

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

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



PCT

(43) Date de la publication internationale  
24 janvier 2008 (24.01.2008)

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2008/009837 A1**

(51) Classification internationale des brevets :  
**B01D 46/24** (2006.01)      **F01N 3/022** (2006.01)

(FR). CARRANZA, Francisco, José [ES/FR]; 33, allée d'Auvergne, F-13300 Salon de Provence (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
**PCT/FR2007/051608**

(74) Mandataire : LUCAS, François; SAINT-GOBAIN RECHERCHE, 39 quai Lucien Lefranc, F-93300 Aubervilliers (FR).

(22) Date de dépôt international : 6 juillet 2007 (06.07.2007)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0653019                    18 juillet 2006 (18.07.2006) FR  
0655865                    22 décembre 2006 (22.12.2006) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
**SAINT-GOBAIN CENTRE DE RECHERCHES ET D'ETUDES EUROPEEN** [FR/FR]; 18, avenue d'Alsace, F-92400 Courbevoie (FR).

(72) Inventeurs; et

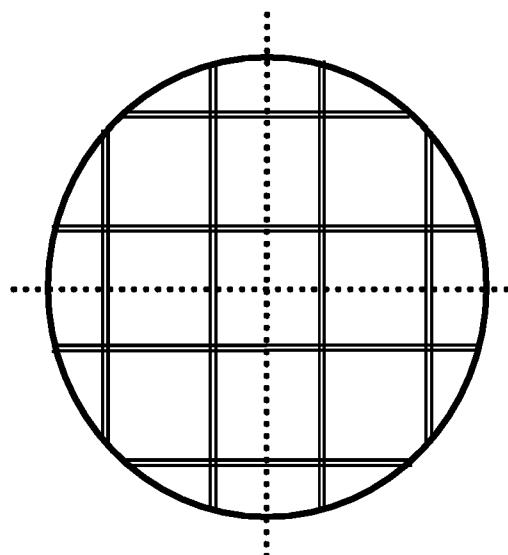
(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **GIASSI, Alessandro** [IT/FR]; 6, rue Lapeyrere, F-75018 Paris

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: FILTER COMPRISING A PLURALITY OF HONEYCOMB ELEMENTS JOINED TOGETHER IN AN OFFSET ASSEMBLY

(54) Titre : FILTRE COMPRENANT UNE PLURALITE D'ELEMENTS EN NID D'ABEILLE REUNIS DANS UN ASSEMBLAGE DECENTRE



(57) Abstract: The invention relates to a structure for filtering particle-laden gases, comprising an assembly of elements of the honeycomb type linked by a joint or seal, each element incorporating a set of adjacent ducts or channels 20 of mutually parallel axes and separated by porous walls, which ducts are closed off by plugs at one or other of their ends so as to define entry chambers that open onto a gas intake face and exit chambers opening onto a gas discharge face 25, in such a way that the gas to be filtered passes through the porous walls, said structure being characterized in that its geometrical centre, in a cross section of the structure perpendicular to its main axis, does not correspond to a symmetry element of an element or of a group of elements 30 in the assembly.

(57) Abrégé : L'invention se rapporte à une structure de filtration de gaz chargés en particules, comprenant un assemblage d'éléments du type en nid d'abeilles liés par un joint, chaque élément incorporant un ensemble de conduits ou canaux adjacents 20 d'axes parallèles entre eux séparés par des parois poreuses, lesquels conduits sont obturés par des bouchons à l'une ou l'autre de leurs extrémités pour délimiter des chambres d'entrée s'ouvrant suivant une face d'admission des gaz et des chambres de sortie s'ouvrant sur une face d'évacuation 25 des gaz, de telle façon que le gaz à filtrer traverse les parois poreuses, ladite structure se caractérisant en ce que son centre géométrique, selon une section de la structure perpendiculaire à son axe principal, ne correspond pas à un élément de symétrie d'un élément ou d'un groupe d'élément 30 dans l'assemblage.

WO 2008/009837 A1



PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

- *avec rapport de recherche internationale*
- *avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues*

*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.*

**FILTRE COMPRENANT UNE PLURALITE D'ELEMENTS EN  
NID D'ABEILLE REUNIS DANS UN ASSEMBLAGE  
DECENTRE**

5

L'invention se rapporte au domaine des structures filtrantes du type assemblées comprenant éventuellement une composante catalytique, par exemple utilisées dans une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne du type diesel.

Les filtres permettant le traitement des gaz et l'élimination des suies typiquement issues d'un moteur diesel sont bien connus de l'art antérieur. Ces structures présentent toutes le plus souvent une structure en nid d'abeille, une des faces de la structure permettant l'admission des gaz d'échappement à traiter et l'autre face l'évacuation des gaz d'échappement traités. La structure comporte, entre les faces d'admission et d'évacuation, un ensemble de conduits ou canaux adjacents d'axes parallèles entre eux séparés par des parois poreuses. Les conduits sont obturés à l'une ou l'autre de leurs extrémités pour délimiter des chambres d'entrée s'ouvrant suivant la face d'admission et des chambres de sortie s'ouvrant suivant la face d'évacuation. Les canaux sont alternativement obturés dans un ordre tel que les gaz d'échappement, au cours de la traversée du corps en nid d'abeille, sont contraints de traverser les parois latérales des canaux d'entrée pour rejoindre les canaux de sortie. De cette manière, les particules ou suies se déposent et s'accumulent sur les parois poreuses du corps filtrant.

A l'heure actuelle, on utilise pour la filtration des gaz des filtres en matière céramique poreuse, par exemple en cordiérite, en alumine, en mullite, en nitrule de silicium, en un mélange silicium/carbure de silicium ou en carbure de silicium.

Les filtres ou structures de filtration poreuses des suies sont utilisés à grande échelle dans les dispositifs de dépollution des gaz d'échappement d'un moteur thermique diesel voire plus rarement essence. Bien qu'elle n'y soit 10 pas limitée, la présente invention se rapporte tout particulièrement à de tels dispositifs.

De façon connue, durant sa mise en œuvre dans une ligne d'échappement automobile, le filtre à particules est soumis à une succession de phases de filtration (accumulation des suies) et de régénération (élimination des suies). Lors des 15 phases de filtration, les particules de suies émises par le moteur sont retenues et se déposent à l'intérieur du filtre. Lors des phases de régénération, les particules de suie sont brûlées à l'intérieur du filtre, afin de lui restituer ses propriétés de filtration. La structure poreuse est alors 20 soumise à des contraintes thermiques et mécaniques intenses, qui peuvent entraîner des micro-fissurations susceptibles sur la durée d'entraîner une perte sévère des capacités de filtration de l'unité, voire sa désactivation complète. Ce 25 phénomène est particulièrement observé sur des filtres monolithiques de grand diamètre.

Pour résoudre ces problèmes et augmenter la durée de vie des filtres, il a été proposé plus récemment des structures de filtration plus complexes, associant en un bloc filtrant 30 plusieurs éléments monolithiques en nid d'abeille. Les éléments sont le plus souvent assemblés entre eux par

collage au moyen d'un ciment de nature céramique, appelé dans la suite de la description ciment de joint ou joint. Des exemples de telles structures filtrantes sont par exemple donnés dans les demandes de brevets EP 816 065, EP 1  
5 142 619, EP 1 455 923 ou encore WO 2004/090294.

Il est connu par ailleurs que l'introduction d'un filtre à particules tel que précédemment décrit dans la ligne d'échappement du moteur entraîne une perte de charge susceptible d'altérer les performances de celui-ci. Le  
10 filtre assemblé doit en conséquence être configuré de manière à éviter ou au moins réduire au minimum une telle altération.

La fabrication des filtres à particules selon l'invention est réalisée par assemblage d'éléments  
15 parallélipédiques, le plus souvent carrés, au moyen d'un ciment de joint. L'épaisseur du joint, entre deux éléments contigus, est de l'ordre de 1 à 3 mm. Après solidification et prise du ciment, on obtient une forme brute, suffisamment résistante mécaniquement pour être usinée, de manière à  
20 obtenir une forme du filtre adaptée à son logement dans la ligne d'échappement. En général, le filtre est achevé par une étape de recouvrement par un ciment de revêtement qui isole le filtre assemblé. Une contrainte supplémentaire nécessaire à la bonne tenue du filtre en fonctionnement est  
25 lié au procédé de fabrication de la structure elle-même et plus particulièrement à la question de l'usinage des différents éléments. Ainsi, après usinage, il est apparu que si la partie résiduelle des éléments les plus externes de la structure est trop petite, un risque d'arrachement excessif  
30 de matière existe, avec pour corollaire une fragilité mécanique de la structure finalement obtenue, et même, dans les cas extrêmes, un arrachement complet de l'élément de son

joint de ciment. Il a été déterminé par la demanderesse que le volume résiduel des éléments les plus externes, après usinage, devait typiquement rester inférieur à environ un seizième et de préférence à un huitième du volume initial 5 avant usinage, afin de minimiser les risques d'apparition de tels phénomènes et rendre ainsi compatible le procédé avec une production industrielle.

Les filtres assemblés décrits dans les publications antérieures et actuellement commercialisées possèdent toutes 10 au moins un axe de symétrie. Les formes les plus caractéristiques sont circulaires, tel que décrit dans les demandes EP 1 455 923 ou WO 2004/090294 ou ovoïde tel que décrit dans les demandes EP 816 065 ou encore EP 1 626 037. Bien que les deux formes précédentes soient les plus 15 utilisées, d'autres formes très diverses ont également été décrites.

Les éléments unitaires présentent par exemple typiquement une largeur de section comprise entre 30 mm et 50 mm. A titre d'exemple, 14 éléments unitaires de section carrée et 20 de largeur 36 mm sont nécessaires pour la synthèse d'un filtre rond d'environ 14 cm de diamètre.

Dans tous ces assemblages, le centre géométrique du filtre, dans un plan de coupe sectionnel, coïncide soit avec le centre d'un des éléments, soit avec une position occupée 25 par le ciment de joint faisant la jonction entre 2 éléments, soit encore avec une position du ciment de joint faisant la jonction entre quatre éléments du filtre, tel qu'illustre respectivement par les figures 1a, 1b et 1c.

La demande de brevet EP 1 371 406 décrit une structure 30 assemblée dans laquelle la plus courte distance séparant le centre de gravité d'une section de ladite structure de la

surface de joint est inférieur à 1/10 de la plus grande distance entre ledit centre et la circonference du filtre.

Le but de la presente invention est ainsi de fournir une structure en nid d'abeille d'un type nouveau, permettant de 5 répondre à l'ensemble des problèmes précédemment exposés.

Plus précisément, l'invention concerne une structure filtrante comprenant l'assemblage de plusieurs éléments monolithiques en nid d'abeille tels que précédemment décrits 10 et combinant, pour une efficacité maximale de filtration et une utilisation de longue durée, les propriétés suivantes :

- une perte de charge minimale en fonctionnement, typiquement sur une ligne d'échappement d'un moteur à combustion interne,
- 15 - une résistance thermomécanique suffisante pour résister aux contraintes de fonctionnement du filtre,
- un volume minimal des éléments externes dans l'assemblage final, c'est-à-dire après usinage, au moins égal à un seizième et de préférence au moins égal à un huitième du volume d'un élément en position central.

La structure filtrante selon l'invention se caractérise par un assemblage non centré ou décentré des éléments, c'est-à-dire que le centre géométrique de ladite structure ne correspond pas au centre d'un élément ou ne coïncide pas 25 avec un élément de symétrie existant entre plusieurs desdits éléments, par exemple tel qu'illustré par les figures 1a, 1b ou 1c.

Dans sa forme la plus générale, la présente invention se rapporte à une structure de filtration de gaz chargés en 30 particules, comprenant un assemblage d'éléments du type en nid d'abeilles liés par un joint, chaque élément incorporant un ensemble de conduits ou canaux adjacents d'axes

parallèles entre eux séparés par des parois poreuses, lesquels conduits sont obturés par des bouchons à l'une ou l'autre de leurs extrémités pour délimiter des chambres d'entrée s'ouvrant suivant une face d'admission des gaz et 5 des chambres de sortie s'ouvrant sur une face d'évacuation des gaz, de telle façon que le gaz à filtrer traverse les parois poreuses, ladite structure se caractérisant en ce que son centre géométrique, selon une section de la structure perpendiculaire à son axe principal, ne correspond pas à un 10 élément de symétrie d'un élément ou d'un groupe d'élément dans l'assemblage et en ce qu'elle répond aux caractéristiques géométriques suivantes, dans ledit plan de section :

- si  $0 < D \leq 3 \times L_e + 4 \times L_j$  ou si  $4 \times L_e + 5 \times L_j \leq D \leq 4,25 \times L_e + 15 4 \times L_j$  ou si  $6 \times L_e + 5 \times L_j \leq D \leq 7 \times L_e + 6 \times L_j$  ou si  $8 \times L_e + 7 \times L_j \leq D \leq 8,5 \times L_e + 6 \times L_j$ , alors d est compris entre 0 exclu et  $0,1 \times L_j \times L_e$ ,
- si  $3 \times L_e + 4 \times L_j \leq D \leq 3,5 \times L_e + 5 \times L_j$  ou si  $4,25 \times L_e + 5 \times L_j \leq D \leq 5 \times L_e + 5 \times L_j$ , alors d est compris entre  $0,2 \times L_j \times L_e$  20 et  $0,35 \times L_j \times L_e$ ,

où D est le segment de plus grande distance reliant deux points de l'enveloppe du filtre, d est la distance entre le centre de l'élément se trouvant le plus proche de la position centrale dans l'assemblage et le centre géométrique 25 du filtre, Le est la largeur d'un élément unitaire entier et Lj est l'épaisseur moyenne du joint.

Les paramètres D, d, Lj et Le correspondent aux valeurs nominales et sont exprimés en mm.

De préférence, selon l'invention, le segment D passe en 30 outre par le centre géométrique du filtre, voire par l'axe de symétrie principal du filtre.

Par matériau à base de SiC, il est entendu au sens de la présente description que ledit matériau comprend au moins 30% de SiC en masse, de préférence au moins 70% de SiC en

masse et de manière très préférée au moins 98% de SiC en masse.

De préférence, la structure filtrante comprend une pluralité d'éléments filtrants à base de SiC reliés entre eux par un ciment de joint dont la conductivité thermique est au moins de 0,3 W/m.K entre 20 et 800°C. Une conductivité thermique élevée du ciment de joint permet avantageusement d'homogénéiser les transferts thermiques dans le filtre tandis qu'une conductivité thermique faible inférieure à 0,3 W/m.K (mesure typiquement réalisée à une température de 600°C) contribue à accroître les gradients thermiques et les contraintes thermomécaniques dans le joint et au sein du filtre.

En général, la section d'un élément constituant la structure assemblée est parallélépipédique et de préférence carrée, la largeur de l'élément étant comprise entre 30 mm et 50 mm.

Typiquement, l'épaisseur moyenne du joint de la structure est comprise entre 0,5 et 4 mm.

Avantageusement, l'épaisseur des parois est comprise entre 200 et 500 µm.

La structure peut comprendre en outre un revêtement catalytique pour le traitement des gaz polluants du type CO ou HC et NOx.

Une structure typique selon l'invention comprend une pluralité d'éléments en nid d'abeille reliés entre eux par un ciment de joint, le nombre de canaux dans les éléments filtrants étant compris entre environ 7,75 et environ 62 par cm<sup>2</sup>, lesdits canaux ayant une section d'environ 0,5 à 9 mm<sup>2</sup>.

L'invention se rapporte également à l'utilisation d'une structure selon l'une des revendications précédentes comme filtre à particules dans une ligne d'échappement d'un moteur diesel ou essence, de préférence diesel.

5

Les exemples qui suivent, non limitatifs, permettront une meilleure compréhension de l'invention et de ses avantages :

**Exemples :**

10        Dans les exemples qui suivent, on a cherché à synthétiser une série de filtres répondant aux critères selon la présente invention et illustrant ses avantages par rapport à une autre série de filtres donnés dans un but comparatif et ne répondant pas aux critères selon  
15        l'invention.

Tous les filtres ont été synthétisés selon la méthode qui suit :

1°) synthèse des éléments :

Les éléments unitaires ont été synthétisés de la manière  
20        suivante :

Dans un malaxeur, on a d'abord préparé, selon des techniques bien connues, un mélange initial de poudres de carbure de silicium, d'un agent porogène du type polyéthylène et d'un liant organique du type méthylcellulose.

25        On ajoute de l'eau au mélange de poudres et on malaxe jusqu'à obtenir une pâte homogène et dont la plasticité permet l'extrusion à travers une filière de structures monolithiques en nid d'abeille de section carrée dont les caractéristiques dimensionnelles sont données dans le  
30        tableau 1 :

	Géométrie des canaux	Carré
	Densité de canaux	180 cpsi (canaux par inch carré, 1 inch = 2,54 cm)
5	Epaisseur des parois	350 µm
	Longueur	15,2 cm
	Largeur	3,6 cm
	Volume	2,47 litres
	Porosité	Environ 47%
10	Diamètre médian de pores	Environ 15µm

Tableau 1

On sèche ensuite les monolithes crus obtenus par micro-  
onde pendant un temps suffisant pour amener la teneur en eau  
15 non liée chimiquement à moins de 1 % en masse.

On bouche alternativement les canaux de chaque face du  
monolithe selon des techniques bien connues, par exemple  
décrivées dans la demande WO 2004/065088.

Le monolithe est ensuite cuit selon une montée en  
20 température de 20°C/heure jusqu'à atteindre une température  
de l'ordre de 2200°C qui est maintenue pendant 2 heures.

On obtient finalement une série de monolithes en carbure  
de silicium dont les caractéristiques microstructurales sont  
sensiblement identiques.

## 25 2°) assemblage du filtre

Conformément à l'enseignement de la demande de brevet EP  
816 065, les éléments sont ensuite assemblés entre eux par  
collage au moyen d'un ciment de nature céramique puis usiné,  
afin de constituer des filtres de diamètre approprié.

30 Un ciment pour le joint est préparé en mélangeant :

- 85% poids d'une poudre de SiC de granulométrie comprise entre 10 et 200 µm,

- 4% poids d'une poudre d'alumine calcinée commercialisée par la société Almatis,
- 10% poids d'une poudre d'alumine réactive commercialisée par la société Almatis,
- 5 - 0,8% poids d'un liant temporaire et plastifiant du type Cellulose,
- 0,2% poids d'un défloculant du type TPPNa (Tripolyphosphate de sodium).

On additionne une quantité d'eau correspondant à 15% du  
10 poids de ce mélange pour obtenir un ciment de viscosité adéquate.

On a synthétisé en suivant ce mode de synthèse différents filtres selon l'invention ou comparatifs, en modifiant la forme du filtre, son diamètre et la position et  
15 la taille des éléments au sein du filtre par rapport à son centre géométrique.

Un essai avec un ciment peu conducteur thermiquement a été réalisé en mélangeant :

- 44% poids d'une poudre de SiC de granulométrie comprise entre 10 et 200 µm,
- 5% poids d'une poudre d'alumine calcinée commercialisée par la société Almatis,
- 10% poids d'une poudre d'alumine réactive commercialisée par la société Almatis,
- 25 - 40% de sphères creuses commercialisées par Enviro-spheres sous le nom « e-spheres », qui présentent une composition chimique typique 60% SiO<sub>2</sub> et 40% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et une taille médiane de l'ordre de 100 µm
- 0,8% poids d'un liant temporaire et plastifiant du type Cellulose,
- 30 - 0,2% poids d'un défloculant du type TPPNa (Tripolyphosphate de sodium).

On additionne une quantité d'eau correspondant à 30% du poids de ce mélange pour obtenir un ciment de viscosité adéquate.

Préalablement à l'assemblage, en fonction des dimensions 5 et de la forme du filtre final, certains éléments unitaires sont découpés selon leur axe principal, c'est-à-dire dans le sens de la longueur, de telle façon que le nombre minimal desdits éléments nécessaires pour chaque assemblage soit utilisé.

10 Les éléments de taille plus élevée ont été réalisés en utilisant une filière d'extrusion adaptée à la taille d'élément voulue.

Les propriétés des filtres ont été mesurées selon les protocoles suivants :

15 A- Mesure de la perte de charge :

Par perte de charge, on entend au sens de la présente invention la pression différentielle existant entre l'amont et l'aval du filtre. La perte de charge a été mesurée selon les techniques de l'art, pour un débit d'air de 300 m<sup>3</sup>/h dans 20 un courant d'air ambiant.

B- Mesure de la résistance thermomécanique :

Les différents filtres sont montés sur une ligne d'échappement d'un moteur diesel 2.0 L mis en marche à pleine puissance (4000 tr/minutes) pendant 30 minutes puis 25 démontés et pesés afin de déterminer leur masse initiale. Les filtres sont ensuite remontés sur banc moteur avec un régime à 3000 tr/min et un couple de 50 Nm afin d'obtenir des charges en suies dans le filtre de 8 g/l.

Les filtres ainsi chargés sont remontés sur la ligne 30 pour subir une régénération sévère ainsi définie : après une stabilisation à un régime moteur de 1700 tours/minute pour un couple de 95 Nm pendant 2 minutes, une post-injection est réalisée avec 70° de phasage pour un débit de post injection

de 18mm<sup>3</sup>/coup. Une fois la combustion des suies initiée, plus précisément lorsque la perte de charge diminue pendant au moins 4 secondes, le régime du moteur est abaissé à 1050 tours/minute pour un couple de 40 Nm pendant 5 minutes afin 5 d'accélérer la combustion des suies. Le filtre est ensuite soumis à un régime moteur de 4000 tours/minute pendant 30 minutes afin d'éliminer les suies restantes.

Le niveau de fissuration du filtre est de préférence mesuré à l'aide d'un procédé du type non destructif, décrit 10 dans la demande de brevet FR-A-2 840 405, comprenant en particulier la mesure de la propagation des ondes ultrasonores au travers du filtre. Parmi les paramètres de la propagation (vitesse de propagation, fréquence et amplitude des ondes), la vitesse s'est révélée être un 15 indicateur fiable de la quantité et de la gravité des fissures. Une diminution de la vitesse de propagation trop importante par rapport à la vitesse de propagation des ondes ultrasonores à travers le matériau neuf peut en effet être corrélée avec la présence de fissures.

20 L'indice de fissuration correspond en pourcentage à la variation de vitesse de propagation des ondes ultrasonores au travers du filtre régénéré par rapport au filtre neuf avant régénération, les deux mesures étant faites selon le même protocole opératoire. Cet indice est en règle générale 25 négatif.

On mesure la vitesse de propagation des ultrasons à une fréquence typiquement de 50KHz. L'équipement utilisé peut être par exemple celui commercialisé par la société CNS Farnell sous le nom de « Pundit plus ».

30 Le tableau 2 ci-dessous, pour les différents arrangements des filtres synthétisés, selon l'invention ou en dehors, permet de comparer les performances obtenues en terme de perte de charge et tenue mécanique.

Exemples	unités	Comp 1a	Ex 1	Comp 2a	Comp 2b	Ex 2	Comp 3a	Ex 3	Comp 4a	Ex 4	Comp 5a	Comp 6a	Ex 6	Comp 7a	Ex 7
Famille de diamètre		1	1	2	2	2	3	3	4	4	Ciment peu conducteur thermiquement	Autre forme de filtre non circulaire	Avec taille élément différent		
Forme générale		Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Circulaire	Ellipsoïdale	Circulaire			
Diamètre filtre D	mm	103	103	118	118	118	156	156	176	176	156	195 x 102	195 x 102	156	156
Largeur d'élément unitaire	mm	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	45	45
Epaisseur de joint moyenne	mm	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Arrangement		Type fig.1c	Décalé par rapport à fig.1a	Type fig.1c	Type fig.1a	Décalé par rapport à fig.1b	Type fig.1c	Décalé par rapport à fig.1a	Type fig.1c	Décalé par rapport à fig.1b	Décalé par rapport à fig.1a	Type fig.1b	Décalé par rapport à fig.1a	Type fig.1c	Décalé par rapport à fig.1b
Conductivité thermique ciment	W/m.K	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	0,2	1,9	1,9	1,9	1,9
Distance d	mm	27	2	27	0	17	27	2	27	17	2	19	2	32	22
N° Éléments		8	7	14	13	12	18	17	28	22	17	16	13	14	11
Résistance mécanique des éléments périphériques		OK	OK	OK	*	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Tenue thermomécanique (indice de fissuration)	%	0	0	-3,5	-3	-0,6	0	0	-1,8	-1,2	-15	-6	-4,8	0	0
Perte de charge	mbars	43,5	38,9	28,0	25,8	26,1	13,0	12,6	9,3	9,0	12,7	18,0	17,5	12,5	12,3

\* problème de tenue mécanique : éléments périphériques trop fragiles

Tableau 2

Dans le tableau 1, on observe que les exemples 1, 2, 3, 4 et 7 selon l'invention, par comparaison respectivement avec les exemples 1a, 2a et 2b, 3a, 4a, 6a et 7a, en dehors du domaine de l'invention, montrent une tenue thermomécanique au moins aussi satisfaisante, telle que mesurée en terme d'indice de fissuration et de perte de charge.

On note également que le filtre comparatif 2b montre une perte de charge plus faible que le produit de l'invention mais il présente une tenue mécanique de certains de ses

éléments périphériques trop faible pour une application en tant que filtre à particules. Cette tenue mécanique faible a été attribuée au volume résiduel de certains éléments périphériques du filtre, inférieur à 1/16<sup>ème</sup>, voire à 1/8<sup>ème</sup> de volume de l'élément en position centrale.

L'exemple comparatif 5a se différentiant par un ciment trop peu conducteur montre une tenue thermomécanique beaucoup plus faible que l'exemple 3 selon l'invention.

En outre, pour des dimensions et formes équivalentes, le tableau 2 montre que les structures selon l'invention nécessitent pour leur assemblage l'utilisation d'un nombre minime d'éléments unitaires.

REVENDICATIONS

5

1. Structure de filtration de gaz chargés en particules, comprenant un assemblage d'éléments du type en nid d'abeilles liés par un joint, chaque élément incorporant un ensemble de conduits ou canaux adjacents d'axes parallèles entre eux séparés par des parois poreuses, lesquels conduits sont obturés par des bouchons à l'une ou l'autre de leurs extrémités pour délimiter des chambres d'entrée s'ouvrant suivant une face d'admission des gaz et des chambres de sortie s'ouvrant sur une face d'évacuation des gaz, de telle façon que le gaz à filtrer traverse les parois poreuses, ladite structure se caractérisant en ce que son centre géométrique, selon une section de la structure perpendiculaire à son axe principal, ne correspond pas à un élément de symétrie d'un élément ou d'un groupe d'élément dans l'assemblage et en ce qu'elle répond aux caractéristiques géométriques suivantes:

- si  $0 < D \leq 3 \times L_e + 4 \times L_j$  ou si  $4 \times L_e + 5 \times L_j \leq D \leq 4,25 \times L_e + 4 \times L_j$  ou si  $6 \times L_e + 5 \times L_j \leq D \leq 7 \times L_e + 6 \times L_j$  ou si  $8 \times L_e + 7 \times L_j \leq D \leq 8,5 \times L_e + 6 \times L_j$ , alors d est compris entre 0 exclu et  $0,1 \times L_j \times L_e$ ,
- si  $3 \times L_e + 4 \times L_j \leq D \leq 3,5 \times L_e + 5 \times L_j$  ou si  $4,25 \times L_e + 5 \times L_j \leq D \leq 5 \times L_e + 5 \times L_j$  ou si  $5,6 \times L_e + 3 \times L_j \leq D \leq 6 \times L_e + 5 \times L_j$ , alors d est compris entre  $0,2 \times L_j \times L_e$  et  $0,35 \times L_j \times L_e$ ,

30 où D est le segment de plus grande distance reliant deux points de l'enveloppe du filtre et passant par le centre géométrique du filtre, voire par l'axe de symétrie principal du filtre, d est la distance entre le centre de l'élément se trouvant en position centrale dans

l'assemblage et le centre géométrique du filtre, Le est la largeur d'un élément unitaire entier et Lj est l'épaisseur moyenne du joint.

5 2. Structure filtrante selon la revendication 1, dans laquelle le segment D passe en outre par le centre géométrique du filtre, voire par l'axe de symétrie principal du filtre.

10 3. Structure filtrante selon la revendication 1 ou 2 comprenant une pluralité d'éléments filtrants à base de SiC reliés entre eux par un ciment de joint dont la conductivité thermique est au moins de 0,3 W/m.K entre 20 et 800°C.

15 4. Structure selon la revendication 1 à 3 dans laquelle la section d'un élément est parallélépipédique et de préférence carrée et dans laquelle la largeur de l'élément est comprise entre 30 mm et 50 mm.

20 5. Structure selon l'une des revendications précédentes dans laquelle l'épaisseur moyenne du joint est comprise entre 0,5 et 4 mm.

25 6. Structure selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'épaisseur des parois est comprise entre 200 et 500  $\mu\text{m}$ .

30 7. Structure selon l'une des revendications précédentes comprenant en outre un revêtement catalytique pour le traitement des gaz polluants du type CO ou HC et NOx.

8. Structure selon l'une des revendications précédentes dans laquelle une pluralité d'éléments en nid d'abeille sont reliés entre eux par un ciment de joint, le nombre de canaux dans les éléments filtrants étant compris entre 5 environ 7,75 et environ 62 par cm<sup>2</sup>, lesdits canaux ayant une section d'environ 0,5 à 9 mm<sup>2</sup>.
9. Utilisation d'une structure selon l'une des revendications précédentes comme filtre à particules dans une ligne 10 d'échappement d'un moteur diesel ou essence, de préférence diesel.

1/2

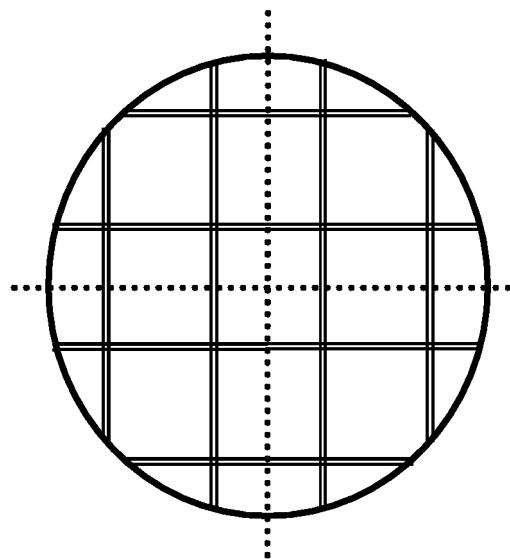


FIG. 1a

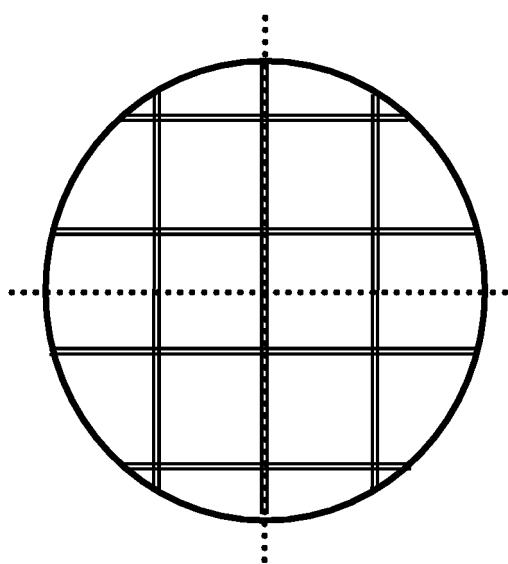


FIG. 1b

2/2

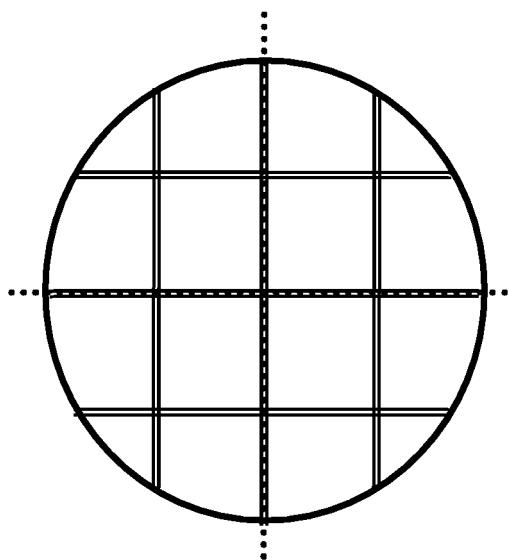


FIG. 1c

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/FR2007/051608

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
INV. B01D46/24 F01N3/022

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, 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	EP 1 371 406 A1 (NGK INSULATORS LTD [JP]) 17 December 2003 (2003-12-17) cited in the application the whole document -----	1,9
A	EP 1 618 941 A (NGK INSULATORS LTD [JP]) 25 January 2006 (2006-01-25) the whole document -----	1,9
A	EP 1 413 345 A (NGK INSULATORS LTD [JP]) 28 April 2004 (2004-04-28) figures -----	1,9

Further documents are listed in the continuation of Box C.

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
12 décembre 2007	27/12/2007

Name and mailing address of the ISA/  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hilt, Daniel

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/FR2007/051608

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
EP 1371406	A1 17-12-2003	WO 02076579 A1	JP 2002273130 A	US 2004093858 A1	03-10-2002 24-09-2002 20-05-2004
EP 1618941	A 25-01-2006	WO 2004096414 A1	KR 20050111388 A	US 2007125053 A1	11-11-2004 24-11-2005 07-06-2007
EP 1413345	A 28-04-2004	WO 03011427 A1	JP 3983117 B2	JP 2003161136 A	13-02-2003 26-09-2007 06-06-2003
		US 2004211164 A1			28-10-2004

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale n°  
PCT/FR2007/051608

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
INV. B01D46/24 F01N3/022

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, 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	EP 1 371 406 A1 (NGK INSULATORS LTD [JP]) 17 décembre 2003 (2003-12-17) cité dans la demande le document en entier -----	1, 9
A	EP 1 618 941 A (NGK INSULATORS LTD [JP]) 25 janvier 2006 (2006-01-25) le document en entier -----	1, 9
A	EP 1 413 345 A (NGK INSULATORS LTD [JP]) 28 avril 2004 (2004-04-28) figures -----	1, 9

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

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

12 décembre 2007

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/12/2007

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hilt, Daniel

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°  
PCT/FR2007/051608

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)			Date de publication
EP 1371406	A1	17-12-2003	WO	02076579 A1	03-10-2002
			JP	2002273130 A	24-09-2002
			US	2004093858 A1	20-05-2004
EP 1618941	A	25-01-2006	WO	2004096414 A1	11-11-2004
			KR	20050111388 A	24-11-2005
			US	2007125053 A1	07-06-2007
EP 1413345	A	28-04-2004	WO	03011427 A1	13-02-2003
			JP	3983117 B2	26-09-2007
			JP	2003161136 A	06-06-2003
			US	2004211164 A1	28-10-2004