



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102985648 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201080019281. 5

F01N 3/10(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 05. 20

F01N 3/36(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2011. 10. 31

(56) 对比文件

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2010/058942 2010. 05. 20

CN 101476501 A, 2009. 07. 08, 全文.

JP 2005-113801 A, 2005. 04. 28, 全文.

(87) PCT国际申请的公布数据
W02011/145227 JA 2011. 11. 24

US 2004/0076565 A1, 2004. 04. 22, 全文.

US 2009/0229251 A1, 2009. 09. 17, 全文.

US 2010/0089039 A1, 2010. 04. 15, 说明书第
16-35段, 图1.

(73) 专利权人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县

审查员 丁婧

(72) 发明人 井上三树男 吉田耕平
美才治悠树 梅本寿文

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 李洋 王轶

(51) Int. Cl.

F01N 3/08(2006. 01)

B01D 53/94(2006. 01)

B01J 23/58(2006. 01)

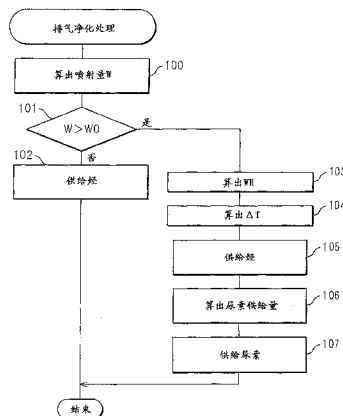
权利要求书2页 说明书12页 附图15页

(54) 发明名称

内燃机的排气净化装置

(57) 摘要

本发明提供内燃机的排气净化装置。在内燃机中,在内燃机排气通路内按照以下顺序配置有烃供给阀(16)、排气净化催化剂(13)、尿素水供给阀(17)和NO_x选择还原催化剂(15)。通常使用通过使流入排气净化催化剂(13)的烃的浓度以预先决定的范围内的振幅以及周期振动而在排气净化催化剂(13)中还原废气中所含的NO_x的第一NO_x净化方法,当所供给的烃超过容许值时,使用利用所供给的尿素水在NO_x选择还原催化剂(15)中还原NO_x的第二NO_x净化方法。



1. 一种内燃机的排气净化装置, 其中,

在内燃机排气通路内配置有用于使废气中所含的 NO_x 和经重整的烃反应的排气净化催化剂, 在该排气净化催化剂下游的内燃机排气通路内配置有尿素供给单元和能够利用源自所供给的尿素的氨来还原 NO_x 的 NO_x 选择还原催化剂, 在上述排气净化催化剂的废气流通表面上承载有贵金属催化剂, 并且在该贵金属催化剂周围形成有碱性的废气流通表面部分, 该排气净化催化剂具有若使流入排气净化催化剂的烃的浓度以预先决定的范围内的振幅和预先决定的范围内的周期振动则对废气中所含的 NO_x 进行还原的性质, 并且具有若该烃浓度的振动周期比该预先决定的范围长则废气中所含的 NO_x 的吸留量增大的性质, 当内燃机运转时, 该内燃机的排气净化装置使用通过使流入排气净化催化剂的烃的浓度以上述预先决定的范围内的振幅以及上述预先决定的范围内的周期振动而在排气净化催化剂中还原废气中所含的 NO_x 的第一 NO_x 净化方法, 当代表为了利用该第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 而消耗的烃的量的代表值超过预先决定的容许值时, 使用第二 NO_x 净化方法还原废气中所含的 NO_x , 上述第二 NO_x 净化方法是利用源自所供给的尿素的氨在 NO_x 选择还原催化剂中还原废气中所含的 NO_x 的净化方法。

2. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

预先设定应当停止基于上述第一 NO_x 净化方法进行的 NO_x 的净化的、内燃机以及排气净化催化剂的状态, 当内燃机以及排气净化催化剂成为该预先设定的状态时, 将排气净化方法从第一 NO_x 净化方法切换到第二 NO_x 净化方法。

3. 根据权利要求 2 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

上述预先设定的状态是存在排气净化催化剂产生阻塞的危险性时、或者存在排气净化催化剂热劣化的危险性时。

4. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

上述代表值是为了利用上述第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 而供给的烃的每一次的喷射量。

5. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

上述代表值是废气中的氧浓度。

6. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

当利用第二 NO_x 净化方法进行 NO_x 的净化作用时, 供给为了将 NO_x 选择还原催化剂维持在活性化的状态而需要的量的烃。

7. 根据权利要求 6 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

利用第二 NO_x 净化方法进行 NO_x 的净化作用时所供给的烃的喷射量以及喷射间隔的任一方或者双方, 作为代表排气净化催化剂的温度的温度以及代表废气中的氧浓度的值的函数被预先存储。

8. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

当上述代表值超过上述容许值、且 NO_x 选择还原催化剂未活性化时, 继续进行基于第一 NO_x 净化方法进行的 NO_x 的净化作用。

9. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

在上述排气净化催化剂内, 废气中所含的 NO_x 与经重整的烃反应而生成包含氮和烃的还原性中间体, 上述烃浓度的振动周期是为了持续生成还原性中间体而需要的振动周期。

10. 根据权利要求 9 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

上述烃浓度的振动周期在 0.3 秒到 5 秒之间。

11. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

当代表为了利用该第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 而消耗的烃的量的代表值超过预先决定的容许值时, 不论 NO_x 选择还原催化剂是否活性化都使用第二 NO_x 净化方法还原废气中所含的 NO_x , 上述第二 NO_x 净化方法是利用源自所供给的尿素的氨在 NO_x 选择还原催化剂中还原废气中所含的 NO_x 的净化方法。

12. 根据权利要求 1 所述的内燃机的排气净化装置, 其中,

当代表为了利用该第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 而消耗的烃的量的代表值超过预先决定的容许值时, 若 NO_x 选择还原催化剂活性化则使用第二 NO_x 净化方法还原废气中所含的 NO_x , 上述第二 NO_x 净化方法是利用源自所供给的尿素的氨在 NO_x 选择还原催化剂中还原废气中所含的 NO_x 的净化方法。

内燃机的排气净化装置

技术领域

[0001] 本发明涉及内燃机的排气净化装置。

背景技术

[0002] 公知有如下的内燃机：在内燃机排气通路内，配置有当流入的废气的空燃比为稀时吸留废气中包含的 NO_x ，而当流入的废气的空燃比为浓时放出所吸留的 NO_x 的 NO_x 吸留催化剂，在 NO_x 吸留催化剂上游的内燃机排气通路内配置有具有吸附功能的氧化催化剂，当要从 NO_x 吸留催化剂放出 NO_x 时，向氧化催化剂上游的内燃机排气通路内供给烃，从而使流入 NO_x 吸留催化剂的废气的空燃比为浓（例如参照专利文献 1）。

[0003] 在该内燃机中，应当从 NO_x 吸留催化剂放出 NO_x 时供给的烃在氧化催化剂中成为气体状的烃，气体状的烃被送入 NO_x 吸留催化剂。结果，从 NO_x 吸留催化剂放出来的 NO_x 被良好地还原。

[0004] 专利文献 1：日本特许第 3969450 号

[0005] 但是，存在当 NO_x 吸留催化剂为高温时 NO_x 净化率降低这样的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种内燃机的排气净化装置，即使排气净化催化剂的温度为高温，也能够得到高 NO_x 净化率、且能够降低烃的消耗量。

[0007] 根据本发明，提供一种内燃机的排气净化装置，其中，在内燃机排气通路内配置有用于使废气中所含的 NO_x 和经重整的烃反应的排气净化催化剂，在排气净化催化剂下游的内燃机排气通路内配置有尿素供给单元和能够利用源自所供给的尿素的氨来还原 NO_x 的 NO_x 选择还原催化剂，在排气净化催化剂的废气流通表面上搭载有贵金属催化剂，并且在贵金属催化剂周围形成有碱性的废气流通表面部分，排气净化催化剂具有若使流入排气净化催化剂的烃的浓度以预先决定的范围内的振幅和预先决定的范围内的周期振动则对废气中所含的 NO_x 进行还原的性质，并且具有若烃浓度的振动周期比预先决定的范围长则废气中所含的 NO_x 的吸留量增大的性质，在内燃机运转时，该内燃机的排气净化装置通常使用通过使流入排气净化催化剂的烃的浓度以上述预先决定的范围内的振幅以及上述预先决定的范围内的周期振动而在排气净化催化剂中还原废气中所含的 NO_x 的第一 NO_x 净化方法，当代表为了利用该第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 而消耗的烃的量的代表值超过预先决定的容许值时，不论 NO_x 选择还原催化剂是否活性化都使用第二 NO_x 净化方法还原废气中所含的 NO_x ，或者若 NO_x 选择还原催化剂活性化则使用第二 NO_x 净化方法还原废气中所含的 NO_x ，上述第二 NO_x 净化方法是利用源自所供给的尿素的氨在 NO_x 选择还原催化剂中还原废气中所含的 NO_x 的净化方法。

[0008] 即使排气净化催化剂的温度成为高温，也能够得到高的 NO_x 净化率。并且，在当代表值超过容许值时、即当烃的消耗量增大时使用第二 NO_x 净化方法的情况下，能够降低烃的消耗量。

附图说明

- [0009] 图 1 是压燃式内燃机的整体图。
- [0010] 图 2 是示意性地示出催化剂载体的表面部分的图。
- [0011] 图 3 是用于说明排气净化催化剂中的氧化反应的图。
- [0012] 图 4 是示出流入排气净化催化剂的废气的空燃比的变化图。
- [0013] 图 5 是示出 NO_x 净化率的图。
- [0014] 图 6A 和图 6B 是用于说明排气净化催化剂中的氧化还原反应的图。
- [0015] 图 7A 和图 7B 是用于说明排气净化催化剂中的氧化还原反应的图。
- [0016] 图 8 是示出流入排气净化催化剂的废气的空燃比的变化图。
- [0017] 图 9 是示出 NO_x 净化率的图。
- [0018] 图 10 是示出流入排气净化催化剂的废气的空燃比变化的时序图。
- [0019] 图 11 是示出流入排气净化催化剂的废气的空燃比变化的时序图。
- [0020] 图 12 是示出排气净化催化剂的氧化能力和要求最小空燃比 X 之间的关系图。
- [0021] 图 13 是示出能够得到同一 NO_x 净化率的、废气中的氧浓度和烃浓度的振幅 ΔH 之间的关系图。
- [0022] 图 14 是示出烃浓度的振幅 ΔH 和 NO_x 净化率之间的关系图。
- [0023] 图 15 是示出烃浓度的振动周期 ΔT 和 NO_x 净化率之间的关系图。
- [0024] 图 16 是示出流入排气净化催化剂的废气的空燃比变化的时序图。
- [0025] 图 17 是示出流入排气净化催化剂的废气的空燃比变化的时序图。
- [0026] 图 18 是示出烃供给量 W 的映射图。
- [0027] 图 19 是示出 NO_x 净化率的图。
- [0028] 图 20A 和图 20B 是示出烃的喷射量 WH 和喷射间隔 ΔT 的图。
- [0029] 图 21A 和图 21B 是分别示出喷射量 WH 和喷射间隔 ΔT 的映射图。
- [0030] 图 22 是用于进行排气净化处理的流程图。
- [0031] 图 23 是用于进行排气净化处理的流程图。
- [0032] 图 24 是示出存在产生阻塞的危险性的区域的图。
- [0033] 图 25 是用于进行排气净化处理的流程图。

具体实施方式

- [0034] 图 1 示出压燃式内燃机的整体图。
- [0035] 参照图 1, 1 表示内燃机主体、2 表示各气缸的燃烧室、3 表示用于向各燃烧室 2 内分别喷射燃料的电子控制式燃料喷射阀、4 表示进气歧管、5 表示排气歧管。进气歧管 4 经由进气导管 6 连结于排气涡轮增压器 7 的压缩机 7a 的出口, 压缩机 7a 的入口经由吸入空气量检测器 8 连结于滤清器 9。在进气导管 6 内配置有由步进电动机驱动的节流阀 10, 此外, 在进气导管 6 周围配置有用于对在进气导管 6 内流动的吸入空气进行冷却的冷却装置 11。在图 1 中所示的实施例中, 将内燃机冷却水导入到冷却装置 11 内, 利用内燃机冷却水对吸入空气进行冷却。
- [0036] 另一方面, 排气歧管 5 连结于排气涡轮增压器 7 的排气涡轮机 7b 的入口。排气涡

轮机 7b 的出口经由排气管 12 与排气净化催化剂 13 的入口连结, 排气净化催化剂 13 的出口经由排气管 14 与能够在氨的存在下对废气中所含的 NO_x 进行还原的 NO_x 选择还原催化剂 15 连结。在排气净化催化剂 13 上游的排气管 12 内配置有烃供给阀 16, 该烃供给阀 16 用于供给由用作压燃式内燃机的燃料的轻油或 / 和其他燃料构成的烃。在图 1 所示的实施例中, 作为从烃供给阀 16 供给的烃使用轻油。另外, 本发明也能够应用于以稀空燃比进行燃烧的火花点火式内燃机。在该情况下, 从烃供给阀 16 供给由用作火花点火式内燃机的燃料的汽油或 / 和其他燃料构成的烃。

[0037] 在 NO_x 选择还原催化剂 15 上游的排气管 14 内配置有尿素水供给装置、例如尿素水供给阀 17, 该尿素水供给阀 17 经由供给管 18、供给泵 19 与尿素水罐 20 连结。贮存于尿素水罐 20 内的尿素水由供给泵 19 从尿素水供给阀 17 喷射到在排气管 14 内流动的废气中, 利用从尿素产生的氨 ($(\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2$) 在 NO_x 选择还原催化剂 15 中对废气中所含的 NO_x 进行还原。在图 1 所示的实施例中, 该 NO_x 选择还原催化剂 15 由铁沸石构成。

[0038] 另一方面, 排气歧管 5 和进气歧管 4 经由废气再循环 (以下称为 EGR) 通路 21 互相连结, 在 EGR 通路 21 内配置有电子控制式 EGR 控制阀 22。并且, 在 EGR 通路 21 周围配置有用于对在 EGR 通路 21 内流动的 EGR 气体进行冷却的冷却装置 23。在图 1 所示的实施例中, 将内燃机冷却水导入到冷却装置 23 内, 利用内燃机冷却水对 EGR 气体进行冷却。另一方面, 各燃料喷射阀 3 经由燃料供给管 24 连结于共轨 24a, 该共轨 24a 经由电子控制式的喷出量可变的燃料泵 25 与燃料罐 26 连结。贮存在燃料罐 26 内的燃料由燃料泵 25 供给至共轨 24a 内, 供给至共轨 24a 内的燃料经由各燃料供给管 24 供给至燃料喷射阀 3。

[0039] 电子控制单元 30 包含数字计算机, 具备通过双向性总线 31 互相连结的 ROM (只读存储器) 32、RAM (随机读写存储器) 33、CPU (微处理器) 34、输入端口 35 及输出端口 36。在排气净化催化剂 13 安装有用于检测排气净化催化剂 13 的温度的温度传感器 27, 在 NO_x 选择还原催化剂 15 安装有用于检测 NO_x 选择还原催化剂 15 的温度的温度传感器 28。并且, 在排气歧管 5 的集合部配置有空燃比传感器 29。这些温度传感器 27、28、空燃比传感器 29 以及吸入空气量检测器 8 的输出信号分别经由对应的 AD 转换器 37 输入到输入端口 35。并且, 在油门踏板 40 连接有产生与油门踏板 40 的踩踏量 L 成比例的输出电压的负载传感器 41, 负载传感器 41 的输出电压经由对应的 AD 转换器 37 输入到输入端口 35。此外, 在输入端口 35 连接有曲轴每旋转例如 15° 就产生输出脉冲的曲轴转角传感器 42。另一方面, 输出端口 36 经由对应的驱动电路 38 与燃料喷射阀 3、节流阀 10 的驱动用步进电动机、烃供给阀 16、尿素水供给阀 17、供给泵 18、EGR 控制阀 22 及燃料泵 25 连接。

[0040] 图 2 示意性地示出担载于排气净化催化剂 13 的基体上的催化剂载体的表面部分。在该排气净化催化剂 13 中, 如图 2 所示, 在例如由氧化铝形成的催化剂载体 50 上担载有贵金属催化剂 51、52, 此外, 在该催化剂载体 50 上形成有碱性层 53, 该碱性层 53 包含选自钾 K、钠 Na、铯 Cs 这样的碱金属; 钡 Ba、钙 Ca 这样的碱土类金属; 镧系这样的稀土类; 以及银 Ag、铜 Cu、铁 Fe、铱 Ir 这样的可向 NO_x 供给电子的金属中的至少一个。由于废气沿着催化剂载体 50 上流动, 所以可以说贵金属催化剂 51、52 被担载在排气净化催化剂 13 的废气流通表面上。并且, 由于碱性层 53 的表面呈碱性, 所以碱性层 53 的表面被称作碱性的废气流通表面部分 54。

[0041] 另一方面, 在图 2 中, 贵金属催化剂 51 由铂 Pt 形成, 贵金属催化剂 52 由铑 Rh 形

成。即,担载于催化剂载体 50 的贵金属催化剂 51、52 由铂 Pt 以及铑 Rh 形成。另外,在排气净化催化剂 13 的催化剂载体 50 上,能够在担载铂 Pt 以及铑 Rh 的基础上进一步担载钯 Pd,或者能够代替铑 Rh 而担载钯 Pd。即,担载于催化剂载体 50 的贵金属催化剂 51、52 由铑 Rh 和钯 Pd 中的至少一方与铂 Pt 构成。

[0042] 当从烃供给阀 16 向废气中喷射烃时,该烃在排气净化催化剂 13 中被重整。在本发明中,使用此时经重整的烃在排气净化催化剂 13 中净化 NO_x 。图 3 示意性地示出此时在排气净化催化剂 13 中进行的重整作用。如图 3 所示,从烃供给阀 16 喷射的烃 HC 由催化剂 15 形成为碳数少的自由基状的烃 HC。

[0043] 另外,即使在膨胀行程的后半段或者排气行程中从燃料喷射阀 3 向燃烧室 2 内喷射燃料、即烃,该烃也在燃料室 2 内或者排气净化催化剂 13 中被重整,废气中所含的 NO_x 由该重整后的烃在排气净化催化剂 13 中净化。因而,在本发明中,也能够代替从烃供给阀 16 向内燃机通路内供给烃,而在膨胀行程的后半段或者排气行程中向燃烧室 2 内供给烃。这样在本发明中也能够将烃供给至燃烧室 2 内,但以下以将烃从烃供给阀 16 向内燃机排气通路内喷射的情况为例对本发明进行说明。

[0044] 图 4 示出从烃供给阀 16 供给的烃的供给时刻和流入排气净化催化剂 13 的废气的空燃比 (A/F) in 的变化。另外,由于该空燃比 (A/F) in 的变化依存于流入排气净化催化剂 13 的废气中的烃的浓度变化,所以图 4 所示的空燃比 (A/F) in 的变化也可以说是表示烃的浓度变化。不过,由于当烃浓度变高时空燃比 (A/F) in 变小,所以在图 4 中空燃比 (A/F) in 越趋向浓侧则烃浓度越高。

[0045] 图 5 相对于排气净化催化剂 13 的各催化剂温度 TC 示出通过使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度周期性变化而如图 4 所示那样使流入排气净化催化剂 13 的废气的空燃比 (A/F) in 变化时的、基于排气净化催化剂 13 的 NO_x 净化率。本发明人长时间反复进行与 NO_x 净化相关的研究,在该研究课程中,发现如果使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度以预先决定的范围内的振幅和预先决定的范围内的周期振动,则如图 5 所示即使在 400°C 以上的高温区域也能够得到极高的 NO_x 净化率。

[0046] 此外,发现此时包含氮和烃的大量还原性中间体被持续保持或者吸附在碱性层 53 的表面上、即排气净化催化剂 13 的碱性废气流通表面部分 54 上,该还原性中间体在得到高 NO_x 净化率的方面起到核心作用。接着,参照图 6A 和 6B 对上述情况进行说明。另外,上述图 6A 和 6B 示意性地示出排气净化催化剂 13 的催化剂载体 50 的表面部分,在上述图 6A 和 6B 中示出推测在使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度以预先决定的范围内的振幅和预先决定的范围内的周期振动时会产生的反应。

[0047] 图 6A 示出流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度低时,图 6B 示出从烃供给阀 15 供给烃而使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度变高时。

[0048] 另外,从图 4 可知,由于流入排气净化催化剂 13 的废气的空燃比除一瞬间之外都被维持在稀空燃比,所以流入排气净化催化剂 13 的废气通常处于氧过剩的状态。因而,废气中所含的 NO 如图 6A 所示那样在铂 51 上被氧化而成为 NO_2 ,接着,该 NO_2 被从铂 51 供给电子而成为 NO_2^* 。因而,在铂 51 上生成大量的 NO_2^* 。该 NO_2^* 活性强,将以上的该 NO_2 称作活性 NO_2^* 。

[0049] 另一方面,当从烃供给阀 15 供给烃时,如图 3 所示,该烃在排气净化催化剂 13 内

被重整而成为自由基。结果,如图 6B 所示,活性 NO_2^* 周围的烃浓度变高。然而,在生成活性 NO_2^* 后,如果活性 NO_2^* 周围的氧浓度高的状态持续一定时间以上,则活性 NO_2^* 被氧化而以硝酸根离子 NO_3^- 的形式被吸收入碱性层 53 内。但是,如果在经过该一定时间之前活性 NO_2^* 周围的烃浓度变高,则如图 6B 所示活性 NO_2^* 在铂 51 上与自由基状的烃 HC 反应,由此生成还原性中间体。该还原性中间体附着或者吸附在碱性层 53 的表面上。

[0050] 另外,认为此时最初生成的还原性中间体是硝基化合物 R-NO_2 。如果生成该硝基化合物 R-NO_2 ,则会成为腈基化合物 R-CN ,但该腈基化合物 R-CN 在该状态下只能存在瞬间,因此立即成为异氰酸酯化合物 R-NCO 。如果该异氰酸酯化合物 R-NCO 水解则成为胺化合物 R-NH_2 。不过,在该情况下,认为水解的是一部分异氰酸酯化合物 R-NCO 。因而,如图 6B 所示,认为被保持或者吸附在碱性层 53 的表面的还原性中间体的大部分是异氰酸酯化合物 R-NCO 以及胺化合物 R-NH_2 。

[0051] 另一方面,如图 6B 所示,如果烃 HC 包围所生成的还原性中间体的周围,则还原性中间体被烃 HC 阻止而无法继续进行反应。在该情况下,如果降低流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度而氧浓度变高,则还原性中间体周围的烃被氧化。结果,如图 6A 所示,还原性中间体与活性 NO_2^* 反应。此时,活性 NO_2^* 与还原性中间体 R-NCO 、 R-NH_2 反应而成为 N_2 、 CO_2 、 H_2O , 这样 NO_x 得到净化。

[0052] 这样,在排气净化催化剂 13 中,通过增高流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度来生成还原性中间体,通过降低流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度并提高氧浓度,活性 NO_2^* 与还原性中间体反应, NO_x 得到净化。即,为了利用排气净化催化剂 13 净化 NO_x ,需要使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度周期性地变化。

[0053] 当然,在该情况下,为了生成还原性中间体需要提高烃的浓度直至达到充分高的浓度,为了使所生成的还原性中间体与活性 NO_2^* 反应需要降低烃的浓度直至达到充分低的浓度。即,需要使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度以预先决定的范围内的振幅振动。另外,在该情况下,直到所生成的还原性中间体与活性 NO_2^* 反应为止,都必须在碱性层 53 上、即碱性废气流通表面部分 54 上保持有充分量的还原性中间体 R-NCO 、 R-NH_2 ,为此设置有碱性的废气流通表面部分 54。

[0054] 另一方面,如果增长烃的供给周期,则在供给烃之后到下一次供给烃为止的期间,氧浓度变高的期间增长,因而,活性 NO_2^* 不生成还原性中间体而以硝酸盐的形式被吸收到碱性层 53 内。为了避免上述情况,需要使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度以预先决定的范围内的周期振动。

[0055] 因此,在基于本发明的实施例中,为了使废气中所含的 NO_x 与经重整的烃反应而生成包含氮和烃的还原性中间体 R-NCO 、 R-NH_2 ,在排气净化催化剂 13 的废气流通表面上搭载有贵金属催化剂 51、52,为了将所生成的还原性中间体 R-NCO 、 R-NH_2 保持在排气净化催化剂 13 内,在贵金属催化剂 51、52 的周围形成有碱性的废气流通表面部分 54,借助被保持在碱性的废气流通表面部分 54 上的还原性中间体 R-NCO 、 R-NH_2 的还原作用来还原 NO_x ,将烃浓度的振动周期设成为了持续生成还原性中间体 R-NCO 、 R-NH_2 所需要的振动周期。因此,在图 4 所示的例子中将喷射间隔设为 3 秒。

[0056] 如果使烃的振动周期、即烃 HC 的供给周期比上述预先决定的范围内的周期长,则还原性中间体 R-NCO 、 R-NH_2 从碱性层 53 的表面上消失,此时在铂 Pt53 上生成的活性 NO_2^*

如图 7A 所示那样以硝酸根离子 NO_3^- 的形式在碱性层 53 内扩散,成为硝酸盐。即,此时废气中的 NO_x 以硝酸盐的形式被吸收到碱性层 53 内。

[0057] 另一方面,图 7B 示出当像这样 NO_x 以硝酸盐的形式被吸收到碱性层 53 内时流入排气净化催化剂 13 内的废气的空燃比为理论空燃比或浓空燃比的情况。在该情况下,废气中的氧浓度降低,因此反应向相反方向 ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$) 进行,这样,被吸收到碱性层 53 内的硝酸盐依次成为硝酸根离子 NO_3^- 而后如图 7B 所示那样以 NO_2 的形式从碱性层 53 放出。接下来,放出的 NO_2 由废气中所含的烃 HC 和 CO 还原。

[0058] 图 8 示出在碱性层 53 的 NO_x 吸收能力将要饱和之前使流入排气净化催化剂 13 的废气的空燃比 (A/F) in 暂时为浓的情况。另外,在图 8 所示的例子中,该变浓控制的时间间隔为 1 分钟以上。在该情况下,在废气的空燃比 (A/F) in 暂时为浓时,废气的空燃比 (A/F) in 为稀时被吸收到碱性层 53 内的 NO_x 被从碱性层 53 一口气放出而被还原。因而,在该情况下,碱性层 53 起到用于暂时吸收 NO_x 的吸收剂的作用。

[0059] 另外,此时也存在碱性层 53 暂时吸附 NO_x 的情况,因而,当作为包含吸收和吸附这两者的术语而使用吸留这样的术语时,此时碱性层 53 起到用于暂时吸留 NO_x 的 NO_x 吸留剂的作用。即,在该情况下,如果将供给至内燃机进气通路、燃烧室 2 以及排气净化催化剂 13 上游的排气通路内的空气以及燃料(烃)的比称作废气的空燃比,则排气净化催化剂 13 作为当废气的空燃比为稀时吸留 NO_x ,当废气中的氧浓度降低时放出所吸留的 NO_x 的 NO_x 吸留催化剂发挥功能。

[0060] 图 9 示出当使排气净化催化剂 13 像这样作为 NO_x 吸留催化剂发挥功能时的 NO_x 净化率。另外,图 9 的横轴示出排气净化催化剂 13 的催化剂温度 TC。在使排气净化催化剂 13 作为 NO_x 吸留催化剂发挥功能的情况下,如图 9 所示,虽然当催化剂温度 TC 为 300°C 到 400°C 时能够得到极高的 NO_x 净化率,但如果催化剂温度 TC 变为 400°C 以上的高温则 NO_x 净化率降低。

[0061] 之所以像这样如果催化剂温度 TC 变为 400°C 以上的高温则 NO_x 净化率降低,是因为如果催化剂温度 TC 变为 400°C 以上的高温则硝酸盐热分解而以 NO_2 的形式被从排气净化装置 13 放出。即,只要以硝酸盐的形式吸留 NO_x ,当催化剂温度 TC 高时就难以得到高 NO_x 净化率。但是,在从图 4 到图 6A、6B 所示的新的 NO_x 净化方法中,从图 6A、6B 可知,不生成硝酸盐、或者即使生成硝酸盐也极其微量,这样,如图 5 所示,即使当催化剂温度 TC 高时也能够得到高 NO_x 净化率。

[0062] 因此,在本发明中,在内燃机排气通路内配置有用于使废气中所含的 NO_x 与经重整的烃反应的排气净化催化剂 13,在排气净化催化剂 13 的废气流通表面上搭载有贵金属催化剂 51、52,并且在贵金属催化剂 51、52 的周围形成有碱性的废气流通表面部分 54,排气净化催化剂 13 具有当使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度以预先决定的范围内的振幅和预先决定的范围内的周期振动时对废气中所含的 NO_x 进行还原的性质,并且具有当烃浓度的振动周期比该预先决定的范围长时增大废气中所含的 NO_x 的吸留量的性质,当内燃机运转时,通常使流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度以预先决定的范围内的振幅和预先决定的范围内的周期振动,由此在排气净化催化剂 13 中还原废气中所含的 NO_x 。

[0063] 即,对于从图 4 到图 6A、6B 所示的 NO_x 净化方法,在使用形成有搭载贵金属催化剂且能够吸收 NO_x 的碱性层的排气净化催化剂的情况下,几乎不形成硝酸盐就能够对 NO_x 进行

净化,这可以说是新的 NO_x 净化方法。实际上,在使用该新的 NO_x 净化方法的情况下,与使排气净化催化剂 13 作为 NO_x 吸留催化剂发挥功能的情况相比较,从碱性层 53 检测出的硝酸盐极其微量。以下将该新的 NO_x 净化方法称作第一 NO_x 净化方法。

[0064] 接着,参照图 10 至图 15 对该第一 NO_x 净化方法进行稍微详细的说明。

[0065] 图 10 放大示出图 4 所示的空燃比 (A/F) in 的变化。另外,如上所述,流入该排气净化催化剂 13 的废气的空燃比 (A/F) in 的变化同时表示流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度变化。另外,在图 10 中, ΔH 表示流入排气净化催化剂 13 的烃 HC 的浓度变化的振幅, ΔT 表示流入排气净化催化剂 13 的烃浓度的振动周期。

[0066] 此外,在图 10 中,(A/F)b 代表表示用于产生内燃机输出的燃烧气体的空燃比的基础空燃比。换言之,该基础空燃比 (A/F)b 表示当停止烃的供给时流入排气净化催化剂 13 的废气的空燃比。另一方面,在图 10 中,X 表示用于使所生成的活性 NO_2^* 不以硝酸盐的形式被吸留到碱性层 53 内而是生成还原性中间体所使用的空燃比 (A/F) in 的上限,为了使活性 NO_2^* 与经重整的烃反应而生成还原性中间体,需要将空燃比 (A/F) in 设定得比该空燃比的上限 X 低。

[0067] 换言之,图 10 的 X 表示为了使活性 NO_2^* 与经重整的烃反应而生成还原性中间体所需要的烃的浓度的下限,为了生成还原性中间体而需要将烃的浓度设定得比该下限 X 高。在该情况下,是否生成还原性中间体取决于活性 NO_2^* 周围的氧浓度和烃浓度的比率、即空燃比 (A/F) in,以下将生成还原性中间体所需要的上述的空燃比的上限 X 称作要求最小空燃比。

[0068] 在图 10 所示的例子中,要求最小空燃比 X 为浓,因而,在该情况下,为了生成还原性中间体而使空燃比 (A/F) in 瞬间在要求最小空燃比 X 以下、即为浓。相对于此,在图 11 所示的例子中,要求最小空燃比 X 为稀。在该情况下,通过在将空燃比 (A/F) in 维持为稀的同时使空燃比 (A/F) in 周期性降低来生成还原性中间体。

[0069] 在该情况下,要求最小空燃比 X 为浓还是为稀取决于排气净化催化剂 13 的氧化能力。在该情况下,例如如果增大贵金属 51 的担载量,则排气净化催化剂 13 的氧化能力增强,如果酸性增强则氧化能力增强。因而,排气净化催化剂 13 的氧化能力根据贵金属 51 的担载量、酸性的强度而变化。

[0070] 另外,在使用氧化能力强的排气净化催化剂 13 的情况下,如图 11 所示,如果在将空燃比 (A/F) in 维持为稀的同时使空燃比 (A/F) in 周期性降低,则当空燃比 (A/F) in 降低时烃被完全氧化,结果无法生成还原性中间体。相对于此,在使用氧化能力强的排气净化催化剂 13 的情况下,如图 10 所示,如果使空燃比 (A/F) in 周期性为浓,则当空燃比 (A/F) in 为浓时烃不是被完全氧化而是被部分氧化,即烃被重整,这样,生成还原性中间体。因而,在使用氧化能力强的排气净化催化剂 13 的情况下,需要使要求最小空燃比 X 为浓。

[0071] 另一方面,在使用氧化能力弱的排气净化催化剂 13 的情况下,如图 11 所示,如果在将空燃比 (A/F) in 维持为稀的同时使空燃比 (A/F) in 周期性降低,则烃不是被完全氧化而是被部分氧化,即烃被重整,这样,生成还原性中间体。相对于此,在使用氧化能力弱的排气净化催化剂 13 的情况下,如果如图 10 所示使空燃比 (A/F) in 周期性为浓,则大量的烃不被氧化而仅仅从排气净化催化剂 13 排出,这样,无用消耗的烃量增大。因而,在使用氧化能力弱的排气净化催化剂 13 的情况下,需要使要求最小空燃比 X 为稀。

[0072] 即,可知需要如图 12 所示那样排气净化催化剂 13 的氧化能力越强则越降低要求最小空燃比 X 。这样根据排气净化催化剂 13 的氧化能力使要求最小空燃比 X 变为稀或者变为浓,但以下以要求最小空燃比 X 为浓的情况为例,对流入排气净化催化剂 13 的烃的浓度变化的振幅、流入排气净化催化剂 13 的烃浓度的振动周期进行说明。

[0073] 另外,如果基础空燃比 $(A/F)_b$ 变大、即如果供给烃前的废气中的氧浓度变高,则为了使空燃比 $(A/F)_{in}$ 在要求最小空燃比 X 以下而需要的烃的供给量增大,伴随于此,不对还原性中间体的生成做出贡献的多余的烃量也增大。在该情况下,为了良好地净化 NO_x ,需要如上述那样使该多余的烃氧化,因而,为了良好地净化 NO_x ,多余的烃量越多,则越需要大量的氧。

[0074] 在该情况下,如果增高废气中的氧浓度则能够增大氧量。因而,为了良好地净化 NO_x ,在供给烃前的废气中的氧浓度高时,需要增高供给烃后的废气中的氧浓度。即,供给烃前的废气中的氧浓度越高则越需要增大烃浓度的振幅。

[0075] 图 13 示出能够得到同一 NO_x 净化率时的、供给烃前的废气中的氧浓度和烃浓度的振幅 ΔH 之间的关系。从图 13 可知,为了得到同一 NO_x 净化率,供给烃前的废气中的氧浓度越高,则越需要增大烃浓度的振幅 ΔH 。即,为了得到同一 NO_x 净化率,基础空燃比 $(A/F)_b$ 越高则越需要增大烃浓度的振幅 ΔT 。换言之,为了良好地净化 NO_x ,基础空燃比 $(A/F)_b$ 越低则越能够减少烃浓度的振幅 ΔT 。

[0076] 然而,基础空燃比 $(A/F)_b$ 最低的情况发生在加速运转时,此时,如果烃浓度的振幅 ΔH 为 200ppm 左右,则能够良好地净化 NO_x 。基础空燃比 $(A/F)_b$ 通常比加速运转时的基础空燃比大,因而,如图 14 所示,只要烃浓度的振幅 ΔH 为 200ppm 以上,就能够得到良好的 NO_x 净化率。

[0077] 另一方面,可知当基础空燃比 $(A/F)_b$ 最高时,只要烃浓度的振幅 ΔH 为 10000ppm 左右,就能够得到良好的 NO_x 净化率。并且,如果烃浓度的振幅 ΔH 超过 10000ppm,则存在空燃比 $(A/F)_{in}$ 变为浓的危险性,因而,存在无法进行第一 NO_x 净化方法的危险性。因而,在本发明中,将烃浓度的振幅的预先决定的范围设为从 200ppm 到 10000ppm。

[0078] 并且,如果烃浓度的振动周期 ΔT 变长,则在供给烃之后到下一次供给烃的期间,活性 NO_2^* 周围的氧浓度变高。在该情况下,如果烃浓度的振动周期 ΔT 比 5 秒左右长,则活性 NO_2^* 开始以硝酸盐的形式被吸收到碱性层 53 内,因而,如图 15 所示,如果烃浓度的振动周期 ΔT 比 5 秒左右长,则 NO_x 净化率降低。因而,需要将烃浓度的振动周期 ΔT 设为 5 秒以下。

[0079] 另一方面,如果烃浓度的振动周期 ΔT 为大致 0.3 秒以下,则所供给的烃开始在排气净化催化剂 13 的废气流通表面上堆积,因而,如图 15 所示,如果烃浓度的振动周期 ΔT 为大致 0.3 秒以下,则 NO_x 净化率降低。因此,在本发明中,烃浓度的振动周期设为从 0.3 秒到 5 秒之间。

[0080] 另外,在基于本发明的实施例中,以通过使来自烃供给阀 16 的烃的喷射量和喷射正时变化而使烃浓度的振幅 ΔH 以及振动周期 ΔT 成为与内燃机的运转状态相应的最佳值的方式进行控制。图 16 和图 17 示出与内燃机的运转状态相应的最佳的烃浓度的变化和带来这些变化的来自烃供给阀 16 的烃的喷射量 W 。另外,图 16 示出基础空燃比 $(A/F)_b$ 变化的情况,图 17 示出吸入空气量 GA 、即废气量变化的情况。

[0081] 如上所述,为了良好地净化 NO_x ,需要如图 16 所示那样随着基础空燃比 (A/F)b 变高而增大烃浓度的振幅。为了增大烃浓度的振幅,需要增大烃的喷射量 W,因而,在基于本发明的实施例中,基础空燃比 (A/F)b 越高,则越增大烃的喷射量 W。

[0082] 另一方面,当在基础空燃比 (A/F)b 一定的基础上供给一定量的烃时,若吸入空气量 GA 增大、即废气量增大,则废气中的烃浓度降低。在该情况下,为了将废气中的烃浓度维持在一定浓度而不受吸入空气量 GA 的影响,需要随着吸入空气量 GA 增大而增大烃的供给量。因而,在基于本发明的实施例中,如图 17 所示,吸入空气量 GA 越增大,则烃的喷射量 W 越增大。

[0083] 这样,能够得到与内燃机的运转状态相应的最佳的烃的浓度变化的烃的喷射量 W 根据内燃机的运转状态而变化。在基于本发明的实施例中,该烃的喷射量 W 作为内燃机的要求扭矩 TQ 和内燃机转速 N 的函数而以图 18 所示的映射的形式预先存储于 ROM 32 内。

[0084] 图 19 示出从尿素水供给阀 17 供给为了还原废气中所含的 NO_x 而需要的充分的尿素水,在 NO_x 选择还原催化剂 15 中还原废气中所含的 NO_x 的情况下的 NO_x 净化率。从图 19 可知,当 NO_x 选择还原催化剂 15 的温度超过大致 200°C 时,该 NO_x 选择还原催化剂 15 活性化而 NO_x 净化率提高。以下将像这样利用由尿素水产生的氨在 NO_x 选择还原催化剂 15 中还原废气中所含的 NO_x 的 NO_x 净化方法称作第二 NO_x 净化方法。

[0085] 在使用第一 NO_x 净化方法的情况下,如图 5 所示,即使排气净化催化剂 13 的温度高,也能够得到高的 NO_x 净化率。另一方面,由于尿素水并不是在哪都能补充的,因此优选尽量不使用尿素水。因而,在本发明中,通常情况下使用第一 NO_x 净化方法进行 NO_x 净化作用。但是,从图 16 和图 17 可知,基础空燃比 (A/F)b 越稀则烃喷射量 W 越增大,并且吸入空气量 GA 越增大则烃喷射量 W 越增大。在该情况下,如果烃喷射量 W 极度增大,则烃的消耗量增大,在该情况下优选使用第二 NO_x 净化方法。

[0086] 因此,在本发明中,通常情况下使用第一 NO_x 净化方法,当代表为了利用第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 所消耗的烃的量的代表值超过预先决定的容许值时,使用利用源自所供给的尿素的氨在 NO_x 选择还原催化剂 15 中还原废气中所含的 NO_x 的第二 NO_x 净化方法。

[0087] 作为该代表值,能够使用为了利用第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 所供给的烃的每一次的喷射量。并且,作为该代表值能够使用废气中的氧浓度。当然,作为该代表值也能够使用表示烃的消耗量的其他值。

[0088] 然而,在基于本发明的实施例中使用的 NO_x 选择还原催化剂 15 对烃的氧化能力弱,因而,即使流经 NO_x 选择还原催化剂 15,也无法期待利用烃的氧化反应热使 NO_x 选择还原催化剂 15 的温度上升。因此,在基于本发明的实施例中,在应当使 NO_x 选择还原催化剂 15 升温时,从烃供给阀 16 供给烃,利用排气净化催化剂 13 中的该烃的氧化反应热使废气温度上升,由此使 NO_x 选择还原催化剂 15 升温。

[0089] 另外, NO_x 选择还原催化剂 15 的温度根据 NO_x 选择还原催化剂 15 的安装位置不同而不同,但例如在将排气净化催化剂 13 配置在排气涡轮 7b 的出口,并将 NO_x 选择还原催化剂 15 配置在远离排气净化催化剂 13 的车辆的车底下面的情况下, NO_x 选择还原催化剂 15 的温度比排气净化催化剂 13 的温度低 100°C 左右。

[0090] 另一方面,当使用第一 NO_x 净化方法时,排气净化催化剂 13 通常为 300°C 以上,因而,此时 NO_x 选择还原催化剂 15 为 200°C 以上。从图 19 可知, NO_x 选择还原催化剂 15 当为

200℃以上时活性化,因此,当使用第一 NO_x 净化方法时,通常 NO_x 选择还原催化剂15都活性化。

[0091] 相对于此, NO_x 净化方法从第一 NO_x 净化方法切换到第二 NO_x 净化方法,如果此时停止烃的供给,则 NO_x 选择还原催化剂15温度逐渐降低。因此,在基于本发明的实施例中,此时从烃供给阀16供给烃,以免 NO_x 选择还原催化剂15成为非活性状态。预先通过实验求出此时为了将 NO_x 选择还原催化剂15维持在活性化的状态而需要的烃的量,当利用第二 NO_x 净化方法进行 NO_x 净化作用时,供给通过该实验求出的量的烃。

[0092] 图20A和图20B示出当进行第二 NO_x 净化方法时为了将 NO_x 选择还原催化剂15维持在活性状态而需要的、通过实验求出的烃的喷射量WH和喷射间隔 ΔT 的一例。在该例子中,如图20A所示,烃的喷射量WH和喷射间隔 ΔT 是代表排气净化催化剂13的温度的温度、例如排气净化催化剂13的温度TB的函数,排气净化催化剂13的温度越高,则该烃的喷射量WH和喷射间隔 ΔT 越增大。

[0093] 另一方面,在该例子中,如图20B所示,烃的喷射量WH和喷射间隔 ΔT 是代表废气中的氧浓度的值、例如空燃比的函数,空燃比越稀,则该烃的喷射量WH和喷射间隔 ΔT 越增大。图20A和图20B所示的喷射量WH与催化剂温度TB以及空燃比A/F之间的关系、以及喷射间隔 ΔT 与催化剂温度TB以及空燃比A/F之间的关系,分别以图21A、图21B所示的映射的形式预先存储于ROM32内。

[0094] 另外,在该情况下,通过仅控制喷射量WH和喷射间隔 ΔT 的任一方就能够将 NO_x 选择还原催化剂15维持在活性状态。因而,当考虑到该情况时,在基于本发明的实施例中,利用第二 NO_x 净化方法进行 NO_x 的净化作用时供给的烃的喷射量WH和喷射间隔 ΔT 的任一方或者双方作为代表排气净化催化剂13的温度的温度TB和代表废气中的氧浓度的值的函数而被预先存储。

[0095] 图22示出排气净化处理程序的第一实施例,该程序通过每一定时间的插入来执行。

[0096] 在该实施例中,当代表为了利用第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 而消耗的烃的量的代表值超过预先决定的容许值时,不论 NO_x 选择还原催化剂是否活性化都将 NO_x 净化方法从第一 NO_x 净化方法切换到第二 NO_x 净化方法。即,在该实施例中,考虑如果排气净化催化剂13活性化则 NO_x 选择还原催化剂15也活性化,进行 NO_x 净化方法的切换作用。

[0097] 即,参照图22,首先最初在步骤100中根据图18所示的映射算出烃的喷射量W。接着,在步骤101中判断上述的代表值、例如烃的喷射量W是否超过容许值 W_0 。当 $W \leq W_0$ 时前进至步骤102,以在步骤100中算出的喷射量W以及预先决定的喷射间隔从烃供给阀16供给烃。此时,利用第一 NO_x 净化方法进行废气中所含的 NO_x 的净化作用。

[0098] 相对于此,当在步骤101中判断为 $W > W_0$ 时前进至步骤103,利用第二 NO_x 净化方法进行废气中所含的 NO_x 的净化作用。即,在步骤103以及步骤104中分别根据图21A和图21B所示的映射算出烃的喷射量WH以及喷射间隔 ΔT ,接着,在步骤105中根据为了将 NO_x 选择还原催化剂15维持在活性状态所需要的上述喷射量WH以及喷射间隔 ΔT 从烃供给阀16喷射烃。接着,在步骤106中算出为了还原废气中所含的 NO_x 所需要的尿素水的供给量,接着在步骤107中从尿素水供给阀17供给该算出的量的尿素水。

[0099] 图23示出排气净化处理程序的第二实施例,该程序也通过每一定时间的插入来

执行。

[0100] 在该实施例中,当代表为了利用第一 NO_x 净化方法净化 NO_x 而消耗的烃的量的代表值超过预先决定的容许值时,如果 NO_x 选择还原催化剂 15 活性化,则将 NO_x 净化方法从第一 NO_x 净化方法切换到第二 NO_x 净化方法。即,在该实施例中,当上述的代表值超过上述的容许值、且 NO_x 选择还原催化剂 15 未活性化时,继续进行基于第一 NO_x 净化方法的 NO_x 的净化作用,之后,如果 NO_x 选择还原催化剂 15 活性化,此时将 NO_x 净化方法从第一 NO_x 净化方法切换到第二 NO_x 净化方法。

[0101] 即,参照图 23,首先最初在步骤 200 中根据图 18 所示的映射算出烃的喷射量 W 。接着,在步骤 201 中判断上述的代表值、例如烃的喷射量 W 是否超过容许值 W_0 。当 $W \leq W_0$ 时前进至步骤 202,以在步骤 200 中算出的喷射量 W 以及预先决定的喷射间隔从烃供给阀 16 供给烃。此时,利用第一 NO_x 净化方法进行废气中所含的 NO_x 的净化作用。

[0102] 相对于此,当在步骤 201 中判断为 $W > W_0$ 时前进至步骤 203,判断 NO_x 选择还原催化剂 15 的温度 TC 是否超过活性化温度 TCX 、例如 200°C 。当 $TC \leq TCX$ 时、即 NO_x 选择还原催化剂 15 未活性化时,前进至步骤 202,利用第一 NO_x 净化方法进行废气中的 NO_x 的净化作用。

[0103] 相对于此,当在步骤 203 中判断为 $TC > TCX$ 时、即 NO_x 选择还原催化剂 15 活性化时,前进至步骤 204,利用第二 NO_x 净化方法进行废气中的 NO_x 的净化作用。即,在步骤 204 和步骤 205 中分别根据图 21A 和图 21B 所示的映射算出烃的喷射量 WH 以及喷射间隔 ΔT ,接着,在步骤 206 中根据为了将 NO_x 选择还原催化剂 15 维持在活性状态而需要的上述喷射量 WH 以及喷射间隔 ΔT 从烃供给阀 16 喷射烃。接着,在步骤 207 中算出为了还原废气中所含的 NO_x 而需要的尿素水的供给量,接着在步骤 208 中从尿素水供给阀 17 供给该算出的量的尿素水。

[0104] 在图 24 和图 25 中示出第三实施例。在图 1 所示的实施例中,在为了进行第一 NO_x 净化方法而增大烃的喷射量的情况下,如果持续烃的喷射量的增大作用,则存在有排气净化催化剂 13 引起阻塞或者引起热劣化的危险性的情况。在有这样的危险性的情况下,需要停止基于第一 NO_x 净化方法的净化。

[0105] 因而,在该实施例中,预先设定应当停止基于第一 NO_x 净化方法的净化的内燃机以及排气净化催化剂 13 的状态,当内燃机以及排气净化催化剂 13 成为该状态时,将排气净化方法从第一 NO_x 净化方法切换到第二 NO_x 净化方法。作为这样的状态的例子,包括存在排气净化催化剂 13 发生阻塞的危险性时、存在排气净化催化剂 13 热劣化的危险性时。

[0106] 在图 24 中,在将烃的喷射量 W 、排气净化催化剂 13 的温度 TB 以及吸入空气量 QA 分别设为 xyz 轴的三维空间内,以 DZ 示出存在排气净化催化剂 13 的主要是上游端产生阻塞的危险性的区域。即,当喷射量 W 多、排气净化催化剂 13 的温度 TB 低、吸入空气量 QA 少时,所供给的烃易于以液态的形式滞留在排气净化催化剂 13 的上游端,进而存在排气净化催化剂 13 产生阻塞的危险性。因而,在该实施例中,当内燃机以及排气净化催化剂 13 处于图 24 所示的区域 DZ 内时,停止基于第一 NO_x 净化方法的净化作用。

[0107] 另一方面,如果烃的喷射量 W 增大而排气净化催化剂 13 的温度 TB 因烃的氧化反应热而变得极高,则存在排气净化催化剂 13 产生热劣化的危险性。因而,在该实施例中,当排气净化催化剂 13 的温度 TB 达到产生热劣化的极限温度 TBX 时,停止基于第一 NO_x 净化

方法的净化作用。另外,在该实施例中,在停止基于第一 NO_x 净化方法的净化作用的期间,从烃供给阀 16 供给为了将 NO_x 选择还原催化剂 15 维持在活性化状态而需要的烃。

[0108] 图 25 示出用于执行该第三实施例的排气净化处理程序,该程序也通过每一一定时间的插入来执行。

[0109] 参照图 25,首先最初在步骤 300 中判断内燃机以及排气净化催化剂 13 的状态是否处于图 24 所示的区域 DZ 内。当内燃机以及排气净化催化剂 13 的状态不处于图 24 所示的区域 DZ 内时,前进至步骤 301,判断排气净化催化剂 13 的温度 TB 是否比引起热劣化的极限温度 TBX 高。当 $TB \leq TBX$ 时前进至步骤 302。

[0110] 在步骤 302 中根据图 18 所示的映射算出烃的喷射量 W。接着,在步骤 303 中判断上述的代表值、例如烃的喷射量 W 是否超过容许值 W_0 。当 $W \leq W_0$ 时前进至步骤 304,以在步骤 302 中算出的喷射量 W 以及预先决定的喷射间隔从烃供给阀 16 供给烃。此时,利用第一 NO_x 净化方法进行废气中所含的 NO_x 的净化作用。

[0111] 相对于此,当在步骤 303 中判断为 $W > W_0$ 时,前进至步骤 S305,判断 NO_x 选择还原催化剂 15 的温度 TC 是否超过活性化温度 TCX、例如 200°C 。当 $TC \leq TCX$ 时、即 NO_x 选择还原催化剂 15 未活性化时,前进至步骤 S304,利用第一 NO_x 净化方法进行废气中的 NO_x 的净化作用。

[0112] 相对于此,当在步骤 305 中判断为 $TC > TCX$ 时、即 NO_x 选择还原催化剂 15 活性化时,前进至步骤 306,利用第二 NO_x 净化方法进行废气中所含的 NO_x 的净化作用。即,在步骤 306 和步骤 307 中分别根据图 21A 和图 21B 所示的映射算出烃的喷射量 WH 以及喷射间隔 ΔT ,接着,在步骤 308 中根据为了将 NO_x 选择还原催化剂 15 维持在活性状态而需要的上述喷射量 WH 以及喷射间隔 ΔT 从烃供给阀 16 喷射烃。接着,在步骤 309 中算出为了还原废气中所含的 NO_x 而需要的尿素水的供给量,接着在步骤 310 中从尿素水供给阀 17 供给该算出的量的尿素水。

[0113] 另一方面,当在步骤 300 中判断为内燃机以及排气净化催化剂 13 的状态处于图 24 所示的区域 DZ 内时、或者当在步骤 301 中判断为 $TB > TBX$ 时,前进至步骤 306,将 NO_x 净化方法从第一 NO_x 净化方法切换成第二 NO_x 净化方法。

[0114] 符号说明

[0115] 4... 进气歧管;5... 排气歧管;7... 排气涡轮增压器;12... 排气管;13... 排气净化催化剂;15... NO_x 选择还原催化剂;16... 烃供给阀;17... 尿素水供给阀。

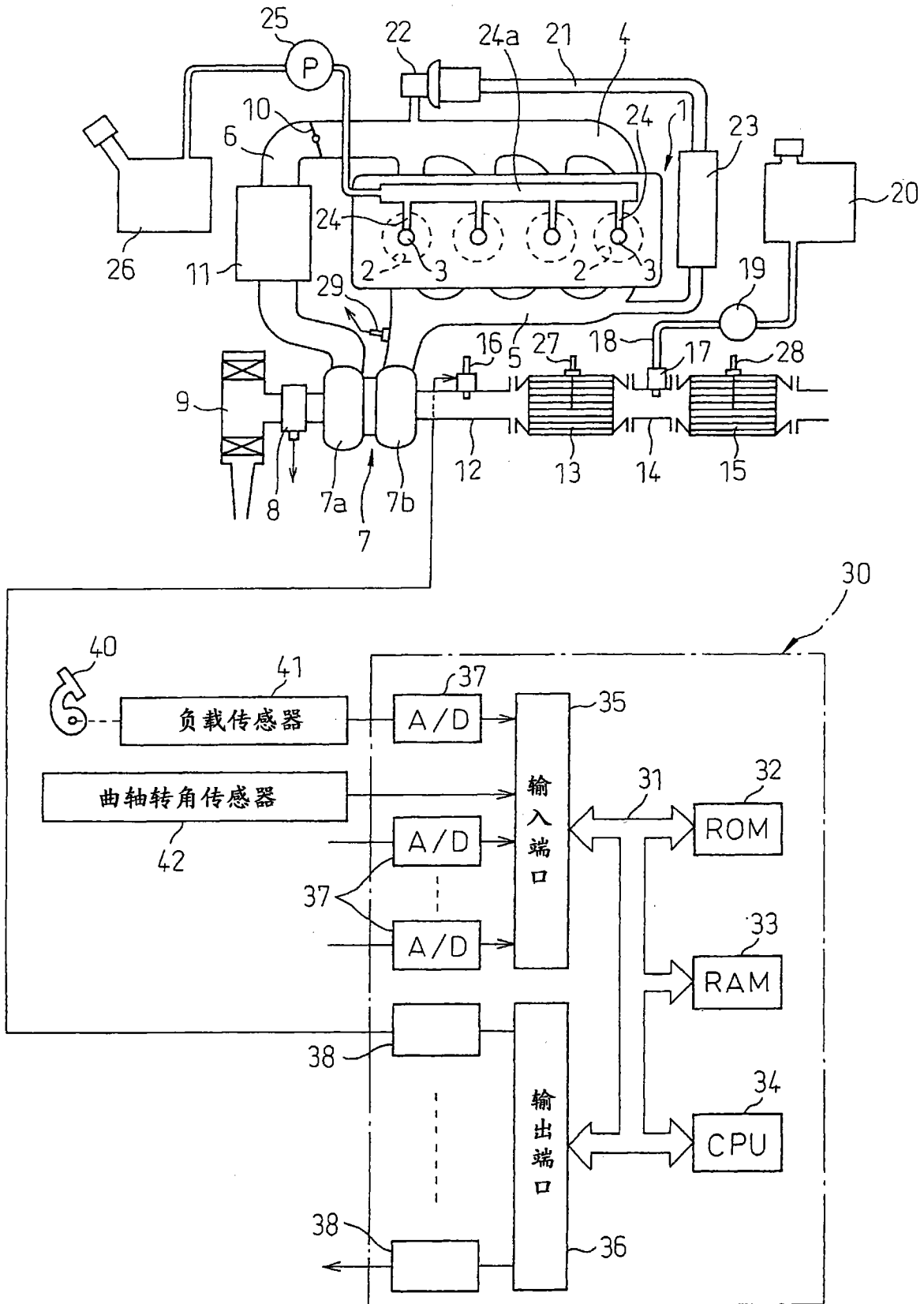


图 1

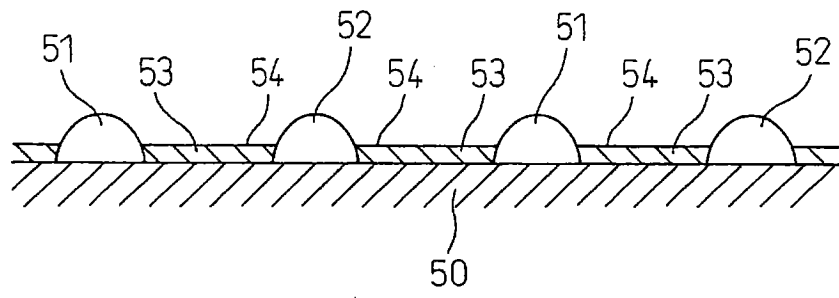


图 2

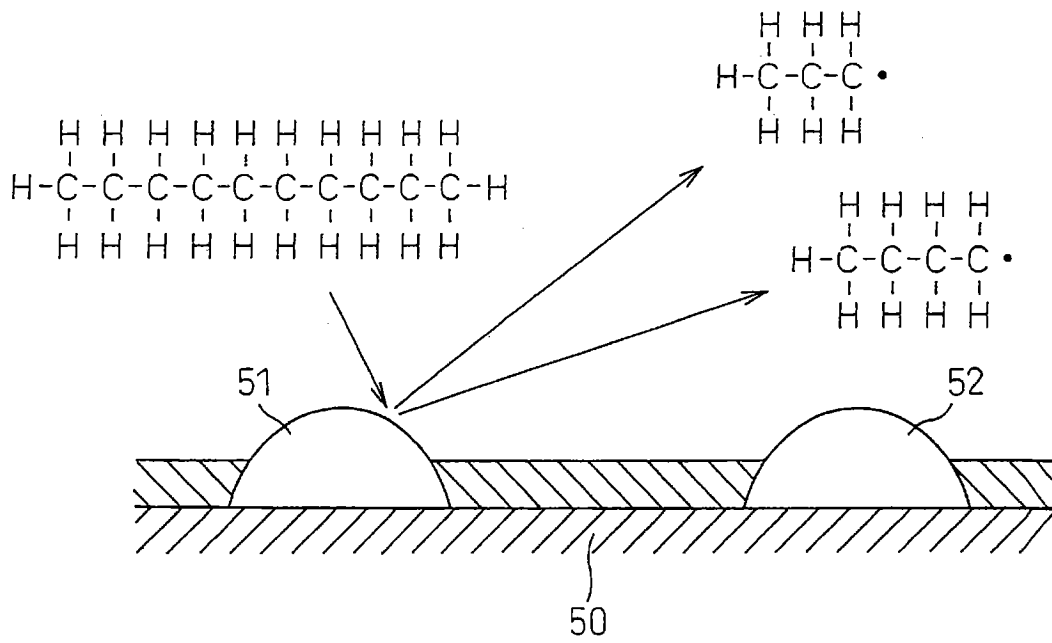


图 3

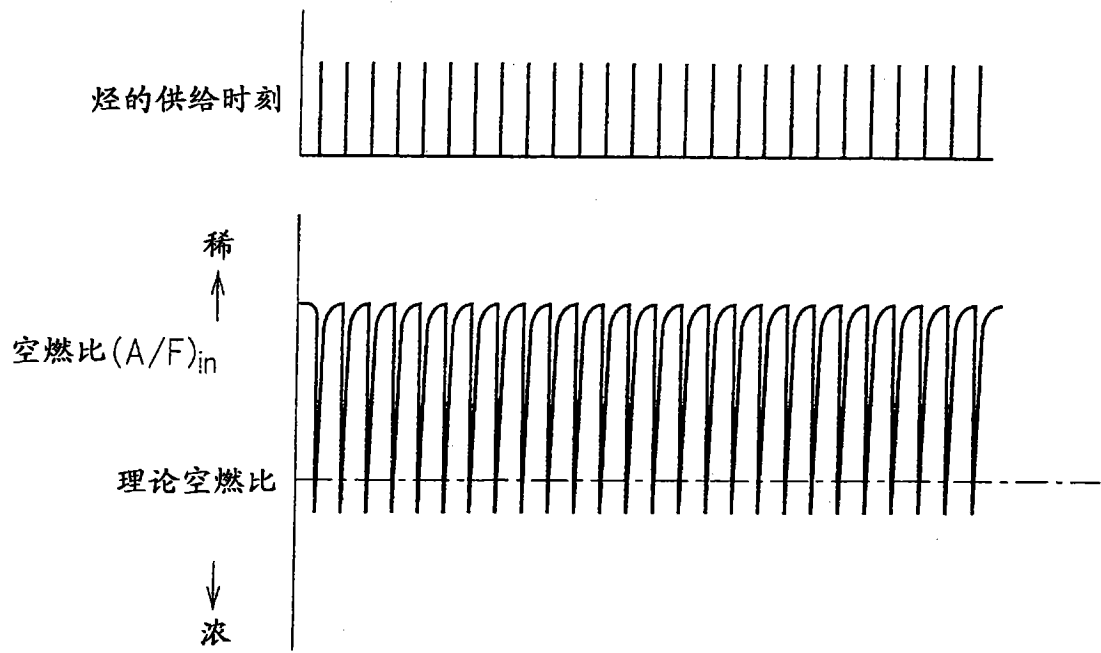


图 4

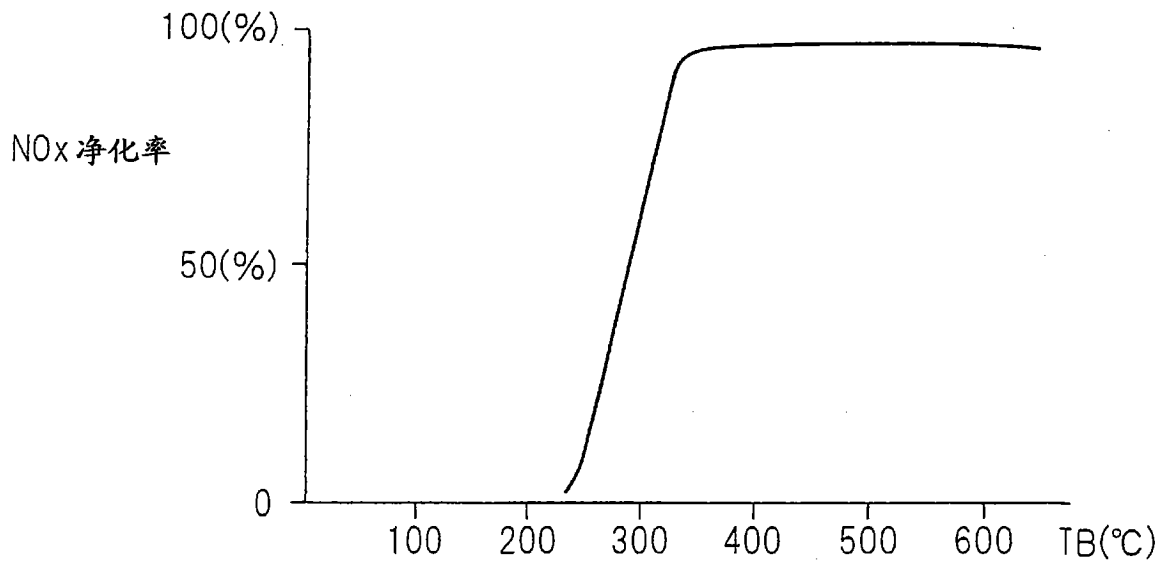


图 5

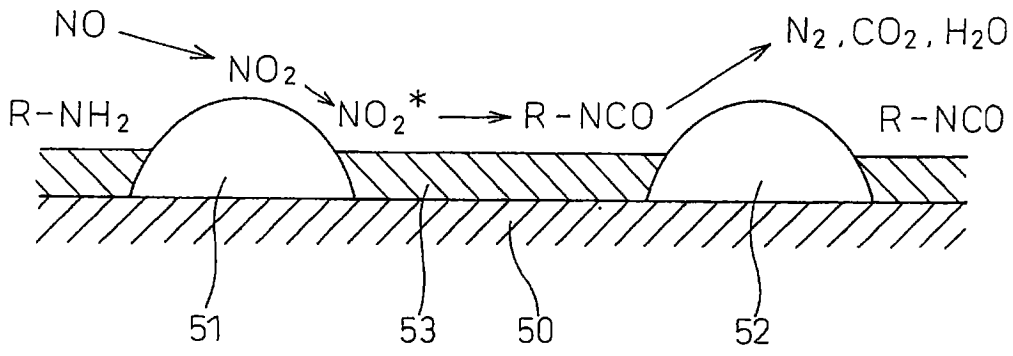


图 6A

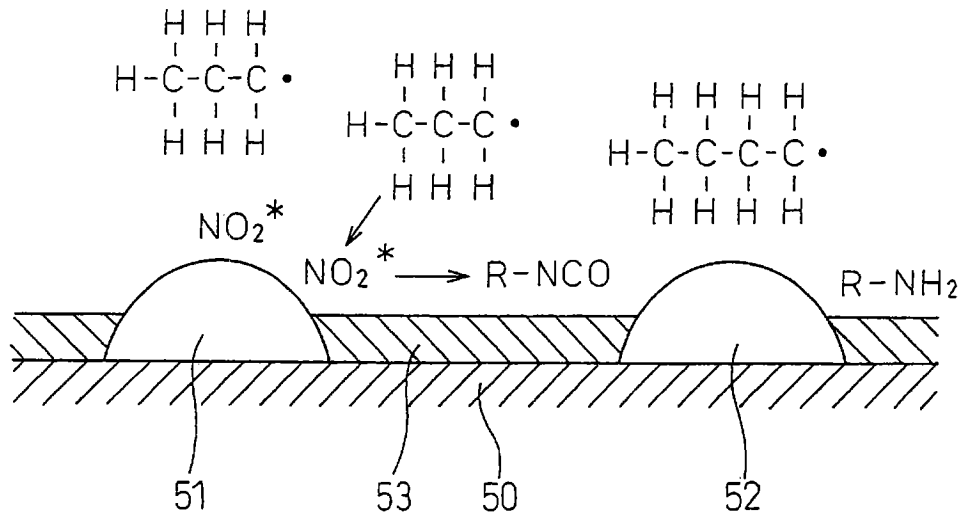


图 6B

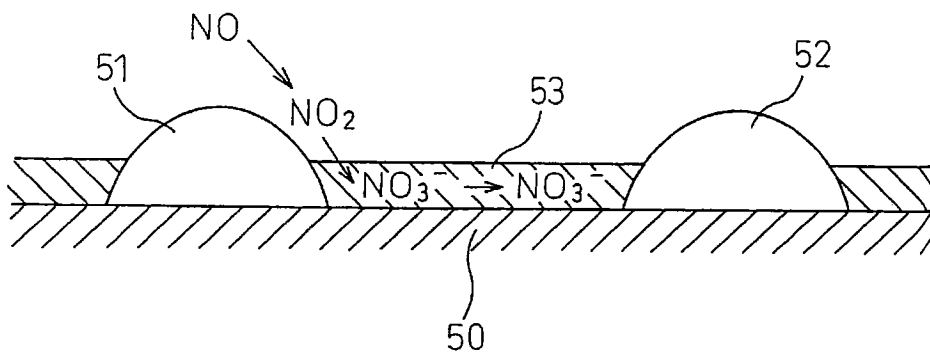


图 7A

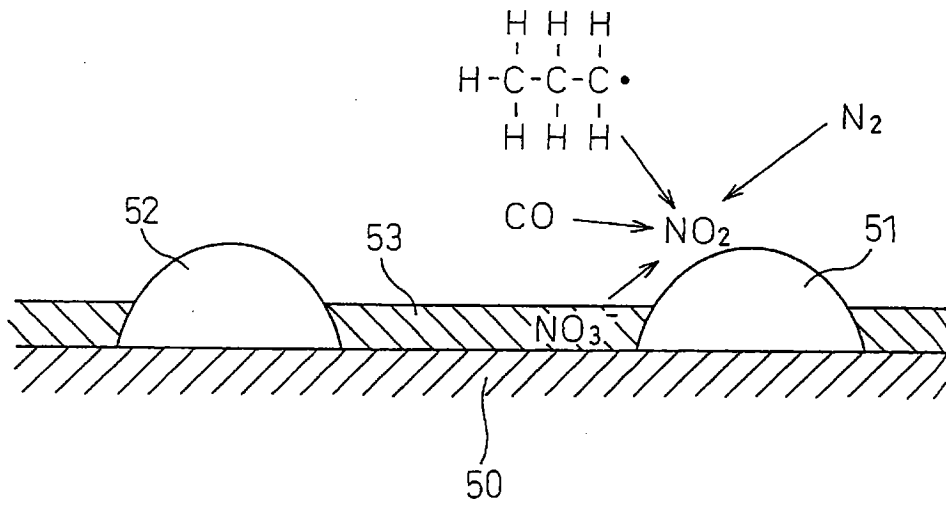


图 7B

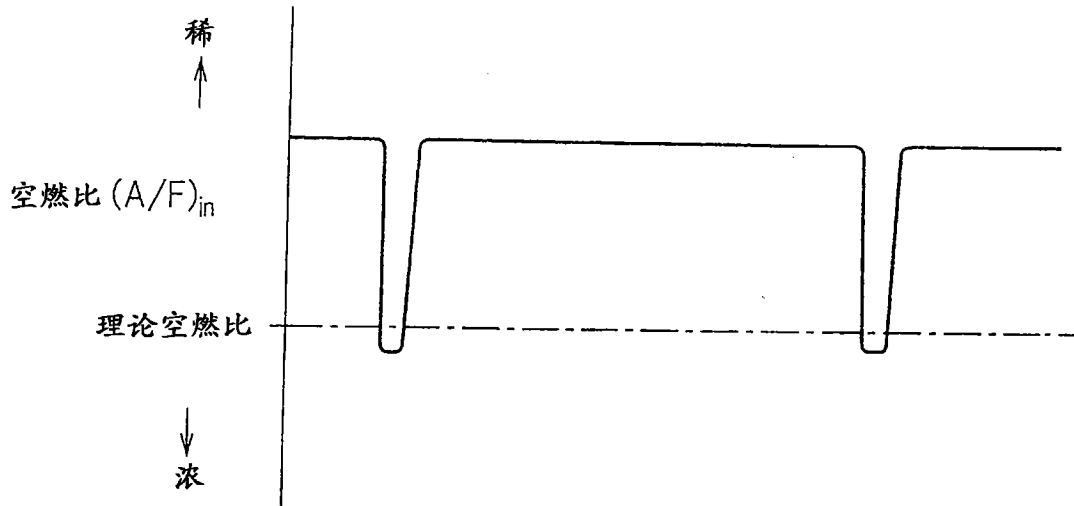


图 8

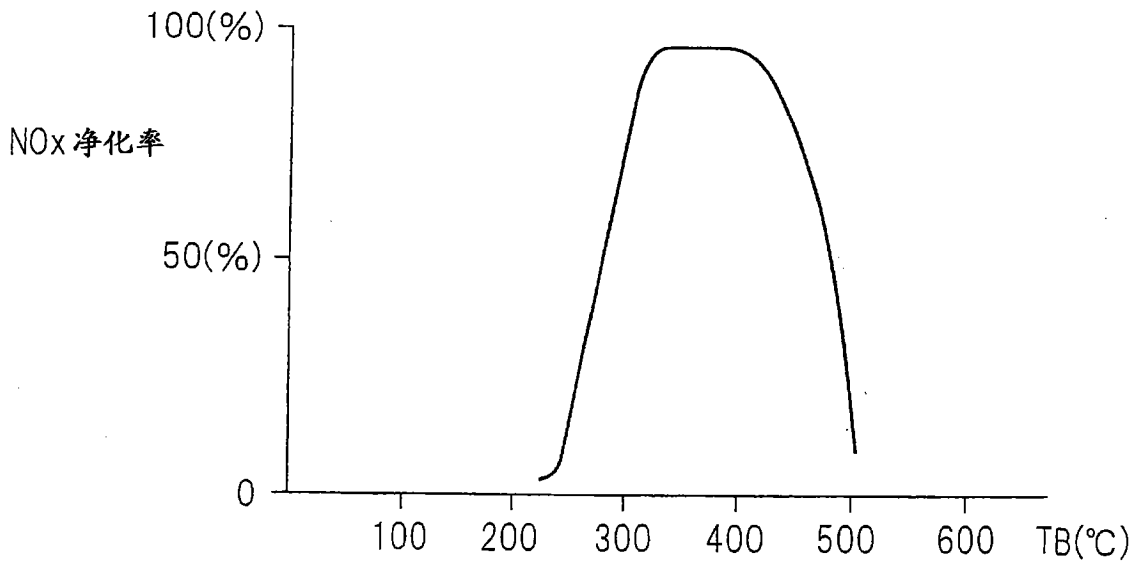


图 9

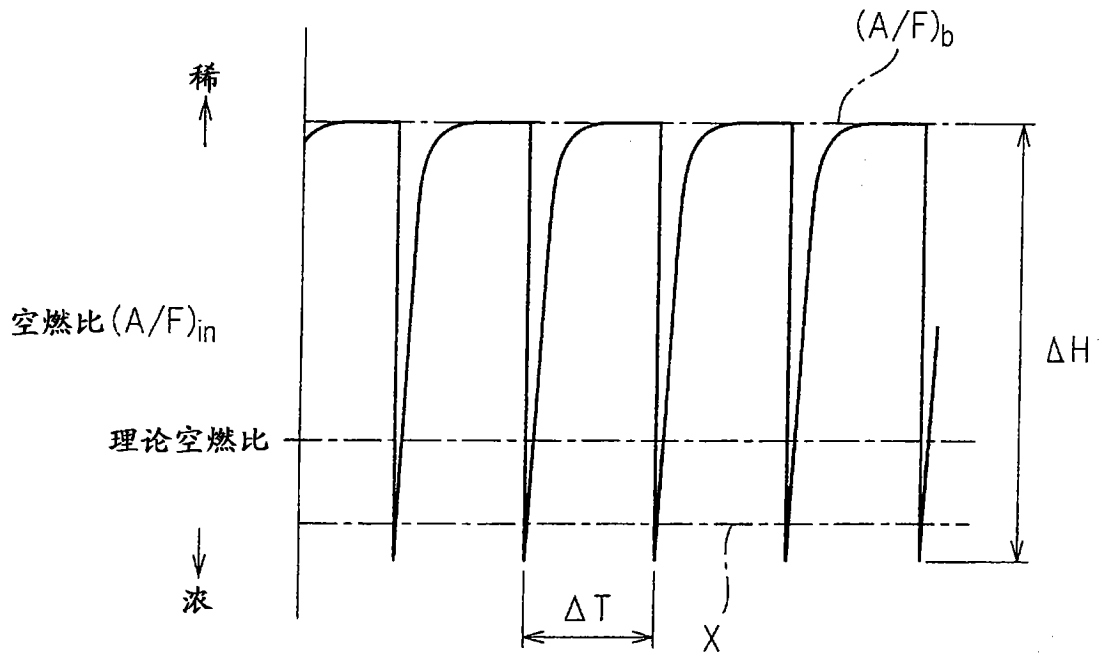


图 10

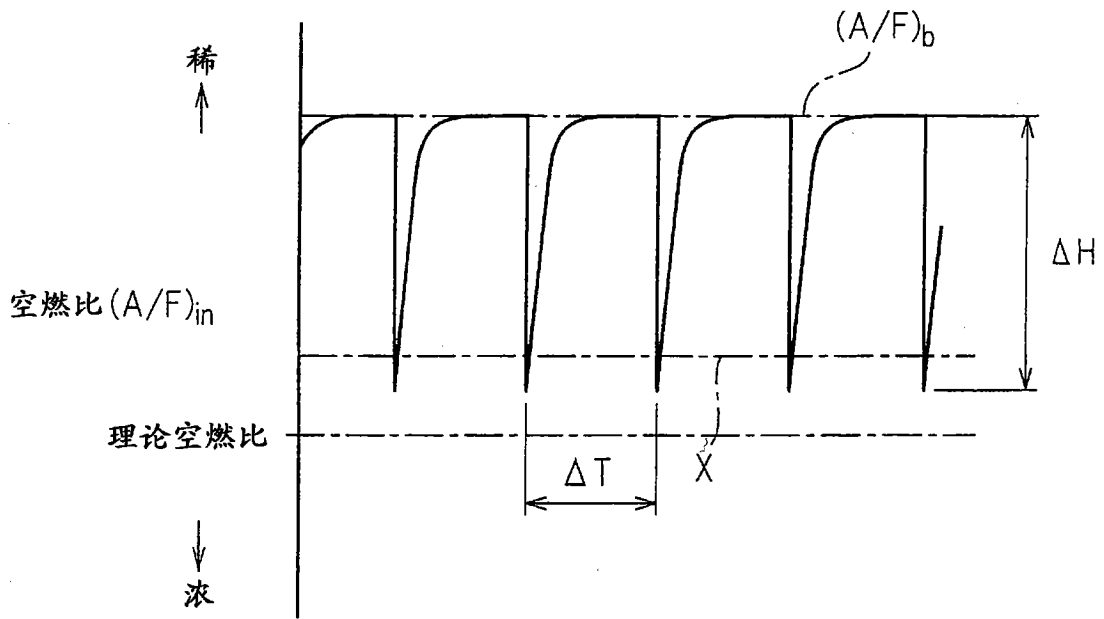


图 11

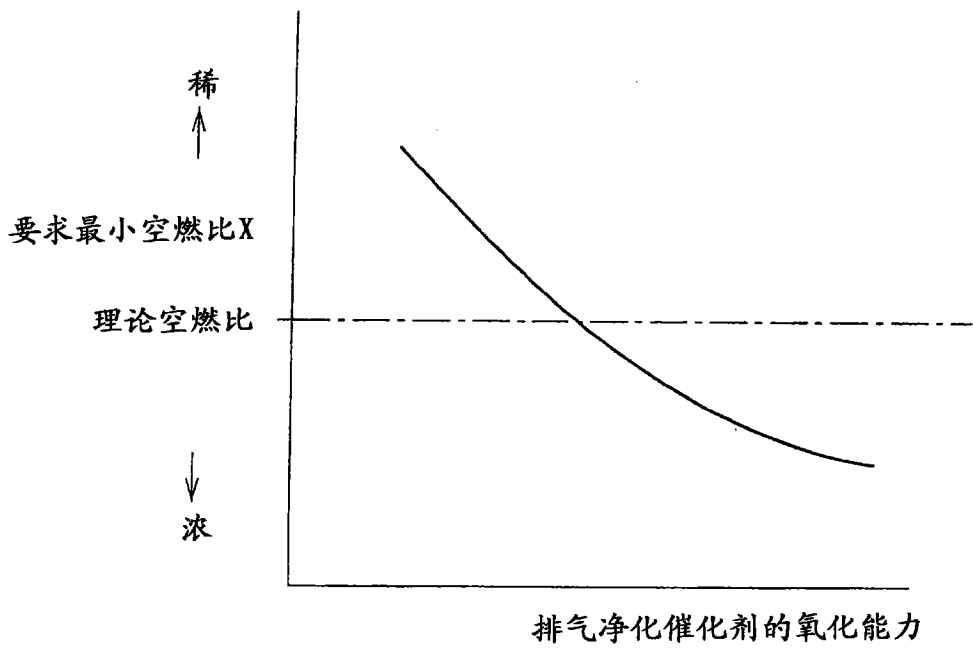


图 12

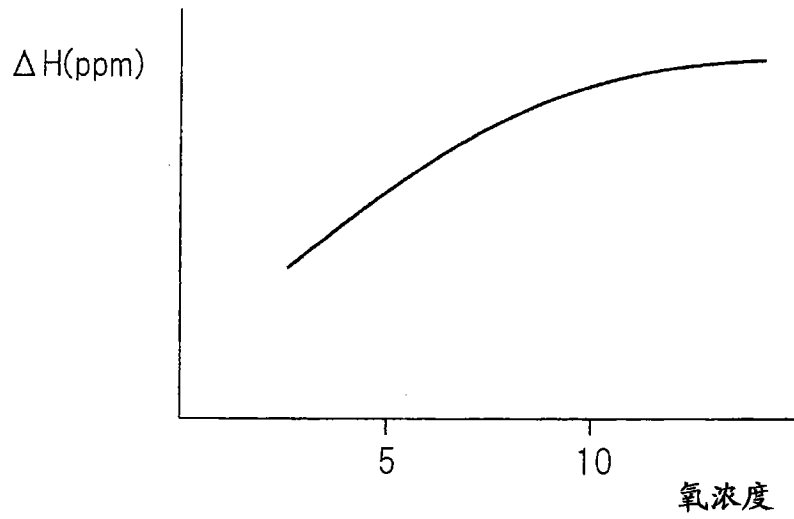


图 13

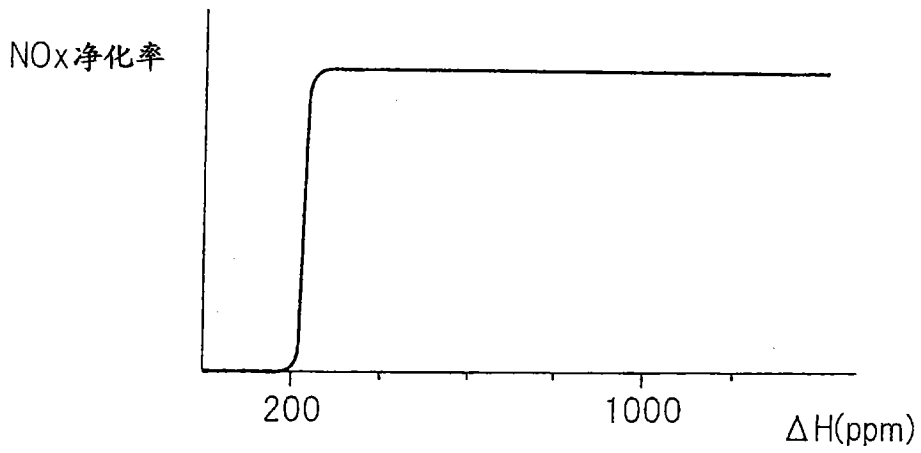


图 14

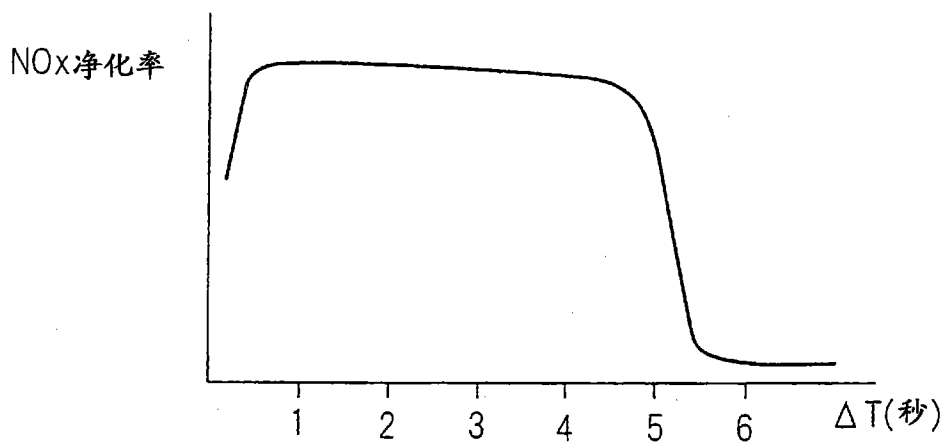


图 15

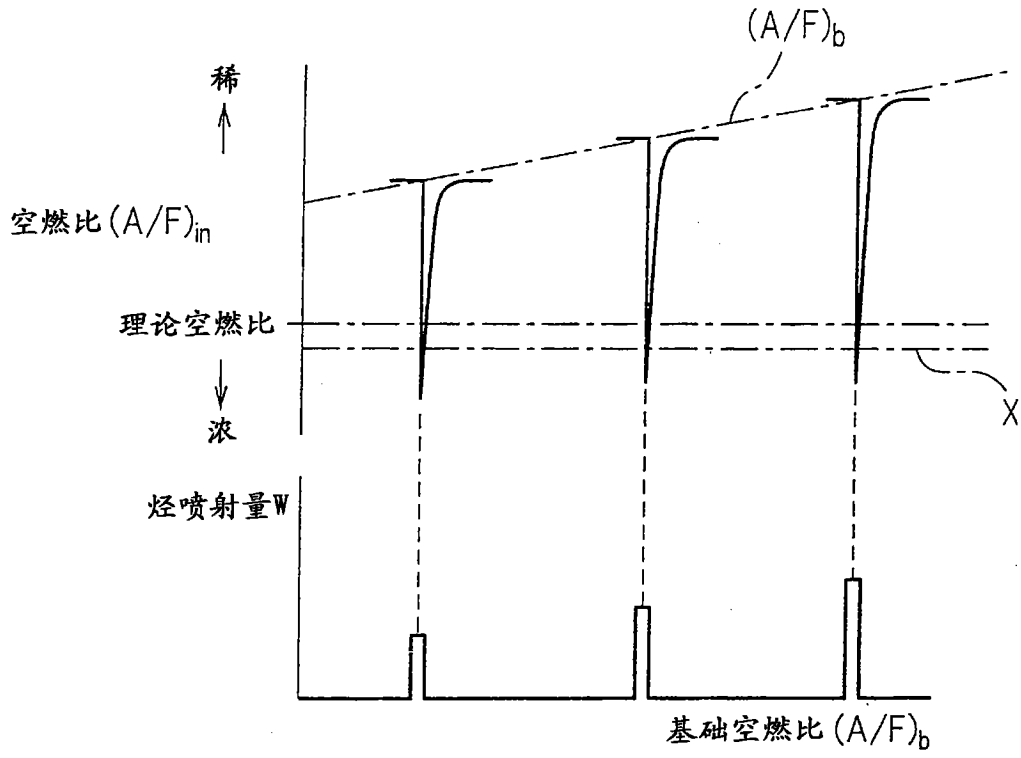


图 16

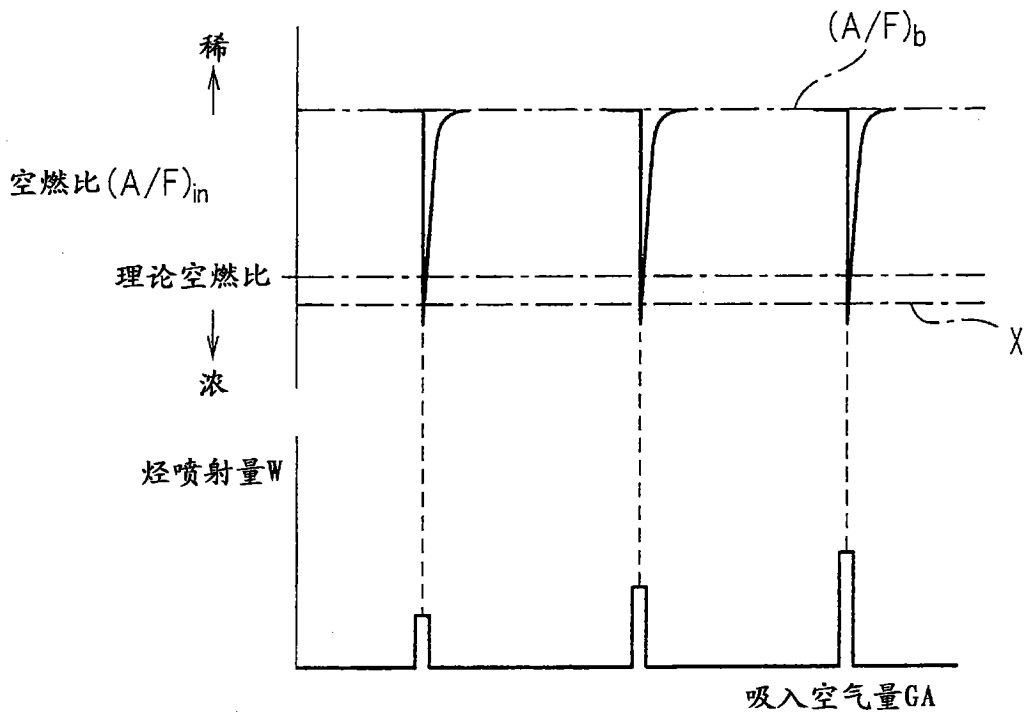


图 17

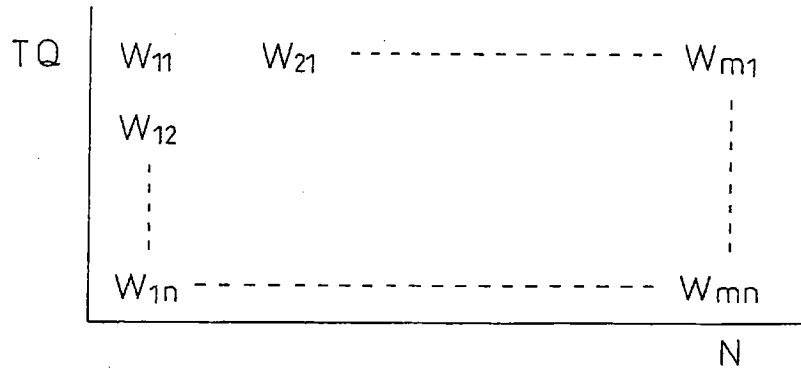


图 18

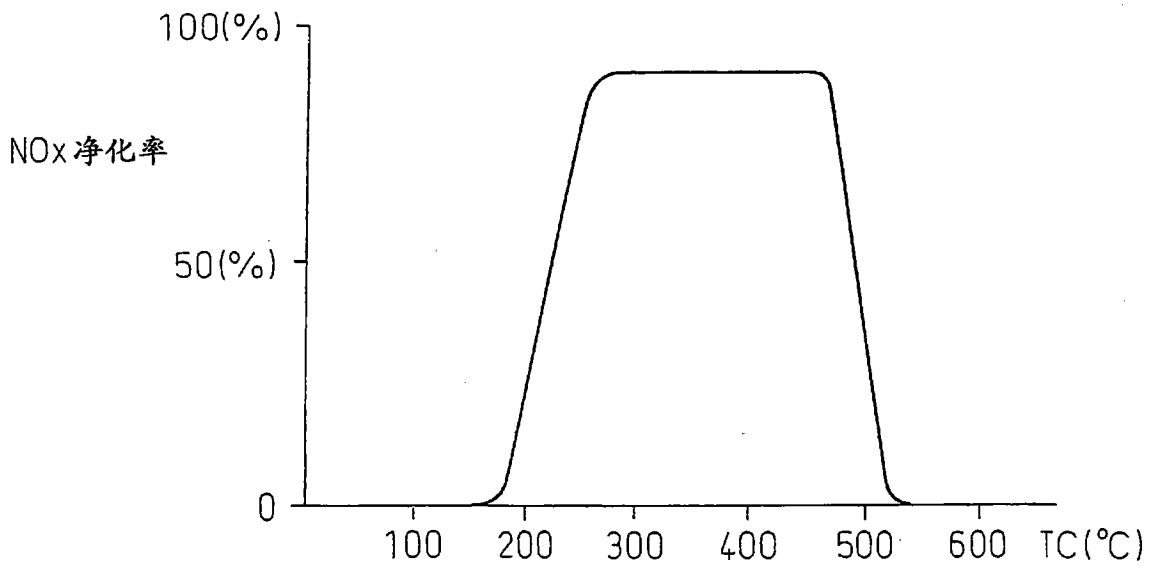


图 19

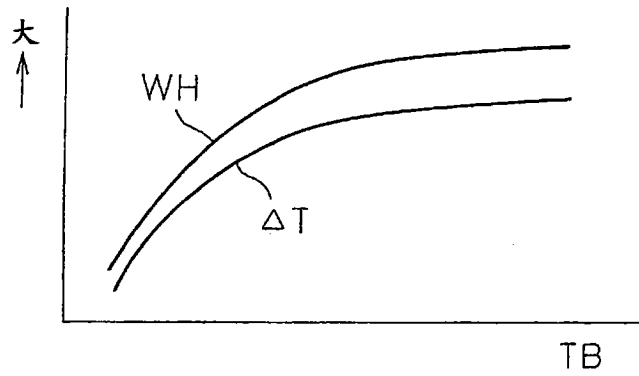


图 20A

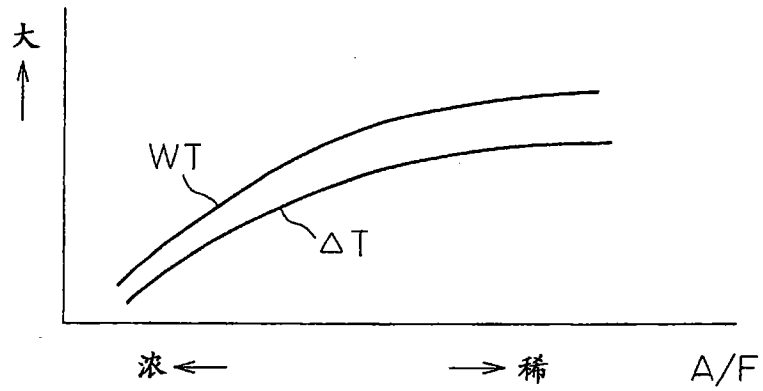


图 20B

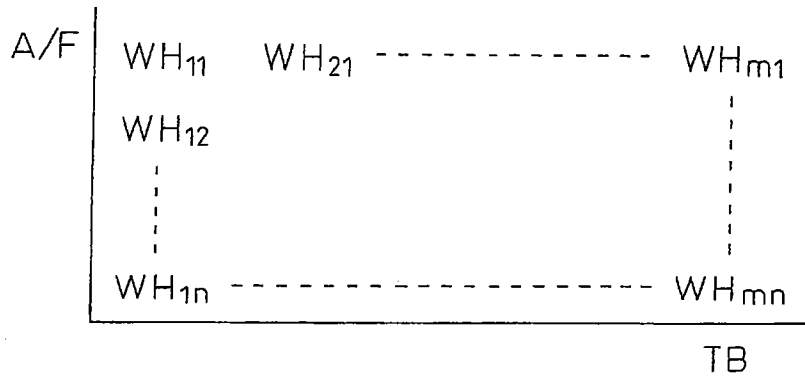


图 21A

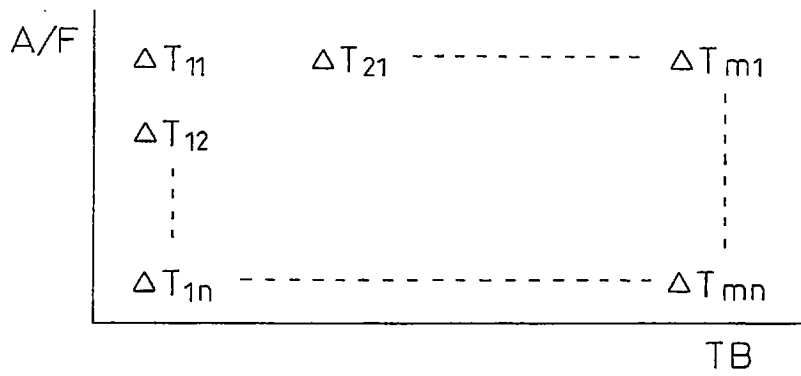


图 21B

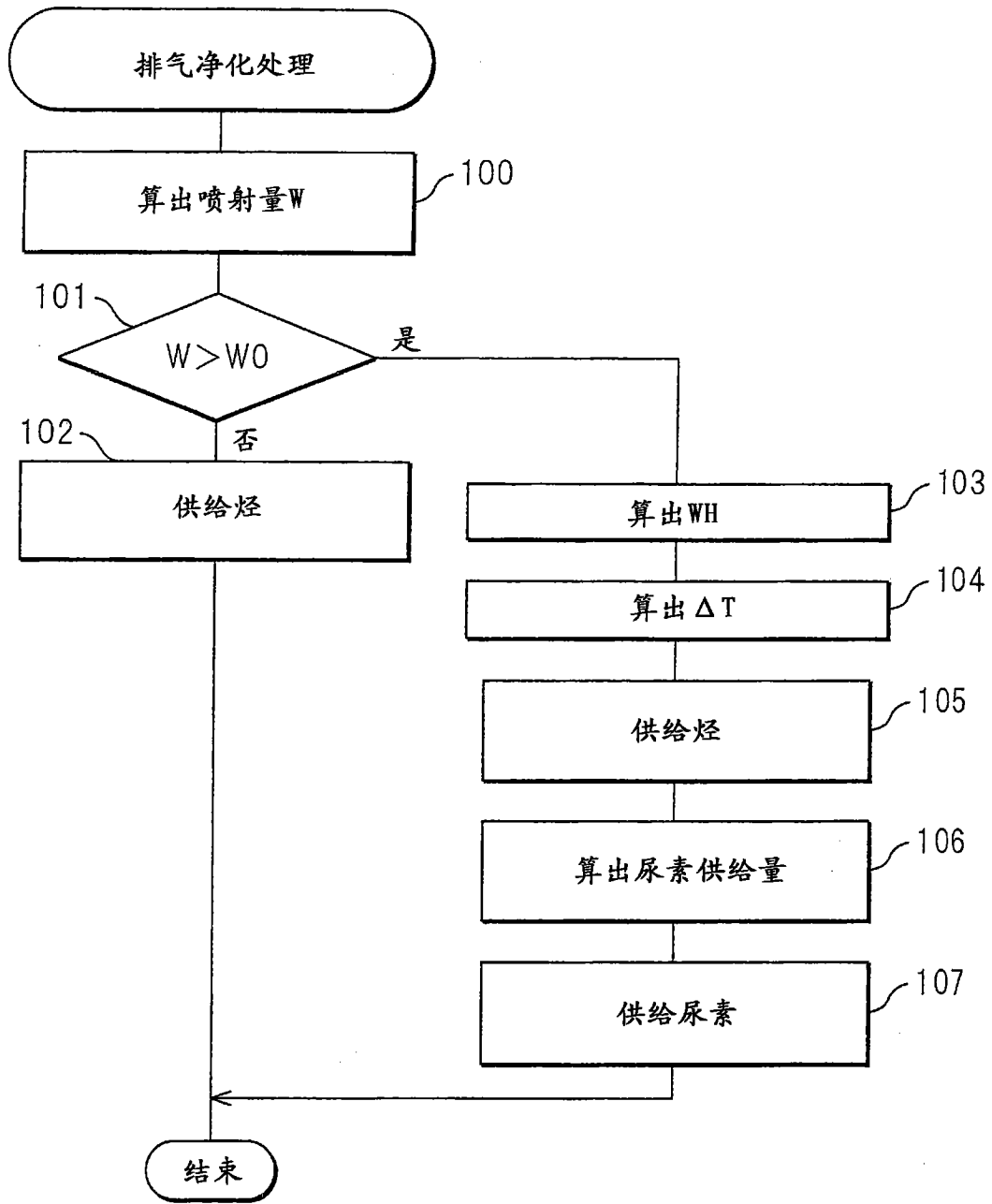


图 22

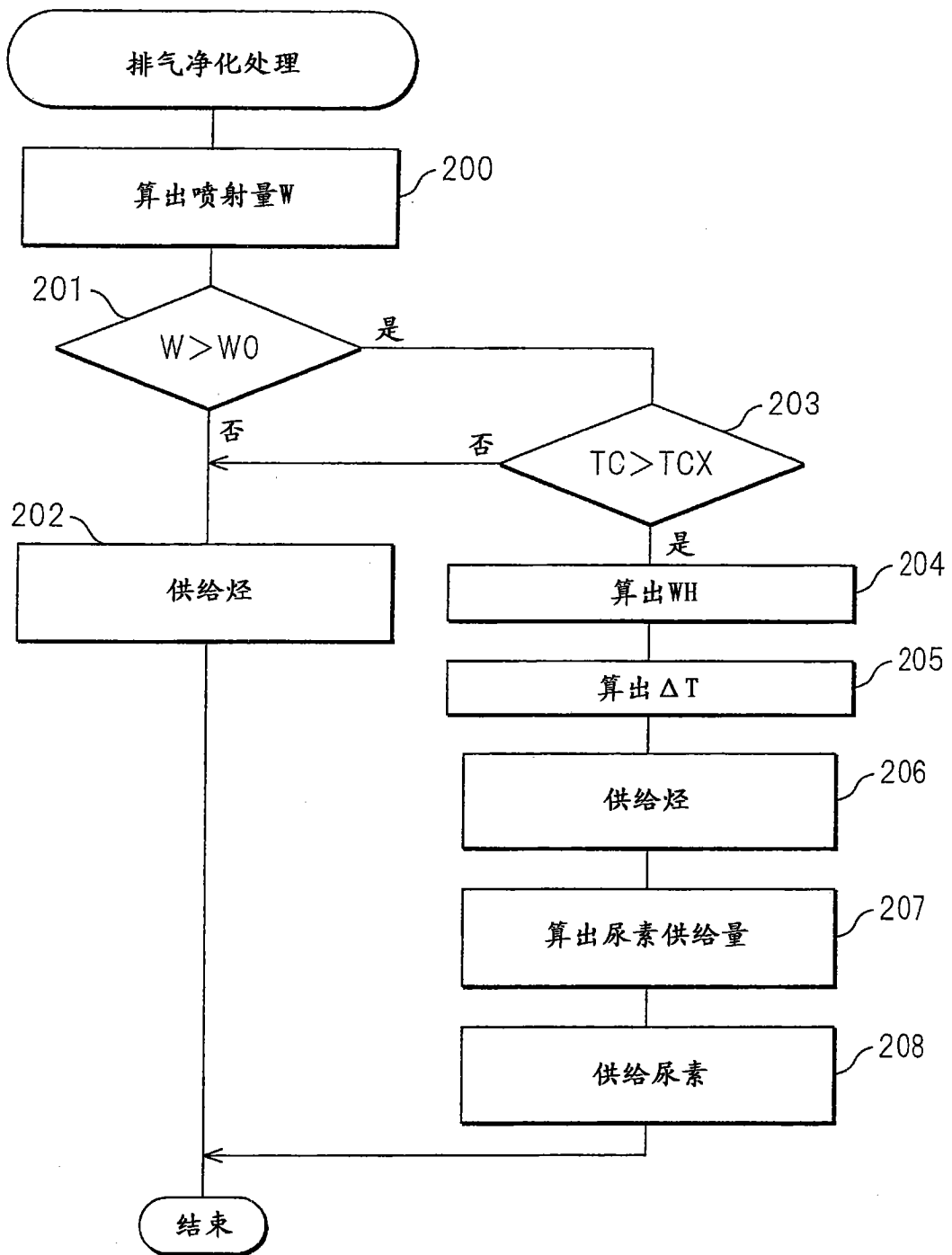


图 23

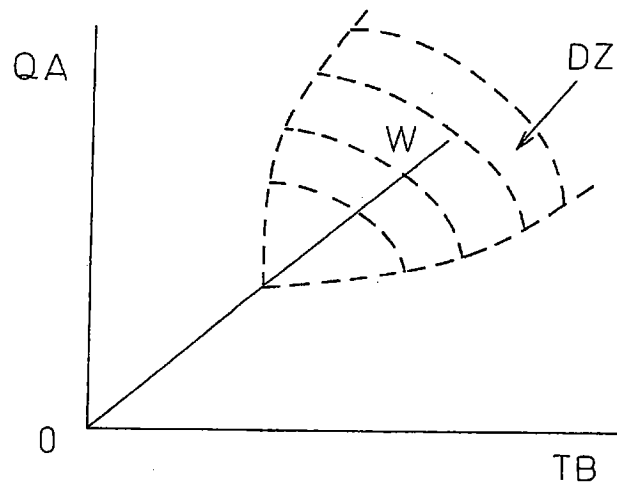


图 24

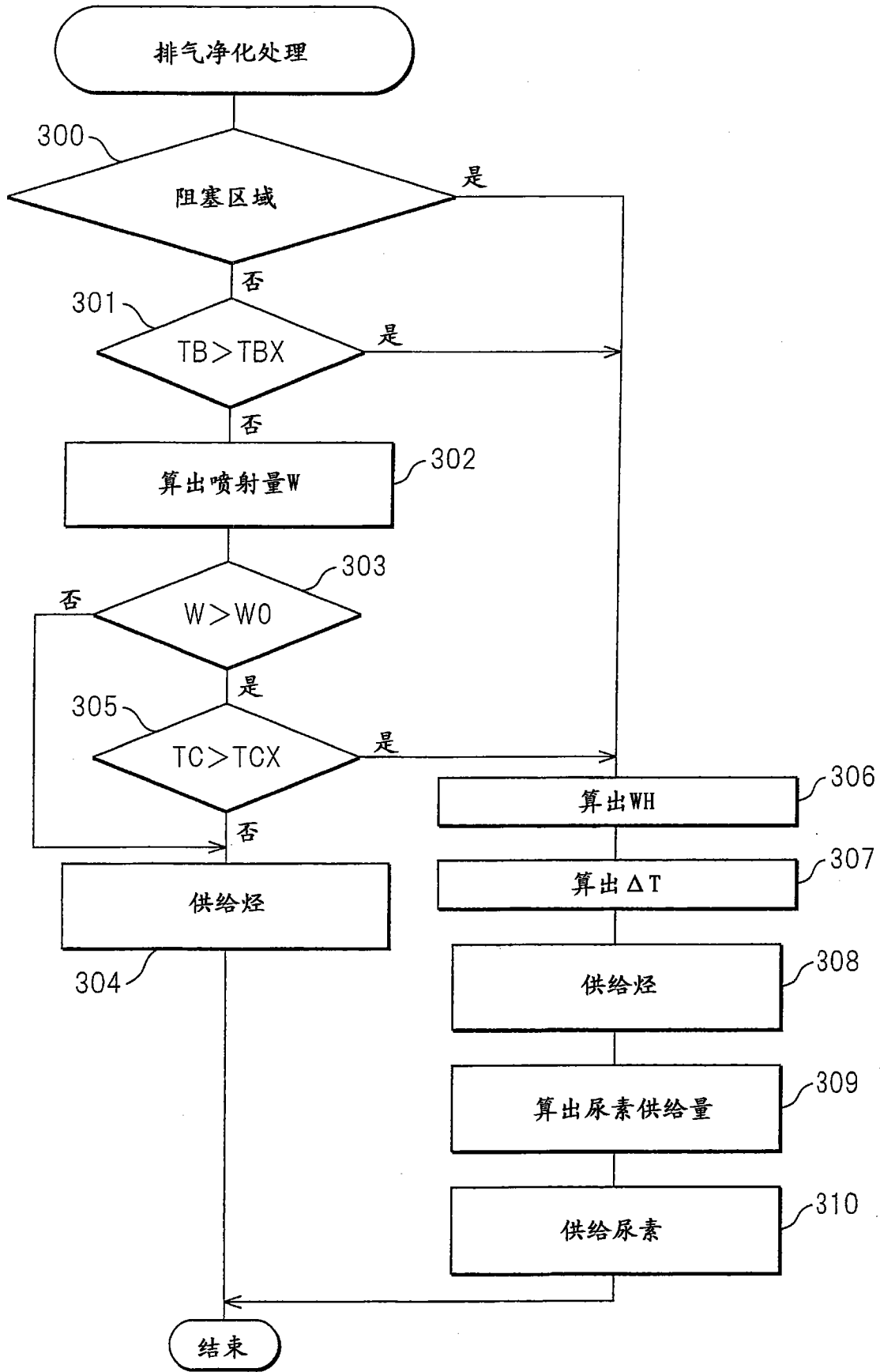


图 25