

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
18. August 2016 (18.08.2016)



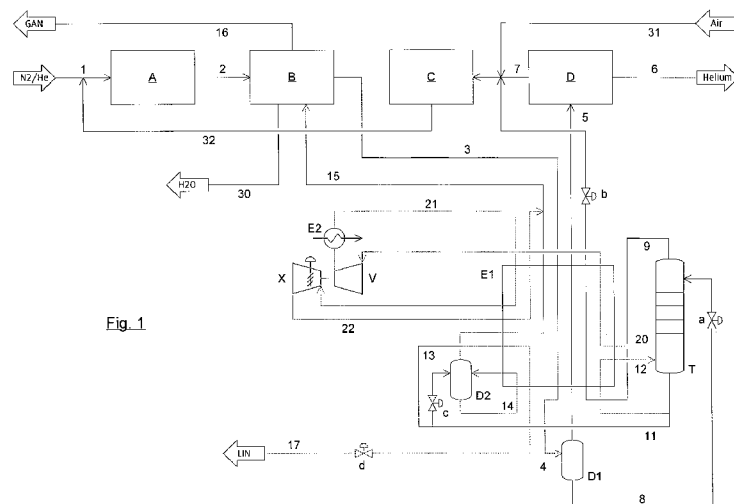
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/128111 A1

- (51) **Internationale Patentklassifikation:**
F25J 1/00 (2006.01) *F25J 3/02* (2006.01)
F25J 1/02 (2006.01)
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2016/000131
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**
26. Januar 2016 (26.01.2016)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**
10 2015 001 664.4
10. Februar 2015 (10.02.2015) DE
- (71) **Anmelder:** LINDE AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).
- (72) **Erfinder:** BAUER, Heinz; Gartenstraße 12, 82067 Ebenhausen (DE). GWINNER, Martin; Bachstr. 9a, 82398 Polling (DE). BUB, Andreas; Kleinstr. 37, 81379 München (DE). HERTEL, Christoph; Stobäusstr. 76, 82515 Wolfratshausen (DE).
- (74) **Anwalt:** ZAHN, Christoph; c/o Linde AG, Technology & Innovation Corporate Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, 82049 Pullach (DE).
- (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** METHOD FOR RECOVERING HELIUM

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR HELIUMGEWINNUNG



(57) **Abstract:** The invention relates to a method for recovering a helium product fraction (6) from a nitrogen- and helium-containing feed fraction (3). The nitrogen- and helium-containing feed fraction (3) is partially condensed (E1) and separated into a first helium-enriched fraction (5) and a first nitrogen-enriched fraction (8), and the former is cleaned again in an adsorptive manner. According to the invention, the separation is carried out in a separation column (T) which is supplied with the first nitrogen-enriched fraction (8) as a return flow and with a sub-flow of the second nitrogen-enriched fraction as a stripping gas (12). The stripping gas quantity (12) is set such that a third nitrogen-enriched fraction (20) which contains at least 30% of the nitrogen contained in the first nitrogen-enriched fraction (8) can be recovered in the separation column (T).

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/128111 A1

**Veröffentlicht:**

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Es wird ein Verfahren zum Gewinnen einer Helium-Produktfraktion (6) aus einer Stickstoff- und Helium-enthaltenden Einsatzfraktion (3) beschrieben, wobei die Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion (3) partiell kondensiert (E1), in eine 1. Helium-reiche Fraktion (5) und eine 1. Stickstoff-reiche Fraktion (8) aufgetrennt wird und erstere adsorptiv nachgereinigt wird. Erfindungsgemäß erfolgt die Auftrennung in einer Trennkolonne (T), der die 1. Stickstoff-reiche Fraktion (8) als Rücklauf zugeführt und ein Teilstrom der 2. Stickstoff-reichen Fraktion als Strippgas zugeführt werden (12), wobei die Strippgasmenge (12) so eingestellt wird, dass eine 3. Stickstoff-reiche Fraktion (20), die wenigstens 30 % des in der 1. Stickstoff-reichen Fraktion (8) enthaltenen Stickstoffs enthält, in der Trennkolonne (T) gewonnen werden kann.

Beschreibung

Verfahren zur Heliumgewinnung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Gewinnen einer Helium-Produktfraktion aus einer Stickstoff- und Helium-enthaltenden Einsatzfraktion, wobei

- 5 - die Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion partiell kondensiert und in eine 1. Helium-reiche Fraktion und eine 1. Stickstoff-reiche Fraktion aufgetrennt wird,
- die 1. Helium-reiche Fraktion einem adsorptiven Reinigungsprozess unterworfen wird und die in ihm gewonnene Helium-reiche Fraktion die Helium-
10 Produktfraktion darstellt,
- die 1. Stickstoff-reiche Fraktion in eine 2. Helium-reiche Fraktion und eine 2. Stickstoff-reiche Fraktion aufgetrennt wird, und
- die 2. Helium-reiche Fraktion gegen die partiell zu kondensierende Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion angewärmt, verdichtet und
15 der partiell zu kondensierenden Stickstoff- und Helium-enthaltenden Einsatzfraktion zugemischt wird.

Der Begriff "Helium-Produktfraktion" umfasse hochreines Helium, dessen Konzentration an Verunreinigungen einen Wert von 100 vppm, vorzugsweise von 10
20 vppm nicht überschreitet.

Unter dem Begriff "Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion" sei eine Fraktion zu verstehen, die 1 bis 20 mol-% Helium und 80 bis 99 mol-% Stickstoff enthält. Ferner kann diese Einsatzfraktion 0,1 bis 2 mol-% Methan und Spuren von Wasserstoff, Argon
25 und/oder anderen Edelgase enthalten.

Gegenwärtig wird Helium kommerziell fast ausschließlich aus einem Gemisch leichtflüchtiger Erdgaskomponenten gewonnen, das typischerweise außer Helium noch Methan und Stickstoff sowie in Spuren Wasserstoff, Argon und andere Edelgase
30 enthält. Um ein Ausfrieren von unerwünschten Verunreinigungen bei der Heliumverflüssigung zu vermeiden, darf die Konzentration dieser Verunreinigungen in Helium einen Wert von 100 vppm, vorzugsweise von 10 vppm nicht überschreiten.

Die der eigentlichen Helium-Verflüssigung vorgeschaltete Heliumreinigung besteht üblicherweise aus einer Kombination von kryogenen – basierend auf partieller Kondensation – und adsorptiven Verfahren mit Regenerierung durch Druck- und/oder Temperaturwechsel. Aufgrund des vergleichsweise hohen Produktwertes ist eine
5 möglichst hohe Heliumausbeute, vorzugsweise > 99 % erstrebenswert. Aus diesem Grund wird die Helium-reiche Fraktion beim kryogenen Schritt oft durch Druckentlastung und/oder Strippen aus der flüssigen in die gasförmige Phase übergeführt, um für die weitere Verarbeitung verfügbar zu bleiben.

10 Aus dem US-Patent 5,167,125 ist eine Verfahrensführung bekannt, bei der ein Stickstoff-reicher Strom, der bei erhöhtem Druck vorliegt und Helium enthält, unter Ausnutzung eines Druckgefälles in einen Helium-haltigen Strom mittleren Druckes und einen Stickstoff-reichen Strom niedrigen Druckes aufgetrennt wird. Diese Auftrennung erfolgt in einer Rektifikationskolonne, die einen Aufkocher und einen Kondensator
15 aufweist.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein gattungsgemäßes Verfahren zum Gewinnen einer Helium-Produktfraktion anzugeben, das es ermöglicht, zumindest eine
20 Teilmenge des bei der Auftrennung anfallenden Stickstoff-reichen Stroms bei dem gleichen Druck wie den Helium-haltigen Strom abzugeben, um den Stickstoff-reichen Strom anschließend bspw. einer arbeitsleistenden Entspannung zuführen zu können.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein gattungsgemäßes Verfahren zum Gewinnen einer Helium-Produktfraktion vorgeschlagen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass

- 25 - die Auftrennung der 1. Stickstoff-reichen Fraktion in eine 2. Helium-reiche Fraktion und eine 2. Stickstoff-reiche Fraktion in einer Trennkolonne erfolgt, der die 1. Stickstoff-reiche Fraktion als Rücklauf zugeführt wird,
- ein Teilstrom der 2. Stickstoff-reichen Fraktion verdampft und der Trennkolonne als Strippgas zugeführt wird,
- 30 - wenigstens ein Teilstrom der 2. Stickstoff-reichen Fraktion unter einem Druck von weniger als 5 bar gegen die partiell zu kondensierende Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion verdampft wird,
- aus der Trennkolonne eine 3. Stickstoff-reiche Fraktion abgezogen wird,

- wobei die Strippgasmenge so eingestellt wird, dass die 3. Stickstoff-reiche Fraktion wenigstens 30 % des in der 1. Stickstoff-reichen Fraktion enthaltenen Stickstoffs enthält, und
- die 3. Stickstoff-reiche Fraktion zumindest teilweise der Abkühlung der partiell zu kondensierenden Stickstoff- und Helium-enthaltenden Einsatzfraktion dient.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Gewinnen einer Helium-Produktfraktion, die Gegenstände der abhängigen Patentansprüche darstellen, sind dadurch gekennzeichnet, dass

10

- die 3. Stickstoff-reiche Fraktion zumindest teilweise arbeitsleistend entspannt wird,
- die Trennkolonne bei einem Druck von 7 bis 20 bar, vorzugsweise von 10 bis 15 bar betrieben wird,
- die 3. Stickstoff-reiche Fraktion wenigstens 50 % des in der 1. Stickstoff-reichen Fraktion enthaltenen Stickstoffs enthält,
- wenigstens ein Teilstrom der 2. Stickstoff-reichen Fraktion unter einem Druck von weniger als 3 bar gegen die partiell zu kondensierende Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion verdampft wird, und/oder
- der adsorptive Reinigungsprozess ein (V)PSA- und/oder TSA-Prozess ist.

25

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Gewinnen einer Helium-Produktfraktion sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen desselben seien anhand des in der **Figur 1** dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

30

Über Leitung 1 wird eine Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion, die beispielsweise aus einem Erdgas-Zerlegungsprozess stammt, zunächst einer katalytischen Methanoxidation A und anschließend über Leitung 2 einer Trocknungseinheit B zugeführt. Das in der Trocknungseinheit B abgetrennte Wasser wird über Leitung 30 abgezogen. Die derart konventionell vorbehandelte

35

Einsatzfraktion, die üblicherweise einen Druck zwischen 10 und 40 bar, vorzugsweise

zwischen 15 und 25 bar aufweist, wird über Leitung 3 dem Wärmetauscher E1
zugeführt und in diesem gegen noch zu erläuternde Verfahrensströme partiell
kondensiert. Über Leitung 4 wird die partiell kondensierte Einsatzfraktion einem
Abscheider D1 zugeführt und in diesem in eine 1. Helium-reiche Fraktion 5 sowie eine
5 1. Stickstoff-reiche Fraktion 8 aufgetrennt.

Die Helium-reiche Fraktion 5 wird nach Anwärmung im Wärmetauscher E1 einem
adsorptiven Reinigungsprozess D zugeführt. Dieser ist als (V)PSA- und/oder TSA-
Prozess ausgelegt. Die in ihm gewonnene und über Leitung 6 abgezogene Helium-
10 reiche Fraktion stellt die Helium-Produktfraktion dar, deren Konzentration an
Verunreinigungen einen Wert von 100 vppm, vorzugsweise von 100 vppm nicht
überschreitet. Im Regelfall wird diese Helium-Produktfraktion einem in der Figur 1 nicht
dargestellten Verflüssigungsprozess zugeführt.

15 Das aus dem adsorptiven Reinigungsprozess D abgezogene, Helium-enthaltende
Restgas wird über Leitung 7 einem Rückverdichter C zugeführt, in diesem auf den
Druck der der katalytischen Methanoxidation A zuzuführenden Einsatzfraktion 1
verdichtet und dieser über Leitung 32 zugemischt.

20 Die vorgenannte 1. Stickstoff-reiche Fraktion 8 wird im Ventil a entspannt und der
Trennkolonne T in deren oberen Bereich als Rücklauf zugeführt. Die Trennkolonne T
wird vorzugsweise bei einem Druck zwischen 7 und 20 bar, insbesondere zwischen 10
und 15 bar betrieben. In ihr erfolgt eine Auftrennung in eine 2. Helium-reiche
Gasfraktion 9 und eine 2. Stickstoff-reiche Flüssigfraktion 11. Die 2. Helium-reiche
25 Fraktion 9 wird im Wärmetauscher E1 gegen die partiell zu kondensierende
Einsatzfraktion 3 angewärmt und über das Regelventil b ebenfalls dem erwähnten
Rückverdichter C zugeführt. Diesem wird über Leitung 31 zusätzlich Luft zugeführt. Der
in der Luft enthaltene Sauerstoff dient in der katalytischen Methanoxidation A als
Oxidationsmittel.

30 Ein Teilstrom der 2. Stickstoff-reichen Flüssigfraktion 11 wird im Wärmetauscher E1
verdampft und der Trennkolonne T als Stripppgas 12 zugeführt. Diese Stripppgas-
Zuführung bewirkt den in der Trennkolonne T ablaufenden Trennprozess und bestimmt
den Helium-Anteil der 2. Helium-reichen Fraktion 9.

35

Wenigstens ein Teilstrom der 2. Stickstoff-reichen Fraktion 11 wird unter einem Druck von weniger als 5 bar, vorzugsweise von weniger als 3 bar, im Wärmetauscher E1 gegen die partiell zu kondensierende Einsatzfraktion 3 verdampft. Diese Verfahrensweise dient dazu, eine möglichst niedrige Temperatur im Abscheider D1 einzustellen. Bei dem in der Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird ein Teilstrom der 2. Stickstoff-reichen Fraktion 11 über das Regelventil c einem Umlaufbehälter D2 zugeführt. Die aus diesem über Leitung 14 abgezogene Flüssigfraktion wird unter dem vorgenannten niedrigen Druck dem Wärmetauscher E1 zugeführt, in diesem zumindest teilweise verdampft und erneut dem Umlaufbehälter D2 zugeführt.

Aus dem Kopf des Umlaufbehälters D2 wird eine Stickstoff-reiche Gasfraktion 15 abgezogen, im Wärmetauscher E1 gegen die partiell zu kondensierende Einsatzfraktion 3 angewärmt und anschließend der vorbeschriebenen Trocknungseinheit B, bei der es sich im Regelfall um einen adsorptiven Trocknungsprozess handelt, als Regeneriergas zugeführt. Über Leitung 16 wird dieses beladene Regeneriergas aus dem Prozess abgezogen.

Der nicht dem Umlaufbehälter D2 zugeführte Teilstrom 13 der 2. Stickstoff-reichen Fraktion 11 kann im Wärmetauscher E1 unterkühlt und über Regelventil d und Leitung 17 als unterkühlte Flüssigkeit abgegeben werden. Mittels dieser Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann auf eine gegebenenfalls erforderliche anderweitige Erzeugung oder Bereitstellung von verflüssigtem Stickstoff (LIN) verzichtet werden.

Alternativ oder ergänzend zu der in der Figur 1 dargestellten Verfahrensführung kann ein Teilstrom der aus dem Umlaufbehälter D2 abgezogenen Flüssigfraktion 14 in vorbeschriebener Weise über Regelventil d und Leitung 17 abgezogen werden.

Im Prinzip kann die für die partielle Kondensation der Einsatzfraktion 3 erforderliche Kälte ausschließlich durch die Anwärmung kalter, gasförmiger Zerlegungsprodukte sowie die vorbeschriebene Verdampfung der aus dem Umlaufbehälter D2 abgezogenen Flüssigfraktion 14 bereitgestellt werden. Grundsätzlich gilt: je größer die im Wärmetauscher E1 verdampfte Strippgasmenge 12 ist, umso geringer kann die aus dem Umlaufbehälter D2 entnommene Menge der Flüssigfraktion 14 sein. Allerdings ist

darauf zu achten, dass Wärmeumsatz und Temperatur des Stroms 12 zur Abkühlung und Teilkondensation der Einsatzfraktion 3 geeignet sind. Wird der Anteil des Stroms 12 am Wärmeumsatz im Wärmetauscher E1 zu groß, steigt die Temperatur im Abscheider D1 unerwünscht an.

5

Erfindungsgemäß wird zusätzlich die Menge des der Trennkolonne T zugeführten Strippgases 12 so groß gewählt, dass der Trennkolonne T im Bereich ihres Sumpfes eine 3. Stickstoff-reiche Fraktion 20 abgezogen werden kann, wobei diese wenigstens 30 %, vorzugsweise wenigstens 50 % des in der 1. Stickstoff-reichen Fraktion 8

10 enthaltenen Stickstoffs enthält. Diese Stickstoff-Anteile werden dadurch erreicht, dass im Sumpf der Trennkolonne T eine größere Strippgasmenge 12 aufgeköcht wird, als sie für den eigentlichen Stripprozess in der Trennkolonne T erforderlich wäre.

15

Im Gegensatz zu der erwähnten, in dem US-Patent 5,167,125 beschriebenen

15 Verfahrensweise kann nunmehr in der Trennkolonne T eine weitere Stickstoff-reiche Fraktion bei erhöhtem Druck gewonnen werden. Diese weitere bzw. 3. Stickstoff-reiche Fraktion kann nach Anwärmung im Wärmetauscher E1 auf einen Druck verdichtet werden, der um 4 bis 20 bar, vorzugsweise um 5 bis 15 bar über dem Druck der

20 Kolonne T liegt. Nach Abführung der Verdichtungswärme im Wärmetauscher E2 wird die Stickstoff-reiche Fraktion 21 im Wärmetauscher E1 abgekühlt und anschließend in der Expansionsvorrichtung X arbeitsleistend entspannt. Die entspannte Stickstoff-reiche Fraktion 22 wird anschließend im Wärmetauscher E1 gegen die partiell zu kondensierende Einsatzfraktion 3 angewärmt und der vorbeschriebenen Stickstoff-reichen Fraktion 15 zugemischt. Diese arbeitsleistende Entspannung X, die die

25 thermodynamische Effizienz des Prozesses steigert, ist optional, ermöglicht bzw. erhöht jedoch die Menge der über Leitung 17 abgezogenen unterkühlten Flüssigkeit (LIN).

30

Patentansprüche

1. Verfahren zum Gewinnen einer Helium-Produktfraktion (6) aus einer Stickstoff- und Helium-enthaltenden Einsatzfraktion (3), wobei
- 5 - die Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion (3) partiell kondensiert (E1) und in eine 1. Helium-reiche Fraktion (5) und eine 1. Stickstoff-reiche Fraktion (8) aufgetrennt wird,
 - die 1. Helium-reiche Fraktion (5) einem adsorptiven Reinigungsprozess (D) unterworfen wird und die in ihm gewonnene Helium-reiche Fraktion die Helium-Produktfraktion (6) darstellt,
 - 10 - die 1. Stickstoff-reiche Fraktion (8) in eine 2. Helium-reiche Fraktion (9) und eine 2. Stickstoff-reiche Fraktion (11) aufgetrennt wird, und
 - die 2. Helium-reiche Fraktion (9) gegen die partiell zu kondensierende Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion (3) angewärmt (E1), verdichtet (C) und der partiell zu kondensierenden Stickstoff- und Helium-enthaltenden Einsatzfraktion zugemischt wird,
 - 15 **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - die Auftrennung der 1. Stickstoff-reichen Fraktion (8) in eine 2. Helium-reiche Fraktion (9) und eine 2. Stickstoff-reiche Fraktion (11) in einer Trennkolonne (T) erfolgt, der die 1. Stickstoff-reiche Fraktion (8) als Rücklauf zugeführt wird,
 - 20 - ein Teilstrom der 2. Stickstoff-reichen Fraktion verdampft (E1) und der Trennkolonne (T) als Strippgas zugeführt wird (12),
 - wenigstens ein Teilstrom (11) der 2. Stickstoff-reichen Fraktion unter einem Druck von weniger als 5 bar gegen die partiell zu kondensierende Stickstoff- und Helium-enthaltende Einsatzfraktion (3) verdampft wird (E1),
 - 25 - aus der Trennkolonne (T) eine 3. Stickstoff-reiche Fraktion (20) abgezogen wird,
 - wobei die Strippgasmenge (12) so eingestellt wird, dass die 3. Stickstoff-reiche Fraktion (20) wenigstens 30 % des in der 1. Stickstoff-reichen Fraktion (8) enthaltenen Stickstoffs enthält, und
 - 30 - die 3. Stickstoff-reiche Fraktion (20) zumindest teilweise der Abkühlung (E1) der partiell zu kondensierenden Stickstoff- und Helium-enthaltenden Einsatzfraktion (3) dient.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die 3. Stickstoff-reiche Fraktion (20) zumindest teilweise arbeitsleistend entspannt wird (X).
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trennkolonne (T) bei einem Druck von 7 bis 20 bar, vorzugsweise von 10 bis 15 bar betrieben wird.
- 10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die 3. Stickstoff-reiche Fraktion (20) wenigstens 50 % des in der 1. Stickstoff-reichen Fraktion (8) enthaltenen Stickstoffs enthält.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Teilstrom (11) der 2. Stickstoff-reichen Fraktion unter einem Druck von weniger als 3 bar gegen die partiell zu kondensierende Stickstoff- und Helium-enhaltende Einsatzfraktion (3) verdampft wird (E1).
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der adsorptive Reinigungsprozess (D) ein (V)PSA- und/oder TSA-Prozess ist.

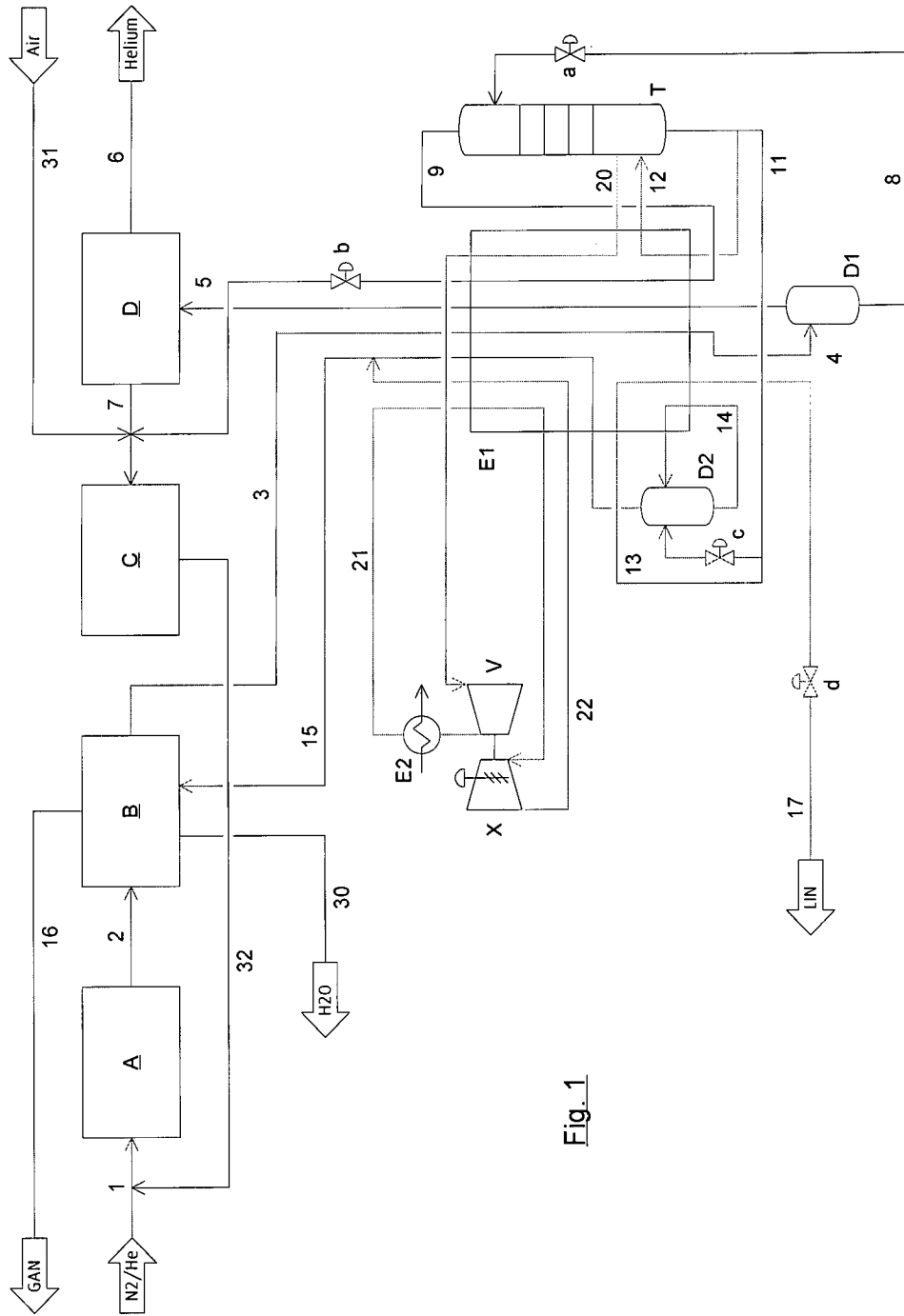


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/000131

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F25J1/00 F25J1/02 F25J3/02
 ADD.
 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 100 07 440 A1 (LINDE AG [DE]) 23 August 2001 (2001-08-23) figure 4	1-6
A	----- US 5 257 505 A (BUTTS RAYBURN C [US]) 2 November 1993 (1993-11-02) figure 1	1-6
A	----- US 5 167 125 A (AGRAWAL RAKESH [US]) 1 December 1992 (1992-12-01) cited in the application figure 1	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 20 May 2016	Date of mailing of the international search report 30/05/2016
---	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Schopfer, Georg
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/000131

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10007440	A1	23-08-2001	NONE
US 5257505	A	02-11-1993	NONE
US 5167125	A	01-12-1992	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2016/000131

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F25J1/00 F25J1/02 F25J3/02
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F25J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 100 07 440 A1 (LINDE AG [DE]) 23. August 2001 (2001-08-23) Abbildung 4	1-6
A	-----	
A	US 5 257 505 A (BUTTS RAYBURN C [US]) 2. November 1993 (1993-11-02) Abbildung 1	1-6
A	-----	
A	US 5 167 125 A (AGRAWAL RAKESH [US]) 1. Dezember 1992 (1992-12-01) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1	1-6

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
20. Mai 2016	30/05/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Schopfer, Georg
--	--

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/000131

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10007440	A1	23-08-2001	KEINE
US 5257505	A	02-11-1993	KEINE
US 5167125	A	01-12-1992	KEINE