

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02118017.2

[43]公开日 2002 年 12 月 4 日

[11]公开号 CN 1382902A

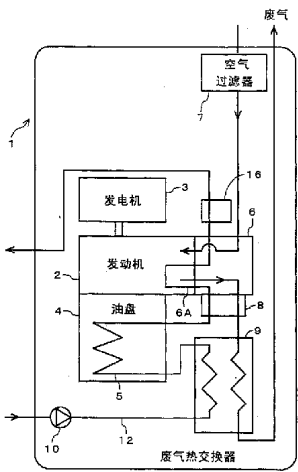
[22] 申请日 2002. 4. 19 [21] 申请号 02118017.2  
[30] 优先权  
[32]2001. 4. 20 [33]JP [31]122669/2001  
[71] 申请人 本田技研工业株式会社  
地址 日本东京都  
[72] 发明人 户川一宏 竹村一仁

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事  
务所  
代理人 王以平

权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 6 页

[54] 发明名称 内燃机的余热回收装置  
[57] 摘要

提供了一种内燃机的余热回收装置。设置使热介质在内燃机(2)的冷却部(6A)和利用内燃机(2)的废气的废气热交换器(9)中循环的循环路径(12)。循环路径(12)的输出侧连接到设于热水储箱等的输出热交换器。由泵(10)导入的热介质依次在废气热交换器(9)、油热交换器(5)、水套(冷却部)(6A)循环后输出。导入至废气热交换器(9)的热介质通过调整流量等使废气中的水蒸气处于其露点以下地设定为低温。热介质回收废气具有的热和废气的冷凝热后,引导至冷却部(6A),进一步使温度上升。这样,内燃机的余热有效地得到回收。



ISSN 1008-4274

1. 一种内燃机余热回收装置，它通过水泵使热介质在内燃机的冷却部和以内燃机废气为热源的废气热交换器中循环从而回收热量，并从该热介质获得热输出；其特征在于：设置进行上述内燃机用的内燃机油与上述热介质之间的热交换的油热交换器，并设定热介质循环路径，在该热介质循环路径中上述热介质供给到上述废气热交换器并通过与废气的热交换接受热量，使得废气中的水蒸气温度处于露点以下，然后供给到上述油热交换器，之后，供给到上述内燃机的冷却部，通过与内燃机冷却介质的热交换接受热量。

2. 根据权利要求1所述的内燃机余热回收装置，其特征在于：设定上述热介质的温度和/或流量，以便通过上述废气热交换器中的热交换，在运行时间中使废气中的水蒸气温度维持在露点以下。

3. 根据权利要求1所述的内燃机余热回收装置，其特征在于：设定上述热介质的温度和/或流量，以便通过上述废气热交换器中的热交换，在运行时间中的预定比例以上的时间使废气中的水蒸气温度处于露点以下。

4. 根据权利要求1所述的内燃机余热回收装置，其特征在于：通过将经过上述热介质循环路径的热介质供给到输出热交换器，从而取出热输出。

5. 根据权利要求1所述的内燃机余热回收装置，其特征在于：上述水泵配置在上述废气热交换器的入口侧。

## 内燃机的余热回收装置

### 技术领域

本发明涉及一种内燃机的余热回收装置，特别是涉及用于热电联产装置等的动力源的内燃机的余热回收装置。

### 背景技术

近年来，考虑地球的环境保护问题的必要性日益增大，为了有效地利用能源，如热电联产装置那样回收利用随着运行产生的热的技术越来越受到重视。在这种热电联产装置中，由于废气温度比用于动力源的内燃机主体的高温部更高，所以，在回收该余热时，将热的回收介质（一般为内燃机冷却水）导入到内燃机冷却部对热进行回收，之后，将回收介质导入到废气热交换器，进一步进行热的回收（参照日本专利第 2691372 号、特开平 8-4586 号）。

图 5 为示出现有余热回收装置的热回收介质（以下称“热介质”）和余热的温度变化的图，纵轴为温度，横轴为热介质和废气的流动方向。热介质的温度如由线  $L_m$  所示那样变化，废气热交换器内的废气的温度如线  $L_{ga}$ （并流形式）和  $L_{gb}$ （逆流形式）所示那样变化。并流形式和逆流形式的场合的废气的方向分别由虚线箭头  $pf$ 、 $cf$  表示。

热介质在通过内燃机冷却部期间从内燃机回收热量使其温度从  $p'$  上升到  $q'$ 。接着，该热介质通过废气热交换器从废气中回收热量，使其温度上升到  $r'$ 。另一方面废气被热介质吸走热量，使其温度从  $g'$  下降到  $r'$  近旁。这样，在热介质的循环路径的上游配置内燃机冷却部，在下游配置废气热交换器，热介质在废气热交换器中与温度比内燃机主体高的废气进行热交换，所以，热回收前后的温差  $\Delta t$  较大（逆流形式的场合的温差  $\Delta t$  比并流形式的场合要稍大一些。）

回收热量与余热回收装置的入口和出口的热介质的各温度的差  $\Delta t$

和热介质的流量的积成比例。因此，在流量较小的场合，如图 5 所示那样成为大的温差（回收温度） $\Delta t$ ，但在热介质的流量较大的场合，温差 $\Delta t$ 变小。

图 6 为示出热介质的流量比图 5 的例子大的场合的热介质的温度变化的图，在废气热交换器入口的热介质的温度比废气的露点 W 低的场合的热介质的温度如线 Lm1 那样变化，在比废气的露点 W 高的场合的热介质的温度变化如由线 Lm2 所示那样变化。另外，废气的温度分别由线 Lg1、Lg2 所示那样变化，为了使说明简化，废气的方向仅描述成并流形式。

以比废气露点 W 低的温度  $a''$  导入至内燃机的热介质从内燃机回收热量，使其温度上升到  $c''$ 。接着，该热介质的温度在通过废气热交换器时按 2 阶段上升。首先，废气被热介质吸取热量，使其温度从  $g$  急剧下降。另一方面，热介质从废气回收热量，当废气的温度下降到露点 W 时，热介质的温度上升到  $b''$ 。之后，当废气到达露点 W 时，废气组成（废气中的水蒸气）冷凝而产生冷凝热，所以，回收其热量后，热介质的温度进一步上升到  $f''$ 。最终回收产生温差  $\Delta t_1$  的热量。

另一方面，以比废气的露点 W 高的温度  $p''$  导入至内燃机的温度  $p''$  的热介质从内燃机回收热量使其温度上升到  $q''$ 。接着，该热介质在通过废气热交换器期间温度上升到  $r''$ 。此时的热回收产生温差  $\Delta t_2$ 。

比较图 5 和图 6 可以得知，当在现有的余热回收装置中以较大流量的热介质回收热量时，与由小流量的热介质回收热量的场合相比，热回收前后的热介质的温差小。在导入的热介质的温度比露点 W 低的场合，可由废气组成的冷凝热使温度上升某种程度。然而，在到达废气热交换器的入口之前从内燃机的冷却部回收热量的热介质的温度已经上升。因此，导入的热介质的温度不能说比露点 W 足够地低，所以，废气达到露点 W 需要较多的时间，结果不能以足够的效率回收冷凝热。如废气的温度可在早期下降到露点 W 以下，则可回收更多的冷凝热，但这个问题过去未能解决。

## 发明内容

本发明的目的在于提供一种可有效利用在废气热交换器中产生的废气组成的冷凝热回收热量的内燃机余热回收装置。

本发明的内燃机余热回收装置用水泵使热介质在内燃机的冷却部和以内燃机废气为热源的废气热交换器中循环从而回收热量，从该热介质获得热输出；其第1特征在于：设置进行上述内燃机用的内燃机油与上述热介质之间的热交换的油热交换器，并设定热介质循环路径，在该热介质循环路径中上述热介质供给到上述废气热交换器并通过与废气的热交换接受热量，使得废气中的水蒸气温度处于露点以下，然后供给到上述油热交换器，之后，供给到上述内燃机的冷却部，通过与内燃机冷却介质的热交换接受热量。

另外，本发明的第2特征在于：设定上述热介质的温度和/或流量，以便通过上述废气热交换器中的热交换，在运行时间中使废气中的水蒸气温度维持在露点以下。

另外，本发明的第3特征在于：设定上述热介质的温度和/或流量，以便通过上述废气热交换器中的热交换，在运行时间中的预定比例以上的时间使废气中的水蒸气温度处于露点以下。

另外，本发明的第4特征在于：通过将经过上述热介质循环路径的热介质供给到输出热交换器，从而取出热输出；第5特征在于：上述水泵配置在上述废气热交换器的入口侧。

按照第1-第5特征，通过导入至余热交换器内的热介质使废气的水蒸气的温度下降到露点以下。因此，热介质回收废气具有的热和废气的冷凝热后，被引导至配置于循环路径下游的内燃机冷却部使温度上升。这样，充分进行了热回收的热介质循环到输出热交换器。

特别是由于设定了热介质经由废气热交换器供给到这以外的热交换装置的路径，所以，由温度足够低的状态的热介质从废气进行热回收。即，可最大限度地由热介质回收由废气的冷凝产生的潜热。

另外，按照第3特征，在余热回收运行期间，将废气的水蒸气维

持在露点以下。按照第 4 特征，在废气回收运行期间，使水蒸气在废气热交换器内达到露点以下的运行时间包含在预定比例以上。

另外，按照第 5 特征，通过在热介质的温度较低的场所配置水泵，使热介质在从内燃机回收热量之前通过泵内，可避免高温的热介质与泵的构成部件的接触，所以，水泵的密封构件等不易劣化。

#### 附图说明

图 1 为示出本发明一实施形式的余热回收装置的要部构成的框图。

图 2 为示出包含本发明一实施形式的余热回收装置的热电联产装置的构成的框图。

图 3 为示出热介质和废气的温度变化的图。

图 4 为示出并流形式的热交换器的热介质和废气的温度变化的图。

图 5 为示出现有技术的热介质和废气温度变化的图。

图 6 为示出另一现有技术的热介质和废气温度变化的图。

#### 具体实施方式

下面参照附图详细说明本发明的一实施形式。如图 1 所示，包含于热电联产装置的余热回收装置 1 可从内燃机发电机的内燃机部回收余热地构成。在余热回收装置 1 设置内燃机 2 和机械地连接于内燃机 2 的发电机 3。发电机 3 产生与内燃机转速相应的交流电。内燃机 2 设置有储存润滑油的油盘 4。在油盘 4 连接油冷却器（油热交换器）5，油热交换器 5 进行油盘 4 内的油与热介质（冷却水）的热交换。在内燃机 2 的气缸盖 6 从空气滤清器 7 取入空气。内燃机 2 的废气通过排气支管 8 和废气热交换器 9 排出到外部。

设定用于高效地回收由内燃机 2 产生的热量的热介质的循环路径 12。用于使热介质循环的水泵 10 设于热介质的循环路径 12 的入口侧。通过这样配置到热介质的温度低的场所，可避免与高温的热介质的接触，所以，水泵 10 的密封构件不易劣化，可实现水泵 10 的长寿命化。由水泵 10 输送的热介质首先被输送到废气热交换器 9，接着，依次经

过油盘 4 内的油热交换器 5、内燃机 2、气缸盖 6、及恒温器罩 16，循环到后述的热负荷。恒温器罩 16 内装恒温器，在预先设定的温度以下可闭阀不使热介质循环。

通过使热介质在循环路径 12 中循环，可回收由内燃机 2 产生的热量，供给到热负荷。即，热介质在其温度较低的期间被输送到废气热交换器 9，与内燃机 2 的废气进行热交换，有效地获得热量。接着，将热介质导入至油热交换器 5，与从内燃机 2 回收的油进行热交换，对油进行冷却，同时从其获得热量。在废气热交换器 9 和油热交换器 5 依次通过而获得热量使温度上升的热介质进一步通过在内燃机 2 的缸壁和设于气缸盖 6 的由管路即水套 6A 构成的冷却部和气缸盖 6 进行热回收，使其温度上升。

图 2 为示出将上述内燃机发电机连接到商用电力系统的热电联产装置的构成的框图。电力转换装置 13 将发电机 3 输出的交流电转换成与商用电力系统相同质量（电压、频率、噪声等）的交流电，具有与商用电力系统相位同步地连接的功能。具体地说，具有将发电机 3 输出的交流电转换成直流电的整流器、将由整流器转换得到的直流电转换成与商用电力系统频率和电压一致的交流电的逆变器、噪声滤波器、连接开关等的功能。系统连接用电力转换装置的一个例子公开于日本特开平 4-10302 号中。由电力转换装置 13 转换的发电机 3 的输出交流电与商用电力系统 14 相连，连接到电负荷 15。

随着发电机 3 的运行在内燃机 2 产生的热在内燃机 2 的冷却部和废气热交换器 9 等热交换器（统一由符号 11 表示）回收。在热交换部 11 回收了热量的热介质即冷却水通过管路 18 将热量送到热水储箱 17。在热水储箱 17 设置连接到管路 18 的输出热交换器（以下称“第 1 热交换器”）20，从水供给源 31 供给到热水储箱 17 的水从该第 1 热交换器 20 获得热量成为温水。贮存于热水储箱 17 的温水供给到作为第 1 热负荷的热水供给装置 21 加以利用。

在水供给源 31 与热水储箱 17 之间设置阀 32，当热水储箱 17 内的水量达到基准值以下时，该阀 32 打开供水。泵 10 与内燃机 2 的运行

连动地起动, 另一方面, 当内燃机 2 停止时, 可从该时刻起经过预定时间(由定时器设定)后停止。

在第 1 热交换器 20 的上方设置第 2 热交换器 22。在与第 2 热交换器 22 相连的管路 23 连接集中供暖系统或地板暖气系统等作为第 2 热负荷的暖气装置 24, 由管路 23 构成相对于将热水储箱 17 内的温水供给到热水供给装置 21 的温水通道独立的第 2 温水通道。由该第 2 温水通道 23 可从热水储箱 17 再次有效地回收热量。

将第 2 热交换器 22 配置于第 1 热交换器 20 的上方位置, 是因为从第 1 交换器 20 获得热量的高温水因对流移动到第 1 交换器 20 上方。通过将第 2 热交换器 22 配置于第 1 热交换器 20 的上方, 可从经对流移动到上方的高温温水取出更多的热量。

在上述第 2 温水通道 23 设置再热锅炉 25 和三通阀 26。在再热锅炉 25 设置用于在第 2 温水通道 23 内使温水循环的泵 27。三通阀 26 为使温水循环到旁通管 28 侧或暖气装置 24 侧的切换装置。通过控制三通阀 26, 可形成下面那样的通道。当将三通阀 26 切换到暖气装置 24 侧时, 形成使从热水储箱 17 出来的温水经再热锅炉 25 和暖气装置 24 返回到热水储箱 17 的温水通道。另一方面, 当将三通阀 26 切换到旁通管 28 侧时, 形成从热水储箱 17 出来的温水通过再热锅炉 25 后不经暖气装置 24 而经旁通管 28 返回热水储箱 17 的温水通道。

在上述热水储箱 17 内设置作为热负荷路径的热介质温度检测装置的温度传感器 TS1, 由温度传感器 TS1 检测到的温水的温度信息 T1 供给到控制器 29。温度传感器 TS1 可设置到热水储箱 17 内的从第 1 热交换器 20 上端近旁到第 2 热交换器 22 下端近旁的适当高度, 但最好设置在第 1 热交换器 20 与第 2 热交换器 22 的中间位置。在热水储箱 17 内, 存在因对流作用使温度在最下端附近变低、在最上端近旁温度变高而产生温度梯度的倾向, 所以, 在上述位置设置温度传感器 TS1, 可检测出热水储箱 17 内的平均温度。

控制器 29 根据温度信息 T1 控制内燃机 2 的起动和停止。即, 温度信息 T1 代表直接利用热水箱 17 的温水的热热水供给装置 21、通过第

2 热交换器 22 间接利用温水的暖气装置 24 等的热需求的大小, 所以, 当该温度信息 T1 在基准温度 Tref-1 以下时, 控制器 29 判断为热需求大, 驱动内燃机 2, 产生热量。另一方面, 如温度信息 T1 在基准温度 Tref-1 以上, 则判断在热水储箱 17 内蓄有足够的热量, 停止内燃机 2。

基准温度 Tref-1 根据热负荷的种类和大小 (即热水供给装置 21 和暖气装置 24 的种类和大小)、热交换部 11 的热输出、及热水储箱 17 的容量等加以确定。基准温度 Tref-1 具有滞后以使内燃机 2 稳定运行, 即避免频繁起动和停止。

内燃机 2 在根据上述温度信息 T1 进行驱动の場合, 可使发电机 3 输出一定发电电力地运行, 也可输出与电力负荷 15 的大小相应的发电电力地以电力负荷跟踪型进行运行。在一定发电输出型の場合, 作为驱动源的内燃机 2 可进行转速大体一定的额定运行, 所以, 可进行燃料消费量少而且废气状态也良好的高效运行。在需要大的电力而由发电机 3 产生的发电电力不足时, 可由商用电源 14 的电力补充不足的部分。

温水消费量即热需求的大小以及发电机 3 的运行方法为一定发电输出型和电力负荷跟踪型中的哪种运行形式, 这对热水储箱 17 内的水温影响很大。例如, 在温水消费量少的場合, 根据温度传感器 TS1 检测出的水温来运行发电机 3 则可将水温维持在 80℃ 左右。在这样的系统中, 如在热水供给装置 21 和暖气装置 24 双方产生热需求的場合那样突然需要使用大量温水时或开始运行系统时, 热水储箱 17 内的温水的温度下降, 只能达到供给的水的温度左右。

这样, 当仅由内燃机 2 的回收热不能将热水储箱 17 内的水温维持在基准温度时, 再热锅炉 25 有效地起作用。温水控制器 30 向再热锅炉 25 和三通阀 26 提供再热指令 B 和切换指令 C。在温水控制器 30 设定比上述基准温度 Tref-1 低的下方基准温度 Tref-L, 在热水储箱 17 内的水温 T1 低于该下方基准温度 Tref-L 的場合, 将再热指令 B 和切换指令 C 都发出。当发出再热指令 B 时, 驱动再热锅炉 25, 当发出切换指令 C 时, 三通阀 26 切换到旁通管 28 侧。这样, 再热锅炉 25 加

热的温水在管路 23 内循环，提高了该温度的温水通过第 2 热交换器 22 使热水储箱 17 内的水温上升。

如热水储箱 17 内的水温超过下方基准温度  $T_{ref-L}$ ，则再热指令 B 和切换指令 C 都发出，不运行再热锅炉 25，三通阀 26 切换到暖气装置 24 侧，根据暖气需求进行控制。下方基准温度  $T_{ref-L}$  与基准温度  $T_{ref-1}$  同样也有滞后。

如上述那样，当将三通阀 26 切换到旁通管 28 侧时，温水不能循环到暖气装置 24。但如热水供给装置 21 的热水供给为浴池和厨房用热水供给时，一般场合很少长时间连续供热水，所以，暖气装置 24 的温水循环停止也为短时间。另外，在热负荷为暖气装置 24 的场合，一旦室内温度上升后，热需求的变化比较缓慢，因此，因温水循环停止使室温变得过低的情形很少，在实用上不易出现问题。

另外，相应于暖气装置 24 的热需求的增大，在将三通阀 26 切换到暖气装置 24 侧的状态下，通过驱动再热锅炉 25，可迅速地朝暖气装置 24 供给足够温度的温水。暖气装置 24 的热需求的增大，例如可相应于暖气装置 24 的暖气设定温度进行判断。而且，不限于通过三通阀 26 的切换来改变所有温水的流动，也可使三通阀 26 的开度可变，将管路 23 的温水的至少一部分返回到第 2 热交换器 22。

在废气热交换器 9 的废气的入口和出口间设置废气温度检测装置，如使检测出的废气的温度在废气组成的露点  $W$  以下，则可更为有效地回收冷凝热。图 3 示出废气热交换器 9 的入口到气缸盖 6 之间的热介质的温度。如图所示，热介质的温度如线  $Lm0$  所示那样变化，废气的温度如线  $Lg0$  所示那样变化。废气热交换器 9 构成为热介质和废气的流动方向相反的逆流形式，所以，废气与热介质的流动方向由相反的方向示出。

在废气热交换器 9 的热介质的出口即废气的入口处温度为  $g$  的废气在废气热交换器 9 的热介质的入口即废气的出口处下降到废气的露点  $W$  以下的温度  $g'$ 。因此，导入至废气热交换器 9 的热介质立即回收废气的冷凝热，在短时间内从温度  $a$  急剧上升到温度  $a'$ 。热介质

的温度急剧上升时的梯度（线段 aa' 的梯度）受导入至废气热交换器 9 的热介质的流量和温度（温度 a）的影响，流量越大、导入的热介质的温度越低则梯度越大。

在本实施形式中，由于热介质导入至余热回收装置 1 时最先导入至废气热交换器 9，所以，在热介质的温度较低的期间由废气热交换器 9 与废气进行热交换。因此，有利于使梯度 aa' 增大。

在与露点 W 以上的废气的热交换中，虽然梯度不如上述梯度 aa' 那样大，但热介质沿平缓的梯度 a' c 被缓慢加热。温度上升到温度 c 的热介质接着在油热交换器 5 进行热回收而使温度上升，并在内燃机 2 的冷却部回收热量而最终以温度 f 从余热回收装置 1 排出。结果，在导入至废气热交换器 9 到从内燃机 2 的冷却部排出之间获得温差  $\Delta t_3$ 。

在采用上述循环路径的场合，各部的热介质的温度作为一例在废气热交换器 9 的入口为 75℃，在油盘 4 的入口处为 78℃，在温盘 4 的出口处为 78.5℃，在水套 6A 出口处为 85℃。在通常的运行中，内燃机油的温度作为一例应维持在 90℃ 左右，但如从该热介质的温度的例可看出的那样，在废气热交换器 9 进行热交换后，即使在将热介质导入至油热交换器 5 的场合，也可充分维持内燃机油的冷却效果。

为了利用废气的冷凝热有效地从废气回收热量，最好使从废气热交换器 9 排出的废气的温度时常在露点 W 以下地设定热介质的流量和/或温度。首先，如导入至废气热交换器 9 的热介质的温度（入口温度）固定，则当热介质的流量较大时从废气的回收热量较大，流量较小时从废气的回收热量也较小。因此，如决定了热负荷侧的要求温度即热负荷的大小，则根据与该要求温度对应的热介质的温度预先通过实验等来设定可将废气的温度维持在露点 W 以下的那样的目标流量。设定的目标流量可通过对水泵 10 的转速控制而获得。

当使废气时常处于露点 W 以下那样地设定介质的目标流量时，在热负荷侧的要求温度较高的场合，可能不能获得满足其要求的热介质的温度。在该场合，降低热介质的流量，提高入口温度，减小冷凝热

的利用程度。但是，即使在该场合，为了尽可能有效地进行热回收，最好在设备运行时间中尽可能多的包含根据使废气处于露点  $W$  以下那样的热介质的流量而运行的时间。

另一方面，可在固定热介质的流量的状态下，控制废气入口温度，使废气在露点  $W$  以下。首先，设定用于使废气处于露点  $W$  以下的入口温度的基准温度  $T_w$ 。如入口温度超过该基准温度  $T_w$  使热回收的效率下降，则使内燃机 2 停止。如内燃机 2 停止、入口温度处于基准温度  $T_w$  以下，则再次开始内燃机 2 的运行。通过该控制，将热介质的入口温度维持在基准温度  $T_w$ ，可高效地进行热回收。用于入口温度控制的温度传感器最好配置在废气热交换器 9 的入口，但也可设置在热介质的循环路径上水泵 10 的上游附近或气缸盖 6 的前后。

内燃机 2 的运行和停止的切换控制也可根据上述温度信息  $T_1$  的基准温度  $T_{ref-1}$  的设定来进行。即，预先调查热介质的入口温度和温度信息  $T_1$  的关系，根据该关系设定与介质基准温度  $T_w$  对应的基准温度  $T_{ref-1}$ 。根据这样设定的基准温度  $T_{ref-1}$  进行内燃机 2 的运行和停止，从而可使废气在露点  $W$  以下。

当使废气时常在露点  $W$  以下那样地设定热介质的基准温度  $T_w$  时，在热负荷侧的要求温度较高的场合，可能得不到满足其要求的热介质的温度。在该场合，将热介质的基准温度  $T_w$  设定得高一些。基准温度  $T_w$  预先根据实验等来进行设定，使得可满足热负荷侧的要求，并且，包含废气未达到露点  $W$  以下的时间在内的整个运行时间内不对热回收效率产生过大的损害。通过调节上述基准温度  $T_{ref-1}$  的滞后，即使通过控制内燃机 2 的运行和停止时刻，也可起到同样的作用。

在具有热水储箱 17 的场合，最好使该热水储箱 17 内的温水温度与热负荷要求对应，维持在所期望的温度。这样，当来自温度传感器  $TS_1$  的温度信息  $T_1$  比基准温度  $T_{ref-1}$  高时，在使内燃机 2 停止的那样的场合，可根据该内燃机 2 的运行状况决定热介质的流量。即，当将温水温度维持在基准温度  $T_{ref-1}$  地控制内燃机 2 的运行和停止时，根据经验从该运行和停止的状况推断内燃机 2 的废热，与该废热相关

地决定热介质的流量并使得不超过基准温度  $T_w$ 。这样，在固定流量的状态下，可对应于内燃机 2 的断续运行将热介质的温度维持在基准温度  $T_w$ ，可使废气温度在露点  $W$  以下。

即使在以热介质的温度为基准使废气的温度处于露点  $W$  以下的场合，也与将流量作为基准使废气温度处于露点  $W$  以下的场合同样，最好在设备运行时间中包含尽可能多的使废气温度处于露点  $W$  以下的运行时间。

而且，不限于固定热介质的流量和温度中的任一方而控制另一方的情形，也可使双方可变。也就是说，可在满足热负荷侧的要求的前提下从导入至废气热交换器 9 的废气有效地回收热量地控制导入至废气热交换器 9 的热介质的存有的热量。

另外，也可不是使废气处于露点  $W$  以下地检测热介质的流量和温度后以其作为基准值进行控制，而是直接检测出废气温度，使该废气的温度收敛为基准值地控制热介质的温度和流量。在该场合，废气温度传感器可设置到废气热交换器 9 的内部和其上下游的与其紧邻的位置（最好在废气出口近旁）。

如上述那样，通过在废气热交换器内使废气处于露点  $W$  以下地设定热介质的流量和相对废气热交换器 9 的导入温度，可根据废气的冷凝热提高热介质的热回收效率。最终热介质回收的热量使热介质的温度上升的量（温差  $\Delta 3$ ）比图 5 所示现有装置大。通过使热介质在内燃机冷却部之前通过废气交换器，特别是在导入至废气热交换器 9 的热介质的温度比废气的露点  $W$  低的场合效果大。

在上述例子中，虽然废气热交换器 9 构成为逆流形式，但即使为并流形式也可同样地作用。图 4 示出并流形式的废气热交换器 9 的入口到气缸盖 6 之间的热介质的温度。废气热交换器入口的热介质的温度比废气的露点  $W$  低的场合的、热介质的温度如线  $Lm1$  那样变化，废气的温度分别如线  $Lg1$  所示那样变化。

在该图中，导入至废气热交换器 9 的温度  $a$  的热介质从温度  $g$  的废气回收热量，逐渐使废气温度下降。在废气的温度下降到露点  $W$  的

时刻（热介质上升到温度  $b$ ），废气冷凝而产生冷凝热，所以，热介质按大梯度  $bc$  使其温度上升。最终获得温差  $\Delta t_3'$ 。该梯度与逆流形式同样，由导入至废气热交换器 9 的热介质的流量和温度（温度  $a$ ）决定，流量越大、导入废气热交换器 9 热介质的温度越低则梯度越大。作为热交换器的形式，除了并流形式和逆流形式外，对于被称为错流形式的情形和其变形也成立。

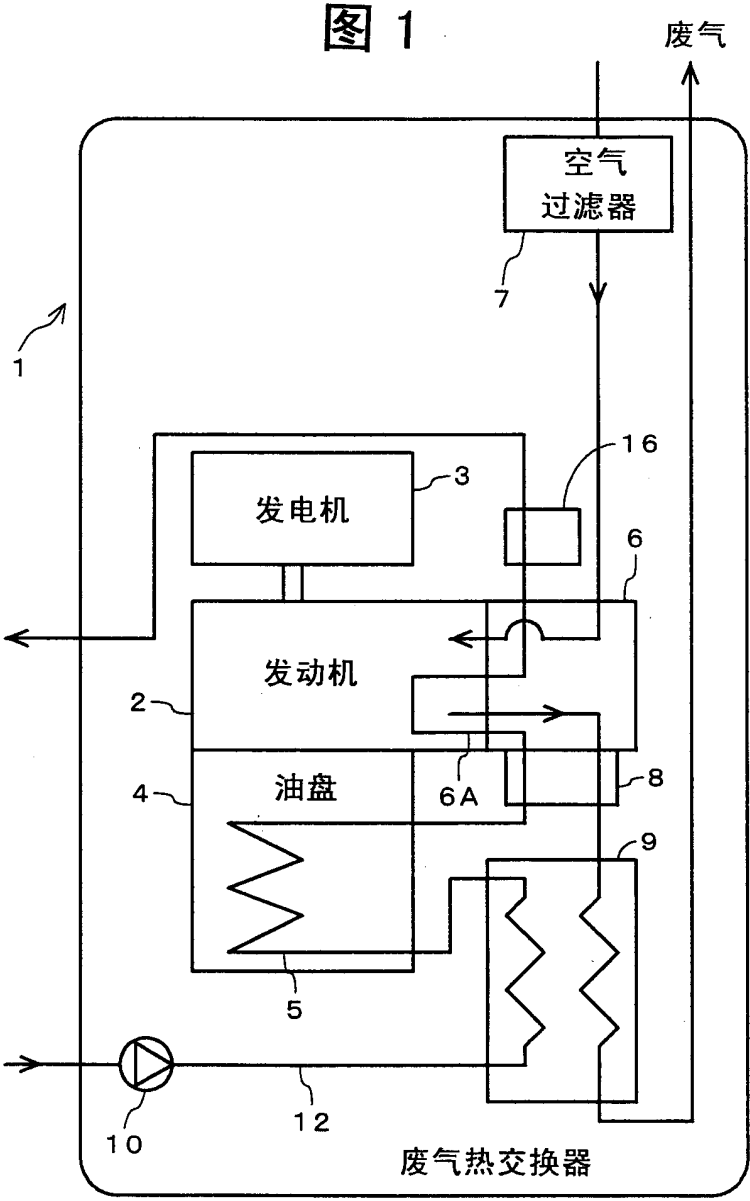
在上述实施形式中，还使用油热交换器 5 从油盘 4 内的油回收热量。这在极冷地带那样热介质温度不易上升的场合较有效，而且具有降低油温的效果，但根据使用环境等不一定非要设置油热交换器 5。

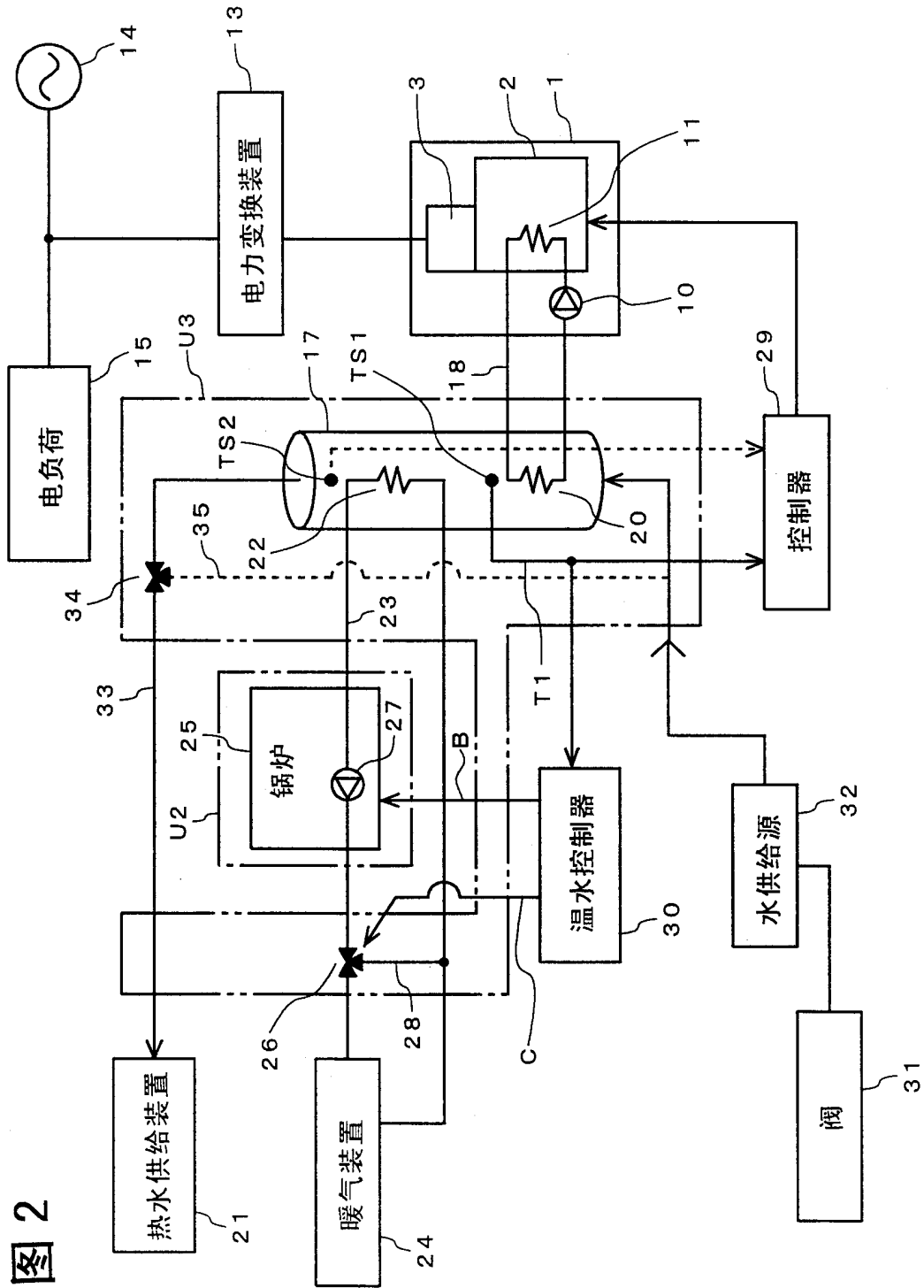
由以上说明可知，按照第 1-第 5 发明，可有效地回收内燃机产生的热量。特别是在热介质的温度最低的状态下导入至废气热交换器，所以，可使废气的潜热的回收最大。由该热回收的高效化，可实现运行成本的降低。

另外，在冷起动时，由于可使由废气热交换器回收的热传递到内燃机油，所以，可使内燃机油的温度很快地上升而进入稳定运行状态，所以，可降低内燃机油的摩擦损失。

另外，按照第 3 项发明，由于使废气中的水蒸气在露点以下地利用冷凝热，所以，可部分地包含对热介质的温度和/或流量进行控制的运行，所以，可在提高热回收的效率的同时提高热介质的温度。

另外，按照第 5 项发明，可延长使热介质循环的水泵的寿命。





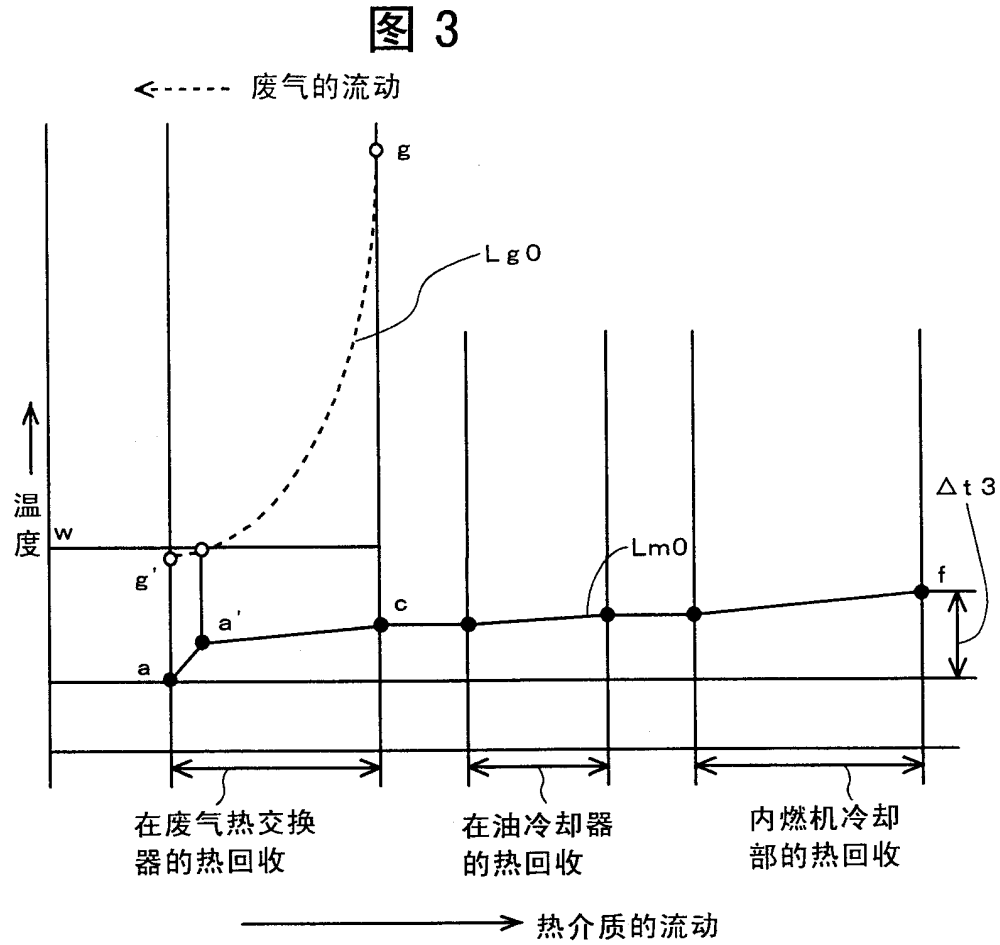


图 4

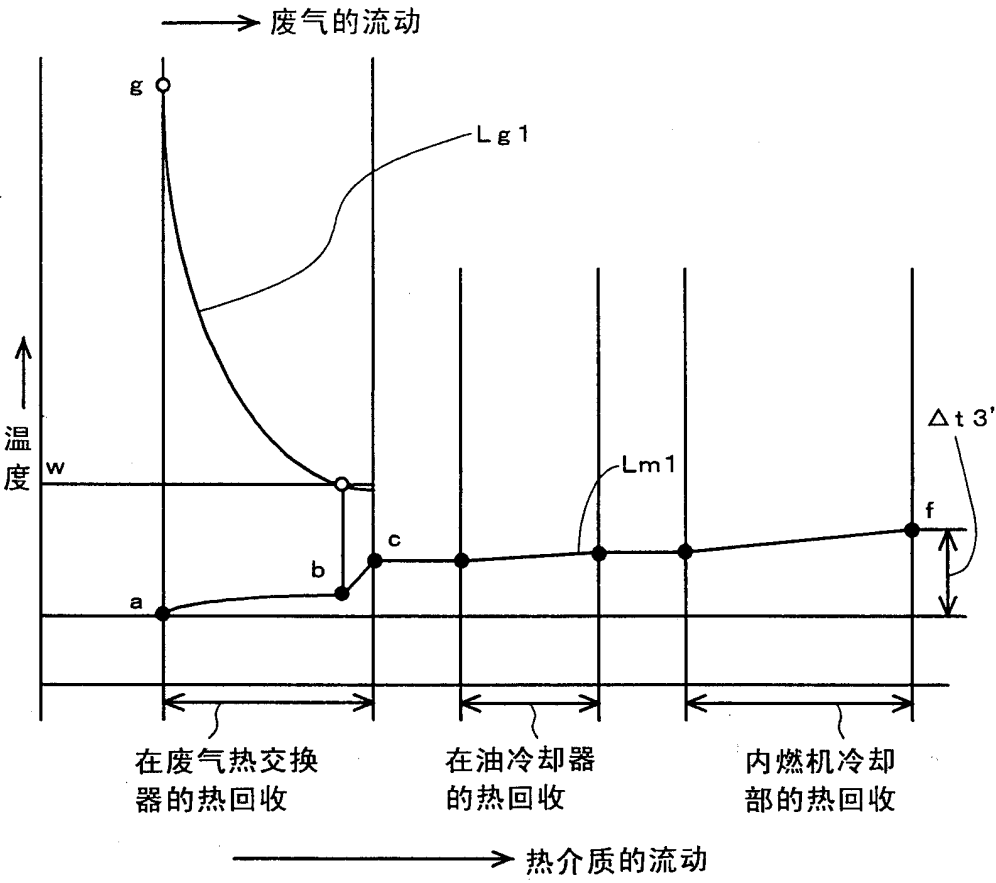


图 5

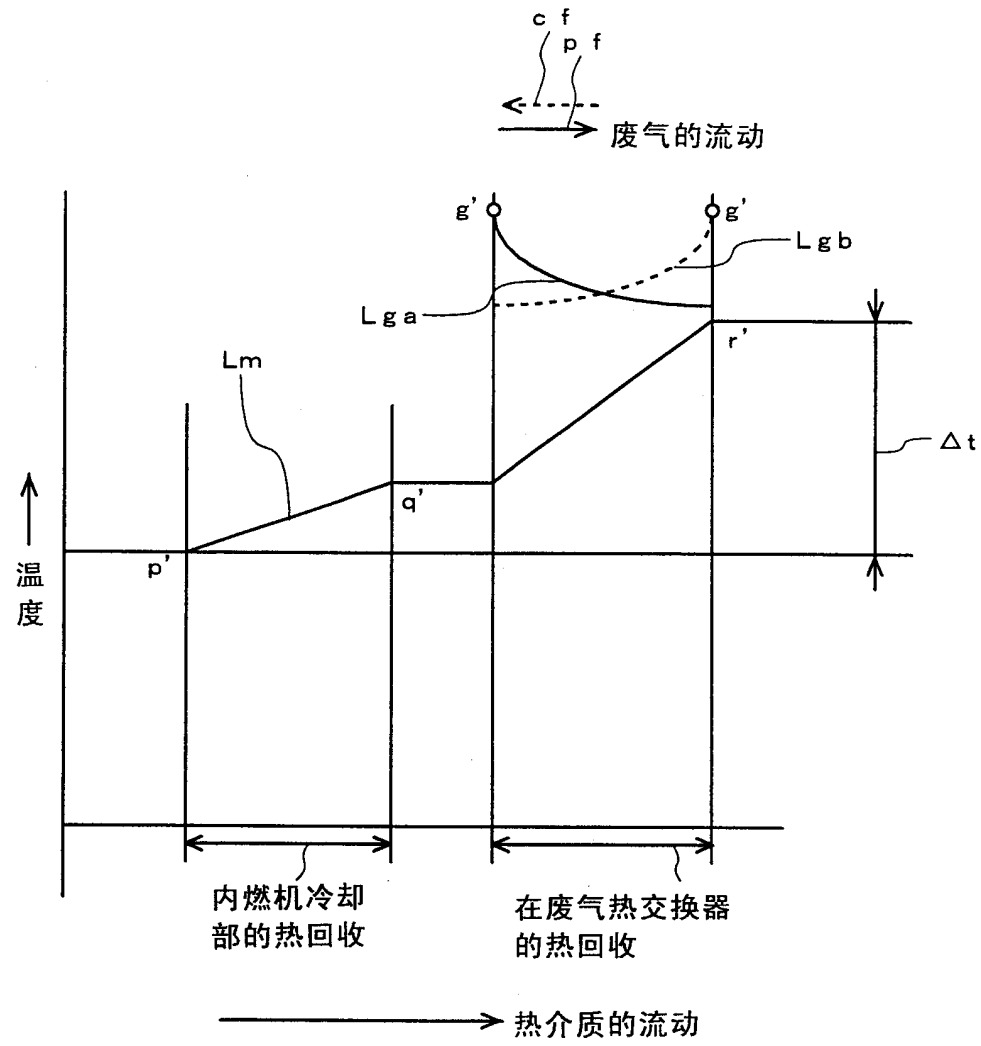


图 6

