



(11) **EP 2 015 012 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
14.01.2009 Patentblatt 2009/03

(51) Int Cl.:
F25J 3/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08012052.0**

(22) Anmeldetag: **03.07.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(72) Erfinder:
• **Rottmann, Dietrich**
81737 München (DE)
• **Schliebitz, Florian**
80803 München (DE)

(30) Priorität: **07.07.2007 DE 102007031765**

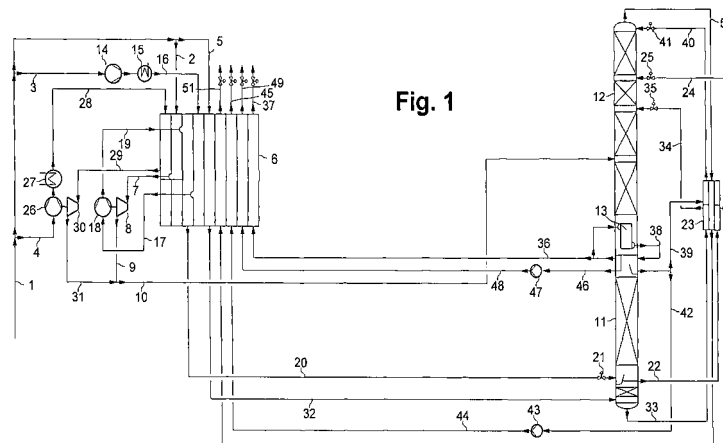
(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar**
Linde AG
Legal Services Intellectual Property
Dr.-Carl-von-Linde-Straße 6-14
82049 Pullach (DE)

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80807 München (DE)

(54) **Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft**

(57) Das Verfahren und die Vorrichtung dienen zur Tieftemperaturzerlegung von Luft in einem Destilliersäulen-System, das mindestens eine Hochdrucksäule (11) und eine Niederdrucksäule (12) aufweist. Einsatzluft (20, 32) wird in die Hochdrucksäule (11) eingeleitet. Ein flüssiger Produktstrom (42; 46) wird aus dem Destilliersäulen-System entnommen, in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht (43; 47) und unter diesem erhöhten Druck durch indirekten Wärmeaustausch (6) verdampft oder pseudo-verdampft und schließlich als gasförmiger Produktstrom (45; 49) abgezogen. Die gesamte Einsatzluft (1) wird in einem Hauptluftverdichter auf einen ersten Druck verdichtet, der mindestens gleich dem Betriebsdruck der Hochdrucksäule (11) ist und anschließend in einer Reinigungsvorrichtung gereinigt. Ein erster Teilstrom (2, 7) der Einsatzluft wird unter etwa dem ersten Druck einer ersten Entspannungsmaschine (8) zuge-

führt, dort arbeitsleistend auf etwa den Betriebsdruck der Niederdrucksäule (12) entspannt und anschließend in die Niederdrucksäule (12) eingeführt (10). Ein zweiter Teilstrom (3) der Einsatzluft wird in einem ersten Nachverdichter (14) auf einen zweiten Druck verdichtet, der höher als der erste Druck ist. Mindestens ein Teil (17) des zweiten Teilstroms (16) stromabwärts der Verdichtung wird in einem zweiten Nachverdichter (18) auf einen dritten Druck nachverdichtet, der höher als der zweite Druck ist, dem indirekten Wärmeaustausch (6) zur Verdampfung beziehungsweise Pseudo-Verdampfung des flüssigen Produktstroms zugeführt und anschließend in das Destilliersäulen-System eingeleitet (20). Der zweite Nachverdichter (18) ist als Kaltverdichter ausgebildet. Mindestens ein Teil der mechanischen Energie, die bei der arbeitsleistenden Entspannung (8) des ersten Teilstroms (7) erzeugt wird, wird zum Antrieb des zweiten Nachverdichters (18) verwendet.



EP 2 015 012 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren durch Tief-temperaturzerlegung von Luft, insbesondere zur Erzeugung von gasförmigem Drucksauerstoff.

[0002] Verfahren und Vorrichtungen zur Tief-temperaturzerlegung von Luft sind zum Beispiel aus Hausen/Linde, Tieftemperaturtechnik, 2. Auflage 1985, Kapitel 4 (Seiten 281 bis 337) bekannt.

[0003] Das Destilliersäulen-System der Erfindung kann als Zweisäulensystem (zum Beispiel als klassisches Linde-Doppelsäulensystem), oder auch als Drei- oder Mehrsäulensystem ausgebildet sein. Zusätzlich zu den Kolonnen zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung können weitere Vorrichtungen zur Gewinnung anderer Luftkomponenten, insbesondere von Edelgasen vorgesehen sein, beispielsweise eine Argon- oder eine Krypton-Xenon-Gewinnung.

[0004] Die Erfindung betrifft insbesondere ein Verfahren, in dem mindestens ein gasförmiges Druckprodukt gewonnen wird, indem ein flüssiger Produktstrom aus dem Destilliersäulen-System zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung entnommen, in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht und unter diesem erhöhten Druck durch indirektem Wärmeaustausch verdampft oder (bei überkritischem Druck) pseudo-verdampft wird. Derartige Innenverdichtungsverfahren sind zum Beispiel bekannt aus DE 830805, DE 901542 (= US 2712738/US 2784572), DE 952908, DE 1103363 (= US 3083544), DE 1112997 (= US 3214925), DE 1124529, DE 1117616 (= US 3280574), DE 1226616 (= US 3216206), DE 1229561 (= US 3222878), DE 1199293, DE 1187248 (= US 3371496), DE 1235347, DE 1258882 (= US 3426543), DE 1263037 (= US 3401531), DE 1501722 (= US 3416323), DE 1501723 (= US 3500651), DE 2535132 (= US 4279631), DE 2646690, EP 93448 B1 (= US 4555256), EP 384483 B1 (= US 5036672), EP 505812 B1 (= US 5263328), EP 716280 B1 (= US 5644934), EP 842385 B1 (= US 5953937), EP 758733 B1 (= US 5845517), EP 895045 B1 (= US 6038885), DE 19803437 A1, EP 949471 B1 (= US 6185960 B1), EP 955509 A1 (= US 6196022 B1), EP 1031804 A1 (= US 6314755), DE 19909744 A1, EP 1067345 A1 (= US 6336345), EP 1074805 A1 (= US 6332337), DE 19954593 A1, EP 1134525 A1 (= US 6477860), DE 10013073 A1, EP 1139046 A1, EP 1146301 A1, EP 1150082 A1, EP 1213552 A1, DE 10115258 A1, EP 1284404 A1 (= US 2003051504 A1), EP 1308680 A1 (= US 6612129 B2), DE 10213212 A1, DE 10213211 A1, EP 1357342 A1 oder DE 10238282 A1.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein derartiges Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung wirtschaftlich besonders günstig zu gestalten.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0007] Der Antrieb des Kaltverdichters durch die erste Entspannungsmaschine ist insbesondere energetisch besonders günstig. Bei vielen Innenverdichtungsverfahren,

die mit relativ hohem Luftdruck gefahren werden, weist die Einsatzluft ein Druckpotential auf, das in der beziehungsweise den Entspannungsmaschinen mehr Kälte erzeugen würde, als in dem Prozess verwendet werden kann. Die überschüssige Energie wird bei der Erfindung zum Antrieb des Kaltverdichters genutzt, der den zweiten Teilstrom der Einsatzluft auf einen besonders hohen Druck bringt.

[0008] Vorzugsweise weist das Verfahren eine zweite Entspannungsmaschine auf, in der ein dritter Teilstrom der Einsatzluft arbeitsleistend entspannt wird. Der Austrittsdruck der zweiten Entspannungsmaschine liegt beispielsweise etwa auf dem Niveau der Niederdrucksäule oder der Hochdrucksäule. Je nachdem wird die entspannte Luft in die Niederdrucksäule oder in die Hochdrucksäule eingeleitet.

[0009] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1 eine erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zwei Einblaseturbinen,

Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel, bei dem eine Turbine in die Hochdrucksäule entspannt,

Figur 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel mit zwei Einblaseturbinen und

Figur 4 ein viertes Ausführungsbeispiel, das Aspekte der Figuren 2 und 3 kombiniert.

[0010] In Figur 1 wird atmosphärische Luft in einem Hauptluftverdichter auf einen ersten Druck von beispielsweise 5 bis 7,5 bar, vorzugsweise 5,5 bis 6 bar verdichtet und anschließend in einer Reinigungsvorrichtung gereinigt (nicht dargestellt). Die gereinigte Einsatzluft 1 wird unter etwa dem ersten Druck auf vier Teilströme 2, 3, 4, 5 aufgeteilt.

[0011] Der erste Teilstrom 2 wird dem warmen Ende eines Hauptwärmetauschers 6 zugeführt, dort auf eine erste Zwischentemperatur abgekühlt, über Leitung 7 wieder entnommen und in einer ersten Entspannungsmaschine 8 arbeitsleistend auf einen Druck von beispielsweise 1,3 bis 1,8 bar, vorzugsweise 1,3 bis 1,6 bar entspannt. Der arbeitsleistend entspannte erste Teilstrom wird über die Leitungen 9 und 10 in die Niederdrucksäule 12 eines Destilliersäulen-Systems eingeleitet, das außerdem eine Hochdrucksäule 11 und einen Hauptkondensator 13 aufweist.

[0012] Der zweite Teilstrom 3 der Einsatzluft wird in einem ersten Nachverdichter 14 auf einen zweiten Druck von beispielsweise 29 bis 60 bar, vorzugsweise 35 bis 50 bar nachverdichtet und strömt nach Abkühlung in einem Nachkühler 15 über Leitung 16 ebenfalls dem warmen Ende des Hauptwärmetauschers 6 zu. Bei einer zweiten Zwischentemperatur wird der zweite Teilstrom über Leitung 17 entnommen und einem zweiten Nachverdichter 18 zugeführt, der als Kaltverdichter ausgebil-

det und mechanisch mit der ersten Entspannungsmaschine 8 gekoppelt ist. Der Austrittsdruck des Kaltverdichters 18 ("dritter Druck") beträgt beispielsweise 40 bis 85 bar, vorzugsweise 45 bis 70 bar. Über Leitung 19 wird die Hochdruckluft bei einer dritten Zwischentemperatur, die höher als die erste Zwischentemperatur ist, in den Hauptwärmetauscher 6 eingeführt und durchströmt diesen bis zum kalten Ende. Der dritte Teilstrom 19 unter dem dritten Druck wird in dem Hauptwärmetauscher abgekühlt und kondensiert oder (bei überkritischem Druck) pseudo-kondensiert. Die kalte Hochdruckluft 20 wird in einem Drosselventil 21 auf etwa den Betriebsdruck der Hochdrucksäule 11 entspannt, der beispielsweise 5 bis 7,5 bar, vorzugsweise 5,5 bis 6 bar beträgt, und in die Hochdrucksäule eingeleitet. Mindestens ein Teil der eingeleiteten Flüssigluft wird über Leitung 22 wieder entnommen, in einem Unterkühlungs-Gegenströmer 23 abgekühlt und über Leitung 24 und Drosselventil 25 in die Niederdrucksäule 12 eingespeist.

[0013] Der dritte Teilstrom 4 der Einsatzluft wird in einem dritten Nachverdichter 26 mit Nachkühler 27 auf einen vierten Druck von beispielsweise 7,5 bis 11 bar, vorzugsweise 8 bis 9 bar nachverdichtet und über Leitung 28 zum Hauptwärmetauscher 6 geführt. Bei einer vierten Zwischentemperatur wird der abgekühlte dritte Teilstrom 29 einer zweiten Entspannungsmaschine 30 zugeleitet und dort arbeitsleistend auf einen Druck von beispielsweise 1,3 bis 1,8 bar, vorzugsweise 1,3 bis 1,6 bar entspannt. Der arbeitsleistend entspannte dritte Teilstrom 31 wird gemeinsam mit dem ersten Teilstrom 9 über Leitung 10 der Niederdrucksäule 12 zugeleitet. Die zweite Entspannungsmaschine 30 ist mechanisch mit dem dritten Nachverdichter 26 gekoppelt und treibt diesen an. Beide Entspannungsmaschinen sind vorzugsweise als Turboexpander ausgebildet und entspannen auf etwa den Druck der Niederdrucksäule (Einblaseturbinen).

[0014] Der vierte Teilstrom 5 der Einsatzluft durchströmt unter etwa dem ersten Druck den Hauptwärmetauscher 6 und wird über Leitung 32 gasförmig dem Sumpf der Hochdrucksäule 11 zugeleitet.

[0015] Flüssiger Rohsauerstoff 33 wird in dem Unterkühlungs-Gegenströmer 23 abgekühlt und über Leitung 34 und Drosselventil 35 in die Niederdrucksäule 12 eingespeist. Ein Teil des Kopfgases der Hochdrucksäule 11 wird über Leitung 36 abgezogen, im Hauptwärmetauscher 6 auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt und schließlich bei 37 als gasförmiges Mitteldruckstickstoffprodukt abgezogen. Der Rest des Kopfgases wird im Hauptkondensator 13 kondensiert. Der dabei gewonnene Flüssigstickstoff 38 wird zu einem ersten Teil 39 über den Unterkühlungs-Gegenströmer 23, eine Leitung 40 und ein Drosselventil 41 als Rücklauf auf den Kopf der Niederdrucksäule 12 aufgegeben. Ein zweiter Teil dient als Rücklauf in der Hochdrucksäule 11. Ein dritter Teil 42 wird in einer Stickstoffpumpe 43 in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck von beispielsweise 10 bis 50 bar, vorzugsweise 10 bis 15 bar gebracht, über Leitung 44 zum Hauptwärmetauscher 6 geführt und dort unter

diesem erhöhten Druck durch indirekten Wärmeaustausch mit Einsatzluft verdampft oder pseudo-verdampft und auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt. Er verlässt die Anlage über Leitung 45 als gasförmiges Druckstickstoffprodukt.

[0016] Vom Sumpf der Niederdrucksäule 12 wird flüssiger Sauerstoff 46 abgezogen, in einer Sauerstoffpumpe 47 in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck von beispielsweise 10 bis 50 bar, vorzugsweise 12 bis 40 bar gebracht, über Leitung 48 zum Hauptwärmetauscher 6 geführt und dort unter diesem erhöhten Druck durch indirekten Wärmeaustausch mit Einsatzluft verdampft oder pseudo-verdampft und auf etwa Umgebungstemperatur angewärmt. Er verlässt die Anlage über Leitung 49 als gasförmiges Drucksauerstoffprodukt.

[0017] Vom Kopf der Niederdrucksäule 12 wird gasförmiger Stickstoff 50 abgezogen und im Unterkühlungs-Gegenströmer 23 und im Hauptwärmetauscher 6 angewärmt. Der warme drucklose Stickstoff 51 kann als Produkt genutzt, verworfen und/oder in der Anlage als Regeneriergas in der nicht dargestellten Reinigungsvorrichtung und/oder als trockenes Gas in einem Verdunstungskühler zur Abkühlung von Kühlwasser verwendet werden.

[0018] Figur 2 unterscheidet sich dadurch von Figur 1, dass der Austrittsdruck der zweiten Entspannungsmaschine 130 höher ist, nämlich auf dem Niveau des Betriebsdrucks der Hochdrucksäule 11 liegt. Folglich wird der arbeitsleistend entspannte dritte Teilstrom 131 hier mit dem kalten vierten Teilstrom vereinigt und über Leitung 132 der Hochdrucksäule 11 zugeführt.

[0019] Bei dem Verfahren von Figur 2 werden außerdem Flüssigprodukte gewonnen, indem ein Teil 136 des flüssigen Sauerstoffs aus dem Sumpf der Niederdrucksäule 12 als Flüssigsauerstoffprodukt (LOX) und ein Teil des im Hauptkondensator 13 erzeugten flüssigen Stickstoffs 142a, 142b als Flüssigstickstoffprodukt (LIN) abgezogen wird.

[0020] Rücklaufflüssigkeit 139 - 140 - 141 für die Niederdrucksäule 12 wird der Hochdrucksäule 11 hier an einer Zwischenstelle entnommen.

[0021] Das Verfahren der Figur 3 unterscheidet sich von Figur 1 dadurch, dass der erste, der zweite und der dritte Teilstrom zunächst gemeinsam (203) in einem vierten Nachverdichter 214 mit Nachkühler 215 auf einen Zwischendruck nachverdichtet werden. (Die Nachverdichter 214 und 14 können dabei von verschiedenen Stufen derselben Maschine gebildet werden.) Erst anschließend wird der Strom unter dem Zwischendruck auf den ersten Teilstrom 2, den zweiten Teilstrom 3 und den vierten Teilstrom 4 aufgeteilt. Dadurch ergeben sich höhere Eintrittsdrücke an den beiden Turbinen 8, 30, nämlich beispielsweise 12 bis 16 bar, vorzugsweise 12 bis 14 bar an der ersten Entspannungsmaschine 8 ("zweiter Druck") und beispielsweise 12 bis 16 bar, vorzugsweise 12 bis 14 bar an der zweiten Entspannungsmaschine 30 ("Zwischendruck"). Hierdurch lässt sich ein relativ großer Anteil der Produkte in flüssiger Form gewinnen. Die Flüssig-

sigproduktentnahme erfolgt analog zu Figur 2 aus dem Sumpf der Niederdrucksäule 12 (LOX mit einer Reinheit von 99,5 % über Leitungen 146a, 146b und/oder LIN über Leitungen 142a, 142b). Rücklaufflüssigkeit 139 - 140 -141 für die Niederdrucksäule 12 wird der Hochdrucksäule 11 hier an einer Zwischenstelle entnommen.

[0022] Der innenzuverdichtende flüssige Sauerstoff 46 wird mit einer niedrigeren Reinheit von etwa 95 % von einer Zwischenstelle der Niederdrucksäule 12 abgezogen. Zusätzlich kann ein zweites, reineres Sauerstoffprodukt 346, 348, 349 durch Innenverdichtung (zweite Sauerstoffpumpe 347) gewonnen werden. Wegen der Reinsauerstoffgewinnung muss der Luftdruck etwas höher als in den vorbeschriebenen Ausführungsbeispielen sein. Er liegt bei beispielsweise 6 bis 7,5 bar, vorzugsweise 6 bis 7 bar.

[0023] Figur 4 kombiniert die Luftführung der Figur 2 mit der Produktentnahme der Figur 3.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Tieftemperaturzerlegung von Luft in einem Destilliersäulen-System, das mindestens eine Hochdrucksäule (11) und eine Niederdrucksäule (12) aufweist, bei dem

- Einsatzluft (20, 32, 132) in die Hochdrucksäule (11) eingeleitet wird,
- ein flüssiger Produktstrom (42; 46; 346) aus dem Destilliersäulen-System entnommen, in flüssigem Zustand auf einen erhöhten Druck gebracht (43; 47; 347) und unter diesem erhöhten Druck durch indirekten Wärmeaustausch (6) verdampft oder pseudo-verdampft und schließlich als gasförmiger Produktstrom (45; 49; 349) abgezogen wird,
- die gesamte Einsatzluft (1) in einem Hauptluftverdichter auf einen ersten Druck verdichtet wird, der mindestens gleich dem Betriebsdruck der Hochdrucksäule (11) ist,
- und anschließend in einer Reinigungsvorrichtung gereinigt wird,
- ein erster Teilstrom (2, 7) der Einsatzluft unter etwa dem ersten Druck einer ersten Entspannungsmaschine (8) zugeführt, dort arbeitsleistend auf etwa den Betriebsdruck der Niederdrucksäule (12) entspannt und anschließend in die Niederdrucksäule (12) eingeführt (10) wird,
- ein zweiter Teilstrom (3) der Einsatzluft in einem ersten Nachverdichter (14) auf einen zweiten Druck verdichtet wird, der höher als der erste Druck ist, und
- mindestens ein Teil (17) des zweiten Teilstroms (16) stromabwärts der Verdichtung in einem zweiten Nachverdichter (18) auf einen dritten Druck nachverdichtet wird, der höher als der zweite Druck ist, dem indirekten Wärmeaus-

tausch (6) zur Verdampfung beziehungsweise Pseudo-Verdampfung des flüssigen Produktstroms zugeführt und anschließend in das Destilliersäulen-System eingeleitet (20) wird,

wobei der zweite Nachverdichter (18) als Kaltverdichter ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

- mindestens ein Teil der mechanischen Energie, die bei der arbeitsleistenden Entspannung (8) des ersten Teilstroms (7) erzeugt wird, zum Antrieb des zweiten Nachverdichters (18) verwendet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein dritter Teilstrom (4) der Einsatzluft in einer zweiten Entspannungsmaschine (30, 130) arbeitsleistend entspannt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der arbeitsleistend entspannte dritte Teilstrom (31) in die Niederdrucksäule (12) eingeleitet (10) wird.

4. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der arbeitsleistend entspannte dritte Teilstrom (131) in die Hochdrucksäule (11) eingeleitet (132) wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die gesamte Einsatzluft (1) in dem Hauptluftverdichter auf einen ersten Druck verdichtet wird, der mehr als 1 bar, insbesondere mehr als 3 bar über dem Betriebsdruck der Hochdrucksäule (11) liegt.

6. Vorrichtung zur Tieftemperaturzerlegung von Luft

- mit einem Destilliersäulen-System, das mindestens eine Hochdrucksäule (11) und eine Niederdrucksäule (12) aufweist,
- mit Mitteln zum Einleiten von Einsatzluft (20, 32, 132) in die Hochdrucksäule (11),
- mit Mitteln zum Entnehmen eines flüssigen Produktstroms (42; 46; 346) aus dem Destilliersäulen-System, die Mittel zur Druckerhöhung im flüssigen Zustand (43; 47; 347) aufweisen und durch Mittel zum Verdampfen oder Pseudo-Verdampfen durch indirekten Wärmeaustausch (6) und verdampft oder pseudo-verdampft zu Mitteln zur Entnahme als gasförmiger Produktstrom (45; 49; 349) führen,
- mit einem Hauptluftverdichter zum Verdichten der gesamten Einsatzluft (1) auf einen ersten Druck verdichtet wird, der mindestens gleich dem Betriebsdruck der Hochdrucksäule (11) ist,
- mit einer Reinigungsvorrichtung zur Reinigung

der verdichteten Einsatzluft,

- mit Mitteln zum Zuführen eines ersten Teilstroms (2, 7) der Einsatzluft unter etwa dem ersten Druck zu einer ersten Entspannungsmaschine (8), und mit Mitteln zum Einführen der in der ersten Entspannungsmaschine (8) arbeitend entspannten Luft in die Niederdrucksäule (12), 5
- mit einem ersten Nachverdichter (14) zum Verdichten eines zweiten Teilstroms (3) der Einsatzluft auf einen zweiten Druck verdichtet wird, der höher als der erste Druck ist, und 10
- einem zweiten Nachverdichter (18) zum Verdichten mindestens eines Teils (17) des zweiten Teilstroms (16) stromabwärts des ersten Nachverdichters auf einen dritten Druck, der höher als der zweite Druck ist, und 15
- mit Mitteln zum Zuführen des zweiten Teilstroms stromabwärts des zweiten Nachverdichters zu dem indirekten Wärmeaustausch (6) zur Verdampfung beziehungsweise Pseudo-Verdampfung des flüssigen Produktstroms und zum Zuführen des zweiten Teilstroms stromabwärts des indirekten Wärmeaustauschs (6) in das Destilliersäulen-System eingeleitet (20) 20
- wird, 25
- wobei der zweite Nachverdichter (18) als Kaltverdichter ausgebildet ist,

gekennzeichnet durch

- Mittel zur Übertragung mindestens eines Teils der mechanischen Energie, die in der ersten Entspannungsmaschine (8) gewonnen wird auf den Antrieb des zweiten Nachverdichters (18). 30

40

45

50

55

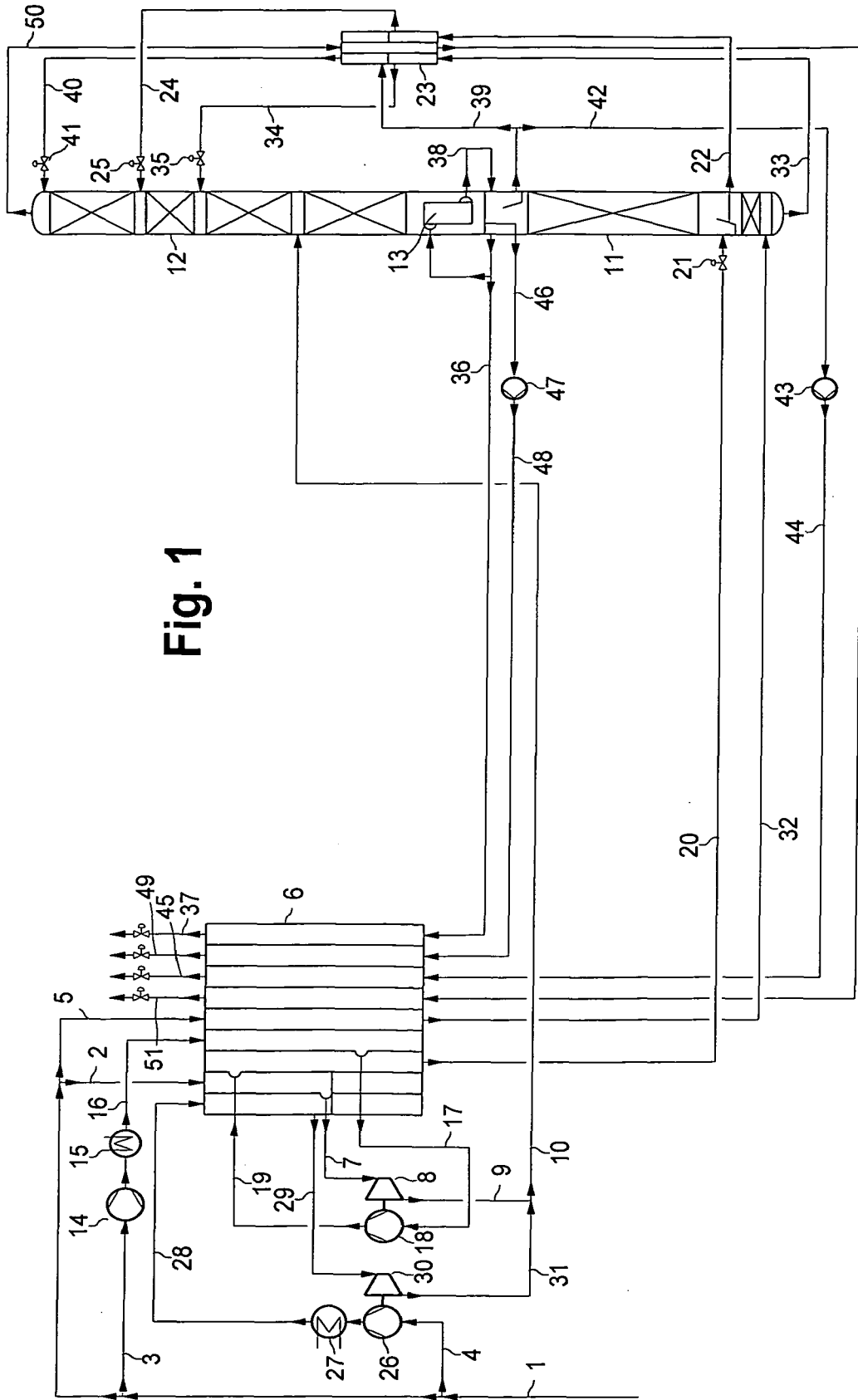


Fig. 1

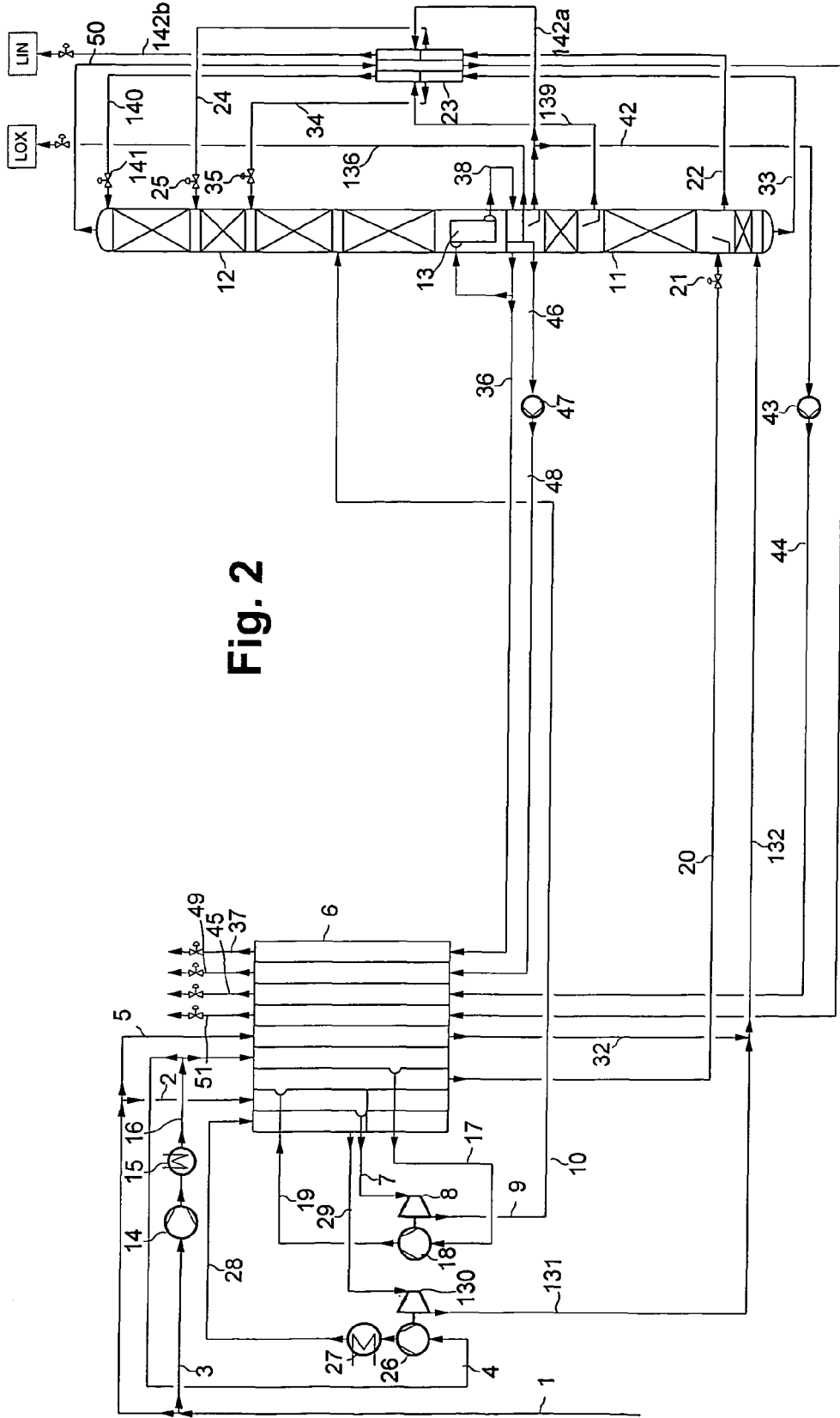


Fig. 2

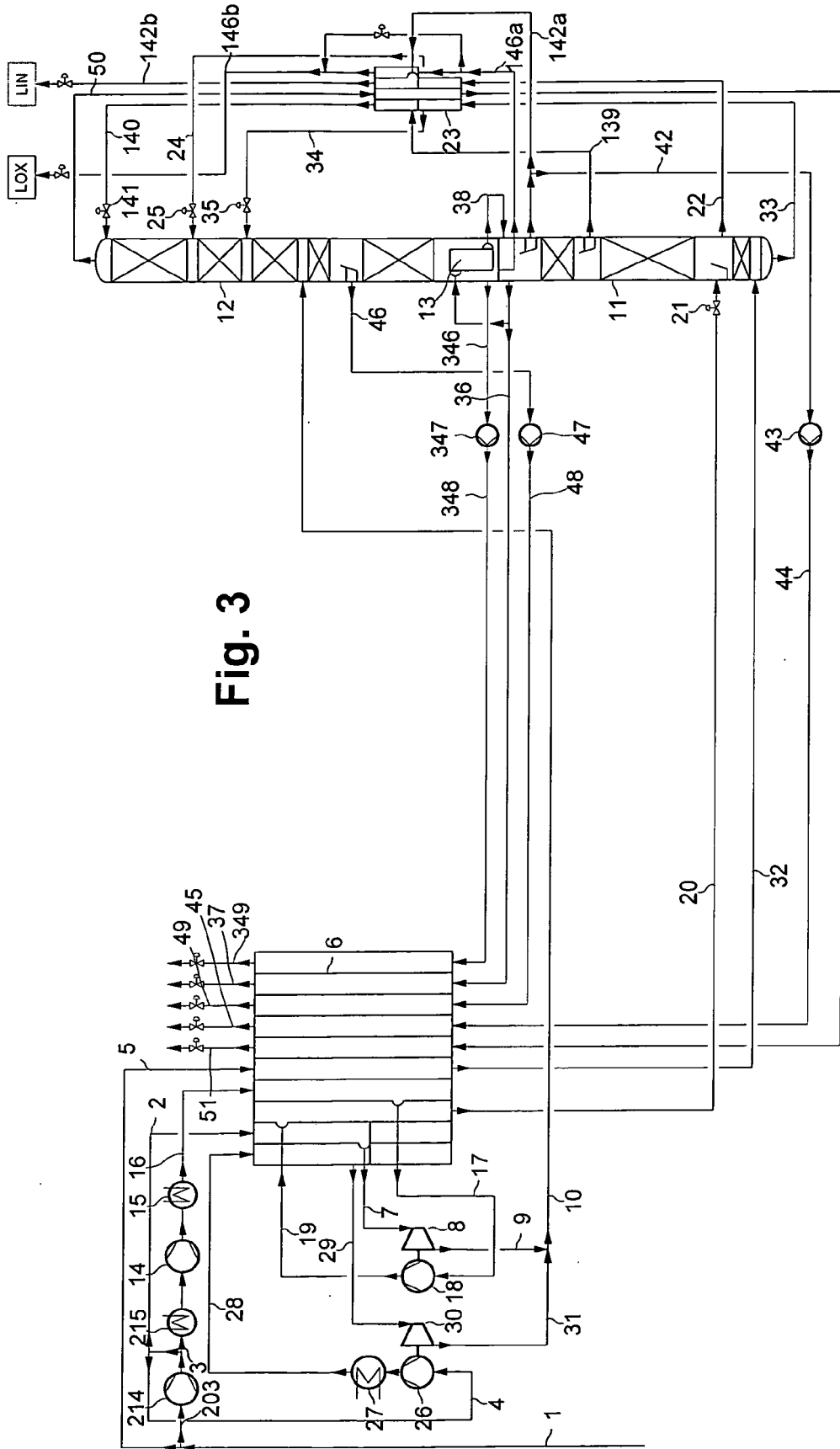


Fig. 3

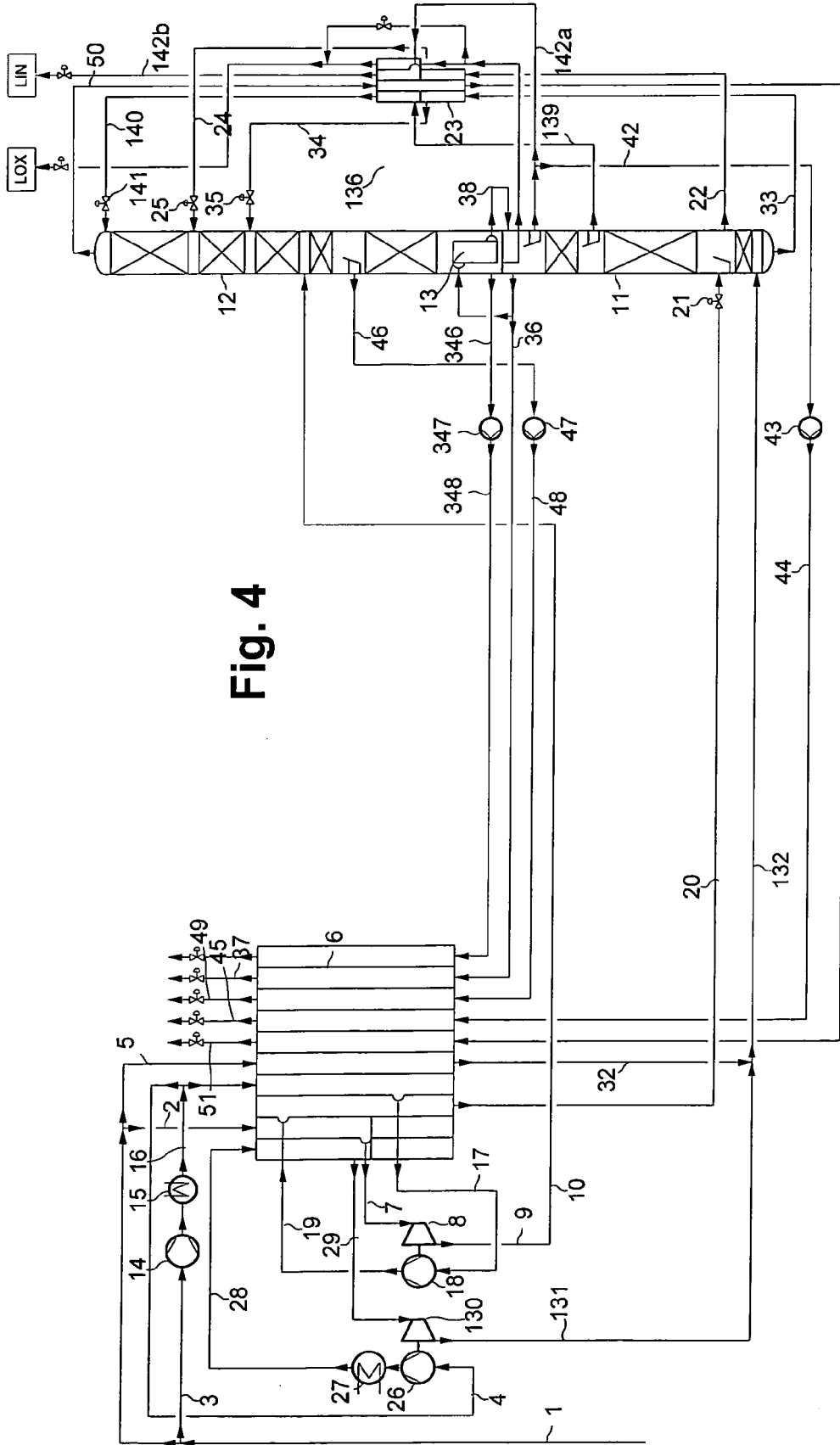


Fig. 4

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

- DE 830805 [0004]
- DE 901542 [0004]
- US 2712738 A [0004]
- US 2784572 A [0004]
- DE 952908 [0004]
- DE 1103363 [0004]
- US 3083544 A [0004]
- DE 1112997 [0004]
- US 3214925 A [0004]
- DE 1124529 [0004]
- DE 1117616 [0004]
- US 3280574 A [0004]
- DE 1226616 [0004]
- US 3216206 A [0004]
- DE 1229561 [0004]
- US 3222878 A [0004]
- DE 1199293 [0004]
- DE 1187248 [0004]
- US 3371496 A [0004]
- DE 1235347 [0004]
- DE 1258882 [0004]
- US 3426543 A [0004]
- DE 1263037 [0004]
- US 3401531 A [0004]
- DE 1501722 [0004]
- US 3416323 A [0004]
- DE 1501723 [0004]
- US 3500651 A [0004]
- DE 2535132 [0004]
- US 4279631 A [0004]
- DE 2646690 [0004]
- EP 93448 B1 [0004]
- US 4555256 A [0004]
- EP 384483 B1 [0004]
- US 5036672 A [0004]
- EP 505812 B1 [0004]
- US 5263328 A [0004]
- EP 716280 B1 [0004]
- US 5644934 A [0004]
- EP 842385 B1 [0004]
- US 5953937 A [0004]
- EP 758733 B1 [0004]
- US 5845517 A [0004]
- EP 895045 B1 [0004]
- US 6038885 A [0004]
- DE 19803437 A1 [0004]
- EP 949471 B1 [0004]
- US 6185960 B1 [0004]
- EP 955509 A1 [0004]
- US 6196022 B1 [0004]
- EP 1031804 A1 [0004]
- US 6314755 B [0004]
- DE 19909744 A1 [0004]
- EP 1067345 A1 [0004]
- US 6336345 B [0004]
- EP 1074805 A1 [0004]
- US 6332337 B [0004]
- DE 19954593 A1 [0004]
- EP 1134525 A1 [0004]
- US 6477860 B [0004]
- DE 10013073 A1 [0004]
- EP 1139046 A1 [0004]
- EP 1146301 A1 [0004]
- EP 1150082 A1 [0004]
- EP 1213552 A1 [0004]
- DE 10115258 A1 [0004]
- EP 1284404 A1 [0004]
- US 2003051504 A1 [0004]
- EP 1308680 A1 [0004]
- US 6612129 B2 [0004]
- DE 10213212 A1 [0004]
- DE 10213211 A1 [0004]
- EP 1357342 A1 [0004]
- DE 10238282 A1 [0004]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **HAUSEN ; LINDE.** Tieftemperaturtechnik. 1985, 281-337 [0002]