

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 468 238 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**11.01.2006 Bulletin 2006/02**

(51) Int Cl.:  
**F28F 3/02 (2006.01) F28F 13/04 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **03715008.3**

(86) Numéro de dépôt international:  
**PCT/FR2003/000077**

(22) Date de dépôt: **10.01.2003**

(87) Numéro de publication internationale:  
**WO 2003/060413 (24.07.2003 Gazette 2003/30)**

(54) **AILETTE D ECHANGE THERMIQUE, ET SON PROCEDE DE FABRICATION**

**WÄRMEAUSTAUSCHRIPE UND HERSTELLUNGSVERFAHREN DAFÜR**

**HEAT EXCHANGE FIN AND THE PRODUCTION METHOD THEREOF**

(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 SE SI SK TR**

(30) Priorité: **17.01.2002 FR 0200542**

(43) Date de publication de la demande:  
**20.10.2004 Bulletin 2004/43**

(73) Titulaire: **L'air Liquide Société Anonyme pour  
l'étude et  
l'exploitation des procédés Georges Claude  
75321 Paris Cédex 07 (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **SZULMAN, Claire  
F-92190 Meudon (FR)**  
• **WERLEN, Etienne  
F-75015 Paris (FR)**  
• **CHATEL, Fabienne  
Chicago, IL 60601 (US)**

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan et al  
L'Air Liquide SA,  
Département Propriété Intellectuelle,  
75 quai d'Orsay  
75321 Paris Cedex 07 (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 952 419 DE-A- 3 843 688  
FR-A- 2 804 471 GB-A- 2 175 990  
GB-A- 2 199 933 US-A- 3 523 577**

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 10, 31 octobre 1997 (1997-10-31) -& JP 09 159313 A (FUJITSU GENERAL LTD), 20 juin 1997 (1997-06-20)**
- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 124 (M-218), 28 mai 1983 (1983-05-28) -& JP 58 041637 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 10 mars 1983 (1983-03-10)**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

**EP 1 468 238 B1**

## Description

**[0001]** La présente invention est relative à une ailette-entretoise d'échange thermique destinée à être disposée en sandwich entre deux plaques qui délimitent un passage de condensation d'un échangeur de chaleur à plaques brasées, du type comprenant un produit ondulé, notamment à ondulation à section rectangulaire, ayant des jambes d'onde qui, à l'état monté, délimitent des canaux d'écoulement d'un gaz à condenser au moins partiellement, comportant au moins une rigole de drainage de liquide condensé sur les jambes d'onde, s'étendant suivant un bord latéral de la jambe d'onde, et des organes de déviation disposés sur la jambe d'onde et adaptés pour dévier du liquide condensé vers cette rigole de drainage. Une telle ailette-entretoise est connue de GB-A-2199933.

**[0002]** L'invention s'applique en particulier aux vaporiseurs-condenseurs principaux des doubles colonnes de distillation d'air, qui vaporisent de l'oxygène liquide par condensation d'azote gazeux, aux vaporiseurs-condenseurs des triple colonne de distillation d'air et aux vaporiseurs-condenseurs des colonnes argon.

**[0003]** Ces vaporiseurs-condenseurs fonctionnent par exemple en thermosiphon.

**[0004]** Les vaporiseurs-condenseurs fonctionnant en thermosiphon comprennent un corps d'échangeur, qui est plus ou moins complètement immergé dans un bain d'oxygène liquide. Le corps d'échangeur est constitué d'un empilement de plaques rectangulaires verticales, d'ondes-entretoises comprenant des ondes d'échange thermique, et de barres de fermeture, qui délimitent une pluralité de premiers passages et une pluralité de seconds passages. Les premiers passages sont des passages de condensation pour un fluide calorigène. Les seconds passages sont des passages de vaporisation pour un fluide frigorigène, ouverts vers le haut et vers le bas et munis d'ailettes à ondes-entretoises à direction principale verticale. Le corps d'échangeur comporte en outre des boîtes d'entrée et de sortie de fluide calorigène qui coiffent des rangées de fenêtres d'entrée et de sortie débouchant dans les premiers passages. L'oxygène liquide pénètre par le bas dans les seconds passages, y est réchauffé jusqu'à son point de bulle puis est vaporisé partiellement.

**[0005]** De l'azote gazeux pénètre par le haut dans les premiers passages, cède de la chaleur à l'oxygène circulant dans les seconds passages et est condensé. En conséquence, un film d'azote liquide s'établit sur la surface de l'ailette et s'écoule vers le bas. L'écoulement est dit en « film ruisselant ».

**[0006]** La résistance au transfert de chaleur, en condensation en film ruisselant, est sensiblement proportionnelle à l'épaisseur du film liquide. Etant donné que la résistance varie en puissance 1/3 du débit, celle-ci augmente rapidement aux emplacements de condensation de l'azote et diminue ainsi la capacité de transfert de chaleur entre l'azote gazeux et l'ailette.

**[0007]** L'invention a pour but de proposer une ailette d'échange thermique pour un passage de condensation qui ait une capacité d'échange thermique augmentée.

**[0008]** A cet effet, l'invention a pour objet une ailette-entretoise d'échange thermique du type précité, caractérisée en ce qu'au moins un organe de déviation a un bord d'attaque et/ou un bord de fuite incliné vers une rigole associée.

**[0009]** L'ailette-entretoise suivant l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes, prises isolément ou suivant toutes leurs combinaisons techniquement possibles :

- l'angle entre les bords d'attaque et le sens général d'écoulement de liquide est entre 5° et 70°, de préférence entre 10° et 45°.
- L'angle entre les bords de fuite et le sens général d'écoulement de liquide est entre 5° et 70°, de préférence entre 10° et 45°.
- les organes de déviation de chaque jambe d'onde sont adaptés pour drainer le liquide vers un seul bord latéral de la jambe d'onde, et les organes de déviation de deux jambes d'onde successives sont adaptés pour drainer le liquide vers deux bords latéraux opposés ;
- les organes de déviation sont adaptés pour drainer vers les deux bords latéraux le liquide condensé sur chacune des jambes d'onde ;
- toute la hauteur des jambes d'onde à l'exception des zones associées à une rigole de drainage porte des organes de déviation ;
- l'ailette-entretoise comprend des bases d'onde et des sommets d'onde, et les organes de déviation comprennent des premiers et seconds organes dont les premiers sont inclinés vers une rigole associée à la base d'onde et dont les seconds sont inclinés vers une rigole associée au sommet d'onde ;
- les organes de deux jambes d'onde successifs sont constitués uniquement de premiers organes sur l'une des deux jambes d'onde et uniquement de seconds organes sur l'autre de ces deux jambes d'onde ;
- chaque jambe d'onde comprend un premier groupe de premiers organes successifs et un second groupe constitué de seconds organes successifs, les premiers et les seconds organes s'étendant chacun sur sensiblement toute la hauteur des jambes d'onde ;
- lesdits premiers et lesdits seconds organes sont symétriques par rapport à la ligne médiane de la jambe d'onde ;
- lesdits premiers organes sont décalés par rapport auxdits seconds organes, suivant le sens général d'écoulement de liquide, notamment de la moitié de la distance entre deux premiers ou deux seconds organes successifs ;
- lesdits premiers et seconds organes se trouvent en vis-à-vis de côté et de l'autre de la ligne médiane, notamment en formant un chevron ;

- à l'état déplié de l'aillette-entretoise, les organes de déviation des jambes d'onde forment des rangées s'étendant parallèlement à un bord de l'aillette-entretoise et perpendiculairement aux bords de jambes d'onde, et les organes de déviation d'une rangée sont identiques ;
- les organes de déviation présentent un bord d'attaque et un bord de fuite, et au moins le bord d'attaque et de préférence le bord d'attaque et le bord de fuite sont en tout point inclinés et dirigés vers la rigole de drainage associée ;
- les organes de déviation comprennent une fente qui est ménagée dans la jambe d'onde ;
- les organes de déviation comprennent une partie en saillie sur la surface de la jambe d'onde ou en retrait par rapport à la surface de la jambe d'onde, notamment une partie emboutie ;
- chaque canal d'écoulement de gaz comporte sur les deux faces latérales constituées de jambes d'onde des parties uniquement en saillie ou sur les deux faces latérales des parties uniquement en retrait par rapport aux surfaces de ces jambes d'onde ;
- deux organes de déviation successifs sur une jambe d'onde sont distants l'un de l'autre, dans ledit sens général d'écoulement de liquide, d'une distance inférieure à 5 cm, de préférence inférieure à 20 mm ;
- la rigole de drainage comprend un ruban de matière continu de la jambe d'onde adjacente aux organes de déviation et un ruban de matière continu du sommet d'onde ou de la base d'onde adjacent à la jambe d'onde ;
- le sens général d'écoulement de liquide est sensiblement identique au sens d'écoulement général de fluide dans les canaux d'écoulement de gaz ;
- l'aillette-entretoise comprend des ondulations à décalage partiel, et en ce que les distances entre deux décalages successifs ont une longueur d'au moins 3 mm et de préférence d'au moins 1 cm ; et
- l'aillette-entretoise comprend au moins deux parties d'aillette dont chacune présente une capacité de drainage différente, et en ce que la capacité de drainage d'une partie d'aillette à la partie d'aillette suivante dans le sens d'écoulement général de fluide augmente.

**[0010]** L'invention a également pour objet un échangeur de chaleur à plaques brasées comprenant des plaques qui définissent entre elles des passages d'échauffement et de condensation partielle ou totale de forme générale plate, et comprenant dans chaque passage de condensation une ailette-entretoise d'échange thermique, ainsi que des barres de fermeture latérales, caractérisé en ce qu'au moins une ailette-entretoise d'échange thermique est une ailette-entretoise telle que définie ci-dessus.

**[0011]** L'échangeur de chaleur peut constituer un vaporiseur-condenseur d'une installation de distillation d'air.

**[0012]** L'invention a par ailleurs pour objet un procédé de fabrication d'une ailette d'échange thermique telle que définie ci-dessus, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes successives suivantes :

- on ménage des rangées parallèles d'organes de déviation dans un flan de produit plat, notamment de la tôle ;
- on plie plastiquement le produit plat, en formant des ondulations, de telle sorte que les organes de déviation d'une rangée sont situés sur les jambes d'onde. Selon un mode particulier de réalisation, le procédé est caractérisé en ce que
- on ménage des premières branches du chevron dans le flan, puis
- on ménage des secondes branches du chevron dans le flan.

**[0013]** L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins sur lesquels :

- la Figure 1 représente schématiquement une partie d'une double colonne de distillation d'air conforme à l'invention ;
- la Figure 2 est une vue en coupe du vaporiseur-condenseur de cette double colonne, prise en coupe verticale suivant le plan II-II de la Figure 1 ;
- la Figure 3 est une vue en perspective d'une partie d'une ailette d'échange thermique selon l'invention ;
- la Figure 4 est une vue d'un passage de condensation du vaporiseur-condenseur en coupe suivant la ligne IV-IV de la Figure 2 ;
- la Figure 5 est une vue de côté de la jambe de l'aillette de la Figure 3 ;
- la Figure 6 est une vue en plan d'une partie d'un flan d'une ailette selon les Figures 3 à 5 ;
- la Figure 7 est une vue en plan d'un flan d'une première variante d'une ailette selon l'invention ;
- la Figure 8 est une vue d'un passage de condensation du vaporiseur-condenseur comprenant une ailette selon l'une des Figures 7, 9 ou 10 ; et
- les Figures 9 et 10 sont des vues analogues à la Figure 5 respectivement d'une deuxième et d'une troisième variantes de réalisation de l'aillette suivant l'invention ;
- la Figure 11 est une vue en coupe d'un passage de condensation comportant une ailette conforme à un second mode de réalisation selon l'invention.

**[0014]** On a représenté schématiquement sur la Figure 1 la partie intermédiaire d'une double colonne de distillation d'air 1. On voit la virole 2 de la double colonne, commune à la colonne moyenne pression 3 et à la colonne basse pression 4 qui lui est superposée. Le fond supérieur bombé 5 de la colonne 3 sépare les deux colonnes et retient en cuve de la colonne 4 un bain d'oxy-

gène liquide 6. L'azote de tête de la colonne 3 est condensé par échange de chaleur indirect avec l'oxygène liquide dans le vaporiseur-condenseur principal 7 de la double colonne, qui est disposé dans la cuve de la colonne 4 et est totalement immergé dans le bain 6.

**[0015]** Le vaporiseur-condenseur 7 est constitué d'un corps d'échangeur parallélépipédique 8, généralement en aluminium ou en alliage d'aluminium, et de quatre boîtes d'entrée/sortie d'azote de forme générale semi-cylindrique, dont deux boîtes d'entrée supérieures 9 et deux boîtes de sortie inférieures 10.

**[0016]** Le corps 8 est constitué d'un empilement d'un grand nombre de plaques rectangulaires verticales 11, toutes identiques. Entre ces plaques sont interposées d'une part des barres de fermeture périphériques 12, d'autre part des ondes-entretoises, à savoir des ondes d'échange thermique 13 d'orientation principale verticale.

**[0017]** Le corps 8 est assemblé en une seule opération par brasage au four, et les quatre boîtes 9 et 10 sont soudées sur ce corps.

**[0018]** Entre les plaques 11 sont ainsi délimités un grand nombre de passages plats qui sont alternativement des premiers passages 15 de condensation d'azote et des seconds passages 16 de vaporisation d'oxygène.

**[0019]** Les premiers passages 15 (Figure 2) sont fermés sur tout leur pourtour par les barres 12, qui laissent toutefois libre, à chaque extrémité longitudinale, une fenêtre supérieure 17 d'entrée d'azote gazeux et une fenêtre inférieure 18 de sortie d'azote liquide.

**[0020]** Chaque premier passage contient quatre zones de distribution, associées respectivement aux quatre fenêtres 17 et 18. Chacune de ces zones contient une onde 19 de distribution d'orientation principale horizontale. Le reste du premier passage 15, qui s'étend sur une large majorité de sa surface, est occupé par une onde d'échange thermique 13 constituée d'une première ailette-entretoise 20 d'échange thermique. Cette ailette-entretoise 20 est prise en sandwich entre deux plaques 11.

**[0021]** Chacune des deux boîtes d'entrée d'azote 9 coiffe une rangée horizontale de fenêtres 17. De même, chacune des deux boîtes de sortie d'azote 10 coiffe une rangée horizontale de fenêtres 18.

**[0022]** Les seconds passages 16 sont entièrement ouverts sur leurs côtés supérieur et inférieur, et ils sont fermés sur leurs deux côtés verticaux, sur toute leur hauteur, par les barres de fermeture 12. Ils contiennent uniquement des ondes d'échange 13 constituée d'une seconde ailette d'échange thermique. Ces ailettes peuvent être de la tôle ondulée à surface lisse.

**[0023]** En fonctionnement, l'azote gazeux, provenant de la colonne 3 via des conduites 22, est introduit dans les premiers passages 15 via les deux boîtes 9, est distribué sur toute la longueur des premiers passages par les ondes 19 supérieures, et se condense sur la surface des premières ailettes-entretoises 20 d'échange thermique. L'azote liquide ainsi obtenu, collecté dans les deux boîtes 10 par les ondes 19 inférieures, est renvoyé en

reflux dans la colonne 3 via des conduites 23.

**[0024]** L'azote gazeux circule dans le vaporiseur-condenseur 7 suivant un sens général de circulation V d'azote, qui est en l'occurrence vertical.

5 **[0025]** La condensation de l'azote provoque une vaporisation d'oxygène liquide dans les seconds passages 16.

**[0026]** Sur la Figure 3 est représentée, vue en perspective, une partie d'une première ailette-entretoise 20 d'échange thermique.

10 **[0027]** Cette ailette 20 comporte une ondulation 24 à section rectangulaire, présentant un pas d'onde  $p_0$  et constitué de bases d'ondes 26 et de sommets d'onde 28 reliés par des jambes d'onde 30. Chaque jambe d'onde 30 a deux bords latéraux 31 s'étendant le long des bases 26 ou des sommets 28 d'onde. Comme il ressort de la Figure 4, les bases d'onde 26 et les sommets d'onde 28 sont fixés sur leur largeur  $l_0$  respectivement à deux plaques 11 par une couche de matière de brasage 32. Les jambes d'onde 30 s'étendent entre ces deux plaques 11 et présentent une hauteur  $h_0$ . Ainsi, l'ailette 20 et les plaques 11 délimitent des canaux 34 d'écoulement d'azote gazeux. Typiquement la hauteur  $h_0$  est comprise entre 3 mm et 10 mm et la largeur  $l_0$  est comprise entre 0,5 mm et 5 mm.

**[0028]** L'ailette 20 comprend des moyens de drainage d'azote liquide condensé sur la surface des jambes 30 de l'ailette, vers les coins de l'ailette.

30 **[0029]** Ces moyens de drainage comprennent, d'une part, des premières rigoles de drainage 36A et 36B et, d'autre part, des organes 38 de déviation de liquide condensé vers ces rigoles 36.

**[0030]** Chacune des premières rigoles de drainage 36A est formée par la jonction d'une jambe d'onde 30 avec un sommet d'onde 28, tandis que chacune des premières rigoles 36B est formée par la jonction d'une jambe d'onde 30 avec une base d'onde 28.

**[0031]** A cet effet, chaque jambe d'onde 30 comporte une zone 39 de matière continue qui s'étend dans la jambe d'onde de la base 26 de l'onde ou du sommet 28 de l'onde au début de l'organe de déviation 38. Cette zone 39, appelée ruban, présente une largeur  $d_c$  qui est d'au moins 0,2 mm, et qui est de préférence comprise entre 0,5 mm et 1 mm (voir Figure 5).

45 **[0032]** La base 26 et le sommet 28 d'onde sont chacun constitués d'une bande de matière continue, dépourvue d'organes de déviation 38 de liquide. En conséquence, cette bande forme un ruban analogue au ruban 39.

**[0033]** Les premières rigoles de drainage 36A, 36B s'étendent suivant le sens général V de circulation de l'azote.

**[0034]** Des secondes rigoles de drainage 42A, 42B sont formées aux emplacements de jonction des jambes d'onde 30 avec la plaque 11. Ces secondes rigoles 42A, 42B sont sensiblement identiques aux premières rigoles de drainage 36A, 36B. Toutefois, leur largeur est augmentée de l'épaisseur de la base d'onde 26 ou du sommet d'onde 28 et de la couche de matière de brasage 32.

[0035] Les organes 38 de déviation de liquide sont constitués par une succession de fentes identiques 44A, 44B en forme quadrilatère, en l'occurrence en forme de parallélogramme, ménagées dans les jambes d'onde 30. Les fentes 44A sont inclinées vers les rigoles de drainage 36A, 42A, dans le sens d'écoulement général de liquide L, tandis que les fentes 44B sont inclinées vers les rigoles de drainage 36B, 42B.

[0036] Chaque fente 44A, 44B comporte ainsi deux bords longs d'attaque 46 et de fuite 48 ainsi que deux bords courts d'attaque 50 et de fuite 52. Les bords d'attaque rencontrent les bords de fuite en des points de jonction d'attaque A et de fuite F. Dans le cas où l'aillette 20 est fabriquée à partir d'une tôle perforée, les bords des fentes sont légèrement arrondis aux emplacements des points A et F.

[0037] La largeur  $e$  de la fente, mesurée suivant un sens perpendiculaire au sens d'écoulement L, est inférieure à 2 mm et est de préférence comprise entre 0,1 mm et 1 mm.

[0038] Les bords d'attaque long 46 et court 50 sont inclinés par rapport au sens général d'écoulement de liquide L, vers les rigoles de drainage 36A, 36B, 42A, 42B, suivant des angles  $\alpha$ , et  $\beta$ , tandis que les bords de fuite long 48 et court 52 sont inclinés par rapport à ce sens L suivant des angles  $\gamma$  et  $\delta$ . Dans le cas d'un parallélogramme  $\alpha = \gamma$  et  $\beta = \delta$  (voir Figure 5). Les angles  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  sont compris entre  $5^\circ$  et  $70^\circ$  et de préférence compris entre  $10^\circ$  et  $45^\circ$  mesurés par rapport au sens général d'écoulement de liquide L.

[0039] L'inclinaison  $\alpha$  et  $\beta$  des bords d'attaque 46, 50 est choisie en fonction de la vitesse d'écoulement du liquide et de la viscosité du liquide condensé de telle sorte que les gouttes de liquide adhèrent aux bords d'attaque 46, 50 avant d'être drainées au point F par les rigoles de drainage 36A, 36B, 42A, 42B.

[0040] D'une manière générale, les bords de fuite 48, 52 sont disposés de telle sorte que le point de jonction F de fuite entre le bord d'attaque long 46 et le bord de fuite court 52 est, d'une part, le point le plus en aval du bord de fuite 48, 52 et est, d'autre part, le point du bord de la fente 44A, 44B le plus proche des rigoles de drainage 36A, 36B, 42A, 42B associées. Grâce à cette configuration, le liquide s'écoulant le long du bord d'attaque 46, 50 est empêché d'être dévié vers le milieu de la jambe d'onde 30 à partir du point de jonction F de fuite.

[0041] Le point de jonction d'attaque A est disposé le plus près possible de la base d'onde 26 ou du sommet d'onde 28, et coïncide de préférence avec cette dernière ou ce dernier.

[0042] En d'autres termes, le bord d'attaque 46, 50 est en chaque point incliné dans le sens L vers la rigole de drainage 36A, 36B, 42A, 42B associée. De préférence, le bord d'attaque 46, 50 a une forme concave ou rectiligne vers le haut, et le bord de fuite 48, 52 est en chaque point convexe ou rectiligne vers le bas.

[0043] La hauteur  $h_f$  de chaque fente 44A, 44B mesurée suivant le sens d'écoulement de liquide L est choisie

de sorte à affaiblir le moins possible la structure de l'aillette 20. La hauteur  $h_f$  est comprise par exemple entre 0,5 mm et 20 mm et de préférence entre 5 mm et 15 mm.

[0044] La distance entre deux fentes 44A, 44B successives est nommée  $d_f$ . Cette distance  $d_f$  est la distance entre le point de fuite F d'une fente 44A, 44B et le point d'attaque A de la fente 44A, 44B suivante. Cette distance  $d_f$  est choisie inférieure à 5 cm et est de préférence inférieure à 20 mm.

[0045] Le pas entre deux fentes 44A, 44B successives est nommé  $p_f = h_f + d_f$ . Ce pas  $p_f$  est choisi de telle sorte que la surface de la jambe d'onde 30 est juste remouillée sur sa hauteur  $h_o$  entre deux fentes 44A, 44B successives. Le taux de perforation, c'est-à-dire le rapport de la surface des perforations à la surface totale de l'aillette, est inférieur à 15%.

[0046] Pendant le fonctionnement de l'échangeur, il s'établit un film 56 d'azote liquide qui s'écoule sur la surface de l'aillette 20. Le liquide rencontre alors le bord d'attaque 46, 50 d'une fente 44A, 44B et est dévié vers une rigole 36A, 36B, 42A, 42B de telle sorte qu'une zone asséchée 54 est établie en aval de la fente 44A, 44B. En aval de cette fente 44A, 44B s'établit de nouveau, progressivement, un film de liquide 56 par condensation d'azote gazeux, liquide qui est drainé par la fente 44A, 44B suivante.

[0047] Les fentes 44A, 44B diminuent l'épaisseur du film liquide sur la jambe d'onde 30 et par conséquent la résistance de transfert de chaleur. Elles conduisent, en conséquence, à une augmentation de l'efficacité d'échange thermique de l'aillette.

[0048] Comme il ressort de la Figure 4, pendant le fonctionnement, il s'établit des écoulements de liquide dans les rigoles de drainage 36A, 36B, 42A, 42B. La surface libre de l'écoulement de liquide dans une rigole de drainage est en forme de cylindre partiel de rayon  $r$ . Le liquide s'écoulant dans les rigoles de drainage 36A, 36B, 42A, 42B est empêché de sortir de ces derniers par les forces de capillarité agissant sur le liquide. La capacité de drainage des rigoles est importante grâce au fait que le rayon  $r$  de la surface libre du liquide varie en puissance  $1/4$  du débit de liquide dans la rigole concernée.

[0049] Sur la Figure 6 est représenté une partie inférieure d'un flan F utilisé pour la fabrication de l'aillette 20.

[0050] Le flan F comporte des rangées  $R_p$  de fentes 44A et 44B dans des zones correspondant aux jambes d'onde 30. Ces rangées  $R_p$  s'étendent perpendiculairement au bord inférieur B du flan F.

[0051] Les fentes forment également des rangées R s'étendant parallèlement au bord inférieur B et perpendiculairement aux bords latéraux 31 des jambes d'onde 30.

[0052] Le motif formé par les fentes 44A, 44B est identique sur tous les jambes d'onde 30 et se reproduit avec une périodicité  $p_h$  identique à la périodicité de pliage  $p_p$ .

[0053] Ainsi, un seul poinçon peut être utilisé pour la fabrication des fentes 44A et 44B et ce poinçon est entraîné de façon synchrone avec l'outil de pliage du flan.

**[0054]** Sur la figure 7 est représentée une partie d'un flan d'une première variante d'une ailette-entretoise selon l'invention.

**[0055]** Uniquement les différences par rapport à l'aillette précitée seront décrites.

**[0056]** Le flan F comporte sur chaque zone correspondant à une jambe d'onde 30 des premiers groupes G1 de cinq premières fentes 44A successives et des seconds groupes G2 de cinq secondes fentes 44B successives. Les premières fentes 44A sont inclinées vers un côté de la jambe d'onde 30, tandis que les secondes fentes 44B sont inclinées de l'autre côté de celle-ci.

**[0057]** Les deux groupes G1 et G2 sont distants l'un de l'autre d'une distance  $d_g$  comprise entre 0,5 mm et 5cm.

**[0058]** Chaque jambe d'onde 30 comporte deux rubans 39 de matière continue, associés aux deux bords latéraux 31 de la jambe d'onde 30 et adjacents aux zones de base 26 ou zones de sommet 28.

**[0059]** Chaque fente 44A, 44B s'étend entre ces deux rubans 39.

**[0060]** Pendant le fonctionnement, les fentes 44A dévient le liquide vers un bord de la jambe d'onde 30, tandis que les fentes 44B dévient le liquide vers l'autre bord de la jambe (voir Figure 8).

**[0061]** Sur la Figure 9 est représentée une deuxième variante de l'aillette 20 selon l'invention. Cette Figure correspond à la vue de la Figure 5. Les éléments analogues portent des références identiques.

**[0062]** Les organes 38 de déviation de liquide sont formés par une succession de premières fentes 44A et de secondes fentes 44B. Les premières et secondes fentes s'étendent sur chaque jambe d'onde 30 de part et d'autre d'une ligne médiane M-M de celle-ci.

**[0063]** Cette ligne M-M s'étend parallèlement au sens d'écoulement de liquide L, à mi-distance entre le sommet d'onde 28 et la base d'onde 26 de l'aillette 20.

**[0064]** Les premières fentes 44A sont inclinées à partir de la ligne médiane M-M vers les sommets d'onde 28, tandis que les secondes fentes 44B sont inclinées vers les bases d'onde 26. Les premières fentes 44A et les secondes fentes 44B ont une forme symétrique par rapport à la ligne médiane M-M.

**[0065]** Le point de jonction de fuite F de chaque fente 44A, 44B est disposé à une distance  $d_c$  du sommet 28, respectivement de la base 26. Cette ailette 20 comprend des premières rigoles de drainage 36A, 36B sur les deux côtés de chaque jambe d'onde 30.

**[0066]** Le point de jonction d'attaque A de chaque fente 44A, 44B est disposé sur la ligne M-M. Ainsi, sensiblement toute la largeur de la jambe 30 est munie de fentes de drainage 44A, 44B.

**[0067]** Pendant le fonctionnement et comme représenté sur la Figure 8, le liquide est dévié vers le sommet 28 et la base 26 associés à chaque jambe 30, vers les rigoles 36A, 36B et 42A, 42B.

**[0068]** Chacune des premières 44A ou secondes 44B fentes est décalée par rapport à la première ou seconde

fente suivante d'une distance  $p_f$ .

**[0069]** En d'autres termes, le motif constitué par l'ensemble de deux fentes 44A, 44B est répété après une distance  $p_m$ .

5 **[0070]** La distance  $d_f$  entre le point F d'une fente 44A, 44B et le point A d'une fente 44B, 44A suivante est comprise entre 0 mm et 2,5 cm.

10 **[0071]** Les premières fentes 44A sont décalées par rapport aux secondes fentes 44B d'une distance  $p_f = p_m/2$  suivant le sens d'écoulement L.

**[0072]** Ce décalage conduit à une rigidité importante de l'aillette 20 suivant le sens de la jambe d'onde 30.

**[0073]** Sur la Figure 10 est représentée une troisième variante de l'aillette selon l'invention.

15 **[0074]** Les fentes 44 de cette ailette 20 sont sensiblement en forme de chevron. La pointe A du chevron est située sur la ligne médiane M-M et est dirigée vers l'amont par rapport au sens général d'écoulement de liquide L.

20 **[0075]** Les deux bras 44A, 44B du chevron ont une forme sensiblement identique aux premières 44A et secondes 44B fentes de la première variante de l'aillette 20. Comme différence, le bord d'attaque 46A, 46B de chaque bras est rectiligne du point d'attaque A jusqu'au point de fuite F. Pendant le fonctionnement, l'écoulement de liquide s'établit des deux côtés de chaque jambe d'onde 30, de façon analogue à celui de la deuxième variante (Fig. 8).

25 **[0076]** Chaque fente en forme de chevron (Fig. 10) est soit découpée par un poinçon correspondant en forme de chevron, soit par deux poinçons séparés dont chacun correspond à un bras 44A, 44B d'une fente 44. Dans ce dernier cas, le découpage de la fente 44 est effectuée en deux étapes successives.

30 **[0077]** Sur la Figure 11 est représenté un second mode de réalisation d'une ailette selon l'invention. Cette vue correspond à la vue de la Figure 4, mais ne montre qu'une onde.

35 **[0078]** Comme différence, les organes 38 de déviation de liquide sont constitués de parties embouties 60 dans la surface des jambes d'onde 30. Les parties embouties 60 forment sur un côté de la jambe d'onde une rainure 62 et sur l'autre côté de la jambe d'onde une nervure 64.

40 **[0079]** La forme et la configuration géométrique des parties embouties 60 en vue de côté sont identiques à celle des fentes 44A, 44B des réalisations de l'aillette décrites ci-dessus.

45 **[0080]** La profondeur d'emboutissage  $f_e$  de la partie emboutie 60 est inférieure à la moitié de la largeur d'onde  $l_o$ , et est par exemple comprise entre 0,1mm et 0,25 mm.

**[0081]** L'aillette d'échange thermique selon l'invention peut être facilement fabriquée à partir d'un produit plat, par exemple une tôle en aluminium.

50 **[0082]** Les fentes 44, 44A, 44B sont alors réalisées par perforation.

**[0083]** Alternativement, les parties embouties 60 sont formées par emboutissage avant pliage du produit plat. De préférence, l'emboutissage est effectué sur un seul

côté, de sorte que les rainures 62 se trouvent sur un seul côté du flan. Dans ce cas, chaque canal 34 comporte sur ses deux faces latérales, constituées par les jambes d'onde 30, soit des rainures 62 de déviation soit des nervures 64 de déviation.

**[0084]** En variante, les organes de déviation 38 sont fabriqués sur une ailette du type « serrated », c'est-à-dire comportant des ondulations à décalage partiel. Dans ce cas, la longueur des ondulations dans le sens d'écoulement général de liquide doit être suffisamment importante afin de mouiller la surface de la jambe. La longueur de l'ondulation, appelée également longueur de serration, dans le sens d'écoulement de liquide L doit être au moins 3 mm et de préférence au moins 1 cm.

**[0085]** L'aillette peut également être utilisée dans un échangeur de chaleur dans lequel circule un mélange gazeux dans les passages de refroidissement, et dans lequel une fraction du mélange est condensé.

**[0086]** En variante encore, l'aillette peut être constituée par deux ou plusieurs parties d'aillette disposées l'une après l'autre dans le sens d'écoulement général de liquide. Dans ce cas, il est avantageux que les moyens de drainage 36A, 36B, 38 aient une capacité de drainage différente d'une partie d'aillette à l'autre et que la capacité de drainage d'une partie d'aillette à la partie d'aillette suivante, dans le sens d'écoulement de fluide de drainage, augmente. Un exemple d'une telle ailette est une ailette-entretoise qui comprend une première partie d'aillette munie de rigoles 36A, 36B et des organes de drainage 38 et une seconde partie d'aillette, qui est située en aval dans le sens d'écoulement de liquide L et qui comprend des jambes d'onde 30 lisses.

## Revendications

1. Ailette-entretoise d'échange thermique destinée à être disposée en sandwich entre deux plaques qui délimitent un passage de condensation (15) d'un échangeur de chaleur (7) à plaques brasées, du type comprenant un produit ondulé, notamment à ondulation à section rectangulaire, ayant des jambes d'onde (30) qui, à l'état monté, délimitent des canaux (34) d'écoulement d'un gaz à condenser au moins partiellement, l'aillette-entretoise (20) comportant au moins une rigole de drainage (36A, 36B) de liquide condensé sur les jambes d'onde (30), s'étendant suivant un bord latéral (31) de la jambe d'onde (30), **caractérisée par** des organes de déviation (38) disposés sur la jambe d'onde (30) et adaptés pour dévier du liquide (56) condensé vers cette rigole de drainage (36A, 36B), et en qu'au moins un organe de déviation a un bord d'attaque (46,50 ; 46A,46B) et/ou un bord de fuite (48,52) incliné(s) vers une rigole associée (36A,36B).
2. Ailette-entretoise d'échange thermique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les organes

de déviation (38) de chaque jambe d'onde (30) sont adaptés pour drainer le liquide vers un seul bord latéral (31) de la jambe d'onde (30), et **en ce que** les organes de déviation (38) de deux jambes d'onde (30) successives sont adaptés pour drainer le liquide vers deux bords latéraux (31) opposés.

3. Ailette-entretoise d'échange thermique selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les organes de déviation (38) sont adaptés pour drainer vers les deux bords latéraux (31) le liquide (56) condensé sur chacune des jambes d'onde (30).
4. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** toute la hauteur des jambes d'onde (30) à l'exception des zones (39) associées à une rigole de drainage (36A, 36B) porte des organes de déviation (38).
5. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'aillette-entretoise comprend des bases d'onde (26) et des sommets d'onde (28), et **en ce que** les organes de déviation (38) comprennent des premiers (44A) et seconds (44B) organes dont les premiers sont inclinés vers une rigole (36A) associée à la base d'onde (26) et dont les seconds sont inclinés vers une rigole (36B) associée au sommet d'onde (28).
6. Ailette-entretoise d'échange thermique selon les revendications 2 et 5 prises ensemble, **caractérisée en ce que** les organes de deux jambes d'onde (30) successifs sont constitués uniquement de premiers organes (44A) sur l'une des deux jambes d'onde (30) et uniquement de seconds organes (44B) sur l'autre de ces deux jambes d'onde (30).
7. Ailette-entretoise d'échange thermique selon les revendications 3 et 5 prises ensemble, **caractérisée en ce que** chaque jambe d'onde (30) comprend un premier groupe (G1) de premiers organes (44A) successifs et un second groupe (G2) constitué de seconds organes (44B) successifs, les premiers et les seconds organes s'étendant chacun sur sensiblement toute la hauteur des jambes d'onde (30).
8. Ailette-entretoise d'échange thermique selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** lesdits premiers (44A) et lesdits seconds organes (44B) sont symétriques par rapport à la ligne médiane (M-M) de la jambe d'onde (30).
9. Ailette-entretoise d'échange thermique selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** lesdits premiers organes (44A) sont décalés par rapport auxdits seconds organes (44B), suivant le sens gé-

néral d'écoulement de liquide (L), notamment de la moitié de la distance entre deux premiers (44A) ou deux seconds (44B) organes successifs ( $\underline{p_m}$ ).

10. Ailette-entretoise d'échange thermique selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** lesdits premiers (44A) et seconds organes (44B) se trouvent en vis-à-vis de côté et de l'autre de la ligne médiane (M-M), notamment en formant un chevron (44).
11. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, **caractérisée en ce que**, à l'état déplié de l'ailette-entretoise, les organes de déviation (38) des jambes d'onde (30) forment des rangées (R) s'étendant parallèlement à un bord de l'ailette-entretoise et perpendiculairement aux bords de jambes d'onde (30), et **en ce que** les organes de déviation (38) d'une rangée (R) sont identiques.
12. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications 5 à 11, **caractérisée en ce que** les organes de déviation (38) présentent un bord d'attaque (46, 50 ; 46A, 46B) et un bord de fuite (48, 52), et **en ce qu'**au moins le bord d'attaque (46, 50 ; 46A, 46B) et de préférence le bord d'attaque et le bord de fuite (48, 52) sont en tout point inclinés et dirigés vers la rigole de drainage (36A, 36B) associée.
13. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les organes de déviation (38) comprennent une fente (44 ; 44A, 44B) qui est ménagée dans la jambe d'onde (30).
14. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les organes de déviation (38) comprennent une partie en saillie (64) sur la surface de la jambe d'onde (30) ou en retrait (62) par rapport à la surface de la jambe d'onde (30), notamment une partie emboutie (60).
15. Ailette-entretoise d'échange thermique selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** chaque canal d'écoulement de gaz (34) comporte sur les deux faces latérales constituées de jambes d'onde (30) des parties uniquement en saillie (64) ou sur les deux faces latérales des parties uniquement en retrait (62) par rapport aux surfaces de ces jambes d'onde (30).
16. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** deux organes de déviation (38) successifs sur une jambe d'onde (30) sont distants l'un de l'autre, dans ledit sens général d'écoulement de liquide (L), d'une distance ( $\underline{d_r}$ ) inférieure à 5 cm,

de préférence inférieure à 20 mm.

17. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la rigole de drainage (36A, 36B) comprend un ruban de matière continu (39) de la jambe d'onde (30) adjacente aux organes de déviation (38) et un ruban de matière continu du sommet d'onde (28) ou de la base d'onde (26) adjacent à la jambe d'onde (30).
18. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le sens général d'écoulement de liquide (L) est sensiblement identique au sens d'écoulement général de fluide (V) dans les canaux (34) d'écoulement de gaz.
19. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'ailette-entretoise comprend des ondulations à décalage partiel, et **en ce que** les distances entre deux décalages successifs ont une longueur d'au moins 3 mm et de préférence d'au moins 1 cm.
20. Ailette-entretoise d'échange thermique selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle comprend au moins deux parties d'ailette dont chacune présente une capacité de drainage différente, et **en ce que** la capacité de drainage d'une partie d'ailette à la partie d'ailette suivante dans le sens d'écoulement général de fluide augmente.
21. Echangeur de chaleur à plaques brasées comprenant des plaques (11) qui définissent entre elles des passages d'échauffement (16) et de condensation (15) partielle ou totale de forme générale plate, et comprenant dans chaque passage de condensation (15) une ailette-entretoise d'échange thermique (20), ainsi que des barres de fermeture latérales (12), **caractérisé en ce qu'**au moins une ailette-entretoise d'échange thermique (20) est conforme à l'une quelconque des revendications précédentes.
22. Echangeur de chaleur suivant la revendication 21, **caractérisé en ce qu'**il constitue un vaporiseur-condenseur (7) d'une installation de distillation d'air.
23. Procédé de condensation d'un gaz dans un échangeur de chaleur selon l'une des revendications 21 et 22.
24. Procédé de fabrication d'une ailette d'échange thermique suivant l'une quelconque des revendications 2 à 20, **caractérisé en ce qu'**il comprend les étapes successives suivantes :

- on ménage des rangées parallèles ( $R_p$ ) d'organes de déviation (38) dans un flan de produit plat, notamment de la tôle ;
- on plie plastiquement le produit plat, en formant des ondulations, de telle sorte que les organes de déviation (38) d'une rangée ( $R_p$ ) sont situés sur les jambes d'onde (30).

25. Procédé de fabrication selon la revendication 24 d'une ailette d'échange thermique selon la revendication 10 ou l'une des revendications dépendantes de la revendication 10, **caractérisé en ce que**

- on ménage des premières branches (44A, 44B) du chevron dans le flan, puis
- on ménage des secondes branches (44B, 44A) du chevron dans le flan.

#### Patentansprüche

1. Wärmeaustauschrippe, die dazu bestimmt ist, sandwichtig zwischen zwei Platten angeordnet zu werden, die einen Kondensationsdurchgang (15) eines Wärmetauschers (7) mit gelöteten Platten begrenzen, umfassend ein welliges Produkt, insbesondere mit einer Wellung mit rechteckigem Querschnitt, das Wellenbeine (30) hat, die im montierten Zustand Kanäle (34) zum zumindest teilweisen Ableiten eines zu kondensierenden Gases begrenzen, wobei die Wärmeaustauschrippe (20) mindestens eine Drainagerinne (36A, 36B) für kondensierte Flüssigkeit auf den Wellenbeinen (30) umfasst, die sich entlang eines Seitenrandes (31) des Wellenbeins (30) erstreckt, **gekennzeichnet durch** Ablenkelemente (38), die auf dem Wellenbein (30) angeordnet und derart ausgeführt sind, dass sie kondensierte Flüssigkeit (56) zu dieser Drainagerinne (36A, 36B) ablenken, wobei mindestens ein Ablenkelement einen Angriffsrand (46, 50; 46A, 46B) und/oder einen Lekkagerand (48, 52) aufweist, der zu einer zugehörigen Rinne (36A, 36B) geneigt ist.
2. Wärmeaustauschrippe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablenkelemente (38) jedes Wellenbeins (30) derart ausgeführt sind, dass sie die Flüssigkeit zu einem einzigen Seitenrand (31) des Wellenbeins (30) ableiten, und dass die Ablenkelemente (38) von zwei aufeinander folgenden Wellenbeinen (30) derart ausgeführt sind, dass sie die Flüssigkeit zu zwei gegenüberliegenden Seitenrändern (31) ableiten.
3. Wärmeaustauschrippe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablenkelemente (38) derart ausgeführt sind, dass sie zu den beiden Seitenrändern (31) die kondensierte Flüssigkeit (56) auf jedem der Wellenbeine (30) ableiten.

4. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesamte Höhe der Wellenbeine (30) mit Ausnahme der Zonen (39), die mit einer Drainagerinne (36A, 36B) verbunden sind, Ablenkelemente (38) trägt.
5. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeaustauschrippe Wellenbasen (26) und Wellenspitzen (28) umfasst, und dass die Ablenkelemente (38) erste (44A) und zweite (44B) Elemente umfassen, wobei die ersten zu einer Rinne (36A), die mit der Wellenbasis (26) verbunden ist, geneigt sind, und wobei die zweiten zu einer Rinne (36B), die mit der Wellenspitze (28) verbunden ist, geneigt sind.
6. Wärmeaustauschrippe nach den Ansprüchen 2 und 5 gemeinsam, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elemente von zwei aufeinander folgenden Wellenbeinen (30) nur von ersten Elementen (44A) auf einem der beiden Wellenbeine (30) und nur von zweiten Elementen (44B) auf dem anderen dieser beiden Wellenbeine (30) gebildet sind.
7. Wärmeaustauschrippe nach den Ansprüchen 3 und 5 gemeinsam, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Wellenbein (30) eine erste Gruppe (G1) von ersten aufeinander folgenden Elementen (44A) und eine zweite Gruppe (G2), gebildet von zweiten aufeinander folgenden Elementen (44B) umfasst, wobei sich die ersten und die zweiten Elemente jeweils auf im Wesentlichen der gesamten Höhe der Wellenbeine (30) erstrecken.
8. Wärmeaustauschrippe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten (44A) und die zweiten Elemente (44B) zur Mittellinie (M-M) des Wellenbeins (30) symmetrisch sind.
9. Wärmeaustauschrippe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die ersten Elemente (44A) in Bezug auf die zweiten Elemente (44B) entlang der allgemeinen Fließrichtung der Flüssigkeit (L) insbesondere um die Hälfte des Abstandes zwischen zwei ersten (44A) oder zwei zweiten (44B) aufeinander folgenden Elementen ( $p_m$ ) versetzt sind.
10. Wärmeaustauschrippe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die ersten (44A) und zweiten Elemente (44B) gegenüberliegend beiderseits der Mittellinie (M-M) insbesondere unter Bildung einer Zick-Zack-Form (44) befinden.
11. Wärmeaustauschrippe nach einem der Ansprüche 5 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** im ausgeklappten Zustand der Wärmeaustauschrippe die

- Ablenkelemente (38) der Wellenbeine (30) Reihen (R) bilden, die sich parallel zu einem Rand der Wärmeaustauschrippe und senkrecht zu den Rändern von Wellenbeinen (30) erstrecken, und dass die Ablenkelemente (38) einer Reihe (R) identisch sind.
12. Wärmeaustauschrippe nach einem der Ansprüche 5 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablenkelemente (38) einen Angriffsrand (46, 50; 46A, 46B) und einen Leckagerand (48, 52) aufweisen, und dass mindestens der Angriffsrand (46, 50; 46A, 46B) und vorzugsweise der Angriffsrand und der Leckagerand (48, 52) an jedem Punkt geneigt und zu der zugehörigen Drainagerinne (36A, 36B) gerichtet sind.
13. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablenkelemente (38) einen Schlitz (44; 44A, 44B) umfassen, der in dem Wellenbein (30) vorgesehen ist.
14. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ablenkelemente (38) einen vorspringenden Teil (64) auf der Oberfläche des Wellenbeins (30) oder einen in Bezug auf die Oberfläche des Wellenbeins (30) zurückgesetzten Teil (62), insbesondere einen Ziehteil (60), umfassen.
15. Wärmeaustauschrippe nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Gasableitungskanal (34) auf den beiden Seitenflächen, die von Wellenbeinen (30) gebildet sind, nur vorspringende Teile (64) oder auf den beiden Seitenflächen nur zurückgesetzte Teile (62) in Bezug auf die Oberflächen dieser Wellenbeine (30) umfasst.
16. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwei aufeinander folgende Ablenkelemente (38) auf einem Wellenbein (30) voneinander in der allgemeinen Fließrichtung der Flüssigkeit (L) um einen Abstand ( $d_f$ ) unter 5 cm, vorzugsweise unter 20 mm, entfernt sind.
17. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Drainagerinne (36A, 36B) ein kontinuierliches Materialband (39) des an die Ablenkelemente (38) angrenzenden Wellenbeins (30) und ein kontinuierliches Materialband der an das Wellenbein (30) angrenzenden Wellenspitze (28) oder Wellenbasis (26) umfasst.
18. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die allgemeine Fließrichtung der Flüssigkeit (L)
- im Wesentlichen identisch mit der allgemeinen Fließrichtung des Fluids (V) in den Gasableitungskanälen (34) ist.
19. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeaustauschrippe Wellungen mit teilweisem Versatz umfasst, und dass die Abstände zwischen zwei aufeinander folgenden Versatzpositionen eine Länge von mindestens 3 mm und vorzugsweise von mindestens 1 cm aufweisen.
20. Wärmeaustauschrippe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie mindestens zwei Rippenteile umfasst, von denen jeder eine unterschiedliche Drainageleistung aufweist, und dass die Drainageleistung eines Rippenteils zum folgenden Rippenteil in der allgemeinen Fließrichtung des Fluids zunimmt.
21. Wärmetauscher mit gelöteten Platten, umfassend Platten (11), die zwischen sich Durchgänge zur Erhitzung (16) und teilweisen oder völligen Kondensation (15) von allgemeiner flacher Form definieren, und umfassend in jedem Kondensationsdurchgang (15) eine Wärmeaustauschrippe (20) sowie seitliche Verschlussstangen (12), **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Wärmeaustauschrippe (20) einem der vorhergehenden Ansprüche entspricht.
22. Wärmetauscher nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet, dass** er einen Verdampfer-Kondensator (7) einer Luftzerlegungsanlage darstellt.
23. Verfahren zur Kondensation eines Gases in einem Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 21 und 22.
24. Verfahren zur Herstellung einer Wärmeaustauschrippe nach einem der Ansprüche 2 bis 20, **dadurch gekennzeichnet, dass** es die folgenden aufeinander folgenden Schritte umfasst:
- Anordnen der parallelen Reihen ( $R_p$ ) von Ablenkelementen (38) in einem Zuschnitt eines flachen Produktes, insbesondere Blech;
  - plastisches Falzen des flachen Produktes, wobei Wellungen gebildet werden, so dass sich die Ablenkelemente (38) einer Reihe ( $R_p$ ) auf den Wellenbeinen (30) befinden.
25. Herstellungsverfahren nach Anspruch 24 für eine Wärmeaustauschrippe nach Anspruch 10 oder einem der von Anspruch 10 abhängigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass:**
- erste Abschnitte (44A, 44B) der

Zick-Zack-Form in dem Zuschnitt angeordnet werden, dann

- zweite Abschnitte (44B, 44A) der Zick-Zack-Form in dem Zuschnitt angeordnet werden.

## Claims

1. Heat-exchange spacer fin intended to be sandwiched between two plates that define a condensation passage (15) of a brazed-plate heat exchanger (7), of the type comprising a corrugated product, especially with a corrugation of rectangular cross section, having corrugation legs (30) which, in the fitted state, define flow channels (34) for a gas to be at least partly condensed, the spacer fin (20) comprising at least one drainage channel (36A, 36B) for liquid condensed on the corrugation element legs (30), extending along a lateral edge (31) of the corrugation element leg (30), **characterized by** deflection members (38) placed on the corrugation element leg (30) and designed to deflect condensed liquid (56) towards this drainage channel (36A, 36B), and at least one deflection member has a leading edge (46, 50; 46A, 46B) and/or a trailing edge (48, 52) that is (are) inclined towards an associated drainage channel (36A, 36B).
2. Heat-exchange spacer fin according to Claim 1, **characterized in that** the deflection members (38) of each corrugation element leg (30) are designed to drain the liquid towards a single lateral edge (31) of the corrugation element leg (30) and **in that** the deflection members (38) of two successive corrugation element legs (30) are designed to drain the liquid towards two opposed lateral edges (31).
3. Heat-exchange spacer fin according to Claim 1, **characterized in that** the deflection members (38) are designed to drain the liquid (56) condensed on each of the corrugation element legs (30) towards the two lateral edges (31).
4. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the corrugation element legs (30) have, over their entire height with the exception of the regions (39) associated with a drainage channel (36A, 36B), deflection members (38).
5. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the spacer fin comprises corrugation element bottoms (26) and corrugation element tops (28) and **in that** the deflection members (38) comprise first (44A) and second (44B) members, the first of which are inclined towards a drainage channel (36A) associated with the corrugation element bottom (26) and the second of which are inclined towards a drainage channel (36B) associated with the corrugation element top (28).
6. Heat-exchange spacer fin according to Claims 2 and 5 taken together, **characterized in that** the successive members of two corrugation element legs (30) consist only of first members (44A) on one of the two corrugation element legs (30) and only of second members (44B) on the other of these two corrugation element legs (30).
7. Heat-exchange spacer fin according to Claims 3 and 5 taken together, **characterized in that** each corrugation element leg (30) comprises a first group (G1) of first successive members (44A) and a second group (G2) consisting of second successive members (44B), the first and second members each extending over substantially the entire height of the corrugation element legs (30).
8. Heat-exchange spacer fin according to Claim 5, **characterized in that** said first (44A) and said second members (44B) are symmetrical with respect to the mid-line (M-M) of the corrugation element leg (30).
9. Heat-exchange spacer fin according to Claim 8, **characterized in that** said first members (44A) are offset with respect to said second members (44B) along the general liquid flow direction (L), especially by one half of the distance ( $p_m$ ) between two successive first (44A) or second (44B) members.
10. Heat-exchange spacer fin according to Claim 8, **characterized in that** said first (44A) and second members (44B) lie opposite each other, one on one side of the mid-line (M-M) and the other on the other side thereof, especially so as to form a chevron (44).
11. Heat-exchange spacer fin according to any one of Claims 5 to 10, **characterized in that**, in the unfolded state of the spacer fin, the deflection members (38) of the corrugation element legs (30) form rows (R) lying parallel to one edge of the spacer fin and perpendicular to the edges of corrugation element legs (30) and **in that** the deflection members (38) of a row (R) are identical.
12. Heat-exchange spacer fin according to any one of Claims 5 to 11, **characterized in that** the deflection members (38) have a leading edge (46, 50; 46A, 46B) and a trailing edge (48, 52) and **in that** at least the leading edge (46, 50; 46A, 46B) and preferably the leading edge and the trailing edge (48, 52) are at all points inclined and directed towards the associated drainage channel (36A, 36B).

13. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the deflection members (38) include a slot (44; 44A, 44B) which is made in the corrugation element leg (30). 5
14. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the deflection members (38) include a projecting part (64) on the surface of the corrugation element leg (30) or a part (62) set back with respect to the surface of the corrugation element leg (30), especially a dished part (60). 10
15. Heat-exchange spacer fin according to Claim 14, **characterized in that** each gas flow channel (34) has on the two lateral faces consisting of corrugation element legs (30) only projecting parts (64) or, on the two lateral faces, only parts (62) set back with respect to the surfaces of these corrugation element legs (30). 15
16. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** two successive deflection members (38) on a corrugation element leg (30) are separated from each other, along said general liquid flow direction (L), by a distance ( $d_f$ ) of less than 5 cm, preferably of less than 20 mm. 25
17. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the drainage channel (36A, 36B) comprises a strip (39) of continuous material of the corrugation element leg (30) adjacent to the deflection members (38) and a strip of continuous material on the corrugation element top (28) or the corrugation element bottom (26) adjacent to the corrugation element leg (30). 30
18. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the general liquid flow direction (L) is substantially identical to the general fluid flow direction (V) in the gas flow channels (34). 35
19. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** the spacer fin comprises partially offset corrugations and **in that** the distance between two successive offsets has a length of at least 3 mm and preferably of at least 1 cm. 40
20. Heat-exchange spacer fin according to any one of the preceding claims, **characterized in that** it comprises at least two fin parts, each of which has a different drainage capacity, and **in that** the drainage capacity increases from one fin part to the next fin part in the general fluid flow direction. 45
21. Brazed-plate heat exchanger comprising plates (11) that define, between them, heating passages (16) and partial or complete condensation passages (15) of flat general shape, and comprising, in each condensation passage (15), a heat-exchange spacer fin (20), and also lateral closure bars (12), **characterized in that** at least one heat-exchange spacer fin (20) is in accordance with any one of the preceding claims. 50
22. Heat exchanger according to Claim 21, **characterized in that** it constitutes a condenser-reboiler (7) of an air distillation unit. 55
23. Method of condensing a gas in a heat exchanger according to either of Claims 21 and 22.
24. Process for manufacture of a heat-exchange fin according to any one of Claims 2 to 20, **characterized in that** it comprises the following successive steps:
- parallel rows ( $R_p$ ) of deflection members (38) are made in a blank of flat product, especially sheet metal; and
  - the flat product is plastically bent, forming corrugations, in such a way that the deflection members (38) of a row ( $R_p$ ) are located on the corrugation element legs (30).
25. Process for manufacture according to Claim 24 of a heat-exchange fin according to Claim 10 or one of the claims dependent on Claim 10, **characterized in that**:
- first branches (44A, 44B) of the chevron are made in the blank; and then
  - second branches (44B, 44A) of the chevron are made in the blank.

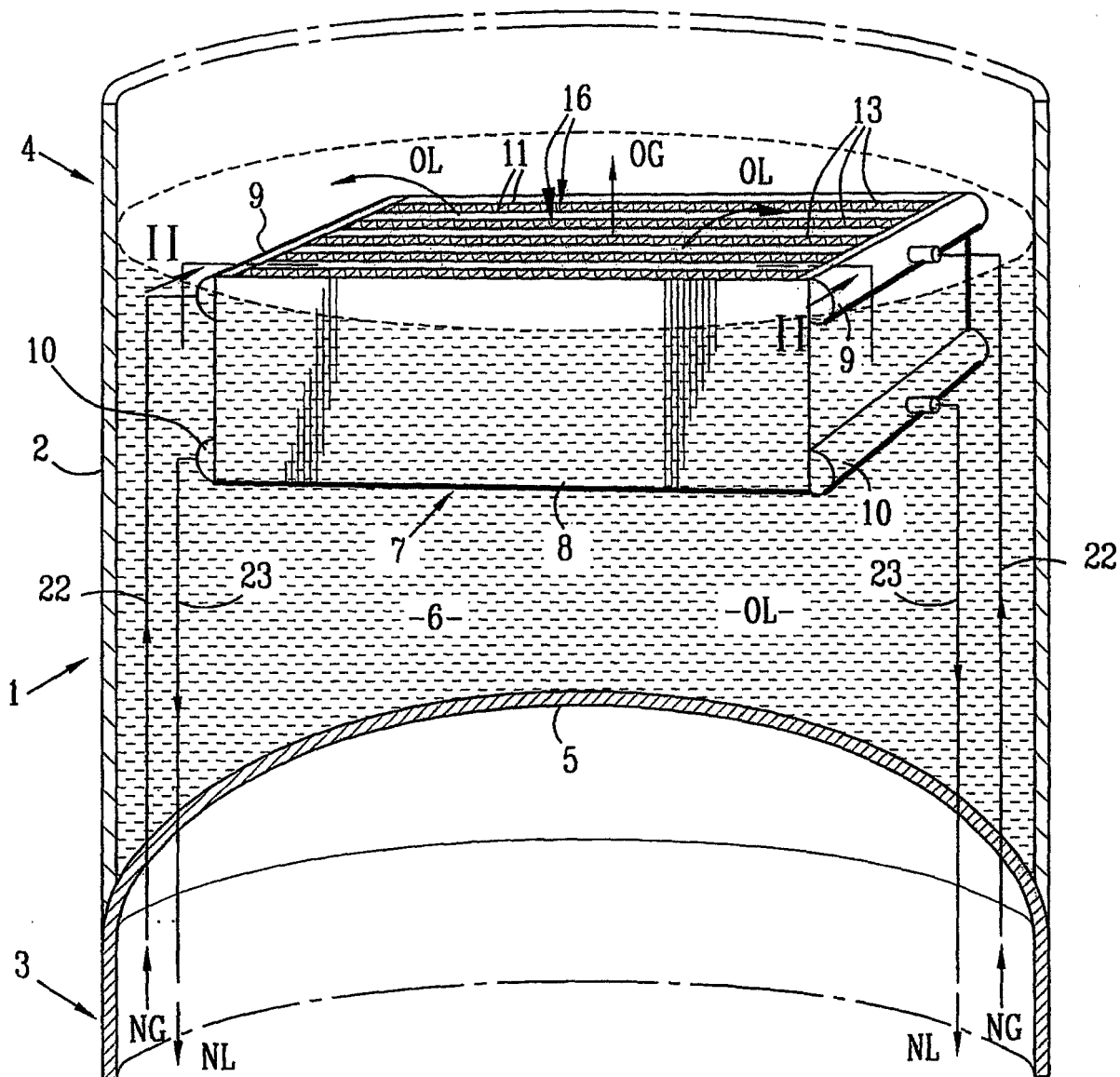


FIG.1

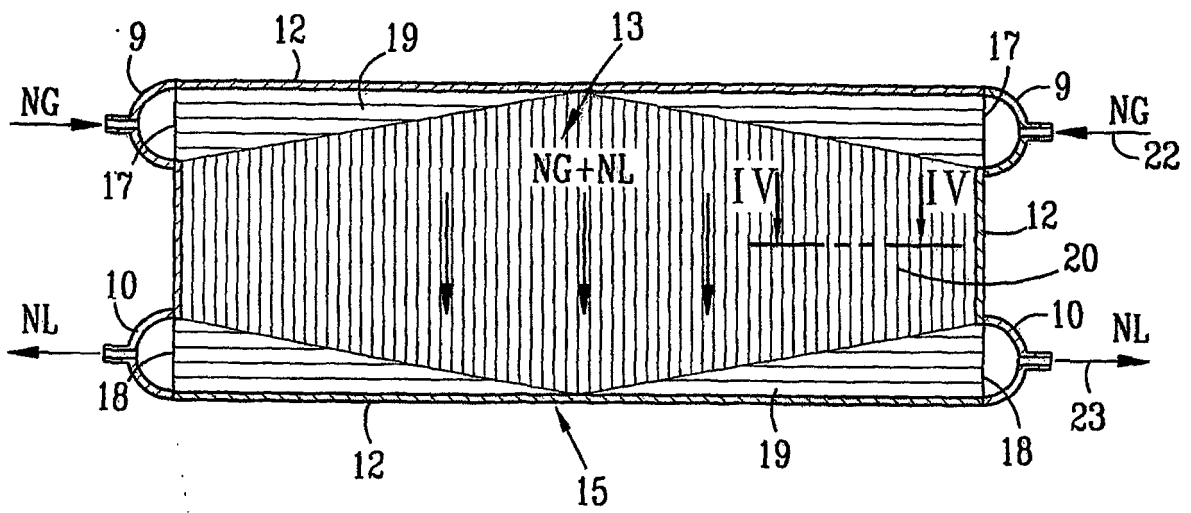
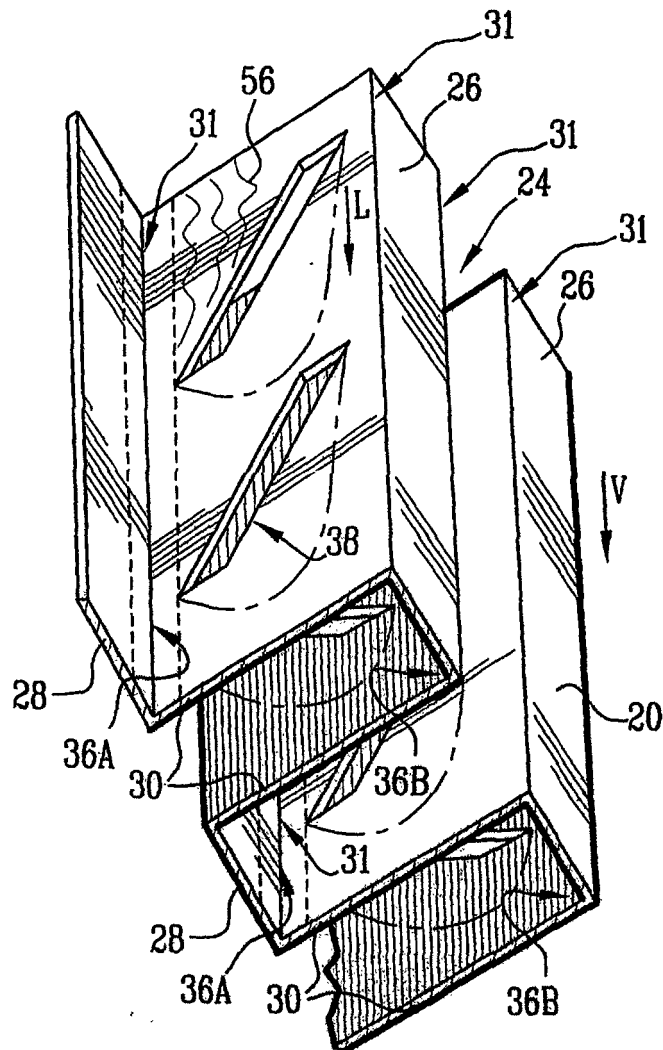
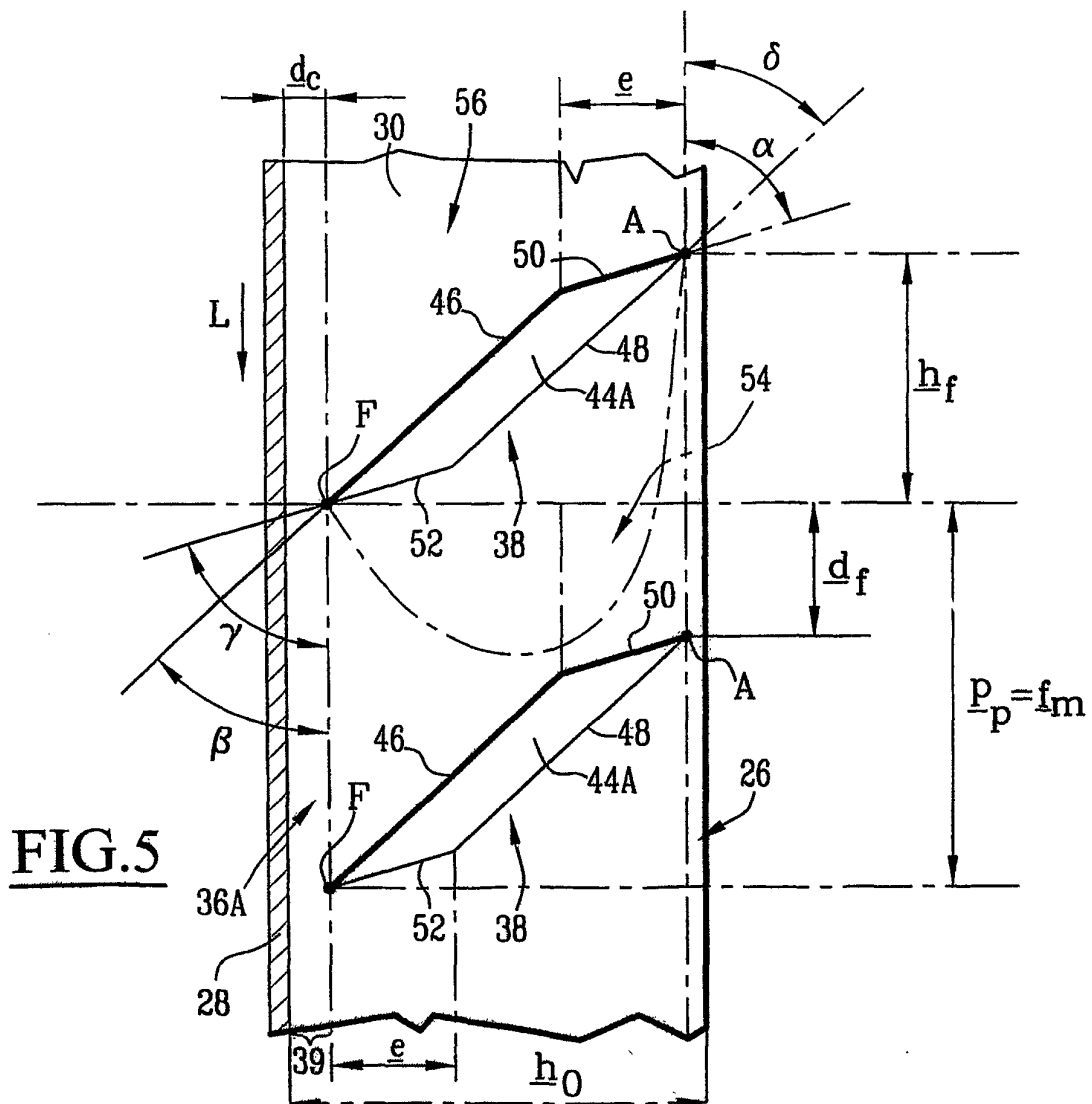
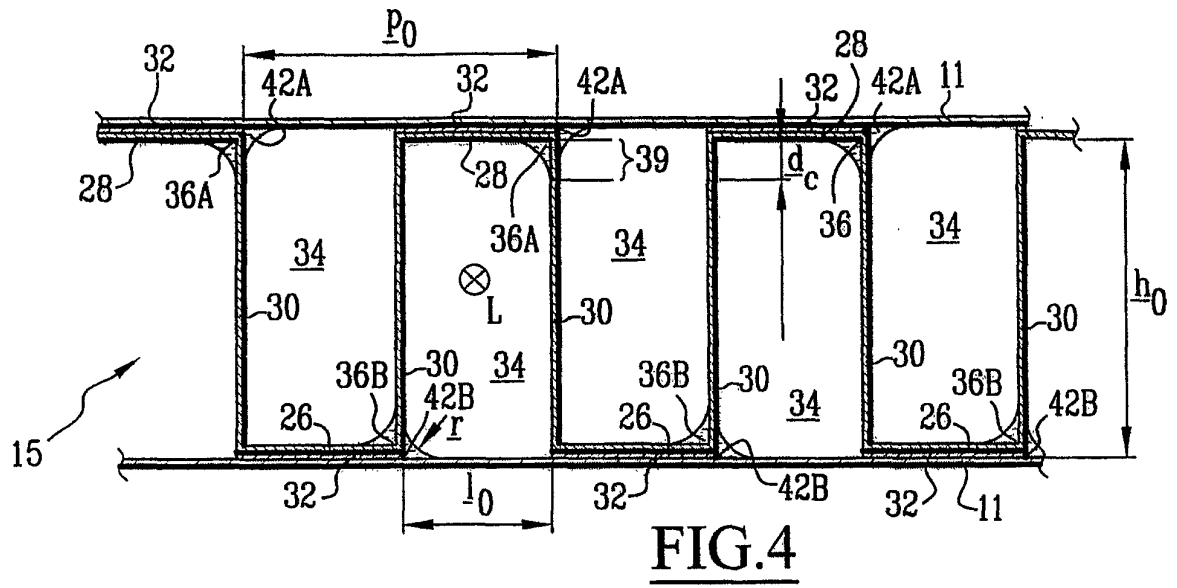


FIG.2



**FIG.3**



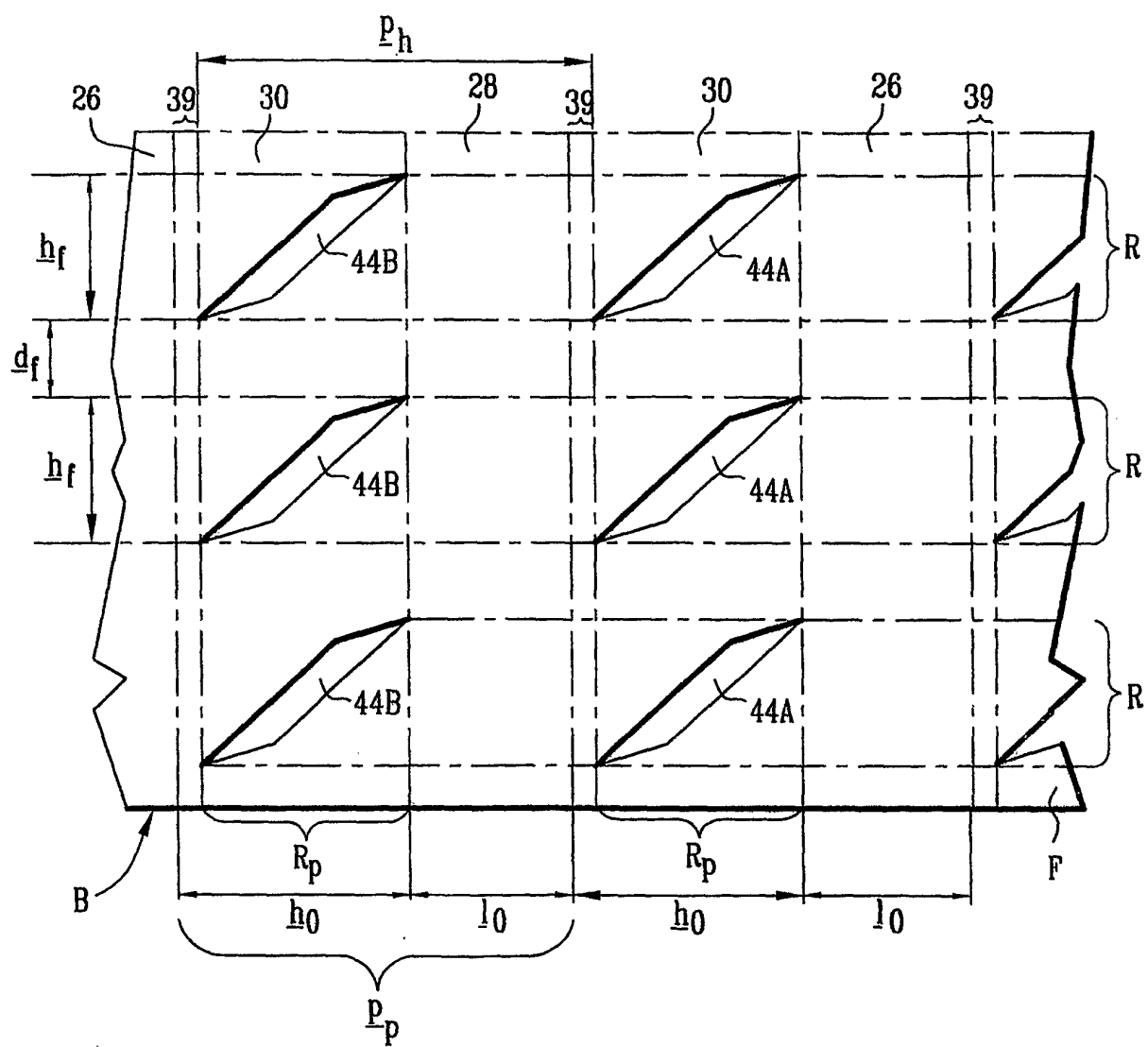
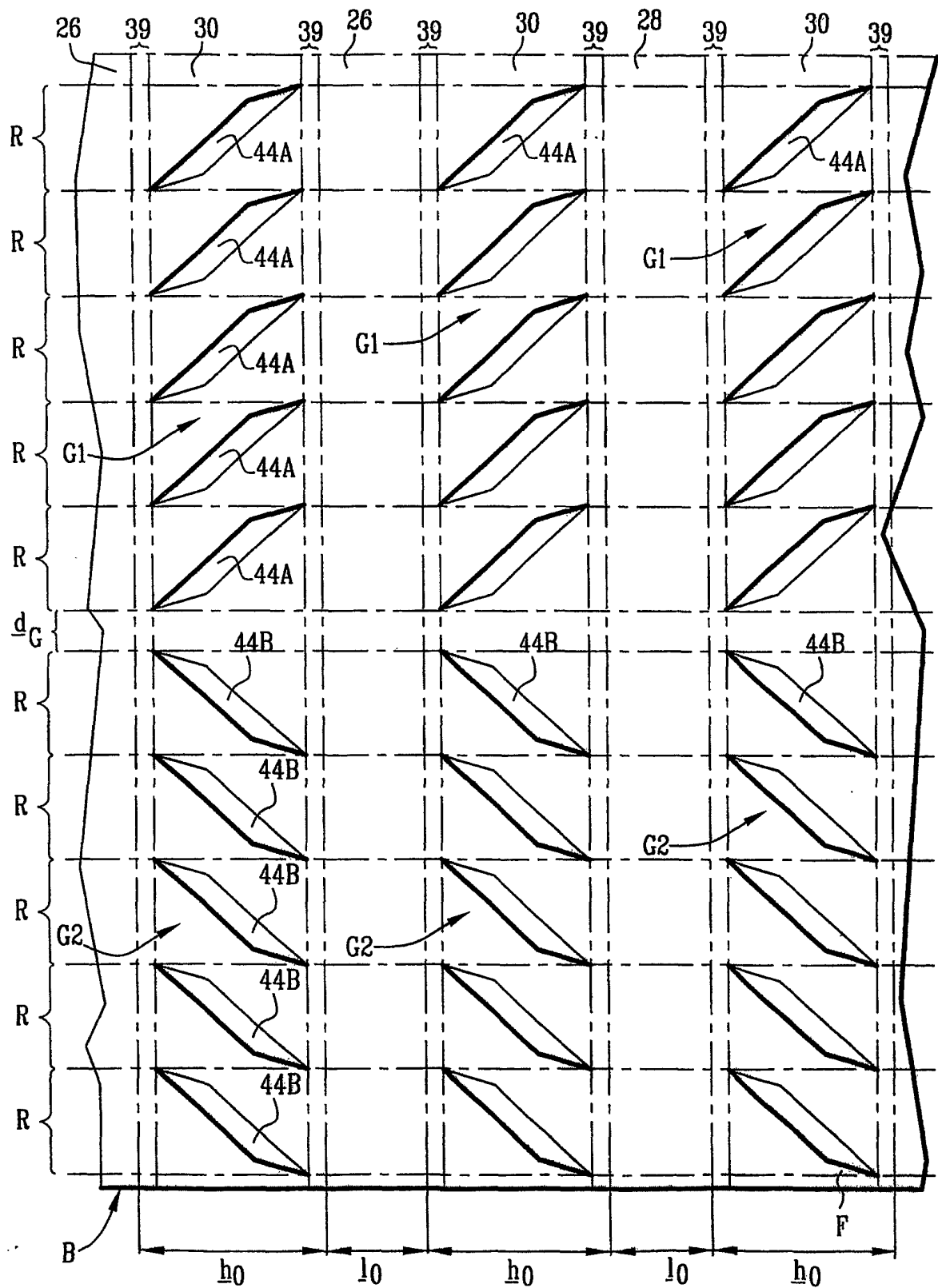
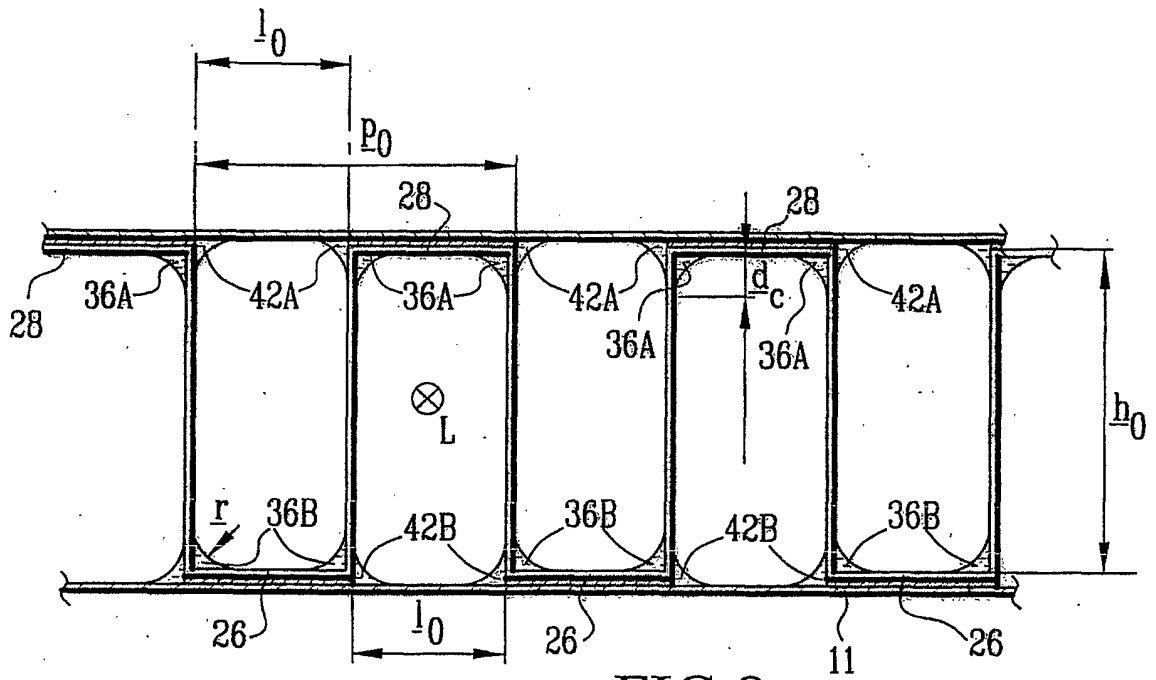


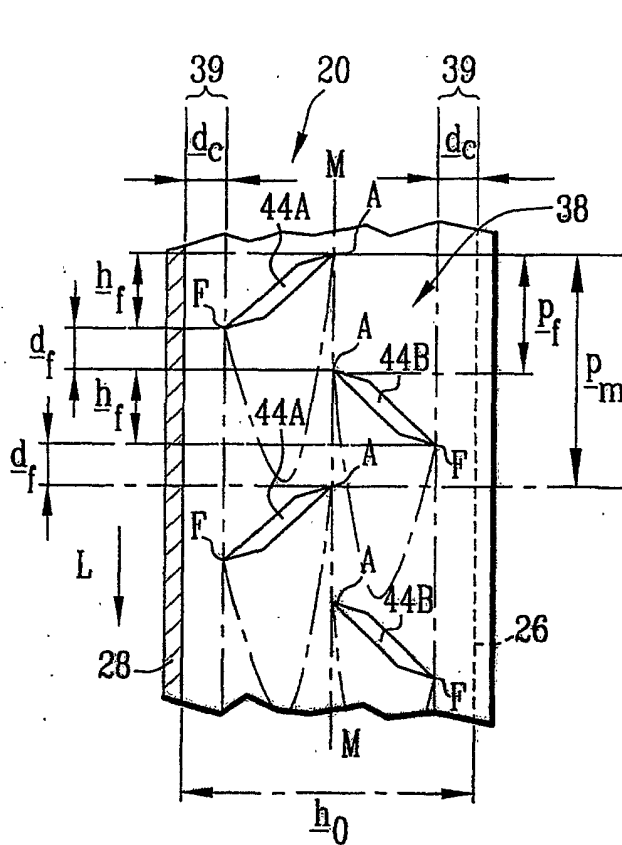
FIG. 6



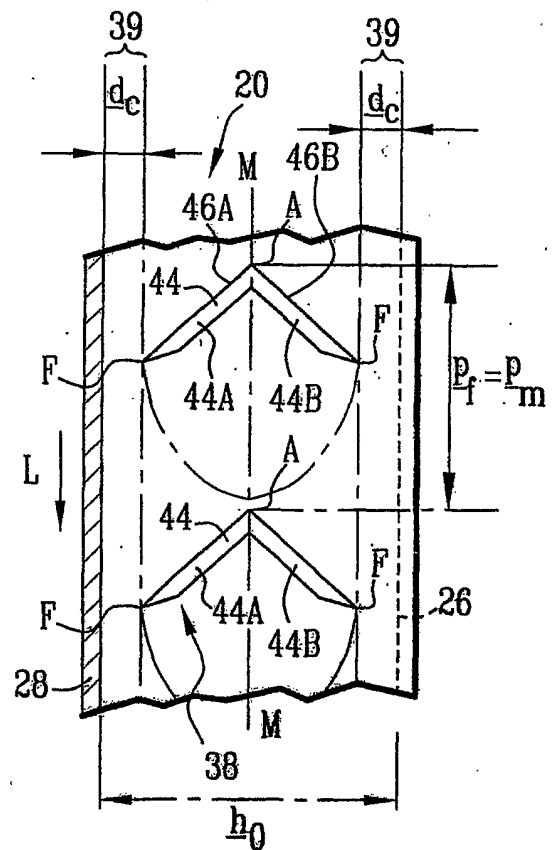
**FIG. 7**



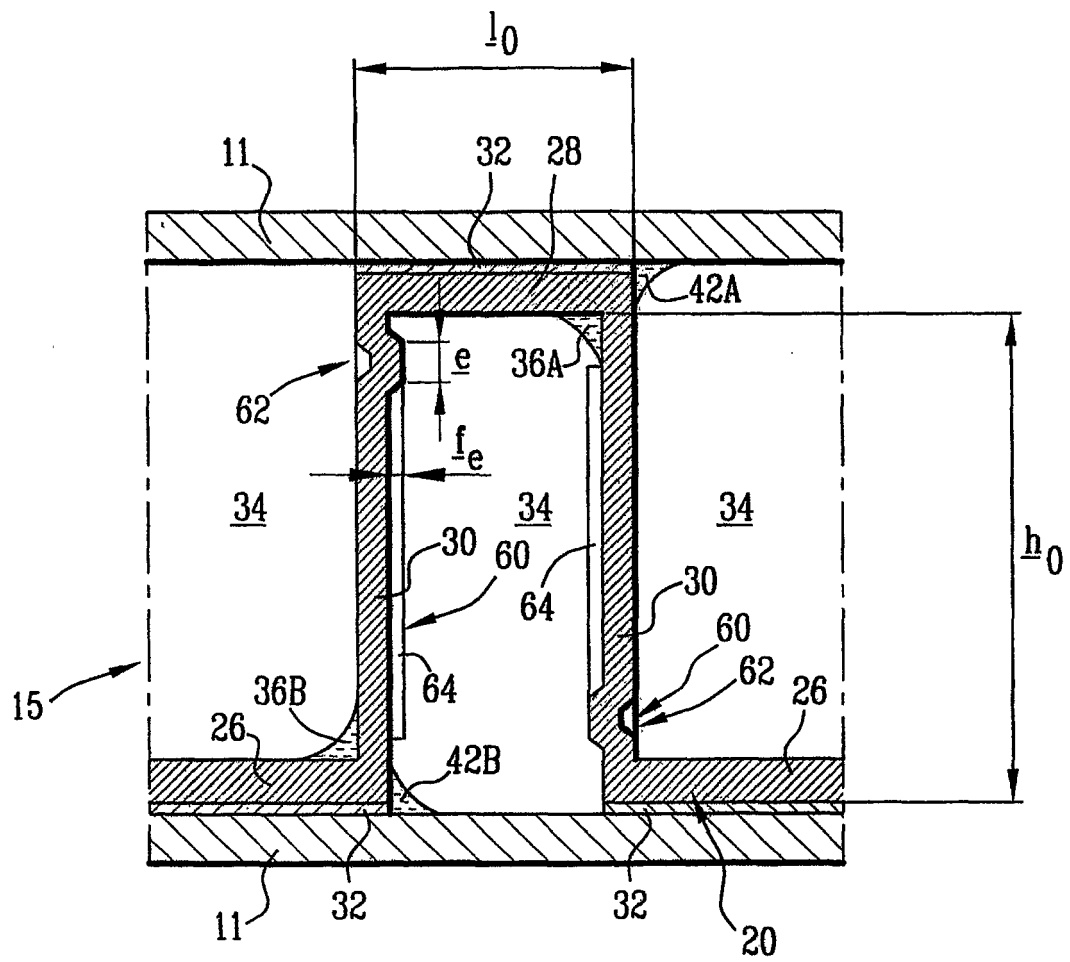
**FIG. 8**



**FIG. 9**



**FIG. 10**



**FIG.11**