



(12)

## NOUVEAU FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du nouveau fascicule du brevet : **06.04.94 Bulletin 94/14**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> : **F25J 3/00, F25J 3/04,  
F28F 27/02**

(21) Numéro de dépôt : **84401284.9**

(22) Date de dépôt : **21.06.84**

(54) **Dispositif pour vaporiser un liquide par échange de chaleur avec un deuxième fluide et installation de distillation d'air comprenant un tel dispositif.**

(30) Priorité : **24.06.83 FR 8310472**

(43) Date de publication de la demande :  
**02.01.85 Bulletin 85/01**

(45) Mention de la délivrance du brevet :  
**14.09.88 Bulletin 88/37**

(45) Mention de la décision concernant l'opposition :  
**06.04.94 Bulletin 94/14**

(84) Etats contractants désignés :  
**AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

(56) Documents cités :  
AU-A- 445 933  
FR-A- 1 516 432  
FR-A- 2 003 749  
FR-A- 2 008 887  
FR-A- 2 017 807  
FR-A- 2 154 352  
FR-A- 2 431 103  
US-A- 3 860 065  
Treybal, Mass Transfer Operation, 2nd ed.  
(1968), Mc Graw-Hill, Inc., pages 152, 156.

(56) Documents cités :  
HTFS HANDBOOK (03.1983), section YP7,  
pages 1 à 5, "Falling Film Shell-and-Tube Heat  
Exchangers"  
Chemical Engineering Progress, vol. 63, No 7,  
pages 55-61 (07.1967)  
Chemical Engineering Handbook, 5ème édi-  
tion (1973), figures 18-54, pages 18-31

(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 : **Petit, Pierre**  
Résidence Voltaire 16, rue du Général de Gaulle  
F-92290 Chatenay Malabry (FR)  
Inventeur : **Grenier, Maurice**  
3, rue Camille Tahan  
F-75018 Paris (FR)  
Inventeur : **Deschamps, Jean-François**  
1, avenue du Berry Les Ullis Résidence Jardin  
Lys  
F-91440 Bures-sur-Yvette (FR)

(74) Mandataire : **Jacobson, Claude et al**  
Cabinet Lavoix 2, Place d'Estienne d'Orves  
F-75441 Paris Cedex 09 (FR)

## Description

La présente invention est relative à un échangeur de chaleur destiné à la vaporisation d'un liquide par échange de chaleur avec un deuxième fluide, tel que défini dans la préambule de la revendication 1. Elle s'applique en particulier aux installations de distillation de l'air.

Dans les installations de distillation de l'air du type à double colonne, l'oxygène liquide qui se trouve en cuve de la colonne basse pression est vaporisé par échange de chaleur avec l'azote gazeux prélevé en tête de la colonne moyenne pression. Pour une pression de fonctionnement donnée de la colonne basse pression, l'écart de température entre l'oxygène et l'azote rendu nécessaire par la structure de l'échangeur de chaleur impose la pression de fonctionnement de la colonne moyenne pression. Il est donc souhaitable que cet écart de température soit le plus faible possible, afin de minimiser les dépenses liées à la compression de l'air à traiter injecté dans la colonne moyenne pression.

Pour atteindre ce but, on a proposé d'alimenter l'échangeur de chaleur en oxygène liquide par le haut, en assurant le ruissellement de ce liquide le long de tubes de grande longueur (jusqu'à 6 m environ).

Des performances remarquables ont ainsi été obtenues du point de vue de l'échange de chaleur, mais ceci au prix de sérieuses difficultés technologiques. En effet, notamment lorsque des débits d'oxygène importants doivent être traités, il se pose des problèmes de réalisation d'une multitude de longs tubes résistant à la pression extérieure de l'azote, ainsi que d'autres problèmes liés à la présence de plaques d'extrémité en acier inoxydable de forte épaisseur.

On connaît par ailleurs, dans un domaine technique voisin, un échangeur de chaleur du type comprenant un corps parallélépipédique formé d'un assemblage de plaques verticales parallèles définissant entre elles une multitude de passages plats, des moyens de distribution du liquide en deux étapes dans un premier ensemble de passages, prévus à l'extrémité supérieure de chacun de ces passages, et des moyens pour envoyer le deuxième fluide dans les passages restants (FR-A-2 007 887). Dans ce document, les deux étapes de distribution sont obtenues la première grâce à une onde oblique, la seconde grâce à des trous. Une double distribution du liquide comprenant une distribution finale au moyen de trous est également prévue dans le FR-A-2 017 807.

L'invention a pour but de fournir un échangeur de chaleur du même type qui soit mieux adapté aux conditions réelles de fonctionnement des installations de distillation d'air.

A cet effet, l'invention a pour objet un échangeur de chaleur du type précité tel que défini dans la revendication 1.

L'invention a encore pour objet une installation de

séparation d'air par distillation, du type comprenant une première colonne de distillation fonctionnant sous une pression relativement élevée, une deuxième colonne de distillation fonctionnant sous une pression relativement faible, et un échangeur de chaleur permettant de mettre l'oxygène liquide de cuve de la deuxième colonne en relation d'échange thermique avec l'azote gazeux de tête de la première colonne, caractérisée en ce que l'échangeur de chaleur est tel que défini ci-dessus, et en ce que l'installation comprend des moyens d'alimentation pour fournir l'oxygène liquide auxdites ouvertures de prédistribution, et des moyens d'alimentation en azote gazeux desdits passages restants.

Plusieurs exemples de mise en oeuvre de l'invention vont maintenant être décrits en regard des dessins annexés. Sur ces dessins:

- la figure 1 est un schéma partiel d'une installation de distillation d'air conforme à l'invention;
- la figure 2 est une vue schématique partielle en perspective, avec arrachement, d'un échangeur de chaleur équipant l'installation de la figure 1;
- la figure 3 est une vue analogue d'une variante de l'échangeur de chaleur de la figure 2;
- les figures 4 et 5 représentent respectivement en perspective deux variantes d'un détail de l'échangeur de la figure 3; et
- la figure 6 est une vue partielle en perspective, avec arrachements, d'un autre échangeur de chaleur conforme à l'invention.

Dans les différents modes de réalisation qui vont être décrits ci-dessous, on désignera par les mêmes références les éléments identiques ou correspondants.

La figure 1 illustre une possibilité d'implantation d'un échangeur de chaleur oxygène-azote dans une installation de distillation d'air du type à double colonne. Cette installation comprend une colonne moyenne pression 1 au bas de laquelle est injecté l'air à traiter, sous une pression de l'ordre de 6 bars absolu. Le liquide enrichi en oxygène qui est recueilli en cuve de la colonne 1 est envoyé en reflux au milieu de la hauteur d'une deuxième colonne (non représentée), dite colonne basse pression, qui fonctionne légèrement au-dessus de la pression atmosphérique. L'azote gazeux qui se trouve en tête de la colonne 1 est mis en relation d'échange de chaleur avec l'oxygène liquide recueilli en cuve de la colonne basse pression; l'azote condensé résultant sert de reflux dans la colonne 1 et dans la colonne basse pression, tandis que l'oxygène vaporisé résultant est renvoyé au bas de la colonne basse pression.

L'échange de chaleur entre l'oxygène et l'azote s'opère dans un échangeur 2 qui est monté au-dessus de la colonne 1, tandis que la colonne basse pression est juxtaposée à cette dernière.

L'échangeur 2 est constitué d'une enveloppe étanche 3 dont l'essentiel de la hauteur contient un ensemble de plaques parallèles 4 de forme rectangulaire en aluminium, d'une longueur de l'ordre de 1 à 1,5 m et d'une hauteur de l'ordre de 3 à 6 m, entre lesquelles des ondes également en aluminium sont fixées par brasage.

L'espace situé au-dessus des plaques 4 renferme un bain d'oxygène liquide 5 alimenté par une conduite 6 provenant de la cuve de la colonne basse pression et munie d'une pompe (non représentée). Cette dernière peut être commandée par un régulateur du niveau du bain 5, que l'on a schématisé par un tube 6A de mesure de niveau, ou, en variante, par un régulateur de débit. Au sommet de l'échangeur 2 est prévue une conduite 7 de renvoi au bas de la colonne basse pression de l'oxygène vaporisé au-dessus du bain 5, résultant des entrées de chaleur au niveau de la pompe et des tuyauteries.

L'ensemble de plaques 4 est alimenté à sa partie supérieure en azote gazeux par une boîte d'alimentation horizontale 8 qui communique par une conduite 9 avec la tête de la colonne moyenne pression 1. L'évacuation de l'azote condensé s'effectue à la base des plaques 4 par une boîte collectrice horizontale 10 qui communique par une conduite 11 avec une rigole gardée 12 disposée en tête de la colonne 1. Sur la boîte 10 est piqué un tuyau 13 d'évacuation des gaz rares incondensables.

Une conduite 14 relie la cuve de la colonne basse pression à l'espace situé dans l'enveloppe 3 au-dessous des plaques 4. Cette conduite pénètre verticalement dans cet espace par le point bas de l'enveloppe 3, et son extrémité supérieure est surmontée d'un déflecteur conique 15. Du fond de l'enveloppe 3 part également une conduite 16 destinée à ramener en cuve de la colonne basse pression l'oxygène liquide en excès.

La structure de la partie active de l'échangeur 2, c'est-à-dire de l'ensemble de plaques 4, va maintenant être décrite en regard de la figure 2.

Dans cette région de l'échangeur, l'enveloppe 3 a une forme parallélépipédique. Les plaques 4 définissent une multitude de passages destinés alternativement à l'écoulement de l'oxygène (passages 17) et à l'écoulement de l'azote (passages 18). Sur la majorité partie de leur hauteur, les passages 17 et 18 contiennent chacun une onde 19 constituée d'une tôle d'aluminium perforée ondulée à génératrices verticales.

Les ondes 19 des passages d'azote se terminent, en haut comme en bas, avant les ondes 19 des passages d'oxygène. En bas des plaques 4, ces ondes des passages 18 sont prolongées par des ondes obliques de collection d'azote (non représentées) qui aboutissent à l'entrée de la boîte collectrice 10. A leur extrémité supérieure, ces mêmes ondes 19 sont prolongées par des ondes obliques 20 de distribution

d'azote qui débouchent à la sortie de la boîte d'alimentation 8. Au-dessus des ondes 20, les passages 18 d'azote sont fermés par des barres horizontales 21.

Des barres analogues ferment l'extrémité inférieure des passages d'azote au-dessous des zones de collection de l'azote. Au-dessus des barres 21, chaque passage d'azote comporte un réservoir d'oxygène liquide 22 contenant une onde verticale 23 en tôle d'aluminium perforée, à génératrices verticales, dont l'épaisseur et le pas sont nettement supérieurs à ceux des ondes 19. Les ondes 23 ont uniquement une fonction d'entretoises entre les plaques 4, de façon à permettre l'assemblage de l'échangeur par une unique opération de brasage. Les réservoirs 22 sont ouverts vers le haut pour communiquer avec le bain d'oxygène liquide 5. Les ondes 19 des passages d'oxygène 17 s'étendent vers le bas jusqu'à l'extrémité inférieure des plaques 4, de sorte que ces passages sont ouverts vers le bas. Ces ondes s'étendent vers le haut jusqu'au bord supérieur des barres 21, puis sont prolongées par un garnissage 24. Ce dernier est constitué par une onde du type «serré» qui est illustrée plus en détail sur la figure 6.

Comme on le voit sur cette figure 6, l'onde 24 est une tôle d'aluminium non perforée à génératrices horizontales (disposition dite en «hard way» par rapport à l'écoulement de l'oxygène liquide). A intervalles réguliers, chaque facette horizontale ou pseudo-horizontale 25 de l'onde 24 est pourvue d'un crevé 26 décalé vers le haut d'un quart de pas d'onde. La largeur des crevés 26, mesurée le long d'une génératrice de l'onde, est du même ordre que la distance qui sépare chacun d'eux des deux crevés adjacents situés sur la même facette 25.

En revenant à la figure 2, chaque plaque 4 comporte, au-dessus du garnissage 24, une rangée horizontale de trous 27 disposés à intervalle régulier sur toute la longueur de l'échangeur, les trous des plaques successives étant disposés à la même hauteur mais en quinconce. En variante, ces trous pourraient d'ailleurs être prévus seulement dans une plaque sur deux. Juste au-dessus de ces trous, les passages d'oxygène sont fermés par des barres horizontales 28, disposées à l'extrémité supérieure des plaques 4. Pour éviter le risque d'obstruction de certains trous 27 par des ondes 23, celles-ci sont interrompues sur une courte hauteur au niveau desdits trous.

En fonctionnement, le dispositif de régulation de la pompe d'alimentation de l'échangeur 2 en oxygène liquide maintient au-dessus des plaques 4 un niveau du bain 5 suffisant pour vaincre les diverses pertes de charge qui s'opposent à l'écoulement de l'oxygène. La hauteur d'oxygène liquide au-dessus des plaques 4 est par exemple de l'ordre de 20 cm.

L'oxygène liquide remplit les réservoirs 22 et passe par les trous 27, à un débit défini par la section de passage de ces derniers et par la hauteur de liquide

qui le surmonte. Comme cette hauteur est constante en régime établi, le débit d'oxygène liquide est celui fourni par la pompe de remontée de ce liquide. Les trous 27 assurent donc une prédistribution grossière de l'oxygène liquide tout le long des passages 17, et l'oxygène liquide ainsi pré-distribué parvient sur le garnissage 24, lequel en assure une distribution fine sur toute la longueur de chaque passage 17. L'oxygène liquide aborde ainsi les ondes 19 en ruisselant de façon parfaitement uniforme sur toutes les parois (ondes 19 et plaques 4) des passages qui lui sont affectés, c'est-à-dire en formant sur ces parois un film continu descendant.

En même temps, l'azote gazeux parvient dans l'échangeur par la boîte 8 et les ondes de distribution 20, puis s'écoule vers le bas le long des passages 18. Ce faisant, il cède progressivement de la chaleur à l'oxygène liquide qui se trouve dans les passages adjacents 17, de sorte que l'oxygène se vaporise et que, simultanément, l'azote se condense.

L'azote condensé est recueilli dans la boîte 10 et s'écoule dans la conduite 11 jusque dans la rigole 12. Lorsque la hauteur d'azote liquide dans la conduite 11 est suffisante pour vaincre la pression qui règne dans la colonne moyenne pression 1, ce liquide déborde de la rigole et tombe en reflux dans la colonne moyenne pression après qu'une partie ait été prélevée par une conduite 11A pour assurer le reflux de la colonne basse pression. Il se crée ainsi une aspiration dans les passages 17, ce qui assure la circulation de l'azote.

Le débit d'oxygène liquide est réglé de façon à garantir un excès d'oxygène liquide sur toute la hauteur des plaques 4. En effet, une vaporisation totale de l'oxygène dans une région des passages 17 conduirait à cet emplacement à une concentration de l'acétylène dissous dans l'oxygène liquide, ce qui pourrait provoquer une explosion locale. Indépendamment de ce risque d'explosion, il en résulterait aussi une baisse de performance de l'échangeur par neutralisation de la surface non mouillée. Ce risque est limitée grâce à la grande efficacité de la distribution fine assurée par le garnissage 24. Cependant, par sécurité, on préfère travailler avec un excès d'oxygène liquide, généralement du même ordre que le débit d'oxygène vaporisé.

Par conséquent, un mélange diphasique oxygène gazeux-oxygène liquide sort par l'extrémité inférieure des passages 17; ce mélange se sépare dans la partie inférieure de l'enveloppe 3, les phases liquide et vapeur retournant respectivement à la cuve de la colonne basse pression par les conduites 16 et 14.

La demanderesse a constaté qu'un tel échangeur peut fonctionner de façon parfaitement fiable avec un écart de température très faible, de l'ordre de 0,5°C, entre l'azote et l'oxygène, ce qui permet par conséquent de comprimer l'air entrant dans l'installation de distillation dans des conditions très économiques.

Dans le mode de réalisation de la figure 2, on voit

que la distribution de l'oxygène liquide est entièrement réalisée lorsque le fluide arrive dans la zone d'échange de chaleur avec l'azote. Dans la variante de la figure 3, au contraire, l'oxygène est mis en relation d'échange thermique avec l'azote dès le début de l'opération de distribution fine.

Pour cela, les barres 21 qui limitent supérieurement les passages 18 sont disposées à l'extrémité supérieure des plaques 4, comme les barres 28. De plus, les trous 27 sont supprimés et remplacés par des trous verticaux 29 percés à intervalles réguliers dans les barres 28, tout le long de celles-ci.

Dans cette variante, l'oxygène liquide du bain 5 s'écoule par les trous 29, à un débit correspondant à celui de la pompe de remontée de l'oxygène liquide, et est ainsi pré distribué sur toute la longueur des passages 17; ces liquides tombent alors sur le garnissage 24 situé juste au-dessous (ce garnissage a été représenté très schématiquement sur la figure 3). Comme précédemment, le garnissage 24 assure une distribution fine uniforme de l'oxygène liquide sur toute la longueur des passages 17, et ce liquide ruisselle ensuite le long des ondes 19 et des parois 4 correspondantes. L'échange de chaleur entre l'oxygène et l'azote commence pendant le passage de l'oxygène liquide à travers les garnissages 24, lesquels se trouvent au même niveau que les ondes 20 de distribution de l'azote gazeux.

Comme illustré à la figure 4, les trous 29 des barres 28, au lieu d'être d'un diamètre constant sur toute la hauteur de ces barres, peuvent avoir un diamètre élargi dans la plus grande partie de leur hauteur par un contre-alésage 29A réalisé à partir du bas.

La figure 5 montre que des trous analogues peuvent également être obtenus par perforation de l'âme supérieure 30 de profilés en U constituant les barres 28. L'avantage de ces deux réalisations réside dans le fait que la partie utile des trous 29, qui définit la section de passage de l'oxygène liquide, est de courte longueur et donc moins sujette à l'apparition de bouchages ou de vaporisation indésirable.

Dans les échangeurs de chaleur des figures 2 et 3, l'oxygène vaporisé s'évacue par le bas en même temps que l'oxygène liquide en excès. Dans le mode de réalisation de la figure 6, au contraire, l'oxygène vaporisé est libre de s'évacuer à la fois par le haut et par le bas.

L'échangeur de la figure 6 est identique à celui de la figure 2 du bas des plaques 4 jusqu'au niveau du bord supérieur des barres 21 qui limitent supérieurement les passages d'azote 18.

Juste au-dessus de ces barres 21, chaque plaque 4 comporte une rangée horizontale de trous 31. Au-dessus de ceux-ci, les plaques 4 s'étendent sur une hauteur importante, jusqu'à un niveau supérieur à celui de la surface libre du bain 5 d'oxygène liquide. Dans les intervalles situés au-dessus des barres 21 sont disposées des ondes - entretoises 32 à généra-

trices verticales analogues aux ondes 23 de la figure 2. Dans les intervalles restants, un espace libre 33 est prévu au niveau des trous 31, au-dessus des ondes 19, et cet espace est surmonté, de bas en haut par le garnissage 24 précédemment décrit, par une barre 28 à trous 29 analogue à celles de la figure 3, et par une onde-entretoise 34 analogue aux ondes 32 mais à génératrices horizontales.

L'alimentation du bain 5 s'effectue latéralement par une boîte d'alimentation 35 située au-dessus de la boîte 8 et débouchant dans les espaces occupés par les ondes 34. Pour cela, les barres 36 qui ferment de ce côté les passages 17 d'oxygène ne s'étendent vers le haut que jusqu'au niveau du bord supérieur des barres 28.

En fonctionnement, on maintient dans la boîte 35 un niveau d'oxygène liquide constant approprié. Le bain 5 surmonte les barres 28 et, comme à la figure 1, l'oxygène liquide s'écoule par les trous 29 dans le garnissage 24, qui le distribue uniformément de façon fine, puis ruisselle dans les passages 17 en échange de chaleur avec l'azote contenu dans les passages 18. L'oxygène vaporisé peut s'évacuer soit vers le bas, comme précédemment, soit vers le haut en passant par les trous 31 et les espaces contenant les ondes 32, comme indiqué par des flèches sur la figure 6.

Dans ce mode de réalisation, on peut également, en variante, fermer les passages 17 à leur extrémité inférieure et recueillir l'oxygène liquide au moyen d'une onde oblique de collection et d'une boîte collectrice horizontale reliée par une conduite au bain d'oxygène liquide situé en cuve de la colonne basse pression. Dans ce cas, la totalité de l'oxygène vaporisé sort de l'échangeur par le haut, de la façon décrite ci-dessus.

Dans chaque mode de réalisation de l'échangeur suivant l'invention, le circuit d'azote est classique. On peut donc le remplacer par d'autres types connus de circuits d'azote, notamment par ceux décrits dans le brevet FR-A-2 431 103 de la demanderesse.

Par ailleurs, un ou plusieurs échangeurs de chaleur suivant l'invention peuvent être installés à l'intérieur d'une double colonne de distillation d'air dont la colonne basse pression est superposée à la colonne moyenne pression.

## Revendications

1. Echangeur de chaleur à ruissellement de liquide pour vaporiser un liquide par échange de chaleur avec un deuxième fluide, du type comprenant un corps parallélépipédique formé d'un assemblage de plaques verticales parallèles (4) définissant entre elles une multitude de passages plats (17, 18) contenant chacune une onde (19) à génératrices verticales, des moyens de distribution du li-

quide en deux étapes dans un premier ensemble de passages (17), prévus à l'extrémité supérieure de chacun de ces passages, et des moyens pour envoyer le deuxième fluide dans les passages restants (8), caractérisé en ce que lesdits moyens de distribution comprennent des ouvertures (27; 29, 29A) de prédistribution du liquide dans les passages (17) dudit premier ensemble et sur toute leur longueur horizontale, ces ouvertures laissant tomber le liquide sur un garnissage (24) de distribution fine du liquide sur toute la longueur horizontale des mêmes passages (17), ce garnissage étant situé au-dessus de l'onde (19) à génératrices verticales.

2. Echangeur de chaleur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites ouvertures (27; 29, 29A) comprennent une rangée horizontale de trous
3. Echangeur de chaleur suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de retenue (21, 28) pour former un bain de liquide (5) au-dessus desdites ouvertures.
4. Echangeur de chaleur suivant la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de retenue comprennent des barres (21) limitant les passages (18) dudit deuxième ensemble à leur extrémité supérieure, à une certaine distance de l'extrémité supérieure des plaques verticales (4), lesdites ouvertures (27) étant percées dans les plaques au-dessus de ces barres.
5. Echangeur de chaleur suivant la revendication 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de retenue comprennent des barres (28) limitant les passages (17) dudit premier ensemble à leur extrémité supérieure, lesdites ouvertures (29, 29A) étant ménagées verticalement dans ces barres.
6. Echangeur de chaleur suivant la revendication 5, caractérisé en ce que chaque ouverture (29, 29A) est constituée par un trou contre-alésé.
7. Echangeur de chaleur suivant la revendication 5, caractérisé en ce que chaque barre (28) est un profilé en U ouvert vers le bas et comportant dans son âme (30) une série de trous (29).
8. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens (31) pour faire communiquer une région des passages (17) dudit premier ensemble située au-dessous du garnissage de distribution fine (24) avec un espace libre situé au-dessus du bain (5).

9. Echangeur de chaleur suivant les revendications 5 et 8 prises ensemble, caractérisé en ce que les plaques (4) s'étendent jusqu'au-dessus du niveau du bain (5), en ce que des barres supplémentaires (21) limitent vers le haut les passages (18) dudit deuxième ensemble, et en ce que lesdits moyens de communication comprennent des ouvertures (31) ménagées dans les plaques (4) au-dessus de ces barres supplémentaires et au-dessous du garnissage de distribution fine (24).

10. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le garnissage (24) est constitué par une onde à génératrices horizontales et à décalage vertical partiel.

11. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le garnissage de distribution fine (24) est disposé au même niveau qu'un dispositif (20) de répartition du deuxième fluide dans les passages (18) dudit deuxième ensemble.

12. Echangeur de chaleur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le garnissage de distribution fine (24) est disposé entièrement au-dessus d'un dispositif (20) de répartition du deuxième fluide dans les passages (18) dudit deuxième ensemble.

13. Installation de séparation d'air par distillation, du type comprenant une première colonne de distillation (1) fonctionnant sous une pression relativement élevée, une deuxième colonne de distillation fonctionnant sous une pression relativement faible, et un échangeur de chaleur (2) permettant de mettre l'oxygène liquide de cuve de la deuxième colonne en relation d'échange thermique avec l'azote gazeux de tête de la première colonne, caractérisée en ce que l'échangeur de chaleur est tel que défini dans l'une quelconque des revendications 1 à 12, et en ce que l'installation comprend des moyens d'alimentation (6, 6A; 35) pour fournir l'oxygène liquide auxdites ouvertures de prédistribution (27; 29, 29A), et des moyens (8) d'alimentation en azote gazeux desdits passages restants (18).

14. Installation suivant la revendication 13, caractérisée en ce que lesdits moyens d'alimentation (6, 6A; 35) comprennent des moyens pour créer un bain (5) d'oxygène liquide au sommet de l'échangeur (2).

15. Installation suivant la revendication 14, caractérisée en ce que lesdits moyens d'alimentation (6, 6A; 35) comprennent des moyens (6A) de régula-

tion du niveau dudit bain.

5 16. Installation suivant l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisée en ce que les ouvertures (27; 29, 29A) sont adaptées pour fournir un excès d'oxygène liquide du même ordre que le débit de liquide vaporisé.

## 10 Patentansprüche

1. Wärmetauscher mit Flüssigkeitsberieselung zum Verdampfen einer Flüssigkeit durch

Wärmeaustausch mit einem zweiten Fluid, mit einem parallelepipedischen Körper, der aus einer Ansammlung von vertikalen, parallelen Platten (4) gebildet ist, welche zwischen sich eine Vielzahl von flachen Durchgängen (17, 18) bilden, mit Verteilungsmitteln der Flüssigkeit in zwei Schritten in einer ersten Gesamtheit von Durchgängen (17), die am oberen Ende jedes dieser Durchgänge vorgesehen sind, und mit Mitteln, um das zweite Fluid in die übrigen Durchgänge (18) zu schicken, dadurch gekennzeichnet, daß die Verteilungsmittel Vorverteilungsöffnungen (27; 29, 29A) aufweisen, die die Flüssigkeit in den Durchgängen (17) der ersten Gesamtheit und auf der ganzen Länge dieser Durchgängen hinein vorverteilen, welche Öffnungen in eine Packung (24) für die Feinverteilung der Flüssigkeit auf der ganzen Länge derselben Durchgänge (17) münden.

35 2. Wärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (27; 29, 29A) eine horizontale Reihe von Löchern aufweisen.

3. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß er Speichermittel (21, 28) aufweist, um ein Bad für Flüssigkeit (5) über den Öffnungen zu bilden.

45 4. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichermittel Balken (21) aufweisen, welche die Durchgänge (18) der zweiten Gesamtheit an ihrem oberen Ende in einem gewissen Abstand von oberen Ende der vertikalen Platten (4) begrenzen, wobei die Öffnungen (27) in die Platten über diesem Balken durchstochen sind.

55 5. Wärmetauscher nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Speichermittel Balken (28) aufweisen, welche die Durchgänge (17) der ersten Gesamtheit an ihrem oberen Ende begrenzen, wobei die Öffnungen (29, 29A) vertikal in diesen Balken angeordnet sind.

6. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede Öffnung (29, 29A) durch ein gegengebohrtes Loch gebildet ist.
7. Wärmetauscher nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Balken (28) ein nach unten offenes Profil in U-Form ist und in seinem Kern (30) eine Reihe von Löchern (29) aufweist.
8. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß er Mittel (31) aufweist, um einen Bereich der Durchgänge (17) der ersten Gesamtheit, der über der Feinverteilungspackung (24) angeordnet ist, mit einem freien Raum zu verbinden, der über dem Bad (5) angeordnet ist.
9. Wärmetauscher nach den Ansprüchen 5 und 8 zusammen, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (4) sich bis über das Niveau des Bades (5) erstrecken, daß Zusatzbalken (21) nach oben die Durchgänge (18) der zweiten Gesamtheit begrenzen und daß die Verbindungsmittel Öffnungen (31) aufweisen, welche in den Platten (4) über den Hilfsbalken und unter der Feinverteilungspackung (24) angeordnet sind.
10. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Packung (24) aus einer Welle mit horizontalen Erzeugenden und mit teilweiser vertikaler Versetzung gebildet ist.
11. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Feinverteilungspackung (24) auf demselben Niveau angeordnet ist wie eine Verteilervorrichtung (20) des zweiten Fluids in den Durchgängen (18) der zweiten Gesamtheit.
12. Wärmetauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Feinverteilungspackung (24) ganz über einer Verteilervorrichtung (20) des zweiten Fluids in den Durchgängen (18) der zweiten Gesamtheit angeordnet ist.
13. Lufttrennanlage durch Destillation mit einer ersten Destillationssäule (1), die unter einem relativ hohen Druck arbeitet, einer zweiten Destillations säule, die unter einem relativ geringen Druck arbeitet, und einem Wärmetauscher (2), welcher erlaubt, den flüssigen Sauerstoff von der Wanne der zweiten Säule in Wärmeaustausch mit dem gasförmigen Stickstoff vom Kopf der ersten Säule zu bringen, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmetauscher so beschaffen ist, wie in einem der Ansprüche 1 bis 12 definiert und daß die An-

lage Versorgungsmittel (6, 6A; 35) aufweist, um den flüssigen Sauerstoff zu den Vorverteilungsöffnungen (27; 29, 29A) zuzuführen, und Versorgungsmittel für gasförmigen Stickstoff (8) der übrigen Durchgänge (18).

5        14. Anlage nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungsmittel (6, 6A; 35) Mittel aufweisen, um ein Bad (5) aus flüssigem Sauerstoff an der Spitze des Austauschers (2) zu bilden.

10      15. Anlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Versorgungsmittel (6, 6A; 35) Mittel (6A) für das Regulieren des Niveaus des Bades aufweisen.

15      16. Anlage nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Öffnungen (27; 29, 29A) geeignet sind, um einen Überschuß an flüssigem Sauerstoff derselben Größenordnung wie der Durchsatz an verdampfter Flüssigkeit zu liefern.

## 25      Claims

1. Heat exchanger with running liquid for vapourising a liquid by heat exchange with a second fluid, of the type comprising a parallelepiped body formed by an assembly of parallel vertical plates (4) defining between them a plurality of flat passages (17, 18) each containing a corrugation (19) with vertical generatrices, means for distributing the liquid in two stages in a first set of passages (17), situated at the upper end of each of these passages, and means for conveying the second fluid into the remaining passages (18), characterised in that the said distribution means comprise openings (27; 29, 29A) for pre-distribution of the liquid in the passages (17) of the said first set and over their whole horizontal length, these openings dropping the liquid on a lining (24) for fine distribution of the liquid over the whole horizontal length of the same passages (17), this lining being situated above the corrugation (19) with vertical generatrices.
2. Heat exchanger according to claim 1, characterised in that the said openings (27; 29, 29A) comprise a horizontal row of holes.
3. Heat exchanger according to one of claims 1 and 2, characterised in that it comprises retaining means (21, 28) for forming a bath of liquid (5) above the said openings.
4. Heat exchanger according to claim 3, character-

- ised in that the said retaining means comprise bars (21) limiting the passages (18) of the said second set at their upper end at a certain distance from the upper end of the vertical plates (4), the said openings (27) being made in the plates above these bars.
- 5
5. Heat exchanger according to claim 3, characterised in that the said retaining means comprise bars (28) limiting the passages (17) of the said first set at their upper end, the said openings (29, 29A) being formed vertically in these bars.
- 10
6. Heat exchanger according to claim 5, characterised in that each opening (29,29A) is formed by a counter-bored hole.
- 15
7. Heat exchanger according to claim 5, characterised in that each bar (28) is a downwardly open U-shaped section and comprises a series of holes (29) in its web (30).
- 20
8. Heat exchanger according to any one of claims 3 to 7, characterised in that it comprises means (31) for placing a region of the passages (17) of the said first set, situated below the fine distribution lining (24) in communication with a free space situated above the bath (5).
- 25
9. Heat exchanger according to claims 5 and 8 taken together, characterised in that the plates (4) extend as far as above the level of the bath (5), in that additional bars (21) upwardly limit the passages (18) of the said second set, and in that the said communication devices comprise openings (31) made in the plates (4) above these additional bars and below the fine distribution lining (24).
- 30
10. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 9, characterised in that the lining (24) is formed by a corrugation comprising horizontal generatrices and a partial vertical offset.
- 35
11. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 10, characterised in that the fine distribution lining (24) is situated at the same level as a device (20) for distribution of the second fluid into the passages (18) of the said second set.
- 40
12. Heat exchanger according to any one of claims 1 to 10, characterised in that the fine distribution lining (24) is situated wholly above a device (20) for distribution of the second fluid into the passages (18) of the said second set.
- 45
13. Installation for separation of air by distillation, of the type comprising a first distillation column (1) operating under a relatively high pressure, a sec-
- 50
- 55
- ond distillation column operating under a relatively low pressure, and a heat exchanger (2) enabling the liquid oxygen at the bottom of the second column to be placed in a heat exchange relationship with the gaseous nitrogen at the head of the first column, characterised in that the heat exchanger is of the nature specified in any one of the claims 1 to 12, and in that the installation comprises delivery means (6,6A; 35) for supplying the liquid oxygen to the said pre-distribution openings (27; 29,29A) and means (8) for supplying the said remaining passages (18) with gaseous nitrogen.
14. Installation according to claim 13, characterised in that the said delivery means (6,6A; 35) comprise means for forming a bath (5) of liquid oxygen at the top of the exchanger (2).
- 15
15. Installation according to claim 14, characterised in that the said delivery means (6, 6A; 35) comprise means (6A) for adjusting the level of the said bath.
16. Installation according to any one of claims 13 to 15, characterised in that the openings (27; 29,29A) are adapted to provide a surplus of liquid oxygen of the same order as the flow of vapourised liquid.
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

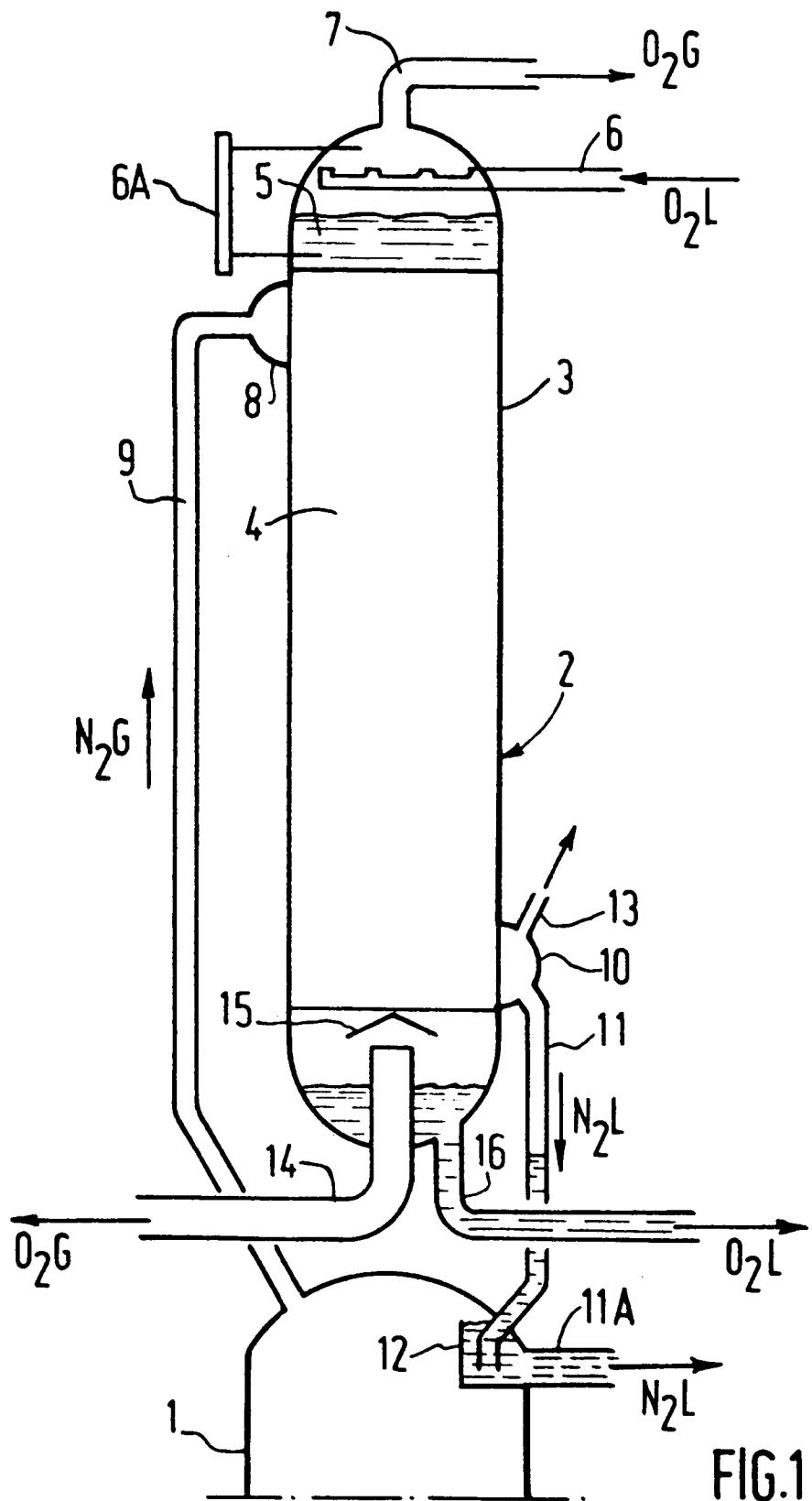


FIG.1

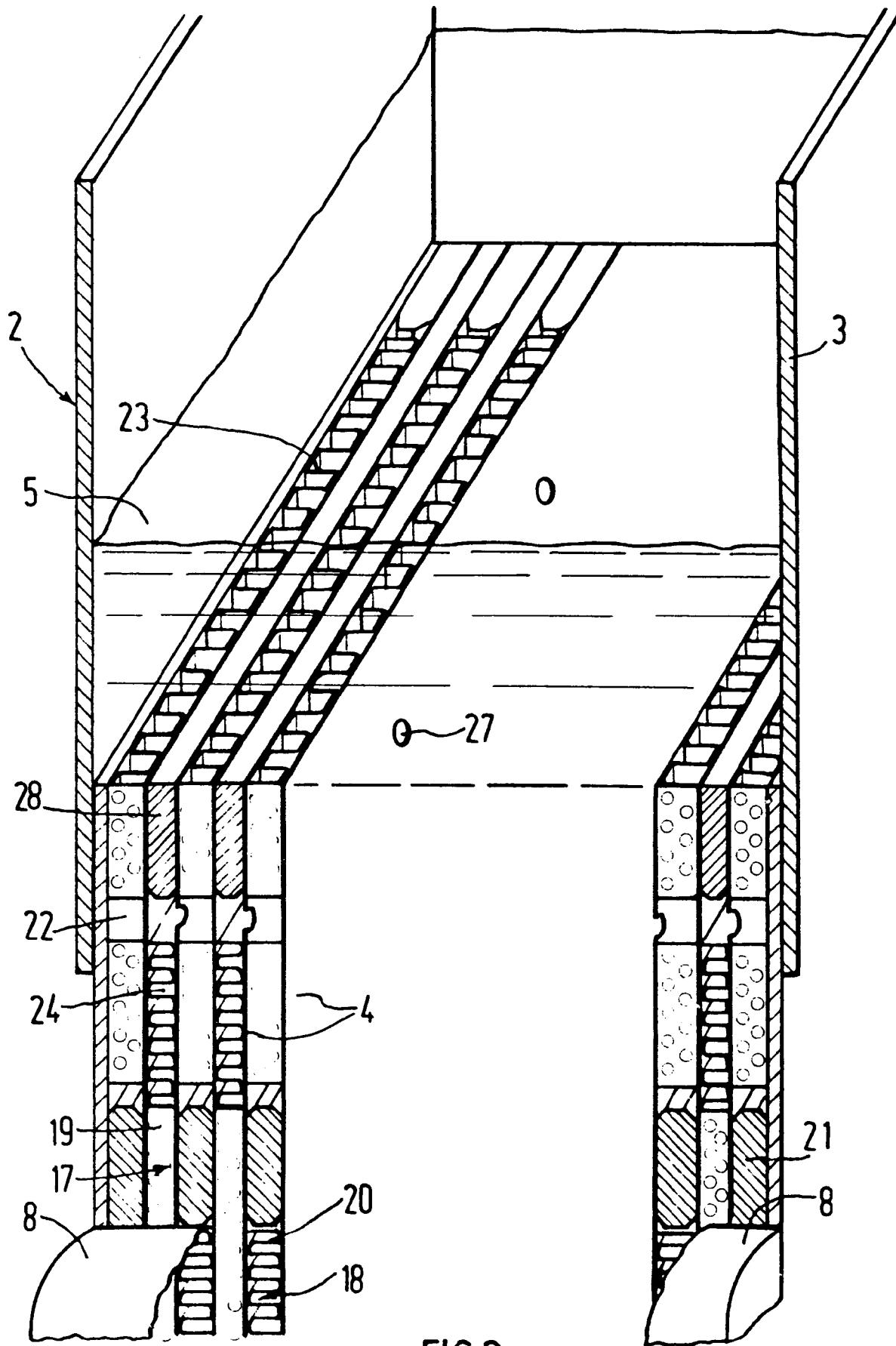
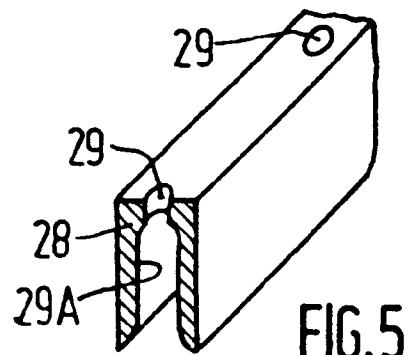
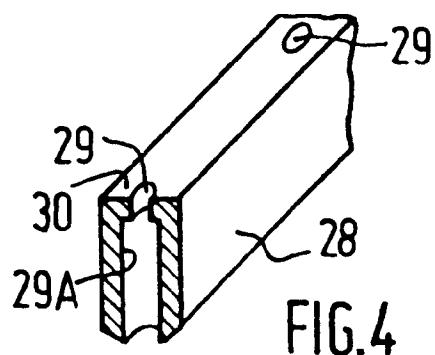
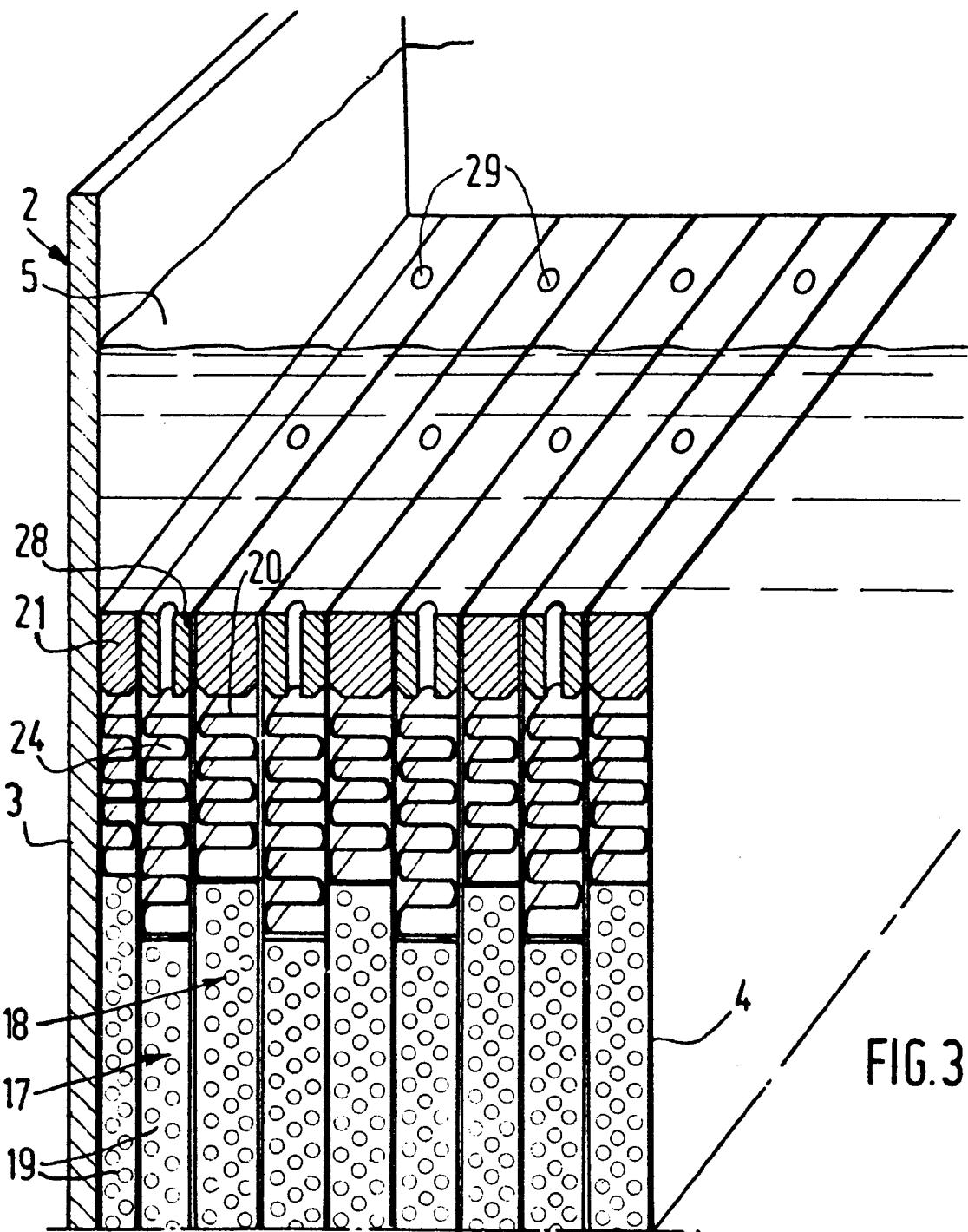


FIG.2



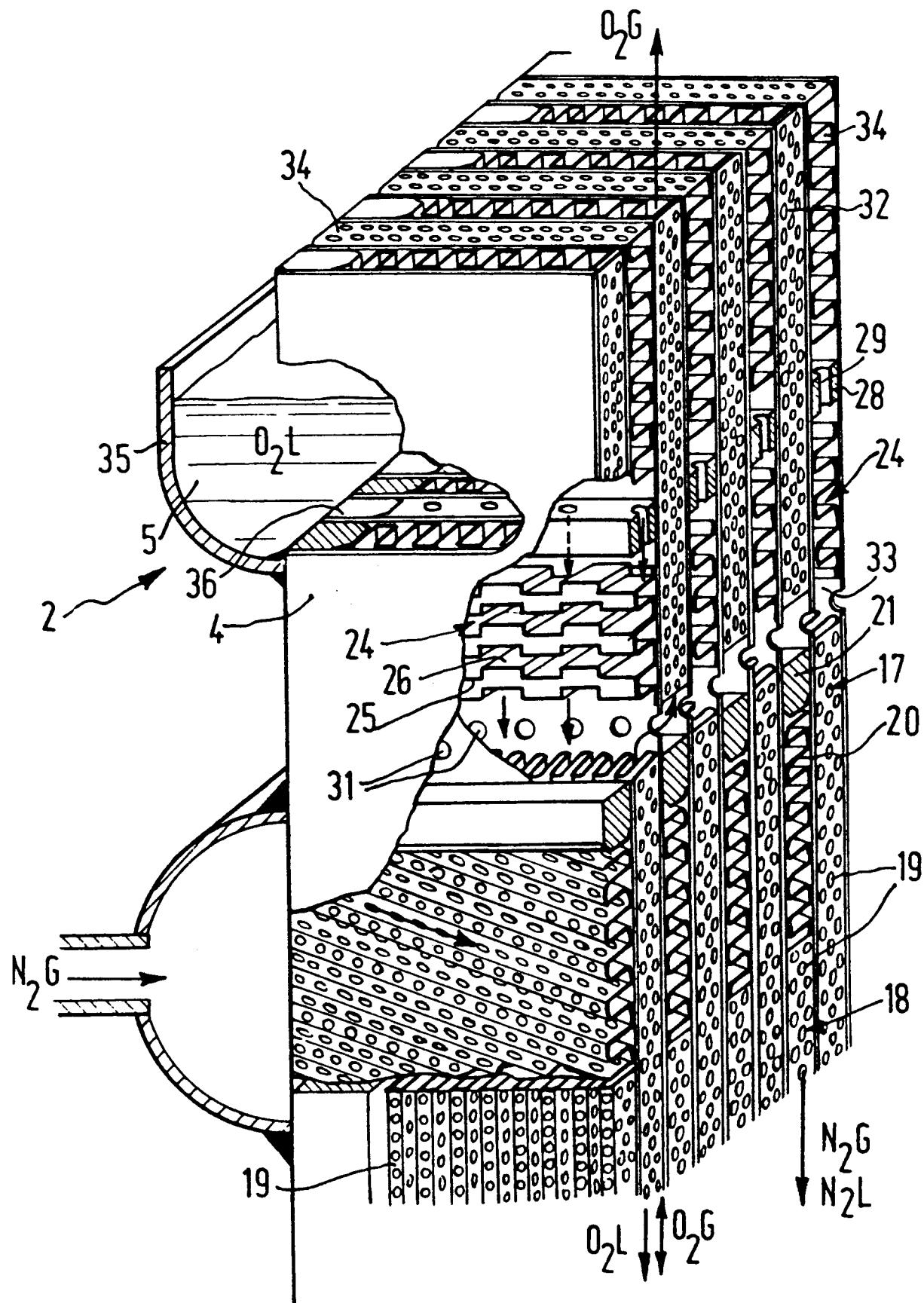


FIG.6