(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
14 juin 2018 (14.06.2018)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/104124 A1

(51) Classification internationale des brevets :
B01J 19/32 (2006.01) *B33Y 80/00* (2015.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2017/080777

(22) Date de dépôt international :
29 novembre 2017 (29.11.2017)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1662060 07 décembre 2016 (07.12.2016) FR

(71) Déposant : **IFP ENERGIES NOUVELLES** [FR/FR] ; 1 & 4 avenue du Bois-Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON (FR).

(72) Inventeurs : **POURTIER, Alice** ; 13 RUE DE L'ANCIENNE MAIRIE, 78440 FONTENAY ST PERE (FR). **ROESLER, John** ; 0007 RUE LELIEVRE, 38200 VIENNE (FR).

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

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

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

(54) **Title:** METHOD FOR PRODUCING A STRUCTURED PACKING USING AN ADDITIVE MANUFACTURING METHOD

(54) **Titre :** PROCEDE DE FABRICATION D'UN GARNISSAGE STRUCTURE PAR UNE METHODE DE FABRICATION ADDITIVE

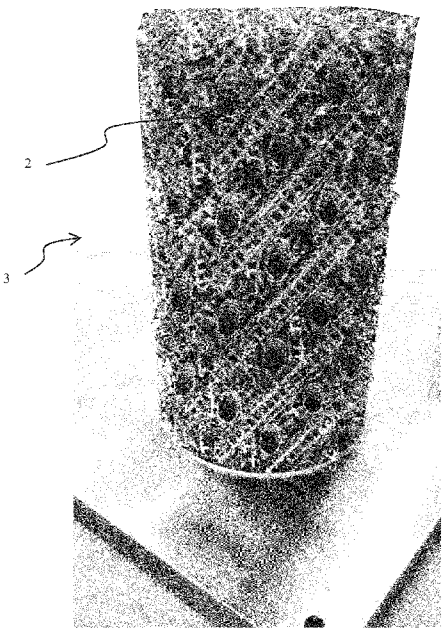


Figure 9

(57) **Abstract:** The present invention relates to a method for producing a structured packing using an additive manufacturing method. Additive manufacturing allows a structured packing block to be shaped directly.

(57) **Abrégé :** La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un garnissage structuré au moyen d'une méthode de fabrication additive. La fabrication additive permet de former directement un bloc de garnissage structuré.

WO 2018/104124 A1

PROCEDE DE FABRICATION D'UN GARNISSAGE STRUCTURE PAR UNE METHODE DE FABRICATION ADDITIVE

La présente invention concerne le domaine du garnissage des colonnes de contact gaz/liquide, et plus particulièrement pour les unités de traitement de gaz, de captage du CO_2, de déshydratation ou encore de distillation.

Afin de mettre en contact un gaz et un liquide et de favoriser les échanges (chaleur et/ou matière) entre ces fluides, de telles colonnes comportent généralement au moins un garnissage. Le garnissage présente une géométrie spécifique pour optimiser les échanges entre le liquide et le gaz. On distingue notamment deux types de garnissage : le garnissage vrac et le garnissage structuré.

On appelle garnissage vrac, des empilements anarchiques, aléatoires, d'éléments unitaires possédant des formes particulières, par exemple des anneaux, des spirales… Les échanges de chaleur et/ou de matière se réalisent au sein de ces éléments unitaires. Ces éléments unitaires peuvent être en métal, en céramique, en plastique ou en matériaux analogues. Les demandes de brevet EP 1478457 et WO 2008/067031 décrivent deux exemples d'élément unitaire de garnissage vrac.

On appelle garnissage structuré, un assemblage de tubes, de plaques, de feuilles pliées, ou corruguées (de l'anglais « corrugated » c'est-à-dire sensiblement ondulé avec des angles droits), et arrangées de manière organisée sous forme de grands blocs comme décrit notamment dans les demandes de brevet FR 2913353 (US 2010/0213625), US 3,679,537, US 4,296,050. Les garnissages structurés ont l'avantage d'offrir une grande aire géométrique pour un volume donné.

Un des inconvénients de la mise en œuvre du garnissage structuré est l'étape obligatoire d'assemblage (empilement) de pièces plus ou moins complexes, dont certaines parties peuvent se recouvrir et/ou se déformer. Si cet assemblage n'est pas précis, donc pas conforme à ce qui est attendu, il peut en résulter la réalisation d'un garnissage ne possédant pas les caractéristiques recherchées en termes d'échange entre le liquide et le gaz, les performances de la colonne d'échange peuvent être détériorées. De plus, cette étape d'assemblage peut être longue.

Par ailleurs, la géométrie du garnissage structuré est limitée à des formes relativement simples pouvant être obtenues par usinage et/ou déformation plastique, et afin de pouvoir réaliser cet assemblage.

Afin de pallier ces inconvénients, la présente invention concerne un procédé de fabrication d'un garnissage structuré au moyen d'une méthode de fabrication additive. La fabrication additive permet de former directement un bloc de garnissage structuré, c'est-à-dire directement l'empilement, ce qui permet de se passer d'une étape d'assemblage supplémentaire. De plus, la fabrication additive permet de réaliser des formes relativement complexes, éventuellement non réalisables par des méthodes de fabrication classiques, ce qui offre des possibilités d'amélioration de conception et pouvant favoriser les échanges. En outre, la rugosité des parois du garnissage structuré obtenue par fabrication additive est supérieure à la rugosité obtenue par usinage utilisé classiquement. Cette rugosité plus élevée permet de favoriser les échanges entre les deux fluides, ce qui permet d'augmenter les performances du garnissage structuré.

Le procédé selon l'invention

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un garnissage structuré pour la mise en contact de deux fluides. Pour ce procédé, on réalise les étapes suivantes :

a) on détermine la structure d'un bloc de garnissage structuré ; et
b) on fabrique ledit bloc de garnissage structuré ayant ladite structure déterminée, par une méthode de fabrication additive au moyen d'un matériau.

Selon un mode de réalisation de l'invention, on détermine ladite structure dudit bloc de garnissage structuré au moyen d'une conception assistée par ordinateur.

Avantageusement, ladite structure dudit bloc dudit garnissage structuré est un assemblage d'au moins deux éléments de base identiques.

Conformément à une mise en œuvre de l'invention, on détermine ladite structure dudit garnissage structuré, en mettant en œuvre les étapes suivantes :

i) on conçoit numériquement un élément de base ;
ii) on assemble numériquement au moins deux éléments de base identiques pour former un bloc de garnissage structuré ; et
iii) on détermine numériquement ladite structure dudit bloc de garnissage structuré par limitation des dimensions dudit assemblage desdits éléments de base.

Selon une caractéristique, lesdits éléments de base sont formés par des plaques ou des feuilles pliées, ou ondulées, ou des tubes, lesdits éléments de base comportant des orifices.

Selon un premier mode de réalisation, lesdits tubes sont orientés dans la structure selon les quatre directions formées par les diagonales d'un parallélépipède rectangle.

De manière avantageuse, ledit parallélépipède rectangle comporte une dimension d'un côté supérieure aux autres.

De préférence, lesdits tubes ont sensiblement une section circulaire ou elliptique.

Selon un deuxième mode de réalisation, lesdites plaques ou feuilles forment une succession de canaux comportant des ailettes, chacune desdits ailettes étant constituée par au moins une bande formée dans l'une desdites plaques ou feuilles, ladite bande restant solidaire de ladite plaque ou feuille par au moins un côté, et ladite bande étant formée de manière à créer un orifice formant une discontinuité sur la surface de ladite plaque ou feuille.

Selon une mise en œuvre, ledit matériau est un métal ou un polymère.

Selon une première variante, ledit métal est un acier, un alliage d'aluminium, ou un alliage de titane.

Selon une deuxième variante, ledit polymère est un nylon.

Conformément à un mode de réalisation, l'épaisseur d'une paroi dudit garnissage structuré est comprise entre 0.05 et 1 mm, de préférence entre 0.05 et 0.4 mm.

Selon un mode de réalisation, la rugosité d'une paroi dudit garnissage structuré est comprise entre 5 et 15 µm.

Présentation succincte des figures

D'autres caractéristiques et avantages du procédé selon l'invention, apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'exemples non limitatifs de réalisations, en se référant aux figures annexées et décrites ci-après.

Les figures 1 et 2 illustrent un premier exemple de réalisation d'un élément de base d'un garnissage structuré.

La figure 3 illustre un bloc de garnissage structuré selon un premier mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 illustre un deuxième exemple d'un élément de base d'un garnissage structuré.

La figure 5 illustre un assemblage selon une première variante du deuxième exemple d'élément de base d'un garnissage structuré.

La figure 6 illustre un bloc de garnissage structuré selon un deuxième mode de réalisation de l'invention.

La figure 7 illustre un assemblage selon une deuxième variante du deuxième exemple d'élément de base d'un garnissage structuré.

La figure 8 illustre le remplissage d'une colonne d'échange.

La figure 9 illustre un bloc de garnissage structuré obtenu par fabrication additive selon le deuxième mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de l'invention

La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un garnissage structuré pour la mise en contact de deux fluides. On rappelle qu'un garnissage structuré est un assemblage de tubes, de plaques, de feuilles ou analogues pliées, ou corruguées (de l'anglais « corrugated » c'est-à-dire sensiblement ondulé avec des angles droits), et arrangées de manière organisée sous forme de grands blocs comme décrit notamment dans les demandes de brevet FR 2913353 (US 2010/0213625), US 3,679,537, US 4,296,050, FR 2913897 (US 8,505,884). Les garnissages structurés ont l'avantage d'offrir une grande aire géométrique pour un volume donné. On appelle éléments de base, les tubes, plaques, feuilles ou analogues qui sont arrangés de manière organisée dans un garnissage structuré.

Le garnissage structuré obtenu par le procédé selon l'invention peut être utilisé notamment dans une colonne d'absorption réactive, de distillation, de traitement de gaz, de captage du CO_2, de déshydratation, de refroidissement (par exemple pour un aéro-réfrégirant d'un tour de refroidissement de centrale électrique).

Selon l'invention, le procédé de fabrication comporte les étapes suivantes :

1) Détermination de la structure d'un bloc de garnissage structuré, et

2) Fabrication additive du bloc de garnissage structuré

Le procédé selon l'invention ne comporte pas d'étape d'assemblage d'éléments de base d'un garnissage structuré. En effet, la fabrication additive permet de réaliser directement le bloc correspondant à l'arrangement organisé d'éléments de base. Ainsi, les éventuels problèmes liés à l'assemblage sont évités.

1) Détermination de la structure d'un bloc de garnissage structuré

Lors de cette étape, on détermine la structure d'un bloc de garnissage structuré. En d'autres termes, on détermine la géométrie, les dimensions, le nombre d'éléments de base (appelé également élément structurel), et éventuellement le matériau d'un bloc de garnissage structuré. La géométrie consiste en la forme de l'élément de base du garnissage structuré. Cet élément de base peut être une plaque ou une feuille pliée, ondulée ou corruguée. Il peut être aussi un tube. Cet élément de base comporte au moins un orifice, permettant le passage des fluides. Le bloc de garnissage structuré consiste en un arrangement organisé d'une pluralité d'éléments de base sensiblement identiques.

Selon une variante de réalisation de l'invention, les blocs de garnissage structuré peuvent avoir sensiblement une forme de parallélépipèdes rectangles.

Selon une mise en œuvre de l'invention, la détermination de la structure du bloc de garnissage structuré peut être mise en œuvre numériquement au moyen d'une conception assistée par ordinateur. A la fin de cette étape, on peut donc obtenir un modèle numérique du bloc de garnissage structuré.

Conformément à une option de réalisation, la détermination de la structure du bloc de garnissage structuré peut comprendre les étapes suivantes :

a) on conçoit numériquement l'élément de base, c'est-à-dire la plaque, la feuille ou le tube, pourvu d'orifices ;

b) on assemble (on empile) numériquement au moins deux éléments de base identiques, de manière à former le bloc ;

c) on détermine numériquement la structure du bloc par limitation des dimensions de l'assemblage des éléments de base, en d'autre termes « on découpe » l'ensemble aux dimensions du bloc souhaitées. A la fin de cette étape, on peut donc obtenir un modèle numérique du bloc de garnissage structuré.

Dans la suite de la description, on décrit de manière non limitative deux modes de réalisation du garnissage structuré. Toutefois, le bloc de garnissage structuré défini lors de cette étape et fabriqué ensuite peut prendre toute forme de garnissage structuré, étant donné que la fabrication additive permet de réaliser des pièces de géométrie complexe.

Selon un premier mode de réalisation de l'invention, le garnissage structuré peut comprendre des plaques ou feuilles ondulées, par exemple telles que décrites dans les demandes de brevet FR 2913353 (US 2010/0213625), FR 2995223 (US 9,339,786) et FR 2995224 (US 9,333,480). Ces plaques ou feuilles forment une succession de canaux comportant des ailettes, chacune des ailettes étant constituée par au moins une bande découpée dans l'une des plaques, la bande restant solidaire de la plaque par au moins un côté, et la bande étant déformée de manière à créer un orifice formant une discontinuité sur la surface de la plaque ou feuille.

Les structures de garnissage selon le premier mode de réalisation de l'invention permettent un gain de capacité pour passer des débits, de gaz ou de liquide ou des deux fluides, plus importants dans la colonne de mise en contact. Ce gain en capacité peut être utilisé notamment dans les cas de "revamping" pour augmenter les débits de fonctionnement de colonnes de mise en contact existantes par remplacement des garnissages internes de ces colonnes par de nouveaux garnissages selon l'invention. Cela permet d'éviter la

construction de nouvelles colonnes. Dans le cas de nouvelles installations, les garnissages selon l'invention permettent de diminuer le diamètre des colonnes de mise en contact et/ou de diminuer la hauteur de garnissage et, donc, la taille de la colonne. Dans les deux cas, on vise à obtenir une réduction des coûts d'investissement.

Par ailleurs, les structures de garnissage selon le premier mode de réalisation de l'invention permettent un gain en efficacité, c'est-à-dire qu'elles augmentent l'aire, par unité de volume, réellement disponible pour réaliser le contact gaz/liquide. Ce gain en efficacité permet de diminuer la hauteur de garnissage nécessaire pour une performance donnée et donc un gain sur la taille de la colonne de mise en contact.

De plus, le gain en capacité des garnissages selon l'invention peut également avoir des répercussions sur les coûts de fonctionnement. En effet, dans certaines applications, comme l'absorption réactive mise en œuvre notamment pour la désacidification du gaz naturel ou de gaz de synthèse, le bon fonctionnement de la colonne de mise en contact est assuré par une valeur minimale du débit de liquide par section de passage de colonne. L'utilisation d'un garnissage structuré selon le premier mode de réalisation de l'invention permet, pour un débit de gaz donné, de réduire le diamètre de la colonne. Le maintien d'un débit de liquide par unité de surface constant permet donc de diminuer le débit total de liquide par section de passage de colonne. En conséquence, les coûts opératoires associés à la circulation du liquide sont diminués.

L'élément de base du garnissage structuré selon le premier mode de réalisation de l'invention est constitué d'une feuille ou plaque ondulée. Les ondulations sont encadrées entre deux plans parallèles relativement proches. La distance séparant ces deux plans limites peut être comprise entre 3 mm et 50 mm, de préférence supérieure à 10 mm, et de préférence comprise entre 10 mm et 30 mm. Selon un exemple de réalisation, les ondulations peuvent être en forme de triangle et peuvent être réparties de part et d'autre d'un plan méridien : une partie des ondulations étant située d'un côté du plan méridien, l'autre partie des ondulations étant située de l'autre côté du plan méridien. Les ondulations forment une succession de canaux. De préférence, on choisit des ondulations qui génèrent des canaux qui touchent les plans limites, sans sortir de l'espace délimité par ces deux plans. Ainsi, les feuilles ondulées occupent une surface maximum dans la tranche plane définie par les plans limites.

On peut employer différentes formes d'ondulation des plaques pour réaliser un garnissage structuré selon l'invention. Par exemple, on peut utiliser des plaques présentant des ondulations de forme sinusoïdale. On peut mettre en œuvre des ondulations qui ne sont

pas symétriques, par exemple un enchaînement de demi-cercles et de triangles. On peut également utiliser des plaques comportant des ondulations irrégulières et aléatoires.

Selon l'invention, on modifie les feuilles ondulées pour former des ailettes qui créent des discontinuités de surface desdites feuilles. La figure 1 représente une portion d'un canal d'une plaque ondulée. Une bande B a été découpée selon les entailles C1 et C2. La bande B reste solidaire de la plaque au niveau de ses extrémités E1 et E2. Sur la figure 1, la bande B est située en-dessous du plan méridien P. La bande B peut avoir différentes formes, par exemple rectangulaire ou trapézoïdale. Selon le premier mode de réalisation de l'invention, la bande B a été déformée de manière à créer une discontinuité de la surface de la feuille au niveau des entailles C1 et C2. La déformation est limitée par le fait que la bande ne sort pas de l'espace situé entre les plans limites L1 et L2. Ainsi la feuille ondulée n'occupe que l'espace disponible entre ces deux plans L1 et L2, et peut sans problème être empilée sur une autre feuille ondulée présentant les mêmes caractéristiques. De préférence, on déforme la bande B de manière à ce qu'elle soit positionnée en dessous du plan P. En d'autres termes, la bande B est déformée de manière à ce qu'au moins une partie de la bande franchisse le plan P. Après déformation, la bande B est située du côté du plan P opposé au côté où était positionnée la bande B dans sa position initiale. L'ailette constituée d'une bande déformée est située au moins en partie du côté opposé, par rapport au plan P, à la position du canal dans lequel la bande a été découpée. Ainsi, les ailettes occupent l'espace libre des canaux formés par les ondulations et augmentent la surface du garnissage qui est effectivement utile à la mise en contact des fluides.

De préférence, la surface des ailettes a une direction parallèle à la direction D des canaux. Ainsi, les ailettes n'entravent pas ou s'opposent au minimum, à l'écoulement des fluides dans les canaux des plaques ondulées. Cela participe à minimiser la perte de charge des fluides traversant un garnissage structuré comportant ces plaques.

La feuille ondulée pourvue d'ailettes selon le premier mode de réalisation de l'invention développe la même aire géométrique spécifique que la même feuille ondulée sans ailette, puisqu'il n'y a pas de retrait de matière lors de la création des ailettes. Ainsi, un garnissage structuré selon le premier mode de réalisation de l'invention développe la même aire géométrique qu'un garnissage structuré standard. La présence des ailettes dans le garnissage structuré selon l'invention force le film liquide s'écoulant à la surface des canaux, à s'écouler sous forme de goutte au niveau des ruptures de surface créées par la présence des ailettes.

Par ailleurs, les ailettes assurent une bonne agitation de l'écoulement de gaz, ce qui est favorable au transfert de masse entre le gaz et le liquide qui sont mis en contact dans le garnissage structuré selon le premier mode de réalisation de l'invention. Pour favoriser l'agitation, on peut prévoir que la forme d'une ailette est différente de celle des ailettes adjacentes le long d'un même canal. L'alternance de forme des ailettes le long d'un canal participe activement à l'agitation de l'écoulement et au mélange des phases en circulation le long du canal.

La figure 2 donne un exemple de feuille ondulée pourvue d'une multitude d'ailettes A triangulaires semblables à celles décrites en référence à la figure 1. Sur une feuille ondulée, les ailettes peuvent être identiques.

Les feuilles ondulées pourvues d'ailettes sont empilées de manière à former un bloc de garnissage structuré. De préférence, la direction des canaux d'une feuille ondulée est décalée par rapport à la direction des canaux des feuilles adjacentes, par exemple d'un angle compris entre 20° et 90°, de préférence d'un angle ayant une valeur sensiblement proche de 90°. La figure 3 représente un bloc de garnissage structuré composé de feuilles ondulées ayant un motif triangulaire selon le premier mode de réalisation. Le procédé de fabrication selon l'invention permet de fabriquer directement ce bloc de garnissage, sans étape supplémentaire d'assemblage des feuilles. De plus, la fabrication additive permet la fabrication de garnissage structuré plus rigide. Par exemple, la fabrication additive peut permettre de réaliser des élément de rigidification, tels que des picots. Ainsi, la structure plus rigide est plus fiable.

Le garnissage structuré selon le premier mode de réalisation peut être réalisé notamment selon l'une des variantes décrites dans les demandes de brevet FR 2913353 (US 2010/0213625), FR 2995223 (US 9,339,786) et FR 2995224 (US 9,333,480), en particulier :

- selon les géométries des bandes illustrées aux figures 4a à 4f, 6 et 8 de la demande de brevet FR 2913353 (US 2010/0213625),
- selon les dimensions et les orientations décrites page 11 et 12 de la demande de brevet FR 2913353 (US 2010/0213625),
- selon le perfectionnement de la demande de brevet FR 2995223 (US 9,339,786), avec une répartition particulière des orifices (au moins une zone longitudinale parallèle à un des bords de la plaque, dans laquelle les arêtes ne comportent pas d'orifices), par exemple décrit sur les figures 7 à 8 et pages 8 et 9, de manière à

favoriser les contacts entre les éléments de base, et ainsi conserver les performances du garnissage.

- selon le perfectionnement de la demande de brevet FR 2995224 (US 9,333,480), avec différentes longueurs d'ailettes (les ailettes d'un canal ont des longueurs différentes des ailettes d'un canal voisin), par exemple décrit sur les figures 7 à 9 et pages 7 à 9, de manière à favoriser les contacts entre les éléments de base, et ainsi conserver les performances du garnissage structuré.

Selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, l'élément de base du garnissage structuré peut être un tube. Le garnissage structuré peut comprendre alors un arrangement organisé de faisceaux de tubes, dans chaque faisceau de tubes, les tubes peuvent être orientés selon les quatre directions formées par les diagonales d'un parallélépipède rectangle. Ainsi, le garnissage structuré peut être tel que celui décrit dans la demande de brevet : FR 2913897 (US 8,505,884) ou dans la demande de brevet portant le numéro de dépôt FR 15/58652.

On appelle tube, un cylindre creux, possédant une section sensiblement constante, et dont la dimension perpendiculaire à la section (selon la génératrice du cylindre) est la plus grande dimension de l'élément creux. Un tube peut avoir une section quelconque, par exemple carré, rectangulaire, polygonale, circulaire, elliptique…Selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, les parois des tubes comportent des orifices disposés de manière à favoriser la circulation et le mélange des fluides dans la structure.

Selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, chaque faisceau de tubes comprend quatre tubes orientés suivant les quatre directions des diagonales d'un parallélépipède rectangle. Selon une première variante de réalisation, le parallélépipède rectangle est un cube. Alternativement, le parallélépipède rectangle n'est pas un cube, et comporte donc une dimension supérieure aux autres dimensions, ce qui permet de réduire les angles d'orientation des tubes par rapport au plan vertical, car ces angles sont différents des angles formés par les directions d'un cube. Ainsi, il est possible d'augmenter la capacité de la structure de garnissage. On rappelle que la capacité d'un garnissage correspond à la quantité de gaz passant dans un garnissage sans être en engorgement, c'est-à-dire sans créer d'accumulation de gaz dans une partie du garnissage. Les directions des tubes correspondent sensiblement aux quatre diagonales d'un parallélépipède rectangle, à ceci près que les tubes ne s'entrecoupent pas au niveau de l'intersection théorique des diagonales au centre du parallélépipède rectangle, mais se croisent au voisinage de ce point.

La figure 4 représente un exemple non limitatif de réalisation d'un l'élément tubulaire 2 composant l'élément de base d'un garnissage structuré selon l'invention. Le tube 2 de la figure 4 est présenté avec une section sensiblement circulaire, toutefois, le tube peut avoir une section de forme différente : carré, rectangle, polygone, cercle, ellipse,... Toutes les formes de réalisation de la section du tube sont compatibles avec les différents modes de réalisation décrits ci-dessous.

L'élément de base 2 est constitué d'une paroi en forme de tube de diamètre hydraulique θ pourvue d'orifices ou trous T. Le diamètre hydraulique d'un tube est une notation communément utilisée pour le calcul des écoulements dans un tube, une conduite hydraulique ou un canal, de manière à faire des calculs similaires à ceux d'un tube de section circulaire, lorsque la section du tube n'est pas circulaire. Le diamètre hydraulique θ peut être défini selon une formule du type : $\theta = \frac{4A}{P}$ avec A l'aire de la section de passage du tube et P le périmètre de la section de passage du tube. Pour un tube de section circulaire, le diamètre hydraulique correspond au diamètre géométrique. Selon l'invention, on choisit les dimensions des orifices T et du diamètre hydraulique θ de manière à optimiser les circulations et la mise en contact des fluides. Selon un mode de réalisation de l'invention, le diamètre hydraulique θ de l'élément tubulaire 1 est compris entre 5 et 50 mm de manière à optimiser l'aire géométrique par unité de volume d'un garnissage structuré composé de tels tubes. Ces dimensions permettent de développer l'aire géométrique par unité de volume, et en maintenant une faible perte de charge, de façon à être compatibles avec les applications visées.

Selon une conception avantageuse du deuxième mode de réalisation de l'invention, on choisit l'aire minimum des orifices T supérieure à 2 mm^2, de préférence 4 mm^2, de manière à ce que le film liquide qui s'écoule à l'intérieur des tubes puisse être cassé par un flux de gaz qui traverse les orifices. En effet, si la taille des orifices T est inférieure à 2 mm^2, le film liquide qui circule sur la paroi interne d'un tube risque de boucher par capillarité ces orifices. Les orifices présentant une surface supérieure à 2 mm^2 permettent le passage des phases gazeuses et liquides d'un tube à l'autre, et d'assurer ainsi un bon contact et un bon mélange. Dans l'application du garnissage selon l'invention à l'absorption réactive, on préfère utiliser des tubes munis d'orifices dont l'aire est supérieure à 4 mm^2, voire 8 mm^2. En effet, en général, les fluides mis en contact dans une colonne d'absorption réactive circulent à grande vitesse, typiquement à des vitesses comprises entre 1 m/s et 2 m/s. De ce fait, on prévoit des orifices plus grands afin de fragmenter le film liquide en circulation à la paroi des tubes.

Selon une variante de réalisation de l'invention, les orifices T sont inscrits dans des rectangles de longueur L et de largeur l comprises entre 2 et 45 mm, de préférence entre 3 et 20 mm. Autrement dit, un orifice doit toucher les quatre côtés d'un rectangle de longueur L et de largeur l. Par contre, la forme d'un orifice T peut être quelconque, tant qu'il reste inscrit dans un rectangle de dimensions L et l. L'orifice peut avoir une forme sensiblement circulaire, une forme d'ellipse, une forme de losange… Le fait d'inscrire les orifices dans des rectangles de dimensions L et l permet d'imposer une dimension minimum entre les bords des orifices, afin de provoquer la cassure du film liquide circulant sur la paroi des tubes du garnissage.

Les orifices T sont disposés de manière ordonnée ou aléatoire. De préférence, les orifices T sont disposés de manière régulière pour obtenir des caractéristiques d'échanges homogènes le long de l'élément 2. De préférence, l'espace entre deux orifices n'excède pas deux fois la valeur du diamètre hydraulique θ. On peut choisir le nombre d'orifices de manière à ce que l'élément 2 comporte entre 10% et 90% d'ouverture, c'est-à-dire que le rapport entre l'aire des orifices et l'aire de la partie pleine du tube soit compris entre 10% et 90%, une excellente valeur de ce rapport étant comprise entre 25% et 50%.

Les orifices T tels que définis ci-dessus, ouvrent des voies de communication au fluide entre l'intérieur et l'extérieur de l'élément 2 afin d'optimiser le mélange entre les phases, donc le contact et la redistribution entre les phases, circulant dans un garnissage structuré composé de tubes 2.

Avantageusement, l'angle formé par l'axe de chaque tube par rapport à un axe vertical, dans un plan vertical passant par l'axe du tube, est compris entre 10 et 55°, avantageusement entre 10 et 50° pour obtenir un effet important pour la capacité de la structure de garnissage. De manière préférée, cet angle est compris entre 30 et 45° pour obtenir des résultats optimaux en termes de capacité de la structure de garnissage.

La figure 5 représente un assemblage d'éléments tubulaires (faisceau de tubes) selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, les tubes 2 étant disposés suivant quatre directions distinctes d'un cube. Les tubes de la figure 5 sont représentés avec une section sensiblement circulaire, toutefois, les tubes peuvent avoir une section de forme différente : carré, rectangle, polygone, cercle, ellipse … Toutes les formes de réalisation de la section du tube sont compatibles avec les différents modes de réalisation décrits ci-dessous.

La figure 7 représente un assemblage d'éléments tubulaires (faisceau de tubes) selon le deuxième mode de réalisation de l'invention, les tubes 2 étant disposés suivant quatre directions distinctes d'un parallélépipède rectangle. Les tubes de la figure 7 sont représentés

avec une section sensiblement circulaire, toutefois, les tubes peuvent avoir une section de forme différente : carré, rectangle, polygone, cercle, ellipse ... Toutes les formes de réalisation de la section du tube sont compatibles avec les différents modes de réalisation décrits ci-dessous.

L'agencement détaillé de cet assemblage est décrit en référence aux figures 5 et 7. Ces figures illustrent un faisceau de quatre tubes 2, chacun étant disposé suivant l'une des quatre directions d'assemblage D20a à D20d. Les quatre directions D20a à D20d dans lesquelles les tubes sont assemblés correspondent respectivement aux quatre diagonales d'un parallélépipède rectangle, à ceci près que les tubes ne s'entrecoupent pas au niveau de l'intersection des diagonales au centre du parallélépipède rectangle, mais se croisent au voisinage de ce point.

Pour former la structure du bloc de garnissage structuré, on répète la disposition de la figure 5 (ou 7), c'est-à-dire on dispose suivant un axe de construction, correspondant au point d'entrecroisement des quatre tubes d'un faisceau, un nouveau faisceau de tubes disposé dans le même ordre que le faisceau précédent, et ainsi de suite. On obtient ainsi, un début d'assemblage ordonné formé d'une première rangée de faisceaux de tubes 2 alignés suivant l'axe. On forme ainsi un entrecroisement de quatre réseaux de tubes qui s'étendent chacun dans un plan orienté suivant une des quatre directions d'assemblage des tubes dans un faisceau. Les tubes de chaque réseau sont espacés les uns des autres par une distance permettant le passage (entrecroisement) des tubes des autres réseaux.

Lorsqu'on a atteint le nombre désiré de faisceaux dans la rangée, on superpose ensuite plusieurs séries de rangées de faisceaux suivant des axes parallèles à l'axe de manière à remplir le volume libre autour de la rangée. Ensuite, la structure de garnissage est obtenue par ajout d'au moins une rangée supplémentaire de faisceaux selon un nouvel axe parallèle à l'axe de construction. On complète ensuite de la même façon le volume libre de part et d'autre de la rangée, typiquement jusqu'à l'extrémité des tubes de la rangée, de manière à obtenir dans ce volume une structure tridimensionnelle formée de tubes respectivement disposés suivant quatre directions. Cette structure tridimensionnelle forme le bloc de garnissage structuré déterminé lors de cette étape.

La figure 6 illustre un bloc 3 de garnissage structuré formé par des tubes 2 orientés selon les quatre directions d'un parallélépipède rectangle. Le procédé de fabrication selon l'invention permet de fabriquer directement ce bloc de garnissage, sans étape supplémentaire d'assemblage des feuilles.

2) Fabrication additive du bloc de garnissage structuré

Lors de cette étape, on fabrique au moins un bloc de garnissage structuré ayant la structure déterminée à l'étape précédente. Cette étape ne vise pas la fabrication d'un élément de base (plaque, feuille ou tube) mais la fabrication d'un bloc de garnissage structuré, c'est-à-dire directement d'un ensemble d'éléments de base (par exemple, tel qu'illustré sur les figures 3 et 6). Cette fabrication est mise en œuvre par une méthode de fabrication additive au moyen d'un matériau.

On appelle fabrication additive, ou impression tridimensionnelle (impression 3D), les procédés de fabrication par ajout de matière, généralement ces procédés peuvent être assistés par ordinateur. Un tel procédé peut consister à la mise en forme d'une pièce par ajout de matière, par couches successives. Pour ce procédé, une matière première (sous forme de liquide, poudre, ruban, ou fil) est mise en forme grâce à une source de chaleur ou une source optique (par exemple laser, faisceau d'électrons, lumière visible, rayons ultraviolets ou infrarouges). Le processus de mise en forme peut être physique (par exemple : fusion suivie d'une solidification, frittage) ou chimique (par exemple : polymérisation).

Les méthodes de fabrication additive permettent de fabriquer des structures complexes. Par exemple, la fabrication additive permet de réaliser sans difficulté d'assemblage un garnissage structuré basé sur des tubes orientés selon les quatre diagonales d'un parallélépipède rectangle (comme illustré sur les figures 5 à 7), en particulier lorsque le parallélépipède rectangle comporte une dimension supérieure aux autres et lorsque la section des tubes n'est pas circulaire, par exemple elliptique. En effet, par la méthode habituelle, décrite notamment dans la demande de brevet FR 2913897 (US 8,505,884) ou dans la demande de brevet portant le numéro de dépôt FR 15/58652, la constitution du garnissage structuré nécessite beaucoup de manipulations (placement des tubes par faisceau, assemblage de faisceaux par rangées, assemblage de plusieurs rangées) complexes, longues et coûteuses.

De plus, la fabrication additive génère un état de surface de moins bonne qualité (c'est-à-dire une rugosité plus élevée) que des pièces obtenues par usinage. La rugosité plus élevée des parois du garnissage structuré permet d'améliorer les échanges entre le gaz et de liquide sur le garnissage, en améliorant la mouillabilité du matériau, ce qui favorise l'étalement du liquide. Les performances du garnissage structuré s'en trouvent améliorées. Selon une mise en œuvre de l'invention, la rugosité moyenne des parois du garnissage

structuré, c'est-à-dire la rugosité des plaques, feuilles ou tubes, est comprise entre 5 et 15 µm, de manière à améliorer les performances du garnissage structuré.

Conformément à une option de réalisation, pour laquelle la structure du bloc de garnissage structuré est obtenue au moyen d'une conception assistée par ordinateur, la méthode de fabrication additive peut être automatisée en fabriquant le bloc de garnissage structuré depuis le modèle numérique du bloc de garnissage structuré.

Selon une mise en œuvre de l'invention, le matériau utilisé est sous forme de poudre. Dans ce cas, la méthode de fabrication additive peut être du type :

- la fusion laser sur lit de poudre (SLM/SLS pour « Selective Laser Melting/Sintering »), ou
- la fusion laser par projection de poudre (LMD pour « Laser Metal Deposition »).

Dans les deux cas, le matériau est amené sous forme de poudre, déposé aux endroits où de la matière est nécessaire. Un laser vient fondre la matière pour rendre la poudre solidaire des couches déjà réalisées. La différence entre les deux technologies vient du fait que pour la méthode SLM, les étapes de dépose de poudre et de fusion sont successives alors que pour la méthode LMD, la dépose et la fusion sont simultanées. Pour la SLM, le laser peut être remplacé par un faisceau d'électrons. De plus, le phénomène de fusion peut être remplacé par un phénomène de frittage.

Selon une caractéristique de l'invention, le matériau utilisé est un métal ou un polymère. Le métal présente l'avantage d'une bonne tenue mécanique. Le polymère présente l'avantage d'être facilement mis en œuvre par les méthodes de fabrication additive.

De préférence, le métal est un acier, un alliage d'aluminium ou un alliage de titane. Par exemple, le métal est choisi parmi :

- des superalliages à base de Nickel et Cobalt, notamment de type 625, 718 CoCr ou analogue,
- des aciers inoxydables, notamment du type 316L et 17-4PH,
- des alliages d'aluminium, notamment de type AlSi10Mg, et
- des alliages de titane de préférence Ti6Al4V.

Les matériaux exemplifiés ci-dessus présentent l'avantage d'être facilement utilisables par des méthodes de fabrication additive, et l'avantage de résister aux conditions (températures, pressions, corrosion) au sein des colonnes d'échange entre un gaz et un liquide.

Alternativement, le polymère est un nylon. En effet, ce matériau est adapté au milieux corrosifs. De plus, ce matériau présente l'avantage d'être peu onéreux.

Selon une mise en œuvre de l'invention, l'épaisseur des parois du garnissage structuré, c'est-à-dire l'épaisseur des plaques, feuilles ou tubes, est comprise entre 0.05 et 1 mm, de préférence entre 0.05 et 0.4 mm. Ces épaisseurs permettent une bonne tenue mécanique du garnissage structuré, tout en limitant le poids du garnissage structuré.

Une fois le bloc de garnissage fabriqué, on juxtapose dans une colonne d'échange une pluralité de blocs de garnissage structuré. Avantageusement, les blocs situés à la périphérie interne de la paroi sont adaptés à la forme cylindrique de la colonne et les autres blocs de garnissage structuré peuvent être sous une forme de blocs parallélépipédiques rectangles. Puis, les blocs sont agencés dans une colonne de mise en contact, de manière à ce que leurs longueurs (la plus grande dimension) soient parallèles à l'axe de la colonne, c'est-à-dire généralement l'axe vertical. L'agencement des blocs peut être réalisé par tranches successives, sans orientation particulière d'une tranche à l'autre.

Afin de pouvoir être facilement installé dans une colonne d'échange par un trou d'homme, les blocs de garnissage structuré sont dimensionnés pour passer dans un trou de diamètre 600 mm. Selon un exemple de réalisation, le bloc de garnissage structuré peut avoir une section carré, de côté compris entre 100 et 500 mm, et de hauteur comprise entre 100 et 500 mm.

Les figures 3 et 6 sont des exemples de blocs de garnissage juxtaposés dans une colonne d'échange. La figure 8 illustre un exemple non limitatif d'agencement de blocs parallélépipédiques rectangles 3 dans une colonne 4. Pour cet exemple, les blocs sont répartis sur deux tranches de garnissage structuré disposées l'une au-dessus de l'autre.

La figure 9 illustre un bloc de garnissage structuré obtenu par fabrication additive à partir de métal selon le deuxième mode de réalisation de l'invention. Le bloc 3 de garnissage structuré possède une forme sensiblement cylindrique. Le bloc 3 de garnissage comporte une pluralité de tubes 2.

Revendications

1) Procédé de fabrication d'un garnissage structuré pour la mise en contact de deux fluides, caractérisé en ce qu'on réalise les étapes suivantes :
   a) on détermine la structure d'un bloc (3) de garnissage structuré ; et
   b) on fabrique ledit bloc (3) de garnissage structuré ayant ladite structure déterminée, par une méthode de fabrication additive au moyen d'un matériau.

2) Procédé selon la revendication 1, dans lequel on détermine ladite structure dudit bloc (3) de garnissage structuré au moyen d'une conception assistée par ordinateur.

3) Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite structure dudit bloc (3) dudit garnissage structuré est un assemblage d'au moins deux éléments de base (1, 2) identiques.

4) Procédé selon la revendication 3, dans lequel on détermine ladite structure dudit garnissage structuré, en mettant en œuvre les étapes suivantes :
   i) on conçoit numériquement un élément de base (1, 2) ;
   ii) on assemble numériquement au moins deux éléments de base (1, 2) identiques pour former un bloc (3) de garnissage structuré ; et
   iii) on détermine numériquement ladite structure dudit bloc (3) de garnissage structuré par limitation des dimensions dudit assemblage desdits éléments de base (1, 2).

5) Procédé selon l'une des revendications 3 ou 4, dans lequel lesdits éléments de base sont formés par des plaques (1) ou des feuilles pliées, ou ondulées, ou des tubes (2), lesdits éléments de base (1, 2) comportant des orifices (T).

6) Procédé selon la revendication 5, dans lequel lesdits tubes (2) sont orientés dans la structure selon les quatre directions (20a, 20b, 20c, 20d) formées par les diagonales d'un parallélépipède rectangle.

7) Procédé selon la revendication 6, dans lequel ledit parallélépipède rectangle comporte une dimension d'un côté supérieure aux autres.

8) Procédé selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel lesdits tubes (2) ont sensiblement une section circulaire ou elliptique.

9) Procédé selon la revendication 5, dans lequel lesdites plaques ou feuilles (1) forment une succession de canaux comportant des ailettes (B), chacune desdits ailettes (B) étant constituée par au moins une bande formée dans l'une desdites plaques ou feuilles (1), ladite bande restant solidaire de ladite plaque ou feuille (1) par au moins un côté, et ladite bande étant formée de manière à créer un orifice (T) formant une discontinuité sur la surface de ladite plaque ou feuille (1).

10) Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit matériau est un métal ou un polymère.

11) Procédé selon la revendication 10, dans lequel ledit métal est un acier, un alliage d'aluminium, ou un alliage de titane.

12) Procédé selon la revendication 10, dans lequel ledit polymère est un nylon.

13) Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'épaisseur d'une paroi dudit garnissage structuré est comprise entre 0.05 et 1 mm, de préférence entre 0.05 et 0.4 mm.

14) Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel la rugosité d'une paroi dudit garnissage structuré est comprise entre 5 et 15 µm.

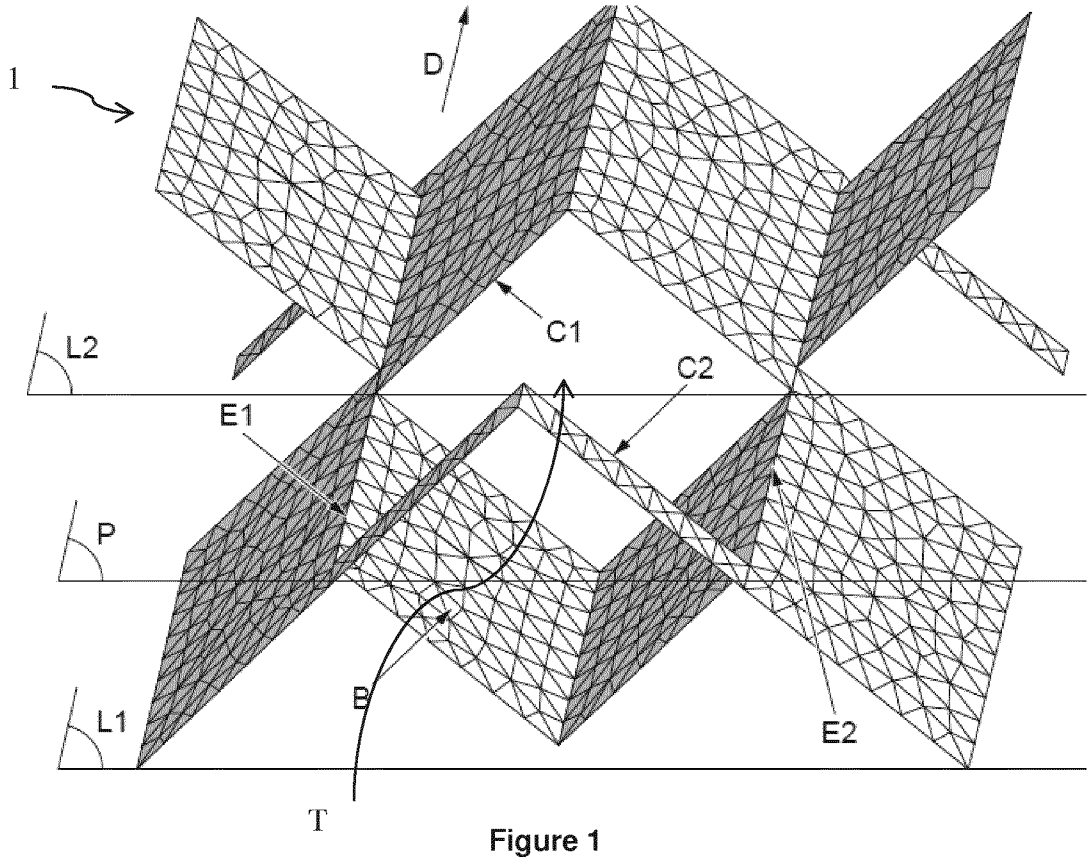


Figure 1

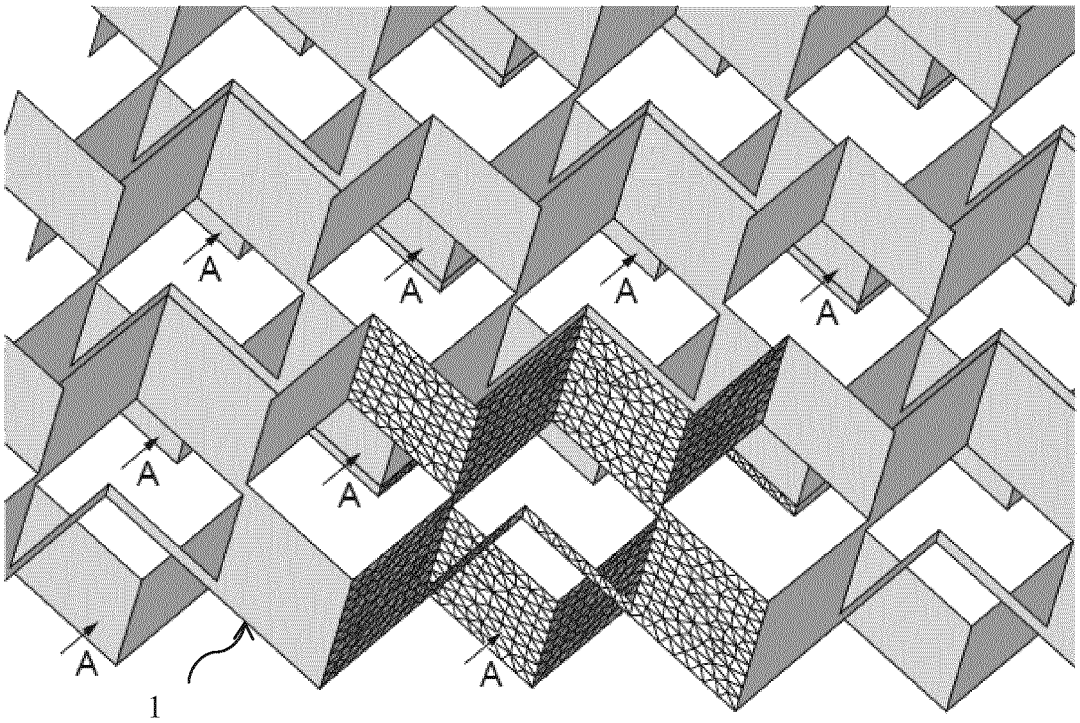


Figure 2

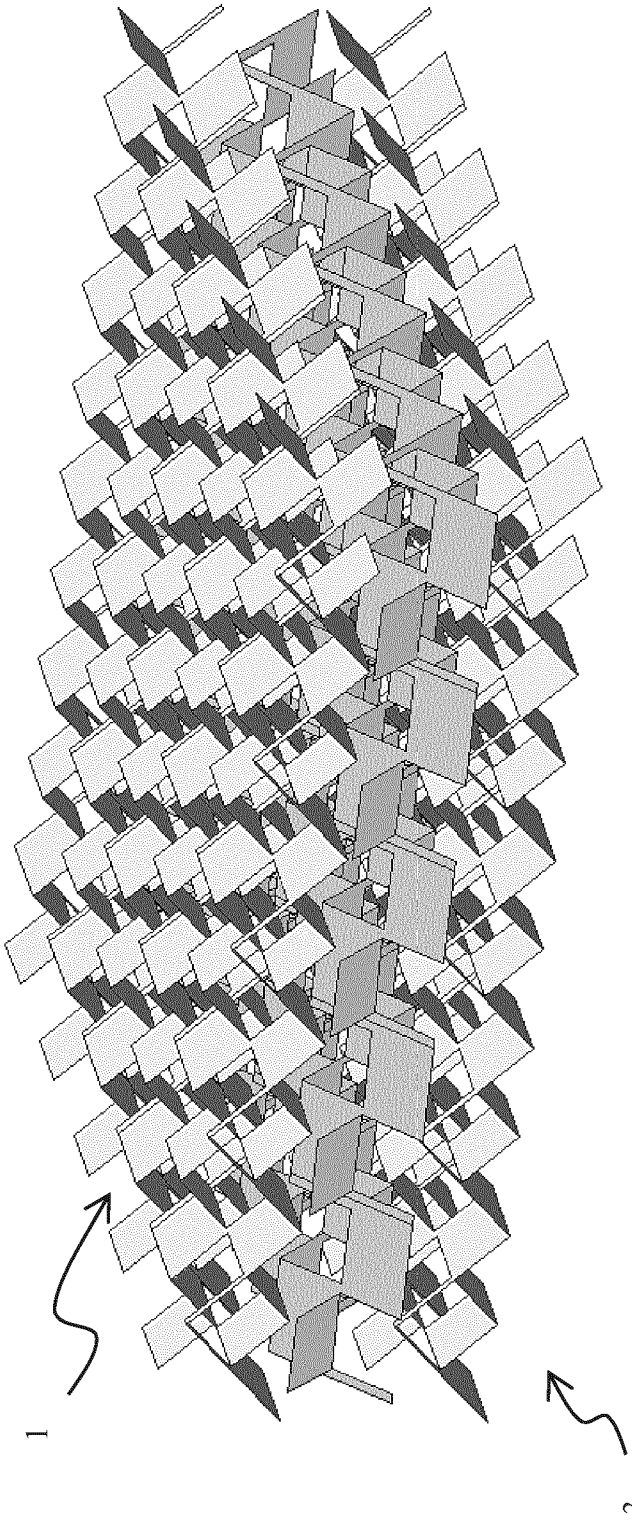


Figure 3

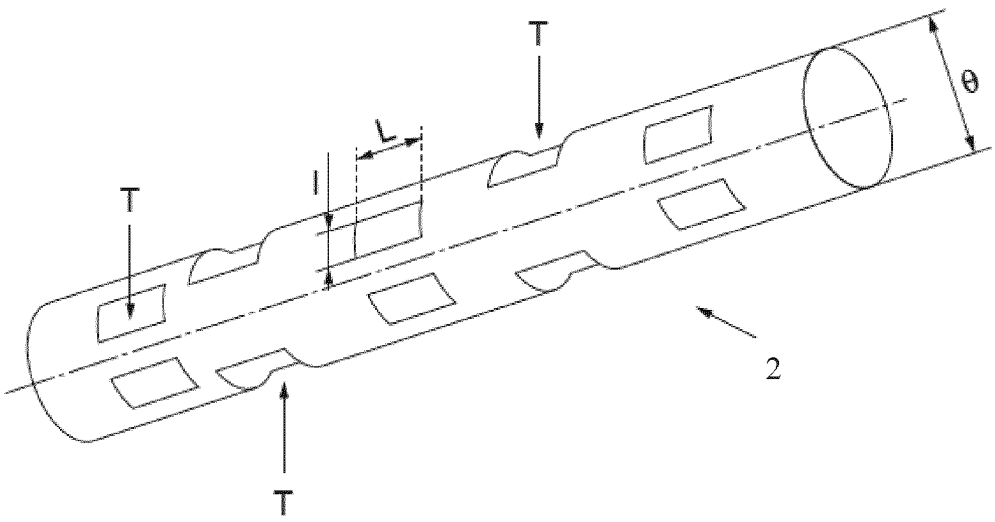


Figure 4

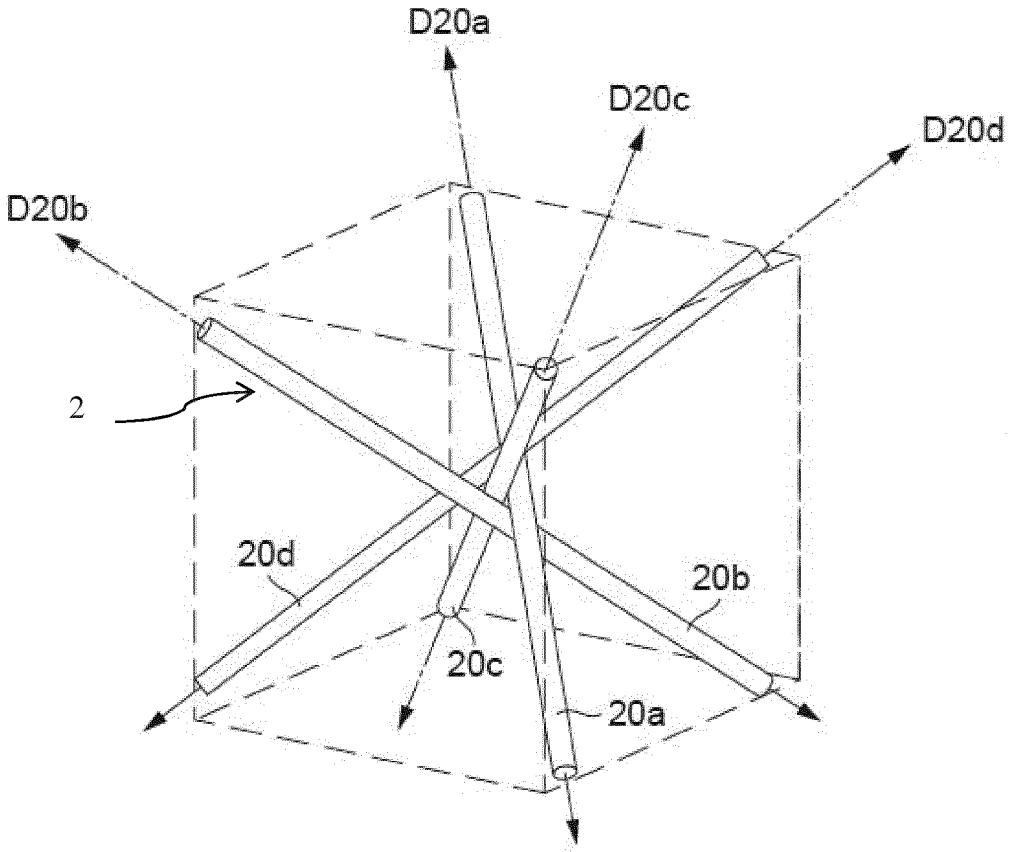


Figure 5

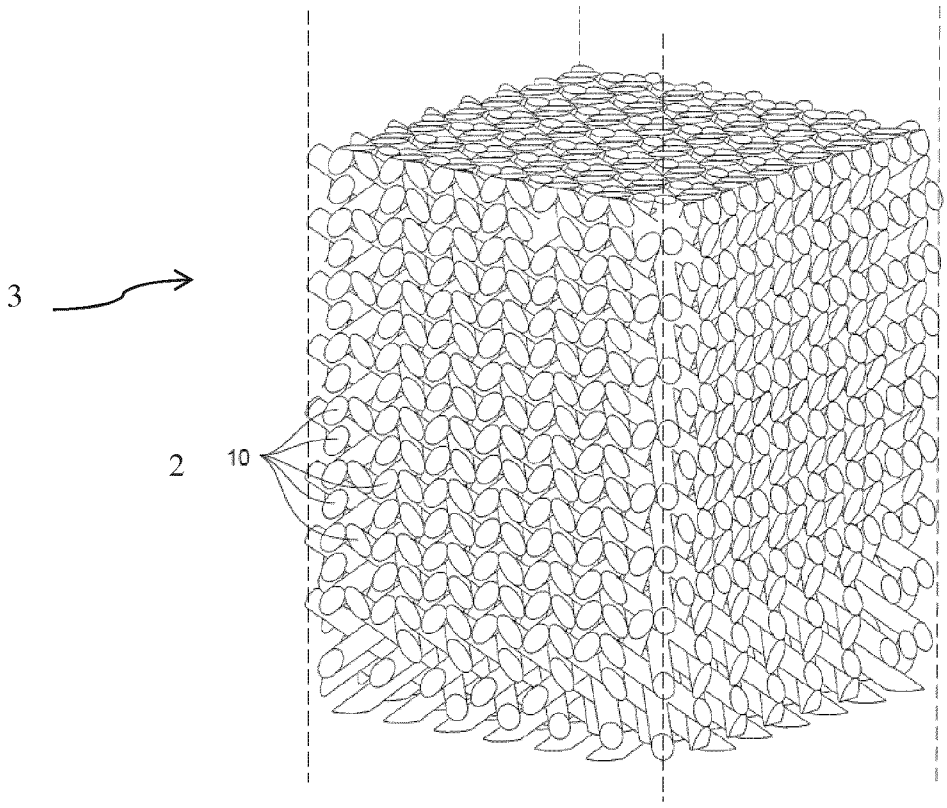


Figure 6

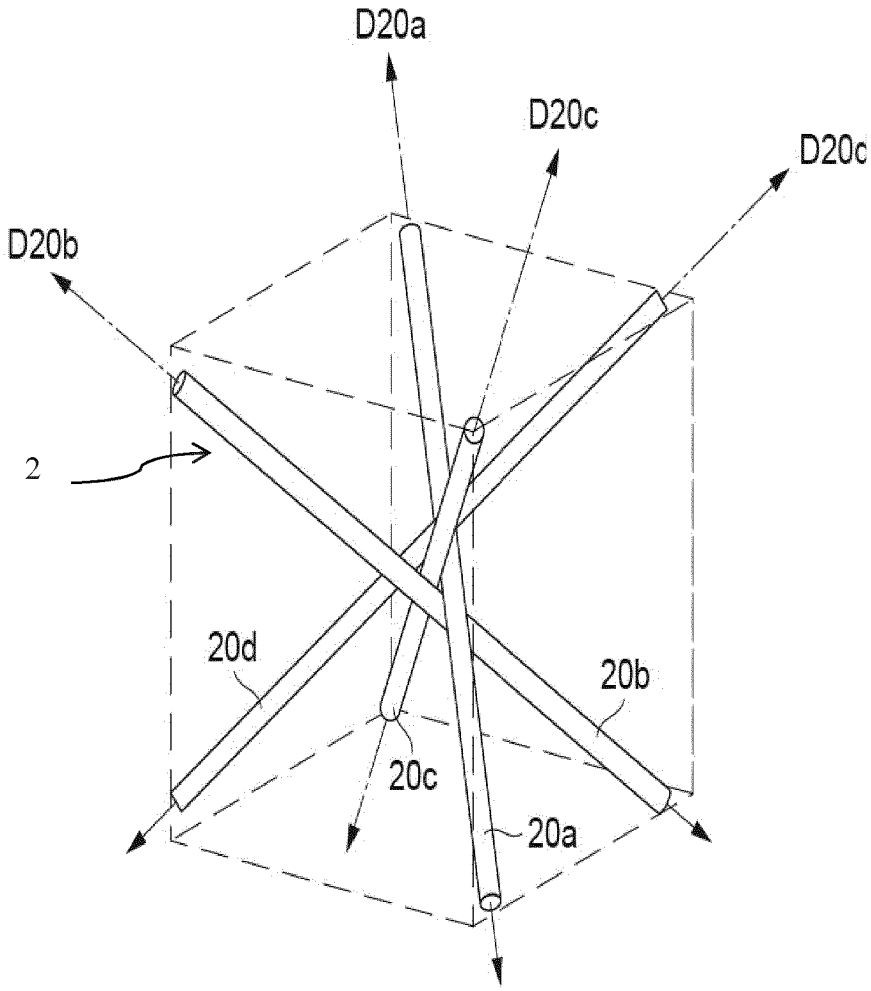


Figure 7

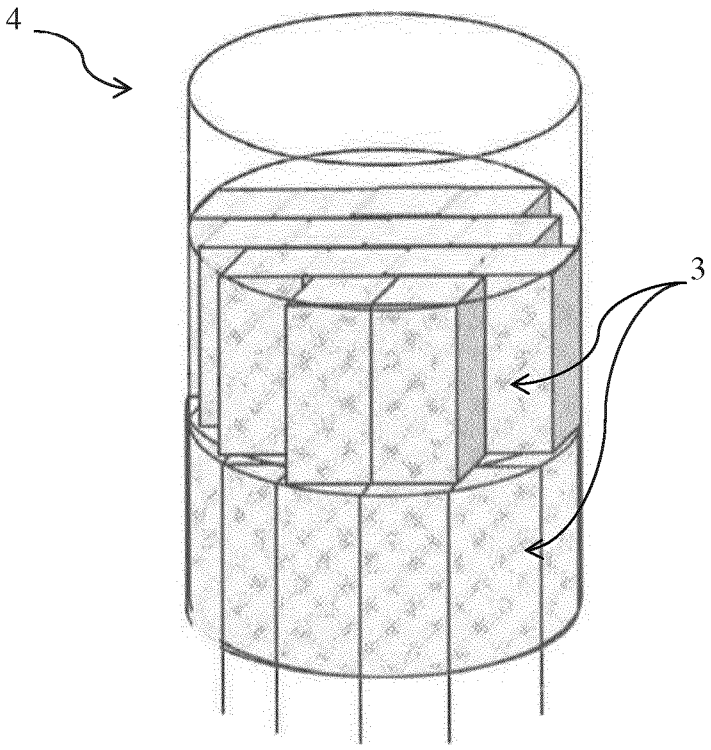


Figure 8

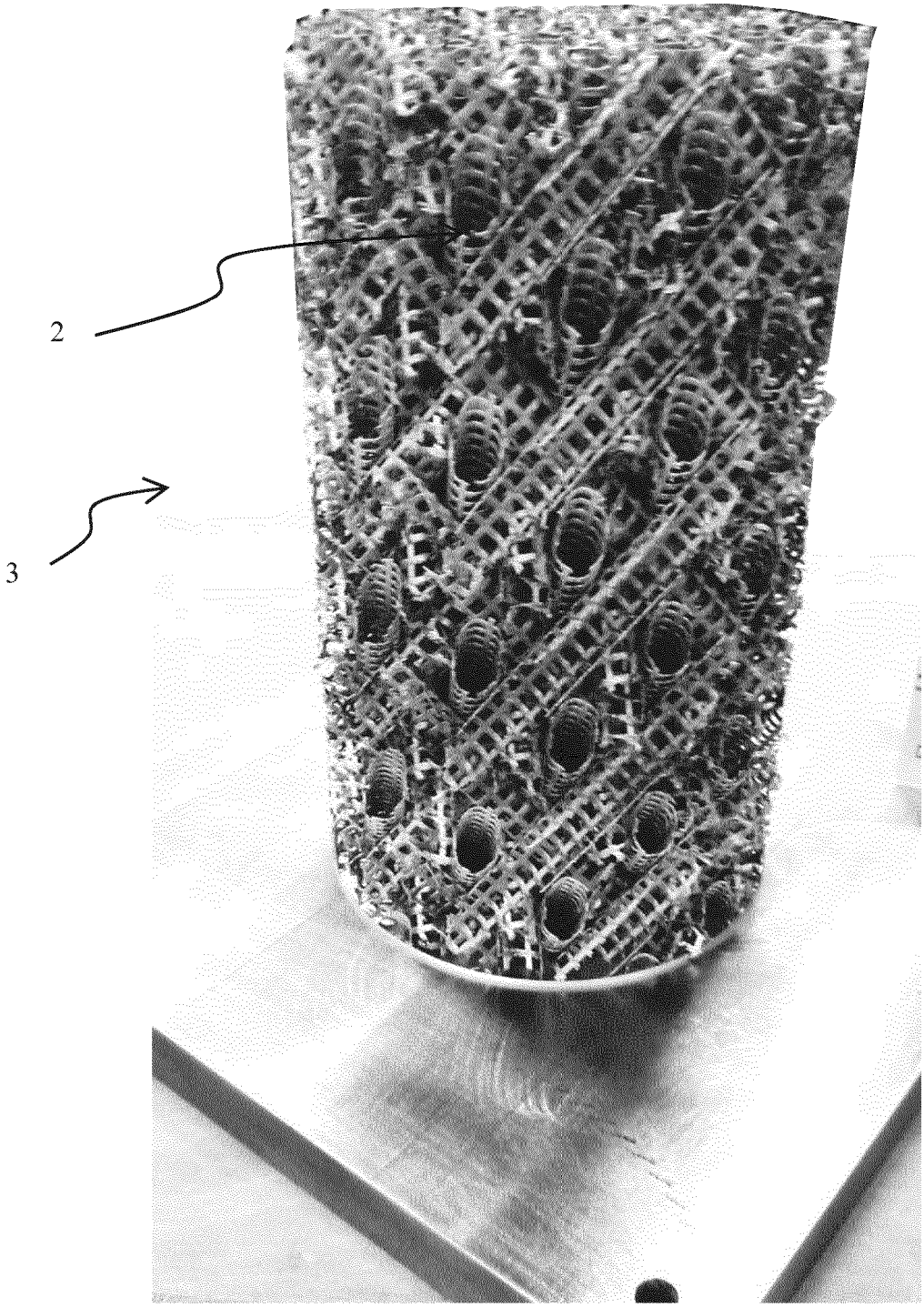


Figure 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/080777

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B01J19/32 B33Y80/00
ADD.

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
B01J B33Y

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 practicable, search terms used)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 2 913 353 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 12 September 2008 (2008-09-12) cited in the application the whole document	1-14
Y	FR 2 913 897 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]; SNECMA PROPULSION SOLIDE [FR]) 26 September 2008 (2008-09-26) cited in the application the whole document	1-14
Y	US 2014/014493 A1 (RYAN ROBERT C [US]) 16 January 2014 (2014-01-16) abstract paragraph [0025] - paragraph [0026] paragraph [0048] paragraph [0083] - paragraph [0084] paragraph [0087]	1-14

-/--

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

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

"E" earlier application or patent 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
18 January 2018	24/01/2018

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

1

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/080777

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2015/048528 A1 (BARTON SEAN ANDERSON [US]) 19 February 2015 (2015-02-19) abstract paragraph [0018] paragraph [0069]; figure 11 -----	1-14
Y	US 2015/246484 A1 (HIRSCHBERG SEBASTIAN [CH]) 3 September 2015 (2015-09-03) abstract paragraph [0006] - paragraph [0007] paragraph [0097] - paragraph [0099]; figures 1-3 -----	1-14

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/080777

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2913353 A1	12-09-2008	EP 2134463 A2	23-12-2009
		FR 2913353 A1	12-09-2008
		US 2010213625 A1	26-08-2010
		WO 2008132311 A2	06-11-2008
FR 2913897 A1	26-09-2008	CA 2681382 A1	13-11-2008
		CN 101711183 A	19-05-2010
		EP 2129459 A1	09-12-2009
		FR 2913897 A1	26-09-2008
		JP 2010522077 A	01-07-2010
		RU 2009138475 A	27-04-2011
		US 2010180766 A1	22-07-2010
		WO 2008135655 A1	13-11-2008
US 2014014493 A1	16-01-2014	US 2014014493 A1	16-01-2014
		US 2017036170 A1	09-02-2017
US 2015048528 A1	19-02-2015	US 2015048528 A1	19-02-2015
		WO 2015026876 A1	26-02-2015
US 2015246484 A1	03-09-2015	CA 2885212 A1	27-03-2014
		CN 104797405 A	22-07-2015
		EP 2711163 A1	26-03-2014
		EP 2897783 A1	29-07-2015
		US 2015246484 A1	03-09-2015
		WO 2014043823 A1	27-03-2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2017/080777

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. B01J19/32 B33Y80/00
ADD.

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

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
B01J B33Y

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

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	FR 2 913 353 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]) 12 septembre 2008 (2008-09-12) cité dans la demande le document en entier	1-14
Y	FR 2 913 897 A1 (INST FRANCAIS DU PETROLE [FR]; SNECMA PROPULSION SOLIDE [FR]) 26 septembre 2008 (2008-09-26) cité dans la demande le document en entier	1-14
Y	US 2014/014493 A1 (RYAN ROBERT C [US]) 16 janvier 2014 (2014-01-16) abrégé alinéa [0025] - alinéa [0026] alinéa [0048] alinéa [0083] - alinéa [0084] alinéa [0087]	1-14

-/--

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

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

* Catégories spéciales de documents cités:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
18 janvier 2018	24/01/2018

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

1

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 2015/048528 A1 (BARTON SEAN ANDERSON [US]) 19 février 2015 (2015-02-19) abrégé alinéa [0018] alinéa [0069]; figure 11 -----	1-14
Y	US 2015/246484 A1 (HIRSCHBERG SEBASTIAN [CH]) 3 septembre 2015 (2015-09-03) abrégé alinéa [0006] - alinéa [0007] alinéa [0097] - alinéa [0099]; figures 1-3 -----	1-14

1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/EP2017/080777

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2913353 A1	12-09-2008	EP 2134463 A2	23-12-2009
		FR 2913353 A1	12-09-2008
		US 2010213625 A1	26-08-2010
		WO 2008132311 A2	06-11-2008
FR 2913897 A1	26-09-2008	CA 2681382 A1	13-11-2008
		CN 101711183 A	19-05-2010
		EP 2129459 A1	09-12-2009
		FR 2913897 A1	26-09-2008
		JP 2010522077 A	01-07-2010
		RU 2009138475 A	27-04-2011
		US 2010180766 A1	22-07-2010
		WO 2008135655 A1	13-11-2008
US 2014014493 A1	16-01-2014	US 2014014493 A1	16-01-2014
		US 2017036170 A1	09-02-2017
US 2015048528 A1	19-02-2015	US 2015048528 A1	19-02-2015
		WO 2015026876 A1	26-02-2015
US 2015246484 A1	03-09-2015	CA 2885212 A1	27-03-2014
		CN 104797405 A	22-07-2015
		EP 2711163 A1	26-03-2014
		EP 2897783 A1	29-07-2015
		US 2015246484 A1	03-09-2015
		WO 2014043823 A1	27-03-2014