

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101542099 B

(45) 授权公告日 2011. 11. 16

(21) 申请号 200780043905. 5

(22) 申请日 2007. 11. 12

(30) 优先权数据

0602517-5 2006. 11. 27 SE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 05. 26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/SE2007/050836 2007. 11. 12

(87) PCT申请的公布数据

W02008/066472 EN 2008. 06. 05

(73) 专利权人 斯堪尼亚有限公司

地址 瑞典南泰利耶

(72) 发明人 Z·卡多斯 R·彼特松

T·阿尔斯特达尔 H·尼伦

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王永建

(51) Int. Cl.

F02M 25/07(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2006112310 A, 2006. 04. 27,

CN 1735747 A, 2006. 02. 15,

US 2005241299 A, 2005. 11. 03,

JP 2005002975 A, 2005. 01. 06,

WO 03104636 A1, 2003. 12. 18,

GB 2421590 A, 2006. 06. 28,

审查员 刘洋

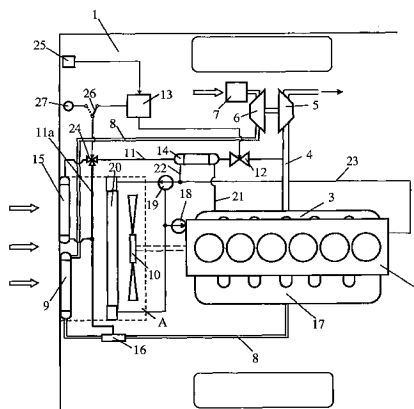
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于增压内燃机的废气的再循环的装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于增压内燃机的废气的再循环的装置。所述装置包括用于再循环废气的返回管道(11)、空气冷却的EGR冷却器(15)和旁通管道(11a),所述旁通管道(11a)的长度使其能够引导再循环废气绕过EGR冷却器(15)。所述装置还包括阀机构(24),所述阀机构(24)适于在所述EGR冷却器(15)中不存在冰形成的风险的情况下被置于第一位置,以引导整个再循环废气流动通过所述EGR冷却器(15),并适于在所述EGR冷却器(15)中存在有冰形成的风险的情况下被置于第二位置,以引导整个再循环废气流动通过旁通管道(11a)。



1. 一种用于增压内燃机 (2) 的废气的再循环的装置, 所述装置包括适于将废气从内燃机 (2) 引导出来的废气管道 (4)、适于将空气引导到内燃机 (2) 的入口管道 (8)、返回管道 (11) 以及空气冷却的 EGR 冷却器 (15), 所述返回管道 (11) 与所述废气管道 (4) 和所述入口管道 (8) 相连接, 以使得可将废气经由所述返回管道 (11) 从所述废气管道 (4) 再循环到所述入口管道 (8), 再循环废气适于在所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 中被处于环境温度的空气冷却, 并且所述返回管道 (11) 包括旁通管道 (11a), 所述旁通管道 (11a) 具有一定长度, 以使其可引导再循环废气绕过空气冷却的 EGR 冷却器 (15), 其特征在于, 所述返回管道 (11) 包括阀机构 (24), 所述阀机构 (24) 可被置于第一位置, 以引导整个所述再循环废气流动通过所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15), 或者被置于第二位置, 以引导整个所述再循环废气流动通过所述旁通管道 (11a), 并且所述阀机构 (24) 适于在所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 中不存在冰形成的风险的情况下被置于所述第一位置, 并适于在所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 中存在有冰形成的风险的情况下被置于所述第二位置。

2. 如权利要求 1 所述的装置, 其特征在于, 所述装置包括可手动操作的控制器 (27), 借助于所述控制器 (27), 可将所述阀机构 (24) 置于所述第一位置或所述第二位置。

3. 如权利要求 1 所述的装置, 其特征在于, 所述装置包括控制单元 (13), 所述控制单元 (13) 适于接收与用于确定空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 中是否存在有冰形成的风险的至少一个参数有关的信息, 并且适于在其确定存在所述有冰形成的风险时将所述阀机构 (24) 置于第二位置。

4. 如权利要求 3 所述的装置, 其特征在于, 所述装置包括适于检测环境空气的温度的温度传感器 (25), 并且所述控制单元 (13) 适于使用来自所述温度传感器的信息, 以确定所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 中是否存在有冰形成的风险。

5. 如权利要求 3 或 4 所述的装置, 其特征在于, 所述控制单元 (13) 适于使用与通过所述返回管道 (11) 的废气流有关的参数的信息, 以确定所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 中是否存在有冰形成的风险。

6. 如权利要求 3 或 4 所述的装置, 其特征在于, 所述控制单元 (13) 适于使用与通过所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 的环境空气的流速有关的参数的信息。

7. 如权利要求 1-4 中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述装置包括冷却剂冷却的 EGR 冷却器 (14), 所述冷却剂冷却的 EGR 冷却器 (14) 适于将再循环废气在它们在第二阶段中在所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 中被冷却之前在第一阶段中冷却。

8. 如权利要求 1-4 中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 包括用于接收再循环废气的第一罐 (15a)、在被环境空气冷却的过程中再循环废气流动通过其中的冷却部分 (15b)、以及用于在再循环废气在所述冷却部分 (15b) 中被冷却之后接收所述再循环废气的第二罐 (15c)。

9. 如权利要求 8 所述的装置, 其特征在于, 所述阀机构 (24) 被布置在所述第一罐 (15a) 中, 并且所述旁通管道 (11a) 在所述第一罐 (15a) 和所述第二罐 (15c) 之间延伸。

10. 如权利要求 9 所述的装置, 其特征在于, 所述旁通管道 (11a) 构成所述空气冷却的 EGR 冷却器 (15) 的集成部件。

用于增压内燃机的废气的再循环的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于增压内燃机 (supercharged combustion engine) 的废气的再循环的装置, 所述装置包括适于将废气从内燃机引导出来的废气管道、适于将空气引导到内燃机的入口管道、返回管道以及空气冷却的 EGR 冷却器, 所述返回管道与所述废气管道和所述入口管道相连接, 以使得可将废气经由所述返回管道从所述废气管道再循环到所述入口管道, 再循环废气适于在所述空气冷却的 EGR 冷却器中被处于环境温度的空气冷却, 并且所述返回管道包括旁通管道, 所述旁通管道具有一定长度, 以使其可引导再循环废气绕过空气冷却的 EGR 冷却器。

背景技术

[0002] 可以被供给到增压内燃机的空气量取决于所述空气的压力, 也取决于所述空气的温度。向内燃机供给可能的最大量的空气使得在其被引导到内燃机之前必须将压缩空气在中冷器中冷却。压缩空气被环境空气冷却, 所述冷却通常在位于车辆前部的中冷器中进行。因此, 压缩空气可以被冷却到基本上与环境温度一致的温度。

[0003] 被称为 EGR (废气再循环) 的技术是一种使来自内燃机的废气的一部分再循环的已知方法。再循环废气与内燃机的进气在它们的混合气被引导到内燃机的汽缸之前混合。向空气添加废气导致更低的燃烧温度, 所述更低的燃烧温度尤其引起废气中的氮氧化物 NO_x 含量的减少。该技术被用于奥托发动机和柴油发动机。再循环废气在它们与进气混合之前被冷却, 所述冷却通常在 EGR 冷却器中进行。冷却剂冷却的 EGR 冷却器被普遍使用, 但是空气冷却的 EGR 冷却器的使用也是已知的。在空气冷却的 EGR 冷却器中, 再循环废气被冷却到基本上与压缩空气的温度一致的温度。因此, 再循环废气在与压缩空气混合并被引导到内燃机时, 不会加热被冷却的压缩空气。

[0004] 废气包含相对大量的水蒸汽。当它们被冷却到其露点以下的温度时, 水蒸汽将在 EGR 冷却器内冷凝。在环境空气的温度低于 0°C 的情况下, 还存在冷凝水蒸汽在 EGR 冷却器内冻结成冰的风险。这样的冰的形成引起通过 EGR 冷却器输送的废气在一定程度上变得阻塞的可能, 这导致废气的再循环停止。

[0005] US 6367256 涉及一种具有用于废气的再循环的系统的内燃机, 在所述系统中, 再循环废气在冷却剂冷却的 EGR 冷却器中被冷却。通过 EGR 冷却器的冷却剂流恒定且较大, 以使得甚至在大量废气被再循环的位置也可以防止 EGR 冷却器中的冷却剂的局部沸腾。当较少量的废气被再循环或冷却剂处于低温时, EGR 冷却器中充足的冷却剂流可能将再循环废气冷却到使废气中的水蒸汽冷凝的低温。为了防止返回的废气达到过低的温度, 再循环废气被整体地或部分地引导通过旁通管道, 而不是在 EGR 冷却器中被冷却。所述系统在沿废气流动路径的多个点处包括冷凝物分离装置。上述发明的一个目的似乎是防止或至少减少沿废气流动路径的冷凝物凝结。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种用于增压内燃机的废气的再循环的装置,由此甚至在冷却空气处于非常低的温度的情况下,也可以防止废气在空气冷却的 EGR 冷却器中被冷却到可接受的最低温度以下。

[0007] 该目的利用一种用于增压内燃机的废气的再循环的装置而实现,所述装置包括适于将废气从内燃机引导出来的废气管道、适于将空气引导到内燃机的入口管道、返回管道以及空气冷却的 EGR 冷却器,所述返回管道与所述废气管道和所述入口管道相连接,以使得可将废气经由所述返回管道从所述废气管道再循环到所述入口管道,再循环废气适于在所述空气冷却的 EGR 冷却器中被处于环境温度的空气冷却,并且所述返回管道包括旁通管道,所述旁通管道具有一定长度,以使其可引导再循环废气绕过空气冷却的 EGR 冷却器,其中,所述返回管道包括阀机构,所述阀机构可被置于第一位置,以引导整个所述再循环废气流动通过所述空气冷却的 EGR 冷却器,或者被置于第二位置,以引导整个所述再循环废气流动通过所述旁通管道,并且所述阀机构适于在所述空气冷却的 EGR 冷却器中不存在冰形成的风险的情况下被置于所述第一位置,并适于在所述空气冷却的 EGR 冷却器中存在有冰形成的风险的情况下被置于所述第二位置。

[0008] 根据本发明,所述装置包括旁通管道和阀机构,借助于所述阀机构,如果在 EGR 冷却器中存在被冷却到可接受的最低温度以下的风险,那么可以引导废气绕过所述 EGR 冷却器。在存在再循环废气在 EGR 冷却器中被冷却到可接受的最低温度以下的风险的情况下,所述阀机构被置于整个废气流被引导绕过所述 EGR 冷却器的第二位置。因此,防止了再循环废气被冷却到可接受的最低温度以下。废气包含水蒸汽。当它们被冷却到水蒸汽的露点以下的温度时,液体形式的水将在 EGR 冷却器内凝结。如果废气被冷却到 0°C 以下的温度,那么凝结的水将在 EGR 冷却器中被冻结成冰。前述可接受的最低温度主要指气体介质未被冷却到 0°C 以下的温度,所述 0°C 以下的温度将导致在冷却器中冰的形成。但是,实际上,一定程度的安全裕度可以应用于保证在 EGR 冷却器的任意部件中不会发生冰的形成。但是,也不排除所述可接受的最低温度可以指除了冰的形成以外的其它温度和其他现象的可能性,例如,防止 EGR 冷却器中的水蒸汽的过多冷凝也是理想的。

[0009] 根据本发明的一个实施方式,所述装置包括可手动设置的控制器,借助于所述控制器,可以将阀机构置于所述第一位置或所述第二位置。这样的控制器使得驾驶员能够作出决定并确定阀机构应当被置于哪个位置以及它应当什么时候被改变。驾驶员可以基于例如了解环境空气的温度和主要天气情况而作出这样的决定。但是,有利地,所述装置包括适于接收与至少一个用于确定在 EGR 冷却器中是否存在有冰形成的风险的参数有关的信息、并且适于在确定存在这样的风险时将阀机构置于第二位置的控制单元。这样,在内燃机的运行过程中,控制单元可以自动地将阀机构置于适当的位置。控制单元可以是具有适于基于与一个或多个导向参数有关的信息而决定将阀机构置于哪个位置的软件的计算机单元。优选地,所述装置包括适于检测环境空气的温度的温度传感器,并且所述控制单元适于使用来自所述温度传感器的信息,以确定在 EGR 冷却器中是否存在有冰形成的风险。借助于简单的控制过程,当温度传感器显示温度高于 0°C 时,控制单元将阀机构置于第一位置,当温度传感器显示温度低于 0°C 时,将阀机构置于第二位置。但是,控制过程也可以更复杂。利用更复杂的控制过程,可以检测出即使环境空气处于 0°C 以下的温度时也适于使用空气冷却的 EGR 冷却器的情况。

[0010] 根据本发明的一个优选实施方式,控制单元可以适于使用与流动通过返回管道的废气流有关的参数的信息而确定 EGR 冷却器中是否存在有冰形成的风险。当较大的废气流被引导通过 EGR 冷却器时,所述废气不能被冷却到与较小的废气流被引导通过它时一样低的温度。在稍微低于 0°C 的环境温度占主导的情况下,控制单元可以在大量的废气经由返回管道返回时,将阀机构置于第一位置,而在较少量的废气经由返回管道返回时,将阀机构置于第二位置。控制单元也可以适于使用与通过 EGR 冷却器的环境空气的流速有关的参数的信息而确定 EGR 冷却器中是否存在有冰形成的风险。环境空气的流速是确定再循环废气在 EGR 冷却器中如何有效地被冷却的参数。如果冷却空气以高速流动通过 EGR 冷却器,那么结果是再循环废气的冷却比当空气处于低速时更有效。

[0011] 根据本发明的一个优选实施方式,所述装置包括适于在再循环废气在第二阶段中在空气冷却的 EGR 冷却器中被冷却之前在第一阶段中冷却再循环废气的冷却剂冷却的 EGR 冷却器。因此保证了废气将在所有情况下受到可接受的冷却。有利地,用于内燃机的冷却系统的冷却剂被用于在第一阶段中冷却再循环废气。因此,再循环废气可以在第一阶段中获得有效的冷却。EGR 冷却器可以包括用于接收再循环废气的第一罐、在借助于环境空气冷却过程中再循环废气所流动通过的冷却部分、以及用于接受在再循环废气在所述冷却部分中被冷却之后的所述再循环废气的第二罐。这样的 EGR 冷却器可以被有利地安装到车辆的前部,在所述前部其使得处于环境温度的空气流动通过。阀机构可以被布置在第一罐中,所述旁通管道可以在第一罐和第二罐之间延伸,以使得旁通通道构成 EGR 冷却器的集成部件并与其一起安装成组合单元。

附图说明

[0012] 下面,参照附图借助于实例对本发明的优选实施方式进行描述,其中

[0013] 图 1 示出了根据本发明的第一实施方式的装置,和

[0014] 图 2 示出了根据本发明的第二实施方式的装置。

具体实施方式

[0015] 图 1 示出了由增压内燃机 2 提供动力的车辆 1。车辆 1 可以是由增压柴油发动机提供动力的重型车辆。来自内燃机 2 的汽缸的废气经由废气歧管 3 被引导到废气管道 4。处于大气压力以上的废气管道 4 中的废气被引导到涡轮单元的涡轮 5。因此,涡轮 5 设有经由连接器而被传递到压缩机 6 的驱动动力。压缩机 6 压缩经由空气过滤器 7 引导到入口管道 8 中的空气。中冷器 9 布置在入口管道 8 中。中冷器 9 被布置在车辆 1 前部的区域 A 中。中冷器 9 的作用是在压缩空气被引导到内燃机 2 之前冷却压缩空气。压缩空气在中冷器 9 中被环境空气冷却,所述环境空气借助于散热器风扇 10 和由车辆 1 的向前移动引起的气流而流动通过中冷器 9。散热器风扇 10 借助于内燃机 2 经由适当的连接器而被驱动。

[0016] 内燃机 2 设有用于废气的再循环的 EGR(废气再循环)系统。将废气添加到被引导到发动机汽缸的压缩空气降低燃烧温度,并因此降低在燃烧过程中形成的氮氧化物(NO_x)的含量。用于废气的再循环的返回管道 11 从废气管道 4 延伸到入口管道 8。返回管道 11 包括 EGR 阀 12,借助于所述 EGR 阀 12,返回管道 11 中的废气流可以被关断。EGR 阀 12 还可以用于无级地控制经由返回管道 11 从废气管道 4 引导到入口管道 8 的废气的量。控制单

元 13 适于基于有关内燃机 2 的运行状态的信息而控制 EGR 阀 12。返回管道 11 包括用于使废气受到第一阶段的冷却的第一 EGR 冷却器 14, 和用于使废气受到第二阶段的冷却的第二 EGR 冷却器 15。在增压柴油发动机 2 中, 在一定运行情况下, 废气管道 4 中的废气的压力将低于入口管道 8 中的压缩空气的压力。在这样的情况下, 不可能在没有特殊的辅助工具的情况下使返回管道 11 中的废气直接与入口管道 8 中的压缩空气混合。为此, 可以使用例如文氏管 16。相反, 如果内燃机 2 是增压奥托发动机, 那么返回管道 11 中的废气可以被直接引导到入口管道 8 中, 因为基本上在所有运行情况下, 奥托发动机的废气管道 4 中的废气都将处于比入口管道 8 中的压缩空气高的压力下。当废气与入口管道 8 中的压缩空气完成混合时, 该混合气经由歧管 17 被引导到内燃机 2 的各自的汽缸中。

[0017] 内燃机 2 借助于冷却系统以传统的方式冷却, 所述冷却系统包含循环冷却剂。冷却剂在冷却系统中借助于冷却剂泵 18 循环。冷却系统还包括适于在冷却剂达到其需要冷却的温度时将冷却剂引导到散热器 20 的恒温器 19。散热器 20 被安装在车辆 1 的前部、相对于区域 A 中的气流预期方向位于中冷器 9 和第二 EGR 冷却器 15 下游的位置。冷却系统中的冷却剂也用于使再循环废气受到第一 EGR 冷却器 14 中的第一阶段的冷却。为此, 冷却系统包括管道 21 形式的歧管, 其最先将冷却剂引导到用于再循环废气的第一阶段的冷却的第一 EGR 冷却器。第一 EGR 冷却器 14 可以被安装在内燃机 2 上, 或靠近内燃机 2。在这里, 再循环废气可以从大约 500–600°C 的温度被冷却到接近冷却剂的温度, 所述冷却剂的温度通常在 70–90°C 的范围内。当冷却剂流经第一 EGR 冷却器 14 时, 它经由管道 22 被引导到管道 23, 在所述管道 23 中, 它与来自内燃机 2 的热冷却剂混合。所述冷却剂经由管道 23 被引导到散热器 20, 在所述散热器 20 中, 在又被用于冷却内燃机 2 或第一 EGR 冷却器 14 中的再循环废气之前, 冷却剂被冷却。中冷器 9 中的压缩空气和被安装在车辆 1 的前表面的第二 EGR 冷却器 15 中的再循环废气使处于环境温度度的空气流动通过它们。因此, 可以使压缩空气和废气冷却到基本上与环境温度一致的温度。所述空气和废气被冷却, 以使得它们占据较小的比容。将压缩空气和废气冷却到基本上与环境温度一致的温度使得基本上最佳的量的空气和再循环废气可以被引导到内燃机的汽缸中。

[0018] 当环境温度较低时, 存在废气被冷却到废气中的水蒸汽在第二 EGR 冷却器 15 中冷凝的温度的风险。如果环境温度也在 0°C 以下, 那么冷凝的水蒸汽可能在第二 EGR 冷却器 15 中被冻结成冰。在第二 EGR 冷却器 15 中通过管道输送的废气流可能因此变得阻塞。因此, 废气不应当被冷却到 0°C 以下。为了防止再循环废气的这种冷却, 返回管道 11 设有旁通管道 11a。旁通管道 11a 的长度使其能够引导再循环废气绕过 EGR 冷却器 15。返回管道 11 还包括三通阀 24 形式的阀机构, 其可以被置于第一位置, 以引导返回管道 11 中的整个再循环废气流动通过 EGR 冷却器 15, 以及被置于第二位置, 以引导返回管道 11 中的整个再循环废气流动通过旁通管道 11a。控制单元 13 适于基于来自温度传感器 25 的信息控制三通阀 24, 所述温度传感器 25 被设置为检测环境空气的温度。如果车辆 1 的驾驶员想要断开控制单元 13 对三通阀 24 的自动控制, 那么可以将连接装置 26 置于用于三通阀 24 的手动控制的位置。这样的手动控制可以由控制器启动, 所述控制器例如为位于车辆驾驶室中适当位置的按钮装置 27 的形式。

[0019] 在内燃机 2 的运行过程中, 控制单元 13 接收来自温度传感器 25 的与环境空气的温度有关的信息。只要环境空气的温度高于 0°C, 就不存在在第二 EGR 冷却器 15 中形成冰

的风险。在这种情况下,控制单元 13 使三通阀 24 置于第一位置,并且使再循环废气受到在第一 EGR 冷却器中的第一阶段的冷却和在第二 EGR 冷却器 15 中的第二阶段的冷却。这样,再循环废气可以被冷却到基本上与中冷器 9 中的压缩空气相同的温度。如果环境空气的温度低于 0°C,那么控制单元 13 需要考虑更多的参数,以使其能够确定再循环废气是否可以在不存在废气被冷却到 0°C 以下的温度的风险的情况下被引导通过第二 EGR 冷却器 15。这样的参数可以是经由返回管道 11 返回的废气量。引导通过 EGR 冷却器 15 的较大的废气将不会被冷却到与少量的废气的温度一样低的温度。在环境温度低于 0°C 的情况下,控制单元 13 可以将三通阀 24 置于第一位置,由此,较大的废气可以经由返回管道 11 返回,也可以将三通阀 24 置于第二位置,由此,少量的废气经由返回管道 11 返回。控制单元 13 可以考虑的其他参数是通过 EGR 冷却器 15 的环境空气的流速。当环境空气以高速流动通过 EGR 冷却器 15 时,其为再循环废气提供比其低速时更有效的冷却。空气的流速取决于散热器风扇 10 的速度,所述速度通常与内燃机 2 的速度和车辆的速度有关。基于上面提到的参数中的一个或多个,即使环境空气处于 0°C 以下的温度,控制单元 13 也可以在一定运行和环境情况下将三通阀 24 置于第一位置。在环境空气处于 0°C 以下的温度时的其它情况下,控制单元 13 将三通阀 24 置于第二位置,以使得再循环废气被引导通过第二 EGR 冷却器 15。由于再循环废气将在第一 EGR 冷却器 14 中由冷却内燃机的冷却剂冷却,因此它们在大多数情况下将受到相对好但非最佳的冷却。

[0020] 图 2 更详细地示出了第二空气冷却的 EGR 冷却器 15。EGR 冷却器 15 包括用于经由入口孔 11b 接收来自返回管道 11 的再循环废气的的第一罐 15a。EGR 冷却器 15 还包括冷却部分 15b,在其中再循环废气由环境空气冷却。冷却部分 15b 以传统方式包括多个用于引导再循环废气的基本上平行的管。冷却的环境空气适于流动通过存在于管之间的输送管中的冷却部分 15b。EGR 冷却器还包括用于在再循环废气在冷却部分 15b 中冷却之后接收所述再循环废气的第二罐 15c。所述再循环废气经由与返回管道 11 相连接的出口孔 11c 离开第二罐 15c。三通阀 24 靠近入口孔 11b 布置在第一罐 15a 中。所述三通阀 24 被布置为靠近在第一罐 15a 和第二罐 15b 之间延伸的旁通管道 11a。所述三通阀 24 和旁通管道 11a 在这里可以构成为 EGR 冷却器 15 的集成部件。因此,EGR 冷却器 15、三通阀 24 和旁通管道 11a 可以作为组合单元被安装到车辆中。

[0021] 当不存在冰形成的风险时,所述三通阀 24 被置于第一位置,其将返回管道 11 中的再循环废气引导到第一罐 15a 中。所述再循环废气从第一罐 15a 被引导到冷却部分,它们在其中被环境空气冷却。所述被冷却的再循环废气经由第二罐 15c 离开 EGR 冷却器 15。在这种情况下,再循环废气在两个阶段受到冷却,被冷却到基本上与环境空气的温度一致的温度。当存在冰形成的风险时,所述三通阀 24 被置于第二位置。它将再循环废气基本上直接从入口孔 11b 引导到旁通管道 11a。所述废气通过旁通管道 11a 流动到第二罐 15c 中靠近出口孔 11c 的位置。在这种情况下,废气被引导绕过 EGR 冷却器的冷却部分 15b。旁通管道 11a 在这里可以在区域 A 内具有一定长度,其使处于环境温度的空气流动通过它们。因此,再循环废气在它们被引导通过旁通管道 11a 时可以受到一定冷却。为了消除在 EGR 冷却器 15 中冰形成的风险,所述再循环废气的冷却仅在冷却剂冷却的 EGR 冷却器 14 中起作用。仅在冷却剂冷却的 EGR 冷却器 14 中冷却再循环废气不是最佳的,但通常仍是可理想地接受的。因此,第二阶段的冷却仅在控制单元 13 认定存在明显的冰形成风险的情况下被排

除。特别地,当例如废气的大量再循环的时间可以被避免时,环境空气恰好处于 0°C 以下的情况可以是相对短暂的。

[0022] 本发明决不局限于所描述的实施方式,而是可以在权利要求书的范围内任意地变化。

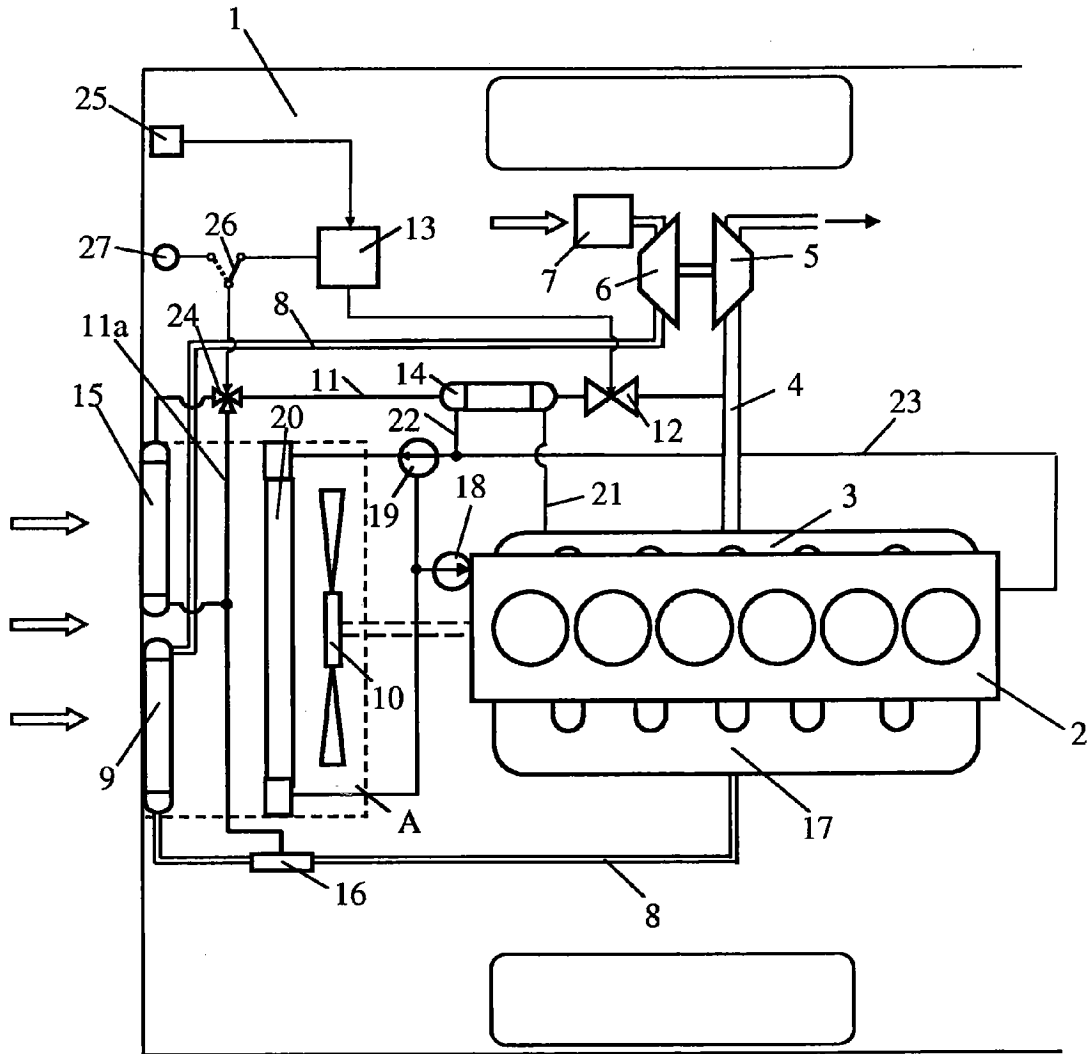


图 1

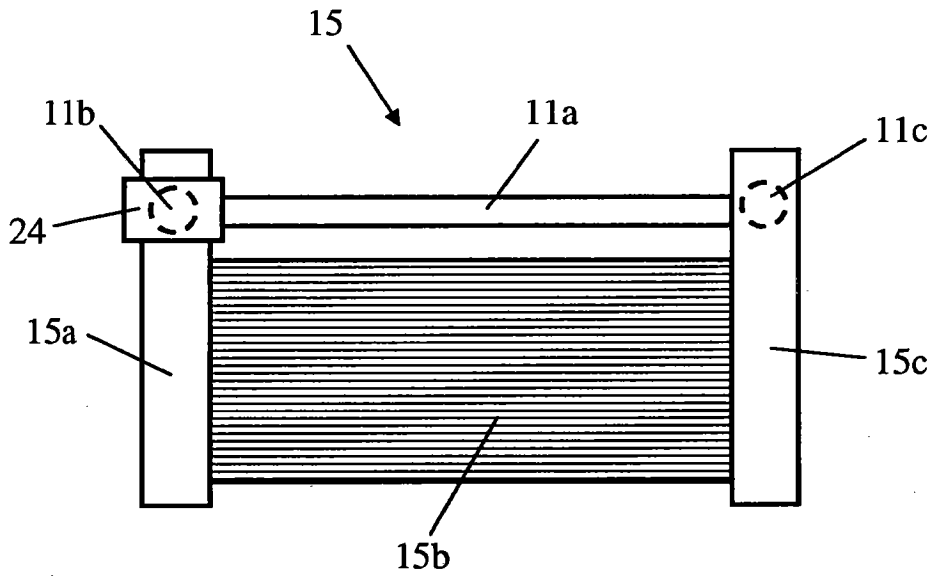


图 2