

Description

[0001] La présente invention concerne un procédé et une installation de séparation d'air par distillation cryogénique.

[0002] En particulier il concerne les procédés de production d'oxygène gazeux contenant entre 60 et 96 mol.% d'oxygène.

[0003] Il est connu de EP-A-229803 et US-A-4022030 d'utiliser un procédé à colonne de mélange pour produire de l'oxygène impur sous pression. Des variantes de ce procédé telles que celles décrites en EP-A-531182 distinguent les pressions de fonctionnement des colonnes moyenne pression et de mélange, et fait fonctionner la colonne de mélange à une pression inférieure ou supérieure à celle de la colonne moyenne pression. Ainsi l'air alimentant la cuve de la colonne de mélange peut provenir d'un étage intermédiaire du compresseur d'air principal; dans ce cas, deux systèmes de dessiccation/décarbonatation sont nécessaires, un sur chacun des deux faisceaux d'air.

[0004] Alternativement l'air peut provenir de l'échappement d'une turbine de détente tel que décrit dans EP-A-698772: dans ce cas, il existe soit une pression minimale d'oxygène, soit une production de liquide minimale pour que l'ensemble soit énergétiquement optimal.

[0005] US-A- 5 802 872 décrit l'usage d'un échangeur à plaques brasées et un échangeur réversible pour refroidir l'air destiné à la colonne moyenne pression d'une double colonne.

[0006] WO 99/42773 publiée le 26 août 1999 décrit un procédé dans lequel entre 50 et 80% de l'air destiné à un appareil de séparation d'air est épuré en eau dans des régénérateurs et le reste de l'air est épuré par adsorption.

[0007] Un but de l'invention est de réduire les coûts d'investissement des appareils de production d'oxygène impur.

[0008] Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'air dans une installation de séparation d'air comprenant au moins deux colonnes de distillation d'air dont une colonne moyenne pression et une colonne basse pression dans lequel:

a) on refroidit un premier débit d'air comprimé dans un (des) premier(s) passage(s) d'un système d'échange thermique

b) on refroidit un deuxième débit d'air comprimé dans un (des) deuxième(s) passage(s) du système d'échange thermique

c) on réchauffe au moins un débit de gaz provenant d'une colonne de l'installation dans un(des) troisième(s) passage(s) du système d'échange thermique caractérisé en ce que l'on envoie périodiquement et cycliquement au moins une partie du débit de gaz provenant de l'installation au(x) premier(s) passage(s) afin de régénérer le(s) pre-

mier(s) passage(s) et le premier débit d'air est alors renvoyé dans le/au moins un des troisième(s) passage(s) du système d'échange thermique, libéré(s) par le gaz provenant de l'installation et substantiellement dépourvu(s) de toutes impuretés

[0009] Ainsi le premier débit d'air se refroidit périodiquement et cycliquement dans au moins un premier passage du système et dans au moins un troisième passage du système. Si le premier débit d'air se refroidit dans au moins un premier passage du système, le gaz provenant d'une colonne de l'installation se réchauffe dans au moins un des troisième(s) passages. Si le premier débit d'air se refroidit dans au moins un troisième passage du système, au moins une partie du gaz provenant d'une colonne de l'installation régénère le ou les premiers passages et ne circule plus dans au moins une partie des troisième(s) passages.

[0010] Néanmoins si seulement une partie du gaz sert à régénérer les premiers passages d'air, le reste du gaz peut se réchauffer dans le ou les troisième(s) passages non-utilisés par l'air.

[0011] Il sera compris que le système d'échange thermique peut comporter une seule ligne d'échange ou peut comprendre deux lignes d'échange séparées dont une première dans laquelle se refroidit le premier débit d'air comprimé et une deuxième dans laquelle se refroidit le deuxième débit d'air comprimé. Au moins un des troisième(s) passages (ou le troisième passage) dans lequel se réchauffe le débit de gaz provenant de l'installation se trouve dans la première ligne d'échange. Eventuellement au moins un des troisième(s) passages dans lequel se réchauffe le débit de gaz provenant de l'installation peut se trouver dans la deuxième ligne d'échange.

[0012] Dans le cas dans lequel seulement une partie du gaz sert à régénérer les premiers passages d'air, seulement ce gaz de régénération est envoyée à la première ligne d'échange, le reste du gaz pouvant se réchauffer dans le ou les troisième(s) passages situé(s) dans la deuxième ligne d'échange.

[0013] De préférence, on envoie le premier débit d'air dans le système d'échange thermique à une pression plus basse que celle à laquelle entre le deuxième débit.

[0014] Le premier débit peut être inférieur au deuxième débit et, de préférence, constitue entre 3 et 50% du débit d'air total envoyé à l'installation, notamment entre 10 et 40% du débit total.

[0015] Au moins une partie du premier débit d'air refroidi dans l'échangeur peut alimenter une colonne opérant à une pression au moins 0,5 bar plus basse que la moyenne pression.

[0016] Selon une variante, la colonne opérant à une pression au moins 0,5 bar plus basse que la moyenne pression est une colonne de mélange, une colonne opérant à une pression intermédiaire à la moyenne et la basse pression ou à la pression de la colonne basse

pression.

[0017] De préférence, un gaz résiduaire enrichi en azote de la colonne basse pression et/ou un gaz enrichi en oxygène de la colonne de mélange ou la colonne basse pression et/ou un gaz enrichi en argon d'une colonne argon se réchauffe périodiquement et cycliquement dans le premier passage où se refroidit le premier débit.

[0018] Au moins une partie du premier débit d'air peut être soutiré à un point intermédiaire du système d'échange, plutôt qu'au bout froid de celui-ci.

[0019] Soit seul le deuxième débit d'air (pas le premier débit) est épuré en eau et en CO₂, par exemple par des lits d'adsorbants, avant d'être refroidi dans l'échangeur, soit le(s) deuxième(s) passage(s) est (sont) également régénéré(s) par un gaz provenant de l'installation substantiellement dépourvu de toutes impuretés, par exemple de l'azote impur de la colonne basse pression. Dans ce cas, on peut supprimer complètement ou partiellement l'épuration en amont du système d'échange thermique.

[0020] Dans certains cas l'oxygène impur gazeux contenant entre 50 et 96 mol.% d'oxygène pourrait servir à régénérer le(s) premier(s) et/ou deuxième(s) passage(s) et servir de produit tout en étant chargé d'eau et de CO₂. Par exemple, un gaz ayant cette composition peut alimenter un haut fourneau. Ainsi l'oxygène impur n'est pas gaspillé.

[0021] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant:

- au moins deux colonnes dont une colonne moyenne pression et une colonne basse pression,
- un système d'échange thermique,
- des moyens pour envoyer un premier débit d'air à un/des premier(s) passage(s) du système d'échange thermique sans l'épurer avant qu'il rentre dans le système d'échange thermique,
- des moyens pour envoyer un deuxième débit d'air à un/des deuxième(s) passage(s) du système d'échange thermique,
- des moyens pour envoyer un gaz de l'installation à un/des troisième(s) passage(s) du système d'échange thermique où il se réchauffe,

caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour envoyer au moins une partie du gaz de l'installation au(x) premier(s) passage(s) afin de le régénérer cycliquement et des moyens pour envoyer le premier débit d'air au/ à au moins un des troisième(s) passage(s).

[0022] De préférence, elle comprend une colonne de mélange, des moyens pour envoyer de l'oxygène liquide de la colonne basse pression à la colonne de mélange et des moyens pour envoyer de l'air du système d'échange thermique à la colonne de mélange.

[0023] Les frigories nécessaires peuvent être pro-

duites au moins en partie par une turbine d'insufflation alimentée par de l'air de l'échangeur.

[0024] Selon une variante il y a des moyens pour envoyer de l'oxygène impur au(x) premier(s) passage(s) comme gaz de régénération, provenant éventuellement de la colonne de mélange ou de la colonne basse pression.

[0025] Il y a soit des moyens pour épurer le deuxième débit d'air avant de l'envoyer à l'échangeur soit des moyens pour envoyer le gaz de l'installation au(x) deuxième(s) passage(s) afin de le régénérer et ne comprenant pas de moyens pour épurer entièrement le deuxième débit d'air avant de l'envoyer à l'échangeur.

[0026] L'invention sera maintenant décrite plus en détails en se référant aux figures 1,2,3 et 4 qui sont des schémas d'installations selon l'invention.

[0027] Pour simplifier la description, on considère ici qu'il n'y qu'un seul premier passage d'air et un seul deuxième passage d'air. En réalité, il y aura probablement plusieurs passages remplissant le rôle de premiers passages et plusieurs passages remplissant le rôle de deuxième passages

[0028] Le procédé de la figure 1 permet de produire de l'oxygène gazeux par un procédé à colonne de mélange dans lequel la pression de fonctionnement de la colonne de mélange 5 est inférieure à la pression de fonctionnement de la colonne MP 1.

[0029] L'installation comprend une colonne moyenne pression 1, une colonne basse pression 3 reliée thermiquement à celle-ci et une colonne de mélange 5.

[0030] L'air 100 constituant entre 30 et 50% de l'air alimentant la colonne de mélange 5 est comprimé à un niveau proche de la pression de fourniture de l'oxygène 21 dans le compresseur 7.

[0031] Le reste de l'air à distiller 200 constituant entre 40% et 60% de l'air est surpressé en 7 jusqu'à une valeur proche de la pression de fonctionnement de la colonne moyenne pression 1.

[0032] Ledit débit d'air 100 est introduit directement dans un premier passage A faisant partie de la ligne d'échange principal 11, sans être traité au préalable dans un système de décarbonatation/dessiccation.

[0033] Comme décrit précédemment, ce premier passage A (ou ces premiers passages) et le troisième passage C peuvent en fait se trouver dans un échangeur et le deuxième passage B et le troisième passage D peuvent se trouver dans un autre échangeur.

[0034] Dans une première phase, les vannes 1A,1C,2D,2B sont ouvertes et les vannes 1B,1D,2A,2C sont fermées et l'air se refroidit dans le ou les premiers passages A avant d'être envoyé en cuve de la colonne de mélange 5.

[0035] Le gaz résiduaire 17 est divisé en deux parties. Une première partie est envoyée à un troisième passage du système d'échange C (des troisième passages du système du système d'échange) et le reste est envoyé à un autre troisième passage D du système

d'échange (d'autres passages du système d'échange) en première phase.

[0036] Dans une deuxième phase, les vannes 1A, 1C, 2D, 2B sont fermées et les vannes 1B, 1D, 2A, 2C sont ouvertes et la première partie du gaz résiduaire, constituant entre 30 et 40% de l'air envoyé à l'appareil, est envoyée aux premiers passages A, normalement occupés par l'air qui se refroidit et le reste du gaz résiduaire est toujours envoyé aux mêmes passages d qu'en marche normale. De manière générale le nombre de passages C sera égal au nombre de passages A.

[0037] En même temps l'air destiné à la colonne de mélange est envoyé aux troisième passage C (troisième passages) libérés par le gaz résiduaire).

[0038] Une fois les passages A régénérés par le gaz résiduaire, le système passe de nouveau à la première phase et l'air se refroidit comme avant dans le ou les premiers passages A avant d'être envoyé en cuve de la colonne de mélange 5.

[0039] Le gaz résiduaire 17 est divisé en deux parties. De nouveau, une première partie est envoyée à un troisième passage du système d'échange C (des troisième passages du système du système d'échange) et le reste est envoyé à un autre troisième passage D du système d'échange (d'autres passages D du système d'échange).

[0040] Ainsi en première phase, le gaz résiduaire servira à régénérer les troisième passages C dans lesquels l'air a circulé pendant la deuxième phase.

[0041] Les moyens nécessaires pour envoyer l'air soit aux passages A en première phase soit aux passages C en deuxième phase et pour envoyer le gaz résiduaire aux passages D en permanence et soit aux passages C en première phase soit aux passages A en deuxième phase sont illustrés et sont bien connus à l'homme de l'art familier avec l'art des échangeurs réversibles traité par exemple dans 'Tiefemperaturtechnik' de Hausen et Linde.

[0042] Les circuits A de la ligne d'échange dédiés à cet air non traité et dans lequel se déposent donc la vapeur d'eau et la neige carbonique sont régénérés cycliquement par un des gaz issus des colonnes de distillation ou de mélange, et donc substantiellement dépourvu d'impuretés (c'est-à-dire exempts d'eau et de CO₂) (système d'échangeurs réversibles). Dans l'exemple un gaz résiduaire de la colonne basse pression 3 peut être envoyé soit pour régénérer le premier passage de l'échangeur soit à un troisième passage où il se réchauffe. Pendant que le gaz régénérant circule dans le premier passage, le premier débit d'air se refroidit dans le troisième passage.

[0043] De préférence au moins un troisième passage C fera partie du premier échangeur où se refroidit le premier débit d'air et au moins un troisième passage D fera partie du deuxième échangeur où se refroidit le deuxième débit d'air.

[0044] Ainsi les troisième passages D toujours ali-

mentés en gaz résiduaire peuvent être dans le deuxième échangeur tandis que ceux C qui reçoivent de l'air en phase d'épuration peuvent être dans le premier échangeur (voir pointillés dans les Figures 1 et 2).

[0045] L'air alimentant la colonne MP est épuré, soit par un système de dessiccation/décarbonatation 13, soit également en régénérant le deuxième passage avec un gaz résiduaire de la colonne basse pression (azote ou oxygène impur).

[0046] L'air épuré dans l'épuration 13 est partiellement refroidi dans le deuxième passage ou des deuxième passages B, une partie est soutirée de l'échangeur, détendue dans une turbine d'insufflation 15 et envoyée à la colonne basse pression 3; le reste de l'air poursuit son refroidissement dans le deuxième passage et est envoyé à la colonne moyenne pression 1.

[0047] De l'oxygène liquide pompé à une pression inférieure à la moyenne pression alimente la tête de la colonne de mélange 5. De l'oxygène gazeux impur contenant entre 60 et 96 mol % d'oxygène est soutiré de la tête de la colonne de mélange et est envoyé au système d'échange thermique 11 ou au deuxième échangeur, s'il y en a un, où il se réchauffe.

[0048] Un liquide intermédiaire et un liquide de cuve de la colonne de mélange sont envoyés à la colonne basse pression.

[0049] Du liquide riche est envoyé de la colonne moyenne pression à la colonne basse pression au même niveau que l'air de la turbine d'insufflation.

[0050] Du liquide pauvre est envoyé de la tête de la colonne moyenne pression à la tête de la colonne basse pression.

[0051] Dans la variante de la figure 2, le premier passage A est régénéré avec tout ou une partie du gaz soutiré en tête de la colonne de mélange qui contient au moins 50 % d'oxygène et de préférence 80 % d'oxygène qui peut être envoyé soit pour régénérer le premier passage de l'échangeur soit à un troisième passage où il se réchauffe. Pendant que le gaz régénérant circule dans le premier passage (ou les premiers passages), le premier débit d'air se refroidit dans le troisième passage (ou les troisième passages).

[0052] Après la régénération la partie d'oxygène impur humide et chargé de CO₂ est mélangée avec le reste du gaz et envoyée à un haut fourneau ou autre installation consommatrice d'oxygène impur humide.

[0053] Il y a donc de préférence au moins deux troisième passages, au moins dans le cas de la Figure 1. De préférence au moins un troisième passage fera partie du premier échangeur où se refroidit le premier débit d'air et au moins un troisième passage fera partie du deuxième échangeur où se refroidit le deuxième débit d'air.

[0054] Dans les Figures 3 et 4 le premier débit d'air est soutiré de l'échangeur 11A en amont du bout froid de celui-ci. Les vannes régulant les débits d'air et de gaz de l'appareil illustrées dans les Figures 1 et 2 ne sont pas montrées dans les Figures 3 et 4 par souci de

simplification.

[0055] La Figure 3 montre une version simplifiée de la Figure 1 dans lequel les premiers passages A et les troisièmes passages C se trouvent dans un échangeur 11A et les deuxièmes passages B, les passages de réchauffage d'oxygène gazeux 21 et les troisièmes pas- 5
sages D se trouvent dans un échangeur 11B.

[0056] La Figure 4 montre une version simplifiée de la Figure 2 dans lequel les premiers passages A, et les troisièmes passages C se trouvent dans un échangeur 10
11A et les deuxièmes passages et les passages de réchauffage du gaz résiduaire 17 de la colonne basse pression se trouvent dans un échangeur 11B.

[0057] Les modifications suivantes peuvent être envisagées entre autres: 15

- production d'une partie de l'oxygène à une pureté supérieure à 98 % à partir de la colonne basse pression, sous forme liquide ou gazeuse, sous pression ou non 20
- usage d'une turbine Claude ou turbine azote, éventuellement produisant au moins une fraction liquide
- opération de la colonne basse pression à une pression au-dessus de 1,5 bar
- usage d'une ou plusieurs colonnes d'argon alimentée(s) à partir de la colonne basse pression; dans ce cas au moins une partie du gaz de régénération peut être constituée par un gaz enrichi en argon 25
- production de liquide comme produit final
- vaporisation d'un liquide de la colonne ou d'une source extérieure dans la ligne d'échange 30
- opération de la colonne de mélange à une pression égale à ou supérieure à la moyenne pression
- usage du gaz qui a régénéré le premier ou deuxième passage comme produit, par exemple oxygène impur humide 35
- détente d'air destiné à la colonne de mélange dans une turbine.

[0058] L'air envoyé à la colonne de mélange ne vient pas obligatoirement du même compresseur que l'air destiné à la colonne moyenne pression. 40

[0059] En particulier un des débits peut provenir de la soufflante d'un hautfourneau ou du compresseur d'une turbine à gaz ou d'une autre source d'air comprimé. 45

[0060] L'invention n'est pas restreinte aux systèmes comprenant une colonne de mélange.

[0061] Le premier débit d'air peut par exemple être destiné à la colonne basse pression ou pression intermédiaire d'une triple colonne du type Etienne ou Ha. 50

Revendications

1. Procédé de séparation d'air dans une installation de séparation d'air comprenant au moins deux colonnes (1,3,5) de distillation dont une colonne moyenne pression (1) et une colonne basse pres- 55

sion (3) dans lequel dans une première phase:

- a) on refroidit un premier débit d'air comprimé (100) dans au moins un premier passage (A) d'un système d'échange thermique (11)
- b) on refroidit un deuxième débit d'air comprimé (200) dans au moins un deuxième pas-
sage (B) du système d'échange thermique
- c) on réchauffe un débit de gaz (17,21) provenant de l'installation dans au moins un troi-
sième passage (C, D) du système d'échange
thermique

caractérisé en ce que:

on envoie périodiquement et cyclique-
ment en deuxième phase au moins une partie
du débit de gaz provenant de l'installation au(x)
premier(s) passage(s) pour le(s) régénérer et,
le premier débit d'air est alors renvoyé
dans le/au moins un des troisième(s) pas-
sage(s) (C) du système d'échange thermique,
alors libéré(s) par le gaz provenant de l'installa-
tion et substantiellement dépourvu(s) de toutes
impuretés.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel on envoie le premier débit d'air (100) au système d'échange thermique (11,11A) à une pression plus basse que celle à laquelle le deuxième débit (200) entre dans le deuxième échangeur.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel au moins une partie du premier débit d'air refroidi dans l'échangeur alimente une colonne (5) opérant à une pression au moins 0,5 bar plus basse que la moyenne pression (1).

4. Procédé selon la revendication 3 dans lequel la colonne (5) opérant à une pression au moins 0,5 bar plus basse que la moyenne pression est une colonne de mélange opérant à une pression intermédiaire à la moyenne et la basse pression ou opérant à la pression de la colonne basse pression.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel pendant la deuxième phase un gaz enrichi en azote de la colonne basse pression ou moyenne pression et/ou un gaz enrichi en oxygène provenant de la colonne de mélange et/ou un gaz enrichi en argon provenant d'une colonne argon se réchauffe dans le ou les premiers passages (A) où se refroidit le premier débit (100) en première phase

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel au moins une partie du premier débit d'air est soutiré à un point intermédiaire du système d'échange thermique (11).

7. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2 dans lequel au moins une partie du premier débit d'air(100) alimente une colonne (5) opérant à une pression au moins 0,5 bar plus élevée que la moyenne pression. 5
8. Procédé selon la revendication 7 dans lequel la colonne (5) opérant à une pression au moins 0,5 bar plus élevée que la moyenne pression est une colonne de mélange. 10
9. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel seul le deuxième débit d'air (200) est au moins partiellement épuré en eau et en CO₂ avant d'être refroidi dans l'échangeur. 15
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8 dans lequel le(s) deuxième(s) passage(s) (B) est (sont) régénéré(s) pendant la deuxième phase par un ou des gaz provenant de l'installation. 20
11. Procédé selon la revendication 10 dans lequel le(s) deuxième(s) passage(s) est(sont) régénérés par un gaz enrichi en azote de la colonne moyenne ou basse pression. 25
12. Procédé selon la revendication 10 dans lequel le(s) deuxième(s) passage(s) (B) est/sont régénéré(s) par un gaz enrichi en oxygène d'une colonne de mélange ou de la colonne basse pression. 30
13. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel pendant la deuxième phase une partie du gaz provenant de l'installation est envoyés à un moins un des troisième passages (D) et une partie du même gaz est envoyé au(x) premier(s) passage(s). 35
14. Installation de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant: 40
- au moins deux colonnes (1,3,5) dont une colonne moyenne pression et une colonne basse pression,
 - un système d'échange thermique (11), 45
 - des moyens (1A à 1D, 2A à 2D) pour envoyer en première phase, un premier débit d'air à un/des premier(s) passage(s) (A) du système d'échange thermique sans l'épurer avant qu'il rentre dans le système d'échange thermique, 50
 - des moyens pour envoyer un deuxième débit d'air à un/des deuxième(s) passages (B) du système d'échange thermique,
 - des moyens (1A à 1D, 2A à 2D) pour envoyer au moins un gaz d'une colonne de l'installation à un/des troisième(s) passage(s) (C,D) de système d'échange thermique, 55
- caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens (1A à 1D, 2A à 2D) pour envoyer le gaz de l'installation au(x) premier(s) passage(s) (A) en deuxième phase afin de le régénérer cycliquement et des moyens (1A à 1D, 2A à 2D) pour envoyer le premier débit d'air au troisième passage/à au moins un des troisième passages (C) en deuxième phase.
15. Installation selon la revendication 14 comprenant une colonne de mélange (5) et des moyens pour envoyer de l'air du système d'échange thermique à la colonne de mélange.
16. Installation selon la revendication 14 ou 15 comprenant une turbine d'insufflation (15) alimentée par de l'air du/des deuxième(s) passages du système d'échange thermique.
17. Installation selon la revendication 14, 15 ou 16 comprenant des moyens (17) pour envoyer un gaz enrichi en oxygène d'une colonne de l'installation au(x) premier(s) passage(s) comme gaz de régénération.
18. Installation selon la revendication 14, 15, 16 ou 17 dans laquelle le gaz enrichi en oxygène provient de la colonne de mélange ou de la colonne basse pression.
19. Installation selon l'une des revendications 14 à 18 comprenant des moyens (13) pour épurer au moins partiellement le deuxième débit d'air avant de l'envoyer à système d'échange thermique.
20. Installation selon l'une des revendications 14 à 19 comprenant des moyens pour envoyer le gaz de l'installation au deuxième passage afin de le régénérer et ne comprenant pas de moyens pour épurer le deuxième débit d'air avant de l'envoyer au système d'échange thermique.
21. Installation selon l'une des revendications 14 à 20 dans laquelle le système d'échange thermique (11) comprend un premier échangeur de chaleur (11A) comprenant au moins le ou les premiers passages et le troisième passage/au moins une partie des troisième passages et un deuxième échangeur de chaleur (11B) comprenant au moins le ou les deuxième(s) passages et d'autres passages dans lesquels se réchauffent des fluides provenant d'au moins une colonne de l'installation.
22. Installation selon la revendication 21 dans laquelle le deuxième échangeur (11B) comprend une partie des troisième passages (D).
23. Procédé de séparation d'air par distillation cryogénique dans une installation de séparation d'air com-

prenant au moins deux colonnes (1,3,5) dans lequel

- on refroidit un débit d'air comprimé contenant de l'eau et du dioxyde de carbone dans un(des) premier(s) passage(s) d'un système d'échange thermique, 5
- on réchauffe un débit gazeux comprenant au moins 50 mol.% d'oxygène provenant d'une colonne (3,5) de l'installation dans un(des) autre(s) passage(s) du système d'échange thermique, 10
 - caractérisé en ce que l'on régénère le(s) premier(s) passage(s) en y envoyant au moins une partie du débit gazeux comprenant au moins 50 % d'oxygène. 15

24. Procédé selon la revendication 23 dans lequel le débit gazeux contient au moins 80 mol % d'oxygène. % d'oxygène. 20

25. Installation de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant

- au moins une colonne de distillation(1,3,5), 25
- un système d'échange thermique (11),
- des moyens pour envoyer de l'air comprenant de l'eau et du dioxyde de carbone à un (des) premier(s) passage(s) (A),
- des moyens pour envoyer un gaz contenant au moins 50 mol.% d'oxygène provenant d'une colonne de l'installation à un(des) deuxième(s) passage(s) (B) 30
 - caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens pour envoyer un gaz contenant au moins 50 mol.% d'oxygène provenant d'une des colonnes au(x) passage(s) où se refroidit l'air afin de le régénérer et des moyens pour envoyer l'air au deuxième passage(au moins un des autres passages). 40

45

50

55

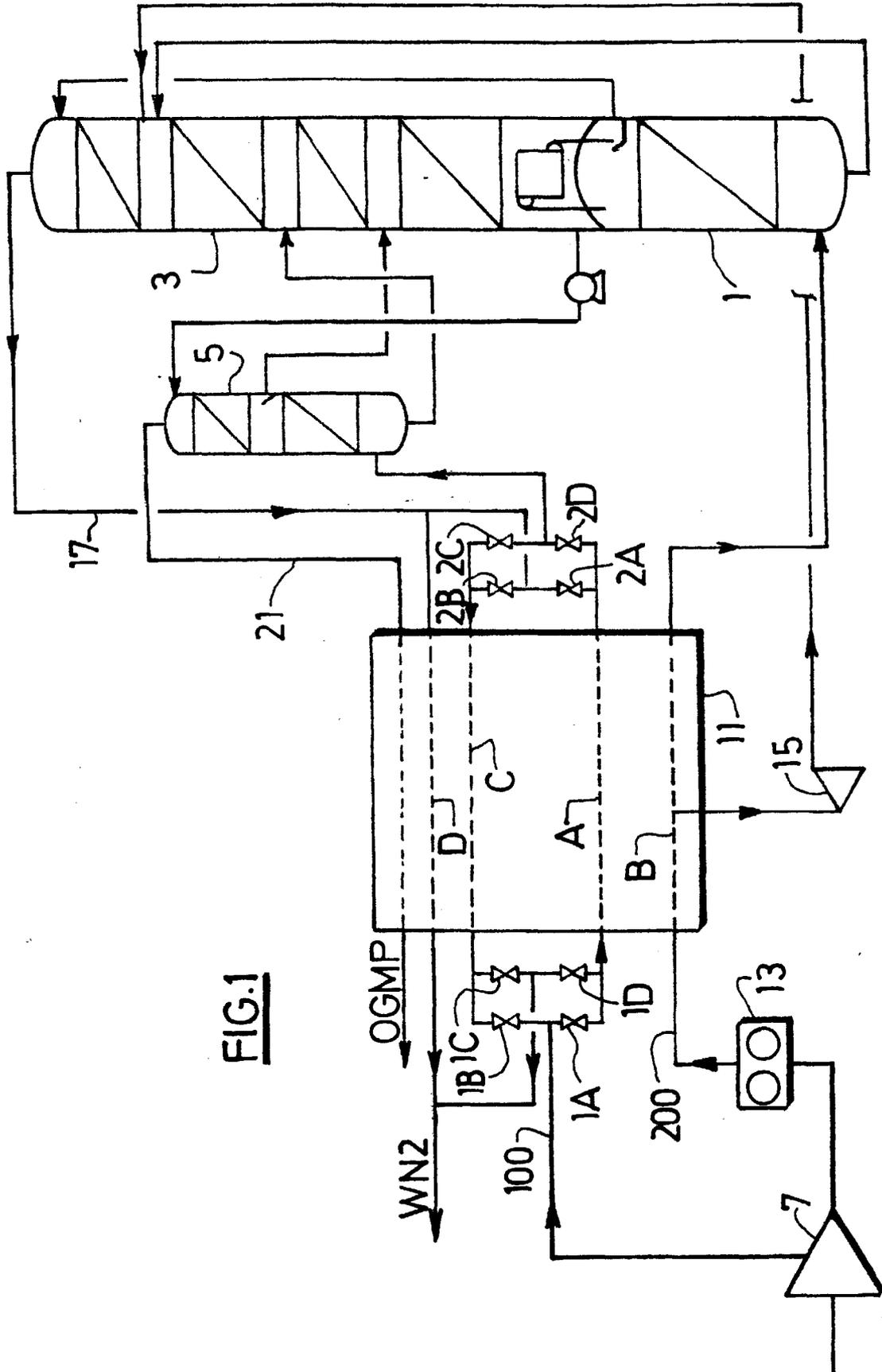
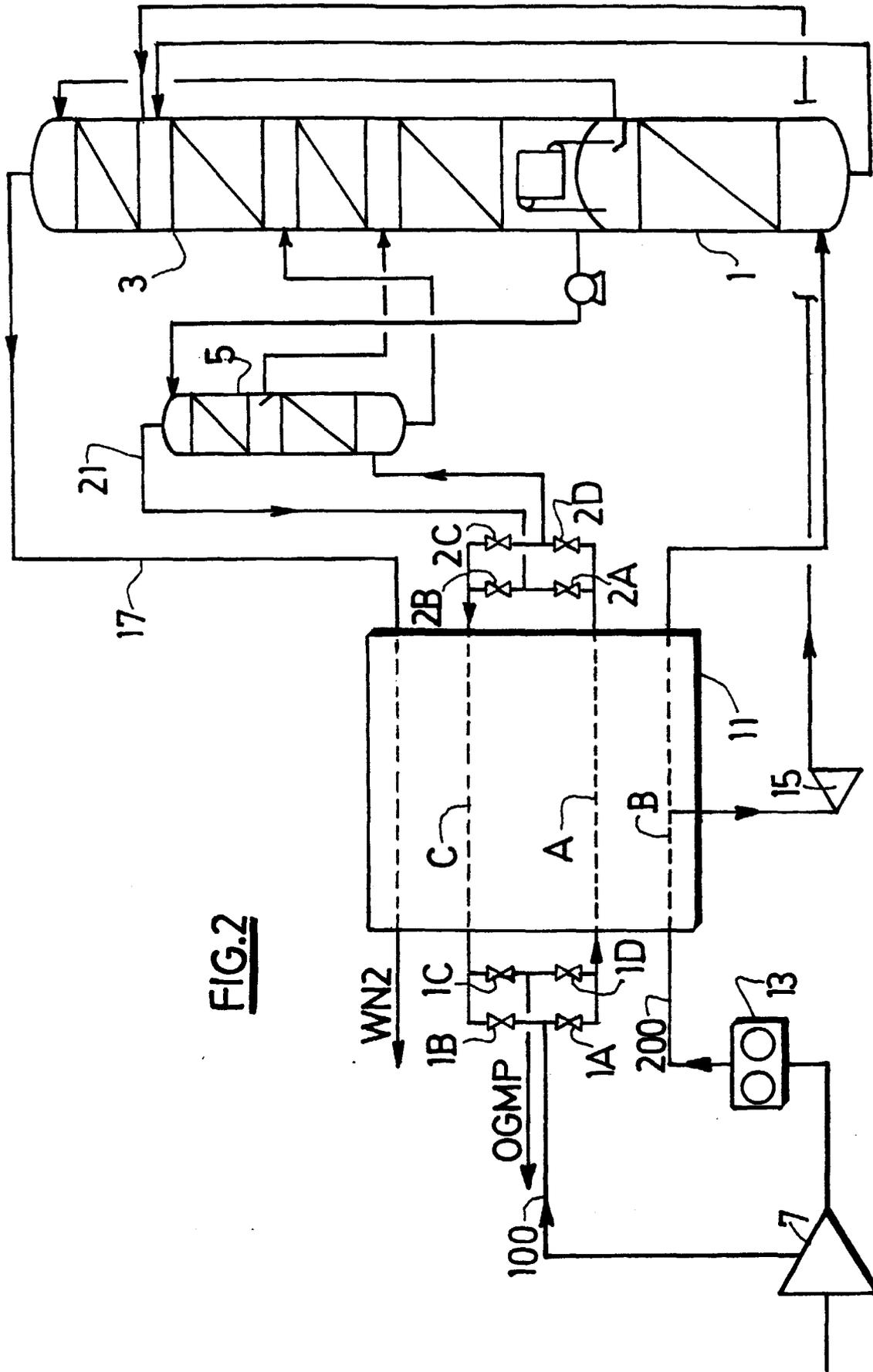


FIG. 1



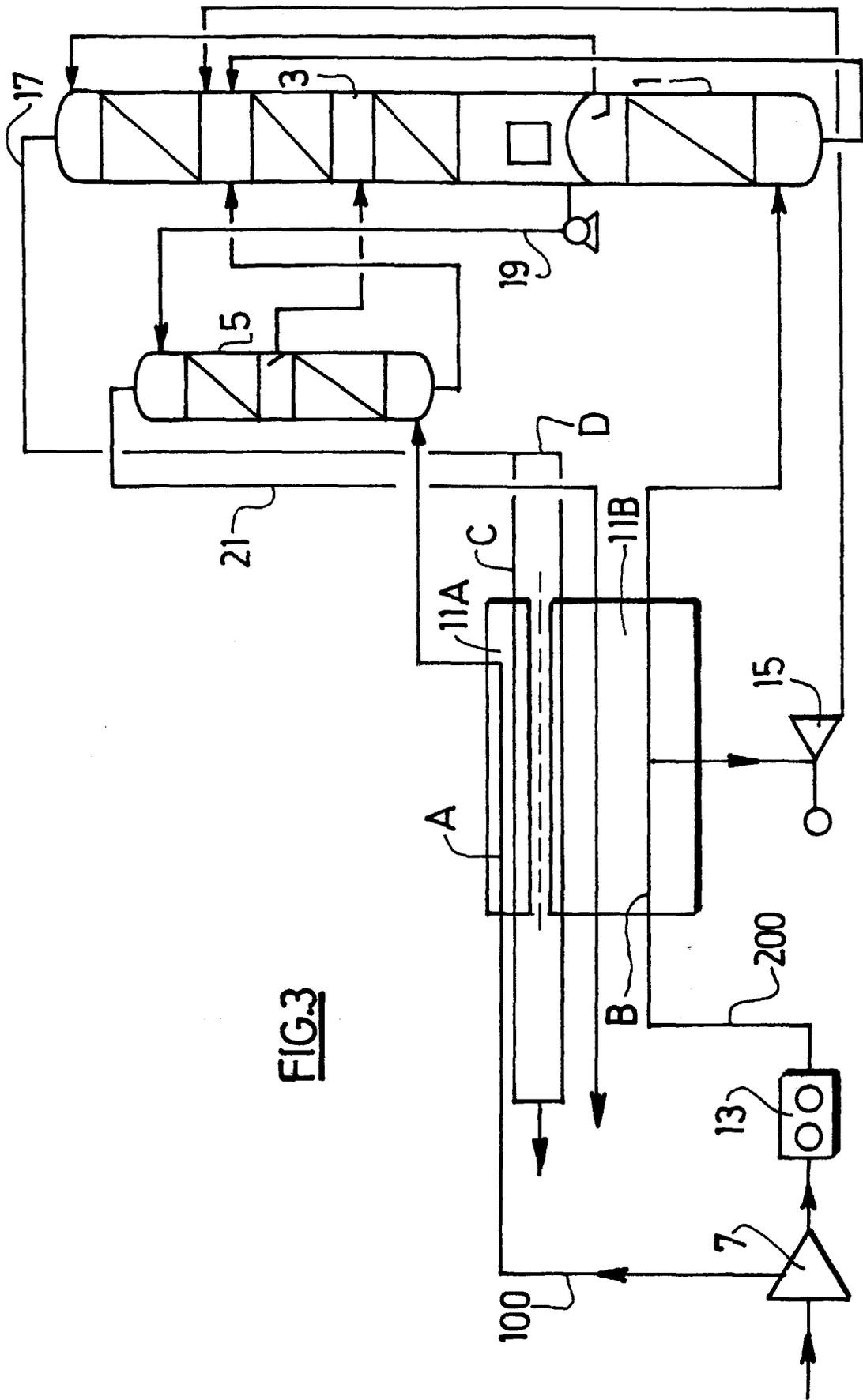


FIG. 3

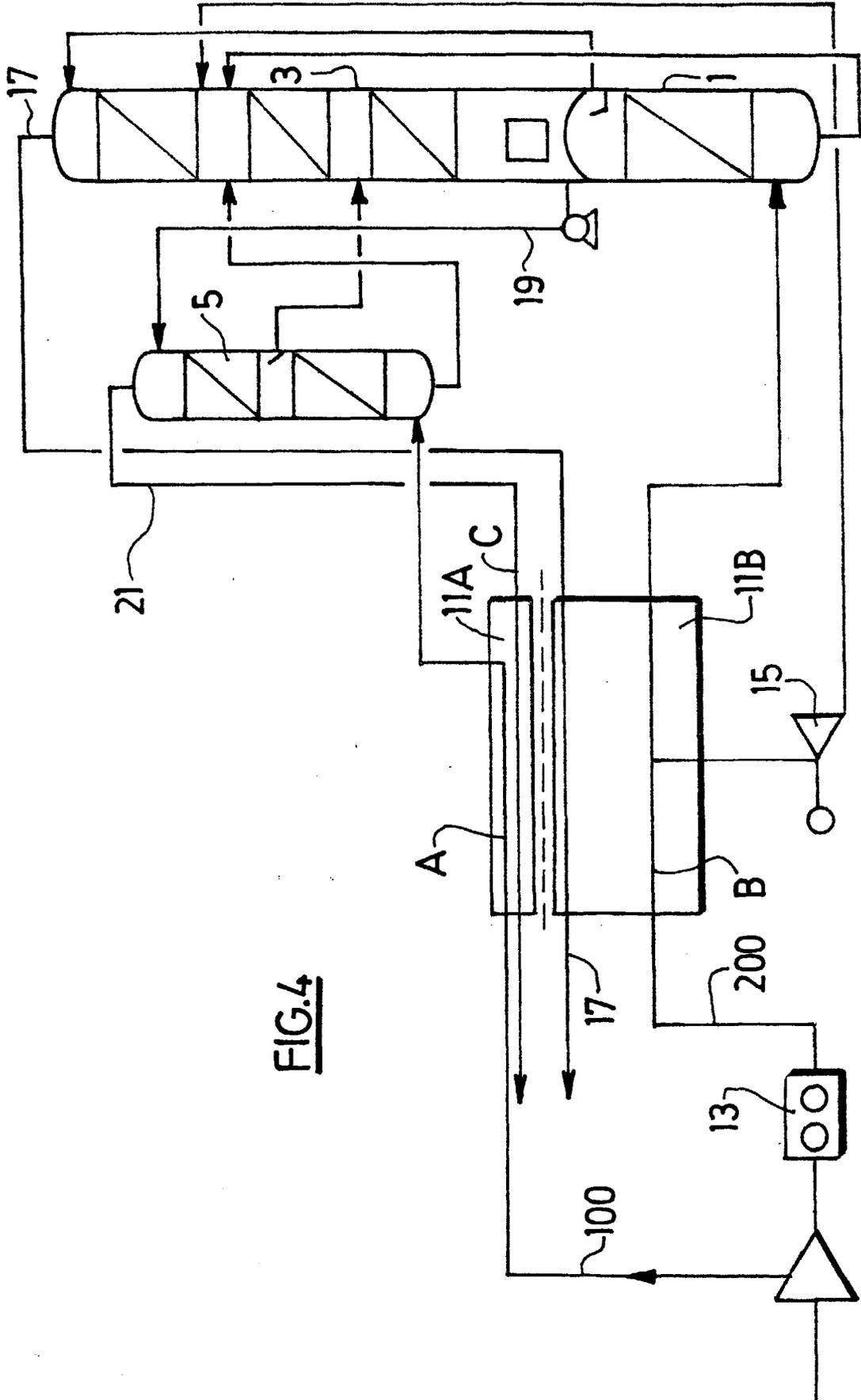


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 0235

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|--|---|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7) |
| X | EP 0 757 217 A (BOC GROUP PLC) 5 février 1997 (1997-02-05) * colonne 9, ligne 54 - colonne 10, ligne 22; revendications; figures * | 1,2,14, 16,23-25 | F25J3/04 |
| D,A | US 5 802 872 A (BILLINGHAM JOHN FREDRIC ET AL) 8 septembre 1998 (1998-09-08) * le document en entier * | 1,14,23, 25 | |
| D,A | EP 0 698 772 A (BOC GROUP INC) 28 février 1996 (1996-02-28) * colonne 6, ligne 36 - ligne 48; revendications; figures * | 1,3,4,7, 8,14,15 | |
| D,A | EP 0 531 182 A (AIR LIQUIDE) 10 mars 1993 (1993-03-10) * colonne 2, ligne 46 - ligne 51; revendications; figures * * colonne 3, ligne 16 - ligne 22 * | 1,3,4,7, 8,14,15 | |
| D,A | EP 0 229 803 A (AIR LIQUIDE) 29 juillet 1987 (1987-07-29) * colonne 2, ligne 56 - ligne 60; revendications; figures * * colonne 6, ligne 51 - ligne 62 * * colonne 7, ligne 29 - ligne 39 * | 1,3,4,7, 8,14,15 | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) F25J |
| A | US 5 471 843 A (CHRETIEN DENIS) 5 décembre 1995 (1995-12-05) * le document en entier * | 1,3,4,7, 8,14,15 | |
| A | US 5 778 700 A (LEE RONG-JWYN ET AL) 14 juillet 1998 (1998-07-14) * le document en entier * | 1,3,4,7, 8,14,15 | |
| A | DE 11 17 616 B (LINDE A.G.) 23 novembre 1961 (1961-11-23) * le document en entier * | 1,7,8,14 | |
| -/- | | | |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | |
| Lieu de la recherche LA HAYE | | Date d'achèvement de la recherche 15 mai 2000 | Examineur Lapeyrere, J |
| CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES | | | |
| X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire | | T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant | |

EPO FORM 1608 08.02 (P04032)



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 0235

| DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS | | | |
|---|--|---|---|
| Catégorie | Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes | Revendication concernée | CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7) |
| A | FR 1 426 146 A (LINDE A.G.) 13 avril 1966 (1966-04-13) * le document en entier * | | |
| | | | DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) |
| Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications | | | |
| Lieu de la recherche LA HAYE | | Date d'achèvement de la recherche 15 mai 2000 | Examineur Lapeyrere, J |
| <p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p> | | | |

EPO FORM 1508 08.02 (P04002)

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

EP 00 40 0235

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relative aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-05-2000

| Document brevet cité au rapport de recherche | | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|---|------------------------|---|------------------------|
| EP 0757217 | A | 05-02-1997 | AU 711169 B | 07-10-1999 |
| | | | AU 6080696 A | 06-02-1997 |
| | | | JP 10054657 A | 24-02-1998 |
| | | | JP 9112838 A | 02-05-1997 |
| | | | NO 963246 A | 04-02-1997 |
| | | | PL 315488 A | 17-02-1997 |
| | | | US 5806341 A | 15-09-1998 |
| US 5802872 | A | 08-09-1998 | BR 9802608 A | 26-10-1999 |
| | | | CN 1207491 A | 10-02-1999 |
| | | | EP 0895046 A | 03-02-1999 |
| EP 0698772 | A | 28-02-1996 | US 5490391 A | 13-02-1996 |
| | | | AU 690295 B | 23-04-1998 |
| | | | AU 2851595 A | 07-03-1996 |
| | | | DE 69509841 D | 01-07-1999 |
| | | | DE 69509841 T | 23-09-1999 |
| | | | JP 8075349 A | 19-03-1996 |
| | | | ZA 9506148 A | 06-06-1996 |
| EP 0531182 | A | 10-03-1993 | FR 2680114 A | 12-02-1993 |
| | | | AU 655485 B | 22-12-1994 |
| | | | AU 2079892 A | 11-02-1993 |
| | | | BR 9203049 A | 04-05-1993 |
| | | | CA 2075420 A | 08-02-1993 |
| | | | CN 1071000 A | 14-04-1993 |
| | | | DE 69208412 D | 28-03-1996 |
| | | | DE 69208412 T | 04-07-1996 |
| | | | ES 2083709 T | 16-04-1996 |
| | | | US 5291737 A | 08-03-1994 |
| EP 0229803 | A | 29-07-1987 | FR 2584803 A | 16-01-1987 |
| | | | AT 50857 T | 15-03-1990 |
| | | | AU 584229 B | 18-05-1989 |
| | | | AU 6129086 A | 10-02-1987 |
| | | | BR 8606791 A | 13-10-1987 |
| | | | CA 1310579 A | 24-11-1992 |
| | | | DE 3669392 D | 12-04-1990 |
| | | | DK 130687 A | 13-03-1987 |
| | | | FI 871121 A | 13-03-1987 |
| | | | WO 8700609 A | 29-01-1987 |
| | | | IN 167585 A | 17-11-1990 |
| | | | JP 7031004 B | 10-04-1995 |
| | | | JP 63500329 T | 04-02-1988 |
| | | | NO 871015 A,B, | 12-03-1987 |
| | | | NZ 216821 A | 08-01-1988 |

EPO FORM P0460

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

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

EP 00 40 0235

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

15-05-2000

| Document brevet cité au rapport de recherche | Date de publication | Membre(s) de la famille de brevet(s) | Date de publication |
|---|------------------------|---|------------------------|
| EP 0229803 A | | PT 82966 A, B | 01-08-1986 |
| | | US 4818262 A | 04-04-1989 |
| | | ZA 8605185 A | 25-03-1987 |
| US 5471843 A | 05-12-1995 | FR 2706595 A | 23-12-1994 |
| | | CA 2125944 A | 19-12-1994 |
| | | DE 69409581 D | 20-05-1998 |
| | | DE 69409581 T | 17-12-1998 |
| | | EP 0629828 A | 21-12-1994 |
| | | ES 2117765 T | 16-08-1998 |
| | | US 5437161 A | 01-08-1995 |
| US 5778700 A | 14-07-1998 | AUCUN | |
| DE 1117616 B | | AUCUN | |
| FR 1426146 A | 13-04-1966 | NL 6407747 A | 10-01-1966 |

EPO FORM P0460

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