



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 965 029 B2

(12)

NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

Nach dem Einspruchsverfahren

- (45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:
30.10.2024 Patentblatt 2024/44
- (45) Hinweis auf die Patenterteilung:
12.07.2017 Patentblatt 2017/28
- (21) Anmeldenummer: **14716232.5**
- (22) Anmeldetag: **05.03.2014**
- (51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F25J 3/02 (2006.01) **F25J 3/04 (2006.01)**
F25J 5/00 (2006.01)
- (52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F25J 3/04872; F25J 3/0409; F25J 3/04412;
F25J 3/04624; F25J 3/04678; F25J 3/04703;
F25J 3/04727; F25J 3/04878; F25J 3/0489;
F25J 2235/02; F25J 2235/52; F25J 2235/58
- (86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2014/000553
- (87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/135271 (12.09.2014 Gazette 2014/37)

(54) **LUFTZERLEGUNGSANLAGE, VERFAHREN ZUR GEWINNUNG EINES ARGON ENTHALTENDEN PRODUKTS UND VERFAHREN ZUR ERSTELLUNG EINER LUFTZERLEGUNGSANLAGE**
AIR SEPARATION PLANT, METHOD FOR OBTAINING A PRODUCT CONTAINING ARGON, AND METHOD FOR CREATING AN AIR SEPARATION PLANT
INSTALLATION DE SÉPARATION D'AIR, PROCÉDÉ DE RÉCUPÉRATION D'UN PRODUIT CONTENANT DE L'ARGON ET PROCÉDÉ POUR CRÉER UNE INSTALLATION DE SÉPARATION D'AIR

- (84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
- (30) Priorität: **06.03.2013 EP 13001127**
- (43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.01.2016 Patentblatt 2016/02
- (73) Patentinhaber: **Linde GmbH
82049 Pullach (DE)**
- (72) Erfinder: **LOCHNER, Stefan
85567 Grafling (DE)**
- (74) Vertreter: **Imhof, Dietmar
Linde GmbH
Intellectual Property EMEA
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)**
- (56) Entgegenhaltungen:
FR-A3- 2 964 451 US-A1- 2001 001 364

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Luftzerlegungsanlage, ein Verfahren zur Gewinnung eines Argonprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft und ein Verfahren zur Erstellung einer entsprechenden Luftzerlegungsanlage.

Stand der Technik

[0002] Die Gewinnung von Argon durch Tieftemperaturzerlegung von Luft ist beispielsweise im Artikel "Noble Gases" in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (doi: 10.1002/14356007.a17_485) beschrieben. Wie dort beispielsweise in Figur 18 dargestellt, kann Argon in herkömmlichen Luftzerlegungsanlagen mit bekannten Doppelsäulensystemen zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung und einer zusätzlichen Argongewinnungseinheit gewonnen werden.

[0003] In solchen Doppelsäulensystemen reichert sich Argon im Bereich des sogenannten Argonübergangs in der Niederdrucksäule (auch als Argonbauch bzw. Argonbubble bezeichnet) an und erreicht dort Konzentrationen in der Gasphase von bis zu 15%. In der praktischen Anwendung wird ein argonangereicherter Strom etwas unterhalb dieses Argonmaximums aus der Niederdrucksäule abgezogen, damit dieser einen geringeren Stickstoffgehalt aufweist.

[0004] Der argonangereicherte Strom wird in eine sogenannte Rohargonsäule überführt. Bei der Rohargonsäule handelt es sich um eine Trennsäule zur Argon-Sauerstoff-Trennung. In herkömmlichen Luftzerlegungsanlagen kann die Rohargonsäule durch eine einteilige Säule gebildet sein, es sind jedoch auch zwei- oder mehrteilige Säulen, beispielsweise in der EP 0 628 777 B1, beschrieben.

[0005] In bekannte Rohargonsäulen wird ein argonangereicherter Strom mit einem Argongehalt von beispielsweise 10% eingespeist. In der Rohargonsäule wird hieraus ein argonreicher Strom gewonnen, der in einer nachgeschalteten Reinargonsäule nochmals aufgereinigt werden kann. In der Reinargonsäule kann ein Argonprodukt mit einem Gehalt von bis zu 99,9999% Argon oder mehr gewonnen werden. Dieses Argonprodukt wird üblicherweise in flüssiger Form gewonnen, um Lagerung und Transport zu erleichtern.

[0006] Prozesse zur Argongewinnung der erläuterten Art sind beispielsweise aus den folgenden Druckschriften bekannt: DE 2 325 422 A, EP 0 171 711 A2, EP 0 377 117 B2 (entspricht US 5 019 145 A), DE 403 07 49 A1, EP 0 628 777 B1 (US 5 426 946 A), EP 0 669 508 A1 (US 5 592 833 A), EP 0 669 509 B1 (US 5 590 544 A), EP 0 942 246 A2, EP 1 103 772 A1, DE 196 09 490 A1 (US 5 669 237 A), EP 1 243 882 A1 (US 2002/178747 A1), EP 1 243 881 A1 (US 2002/189281 A1) und FR 2 964 451 A3.

[0007] Bei der Erstellung von Luftzerlegungsanlagen zur Argongewinnung ergeben sich Probleme aufgrund

der Dimensionen der verwendeten Säulen, insbesondere der Rohargonsäule. Ein Doppelsäulensystem zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung kann insgesamt eine Höhe von beinahe 60 m erreichen, eine Rohargonsäule in einteiliger Form liegt ebenfalls in diesem Bereich.

[0008] Entsprechende Luftzerlegungsanlagen sind kaum mehr vorfertigbar, weil die jeweiligen Komponentengruppen in der Regel nicht mehr über längere Strecken transportiert werden können. Dies bedeutet, dass sie am jeweiligen Zielort erstellt werden müssen. Dies ist aus unterschiedlichen Gründen nachteilig, unter anderem deshalb, weil entsprechendes Personal am Zielort entweder nicht verfügbar oder teuer ist. Der Aufwand zur Erstellung entsprechender Luftzerlegungsanlagen erhöht sich damit signifikant.

[0009] Wünschenswert ist hingegen die weitgehend modularisierte Erstellung einer entsprechenden Luftzerlegungsanlage am Fertigungsort. Die einzelnen Komponenten werden dort vorzugsweise bereits in den entsprechenden Coldboxen untergebracht und müssen am Zielort nur noch miteinander verbunden werden. Hierfür können vorteilhafterweise ebenfalls Module, sogenannte Piping Skids, eingesetzt werden.

[0010] In der US 2001/0001364 A1, welche eine Luftzerlegungsanlage entsprechend des Oberbegriffs von Anspruch 1 offenbart, wird vorgeschlagen, einen Teil der Säulen einer Luftzerlegungsanlage zur Argongewinnung zweiteilig auszubilden und eine Anordnung vorzunehmen, die es erlaubt, eine Coldbox für diese Säulen zu verkleinern.

[0011] Wenn gleich diese Aufteilung die Erstellung von Luftzerlegungsanlagen erleichtert, besteht weiter der Bedarf nach Verbesserungen. Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Luftzerlegungsanlage der eingangs genannten Art wirtschaftlich besonders günstig zu erstellen und zu betreiben.

Offenbarung der Erfindung

[0012] Vor diesem Hintergrund schlägt die vorliegende Erfindung eine Luftzerlegungsanlage, ein Verfahren zur Gewinnung eines Argonprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von Luft und ein Verfahren zur Erstellung einer entsprechenden Luftzerlegungsanlage mit den Merkmalen der unabhängigen Patentansprüche vor. Bevorzugte Ausgestaltungen sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Vorteile der Erfindung

[0013] Erfindungsgemäß wird eine Luftzerlegungsanlage vorgeschlagen, die zur Gewinnung eines Argon enthaltenden Produkts durch Tieftemperaturzerlegung von verdichteter und abgekühlter Einsatzluft eingerichtet ist. Die Luftzerlegungsanlage weist eine Hochdrucksäule, eine mehrteilig ausgebildete Niederdrucksäule und eine mehrteilig ausgebildete Rohargonsäule auf. Die mehrteilig ausgebildete Niederdrucksäule und die mehrteilig

ausgebildete Rohargonsäule weisen jeweils zumindest einen Fußabschnitt und einen räumlich getrennt hiervon angeordneten Kopfabschnitt auf. Insbesondere sind die mehrteilig ausgebildete Niederdrucksäule und die mehrteilig ausgebildete Rohargonsäule jeweils zweiteilig ausgebildet.

[0014] Die Luftzerlegungsanlage arbeitet auf Grundlage der eingangs erläuterten Prinzipien, wobei ein argonangereicherter Strom der Niederdrucksäule der Luftzerlegungsanlage entnehmbar ist.

[0015] Bei dem "Argon enthaltenden Produkt" kann es sich beispielsweise um flüssiges Argon (LAR), gasförmiges Argon (GAR, ggf. durch sogenannte Innenverdichtung erhalten) oder sogenanntes Fake Argon (unreines Argon, das gasförmig im kalten Zustand zu einem Restgas zugegeben wird) handeln. Die Erfindung wird nachfolgend vorwiegend am Beispiel von flüssigem Reinaragon (LAR) dargestellt, das kurz als "Argonprodukt" bezeichnet wird.

[0016] Eine "zweiteilig ausgebildete" Säule ist, wie erwähnt derart ausgebildet, dass die zwei Abschnitte (Kopfabschnitt und Fußabschnitt) räumlich voneinander getrennt anordenbar sind. Bekannte Luftzerlegungsanlagen können beispielsweise Säulensysteme zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung aufweisen, bei denen die Hochdrucksäule und die Niederdrucksäule getrennt von einander angeordnet und über einen Kopfkondensator wärmetauschend verbunden sind. Derartige Säulensysteme sind "zweiteilig ausgebildet". Der Begriff "zweiteilig ausgebildet" grenzt entsprechende Konfigurationen damit von baulichen Einheiten ab, in denen Komponenten dauerhaft miteinander verbunden und nicht getrennt von einander anordenbar sind.

[0017] Mit "Fußabschnitt" und "Kopfabschnitt" werden jeweils die Abschnitte der zweiteilig ausgebildeten Säulen bezeichnet, die in ihrer Funktion, insbesondere hinsichtlich der dort anfallenden Fraktionen bzw. Ströme, den untersten bzw. obersten Abschnitten herkömmlicher, einteilig ausgebildeter Säulen entsprechen. Ein Fußabschnitt weist beispielsweise einen Sumpfbehälter auf, ein Kopfabschnitt weist beispielsweise einen Kopfkondensator auf. Der Kopfabschnitt ist damit der Teil der Säulen, der mit einem entsprechenden Kondensator verbunden ist, und in dem ein Rücklauf auf die entsprechenden Säulen aufgegeben wird. In einer einteilig ausgebildeten Niederdrucksäule bekannter Luftzerlegungsanlagen wird im Sumpf eine sauerstoffreiche Flüssigfraktion gewonnen, die als Sauerstoffprodukt abgezogen werden kann. Dies erfolgt damit auch in einem Sumpf eines Fußabschnitts einer zweiteilig ausgebildeten Niederdrucksäule. Am Kopf einer einteilig ausgebildeten Niederdrucksäule bekannter Luftzerlegungsanlagen kann entsprechend ein gasförmiges Stickstoffprodukt abgezogen werden, gleiches gilt für den oberen Teil eines Kopfabschnitts einer zweiteilig ausgebildeten Niederdrucksäule. Am Kopf einer einteilig ausgebildeten Rohargonsäule - und entsprechend am oberen Teil eines Kopfabschnitts einer zweiteilig ausgebildeten Rohargonsäule -

wird ein Rohargonstrom abgezogen und in eine Reinargonsäule überführt, vom Sumpf einer einteilig ausgebildeten Rohargonsäule - und entsprechend vom Sumpf eines Fußabschnitts einer zweiteilig ausgebildeten Rohargonsäule - wird das anfallende Sumpfprodukt in die Niederdrucksäule zurückgespeist.

[0018] Weist eine "mehrteilig" ausgebildete Niederdruck- und/oder Rohargonsäule mehr als zwei Teile auf, sind zusätzlich Zwischenabschnitte zwischen Fuß- und Kopfabschnitt vorgesehen. Die einzelnen Abschnitte (Fuß-, Kopf- und gegebenenfalls Zwischenabschnitte) sind mittels Leitungen und gegebenenfalls Pumpen miteinander verbunden, um auf diese Weise einen Betrieb, wie er auch mit einer jeweils einteiligen Säule erfolgt, darzustellen.

[0019] Die erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage ist in gängiger Weise konfiguriert, was bedeutet, dass in der Hochdrucksäule aus zumindest einem Teil von Einsatzluft, die beispielsweise in Form mehrerer Einsatzluftströme bereitgestellt werden kann, zumindest ein sauerstoffreicher Strom gewinnbar ist. Der sauerstoffreiche Strom kann zumindest zum Teil in die mehrteilige Niederdrucksäule überführt werden, und zwar zunächst in deren Fußabschnitt. In der mehrteiligen Niederdrucksäule kann, wie erläutert, am sogenannten Argonübergang aus zumindest einem Teil des sauerstoffangereicherten Stroms zumindest ein argonreicher Strom gewonnen werden. Dieser kann in die mehrteilige Rohargonsäule überführt werden, und zwar zunächst ebenfalls in deren Fußabschnitt. In der Rohargonsäule kann zumindest aus einem Teil des argonangereicherten Stroms zumindest ein argonreicher Strom gewonnen werden.

[0020] Für entsprechende Fluide werden hier die Begriffe "Ströme" und "Fraktionen" verwendet. Bei einem "Strom" handelt es sich beispielsweise um ein Fluid, das kontinuierlich in einer entsprechenden Leitung geführt wird. Eine "Fraktion" stellt einen Anteil eines Ausgangsgemisches dar, beispielsweise von Luft, der aus dem Ausgangsgemisch abgetrennt werden kann. Eine derartige Fraktion kann jederzeit als Strom in einem entsprechenden Leitungssystem oder in einer Säule geführt werden.

[0021] Ein Strom oder eine Fraktion kann bezüglich einer oder mehrerer enthaltener Komponenten "angereichert" sein, wobei eine angereicherte Fraktion bzw. ein angereicherter Strom einen höheren Gehalt einer oder mehrerer entsprechend bezeichneter Komponenten als das Ausgangsgemisch aufweist. Insbesondere liegt eine Anreicherung dann vor, wenn der Gehalt mindestens dem zwei-, fünf-, zehn- oder einhundertfachen des entsprechenden Gehalts im Ausgangsgemisch entspricht. Ein bezüglich einer oder mehrerer Komponenten "reicher" Strom weist überwiegend die entsprechende(n) Komponente(n) auf. Beispielsweise kann ein argonreicher Strom wenigstens 80%, 90%, 95% oder 99% Argon auf molarer, Gewichts- oder Volumenbasis aufweisen.

[0022] Die erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest ein flüssiger Strom aus einem unteren Bereich des Kopfabschnitts

der Niederdrucksäule und aus einem unteren Bereich des Fußabschnitts der Rohargonsäule mittels einer gemeinsamen Pumpe in einen oberen Bereich des Fußabschnitts der Niederdrucksäule überführbar sind.

[0023] Die Erfindung kann unterschiedliche Anordnungen der Säulen bzw. ihrer Abschnitte umfassen. So kann der Fußabschnitt und/oder der Kopfabschnitt der Rohargonsäule geodätisch zumindest teilweise neben dem Kopfabschnitt der Niederdrucksäule angeordnet sein. In diesem Fall können auch die Hochdrucksäule, der Kopfabschnitt der Niederdrucksäule, der Fußabschnitt und der Kopfabschnitt der Rohargonsäule geodätisch zumindest teilweise nebeneinander angeordnet sein. Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Fußabschnitt oder der Kopfabschnitt der Rohargonsäule geodätisch vollständig oberhalb des Kopfabschnitts der Niederdrucksäule angeordnet ist. Vorzugsweise sind auch der Fußabschnitt der Niederdrucksäule in vertikaler Draufsicht neben ihrem Kopfabschnitt und der Fußabschnitt der Rohargonsäule in vertikaler Draufsicht neben ihrem Kopfabschnitt angeordnet. Gleichzeitig sind, wenn der Fußabschnitt oder der Kopfabschnitt der Rohargonsäule geodätisch vollständig oberhalb des Kopfabschnitts der Niederdrucksäule angeordnet ist, die Hochdrucksäule und der Fußabschnitt der Niederdrucksäule einerseits und der Kopfabschnitt oder der Fußabschnitt der Rohargonsäule und der Kopfabschnitt der Niederdrucksäule in vertikaler Draufsicht zumindest teilweise übereinander angeordnet.

[0024] Im Rahmen der vorliegenden Anmeldung ist mit "geodätisch zumindest teilweise neben" gemeint, dass der tiefste Punkt der jeweils näher bezeichneten Säule oder des Säulenabschnitts (hier beispielsweise des Fußabschnitts und/oder des Kopfabschnitts der Rohargonsäule) unterhalb des höchsten Punkts der entsprechenden anderen Säule oder des Säulenabschnitts (hier beispielsweise des Kopfabschnitts der Niederdrucksäule) liegt. Die tiefsten Punkte der jeweils näher bezeichneten Säulen oder Säulenabschnitte können auch auf einer Ebene liegen. In der erwähnten Ausführungsform, in der der Fußabschnitt und/oder der Kopfabschnitt der Rohargonsäule geodätisch zumindest teilweise neben dem Kopfabschnitt der Niederdrucksäule angeordnet ist, existiert also eine horizontale Schnittebene, die sowohl den Fußabschnitt und/oder den Kopfabschnitt der Rohargonsäule als auch den Kopfabschnitt der Niederdrucksäule schneidet.

[0025] Entsprechend ist mit "geodätisch vollständig oberhalb" gemeint, dass der tiefste Punkt der jeweils näher bezeichneten Säule oder des Säulenabschnitts (hier beispielsweise des Fußabschnitts oder des Kopfabschnitts der Rohargonsäule) oberhalb des höchsten Punkts der entsprechenden anderen Säule oder des Säulenabschnitts (hier beispielsweise des Kopfabschnitts der Niederdrucksäule) liegt. Würde in dem erläuterten Fall der Fußabschnitt bzw. der Kopfabschnitt der Rohargonsäule, der geodätisch vollständig oberhalb des Kopfabschnitts der Niederdrucksäule angeordnet ist,

an seinem tiefsten Punkt fluidisch mit dem Kopfabschnitt der Niederdrucksäule verbunden, würde eine Flüssigkeit, Druckunterschiede vernachlässigt, vollständig in den Kopfabschnitt der Niederdrucksäule abfließen.

[0026] Hierbei ist der "tiefste Punkt" einer Säule oder eines Säulenabschnitts jeweils die tiefste Stelle am Boden eines bodenseitig angeordneten Behälters, beispielsweise eines Sumpfbehälters, oder des gesamten Innenraums der Säule oder des Säulenabschnitts. Die 10 eventuell hiermit verbundenen Leitungen zählen nicht zur Säule. Der "höchste Punkt" einer Säule oder eines Säulenabschnitts ist das Dach der Säule oder eines Säulenabschnitts. Weist eine Säule oder ein Säulenabschnitt einen Kopfkondensator auf, ist dessen höchster Punkt 15 der höchste Punkt der Säule oder des Säulenabschnitts. **[0027]** Eine Anordnung einer Komponente "in vertikaler Draufsicht neben" meint hier eine Anordnung, in der die entsprechenden Komponenten in vertikaler Projektion nebeneinander angeordnet sind. Dies schließt nicht 20 aus, dass die entsprechenden Elemente in unterschiedlichen (geodätischen) Höhen zueinander angeordnet sind. Beispielsweise kann der Fußabschnitt der Niederdrucksäule in vertikaler Draufsicht neben dem Kopfabschnitt der Niederdrucksäule angeordnet sein, die höhenmäßige Anordnung kann jedoch derart unterschiedlich 25 sein, dass der geodätisch höchste Punkt des Kopfabschnitts der Niederdrucksäule noch unterhalb des geodätisch tiefsten Punkts des Fußabschnitts der Niederdrucksäule liegt. Wenn die Komponenten hingegen "in vertikaler Draufsicht zumindest teilweise übereinander" 30 angeordnet sind, überschneiden sich ihre Umfangslinien zumindest zum Teil. Beispielsweise kann ein Rohargonbehälter seitlich verschoben werden, um platzsparender bauen zu können.

[0028] Die erfindungsgemäße Anordnung in den erwähnten Ausführungsformen erweist sich als besonders vorteilhaft, weil hierdurch entsprechende Luftzerlegungsanlagen mit deutlich geringerer Höhe erstellt werden können. Beispielsweise kann mittels der erfindungsgemäßen Maßnahmen eine Luftzerlegungsanlage mit einer Rohargonsäule mit einer wirksamen Höhe von ca. 60 m durch eine entsprechende Aufteilung und Anordnung in einer Gesamtbauhöhe von ca. 40 m erstellt werden.

[0029] Die Rohargonsäule mit der genannten Höhe wird hierzu in beispielsweise zwei Teile unterteilt. Der Kopfabschnitt der ebenfalls zweigeteilten Niederdrucksäule kann geodätisch unterhalb des Kopf- oder Fußabschnitts der Rohargonsäule in einer gemeinsamen Coldbox plaziert werden. Diese Anordnung weist eine Reihe zusätzlicher Vorteile auf, die nachfolgend erläutert werden. Der Fußabschnitt der Niederdrucksäule kann mit der Hochdrucksäule eine bauliche Einheit bilden und als solche ebenfalls in einer entsprechenden Coldbox plaziert werden. Die Hochdrucksäule und der Fußabschnitt der Niederdrucksäule können über einen Hauptkondensator wärmetauschend miteinander verbunden sein. Diese Konfiguration entspricht einer herkömmlichen Luftzer-

legungsanlage mit einer Linde-Doppelsäule.

[0030] Die entsprechende Coldbox für den Kopf- oder Fußabschnitt der Rohargonsäule und den Kopfabschnitt der Niederdrucksäule misst nur ca. 40 m. Der Transport ist damit erleichtert. Ähnliches gilt für die Coldbox, die die Hochdrucksäule und den Fußabschnitt der Niederdrucksäule enthält. Der verbleibende Abschnitt der Rohargonsäule benötigt ebenfalls eine Bauhöhe von ca. 40 m.

[0031] Die Luftzerlegungsanlage kann daher besonders kostengünstig erstellt und, insbesondere aufgrund der erwähnten erfindungsgemäßen Pumpenanordnung, betrieben werden. Insbesondere kann eine derartige Luftzerlegungsanlage vollständig am Fertigungsstandort vor-gefertigt und in den entsprechenden Coldboxen in Form modularer Einheiten an den Zielort transportiert werden. Eine aufwendige Verbindung einer Vielzahl von Komponenten am Zielort ist damit nicht erforderlich. Die Anlagenkomponenten können im Werk besonders einfach in ihrer Gesamtheit auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden, was gegebenenfalls eine aufwendige Fehlerdiagnose an Einzelkomponenten am Zielort erübrigt.

[0032] Besondere Vorteile ergeben sich beim Betrieb der erfindungsgemäßen Luftzerlegungsanlage dadurch, dass, wie erwähnt, ein flüssiger Strom aus einem unteren Bereich des Kopfabschnitts der Niederdrucksäule und ein flüssiger Strom aus einem unteren Bereich des Fußabschnitts der Rohargonsäule mittels einer gemeinsamen Pumpe in einen oberen Bereich des Fußabschnitts der Niederdrucksäule überführt werden. Die Bereitstellung mehrerer unterschiedlicher Pumpen und damit ein entsprechender Energieverbrauch sowie der damit verbundene Wärmeeintrag und eine entsprechende Wartungsanfälligkeit entfallen hierdurch vollständig.

[0033] Die Niederdrucksäule wird hierbei vorzugsweise derart ausgebildet und betrieben, dass sich der erwähnte Argonübergang an der Trennstelle zwischen dem Kopf- und dem Fußabschnitt der Niederdrucksäule befindet. Wie erwähnt, wird in der praktischen Anwendung ein argonangereicherter Strom etwas unterhalb des eigentlichen Argonmaximums aus der Niederdrucksäule abgezogen, damit dieser einen geringeren Stickstoffgehalt aufweist. Dies kann bei der Wahl der Trennstelle und beim Betrieb der Niederdrucksäule berücksichtigt werden. Im Ergebnis weisen die Ströme aus dem unteren Bereich des Fußabschnitts der Rohargonsäule und aus dem unteren Bereich des Kopfabschnitts der Niederdrucksäule gleiche oder ähnliche Argonkonzentrationen auf, so dass diese mittels der gemeinsamen Pumpe in den oberen Bereich des Fußabschnitts der Niederdrucksäule eingespeist werden können.

[0034] Eine erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage kann in unterschiedlicher Konfiguration erstellt werden, insbesondere unter Verwendung von sogenannten Piping Skids, also von Verrohrungsmodulen, die auch eine vorgefertigte Verrohrung ermöglichen.

[0035] Ferner umfasst die erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage vorteilhafterweise eine Reinargonsäule,

in der sich Argon mit einer Reinheit im eingangs erwähnten Bereich gewinnen lässt. Die Reinargonsäule kann in einer der erwähnten Coldboxen oder separat dazu, insbesondere in einer eigenen Coldbox, angeordnet sein.

[0036] Ein erfindungsgemäßes Verfahren umfasst die Gewinnung eines Argonprodukts durch Tieftemperaturzerlegung von verdichteter und abgekühlter Einsatzluft. Das erfindungsgemäße Verfahren profitiert von den zuvor erwähnten Vorteilen, so dass hierauf ausdrücklich verwiesen werden kann.

[0037] Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, die bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung zeigen.

15 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0038]

20 Figur 1 zeigt schematisch eine Luftzerlegungsanlage zur Gewinnung eines Argonprodukts gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

25 Figur 2 zeigt schematisch eine Luftzerlegungsanlage zur Gewinnung eines Argonprodukts gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung.

30 Ausführungsformen der Erfindung

[0039] In den Figuren sind einander entsprechende Elemente mit identischen Bezugszeichen angegeben. Auf eine wiederholte Erläuterung derselben wird verzichtet.

[0040] Es sei ausdrücklich betont, dass die Anordnung der Komponenten der in den Figuren 1 und 2 dargestellten Luftzerlegungsanlagen lediglich beispielhaft ist und dass insbesondere die Dimensionen der dort dargestellten Komponenten, insbesondere der Säulen, nicht maßstabsgerecht sind. Wie erwähnt weist die Rohargonsäule einer entsprechenden Luftzerlegungsanlage in der Regel die größte Höhe auf, was in der Zeichnung nicht maßstabsgerecht wiedergegeben ist. Auch Anlagen mit sogenannten Dummysäulen sind bekannt, aus denen nur Argon abgezogen wird, um einen Energievorteil zu erreichen. Derartige Säulen sind deutlich niedriger, also auch niedriger als die anderen Säulen.

[0041] In Figur 1 ist eine erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage zur Gewinnung eines Argonprodukts schematisch dargestellt und insgesamt mit 100 bezeichnet. Die Luftzerlegungsanlage weist als Trenneinheiten eine Hochdrucksäule 1, eine zweigeteilte Niederdrucksäule mit einem Fußabschnitt 2 und einem Kopfabschnitt 3, eine ebenfalls zweigeteilte Rohargonsäule mit einem Fußabschnitt 4 und einem Kopfabschnitt 5 sowie eine Reinargonsäule 6 auf. Der Fußabschnitt 2 und der Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule sind baulich voneinan-

der getrennt. Der Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule ist in vertikaler Draufsicht neben der Hochdrucksäule 1 angeordnet, der Fußabschnitt 2 der Niederdrucksäule darüber. Der Fußabschnitt 2 und der Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule entsprechen zusammen funktional einer herkömmlichen Niederdrucksäule einer Linde-Doppelsäule. Die Hochdrucksäule 1 und die beiden Säulenabschnitte 2 und 3 der Niederdrucksäule bilden damit ein Destilliersäulensystem zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung.

[0042] Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird abgekühlte und verdichtete Einsatzluft in Form zweier Ströme a und b in die Hochdrucksäule 1 eingespeist. Bei den Strömen a und b kann es sich um einen sogenannten Turbinenstrom (Strom a) einerseits und einen sogenannten Drosselstrom (Strom b) andererseits handeln. Die erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlage 100 kann damit zur Innenverdichtung ausgebildet sein. Die Bereitstellung der Ströme a und b ist beispielsweise in der der EP 2 026 024 A1 dargestellt. Beispielsweise kann atmosphärische Luft über ein Filter von einem Luftverdichter angesaugt und dort auf einen Absolutdruck von 5,0 bis 7,0 bar, vorzugsweise etwa 5,5 bar verdichtet werden. Die Luft kann in dem Luftverdichter selbst oder in einem stromab hiervon angeordneten weiteren Verdichter (Nachverdichter) auch auf einen höheren Druck verdichtet und später über eine Entspannungsmaschine entspannt werden, wodurch beispielsweise ein Teil des Kältebedarfs der Luftzerlegungsanlage 100 gedeckt werden kann.

[0043] Die Luft kann nach der Verdichtung beispielsweise in einem Direktkontaktkühler in direktem Wärmeaustausch mit Kühlwasser gekühlt werden. Das Kühlwasser kann beispielsweise aus einem Verdunstungskühler und/oder von einer äußeren Quelle zugeführt werden. Die verdichtete und gekühlte Luft kann dann in einer Reinigungsvorrichtung gereinigt werden. Diese kann beispielsweise ein Paar von Behältern aufweisen, die mit einem geeigneten Adsorptionsmaterial, vorzugsweise Molekularsieb, gefüllt sind. Die gereinigte Luft wird dann, i.d.R. in einem Hauptwärmetauscher, auf etwa Taupunkt abgekühlt.

[0044] Die Betriebsdrücke - jeweils am Kopf bzw. dem oberen Teil des Kopfabschnitts - betragen 4,5 bis 6,5 bar, vorzugsweise etwa 5,0 bar in der Hochdrucksäule 1 und 1,2 bis 1,7 bar, vorzugsweise etwa 1,3 bar in der Niederdrucksäule 2, 3. Der Fußabschnitt 2 und der Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule werden vorzugsweise bei im Wesentlichen gleichem Druck betrieben, was jedoch gewisse Druckunterschiede, beispielsweise aufgrund von Leitungswiderständen, nicht ausschließt.

[0045] Die Hochdrucksäule 1 und der Fußabschnitt 2 der Niederdrucksäule stehen über einen Hauptkondensator 12 in wärmetauschender Verbindung und sind als bauliche Einheit ausgebildet. Die Erfindung ist jedoch grundsätzlich auch in Systemen einsetzbar, in denen die Hochdrucksäule 1 und die Niederdrucksäule (bzw. deren Fußabschnitt 2) getrennt voneinander angeordnet sind

und einen separaten, d.h. nicht in die Säulen integrierten, Hauptkondensator aufweisen.

[0046] Luft, die bei der Einspeisung des Einsatzluftstroms b in die Hochdrucksäule 1 verflüssigt wird, kann 5 zum Teil als entsprechender Strom c abgeführt, in einem Unterkühlungs-Gegenströmer 13 erwärmt, und anschließend anderweitig verwendet oder erneut verdichtet und als Einsatzluftstrom a, b bereitgestellt werden.

[0047] Eine sauerstoffangereicherte Fraktion d wird 10 vom Sumpf der Hochdrucksäule 1 abgezogen, in dem Unterkühlungs-Gegenströmer 13 unterkühlt und als Strom e zu einem Teil in einem Sumpfverdampfer 14 der Reinargonsäule 6 weiter abgekühlt. Ein anderer Teil kann am Sumpfverdampfer 14 vorbeigeleitet werden. Ein 15 Teil des Stroms e strömt in den Verdampfungsraum eines Kopfkondensators 15 des Kopfabschnitts 5 der zweigeteilten Rohargonsäule, ein anderer Teil in den Verdampfungsraum eines Kopfkondensators 16 der Reinargonsäule 6. Der in den Kopfkondensatoren 15 und 16 20 verdampfte Anteil der sauerstoffangereicherten Fraktion wird als Strom f dem Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule an einer ersten Zwischenstelle zugeführt. Die flüssig verbliebenen Anteile werden als Strom g an einer zweiten Zwischenstelle des Kopfabschnitts 3 der Niederdrucksäule aufgegeben, die oberhalb der ersten Zwischenstelle liegt.

[0048] Gasförmiger Stickstoff vom Kopf der Hochdrucksäule 1 kann zu einem Teil als Strom h, beispielsweise in dem nicht dargestellten Hauptwärmetauscher, 30 zur Abkühlung der Einsatzluft auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt und anschließend, beispielsweise wie in der EP 2 026 024 A1 dargestellt, weiter behandelt werden.

[0049] Der restliche gasförmige Stickstoff vom Kopf 35 der Hochdrucksäule 1 wird im Hauptkondensator 12 mindestens teilweise kondensiert. Der dabei erzeugte flüssige Stickstoff wird teilweise auf die Hochdrucksäule 1 als Rücklauf aufgegeben. Ein anderer Teil wird nach Unterkühlung in dem Unterkühlungs-Gegenströmer 13 als Strom i zum oberen Teil des Kopfabschnitts 3 der Niederdrucksäule geleitet. Ein gasförmiger Stickstoffstrom j vom Kopf des Kopfabschnitts 3 der Niederdrucksäule kann nach Durchlaufen des Unterkühlungs-Gegenströmers 13 auf unterschiedliche Weise genutzt bzw. in der 40 Luftzerlegungsanlage weiterverwendet werden.

[0050] Ein flüssiger Sauerstoffstrom k aus dem Sumpf 45 des Fußabschnitts 2 der Niederdrucksäule kann mittels einer Pumpe 17 flüssig auf Druck gebracht und anschließend beispielsweise einem Flüssigsauerstofftank (LOX) zugeleitet werden. Ein Teil dieses Sauerstoffs kann auch zur Bereitstellung von gasförmigem Drucksauerstoff verdampft werden (sogenannte Innenverdichtung).

[0051] Die Aufteilung der Niederdrucksäule in den Fußabschnitt 2 und den Kopfabschnitt 3 und deren Betrieb erfolgen derart, dass sich im unteren Teil des Kopfabschnitts 3 der Niederdrucksäule eine argonangereicherte Fraktion anreichert. Es handelt sich hierbei um 55 den Bereich des sogenannten Argonübergangs (auch

als Argonbauch oder Argonabschnitt bezeichnet). Diese Anreicherung ergibt sich, wie dem Fachmann bekannt, aus der Flüchtigkeit von Argon, die zwischen jener von Stickstoff und jener von Sauerstoff liegt. Werden in der Niederdrucksäule übliche Rücklaufverhältnisse verwendet, liegt der Argonübergang oberhalb und unterhalb der Zwischenstelle, an der eine sauerstoffangereicherte Fraktion eingespeist wird (Ströme f und g). Es können Argonkonzentrationen von bis zu 15% in der Dampfphase erreicht werden. Um die Stickstoffkonzentration zu reduzieren, wird der argonangereicherte Strom jedoch üblicherweise unterhalb dieser Zwischenstelle abgezogen, wie hier der Fall (Strom m).

[0052] In der Luftzerlegungsanlage 100 strömt ein Strom l vom oberen Teil des Fußabschnitts 2 der Niederdrucksäule in den Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule in dessen unterem Bereich, wodurch der Fußabschnitt 2 und der Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule teilweise funktional gekoppelt werden. In gleicher Höhe wird aus dem Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule ein argonreicher Strom m abgezogen und in den Fußabschnitt 4 der Rohargonsäule eingespeist. Die Einspeisung erfolgt unmittelbar über dem Sumpf des Fußabschnitts 4 der Rohargonsäule. Sumpflüssigkeit vom Sumpf des Kopfabschnitts 3 der Niederdrucksäule und vom Sumpf des Fußabschnitts 4 der Rohargonsäule wird über eine Pumpe 18 als Strom n in den Fußabschnitt 2 der Niederdrucksäule zurückgeleitet. Hierdurch wird einerseits die funktionelle Kopplung des ersten Säulenabschnitts 2 und des zweiten Säulenabschnitts 3 der Niederdrucksäule vervollständigt und andererseits die Rohargonsäule über den Fußabschnitt 4 in das Trennsystem eingebunden.

[0053] Der Kopfkondensator 15 des Kopfabschnitts 5 der Rohargonsäule kann als Rücklaufkondensator ausgebildet sein. Gas vom oberen Ende des Kopfabschnitts 5 der Rohargonsäule strömt unten in die Rücklaufpassagen ein und wird dort partiell kondensiert. Das dabei erzeugte Kondensat strömt im Gegenstrom zu dem aufsteigenden Gas in den Rücklaufpassagen nach unten und wird im Kopfabschnitt 5 der Rohargonsäule als flüssiger Rücklauf genutzt. Auf der Verdampfungsseite ist der Kopfkondensator 15 als Badkondensator ausgebildet. Das Kühlfluid, das hier durch die flüssige sauerstoffangereicherte Fraktion aus der Hochdrucksäule 1 gebildet wird, strömt unten über eine oder mehrere seitliche Öffnungen in die Verdampfungspassagen ein und wird dort teilweise verdampft. Durch den Thermosiphoneffekt wird Flüssigkeit mitgerissen, tritt zusammen mit dem verdampften Anteil am oberen Ende der Verdampfungspassagen aus und wird in das Flüssigkeitsbad zurückgeleitet. Der Kopfkondensator 15 ist also auf der Verdampfungsseite als Badverdampfer ausgebildet.

[0054] Vom oberen Ende der Rücklaufpassagen wird über einen seitlichen Header ein Rohargonstrom n gasförmig entnommen und der Reinargonsäule 6 an einer Zwischenstelle zugeleitet. Der Kopfkondensator 16 der Reinargonsäule 6 ist in dem Beispiel auf der Verflüssi-

gungsseite konventionell ausgeführt, d.h. ein Kopfgasstrom o der Reinargonsäule 6 strömt von oben nach unten durch die Verflüssigungspassagen. (Alternativ könnten auch der Kopfkondensator 16 der Reinargonsäule 6 und/oder der Hauptkondensator 12 als Rücklaufkondensatoren ausgebildet sein.) Vom Kopfkondensator 16 der Reinargonsäule 6 wird ein Restgasstrom p abgezogen und in dem Beispiel in die Atmosphäre (ATM) abgeblasen. Alternativ kann er über ein eigenes Gebläse in die

5 Hochdrucksäule 1 oder die Niederdrucksäule 2, 3 und/oder vor den Luftverdichter zurückgeführt werden.

[0055] Die Sumpflüssigkeit der Reinargonsäule 6 wird zu einem Teil als Strom p in dem Sumpfverdampfer 14 verdampft und der dabei erzeugte Dampf wird als aufsteigendes Gas in der Reinargonsäule 6 genutzt. Der Rest wird als flüssiger Reinargonproduktstrom q (LAR) entnommen.

[0056] Eine beispielhafte Integration der Komponenten der Luftzerlegungsanlage 100 in entsprechende 10 Coldboxen ist in der Figur 1 durch gestrichelte Linien veranschaulicht. Hierbei bezeichnet A eine erste Coldbox, die zur Aufnahme der Hochdrucksäule 1 und des Fußabschnitts 2 der Niederdrucksäule eingerichtet ist. Eine zweite Coldbox B kann zur Aufnahme des Kopfabschnitts 3 der Niederdrucksäule eingerichtet sein. Im dargestellten Beispiel ist eine dritte Coldbox C zur Aufnahme des Kopfabschnitts 5 der Rohargonsäule eingerichtet. Wie erläutert, können der Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule und der Kopfabschnitt 5 der Hochdrucksäule 15 (ggf. zusammen mit der Reinargonsäule 6) auch in einer gemeinsamen Coldbox angeordnet sein. Eine derartige Coldbox kann beispielsweise eine Höhe von 40 m aufweisen. Eine vierte Coldbox D ist im dargestellten Beispiel verkleinert gezeigt und weist beispielsweise ebenfalls eine Höhe von 40 m auf.

[0057] In Figur 2 ist eine Luftzerlegungsanlage zur Gewinnung eines Argonprodukts gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung noch stärker schematisiert dargestellt. In dieser Luftzerlegungsanlage sind lediglich die Säulen 2 bis 6 dargestellt, auf eine Darstellung der entsprechenden Verbindungen, Pumpen und Wärmetauscher wurde weitgehend verzichtet. Wie ersichtlich, ist hier im Gegensatz zur Darstellung der Figur 1 ein Fußabschnitt 4 der Rohargonsäule oberhalb des Kopfabschnitts 3 der Niederdrucksäule angeordnet. In dieser alternativen Ausführungsform kann die Unterteilung der Rohargonsäule an einer anderen Stelle als in der Figur dargestellt erfolgen, sofern dies für die erfindungsgemäße Anordnung zweckmäßig ist. Auch hier ergibt sich der Vorteil, dass Fluid vom Fußabschnitt 4 der Rohargonsäule und vom Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule mittels der Pumpe 18 als Strom n in den Fußabschnitt 3 der Niederdrucksäule gepumpt werden kann. Dies gilt auch für alternativ vorgesehene Anordnungen, in denen der Fußabschnitt 4 und/oder der Kopfabschnitt 5 der Rohargonsäule geodätisch zumindest teilweise neben dem Kopfabschnitt 3 der Niederdrucksäule angeordnet ist. Auch alle Säulenabschnitte 1 bis 4 können zumindest

teilweise geodätisch nebeneinander angeordnet sein.

[0058] In allen dargestellten Fällen kann über die Wahl der Einbauten in die jeweiligen Säulen (Siebböden, Packungen mit unterschiedlicher Dichte) der Durchmesser der Säulen entsprechend beeinflusst und hierdurch ggf. eine weitere bauliche Anpassung erzielt werden.

Patentansprüche

1. Luftzerlegungsanlage (100), die zur Gewinnung eines Argon enthaltenden Produkts durch Tieftemperaturzerlegung von verdichteter, abgekühlter Einsatzluft eingerichtet ist, wobei die Luftzerlegungsanlage (100) eine Hochdrucksäule (1), eine mehrteilig ausgebildete Niederdrucksäule mit einem Fußabschnitt (2) und einem räumlich getrennt hiervon angeordneten Kopfabschnitt (3) sowie eine mehrteilig ausgebildete Rohargonsäule mit einem Fußabschnitt (4) und einem räumlich getrennt hiervon angeordneten Kopfabschnitt (5) aufweist, wobei in der Hochdrucksäule (1) aus zumindest einem Teil der Einsatzluft zumindest ein sauerstoffangereicherter Strom (d) gewinnbar ist, in der Niederdrucksäule aus zumindest einem Teil des sauerstoffangereicherten Stroms (d) zumindest ein argonangereicherter Strom (m) gewinnbar ist, und in der Rohargonsäule aus zumindest einem Teil des argonangereicherten Stroms (m) gewinnbar ist, und in der Rohargonsäule aus zumindest einem Teil des argonangereicherten Stroms (m) zumindest ein argonreicher Strom (n) gewinnbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Luftzerlegungsanlage eine gemeinsame Pumpe (18) aufweist, mittels derer zumindest ein flüssiger Strom (n) aus einem unteren Bereich des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule und aus einem unteren Bereich des Fußabschnitts (4) der Rohargonsäule in einen oberen Bereich des Fußabschnitts (2) der Niederdrucksäule überführbar sind, indem ein erster flüssiger Strom über eine erste Rohrleitung vom Sumpf des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule abziehbar ist und ein zweiter flüssiger Strom über eine zweite Rohrleitung vom Sumpf des Fußabschnitts (4) der Rohargonsäule abziehbar ist, wobei die erste und die zweite Rohrleitung in eine gemeinsame Rohrleitung eingeführt werden, die mit der gemeinsamen Pumpe (18) verbunden ist.
2. Luftzerlegungsanlage (100) nach Anspruch 1, bei der der Fußabschnitt (4) und/oder der Kopfabschnitt (5) der Rohargonsäule geodätisch zumindest teilweise neben dem Kopfabschnitt (3) der Niederdrucksäule angeordnet ist.
3. Luftzerlegungsanlage (100) nach Anspruch 1, bei der der Fußabschnitt (4) oder der Kopfabschnitt (5) der Rohargonsäule geodätisch vollständig oberhalb des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule angeordnet ist.

4. Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Fußabschnitt (2) der Niederdrucksäule in vertikaler Draufsicht neben deren Kopfabschnitt (3) und/oder der Fußabschnitt (4) der Rohargonsäule in vertikaler Draufsicht neben deren Kopfabschnitt (5) angeordnet ist.
5. Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Hochdrucksäule (1) mit dem Fußabschnitt (2) der Niederdrucksäule in einer Coldbox angeordnet ist.
- 10 6. Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Fußabschnitt (4) oder der Kopfabschnitt (5) der Rohargonsäule mit dem Kopfabschnitt (3) der Niederdrucksäule in einer Coldbox angeordnet ist.
- 15 7. Luftzerlegungsanlage (100) nach Anspruch 6, bei der zumindest die Coldbox mit dem Fußabschnitt (2) oder dem Kopfabschnitt (3) der Niederdrucksäule und dem Kopfabschnitt (5) der Rohargonsäule mittels eines Verrohrungsmoduls an weitere Komponenten der Luftzerlegungsanlage (100) anbindbar ist.
- 20 8. Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Hochdrucksäule (1) und der Fußabschnitt (2) der Niederdrucksäule als bauliche Einheit ausgebildet und über einen Hauptkondensator (12) wärmetauschend miteinander verbunden sind.
- 25 9. Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, die ferner eine Reinargonsäule (6) aufweist, wobei zumindest ein Fluid der Reinargonsäule mit dem sauerstoffangereicherten Strom (d) kühlbar ist.
- 30 10. Verfahren zur Gewinnung eines Argon enthaltenden Produkts durch Tieftemperaturzerlegung von verdichteter, abgekühlte Einsatzluft in einer Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Hochdrucksäule (1), eine mehrteilig ausgebildete Niederdrucksäule mit einem Fußabschnitt (2) und einem räumlich getrennt hiervon angeordneten Kopfabschnitt (3) sowie eine mehrteilig ausgebildete Rohargonsäule mit einem Fußabschnitt (4) und einem räumlich getrennt hiervon angeordneten Kopfabschnitt (5) verwendet wird, wobei in der Hochdrucksäule (1) aus zumindest einem Teil der Einsatzluft zumindest ein sauerstoffangereicherter Strom (d) gewonnen wird, in der Niederdrucksäule aus zumindest einem Teil des sauerstoffangereicherten Stroms (d) zumindest ein argonangereicherter Strom (m) gewonnen wird und in der Rohargonsäule aus zumindest einem Teil des argonangereicherten Stroms (m) zumindest ein ar-

gonreicher Strom (n) gewonnen wird, und wobei zu mindest ein flüssiger Strom (n) aus einem unteren Bereich des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule und aus einem unteren Bereich des Fußabschnitts (4) der Rohargonsäule mittels einer gemeinsamen Pumpe (18) in einen oberen Bereich des Fußabschnitts (2) der Niederdrucksäule überführt werden, indem ein erster flüssiger Strom über eine erste Rohrleitung vom Sumpf des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule abgezogen wird und ein zweiter flüssiger Strom über eine zweite Rohrleitung vom Sumpf des Fußabschnitts (4) der Rohargonsäule abgezogen wird, wobei die erste und die zweite Rohrleitung in eine gemeinsame Rohrleitung eingeführt werden, die mit der gemeinsamen Pumpe (18) verbunden ist.

11. Verfahren nach Anspruch 10, bei der der Fußabschnitt (4) und/oder der Kopfabschnitt (5) der Rohargonsäule geodätisch zumindest teilweise neben dem Kopfabschnitt (3) der Niederdrucksäule angeordnet ist.
12. Verfahren nach Anspruch 10, bei der der Fußabschnitt (4) oder der Kopfabschnitt (5) der Rohargonsäule geodätisch vollständig oberhalb des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule angeordnet ist.
13. Verfahren zur Erstellung einer Luftzerlegungsanlage (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem eine Hochdrucksäule (1), eine mehrteilig ausgebildete Niederdrucksäule mit einem Fußabschnitt (2) und einem Kopfabschnitt (3) sowie eine mehrteilig ausgebildete Rohargonsäule mit einem Fußabschnitt (4) und einem Kopfabschnitt (5) bereitgestellt wird, wobei ferner eine gemeinsame Pumpe (18) bereitgestellt wird, mittels derer zumindest ein flüssiger Strom (n) aus einem unteren Bereich des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule und aus einem unteren Bereich des Fußabschnitts (4) der Rohargonsäule in einen oberen Bereich des Fußabschnitts (2) der Niederdrucksäule überführbar sind, indem ein erster flüssiger Strom über eine erste Rohrleitung vom Sumpf des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule abziehbar ist und ein zweiter flüssiger Strom über eine zweite Rohrleitung vom Sumpf des Fußabschnitts (4) der Rohargonsäule abziehbar ist, wobei die erste und die zweite Rohrleitung in eine gemeinsame Rohrleitung eingeführt werden, die mit der gemeinsamen Pumpe (18) verbunden ist.
14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem der Fußabschnitt (4) und/oder der Kopfabschnitt (5) der Rohargonsäule geodätisch zumindest teilweise neben dem Kopfabschnitt (3) der Niederdrucksäule angeordnet wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem der Fußab-

5 schnitt (4) oder der Kopfabschnitt (5) der Rohargonsäule geodätisch vollständig oberhalb des Kopfabschnitts (3) der Niederdrucksäule angeordnet wird.

5 **Claims**

1. Air Separation plant (100) which is designed to obtain an argon-containing product by low-temperature separation of compressed cooled feed air, wherein the air separation plant (100) has a high-pressure column , a low-pressure column constructed in a multi-piece manner having a foot section (2) and a top section (3) arranged spatially separate therefrom, and also a crude argon column constructed in a multi-piece manner having a foot section (4) and a top section (5) arranged spatially separate therefrom, wherein, in the high-pressure column (1), at least one oxygen-enriched stream (d) is obtainable from at least a part of the feed air, in the low-pressure column at least one argon-enriched stream (m) is obtainable from at least a part of the oxygen-enriched stream (d) , and in the crude argon column, at least one argon-rich stream (n) is obtainable from at least a part of the argon-enriched stream (m) , **characterized in that** the air separation plant has a shared pump (18), by means of which at least one liquid stream (n) from a lower region of the top section (3) of the low-pressure column, and from a lower region of the foot section (4) of the crude argon column is transferrable into an upper region of the foot section (2) of the low-pressure column by a first liquid stream being removable from the bottom of the head section (3) of the low-pressure column via a first conduit and a second liquid stream being removable from the bottom of the foot section (4) of the crude argon column via a second conduit wherein the first and second conduits are introduced into a common conduit which is connected to the common pump (8).
2. Air separation plant (100) according to Claim 1,in which the foot section (4) and/or the top section (5) of the crude argon column is arranged geodetically at least in part next to the top section (3) of the low-pressure column.
3. Air separation plant (100) according to Claim 1, in which the foot section (4) or the top section (5) of the crude argon column is arranged geodetically completely above the top section (3) of the low-pressure column.
4. Air separation plant (100) according to any one of the preceding claims, in which the foot section (2) of the low-pressure column is arranged in vertical plan view next to the top section (3) thereof and/or the foot section (4) of the crude argon column is arranged in vertical plan view next to the top section (5) thereof.

5. Air separation plant (100) according to any one of the preceding claims, in which the high-pressure column (1) is arranged with the foot section (2) of the low-pressure column in a cold box.
- 5
6. Air separation plant (100) according to any one of the preceding claims, in which the foot section (4) or the top section (5) of the crude argon column is arranged with the top section (3) of the low-pressure column, in a cold box. -
- 10
7. Air separation plant (100) according to Claim 6, in which at least the cold box having the foot section (2) or the top section (3) of the low-pressure column and the top section (5) of the crude argon column is connectable by means of a piping module to further components of the air separation plant (100).
- 15
8. Air separation plant (100) according to any one of the preceding claims, in which the high-pressure column (1) and the foot section (2) of the low-pressure column are constructed as a structural unit and are heat-exchangingly connected to one another via a main condenser (12) .
- 20
9. Air separation plant (100) according to any one of the preceding claims, which additionally has a pure argon column (6), wherein at least one fluid of the pure argon column is coolable by the oxygen-enriched stream (d).
- 25
10. Method for obtaining an argon-containing product by low temperature separation of compressed cooled feed air in an air separation plant (100) according to any one of the preceding claims, wherein a high-pressure column (1), a low-pressure column constructed in multi-part form having a foot section (2) and a top section (3) arranged spatially separate therefrom, and also a crude argon column constructed in a multi-part form having a foot section (4) and a top section (5) arranged spatially separate therefrom is used, wherein, in the high-pressure column (1), at least one oxygen-enriched stream (d) is obtained from at least a part of the feed air, in the low-pressure column, at least one argon-enriched stream (m) is obtained from at least a part of the oxygen-enriched stream (d) and in the crude argon column at least one argon-rich stream (n) is obtained from at least a part of the argon-enriched stream (m) , and wherein at least one liquid stream (n) is transferable from a lower region of the top section (3) of the low-pressure column and from a lower region of the foot section (4) of the crude argon column by means of a shared pump(18) to an upper region of the foot section (2) of the low-pressure column by a first liquid stream being removable from the bottom of the head section (3) of the low-pressure column via a first conduit and a second liquid stream being removable from the bottom of the foot section (4) of the crude argon column via a second conduit wherein the first and second conduits are introduced into a common conduit which is connected to the common pump (8).
- 30
- 35
11. Method according to Claim 10, in which the foot section (4) and/or the top section (5) of the crude argon column is arranged geodetically at least in part 11. next to the top section (3) of the low-pressure column.
- 40
12. Method according to Claim 10, in which the foot section (4) or the top section (5) of the crude argon column is arranged geodetically completely above the top section (3) of the low-pressure column.
- 45
13. Method for generating an air separation plant (100) according to any one of Claims 1 to 9, in which a high-pressure column (1), a low-pressure column constructed in a multi-part manner having a foot section (2) and a top section (3), and also ,a crude argon column constructed in a multi-part manner having a foot section (4) and a top section (5) is provided, wherein, in addition, a shared pump (18) is provided by means of which at least one liquid stream (n) is transferable from a lower region of the top section of the low-pressure column and from a lower region of the foot section (4) of the crude argon column to an upper region of the foot section (2) of the low-pressure column, by a first liquid stream being removable from the bottom of the head section (3) of the low-pressure column via a first conduit and a second liquid stream being removable from the bottom of the foot section (4) of the crude argon column via a second conduit wherein the first and second conduits are introduced into a common conduit which is connected to the common pump (8).
- 50
14. Method according to Claim 13, in which the foot section (4) and/or the top section (5) of the crude argon column is arranged geodetically at least in part next to the top section (3) of the low-pressure column.
- 55
15. Method according to Claim 13, in which the foot section (4) or the top section (5) of the crude argon column is arranged geodetically above the top section (3) of the low-pressure column.

Revendications

1. Installation de séparation d'air (100) qui est conçue pour la récupération d'un produit contenant de l'argon par séparation cryogénique d'air d'alimentation comprimé et refroidi, dans laquelle l'installation de séparation d'air (100) présente une colonne à haute pression (1), une colonne à basse pression réalisée

- en plusieurs parties et comportant une section de pied (2) et une section de tête (3) disposée de manière à être séparée de celle-ci dans l'espace, ainsi qu'une colonne d'argon brut réalisée en plusieurs parties et comportant une section de pied (4) et une section de tête (5) disposée de manière à être séparée de celle-ci dans l'espace, dans laquelle, dans la colonne à haute pression (1), au moins un écoulement enrichi en oxygène (d) peut être récupéré à partir d'au moins une partie de l'air d'alimentation, dans la colonne à basse pression, au moins un écoulement enrichi en argon (m) peut être récupéré à partir d'au moins une partie de l'écoulement enrichi en oxygène (d), et, dans la colonne d'argon brut, au moins un écoulement riche en argon (n) peut être récupéré à partir d'au moins une partie de l'écoulement enrichi en argon (m), **caractérisée en ce que** l'installation de séparation d'air présente une pompe commune (18) au moyen de laquelle au moins un écoulement liquide (n) peut être transféré d'une zone inférieure de la section de tête (3) de la colonne à basse pression et d'une zone inférieure de la section de pied (4) de la colonne d'argon brut vers une zone supérieure de la section de pied (2) de la colonne à basse pression par le fait qu'un premier écoulement liquide peut être soutiré du fond de la section de tête (3) de la colonne à basse pression par l'intermédiaire d'une première conduite et qu'un second écoulement liquide peut être soutiré du fond de la section de pied (4) de la colonne d'argon brut par l'intermédiaire d'une seconde conduite, dans laquelle la première et la seconde conduite sont introduites dans une conduite commune qui est reliée à la pompe commune (18).
2. Installation de séparation d'air (100) selon la revendication 1, dans laquelle la section de pied (4) et/ou la section de tête (5) de la colonne d'argon brut sont disposées géodésiquement au moins partiellement à côté de la section de tête (3) de la colonne à basse pression.
3. Installation de séparation d'air (100) selon la revendication 1, dans laquelle la section de pied (4) ou la section de tête (5) de la colonne d'argon brut est disposée géodésiquement entièrement au-dessus de la section de tête (3) de la colonne à basse pression.
4. Installation de séparation d'air (100) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la section de pied (2) de la colonne à basse pression est disposée, en vue de dessus verticale, à côté de sa section de tête (3) et/ou la section de pied (4) de la colonne d'argon brut est disposée, en vue de dessus verticale, à côté de sa section de tête (5).
5. Installation de séparation d'air (100) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la colonne à haute pression (1) est disposée avec la section de pied (2) de la colonne à basse pression dans une boîte froide.
6. Installation de séparation d'air (100) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la section de pied (4) ou la section de tête (5) de la colonne d'argon brut est disposée avec la section de tête (3) de la colonne à basse pression dans une boîte froide.
7. Installation de séparation d'air (100) selon la revendication 6, dans laquelle au moins la boîte froide comportant la section de pied (2) ou la section de tête (3) de la colonne à basse pression et la section de tête (5) de la colonne d'argon brut peut être reliée à d'autres composants de l'installation de séparation d'air (100) au moyen d'un module de tuyauterie.
8. Installation de séparation d'air (100) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle la colonne à haute pression (1) et la section de pied (2) de la colonne à basse pression sont réalisées sous la forme d'une unité structurale et sont reliées entre elles avec un échange de chaleur par l'intermédiaire d'un condenseur principal (12).
9. Installation de séparation d'air (100) selon l'une des revendications précédentes, laquelle présente en outre une colonne d'argon pur (6), dans laquelle au moins un fluide de la colonne d'argon pur peut être refroidi par l'écoulement enrichi en oxygène (d).
10. Procédé pour la récupération d'un produit contenant de l'argon par séparation cryogénique d'air d'alimentation comprimé et refroidi dans une installation de séparation d'air (100) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel sont utilisées une colonne à haute pression (1), une colonne à basse pression réalisée en plusieurs parties et comportant une section de pied (2) et une section de tête (3) disposée de manière à être séparée de celle-ci dans l'espace, ainsi qu'une colonne d'argon brut réalisée en plusieurs parties et comportant une section de pied (4) et une section de tête (5) disposée de manière à être séparée de celle-ci dans l'espace, dans lequel, dans la colonne à haute pression (1), au moins un écoulement enrichi en oxygène (d) est récupéré à partir d'au moins une partie de l'air d'alimentation, dans la colonne à basse pression, au moins un écoulement enrichi en argon (m) est récupéré à partir d'au moins une partie de l'écoulement enrichi en oxygène (d), et, dans la colonne d'argon brut, au moins un écoulement riche en argon (n) est récupéré à partir d'au moins une partie de l'écoulement enrichi en argon (m), et dans lequel au moins un écoulement liquide (n) est transféré d'une zone inférieure de la section de tête (3) de la colonne à basse pression et d'une

- zone inférieure de la section de pied (4) de la colonne d'argon brut vers une zone supérieure de la section de pied (2) de la colonne à basse pression au moyen d'une pompe commune (18) par le fait qu'un premier écoulement liquide est soutiré du fond de la section de tête (3) de la colonne à basse pression par l'intermédiaire d'une première conduite et qu'un second écoulement liquide est soutiré du fond de la section de pied (4) de la colonne d'argon brut par l'intermédiaire d'une seconde conduite, dans lequel la première et la seconde conduite sont introduites dans une conduite commune reliée à la pompe commune (18). 5
11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la section de pied (4) et/ou la section de tête (5) de la colonne d'argon brut sont disposées géodésiquement au moins partiellement à côté de la section de tête (3) de la colonne à basse pression. 15 20
12. Procédé selon la revendication 10, dans lequel la section de pied (4) ou la section de tête (5) de la colonne d'argon brut est disposée géodésiquement entièrement au-dessus de la section de tête (3) de la colonne à basse pression. 25
13. Procédé pour la fabrication d'une installation de séparation d'air (100) selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel sont fournies une colonne à haute pression (1), une colonne à basse pression réalisée en plusieurs parties et comportant une section de pied (2) et une section de tête (3), ainsi qu'une colonne d'argon brut réalisée en plusieurs parties et comportant une section de pied (4) et une section de tête (5), dans lequel est en outre fournie une pompe commune (18), au moyen de laquelle au moins un écoulement liquide (n) peut être transféré d'une zone inférieure de la section de tête (3) de la colonne à basse pression et d'une zone inférieure de la section de pied (4) de la colonne d'argon brut vers une zone supérieure de la section de pied (2) de la colonne à basse pression par le fait qu'un premier écoulement liquide peut être soutiré du fond de la section de tête (3) de la colonne à basse pression par l'intermédiaire d'une première conduite et qu'un second écoulement liquide peut être soutiré du fond de la section de pied (4) de la colonne d'argon brut par l'intermédiaire d'une seconde conduite, dans lequel la première et la seconde conduite sont introduites dans une conduite commune qui est reliée à la pompe commune (18). 30 35 40 45 50
14. Procédé selon la revendication 13, dans lequel la section de pied (4) et/ou la section de tête (5) de la colonne d'argon brut sont disposées géodésiquement au moins partiellement à côté de la section de tête (3) de la colonne à basse pression. 55
15. Procédé selon la revendication 13, dans lequel la section de pied (4) ou la section de tête (5) de la colonne d'argon brut est disposée géodésiquement entièrement au-dessus de la section de tête (3) de la colonne à basse pression.

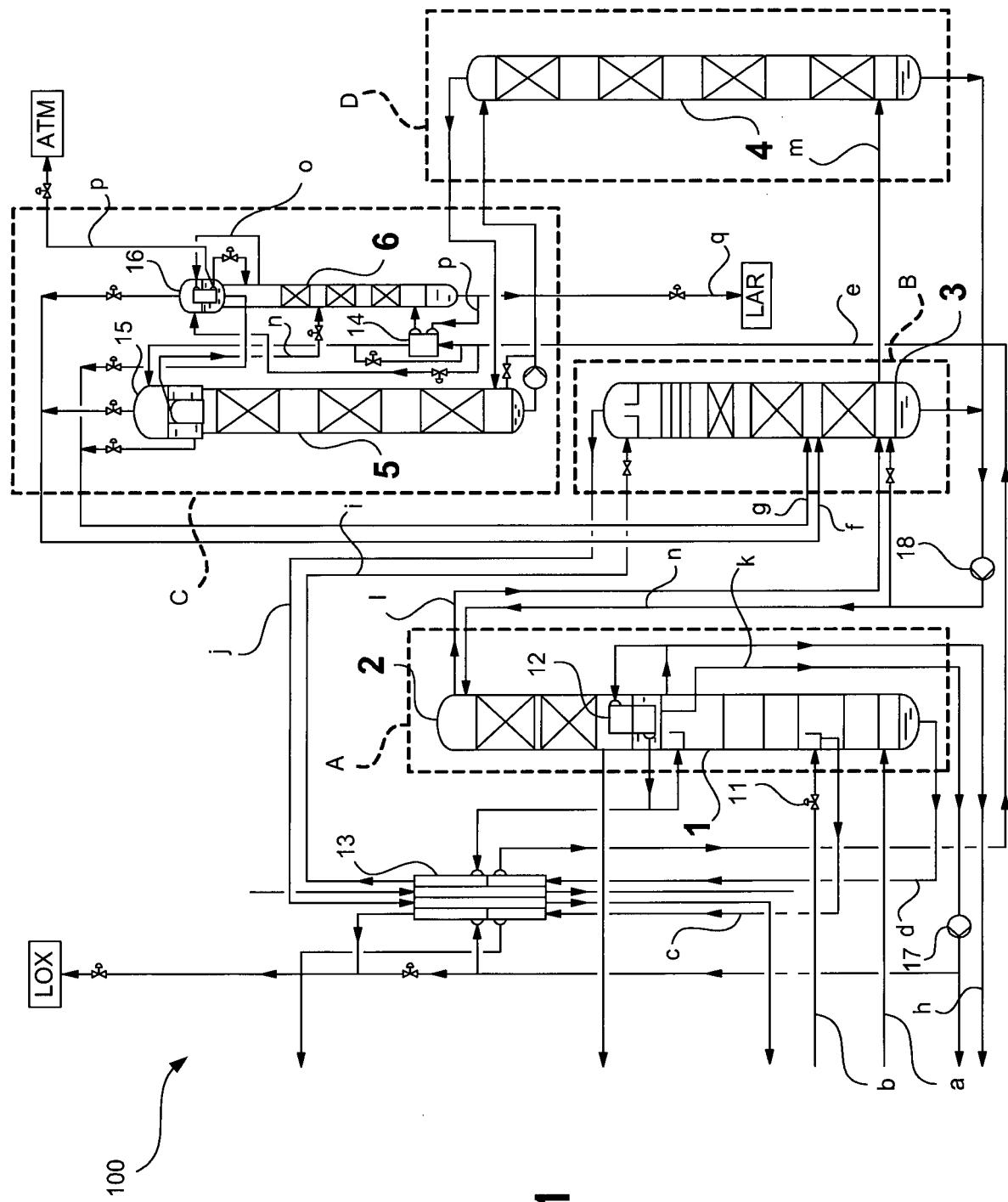
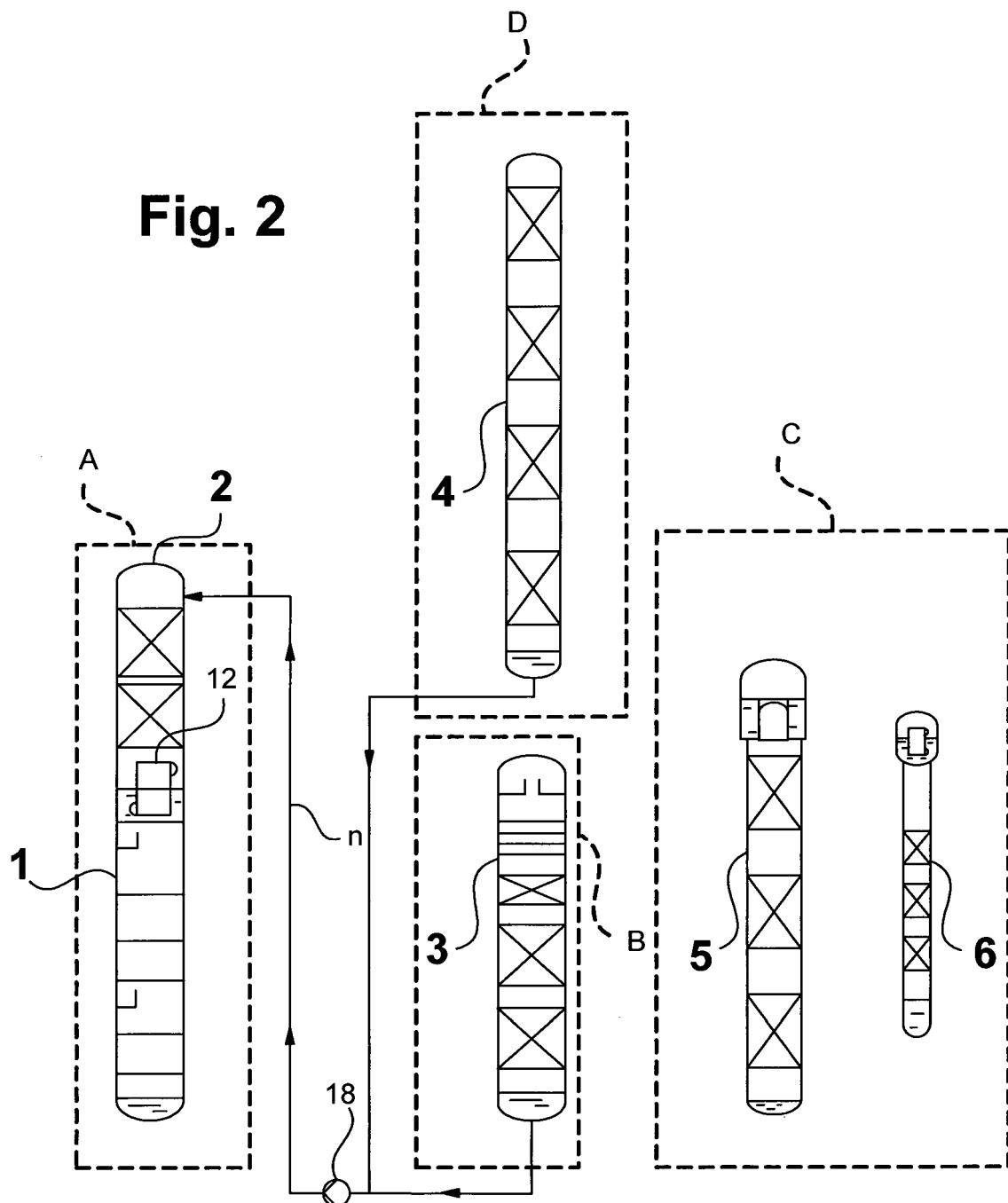


Fig. 1

Fig. 2

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0628777 B1 [0004] [0006]
- DE 2325422 A [0006]
- EP 0171711 A2 [0006]
- EP 0377117 B2 [0006]
- US 5019145 A [0006]
- DE 4030749 A1 [0006]
- US 5426946 A [0006]
- EP 0669508 A1 [0006]
- US 5592833 A [0006]
- EP 0669509 B1 [0006]
- US 5590544 A [0006]
- EP 0942246 A2 [0006]
- EP 1103772 A1 [0006]
- DE 19609490 A1 [0006]
- US 5669237 A [0006]
- EP 1243882 A1 [0006]
- US 2002178747 A1 [0006]
- EP 1243881 A1 [0006]
- US 2002189281 A1 [0006]
- FR 2964451 A3 [0006]
- US 20010001364 A1 [0010]
- EP 2026024 A1 [0042] [0048]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- Noble Gases. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry [0002]