



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
07.04.2004 Bulletin 2004/15

(51) Int Cl.7: **F28F 3/02**

(21) Numéro de dépôt: **03291998.7**

(22) Date de dépôt: **08.08.2003**

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

(72) Inventeur: **Lehman, Jean-Yves**
94700 Maisons Alfort (FR)

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan et al**
L'Air Liquide,
Service Propriété Intellectuelle,
75 Quai d'Orsay
75321 Paris Cédex 07 (FR)

(30) Priorité: **01.10.2002 FR 0212139**

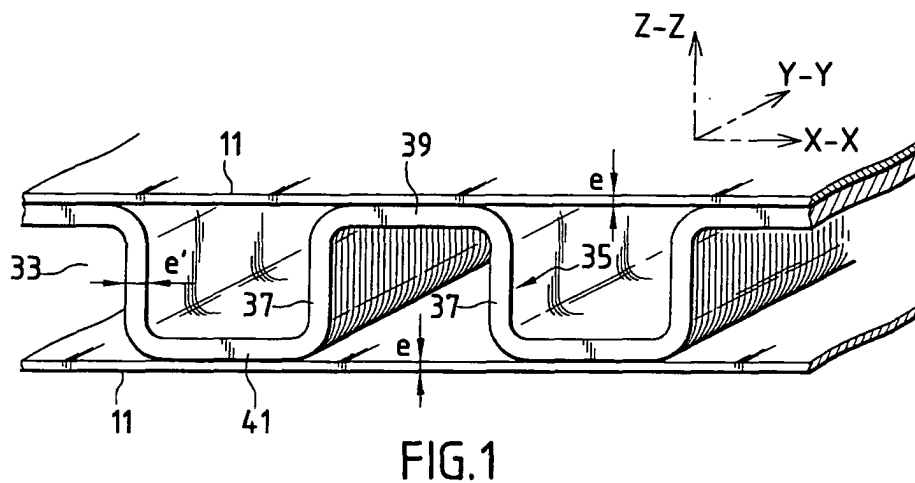
(71) Demandeur: **L'AIR LIQUIDE, Société Anonyme à**
Directoire et Conseil de Surveillance pour
l'Etude et l'Exploitation des
75321 Paris Cédex 07 (FR)

(54) **Echangeur de chaleur à plaques comportant une ailette épaisse**

(57) Echangeur de chaleur à plaques comportant une pluralité de plaques séparatrices (11) empilées d'épaisseur (e) sensiblement uniforme, définissant entre elles au moins un passage (33), et au moins une ailette (35) disposée dans ledit au moins un passage

(33). L'épaisseur minimale (e') de ladite ailette est supérieure à 0,8 fois l'épaisseur (e) de chacune des plaques séparatrices (11) définissant ledit passage (33).

Application aux vaporiseurs et aux lignes d'échange des installations de séparation d'air.



Description

[0001] La présente invention se rapporte à un échangeur de chaleur à plaques, notamment à plaques brisées.

[0002] De tels échangeurs de chaleur sont par exemple utilisés pour réchauffer ou vaporiser de l'oxygène ou un fluide riche en oxygène, notamment dans les installations de séparation d'air. On définit un fluide riche en oxygène par un nombre de molécules de O₂ rapporté au nombre total de molécules supérieur à 20% lorsque le fluide est sous une pression au moins égale à 20 bars, et supérieur à 50% à des pressions de fluide inférieures, notamment supérieur à 60%.

[0003] De tels échangeurs de chaleur peuvent être utilisés pour la distillation de gaz de l'air ou d'hydrocarbures, et plus particulièrement encore dans une double colonne de distillation d'air.

[0004] Le corps d'un vaporiseur-condenseur est constitué d'un empilement d'un grand nombre de plaques rectangulaires verticales toutes identiques. Entre ces plaques sont interposées d'une part des barres de fermeture périphériques, d'autre part des ondes-entretoises ou ailettes, à savoir des ondes d'échange thermique d'orientation principale verticale et des ondes de distribution d'orientation principale horizontale.

[0005] D'autres échangeurs visés par l'invention sont par exemple les échangeurs principaux d'appareils à pompe, ou tout autre échangeur de chaleur à plaque, qui vaporisent de l'oxygène sous pression.

[0006] Généralement, les ondes-entretoises sont obtenues à partir de tôles minces, typiquement d'épaisseur comprise entre 0,15 et 0,60 mm, pliées, découpées ou embouties à la presse ou au moyen d'autres outils adaptés.

[0007] Les vaporiseurs d'oxygène sont un lieu privilégié de concentration de combustibles plus lourds que l'oxygène, tels que des hydrocarbures, notamment C₂H₂ présents en faibles quantités dans l'air atmosphérique. Il peut se produire accidentellement, dans de tels vaporiseurs, des combustions dans l'oxygène liquide. Il a été observé que ces combustions pouvaient avoir pour conséquence de produire des explosions au moins locales. Dans les accidents de ce type, on a constaté que des ailettes minces, notamment les ailettes en aluminium, étaient très vulnérables à la combustion alors que les plaques séparatrices ne l'étaient pas. On constate que les plaques séparatrices permettent par conséquent d'empêcher la propagation de l'inflammation.

[0008] De tels problèmes peuvent également se manifester dans les circuits de vaporisation d'une ligne d'échange.

[0009] Un but principal de l'invention est de réaliser des échangeurs de chaleur à plaques résistants à d'éventuels phénomènes d'inflammation, notamment destinés à une utilisation de traitement des fluides riches en oxygène, échangeurs dont les coûts de fabrication ne soient pas augmentés de façon sensible, et

dont les performances en termes de pertes de charge et d'échange thermique ne soient pas sensiblement réduites.

[0010] A cet effet, un échangeur de chaleur à plaques suivant l'invention comporte une pluralité de plaques séparatrices empilées d'épaisseur sensiblement uniforme, définissant entre elles au moins un premier passage, et au moins une ailette disposée dans ce au moins un premier passage, l'épaisseur minimale de ladite ailette étant supérieure à 0,8 fois l'épaisseur de chacune des plaques séparatrices définissant ledit passage.

[0011] Suivant d'autres caractéristiques de l'invention, prises seules ou selon toutes les combinaisons techniquement envisageables :

- le rapport de l'épaisseur minimale de ladite ailette à l'épaisseur de chacune des plaques séparatrices définissant ledit passage est supérieur à 1, de préférence supérieur à 1,5, de préférence encore supérieur à 2 ; et
- l'épaisseur de chacune desdites plaques séparatrices est comprise entre 0,6 et 2 mm ;
- les plaques sont planes et rectangulaires

[0012] L'ailette peut être réalisée par extrusion, ou par usinage à partir d'une tôle plane épaisse.

[0013] Grâce à l'invention, l'échangeur de chaleur à plaques présente une résistance mécanique sensiblement accrue, ce qui permet de repousser de façon importante ses limites d'utilisation en pression de fluide.

[0014] L'échangeur peut comporter en outre, dans au moins un deuxième passage, une ailette dont l'épaisseur minimale est inférieure à 0,8 fois l'épaisseur de chacune des plaques séparatrices définissant ledit deuxième passage.

[0015] L'invention vise également un vaporiseur-condenseur de double colonne de distillation d'air, comprenant un échangeur de chaleur tel que décrit précédemment, le premier passage étant un passage de vaporisation d'oxygène.

[0016] Des exemples de réalisation de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- la Figure 1 est une vue partielle agrandie d'un échangeur de chaleur à plaques conforme à l'invention, seulement deux plaques séparatrices et une ailette disposée dans le passage qu'elles définissent étant représentées ; et
- la Figure 2 est une vue analogue d'un échangeur de chaleur à plaques conforme à une variante de réalisation de l'invention.

[0017] Sur la Figure 1, on a représenté deux plaques séparatrices parallèles 11, de même épaisseur e sensiblement uniforme pour une même plaque, définissant entre elles un passage de fluide 33. Dans le passage 33, est disposée une ailette ou onde 35 de forme gène-

rale classique en créneau. Cette ailette 35 définit une direction générale principale d'ondulation Y-Y, les ondes se succédant suivant une direction X-X perpendiculaire à la direction Y-Y.

[0018] Les directions X-X et Y-Y définissent les plans des plaques séparatrices 11, que l'on supposera horizontaux pour la commodité de la description, comme représenté sur la Figure 1. Les plaques séparatrices 11 sont, elles, espacées suivant l'axe vertical Z-Z.

[0019] L'ailette ondulée 35 comporte un grand nombre de jambes d'onde 37 sensiblement rectangulaires, contenues chacune dans un plan vertical perpendiculaire à la direction X-X. Les jambes d'onde 37 sont reliées alternativement le long de leur bord supérieur par des sommets d'onde 39 sensiblement rectangulaires, plans et horizontaux, et le long de leur bord inférieur par des bases d'onde 41 également sensiblement rectangulaires, planes et horizontales.

[0020] Les sommets d'onde 39 et les bases d'onde 41 définissent des régions de liaison par brasage à des plaques ou tôles séparatrices planes 11 de l'échangeur de chaleur.

[0021] L'échangeur de chaleur à plaques, on le comprend, comporte une pluralité de telles plaques séparatrices 11 empilées et d'épaisseur e en général sensiblement constante d'une plaque à l'autre. Les plaques définissent entre elles une série de passages 33, une ailette 35 étant disposée dans chacun des passages 33.

[0022] L'ailette 35 du passage de fluide 33 représenté présente une épaisseur minimale e' , ladite épaisseur d'ailette e' étant, dans l'exemple représenté sur la Figure 1, uniforme pour la totalité de l'ailette 35.

[0023] Typiquement, l'épaisseur e des plaques séparatrices est compris entre 0,6 mm et 2 mm.

[0024] L'épaisseur minimale e' est choisie supérieure à 0,8 fois l'épaisseur e des plaques séparatrices 11, c'est-à-dire dans le cas d'une épaisseur e égale à 1 mm, supérieure à 0,8 mm.

[0025] De préférence, on donnera à l'épaisseur e' une valeur telle que le rapport de l'épaisseur minimale e' de l'ailette 35 sur l'épaisseur e des plaques 11 est supérieur, à 1, de préférence encore supérieur à 1,5, de préférence encore supérieur à 2.

[0026] Dans l'exemple représenté sur la Figure 1, l'ailette est réalisée essentiellement par pliage d'une tôle plane épaisse, une tôle étant définie comme épaisse dans la technique considérée si son épaisseur est supérieure à environ 1 mm, notamment comprise entre 1 et 2 mm.

[0027] Dans l'exemple de réalisation représenté sur la Figure 2, l'épaisseur minimale e' de l'ailette 45 a une valeur répondant aux conditions énoncées ci-dessus, en référence à la Figure 4. En revanche, l'ailette 45 n'est pas d'épaisseur constante et présente des parties en saillie horizontale 47 venues de chaque côté des sommets 39 et bases 41 d'onde. Ces parties en saillie 47 permettent d'augmenter la surface de contact de l'ailette 45 avec les plaques 11, donc la surface de brasage, et

d'améliorer la tenue mécanique de l'ailette 45.

[0028] Une telle ailette 45 est réalisée essentiellement par extrusion, ou par usinage à partir d'une tôle plane épaisse.

[0029] Dans les deux exemples de réalisation illustrés aux Figures, il est possible de prévoir que l'échangeur contienne pour partie des ailettes dont l'épaisseur minimale est conforme aux conditions énoncées ci-dessus, et pour partie des ailettes dont l'épaisseur est inférieure à 0,8 fois l'épaisseur e des plaques séparatrices 11, ces dernières ailettes étant réalisées par exemple en tôle mince et par des procédés de pliage classiques. De ce fait, de tels échangeurs peuvent fonctionner avec des fluides ayant des pressions nettement différenciées, les ailettes épaisses correspondant aux fluides sous haute pression, et les ailettes en tôle mince correspondant aux fluides sous plus basse pression.

Revendications

1. Echangeur de chaleur à plaques comportant une pluralité de plaques séparatrices (11) empilées d'épaisseur (e) sensiblement uniforme, définissant entre elles au moins un premier passage (33), et au moins une ailette (35 ; 45) disposée dans ce au moins un premier passage (33), **caractérisé en ce que** l'épaisseur minimale (e') de ladite ailette est supérieure à 0,8 fois l'épaisseur (e) de chacune des plaques séparatrices (11) définissant ledit passage (33).
2. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le rapport de l'épaisseur minimale (e') de ladite ailette (35 ; 45) sur l'épaisseur (e) de chacune des plaques séparatrices (11) définissant ledit passage (33) est supérieur à 1, de préférence supérieur à 1,5, de préférence encore supérieur à 2.
3. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'épaisseur (e) de chacune desdites plaques séparatrices (11) est comprise entre 0,6 mm et 2 mm.
4. Echangeur de chaleur suivant l'une des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** les plaques séparatrices (11) sont plates et rectangulaires.
5. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite ailette (45) est réalisée par extrusion.
6. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** ladite ailette (45) est réalisée par usinage à partir d'une tôle plane épaisse.

7. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6 **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un deuxième passage et au moins une ailette disposée dans ce au moins un deuxième passage, l'épaisseur minimale de ladite ailette étant inférieure à 0,8 fois l'épaisseur de chacune des plaques séparatrices. 5
8. Appareil de séparation d'air comprenant au moins une colonne et au moins un vaporiseur-condenseur qui est un échangeur selon l'une des revendications 1 à 7. 10
9. Appareil de séparation d'air selon la revendication 8 comprenant deux colonnes reliées thermiquement l'une avec l'autre à travers un échangeur selon l'une des revendications 1 à 7. 15
10. Utilisation d'un échangeur à plaques suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7 pour réchauffer et/ou vaporiser de l'oxygène, ou un fluide riche en oxygène, ayant notamment un nombre de molécules d'oxygène rapporté au nombre total de molécules supérieur à 60%. 20

25

30

35

40

45

50

55

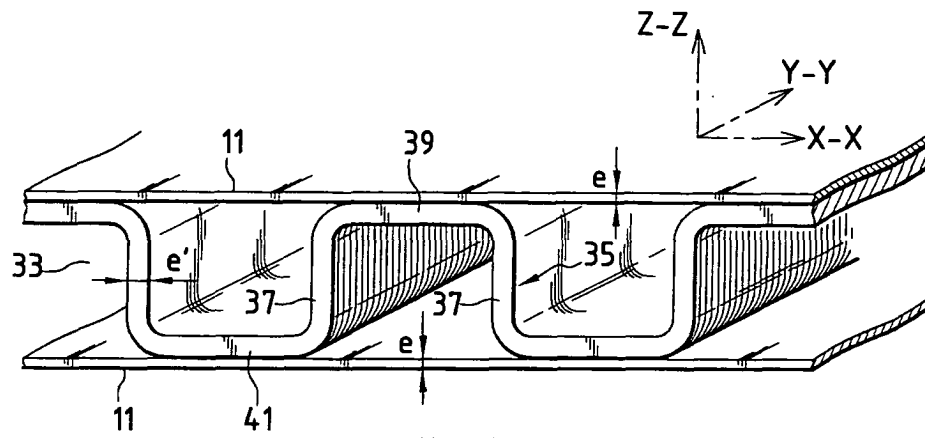


FIG.1

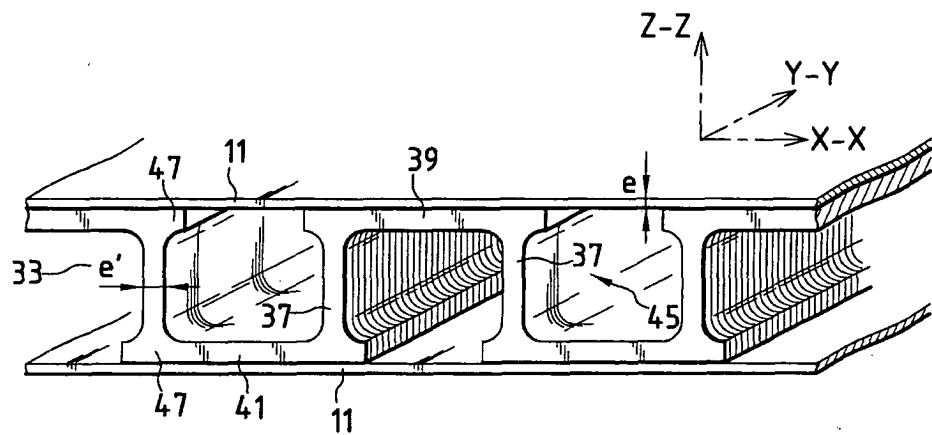


FIG.2



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 29 1998

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	EP 0 919 780 A (DENSO CORP) 2 juin 1999 (1999-06-02) * colonne 3, ligne 5 - ligne 40; figures 1-3 * * colonne 5, ligne 50 - colonne 6, ligne 20; figures 4-9 *	1-3,7	F28F3/02
Y	---	4-6	
Y	EP 0 203 458 A (SHOWA ALUMINUM CORP) 3 décembre 1986 (1986-12-03)	4	
A	* page 5, ligne 4 - ligne 19; figures 1,2 *	5	
Y	---	5	
	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 03, 31 mars 1997 (1997-03-31) -& JP 08 285486 A (KOBE STEEL LTD), 1 novembre 1996 (1996-11-01) * abrégé; figures *		
Y	---	6	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
	EP 0 706 212 A (SUMITOMO METAL IND ; SUMITOMO PRECISION PROD CO (JP)) 10 avril 1996 (1996-04-10)		F28F F25J F28D
A	* colonne 1, ligne 50 - colonne 2, ligne 15; figures 2-4 *	5	
A	---	8,10	
	EP 1 026 468 A (AIR LIQUIDE) 9 août 2000 (2000-08-09) * le document en entier *		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 17 décembre 2003	Examineur Van Dooren, M
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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 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	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 03 29 1998

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.

17-12-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0919780	A	02-06-1999	JP	3301364 B2	15-07-2002
			JP	11159974 A	15-06-1999
			JP	3331933 B2	07-10-2002
			JP	11166794 A	22-06-1999
			DE	69806458 D1	14-08-2002
			DE	69806458 T2	07-08-2003
			EP	0919780 A2	02-06-1999
			US	6263960 B1	24-07-2001
EP 0203458	A	03-12-1986	JP	1859505 C	27-07-1994
			JP	5065788 B	20-09-1993
			JP	62238996 A	19-10-1987
			JP	1691700 C	27-08-1992
			JP	3005516 B	25-01-1991
			JP	61262593 A	20-11-1986
			DE	3660604 D1	29-09-1988
			EP	0203458 A1	03-12-1986
			US	4804041 A	14-02-1989
JP 08285486	A	01-11-1996	AUCUN		
EP 0706212	A	10-04-1996	JP	3158983 B2	23-04-2001
			JP	8320194 A	03-12-1996
			EP	0706212 A2	10-04-1996
			EP	1011140 A2	21-06-2000
			EP	1028461 A1	16-08-2000
			US	5625229 A	29-04-1997
EP 1026468	A	09-08-2000	FR	2789165 A1	04-08-2000
			AU	1135400 A	03-08-2000
			BR	0000231 A	14-11-2000
			CZ	20000220 A3	17-10-2001
			EP	1026468 A1	09-08-2000
			JP	2000227295 A	15-08-2000
			US	6347662 B1	19-02-2002

EPO FORM P0480

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