

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 988 821

②1 N° d'enregistrement national : 13 52790

⑤1 Int Cl⁸ : F 25 J 3/04 (2013.01)

①2 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 28.03.13.

③0 Priorité : 29.03.12 DE 102012006480.2.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 04.10.13 Bulletin 13/40.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : LINDE AKTIENGESELLSCHAFT —
DE.

⑦2 Inventeur(s) : MOLL ANTON.

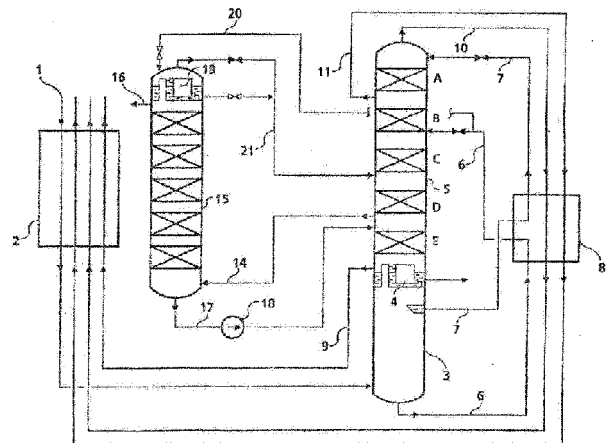
⑦3 Titulaire(s) : LINDE AKTIENGESELLSCHAFT.

⑦4 Mandataire(s) : CABINET HERRBURGER.

⑤4 COLONNE DE SÉPARATION POUR UNE INSTALLATION DE FRACTIONNEMENT DE L'AIR A BASSE
TEMPÉRATURE AINSI QU'UNE INSTALLATION ET UN PROCÉDE UTILISANT UNE TELLE COLONNE.

⑤7 Colonne de séparation pour une installation de frac-
tionnement de l'air à basse température ayant un réservoir
avec une enveloppe essentiellement cylindrique, une
conduite d'alimentation (6, 14) pour un mélange de compo-
sants de l'air, une conduite de produit (9, 10, 16) pour une
fraction enrichie avec l'un des composants de l'air et avec
des éléments d'échange de matière installés dans le réservoir.
Les éléments d'échange de matière sont constitués
dans au moins une zone partielle (E) par une garniture or-
donnée formée de tôles de métalliques pliées, et ayant une
surface superficielle spécifique supérieure à $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$.
Les tôles métalliques sont en cuivre et ont une épaisseur de
tôle de 0,1 mm ou moins.

L'invention a également pour objet un dispositif et un
procédé de fractionnement de l'air à basse température uti-
lisant une telle colonne de séparation.



FR 2 988 821 - A1



Domaine de l'invention

La présente invention se rapporte à une colonne basse pression pour une installation de fractionnement de l'air à basse température comportant :

- 5 - un réservoir ayant une enveloppe essentiellement cylindrique,
- une conduite d'alimentation pour un mélange de composants de l'air,
- une conduite de produit oxygène pour extraire un produit oxygène du fond de cuve de la colonne basse pression, et
- 10 - des éléments d'échange de matière installés dans le réservoir,
- les éléments d'échange de matière étant constitués directement au-dessus du fond de la colonne basse pression par un segment inférieur d'une garniture ordonnée avec sur son côté supérieur, un répartiteur de liquide,
- 15 - au moins une partie de la garniture étant constituée par des tôles de métal pliées, et
- ayant une surface superficielle spécifique supérieure à $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

Etat de la technique

20 Une telle colonne est en général constituée par la colonne basse pression d'un système à deux colonnes ayant une colonne haute pression et une colonne basse pression. L'alimentation est constituée par l'entrée de la colonne basse pression par laquelle le liquide enrichi en oxygène provenant du fond de la colonne de pression, arrive dans la colonne basse pression. La "conduite de produit pour une fraction enrichie avec l'un des composants de l'air", permet d'extraire un fluide enrichi en oxygène du segment inférieur de la colonne pour évacuer ce fluide directement ou indirectement comme produit liquide ou gazeux. La conduite de produit est prévue ici directement dans le fond ou légèrement au-dessus, le fond de la colonne basse pression comportant la

30 chambre d'évaporation d'un condensateur principal surmonté de la colonne basse pression en liaison d'échange de chaleur avec la colonne haute pression ; en variante, la conduite de produit se trouve dans un condenseur auxiliaire pour évaporer le produit riche en oxygène, sur un échangeur de chaleur, principal, dans lequel le produit riche en oxygène

35 échange indirectement de la chaleur avec l'air d'alimentation ou dans la

chambre d'évaporation d'un condensateur principal situé à l'extérieur de la colonne basse pression.

Habituellement, dans les installations de fractionnement de l'air, notamment dans la colonne basse pression, on utilise des garnitures organisées ayant une surface superficielle spécifique (densité de garniture) de 250 à 750 m²/m³. Isolément, il a également été proposé d'utiliser des densités de garniture plus élevées pour augmenter l'efficacité de la garniture en ce qu'on diminue la hauteur par rapport au fond théorique (HETP = hauteur par fond théorique). Cela permet d'avoir une plus faible hauteur relative de construction. Dans la suite, les expressions "surface superficielle spécifique d'une garniture" et "densité de garniture", seront utilisées comme des synonymes. Une garniture particulièrement "dense" présente dans ces conditions une surface superficielle spécifique particulièrement élevée.

De plus, l'installation de fractionnement de l'air peut comporter par exemple une colonne d'argon brut dans laquelle on récupère l'argon brut d'un mélange argon-oxygène extrait de la colonne basse pression ; dans la zone supérieure, il y a une conduite de produit pour extraire l'argon brut séparé de l'oxygène. La colonne d'argon brut peut être réalisée en une seule partie comme décrit dans le document EP 377117 B2 = US 5019145 ou en plusieurs parties, par exemple en deux parties comme décrit dans le document EP 628777 B1 = US 5426946.

En outre, l'installation de fractionnement de l'air peut comporter une colonne d'évacuation de méthane reliée à la colonne basse pression. Par la tête de la colonne, on évacue le méthane avec un produit oxygène gazeux ; au fond de la colonne, on extrait une fraction d'oxygène riche en crypton et en xénon. Il est clair que l'utilisation de la garniture dense en cuivre, peut également s'appliquer à une ou plusieurs des colonnes de séparation évoquées ci-dessus.

Une colonne basse pression du type défini ci-dessus, est connue selon le document EP 636237 B1 = WO 9319336 A1 = US 5613374.

Les garnitures organisées pour des installations de fractionnement de l'air, sont réalisées actuellement en aluminium. Pour des

raisons de sécurité (voir le document EIGA "Safe use of aluminium-structured packing for oxygen distillation" IGC Document 144/08/E), la tôle de garniture dans la zone de l'oxygène a au moins une épaisseur de tôle de 0,2 mm. Dans le cas d'une densité de garniture élevée, ces tôles ont l'inconvénient que la capacité par section de colonne est sensiblement plus faible que pour une densité de garniture moindre ; ainsi, pour une même capacité, la colonne doit avoir un diamètre relativement important. Le coût de fabrication augmente d'autant pour la colonne de séparation et par suite pour l'ensemble de l'installation de fractionnement de l'air.

Les expressions "haut" et "bas", sont relatives à la disposition spatiale des colonnes basse pression lorsque l'installation fonctionne normalement.

But de l'invention

La présente invention a pour but de développer une colonne basse pression du type défini ci-dessus, qui se réalise avec des moyens de fabrication relativement plus réduits et des coûts de fabrication notamment relativement plus bas.

Exposé et avantages de l'invention

A cet effet, la présente invention a pour objet une colonne basse pression d'une installation de fractionnement de l'air à basse température du type défini ci-dessus, caractérisée en ce que

- dans la partie inférieure du segment inférieur, les tôles métalliques de la garniture sont en cuivre et ont une épaisseur de tôle de 0,1 mm ou moins, et
- dans la partie au-dessus du segment inférieur (e), les tôles métalliques de la garniture sont en aluminium et ont une épaisseur de tôle inférieure à 0,2 mm, notamment 0,1 mm ou moins.

L'utilisation d'un matériau relativement coûteux tel que le cuivre, semble aller à l'opposé du but recherché comme indiqué ci-dessus. L'utilisation d'une garniture d'aluminium mince est expressément déconseillée par le document EIGA. Toutefois, dans le cadre de l'invention, il a été confirmé que grâce aux caractéristiques mécaniques et chimiques du cuivre, on peut réaliser d'une manière relativement économique une garniture très dense avec des épaisseurs de tôles de

tôle très faibles. Les essais effectués avec une telle garniture, ont en outre permis de constater que vis-à-vis des garnitures denses, connues, on obtenait de manière surprenante une augmentation importante de la capacité de la colonne par section de la colonne.

5 De plus, dans le cadre de l'invention, grâce à l'utilisation du cuivre dans le segment le plus bas de la colonne basse pression (segment le plus bas de 100 à 2000 mm, de préférence segment le plus bas de 350 à 950 mm), remplissait toutes les conditions de sécurité ; contrairement à la publication EIGA, on a constaté que l'utilisation de
10 garniture d'aluminium plus mince (épaisseur de tôle de tôle inférieure à 0,2 mm et notamment de 0,1 mm ou moins) au-dessus de cette couche de cuivre, ne présentait aucun problème de fonctionnement.

En fonction de l'épaisseur de tôle de la tôle, la surface superficielle spécifique de la section libre de la colonne de séparation,
15 augmente, section disponible pour la remontée du gaz. Lorsqu'on utilise des densités de garniture, usuelles, cette perte de volume dans les intervalles est relativement faible et la capacité correspondante est acceptable. Mais si l'on veut augmenter de manière significative la densité de garniture, pour passer par exemple à $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$ à $1.200 \text{ m}^2/\text{m}^3$, le volume des intervalles diminue de 95 % à 88 % pour une épaisseur de tôle
20 de tôle de 0,2 mm.

Dans le cadre de l'invention, on peut néanmoins construire une colonne significativement plus mince pour une capacité restant au même niveau et une colonne de même hauteur. La fabrication
25 se traduit par une économie de matière de garniture qui est très largement plus que proportionnelle à la réduction de l'épaisseur de tôle de tôle. Ne serait-ce que de tels avantages surprenants confirmés dans le cadre de l'invention qui justifie l'utilisation d'un matériau plus coûteux.

L'expression "cuivre" désigne ici le cuivre pur ou un alliage avec une teneur en cuivre d'au moins 67 %, de préférence d'au
30 moins 80 % et d'une manière très préférentielle, d'au moins 90 % (ces pourcentages sont chaque fois rapportés à la masse). En particulier, l'expression "cuivre" concerne tous les matériaux de l'annexe C du document EIGA, IGC Doc 13/02/E appelés "cuivre" et "alliage-cuivre-
35 nickel" ("Copper"/"Copper-Nickel-Alloys" EIGA - OXYGEN PIPELINE

SYSTEMS – IGC Doc 13/02/E édité par European Industrial Gases Association).

L'expression "aluminium" désigne ici l'aluminium pur ou un alliage avec une teneur en aluminium d'au moins 71 % et de préférence d'au moins 80 % et de manière très préférentielle, d'au moins 90 % (ces pourcentages sont chaque fois rapportés à la masse). En général, on utilise de la tôle d'aluminium du commerce.

De façon préférentielle, la garniture ordonnée de cuivre et/ou la garniture ordonnée d'aluminium, a une surface superficielle spécifique de plus 1.000 m²/m³ et notamment de plus de 1.150 m²/m³. Par exemple, la densité de garniture peut être de 1.200 ou 1.250 m²/m³.

En général, la colonne basse pression a un évaporateur de fond de colonne encore appelée condenseur principal. Il est avantageux que les éléments d'échange de matière situés directement au-dessus de l'évaporateur de fond de colonne, soient constitués par la garniture organisée de cuivre. De façon préférentielle, on utilise dans tout le segment inférieur d'échange de matière de la colonne basse pression, une telle garniture ordonnée de cuivre avec une surface superficielle spécifique de plus de 750 m²/m³ et une épaisseur de tôle de tôle de 0,1 mm ou moins. La colonne basse pression fait partie d'une installation de fractionnement de l'air à basse température à au moins deux étages, le condenseur principal étant le condenseur de fond de colonne de la colonne basse pression. Au-dessus de la garniture en cuivre, la colonne de séparation a une garniture ayant la même géométrie mais réalisée en une autre matière comme l'aluminium, une garniture ordonnée ayant une autre géométrie ou un ou plusieurs autres types d'éléments d'échange de matière, tels que par exemple une garniture de remplissage (garniture non ordonnée) ou un fond classique d'échange de matière.

Il est avantageux selon l'invention que, par exemple, au moins tout le segment inférieur de la colonne basse pression, soit complètement rempli par un type de garniture tel que décrit ci-dessus selon l'invention. Mais l'invention peut également se réaliser en ce que la zone partielle dans laquelle on utilise cette garniture spéciale, ne correspond

qu'à une partie du segment inférieur de la colonne basse pression et que le restant de ce segment intègre d'autres éléments d'échange de matière.

5 Selon l'invention, on utilise de préférence la géométrie de la garniture en métal, usuelle, pour le fractionnement de l'air, c'est-à-dire des tôles métalliques de cuivre pliées et des tôles métalliques d'aluminium pliées, installées suivant une disposition croisée et ayant en outre un moletage fin et le cas échéant des trous (voir DE 2722424 A).

10 L'invention se rapporte également à une installation de fractionnement d'air à basse température et un procédé de fractionnement de l'air à basse température.

15 L'invention peut s'appliquer à de petites installations de fractionnement de l'air pour traiter des débits d'air de 5.000 Nm³/h à 150.000 Nm³/h, mais également des installations très grandes voire très grandes pour traiter plus de 150.000 Nm³/h d'air d'alimentation en fonctionnement normal.

20 Des procédés et des dispositifs de fractionnement de l'air à basse température sont connus de manière générale, par exemple selon le document Hausen/linde, Tieftemperaturtechnik, 2. Edition 1985, chapitre 4, pages 281 à 337.

25 Le système de colonnes de distillation selon l'invention, peut être réalisé sous la forme d'un système à une colonne pour la séparation azote/oxygène ou comme système à deux colonnes (par exemple comme le système classique à deux colonnes de Linde) ou encore comme système à trois colonnes ou plus. En plus des colonnes de séparation azote/oxygène, on peut avoir d'autres dispositifs pour récupérer des produits très purs et/ou d'autres composants de l'air et en particulier des gaz nobles, tels que par exemple de l'argon et/ou du krypton-xénon.

30 L'invention se rapporte notamment à des installations de fractionnement de l'air à l'échelle industrielle traitant en fonctionnement normal au moins 5.000 Nm³/h d'air d'alimentation.

35 En principe, la taille des installations de fractionnement de l'air appliquant l'invention, est en principe non limitée. Son application est toutefois particulièrement avantageuse dans le domaine des

unités préparées dans lesquelles un ou plusieurs modules de la partie froide de l'installation sont préfabriqués comme des boîtes froides et sont ensuite transportées telles quelles, complètes, sur le chantier. De telles installations traitent régulièrement moins de 250.000 et de préférence moins de 150.000 Nm³/h d'air d'alimentation en mode de fonctionnement normal.

Dessins

La présente invention sera décrite ci-après de manière plus détaillée à l'aide d'un exemple de colonne basse pression pour une installation de fractionnement d'air à basse température représentée schématiquement dans les dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un diagramme simplifié de procédé d'une installation de fractionnement d'air à basse température selon l'invention,
- la figure 2 montre le détail d'une tôle d'une garniture de cuivre ordonnée.

Description de modes de réalisation de l'invention

Selon le procédé présenté à la figure 1, on refroidit de l'air 1, nettoyé sous une pression de 4 à 20 bars, de préférence 5 à 12 bars dans un échangeur de chaleur 2 recevant une veine de produit refroidie sensiblement à la température de rosée pour introduire l'air d'alimentation dans le système de colonnes de distillation ; ce système comporte ici une colonne haute pression 3, une colonne basse pression 5 et une colonne d'argon brut 15. La colonne haute pression 3 se trouve au-dessus d'un évaporateur condensateur 4, commun, le condenseur principal en relation d'échange thermique avec la colonne basse pression 5. Dans l'exemple de réalisation, tout l'air d'alimentation 1 passe dans la colonne haute pression 3.

Le liquide de fond de cuve 6 et l'azote 7 sont extraits de la colonne haute pression 3 pour être refroidis dans un échangeur à flux croisé 8 et être introduits dans la colonne basse pression 5. De la colonne basse pression, on extrait l'oxygène par les conduites de produit oxygène 9, azote 10 et azote non pur 11. Les produits peuvent être extraits au moins partiellement à l'état liquide. Cela n'est pas représenté de manière détaillée dans le schéma de procédé pour des raisons de clarté.

Une conduite de transfert d'argon 14 (conduite d'alimentation pour la colonne d'argon brut) prélève un flux d'oxygène contenant de l'argon de la zone inférieure de la colonne basse pression 5 (en dessous de la conduite de liquide de fond de colonne 6) pour passer dans la zone inférieure d'une colonne d'argon 15 et être fractionné en un produit argon brut 16 et une fraction résiduelle 17. La fraction résiduelle est renvoyée dans la colonne basse pression. Elle peut revenir soit par la conduite 14 (dans le cas où il ya une pente appropriée) ou être transférée comme l'indique la figure 1, par une pompe 18 et une conduite 17, indépendante.

La tête de la colonne d'argon brut est refroidie par un condenseur d'argon brut 19 dont le côté évaporateur, évapore le liquide de fond de colonne provenant de la colonne haute pression 3 est étant fourni par la conduite 20. La fraction évaporée passe par la conduite 21 dans la colonne basse pression. Elle peut par exemple déboucher à hauteur de la conduite de liquide de fond de colonne 6. De façon particulièrement avantageuse, on injecte entre l'embouchure de la conduite de liquide de fond de colonne 6 et le branchement de la colonne de transfert d'argon 14.

De façon connue, dans le procédé, on génère du froid par une détente fournissant du travail d'un ou plusieurs flux de procédé dans une ou plusieurs turbines. Cela n'est pas représenté dans le schéma simplifié.

La colonne basse pression 5 de cet exemple de réalisation, comprend les sections suivantes :

- A une section d'azote pur (au-dessus de la colonne d'azote non pur 11),
- B un segment d'azote non pur (limité par la conduite d'azote non pur 11 et la conduite de liquide de fond de colonne 6),
- C un segment d'oxygène non pur (délimité par la conduite de fond de colonne 6 et la conduite 21 d'introduction de la fraction partiellement évaporée du condenseur d'argon brut 19),
- D un segment intermédiaire d'argon (délimité par la conduite 21 pour introduire la fraction évaporée du condenseur d'argon brut

19 et la conduite de prélèvement 14 pour la fraction d'oxygène contenant de l'argon à fractionner dans la colonne d'argon),
 E un segment d'oxygène (en dessous de la conduite de prélèvement 14 de la fraction d'oxygène contenant de l'argon et qui sera fractionné dans la colonne d'argon brut et directement au-dessus de l'évaporateur de fond de colonne = condenseur principal 4).

5
 10 En fonctionnement normal de l'installation, dans le segment E de la colonne basse pression 5, il règne une concentration en oxygène de 95 mol/% ou plus. La concentration en oxygène augmente notamment pour passer de 87 mol/% à l'extrémité supérieure du segment E à 99,95 % à l'extrémité inférieure. Dans l'exemple de réalisation, on utilise les éléments suivants d'échange de matière dans les différents segments de la colonne basse pression 5 :

- 15 A segment d'azote pur : fond de rectification classique, notamment tôle à trou,
- B Segment d'azote non pur : garniture ordonnée d'aluminium formée de tôles métalliques pliées ayant une épaisseur de tôle de 0,10 mm et une surface superficielle spécifique de $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$,
- 20 C segment d'oxygène non pur : garniture ordonnée d'aluminium formée de tôles métalliques pliées ayant une épaisseur de tôle de tôle de 0,10 mm et une surface superficielle spécifique de $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$,
- D segment intermédiaire d'argon : garniture ordonnée d'aluminium formée de tôles métalliques pliées ayant une épaisseur de tôle de 25 0,10 mm et une surface superficielle spécifique supérieure à $1.000 \text{ m}^2/\text{m}^3$, notamment $1.250 \text{ m}^2/\text{m}^3$,
- E segment d'oxygène : garniture ordonnée de cuivre formée de tôles métalliques pliées de Cu-DHP R200 selon DIN EN 13599, ayant une épaisseur de tôle de 0,05 mm et une surface superficielle 30 spécifique supérieure à $1.000 \text{ m}^2/\text{m}^3$, notamment $1.250 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

La colonne d'argon brut 15 a cinq segments d'échange de matière. Ces segments sont constitués dans l'exemple de réalisation, tous par une garniture ordonnée formée de tôles d'aluminium pliées ayant une épaisseur de tôle de 0,10 mm et une surface superficielle

spécifique supérieure à $1.000 \text{ m}^2/\text{m}^3$, notamment supérieure à $1.250 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

La colonne haute pression 3 peut être équipée en principe totalement ou partiellement avec une garniture ordonnée, par exemple en aluminium. Dans l'exemple de réalisation, on utilise toutefois exclusivement des fonds perforés.

En variante de l'exemple de réalisation, dans un ou plusieurs des segments présentés ci-dessus, on peut également combiner différents types d'éléments d'échange de matière, par exemple une combinaison de garnitures ordonnées ayant des surfaces superficielles spécifiques différentes ou encore une combinaison d'une garniture ordonnée et de fond de rectification classique ou encore une combinaison de garnitures en cuivre et de garnitures en aluminium.

En variante du mode de réalisation de la figure 1, une partie de l'air fractionné peut être détendue dans une turbine pour fournir du travail et être introduit directement dans la colonne basse pression 5 en contournant le fractionnement préliminaire dans la colonne haute pression 3, par exemple en introduisant entre les segments C et D ou entre les segments B et C. Selon une autre variante de réalisation, la colonne d'argon brut est supprimée et/ou on complète par une colonne de mélange dans laquelle on évapore le produit oxygène liquide de la colonne basse pression en échange direct de matière avec une partie de l'air d'alimentation pour récupérer finalement un produit oxygène non pur à l'état gazeux.

Selon une autre variante de réalisation, dans au moins une zone partielle de la colonne d'argon brut 15, on utilise une garniture ordonnée formée de tôles en cuivre, pliées, ayant une surface superficielle spécifique supérieure à $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$, notamment supérieure à $1.000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ ou supérieure à $1.150 \text{ m}^2/\text{m}^3$, par exemple $1.250 \text{ m}^2/\text{m}^3$, les tôles de cuivre ayant une épaisseur de tôle de 0,1 mm ou moins, par exemple 0,05 mm.

La figure 2 est un extrait du segment E de la colonne basse pression utilisant une garniture de cuivre. La figure montre trois couches. Pour expliciter la structure spatiale, les dos à l'ombre sont munis de hachures.

Les tôles de métal, pliées, 101, 102, 103, sont de préférence organisées pour que les plis 104, 105, soient inclinés par rapport à l'axe de la colonne (axe vertical). Les secondes lamelles suivantes 101, 103, ont de nouveau la même orientation. Les lamelles intermédiaires 5 102 sont dirigées pour que leur pli soit à l'angle, de préférence perpendiculaire à celui des lamelles voisines.

Le pliage grossier des tôles métalliques de l'exemple de réalisation, a une période de 4,7 mm. La surface superficielle des tôles métalliques entre deux plis (arêtes), (par exemple entre 104 et 105), est 10 munie d'un moletage fin ; celui n'est pas représenté dans le dessin. Les tôles métalliques ont en outre des orifices (trous 106).

NOMENCLATURE DES ELEMENTS PRINCIPAUX

	1	air nettoyé
	2	échangeur de chaleur
5	3	colonne haute pression
	5	colonne basse pression
	15	colonne d'argon brut
	4	condenseur évaporateur
	6	liquide du fond de colonne
10	7	azote
	8	échangeur à flux croisé
	9	oxygène
	10	azote
	11	azote non pur
15	14	conduite de transfert d'argon
	15	colonne d'argon
	16	produit d'argon brut
	17	fraction résiduelle
	18	pompe
20	19	condenseur d'argon brut
	20	conduite
	21	conduite
	102, 12, 103	tôles métalliques pliées
	104, 105	arêtes
25	106	trous

REVENDEICATIONS

1°) Colonne basse pression pour une installation de fractionnement de l'air à basse température comportant :

- un réservoir ayant une enveloppe essentiellement cylindrique,
- 5 - une conduite d'alimentation (6, 14) pour un mélange de composants de l'air,
- une conduite de produit oxygène (9) pour extraire un produit oxygène du fond de cuve de la colonne basse pression, et
- des éléments d'échange de matière installés dans le réservoir,
- 10 - les éléments d'échange de matière étant constitués directement au-dessus du fond de la colonne basse pression par un segment inférieur (E) d'une garniture ordonnée avec sur son côté supérieur, un répartiteur de liquide,
- au moins une partie de la garniture étant constituée par des tôles de
- 15 métal pliées, et
- ayant une surface superficielle spécifique supérieure à $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$, caractérisée en ce que
- dans la partie inférieure du segment inférieur (E), les tôles métalliques de la garniture sont en cuivre et ont une épaisseur de tôle de
- 20 $0,1 \text{ mm}$ ou moins, et
- dans la partie au-dessus du segment inférieur (e), les tôles métalliques de la garniture sont en aluminium et ont une épaisseur de tôle inférieure à $0,2 \text{ mm}$, notamment $0,1 \text{ mm}$ ou moins.

25 2°) Colonne basse pression selon la revendication 1, caractérisée en ce que la garniture ordonnée en cuivre a une surface superficielle spécifique de plus de $1.000 \text{ m}^2/\text{m}^3$, notamment de plus $1.150 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

30 3°) Colonne basse pression selon la revendication 1, caractérisée en ce que la garniture ordonnée d'aluminium a une surface superficielle spécifique supérieure à $1.000 \text{ m}^2/\text{m}^3$ et notamment supérieure à $1.150 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

4°) Colonne basse pression selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'

elle comporte un évaporateur de fond de cuve (4) et directement au-dessus de l'évaporateur de fond de cuve (4), les éléments d'échange de matière (E) sont constitués par une garniture organisée de cuivre.

5°) Colonne basse pression selon la revendication 1, caractérisée en ce que

les tôles métalliques de cuivre, pliées, et les tôles métalliques d'aluminium, pliées, sont disposées de façon croisée et ont de plus un moletage fin.

6°) Installation de fractionnement de l'air à basse température comportant un système de colonnes de distillation ayant au moins une colonne basse pression (5) avec une conduite d'alimentation en air (1) pour introduire l'air utilisé dans le système de colonnes de distillation, installation caractérisée en ce que

la colonne basse pression (5) est réalisée selon l'une quelconque des revendications 1 à 5.

7°) Installation de fractionnement de l'air à basse température selon la revendication 6, caractérisée en ce que

le système de colonnes de distillation comporte une colonne haute pression (3) et une colonne basse pression (5) avec une conduite de produit (9) pour extraire un produit riche en oxygène,

- la colonne basse pression (5) étant une colonne de séparation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.

8°) Installation de fractionnement de l'air à basse température selon la revendication 6, caractérisée en ce que

le système de colonnes de distillation comporte une colonne d'argon brut (15) avec une conduite de produit (16) pour extraire l'argon brut.

5

10

15

20

25

30

35

9°) Procédé de fractionnement de l'air à basse température dans un système de colonnes de distillation ayant au moins une colonne basse pression (5) selon lequel, l'air utilisé est introduit dans le système de colonnes de distillation par au moins une conduite d'alimentation en air (1),

5 procédé caractérisé en ce que la colonne basse pression (5) est réalisée selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.

10 10°) Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il est appliqué à une installation de fractionnement de l'air à basse température selon l'une quelconque des revendications 6 à 8.

15

92 INPI GUICHET
RECU LE 15.07.2013

1/2

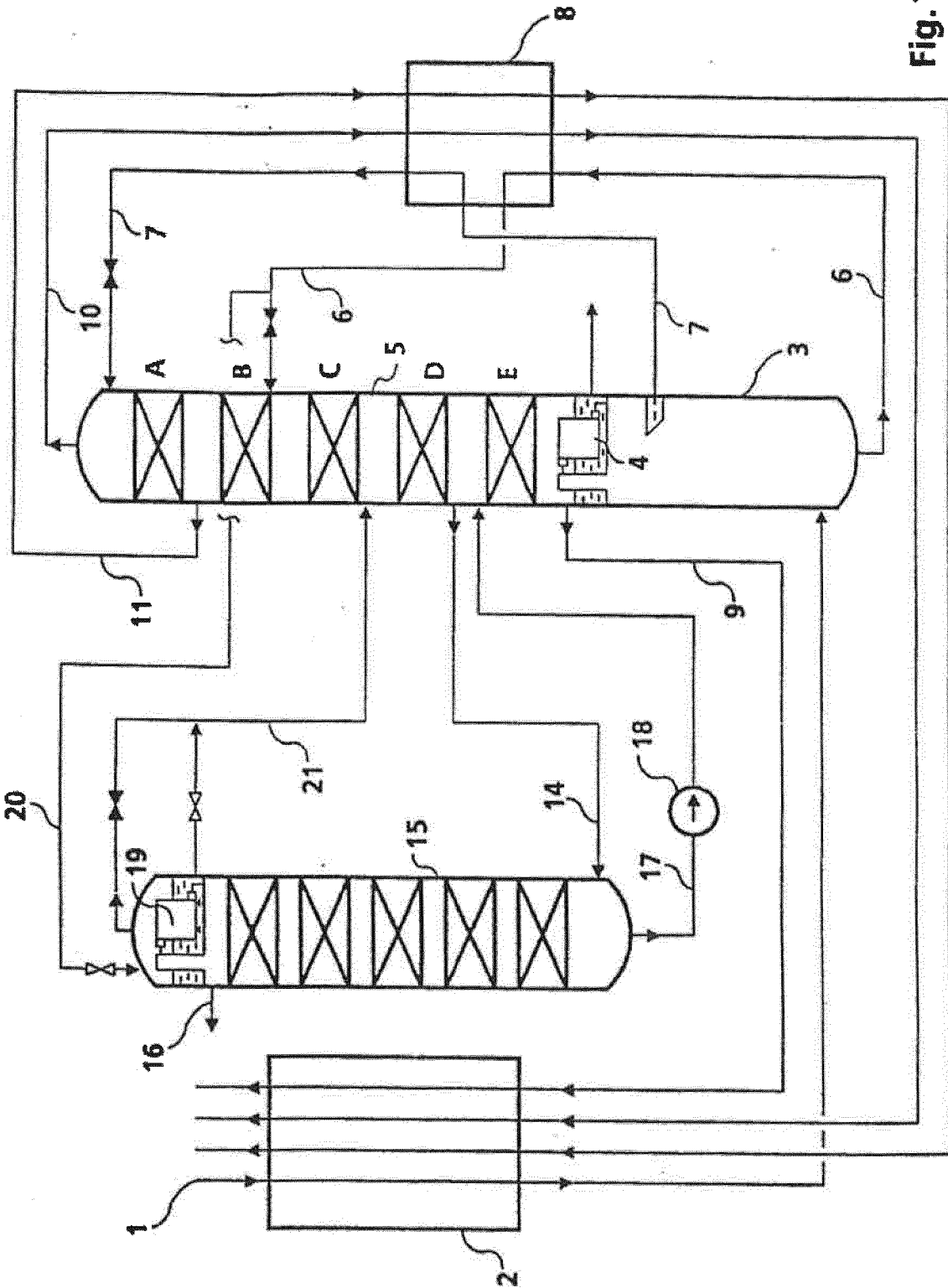


Fig. 1

2/2

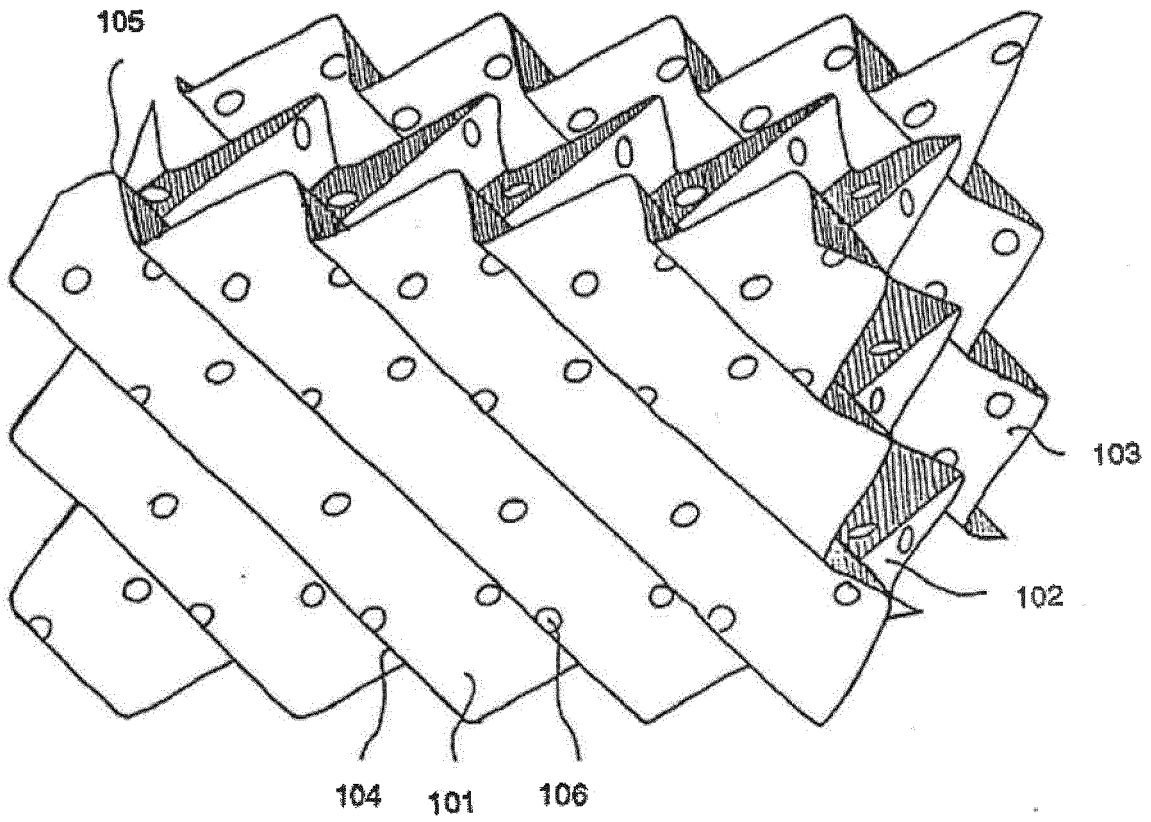


Fig. 2