

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

**0019 508
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45)

Date de publication du fascicule du brevet:
20.10.82

(51)

Int. Cl.³: **F 28 D 9/00, F 25 J 3/00**

(21)

Numéro de dépôt: **80400560.1**

(22)

Date de dépôt: **25.04.80**

(54)

Ensemble d'échange thermique du genre échangeur de chaleur à plaques.

(30)

Priorité: **18.05.79 FR 7912727**

(43)

Date de publication de la demande:
26.11.80 Bulletin 80/24

(45)

Mention de la délivrance du brevet:
20.10.82 Bulletin 82/42

(84)

Etats contractants désignés:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(56)

Documents cités:
**DE-A-1 925 480
DE-B-1 152 432
FR-A-2 053 109
FR-A-2 384 221**

(73)

Titulaire: **L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCEDES
GEORGES CLAUDE, 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris
Cedex 07 (FR)**

(72)

Inventeur: **Grenier, Maurice, 3, rue Camille Tahan,
F-75018 Paris (FR)**
Inventeur: **Petit, Pierre, Résidence Voltaire,
F-92290 Chatenay-Malabry (FR)**

(74)

Mandataire: **Leclercq, Maurice et al, L'AIR LIQUIDE
SOCIETE ANONYME POUR L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCEDES GEORGES
CLAUDE 75, Quai d'Orsay, F-75321 Paris Cedex 7 (FR)**

EP 0 019 508 B1

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).

Ensemble d'échange thermique du genre échangeur de chaleur à plaques.

La présente invention concerne un échangeur de chaleur du type à plaques comprenant une pluralité de plaques rectangulaires dont la dimension transversale constitue la largeur de l'échangeur et dont la plus grande dimension longitudinale est la longueur de l'échangeur, empilées et solidarisées à espacement étanche selon l'épaisseur de l'échangeur pour former:

– une pluralité de premiers passages dits passages de refroidissement d'un mélange réfrigérant;

– une pluralité de deuxièmes passages dits passages de refroidissement d'un gaz à traiter;

lesdits premiers et seconds passages ayant des zones de distribution d'entrées à une première extrémité longitudinale de l'échangeur et des zones de distribution de sortie au moins au voisinage de l'autre extrémité longitudinale de l'échangeur;

– une pluralité de troisièmes passages dits passages de réchauffage du mélange réfrigérant, avec des zones de distribution d'entrées à la dite seconde extrémité de l'échangeur, et avec des zones de distribution de sorties disposées à distance de la dite première extrémité d'échangeur aboutissant à des fenêtres de sortie latérales;

– une pluralité de quatrièmes passages disposés dans les prolongements longitudinaux laissés libres par lesdits troisièmes passages avec des fenêtres latérales d'entrée et de sortie.

Un tel échangeur de chaleur est décrit dans le document FR-A-2 384 221.

La présente invention a pour but des modalités constructives plus spécialement appropriées à un agencement de l'échangeur selon lequel sa grande dimension est disposée verticalement. Cet agencement vertical de l'échangeur s'est avéré être décisif pour assurer une distribution correcte des différents fluides (premier, second, troisième et quatrième fluides) permettant ainsi un transfert thermique rigoureusement équilibré dans le sens transversal de l'échangeur.

On comprend très bien, en se référant à l'échangeur décrit dans le brevet français no. 2 384 221 que l'échangeur agencé avec sa dimension longitudinale dans le sens horizontal subit les conséquences de la gravité qui font que la zone inférieure de l'échangeur ne voit pas le même flux thermique spécifique que la zone supérieure de l'échangeur. Cette dissymétrie de fonctionnement est encore accentuée dans le cas des quatrièmes passages (figure 5): le réfrigérant se vaporise à température constante dans ces 4ème passages, au cours d'un échange de chaleur à courants-croisés avec les fluides des 1er et 2ème passages en cours de refroidissement. Le choix d'un tel mode d'échange conduit à un flux thermique spécifique beaucoup plus grand dans la zone située en amont de l'écoulement des fluides dans les 1er et 2ème passages que dans celle en aval; le débit de liquide induit par l'effet de rebouillage devrait donc être beaucoup plus grand dans la zone

amont que dans la zone aval, si on ne veut pas assécher la zone haute amont; la condition est difficilement réalisable.

Afin d'obtenir le but recherché par l'invention consistant à permettre un agencement vertical de l'échangeur de chaleur, lesdits quatrièmes passages présentent, de façon connue en soi, des zones actives d'échange thermique à ondes orientées longitudinalement, dont l'extension longitudinale est limitée pour dégager de part et d'autre de chaque dite zone active d'une part une zone de distribution alimentatrice à ondes, d'autre part une zone de distribution évacuatrice à ondes, lesdites zones de distribution alimentatrice et évacuatrice débouchant respectivement dans lesdites fenêtres d'entrées et sortie desdits quatrièmes passages, dites fenêtres d'entrée et de sortie communiquant avec un moyen séparateur de phase commun au moins substantiellement coextensif longitudinalement avec lesdites zones actives.

La disposition verticale de l'échangeur a permis d'assurer des flux de chaleur spécifiques plus homogènes entre les 1er et 2ème passages d'une part et les 3ème passages d'autre part, elle a cependant nécessité un réarrangement complet des 4ème passages qui sont disposés selon l'invention non plus à courants-croisés, mais coextensivement par rapport à la circulation des autres fluides s'écoulant dans les autres passages. C'est la raison pour laquelle une communication directe entre les entrées et les sorties des passages est prévue pour former séparateur de phase. On conçoit qu'en fonctionnement, le liquide entrant à l'extrémité inférieure circule à la façon d'un rebouilleur dans les passages avec un excès important de liquide vaporisé, ce qui assure une homogénéité parfaite des transferts thermiques.

On note que cet avantage est dû essentiellement au fait que le liquide réfrigérant est ici un constituant unique tel le propane et non un mélange réfrigérant comme c'est le cas dans celui qui circule dans les premier et troisième passages, il n'y a donc pas de variation de la composition des phases liquide et vapeur au cours de la vaporisation. On peut donc, sans dégrader les performances thermodynamiques de l'échangeur de chaleur, recycler l'excédant de liquide non vaporisé. La façon la plus économique pour effectuer cette opération est de la faire au plus près de la zone de transfert thermique concernée, par exemple au moyen de boîtes qui sont communes aux entrées et sorties. Bien entendu, ces deux boîtes communes ont une section suffisante pour qu'une séparation au moins grossière des phases liquide et vapeur puisse se produire: la plus grosse partie, par exemple de l'ordre de 90% du liquide excédentaire non vaporisé, est ainsi directement recyclée à l'entrée de la même zone d'échange et une faible partie seulement est entraînée par la phase vapeur qui sera d'ailleurs séparée ultérieurement de préférence dans des collecteurs appropriés.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui suit, à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels:

– la figure 1 est une vue schématique d'une installation de traitement cryogénique incorporant un échangeur selon l'invention en coupe verticale;

– la figure 2 est une vue plus détaillée des quatrièmes passages de l'échangeur selon la figure 1;

– les figures 3 à 7 sont des vues en coupe verticale de variante de réalisation des quatrièmes passages d'un échangeur selon l'invention;

– les figures 8 et 9 sont des vues en coupe verticale de deux variantes de réalisation de la partie basse de l'échangeur au droit d'un troisième passage;

– la figure 10 est une vue en coupe verticale d'un détail de la figure 9;

– la figure 11 est une variante de réalisation de la figure 9;

– la figure 12 est une vue partielle en coupe verticale d'un échangeur au droit d'un deuxième passage;

– la figure 13 est une vue partiellement en coupe, et en perspective d'une variante de l'alimentation d'un troisième passage;

– les figures 14 et 15 sont des vues en coupe partielle et verticale, respectivement selon l'épaisseur et la largeur de l'échangeur;

– les figures 16 et 17 sont des vues analogues aux figures 14 et 15 d'une autre variante de réalisation;

– les figures 18 et 19 sont des vues de deux variantes de réalisation de la figure 10.

En se référant aux figures 1, 2 et 12 une installation de liquéfaction comprend un échangeur à plaques 1 formé d'un empilage de plaques rectangulaires dont la grande dimension, ou longueur, ou hauteur, est disposée verticalement depuis une première extrémité haute 1a jusqu'à une seconde extrémité basse 1b tandis que les petites dimensions, ou largeur et épaisseur, ont des extensions horizontales.

Ces plaques sont séparées les unes des autres par des barrettes-entretoises, le tout étant brasé de façon à définir une pluralité de passages d'échange thermique, que l'on énumère ci-après:

1. En se référant plus particulièrement à la figure 1, une pluralité de premiers passages 11, ou passages de refroidissement de mélange réfrigérant, à extension verticale sur toute la longueur ou hauteur de l'échangeur, comprenant une zone active d'échange thermique 16 s'étendant depuis une zone de distribution d'entrée haute 12 jusqu'à une zone de distribution de sortie basse (non représentée).

La zone de distribution haute 12 est elle-même alimentée par une boîte en bout d'entrée haute 14 pour le mélange réfrigérant, tandis que la zone de distribution de sortie basse communique avec une boîte en bout de sortie basse 15.

2. En se référant plus particulièrement à la figure 12, une pluralité de deuxième passages d'é-

change thermique 21, ou passages de refroidissement du gaz traité, ayant substantiellement la même configuration, avec symétrie par rapport à un plan vertical médian, que la pluralité des passages 11 à extension verticale, comprenant une zone active d'échange thermique 26 s'étendant depuis une zone de distribution haute 22 jusqu'à une zone de distribution de sortie basse 23. La zone de distribution haute 22 est alimentée par une boîte en bout d'entrée haute 24, tandis que la zone de distribution de sortie basse 23 débouche dans une boîte en bout de sortie basse 25.

3. En se référant plus particulièrement à la figure 1, une pluralité de troisièmes passages 31, ou passages de réchauffement du mélange réfrigérant, à extension verticale, comprenant une zone active d'échanges thermiques 36 s'étendant depuis une zone de distribution d'entrée basse 32 jusqu'à une zone de distribution de sortie haute 33, située à un niveau intermédiaire sur la hauteur de l'échangeur. La zone de distribution d'entrée basse 32 communique avec une boîte en bout d'entrée basse 34, tandis que la zone de distribution de sortie haute 33 communique avec deux boîtes de sortie latérale 35a et 35b.

4. En se référant plus particulièrement aux figures 1 et 2, une pluralité de quatrièmes passages 41, pour un réfrigérant auxiliaire, groupés en un ensemble disposé dans le prolongement longitudinal supérieur de chacun des troisièmes passages de réchauffement du mélange réfrigérant 31, chacun de ces quatrièmes passage 41 étant lui-même subdivisé en une pluralité (quatre au dessin) de sous-passages à pressions différentes 41a, 41b, 41c, 41d (quatre pressions différentes au dessin), la pression étant décroissante d'un passage supérieur vers un passage inférieur et chacun de ces passages 41 comprend une zone active d'échange thermique 46 (46a, 46b, 46c, 46d) s'étendant entre une zone de distribution basse d'entrée 42 (42a, 42b, 42c, 42d) et une zone de distribution haute de sortie 43 (43a, 43b, 43c, 43d), les zones de distribution d'entrée 42 et de sortie 43 étant raccordées par des doubles boîtes communes d'entrée-sortie latérales 44 et 45 (44a, 44b, 44c, 44d; 45a, 45b, 45c, 45d).

On va maintenant entrer dans le détail de l'alimentation de l'échangeur 1 en se référant plus particulièrement à la figure 1: les boîtes d'entrée 14 des premiers passages du mélange réfrigérant 11 sont raccordées par une conduite 60, incorporant un refroidisseur 61, à la sortie d'un compresseur 62 dont l'entrée est raccordée par une conduite 63 aux boîtes de sortie latérales (35a et 35b) des troisièmes passages 31. La boîte d'entrée 34 des passages 31 est elle-même raccordée par une conduite 64 incorporant une vanne de détente 65 aux boîtes de sortie 15 des premiers passages 11. Le mélange réfrigérant comprend, par exemple, des hydrocarbures tels que méthane, éthane, butane et généralement de l'azote et la particularité du procédé est que le mélange réfrigérant parvient à l'état purement gazeux aux boîtes d'entrée 14.

Les seconds passages 21 destinés au gaz en

cours de traitement (généralement du gaz naturel) sont alimentés par leurs boîtes d'entrée 24 en gaz naturel à l'état gazeux à température ambiante et les boîtes de sorties basses 25 délivrent du gaz naturel liquéfié. De façon connue, les seconds passages peuvent être équipés de sorties et d'entrées intermédiaires disposées latéralement pour assurer l'élimination de certains composants du gaz en cours de traitement.

Les quatrièmes passages 41 (41a, 41b, 41c, 41d) sont raccordés par leurs boîtes d'entrée-sortie 44 et 45 d'une part, par des tubes hauts 66 destinés à véhiculer de la vapeur, le cas échéant avec du liquide, et des conduites basses 67 destinées à véhiculer exclusivement du liquide, à une double série de collecteurs latéraux 71 (71a, 71b, 71c, 71d) et 72 (72a, 72b, 72c, 72d). Ces collecteurs latéraux 71 et 72 sont eux-mêmes raccordés par des tubulures «vapeur» 73 et des conduites «liquides» 74, chacun à un séparateur 75 (75a, 75b, 75c, 75d) en nombre égal au nombre de types de quatrièmes sous-passages 41, opérant sous des pressions différentes (c'est-à-dire quatre au dessin), un séparateur 75, par exemple le séparateur 75b, étant raccordé au débouché de la phase «liquide» du séparateur voisin à plus haute pression (75a) par une conduite de liaison 76 (76b, 76c, 76d) à vanne de détente 77 (77b, 77c, 77d), sauf le séparateur de tête sous la plus haute pression 75a qui est lui-même raccordé par une canalisation 76a, incorporant une vanne de détente 77a et un refroidisseur-condenseur 78 à la sortie d'un compresseur 79 à plusieurs étages (79a, 79b, 79c, 79d) dont les entrées sont raccordées par des conduites 80 (80a, 80b, 80c, 80d) à une extrémité haute des séparateurs 75a, 75b, 75c, 75d) respectivement.

On détaille maintenant les différentes zones de distribution (12) – (22–23) – (32–33) – (42–43) dont certaines présentent des structures originales.

En se référant aux figures 1 et 12, les zones de distribution (12) et (22–23) présentent des structures du même type (il en est de même de la zone de distribution de sortie basse non représentée des premiers passages d'échange thermique 11), et l'on se contente donc de décrire la zone de distribution 12. Dans chacun des cas, les boîtes d'entrée (14–24) ou de sortie (15–25) sont aménagées en bout axial de l'échangeur 1, mais avec un décalage latéral de façon à permettre, sur une même extrémité d'échangeur, l'aménagement de plusieurs boîtes d'entrée et/ou de sortie. La zone de distribution 12 comprend deux sections 12a, 12b, formées de tôle ondulée; la section 12a présente des ondes à extension verticale, tandis que la section 12b présente des ondes parallèles à extension inclinée parallèlement à la direction qui relie le bord intérieur 91 de la boîte d'alimentation 14 et l'angle inférieur le plus éloigné 92 de la zone de distribution 12. De la sortie, le fluide, qu'il soit à l'état gazeux ou liquide (mais pour la boîte d'alimentation 14, ce fluide est expressément à l'état gazeux) se répartit uniformément le long des ondes parallèles de la section 12a et ensuite se distribue le long des ondes parallèles de la section 12b pour parvenir uniformément dans la zone

active d'échange thermique 16, qui est elle-même pourvue d'ondes parallèles à extension verticale, généralement très serrées, pour obtenir le maximum d'effet d'échange thermique.

En se référant à la figure 1, on détaille maintenant la structure particulière de la zone de distribution d'entrée 32 et de la zone de distribution de sortie 33.

Chaque zone de distribution 32 a cette particularité de présenter une fenêtre d'entrée 95 de même épaisseur qu'un passage 31 de l'échangeur 1 et dont l'autre dimension comptée selon la largeur de l'échangeur 1 est substantiellement réduite par la présence des boîtes de sortie 15 pour le mélange réfrigérant et 25 pour le gaz traité. En outre (mais cela ne présente pas d'importance pour la définition des structures de la zone de distribution 32), c'est un fluide diphasique qui traverse cette fenêtre d'alimentation 95 selon des dispositions qui seront examinées plus loin.

Cette zone de distribution 32 est constituée par quatre sections qui sont définies par des droites reliant les angles supérieurs de la zone 32 aux bords voisins de la fenêtre 95. Une première section 32a, située en amont selon un sens d'écoulement du fluide, se présente donc sous la forme d'un triangle dont la base est coextensive avec la fenêtre 95 et comporte des ondes à extension verticale. Cette première section 32a, alimentée par ses deux côtés deux sections intermédiaires 32b et 32c équipées d'ondes inclinées selon la direction qui relie, dans chaque section 32b ou 32c, le bord inférieur adjacent 96 (96') de la section 32a au bord supérieur adjacent 97' (97) de la zone de distribution 32.

Une quatrième section de distribution 32d se présente également sous forme de triangle dont le sommet coïncide avec celui de la section 32a et est équipée d'ondes à extension verticale permettant la reprise du fluide issu des section 32b et 32c pour alimenter de façon uniforme l'ensemble des ondes à extension verticale de la zone active d'échange thermique 36.

On détaille maintenant plus particulièrement en référence à la figure 2 la forme des zones de distribution d'entrée 42 et de sortie 43 de chacun des quatrièmes passages 41 destinés à la vaporisation d'un réfrigérant auxiliaire, généralement du propane; ces zones de distribution présentent chacune deux sections amont 421 et 422 à l'entrée, 431, 432 à la sortie, en forme de triangles ou trapèzes relativement aplatis et dont les sommets ou petits côtés se font face au niveau de leurs sommets ou petits côtés 98–98', avec des fenêtres d'entrée 991, 992 et de sortie 993 et 994, à partir des boîtes d'entrée-sortie 44 et 45.

Ces sections 421 et 422 (431, 432) ont des ondes à extension horizontale, qui viennent alimenter (ou sont alimentés respectivement par) une troisième section de distribution 423, 424 (433, 434), formée d'une double sous-section chacune formée d'ondes inclinées convergentes vers la zone active d'échange thermique 46 pour l'entrée (ou divergentes à partir de cette zone d'échange 46 pour la sortie), de façon à reprendre le fluide issu

des sections 421 et 422 (ou issu de la zone d'échange thermique 46 respectivement) pour le distribuer uniformément tout le long de la zone active d'échange thermique 46 (ou dans les sections 431, 432 respectivement).

On notera que les fenêtres d'entrée 991 et 992, au niveau du liquide, et de sortie 993 et 994 au niveau de la vapeur ont des extensions longitudinales différentes, puisque les fenêtres de sortie «vapeur» 993 et 994 sont nettement plus allongées que les fenêtres d'entrée «liquide» 991 et 992, ce qui s'explique par le fait qu'elles doivent laisser passer les mêmes quantités de fluide que les fenêtres «liquide» 991 et 992, mais à l'état partiellement vaporisé, alors que ces fenêtres 991 et 992 laissent passer le fluide exclusivement sous forme de liquide.

En se référant maintenant aux figures 1 et 2, en fonctionnement, un réfrigérant auxiliaire, par exemple du propane, est introduit de façon continue dans les collecteurs latéraux 71 et 72 par les conduites «liquide» 74, et ce liquide après avoir été distribué dans les boîtes 44 et 45 pénètre, par les fenêtres 991 et 992 dans les sections 421 et 422 de la zone de distribution alimentatrice 42, avant d'être repris par les sous-sections 423 et 424 pour être distribué, dans toute la zone active d'échange thermique 46 constituée d'ondes serrées à extension verticale.

Le réfrigérant auxiliaire liquide se vaporise partiellement dans ces ondes, et s'écoule par les sous-sections 433 et 434 de la zone de distribution 43, parvient dans les sections 431 et 432 pour être à nouveau dirigé dans les boîtes 44 et 45, puis dans les collecteurs latéraux 71 et 72. La fraction «vapeur» dans les collecteurs 71 et 72 est dirigée (en entraînant cependant une partie de liquide non complètement décanté) vers les séparateurs à pressions différentes 75a, 75b, 75c, 75d où les gouttelettes liquides entraînées se déposent avec la fraction liquide dans lesdits séparateurs.

Le fonctionnement de ces séparateurs est bien connu et ne sera pas rappelé ci-après. On se contentera cependant de rappeler que les différentes fractions «vapeur» des séparateurs 75 sont ramenées aux différents étages du compresseur 79, tandis que le débit global du compresseur 79 est d'abord refroidi et condensé, dans le refroidisseur-condenseur 78, puis subit une première détente en 77a, avant de parvenir dans le séparateur 75a, dont une partie de la fraction liquide est dérivée par la canalisation 76b vers une vanne de détente 77b avant d'être introduite dans le second séparateur 75b, et ainsi de suite.

On se réfère maintenant à la figure 3, qui concerne une variante de réalisation des passages de quatrième fluide 41 pour le réfrigérant auxiliaire. Dans cette forme de réalisation, les passages pour le quatrième fluide 41 incorporent une zone active d'échange thermique 146 qui est constituée d'une double section en forme de trapèze 146a et 146b dont les plus grands côtés sont confondus et correspondent à la hauteur longitudinale d'un passage 41.

Les sections d'entrée «liquide» 142a et 142b ont

la forme de triangles rectangles aplatis dont les petits côtés constituent des fenêtres d'entrée 199a et 199a' pour le liquide, alors que les sections de sortie 143a et 143b ont la même forme, mais présentent des fenêtres de sortie 199b et 199b' de formes nettement plus allongées dans le sens longitudinal.

On notera que, dans ce cas, les ondes des sections 146a et 146b de la zone active d'échange thermique 46 sont toutes verticales et ces ondes peuvent avoir des pas de plus en plus serrés au fur et à mesure qu'on s'approche des boîtes 44 et 45, de façon à offrir au fluide des pertes de charge substantiellement égales malgré les différences appréciables de longueurs de parcours, comme cela ressort clairement du dessin.

En se référant à la figure 4, la forme de réalisation diffère essentiellement de ce qui est décrit à la figure 3 par le fait que les sections d'entrée (142a' et 142b') et de sortie (143a' et 143b') ont ici la forme, non plus de triangles, mais de trapèzes rectangles.

La figure 5 se différencie de la figure 4 en ce que la zone active d'échange thermique 46a, ici, une forme rectangulaire à extension longitudinale plus faible et des sections d'entrée 142a'' et 142b'' qui ont la même forme que les sections 142a' et 142b' de la figure 4, mais ces sections précèdent deux sections de raccordement 142c' et 142c'', adjacentes à la zone active 46.

Une disposition sensiblement analogue est prévue pour la zone de distribution de sortie, dans laquelle les sections de sortie 143a'' et 143b'' sont précédées par des sections de raccordement 143d' et 143d''. Les sections de raccordement 142c' et 142c'' ont des ondes inclinées de façon à distribuer le fluide issu des sections 142a'' et 142b'' tout au long de l'entrée de la zone active d'échange thermique 46, tandis que les sections de raccordement 143d' et 143d'' ont pour but de reprendre le fluide à l'état diphasique depuis la sortie de la section active d'échange thermique 46 vers les sections de sortie 143a'' et 143b''.

La réalisation selon la figure 6 se distingue de la réalisation selon la figure 5 en ce que les sections d'entrée 242a'' et 242b'' et de raccordement 242c' et 242c'' ne sont pas symétriques, les sections 242c'' et 242b'' ayant une plus grande extension transversale que les sections 242c' et 242a'', de façon à distribuer le liquide provenant de la section d'entrée 242b'' sur une longueur transversale supérieure à la moitié de la dimension transversale de la zone active d'échange thermique 46. Cela permet un écoulement d'ensemble du liquide de la gauche vers la droite, ce qui est nécessaire quand l'alimentation en liquide ne se fait que du côté gauche.

La réalisation selon la figure 7 se distingue de la réalisation selon la figure 6 en ce que, non seulement, les sections d'entrée 242a'', et 242b'', 242c' et 242c'' sont dissymétriques dans un sens qui correspond à un plus grand écoulement de gauche à droite que dans le sens inverse, mais également on a prévu que les sections de sortie 243a, 243b, 243d' et 243d'' soient dissymétriques,

les sections 243d' et 243a avant une plus grande extension transversale que la section 243d'' et 243b, ce qui a comme conséquence d'augmenter le débit de liquide non vaporisé, de gauche à droite, vers la boîte 44, par rapport au débit circulant vers la boîte 45.

En se référant aux figures 1 et 8, on détaille l'aménagement de la boîte d'entrée diphasique 34 qui alimente pour l'échangeur 1, l'ensemble des troisièmes passages 31 pour le réchauffement du mélange réfrigérant. Comme on l'a vu précédemment, cette boîte d'entrée diphasique 34 est montée en-dessous de la fenêtre 95 d'alimentation de la zone de distribution 32 qui a été précédemment décrite.

Cette boîte d'alimentation diphasique 34 est formée d'une enveloppe 101 ayant une extension verticale substantielle et qui présente une ouverture 102 à mi-hauteur environ, dans laquelle débouche la conduite 64 de réintroduction de mélange réfrigérant basse pression. A l'intérieur de l'enveloppe 101, parallèlement à la fenêtre 95 et à faible distance de celle-ci, est montée une plaque perforée 103 sur laquelle, et au travers de laquelle, sont montés des tubes 104 s'étendant au-dessous de ladite plaque 103 et jusqu'à une distance largement en-dessous de l'ouverture 102 de la conduite 64, les tubes 104 présentant une extrémité inférieure 105, dans laquelle a été avantageusement pratiquée une ou plusieurs fentes 106. Dans l'espace interstitiel entre la zone de distribution 32 et la plaque perforée 103, est placé un garnissage 107.

En fonctionnement, le mélange réfrigérant qui vient d'être détendu par la vanne de détente 65 à la basse pression du cycle parvient à l'intérieur de l'enveloppe 101, dans laquelle ce fluide, à l'état diphasique, se sépare en une fraction vapeur 108 et une fraction liquide 109, le niveau normal de séparation N étant généralement situé au-dessus des fentes 106. On comprend que l'effet propulsif dû à la pression agissant sur la surface de la masse liquide 109 assure une remontée du liquide au travers des tubes 104, en même temps qu'un échappement de la fraction gazeuse au travers des perforations de la plaque 103. Le mélange diphasique est ainsi reconstitué d'une façon homogène, à la sortie supérieure des tubes 104, dans le garnissage 107, ce qui permet une alimentation uniforme de la section 32a resp. 32e de la zone d'alimentation 32. Si, pour une raison quelconque, le débit de la phase gazeuse devient trop important, par exemple en régime de mise en route ou à la suite d'un dérèglement, le niveau N de la fraction liquide 109 descend jusqu'à parvenir au niveau des fentes 106, ce qui occasionne alors l'échappement, au travers des fentes 106, des tubes 104, d'une partie de la fraction gazeuse. Une fois que le débit de cette fraction liquide, qui constitue normalement l'essentiel du fluide diphasique, se rétablit, le niveau N remonte et le fonctionnement tel que détaillé plus haut reprend.

En se référant maintenant à la seule figure 8, la zone de distribution 32 est ici constituée seulement d'une section 32e, sous forme d'un triangle

dont la hauteur correspond à la dimension longitudinale de la zone de distribution 32 et dont la base occupe toute la largeur de la fenêtre 95. Cette section 32e présente des ondes verticales, et de part et d'autre de la section 32e sont disposées deux sections de répartition 32f et 32g qui occupent le restant de la zone d'alimentation 32 et qui présentent des ondes parallèles définies:

- pour ce qui concerne la section 32f, par la droite joignant le bord supérieure gauche 111 de la boîte d'alimentation diphasique 34 au bord supérieur gauche 112 de la zone d'alimentation 32;

- pour ce qui concerne la section 32g, par la droite qui relie de bord supérieur droit 113 de la boîte d'alimentation 34 au bord supérieur droit 114 de la zone d'alimentation 32.

Ainsi, on comprend que le fluide diphasique qui circule uniformément le long des ondes verticales de la section centrale 32e est repris - lorsqu'il y a symétrie, c'est-à-dire lorsque la section 32e a la forme d'un triangle isocèle dont le sommet est axial - pour moitié par la section 32f, pour l'autre moitié par la section 32g, de sorte que les ondes verticales de la zone active d'échange thermique 36 sont alimentées uniformément en liquide diphasique.

En se référant aux figures 9 et 10, on voit ici que la zone active d'échange thermique 36 des passages de réchauffement de mélange réfrigérant 31, est alimentée par une zone de distribution 32 qui est identique à celle que l'on a décrit à la figure 8, mais la boîte d'entrée 34 est ici de nature très différente: cette boîte d'entrée 34 se présente sous forme d'un réceptacle hémicylindrique épais 120 monté en regard de fenêtres d'alimentation 121 pour la zone de distribution 32. Chaque fenêtre d'alimentation 121 est obturée d'une barrette épaisse 122 dans laquelle est montée, par vissage, une pluralité d'éjecteurs 123 ayant une forme divergeant vers le haut, le réceptacle 120 présentant un orifice d'admission sur lequel est raccordée la conduite d'alimentation 64, mais contrairement aux exemples précédents, le mélange réfrigérant a été, ici, détendu à une pression intermédiaire, telle qu'il ne se forme dans le réceptacle 120 qu'un liquide franc, la détente finale s'effectuant dans des éjecteurs 123; le mélange diphasique se fait donc ipso-facto à la sortie des éjecteurs 123 et est, de ce fait même, uniformément réparti le long des ondes verticales de la première section 32e de la zone de distribution 32.

En se référant à la figure 11, on décrit une variante de réalisation de la boîte d'alimentation 34 telle que décrite en référence à la figure 9. Ici, on retrouve le réceptacle hémicylindrique 120 destiné à recevoir le liquide franc à la pression intermédiaire, mais les éjecteurs 123 sont ici agencés d'une façon régulièrement répartie dans une plaque-support 124 qui s'étend sur toute la surface de l'échangeur 1, mais à faible distance au-delà de cet échangeur, et entre la plaque 124 et les fenêtres libres 125 des passages de réchauffement du mélange réfrigérant 31 est ménagé un caillebotis 126 de répartition du fluide diphasique

à l'entrée des sections 32e de toutes les zones de distribution 32.

En se référant maintenant aux figures 13, 14 et 15, on décrit encore une autre variante de réalisation de l'alimentation diphasique des conduits de réchauffement du mélange réfrigérant 31.

Ici, la boîte d'alimentation 34 comprend un réceptacle 151 s'étendant sur toute la profondeur de l'échangeur 1 et dans lequel débouche, après séparation dans un séparateur 150 et via la conduite 64, un liquide franc 152. Les passages 31 sont ici disposés côte à côte, deux par deux, et, dans l'intervalle compris entre deux couples de passages 31, est ménagé un passage de vapeur 51 qui s'étend sur une faible longueur terminale de l'échangeur du côté de son extrémité inférieure ou deuxième extrémité, ce qui limite d'autant l'extension longitudinale des passages de refroidissement du gaz traité 21. La séparation entre les passages 51 d'une part, et 11 et 21 d'autre part, est assurée par des entretoises d'étanchéité 52.

Eventuellement du côté de l'extrémité inférieure de l'échangeur 1, les passages 51 sont fermés par des barrettes 53, et on voit que les plaques parois intermédiaires 54 entre chaque passage 51 et chaque passage 31 sont ajourés selon des fentes inclinées (ou des trous) 56, régulièrement réparties.

Bien entendu, dans cette disposition, les sorties des passages de refroidissement de mélange réfrigérant 11 et les sorties de passage de refroidissement de gaz traité sont ici disposées latéralement à l'échangeur, comme indiqué en 57 pour les passages de mélange réfrigérant 11, ou en 58 pour les passages de refroidissement de gaz traité. Ici, la zone de distribution évacuatrice a été simplifiée en ce sens qu'elle prévoit l'évacuation du mélange réfrigérant en totalité sur un côté de l'échangeur, vers la boîte 57 par la zone de distribution 59, tandis que l'évacuation du gaz traité s'effectue en totalité sur l'autre côté vers la boîte 58 de l'échangeur. On notera que les boîtes de sortie 57 et 58 sont étagées longitudinalement, de façon à ménager un espace libre pour la disposition d'une boîte d'entrée 60 associée à une zone de distribution 61, pour la phase vapeur qui provient du séparateur 150, alors que le liquide 152 est soutiré en cuve dans ce même séparateur 150.

En fonctionnement, on conçoit que la vapeur qui pénètre dans les passages 51 subit une certaine perte de charge dans les lumières 56, de sorte que le niveau de liquide N_1 qui s'établit dans les passages 51 est inférieur au niveau de liquide N_2 qui s'établit dans les passages de réchauffement de mélange réfrigérant 31. La vapeur s'engage donc uniformément dans les fentes 56 et est ainsi distribuée dans le liquide. L'avantage essentiel de cette disposition est que le mélange diphasique est effectué juste en amont de la zone d'échange thermique entre les conduits de refroidissement pour le mélange réfrigérant 11 et pour le gaz traité 21.

En se référant à la variante de réalisation représentée aux figures 16 et 17, on voit ici une disposition sensiblement analogue des passages 31 de

réchauffement de mélange réfrigérant qui sont situés de part et d'autre d'un passage de vapeur 51 qui, lui-même est ménagé dans le prolongement longitudinal des passages de refroidissement de mélange réfrigérant 11, dont la boîte de sortie 15 est disposée latéralement. Par contre, les passages de gaz traité 21 s'étendent ici sur toute la longueur de l'échangeur 1 et la boîte de sortie 25 est alors disposée en bout de l'échangeur. Les passages de gaz traité 21 aboutissent à une boîte de sortie en bout 25.

En se référant à la figure 18, qui est une variante de réalisation de la figure 10, un éjecteur est ici formé de deux parties fixées sur la plaque 122, à savoir une partie amont 131 percée d'un passage 132 de diamètre d et une partie aval 133 percée d'un passage 134 de diamètre D . La surface transversale du passage D est égale à 1,5 à 5 fois la surface transversale du passage d , avantageusement de 2 à 4 et de préférence de l'ordre de 3. Cette disposition permet une souplesse de réglage permettant d'avoir à l'aval une pression de détente constante pour des débits variant dans de larges limites, par exemple de 40% à 120% avec des pressions amont également très différentes.

La figure 19 est une variante de réalisation de la figure 18 où les passages 132' et 134' sont directement pratiqués dans la plaque 122.

Revendications

1. Echangeur de chaleur du type à plaques comprenant une pluralité de plaques rectangulaires dont la dimension transversale constitue la largeur de l'échangeur et dont la plus grande dimension longitudinale est la longueur de l'échangeur, empilées et solidarisées à espacement étanche selon l'épaisseur de l'échangeur pour former:

- une pluralité de premiers passages (11) dits passages de refroidissement d'un mélange réfrigérant;

- une pluralité de deuxièmes passages (21) dits passages de refroidissement d'un gaz à traiter;

- lesdits premiers (11) et seconds (21) passages ayant des zones de distribution d'entrées (12–22 respectivement) à une première extrémité longitudinale (1a) de l'échangeur (1) et des zones de distribution de sortie au moins au voisinage de l'autre extrémité longitudinale (1b) de l'échangeur;

- une pluralité de troisièmes passages (31) dits passages de réchauffage du mélange réfrigérant, avec des zones de distribution d'entrées (32) à la dite seconde extrémité (1b) de l'échangeur (1), et avec des zones de distribution de sorties (33) disposées à distance de la dite première extrémité (1a) d'échangeur aboutissant à des fenêtres de sortie latérales;

- une pluralité de quatrièmes passages (41) disposés dans les prolongements longitudinaux laissés libres par lesdits troisièmes passages (31) avec des fenêtres latérales d'entrée (991) et de sortie (993);

caractérisé en ce que lesdits quatrièmes passages (41) présentent, de façon connue en soi, des zones actives d'échange thermique (46) à ondes

orientées longitudinalement, dont l'extension longitudinale est limitée pour dégager de part et d'autre de chaque dite zone active (46) d'une part une zone de distribution alimentatrice à ondes (42), d'autre part une zone de distribution évacuatrice à ondes (43), lesdites zones de distribution alimentatrice (42) et évacuatrice (43) débouchant respectivement dans lesdites fenêtres d'entrées (991) et sortie (993) desdits quatrièmes passages (41) et en ce que les dites fenêtres d'entrée (991) et de sortie (993) communiquent avec un moyen séparateur de phase commun au moins substantiellement coextensif longitudinalement avec lesdites zones actives (46).

2. Echangeur à plaques selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une zone de distribution alimentatrice (42) et une zone de distribution évacuatrice (43) comportent chacune deux fenêtres d'entrée (991, 992) et deux fenêtres de sortie (993, 994) débouchant aux extrémités transversales de l'échangeur.

3. Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le moyen séparateur comprend une boîte d'entrée-sortie (44) (et/ou 45) comme à une pluralité de fenêtres d'entrée (991) (et/ou 992) et à une pluralité de fenêtres de sortie (993) (et/ou 994).

4. Echangeur à plaques selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'une boîte d'entrée-sortie (44) (et/ou 45) est associée en outre à un collecteur latéral (71) (et/ou 72) auquel elle est raccordée par des conduits haut (66) et bas (67).

5. Echangeur à plaques selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une fenêtre d'entrée (991) (et/ou 992) présente une extension longitudinale inférieure à celle d'une fenêtre de sortie (993) (et/ou 994).

6. Echangeur à plaques selon la revendication 1, du genre où les zones de distribution alimentatrices à ondes (42) et les zones de distribution évacuatrices à ondes (43) comportent au moins une section à ondes orientées transversalement à l'échangeur, caractérisé en ce que les sections à ondes (142a – 142b, figure 3) 142a' – 142b', figure 4) orientées transversalement à l'échangeur (1) sont adjacentes directement à la zone active d'échange thermique (146), qui présente une extension longitudinale d'autant plus grande qu'on s'éloigne d'une fenêtre d'entrée (199a) et/ou 199a') et de sortie (199b) (et/ou 199b').

7. Echangeur de chaleur selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'entre les zones de distribution (142a'', 142b'', 143a'', 143b'', figure 5); (242a'', 242b'', figure 6); (243a, 243b, figure 7) et la zone active d'échange thermique (46) est ménagée au moins une zone de raccordement (142c', 142c'') (143d', 143d'', figure 5), (242c', 242c'', figure 6); (243d', 243d'', figure 7).

8. Echangeur à plaques selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'une section d'ondes d'une zone de distribution alimentatrice (242b'', 242c'') a une extension transversale supérieure à celle de l'autre section d'ondes (242a'', 242c') de ladite zone de distribution alimentatrice (figure 6).

9. Echangeur à plaques selon la revendication 8,

caractérisé en ce qu'une section d'ondes d'une zone de distribution évacuatrice (243d'', 243b) a une extension transversale inférieure à celle de l'autre section d'ondes de distribution évacuatrice (243d', 243a), la section d'ondes évacuatrice (243d'', 243b) qui a la plus faible extension transversale ayant une sortie qui est située du même côté latéral que l'entrée de la section d'ondes de distribution alimentatrice ayant la plus grande extension transversale (242b'', 242c'', figure 7).

10. Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé par une pluralité (41a, 41b, 41c, 41d) de quatrièmes sous-passages (41) étagés selon la longueur de l'échangeur, les quatrièmes sous-passages situés au même niveau longitudinal (par exemple 41c) étant associés à des boîtes d'entrée-sortie communes situées au dit niveau (44c – 45c) (figure 2).

11. Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 3 à 10, caractérisé en ce que les troisièmes passages (31) sont associés, du côté de la seconde extrémité (1b) de l'échangeur (1), successivement à des zones de distribution alimentatrice (32) et à une boîte d'alimentation dite diphasique (34).

12. Echangeur à plaques selon la revendication 11, caractérisé en ce que les zones de distribution alimentatrices (32) comportent une section amont (32a) coextensive transversalement avec la boîte d'alimentation diphasique (34) et présentant une forme triangulaire, les ondes de ladite section amont étant orientées longitudinalement (figure 1).

13. Echangeur à plaques selon la revendication 12, caractérisé en ce que la section amont (32e) de la zone de distribution (32) a une extension longitudinale égale à celle de la zone de distribution (32) et ladite section amont de distribution est suivie de deux sections de raccordement à ondes inclinées (32f; 32g) (figure 8).

14. Echangeur à plaques selon la revendication 12, caractérisé en ce que la section amont (32a) de la zone de distribution (32) a une extension longitudinale inférieure à l'extension longitudinale de la zone de distribution et comporte deux sections intermédiaires (32b – 32c) de raccordement à une section aval de forme triangulaire (32d), de même sommet que la section amont (32a), et dont la base correspond à l'extension transversale de la zone active (36) d'un troisième passage (31), ladite section aval (32d) ayant des ondes à extension longitudinale (figure 1).

15. Echangeur à plaques selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce que la boîte d'alimentation diphasique (34) pour les troisièmes passages (31) présente des moyens de délivrance, uniformes selon chaque extension transversale d'un passage et uniformément d'un passage au suivant selon l'épaisseur de l'échangeur, d'un fluide composite présentant une phase liquide et une phase vapeur.

16. Echangeur à plaques selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens de délivrance comportent une boîte (34) en bout de l'échangeur s'étendant sur toute l'épaisseur de l'échangeur et

incorporant à faible distance de la seconde extrémité (1b) de l'échangeur (1) une plaque à perforation (103) supportant des tubes (104) s'étendant longitudinalement dans ladite boîte (34), ces tubes (104) présentant de préférence une fente (106) côté de leur extrémité libre, tandis qu'un moyen de garnissage (107) est intercalé entre les entrées (95) des troisièmes passages (31) et ladite plaque à perforation (103) (figure 8).

17. Echangeur à plaques selon la revendication 13, caractérisé en ce que la boîte d'alimentation diphasique (34) comporte un réceptacle (120) pour une phase liquide et une plaque (122) à éjecteurs de détente (123) uniformément répartis sur l'extension transversale de chaque fenêtre d'entrée (121) des troisièmes passages (31).

18. Echangeur à plaques selon la revendication 17, caractérisé en ce que la plaque à éjecteurs est constituée d'une pluralité de barrettes (122) montées de façon étanche à l'entrée de chaque troisièmes passages (31) (figure 9).

19. Echangeur à plaques selon la revendication 17, caractérisé en ce que la plaque à éjecteurs est une plaque unique (124), à éjecteurs (123) répartis en surface, disposée à faible distance des fenêtres d'entrée (125) des troisièmes passages (31), l'espace interstitiel entre lesdites fenêtres d'entrée (125) et ladite plaque (124) étant rempli d'un garnissage (126).

20. Echangeur à plaques selon la revendication 13, caractérisé en ce que les moyens de délivrance d'un fluide diphasique dans les troisièmes passages (31) incorporent une boîte d'alimentation en phase liquide (151) montée en bout de la deuxième extrémité d'échangeur et des passages auxiliaires (51) de troisième type communiquant par des perforations réparties (56) avec lesdits troisièmes passages (31), lesdits passages auxiliaires (51) étant alimentés en phase vapeur (figures 13, 14, 15).

21. Echangeur à plaques selon la revendication 18, caractérisé en ce que les passages auxiliaires du troisième type (51) sont ménagés dans le prolongement des premiers passages (11) et/ou des deuxième passages (21), eux-mêmes se terminant par des parois (52) à distance de la deuxième extrémité par des sorties latérales (figure 15).

Patentansprüche

1. Plattenwärmetauscher mit einer Mehrzahl von rechteckigen Platten, deren Quermass die Breite des Austauschers und deren grösstes Längsmass die Länge des Austauschers bilden und die geschichtet und einstückig ausgebildet sind unter dichtendem Abstand gemäss der Dicke des Wärmetauschers zur Bildung:

– einer Mehrzahl von ersten Durchgängen (11), sogenannte Kühldurchgänge eines Kühlgemisches;

– eine Mehrzahl von zweiten Durchgängen (21), sogenannte Kühldurchgänge eines zu behandelnden Gases;

wobei die ersten (11) und zweiten (21) Durchgänge Eingangsverteilungszonen (12 bzw. 22) mit einem ersten Längsende (1a) des Austauschers (1)

und Ausgangsverteilungszonen mindestens in der Nachbarschaft des anderen Austauscherlängsendes (1b) aufweisen;

– einer Mehrzahl von dritten Durchgängen (31), sogenannte Erwärmungsdurchgänge für das Kühlgemisch, mit Eingangsverteilungszonen (32) an dem zweiten Ende (1b) des Austauschers (1) und mit Ausgangsverteilungszonen (33), die im Abstand von dem ersten Ende (1a) des Wärmetauschers angeordnet sind und an seitlichen Ausgangsfenstern münden,

– einer Mehrzahl von vierten Durchgängen (41), die in Längsverlängerungen angeordnet sind, welche durch die dritten Durchgänge (31) mit den seitlichen Eingangsfenstern (991) und Ausgangsfenstern (993) freigelassen sind;

dadurch gekennzeichnet, dass die vierten Durchgänge (41) in an sich bekannter Weise aktive Wärmetauscherzonen (46) mit längs ausgerichteten Wellen bilden, deren Längserstreckung beschränkt ist, um beiderseits jeder aktiven Zone (46) einerseits eine Beschickungsverteilungszone mit Wellen (42) und andererseits eine Entleerungsverteilungszone mit Wellen (43) freizumachen, wobei die Beschickungsverteilungszone (42) bzw. Entleerungszone (43) in den Eingangsfenstern (991) und Ausgangsfenstern (993) der vierten Durchgänge (41) enden, und dass die Eingangsfenster (991) und die Ausgangsfenster (993) mit einer Phasentrenneinrichtung gemeinsam mindestens im wesentlichen unter gleicher Längserstreckung mit den aktiven Zonen (46) in Verbindung stehen.

2. Plattenwärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Beschickungsverteilungszone (42) und eine Entleerungsverteilungszone (43) jeweils zwei Eingangsfenster (991, 992) und zwei Ausgangsfenster (993, 994) aufweisen, die in Querenden des Austauschers münden.

3. Plattenaustauscher nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trenneinrichtung einen Eingangs- Ausgangskasten (44) (und/oder 45) aufweist gemeinsam mit einer Mehrzahl von Eingangsfenstern (991) (und/oder 992) und mit einer Mehrzahl von Ausgangsfenstern (993) (und/oder 994).

4. Plattenaustauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Eingangs-Ausgangskasten (44) (und/oder 45) ausserdem einem seitlichen Sammler (71) (und/oder 72) zugeordnet ist, mit welchem er durch hohe Leitungen (66) und niedrige Leitungen (67) verbunden ist.

5. Plattenaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Eingangsfenster (991) (und/oder 992) eine niedrigere Längsausdehnung als die eines Ausgangsfensters (993) (und/oder 994) bildet.

6. Plattenaustauscher nach Anspruch 1 mit Beschickungsverteilungszonen mit Wellen (42) und Entleerungsverteilungszonen mit Wellen (43), die mindestens einen Abschnitt mit Wellen aufweisen, welche quer zum Austauscher ausgerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Abschnitte mit Wellen (142a – 142b, Figur 3) (142a' – 142b', Figur 4), die quer zum Austauscher (1) ausgerich-

tet sind, direkt der aktiven Wärmetauscherzone (146) benachbart sind, welche eine umso grössere Längserstreckung hat, je mehr man sich von dem einen Eingangsfenster (199a) (und/oder 199a') und vom Ausgangsfenster (199b) (und/oder 199b') entfernt.

7. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Verteilungszonen (142a'', 142b'', 142b'', 143a'', 143b'', Figur 5); (242a'', 242b'', Figur 6); (243a, 243b, Figur 7) und der aktiven Wärmetauscherzone (46) mindestens eine Verbindungszone (142c', 142c'') (143d', 143d'', Figur 5), (242c', 242c'', Figur 6); (243d', 243d'', Figur 7) angeordnet ist.

8. Plattenaustauscher nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wellenabschnitt einer Beschickungsverteilungszone (242b'', 242c'') eine grössere Quererstreckung hat, als die des anderen Wellenabschnittes (242a'', 242c') der Beschickungsverteilungszone (Figur 6).

9. Plattenaustauscher nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ein Wellenabschnitt einer Entleerungsverteilungszone (243d'', 243b) eine geringere Quererstreckung hat als die des anderen Entleerungsverteilungswellenabschnittes (243d', 243a), wobei der Entleerungswellenabschnitt (243d'', 243b), der die geringste Quererstreckung hat, einen Ausgang hat, der auf derselben Querseite angeordnet ist wie der Eingang des Beschickungsverteilungswellenabschnittes mit der grössten Quererstreckung (242b'', 242c'', Figur 7).

10. Plattenaustauscher nach einem der Ansprüche 1–9, gekennzeichnet durch eine Mehrzahl (41a, 41b, 41c, 41d) von vierten Unterdurchgängen (41), die entsprechend der Austauschlänge abgestuft sind, wobei die vierten Unterdurchgänge, die auf demselben Längsniveau (z.B. 41c) angeordnet sind, den auf demselben Niveau (44c – 45c) (Figur 2) angeordneten gemeinsamen Eingangs-Ausgangs-Kästen zugeordnet sind.

11. Plattenaustauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die dritten Durchgänge (31) an der Seite des zweiten Endes (1b) des Austauschers (1) aufeinanderfolgend den Beschickungsverteilungszone (32) und einem zweiphasig (34) genannten Beschickungskasten zugeordnet sind.

12. Plattenaustauscher nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschickungsverteilungszone (32) einen aufstromigen Abschnitt (32a) aufweisen, der die gleiche Quererstreckung wie der zweiphasige Beschickungskasten (34) und eine Dreieckform hat, wobei die Wellen dieses aufstromigen Abschnittes längs ausgerichtet sind (Figur 1).

13. Plattenaustauscher nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der aufstromige Abschnitt (32a) der Verteilungszone (32) eine Längserstreckung hat, die gleich der der Verteilungszone (32) ist, und dass der aufstromige Verteilungsabschnitt von zwei geneigten Wellenverbindungsabschnitten (32f; 32g) (Figur 7) gefolgt ist.

14. Plattenaustauscher nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass der aufstromige Abschnitt (32a) der Beschickungszone (32) eine kleinere Längserstreckung hat als die Längserstreckung der Beschickungszone und zwei Zwischenabschnitte (32b–32c) aufweist für die Verbindung mit einem abstromigen Abschnitt dreieckiger Form (32d) und zwar mit gemeinsamer Spitze wie der aufstromige Abschnitt (32a) und dessen Basis der Quererstreckung der aktiven Zone (36) eines dritten Durchganges (31) entspricht, wobei der abstromige Abschnitt (32d) Wellen mit Längserstreckung hat (Figur 1).

15. Plattenaustauscher nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der zweiphasige Beschickungskasten (34) für die dritten Durchgänge (31) Entleerungsmittel bildet, die gemäss jeder Quererstreckung eines Durchganges einheitlich sind, und das von einem Durchgang zum nächsten entsprechend der Austauscherdicke in gleichförmiger Weise, mit einem zusammengesetzten Fließmittel, welches eine flüssige und eine dampfförmige Phase bildet.

16. Plattenaustauscher nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Entleerungsmittel am Ende des Austauschers einen Kasten (34) aufweisen, der sich über die gesamte Dicke des Austauschers erstreckt und in geringem Abstand von dem zweiten Ende (1b) des Austauschers (1) eine Perforationsplatte (103) aufweist, welche Rohre (104) haltet und sich längs in dem Kasten (34) erstreckt, wobei die Rohre (104) vorzugsweise an der Seite ihres freien Endes einen Schlitz (106) bilden, während ein Verkleidungsmittel (107) zwischen den Eingängen (95) der dritten Durchgänge (31) und der Perforationsplatte (103) zwischengeschaltet ist (Figur 8).

17. Plattenaustauscher nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der zweiphasige Beschickungskasten (34) einen Behälter (120) für eine flüssige Phase und eine Platte (122) aufweist mit Entspannungsdüsen (123), die in gleichmässiger Weise auf der Quererstreckung jedes Eingangsfensters (121) der dritten Durchgänge (31) verteilt sind.

18. Plattenaustauscher nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte mit den Düsen aus einer Vielzahl von kleinen Stegen (122) gebildet ist, die hermetisch dicht am Eingang jedes dritten Durchganges (31) angebracht sind (Figur 9).

19. Plattenaustauscher nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Platte mit den Düsen eine einzige Platte (124) mit an der Oberfläche verteilten Düsen (123) ist, die in geringem Abstand von den Eingangsfenstern (125) der dritten Durchgänge (31) angeordnet ist, wobei der Zwischenraum zwischen den Eingangsfenstern (125) und der Platte (124) mit einer Verkleidung (126) ausgefüllt ist.

20. Plattenaustauscher nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Entleerungsmittel eines zweiphasigen Fließmittels in den dritten Durchgängen (31) einen Beschickungskasten flüssiger Phase (151) aufweisen, der am Ende des

zweiten Austauscherendes angebracht ist, und Hilfsdurchgänge (51) einer dritten Art aufweisen, die über verteilte Perforationen (56) mit den dritten Durchgängen (31) in Verbindung stehen, wobei die Hilfsdurchgänge (51) mit Dampfphase beschickt sind (Figuren 13, 14, 15).

21. Plattenaustauscher nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Hilfsdurchgänge der dritten Art (51) in der Verlängerung der ersten Durchgänge (11) und/oder der zweiten Durchgänge (21), die an Wänden (52) enden, im Abstand vom zweiten Ende durch seitliche Ausgänge angebracht sind (Figur 15).

Claims

1. Heat exchanger of the type having plates comprising a plurality of rectangular plates the transvers dimension of which constitutes the width of the exchanger and the largest longitudinal dimension of which is the length of the exchanger, which plates are stacked and integrally mounted with a hermetic space according to the thickness of the exchanger in order to form:

- a plurality of first passages (11) called cooling passages of a cooling mixture;

- a plurality of second passages (21) called cooling passages of a gas to be treated;

- the first (11) and second (21) passages having input distribution zones (12 - 22 respectively) at the first longitudinal end (1a) of the exchanger (1) and output distribution zones at least adjacent the other longitudinal end (1b) of the exchanger;

- a plurality of third passages (31), called heating passages of the cooling mixture, comprising input distribution zones (32) at the said second end (1b) of the exchanger (1), and comprising output distribution zones (33) disposed in a distance to the said first end (1a) of the exchanger terminating at lateral output windows;

- a plurality of fourth passages (41) disposed in the longitudinal extensions left free by the said third passages (31) comprising lateral input windows (991) and output windows (993);

characterized in that the said fourth passages (41) present in a manner known per se, active thermal exchanging zones (46) having undulations oriented longitudinally, the longitudinal extension of which is limited for freeing or clearing on both sides of each of said active zone (46) on the one hand an alimentary distribution zone with undulation (42), on the other hand a discharging distribution zone with undulations (43), the alimentary distribution zone (42) and discharge zone (43) terminating respectively in the said input windows (991) and output windows (993) of the said fourth passages (41), and that the said input windows (991) and output windows (993) communicating with a phase separating means common at least substantially coextensive longitudinally with the said active zones (46).

2. Plate exchanger according to claim 1, characterized in that the alimentary distribution zone (42) and a discharging distribution zone (43) comprise each two input windows (991, 992) and two output

windows (993, 994) terminating to transverse ends of the exchanger.

3. Plate exchanger according to one of the claims 1 and 2, characterized in that the separating means comprises an input-output box (44) (and/or 45) common to a plurality of input windows (991) (and/or 992) and a plurality of output windows (993) (and/or 994).

4. Plate exchanger according to claim 3, characterized in that an input-output box (44) (and/or 45) is associated moreover to a lateral collector (71) (and/or 72) to which it is connected through high (66) and low conduits (67).

5. Plate exchanger according to claim 1, characterized in that one input window (991) (and/or 992) presents a longitudinal smaller extension than that of an output window (993) (and/or 994).

6. Plate exchanger according to claim 1 of the kind where by the alimentary distribution zones with undulations (42) and the discharging distribution zones with undulations (43) comprise at least a section with undulations oriented transversely to the exchanger, characterized in that the sections with undulations (142a - 142b, Fig. 3) (142a' - 142b', Fig. 4) oriented transversely to the exchanger (1) are adjacent directly to the active thermal exchanging zone (146) which presents the more longitudinal extension the more one departs from an input window (199a) (and/or 199a') and an output window (199b) (and/or 199b').

7. Heat exchanger according to claim 5, characterized in that between the distribution zones (142a'', 142b'', 143a'', 143b'', Fig. 5); (242a'', 242b'', Fig. 6); (243a, 243b, Fig. 7) and the active thermal exchanging zone (46) at least a connecting zone (142c', 142c'') (143d', 143d'', Fig. 5), (242c', 242c'', Fig. 6); (243d', 243d'', Fig. 7) is provided.

8. Plate exchanger according to claim 7, characterized in that one section with undulations of an alimentary distribution zone (242b'', 242c'') has a larger transverse extension than that of the other section with undulations (242a'', 242c') of the said alimentary distribution zone (Fig. 6).

9. Plate exchanger according to claim 8, characterized in that one section with undulations of a discharging distribution zone (243d'', 243b) has a lower transverse extension than that of the other section with undulations of discharging distribution (243d', 243a), a discharging section with undulations (243d'', 243b) which has the smallest transverse extension, having an output which is located at the same lateral side as the input of the section of undulations for alimentary distribution having the greatest transverse extension (242b'', 242c'', Fig. 7.).

10. Plate exchanger according to one of the claims 1 to 9, characterized in a plurality (41a, 41b, 41c, 41d) of fourth sub-passages (41) staggered according to the length of the exchanger, the fourth sub-passages located at the same longitudinal level (for example 41c) being associated to common input-output boxes situated at the same level (44c - 45c) (Fig. 2).

11. Plate exchanger according to one of the

claims 3 to 10, characterized in that the third passages (31) are associated successively to the alimentary distribution zones (32) and to an alimentary box called diphasic (34) at the side of the second end (1b) of the exchanger (1).

12. Plate exchanger according to claim 11, characterized in that the alimentary distribution zones (32) comprise an upstream section (32a) coextending transversely to the diphasic alimentary box (34) and presenting a triangular form, the undulations of the said upstream section being longitudinally oriented (Fig. 1).

13. Plate exchanger according to claim 12, characterized in that the upstream section (32e) of the distribution zone (32) has a longitudinal extension equal to that of the distribution zone (32), and the said upstream section of distribution is followed by two inclined connecting sections with undulations (32f; 32g) (Fig. 8).

14. Plate exchanger according to claim 12, characterized in that the upstream section (32a) of the distribution zone (32) has a smaller longitudinal extension than the longitudinal extension of the distribution zone and comprises two intermediate connecting sections (32b - 32c) at a downstream section of triangular form (32d) with the same apex as the upstream section (32a), and the base of which corresponding to the transverse extension of the active zone (36) of a third passage (31), the downstream section (32d) having undulations with longitudinal extension (Fig. 1).

15. Plate exchanger according to one of the claims 11 to 14, characterized in that the diphasic alimentary box (34) for the third passages (31) presents discharging means uniform according to each transverse extension of a passage and uniformly from one passage to the next according to the thickness of the exchanger, with a composite fluid presenting a liquid phase and a vaporous phase.

16. Plate exchanger according to claim 15, characterized in that the discharge means comprising a box (34) at the end of the exchanger extending the entire width of the exchanger and

comprising in a small distance from the second end (1b) of the exchanger (1) a perforation plate (103) supporting tubes (104) extending longitudinally in the said box (34), the tubes (104) presenting preferably at the side of their free end a slot or gap (106), while the lining means (107) is interposed between the input (95) of the third passages (31) and the said perforation plates (103) (Fig. 8).

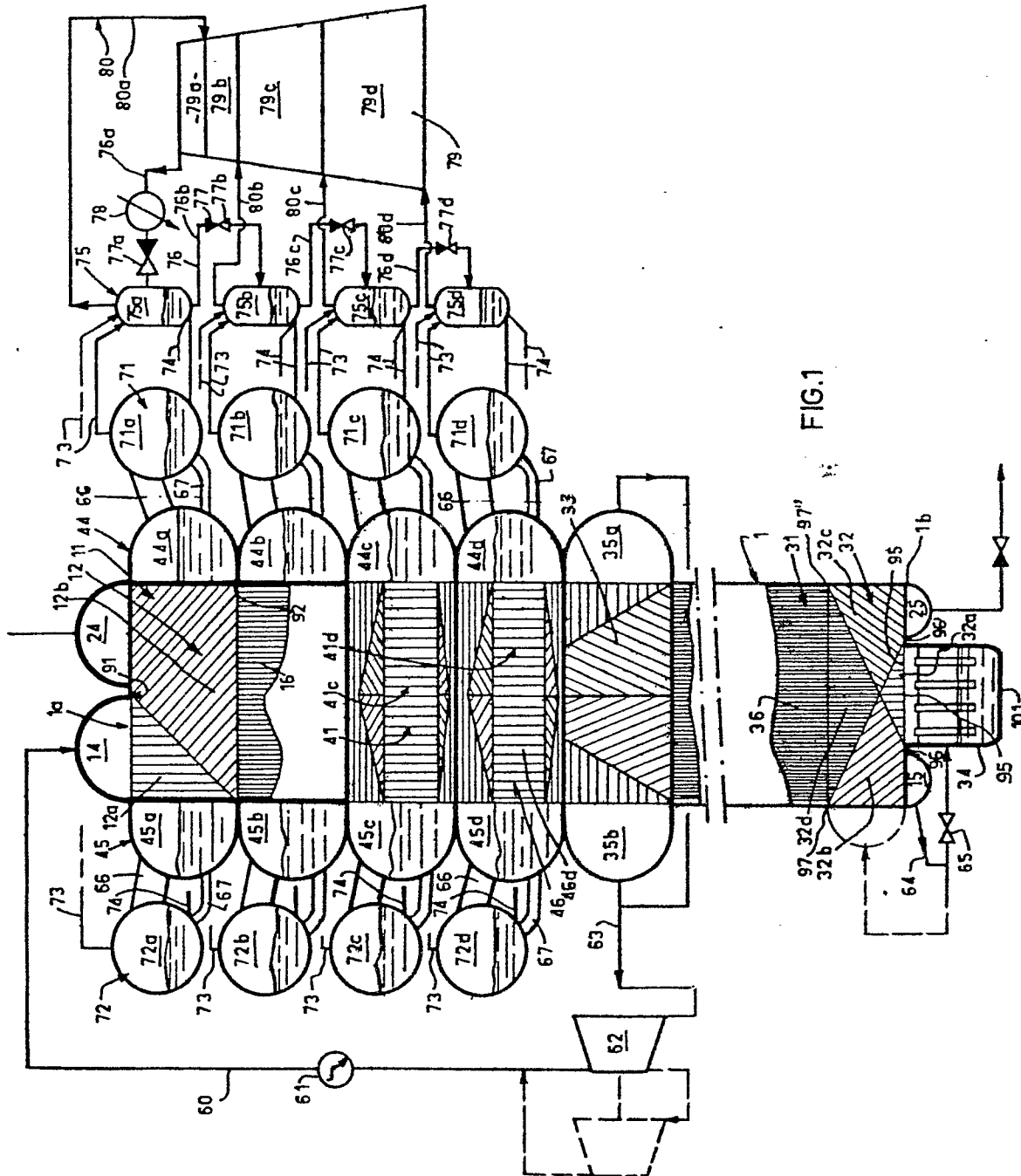
17. Plate exchanger according to claim 13, characterized in that the diphasic alimentary box (34) comprises a receptacle (120) for a liquide phase and a plate (122) with expansion nozzles (123) uniformly distributed over the transverse extension of each input window (121) of the third passage (31).

18. Plate exchanger according to claim 17, characterized in that the nozzle plate is constituted by a plurality of small bars (122) tightly mounted to the input of each third passage (31) (Fig. 9).

19. Plate exchanger according to claim 17, characterized in that the nozzle plate is a single plate (124) with the nozzles (123) distributed on the surface, the plate being positioned at a small distance from the input windows (125) of the third passages (31), the interposed space between the said input windows (125) and the said plate (124) being filled by a lining (126).

20. Plate exchanger according to claim 13, characterized in that the discharging means of a diphasic fluid in the third passages (31) comprises an alimentary box for liquid phase (151) mounted at the end of the second end or extremity of the exchanger and auxiliar passages (51) of a third type communicating by distributed perforations (56) with the said third passages (31), the said auxiliar passages (51) being fed by vaporous phase (Fig. 13, 14, 15).

21. Plate exchanger according to claim 18, characterized in that the auxiliar passages of the third type (51) are provided in the extension of the first passages (11) and/or the second passages (21), which themselves terminate through walls (52) at a distance from the second end or extremity by lateral outputs (Fig. 15).



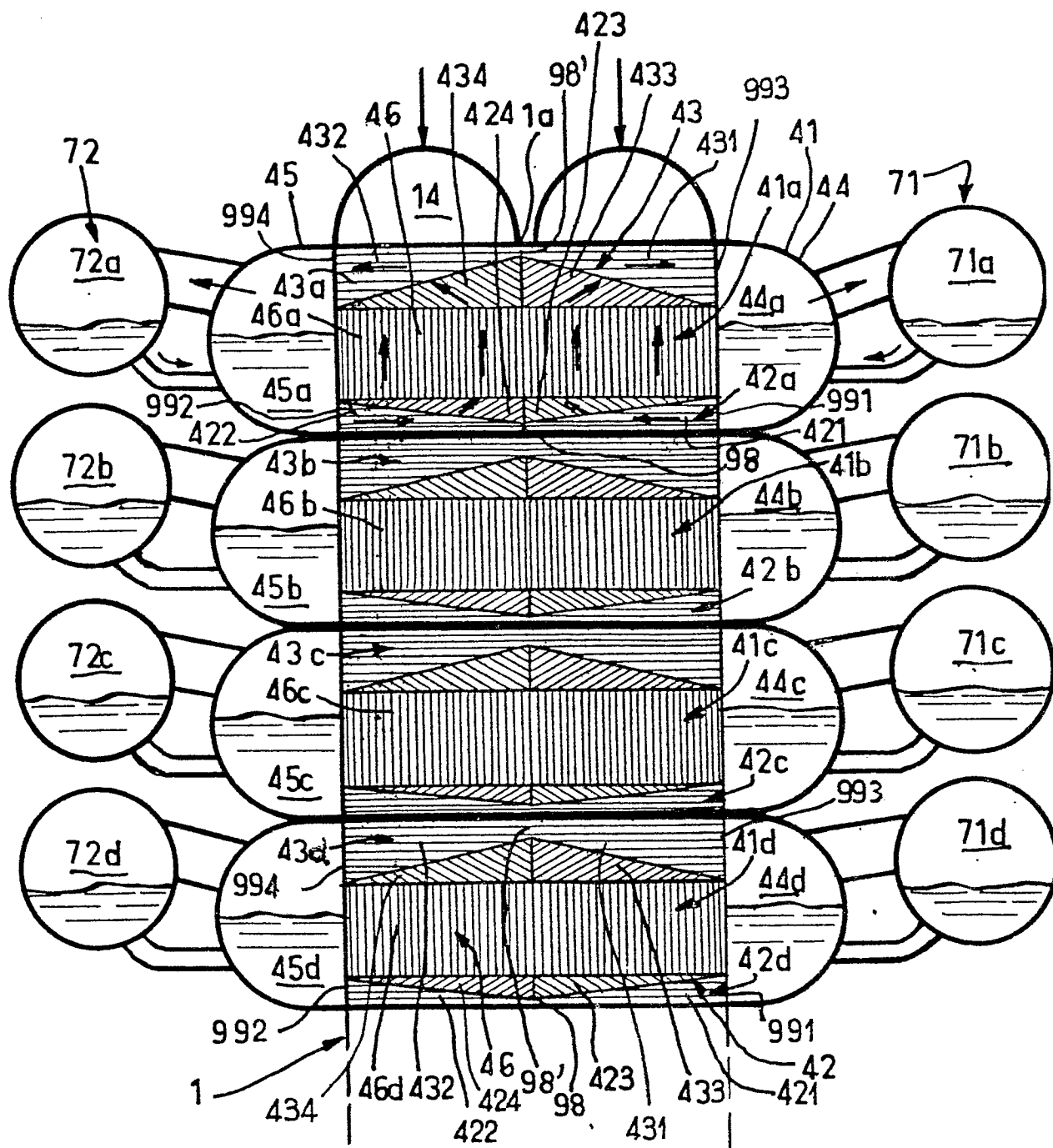
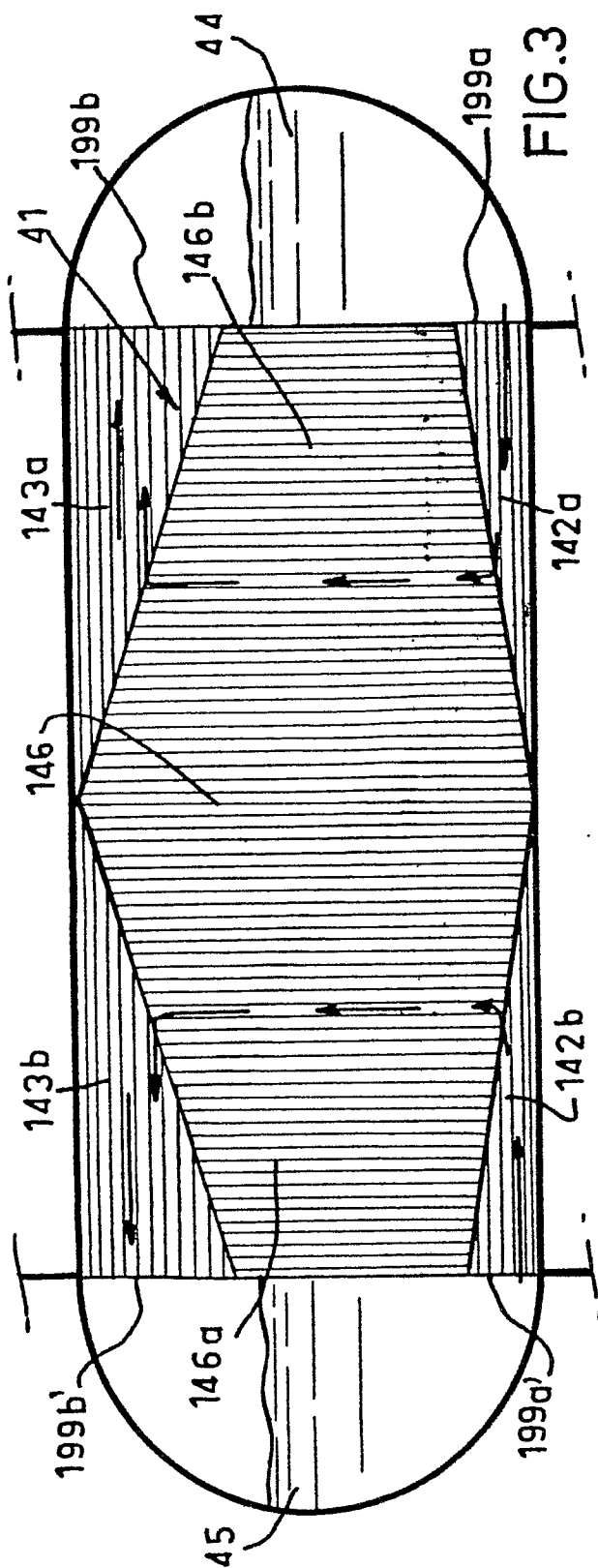


FIG.2



364

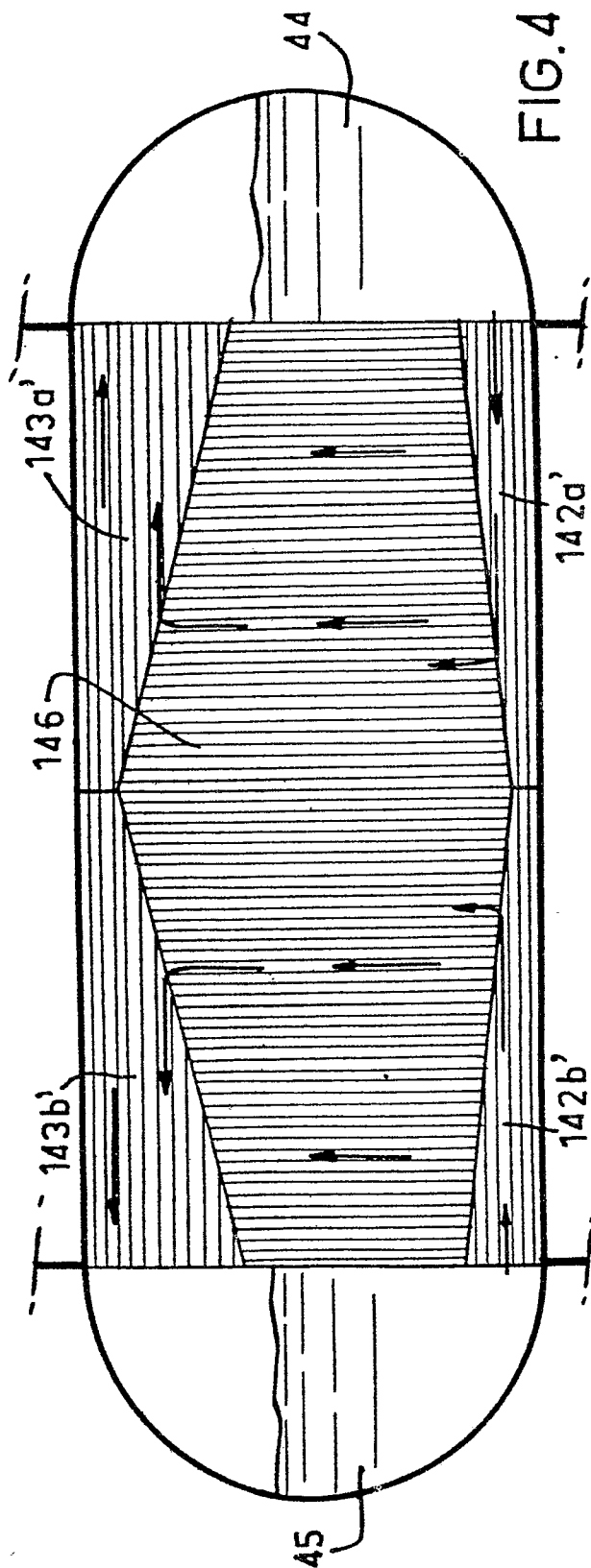


FIG. 4

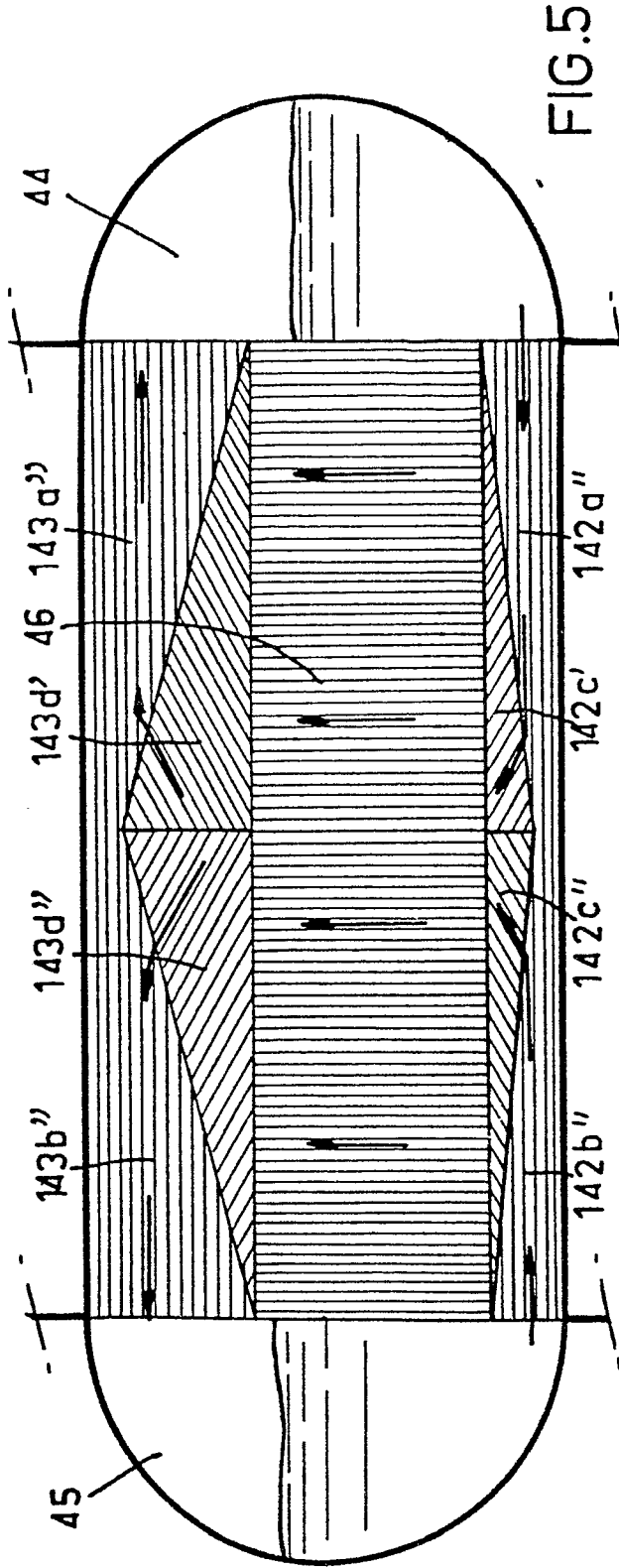


FIG. 5

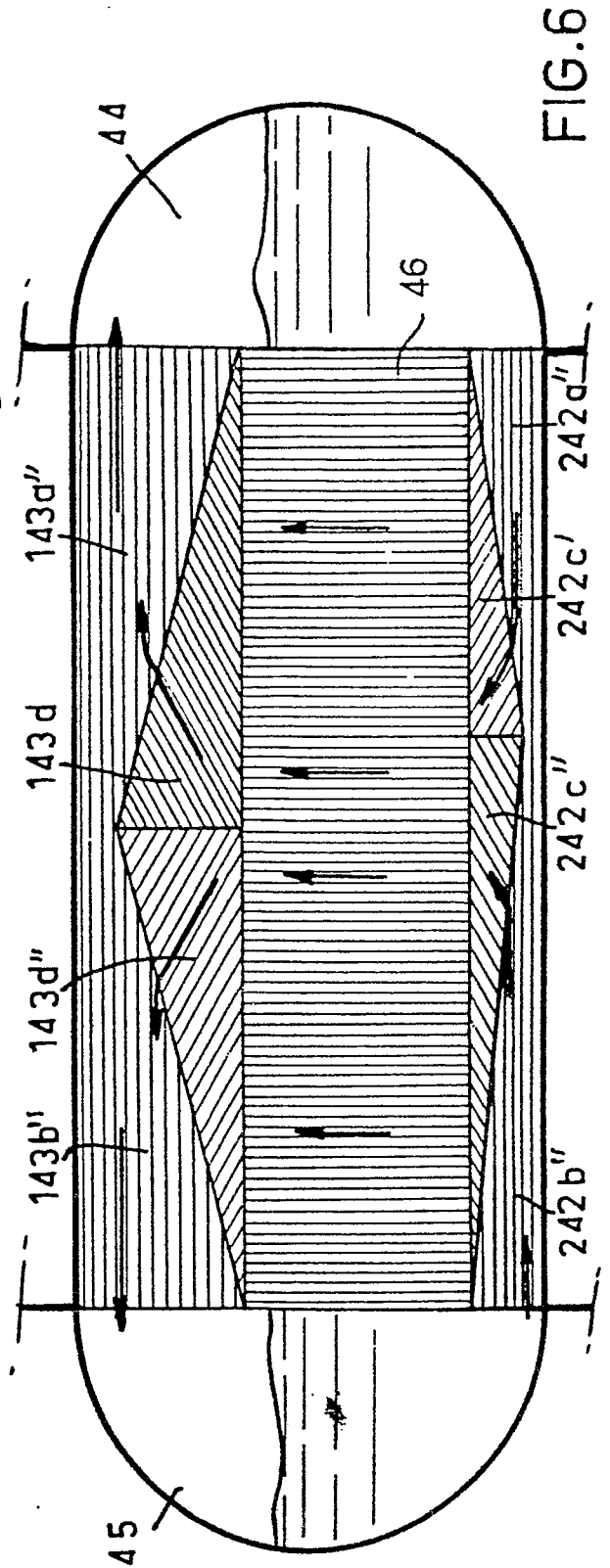


FIG. 6

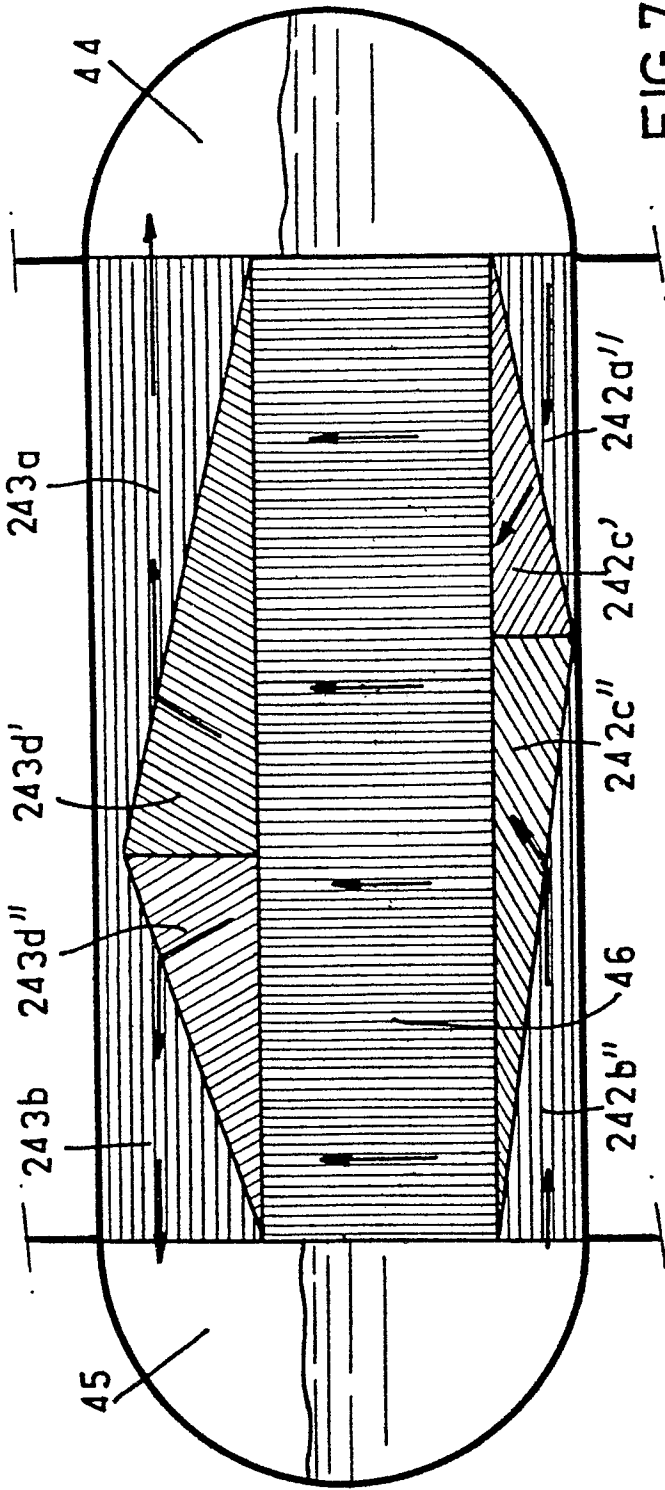


FIG. 7

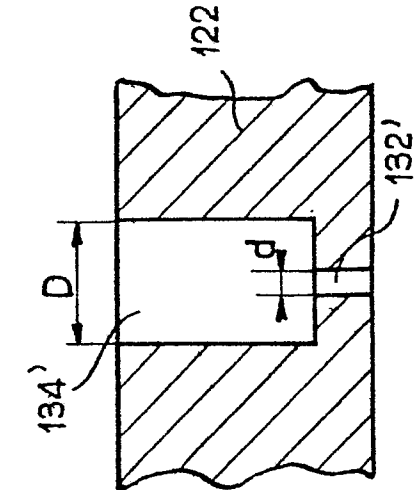


FIG. 19

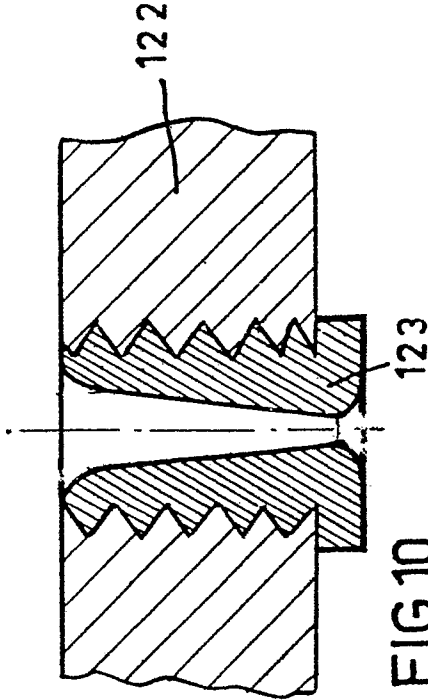


FIG. 10

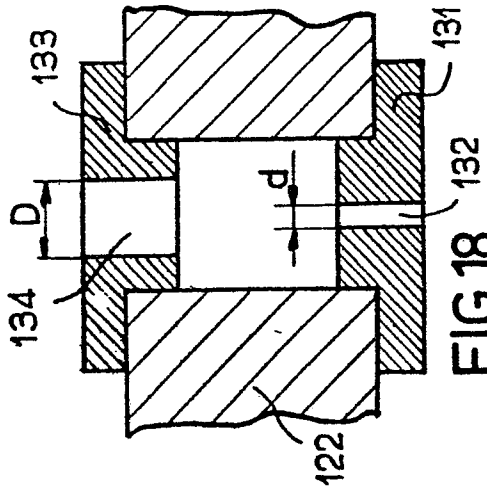


FIG. 18



7/11

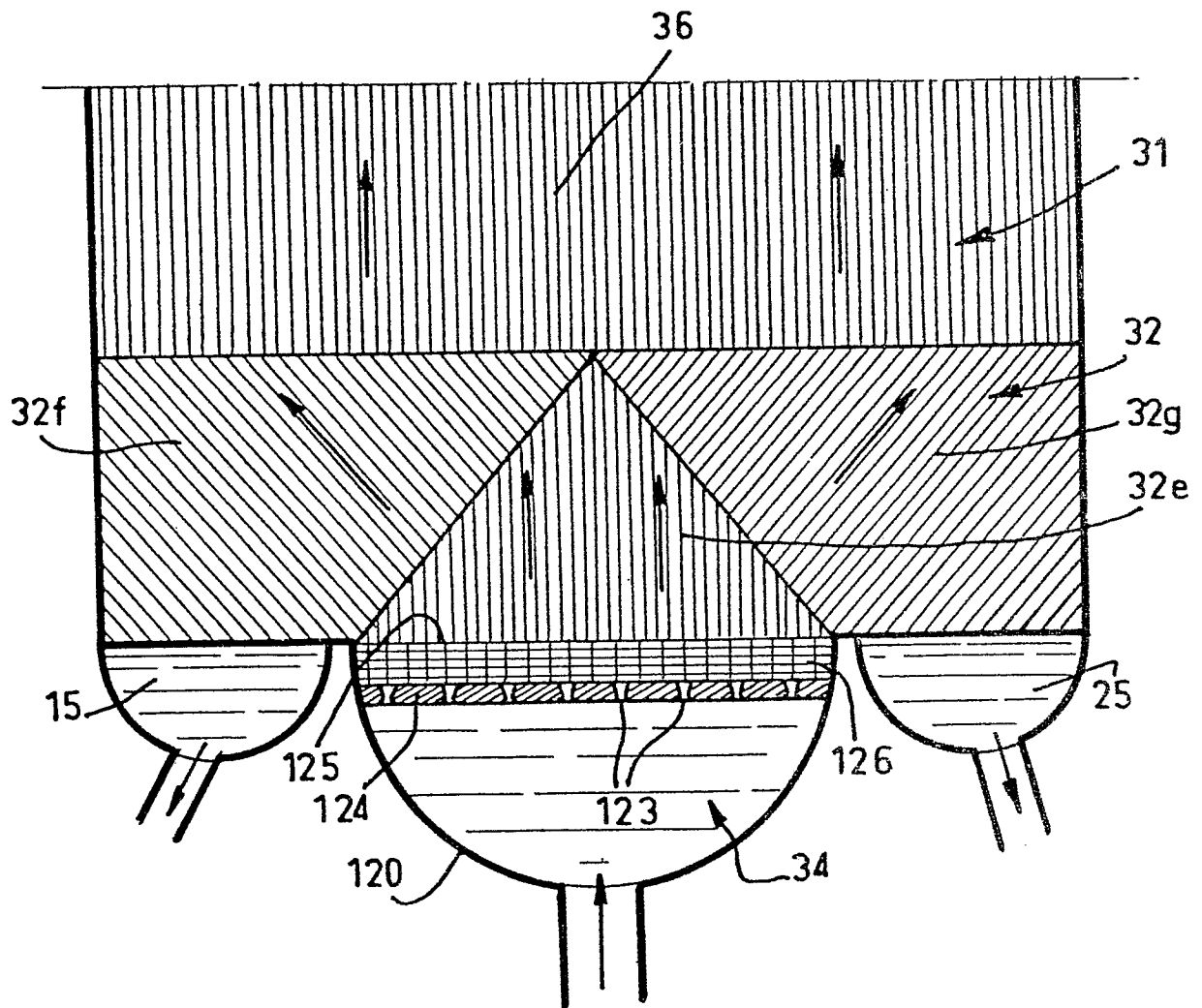


FIG.11

8/11

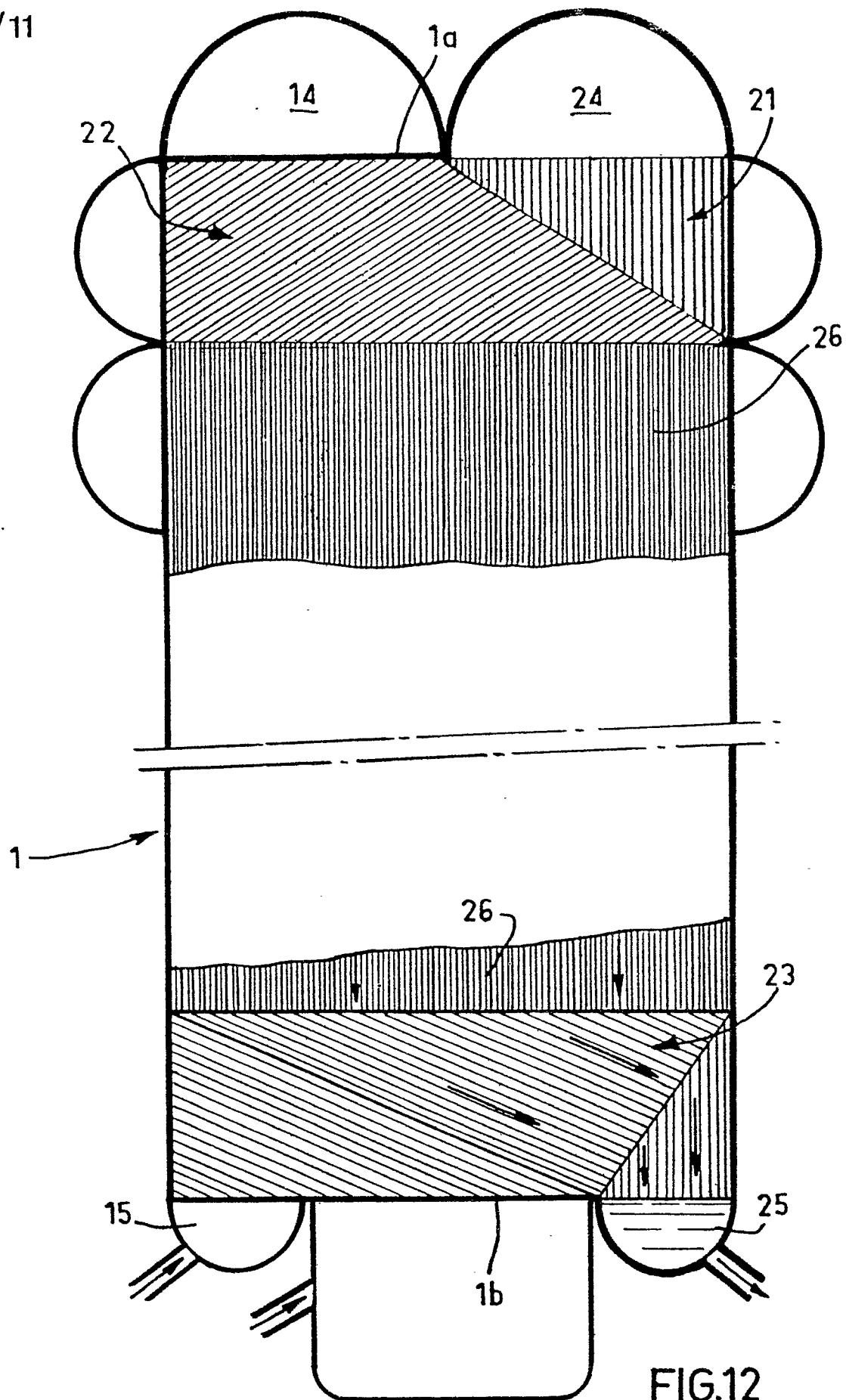


FIG.12

9/11

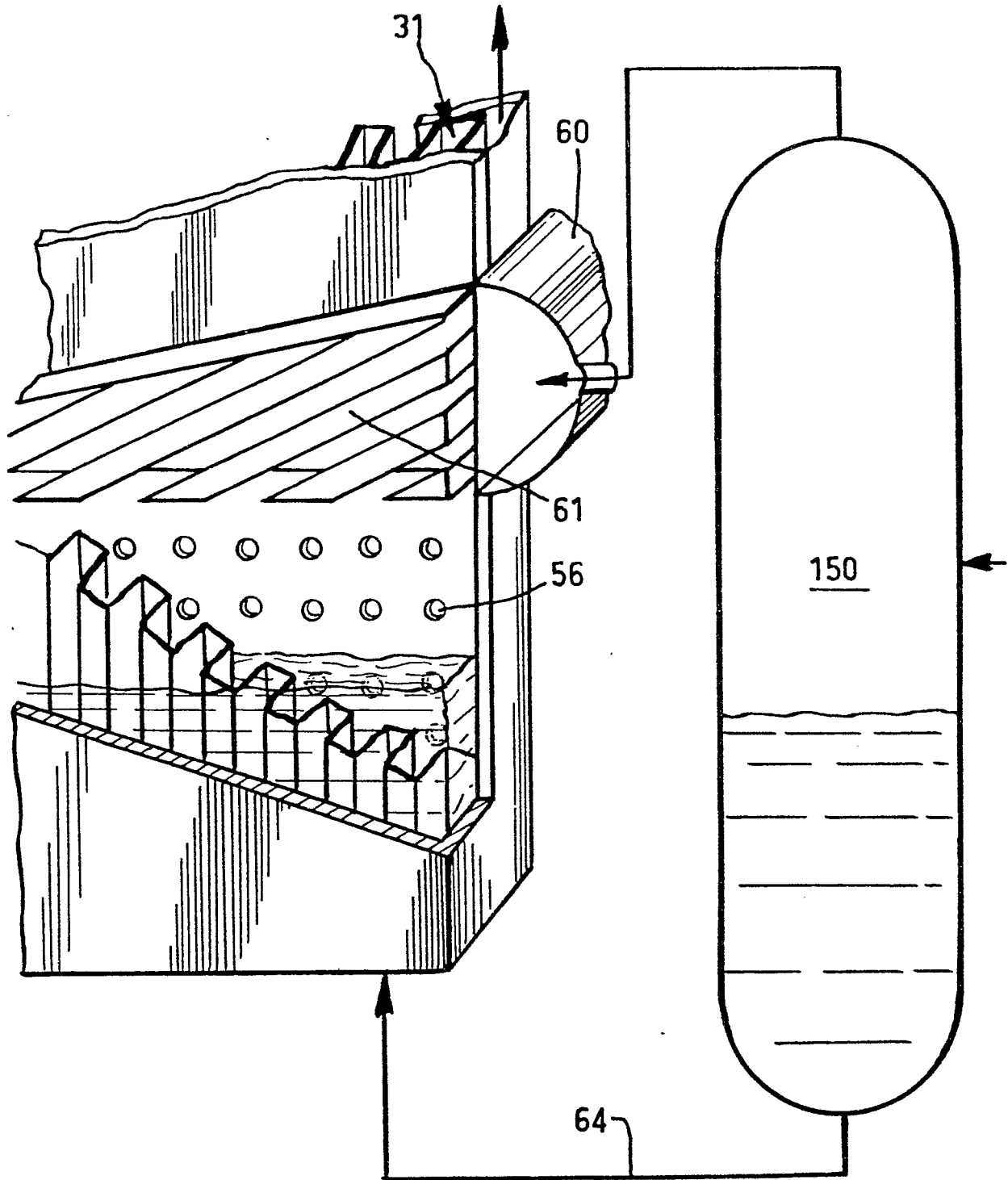


FIG.13

10/11

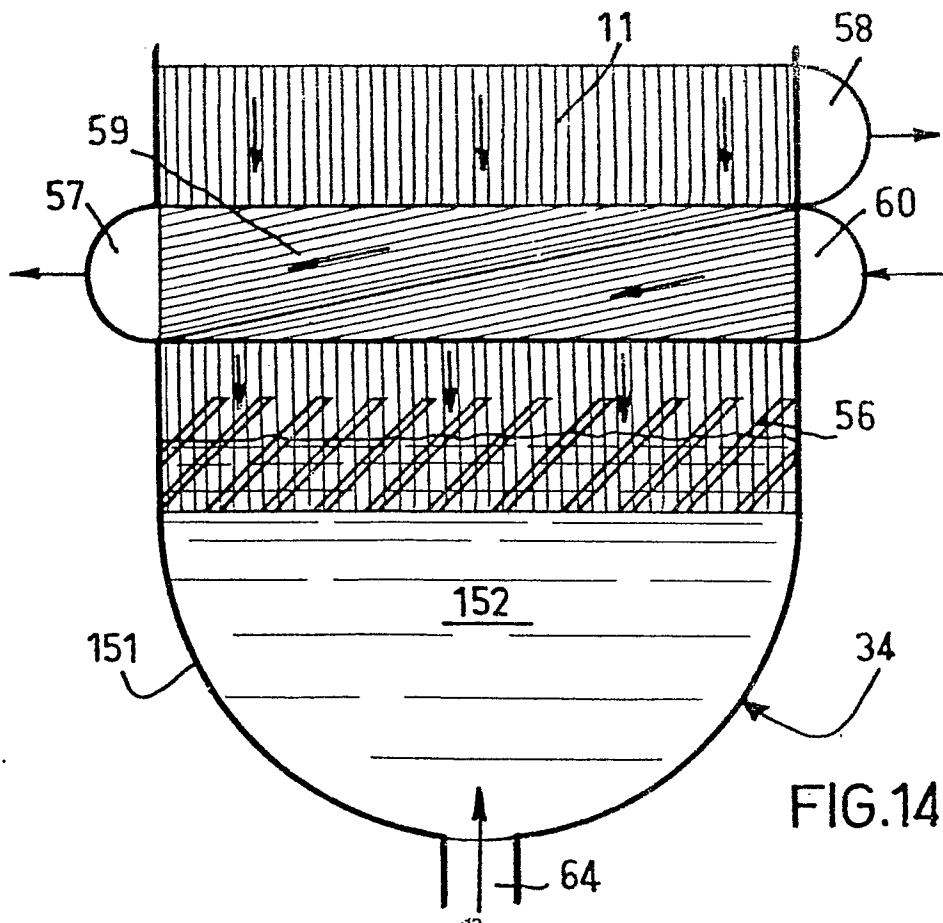


FIG.14

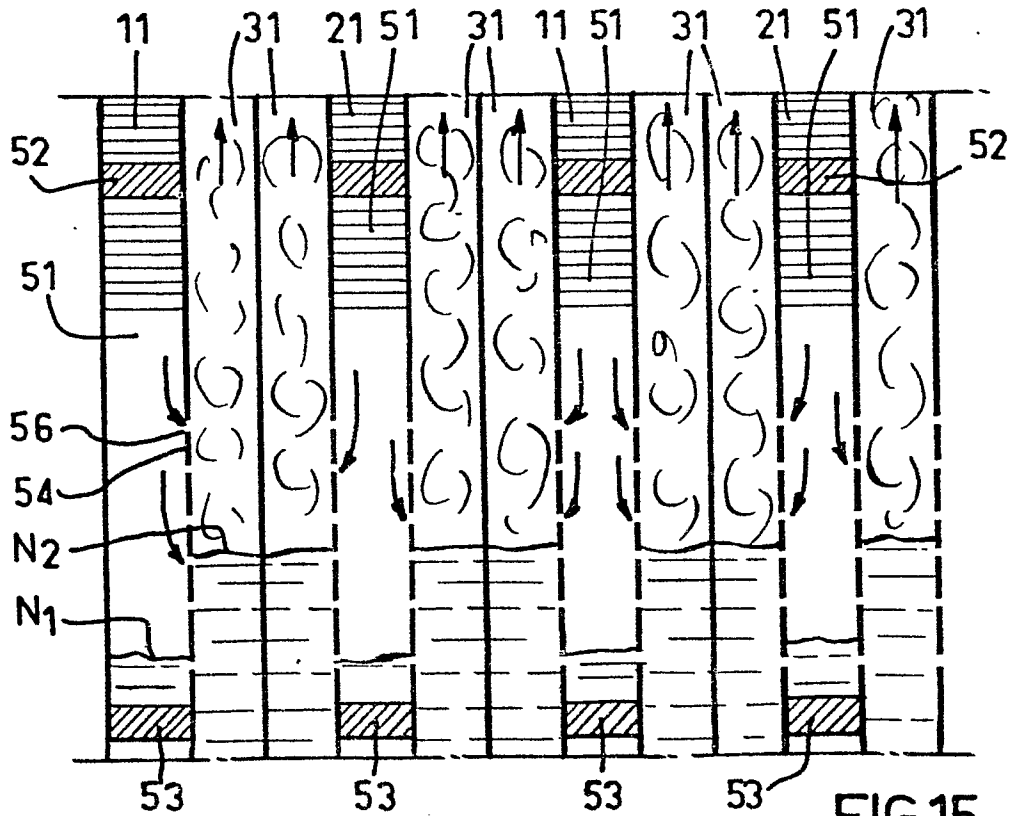


FIG.15

