

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 064 345

21 N° d'enregistrement national : 17 52474

51 Int Cl⁸ : F 28 D 9/00 (2017.01), F 25 J 5/00

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.03.17.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.09.18 Bulletin 18/39.

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

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : HAIK-BERAUD NATACHA, GRIGOLETTO PHILIPPE, LAZZARINI SOPHIE, PEYRON JEAN-MARC et TOVAR RAMOS JORGE ERNESTO.

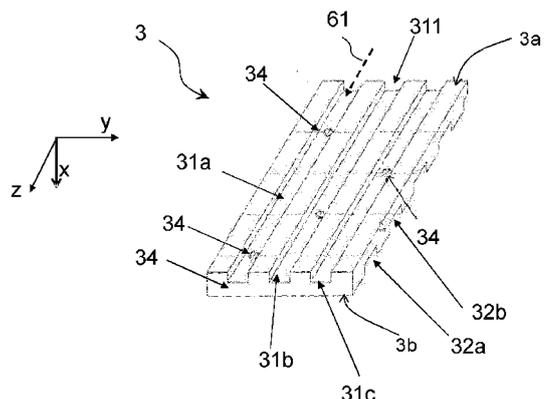
73 Titulaire(s) : L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES CLAUDE Société anonyme.

74 Mandataire(s) : L'AIR LIQUIDE.

54 ECHANGEUR DE CHALEUR AVEC DISPOSITIF MELANGEUR LIQUIDE/GAZ A ORIFICES DE FORME AMELIOREE.

57 L'invention concerne un échangeur de chaleur (1) comprenant plusieurs plaques (2) agencées parallèlement entre elles de façon à définir une première série de passages (10) pour canaliser au moins un premier fluide (F1) et une deuxième série de passages (20) pour canaliser au moins un deuxième fluide (F2) à mettre en relation d'échange thermique avec au moins ledit premier fluide (F1), un dispositif mélangeur (3) étant agencé dans ledit au moins un passage (10) de la première série et comprenant au moins un premier canal (31) pour l'écoulement d'une première phase (61) du premier fluide (F1) suivant une direction d'écoulement (z), et au moins un deuxième canal (32) pour l'écoulement d'une deuxième phase (62) du premier fluide (F1), le premier canal (31) comprenant plusieurs orifices (34) se succédant suivant la direction d'écoulement (z), chaque orifice (34) reliant fluidiquement le premier canal (31) au deuxième canal (32). Selon l'invention, l'orifice (34) comprend une première portion (34a) débouchant dans le premier canal (31), ladite première portion (34a) ayant une première section transversale, et une deuxième portion (34b) agencée entre la première portion (34a) et le deuxième canal (32), ladite deuxième portion (34b) ayant une deuxième section transversale, la première section trans-

versale étant supérieure à la deuxième section transversale.



FR 3 064 345 - A1



La présente invention concerne un échangeur de chaleur comprenant
5 des séries de passages pour chacun des fluides à mettre en relation
d'échange thermique, l'échangeur comprenant au moins un dispositif
mélangeur configuré pour distribuer au moins un mélange à deux phases
liquide/gaz dans une des séries de passages.

En particulier, la présente invention peut s'appliquer à un échangeur
10 de chaleur qui vaporise au moins un débit de mélange liquide-gaz, en
particulier un débit de mélange à plusieurs constituants, par exemple un
mélange d'hydrocarbures, par échange de chaleur avec au moins un autre
fluide, par exemple du gaz naturel.

La technologie couramment utilisée pour un échangeur est celle des
15 échangeurs en aluminium à plaques et à ailettes brasés, qui permettent
d'obtenir des dispositifs très compacts offrant une grande surface d'échange.

Ces échangeurs comprennent des plaques entre lesquelles sont
insérées des ondes d'échange thermique, formées d'une succession
d'ailettes ou jambes d'onde, constituant ainsi un empilage de passages de
20 vaporisation et de passages de condensation, les uns destinés à vaporiser du
liquide frigorigène et les autres à condenser un gaz calorigène. Les échanges
de chaleur entre les fluides peuvent avoir lieu avec ou sans changement de
phase.

Afin d'assurer le bon fonctionnement d'un échangeur mettant en
25 œuvre un mélange liquide-gaz, la proportion de phase liquide et de phase
gazeuse doit être la même dans tous les passages et doit être uniforme au
sein d'un même passage.

Le dimensionnement de l'échangeur est calculé en supposant une
répartition uniforme des phases, et donc une seule température de fin de
30 vaporisation de la phase liquide, égale à la température de rosée du mélange.

Pour un mélange à plusieurs constituants, la température de fin de
vaporisation va dépendre de la proportion de phase liquide et de phase
gazeuse dans les passages.

Dans le cas d'une répartition inégale des deux phases, le profil de température du premier fluide va donc varier selon les passages, voire varier au sein d'un même passage. Du fait de cette répartition non uniforme, il peut alors arriver que le ou les fluides en relation d'échange avec le mélange à deux phases aient une température en sortie de l'échangeur supérieure à celle prévue, ce qui dégrade en conséquence les performances de l'échangeur de chaleur.

Une solution pour répartir le plus uniformément possible les phases liquide et gazeuse du mélange consiste à les introduire séparément dans l'échangeur, puis à les mélanger entre elles seulement à l'intérieur de l'échangeur.

Le document FR-A-2563620 décrit un tel échangeur dans lequel une barre rainurée est insérée dans la série de passages destinée à canaliser le mélange à deux phases. Ce dispositif mélangeur comporte des canaux séparés pour une phase liquide et une phase gazeuse et une sortie pour distribuer le mélange liquide-gaz vers la zone d'échange thermique.

Un problème qui se pose avec ce type de dispositifs mélangeurs concerne la répartition du mélange liquide-gaz dans la largeur du passage incorporant le dispositif mélangeur. Afin de procéder au mélange des deux phases, le dispositif mélangeur comprend généralement un premier canal pour l'écoulement d'une phase. Ce canal est muni d'une série d'orifices disposés le long du canal, chaque orifice étant en communication fluidique avec le deuxième canal pour l'écoulement de l'autre phase. Lorsque l'entrée du premier canal est alimentée en fluide, la vitesse d'écoulement du fluide va avoir tendance à diminuer au fur et à mesure que le fluide s'écoule le long du canal. Ceci est dû au fait que le débit de fluide diminue lorsque les orifices sont alimentés.

Or, les orifices sont généralement usinés perpendiculairement à la direction d'écoulement du fluide et sont donc moins bien alimentés lorsque la vitesse du fluide est plus grande. Les orifices agencés du côté de l'entrée du canal ont donc tendance à être suralimentés, alors que les orifices situés au fond du canal sont sous-alimentés. Il s'ensuit une introduction inégale de la

phase considérée dans le canal pour l'autre phase, et de là une répartition inégale du mélange liquide-gaz dans la largeur du passage de l'échangeur.

Afin de minimiser ce phénomène, une solution serait d'alimenter le canal considéré par deux entrées opposées du canal. Toutefois, il s'ensuit
5 une complexification de l'échangeur et le problème de la distribution inhomogène demeure au moins dans la partie centrale du canal.

Augmenter le nombre de canaux n'est pas non plus une solution idéale du point de vue de la tenue mécanique et du brasage du dispositif.

Une autre solution connue consiste à disposer des orifices de forme
10 cylindrique ayant différents diamètres le long du canal. Cependant, cette solution peut s'avérer insuffisante pour certains procédés.

La présente invention a pour but de résoudre en tout ou partie les problèmes mentionnés ci-avant, notamment en proposant un échangeur de chaleur dans lequel la répartition des phases liquide et gazeuse d'un mélange
15 est la plus uniforme possible, et ce sans complexifier de façon excessive la structure de l'échangeur, ni en augmenter l'encombrement.

La solution selon l'invention est alors un échangeur de chaleur comprenant plusieurs plaques agencées parallèlement entre elles de façon à définir une première série de passages pour canaliser au moins un premier
20 fluide et une deuxième série de passages pour canaliser au moins un deuxième fluide à mettre en relation d'échange thermique avec au moins ledit premier fluide, un dispositif mélangeur étant agencé dans ledit au moins un passage de la première série et comprenant :

- au moins un premier canal pour l'écoulement d'une première phase
25 du premier fluide suivant une direction d'écoulement, et

- au moins un deuxième canal pour l'écoulement d'une deuxième phase du premier fluide,

- au moins un orifice reliant fluidiquement le premier canal (31) au deuxième canal,

30 caractérisé en ce que ledit au moins un orifice comprend une première portion ayant une première section transversale et une deuxième portion ayant une deuxième section transversale, la première section transversale étant supérieure à la deuxième section transversale.

Selon le cas, l'échangeur de l'invention peut comprendre l'une ou plusieurs des caractéristiques techniques suivantes :

- la deuxième portion (34b) débouche dans le deuxième canal.
- la première portion (34a) et/ou la deuxième portion (34b) sont de
5 forme cylindrique.
 - ledit orifice s'étend entre le premier canal et le deuxième canal suivant une direction verticale.
 - la première portion d'au moins un orifice a une première section transversale variable suivant la direction verticale.
- 10 - la première section transversale de la première portion augmente en direction du premier canal.
 - ladite première portion est de forme tronconique.
 - la première portion comprend une paroi périphérique formant un angle compris entre 5 et 70° par rapport à la direction verticale.
- 15 - le rapport entre la hauteur de la première portion et la hauteur de l'orifice, mesurées suivant la direction verticale, est compris entre 0,1 et 0,7.
 - l'orifice comprend un épaulement périphérique se projetant radialement par rapport à la direction verticale, ledit épaulement étant agencé entre la première portion et la deuxième portion de l'orifice.
- 20 - le premier canal comprend au moins deux orifices ayant chacun une première portion dont la première section transversale varie d'un des deux orifices par rapport à l'autre.
 - le premier canal comprend au moins deux orifices ayant chacun une deuxième portion dont la deuxième section transversale varie d'un des orifices
25 par rapport à l'autre.
 - lesdits au moins deux orifices comprennent chacun une première portion de forme cylindrique dont le diamètre et/ou la hauteur varient d'un des orifices par rapport à l'autre.
 - lesdits au moins deux orifices comprennent chacun une première
30 portion de forme tronconique dont l'angle et/ou la hauteur varient d'un des orifices par rapport à l'autre.
 - le premier fluide est un fluide frigorigène.
 - le deuxième fluide est un fluide calorigène.

La présente invention peut s'appliquer à un échangeur de chaleur qui vaporise au moins un débit de mélange liquide-gaz, en particulier un débit de mélange à plusieurs constituants, par exemple un mélange d'hydrocarbures, par échange de chaleur avec au moins un autre fluide, par exemple du gaz naturel.

L'expression "gaz naturel" se rapporte à toute composition contenant des hydrocarbures dont au moins du méthane. Cela comprend une composition « brute » (préalablement à tout traitement ou lavage), ainsi que toute composition ayant été partiellement, substantiellement ou entièrement traitée pour la réduction et/ou élimination d'un ou plusieurs composés, y compris, mais sans s'y limiter, le soufre, le dioxyde de carbone, l'eau, le mercure et certains hydrocarbures lourds et aromatiques.

La présente invention va maintenant être mieux comprise grâce à la description suivante, donnée uniquement à titre d'exemple non limitatif et faite en référence aux schémas ci-annexés, parmi lesquels :

- la Figure 1 est une vue schématique, dans un plan de coupe parallèle aux plaques d'un échangeur de chaleur, d'une partie d'un passage d'un échangeur alimenté en mélange à deux phases liquide-gaz conformément à un mode de réalisation de l'invention;
- la Figure 2 est une vue schématique en coupe, suivant un plan perpendiculaire à celui de la Figure 1, du dispositif mélangeur de la Figure 1;
- la Figure 3 est une vue schématique tridimensionnelle illustrant un mode de réalisation d'un dispositif mélangeur selon un mode de réalisation de l'invention ;
- les Figures 4A et 4B sont des vues schématiques en coupe illustrant des variantes de réalisation d'un dispositif mélangeur selon l'invention.

La Figure 1 illustre un échangeur de chaleur 1 comprenant un empilement de plaques 2 (non visibles) qui s'étendent suivant deux dimensions, parallèlement à un plan défini par les directions z et y. Les plaques 2 sont disposées parallèlement l'une au-dessus de l'autre avec espacement et forment ainsi une pluralité de passages pour des fluides en relation d'échange de chaleur indirect via lesdites plaques.

De préférence, chaque passage a une forme parallélépipédique et plate. L'écart entre deux plaques successives est petit devant la longueur et la largeur de chaque plaque successive.

L'échangeur 1 peut comprendre un nombre de plaques supérieur à 5 20, voire supérieur à 100, définissant entre elles une première série de passages 10 pour canaliser au moins un premier fluide F1, et une deuxième série de passages 20 (non visible sur la Figure 1) pour canaliser au moins un deuxième fluide F2, l'écoulement desdits fluides ayant lieu globalement suivant la direction y. Les passages 10 de la première série peuvent être 10 agencés, en tout ou partie, en alternance ou de façon adjacente avec tout ou partie des passages 20 de la deuxième série.

De façon connue en soi, l'échangeur 1 comprend des moyens de distribution et d'évacuation 40, 52, 45, 54, 55 configurés pour distribuer les différents fluides sélectivement dans les passages 10, 20, ainsi que pour 15 évacuer lesdits fluides desdits passages 10, 20.

L'étanchéité des passages 10, 20 le long des bords des plaques 2 est généralement assurée par des bandes d'étanchéité latérales et longitudinales 4 fixées sur les plaques 2. Les bandes d'étanchéité latérales 4 n'obturent pas 20 complètement les passages 10, 20 mais laissent avantageusement des ouvertures d'entrée et de sortie de fluide situées dans les coins diagonalement opposés des passages.

Les ouvertures des passages 10 de la première série sont disposées en coïncidence l'une au-dessus de l'autre, tandis que les ouvertures des passages 20 de la deuxième série sont disposées dans les coins opposés. 25 Les ouvertures placées l'une au-dessus de l'autre sont réunies respectivement dans des collecteurs de forme semi-tubulaire 40, 45, 50, 55, par lesquels s'effectuent la distribution et l'évacuation des fluides.

Dans la représentation de la Figure 1, les collecteurs semi-tubulaires 50, 45 servent à l'introduction des fluides dans l'échangeur 1 et les 30 collecteurs semi-tubulaires 40, 55 servent à l'évacuation de ces fluides hors de l'échangeur 1.

Dans cette variante de réalisation, le collecteur d'alimentation d'un des fluides et le collecteur d'évacuation de l'autre fluide sont situés à une

même extrémité de l'échangeur, les fluides F1, F2 circulant ainsi à contre-courant dans l'échangeur 1.

Selon une autre variante de réalisation, les premier et deuxième fluides peuvent également circuler à co-courant, les moyens d'alimentation d'un des fluides et les moyens d'évacuation de l'autre fluide étant alors situés à des extrémités opposées de l'échangeur 1.

De préférence, la direction y est orientée verticalement lorsque l'échangeur 1 est en fonctionnement. Le premier fluide F1 s'écoule globalement verticalement et dans le sens ascendant. D'autres directions et sens d'écoulement des fluides F1, F2 sont bien entendu envisageables, sans sortir du cadre de la présente invention.

A noter que dans le cadre de l'invention, un ou plusieurs premiers fluides F1 et un ou plusieurs deuxièmes fluides F2 de natures différentes peuvent s'écouler au sein des passages 10, 20 des première et deuxième séries d'un même échangeur.

Les moyens de distribution et d'évacuation de l'échangeur comprennent avantageusement des ondes de distribution 51, 54, agencées entre deux plaques 2 successives sous forme de tôles ondulées, qui s'étendent à partir des ouvertures d'entrée et de sortie. Les ondes de distribution 51, 54 assurent la répartition uniforme et la récupération des fluides sur toute la largeur des passages 10, 20.

En outre, les passages 10, 20 comprennent avantageusement des structures d'échange thermique disposées entre les plaques 2. Ces structures ont pour fonction d'augmenter la surface d'échange thermique de l'échangeur. En effet, les structures d'échange thermique sont en contact avec les fluides circulant dans les passages et transfèrent des flux thermiques par conduction jusqu'aux plaques 2 adjacentes, auxquelles elles peuvent être fixées par brasage, ce qui augmente la résistance mécanique de l'échangeur.

Les structures d'échange thermique ont aussi une fonction d'entretoises entre les plaques 2, notamment lors de l'assemblage par brasage de l'échangeur et pour éviter toute déformation des plaques lors de

la mise en oeuvre des fluides sous pression. Elles assurent également le guidage des écoulements de fluide dans les passages de l'échangeur.

De préférence, ces structures comprennent des ondes d'échange thermique 11 qui s'étendent avantageusement suivant la largeur et la longueur des passages 10, 20, parallèlement aux plaques 2, dans le prolongement des ondes de distribution selon la longueur des passages 10, 20. Les passages 10, 20 de l'échangeur présentent ainsi une partie principale de leur longueur constituant la partie d'échange thermique proprement dite, qui est garnie d'une structure d'échange thermique, ladite partie principale étant bordée par des parties de distribution garnies des ondes de distribution 51, 54.

La Figure 1 illustre un passage 10 de la première série 1 configuré pour distribuer un premier fluide F1 se présentant sous la forme d'un mélange liquide-gaz à deux phases. Le premier fluide F1 est séparé dans un dispositif séparateur 6 en une phase liquide 61 et une phase gazeuse 62 introduites séparément dans l'échangeur 1 par l'intermédiaire d'un collecteur latéral 30 et du collecteur 50. Les deux phases 61, 62 sont ensuite mélangées l'une avec l'autre au moyen d'un dispositif mélangeur 3 agencé dans le passage 10. Avantageusement, plusieurs passages 10, voire la totalité des passages 10 de la première série comporte un dispositif mélangeur 3.

La Figure 2 est une vue schématique en coupe, dans un plan perpendiculaire à celui de la Figure 1, d'un dispositif mélangeur 3 se composant avantageusement d'une barre, ou baguette, logée dans un passage 10.

Le dispositif mélangeur 3 s'étend de préférence dans la section du passage 10 sur la quasi-totalité, voire la totalité, de la hauteur du passage 10, de sorte que le dispositif mélangeur est en contact avec chaque plaque 2a, 2b formant le passage 10.

Le dispositif mélangeur 3 est avantageusement fixé aux plaques 2 par brasage.

Le dispositif mélangeur 3 est avantageusement de forme générale parallélépipédique.

Le dispositif mélangeur 3 peut présenter, parallèlement à la direction latérale y, une première dimension comprise entre 20 et 200 mm et, parallèlement à la direction d'écoulement z, une deuxième dimension comprise entre 100 et 1400 mm.

5 Comme représenté sur la Figure 2, un dispositif mélangeur 3 selon un mode de réalisation de l'invention comprend plusieurs premiers canaux 31a, 31b,... adaptés pour l'écoulement d'une première phase 61 du fluide F1. Plusieurs orifices 34 (un seul visible sur la Figure 2) se succèdent suivant la direction d'écoulement z d'une première phase 61, qui est dans l'exemple
10 illustré une première phase liquide 61, dans un premier canal 31a. Ces orifices 34 sont agencés de manière à relier fluidiquement le premier canal 31a à au moins un deuxième canal 32 adapté pour l'écoulement de l'autre phase 62, dans l'exemple illustré la phase gazeuse 62. Les premiers canaux 31a, 31b... et les deuxièmes canaux 32a, 32b,... s'étendent parallèlement aux
15 plaques 2. Les orifices 34 des différents premiers canaux 31a, 31b,... peuvent être disposés en quinconce, comme représentés sur la Figure 3, ce qui favorise une distribution plus homogène de la première phase 61 dans les deuxièmes canaux 32a, 32b,...

La Figure 3 illustre un dispositif mélangeur 3 selon un mode de
20 réalisation de l'invention avec plusieurs orifices 34 reliant fluidiquement une série de premiers canaux et une série de deuxièmes canaux.

Selon l'invention, au moins un orifice 34 comprend une première portion 34a débouchant dans le premier canal 31, ladite première portion 34a ayant une première section transversale, et une deuxième portion 34b agencée
25 entre la première portion 34a et le deuxième canal 32, ladite deuxième portion 34b ayant une deuxième section transversale, la première section transversale étant supérieure à la deuxième section transversale.

A noter que par « section transversale », on entend une surface de l'orifice 34 mesurée perpendiculairement à l'orifice 34, typiquement
30 perpendiculairement à l'axe de symétrie A de l'orifice 34, l'orifice 34 étant avantageusement à symétrie cylindrique. Dans le cas d'un orifice 34 s'étendant selon une direction verticale x, la section transversale est mesurée selon un plan de coupe transversale s'étendant perpendiculairement à la

direction x. Dans les exemples donnés sur les Figures 2, 3, 4A et 4B, la section transversale de l'orifice 34 est donc déterminée dans un plan comprenant les directions y et z.

5 En agencant une première portion à section transversale plus grande à l'entrée d'au moins un orifice 34, il est possible de favoriser le débit de fluide injecté dans certains des orifices 34. Ainsi, lorsque la première phase 61 s'écoule à des vitesses différentes le long du premier canal 31, il est possible d'adapter en conséquence le débit de fluide dans les orifices 34 se succédant le long de la direction z, afin d'uniformiser leur alimentation.

10 Il s'ensuit une distribution plus homogène du mélange liquide-gaz dans la largeur du passage 10. Cette solution présente les avantages d'être simple de mise en œuvre, de ne pas modifier l'encombrement de l'échangeur et de ne pas complexifier sa structure.

15 Selon le cas, la première section transversale pourra être constante le long de l'orifice 34, c'est-à-dire que la première portion 34a sera de forme cylindrique, ou bien être variable mais tout en restant, le long de l'orifice 34, supérieure à la deuxième section transversale de la deuxième portion 34b. En particulier, la section transversale de la première portion 34a pourra augmenter en direction du premier canal 31.

20 La deuxième section transversale de la deuxième portion 34b pourra aussi être constante ou variable le long de l'orifice 34.

De préférence, le premier canal 31 comprend au moins deux orifices ayant chacun une première portion 34a dont la première section transversale varie d'un des deux orifices par rapport à l'autre.

25 La variation de la première section de passage d'une première portion 34a à une autre première portion pourra par exemple résulter d'une variation du diamètre dans le cas de premières portions cylindriques. Elle pourra encore résulter d'une variation d'angle dans le cas de premières portions tronconiques.

30 Avantagusement, on agencera des orifices de plus grandes premières sections en amont du premier canal 31, là où la vitesse de la première phase 61 est la plus grande, et des orifices de section d'entrée plus faibles en aval du premier canal 31.

En particulier, le premier canal 31 pourra comprendre un premier et un deuxième orifice 34 débouchant dans le premier canal 31 par une première entrée et une deuxième entrée 341 respectivement. On fera varier la section transversale d'au moins du premier canal 31 au moins au niveau de leurs entrées 341 respectives.

Selon un mode de réalisation particulier, au moins deux orifices 34, successifs ou non, agencés dans un même premier canal 31 ont des formes différentes. On pourra par exemple disposer un orifice 34 à première portion cylindrique et un orifice 34 à première portion tronconique le long d'un même premier canal. De préférence, on donnera à un orifice 34 agencé du côté de l'entrée 311 du premier canal 31 une forme favorisant l'injection de la première phase 61 dans l'orifice 34, de manière à compenser l'effet de vitesse plus grande à l'entrée du premier canal. La forme de l'orifice 34 pourra être modifiée notamment en modifiant la forme de la première portion 34a d'au moins un orifice 34 par rapport à un autre.

La disposition d'orifices 34 de forme variable le long de la direction d'écoulement z permet d'adapter encore plus finement le débit de fluide dans les orifices 34 se succédant le long de la direction z .

Dans le cadre de l'invention, le nombre de formes différentes, leur dimensionnement et leur répartition, dans un même premier canal 31 ou entre plusieurs premiers canaux 31a, 31b,... pourra varier en fonction de la distribution de mélange liquide-gaz souhaitée.

Selon le cas, on fera varier la forme d'un orifice 34 à un autre orifice 34 en modifiant la section transversale de l'orifice, en entrée ou en sortie de l'orifice, le long de tout ou partie d'un orifice, et/ou en modifiant la forme du profil interne d'un orifice par rapport à un autre. Typiquement, on fera varier la forme des orifices 34 en jouant sur les dimensions internes desdits orifices.

La Figure 3 représente un exemple de dispositif mélangeur 3 sous forme de barre, des orifices 34 étant percés dans le fond de plusieurs premiers canaux 31.

Le dispositif mélangeur 3 forme globalement un parallélépipède délimité notamment par une première surface 3a destinée à être agencée en regard d'une plaque 2 de l'échangeur et une deuxième surface 3b agencée en

regard d'une autre plaque 2. Les premières et deuxième surfaces 3a, 3b s'étendent de préférence globalement parallèlement aux plaques 2. Le dispositif mélangeur 3 est de préférence agencé dans le passage 10 de sorte que les premières et deuxième surfaces 3a, 3b se trouvent en contact avec les
5 plaques 2.

Les premiers canaux 31a, 31b se présentent avantageusement sous la forme d'évidements ménagés au sein du dispositif mélangeur 3. Ils peuvent aussi être débouchants au niveau des surfaces 3a et/ou 3b dont la longueur est grande devant leur largeur, mesurée selon la direction latérale y ou leur
10 hauteur, mesurée selon une direction verticale x perpendiculaire aux directions y et z.

Les orifices 34 sont avantageusement des perçages 34 pratiqués dans la matière du dispositif 3 et s'étendant entre le premier canal 31 et le deuxième canal 32, de préférence selon la direction verticale x. En
15 fonctionnement, la première phase 61 s'écoule alors à l'intérieur de la l'orifice 34 globalement selon la direction verticale x.

De préférence, les orifices 34 ont une hauteur, mesurée selon la direction x, d'au moins 0,5 mm.

Avantageusement, le rapport entre la hauteur de la première portion
20 34a et la hauteur totale de l'orifice 34, mesurées suivant la direction verticale x, est compris entre 0,1 et 0,7. Une telle plage est de préférence mise en œuvre dans le cas d'une première portion de forme tronconique. Dans le cas d'une première portion de forme cylindrique, le rapport de hauteur est avantageusement compris entre 0,3 et 0,5.

25 Les orifices 34 sont de préférence à symétrie cylindrique autour d'un axe de symétrie A.

Les Figures 4A et 4B illustrent des modes de réalisation d'orifices 34 pouvant être mis en oeuvre dans le dispositif mélangeur de la Figure 3. Un ou plusieurs orifices réalisés selon une ou plusieurs de ces variantes peuvent être
30 agencés dans au moins un premier canal 31, ledit premier canal pouvant aussi comprendre des orifices 34 de forme cylindrique conventionnels, comme illustré sur la Figure 2. De tels orifices 34 sont de préférence agencés du côté de l'entrée 311.

Selon un premier mode de réalisation illustré en Figure 4A, l'orifice 34 comprend une première portion 34a débouchant dans le premier canal 31 par une entrée 341 et une deuxième portion 34b débouchant dans le deuxième canal 32 par une sortie 342 de l'orifice 34. La première et la deuxième portion 5 34a, 34b sont de forme cylindrique, la section transversale de la première portion 34a étant supérieure à la section transversale de la deuxième portion 34b. En d'autres termes, la première portion 34a a un premier diamètre supérieur au deuxième diamètre de la deuxième portion 34b.

L'élargissement de la section de passage de l'orifice 34 du côté du 10 premier canal favorise l'écoulement de la première phase 61 vers l'orifice 34. Un ou plusieurs orifices 34 de ce type peuvent être agencés dans le premier canal 31, la section de la première portion des orifices 34 pouvant varier le long d'un même premier canal 31. Dans la représentation de la Figure 4A, la délimitation des première et deuxième portions 34a, 34b est réalisée au 15 moyen d'un épaulement se projetant radialement par rapport à la direction verticale x.

Selon un deuxième mode de réalisation illustré en Figure 4B, la première portion 34a est de forme tronconique et diverge vers le premier canal 31.

20 Cette forme d'orifice 34 permet d'augmenter la section de passage de l'orifice considéré du côté du premier canal 31 tout en créant un virage plus doux lorsque qu'une partie de la première phase 61 s'écoulant dans le premier canal pénètre dans l'orifice 34, ce qui facilite encore plus son alimentation en première phase 61. Une telle forme tronconique peut par exemple être obtenue 25 en perçant un orifice 34 avec un foret conique dont l'avancée est ajustée en fonction de la forme souhaitée.

L'angle α formé par la paroi périphérique de la première portion 34a tronconique avec la direction verticale x pourra varier entre les orifices 34 agencés au sein d'un même premier canal 31, le long de la direction 30 d'écoulement z, ainsi que d'un premier canal 31 à un autre. De préférence, la paroi périphérique de ladite première portion forme un angle α compris entre 5 et 70° par rapport à la direction verticale x.

La forme de la deuxième portion 34b agencée en aval de la première portion 34a pourra éventuellement varier d'un orifice 34 à un autre et en particulier être de forme tronconique.

De préférence, des orifices 34 avec première et deuxième portions
5 34a, 34b tels que décrits ci-dessus sont obtenus après une première étape d'usinage de plusieurs trous 34b au sein du dispositif mélangeur 3, un ou plusieurs de ces trous 34b étant, dans une deuxième étape, réusinées sur une hauteur correspondant à la hauteur de la première portion 34a.

Le dispositif 3 peut comprendre plusieurs canaux latéraux 32 se
10 succédant au sein du dispositif 3 et/ou plusieurs premiers canaux 31, les premiers et deuxièmes canaux 31, 32 étant de préférence parallèles entre eux.

Etant précisé que les canaux 31 et 32 peuvent être de forme et en nombre distincts ou identiques. Les distances entre les premiers canaux 31 successifs et les distances entre les deuxièmes canaux 32 successifs peuvent
15 aussi varier.

Typiquement, les orifices 34 sont agencés le long du premier canal 31 de façon équidistante.

A noter que le pas entre les orifices 34 se succédant dans un premier canal 31 pourra aussi varier le long de la direction d'écoulement z, de manière
20 à compenser les phénomènes de vitesse inégale précédemment décrits. Le pas entre les orifices 34 pourra par exemple être plus serré du côté de l'entrée 311 du premier canal 31.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples particuliers décrits et illustrés dans la présente demande. D'autres variantes ou modes de
25 réalisation à la portée de l'homme du métier peuvent aussi être envisagés sans sortir du cadre de l'invention.

Par exemple, l'échangeur selon l'invention est principalement décrit dans le cas où les passages 10, 20 s'étendent suivant la direction latérale y, le premier canal longitudinal 31 s'étendant suivant la direction d'écoulement z
30 et le canal latéral 32 s'étendant suivant la direction latérale y orthogonale à la direction z. L'inverse est aussi envisageable, c'est-à-dire un premier canal longitudinal 31 s'étendant suivant la direction latérale y et un canal latéral 32

s'étendant suivant la direction d'écoulement z. Les directions y et z peuvent aussi ne pas être orthogonales entre elles.

En outre, au moins un premier canal longitudinal 31 pourra comprendre un ou plusieurs orifices 34 ayant une première portion 34a, elle-même formée de plusieurs sous-portions de forme cylindrique et/ou tronconique.

REVENDEICATIONS

1. Echangeur de chaleur (1) comprenant plusieurs plaques (2) agencées parallèlement entre elles de façon à définir une première série de passages (10) pour canaliser au moins un premier fluide (F1) et une deuxième série de passages (20) pour canaliser au moins un deuxième fluide (F2) à mettre en relation d'échange thermique avec au moins ledit premier fluide (F1), un dispositif mélangeur (3) étant agencé dans ledit au moins un passage (10) de la première série et comprenant :
- 10 - au moins un premier canal (31) pour l'écoulement d'une première phase (61) du premier fluide (F1) suivant une direction d'écoulement (z), et
 - au moins un deuxième canal (32) pour l'écoulement d'une deuxième phase (62) du premier fluide (F1),
 - le premier canal (31) comprenant plusieurs orifices (34) se succédant
 - 15 suivant la direction d'écoulement (z), chaque orifice (34) reliant fluidiquement le premier canal (31) au deuxième canal (32),
 - caractérisé en ce que ledit au moins un orifice (34) comprend une première portion (34a) débouchant dans le premier canal (31), ladite première portion (34a) ayant une première section transversale, et une deuxième portion (34b) agencée entre la première portion (34a) et le deuxième canal (32), ladite
 - 20 deuxième portion (34b) ayant une deuxième section transversale, la première section transversale étant supérieure à la deuxième section transversale.
2. Echangeur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la deuxième portion (34b) débouche dans le deuxième canal (32).
- 25
3. Echangeur selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la première portion (34a) et/ou la deuxième portion (34b) sont de forme cylindrique.
- 30
4. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'orifice (34) s'étend entre le premier canal (31) et le deuxième canal (32) suivant une direction verticale (x).

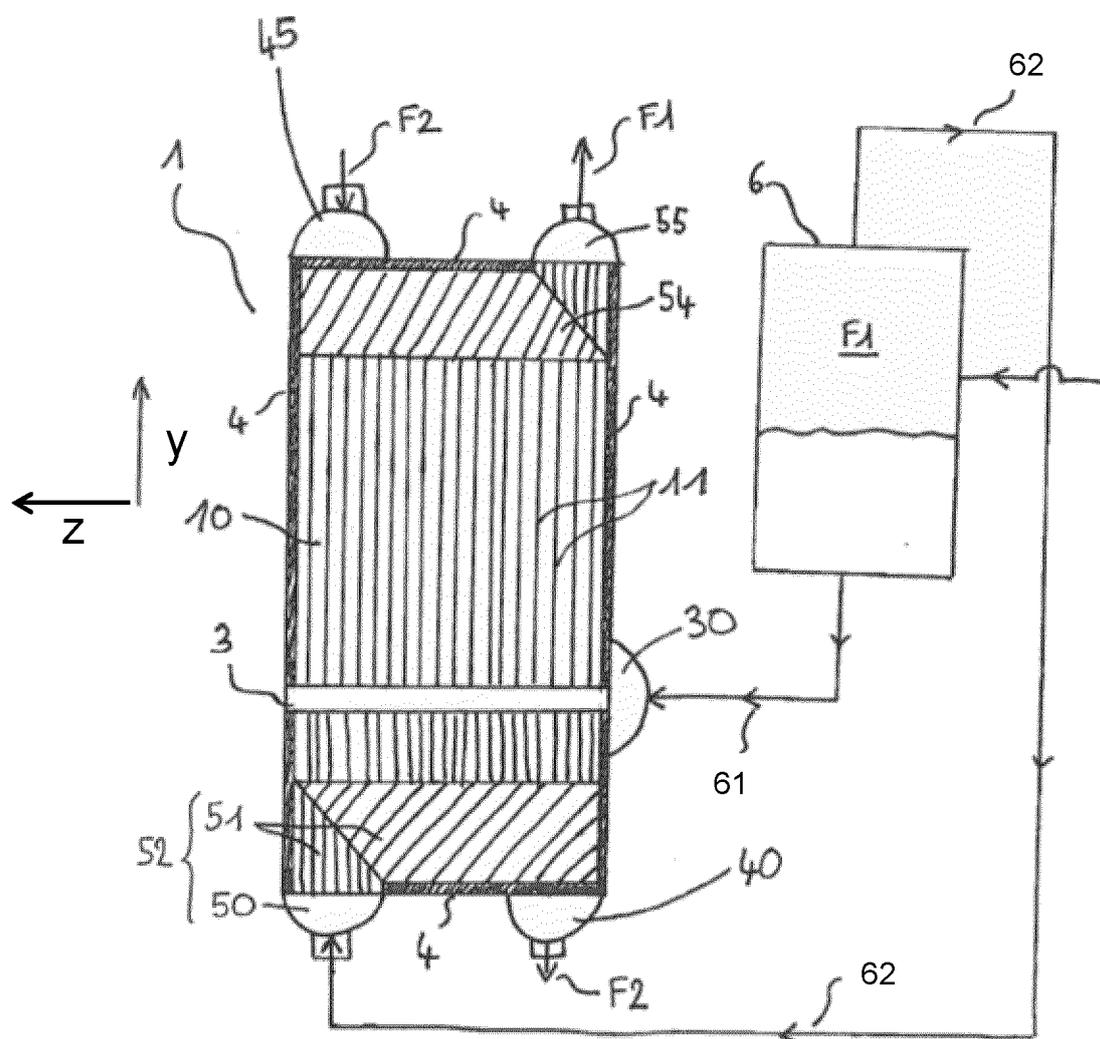
5. Echangeur selon la revendication 4, caractérisé en ce que la première portion (34a) d'au moins un orifice (34) a une première section transversale variable suivant la direction verticale (x).
- 5 6. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la première section transversale de la première portion (34a) augmente en direction du premier canal (31).
- 10 7. Echangeur selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que ladite première portion (34a) est de forme tronconique.
8. Echangeur selon la revendication 7, caractérisé en ce que la première portion (34a) comprend une paroi périphérique formant un angle (α)
15 compris entre 5 et 70° par rapport à la direction verticale (x).
9. Echangeur selon l'une des revendications 4 à 8, caractérisé en ce que le rapport entre la hauteur de la première portion (34a) et la hauteur de l'orifice (34), mesurées suivant la direction verticale (x), est
20 compris entre 0,1 et 0,7.
10. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'orifice (34) comprend un épaulement périphérique se projetant radialement par rapport à la direction verticale (x), ledit épaulement
25 étant agencé entre la première portion (34a) et la deuxième portion (34b) de l'orifice (34).
11. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier canal (31) comprend au moins deux orifices
30 ayant chacun une première portion (34a) dont la première section transversale varie d'un des deux orifices par rapport à l'autre.
12. Echangeur selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier canal (31) comprend au moins deux orifices

ayant chacun une deuxième portion (34b) dont la deuxième section transversale varie d'un des orifices par rapport à l'autre.

5 13. Echangeur selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que lesdits au moins deux orifices comprennent chacun une première portion (34a) de forme cylindrique dont le diamètre et/ou la hauteur varient d'un des orifices par rapport à l'autre.

10 14. Echangeur selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que lesdits au moins deux orifices comprennent chacun une première portion (34a) de forme tronconique dont l'angle et/ou la hauteur varient d'un des orifices par rapport à l'autre.

1/3

**Figure 1**

2/3

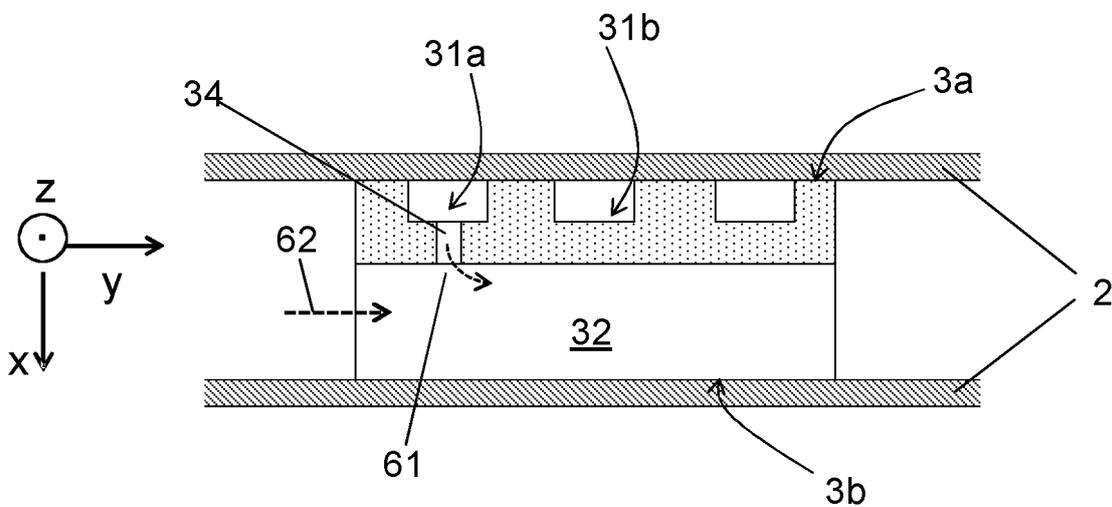


Figure 2

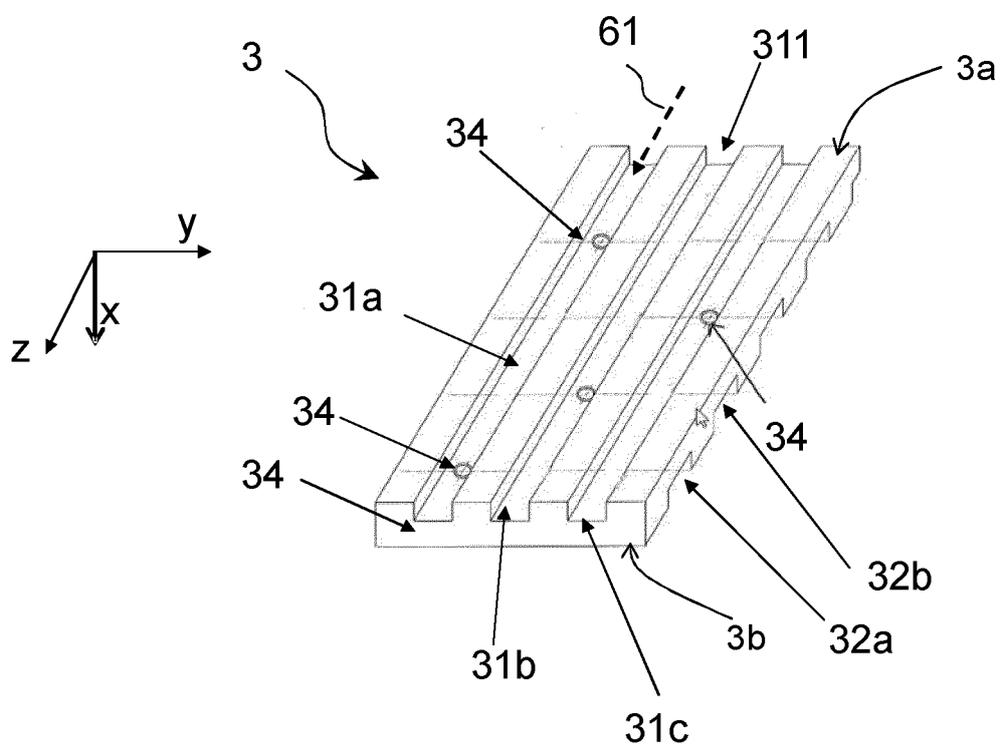
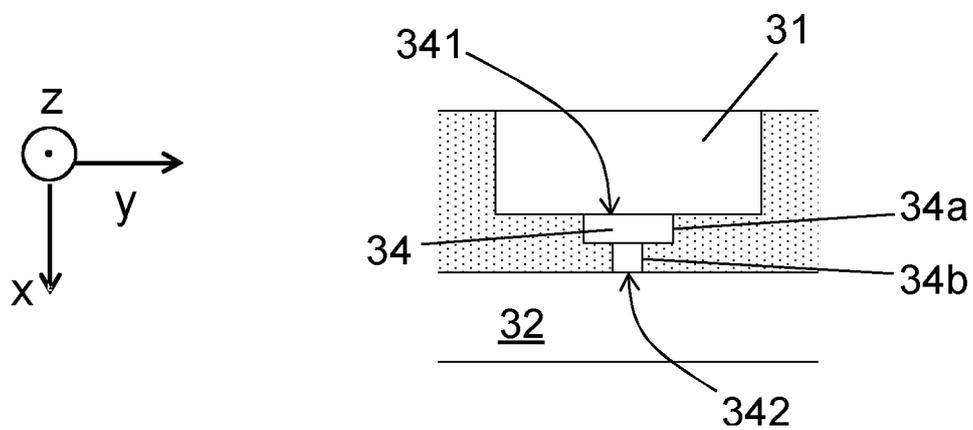
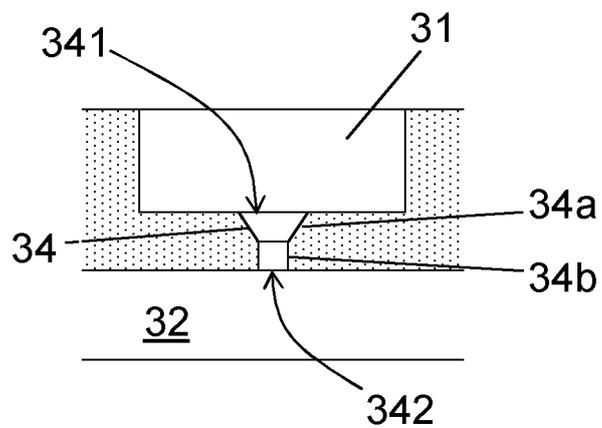


Figure 3

3/3

**Figure 4A****Figure 4B**


**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
N° d'enregistrement
nationalétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 836681
FR 1752474

| DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS | | Revendication(s) concernée(s) | Classement attribué à l'invention par l'INPI |
|---|--|--|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | | |
| A | CN 103 983 138 A (HANGZHOU HANGYANG CO LTD) 13 août 2014 (2014-08-13) * figures 1-4 * | 1-14 | F28D9/00 F25J5/00 |
| A | FR 2 563 620 A1 (LINDE AG [DE]) 31 octobre 1985 (1985-10-31) * figure 7 * | 1-14 | |
| A | EP 0 740 119 A2 (AIR PROD & CHEM [US]) 30 octobre 1996 (1996-10-30) * figure 4f * | 1-14 | |
| A | US 3 380 517 A (BUTT ALAN G) 30 avril 1968 (1968-04-30) * figures 4,7 * * * | 1-14 | |
| A | US 2005/045312 A1 (JIBB RICHARD J [US]) 3 mars 2005 (2005-03-03) * figures 1,2 * | 1-14 | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) |
| | | | F28F F25J F28D |
| Date d'achèvement de la recherche | | Examineur | |
| 10 novembre 2017 | | Bain, David | |
| CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS | | T : théorie ou principe à la base de l'invention | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul | | E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. | |
| Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie | | D : cité dans la demande | |
| A : arrière-plan technologique | | L : cité pour d'autres raisons | |
| O : divulgation non-écrite | | | |
| P : document intercalaire | | & : membre de la même famille, document correspondant | |

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1752474 FA 836681**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **10-11-2017**

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

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|----|------------------------|---|------------------------|
| CN 103983138 | A | 13-08-2014 | AUCUN | |
| ----- | | | | |
| FR 2563620 | A1 | 31-10-1985 | DE 3415807 A1 | 31-10-1985 |
| | | | FR 2563620 A1 | 31-10-1985 |
| | | | GB 2158934 A | 20-11-1985 |
| | | | JP S60235991 A | 22-11-1985 |
| | | | US 4646822 A | 03-03-1987 |
| ----- | | | | |
| EP 0740119 | A2 | 30-10-1996 | CN 1159568 A | 17-09-1997 |
| | | | DE 69619580 D1 | 11-04-2002 |
| | | | DE 69619580 T2 | 31-10-2002 |
| | | | EP 0740119 A2 | 30-10-1996 |
| | | | ES 2173252 T3 | 16-10-2002 |
| | | | JP 3216870 B2 | 09-10-2001 |
| | | | JP H09101095 A | 15-04-1997 |
| | | | TW 294775 B | 01-01-1997 |
| | | | US 5730209 A | 24-03-1998 |
| ----- | | | | |
| US 3380517 | A | 30-04-1968 | BE 704240 A | 01-02-1968 |
| | | | GB 1153403 A | 29-05-1969 |
| | | | US 3380517 A | 30-04-1968 |
| ----- | | | | |
| US 2005045312 | A1 | 03-03-2005 | AUCUN | |
| ----- | | | | |