(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
31. Oktober 2013 (31.10.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/159868 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F25J 3/04 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/001046

(22) Internationales Anmeldedatum:
9. April 2013 (09.04.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 008 415.3
27. April 2012 (27.04.2012) DE

(71) Anmelder: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Klosterhofstr. 1, 80331 München (DE).

(72) Erfinder: **LOCHNER, Stefan**; Wiesenweg 9b, 85567 Grafing (DE). **RAMPP, Augustin**; Faltergatterstr. 32, 82393 Iffeldorf (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **LINDE AKTIENGESELLSCHAFT**; Legal Services Intellectual Property, Dr.-Carl-von-Linde-Str. 6-14, D-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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: TRANSPORTABLE PACKAGE HAVING A COLD BOX, LOW-TEMPERATURE AIR SEPARATION PLANT AND METHOD FOR PRODUCING A LOW-TEMPERATURE AIR SEPARATION PLANT

(54) **Bezeichnung** : TRANSPORTABLES PAKET MIT EINER COLDBOX,TIEFTEMPERATUR-LUFTZERLEGUNGSANLAGE UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER TIEFTEMPERATUR-LUFTZERLEGUNGSANLAGE

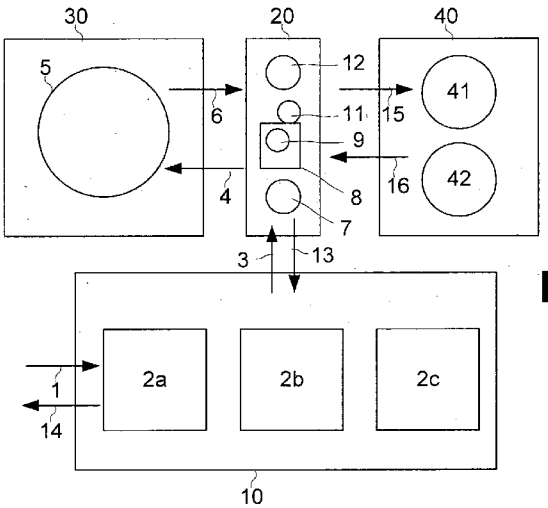


Fig. 1

(57) **Abstract**: The invention relates to a transportable package for a low-temperature air separation plant which has a main heat exchanger (2a, 2b, 2c) for cooling feed air (1) and a double column (5) for separating the cooled feed air, wherein the double column (5) has a high-pressure column and a low-pressure column that are arranged above one another. The transportable package has a cold box (20, 400), in the interior of which accessories of the double column (5), in particular pipelines (7, 11, 12) and valves, are arranged, but not the double column and not the main heat exchanger, wherein the transportable package has connections for joining the pipelines to the double column and to the main heat exchanger. Moreover the invention relates to a low-temperature air separation plant and to a method for producing a low-temperature air separation plant using this transportable package.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/159868 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft ein transportables Paket für eine Tieftemperatur- Luftzerlegungsanlage, die einen Hauptwärmetauscher (2a, 2b, 2c) zur Abkühlung von Einsatzluft (1) und eine Doppelsäule (5) zur Zerlegung der gekühlten Einsatzluft aufweist, wobei die Doppelsäule (5) eine Hochdrucksäule und eine Niederdrucksäule aufweist, die übereinander angeordnet sind. Das transportable Paket weist eine Coldbox (20, 400) auf, in deren Inneren Zubehörteile der Doppelsäule (5), insbesondere Rohrleitungen (7, 1 1, 12) und Ventile, angeordnet sind, aber nicht die Doppelsäule und nicht der Hauptwärmetauscher, wobei das transportable Paket Anschlüsse für die Verbindung der Rohrleitungen mit der Doppelsäule und dem Hauptwärmetauscher aufweist. Außerdem betrifft die Erfindung eine Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage und ein Verfahren zum Herstellen einer Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage unter Verwendung dieses transportablen Pakets.

Beschreibung

Transportables Paket mit einer Coldbox, Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage und Verfahren zum Herstellen einer Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage

Die Erfindung betrifft ein transportables Paket für eine Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Derartige modulare transportable Einheiten, aus denen eine Luftzerlegungsanlage aufgebaut wird, werden allgemein als "Packaged Unit" (PU) bezeichnet und sind beispielsweise in US 2007199344 A1 oder US 5461871 beschrieben.

Verfahren und Vorrichtungen zur Tieftemperaturzerlegung von Luft im Allgemeinen sind zum Beispiel aus Hausen/Linde, Tieftemperaturtechnik, 2. Auflage 1985, Kapitel 4 (Seiten 281 bis 337) bekannt.

Das Destillationssäulen-System weist bei der Erfindung ein Zwei-Säulen-System zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung mit Hochdrucksäule und Niederdrucksäule, die übereinander angeordnet sind, (eine so genannte Doppelsäule) auf. Zwischen den beiden Säulen ist in der Regel ein Hauptkondensator angeordnet, der als Kondensator-Verdampfer ausgebildet ist und über den Hochdrucksäule und Niederdrucksäule in wärmetauschender Verbindung stehen. Es kann zusätzlich zu den Kolonnen zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung weitere Vorrichtungen zur Gewinnung hochreiner Produkte und/oder anderer Luftkomponenten, insbesondere von Edelgasen aufweisen, beispielsweise eine Argongewinnung mit Rohargonsäule und gegebenenfalls mit Reinargonsäule und/oder eine Krypton-Xenon-Gewinnung.

Als "Kondensator-Verdampfer " wird ein Wärmetauscher bezeichnet, in dem ein erster kondensierender Fluidstrom in indirekten Wärmeaustausch mit einem zweiten verdampfenden Fluidstrom tritt. Jeder Kondensator-Verdampfer weist einen Verflüssigungsraum und einen Verdampfungsraum auf, die aus Verflüssigungspassagen beziehungsweise Verdampfungspassagen bestehen. In dem Verflüssigungsraum wird die Kondensation (Verflüssigung) eines ersten Fluidstroms durchgeführt, in dem Verdampfungsraum die Verdampfung eines zweiten Fluidstroms.

Verdampfungs- und Verflüssigungsraum werden durch Gruppen von Passagen gebildet, die untereinander in Wärmeaustauschbeziehung stehen.

Ein "Hauptwärmetauscher" dient zur Abkühlung von Einsatzluft in indirektem Wärmeaustausch mit Rückströmen aus dem Destillationssäulen-System. Er kann aus einem einzelnen oder mehreren parallel und/oder seriell verbundenen Wärmetauscherabschnitten gebildet sein, zum Beispiel aus einem oder mehreren Plattenwärmetauscher-Blöcken.

Unter einer "Coldbox" wird hier eine isolierende Umhüllung verstanden, die einen wärmeisolierten Innenraum vollständig mit Außenwänden umfasst; in dem Innenraum sind zu isolierenden Anlagenteile angeordnet, zum Beispiel ein oder mehrere Trennsäulen und/oder Wärmetauscher. Die isolierende Wirkung kann durch entsprechende Ausgestaltung der Außenwände und/oder durch die Füllung des Zwischenraums zwischen Anlagenteilen und Außenwänden mit einem Isoliermaterial bewirkt werden. Bei der letzteren Variante wird vorzugsweise ein pulverförmiges Material wie zum Beispiel Perlite verwendet. Sowohl das Destilliersäulen-System zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung einer Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage als auch der Hauptwärmetauscher und weitere kalte Anlagenteile müssen von einer oder mehreren Coldboxen umschlossen sein. Die Außenmaße der Coldbox bestimmen üblicherweise die Transportmaße des Pakets bei vorgefertigten Anlagen. Unter der "Höhe" einer Coldbox wird die Dimension in der vertikalen Richtung bezogen auf die Orientierung der Coldbox im Anlagenbetrieb verstanden; der "Querschnitt" ist die Fläche senkrecht dazu (Horizontale). Während des Transports bestimmt die Höhe der Coldbox die Transportlänge, der Querschnitt Transporthöhe und -breite.

PUs werden in einer Fabrik gefertigt, die regelmäßig weit vom Aufstellungsort der Luftzerlegungsanlage entfernt ist. Dies ermöglicht eine weitgehende Vorfertigung und damit eine Minimierung des Herstellungsaufwandes am Aufstellungsort, wo häufig sehr viel schwierigere Bedingungen herrschen. Das vorgefertigte Paket beziehungsweise mehrere vorgefertigte Pakete werden von der Fabrik zum Aufstellungsort transportiert, das Coldbox-Paket mit einer oder mehreren Trennsäulen in liegender Anordnung. Für derartige Transporte bestehen Beschränkungen hinsichtlich der Länge und Breite der Pakete. Diese Technologie wird bisher nur bei Luftzerlegungsanlagen mittlerer Größe eingesetzt, wenn die Kolonnen zumindest teilweise mit geordneten Packungen

ausgerüstet sind, weil gepackte Kolonnen in der Regel eine größere Bauhöhe erfordern als Bodenkolonnen. Größere Anlagen mit gepackten Kolonnen werden mit geringerem Vorfertigungsgrad erstellt; insbesondere wird die Coldbox erst am Aufstellungsort aufgebaut. Alternativ werden ausschließlich konventionelle Rektifizierböden eingesetzt; dies ermöglicht zwar eine relativ hohe Kapazität pro Bauhöhe der Säulen, bewirkt aber einen gegenüber Packungssäulen spürbar erhöhten Energieverbrauch.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein transportables Paket der eingangs genannten Art so zu gestalten, dass es insbesondere für Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen einer Kapazität anwendbar ist, für die bisher keine Vorfertigung der Säulen-Coldbox als Ganzes möglich war.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Bei der Erfindung wird eine spezielle Rohrleitungsbox eingesetzt, die separat von der Doppelsäulenbox und der Hauptwärmetauscher-Box vorgefertigt wird. Durch die Auslagerung einiger, vorzugsweise aller Rohrleitungen und Ventile, die üblicherweise in der Doppelsäulenbox untergebracht werden, kann die Säulenbox entsprechend schmaler ausgeführt werden. Damit kann auch eine Doppelsäulenanlage mit einer relativ hohen Kapazität, die bisher eine Baustellenfertigung erzwungen hat, als PU vorgefertigt werden.

Die als Rohrleitungsbox ausgeführte Coldbox des transportablen Pakets nach Patentanspruch 1 enthält mindestens eines, vorzugsweise zwei oder mehrere oder auch alle der im Folgenden aufgelisteten Bauteile:

- Rohsauerstoff-Leitung von der Hochdrucksäule in die Niederdrucksäule
- LIN-Leitung vor der Hochdrucksäule beziehungsweise dem Hauptkondensator zur Niederdrucksäule
- Flüssigluftleitung zur Hochdrucksäule und/oder Niederdrucksäule
- GAN-Leitung vom Kopf der Niederdrucksäule zum Unterkühlungs-Gegenströmer und/oder zum Hauptwärmetauscher

- Unreinstickstoff-Leitung von einer Zwischenstelle der Niederdrucksäule zum Unterkühlungs-Gegenströmer und/oder zum Hauptwärmetauscher
- Ventil zur Entspannung von Roh-LOX aus der Hochdrucksäule in die Niederdrucksäule
- LIN-Leitung von der Hochdrucksäule beziehungsweise dem Verflüssigungsraum des Hauptkondensators zur Niederdrucksäule
- Produktleitung(en) aus der Doppelsäule zu einem Unterkühlungs-Gegenströmer und/oder zum Hauptwärmetauscher
- Jede andere Leitung die über den Unterkühlungs-Gegenströmer geht
- Jede Leitung die von der Argonbox zur Doppelsäulenbox und umgekehrt führt, zum Beispiel die Argonübergangsleitung(en) zwischen Niederdrucksäule und Rohargonsäule, die Leitungen zum und vom Kopfkondensator der Rohargonsäule und gegebenenfalls zum und vom Kopfkondensator der Reinargonsäule
- Ventil(e) für jede der genannten Leitungen, falls anwendbar

Beispielsweise enthält die Coldbox des transportablen Pakets (die Rohrleitungsbox) keine Trennsäule, also auch keine Rohargonsäule, keine Mischsäule und so weiter.

Alternativ enthält die Coldbox des transportablen Pakets mindestens eine Argonsäule, also eine Rohargonsäule oder eine Reinargonsäule, eine Mischsäule, eine Krypton-Xenon-Säule oder eine Reinsauerstoffsäule. Beispielsweise könnte die Coldbox die Reinargonsäule als einzige Trennsäule enthalten; da diese äußerst schlank ist und weniger Raum als die Rohrleitungen benötigt würde man sie immer noch als Rohrleitungsbox (eben mit Reinargonsäule) bezeichnen.

Die Coldbox des transportablen Pakets (die Rohrleitungsbox) der Erfindung kann einen Unterkühlungs-Gegenströmer enthalten.

Ein "Unterkühlungs-Gegenströmer" ist eine vom Hauptwärmetauscher getrennte Einheit und dient dazu, eine oder mehrere Flüssigkeiten aus einer der Säulen des Destillationssäulen-Systems zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung oder auch aus einer Mischsäule im Gegenstrom zu einem oder mehreren kalten gasförmigen Rückströmen zu unterkühlen oder anzuwärmen. Diese Rückströme kommen aus einer Säule des Destillationssäulen-Systems (bei Zwei- oder Mehr-Säulen-Systemen in der Regel aus der Niederdrucksäule). Beispielsweise werden in einem Unterkühlungs-Gegenströmer

flüssige Ströme, die mit Siedetemperatur aus einer Säule mit höheren Druck (zum Beispiel der Hochdrucksäule eines Zwei-Säulen-Systems) in eine Säule mit niedrigerem Druck (zum Beispiel die Niederdrucksäule) entspannt werden, möglichst nahe an die Siedetemperatur abgekühlt, die dem niedrigeren Druckniveau entspricht. Dabei wird die Dampfmenge (Flash) bei der Entspannung vom höheren auf den niedrigeren Druck minimiert. Wenn flüssiger Sauerstoff aus einer Niederdrucksäule vor der Einspeisung in eine Mischsäule durch den Unterkühlungs-Gegenströmer geführt wird, wird dieser umgekehrt angewärmt, um möglichst nahe an den Siedepunkt unter dem - regelmäßig höheren - Druck der Mischsäule zu gelangen. Im Gegenzug dazu werden die kalten Rückströme, die mit der Tautemperatur aus den Säulen kommen, mit dem niedrigeren Druck angewärmt. Da diese Ströme in den Hauptwärmetauscher gehen, wird die Prozessluft in die Hochdrucksäule ebenfalls wärmer, das heißt sie ist der Tautemperatur näher. Der Anteil der vorverflüssigten Luft wird minimiert.

Die Coldbox des transportablen Pakets (die Rohrleitungsbox) der Erfindung enthält aber vorzugsweise über den Unterkühlungs-Gegenströmer hinaus keinen weiteren Wärmetauscher zum Austausch fühlbarer Wärme, insbesondere nicht den Hauptwärmetauscher. Die Rohrleitungsbox kann dabei aber einen oder mehrere Wärmetauscher zum Austausch latenter Wärme enthalten, beispielsweise einen Kondensator-Verdampfer, der zur Kühlung oder Beheizung einer Trennsäule dient. Alternativ enthält die Box keinen anderen Wärmetauscher als den Unterkühlungs-Gegenströmer.

In einer speziellen Ausführungsform der Erfindung enthält die Coldbox des transportablen Pakets eine Rohargonsäule, die einen Kopfkondensator aufweist, der als Kondensator-Verdampfer ausgebildet ist. Die Coldbox könnte in diesem Fall als kombinierte Rohrleitungs- und Argonbox bezeichnet werden.

Die Rohargonsäule kann einteilig, wie in EP 377117 B2 = US 5019145 gezeigt, oder mehrteilig, beispielsweise zweiteilig, wie in EP 628777 B1 = US 5426946 gezeigt, ausgebildet sein. Bei mehrteiliger Ausbildung sind vorzugsweise alle Teile in der Coldbox angeordnet. In der kombinierten Rohrleitungs- und Argonbox kann zusätzlich eine Reinargonsäule angeordnet sein.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage mit einem ersten transportablen Anlagenteil, in dem eine Doppelsäule angeordnet ist, wobei die Doppelsäule eine Hochdrucksäule und eine Niederdrucksäule aufweist, die übereinander angeordnet sind, und mit einer zweiten Coldbox, die als Teil eines Pakets gemäß einem der Patentansprüche 1 bis 5 ausgebildet ist, wobei die Rohrleitungen der zweiten Coldbox mit der Doppelsäule und dem Argonsystem, falls vorhanden, verbunden sind.

Das erste transportable Anlagenteil umfasst in einer ersten Variante eine erste Coldbox, in der die Doppelsäule angeordnet ist.

In einer zweiten Variante umfasst das erste Anlagenteil die Doppelsäule ohne Coldbox, also ohne isolierende Umhüllung. In diesem Fall wird die im Inneren komplett vorgefertigte Doppelsäule als im Wesentlichen zylindrisches Bauteil liegend auf die Baustelle transportiert und dort mit der isolierenden Hülle (Coldbox) versehen.

Die Coldbox des zweiten Anlagenteils wird im Folgenden als "zweite Coldbox" bezeichnet.

Die Anlage weist außerdem vorzugsweise eine Hauptwärmetauscher-Box auf, eine weitere Coldbox, in welcher der Hauptwärmetauscher angeordnet ist. Die Hauptwärmetauscher-Box wird separat von der ersten und der zweiten Coldbox gefertigt und zum Aufstellungsort transportiert.

Wenn Argon gewonnen werden soll und die zweite Coldbox nicht als Argonbox ausgebildet ist, kann die Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage außerdem eine dritte Coldbox aufweisen, die eine Rohargonsäule enthält, die einen Kopfkondensator aufweist, der als Kondensator-Verdampfer ausgebildet ist. Die dritte Coldbox wird auch Argonbox genannt und ist separate von der ersten und zweiten Coldbox und von der Hauptwärmetauscher-Box.

Die Rohargonsäule kann einteilig, wie in EP 377117 B2 = US 5019145 gezeigt, oder mehrteilig, beispielsweise zweiteilig, wie in EP 628777 B1 = US 5426946 gezeigt, ausgebildet sein. Bei mehrteiliger Ausbildung sind alle Teile in der dritten Coldbox

angeordnet. In der dritten Coldbox kann zusätzlich eine Reinargonsäule angeordnet sein.

Der Verdampfungsraum des Kopfkondensators der Rohargonsäule ist vorzugsweise über eine Zwei-Phasen-Rohrleitung mit der Niederdrucksäule verbunden und die Zwei-Phasen-Rohrleitung ist so ausgebildet, dass im Betrieb der Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage sowohl Gas als auch Flüssigkeit aus dem Verdampfungsraum des Kopfkondensators in die Niederdrucksäule fließen. Die entsprechende Rohrleitung kann durch die zweite Coldbox gehen.

Hierbei kann man Bauhöhe für ansonsten erforderliche Verteiler und Sammler in der Niederdrucksäule einsparen. Zur Minimierung der Bauhöhe bei Packungssäulen speist man das Gas und die Flüssigkeit aus dem Argonsystem an der gleichen Stelle ein. Gegenüber einer getrennten Einspeisung an unterschiedlichen Stellen wird ein Verteiler eingespart, der etwa einen Meter Bauhöhe kostet. Bei besonders kritischer Transportlänge kann diese Variante Vorteile bieten, obwohl sie verfahrenstechnisch ungünstiger ist.

Die Erfindung bezieht sich außerdem auf ein Verfahren zum Herstellen einer Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage gemäß den Patentansprüchen 9 beziehungsweise 10, bei dem das oben beschriebene transportable Paket verwendet wird. Die Reinigungseinheit ist beispielsweise als Molekularsiebadsorber ausgebildet. Alternativ kann die Luft auch in einem umschaltbaren Wärmetauscher (Revex oder Regenerator) gereinigt werden; in diesem Fall werden Reinigungseinheit und Hauptwärmetauscher von demselben Apparat gebildet.

Vorzugsweise wird die Erfindung bei Luftzerlegungsanlagen eingesetzt, die zur Gewinnung von mehr als 2.000, vorzugsweise mehr als 9.000 Nm^3/h Sauerstoffprodukt und weniger als 35.000 Nm^3/h, vorzugsweise weniger als 29.000 Nm^3/h Sauerstoffprodukt ausgelegt sind. Insbesondere kann Argon als weiteres Produkt gewonnen werden.

Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand zweier in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit einer reinen Rohrleitungsbox und

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einer kombinierten Rohrleitungs- und Argonbox.

In **Figur 1** wird atmosphärische Luft in einem Luftverdichter verdichtet und in einer Reinigungseinrichtung gereinigt (beides ist in der Zeichnung nicht dargestellt). Die gereinigte Einsatzluft wird in einem Hauptwärmetauscher gegen Produktströme auf etwa Taupunkt abgekühlt. Der Hauptwärmetauscher besteht in dem Beispiel aus drei parallel geschalteten Plattenwärmetauscher-Blöcken 2a, 2b, 2b, die einer gemeinsamen Coldbox, der Hauptwärmetauscher-Box 10 angeordnet sind.

Generell kann der Hauptwärmetauscher auch aus einem Block bestehen oder aber aus einem, zwei, drei oder mehreren Blöcken. Diese können parallel geschaltet oder auch nach ihrer Funktion aufgeteilt sein, beispielsweise in einen Hochdrucktauscher und einen Niederdrucktauscher.

Über eine Verbindungs-Rohrleitung 3 wird die abgekühlte Luft in eine Coldbox 20 eingeführt, die im Folgenden als Rohrleitungsbox bezeichnet wird. Innerhalb der Rohleitungsbox 20 wird die Luft in Rohrleitungen und gegebenenfalls über Ventile weitergeführt und schließlich über eine Leitung in eine Doppelsäule 5 eingeleitet. Alternativ fließt die Luft direkt aus der Hauptwärmetauscher-Box 10 in die Säulenbox 30; die Rohrleitungsbox 12 enthält dann keine Leitung für gasförmige Einsatzluft.

Die Doppelsäule 5 ist in einer weiteren Coldbox 30, der Säulenbox angeordnet. Produkte und Zwischenprodukte der Doppelsäule werden über eine Vielzahl von Verbindungsleitungen 6 (in der Zeichnung nur angedeutet) in die Rohrleitungsbox 20 eingeleitet und dort weiteren Rohrleitungen und/oder Anlagenteilen, die in Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlagen üblich sind, wie Ventilen oder einem Unterkühlungs-Gegenströmer zugeführt, die in der Rohrleitungsbox angeordnet sind. In dem Ausführungsbeispiel enthält die Rohrleitungsbox insbesondere die folgenden Bauteile:

- Flüssigluftleitung 7
- Unterkühlungs-Gegenströmer 8

- Turbinenabscheider 9, in dem Flüssigkeit stromaufwärts einer Entspannungsturbine abgetrennt wird
- GAN-Leitung 11 für gasförmigen Stickstoff aus der Niederdrucksäule
- Unreinstickstoff-Leitung 12 für gasförmigen Unrein-Stickstoff aus der Niederdrucksäule

(Die Unreinstickstoff-Leitung 12 und die GAN-Leitung 11 gehen von der Rohrleitungsbox 20 direkt in die Hauptwärmetauscher-Box 10 (dies ist in der Zeichnung nicht dargestellt).

In der Zeichnung nicht unmittelbar dargestellt sind die Leitungen, die von der Argonbox zur Säulenbox führen, die jedoch alle oder im Wesentlichen alle ebenfalls in der Rohrleitungsbox angeordnet sind. Dazu gehören die Leitungen für die Fluide die flüssig zum Verdampfungsraum der Kopfkondensatoren der Rein- und der Rohargonsäule strömen und die für die gasförmigen und gegebenenfalls flüssigen Rückströme von dort, sowie die Argonübergangsleitungen, also die Einssatzleitung für die Rohargonsäule und die Rückleitung von der Rohargonsäule in die Niederdrucksäule.

Außerdem enthält die Rohrleitungsbox alle Leitungen, die der Säulenbox zugeordnet sind und bei konventionellen Anlagen in der Säulenbox angeordnet wären.

Über eine Vielzahl von Verbindungsleitungen 13 beziehungsweise 14 (in der Zeichnung nur angedeutet) werden die Rückströme der Anlage (Produktströme und/oder Restströme) aus der Rohrleitungsbox 20 in die Hauptwärmetauscher-Box 10 eingeleitet und - nach Anwärmung im Hauptwärmetauscher 2a, 2b, 2c - im Warmen aus dem Hauptwärmetauscher 10 abgezogen.

In dem Ausführungsbeispiel wird außerdem Argon gewonnen, indem ein argonhaltiger Strom aus der Doppelsäule 5 über die Rohrleitungsbox und Leitung 15 in eine weitere Coldbox 40 eingeleitet wird, die als Argonbox ausgebildet ist. Die Argonbox 40 enthält eine einteilige Rohargonsäule 41 zur Argon-Sauerstoff-Trennung mit Kopfkondensator (nicht dargestellt) und eine Reinargonsäule 42 zur Argon-Stickstoff-Trennung.

Das Argonprodukt und die Restfraktionen der Argongewinnung werden über Verbindungsleitungen 16 (in der Zeichnung nur angedeutet) zurück in die

Rohrleitungsbox 20 geleitet und strömen dann weiter als Rückströme 15 zur Hauptwärmetauscher-Box.

Alternativ kann die Argonbox auch weggelassen werden.

Die Rohrleitungsbox kann komplett vorgefertigt werden, das heißt man baut einen überstehenden Unterstand mit Bedienpodesten, was die Transportabilität nicht einschränkt. Man kann alle Antriebe der Ventile während des Transports angebaut lassen. Diese und jegliche Instrumentierung einschließlich Transmitter können angebaut werden, ebenso Messleitungen vom Transmitter zu der Ein-/Ausgangskarte des digitalen Prozessleitsystems. Die vorgefertigte Rohrleitungsbox weist einen zentralen Bus-Anschluss auf, an dem sie am Aufstellungsort zentral mit dem Prozessleitsystem verbunden wird. Alle Instrumentenluftleitungen und Impulsleitungen, Kabel etc. können bereits in der Fabrik verdrahtet beziehungsweise verbunden werden.

Die komplett vorgefertigte Rohrleitungsbox kann schon in der Fabrik vorgetestet werden. Die Bedienebene kann für den Transport wieder verschlossen werden.

Jede der Boxen 10, 20, 30 40 kann eine eigene Statik haben. Verbindungen zwischen den Boxen (wie zum Beispiel Isolierkästen um Rohrleitungen, die von einer Box zur anderen gehen) können flexibel oder starr ausgebildet sein. Über die eigene Statik jeder Einzelbox hinaus kann man den Stahlbau der Boxen bewusst miteinander verbinden, um die Statik durch statische Kopplung weiter zu verbessern, beispielsweise durch eigene Träger, die man auch als Auflage für Begehungen nutzen kann.

Figur 2 zeigt eine zweite Ausführungsform der Erfindung mit einer kombinierten Rohrleitungs- und Argonbox 400. Außer den Bauelementen der Rohrleitungsbox 20 von Figur 1 enthält diese kombinierte Box 400 die Rohargonsäule 41, in dem konkreten Beispiel ohne Reinargonsäule. Alternativ könnte eine Reinargonsäule zusätzlich in der kombinierten Rohrleitungs- und Argonbox 400 angeordnet sein. Im Übrigen entspricht der Aufbau der Anlage dem bei Figur 1 beschriebenen.

Patentansprüche

1. Transportables Paket für eine Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage, die einen Hauptwärmetauscher (2a, 2b, 2c) zur Abkühlung von Einsatzluft (1) und eine Doppelsäule (5) zur Zerlegung der gekühlten Einsatzluft aufweist, wobei die Doppelsäule (5) eine Hochdrucksäule und eine Niederdrucksäule aufweist, die übereinander angeordnet sind,
dadurch gekennzeichnet, dass das transportable Paket eine Coldbox (20, 400) aufweist, in deren Inneren Zubehörteile der Doppelsäule (5), insbesondere Rohrleitungen (7, 11, 12) und Ventile, angeordnet sind, aber nicht die Doppelsäule und nicht der Hauptwärmetauscher, wobei das transportable Paket Anschlüsse für die Verbindung der Rohrleitungen mit der Doppelsäule und dem Hauptwärmetauscher aufweist.

2. Paket nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Coldbox (20, 400) keine Trennsäule enthält.

3. Paket nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Coldbox (20, 400) einen Unterkühlungs-Gegenströmer (8) enthält.

4. Paket nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Coldbox (20, 400) über den Unterkühlungs-Gegenströmer (8) hinaus keinen weiteren Wärmetauscher zum Austausch fühlbarer Wärme enthält.

5. Paket nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Coldbox (400) eine Rohargonsäule (41) enthält, die einen Kopfkondensator aufweist, der als Kondensator-Verdampfer ausgebildet ist.

6. Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage mit
- einem ersten transportablen Anlagenteil (30), in dem eine Doppelsäule (5) angeordnet ist, wobei die Doppelsäule (5) eine Hochdrucksäule und eine Niederdrucksäule aufweist, die übereinander angeordnet sind, und mit
- einem zweiten transportablen Anlagenteil (20, 400), das als Paket gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 ausgebildet ist,

- wobei die Rohrleitungen (7, 11, 12) des zweiten Anlagenteils (20, 400) mit der Doppelsäule (5) verbunden sind.

7. Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage nach Anspruch 6, mit einer dritten Coldbox (40), die eine Rohargonsäule (41) enthält, die einen Kopfkondensator aufweist, der als Kondensator-Verdampfer ausgebildet ist.

8. Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage nach Anspruch 7, wobei der Verdampfungsraum des Kopfkondensators über eine Zwei-Phasen-Rohrleitung mit der Niederdrucksäule verbunden ist und die Zwei-Phasen-Rohrleitung so ausgebildet ist, dass im Betrieb der Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage sowohl Gas als auch Flüssigkeit aus dem Verdampfungsraum des Kopfkondensators in die Niederdrucksäule fließen.

9. Verfahren zum Herstellen einer Tieftemperatur-Luftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 6 oder 7, bei dem
- der erste transportable Anlagenteil (30) als transportables Paket hergestellt und zum Aufstellungsort transportiert wird,
- der zweite transportable Anlagenteil (20) als transportables Paket gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5 hergestellt und zum Aufstellungsort transportiert wird,
- die Rohrleitungen des zweiten transportablen Anlagenteils (20) am Aufstellungsort mit der Doppelsäule (5) des ersten transportablen Anlagenteils (30) verbunden werden und
- die Doppelsäule (5) am Aufstellungsort mit einem Luftverdichter zum Verdichten von Einsatzluft, mit einer Reinigungseinheit für verdichtete Einsatzluft und mit einem Hauptwärmetauscher (2a, 2ab, 2c) zum Abkühlen gereinigter Einsatzluft (1) verbunden wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem außerdem
- eine dritte Coldbox (40) als transportables Paket hergestellt und zum Aufstellungsort transportiert wird, wobei die dritte Coldbox (40) Rohrleitungsanschlüsse und eine Rohargonsäule (41) enthält, die einen Kopfkondensator aufweist, der als Kondensator-Verdampfer ausgebildet ist und
- mindestens ein Teil der Rohrleitungsanschlüsse der dritten Coldbox (40) am Aufstellungsort mit Rohrleitungen der zweiten Coldbox (20) verbunden werden.

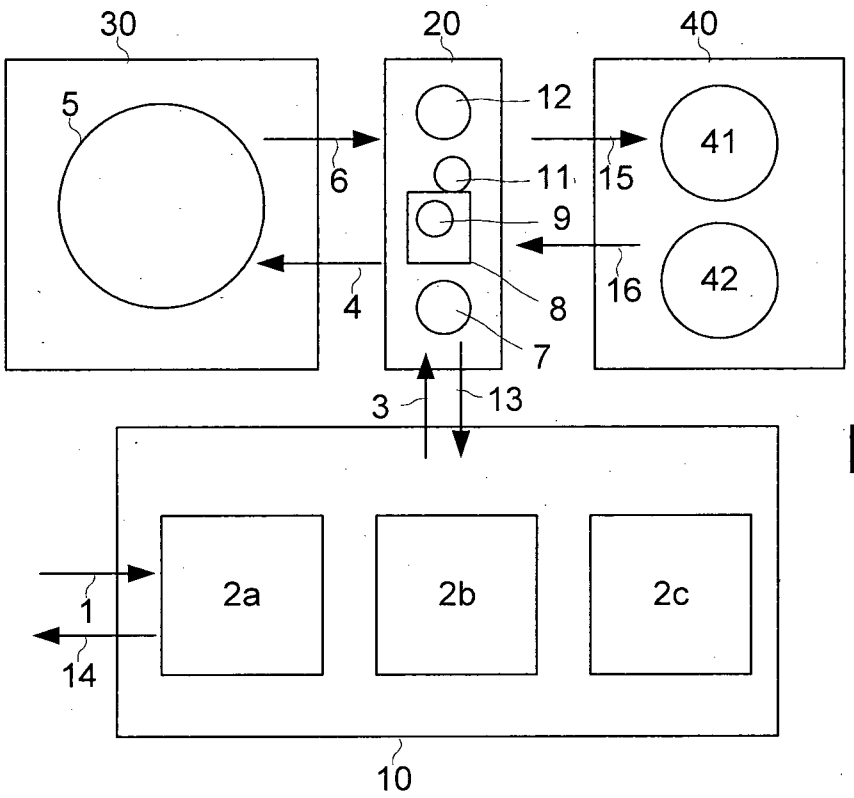

30
20
40
5
12
41
6
11
15
9
4
8
16
42
7
3
13
2a
2b
2c
1
14
10

Fig. 1

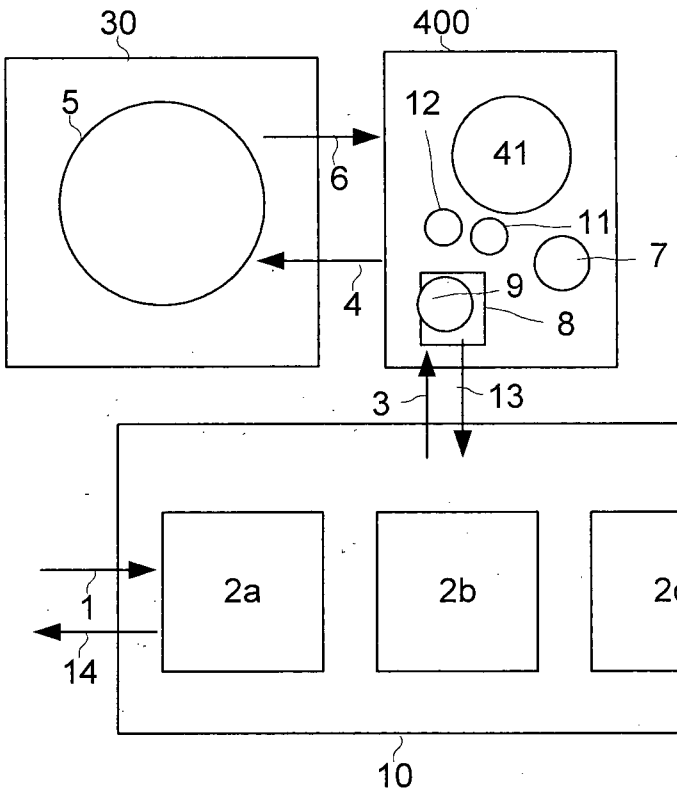

30
400
5
12
41
6
11
7
4
9
8
3
13
2a
2b
2c
1
14
10

Fig. 2