

(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
19. Oktober 2017 (19.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/178620 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04B 39/16 (2006.01) F25J 1/02 (2006.01)
F04B 41/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/059000

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. April 2017 (13.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 004 606.6
14. April 2016 (14.04.2016) DE

(71) Anmelder: LINDE AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Klosterhofstrasse 1, 80331 Munich (DE).

(72) Erfinder: SCHUMANN, Frank; Bürgerstr. 54, 01127
Dresden (DE).

(74) Anwalt: RICHMOND, Sarah; The Prestley Centre, 10
Priestley Road the Surrey Research Park, Guildford Surrey
GU2 7XY (GB).

(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, DJ, 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, KH,
KN, KP, KR, KW, 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).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: PROCESSING SYSTEM AND METHOD FOR PRODUCING LIQUID GAS

(54) Bezeichnung : VERFAHRENSTECHNISCHE ANLAGE UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN VON FLÜSSIGGAS

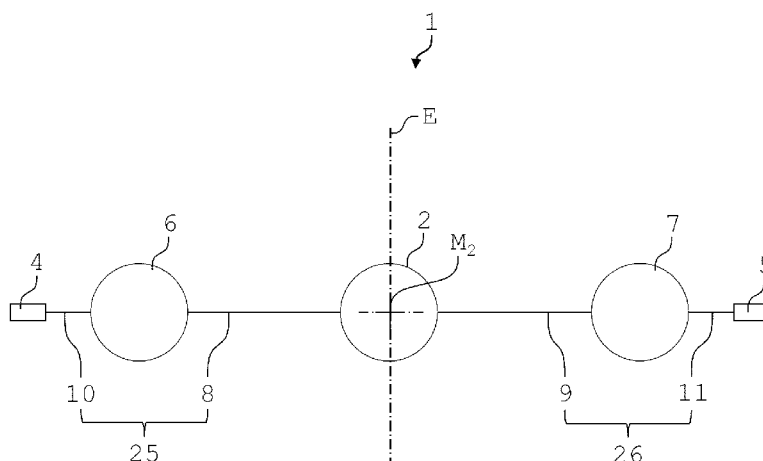


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a processing system (1) for producing liquid gas, comprising a heat exchanger (2), a first compressor (4), a second compressor (5), a first suction line (25) which is only in fluid communication with the first compressor (4) and is connected to the heat exchanger (2), and a second suction line (26) which is only in fluid communication with the second compressor (5) and is connected to the heat exchanger (2), the first suction line (25) being not in fluid communication with the second suction line (26).

(57) Zusammenfassung: Eine verfahrenstechnische Anlage (1) zum Herstellen von Flüssiggas, mit einem Wärmetauscher (2), einem ersten Kompressor (4), einem zweiten Kompressor (5), einer nur in Fluidverbindung mit dem ersten Kompressor (4) stehenden ersten Saugleitung (25), die mit dem Wärmetauscher (2) verbunden ist, und einer nur in Fluidverbindung mit dem zweiten Kompressor (5) stehenden zweiten Saugleitung (26), die mit dem Wärmetauscher (2) verbunden ist, wobei

die erste Saugleitung (25) nicht in Fluidverbindung mit der zweiten Saugleitung (26) ist.

Beschreibung

Verfahrenstechnische Anlage und Verfahren zur Flüssiggasherstellung

Die Erfindung betrifft eine verfahrenstechnische Anlage und ein Verfahren zur Flüssiggasherstellung.

5

Eine verfahrenstechnische Anlage zur Flüssiggasherstellung kann einen Kompressor zum Verdichten von Kältemittel umfassen, der mit Hilfe einer Saugleitung mit einem Wärmetauscher der Anlage verbunden ist. Alternativ kann eine derartige Kompressoranordnung beispielsweise zwei Kompressoren umfassen, die mit Hilfe von
10 zwei Saugleitungen mit dem Wärmetauscher der Anlage verbunden sind. Hierbei wurden bisher die Saugleitungen von dem Wärmetauscher zu einem T-Stück geführt und dort zu einer gemeinsamen Leitung zusammengeführt. Die gemeinsame Leitung kann vor den Kompressoren durch ein weiteres T-Stück wieder in zwei Leitungen aufgeteilt werden, die mit den Kompressoren verbunden sind.

15

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine verbesserte verfahrenstechnische Anlage zur Verfügung zu stellen.

Demgemäß wird eine verfahrenstechnische Anlage zum Herstellen von Flüssiggas vorgeschlagen. Die verfahrenstechnische Anlage umfasst einen Wärmetauscher, einen
20 ersten Kompressor, einen zweiten Kompressor, eine nur in Fluidverbindung mit dem ersten Kompressor stehende erste Saugleitung, die mit dem Wärmetauscher verbunden ist, und eine nur in Fluidverbindung mit dem zweiten Kompressor stehende zweite Saugleitung, die mit dem Wärmetauscher verbunden ist, wobei die erste
25 Saugleitung nicht in Fluidverbindung mit der zweiten Saugleitung ist.

Die Kompressoren können auch als Verdichter bezeichnet werden. Mit Hilfe der Kompressoren kann ein gemischtes Kältemittel (mixed refrigerant) verdichtet werden. Die Kompressoren können daher auch als MRC-Kompressoren (mixed refrigerant
30 cycle) bezeichnet werden. Darunter, dass die Saugleitungen fluidisch voneinander getrennt sind bzw. nicht in Fluidverbindung miteinander stehen, ist zu verstehen, dass kein Kältemittel von der ersten Saugleitung in die zweite Saugleitung und umgekehrt gelangen kann. Ferner ist darunter zu verstehen, dass durch die erste Saugleitung

- gefördertes Kältemittel ausschließlich dem ersten Kompressor und durch die zweite Saugleitung gefördertes Kältemittel ausschließlich dem zweiten Kompressor zum Verdichten zur Verfügung gestellt wird. Jedem Kompressor ist eine separate Saugleitung zugeordnet. Unter einer fluidischen Verbindung zweier Bauteile ist zu
- 5 verstehen, dass sich diese Bauteile in Fluidverbindung befinden. Die verfahrenstechnische Anlage kann außer für die Herstellung von Flüssiggas auch für andere Konfigurationen eingesetzt werden, welche einen gemeinsamen Startpunkt besitzen, wie beispielsweise ein Behälter, eine Kolonne, ein Reaktor, ein Wärmeübertrager oder dergleichen, und bei denen eine symmetrische Verrohrung zu
- 10 parallel betriebenen Kompressoren erforderlich ist. Ein Verfahren zum Verflüssigen eines Kohlenwasserstoff-reichen Stromes ist in der EP 0 975 923 B1 beschrieben. Dieses Verfahren kann mit der beanspruchten verfahrenstechnischen Anlage durchgeführt werden.
- 15 Im Falle einer Kompressorwahl, welche keine ausreichende Verdichterleistung zur Verfügung stellen kann, um den zentralen Wärmetauscher komplett zu versorgen, ist die Anzahl der Kompressoren entsprechend zu erhöhen. Dadurch, dass jedem Kompressor eine eigene Saugleitung zugeordnet ist, kann auf T-Stücke zum Vereinen der Saugleitungen nach dem Wärmetauscher und zum wieder Trennen der
- 20 Saugleitungen vor den Kompressoren verzichtet werden. Hierdurch können auf der Saugseite der Kompressoren unnötige Druckverluste verhindert werden, was entweder eine Kapazitätserhöhung der Verflüssigungsanlage ermöglicht oder eine Verringerung der Kompressorleistung. Weiterhin ist dadurch, dass auf T-Stücke verzichtet wird, eine sehr flexible Verlegung der Saugleitungen möglich, was der Aufstellungsplanung für
- 25 die Gesamtanlage wesentliche Planungsfreiheitsgrade zur Verfügung stellt. Hierdurch können die Kompressoren sehr nahe an dem Wärmetauscher platziert werden, da keine aufwendigen Bögen zur Ableitung von Thermospannungen erforderlich sind. Weiterhin können durch die getrennte Leitungsführung der Saugleitungen lange Ein- und Auslaufstrecken für eine Durchflussmessung, welche aus regelungstechnischer
- 30 Sicht bei der parallelen Betriebsweise von mehreren Kompressoren in der Saugleitung erforderlich ist, direkt integriert werden ohne Rohrschleifen legen zu müssen, um diese in begrenzten Baufenstern einzugliedern. Diese Problemstellung kommt vor allem bei größeren Nennweiten der Saugleitung zum Tragen, da die Ein- und Auslaufstrecken als ein Vielfaches des Rohrleitungsquerschnittes angegeben werden. Diese Ein- und
- 35 Auslaufstrecken können mehrere Dutzend Meter betragen.

Gemäß einer Ausführungsform umfasst die verfahrenstechnische Anlage einen ersten Saugbehälter, der zwischen dem ersten Kompressor und einem ersten Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung angeordnet ist, und einen zweiten Saugbehälter, der zwischen dem zweiten Kompressor und einem ersten Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung angeordnet ist.

Die Saugbehälter können auch als Saugflaschen bezeichnet werden. Vorzugsweise sind die Saugbehälter zylinderförmig. Die ersten Saugleitungsabschnitte sind jeweils an den ihnen zugeordneten Saugbehältern angeflanscht.

Eine weitere Ausführungsform stellt das Fehlen des Saugbehälters bei ausreichender Überhitzung des eintretenden Fluides dar, was zu einer Verhinderung der Tropfenbildung auf der Saugseite des Kompressors führt und damit einen Saugbehälter überflüssig macht. Dies stellt ein allgemeines Ausführungsmuster dar, welches jedoch in Anlagen zur Verflüssigung von Gasen aus praktischen Erwägungen nicht zum Einsatz kommt. Vor allem ist das Sammeln von Kältemittel im Stillstandsfall eine wichtige Aufgabe des Saugbehälters.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist zwischen dem ersten Kompressor und dem ersten Saugbehälter ein zweiter Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung und zwischen dem zweiten Kompressor und dem zweiten Saugbehälter ein zweiter Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung angeordnet.

Die zweiten Saugleitungsabschnitte können so kurz wie möglich sein. Hierdurch können Druckverluste verhindert werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der zweite Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung gleich lang wie der zweite Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung.

Hierdurch ergibt sich ein symmetrischer Aufbau der verfahrenstechnischen Anlage. Dadurch werden im Betrieb der verfahrenstechnischen Anlage ferner beide Kompressoren gleich belastet.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind der zweite Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung und der zweite Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung gerade.

- 5 Unter gerade ist zu verstehen, dass die Saugleitungsabschnitte krümmungs- und/oder bogenfrei sind.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist der erste Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung gleich lang wie der erste Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung.

10

Hierdurch werden im Betrieb der verfahrenstechnischen Anlage beide Kompressoren gleich belastet. Ein höherer Verschleiß oder eine verkürzte Lebensdauer einer der Kompressoren kann hierdurch zuverlässig verhindert werden. Hierdurch wird der Instandhaltungsaufwand reduziert. Insbesondere kann es hierdurch auch zu keiner

- 15 Ungleichverteilung des Kältemittels auf die Kompressoren kommen, was ansonsten ein instabiles Betriebsverhalten der verfahrenstechnischen Anlage verursachen könnte.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die erste Saugleitung und die zweite Saugleitung frei von Einrichtungen, die dazu eingerichtet sind, Fluidströme aufzuteilen und/oder zu vereinen, insbesondere frei von T-Stücken.

20

Das heißt, weder in der ersten Saugleitung noch in der zweiten Saugleitung ist ein T-Stück eingebaut, welches zur Verteilung der Hauptströme dient. Rezirkulationsströme innerhalb einer Kompressoranordnung (Saugleitungen, Saugbehälter,

- 25 Kompressorenstufen, Druckleitungen) sind davon unberührt. Unter einem T-Stück ist ein Rohrabchnitt zu verstehen, der dazu eingerichtet ist, zwei Leitungen zu einer zu vereinen oder eine Leitung auf zwei aufzuteilen. Durch den Verzicht auf T-Stücke können im ausgelegten Temperaturbereich, das heißt, Plusgrade und tiefe Minusgrade im Betriebszustand, auftretende Rohrspannungen reduziert werden, da keine
30 mechanische Festlegung durch T-Stücke erfolgt. Temperaturinduzierte Materialausdehnungen werden hierdurch nicht behindert.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind der erste Saugleitungsabschnitt der ersten Saugleitung und der erste Saugleitungsabschnitt der zweiten Saugleitung
35 gerade.

Vorzugsweise ist der erste Saugleitungsabschnitt jeweils in einer Linie mit dem zweiten Saugleitungsabschnitt angeordnet.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform ist die verfahrenstechnische Anlage symmetrisch zu einer Mittelachse des Wärmetauschers aufgebaut.

Insbesondere ist die Kompressoranordnung spiegelsymmetrisch zu einer durch die Mittelachse verlaufenden Symmetrieebene aufgebaut. Hierdurch ergibt sich ein
10 besonders einfacher Aufbau der verfahrenstechnischen Anlage. Ferner kann hierdurch der Haupteinflussfaktor für eine Ungleichverteilung auf die verschiedenen Kompressoren eliminiert werden.

- Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst die Kompressoranordnung eine
15 Vielzahl an Kompressoren und eine Vielzahl an Saugleitungen.

Beispielsweise kann die Kompressoranordnung drei, vier, fünf, sechs oder mehr Kompressoren, erste Saugleitungsabschnitte, Saugbehälter und zweite Saugleitungsabschnitte umfassen.

- 20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Kompressoren und/oder die Saugleitungen gleichmäßig um den Wärmetauscher verteilt angeordnet.

Beispielsweise sind die Kompressoren, ersten Saugleitungsabschnitte, Saugbehälter
25 und/oder zweiten Saugleitungsabschnitte auf einem den Wärmetauscher umlaufenden Kreis angeordnet. Insbesondere sind die Kompressoren, ersten Saugleitungsabschnitte, Saugbehälter und/oder zweiten Saugleitungsabschnitte gleichmäßig um einen Umfang des Wärmetauschers verteilt angeordnet

- 30 Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind die Kompressoren und/oder die Saugleitungen sternförmig angeordnet.

Hierdurch können die Kompressoren möglichst nah an dem Wärmetauscher platziert werden, wodurch Druckverluste verhindert werden können. Hierdurch steigt der

Wirkungsgrad der verfahrenstechnischen Anlage bzw. es kann die erforderliche Kompressorleistung reduziert werden.

- 5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform sind erste Saugleitungsabschnitte der Saugleitungen alle gleich lang, wobei zweite Saugleitungsabschnitte der Saugleitungen alle gleich lang sind.

- 10 Hierdurch werden im Betrieb der verfahrenstechnischen Anlage alle Kompressoren gleich belastet. Ein höherer Verschleiß oder eine verkürzte Lebensdauer einer der Kompressoren kann hierdurch zuverlässig verhindert werden. Hierdurch wird der Instandhaltungsaufwand reduziert und die Gefahr einer instabilen Fahrweise minimiert.

Gemäß einer Ausführungsform ist der Wärmetauscher ein helikaler Wärmetauscher.

- 15 Insbesondere kann der Wärmetauscher ein spiralgewickelter Wärmetauscher sein. Spiralgewickelte Wärmeaustauscher können für zahlreiche Anwendungsbereiche zur Behandlung von Flüssigkeiten eingesetzt werden. Sie können einen großen Temperatur- und Druckbereich abdecken und eignen sich sowohl für einphasige als auch für zweiphasige Strömungen. Bei einem gewickelten Wärmetauscher können
20 mehrere, beispielsweise drei, Wärmeübertragerrohrlagen auf einen Kern gewickelt und von einem Mantel umgeben sein.

Ferner wird ein Verfahren zum Herstellen von Flüssiggas mit einer derartigen verfahrenstechnischen Anlage vorgeschlagen.

- 25 Weitere mögliche Implementierungen der verfahrenstechnischen Anlage und/oder des Verfahrens umfassen auch nicht explizit genannte Kombinationen von zuvor oder im Folgenden bezüglich der Ausführungsbeispiele beschriebenen Merkmale oder Ausführungsformen. Dabei wird der Fachmann auch Einzelaspekte als
30 Verbesserungen oder Ergänzungen zu der jeweiligen Grundform der verfahrenstechnischen Anlage und/oder des Verfahrens hinzufügen.

- 35 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte der verfahrenstechnischen Anlage und/oder des Verfahrens sind Gegenstand der Unteransprüche sowie der im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiele der verfahrenstechnischen Anlage

und/oder des Verfahrens. Im Weiteren werden die verfahrenstechnische Anlage und/oder das Verfahren anhand von bevorzugten Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die beigelegten Figuren näher erläutert.

5 Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer verfahrenstechnischen Anlage;

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht der verfahrenstechnischen Anlage gemäß Fig. 1;

10

Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer verfahrenstechnischen Anlage; und

Fig. 4 zeigt eine schematische Teilschnittansicht einer Ausführungsform eines
15 Wärmetauschers für die verfahrenstechnische Anlage gemäß Fig. 1 oder Fig. 3.

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen worden, sofern nichts anderes angegeben ist.

20 Die Fig. 1 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht einer Ausführungsform einer verfahrenstechnischen Anlage 1. Die Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht der verfahrenstechnischen Anlagen 1. Im Folgenden wird auf die Fig. 1 und 2 gleichzeitig Bezug genommen.

25 Die verfahrenstechnische Anlage 1 kann eine verfahrenstechnische Anlage zum Herstellen von Flüssiggas (LNG) sein. Als LNG wird durch Abkühlung auf -164 bis -161°C verflüssigtes Erdgas bezeichnet. Die verfahrenstechnische Anlage 1 umfasst einen Wärmetauscher 2. Der Wärmetauscher 2 kann ein sogenannter gewickelter oder helikaler Wärmetauscher 2 sein. Hierbei sind mehrere, beispielsweise drei,
30 Wärmeübertragerrohrlagen auf einen Kern gewickelt und von einem Mantel umgeben. Der Wärmetauscher 2 kann rotationssymmetrisch zu einer Symmetrie- oder Mittelachse M_2 aufgebaut sein.

Die verfahrenstechnische Anlage 1 kann eine Kompressoranordnung 3 umfassen. Die
35 Kompressoranordnung 3 umfasst zumindest einen ersten Verdichter oder Kompressor

4 und einen zweiten Verdichter oder Kompressor 5. Die Kompressoranordnung 3 kann auch mehr als zwei Kompressoren 4, 5 umfassen. Weiterhin umfasst die Kompressoranordnung 3 eine erste Saugflasche oder einen ersten Saugbehälter 6, der dem ersten Kompressor 4 zugeordnet ist, und eine zweite Saugflasche oder einen zweiten Saugbehälter 7, der dem zweiten Kompressor 5 zugeordnet ist. Der erste Kompressor 4 ist mit Hilfe einer ersten Saugleitung 25 mit dem Wärmetauscher 2 in Fluidverbindung und der zweite Kompressor 5 ist mit Hilfe einer zweiten Saugleitung 26 mit dem Wärmetauscher 2 in Fluidverbindung.

10 Der erste Saugbehälter 6 ist mit Hilfe eines ersten Saugleitungsabschnitts 8 der ersten Saugleitung 25 mit dem Wärmetauscher 2 fluidisch verbunden. Der zweite Saugbehälter 7 ist mit Hilfe eines ersten Saugleitungsabschnitts 9 der zweiten Saugleitung 26 fluidisch mit dem Wärmetauscher 2 verbunden. Das heißt, es ist für jeden Kompressor 4, 5 eine separate Saugleitung 25, 26 und ein separater Saugbehälter 6, 7 vorgesehen. Die Kompressoren 4, 5 sind jeweils mit Hilfe eines zweiten Saugleitungsabschnitts 10 der ersten Saugleitung 25 und eines zweiten Saugleitungsabschnitts 11 der zweiten Saugleitung 26 mit den ihnen zugeordneten Saugbehältern 6, 7 fluidisch verbunden. Die Saugleitungen 25, 26 können beispielsweise einen Durchmesser von 40 Zoll aufweisen. Vorzugsweise ist die Kompressoranordnung 3 symmetrisch zu der Mittelachse M_2 und insbesondere spiegelsymmetrisch zu einer Symmetrieebene E aufgebaut. Die Mittelachse M_2 liegt in der Symmetrieebene E. Die ersten Saugleitungsabschnitte 8, 9 und die zweiten Saugleitungsabschnitte 10, 11 sind möglichst gerade, das heißt, ohne Bögen oder Krümmungen, ausgeführt.

25

Im Falle einer Kompressorwahl, welche keine ausreichende Verdichterleistung zur Verfügung stellen kann, um den zentralen Wärmetauscher 2 komplett zu versorgen, ist die Anzahl der Kompressoren 4, 5 entsprechend zu erhöhen. Dadurch, dass jedem Kompressor 4, 5 eine eigene Saugleitung 25, 26 zugeordnet ist, kann auf

30

Einrichtungen, die dazu eingerichtet sind, Fluidströme aufzuteilen und zu vereinen, insbesondere auf T-Stücke zum Vereinen der Saugleitungen 25, 26 nach dem Wärmetauscher 2 und zum wieder Trennen der Saugleitungen 25, 26 vor den Kompressoren 4, 5, verzichtet werden. Hierdurch können auf einer Saugseite der Kompressoren 4, 5 unnötige Druckverluste verhindert werden. Weiterhin ist dadurch,

35

dass auf T-Stücke verzichtet wird, eine sehr flexible Verlegung der Saugleitungen 25,

26 möglich, was der Aufstellungsplanung für die Gesamtanlage wesentliche Planungsfreiheitsgrade zur Verfügung stellt. Hierdurch können die Kompressoren 4, 5 sehr nahe an dem Wärmetauscher 2 platziert werden, da keine aufwendigen Bögen zur Ableitung von Thermospannungen erforderlich sind. Weiterhin können durch die
5 getrennte Leitungsführung der Saugleitungen 8, 9 lange Ein- und Auslaufstrecken für eine Durchflussmessung direkt integriert werden ohne Rohrschleifen legen zu müssen, um diese in begrenzten Baufenstern einzugliedern. Diese Problemstellung kommt vor allem bei größeren Nennweiten der Saugleitungen 25, 26 zum Tragen, da die Ein- und Auslaufstrecken als ein Vielfaches des Rohrleitungsquerschnittes angegeben werden.

10

Durch den Verzicht auf T-Stücke in den Saugleitungen 8, 9 können im ausgelegten Temperaturbereich, das heißt, Plusgrade im Anfahrzustand und tiefe Minusgrade im Betriebszustand, auftretende Rohrspannungen reduziert werden, da keine mechanische Festlegung durch T-Stücke erfolgt. Temperaturinduzierte
15 Materialausdehnungen und Materialschrumpfungen werden hierdurch nicht behindert. Mit Hilfe der Kompressoranordnung 3 können, wie zuvor erwähnt, Druckverluste auf der Saugseite der Kompressoren 4, 5 durch eine flexiblere und verkürzte Rohrleitungsführung der Saugleitungen 25, 26 und die Einsparung von T-Stücken bei der Zusammenführung und Trennung mehrerer Ströme verhindert werden.

20

Durch die Verringerung von Druckverlusten auf der Saugseite der Kompressoren 4, 5 kann die benötigte Leistung der Kompressoren 4, 5 verringert werden bzw. die Verflüssigungskapazität einer LNG-Anlage erhöht werden. Dies ist zum einen eine direkte Folge der Einsparung von zwei T-Stücken, welche durch die
25 Strömungsumlenkung einen unnötigen dynamischen Druckverlust zur Folge haben, und zum anderen eine Folge der Realisierbarkeit verkürzter Rohrlängen mit weniger Bögen der Saugleitungen 25, 26. Bei der Verrohrung der Saugleitungen 25, 26 steht konstruktiv mehr Freiheit bei der Rohrleitungsführung und der Ableitung von Rohrspannungen, speziell bei größeren Nennweiten, zur Verfügung.

30

Die Fig. 3 zeigt eine stark vereinfachte schematische Ansicht einer weiteren Ausführungsform einer verfahrenstechnische Anlage 1. Die verfahrenstechnische Anlage 1 gemäß der Fig. 3 unterscheidet sich von der verfahrenstechnische Anlage 1 gemäß den Fig. 1 und 2 im Wesentlichen dadurch, dass die Kompressoranordnung 3
35 nicht nur zwei Kompressoren 4, 5, zwei Saugleitungen 25, 26 und zwei Saugbehälter

6, 7, sondern fünf Kompressoren 4, 5, 13, 14, 15, fünf Saugleitungen 25 bis 29 mit ersten Saugleitungsabschnitten 8, 9, 19, 20, 21 und fünf Saugbehälter 6, 7, 16, 17, 18, die über fünf zweite Saugleitungsabschnitte 10, 11, 22, 23, 24 fluidisch mit den Kompressoren 4, 5, 13, 14, 15 verbunden sind, umfasst. Die Anzahl der Kompressoren 4, 5, 13, 14, 15 ist beliebig, es können auch drei, sechs, acht oder zehn Kompressoren 4, 5, 13, 14, 15 vorgesehen sein. Insbesondere sind die Saugbehälter 6, 7, 16, 17, 18 und/oder die Kompressoren 4, 5, 13, 14, 15 gleichmäßig über einen Umfang des Wärmetauschers 2 verteilt angeordnet. Vorzugsweise ergibt sich hierdurch ein symmetrischer Aufbau der verfahrenstechnischen Anlage 1, bei der alle Saugleitungen 25 bis 29 die gleiche Länge aufweisen. Insbesondere kann die verfahrenstechnische Anlage 1 dadurch eine sternförmige Anordnung aufweisen.

Die Kompressoranordnung 3 und insbesondere die Verrohrung mit den Saugleitungen 25 bis 29 kann auch für andere Konfigurationen eingesetzt werden, welche einen gemeinsamen Startpunkt besitzen, wie beispielsweise ein Behälter, eine Kolonne, ein Reaktor, ein Wärmeübertrager oder dergleichen, und bei denen eine symmetrische Verrohrung zu parallel betriebenen Kompressoren erforderlich ist.

Die Fig. 4 zeigt in einer schematischen Teilschnittansicht eine Ausführungsform eines helikalen Wärmetauschers 2 für die verfahrenstechnische Anlage 1. Der Wärmetauscher 2 umfasst einen Mantel 30, in dem ein Kern 31 aufgenommen ist. Auf dem Kern 31 sind mehrere Schichten an Wärmetauscherrohren 32 aufgewickelt, von denen in der Fig. 4 nur eines mit einem Bezugszeichen versehen ist. Das gemischte Kältemittel (mixed refrigerant) wird dem Wärmetauscher 2 über eine Leitung 33 zugeführt, rieselt in einer Schwerkraftrichtung g nach unten, wobei es verdampft und das durch die Wärmetauscherrohre 32 geführte Erdgas herunterkühlt. Der Kältemittelstrom ist in der Fig. 4 mit Pfeilen 34, 35 bezeichnet. Über mehrere Leitungen 36 oder eine Leitung 36 wird das gemischte Kältemittel abgezogen und den Kompressoren 4, 5 zugeführt. Das Erdgas, das in der Fig. 4 mit Pfeilen 37, 38 bezeichnet ist, wird entgegen der Schwerkraftrichtung g durch den Wärmetauscher 2 geführt. Die Fig. 4 zeigt eine Standardausführung eines helikalen Wärmetauschers. Mehrere Austrittsleitungen 36 sind nicht gesondert ausgewiesen. Diese werden über den Umfang angeordnet, um die hier ausgeführten Vorteile für die anschließenden Kompressorstationen zu erreichen.

Obwohl die vorliegende Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen beschrieben wurde, ist sie vielfältig modifizierbar.

Verwendete Bezugszeichen

	1	verfahrenstechnische Anlage
	2	Wärmetauscher
5	3	Kompressoranordnung
	4	Kompressor
	5	Kompressor
	6	Saugbehälter
	7	Saugbehälter
10	8	Saugleitungsabschnitt
	9	Saugleitungsabschnitt
	10	Saugleitungsabschnitt
	11	Saugleitungsabschnitt
	13	Kompressor
15	14	Kompressor
	15	Kompressor
	16	Saugbehälter
	17	Saugbehälter
	18	Saugbehälter
20	19	Saugleitungsabschnitt
	20	Saugleitungsabschnitt
	21	Saugleitungsabschnitt
	22	Saugleitungsabschnitt
	23	Saugleitungsabschnitt
25	24	Saugleitungsabschnitt
	25	Saugleitung
	26	Saugleitung
	27	Saugleitung
	28	Saugleitung
30	29	Saugleitung
	30	Mantel
	31	Kern
	32	Wärmetauscherrohr
	33	Fluideintrittsleitung
35	34	Fluideintrittsrichtungsanzeiger

- 35 Fluideintrittsrichtungsanzeiger
- 36 Fluidaustrittsleitung
- 37 Pfeil
- 38 Pfeil

5

- E Symmetrieebene
- g Schwerkraftrichtung
- M₂ Mittelachse

Patentansprüche

1. Verfahrenstechnische Anlage (1) zum Herstellen von Flüssiggas, mit einem Wärmetauscher (2), einem ersten Kompressor (4), einem zweiten Kompressor (5), einer nur in Fluidverbindung mit dem ersten Kompressor (4) stehenden ersten Saugleitung (25), die mit dem Wärmetauscher (2) verbunden ist, und einer nur in Fluidverbindung mit dem zweiten Kompressor (5) stehenden zweiten Saugleitung (26), die mit dem Wärmetauscher (2) verbunden ist, wobei die erste Saugleitung (25) nicht in Fluidverbindung mit der zweiten Saugleitung (26) ist.
2. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 1, umfassend einen ersten Saugbehälter (6), der zwischen dem ersten Kompressor (4) und einem ersten Saugleitungsabschnitt (8) der ersten Saugleitung (25) angeordnet ist, und einen zweiten Saugbehälter (7), der zwischen dem zweiten Kompressor (5) und einem ersten Saugleitungsabschnitt (9) der zweiten Saugleitung (26) angeordnet ist.
3. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 2, wobei zwischen dem ersten Kompressor (4) und dem ersten Saugbehälter (6) ein zweiter Saugleitungsabschnitt (10) der ersten Saugleitung (25) und zwischen dem zweiten Kompressor (5) und dem zweiten Saugbehälter (7) ein zweiter Saugleitungsabschnitt (11) der zweiten Saugleitung (26) angeordnet ist.
4. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 3, wobei der zweite Saugleitungsabschnitt (10) der ersten Saugleitung (25) gleich lang wie der zweite Saugleitungsabschnitt (11) der zweiten Saugleitung (26) ist.
5. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 3 oder 4, wobei der zweite Saugleitungsabschnitt (10) der ersten Saugleitung (25) und der zweite Saugleitungsabschnitt (11) der zweiten Saugleitung (26) gerade sind.
6. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 2 – 5, wobei der erste Saugleitungsabschnitt (8) der ersten Saugleitung (25) gleich lang wie der erste Saugleitungsabschnitt (9) der zweiten Saugleitung (26) ist.

7. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1 – 6, wobei die erste Saugleitung (25) und die zweite Saugleitung (26) frei von Einrichtungen, die dazu eingerichtet sind, Fluidströme aufzuteilen und/oder zu vereinen, insbesondere frei von T-Stücken, sind.

5

8. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1 – 7, wobei der erste Saugleitungsabschnitt (8) der ersten Saugleitung (25) und der erste Saugleitungsabschnitt (9) der zweiten Saugleitung (26) gerade sind.

10

9. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1 – 8, wobei die verfahrenstechnische Anlage (1) symmetrisch zu einer Mittelachse (M_2) des Wärmetauschers (2) aufgebaut ist.

15

10. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1 – 9, umfassend eine Vielzahl an Kompressoren (4, 5, 13, 14, 15) und eine Vielzahl an Saugleitungen (25 – 29).

20

11. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 10, wobei die Kompressoren (4, 5, 13, 14, 15) und/oder die Saugleitungen (25 – 29) gleichmäßig um den Wärmetauscher (2) verteilt angeordnet sind.

12. Verfahrenstechnische Anlage nach Anspruch 11, wobei die Kompressoren (4, 5, 13, 14, 15) und/oder die Saugleitungen (25 – 29) sternförmig angeordnet sind.

25

13. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 10 – 12, wobei erste Saugleitungsabschnitte (8, 9, 19, 20, 21) der Saugleitungen (25 – 29) alle gleich lang sind und wobei zweite Saugleitungsabschnitte (10, 11, 22, 23, 24) der Saugleitungen (25 – 29) alle gleich lang sind.

30

14. Verfahrenstechnische Anlage nach einem der Ansprüche 1 – 13, wobei der Wärmetauscher (2) ein helikaler Wärmetauscher ist.

15. Verfahren zum Herstellen von Flüssiggas mit einer verfahrenstechnischen Anlage (1) nach einem der Ansprüche 1 – 14.

35

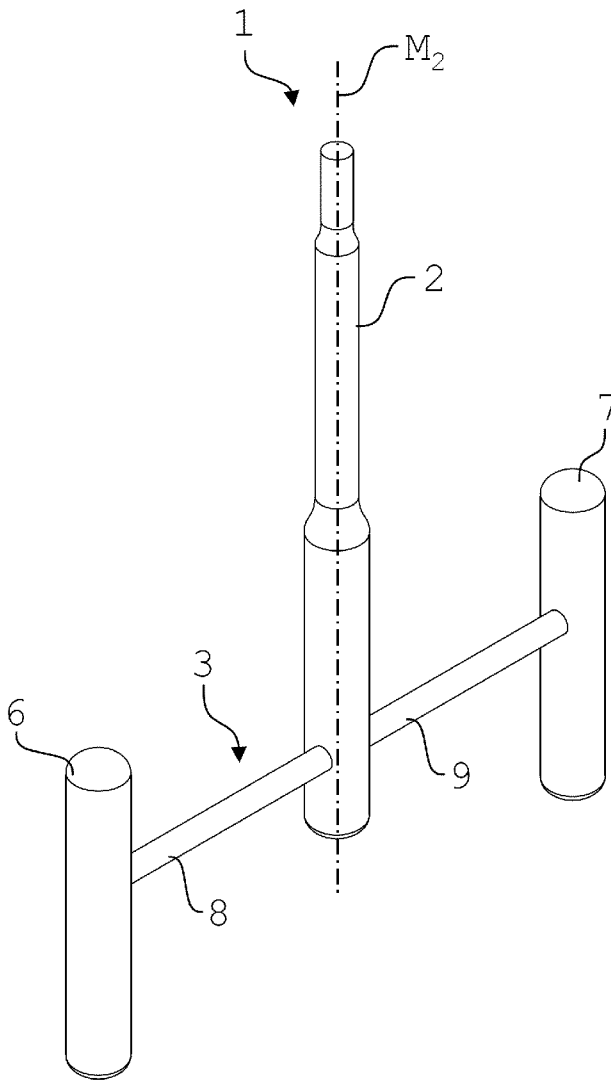


Fig. 1

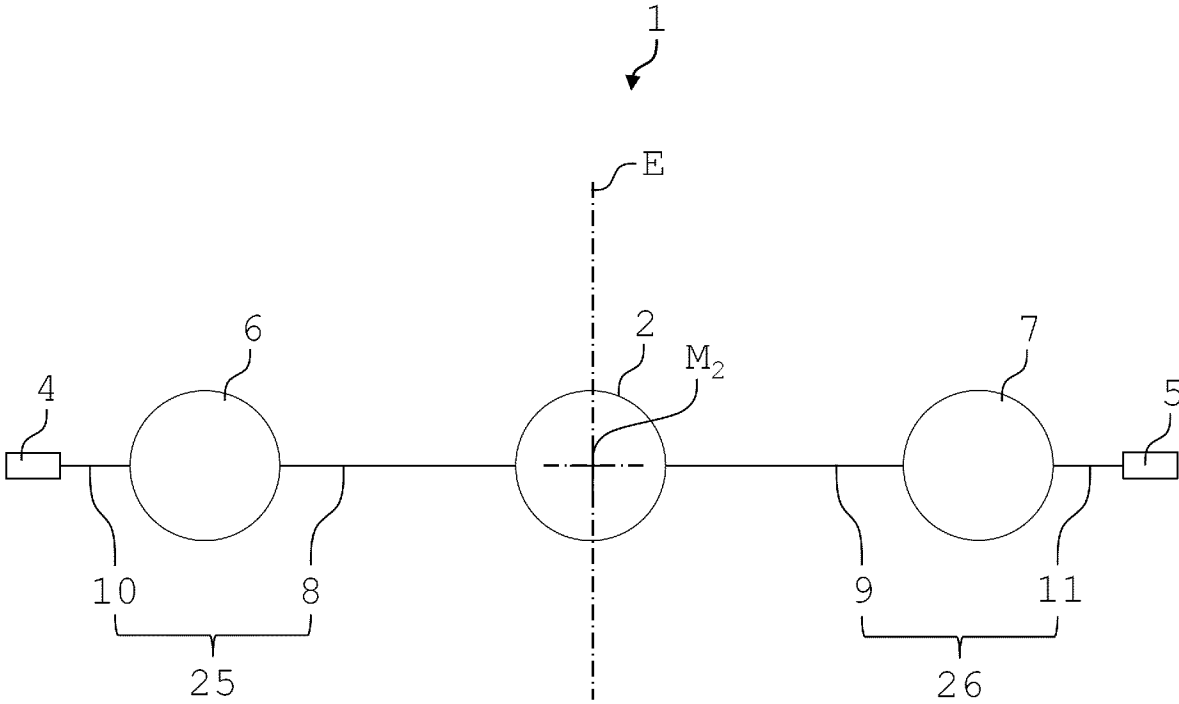


Fig. 2

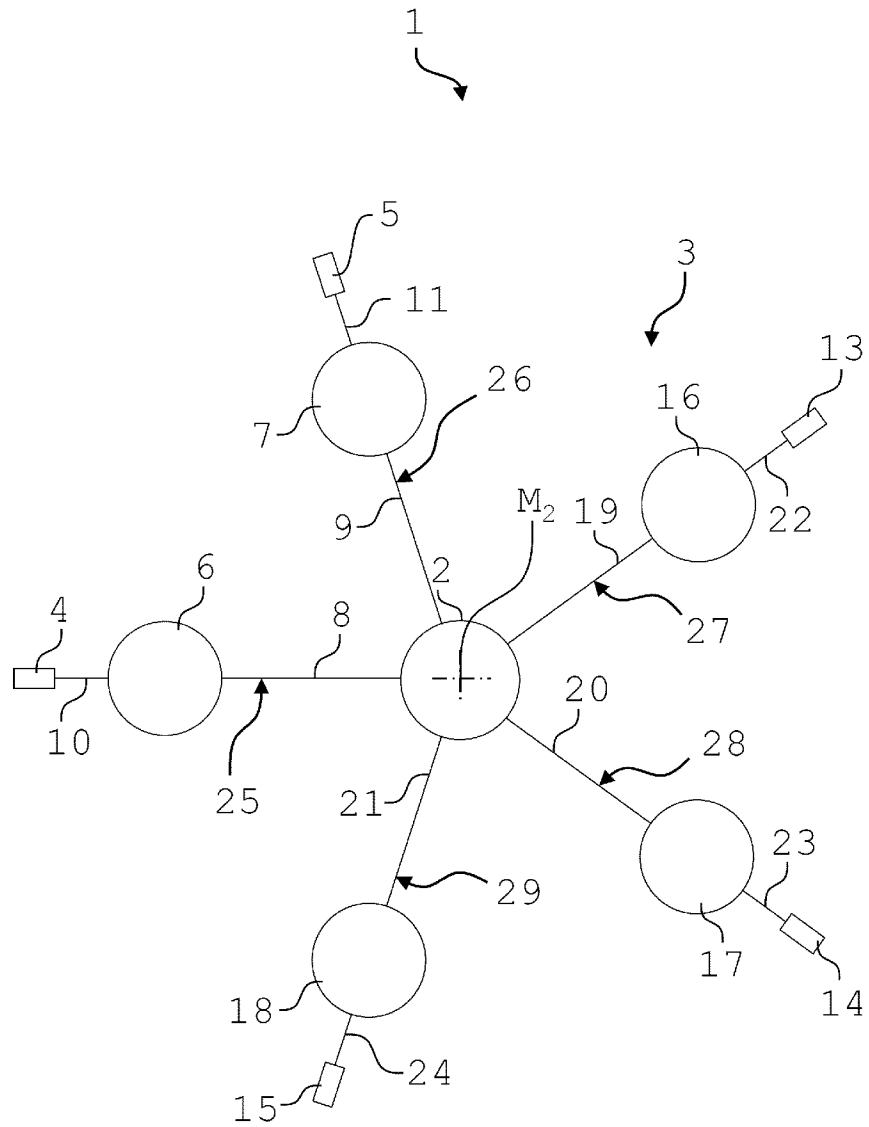


Fig. 3

4/4

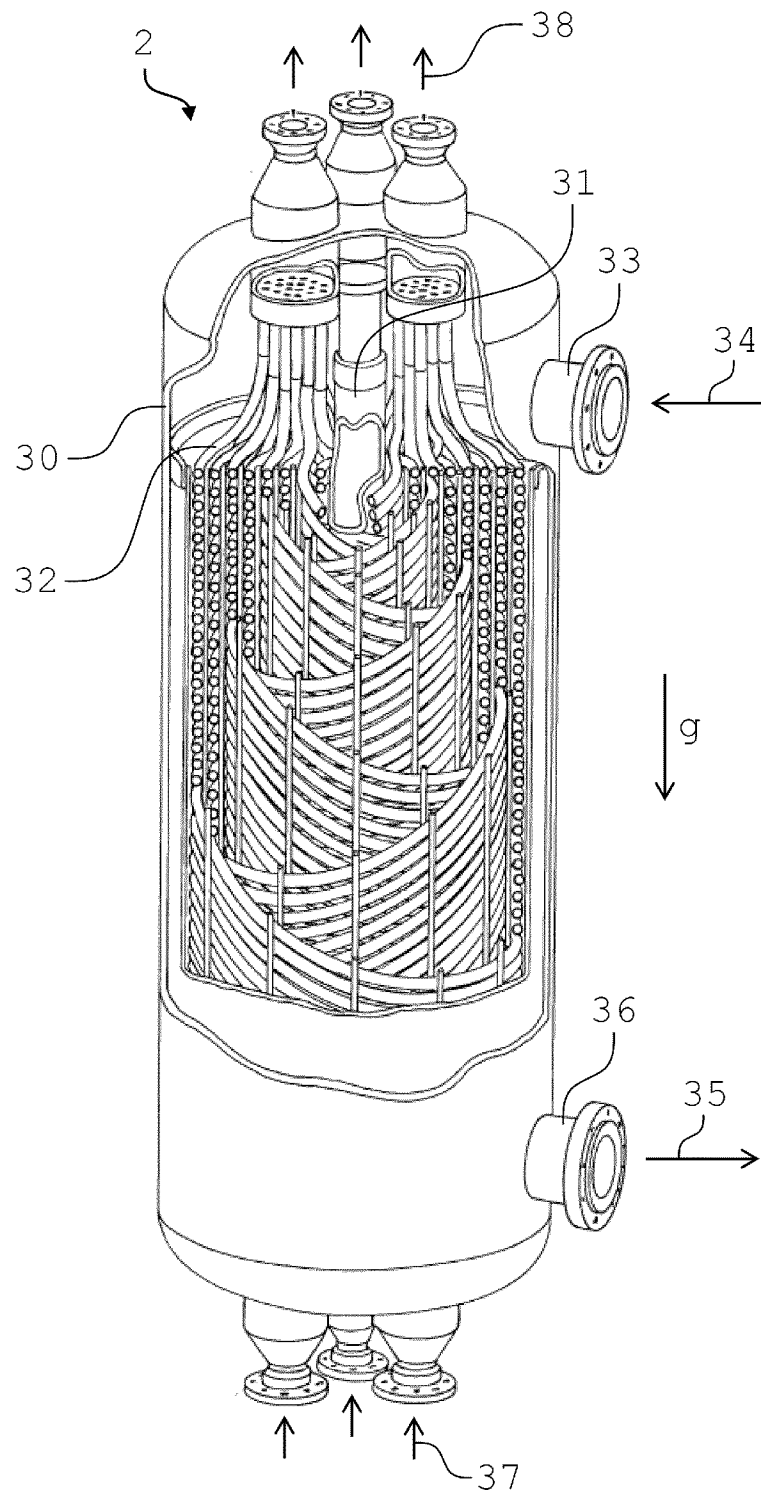


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/059000

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. F04B39/16 F04B41/06 F25J1/02
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 F04B F24J

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.
X	GB 2 454 344 A (SHELL INT RESEARCH [NL]) 6 May 2009 (2009-05-06)	1-8, 10-12, 14,15
A	page 6, line 13 - page 20, line 16; figures 1-3	9,13
X	WO 01/44734 A2 (SHELL INT RESEARCH [NL]; GROOTJANS HENDRIK FRANS [NL]) 21 June 2001 (2001-06-21)	1,15
Y	column 7, line 15 - column 10, line 7; figure 2	2-8,11, 12,14
A		9,13
X	EP 1 580 506 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 28 September 2005 (2005-09-28)	1,15
Y	paragraphs [0073] - [0095]; figure 1	2-8,11, 12,14
A		9,13
	-/--	



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

5 July 2017

Date of mailing of the international search report

12/07/2017

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

Jurado Orenes, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/059000

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/100885 A1 (YORK INT CORP [US]; CRANE CURTIS CHRISTIAN [US]; FEDERMAN ISRAEL [US]) 27 October 2005 (2005-10-27)	1
Y	paragraph [0031] - paragraph [0040]; figure 3	2-8,11, 12,14
A	-----	9,13
Y	US 2012/060552 A1 (VAN DE LISDONK CAROLUS ANTONIUS CORNELIS [NL] ET AL) 15 March 2012 (2012-03-15)	2-8,11, 12,14
A	paragraphs [0040] - [0041]; figure 1 -----	9,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/059000

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2454344 A	06-05-2009	GB 2454344 A	06-05-2009
		US 2009188277 A1	30-07-2009
WO 0144734 A2	21-06-2001	AR 026934 A1	05-03-2003
		AU 767418 B2	06-11-2003
		BR 0016370 A	27-08-2002
		CA 2394147 A1	21-06-2001
		CN 1409811 A	09-04-2003
		DZ 3250 A1	21-06-2001
		EG 22418 A	29-01-2003
		EP 1247053 A2	09-10-2002
		GC 0000159 A	29-06-2005
		NO 20022839 A	13-08-2002
		PE 08252002 A1	24-10-2002
		US 2003000247 A1	02-01-2003
		WO 0144734 A2	21-06-2001
EP 1580506 A1	28-09-2005	EP 1580506 A1	28-09-2005
		JP 5739388 B2	24-06-2015
		JP 2005274127 A	06-10-2005
		JP 2012237554 A	06-12-2012
		US 2005210914 A1	29-09-2005
WO 2005100885 A1	27-10-2005	CA 2561934 A1	27-10-2005
		CN 1969155 A	23-05-2007
		EP 1735574 A1	27-12-2006
		JP 2007532861 A	15-11-2007
		KR 20070008696 A	17-01-2007
		TW I279509 B	21-04-2007
		US 2005223724 A1	13-10-2005
		US 2007107449 A1	17-05-2007
		WO 2005100885 A1	27-10-2005
US 2012060552 A1	15-03-2012	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F04B39/16 F04B41/06 F25J1/02
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F25J F04B F24J

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.
X	GB 2 454 344 A (SHELL INT RESEARCH [NL]) 6. Mai 2009 (2009-05-06)	1-8, 10-12, 14,15 9,13
A	Seite 6, Zeile 13 - Seite 20, Zeile 16; Abbildungen 1-3	
X	WO 01/44734 A2 (SHELL INT RESEARCH [NL]; GROOTJANS HENDRIK FRANS [NL]) 21. Juni 2001 (2001-06-21)	1,15
Y	Spalte 7, Zeile 15 - Spalte 10, Zeile 7; Abbildung 2	2-8,11, 12,14 9,13
A		
X	EP 1 580 506 A1 (AIR PROD & CHEM [US]) 28. September 2005 (2005-09-28)	1,15
Y	Absätze [0073] - [0095]; Abbildung 1	2-8,11, 12,14 9,13
A		
	-/-	



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

5. Juli 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/07/2017

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

Jurado Orenes, A

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/100885 A1 (YORK INT CORP [US]; CRANE CURTIS CHRISTIAN [US]; FEDERMAN ISRAEL [US]) 27. Oktober 2005 (2005-10-27)	1
Y	Absatz [0031] - Absatz [0040]; Abbildung 3	2-8,11, 12,14
A	-----	9,13
Y	US 2012/060552 A1 (VAN DE LISDONK CAROLUS ANTONIUS CORNELIS [NL] ET AL) 15. März 2012 (2012-03-15)	2-8,11, 12,14
A	Absätze [0040] - [0041]; Abbildung 1 -----	9,13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/059000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
GB 2454344	A	06-05-2009	GB	2454344 A		06-05-2009
			US	2009188277 A1		30-07-2009

WO 0144734	A2	21-06-2001	AR	026934 A1		05-03-2003
			AU	767418 B2		06-11-2003
			BR	0016370 A		27-08-2002
			CA	2394147 A1		21-06-2001
			CN	1409811 A		09-04-2003
			DZ	3250 A1		21-06-2001
			EG	22418 A		29-01-2003
			EP	1247053 A2		09-10-2002
			GC	0000159 A		29-06-2005
			NO	20022839 A		13-08-2002
			PE	08252002 A1		24-10-2002
			US	2003000247 A1		02-01-2003
			WO	0144734 A2		21-06-2001

EP 1580506	A1	28-09-2005	EP	1580506 A1		28-09-2005
			JP	5739388 B2		24-06-2015
			JP	2005274127 A		06-10-2005
			JP	2012237554 A		06-12-2012
			US	2005210914 A1		29-09-2005

WO 2005100885	A1	27-10-2005	CA	2561934 A1		27-10-2005
			CN	1969155 A		23-05-2007
			EP	1735574 A1		27-12-2006
			JP	2007532861 A		15-11-2007
			KR	20070008696 A		17-01-2007
			TW	I279509 B		21-04-2007
			US	2005223724 A1		13-10-2005
			US	2007107449 A1		17-05-2007
			WO	2005100885 A1		27-10-2005

US 2012060552	A1	15-03-2012	KEINE			
