

(19)



(11)

EP 3 887 741 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

31.08.2022 Bulletin 2022/35

(21) Numéro de dépôt: **19839341.5**

(22) Date de dépôt: **22.11.2019**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
F28D 7/10 (2006.01) **F22B 37/12** (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
F28D 7/106; F22B 37/125; F28D 2021/0021; F28F 2210/02

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2019/052781

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2020/109707 (04.06.2020 Gazette 2020/23)

(54) **ÉCHANGEUR DE CHALEUR ET SYSTÈME DE REFROIDISSEMENT D'UN FLUIDE COMPRENANT UN TEL ÉCHANGEUR DE CHALEUR**

WÄRMETAUSCHER UND SYSTEM ZUR KÜHLUNG EINES FLUIDS MIT EINEM SOLCHEN WÄRMETAUSCHER

HEAT EXCHANGER AND SYSTEM FOR COOLING A FLUID COMPRISING SUCH A HEAT EXCHANGER

(84) Etats contractants désignés:

AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **28.11.2018 FR 1871990**

(43) Date de publication de la demande:
06.10.2021 Bulletin 2021/40

(73) Titulaire: **Liebherr-Aerospace Toulouse SAS**
31200 Toulouse (FR)

(72) Inventeurs:

- **INGENITO, Johanna**
31016 TOULOUSE Cedex 2 (FR)
- **ANGÉLIQUE, Romain**
31016 TOULOUSE Cedex 2 (FR)

- **BONNIVARD, Florian**
31016 TOULOUSE Cedex 2 (FR)
- **BREGOLI, Mickael**
31016 TOULOUSE Cedex 2 (FR)
- **HANSS, Grégoire**
31016 TOULOUSE Cedex 2 (FR)
- **ROCCHI, Jérôme**
31016 TOULOUSE Cedex 2 (FR)

(74) Mandataire: **Bringer IP**
1, Place du Président Thomas Wilson
31000 Toulouse (FR)

(56) Documents cités:

WO-A1-2016/057443 WO-A1-2017/029211
US-A- 4 440 217 US-A1- 2013 206 374
US-A1- 2017 001 943

EP 3 887 741 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

Domaine technique de l'invention

[0001] L'invention concerne un échangeur de chaleur, notamment un échangeur de chaleur tubulaire pour un véhicule de transport aérien ou ferroviaire. L'invention concerne également un système de refroidissement d'un fluide comprenant un tel échangeur de chaleur. L'invention concerne aussi un système de conditionnement d'air d'une cabine d'un véhicule de transport aérien ou ferroviaire équipé d'un tel système de refroidissement.

Arrière-plan technologique

[0002] Un système de contrôle environnemental d'une cabine d'un aéronef, plus connu sous l'acronyme ECS pour la dénomination anglaise « *Environmental Control System* » est destiné à fournir à la cabine de l'aéronef (qui désigne de manière générale tout espace intérieur de l'aéronef dont la pression et/ou la température de l'air doit être contrôlée, tel qu'une cabine pour passagers, le cockpit de pilotage, une soute, etc.) un air à pression et/ou température contrôlées.

[0003] Pour cela, il est connu de prélever un air haute pression sur les moteurs propulsifs de l'aéronef et de traiter cet air par une pluralité d'équipements pour l'amener à une température et pression compatibles avec les besoins de la cabine.

[0004] Parmi ces équipements, on trouve au moins un échangeur thermique air/air qui vise à refroidir l'air prélevé sur les moteurs propulsifs de l'aéronef par la mise en œuvre d'échanges thermiques entre ce flux d'air chaud et un flux d'air froid.

[0005] Ainsi, un tel échangeur thermique comprend en général un circuit chaud et un circuit froid transverses configurés pour pouvoir assurer des échanges thermiques entre le flux d'air véhiculé par le circuit chaud (aussi désigné ci-après par la passe chaude) et le flux d'air froid véhiculé par le circuit froid (aussi désigné ci-après par la passe froide).

[0006] Le circuit froid peut, par exemple, être alimenté par un flux d'air prélevé sur l'écoulement secondaire du moteur, connu sous la dénomination de fan air, dont la température est proche de l'environnement extérieur de l'aéronef, et qui peut donc atteindre en vol des températures de l'ordre de -50°C et une pression de l'ordre de 200 mbar.

[0007] Le circuit froid peut aussi être alimenté par un flux d'air prélevé sur une écope de l'aéronef qui alimente un canal d'air, plus connu sous la dénomination de RAM air.

[0008] Le circuit chaud peut être alimenté directement par l'air prélevé sur les moteurs propulsifs ou par un air issu des moteurs et déjà partiellement traité par un équipement en amont du système de conditionnement d'air.

[0009] Dans le cas des systèmes de conditionnement d'air électriques, le circuit chaud peut être alimenté par

un air prélevé à l'extérieur de l'aéronef et compressé par des compresseurs adaptés.

[0010] La plupart des échangeurs thermiques aujourd'hui utilisés à bord des aéronefs sont constitués d'échangeurs de chaleur du type à ailettes ou plaques. Ces échangeurs sont formés d'une chambre d'échanges thermiques de forme généralement rectangulaire et comprennent des couches empilées d'ailettes, par exemple ondulées qui forment des canaux de circulation empilés qui s'étendent alternativement dans des directions perpendiculaires d'une couche à l'autre. Ainsi, la passe chaude qui alimente une face de l'échangeur circule dans les canaux des différentes couches et la passe froide qui alimente une face perpendiculaire de l'échangeur circule dans les canaux transverses intercalés entre deux canaux de la passe chaude. Cette architecture permet d'intercaler chaque canal chaud entre deux canaux froids sur toute la longueur de l'échangeur et donc d'assurer des échanges thermiques entre les deux fluides.

[0011] La demande internationale WO201802171 au nom du demandeur décrit un tel échangeur de chaleur.

[0012] US 4,440,217 divulgue un échangeur de chaleur à contre-courant ayant deux conduits disposés concentriquement dans un boîtier étanche.

[0013] US 2013/206374 divulgue un échangeur de chaleur comprenant une partie centrale pourvue d'un nombre maximal de sous-canaux.

[0014] WO 2016/057443 divulgue un échangeur de chaleur à flux ramifié multi-branches pour une application aéronautique.

[0015] Ces échangeurs thermiques permettent de refroidir l'air prélevé sur les moteurs ou l'air ambiant compressé par des compresseurs dédiés, avant d'être traité par les autres équipements du système de conditionnement d'air pour pouvoir alimenter la cabine de l'aéronef. La capacité de refroidissement d'un échangeur est directement proportionnelle à son encombrement.

[0016] Or, l'encombrement et le poids d'un échangeur thermique sont deux caractéristiques critiques pour les aviateurs qui cherchent en permanence à limiter au maximum le poids et le volume de l'échangeur tout en visant des performances de refroidissement importantes.

[0017] Les inventeurs ont donc cherché une solution nouvelle permettant d'augmenter les surfaces d'échanges au sein de l'échangeur tout en limitant au maximum l'encombrement de l'échangeur.

[0018] Les inventeurs ont notamment cherché à développer un échangeur de chaleur qui puisse être utilisé, non seulement dans le cadre des systèmes de conditionnement d'air d'un véhicule de transport, tel qu'un aéronef, mais également dans tous types de systèmes de refroidissement nécessitant le refroidissement d'un fluide chaud issu d'une source de fluide chaud par un fluide froid issu d'une source de fluide froid.

[0019] A ce titre, l'invention ne se limite pas seulement aux échangeurs de chaleur destinés aux systèmes de conditionnement d'air, mais également aux échangeurs

de chaleur destinés à tous types d'applications d'échanges thermiques.

Objectifs de l'invention

[0020] L'invention vise à fournir un échangeur de chaleur qui pallie au moins certains inconvénients des solutions connues.

[0021] L'invention vise en particulier à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un échangeur de chaleur qui permet d'optimiser les surfaces d'échanges.

[0022] L'invention vise également à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un échangeur qui présente un encombrement réduit par rapport aux échangeurs de chaleur existants.

[0023] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un échangeur dont les pertes de charges sont réduites.

[0024] L'invention vise aussi à fournir, dans au moins un mode de réalisation, un échangeur qui peut être enchâssé dans une conduite de circulation de fluide pour fonctionnaliser une telle conduite et réduire ainsi l'encombrement du système.

[0025] L'invention vise aussi à fournir un système de refroidissement d'un fluide chaud par un fluide froid équipé d'un échangeur de chaleur selon l'invention.

[0026] L'invention vise aussi à fournir un système de conditionnement d'air équipé d'un échangeur de chaleur selon l'invention.

[0027] L'invention vise aussi à fournir un véhicule de transport aérien ou ferroviaire équipé d'un système de conditionnement d'air selon l'invention.

Exposé de l'invention

[0028] Pour ce faire, l'invention concerne un échangeur de chaleur comprenant :

- une chambre de circulation de fluide comprenant une entrée de fluide et une sortie de fluide destinée à être alimentée par un premier fluide, dit fluide extérieur, porté à une première température,
- une matrice d'échanges thermiques logée dans ladite chambre de circulation et formée d'une pluralité de tubulures d'échanges thermiques comprenant chacune au moins une paire de conduits imbriqués l'un dans l'autre, dits respectivement conduit intérieur et conduit extérieur, s'étendant le long d'une direction, dite direction longitudinale, et définissant :

o un canal de circulation d'un fluide, dit canal intérieur, délimité par ledit conduit intérieur, et adapté pour pouvoir être alimenté par un deuxième fluide, dit fluide intérieur, porté à une deuxième température, et

o un canal de circulation d'un fluide, dit canal intermédiaire, délimité par l'espace inter-conduits entre ledit conduit intérieur et ledit conduit

extérieur, et adapté pour pouvoir être alimenté par un troisième fluide, dit fluide intermédiaire, porté à une troisième température, distincte de ladite première température.

[0029] L'échangeur de chaleur selon l'invention est caractérisé en ce qu'au moins une tubulure d'échanges thermiques - notamment chaque tubulure d'échanges thermiques - comprend au moins deux paires de conduits imbriqués, lesdites paires étant reliées entre elles par au moins une entretoise transversale.

[0030] Un échangeur de chaleur selon l'invention présente une configuration particulière avec une matrice d'échanges thermiques formée d'une pluralité de tubulures d'échanges thermiques logées dans une chambre de circulation de fluide, dont au moins une tubulure d'échanges thermiques comprend au moins deux paires de conduits imbriqués l'un dans l'autre. Une telle configuration de matrice d'échanges thermiques présente l'avantage d'avoir une double surface d'échanges thermiques et ainsi d'augmenter les surfaces d'échanges thermiques tout en diminuant l'encombrement dudit échangeur de chaleur.

[0031] Plus particulièrement, un échangeur de chaleur selon l'invention comprend une chambre dans laquelle circule un fluide porté à une première température. Une pluralité de tubulures d'échanges thermiques comprenant chacune au moins une paire de conduits imbriqués l'un dans l'autre est agencée dans cette chambre. Chaque tubulure comprend au moins une paire de conduits définie par un conduit intérieur logé dans un conduit extérieur délimitant respectivement un canal intérieur et un canal intermédiaire inter-conduits. Aussi, chaque canal (respectivement le canal intérieur et le canal intermédiaire) peut être alimenté par un fluide dédié.

[0032] Selon l'invention, lesdits conduits extérieur et intérieur sont imbriqués l'un dans l'autre afin de permettre au fluide intermédiaire de circuler dans le canal intermédiaire délimité par l'espace inter-conduits et au fluide intérieur de circuler dans le canal intérieur délimité par le conduit intérieur. Le conduit intérieur forme la surface d'échanges thermiques entre le fluide intérieur et le fluide intermédiaire tandis que le conduit extérieur forme la surface d'échanges thermiques entre le fluide extérieur alimentant la chambre et le fluide intermédiaire. Les conduits imbriqués forment donc une double surface d'échanges thermiques pour le fluide intermédiaire.

[0033] Ainsi, le fluide intermédiaire circulant dans le conduit intermédiaire peut être réchauffé ou refroidi (selon les températures des fluides intérieur, intermédiaire et extérieur) à la fois par le fluide intérieur circulant dans le canal intérieur et par le fluide extérieur circulant dans la chambre de circulation de fluide. Ce double échange thermique permis par la structure particulière de l'échangeur selon l'invention permet donc de refroidir et/ou de réchauffer le fluide intermédiaire avec une meilleure efficacité que les systèmes de l'art antérieur.

[0034] Selon l'invention, la configuration des conduits

imbriqués permet non seulement de former une double zone d'échanges thermiques, mais également de réduire l'encombrement de l'échangeur. En particulier, le double échange thermique présente l'avantage de diminuer le nombre de tubulures d'échanges thermiques au sein d'un échangeur tout en bénéficiant d'une surface d'échanges équivalente à celle d'un échangeur existant. L'échangeur selon l'invention permet d'augmenter la surface d'échanges par rapport à un échangeur existant et donc d'obtenir un échangeur de chaleur plus performant, à encombrement équivalent, ou d'obtenir à performance équivalente, un encombrement réduit.

[0035] Selon l'invention, lesdits fluides intérieur et extérieur destinés à alimenter respectivement ledit canal intérieur d'une paire de conduits imbriqués et ladite chambre de circulation de fluide proviennent d'une même source de fluide.

[0036] Ainsi lesdits fluides extérieur et intérieur sont de même nature et peuvent être portés à la même température. Les fluides intérieur et extérieur enserrant ainsi le fluide intermédiaire circulant dans le canal intermédiaire. Le fluide intermédiaire subit donc des échanges thermiques de même nature, à la fois au niveau de la paroi interne délimitée par le conduit intérieur et au niveau de la paroi externe délimitée par le conduit extérieur.

[0037] En outre, selon l'invention, le fluide extérieur et intérieur est le fluide de la passe froide et le fluide intermédiaire est le fluide de la passe chaude. La passe froide permet ainsi de refroidir la passe chaude en circulant autour de celle-ci dans la chambre et également au centre de la passe chaude en circulant dans le conduit intérieur délimitant le canal intérieur.

[0038] Le fluide intermédiaire est ainsi refroidi plus efficacement étant donné que lesdits conduits imbriqués délimitant l'espace inter-conduit dans lequel peut circuler le fluide intermédiaire, sont tous deux au contact d'un fluide porté à une température inférieure. Dans ce cas, le refroidissement du fluide intermédiaire est facilité et le rendement de refroidissement dudit fluide est amélioré.

[0039] Selon l'invention, le canal intérieur peut communiquer avec ladite chambre de circulation de fluide de sorte que le fluide circulant dans ladite chambre est le même fluide circulant dans ledit canal intérieur.

[0040] Ledit conduit intérieur de la tubulure d'échanges thermiques débouche alors directement dans ladite chambre de circulation de fluide. Aussi, un même système d'alimentation est suffisant pour alimenter à la fois le canal intérieur et ladite chambre de circulation. Ainsi, cette configuration ne nécessite qu'un unique fluide traversant la chambre de circulation de fluide de l'entrée vers la sortie en alimentant en même temps lesdits canaux intérieurs des tubulures d'échanges thermiques.

[0041] Selon l'invention, l'entretoise transversale, aussi désignée dans le texte par « entretoise de liaison », agencée entre les paires de conduits imbriqués peut créer des turbulences au sein de la chambre de circulation de fluide qui améliore les échanges thermiques entre le fluide extérieur circulant dans la chambre et le fluide

intermédiaire qui circule dans les canaux intermédiaires.

[0042] L'entretoise de liaison peut également présenter une fonctionnalité d'échanges de chaleur en conduisant au moins une partie de la chaleur captée du conduit extérieur vers la chambre de mélange.

[0043] En outre, une tubulure selon l'invention équipée d'une entretoise est rigide de sorte qu'une pluralité de tubulures selon l'invention permet, lorsque les tubulures sont associées les unes aux autres, de former un réseau matriciel compact de tubulures d'échanges.

[0044] Selon une variante de l'invention, les flux de fluide intérieur, intermédiaire et extérieur sont des flux d'air, issus respectivement d'un flux d'air chaud, par exemple prélevé sur un moteur propulsif d'un aéronef et un flux d'air froid, prélevé par exemple à l'extérieur de l'aéronef.

[0045] Avantageusement et selon l'invention, au moins une tubulure d'échanges thermiques - notamment chaque tubulure d'échanges thermiques - comprend au moins deux paires de conduits imbriqués dont lesdits canaux intermédiaires sont alimentés par un même distributeur de fluide intermédiaire.

[0046] Selon cette variante avantageuse, un distributeur permet d'alimenter les différentes paires de conduits imbriqués de la tubulure d'échanges thermiques.

[0047] Un tel distributeur de fluide intermédiaire est par exemple formé d'un tube comprenant une entrée de fluide intermédiaire qui se scinde en plusieurs tubes pour former plusieurs sources d'alimentation en fluide intermédiaire des canaux intermédiaires. Dans le cas où la tubulure comprend deux paires de conduits imbriqués, le distributeur présente une entrée de fluide et deux sorties de fluide débouchant dans chacun des deux canaux intermédiaires desdites deux paires de conduits imbriqués.

[0048] De préférence, ledit distributeur présente une forme générale de Y, la base du Y formant l'entrée du fluide intermédiaire dans la tubulure et les deux branches du Y formant des canaux d'alimentation des canaux intermédiaires.

[0049] Chaque distributeur peut être relié à un même système d'alimentation pour faciliter la distribution de fluide intermédiaire dans l'ensemble des distributeurs et par la suite dans les canaux intermédiaires des différentes tubulures d'échanges thermiques.

[0050] Dans le cas où la tubulure comprend trois paires de conduits imbriqués, le distributeur présente une entrée de fluide et trois sorties de fluide débouchant dans chacun des trois canaux intermédiaires des trois paires de conduits imbriqués. Bien entendu, rien n'empêche de prévoir des tubulures comprenant plus de trois paires de conduits imbriqués pour un effet équivalent.

[0051] Un distributeur selon cette variante de l'invention permet donc d'alimenter une pluralité de canaux intermédiaires d'une pluralité de paires de conduits par une seule alimentation de fluide intermédiaire.

[0052] Avantageusement et selon l'invention, au moins un conduit intérieur - notamment chaque conduit

intérieur - d'au moins une paire de conduits imbriqués - notamment de chaque paire de conduits imbriqués - traverse ledit distributeur de fluide intermédiaire.

[0053] Cela permet d'alimenter les canaux intérieurs, soit directement par le fluide circulant dans la chambre de circulation, soit par un fluide dédié aux canaux intérieurs, auquel cas les conduits intérieurs traversent également la chambre de circulation de fluide extérieur.

[0054] Selon cette variante, un système d'alimentation en fluide intermédiaire peut distribuer ledit fluide intermédiaire dans lesdits canaux intermédiaires par le biais des distributeurs. L'alimentation en fluide intérieur peut se faire grâce à un deuxième système d'alimentation dédié à la distribution dudit fluide intérieur pouvant alimenter lesdits canaux intérieurs qui peuvent se prolonger hors de la chambre de circulation.

[0055] Avantageusement et selon l'invention, au moins un conduit intérieur - notamment chaque conduit intérieur - d'au moins une paire de conduits imbriqués - notamment de chaque paire de conduits imbriqués - traverse ledit distributeur de fluide intermédiaire et débouche dans ladite chambre de circulation.

[0056] Selon cette variante, les conduits intérieurs débouchent directement dans la chambre de circulation de fluide de sorte que l'alimentation de la chambre de circulation de fluide permet également l'alimentation des canaux intérieurs délimités par les conduits intérieurs.

[0057] Avantageusement et selon l'invention, au moins une entretoise transversale - notamment chaque entretoise transversale - comprend au moins une ouverture configurée pour permettre le passage dudit fluide extérieur entre lesdites paires de conduits imbriqués reliés par cette entretoise selon une direction présentant un angle compris entre 0° et 90° par rapport à ladite direction longitudinale.

[0058] Selon cette variante, ladite entretoise transversale comprend au moins une ouverture pour permettre une meilleure circulation dudit fluide extérieur au sein de la chambre de circulation entre les paires de conduits.

[0059] Selon cette variante, le fluide extérieur est réparti de manière homogène dans ladite chambre de circulation afin de favoriser les échanges thermiques entre ledit fluide extérieur et ledit fluide intermédiaire circulant dans le canal intermédiaire des tubulures.

[0060] Avantageusement et selon l'invention, au moins une tubulure d'échanges thermiques - notamment chaque tubulure d'échanges thermiques - comprend au moins une paire de conduits imbriqués dont les conduits sont reliés l'un à l'autre par une baguette de jonction qui s'étend dans le canal intermédiaire entre le conduit intérieur et le conduit extérieur.

[0061] Selon cette variante, les conduits intérieur et extérieur qui forment ensemble une paire de conduits imbriqués de la tubulure sont reliés mécaniquement par au moins une baguette de jonction qui s'étend dans l'espace inter-conduits entre les conduits pour rigidifier l'ensemble ainsi formé.

[0062] Avantageusement et selon l'invention, au

moins une tubulure d'échanges thermiques - notamment chaque tubulure d'échanges thermiques - comprend au moins une paire de conduits imbriqués cylindriques.

[0063] Selon cette variante, les conduits sont cylindriques. Un conduit cylindrique s'entend au sens mathématique du terme, c'est-à-dire qu'un tel conduit est un solide engendré par une droite qui se déplace parallèlement à elle-même sur une génératrice. Une telle génératrice peut être carrée, circulaire, ovale, etc.

[0064] De préférence, les conduits imbriqués sont cylindriques à base circulaire.

[0065] Selon cette variante, lesdits conduits cylindriques sont optimisés pour être agencés dans une chambre de circulation de fluide qui est de préférence également cylindrique à base circulaire. En d'autres termes, l'échangeur de chaleur forme alors un échangeur tubulaire cylindrique qui peut être enchâssé dans une conduite cylindrique. Ainsi, l'échangeur de chaleur tubulaire comprenant une chambre cylindrique peut être aisément intégré au sein d'une canalisation cylindrique de circulation de fluide.

[0066] Un échangeur selon cette variante de l'invention, enchâssé dans une conduite cylindrique, permet de fonctionnaliser cette conduite, et donc de limiter l'encombrement de l'échangeur en le logeant au sein d'un équipement déjà présent, libérant ainsi de la place à l'extérieur de la conduite.

[0067] Selon cette variante, la forme cylindrique des conduits permet aussi de diminuer les efforts de pression qui s'exercent sur les parois des conduits imbriqués par les fluides circulant à l'intérieur et à l'extérieur des conduits.

[0068] Les tubulures d'échanges thermiques d'un échangeur de chaleur selon l'invention peuvent aussi présenter des formes quelconques. Ainsi, les tubulures peuvent par exemple être cylindrique en s'étendant de manière rectiligne le long d'une direction longitudinale, mais rien n'empêche de prévoir d'autres modes de réalisation dans lesquels les tubulures sont courbes, ou desinent des spirales, ou tout autre forme quelconque.

[0069] Avantageusement et selon l'invention, au moins une tubulure d'échanges thermiques - notamment chaque tubulure d'échanges thermiques - comprend au moins une paire de conduits imbriqués concentriques.

[0070] Cette variante avantageuse permet notamment d'homogénéiser les efforts qui s'exercent sur les conduits et de simplifier les opérations d'imbrication des conduits l'un dans l'autre.

[0071] Avantageusement et selon l'invention, ledit échangeur de chaleur comprend en outre un carter, ledit carter délimitant la chambre de circulation de fluide.

[0072] Selon cette variante, la chambre de l'échangeur est délimitée par un carter qui comprend au moins une pluralité de tubulures agencées dans ladite chambre de manière à ce que l'échangeur soit intégré dans une canalisation, de préférence cylindrique.

[0073] L'invention concerne également un système de refroidissement d'un fluide présentant une première tem-

pérature, dit fluide chaud, par un fluide présentant une deuxième température, dit fluide froid, comprenant un circuit de fluide chaud adapté pour pouvoir être alimenté en fluide chaud par une source de fluide chaud, et un circuit de fluide froid adapté pour pouvoir être alimenté en fluide froid par une source de fluide froid.

[0074] Un système de refroidissement selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend en outre un échangeur de chaleur selon l'invention, ledit circuit chaud alimentant lesdits canaux intermédiaires et ledit circuit froid alimentant lesdits canaux intérieurs et ladite chambre de circulation dudit échangeur.

[0075] Un système de refroidissement selon l'invention peut être mis en œuvre dans toutes les applications nécessitant de refroidir un fluide chaud par un fluide froid (refroidissement d'électronique par un fluide caloporteur ; refroidissement d'un air prélevé sur un moteur propulsif pour un système de conditionnement d'air ; etc.). Les fluides peuvent être de même nature (air/air ou liquide/liquide) ou de nature différente (air/liquide ou liquide/air).

[0076] Les avantages d'un échangeur de chaleur selon l'invention s'appliquent *mutatis mutandis* à un système de refroidissement selon l'invention.

[0077] Avantageusement et selon l'invention, lesdits canaux intermédiaires et lesdits canaux intérieurs sont alimentés à contre-courant par lesdits circuits chaud et froid respectivement.

[0078] Selon cette variante, le fluide intérieur circule dans le canal intérieur de chaque tubulure à contre-courant du fluide intermédiaire qui circule dans le canal intermédiaire de chaque tubulure, c'est-à-dire que les fluides circulent chacun dans des directions opposées. En variante ou en combinaison, le fluide extérieur peut également circuler à contre-courant dudit fluide intermédiaire.

[0079] L'invention concerne également un système de conditionnement d'air d'une cabine d'un véhicule de transport comprenant au moins un système de refroidissement d'air selon l'invention.

[0080] Selon cette variante, le circuit d'air chaud est par exemple alimenté par un air prélevé sur un moteur propulsif de l'aéronef et ledit circuit d'air froid est par exemple prélevé sur l'écoulement secondaire du moteur de l'aéronef ou à l'extérieur de l'aéronef.

[0081] Bien entendu, rien n'empêche d'utiliser un échangeur selon l'invention en prévoyant que le fluide chaud ne soit pas issu d'un prélèvement sur les moteurs propulsifs de l'aéronef, ce qui peut par exemple le cas dans le cadre de systèmes de conditionnement d'air électriques pour lesquels l'air chaud est obtenu par des moyens de compression de l'air prélevé à l'extérieur de l'aéronef.

[0082] L'invention concerne également un véhicule de transport aérien, ferroviaire ou automobile comprenant au moins un moteur propulsif, une cabine et au moins un système de conditionnement d'air de ladite cabine, caractérisé en ce que le système de conditionnement

d'air de la cabine est un système de conditionnement d'air selon l'invention.

[0083] Les avantages d'un système de conditionnement d'air selon l'invention s'appliquent *mutatis mutandis* à un véhicule de transport selon l'invention.

[0084] L'invention concerne également un échangeur de chaleur, un système de refroidissement d'un fluide, un système de conditionnement d'air et un aéronef, caractérisés en combinaison par tout ou partie des caractéristiques mentionnées cidessus ou ci-après.

Liste des figures

[0085] D'autres buts, caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante donnée à titre uniquement non limitatif et qui se réfère aux figures annexées dans lesquelles :

[Fig. 1] est une vue schématique en coupe d'un échangeur selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 2] est une vue schématique en perspective d'une pluralité de tubulures d'échanges thermiques formant la matrice d'échanges thermiques d'un échangeur selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 3a] est une vue schématique en perspective avant d'une tubulure d'un échangeur selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 3b] est une vue schématique en perspective arrière d'une tubulure d'un échangeur selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 4a] est une vue schématique en perspective avant d'une tubulure d'un échangeur selon un autre mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 4b] est une vue schématique en perspective arrière d'une tubulure d'un échangeur selon un autre mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 5] est une vue schématique d'une matrice d'échanges thermiques d'un échangeur selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 6] est une vue schématique d'une matrice d'échanges thermiques d'un échangeur selon un mode de réalisation de l'invention.

[Fig. 7] est une vue schématique d'un aéronef selon un mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

[0086] Sur les figures, les échelles et les proportions ne sont pas strictement respectées et ce, à des fins d'illustration et de clarté. Dans toute la description détaillée qui suit en référence aux figures, sauf indication contraire, chaque élément de l'échangeur de chaleur tubulaire est décrit tel qu'il est agencé lorsque l'échangeur est logé dans une conduite de circulation d'air qui s'étend le long d'une direction, dite direction longitudinale, qui coïncide

avec la direction le long de laquelle s'étendent les tubulures d'échanges thermiques de l'échangeur. Cette configuration est notamment représentée sur la figure 1.

[0087] En outre, les éléments identiques, similaires ou analogues sont désignés par les mêmes références dans toutes les figures.

[0088] Dans toute la suite, la description considère que l'échangeur de chaleur est installé au sein d'un système de conditionnement d'air, étant entendu que l'échangeur peut être utilisé pour d'autres applications que le refroidissement d'un air haute température, prélevé par exemple sur un moteur propulsif d'un aéronef.

[0089] La figure 1 illustre de manière schématique un échangeur 10 de chaleur tubulaire enchâssé dans une conduite 23 de circulation d'air. L'échangeur peut comprendre un carter enchâssé dans la conduite 23.

[0090] L'échangeur 10 comprend en outre une matrice 30 d'échanges thermiques, logée dans une chambre 20 de circulation de fluide, et formée d'une pluralité de tubulures 31 d'échanges thermiques s'étendant selon une direction longitudinale 70, qui coïncide par exemple avec la direction le long de laquelle s'étend la conduite 23.

[0091] La chambre 20 est alimentée par un air porté à une première température. Cet air est par exemple un air prélevé à l'extérieur de l'aéronef. Cet air frais est schématiquement représenté par la flèche référencée 72a sur la figure 1.

[0092] Les tubulures 31 d'échanges thermiques présentent, dans le mode de réalisation des figures 2, 3a, 3b, 5 et 6, une forme de Y, la base du Y formant un distributeur 50 d'alimentation de canaux intermédiaires, formant les branches du Y, en un air intermédiaire porté à une deuxième température, distincte de la température de l'air alimentant la chambre 20. Cet air intermédiaire est par exemple un air chaud prélevé sur les moteurs propulsifs de l'aéronef. Cet air chaud est schématiquement représenté par la flèche référencée 71 sur la figure 1.

[0093] Les tubulures 31 sont également configurées pour présenter des canaux intérieurs alimentés en un air frais, qui peut être le même air que celui qui alimente la chambre 20. Cet air est schématiquement représenté par la flèche 72b sur la figure 1. Selon un autre mode de réalisation, les canaux intérieurs peuvent être alimentés par un air porté à une autre température distincte des températures de l'air extérieur et de l'air intermédiaire.

[0094] La figure 2 illustre de manière plus détaillée une portion de la matrice d'échanges thermiques d'un échangeur selon l'invention. Chaque tubulure comprend deux paires 32 ; 33 de conduits concentriques conjugués reliés à un distributeur 50 de fluide intermédiaire. Le distributeur 50 comprend une entrée 51 de fluide intermédiaire alimentée par un système d'alimentation non représenté en détail sur les figures et deux sorties 52 de fluide permettant d'alimenter les canaux intermédiaires 32d et 33d des paires 32 ; 33 de conduits imbriqués l'un dans l'autre. Les deux paires 32, 33 de conduits sont reliées entre elles par le biais d'une entretoise 40 transversale qui

comprend en outre une ouverture 41 permettant le passage de l'air circulant dans la chambre 20.

[0095] Les figures 3a et 3b illustrent une tubulure 31 en forme de Y. La tubulure 31 en forme de Y peut être fabriquée par un système d'impression additive, tel qu'une imprimante 3D.

[0096] Tel qu'illustré sur ces figures, la tubulure 31 en forme de Y comprend deux paires 32 ; 33 de conduits imbriqués l'un dans l'autre, qui sont également concentriques dans le mode de réalisation des figures. Chaque paire de conduit est formée par deux conduits imbriqués, respectivement un conduit intérieur 32a ; 33a et un conduit extérieur 32b ; 33b.

[0097] Les conduits intérieurs 32a ; 33a délimitent un canal intérieur 32c ; 33c de circulation de l'air intérieur, qui est par exemple un air froid.

[0098] L'espace inter-conduits formé par le conduit intérieur 32a ; 33a et le conduit extérieur 32b ; 33b délimite un canal intermédiaire 32d ; 33d de circulation d'un air intermédiaire, qui est par exemple un air chaud.

[0099] Le conduit extérieur 32b ; 33b est relié aux deux sorties 52 de fluide du distributeur 50 de sorte que le fluide intermédiaire alimentant le distributeur par l'entrée 51 est distribué aux canaux intermédiaires 32d ; 33d.

[0100] Le canal intérieur 32c ; 33c de chaque paire de conduits débouche dans la chambre 20 de circulation de fluide de sorte que le flux d'air circulant dans le canal intérieur est le flux d'air circulant dans la chambre 20. Pour ce faire, les sorties 52 du distributeur 50 reliées aux conduits extérieurs 32b ; 33b sont traversées par le conduit interne 32a ; 33a qui débouche directement dans la chambre 20 de circulation de fluide de sorte que la chambre 20 et les canaux intérieurs sont alimentés par le même flux d'air frais.

[0101] La matrice 30 est formée de tubulures 31 en forme de Y dont les paires de conduits 32 ; 33 concentriques conjugués sont parallèles entre eux. Les tubulures 31 en forme de Y sont associées les unes aux autres pour former une couche de tubulures 31. Plusieurs couches peuvent être empilées les unes sur les autres de manière à constituer un réseau matriciel de tubulures 31 au sein d'une chambre 20 pour former la matrice 30. Les couches de tubulures 31 en forme de Y peuvent être empilées de sorte que les entrées 51 de l'ensemble des distributeurs 50 soient en quinconce les unes par rapport aux autres ; créant ainsi des espaces pour le passage du fluide extérieur circulant dans la chambre 20.

[0102] Les figures 4a et 4b illustrent une tubulure selon un autre mode de réalisation de l'invention. Dans ce mode de réalisation, la tubulure comprend un distributeur 50 et trois paires de conduits imbriqués 32, 33, 34 l'un dans l'autre. En outre, le distributeur 50 alimente en parallèle les trois paires 32, 33, 34 de conduits à partir d'une seule alimentation du distributeur.

[0103] Selon d'autres modes de réalisation non représentés, une tubulure peut comprendre quatre paires de conduits imbriqués ou davantage.

[0104] Sur la figure 5, on distingue de part et d'autre

de l'entrée 51 du distributeur 50, les canaux intérieurs 32c et 33c dans lesquels circule le fluide intérieur qui alimente également la chambre 20 dans laquelle est logée la matrice 30 d'échanges thermiques, et non représentée sur cette figure.

[0105] La figure 6 illustre de manière schématique les paires de conduits 32 ; 33 imbriqués et notamment les conduit extérieurs 32b et 33b qui sont reliés entre eux par l'entretoise 40 transversale.

[0106] L'échangeur 10 de chaleur peut selon ce mode de réalisation être intégré à un système 62 de conditionnement d'air. En outre, les tubulures 31 telles qu'illustrées sont cylindriques et permettent ainsi d'obtenir une matrice 30 cylindrique qui peut être logée dans une chambre 20 délimitée par un carter cylindrique, qui peut être intégrée dans une canalisation de circulation d'air cylindrique et notamment dans un système 62 de conditionnement d'air équipant un aéronef 60.

[0107] Tel qu'illustré par la figure 7, le système 62 de conditionnement d'air comprend un circuit chaud et un circuit froid destiné à alimenter l'échangeur tubulaire selon l'invention. Le fluide intermédiaire est le fluide véhiculé par le circuit chaud et est par exemple un air prélevé sur les moteurs propulsifs 61 de l'aéronef. Le circuit froid qui permet de fournir le fluide intérieur et le fluide extérieur est par exemple un circuit d'air prélevé sur l'écoulement secondaire du moteur ou un air prélevé à l'extérieur de l'aéronef.

[0108] L'échangeur 10 de chaleur tubulaire peut être directement enchâssé dans une canalisation de circulation d'air et notamment dans un système 62 de conditionnement d'air qui équipe un aéronef 60. Selon ce mode de réalisation, l'encombrement de l'échangeur 10 est ainsi limité tout en ayant une surface d'échanges thermiques augmentée avec un système de conduits imbriqués permettant un double échange thermique.

[0109] La présente invention a été décrite en lien avec une application aéronautique, en particulier pour un système de conditionnement d'air d'une cabine d'aéronef.

[0110] Cela étant, un échangeur de chaleur selon l'invention peut être mise en œuvre, non seulement dans le cadre des systèmes de conditionnement d'air d'un véhicule de transport, tel qu'un aéronef, mais également dans tous types de systèmes de refroidissement nécessitant le refroidissement d'un fluide chaud issu d'une source de fluide chaud par un fluide froid issu d'une source de fluide froid.

[0111] A ce titre, un échangeur de chaleur selon l'invention peut équiper, non seulement des systèmes tels que décrits dans la demande EP3342709 au nom du demandeur, mais également des systèmes tels que décrits dans les demandes EP3190282, WO201634830, EP3392146, WO2018122334, FR2894563 ou FR3051894. Cette liste n'est bien sûr pas limitative et n'est citée que pour permettre à l'homme du métier de percevoir le potentiel d'application d'un échangeur de chaleur selon l'invention.

Revendications

1. Échangeur (10) de chaleur comprenant :

- 5 - une chambre (20) de circulation de fluide comprenant une entrée (21) de fluide et une sortie (22) de fluide destinée à être alimentée par un premier fluide, dit fluide extérieur, porté à une première température,
- 10 - une matrice (30) d'échanges thermiques logée dans ladite chambre (20) de circulation et formée d'une pluralité de tubulures (31) d'échanges thermiques comprenant chacune au moins une paire de conduits (32 ; 33) imbriqués l'un dans l'autre, dits respectivement conduit intérieur (32a ; 33a) et conduit extérieur (32b ; 33b) s'étendant le long d'une direction, dite direction longitudinale (70), et définissant :

20 o un canal de circulation d'un fluide, dit canal intérieur (32c ; 33c), délimité par ledit conduit intérieur (32a ; 33b), et adapté pour pouvoir être alimenté par un deuxième fluide, dit fluide intérieur, porté à une deuxième température, et

25 o un canal de circulation d'un fluide, dit canal intermédiaire (32d ; 33d), délimité par l'espace inter-conduits entre ledit conduit intérieur (32a ; 33a) et ledit conduit extérieur (32b ; 33b), et adapté pour pouvoir être alimenté par un troisième fluide, dit fluide intermédiaire, porté à une troisième température, distincte de ladite première température,

30 **caractérisé en ce qu'au moins une tubulure (31) d'échanges thermiques comprend au moins deux paires de conduits (32 ; 33) imbriqués, lesdites paires étant reliées entre elles par au moins une entretoise transversale (40).**

2. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'au moins une tubulure (31) d'échanges thermiques comprend au moins deux paires de conduits (32 ; 33) imbriqués dont lesdits canaux intermédiaires (32d ; 33d), sont alimentés par un même distributeur (50) de fluide intermédiaire.**

3. Échangeur de chaleur selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'au moins un conduit intérieur (32a ; 33a) d'au moins une paire de conduits (32 ; 33) imbriqués traverse ledit distributeur (50) de fluide intermédiaire.**

4. Échangeur de chaleur selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'au moins un conduit intérieur (32a ; 33a) d'au moins une paire de conduits (32 ;**

33) imbriqués traverse ledit distributeur (50) de fluide intermédiaire et débouche dans ladite chambre (20) de circulation.

5. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'**au moins une entretoise (40) transversale comprend au moins une ouverture (41) configurée pour permettre le passage dudit fluide extérieur entre lesdites paires de conduits imbriqués reliés par cette entretoise selon une direction présentant un angle compris entre 0° et 90° par rapport à ladite direction longitudinale (70). 5
6. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce qu'**au moins une tubulure (31) d'échanges thermiques comprend au moins une paire de conduits imbriqués dont les conduits sont reliés l'un à l'autre par une baguette de jonction qui s'étend dans le canal intermédiaire entre le conduit intérieur et le conduit extérieur. 10
7. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'**au moins une tubulure (31) d'échanges thermiques comprend au moins une paire de conduits (32 ; 33) imbriqués cylindriques. 25
8. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'**au moins une tubulure (31) d'échanges thermiques comprend au moins une paire de conduits imbriqués concentriques. 30
9. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre un carter logeant lesdites tubulures d'échanges thermiques, ledit carter délimitant la chambre (20) de circulation de fluide. 35
10. Système de refroidissement d'un fluide présentant une première température, dit fluide chaud, par un fluide présentant une deuxième température, dit fluide froid, comprenant un circuit de fluide chaud adapté pour pouvoir être alimenté en fluide chaud par une source de fluide chaud, et un circuit de fluide froid adapté pour pouvoir être alimenté en fluide froid par une source de fluide froid, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre un échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 9, ledit circuit chaud alimentant lesdits canaux intermédiaires et ledit circuit froid alimentant lesdits canaux intérieurs et ladite chambre de circulation dudit échangeur. 40
11. Système de refroidissement selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** lesdits canaux intermédiaires et lesdits canaux intérieurs sont alimentés à contre-courant par lesdits fluides chaud et froid respectivement. 45

12. Système de conditionnement d'air d'une cabine d'un véhicule de transport comprenant au moins un système de refroidissement d'air conforme à la revendication 10 ou 11.

13. Véhicule de transport aérien, ferroviaire ou automobile comprenant au moins un moteur propulsif (61), une cabine et au moins un système de conditionnement d'air de ladite cabine, **caractérisé en ce que** le système de conditionnement d'air de la cabine est un système (62) de conditionnement d'air selon la revendication 12.

15 Patentansprüche

1. Wärmetauscher (10), welcher umfasst:

eine Fluidzirkulationskammer (20) mit einem Fluideinlass (21) und einem Fluidauslass (22), die dazu bestimmt ist, mit einem ersten Fluid, das als äußeres Fluid bezeichnet wird und auf eine erste Temperatur gebracht wird, versorgt zu werden;

eine Wärmetauschermatrix (30), die in der Zirkulationskammer (20) aufgenommen ist und aus mehreren Wärmetauscherrohren (31) gebildet wird, die jeweils mindestens ein Paar ineinander geschachtelter Leitungen (32; 33) umfassen, die als innere Leitung (32a; 33a) bzw. äußere Leitung (32b; 33b) bezeichnet werden und sich entlang einer als Längsrichtung (70) bezeichneten Richtung erstrecken und definieren:

einen Kanal für die Zirkulation eines Fluids, der als innerer Kanal (32c; 33c) bezeichnet wird, der durch die innere Leitung (32a; 33b) begrenzt wird und geeignet ist, mit einem zweiten Fluid, das als inneres Fluid bezeichnet wird, versorgt zu werden, und das auf eine zweite Temperatur gebracht wird, und

einen Kanal für die Zirkulation eines Fluids, der als Zwischenkanal (32d; 33d) bezeichnet wird, der durch den Zwischenraum zwischen dem inneren Kanal (32a; 33a) und dem äußeren Kanal (32b; 33b) begrenzt wird und mit einem dritten Fluid, das als Zwischenfluid bezeichnet wird, versorgt werden kann, das auf eine dritte Temperatur gebracht wird, die sich von der ersten Temperatur unterscheidet,

dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Wärmetauscherrohr (31) mindestens zwei Paare ineinander geschachtelter Leitungen (32; 33) umfasst, worin die Paare durch mindestens einen transversalen Ab-

- standshalter (40) miteinander verbunden sind.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Wärmetauscherrohr (31) mindestens zwei Paare ineinander geschachtelter Kanäle (32; 33) umfasst, worin die Zwischenkanäle (32d; 33d) von demselben Zwischenfluidverteiler (50) versorgt werden. 5
 3. Wärmetauscher nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein innerer Kanal (32a; 33a) mindestens eines Paares verschachtelter Kanäle (32; 33) durch den Zwischenfluidverteiler (50) verläuft. 10
 4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein innerer Kanal (32a; 33a) mindestens eines Paares verschachtelter Kanäle (32; 33) durch den Zwischenfluidverteiler (50) verläuft und in die Zirkulationskammer (20) mündet. 15
 5. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein quer angeordneter Abstandshalter (40) mindestens eine Öffnung (41) aufweist, die ausgestaltet ist, den Durchgang des äußeren Fluids zwischen den Paaren ineinander geschachtelter Leitungen zu ermöglichen, die durch diesen Abstandshalter in einer Richtung verbunden sind, die einen Winkel zwischen 0° und 90° in Bezug auf die Längsrichtung (70) aufweist. 20
 6. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Wärmetauscherrohr (31) mindestens ein Paar ineinander geschachtelter Kanäle umfasst, deren Kanäle durch eine Verbindungsstange miteinander verbunden sind, die sich in dem Zwischenkanal zwischen dem inneren Kanal und dem äußeren Kanal erstreckt. 25
 7. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Wärmetauscherrohr (31) mindestens ein Paar ineinander geschachtelter zylindrischer Kanäle (32; 33) umfasst. 30
 8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Wärmetauscherrohr (31) mindestens ein Paar konzentrischer, ineinander geschachtelter Kanäle umfasst. 35
 9. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zudem ein Gehäuse umfasst, in dem die Wärmetauscherrohre auf- 40
 10. System zur Kühlung eines Fluids, das eine erste Temperatur aufweist und das als heißes Fluid bezeichnet wird, mit einem Fluid, das eine zweite Temperatur aufweist und das als kaltes Fluid bezeichnet wird, worin das System ferner einen Kreislauf für heißes Fluid aufweist, der von einer Quelle für heißes Fluid mit heißem Fluid versorgt werden kann, und einem Kreislauf für kaltes Fluid, der von einer Quelle für kaltes Fluid mit kaltem Fluid versorgt werden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** das System ferner einen Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9 umfasst, worin der heiße Kreislauf die Zwischenkanäle und der kalte Kreislauf die inneren Kanäle und die Zirkulationskammer des Wärmetauschers versorgt. 45
 11. Kühlsystem nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zwischenkanäle und die inneren Kanäle im Gegenstrom durch die heißen bzw. kalten Fluide versorgt werden. 50
 12. Klimaanlage für die Kabine eines Transportfahrzeugs, welche mindestens ein Luftkühlsystem nach Anspruch 10 oder 11 umfasst. 55
 13. Luft-, Schienen- oder Autotransportfahrzeug, welches mindestens einen Antriebsmotor (61), eine Kabine und mindestens eine Klimaanlage für die Kabine umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Klimaanlage für die Kabine eine Klimaanlage (62) nach Anspruch 12 ist.

Claims

1. Heat exchanger (10) comprising:

- a fluid circulation chamber (20) comprising a fluid inlet (21) and a fluid outlet (22) intended to be supplied with a first fluid, referred to as outer fluid, brought to a first temperature,
- a heat exchange matrix (30) housed in said circulation chamber (20) and formed by a plurality of heat exchange tubes (31) each comprising at least one pair of ducts (32; 33) nested one inside the other, referred to as inner duct (32a; 33a) and outer duct (32b; 33b), respectively, extending along a direction, referred to as longitudinal direction (70), and defining:

o a channel for the circulation of a fluid, referred to as inner channel (32c; 33c), delimited by said inner duct (32a; 33b), and suitable for being able to be supplied with a second fluid, referred to as inner fluid, brought

to a second temperature, and
 o a channel for the circulation of a fluid, referred to as intermediate channel (32d; 33d), delimited by the inter-duct space between said inner duct (32a; 33a) and said outer duct (32b; 33b), and suitable for being able to be supplied with a third fluid, referred to as intermediate fluid, brought to a third temperature, different from said first temperature,

characterized in that at least one heat exchange tube (31) comprises at least two pairs of nested ducts (32; 33), said pairs being connected to each other by at least one transverse spacer (40).

2. Heat exchanger according to claim 1, **characterized in that** at least one heat exchange tube (31) comprises at least two pairs of nested ducts (32; 33), said intermediate channels (32d; 33d) of which are supplied by the same intermediate fluid distributor (50).
3. Heat exchanger according to claim 2, **characterized in that** at least one inner duct (32a; 33a) of at least one pair of nested ducts (32; 33) passes through said intermediate fluid distributor (50).
4. Heat exchanger according to claim 3, **characterized in that** at least one inner duct (32a; 33a) of at least one pair of nested ducts (32; 33) passes through said intermediate fluid distributor (50) and opens into said circulation chamber (20).
5. Heat exchanger according to any of claims 1 to 4, **characterized in that** at least one transverse spacer (40) comprises at least one opening (41) configured to allow the passage of said outer fluid between said pairs of nested ducts connected by this spacer in a direction having an angle of between 0° and 90° with respect to said longitudinal direction (70).
6. Heat exchanger according to any of claims 1 to 5, **characterized in that** at least one heat exchange tube (31) comprises at least one pair of nested ducts, the ducts of which are connected to one another by a connecting rod which extends in the intermediate channel between the inner duct and the outer duct.
7. Heat exchanger according to any of claims 1 to 6, **characterized in that** at least one heat exchange tube (31) comprises at least one pair of nested cylindrical ducts (32; 33).
8. Heat exchanger according to any of claims 1 to 7, **characterized in that** at least one heat exchange tube (31) comprises at least one pair of concentric

nested ducts.

9. Heat exchanger according to any of claims 1 to 8, **characterized in that** it further comprises a casing housing said heat exchange tubes, said casing delimiting the fluid circulation chamber (20).
10. System for cooling a fluid exhibiting a first temperature, referred to as hot fluid, with a fluid exhibiting a second temperature, referred to as cold fluid, comprising a hot fluid circuit suitable for being able to be supplied with hot fluid by a hot fluid source, and a cold fluid circuit suitable for being able to be supplied with cold fluid by a cold fluid source, **characterized in that** it further comprises a heat exchanger according to any of claims 1 to 9, said hot circuit supplying said intermediate channels and said cold circuit supplying said inner channels and said circulation chamber of said exchanger.
11. Cooling system according to claim 10, **characterized in that** said intermediate channels and said inner channels are supplied counter-currently by said hot and cold fluids, respectively.
12. Air conditioning system of a cabin of a transport vehicle comprising at least one air cooling system according to either claim 10 or claim 11.
13. Air, rail or automotive transport vehicle comprising at least one propulsion engine (61), a cabin and at least one air conditioning system for said cabin, **characterized in that** the air conditioning system of the cabin is an air conditioning system (62) according to claim 12.

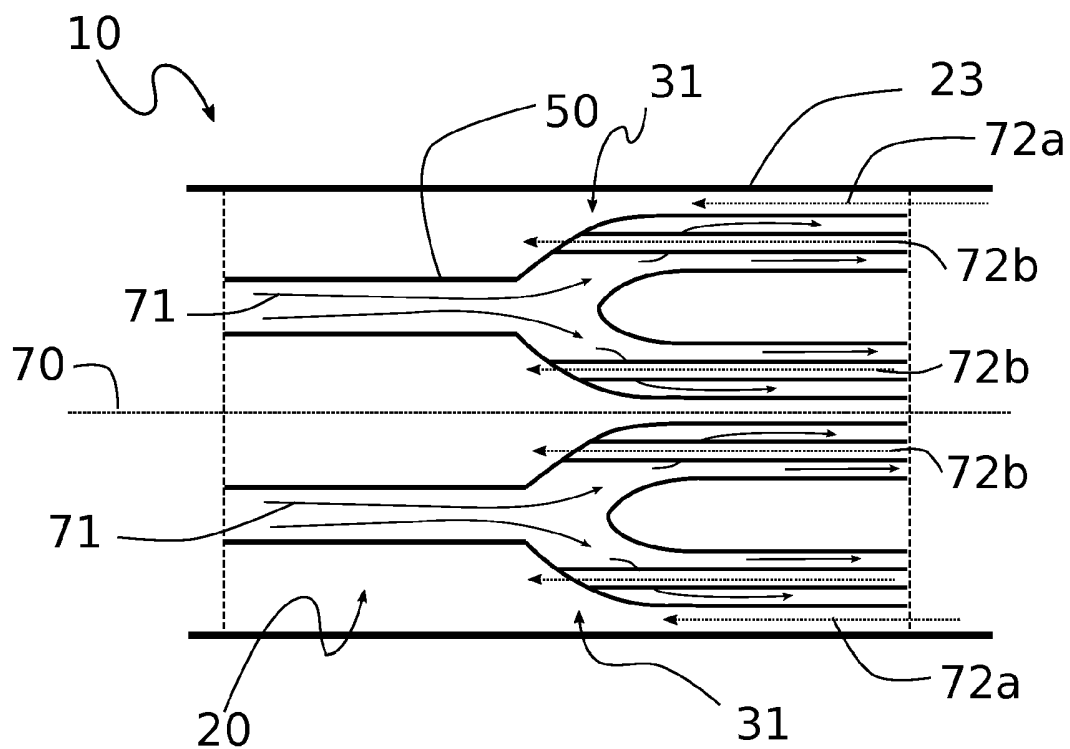


Figure 1

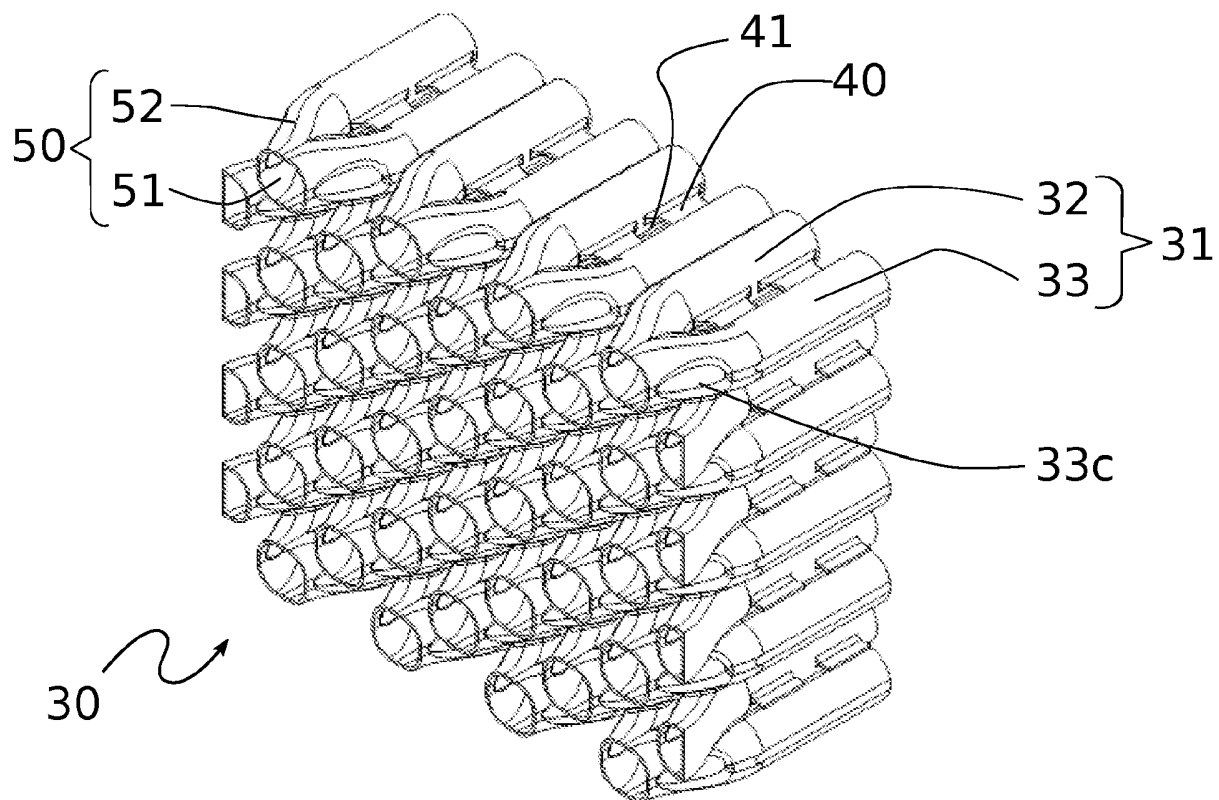


Figure 2

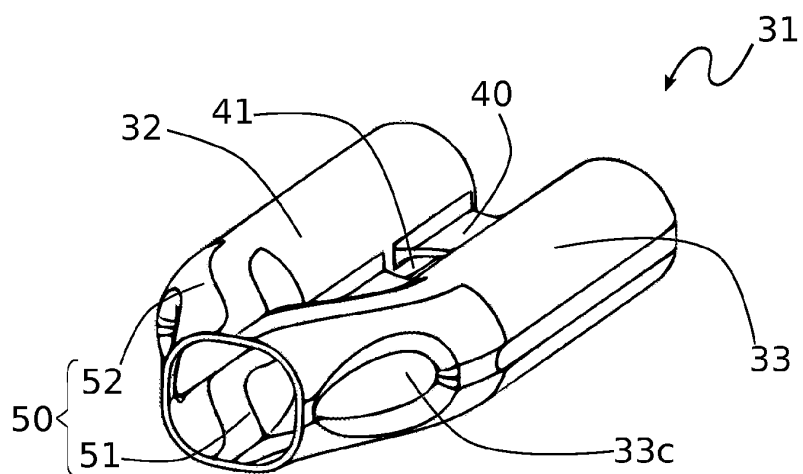


Figure 3a

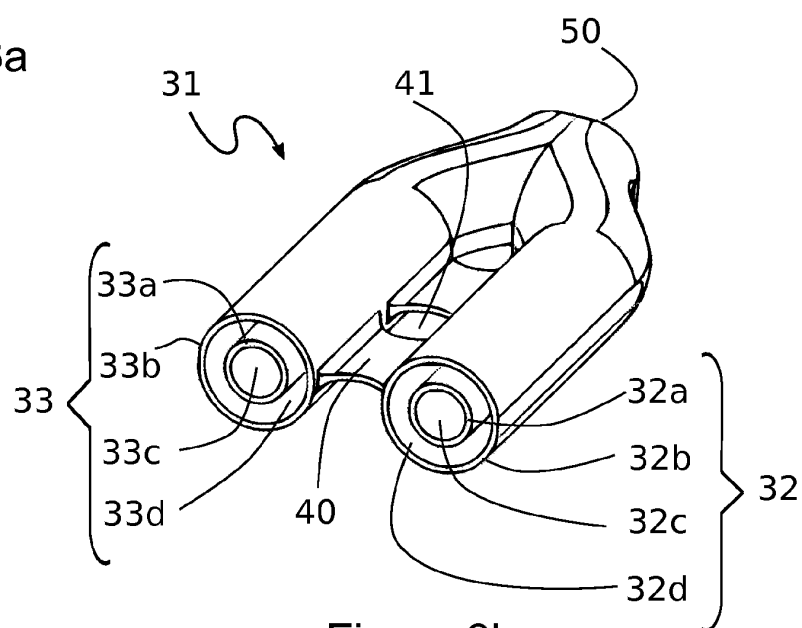


Figure 3b

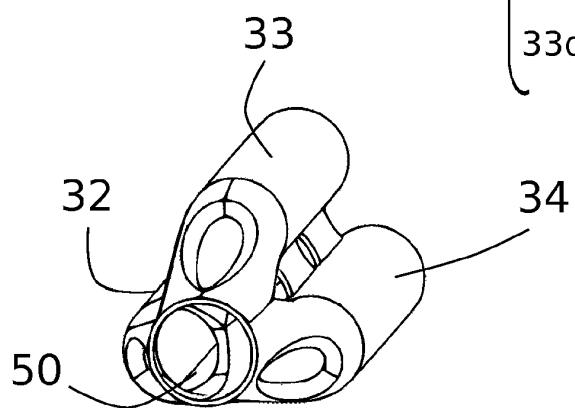


Figure 4a

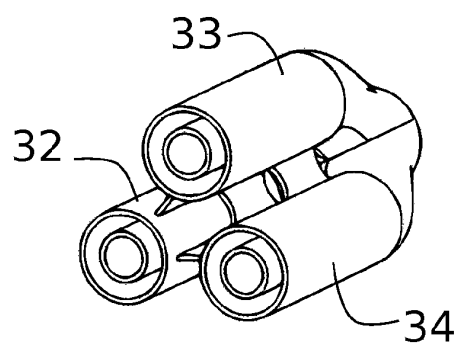


Figure 4b

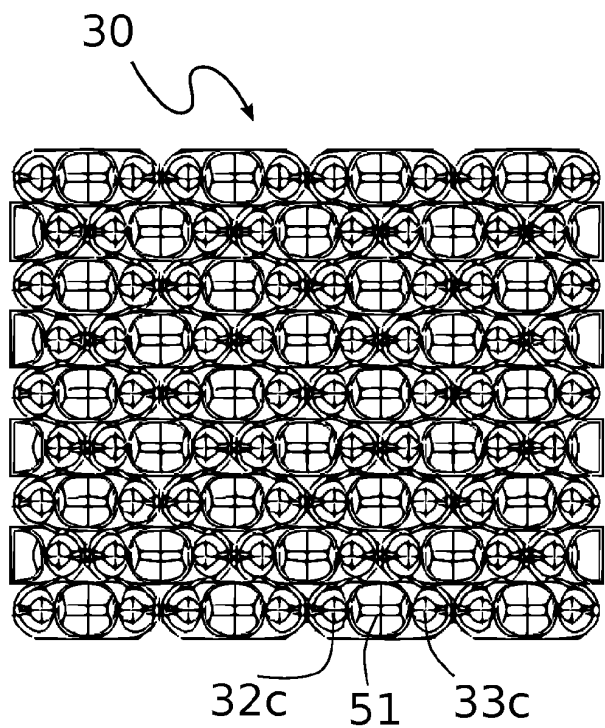


Figure 5

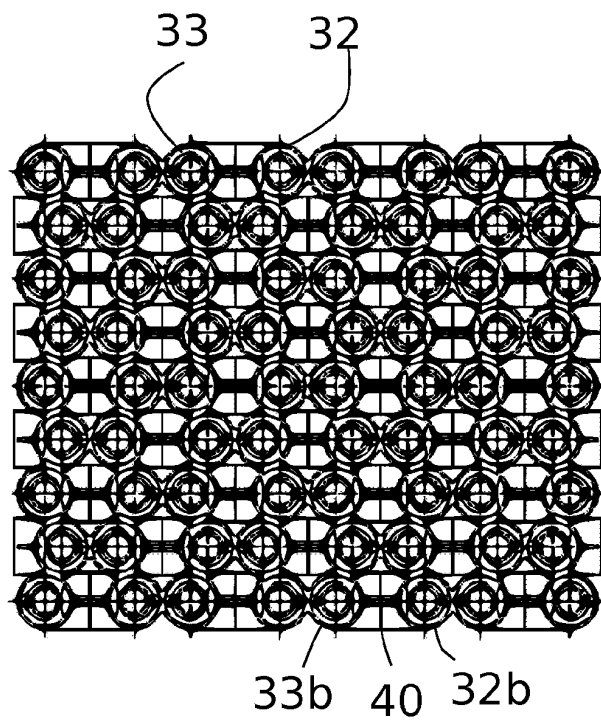


Figure 6

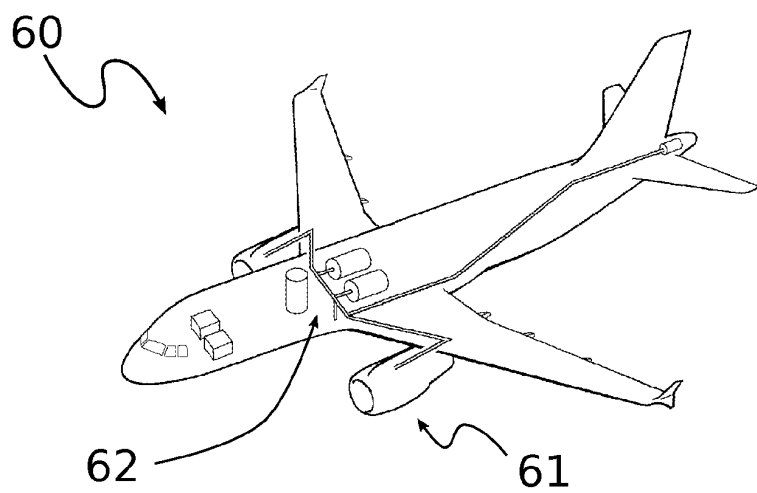


Figure 7

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 201802171 A [0011]
- US 4440217 A [0012]
- US 2013206374 A [0013]
- WO 2016057443 A [0014]
- EP 3342709 A [0111]
- EP 3190282 A [0111]
- WO 201634830 A [0111]
- EP 3392146 A [0111]
- WO 2018122334 A [0111]
- FR 2894563 [0111]
- FR 3051894 [0111]