



(51) Classification internationale des brevets :
F28D 9/00 (2006.01) *F28G 7/00* (2006.01)
F28F 19/00 (2006.01) *B08B 17/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2011/051880

(22) Date de dépôt international :
9 février 2011 (09.02.2011)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1051003 12 février 2010 (12.02.2010) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES SUPPORT [FR/FR]; L'Aquarène, 1 place Montgolfier, F-94417 Saint-maurice Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **DENIS, Jérôme** [FR/FR]; 4 allée du Palladio, Appt 121 Bat C, F-95290 L'isle Adam (FR). **LOGETTE, Sébastien** [FR/FR]; 7 rue Jean Jaurès, F-95150 Taverny (FR). **COSTE, Marielle** [FR/FR]; 48 rue des Vinaigriers, F-75010 Paris (FR).

(74) Mandataire : **LARCHER, Dominique**; Technopôle Atalante, 16B rue de Jouanet, Bretagne, F-35703 Rennes Cedex 7 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : VIBRATING HEAT EXCHANGER

(54) Titre : ECHANGEUR DE CHALEUR VIBRANT

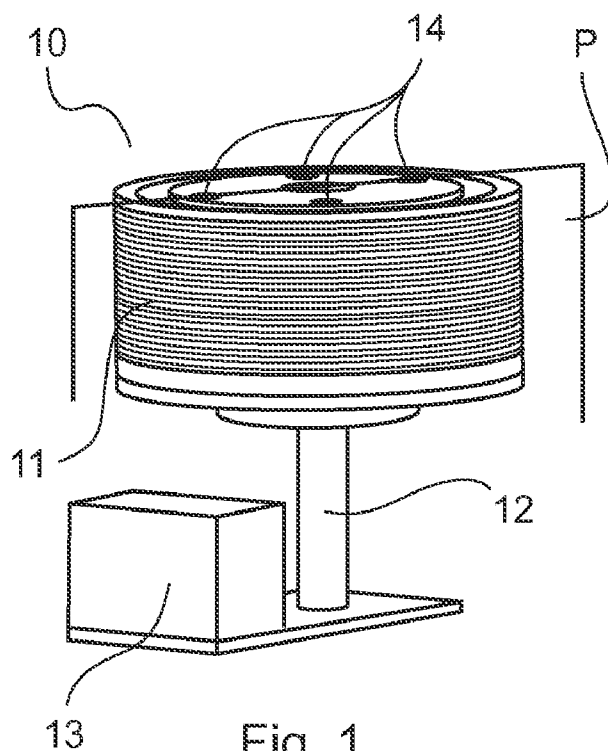


Fig. 1

(57) Abstract : The invention relates to a vibrating heat exchanger (10) including a plurality of plates (31) stacked on top of one another, said plates (31) defining a first channel enabling the flow of a first fluid (F1) and a second channel enabling the flow of a second fluid (F2), said first and second channels being arranged relative to one another so as to enable said first (F1) and second (F2) fluids to exchange heat. According to the invention, said plates (31) are circular and stacked concentrically along a stacking axis (Δ), and the exchanger includes means (12, 13, 20, 21, 22) for rotating and oscillating said exchanger around said stacking axis (Δ).

(57) Abrégé : L'invention concerne un échangeur de chaleur vibrant (10) comprenant une pluralité de plaques (31) empilées les unes sur les autres, lesdites plaques (31) définissant un premier chenal permettant la circulation d'un premier fluide (F1) et un deuxième chenal permettant la circulation d'un deuxième fluide (F2), lesdits premier et deuxième chenaux étant disposés l'un par rapport à l'autre pour permettre auxdits premier (F1) et deuxième (F2) fluides d'échanger de la chaleur. Selon l'invention,

[Suite sur la page suivante]



SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **États désignés** (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues (règle 48.2.h))

Echangeur de chaleur vibrant

1. Domaine de l'invention

Le domaine de l'invention est celui de la conception et de la fabrication d'échangeurs de chaleur.

5 L'invention se rapporte particulièrement aux échangeurs de chaleur susceptibles d'être mis en œuvre dans le cadre du traitement de fluides encrassants et/ou corrosifs.

Elle trouve notamment une application dans le cadre du traitement de tout type d'eaux (eaux industrielles, eaux usées, eaux potables ...) ou de boues
10 (effluent pâteux).

Plus précisément, l'invention concerne les échangeurs de chaleur à plaques vibrants.

2. Art antérieur

Les échangeurs de chaleur à plaques sont couramment utilisés dans le
15 cadre du traitement de différents types d'eaux par exemple pour condenser ou évaporer des composés qu'elles contiennent.

Les échangeurs de chaleurs à plaques sont constitués par un empilement de plaques, généralement parallélépipédiques, définissant un premier chenal permettant la circulation d'un premier fluide et un deuxième chenal permettant la
20 circulation d'un deuxième fluide, les premier et deuxième chenaux étant disposés l'un par rapport à l'autre pour permettre aux premier et deuxième fluides d'échanger de la chaleur.

Les plaques sont empilées les unes sur les autres et peuvent être soudées entre-elles ou bien maintenues au moyen de boulons.

25 La circulation des fluides dans les chenaux des échangeurs de chaleur engendre généralement le dépôt de matières à la surface des plaques. Ce phénomène d'encrassement est d'autant plus important lorsque les fluides circulant dans l'échangeur sont encrassants.

L'encrassement des échangeurs induit essentiellement deux
30 inconvénients :

- il réduit les échanges de chaleur entre les fluides passant dans l'échangeur ;
- il nuit à la bonne circulation des fluides au sein de l'échangeur.

Les échangeurs de chaleur doivent donc être régulièrement nettoyés afin
5 de recouvrer leurs performances initiales.

On connaît des techniques dites curatives dont la mise en œuvre permet de nettoyer les échangeurs de chaleur.

Le nettoyage des échangeurs de chaleur à plaques peut par exemple être obtenu en y injectant de l'eau à haute vitesse au moyen d'une pompe. La demande
10 de brevet japonais JP-A-4306495 décrit une telle technique.

Le nettoyage des échangeurs de chaleur peut également être obtenu en y injectant une solution chimique nettoyante.

Une autre technique, décrite dans la demande de brevet japonais JP-A-7091882, consiste à venir racler la surface des plaques d'un échangeur avec
15 des éléments de nettoyage prévus à cet effet, afin de retirer le dépôt accumulé à la surface des plaques.

Selon une autre technique, les plaques de l'échangeur sont démontées et nettoyées avant d'être remontées.

On connaît également des techniques dites préventives dont la mise en
20 œuvre permet de prévenir, ou à tout le moins de limiter l'encrassement des échangeurs de chaleur, et de supprimer ou de réduire en conséquence la fréquence de mise en œuvre des techniques curatives.

La demande de brevet japonais JP-A-4306495 décrit une telle technique préventive qui consiste à faire vibrer un échangeur de chaleur à plaques en le
25 translatant de manière oscillante selon un axe perpendiculaire aux plaques.

Ces techniques de nettoyage préventif ou curatif sont particulièrement avantageuses dans la mesure où elles permettent respectivement de prévenir l'encrassement d'un échangeur de chaleur ou de décrasser un échangeur de chaleur. Elles présentent toutefois quelques inconvénients.

30 3. Inconvénients de l'art antérieur

Notamment, la technique consistant à injecter de l'eau à haute vitesse dans l'échangeur de chaleur nécessite l'utilisation d'une pompe fortement dimensionnée dont la mise en œuvre présente l'inconvénient d'être relativement coûteuse.

- 5 La technique consistant à racler la surface des plaques de l'échangeur nécessite l'utilisation de moyens de raclage dont la mise en œuvre se révèle être assez complexe et coûteuse.

- 10 La mise en vibration de l'échangeur de chaleur contribue à limiter son encrassement en réduisant l'accrochage sur les plaques des particules présentes dans les fluides. Cette technique n'est toutefois pas optimale. Elle permet seulement de limiter l'encrassement de l'échangeur mais pas de l'éviter. Par conséquent, il est en pratique nécessaire de mettre en œuvre, certes de manière plus espacée dans le temps, des nettoyages curatifs de l'échangeur.

- 15 Par ailleurs, la mise en vibration de l'échangeur tend à fragiliser les soudures des échangeurs dont les plaques sont soudées entre-elles.

4. Objectifs de l'invention

L'invention a notamment pour objectif de pallier ces inconvénients de l'art antérieur.

- 20 Plus précisément, un objectif de l'invention est de fournir un échangeur de chaleur à plaques vibrant dont la mise en œuvre contribue à éviter l'encrassement des plaques à tout le moins dans de meilleures proportions que ne le permettent les techniques de l'art antérieur.

- 25 L'invention poursuit également l'objectif de procurer une telle technique qui permette d'éviter, ou à tout le moins de limiter la mise en œuvre de nettoyages curatifs d'un échangeur à plaques.

Notamment, un objectif de l'invention est de procurer une telle technique qui prévient, ou à tout le mois limite la mise en œuvre de produit chimique pour assurer le nettoyage d'un échangeur à plaques.

Un autre objectif de l'invention est de mettre en œuvre une telle technique qui permette d'améliorer les échanges de chaleur entre les fluides circulant à l'intérieur d'un échangeur à plaques.

5 L'invention vise également à procurer un échangeur de chaleur dont la taille est inférieure à celle d'un échangeur selon l'art antérieur à performances équivalentes.

L'invention a encore pour objectif de procurer un tel échangeur à plaques qui soit simple et économique à fabriquer.

5. Exposé de l'invention

10 Ces objectifs, ainsi que d'autres qui apparaîtront par la suite, sont atteints à l'aide d'un échangeur de chaleur vibrant comprenant une pluralité de plaques empilées les unes sur les autres, lesdites plaques définissant un premier chenal permettant la circulation d'un premier fluide et un deuxième chenal permettant la circulation d'un deuxième fluide, lesdits premier et deuxième chenaux étant
15 disposés l'un par rapport à l'autre pour permettre auxdits premier et deuxième fluides d'échanger de la chaleur.

Selon l'invention, lesdites plaques sont circulaires et empilées de manière concentrique le long d'un axe d'empilement, et l'échangeur de chaleur comprend des moyens de mise en rotation oscillante dudit échangeur autour dudit axe
20 d'empilement.

Au sens de l'invention, une rotation oscillante ou oscillatoire de l'échangeur consiste à l'entraîner en rotation autour de son axe dans un sens puis dans l'autre selon au moins une portion de tour : l'échangeur est entraîné en sens horaire puis en sens anti-horaire, puis en sens horaire...

25 Ainsi, l'invention repose sur une approche tout à fait original qui consiste à procurer un échangeur de chaleur à plaques circulaires empilées de manière concentrique le long d'un axe d'empilement autour duquel l'échangeur peut être entraîné en rotation oscillatoire par des moyens de mise en rotation.

La mise en œuvre combinée de plaques circulaires concentriques et de
30 moyens pour mettre en rotation oscillante l'échangeur selon l'axe d'empilement

des plaques permet, lorsque l'échangeur est mis en mouvement, de créer des phénomènes de cisaillement à la surface des plaques, dus à l'énergie cinétique du fluide, ladite énergie cinétique étant issue de l'énergie mécanique produite par les moyens de mise en rotation oscillante de l'échangeur. Ces phénomènes tendent à limiter voir à supprimer l'accroche à la surface des plaques des particules présentes dans les fluides.

Par conséquent, la mise en œuvre de l'invention permet :

- d'éviter ou à tout le moins de réduire de manière importante l'encrassement de l'échangeur à plaques ;
- 10 - de favoriser les échanges thermiques entre les fluides circulant à l'intérieur de l'échangeur.

Il est ainsi possible d'éviter ou à tout le moins de limiter la mise en œuvre de nettoyage curatif de l'échangeur de chaleur à plaques. Il est également possible d'éviter l'utilisation de produits chimiques nettoyants.

15 La technique selon l'invention permet également de réduire la taille de l'échangeur de chaleur à performances équivalentes.

Elle permet encore de réduire les dépenses énergétiques du fait qu'elle conduit à éviter la mise en œuvre de pompes fortement dimensionnées pour introduire de l'eau dans l'échangeur.

20 Préférentiellement, lesdites plaques sont évidées en leur centre.

De part et d'autre de chacune des plaques constituant l'échangeur règne généralement une pression différente. Il arrive ainsi fréquemment que les plaques se déforment en leur centre à l'intérieur d'un échangeur. Ce phénomène est appelé le bombage. Pour éviter ce phénomène, l'épaisseur des plaques des échangeurs de chaleur selon l'art antérieur est relativement importante. Le fait de prévoir selon l'invention que les plaques sont évidées en leur centre permet d'éviter que les fluides circulent à l'intérieur de l'échangeur au niveau du centre des plaques. Il n'existe donc pas de différence de pression dans cette région des plaques ce qui conduit à prévenir l'apparition du phénomène de bombage. Il est ainsi possible de diminuer l'épaisseur des plaques. Ceci contribue d'une part à améliorer les

25

30

échanges de chaleurs entre les fluides circulant à l'intérieur de l'échangeur, et d'autre part de réduire la quantité de matière nécessaire à la fabrication d'un échangeur de chaleur et par conséquent le coût de sa fabrication.

Cette caractéristique présente également l'avantage de garantir que la
5 vitesse des fluides à la surface des plaques n'est jamais nulle, ce qui contribue à prévenir l'encrassement sur l'ensemble de la surface des plaques.

Dans ce cas, lesdites plaques présentent préférentiellement une épaisseur inférieure à un millimètre.

Selon une caractéristique avantageuse, lesdits moyens de mise en rotation
10 comprennent un moteur à balourd et un arbre relié audit moteur et solidarisé audit échangeur, l'axe dudit arbre étant confondu avec ledit axe d'empilement.

Cette mise en œuvre permet de mettre en rotation oscillante l'échangeur autour de l'axe d'empilement des plaques de manière simple, fiable et efficace.

Selon une caractéristique avantageuse, ledit axe d'empilement s'étend
15 verticalement.

Selon une autre caractéristique avantageuse, ledit axe d'empilement s'étend horizontalement.

Le choix de la direction de l'axe d'empilement est lié à la nature des moyens de mise en rotation utilisés.

20 Selon un aspect préféré de l'invention, lesdits moyens de mise en rotation sont prévus pour imprimer audit échangeur un mouvement de rotation oscillante autour dudit axe d'empilement selon une fréquence comprise entre 10 et 60 Hz et avantageusement entre 25 et 50 Hz.

La mise en rotation oscillante de l'échangeur à de telles fréquences permet
25 de générer un effort de cisaillement important à la surface des plaques tout en préservant l'intégrité de l'échangeur.

Selon une caractéristique avantageuse, ledit échangeur est mobile en rotation autour dudit axe d'empilement (Δ) selon des oscillations d'amplitude angulaire inférieure ou égale à 15°.

30 Un échangeur selon l'invention comprend préférentiellement des joints

d'étanchéité intercalés entre lesdites plaques, une plaque inférieure de serrage et une plaque supérieure de serrage, lesdites plaques étant maintenues enserrées entre lesdites plaques inférieure et supérieure de serrage au moyen de boulons.

Les plaques d'un échangeur selon l'invention ne sont donc pas solidarisées
5 entre-elles au moyen de cordons de soudures. Elles sont au contraire fixées entre-elles par des boulons. Les échangeurs selon l'invention sont donc faciles et peu coûteux à fabriquer. Ils résistent également bien aux vibrations.

Selon une caractéristique préférentielle, lesdites plaques sont traversées par des perforations permettant le passage desdits fluides, lesdites perforations
10 étant ménagées à la périphérie desdites plaques.

Ceci permet de favoriser le parcours du fluide sur la surface totale d'échange et d'induire un maximum de contraintes de cisaillement au fluide lors de son arrivé sur une plaque.

Ceci permet également de limiter les risques d'encrassement, voire
15 d'obstruction, des perforations des plaques. En effet, le fait de placer les perforations à la périphérie de la plaque, permet d'augmenter les contraintes de cisaillement et donc limiter l'encrassement.

Selon une caractéristique avantageuse, chacune desdites plaques est traversée par deux perforations, lesdites perforations étant ménagées le long de
20 deux axes orthogonaux audit axe d'empilement qui s'étendent dans le plan de ladite plaque et forment entre eux un angle α non nul. Lesdits joints présentent chacun deux passages de fluides diamétralement opposés. Lesdites plaques sont empilées deux à deux en sorte qu'une de leurs perforations coïncide avec une des perforations de la plaque superposée et l'autre de ses perforations se trouve
25 diamétralement opposée à l'autre perforation de ladite plaque superposée. Lesdits joints sont disposés entre lesdites plaques en sorte qu'ils présentent chacun un passage qui coïncide avec deux perforations coïncidentes de deux plaques superposées.

Cette mise en œuvre permet à chacun des fluides circulant dans
30 l'échangeur d'entrer dans l'espace formé entre deux plaques et d'en sortir par des

orifices diamétralement opposés. Les sens d'écoulement des fluides chaud et froid se croisent. Les transferts de chaleur au sein de l'échangeur thermique sont ainsi optimisés du fait que l'écoulement des fluides au sein de l'échangeur est proche d'un écoulement de type contre-courant.

- 5 Préférentiellement, la valeur dudit angle α est de l'ordre de 90° . Ceci permet d'améliorer encore les échanges thermiques au sein de l'échangeur.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, ledit échangeur comprend des moyens d'activation/désactivation desdits moyens de mise en rotation à intervalle de temps prédéterminé.

- 10 L'échangeur peut ainsi être momentanément mis en rotation puis momentanément maintenu immobile pendant des périodes prédéterminées. Ceci peut notamment être le cas lorsque les fluides y circulant sont faiblement encrassants. Il est ainsi possible de réaliser des économies d'énergie.

- Selon une autre caractéristique avantageuse, un échangeur selon
15 l'invention comprend des moyens d'injection d'au moins un agent abrasif dans au moins un desdits premier et deuxième fluides en amont desdits premier et/ou deuxième chenaux.

- L'effet combiné de la vibration et de ces agent(s) abrasif(s) dans le(s) fluide(s) encrassant(s) a pour but de réduire, encore davantage, les risques
20 éventuels de dépôt sur les surfaces d'échange. Par ailleurs, l'ajout de d'agent(s) abrasif(s) dans le(s) fluide(s) encrassant(s) n'influence pas le fonctionnement normal de l'échangeur thermique et permet de s'affranchir de phase de nettoyage curative. Ces agents abrasifs pourront avantageusement se présenter sous la forme de particules abrasives.

25 **6. Liste des figures**

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'un mode de réalisation préférentiel, donné à titre de simple exemple illustratif et non limitatif, et des dessins annexés, parmi lesquels :

- 30 - la figure 1 illustre une vue en perspective d'un échangeur de chaleur

- vibrant selon l'invention susceptible de tourner autour d'un axe vertical ;
- la figure 2 illustre des moyens de transmission d'un mouvement de rotation oscillante à un échangeur selon l'invention ;
 - la figure 3 est une vue en coupe de l'échangeur illustré à la figure 1 selon un plan passant par l'axe de cet échangeur ;
 - la figure 4 illustre une vue de dessus d'une plaque d'un échangeur selon l'invention ;
 - la figure 5 illustre une vue de dessus d'un joint central destiné à être interposé entre deux plaques d'un échangeur selon l'invention ;
 - la figure 6 illustre une vue en perspective d'un joint périphérique destiné à être interposé entre deux plaques d'un échangeur selon l'invention ;
 - la figure 7 illustre une vue éclatée d'un empilement de plaques et de joints d'un échangeur selon l'invention ;
 - la figure 8 illustre une vue en perspective d'un échangeur de chaleur vibrant selon l'invention susceptible de tourner autour d'un axe horizontal.

7. Description d'un mode de réalisation de l'invention

7.1. Rappel du principe de l'invention

Le principe général de l'invention repose sur un échangeur de chaleur à plaques circulaires empilées de manière concentrique le long d'un axe d'empilement et qui peut être entraînée en rotation oscillatoire par des moyens de mise en rotation autour de l'axe d'empilement.

La mise en œuvre combinée de plaques circulaires concentriques et de moyens pour mettre en rotation oscillante l'échangeur selon l'axe d'empilement des plaques permet, lorsque l'échangeur est mis en mouvement, de créer des phénomènes de cisaillement à la surface des plaques, dus à l'énergie cinétique du fluide, ladite énergie cinétique étant issue de l'énergie mécanique produite par les moyens de mise en rotation oscillante de l'échangeur. Ces phénomènes tendent à limiter voir à supprimer l'accroche à la surface des plaques des particules présentes dans les fluides.

L'invention permet ainsi notamment :

- d'éviter ou à tout le moins de réduire de manière importante l'encrassement de l'échangeur à plaques ;
- de favoriser les échanges thermiques entre les fluides circulant à l'intérieur de l'échangeur.

5 7.2. Exemple d'un échangeur de chaleur selon l'invention

On présente, en relation avec la figure 1, un mode de réalisation d'un échangeur de chaleur vibrant selon l'invention.

Ainsi que cela est représenté sur cette figure 1, un tel échangeur de chaleur vibrant 10 comprend un échangeur de chaleur à plaques circulaires concentriques

10 11.

Cet échangeur de chaleur 11 est monté sur un arbre 12 dont l'axe coïncide avec l'axe le long duquel les plaques de l'échangeur 11 sont empilées.

L'arbre 12 est relié à des moyens de mise en rotation oscillante de l'échangeur 11 autour de l'axe d'empilement des plaques.

15 Dans ce mode de réalisation, les moyens de mise en rotation comprennent un moteur à balourd 13 et des moyens de transmission (non représentés) au moyen desquels l'arbre 12 est relié au moteur 13.

Comme cela est représenté à la figure 2, les moyens de transmission peuvent par exemple comprendre une bielle 20 dont une extrémité est solidarisée à l'arbre de sortie 21 du moteur 13, et dont l'autre extrémité est solidarisée à une poulie 22 solidaire de l'arbre 12. La mise en rotation du moteur 13 engendre une mise en rotation oscillante selon la flèche A de l'arbre 12 ainsi que de l'échangeur 11 qui en est solidaire.

25 Les moyens de mise en rotation oscillante de l'échangeur sont prévus pour que la fréquence des oscillations soit égale à 40 Hz. Dans des variantes, la fréquence des oscillations pourra être comprise entre 10 et 60 Hz et préférentiellement entre 25 et 50 Hz.

D'autres moyens de mise en rotation pourront être mis en œuvre dans des variantes de ce mode de réalisation.

Dans ce mode de réalisation, l'arbre 12 s'étend verticalement et les plaques de l'échangeur 11 s'étendent horizontalement.

La figure 3 illustre une vue en coupe selon le plan P de l'échangeur de chaleur à plaques 11, qui dans ce mode de réalisation est de type multi-passe et la
5 circulation des fluides se fait à contre-courant.

Comme cela apparaît sur cette figure 3, l'échangeur de chaleur 11 comprend une pluralité de plaques 31 empilées les unes sur les autres de manière concentrique le long d'un axe d'empilement Δ . Des joints d'étanchéité 32 et 48 sont intercalés entre les plaques 31. Les plaques 31 et les joints 32, 48 sont
10 maintenus empilés entre une plaque inférieure de serrage 33 et une plaque supérieure de serrage 34 solidarisées entre-elles au moyen de vis 35 qui traversent de part en part la plaque de serrage supérieure 34, les plaques 31, les joints 32 et viennent se visser dans la plaque de serrage inférieure 33.

Une plaque de compensation 36 est intercalée entre la plaque de serrage inférieure 33 et la dernière plaque 31'. Cette plaque de compensation 36 peut
15 permettre, lorsqu'elle est retirée, l'ajout d'autres plaques 31 pour modifier les performances de l'échangeur 11 en fonctions des performances souhaitées. Elle permet en outre de moduler la masse de l'échangeur selon le nombre de plaques et de joints mis en œuvre de façon à respecter les contraintes de torsion admissible
20 par l'arbre.

Cette plaque de compensation constitue donc un élément de sécurité. Afin que l'arbre se torde de manière convenable, l'échangeur de chaleur doit présenter une masse donnée qui est déterminée par les caractéristiques mécaniques et géométriques de l'arbre. Ainsi, si le nombre de plaques et joints est insuffisant
25 pour atteindre cette masse déterminée, il faut rajouter de la masse, d'où la mise en œuvre de la plaque de compensation.

Dans ce mode de réalisation, les plaques 31 sont évidées en leur centre. Une tige filetée 37 vissée dans la plaque de serrage inférieure 33 s'étend perpendiculairement à celle-ci. Les plaques 31 sont empilées le long de la tige
30 filetée 37. Un écrou 38 vissé à l'extrémité de la tige filetée 37 est serré contre la

plaque de serrage supérieure 34 pour maintenir les plaques 31 comprimées les unes contre les autres en leur centre.

Une extrémité 39 de l'arbre 12 est solidarisée à la plaque de serrage inférieure 33 au moyen de vis 40 de telle manière que l'axe θ de l'arbre 12
5 coïncide avec l'axe d'empilement Δ .

Les plaques 31 définissent un premier chenal permettant la circulation d'un premier fluide et un deuxième chenal permettant la circulation d'un deuxième fluide, les premier et deuxième chenaux étant disposés l'un par rapport à l'autre pour permettre aux premier et deuxième fluides d'échanger de la chaleur.

10 L'échangeur 11 présente une première entrée 41 et une première sortie 42 pour le premier fluide. Il présente également une deuxième entrée 43 et une deuxième sortie 44 pour le deuxième fluide.

La figure 4 illustre une vue de dessus d'une plaque 31.

Ainsi que cela est représenté sur cette figure 4, les plaques 31 présentent
15 un contour circulaire et un évidement central 47. Elles sont percées tout le long de leur périphérie par des trous 45 prévus pour permettre le passage des vis 35. Elles sont également traversées par deux perforations 46 ménagées le long de deux axes orthogonaux à l'axe d'empilement Δ qui s'étendent dans le plan de chaque plaque 31 et forment entre eux un angle α non nul. Dans ce mode de
20 réalisation, l'angle α est égal à 90° . Ces perforations 46 sont ménagées à la périphérie des plaques 31 et permettent respectivement le passage des premier et deuxième fluides. Les plaques 31 présentent une épaisseur inférieure à 1 millimètre. Elles peuvent être réalisées en alliages métalliques classiques (aciers, aciers inoxydables...), en plastique, en matériaux nobles tels que le titane ou à
25 qualifications élevées en terme de chaudronnerie (tantalum, zirconium...). Elles peuvent également être réalisées en matériaux multicouches (par exemple bi ou tricouches) qui permettent de réduire la résistance au transfert thermique et d'augmenter la résistance à la corrosion (par exemple un matériau bicouche titane/acier carbone). Le choix du matériau mis en œuvre pour la fabrication des
30 plaques 31 dépend de la nature des fluides circulant à leur surface.

La figure 5 illustre un joint d'étanchéité central 48 destiné à être intercalé entre les plaques 31 au niveau du contour de leur évidement central 47. Il s'agit par exemple d'un joint torique en caoutchouc.

La figure 6 illustre un joint d'étanchéité périphérique 32 destiné à être
5 intercalé entre les plaques 31 au niveau de leur contour périphérique extérieur. Il s'agit d'un joint plat annulaire. Il est traversé tout le long de sa périphérie par des perçages 49 prévus pour permettre le passage des vis 35. Ce joint présente également deux passages de fluides 50 diamétralement opposés prévus pour coïncider avec certaines des perforations 46 de certaines plaques 31 comme il sera
10 expliqué plus en détail par la suite. Il est par exemple réalisé en caoutchouc.

La figure 7 illustre la manière selon laquelle sont empilées les plaques 31. Dans ce mode de réalisation, l'échange thermique est de type mono-passe et se fait à contre-courant. Les plaques 31 sont empilées deux à deux en sorte qu'une de leurs perforations 46 coïncide avec une des perforations 46 de la plaque 31
15 superposée et l'autre de ses perforations 46 se trouve diamétralement opposée à l'autre perforation 46 de la plaque 31 superposée. Les joints périphériques 32 sont disposés entre les plaques 31 en sorte qu'ils présentent chacun un passage 50 qui coïncide avec deux perforations 46 coïncidant de deux plaques 31 superposées.

Plus précisément, un joint périphérique 32 est posé sur la plaque de serrage
20 inférieure 33 en sorte que l'un de ses passages 50 coïncide avec la deuxième sortie 44. Un joint central 48 est déposé au centre de la plaque de serrage inférieure 33. Une plaque 31 est ensuite déposée sur le joint 32 de façon telle que l'une de ses perforations 46 coïncide avec le passage 50 du joint 32 coïncidant avec la deuxième sortie 44, et l'autre de ses perforations 46 soit diamétralement opposée
25 à la première entrée 41. Un autre joint périphérique 32 est déposé sur la plaque 31 de façon telle que l'un de ses passages 50 coïncide avec la perforation 46 diamétralement opposée à la première entrée 41. Un joint central 48 est déposé au centre de la plaque 31. Une nouvelle plaque 31 est déposée sur les joints 32 et 48 de manière telle que l'une de ses perforations 46 coïncide avec le passage 50 du
30 joint 32 coïncidant avec la perforation 46 et que l'autre de ses perforations 46 soit

diamétralement opposée à l'autre perforation 46 de la plaque 31 précédente. Une pluralité de plaques 31 et de joints 32, 48 sont empilés selon ce principe, la dernière plaque étant constituée par la plaque de serrage supérieure 34 dont la première sortie 42 est diamétralement opposée à l'une des perforations 46 de la plaque 31 précédente et la deuxième entrée 43 coïncide avec l'autre perforation 46.

Les plaques 31 définissent ainsi un premier chenal permettant la circulation du premier fluide F1 et un deuxième chenal permettant la circulation du deuxième fluide F2, les premier et deuxième chenaux étant disposés l'un par rapport à l'autre pour permettre aux premier et deuxième fluides d'échanger de la chaleur. Le premier fluide F1 entre dans l'échangeur par la première entrée 41 et en ressort par la première sortie 42. Le deuxième fluide F2 entre dans l'échangeur par la deuxième entrée 43 et en ressort par la deuxième sortie 44. Les premier et deuxième fluides circulent à l'intérieur de l'échangeur et y échangent de la chaleur sans entrer en contact l'un avec l'autre.

Comme cela apparaît plus clairement sur la figure 1, les plaques de serrage inférieure 33 et supérieure 34 sont traversées par quatre perçages 14 pouvant assurer le rôle d'entrée ou de sortie. Selon le nombre de plaques mises en œuvre, deux des perçages de chaque plaque de serrage seront obturés de manière telle que les fluides circulent à l'intérieur de l'échangeur comme cela vient d'être décrit.

7.3. Variantes

La figure 8 illustre une variante d'un échangeur de chaleur vibrant selon l'invention dans lequel l'arbre 12 s'étend horizontalement et les plaques de l'échangeur 11 s'étendent verticalement.

Selon une variante, les plaques de l'échangeur pourront ne pas être évidées en leur centre.

Les matériaux mis en œuvre pour la fabrication des plaques et des joints d'étanchéité pourront être choisis selon la nature des fluides circulants à travers l'échangeur.

Les fluides traversant l'échangeur de chaleur pourront être à l'état liquide ou à l'état gazeux. Les différents fluides traversant l'échangeur pourront chacun présenter un état différent. L'un pourra se trouver à l'état liquide et l'autre à l'état gazeux.

5 En outre, selon les caractéristiques des fluides et notamment de leur pouvoir d'encrassement, il pourra être prévu d'y ajouter, de façon périodique ou continue, des particules présentant des propriétés abrasives. L'effet combiné de la vibration et de ces particules abrasives dans les fluides encrassants a pour but de réduire, encore davantage, les risques éventuels de dépôt sur les surfaces
10 d'échange. Par ailleurs, l'ajout de particules abrasives dans les fluides encrassants n'empêche pas le fonctionnement normal de l'échangeur thermique et permet de s'affranchir de phase de nettoyage curative.

Les particules présentant des propriétés abrasives pourront être du type microbille de verre, microbille en céramique, micro-sable, particule d'oxyde
15 métallique. De façon préférentielle, les particules ajoutées présenteront une dureté inférieure à celle du matériau constituant les plaques d'échange thermique de façon à ne pas endommager lesdites plaques. Enfin, les particules abrasives présenteront une granulométrie comprise entre 30 et 200µm.

Ces particules abrasives seront introduites dans les fluides encrassants en
20 amont de l'échangeur thermique directement dans la canalisation d'amenée du fluide encrassant.

Dans une variante, on équipera la canalisation d'amenée d'un mélangeur statique placé en aval de la zone d'introduction des particules abrasives dans la canalisation d'amenée afin d'assurer un mélange homogène des particules
25 abrasives dans le fluide encrassant.

L'échangeur de chaleur peut être mono-passe ou multi-passe. La circulation des deux fluides au sein de l'échangeur peut s'effectuer soit à contre-courant, soit à co-courant.

L'échangeur pourra être équipé de façon optionnelle de moyens
30 d'activation/désactivation des moyens de mise en rotation oscillante à intervalles

prédéterminés. La mise en marche, à intervalle de temps prédéterminé, des moyens de mise en rotation oscillante, permet de faire des économies d'énergie. Toutefois, le choix d'activer les moyens de mise en rotation oscillante se fera en fonction des caractéristiques des fluides et notamment de leur pouvoir
5 d'encrassement. Aussi, selon la nature du fluide encrassant, il pourra être décidé que les moyens de mise en rotation fonctionnent en continu ou en discontinu.

Les moyens d'activation/désactivation sont notamment constitués d'une minuterie ou d'un automate apte à être programmé pour mettre en marche ou mettre à l'arrêt, à intervalles de temps prédéterminés, les moyens de mise en
10 rotation oscillante.

7.4. Avantages

La mise en œuvre de l'invention permet de prévenir l'encrassement d'un échangeur à plaques sans nécessiter l'emploi d'adjuvants ni de produits chimiques. Elle permet ainsi également d'augmenter les transferts de chaleur au
15 sein de l'échangeur.

Compte tenu que la technique selon l'invention permet d'améliorer les transferts thermiques au sein de l'échangeur, il est possible de réduire la taille de l'échangeur à niveau de performance égale. Ceci participe à réduire le coût de fabrication d'un échangeur.

20 La réduction de la taille de l'échangeur permet également de réduire le dimensionnement des pompes mises en œuvre pour faire circuler les fluides à travers l'échangeur.

Le fait de mettre en œuvre des plaques évidées en leur centre permet d'éviter le bombage des plaques. Ceci permet de diminuer l'épaisseur des plaques
25 et de réduire en conséquence la quantité de matière première nécessaire à la fabrication d'un échangeur vibrant. La mise en œuvre de cette caractéristique conduit ainsi à abaisser le coût de fabrication d'un échangeur vibrant. Elle permet également d'améliorer les échanges thermiques au sein de l'échangeur.

L'assemblage des plaques par boulonnage facilite également le montage
30 comparativement aux techniques d'assemblage par soudage. Elle permet en outre

l'utilisation de matériaux à haute résistance à la corrosion qui sont la plupart du temps difficiles à souder. Ce mode d'assemblage est également polyvalent dans la mesure où il autorise l'ajout ou la suppression de plaques afin de modifier le niveau de performance de l'échangeur en fonction des besoins.

REVENDICATIONS

1. Echangeur de chaleur vibrant (10) comprenant une pluralité de plaques (31) empilées les unes sur les autres, lesdites plaques (31) définissant un premier chenal permettant la circulation d'un premier fluide (F1) et un deuxième chenal
5 permettant la circulation d'un deuxième fluide (F2), lesdits premier et deuxième chenaux étant disposés l'un par rapport à l'autre pour permettre auxdits premier (F1) et deuxième (F2) fluides d'échanger de la chaleur, caractérisé en ce que lesdites plaques (31) sont circulaires et empilées de manière concentrique le long d'un axe d'empilement (Δ),
10 et en ce qu'il comprend des moyens de mise en rotation oscillante (12, 13, 20, 21, 22) dudit échangeur autour dudit axe d'empilement (Δ).
2. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites plaques (31) sont évidées en leur centre.
3. Echangeur selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdites plaques
15 (31) présentent une épaisseur inférieure à un millimètre.
4. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de mise en rotation oscillante comprennent un moteur à balourd (13) et un arbre (12) relié audit moteur (13) et solidarisé audit échangeur, l'axe dudit arbre (12) étant confondu avec ledit axe d'empilement (Δ).
- 20 5. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit axe d'empilement (Δ) s'étend verticalement.
6. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit axe d'empilement (Δ) s'étend horizontalement.
7. Echangeur selon l'une quelconque des revendication 1 à 6, caractérisé en
25 ce que lesdits moyens de mise en rotation (12, 13, 20, 21, 22) sont prévus pour imprimer audit échangeur un mouvement de rotation oscillante autour dudit axe d'empilement (Δ) selon une fréquence comprise entre 10 et 60 Hz.
8. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend des joints d'étanchéité (32) intercalés entre lesdites plaques
30 (31), une plaque inférieure de serrage (33) et une plaque supérieure de serrage

(34), lesdites plaques (31) étant maintenues enserrées entre lesdites plaques inférieure (33) et supérieure (34) de serrage au moyen de boulons (35).

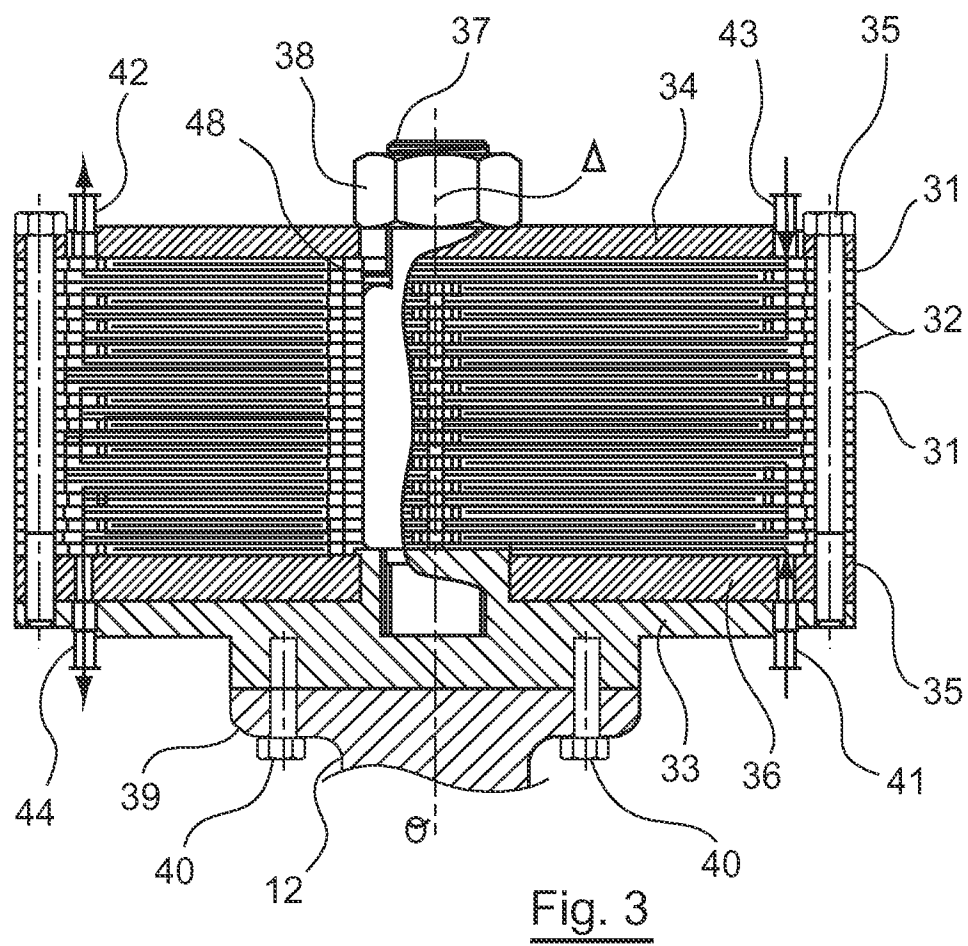
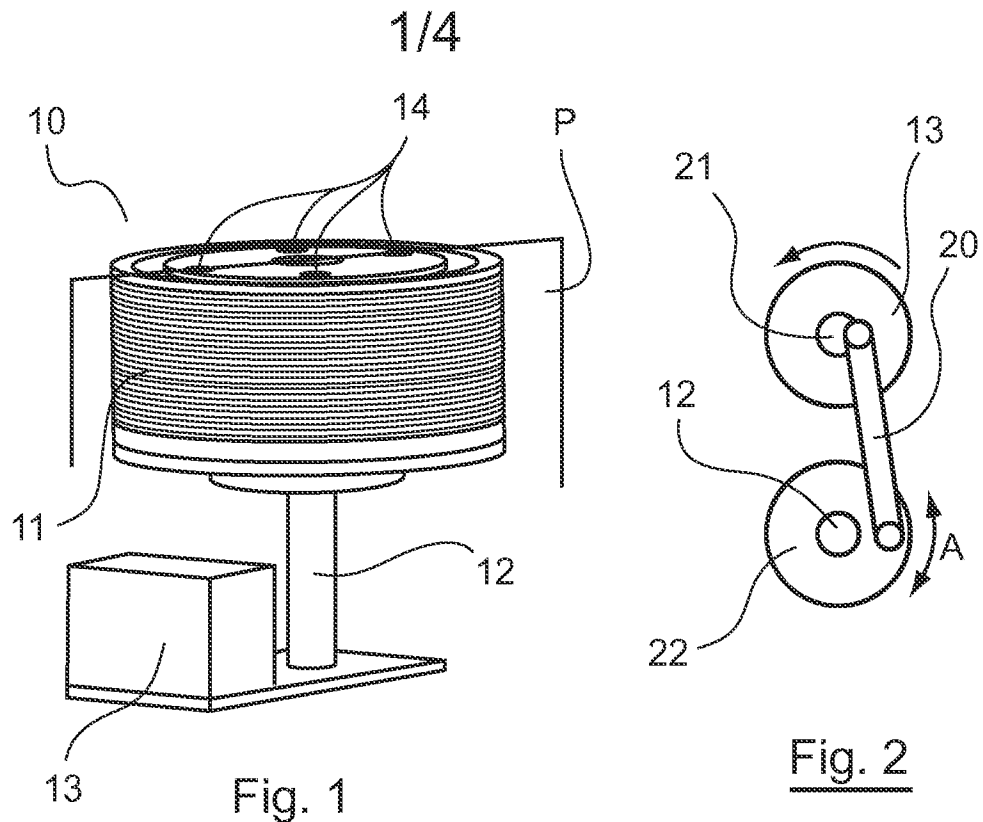
9. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que lesdites plaques (31) sont traversées par des perforations (46) permettant le passage desdits fluides, lesdites perforations (46) étant ménagées à la périphérie desdites plaques (31).

10. Echangeur selon la revendication 9, caractérisé en ce que chacune desdites plaques (31) est traversée par deux perforations (46), lesdites perforations (46) étant ménagées le long de deux axes perpendiculaires audit axe d'empilement (Δ) qui s'étendent dans le plan de ladite plaque (31) et forment entre eux un angle (α) non nul et en ce que lesdits joints (32) présentent chacun deux passages de fluides (50) diamétralement opposés, lesdites plaques (31) étant empilées deux à deux en sorte qu'une de leur perforations (46) coïncide avec une des perforations (46) de la plaque (31) superposée et l'autre de ses perforations (46) se trouve diamétralement opposée à l'autre perforation (46) de ladite plaque superposée (31), et lesdits joints (32) sont disposés entre lesdites plaques (31) en sorte qu'ils présentent chacun un passage (50) qui coïncide avec deux perforations (46) coïncidentes de deux plaques (31) superposées.

11. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que ledit échangeur est mobile en rotation autour dudit axe d'empilement (Δ) selon des oscillations d'amplitude angulaire inférieure ou égale à 15° .

12. Echangeur selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'activation/désactivation desdits moyens de mise en rotation à intervalle de temps prédéterminé.

13. Echangeur de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'injection d'au moins un agent abrasif dans au moins un desdits premier et deuxième fluides en amont desdits premier et/ou deuxième chenaux.



2/4

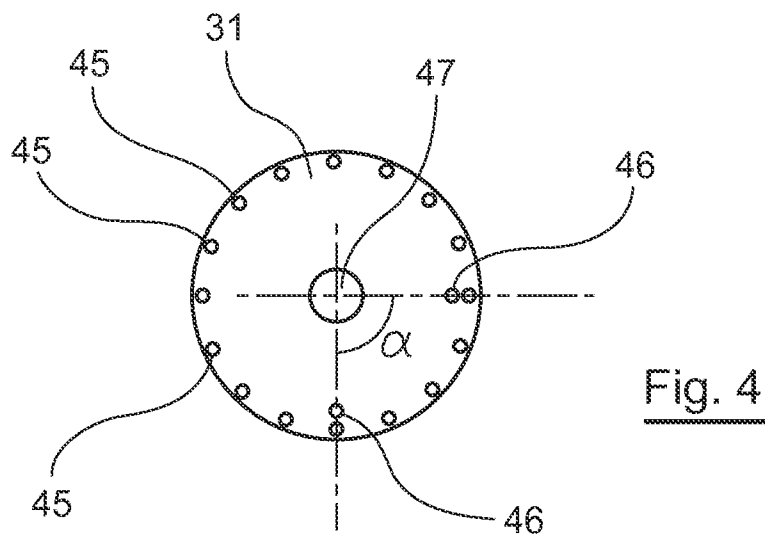


Fig. 4

Fig. 5

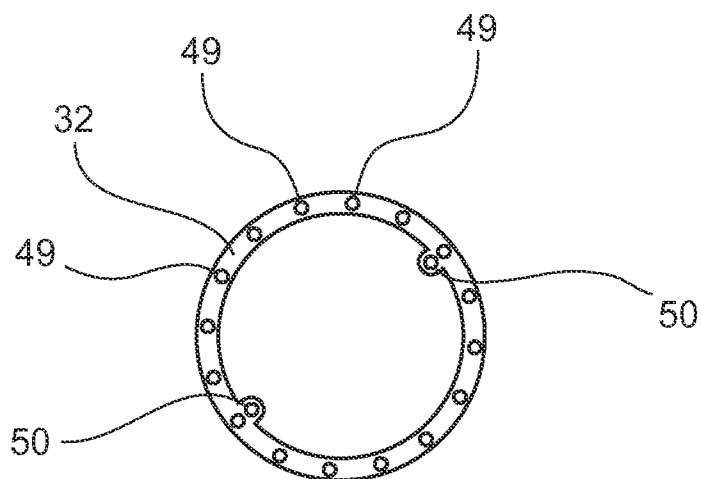
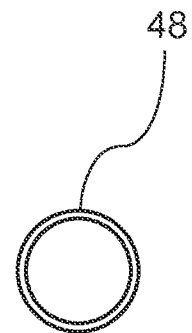


Fig. 6

3/4

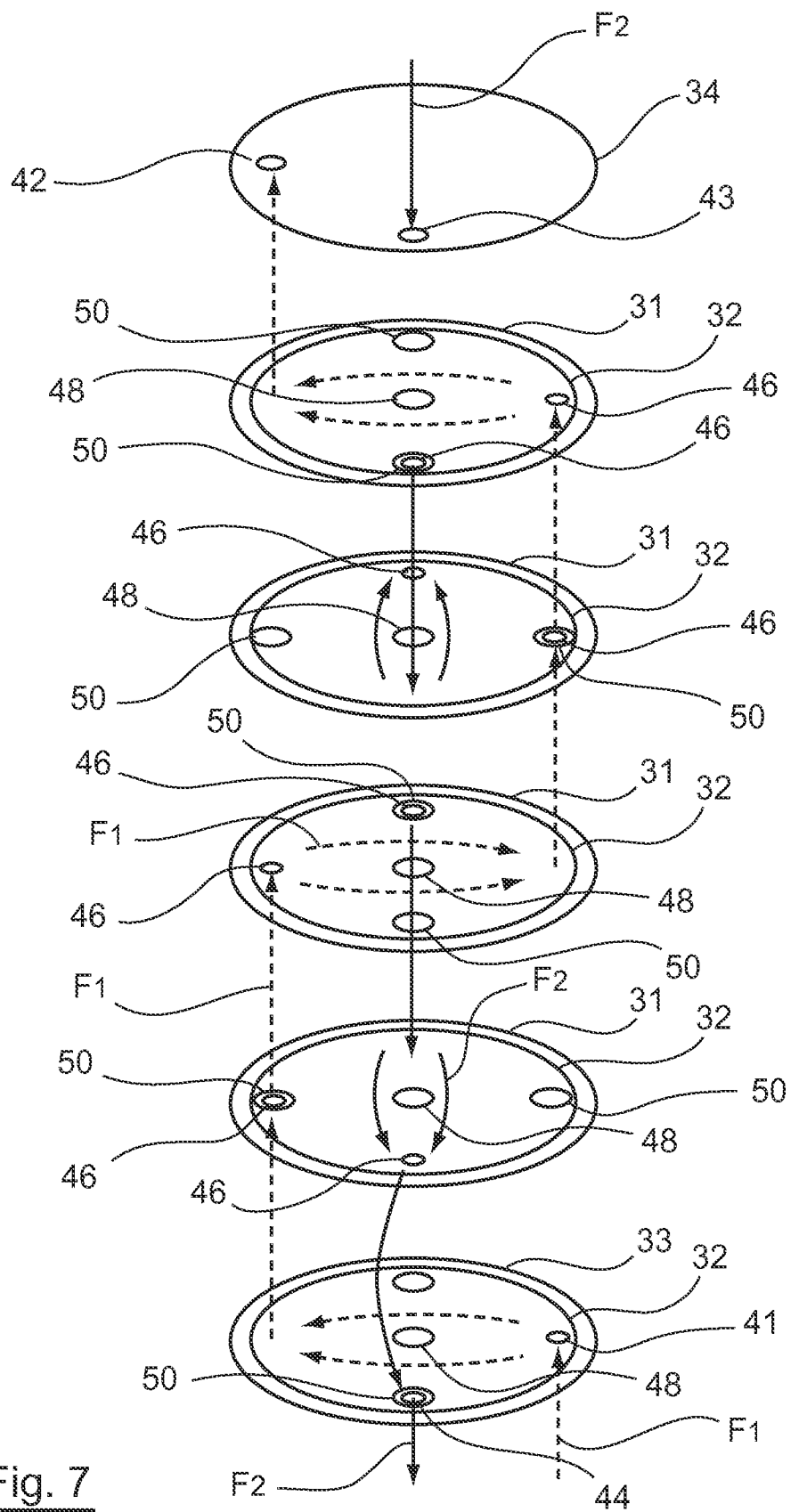


Fig. 7

4/4

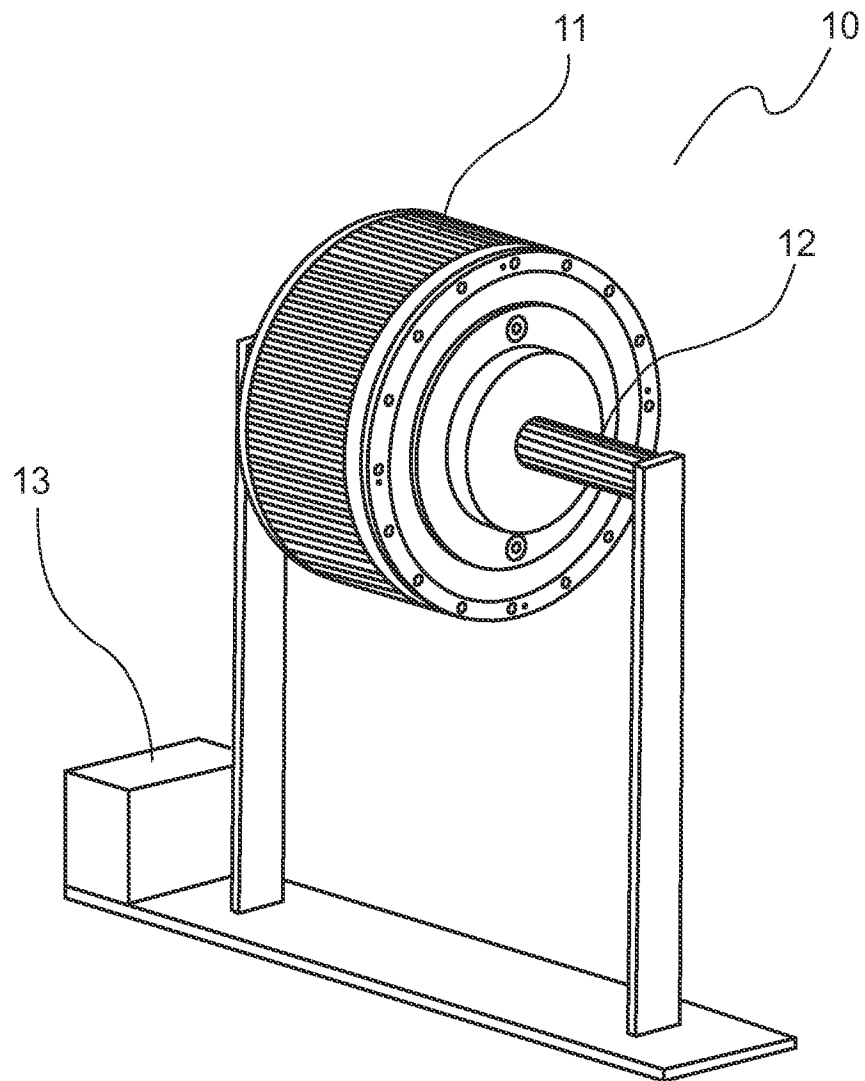


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/051880

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F28D9/00 F28F19/00 F28G7/00 B08B17/00
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)

F28D F28F F28G B08B

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 1 790 934 A2 (CALSONIC KANSEI CORP [JP]) 30 May 2007 (2007-05-30) figures 7-8	1-13
Y	DE 10 2005 054159 A1 (FUCHS PETER [DE]) 16 May 2007 (2007-05-16) figures 1-3	1-3,5-13
Y	WO 88/02648 A1 (YAO TZU LI [US]) 21 April 1988 (1988-04-21)	4
A	the whole document	1
A	JP 4 306495 A (KUBOTA KK) 29 October 1992 (1992-10-29) cited in the application the whole document	1



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 June 2011

Date of mailing of the international search report

21/06/2011

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vassoille, Bruno

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/051880

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 1790934	A2	30-05-2007	JP	2007147186 A		14-06-2007
			US	2007125529 A1		07-06-2007

DE 102005054159	A1	16-05-2007	NONE			

WO 8802648	A1	21-04-1988	CN	1073612 A		30-06-1993
			DE	3782943 T2		08-04-1993
			EP	0327584 A1		16-08-1989
			JP	2500963 T		05-04-1990
			JP	7110321 B2		29-11-1995

JP 4306495	A	29-10-1992	NONE			

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2011/051880

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F28D9/00 F28F19/00 F28G7/00 B08B17/00 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) F28D F28F F28G B08B		
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	EP 1 790 934 A2 (CALSONIC KANSEI CORP [JP]) 30 mai 2007 (2007-05-30) figures 7-8 -----	1-13
Y	DE 10 2005 054159 A1 (FUCHS PETER [DE]) 16 mai 2007 (2007-05-16) figures 1-3 -----	1-3,5-13
Y	WO 88/02648 A1 (YAO TZU LI [US]) 21 avril 1988 (1988-04-21) le document en entier -----	4
A		1
A	JP 4 306495 A (KUBOTA KK) 29 octobre 1992 (1992-10-29) cité dans la demande le document en entier -----	1
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 8 juin 2011		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 21/06/2011
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Vassoille, Bruno

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2011/051880

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
EP 1790934	A2	30-05-2007	JP	2007147186 A	14-06-2007
			US	2007125529 A1	07-06-2007

DE 102005054159	A1	16-05-2007	AUCUN		

WO 8802648	A1	21-04-1988	CN	1073612 A	30-06-1993
			DE	3782943 T2	08-04-1993
			EP	0327584 A1	16-08-1989
			JP	2500963 T	05-04-1990
			JP	7110321 B2	29-11-1995

JP 4306495	A	29-10-1992	AUCUN		
