

(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
11 décembre 2003 (11.12.2003)

PCT

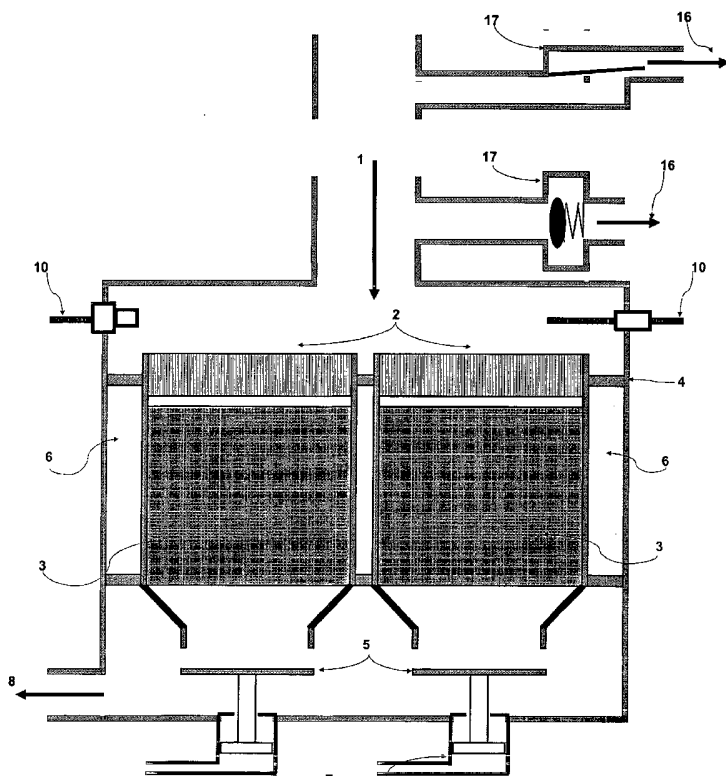
(10) Numéro de publication internationale
WO 03/102389 A2

- (51) Classification internationale des brevets⁷ : **F01N** (74) Mandataires : **CABINET PLASSERAUD** etc.; 84 rue d'Amsterdam, F-75440 PARIS CEDEX 09 (FR).
- (21) Numéro de la demande internationale : PCT/FR03/50004 (81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (22) Date de dépôt international : 3 juin 2003 (03.06.2003) (84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité : 02 06835 4 juin 2002 (04.06.2002) FR
- (71) Déposant et
- (72) Inventeur : **FAYARD, Jean Claude** [FR/FR]; 44 ter rue Professeur Florence, F-69003 LYON (FR).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHODS AND DEVICE FOR FILTRATION OF EXHAUST GASES FOR A DIESEL ENGINE WITH A FILTRATION SURFACE WHICH IS VARIABLE BY MEANS OF CONTROLLED OBSTRUCTION

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF DE FILTRATION DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT POUR MOTEUR DIESEL A SURFACE DE FILTRATION VARIABLE PAR OBSTRUCTION COMMANDEE



(57) Abstract: The invention relates to particle filters for the exhaust gases of diesel engines. The aim of the invention is to optimise the process of filtration, particularly in terms of the regeneration of the filtration means, such as to provide a satisfactory solution to the problem of clogging of said filtration means by carbon particles. According to the invention, said aim is achieved with a method whereby all or some of the particles contained in the exhaust gases are retained on the filtration means and burnt due to the action of a combustion catalyst, characterised in obstructing at least a part of the filtration means when the temperature θ_g of the exhaust gases for filtration is equal to or less than a threshold temperature θ_s , such as to limit or avoid the cooling of the obstructed part of the filtration means and to maintain the same at a temperature θ_0 greater than or equal to θ_s up until the time when θ_g becomes greater than θ_s again and thus permits an accelerated regeneration of the obstructed part of the filtration means. The invention further relates to an exhaust gas filtration

[Suite sur la page suivante]

WO 03/102389 A2



FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

device which permits the carrying out of said method for filtration with continuous and regular regeneration of the filtration means.

(57) Abrégé : L'invention concerne le domaine des filtres à particules pour gaz d'échappement de moteur diesel. Le but de l'invention est d'optimiser le procédé de filtration, notamment en termes de régénération des moyens de filtration, de façon à apporter une solution satisfaisante au problème de colmatage desdits moyens de filtration par des particules de carbone. Pour ce faire, le procédé selon l'invention dans lequel tout ou partie des particules contenues dans les gaz d'échappement sont retenues sur des moyens de filtration et sont brûlées grâce à l'action d'un catalyseur de combustion, est caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à obstruer au moins une partie des moyens de filtration dès que la température θ_g des gaz d'échappement à filtrer devient inférieure ou égale à une température seuil θ_s , de manière à limiter, voire à éviter, le refroidissement de la partie obstruée et à la maintenir à une température θ_o supérieure ou égale à θ_s jusqu'au moment où θ_g redeviendra supérieure à θ_s , et permettre alors une régénération accélérée de cette partie obstruée des moyens de filtration. L'invention a également pour objet un dispositif de filtration de gaz d'échappement permettant la mise en oeuvre du susdit procédé de filtration à régénération continue et régulière des moyens filtrants.

**PROCEDE ET DISPOSITIF DE FILTRATION DES GAZ D'ECHAPPEMENT
POUR MOTEUR DIESEL A SURFACE DE FILTRATION VARIABLE PAR
OBSTRUCTION COMMANDEE**

La présente invention concerne de façon générale le domaine des filtres à particules et de façon plus particulière, un dispositif de filtration de gaz d'échappement pour moteur diesel.

De façon plus particulière, la présente invention concerne un dispositif de filtration des gaz d'échappement pour moteur diesel comportant en outre un moyen de filtration desdits gaz à capacité variable, dans lequel est disposé un moyen de catalyse associé ou non à une post injection de gazole et à un système de recirculation des gaz d'échappement.

La réduction des émissions polluantes produites par les moteurs à explosion et en particulier les moteurs diesels, est l'objectif que se sont fixés les pouvoirs publics. A cette fin, l'instauration de normes toujours plus draconiennes impose aux constructeurs automobiles de développer des moteurs présentant des émissions de polluants de plus en plus réduites, afin de limiter les rejets de particules imbrûlées. La modification de la combustion des moteurs n'étant plus suffisante pour atteindre ces faibles niveaux, l'utilisation complémentaire de dispositifs de filtration des gaz d'échappement sera indispensable pour retenir ces particules et satisfaire les normes.

Ainsi, afin de réduire l'émission de gaz polluants imbrûlés et de particules solides, les constructeurs automobiles ont mis au point et ont généralisé l'utilisation des pots catalytiques ou catalyseurs, généralement constitués d'une enveloppe en acier inoxydable, d'un isolant thermique et d'un support en nid d'abeille imprégné de métaux précieux tels que le platine ou le rhodium.

Ces pots catalytiques comportent désormais en plus un filtre à particules qui a pour fonction de retenir les particules de carbone, constituant les particules imbrûlées émises par le moteur. Toutefois, une difficulté supplémentaire est apparue lors de l'utilisation de tels filtres, qui consiste à trouver des solutions pour que ces particules de carbone piégées sur le filtre puissent brûler ou s'oxyder au fur et à mesure qu'elles se déposent afin d'éviter le colmatage de ce dernier.

Toutes les techniques de filtres à particules pour moteur diesel, utilisées aujourd'hui ou en cours de développement, sont toutes confrontées au problème majeur de la combustion incomplète des particules retenues sur le média filtrant. En effet pour des conditions d'utilisations urbaines la température des gaz d'échappement atteinte est insuffisante pour provoquer cette combustion et limiter le colmatage du filtre induit.

Sans assistance chimique, les particules de carbone issues de la combustion du gazole ne commencent à s'oxyder significativement qu'au-dessus de 500°C, ces

températures ne sont jamais atteintes dans les conditions de roulage urbain, sur les moteurs d'autobus, il est donc nécessaire de faire appel obligatoirement à un procédé chimique pour réduire cette température d'oxydation.

A défaut d'assistance chimique, il s'ensuit un colmatage du filtre qui, outre le fait qu'il entraîne une perte de charge au niveau du moteur et donc un mauvais fonctionnement de celui-ci, provoquera des réactions violentes liées à la combustion instantanée de ces particules de carbone en concentration excessive dans le filtre, lorsque le dérèglement du moteur entraînera le démarrage violent de cette combustion. La combustion rapide d'une grande masse de particules génère en effet une température supérieure à 1000 °C et conduit généralement à une destruction du filtre par choc thermique, les températures obtenues étant trop élevées localement.

Pour obtenir l'oxydation de ces particules en continu, plusieurs systèmes sont déjà utilisés.

Ainsi, certains systèmes proposent de disposer en amont du filtre à particules, un moyen de catalyse d'oxydation permettant la transformation du monoxyde d'azote NO, contenu dans les gaz d'échappement, en dioxyde d'azote NO₂ à partir de 250°C. Cette technique, appelée "Continuous Regenerating Trap" (C.R.T.), allie les effets du filtre à particules et du catalyseur d'oxydation du NO.

Ce moyen est constitué par un support catalytique sur lequel est fixé le catalyseur, qui est généralement un métal précieux tels que le platine ou le rhodium. Le NO₂ produit par l'action de ce dernier possède la propriété d'oxyder les particules de carbone à partir de 250°C. Toutefois le bon fonctionnement du filtre dépend de la température moyenne atteinte et du rapport de particules émises par rapport au NO₂ formé. Pour assurer un bon fonctionnement des filtres, ce système C.R.T. nécessite une régénération régulière, qui limite la perte de charge du filtre en éliminant le risque de régénération non contrôlé et exothermique.

Un tel fonctionnement n'est obtenu que lorsque les gaz d'échappement ou l'enceinte de combustion présentent une température supérieure à 250°C pendant au moins 30 % du temps de fonctionnement du véhicule.

Dans le cas contraire, il se développe des réactions violentes liées à la concentration excessive de particules charbonneuses colmatant le filtre. Ces réactions consistent en la combustion, trop rapide d'une grande masse de particules, ce qui conduit généralement à une destruction du filtre par choc thermique, les températures obtenues étant très élevées localement.

Il existe un moyen similaire constituant une variante de ce dernier, dans lequel le catalyseur est déposé directement sur le filtre à particules. Toutefois, seuls certains matériaux constituant le filtre à particules sont aptes à fixer les catalyseurs métalliques. C'est le cas notamment de la cordiérite. Or, les matériaux de ce type sont

connus pour être particulièrement sensibles à l'augmentation de température et aux chocs thermiques. Il apparaît alors que des augmentations brutales de température qui peuvent se produire dans le filtre à particules lorsqu'il est colmaté, sont susceptibles d'entraîner une détérioration irréversible de ce dernier. Il est alors nécessaire de remplacer le filtre à particules et plus généralement le dispositif d'échappement, ce qui représente un coût tout à fait rédhibitoire.

D'autres techniques de régénération font appel à l'utilisation d'additifs organométalliques rajoutés au gazole tel que le cérium, fer, strontium, calcium ou autres de manière à enrober les particules de carbone former de l'oxyde métallique du catalyseur et d'obtenir ainsi une oxydation de celle-ci à plus basse température.

Ces techniques permettent d'obtenir un effet similaire à celui obtenu avec le NO_2 en catalysant la combustion des matières charbonneuses à des températures voisines de 300, 350°C.

Un premier inconvénient de ces techniques est le coût prohibitif des additifs utilisés associé au fait qu'il est nécessaire de prévoir un dispositif d'additivation complémentaire.

L'autre inconvénient de ces techniques est qu'elles présentent une tendance encore plus importante au colmatage du filtre et donc aux réactions qui en découlent, si les températures atteintes en fonctionnement ne sont pas suffisamment importantes, les additifs présents dans les matières charbonneuses contribuent à encrasser encore plus rapidement le média filtrant.

D'autres techniques ont consisté à expérimenter des dispositifs basés sur des moyens de chauffage complémentaires du type brûleurs, résistances électriques ou autres. Ces moyens de chauffage complémentaire sont mis en œuvre uniquement lorsque la cartouche présente un début de colmatage, se traduisant par une augmentation de la perte de charge. Un tel dispositif de régénération est mis en œuvre avec le moteur en marche, c'est à dire en présence d'un débit de gaz d'échappement important. Un tel dispositif nécessite donc une puissance de chauffage importante pour simultanément porter à la bonne température les gaz d'échappement et la masse de la cartouche filtrante.

Dans un tel contexte technique, l'objectif de la présente invention est de fournir un procédé de filtration de gaz d'échappement (en particulier de moteurs diesel) qui remédiera aux inconvénients des différentes techniques existantes, en optimisant la filtration des gaz d'échappement, par exemple de moteurs diesels, notamment en termes de régénération des moyens de filtration, de façon à apporter une solution satisfaisante au problème du colmatage des moyens de filtration par des particules de carbone.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un procédé de filtration de gaz d'échappement intégrant une régénération régulière, performante et continue, de sorte que

l'on évite ainsi tout risque d'accumulation de particules dans les moyens de filtration et donc tout risque de régénération incontrôlée.

Encore, un autre objectif de l'invention, est de fournir un procédé de filtration de gaz d'échappement dans lequel la régénération intégrée n'entraîne pas de surconsommation significative de carburant et plus généralement, n'entraîne pas de surcoût financier pour l'utilisateur.

Encore un autre objectif de l'invention est de fournir un procédé de filtration de gaz d'échappement dans lequel la régénération intégrée n'entame pas la performance du moteur, notamment par des pertes de charge, dues à la contre-pression exercée par les gaz d'échappement sur le moteur, du fait d'un colmatage du dispositif de filtration.

Enfin un autre objectif de l'invention est de fournir un dispositif de filtration permettant de mettre en œuvre le procédé de filtration selon l'invention.

Ces objectifs, parmi d'autres, sont atteints par la présente invention qui concerne tout d'abord un procédé de filtration des gaz d'échappement e.g. émis par un moteur diesel. Ce procédé de filtration de gaz d'échappement, dans lequel tout ou partie des particules contenues dans lesdits gaz d'échappement, sont retenues sur des moyens de filtration et sont brûlées grâce à l'action d'un catalyseur de combustion. Ce procédé consiste essentiellement à obstruer au moins une partie des moyens de filtration dès que la température θ_g des gaz d'échappement à filtrer devient inférieure ou égale à une température seuil θ_s , de manière à limiter, voire à éviter, le refroidissement de la partie obstruée et à la maintenir à une température θ_o supérieure ou égale à θ_s jusqu'au moment où θ_g redeviendra supérieure à θ_s , et permettre alors une régénération accélérée de cette partie obstruée des moyens de filtration, du fait des conditions de température qui sont meilleures que celles qui auraient régné si cette partie des moyens de filtration n'avait pas été obstruée.

Il s'agit donc selon l'invention de filtrer les gaz d'échappement sur un moyen de filtration constitué par exemple d'au moins deux cartouches disposées dans une enveloppe, une des deux cartouches étant mise hors circuit chaque fois que le moteur fonctionne sans charge ou au ralenti afin de maintenir dans la cartouche isolée et sans débit, une température suffisante pour provoquer une vitesse de régénération en continu significative, chaque fois que le moteur sera à nouveau sollicité avec des gaz d'échappement chauds. Chaque cartouche est de préférence à tour de rôle mise hors circuit pour qu'elle se régénère en continu.

Dans les unités filtrantes ainsi isolées et maintenues à haute température en l'absence de gaz froid, le processus de régénération continuera de se poursuivre lentement grâce au très léger débit qui sera entrete nu, mais surtout ces unités filtrantes seront à une température maintenue à un optimum jusqu'à ce que le moteur soit à nouveau sollicité et que des gaz d'échappement chauds soient à nouveau admis. Le

processus de régénération dans ces cartouches ainsi isolées pourra ainsi se dérouler en permanence éliminant tout risque de colmatage.

De préférence, les différentes parties des moyens de filtration sont successivement soumises chacune à la séquence obstruction/régénération pour chaque variation de θ_g entre une valeur v_1 supérieure ou égale à θ_s , une valeur v_2 inférieure ou égale à θ_s et à nouveau une valeur v_3 supérieure ou égale à θ_s , $v_1 =$ ou $\neq v_3$, de façon à permettre une régénération régulière et en continu des moyens de filtration.

Suivant une modalité remarquable de l'invention, l'obstruction d'une partie des moyens de filtration consiste à empêcher la circulation des gaz d'échappement dans au moins 30 %, de préférence dans au moins 50 % et plus préférentiellement encore dans 50 à 75 % des moyens de filtration, ce pourcentage exprimant un pourcentage en volume.

De préférence, $\theta_s = 250^\circ\text{C}$ ou 300°C .

Avantageusement, les gaz d'échappement proviennent d'un moteur diesel suralimenté et les paramètres de référence, à savoir la température θ_g des gaz d'échappement et la température seuil θ_s , sont donnés indirectement par la pression de suralimentation et/ou le régime du moteur et/ou par la contre-pression en amont des moyens de filtration, la pression de suralimentation seuil étant de préférence = à 2,5% de la pression de suralimentation maximale du moteur.

Selon un mode préféré de mise en œuvre, les moyens de filtration sont constitués d'au moins deux -de préférence au moins trois- cartouches filtrantes, équipées chacune d'un obturateur, deux des trois cartouches qui comptent de préférence les moyens de filtration constituant la partie obstruée des moyens de filtration quand $\theta_g \leq \theta_s$.

Selon un autre de ces aspects, l'invention a pour objet un dispositif de filtration de gaz d'échappement comportant au moins un moyen de catalyse, des moyens de filtration desdits gaz d'échappement, disposés dans une enceinte réactionnelle dans la trajectoire du flux des gaz d'échappement produits par un moteur, ledit dispositif étant caractérisé en ce que le moyen de filtration est constitué par au moins deux ensembles comprenant chacun un support de catalyseur accolé à une cartouche filtrante équipée d'un moyen d'obstruction du débit.

Avantageusement, le dispositif comprend un moyen de recirculation des gaz d'échappement à l'admission du moteur dont le fonctionnement est associé à la coupure

du débit dans une ou plusieurs des cartouches chaque fois que le moteur est non accéléré, de manière à ce que l'augmentation de contre pression générée ouvre automatiquement un clapet qui permette cette recirculation des gaz d'échappement.

Selon une caractéristique préférée du dispositif de l'invention, chacune des cartouches filtrantes dispose d'un moyen d'obstruction du débit, disposé en amont ou en aval, piloté par un calculateur électronique qui prendra en compte toutes les conditions de fonctionnement moteur, de manière à isoler au moins une cartouche chaque fois que la position d'accélérateur sera à zéro (non accéléré).

Dans un mode de réalisation avantageux du dispositif selon l'invention, le moyen de filtration est constitué d'au moins trois cartouches avec un moyen d'obstruction du débit sur chacune d'elle, piloté par un calculateur électronique qui prendra en compte toutes les conditions de fonctionnement moteur, de manière à isoler à tour de rôle, au moins deux cartouches lorsque le moteur est non accéléré, et d'isoler la cartouche qui filtrait les gaz en position non accélérée, chaque fois que le moteur sera accéléré.

Avantageusement, les moyens d'obstruction du débit disposés sur chaque cartouche filtrante, comportent un orifice calibré de faible dimension pour maintenir un très faible débit.

Selon une variante intéressante, le dispositif comprend un système de post-injection de gazole dans les gaz d'échappement, par l'intermédiaire d'un pulvérisateur, de préférence en amont du dispositif de filtration et des catalyseurs, pilotée par un calculateur électronique qui prendra en compte toutes les conditions de fonctionnement moteur, ce système de post-injection de gazole étant éventuellement associé à un système de recirculation des gaz d'échappement.

Dans cette variante, il peut être opportun que le gazole injecté contienne un organométallique comme catalyseur de combustion alimenté ou non à partir d'un réservoir spécifique.

Enfin dans le cadre de l'invention le dispositif pourra faire appel à l'utilisation d'additifs organométalliques connus qui seront injectés par le système de post injection à la place du gazole.

Dans le mode préféré de réalisation, le moyen de filtration est constitué par un ensemble d'au moins deux unités filtrantes équipée chacune d'un moyen d'obstruction piloté par un calculateur qui prendra en compte les conditions de fonctionnement moteur.

Lorsque le dispositif selon l'invention comporte plus de deux unités filtrantes, chacune desdites unités filtrantes comporteront un moyen d'obstruction de manière à pouvoir les mettre hors circuit à tour de rôle.

Le moyen d'obstruction pour chacune des cartouches utilisés sera disposé en aval de l'unité de filtration.

Selon une variante de l'invention, le moyen d'obstruction pourra être aussi incorporé en amont de l'unité de filtration et du catalyseur associé.

Selon une caractéristique remarquable de l'invention, lesdites unités filtrantes intégreront chacune en amont une galette de catalyseur de préférence sur support métallique.

Le catalyseur est un catalyseur d'oxydation conventionnel à base de platine de manière à obtenir une oxydation totale des hydrocarbures et du CO.

Selon une autre variante de l'invention, le dispositif de filtration comporte un système permettant le recyclage des gaz d'échappement chaque fois que la capacité de filtration sera réduite, profitant ainsi de l'augmentation de la contre-pression occasionnée par cette restriction pour diriger à travers un clapet anti-retour une partie des gaz d'échappement non filtré dans le conduit d'admission.

Selon une variante de l'invention, le dispositif de filtration comporte plus de trois cartouches et un nombre suffisant de manière que pour des conditions de fonctionnement pleine charge une des cartouches soit isolée, cette cartouche étant réservée à la filtration des gaz à charge partielle ou au ralenti. L'objectif étant de maintenir à température élevée, le média filtrant et le catalyseur de chacune des cartouches utilisées à pleine charge. La cartouche utilisée au ralenti sera permutée avec une des autres lorsqu'un début de colmatage sera détecté.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux dessins qui représentent, de façon nullement limitative, un exemple de réalisation du dispositif de filtration selon l'invention et dans lesquels :

La figure 1, selon un mode préféré de réalisation de l'invention, représente une vue générale du système comprenant le dispositif de filtration avec deux cartouches, chacune ayant en amont un catalyseur d'oxydation sur support métallique et en aval un clapet commandé pour obstruer complètement lorsque nécessaire le débit des gaz à filtrer. Le dispositif de filtration étant associé à un système de recyclage des gaz d'échappement avec son clapet anti-retour.

La figure 2 représente une vue générale du dispositif de filtration comprenant un catalyseur indépendant des unités filtrantes associé à un système d'obstruction disposé en amont.

La figure 3 représente une vue générale du dispositif de filtration qui incorpore un système d'injection de gazole.

La figure 4 représente une variante du dispositif de filtration incorporant trois cartouches de filtration.

La figure 5 représente une vue générale schématique du dispositif de filtration avec toutes les variantes incorporées dans l'environnement moteur.

Le système qui permet la mise en œuvre du dispositif de filtration selon l'invention est représenté de façon détaillée à la figure 1, selon un mode préférentiel. Dans ce système, collaborent différents éléments mécaniques du véhicule, qui font ou non-partie du dispositif de filtration et qui concourent à la régénération.

Ainsi, les gaz d'échappement en sortie du moteur sont introduits dans le dispositif par la tubulure 1, puis sont dirigés vers chaque galette de catalyseur sur support métallique 2, pour être filtrés sur les deux cartouches de filtration 3, ces cartouches seront de préférence en carbure de silicium, mais pourront aussi être constitué d'un média partant filtrant en cordiérite ou autres matériaux céramiques. Elles seront disposées à l'intérieur d'une enceinte 4 et isolées de celle-ci par l'intermédiaire d'un isolant 6, de manière à ne pas être refroidi par l'air ambiant.

Des clapets 5 seront disposés en sortie de ces cartouches filtrantes de manière à pouvoir isoler totalement chaque cartouche et obstruer totalement le canal de sortie. Ces clapets seront commandés par des vérins pneumatiques 7, les gaz d'échappement étant ensuite dirigés vers la sortie 8.

Le dispositif fonctionnera de la manière suivante, chaque fois que la position de l'accélérateur reviendra à la position zéro (non accéléré), un détecteur de position non décrit enverra l'information à un calculateur, celui-ci commandera alternativement chaque vérin pour obstruer totalement une des deux cartouches et n'en utiliser qu'une seule pour ces conditions de fonctionnement particulières. Le média filtrant de la cartouche obstruée par le clapet conservera ainsi la température élevée qu'il avait atteint lors de la dernière accélération, le clapet ne s'effaçant pour la remettre en fonctionnement que lorsque le moteur sera à nouveau sollicité, donc à nouveau à des températures de gaz d'échappement élevées. Pour permettre à chacune d'elles de pouvoir se régénérer dans de bonnes conditions, ce sera la même cartouche qui sera obstruée pendant un temps compris entre 5 et 10 minutes et alternativement, une autre possibilité consistera à mesurer la contre pression au ralenti sur la cartouche utilisée et de commander la rotation chaque fois que niveau prédéterminé sera atteint.

Sur cette figure 1 est aussi représentée la possibilité d'associer un système de recyclage des gaz d'échappement qui se met en œuvre automatiquement, par le conduit 16, en direction du collecteur d'admission 20, chaque fois que l'un des clapets 5 est obstrué, et que l'augmentation de contre pression induite conduit à établir un débit à travers la soupape 17, ces conditions correspondent à une position d'accélérateur zéro donc une température de gaz d'échappement faible.

Le recyclage permettra de réduire le débit de gaz d'échappement filtré à travers la cartouche qui restera en action dans ces conditions et donc de réduire son refroidissement. De la même manière, l'introduction de gaz d'échappement chauds en mélange avec l'air d'admission dans le collecteur en 20, après le compresseur du turbo 18, à travers le moteur 21, conduiront à une augmentation importante de la température des gaz d'échappement évacués par la tubulure 22, pouvant la porter au ralenti des 90 à 100 °C habituels à plus de 160 °C à l'entrée du dispositif 23.

La soupape 17 est du type clapet anti-retour présentant une section de passage importante ou mieux du type à lames permettant un débit pour quelques millibars de surpression. Le dimensionnement de la soupape 17 et du conduit allant au collecteur d'admission 20 est tel que cet ensemble permet un recyclage des gaz d'échappement compris entre 30 à 60% du débit pour des conditions de fonctionnement au ralenti.

Dès que le moteur sera sollicité, la pression dans le collecteur d'admission dépassera la contre-pression à l'entrée du filtre, obstruant le clapet 17 et interrompant automatiquement le débit de recyclage des gaz d'échappement.

Sur la figure 2 la variante du dispositif représentée se différencie par l'utilisation d'un catalyseur commun 14 pour les deux cartouches 3 et par l'utilisation de papillons 15, disposés en amont des cartouches pour obstruer les filtres à la place des clapets 5, utilisés dans le mode de réalisation préférentiel de la figure 1.

Les figures 3 et 5 montrent la possibilité de disposer en plus un système d'injection de gazole en amont du dispositif de filtration, commandé à partir des informations collectées sur les capteurs de pression 9 et de température 10, disposé en amont des filtres, le calculateur pourra adapter la meilleure stratégie pour conserver en parfait état de propreté chacun des filtres en pouvant même aller jusqu'à provoquer une injection complémentaire de gazole à travers le pulvérisateur 11, alimenter en air 12 et gazole 13. Ces injections ayant pour but d'augmenter la température des gaz d'échappement lorsque le moteur est à pleine puissance, de manière à porter à plus haute température le média filtrant pour accélérer la vitesse de régénération. Ces injections ne seront mises en œuvre que si un début de colmatage du filtre est détecté.

La figure 4 est une variante qui utilise trois cartouches de filtration au lieu de deux et qui permet une meilleure conservation de la température dans le média filtrant.

En effet avec un dispositif comprenant trois cartouches, il est possible d'introduire une variante supplémentaire dans le pilotage d'isolement de chacune des cartouches en utilisant l'information contre pression et température donnée au calculateur par les sondes suivant une stratégie exposée ci-après.

Par exemple chaque fois que la position de l'accélérateur reviendra à zéro deux des trois cartouches seront obstruées et le débit des gaz dans cette position ne

passera que par une cartouche. La remise en débit de ces deux cartouches ne se fera lors de l'accélération suivante que progressivement, l'information contre pression sera prise en compte pour déterminer le moment opportun pour remettre en circuit ces cartouches. Par exemple le calculateur déclenchera l'ouverture du clapet d'une première cartouche dès qu'un niveau de contre pression de 100 mbar sera détecté, l'ouverture du clapet de la deuxième cartouche s'effectuant si ce niveau de contre pression de 100 mbar persiste.

En fonction du type de moteur utilisé ce niveau de contre pression pourra être différent de la valeur de 100 mbar que nous avons pris pour exemple.

Une variante de la stratégie décrite précédemment pourra être d'utiliser en plus l'information température pour par exemple chaque fois que la température θ_s sera inférieure à 250°C ou à 300°C, décider de la fermeture d'une ou de plusieurs cartouches pour un niveau de contre pression et indépendamment des autres conditions d'utilisation.

Comme on l'a vu l'objectif de chacun des clapets qui équipent chaque cartouche est de pouvoir les isoler pour conserver le niveau de température élevé obtenu lors de la pleine charge du moteur précédente et éviter qu'elles se refroidissent sur la charge partielle ou le ralenti qui suit, cette température élevée favorisant les réactions de combustion il y aura un intérêt majeur à conserver clapet fermé un faible débit de gaz d'échappement pour entretenir ces réactions de combustion qui sont très exothermiques et qui contribueront à élever même ces températures. Ce fonctionnement sera possible en réalisant des clapets pourvus d'un trou calibré de faible diamètre 24, de moins de 1 à quelques millimètres, dont la dimension sera fonction de la cylindrée du moteur pour laisser passer le débit nécessaire.

Il faut savoir que la possibilité de maintenir à plus haute température le média filtrant sur au moins une des deux cartouches, permettra d'obtenir sur celle-ci une efficacité de réduction des oxydes d'azote bien supérieure grâce à la réaction des oxydes d'azote sur le carbone qui aura lieu à plus haute température. Avec ce dispositif des réductions de plus de 30 % des oxydes d'azote ont été constatées suivant les procédures officielles de mesure.

De la même manière, une efficacité supérieure de réduction des hydrocarbures sur les cycles officiels de pollution a été observée grâce au maintien en température d'au moins une des galettes de catalyseur pour les dispositifs où chaque cartouche est équipée de son catalyseur.

Une variante de ce pilotage pour un système comportant au moins trois cartouches, et dont le dimensionnement de chacune d'elle sera prévue pour que la filtration des gaz d'échappement pour des conditions de pleine charge puisse s'effectuer sur seulement deux d'entre elle, consistera à spécialiser deux des cartouches au fonctionnement plein charge et une réservée au fonctionnement au ralenti et aux charges partielles de manière à maintenir à haute température, le média filtrant et le catalyseur

des cartouches utilisées aux conditions pleine charge, et obtenir une réduction maximum de tous les polluants. Pour permettre à chacune d'elles de pouvoir se régénérer dans de bonnes conditions, le calculateur changera la cartouche utilisée exclusivement au ralenti et la remplacera par une utilisée pleine charge, dès qu'un niveau de contre pression sera détecté.

Le bon fonctionnement du dispositif associé aux moyens catalytiques et d'assistances décrits précédemment requièrent nécessairement l'utilisation d'un gazole à teneur en soufre limité de 50 ppm, niveau qui sera généralisé à partir de 2005.

Cependant pour des gazoles ayant des teneurs en soufre supérieures à cette valeur de 50 ppm, il pourra être avantageux d'utiliser un dispositif tel que celui décrit figure 3 dans lequel le pulvérisateur de gazole 11 sera utilisé pour injecter une solution d'additif organométallique dans le gazole à partir d'un réservoir supplémentaire spécifique contenant ce mélange.

Le gain de température obtenu grâce à l'isolement de certaines cartouches lorsque les conditions de température des gaz d'échappement sont trop basses, permettra d'obtenir même avec l'utilisation de tel additif un fonctionnement satisfaisant dans tous les cas de figures.

De la même manière ce dispositif s'appliquera aux moteurs diesel des véhicules de tourisme, la gestion de l'ouverture et de la fermeture des clapets sur chaque cartouche se faisant directement à partir du calculateur qui équipe ces moteurs à injection directe à rampe commune. Cette fermeture pouvant de la même manière que celle décrite précédemment être programmée au ralenti et aux faibles charges. Les températures atteintes sur ce type de moteur permettront de pouvoir maintenir pratiquement en permanence une des deux cartouches une réaction de régénération suffisamment rapide pour la maintenir à un niveau d'encrassement non significatif.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de filtration de gaz d'échappement, dans lequel tout ou partie des particules contenues dans lesdits gaz d'échappement, sont retenues sur des moyens de filtration et sont brûlées grâce à l'action d'un catalyseur de combustion,

caractérisé en ce qu'il consiste essentiellement à obstruer au moins une partie des moyens de filtration dès que la température θ_g des gaz d'échappement à filtrer devient inférieure ou égale à une température seuil θ_s , de manière à limiter, voire à éviter, le refroidissement de la partie obstruée et à la maintenir à une température θ_o supérieure ou égale à θ_s jusqu'au moment où θ_g redeviendra supérieure à θ_s , et permettre alors une régénération accélérée de cette partie obstruée des moyens de filtration.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les différentes parties des moyens de filtration sont successivement soumises chacune à la séquence obstruction/régénération pour chaque variation de θ_g entre une valeur v_1 supérieure ou égale à θ_s , une valeur v_2 inférieure ou égale à θ_s et à nouveau une valeur v_3 supérieure ou égale à θ_s , $v_1 =$ ou $\neq v_3$, de façon à permettre une régénération régulière et en continu des moyens de filtration.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'obstruction d'une partie des moyens de filtration consiste à empêcher la circulation des gaz d'échappement dans au moins 30 %, de préférence dans au moins 50 % et plus préférentiellement encore dans 50 à 75 % des moyens de filtration, ce pourcentage exprimant un pourcentage en volume.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que $\theta_s = 250^\circ\text{C}$ ou 300°C .

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les gaz d'échappement provienne d'un moteur diesel suralimenté et en ce que les paramètres de référence, à savoir la température θ_g des gaz d'échappement et la température seuil θ_s , sont donnés indirectement par la pression de suralimentation et/ou le régime du moteur et/ou par la contre-pression en amont des moyens de filtration, la pression de suralimentation seuil étant de préférence = à 2,5% de la pression de suralimentation maximale du moteur.

6. Procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce que les moyens de filtration sont constitués d'au moins deux -de préférence au moins trois- cartouches

filtrantes, équipées d'une cune d'un obturateur, deux des trois cartouches que comptent de préférence les moyens de filtration constituant la partie obstruée des moyens de filtration quand $\theta_g \leq \theta_s$.

7. Dispositif de filtration de gaz d'échappement comportant au moins un moyen de catalyse, des moyens de filtration (3) desdits gaz d'échappement, disposés dans une enceinte réactionnelle (4) dans la trajectoire du flux des gaz d'échappement produits par un moteur (21), ledit dispositif étant caractérisé en ce que le moyen de filtration (3) est constitué par au moins deux ensembles comprenant chacun un support de catalyseur (2) accolé à une cartouche filtrante équipée d'un moyen d'obstruction du débit (5).

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé par la mise en place d'un moyen de recirculation des gaz d'échappement (16) à l'admission du moteur (20) dont le fonctionnement est associé à la coupure du débit dans une ou plusieurs des cartouches chaque fois que le moteur est non accéléré, de manière à ce que l'augmentation de contre pression générée ouvre automatiquement un clapet qui permette cette recirculation des gaz d'échappement.

9. Dispositif selon l'une des revendications 7, 8, caractérisé en ce que chacune des cartouches filtrantes dispose d'un moyen d'obstruction du débit (5), disposé en amont ou en aval, piloté par un calculateur électronique qui prendra en compte toutes les conditions de fonctionnement moteur, de manière à isoler au moins une cartouche chaque fois que la position d'accélérateur sera à zéro (non accéléré).

10. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 9, caractérisé en ce que le moyen de filtration est constitué d'au moins trois cartouches avec un moyen d'obstruction du débit (5) sur chacune d'elle, piloté par un calculateur électronique qui prendra en compte toutes les conditions de fonctionnement moteur, de manière à isoler à tour de rôle, au moins deux cartouches lorsque le moteur est non accéléré, et d'isoler la cartouche qui filtrait les gaz en position non accélérée, chaque fois que le moteur sera accéléré.

11. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que les moyens d'obstruction du débit disposés sur chaque cartouche filtrante comporte un orifice calibré de faible dimension (24) pour maintenir un très faible débit.

12. Dispositif selon l'une des revendications 7 à 11, caractérisé par la mise en place d'un système de post-injection de gazole dans les gaz d'échappement, par

l'intermédiaire d'un pulvérisateur (11), en amont du dispositif de filtration et des catalyseurs, pilotée par un calculateur électronique qui prendra en compte toutes les conditions de fonctionnement moteur, ce système de post-injection de gazole étant éventuellement associé à un système de recirculation des gaz d'échappement (16), (17).

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que le gazole injecté contient un organométallique comme catalyseur de combustion alimenté ou non à partir d'un réservoir spécifique.

1/5

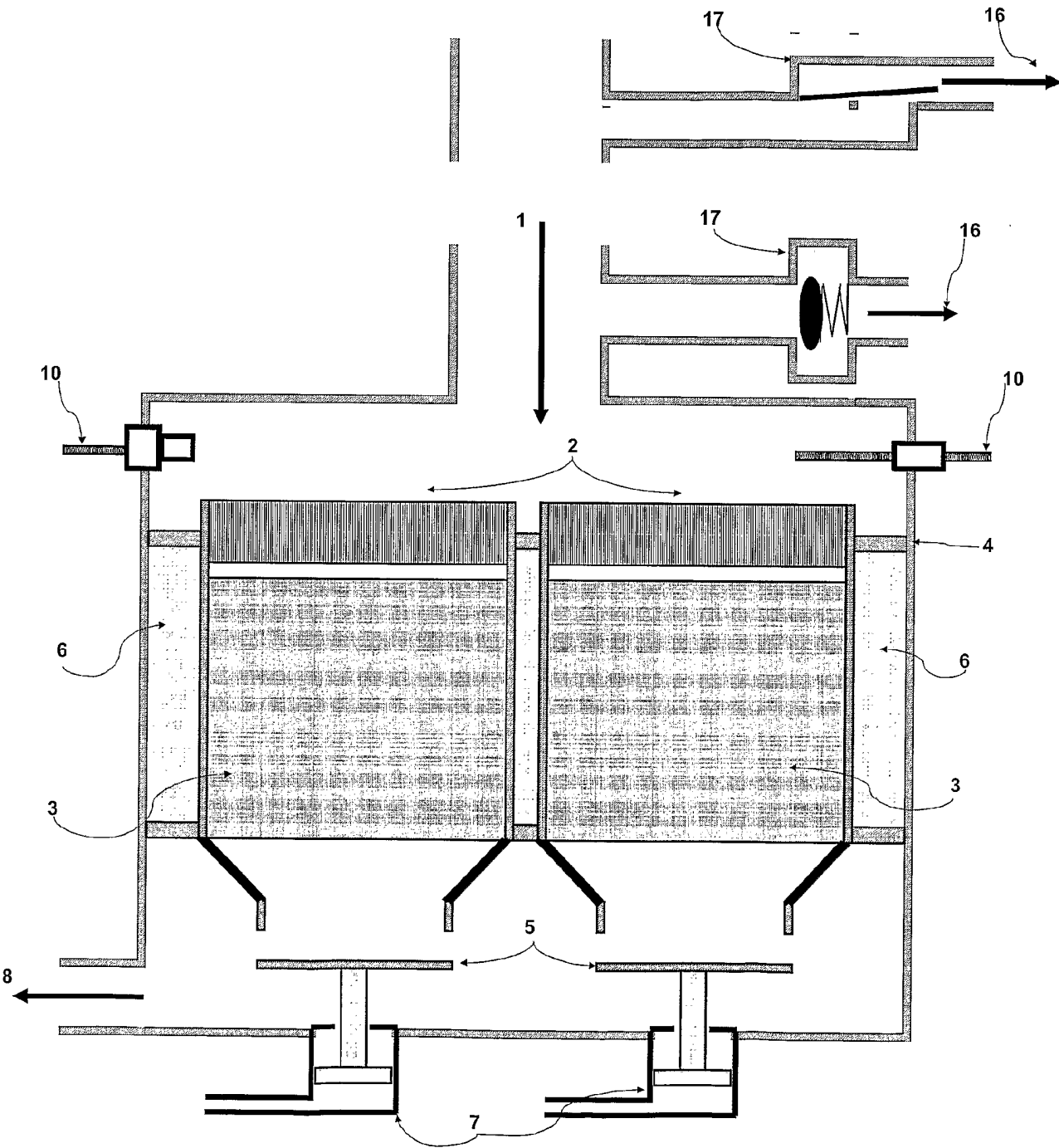


FIG . 1

2/5

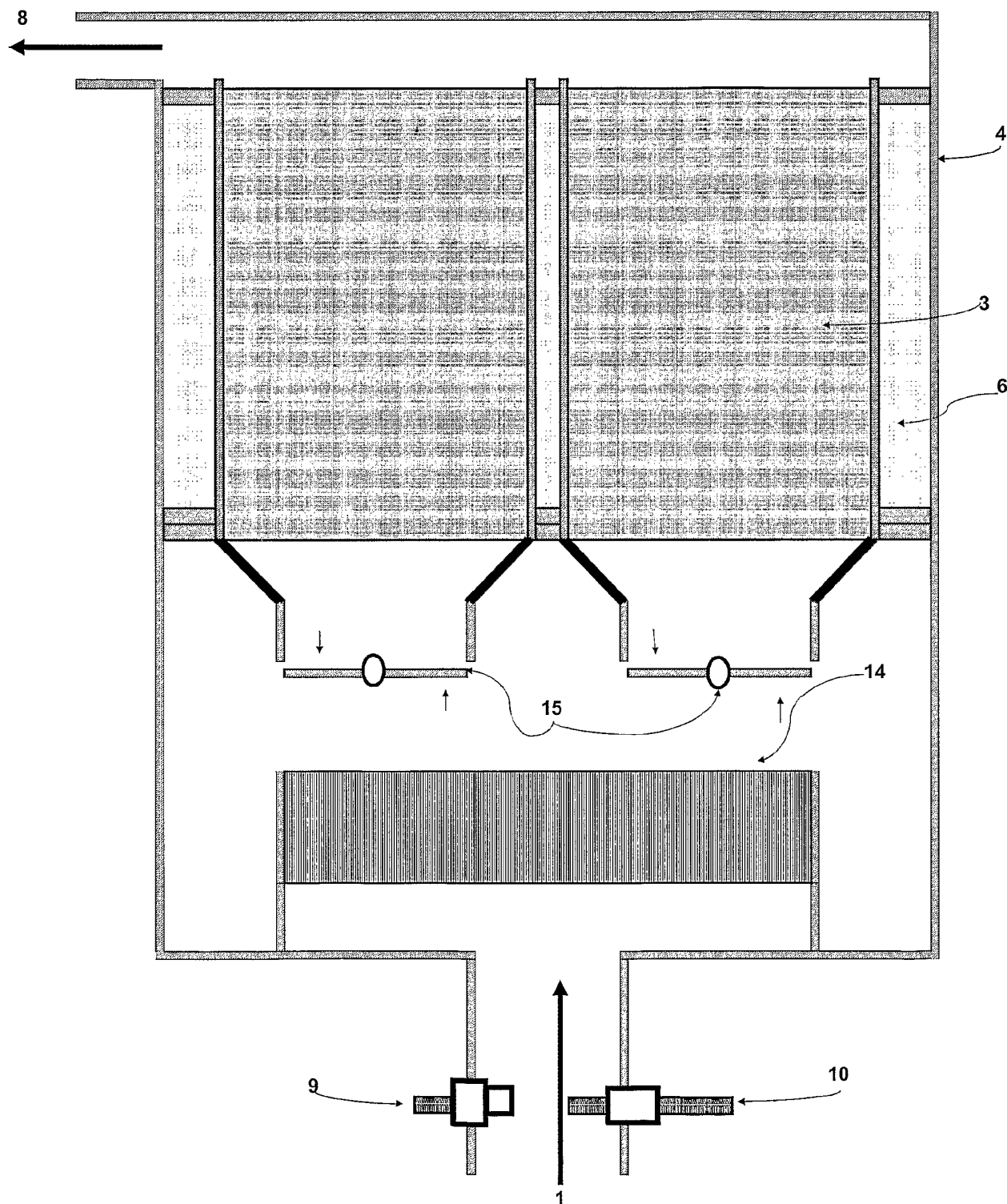


FIG . 2

3/5

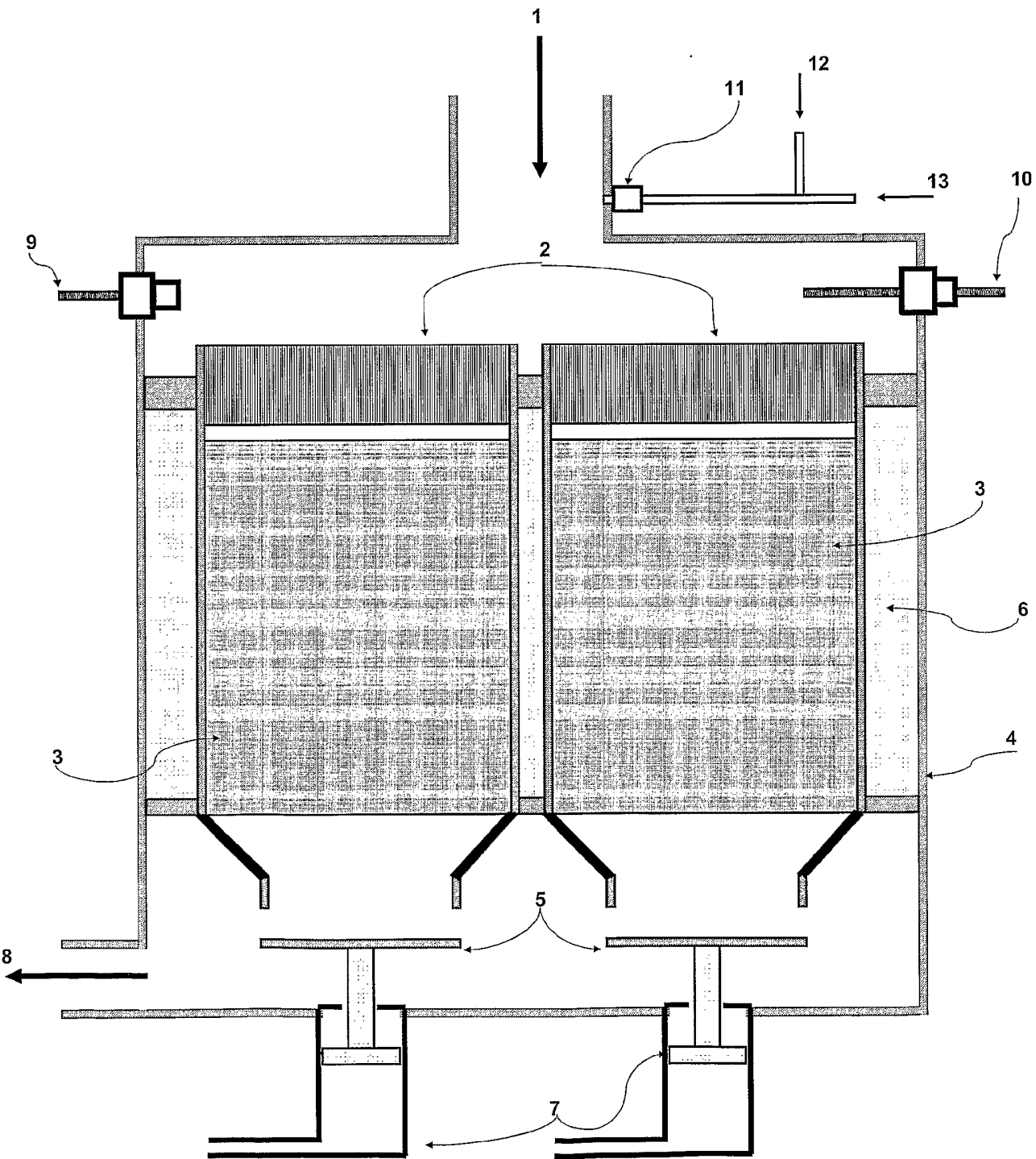


FIG . 3

4/5

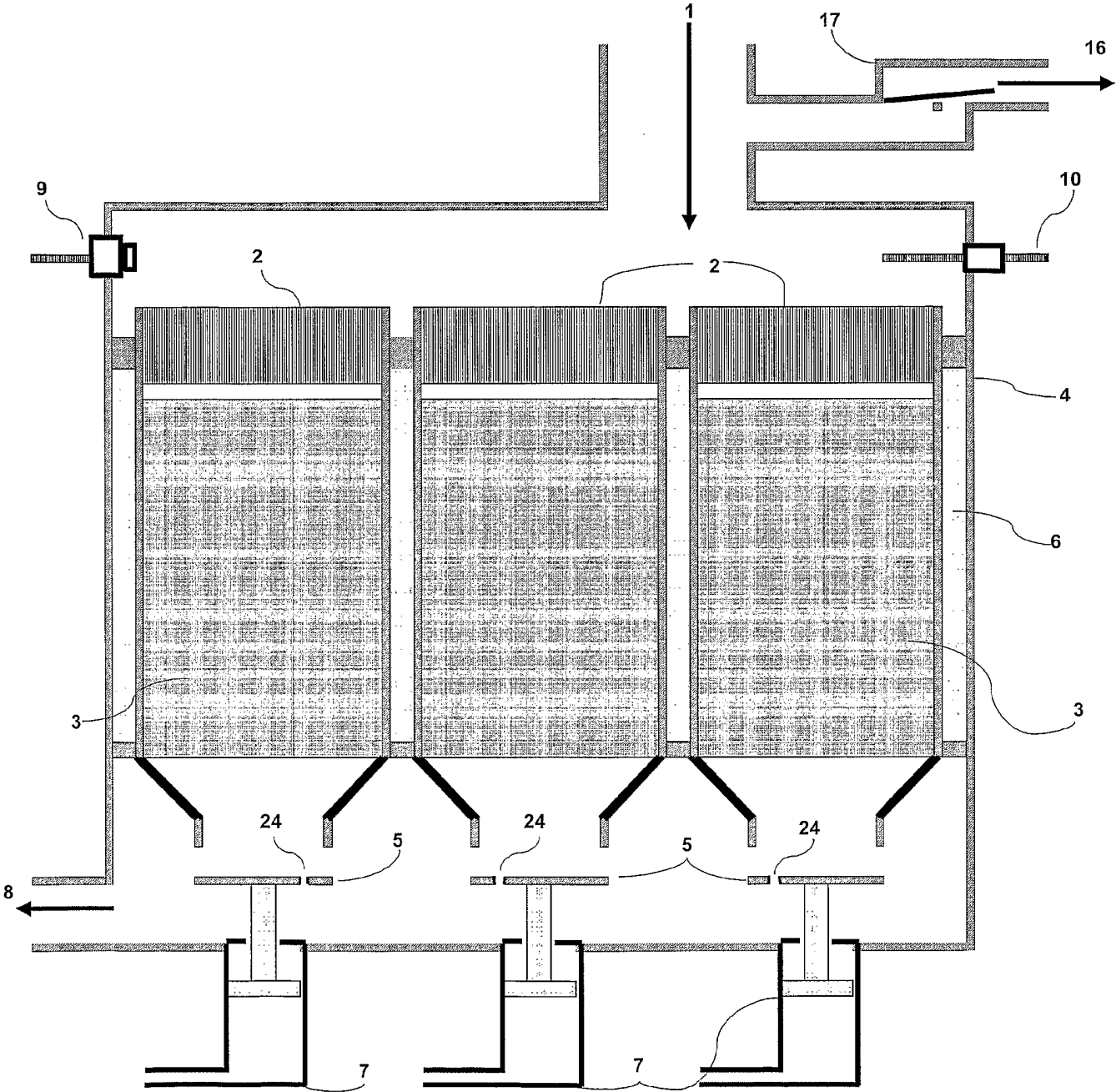


FIG . 4

5/5

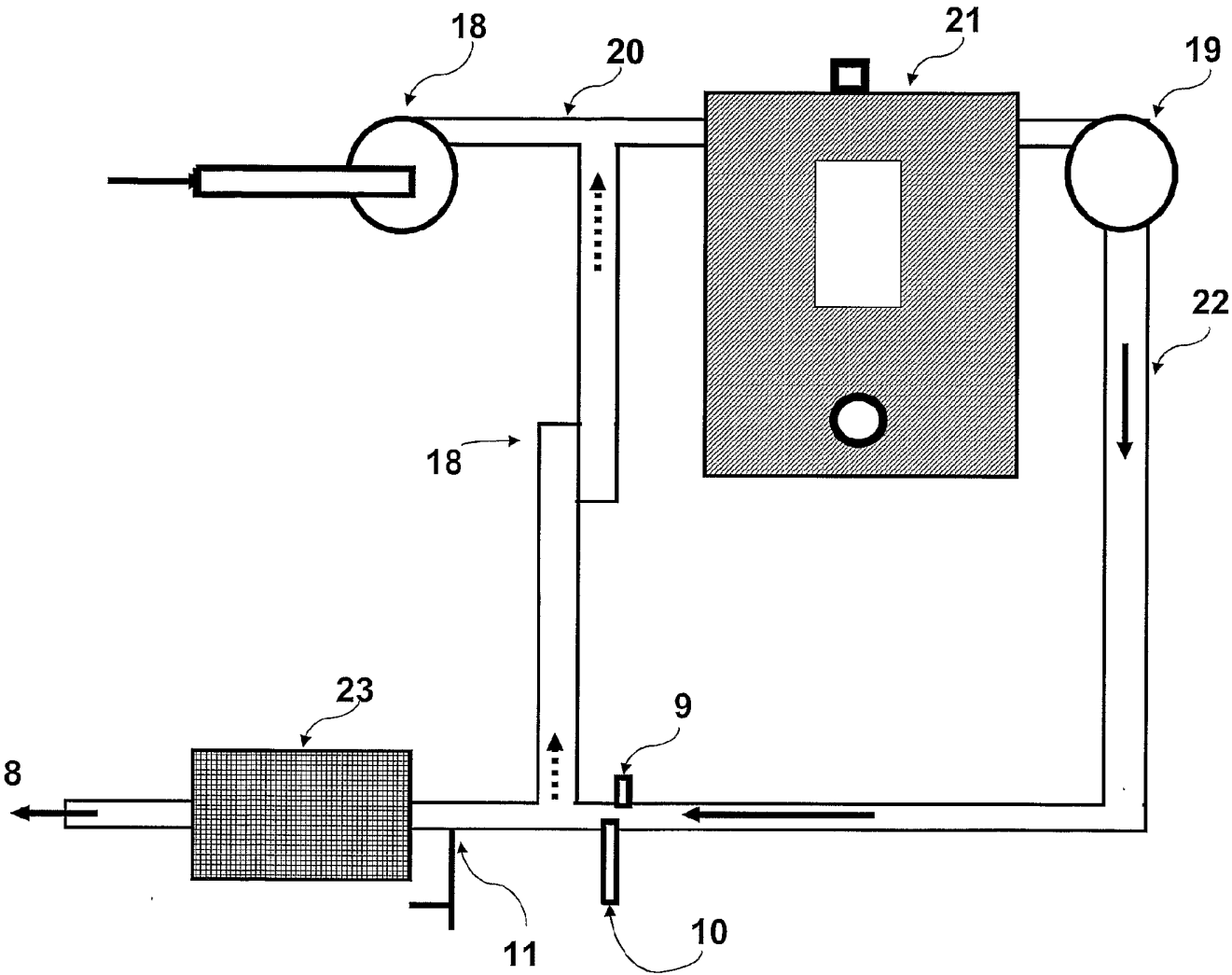


FIG . 5