(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 1 191 291 A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
27.03.2002 Patentblatt 2002/13

(51) Int Cl.[7]: **F25J 3/02**

(21) Anmeldenummer: **01122754.3**

(22) Anmeldetag: **21.09.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **21.09.2000 DE 10047102**
15.02.2001 EP 01103827

(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
65189 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder:
- **Corduan, Horst**
  82178 Puchheim (DE)
- **Rottmann, Dietrich**
  81737 München (DE)

(74) Vertreter: **Imhof, Dietmar**
Linde AG
Zentrale Patentabteilung
Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14
82049 Höllriegelskreuth (DE)

(54) Regelverfahren für eine Tieftemperatur-Rektifikationsanlage

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Kapazität einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage, bei dem ein Fluid in eine bei höherem Druck arbeitende Kolonne (1) einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage eingeleitet wird, welche die bei höherem Druck arbeitende Kolonne (1) und eine bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne (2) aufweist, und bei dem Flüssigkeit von dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne (2) geleitet wird. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Menge der Flüssigkeit, die aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) entnommen wird und der bei niedrigerem Druck arbeitenden Kolonne (2) zugeführt wird, über eine Durchflussregelung (4) geregelt wird, wobei eine Stellgröße für die Durchflussregelung (4) auf eine gewünschte Durchflussmenge eingestellt und sich der Pegelstand der Flüssigkeit im Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) ohne Sollwertvorgabe entsprechend der entnommenen Menge an Flüssigkeit einstellt.

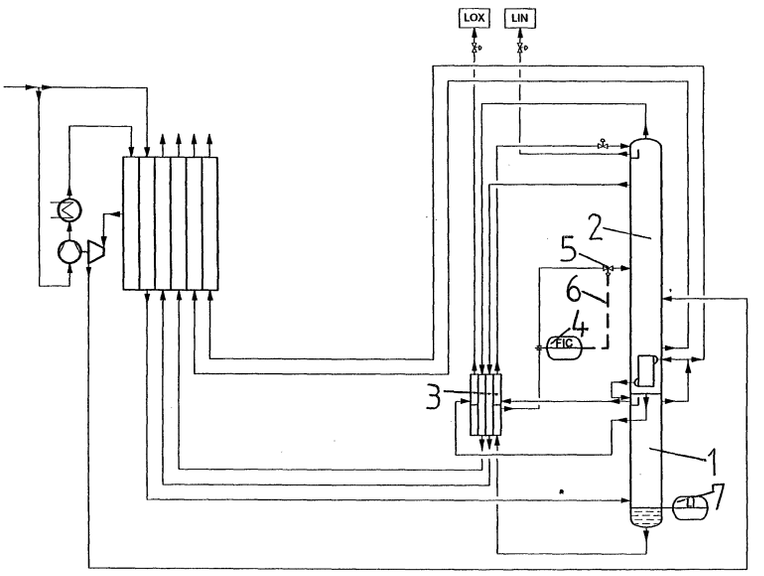


Fig.1

EP 1 191 291 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung der Kapazität einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage, bei dem ein Fluid in eine bei höherem Druck arbeitende Kolonne einer Tieftemperatur-Rektifikationsanalge eingeleitet wird, welche die bei höherem Druck arbeitende Kolonne und eine bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne aufweist, und bei dem Flüssigkeit von dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne geleitet wird.

[0002] Bekannt sind Regelverfahren zur Änderung der Kapazität einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage, bei denen in der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne ein Sollwert für den Sumpfpegel als Stellgröße eingestellt wird. Durch Änderung des Sollwerts des Sumpfpegels wird die Anlage auf eine geänderte Menge an Einsatzfluid eingestellt. Die Änderung der Kapazität wird auch Lastwechsel genannt. Bei einer mit einem Lastwechsel einhergehenden Änderung der Menge des Einsatzfluids tritt in der Rektifikationskolonne vorübergehend eine Änderung des Verhältnisses von Flüssigkeit zu Dampf (F/D-Verhältnis) auf. Diese Änderung zieht eine unerwünschte Änderung der Reinheit der Produkte nach sich. Die bekannten Regelverfahren haben daher zum Ziel, das F/D-Verhältnis möglichst konstant zu halten, so dass die Produkte der Rektifikationsanlage für verschiedene Lastfälle der Anlage die gleiche Reinheit aufweisen. Dies wird bei allen bekannten Verfahren durch eine Regelung des Sumpfpegels erreicht, die den Pegelstand als Stellgröße benutzt. Derartige Regelverfahren sind beispielsweise aus den Druckschriften EP 0 684 436 oder US 3,912,476 bekannt.

[0003] Darüber hinaus ist es bekannt, zum Konstanthalten des F/D-Verhältnisses Pufferspeicher einzusetzen. Diese Methode ist jedoch mit einem erheblichen baulichen Aufwand verbunden.

[0004] Bekannt ist außerdem, dass nicht nur bei Kapazitätsänderungen Maßnahmen ergriffen werden müssen, um das F/D-Verhältnis konstant zu halten, sondern auch bei auftretenden Betriebsstörungen. Beispielsweise führen Schwankungen in der Luftmenge bei einer Luftzerlegungsanlage zu unterschiedlichen Flüssigkeitszuläufen in den Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne. Bei der bekannten Sumpfstandregelung, die den Sumpfstand konstant hält, wird die geänderte Flüssigkeitszulaufmenge auch als ebenso geänderte Flüssigkeitsablaufmenge weitergegeben. Das heißt, dass aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne variable Stöme in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne gelangen. Dies wirkt sich in der bei niedrigerem Druck arbeitenden Kolonne negativ aus, weil die variable Flüssigkeitsaufgabe die Rektifikation stört.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, das eine Tieftemperatur-Rektifikation mit gleichbleibender Produktreinheit bei Lastwechsel, wie auch bei Betriebsstörungen mit schwankender Einsatzfluidmenge gewährleistet.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Menge der Flüssigkeit, die aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne entnommen wird und der bei niedrigerem Druck arbeitenden Kolonne zugeführt wird, über eine Durchflussregelung geregelt wird, wobei eine Stellgröße für die Durchflussregelung auf eine gewünschte Durchflussmenge eingestellt ist und sich der Pegelstand der Flüssigkeit im Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne ohne Sollwertvorgabe entsprechend der entnommenen Menge an Flüssigkeit einstellt. Dabei ist als Durchflussregelung bevorzugt eine FIC-Einheit (Flow Indicated Control) als Regelungskomponente eingesetzt. Diese Einheit weist üblicherweise einen Durchflussmesser, sowie mindestens ein mit dem Durchflussmesser über eine Regelungsleitung verbundenes, ansteuerbares Ventil auf.

[0007] Bevorzugt ist die Tieftemperatur-Rektifikationsanlage eine Tieftemperatur-Rektifikationsanlage zur Luftzerlegung. Besonders bevorzugt wird zur Erhöhung der Betriebssicherheit zusätzlich zur Durchflussregelung ein Sumpfpegelanzeiger (Level Indicator) eingesetzt, dessen Zweck darin besteht, die Überschreitung eines festgelegten Maximalwerts für den Sumpfpegel anzuzeigen, sowie die Unterschreitung eines festgelegten Minimalwerts. Zweckmäßigerweise wird bei den beschriebenen Unter- bzw. Überschreitungen ein Warnsignal abgegeben.

[0008] Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Tieftemperatur-Rektifikationsanlage zusätzlich zu der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne und der bei niedrigerem Druck arbeitenden Kolonne eine Argonkolonne mit einem Kopfkondensator aufweist und Flüssigkeit von dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne in den Kopfkondensator und von dem Kopfkondensator in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne geleitet wird, wobei die Menge der Flüssigkeit, die aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne entnommen wird, mittels einer Durchflussregelung geregelt wird, wobei ein Ventil angesteuert wird, das die Menge an zuzuführendem Fluid in die bei niedriegerem Druck arbeitende Kolonne bestimmt, und ein Ventil angesteuert wird, das die entsprechende Menge an Fluid in den Kopfkondensator der Argonkolonne eintreten lässt.

[0009] Besonders vorteilhaft wird der Öffnungsgrad der beiden Ventile mittels einer Split-Range-Regelung vorgegeben. Dabei erfolgt eine Aufteilung der aus dem Sumpf entnommenen Flüssigkeitsmenge. Vorteilhaft wird die Verteilung der Menge auf die beiden Ventile in Anteilen vorgegeben. Bei einer Änderung der Durchflussmenge passen sich die Ventilstellungen entsprechend ihrer Anteile automatisch an.

[0010] Mit besonderem Vorteil wird bei einer Erhöhung der Kapazität einer Tieftemperatur-Rektifikations-

anlage keine außerhalb der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne gespeicherte stickstoffreiche Flüssigkeit in die bei höherem Druck arbeitende Kolonne eingeführt. Bevorzugt werden der Sumpf und das anschließende Leitungsnetz in der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne, sowie gegebenenfalls der Kopfkondensator der Argonkolonne als Flüssigkeitspuffer bei Laständerungen eingesetzt. Damit wird das konstanthalten des F/D-Verhältnisses erleichtert. Mit Vorteil wird auch eine Kombination von beidem als Pufferspeicher eingesetzt.

[0011] Die Erfindung weist den Vorteil auf, dass auch bei Schwankungen der Einsatzfluidmenge nur eine konstante Flüssigkeitsmenge aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne entnommen wird. Dadurch bleibt die Flüsigkeitsaufgabe in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne konstant und ungestört. Die Rektifikation in der bei niedrigerem Druck arbeitenden Kolonne bleibt unverändert gut. Die Produktreinheit bleibt erhalten. Des Weiteren ist eine Durchflussregelung eine einfach, mit geringem Aufwand an Bauteilen zu realisierende, zuverlässige Regelungsmethode.

[0012] Die Änderung der Einsatzfluidmenge macht sich jeweils nur in einer Änderung des Sumpfpegels bemerkbar, der sich ohne Sollwertvorgabe entsprechend der aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne entnommenen Menge an Flüssigkeit einstellt. Zur Erhöhung der Sicherheit sind lediglich ein Maximalwert und ein Mmimalwert für den Sumpfpegel festgelegt. Bei Überschreitung des festgelegten Maximalwerts für den Sumpfpegel sowie bei Unterschreitung des festgelegten Minimalwerts wird zweckmäßigerweise ein Wamsignal abgegeben. Innerhalb dieser Grenzen kann der Sumpfpegel der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne fallen oder steigen, ohne dass das störende Auswirkungen auf die Rektifikation hat.

[0013] Für den Fall, dass eine Überschreitung des festgelegten Maximalwerts oder eine Unterschreitung des festgelegten Minimalwerts für den Sumpfpegel durch ein Wamsignal angezeigt wird, stehen mehrere Maßnahmen zu Verfügung, die alle darauf abzielen, den Sumpfpegel wieder in den unkritischen Bereich zwischen dem Maximal- und dem Minimalwert zu bringen. Allen Maßnahmen ist gemein, dass ein oder mehrere der Fluidströme, die aus der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne heraus oder in diese hinein strömen, in ihrem Durchsatz verändert werden.

[0014] Beispielsweise wird bei einer Überschreitung des Maximalwerts für den Sumpfpegel die Entnahmemenge an Flüssigkeit aus dem Sumpf erhöht oder die Einsatzluftmenge vermindert. Es kann auch die Einspeisemenge der stickstoffreichen Flüssigkeit in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne oder in einen Speichertank erhöht werden.

[0015] Im Falle einer Unterschreitung des Minimalwerts für den Sumpfpegel in der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne werden die genannten Maßnahmen mit umgekehrtem Vorzeichen durchgeführt.

[0016] Im folgenden soll die Erfindung anhand von in den Figuren schematisch dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden:

Figur 1 zeigt einen Ausschnitt einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage, die zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine FIC-Regelung aufweist.

Figur 2 zeigt einen Ausschnitt einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage mit Argonkolonne, wobei zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eine FIC-Regelung vorgesehen ist, die zwei Ventile ansteuert.

[0017] Im einzelnen ist in der Figur 1 eine bei höherem Druck arbeitende Kolonne 1, eine bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne 2, ein Unterkühler 3, sowie eine FIC-Regelung 4 (Flow Indicated Control 4), ein Ventil 5, sowie eine Regelungsleitung 6 gezeigt. Die aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne 1 entnommene Flüssigkeit wird über den Unterkühler 3 zu der FIC-Regelung 4 geleitet, die einen Durchflussmesser aufweist. Der Durchfluss und die sich daraus ergebende Einspeisung über das Ventil 5 in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne 2 wird so geregelt, dass das F/D-Verhältnis in der Kolonne 2 auch bei sich ändemder Einsatzluftmenge konstant bleibt. Mit besonderem Vorteil wird der Durchfluss des Fluids gemessen nachdem das Fluid den Unterkühler 3 passiert hat. Zur Erhöhung der Sicherheit ist im Bereich des Sumpfes der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne 1 vorteilhaft ein Sumpfpegelanzeiger 7 (Level Indicator 7) angebracht, der bei Überschreitung eines festgelegten Maximalwerts für den Sumpfpegel sowie bei Unterschreitung eines festgelegten Minimalwerts ein Signal abgibt.

[0018] Die Figur 2 zeigt zusätzlich zu den bereits im Abschnitt über die Figur 1 beschriebenen Komponenten eine Argonkolonne 8, einen Kopfkondensator 9 der Argonkolonne 8, sowie eine zweite Regelungsleitung 10, die ein zweites Ventil 11 ansteuert, durch das die Zufuhrmenge an Fluid in den Kopfkondensator 9 der Argonkolonne 8 eingespeist wird. Die FIC-Regelung 4 ist in diesem Beispiel als Split-Range-Regelung 4 ausgeführt, wodurch sichergestellt ist, dass die Aufteilung der aus dem Sumpf entnommenen Flüssigkeitsmenge auf die beiden Ventile 5, 11 bei einer Änderung der Durchflussmenge durch die FIC-Einheit so angepasst wird, dass sich die Ventilstellungen entsprechend ihren Fluidanteilen automatisch nachregeln.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung der Kapazität einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage, bei dem ein Fluid in eine bei höherem Druck arbeitende Kolonne (1) einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage eingelei-

tet wird, welche die bei höherem Druck arbeitende Kolonne (1) und eine bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne (2) aufweist, und bei dem Flüssigkeit von dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne (2) geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Menge der Flüssigkeit, die aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) entnommen wird und der bei niedrigerem Druck arbeitenden Kolonne (2) zugeführt wird, über eine Durchflussregelung (4) geregelt wird, wobei eine Stellgröße für die Durchflussregelung (4) auf eine gewünschte Durchflussmenge eingestellt ist und sich der Pegelstand der Flüssigkeit im Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) ohne Sollwertvorgabe entsprechend der entnommenen Menge an Flüssigkeit einstellt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tieftemperatur-Rektifikationsanlage eine Tieftemperatur-Rektifikationsanlage zur Luftzerlegung ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tieftemperatur-Rektifikationsanlage zusätzlich zu der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) und der bei niedrigerem Druck arbeitenden Kolonne (2) eine Argonkolonne (8) mit einem Kopfkondensator (9) aufweist und Flüssigkeit von dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) in den Kopfkondensator (9) und von dem Kopfkondensator (9) in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne (2) geleitet wird, wobei die Menge der Flüssigkeit, die aus dem Sumpf der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) entnommen wird, mittels einer Durchflussregelung (4) geregelt wird, wobei ein Ventil (5) angesteuert wird, das die Menge an zuzuführendem Fluid in die bei niedrigerem Druck arbeitende Kolonne (2) bestimmt, und ein Ventil (11) angesteuert wird, das die entsprechende Menge an Fluid in den Kopfkondensator (9) der Argonkolonne (8) eintreten lässt.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Öffnungsgrad der beiden Ventile (5, 11) mittels einer Split-Range-Regelung (4) vorgegeben wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einer Erhöhung der Kapazität einer Tieftemperatur-Rektifikationsanlage keine außerhalb der bei höherem Druck arbeitenden Kolonne (1) gespeicherte stickstoffreiche Flüssigkeit in die bei höherem Druck arbeitende Kolonne (1) eingeführt wird.

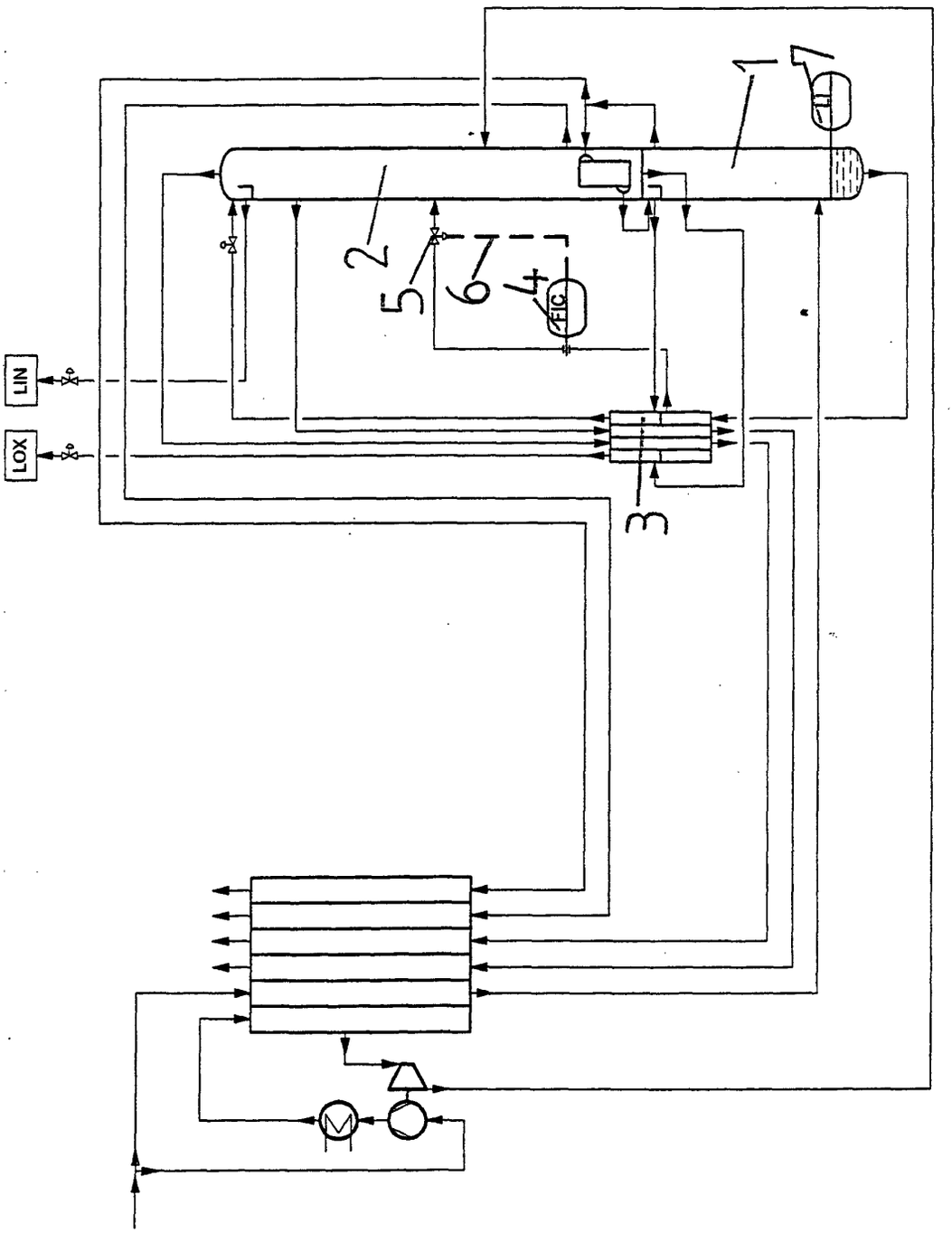


Fig.1

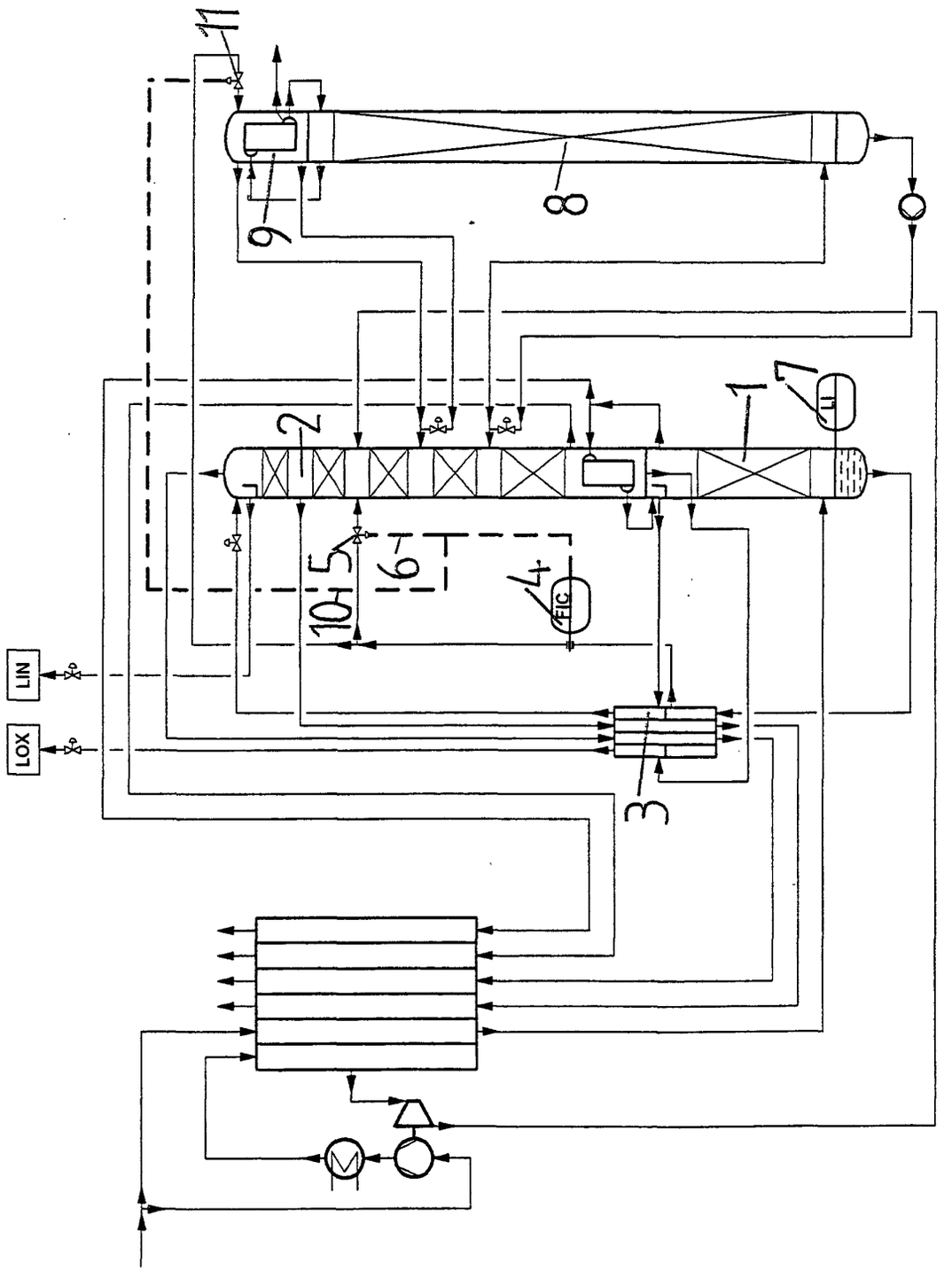


Fig. 2

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 12 2754

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	US 5 901 580 A (DARREDEAU BERNARD ET AL) 11. Mai 1999 (1999-05-11) * Zusammenfassung; Abbildungen 7,8 *	1-4	F25J3/02
A	EP 0 299 751 A (BOC GROUP INC) 18. Januar 1989 (1989-01-18) * Spalte 4, Zeile 52 - Spalte 5, Zeile 2; Ansprüche; Abbildung 1 * * Spalte 7, Zeile 29 - Zeile 34 *	1-4	
A	DE 37 32 363 A (LINDE AG) 6. April 1989 (1989-04-06) * Spalte 5, Zeile 32 - Zeile 41; Ansprüche; Abbildungen *	1,2	
A	EP 0 935 109 A (AIR LIQUIDE) 11. August 1999 (1999-08-11) * das ganze Dokument *	3,4	
A	FR 2 676 371 A (AIR LIQUIDE) 20. November 1992 (1992-11-20) * Seite 9, Zeile 11 - Zeile 16; Ansprüche; Abbildung 1 *	1-4	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F25J

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	13. Dezember 2001	Lapeyrere, J

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie,übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.

EP 01 12 2754

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

13-12-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5901580 A	11-05-1999	FR 2704632 A1	04-11-1994
		US 5666825 A	16-09-1997
		US 5592834 A	14-01-1997
		AU 673725 B2	21-11-1996
		AU 6064794 A	03-11-1994
		CA 2122199 A1	30-10-1994
		CN 1097506 A	18-01-1995
		DE 69408358 D1	12-03-1998
		DE 69408358 T2	03-09-1998
		EP 0622595 A1	02-11-1994
		EP 0814310 A1	29-12-1997
		ES 2111867 T3	16-03-1998
		JP 6313674 A	08-11-1994
		US 5437160 A	01-08-1995
		ZA 9402849 A	25-08-1995
EP 0299751 A	18-01-1989	US 4784677 A	15-11-1988
		CA 1283354 A1	23-04-1991
		DE 3871004 D1	17-06-1992
		EP 0299751 A2	18-01-1989
		JP 1090982 A	10-04-1989
		JP 2634199 B2	23-07-1997
DE 3732363 A	06-04-1989	DE 3732363 A1	06-04-1989
EP 0935109 A	11-08-1999	US 5996373 A	07-12-1999
		EP 0935109 A2	11-08-1999
		JP 11287551 A	19-10-1999
FR 2676371 A	20-11-1992	FR 2676371 A1	20-11-1992
		AU 652401 B2	25-08-1994
		AU 8963891 A	18-06-1992
		CA 2057509 A1	18-06-1992
		DE 69119731 D1	27-06-1996
		DE 69119731 T2	14-11-1996
		EP 0491591 A1	24-06-1992
		EP 0664144 A2	26-07-1995
		EP 0665042 A2	02-08-1995
		ES 2087268 T3	16-07-1996
		JP 6142401 A	24-05-1994
		US RE36577 E	22-02-2000
		US 5224351 A	06-07-1993

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82