



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
02.04.2003 Bulletin 2003/14

(51) Int Cl.7: **F01N 3/027**, F01N 3/08,
F01N 3/20

(21) Numéro de dépôt: **02292327.0**

(22) Date de dépôt: **23.09.2002**

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeurs:
• **Calvo, Sabine**
78340 Les Clayes Sous Bois (FR)
• **Lendresse, Yvane**
92500 Rueil-Malmaison (FR)
• **Boubert, Pascal**
76130 Mont-Saint-Aignan (FR)

(30) Priorité: **01.10.2001 FR 0112580**

(71) Demandeurs:
• **Renault s.a.s.**
92100 Boulogne Billancourt (FR)
• **Peugeot Citroen Automobiles SA**
92200 Neuilly sur Seine (FR)

(74) Mandataire: **Kohn, Philippe**
Cabinet Philippe Kohn,
30, rue Hoche
93500 Pantin (FR)

(54) **Système de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion**

(57) L'invention propose un système de traitement (10) des gaz d'échappement d'un moteur à combustion, du type qui comporte un élément de traitement (16) disposé dans une ligne d'échappement (14) et un système de production de décharges électriques de forte tension et de faible intensité, entre au moins une cathode (24) et une anode (22) agencées dans la ligne d'échappement (14), pour former des espèces chimiques favora-

bles à la régénération de l'élément de traitement (16), caractérisé en ce que l'anode (22) s'étend dans l'élément de traitement (16) selon une direction sensiblement parallèle à la direction d'écoulement des gaz d'échappement dans la ligne d'échappement (14), et en ce qu'au moins une cathode (24) est agencée au moins partiellement à la périphérie de l'élément de traitement (16) selon une direction sensiblement parallèle à celle de l'anode (22).

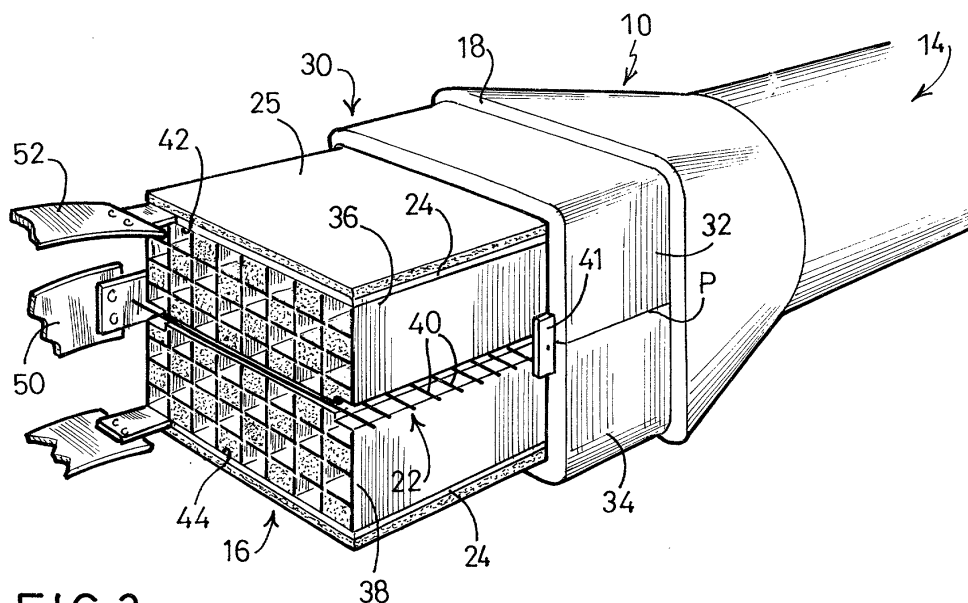


FIG.3

Description

[0001] L'invention concerne un système de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion.

[0002] L'invention concerne plus particulièrement un système de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion, du type qui comporte un élément de traitement disposé dans une ligne d'échappement et un système de production de décharges électriques de forte tension et de faible intensité, entre au moins une cathode et une anode qui sont agencées dans la ligne d'échappement.

[0003] Les moteurs diesel et essence émettent des substances polluantes telles que des hydrocarbures imbrûlés, des oxydes d'azote, des oxydes de carbone et des particules dans le cas des moteurs diesel. On sait que l'une des préoccupations majeures des équipementiers et des constructeurs de véhicules automobiles est la réduction de la pollution engendrée par le fonctionnement de ces moteurs.

[0004] Différentes solutions techniques ont donc été envisagées pour tenter de réduire les niveaux de pollution de ces moteurs.

[0005] La maîtrise des émissions polluantes gazeuses peut être obtenue par introduction dans la ligne d'échappement de catalyseurs spécifiques, comme par exemple le catalyseur trois-voies pour les moteurs essence fonctionnant à la stoechiométrie ou le piège à oxydes d'azote pour les moteurs Injection Directe Essence ou diesel fonctionnant en mélange pauvre (teneur en oxygène élevée). Dans le cas du piège à oxydes d'azote, les agents réducteurs sont les hydrocarbures imbrûlés accessibles dans les gaz d'échappement, contrairement à la catalyse SCR utilisant quant à elle un agent réducteur extérieur, comme par exemple l'urée.

[0006] Le traitement des particules sur moteurs diesel actuels est possible grâce à l'introduction dans la ligne d'échappement de ces moteurs d'un filtre à particules comme proposé déjà dans l'état de la technique. Ceux-ci sont souvent adaptés pour piéger les particules ou "suies" contenus dans les gaz d'échappement de ces moteurs et les brûler lors d'une phase de régénération du filtre. Différentes stratégies de régénération sont disponibles dans la littérature, faisant référence par exemple à la post injection de carburant pour atteindre la température de combustion des suies (600°C au minimum) ou par exemple à des moyens additionnels de chauffage placés en amont du filtre à particules.

[0007] La présente invention propose l'utilisation de la technologie des plasma non thermiques dans un matériau catalytique et/ou filtrant afin d'aider le traitement des polluants gazeux contenus dans un échappement moteur essence ou diesel, entre autre la catalyse de réduction des oxydes d'azote, et/ou afin d'induire la combustion des suies piégées dans un filtre placé dans une ligne d'échappement moteur essence ou diesel.

[0008] Cette technologie consiste à former des espèces métastables, des radicaux et des ions très réactifs

par collision entre les molécules de gaz et les électrons énergétiques produits par les décharges électriques, et ce sans élévation de la température du milieu réactionnel.

[0009] Les caractéristiques physiques des décharges électriques varient selon l'application visée, les consommations et niveaux de conversions requis pour les applications moteur notamment de véhicule automobile (fréquence, tension, intensité variables).

[0010] Les espèces métastables, radicaux et électrons fortement énergétiques produits sont des agents promoteurs de la réduction chimique, par exemple des oxydes d'azote et des particules de suies, par interactions directe de ces espèces à durée de vie très courte avec les polluants.

[0011] L'invention propose donc un système de traitement des gaz d'échappement d'un moteur à combustion, du type qui comporte un élément de traitement disposé dans une ligne d'échappement et un système de production de décharges électriques de forte tension et de faible intensité, entre au moins une cathode et une anode agencées dans la ligne d'échappement, pour former des espèces chimiques favorables à la régénération de l'élément de traitement, caractérisé en ce que l'anode s'étend dans l'élément de traitement selon une direction sensiblement parallèle à la direction d'écoulement des gaz d'échappement dans la ligne d'échappement, et en ce qu'au moins une cathode est agencée au moins partiellement à la périphérie de l'élément de traitement selon une direction sensiblement parallèle à celle de l'anode.

[0012] Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- les fils conducteurs sont parallèles à la direction d'écoulement des gaz d'échappement ;
- les fils conducteurs sont perpendiculaires à la direction d'écoulement des gaz d'échappement ;
- l'élément de traitement est constitué de deux blocs qui sont agencés de part et d'autre de l'anode de façon qu'un bloc soit interposé entre l'anode et chaque cathode ;
- le système est constitué d'un empilement d'éléments de traitement, et deux éléments de traitement adjacents comportent une cathode commune ;
- l'élément de traitement comporte un filtre à particules ;
- le système comporte un catalyseur, notamment un catalyseur de réduction des oxydes d'azote.

[0013] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 représente schématiquement une ligne d'échappement d'un moteur à combustion équipée d'un système de traitement des gaz

d'échappement ;

- la figure 2 représente une vue en coupe selon la ligne 2-2 de la figure 1 du système de traitement des gaz d'échappement selon un premier mode de réalisation de l'invention ;
- la figure 3 représente de façon schématique en perspective un système de traitement des gaz d'échappement selon un deuxième mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 4 représente de façon schématique en coupe transversale le système de traitement des gaz d'échappement selon une variante du deuxième mode de réalisation de l'invention.

[0014] La description qui suit est faite, à titre non limitatif, en référence à un système de traitement 10 qui comporte un filtre à particules. Sans sortir du cadre de l'invention, le filtre à particules peut être remplacé par un catalyseur tel qu'un catalyseur de réduction des oxydes d'azote.

[0015] On a représenté sur la figure 1 un système de traitement 10 des gaz d'échappement G d'un moteur à combustion 12. Le moteur 12 peut notamment être un moteur diesel ou un moteur à essence fonctionnant en mélange pauvre tel qu'un moteur à essence à injection directe.

[0016] Une ligne 14 d'échappement permet l'évacuation des gaz G du moteur vers l'atmosphère. Le système de traitement 10 destiné à purifier les gaz d'échappement G est interposé dans la ligne 14. Il se compose principalement d'un élément de traitement 16 agencé dans une chambre 18.

[0017] Le système de traitement 10 comporte aussi un système 20 de production de décharges électriques.

[0018] Les décharges électriques sont produites par un générateur d'impulsions 26 entre une anode 22 et une cathode 24 agencées dans la ligne d'échappement 14.

[0019] La technologie utilisée est celle des plasmas non thermiques.

[0020] Par conséquent, les décharges électriques sont produites à une fréquence pouvant aller du monocoup à plusieurs dizaine de kHz pour une forte tension appliquée (jusqu'à plusieurs dizaines de kV) entre la ou les anodes et la ou les cathodes et consistent en des impulsions de courant de forte intensité (jusqu'à plusieurs kA) et faible durée de vie.

[0021] Les décharges électriques sont produites de façon qu'elles se propagent dans les gaz d'échappement G pour traiter les oxydes d'azote et produire des espèces activées oxydantes favorisant la combustion des particules.

[0022] Conformément à l'invention, l'anode 22 s'étend dans l'élément de traitement 16 selon une direction sensiblement parallèle à la direction d'écoulement des gaz d'échappement G dans la ligne d'échappement 14. De plus, au moins une cathode 24 est agencée à la périphérie de l'élément de traitement 16 selon une di-

rection sensiblement parallèle à celle de l'anode.

[0023] Pour des raisons de sécurité, notamment pour limiter le risque de court-circuits, le générateur d'impulsions 26 alimente l'anode 22, située à l'intérieur de l'élément de traitement 16, sous la tension élevée, et la cathode 24, agencée à la périphérie de l'élément de traitement 16, étant reliée à la masse électrique du système.

[0024] La figure 2 représente en coupe un premier mode de réalisation de l'invention.

[0025] La chambre 18 est ici sensiblement cylindrique dont l'axe longitudinal correspond à la direction générale de l'écoulement des gaz d'échappement G dans la ligne 14.

[0026] L'élément de traitement 16, qui est ici un élément filtrant aussi appelé piège à particules, est constitué de canaux d'entrée 17O et de sortie 17B longitudinaux qui sont alternativement bouchés et ouverts en entrée et qui sont inversement ouverts et bouchés en sortie respectivement. Les parois des canaux sont poreuses.

[0027] Ainsi, les gaz d'échappement G rentrent dans les canaux 17O qui sont ouverts en entrée et traversent les parois poreuses de façon à ressortir par les canaux 17B qui sont ouverts en sortie. Lorsqu'ils traversent les parois, les particules sont retenues de façon que les gaz d'échappement qui sortent de l'élément de traitement 16 sont dépourvus de particules.

[0028] L'anode 22 s'étend dans l'élément de traitement 16 selon une direction sensiblement parallèle à la direction d'écoulement des gaz d'échappement G.

[0029] L'anode 22 consiste ici en un fil conducteur qui s'étend longitudinalement à l'élément de traitement 16.

[0030] La cathode 24 qui est de forme tubulaire enveloppe l'élément de traitement 16.

[0031] Ainsi, le système formé par l'élément de traitement 16, l'anode 22 et la cathode 24 est symétrique.

[0032] Lorsque l'élément de traitement 16 est saturé, c'est-à-dire que la quantité de particules stockée est supérieure à un seuil prédéterminé, sa régénération est initiée.

[0033] Le chargement du filtre à particules 16 peut être déterminé par un capteur de mesure de pression différentielle, non représenté, qui fournit la valeur de la perte de charge produite par le filtre à particules 16 entre l'entrée et la sortie de la chambre 18. Lorsque la valeur de la perte de charge est supérieure à une valeur prédéterminée, cela signifie que le filtre 16 est saturé, sa régénération est alors initiée.

[0034] Lors de la phase de régénération, le générateur d'impulsions 26 produit des décharges électriques qui sont réparties de façon homogène dans l'élément de traitement 16. La répartition homogène des décharges dans l'élément de traitement 16 est principalement due à la symétrie du système formé par l'élément de traitement 16, l'anode 22 et la cathode 24

[0035] Cela permet de provoquer la formation d'espèces activées oxydantes à proximité immédiate des pa-

rois des canaux de l'élément de traitement 16 qui sont chargées de particules. Cette proximité ainsi que la répartition homogène des espèces oxydées permettent de favoriser la combustion des particules stockées dans l'élément de traitement.

[0036] Ainsi, la régénération du système de traitement 10 est optimisée.

[0037] Afin de s'affranchir des contraintes mécaniques pouvant être liées à des vibrations ou à la dilatation des matériaux constituant le système de traitement 10, une bande de laine thermique 25 peut être disposée entre la paroi intérieure de la chambre 18 et la cathode 24.

[0038] La bande de laine thermique 25 permet de réaliser un découplage mécanique entre la paroi de la chambre 18 et l'élément de traitement 16. De plus, elle assure l'isolation thermique de l'élément de traitement 16 de façon à limiter la température de la face externe de la paroi de la chambre 18, et à favoriser l'élévation de température à l'intérieur de l'élément de traitement, ce qui facilite encore la régénération du système de traitement.

[0039] Les figures 3 et 4 représentent un deuxième mode de réalisation préféré de l'invention.

[0040] Dans la suite de la description on utilisera, à titre non limitatif, une orientation supérieure, inférieure conformément à l'orientation de haut en bas des figures.

[0041] Conformément à la figure 3, la chambre 18 du système de traitement reçoit un réacteur 30 constitué de deux coques supérieure et inférieure 32, 34 dans lesquelles est agencé l'élément de traitement 16 de forme globalement parallélépipédique.

[0042] L'enveloppe 18 permet de connecter de façon étanche le réacteur 30 à la ligne d'échappement 14.

[0043] L'élément de traitement 16 est constitué de deux blocs supérieur et inférieur 36, 38 qui sont symétriques par rapport à un plan P horizontal médian du réacteur 30.

[0044] L'anode 22 est ici constituée par un réseau de fils conducteurs 40 parallèles entre eux qui peuvent être en acier inoxydable.

[0045] Le réseau de fils conducteurs 40 s'étend entre les deux blocs 36 et 38 dans le plan P horizontal médian qui est parallèle à la direction de l'écoulement des gaz d'échappement G dans la ligne 14.

[0046] Les fils conducteurs sont reliés entre eux par deux barrettes 41 en matériau conducteur qui s'étendent longitudinalement de part et d'autre sur des faces latérales de l'élément de traitement 16. Les barrettes 41 permettent d'une part de tendre les fils 40 entre les blocs supérieur et inférieur 36, 38 et d'autre part de former deux éléments d'alimentation communs à tous les fils 40.

[0047] Les fils conducteurs 40 peuvent être perpendiculaires à la direction de l'écoulement des gaz d'échappement G, conformément à la figure 3.

[0048] Selon une variante, ils peuvent aussi être orientés différemment, notamment selon une direction parallèle à la direction de l'écoulement des gaz d'échap-

pement G.

[0049] Selon une autre variante, l'anode 22 peut être constituée par une plaque en matériau conducteur.

[0050] Conformément à l'invention, une première cathode 24 est interposée entre la paroi supérieure 42 du bloc supérieur 36 et la paroi intérieure de la coque supérieure 32.

[0051] De façon similaire, une seconde cathode 24 est interposée entre la paroi inférieure 44 du bloc inférieur 38 et la paroi intérieure de la coque inférieure 34.

[0052] Les cathodes 24 sont constituées d'une plaque en matériau conducteur qui peut être en acier inox.

[0053] Ainsi, la première et la seconde cathodes 24 s'étendent chacune dans un plan parallèle à celui du plan des fils conducteurs 40 formant l'anode 22.

[0054] Chaque bloc supérieur 36 et inférieur 38 est interposé entre l'anode 22 et la première et la seconde cathode 24.

[0055] Le système formé par les cathodes 24 et les blocs 36, 38 de l'élément de traitement 16 sont symétriques par rapport au plan horizontal médian P contenant l'anode 22.

[0056] Ainsi, les décharges électriques provoquées par le générateur d'impulsions 26 se produisent simultanément entre l'anode 22 et chacune des première et seconde cathodes 24.

[0057] Par conséquent, les décharges électriques sont réparties de façon homogène dans l'élément de traitement 16, ce qui favorise la combustion des particules stockées.

[0058] L'enveloppe 18, qui permet de connecter de façon étanche le réacteur 30 à la ligne d'échappement 14, permet aussi de maintenir les deux blocs supérieur 36 et inférieur 38 du réacteur 30.

[0059] L'enveloppe 18 doit permettre le passage des conducteurs électriques permettant de relier l'anode 22 et les cathodes 24 au générateur d'impulsions 26.

[0060] Pour ce faire, des orifices (non représentés) isolés électriquement sont réalisés dans sa paroi de façon que des éléments conducteurs relient l'anode 22 et les cathodes 24 au générateur d'impulsions 26 respectivement.

[0061] Les éléments conducteurs peuvent être des feuillards en cuivre 50 et 52, conformément à la figure 3.

[0062] L'enveloppe 18 permet de former une cage de Faraday de façon à limiter les perturbations électromagnétiques produites par le système de traitement 10.

[0063] De façon similaire au premier mode de réalisation, pour s'affranchir des contraintes mécaniques pouvant être liées à des vibrations ou à la dilatation des matériaux constituant le système de traitement 10, des bandes de laine thermique 25 peuvent être disposées entre les cathodes 24 et les blocs supérieur 36 et inférieur 38 de l'élément de traitement 16.

[0064] Le matériau constituant les coques supérieure 32 et inférieure 34 doit présenter une très faible conductivité électrique du fait de la présence des électrodes 22, 24 de façon à réduire au maximum le risque de court-

circuits. De plus, ce matériau doit pouvoir résister à des températures élevées. Par conséquent, les coques supérieure 32 et inférieure 34 peuvent être réalisées en céramique ou avec un revêtement céramique.

[0065] Selon une variante du deuxième mode de réalisation, l'invention propose conformément à la figure 4 que le système de traitement 10 soit constitué d'un empilement d'éléments de traitement 16. Ici, deux éléments de traitement 16 sont empilés.

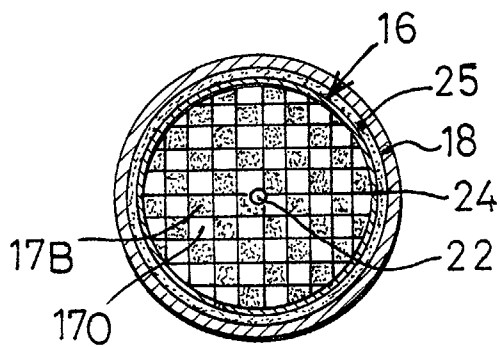
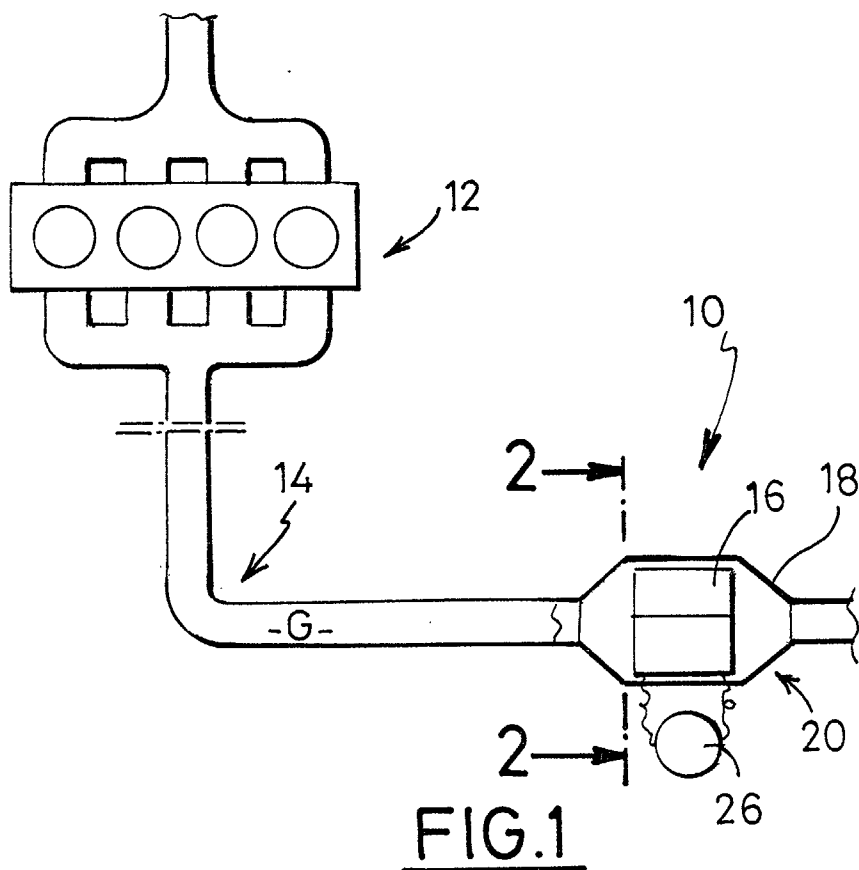
[0066] De façon à minimiser l'encombrement du système 10, les deux éléments comportent une cathode commune 54.

[0067] Une telle réalisation permet d'adapter la capacité de traitement du système 10 en fonction du véhicule sur lequel il est monté et de la quantité de substances polluantes à traiter, à partir d'un modèle unique d'élément de traitement 16.

[0068] Cela permet d'optimiser les coûts de production des systèmes de traitement 10.

Revendications

1. Système de traitement (10) des gaz d'échappement (G) d'un moteur à combustion (12), du type qui comporte un élément de traitement (16) de forme parallélépipédique disposé dans une ligne d'échappement (14) et un système (20) de production de décharges électriques de forte tension et de faible intensité, entre au moins une cathode (24) et une anode (22) agencées dans la ligne d'échappement (14), pour former des espèces chimiques favorables à la régénération de l'élément de traitement (16), du type dans lequel l'anode (22) s'étend dans l'élément de traitement (16) de façon parallèle à deux parois opposées (42, 44) de l'élément de traitement (16) et selon une direction sensiblement parallèle à la direction d'écoulement des gaz d'échappement (G) dans la ligne d'échappement (14), et dans lequel deux cathodes (24) sont agencées sur lesdites parois opposées (42, 44) selon une direction sensiblement parallèle à celle de l'anode (22), de façon que les décharges électriques se produisent simultanément entre l'anode (22) et les deux cathodes (24),
caractérisé en ce que l'anode (22) et/ou au moins une cathode (24) est un réseau de fils conducteurs (40) qui s'étend dans un plan parallèle à la direction d'écoulement des gaz dans la ligne d'échappement (14).
2. Système de traitement (10) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** les fils conducteurs (40) sont parallèles à la direction d'écoulement des gaz d'échappement (G).
3. Système de traitement (10) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les fils conducteurs (40)
4. Système de traitement (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de traitement (16) est constitué de deux blocs (36, 38) qui sont agencés de part et d'autre de l'anode (22) de façon qu'un bloc (36, 38) soit interposé entre l'anode (22) et chaque cathode (24).
5. Système de traitement (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est constitué d'un empilement d'éléments de traitement (16), et **en ce que** deux éléments de traitement (16) adjacents comportent une cathode commune (54).
6. Système de traitement (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'élément de traitement (16) comporte un filtre à particules.
7. Système de traitement (10) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** comporte un catalyseur, notamment un catalyseur de réduction des oxydes d'azote.



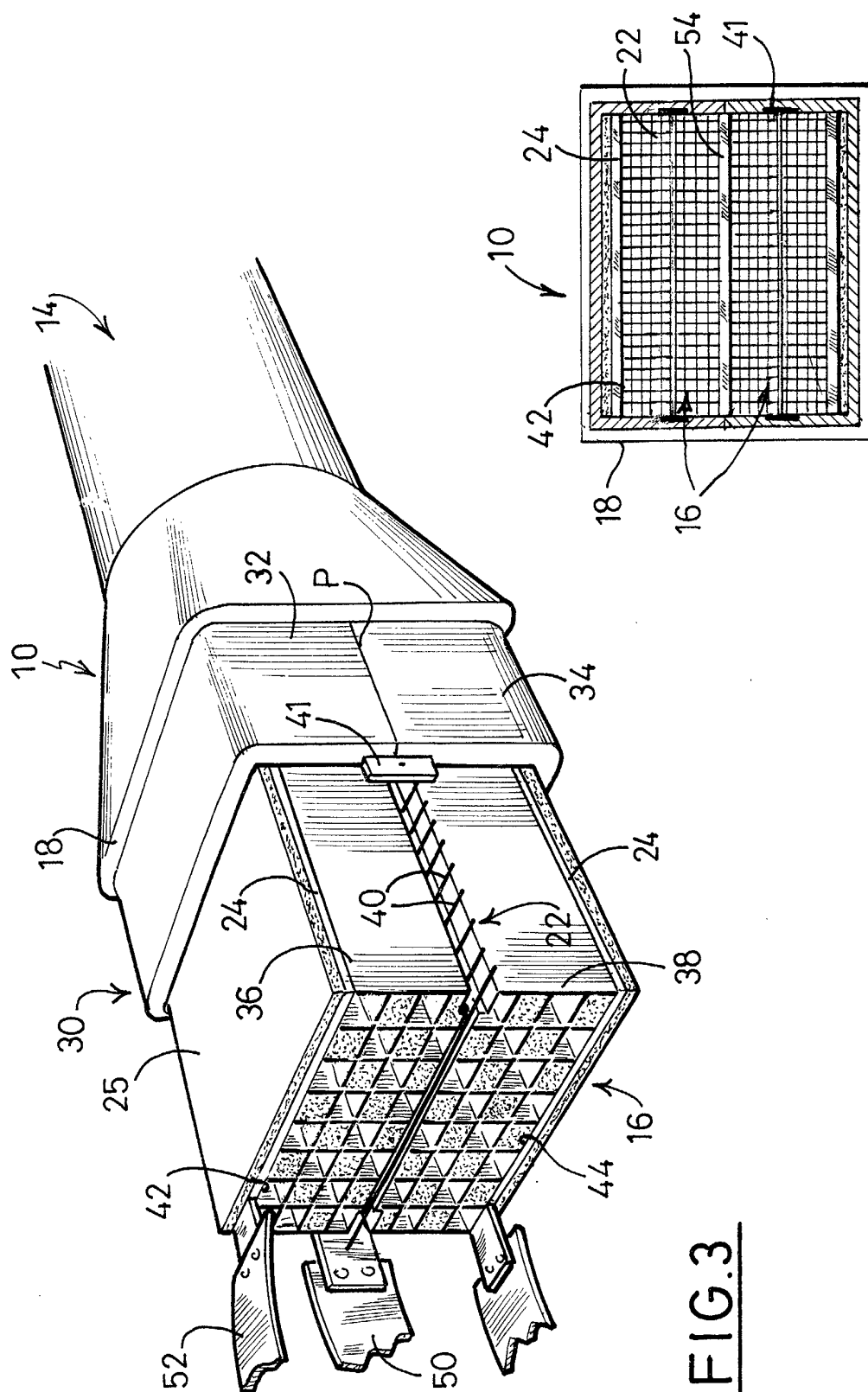


FIG. 3

FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 2327

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
Y	WO 01 34281 A (FLECK CARL M) 17 mai 2001 (2001-05-17) * page 8, alinéa 4; figures 5-7 *	1-4,6	F01N3/027 F01N3/08 F01N3/20
Y	WO 01 04467 A (HARRY JOHN ERNEST ; PERKINS ENGINES COMPANY LTD (GB); GARNER COLIN) 18 janvier 2001 (2001-01-18) * page 30, ligne 27 - page 31, ligne 6; figure 17 *	1-4,6	
A	"PLASMA EXHAUST TREATMENT" DIESELNET TECHNOLOGY GUIDE, XX, XX, 1999, pages 1-7, XP000826895 * page 1 *	1,6,7	
A	WO 99 43419 A (ANDREWS PETER JAMES ; HALL STEPHEN IVOR (GB); SHAWCROSS JAMES TIMOT) 2 septembre 1999 (1999-09-02) * page 4, ligne 32 - ligne 34 * * page 8, ligne 30 - page 10, ligne 5; figures 1,5 *	1,7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			F01N
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		24 janvier 2003	Schmitter, T
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 02 29 2327

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

24-01-2003

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 0134281 A	17-05-2001	AT 409653 B	25-10-2002
		AT 189799 A	15-02-2002
		WO 0134281 A1	17-05-2001
		AU 1644001 A	06-06-2001
		EP 1229992 A1	14-08-2002
WO 0104467 A	18-01-2001	GB 2351923 A	17-01-2001
		AU 5552900 A	30-01-2001
		EP 1192335 A1	03-04-2002
		WO 0104467 A1	18-01-2001
WO 9943419 A	02-09-1999	AT 229368 T	15-12-2002
		AU 2535999 A	15-09-1999
		DE 69904447 D1	23-01-2003
		EP 1058577 A1	13-12-2000
		WO 9943419 A1	02-09-1999
		JP 2002504421 T	12-02-2002

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82