



(11) **EP 1 903 293 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
26.03.2008 Bulletin 2008/13

(21) Numéro de dépôt: **07116262.2**

(22) Date de dépôt: **12.09.2007**

(51) Int Cl.:
F28D 7/00 (2006.01) F28D 7/16 (2006.01)
F28F 9/02 (2006.01) F28F 9/26 (2006.01)
F28D 1/053 (2006.01) F25B 9/00 (2006.01)
F25B 40/00 (2006.01)

(84) Etats contractants désignés:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: **21.09.2006 FR 0608280**

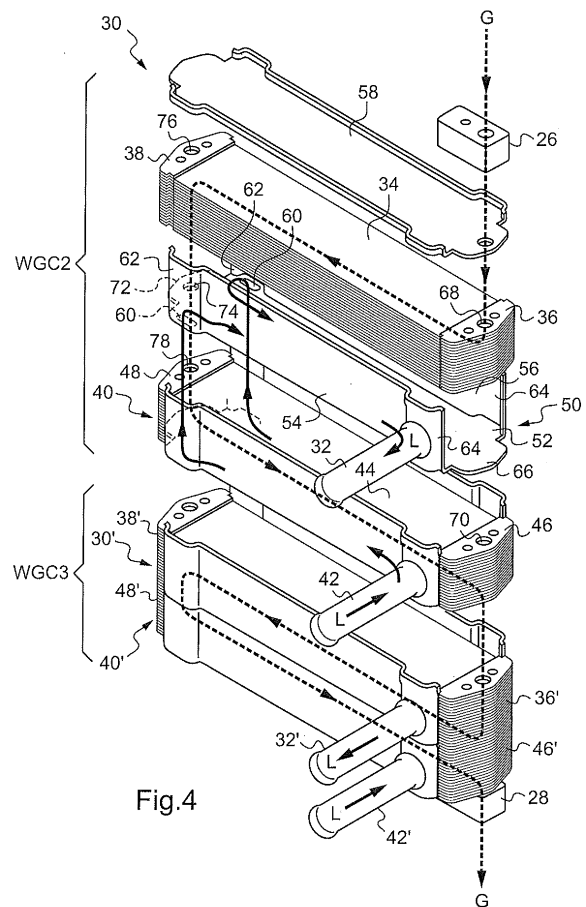
(71) Demandeur: **Valeo Systèmes Thermiques**
78321 Le Mesnil Saint-Denis Cedex (FR)

(72) Inventeur: **Martins, Carlos**
78150, Le Chesnay (FR)

(74) Mandataire: **Gavin, Pablo**
Valeo Systèmes Thermiques
Branche Thermique Moteur
Propriété Industrielle Branche
8, rue Louis Lormand BP 517 - La Verrière
78321 Le Mesnil-Saint-Denis Cedex (FR)

(54) **Echangeur de chaleur de type liquide/gaz, notamment pour un équipement de climatisation de véhicule automobile utilisant un fluide réfrigérant opérant à l'état supercritique tel que CO2**

(57) L'échangeur (WGC2 ; WGC3) comprend au moins deux refroidisseurs attenants (30, 40 ; 30', 40'), comportant chacun un faisceau (34) de tubes multicanaux allongés parcourus par le gaz réfrigérant, réunis par des boîtes collectrices d'extrémité (36, 38) reliées à un circuit de gaz réfrigérant de l'équipement de climatisation. Un carter (50) enferme le faisceau de tubes et forme un espace intérieur avec une entrée et une sortie de liquide caloporteur pour permettre à celui-ci de circuler entre les tubes du faisceau. Les deux carters possèdent une paroi commune (52) comportant au moins un orifice (60) de mise en communication des deux volumes intérieurs. Il est ainsi possible de réaliser un refroidisseur de gaz compact intégrant dans un même bloc deux étages échangeurs eau/gaz (WGC2, WGC3), ainsi qu'éventuellement un échangeur interne gaz/gaz du circuit de climatisation.



EP 1 903 293 A2

Description

[0001] L'invention concerne les échangeurs de chaleur de type liquide/gaz, notamment pour les équipements de climatisation de véhicule automobile.

[0002] Elle concerne plus particulièrement (mais de façon non limitative) les échangeurs de chaleur pour des circuits de climatisation mettant en oeuvre un fluide réfrigérant tel que le dioxyde de carbone (CO₂) fonctionnant à l'état supercritique, c'est-à-dire où le fluide reste la plupart du temps à l'état gazeux dans le circuit de climatisation.

[0003] Un tel circuit comprend essentiellement un compresseur, un refroidisseur de gaz, un échangeur de chaleur interne, un détendeur, un évaporateur et un accumulateur. Le refroidisseur de gaz, qui remplace le condenseur des circuits de climatisation classiques, est agencé pour refroidir le fluide réfrigérant gazeux par échange thermique soit avec l'air ambiant (échangeur de chaleur du type air/gaz) soit avec le liquide de refroidissement du moteur (échangeur de chaleur du type liquide/gaz).

[0004] L'invention concerne plus précisément les échangeurs de chaleur de type liquide/gaz, également dénommés "échangeur eau/gaz" ou *Water/Gas Cooler* ("WGC"), équipant de tels circuits.

[0005] Un tel échangeur est décrit notamment dans la publication FR-A-2 852 383 (Valeo Thermique Moteur).

[0006] En raison des températures élevées atteintes par le gaz réfrigérant, qui peuvent atteindre 80 à 100°C dans le cas du CO₂, ainsi que du différentiel de température important rencontré dans le refroidisseur de gaz (dans le cas du CO₂ celui-ci peut être refroidi à des températures aussi basses que 30 à 60°C), le refroidissement du gaz est généralement opéré sur plusieurs étages, avec pour chacun un échangeur de chaleur liquide/gaz spécifique.

[0007] La publication FR-A-2 875 743 (Valeo Systèmes Thermiques) décrit ainsi un circuit de climatisation où un réfrigérant gazeux tel que le CO₂ est refroidi par une succession de trois échangeurs fonctionnant respectivement à haute température (80 à 100°C, typiquement 90°C), basse température (50 à 70°C, typiquement 60°C) et à très basse température (30 à 60°C, typiquement 50°C). Ces trois échangeurs de chaleur sont alimentés en liquide caloporteur par des boucles de circulation de fluide différentes, avec des températures et débits spécifiques à chacun des étages du refroidisseur de gaz.

[0008] L'utilisation de plusieurs échangeurs pour refroidir le gaz améliore notablement le rendement de l'échange thermique, mais en revanche induit un accroissement de taille du refroidisseur de gaz, ce qui complique son implantation dans les véhicules, compte tenu de la multiplicité des architectures des moteurs et de leurs circuits de refroidissement et de climatisation.

[0009] Par ailleurs, les circuits de climatisation utilisant comme fluide réfrigérant le CO₂ sont plus complexes à

réaliser, notamment sur le plan de la résistance mécanique, compte tenu des pressions de fluide qui peuvent atteindre des valeurs, jusqu'à 450 bars, très supérieures aux pressions habituellement rencontrées dans les circuits de climatisation classiques utilisant des fluides à changement de phase tels que les composés fluorés. Ces contraintes de pression imposent des solutions mécaniques et technologiques particulières, pour répondre aux impératifs très stricts de fiabilité et d'étanchéité.

[0010] Le problème que vise à résoudre l'invention est celui de la réduction d'encombrement de l'échangeur de chaleur liquide/gaz, pour permettre de faciliter l'implantation du refroidisseur de gaz sous le capot du véhicule dans un maximum d'architectures susceptibles d'être rencontrées, notamment pour rapprocher le refroidisseur de gaz du compresseur ou de l'évaporateur, et pour réduire les longueurs de tubulures de gaz.

[0011] L'invention a également pour objet de rendre possible la fixation de l'échangeur sur le moteur ou sur le compresseur, configuration qui présente notamment l'avantage d'autoriser l'emploi de tubulures rigides dans la zone la plus sollicitée thermiquement, entre compresseur et refroidisseur de gaz.

[0012] Un autre but de l'invention est de permettre l'intégration dans un même bloc fonctionnel non seulement de l'échangeur de chaleur liquide/gaz ("WGC") assurant le refroidissement du gaz en sortie du compresseur, mais également de l'échangeur de chaleur interne gaz/gaz du circuit de refroidissement. Cet échangeur interne, également dénommé "IHX" (*Internal Heat eXchanger*) est en effet disposé dans la boucle de circulation du gaz réfrigérant juste en aval du refroidisseur WGC (circuit chaud) et en amont du compresseur (circuit froid), de sorte qu'il serait avantageux de pouvoir regrouper mécaniquement et fonctionnellement le refroidisseur de gaz WGC et l'échangeur interne IHX de manière à supprimer les longueurs de liaisons entre échangeurs et minimiser la longueur de liaison au compresseur.

[0013] Un autre but encore de l'invention est de permettre la réalisation d'un échangeur de chaleur de type liquide/gaz qui soit, en pratique, aussi compact et procure les mêmes performances qu'un échangeur de chaleur de type air/gaz. Les échangeurs liquide/gaz proposés jusqu'à présent étaient en effet, à performances égales, généralement plus encombrants qu'un échangeur air/gaz, ce qui faisait préférer ces derniers malgré leurs inconvénients, notamment la nécessité de grandes longueurs de tubes de gaz haute pression pour relier au reste du circuit l'échangeur air/gaz monté en face avant du véhicule (pour permettre un refroidissement satisfaisant). Dans le cas de tubes rigides, ces liaisons sont coûteuses et difficiles à découpler du moteur ; dans le cas de raccords souples, ceux-ci sont très sollicités thermiquement et mécaniquement.

[0014] A l'opposé, un échangeur de type liquide/gaz n'a pas besoin d'être monté en face avant et peut donc être fixé à proximité du moteur ou du compresseur, avec des tubulures rigides dans les zones les plus sollicitées

thermiquement et mécaniquement.

[0015] L'invention propose un échangeur de chaleur entre un premier fluide et un second fluide du type connu décrit dans le FR-A-2 852 383 précité, c'est-à-dire comprenant un espace intérieur et un faisceau de tubes, prévu dans ledit espace intérieur, dans lequel le premier fluide circule et est refroidi par le second fluide, et dans lequel le second fluide est introduit dans l'échangeur de chaleur par une tubulure d'entrée et évacué par une tubulure de sortie et occupe l'espace intérieur de l'échangeur (on entendra par "espace intérieur de l'échangeur" l'espace compris entre, d'une part, les tubes servant à véhiculer le premier fluide et, d'autre part, les parois externes ou l'enveloppe de l'échangeur de chaleur).

[0016] Selon *un premier aspect de l'invention*, celle-ci vise un tel échangeur de chaleur considéré en tant que tel, qui ne comprend pas intrinsèquement la ou les boîtes collectrices servant classiquement de chambre d'entrée et de sortie pour l'un des fluides.

[0017] De façon caractéristique de l'invention, l'échangeur de chaleur définit au moins deux passes pour le second fluide (on entendra par "passe" le trajet d'un fluide dans un sens).

[0018] Ainsi, avec deux passes le fluide circule au sein de l'échangeur de chaleur (qui s'étend généralement suivant un plan) dans deux sens et suivant deux trajets distincts, ces deux sens de circulation étant habituellement - mais non nécessairement - opposés l'un à l'autre. Dans l'exemple de trois passes, le fluide circule dans le plan défini par l'échangeur avec deux sens de circulation et trois trajets.

[0019] En d'autres termes, le nombre de passes est lié au nombre de changements de sens de circulation du fluide. Ainsi, un fluide à deux passes présente un changement de direction tandis qu'un fluide à trois passes présente deux changements de sens de circulation.

[0020] L'échangeur de chaleur peut en outre définir au moins deux passes également pour le premier fluide. Lorsque le premier fluide est un gaz et le second fluide est un liquide, on dispose d'un échangeur de chaleur liquide/gaz ("WGC") qui pallie les inconvénients de la technique antérieure en séparant la circulation de liquide en deux circuits différents, alimentés chacun par une source de liquide caloporteur à température adaptée, avec une ou plusieurs passes à contre-courant sur le gaz. Il devient ainsi possible de réaliser un échangeur très compact, de forme sensiblement parallélépipédique, et de performances comparables à celles d'un échangeur de type air/gaz.

[0021] Dans une forme de mise en oeuvre particulière, l'espace intérieur comprend au moins deux carters, chacun des carters enfermant une pluralité de tubes et délimitant une passe pour le premier fluide (on entendra par "carter" une enveloppe externe pour l'échangeur de chaleur, les parois de cette enveloppe pouvant être formées en partie par une ou des parois de boîte(s) collectrice(s) fixée(s) à l'échangeur de chaleur).

[0022] Dans ce dernier cas, les deux carters peuvent

avoir une paroi commune, notamment parallèle au faisceau de tubes, qui comporte au moins un orifice de mise en communication de l'espace intérieur des deux carters.

[0023] Par ailleurs, l'échangeur de chaleur peut comprendre des boîtes collectrices, disposées aux extrémités du faisceau, aptes à réunir et mettre en communication les tubes du faisceau à leurs extrémités, ces boîtes collectrices étant aptes à être par ailleurs reliées à un circuit de circulation du premier fluide.

[0024] Dans ce dernier cas, et selon *un second aspect de l'invention*, celle-ci vise également un module d'échange de chaleur comprenant au moins deux échangeurs de chaleur attenants tels que définis plus haut selon le premier aspect de l'invention, avec un premier échangeur de chaleur et un second échangeur de chaleur. L'un des échangeurs de chaleur est relié à une tubulure d'entrée et l'autre échangeur de chaleur est relié à une tubulure de sortie, ces deux tubulures étant aptes à être mise en communication avec un circuit du second fluide. Les deux échangeurs de chaleur possèdent une paroi commune s'étendant parallèlement au faisceau de tubes et comportant au moins un orifice de mise en communication de l'espace intérieur du premier échangeur de chaleur avec l'espace intérieur du second échangeur de chaleur.

[0025] Dans une forme de réalisation préférentielle, les tubulures d'entrée et de sortie de fluide sont disposées à la même extrémité respective du premier échangeur de chaleur et du second échangeur de chaleur, l' (les) orifice(s) de mise en communication étant disposé (s) dans la région de l'extrémité opposée du premier échangeur de chaleur et du second échangeur de chaleur.

[0026] Très avantageusement, chaque échangeur de chaleur comprend un carter avec deux parois latérales en vis-à-vis entre lesquelles s'étend transversalement le faisceau de tubes, et en ce que la dimension transversale séparant ces parois est sensiblement la même que celle du faisceau de tubes, à l'exception de régions latérales élargies situées au voisinage de la tubulure et de(s) l' (des) orifice(s) de mise en communication.

[0027] Les parois latérales et le faisceau de tubes peuvent alors notamment être brasés ensemble dans la région où la dimension transversale séparant ces parois est sensiblement la même que celle du faisceau de tubes.

[0028] Dans une forme de réalisation préférentielle, les boîtes collectrices sont formées d'une superposition de plaques formant alternativement passage de fluide et entretoise pour la distribution sélective du premier fluide dans les divers tubes du faisceau, et la paroi commune aux deux échangeurs comporte en direction longitudinale un prolongement s'étendant jusque dans la superposition de plaques constituant les boîtes collectrices, ce prolongement formant une cloison pour la circulation du premier fluide dans les boîtes collectrices situées de part et d'autre de cette cloison.

[0029] Dans une configuration à double échangeur, lesdits au moins deux modules refroidisseurs attenants

sont deux échangeurs de chaleur principaux formant un premier étage échangeur de chaleur, et il est prévu au moins deux échangeurs de chaleur auxiliaires attenants formant un second étage échangeur, distinct du premier étage échangeur et monté attenant à celui-ci. Les boîtes collectrices des premier et second étages échangeurs sont reliées entre elles successivement en série de manière à permettre la circulation du premier fluide successivement dans le premier puis le second étage échangeur.

[0030] Dans ce cas, avantageusement :

- le module comporte une paroi commune aux deux étages échangeurs, dépourvue d'orifice de mise en communication des volumes intérieurs respectifs des carters des échangeurs de chaleur situés de part et d'autre de cette paroi commune ;
- le module comporte entre les deux échangeurs de chaleur un élément formant entretoise interposé de manière à définir un intervalle entre les échangeurs de chaleur en vis-à-vis du premier étage échangeur et du second étage échangeur ;
- la tubulure de sortie du premier étage échangeur est reliée à la tubulure d'entrée du second étage échangeur de manière à permettre la circulation du second fluide successivement dans le premier puis le second étage échangeur.

[0031] Dans une forme de réalisation particulièrement avantageuse, le dispositif de l'invention inclut en outre un étage échangeur de chaleur interne. Celui-ci comporte un empilement de tubes multicanaux allongés, ces tubes étant jointifs et empilés en alternance en deux séries de tubes imbriquées, avec une première série de tubes reliée à la sortie du(des) échangeur(s) de chaleur de manière à être parcourue par le premier fluide à haute pression délivré par cet(ces) échangeur(s) de chaleur, et une seconde série de tubes apte à être reliée à une branche basse pression du circuit du premier fluide de manière à être parcourue par le premier fluide froid circulant dans cette branche.

[0032] L'étage échangeur interne peut être avantageusement configuré attenant à l'ensemble formé par les premier et second étages échangeurs de chaleur.

[0033] Cet étage échangeur interne peut notamment comprendre des boîtes collectrices disposées aux extrémités opposées de l'empilement de tubes, aptes à réunir et mettre en communication à leurs extrémités les tubes respectifs des deux séries de tubes et à y distribuer sélectivement le premier fluide, ces boîtes collectrices comprenant en outre des moyens de liaison au circuit du premier fluide.

[0034] Ces boîtes collectrices sont de préférence disposées dans l'alignement des boîtes collectrices des échangeurs de chaleur du premier et du second étages échangeurs de chaleur.

[0035] Elles peuvent en outre être reliées en série avec les boîtes collectrices des échangeurs de chaleur du pre-

mier et du second étages échangeurs de chaleur de manière à permettre l'alimentation de l'étage échangeur interne par le fluide chaud à haute pression délivré directement par les premier et second étages échangeurs de chaleur.

[0036] Selon *un troisième aspect de l'invention*, celle-ci vise un équipement de climatisation pour véhicule automobile comprenant un échangeur de chaleur, ou un module d'échange de chaleur, tels que définis ci-dessus.

[0037] On va maintenant décrire un exemple de mise en oeuvre du dispositif de l'invention, en référence aux dessins annexés où les mêmes références numériques désignent d'une figure à l'autre des éléments identiques ou fonctionnellement semblables.

[0038] La figure 1 est un schéma représentant les différents éléments d'un circuit de climatisation de véhicule automobile utilisant un fluide réfrigérant fonctionnant à l'état supercritique tel que le CO₂.

[0039] La figure 2 est une vue en perspective d'un double échangeur de chaleur liquide/gaz selon l'invention.

[0040] La figure 3 est une vue de face de l'échangeur de la figure 2, illustrant notamment les sens de circulation des circuits de gaz et de liquide.

[0041] La figure 4 est une vue perspective éclatée de l'échangeur de la figure 2.

[0042] La figure 5 est une vue de côté en coupe, selon V-V de la figure 3, au niveau des passages de mise en communication des circuits d'eau des différents modules.

[0043] La figure 6 est une vue en perspective d'un double échangeur de chaleur liquide/gaz du type illustré figure 2, associé en outre à un échangeur de chaleur interne disposé dans le même ensemble fonctionnel.

[0044] La figure 7 est une vue perspective éclatée de l'échangeur de chaleur interne de l'ensemble de la figure 6.

[0045] La figure 8 est une vue en plan, en coupe, de l'échangeur de chaleur au niveau du circuit chaud haute pression.

[0046] La figure 9 est une vue en plan, en coupe, de l'échangeur de chaleur au niveau du circuit froid basse pression.

[0047] La figure 1 illustre un circuit de climatisation de véhicule automobile utilisant un fluide réfrigérant fonctionnant à l'état supercritique tel que le CO₂, où la température du fluide réfrigérant est abaissée par échange thermique avec le liquide de refroidissement du moteur.

[0048] Le circuit comprend un compresseur 10, par exemple un compresseur à contrôle externe piloté par une électronique de commande 12. Le gaz réfrigérant comprimé G traverse ensuite un refroidisseur de gaz 14 comprenant un ou plusieurs échangeurs successifs, à savoir trois échangeurs WGC1, WGC2 et WGC3 montés en série dans l'exemple représenté. À la sortie du refroidisseur 14, le gaz réfrigérant G traverse un échangeur interne IHX référencé 16, puis est détendu dans un détendeur 18, par exemple une vanne de détente pilotée également par l'électronique de commande 12. Le gaz

ainsi détendu est conduit vers un échangeur 20 assurant la même fonction que l'évaporateur d'un circuit de climatisation classique à changement de phase du fluide réfrigérant, puis vers un accumulateur 22 et l'échangeur interne 16, avant d'être recyclé vers le compresseur 10.

[0049] Le refroidisseur de gaz 14 comprend par exemple, comme illustré figure 1, une série de trois échangeurs WGC1, WGC2 et WGC3 fonctionnant respectivement à haute température, basse température et très basse température.

[0050] Le premier échangeur WGC1 est un échangeur eau/gaz utilisant comme source froide le liquide de refroidissement moteur, qui constitue ici le liquide caloporteur L circulant dans l'échangeur côté eau. Ce liquide est généralement de l'eau additionnée d'un antigel (eau glycolée) ou liquide analogue. L'échangeur basse température WGC2 utilise également comme source froide le liquide de refroidissement du moteur L, via une boucle distincte de la boucle alimentant l'échangeur WGC1. L'échangeur très basse température WGC3 peut utiliser comme source froide également le liquide de refroidissement du moteur L, via une boucle distincte de la boucle alimentant l'échangeur WGC1, ou opérer par contact avec de l'air ambiant prélevé à l'extérieur du véhicule. Dans des formes de réalisation simplifiées, le troisième étage WGC3 du refroidisseur peut être omis, le fluide réfrigérant étant alors simplement refroidi par deux échangeurs parcourus tous deux par le liquide de refroidissement du moteur.

[0051] La haute température est habituellement de l'ordre de 80 à 100°C (typiquement 90°C), la basse température de l'ordre de l'ordre 50 à 70°C (typiquement 60°C), et la très basse température de l'ordre de 30 à 60°C (typiquement 50°C) dans le cas d'un échangeur eau/gaz utilisant le liquide de refroidissement moteur, ou une température dépendant de l'air ambiant dans le cas d'un échangeur air/gaz (la "température" étant entendue comme la température du liquide caloporteur circulant dans l'échangeur eau/gaz).

[0052] L'invention vise plus particulièrement la réalisation mécanique des échangeurs basse température WGC2 et/ou très basse température WGC3.

[0053] Par la suite, on décrira une forme de réalisation particulièrement avantageuse où les deux échangeurs WGC2 et WGC3 sont réunis en un même bloc, mais cette réalisation n'est pas limitative et l'invention est aussi bien applicable à la réalisation isolée de l'un des échangeurs WGC2 ou WGC3, ou encore à la réalisation d'un autre échangeur de type liquide/gaz.

[0054] Par ailleurs, le bloc échangeur de l'invention peut être également intégré à un ensemble comprenant d'autres organes du circuit de l'équipement de climatisation.

[0055] Il peut en particulier être regroupé avec l'échangeur de chaleur interne 16, dans la mesure où celui-ci est monté directement en aval des échangeurs WGC2 et WGC3 dans le circuit de climatisation. Cette dernière variante de réalisation sera décrite plus en détail en ré-

férence aux figures 6 à 9.

[0056] Sur la figure 2, la référence 24 désigne de façon générale un bloc unitaire regroupant les deux échangeurs WGC2 et WGC3 fonctionnant respectivement à basse et très basse température.

[0057] Ce bloc unitaire 24 comprend une entrée de gaz 26 recevant le gaz réfrigérant G après que celui-ci ait été refroidi par l'échangeur très haute température WGC1., et une sortie de gaz 28 délivrant le gaz refroidi par les échangeurs WGC2 et WGC3 à l'échangeur interne 16 pour détente et recyclage vers le compresseur.

[0058] L'échangeur de chaleur basse température WGC2 est constitué de deux modules refroidisseurs superposés 30, 40, de dimensions extérieures semblables. Le module supérieur 30 est muni d'une tubulure 32 de sortie du liquide caloporteur L, et le module inférieur 40 d'une tubulure 42 d'admission du liquide caloporteur L.

[0059] L'échangeur de chaleur très basse température WGC3 est constitué de deux modules refroidisseurs superposés 30', 40', de dimensions extérieures semblables entre elles et semblables à celles des modules 30 et 40. Le module supérieur 30' est muni d'une tubulure 32' de sortie du liquide caloporteur L, et le module inférieur 40' d'une tubulure 42' d'admission du liquide caloporteur L.

[0060] Comme illustré sur les figures 3 à 5, chacun des modules comporte un faisceau de tubes multicanaux allongés plats parcourus par le gaz réfrigérant. Le module supérieur 30 de l'échangeur WGC2 inclut ainsi un faisceau référencé 34, et le module inférieur 40, un faisceau référencé 44. Les modules 30' et 40' de l'échangeur WGC2 présentent une structure identique.

[0061] Les tubes des faisceaux 34, 44 sont du type multicanaux, percés intérieurement d'une multiplicité de canaux parallèles parcourus par le gaz réfrigérant sous pression. Les différents tubes multicanaux du faisceau s'étendent parallèlement les uns aux autres en direction longitudinale (c'est-à-dire la direction de la plus grande dimension des modules 30, 40) et sont espacés entre eux de manière à permettre la circulation du liquide caloporteur entre les tubes, et donc sur chacune des faces des tubes plats parcourus intérieurement par le gaz à refroidir.

[0062] Les différents tubes du faisceau sont réunis à leurs extrémités par des boîtes collectrices 36, 38 (de même 46, 48 pour le faisceau 44 du module 40). Les boîtes collectrices 36, 38 sont constituées d'un empilement alterné de plaques creuses permettant la circulation et la distribution du gaz réfrigérant, et de plaques entretoises permettant de définir l'intervalle entre les tubes successifs du faisceau.

[0063] On pourra se référer au FR-A-2 852 383 précité pour la description détaillée de divers modes de réalisation d'un tel faisceau de tubes munis de ses boîtes collectrices d'extrémité.

[0064] Comme on peut le voir notamment sur les figures 3 et 4, le gaz réfrigérant introduit par l'entrée 26 est distribué par la boîte collectrice 36 de façon à répartir la circulation de ce gaz, sous pression élevée, dans les

différents canaux des différents tubes du faisceau 34. A l'extrémité opposée, la boîte collectrice 38 réunit les différents canaux des différents tubes pour diriger le flux de gaz vers la boîte collectrice 48 du module inférieur 40 située immédiatement au-dessous de la boîte collectrice 38. Le gaz circule alors dans le faisceau de tubes 44 du module inférieur 40 dans le sens opposé de celui où il circulait dans le faisceau 34 du module supérieur, et ce jusqu'à l'extrémité opposée, pour atteindre la boîte collectrice 46. Le flux de gaz est alors dirigé de la boîte collectrice 46 vers la boîte collectrice 36' du module supérieur de l'échangeur WGC3, où il suivra un circuit comparable à celui qu'il a suivi dans l'échangeur WGC2, c'est-à-dire via la boîte collectrice 36', le faisceau de tubes du module supérieur 30', les boîtes collectrices 38' et 48', le faisceau de tubes du module inférieur 40', puis la boîte collectrice 46' avant d'atteindre la sortie de gaz 28.

[0065] On va maintenant décrire le circuit parcouru par le liquide caloporteur de refroidissement dans l'échangeur WGC2.

[0066] Le liquide est admis par la tubulure d'entrée 42 située à l'une des extrémités du module inférieur 40 de l'échangeur WGC2. Le liquide va circuler jusqu'à l'autre extrémité de ce même module, à contre-courant du sens de circulation du gaz (voir notamment figure 3), en passant entre les tubes du faisceau. Des éléments perturbateurs de l'échangeur peuvent être prévus, de manière en elle-même connue, pour augmenter les turbulences du flux de liquide et favoriser ainsi l'échange thermique avec les tubes du faisceau avec lesquels ce fluide est en contact. Une fois arrivé à l'extrémité opposée de celle où se trouve la tubulure d'admission 42, le liquide caloporteur est mis en communication (par des moyens que l'on explicitera plus bas) avec le module supérieur 30, où il va pouvoir ainsi circuler jusqu'à l'extrémité opposée, toujours à contre-courant avec le gaz circulant dans ce module 30, jusqu'à atteindre la tubulure de sortie 32.

[0067] La circulation du liquide caloporteur est semblable dans les modules 30' et 40' de l'échangeur très basse température WGC3.

[0068] Ainsi, le gaz circulant dans les différents faisceaux de tubes successifs des échangeurs WGC2 et WGC3 va pouvoir être refroidi, d'un module à l'autre, par la circulation du liquide caloporteur, toujours à contre-courant avec le gaz.

[0069] On va maintenant décrire la manière dont sont réalisés les carters enfermant les faisceaux de tubes des différents modules. On décrira plus précisément la structure du carter du module 30, celle des modules 40, 30' et 40' étant comparable, aux différences près que l'on indiquera.

[0070] Le carter du module 30 est constitué d'un élément en U 50 comprenant une paroi de fond 52 s'étendant parallèlement au faisceau de tubes 34, au-dessous et à distance de celui-ci, avec deux parois latérales 54, 56. L'ensemble est formé par un élément supérieur plat 58 formant couvercle.

[0071] La paroi de fond 52 constitue également la paroi supérieure du carter du module inférieur 40, faisant fonction de couvercle pour celui-ci.

[0072] Les boîtes collectrices 36 et 38 sont brasées sur les parois 52, 54, 56 et 58 de manière à assurer une fermeture étanche du carter à cet endroit. Les tubes du faisceau 34 sont par ailleurs brasés aux parois latérales 54, 56, au moins sur la partie centrale de ces parois, de manière à rigidifier mécaniquement le faisceau de tubes et lui permettre de résister aux pressions très élevées du gaz réfrigérant.

[0073] A l'extrémité opposée de la tubulure 32, la paroi de fond 52 du carter 50 est munie d'orifices 60 permettant au liquide caloporteur de traverser cette paroi pour assurer la mise en communication du volume intérieur de ce module supérieur 30 avec le volume intérieur du module inférieur 40. Par ailleurs, au droit de ces orifices 60, les parois latérales 54, 56 présentent des régions élargies 62 permettant, comme on peut le voir sur la coupe de la figure 5, d'assurer la circulation du liquide caloporteur sur toute la hauteur du faisceau de tubes 34, de manière à alimenter ainsi par le flux de liquide caloporteur tous les intervalles situés entre les différents tubes du faisceau. On notera que les tubes du faisceau sont situés à distance de la paroi latérale 54, 56 dans cette région élargie 62, et ne sont pas en contact avec cette paroi, alors qu'ils sont en contact et brasés avec la paroi dans la région du carter située au-delà des régions élargies 62.

[0074] De façon comparable, à l'extrémité opposée sont prévues des régions élargies 64 au voisinage de la tubulure de sortie 32, de manière à permettre la mise en communication de tous les intervalles situés entre les différents tubes du faisceau 34 avec cette tubulure de sortie 32. Ici encore, le faisceau de tubes est situé à distance de la paroi latérale 54, 56 dans les régions élargies 64, la liaison par brasure entre les tubes et la paroi n'étant établie qu'au-delà de cette région élargie 64 (donc dans la partie des parois 54, 56 située entre les régions élargies 62, 64, à l'exception de ces régions).

[0075] Du côté situé au voisinage de la tubulure 32, la paroi de fond 52 est dépourvue d'orifice de mise en communication tel que 60, de manière à empêcher toute communication à cet endroit entre le module supérieur 30 et le module inférieur 40, et forcer ainsi le liquide admis par la tubulure d'entrée 42 à parcourir le module 40 sur toute sa longueur, puis, via les orifices 60, le module 30 sur toute sa longueur jusqu'à la tubulure de sortie 32.

[0076] En ce qui concerne la circulation du gaz, la paroi de fond 52 est pourvue, du côté des boîtes collectrices 36 et 46, d'un prolongement 66 venant s'interposer entre ces deux boîtes collectrices et interdisant la mise en communication de leurs conduites respectives 60, 70 de circulation de gaz. A l'extrémité opposée, la paroi de fond est munie d'un prolongement semblable 72 venant s'interposer entre les boîtes collectrices 38 et 48. Ce prolongement 72 est en revanche muni d'un orifice 74 assurant la mise en communication des conduites respectives 76, 78 de ces deux boîtes collectrices 38 et 48.

[0077] la conformation de ces éléments permet de forcer la circulation du gaz arrivant par l'entrée 26 dans la boîte collectrice 36, pour qu'elle parcoure le faisceau de tubes 34, puis les boîtes collectrices 38 et 48 par l'intermédiaire de l'orifice 74, puis le faisceau de tubes 44 du module inférieur 40, jusqu'à la boîte collectrice 46.

[0078] De façon générale, la configuration que l'on vient de décrire permet d'assurer une circulation à contre-courant des flux d'eau et de gaz, à l'intérieur de chacun des modules 30 et 40 et d'un module à l'autre, grâce à une structure simple de la paroi de fond 52, qui d'un côté (celui des boîtes collectrices 38 et 48) est pourvue de passages de liquide 60 et de gaz 74, et de l'autre côté (celui des boîtes collectrices 36 et 46 et des tubulures 32 et 42) est dépourvue de passages de liquide et de gaz. Mécaniquement, les prolongements 66, 72 constituent une simple couche supplémentaire de l'empilement de tôles des boîtes collectrices 36, 46, permettant un assemblage aisé et une brasure collective des différents éléments.

[0079] Si nécessaire, notamment pour éviter les chocs thermiques, une entretoise peut être prévue entre les deux échangeurs WGC2 et WGC3, plus précisément entre le module inférieur 40 de l'échangeur WGC2 et le module supérieur 30' de l'échangeur WGC3, de manière à séparer mécaniquement ces deux organes du refroidisseur de gaz.

[0080] Les figures 6 à 9 illustrent une variante de réalisation dans laquelle le dispositif de l'invention incorpore dans un même ensemble fonctionnel non seulement le refroidisseur de gaz WGC (plus précisément, les étages liquide/gaz WGC2 et WGC3), mais également l'échangeur interne gaz/gaz IHX (référéncé 16 sur la figure 1).

[0081] Cet échangeur interne IHX est en effet monté, dans la boucle de circulation du gaz réfrigérant, directement en sortie du refroidisseur de gaz 14, en aval de l'étage WGC3, et croise le circuit du gaz délivré en sortie de l'évaporateur 20. Sa fonction est de refroidir le gaz haute pression sortant du refroidisseur de gaz 14 par le gaz basse pression sortant de l'évaporateur 20.

[0082] Il est donc avantageux de regrouper ces éléments de manière à disposer d'un dispositif plus compact et minimisant les longueurs des conduites de liaison.

[0083] La figure 6 représente un ensemble unitaire regroupant les deux échangeurs WGC2 et WGC3, chacun formé de deux modules 30, 40 et 30', 40' configurés comme décrit en référence aux figures 2 à 5. L'ensemble unitaire incorpore également l'échangeur de chaleur interne gaz/gaz IHX, désigné de façon générale par la référence 80.

[0084] Cet échangeur interne gaz/gaz IHX présente sensiblement, en longueur et en largeur, les mêmes dimensions hors tout que les échangeurs WGC2 et WGC3, de manière à constituer un bloc homogène regroupant au voisinage du compresseur le maximum d'éléments contribuant à l'échange thermique et au refroidissement du gaz.

[0085] Cette configuration n'est cependant pas limita-

tive. La longueur de l'échangeur interne IHX n'est pas liée à celle du refroidisseur de gaz WGC ; l'échangeur interne IHX peut être plus ou moins long, dès lors que la liaison de sortie du refroidisseur de gaz WGC3 est commune à l'entrée de l'échangeur interne IHX.

[0086] Les figures 7 à 9 illustrent plus précisément la structure de l'échangeur interne IHX 80.

[0087] Celui-ci est formé d'un empilement d'éléments plats 82, 84 montés en alternance.

[0088] Les éléments plats 82 (illustrés en plan sur la figure 8) sont destinés à être parcourus par le gaz chaud à haute pression délivré en sortie de l'échangeur WGC3. Ils comportent chacun un tube multicanal 86, de même nature que les tubes multicanaux décrits plus haut des faisceaux de tubes des échangeurs liquide/gaz WGC2 et WGC3. Les canaux de chaque tube sont mis en communication à leurs extrémités par un embout 88 ou 90, respectivement, formant collecteur.

[0089] Les éléments plats 84 sont destinés à être parcourus par le gaz froid à basse pression provenant de l'évaporateur et retournant au compresseur. La structure de ces éléments plats 84 (illustrée en plan figure 9) et semblable à celle des éléments plats 82, avec un tube multicanal 92 pourvu à chacune de ses extrémités d'un embout 94 ou 96, respectivement, formant collecteur.

[0090] Les tubes 86, 92 sont empilés en alternance pour former deux séries de tubes imbriqués, où le gaz chaud sous haute pression et le gaz froid sous basse pression circulent à contre-courant dans des couches successives de l'empilement. Les tubes adjacents 86 et 92 de chaque série de tubes sont en contact mutuel, de manière à permettre un échange thermique par conduction entre les tubes.

[0091] Le nombre de tubes 86, 92 dont l'empilement compose l'échangeur interne IHX dépend de la longueur et du diamètre hydraulique du circuit basse pression et du circuit haute pression, et sera adapté en fonction des circonstances.

[0092] Les embouts collecteurs d'extrémité 88, 90 et 94, 96 sont respectivement configurés de manière à constituer par empilement des boîtes collectrices d'extrémité assurant la distribution sélective, pour les deux circuits haute pression et basse pression, du gaz réfrigérant dans les divers tubes de l'empilement.

[0093] Ainsi, le gaz froid à basse pression traverse un orifice 98 de l'embout 88, sans communication avec le tube 86 qui fait partie du circuit haute pression, tandis qu'à l'opposé, le fluide haute pression circulant dans ce tube 86 est collecté par une ouverture élargie 100 autorisant la communication avec le reste du circuit haute pression. De la même façon, l'embout 94 comprend une ouverture 102 élargie autorisant la communication avec le circuit basse pression, et en communication avec l'orifice 98. A l'opposé, l'embout 96 comporte un orifice isolé 104 autorisant la traversée du fluide chaud haute pression sans communication avec le tube 92 parcouru par le fluide basse pression.

[0094] A l'extrémité inférieure de l'empilement, des

éléments 106, 108 permettent de réaliser une liaison au reste du circuit de gaz réfrigérant côté basse pression, c'est-à-dire en provenance de l'évaporateur 20 et à destination du compresseur 10 (figure 1).

[0095] En partie supérieure de l'empilement, le gaz réfrigérant haute pression est directement admis depuis la boîte collectrice 46' du module 40' de l'échangeur WGC3 (figure 6), grâce à un dimensionnement adapté des pièces d'extrémité formant les boîtes collectrices respectives de l'échangeur de chaleur interne IHX et des échangeurs de chaleur liquide/gaz WGC2 et WGC3. En d'autres termes, l'empilement des éléments qui forment les boîtes collectrices suffit à assurer la mise en communication directe de la sortie de l'échangeur WGC3 avec l'entrée de l'échangeur IHX, de la même façon qu'était réalisée la mise en communication directe de la sortie de l'échangeur WGC2 avec l'entrée de l'échangeur WGC3.

[0096] Jusqu'à présent, les technologies différentes employées pour la réalisation des échangeurs WGC et des échangeurs IHX, respectivement, rendaient complexes, voire impossible leur intégration en un seul et même élément constitué de deux zones d'échange. Il était alors nécessaire de prévoir pour le montage et la connexion de ces éléments au moins quatre brides de connexion, avec leur vis et joints, ainsi qu'un tuyau résistant à la très haute pression du gaz.

[0097] La solution avantageuse de l'invention permet de regrouper mécaniquement et fonctionnellement le refroidisseur de gaz WGC et l'échangeur interne IHX. Ceci permet, outre la suppression des brides, vis, joints et tuyaux haute pression (réduisant par là même au surplus les risques de fuite), de minimiser les longueurs des liaisons de ces échangeurs au compresseur.

[0098] Un avantage qui en découle est la réduction du volume de gaz réfrigérant dans le circuit, avec corrélativement une réduction de la taille de l'accumulateur de gaz 22 ce qui, suivant l'architecture du circuit, peut en outre contribuer à une meilleure répartition des volumes du gaz réfrigérant dans la boucle.

[0099] Un autre avantage encore de l'intégration de l'échangeur de chaleur interne IHX au refroidisseur de gaz WGC2/WGC3 est l'amélioration des performances thermiques globales du circuit dans des conditions de fonctionnement difficiles, notamment par température ambiante élevée.

[0100] Enfin, du point de vue technologique, outre la suppression des brides, vis, joints et tuyaux haute pression, la structure que l'on a décrite autorise un brasage commun et simultané des boîtiers, des faisceaux de tubes et des boîtes collectrices des trois échangeurs WGC2, WGC3 et IHX.

Revendications

1. Échangeur de chaleur (30, 40 ; 30', 40') entre un premier fluide et un second fluide, cet échangeur de

chaleur comprenant un espace intérieur et un faisceau de tubes (34, 44), prévu dans ledit espace intérieur, dans lequel le premier fluide circule et est refroidi par le second fluide, et dans lequel le second fluide est introduit dans l'échangeur de chaleur par une tubulure d'entrée et évacué par une tubulure de sortie et occupe ledit espace intérieur de l'échangeur de chaleur,
caractérisé en ce qu'il définit au moins deux passes pour le second fluide.

2. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'il** définit au moins deux passes pour le premier fluide.

3. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le premier fluide est un gaz.

4. Échangeur de chaleur selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le second fluide est un liquide.

5. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ledit espace intérieur comprend au moins deux carters, chacun desdits carters enfermant une pluralité de tubes (34 ; 44) et délimitant une passe pour le premier fluide.

6. Échangeur de chaleur selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les deux carters ont une paroi commune (52) comportant au moins un orifice (60) de mise en communication de l'espace intérieur desdits deux carters.

7. Échangeur de chaleur selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** la paroi commune (52) s'étend parallèlement au faisceau de tubes (34 ; 44).

8. Échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'il** comprend des boîtes collectrices (36, 38), disposées aux extrémités du faisceau (34, 44), aptes à réunir et mettre en communication les tubes du faisceau (34 et 44) à leurs extrémités, ces boîtes collectrices (36, 38) étant aptes à être par ailleurs reliées à un circuit de circulation du premier fluide.

9. Module d'échange de chaleur (WGC2 ; WGC3), **caractérisé :**

- **en ce qu'il** comprend au moins deux échangeurs de chaleur attenants selon la revendication 8, avec un premier échangeur de chaleur (30) et un second échangeur de chaleur (40),
- l'un des échangeurs de chaleur (40) est relié à une tubulure d'entrée (42) et l'autre échangeur de chaleur (30) est relié à une tubulure de sortie (32), ces deux tubulures étant aptes à être mise

- en communication avec un circuit du second fluide, et
- les deux échangeurs de chaleur possèdent une paroi commune (52) s'étendant parallèlement au faisceau de tubes et comportant au moins un orifice (60) de mise en communication de l'espace intérieur du premier échangeur de chaleur avec l'espace intérieur du second échangeur de chaleur.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
10. Module d'échange de chaleur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** les tubulures d'entrée et de sortie de fluide (32, 42) sont disposées à la même extrémité respective du premier échangeur de chaleur et du second échangeur de chaleur, l (les) orifice (s) de mise en communication (60) étant disposé(s) dans la région de l'extrémité opposée du premier échangeur de chaleur et du second échangeur de chaleur.
11. Module d'échange de chaleur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** chaque échangeur de chaleur comprend un carter (50) avec deux parois latérales en vis-à-vis (54, 56) entre lesquelles s'étend transversalement le faisceau de tubes (34), et **en ce que** la dimension transversale séparant ces parois est sensiblement la même que celle du faisceau de tubes, à l'exception de régions latérales élargies (62, 64) situées au voisinage de la tubulure (32) et de(s) l'(des) orifice(s) de mise en communication (60).
12. Module d'échange de chaleur selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les parois latérales (54, 56) et le faisceau de tubes (34) sont brasés ensemble dans la région où la dimension transversale séparant ces parois est sensiblement la même que celle du faisceau de tubes.
13. Module d'échange de chaleur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** :
- les boîtes collectrices (36, 38 ; 46, 48) sont formées d'une superposition de plaques formant alternativement passage de fluide et entretoise pour la distribution sélective du premier fluide dans les divers tubes du faisceau, et
 - la paroi (52) commune aux deux échangeurs comporte en direction longitudinale un prolongement (66) s'étendant jusque dans la superposition de plaques constituant les boîtes collectrices, ce prolongement formant une cloison pour la circulation du premier fluide dans les boîtes collectrices (36, 46) situées de part et d'autre de cette cloison.
14. Module d'échange de chaleur selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** :
- lesdits au moins deux échangeurs de chaleur attenants (30, 40) sont deux échangeurs de chaleur principaux formant un premier étage échangeur de chaleur (WGC2),
 - il est prévu au moins deux échangeurs de chaleur auxiliaires attenants (30', 40') formant un second étage échangeur (WGC3), distinct du premier étage échangeur et monté attendant à celui-ci, et
 - les boîtes collectrices des premier et second étages échangeurs sont reliées entre elles successivement en série de manière à permettre la circulation du premier fluide successivement dans le premier puis le second étage échangeur.
15. Module d'échange de chaleur selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'**il comporte une paroi commune aux deux étages échangeurs, dépourvue d'orifice de mise en communication des volumes intérieurs respectifs des carters des échangeurs de chaleur situés de part et d'autre de cette paroi commune.
16. Module d'échange de chaleur selon la revendication 14, **caractérisé en ce qu'**il comporte entre les deux échangeurs de chaleur un élément formant entretoise interposé de manière à définir un intervalle entre les échangeurs de chaleur en vis-à-vis du premier étage échangeur et du second étage échangeur.
17. Module d'échange de chaleur selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** la tubulure de sortie du premier étage échangeur est reliée à la tubulure d'entrée du second étage échangeur de manière à permettre la circulation du second fluide successivement dans le premier puis le second étage échangeur.
18. Module d'échange de chaleur selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**il comprend en outre un étage échangeur de chaleur interne (IHX) comportant un empilement de tubes multicanaux allongés (86, 92), ces tubes étant jointifs et empilés en alternance en deux séries de tubes imbriquées, avec une première série de tubes (86) reliée à la sortie du(des) échangeur(s) de chaleur de manière à être parcourue par le premier fluide à haute pression (HP) délivré par cet (ces) échangeur(s) de chaleur, et une seconde série de tubes (92) apte à être reliée à une branche basse pression (BP) du circuit du premier fluide de manière à être parcourue par le premier fluide froid circulant dans cette branche.
19. Module d'échange de chaleur selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** l'étage échangeur interne (IHX) est configuré attendant à l'ensemble formé par les premier et second étages échangeurs de chaleur (WGC2, WGC3).

20. Module d'échange de chaleur selon la revendication 18, **caractérisé en ce que** l'étage échangeur interne (IHX) comprend des boîtes collectrices (88, 90, 94, 96) disposées aux extrémités opposées de l'empilement de tubes, aptes à réunir et mettre en communication à leurs extrémités les tubes respectifs (86, 92) des deux séries de tubes et à y distribuer sélectivement le premier fluide, ces boîtes collectrices comprenant en outre des moyens (106, 108) de liaison au circuit du premier fluide. 5
10
21. Module d'échange de chaleur selon la revendication 20, **caractérisé en ce que** les boîtes collectrices (88, 90, 94, 96) de l'étage échangeur interne (IHX) sont disposées dans l'alignement des boîtes collectrices (36, 38, 46, 48) des échangeurs de chaleur (30, 40, 30', 40') du premier et du second étages échangeurs de chaleur (WGC2, WGC3). 15
22. Module d'échange de chaleur selon la revendication 21, **caractérisé en ce que** les boîtes collectrices (88, 90, 94, 96) de l'étage échangeur interne (IHX) reliées à la première série de tubes (86) sont reliées en série avec les boîtes collectrices (36, 38, 46, 48) des échangeurs de chaleur (30, 40, 30', 40') du premier et du second étages échangeurs de chaleur (WGC2, WGC3) de manière à permettre l'alimentation de l'étage échangeur interne par le fluide chaud à haute pression délivré directement par les premier et second étages échangeurs de chaleur. 20
25
30
23. Équipement de climatisation pour véhicule automobile, **caractérisé en ce qu'**il comprend un échangeur de chaleur selon l'une des revendications 1 à 8, ou un module d'échange de chaleur selon l'une des revendications 9 à 22. 35

40

45

50

55

Fig.1

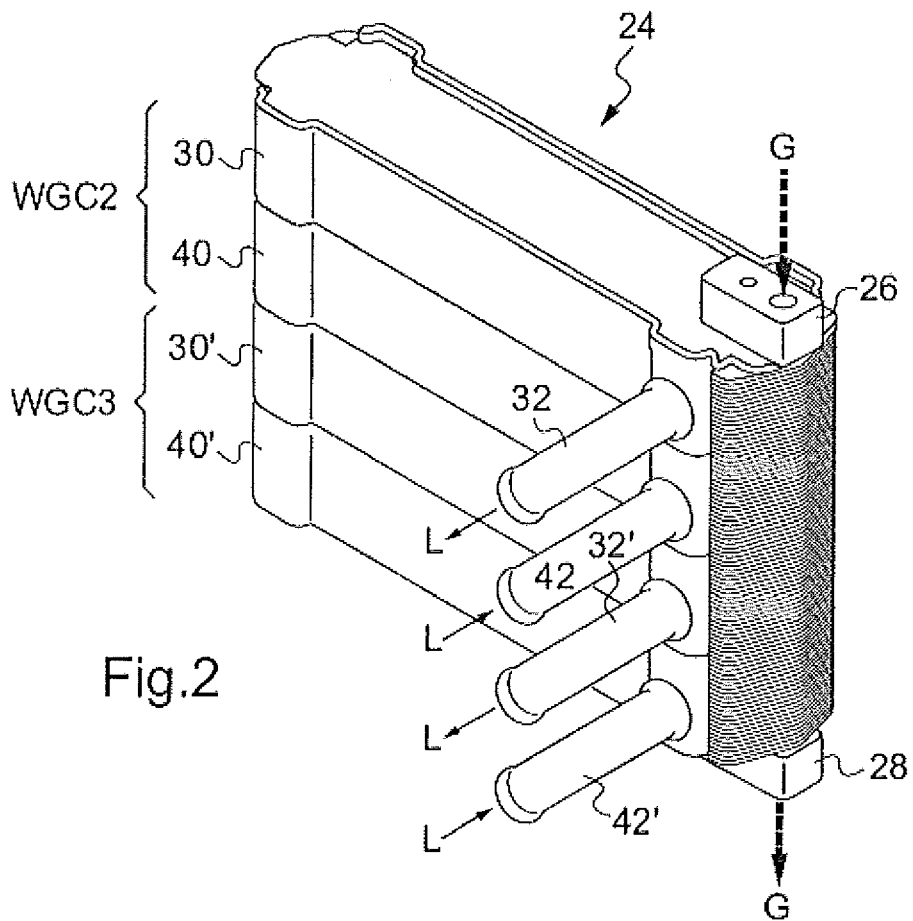
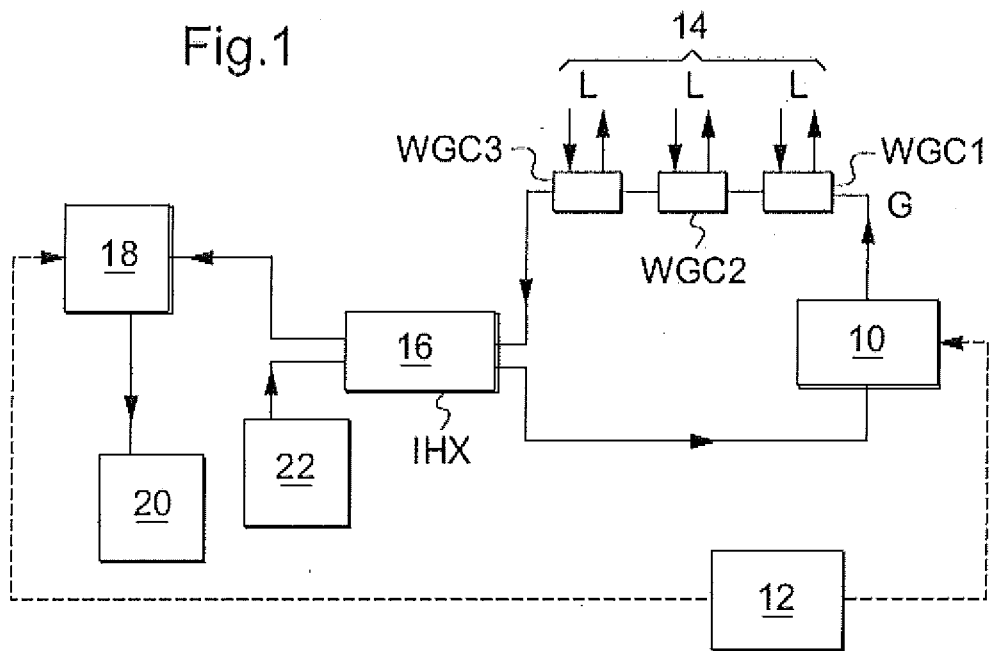


Fig.2

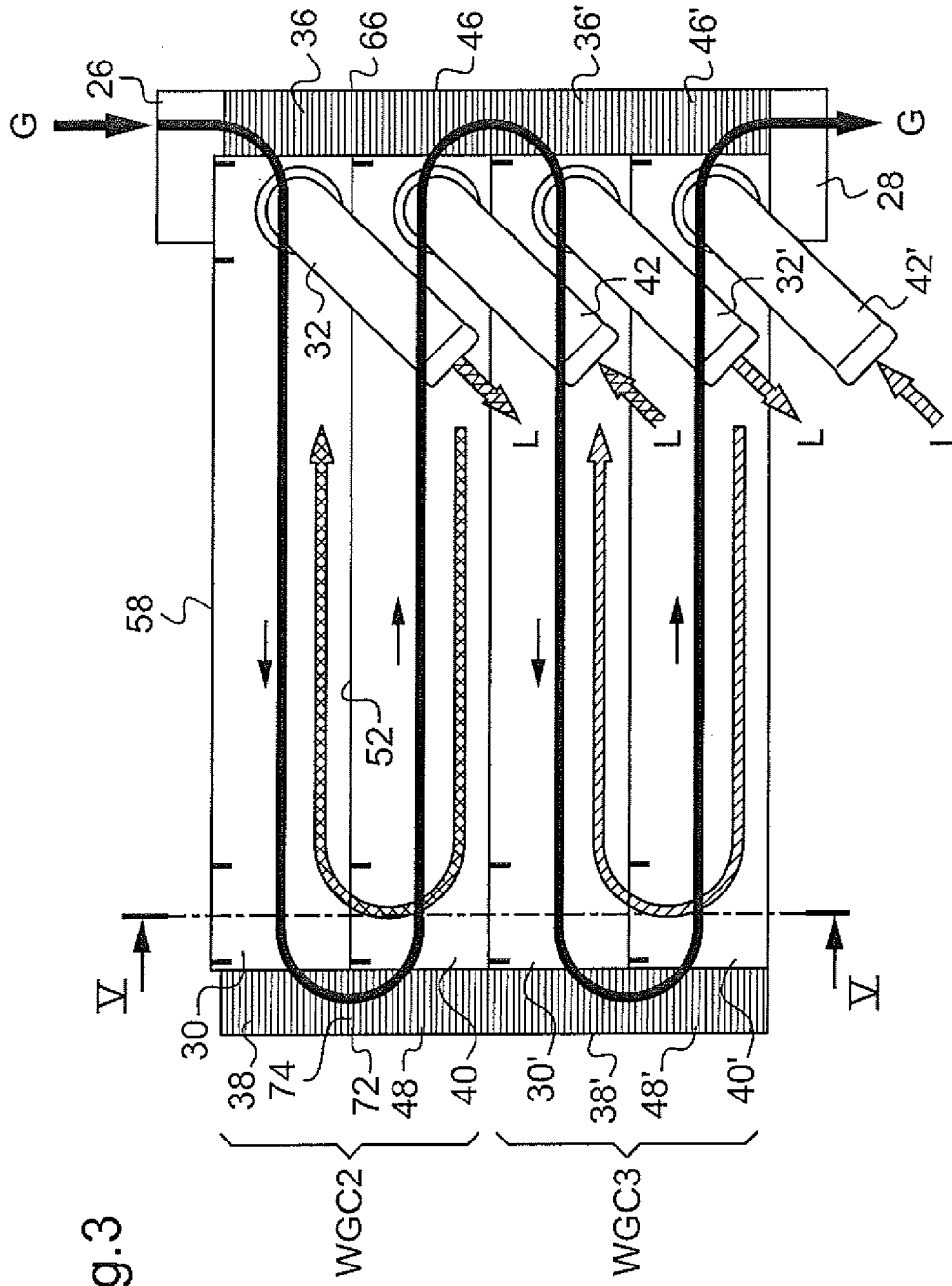


Fig.3

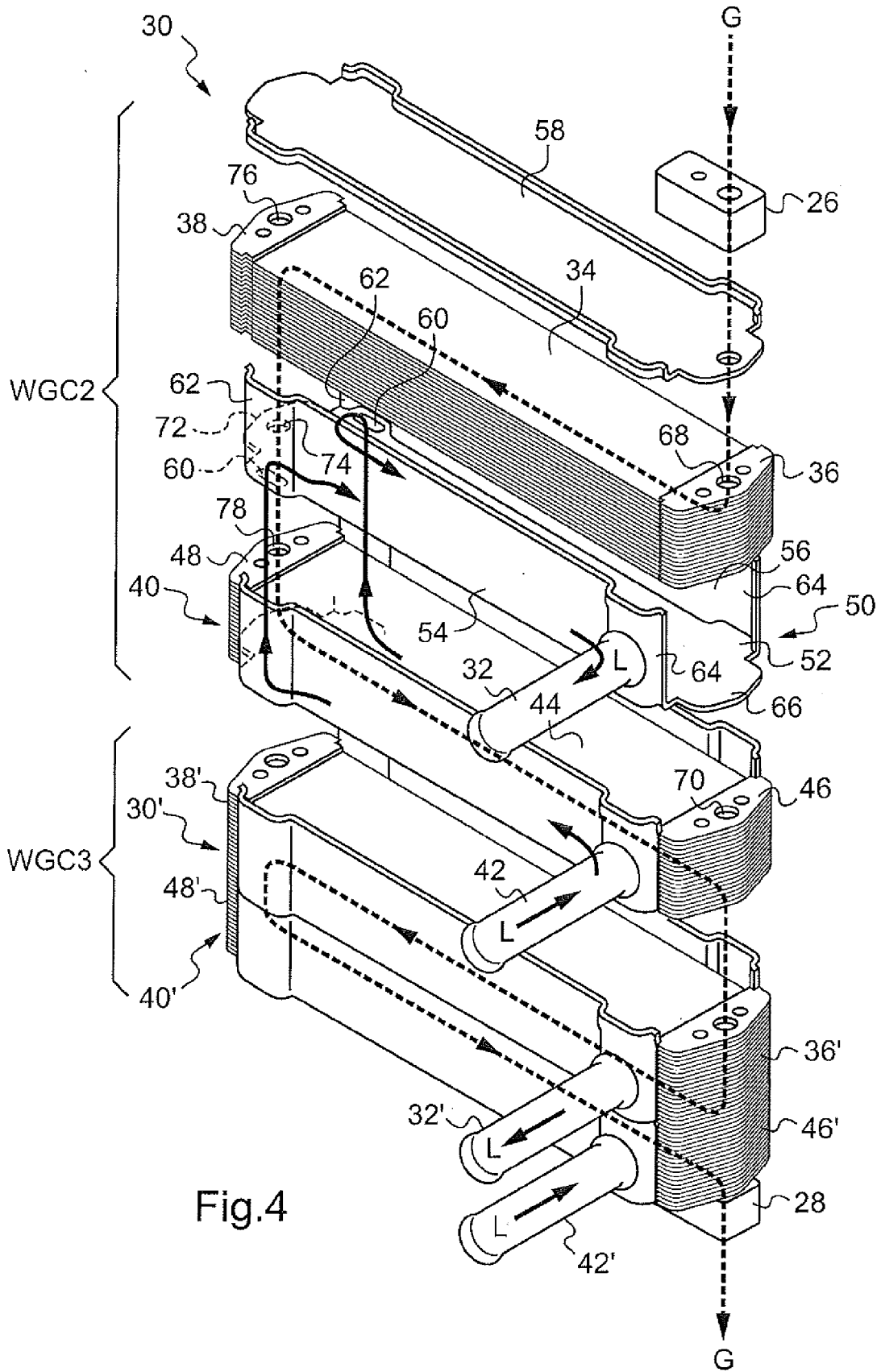
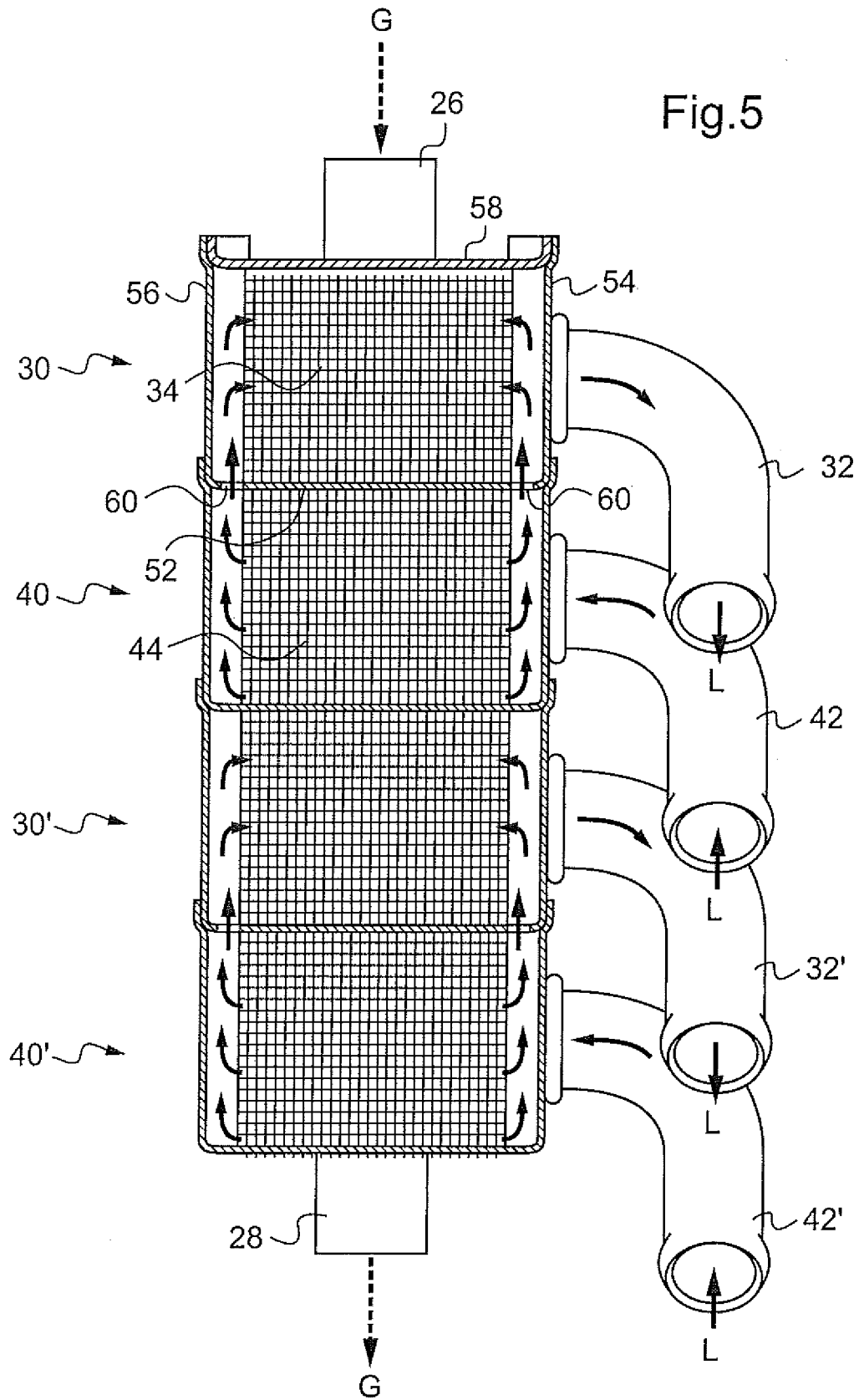
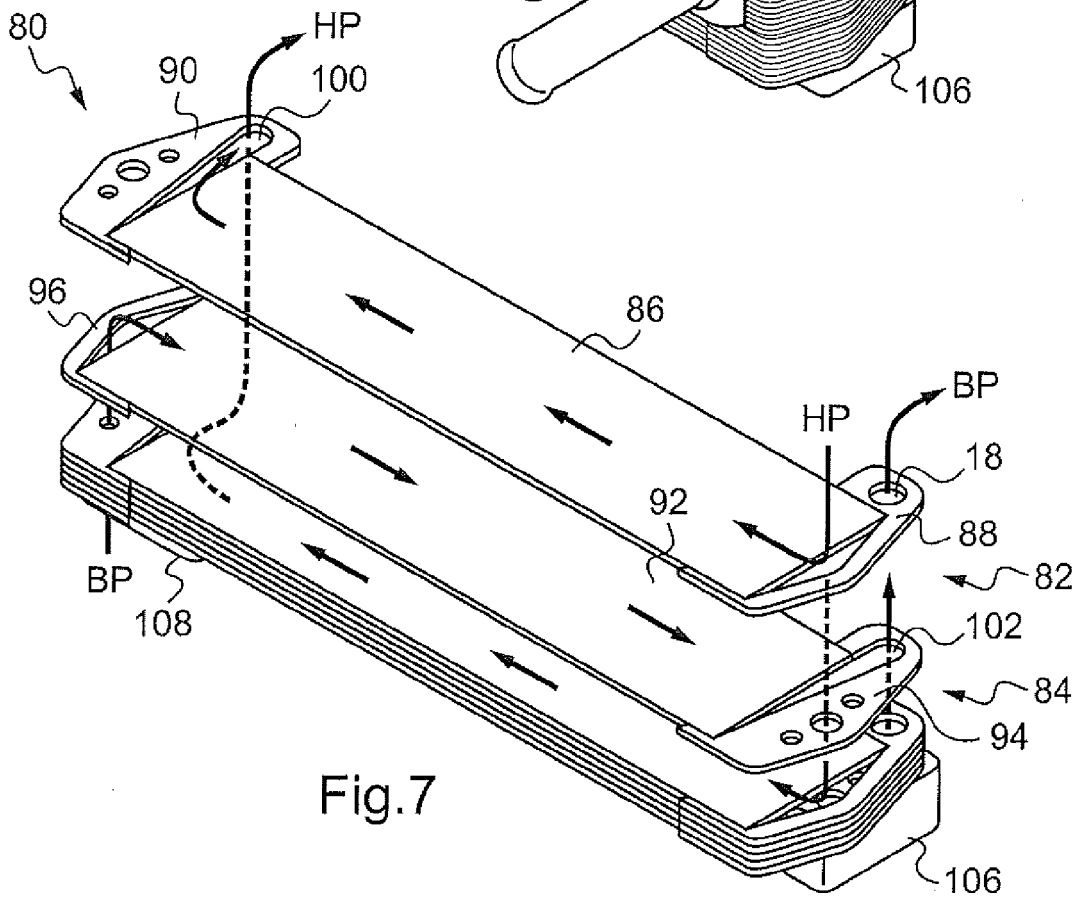
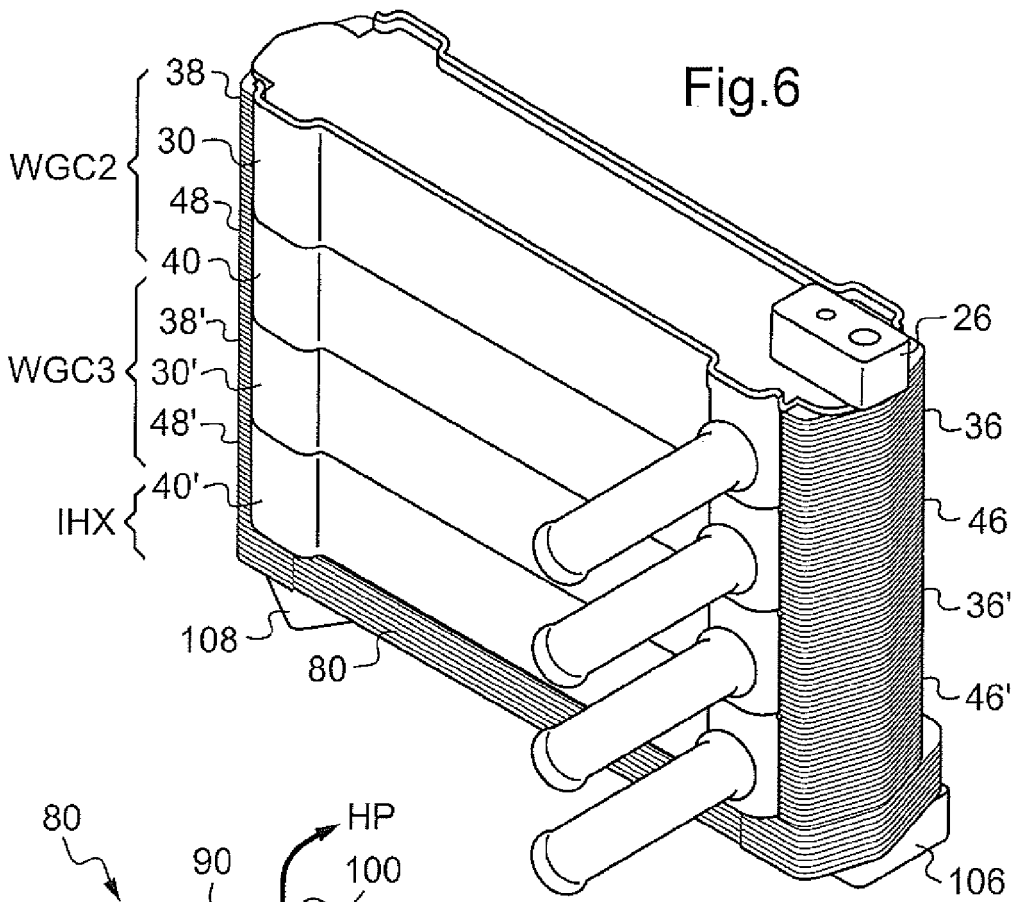


Fig.4

Fig.5





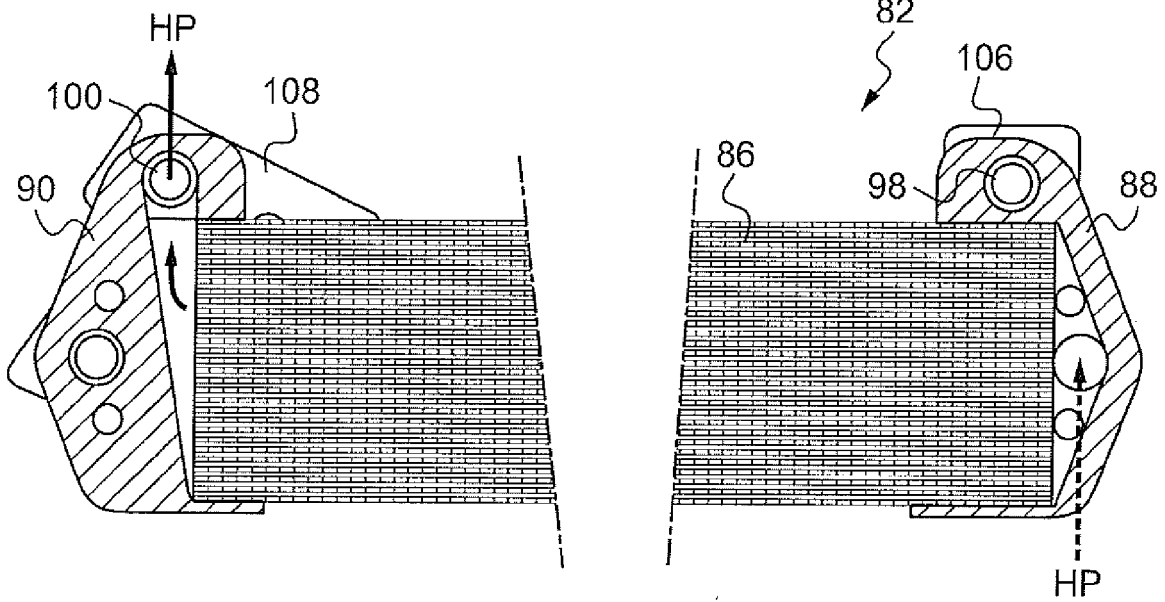


Fig. 8

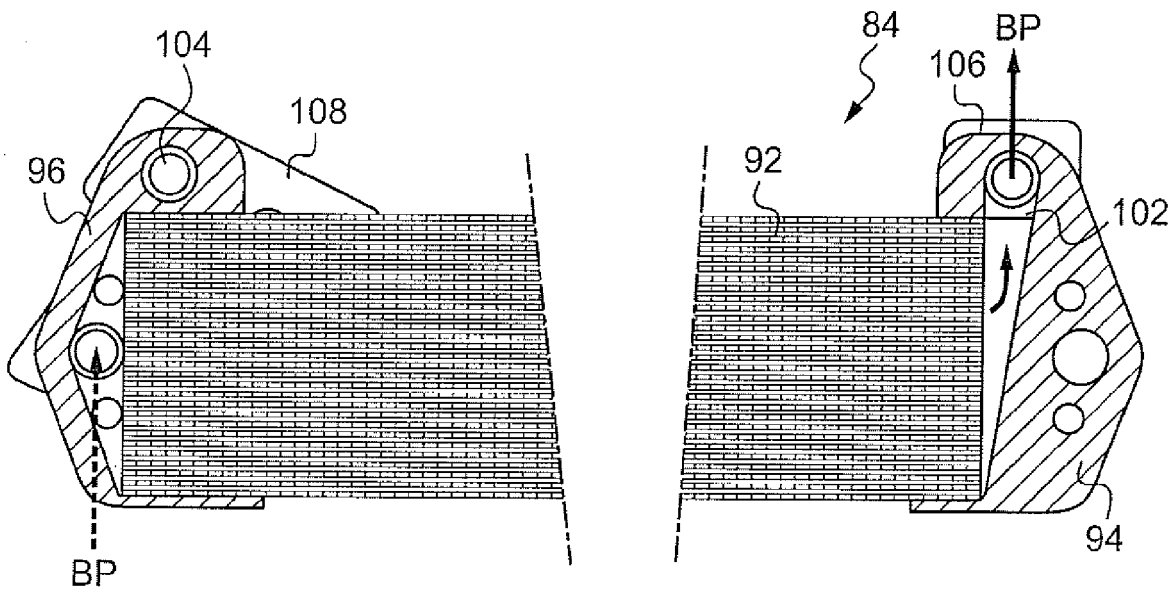


Fig. 9

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

- FR 2852383 A [0005] [0015] [0063]
- FR 2875743 A [0007]