(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104718366 B
(45)授权公告日 2017.04.26

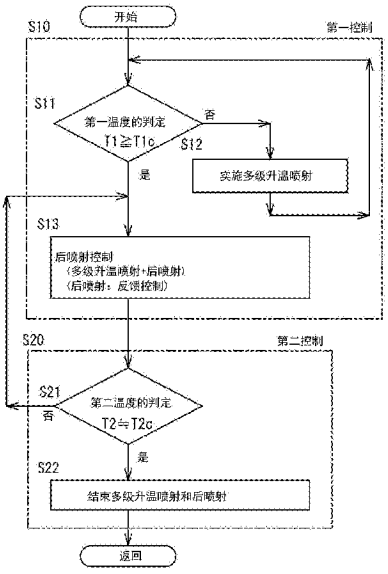
(21)申请号 201380052633.0
(22)申请日 2013.09.27
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104718366 A
(43)申请公布日 2015.06.17
(30)优先权数据
2012-224063 2012.10.09 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.04.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2013/076347 2013.09.27
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2014/057820 JA 2014.04.17
(73)专利权人 五十铃自动车株式会社
地址 日本东京
(72)发明人 长冈大治 中田辉男 是永智宏
(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司 72002
代理人 夏斌
(51)Int.Cl.
F02D 41/14(2006.01)
F01N 3/023(2006.01)
F01N 3/025(2006.01)
F01N 3/029(2006.01)
F01N 3/20(2006.01)
F01N 3/28(2006.01)
F01N 3/36(2006.01)
(56)对比文件
JP 特开2011-247130 A,2011.12.08,
CN 1680686 A,2005.10.12,
CN 1676891 A,2005.10.05,
CN 1517526 A,2004.08.04,
CN 1590726 A,2005.03.09, (续)
审查员 范冬梅
权利要求书2页 说明书11页 附图7页

(54)发明名称

废气净化系统以及废气净化方法

(57)摘要

本发明提供废气净化系统以及废气净化方法。使内燃机(11)的废气(G)在通过前置氧化催化剂(25)之后通过废气净化装置(20),并且在废气净化装置(20)上游侧的废气(G)的第一温度(T1)低于第一设定温度(T1c)的情况下,进行多级升温喷射,如果第一温度(T1)成为第一设定温度(T1c)以上,则在多级升温喷射的基础上进行后喷射,以使废气净化装置(20)下游侧的废气(G)的第二温度(T2)成为第二设定温度(T2c)的方式对后喷射进行反馈控制。由此,在具备前端氧化催化剂(21)的废气净化装置(20)的上游设置前置氧化催化剂(25),并且对多级升温喷射和后喷射的燃料喷射进行控制,实现低温时的NOx净化性能的改善、防止由低温时的DPF再生时的HC泄漏引起的白烟的产生等。



CN 104718366 B

[转续页]

[接上页]

(56)对比文件 DE 102009048169 A1,2011.04.07,

JP 特开2008-128170 A,2008.06.05,

1.一种废气净化系统，在内燃机的排气通路上设置具备前级氧化催化剂、以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置，并且具备对所述内燃机的运转进行控制的控制装置，其特征在于，

在所述废气净化装置上游侧的所述排气通路上，从上游侧起依次配置第一废气温度传感器、前置氧化催化剂以及第二废气温度传感器，

将所述控制装置构成为，实施如下的第一控制：在由所述第一废气温度传感器检测出的第一温度低于预先设定的第一设定温度的情况下，在缸内燃烧控制中进行多级升温喷射，如果所述第一温度成为所述第一设定温度以上，则在所述多级升温喷射的基础上进行后喷射，对所述后喷射进行反馈控制，以使由所述第二废气温度传感器检测出的第二温度成为预先设定的第二设定温度，

所述废气净化装置具备所述DPF而构成，并且在比所述DPF更靠上游侧的所述排气通路上，配置排气管内燃料喷射装置和对朝所述DPF流入的废气的温度进行检测的第三废气温度传感器，在所述控制装置中，将所述第一设定温度设定为所述前置氧化催化剂的催化剂活化温度，将第二设定温度设定为从所述排气管内燃料喷射装置喷射的燃料分解的温度，将第三设定温度设定为所述DPF所捕集的粒子状物质能够燃烧的温度，

并且，将所述控制装置构成为，在所述内燃机的低负载时实施所述第一控制，如果通过实施所述第一控制而所述第二温度能够维持所述第二设定温度，则开始从所述排气管内燃料喷射装置喷射燃料，对所述后喷射进行反馈控制，以使由所述第三废气温度传感器检测出的第三温度成为所述第三设定温度，在该反馈控制的实施中判定所述DPF所捕集的粒子状物质是否被燃烧除去，在判定为所述DPF所捕集的粒子状物质被燃烧除去时，实施结束所述多级升温喷射和所述后喷射的控制。

2.一种废气净化方法，使从内燃机排出的废气通过具备前级氧化催化剂、以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置来进行净化，其特征在于，

使所述废气在通过前置氧化催化剂之后通过所述废气净化装置，

并且，实施如下的第一控制：在由所述废气净化装置上游侧的第一废气温度传感器检测出的第一温度低于预先设定的第一设定温度的情况下，在缸内燃烧控制中进行多级升温喷射，如果所述第一温度成为所述第一设定温度以上，则在所述多级升温喷射的基础上进行后喷射，对所述后喷射进行反馈控制，以使由所述废气净化装置下游侧的第二废气温度传感器检测出的第二温度成为预先设定的第二设定温度，

使所述废气通过具备所述DPF的所述废气净化装置，

并且，将所述第一设定温度设定为所述前置氧化催化剂的催化剂活化温度，将所述第二设定温度设定为从排气管内燃料喷射装置喷射的燃料分解的温度，将第三设定温度设定为所述DPF所捕集的粒子状物质能够燃烧的温度，

并且，在所述内燃机的低负载时实施所述第一控制，

并且，如果通过实施所述第一控制而所述第二温度能够维持所述第二设定温度，则开始从设置于所述废气净化装置上游的所述排气管内燃料喷射装置喷射燃料，对所述后喷射进行反馈控制，以使由配置于所述DPF上游的第三废气温度传感器检测出的第三温度成为所述第三设定温度，在该反馈控制的实施中判定所述DPF所捕集的粒子状物质是否被燃烧除去，在判定为所述DPF所捕集的粒子状物质被燃烧除去时，结束所述多级升温喷射和所述

后喷射。

废气净化系统以及废气净化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废气净化系统以及废气净化方法，能够对具备前级氧化催化剂以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置的低温特性进行改善，而能够提高低温时的NOx净化率，防止白烟的产生。

背景技术

[0002] 在柴油发动机、一部分汽油发动机等内燃机中，为了减少废气中的NOx(氮氧化物)、PM(粒子状物质)，而使用NOx净化催化剂(deNOx催化剂)、DPF(柴油颗粒过滤器)。

[0003] 作为该NOx净化催化剂，存在稀NOx捕集催化剂(LNT催化剂)和选择还原型催化剂(SCR催化剂)等，作为该稀NOx捕集催化剂之一而存在NOx吸藏还原型催化剂。该NOx吸藏还原型催化剂是载持有吸藏NOx的NOx吸藏材料、以及贵金属的催化剂，在流入的废气的空燃比为稀(氧过多)状态且气氛中的氧(O_2)浓度较高的情况下，废气中的一氧化氮(NO)在贵金属上被氧化而成为二氧化氮(NO_2)，该二氧化氮与钡(Ba)等NOx吸藏材料结合而成为硝酸盐(Ba_2NO_4)等并被吸藏。

[0004] 此外，当朝该NOx吸藏还原型催化剂流入的废气的空燃比成为理论空燃比、浓(低氧浓度)状态，气氛中的氧浓度降低时，NOx吸藏材料与一氧化碳(CO)结合，硝酸盐分解而释放二氧化氮。该释放的二氧化氮通过贵金属的三元功能而被废气中所含的未燃烃(HC)、一氧化碳等还原而成为氮气(N_2)，废气中的各成分作为二氧化碳(CO_2)、水(H_2O)、氮气等无害的物质而朝大气中释放。

[0005] 因此，在具备NOx吸藏还原型催化剂的废气净化系统中，当NOx吸藏能力接近饱和时，通过进行使废气的空燃比成为浓状态而使流入的废气的氧浓度降低的控制、即NOx吸藏能力恢复用的浓控制，由此进行使所吸收的NOx释放而通过贵金属使该释放的NOx还原为氮气的NOx再生操作。

[0006] 以该NOx吸藏还原型催化剂为代表，在一般情况下，当催化剂未成为活化温度以上时，其催化剂作用不活化，因此存在如下问题：在催化剂不活化的低温时，无法促进催化剂反应，在NOx吸藏还原型催化剂、选择还原型催化剂等NOx净化催化剂中NOx净化率变低。

[0007] 为了提高该低温时的催化剂的NOx净化率，在柴油发动机的废气处理中也对废气的升温控制进行研讨。该升温控制是如下控制：通过预喷射(引燃喷射)、主喷射(主喷射)、延迟喷射等的组合即多级升温喷射(多级喷射)，将活塞上止点以后的膨胀行程的缸内(气缸内)的燃烧温度保持为高温，而使废气温度升温的控制。通过该升温控制，能够使废气温度提早升温，而加快配设于排气通路的废气净化装置的催化剂的活性。

[0008] 此外，在具备捕集废气中的PM的DPF的废气净化系统中，当PM捕集量接近DPF的可捕集量(饱和状态的量)时，为了恢复其PM捕集能力，而进行将DPF的温度升温至所捕集的PM开始燃烧的温度以上而将PM燃烧除去的PM再生控制。在该DPF的升温时，进行使朝DPF流入的废气升温而通过高温的废气使DPF升温的升温控制。

[0009] 但是，在冷机时的废气的升温控制中，存在如下情况：通过多级升温喷射的升温控

制而喷射到缸内的燃料几乎全部在缸内燃烧，但烧剩的未燃烃(HC)直接穿过废气净化装置。即，在进行废气的升温控制的情况下，在设置于排气通路的催化剂的温度为催化剂活化温度以下的情况下，存在如下问题：从缸内排出的未燃烃到达排气通路的最后部的后尾管，而朝大气中流出(泄漏)并释放到大气中。

[0010] 不仅在NOx净化催化剂的冷机时的情况、NOx吸藏还原型催化剂的NOx再生的情况下，而且在发动机为低负载时的对DPF的PM进行燃烧除去的PM再生的情况下，也同样存在产生该HC泄漏的可能性。

[0011] 例如，如日本申请特开2010-31833号公报所记载的那样，提出一种柴油发动机的排气净化装置，为了减少该HC(烃)朝大气中的释放，在通过前级氧化催化剂(DOC)和DPF的构成，进行基于提前后喷射(early-post injection)的DOC升温、以及基于通过延迟后喷射(delay-post injection)供给的未燃成分在DOC中的氧化反应热的DPF升温的废气净化装置中，通过使目标延迟后喷射量具有一定时间的延迟，由此抑制延迟后喷射的喷射量的急剧上升而防止HC泄漏。

[0012] 但是，在使用这种DOC的情况下，对废气中的未燃成分(未燃HC)进行氧化的DOC需要覆盖内燃机的运转区域整体，因此难以小型化，设置于发动机主体的附近这一情况存在极限。此外，在使用排气管内直接喷射的情况下，所喷射的燃料的气化需要一定的时间，并且，当HC喷射阀喷嘴(排气管内直接喷射装置)与DOC之间的间隔较窄时，有时在DOC的前面由于燃料的部分氧化(裂化)而产生炭黑并产生堵塞，因此需要增大HC喷射喷嘴与DOC之间的间隔、例如成为1m以上。

[0013] 基于这些理由，无法将DOC配置于发动机主体的附近，因此从缸内排出的废气在到达DOC之前由于散热而温度变低。因此，在低温时，无法通过DOC充分地氧化废气中的未燃HC，而会产生HC泄漏。

[0014] 作为该低温时的HC泄漏的对策，例如，如日本申请特开2011-163250号公报所记载的那样，提出有内燃机的废气处理方法以及装置，在通过前级氧化催化剂(DOC)和DPF的构成，进行基于提前后喷射的DOC升温、以及基于通过延迟后喷射供给的未燃成分在DOC中的氧化反应热的DPF升温的废气净化装置中，在提前后喷射后到DOC达到活性温度为止的期间，为了防止未燃HC成分朝外部大量释放，而在开始提前后喷射之前增大油循环泵的动力，由此使柴油机的负载增大，使DOC升温阶段的废气升温斜度增大，而促进DOC的活化，减少HC泄漏。但是，在该废气处理方法以及装置中，在低温起动时，为了使内燃机的缸内温度升温而增大柴油机的负载，因此燃料消耗率有可能恶化。

[0015] 现有技术文献

[0016] 专利文献

[0017] 专利文献1：日本申请特开2010-31833号公报

[0018] 专利文献2：日本申请特开2011-163250号公报

发明内容

[0019] 发明要解决的课题

[0020] 本发明是为了解决上述问题而完成的，其目的在于提供废气净化系统以及废气净化方法，能够改善具备前级氧化催化剂(DOC)、以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废

气净化装置的低温特性，能够改善NOx净化催化剂对低温废气的NOx净化特性，能够防止由低温时的NOx净化、NOx再生、PM再生时的HC泄漏导致的白烟的产生。

[0021] 用于解决课题的手段

[0022] 用于实现上述目的的废气净化系统为，在内燃机的排气通路上设置具备前级氧化催化剂、以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置，并且具备对上述内燃机的运转进行控制的控制装置，其中，在上述废气净化装置上游侧的上述排气通路上，从上游侧起依次配置第一废气温度传感器、前置氧化催化剂和第二废气温度传感器，使上述控制装置构成为，实施如下的第一控制：在由上述第一废气温度传感器检测出的第一温度低于预先设定的第一设定温度的情况下，在缸内燃烧控制中进行多级升温喷射，如果上述第一温度成为上述第一设定温度以上，则在上述多级升温喷射的基础上进行后喷射，对上述后喷射进行反馈控制，以使由上述第二废气温度传感器检测出的第二温度成为预先设定的第二设定温度。

[0023] 根据该构成，使比朝前级氧化催化剂流入的废气更高温的废气，流入比具备前级氧化催化剂(DOC)以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置、更靠上游侧的缸内(气缸内)附近配置的前置氧化催化剂(Pre-DOC)，而容易活化地构成，因此通过该前置氧化催化剂能够高效地氧化通过缸内的多级升温喷射而从缸内流出的废气中的未燃HC，能够防止HC泄漏，并且能够通过由前置氧化催化剂氧化的HC的氧化热来高效地使废气、前级氧化催化剂、NOx净化催化剂、以及DPF等升温，能够实现NOx净化率的提高、DPF再生的有效化。

[0024] 该前置氧化催化剂主要用于对从缸内排出紧后的HC、CO进行氧化，只要能够在内燃机的运转状态为怠速状态、低负载的废气温度较低、并且废气量较少的情况下，发挥废气的升温功能即可，因此能够实现小型化。例如，关于容量，能够由空间速度的SV值成为100000/h(hr^{-1})程度那样的小型的氧化催化剂形成。

[0025] 该前置氧化催化剂能够成为小型，因此能够尽量接近内燃机的发动机主体而设置。另外，仅通过该前置氧化催化剂，无法覆盖内燃机的运转区域的整个区域，无法覆盖的范围通过前级氧化催化剂(DOC)来覆盖。因此，也需要废气净化装置的前级氧化催化剂。

[0026] 而且，在该构成中，首先，在缸内进行多级升温喷射、后喷射，通过前置氧化催化剂对从缸内排出的废气中的HC进行氧化而使废气的温度升温。即，通过多级升温喷射将前置氧化催化剂提早升温至催化剂活化温度以上，在该升温后，通过前置氧化催化剂对通过后喷射供给的HC进行氧化而使废气升温。由此，能够使废气净化装置的前级氧化催化剂升温。

[0027] 在该情况下，能够设置在接近发动机主体的位置、小型且热容量较小的前置氧化催化剂非常提前地升温，而成为催化剂活化温度以上，因此即便在低温起动时也能够从非常早的时期开始高效地氧化HC。另外，此处所说的多级升温喷射是由预喷射、主喷射和延迟喷射构成的缸内燃料喷射。

[0028] 在上述废气净化系统中，具备上述NOx净化催化剂而构成上述废气净化装置，在上述控制装置中，将上述第一设定温度设定为上述前置氧化催化剂的催化剂活化温度，将上述第二设定温度设定为上述NOx净化催化剂的催化剂活性良好的温度，并且将上述控制装置构成为，在上述内燃机的冷却水温度低于预先设定的冷却水用设定温度时，实施上述第一控制，如果通过实施上述第一控制而上述第二温度能够维持上述第二设定温度，则实施

结束上述多级升温喷射和上述后喷射的控制。

[0029] 另外，该NOx净化催化剂的催化剂活性良好的温度，是指在NOx净化催化剂的催化剂活化温度以上、NOx净化率比较高的温度范围中的一个温度。例如，是NOx净化率最高的温度、NOx净化率处于容许范围内且从NOx净化催化剂的寿命的观点出发最为优选的温度等。

[0030] 根据该构成，在内燃机的冷起动时，根据冷却水温度来判定是冷机状态还是热机状态，在冷机状态下，通过前置氧化催化剂和第一控制，能够防止由于多级升温喷射而有可能产生的HC泄漏，因此能够从冷机时起进行多级升温喷射，通过冷机时的第一控制，能够进行废气、前级氧化催化剂以及NOx净化催化剂的提早升温，能够提高NOx净化催化剂的NOx净化率。

[0031] 此外，在上述废气净化系统中，具备上述DPF而构成上述废气净化装置，并且在比上述DPF更靠上游侧的上述排气通路上，配置排气管内燃料喷射装置和对朝上述DPF流入的废气的温度进行检测的第三废气温度传感器，在上述控制装置中，将上述第一设定温度设定为上述前置氧化催化剂的催化剂活化温度，将第二设定温度设定为从上述排气管内燃料喷射装置喷射的燃料分解的温度，将第三设定温度设定为上述DPF所捕集的粒子状物质能够燃烧的温度，并且将上述控制装置构成为，在上述内燃机的低负载时实施上述第一控制，如果通过实施上述第一控制而上述第二温度能够维持上述第二设定温度，则开始从上述排气管内燃料喷射装置喷射燃料，对上述后喷射进行反馈控制，以使由上述第三废气温度传感器检测出的第三温度成为上述第三设定温度，在该反馈控制的实施中判定上述DPF所捕集的粒子状物质是否被燃烧除去，在判定为上述DPF所捕集的粒子状物质被燃烧除去时，实施结束上述多级升温喷射和上述后喷射的控制。

[0032] 根据该构成，通过前置氧化催化剂和第一控制，在内燃机的运转状态为低负载状态的情况下的DPF的PM再生时，能够防止由于多级升温喷射而有可能产生的HC泄漏，即便在低负载时也能够进行多级升温喷射，通过第一控制能够使废气的温度提早到达由排气管燃料喷射装置喷射的燃料分解的温度，能够得到HC泄漏的防止效果，与此同时，能够得到DPF的PM再生时的升温的促进效果，能够使DPF提早升温，能够高效地除去PM。

[0033] 此外，该前置氧化催化剂在与排气管内燃料喷射装置组合的情况下效果变得更大。即，由于为了使喷射的燃料气化而需要一定的时间，因此需要扩大排气管内燃料喷射装置与前级氧化催化剂之间的间隔、例如成为1m以上，而前级氧化催化剂配置于远离发动机主体的位置，但配置于比排气管内燃料喷射装置更靠上游侧的前置氧化催化剂，接近发动机主体，而流入从缸内排出的高温的废气，因此在需要朝废气净化装置流入的废气的升温时，前置氧化催化剂能够提早升温至催化剂活化温度以上，能够提早氧化通过后喷射供给的HC，因此能够使废气迅速地升温。

[0034] 而且，用于实现上述目的的废气净化方法为，使从内燃机排出的废气通过具备前级氧化催化剂、以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置来进行净化，该废气净化方法的特征在于，使上述废气在通过前置氧化催化剂之后通过上述废气净化装置，并且实施如下的第一控制：在由上述废气净化装置上游侧的第一废气温度传感器检测出的第一温度低于预先设定的第一设定温度的情况下，在缸内燃烧控制中进行多级升温喷射，如果上述第一温度成为上述第一设定温度以上，则在上述多级升温喷射的基础上进行后喷射，对上述后喷射进行反馈控制，以使由上述废气净化装置下游侧的第二废气温度传感器

检测出的温度成为预先设定的第二设定温度。

[0035] 根据该方法，使比朝前级氧化催化剂流入的废气更高温的废气，流入比具备前级氧化催化剂(DOC)、以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置、更靠上游侧的缸内(气缸内)的附近配置的前置氧化催化剂(Pre-DOC)，而容易活化地构成，因此通过该前置氧化催化剂能够高效地氧化通过缸内的多级升温喷射而从缸内流出的废气中的未燃HC，能够防止HC泄漏，并且能够通过由前置氧化催化剂氧化的HC的氧化热来高效地使废气、前级氧化催化剂、NOx净化催化剂、以及DPF等升温，能够实现NOx净化率的提高、DPF再生的有效化。

[0036] 在上述废气净化方法中，使上述废气通过具备上述NOx净化催化剂的上述废气净化装置，并且将上述第一设定温度设定为上述前置氧化催化剂的催化剂活化温度，将上述第二设定温度设定为上述NOx净化催化剂的催化剂活性良好的温度，并且，在上述内燃机的冷却水温度低于预先设定的冷却水用设定温度时实施上述第一控制，如果通过实施上述第一控制而上述第二温度能够维持上述第二设定温度，则结束上述多级升温喷射和上述后喷射。

[0037] 根据该方法，在内燃机的冷起动时，根据冷却水温度来判定是冷机状态还是热机状态，在冷机状态下，通过前置氧化催化剂和第一控制，能够防止由于多级升温喷射而有可能产生的HC泄漏，因此能够从冷机时起进行多级升温喷射，通过冷机时的第一控制，能够进行废气、前级氧化催化剂以及NOx净化催化剂的提早升温，能够提高NOx净化催化剂的NOx净化率。

[0038] 此外，在上述废气净化方法中，使上述废气通过具备上述DPF的上述废气净化装置，并且将上述第一设定温度设定为上述前置氧化催化剂的催化剂活化温度，将上述第二设定温度设定为从上述排气管内燃料喷射装置喷射的燃料分解的温度，将第三设定温度设定为上述DPF所捕集的粒子状物质能够燃烧的温度，且在上述内燃机的低负载时实施上述第一控制，并且如果通过实施上述第一控制而上述第二温度能够维持上述第二设定温度，则从设置于上述废气净化装置上游的上述排气管内燃料喷射装置开始燃料喷射，对上述后喷射进行反馈控制，以使由配置于上述DPF上游的上述第三废气温度传感器检测出的第三温度成为上述第三设定温度，在该反馈控制的实施中判定上述DPF所捕集的粒子状物质是否被燃烧除去，在判定为上述DPF所捕集的粒子状物质被燃烧除去时，结束上述多级升温喷射和上述后喷射。

[0039] 根据该方法，通过前置氧化催化剂和第一控制，在内燃机的运转状态为低负载状态的情况下的DPF的PM再生时，能够防止由于多级升温喷射而有可能产生的HC泄漏，即便在低负载时也能够进行多级升温喷射，通过第一控制能够使废气的温度提早到达由排气管内燃料喷射装置喷射的燃料分解的温度，能够得到HC泄漏的防止效果，与此同时，能够得到DPF的PM再生时的升温的促进效果，能够使DPF提早升温，能够高效地除去PM。

[0040] 发明的效果

[0041] 根据本发明的废气净化系统以及废气净化方法，采用在具备前级氧化催化剂、以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置的上游设置前置氧化催化剂的配置，并且通过第一控制对多级升温喷射和后喷射进行控制，由此在废气为低温时，能够提早实现废气、前级氧化催化剂、NOx净化装置、以及DPF等的升温，能够高效地进行NOx净化、NOx再

生、DPF再生。

附图说明

[0042] 图1是表示本发明的第一实施方式的废气净化系统的构成的图。

[0043] 图2是表示本发明的第一控制和第二控制的流程的图。

[0044] 图3是表示本发明的第一控制和第三控制的流程的图。

[0045] 图4是表示本发明的第二实施方式的废气净化系统的构成的图。

[0046] 图5是表示本发明的第三实施方式的废气净化系统的构成的图。

[0047] 图6是表示本发明的第四实施方式的废气净化系统的构成的图。

[0048] 图7是表示实施例和现有例中、前置氧化催化剂的出口位置的温度的时间序列和NOx净化催化剂的出口位置的NOx浓度的时间序列的一例的图。

具体实施方式

[0049] 以下，参照附图对本发明的实施方式的废气净化系统以及废气净化方法进行说明。

[0050] 图1表示本发明的第一实施方式的废气净化系统1的构成。

[0051] 该废气净化系统1是用于对发动机(内燃机)10的废气G进行净化的系统，该发动机10构成为，具有发动机主体11、与该发动机主体11的进气歧管11a连接的进气通路12、与发动机主体11的排气歧管11b连接的排气通路16、以及连接排气通路16和进气通路12的EGR通路18。

[0052] 在进气A通过的进气通路12上，从上游侧起依次配设有进气量传感器(MAF)13、涡轮式增压器17的压缩机17a、中间冷却器14、以及进气门15等，此外，在废气G通过的排气通路16上，从上游侧起依次配设有涡轮式增压器17的涡轮17b、HC喷射喷嘴(排气管内燃料喷射装置)24、以及废气净化装置20等。并且，在EGR气体Ge通过的EGR通路18上，从上游侧起依次配设有EGR冷却器18a和EGR阀18b。

[0053] 此外，废气净化装置20构成为，从上游侧起依次具备前级氧化催化剂(DOC)21、DPF(柴油颗粒过滤器)22以及NOx净化催化剂(deNOx催化剂)23。作为该NOx净化催化剂23，能够使用NOx吸藏还原型催化剂(LNT催化剂)、选择还原型催化剂(SCR催化剂)等。

[0054] 在本发明中，在该图1的废气净化系统1中，在涡轮17b与HC喷射喷嘴24之间配置小型的前置氧化催化剂(Pre-DOC)25，通过该前置氧化催化剂25对从缸内流出(泄漏)的烃(HC)进行氧化，通过该烃的氧化热使废气升温。

[0055] 该小型的前置氧化催化剂25的容量设为如下的容量：在发动机10的运转状态从怠速运转状态到低负载运转状态的废气流量范围内，一般成为能够确保催化剂活性并能够高效地氧化HC的范围那样的、空间速度的SV值成为100000/h(hr^{-1})程度那样的容量。另外，该空间速度是气体流速(Nm^3/h)除以催化剂量(m^3)而得到的值。

[0056] 另一方面，前级氧化催化剂21的容量为，形成为如下容量：在发动机10的运转状态的整个范围内，即便对于最大的废气流量也能够高效地氧化HC那样的容量，由于需要能够覆盖运转状态的整个范围，因此该前级氧化催化剂21比前置氧化催化剂25大。

[0057] 相反地说，前置氧化催化剂25能够比前级氧化催化剂21小型化。而且，通过该小型

化，能够将前置氧化催化剂25配设于比前级氧化催化剂21更靠近发动机主体11的一侧，因此在从缸内排出的废气G的温度由于排气通路16的散热而降低之前，使高温的废气G流入前置氧化催化剂25，将前置氧化催化剂25的温度升温并维持为催化剂活化温度以上，而能够氧化HC、CO。

[0058] 此外，将第一废气温度传感器26配置于前置氧化催化剂25的上游侧，将第二废气温度传感器27配置于前置氧化催化剂25的下游侧。此外，将第三废气温度传感器28配置于废气净化装置20的前级氧化催化剂21与DPF22之间、即DPF22的上游。

[0059] 而且，设置有进行发动机整体的控制的称为发动机控制单元(ECU)的控制装置30。该控制装置30构成为，输入由各废气温度传感器26、27、28检测出的温度T1、T2、T3、由冷却水温度传感器(未图示)检测出的冷却水温度Tw、以及发动机10的旋转速度Ne、负载Q，而对发动机10的缸内燃料喷射进行控制。

[0060] 该控制装置30构成为，其控制包含如下的第一控制、第二控制和第三控制。第一控制是与前置氧化催化剂25的活化相关的控制，如图2以及图3的控制流程所示，在由第一废气温度传感器26检测出的第一温度T1低于预先设定的第一设定温度T1c的情况下，通过缸内燃料喷射进行由预喷射(引燃喷射)、主喷射(main injection)和延迟喷射(after injection)构成的多级升温喷射(升温用多级喷射)。而且，该第一控制是如下控制：如果第一温度T1成为第一设定温度Tc1以上，则在多级升温喷射的基础上进行后喷射(post injection)，通过前置氧化催化剂25使通过后喷射供给的未燃HC氧化，以使由第二废气温度传感器27检测出的第二温度T2成为预先设定的第二设定温度T2c的方式进行反馈控制。

[0061] 在该第一控制中，将第一设定温度T1c设定为前置氧化催化剂25的催化剂活化温度(大致200℃左右)。由此，能够在前置氧化催化剂25活化之前通过多级升温喷射使废气G升温，通过该升温的废气G使前置氧化催化剂25升温，在前置氧化催化剂25升温至催化剂活化温度以上之后，通过前置氧化催化剂25的催化剂作用使通过后喷射供给的HC氧化而使废气G升温，能够使废气G的第二温度T2成为符合前置氧化催化剂25下游侧的废气净化装置20的要求的第二设定温度Tc2。

[0062] 此外，第二控制是NOx净化催化剂23用的控制，是如下的控制：如图2的控制流程所示，判定发动机10的冷却水的温度Tw是否低于预先设定的冷却水用设定温度Twc(例如，水温40℃)，在判定为低时，设为处于冷机状态，而实施第一控制，并且如果通过第一控制而第二温度T2能够维持第二设定温度T2c，则设为从冷机状态成为了热机状态，而结束多级升温喷射和后喷射。在该第二控制中，将第二设定温度T2c设定为NOx净化催化剂23的催化剂活化温度(大致300℃左右)。

[0063] 此外，第三控制是DPF22用的控制，是如下的控制：如图3的控制流程所示，判定发动机10的运转状态是否是预先设定的低负载状态，在判定为是低负载状态时实施第一控制，并且如果通过第一控制而第二温度T2能够维持第二设定温度T2c，则开始从HC喷射喷嘴24喷射燃料F，并以使由第三废气温度传感器28检测出的第三温度T3成为第三设定温度T3c的方式进行反馈控制，在该反馈控制的实施中判定DPF22所捕集的PM(粒子状物质)是否被燃烧除去，在判定为PM被燃烧除去时，结束多级升温喷射和后喷射。在该第三控制中，将第二设定温度Tc2设定为从HC喷射喷嘴24喷射的燃料F分解的温度(大致300℃左右)，将第三设定温度Tc3设定为DPF22所捕集的PM能够燃烧的温度(大致500℃～600℃左右)。

[0064] 接着，对上述废气净化系统1的废气净化方法进行说明。作为该废气净化方法，存在进行图2所示那样的“第一控制+第二控制”的NOx净化催化剂23用的控制的方法、以及进行图3所示那样的“第一控制+第三控制”的DPF22的再生用的控制的方法。图2以及图3例示其控制流程，但该图2以及图3的控制流程表示为如下的控制流程：在发动机10起动的同时，根据需要从上位的控制流程调出，实施步骤S11～步骤S22或者步骤S11～步骤S33，而返回上位的控制流程，根据需要反复执行该情况，当发动机10停止时，与上位的控制流程一起结束。

[0065] NOx净化催化剂23用的方法，是用于提高冷起动紧后的NOx净化催化剂23的NOx净化率的方法，在发动机10的冷却水的温度Tw低于预先设定的冷却水用设定温度Twc时实施该方法。在该方法中，将第一设定温度T1c设定为前置氧化催化剂25的催化剂活化温度(大致200℃左右)，将第二设定温度T2c设定为NOx净化催化剂23的催化剂活性良好的温度(大致300℃左右)。

[0066] 该方法是使从发动机10排出的废气G通过具备前级氧化催化剂21以及NOx净化催化剂23的废气净化装置20来进行净化的废气净化方法，使废气G在通过废气净化装置20之前通过前置氧化催化剂25。

[0067] 与此同时，按照图2所示那样的控制流程，在步骤S11中判定由废气净化装置20上游侧的第一废气温度传感器26检测出的第一温度T1是否为预先设定的第一设定温度T1c以上，在低的情况下(否)，在步骤S12中，在缸内燃烧控制中实施由预喷射、主喷射和延迟喷射构成的多级升温喷射，在步骤S11的判定中、第一温度T1成为第一设定温度T1c以上的情况下(是)，在步骤S13中实施在多级升温喷射的基础上进行后喷射的后喷射控制。在该后喷射控制中，以使由废气净化装置20下游侧的第二废气温度传感器27检测出的温度T2成为预先设定的第二设定温度T2c的方式，对后喷射进行反馈控制。该步骤S11至步骤S13成为第一控制(步骤S10)。

[0068] 然后，在步骤S13之后的步骤S21中，判定通过第一控制而第二温度T2是否变得能够维持第二设定温度T2c，在不能够维持的情况下(否)，返回到步骤S13，如果变得能够维持(是)，则朝步骤S22前进，结束多级升温喷射和后喷射。该步骤S21和S22成为第二控制(步骤S20)。另外，例如，能够通过第二温度T2是否在以第二设定温度T2c为中心的预先设定的规定温度宽度的范围内持续存在预先设定的时间以上等，来判定第二温度T2是否能够维持第二设定温度T2c。

[0069] 即，在发动机10的冷却水的温度Tw为冷却水用设定温度(例如，40℃)Twc以下的冷机时，开始多级喷射控制而使废气G升温。该多级升温喷射通过比通常喷射延迟(retard)的喷射控制，在上止点后连续地进行预喷射、主喷射、延迟喷射，使缸内的燃烧继续而在将缸内燃烧温度保持为高温的情况下进行排气，使废气G的温度升温。在该多级升温喷射时，废气G中的HC、CO的浓度变高，但能够通过前置氧化催化剂25进行吸附或者氧化，因此能够净化HC、CO。

[0070] 此外，如果前置氧化催化剂25上游侧的废气G的第一温度T1达到前置氧化催化剂25的催化剂活化温度(大致200℃左右)即第一设定温度T1c，则进一步追加后喷射，进行前置氧化催化剂25的升温，并以使前置氧化催化剂25下游的废气G的第二温度T2成为NOx净化催化剂23的催化剂活性良好的温度(大致300℃左右)即第二设定温度T2c的方式，进行反馈

控制。

[0071] 然后，发动机10的热机(热气)进展，废气G的第二温度T2上升，如果即便不进行多级升温喷射、后喷射，废气G的第二温度T2也保持NOx净化催化剂23的催化剂活性良好的温度(大致300℃左右)，则结束控制。

[0072] 根据该方法，具有如下的优点：能够比通常提早地使NOx净化催化剂23升温，而提高NOx净化率。

[0073] 另一方面，DPF22的再生用的方法是用于促进DPF22的DPF再生的方法，在发动机10的运转状态为预先设定的低负载状态时实施该方法。在该方法中，将第一设定温度T1c设定为前级氧化催化剂25的催化剂活化温度，将第二设定温度T2c设定为从HC喷射喷嘴24喷射的燃料F进行分解的温度。

[0074] 该方法是使从发动机10排出的废气G通过具备前级氧化催化剂21以及DPF22的废气净化装置20来进行净化的废气净化方法，使废气G在通过废气净化装置20之前通过前置氧化催化剂25。

[0075] 与此同时，按照图3所示那样的控制流程，在步骤S11中判定由废气净化装置20上游侧的第一废气温度传感器26检测出的第一温度T1是否低于预先设定的第一设定温度T1c，在低的情况下(否)，在步骤S12中，通过缸内燃烧控制实施由预喷射、主喷射和延迟喷射构成的多级升温喷射，在步骤S11的判定中、第一温度T1成为第一设定温度T1c以上的情况下(是)，在步骤S13中实施在多级升温喷射的基础上进行后喷射的后喷射控制。在该后喷射中，以使由废气净化装置20下游侧的第二废气温度传感器27检测出的第二温度T2成为预先设定的第二设定温度T2c的方式，对后喷射进行反馈控制。该步骤S11至步骤S13成为第一控制(步骤S10)。

[0076] 然后，在步骤S13之后的步骤S31中，判定通过第一控制而第二温度T2是否能够维持第二设定温度T2c，在不能够维持的情况下(否)，返回到步骤S13，在变得能够维持的情况下(是)，在步骤S32中从设置于废气净化装置20上游的HC喷射喷嘴24进行排气管内燃料喷射，以使由配置于DPF22上游的第三废气温度传感器28检测出的第三温度T3成为第三设定温度T3c的方式，对后喷射进行反馈控制。

[0077] 在之后的步骤S33中，在该反馈控制的实施中，判定DPF22所捕集的PM(粒子状物质)是否被燃烧除去，在判定为DPF22所捕集的PM未被燃烧除去的情况下(否)，返回到步骤S32，在判定为DPF22所捕集的PM被燃烧除去的情况下(是)，在之后的步骤S34中，结束多级升温喷射和后喷射。该步骤S31至步骤S34成为第三控制(步骤S30)。

[0078] 能够通过排气管内燃料喷射的总计时间即再生时间是否经过了预先设定的再生目标时间、DPF22的前后差压值是否成为差压目标值以下等，来判定该PM是否被燃烧除去。

[0079] 即，在低负载时开始PM再生的情况下，开始多级升温喷射而使废气G升温。在多级升温喷射时，废气G的HC、CO的浓度变高，但能够通过小型的前置氧化催化剂25进行吸附以及氧化而净化HC、CO。

[0080] 如果前置氧化催化剂25上游的废气G的第一温度T1达到前置氧化催化剂25的催化剂活化温度(大致200℃左右)即第一设定温度T1c，则进一步追加后喷射，通过前置氧化催化剂25对通过该后喷射供给的未燃HC进行氧化，而通过该氧化热来进行前置氧化催化剂25的升温以及在该前置氧化催化剂25中通过的废气G的升温，并以使前置氧化催化剂25下游

的废气G的第二温度T2成为从HC喷射喷嘴24喷射的燃料F进行分解的温度(大致300℃左右)即第二设定温度T2c的方式,进行反馈控制。

[0081] 然后,进行排气管内燃料喷射,通过前级氧化催化剂21对通过该排气管内燃料喷射供给的燃料F进行氧化,而通过该氧化热来进行前级氧化催化剂21的升温以及在该前级氧化催化剂21中通过的废气G的升温,通过该升温后的废气G使DPF22升温,并以使DPF22上游的废气G的第三温度T3成为PM再生良好的温度(大致500℃～600℃左右)即第三设定温度T3c的方式,进行反馈控制。该反馈控制为,如果判断为PM被燃烧除去则结束控制。

[0082] 作为该方法的优点,能够比通常提早地进行DPF22的升温,并具有防止由排气管内燃料喷射时的HC泄漏引起的白烟的效果。

[0083] 根据上述废气净化系统1以及废气净化方法,成为在由前级氧化催化剂21、DPF22以及NOx净化催化剂23构成的废气净化装置20的上游设置小型的前置氧化催化剂25,在下游设置HC喷射喷嘴24的配置,通过对多级升温喷射、后喷射、以及排气管内燃料喷射等进行控制,由此通过前置氧化催化剂25对多级升温喷射时的HC进行吸附以及氧化,由此能够防止HC泄漏,能够从冷机时进行多级升温喷射,因此能够得到冷机时的废气的NOx净化率提高的效果。

[0084] 同样,在低负载状态下的DPF再生时减少HC泄漏,并且使废气G的第二温度T2提早升温而使其提早到达从下游的HC喷射喷嘴24喷射的燃料F分解的温度即第二设定温度T2c,由此能够得到DPF再生时的提早升温效果和HC泄漏防止效果。

[0085] 接着,对图4所示的第二实施方式的废气净化系统1A进行说明。在该第二实施方式的废气净化系统1A中,废气净化装置20A构成为,从上游侧起配置有前级氧化催化剂21、NOx净化催化剂23以及DPF22。即,与第一实施方式的废气净化系统1的不同点在于,NOx净化催化剂23配置于比DPF22更靠上游侧。除此之外,包括控制装置30包含第一控制、第二控制以及第三控制而构成的情况在内,都与第一实施方式的废气净化系统1以及废气净化方法相同,并能够发挥相同的作用效果。

[0086] 接着,对图5所示的第三实施方式的废气净化系统1B进行说明。在该第三实施方式的废气净化系统1B中,废气净化装置20B构成为,从上游侧起配置有前级氧化催化剂21和NOx净化催化剂23。即,与第一实施方式的废气净化系统1的不同点在于,不具有DPF22这一点、以及控制装置30构成为包含第一控制以及第二控制但不包含第三控制这一点。其他构成与第一实施方式的废气净化系统1以及废气净化方法相同,并能够得到基于第一控制和第二控制的作用效果。

[0087] 接着,对图6所示的第四实施方式的废气净化系统1C进行说明。在该第四实施方式的废气净化系统1C中,废气净化装置20C构成为,从上游侧起配置有前级氧化催化剂21和DPF22。即,与第一实施方式的废气净化系统1的不同点在于,不具有NOx净化催化剂23这一点、以及控制装置30构成为包含第一控制以及第三控制但不包含第二控制这一点。其他构成与第一实施方式的废气净化系统1以及废气净化方法相同,并能够得到基于第一控制和第三控制的作用效果。

[0088] 图7表示在第一实施方式的废气净化系统1中进行了第一控制和第二控制的实施例A以及不进行第一控制和第二控制的比较例B的实验结果。图7下段的催化剂温度(℃)是前置氧化催化剂(Pre-DOC)25的出口位置的温度,可知:在比较例B中到达200℃需要900s

(秒)，与此相对，在实施例A中在300s时到达200℃，由前置氧化催化剂25和第一控制带来的废气G的升温促进效果较大。

[0089] 此外，图7上段的催化剂出口NOx浓度是NOx净化催化剂23的出口位置的NOx浓度(ppm)，可知：与不进行多级升温喷射的比较例B相比，在进行多级升温喷射的实施例A中，NOx浓度显著变小。

[0090] 产业上的可利用性

[0091] 本发明的废气净化系统以及废气净化方法，能够对具备前级氧化催化剂(DOC)、以及至少NOx净化催化剂或DPF中的一方的废气净化装置的低温特性进行改善，而能够改善NOx净化催化剂对低温废气的NOx净化特性，并且能够防止由低温时的NOx净化、NOx再生、PM再生时的HC泄漏引起的白烟的产生，因此能够作为汽车搭载的柴油发动机等内燃机的废气净化系统以及废气净化方法加以利用。

[0092] 符号的说明

[0093]	1、1A、1B、1C	废气净化系统
[0094]	10	发动机(内燃机)
[0095]	16	排气通路
[0096]	20、20A、20B、20C	废气净化装置
[0097]	21	前级氧化催化剂(DOC)
[0098]	22	DPF
[0099]	23	NOx净化催化剂
[0100]	24	HC喷射喷嘴(排气管内燃料喷射装置)
[0101]	25	前置氧化催化剂(Pre-DOC)
[0102]	26	第一废气温度传感器
[0103]	27	第二废气温度传感器
[0104]	28	第三废气温度传感器
[0105]	30	控制装置(ECU)
[0106]	F	烃(HC;轻油;燃料)
[0107]	G	废气
[0108]	T1	废气的第一温度
[0109]	T2	废气的第二温度
[0110]	T3	废气的第三温度
[0111]	T1c	第一设定温度
[0112]	T2c	第二设定温度
[0113]	T3c	第三设定温度
[0114]	Tw	冷却水的温度
[0115]	Twc	冷却水用设定温度

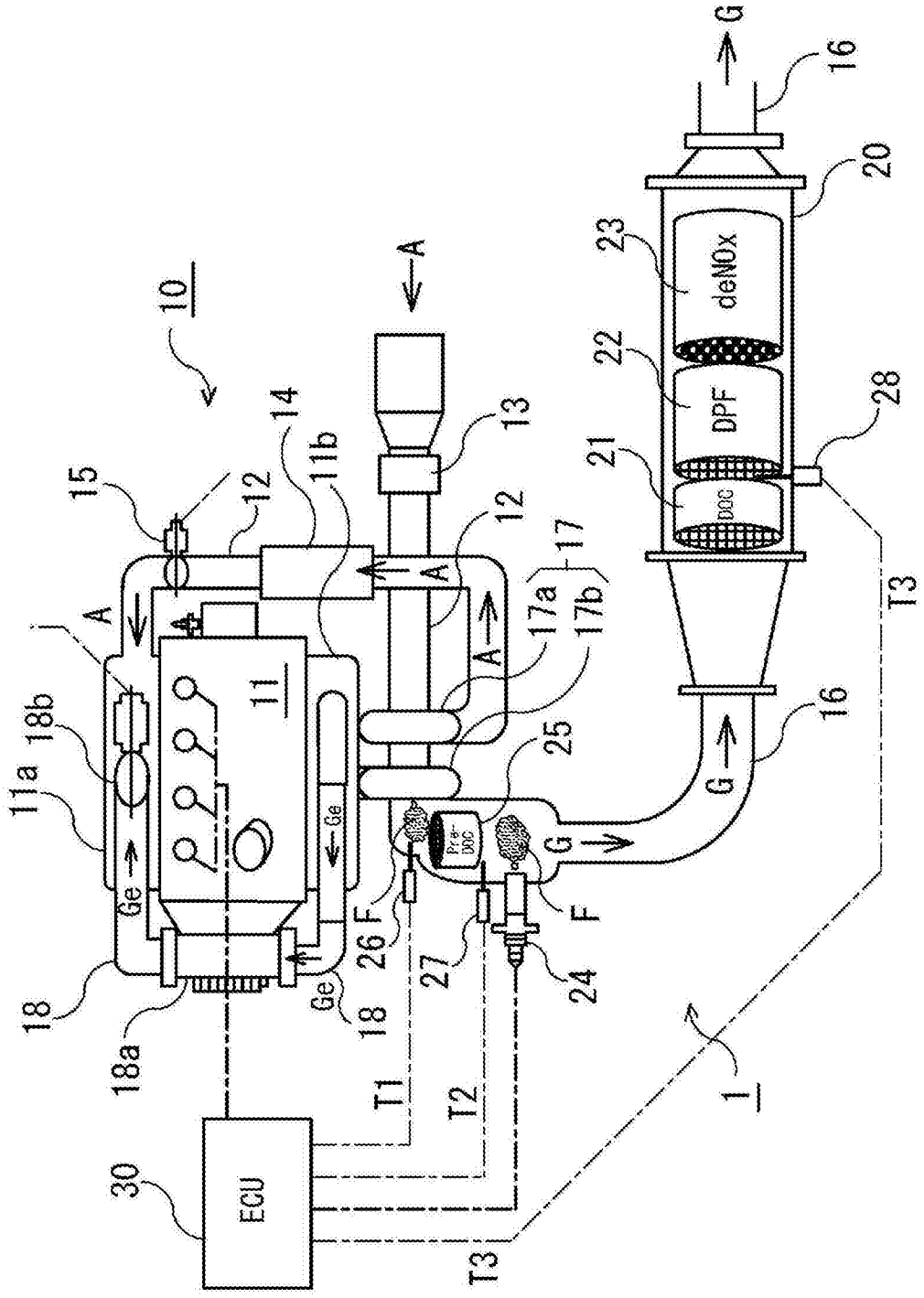

G
16
20
23
deNOx
22
DPF
28
21
DOC
T3
10
A
14
13
15
12
11b
12
17
17a
17b
A
A
A
11
18b
11a
25
16
G
Ge
Ge
Ge
F
26
F
27
24
18
18
18a
T1
T2
1
30
ECU
T3

图1

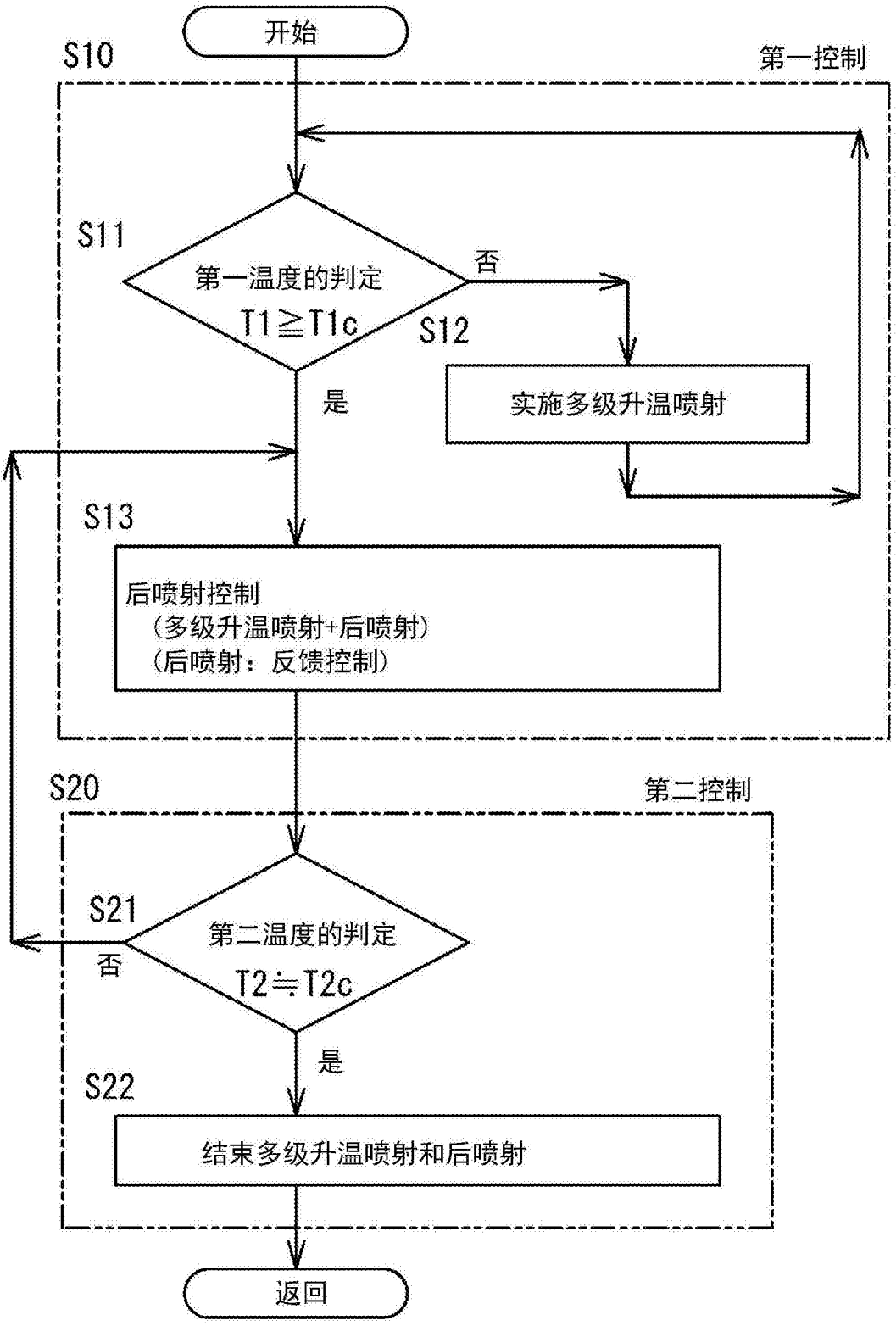

开始
S10
第一控制
S11
第一温度的判定
T1≧T1c
否
S12
实施多级升温喷射
是
S13
后喷射控制
（多级升温喷射+后喷射）
（后喷射：反馈控制）
S20
第二控制
S21
第二温度的判定
T2≒T2c
否
是
S22
结束多级升温喷射和后喷射
返回

图2

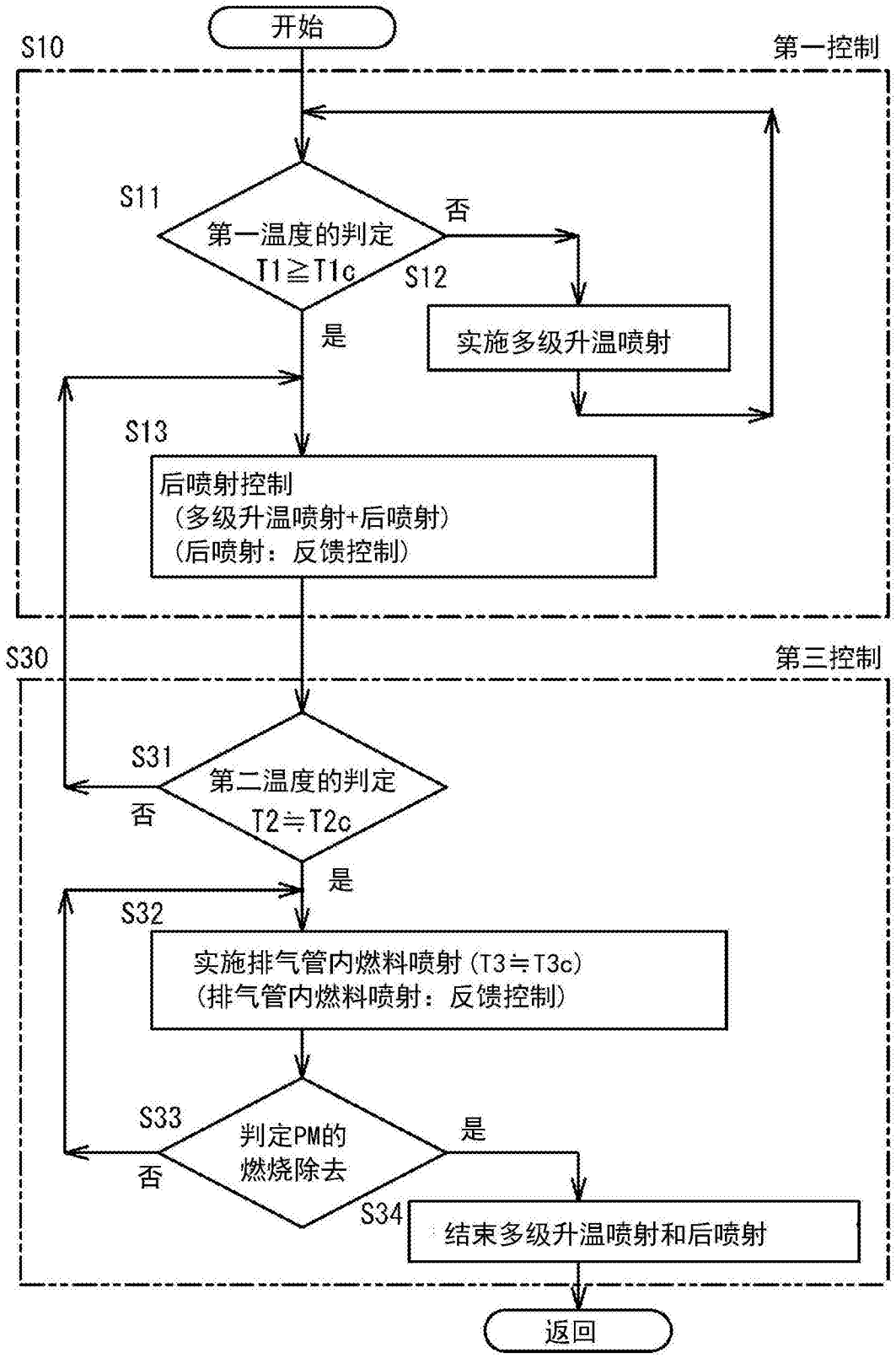

开始
S10
第一控制
S11
第一温度的判定
T1≧T1c
否
S12
实施多级升温喷射
是
S13
后喷射控制
（多级升温喷射+后喷射）
（后喷射：反馈控制）
S30
第三控制
S31
第二温度的判定
T2≒T2c
否
是
S32
实施排气管内燃料喷射（T3≒T3c）
（排气管内燃料喷射：反馈控制）
S33
判定PM的
燃烧除去
否
是
S34
结束多级升温喷射和后喷射
返回

图3

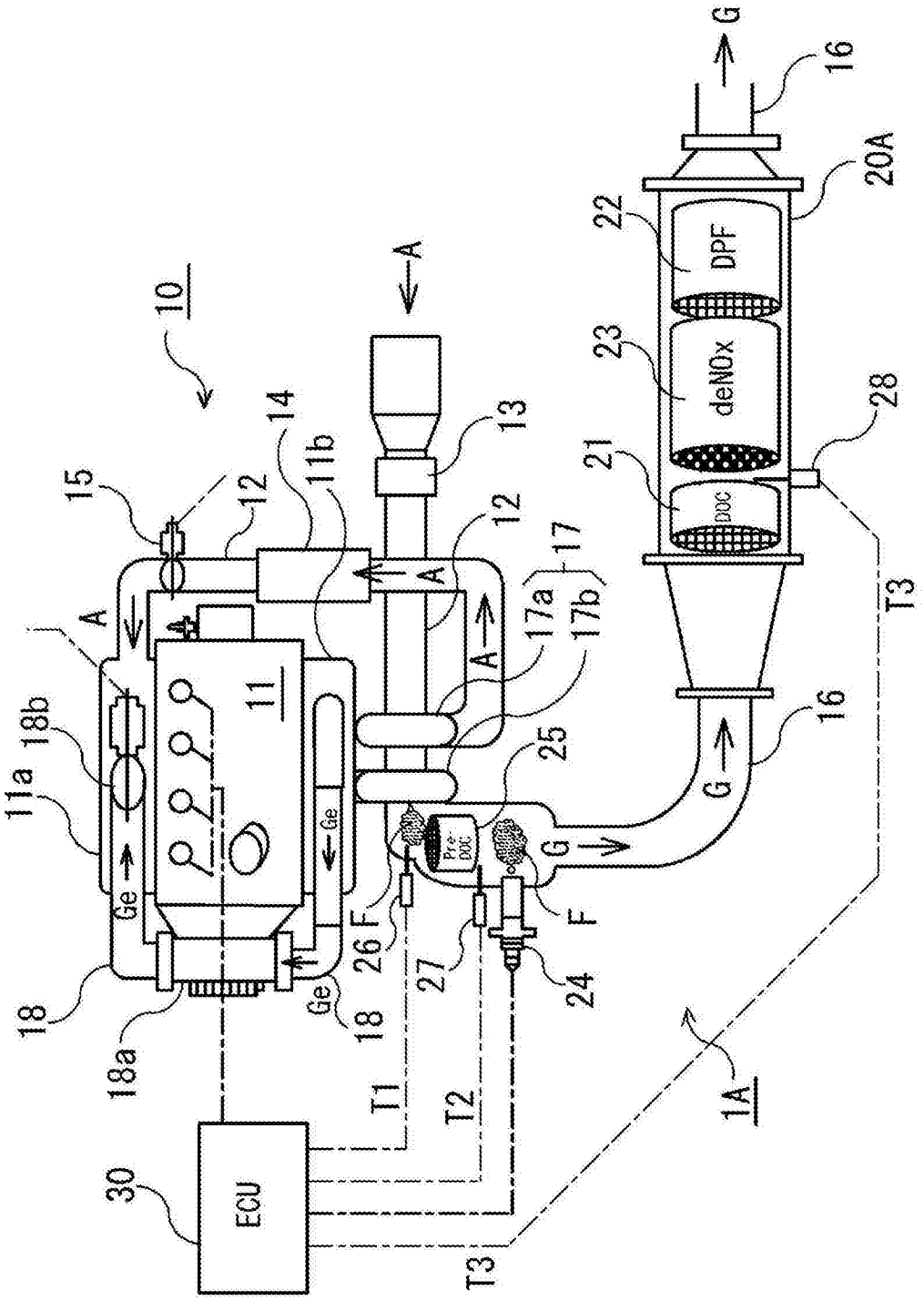

10
11
11a
11b
12
13
14
15
16
17
17a
17b
18
18a
18b
20A
21
22
23
25
26
27
28
30
1A
T1
T2
T3
A
G
Ge
F
DPF
deNOx
DOC
Pre DOC
ECU

图4

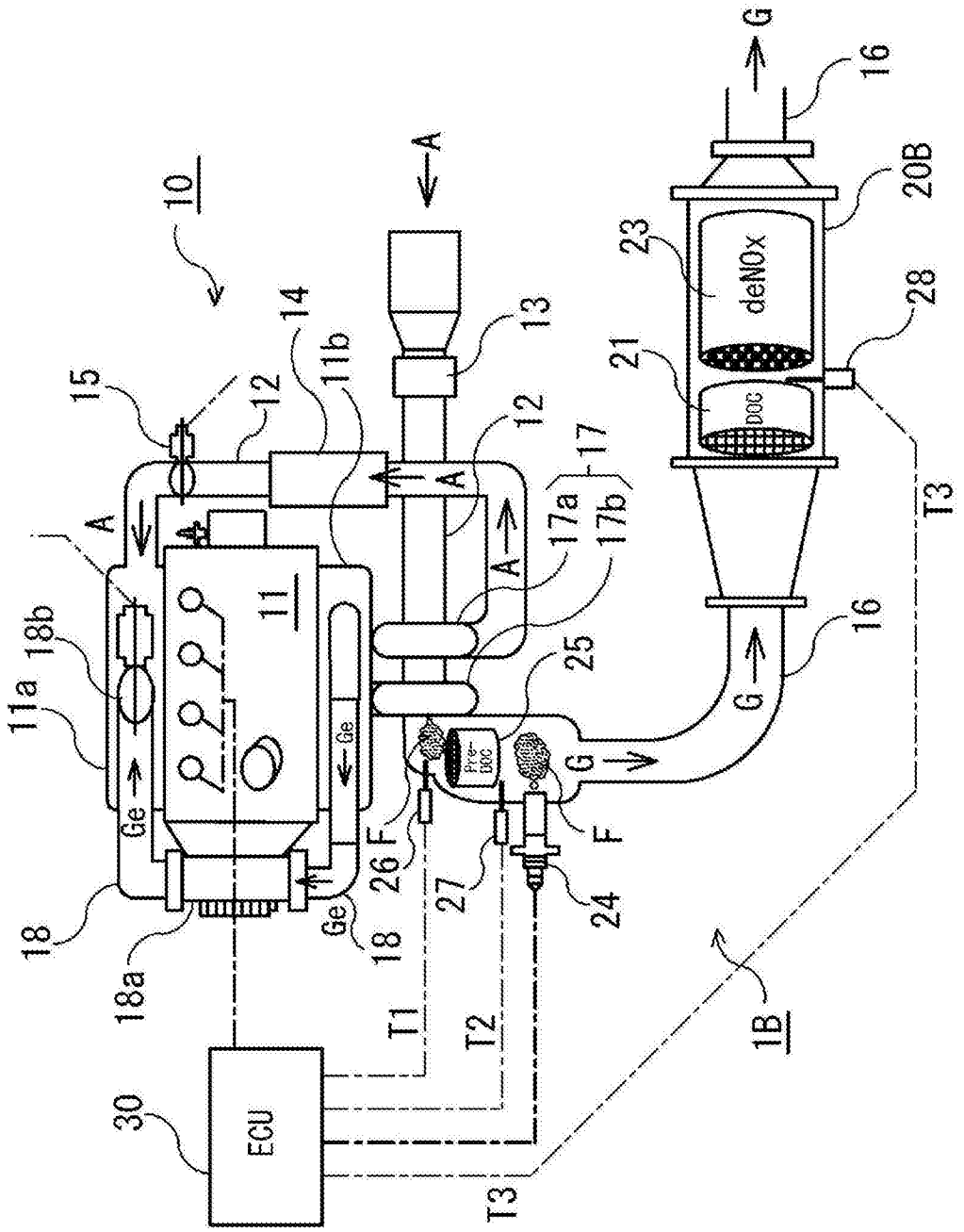

10
11
11a
11b
12
13
14
15
16
17
17a
17b
18
18a
18b
20B
21
23
25
26
27
28
30
A
Ge
F
G
deNOx
DOC
Pre-DOC
ECU
T1
T2
T3
1B

图5

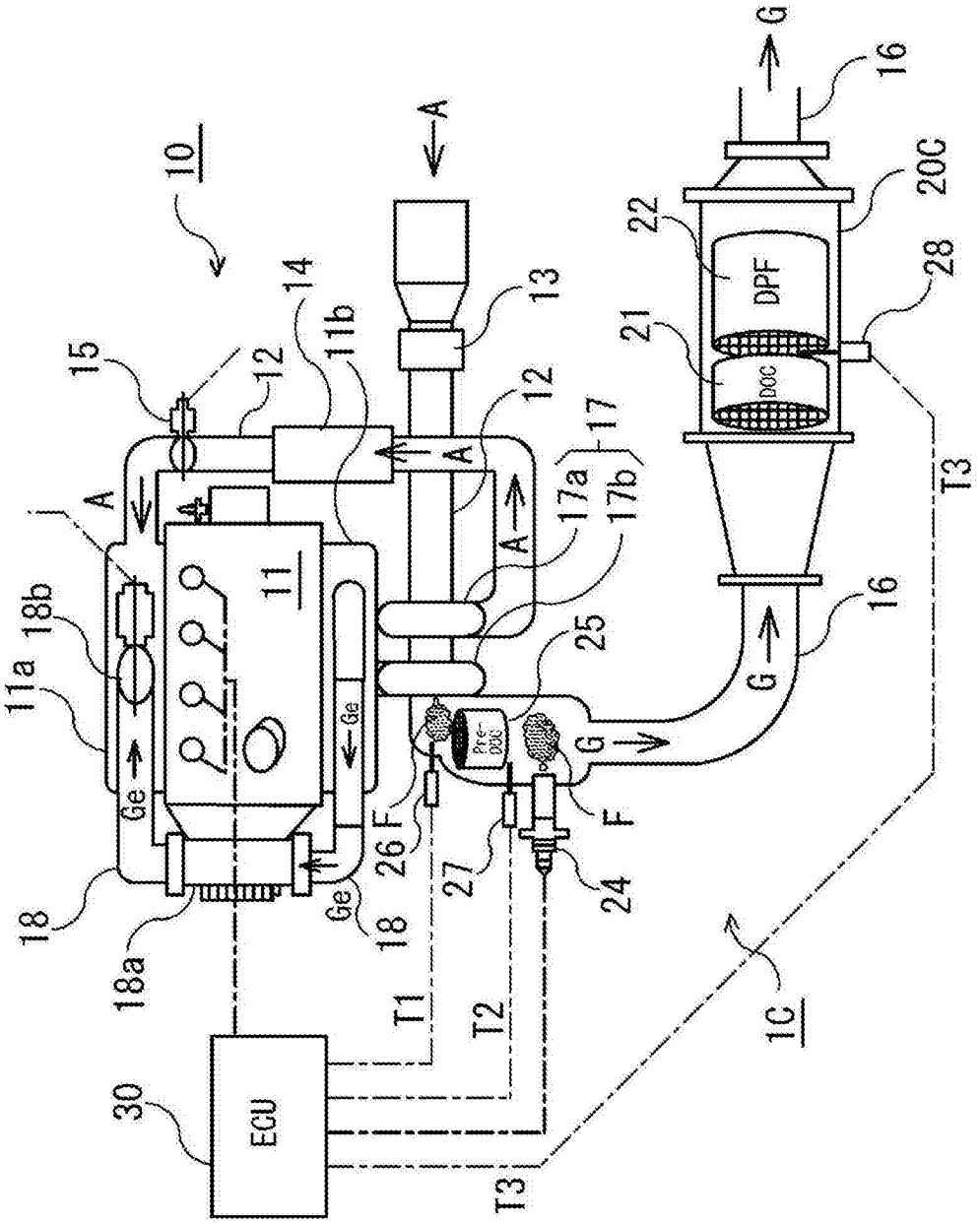

10
A
G
16
20C
22
DPF
28
21
DOC
14
11b
13
15
12
12
17
17a
17b
T3
A
A
A
11
18b
11a
25
16
G
Ge
Ge
Pre-
DOC
G
F
F
26
27
24
18
18
18a
Ge
T1
T2
1C
30
ECU
T3

图6

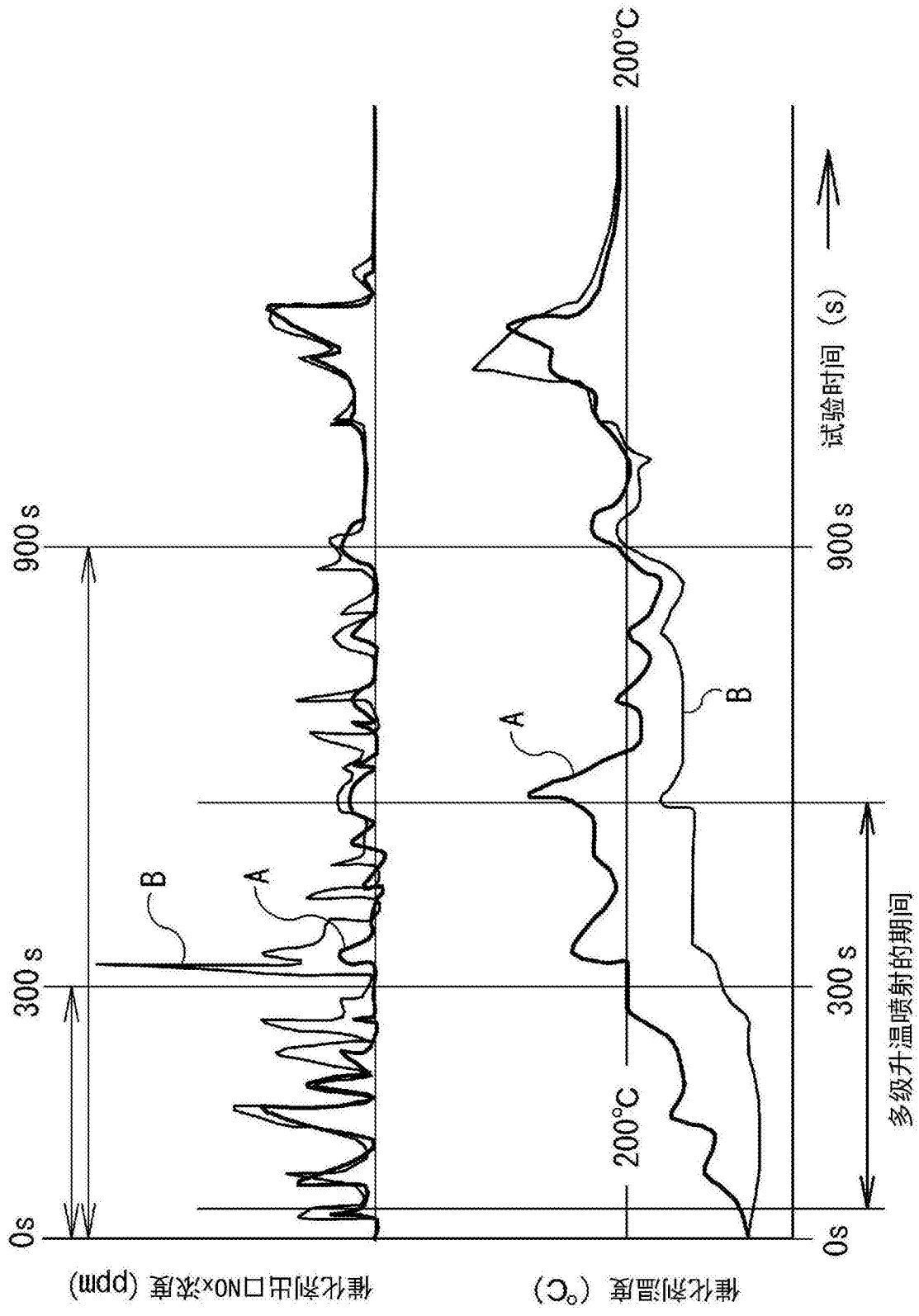


图7