

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480001543.X

[51] Int. Cl.

F01N 3/08 (2006.01)

F01N 3/10 (2006.01)

F01N 3/20 (2006.01)

F01N 11/00 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

[43] 公开日 2006 年 1 月 4 日

[11] 公开号 CN 1717536A

[22] 申请日 2004.10.4

[21] 申请号 200480001543.X

[30] 优先权

[32] 2003.10.10 [33] JP [31] 352619/2003

[86] 国际申请 PCT/JP2004/014981 2004.10.4

[87] 国际公布 WO2005/035952 英 2005.4.21

[85] 进入国家阶段日期 2005.6.10

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 吉田耕平 广田信也 浅沼孝充

仲野泰彰 利冈俊祐

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 樊卫民 杨青

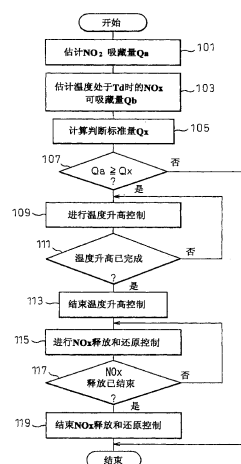
权利要求书 3 页 说明书 27 页 附图 10 页

[54] 发明名称

内燃机的废气净化设备和废气净化方法

[57] 摘要

将含有贵金属催化剂(46)和 NO_x 吸收剂(47)的 NO_x 吸藏催化剂(11)安放在发动机排气通道中。当废气的空气—燃料比贫时,该吸藏催化剂在催化剂未活化时将废气中的 NO_2 冷吸藏至吸收剂中,而当催化剂已活化时则将冷吸藏的 NO_2 热吸藏至吸收剂中。当催化剂未活化时,废气中的 NO_2 被冷吸藏至吸收剂中,并且当符合预定的 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件(107)时,即进行 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制(109, 115),以恢复 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力,所述恢复控制包括将 NO_x 吸藏催化剂的温度升至预定温度以进行活化(109)。



1. 用于内燃机的废气净化设备，带有安放在发动机排气通道中的 NO_x 吸藏催化剂，该 NO_x 吸藏催化剂由贵金属催化剂和 NO_x 吸收剂构成，并且当流入的废气的空气-燃料比贫时，在该催化剂未活化时，其将废气中的二氧化氮 NO_2 冷吸藏于 NO_x 吸收剂中，而当催化剂活化时，则将二氧化氮 NO_2 热吸藏于 NO_x 吸收剂中，

在 NO_x 吸藏催化剂未活化的情形下，所述内燃机废气净化设备使得废气中的 NO_2 被冷吸藏至 NO_x 吸收剂中，并且进行 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制，该恢复控制至少包括当符合预定的 NO_x 吸藏催化剂恢复条件时，将 NO_x 吸藏催化剂的温度升高至预定温度以进行活化，从而在所述 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下，恢复 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力。

2. 权利要求 1 中所述的废气净化设备，其中在所述 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下，在所述 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力饱和前，设定符合所述 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件。

3. 权利要求 1 中所述的废气净化设备，其中当在所述 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制中升高其温度并进行活化时，设定所述 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件，从而使冷吸藏的二氧化氮 NO_2 不会以超过预定量从所述 NO_x 吸收剂中释放。

4. 权利要求 1 中所述的废气净化设备，其中所述设备具有 NO_2 吸藏量估计装置和 NO_x 可吸藏量估计装置，当 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时， NO_2 吸藏量估计装置用于估计 NO_x 吸收剂中冷吸藏的二氧化氮 NO_2 量， NO_x 可吸藏量估计装置用于估计可吸藏至 NO_x 吸收剂中的氮氧化物 NO_x 量，并且

当由所述 NO_2 吸藏量估计装置估计的 NO_2 吸藏量高于或等于预定量时，即认为满足了所述 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件，该预定量设

定为不超过所述 NO_x 可吸藏量, 所述 NO_x 可吸藏量基于由 NO_x 可吸藏量估计装置估计的 NO_x 可吸藏量。

5. 权利要求 1 中所述的废气净化设备, 其中,

5 当所述 NO_x 吸藏催化剂被活化且流入 NO_x 吸藏催化剂的废气的空气-燃料比贫时, 所述 NO_x 吸藏催化剂为具有将含于废气中的氮氧化物热吸藏至 NO_x 吸收剂中的功能的 NO_x 吸藏催化剂,

10 所述设备具有 NO_x 释放速度估计装置和 NO_x 吸藏速度估计装置, 该 NO_x 释放速度估计装置用于当使所述 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时, 估计氮氧化物 NO_x 从所述 NO_x 吸收剂的释放速度, 该 NO_x 吸藏速度估计装置用于当使所述 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时, 估计氮氧化物 NO_x 吸藏至所述 NO_x 吸收剂的速度, 并且

15 当由所述 NO_x 释放速度估计装置估计的 NO_x 释放速度高于或等于预定速度, 即认为满足了所述 NO_x 吸藏催化剂恢复条件, 该预定速度设定为不超过所述 NO_x 吸藏速度, 所述 NO_x 吸藏速度基于由 NO_x 吸藏速度估计装置估计的 NO_x 吸藏速度。

6. 权利要求 1 中所述的废气净化设备, 其中,

20 当所述 NO_x 吸藏催化剂被活化且流入 NO_x 吸藏催化剂的废气的空气-燃料比贫时, 所述 NO_x 吸藏催化剂为具有将含于废气中的氮氧化物热吸藏至 NO_x 吸收剂中的功能的 NO_x 吸藏催化剂,

25 所述设备具有 NO_x 释放速度估计装置、 NO_x 排出速度估计装置和 NO_x 吸藏速度估计装置, 该 NO_x 释放速度估计装置用于当使所述 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时, 估计氮氧化物 NO_x 从所述 NO_x 吸收剂的释放速度, 该 NO_x 排出速度估计装置用于估计从内燃机排出氮氧化物 NO_x 的速度, 该 NO_x 吸藏速度估计装置用于当使所述 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时, 估计氮氧化物 NO_x 吸藏至所述 NO_x 吸收剂的速度, 并且

30 当由所述 NO_x 释放速度估计装置估计的 NO_x 释放速度和由所述 NO_x 排出速度估计装置估计的 NO_x 排出速度之和高于或等于预定速度

时，即认为满足了所述 NO_x 吸藏催化剂恢复条件，所述预定速度设定为不超过所述 NO_x 吸藏速度，所述 NO_x 吸藏速度基于由 NO_x 吸藏速度估计装置估计的 NO_x 吸藏速度。

5 7. 权利要求 1 中所述的废气净化设备，其中，

当所述 NO_x 吸藏催化剂被活化并且当使流入 NO_x 吸藏催化剂的废气的空气-燃料比变小，且确定该状态下存在有还原剂时，所述 NO_x 吸藏催化剂具有释放、还原和净化已热吸藏至 NO_x 吸收剂中的氮氧化物 NO_x 的功能，并且

10 所述 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制包括使流入 NO_x 吸藏催化剂的废气的空气-燃料比变小，并且确定在该状态下存在还原剂。

8. 权利要求 1 中所述的废气净化设备，进一步具有 NO_2 比增加装置，其用于在相同的发动机运行状态下，与 NO_x 吸藏催化剂活化时相比，在所述 NO_x 吸藏催化剂未活化时，使贫空气-燃料比下燃烧时所产生的二氧化氮 NO_2 相对于一氧化氮 NO 的比例增加。

9. 用于内燃机的废气净化方法，包括：将 NO_x 吸藏催化剂安放在发动机排气通道中，该 NO_x 吸藏催化剂由贵金属催化剂和 NO_x 吸收剂构成，当流入的废气的空气-燃料比贫时，在该催化剂未活化时将含于废气中的二氧化氮 NO_2 冷吸藏至 NO_x 吸收剂中，而当催化剂活化时则将二氧化氮 NO_2 热吸藏至 NO_x 吸收剂中，

20 在 NO_x 吸藏催化剂未活化的情形下，使废气中的 NO_2 冷吸藏至 NO_x 吸收剂中，并且升高 NO_x 吸藏催化剂的温度至预定温度以进行活化，从而在所述 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下，在 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力饱和前，恢复所述 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力。

内燃机的废气净化设备和废气净化方法

5 技术领域

本发明涉及内燃机的废气净化设备和废气净化方法。

背景技术

当燃料在贫空气-燃料比下燃烧时，作为用于净化包含在废气中的 NO_x 的催化剂，已知催化剂的构成为：由氧化铝制成的载体，在该载体表面上形成、由碱金属或碱土金属构成的 NO_x 吸收剂层，以及载于 NO_x 吸收剂层表面上的贵金属催化剂如铂（例如参见日本未审查专利公报（Kokai）6-108826 号）。在该催化剂中，当该催化剂被活化并且废气的空气-燃料比贫时，包含在废气中的 NO_x 被吸藏至 NO_x 吸收剂中，然而当废气的空气-燃料比富时，即已吸藏在 NO_x 吸收剂中的 NO_x 释放和还原。

然而，当催化剂未被活化时，人们相信该 NO_x 吸收和释放作用不能进行。因此，在上述出报所描述的内燃机中，当催化剂未被活化时，催化剂是通过电热器来加热的。

发明内容

本发明人对设计用于进行 NO_x 吸收和释放作用的催化剂进行了研究，结果发现，当催化剂未被活化时，包含于废气中的一氧化氮 NO 未被吸藏至 NO_x 吸收剂中，然而即使当催化剂未被活化时，包含于废气中的二氧化氮 NO_2 仍吸藏至 NO_x 吸收剂中（冷吸藏），且其机制与催化剂活化时一氧化氮 NO 吸藏的机制不同。

本发明的目的在于利用本发明人发现的这一事实，提供用于净化废气的废气净化设备和废气净化方法。

根据本发明的第一方面，提供一种用于内燃机的废气净化设备，所述设备带有安放在发动机排气通道中的 NO_x 吸藏催化剂，该 NO_x 吸藏催化剂由贵金属催化剂和 NO_x 吸收剂构成，当流入的废气的空气-燃料比贫时，当该催化剂未活化时包含在废气中的二氧化氮 NO_2 被冷吸藏于 NO_x 吸收剂中，而当催化剂活化时二氧化氮 NO_2 则被热吸藏于 NO_x 吸收剂中，所述内燃机废气净化设备使得在 NO_x 吸藏催化剂未活化的情形下废气中的 NO_2 被冷吸藏至 NO_x 吸收剂中，并且进行 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制，该恢复控制包括当符合预定的 NO_x 吸藏催化剂恢复条件时，将 NO_x 吸藏催化剂的温度至少升高至预定温度以进行活化，从而在所述 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下，恢复 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力。

根据本发明的这一方面，即使在 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下，除去废气中的 NO_2 也是可能的。此外，在该 NO_x 吸藏催化剂中，如果对 NO_x 吸藏催化剂升高温度以进行活化，则当 NO_x 吸藏催化剂未活化时冷吸藏的二氧化氮以一氧化氮 NO 形式释放，被活化的贵金属催化剂氧化成二氧化氮 NO_2 ，并且最终以硝酸离子 NO_3^- 形式热吸藏至 NO_x 吸收剂中。因此，通过升高 NO_x 吸藏催化剂的温度来进行活化，可以恢复 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下的 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力。因此，根据本发明的第一方面，通过适当地设定 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件，可以在 NO_x 吸藏催化剂未被活化情形下，保持 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力。需要指出在该说明书中，当特别地需要进行区别时，以硝酸离子 NO_3^- 形式吸藏称为“热吸藏”，以亚硝酸离子 NO_2^- 形式吸藏称为“冷吸藏”。

优选的，在 NO_x 吸藏催化剂未被活化情形下，在 NO_x 吸收剂冷吸藏能力饱和之前设定使符合 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件。根据该实施方案，通过确保在 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力达到饱和前进行吸藏催化剂的恢复控制，可以防止未被吸藏的二氧化氮 NO_2 释放进大气中。

优选的，设定 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件，使得在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制中，当升高 NO_x 吸藏催化剂的温度并且进行活化时，冷吸藏的二氧化氮 NO_2 将不会以超过预定的量从 NO_x 吸收剂中释放出来。

如上所述，如果在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制时升高温度并且进行活化， NO_x 吸藏催化剂最终将 NO_x 吸藏催化剂未活化时冷吸藏的二氧化氮 NO_2 以硝酸离子 NO_3^- 形式热吸藏于 NO_x 吸收剂中。然而，如果未活化时二氧化氮 NO_2 冷吸藏的量高于当升高 NO_x 吸藏催化剂的温度至预定温度以进行活化时 NO_x 吸收剂中可热吸藏的 NO_x 量，并且也高于当升高 NO_x 吸藏催化剂的温度至预定温度以进行活化时 NO_x 吸收剂中可吸藏的 NO_x 量时，则当进行 NO_x 吸藏催化剂恢复控制时，冷吸藏的部分二氧化氮 NO_2 倾向于最终以 NO_x 形式的无意识地释放。

根据该实施方案，在设定 NO_x 吸藏催化剂恢复条件时考虑这一点，从而在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制中当升高 NO_x 吸藏催化剂的温度以进行活化时，可以保持大量冷吸藏的二氧化氮 NO_2 避免无意识地释放。

此处需注意的，“冷吸藏的二氧化氮 NO_2 不从 NO_x 吸收剂中以超过预定的量释放”不仅包括冷吸藏的二氧化氮 NO_2 实际上没有以超过预定量以氮氧化物 NO_x 释放或没有以超过预定释放速度释放的情形，而且包括每单位时间二氧化氮 NO_2 的实际释放量不超过预定量的情形，所述每单位时间二氧化氮 NO_2 的实际释放量是由当冷吸藏的二氧化氮 NO_2 从 NO_x 吸收剂释放时的氮氧化物 NO_x 释放速度，以及氮氧化物 NO_x 在 NO_x 吸收剂中的吸藏速度计算出。

优选的，该设备具有 NO_2 吸藏量估计装置和 NO_x 可吸藏量估计装置，当 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时，所述 NO_2 吸藏量估计装置

用于估计 NO_x 吸收剂中冷吸藏的二氧化氮 NO_2 量，所述 NO_x 可吸藏量估计装置用于估计可以吸藏在 NO_x 吸收剂中的二氧化氮 NO_2 的量的并且当 NO_2 吸藏量估计装置估计的 NO_2 吸藏量高于或等于预定量时，即认为符合该 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件，该预定量设定为不超过基于由 NO_x 可吸藏量估计装置估计的 NO_x 可吸藏量的 NO_x 可吸藏量。

如上所述，例如当 NO_x 吸藏催化剂的温度为预定温度时，当冷吸藏于 NO_x 吸收剂中的二氧化氮 NO_2 的量高于可冷吸藏于 NO_x 吸收剂中的氮氧化物 NO_x 量时，则在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制中，当升高 NO_x 吸藏催化剂的温度以进行活化时，部分冷吸藏的二氧化氮可能不会吸藏至 NO_x 吸收剂中，并且最终以 NO_x 释放。

与之相反的是，在该实施方案中，当由 NO_2 吸藏量估计装置估计的 NO_2 吸藏量高于或等于预定量（预定量设定为不超过基于由 NO_x 可吸藏量估计装置估计的 NO_x 可吸藏量的 NO_x 可吸藏量）时，由于认为符合 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件并且进行了 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制，因而在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制中升高 NO_x 吸藏催化剂的温度以进行活化时，防止冷吸藏二氧化氮 NO_2 的释放是可能的。

优选的，当 NO_x 吸藏催化剂被活化并且流入 NO_x 吸藏催化剂的废气的空气-燃料比贫时， NO_x 吸藏催化剂为具有将包含在废气中的氮氧化物 NO_x 热吸藏于 NO_x 吸收剂中的功能的 NO_x 吸藏催化剂，该设备具有 NO_x 释放速度估计装置和 NO_x 吸藏速度估计装置，该 NO_x 释放速度估计装置用于当使 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时，估计氮氧化物 NO_x 从 NO_x 吸收剂的释放速度，该 NO_x 吸藏速度估计装置用于当使 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时，估计氮氧化物 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂的速度，并且当由 NO_x 释放速度估计装置估计的 NO_x 释放速度高于或等于预定速度时，即认为符合该 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件，该预定速度设定为不超过基于由 NO_x 吸藏速度估计装置估计的 NO_x 吸藏速度的 NO_x 吸藏速度。

如果当设定 NO_x 吸藏催化剂在预定温度时，在冷吸藏的二氧化氮 NO_2 从 NO_x 吸收剂中释放出来时氮氧化物 NO_x 释放速度低于当使 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时氮氧化物 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂的速度，
5 可以想象的是，当在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制中升高 NO_x 吸藏催化剂的温度至预定温度以进行活化时，冷吸藏的二氧化氮 NO_2 将基本不会释放。

该实施方案考虑到了这点。当通过 NO_x 释放速度估计装置估计的
10 NO_x 释放速度高于或等于预定速度时（该预定速度设定为不超过基于由 NO_x 吸藏速度估计装置所估计的 NO_x 吸藏速度的 NO_x 吸藏速度），则认为 NO_x 吸藏催化剂恢复条件得到了满足，并且进行 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制。由此，在 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制中，当升高 NO_x 吸藏催化剂的温度以进行活化时，可以基本上防止冷吸藏的二氧化氮 NO_2 从 NO_x 吸收剂中释放，结果防止了吸藏的二氧化氮 NO_2 最终以 NO_x
15 释放入大气中。

优选的，当 NO_x 吸藏催化剂被活化并且流入 NO_x 吸藏催化剂的废气的空气-燃料比贫时， NO_x 吸藏催化剂为具有将包含在废气中的氮氧化物热吸藏至 NO_x 吸收剂中的功能的 NO_x 吸藏催化剂，该设备具有
20 NO_x 释放速度估计装置、 NO_x 排气速度估计装置和 NO_x 吸藏速度估计装置，该 NO_x 释放速度估计装置用于当 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时，估计氮氧化物 NO_x 从 NO_x 吸收剂的释放速度，该 NO_x 排气速度估计装置用于估计 NO_x 气体从内燃机的排气速度，该 NO_x 吸藏速度估计装置用于当 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时，估计氮氧化物 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂的速度，并且当由 NO_x 释放速度估计装置估计的 NO_x 释放速度与 NO_x 排放速度估计装置估计的 NO_x 排放速度之和高于或等于预定速度时，即认为符合该 NO_x 吸藏催化剂的恢复条件，该预定速度设定为不超过基于由 NO_x 吸藏速度估计装置估计的 NO_x 吸藏速度的
25 NO_x 吸藏速度。
30

例如，如果当设定 NO_x 吸藏催化剂在预定温度时，在冷吸藏的二氧化氮 NO_2 从 NO_x 吸收剂中释放出来时氮氧化物 NO_x 释放速度与当使 NO_x 吸藏催化剂处于预定温度时氮氧化物 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂的速度相同，可以想象的是，当在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制中升高 NO_x 吸藏催化剂的温度至预定温度以进行活化时，冷吸藏的二氧化氮 NO_2 将不会释放。然而，在该情形下，在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制期间，从内燃机排放的氮氧化物 NO_x 将最终释放进大气中。

与之相反的是，根据该实施方案，当由 NO_x 释放速度估计装置估计的 NO_x 释放速度和由 NO_x 排放速度估计装置估计的 NO_x 排放速度之和高于或等于预定速度时（该预定速度设定为不超过基于由 NO_x 吸藏速度估计装置所估计的 NO_x 吸藏速度的 NO_x 吸藏速度）时，认为 NO_x 吸藏催化剂恢复条件得到了满足，并且进行 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制，从而在 NO_x 吸藏催化剂恢复控制时，可以防止从内燃机中排放的氮氧化物 NO_x 释放入大气中。

优选的，当 NO_x 吸藏催化剂被活化并且当将流入 NO_x 吸藏催化剂中的废气的空气-燃料比变小，且在该状态下确定存在还原剂时，该 NO_x 吸藏催化剂具有释放、还原和净化已热吸藏于 NO_x 吸收剂中的氮氧化物 NO_x 的功能，且 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制包括使得流入 NO_x 吸藏催化剂的废气的空气-燃料比变小并且确定该状态下存在还原剂。根据该实施方案，通过进行 NO_x 吸藏催化剂恢复控制，可释放、还原和净化热吸藏至 NO_x 吸收剂中的氮氧化物 NO_x 。

优选的，在相同的发动机操作条件下，相对于活化的 NO_x 吸藏催化剂来说，当 NO_x 吸藏催化剂未活化时，该设备进一步具有 NO_2 比增加装置，该装置用于增加二氧化氮 NO_2 相对于一氧化氮 NO 的比，该 NO 是在贫空气-燃料比下燃烧时产生的。

当流入的废气的空气-燃料比贫时, 该 NO_x 吸藏催化剂甚至是在未活化时也可将二氧化氮 NO_2 冷吸藏于 NO_x 吸收剂中。因此, 根据该实施方案, 当 NO_x 吸藏催化剂未活化时, 可提高 NO_x 的净化速率。

5 根据本发明的第二方面, 提供一种用于内燃机的废气净化方法, 包括: 将 NO_x 吸藏催化剂安放在发动机排气通道中, 该 NO_x 吸藏催化剂由贵金属催化剂和 NO_x 吸收剂构成, 当流入的废气的空气-燃料比贫时, 当该催化剂未活化时将包含在废气中的二氧化氮 NO_2 冷吸藏于 NO_x 吸收剂中, 而当催化剂活化时则将二氧化氮 NO_2 热吸藏于 NO_x 吸收剂中, 在 NO_x 吸藏催化剂未活化的情形下, 使废气中的 NO_2 冷吸藏至 NO_x 吸收剂中, 并且升高 NO_x 吸藏催化剂的温度至预定温度以进行活化, 从而在 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下, 在 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力饱和前, 恢复 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力。

15 根据本发明的第二方面, 即使在 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下, 仍可除去废气中的 NO_2 。此外, 在该 NO_x 吸藏催化剂中, 当升高 NO_x 吸藏催化剂的温度以进行活化时, 催化剂未活化时冷吸藏的二氧化氮最终以硝酸离子 NO_3^- 形式热吸藏至 NO_x 吸收剂中, 从而于 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下, 可以恢复 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力。因此, 根据本发明的这一方面, 于 NO_x 吸藏催化剂未活化情形下, 可以保持 NO_x 吸收剂的冷吸藏能力。

附图概述

25 通过参考附图所给出的如下优选实施方案的详细描述, 本发明的上述以及其它目的和特征将变得更加清楚, 其中:

附图 1 显示了将本发明应用于压燃式内燃机的情形;

附图 2a 和 2b 是显示 NO_x 吸藏催化剂载体表面部分的横截面的示意图;

附图 3 是说明渗出现象的图;

30 附图 4 是 NO_x 可吸藏量 Δb 和 NO_x 吸藏催化剂温度 TC 之间的关

系图；

附图 5 是一种方法的控制例行程序流程图，该方法可通过附图 1 的构造加以执行。

附图 6 是燃料的各种注入方式图；

5 附图 7 是可通过附图 1 的构造加以执行的另一方法的控制例行程序流程图；

附图 8a 是 NO_x 释放速度和 NO_x 吸藏量之间的关系图，附图 8b 是 NO_x 吸藏速度和 NO_x 吸藏量之间的关系图；

10 附图 9 是可通过附图 1 的构造加以执行的又一方法的控制例行程序流程图；和

附图 10 是说明 NO_x 从 NO_x 吸收剂的释放速度 V_a 、 NO_x 从发动机的排出速度 V_e 、 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂的速度 V_b 、判断标准速度 V_x 等之间关系的说明图，用作横坐标的是 NO_x 吸收剂的 NO_2 吸藏量 Q_a 。

15 实施本发明的最佳方式

本发明的优选实施方案将参照附图进行如下详细的描述。

附图 1 显示了将本发明应用于压燃式内燃机的情形。注意本发明也可用于火花点火式内燃机。

20

参照附图 1，1 表示内燃机机体，2 表示每个汽缸的燃烧室，3 表示用于将燃料注入每个燃烧室 2 的电子控制燃料注入器，4 表示进气歧管，5 表示排气歧管。进气歧管 4 通过进气道 6 与排气涡轮增压机 7 的压缩机 7a 出口相连。压缩机 7a 的入口与空气净化器 8 相连。在
25 进气道 6 内放置由步进电动机驱动的节流阀 9。此外，进气道 6 周围设置有冷却装置（中间冷却器）10，用于冷却流入进气道 6 内的进入空气。在附图 1 所显示的实施方案中，将发动机冷却水引至中间冷却器 10 中。发动机冷却水冷却进入的空气。另一方面，排气歧管 5 与排气涡轮增压机 7 的排气涡轮 7b 的入口相连，同时排气涡轮 7b 的出口与安放 NO_x 吸藏催化剂 11 的外壳 12 相连。排气歧管 5 的上部出口
30

配置有还原剂供应阀 13，用于将还原剂（例如由烃类构成）供入流经排气歧管 5 内的废气中。

5 排气歧管 5 和进气歧管 4 通过废气循环（后面称为“EGR”）通道 14 联结在一起。EGR 通道 14 配置有电子控制的 EGR 控制阀 15。此外，EGR 通道 14 周围安放有冷却设备（EGR 冷却器）16，用于冷却流经 EGR 通道 14 内的 EGR 气体。在附图 1 所示的实施方案中，发动机冷却水被引至 EGR 冷却器 16 中。发动机冷却水冷却 EGR 气体。另一方面，每个燃料注入器 3 通过燃料进料管 17 与燃料贮罐即
10 所谓的“共轨”18 相连。该共轨 18 由电子控制的可变燃料排出泵 19 供应燃料。供应至共轨 18 的燃料通过每个燃料进料管 17 供应给燃料注入器 3。

电子控制单元 30 由数字计算机构成，所述数字计算机配置有均
15 通过双向总线 31 彼此连接的只读存储器（ROM）32、随机存取存储器（RAM）33、微处理器（CPU）34、输入端口 35 和输出端口 36。NO_x 吸藏催化剂 11 配置有用于检测 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度的温度传感器 20。温度传感器 20 的输出信号通过相应的 AD 转换器 37 输入至输入端口 35。此外，加速踏板 40 与负载传感器 41 相连，该传感器产生
20 与加速踏板 40 的压下量 L 成比例的输出电压。负载传感器 41 的输出电压通过相应的 AD 转换器 37 输入至输入端口 35。此外，输入端口 35 带有曲柄角传感器 42，每当与传感器连接的曲柄轴转动诸如 15 度时，该传感器即产生输出脉冲。另一方面，输出口 36 通过相应的驱动电
25 路 38 与燃料注入器 3、节流阀 9、步进电动机、还原剂供应阀 13、EGR 控制阀 15 和燃料泵 19 相连。

示于附图 1 中的 NO_x 吸藏催化剂 11 由整体式催化剂构成。NO_x 吸藏催化剂底部载有例如由氧化铝构成的催化剂载体。附图 2a 和 2b 示意显示了该催化剂载体 45 表面部分的横截面。如附图 2a 和 2b 中
30 所示，催化剂载体 45 载有分散于其表面上的贵金属催化剂 46。此外，

催化剂载体 45 在其表面上形成有 NO_x 吸收剂层 47。

在本发明的该实施方案中，铂 Pt 用作贵金属催化剂 46。可采用至少一种选自如下的元素作为形成 NO_x 吸收剂 47 的成分：钾 K、钠 Na、铯 Cs 或其他碱金属，钡 Ba、钙 Ca 或其他碱土金属，镧 La，钇 Y 或其他稀土金属。

如果提供给发动机入口通道、燃烧室 2 和 NO_x 吸藏催化剂 11 的排气通道上游的空气和燃料（烃类）的比称为“废气的空气—燃料比”，则当贵金属催化剂 46 活化时，即，当 NO_x 吸藏催化剂 11 活化时，当废气的空气—燃料比贫时 NO_x 吸收剂 47 起 NO_x 吸收和释放热吸藏 NO_x 的作用，并且当废气中的氧浓度下降时释放热吸藏的 NO_x 。注意当燃料（烃类）或空气未提供给 NO_x 吸藏催化剂 11 的排气通道上游时，废气的空气—燃料比与供应给燃烧室 2 的空气—燃料混合物的空气—燃料比一致。因此，在该情形下，当供应至燃烧室 2 的空气—燃料混合物的空气—燃料比贫时， NO_x 吸收剂 47 热吸藏 NO_x ，然而当供至燃烧室 2 的空气—燃料混合物中的氧浓度下降时，则释放热吸藏的 NO_x 。

就是说，如果把利用钡 Ba 作为形成 NO_x 吸收剂 47 的成分的情况为例来解释，则当废气的空气—燃料比贫时，即当废气中的氧浓度高时，如果贵金属催化剂 46 是活化的，则包含在废气中的 NO 在如附图 2a 所示的铂 Pt 46 上氧化成 NO_2 ，随后吸收至 NO_x 吸收剂 47，并且当与氧化钡 BaO 键合时其以硝酸离子 NO_3^- 形式分散在 NO_x 吸收剂 47 中。 NO_x 以此种方式热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。即，以硝酸离子 NO_3^- 形式吸藏被称为“热吸藏”。只要废气中的氧浓度高，则在铂 Pt 46 表面产生 NO_2 。只要 NO_x 吸收剂 47 的热吸藏能力未饱和，则 NO_2 就热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中，并且产生硝酸离子 NO_3^- 。

与之相反的是，通过使燃烧室 2 的空气—燃料比富或达到化学当量的空气—燃料比，或者通过从还原剂供应阀 13 供给还原剂使得废

气的空气—燃料比富或达到化学当量的空气—燃料比，废气中的氧浓度下降，从而反应以反向 ($\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2$) 进行，因此 NO_x 吸收剂 47 中的硝酸离子 NO_3^- 以 NO_2 、 NO 等形式从 NO_x 吸收剂 47 中释放出来。在该情形下，由于还原剂（未燃烧的 HC 、 CO 等）存在于废气中，故所释放的 NO_x 被废气中的还原剂（未燃烧的 HC 、 CO 等）还原。

此刻，废气中的氮氧化物 NO_x 未以一氧化氮 NO 形式热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。必须将其转化成二氧化氮 NO_2 ，否则将不能热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。即，废气中的一氧化氮 NO 必须转化成二氧化氮 NO_2 ，即必须氧化，否则将不能热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。铂 Pt 46 固有地在低温下具有活性。然而， NO_x 吸收剂 47 的碱性相当强。因此，铂 Pt 46 在低温下的活性，即酸度最终变得很弱。结果，如果 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 下降，一氧化氮 NO 氧化至二氧化氮的作用变差。因此为了氧化一氧化氮 NO ，有必要使贵金属催化剂 46 温度升高并且被活化，即， NO_x 吸藏催化剂 11 应当是活化的。因此到目前为止，对于净化 NO_x 来说，认为贵金属催化剂 46 被活化是必须的，即， NO_x 吸藏催化剂 11 必须是活化的。

本发明人致力于研究该 NO_x 吸藏催化剂 11，结果发现，废气中的一氧化氮 NO 不会被吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中，直至铂 Pt 46 被活化，即除非 NO_x 吸藏催化剂 11 被活化，但是即使 NO_x 吸藏催化剂 11 未被活化二氧化氮 NO_2 将以如附图 2b 中的亚硝酸 NO_2^- 形式冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。注意在本说明书中，以亚硝酸 NO_2^- 形式吸藏称为“冷吸藏”，从而与上述“热吸藏”加以区别。此外，当无需特别区别热吸藏和冷吸藏时，将简单地称为“吸藏”。

此外，由于即使 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化也可能冷吸藏 NO_2 ，因此本说明书中的“ NO_x 吸藏催化剂 11 的活化”指当流入的废气的空气—燃料比贫时，一氧化氮 NO 可被氧化成二氧化氮 NO_2 并且被热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的状态，以及进一步地指如果降低流入的废气

的空气—燃料比（即，使其富或达到化学当量的空气—燃料比）并且确定存在还原剂的话，则吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的 NO_x 可以被释放和还原的状态。

5 以这种方式，即使 NO_x 吸藏催化剂 11 未被活化，二氧化氮 NO_2 仍可被冷吸藏，因此在本发明的该实施方案中，当流入的废气的空气—燃料比贫时，以及例如当燃料在贫空气—燃料比下燃烧时，在 NO_x 吸藏催化剂 11 未被活化的情形下，废气中的二氧化氮 NO_2 被冷吸藏至 NO_x 吸收剂中。即在诸如附图 1 所示的压燃式内燃机中，废气的空气—燃料比在常规操作时为贫。此外，在本发明的该实施方案中，如果不对 NO_x 吸藏催化剂 11 的升温进行如后所述的控制（温度升高控制），则 NO_x 吸藏催化剂 11 不能被活化。因此在常规操作时， NO_x 吸藏催化剂 11 的 NO_x 吸收剂 47 冷吸藏废气中的二氧化氮 NO_2 。

15 然而，如果在 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化情形下，当废气的空气—燃料比贫时连续进行操作，则在 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化情形下的 NO_x 吸收剂 47 的冷吸藏能力（ NO_2 吸藏能力）将最终饱和，从而 NO_2 将最终不再能被 NO_x 吸收剂 47 冷吸藏。因此，在本发明的该实施方案中，升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化，并且在 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化情形下，于 NO_x 吸收剂 47 的冷吸藏能力饱和前恢复其冷吸藏能力。

25 即，以上述方式，当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时，废气中的二氧化氮 NO_2 被冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中，如附图 2b 中所示。此外，如果在该情形下升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC，已经被冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的二氧化氮 NO_2 将以一氧化氮的形式释放出来，并被活化的贵金属催化剂 46 氧化成二氧化氮 NO_2 ，并且将被热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。因此，当 NO_x 吸藏催化剂 11 被活化时，冷吸藏的二氧化氮 NO_2 将以硝酸离子 NO_3^- 形式热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。此外，当催化剂未活化时冷吸藏的二氧化氮 NO_2 以硝酸离子 NO_3^- 形式

热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中时,则 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化情形下 NO_x 吸收剂 47 的冷吸藏能力将复原,即恢复。

5 利用该作用,在本发明的该实施方案中,例如在催化剂未活化时将二氧化氮 NO_2 冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中时,通过重复升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化,并且随后将其恢复未活化状态,即通过周期性地升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度并且进行活化,可以恢复和保持 NO_x 吸收剂 47 的冷吸藏能力。即在该情形下,升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化,形成了对 NO_x 吸藏催化剂的恢复控制 (NO_x 吸藏催化剂恢复控制)。注意在该情形下 NO_x 吸藏催化剂 11 的具体温度 TC 为,例如于催化剂未活化状态下冷吸藏二氧化氮 NO_2 时为 100 至 150°C,于升高催化剂温度以进行活化时为 300 至 400°C。如后文所述,通过升高温度, NO_x 吸藏催化剂 11 逐渐被活化,并且伴随于此的是整个吸藏作用中热吸藏的比例增加。因此,在上述情形中,当升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化并且引起对冷吸藏二氧化氮 NO_2 的热吸藏作用时,优选的是充分升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化。对此,优选的是升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化,从而至少例如热吸藏的比例变得高于或等于冷吸藏的比例。

20 然而,如上所述,通过升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化,则 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的二氧化氮 NO_2 可以最终以硝酸离子 NO_3^- 形式热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。此外,如上所述,通过使流入 NO_x 吸藏催化剂 11 中的废气的空气—燃料比变小(即使其空气—燃料比富或达到化学计量),并且确定在 NO_x 催化剂未活化状态下存在有还原剂,则以该方式热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的 NO_x 将被释放和还原。

30 由此,在本发明的该实施方案中,当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时,废气中的二氧化氮 NO_2 被冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。然后,在

使用一段时间之后，升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化，从而在 NO_x 吸收剂 47 的冷吸藏能力变饱和前，使冷吸藏的二氧化氮 NO_2 被热吸收至 NO_x 吸收剂 47 中。进一步地，使流入的废气的空气—燃料比变小并且提供还原剂，使得热吸藏的二氧化氮 NO_2 得以释放和还原。通过该方法，可以净化废气中的二氧化氮 NO_2 并且防止氮氧化物 NO_x 释放进入大气中。

另一方面，在上述方法的实际操作情形下，当升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化时，有时产生冷吸藏的二氧化氮 NO_2 最终从 NO_x 吸收剂 47 中无意识地释放出来的现象（下面称作“渗出现象”）。此外，仅仅是在 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时当冷吸藏的二氧化氮 NO_2 量大时才产生该渗出现象。注意在该情形下，冷吸藏的二氧化氮 NO_2 以 NO 或 NO_2 等（ NO_x ）形式释放出来。

附图 3 是该现象的示意图，示出了在升高 NO_x 吸藏催化剂 11 温度情形下，从 NO_x 吸藏催化剂流出的废气中 NO_x 浓度 O_c 的变化。横坐标表示 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC ，纵坐标则表示从 NO_x 吸藏催化剂 11 流出的废气中的 NO_x 浓度。在该图中，实线表示当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时，大量的二氧化氮 NO_2 被冷吸藏的情形，而虚线则表示当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时，少量的二氧化氮 NO_2 被冷吸藏的情形。此外， NO_x 浓度 I_c 显示流入 NO_x 吸藏催化剂 11 的废气中的 NO_x 浓度。

参见附图 3，当冷吸藏二氧化氮 NO_2 的量大时，有时从 NO_x 吸藏催化剂 11 中流出的废气中的 NO_x 浓度将变得高于在温度升高期间流入的废气的 NO_x 浓度。即当冷吸藏二氧化氮 NO_2 的量大时，则在温度升高期间，冷吸藏的二氧化氮 NO_2 被释放。

此外，由于在升高温度前（即当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时）， NO_x 吸收剂 47 的 NO_x 可吸藏量大于升高温度后（即当 NO_x 吸藏催化

剂 11 被活化时)的 NO_x 可吸藏量, 因此人们相信会产生该渗出现象。即在活化 NO_x 吸藏催化剂 11 前后, 人们相信 NO_x 可吸藏量 Ab (包括 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时的 NO_x 吸收剂 47 的冷吸藏量 (NO_2 可吸藏量)) 与 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 的关系如附图 4 所示。在该图中, 实线表示 NO_x 可吸藏量 Ab, 而虚线则表示该情形下可热吸藏的量。即 NO_x 吸收剂 47 的 NO_x 可吸藏量 Ab 随着温度 TC 的升高而降低, 而可热吸藏的量则随着温度 TC 的升高而增加, 在某一温度 Ta 时达到最大值, 随后随着温度 TC 的升高而降低。

此外, NO_x 可吸藏量 Ab 中的可热吸藏量的比例随着温度 TC 的升高而增加。在上述温度 Ta 或更高时, NO_x 可吸藏量 Ab 和可热吸藏的量变得基本上相同。即在冷端主要进行冷吸藏。当温度 TC 升高并且 NO_x 吸藏催化剂 11 变得有活性时, 热吸藏的比例逐渐增加。在热端主要进行热吸藏。即在本发明的该实施方案中, 具体地, 即使当 NO_x 吸藏催化剂是活化时, 也是进行冷吸藏。因此, 例如, “当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时进行冷吸藏” 或 “当 NO_x 吸藏催化剂 11 活化时进行热吸藏” 的表述仅仅旨在简化表述, 并无意排除当 NO_x 吸藏催化剂 11 活化时冷吸藏的情形。

如附图 4 所示, NO_x 吸收剂 47 的 NO_x 可吸藏量随着温度 TC 的升高而降低。在该情形下, 例如当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时 (即在升高温度之前), 如果冷吸藏二氧化氮 NO_2 的量大于在温度升高后的温度下的 NO_x 可吸藏量, 则部分冷吸藏的二氧化氮 NO_2 将不能被吸藏并且将被释放出来。人们相信上述渗出现象是由此产生的。

下面, 将阐明防止产生上述渗出现象的方法, 该方法利用 NO_x 吸藏催化剂 11 净化废气中的 NO_2 并且防止将 NO_x 释放进大气中。

附图 5 所示为一种方法的控制例行程序的流程图, 该方法可通过示于附图 1 的构造加以执行。在发动机常规操作时, 采用每隔某一时

间中断的方式，由 ECU 30 实施该控制例行程序。如上所示，在如附图 1 所示的压燃式内燃机中，在常规操作时废气的空气—燃料比贫。此外， NO_x 吸藏催化剂 11 处于未活化状态。因此， NO_x 吸藏催化剂 11 的 NO_x 吸收剂 47 冷吸藏废气中的二氧化氮 NO_2 。

5

当开始如附图 5 所示的控制例行程序时，首先，在步骤 101，估计在该时间点的 NO_2 吸藏量 Q_a 。该 NO_2 吸藏量 Q_a 是基于例如 NO_x 吸藏催化剂 11 的类型和当先前的 NO_x 释放和还原控制结束时（如后文所述）的操作状态历史进行估计的。在该情形下，例如，发动机速度
10 和燃料注入量用作表示操作状态的指标。在每个操作状态中，以这些指标表达的 NO_2 吸藏至 NO_x 吸收剂 47 的速度（每单位时间吸藏 NO_2 的量）预先通过实验确定，并且表示于图中。该图用于确定基于操作状态历史的 NO_x 吸藏量 Q_a 。注意如果考虑 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度对 NO_2 吸藏速度的影响，那么能更准确地确定 NO_2 吸藏量 Q_a 。

15

当在步骤 101 估计 NO_2 吸藏量 Q_a 时，例行程序即进入步骤 103。在步骤 103，当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 T_C 为预先确定的温度 T_d 时，估计 NO_x 吸收剂 47 的 NO_x 可吸藏量 Q_b 。此时，该温度 T_d 是作为进行后文所述的 NO_x 释放和还原控制的温度的预定温度，并且该温度
20 高于或等于在 NO_x 吸藏催化剂 11 至少开始进行活化时的温度（活化温度）。最优选的温度 T_d 是 NO_x 的释放和还原变得最有活性时的温度。

NO_x 可吸藏量 Q_b 是例如基于 NO_x 吸藏催化剂 11 的类型和温度 T_d 来估计的。即例如，预先通过实验等确定 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度
25 T_C 与 NO_x 可吸藏量 Q_b 之间的关系，并且表示于图中。该图用于确定与上述温度 T_d 相应的 NO_x 可吸藏量 Q_b 。

当在步骤 103 估计 NO_x 可吸藏量 Q_b 时，在下一步骤 105，基于
30 NO_x 可吸藏量 Q_b 计算判断标准量 Q_x 。该判断标准量 Q_x 用于下面的

步骤 107 中, 并且例如通过方程式 $Q_x = Q_b - \alpha$ ($\alpha \geq 0$) 而确定。此处, 常数 α 为用于抑制上述渗出现象产生的安全限度, 并且可进行适当设定。

5 在步骤 105 计算判断标准量 Q_x 时, 在下一步骤 107, 判断是否 NO_x 吸藏量 Q_a 等于或高于判断标准量 Q_x 。当此处判断 NO_2 吸藏量 Q_a 低于判断标准量 Q_x 时, 结束该控制例行程序并且继续进行发动机的常规操作。另一方面, 当判断 NO_2 吸藏量 Q_a 等于或高于判断标准量 Q_x 时, 例行程序进入进行温度升高控制的步骤 109。

10

 在步骤 109 进行的温度升高控制, 是升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 至上述温度 T_d 的控制。在该实施方案中, 通过控制下文所述的燃料注入方式进行该温度升高控制。即, 附图 6 所示为能用于附图 1 所示内燃机的 4 个燃料注入方式实例的示意图。通常, 如附图 6 中
15 (I) 所示, 在接近压缩上死点时注入主燃料 q_m 。与之相反的是, 如果在步骤 109 开始温度升高控制, 则采用例如附图 6 的 (II) 中所示的燃料注入方式。即主燃料 q_m 的注入时机延迟至压缩上死点之后。如果主燃料 q_m 的注入时机以这种方式延迟至压缩上死点之后, 则燃烧后的期间变得更长, 从而使废气温度升高。如果废气的温度升高,
20 则 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 也随之升高。

 此外, 为了升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC, 除主燃料 q_m 外, 还可在接近吸入上死点时注入辅助燃料 q_v , 如附图 6 的 (III) 所示。如果以该方式另外注入辅助燃料 q_v , 则正好通过辅助燃料 q_v 使得待
25 燃烧的燃料得以增加, 从而升高废气的温度, NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 也因此升高。

 另一方面, 如果以该方式在接近吸入上死点时注入辅助燃料 q_v , 由于在压缩冲程期间的压缩热, 从辅助燃料 q_v 中产生醛类、酮类、
30 过氧化物类、一氧化碳以及其它中间产物。这些中间产物加速了主燃

料 q_m 的反应。从而，在该情形下，如附图 6 的 (III) 所示，即使主燃料 q_m 的注入时机大大地延迟，仍可以获得良好的燃烧而不引起不点火。即，可大幅度地延迟主燃料 q_m 的注入时机，从而使废气温度变得相当高，并且相应地 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 可以迅速升高。

5

此外，为了升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC，除主燃料 q_m 外，也可在膨胀冲程或排气冲程期间注入辅助燃料 q_p ，如附图 6 的 (IV) 所示。即，在该情形下，大部分辅助燃料 q_p 以未燃料的 HC 形式排至排气通道内，而不进行燃烧。该未燃烧的 HC 由 NO_x 吸藏催化剂 11 上的剩余氧加以氧化。此时氧化反应所产生的热量导致 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 得以升高。

10

注意在本发明的该实施方案中，在温度升高控制中对燃料注入方式加以控制，从而将废气的空气—燃料比保持在贫状态。这是由于如果在温度升高过程中，废气的空气—燃料比变得富或达到化学计量的空气—燃料比，则冷吸藏的 NO_2 倾向于最终释放。在温度升高过程中， NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 不能足够地升高，从而当冷吸藏的 NO_2 释放时，不能进行还原和净化。

15

如上所述，当通过温度升高控制使 NO_x 吸藏催化剂 11 温度升高并进行活化时，在 NO_x 吸藏催化剂 11 升高温度前（即当其仍未活化时），冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的二氧化氮 NO_2 最终以硝酸离子 NO_3^- 形式热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中。

20

在该实施方案中，由于在步骤 107 的判断，因而认为当进行该温度升高控制时，冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的 NO_2 量 (Q_a) 不超过当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 升至温度 T_d 以进行活化时 NO_x 吸收剂 47 中可吸藏的 NO_x 量 (Q_b)。因此，根据该实施方案，在 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化情形下，可抑制冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的 NO_2 的释放，并可升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以对其进行活化。即能抑

25

30

制渗出现象的发生。注意通过如此实施，在升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化时，理论上防止了冷吸藏的 NO_2 的释放，然而实际上很难完全防止 NO_2 以 NO_x 形式释放。因此，实际上，通过提供在步骤 107 的判断，可防止以 NO_x 形式释放时的 NO_2 释放量或每单位时间的释放量超过预定量。

在步骤 109 开始温度升高控制时，则例行程序进入步骤 111，在此处判断 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度升高是否已经完成。即例如，当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 变成温度 Td 或更高，则判断温度升高已完成。在该实施方案中，通过温度传感器 20 检测的温度用作该判断。当在步骤 111 判断 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度升高还未完成时，则例行程序转至步骤 109，在此处继续进行温度升高控制。另一方面，当判断 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度升高已经完成时，则例行程序进入步骤 113，在此处结束温度升高控制并且例行程序进入步骤 115。

在步骤 115，进行 NO_x 释放和还原控制，以使 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 中释放并还原。即，当保持 NO_x 吸藏催化剂 11 为活化状态时，也就是当保持 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 或更高时，使流入 NO_x 吸藏催化剂 11 的废气的空气—燃料比变得更小并且确定存在有还原剂。更具体的，在该实施方案中，使燃烧室 2 中的空气—燃料比变得富或达到化学计量的空气—燃料比，或从还原剂供应阀 13 供给还原剂，从而保持 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 在温度 Td 或更高，并且间断或连续地使得废气的空气—燃料比变得富或达到化学计量的空气—燃料比。如此操作，则 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 中释放，并且释放的 NO_x 被存在于废气中的还原剂（未燃烧的 HC、CO 等）还原和净化。

当步骤 115 开始上述 NO_x 释放和还原控制时，则例行程序进入步骤 117，在此处判断 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 的释放是否完成。当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为上述温度 Td 时，预先由实验等确定 NO_x

从 NO_x 吸收剂 47 的释放速度（每单位时间释放 NO_2 的量）来进行该判断,并且判断在当前的 NO_x 释放和还原控制中由 NO_x 释放速度和 NO_x 释放和还原控制的持续时间估计的 NO_x 释放量是否大于步骤 101 估计的 NO_2 吸藏量。即,当判断出上述估计的 NO_x 释放量高于在步骤 101 估计的 NO_2 吸藏量时,则判断 NO_x 的释放已经完成。

在步骤 117,当判断 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 的释放仍未完成时,则例行程序返回步骤 115,在此处继续进行 NO_x 释放和还原控制。另一方面,当判断 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 的释放已完成时,则例行程序进入步骤 119,在此处结束 NO_x 释放和还原控制,并且结束控制例行程序。

如上所述,通过该方法,当所估计的 NO_2 吸藏量 Q_a 变得高于或等于判断标准量 Q_x 时,即开始温度升高控制,所述的判断标准量 Q_x 设定为不超过 NO_x 可吸藏量 Q_b ,该可吸藏量 Q_b 基于 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 T_d 时 NO_x 吸收剂 47 的 NO_x 可吸藏量 Q_b 。因此,当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 升至温度 T_d 并且催化剂被活化时,当冷吸藏的 NO_2 不能完全被吸藏时,可抑制 NO_x 释放的发生。即,根据该方法,在 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化情形下,可抑制 NO_x 吸收剂 47 中冷吸藏的 NO_2 的释放,并可升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度用于活化。即能防止出现上述渗出现象。此外根据该方法,进行 NO_x 释放和还原控制,从而可使 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 中释放出来并且对其进行还原和净化。

根据本方法,以这种方式,能防止出现渗出现象并且利用 NO_x 吸藏催化剂 11 净化废气中的 NO_2 ,并且防止 NO_x 释放进大气中。

接下来,将通过图 7 说明可由图 1 所示构造加以执行的另一种方法,即另一种防止出现上述渗出现象,以及利用 NO_x 吸藏催化剂 11 净化废气中的 NO_2 ,并且防止 NO_x 释放进入大气的方法。注意该方法

包括与附图 5 所述方法一致的通用部分。对该部分的说明原则上将省略。

5 当设定 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 以进行 NO_x 释放和还原控制时，当冷吸藏的 NO_2 从 NO_x 吸收剂 47 中释放时，如果 NO_x 释放速度（每单位时间释放 NO_x 的量）低于或等于当设定 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 时 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂 47 的速度（每单位时间吸藏的 NO_x 量），则当升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 至温度 Td 以进行活化时，基本上不发生冷吸藏 NO_2 的释放。下面说明的该方法即基于该理念。

10

 注意在 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 变成温度 Td 并且 NO_x 吸藏催化剂 11 是活化的情形下，废气中的 NO_x 主要热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中，但是在该情形下，不能认为完全无冷吸藏。即，在 NO_x 吸藏催化剂 11 为活化情形下，废气中的 NO_x 被吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中（包括冷吸藏和热吸藏的含义）。

15

 附图 7 是表示该方法的控制例行程序的流程图。在发动机常规操作时，采用每隔某一时间中断的方式，由 ECU 30 实施该控制例行程序。当开始该控制程序时，首先，在步骤 201，估计该时间点的 NO_2 吸藏量 Q_a 。步骤 201 的控制与附图 5 的步骤 101 的控制相似。

20

 当在步骤 201 估计 NO_2 吸藏量 Q_a 时，例行程序进入步骤 203。在步骤 203，在 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为预定温度 Td 的情形下，估计 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 的释放速度。这里的温度 Td 是以用于进行随后进行的 NO_x 释放和还原控制的预定温度，该温度高于或等于 NO_x 吸藏催化剂 11 的活化至少已开始时的温度（活化温度），同样地如附图 5 所说明的。

25

30 基于例如温度 Td 和 NO_2 吸藏量 Q_a ，估计 NO_x 的释放速度 V_a 。

即包括冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的 NO_2 的 NO_x 量 (NO_x 吸藏量) 和每单位时间从 NO_x 吸收剂 47 释放的 NO_x 量 (NO_x 释放速度) 之间的关系变成了这样一种关系, 即当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度恒定时, NO_x 释放速度越大, 则 NO_x 吸藏量越高, 如图 8a 中所示。因此, 如果当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为上述温度 Td 时, 通过利用步骤 201 所估计的 NO_2 吸藏量 Qa 作为 NO_x 吸藏量, 预先确定如附图 8a 所示的关系, 那么就可确定相应的 NO_x 释放速度, 即确定 NO_x 释放速度 Va。

当在步骤 203 估计 NO_x 释放速度 Va 时, 例行程序进入步骤 205。在步骤 205, 当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 时, 估计 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂 47 的速度 Vb。例如基于温度 Td 和 NO_2 吸藏量 Qa, 以与估计 NO_x 释放速度 Va 的相同方式估计 NO_x 吸藏速度 Vb。即, 包括冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的 NO_2 的 NO_x 量 (NO_x 吸藏量) 和每单位时间包括冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中的 NO_2 的 NO_x 量 (NO_x 吸藏速度) 的关系变成了这样一种关系, 即当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度恒定时, NO_x 吸藏速度越小, 则 NO_x 吸藏量越大, 如图 8b 所示。因此, 如果当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为上述温度 Td 时, 通过利用步骤 201 所估计的 NO_2 吸藏量 Qa 作为 NO_x 吸藏量, 预先确定如附图 8b 所示的关系, 那么就可确定相应的 NO_x 吸藏速度, 即确定 NO_x 吸藏速度 Vb。

当在步骤 205 估计 NO_x 吸藏速度 Vb 时, 在下一步骤 207, 基于 NO_x 吸藏速度 Vb 计算判断标准速度 Vx。该判断标准速度 Vx 用于后面的步骤 209 中, 并且例如通过方程式 $V_x = V_b - \beta$ ($\beta \geq 0$) 加以确定。这里的常数 β 为防止产生上述渗出现象的安全限度并且可适当进行设定。

当在步骤 207 计算判断标准速度 Vx 时, 例行程序进入步骤 209。在步骤 209, 判断 NO_x 释放速度 Va 是否等于或高于判断标准速度 Vx。

当此时判断出 NO_x 释放速度 V_a 低于判断标准速度 V_x 时，结束控制程序，继续进行发动机常规操作。另一方面，当判断出 NO_x 释放速度 V_a 等于或高于判断标准速度 V_x 时，例行程序进入步骤 211，在此处进行温度升高控制和 NO_x 释放及还原控制。注意在步骤 211 的控制与附图 5 的步骤 109 至步骤 119 的控制相似，因此省略这部分说明。

如上所述，通过该方式，当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 T_d 时，当 NO_x 释放速度 V_a 变得高于或等于判断标准速度 V_x 时，进行温度升高控制（以及随后的 NO_x 释放和还原控制），所述判断标准速度 V_x 设定为不超过 NO_x 吸藏速度 V_b ，所述 NO_x 吸藏速度 V_b 基于当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 T_d 时的 NO_x 吸藏速度 V_b 。从而可防止 NO_x 释放进大气中，人们相信该 NO_x 释放进空气是当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 升至温度 T_d 和催化剂已活化时，由 NO_x 释放速度变得大于 NO_x 吸藏速度而产生的。换句话说，根据本方法，在 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化情形下，能基本上防止冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 的 NO_2 从 NO_x 吸收剂 47 中的释放，并可升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以进行活化。即能防止出现上述渗出现象的发生。此外，同样以该方法，进行 NO_x 释放和还原控制，从而能使 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 中释放出来并且进行还原和净化。

20

如上所述，同样通过该方法，以与附图 5 所述方法的相同方式，可防止出现上述渗出现象，并利用 NO_x 吸藏催化剂 11 净化废气中的 NO_2 ，从而防止 NO_x 排放至大气中。

25

接下来，将参照附图 9 说明由附图 1 所示构造可执行的另一种方法，即另一种防止出现上述渗出现象，并且利用 NO_x 吸藏催化剂 11 净化废气中的 NO_2 ，从而防止 NO_x 释放进大气中的方法。注意该方法包括与附图 5 和附图 7 所述方法相同的部分。对该部分的说明原则上将省略。

30

如上所述，当设定 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 以进行 NO_x 释放和还原控制时，当冷吸藏的 NO_2 从 NO_x 吸收剂 47 中释放时，如果 NO_x 释放速度（每单位时间释放 NO_x 的量）低于或等于当设定 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 时 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂 47 的速度（每单位时间吸藏的 NO_x 量），人们相信当升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 至温度 Td 以进行活化时，基本上不出现冷吸藏 NO_2 的释放。然而，即使在该情形下，由内燃机排出的 NO_x 可最终释放进大气中。在这样的升温控制等期间，下面说明的该方法欲进一步抑制 NO_x 释放进大气中，此时还考虑到了从内燃机排放出的 NO_x 。

附图 9 是表示该方法的控制例行程序的流程图。在发动机常规操作时，采用每隔某一时间中断的方式，由 ECU 30 实施该控制程序。当开始该控制例行程序时，首先，在步骤 301，估计该时间点的 NO_2 吸藏量 Qa。步骤 301 的控制与附图 5 的步骤 101 的控制及附图 7 的步骤 201 的控制相似。

当在步骤 301 估计 NO_2 吸藏量 Qa 时，例行程序进入步骤 303。在步骤 303，当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为预定温度 Td 时，估计 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 的释放速度 Va。步骤 303 的控制与附图 7 的步骤 203 的控制相似。

接下来，在步骤 305，估计由内燃机燃烧而产生 NO_x 的速度，即 NO_x 从内燃机的排出速度 Ve（每单位时间排出 NO_x 的量）。 NO_x 从内燃机的排出速度 Ve 是基于例如内燃机的运行状态来估计的。在该情形下，例如将发动机速度和燃料注入量用作表示运行状态的指标。在每一运行状态中由这些指标所表示的 NO_x 排出速度 Ve 预先通过实验等确定，并且表示于图中。该图用于确定基于任一特定时间处运行状态的 NO_x 排出速度 Ve。

当在步骤 305 估计 NO_x 排出速度 Ve 时，例行程序进入步骤 307。

在步骤 307, 当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 时估计 NO_x 吸藏至 NO_x 吸收剂 47 的 NO_x 吸藏速度 Vb。另外地, 当在步骤 307 估计 NO_x 吸藏速度 Vb 时, 在下一步骤 309, 基于 NO_x 吸藏速度 Vb 计算在步骤 311 所使用的判断标准速度 V_x (例如 $V_x = V_b - \beta$ ($\beta \geq 0$))。5 在该步骤 307 和 309 的控制分别与附图 7 的步骤 205 和 207 的控制相似。

当在步骤 309 计算判断标准速度 V_x 时, 例行程序进入步骤 311。在步骤 311, 判断 NO_x 释放速度 Va 和 NO_x 排出速度 Ve 之和 ($V_a + V_e$) 10 是否等于或高于判断标准速度 V_x 。当此处判断出 NO_x 释放速度 Va 和 NO_x 排出速度 Ve 之和低于判断标准速度 V_x 时, 结束该控制程序并且继续发动机常规操作。另一方面, 当判断出 NO_x 释放速度 Va 和 NO_x 排出速度 Ve 之和等于或高于判断标准速度 V_x 时, 则例行程序进入步骤 313, 在此处进行温度升高控制和 NO_x 释放及还原控制。注意步骤 15 313 的控制与附图 7 的步骤 211 的控制相似, 换句话说, 与附图 5 的从步骤 109 至步骤 119 的控制类似, 从而此处省略说明。

如上所述, 通过该方法, 在 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 时的 NO_x 释放速度 Va 和 NO_x 从内燃机的排出速度 Ve 之和变得 20 高于或等于判断标准速度 V_x 时, 进行温度升高控制 (并且随后进行 NO_x 释放和还原控制), 该判断标准速度 V_x 设定为不超过 NO_x 吸藏速度 Vb, 所述 NO_x 吸藏速度 Vb 基于当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 为温度 Td 时的 NO_x 吸藏速度 Vb。从而可防止 NO_x 释放进大气中, 人们相信该 NO_x 释放进空气是当 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度 TC 升至温 25 度 Td 和催化剂已活化时, 由 NO_x 释放速度变得大于 NO_x 吸藏速度而产生的, 并且也可防止从内燃机中排出的 NO_x 释放进大气。换句话说, 根据本方法, 在 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化情形下, 可基本上防止 NO_x 吸收剂 47 中冷吸藏的 NO_2 从 NO_x 吸收剂 47 释放, 可防止从内燃机中排出的 NO_x 释放进大气, 并且可升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度以对其 30 进行活化。即能防止出现上述渗出现象, 并且在温度升高控制期间

能防止从内燃机中排出的 NO_x 释放进大气。此外，同样以该方法，可进行 NO_x 释放和还原控制，从而能使 NO_x 从 NO_x 吸收剂 47 中释放出来并且进行还原和净化。

- 5 如上所述，同样通过该方法，以与参照附图 5 和附图 9 所述方法的相同方式，可防止出现上述渗出现象，并可利用 NO_x 吸藏催化剂 11 净化废气中的 NO_2 ，从而防止 NO_x 排放至大气中。

10 附图 10 为表示 NO_x 释放速度 V_a 、 NO_x 排出速度 V_e 、 NO_x 吸藏速度 V_b 、判断标准速度 V_x 等之间关系的说明图，其横坐标表示 NO_2 吸藏量 Q_a 。基于附图 10，以参照附图 7 的所述方法，当 NO_2 吸藏量 Q_a 达到或高于 Q_{a1} 时，进行温度升高控制（并且随后进行 NO_x 释放和还原控制），而在参考附图 9 的所述方法中，则当 NO_2 吸藏量 Q_a 达到或高于 Q_{a2} 时，进行温度升高控制（并且随后进行 NO_x 释放和还原控制）。

15

然而，如上所述，即使 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化，废气中的二氧化氮 NO_2 也可被冷吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中，但是废气中的一氧化氮 NO 不能热吸藏至 NO_x 吸收剂 47 中，除非 NO_x 吸藏催化剂 11 被活化，并且其被氧化成二氧化氮 NO_2 。因此，当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时，优选减少废气中的一氧化氮 NO 的量并且增加废气中的二氧化氮 NO_2 量。因此，在本发明的实施方案中，与 NO_x 吸藏催化剂 11 活化时相比，在相同的发动机操作条件下，即相同的速度和相同的扭矩条件下，当 NO_x 吸藏催化剂 11 未活化时，可以增加在贫空气—燃料比情况下燃烧时产生的二氧化氮 NO_2 与一氧化氮 NO 的比例。

20

25

当平缓地燃烧燃料时， NO_2 比（ NO_2 量/ NO 量）的增加变得明显。例如，如果采用延迟燃料注入时间、增加 EGR 气体量、引燃喷射或预混燃烧诸方式中的至少一种，则燃烧变得更平缓。因此，当如上述

30 本发明实施方案所述增加废气中的二氧化氮 NO_2 的量时，当 NO_x 吸藏

催化剂 11 未活化时，采用上述方法的至少一种以获得平缓的燃烧，从而在相同的发动机运行条件下，与 NO_x 吸藏催化剂 11 活化时相比，可获得更平缓的燃烧。

5 注意在上述说明中，温度升高控制是通过控制燃料注入方式来进行的，但是本发明不限于此。例如也可采用电热器或利用其它手段来升高 NO_x 吸藏催化剂 11 的温度。

10 尽管为了说明本发明已参照具体实施方案对本发明作了描述，但本领域人员显然可对其作各种修正，而不会偏离本发明的基本理念和范围。

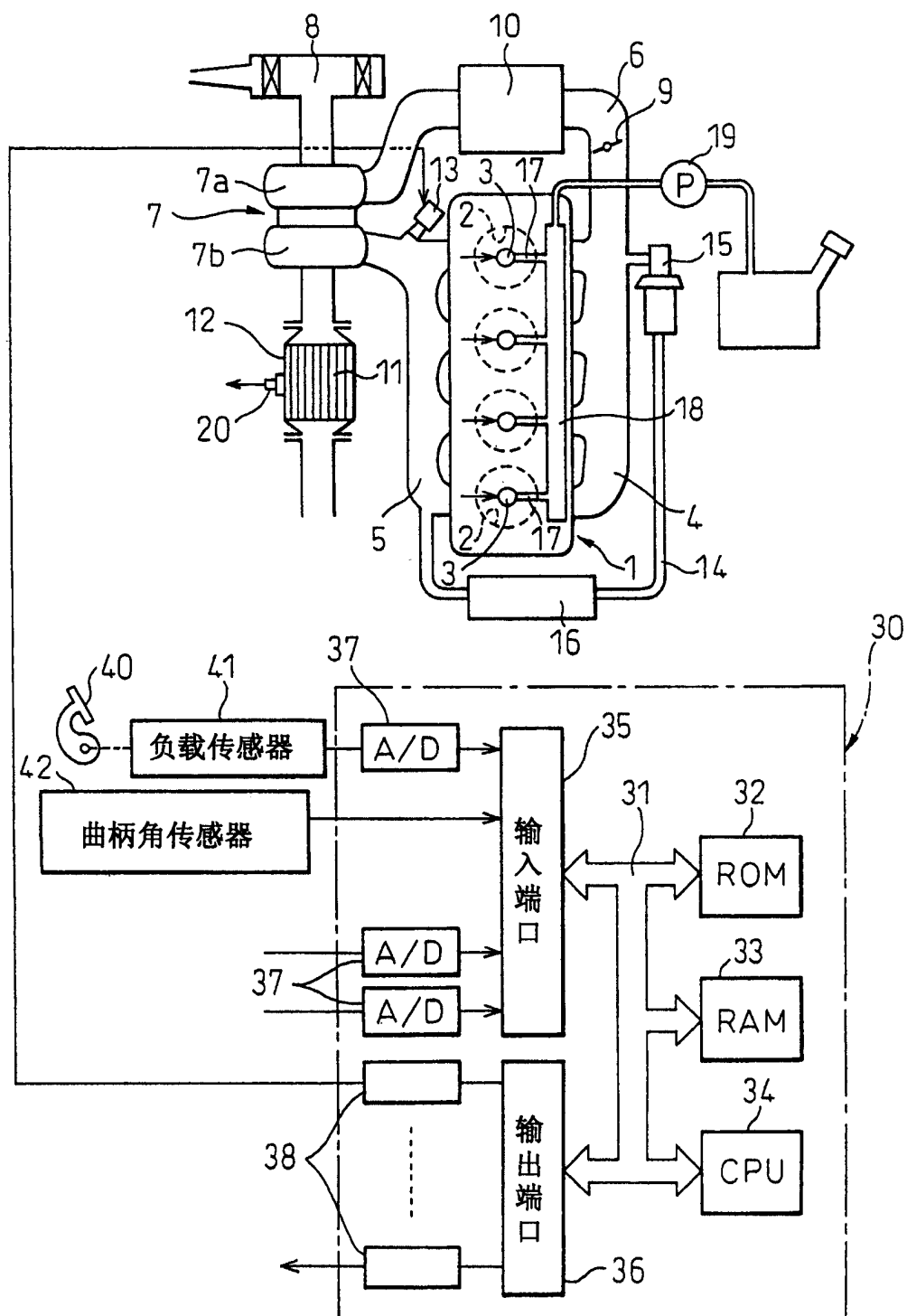


图1

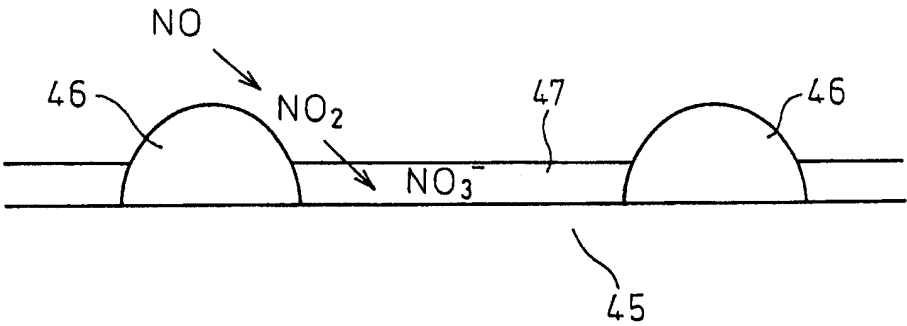


图2a

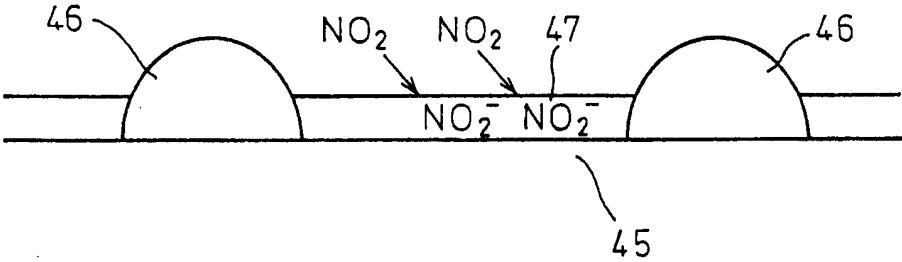


图2b

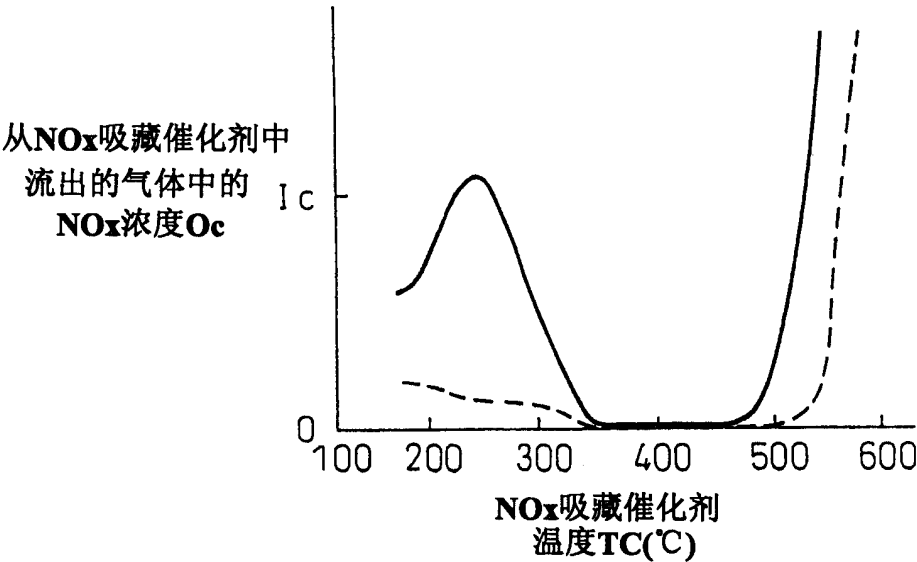


图3

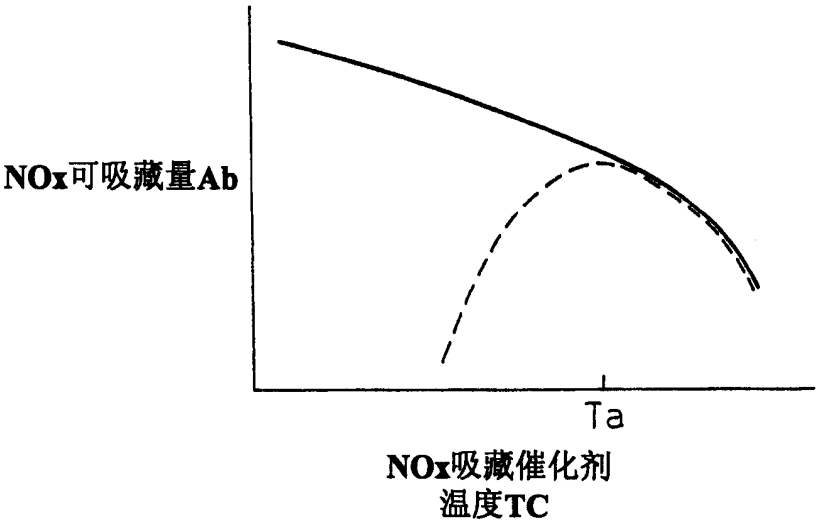


图4

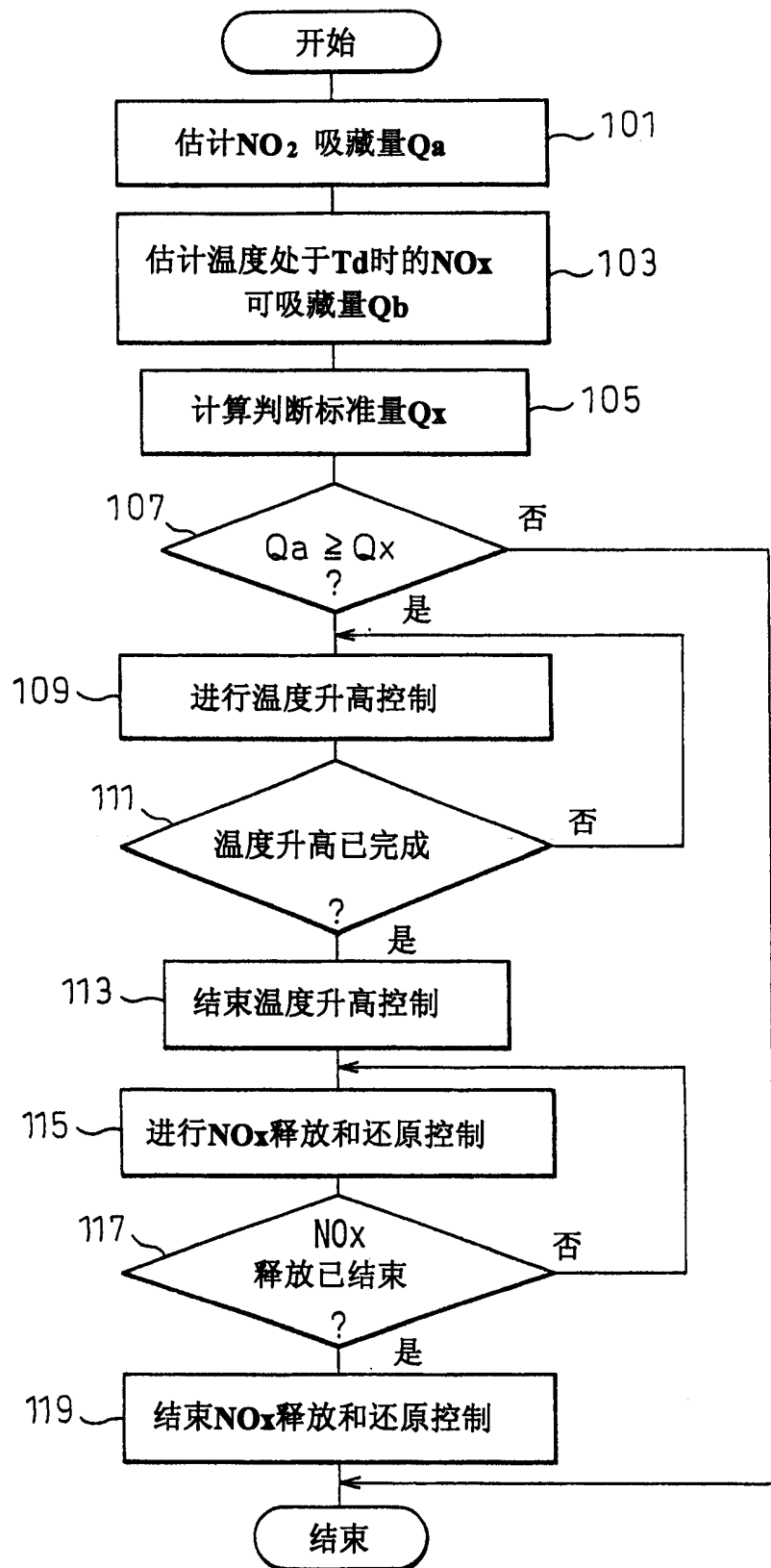


图5

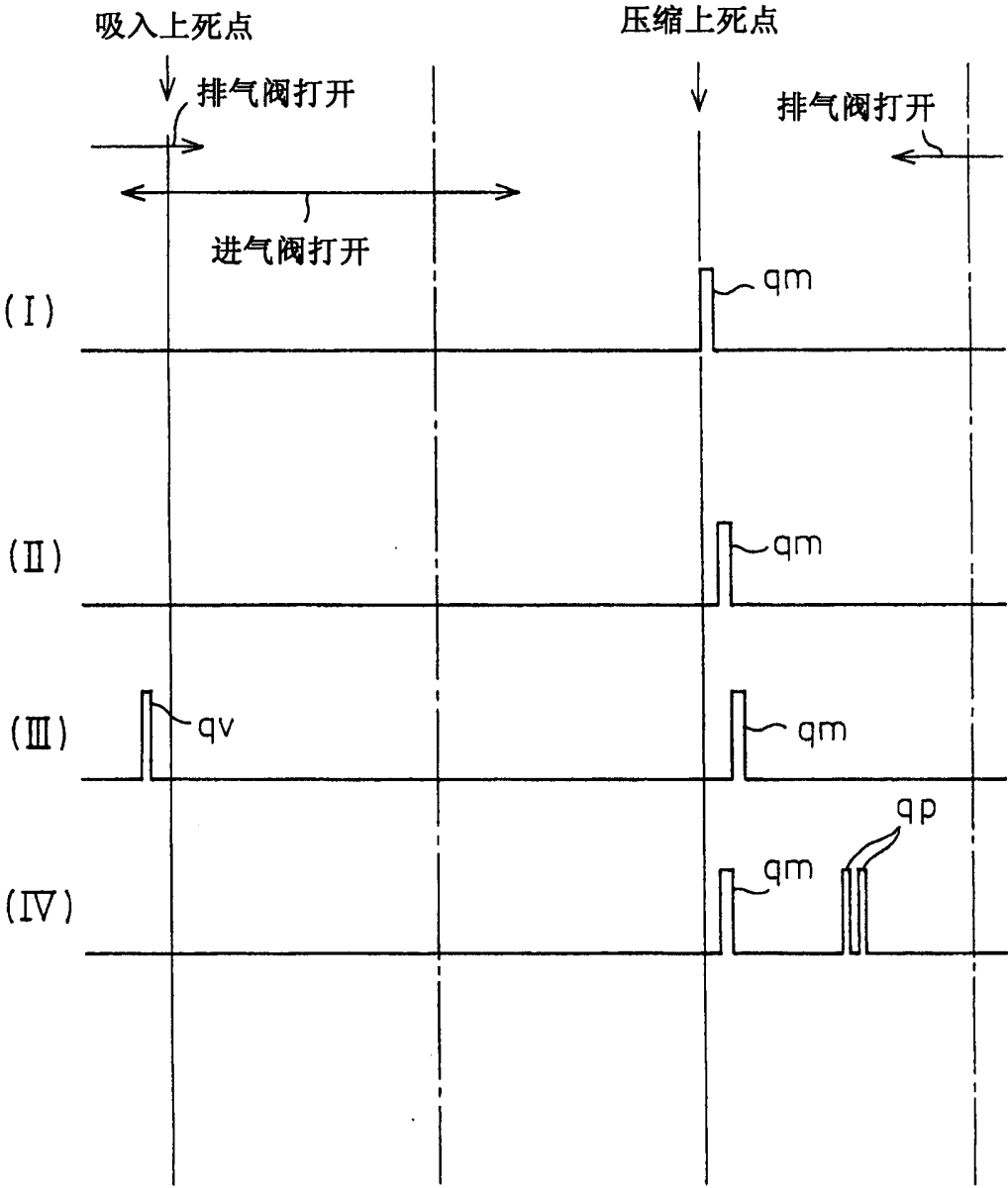


图6

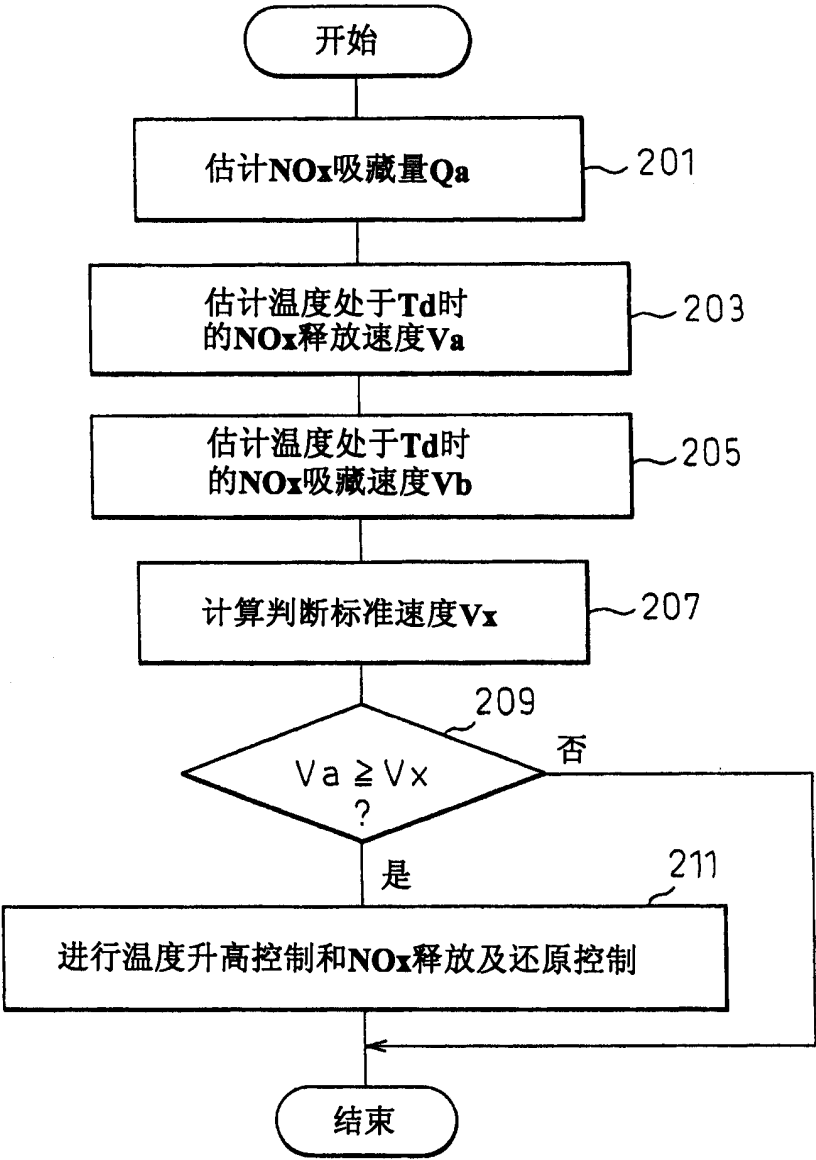


图7

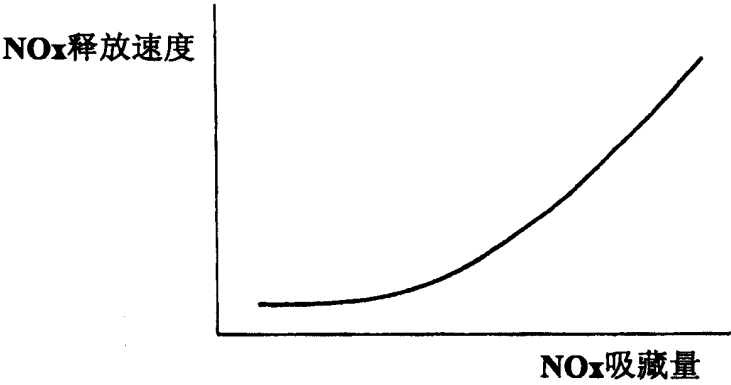


图8a

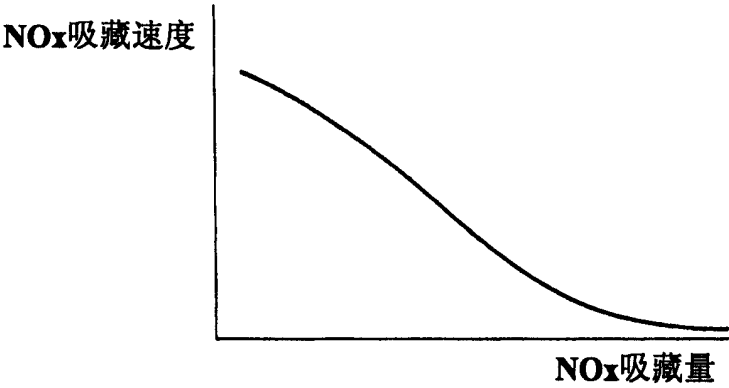


图8b

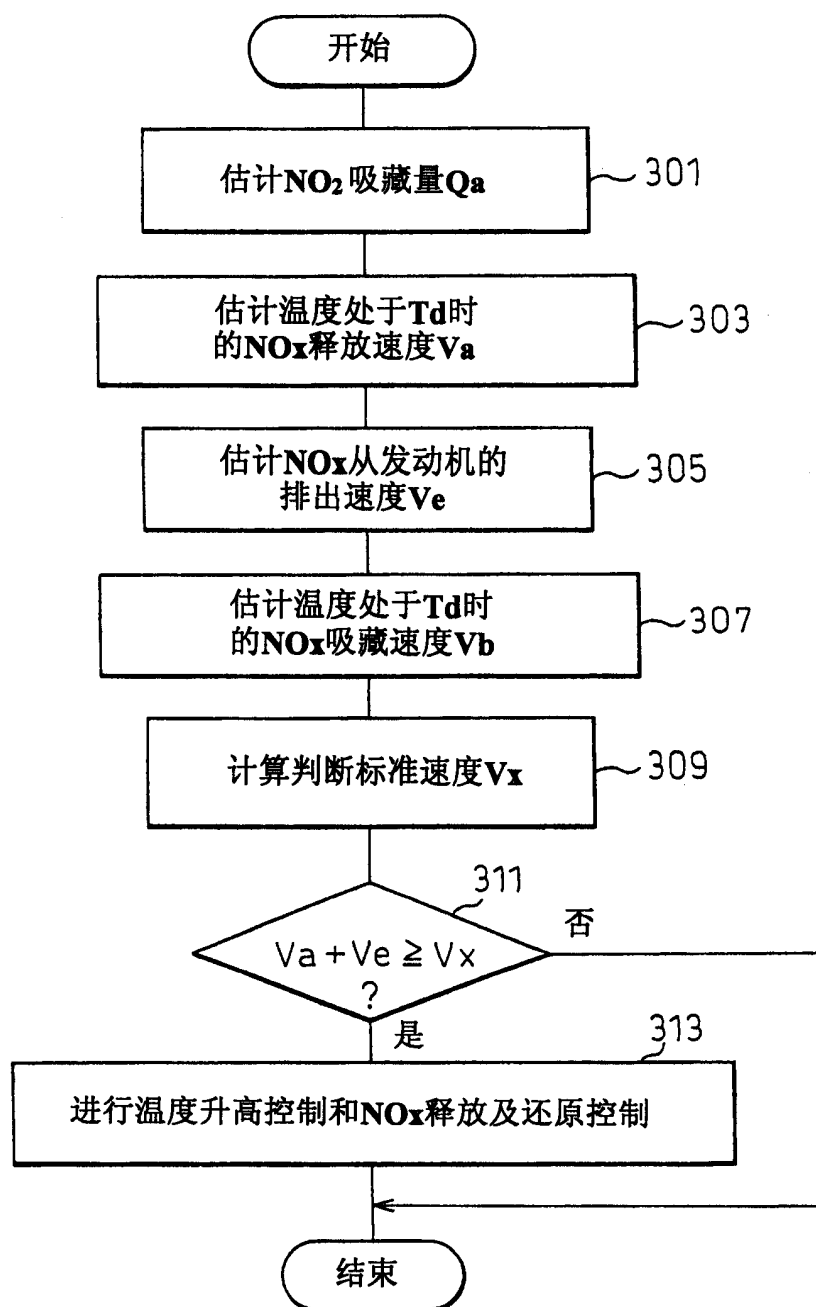


图9

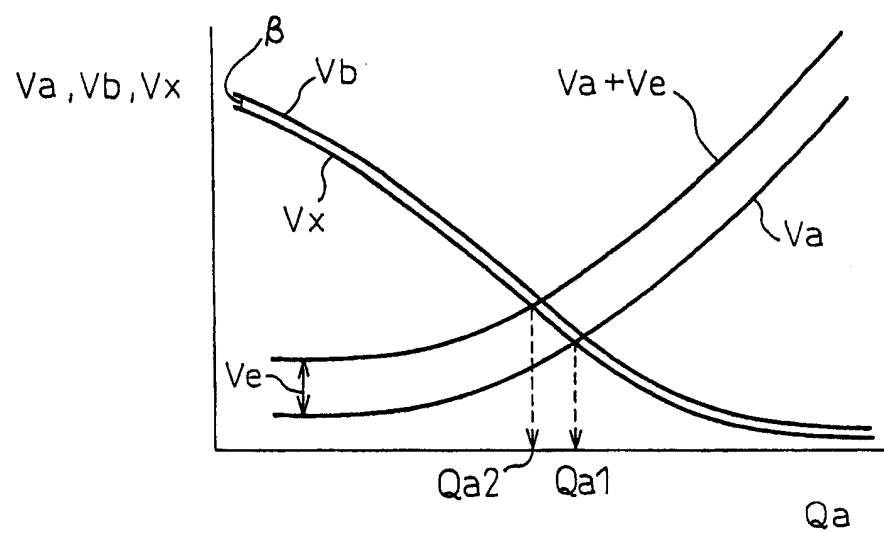


图10

标号清单

- 3 ... 燃料注入器
- 4 ... 进气歧管
- 5 ... 排气歧管
- 7 ... 排气涡轮增压机
- 11 ... NO_x 吸藏催化剂
- 13 ... 还原剂供应阀