(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
30 août 2001 (30.08.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/62370 A1

(51) Classification internationale des brevets[7] :
B01D 63/06, 71/02

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/00495

(22) Date de dépôt international :
20 février 2001 (20.02.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
00/02129 21 février 2000 (21.02.2000) FR

(71) Déposant *(pour tous les États désignés sauf US)* : **SOCIETE DES CERAMIQUES TECHNIQUES** [FR/FR]; Route d'Oursbellile, F-65460 Bazet (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **CHANAUD, Philippe** [FR/FR]; 6, avenue de la Marne, F-65000 Tarbes (FR).

(74) Mandataire : **ROCHET, Michel Cabinet Hirsch-Pochart**; 34, rue de Bassano, F-75008 Paris (FR).

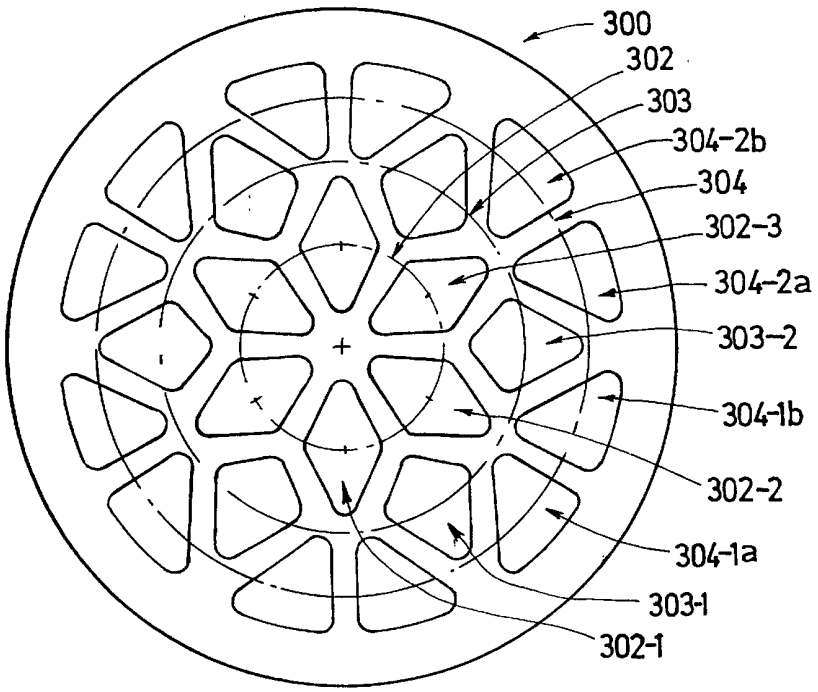
(81) États désignés *(national)* : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

(84) États désignés *(régional)* : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: MULTICHANNEL ELEMENT AND METHOD FOR MAKING SAME

(54) Titre : ELEMENT MULTICANAL ET PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL ELEMENT



(57) Abstract: The invention concerns a multichannel element, comprising at least a first ring of channels intermingled with a second ring of channels. The invention also concerns a method for making such an element, and a module comprising same. The invention is applicable to tangential filtering.

[Suite sur la page suivante]

WO 01/62370 A1

(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— *avec rapport de recherche internationale*

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.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet un élément multicanal, comprenant au moins une première couronne de canaux enchevêtrée avec une deuxième couronne de canaux. L'invention fournit aussi un procédé de fabrication d'un tel élément, et un module comprenant un tel élément. Application à la filtration tangentielle.

ELEMENT MULTICANAL ET PROCEDE DE FABRICATION D'UN TEL ELEMENT

La présente invention concerne un élément multicanal en matière poreuse organique ou inorganique, destiné à la filtration, la séparation ou la mise en contact de fluides liquides ou gazeux et par exemple la microfiltration, l'ultrafiltration, la nanofiltration, la pervaporation, l'osmose inverse, aux (bio)réacteurs à membrane, aux diffuseurs gazeux, aux contacteurs liquide ou gaz / liquide ou gaz, à la catalyse, ou aux piles à combustible. L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un tel élément multicanal.

Les éléments multicanaux peuvent être définis comme des éléments de forme allongée sur leur axe principal et percés de trous ou canaux orientés dans ce même axe. La section principale de l'élément peut être définie comme la section perpendiculaire à cet axe principal. Généralement cette section est constante le long de l'axe et la forme tridimensionnelle de l'élément présente alors une symétrie d'extrusion. Cette symétrie permet donc de définir le volume extrudé par sa section principale et son axe principal, axe qui est alors un vecteur de direction ou génératrice de la forme de l'élément. Du fait de cette symétrie d'extrusion, la géométrie de l'élément multicanal peut donc être ramenée à la forme de sa section principale. Le périmètre externe de cette section principale peut être de forme circulaire, polygonale ou autre (par exemple multilobée). L'intérieur de cette section présente un nombre de trous N qui correspond au nombre de canaux de l'élément. L'élément est dit multicanal si N>1. Le cas où N=1, correspond à un élément monocanal qui est généralement de forme tubulaire et est donc exclu du cadre de cette invention.

On connaît déjà plusieurs types de géométrie d'éléments filtrants multicanaux.

Il existe la structure à couronnes concentriques dont la géométrie la plus simple est une géométrie cylindrique externe percée de canaux aussi cylindriques (cf. figure 1). Dans ce cas, la section a la forme d'un disque, le périmètre externe est donc un cercle et cette section est percée de N trous ronds. Les trous ronds sont disposés régulièrement sur un ou plusieurs cercles concentriques. Cette géométrie à couronnes successives concentriques est typique de l'art antérieur. Dans tous les cas, ces couronnes successives de canaux sont séparées par une couronne de matière (cf. référence 3 sur la figure 1). Les couronnes successives de matière peuvent être définies comme un espace continu de matière coaxial à la section principale. Ces couronnes de matière épousent la disposition des canaux le long de leur couronne. Ainsi entre deux couronnes successives de canaux disposés le long d'un cercle concentrique à l'axe de la section principale, la couronne de matière se présente sous la forme d'un anneau continu et centré sur la section principale.

Cette couronne de matière en étant coaxiale au centre de la pièce présente l'inconvénient majeur d'être orientée perpendiculairement au sens d'écoulement du fluide et donc non optimisée pour l'évacuation du fluide filtré. Cette couronne de matière présente aussi l'inconvénient d'être un espace perdu pour la distribution des canaux. Ainsi le nombre global de canaux répartis sur la section de l'élément multicanal est limité par cette contrainte que représente la couronne de matière. De cette limitation, la surface de filtration de l'élément, représentée par l'ensemble de la surface portée par tous les canaux s'en trouve réduite.

Le document EP-A-0686424 décrit un élément inorganique multicanal de filtration d'un fluide dont les canaux sont situés sur un cercle unique. Le document EP-A-704236 décrit un support monolithe poreux pour membrane de filtration de forme extérieure circulaire ou hexagonale présentant une seule couronne de canaux. Ces deux documents ne décrivent pas un élément multicanal à plusieurs couronnes de canaux ou à couronne de canaux combiné avec un canal central. Ces géométries présentent l'inconvénient d'avoir des surfaces

filtrantes limitées par la contrainte d'utiliser qu'une couronne de canaux.

Le document EP-A-0778073 décrit des éléments inorganiques de filtration d'un milieu fluide ayant une ou deux couronnes de canaux concentriques et un canal central. Ces éléments ont un contour extérieur circulaire ; ils présentent également un anneau continu de matière coaxial d'une part entre les deux couronnes de canaux, et d'autre part, entre le canal central et la couronne de canaux l'entourant. Cette géométrie présente les mêmes inconvénients et limitations que les géométries à couronnes de canaux concentriques décrites précédemment.

Il existe aussi une géométrie se basant sur un pavage régulier de canaux de forme carré. L'intérêt de cette géométrie pour un support de filtration est d'obtenir un pavage optimum de la section principale de l'élément. Tous les canaux ont la même forme et la même taille. Cette géométrie est optimisée en terme de surface développée par l'élément multicanal. Le problème de cette géométrie provient souvent de sa compacité et du long cheminement entre les différents canaux vers la surface extérieure de l'élément.

Le document EP-A-0899003 propose d'optimiser ce passage en créant des communications entre différents canaux pour l'évacuation du fluide filtré et en bouchant l'extrémité de certains canaux. La mise en œuvre industrielle de telles modifications de la structure nid d'abeille s'avère bien souvent compliqué et difficile à mettre en œuvre industriellement.

Le document WO-A-00/29098 décrit un support monolithe poreux comportant un premier ensemble de canaux ayant des sections analogues, dans la partie centrale du support, séparés les uns des autres par des parois de direction sensiblement radiale présentant une zone commune suivant l'axe du support, et au moins un second ensemble de canaux ayant une disposition périphérique autour du premier ensemble de canaux. La structure décrite dans ce document ne permet pas cependant de résoudre les problèmes rencontrés avec l'art antérieur précédemment cités.

Le but et l'objet de la présente invention sont de palier les inconvénients de l'art antérieur.

A cet effet et selon un premier aspect, l'invention propose un élément multicanal comprenant au moins une première couronne de canaux enchevêtrée avec une deuxième couronne de canaux.

Selon un mode de réalisation, chacune des cloisons agencées entre les canaux desdites première et deuxième couronnes est non-perpendiculaire à la droite passant par le centre desdites première et deuxième couronnes et le milieu de la cloison considérée. Chacune des cloisons agencées entre les canaux desdites première et deuxième couronnes et la droite passant par le centre desdites première et deuxième couronnes et le milieu de la cloison considérée forme avantageusement un angle compris entre 0 et 60 degrés, de préférence entre 0 et 45 degrés.

Selon un autre mode de réalisation, le taux de recoupement entre ladite première couronne et ladite deuxième couronne est au moins égal à 0,4.

Selon un autre mode de réalisation, lesdites première et deuxième couronnes sont soit circulaires, soit hexagonales.

Selon un autre mode de réalisation, les canaux desdites première et deuxième couronnes ont chacun une forme choisie parmi les formes générales suivantes :

- losange ;
- losange aplati ;
- triangle de préférence sensiblement isocèle ou rectangle ;
- trapèze de préférence sensiblement rectangle ;
- demi-quartier d'orange.

Selon un autre mode de réalisation, le nombre de canaux de ladite deuxième couronne est de préférence égal au nombre de canaux de ladite première couronne. En variante, le nombre de canaux de ladite deuxième couronne est le double du nombre de canaux de ladite première couronne.

Selon un autre mode de réalisation, les canaux de ladite première couronne ont tous une même forme. De préférence, les canaux de ladite deuxième couronne ont une forme différente

des canaux de ladite première couronne. Il est avantageux que les canaux de ladite deuxième couronne ont tous une même forme.

Selon un autre mode de réalisation, ladite deuxième couronne est constituée d'une pluralité de paires de canaux adjacents, chacune desdites paires de canaux adjacents comprenant un premier canal et un deuxième canal symétrique au premier canal par rapport à une droite passant par le centre desdites couronnes. De préférence, chacune desdites paires de canaux est disposée entre deux canaux successifs de ladite première couronne. Il est avantageux que le nombre de couronnes de canaux est deux et en ce que les canaux de ladite première couronne ont la forme générale d'un losange aplati et les canaux de ladite deuxième couronne ont la forme générale d'un demi-quartier d'orange. En variante, une troisième couronne de canaux est enchevêtrée avec ladite première couronne, ladite troisième couronne ayant le même nombre de canaux que ladite première couronne et en ce que la forme générale des canaux desdites première et troisième couronnes est un losange ou un losange aplati et la forme générale des canaux de ladite deuxième couronne est un triangle de préférence sensiblement rectangle ou isocèle ou un trapèze de préférence sensiblement rectangle.

Selon un autre mode de réalisation, la forme des canaux desdites couronnes est aménagée par des congés de raccordement. Par ailleurs, les canaux ou lesdites paires de canaux adjacents desdites première et deuxième couronnes sont avantageusement disposés à intervalle régulier sur leur couronne respective.

L'élément multicanal peut en outre comprendre un canal central de préférence circulaire ou polygonal régulier.

Par ailleurs, les cloisons agencées entre les canaux desdites couronnes ont de préférence une épaisseur sensiblement identique. En variante, les cloisons agencées entre les canaux desdites couronnes peuvent s'élargir progressivement en partant depuis leur extrémité dirigée vers l'intérieur dudit élément multicanal pour aller vers leur extrémité dirigée vers l'extérieur dudit élément multicanal.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose un élément multicanal, comprenant une couronne de canaux enchevêtrée avec un canal central. La couronne de canaux comprend de préférence 3 ou 4 canaux. Le canal central a avantageusement la forme générale d'un triangle. Ladite couronne est avantageusement constituée par trois canaux en forme de quartier d'orange. Le contour extérieur dudit élément est préférentiellement circulaire.

Selon un troisième aspect, l'invention propose un procédé de fabrication d'un élément multicanal selon l'invention dans lequel ledit élément multicanal est obtenu par extrusion.

Un élément multicanal selon l'invention est un élément de forme allongée, orientée sur un axe principal et contenant N canaux orientés dans ce même axe. Dans la présente description, cet axe principal est dénommé axe longitudinal et la section perpendiculaire à cet axe principal est dénommée section transversale. La structure et les dimensions de la section transversale de l'élément sont de préférence identiques sur toute la longueur de l'élément.

La description se fera toujours en considérant une section transversale de l'élément multicanal.

Les canaux sont disposés à l'intérieur de l'élément de manière à former au moins une couronne de canaux. Une couronne de canaux se définit comme un ensemble de canaux situés sur une courbe fermée, appelée courbe porteuse des canaux. Un canal est situé sur une courbe fermée donnée si son barycentre est situé sur cette courbe. De façon générale, les canaux sont de préférence situés sur un cercle, auquel cas la couronne est dite circulaire. En variante, les canaux peuvent être situés sur les côtés ou les sommets d'un polygone, de préférence un polygone régulier. La couronne sera alors dite polygonale. Il peut s'agir avantageusement d'un hexagone auquel cas la couronne est dite hexagonale. Par ailleurs, deux canaux sont dits voisins ou adjacents s'ils ont en commun une même paroi ; cette paroi commune constitue alors une cloison séparant les deux canaux.

Selon son premier aspect, l'invention propose un élément comprenant au moins une première couronne de canaux

enchevêtrée avec une deuxième couronne de canaux. Dans ce cas, la deuxième couronne entoure la première couronne dans le sens que la courbe porteuse de la deuxième couronne entoure la courbe porteuse de la première couronne. De préférence, les deux couronnes ont la même forme, choisie avantageusement soit circulaire, soit polygonale régulière, en particulier, hexagonale. De plus, les deux couronnes sont de préférence centrées sur l'axe longitudinal de l'élément. Il est avantageux que les courbes porteuses - cercle, hexagone ou autre - sur lesquelles sont situées les canaux des deux couronnes enchevêtrées se déduisent l'une de l'autre par homothétie par rapport, de préférence, à l'axe longitudinal de l'élément. Il est également avantageux que le contour extérieur de l'élément ait la même forme que les couronnes enchevêtrées, ou du moins la même forme que la couronne la plus proche de la périphérie extérieure de l'élément.

La notion d'enchevêtrement de deux couronnes peut se définir à l'aide de la notion de rayon d'enchevêtrement d'un canal.

Pour un canal donné d'une couronne circulaire, le rayon d'enchevêtrement est la distance la plus grande entre le cercle porteur des canaux de la couronne et la paroi de ce canal mesurée sur les rayons de ce cercle porteur.

Pour un canal donné d'une couronne polygonale, le rayon d'enchevêtrement est la distance la plus grande entre le côté du polygone porteur des canaux sur lequel est situé ce canal et la paroi de ce canal mesurée perpendiculairement à ce côté. Dans le cas où le barycentre du canal est placé au sommet formé par deux côtés du polygone, on pourra alors définir un rayon d'enchevêtrement par rapport à chacun de ces côtés.

De ces définitions et pour chaque canal, il peut être défini un rayon d'enchevêtrement interne et un rayon d'enchevêtrement externe. Le rayon d'enchevêtrement interne est le rayon d'enchevêtrement mesuré pour la partie de paroi du canal du côté vers le centre de la couronne. Le rayon d'enchevêtrement externe est le rayon d'enchevêtrement mesuré pour la partie de paroi du canal du côté vers l'extérieur de la couronne.

Les rayons d'enchevêtrement peuvent avoir leur origine en-dehors du canal. En effet, dans le cas d'un canal ayant des formes concaves, le barycentre peut se situer en dehors du canal. La courbe porteuse de la couronne passe alors au moins en partie en-dehors du canal et la mesure du rayon d'enchevêtrement peut donc trouver son origine en-dehors du canal. En revanche, l'autre point de mesure se situe obligatoirement sur la surface de la paroi du canal.

La première couronne et la deuxième couronne entourant la première couronne sont enchevêtrées si pour deux canaux voisins appartenant l'un à la première couronne et l'autre à la deuxième couronne, on a :

$$D < r_{e1} + r_{i2} \qquad \text{[relation 1]}$$

avec :

D = distance entre la première couronne et la deuxième couronne prises dans la région des deux canaux considérés ;

r_{e1} = rayon d'enchevêtrement externe du canal de la première couronne ;

r_{i2} = rayon d'enchevêtrement interne du canal de la deuxième couronne.

Dans le cas de deux couronnes circulaires et concentriques, on a :

$$D = R_2 - R_1$$

Avec :

R_1 = rayon du cercle porteur de la première couronne ;

R_2 = rayon du cercle porteur de la deuxième couronne.

Pour vérifier la relation 1 dans le cas de deux couronnes polygonales homothétiques, les canaux voisins considérés sont situés l'un sur un côté - dit côté A_1 - du polygone porteur de la première couronne et l'autre sur le côté correspondant - dit côté A_2 - du polygone porteur de la deuxième couronne. La distance D est alors égale à la distance entre le côté A_1 et le côté A_2, mesurée perpendiculairement à ces deux côtés. Dans

le cas particulier de courbes porteuses en forme d'hexagone régulier ou autre polygone régulier, la distance D correspond alors à la différence de longueur des apothèmes des deux hexagones porteurs. Dans le cas où des canaux sont situés sur les sommets du polygone porteur, on pourra vérifier la relation 1 pour un canal donné successivement par rapport à chacun des deux côtés formant le sommet sur lequel ce canal est situé. Dans le cas où les côtés des deux polygones porteurs ne sont pas parallèles - c'est-à-dire que les polygones ne sont pas homothétiques-, la distance D est alors égale à la plus petite distance entre le côté A1 et le côté A2.

Les éléments multicanaux à couronnes circulaires et concentriques de canaux ronds de l'art antérieur sont exclus de la définition de couronnes enchevêtrées selon la présente invention. En effet, dans ce cas, la différence de rayons entre les cercles porteurs de deux couronnes successives est supérieure - et non pas inférieure - à la somme des rayons d'enchevêtrement de deux canaux voisins quelconques portés l'un par une première de ces couronnes et l'autre par la deuxième de ces couronnes, les rayons d'enchevêtrement étant mesurés du côté le plus proche du canal voisin. La différence provient de l'épaisseur de la couronne de matière qui sépare les deux couronnes de canaux. Dans l'exemple de la figure 1 qui illustre une section transversale d'un élément typique de l'art antérieur présentant deux couronnes 1 et 2 circulaires et concentriques de canaux ronds, la distance D qui est la différence de rayons entre les deux cercles porteurs 4 et 5 des deux couronnes, $R_2 - R_1$ et est égale en l'occurrence à 2,8mm, est supérieure à la somme des rayons d'enchevêtrement des canaux voisins, $r_{e1} + r_{i2}$, égale en l'occurrence à 1 + 1 = 2mm. La différence provient de l'épaisseur E de la couronne de matière 3, égale en l'occurrence à 0,8 mm.

Il est avantageux que la relation 1 soit vérifiée pour tous les canaux voisins des deux couronnes de canaux considérées.

Par ailleurs, il est également possible de définir un taux de recoupement T des deux couronnes par rapport à leurs

courbes porteuses. Le taux de recoupement peut se définir par :

$$T = (r_{e1} + r_{i2})/D - 1 \qquad \text{[relation 2]}$$

avec r_{e1}, r_{i2} et D ayant la même signification que pour la relation 1.

Le taux de recoupement T entre la première couronne et la deuxième couronne est avantageusement au moins de 0,3, de préférence de 0,4, plus préférentiellement au moins 0,5.

Selon un mode de réalisation préféré, chacune des cloisons agencées entre les canaux des première et deuxième couronnes est non-perpendiculaire à la droite passant par le centre des première et deuxième couronnes et le milieu de la cloison considéré. Il faut entendre par cloison entre les canaux toute paroi séparant deux canaux voisins appartenant tous les deux à une même couronne ou appartenant l'un à la première couronne et l'autre à la deuxième couronne. Une cloison est donc délimitée de part et d'autre par les deux canaux voisins considérés. Dans la présente invention, les cloisons sont de préférence sensiblement planes. Dans ce cas, chaque cloison est délimitée de part et d'autre par un côté droit respectif participant à la définition du contour d'un canal correspondant parmi les deux canaux voisins considérés. Ces deux côtés droits se font évidemment sensiblement face. La cloison est alors délimitée en longueur par le segment imaginaire joignant les extrémités correspondantes des côtés droits précités. Dans le cas préféré dans lequel les contours des canaux sont aménagés par des congés, on considèrera que l'extrémité de ces côtés droits correspond au début du congé, en excluant le congé lui-même. Le milieu d'une cloison se définit comme le point situé sur la ligne médiane de la cloison et à égal distance, mesurée le long de la ligne médiane, par rapport aux segments imaginaires précités délimitant la cloison considérée.

On considèrera dans le cadre de la présente invention qu'une cloison agencée entre deux canaux voisins est non-perpendiculaire à la droite passant par le centre des première

et deuxième couronnes et le milieu de la cloison considérée si la ligne médiane de la cloison est non-perpendiculaire à la droite précitée. Dans le cas où la ligne médiane d'une cloison n'est pas une droite, par exemple, si elle est incurvée, on considèrera son orientation générale à la place de la ligne médiane.

Selon un autre mode de réalisation avantageux de l'invention, la forme des canaux longitudinaux selon leur section transversale est définie pour obtenir des cloisons de séparation entre eux qui présentent une épaisseur sensiblement constante. En fait, dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, les cloisons de séparation entre canaux s'élargissent progressivement en partant d'une épaisseur minimale depuis leur extrémité dirigée vers l'intérieur pour aboutir à une épaisseur maximale à leur extrémité dirigée vers la périphérie extérieure de l'élément multicanal considéré, ce qui a pour effet de faciliter l'évacuation du perméat vers l'extérieur comme l'enseigne EP-A-0609275. L'épaisseur minimale ou l'épaisseur maximale d'une cloison se définit par la distance mesurée suivant une perpendiculaire à la ligne médiane de cette cloison passant par l'extrémité d'un des côtés définissant la cloison, la perpendiculaire coupant l'autre côté définissant la cloison ; à défaut de couper cet autre côté, l'on considérera la perpendiculaire à la ligne médiane passant par l'extrémité de cet autre côté. Si les canaux sont aménagés par des congés, on considèrera que l'extrémité d'un côté d'une cloison correspond au début du congé, en excluant le congé lui-même comme déjà mentionné plus haut.

Dans l'invention, la forme de ces canaux est définie de manière à obtenir une optimisation de l'enchevêtrement des canaux. Cet enchevêtrement permet une meilleure répartition des canaux sur la section de l'élément. Les canaux d'une même couronne sont de préférence tous identiques (y compris par symétrie), mais il est avantageux d'avoir au moins deux formes différentes de canaux pour l'ensemble des couronnes de canaux. Dans le cas où tous les canaux d'une couronne donnée ont une même forme, ces canaux sont de préférence tous disposés sur la

courbe porteuse de la couronne avec une même inclinaison par rapport à cette courbe. En variante, il peut être avantageux d'associer les canaux sur une même couronne par paire, chaque paire comprenant un premier canal avec une forme donnée et un canal adjacent avec une forme symétrique au premier par rapport à une droite passant par le centre de la couronne. Les canaux ou les paires de canaux dans la variante précitée sont de préférence répartis régulièrement sur la courbe porteuse de la couronne.

Bien évidemment, l'élément multicanal peut comprendre plus que deux couronnes de canaux pour lesquels deux couronnes successives répondent à chaque fois aux caractéristiques de l'invention. Il est également possible d'avoir dans un même élément multicanal des couronnes de canaux selon l'invention et d'autres couronnes de canaux réalisées selon l'art antérieur.

Selon son deuxième aspect, l'invention propose un élément multicanal comprenant une couronne de canaux enchevêtrée avec un canal central. Dans le cas où la couronne de canaux est circulaire, on considérera qu'elle est enchevêtrée avec le canal central si le rayon du cercle porteur des canaux de la couronne est inférieur à la somme du rayon maximal du canal central et du rayon d'enchevêtrement interne d'un canal de la couronne. La définition du rayon d'enchevêtrement interne est celle précédemment définie. Il est préféré que tous les canaux de la couronne vérifient cette relation.

La structure enchevêtrée des éléments multicanaux selon l'invention présente un premier avantage d'avoir de grandes surfaces de filtration qui correspondent à la somme des surfaces des différents canaux. En effet, un plus grand nombre de canaux peut être distribué sur la section de l'élément comparativement aux géométries à couronnes de canaux concentriques. En effet, dans ces dernières, les couronnes de matière forment des anneaux qui délimitent des espaces non utilisés pour la répartition des canaux et en diminuent donc leur nombre. Avec les couronnes de canaux enchevêtrés, ce plus grand nombre de canaux à diamètre hydraulique constant permet

d'obtenir des surfaces de filtration supérieures, ce qui représente un critère primordial pour les éléments filtrants.

Un deuxième avantage de cette géométrie correspond à une meilleure évacuation du liquide filtré au travers de l'élément multicanal. Le fait d'avoir des couronnes de canaux enchevêtrées avec de préférence les cloisons entre les canaux orientées de façon non-perpendiculaire à la droite passant par le centre des couronnes et le milieu de la cloison considérée, implique que ces cloisons forment un système d'évacuation du fluide totalement ramifié et orienté globalement radialement - du centre vers l'extérieur - de la section de l'élément. L'élément selon l'invention n'a donc pas l'inconvénient d'un système à couronnes de canaux concentriques où les couronnes de matière forment des anneaux centrés sur la pièce et non optimisés pour l'évacuation du fluide puisque orientés à l'opposé, perpendiculairement, au sens d'écoulement globalement radial du fluide filtré.

Un troisième avantage de cette géométrie correspond à la meilleure répartition des différences de pression entre l'intérieur des canaux et l'extérieur de l'élément.

Un quatrième avantage de cette invention provient de la meilleure tenue mécanique de ce type de géométrie. En effet, une géométrie à couronnes de canaux enchevêtrées présente une répartition de la matière qui crée une véritable ossature enchevêtrée qui permet de mieux répartir les contraintes mécaniques aux travers de l'ensemble de l'élément multicanal.

De façon générale, les éléments multicanaux selon l'invention sont optimisés du point de vue de leur surface de filtration et de leurs propriétés mécaniques et hydrodynamiques.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, donnée à titre d'exemple non limitatif et en référence au dessin annexé dans lequel :

la figure 1 représente une section transversale d'un élément multicanal à deux couronnes circulaires et concentriques de canaux ronds de l'art antérieur ;

la figure 2 représente une section transversale d'un élément multicanal 100 correspondant à un premier mode de réalisation de l'invention ;

la figure 3 représente une section transversale d'un élément multicanal 200 correspondant à un deuxième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 4 représente une section transversale d'un élément multicanal 300 correspondant à un troisième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 5 représente une section transversale d'un élément multicanal 400 correspondant à un quatrième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 6 représente une section transversale d'un élément multicanal 500 correspondant à un cinquième mode de réalisation de l'invention ;

la figure 7 représente schématiquement une section transversale d'un élément multicanal 600 correspondant à un sixième mode de réalisation de l'invention.

La figure 2 représente une section transversale d'un élément multicanal 100 correspondant à un premier mode de réalisation de l'invention.

L'élément multicanal 100 est du type à une couronne de canaux enchevêtrée avec un canal central.

L'élément multicanal 100 comprend une paroi extérieure 102 en forme de tube rond ayant un axe longitudinal. La paroi extérieure 102 a de préférence une épaisseur sensiblement constante sur toute sa circonférence.

Trois cloisons 103-1, 103-2 et 103-3 longitudinales et planes, sont agencées à l'intérieur du tube rond formé par la paroi extérieure 102 pour diviser l'intérieur de l'élément multicanal 100 en quatre canaux longitudinaux. En section transversale, les trois cloisons 103-1, 103-2, 103-3 forment un triangle équilatéral dont le centre est confondu avec l'axe longitudinal 101 et dont les sommets sont raccordés à la paroi extérieure 102. Les cloisons 103-1, 103-2 et 103-3 ont chacune une épaisseur constante et identique à celle des autres. Un congé est de préférence agencé à chaque raccordement entre

deux cloisons successives. De même, chaque sommet de ce triangle est avantageusement raccordé à la paroi extérieure 102 par le biais de deux congés symétriques par rapport à la bissectrice de l'angle formé par le sommet concerné.

Un premier canal longitudinal 104 est défini par l'espace intérieur au triangle équilatéral formé par les trois cloisons 103-1, 103-2, 103-3 et constitue donc un canal central. Trois autres canaux longitudinaux 105-1, 105-2 et 105-3 sont respectivement définis entre chacune des cloisons 103-1, 103-2, 103-3 et la paroi extérieure 102. Les canaux 105-1, 105-2 et 105-3 présentent tous la même section transversale en forme de quartier d'orange du fait de la configuration en triangle équilatéral des cloisons 103-1, 103-2, 103-3 centré sur l'axe longitudinal 101. Il résulte de cette géométrie que les canaux 105-1, 105-2, 105-3 ont chacun leur barycentre respectif 106-1, 106-2 et 106-3 situés sur un cercle 107 centré sur l'axe longitudinal 101 et ces trois canaux ont la même inclinaison par rapport à ce cercle 107.

A titre d'exemple de dimensionnement, l'élément multicanal 100 a un diamètre extérieur de 10 mm et l'épaisseur de la paroi extérieure 102 est de 0,8 mm. L'épaisseur des cloisons 103-1, 103-2, 103-3 est de 0,5 mm. Le rayon du cercle imaginaire passant par les sommets du canal triangulaire 104 arrondis par les congés, est de 2,5 mm. Les congés de raccordement ont un rayon de 0,5 mm pour le canal 101 et un rayon de 0,7 mm pour les canaux 105-1, 105-2 et 105-3. Le rayon du cercle 107 est 3 mm. On obtient un diamètre hydraulique moyen de l'ensemble des canaux de 3,1 mm et une surface filtrante de 0,014 m^2 pour un élément multicanal 100 de longueur 250 mm.

La figure 3 représente une section transversale d'un élément multicanal 200 correspondant à un deuxième mode de réalisation de l'invention.

L'élément multicanal 200 a la même structure que l'élément multicanal 100 du premier mode de réalisation de l'invention, sauf à lui ajouter six cloisons supplémentaires 201-1, 201-2, 201-3, 207-1, 207-2, 207-3. Les cloisons 201-1

et 207-1 sont planes et longitudinales. La cloison 207-1 est perpendiculaire à la cloison 103-1 et s'étend depuis l'axe longitudinal 101 jusqu'à la cloison 103-1. La cloison 201-1 est aussi perpendiculaire à la cloison 103-1, mais s'étend dans le prolongement de la cloison 207-1 depuis la cloison 103-1 jusqu'à la paroi extérieure 102. Il résulte que les cloisons 103-1, 103-2 et 103-2 de l'élément multicanal 100 sont chacune divisées en deux cloisons de séparation de canaux.

Le raccordement des cloisons 201-1 et 207-1 avec la cloison 103-1 se fait de préférence respectivement par le biais de deux congés symétriques radialement. De même, le raccordement de la cloison 201-1 avec la paroi extérieure 102 se fait de préférence par le biais de deux congés symétriques radialement. Les cloisons 201-2 et 201-3 s'obtiennent à partir de la cloison 201-1 par rotation successive d'angle $2\pi/3$ par rapport à l'axe longitudinal 101. De même, les cloisons 207-2 et 207-3 s'obtiennent à partir de la cloison 207-1 par rotation successive d'angle $2\pi/3$ par rapport à l'axe longitudinal 101. Les trois cloisons 207-1, 207-2 et 207-3 se rejoignent deux à deux sur l'axe longitudinal 101 de préférence par le biais d'un congé respectif.

Il résulte que le canal 104 de section transversale triangulaire du premier mode de réalisation de l'invention est subdivisé en trois canaux longitudinaux 104a, 104b et 104c ayant chacun la même section transversale en forme de losange aplati. Par losange aplati, il faut entendre le contour extérieur de la réunion de deux triangles isocèles de hauteur différente mais de base commune, avec les sommets des triangles se situant de part et d'autre de la base commune. Par ailleurs, les trois canaux 105-1, 105-2, 105-3 ayant une section transversale en forme de quartier d'orange dans le premier mode de réalisation de l'invention sont chacun subdivisés en deux canaux présentant une section transversale symétrique radialement l'un par rapport à l'autre. Sur la figure 3, seuls les deux canaux résultants de la division du canal 105-1 ont été référencés, à savoir 105-1a et 105-1b. Le nombre de canaux longitudinaux est donc porté à neuf.

Il résulte de la géométrie adoptée que les trois canaux 104a, 104b, 104c sont disposés sur un premier cercle 202 centré sur l'axe longitudinal 101 et les six autres canaux sont disposés sur un deuxième cercle 203 centré sur l'axe longitudinal 101 et entourant le premier cercle 202. Les canaux situés sur le premier cercle 202 ont tous la même inclinaison par rapport à ce cercle. De même, les paires de canaux symétriques situés sur le deuxième cercle ont toutes la même inclinaison sur ce cercle. Les trois canaux 104a, 104b, 104c forment une première couronne circulaire et les six autres canaux forment une deuxième couronne circulaire.

Les deux couronnes circulaires sont enchevêtrées car la relation 1 est à l'évidence vérifiée. A titre d'illustration, D, r_{e1} et r_{i2} ont été représentés pour les canaux voisins 104b et 105-1b.

Par ailleurs, les deux cloisons 201-1 et 207-1 forment à l'évidence chacune un angle nul avec la droite passant par leur milieu et le centre des deux couronnes de canaux. Il en est de même des cloisons 201-2, 201-3, 207-2 et 207-3.

Les deux cloisons de séparation entre canaux résultant de la division de la cloison 103-1 par les cloisons 201-1 et 207-1 sont à l'évidence non-perpendiculaire avec la droite passant par son milieu et le centre des deux couronnes de canaux. A titre d'illustration, on a représenté la ligne médiane 204 de la cloison de séparation 206 entre le canal 104b et le canal 105-1b. Les extrémités de cette cloison de séparation 206 a été représentée en pointillé. La droite passant par le milieu de la cloison 206 et le centre des couronnes de canaux - c'est-à-dire le rayon des couronnes passant par le milieu de la cloison 206 - a été référencée 205. Il en est évidemment de même pour les autres cloisons de séparation entre canaux résultant de la division des cloisons 103-2 et 103-3 par les cloisons 201-2 et 207-2 et respectivement 201-3 et 207-3.

A titre d'exemple de dimensionnement, l'élément multicanal 200 a un diamètre extérieur de 25 mm et l'épaisseur de la paroi extérieure 102 est de 2 mm. Le rayon du cercle centré sur l'axe longitudinal 101 et passant par les sommets des canaux 104a, 104b, 104c arrondis par les congés, est de

7,8 mm. Les congés de raccordement ont un rayon de 1 mm. L'épaisseur des cloisons 103-1, 103-2, 103-3 augmente progressivement de 0,8mm depuis les cloisons correspondantes 201-1, 201-2, 201-3 pour aboutir à 1 mm aux extrémités opposées vers l'extérieur de l'élément 300. L'épaisseur des cloisons 207-1, 207-2, 207-3 évoluent de la même manière depuis l'axe longitudinal 101 vers les cloisons correspondantes 103-1, 103-2, 103-3, de même que l'épaisseur des cloisons 201-1, 201-2, 201-3 depuis ces cloisons 103-1, 103-2, 103-3 jusqu'à la paroi extérieure 102. Dans cet exemple, il résulte que le rayon du cercle 202 est de 3,9 mm et le rayon du cercle 203 est de 8,3 mm. On obtient un diamètre hydraulique moyen de l'ensemble des canaux de 5,6 mm et une surface filtrante de 0,23 m^2 pour un élément multicanal 200 de longueur 1200 mm. De plus, les rapports de dimension entre r_{e1} et r_{i2} avec D résultant de cet exemple de dimensionnement permettent d'obtenir un taux de recoupement T d'environ 0,53 et un angle entre les cloisons de séparation entre canaux issues de la division des cloisons 103-1, 103-2, 103-3 et le rayon passant par leur milieu, d'environ 51 degrés.

La figure 4 représente une section transversale d'un élément multicanal 300 correspondant à un troisième mode de réalisation de l'invention.

La forme extérieure de l'élément multicanal 300 est celle d'un tube droit rond ayant un axe longitudinal 301. L'espace interne de l'élément multicanal 300 est subdivisé en trois séries de canaux longitudinaux. En section transversale, les canaux longitudinaux de chacune de ces trois séries sont disposés sur un cercle respectif 302, 303 et 304, formant trois couronnes circulaires. Les trois cercles 302, 303, 304 sont de préférence concentriques et centrés sur l'axe longitudinal 301. Le rayon du cercle 302 est inférieur à celui du cercle 303 et le rayon du cercle 303 est inférieur à celui du cercle 304.

Les canaux longitudinaux situés sur le cercle intérieur 302 sont au nombre de six ; seuls deux sont référencés sur la

figure 4 par 302-1 et 302-2. En section transversale, le canal longitudinal 302-1 a la forme d'un losange dont un des deux axes coupe l'axe longitudinal 301. Les coins du losange ainsi formé sont de préférence aménagés par un congé respectif. Les cinq autres canaux longitudinaux situés sur le cercle intérieur 302 ont la même section transversale que le canal 302-1 et se déduisent de celui-ci par rotation successive d'angle $\pi/3$ par rapport à l'axe longitudinal 301.

Les canaux longitudinaux situés sur le cercle intermédiaire 303 sont aussi au nombre de six ; seuls deux sont référencés sur la figure 4 par 303-1 et 303-2. En section transversale, le canal longitudinal 303-1 a la forme d'un losange aplati - cf. définition du losange aplati donnée en relation avec la figure 3. L'axe de ce losange déformé qui est perpendiculaire à la base commune des triangles formant le losange aplati, coupe l'axe longitudinal 301. Les coins de ce losange aplati sont de préférence aménagés par un congé respectif. Les cinq autres canaux longitudinaux situés sur le cercle intermédiaire 303 ont la même section transversale que le canal 303-1 et se déduisent de celui-ci par rotation successive d'angle $\pi/3$ par rapport à l'axe longitudinal 301.

Comme cela est visible sur la figure 4, chacun des canaux situés sur le cercle intermédiaire 303 est imbriqué entre deux canaux successifs respectifs situés sur le cercle intérieur 302. Par exemple, l'on voit que le canal 303-1 est partiellement disposé entre les canaux 302-1 et 302-2. Les canaux du cercle 302 sont avantageusement décalés d'un angle $\pi/6$ par rapport aux canaux du cercle 303.

Les canaux longitudinaux situés sur le cercle extérieur 304 sont au nombre de douze ; seuls quatre sont référencés sur la figure 4 par 304-1a, 304-1b, 304-2a et 304-2b. En section transversale, le canal longitudinal 304-1a a la forme générale d'un triangle rectangle, bien que l'angle en principe droit ait en fait 78 degrés dans l'exemple illustré du fait de la courbure externe de l'élément multicanal. Un premier côté de ce triangle est sensiblement parallèle et légèrement décalé par rapport à un rayon du contour extérieur de l'élément multicanal 300 et son extrémité la plus éloignée de l'axe

longitudinal 301 forme l'angle sensiblement droit du triangle avec un deuxième côté qui s'étend en direction opposée au rayon du contour extérieur précité. En fait, il est préféré que ce premier côté soit sensiblement orienté vers l'axe longitudinal 301 pour définir une cloison en forme de coin, s'élargissant progressivement de l'intérieur vers l'extérieur de l'élément multicanal 300. Par ailleurs, le deuxième côté du triangle peut être avantageusement circulaire et concentrique avec le contour extérieur de l'élément multicanal 300 au lieu d'être droit pour obtenir une paroi extérieure d'épaisseur constante. Les coins de ce triangle sont de préférence aménagés par un congé respectif. Le canal longitudinal 304-1b est adjacent au canal 304-1a et est symétrique à celui-ci par rapport au rayon du contour extérieur de l'élément 300 auquel le premier côté précité du triangle formé par le canal 304-1a est parallèle et légèrement décalé. Les cinq autres paires de canaux longitudinaux situés sur le cercle extérieur 304 ont la même section transversale que la paire de canaux 304-1a et 304-1b et se déduisent de celle-ci par rotation successive d'angle $\pi/3$ par rapport à l'axe longitudinal 301. Comme cela est visible sur la figure 4, chaque paire de canaux successifs situés sur le cercle extérieur 304 est imbriquée entre deux canaux successifs respectifs situés sur le cercle intermédiaire 303. Par exemple, l'on voit que les canaux 304-1a et 304-1b sont partiellement disposés entre les canaux 303-1 et 303-2. Les paires de canaux du cercle 304 sont avantageusement décalées d'un angle $\pi/6$ par rapport aux canaux du cercle 303.

Comme cela est visible sur la figure 4, la couronne de canaux du cercle intérieur 302 et la couronne de canaux du cercle intermédiaire 303 sont enchevêtrées. De même, la couronne de canaux du cercle intermédiaire 303 et la couronne de canaux du cercle extérieur 304 le sont également, la relation 1 étant vérifiée dans les deux cas.

A titre d'exemple de dimensionnement, l'élément multicanal 300 a un diamètre extérieur de 25 mm et l'épaisseur de la paroi extérieure au niveau des canaux situés sur le cercle 304 est de 2 mm. L'épaisseur des cloisons entre les

différents canaux longitudinaux augmente progressivement de 0,8 mm à son extrémité dirigée vers l'intérieur pour aboutir à 1 mm à son extrémité opposée dirigée vers l'extérieur de l'élément 300. Le rayon du cercle 302 est de 3,8 mm, le rayon du cercle 303 est de 6,7 mm et le rayon du cercle 304 est de 9,1 mm. Pour chaque canal du cercle 302, le losange à une longueur de 5 mm suivant son axe coupant l'axe longitudinal 301 et une largeur de 3 mm suivant son axe perpendiculaire au précédent. Pour chaque canal du cercle 303, le losange aplati a une base commune de 3,4 mm avec le triangle isocèle pointant vers l'axe longitudinal 301 ayant une hauteur de 1,5 mm et l'autre triangle isocèle une hauteur de 2,7 mm. Pour chaque canal du cercle 304, le côté du triangle rectangle parallèle a un rayon de l'élément 300 présente une longueur de 2,55 mm et le côté perpendiculaire à celui-ci a une longueur de 2,85 mm. Ces dimensions sont données d'un congé à l'autre pour chaque forme de canal, chaque congé ayant un rayon de 0,5 mm. On a obtenu un diamètre hydraulique moyen de l'ensemble des canaux de 3 mm et une surface filtrante de 0,35 m^2 pour un élément 300 de longueur 1,2 m. De plus, les rapports de dimension résultant de cet exemple de dimensionnement permettent d'obtenir un taux de recoupement T d'environ 0,5 pour les couronnes des cercles 302 et 303 et d'environ 0,83 pour les couronnes 303 et 304. On obtient également un angle entre les cloisons de séparation entre canaux des cercles 302 et 303 et des cercles 303 et 304 par rapport au rayon passant par leur milieu, respectivement d'environ 40 et 37 degrés.

La figure 5 représente une section transversale d'un élément multicanal 400 correspondant à un quatrième mode de réalisation de l'invention.

L'élément multicanal 400 est basé sur une structure similaire à celle de l'élément multicanal 300 de la figure 4. La description détaillée faite au sujet de l'élément multicanal 300 vaut également pour l'élément multicanal 400, à l'exception des précisions et modifications suivantes. L'élément multicanal 400 présente trois séries de canaux longitudinaux disposés sur les cercles 302, 303, 304 de

manière similaire que pour l'élément multicanal 300. L'élément multicanal 400 comprend en outre un canal longitudinal central 401 de section transversale circulaire et concentrique avec les cercles 302, 303, 304. En section transversale, la forme des canaux situés sur les cercles 302, 303 et 304, leur nombre ainsi que les rayons respectifs des cercles 302, 303, 304 sont adaptés par rapport à la structure de l'élément multicanal 300, du fait de l'existence du canal central 401. Ainsi, les canaux situés sur le cercle 302 sont au nombre de dix et sont disposés comparativement plus vers l'extérieur de l'élément pour permettre l'agencement du canal central 401 et présentent une section en losange aplati. Il résulte que les canaux sur le cercle 302 se déduisent les uns des autres de préférence par rotation d'angle $\pi/5$ par rapport à l'axe longitudinal 301. Le nombre de canaux du cercle 303 a été similairement porté à dix, se déduisant avantageusement les uns des autres par rotation d'angle $\pi/5$ par rapport à l'axe longitudinal 301. En conséquence, le nombre de canaux sur le cercle 304 a été porté à vingt qui sont répartis en dix paires de canaux symétriques radialement de manière similaire que pour l'élément 300. Là également, les paires de canaux se déduisent avantageusement les unes des autres par rotation d'angle $\pi/5$ par rapport à l'axe longitudinal 301. La forme des canaux sur le cercle extérieur 304 a été modifiée. En fait, la forme générale de triangle rectangle a été prolongée en adossant son deuxième côté formant l'angle sensiblement droit et faisant face au contour extérieur de l'élément multicanal 300, à un rectangle ayant en commun avec le triangle ce deuxième côté. Les canaux ont en conséquence la forme générale d'un trapèze sensiblement rectangle dont la pointe est sensiblement orientée vers l'axe longitudinal 301, bien que les deux angles sensiblement droits de ce trapèze n'aient en fait que 78 degrés dans l'exemple illustré du fait de la courbure externe de l'élément multicanal et que les deux bases en principe parallèles du trapèze sont de préférence sensiblement orientées chacune vers l'axe longitudinal 301 pour former des cloisons d'épaisseur constante avec les canaux voisins. Le côté du canal proche de la périphérie est de préférence également circulaire et

concentrique avec le contour extérieur de l'élément multicanal 400 au lieu d'être droit, pour obtenir une paroi extérieure d'épaisseur constante. Les coins de ce trapèze sont encore de préférence aménagés par un congé respectif. Les modifications de forme et de dimensions visent évidemment à harmoniser le diamètre hydraulique des différents canaux. Les canaux du cercle 303 sont maintenant de préférence décalés d'un angle $\pi/10$ par rapport aux canaux du cercle 302. De même, les paires de canaux du cercle 304 sont décalées d'un angle $\pi/10$ par rapport aux canaux du cercle 303.

Comme cela est visible sur la figure 5, la couronne de canaux du cercle intérieur 302 et la couronne de canaux du cercle intermédiaire 303 sont enchevêtrées, de même, la couronne de canaux du cercle intermédiaire 303 et la couronne de canaux du cercle extérieur 304 le sont également, la relation 1 étant vérifiée dans les deux cas.

A titre d'exemple de dimensionnement, l'élément multicanal 400 a un diamètre extérieur de 25 mm et l'épaisseur de la paroi extérieure au niveau des canaux situés sur le cercle 304 est de 1 mm. L'épaisseur des cloisons entre les différents canaux longitudinaux est de 0,6 mm. Le rayon du cercle 302 est de 4,4 mm, le rayon du cercle 303 est de 7,5 mm et le rayon du cercle 304 est de 10,3 mm. Le canal central 401 a un diamètre de 3 mm. Pour chaque canal du cercle 302, le losange aplati a une base commune de 2,55 mm avec le triangle isocèle pointant vers l'axe longitudinal 301 ayant une hauteur de 2,7 mm et l'autre triangle isocèle une hauteur de 1,4 mm. Pour chaque canal du cercle 303, le losange aplati a une base commune de 3,4 mm avec le triangle isocèle pointant vers l'axe longitudinal 301 ayant une hauteur de 1,3 mm et l'autre triangle isocèle une hauteur de 2 mm. Pour chaque canal du cercle 304, le côté commun au triangle et au rectangle a une longueur de 2,6 mm, la hauteur du triangle rectangle est de 1,6 mm et la largeur du rectangle est de 1,3 mm. Ces dimensions sont données d'un congé à l'autre pour chaque forme de canal, chaque congé ayant un rayon de 0,6 mm. On a obtenu un diamètre hydraulique moyen de l'ensemble des canaux de 2,7 mm et une surface filtrante de 0,5 m^2 pour un élément

multicanal 400 de longueur 1,2 m. De plus, les rapports de dimension résultant de cet exemple de dimensionnement permettent d'obtenir un taux de recoupement T d'environ 0,15 pour les couronnes des cercles 302 et 303 et d'environ 0,2 pour les couronnes 303 et 304. On obtient également un angle entre les cloisons de séparation entre canaux des cercles 302 et 303 et des cercles 303 et 304 par rapport au rayon passant par leur milieu, respectivement d'environ 49 degrés et 44 degrés.

La figure 6 représente une section transversale d'un élément multicanal 500 correspondant à un cinquième mode de réalisation de l'invention.

L'élément multicanal 500 est basé sur la structure de l'élément multicanal 300 de la figure 4. La description détaillée faite au sujet de l'élément multicanal 300 vaut également pour l'élément multicanal 500, à l'exception des précisions et modifications suivantes. L'élément multicanal 500 a la forme d'un tube droit hexagonal au lieu de celle d'un tube droit rond comme c'est le cas de l'élément multicanal 300. Le contour extérieur de la section transversale de l'élément multicanal 500 décrit donc un hexagone dont le centre se situe évidemment sur l'axe longitudinal 501 du tube hexagonal ainsi défini. De préférence, les sommets de l'hexagone formé par le contour extérieur de l'élément multicanal 500 sont arrondis. La structure intérieure, c'est-à-dire la forme et la disposition des canaux longitudinaux, de l'élément multicanal 300 a été adaptée au contour hexagonal de l'élément 500. La forme et la disposition générales des canaux longitudinaux situés sur les cercles 302 et 303 n'ont pas été modifiées. En revanche, le cercle 304 et les canaux longitudinaux situés sur ce cercle ont été modifiés. En section transversale, les canaux longitudinaux qui correspondent à ceux situés sur le cercle 304 de l'élément multicanal 300 sont maintenant situés sur un hexagone 502. Cet hexagone 502 s'obtient par homothétie de centre situé sur l'axe longitudinal 501 et de rapport inférieur à 1, appliquée à l'hexagone formé par le contour extérieur de l'élément

multicanal 500. Les canaux longitudinaux situés sur l'hexagone 502 ont la forme générale d'un triangle isocèle. Concernant un premier canal longitudinal 503-1a, un premier côté du triangle qu'il forme est sensiblement parallèle et légèrement décalé par rapport à une droite passant par le centre et un sommet de l'hexagone 502. Le côté du triangle le plus proche de la périphérie de l'élément 500 est parallèle à cette périphérie. Les deux côtés du triangle non parallèles à la périphérie adjacente de l'élément multicanal 500 ont la même longueur. Les sommets de ce triangle sont de préférence aménagés par un congé respectif. Un deuxième canal longitudinal 503-1b adjacent au canal 503-1a et est symétrique au canal 503-1a par rapport à la droite passant par le centre de l'hexagone 502 et un coin de celui-ci, droite à laquelle le premier côté précité du triangle formé par le canal 503-1a est parallèle et légèrement décalé. Les cinq autres paires de canaux longitudinaux situés sur l'hexagone 502 ont la même section transversale que les canaux 304-1a et 304-1b et se déduisent de ceux-ci par rotation successive d'angle $\pi/3$ par rapport à l'axe longitudinal 501. Comme cela est visible sur la figure 6, chaque paire de canaux successifs situés sur l'hexagone 502 est imbriquée entre deux canaux successifs respectifs situés sur le cercle intermédiaire 303 de la même manière que pour l'élément multicanal 300. L'on remarquera que les canaux du cercle porteur 303 peuvent également être considérés comme situés sur un hexagone porteur 504 du fait que le nombre de canaux est six et s'obtiennent les uns des autres par rotation d'angle $\pi/3$. On pourra ainsi définir un taux de recoupement T entre les couronnes extérieure et intermédiaire par rapport aux hexagones 502 et 504 et un taux de recoupement T' entre les couronnes intérieure et intermédiaire par rapport aux cercles 302 et 303. Comme cela est visible sur la figure 6, la couronne de canaux du cercle intérieur 302 et la couronne de canaux du cercle intermédiaire 303 sont enchevêtrées, de même, la couronne de canaux de l'hexagone intermédiaire 504 et la couronne de canaux de l'hexagone extérieur 502 le sont également, la relation 1 étant vérifiée dans les deux cas. Avec les rapports de dimensions illustrés sur la figure 6, on

obtient un taux de recouvrement T de 1,4 et un taux de recouvrement T' de 0,5.

La figure 7 représente une section transversale d'un élément multicanal 600 correspondant à un sixième mode de réalisation de l'invention.

La forme extérieure de l'élément multicanal 600 est celle d'un tube droit rond. Ainsi, le contour extérieur de la section transversale de l'élément multicanal 600 décrit un cercle dont le centre se situe évidemment sur l'axe longitudinal 601 du tube rond ainsi défini. L'espace interne de l'élément multicanal 600 est subdivisé en deux séries de canaux longitudinaux. En section transversale, les canaux longitudinaux de chacune de ces deux séries sont disposés sur un cercle respectif 602 et 603. Les deux cercles 602 et 603 sont de préférence concentriques. Par ailleurs, les deux cercles sont avantageusement centrés sur l'axe longitudinal 601. Le rayon du cercle 602 est inférieur à celui du cercle 603.

Les canaux longitudinaux situés sur le cercle intérieur 602 sont au nombre de quatre et sont référencés 602-1, 602-2, 602-3 et 602-4. En section transversale, le canal longitudinal 602-1 a la forme d'un croissant de lune disposé symétriquement sur un rayon du contour extérieur de l'élément multicanal 600. Les pointes du croissant de lune sont de préférence aménagées par un congé respectif. Les trois autres canaux longitudinaux 602-2, 602-3 et 602-4 ont la même section transversale que le canal 602-1 et se déduisent de celui-ci par rotation successive d'angle $\pi/2$ par rapport à l'axe longitudinal 601.

Les canaux longitudinaux situés sur le cercle extérieur 603 sont aussi au nombre de quatre et sont référencés 603-1, 603-2, 603-3 et 603-4. En section transversale, le canal longitudinal 603-1 a la forme générale d'un cercle ou d'une ellipse. Si la forme choisie est une ellipse, le petit axe de l'ellipse est de préférence confondu avec le rayon du contour extérieur de l'élément multicanal 600 par rapport auquel le canal 602-1 est symétrique. De plus, la partie concave du croissant de lune formé par le canal 602-1 sert de berceau au

cercle ou ellipse formée par le canal 603-1, ou autrement dit, le canal 603-1 est partiellement situé dans la zone concave du croissant de lune de la section transversale du canal 602-1. Les trois autres canaux longitudinaux 603-2, 603-3 et 603-4 ont la même section transversale que le canal 603-1 et se déduisent de celui-ci par rotation successive d'angle $\pi/2$ par rapport à l'axe longitudinal 601. Comme cela est visible sur la figure 7, la couronne de canaux du cercle intérieur 602 et la couronne de canaux du cercle extérieur 603 sont enchevêtrées, la relation 1 étant à l'évidence vérifiée.

Dans les différentes modes de réalisation de l'invention décrits en relation avec les figures 2 à 7, les cloisons de séparation entre canaux peuvent préférentiellement avoir une épaisseur constante, mais elles peuvent plus avantageusement s'élargir progressivement en partant depuis leur extrémité dirigée vers l'intérieur pour aller vers leur extrémité dirigée vers la périphérie extérieure de l'élément multicanal considéré, comme en rendent compte les exemples de dimensionnement donnés pour chaque figure.

Par ailleurs, la forme et le dimensionnement des différents canaux sont choisis pour que leurs rayons hydrauliques soient égaux à +/-20% près, de préférence à +/-10% près. Pour cela, il est avantageux que les canaux des couronnes intérieures aient une forme générale de losange ou de losange aplati, et par ailleurs, que les canaux de la couronne la plus extérieure aient une forme générale de triangle ou de triangle adossé à un rectangle, éventuellement assemblés par paire symétrique.

Les éléments multicanaux selon l'invention présentent de préférence la même section transversale sur toute leur longueur, permettant ainsi leur fabrication par extrusion à travers une filière avec par exemple une pâte céramique.

L'élément multicanal peut être utilisé tel quel, par exemple pour injecter du gaz réactionnel ou pour former des dispersions, gaz/liquide, liquide/liquide (émulsions) ou autres.

L'élément multicanal peut aussi être associé à une bactérie (notamment immobilisée), notamment pour la mise en œuvre de réactions aérobie.

L'élément multicanal peut aussi être associé à une zéolithe ou un catalyseur.

Les éléments multicanaux de la présente invention peuvent également être réalisés sous forme d'un support (macroporeux) sur lequel sont disposés une ou plusieurs couches filtrantes. Les membranes ainsi obtenus sont particulièrement adaptées à la filtration tangentielle.

Ainsi, l'invention a aussi pour objet une membrane de filtration comprenant un élément multicanal selon l'invention, en association avec au moins une couche filtrante.

Les éléments multicanaux selon l'invention sont de préférence utilisés en filtration tangentielle, ce qui implique que les canaux sont traversant. Ils peuvent aussi être utilisés en filtration frontale auquel cas une extrémité de chaque canal est bouchée.

L'invention a encore pour objet un module de réaction et/ou de filtration comprenant au moins un élément multicanal selon l'invention (modifié ou non) ou au moins une membrane selon l'invention.

L'élément multicanal est composé d'un matériau classique. A titre d'exemple, il peut être composé d'une céramique frittée, d'un métal fritté, de carbone poreux, d'un matériau composite, de composé organo-minéral ou organique. Le matériau constitutif peut être poreux ou dense, de préférence poreux. Préférentiellement, les éléments multicanaux de la présente invention peuvent être réalisés en céramique poreuse.

Selon un mode de réalisation, le procédé d'extrusion comprend les étapes classiques, telles que:

(i) La préparation d'une pâte minérale comprenant une partie ou charge minérale, de préférence un liant et un solvant, avec éventuellement un défloculant et/ou un agent d'extrusion;

(ii) La mise en forme par extrusion de ladite pâte;

(iii) La consolidation de cette forme par frittage.

La partie minérale de ladite pâte comprend des particules d'un composé minéral qui formera après frittage le réseau poreux (homogène dans son volume). Le composé minéral, avantageusement métallique est soit un composé non-oxyde, soit un oxyde métallique. Dans le cas où il s'agit d'un dérivé non-oxyde on choisira un dérivé du silicium ou de l'aluminium et préférentiellement le carbure de silicium, le nitrure de silicium ou le nitrure d'aluminium. Dans le cas où le composé métallique est un oxyde on choisira parmi les oxydes d'aluminium, de silicium ou des métaux des groupes IVA (groupe du titane) ou VA (groupe du vanadium) et de préférence l'alumine, l'oxyde de zirconium ou l'oxyde de titane. Ces oxydes peuvent être utilisés seul ou en mélange. La teneur en composé minéral dans la pâte sera comprise entre 50 et 90 % massique.

Le liant organique conférera à la pâte les propriétés rhéologiques nécessaires à l'extrusion et les propriétés mécaniques nécessaires pour obtenir une bonne cohésion du produit après l'extrusion. Ledit liant organique est de préférence, mais pas obligatoirement, un polymère hydrosoluble. Le polymère présentera par exemple, pour une solution à 2% massique, une viscosité mesurée à 20°C comprise entre 4 et 10Pa/s. Ce polymère peut être choisi parmi les celluloses et leurs dérivés (HEC, CMC, HPC, HPMC, etc.), ou peut aussi être un acide polyacrylique, du polyéthylèneglycol, un alcool polyvinylique, une cellulose microcristalline, etc.. La pâte contiendra par exemple entre 2 et 10 % massique de liant organique.

Le solvant a pour rôle de disperser la partie minérale et le liant. Dans le cas où l'on utilise un polymère hydrosoluble, on choisira l'eau comme solvant; dans le cas ou le polymère n'est pas hydrosoluble on choisira un alcool par exemple l'éthanol comme solvant. La concentration du solvant sera comprise par exemple entre 8 et 40% massique.

Un défloculant soluble dans le solvant améliorera la dispersion des particules du composé métallique. On choisira par exemple un acide polyacrylique, un acide phospho-organique

ou un alkyl-sulfonique. La teneur en défloculant est de l'ordre de 0,5 à 1 % massique.

Dans certains cas, on ajoutera un agent d'aide à l'extrusion tel qu'un polyéthyléneglycol. La teneur en agent d'extrusion est de l'ordre de 0.5 à 1 % massique.

La mise en forme est réalisée classiquement par extrusion. A l'aide d'une vis ou d'un piston, la pâte est poussée au travers d'une filière complexe afin de prendre sa géométrie. Les ébauches de membranes sont recueillies au sortir de la filière, séchées à l'air libre afin d'éliminer l'eau ou le solvant, puis frittées à une température comprise entre 1300 et 1700°C pendant par exemple deux heures. Ce frittage se fait sous une atmosphère normale ou neutre (par exemple d'argon) dans le cas de pâte à base d'oxyde métallique, et sous atmosphère neutre (par exemple d'argon ou d'hélium) dans le cas où le composé métallique est un non-oxyde.

Le dispositif d'extrusion est un dispositif classique, à savoir il comprend une filière, avec disposée au centre de celle-ci une couronne supportant les pions qui formeront les canaux.

Les ébauches obtenues à la sortie du dispositif d'extrusion peuvent être séchées et/ou frittées dans des barillets tournants, par exemple selon la technique décrite dans le brevet FR-A-2229313 au nom de Ceraver.

Ainsi, comme il ressort des figures et de la description ci-dessus, l'invention a plus particulièrement pour objet un élément multicanal caractérisé en ce que le canal (104) et/ou les couronnes (202, 302, 303, 504; 203, 303, 304, 502; 107) sont enchevêtré(es) au moins deux à deux, ou en d'autres termes sont tous ou toutes enchevêtrées.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée aux exemples et modes de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art.

REVENDICATIONS

1. Elément multicanal, comprenant au moins une première couronne de canaux (202 ; 302 ; 303 ; 504) enchevêtrée avec une deuxième couronne de canaux (203 ;. 303 ; 304 ; 502).

2. Elément multicanal selon la revendication 1, caractérisé en ce que chacune des cloisons agencées entre les canaux desdites première et deuxième couronnes est non-perpendiculaire à la droite passant par le centre desdites première et deuxième couronnes et le milieu de la cloison considérée.

3. Elément multicanal selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chacune des cloisons agencées entre les canaux desdites première et deuxième couronnes et la droite passant par le centre desdites première et deuxième couronnes et le milieu de la cloison considérée forme un angle compris entre 0 et 60 degrés, de préférence entre 0 et 45 degrés.

4. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le taux de recoupement entre ladite première couronne et ladite deuxième couronne est au moins égal à 0,4.

5. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdites première et deuxième couronnes (202, 203 ; 302, 303 ; 303, 304) sont circulaires.

6. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que lesdites première et deuxième couronnes (504 ; 502) sont hexagonales.

7. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les canaux desdites première et deuxième couronnes ont chacun une forme choisie parmi les formes générales suivantes :
- losange ;
- losange aplati ;
- triangle de préférence sensiblement isocèle ou rectangle ;
- trapèze de préférence sensiblement rectangle ;
- demi-quartier d'orange.

8. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le nombre de canaux de ladite deuxième couronne est égal au nombre de canaux de ladite première couronne.

9. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le nombre de canaux de ladite deuxième couronne (304 ; 502) est le double du nombre de canaux de ladite première couronne (303 ; 504).

10. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les canaux de ladite première couronne ont tous une même forme.

11. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que les canaux de ladite deuxième couronne ont une forme différente des canaux de ladite première couronne.

12. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que les canaux de ladite deuxième couronne ont tous une même forme.

13. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que ladite deuxième couronne (203 ; 304 ; 502) est constituée d'une

pluralité de paires de canaux adjacents (105-1a, 105-1b ; 304-1a, 304-1b ;503-1a, 503-1b), chacune desdites paires de canaux adjacents comprenant un premier canal et un deuxième canal symétrique au premier canal par rapport à une droite passant par le centre desdites couronnes.

14. Elément multicanal selon la revendication 13, caractérisé en ce que chacune desdites paires de canaux est disposée entre deux canaux successifs de ladite première couronne.

15. Elément multicanal selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce que le nombre de couronnes de canaux est deux et en ce que les canaux de ladite première couronne (202) ont la forme générale d'un losange aplati et les canaux de ladite deuxième couronne (203) ont la forme générale d'un demi-quartier d'orange.

16. Elément multicanal selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce qu'une troisième couronne de canaux (302) est enchevêtrée avec ladite première couronne (303), ladite troisième couronne ayant le même nombre de canaux que ladite première couronne et en ce que la forme générale des canaux desdites première et troisième couronnes est un losange ou un losange aplati et la forme générale des canaux de ladite deuxième couronne est un triangle de préférence sensiblement rectangle ou isocèle ou un trapèze de préférence sensiblement rectangle.

17. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 16, caractérisé en ce que la forme des canaux desdites couronnes est aménagée par des congés de raccordement.

18. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 17, caractérisé en ce que les canaux ou lesdites paires de canaux adjacents desdites première et deuxième couronnes sont disposés à intervalle régulier sur leur couronne respective.

19. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 18, comprenant en outre un canal central (401) de préférence circulaire ou polygonal régulier.

20. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que les cloisons agencées entre les canaux desdites couronnes ont une épaisseur sensiblement identique.

21. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que les cloisons agencées entre les canaux desdites couronnes s'élargissent progressivement en partant depuis leur extrémité dirigée vers l'intérieur dudit élément multicanal pour aller vers leur extrémité dirigée vers l'extérieur dudit élément multicanal.

22. Elément multicanal, comprenant une couronne de canaux (107) enchevêtrée avec un canal central (104).

23. Elément multicanal selon la revendication 22, caractérisé en ce que la couronne de canaux comprend 3 ou 4 canaux.

24. Elément multicanal selon la revendication 22 ou 23, caractérisé en ce que le canal central a la forme générale d'un triangle.

25. Elément multicanal selon la revendication 24, caractérisé en ce que ladite couronne est constituée par trois canaux en forme de quartier d'orange.

26. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 22 à 25, caractérisé en ce que le contour extérieur dudit élément est circulaire.

27. Elément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 26, caractérisé en ce que le canal (104)

et/ou les couronnes (202, 302, 303, 504; 203, 303, 304, 502; 107) sont enchevêtré(es) au moins deux à deux.

28. Procédé de fabrication d'un élément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 27, dans lequel ledit élément multicanal est obtenu par extrusion.

29. Membrane de filtration comprenant un élément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 27, en association avec au moins une couche filtrante.

30. Module de réaction et/ou de filtration comprenant au moins un élément multicanal selon l'une quelconque des revendications 1 à 27 ou au moins une membrane selon la revendication 29.

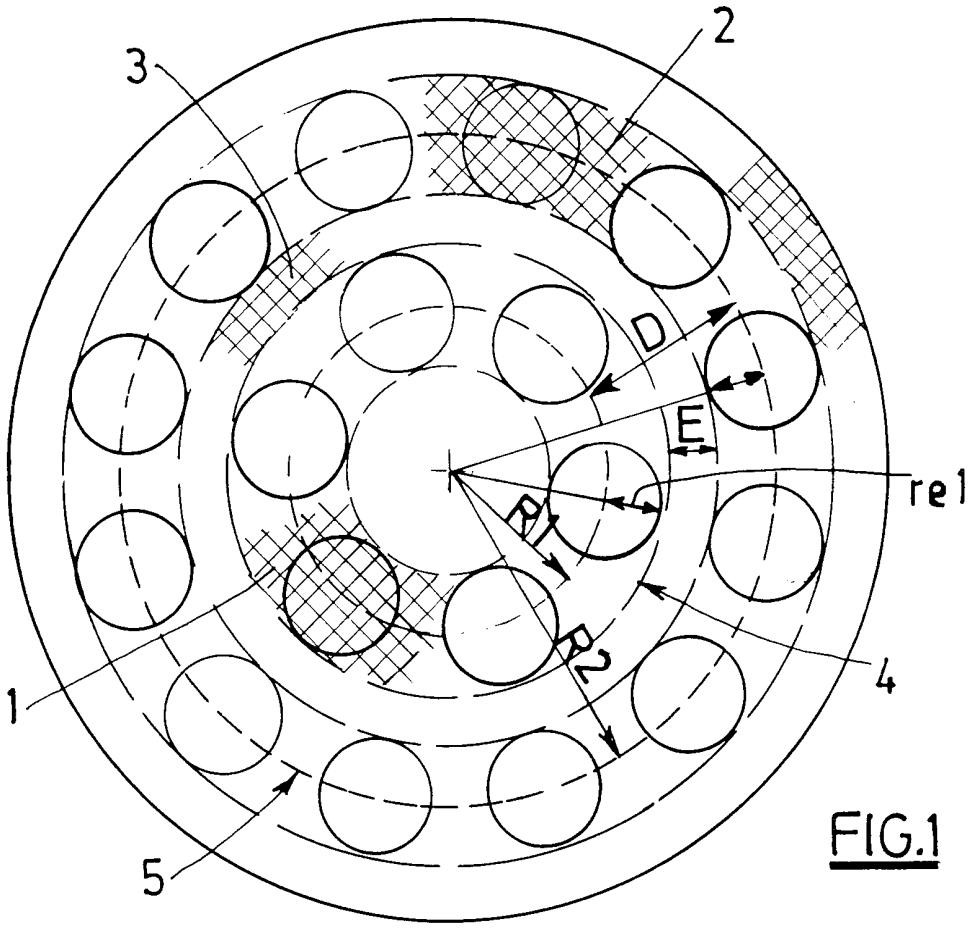

2
3
D
E
re1
R1
R2
4
1
5

FIG.1

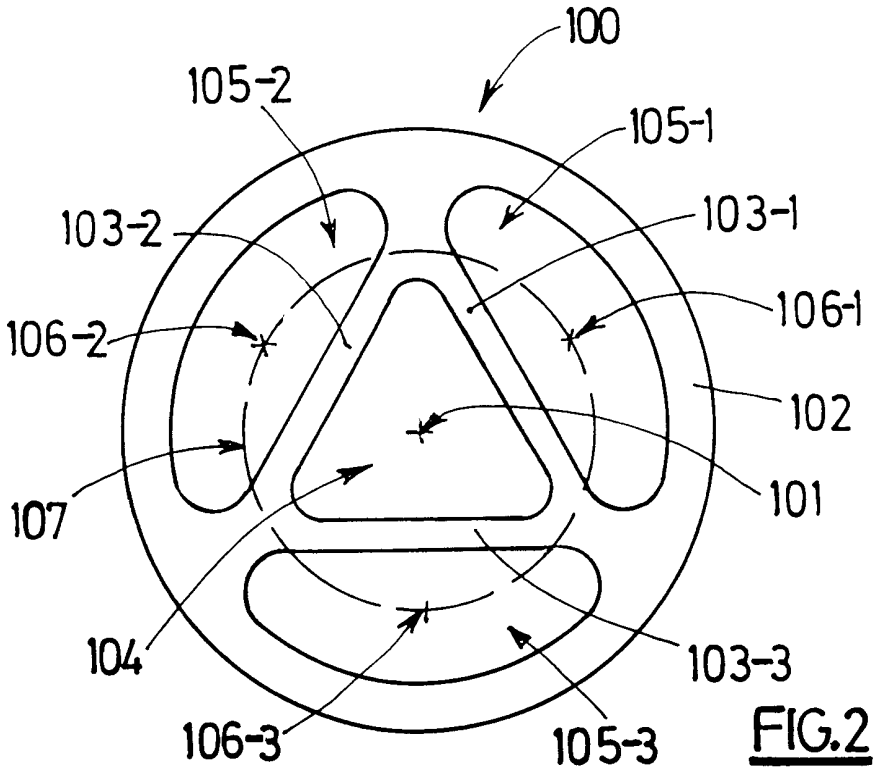

100
105-2
105-1
103-2
103-1
106-2
106-1
102
107
101
104
103-3
106-3
105-3

FIG.2

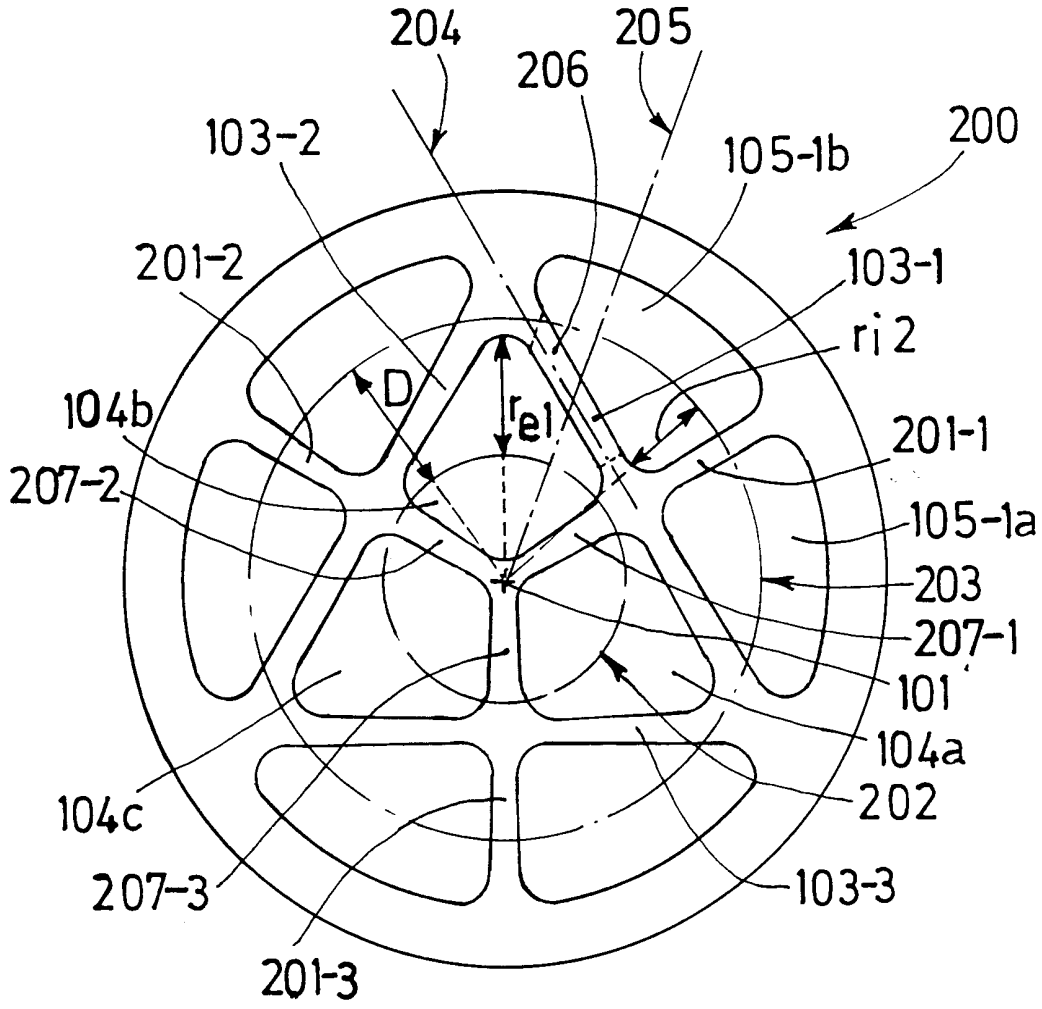

204
205
206
103-2
105-1b
200
201-2
103-1
ri 2
D
re1
104b
201-1
207-2
105-1a
203
207-1
101
104a
104c
202
207-3
103-3
201-3

FIG.3

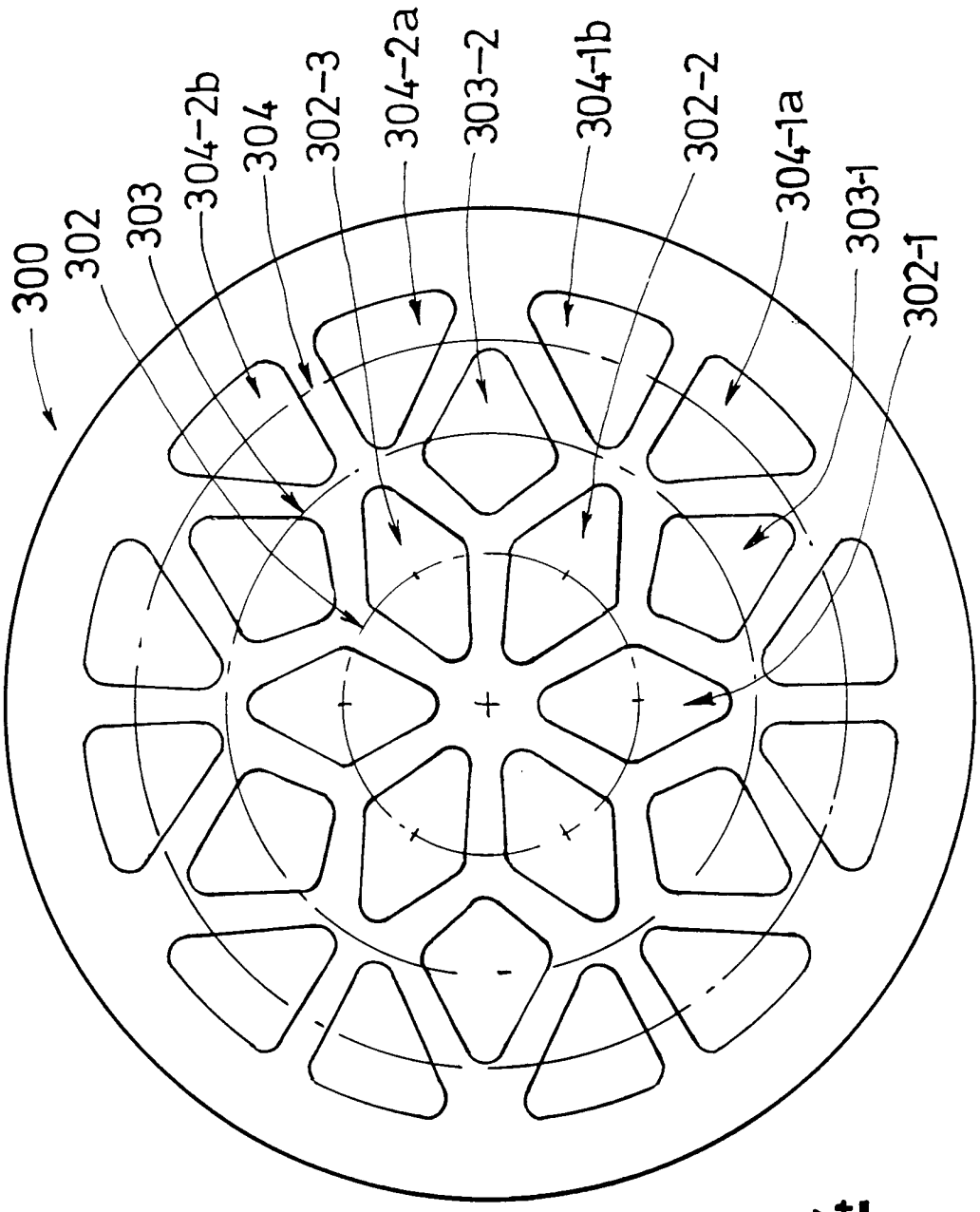

300
302
303
304-2b
304
302-3
304-2a
303-2
304-1b
302-2
304-1a
303-1
302-1

FIG.4

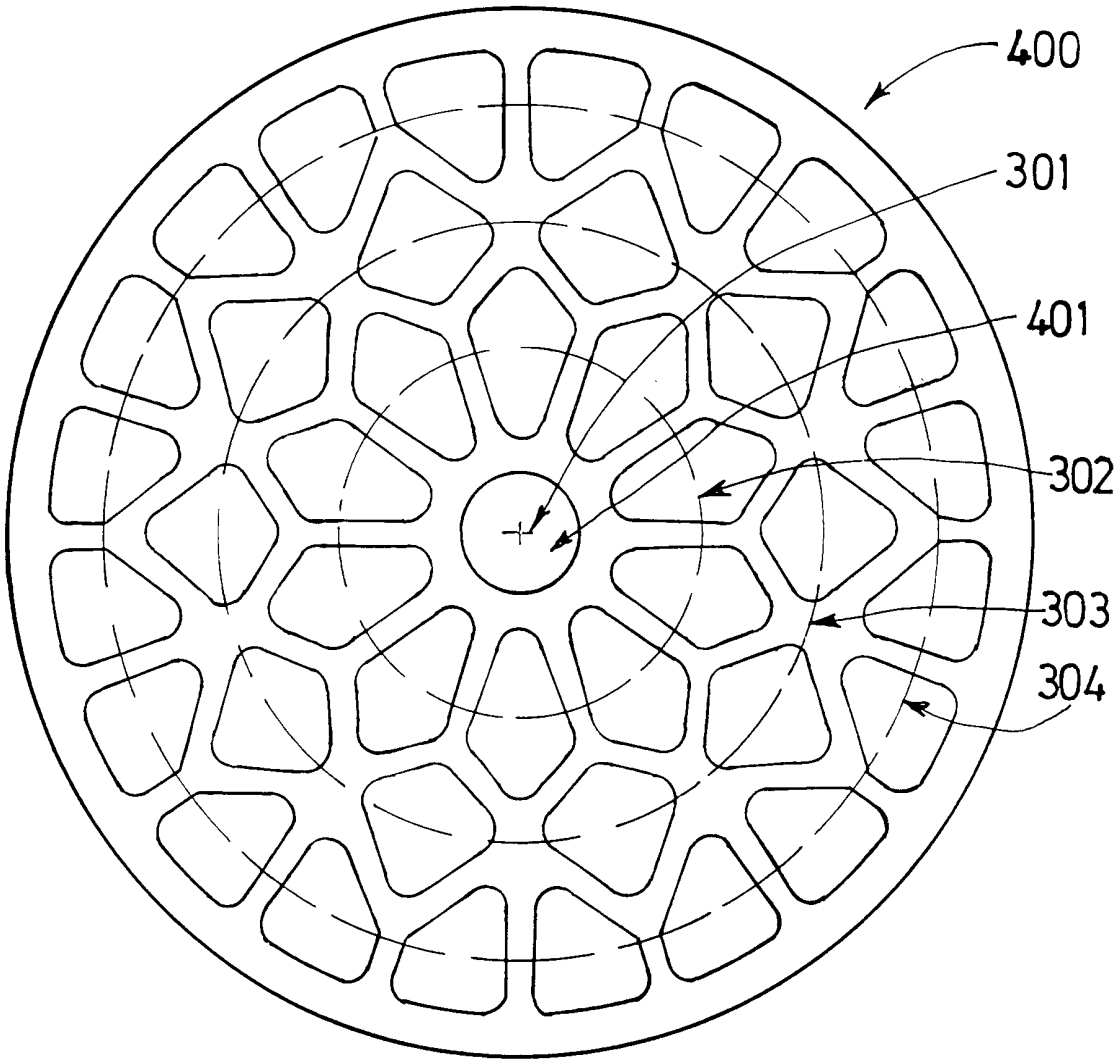


FIG. 5

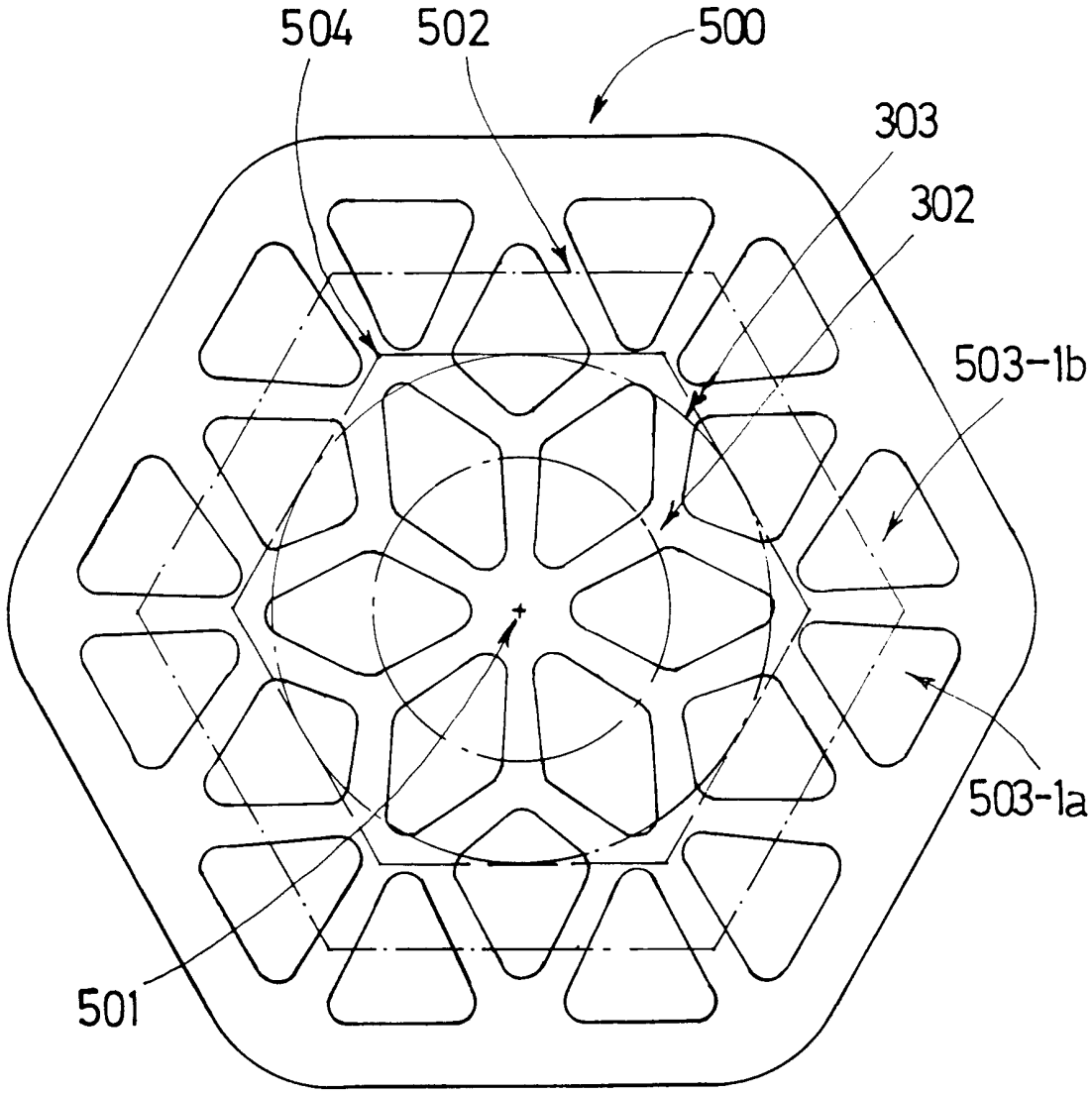


FIG.6

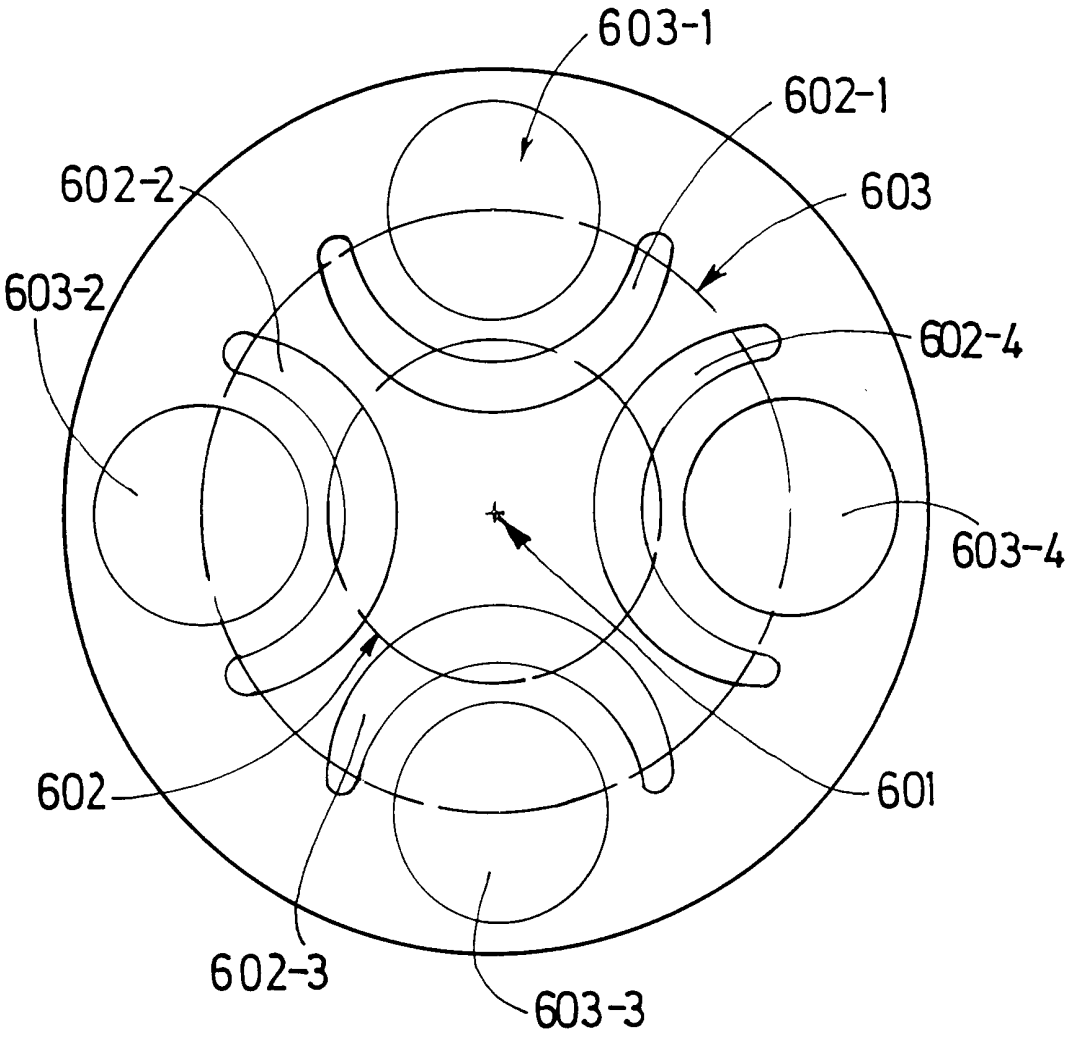


FIG.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internati ' Application No
PCT/FR 01/00495

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B01D63/06 B01D71/02

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)
IPC 7 B01D

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)
WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 787 524 A (CORNING INCORPORATED) 6 August 1997 (1997-08-06) claims; figures 2A,3-6,12,15,17,27 ---	1-30
A	EP 0 780 148 A (CORNING INCORPORATED) 25 June 1997 (1997-06-25) claims; figure 3 ---	1-26
A	WO 93 07959 A (CERASIV GMBH INNOVATIVE PRODUKTE UND ANWENDUNGEN KERAMISCHER WERKSTOFF) 29 April 1993 (1993-04-29) claims; figure 3 ---	1-26
A	EP 0 899 003 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES,LTD) 3 March 1999 (1999-03-03) cited in the application claims --- -/--	1-26

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

[X] Patent family members are listed in 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
22 May 2001	30/05/2001

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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Cordero Alvarez, M

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatir Application No
PCT/FR 01/00495

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 0 778 073 A (T.A.M.I. INDUSTRIES) 11 June 1997 (1997-06-11) cited in the application claims; figure 3 ---	1-26
A	EP 0 686 424 A (T.A.M.I. INDUSTRIES) 13 December 1995 (1995-12-13) cited in the application claims -----	1

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internatic Application No
PCT/FR 01/00495

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 787524 A	06-08-1997	BR 9700823 A	07-07-1998
		JP 9313831 A	09-12-1997
		NO 970358 A	01-08-1997
EP 780148 A	25-06-1997	US 5641332 A	24-06-1997
		NO 965478 A	23-06-1997
WO 9307959 A	29-04-1993	DE 4134223 C	12-11-1992
		DE 59204705 D	25-01-1996
		EP 0609275 A	10-08-1994
		ES 2081631 T	01-03-1996
		US 5454947 A	03-10-1995
EP 899003 A	03-03-1999	JP 3067740 B	24-07-2000
		JP 11123308 A	11-05-1999
		US 6214227 B	10-04-2001
EP 778073 A	11-06-1997	FR 2741821 A	06-06-1997
		CA 2192109 A	06-06-1997
		US 5853582 A	29-12-1998
EP 686424 A	13-12-1995	FR 2720953 A	15-12-1995
		AT 189970 T	15-03-2000
		CA 2151186 A	09-12-1995
		DE 69515212 D	06-04-2000
		FR 2720954 A	15-12-1995
		US 5607586 A	04-03-1997

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 01/00495

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B01D63/06 B01D71/02

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)
CIB 7 B01D

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relevent 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 réalisable, termes de recherche utilisés)
WPI Data, PAJ, EPO-Internal

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 0 787 524 A (CORNING INCORPORATED) 6 août 1997 (1997-08-06) revendications; figures 2A,3-6,12,15,17,27 ---	1-30
A	EP 0 780 148 A (CORNING INCORPORATED) 25 juin 1997 (1997-06-25) revendications; figure 3 ---	1-26
A	WO 93 07959 A (CERASIV GMBH INNOVATIVE PRODUKTE UND ANWENDUNGEN KERAMISCHER WERKSTOFF) 29 avril 1993 (1993-04-29) revendications; figure 3 ---	1-26
A	EP 0 899 003 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES,LTD) 3 mars 1999 (1999-03-03) cité dans la demande revendications --- -/--	1-26

[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'inven tion revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'inven tion 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
22 mai 2001	30/05/2001

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, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Cordero Alvarez, M

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No
PCT/FR 01/00495

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec,le cas échéant, l'indicationdes passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 778 073 A (T.A.M.I. INDUSTRIES) 11 juin 1997 (1997-06-11) cité dans la demande revendications; figure 3 ---	1-26
A	EP 0 686 424 A (T.A.M.I. INDUSTRIES) 13 décembre 1995 (1995-12-13) cité dans la demande revendications -----	1

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux ı. .nbres de familles de brevets

Demand' 'ernationale No
PCT/FR 01/00495

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 787524	A	06-08-1997	BR	9700823 A	07-07-1998
			JP	9313831 A	09-12-1997
			NO	970358 A	01-08-1997
EP 780148	A	25-06-1997	US	5641332 A	24-06-1997
			NO	965478 A	23-06-1997
WO 9307959	A	29-04-1993	DE	4134223 C	12-11-1992
			DE	59204705 D	25-01-1996
			EP	0609275 A	10-08-1994
			ES	2081631 T	01-03-1996
			US	5454947 A	03-10-1995
EP 899003	A	03-03-1999	JP	3067740 B	24-07-2000
			JP	11123308 A	11-05-1999
			US	6214227 B	10-04-2001
EP 778073	A	11-06-1997	FR	2741821 A	06-06-1997
			CA	2192109 A	06-06-1997
			US	5853582 A	29-12-1998
EP 686424	A	13-12-1995	FR	2720953 A	15-12-1995
			AT	189970 T	15-03-2000
			CA	2151186 A	09-12-1995
			DE	69515212 D	06-04-2000
			FR	2720954 A	15-12-1995
			US	5607586 A	04-03-1997