷却剂被导至第二回路(25, 26-29, 31), 其中借助于发动机的一些热流体流完成再汽化, 所产生的一部分蒸汽在蒸汽流可能过热之前自汽化区(5) 被导至该蒸汽流。

5. 一种按权利要求 4 所述的方法, 其特征在于一部分来自第二回路(25、26) 的蒸汽经透平(13a) 冷凝器(16) 被输送到单独回路(11a, 12a)。

6. 一种按权利要求 2 所述的方法, 其特征在于发动机(1) 的冷

却系统(2、7、8)的压力被保持在高于2巴的值。

7. 一种按权利要求6所述的方法, 其特征在于在冷却系统(2、7、8)中, 冷却系统的压力被保持得这样高, 使冷却剂温度在没有沸腾下超过100℃。

8. 一种按权利要求4所述的当用于增压柴油机(1)时的方法, 其特征在于增压装置的一些高温流体流被用于(在37内)预热由发动机冷却剂得到的蒸汽和/或汽化该冷却剂的冷凝液。

9. 一种按权利要求8所述的方法, 其特征在于高温空气充量(在39内)被用于汽化冷凝液(在37内)和/或过热蒸汽, 从而同时达到空气气量的冷却。

10. 一种按权利要求1所述的方法, 其特征在于为汽化冷却剂所需的能量基本上全取自由发动机(1)传递到冷却剂的热能。

11. 一种按权利要求6所述的方法, 其特征在于发动机(1)的冷却系统(2、7、8)的压力被保持在高于5巴的值。

12. 一种按权利要求7所述的方法, 其特征在于在冷却系统(2、7、8)中, 冷却系统的压力被保持得这样高, 使冷却剂温度在没有沸腾下超过140℃。

13. 一种发动机装置, 包括用来产生热能和机械能的一液冷的热动力发动机(1)和连接为从发动机(1)接收冷却剂的一能量利用系统, 该能量利用系统包括下述装置, 限定一用来从发动机接收冷却剂的汽化区的装置(5), 降低汽化区内的压力或增加汽化区内的热量来使供应到汽化区的一部分冷却剂转变为蒸汽的装置, 通过与发动机的热流体流进行热交换用于过热冷却剂蒸汽的过热装置(1), 使用在汽化区形成的冷却剂蒸汽来输送能量和/或用作回收能量的工质的装置, 其特征在于, 能量利用系统还包括用来维持发动机(1)内的压力比汽化区内的压力高的装置(3、4), 从而使发动机内的冷却剂是液体并使液体在汽化区(5)内汽化; 并且控制冷却剂的压力使得用来汽化汽化区内的冷却剂的能量与在冷却热动力发动机期间从热动力发动机传递到冷却剂的热量相对应, 以便得到一种经过热平衡的冷却和加热利用配置。

00.10.00

14. 一种按权利要求 13 所述的装置，其特征在于用来维持发动机（1）内的压力比汽化区内的压力高的装置包括一个压力和温度监控装置（3）以及一个由所述装置（3）操作的阀（4）。

热动力发动机及其操作方法

本发明涉及一种用于改善产生热和机械能的内燃机(有时称作热动力发动机)的总有用能产量的方法,并涉及采用上述方法的发动机。

在使用某些热动力发动机,诸如大型柴油发动机时,所消耗的燃油的相当部分能量未被利用,因为在发动机冷却系统中,仅把冷却剂的温度升高到大约 $80^{\circ}-85^{\circ}\text{C}$,对于如此低温的废热,很难找到其应用的场合。然而在某些较大的采用热动力发动机的电站内,通过热交换器利用冷却剂的热能来生产热水(如热工艺用水)或用于地区采暖。

本发明目的是要创造一种热动力发动机,例如一种柴油机,在该柴油机中能以更有效的方式利用所产生的热能。本发明的这一目的是通过采用所述方法的装置来实现的。例如,通过汽化柴油机中采用的某些冷却剂,其一部分热能量作为汽化热被吸收。蒸汽是一种工质,它所含的热能用公知的方法可被很有效地利用。通过降低压力或将较多的热能带到汽化区,可获得部分汽化。这种作业最好在热动力发动机之外的分隔区内进行,但从理论上进,汽化也可在发动机的冷却系统中通过利用由发动机所产生的热量来进行,虽然这种操作方法要求汽化过程在不损害或不危及发动机功能的发动机部分和良好控制下进行。

将拟按本发明操作的热动力发动机造得比较大,通常具有兆瓦甚至数十兆瓦量级的动力输出,是有利的。热动力发动机的功率或包含这种发动机的电站功率愈大,找到废热应用的场合来节约的能量越多,并且为废热回收证明是有利可图的投资的机会越大。一个热电站可以

包括几个热动力发动机，因此，电站的总输出功率可达到 100 兆瓦量级。

在已知的大型内燃机中，发动机冷却剂的温度常低于 100°C ，一般为 $80^{\circ} - 85^{\circ}\text{C}$ 。在按本发明运转的热动力发动机中，出于热工学的理由，用高于通常温度的冷却剂温度来运转是有利的。然而，这要求热动力发动机冷却系统能经受高于通常温度的冷却剂温度，并且冷却剂温度要受适当的监控。

本发明方法的要点是至少一部分发动机的冷却剂被导至汽化区，在那里或者通过降低压力或者通过增加该区内的热能量，使一部分冷却剂转变为蒸汽，该蒸汽在能量利用系统中被用于能量输送和/或用作回收能量的工质。并且，发动机内的冷却剂的压力被保持高于汽化区的压力，从而发动机内的冷却剂是液体；并且控制冷却剂的压力使得用来汽化汽化区内的冷却剂的能量与在冷却热动力发动机期间从热动力发动机传递到冷却剂的热量相对应，以便得到一种经过热平衡的冷却和加热利用配置。

通过利用与热动力发动机相联的各种不同的废气源，如排气，来过热蒸汽，蒸汽的实用性改善了。蒸汽，尤其是过热蒸汽，可应用于许多场合，例如作为各种机器和装置或为能易于转化为电能的机械能生产的工艺过程用蒸汽（如蒸汽透平）。

通过将蒸汽在极低的压力下在冷凝器中冷凝，并以液态反回到蒸汽回路内的方法来改善蒸汽利用是公知的。按照本发明，将这一公知技术应用于热动力发动机的冷却系统内。通过用取自热动力发动机的废气来预热反回的冷凝液，为反回到该冷却系统前再汽化或为其可用热能的利用创造了必要的条件，后者是通过将热能供给可被进一步利用的冷却回路来实现的。

回到液态的一部分冷却工质，在返回到冷却系统前，可被导入第二回路，在那里，利用取自热力发动机的热工质流的热量来完成新的汽化过程。用这种方法，所产生的至少一部分蒸汽在蒸汽可能过热之前，可被输到产生于第一汽化相的蒸汽流中。第二回路的一部分蒸汽也可形成一个流经透平和冷凝器的单独回路。按照本发明这几种回路开辟了利用迄今未利用的热动力发动机冷却回路中的部分废热的可能性。

通过将热动力发动机冷却系统的压力保持在高于 2 巴，最好高于 5 巴的值，当采用纯水作为冷却剂时，有可能使其温度大大超过 100°C

而不引起沸腾。由于采用了本发明，相信纯水是最理想的冷却剂，如果将冷却系统内的压力保持在使冷却剂的温度可超过 140°C 这样高的值，按照本发明，为利用冷却剂的热能创造了良好的条件。

本发明可有利地应于大型增压柴油机，其中发动机增压装置的一些高温工质流可用于过热自发动机冷却剂接收的蒸汽和/或用于汽化被冷凝的冷却剂。从而，增压装置的大部分废热也能被利用。增压装置的高温空气充量可用于过热蒸汽和/或用于汽化冷凝液，藉此同时达到空气充量冷却，这能使发动机的工作效率达到最佳化。

根据本发明的发动机装置包括用来产生热能和机械能的一液冷的热动力发动机和连接为从发动机接收冷却剂的一能量利用系统，该能量利用系统包括下述装置，限定一用来从发动机接收冷却剂的汽化区的装置，降低汽化区内的压力或增加汽化区内的热量来使供应到汽化区的一部分冷却剂转变为蒸汽的装置，通过与发动机的热流体流进行热交换用于过热冷却剂蒸汽的过热装置，使用在汽化区形成的冷却剂蒸汽来输送能量和/或用作回收能量的工质的装置。能量利用系统还包括用来维持发动机内的压力比汽化区内的压力高的装置，从而使发动机内的冷却剂是液体并使液体在汽化区内汽化；并且控制冷却剂的压力使得用来汽化汽化区内的冷却剂的能量与在冷却热动力发动机期间从热动力发动机传递到冷却剂的热量相对应，以便得到一种经过热平衡的冷却和加热利用安排

在本发明的装置内，如果为冷却剂汽化所需能量基本上相应于自热动力发动机传送给冷却剂的热量，则达到了一种热平衡的配置，同时发动机冷却装置的废热得到了有效地利用。

现在参照各附图，通过实例进一步详细叙述本发明。其中：

图 1 表示本发明一个实施例的简图；

图 2 表示本发明另一实施例的流程图；

图 3 表示利用热动力发动机废能的蒸汽透平轴功率作为绝对蒸汽压力的函数在三种不同工况下的曲线。

在图 1 中，标号 1 代表一热动力发动机，例如一大型水冷增加柴油机。发动机 1 的冷却系统包括一管道 2，它具有一个操作用以控制冷却剂（冷却水）中压力的阀 4 的压力和温度监控装置 3。冷却水被导至一个罐 5 内，在该罐内，压力较发动 1 的冷却通道内的压力低得多，

00:10:05

致使部分冷却水（一般在 5% 以下） 转化成蒸汽，没有汽化的那部分冷却水（通常超过 95%）借助于泵 7 经管道 8 被泵回到发动机 1 的冷

却通道。罐5 中的液面高度受控装置9 监控，该控制装置利用节流阀6 控制管道21 中的蒸汽回流。

发动机1 的冷却系统中和罐5 中压力最好这样选择，使所产生的蒸汽压力为4 至8 巴绝对压力，在所示的实施例中约为6 巴，相应的温度约为159℃。该蒸汽经管10 被导至发动机1 排气管中的过热器11 内，在该过热器内，其温度升至约300℃。该蒸汽自过热器11 经管12 被导至蒸汽透平13，该蒸汽在透平13 内被用以产生机械能，后者如图所示那样在发电机14 内，被用以发电。

低压蒸汽(<0.1 巴) 自透平13 经管15 流至冷凝器16，冷凝水自该冷凝器16 经管17 被导至泵18。泵18 将水压提高到这样一个值，使水在流经也设置在排气管23 上的预热器22、管21 和节流阀6 后能加入泵1 进水侧的管8 中的水流。

可能的泄漏损失由经处于泵18 上游的管19 输送的水来补充。在过热器11 内、在预热器22 内和在排气汽化器31 内，热能由发动机1 的热排气中获得，热排气经排气管23 被引离发动机。

在热交换器22 的下游，水温约为159℃。在图1 的实施例中，一部分预热水经管24 被导至用作蒸汽分离器的罐26，被分离出的水经管27 自该蒸汽分离器被导致两支管28 和34。支管28 经泵29 通至排气汽化器31，而支管34 经泵35 通至空气冲量汽化器37，汽化器37 由经管39 流至发动机1 的压缩空气充量加热。支管28 和34 在罐26 内再次汇合，被分离出的蒸汽自这里被导回至管10。

发动机1 的增压装置包括一废气透平38 和受该透平驱动的空气充量压气机40。该增压空气温度可升至接近于250℃。从发动机运转的效率考虑，冷却该空气充量是重要的，采用汽化器37 至少可部分地进行所需的冷却。通常需要在冷却器42 中对其它空气进行冷却，将空气充量的温度降压所希望的百分数。

图2 和图1 有许多共同之处，在二个图中相同的标号具有相同的意义。在图2 的实施例中，过热器11 已被双过热器11a 所代替，后者具有二个分离的蒸汽流道。经双过热器11a 的循环路线，包括管12，蒸汽透平13，冷凝器16 和预热器22，相应于图1 中所示的结构。

在预热器22 的下游，一部分预热水经管25 被导至两分离罐26a 和26b，它们像蒸汽分离器那样工作。水自罐26a 经管34 和35 被导至空气充量汽化器37，所产生的蒸汽—水混合物自那里被导回至罐26a，并由那里被进一步导至管10，正如图1 的实施例中所示。水自罐26b 经管27 和泵29 被导至废气蒸发器31，所产生的蒸汽—水混合物自那里，如图1 的实施例中所示，但现在被导回至罐26b，自罐26b 该蒸汽经双预热器11a 的第二流道并经管12a 流至第二蒸汽透平13a，从而在那里产生机械能。

自蒸汽透平13a 接收的低压蒸汽(<0.1 巴) 经管15a 流至冷凝器16，在冷凝器内它汇合来自蒸汽透平13 的低压蒸汽流。

采用两个单独的蒸汽透平是合理的，因为自废气蒸发器31 接收的蒸汽温度和压力显著地高于自空气充量汽化器37 和罐5 接收的蒸汽温度的压力。

在图3 的曲线中，曲线A，作为蒸汽压力P (巴) 的函数，代表当蒸汽透平仅从发动机废气中回收热能时利用柴油发动机废热的蒸汽透平的轴马力P(千瓦)。

图3 中的曲线B 代表作为蒸汽压力函数的透平轴功率，此时，在发动机内循环的液体冷却剂的部分热能，按照本发明，借助于图1 所示的装置，但没有空气充量汽化器37 及其循环装置，被蒸发和利用，(即不采用回路26、27、34、35、37 和26) 。曲线B 表示蒸汽透平的轴马力，跟曲线A 代表的应用场合相比较提高了约30—40%。然而，在曲线B 中，蒸汽透平功率和蒸汽压力之间的关系并不是容易的，因为

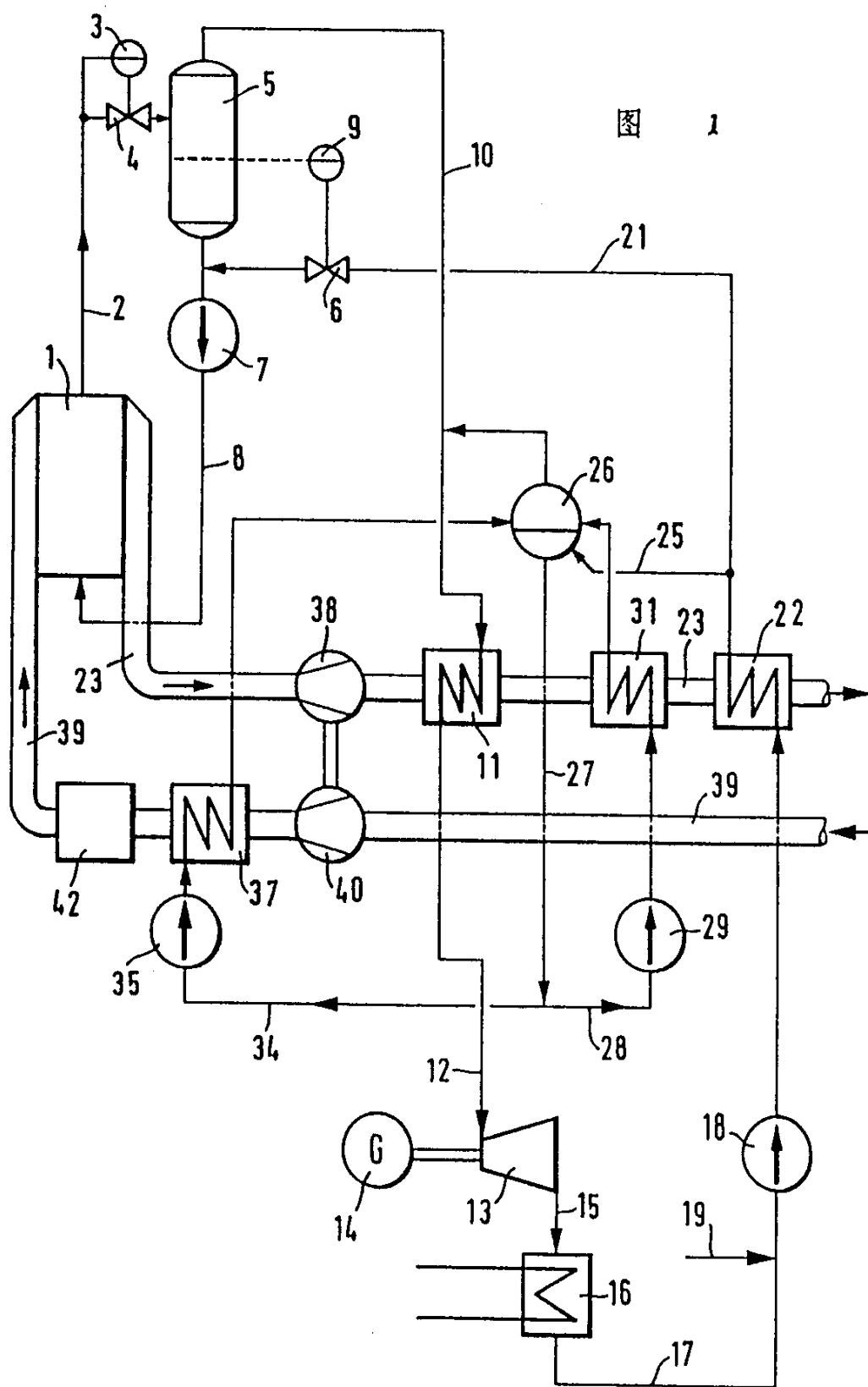
很难获得相应于最大功率输出的高蒸汽压力。因此，实际上不易获得曲线B 最有利的区域。

曲线C 相应于图1 的应用场合，但采用全部所示的热利用装置。它显著优越于由曲线B 代表的应用场合，因为现在最高功率出现在4-6 巴的压力范围，它就采用本发明来说是一种真实的压力范围。

图2 的装置给出了类似于曲线C 的曲线。

本发明不限定所示的实施例，因为在下述权利要求书的范围内的一些修改是可行的。

说明书附图



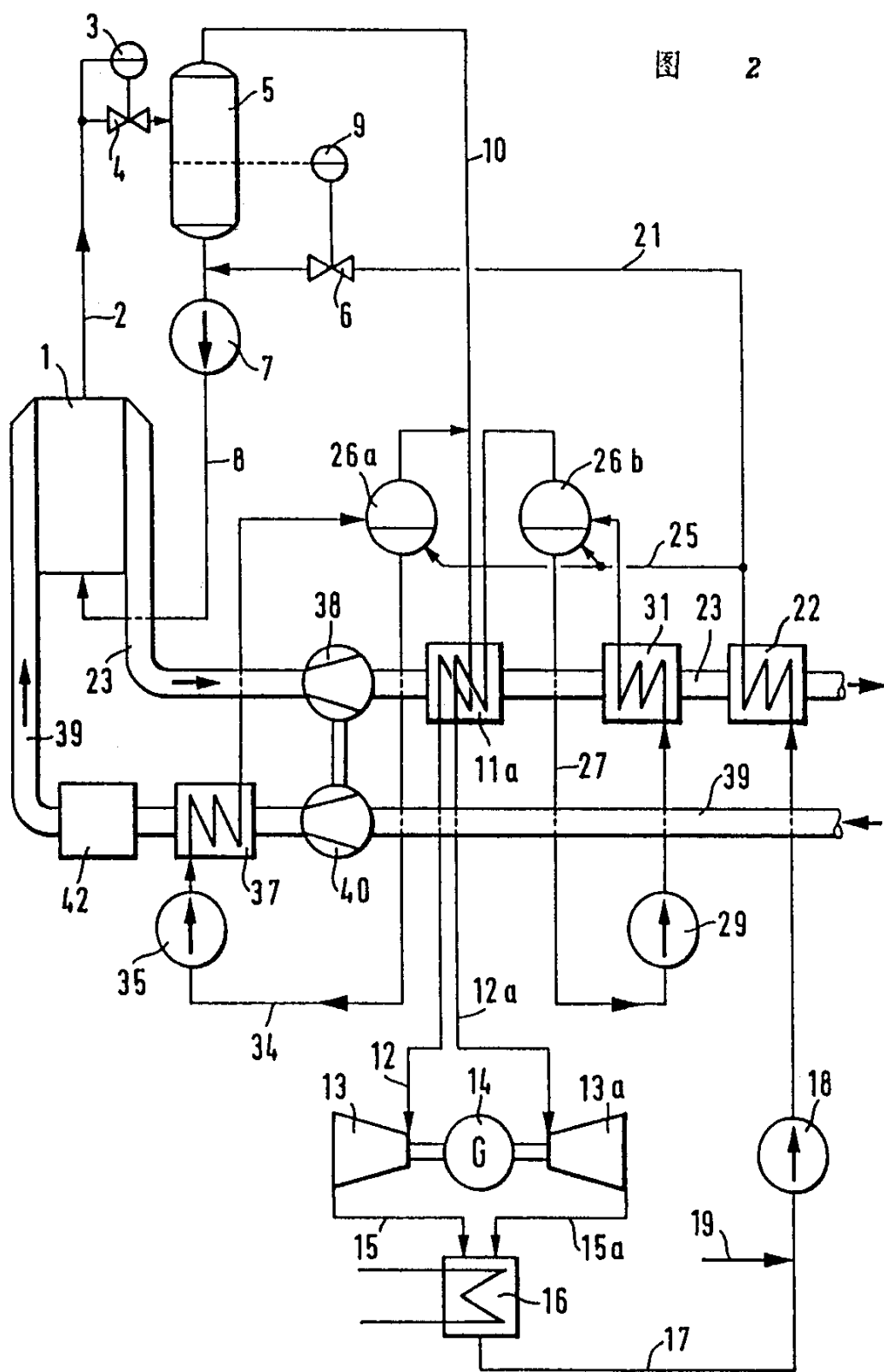


图 2

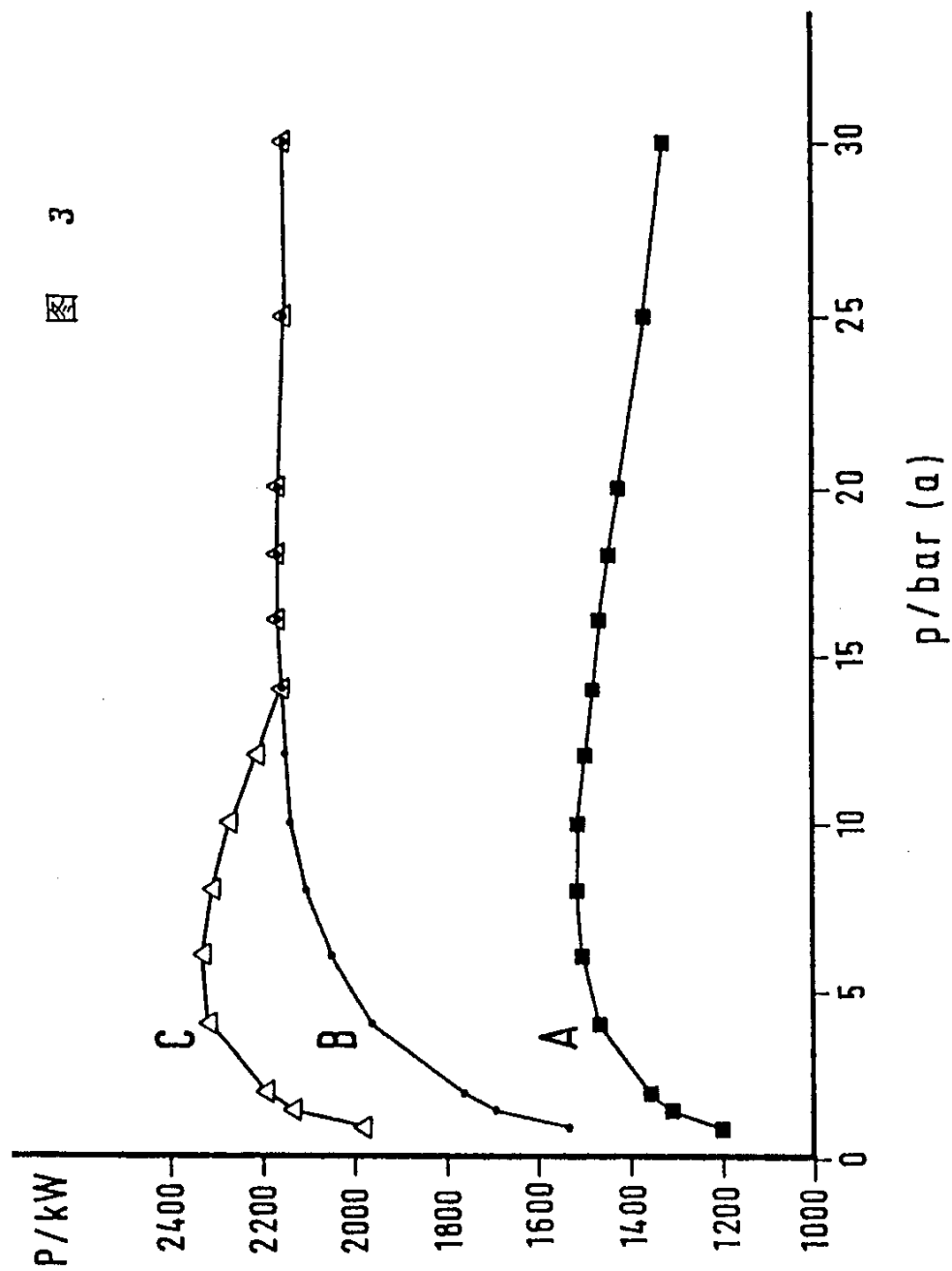


图 3