(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 189 003 B1

(12) FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
26.01.2005 Bulletin 2005/04

(51) Int Cl.[7]: **F25J 3/04**

(21) Numéro de dépôt: **01402310.5**

(22) Date de dépôt: **06.09.2001**

(54) Procédé et installation de séparation d'air par distillation cryogénique

Verfahren und Vorrichtung zur Luftzerlegung durch Tieftemperaturdestillation

Process and apparatus for air separation by cryogenic distillation

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR

(30) Priorité: **19.09.2000 FR 0011932**

(43) Date de publication de la demande:
20.03.2002 Bulletin 2002/12

(73) Titulaire: **L'air Liquide, S.A. à Directoire et Conseil de Surveillance pour l'Etude et l'Exploitation des Procédés Georges Claude**
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(72) Inventeurs:
- **Davidian, Benoit**
  94100 Saint-Maur des Fosses (FR)
- **De Bussy, Francois**
  75012 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan et al**
L'Air Liquide SA,
DSPI - Service Brevets & Marques,
75 Quai d'Orsay
75321 Paris Cedex 07 (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 687 876
EP-A- 0 924 486
US-A- 4 605 427

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

EP 1 189 003 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention est relative à un procédé et une installation de séparation d'air par distillation cryogénique selon le préambule des revendications 1 et 9, respectivement. Un tel procédé et une telle installation sont connus du US-A-5 657 644.

[0002] Il est connu de EP-A-0538118 d'utiliser un procédé de ce genre pour séparer de l'air, la colonne à pression intermédiaire ayant un rebouilleur de cuve chauffé par de l'azote de la colonne haute pression, réduisant ainsi le chauffage du rebouilleur de cuve de la colonne basse pression.

[0003] Un but de l'invention est de réduire la consommation en énergie du procédé de séparation par rapport aux procédés de l'art antérieur.

[0004] Un autre but de l'invention est de produire de l'oxygène avec une pureté d'au moins 95 % mol., voire au moins 98 % mol. avec un rendement amélioré.

[0005] La Figure 1 montre un procédé classique avec une colonne basse pression 103 opérant à 1,3 bara permettant de faire de l'oxygène à 99,5 % mol. avec un rendement de 92 %.

[0006] Un débit de 1000 Nm^3/h d'air 1 à environ 5 bara est divisé en deux pour former un premier débit 17 et un deuxième débit 3 qui est surpressé dans un surpresseur 5 à une pression plus élevée de l'ordre de 75 bara.

[0007] Les deux débits 3,17 se refroidissent en traversant un échangeur 100. Le débit 17 est envoyé en cuve de la colonne haute pression 101 et le débit 3 liquéfié dans l'échangeur 100 est détendu dans une turbine 6 produisant un débit au moins partiellement liquide à sa sortie, le fluide ou mélange de fluides sortant de la turbine 6 étant envoyé au moins en partie à la colonne haute pression 101.

[0008] Un débit de liquide riche 10 de la colonne haute pression 101 se refroidit dans le sousrefroidisseur 83 avant d'être détendu et envoyé à un niveau intermédiaire de la colonne basse pression 103.

[0009] Un débit d'air liquide 12 est soutiré de la colonne haute pression 101, refroidi dans le sousrefroidisseur 83, détendu et envoyé à la colonne basse pression 103.

[0010] Un débit d'azote résiduaire 72 est soutiré en tête de la colonne basse pression 103, envoyé au sousrefroidisseur 83 et ensuite à l'échangeur 100 où il se réchauffe.

[0011] Un débit 31 de 193 Nm^3/h d'oxygène à 99,5 % mol. est soutiré sous forme liquide de la colonne basse pression 103, pompé dans la pompe 19 à 40 bara et se vaporise dans l'échangeur 100 pour former un débit gazeux sous pression.

[0012] Un débit de 200 Nm^3/h d'azote gazeux 33 est soutiré de la tête de la colonne haute pression 101 et se chauffe partiellement dans l'échangeur 100. A une température intermédiaire une partie du gaz est détendue dans une turbine 35 avant d'être mélangé avec le gaz résiduaire 72.

[0013] Dans un autre schéma classique illustré à la Figure 2, la colonne basse pression opère à 4,8 bara et la colonne haute pression 101 opère à 14,3 bara. Ce procédé produit de l'oxygène à 99,5 % mol. avec un rendement de 78%.

[0014] Un débit de 1000 Nm^3/h d'air 1 à environ 14,3 bara est divisé en deux pour former un premier débit 17 et un deuxième débit 3 qui est surpressé dans un surpresseur 5 à une pression plus élevée de l'ordre de 75 bara.

[0015] Les deux débits 3,17 se refroidissent en traversant un échangeur 100. Le débit 17 est envoyé en cuve de la colonne haute pression 101 et le débit liquide 3 est détendu dans une turbine 6 produisant un débit au moins parliellement liquide à sa sortie, le fluide ou mélange de fluides sortant de la turbine 6 étant envoyé au moins en partie à la colonne haute pression 101.

[0016] Un débit de liquide riche 10 de la colonne haute pression 101 se refroidit dans le sousrefrodisseur 83 avant d'être détendu et envoyé à un niveau intermédiaire de la colonne basse pression 103.

[0017] Un débit d'air liquide 12 est soutiré de la colonne haute pression 101, refroidi dans le sousrefroidisseur 83, détendu et envoyé à la colonne basse pression 103.

[0018] Un débit d'azote résiduaire 72 est soutiré en tête de la colonne basse pression 103, envoyé au sousrefroidisseur 83 et ensuite à l'échangeur 100 où il se réchauffe.

[0019] Un débit 31 de 164 Nm^3/h d'oxygène à 99,5 % mol. est soutiré sous forme liquide de la colonne basse pression, pompé dans la pompe 19 à 40 bara et se vaporise dans l'échangeur 100 pour former un débit gazeux sous pression.

[0020] Aucun débit d'azote gazeux n'est soutiré en tête de la colonne haute pression 101 (évidemment un débit d'azote gazeux haute pression se condense de manière classique dans un vaporiseur-condenseur associé à la colonne basse pression).

[0021] Il est connu de EP-A-0833118 et US-A-5657644 de chauffer une colonne à pression intermédiaire d'un système à triple colonne avec un gaz enrichi en argon qui sert également à alimenter une colonne de production d'argon.

[0022] Les inventeurs de la présente demande ont découvert que même sans utiliser une colonne de séparation d'argon, l'épuration de l'oxygène en cuve de la colonne basse pression reste satisfaisante pour la production d'oxygène à pureté élevée.

[0023] Selon un objet de l'invention, il est prévu un procédé de séparation d'air dans un appareil de séparation comprenant une colonne haute pression, une colonne à pression intermédiaire ayant un rebouilleur de cuve et une

colonne basse pression dans lequel

a) on envoie au moins un mélange au moins d'oxygène, d'azote et d'argon au moins à la colonne haute pression où il se sépare en un premier débit enrichi en oxygène et un premier débit enrichi en azote
b) on envoie au moins une partie du premier débit enrichi en oxygène à la colonne opérant à pression intermédiaire où il se sépare en un deuxième débit enrichi en oxygène et un deuxième débit enrichi en azote
c) on envoie au moins une partie du deuxième débit enrichi en oxygène et/ou du deuxième débit enrichi en azote à la colonne basse pression
d) on envoie un gaz de la partie inférieure de la colonne basse pression au rebouilleur de cuve de la colonne à pression intermédiaire où il se condense au moins partiellement avant d'être renvoyé à la colonne basse pression
e) on soutire au moins un fluide enrichi en oxygène et au moins un fluide enrichi en azote de la colonne basse pression et
f) on condense au moins partiellement au moins une partie du premier fluide enrichi en azote dans un vaporiseur-condenseur associé à la colonne basse pression et on renvoie au moins une partie du fluide au moins partiellement condensé à la colonne haute pression

caractérisé en ce qu'aucun fluide contenant entre 3 et 20 % mol. d'argon ne s'enrichit en argon dans une colonne de l'appareil autre que les colonnes haute pression, basse pression et pression intermédiaire.

[0024] Selon d'autres objets facultatifs de l'invention, il est prévu que :

- le fluide enrichi en oxygène soutiré de la colonne basse pression contient au moins 95 % mol. d'oxygène, éventuellement au moins 98 % mol. d'oxygène.
- aucun débit gazeux enrichi en azote n'est soutiré en tête de la colonne haute pression ou un débit gazeux enrichi en azote est soutiré en tête de la colonne haute pression.
- la colonne basse pression opère à au moins 1,3 bara, éventuellement au moins 2 bara, de préférence au moins 4 bara.
- on envoie un (des) débit(s) d'air gazeux et/ou liquide à la colonne à pression intermédiaire et/ou à la colonne basse pression et/ou à la colonne haute pression.
- le gaz provenant de la partie inférieure de la colonne basse pression envoyé au rebouilleur de cuve contient entre 1 et 20 % mol. d'argon, de préférence entre 5 et 15% mol . d'argon, encore plus préférablement entre 8 et 10 % mol. d'argon.
- au moins une partie du deuxième débit enrichi en azote se condense, éventuellement dans un condenseur de tête de la colonne à pression intermédiaire.

[0025] Selon un autre objet de l'invention, il est prévu une installation de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant une colonne haute pression, une colonne à pression intermédiaire ayant un rebouilleur de cuve et une colonne basse pression, la colonne haute pression et la colonne basse pression étant reliées thermiquement entre elles, des moyens pour envoyer un mélange au moins d'oxygène, d'azote et d'argon au moins à la colonne haute pression, des moyens pour envoyer un débit enrichi en oxygène de la colonne haute pression à la colonne à pression intermédiaire, des moyens pour envoyer un fluide enrichi en oxygène et/ou un fluide enrichi en azote de la colonne à pression intermédiaire à la colonne basse pression, des moyens pour envoyer un fluide de la colonne basse pression au rebouilleur de cuve de la colonne à pression intermédiaire, des moyens pour soutirer un fluide enrichi en azote et un fluide enrichi en oxygène de la colonne basse pression caractérisée en ce qu'elle ne comprend pas de moyens d'enrichissement en argon d'un fluide contenant entre 3 et 20 % mol. d'argon autre que les colonnes haute pression, basse pression et pression intermédiaire.

[0026] Selon d'autres objets facultatifs de l'invention, l'installation comprend :

- une turbine de détente et des moyens pour amener un débit de la colonne basse pression à cette turbine sans le comprimer.
- des moyens pour amener un débit d'air à la colonne à pression intermédiaire et/ou basse pression et/ou haute pression.

[0027] Eventuellement, le fluide envoyé au rebouilleur est soutiré de la colonne basse pression à un niveau inférieur au niveau de l'introduction d'un fluide enrichi en oxygène provenant de la colonne à pression intermédiaire.

[0028] De préférence, la colonne à pression intermédiaire a un condenseur de tête.

[0029] Les fluides dits 'enrichi en oxygène' ou 'enrichi en azote' sont enrichi en ces composants par rapport à de l'air.

[0030] Des exemples de mise en oeuvre de l'invention seront maintenant décrits par rapport aux Figures 3 et 4, qui montrent des dessins schématiques d'une installation selon l'invention.

[0031] Dans le cas de la Figure 3, l'appareil fonctionne avec une colonne basse pression à 1,3 bara et dans le cas de la Figure 4, l'appareil fonctionne avec une colonne basse pression à 4,8 bara.

[0032] L'installation de la Figure 3 comprend une colonne haute pression 101 opérant à 5 bara, une colonne pression intermédiaire 102 opérant à 2,7 bara et une colonne basse pression 103 opérant à 1,3 bara. Une partie de l'azote gazeux de tête de la colonne haute pression sert à chauffer le rebouilleur de cuve de la colonne basse pression mais d'autres moyens de chauffage peuvent être envisagés, tel que des systèmes à doubles rebouilleurs, dont un chauffé par de l'air.

[0033] Un débit de 1000 Nm^3/h d'air 1 à environ 5 bara est divisé en deux pour former un premier débit 17 et un deuxième débit 3 qui est surpressé dans un surpresseur 5 à une pression plus élevée de l'ordre de 75 bara.

[0034] Les deux débits 3,17 se refroidissent en traversant un échangeur 100. Le débit 17 est envoyé en cuve de la colonne haute pression 101 sans avoir été détendu ou comprimé et le débit liquide 3 est détendu dans une turbine 6 produisant un débit au moins partiellement liquide à sa sortie, le fluide ou mélange de fluides sortant de la turbine 6 étant envoyé au moins en partie à la colonne haute pression 101.

[0035] Un débit de liquide riche 10 de la colonne haute pression 101 se refroidit dans le sousrefroidisseur 83 avant d'être détendu et envoyé à un niveau intermédiaire de la colonne à pression intermédiaire 102 entre deux sections, par exemple de garnissages structurés de type ondulé-croisé. Le liquide peut être envoyé à un autre niveau de la colonne et la colonne peut également recevoir un débit d'air gazeux ou liquide.

[0036] Ce liquide est séparé en un deuxième liquide enrichi en oxygène 20 et un liquide enrichi en azote 25. Le liquide 25 se refroidit dans le sousrefroidisseur 83, avant d'être détendu et envoyé en tête de la colonne basse pression 103, après être mélangé avec un débit de liquide pauvre 15 de la tête de la colonne haute pression 101 qui a également été refroidi dans le sousrefroidisseur 83 et détendu dans une vanne.

[0037] Le liquide de cuve 20 de la colonne à pression intermédiaire est divisé en deux. Une partie est détendue et envoyée à la colonne basse pression directement tandis que le reste est détendu dans une vanne, envoyé au condenseur de tête 29 de la colonne à pression intermédiaire où il se vaporise au moins partiellement avant d'être envoyé à la colonne basse pression 103.

[0038] Un débit d'air liquide 12 est soutiré de la colonne haute pression, refroidi dans le sousrefroidisseur 83, détendu et envoyé à la colonne basse pression 103.

[0039] Le rebouilleur de cuve 24 de la colonne à pression intermédiaire 102 est chauffé au moyen d'un débit gazeux enrichi en argon 233 contenant environ 5 à 15 % mol., préférablement entre 8 et 10 % mol. d'argon provenant de la colonne basse pression 103. Ce débit se condense au moins partiellement dans le rebouilleur 24 avant d'être renvoyé à la colonne basse pression 103

[0040] Un débit d'azote résiduaire 72 est soutiré en tête de la colonne basse pression 103, envoyé au sousrefroidisseur 83 et ensuite à l'échangeur 100 où il se réchauffe.

[0041] Un débit 31 de 203 Nm^3/h d'oxygène à 99,5 % mol. est soutiré sous forme liquide de la colonne basse pression 103, pompé dans la pompe 19 à 40 bara et se vaporise dans l'échangeur 100 pour former un débit gazeux sous pression.

[0042] Un débit 33 de 200 Nm^3/h d'azote gazeux est soutiré en tête de la colonne haute pression 101 et se chauffe partiellement dans l'échangeur 100. A une température intermédiaire une partie du gaz est détendue dans une turbine 35 avant d'être mélangé avec le gaz résiduaire 72. Le reste de l'azote poursuit son réchauffement et constitue un produit de l'appareil.

[0043] Il est possible de soutirer des produits liquides de l'appareil mais l'appareil ne produit aucun fluide riche en argon.

[0044] L'installation de la Figure 4 comprend une colonne haute pression 101 opérant à 14,3 bara, une colonne pression intermédiaire 102 opérant à 8,5 bara et une colonne basse pression 103 opérant à 4,8 bara. Tout l'azote gazeux de tête de la colonne haute pression sert à chauffer le rebouilleur de cuve de la colonne basse pression mais d'autres moyens de chauffage peuvent être envisagés, tel que des systèmes à doubles rebouilleurs, dont un chauffé par de l'air.

[0045] Un débit de 1000 Nm^3/h d'air 1 à environ 14,3 bara est divisé en deux pour former un premier débit 17 et un deuxième débit 3 qui est surpressé dans un surpresseur 5 à une pression plus élevée de l'ordre de 75 bara.

[0046] Les deux débits 3,17 se refroidissent en traversant un échangeur 100. Le débit 17 est envoyé en cuve de la colonne haute pression 101 et le débit liquide 3 est détendu dans une turbine produisant un débit au moins partiellement liquide à sa sortie, le fluide ou mélange de fluides sortant de la turbine étant envoyé au moins en partie à la colonne haute pression 101.

[0047] Un débit de liquide riche 10 de la colonne haute pression 101 se refroidit dans le sousrefroidisseur 83 avant d'être détendu et envoyé à un niveau intermédiaire de la colonne à pression intermédiaire 102 entre deux sections, par exemple de garnissages structurés de type ondulé-croisé. Le liquide peut être envoyé à un autre niveau de la colonne et la colonne peut également recevoir un débit d'air gazeux ou liquide.

[0048] Ce liquide est séparé en un deuxième liquide enrichi en oxygène 20 et un liquide enrichi en azote 25. Le

liquide 25 se refroidit dans le sousrefroidisseur 83, avant d'être détendu et envoyé en tête de la colonne basse pression 103, après être mélangé avec un débit de liquide pauvre 15 de la tête de la colonne haute pression 101 qui a également été refroidi dans le sousrefroidisseur 83 et détendu dans une vanne.

[0049] Le liquide de cuve 20 de la colonne à pression intermédiaire est divisé en deux. Une partie est détendue et envoyée à la colonne basse pression directement tandis que le reste est détendu dans une vanne, envoyé au condenseur de tête 22 de la colonne à pression intermédiaire où il se vaporise au moins partiellement avant d'être envoyé à la colonne basse pression 103.

[0050] Un débit d'air liquide 12 est soutiré de la colonne haute pression, refroidi dans le sousrefroidisseur 83, détendu et envoyé à la colonne basse pression.

[0051] Le rebouilleur de cuve 24 de la colonne à pression intermédiaire 102 est chauffé au moyen d'un débit gazeux enrichi en argon 233 contenant environ 5 à 15 % mol., préférablement 8 à 10 % mol. d'argon provenant de la colonne basse pression 103. Ce débit se condense au moins partiellement dans le rebouilleur 24 avant d'être renvoyé à la colonne basse pression 103.

[0052] Un débit d'azote résiduaire 72 est soutiré en tête de la colonne basse pression 103, envoyé au sousrefroidisseur 83 et ensuite à l'échangeur 100 où il se réchauffe.

[0053] Un débit 31 de 177 Nm^3/h d'oxygène à 99,5% mol. est soutiré sous forme liquide de la colonne basse pression, pompé dans la pompe 19 à 40 bara et se vaporise dans l'échangeur 100 pour former un débit gazeux sous pression.

[0054] Il est possible de soutirer des produits liquides de l'appareil mais l'appareil ne produit aucun fluide enrichi en argon.

[0055] Les avantages de invention apparaîtront clairement à l'étude des tableaux ci-dessus.

[0056] D'autres moyens de production de froid alternatifs ou supplémentaires peuvent être envisagés, tel qu'une turbine d'insufflation, une turbine Claude ou une autre turbine qui n'est pas alimentée par un débit liquide ou une turbine de gaz provenant de la colonne basse pression.

[0057] L'appareil peut recevoir tout ou une partie de son air d'alimentation d'un compresseur d'une turbine à gaz, l'azote résiduaire de l'appareil étant renvoyé à la turbine à gaz.

	Procédé de la Figure 1	Procédé de la Figure 3 (invention)
Pression de la colonne haute pression	5 bara	5 bara
Pression de la colonne basse pression	1.3 bara	1.3 bara
Pression de la colonne à pression intermédiaire		2.7 bara
Débit total d'air traité	1000 Nm^3/h	1000 Nm^3/h
Teneur en oxygène du produit gazeux	99.5% 02	99.5% 02
Production d'oxygène, compté pur	193 Nm^3/h	203 Nm^3/h
Production d'azote gazeux haute pression	200 Nm^3/h	200 Nm^3/h
Rendement d'extraction d'oxygène	92%	97%
Energie de séparation	Base : 100	95
	Procédé de la Figure 2	Procédé de la Figure 4 (invention)
Pression de la colonne haute pression	14.3 bara	14.3 bara
Pression de la colonne basse pression	4.8 bara	4.8 bara
Pression de la colonne à pression intermédiaire		8.5 bara
Débit d'air total	1000 Nm^3/h	1000 Nm^3/h
Teneur en oxygène du produit gazeux	99.5% 02	99.5% 02
Production d'oxygène, compté pur	164 Nm^3/h	177 Nm^3/h
Production d'azote gazeux haute pression	0 Nm^3/h	0 Nm^3/h
Rendement d'extraction d'oxygène	78%	85%
Energie de séparation	Base : 100	90

Revendications

1. Procédé de séparation d'air dans un appareil de séparation comprenant une colonne haute pression (101), une colonne à pression intermédiaire (102) ayant un rebouilleur de cuve (24) et une colonne basse pression (103) dans lequel

   a) on envoie au moins un mélange (1) au moins d'oxygène, d'azote et d'argon au moins à la colonne haute pression où il se sépare en un premier débit enrichi en oxygène et un premier débit enrichi en azote
   b) on envoie au moins une partie du premier débit (10) enrichi en oxygène à la colonne opérant à pression intermédiaire où il se sépare en un deuxième débit enrichi en oxygène (20) et un deuxième débit enrichi en azote (25)
   c) on envoie au moins une partie du deuxième débit enrichi en oxygène et/ou du deuxième débit enrichi en azote à la colonne basse pression
   d) on envoie un gaz (233) de la partie inférieure de la colonne basse pression au rebouilleur de cuve de la colonne à pression intermédiaire où il se condense au moins partiellement avant d'être renvoyé à la colonne basse pression
   e) on soutire au moins un fluide enrichi en oxygène (31) et au moins un fluide (72) enrichi en azote de la colonne basse pression et
   f) on condense au moins partiellement au moins une partie du premier fluide enrichi en azote dans un vaporiseur-condenseur associé à la colonne basse pression et on renvoie au moins une partie du fluide au moins partiellement condensé à la colonne haute pression

   caractérisé en ce qu'aucun fluide contenant entre 3 et 20 % mol. d'argon ne s'enrichit en argon dans une colonne de l'appareil autre que les colonnes haute pression, basse pression et pression intermédiaire.

2. Procédé selon la revendication 1 dans lequel le fluide (31) enrichi en oxygène soutiré de la colonne basse pression contient au moins 95 % mol. d'oxygène, éventuellement au moins 98 % mol. d'oxygène.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel aucun débit gazeux enrichi en azote n'est soutiré en tête de la colonne haute pression (101).

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel un débit gazeux (33) enrichi en azote est soutiré en tête de la colonne haute pression (101).

5. Procédé selon la revendication 1,2,3 ou 4 dans lequel la colonne basse pression (103) opère à au moins 1,3 bara, éventuellement au moins 2 bara, de préférence au moins 4 bara.

6. Procédé selon une des revendications précédentes dans lequel on envoie un (des) débit(s) d'air gazeux et/ou liquide à la colonne à pression intermédiaire et/ou à la colonne basse pression et/ou à la colonne haute pression.

7. Procédé selon une des revendications précédentes dans lequel le gaz (233) provenant de la partie inférieure de la colonne basse pression envoyé au rebouilleur de cuve contient entre 1 et 20 % mol. d'argon.

8. Procédé selon une des revendications précédentes dans lequel au moins une partie du deuxième débit enrichi en azote se condense, éventuellement dans un condenseur de tête (29) de la colonne à pression intermédiaire.

9. Installation de séparation d'air par distillation cryogénique comprenant une colonne haute pression (101), une colonne à pression intermédiaire (102) ayant un rebouilleur de cuve (24) et une colonne basse pression (103), la colonne haute pression et la colonne basse pression étant reliées thermiquement entre elles, des moyens pour envoyer un mélange (1) au moins d'oxygène, d'azote et d'argon au moins à la colonne haute pression, des moyens pour envoyer un débit enrichi en oxygène (10) de la colonne haute pression à la colonne à pression intermédiaire, des moyens pour envoyer un fluide enrichi en oxygène (20) et/ou un fluide enrichi en azote (25) de la colonne à pression intermédiaire à la colonne basse pression, des moyens pour envoyer un fluide (233) de la colonne basse pression au rebouilleur de cuve de la colonne à pression intermédiaire, des moyens pour soutirer un fluide enrichi en azote (72) et un fluide enrichi en oxygène (31) de la colonne basse pression

   caractérisée en ce qu'elle ne comprend pas de moyens d'enrichissement en argon d'un fluide contenant entre 3 et 20 % mol. d'argon autre que les colonnes haute pression, basse pression et pression intermédiaire.

10. Installation selon la revendication 9 comprenant une turbine de détente et des moyens pour amener un débit de la colonne basse pression à cette turbine sans le comprimer.

11. Installation selon la revendication 9 ou 10 comprenant des moyens pour amener un débit d'air à la colonne à pression intermédiaire et/ou basse pression et/ou haute pression (101,102,103).

12. Installation selon l'une des revendications 9 à 11 dans laquelle le fluide (233) envoyé au rebouilleur est soutiré de la colonne basse pression à un niveau inférieur au niveau de l'introduction d'un fluide enrichi en oxygène provenant de la colonne à pression intermédiaire.

13. Installation selon l'une des revendications 9 à 12 dans laquelle la colonne à pression intermédiaire (102) a un condenseur de tête (29).

Claims

1. Process for separating air in a separation apparatus comprising a high-pressure column (101), an intermediate-pressure column (102) having a bottom reboiler (24) and a low-pressure column (103) in which

a) at least one mixture (1) of at least oxygen, nitrogen and argon is sent at least to the high-pressure column where it is separated into a first oxygen-enriched stream and a first nitrogen-enriched stream,
b) at least part of the first oxygen-enriched stream (10) is sent to the column operating at intermediate pressure where it is separated into a second oxygen-enriched stream (20) and a second nitrogen-enriched stream (25),
c) at least part of the second oxygen-enriched stream and/or the second nitrogen-enriched stream is sent to the low-pressure column,
d) a gas (233) is sent from the lower part of the low-pressure column to the bottom reboiler of the intermediate-pressure column where it is condensed at least partially before being sent back to the low-pressure column,
e) at least one oxygen-enriched fluid (31) and at least one nitrogen-enriched fluid (72) are withdrawn from the low-pressure column and
f) at least part of the first nitrogen-enriched fluid is condensed at least partially in a reboiler-condenser associated with the low-pressure column and at least part of the at least partially condensed fluid is sent back to the high-pressure column

characterized in that no fluid containing between 3 and 20 mol% argon is enriched with argon in a column of the apparatus other than the high-pressure, low-pressure and intermediate-pressure columns.

2. Process according to Claim 1 in which the oxygen-enriched fluid (31) withdrawn from the low-pressure column contains at least 95 mol% oxygen, possibly at least 98 mol% oxygen.

3. Process according to Claim 1 or 2 in which no nitrogen-enriched gas stream is withdrawn from the top of the high-pressure column (101).

4. Process according to Claim 1 or 2 in which a nitrogen-enriched gas stream (33) is withdrawn from the top of the high-pressure column (101).

5. Process according to Claim 1, 2, 3 or 4 in which the low-pressure column (103) operates at at least 1.3 bara, optionally at least 2 bara, preferably at least 4 bara.

6. Process according to one of the preceding claims in which one or more of the gaseous and/or liquid air stream(s) is (are) sent to the intermediate-pressure column and/or to the low-pressure column and/or to the high-pressure column.

7. Process according to one of the preceding claims in which the gas (233) coming from the lower part of the low-pressure column sent to the bottom reboiler contains between 1 and 20 mol% argon.

8. Process according to one of the preceding claims in which at least part of the second nitrogen-enriched stream is condensed, optionally in a top condenser (29) of the intermediate-pressure column.

9. Plant for separating air by cryogenic distillation comprising a high-pressure column (101), an intermediate-pressure column (102) having a bottom reboiler (24) and a low-pressure column (103), the high-pressure column and the low-pressure column being thermally connected together, means for sending a mixture (1) of at least oxygen, nitrogen and argon at least to the high-pressure column, means to send an oxygen-enriched stream (10) from the high-pressure column to the intermediate-pressure column, means to send an oxygen-enriched fluid (20) and/or a nitrogen-enriched fluid (25) from the intermediate-pressure column to the low-pressure column, means to send a fluid (233) from the low-pressure column to the bottom reboiler of the intermediate-pressure column, means to withdraw a nitrogen-enriched fluid (72) and an oxygen-enriched fluid (31) from the low-pressure column **characterized in that** it does not comprise means for the argon enrichment of a fluid containing between 3 and 20 mol% argon other than the high-pressure, low-pressure and intermediate-pressure columns.

10. Plant according to Claim 9 comprising an expansion turbine and means to direct a stream from the low-pressure column to this turbine without compressing the stream.

11. Plant according to Claim 9 or 10 comprising means to direct an air stream to the intermediate-pressure and/or low-pressure and/or high-pressure column (101, 102, 103).

12. Plant according to one of Claims 9 to 11 in which the fluid (233) sent to the reboiler is withdrawn from the low-pressure column at a level lower than the level at which an oxygen-enriched fluid coming from the intermediate-pressure column is introduced.

13. Plant according to one of Claims 9 to 12 in which the intermediate-pressure column (102) has a top condenser (29).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Trennung von Luft in einer Gastrennvorrichtung mit einer Hochdrucksäule (101), einer Mitteldrucksäule (102), die einen Tankwiedererhitzer (24) umfasst, und einer Niederdrucksäule (103), wobei

a) zumindest ein Gemisch (1) aus Sauerstoff, Stickstoff und Argon zu zumindest der Hochdrucksäule geleitet wird, wo es in einen ersten mit Sauerstoff angereicherten Strom und einen ersten mit Stickstoff angereicherten Strom getrennt wird,
b) zumindest ein Teil des ersten mit Sauerstoff angereicherten Stroms (10) zu der beim mittleren Druck arbeitenden Säule geleitet wird, wo er in einen zweiten mit Sauerstoff angereicherten Strom (20) und einen zweiten mit Stickstoff angereicherten Strom (25) getrennt wird,
c) zumindest ein Teil des zweiten mit Sauerstoff angereicherten Stroms und/oder des zweiten mit Stickstoff angereicherten Stroms zu der Niederdrucksäule geleitet wird,
d) ein Gas (233) von dem unteren Teil der Niederdrucksäule zu dem Tankwiedererhitzer der Mitteldrucksäule geleitet wird, wo er zumindest teilweise kondensiert, bevor er zu der Niederdrucksäule geleitet wird,
e) zumindest ein mit Sauerstoff angereichertes Fluid (31) und zumindest ein mit Stickstoff angereichertes Fluid (72) aus der Niederdrucksäule entnommen werden,
f) zumindest teilweise zumindest ein Teil des ersten mit Stickstoff angereicherten Stroms in einem mit der Niederdrucksäule verknüpften Verdampfer/Kondensator kondensiert wird und zumindest ein Teil des Fluids zumindest teilweise in der Hochdrucksäule kondensiert wird,

dadurch gekennzeichnet, dass sich in keiner anderen Säule der Vorrichtung als der Hochdruck-, Niederdruck- und Mitteldrucksäule ein Fluid, das zwischen 3 und 20 Molprozent Argon enthält, mit Argon anreichert.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das aus der Niederdrucksäule entnommene, mit Sauerstoff angereicherte Fluid (31) zumindest 95 Molprozent Sauerstoff und eventuell zumindest 98 Molprozent Sauerstoff enthält.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei am Kopf der Hochdrucksäule (101) kein mit Stickstoff angereicherter Gasstrom entnommen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der mit Stickstoff angereicherter Gasstrom (33) am Kopf der Hochdrucksäule (101) entnommen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, wobei die Niederdrucksäule (103) bei zumindest 1,3 Bar, eventuell zu-

mindest 2 Bar und vorzugsweise zumindest 4 Bar arbeitet.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein(er) (der) Strom (Ströme) gasförmiger und/oder flüssiger Luft zu der Mitteldrucksäule und/oder der Niederdrucksäule und/oder der Hochdrucksäule geleitet wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das von dem unteren Teil der Niederdrucksäule kommende und zu dem Tankwiedererhitzer geleitete Gas (233) zwischen 1 und 20 Molprozent Argon enthält.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest ein Teil des zweiten mit Stickstoff angereicherten Stroms kondensiert, eventuell in einem Kopfkondensator (29) der Mitteldrucksäule.

9. Anlage zur Trennung von Luft durch Tiefsttemperaturdestillation mit einer Hochdrucksäule (101), einer Mitteldrucksäule (102), die einen Tankwiedererhitzer (24) aufweist, und einer Niederdrucksäule (103), wobei die Hochdrucksäule und die Niederdrucksäule thermisch miteinander verbunden sind, Mitteln, um ein Gemisch (1) aus zumindest Sauerstoff, Stickstoff und Argon zu zumindest der Hochdrucksäule zu leiten, Mitteln, um einen mit Sauerstoff angereicherten Strom (10) von der Hochdrucksäule zu der Mitteldrucksäule zu leiten, Mitteln, um ein mit Sauerstoff angereichertes Fluid (20) und/oder ein mit Stickstoff angereichertes Fluid (25) von der Mitteldrucksäule zu der Niederdrucksäule zu leiten, Mitteln, um ein Fluid (233) von der Niederdrucksäule zu dem Tankwiedererhitzer der Mitteldrucksäule zu leiten, Mitteln, um ein mit Stickstoff angereichertes Fluid (72) und ein mit Sauerstoff angereichertes Fluid (31) aus der Niederdrucksäule zu entnehmen,
dadurch gekennzeichnet, dass sie keine anderen Mittel zur Anreicherung eines zwischen 3 und 20 Molprozent Argon enthaltenden Fluids mit Argon umfasst, als die Hochdruck-, Niederdruck- und Mitteldrucksäule.

10. Anlage nach Anspruch 9 mit einer Turbine zur Entspannung und Mitteln, um einen Strom von der Niederdrucksäule zu dieser Turbine zu leiten, ohne ihn zu komprimieren.

11. Anlage nach Anspruch 9 oder 10 mit Mitteln, um einen Luftstrom zu der Mitteldruck- und/oder Niederdruck- und/oder Hochdrucksäule (101, 102, 103) zu leiten.

12. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei das zu dem Tankwiedererhitzer geleitete Fluid (233) aus der Niederdrucksäule auf einem unteren Niveau auf Höhe der Einführung eines von der Mitteldrucksäule kommenden, mit Sauerstoff angereicherten Fluids entnommen wird.

13. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei die Mitteldrucksäule (102) einen Kopfkondensator (29) aufweist.

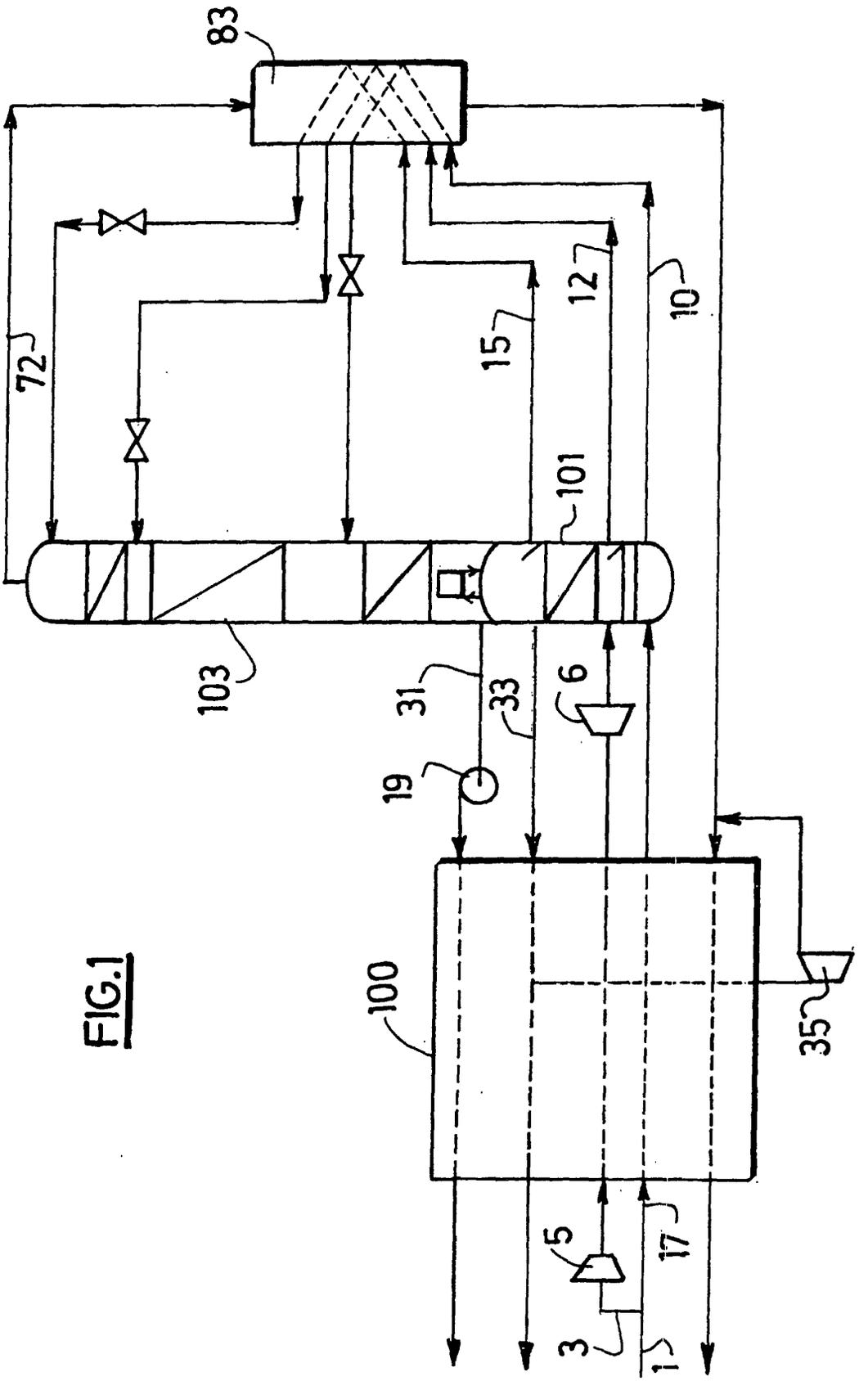


FIG.1

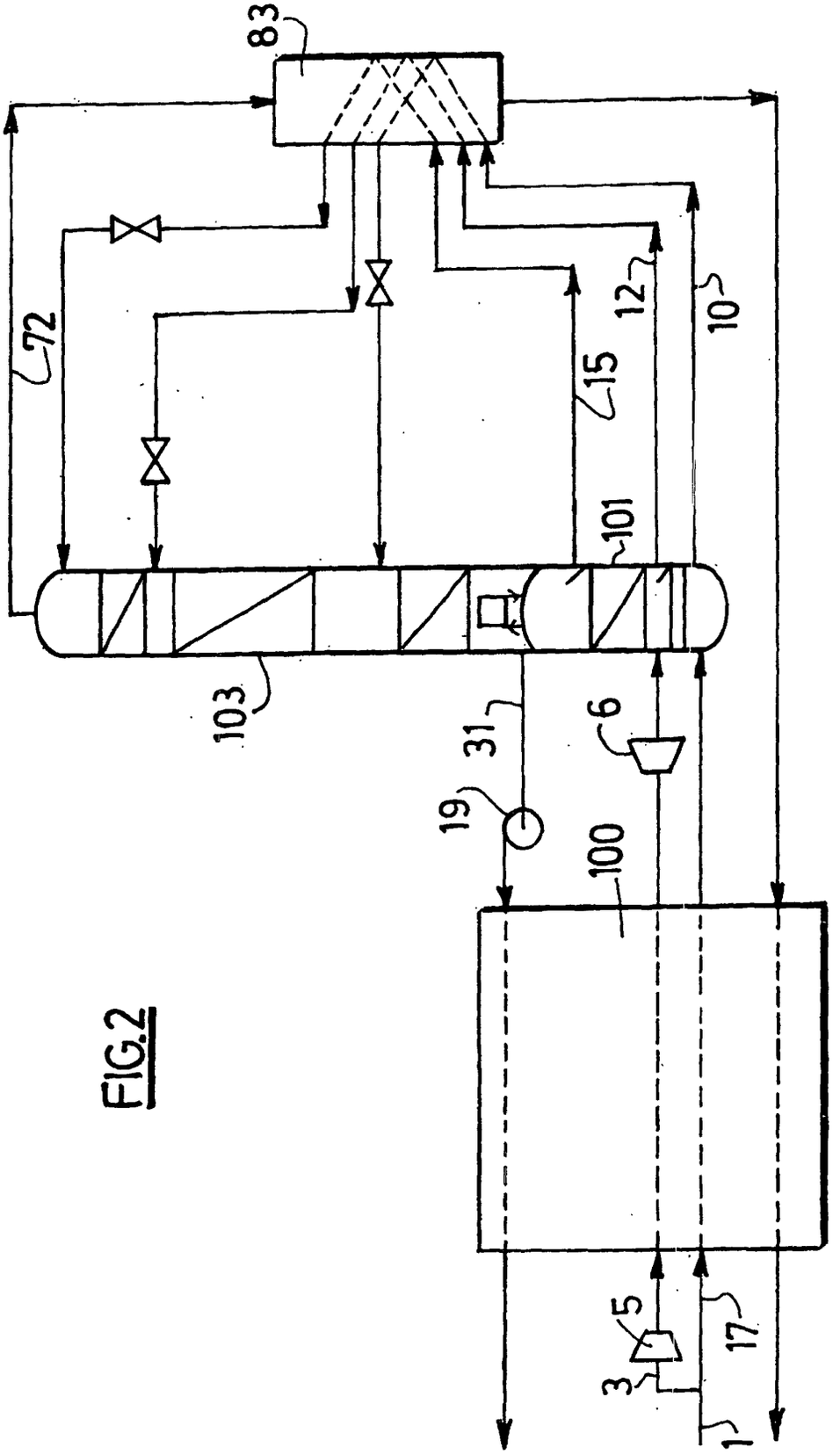


FIG.2

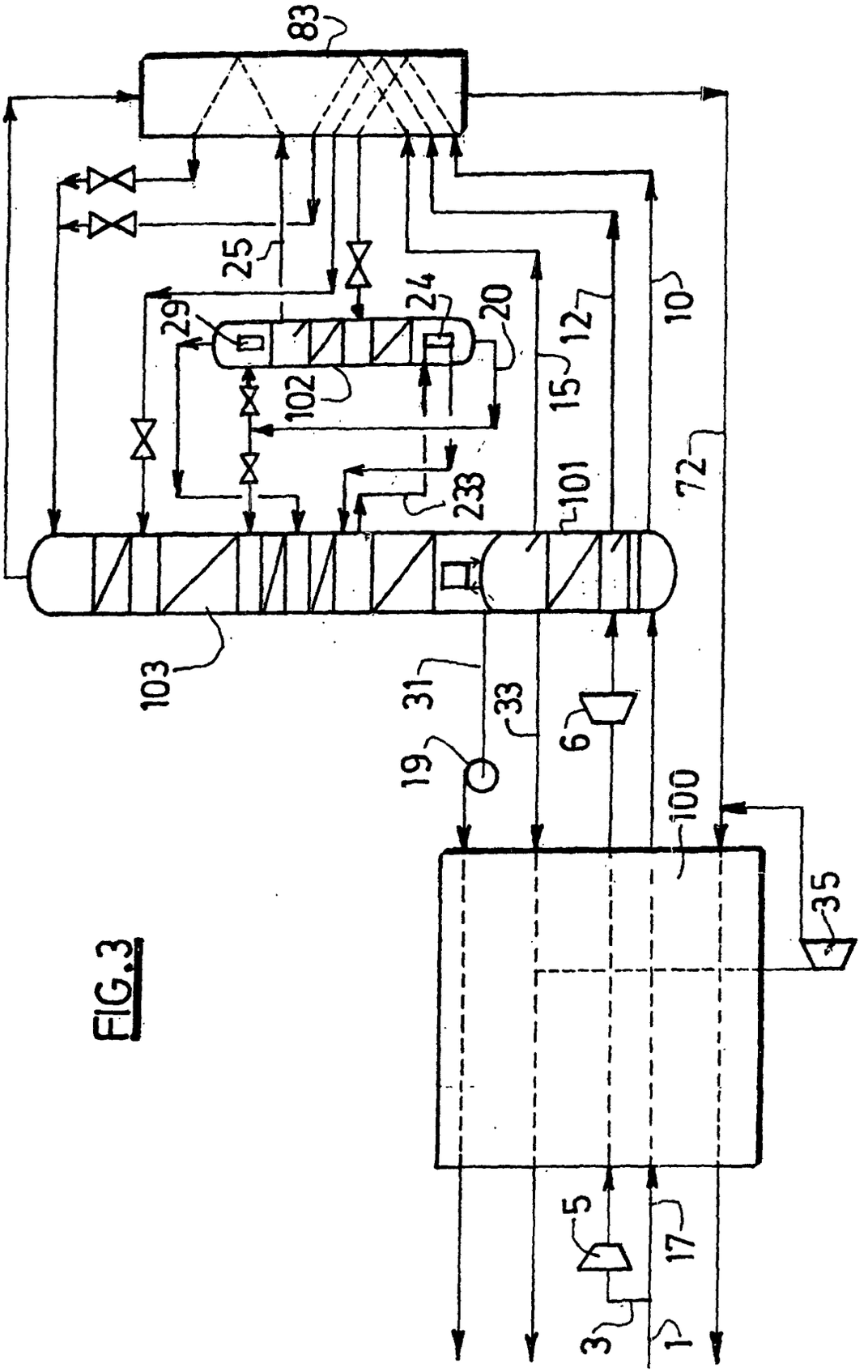


FIG.3

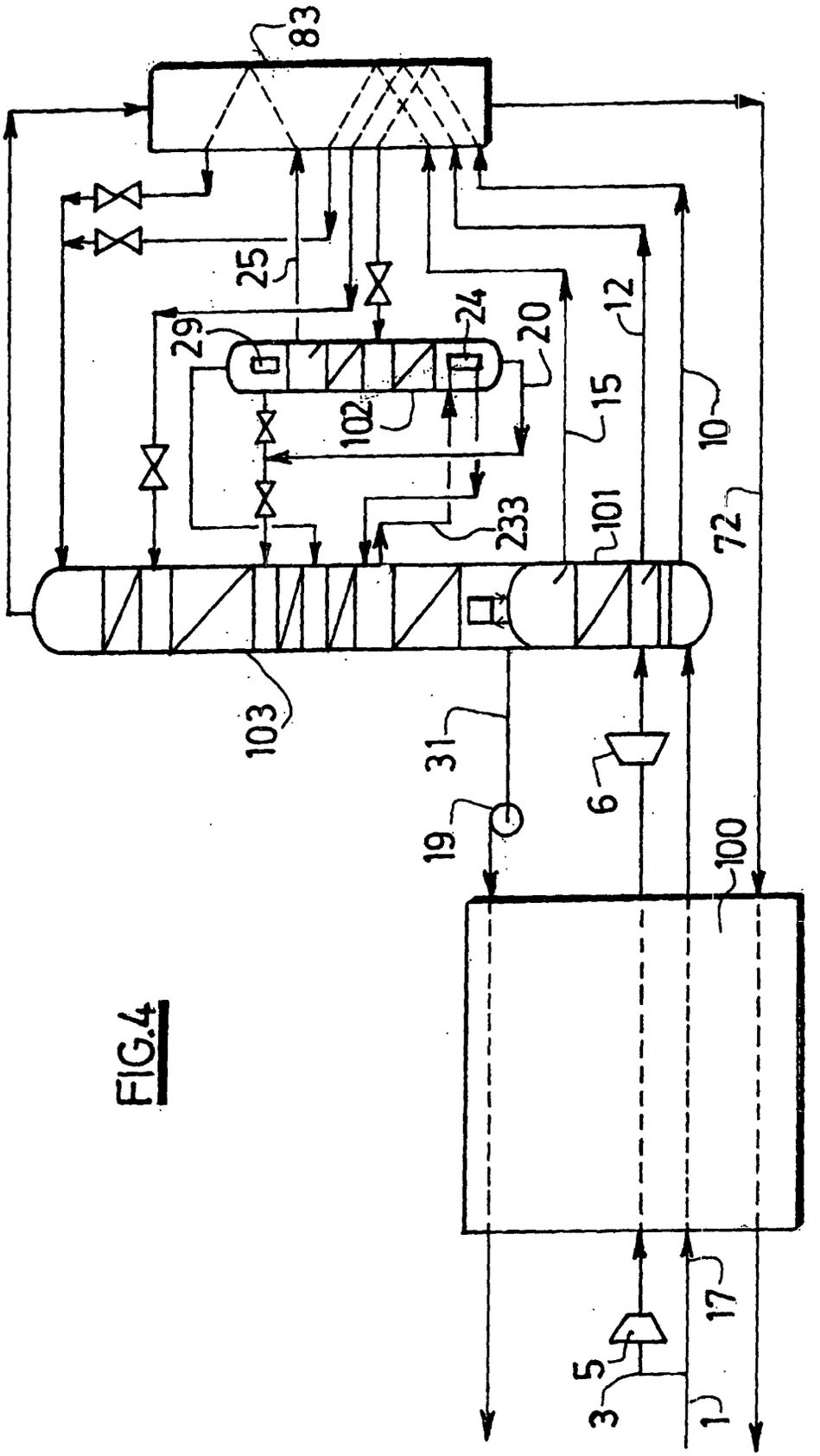


FIG.4