

(19)



(11)

EP 1 980 811 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

15.10.2008 Bulletin 2008/42

(51) Int Cl.:

F28D 1/053 ^(2006.01)

F28F 13/00 ^(2006.01)

F28F 1/12 ^(2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08102302.0**

(22) Date de dépôt: **05.03.2008**

(84) Etats contractants désignés:

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

Etats d'extension désignés:

AL BA MK RS

(30) Priorité: **03.04.2007 FR 0702424**

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

(72) Inventeurs:

- **De Pelsemaeker, Georges
78125 Pogny-La-Forêt (FR)**
- **Benouali, Jugurtha
92140 Clamart (FR)**

(74) Mandataire: **Gavin, Pablo**

**Valeo Systèmes Thermiques, Propriété Ind.
8, Rue Louis Lormand
BP517 - La Verrière
78321 Le Mesnil Saint-Denis Cedex (FR)**

(54) **Echangeur thermique multi-passes**

(57) La présente invention concerne un échangeur de chaleur pour véhicules automobiles entre au moins deux fluides comprenant une structure métallique conductrice de la chaleur définissant un nombre *n* de passes supérieur ou égal à deux pour la circulation de l'un au

moins des fluides, caractérisé en ce que ledit échangeur comprend en outre au moins une interface thermiquement peu conductrice (IA) séparant, des parties de ladite structure métallique de l'échangeur dans au moins une zone destinée à subir un grand gradient thermique.

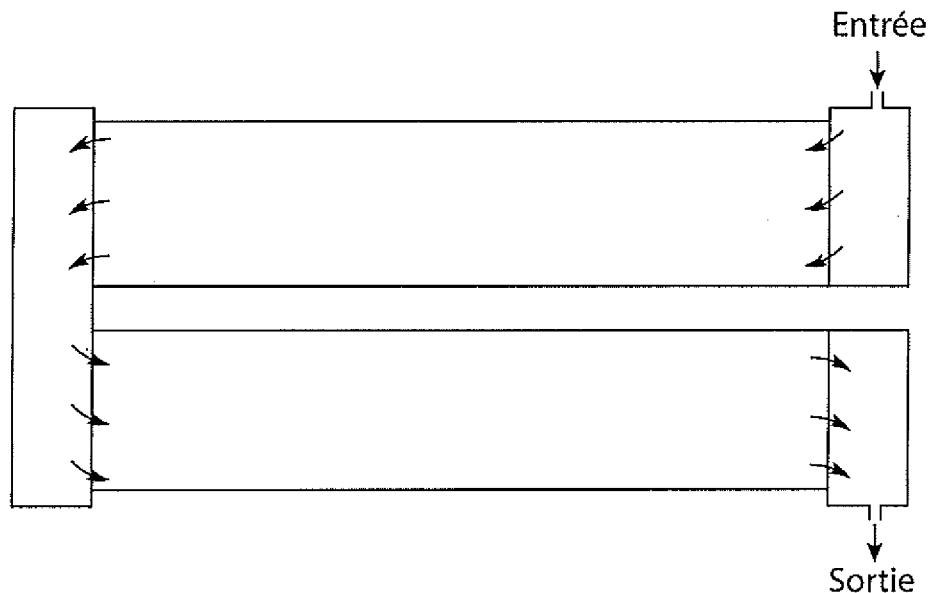


Fig. 2

EP 1 980 811 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un échangeur thermique multi passes c'est-à-dire un échangeur où le fluide circule successivement dans une série de tube dans un sens puis dans une autre série de tube dans la direction opposée.

Elle a plus particulièrement comme objet, mais non exclusivement, un échangeur comprenant au moins deux passes à l'intérieur desquelles circule un fluide caloporteur refroidi par une circulation d'air extérieur.

Elle s'applique particulièrement bien aux échangeurs utilisés dans l'industrie automobile pour refroidir (en partie haute pression) un fluide utilisé dans une boucle frigorifique. Lorsqu'on refroidit du CO₂ gazeux à pression constante (aux pertes de charge près), il y a un échange d'énergie calorifique avec le milieu ambiant. On peut donc utiliser ce phénomène physique (appelé également supercriticité) pour réaliser une machine frigorifique performante par compression/détente. Ce fluide super critique (au dessus de 31°C) est connu sous la dénomination « R-744 »

Pour des raisons de coût de fabrication et pour faciliter leur intégration dans le véhicule, il est préférable de réaliser les fonctions de refroidissement du fluide dans un échangeur multi passes plutôt que dans des échangeurs séparés. Par contre il est impératif de séparer thermiquement le plus possible les deux circuits (appelés aussi passes) en supprimant le plus possible les ponts thermiques pour éviter que les parties les plus chaudes de l'échangeur ne réchauffent les parties les plus froides. Le fluide n'a pas toujours les mêmes températures d'entrée et de sortie. Afin d'optimiser le fonctionnement de l'échangeur, il est donc important de minimiser les ponts thermiques existant entre les deux passes.

Classiquement les échangeurs comprennent une série de tubes de section cylindrique, minces, en alliages légers, souvent de forme aplatie disposée le plus souvent horizontalement débouchant dans deux collecteurs latéraux disposés verticalement. L'étanchéité de ces tubes est assurée par interposition de joints élastiques ou par brasage. Des feuillards d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon sont intercalés entre les tubes pour augmenter la surface de contact entre l'échangeur et l'air ambiant circulant entre les tubes.

Classiquement les échangeurs multi passes sont réalisés en interposant une cloison dans le premier collecteur latéral de façon à séparer deux passes consécutives. Le fluide qui est à une température moyenne T₁ élevée est introduit par exemple dans le premier collecteur latéral puis traverse une série de tubes fins pour rejoindre l'autre collecteur latéral. A ce stade le fluide est à une température moyenne T₂. De ce collecteur le fluide est acheminé à travers une autre série de tubes fins pour rejoindre le deuxième compartiment du premier collecteur. A ce stade le fluide est à une température faible égale à T₃ (T₁ > T₂ > T₃).

Malheureusement dans ce type d'échangeur thermique,

dans la mesure où les échanges de chaleur sont en partie proportionnels à l'écart de température, des échanges de chaleur entre les deux phases du fluide ont lieu surtout dans la zone de la cloison séparant le fluide à température T₁ du fluide à température T₃. Ces échanges diminuent l'efficacité de l'échangeur.

[0002] L'invention parvient à résoudre ce problème en augmentant l'efficacité de l'échange thermique global grâce à un échangeur thermique multi passes comprenant un nombre n de passes supérieur ou égal à deux et où au moins une interface thermiquement peu conductrice sépare les parties de la structure métallique conductrice de l'échangeur dans au moins une zone où il existe un fort gradient thermique.

[0003] L'invention concerne ainsi un échangeur thermique pour véhicules automobiles entre au moins deux fluides comprenant une structure métallique conductrice de la chaleur définissant un nombre n de passes supérieur ou égal à deux pour la circulation de l'un au moins des fluides, caractérisé en ce que ledit échangeur comprend en outre au moins une interface thermiquement peu conductrice (IA) séparant des parties de ladite structure métallique de l'échangeur dans au moins une zone destinée à subir un grand gradient thermique.

[0004] On entend par l'expression « grand gradient thermique » le fait que la zone constitue une frontière ou élément de séparation entre deux parties de l'échangeur, notamment deux compartiments d'un collecteur, présentant une différence de température comprise entre 0° et 120° Celsius. Le gradient, ou différence, de température est le plus important au niveau de la séparation dans le collecteur et diminue lorsque l'on se rapproche du collecteur opposé, c'est-à-dire celui autorisant le fluide à circuler d'une passe à la suivante.

[0005] Grâce à l'invention, on obtient un gain thermique à faible débit d'air compris au moins entre 8 et 12%, autrement dit une puissance thermique (Débit de réfrigérant x Δ enthalpie entre l'entrée de l'échangeur et la sortie de l'échangeur ; le signe Δ signifiant « différence ») augmentée de 8 à 12%.

[0006] Dans des modes de réalisation non limitatifs, le dispositif selon l'invention pourra présenter les éléments suivants et/ou caractéristiques supplémentaires décrits ci-après pris isolément ou en combinaison :

- l'un des deux fluides est du CO₂ gazeux sous pression.
- l'autre des deux fluides est de l'air.

[0007] Avantageusement,

- l'interface thermiquement peu conductrice pourra être composée par un volume d'air,
- l'interface thermiquement peu conductrice pourra être composée par une pièce composite de fibres de verre ou de fibres d'aramide,
- l'interface thermiquement peu conductrice pourra être placée entre l'entrée de la première passe et la

sortie de la deuxième passe, afin que la première partie du premier connecteur soit séparée par un volume d'air de la deuxième partie du premier collecteur,

- l'interface thermiquement peu conductrice pourra être placée entre au moins une partie d'un feuillard d'alliage léger très mince plié en forme d'accordéon et au moins une partie d'un tube pour lequel les échanges de chaleur sont importants avec un tube voisin.
- l'interface thermiquement peu conductrice pourra être positionnée en lieu et place de tout ou partie d'au moins un des feuillets d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon,
- l'échangeur pourra comprendre en outre une pièce mécanique réalisée en matériau peu conducteur de la chaleur et reliée mécaniquement au deux parties du collecteur séparé par une interface air pour assurer une tenue mécanique de l'ensemble, cette pièce mécanique pouvant être réalisée en matériau peu conducteur comme des matériaux plastiques résistants à la chaleur, des composites haute température comprenant des fibres de verre ou de fibres d'aramide.

[0008] Plusieurs modes de réalisation de l'invention seront décrits ci-après, à titre d'exemple non limitatif, en faisant référence aux dessins annexés dans lesquels :

La figure 1 représente schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'art antérieur.

La figure 2 représente schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention.

Les figures 3 représentent schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention où quatre tubes et une interface air séparant le premier collecteur en deux parties distinctes sont représentés. Les figures 4 et 5 représentent schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention où quatre tubes, une interface air séparant le premier collecteur en deux parties distinctes et une interface air séparant un tube avec le feuillard sont représentés. Les figures 6 et 7 représentent schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention où quatre tubes, une interface air séparant le premier collecteur en deux parties distinctes et une interface air séparant partiellement un tube avec le feuillard sont représentés.

Les figures 8 représente schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention où quatre tubes, une interface air séparant le premier collecteur en deux parties distinctes et une interface air séparant deux feuillets adjacents sont représentés. Les figures 9 et 10 représentent schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention où quatre tubes, une interface air séparant le premier collecteur en deux parties distinctes et une interface métallique séparant deux feuillets adjacents sont

représentés.

Les figures 11 et 12 représentent respectivement, schématiquement un échangeur à trois passes et à quatre passes suivant l'invention pour lesquels les possibles interfaces sont représentées.

La figure 13 représente schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention où les interfaces air sont constituées par une absence locale de feuillets d'alliage léger pliés en forme d'accordéon.

La figure 14 représente schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention où les interfaces air sont constituées par des feuillets d'alliage léger pliés en forme d'accordéon et sectionnés localement en leur milieu.

Les figures 15 et 16 représentent schématiquement un échangeur à deux passes suivant l'invention où les interfaces air sont constituées par un insert en matériau thermiquement isolant.

[0009] La figure 1 représente un échangeur à deux passes P1 et P2 suivant l'art antérieur. Le fluide pénètre par l'entrée de l'échangeur, dans cet exemple par le haut dans le premier collecteur situé à droite. Le fluide est à la température T1. Une paroi P sépare le premier collecteur C1 en deux parties avec étanchéité. Le fluide pénètre alors dans 4 tubes minces t1 à t4 pour rejoindre le deuxième collecteur C2. Le fluide est alors à la température T2. Puis le fluide pénètre dans les trois tubes minces t5 à t7 pour rejoindre la deuxième partie du collecteur C2. Le fluide est alors à la température T3. La valeur de la température T2 est une valeur intermédiaire à T1 et à T3. L'écart de température le plus important est entre T3 et T1. Des feuillets d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon, généralement désignés par le terme « intercalaires », sont intercalés entre les tubes pour augmenter la surface de contact entre l'échangeur et l'air ambiant circulant entre les tubes.

[0010] Dans l'exemple de réalisation selon l'invention illustré dans la figure 3, l'échangeur comprend une interface air IA isolant thermiquement la première partie du premier collecteur C1 avec la deuxième partie du premier collecteur C1, évitant ainsi le transfert de chaleur entre le fluide à température T1 et le fluide à température T3. Dans cette figure seule la partie de l'échangeur située près de l'interface air IA a été représentée. Bien sûr l'échangeur peut comporter un plus grand nombre de tubes.

Dans un deuxième exemple d'un mode de réalisation selon l'invention illustré dans la figure 4, l'échangeur comprend une interface air IA2 isolant thermiquement la première partie du premier collecteur C1 avec la deuxième partie du premier collecteur C1 et une autre interface air IA1 isolant les deux tubes ayant au moins en partie des températures très différentes en isolant le feuillet d'alliage léger très mince pliés en forme d'accordéon du tube placé en aval. Dans ce cas il peut être suffisant de ne pas souder les feuillets sur un tube pour ne pas

permettre la conduction thermique bien que l'espace existant entre ces deux éléments soit très faible. Ici seule la partie de l'échangeur située près de l'interface air IA1 a été représentée (tubes n à n+3).

Dans le troisième exemple de réalisation illustré dans la figure 5, l'échangeur comprend une interface air IA2 isolant thermiquement la première partie du premier collecteur C1 avec la deuxième partie du premier collecteur C1 et une autre interface air IA1 isolant les deux tubes ayant au moins en partie des températures très différentes en isolant le feuillard d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon du tube placé en amont. Ici seule la partie de l'échangeur située près de l'interface air IA1 a été représentée (tubes n à n+3).

Dans un quatrième exemple de réalisation illustré dans la figure 6, l'échangeur comprend une interface air IA2 isolant thermiquement la première partie du premier collecteur C1 avec la deuxième partie du premier collecteur C1 et une autre interface air IA1 isolant les deux tubes ayant au moins en partie des températures très différentes en isolant une partie du feuillard d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon du tube placé en amont. Si la longueur du tube est égale à L seule une partie 1 de la longueur du tube n+1 est écartée du feuillard. Sur la figure la longueur 1 a été choisie égale à L/2 mais pourrait très bien être comprise entre L/4 et 3L/4. Il est à remarquer que l'interface air IA1 est placée du côté de l'interface air IA2 car c'est dans cette zone que l'écart de température est le plus grand (entre les deux tubes n+1 et n+2). Ici seule la partie de l'échangeur située près de l'interface air IA2 a été représentée (tubes n à n+3).

Le cinquième exemple de réalisation est illustré dans la figure 7. Ce mode de réalisation est similaire à celui précédemment présenté dans la figure 6 mais diffère en ce que l'interface air IA1 est placée entre une partie du tube n+2 est le feuillard ou feuillard.

Le sixième exemple de réalisation est illustré dans la figure 8. L'échangeur comprend une interface air IA2 isolant thermiquement la première partie du premier collecteur C1 avec la deuxième partie du premier collecteur C1 et une autre interface air IA1 isolant deux feuillards d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon au droit de l'interface air IA2. En fait les deux côtés du tube n+1 est relié à un feuillard d'alliage léger très mince plié en forme d'accordéon ainsi que le tube N+2 mais les deux feuillards ayant des température très différentes sont espacés par une interface air IA1.

Le septième et le huitième exemple de réalisation sont illustrés dans les figures 9 et 10. Ces modes de réalisation sont similaires à celui décrit précédemment mais diffèrent en ce que l'interface air est remplacée par une interface métallique afin de renforcer la résistance mécanique de l'échangeur.

[0011] Les figures 11 et 12 présentent schématiquement des modes de réalisations selon l'invention pour des échangeurs comprenant plus de deux passes et où une interface est placée (cette interface peut être de l'air

ou tout autre matériaux à faible conduction thermique)

- un échangeur à 3 passes (figure 11) peut présenter une ou deux interfaces (IA1 et/ou IA2).
- un échangeur à 4 passes (figure 12) peut présenter 1, 2 ou 3 interfaces (IA1 ou IA2 ou IA3 ainsi que toutes les combinaisons possibles [IA1 et IA2], [IA1 et IA3], [IA2 et IA3] ou [IA1 et IA2 et IA3]).

[0012] Un neuvième exemple de réalisation préférée est illustré dans la figure 13. Dans ce cas une partie du feuillard d'alliage léger très mince plié en forme d'accordéon a été omis pour réaliser l'interface air isolante.

[0013] Un dixième exemple de réalisation préférée est illustré dans la figure 14. Dans ce cas une partie du feuillard d'alliage léger très mince plié en forme d'accordéon a été scié en son milieu pour créer une rupture de continuité thermique et ainsi créer une interface isolante thermiquement.

[0014] Un onzième exemple de réalisation est illustré dans les figures 15 et 16. Dans ce cas une partie du feuillard d'alliage léger très mince plié en forme d'accordéon a été scié en son milieu pour créer une rupture de continuité thermique et ainsi créer une interface isolante thermiquement. Un insert (10) réalisé en matériau thermiquement isolant par exemple en matières plastiques, est placé dans la fente réalisée au milieu du feuillard d'alliage léger très mince plié en forme d'accordéon et assurant ainsi une certaine continuité mécanique.

[0015] L'homme de l'art pourra appliquer ce concept à de nombreux autres systèmes similaires sans sortir du cadre de l'invention défini dans les revendications jointes.

Revendications

1. Echangeur thermique pour véhicules automobiles entre au moins deux fluides comprenant une structure métallique conductrice de la chaleur définissant un nombre n de passes supérieur ou égal à deux pour la circulation de l'un au moins des fluides, **caractérisé en ce que** ledit échangeur comprend en outre au moins une interface thermiquement peu conductrice (IA) séparant des parties de ladite structure métallique de l'échangeur dans au moins une zone destinée à subir un grand gradient thermique.
2. Echangeur thermique selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** l'un des deux fluides est du CO₂ gazeux sous pression.
3. Echangeur thermique selon une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** l'autre des deux fluides est de l'air.
4. Echangeur thermique selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** l'interface thermiquement peu

conductrice est composée par un volume d'air.

5. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'interface thermiquement peu conductrice est composée par une pièce composite en fibres de verre ou en fibres d'aramide. 5
6. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** l'interface thermiquement peu conductrice est placée entre au moins l'entrée d'une passe et la sortie de la passe suivante. 10
7. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** l'interface thermiquement peu conductrice est placée entre au moins une partie d'un feuillard d'alliage léger très mince plié en forme d'accordéon et au moins une partie d'un tube dans lequel circule un des deux fluides. 15 20
8. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes **caractérisé en ce que** l'interface thermiquement peu conductrice est positionnée en lieu et place de tout ou partie d'au moins un des feuillets d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon. 25
9. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes à l'exception de la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'interface thermiquement peu conductrice est constituée par une absence locale de feuillets d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon. 30 35
10. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes à l'exception de la revendication 5, **caractérisé en ce que** l'interface thermiquement peu conductrice est constituée par une fente réalisée dans au moins un des feuillets d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon. 40
11. Echangeur thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes à l'exception de la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'échangeur comprend en outre une pièce mécanique réalisée en matériau peu conducteur et relie mécaniquement les deux parties du collecteur séparé par une interface air pour assurer une tenue mécanique de l'ensemble. 45 50
12. Echangeur thermique selon la revendication 11 **caractérisé en ce que** la pièce mécanique réalisée en matériau peu conducteur et reliant mécaniquement les deux parties du collecteur est constituée principalement de matériaux plastiques résistants à la 55

chaleur, ou de composites haute température comprenant des fibres de verre ou de fibres d'aramide.

13. Echangeur thermique selon la revendication 11 ou 12 **caractérisé en ce que** la pièce mécanique réalisée en matériau peu conducteur et reliant mécaniquement les deux parties du collecteur est insérée dans la susdite fente réalisée dans un des feuillets d'alliage léger très minces pliés en forme d'accordéon.

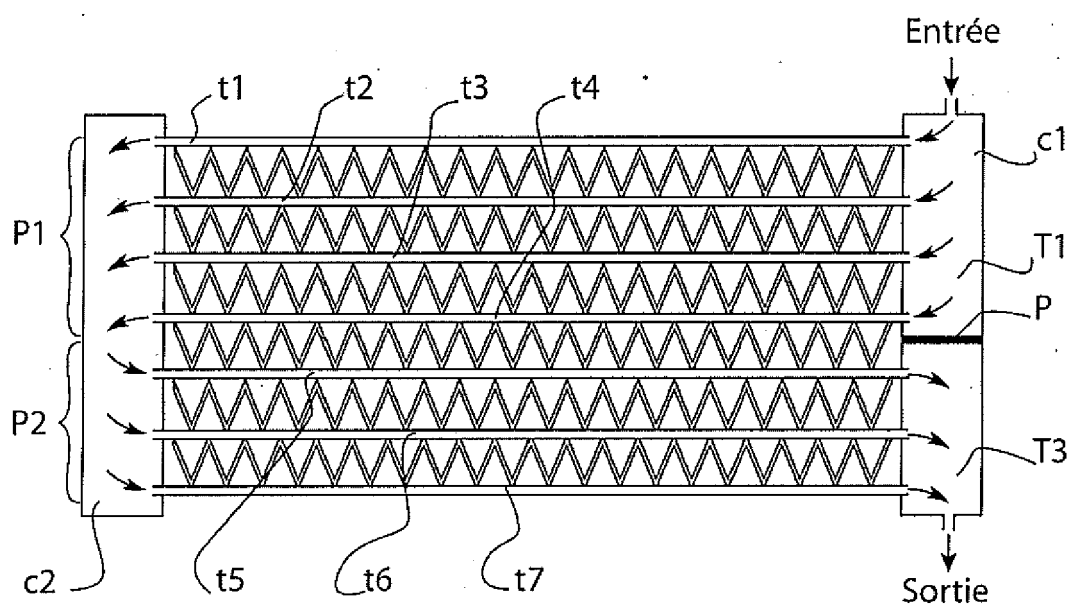


Fig. 1

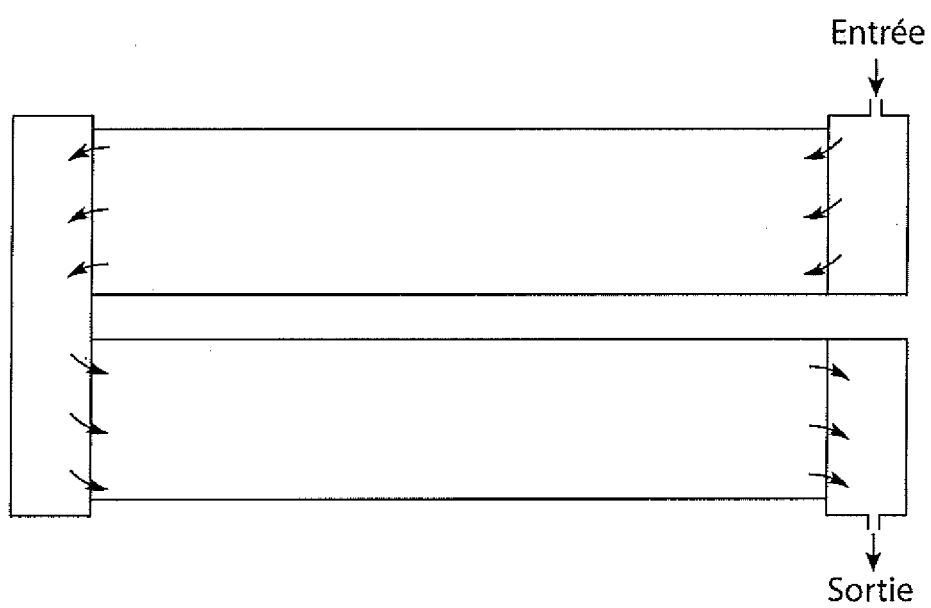


Fig. 2

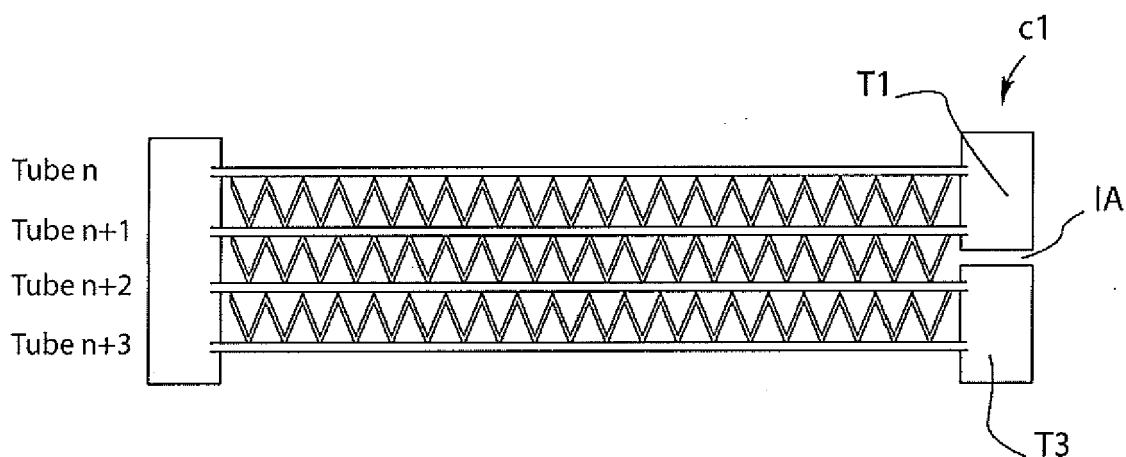


Fig. 3

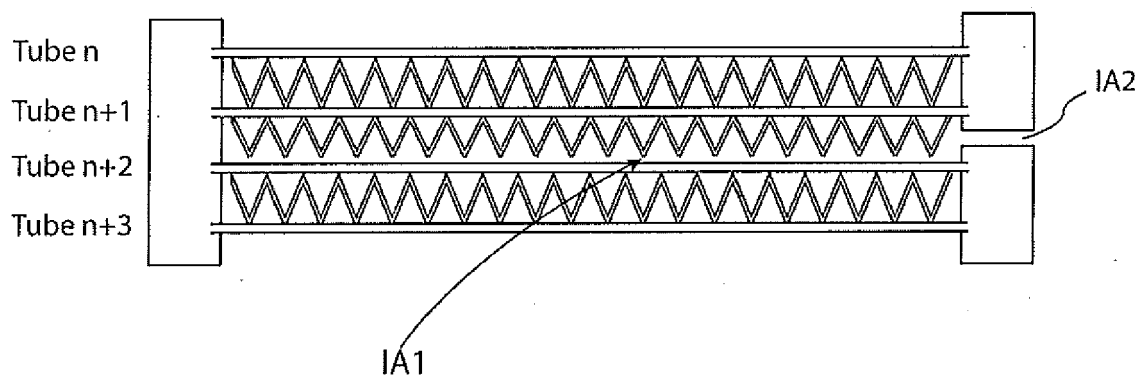


Fig. 4

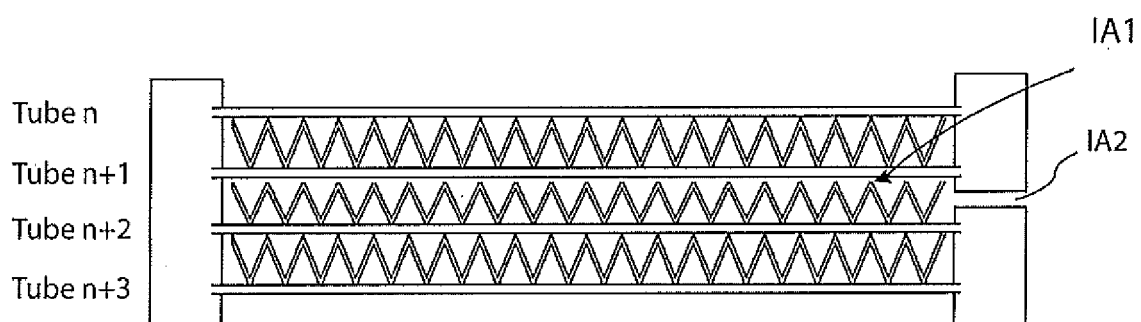


Fig. 5

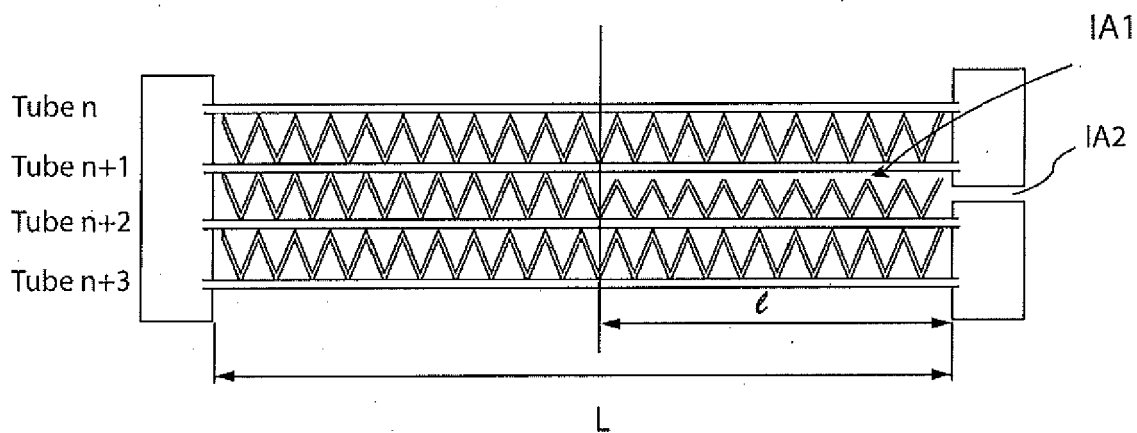


Fig. 6

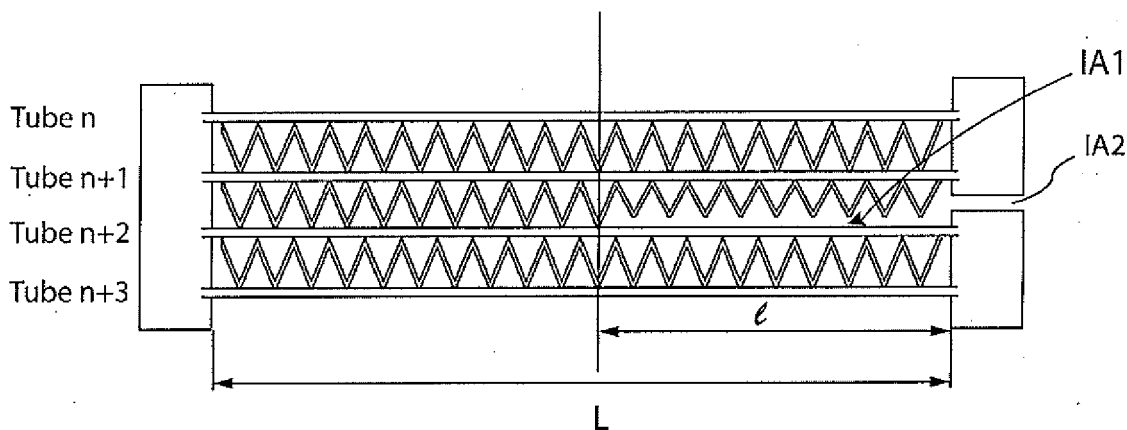


Fig. 7

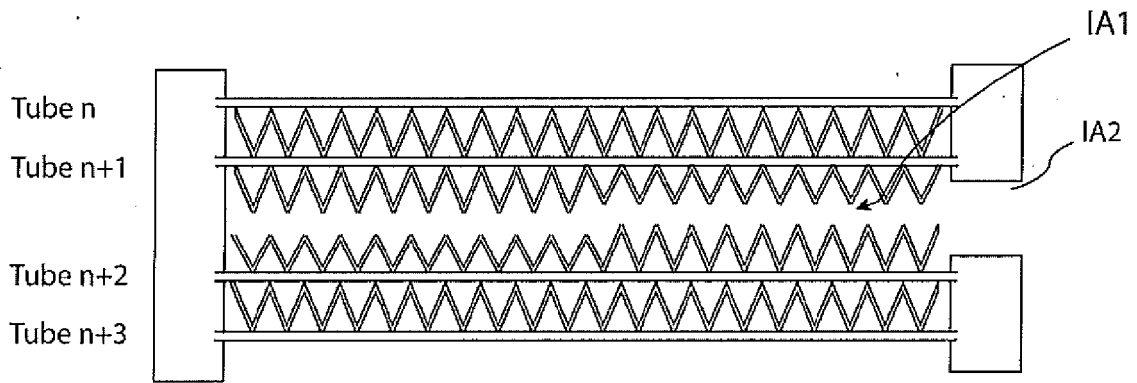


Fig. 8

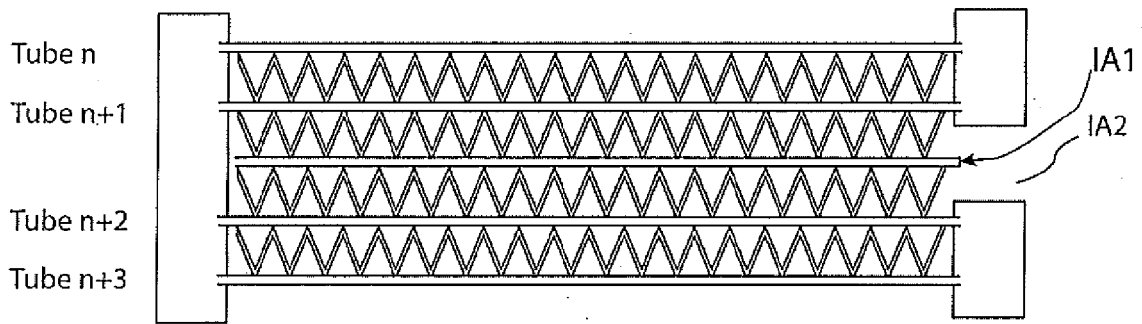


Fig. 9

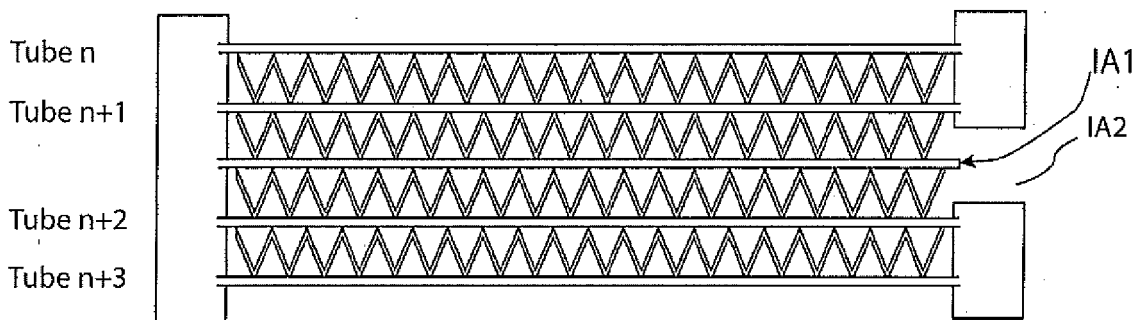


Fig. 10

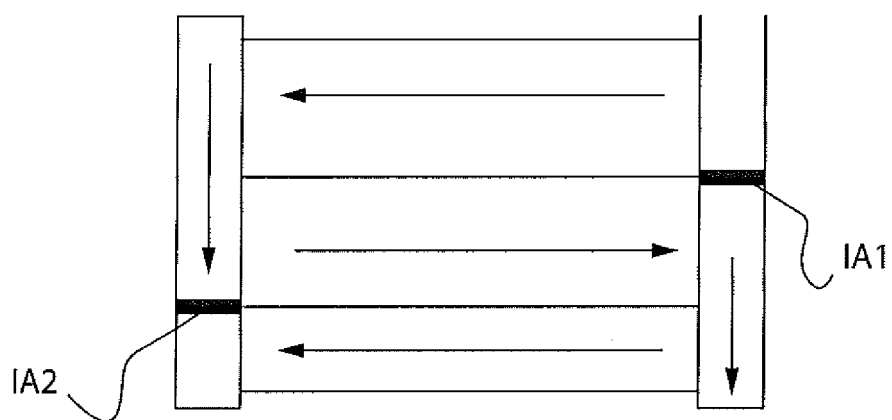


Fig. 11

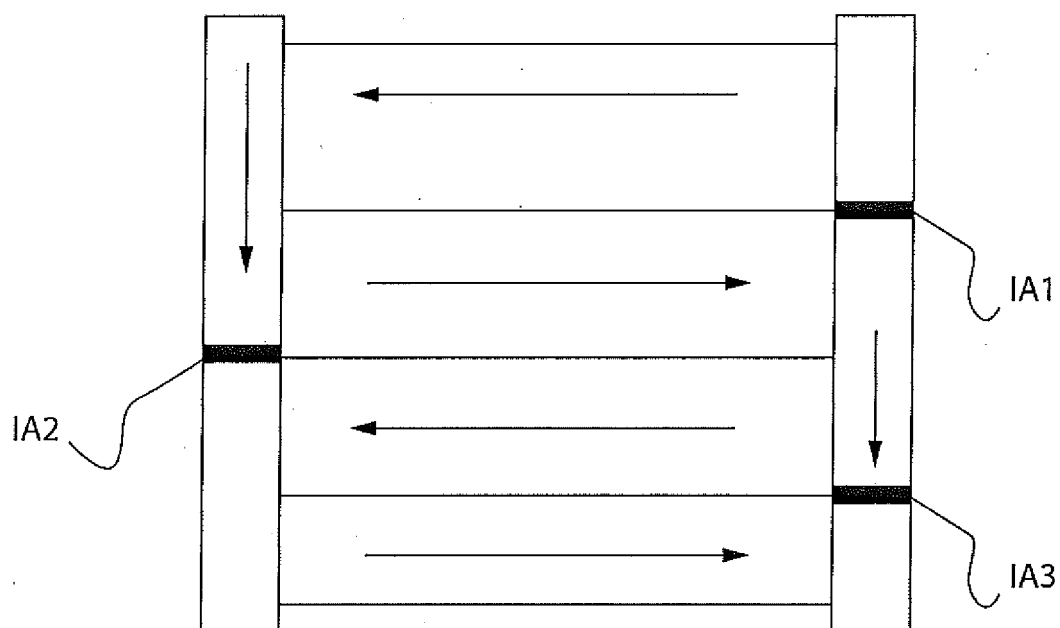


Fig. 12

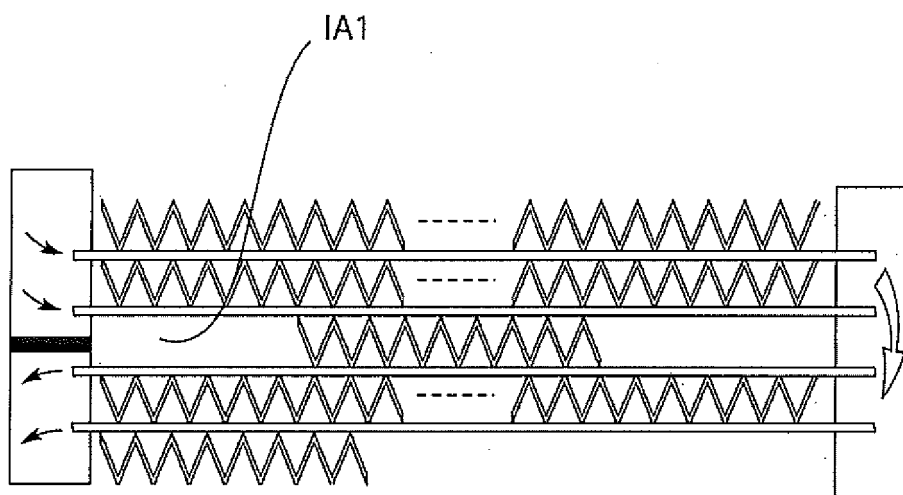


Fig. 13

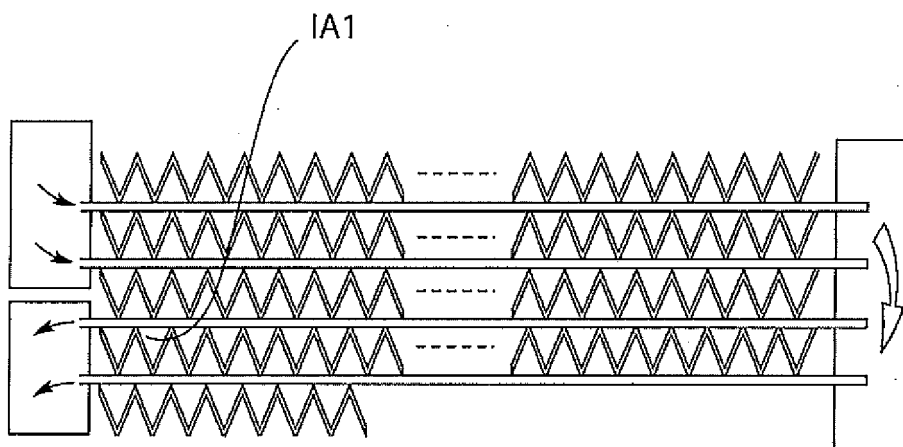


Fig. 14

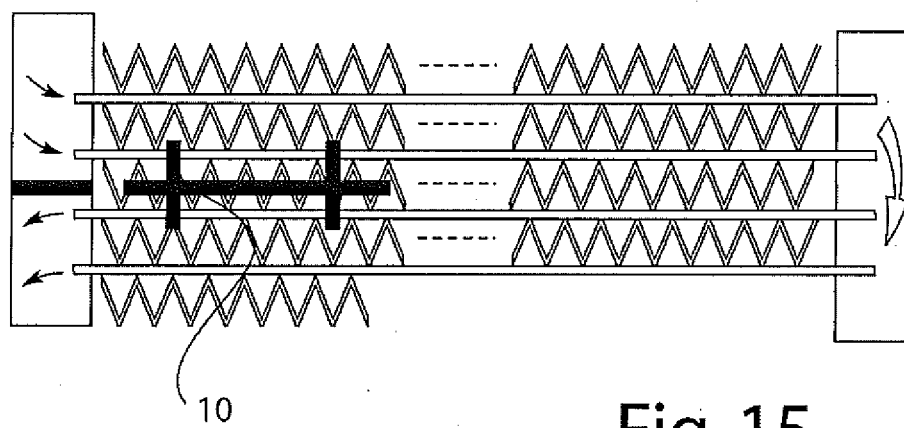


Fig. 15

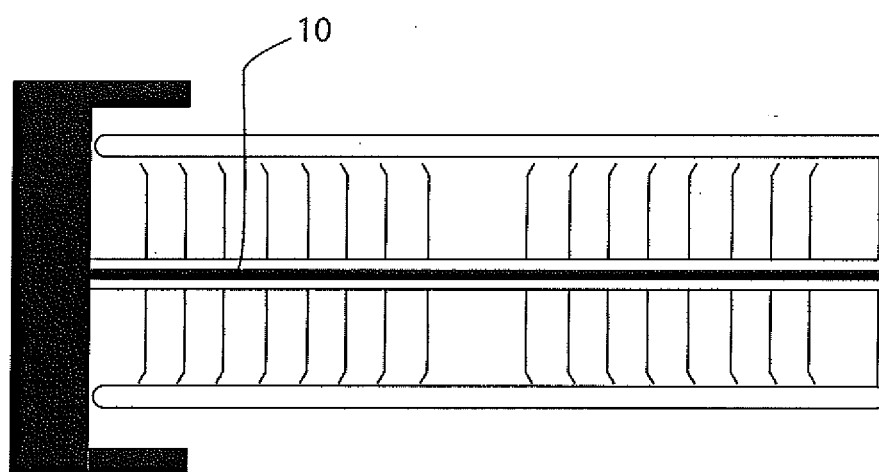


Fig. 16



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	WO 2007/014560 A (VISTEON GLOBAL TECH INC [US]; ANTONIJEVIC DRAGI [DE]) 8 février 2007 (2007-02-08) * le document en entier *	1-4,6-8, 10	INV. F28D1/053 F28F13/00 F28F1/12
Y	----- * le document en entier *	9,11,13	
X	JP 07 012481 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 17 janvier 1995 (1995-01-17) * figure 1 *	1	
X	----- JP 03 211377 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 17 septembre 1991 (1991-09-17) abrégé* figure 5 *	1	
Y	----- WO 99/30098 A (ZEXEL CORP [JP]; FUKUDA HIDEKI [JP]) 17 juin 1999 (1999-06-17) * figure 2 *	9	
Y	----- US 2005/223738 A1 (DEMUTH WALTER [DE] ET AL) 13 octobre 2005 (2005-10-13) * alinéa [0102] *	11,13	
A	----- EP 1 477 757 A (CALSONIC KANSEI CORP [JP]) 17 novembre 2004 (2004-11-17) * le document en entier *	1-14	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) F28D F28F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 22 avril 2008	Examineur Martínez Rico, Celia
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 08 10 2302

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

22-04-2008

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2007014560 A	08-02-2007	DE 102006017434 A1	08-02-2007
JP 7012481 A	17-01-1995	AUCUN	
JP 3211377 A	17-09-1991	AUCUN	
WO 9930098 A	17-06-1999	JP 11173784 A	02-07-1999
US 2005223738 A1	13-10-2005	AU 2003263182 A1	23-02-2004
		DE 10333464 A1	22-04-2004
		WO 2004013558 A2	12-02-2004
		EP 1527310 A2	04-05-2005
		JP 2005533995 T	10-11-2005
EP 1477757 A	17-11-2004	JP 2004340442 A	02-12-2004
		US 2004244953 A1	09-12-2004

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82