



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110344917 B

(45) 授权公告日 2023.02.17

(21) 申请号 201910271331.1

(22) 申请日 2019.04.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110344917 A

(43) 申请公布日 2019.10.18

(30) 优先权数据
102018205132.1 2018.04.05 DE

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司
地址 德国斯图加特

(72) 发明人 C.奥泽曼 O.A.皮特纳

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001
专利代理师 方莉 李雪莹

(51) Int.Cl.

F01N 9/00 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 13/00 (2010.01)

(56) 对比文件

CN 104718356 A, 2015.06.17

CN 104213958 A, 2014.12.17

US 2005069476 A1, 2005.03.31

审查员 杨阳

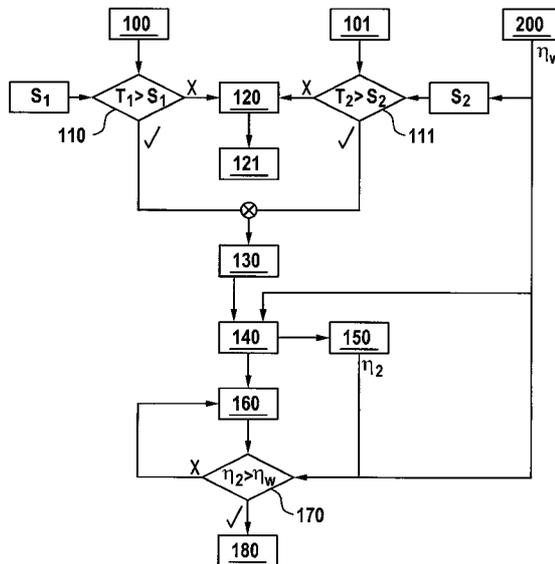
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于运行废气后处理系统的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于运行废气后处理系统的方法,所述废气后处理系统用于内燃机(1),包括如下步骤:在开始时通过第一温度传感器测量(100)炭黑颗粒过滤器上游的第一温度(T_1),并且同时通过第二温度传感器测量(101)第二SCR-催化器上游的第二温度(T_2)。如果所述第一温度(T_1)高于第一阈值(S_1),并且所述第二温度(T_2)高于第二阈值(S_2),则通过第一配给阀针对第一SCR-催化器中断(130)对还原剂溶液的配给,并且替代地,通过第二配给阀执行为了氮氧化物的还原所需要全部还原剂溶液的配给(140)。最后,对所述炭黑颗粒过滤器进行无源的再生(160)。



1. 一种用于运行废气后处理系统的方法,所述废气后处理系统用于内燃机(1),所述废气后处理系统包括:

- 炭黑颗粒过滤器(3);
- 第一SCR-催化剂(4),其布置在所述炭黑颗粒过滤器(3)的上游,或者布置在所述炭黑颗粒过滤器(3)中;
- 在所述第一SCR-催化剂(4)上游的第一配给阀(41),其给所述第一SCR-催化剂(4)提供还原剂溶液;
- 在所述炭黑颗粒过滤器(3)上游的第一温度传感器(6);
- 第二SCR-催化剂(7),其布置在所述炭黑颗粒过滤器(3)的下游;
- 在所述第二SCR-催化剂(7)上游且在所述第一SCR-催化剂(4)下游的第二配给阀(71),其独立于所述第一配给阀(41)地给所述第二SCR-催化剂(7)提供还原剂溶液;和
- 在所述炭黑颗粒过滤器(4)下游且在所述第二SCR-催化剂(7)上游的第二温度传感器(8),

其特征在于如下步骤:

- 通过所述第一温度传感器(6)测量(100)所述炭黑颗粒过滤器(3)上游的第一废气温度(T_1);
- 通过所述第二温度传感器(8)测量(101)所述第二SCR-催化剂(7)上游的第二废气温度(T_2);
- 如果所述第一废气温度(T_1)高于第一阈值(S_1)并且所述第二废气温度(T_2)高于第二阈值(S_2),则中断(130)通过所述第一配给阀(41)对还原剂溶液的配给;
- 通过所述第二配给阀(71)配给(140)为了氮氧化物的还原所需要的全部还原剂溶液;
- 无源地再生(160)所述炭黑颗粒过滤器(3);
- 持久地求取(160)所述第二SCR-催化剂(7)的实际氮氧化物转化率(η_2);
- 将所述第二SCR-催化剂(7)的实际氮氧化物转化率(η_2)与希望的氮氧化物转化率(η_w)进行比较(170);
- 如果所述第二SCR-催化剂(7)的实际氮氧化物转化率(η_2)低于所希望的氮氧化物转化率(η_w),则通过所述第一配给阀(41)对还原剂溶液进行配给(180),以通过两个SCR-催化剂(4、7)总体上实现所希望的氮氧化物转化率(η_w)。

2. 按权利要求1所述的方法,其特征在于,借助氧化催化剂(5)和/或氮氧化物-存储催化器来提高所述炭黑颗粒过滤器上游的二氧化氮-浓度。

3. 按前述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述第一阈值(S_1)如此选取,从而二氧化氮在热力学上是稳定的,并且能够对所述炭黑颗粒过滤器(3)进行无源的再生。

4. 按权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述第二阈值(S_2)如此选取,从而氮氧化物的还原能够通过完全通过所述第二SCR-催化剂(71)执行。

5. 一种机器可读的存储介质,其上存储着计算机程序,该计算机程序被设立成执行根据权利要求1至4中任一项所述方法的每个步骤。

6. 一种电子的控制器(9),被设立用于借助根据权利要求1至4中任一项所述方法来运行用于内燃机(1)的废气后处理系统。

用于运行废气后处理系统的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于运行废气后处理系统的方法,其中,根据废气温度控制炭黑颗粒过滤器的再生。本发明还涉及一种当该方法在计算机上运行时执行该方法的每个步骤的计算机程序以及一种存储着该计算机程序的机器可读的存储介质。最后,本发明涉及一种被设立用于实施按本发明的方法的电子的控制器。

背景技术

[0002] 如今,针对废气后处理系统使用了各种不同的催化器。炭黑颗粒过滤器减少废气中的在燃烧时产生的颗粒排放。这些颗粒大多是基于碳的,但大多也具有其它团聚物(Agglomerationen)并且有害于健康、特别是称为细微颗粒或最细微颗粒或者也称为细微粉尘的颗粒并且具有如此之小的直径,以至于它们能够进入到人的呼吸道中。这些颗粒借助于炭黑颗粒过滤器中的过滤物质被捕获,并附着(festhalten)在其上。典型的如今使用的炭黑颗粒过滤器具有作为过滤材料的充满壁板(wanddurchflutete)的陶瓷模块,其中,颗粒被捕获在多孔陶瓷中。为了把颗粒又从炭黑颗粒过滤器中去除,对炭黑颗粒过滤器进行再生,在再生时,把废气加热到如此高的温度(对于氧气为500°C以上),使得颗粒燃烧。在无源再生时,采用二氧化氮,以便把基于碳的颗粒燃烧成二氧化碳和一氧化氮。该过程在温度介于250°C和500°C之间进行,其中,在300°C和350°C之间的范围内预期是最佳的。所需要的二氧化氮通过存在于废气后处理系统中的组件、比如氧化催化器或氮氧化物-存储催化器特别是通过借助氧气对废气中存在的一氧化氮予以氧化而产生,该氧化催化器或氮氧化物-存储催化器在空载状态下优选使得二氧化氮化合并在饱和状态下形成二氧化氮。

[0003] 此外使用SCR-催化器,其借助SCR-方法(Selective Catalytic Reduction)还原废气中的氮氧化物(NO_x)。DE 103 46 220 A1描述了基本原理。在此,把32.5%的尿素-水-溶液(HWL)-商业上也叫AdBlue[®]-配给到废气中。典型地,为此设置了带配给模块的配给系统,以便把HWL在SCR-催化器上游配给到废气流中。由HWL裂解出(abspalten)氨,氨随后在SCR-催化器的反应性表面上化合。在那里,氨与氮氧化物化合,由此产生水和氮。HWL借助带输送泵的输送模块从还原剂罐经由压力管路被输送至配给模块。

[0004] 如果SCR-催化器构造在炭黑颗粒过滤器之前或者把SCR-催化器的反应性表面构造在炭黑颗粒过滤器上,则SCR-方法还原对于炭黑颗粒过滤器的无源再生来说可用的氮氧化物。

[0005] 如今,尤其颗粒-排放以及氮氧化物-排放由于它们有害于健康的作用而受到严格的管制。为了检查和监视排放,在车辆领域采用测试方法,其中,在行驶期间对排放予以诊断。如今重要的测试方法包括:测试循环“Worldwide harmonized Light Duty Test Cycle (全球统一轻负荷测试循环)”(WLTC),其中,以标准方法对不同的行驶循环予以检查,这些行驶循环模拟了具有不同行驶速度的不同的行驶条件;和检查方法“Real Driving Emissions (实际驾驶排放)”(RDE),其检查在实际行驶运行中在实际交通状况下在不同路段上的排放。

发明内容

[0006] 本发明涉及一种用于内燃机的废气后处理系统,其包括如下组件,但不局限于这些组件:

[0007] 炭黑颗粒过滤器、两个分开的SCR-催化器以及相关的配给阀和温度传感器。这些组件在内燃机的废气系中布置在内燃机的下游。

[0008] 第一SCR-催化器布置在炭黑颗粒过滤器的上游,或者布置在炭黑颗粒过滤器中。在炭黑颗粒过滤器中意味着:SCR-催化器的反应性表面,即氮氧化物被还原时所在的表面布置在炭黑颗粒过滤器的过滤器结构的表面上。换句话说,用SCR-催化器的表面给这种炭黑颗粒过滤器涂层,并且因此称为SCR-涂层的炭黑颗粒过滤器、例如SDPF(Selective Catalytic Reduction Diesel Partikel Filter)。特别是对于充满壁板的陶瓷模块,SCR-催化器的催化表面布置在延伸穿过多孔材料的通道的内表面上。第一配给阀布置在第一SCR-催化器的上游,并且作为第一配给模块的一部分将还原剂溶液提供给该第一SCR-催化器,其方式为,它在第一SCR-催化器的上游把还原剂溶液配给到废气系中。

[0009] 第二SCR-催化器布置在炭黑颗粒过滤器的下游,并且还原已经经过第一SCR-催化器的氮氧化物。第二配给阀在废气系中布置在第二SCR-催化器的上游和第一SCR-催化器的下游、优选也布置在炭黑颗粒过滤器的下游。第二配给阀作为第二配给模块的一部分给第二SCR-催化器提供还原剂溶液,其方式为,它在第二SCR-催化器的上游把还原剂溶液配给到废气系中。第二配给阀可以独立于第一配给阀地予以控制,其中优选为两个配给阀设置组合的配给策略。

[0010] 第一温度传感器布置在炭黑颗粒过滤器的上游,并且优选也布置在第一SCR-催化器的上游,并在那里测量废气的温度。第二温度传感器布置在炭黑颗粒过滤器的下游和第二SCR-催化器的上游,并且优选布置在第二配给阀的上游,并在那里测量废气的温度。

[0011] 提出一种用于运行这种废气后处理系统的方法。该方法包括如下步骤:

[0012] 第一温度传感器测量炭黑颗粒过滤器上游的温度,并且第二温度传感器测量第二SCR-催化器上游的第二温度。如果一方面第一温度高于第一阈值,并且另一方面第二温度高于第二阈值,则通过第一配给阀中断对还原剂溶液的配给。换句话说,如果同时第一温度高于第一阈值并且第二温度高于第二阈值,则不通过第一配给阀配给还原剂溶液。两个阈值可以不同,且在下面给出了对这些阈值的优选选择。结果,不再通过第一SCR-催化器对氮氧化物还原、特别是也不对二氧化氮还原。

[0013] 对氮氧化物的还原所需要的还原剂溶液的配给完全通过第二配给阀进行,从而单独通过第二SCR-催化器对氮氧化物还原。因而配给足够的还原剂溶液,以便得到所希望的氮氧化物转化率,因此以便还原所希望量的氮氧化物,并且把氮氧化物-排放减小至能够预先给定的或预先给定的程度。

[0014] 最后,执行炭黑颗粒过滤器的无源的再生。结果,由于第一SCR-催化器未将氮氧化物还原,相比于传统的无源再生-其中氮氧化物的质量因被第一SCR-催化器还原而减少-有更多质量的二氧化氮可供炭黑颗粒过滤器用于再生。由此,对炭黑颗粒过滤器的无源再生更加有效,且可以在较低的温度下进行,但同时,氮氧化物-排放因第二SCR-催化器而保持在能够预先给定的或预先给定的程度上。

[0015] 对于机动车,与KI-因数相关地由此得到一优点。KI-因数根据公式1分别在WLTC-

测试内被计算为装载有炭黑的颗粒过滤器的在再生 (M_{pi}) 期间平均求取的 (炭黑) 颗粒的质量与未装载的颗粒过滤器在无再生时平均求取的 (炭黑) 颗粒的质量的商: $KI = \frac{M_{pi}}{M_{st}}$ (公式 1)。

[0016] WLTC-测试期间的有源再生时的结果用直至实现了颗粒过滤器的所实施的炭黑-装载时所需要的WLTC-循环的次数予以加权。KI-因数于是在计算上 (rechnerisch) 直接在针对RDE循环的极限值确定中进行影响 (einfließen)。在此, 将针对RDE-循环 (法定) 规定的极限值减小了KI-因数的量 (Betrag) 直至合适的极限值。因此, KI-因数越小, 在RDE-规定中允许的颗粒-排放就越多。如果无源再生进行得更加频繁且有效, 则这提供了如下优点: 直至实现了颗粒过滤器的所实施的炭黑-装载时所需要的WLTC-循环的次数由此根据废气后处理系统的框架条件可以显著提高, 由此可以减小KI-因数。

[0017] 作为经常地且有效地实施的无源再生的另一优点, 减小了有源 (aktiven) 再生的份额。在有源再生时耗用更多的燃料, 以便达到对于有源再生所需要的较高温度的。此外, 这导致废气后处理系统中的催化组件的功能耐用性提高, 特别地导致氧化催化器的耐用性提高, 并且组件老化较小。另外, 这也导致内燃机的耐用性提高, 因为在无源再生时对内燃机或其组件的润滑可以得到维持, 而在有源再生时由于通过后续喷射了更多的燃料 (以便提高温度) 使润滑油稀薄而降低了润滑能力。

[0018] 此外, 二氧化碳-排放同样减少, 因为如前所述, 在无源再生时相比于有源再生耗用较少的用于提高温度的燃料, 由此产生了二氧化碳, 并且无源再生更频繁且更有效地实施。

[0019] 根据一个方面规定, 借助氧化催化器和/或饱和的氮氧化物-存储催化器来提高炭黑颗粒过滤器上游的二氧化氮-浓度。氧化催化器把废气中存在的一氧化氮氧化成二氧化氮。氮氧化物-存储催化器在空载状态下优选将二氧化氮化合, 并且在饱和状态下形成二氧化氮, 从而它氧化地作用。因此有更多质量的二氧化氮供炭黑颗粒过滤器的无源再生之用, 而至少不会使得第一SCR-催化器过载。

[0020] 第一温度的第一阈值优选地如此选取, 从而二氧化氮、特别是在氧化催化器内形成期间和在经过炭黑颗粒过滤器期间热力地稳定, 并且可以对炭黑颗粒过滤器进行无源的再生。另一方面, 第一温度的第一阈值未如此之高, 使得二氧化氮遭受热力的分解。对于二氧化氮, 热力分解的临界温度约为450°C。优选避免超过该临界温度。因此, 第一温度的第一阈值优选处于250°C和450°C之间的温度范围内、特别优选处于350°C和450°C之间的温度范围内。

[0021] 第二温度的第一阈值优选地如此选择, 从而氮氧化物的还原可以完全通过第二SCR-催化器执行。SCR-催化器的氮氧化物转化率与SCR-催化器的温度有关。第二SCR-催化器处的废气的温度必须足够高, 以便第二SCR-催化器的氮氧化物转化率足够大, 以便把氮氧化物减少至所希望的质量。因此, 第二温度的第二阈值优选高于220°C的温度。

[0022] 如果第二SCR-催化器不能完全承担起对氮氧化物的还原, 即如果第二SCR-催化器未达到所希望的氮氧化物转化率, 则对还原剂溶液的配给通过第一配给阀进行、特别是与通过第二配给阀的配给同时地进行。

[0023] 计算机程序被设立成特别是该方法在计算机或控制器上执行时执行所述方法的

每个步骤。可以实现在传统的电子的控制器中实施所述方法，而不必对其进行结构上的改变。为此将计算机程序存储在机器可读的存储介质上。

[0024] 通过在传统的电子的控制器上运行计算机程序，得到一种电子的控制器，其被设立成运行废气后处理系统。

附图说明

[0025] 本发明的实施例在附图中示出，并在后续说明中予以详述。

[0026] 图1为用于内燃机的废气后处理系统的示意图，该废气后处理系统可以借助按本发明的方法的实施方式运行；

[0027] 图2为按本发明的方法的实施方式的流程图。

具体实施方式

[0028] 图1所示为未示出的机动车的用于内燃机1的废气后处理系统的示意图。给该内燃机1配设(zuordnen)了至少一个喷射器11，通过至少一个喷射器以本已公知的方式把燃料喷射到内燃机1的气缸12中，其中，然后燃料燃烧并在此产生有害物质。废气后处理系统布置在内燃机1的废气系2中，并且作用到由内燃机1排出(ausgestoßenen)的有害物质上。废气后处理系统包括炭黑颗粒过滤器3，其在具体情况下对于柴油机是柴油(炭黑)颗粒过滤器(DPF)，在其中实施了第一SCR-催化剂4。更确切地说，把第一SCR-催化剂4的反应性的表面布置在其在此未示出的过滤器元件上。因此，无论炭黑颗粒过滤器3还是第一SCR-催化剂4都同时作用到在炭黑颗粒过滤器3的腔中的废气上。在其它的这里未示出的实施例中，第一SCR-催化剂4构造成单独的组件，且在废气系2中布置在炭黑颗粒过滤器3的上游。为了SCR-催化剂能够将氮氧化物还原，该SCR-催化剂需要还原剂溶液，该还原剂溶液可以通过第一配给阀41在第一SCR-催化剂4的上游配给到废气系2中。

[0029] 在炭黑颗粒过滤器3和第一配给阀41的上游，布置了氧化催化剂5，对于柴油机则具体为柴油氧化催化剂(DOC)，该氧化催化剂把存在于废气中的有害物质特别是一氧化碳和碳氢化合物氧化。此外，氧化催化剂5也把一氧化氮氧化成二氧化氮，该二氧化氮用于炭黑颗粒过滤器的无源(passive)再生。在氧化催化剂5与炭黑颗粒过滤器3之间，并且在该实施例中在第一配给阀41的上游，布置了第一温度传感器6，该第一温度传感器测量在炭黑颗粒过滤器3的入口附近的废气的温度 T_1 。

[0030] 除了第一SCR-催化剂4外-其通常也由于其布置在内燃机1的出口处而也称为靠近马达的SCR-催化剂-，在废气系2中在第一SCR-催化剂4和炭黑颗粒过滤器3的下游布置了第二SCR-催化剂7。该第二SCR-催化剂7特别是在其容积方面被设立用于完全地承担起对氮氧化物的还原。给该第二SCR-催化剂7配设了第二配给阀71，该第二配给阀布置在第二SCR-催化剂7的上游和第一SCR-催化剂4的下游，并且通过该第二配给阀把用于第二SCR-催化剂7的还原剂溶液配给到废气系2中。第二温度传感器8布置在炭黑颗粒过滤器3的下游和第二配给阀71的上游，并在那里测量废气的温度 T_2 。

[0031] 两个温度传感器6、8与电子的控制器9连接，并把测得的温度 T_1 、 T_2 发送给该控制器。此外，电子的控制器与两个配给阀41、71以及与用于还原剂溶液的输送和配给系统的其它的这里未示出的组件连接，并且可以通过两个配给阀41、71彼此独立地控制对还原剂溶

液的配给。最后,控制器与喷射器11连接,且可以控制喷入的燃料量。除了内燃机1的功率和排出的有害物质外,通过喷入的燃料量还可以改变废气的温度。

[0032] 图2为按本发明的方法的实施方式的流程图。在开始时,不仅通过第一温度传感器6对第一温度 T_1 进行测量100,而且通过第二温度传感器8对第二温度 T_2 进行测量101。随后把第一温度 T_1 与第一阈值 S_1 相比较110。该第一阈值 S_1 处在温度为250°C时,在该温度时,在氧化催化剂5中形成的二氧化氮在热力(thermodynamisch)上是稳定的,并且对炭黑颗粒过滤器3进行无源的再生,在再生时,基于碳(kohlenstoffbasierte)的炭黑在二氧化氮和氧气的作用下燃烧成一氧化氮和二氧化碳。高于450°C的第一阈值 S_1 会导致二氧化氮的热力的分解(Zerfall)。同时,把第二温度 T_2 与第二阈值 S_2 相比较111。第二阈值 S_2 如此选取,从而氮氧化物的还原可完全通过第二SCR-催化剂7执行。为此,由模型200求取第二阈值 S_2 ,所述模型针对至少第二SCR-催化剂7的所希望的氮氧化物转化率 η_w 。氮氧化物转化率通常与第二温度 T_2 有关,因此根据温度并且特别是在考虑到废气中的热容量(Wärmekapazitäten)、质量和热损失情况下选取该模型200。第二阈值 S_2 如此选取,从而在所希望的氮氧化物转化率 η_w 情况下,氮氧化物-排放减少至处于允许的极限值内的程度。在该实施例中,第二阈值处在温度为220°C时。

[0033] 如果无论第一温度 T 还是第二温度 T_2 都同时高于在比较110或111中分别指配给它们的阈值 S_1 或 S_2 ,则通过第一配给阀41中断130配给。换句话说,两个比较110或111满足逻辑与-关系。如果两个温度仅之一 T_1 或 T_2 低于指配给它们的阈值 S_1 或 S_2 ,则以通常的方式继续120配给。尽管如此,颗粒过滤器3的再生能以通常的方式发生121。如果通过第一配给阀41中断130配给,则第一SCR-催化剂4不再将氮氧化物还原,也没有二氧化氮。

[0034] 但为了继续还原氮氧化物,第二配给阀71完全配给为了通过第二SCR-催化剂7还原氮氧化物所需要的全部质量的还原剂溶液。为了还原氮氧化物所需要的全部还原剂溶液的质量由所希望的氮氧化物转化率 η_w 求取,其中,氮氧化物-排放减少至处于允许的极限值内的程度。所希望的氮氧化物转化率 η_w 又由已介绍的模型200、特别是根据第二温度 T_2 和第二SCR-催化剂7的其它参数求取。因此,第二SCR-催化剂7单独还原氮氧化物,确切地说,使得氮氧化物-排放处于允许的极限值内。

[0035] 随后,对炭黑颗粒过滤器3进行无源的再生150,其中,已在炭黑颗粒过滤器3内部沉积(ablagern)的炭黑颗粒与在氧化催化剂5中产生的二氧化氮在第一温度 T_1 高于第一阈值 S_1 的情况下与氧气一起反应成二氧化碳和一氧化氮,所述二氧化氮由于通过第一配给阀41中断配给和与此相关联地未发生SCR-催化剂4的还原而未减少地进入到炭黑颗粒过滤器3中,所述氧气未曾参与内燃机1中的燃烧并且存在于废气中。

[0036] 在通过第二配给阀41配给140还原剂质量和炭黑颗粒过滤器3的再生150期间,持久地求取160第二SCR-催化剂的实际氮氧化物转化率 η_2 。在炭黑颗粒过滤器3的无源再生150期间,在比较170中检查第二SCR-催化剂的实际氮氧化物转化率 η_2 是否低于所希望的氮氧化物转化率 η_w ,其必须由第二SCR-催化剂7实现,以便把氮氧化物-排放减少至处于允许的极限值内的程度。如已述,该所希望的氮氧化物转化率 η_w 由模块200求取。如果实际氮氧化物转化率 η_2 低于所希望的氮氧化物转化率 η_w ,氮氧化物-排放就不再减少至处于允许的极限值内的程度。因此,通过第一配给阀4进行配给180,从而通过两个SCR-催化剂4、7总体上实现所希望的氮氧化物转化率 η_w ,并将氮氧化物-排放减少至处于允许的极限值内的程度。

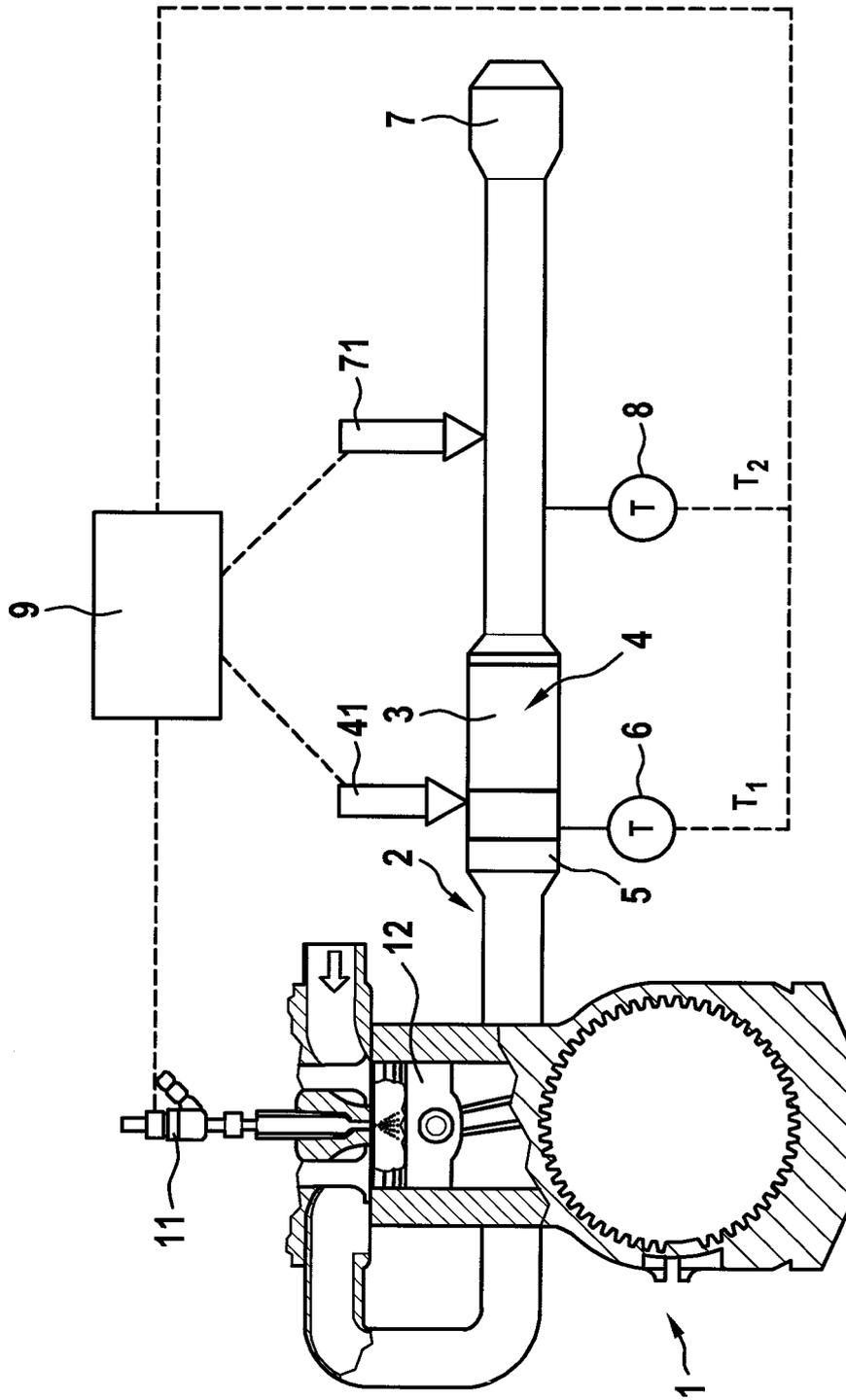


图 1

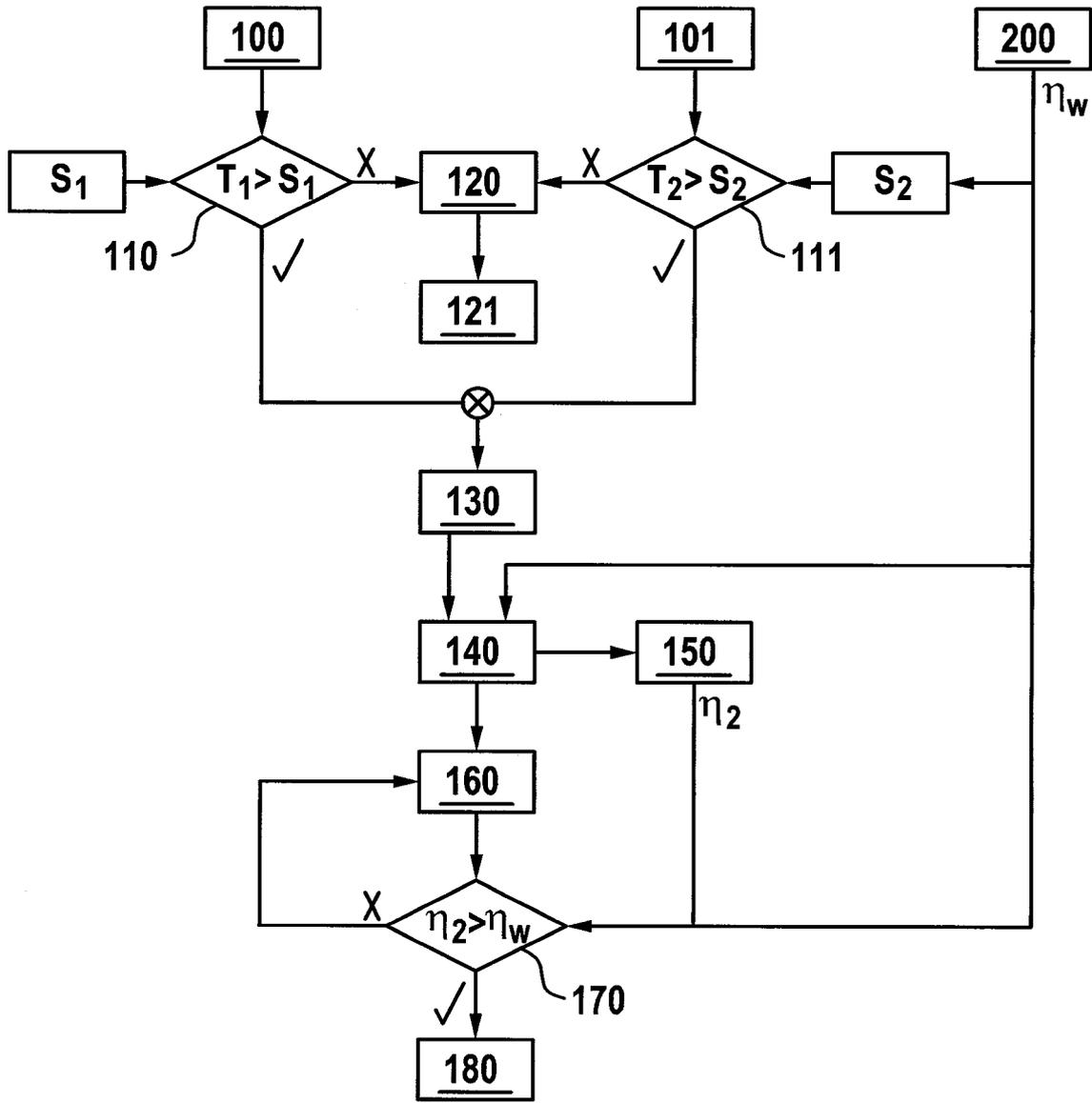


图 2