



## DISPOSITIF DE FOURNITURE D'UN AGENT REDUCTEUR

La présente divulgation concerne un dispositif de fourniture d'un agent réducteur destiné à fournir un composé hydrocarbure (carburant) en tant qu'agent réducteur utilisé pour la réduction des NOx.

De manière générale, les NOx (oxydes d'azote) contenus dans le gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne sont épurés lors de la réaction des NOx avec un agent réducteur en la présence d'un catalyseur de réduction. Par exemple, un document de brevet (JP 2009-162173 A) divulgue un système d'épuration qui utilise du carburant (composé hydrocarbure) pour la combustion d'un moteur à combustion interne en tant qu'agent réducteur, et le système fournit le carburant dans un passage d'échappement à une position en amont d'un catalyseur de réduction.

Les inventeurs de la présente divulgation ont étudié un système d'épuration dans lequel du carburant mélangé avec de l'air est partiellement oxydé avec l'oxygène dans l'air pour reformer le carburant, et le carburant reformé est fourni dans un passage d'échappement en tant qu'agent réducteur. Selon la configuration, une performance de réduction de l'agent réducteur est améliorée, moyennant quoi un taux d'épuration des NOx peut être augmenté.

Cependant, divers composants de structure moléculaire différente sont mélangés dans un carburant à base d'hydrocarbure (par exemple, de l'huile légère) sur le marché, et un rapport de mélange de ces composants est différent pour chacun de secteurs de production ou des secteurs de vente de pétrole. Par conséquent, la propriété du carburant sur le marché est variable, et lorsque le carburant est partiellement oxydé pour être reformé, la performance de réduction du carburant reformé est affectée de manière significative par la différence de la propriété du carburant avant qu'il soit reformé.

Un objectif de la présente divulgation est de proposer un dispositif de fourniture d'un agent réducteur qui supprime une réduction du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant.

Dans un aspect de la présente divulgation, un dispositif de fourniture d'un agent réducteur est destiné à un système de combustion de carburant qui inclut un dispositif d'épuration des NOx ayant un catalyseur de réduction agencé dans un

passage d'échappement pour épurer les NOx contenus dans le gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne. Le dispositif de fourniture d'un agent réducteur fournit un agent réducteur dans le passage d'échappement à une position en amont du catalyseur de réduction.

5 Le dispositif de fourniture d'un agent réducteur inclut un dispositif de reformage, une section d'obtention et un régulateur. Le dispositif de reformage mélange le carburant, qui est un composé hydrocarbure, avec de l'air en un mélange et reforme le carburant en oxydant partiellement le carburant avec l'oxygène dans l'air. Un carburant reformé est fourni dans le passage d'échappement en tant  
10 qu'agent réducteur. La section d'obtention obtient une quantité physique en tant qu'indice de propriété. La quantité physique présente une corrélation avec une propriété du carburant qui est fourni au dispositif de reformage. Le régulateur règle le dispositif de reformage selon l'indice de propriété obtenu par la section d'obtention.

15 Selon l'aspect de la présente divulgation, la quantité physique en corrélation avec la propriété du carburant qui est fourni au dispositif de reformage est acquise en tant qu'indice de propriété, et le fonctionnement du dispositif de reformage est réglé selon l'indice de propriété acquis. Pour cette raison, par exemple, lorsque le carburant a comme propriété que la performance de réduction du carburant après  
20 avoir été reformé n'est pas suffisante, le dispositif de reformage est réglé pour améliorer la performance de réduction en augmentant une quantité de fourniture de l'agent de réduction ou en améliorant l'action de reformage par le dispositif de reformage. De ce fait, une réduction du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant peut être supprimée.

25 Le dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon la présente invention peut comprendre une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- Le dispositif de reformage inclut un réchauffeur qui chauffe le mélange du carburant et de l'air, le réchauffeur étant réglé par le régulateur pour ajuster une température du mélange à une température cible. Le régulateur modifie la  
30 température cible selon l'indice de propriété lors du réglage du réchauffeur.

- Le dispositif de reformage inclut un générateur d'ozone qui génère de l'ozone dans l'air, le générateur d'ozone étant réglé par le régulateur pour ajuster une quantité de génération de l'ozone à une quantité de génération cible, et le régulateur

modifie la quantité de génération cible selon l'indice de propriété lors du réglage du générateur d'ozone.

- Le dispositif de reformage inclut un récipient de réaction comportant une chambre de réaction, dans lequel le carburant est mélangé avec l'air et est oxydé avec l'oxygène dans l'air, et un injecteur de carburant qui injecte le carburant dans la chambre de réaction, l'injecteur de carburant étant réglé par le régulateur pour ajuster une quantité d'injection de carburant dans la chambre de réaction à une quantité d'injection cible. Le régulateur modifie la quantité d'injection cible selon l'indice de propriété lors du réglage de l'injecteur de carburant.

- La section d'obtention obtient un taux d'épuration des NOx dans le dispositif d'épuration des NOx en tant qu'indice de propriété, et le régulateur règle le dispositif de reformage pour augmenter le taux d'épuration des NOx.

- La section d'obtention obtient l'indice de propriété qui présente une corrélation avec une quantité de génération de chaleur lors d'une réaction d'oxydation du carburant avec l'oxygène, et le régulateur règle le dispositif de reformage de telle sorte qu'un taux d'épuration des NOx dans le dispositif d'épuration des NOx augmente lorsque la quantité de génération de chaleur pendant la réaction d'oxydation diminue.

- Le dispositif de reformage inclut un récipient de réaction comportant une chambre de réaction, dans lequel le carburant est mélangé avec l'air et est oxydé avec l'oxygène dans l'air, et un capteur de température qui détecte une température à l'intérieur de la chambre de réaction, et le régulateur règle le dispositif de reformage en supposant que la quantité de génération de chaleur pendant la réaction d'oxydation diminue lorsqu'une température de détection par le capteur de température diminue.

- Le carburant utilisé pour la combustion du moteur à combustion interne est utilisé en tant que carburant qui doit être fourni au dispositif de reformage, la section d'obtention obtient un temps de retard d'allumage dans le moteur à combustion interne en tant qu'indice de propriété, et le régulateur règle le dispositif de reformage de telle sorte qu'un taux d'épuration des NOx dans le dispositif d'épuration des NOx augmente lorsque le temps de retard d'allumage augmente.

- Le carburant utilisé pour la combustion du moteur à combustion interne est utilisé en tant que carburant qui doit être fourni au dispositif de reformage, la section

d'obtention obtient une quantité de génération de chaleur dans le moteur à combustion interne en tant qu'indice de propriété, et le régulateur règle le dispositif de reformage de telle sorte qu'un taux d'épuration des NOx dans le dispositif d'épuration des NOx augmente lorsque la quantité de génération de chaleur dans le

5 moteur à combustion interne diminue.

- Le dispositif de fourniture d'un agent réducteur comprend un déterminateur d'anomalie qui détermine une anomalie dans le dispositif de reformage ou le dispositif d'épuration des NOx lorsque l'indice de propriété a une valeur au-delà d'une plage normale prédéterminée.

10 La divulgation, ainsi que les objectifs, caractéristiques et avantages complémentaires de celle-ci, sera mieux comprise à partir de la description suivante, des revendications annexées et des dessins joints, sur lesquels :

la figure 1 est une vue schématique d'un dispositif de fourniture d'un agent réducteur appliqué à un système de combustion ;

15 la figure 2 est un graphique illustrant les résultats de simulation de changements de température causés par la réaction d'oxydation en deux étapes dans des conditions différentes d'une température initiale ;

la figure 3 est un graphique illustrant les résultats de simulation de changements de température causés par la réaction d'oxydation en deux étapes dans

20 des conditions différentes d'un rapport d'équivalence ;

la figure 4 est un organigramme illustrant un processus de commutation entre la génération d'ozone et la génération de carburant reformé selon le dispositif de fourniture d'agent réducteur sur la figure 1

la figure 5 est un organigramme illustrant un processus d'un sous-programme

25 d'une commande de génération de carburant reformé illustrée sur la figure 4 ;

la figure 6 est un graphique illustrant les résultats de simulation d'un produit de réaction à flamme froide dans un cas où le carburant fourni à une chambre de réaction est du  $C_{10}H_{22}$  ;

la figure 7 est un graphique illustrant les résultats de simulation d'un produit

30 de réaction à flamme froide dans un cas où le carburant fourni à une chambre de réaction est du  $C_{16}H_{34}$  ;

la figure 8 est un graphique illustrant les résultats de simulation montrant une quantité totale du produit de réaction à flamme froide illustré sur les figures 6 et 7 ;

la figure 9 est un organigramme illustrant un processus pour modifier le fonctionnement d'un dispositif de reformage selon la propriété du carburant ;

la figure 10 est un graphique illustrant une corrélation entre un taux d'épuration des NOx et la propriété du carburant ;

5 la figure 11 est un graphique illustrant une quantité d'agent réducteur appropriée pour la propriété du carburant ;

la figure 12 est un graphique illustrant une quantité d'agent réducteur appropriée pour le taux d'épuration des NOx ;

10 la figure 13 est une carte illustrant une température de réchauffeur appropriée pour la propriété du carburant ;

la figure 14 est une carte illustrant une quantité de fourniture d'ozone appropriée pour la propriété du carburant ;

15 la figure 15 est un graphique illustrant une corrélation entre une quantité de génération de chaleur dans un moteur à combustion interne et la propriété du carburant ;

la figure 16 est un graphique illustrant une corrélation entre un temps de retard d'allumage dans un moteur à combustion interne et la propriété du carburant ;

la figure 17 est un graphique illustrant une corrélation entre une température à l'intérieur de la chambre de réaction et la propriété du carburant ;

20 la figure 18 est une représentation schématique d'un dispositif de fourniture d'un agent réducteur appliqué à un système de combustion ;

la figure 19 est une représentation schématique d'un dispositif de fourniture d'un agent réducteur appliqué à un système de combustion ; et

25 la figure 20 est une représentation schématique d'un dispositif de fourniture d'un agent réducteur appliqué à un système de combustion.

Nous allons décrire ci-après une pluralité de modes de réalisation de la présente divulgation en nous référant aux dessins. Dans les modes de réalisation, un élément qui correspond à un sujet décrit dans un mode de réalisation précédent peut se voir attribuer le même numéro de référence, et une explication redondante relative à cet élément peut être omise. Lorsqu'un élément uniquement d'une configuration est décrit dans un mode de réalisation, un autre mode de réalisation précédent peut être appliqué aux autres éléments de la configuration. Les éléments peuvent être combinés même s'il n'est pas explicitement décrit que les éléments peuvent être

30

combinés. Les modes de réalisation peuvent être partiellement combinés même s'il n'est pas explicitement décrit que les modes de réalisation peuvent être combinés, à condition que la combinaison ne présente pas de nuisance.

#### 5 Premier mode de réalisation

Un système de combustion tel qu'illustré sur la figure 1 inclut un moteur à combustion interne 10, un surcompresseur 11, un filtre à particules diesel (FPD) 14, un dispositif de régénération de FPD (COD de régénération 14a), un dispositif d'épuration des NOx 15, un dispositif d'épuration d'agent réducteur (COD d'épuration 16) et un dispositif de fourniture d'un agent réducteur. Le système de combustion est monté sur un véhicule et le véhicule est alimenté par une sortie provenant du moteur à combustion interne 10. Dans le présent mode de réalisation, le moteur à combustion interne 10 est un moteur diesel à auto-allumage par compression utilisant un carburant diesel (huile légère) pour la combustion.

Le surcompresseur 11 inclut une turbine 11a, un arbre rotatif 11b et un compresseur 11c. La turbine 11a est disposée dans un passage d'échappement 10ex pour le moteur à combustion interne 10 et tourne grâce à l'énergie cinétique du gaz d'échappement. L'arbre rotatif 11b relie une roue de la turbine 11a à une roue du compresseur 11c et transmet une force de rotation de la turbine 11a vers le compresseur 11c. Le compresseur 11c est disposé dans un passage d'admission 10in du moteur à combustion interne 10 et fournit de l'air d'admission au moteur à combustion interne 10 après compression (à savoir, surcompression) de l'air d'admission.

Un refroidisseur 12 est disposé dans le passage d'admission 10in en aval du compresseur 11c. Le refroidisseur 12 refroidit l'air d'admission comprimé par le compresseur 11c, et l'air d'admission comprimé refroidi par le refroidisseur 12 est distribué dans plusieurs chambres de combustion du moteur à combustion interne 10 par le biais d'un collecteur d'admission une fois qu'une quantité d'écoulement de l'air d'admission comprimé est ajustée par un papillon des gaz 13.

Le COD (Catalyseur d'Oxydation Diesel) de régénération 14a, le FPD (Filtre à Particules Diesel) 14, le dispositif d'épuration des NOx 15 et le COD d'épuration 16 sont disposés dans cet ordre dans le passage d'échappement 10ex en aval de la turbine 11a. Le FPD 14 collecte les particules contenues dans le gaz d'échappement.

Le COD de régénération 14a inclut un catalyseur qui oxyde le carburant non brûlé contenu dans le gaz d'échappement et qui brûle le carburant non brûlé. Grâce à la combustion du carburant non brûlé, les particules collectées par le FPD 14 sont brûlées et le FPD 14 est régénéré, moyennant quoi la capacité de collecte du FPD 14 est maintenue. Il est à noter que cette combustion du carburant non brûlé à l'intérieur du COD de régénération 14a n'est pas exécutée de manière constante mais est exécutée provisoirement lorsque la régénération du FPD 14 est requise.

Un passage d'alimentation 32 du dispositif de fourniture d'un agent réducteur est relié au passage d'échappement 10ex en aval du FPD 14 et en amont du dispositif d'épuration des NOx 15. Un carburant reformé généré par le dispositif de fourniture d'un agent réducteur est fourni en tant qu'agent réducteur dans le passage d'échappement 10ex par le biais du passage d'alimentation 32. Le carburant reformé est généré par oxydation partielle de l'hydrocarbure (à savoir, du carburant), qui est utilisé en tant qu'agent réducteur, en hydrocarbure partiellement oxydé, tel que de l'aldéhyde, comme nous le décrivons plus tard en faisant référence à la figure 7.

Le dispositif d'épuration des NOx 15 inclut un support en nid d'abeille 15b destiné à porter un catalyseur de réduction et un logement 15a logeant le support 15b. Le dispositif d'épuration des NOx 15 épure les NOx contenus dans le gaz d'échappement par le biais d'une réaction des NOx avec le carburant reformé en la présence du catalyseur de réduction, à savoir, d'un processus de réduction de NOx en N<sub>2</sub>. Il est à noter que, bien que de l'O<sub>2</sub> soit également contenu dans le gaz d'échappement en plus des NOx, l'agent réducteur reformé réagit sélectivement (de manière préférée) avec les NOx en la présence d'O<sub>2</sub>.

Dans le présent mode de réalisation, le catalyseur de réduction présente une adsorptivité lui permettant d'adsorber les NOx. De manière plus spécifique, le catalyseur de réduction démontre qu'il présente l'adsorptivité lui permettant d'adsorber les NOx dans le gaz d'échappement lorsqu'une température de catalyseur est inférieure à une température d'activation à laquelle la réaction de réduction par le catalyseur de réduction peut se produire. Contrairement, lorsque la température du catalyseur est supérieure à la température d'activation, les NOx adsorbés par le catalyseur de réduction sont réduits par le carburant reformé et puis libérés à partir du catalyseur de réduction. Par exemple, le dispositif d'épuration des NOx 15 peut

présenter une performance d'adsorption des NOx avec un catalyseur argent/alumine qui est porté par le support 15b.

Le COD d'épuration 16 comporte un logement qui loge un support portant un catalyseur d'oxydation. Le COD d'épuration 16 oxyde l'agent réducteur, qui sort du dispositif d'épuration des NOx 15 sans être utilisé pour la réduction des NOx, en la présence du catalyseur d'oxydation. Ainsi, il est possible d'empêcher que l'agent réducteur soit libéré dans une atmosphère à travers une sortie du passage d'échappement 10ex. Il est à noter qu'une température d'activation du catalyseur d'oxydation (par exemple, 200°C) est inférieure à la température d'activation (par exemple, 250°C) du catalyseur de réduction.

Nous allons ensuite décrire le dispositif de fourniture d'un agent réducteur. De manière générale, le dispositif de fourniture d'un agent réducteur génère le carburant reformé et fournit le carburant reformé dans le passage d'échappement 10ex par le biais du passage d'alimentation 32. Le dispositif de fourniture d'un agent réducteur inclut un dispositif de reformage A1 et une unité de commande électrique (UCE 80), comme nous le décrirons ci-après. Le dispositif de reformage A1 inclut un réacteur de décharge 20 (générateur d'ozone), une pompe à air 20p, une chambre de réaction 30, un injecteur de carburant 40 et un réchauffeur 50.

Le réacteur de décharge 20 inclut un logement 22 présentant un passage de fluide 22a et une pluralité de paires d'électrodes 21 sont agencées à l'intérieur du passage de fluide 22a. De manière plus spécifique, les électrodes 21 sont maintenues à l'intérieur du logement 22 par le biais d'éléments isolants électriques. Les électrodes 21 ont une forme plate et sont agencées de sorte à se faire face en parallèle. Une électrode 21, qui est mise à la terre, et l'autre électrode 21, à laquelle est appliquée une haute tension lorsqu'une puissance électrique est fournie au réacteur de décharge 20, sont agencées en alternance. L'application d'énergie aux électrodes 21 est commandée par un micro-ordinateur 81 de l'UCE 80.

L'air qui est soufflé par la pompe à air 20p s'écoule dans le logement 22 du réacteur de décharge 20. La pompe à air 20p est entraînée par un moteur électrique, et le moteur électrique est commandé par le micro-ordinateur 81. L'air soufflé par la pompe à air 20p s'écoule dans le passage de fluide 22a à l'intérieur du logement 22, et passe à travers les passages de décharge 21a formés entre les électrodes 21.

Le récipient de réaction 30 est attaché à un côté en aval du réacteur de décharge 20, et une chambre d'injection de carburant 30a est formée à l'intérieur du récipient de réaction 30. Dans la chambre de réaction 30a, du carburant est mélangé à de l'air pour donner un mélange et le carburant est oxydé avec l'oxygène dans l'air.

5 L'air qui est passé à travers les passages de décharge 21a s'écoule dans la chambre de réaction 30a à travers l'entrée d'air 30c, et sort ensuite d'un orifice d'injection 30b formé dans le récipient de réaction 30. L'orifice d'injection 30b est en communication avec le passage d'alimentation 32.

L'injecteur de carburant 40 est attaché au récipient de réaction 30. Du carburant sous forme liquide (carburant liquide) à l'intérieur d'un réservoir de carburant 40t est fourni à l'injecteur de carburant 40 par une pompe 40p, et injecté dans la chambre de réaction 30a à travers les orifices d'injection (non représentés) de l'injecteur de carburant 40. Le carburant à l'intérieur du réservoir de carburant 40t est également utilisé pour la combustion comme décrit plus haut, et ainsi, le carburant est communément utilisé pour la combustion du moteur à combustion interne 10 et utilisé en tant qu'agent réducteur. L'injecteur de carburant 40 comporte une soupape d'injection et la soupape est actionnée par une force électromagnétique au moyen d'un solénoïde électromagnétique. Le micro-ordinateur 81 commande l'alimentation électrique vers le solénoïde électromagnétique.

20 Le réchauffeur 50 est attaché au récipient de réaction 30, et le réchauffeur 50 comporte un élément chauffant (non représenté) qui génère de la chaleur lorsqu'une puissance électrique est fournie à l'élément chauffant. L'alimentation électrique vers l'élément chauffant est commandée par le micro-ordinateur 81. Une surface de génération de chaleur du réchauffeur 50 est positionnée à l'intérieur de la chambre de réaction 30a, et chauffe le carburant liquide injecté à partir de l'injecteur de carburant 40. Le carburant liquide chauffé par le réchauffeur 50 est vaporisé l'intérieur de la chambre de réaction 30a. Le carburant vaporisé est encore chauffé à une température donnée ou supérieure par le réchauffeur 50. En conséquence, le carburant est décomposé thermiquement en hydrocarbure qui a un petit nombre d'atomes de carbone, c'est-à-dire qu'un craquage se produit.

L'injecteur de carburant 40 se trouve au-dessus de la surface de génération de chaleur du réchauffeur 50, et le carburant liquide est injecté à partir de l'injecteur de

carburant 40 sur la surface de génération de chaleur. Le carburant liquide qui adhère à la surface de génération de chaleur est vaporisé.

Un capteur de température 31 qui détecte une température à l'intérieur de la chambre de réaction 30a est attaché au récipient de réaction 30. De manière  
5 spécifique, le capteur de température 31 est agencé au-dessus de la surface de génération de chaleur du réchauffeur 50 au sein de la chambre de réaction 30a. Une température détectée par le capteur de température 31 est une température du carburant vaporisé après réaction avec l'air. Le capteur de température 31 génère des informations (température détectée) sur la température détectée vers l'UCE 80.

10 Lorsque la puissance électrique est fournie au réacteur de décharge 20, les électrons émis à partir des électrodes 21 entrent en collision avec les molécules d'oxygène contenues dans l'air dans les passages de décharge 21a. En conséquence, de l'ozone est généré à partir des molécules d'oxygène. A savoir, le réacteur de décharge 20 amène les molécules d'oxygène dans un état de plasma par le biais d'un  
15 processus de décharge, et génère de l'ozone en tant qu'oxygène actif. Ensuite, l'ozone généré par le réacteur de décharge 20 est contenu dans l'air qui s'écoule dans la chambre de réaction 30a.

Une réaction à flamme froide se produit dans la chambre de réaction 30a. Dans la réaction à flamme froide, du carburant sous forme de gaz est partiellement  
20 oxydé avec l'oxygène ou l'ozone à l'intérieur de l'air. Le carburant partiellement oxydé est appelé « carburant reformé », et l'oxyde partiel (par exemple, l'aldéhyde) peut être l'un des exemples du carburant reformé dans lequel une partie du carburant (composé hydrocarbure) est oxydée avec un groupe aldéhyde (CHO).

Il est à noter que le carburant dans un environnement de température élevée  
25 brûle par auto-allumage par le biais d'une réaction d'oxydation avec l'oxygène contenu dans l'air, même dans la pression atmosphérique. Une telle réaction d'oxydation par combustion à auto-allumage est également appelée « réaction à flamme chaude » dans laquelle du dioxyde de carbone et de l'eau sont générés tout en générant de la chaleur. Cependant, lorsqu'un rapport du carburant et de l'air  
30 (rapport équivalent), et la température ambiante se trouvent au sein de plages données, une période pendant laquelle la réaction d'oxydation demeure à la réaction à flamme froide devient plus longue, comme décrit ci-après, et ensuite, la réaction à flamme chaude se produit. A savoir, la réaction d'oxydation se produit en deux

étapes, la réaction à flamme froide et la réaction à flamme chaude (se référer aux figures 2 et 3).

La réaction à flamme froide est censée se produire lorsque la température ambiante est basse et le rapport équivalent est bas. Dans la réaction à flamme froide, le carburant est partiellement oxydé avec l'oxygène contenu dans l'air ambiant. Lorsque la température ambiante augmente en raison de la génération de chaleur causée par la réaction à flamme froide, et ensuite, qu'un temps donné s'écoule, le carburant partiellement oxydé (par exemple, l'aldéhyde) est oxydé, moyennant quoi la réaction à flamme chaude se produit. Lorsque le carburant partiellement oxydé, tel que l'aldéhyde, généré par le biais de la réaction à flamme froide est utilisé en tant qu'agent réducteur d'épuration des NOx, un taux d'épuration des NOx est amélioré par rapport à un cas dans lequel du carburant qui n'est pas partiellement oxydé est utilisé.

Les figures 2 et 3 illustrent des résultats de simulation montrant un changement d'une température (température ambiante) de la chambre de réaction 30a par rapport à un temps écoulé à partir du démarrage d'une pulvérisation dans le cas où du carburant (hexadécane) est pulvérisé sur le réchauffeur 50 ayant une température de 430°C. En outre, la figure 2 illustre la simulation aux températures respectives du réchauffeur 50. Sur la figure 2, les symboles L1, L2, L3, L4, L5 et L6 indiquent les résultats lorsque la température du réchauffeur est définie à 530°C, 430°C, 330°C, 230°C, 130°C et 30°C, respectivement.

Comme indiqué par le symbole L1, lorsque la température du réchauffeur est de 530°C, il n'existe quasiment aucune période de maintien dans la réaction à flamme froide, et la réaction d'oxydation est achevée en une seule étape. Contrairement, lorsque la température du réchauffeur est définie à 330°C ou 430°C comme indiqué par les symboles L2 et L3, la réaction d'oxydation en deux étapes se produit. En outre, lorsque la température du réchauffeur est définie à 330°C, un moment de démarrage de la réaction à flamme froide est retardé par rapport à un cas où la température du réchauffeur est définie à 430°C, comme indiqué par les symboles L2 et L3. En outre, lorsque la température du réchauffeur est définie à 230°C ou moins, comme indiqué par les symboles L4 à L6, aucune de la réaction à flamme froide et de la réaction à flamme chaude ne se produit, à savoir, la réaction d'oxydation ne se produit pas.

Dans la simulation illustrée sur la figure 2, le rapport équivalent, qui est un rapport en poids du carburant injecté sur l'air fourni, est défini à 0,23. A cet égard, les présents inventeurs ont obtenu les résultats illustrés sur la figure 3 avec la simulation des différents rapports équivalents. Il est à noter que le rapport équivalent peut être défini comme une valeur en divisant « le poids de carburant contenu dans un mélange air-carburant » par « le poids de carburant qui peut être complètement brûlé ». Comme illustré sur la figure 3, lorsque le rapport équivalent est défini à 1,0, il n'existe pratiquement aucune période de maintien dans la réaction à flamme froide, et la réaction d'oxydation est achevée en une seule étape. En outre, lorsque le rapport équivalent est défini à 0,37, le moment de démarrage de la réaction à flamme froide est avancé, un taux de réaction à flamme froide augmente, une période de réaction à flamme froide diminue, et la température ambiante au moment de l'achèvement de la réaction à flamme froide augmente, par rapport à un cas dans lequel le rapport équivalent est défini à 0,23.

Les découvertes suivantes peuvent être réalisées à partir des résultats des figures 2 et 3. A savoir, lorsque la température ambiante est inférieure à une valeur limite inférieure, aucun résultat d'oxydation ne se produit. Lorsque la température ambiante est supérieure à la valeur limite inférieure mais que le rapport équivalent est supérieur ou égal à 1,0, une région de réaction d'oxydation en une seule étape dans laquelle la réaction d'oxydation est achevée en une seule étape est formée. Lorsque la température ambiante se trouve dans une plage de température donnée, et le rapport équivalent se trouve à l'intérieur d'une plage de rapport équivalent donnée, une réaction d'oxydation en deux étapes se produit.

Lorsque la température ambiante est ajustée à une température optimale (par exemple, 370°C) à l'intérieur de la plage de température donnée, le rapport équivalent qui permet la réaction d'oxydation en deux étapes devient une valeur maximale (par exemple, 1,0). Par conséquent, afin de générer au plus tôt la réaction à flamme froide, la température du réchauffeur peut être ajustée à la température optimale, et le rapport équivalent peut être défini à 1,0. Cependant, étant donné que la réaction à flamme froide ne se produit pas lorsque le rapport équivalent dépasse 1,0, il est souhaitable d'ajuster le rapport équivalent à une valeur inférieure à 1,0 d'une marge donnée. Dans la simulation illustrée sur les figures 2 et 3, une

concentration d'ozone dans l'air est définie à zéro, et le moment de démarrage de la réaction à flamme froide a lieu plus tôt lorsque la concentration d'ozone augmente.

Le micro-ordinateur 81 de l'UCE 80 inclut une unité de mémoire pour stocker des programmes, et une unité centrale exécutant un traitement arithmétique  
5 selon les programmes stockés dans l'unité de mémoire. L'UCE 80 contrôle le fonctionnement du moteur à combustion interne 10 sur la base de valeurs de détection de capteurs. Les capteurs peuvent inclure un capteur de pédale d'accélérateur 91, un capteur de vitesse de moteur 92, un capteur d'ouverture de papillon 93, un capteur de pression d'air d'admission 94, un capteur de quantité  
10 d'admission 95, un capteur de température des gaz d'échappement 96, ou similaire.

Le capteur de pédale d'accélérateur 91 détecte une quantité d'enfoncement d'une pédale d'accélérateur d'un véhicule par un conducteur. Le capteur de vitesse de moteur 92 détecte une vitesse de rotation d'un arbre de sortie 10a du moteur à combustion interne 10 (à savoir, une vitesse de rotation du moteur). Le capteur  
15 d'ouverture de papillon 93 détecte une quantité d'ouverture du papillon 13. Le capteur de pression d'air d'admission 94 détecte une pression du passage d'admission 10in à une position en aval du papillon 13. Le capteur de quantité d'admission 95 détecte un débit massique de l'air d'admission.

L'UCE 80 contrôle généralement une quantité et un moment d'injection du  
20 carburant pour combustion qui est injecté à partir d'une soupape d'injection de carburant (non représentée) selon une vitesse de rotation de l'arbre de sortie 10a et une charge de moteur du moteur à combustion interne 10. En outre, l'UCE 80 contrôle le fonctionnement du dispositif de reformage A1 sur la base d'une température des gaz d'échappement détectée par le capteur de température des gaz  
25 d'échappement 96. En d'autres termes, le micro-ordinateur 81 commute entre la génération du carburant reformé et la génération de l'ozone en exécutant de manière répétée un processus (à savoir, un programme) tel que présenté sur la figure 4 à une période prédéterminée. Le processus démarre lorsqu'un commutateur d'allumage est allumé et est exécuté de manière constante lorsque le moteur à combustion interne 10  
30 est en marche.

A l'étape 10 de la figure 4, le micro-ordinateur 81 détermine si le moteur à combustion interne 10 est en marche. Lorsque le moteur à combustion interne 10 n'est pas en marche, le fonctionnement du dispositif de fourniture d'un agent

réducteur (dispositif de reformage) est stoppé à l'étape 15. De manière plus spécifique, lorsqu'une puissance électrique est fournie au réacteur de décharge 20, à la pompe à air 20p, à l'injecteur de carburant 40 et au réchauffeur 50, l'alimentation électrique est stoppée. Tandis que lorsque le moteur à combustion interne 10 est en  
5 marche, le dispositif de fourniture d'un agent réducteur fonctionne selon une température du catalyseur de réduction (température de catalyseur de NOx) à l'intérieur du dispositif d'épuration de NOx 15.

De manière plus spécifique, à l'étape 11, la pompe à air 20p est actionnée avec une quantité de puissance prédéterminée. Ensuite, à l'étape 12, il est déterminé  
10 si la température du catalyseur de NOx est inférieure à une température d'activation T1 du catalyseur de réduction (par exemple, 250°C). La température du catalyseur de NOx est estimée en utilisant une température des gaz d'échappement détectée par le capteur de température des gaz d'échappement 96. Il est à noter que la température d'activation du catalyseur de réduction est une température à laquelle le carburant  
15 reformé peut épurer les NOx par le biais du processus de réduction.

Lorsqu'il est déterminé que la température du catalyseur de NOx est inférieure à la température d'activation T1, un processus de sous-programme pour une commande de génération d'ozone est exécutée (étape 13). Initialement, une  
20 quantité de puissance prédéterminée est fournie aux électrodes 21 du réacteur de décharge 20 pour démarrer une décharge électrique. Ensuite, l'alimentation électrique vers le réchauffeur 50 est stoppée, et l'alimentation électrique vers l'injecteur de carburant 40 est stoppée.

Selon la commande de génération d'ozone, le réacteur de décharge 20 génère de l'ozone et l'ozone généré est fourni dans le passage d'échappement 10ex à travers  
25 la chambre de réaction 30a et le passage d'alimentation 32. Dans ce cas, si l'alimentation vers le réchauffeur 50 est mise en œuvre, l'ozone sera chauffé par le réchauffeur 50 et s'affaîssera. En outre, si du carburant est fourni, l'ozone à l'intérieur du réacteur de décharge 20 réagira avec le carburant fourni. Au vu de ceci, dans la commande de génération d'ozone susmentionnée, le chauffage par le  
30 réchauffeur 50 et la fourniture de carburant sont stoppés. Pour cette raison, étant donné que la réaction de l'ozone avec le carburant et l'affaîssement lié au chauffage peuvent être évités, l'ozone généré est fourni dans le passage d'échappement 10ex tel quel.

Lorsqu'il est déterminé que la température du catalyseur de NOx est supérieure ou égale à la température d'activation T1 sur la figure 4, un processus de sous-programme de commande de génération de carburant reformé illustré sur la figure 14 est exécuté à l'étape 14.

5            Nous allons décrire les grandes lignes du processus de la figure 5 selon les lignes en tireté sur la figure. A l'étape 30, le fonctionnement du réchauffeur 50 est réglé pour ajuster une température à l'intérieur du récipient de réaction 30 au sein d'une plage de température donnée. Ensuite, à l'étape 40, le fonctionnement de l'injecteur de carburant 40 est commandé pour injecter du carburant correspondant à  
10            une quantité de l'agent réducteur qui est requise au niveau du dispositif d'épuration des NOx 15. Ensuite, à l'étape 50, le fonctionnement de la pompe à air 20p est commandé pour ajuster le rapport équivalent, qui est le rapport du carburant devant être fourni dans le récipient de réaction 30 sur l'air, au sein d'une plage de rapport équivalent donnée. La plage de température et la plage de rapport équivalent sont les  
15            plages dans les régions de réaction d'oxydation en deux étapes susmentionnées. Par conséquent, la réaction à flamme froide se produit, et ainsi le carburant reformé est généré.

              En outre, à l'étape 60, l'alimentation vers le réacteur de décharge 20 est réglée selon une concentration de carburant à l'intérieur du récipient de réaction 30.  
20            En conséquence, de l'ozone est généré, et l'ozone généré est fourni dans le récipient de réaction 30. Ainsi, le moment de démarrage de la réaction à flamme froide est avancé, et le temps de la réaction à flamme froide est réduit. De ce fait, même lorsque la taille du récipient de réaction 30 est réduite de sorte qu'un temps de maintien du carburant à l'intérieur du récipient de réaction 30 est réduit, la réaction à  
25            flamme froide peut être achevée pendant la période de maintien, moyennant quoi la taille du récipient de réaction 30 peut être réduite.

              Le micro-ordinateur 81 exécutant l'étape 30 peut présenter un « régulateur de température (régulateur) ». Le micro-ordinateur 81 exécutant l'étape 40 peut présenter un « régulateur de quantité d'injection de carburant (régulateur) ». Le  
30            micro-ordinateur 81 exécutant l'étape 50 peut présenter un « régulateur de rapport équivalent (régulateur) ». Le micro-ordinateur 81 exécutant l'étape 60 peut présenter un « régulateur de puissance de décharge (régulateur) ».

Nous allons étudier ci-après les détails des étapes S30, S40, S50 et S60 en nous référant à la figure 5.

Nous allons tout d'abord décrire le processus de l'étape 30 réalisé par le régulateur de température. A l'étape 31, une température dans le dispositif de  
5 fourniture d'un agent réducteur, à savoir, une température à l'intérieur du récipient de réaction 30, est obtenue. De manière spécifique, une température de détection Tact détectée par le capteur de température 31 est obtenue. A l'étape 32 suivante, une quantité de chauffage par le réchauffeur 50 est ajustée afin que la température de détection Tact corresponde à une température cible Ttrg sur la base d'une différence  
10  $\Delta T$  entre la température cible Ttrg qui est prédéterminée et la température de détection Tact.

De manière spécifique, un facteur de marche d'alimentation vers le réchauffeur 50 est ajusté selon la différence  $\Delta T$ . La température cible Ttrg utilisée à l'étape 32 est définie à une température ambiante (par exemple, 370°C) à laquelle le  
15 rapport équivalent devient maximum dans la région de réaction d'oxydation en deux étapes susmentionnée. Etant donné qu'une température de la chambre de réaction 30a augmente pendant la réaction à flamme froide, une température du réchauffeur 50 proprement dit est réglée de sorte à être une valeur inférieure à la température cible Ttrg d'une quantité d'augmentation de température pendant la réaction à  
20 flamme froide.

Nous allons ensuite décrire le processus de l'étape 40 réalisée par le régulateur de quantité d'injection de carburant. A l'étape 41, une valeur de fourniture de carburant, qui est nécessaire pour réduire l'ensemble des NOx qui s'écoulent dans  
le dispositif d'épuration des NOx 15, dans le dispositif d'épuration des NOx 15 sans  
25 excès ni défaut est définie comme un débit de carburant cible Ftrg. Le débit de carburant cible Ftrg est la masse du carburant devant être fournie dans le dispositif d'épuration des NOx 15 par unité de temps.

De manière spécifique, le débit de carburant cible Ftrg est défini sur la base d'un débit entrant de NOx que nous décrirons ci-après, et de la température du  
30 catalyseur de NOx. Le débit entrant de NOx est la masse de NOx qui circule dans le dispositif d'épuration des NOx 15 par unité de temps. Par exemple, le débit entrant de NOx peut être estimé sur la base d'une condition de fonctionnement du moteur à combustion interne 10. La température de catalyseur de NOx est une température du

catalyseur de réduction à l'intérieur du dispositif d'épuration des NOx 15. Par exemple, la température du catalyseur de NOx peut être estimée sur la base d'une température détectée par le capteur de température des gaz d'échappement 96.

Le débit de carburant cible  $F_{trg}$  augmente lorsque le débit entrant de NOx augmente. De plus, étant donné qu'une quantité réduite (performance de réduction) de NOx en la présence du catalyseur de réduction change en fonction de la température du catalyseur de NOx, le débit de carburant cible  $F_{trg}$  est défini en fonction d'une différence dans la performance de réduction à la température du catalyseur de NOx. Par exemple, une carte représentant une valeur optimale du débit de carburant cible  $F_{trg}$  par rapport au débit entrant de NOx et à la température du catalyseur de NOx est stockée dans le micro-ordinateur 81 à l'avance. Le débit carburant cible  $F_{trg}$  est défini en référence à la carte sur la base du débit entrant de NOx et de la température du catalyseur de NOx.

A l'étape 42 suivante, le fonctionnement de l'injecteur de carburant 40 est réglé pour injecter du carburant sur la base du débit de carburant cible  $F_{trg}$  défini à l'étape 41. De manière spécifique, un temps d'ouverture de l'injecteur de carburant 40 augmente lorsque le débit de carburant cible  $F_{trg}$  augmente, augmentant ainsi une quantité de carburant injectée pendant une opération d'ouverture de soupape. Le débit de carburant cible  $F_{trg}$  peut correspondre à la « quantité d'injection cible ».

Nous allons ensuite décrire le processus de l'étape 50 réalisé par le régulateur de rapport équivalent. A l'étape 51, un rapport équivalent cible  $\phi_{trg}$  qui fournit la réaction à flamme froide correspondant à la température de détection  $T_{act}$  est calculé. De manière spécifique, une valeur maximale  $\phi_{max}$  du rapport équivalent, qui correspond à la température ambiante et qui est la valeur maximale du rapport équivalent dans la région de réaction d'oxydation en deux étapes, est stockée comme le rapport équivalent cible  $\phi_{trg}$  dans le micro-ordinateur 81 à l'avance. Par exemple, une carte d'une valeur du rapport équivalent cible  $\phi_{trg}$  correspondant à la température ambiante est préparée et la carte est stockée à l'avance. Ensuite, le rapport équivalent cible  $\phi_{trg}$  correspondant à la température de détection  $T_{act}$  est calculé en référence à la carte.

A l'étape 52 suivante, un débit d'air cible  $A_{trg}$  est calculé sur la base du rapport équivalent cible  $\phi_{trg}$  défini à l'étape 51, et du débit de carburant cible  $F_{trg}$  défini à l'étape 42. De manière spécifique, le débit d'air cible  $A_{trg}$  est calculé de

sorte à vérifier à  $\phi_{trg} = F_{trg}/A_{trg}$ . A l'étape 53 suivante, le fonctionnement de la pompe à air 20p est réglé sur la base du débit d'air cible  $A_{trg}$  calculé à l'étape 52. De manière spécifique, le facteur de marche d'excitation vers la pompe à air 20p augmente lorsque le débit d'air cible  $A_{trg}$  augmente.

5 Nous allons ensuite décrire le processus de l'étape 60 réalisée au moyen du régulateur de puissance de décharge. Initialement, un débit d'ozone cible  $O_{trg}$  est calculé à l'étape 61 sur la base du débit de carburant cible  $F_{trg}$  défini à l'étape 41. De manière spécifique, le débit d'ozone cible  $O_{trg}$  est calculé de sorte qu'un rapport d'une concentration d'ozone sur une concentration de carburant à l'intérieur de la  
10 chambre de réaction 30a devienne une valeur donnée (par exemple, 0,2). Par exemple, le rapport est défini de telle sorte que la réaction à flamme froide puisse être achevée en un temps donné (par exemple, 0,02 s.).

A l'étape 62 suivante, une quantité d'excitation cible  $P_{trg}$  vers le réacteur de décharge 20 est calculée sur la base du débit d'air cible  $A_{trg}$  calculé à l'étape 52 et  
15 du débit d'ozone cible  $O_{trg}$  calculé à l'étape 61. A savoir, une puissance d'excitation vers le réacteur de décharge 20 est réglée selon la quantité d'excitation cible  $P_{trg}$  pour ajuster une quantité de génération d'ozone à une quantité de génération cible.

De manière spécifique, étant donné que le temps de maintien de l'air dans les  
20 passages de décharge 21a diminue lorsque le débit d'air cible  $A_{trg}$  augmente, l'augmentation de la quantité d'excitation cible  $P_{trg}$  est réglée à la hausse. En outre, la quantité d'excitation cible  $P_{trg}$  augmente lorsque le débit d'ozone cible  $O_{trg}$  augmente. A l'étape 63 suivante, la quantité d'excitation vers le réacteur de décharge 20 est réglée sur la base de la quantité d'excitation cible  $P_{trg}$  calculée à l'étape 62.  
25 De manière spécifique, le facteur de marche d'excitation vers le réacteur de décharge 20 augmente lorsque la quantité d'excitation cible  $P_{trg}$  augmente.

Selon le processus décrit plus haut sur la figure 5, le micro-ordinateur 81 commande le fonctionnement du dispositif de reformage A1 en utilisant la température cible  $T_{trg}$ , le débit de carburant cible  $F_{trg}$ , le débit d'air cible  $A_{trg}$  et la  
30 quantité d'excitation cible  $P_{trg}$ , comme quatre paramètres de réglage. Cependant, une différence de la propriété du carburant fourni à l'injecteur de carburant 40 à partir du réservoir de carburant 40t affecte fortement la performance de réduction du carburant reformé. Pour cette raison, une valeur optimale des paramètres de réglage

change également selon la propriété du carburant. Dans ces circonstances, dans le présent mode de réalisation, la propriété du carburant est estimée, et les paramètres de réglage pour régler le dispositif de reformage A1 peuvent changer selon les résultats d'estimation de la propriété du carburant.

5 L'axe des abscisses sur les figures 6 et 7 représente le type du carburant reformé généré par le biais de la réaction à flamme froide, et le nombre d'atomes de carbone contenus dans le carburant reformé augmente dans une direction droite sur les figures. L'axe des ordonnées sur les figures 6 et 7 représente une fraction molaire avec laquelle les carburants reformés respectifs sont générés. Comme illustré sur les  
10 figures, le nombre d'atomes de carbone contenu dans le carburant reformé généré par le biais de la réaction à flamme froide devient important, lorsque du carburant ayant comme propriété un grand nombre d'atomes de carbone est fourni dans la chambre de réaction 30a (se référer aux lignes tiretées sur la figure 7). Le carburant reformé ayant le plus grand nombre d'atomes de carbone a une performance de réduction  
15 faible en la présence du catalyseur de NOx.

De plus, comme illustré sur la figure 8, la fraction molaire du carburant reformé diminue lorsque le nombre d'atomes de carbone dans le carburant augmente, et ainsi le nombre de moles dans l'agent réducteur diminue. Pour cette raison, le micro-ordinateur 81 commande le dispositif de reformage A1 selon le processus  
20 représenté sur la figure 9 pour qu'il change le paramètre de réglage de telle sorte qu'un taux d'épuration augmente lorsque le nombre d'atomes de carbone dans la propriété du carburant augmente.

A savoir, à l'étape 70 de la figure 9, une quantité physique présentant une corrélation avec la propriété du carburant est obtenue en tant qu'indice de propriété.  
25 Dans le présent mode de réalisation, le taux d'épuration des NOx par le dispositif d'épuration des NOx 15 est obtenu en tant qu'indice de propriété. Le taux d'épuration des NOx est un taux de la quantité des NOx réduits par le dispositif d'épuration des NOx 15 sur la quantité des NOx s'écoulant dans le dispositif d'épuration des NOx 15. La corrélation est telle que le taux d'épuration des NOx est  
30 abaissé lorsque la propriété du carburant est impropre pour la réduction.

De façon plus détaillée, le capteur des NOx 97 est disposé dans le passage d'échappement 10ex en aval du dispositif d'épuration des NOx 15 et le capteur des NOx 97 détecte une quantité sortante de NOx qui n'a pas été réduite par le dispositif

d'épuration des NOx 15. En outre, une quantité entrante de NOx, qui s'échappe du moteur à combustion interne 10 et s'écoule dans le dispositif d'épuration des NOx 15, est estimée sur la base de la condition de fonctionnement du moteur à combustion interne 10. Ensuite, un taux de la quantité sortante de NOx sur la quantité entrante de NOx est calculé en tant que taux d'épuration des NOx.

A l'étape 71 suivante, il est déterminé si l'indice de propriété (taux d'épuration des NOx) obtenu à l'étape 70 se trouve dans une plage normale. Par exemple, lorsque le taux d'épuration des NOx est inférieur à une valeur limite inférieure prédéfinie, la survenance d'une anomalie dans le dispositif d'épuration des NOx 15 ou le dispositif de reformage A1 est estimée. Ensuite, à l'étape 75, un indicateur d'anomalie est activé, et le fait que l'anomalie se produit est notifié à l'utilisateur.

D'autre part, lorsque l'indice de propriété obtenu à l'étape 70 se trouve au sein de la plage normale, le paramètre de réglage du dispositif de reformage A1 est modifié selon l'indice de propriété à l'étape 72 suivante. Par exemple, comme illustré sur la figure 10, la propriété du carburant n'est plus appropriée pour la réduction lorsque le taux d'épuration des NOx est faible, et que la performance de réduction est également faible. Par conséquent, lorsque le taux d'épuration des NOx est faible, le paramètre de réglage est modifié de telle sorte que le taux d'épuration augmente. Dans le présent mode de réalisation, le débit de carburant cible Ftrg est modifié en tant que paramètre de réglage.

A savoir, comme illustré sur la figure 11, le débit de carburant cible Ftrg est corrigé de telle sorte qu'une quantité de l'agent réducteur augmente lorsque la propriété du carburant n'est plus appropriée pour la réduction. De manière spécifique, une carte d'une quantité de correction du débit de carburant cible Ftrg (quantité d'agent réducteur) correspondant au taux d'épuration des NOx est préparée comme illustré sur la figure 12, et la carte est stockée à l'avance. Ensuite, la quantité de correction du débit de carburant cible Ftrg correspondant au taux d'épuration des NOx (indice de propriété) obtenu à l'étape 70 est calculée au moyen de la carte illustrée sur la figure 12, et le débit de carburant cible Ftrg est corrigé avec la quantité de correction. Avec le traitement ci-dessus, le débit de carburant cible Ftrg défini à l'étape 41 de la figure 5 est corrigé, et le fonctionnement de l'injecteur de

carburant 40 est réglé sur la base du débit de carburant cible corrigé Ftrg à l'étape 42 de la figure 5.

A l'étape S73 de la figure 9, le paramètre de réglage qui a été corrigé à l'étape 72 est appris. De manière spécifique, la carte utilisée pour le calcul du débit de carburant cible Ftrg à l'étape 41 de la figure 5 est réécrite et mise à jour. A savoir, une valeur optimale du débit de carburant cible Ftrg par rapport au débit entrant de NOx et à la température du catalyseur de NOx est réécrite au débit de carburant cible Ftrg qui est corrigé à l'étape 72. Lorsque le moteur à combustion interne 10 fonctionne la fois suivante, la propriété du carburant sera vraisemblablement fortement identique à celle du cas présent. Par conséquent, le débit de carburant cible Ftrg est ainsi appris de telle sorte qu'une quantité d'injection de carburant puisse être rapidement modifiée à la quantité d'injection de carburant qui correspond à la propriété du carburant dans une opération suivante.

Lorsqu'il est déterminé à l'étape 74 que le taux d'épuration des NOx (indice de propriété) n'est pas amélioré pendant un temps donné ou un temps plus long bien que le paramètre de réglage soit corrigé à l'étape 72, le processus passe à l'étape 75 susmentionnée, et l'indicateur d'anomalie est activé.

Le micro-ordinateur 81 exécutant l'étape 70 peut présenter la « section d'obtention » qui obtient l'indice de propriété. Le micro-ordinateur 81 exécutant l'étape 72 peut présenter le « régulateur d'indice de propriété (régulateur) » qui règle le fonctionnement du dispositif de reformage A1 selon l'indice de propriété. Le micro-ordinateur 81 exécutant l'étape 71 peut présenter le « déterminateur d'anomalie » qui détermine une anomalie dans le dispositif de reformage A1 ou le dispositif d'épuration des NOx 15 lorsque l'indice de propriété a une valeur au-delà d'une plage normale prédéterminée.

Comme décrit plus haut, le dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon le présent mode de réalisation obtient le taux d'épuration des NOx en tant qu'indice de propriété, et modifie le réglage du dispositif de reformage A1, à savoir, une quantité d'injection de carburant à partir de l'injecteur de carburant 40 est modifiée selon le taux d'épuration des NOx acquis.

De manière spécifique, lorsque le carburant qui possède un indice de propriété faible et qui n'est pas approprié pour la réduction est fourni, le débit de carburant cible Ftrg (paramètre de réglage) est corrigé à la hausse. Pour cette raison,

une quantité d'agent réducteur fournie dans le passage d'échappement 10ex augmente, moyennant quoi une réduction du taux d'épuration des NOx en raison de la propriété du carburant peut être supprimée. D'autre part, lorsque l'indice de propriété est élevé, le débit de carburant cible Ftrg est corrigé à la baisse. De ce fait, 5 une fourniture excessive d'une quantité d'agent réducteur dans le passage d'échappement 10ex est empêchée. En conséquence, une fourniture excessive ou déficiente de l'agent réducteur due à une différence de la propriété de carburant peut être supprimée.

En outre, dans le présent mode de réalisation, le débit de carburant cible Ftrg 10 dans la pluralité des paramètres de réglage pour le dispositif de reformage A1 est modifié selon l'indice de propriété. Pour cette raison, étant donné que la quantité de fourniture de l'agent réducteur est réglée selon la différence de la propriété de carburant, la quantité d'agent réducteur qui correspond à la propriété du carburant peut être fournie avec une haute précision.

15 En outre, dans le présent mode de réalisation, le taux d'épuration des NOx est obtenu en tant que l'indice de propriété, et en supposant que la performance de réduction du carburant reformé généré diminue lorsque le taux d'épuration des NOx diminue, le fonctionnement du dispositif de reformage A1 est réglé de sorte que le 20 taux d'épuration des NOx par le dispositif d'épuration des NOx 15 augmente. Etant donné que la corrélation entre le taux d'épuration des NOx et la propriété du carburant est élevée, la différence de la propriété du carburant peut être répercutée sur le réglage du dispositif de reformage A1 avec une haute précision et une haute réaction.

En outre, dans le présent mode de réalisation, lorsque le taux d'épuration des 25 NOx en tant qu'indice de propriété a une valeur au-delà de la plage normale à l'étape 71 de la figure 9, il est déterminé que l'anomalie se produit dans le dispositif de reformage A1. Lorsque l'indice de propriété dépasse la plage normale, une probabilité pour que le dispositif de reformage A1 soit en état d'anomalie est supérieure à une probabilité pour que la propriété du carburant soit imprécise. Pour 30 cette raison, selon le présent mode de réalisation, l'anomalie du dispositif de reformage A1 peut être détectée.

En outre, dans le présent mode de réalisation, le dispositif de reformage A1 inclut le récipient de réaction 30 dans lequel le carburant est oxydé avec l'oxygène

dans l'air. Une température à l'intérieur du récipient de réaction 30 et le rapport équivalent sont ajustés pour générer la réaction à flamme froide, et du carburant (carburant reformé) partiellement oxydé par le biais de la réaction à flamme froide est fourni dans le passage d'échappement 10ex en tant qu'agent réducteur d'épuration des NOx. Pour cette raison, le taux d'épuration des NOx peut être amélioré par rapport à un cas dans lequel du carburant qui n'est pas partiellement oxydé est utilisé en tant qu'agent réducteur.

En outre, dans le présent mode de réalisation, le réacteur de décharge 20 est prévu, et de l'ozone généré par le réacteur de décharge 20 est fourni dans le récipient de réaction 30 lorsque la réaction à flamme froide est générée. Pour cette raison, le moment de démarrage de la réaction à flamme froide peut être avancé, et le temps de réaction à flamme froide peut être réduit. De ce fait, même lorsque la taille du récipient de réaction 30 est réduite, de telle sorte qu'un temps de maintien du carburant à l'intérieur du récipient de réaction 30 est réduit, la réaction à flamme froide peut être achevée pendant le temps de maintien. Ainsi, la taille du récipient de réaction 30 peut être réduite.

En outre, dans le présent mode de réalisation, l'alimentation électrique utilisée pour la décharge électrique est réglée en fonction de la concentration de carburant dans la chambre de réaction 30a tout au long du processus de l'étape 60 de la figure 5. Par exemple, le débit d'ozone cible  $O_{trg}$  est calculé de telle sorte qu'un rapport de la concentration d'ozone sur la concentration de carburant tombe à une valeur donnée (par exemple 0,2), et ensuite une puissance de décharge est réglée. Pour cette raison, l'excès ou le manque de la concentration d'ozone par rapport à la concentration de carburant est supprimé, de sorte que le démarrage de la réaction à flamme froide peut être avancé en fournissant l'ozone, et la consommation électrique au niveau du réacteur de décharge 20 peut être réduite.

En outre, dans le présent mode de réalisation, lorsqu'une température du catalyseur de réduction est inférieure à la température d'activation  $T_1$ , l'ozone généré par le réacteur de décharge 20 est fourni dans la chambre de réaction 30a tout en stoppant l'injection de carburant par l'injecteur de carburant 40, fournissant ainsi l'ozone dans le passage des gaz d'échappement 10ex. En conséquence, il est possible d'empêcher que le carburant reformé en tant qu'agent réducteur soit fourni lorsque le catalyseur de réduction dans le dispositif d'épuration des NOx 15 n'est pas activé.

Etant donné que le NO du gaz d'échappement est oxydé en NO<sub>2</sub> par la fourniture d'ozone, et qu'il est adsorbé à l'intérieur du catalyseur d'épuration des NO<sub>x</sub>, une quantité d'adsorption des NO<sub>x</sub> à l'intérieur du dispositif d'épuration des NO<sub>x</sub> 15 peut augmenter.

5            En outre, le présent mode de réalisation traite du réchauffeur 50 qui chauffe le carburant et du capteur de température 31 qui détecte une température (température ambiante) à l'intérieur de la chambre de réaction 30a. Le régulateur de température à l'étape 30 de la figure 5 règle le fonctionnement du réchauffeur 50 selon une température détectée par le capteur de température 31, ajustant ainsi une température  
10            à l'intérieur de la chambre de réaction 30a à une plage de températures donnée. En conséquence, une température à l'intérieur de la chambre de réaction 30a est détectée directement par le capteur de température 31. En outre, le carburant dans la chambre de réaction 30a est chauffé directement par le réchauffeur 50. Pour cette raison, l'ajustement d'une température à l'intérieur de la chambre de réaction 30a à la plage  
15            de températures donnée.

              Il est à noter que la plage du rapport équivalent spécifiée où se produit la réaction à flamme froide peut être différente en fonction d'une température à l'intérieur de la chambre de réaction 30a. Dans le présent mode de réalisation tenant compte du fait ci-dessus, le régulateur de rapport équivalent à l'étape S50 de la figure  
20            5 modifie le rapport équivalent cible  $\phi_{trg}$  selon la température de détection Tact. Pour cette raison, même lorsque la température de détection Tact est décalée de la température cible Ttrg, étant donné que le rapport équivalent est ajusté selon une température réelle dans la chambre de réaction 30a, la réaction à flamme froide peut se produire de façon certaine.

25            En outre, dans le présent mode de réalisation, le débit de carburant cible Ftrg est défini à l'étape 40 (régulateur de quantité d'injection de carburant) de la figure 5 sur la base d'un débit requis de l'agent réducteur qui est requis par le dispositif d'épuration des NO<sub>x</sub> 15. Le débit d'air cible Atrg est défini sur la base du débit de carburant cible Ftrg de telle sorte que le rapport équivalent tombe dans une plage de  
30            rapport équivalent donnée à l'étape 50 (régulateur de rapport équivalent). Pour cette raison, le rapport équivalent peut être ajusté à la plage de rapport équivalent donnée tout en satisfaisant le débit requis de l'agent réducteur requis par le dispositif d'épuration des NO<sub>x</sub> 15.

### Deuxième mode de réalisation

Dans le mode de réalisation ci-dessus, le débit de carburant cible  $F_{trg}$  (paramètre de réglage) est corrigé selon la propriété du carburant de telle sorte que la quantité d'agent réducteur devant être fournie dans le passage d'échappement 10ex change selon la propriété du carburant. Au contraire, dans le deuxième mode de réalisation, la température cible  $T_{trg}$  (paramètre de réglage) du réchauffeur 50 est corrigée selon la propriété du carburant de telle sorte qu'une température à l'intérieur de la chambre de réaction 30a change selon la propriété du carburant.

A savoir, comme illustré sur la figure 13, la température cible  $T_{trg}$  est corrigée de telle sorte que la température du réchauffeur augmente lorsque la propriété du carburant n'est plus appropriée pour la réduction. Pour cette raison, une température à l'intérieur de la chambre de réaction 30a augmente, et le moment de démarrage de la réaction à flamme froide est avancé comme illustré sur la figure 2. Ensuite, étant donné qu'une quantité de carburant s'écoulant dans le passage d'échappement 10ex sans être oxydée par la chambre de réaction 30a est réduite, une diminution du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant peut être supprimée.

### Troisième mode de réalisation

Dans les premier et deuxième modes de réalisation, le débit de carburant cible  $F_{trg}$  ou la température cible  $T_{trg}$  est corrigé(e) selon la propriété du carburant. Au contraire, selon le troisième mode de réalisation, la quantité d'excitation cible  $P_{trg}$  (paramètre de réglage) du réacteur de décharge 20 est corrigée selon la propriété du carburant pour modifier la quantité de fourniture d'ozone dans la chambre de réaction 30a selon la propriété du carburant.

A savoir, comme illustré sur la figure 14, la température cible  $T_{trg}$  est corrigée de telle sorte que la quantité de fourniture d'ozone augmente lorsque la propriété du carburant n'est plus appropriée pour la réduction. Pour cette raison, étant donné que la réaction dans la chambre de réaction 30a est accélérée, une quantité de carburant s'écoulant dans le passage d'échappement 10ex sans être oxydée dans la chambre de réaction 30a peut être réduite. De ce fait, une diminution du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant peut être supprimée.

#### Quatrième mode de réalisation

Dans le premier mode de réalisation, le taux d'épuration des NOx est obtenu en tant qu'indice de propriété. Au contraire, selon le quatrième mode de réalisation, une quantité de génération de chaleur dans les chambres de combustion du moteur à combustion interne 10 est obtenue en tant qu'indice de propriété. De manière spécifique, une quantité de génération de chaleur dans un cycle de combustion est estimée sur la base d'une pression à l'intérieur des chambres de combustion qui est détectée par un capteur de pression des cylindres, et une variation d'une valeur détectée du capteur de vitesse du moteur 92. Comme illustré sur la figure 15, le paramètre de réglage est modifié de telle sorte que le taux d'épuration des NOx augmente, en supposant que la propriété du carburant n'est plus appropriée pour la réduction lorsque la quantité de génération de chaleur estimée est faible.

En conséquence, même dans le présent mode de réalisation, une diminution du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant peut être supprimée. En outre, dans le présent mode de réalisation, étant donné qu'une quantité de génération de chaleur est obtenue en tant qu'indice de propriété, l'indice de propriété peut être obtenu lorsqu'une température du catalyseur de réduction est inférieure à la température d'activation T1, et le dispositif d'épuration des NOx 15 n'épure pas les NOx.

En outre, dans le présent mode de réalisation, est prévu le capteur de température 31 qui détecte une température à l'intérieur de la chambre de réaction 30a, et le fonctionnement du dispositif de reformage change en supposant qu'une quantité de génération de chaleur lors d'une réaction d'oxydation (quantité de génération de chaleur de réaction) diminue lorsque la température de détection par le capteur de température 31 diminue. De manière spécifique, le paramètre de réglage est modifié de telle sorte que le taux d'épuration des NOx augmente. Selon la configuration ci-dessus, étant donné qu'une température à l'intérieur de la chambre de réaction 30a est détectée directement, l'indice de propriété correspondant à une quantité de génération de chaleur peut être obtenu avec une haute précision.

#### Cinquième mode de réalisation

Dans les premier et quatrième modes de réalisation, le taux d'épuration des NOx ou la quantité de génération de chaleur est obtenu(e) en tant qu'indice de propriété. Au contraire, selon le cinquième mode de réalisation, un temps de retard d'allumage dans les chambres de combustion du moteur à combustion interne 10 est obtenu en tant qu'indice de propriété. De manière spécifique, un temps (temps de retard d'allumage) à partir de l'injection de carburant dans les chambres de combustion jusqu'à auto-allumage est calculé sur la base d'un changement de pression à l'intérieur des chambres de combustion, qui est détecté par le capteur de pression des cylindres. Comme illustré sur la figure 16, le paramètre de réglage est modifié de telle sorte que le taux d'épuration des NOx augmente, en supposant que la propriété du carburant n'est plus appropriée pour la réduction lorsque le temps de retard d'allumage calculé augmente.

En conséquence, même dans le présent mode de réalisation, une réduction du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant peut être supprimée. En outre, dans le présent mode de réalisation, étant donné que le temps de retard d'allumage est obtenu en tant qu'indice de propriété, l'indice de propriété peut être obtenu même lorsqu'une température du catalyseur de réduction est inférieure à la température d'activation T1, et le dispositif d'épuration des NOx 15 n'épure pas les NOx.

20

#### Sixième mode de réalisation

Dans le cinquième mode de réalisation, le temps de retard d'allumage est obtenu en tant qu'indice de propriété. Au contraire, dans le présent mode de réalisation, une température dans la chambre de réaction 30a (température de chambre de réaction), à savoir, la température de détection par le capteur de température 31 est obtenue en tant qu'indice de propriété. La température de chambre de réaction diminue lorsque la quantité de génération de chaleur de réaction lorsque le carburant est oxydé diminue. Dans ces circonstances, comme illustré sur la figure 17, le paramètre de réglage est modifié de telle sorte que le taux d'épuration des NOx augmente, en supposant que la propriété du carburant n'est plus appropriée pour la réduction lorsque la température de chambre de réaction diminue. En outre, lorsque, la température de chambre de réaction est en dehors de la plage normale donnée, il est déterminé que le dispositif de reformage A1 est anormal. Par exemple,

30

lorsque la température de chambre de réaction est supérieure à la plage normale, un inconvénient de chauffage excessif du carburant en raison de la panne du réchauffeur 50 ou d'injection excessive du carburant en raison d'une panne de l'injecteur de carburant 40 est pris en compte.

5 En conséquence, même dans le présent mode de réalisation, une diminution du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant peut être supprimée. En outre, dans le présent mode de réalisation, la température de chambre de réaction est obtenue en tant qu'indice de propriété, et la température de chambre de réaction présente une forte corrélation avec la propriété du carburant. Par conséquent, il est  
10 possible d'obtenir l'indice de propriété avec une haute précision.

#### Septième mode de réalisation

Dans le premier mode de réalisation illustré sur la figure 1, de l'air est fourni dans le réacteur de décharge 20 par la pompe à air 20p. Contrairement, dans un  
15 dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon le deuxième mode de réalisation illustré sur la figure 15, une partie de l'air d'admission dans le moteur à combustion interne 10 est introduite dans le réacteur de décharge 20.

De manière spécifique, un tuyau de dérivation 36h est branché entre une partie du passage d'admission 10in en aval du compresseur 11c et en amont du refroidisseur 12 et le passage de fluide 22a du réacteur de décharge 20. De plus, un  
20 tuyau de dérivation 36c est branché entre une partie du passage d'admission 10in en aval du refroidisseur 12 et le passage de fluide 22a. Un air d'admission à température élevée n'ayant pas été refroidi par le refroidisseur 12 est fourni dans le réacteur de décharge 20 par le biais du tuyau de dérivation 36h. Contrairement, un air  
25 d'admission à basse température, après avoir été refroidi par le refroidisseur 12, est fourni dans le réacteur de décharge 20 par le biais du tuyau de dérivation 36c.

Une électrovanne 36 qui ouvre et ferme un passage interne des tuyaux de dérivation respectifs 36h et 36c est fixée aux tuyaux de dérivation 36h et 36c. Le fonctionnement de l'électrovanne 36 est commandé par le micro-ordinateur 81.  
30 Lorsque l'électrovanne 36 est actionnée pour ouvrir le tuyau de dérivation 36h et fermer le tuyau de dérivation 36c, l'air d'admission à température élevée s'écoule dans le réacteur de décharge 20. Lorsque l'électrovanne 36 est actionnée pour ouvrir

le tuyau de dérivation 36c et fermer le tuyau de dérivation 36h, l'air d'admission à basse température s'écoule dans le réacteur de décharge 20.

Le fonctionnement de l'électrovanne 36 permet la commutation entre un mode dans lequel l'air d'admission à température élevée n'ayant pas été refroidi par le refroidisseur 12 est dérivé en amont du refroidisseur 12, et un mode dans lequel l'air d'admission à basse température, après avoir été refroidi par le refroidisseur 12 est dérivé en aval du refroidisseur 12. Dans ce cas, le mode de fourniture de l'air d'admission à basse température est sélectionné au cours d'une commande de génération d'ozone, et, on empêche l'ozone généré d'être détruit par la chaleur de l'air d'admission. Le mode de fourniture de l'air d'admission à température élevée est sélectionné dans un autre cas que la commande de génération d'ozone, et on empêche que le carburant chauffé par le réchauffeur 50 soit refroidi par l'air d'admission à l'intérieur de la chambre de réaction 30a. En outre, l'ouverture de l'électrovanne 36 est réglée, ce qui permet de régler une quantité de portions de l'air d'admission qui est comprimée par le surcompresseur 11 et doit être fournie au réacteur de décharge 20..

Au cours d'une période pendant laquelle l'électrovanne 36 est ouverte, une quantité d'air d'admission qui s'écoule dans les chambres de combustion du moteur à combustion interne 10 est réduite d'une quantité de parties de l'air d'admission qui s'écoulent à travers les tuyaux de dérivation 36h et 36c. Pour cette raison, le micro-ordinateur 81 corrige l'ouverture du papillon 13 ou une quantité de compression du compresseur 11c, de sorte qu'une quantité d'air d'admission s'écoulant dans les chambres de combustion augmente de la quantité de l'air d'admission s'écoulant à travers les tuyaux de dérivation 36h et 36c au cours de la période d'ouverture de l'électrovanne 36.

Comme décrit plus haut, un dispositif de reformage A2 selon le présent mode de réalisation inclut l'électrovanne 36, et l'électrovanne 36 est ouverte pour fournir une portion de l'air d'admission comprimé par le surcompresseur 11 dans le réacteur de décharge 20. Pour cette raison, de l'air contenant de l'oxygène peut être fourni dans le réacteur de décharge 20 sans la pompe à air 20p, comme illustré sur la figure 1.

#### Huitième mode de réalisation

Le dispositif de reformage A1 illustré sur la figure 1 génère de l'ozone au moyen du réacteur de décharge 20, et fournit l'ozone généré dans la chambre de réaction 30a de sorte à accélérer la réaction d'oxydation du carburant. Au contraire, dans un dispositif de reformage A3 selon le huitième mode de réalisation, le réacteur de décharge 20 est éliminé, et l'ozone n'est pas fourni dans la chambre de réaction 30a, comme illustré sur la figure 19. De cette manière, même dans le dispositif de reformage A3 sans le réacteur de décharge 20, lorsque le paramètre de réglage est modifié selon l'indice de propriété, une diminution du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant peut être supprimée.

10

#### Neuvième mode de réalisation

Dans le dispositif de reformage A1 illustré sur la figure 1, le réacteur de décharge 20 est disposé en amont de la chambre de réaction 30a dans la direction de l'écoulement d'air. Au contraire, dans un dispositif de reformage A4 selon le neuvième mode de réalisation, le réacteur de décharge 20 est disposé en aval de la chambre de réaction 30a dans la direction de l'écoulement d'air, comme illustré sur la figure 20. Dans le dispositif de reformage A4, la réaction d'oxydation se produit légèrement à l'intérieur de la chambre de réaction 30a, et la réaction d'oxydation se produit principalement à l'intérieur des passages de décharge 21a du réacteur de décharge 20. Dans les passages de décharge 21a, les molécules d'oxygène dans l'air sont ionisées, et le carburant est oxydé dans la circonstance où les atomes d'oxygène actifs ionisés existent. Par conséquent, dans le réacteur de décharge 20, une portion du carburant est oxydée et le carburant reformé est généré. De cette manière, même dans le dispositif de reformage A4 qui reforme le carburant à l'intérieur du réacteur de décharge 20, une diminution du taux d'épuration des NOx due à la propriété du carburant peut être supprimée en ajustant le paramètre de réglage selon l'indice de propriété.

#### Autres modes de réalisation

Les modes de réalisation préférés de la présente invention ont été décrits ci-dessus. Cependant, la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits ci-dessus, mais peut être mise en œuvre avec diverses modifications comme illustré ci-après.

Dans les modes de réalisation décrits ci-dessus, n'importe lequel des paramètres de réglage de la température cible  $T_{trg}$ , le débit de carburant cible  $F_{trg}$ , le débit d'air cible  $A_{trg}$ , et la quantité d'excitation cible  $P_{trg}$  est modifiée selon l'indice de propriété. Au contraire, les différents paramètres de réglage peuvent être modifiés  
5 selon l'indice de propriété.

Dans le mode de réalisation illustré sur la figure 1, le réchauffeur 50 est agencé à l'intérieur du récipient de réaction 30. En variante, le réchauffeur 50 peut être agencé à l'extérieur du récipient de réaction 30 de telle sorte que le carburant ou l'air soit chauffé à une position en amont du récipient de réaction 30. De plus, dans le  
10 mode de réalisation illustré sur la figure 1, le capteur de température 31 est agencé à l'intérieur du récipient de réaction 30. En variante, le capteur de température 31 peut être agencé à une position en aval du récipient de réaction 30.

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus tel que représenté sur la figure 1, l'injecteur de carburant 40 est utilisé comme atomiseur qui atomise de  
15 l'hydrocarbure sous forme liquide et fournit l'hydrocarbure atomisé au réchauffeur. Un dispositif vibrant qui atomise le carburant sous forme liquide en faisant vibrer le carburant peut être utilisé en tant qu'atomiseur. Le dispositif vibrant peut comporter une plaque vibrante qui vibre à une fréquence élevée et le carburant vibre sur la plaque vibrante.

20 Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus illustré sur la figure 15, l'air d'admission est dérivé de deux parties du passage d'admission 10in en amont et en aval du refroidisseur 12 par le biais des tuyaux de dérivation 36h et 36c. Au contraire, l'un quelconque des deux tuyaux de dérivation 36h et 36c peut être éliminé, et la commutation des modes par l'électrovanne 39 peut également être éliminée.

25 Lorsque le dispositif de fourniture d'un agent réducteur est à l'état d'arrêt complet dans lequel la génération à la fois de l'ozone et de l'agent réducteur reformé est stoppée, la décharge électrique au niveau du réacteur de décharge 20 peut être stoppée pour réduire une consommation excessive d'énergie. Le dispositif de fourniture d'un agent réducteur peut se trouver dans l'état d'arrêt complet lorsque,  
30 par exemple, la température du catalyseur de NOx est inférieure à la température d'activation et la quantité de NOx adsorbé atteint la quantité de saturation, ou lorsque la température du catalyseur de NOx s'élève au-delà d'une température maximale à laquelle le catalyseur de réduction peut réduire les NOx. En outre, le fonctionnement

de la pompe à air 20p peut être stoppé dans l'état d'arrêt complet de sorte à réduire la consommation excessive d'énergie.

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus tel que représenté sur la figure 1, le catalyseur de réduction qui adsorbe physiquement les NOx (à savoir, physisorption) est utilisé dans le dispositif d'épuration des NOx 15, mais un agent réducteur qui adsorbe chimiquement les NOx (à savoir, chimisorption) peut être utilisé.

Le dispositif d'épuration des NOx 15 peut adsorber les NOx lorsqu'un rapport air-carburant dans le moteur à combustion interne 10 est plus pauvre qu'un rapport air-carburant stœchiométrique (à savoir, lorsque le moteur 10 fonctionne en combustion à mélange pauvre) et peut réduire les NOx lorsque le rapport air-carburant dans le moteur à combustion interne 10 n'est pas plus pauvre que le rapport air-carburant stœchiométrique (à savoir, lorsque le moteur 10 fonctionne en combustion à mélange non pauvre). Dans ce cas, l'ozone est généré au moment de la combustion à mélange pauvre et l'agent réducteur reformé est généré au moment de la combustion à mélange non pauvre. L'un des exemples d'un catalyseur qui adsorbe les NOx au moment de la combustion à mélange pauvre peut être un catalyseur de réduction à chimisorption composé de platine et de baryum porté par un support.

Le dispositif de fourniture d'un agent réducteur peut être appliqué à un système de combustion qui comporte le dispositif d'épuration des NOx 15 sans la fonction d'adsorption (à savoir, les fonctions de physisorption et chimisorption). Dans ce cas, dans le dispositif d'épuration des NOx 15, un catalyseur à base de fer ou à base de cuivre peut être utilisé en tant que le catalyseur dont la performance de réduction des NOx se trouve dans une plage de températures donnée de la combustion à mélange pauvre, et une substance de reformage peut être fournie à ces catalyseurs en tant qu'agent réducteur.

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus, la température du catalyseur de NOx utilisée à l'étape 12 de la figure 12 est estimée sur la base de la température des gaz d'échappement détectée par le capteur de température des gaz d'échappement 96. Cependant, un capteur de température peut être fixé au dispositif d'épuration des NOx 15, et le capteur de température peut détecter directement la température du catalyseur de NOx. Ou bien, la température du catalyseur de NOx peut être estimée sur la base d'une vitesse de rotation de l'arbre de sortie 10a et d'une charge de moteur du moteur à combustion interne 10.

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus tel que représenté sur la figure 1, le réacteur de décharge 20 comporte les électrodes 21, ayant chacune une forme plate et se faisant face en parallèle. Cependant, le réacteur de décharge 20 peut comporter une électrode aciculaire (électrode à broche) faisant saillie de manière aciculaire et  
5 une électrode annulaire entourant de manière annulaire l'électrode aciculaire.

Dans le mode de réalisation décrit ci-dessus tel que représenté sur la figure 1, le dispositif de fourniture d'un agent réducteur est appliqué au système de combustion qui est installé dans un véhicule. Cependant, le système de fourniture de substance active peut être appliqué à un système de combustion stationnaire. En  
10 outre, dans les modes de réalisation tels que représentés sur la figure 1, le dispositif de fourniture d'un agent réducteur est appliqué à un moteur diesel à auto-allumage par compression, et du diesel pour la combustion est utilisé en tant qu'agent réducteur. Cependant, le dispositif de fourniture d'un agent réducteur peut être appliqué à un moteur à essence à auto-allumage, et l'essence pour la combustion peut  
15 également être utilisée en tant qu'agent réducteur.

Des moyens et fonctions fournis par l'UCE peuvent être fournis, par exemple, par uniquement le logiciel, uniquement le matériel, ou une combinaison de ceux-ci. L'UCE peut être constituée, par exemple, d'un circuit analogique.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur pour un système de combustion de carburant qui inclut un dispositif d'épuration des NOx (15) ayant un catalyseur de réduction agencé dans un passage d'échappement (10ex) pour épurer les NOx contenus dans le gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne (10), le  
5 dispositif de fourniture d'un agent réducteur fournissant un agent réducteur dans le passage d'échappement (10ex) à une position en amont du catalyseur de réduction, le dispositif de fourniture d'un agent réducteur comprenant :
- un dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) qui mélange le carburant, qui est un composé hydrocarbure, avec de l'air en un mélange et qui reforme le carburant par  
10 oxydation partielle du carburant avec l'oxygène dans l'air, un carburant reformé étant fourni dans le passage d'échappement (10ex) en tant qu'agent réducteur ;
- une section d'obtention (S70) qui obtient une quantité physique en tant qu'indice de propriété, la quantité physique présentant une corrélation avec la propriété du carburant qui est fourni au dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) ; et  
15 un régulateur (S72) qui règle le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) selon l'indice de propriété obtenu par la section d'obtention (S70).
2. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon la revendication 1, dans lequel le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) inclut un réchauffeur (50) qui chauffe le  
20 mélange du carburant et de l'air, le réchauffeur (50) étant réglé par le régulateur pour ajuster une température du mélange à une température cible, dans lequel le régulateur modifie la température cible selon l'indice de propriété lors du réglage du réchauffeur.
- 25 3. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) inclut un générateur d'ozone (20) qui génère de l'ozone dans l'air, le générateur d'ozone étant réglé par le régulateur pour ajuster une quantité de génération de l'ozone à une quantité de génération cible ; et  
30 le régulateur modifie la quantité de génération cible selon l'indice de propriété lors du réglage du générateur d'ozone.

4. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel  
le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) inclut
- 5 un récipient de réaction (30) comportant une chambre de réaction (30a), dans lequel le carburant est mélangé avec l'air et est oxydé avec l'oxygène dans l'air, et un injecteur de carburant (40) qui injecte le carburant dans la chambre de réaction (30a), l'injecteur de carburant (40) étant réglé par le régulateur pour ajuster une quantité d'injection de carburant dans la chambre de réaction (30a) à une quantité
- 10 d'injection cible, et  
le régulateur modifie la quantité d'injection cible selon l'indice de propriété lors du réglage de l'injecteur de carburant (40).
5. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel
- 15 la section d'obtention obtient un taux d'épuration des NOx dans le dispositif d'épuration des NOx en tant qu'indice de propriété, et  
le régulateur règle le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) pour augmenter le taux d'épuration des NOx.
- 20
6. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel  
la section d'obtention obtient l'indice de propriété qui présente une corrélation avec une quantité de génération de chaleur lors d'une réaction d'oxydation du carburant
- 25 avec l'oxygène, et  
le régulateur règle le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) de telle sorte qu'un taux d'épuration des NOx dans le dispositif d'épuration des NOx augmente lorsque la quantité de génération de chaleur pendant la réaction d'oxydation diminue.
- 30
7. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon la revendication 6, dans lequel le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) inclut  
un récipient de réaction (30) comportant une chambre de réaction (30a), dans laquelle le carburant est mélangé avec l'air et est oxydé avec l'oxygène dans l'air, et

un capteur de température (31) qui détecte une température à l'intérieur de la chambre de réaction (30a), et

le régulateur règle le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) en supposant que la quantité de génération de chaleur pendant la réaction d'oxydation diminue  
5 lorsqu'une température de détection par le capteur de température diminue.

8. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel

le carburant utilisé pour la combustion du moteur à combustion interne est utilisé en  
10 tant que carburant qui doit être fourni au dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4),  
la section d'obtention obtient un temps de retard d'allumage dans le moteur à  
combustion interne (10) en tant qu'indice de propriété, et  
le régulateur règle le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) de telle sorte qu'un  
taux d'épuration des NOx dans le dispositif d'épuration des NOx augmente lorsque  
15 le temps de retard d'allumage augmente.

9. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel

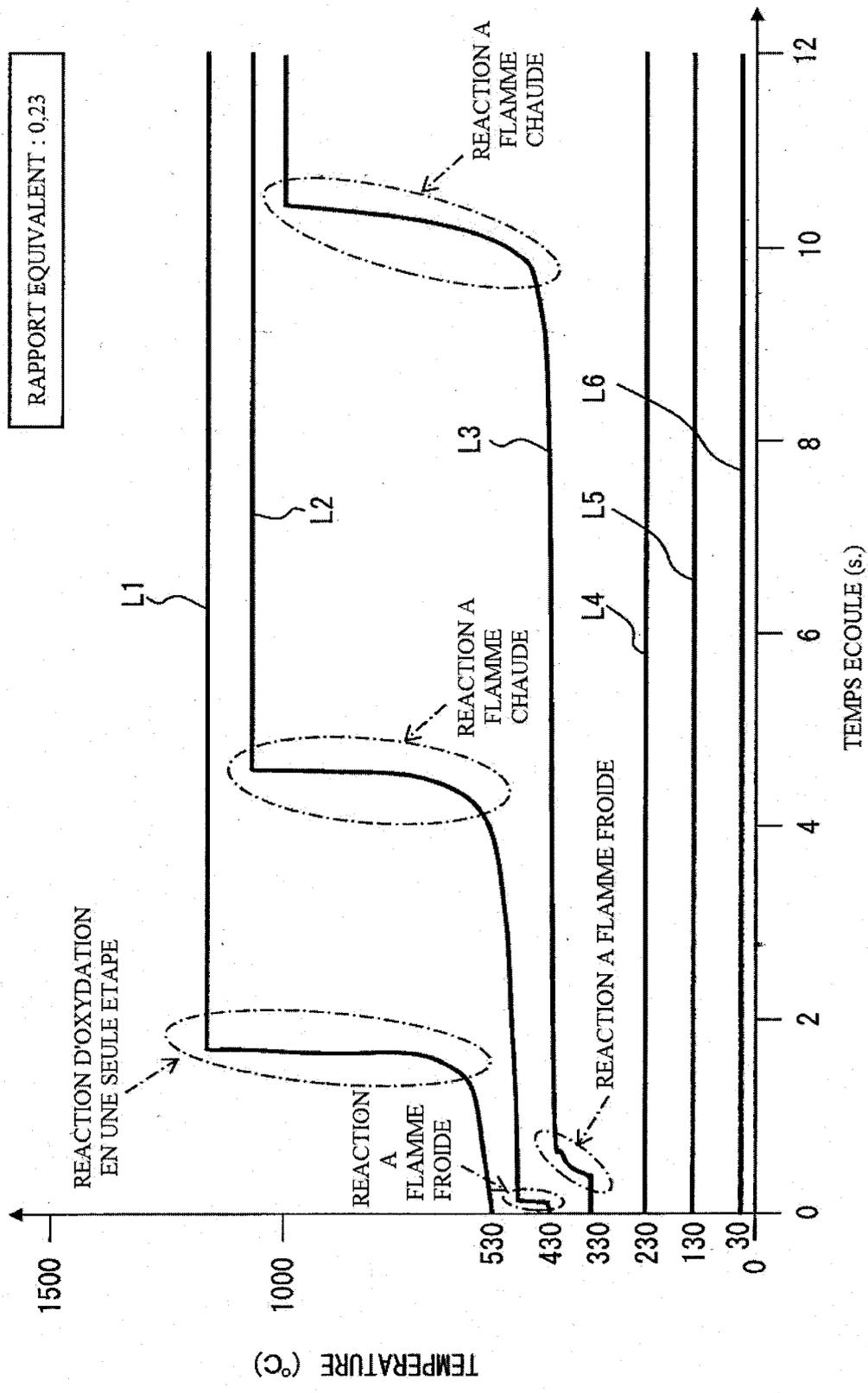
le carburant utilisé pour la combustion du moteur à combustion interne est utilisé en  
20 tant que carburant qui doit être fourni au dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4),  
la section d'obtention obtient une quantité de génération de chaleur dans le moteur à  
combustion interne (10) en tant qu'indice de propriété, et  
le régulateur règle le dispositif de reformage (A1, A2, A3, A4) de telle sorte qu'un  
taux d'épuration des NOx dans le dispositif d'épuration des NOx augmente lorsque  
25 la quantité de génération de chaleur dans le moteur à combustion interne (10)  
diminue.

10. Dispositif de fourniture d'un agent réducteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, comprenant en outre :

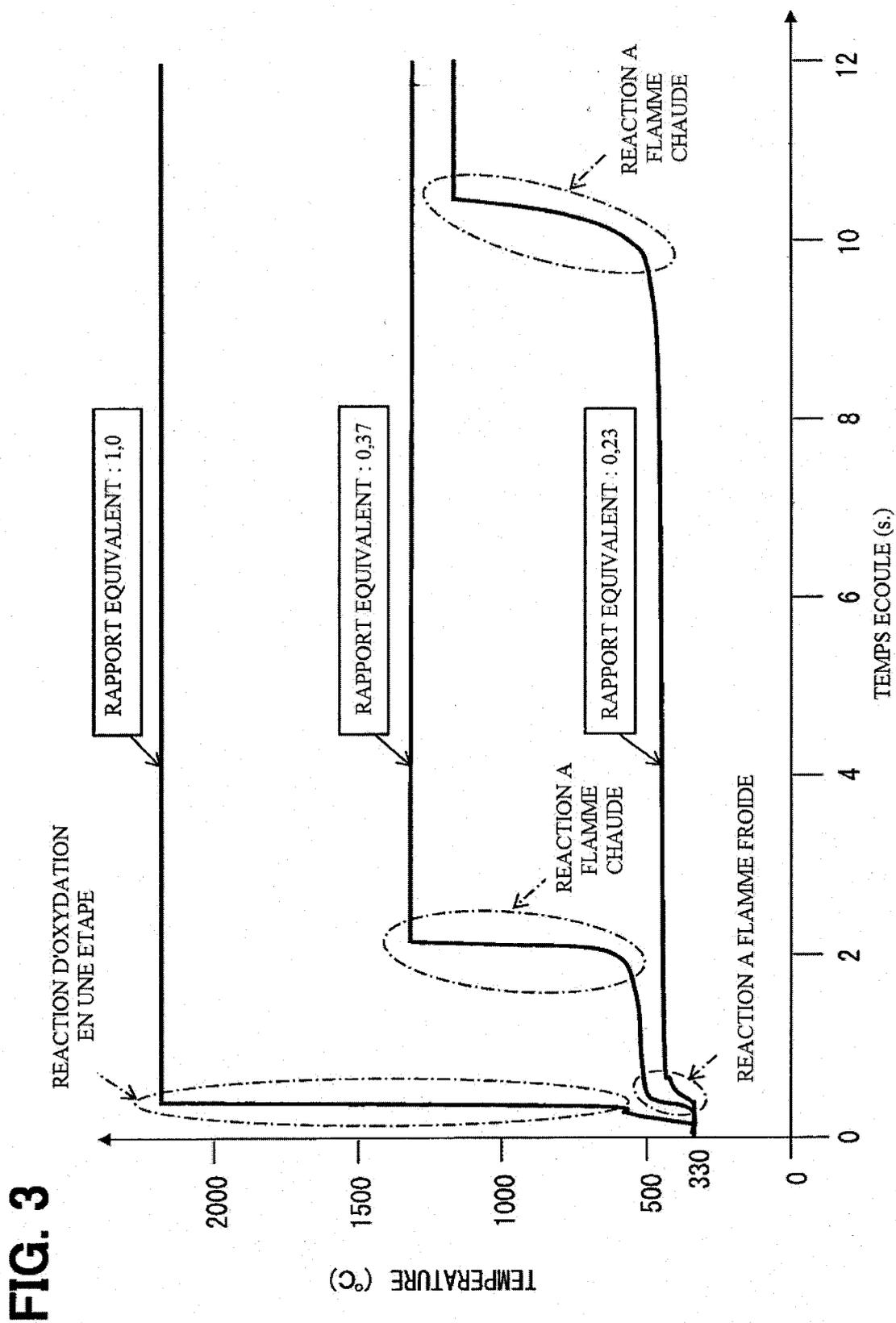
30 un déterminateur d'anomalie (S71) qui détermine une anomalie dans le dispositif de  
reformage (A1, A2, A3, A4) ou le dispositif d'épuration des NOx lorsque l'indice de  
propriété a une valeur au-delà d'une plage normale prédéterminée.



FIG. 2

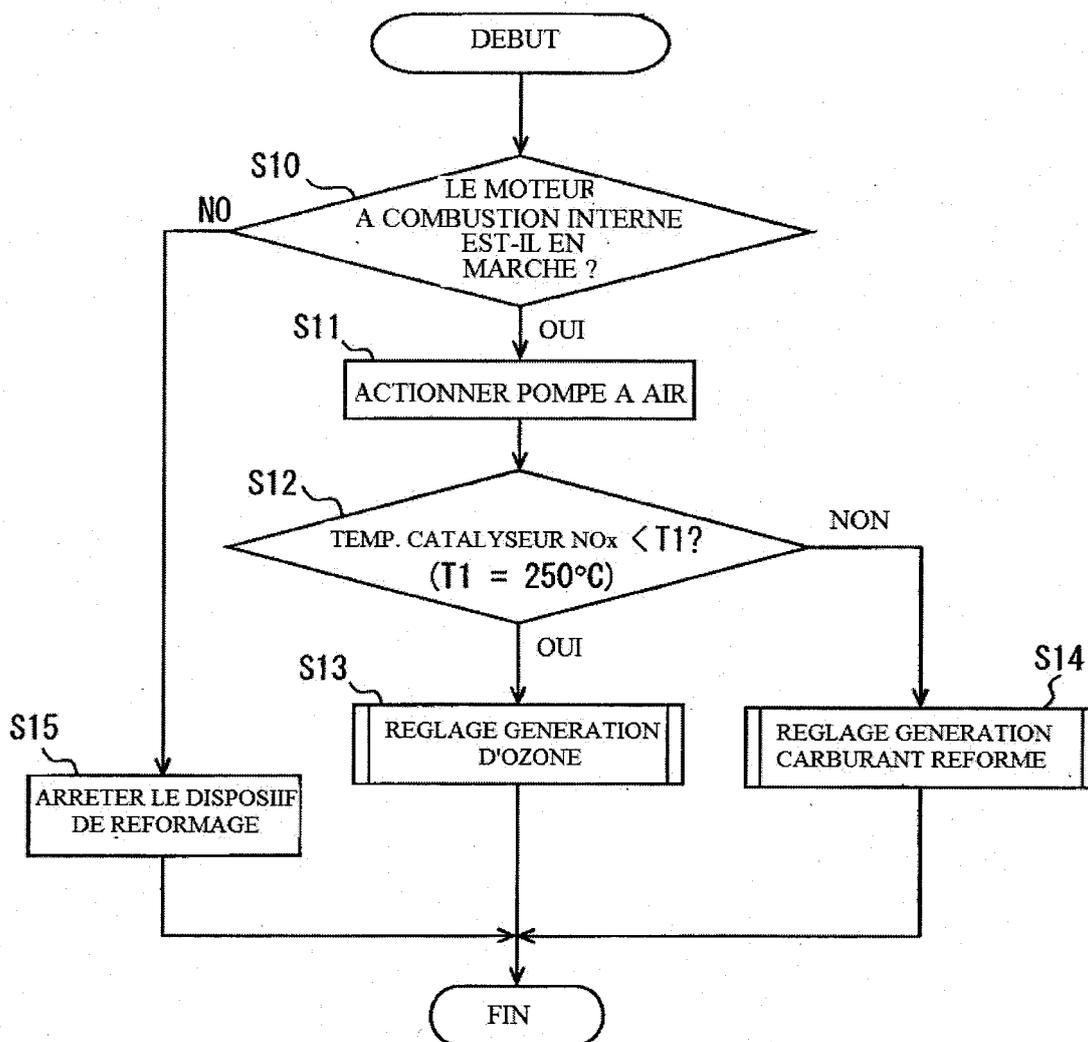


3/13



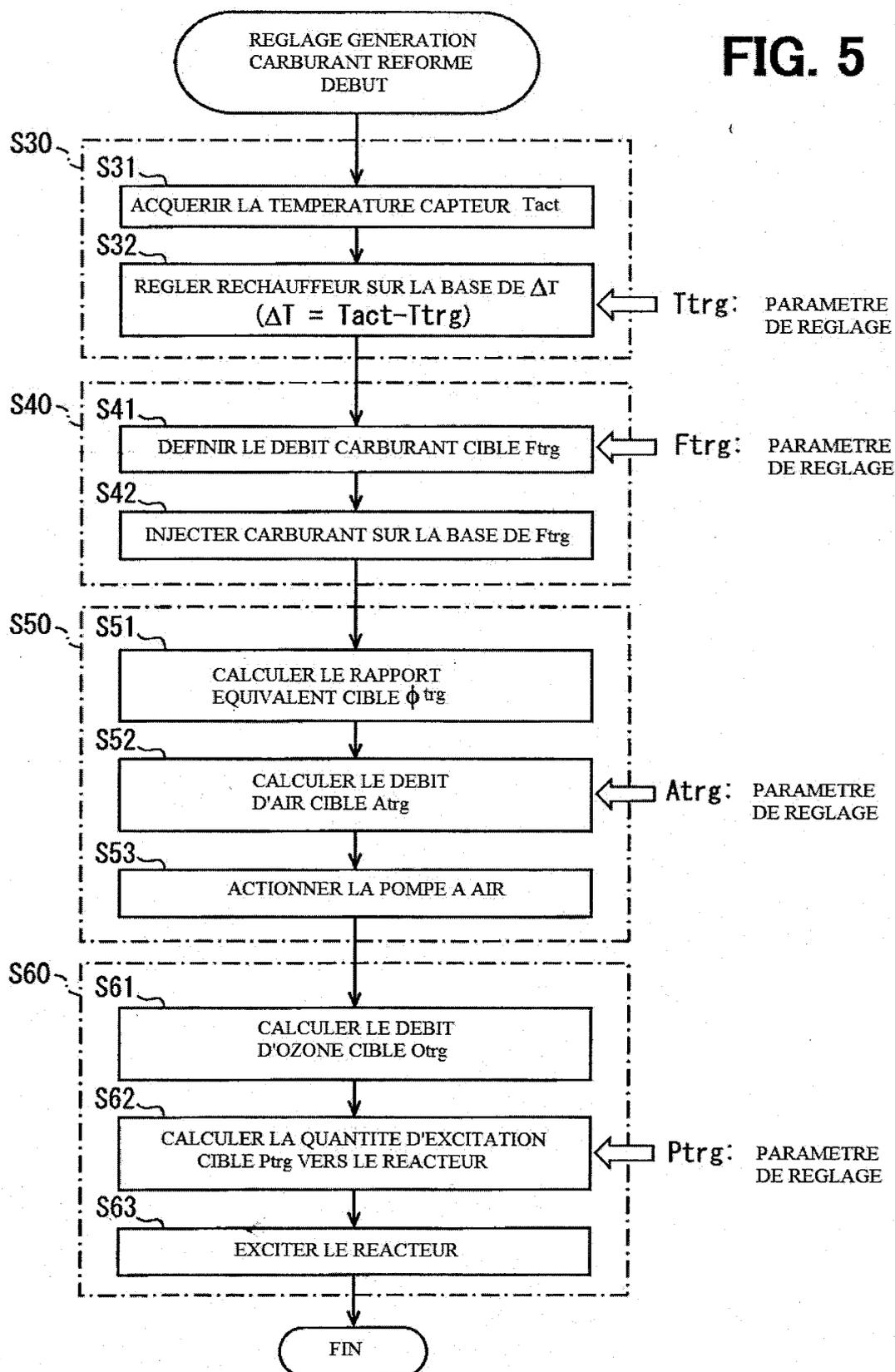
4/13

FIG. 4



5/13

FIG. 5



6/13

FIG. 6

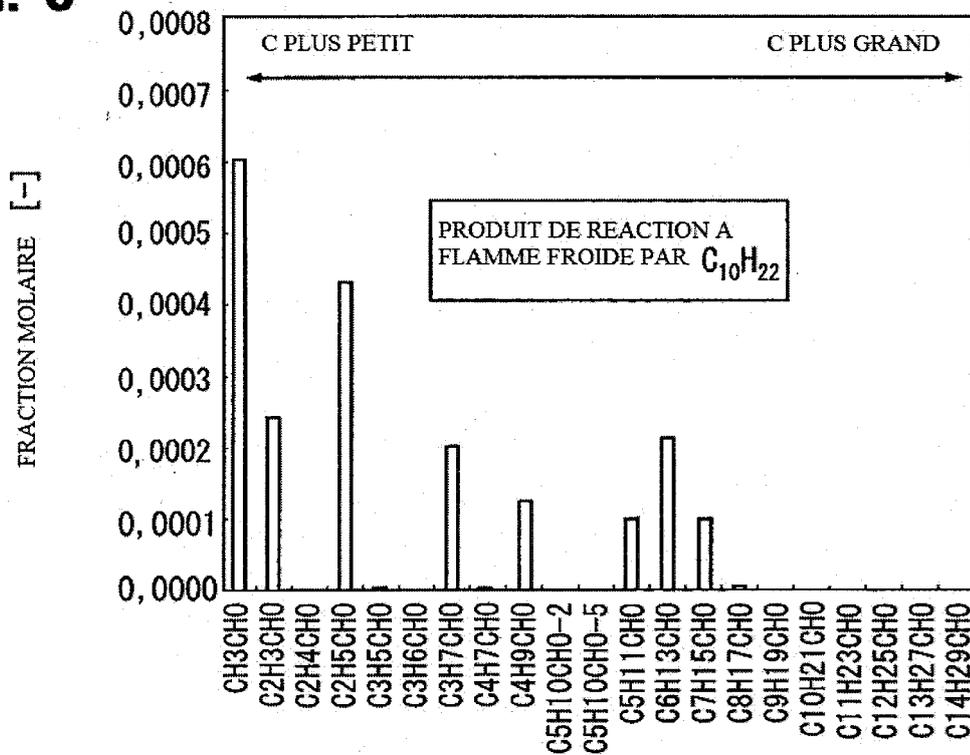
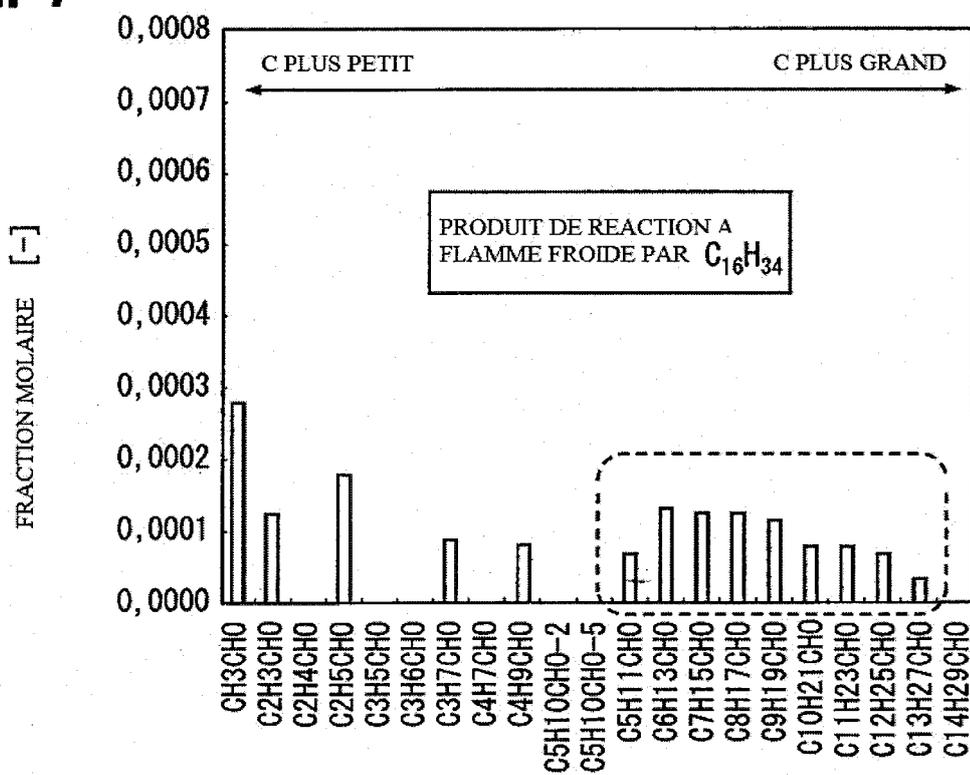


FIG. 7



7/13

FIG. 8

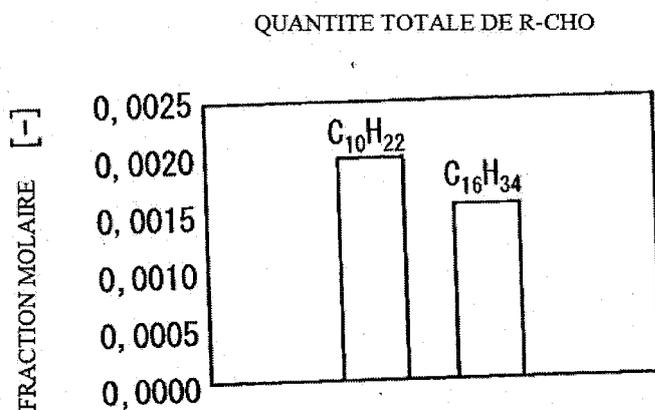
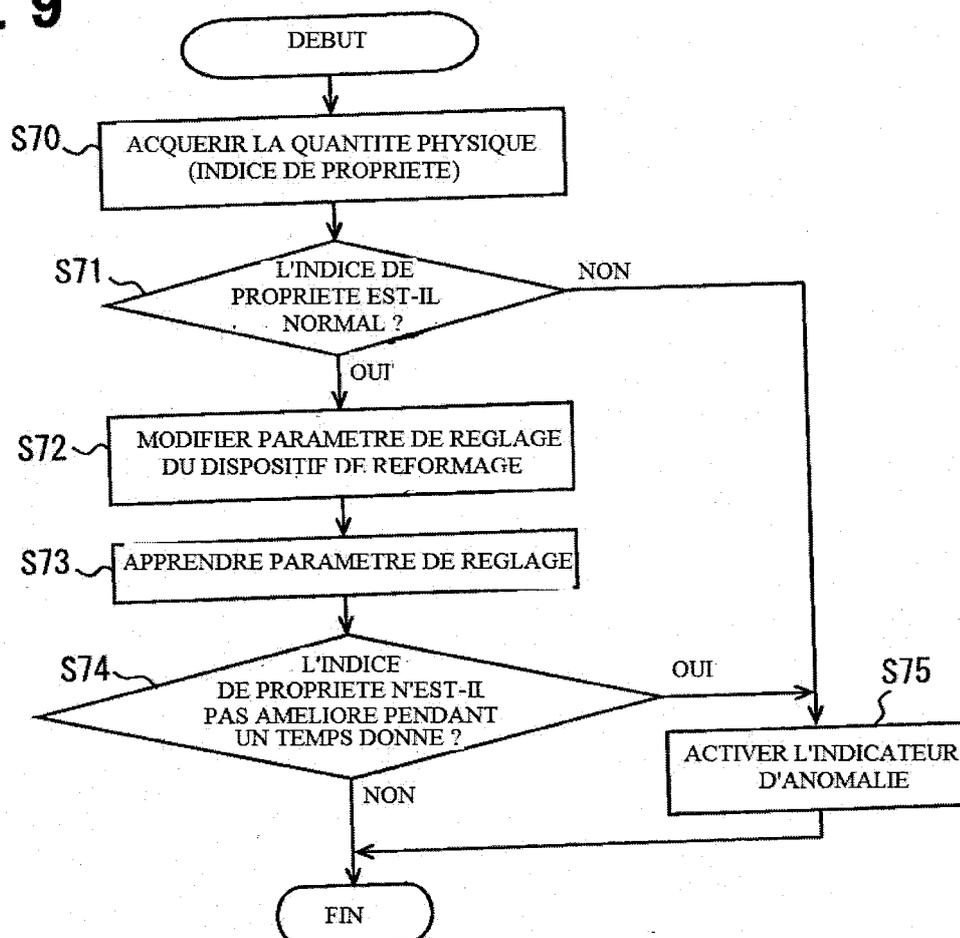


FIG. 9



8/13

FIG. 10

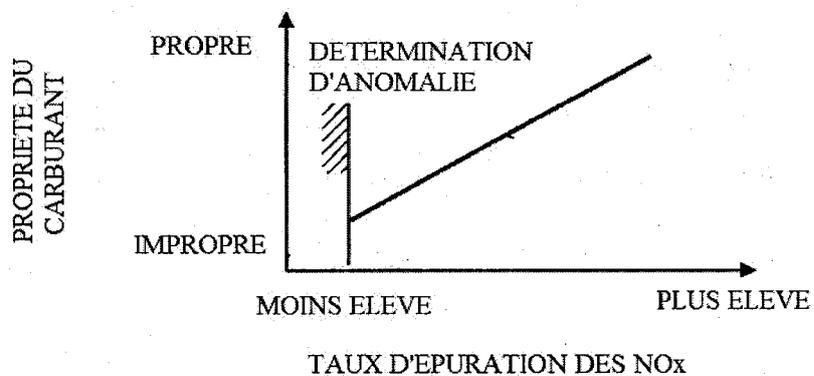


FIG. 11

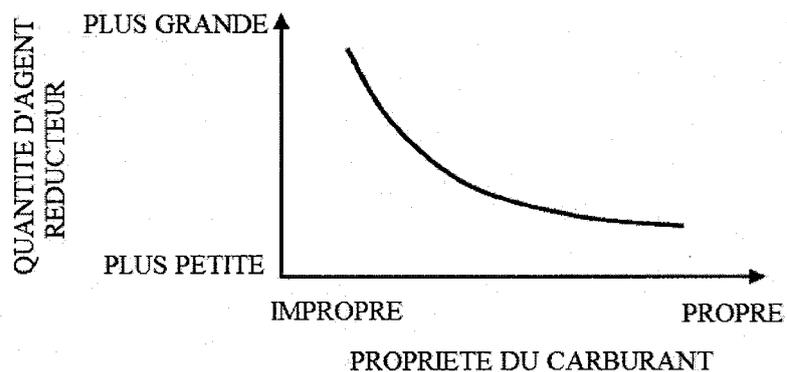
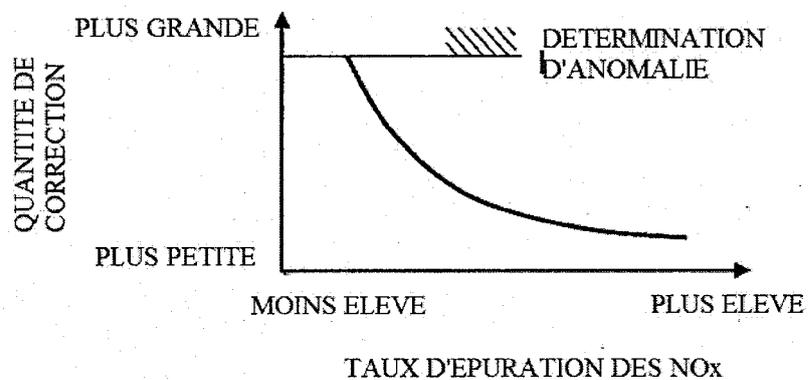
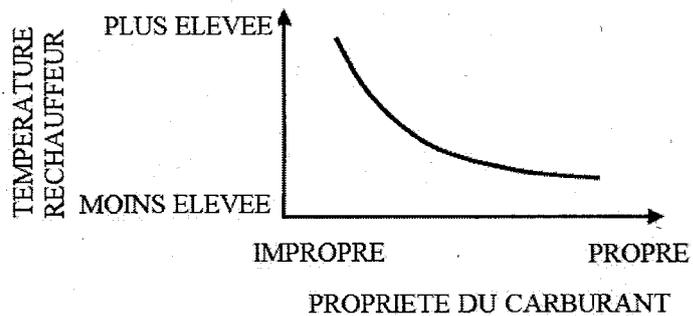
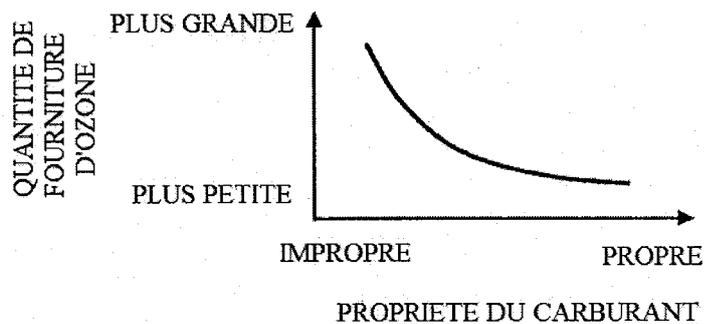


FIG. 12



9/13

**FIG. 13****FIG. 14**

10/13

FIG. 15

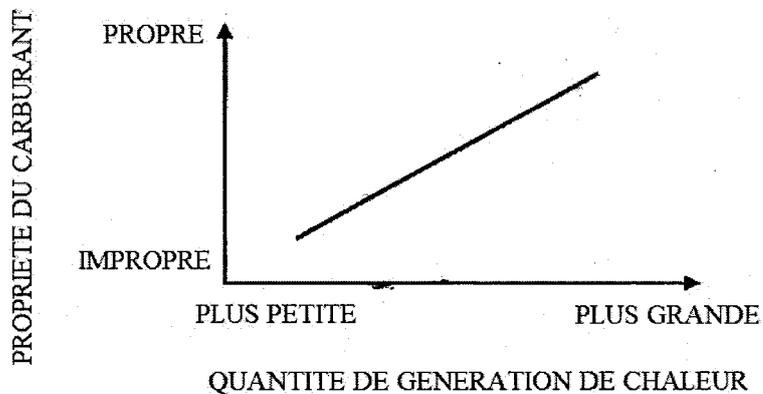


FIG. 16

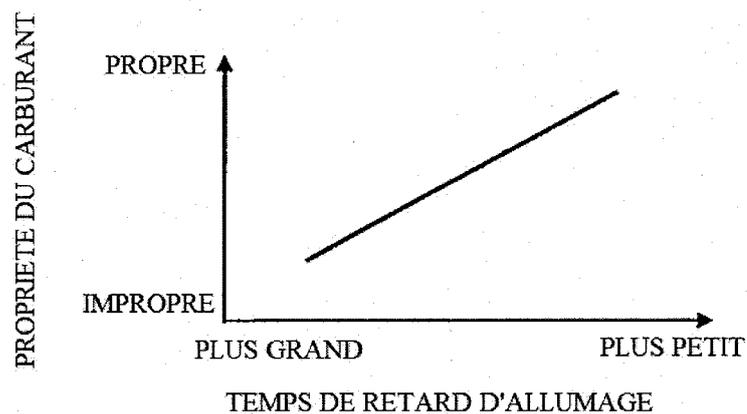


FIG. 17

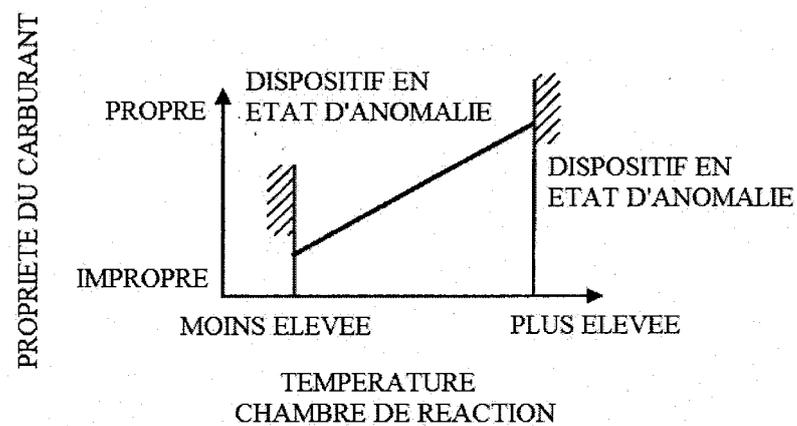


FIG. 18

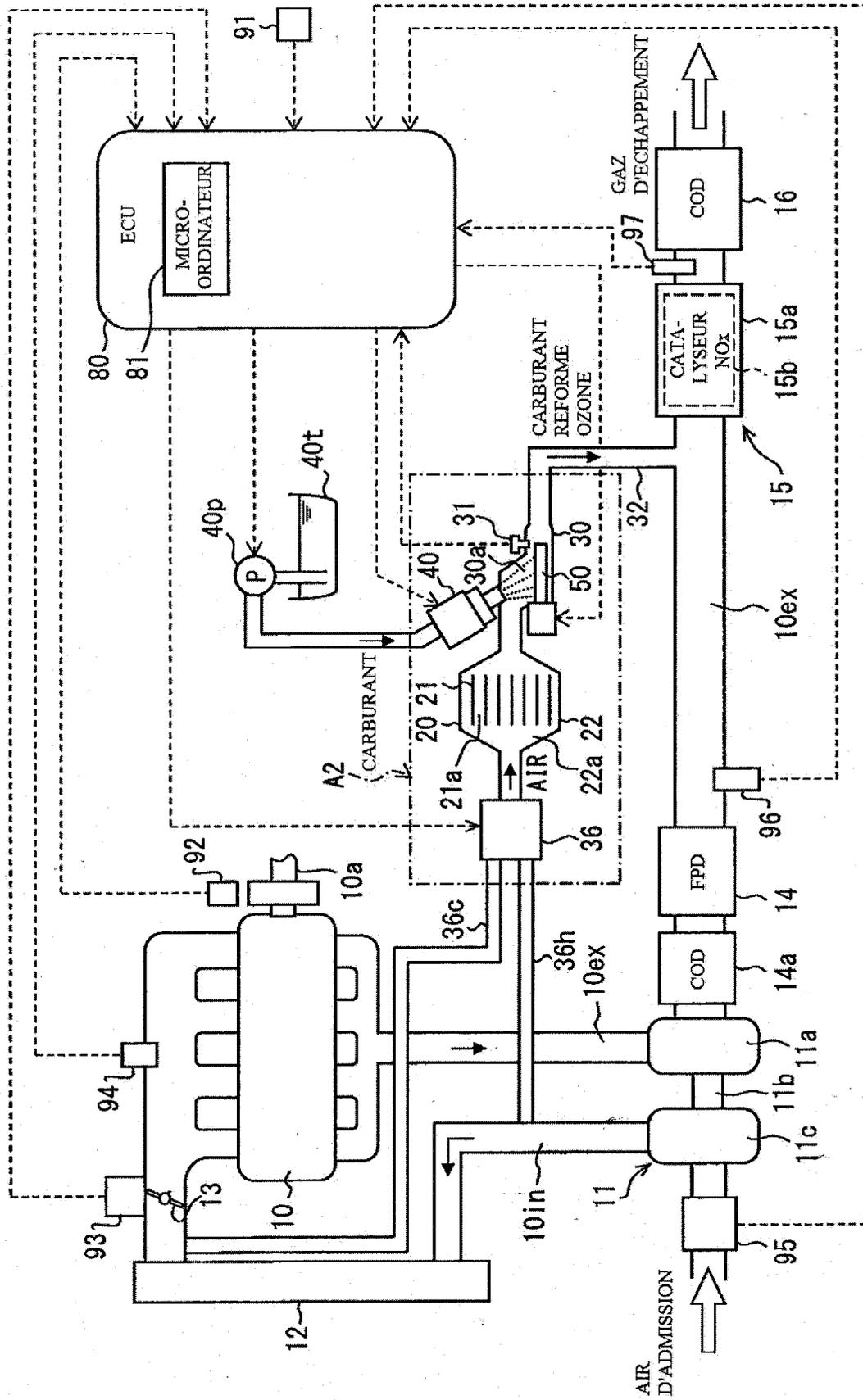


FIG. 19

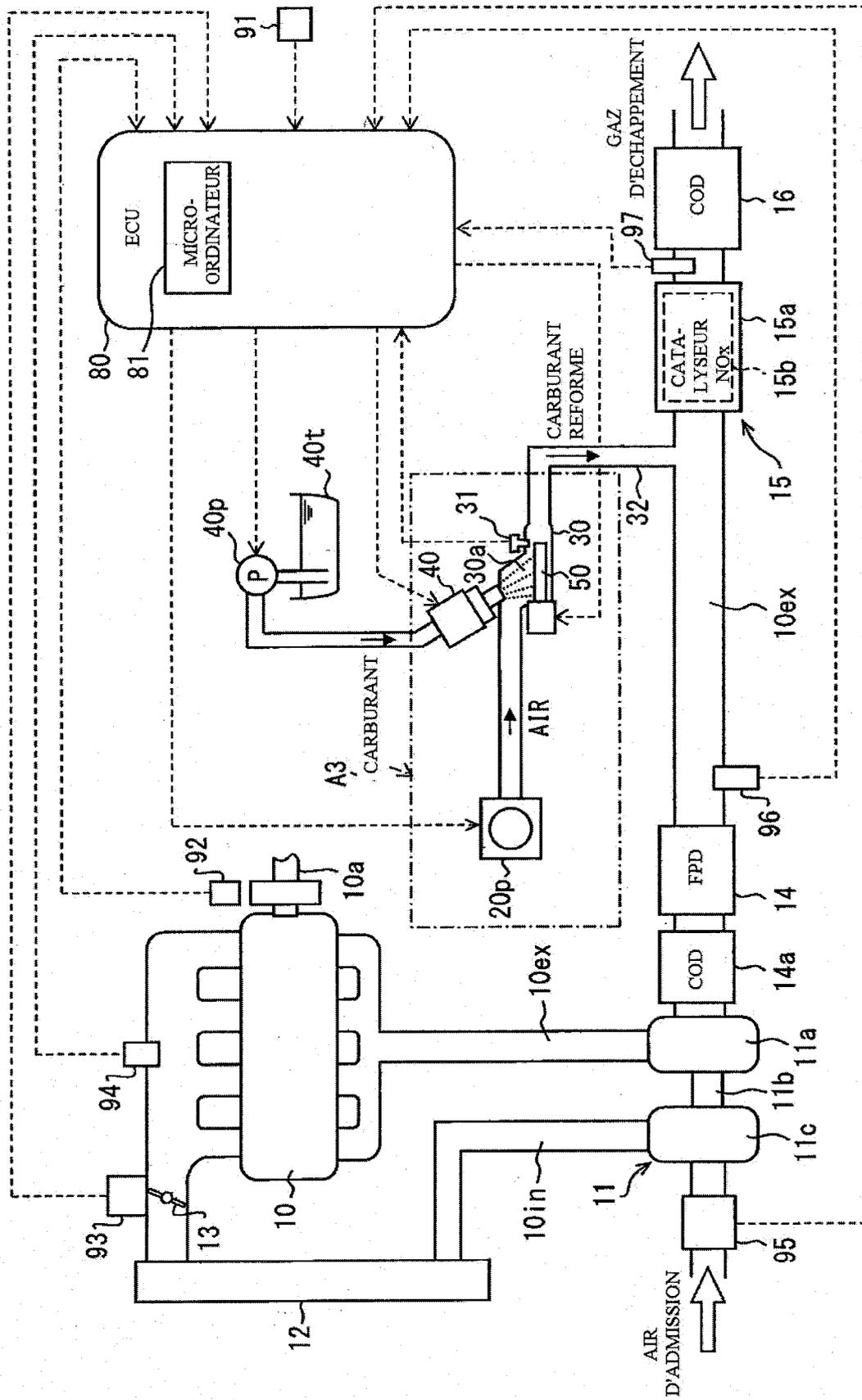


FIG. 20

