

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
05 avril 2018 (05.04.2018)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2018/060645 A1

(51) Classification internationale des brevets :

F28F 9/02 (2006.01) *F28D 20/02* (2006.01)
F28D 1/053 (2006.01) *F28D 20/00* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2017/052660

(22) Date de dépôt international :

28 septembre 2017 (28.09.2017)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1659232 28 septembre 2016 (28.09.2016) FR
1659249 28 septembre 2016 (28.09.2016) FR

(71) Déposant : VALEO SYSTEMES THERMIQUES

[—FR] ; 8 rue Louis Lormand, La Verrière, 78320 Le Mesnil Saint Denis (FR).

(72) Inventeurs : AZZOUZ, Kamel ; C/o Valeo Systèmes

Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR).

TISSOT, Julien ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR).

MARCHADIER, Xavier ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR).

LISSNER, Michael ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, ZA l'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 Le Mesnil Saint Denis Cedex (FR).

BOISSELLE, Patrick ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, 130 route de Mayenne, BP2219, 53022 Laval (FR).

(54) Title: HEAT EXCHANGER COMPRISING A PHASE CHANGE MATERIAL

(54) Titre : ÉCHANGEUR THERMIQUE COMPRENANT UN MATÉRIAU À CHANGEMENT DE PHASE

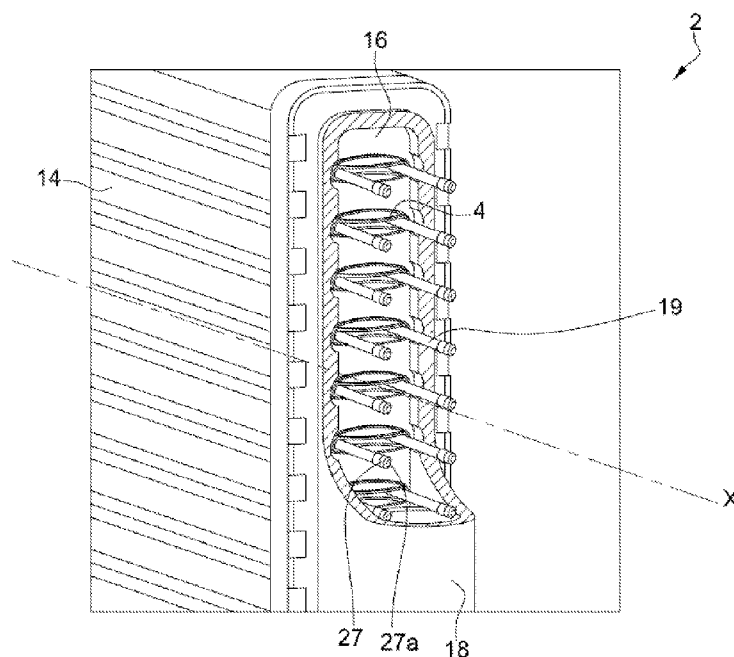


Fig.1

(57) **Abstract:** The heat exchanger comprises: an inlet collector box, an outlet collector box, and heat exchange channels connecting the two collector boxes. The channels and the collector boxes form a circuit through which an internal heat-transfer fluid flows. According to the invention, at least one casing, known as a phase change casing, having a generally tubular shape encapsulating a phase change material is housed inside at least one heat exchange channel.

(57) **Abrégé :** L'échangeur thermique comprend : - une boîte collectrice d'entrée, - une boîte collectrice de sortie, et - des canaux d'échange thermique raccordant les deux boîtes collectrices. Les canaux et boîtes collectrices forment un circuit de circulation d'un fluide caloporteur interne. Selon l'invention, au moins une enveloppe, dite à changement de phase, de forme générale tubulaire encapsulant

[Suite sur la page suivante]

BRY, Samuel ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, 130 route de Mayenne, BP2219, 53022 Laval (FR). **SERVANTIE, Ambroise** ; C/o Valeo Systèmes Thermiques, 130 route de Mayenne, BP2219, 53022 Laval (FR).

(74) **Mandataire : TRAN, Chi-Hai** ; Valeo Systèmes Thermiques, ZA L'Agiot, 8 rue Louis Lormand, CS 80517 La Verrière, 78322 Le Mesnil Saint-denis Cedex (FR).

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

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

Publiée:

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

Echangeur thermique comprenant un matériau à changement de phase

La présente invention concerne le domaine des échangeurs thermiques et plus particulièrement celui des échangeurs thermiques embarqués dans un véhicule automobile, notamment les radiateurs de refroidissement de liquide de refroidissement
5 de moteur ou encore les refroidisseurs d'air de suralimentation.

Les véhicules automobiles sont soumis à un environnement très variable durant le roulage. En effet, le fonctionnement normal du véhicule crée des variations importantes de la température de différents organes comme par exemple le bloc moteur,
10 (notamment lors des montées et descentes de régime qui se produisent aux accélérations et décélérations du véhicule). De plus, le véhicule peut passer de zones d'air froid à des zones d'air chaud, et vice-versa, et être en outre exposé à divers intempéries (recevoir de l'eau de pluie par exemple) qui peuvent accentuer encore les variations de température des organes.

15

Afin de permettre d'atténuer les variations de température de ces organes, les véhicules automobiles sont équipés de circuits de régulation de température comprenant un ou plusieurs échangeurs thermiques.

20 De manière habituelle, les échangeurs thermiques pour véhicules automobiles comprennent des canaux d'échange thermique dans lesquels circule un fluide caloporteur. Lors de sa circulation dans les canaux d'échange thermique, le fluide caloporteur échange de la chaleur avec le milieu entourant les canaux d'échange thermique. Ces échanges de chaleur ont pour but de réchauffer ou de refroidir le fluide
25 caloporteur. Deux boîtes collectrices respectivement d'entrée et de sortie sont agencées de part et d'autre des canaux d'échange thermique de manière à former un circuit de circulation du fluide caloporteur s'étendant depuis un orifice d'entrée de la boîte collectrice d'entrée vers un orifice de sortie de la boîte collectrice de sortie. Le fluide caloporteur circule dans ce circuit à travers les différents canaux d'échange
30 thermique.

Ce type d'échangeur thermique est dimensionné pour résister aux températures atteintes lors du fonctionnement normal du véhicule et dissiper suffisamment de chaleur dans des plages de températures définies par les constructeurs automobiles. Les
35 températures les plus extrêmes ne sont atteintes que brièvement lors de certaines étapes de fonctionnement de l'échangeur. Ces courtes périodes au cours desquelles

sont atteintes ces températures extrêmes sont nommées pics de température.

Ces échangeurs thermiques sont traversés par un fluide caloporteur dont la température varie au cours du temps en fonction de la température des organes à refroidir. La température du fluide caloporteur subit des variations de fréquence assez élevée autour d'une valeur moyenne correspondant à un régime donné de fonctionnement des organes à refroidir. On peut expliquer cela notamment par le fait que le régime du moteur du véhicule varie très souvent lors du roulage, tout particulièrement en agglomération, dans les embouteillages, dans les montées, dans les descentes, etc. La température du fluide en sortie du moteur à refroidir, et donc en entrée de l'échangeur thermique, varie ainsi fréquemment.

Les pics de températures peuvent s'avérer difficiles à dissiper par l'échangeur. De ce fait, il peut arriver que les organes du moteur à refroidir montent temporairement à des températures de fonctionnement au-delà de la plage préconisée pour un fonctionnement optimal du moteur. Par exemple, la plage préconisée pour de bonnes conditions de carburations du moteur est comprise entre 80 et 100°C.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients en fournissant un échangeur thermique permettant de réduire les variations de la température du fluide caloporteur le traversant durant le roulage et par conséquent de mieux contrôler la régulation thermique des différents organes.

A cet effet, l'invention concerne un échangeur thermique comprenant :

- une boîte collectrice d'entrée,
- une boîte collectrice de sortie, et
- des canaux d'échange thermique raccordant les deux boîtes collectrices,

les canaux et boîtes collectrices formant un circuit de circulation d'un fluide caloporteur interne, dans lequel au moins une enveloppe dite à changement de phase, de forme générale tubulaire encapsulant un matériau à changement de phase est logée dans au moins un canal d'échange thermique.

Ainsi, l'enveloppe encapsulant le matériau à changement de phase absorbe efficacement la chaleur excédentaire provoquée par des pics de température plus ou moins importants en entrée de l'échangeur thermique, plus précisément dans le canal d'échange thermique. Le matériau à changement de phase permet cette absorption de chaleur via un changement d'état du matériau selon la température du fluide

caloporteur, en l'occurrence par liquéfaction du matériau à changement de phase lorsque le fluide caloporteur atteint une température supérieure ou égale à la température de fusion du matériau à changement de phase. La variation de la température du fluide caloporteur en sortie de l'échangeur thermique est ainsi atténuée.

- 5 La température du fluide en sortie de l'échangeur est par conséquent plus stable. Le refroidissement des organes recevant le fluide caloporteur est alors plus efficace et la température de ces derniers varie moins brutalement.

On comprend ainsi que l'impact des pics de température est diminué voire annulé
10 grâce au lissage des montées en températures obtenues via la présence du matériau à changement de phase au sein d'au moins un canal d'échange thermique de l'échangeur. Ce lissage dans la régulation de température du fluide caloporteur permet de mieux maintenir le moteur dans des conditions optimales de fonctionnement

15 De plus, grâce aux échanges thermiques qu'a un canal avec son environnement, en particulier l'air traversant l'échangeur thermique, l'enveloppe comprenant le matériau à changement de phase placée à l'intérieur d'un canal d'échange thermique permet de régénérer le matériau à changement de phase (par recristallisation ou solidification du matériau à changement de phase). En effet, lorsque la température du fluide
20 caloporteur revient dans une plage prescrite (typiquement entre 80 et 90°C), le matériau à changement de phase va progressivement relâcher la chaleur emmagasinée et changer d'état, par cristallisation. Ainsi régénéré, le matériau à changement de phase recristallisé peut permettre d'absorber un prochain pic de température.

25

A titre d'exemple purement illustratif, lorsque le véhicule est dans une montée, les organes à refroidir sont fortement sollicités ce qui peut entraîner un pic de température du fluide caloporteur en entrée de l'échangeur. Le matériau à changement situé dans l'enveloppe logée dans le canal d'échange thermique va alors changer d'état, i.e. se
30 liquéfier, et ainsi absorber au moins en partie cette brusque élévation de température. Ensuite, lorsque le véhicule est dans une descente, les organes à refroidir sont alors moins sollicités. Le fluide caloporteur en entrée de l'échangeur va revenir dans la plage de température prescrite pour le fonctionnement optimal du moteur, et le matériau à changement de phase va retransmettre au fluide caloporteur la chaleur emmagasinée
35 lors du pic de chaleur de la montée. En relâchant cette chaleur, le matériau à changement de phase va alors se régénérer en se recristallisant.

Au cours des premiers essais, il s'avère que la température maximale mesurée en sortie de l'échangeur a été diminuée de 3°C par rapport à un échangeur thermique classique.

5 Selon d'autres caractéristiques optionnelles correspondant à différents modes de réalisation de l'échangeur thermique :

- le matériau à changement de phase a une chaleur latente de fusion supérieure à 280 kJ/m³ ;

10 - le matériau à changement de phase passe de la phase solide à la phase liquide dans une plage de température de fusion comprise entre 20 et 110°C, et plus particulièrement choisi :

- entre 45 et 55°C si l'échangeur thermique est destiné au refroidissement de l'air de suralimentation du moteur,
- entre 50 et 100°C si l'échangeur thermique est destiné au refroidissement d'une boîte de vitesse,
- 15 • entre 80 et 110°C si l'échangeur thermique est destiné au refroidissement du moteur ;

- le matériau à changement de phase est choisi parmi un acide gras, un alcool gras d'origine végétale, une paraffine et un sel hydraté ;

20 - le fluide caloporteur interne est sous forme liquide ;

- l'enveloppe a une section circulaire dont le diamètre externe maximal est compris entre 1 mm et 8 mm ;

- l'enveloppe a une section ovale ;

- l'enveloppe a une section rectangulaire

25 - l'enveloppe a une section transversale comportant deux faces longitudinales opposées, les faces longitudinales étant :

- chacune convexe,
- respectivement munies d'au moins deux portions concaves séparées par une portion convexe ;

30 - l'enveloppe a un tronçon dont la longueur correspond à plus de 80% de la longueur de l'enveloppe, ce tronçon ayant une section circulaire dont le diamètre est compris entre 1 et 4 mm, et plus particulièrement choisi parmi 4 mm, 2,56 mm, 1,4 mm, 1,7 mm, 1,88 mm et 1,1 mm ;

35 - l'enveloppe a une épaisseur comprise entre 50 et 500 µm, de préférence égale à 200 µm ;

- l'échangeur comprend des moyens de positionnement de l'enveloppe dans le canal

d'échange thermique ;

- le canal d'échange thermique contenant l'enveloppe présente une section choisie parmi une section de forme générale ronde, ovale, et oblongue ;

- l'échangeur étant du type mécanique ou du type brasé ;

5 - les canaux d'échange thermique se répartissent en des premier et second groupes de canaux, chaque canal d'échange thermique du premier groupe comprenant une enveloppe à changement de phase, et chaque canal d'échange thermique du second groupe ne comprenant pas d'enveloppe à changement de phase ;

10 - les premier et second groupes de canaux d'échange thermique sont placés respectivement dans des première et seconde parties opposées de l'échangeur, la première partie délimitant par exemple une première face d'échange thermique de l'échangeur et la seconde partie délimitant une seconde face d'échange thermique de l'échangeur sans délimiter la première face d'échange thermique, ou bien chacune des première et seconde parties délimitant à la fois les première et seconde faces
15 d'échange thermique ;

- les canaux d'échange thermique étant disposés sur au moins une ligne, les canaux d'échange thermique du premier groupe alternent sur cette ligne avec les canaux d'échange thermique du second groupe.

20

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés, dans lesquels :

25 - la figure 1 est une vue en perspective d'une portion d'un échangeur thermique selon un premier mode de réalisation de l'invention, un écorché étant représenté sur une boîte collectrice de cet échangeur, cet échangeur thermique formant radiateur ;

- la figure 2 est une vue en perspective d'une enveloppe à changement de phase avec une coupe longitudinale d'une portion centrale de cette enveloppe ;

30 - la figure 3 est une section d'un conduit formant canal d'échange thermique de l'échangeur de la figure 1 ;

- les figures 4 à 6 sont des illustrations d'autres exemples de sections de canaux d'échange thermique possibles dans lesquels une enveloppe à changement de phase est logée ; et

35 - la figure 7 est un graphique montrant l'évolution en fonction du temps (abscisse) de la température de l'air sortant de l'échangeur thermique formant radiateur (ordonnée de gauche) et de la vitesse d'un véhicule équipé de ce radiateur (ordonnée de droite).

- la figure 8 est une vue de dessus d'un échangeur thermique selon un autre mode

de réalisation de l'invention comprenant des conduits formant canaux d'échange thermique incorporant des enveloppes à changement de phase et des canaux sans enveloppes à changement de phase ;

- la figure 9 est une vue en perspective d'une portion d'un échangeur thermique selon un autre mode de réalisation de l'invention comprenant des conduits formant canaux d'échange thermique incorporant des enveloppes à changement de phase et des conduits sans enveloppes à changement de phase ; et

- la figure 10 est une vue en perspective d'un échangeur thermique selon un autre mode de réalisation de l'invention comprenant des conduits formant canaux d'échange thermique incorporant des enveloppes à changement de phase et des canaux sans enveloppes à changement de phase.

La figure 1 représente un échangeur thermique 2 selon un premier mode de réalisation de l'invention, ici un radiateur. Il peut s'agir en l'occurrence d'un radiateur de refroidissement d'un liquide de refroidissement d'un moteur. Un tel échangeur peut être de type mécanique, c'est-à-dire qui comprend des éléments assemblés entre eux par sertissage, ou de type brasé, c'est-à-dire qui comprend des éléments assemblés entre eux par brasage.

Cet échangeur comprend une pluralité de conduits formant canaux d'échange thermique 4 parallèles entre eux. Ces conduits peuvent avoir une section 6 (voir figure 3) de forme générale oblongue par exemple. Ils sont sensiblement identiques entre eux. En se référant notamment à la figure 3, on notera que la longueur (grande dimension) de la section des canaux 4 peut varier d'un échangeur à un autre ; elle peut par exemple être de 12,98 mm ou encore de 10,16 mm. Il en est de même pour la largeur (petite dimension) moyenne de la section qui peut par exemple être égale à 1,7 mm (quand la longueur est égale à 12,98 mm) ou encore à 1,79 mm (quand la longueur est égale à 10,16 mm). La largeur centrale 8 du canal d'échange thermique 4 peut être plus petite que la largeur 10 aux extrémités. Les conduits 4 ont alors deux faces d'échange thermique qui sont les faces supérieure 14 et inférieure 15 sur la figure 3. Chaque extrémité des conduits 4 est fixée à une plaque collectrice 16 (qui peut aussi être appelée « collecteur ») positionnant les conduits 4 entre eux. Une boîte collectrice d'entrée ou de sortie 18 est fixée à la plaque collectrice 16. Une autre boîte collectrice (non représentée), sensiblement identique à la boîte collectrice 18, est située à l'autre extrémité de l'échangeur, c'est-à-dire à l'autre extrémité des canaux d'échange thermique, et est fixée à une autre plaque collectrice (non représentée) sensiblement identique à la plaque collectrice 16. Ainsi, les conduits 4 relient les deux boîtes

collectrices entre elles.

Lors du fonctionnement de l'échangeur thermique 2, un fluide caloporteur interne entre par un orifice d'entrée ménagé dans la boîte collectrice d'entrée, circule à
5 l'intérieur des canaux d'échange thermique 4 jusqu'à la boîte collectrice de sortie et quitte l'échangeur thermique 2 par un orifice de sortie ménagé dans la boîte collectrice de sortie. Ce fluide est généralement un liquide de refroidissement (par exemple de l'eau glycolée) dans le cas d'un radiateur mais peut aussi être de l'air dans le cadre d'un échangeur thermique de type refroidisseur d'air de suralimentation. Lors de sa
10 circulation à l'intérieur des canaux d'échange thermique 4, le fluide caloporteur interne transmet de la chaleur aux parois de ces canaux d'échange thermique 4. L'échangeur thermique 2 est traversé par un fluide caloporteur externe, qui est de l'air, circulant entre les conduits formant canaux d'échange thermique 4. L'échangeur thermique 2 transmet la chaleur reçue par le fluide caloporteur interne au fluide caloporteur externe.
15 Cette transmission s'effectue par l'intermédiaire d'ailettes de refroidissement (non représentées) s'étendant notamment entre les canaux d'échange thermique 4.

Ainsi, la température du fluide caloporteur interne en sortie de l'échangeur thermique 2 est inférieure à la température de ce même fluide en entrée de l'échangeur
20 thermique.

Comme illustré à la figure 2, des enveloppes 19, dites à changement de phase, ont une forme générale tubulaire et encapsulent un matériau à changement de phase 20. Ces enveloppes 19 sont logées à l'intérieur des conduits formant canaux d'échange
25 thermique 4.

Un matériau à changement de phase est un matériau dont la chaleur latente est importante et qui est utilisé dans une plage de température comprenant sa température de changement de phase. De cette manière, un matériau à changement de phase est
30 susceptible d'absorber ou de restituer une grande quantité de chaleur lors de son changement de phase. Le matériau à changement de phase peut être un acide gras, un alcool gras d'origine végétal, une paraffine ou encore un sel hydraté. Il a une chaleur latente de fusion supérieure à 280 kJ/m³ ce qui lui permet de stocker une grande quantité d'énergie. La température de fusion du matériau à changement de phase est
35 comprise dans une plage de température comprise entre 20 et 110°C, et qui peut plus particulièrement être choisie entre 50 et 100°C (pour un échangeur basse température destiné au refroidissement d'une boîte de vitesse de véhicule par exemple) choisie

parmi 45°C à 55°C (pour un échangeur thermique basse température destiné à refroidir l'air de suralimentation du moteur typiquement) et 80°C à 110°C (pour un échangeur thermique haute température destiné à refroidir le moteur).

5 Dans l'exemple illustré (voir notamment figure 3), les enveloppes 19 ont une section circulaire dont le diamètre externe maximal 22 est compris entre 1 mm et 8 mm. Plus particulièrement, les enveloppes 19 ont un tronçon dont la longueur correspond à plus de 80% de la longueur de chaque enveloppe 19 ayant une section circulaire dont le diamètre est compris entre 1 et 4 mm, et peut notamment être choisi parmi 4 mm, 2,56
10 mm, 1,4 mm, 1,7 mm, 1,88 mm et 1,1 mm. Le choix de ce diamètre se fait en fonction de la taille et de la forme de la section du conduit formant canal d'échange thermique 4. Par exemple, le diamètre de la section du tronçon des enveloppes 19 est de 1,7 mm pour un conduit de 12,98 mm de longueur et 1,7 mm de largeur moyenne ou 1,88 mm pour un conduit d'une longueur de 10,16 mm et d'une largeur moyenne de 1,79 mm. Le
15 diamètre de la section des enveloppes 19 détermine en partie la surface d'échange thermique entre le fluide caloporteur interne et le matériau à changement de phase. Le diamètre ainsi que la longueur des enveloppes 19 contribuent à déterminer l'efficacité de l'échange thermique entre chaque enveloppe à changement de phase 19 et le fluide caloporteur interne. D'autres formes de canaux 4 et d'enveloppes 19 seront décrites
20 par la suite.

La paroi du corps principal de l'enveloppe a une épaisseur comprise entre 50 μm et 500 μm , de préférence égale à 200 μm .

25 Les enveloppes à changement de phase 19 illustrées à la figure 2 peuvent être en matériau synthétique, plus particulièrement en matériau plastique. Le corps principal 24 des enveloppes est creux afin d'accueillir le matériau à changement de phase 20. Chaque extrémité d'une enveloppe 19 est fermée par un bouchon 26 comprenant une extrémité interne (non représentée sur les figures) emboîtée dans l'extrémité de
30 l'enveloppe 19 et une extrémité externe 27 munie d'un orifice axial 27A pour la fixation de l'enveloppe dans l'échangeur thermique 2 (voir figures 1 et 2).

On se réfère maintenant aux figures 4 à 6 sur lesquelles sont illustrées différentes formes de section de conduits formant canaux d'échange thermique. Dans l'exemple
35 de la figure 4, les conduits formant canaux d'échange thermique 4 ont une section circulaire d'un diamètre 28, qui peut être égal à 8,35 mm par exemple. Ici, une seule enveloppe 19 est présente par conduit 4. Cette enveloppe peut par exemple être d'un

diamètre 30 égal à 4 mm. Il est également possible que les conduits formant canaux d'échange thermique aient une section de forme générale oblongue et comprenant trois portions élargies (voir figure 5),. La longueur de la section peut alors être de 12,06 mm et sa largeur moyenne est de 1,69 mm. La section de l'enveloppe à changement de phase est alors de 1,1 mm. Cette section peut aussi être de forme ovale, comme représenté à la figure 6, et présenter une longueur de 12,40 mm et une largeur maximale de 4,82 mm ou encore une longueur de 12,96 mm et une largeur de 3,19 mm par exemple. La section de l'enveloppe à changement de phase peut alors être respectivement de 2,56 mm et 1,4 mm.

10

Les enveloppes à changement de phase 19 permettent de stabiliser la température du fluide caloporteur interne en sortie de l'échangeur thermique 2, comme illustré à la figure 7. La courbe A représente l'évolution de la température de l'air sortant d'un radiateur comprenant les enveloppes à changement de phase 19. La courbe B 15 représente cette même évolution, et ce dans le cas où le radiateur ne comprend pas d'enveloppes à changement de phase 19. On note une très forte atténuation de l'ensemble des pics de températures sur la courbe A par rapport à la courbe B et ce quelle que soit la vitesse du véhicule (et par conséquent le régime du moteur). La vitesse est représentée par la courbe C. Lors du passage du fluide caloporteur interne 20 dans le canal d'échange thermique 4, il entre en contact avec l'enveloppe à changement de phase 19. Si la température du fluide caloporteur interne est supérieure ou égale à une température comprise dans l'intervalle de changement de phase du matériau à changement de phase 20, ce dernier change de phase (par exemple de la phase solide à la phase liquide) et absorbe la chaleur excédentaire provoquée par des 25 pics de température plus ou moins importants dans le canal d'échange thermique 4. C'est cette absorption qui permet la stabilisation de la température du fluide caloporteur interne en sortie de l'échangeur thermique 2.

Les enveloppes 19 peuvent, dans le premier mode de réalisation illustré aux figures 30 1, 3, 5 et 6, au nombre de deux par conduit 4 et situées à l'opposée l'une de l'autre en considérant la grande dimension du canal d'échange thermique 4. Elles sont logées parallèles entre elles et parallèles à un axe principal X du canal (voir figure 1).

Les enveloppes à changement de phase 19 sont maintenues en position à l'intérieur 35 des canaux d'échange thermique par des moyens de positionnement. Ces moyens de positionnement assurent, d'une part, un positionnement axial des enveloppes à changement de phase 19 dans les canaux d'échange thermique 4 et, d'autre part, un

positionnement radial afin de maintenir les enveloppes dans une position telle que le fluide caloporteur interne circule au moins le long d'une portion de l'enveloppe, et de préférence tout autour des enveloppes 19 afin d'augmenter la surface de contact entre ce dernier et les enveloppes à changement de phase 19 et ainsi augmenter l'efficacité de l'échange thermique.

Dans ce qui va suivre, on décrira d'autres modes de réalisation de l'invention en se référant aux figures 8 à 10. Sur ces figures, les éléments analogues à ceux des figures précédentes sont désignés par des références comportant des chiffres des unités et des dizaines identiques.

10 Dans un le mode de réalisation de l'invention représenté à la figure 8, les canaux d'échange thermique se répartissent en des premier et second groupes de canaux 348 et 350, chaque canal d'échange thermique 304 du premier groupe 348 comprenant une enveloppe à changement de phase 319, et chaque canal d'échange thermique 305 du second groupe 350 ne comprenant pas d'enveloppe à changement de phase. Les canaux du second groupe ont une section de forme générale oblongue. Les canaux 15 304 ont quant à eux une section circulaire. Plus précisément, les premier et second groupes 348 et 350 de canaux d'échange thermique 304 sont placés respectivement dans des première et seconde parties opposées de l'échangeur. La première partie délimite par exemple une première face d'échange thermique F1 de l'échangeur 302 et 20 la seconde partie délimite une seconde face d'échange thermique F2 de l'échangeur 302 sans délimiter la première face F1 d'échange thermique. Plus précisément, les canaux 304 du premier groupe 348 sont disposés sur une ligne sensiblement parallèle à une seconde ligne composée des canaux 305 du second groupe 350. Les faces F1 et F2 sont sensiblement parallèles et opposées.

25

En ajustant le nombre total de conduits 304 et 305 respectivement avec et sans enveloppe à changement de phase 319, il est possible de réaliser une circulation du fluide caloporteur interne en forme de « I » ou alors en forme de « U » du fluide caloporteur interne.

30

Une circulation en « I » correspond à une circulation du fluide caloporteur interne à partir d'un collecteur d'entrée en direction d'un collecteur de sortie au travers de conduits rectilignes.

35

Une circulation en « U » peut correspondre à :

- une circulation du fluide caloporteur interne dans un échangeur thermique ne comprenant qu'une seule boîte collectrice commune. (la boîte collectrice

- commune peut alors être divisée en deux parties par exemple, une partie faisant office de boîte collectrice d'entrée et l'autre partie faisant office de boîte collectrice de sortie, les deux parties étant alors raccordées entre elles par un ensemble de canaux d'échange thermiques selon en forme de « U » imposant des trajets en U au fluide caloporteur interne) ;
- 5 - une circulation du fluide caloporteur, via certains canaux d'échange thermique de l'échangeur, dans un premier sens entre les deux boîtes collectrices et, une circulation dans un second sens, opposés au premier sens, via d'autres canaux.

10 Dans une réalisation de circulation en « U », la boîte collectrice commune peut être divisée en deux parties, une partie faisant office de boîte collectrice d'entrée et l'autre partie faisant office de boîte collectrice de sortie. Les deux parties sont raccordées entre elles par un ensemble de canaux d'échange thermiques en forme de « U » imposant des trajets en U au fluide caloporteur interne.

15

Selon une autre réalisation de circulation en « U », une première boîte collectrice est configurée de sorte à avoir une partie faisant office de collecteur d'entrée et une autre partie faisant office de collecteur de sortie (les deux parties de la boîte collectrice pouvant être séparée par une cloison par exemple). La deuxième boîte collectrice est

20 quant à elle configurée pour être connectée avec l'ensemble des canaux d'échange thermique. Les deux parties de la première boîte à eau sont ainsi raccordées entre elles par :

- un premier ensemble de canaux d'échange thermique dans lequel le fluide circule vers la seconde boîte collectrice,
- 25 - la seconde boîte collectrice,
- un deuxième ensemble de canaux d'échange thermique dans lequel le fluide étant passé par la seconde boîte collectrice, circule vers la première boîte collectrice.

Dans le mode de réalisation de l'invention illustré à la figure 9, chacun des groupes

30 de canaux 448 et 450 des première et seconde parties opposées de l'échangeur 402 délimitent à la fois les première et seconde faces F1, F2 d'échange thermique.

Il est possible de faire varier le ratio entre les canaux des premier et second groupes. La section de passage étant plus élevée pour les conduits 404 contenant les

35 enveloppes à changement de phase 419 que celle des conduits 405 sans enveloppes à changement de phase, cette configuration d'échangeur thermique 402 est recommandée pour une circulation en « I » du fluide caloporteur interne.

Dans un autre mode de réalisation de l'invention illustré à la figure 10, les conduits formant canaux d'échange thermique de l'échangeur 502 sont disposés sur au moins une ligne 556, les canaux d'échange thermique 504 comprenant les enveloppes à
5 changement de phase 519 du premier groupe alternant sur cette ligne avec les canaux d'échange thermique 505 du second groupe. Ce mode de réalisation est adapté à une circulation en « I » et en « U ».

Concernant les modes de réalisation précités, le diamètre externe des enveloppes
10 est ajusté par rapport aux dimensions des conduits sans enveloppe afin de respecter la condition d'iso-épaisseur de la lame d'eau.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation présentés et d'autres modes de réalisation apparaîtront clairement à l'homme du métier. Il est notamment possible
15 que l'enveloppe soit de section ovale, rectangulaire, ou avec deux flancs longitudinaux convexes, ou encore deux flancs longitudinaux respectivement munis d'au moins deux portions concaves séparées par une portion convexe.

En outre, l'échangeur thermique sur lequel se base les exemples précités est un
20 radiateur destiné au refroidissement d'un moteur. Toutefois, l'invention peut s'appliquer à tout type d'échangeur basse et haute température tels que les refroidisseurs d'air de suralimentation ou autre.

REVENDICATIONS

1. Echangeur thermique (2) comprenant :
 - une boîte collectrice d'entrée (18),
 - 5 - une boîte collectrice de sortie (18), et
 - des canaux d'échange thermique (4) raccordant les deux boîtes collectrices (18),les canaux (4) et boîtes collectrices (18) formant un circuit de circulation d'un fluide caloporteur interne,
- 10 **caractérisé en ce qu'**au moins une enveloppe (19), dite à changement de phase, de forme générale tubulaire encapsulant un matériau à changement de phase (20) est logée dans au moins un canal d'échange thermique (4).
2. Echangeur thermique selon la revendication 1, dans lequel le matériau à
- 15 changement de phase (20) a une chaleur latente de fusion supérieure à 280 kJ/m³.
3. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le matériau à changement de phase (20) passe de la phase solide à
- 20 la phase liquide dans une plage de température comprise entre 20 et 110°C
4. Echangeur thermique selon la revendication 3, dans lequel, pour le refroidissement d'une boîte de vitesse de véhicule, la plage de température à laquelle le matériau à changement de phase (20) passe de la phase solide à la
- 25 phase liquide est choisie entre 50 et 100°C.
5. Echangeur thermique selon la revendication 3, dans lequel, pour le refroidissement d'une boîte de l'air de suralimentation d'un moteur, la plage de température à laquelle le matériau à changement de phase (20) passe de la
- 30 phase solide à la phase liquide est choisie entre 45 et 55°C.
6. Echangeur thermique selon la revendication 3, dans lequel, pour le refroidissement d'un moteur de véhicule, la plage de température à laquelle le matériau à changement de phase (20) passe de la phase solide à la phase
- 35 liquide est choisie entre 80 et 110°C.
7. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes,

dans lequel le matériau à changement de phase (20) est choisi parmi un acide gras, un alcool gras d'origine végétale, une paraffine et un sel hydraté.

- 5 8. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le fluide caloporteur interne est sous forme liquide.
9. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'enveloppe (19) a une section circulaire dont le diamètre externe maximal (22) est compris entre 1 mm et 8 mm.
- 10 10. Echangeur thermique selon la revendication précédente, dans lequel l'enveloppe (19) a un tronçon dont la longueur correspond à plus de 80% de la longueur de l'enveloppe, ce tronçon ayant une section circulaire dont le diamètre est compris entre 1 et 4 mm, et de préférence choisi parmi 4 mm, 2,56 mm, 1,4 mm, 1,7 mm, 15 1,88 mm et 1,1 mm.
11. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'enveloppe (19) a une section ovale.
- 20 12. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'enveloppe (19) a une section rectangulaire.
13. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'enveloppe (19) a une section transversale comportant deux faces 25 longitudinales opposées, les faces longitudinales étant chacune convexe,
14. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, dans lequel l'enveloppe (19) a une section transversale comportant deux faces longitudinales opposées, les faces longitudinales étant respectivement munies 30 d'au moins deux portions concaves séparées par une portion convexe.
15. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'enveloppe (19) a une épaisseur comprise entre 50 et 500 μm , de préférence égale à 200 μm .
- 35 16. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le canal d'échange thermique (4) contenant l'enveloppe présente une

section choisie parmi une section de forme générale ronde, ovale, et oblongue.

17. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'échangeur étant du type mécanique ou du type brasé.

5

18. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes (302 ; 402 ; 502), dans lequel les canaux d'échange thermique (304 ; 404 ; 504) se répartissent en des premier et second groupes de canaux, chaque canal d'échange thermique (304 ; 404 ; 504) du premier groupe comprenant une enveloppe à changement de phase (319 ; 419 ; 519), et chaque canal d'échange thermique (305 ; 405 ; 505) du second groupe ne comprenant pas d'enveloppe à changement de phase.

15

21. Echangeur thermique (302 ; 402) selon la revendication 20, dans lequel les premier et second groupes de canaux d'échange thermique (304 ; 404) sont placés respectivement dans des première et seconde parties opposées de l'échangeur,

20 la première partie délimitant par exemple une première face d'échange thermique (F1) de l'échangeur et la seconde partie délimitant une seconde face d'échange thermique (F2) de l'échangeur sans délimiter la première face d'échange thermique,

25 ou bien chacune des première et seconde parties délimitant à la fois les première et seconde faces d'échange thermique (F1, F2).

22. Echangeur thermique (502) selon la revendication 22, dans lequel, les canaux d'échange thermique étant disposés sur au moins une ligne, les canaux d'échange thermique du premier groupe alternent sur cette ligne avec les canaux d'échange thermique du second groupe.

30

1/4

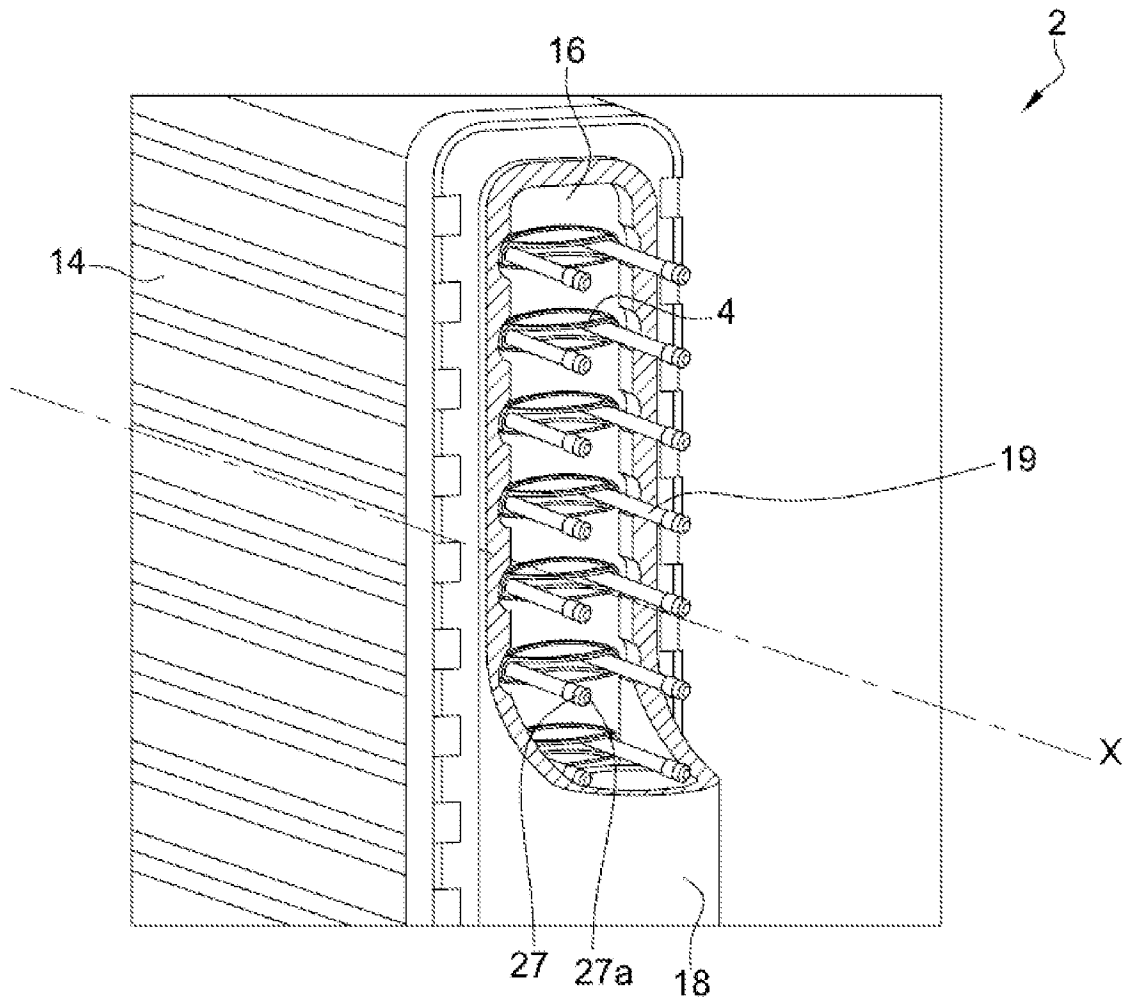


Fig.1

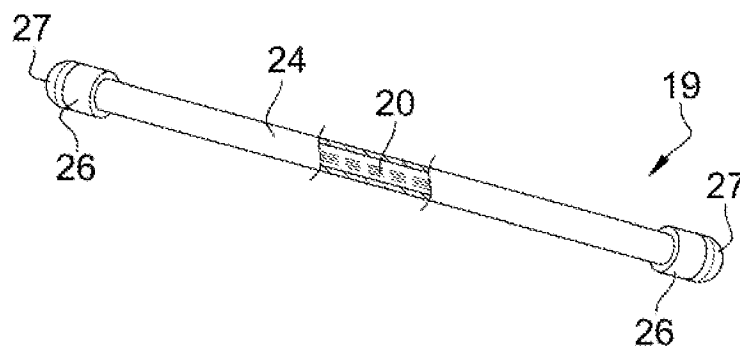
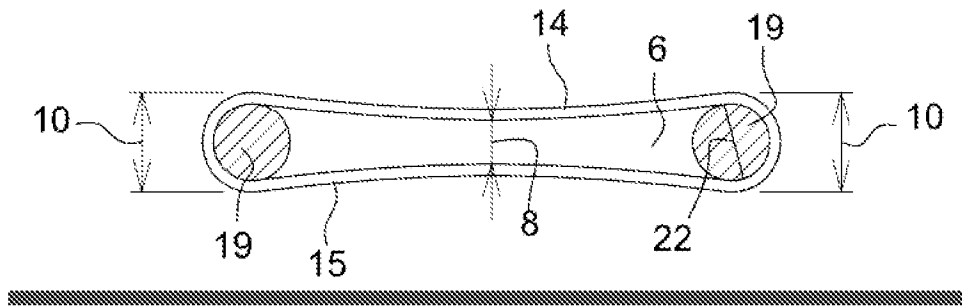
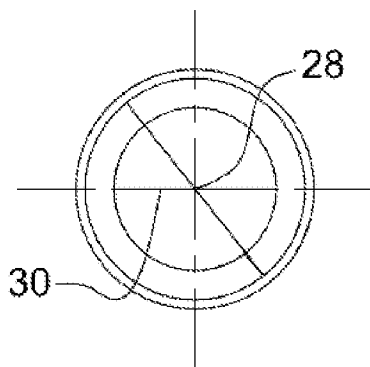
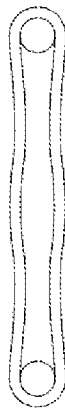
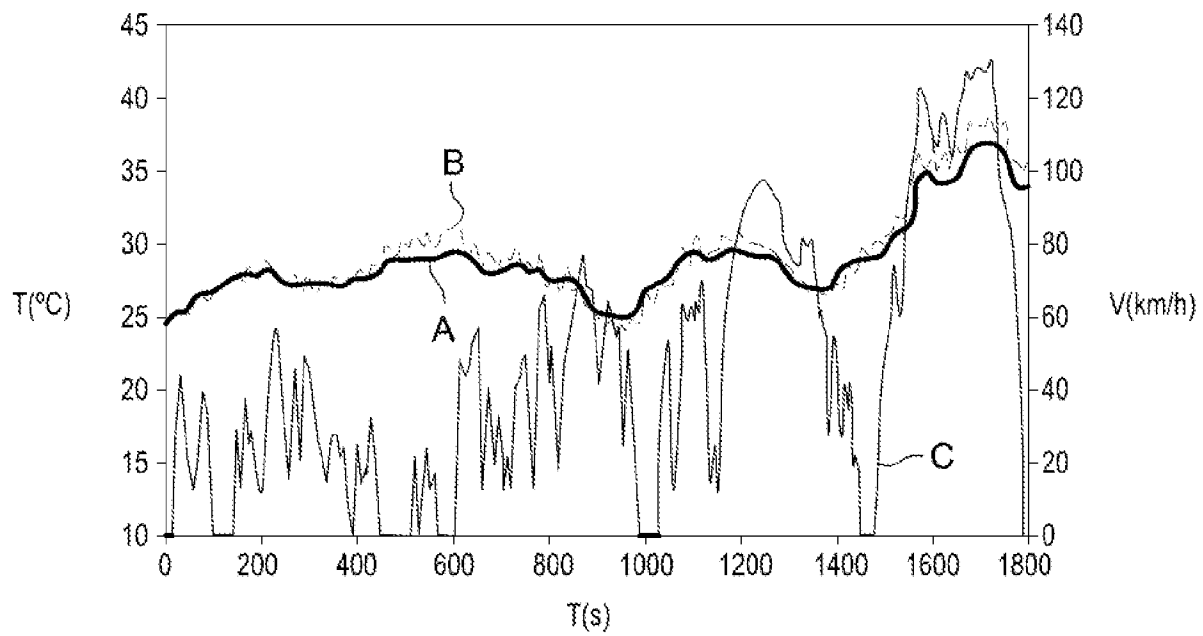
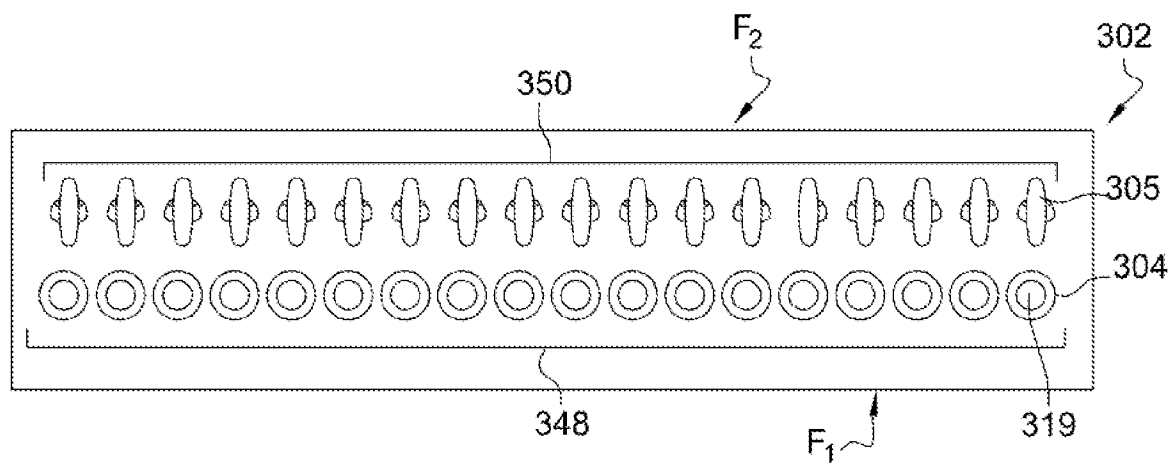


Fig.2

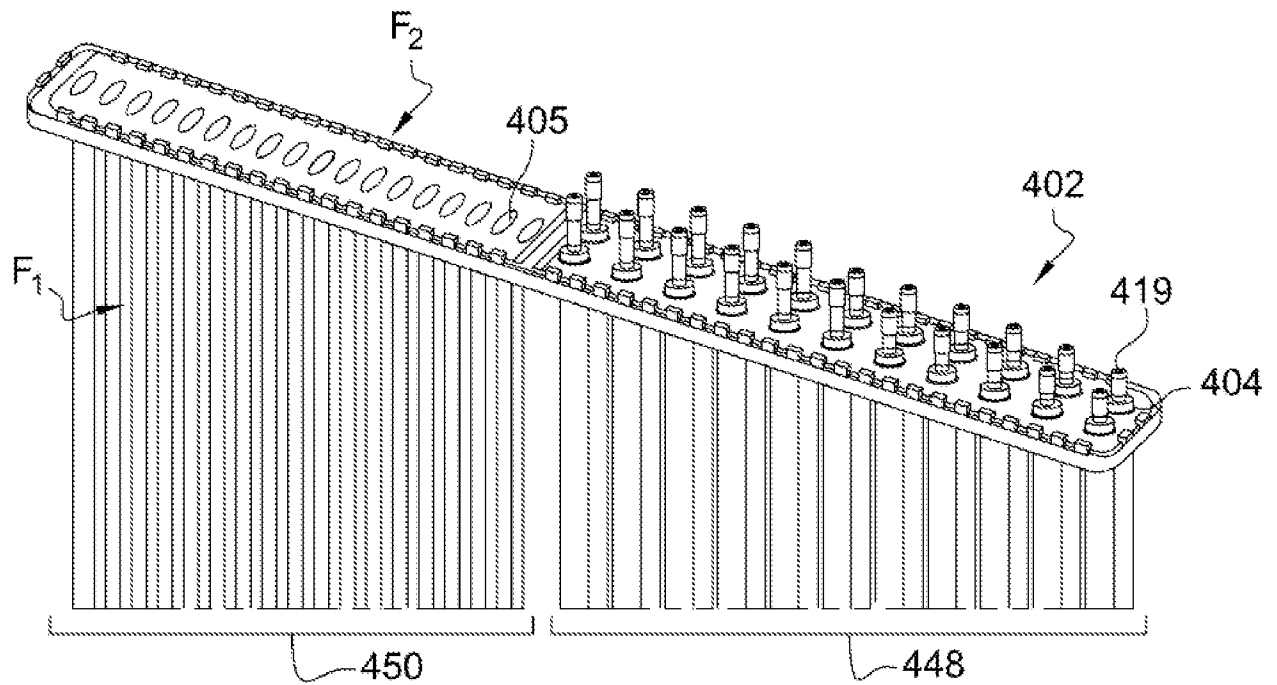
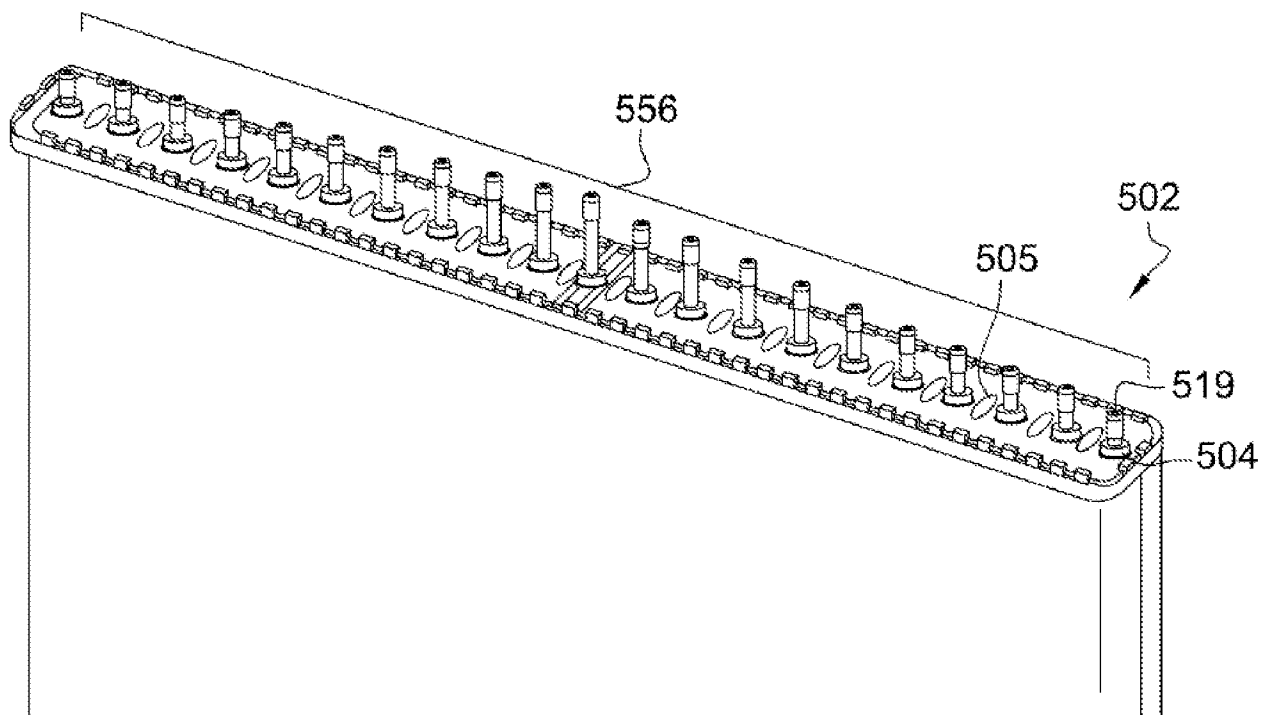
2/4

**Fig.3****Fig.4****Fig.5****Fig.6**

3/4

**Fig.7****Fig.8**

4/4

**Fig. 6****Fig. 7**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/052660

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F28F9/02 F28D1/053 F28D20/02
ADD. F28D20/00

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28F F28D

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2012/055661 A1 (FEHER PETER [US]) 8 March 2012 (2012-03-08) paragraphs [0018] - [0020]; figures 1-3 -----	1-18,21, 22
X	WO 2007/090606 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]; KERLER BORIS [DE]; KOHL MICHAEL [DE]; MANSKI R) 16 August 2007 (2007-08-16) page 12, line 8 - page 15, line 3; figures -----	1-18,21, 22
A	WO 2009/084532 A1 (CALSONIC KANSEI CORP [JP]; IDEI KAZUHIRO [JP]) 9 July 2009 (2009-07-09) the whole document -----	1-5
A	US 2009/205590 A1 (VETROVEC JAN [US]) 20 August 2009 (2009-08-20) paragraph [0038]; figures 2, 3 -----	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 March 2018

Date of mailing of the international search report

20/03/2018

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Louchet, Nicolas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/052660

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012055661	A1	08-03-2012	NONE
WO 2007090606	A1	16-08-2007	CN 101384444 A 11-03-2009
		EP 1984195 A1 29-10-2008	
		ES 2329095 T3 20-11-2009	
		JP 5264507 B2 14-08-2013	
		JP 2009526194 A 16-07-2009	
		US 2009025419 A1 29-01-2009	
		WO 2007090606 A1 16-08-2007	
WO 2009084532	A1	09-07-2009	JP 2009154804 A 16-07-2009
		WO 2009084532 A1 09-07-2009	
US 2009205590	A1	20-08-2009	NONE

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052660

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F28F9/02 F28D1/053 F28D20/02 ADD. F28D20/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) F28F F28D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2012/055661 A1 (FEHER PETER [US]) 8 mars 2012 (2012-03-08) alinéas [0018] - [0020]; figures 1-3 -----	1-18,21, 22
X	WO 2007/090606 A1 (BEHR GMBH & CO KG [DE]; KERLER BORIS [DE]; KOHL MICHAEL [DE]; MANSKI R) 16 août 2007 (2007-08-16) page 12, ligne 8 - page 15, ligne 3; figures -----	1-18,21, 22
A	WO 2009/084532 A1 (CALSONIC KANSEI CORP [JP]; IDEI KAZUHIRO [JP]) 9 juillet 2009 (2009-07-09) le document en entier -----	1-5
A	US 2009/205590 A1 (VETROVEC JAN [US]) 20 août 2009 (2009-08-20) alinéa [0038]; figures 2, 3 -----	1-5
☐ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 7 mars 2018		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 20/03/2018
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Louchet, Nicolas

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/052660

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2012055661	A1	08-03-2012	AUCUN	

WO 2007090606	A1	16-08-2007	CN 101384444 A	11-03-2009
			EP 1984195 A1	29-10-2008
			ES 2329095 T3	20-11-2009
			JP 5264507 B2	14-08-2013
			JP 2009526194 A	16-07-2009
			US 2009025419 A1	29-01-2009
			WO 2007090606 A1	16-08-2007

WO 2009084532	A1	09-07-2009	JP 2009154804 A	16-07-2009
			WO 2009084532 A1	09-07-2009

US 2009205590	A1	20-08-2009	AUCUN	
