

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 15.02.02.

30 Priorité : 17.02.01 DE 10107548.

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.08.02 Bulletin 02/34.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : ROBERT BOSCH GMBH Gesellschaft
mit beschränkter Haftung — DE.

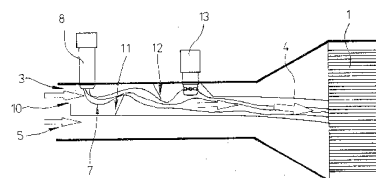
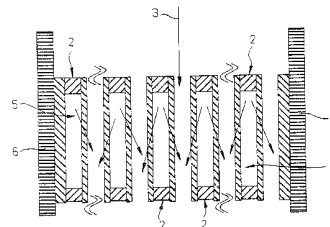
72 Inventeur(s) : SARHOLZ WALTER et SCHUMANN
BERND.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

54 DISPOSITIF DE TRAITEMENT DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT D'UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE.

57 Dispositif de traitement des gaz d'échappement émis
par un moteur à combustion interne comprenant un élément
de support, notamment en céramique, portant une matière
catalytiquement active pour oxyder et/ ou réduire différents
composants des gaz d'échappement (5) ainsi qu'une unité
d'alimentation (4) pour fournir en continu un agent réducteur
(7). Le dispositif comprend un diviseur de gaz (10) des zo-
nes séparées (3, 5) pour des conditions réductrices et des
conditions oxydantes.



La présente invention concerne un dispositif de traitement des gaz d'échappement émis par un moteur à combustion interne comprenant un élément de support, notamment en céramique, portant une matière catalytiquement active pour oxyder et/ou réduire différents composants des gaz d'échappement ainsi qu'une unité d'alimentation pour
5 fournir en continu un agent réducteur.

Etat de la technique

En fonction des développements des connaissances, pour la protection de l'environnement et de la santé du public, les prescriptions réglant les émissions des véhicules automobiles sont de plus en plus strictes. Pour respecter cette réglementation il est par exemple connu selon le document EP 0 826 411, d'utiliser des catalyseurs de gaz d'échappement pour traiter les gaz d'échappement maigres c'est-à-dire ayant un coefficient d'air $\lambda > 1$, dans des moteurs à combustion interne, ces catalyseurs ayant une alimentation séparée en hydrocarbure en aval
10 de la couche catalytiquement active.

Les moteurs à combustion interne fonctionnant en régime maigre, n'ont qu'une faible émission de monoxyde de carbone et de carburant, mais une émission d'oxydes d'azote NO_x relativement élevée, les gaz d'échappement contenant notamment du monoxyde d'azote (NO), et ces émissions dans les gaz d'échappement maigres ne peuvent plus être réduites catalytiquement ou ne l'être qu'avec un rendement de réaction faible. L'alimentation séparée d'hydrocarbure permet de développer des conditions réductrices et d'assurer ainsi la réduction des émissions
20 d'oxydes d'azote NO_x en formant surtout de l'azote (N_2) ou du dioxyde de carbone (CO_2) et de l'eau (H_2O).

Dans le catalyseur de gaz d'échappement selon le document EP 0 826 411, l'inconvénient est que les conditions réductrices ne peuvent être maintenues qu'au prix d'une alimentation relativement importante en hydrocarbure car par la face tournée vers les gaz d'échappement, seul l'oxygène peut diffuser à travers la couche catalytiquement active. Cela réduit fortement la conversion des émissions d'oxydes d'azote NO_x . De plus les quantités importantes d'hydrocarbure qu'il faut fournir vont à l'encontre du principe d'un moteur fonctionnant en régime maigre.

Problèmes et avantages de l'invention

La présente invention a pour but de développer un dispositif de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne comprenant un élément de support et une unité d'alimentation pour ali-

menter en continu un agent réducteur, améliorant la conversion des émissions d'oxydes d'azote NO_x des gaz d'échappement maigres du moteur à combustion interne tout en réduisant significativement la quantité d'agent réducteur à fournir.

5 A cet effet l'invention concerne un dispositif du type défini ci-dessus, caractérisé par des zones séparées dans lesquelles règnent des conditions réductrices et des conditions oxydantes.

10 Un dispositif selon l'invention pour le traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion interne se caractérise ainsi par des zones séparées dans lesquelles règnent des conditions réductrices et des zones dans lesquelles règnent des conditions oxydantes, de préférence avec un rapport d'air maigre ($\lambda > 1$).

15 Un tel dispositif permet de convertir de manière avantageuse les composants en oxydes d'azote NO_x des gaz d'échappement dans cette zone réductrice. En particulier, les conditions fortement réductrices obtenues selon l'invention dans la zone de dimension importante, conduisent une conversion significativement meilleure des émissions d'oxydes d'azote NO_x .

20 Cela permet de réduire de manière significative la quantité d'hydrocarbure à fournir notamment sous la forme de carburant au moteur à combustion interne ; cela réduit considérablement la consommation de carburant et améliore ainsi à la fois l'économie et le caractère non polluant des moteurs à combustion interne fonctionnant ainsi. Le dispositif selon l'invention s'applique tant à des moteurs à essence qu'à des moteurs
25 diesel.

 Les zones séparées peuvent avoir les formes ou les réalisations les plus différentes. C'est ainsi que l'on peut par exemple réaliser plusieurs zones séparées dans lesquelles règnent des conditions réductrices et/ou oxydantes.

30 On prévoit de préférence une zone à structure stratifiée dans laquelle règnent des conditions réductrices. Cela permet une réalisation avantageuse des surfaces limites séparant les différentes zones. En principe on peut prévoir à cet effet une couche limite. Celle-ci peut être réalisée sous la forme d'une membrane, d'une couche de filtre ou d'un
35 moyen analogue.

 La surface limite peut également être réalisée par des zones ayant des structures et/ou des compositions de matières différentes.

De manière avantageuse, une substance est prévue pour former des nitrates et/ou pour stocker des oxydes d'azote NO_x de façon à convertir de préférence les composants résiduels d'oxydes d'azote NO_x dans les gaz d'échappement en nitrates. On sépare ainsi le transport d'azote notamment par diffusion de nitrate à partir de surfaces de solides et/ou de squelettes de corps solides, par rapport au transport de l'oxygène réalisé avant tout par diffusion en phase gazeuse.

Le transport des oxydes d'azote NO_x est gêné dans la phase gazeuse de façon analogue au transport de l'oxygène, mais la substance permet notamment le transport de l'azote en corps solide indépendamment de la phase gazeuse, ou le favorise de manière importante. Les oxydes d'azote qui sont absorbés sous la forme de nitrates, arrivent surtout par diffusion solide dans la zone dans laquelle règnent des conditions réductrices, permettant au nitrate de réagir avec l'agent réducteur fourni en continu, pour être transformé ainsi de préférence en azote (N_2).

Du fait des coefficients de diffusion de gaz, analogues, on a gêné avec une limitation de diffusion d'oxygène relativement simple, également le transport des oxydes d'azote NO_x pour qu'uniquement une fraction des gaz d'échappement puisse atteindre la zone correspondante et qu'ainsi uniquement une fraction des émissions d'oxydes d'azote NO_x soit convertie.

Selon l'invention, grâce à la substance qui gêne le transport de l'oxygène par la formation de nitrates et accélère en même temps le transport de l'azote, cela se traduit par une amélioration supplémentaire de la réalisation de zones séparées.

De manière préférentielle, comme substance pour former un nitrate et/ou pour stocker les oxydes d'azote NO_x on a un ou plusieurs composants du groupe formé par les oxydes de métaux alcalino-terreux notamment d'oxyde de baryum, de l'oxyde strontium et/ou de l'oxyde de calcium, et/ou des oxydes de métaux alcalins ou des oxydes mélangés des oxydes donnés ci-dessus tels que l'oxyde d'aluminium, l'oxyde de zirconium, de l'oxyde de lanthane et/ou l'oxyde de cérium.

Selon un développement particulier de l'invention, au moins la matière active catalytiquement contient la substance formant le nitrate et/ou servant à stocker des oxydes d'azote NO_x . On assure ainsi de manière avantageuse une zone à construction stratifiée avec des conditions réductrices permettant la conversion ; dans la réalisation du dispositif selon l'invention, la substance formant le nitrate et/ou accumulant les oxy-

des d'azote NO_x peut être mélangée à la matière catalytiquement active comme par exemple du platine, du ruthénium, du palladium ou une combinaison des métaux correspondants pour l'oxydation notamment des hydrocarbures et du monoxyde de carbone et pour réduire avant tout les oxydes d'azote NO_x .

A l'aide d'une préparation avantageuse pour la taille de pores et la porosité surtout de la matière active catalytiquement, notamment grâce à une dimension de pores de l'ordre de 0,1 à 5 μm , et une longueur de pores d'environ 20 à 500 μm , on peut limiter la diffusion de l'oxygène sans que l'éloignement des produits résultant de la réduction du nitrate comme par exemple N_2 , CO_2 et H_2O ne reste bloqué de manière significative dans la zone de réaction.

Selon un mode de réalisation avantageux de l'invention, la matière à activité catalytique est appliquée sous la forme d'une couche au moins sur la face du support exposée aux gaz d'échappement. Cela permet de manière avantageuse de réaliser à la fois l'élément de support et l'alimentation en continu de l'agent réducteur ainsi que la formation d'une zone en couche avec des conditions réductrices.

En variante de la substance indiquée ci-dessus, on peut également utiliser un accumulateur à l'ammoniac et des substances appropriées pour former de l'ammoniac et/ou le stocker ainsi qu'un accumulateur d'agents réducteurs avec une alimentation en agents oxydants à partir du côté non exposé aux gaz d'échappement.

Il est prévu de préférence un diviseur de gaz d'échappement pour répartir le flux des gaz d'échappement. Cela assure une répartition avantageuse du flux des gaz d'échappement par exemple pour une poursuite du traitement, différente des diverses veines partielles de gaz d'échappement.

Selon un développement particulier de l'invention, il est prévu au moins un dispositif mélangeur pour mélanger l'agent réducteur à une veine partielle de gaz d'échappement pour que cette veine partielle de gaz d'échappement présente un rapport d'air riche ($\lambda < 1$) et de préférence un rapport d'air compris entre 0,6 et 0,7. Cela permet avantageusement de fournir la veine de gaz d'échappement, enrichie à l'aide de l'unité d'alimentation à l'élément de support en particulier du côté non tourné vers les gaz d'échappement.

Le mélange de l'agent réducteur avec une veine partielle de gaz d'échappement avant l'entrée dans le catalyseur évite avantageuse-

ment que ne se forme de la suie risquant de boucher les pores de l'élément de support. Dans le cas d'un catalyseur de gaz d'échappement selon l'état de la technique, on peut s'attendre à une formation conséquente de suie et bourrage des pores du fait de l'introduction d'hydrocarbure pur à des températures habituelles des catalyseurs qui sont de l'ordre de 250°C, ce qui aboutit à une forte gêne pour le transport de l'agent réducteur et ainsi de la conversion des émissions d'oxydes d'azote NO_x.

De manière avantageuse, la veine partielle de gaz mélangée à l'agent réducteur ne reçoit qu'une fraction de l'ensemble de la veine des gaz d'échappement de sorte qu'il faut fournir relativement peu d'agents réducteurs pour créer les conductions réductrices c'est-à-dire un rapport d'air, riche ($\lambda < 1$).

De manière préférentielle il est prévu une unité de commande pour régler l'alimentation en agents réducteurs. On assure ainsi que dans les conditions de fonctionnement différentes du moteur à combustion interne, l'alimentation en agents réducteurs est adaptée avantageusement aux conditions de fonctionnement. Cela est notamment avantageux pour les moteurs à combustion interne destinés à des véhicules ou équipants analogues.

Selon un développement particulier de l'invention, l'unité de commande comprend au moins un capteur pour mesurer le rapport d'air λ de sorte qu'une valeur déterminée du rapport d'air λ dans la veine de gaz d'échappement correspondante, puisse également se régler pour des conditions de fonctionnement différentes du moteur à combustion interne.

De façon avantageuse, il est prévu un élément de support tubulaire ayant de nombreux canaux et au moins un élément de guidage de gaz d'échappement pour fournir les veines partielles de gaz d'échappement aux différentes zones de l'élément de support et chaque zone comprend plusieurs canaux. Cela permet un guidage avantageux des veines partielles de gaz d'échappement vers l'élément de support.

En même temps on agrandit ainsi la surface limite formant des zones séparées dans lesquelles règnent des conditions réductrices et un rapport d'air maigre. En principe, une augmentation importante de la surface limite, concernée entre les zones séparées selon l'invention est avantageuse car ainsi on améliore le transport de la matière notamment la veine de matière et les éduits et les produits de réaction.

On peut par exemple envisager de réaliser des zones radiales, circulaires, rectilignes et/ou complexes par des éléments de guidage

de gaz correspondants, surtout en combinaison avec une unité d'alimentation. L'élément de support, de forme tubulaire peut avoir une section circulaire, elliptique, polygonale ou comparable et le cas échéant les nombreux canaux sont répartis en colonnes et/ou en lignes.

5 De manière préférentielle, l'unité d'alimentation est installée dans la zone médiane de l'élément de support et des canaux de passage sont prévus pour la répartition en colonnes et en lignes des veines de gaz d'échappement. Cela assure par exemple que les lignes et/ou les colonnes peuvent être parcourues de préférence en alternance avec des veines de
10 gaz d'échappement, différentes.

Le cas échéant, l'élément de guidage des gaz d'échappement est un dispositif à diaphragme comme par exemple une tôle de recouvrement avec ou sans canaux de transfert correspondants pour quelques ou plusieurs canaux de l'élément de support, des bouchons ou des moyens
15 analogues. Des canaux de débordement correspondants peuvent par exemple répartir les veines partielles de gaz d'échappement entre les différents canaux couverts ou bouchés.

Le montage de l'unité d'alimentation dans la zone médiane de l'élément de support réalise une répartition relativement avantageuse
20 du point de vue fluïdique pour les veines partielles de gaz d'échappement. Par exemple la veine partielle de gaz d'échappement correspondant au rapport d'air riche passe par les canaux des zones extérieures de l'élément de support. Le cas échéant, deux veines partielles de gaz d'échappement avec un rapport d'air maigre traversent la zone centrale de l'élément de
25 support, les veines partielles de gaz d'échappement traversant l'élément de support de préférence de manière séparée en passant dans les colonnes ou les lignes.

Dessins

Un exemple de réalisation de l'invention est représenté dans
30 les dessins et sera décrit ci-après de manière plus détaillée. Ainsi :

- la figure 1 montre un catalyseur à support en céramique selon l'invention selon une vue en perspective y compris l'extrait, représenté de manière détaillée,
- la figure 2 est une vue schématique en coupe longitudinale du catalyseur à support en céramique selon l'invention, coupé le long de la ligne
35 « 2 »-« 2 » selon la figure 1,

- la figure 3 est une coupe schématique longitudinale d'un catalyseur à support en céramique selon l'invention coupé selon la ligne « 3 »-« 3 » de la figure 1,
- la figure 4 est une coupe longitudinale schématique d'un dispositif selon l'invention,
- la figure 5 est une vue schématique d'un diviseur de gaz d'échappement représenté en perspective, et
- la figure 6 est une vue de face schématique du diviseur de gaz d'échappement.

La figure 1 montre schématiquement un catalyseur à support en céramique 1 comportant un support en céramique, poreux, perméable aux gaz, non représenté de manière détaillée ainsi qu'une couche catalytiquement active. Cette couche est formée d'une matière catalytiquement active pour oxyder et réduire différents composants des gaz d'échappement selon la technique connue de traitement des gaz d'échappement par catalyseur ; cette couche comprend une substance formant un nitrate et/ou accumulant des oxydes d'azote NO_x . Par un tube d'alimentation 4 on introduit dans le catalyseur à support en céramique 1, une veine partielle 3, dans la partie centrale des rangées perpendiculaires de canaux par l'intermédiaire d'un tube d'alimentation 4. La veine partielle 3 représente une fraction de la veine totale de gaz d'échappement 5, par exemple moins de 5 % de cette veine ou débit total de gaz d'échappement.

Selon la figure 4, on fournit un agent réducteur 7 à la veine partielle 3 à l'aide d'un dispositif d'injection 8 ; cet agent réducteur 7 est de préférence le carburant du moteur à combustion interne.

Le catalyseur à support en céramique 1 selon la figure 1 comprend de nombreux petits canaux ; pour faciliter la représentation on a un nombre de canaux beaucoup plus petit que ceux du catalyseur réel. La vue de détail de la figure 1 montre des bouchons 2 qui ferment l'extrémité des canaux. Les bouchons 2 sont installés pour que la veine partielle enrichie 3 c'est-à-dire la veine ayant un rapport d'air riche ($\lambda < 1$) compris de préférence entre 0,6 et 0,7 soit fournie par le tube d'alimentation 4 à la partie centrale du support en céramique 1 et que selon la figure 2, à l'aide d'orifices de débordement 9, la veine puisse passer dans tous les canaux à travers un intervalle.

Selon la figure 1, la veine des gaz d'échappement 5 passe dans les canaux ouverts de la zone supérieure et de la zone inférieure du support en céramique 1 et passe par des orifices de passage 9 correspon-

dants dans les canaux de la partie centrale du corps en céramique 1 dans la colonne correspondante. Ainsi les canaux à gaz d'échappement pauvre (c'est-à-dire avec un coefficient d'air pauvre ($\lambda > 1$) dans la zone centrale sont fermés de manière étanche par des bouchons 2 et les canaux des colonnes à rapport d'air riche ($\lambda < 1$) sont fermés de manière étanche dans la partie supérieure et dans la partie inférieure du support en céramique 1.

La figure 2 est une coupe transversale selon la ligne « 2 »-« 2 » de la figure 1 suivant une représentation schématique. Le montage des bouchons 2 et des orifices de passage 9 est explicité. Dans la colonne représentée à titre d'exemple à la figure 2, la veine partielle 3, enrichie pénètre dans tous les canaux de la colonne et revient selon la figure 3 à travers les pores de la céramique de support, poreuse par le côté arrière de la couche de catalyseur du support en céramique 1. En particulier, la substance pour former le nitrate, ajoutée à la couche de catalyseur et/ou celle assurant le stockage d'oxydes d'azote NO_x , assure la formation d'une zone de gaz d'échappement riche et d'une zone stoechiométrique ce qui permet de réduire l'oxyde d'azote avec une conversion relativement importante.

De plus, les pores étroits de la couche de catalyseur et la veine de produit de réaction de même que l'azote résiduel gênent la diffusion de l'oxygène et améliorent la formation de la zone de réaction stoechiométrique et riche. L'alimentation en azote à la phase gazeuse dans la couche de catalyseur est également gênée par cela. La substance assure néanmoins un transport des oxydes d'azote indépendamment de la phase gazeuse et cela sous la forme d'une diffusion de nitrates liés au corps solide. Sans un corps solide correspondant qui assiste le transport de l'azote, on ne peut assurer une conversion complète des oxydes d'azote NO_x à cause du couplage avec le blocage du transport de l'oxygène.

La figure 4 montre le tube d'alimentation 4 avec un diviseur de gaz d'échappement 10 pour générer une veine partielle 3 à rapport d'air riche ($\lambda < 1$). Le tube d'alimentation 4 est installé pour qu'il se trouve pratiquement contre le support en céramique 1. De faibles fuites ne gênent pas le fonctionnement du dispositif car pour le rapport d'air évoqué ci-dessus dans la veine partielle 3, cette veine reste enrichie même avec de petites fuites alors que la veine de gaz d'échappement 5 reste maigre même en recevant les fuites. Une teneur en hydrocarbure HC, légèrement augmentée de la veine des gaz d'échappement 5, maigre, est très largement oxydée avec le catalyseur.

Suivant une caractéristique avantageuse, la substance formant du nitrate et/ou accumulant des oxydes d'azote NO_x comprend au moins la matière catalytiquement active.

La figure 4 montre le dispositif d'injection 8 ; le carburant 7, pulvérisé est mélangé pratiquement complètement à la veine partielle de gaz d'échappement 3 grâce aux deux plaques de mélange 11, 12. Un capteur 13 par exemple une sonde lambda du commerce du type LSU, c'est-à-dire une sonde lambda universelle, mesure le rapport d'air λ en aval des plaques de mélange 11, 12. A l'aide d'une unité de commande non représentée de manière détaillée on règle par exemple la quantité de carburant 7 introduite. Pour cela on commande par exemple une pompe non représentée en détail qui débite le carburant d'un réservoir alimentant le dispositif d'injection 8 ; ce dispositif est par exemple constitué par un injecteur. Selon l'invention on peut également envisager d'autres dispositifs d'injection et des dispositifs de mélange.

La figure 5 montre le tube d'alimentation 4 et le diviseur de gaz d'échappement 10 ainsi que la plaque de mélange 12 selon une vue explicative en perspective. La figure 5 montre également l'installation des deux plaques de guidage 14 et d'un tube de gaz d'échappement 15. Par exemple l'ensemble du montage est soudé au tube d'échappement du moteur à combustion interne par l'intermédiaire des plaques de guidage 14.

La figure 6 montre l'ensemble de l'installation de la figure 5 en vue de face pour faciliter la compréhension.

N O M E N C L A T U R E

	1	Catalyseur à support en céramique
	2	Bouchon
5	3	Veine partielle
	4	Tube d'alimentation
	5	Veine de gaz d'échappement
	6	Boîtier
	7	Carburant
10	8	Dispositif d'injection
	9	Orifice de débordement
	10	Diviseur de gaz d'échappement
	11	Plaque de mélange
	12	Plaque de mélange
15	13	Capteur
	14	Plaque de guidage
	15	Tube de gaz d'échappement

RE V E N D I C A T I O N S

- 1°) Dispositif de traitement des gaz d'échappement émis par un moteur à combustion interne comprenant un élément de support, notamment en céramique, portant une matière catalytiquement active pour oxyder et/ou
5 réduire différents composants des gaz d'échappement (5) ainsi qu'une unité d'alimentation (4) pour fournir en continu un agent réducteur (7), caractérisé par des zones séparées dans lesquelles règnent des conditions réductrices et des conditions oxydantes.
- 10 2°) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par une zone à structure en couche avec des conditions réductrices.
- 15 3°) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par une substance pour former du nitrate et/ou pour accumuler des oxydes d'azote NO_x.
- 20 4°) Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la substance formant du nitrate et/ou accumulant des oxydes d'azote NO_x comprend au moins la matière catalytiquement active.
- 25 5°) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la matière catalytiquement active est prévue sous la forme d'une couche sur la face de l'élément de support non exposée au gaz d'échappement.
- 30 6°) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par un diviseur de gaz d'échappement (10) pour répartir la veine des gaz d'échappement (3, 5).
- 35 7°) Dispositif selon la revendication 1, caractérisé par

au moins un dispositif mélangeur (11, 12) pour mélanger l'agent réducteur (7) à une veine partielle de gaz d'échappement (3) pour que cette veine partielle de gaz d'échappement (3) possède un rapport d'air $\lambda < 1$.

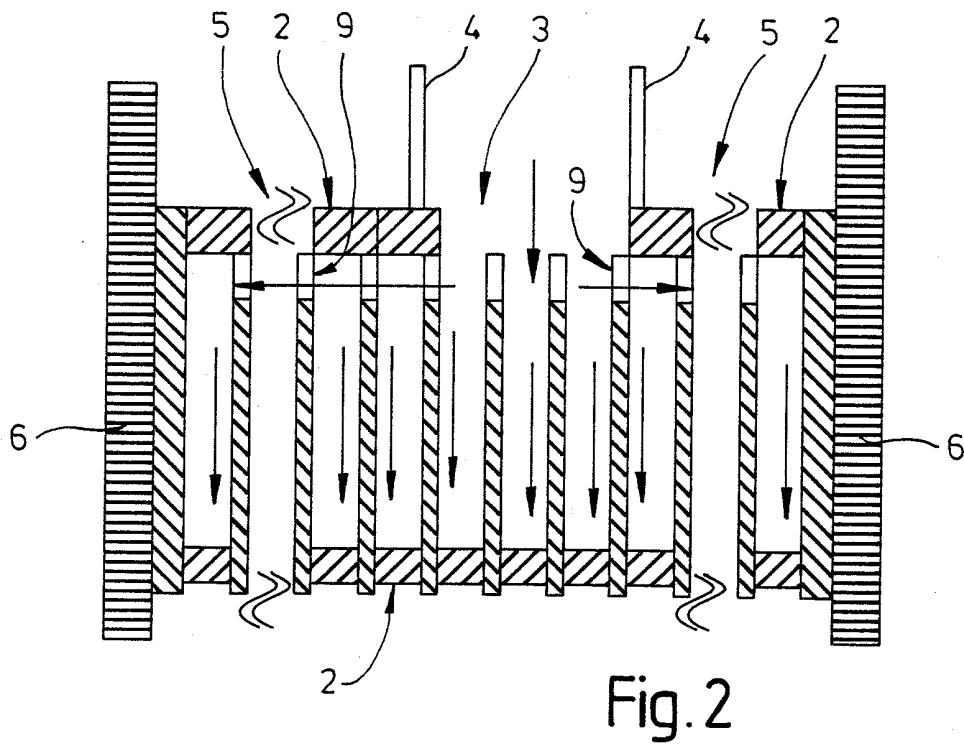
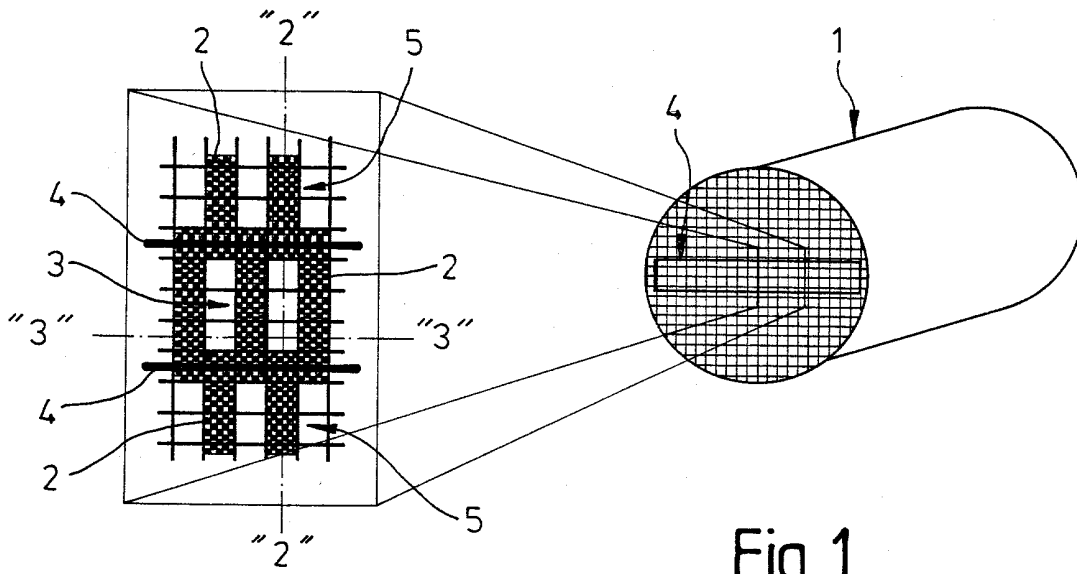
5 8°) Dispositif selon la revendication 1,
caractérisé par
une unité de commande pour commander l'alimentation en agent réduc-
teur.

10 9°) Dispositif selon la revendication 8,
caractérisé en ce que
l'unité de commande comprend au moins un capteur (13) pour mesurer le
coefficient d'air λ .

15 10°) Dispositif selon la revendication 1,
caractérisé par
un élément de support de forme tubulaire avec de nombreux canaux et au
moins un élément d'alimentation de gaz d'échappement (2) pour fournir
les veines partielles de gaz d'échappement (3, 5) à des zones différentes de
20 l'élément de support, chaque zone ayant plusieurs canaux.

11°) Dispositif selon la revendication 1,
caractérisé en ce que
l'unité d'alimentation (4) est installée dans la zone centrale de l'élément de
25 support et des canaux de passage (9) sont prévus pour répartir les veines
partielles de gaz d'échappement (3, 5) en colonnes et en lignes.

30



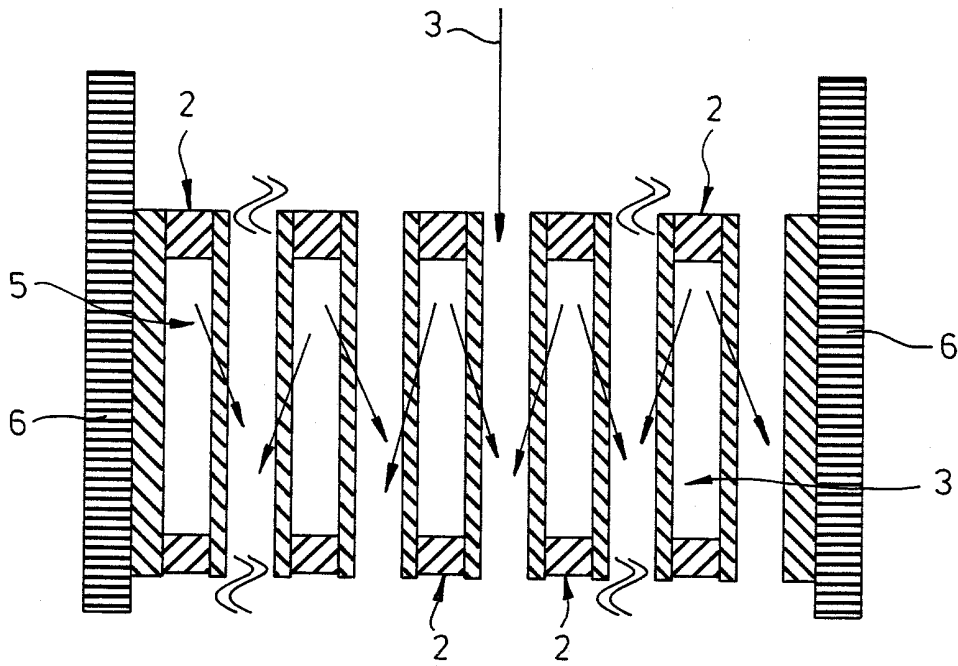


Fig. 3

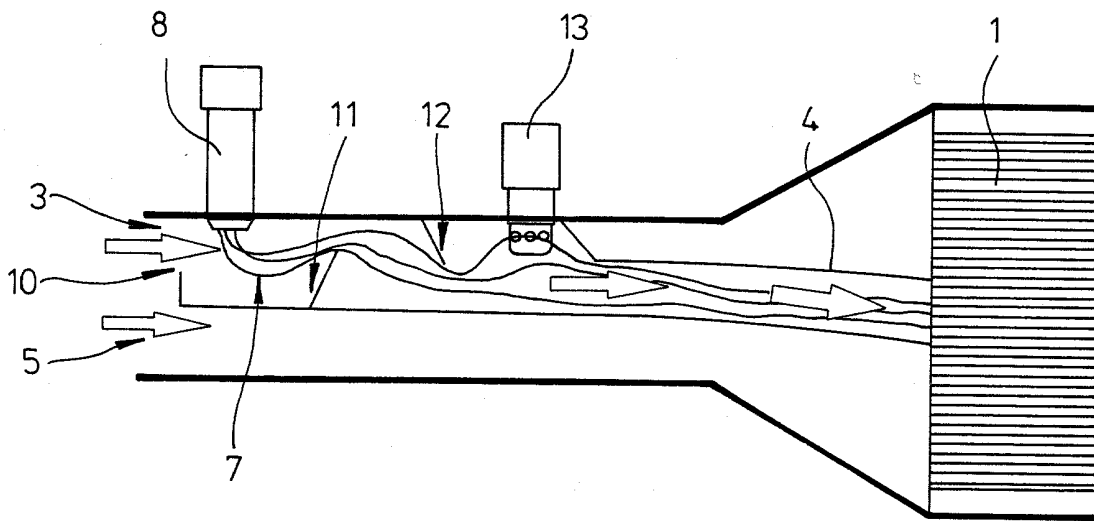


Fig. 4

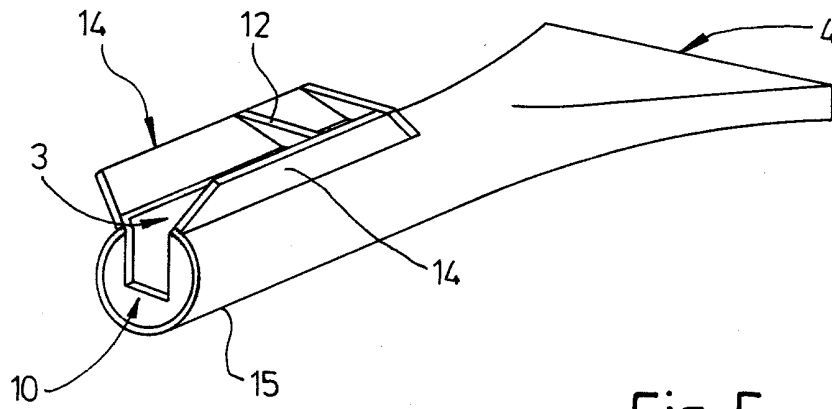


Fig. 5

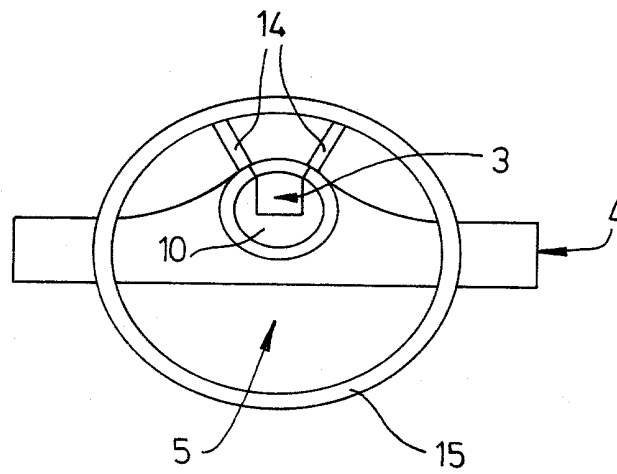


Fig. 6