(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
19 juillet 2012 (19.07.2012)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2012/095573 A1

(51) Classification internationale des brevets :
F01N 3/035 (2006.01) *F01N 13/02* (2010.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2011/052878

(22) Date de dépôt international :
6 décembre 2011 (06.12.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1150211 11 janvier 2011 (11.01.2011) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA** [FR/FR]; Route de Gisy, F-78140 Velizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **CREHAN, Gabriel** [IE/FR]; 24 Bld De Jardy, F-92420 Vaucresson (FR).

(74) Mandataire : **RENOUS-CHAN, Véronique**; Peugeot Citroen Automobiles SA, Propriété Industrielle, 18 rue des Fauvelles, F-92250 La Garenne Colombes (FR).

(81) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible)* : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv))*

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))*

(54) **Title** : INTERNAL COMBUSTION ENGINE EXHAUST LINE

(54) **Titre** : LIGNE D'ECHAPPEMENT POUR UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

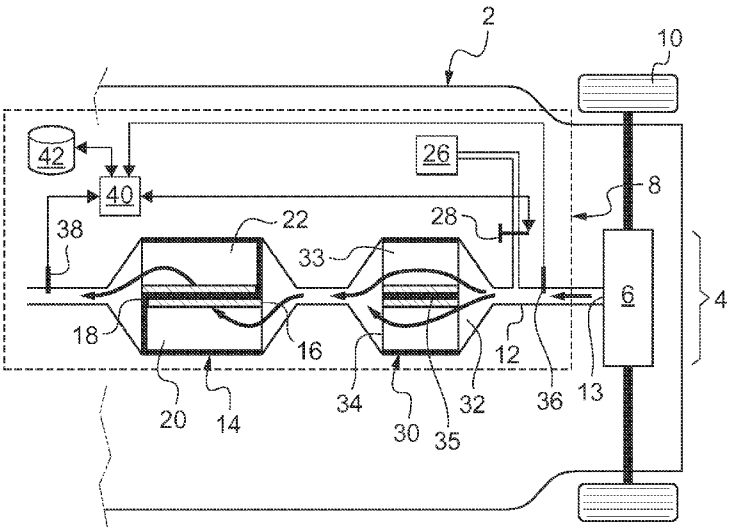


Fig.1

(57) **Abstract** : The invention relates to an exhaust line (8) of an internal combustion engine (6), comprising: - a pipe (12) receiving exhaust gases, and - a particulate filter (14) impregnated: with a first catalytic coating forming a reduction catalyst for nitrogen oxides (NOx), and with a second catalytic coating forming a first oxidation catalyst for carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC), characterized in that: - the line (8) comprises an additional filter (30), housed in the pipe (12) downstream of the particulate filter (14) and impregnated with a catalytic coating forming a second reduction catalyst for nitrogen oxides (NOx), and - the additional filter (30) has an internal structure such that the additional filter (30) creates a pressure drop which is less than the pressure drop created by the same volume of particulate filter (14) impregnated with the same quantity of the same catalytic coating.

(57) **Abrégé** : L'invention concerne une ligne d'échappement (8), pour un moteur à combustion interne (6), comportant; une tubulure (12) recevant des gaz

[Suite sur la page suivante]

WO 2012/095573 A1

d'échappement, et un filtre à particules (14) imprégné; d'un premier revêtement catalytique formant un premier catalyseur de réduction d'oxydes d'azotes (NOx), et d'un second revêtement catalytique formant un catalyseur d'oxydation de monoxydes de carbone (CO) et d'hydrocarbures (HC), caractérisé en ce que; la ligne (8) comporte un filtre additionnel (30), logé dans la tubulure (12) en amont du filtre à particules (14), et imprégné d'un revêtement catalytique formant un second catalyseur de réduction des oxydes d'azotes (NOx), et le filtre additionnel (30) comporte une structure interne telle que,, le filtre additionnel (30) crée une perte de charge inférieure à la perte de charge créée par le même volume de filtre à particules (14) imprégné par la même quantité de même revêtement catalytique.

LIGNE D'ECHAPPEMENT POUR UN MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

[001] L'invention concerne une ligne d'échappement pour un moteur à combustion interne. L'invention concerne également un ensemble de motorisation comportant cette ligne d'échappement. L'invention concerne enfin un véhicule équipé de cet ensemble de motorisation.

[002] Les gaz d'échappement émis par un moteur à combustion interne contiennent des éléments polluants dont il est souhaitable de réduire le rejet dans l'atmosphère. Par « éléments polluants » on désigne plus particulièrement des oxydes d'azote NO_x (N_2O, NO et NO_2), du monoxyde de carbone (CO), des hydrocarbures imbrûlés (HC), et des particules de suie. Afin de limiter les émissions d'éléments polluants, il est connu de réaliser un post-traitement des gaz traversant une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne. Typiquement, la ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne comporte:

- une tubulure recevant les gaz d'échappement du moteur,
- un filtre à particules permettant de retenir et de brûler les particules de suies contenues dans les gaz,
- un catalyseur d'oxydation pour transformer les monoxydes de carbones (CO) et les hydrocarbures (HC) en dioxydes de carbone (CO_2) et en eau (H_2O), et
- un catalyseur de réduction pour transformer les oxydes d'azote (NO_x) en azote (N_2) et en eau (H_2O).

[003] Dans le but de minimiser l'encombrement de la ligne d'échappement, il a été proposé par le déposant d'intégrer le catalyseur d'oxydation et le catalyseur de réduction à l'intérieur du filtre à particules pour former un filtre à particules dit « bi-catalysé ».

[004] Un filtre à particules bi-catalysé comporte généralement une structure en nid d'abeille. Le filtre comprend une face d'admission permettant l'admission des gaz d'échappement à l'intérieur du filtre et une face d'évacuation permettant l'évacuation des gaz d'échappement hors du filtre. Le filtre comporte entre les faces d'admission et d'évacuation un ensemble de canaux ou conduits adjacents d'axes

parallèles entre eux séparés par des parois poreuses de filtration. Les conduits sont obturés à l'une ou l'autre de leurs extrémités pour délimiter des conduits d'admission débouchant seulement sur la face d'admission et des conduits d'évacuation débouchant seulement sur la face d'évacuation. Les conduits sont alternativement obturés dans un ordre tel que les gaz d'échappement, au cours de la traversée du filtre, sont contraints de traverser les parois latérales des conduits d'entrée pour rejoindre les conduits de sortie. De cette manière, les particules de suie se déposent et s'accumulent sur les parois poreuses du filtre. Ces parois internes du filtre à particules sont imprégnées de revêtements catalytiques pour former le catalyseur de réduction et le catalyseur d'oxydation.

[005] Typiquement, le filtre à particules est réalisé en carbure de silicium.

[006] Un premier inconvénient d'un tel type de filtre à particules bi-catalysé est que pour garantir une dépollution réglementaire des gaz d'échappement, il est nécessaire que la quantité de revêtement catalytique imprégné sur les parois soit supérieure à un seuil minimum.

[007] Si la quantité de revêtement catalytique imprégné sur les parois est trop importante, les pores des parois poreuses du filtre s'obstruent. Dans ce cas, lors du fonctionnement du moteur, les gaz d'échappement traversent plus difficilement ce filtre. En conséquence, la pression des gaz d'échappement dans la tubulure, en entrée du filtre à particules, augmente. Indirectement, une obstruction des pores conduit à une augmentation de la consommation de carburant du moteur.

[008] Une solution connue est d'augmenter le volume du filtre à particules de manière à pouvoir déposer davantage de revêtement catalytique sans obstruer les pores du filtre. Toutefois, cette solution est à éviter car elle augmente l'encombrement de la ligne d'échappement.

[009] Un second inconvénient est que la réduction des oxydes d'azote (NO_x) nécessite que la température des gaz d'échappement soit supérieure à une température seuil pour être mise en œuvre. Plus la température des gaz d'échappement est basse, plus la quantité d'oxydes d'azote réduite est faible. Le filtre étant réalisé en carbure de silicium, celui-ci dissipe la chaleur des gaz d'échappement traversant ce filtre et donc diminue la quantité d'oxydes d'azote réduits. Dans ces conditions il est connu d'augmenter la quantité de catalyseur dans

le filtre à particules pour conserver une quantité satisfaisante d'oxydes d'azote réduits à basse température. Toutefois, cette quantité de catalyseur (typiquement des matériaux précieux) est souvent non négligeable. Cet ajout de catalyseur représente un coût pour le fabricant du filtre.

[0010] Enfin, un troisième inconvénient est que pour permettre la réduction des oxydes d'azotes (NO_x), un agent réducteur, typiquement de l'urée, est injecté dans la tubulure en amont du filtre. Dans les lignes d'échappement connues du déposant, il est nécessaire d'injecter l'agent de réduction loin en amont du filtre à particules pour laisser le temps à l'urée de se décomposer en ammoniaque (NH_3) sous l'effet de la chaleur des gaz d'échappement. Ceci est problématique pour des véhicules de petite taille pour lesquels la tubulure est courte.

[0011] L'invention vise à résoudre un ou plusieurs de ces inconvénients.

[0012] L'invention concerne une ligne d'échappement pour un moteur à combustion interne, cette ligne d'échappement comportant:

- une tubulure recevant des gaz d'échappement, et
- un filtre à particules logé à l'intérieur de cette tubulure imprégné:
    - d'un premier revêtement catalytique formant un premier catalyseur de réduction d'oxydes d'azotes (NO_x), et
    - d'un second revêtement catalytique formant un catalyseur d'oxydation de monoxydes de carbone (CO) et d'hydrocarbures (HC),
- un filtre additionnel, logé dans la tubulure en amont du filtre à particules, et imprégné d'un revêtement catalytique formant un second catalyseur de réduction des oxydes d'azotes (NO_x), et
- le filtre additionnel comporte une structure interne telle que, le filtre additionnel crée une perte de charge inférieure à la perte de charge créée par le même volume de filtre à particules imprégné par la même quantité de même revêtement catalytique.

[0013] Dans la ligne d'échappement présentée plus haut, le filtre additionnel est capable d'être imprégné d'une quantité de premier revêtement catalytique par unité de volume supérieure au filtre à particules. Ainsi, pour augmenter la quantité de

revêtement catalytique dans la ligne d'échappement, tout en ne bouchant pas les pores du filtre à particules, il est moins encombrant d'ajouter à la ligne d'échappement le filtre additionnel que d'allonger le filtre à particules.

[0014] Par ailleurs, le filtre additionnel crée une perte de charge inférieure à la perte de charge qui serait créée par le même volume de filtre à particules imprégné par la même quantité de revêtement catalytique que le filtre additionnel. Ainsi, la consommation du moteur n'est pas détériorée par rapport à un filtre à particules dont la longueur serait allongée.

[0015] Les modes de réalisation de cette ligne d'échappement peuvent comporter une ou plusieurs des caractéristiques suivantes:

- ligne d'échappement, dans laquelle:

-le filtre à particules comporte:

-des conduits d'admission débouchant uniquement sur une face d'admission des gaz d'échappement,

-des conduits d'évacuation débouchant uniquement sur une face d'évacuation des gaz d'échappement, et

-des parois poreuses pour connecter fluidiquement les conduits d'admission et les conduits d'évacuation,

-le filtre additionnel comporte des conduits débouchant sur une face d'admission d'une part et sur une face d'évacuation d'autre part, le diamètre de ces conduits étant supérieur au diamètre des pores des parois poreuses du filtre à particules,

- la capacité thermique massique du matériau dans lequel est réalisé le filtre additionnel est inférieure à la capacité thermique massique du matériau dans lequel est réalisé le filtre à particules,
- la ligne comporte un agent réducteur qui se décompose lorsqu'il est chauffé pour produire un réactif qui intervient dans la réduction des oxydes d'azote par le premier revêtement catalytique et un injecteur pour injecter cet agent réducteur dans la tubulure en amont du filtre additionnel,

- le revêtement catalytique avec lequel est imprégné le filtre additionnel comprend des zéolites de manière à accélérer la décomposition de l'agent réducteur,
- le filtre additionnel est réalisé en cordiérite et/ou le filtre à particules est réalisé en carbure de silicium, et
- ligne d'échappement, dans laquelle:

- les conduits d'admission du filtre à particules sont seulement imprégnés du premier revêtement catalytique, et

- les conduits d'évacuation sont seulement imprégnés du second revêtement catalytique.

[0016] Les modes de réalisation de cette ligne d'échappement présentent en outre les avantages suivants:

- lorsque le diamètre des conduits du filtre additionnel est supérieur au diamètre des pores du filtre à particules, il est possible d'imprégner le filtre additionnel d'une quantité de revêtement catalytique par unité de volume plus importante que pour le filtre à particules en créant une perte de charge plus faible,
- lorsque la capacité thermique massique du filtre additionnel est inférieure

à la capacité thermique massique du filtre à particules, le filtre additionnel monte plus rapidement en température que le filtre à particules ce qui permet de débuter la réduction des oxydes d'azotes à plus basse température lors de la mise en marche du moteur,

- lorsque le revêtement catalytique du filtre additionnel comprend des zéolites, la décomposition de l'agent réducteur est accélérée par le filtre additionnel ce qui permet indirectement de raccourcir la longueur de la tubulure en amont du filtre additionnel, et
- lorsque les conduits d'admissions sont seulement imprégnés du premier revêtement catalytique, et les conduits sortants sont seulement imprégnés du second revêtement catalytique, la quantité d'ammoniaque piégée dans le

premier revêtement et oxydée par le second revêtement pour former des oxydes d'azote NOx est limitée.

[0017] L'invention concerne également un ensemble de motorisation, cet ensemble comportant:

- un moteur à combustion interne, et

- une ligne d'échappement telle que présentée plus haut.

[0018] L'invention concerne enfin un véhicule automobile équipé de cet ensemble de motorisation.

[0019] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront clairement de la description qui en est faite ci-après, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence à la figure 1. La figure 1 est une illustration schématique partielle d'un véhicule équipé d'un ensemble de motorisation comportant une ligne d'échappement.

[0020] Dans la suite de cette description, les caractéristiques et fonctions bien connues de l'homme du métier ne sont pas décrites en détail.

[0021] La figure 1 représente un véhicule 2 tel qu'un véhicule automobile. Par exemple, le véhicule 2 est une voiture. Ce véhicule 2 est équipé d'un ensemble de motorisation 4. Cet ensemble 4 comporte un moteur 6 à combustion interne et une ligne d'échappement 8.

[0022] Le moteur 6 est propre à entraîner en rotation des roues motrices 10 du véhicule 2. Ici, le moteur 6 est un moteur Diesel. Lors de son fonctionnement, le moteur 6 rejette des gaz d'échappement qui avant d'être expulsés à l'extérieur du véhicule 2 sont reçus par la ligne d'échappement 8 propre à traiter ces gaz.

[0023] La ligne d'échappement 8 comporte une tubulure 12 recevant les gaz d'échappement par un orifice 13 d'un collecteur d'échappement du moteur 6. Par exemple, la tubulure 12 est un tube cylindrique de section circulaire. Ici, la tubulure 12 est en acier.

[0024] La ligne d'échappement 8 comporte un filtre à particules 14 (également appelé FAP) apte à retenir les particules de suie contenues dans les gaz d'échappement et à brûler ces particules. De préférence, le filtre 14 est apte à retenir

les particules de diamètre supérieur ou égal à 23nm. Le filtre 14 est disposé à l'intérieur de la tubulure 12.

[0025] Le filtre 14 est avantageusement réalisé en carbure de silicium. Le filtre 14 comporte ici une structure en nid d'abeille. Dans cet exemple, la structure interne du filtre 14 est connue en soi. Celle-ci a déjà été présentée en introduction, aussi elle n'est pas décrite en détail. Par la suite on désigne par les références 16 et 18, respectivement, la face d'admission et la face d'évacuation de ce filtre 14.

[0026] Le filtre 14 comporte des conduits d'admission et d'évacuation. Afin de simplifier la figure 1, seul un conduit d'admission 20 débouchant sur la face d'admission 16 et un conduit d'évacuation 22 débouchant sur la face d'évacuation 18 sont représentés. Dans l'exemple, les conduits 20 et 22 sont collés les uns aux autres par l'intermédiaire d'un ciment. Typiquement, ce ciment peut comprendre une ou plusieurs des espèces chimiques suivantes: la cordiérite, SiC, B_4C, Si_3N_4, BN, AlN, $Zr0_2$, mullite, AL titanate, ZrB_2, et/ou Sialon (alliage de silicium, aluminium, oxygène, et nitride).

[0027] Dans l'exemple, la longueur du filtre 14 est comprise en 5cm et 75cm. De préférence la longueur est comprise entre 18cm et 25cm.

[0028] Le filtre 14 est un filtre bi-catalysé. A cet effet, les parois poreuses des conduits sont imprégnées de deux revêtements catalytiques.

[0029] Les parois poreuses des conduits d'admission 20 sont ici seulement imprégnées d'un revêtement catalytique R_{cat1}. Le revêtement R_{cat1} forme un catalyseur de réduction sélectif (également appelé SCR). Ce catalyseur de réduction sélectif est apte à transformer les oxydes d'azotes (NO_x) contenus dans les gaz d'échappement traversant le filtre 14 en azotes (N_2) et en eau (H_2O). Le revêtement catalytique R_{cat1} est connu en soi. Dans l'exemple, le revêtement R_{cat1} comprend une ou plusieurs des espèces chimiques suivantes: Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, CeO_2, Y_2O_3, PrO_2, SiO_2.

[0030] Les parois poreuses des conduits d'évacuation 22 sont ici seulement imprégnées d'un revêtement catalytique R_{cat2}. Le revêtement R_{cat2} forme un catalyseur d'oxydation diesel (également appelé DOC). Ce catalyseur d'oxydation diesel est apte à transformer les monoxydes de carbone (CO) et les hydrocarbures

(HC) contenus dans les gaz d'échappement traversant le filtre 14 en dioxyde de carbone (CO_2) et en eau (H_2O). Le revêtement catalytique R_{cat2} est connu en soi. Par exemple, le revêtement R_{cat2} comprend une ou plusieurs des espèces chimiques suivantes: Al_2O_3, TiO_2, ZrO_2, CeO_2, Y_2O_3.

[0031] Les revêtements R_{cat1} et R_{cat2} comprennent par ailleurs un catalyseur. Dans l'exemple, le catalyseur est un matériau ou un alliage de matériaux appartenant au groupe platine (également appelé « Metal Group Platine (MGP)). Par « matériaux du groupe platine » on désigne ici le rhodium (Rh), le ruthénium (Ru), l'iridium (Ir), le rhénium (Re), l'osmium (Os), la platine (Pt) et le palladium (Pd). Ici, le catalyseur est un alliage de platine (Pt) et de palladium (Pd).

[0032] De préférence, la masse de matériaux appartenant au groupe platine est supérieure dans le revêtement catalytique R_{cat2} que dans le revêtement catalytique R_{cat1}.

[0033] Avantageusement, la quantité totale de revêtements catalytiques imprégnés dans le filtre 14 est supérieure ou égale à 50g par litre de filtre, et de préférence, la quantité totale de revêtements catalytiques imprégnés est supérieure à 100g par litre de filtre. Généralement, la quantité de revêtement catalytique dans le filtre 14 est inférieure à 200g par litre de filtre. Ici, le revêtement R_{cat1} et le revêtement R_{cat2} représentent chacun entre 40 et 60% du volume du revêtement catalytique total imprégné.

[0034] La ligne d'échappement 8 comporte par ailleurs un réservoir 26. Le réservoir 26 contient un agent de réduction pour réduire les oxydes d'azotes (NO_x) contenus dans les gaz d'échappement en azotes (N_2) et en eau (H_2O). Typiquement, cet agent de réduction est de l'urée. Sous l'effet de la chaleur, l'urée se décompose en ammoniaque (NH_3) qui réagit avec les NOx au niveau des revêtements catalyseurs de réduction des NO_x. L'agent de réduction est injecté dans la tubulure 12 en amont du filtre à particules 14 par l'intermédiaire d'un injecteur 28. Dans l'exemple, l'injecteur 28 injecte l'urée en aval d'un turbo-compresseur (non illustré). Toujours dans l'exemple, l'injecteur 28 comprend un capteur de la température des gaz d'échappement en amont du filtre à particules 14.

[0035] Dans cette description, les termes « aval » et « amont » sont définis par rapport au sens de circulation des gaz d'échappement dans la tubulure 12. Le

sens de circulation des gaz d'échappement dans la tubulure 12 est représenté par des flèches sur la figure 1.

[0036] La ligne d'échappement 8 comporte également un filtre additionnel 30. Le filtre 30 est apte à réaliser la réduction des oxydes d'azote (NO_x) contenus dans les gaz d'échappement en azotes (N_2) et en eau (H_2O).

[0037] Le filtre 30 comprend des conduits 33 traversant le filtre 30 de part en part. Les conduits 33 débouchent sur une face d'admission 32 d'une part et sur une face d'évacuation 34 d'autre part. Afin de simplifier la figure 1, seul deux conduits 33 sont représentés. Les conduits 33 sont séparés par des parois internes 35. Ici, ces parois 35 sont moins poreuses que les parois du filtre 14.

[0038] Les parois internes 35 du filtre 30 séparant les conduits 33 entre eux sont imprégnées d'un revêtement catalytique R_{cat3} formant un catalyseur de réduction. Dans l'exemple les revêtements R_{cat1} et R_{cat3} sont de même composition chimique à l'exception du fait que le revêtement R_{cat3} comprend des zéolites de manière à ce que lorsque les gaz d'échappement traversent les conduits 33, le revêtement R_{cat3} accélére la décomposition de l'urée en ammoniaque.

[0039] Dans ces conditions, une grande longueur de tubulure 12, entre l'injecteur 28 et le filtre 14, de manière à ce que les gaz d'échappement soit suffisamment longtemps en contact avec l'urée pour l'amener à la température de décomposition, n'est plus nécessaire. La longueur de la tubulure en amont du filtre 14 peut alors être raccourcie.

[0040] Par ailleurs, la structure interne filtre 30 est telle que, à volume égal avec le filtre 14, le filtre 30 est apte à être imprégné d'une quantité de revêtement R_{cat3} par unité de volume supérieure au filtre 14, tout en créant une perte de charge inférieure à la perte de charge créée par le même volume du filtre à particules 14. A cet effet, dans l'exemple le diamètre des conduits 33 est supérieur au diamètre des pores des parois internes du filtre à particules 14.

[0041] En effet, les conduits 33 traversant le filtre de part en part et la paroi 35 étant peu poreuse, la perte de charge engendrée par le filtre 30 est fonction de la longueur du filtre 30, de la quantité de revêtement imprégné sur les parois 35 et du diamètre des conduits 33. A l'inverse, les conduits 20 et 22 étant obturés au niveau

d'une face du filtre 14, la perte de charge engendrée par le filtre 14 est fonction de la longueur du filtre 14, de la quantité de revêtement imprégnée et de la taille des pores des parois poreuses.

[0042] Le filtre 30 est logé dans la tubulure 12 entre l'injecteur 28 et le filtre à particules 14. La distance séparant les filtres 14 et 30 est ici inférieure à 20 millimètres, de préférence inférieure à 10 mm.

[0043] Dans la suite de cette description, on désigne par « capacité thermique massique d'un matériau » l'énergie qu'il faut apporter à une masse de 1kg de ce matériau pour augmenter sa température de un Kelvin. La capacité thermique est exprimée en Joule.Kelvin^{-1}.Kg^{-1}. La capacité thermique massique d'un matériau définit la capacité de ce matériau à absorber de la chaleur et à restituer cette chaleur.

[0044] Avantageusement, la capacité thermique du matériau dans lequel est réalisé le filtre 30 est inférieure à la capacité thermique du matériau dans lequel est réalisé le filtre 14. Dans ces conditions, lors du fonctionnement du moteur 6, la température à l'intérieur du filtre 30 atteint plus rapidement la température de « light-off » que le filtre 14. Par température de « light-off », on désigne la température à partir de laquelle 50% des oxydes d'azotes (NO_x) contenus dans les gaz d'échappement sont réduits par le revêtement catalyseur de réduction. Dans ces conditions, la réduction des oxydes d'azote (NO_x) est mise en œuvre plus rapidement dans le filtre 30 que dans le filtre 14 ce qui permet de dépolluer les gaz d'échappement plus tôt lors de la mise en marche du moteur 6.

[0045] Par ailleurs, de manière à permettre au filtre 30 de monter en température rapidement, la longueur du filtre 30 est avantageusement comprise entre 2cm et 10cm, et de préférence comprise entre 5cm et 10cm.

[0046] Dans l'exemple, le filtre 30 est un monolithe de cordiérite.

[0047] La ligne d'échappement 8 comporte par ailleurs des capteurs 36 et 38 de la quantité de NO_x contenus dans les gaz d'échappement, respectivement, en amont du filtre 30 et en aval du filtre 14.

[0048] La ligne d'échappement 8 comporte enfin une unité de calcul 40 pour:

- acquérir des mesures issues des capteurs 36 et 38, et

- commander la quantité d'urée injectée par l'injecteur 28 dans la tubulure 12 en fonction des mesures acquises.

[0049] Par exemple, l'unité 40 est réalisée à partir d'un calculateur électronique programmable apte à exécuter des instructions enregistrées sur un support d'enregistrement d'informations 42. A cet effet, l'unité 40 est raccordée à un support d'enregistrement d'informations contenant des instructions pour l'exécution d'un procédé de commande des capteurs 36, 38 et de l'injecteur 28.

[0050] De nombreux autres modes de réalisation sont possibles.

[0051] D'autres matériaux peuvent être utilisés pour réaliser les filtres 14 et 30. Par exemple, les filtres 14 et 30 peuvent comprendre un ou plusieurs des matériaux suivants: Cordiérite, SiC, B_4C, Si_3N_4, BN, AlN, Al_2O_3, ZrO_2, mullite, Al titanate, ZrB_2, and Sialon.

[0052] Le revêtement R_{cat1} peut également être acide.

[0053] Dans les revêtements R_{cat1} et R_{cat3} le catalyseur ne comprend pas nécessairement un matériau du groupe platine. D'autres catalyseurs peuvent être utilisées en complément ou en remplacement. Par exemple, le catalyseur peut être un des métaux précieux suivant: l'or (Au), et/ou l'argent (Ar). Le catalyseur peut également comprendre des métaux alcalins, des métaux alcalino-terreux, des métaux lanthanides, des métaux actinides, des métaux de transition, et/ou des perovskites. Un métal de transition peut être du scandium (Sc), du titane (Ti), du vanadium (V), du chrome (Cr), du manganèse (Mn), du fer (Fe), du cobalt (Co), du nickel (Ni), du cuivre (Cu) ou du zinc (Zn).

[0054] Dans les revêtements R_{cat2} le catalyseur ne comprend pas nécessairement un matériau du groupe platine. D'autres catalyseurs peuvent être utilisés en complément ou en remplacement. Par exemple, le catalyseur peut être un des métaux précieux suivant: l'or (Au), et/ou l'argent (Ar). Le catalyseur peut également comprendre des métaux de transitions, des métaux alcalins, des métaux alcalino-terreux, des métaux lanthanides, des pièges à hydrocarbons tels que les zéolites ou de l'argile, des métaux actinides, et/ou des perovskites.

[0055] L'injecteur peut être disposé en amont du turbo-compresseur.

[0056] D'autres agents réducteurs que l'urée peuvent être utilisés.

[0057] Les revêtements catalytiques R_{cat1} et R_{cat3} peuvent être de même composition chimique.

[0058] Les capteurs 36, 38 peuvent être omis. Dans ce cas, l'unité 40 peut commander l'injecteur 28 à partir de formules ou de tables pré-enregistrées.

[0059] Le moteur n'est pas nécessairement un moteur de type diesel. Le moteur peut être un moteur de type essence. Dans ce cas, le filtre à particules peut être imprégné de manière à mettre en œuvre les fonctions d'un catalyseur trois voies.

REVENDICATIONS

1. Ligne d'échappement (8) pour un moteur à combustion interne (6), cette ligne d'échappement comportant:

- une tubulure (12) recevant des gaz d'échappement, et

- un filtre à particules (14) logé à l'intérieur de cette tubulure (12) imprégné:

  - d'un premier revêtement catalytique formant un premier catalyseur de réduction d'oxydes d'azotes (NO_x), et

  - d'un second revêtement catalytique formant un catalyseur d'oxydation de monoxydes de carbone (CO) et d'hydrocarbures (HC),

caractérisé en ce que:

- la ligne (8) comporte un filtre additionnel (30), logé dans la tubulure (12) en amont du filtre à particules (14), et imprégné d'un revêtement catalytique formant un second catalyseur de réduction des oxydes d'azotes (NOx), et

- le filtre additionnel (30) comporte une structure interne telle que,, le filtre additionnel (30) crée une perte de charge inférieure à la perte de charge créée par le même volume de filtre à particules (14) imprégné par la même quantité de même revêtement catalytique.

2. Ligne d'échappement (8) selon la revendication 1, dans laquelle:

-le filtre à particules (14) comporte :

- des conduits d'admission (20) débouchant uniquement sur une face d'admission (16) des gaz d'échappement,

- des conduits d'évacuation (22) débouchant uniquement sur une face d'évacuation (18) des gaz d'échappement, et

- des parois poreuses pour connecter fluidiquement les conduits d'admission (20) et les conduits d'évacuation,

-le filtre additionnel (30) comporte des conduits (33) débouchant sur une face d'admission (32) d'une part et sur une face d'évacuation (34) d'autre part, le

diamètre de ces conduits (33) étant supérieur au diamètre des pores des parois poreuses du filtre à particules (14).

3. Ligne d'échappement (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la capacité thermique massique du matériau dans lequel est réalisé le filtre additionnel (30) est inférieure à la capacité thermique massique du matériau dans lequel est réalisé le filtre à particules (14).

4. Ligne d'échappement (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle la ligne (8) comporte un agent réducteur qui se décompose lorsqu'il est chauffé pour produire un réactif qui intervient dans la réduction des oxydes d'azote par le premier revêtement catalytique et un injecteur (28) pour injecter cet agent réducteur dans la tubulure (12) en amont du filtre additionnel (30).

5. Ligne d'échappement (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le revêtement catalytique avec lequel est imprégné le filtre additionnel (30) comprend des zéolites de manière à accélérer la décomposition de l'agent réducteur.

6. Ligne d'échappement (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle le filtre additionnel (30) est réalisé en cordiérite et/ou le filtre à particules (14) est réalisé en carbure de silicium.

7. Ligne d'échappement (8) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle:

- les conduits d'admission (20) du filtre à particules sont seulement imprégnés du premier revêtement catalytique, et
- les conduits d'évacuation (22) sont seulement imprégnés du second revêtement catalytique.

8. Ensemble de motorisation (4), cet ensemble comportant:

- un moteur à combustion interne (6), et

- une ligne d'échappement (8) conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.

9. Ensemble (4) selon la revendication 8, dans lequel le moteur (6) est un moteur de type diesel.

10. Véhicule (2), caractérisé en ce qu'il comporte un ensemble de motorisation (4) conforme à la revendication 8 ou 9.

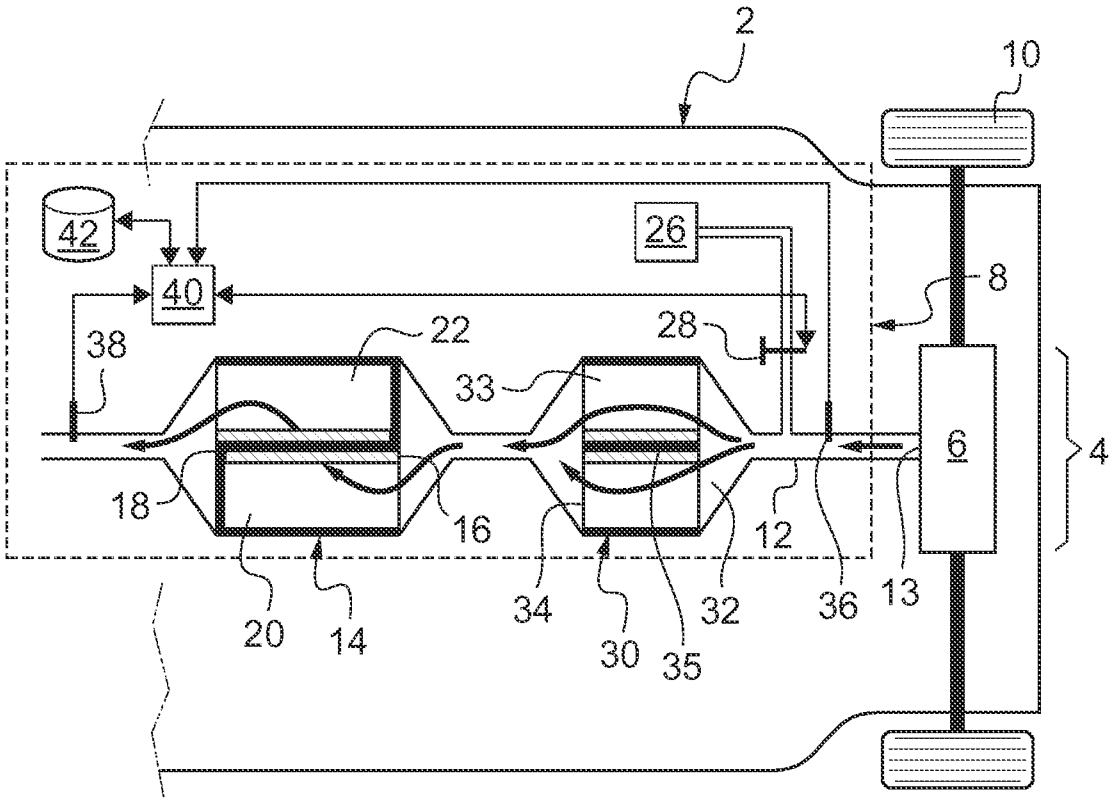


Fig.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/052878

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F01N3/035 F01N13/02
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2007/240406 A1 (ZHANG WENZHONG [US] ET AL) 18 October 2007 (2007-10-18) paragraphs [0024], [0025], [0029], [0032], [0040], [0044]	1-10
A	EP 1 961 933 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]) 27 August 2008 (2008-08-27) abstract; figures 1-7	1-10
A	WO 2005/014146 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]; PFEIFER MARCUS [DE]; SOEGER NICOLA [DE]; DEME) 17 February 2005 (2005-02-17) abstract; figure 1	1-10
A	US 2006/196167 A1 (ODAJIMA AKIRA [JP] ET AL) 7 September 2006 (2006-09-07) the whole document	1-10

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
7 March 2012	15/03/2012

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Blanc, Sébastien

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2011/052878

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 304 152 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 23 April 2003 (2003-04-23) the whole document	1-10

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2011/052878

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2007240406 A1	18-10-2007	US 2007240406 A1	18-10-2007
		US 2011185709 A1	04-08-2011
EP 1961933 A1	27-08-2008	AT 464458 T	15-04-2010
		CN 101605968 A	16-12-2009
		EP 1961933 A1	27-08-2008
		JP 2010519020 A	03-06-2010
		KR 20090115736 A	05-11-2009
		RU 2009135272 A	27-03-2011
		US 2010058746 A1	11-03-2010
		WO 2008101585 A1	28-08-2008
WO 2005014146 A1	17-02-2005	AT 449639 T	15-12-2009
		BR PI0413367 A	17-10-2006
		CA 2534806 A1	17-02-2005
		CN 1863586 A	15-11-2006
		DE 10335785 A1	10-03-2005
		EP 1660217 A1	31-05-2006
		JP 4651039 B2	16-03-2011
		JP 2007501107 A	25-01-2007
		KR 20060069445 A	21-06-2006
		US 2007110650 A1	17-05-2007
		WO 2005014146 A1	17-02-2005
US 2006196167 A1	07-09-2006	DE 102006010497 A1	14-09-2006
		JP 4606965 B2	05-01-2011
		JP 2006283748 A	19-10-2006
		US 2006196167 A1	07-09-2006
EP 1304152 A1	23-04-2003	DE 10151698 A1	30-04-2003
		EP 1304152 A1	23-04-2003

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2011/052878

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F01N3/035 F01N13/02
ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
F01N

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2007/240406 A1 (ZHANG WENZHONG [US] ET AL) 18 octobre 2007 (2007-10-18) alinéas [0024], [0025], [0029], [0032], [0040], [0044]	1-10
A	EP 1 961 933 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]) 27 août 2008 (2008-08-27) abrégé; figures 1-7	1-10
A	WO 2005/014146 A1 (UMICORE AG & CO KG [DE]; PFEIFER MARCUS [DE]; SOEGER NICOLA [DE]; DEME) 17 février 2005 (2005-02-17) abrégé; figure 1	1-10
A	US 2006/196167 A1 (ODAJIMA AKIRA [JP] ET AL) 7 septembre 2006 (2006-09-07) le document en entier	1-10

-/--

[X] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[X] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
7 mars 2012	15/03/2012

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Blanc, Sébastien

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2011/052878

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 1 304 152 A1 (EBERSPAECHER J GMBH & CO [DE]) 23 avril 2003 (2003-04-23) le document en entier -----	1-10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2011/052878

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2007240406 A1	18-10-2007	US 2007240406 A1	18-10-2007
		US 2011185709 A1	04-08-2011
EP 1961933 A1	27-08-2008	AT 464458 T	15-04-2010
		CN 101605968 A	16-12-2009
		EP 1961933 A1	27-08-2008
		JP 2010519020 A	03-06-2010
		KR 20090115736 A	05-11-2009
		RU 2009135272 A	27-03-2011
		US 2010058746 A1	11-03-2010
		WO 2008101585 A1	28-08-2008
WO 2005014146 A1	17-02-2005	AT 449639 T	15-12-2009
		BR PI0413367 A	17-10-2006
		CA 2534806 A1	17-02-2005
		CN 1863586 A	15-11-2006
		DE 10335785 A1	10-03-2005
		EP 1660217 A1	31-05-2006
		JP 4651039 B2	16-03-2011
		JP 2007501107 A	25-01-2007
		KR 20060069445 A	21-06-2006
		US 2007110650 A1	17-05-2007
		WO 2005014146 A1	17-02-2005
US 2006196167 A1	07-09-2006	DE 102006010497 A1	14-09-2006
		JP 4606965 B2	05-01-2011
		JP 2006283748 A	19-10-2006
		US 2006196167 A1	07-09-2006
EP 1304152 A1	23-04-2003	DE 10151698 A1	30-04-2003
		EP 1304152 A1	23-04-2003