

(19)



(11)

EP 2 118 601 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

20.12.2017 Bulletin 2017/51

(51) Int Cl.:

F25J 3/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **08775715.9**

(86) Numéro de dépôt international:

PCT/FR2008/050418

(22) Date de dépôt: **12.03.2008**

(87) Numéro de publication internationale:

WO 2008/129198 (30.10.2008 Gazette 2008/44)

(54) PROCÉDE ET APPAREIL DE PRODUCTION DE GAZ DE L'AIR SOUS FORME GAZEUSE ET LIQUIDE A HAUTE FLEXIBILITE PAR DISTILLATION CRYOGENIQUE

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR HERSTELLUNG VON GAS AUS LUFT IN HOCH FLEXIBLER GASFORMIGER UND FLÜSSIGER FORM DURCH KRYOGENE DESTILLATION

METHOD AND APPARATUS FOR THE PRODUCTION OF GAS FROM AIR IN HIGHLY FLEXIBLE GASEOUS AND LIQUID FORM BY CRYOGENIC DISTILLATION

(84) Etats contractants désignés:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

• **PONTONE, Xavier**

**Calgary
Alberta, T2T6C1 (CA)**

(30) Priorité: **13.03.2007 FR 0753788**

(74) Mandataire: **Mercey, Fiona Susan**

**L'AIR LIQUIDE, SOCIETE ANONYME POUR
L'ETUDE ET
L'EXPLOITATION DES PROCÉDES GEORGES
CLAUDE
75 quai d'Orsay
75321 Paris Cédex 07 (FR)**

(43) Date de publication de la demande:

18.11.2009 Bulletin 2009/47

(73) Titulaire: **L'Air Liquide Société Anonyme pour l'Etude et**

**l'Exploitation des Procédés Georges Claude
75007 Paris (FR)**

(56) Documents cités:

DE-A1- 3 012 062	FR-A- 2 688 052
GB-A- 1 500 610	US-A- 5 806 341
US-A1- 2005 126 221	US-A1- 2006 010 912
US-A1- 2007 017 251	US-B1- 6 257 020

(72) Inventeurs:

- **GUILLARD, Alain
F-75016 Paris (FR)**
- **LEBOT, Patrick
F-94300 Vincennes (FR)**

EP 2 118 601 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] Les procédés traditionnels de production de gaz de l'air sous forme liquide ou gazeuse présentaient des architectures de procédés distinctes. Ainsi on trouvait :

- un appareil de séparation de l'air produisant les constituants principaux (O₂, N₂, Ar), à pression atmosphérique ou légèrement supérieure ;
- une étape de compression des produits au moyen de compresseurs ;
- un cycle indépendant de liquéfaction d'azote permettant de produire tout ou partie de chacun des constituants sous forme liquide si nécessaire.

[0002] Cette configuration permettait une grande souplesse d'utilisation car chacune des trois « fonctions » mises en oeuvre (séparation, compression, liquéfaction) pouvait être opérée ou stoppée de façon indépendante sans affecter le fonctionnement des deux autres.

[0003] Néanmoins, cette configuration souffre d'un manque de compétitivité important, compte tenu du coût très élevé de cette architecture, qui réclame un appareil par fonction.

[0004] Les procédés plus récents de production de gaz de l'air, que nous appelons procédés intégrés, présentent l'avantage de pouvoir combiner dans un seul équipement ces trois fonctions. Les appareils dits « à pompe », incluant des cycles de détente d'air ou éventuellement d'azote, permettent de produire à partir du même équipement les constituants de l'air sous forme gazeuse sous pression et liquide.

[0005] Parmi ceux-ci, les procédés à paliers de vaporisation décalés pour délivrer des produits sous pression, tels que décrits dans le brevet EP-A-0504029 ou encore FR-A-2688052, sont particulièrement intéressants puisqu'ils permettent la combinaison de ces fonctions à partir d'un unique compresseur d'air, à haute pression. L'efficacité énergétique de l'ensemble est comparable au procédé traditionnel et l'investissement est grandement diminué.

[0006] Par contre la souplesse de production est affectée par la combinaison « 3 en 1 » des fonctions, et on pourra plus difficilement opérer ou arrêter une fonction sans affecter l'ensemble.

[0007] FR-A-2688052 permet la production de seulement une petite quantité de produit liquide.

[0008] US-A-6257020 décrit une unité de refroidissement et de réchauffage où une turbine auxiliaire est reliée à un passage d'air à réchauffer, cette turbine ayant une température d'aspiration supérieure à la température d'aspiration d'une autre turbine.

[0009] Le but de cette invention est de pouvoir combiner les avantages économiques des procédés intégrés, tout en conservant la souplesse et la flexibilité offerte par les procédés traditionnels.

[0010] Selon un aspect de l'invention, il est prévu une

unité de refroidissement et de réchauffage de débits destinés à et provenant d'un système de colonnes de séparation d'air selon la revendication 1.

[0011] L'unité peut être disposée de sorte qu'en opération, une des conditions suivantes est remplie :

- la température d'aspiration du surpresseur est inférieure à la température d'aspiration de la première turbine,
- la température de refoulement du surpresseur est supérieure à la température d'aspiration de la première turbine,
- la température de refoulement du surpresseur est supérieure à la température de refoulement de la turbine auxiliaire.

[0012] On se propose ici d'améliorer la flexibilité de production des procédés de type mono-machines tels que décrits précédemment :

- en offrant la possibilité de produire de façon efficace des liquides avec des procédés tels que décrits dans FR-A-2688052 ;
- et en offrant la possibilité de faire l'un ou l'autre de façon réversible, et énergétiquement efficace dans les deux cas.

[0013] L'unité est à incorporée dans un système de distillation connu (colonnes moyenne pression et basse pression thermiquement reliées, éventuellement une colonne à pression intermédiaire et/ou une colonne de mélange et/ou une colonne de mixture argon, etc..) et met en jeu au moins deux turbines de détente.

[0014] Deux débits sont à pression substantiellement égale si leurs pressions ne diffèrent que par les pertes de charge.

[0015] En premier mode de fonctionnement, la production de produit liquide, tous produits finaux confondus, constitue 1%, ou 2% ou 5% du débit d'air envoyé aux colonnes (ou à la colonne si seule la colonne moyenne pression est alimentée en air).

[0016] L'invention sera décrite en plus de détail en se référant aux figures, qui montrent des unités de refroidissement et de réchauffage selon l'invention à incorporer dans des installations de séparation d'air.

[0017] Dans la Figure 1, un débit d'air comprimé 1 provenant d'un compresseur principal est surpressé dans un surpresseur 3 à une haute pression au moins 5 bar abs au-dessus de la pression de la colonne moyenne pression, cette haute pression étant appelée pression principale. Cette pression principale peut par exemple être entre 10 et 25 bars abs. A cette pression principale le débit 5 est ensuite épuré en eau et dioxyde de carbone (non-illustré). Le débit total d'air surpressé et épuré 5 est envoyé à une ligne d'échange 7 où il se refroidit jusqu'à une température T1. A cette température, le débit 5 est divisé en deux pour former un débit 9 qui se liquéfie et est envoyé au système de colonnes et un débit 11. Le

débit 11 quitte la ligne d'échange 7 à la température T1 différent d'au plus $\pm 5^{\circ}\text{C}$ de la température de vaporisation de l'oxygène pressurisé 33 et est envoyé à un surpresseur froid 13 pour produire un débit 15 à une pression très sensiblement supérieure à la moyenne pression et éventuellement supérieure à la pression principale. Le débit 15 à une température T2 de sortie de surpresseur froid se refroidit dans la ligne d'échange 7 jusqu'à une température T3 plus élevée que T1. A cette température T3, le débit 15 est divisé en deux débits 17, 19. Le débit 17 est détendu dans une turbine 21 à partir de la température T3 proche de la température de pseudo vaporisation de l'oxygène pressurisé 33.

[0018] La pression d'aspiration de la turbine 21 est égale à la pression de refoulement du surpresseur 13 donc très sensiblement supérieure à la moyenne pression (supérieure d'au moins 5 bars) et éventuellement supérieure à la pression principale et la pression de refoulement est supérieure ou égale à la moyenne pression, préférablement sensiblement égale à la moyenne pression. Le débit détendu jusqu'à une pression supérieure ou égale à la moyenne pression, préférablement sensiblement égale à la moyenne pression est envoyé au système de colonne comme débit 25. Le débit 19 poursuit son refroidissement dans la ligne d'échange et est envoyé sous forme gazeuse au système de colonnes.

[0019] Le surpresseur froid 13 est entraîné par la turbine 21.

[0020] Un débit d'azote résiduaire se réchauffe dans la ligne d'échange.

[0021] Un débit d'oxygène liquide 35 pressurisé dans une pompe 33 se vaporise dans la ligne d'échange 7.

[0022] Optionnellement un liquide du système de colonnes, autre que l'oxygène liquide, est pressurisé, vaporisé dans la ligne d'échange 7 et sert ensuite de produit sous pression.

[0023] Selon un premier mode de fonctionnement, une fraction d'air 25 est prélevé dans l'air épuré 5 à la pression principale et est refroidi dans la ligne d'échange 7. A une température T4 inférieure à -100°C et supérieure à T2, la fraction 25 est envoyée à une turbine 27 où elle se détend jusqu'à une température T5 formant un débit d'air 29. Ce débit d'air se réchauffe dans la ligne d'échange.

[0024] Un produit liquide est soutiré du système de colonnes comme produit final 32. Dans l'exemple le seul produit de l'appareil est de l'oxygène liquide mais d'autres produits peuvent évidemment être produits sous forme liquide.

[0025] Selon un deuxième mode de fonctionnement le débit d'air 25 traité dans la turbine auxiliaire 27 est réduit éventuellement à zéro, le débit d'air principal entrant 1 est réduit d'un débit au moins égal à la réduction du débit d'air envoyée à la turbine auxiliaire 27 et la production de liquide 37 est diminuée éventuellement à zéro.

[0026] Cette variation du débit d'air 1 entre les deux modes de fonctionnement est assurée par les aubages variables d'un compresseur et/ou par la mise en route et/ou l'arrêt d'un compresseur d'air auxiliaire.

[0027] Ces deux modes de fonctionnement peuvent constituer les seuls modes de fonctionnement de l'appareil ou bien il peut y avoir d'autres modes de fonctionnement.

5 **[0028]** Il peut y avoir une étape de compression (surpresseur 3B) entre la surpression chaude qui amène l'air à la pression principale et la surpression froide, de sorte que la surpression froide s'effectue à partir d'une pression au-dessus de la pression principale, tel qu'illustré dans la Figure 2.

10 **[0029]** De préférence, la turbine 21 est entraînée par le surpresseur 13 et le surpresseur 3 entraîne la turbine auxiliaire 27.

Revendications

1. Unité de refroidissement et de réchauffage de débits destinés à et provenant d'un système de colonnes de séparation d'air comprenant une ligne d'échange (7), une première turbine (21), une turbine auxiliaire (27), un surpresseur (13), la ligne d'échange comprenant :

- 25 i) au moins un passage pour recevoir un premier débit d'air épuré, l'au moins un passage pour recevoir un premier débit d'air épuré étant relié à l'aspiration du surpresseur,
- 30 ii) au moins un passage relié au refoulement du surpresseur, l'au moins un passage relié au refoulement du surpresseur étant relié à l'aspiration de la première turbine,
- 35 iii) au moins deux passages pour recevoir au moins deux fluides (35,37) qui se réchauffent,
- 40 iv) au moins un passage pour recevoir un deuxième débit d'air épuré, l'au moins un passage pour recevoir le deuxième débit d'air épuré étant relié à l'aspiration de la turbine auxiliaire et le refoulement de la turbine auxiliaire étant relié à au moins un passage d'air à réchauffer et

caractérisée en ce que ces passages sont reliés de sorte qu'en opération, la température d'aspiration de la turbine auxiliaire est supérieure à la température d'aspiration de la première turbine et la température d'aspiration de la turbine auxiliaire est supérieure à la température d'aspiration du surpresseur.

2. Unité selon la revendication 1 disposée de sorte qu'en opération la température d'aspiration du surpresseur (13) est inférieure à la température d'aspiration de la première turbine (21).

3. Unité selon la revendication 1 ou 2 disposée de sorte qu'en opération la température de refoulement du surpresseur (13) est supérieure à la température d'aspiration de la première turbine (21).

4. Unité selon la revendication 1, 2 ou 3 disposée de sorte qu'en opération la température de refoulement du surpresseur (13) est supérieure à la température de refoulement de la turbine auxiliaire (27).

Patentansprüche

1. Einheit zum Kühlen und zum Erwärmen von Strömen, die bestimmt sind für und stammen aus einem Lufttrennsäulensystem, umfassend eine Austauschleitung (7), eine erste Turbine (21), eine Hilfsturbine (27), einen Vorverdichter (13), wobei die Austauschleitung umfasst:

- i) mindestens einen Durchlass zum Empfangen eines ersten Stroms von gereinigter Luft, wobei der mindestens eine Durchlass zum Empfangen eines ersten Stroms von gereinigter Luft mit der Ansaugung des Vorverdichters verbunden ist,
- ii) mindestens einen Durchlass, der mit dem Auslass des Vorverdichters verbunden ist, wobei der mindestens eine Durchlass, der mit dem Auslass des Vorverdichters verbunden ist, mit der Ansaugung der ersten Turbine verbunden ist,
- iii) mindestens zwei Durchlässe zum Empfangen von mindestens zwei sich erwärmenden Fluiden (35, 37),
- iv) mindestens einen Durchlass zum Empfangen eines zweiten Stroms von gereinigter Luft, wobei der mindestens eine Durchlass zum Empfangen des zweiten Stroms von gereinigter Luft mit der Ansaugung der Hilfsturbine verbunden ist und der Auslass der Hilfsturbine mit mindestens einem Durchlass von zu erwärmender Luft verbunden ist, und

dadurch gekennzeichnet, dass diese Durchlässe derart verbunden sind, dass im Betrieb die Ansaugtemperatur der Hilfsturbine höher ist als die Ansaugtemperatur der ersten Turbine, und die Ansaugtemperatur der Hilfsturbine höher ist als die Ansaugtemperatur des Vorverdichters.

2. Einheit nach Anspruch 1, die derart angeordnet ist, dass im Betrieb die Ansaugtemperatur des Vorverdichters (13) niedriger ist als die Ansaugtemperatur der ersten Turbine (21).
3. Einheit nach Anspruch 1 oder 2, die derart angeordnet ist, dass im Betrieb die Auslasstemperatur des Vorverdichters (13) höher ist als die Ansaugtemperatur der ersten Turbine (21).
4. Einheit nach Anspruch 1, 2 oder 3, die derart angeordnet ist, dass im Betrieb die Auslasstemperatur des Vorverdichters (13) höher ist als die Auslass-

temperatur der Hilfsturbine (27).

Claims

1. Cooling and heating unit of flows intended for and coming from a system of air separation columns comprising an exchange line (7), a first turbine (21), an auxiliary turbine (27), a booster (13), the exchange line comprising:

- i) at least one passage for receiving a first purified air flow, the at least one passage for receiving a first purified air flow being connected to the inlet of the booster,
- ii) at least one passage connected to the outlet of the booster, the at least one passage connected to the outlet of the booster being connected to the inlet of the first turbine,
- iii) at least two passages for receiving at least two fluids (35, 37) which are heated,
- iv) at least one passage for receiving a second purified air flow, the at least one passage for receiving the second purified air flow being connected to the inlet of the auxiliary turbine and the outlet of the auxiliary turbine being connected to at least one air passage to be heated and **characterised in that** these passages are connected so that in operation, the inlet temperature of the auxiliary turbine is higher than the inlet temperature of the first turbine and the inlet temperature of the auxiliary turbine is higher than the inlet temperature of the booster.

2. Unit according to claim 1, arranged so that in operation, the inlet temperature of the booster (13) is lower than the inlet temperature of the first turbine (21).
3. Unit according to claim 1 or 2, arranged so that in operation, the outlet temperature of the booster (13) is higher than the inlet temperature of the first turbine (21).
4. Unit according to claim 1, 2 or 3, arranged so that in operation, the outlet temperature of the booster (13) is higher than the outlet temperature of the auxiliary turbine (27).

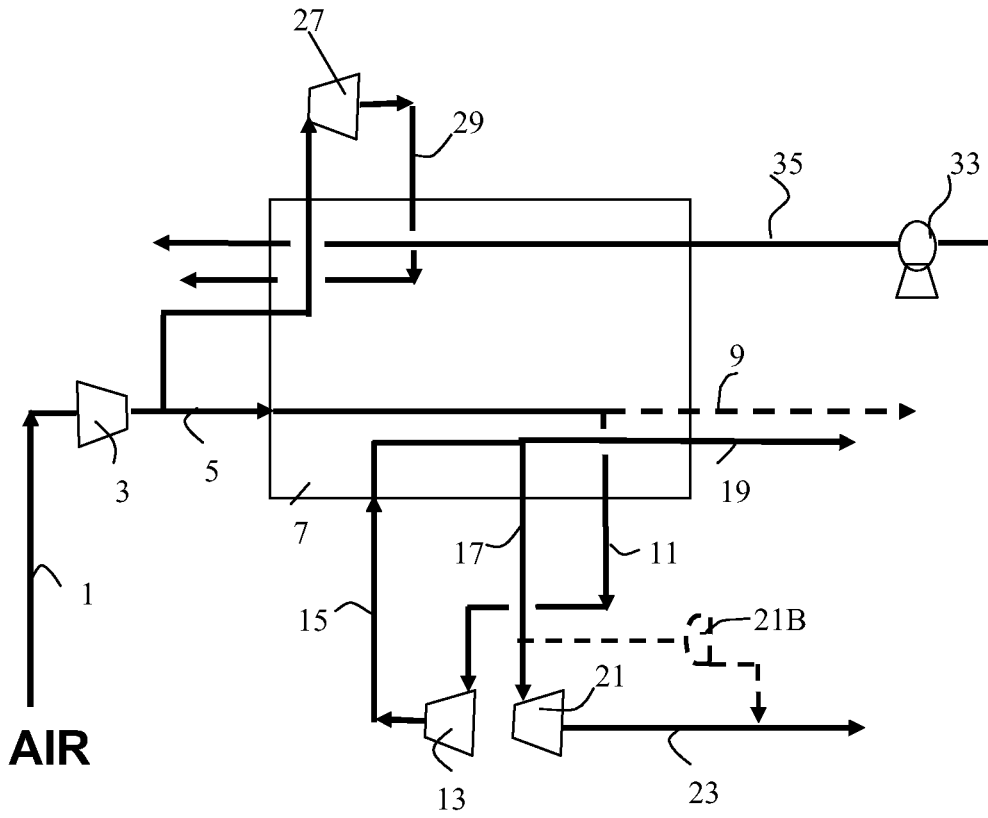


FIG. 1

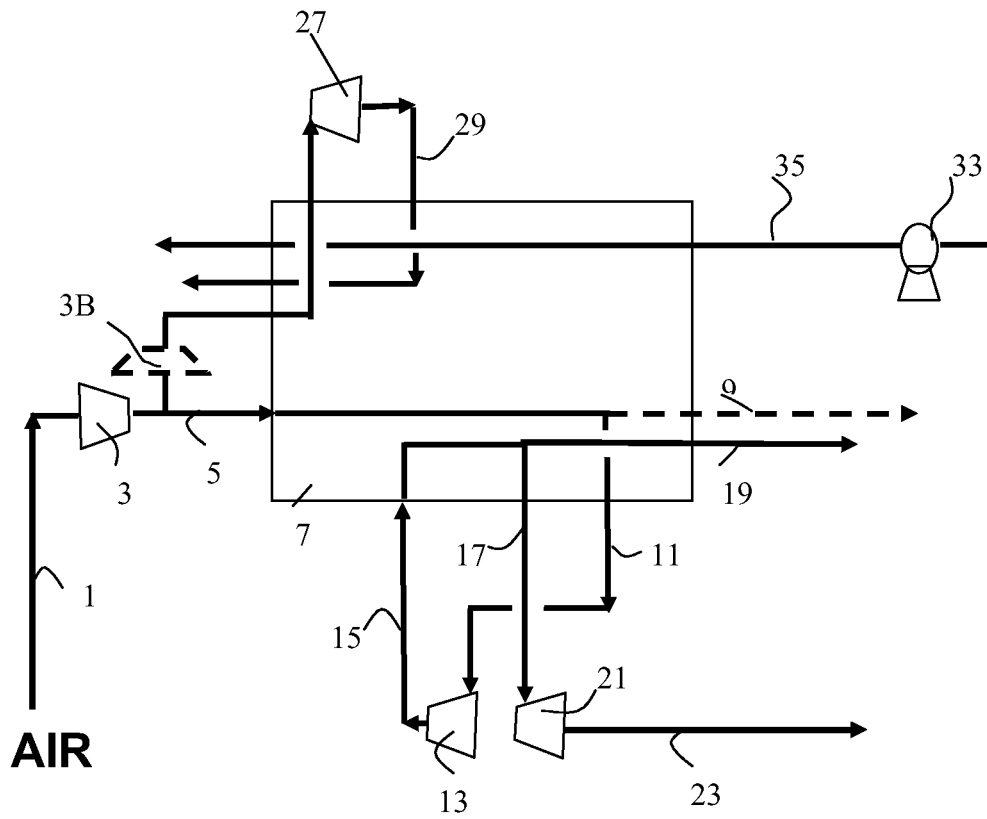


FIG. 2

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- EP 0504029 A [0005]
- FR 2688052 A [0005] [0007] [0012]
- US 6257020 A [0008]