

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 951 531

②1 N° d'enregistrement national :

09 57335

⑤1 Int Cl⁸ : **F 25 B 21/00 (2006.01)**

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 20.10.09.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 22.04.11 Bulletin 11/16.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : **AMADEUS IMMOBILIER ET ENVIRONNEMENT Société à responsabilité limitée** — FR.

⑦2 Inventeur(s) : **BELIN PATRICK, HERVE YANNICK, LANG DAMIEN et WEYANDT MARC.**

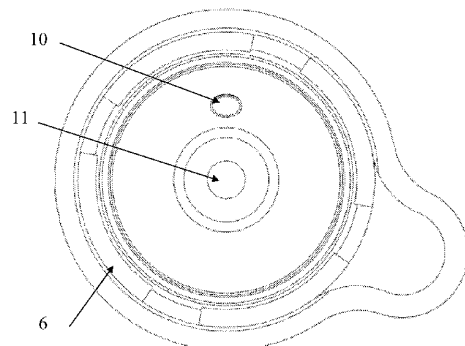
⑦3 Titulaire(s) : **AMADEUS IMMOBILIER ET ENVIRONNEMENT Société à responsabilité limitée.**

⑦4 Mandataire(s) : **CABINET NUSS.**

⑤4 **DISPOSITIF D'ÉCHANGE PAR EFFET MAGNETOTHERMIQUE.**

⑤7 La présente invention a pour objet un dispositif d'échange calorifique par effet magnétothermique, ainsi qu'un procédé d'échange par effet magnétothermique. Le dispositif est caractérisé en ce que chaque distributeur présente un unique orifice d'entrée (10) et un unique orifice de sortie (11), et en ce que la source de champ magnétique peut prendre plusieurs positions angulaires autour de l'axe de symétrie de l'échangeur. Le procédé est caractérisé en ce que tout le fluide caloporteur entre dans le distributeur à travers un seul orifice, et sort au travers d'un seul orifice.

Application aux appareils d'échange du génie climatique, tels que radiateurs ou blocs de climatisation.



FR 2 951 531 - A1



- 1 -

DESCRIPTION

La présente invention relève du domaine des dispositifs d'échange de chaleur, et a plus particulièrement pour objet un dispositif d'échange calorique par effet magnétothermique. Elle a aussi pour objet un procédé d'échange calorique par effet magnétothermique.

5 Les propriétés magnétothermiques de certaines substances telles que le gadolinium permettent d'en modifier la température par une modification du champ magnétique dans lequel elles se trouvent. Ce phénomène est utilisé afin de créer des dispositifs d'échange de chaleur, capables de fournir ou de prélever des calories à un circuit externe.

10 US 2005/0120720 porte sur un tel dispositif présentant une symétrie radiale autour d'un axe, et comportant un rotor comprenant des aimants permanents. Ce noyau est entouré de huit pôles, disposés de façon radiale, chacun entouré d'une bobine magnétique, et portant la matière magnétocalorique. La matière magnétocalorique est en contact avec des
15 tubes de transfert thermique. L'aimantation alternative des bobines magnétiques fait exercer au rotor des mouvements de va-et-vient, qui modifient ainsi le champ magnétique dans lequel se trouve la substance magnétothermique, créant ainsi de l'énergie thermique alors échangée avec les tubes. La constitution de cette machine est néanmoins complexe,
20 notamment à cause de la nécessité de créer un mouvement rotatif alternatif.

Dans WO 2004/059221, il est divulgué un dispositif magnétocalorique, de symétrie radiale autour d'un axe, comportant un noyau mobile autour de l'axe de symétrie et constitué au moins partiellement de la matière magnétocalorique. La matière magnétocalorique
25 se trouve alors successivement et alternativement dans une première chambre, soumise à un champ magnétique créé par des moyens magnétiques apposés contre la paroi de cette première chambre, et une seconde chambre, non soumise à un champ magnétique. Les deux chambres sont séparées par une cloison. Le dispositif comprend ainsi deux circuits de
30 fluide caloporteur, passant chacun par une des deux chambres. Néanmoins, un défaut d'hermétisme de la cloison séparant les deux chambres peut mélanger le fluide réchauffé et le fluide refroidi, ce qui ferait chuter le rendement de la machine.

- 2 -

Enfin, WO 2009/024412, présente un dispositif d'échange magnétothermique comportant, à chacune de ses extrémités, un distributeur, et dont la source de champ magnétique est un noyau central ayant deux, ou plus, pôles. Chaque distributeur est muni d'orifices dont le nombre est deux
5 fois supérieur au nombre de régions, le long de l'axe radial, dans lesquelles le champ magnétique est supérieur à zéro. Une première moitié des orifices sur un même distributeur sert à faire sortir du fluide après son échange avec la matière magnétocalorique et l'autre moitié sert à faire entrer du fluide caloporteur dans le dispositif pour un tel échange. Un premier inconvénient
10 majeur de ce dispositif est que, si le nombre de régions est élevé, la tuyauterie à connecter à la sortie de chaque distributeur peut se révéler compliquée et encombrante. Un second inconvénient est le faible contrôle que l'utilisateur peut avoir sur la machine.

La présente invention a pour but de pallier une partie, et
15 préférentiellement tous ces inconvénients, en proposant un dispositif d'échange magnétothermique, de structure simple, limitant les risques de mélange entre des parties du fluide à différents états de l'échange, et qui soit aisément réglable par l'utilisateur.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'échange
20 calorique essentiellement composé d'un échangeur possédant une forme générale sensiblement de symétrie radiale autour d'un axe de symétrie, comportant, disposés sur cet axe, au moins une couronne munie de matière magnétocalorique, une source de champ magnétique présentant $2 \cdot N$ pôles magnétiques, une carcasse de retour de champ, deux distributeurs disposés
25 de part et d'autre aux extrémités opposées dudit échangeur, ainsi qu'un fluide caloporteur circulant, entre autres, le long de ladite matière magnétocalorique, ladite au moins une couronne étant apte à tourner à la fois autour de la source de champ magnétique et dans la carcasse. Ledit dispositif est caractérisé en ce que chaque distributeur présente une
30 première cavité et une deuxième cavité, non directement communicantes, la première cavité présentant une forme et une constitution capables de guider tout le fluide caloporteur entrant dans le distributeur, depuis un seul orifice d'entrée du distributeur, et sensiblement jusqu'à la matière magnétocalorique, la deuxième cavité étant apte à guider tout le fluide
35 caloporteur sortant du distributeur, sensiblement depuis la matière magnétocalorique et jusqu'à un seul orifice de sortie du distributeur, et en ce que la source de champ magnétique est reliée à l'un des distributeurs par un

- 3 -

dispositif de liaison permettant plusieurs positions angulaires relatives autour de l'axe de symétrie.

L'invention a aussi pour objet un procédé d'échange calorique par effet magnétothermique, comprenant les étapes consistant à introduire
5 du fluide caloporteur dans un distributeur, guider le fluide caloporteur depuis l'entrée d'un distributeur et sensiblement jusqu'à une matière magnétocalorique, faire circuler le fluide caloporteur le long de la matière magnétocalorique soumise à une variation de champ magnétique, guider le fluide caloporteur sensiblement depuis la matière magnétocalorique et
10 jusqu'à la sortie d'un distributeur, et expulser le fluide caloporteur d'un distributeur. Ce procédé est caractérisé en ce que l'étape consistant à guider le fluide caloporteur sensiblement jusqu'à la matière magnétocalorique consiste à guider tout le fluide caloporteur entrant dans le distributeur, depuis un seul orifice d'entrée du distributeur, et sensiblement jusqu'à la
15 matière magnétocalorique et en ce que l'étape consistant à guider le fluide caloporteur jusqu'à la sortie d'un distributeur consiste à guider tout le fluide caloporteur sortant du distributeur, sensiblement depuis la matière magnétocalorique, et jusqu'à un seul orifice de sortie du distributeur.

L'invention sera mieux comprise, grâce à la description ci-après, qui se rapporte à des modes de réalisation préférés, donné à titre
20 d'exemples non limitatifs, et expliqués avec référence aux dessins schématiques annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue éclatée d'un échangeur d'un dispositif d'échange calorique selon l'invention ;
 - 25 - la figure 2 est une vue non éclatée du même échangeur ;
 - la figure 3 montre un détail des zones de circulation du fluide caloporteur, ainsi que le sens de circulation de ce dernier ;
 - la figure 4 est une vue d'un distributeur dans la direction de l'axe de symétrie de l'échangeur ;
 - 30 - la figure 5 est une autre vue d'un distributeur ;
 - la figure 6 montre un dispositif de fixation d'un distributeur,
- et

- la figure 7 montre un schéma de principe illustrant le fonctionnement d'un dispositif selon l'invention, et plus particulièrement
35 les circulations de fluide caloporteur ainsi que des interactions possible avec le moyen de contrôle.

- 4 -

L'invention porte sur un dispositif d'échange calorique 1 par effet magnétothermique, essentiellement composé d'un échangeur 19 possédant une forme générale sensiblement de symétrie radiale autour d'un axe de symétrie 2, comportant, disposés sur cet axe, au moins une couronne 3 munie de matière magnétocalorique 4, une source de champ magnétique 5 présentant $2 \cdot N$ pôles magnétiques, une carcasse 6 de retour de champ, deux distributeurs 7 disposés de part et d'autre aux extrémités opposées dudit échangeur 19, ainsi qu'un fluide caloporteur circulant, entre autres, le long de ladite matière magnétocalorique 4, ladite au moins une couronne 3 étant apte à tourner à la fois autour de la source de champ magnétique 5 et dans la carcasse 6.

Le fonctionnement de ce dispositif d'échange calorique 1 consiste donc à faire circuler un fluide caloporteur pour l'amener à être en contact avec la matière magnétocalorique 4 subissant une variation de champ magnétique. La au moins une couronne 3 de matière magnétocalorique 4 tourne autour de la source de champ magnétique 5. La au moins une couronne 3 de matière magnétocalorique 4 a sensiblement la forme d'une portion d'un tube circulaire, fait de deux parois tubulaires concentriques entre lesquelles s'étendent des lames faites de matière magnétocalorique 4. La au moins une couronne 3 de matière magnétocalorique 4 porte des dents sur sa surface extérieure, qui permettent par coopération avec une roue dentée 21, entraînée en rotation par un moteur 22, de mettre la au moins une couronne 3 en mouvement de rotation. La au moins une couronne 3 est munie, en outre, de plots permettant le guidage dans son mouvement de rotation. Comme la source de champ magnétique 5 est immobile, il est possible d'utiliser, pour ce composant, des aimants naturels ou des électroaimants. L'échangeur 19 comporte aussi une pompe imposant la circulation du fluide caloporteur. Le fluide pénètre ainsi dans un des distributeurs 7, puis est dirigé, dans et par le distributeur 7, vers la au moins une couronne 3 de matière magnétocalorique 4 afin de réaliser un premier échange, puis circule dans l'autre distributeur 7 avant de sortir et de circuler dans un dispositif d'échange externe. Le fluide, après ce second échange, retourne dans le distributeur 7 d'où il est sorti. Il est à nouveau dirigé vers la matière magnétocalorique 4 pour un troisième échange, puis dirigé vers l'extérieur pour un quatrième échange. Les distributeurs 7, lorsque l'échangeur 19 est monté, encapsulent au moins partiellement la au moins une couronne 3 de

- 5 -

matière magnétocalorique 4, la source de champ magnétique 5 et la carcasse 6. Ainsi, au cours du fonctionnement du dispositif d'échange calorique 1, du fluide entre et sort de chaque distributeur 7.

La conception des distributeurs 7 est telle que chaque distributeur 7 présente une première cavité 8 et une deuxième cavité 9, non directement communicantes, la première cavité 8 présentant une forme et une constitution capables de guider tout le fluide caloporteur entrant dans le distributeur 7, depuis un seul orifice d'entrée 10 du distributeur 7, et sensiblement jusqu'à la matière magnétocalorique 4, la deuxième cavité 9 étant apte à guider tout le fluide caloporteur sortant du distributeur 7, sensiblement depuis la matière magnétocalorique 4 et jusqu'à un seul orifice de sortie 11 du distributeur 7.

L'orifice d'entrée 10 du distributeur 7 communique ainsi avec la première cavité 8 de ce distributeur 7. Ainsi, tout le fluide caloporteur qui pénètre dans un distributeur 7 passe par son unique orifice d'entrée 10 et circule dans sa première cavité 8, qui est aménagée dans la paroi même du distributeur 7. Le montage de l'échangeur 19 est tel que l'extrémité libre du distributeur 7 se situe au niveau de la au moins une couronne 3 de matière magnétocalorique 4, et tel que la première cavité 8 ainsi que la deuxième cavité 9 du distributeur 7 débouchent sur la au moins une couronne 3 de matière magnétocalorique 4, voir figure 3. La au moins une couronne 3 étant constituée de lames parallèles à l'axe de symétrie 2, le fluide caloporteur, amené au niveau de la au moins une couronne 3 par la première cavité 8, peut circuler le long de ces lames. La position respectueuse angulaire autour de l'axe de symétrie 2 des distributeurs 7 est, quant à elle, telle que la première cavité 8 de l'un et la deuxième cavité 9 de l'autre débouchent au moins partiellement au même endroit de la au moins une couronne 3 de matière magnétocalorique 4. Ainsi, après son échange avec la matière magnétocalorique 4, le fluide caloporteur aboutit dans la deuxième cavité 9 de l'autre distributeur 7. La deuxième cavité 9 présente un orifice de sortie 11, au travers duquel passe tout le fluide caloporteur sortant du distributeur 7.

Afin de permettre un réglage de fonctionnement, la source de champ magnétique 5 est reliée à l'un des distributeurs 7 par un dispositif de liaison permettant plusieurs positions angulaires relatives autour de l'axe de symétrie 2. La source de champ magnétique 5 se présente sous la forme d'une pièce volumique de symétrie radiale autour de l'axe de symétrie 2 de

- 6 -

l'échangeur 19. Elle est fixée sur un arbre 20, lui-même maintenu, à ses deux extrémités, dans les distributeurs 7. Au moins l'une des extrémités de cet arbre est pourvue d'un système de cannelures, destinée à coopérer avec une cannelure de forme complémentaire au niveau d'un des distributeurs 7.

5 Il n'est pas indispensable que les deux extrémités de l'arbre présentent des cannelures. Ce dispositif à cannelures permet donc à la source de champ magnétique 5 d'être montée de différentes façons par rapport au distributeur 7 dans lequel elle se fixe. La source de champ magnétique 5 a donc ainsi une pluralité de montages angulaires possibles par rapport au distributeur 7

10 dans lequel elle est fixée. Cette première alternative ne permet néanmoins pas de modifier, après montage, la position relative angulaire autour de l'axe de symétrie 2 de la source de champ magnétique 5 et du distributeur 7 auquel elle est fixée.

Une autre conception possible est celle où le dispositif de

15 liaison permet de régler, en cours d'utilisation, la position relative angulaire autour de l'axe de symétrie 2. Il est donc envisageable que le dispositif d'échange calorique 1 comprenne un moyen, tel un moteur, apte à faire tourner la source de champ magnétique 5 autour de l'axe de symétrie 2, ainsi qu'à la bloquer dans une position temporairement fixe. Ainsi, dans ce

20 cas, la source de champ magnétique 5 est reliée à l'un des distributeurs 7 par un dispositif de liaison permettant plusieurs positions angulaires relatives autour de l'axe de symétrie 2 pendant l'utilisation du dispositif, et elle est reliée à chaque distributeur 7 par une liaison pivot autour de l'axe de symétrie 2.

25 Une conception possible des cavités d'un distributeur 7 est telle que chacun des distributeurs 7 est constitué, entre autres, d'un tube creux 13 cylindrique de section circulaire, parallèle à l'axe de symétrie 2. Dans cette conception, la première cavité 8 présente N tronçons longitudinaux 14, aménagés dans la paroi du tube creux 13, qui s'étendent parallèlement à

30 l'axe de symétrie 2, décalés l'un par rapport à l'autre d'un angle sensiblement égal à $2\pi/N$ rad et occupant chacun une portion angulaire d'amplitude sensiblement égale à π/N rad du tube creux 13. La première cavité 8 est donc aménagée dans la paroi même du distributeur 7, en aménageant des parois creuses pour ce dernier. Les tronçons longitudinaux

35 14 représentent donc une partie de la section du tube creux 13 partiellement constitutif du distributeur 7. L'intérieur du tube creux 13 définit partiellement la deuxième cavité 9. En variant les épaisseurs de la double

- 7 -

paroi du tube creux 13, la section de ce dernier est, au niveau de l'extrémité libre du tube creux 13, une succession de tronçons appartenant à la première cavité 8 et de tronçons appartenant à la deuxième cavité 9.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, visible
5 aux figures 1 et 2, l'orifice d'entrée 10 et l'orifice de sortie 11 d'un même distributeur 7 sont de forme circulaire et sont concentriques. L'avantage d'une telle configuration est l'encombrement réduit de la canalisation branchée sur le distributeur 7. Le connecteur est néanmoins adapté. Les deux orifices sont alors centrés sur l'axe de symétrie. L'orifice de sortie 11,
10 qui communique avec la deuxième cavité 9 du distributeur 7, elle-même principalement constituée par le volume intérieur du tube creux 13, est de diamètre plus faible que l'orifice d'entrée 10, qui communique avec la première cavité 8 du distributeur 7, elle-même principalement constituée par les vides de la double paroi du distributeur 7. Ainsi, le fluide
15 caloporteur entrant dans le distributeur 7 circule à travers le passage obtenu en ôtant l'orifice de sortie 11 de l'orifice d'entrée 10.

Afin de permettre à l'utilisateur de contrôler et d'optimiser son fonctionnement, le dispositif d'échange calorique 1 est muni d'un moyen de contrôle 12 permettant, en cours d'utilisation, le réglage, éventuellement au
20 moins partiellement indépendant, de la vitesse de rotation de la au moins une couronne 3, du débit de fluide dans le dispositif, et de la position relative angulaire autour de l'axe de symétrie 2 entre la source de champ magnétique 5 et un distributeur 7. Une telle combinaison de réglages nécessite que la source de champ magnétique 5 soit relié à chacun des
25 distributeurs 7 par une liaison pivot, et que la position relative angulaire autour de l'axe de symétrie 2 entre la source de champ magnétique 5 et au moins un distributeur 7 puisse être modifiée et contrôlée en cours d'utilisation. Le moyen de contrôle 12 consiste en tout moyen classique, par exemple mécanique et/ou électronique, connu de l'homme du métier.

Selon l'invention, le dispositif d'échange calorique 1, comme le
30 montre la figure 7, comporte, en outre, au moins un dispositif de répartition 15 du flux de fluide caloporteur, répartissant le flux sortant d'un distributeur 7 entre, d'une part, un circuit d'échange externe, et, d'autre part, l'entrée de ce même distributeur 7. Le au moins un dispositif de répartition 15 de flux,
35 qui peut prendre la forme d'un distributeur 7 proportionnel, d'une vanne à trois voies, ou autres, est connecté à l'orifice de sortie 11 d'un des distributeurs 7. Cette première connexion est réalisée par une simple

- 8 -

canalisation, ou tout moyen équivalent. Ce dispositif de répartition 15 présente, en outre, une deuxième connexion, pour communiquer avec un circuit d'exploitation externe, comme un échangeur thermique, dans lequel le fluide caloporteur est amené à circuler pour réaliser un échange calorique. La troisième connexion du dispositif de répartition 15 de flux est
5 reliée à l'orifice d'entrée 10 de ce même distributeur 7. Le dispositif de répartition 15 réceptionne donc, au niveau de sa première connexion, l'intégralité du fluide caloporteur sortant d'un distributeur 7 par l'orifice de sortie 11, envoie une partie du fluide caloporteur, au travers de sa deuxième
10 connexion, vers le circuit d'échange externe, et le reste du fluide caloporteur, au travers de sa troisième connexion, vers le même distributeur 7, au niveau de son orifice d'entrée 10. Le dispositif de répartition 15 est réglable de façon continue entre deux configurations extrêmes. La première est celle où tout le fluide caloporteur sortant du distributeur 7 auquel il est
15 connecté est renvoyée dans ce même distributeur 7. Cela aura pour effet d'augmenter la différence de température entre les deux distributeurs 7, dans la limite de la puissance de l'échangeur 19. La deuxième est celle où tout le fluide caloporteur sortant du distributeur 7 auquel il est connecté est envoyée vers le circuit d'échange externe. Un réglage intermédiaire est, par
20 exemple, qu'un tiers du flux sortant du distributeur 7 y soit réintroduit, et deux tiers du flux sortant soient envoyés vers un circuit d'échange externe. Ce dispositif de répartition 15 du flux peut être réglé par le moyen de contrôle 12, sur la base, par exemple, d'une température de consigne.

Il est aussi envisageable que le dispositif comporte deux
25 dispositifs de répartition 15 du flux de fluide caloporteur, chacun étant relié à un distributeur 7. Il est ainsi possible de stopper complètement les échanges entre le dispositif d'échange calorique 1 et le circuit d'échange externe, ce qui aura pour effet d'augmenter l'écart de température entre les deux distributeurs 7 d'une valeur limitée par l'intensité de l'échange calorique qui se produit dans l'échangeur 19. Le dispositif d'échange
30 calorique 1 peut donc fonctionner en boucle complètement fermée, complètement ouverte, ou tous les modes intermédiaires. Si le dispositif comporte au moins un dispositif de répartition 15 de flux, le moyen de contrôle 12 est de conception adaptée et 12 permet, en outre, le réglage du
35 au moins un dispositif de répartition 15 du flux.

Les deux distributeurs 7 peuvent être fixes en rotation autour de l'axe de symétrie 2 l'un par rapport à l'autre, ou, de façon alternative,

- 9 -

déplaçable, l'un par rapport à l'autre, en rotation autour de cet axe de symétrie 2. Ainsi, dans la première alternative, le dispositif est muni d'un moyen de fixation des distributeurs 7 ne possédant aucun degré de liberté. Dans ce cas, les distributeurs 7 sont fixés une fois pour toutes l'un par rapport l'autre au cours du montage de l'échangeur 19, et ce, par n'importe quel moyen connu de l'état de la technique : brides, vis, soudure, rivets, ou autres. La fixation peut être réalisée au niveau des extrémités libres des distributeurs 7. Il est aussi possible d'adapter la forme des distributeurs 7 de sorte qu'ils puissent loger au moins une partie du moyen d'entraînement de la au moins une couronne 3 en rotation. Par exemple, la roue dentée, entraînée par un moteur situé à l'extérieur des distributeurs 7 et entraînant la au moins une couronne 3, peut être installée dans un logement prévue au niveau des distributeurs 7. Dans ce cas, et selon une caractéristique avantageuse de l'invention, les deux distributeurs 7 sont positionnés l'un par rapport à l'autre de sorte que les tronçons longitudinaux 14 de leurs premières cavités 8 respectives ne soient pas en vis-à-vis.

Ainsi, le fluide caloporteur, entré dans un premier distributeur 7, et plus particulièrement circulant dans sa première cavité 8, est amené par les tronçons longitudinaux 14 vers la matière magnétocalorique 4. Après avoir échangé des calories avec elle, le fluide caloporteur se dirige vers l'autre distributeur 7. Il est donc nécessaire de guider le fluide vers l'orifice de sortie 11 de cet autre distributeur 7, ce qui ne peut pas être garanti si les tronçons longitudinaux 14 des premières cavités 8 des distributeurs 7 sont en vis-à-vis. En effet, si tel était le cas, le fluide caloporteur pourrait être amené, après son passage dans la première cavité 8 d'un distributeur 7, et après son échange avec la matière magnétocalorique 4, à circuler dans la première cavité 8 de l'autre distributeur 7, alors qu'elle est destinée à amener du fluide caloporteur, depuis l'orifice d'entrée 10 de ce dernier et jusqu'à la matière magnétocalorique 4. En effet, le fluide caloporteur passerait des tronçons longitudinaux 14 de la première cavité 8 d'un distributeur 7 aux tronçons longitudinaux 14 de la première cavité 8 de l'autre distributeur 7.

Afin d'éviter ce problème et de garantir que l'intégralité du fluide circulant dans la première cavité 8 d'un distributeur 7 continue son trajet, après son échange avec la matière magnétocalorique 4, dans la deuxième cavité 9 de l'autre distributeur 7, les tronçons longitudinaux 14 des distributeurs 7 sont en quinconce ou disposés de façon alternée. Comme

- 10 -

l'extrémité libre d'un distributeur 7 est alternativement l'embouchure de sa première cavité 8 et de sa deuxième cavité 9, prévoir que les tronçons longitudinaux 14 de la première cavité 8 d'un des distributeurs 7 soient en quinconce par rapport aux tronçons longitudinaux 14 de la première cavité 8 de l'autre des distributeurs 7 permet de garantir que le fluide caloporteur qui circule dans un tronçon longitudinal 14 de la première cavité 8 d'un distributeur 7 passe, après son échange avec la matière magnétocalorique 4, par la deuxième cavité 9 de l'autre distributeur 7 avant de sortir de ce dernier. Dans la deuxième alternative de fixation des distributeurs 7, ces derniers sont mobiles l'un par rapport à l'autre autour de l'axe de symétrie 2, et le dispositif est muni d'un moyen de fixation de distributeur 16 possédant un degré de liberté en rotation autour de l'axe de symétrie 2. Ainsi qu'il est illustré aux figures 5 et 6, il peut par exemple s'agir de rainures 18, sous forme d'arc par le centre duquel passe l'axe de symétrie 2, aménagées sur au moins un des distributeurs 7, au niveau de son extrémité libre. Un ensemble de visseries 17, dont les tiges filetées circulent dans les rainures portées par l'un des distributeurs 7 et sont fixées à une pièce immobile, par exemple l'autre distributeur 7 s'il est immobile, permet une liaison des distributeurs 7 l'un à l'autre dans différentes positions relatives angulaires autour de l'axe symétrie 2.

Seul le distributeur 7 portant la rainure peut en effet être pivoté autour de l'axe de symétrie 2. Bien entendu, les tiges filetées peuvent être fixées au distributeur 7 et les rainures 18 aménagées sur une partie fixe. Il est aussi envisageable que les rainures soient aménagées au niveau de chacun des deux distributeurs 7, coopérant avec des tiges filetées, fixes ou non. Dans ce cas, chacun des distributeurs 7 est mobile en rotation autour de l'axe de symétrie 2. Néanmoins d'autres modes de réalisation sont envisageables, en particulier des modes de réalisation où le maintien des distributeurs 7 en rotation autour de l'axe de symétrie 2 est verrouillable et déverrouillable sans intervention manuelle. Dans ce cas, le moyen de contrôle 12 permet, en outre, le réglage de la position angulaire des distributeurs 7 autour de l'axe de symétrie 2. Par exemple, cela peut être réalisé par le contrôle d'un moteur entraînant en rotation autour l'axe de symétrie 2 l'un ou les deux distributeurs 7.

Le moyen de contrôle 12 peut fonctionner en boucle fermée, en agissant sur les différentes variables qu'il commande, sur la base d'une consigne et d'une mesure. Ainsi, l'utilisateur peut spécifier une température

- 11 -

de consigne, que le moyen de contrôle 12 s'efforce d'obtenir en modifiant les paramètres du dispositif d'échange calorique 1, ou, dans un autre mode de réalisation, il peut piloter directement chacun des paramètres. Dans le premier cas, le moyen de contrôle 12 intègre des algorithmes de pilotage
5 classiques, connus en soi, des différents paramètres dont il a la maîtrise.

Le procédé d'échange calorique par effet magnétothermique selon l'invention concerne un procédé comprenant les étapes consistant à introduire du fluide caloporteur dans un distributeur 7, guider le fluide caloporteur depuis l'entrée d'un distributeur 7 et sensiblement jusqu'à une
10 matière magnétocalorique 4, faire circuler le fluide caloporteur le long de la matière magnétocalorique 4 soumise à une variation de champ magnétique, guider le fluide caloporteur sensiblement depuis la matière magnétocalorique 4 et jusqu'à la sortie d'un distributeur 7, et expulser le fluide caloporteur d'un distributeur 7. Selon l'invention, l'étape consistant à
15 guider le fluide caloporteur sensiblement jusqu'à la matière magnétocalorique 4 consiste à guider tout le fluide caloporteur entrant dans le distributeur 7, depuis un seul orifice d'entrée 10 du distributeur 7, et sensiblement jusqu'à la matière magnétocalorique 4. Cela signifie que tout le fluide caloporteur entrant dans un distributeur 7 entre au travers d'un
20 orifice unique, l'orifice d'entrée 10, et qu'il est ensuite séparé avant d'être amené à la matière magnétocalorique 4.

En outre, l'étape consistant à guider le fluide caloporteur jusqu'à la sortie d'un distributeur 7 consiste à guider tout le fluide caloporteur sortant du distributeur 7, sensiblement depuis la matière
25 magnétocalorique 4, et jusqu'à un seul orifice de sortie 11 du distributeur 7. Cela signifie que le fluide caloporteur sortant d'un distributeur 7 le fait au travers d'un orifice de sortie 11 unique, ce qui permet de simplifier grandement les connexions de fluide du distributeur 7.

Enfin, le procédé comprend, en outre, l'étape consistant à
30 répartir le flux sortant d'un distributeur 7 entre, d'une part, un circuit d'exploitation externe, et, d'autre part, l'entrée de ce même distributeur 7. La répartition du fluide sortant du distributeur 7 entre l'entrée de celui-ci et un circuit d'échange externe est graduelle entre les situations extrêmes de boucle fermée, où tout le fluide sortant du distributeur 7 y est renvoyé, et de
35 boucle ouverte, où tout le fluide sortant du distributeur 7 est envoyé à un dispositif d'échange externe.

- 12 -

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés aux dessins annexés. Des modifications restent possibles, notamment du point de vue de la constitution des divers éléments ou par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour
5 autant du domaine de protection de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif d'échange calorique par effet magnétothermique, essentiellement composé d'un échangeur possédant une forme générale sensiblement de symétrie radiale autour d'un axe de symétrie, comportant, disposés sur cet axe, au moins une couronne munie de matière magnétocalorique, une source de champ magnétique présentant 2*N pôles magnétiques, une carcasse de retour de champ, deux distributeurs disposés de part et d'autre aux extrémités opposées dudit échangeur, ainsi qu'un fluide caloporteur circulant, entre autres, le long de ladite matière magnétocalorique, ladite au moins une couronne étant apte à tourner à la fois autour de la source de champ magnétique et dans la carcasse, caractérisé en ce que chaque distributeur (7) présente une première cavité (8) et une deuxième cavité (9), non directement communicantes, la première cavité (8) présentant une forme et une constitution capables de guider tout le fluide caloporteur entrant dans le distributeur (7), depuis un seul orifice d'entrée (10) du distributeur (7), et sensiblement jusqu'à la matière magnétocalorique (4), la deuxième cavité (9) étant apte à guider tout le fluide caloporteur sortant du distributeur (7), sensiblement depuis la matière magnétocalorique (4) et jusqu'à un seul orifice de sortie (11) du distributeur (7), et en ce que la source de champ magnétique (5) est reliée à l'un des distributeurs (7) par un dispositif de liaison permettant plusieurs positions angulaires relatives autour de l'axe de symétrie (2).

2. Dispositif d'échange calorique selon la revendication 1, caractérisé en ce que la source de champ magnétique (5) est reliée à l'un des distributeurs (7) par un dispositif de liaison permettant plusieurs positions angulaires relatives autour de l'axe de symétrie (2) pendant l'utilisation du dispositif.

3. Dispositif d'échange calorique selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il est muni d'un moyen de contrôle (12) permettant, en cours d'utilisation, le réglage, éventuellement au moins partiellement indépendant, de la vitesse de rotation de la au moins une couronne (3), du débit de fluide dans le dispositif, et de la position relative angulaire autour de l'axe de symétrie (2) entre la source de champ magnétique (5) et un distributeur (7).

- 14 -

4. Dispositif d'échange calorique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que chacun des distributeurs (7) est constitué, entre autres, d'un tube creux (13) cylindrique de section circulaire, parallèle à l'axe de symétrie (2), en ce que la première cavité (8) présente N tronçons longitudinaux (14), aménagés dans la paroi du tube creux (13), qui s'étendent parallèlement à l'axe de symétrie (2), décalés l'un par rapport à l'autre d'un angle sensiblement égal à $2\pi/N$ rad et occupant chacun une portion angulaire d'amplitude sensiblement égale à π/N rad du tube creux (13).

5. Dispositif d'échange calorique selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte, en outre, au moins un dispositif de répartition (15) du flux de fluide caloporteur, répartissant le flux sortant d'un distributeur (7) entre, d'une part, un circuit d'échange externe, et, d'autre part, l'entrée de ce même distributeur (7).

6. Dispositif d'échange calorique selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comporte deux dispositifs de répartition (15) du flux de fluide caloporteur, chacun étant relié à un distributeur (7).

7. Dispositif d'échange calorique selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4 et selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que le moyen de contrôle (12) permet, en outre, le réglage de au moins un dispositif de répartition (15) du flux.

8. Dispositif d'échange calorique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est muni d'un moyen de fixation de distributeur (16) possédant un degré de liberté en rotation autour de l'axe de symétrie (2).

9. Dispositif d'échange calorique selon la revendication 8 caractérisé en ce que le moyen de contrôle (12) permet, en outre, le réglage de la position angulaire des distributeurs (7) autour de l'axe de symétrie (2).

10. Dispositif d'échange calorique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il est muni d'un moyen de fixation des distributeurs (7) ne possédant aucun degré de liberté.

11. Dispositif d'échange calorique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 pour autant qu'il se rattache aux revendications 4 et 10 caractérisé en ce que les deux distributeurs (7) sont positionnés l'un par rapport à l'autre de sorte que les tronçons longitudinaux (14) de leurs premières cavités (8) respectives ne soient pas en vis-à-vis.

- 15 -

12. Dispositif d'échange calorique selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que l'orifice d'entrée (10) et l'orifice de sortie (11) d'un même distributeur (7) sont de forme circulaire et sont concentriques.

5 13. Procédé d'échange calorique par effet magnétothermique, comprenant les étapes consistant à introduire du fluide caloporteur dans un distributeur (7), guider le fluide caloporteur depuis l'entrée d'un distributeur (7) et sensiblement jusqu'à une matière magnétocalorique (4), faire circuler le fluide caloporteur le long de la matière magnétocalorique
10 (4) soumise à une variation de champ magnétique, guider le fluide caloporteur sensiblement depuis la matière magnétocalorique (4) et jusqu'à la sortie d'un distributeur (7), et expulser le fluide caloporteur d'un distributeur (7), caractérisé en ce que l'étape consistant à guider le fluide caloporteur sensiblement jusqu'à la matière magnétocalorique (4) consiste à
15 guider tout le fluide caloporteur entrant dans le distributeur (7), depuis un seul orifice d'entrée (10) du distributeur (7), et sensiblement jusqu'à la matière magnétocalorique (4) et en ce que l'étape consistant à guider le fluide caloporteur jusqu'à la sortie d'un distributeur (7) consiste à guider tout le fluide caloporteur sortant du distributeur (7), sensiblement depuis la
20 matière magnétocalorique (4), et jusqu'à un seul orifice de sortie (11) du distributeur (7).

 14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend, en outre, l'étape consistant à répartir le flux sortant d'un distributeur (7) entre, d'une part, un circuit d'exploitation externe, et, d'autre
25 part, l'entrée de ce même distributeur (7).

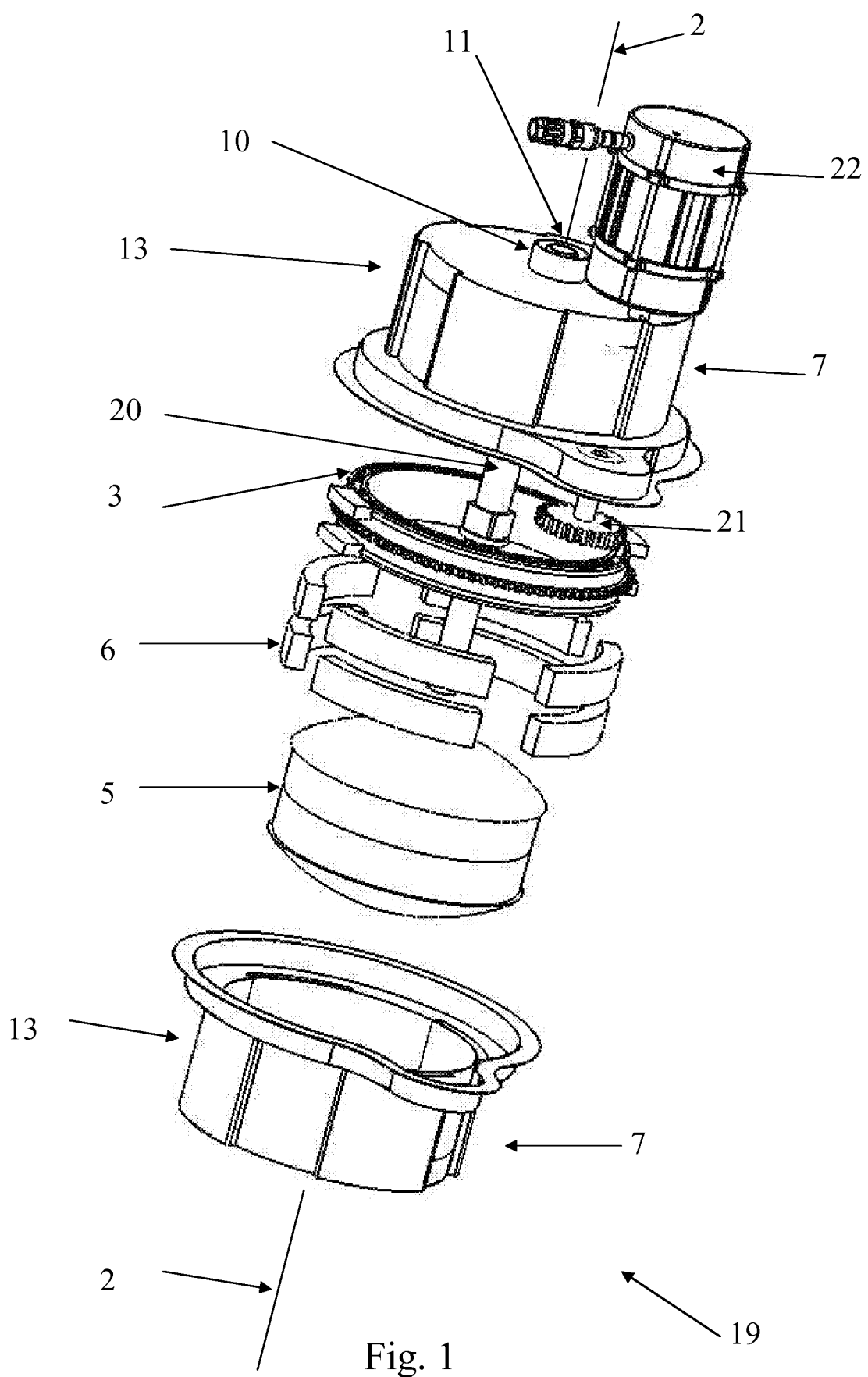


Fig. 1

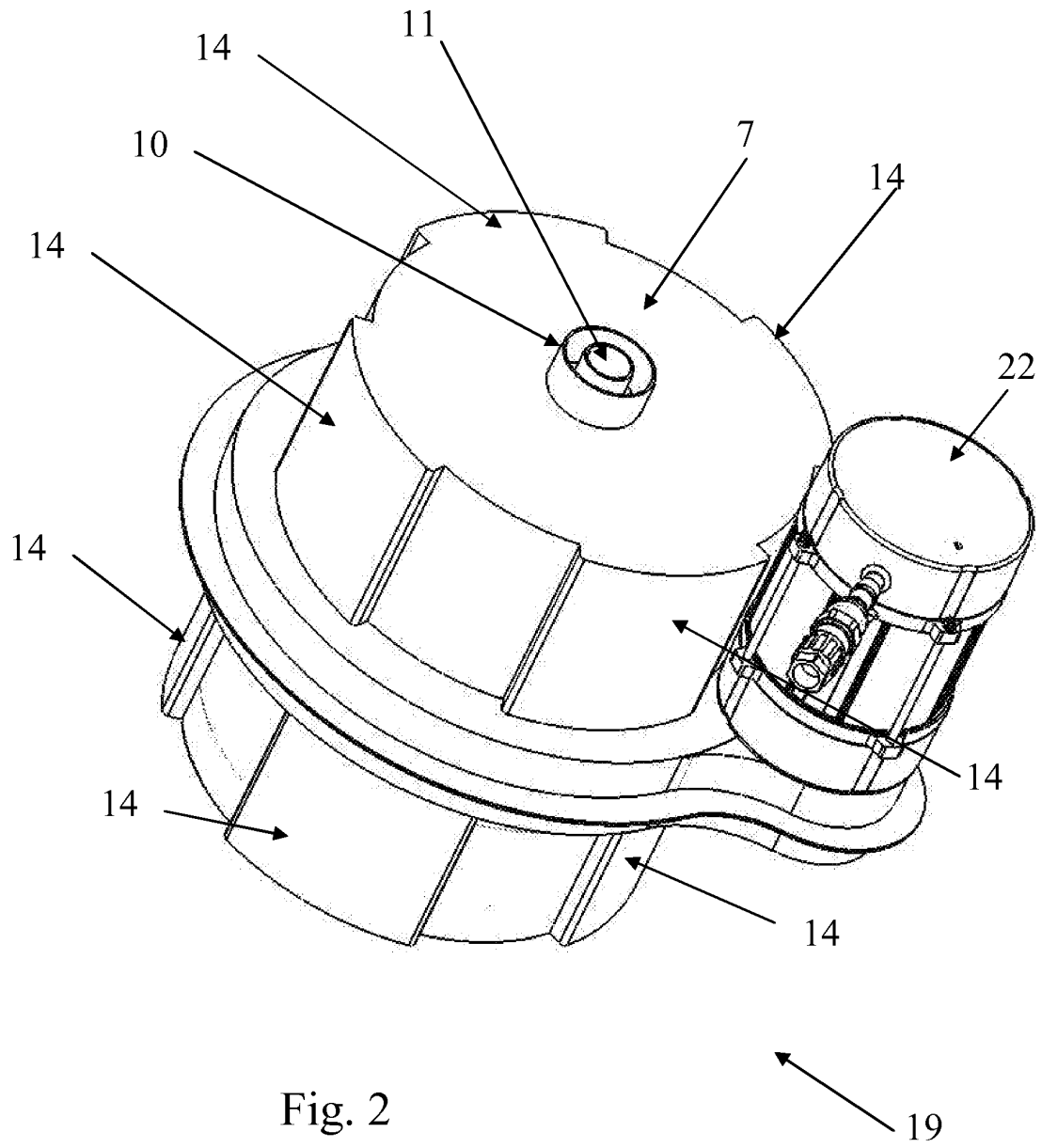


Fig. 2

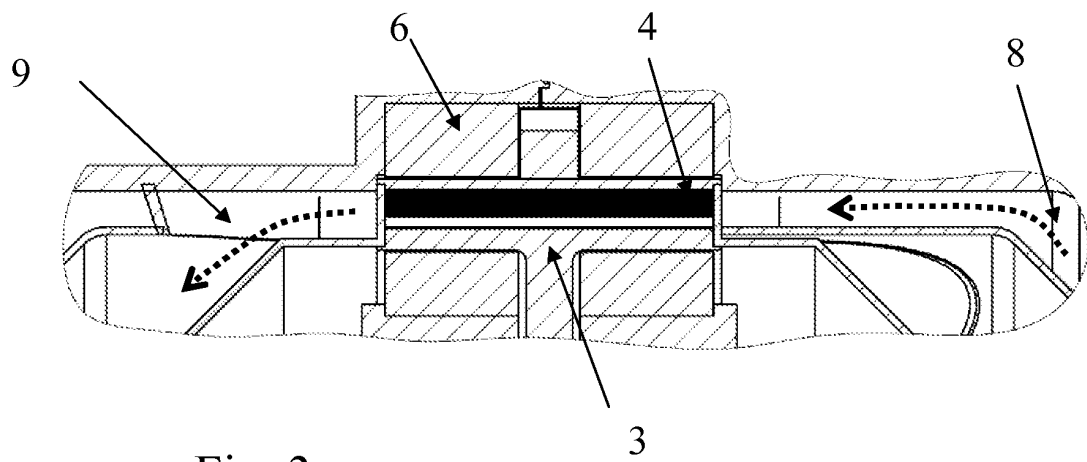


Fig. 3

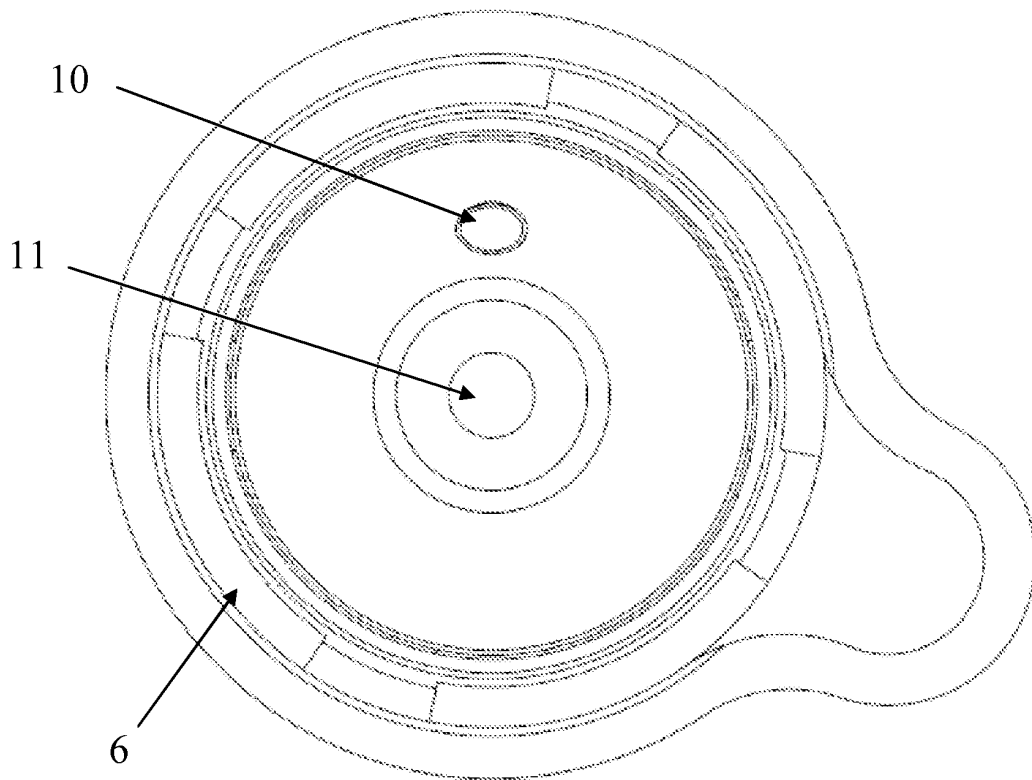


Fig. 4

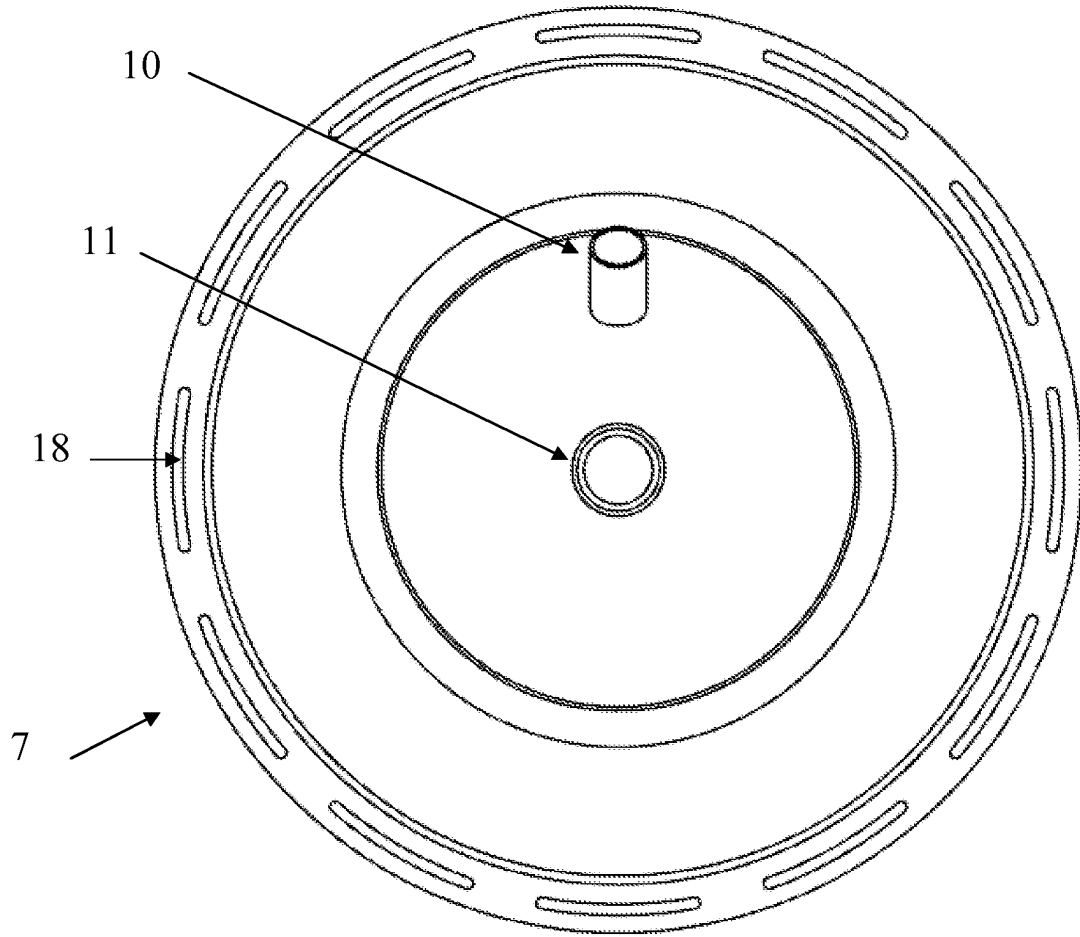


Fig. 5

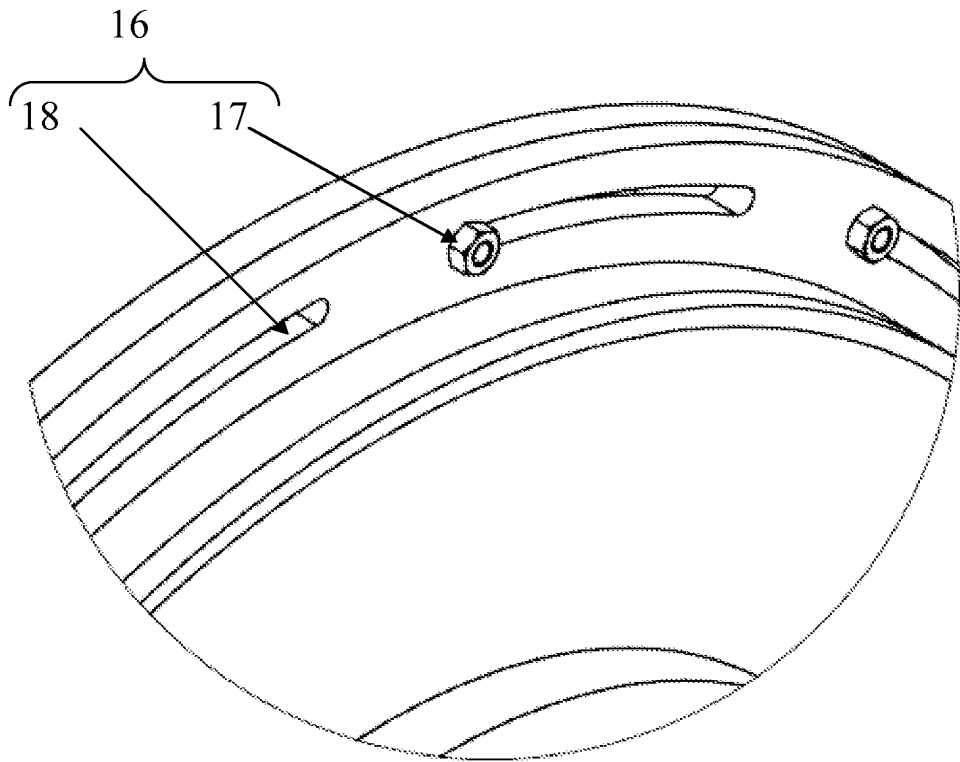


Fig. 6

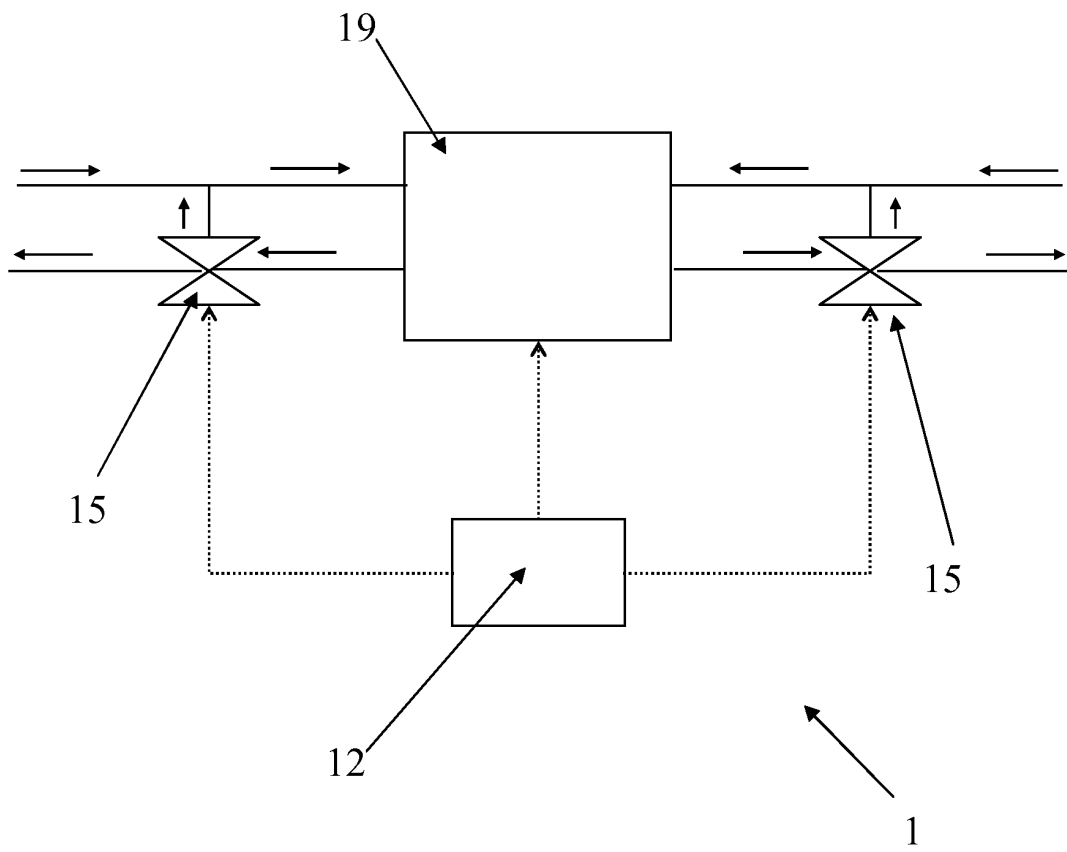


Fig. 7



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

FA 727251
FR 0957335

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X,D	WO 2009/024412 A1 (UNIV DENMARK TECH DTU [DK]; BAHL CHRISTIAN ROBERT HAFFENDE [DK]; SMITH) 26 février 2009 (2009-02-26) * revendications 1,2; figures 1a,2 * -----	1-14	F25B21/00
A	WO 2007/068134 A2 (HEIG VD [CH]; SARI OSMANN [CH]; EGOLF PETER W [CH]; BOZZINI STEFANO [C]) 21 juin 2007 (2007-06-21) * le document en entier * -----	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			F25B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
9 juin 2010		Ritter, Christoph	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0957335 FA 727251

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
 Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 09-06-2010
 Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2009024412 A1	26-02-2009	EP 2188577 A1	26-05-2010

WO 2007068134 A2	21-06-2007	CA 2632429 A1	21-06-2007
		CH 699375 B1	26-02-2010
		EP 1969294 A2	17-09-2008
		JP 2009519427 T	14-05-2009
		US 2009151363 A1	18-06-2009
