



(11)

EP 2 026 025 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
18.02.2009 Patentblatt 2009/08

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

(21) Anmeldenummer: **08012055.3**

(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

(30) Priorität: **30.07.2007 DE 102007035603**
28.09.2007 EP 07019209

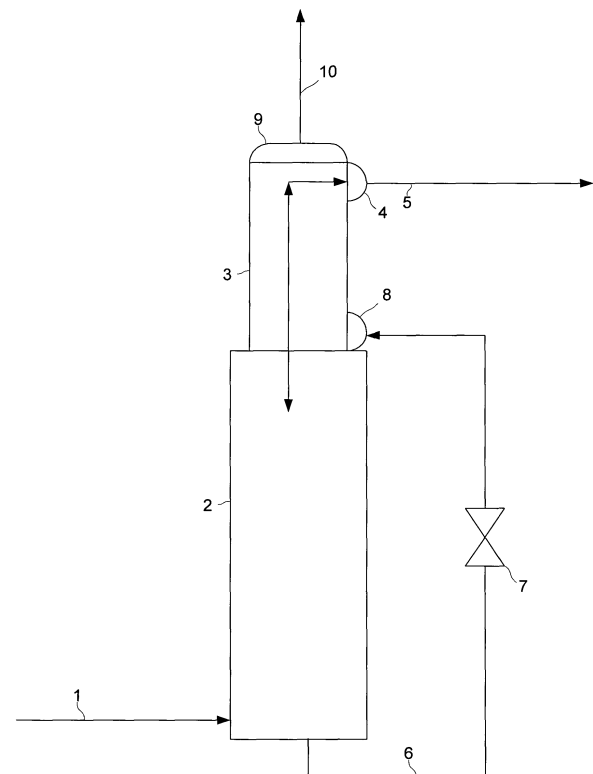
(71) Anmelder: **Linde Aktiengesellschaft**
80807 München (DE)

(72) Erfinder: **Corduan, Horst**
82178 Puchheim (DE)

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

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Gewinnung von Druckstickstoff durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in einer Einzelsäule**

(57) Das Verfahren und die Vorrichtung dienen zur Gewinnung von Druckstickstoff durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in einer Einzelsäule. Einsatzluft (1) wird in die Einzelsäule (2) eingeleitet. Die Einzelsäule weist einen Kopfkondensator (3) auf, in dem ein Kopfgas aus der Einzelsäule mindestens teilweise kondensiert wird. Mindestens ein Teil des dabei gewonnenen Kondensats wird als Rücklaufflüssigkeit auf die Einzelsäule aufgegeben. Aus der Einzelsäule oder dem Kopfkondensator wird ein Druckstickstoffstrom (5) abgezogen und als Druckstickstoffprodukt gewonnen. Der Kopfkondensator ist als Rücklaufkondensator ausgebildet. Kopfgas der Einzelsäule wird in die Rücklaufpassagen des Rücklaufkondensators eingeleitet.



EP 2 026 025 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Einzelsäulen-Verfahren und Vorrichtungen zur Tieftemperaturzerlegung von Luft sind zum Beispiel aus Hausen/Linde, Tieftemperaturtechnik, 2. Auflage 1985, Kapitel 4 (Seiten 281 bis 337) bekannt. Zusätzlich zu der Einzelsäule zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung können in dem Verfahren weitere Schritte zur Gewinnung anderer Luftkomponenten vorgesehen sein, insbesondere von Edelgasen.

[0003] Der "HWT" dient zur Abkühlung von Einsatzluft und kann durch einen einzelnen Wärmetauscherblock oder auch durch eine Mehrzahl von Wärmetauscherblöcken gebildet sein. Der Kopfkondensator ist als hiervon getrennter Wärmetauscher ausgeführt, insbesondere als mindestens ein Plattenwärmetauscherblock, höchst vorzugsweise als ein einziger Plattenwärmetauscherblock.

[0004] Unter "Einzelsäule" wird hier eine Trenneinrichtung verstanden, deren Rektifizierzone(n) im Wesentlichen unter demselben Druck betrieben werden. Sie wird in der Regel durch einen einteilige Säule gebildet, kann aber auch durch eine zwei-oder mehrteilige Säule gebildet sein.

[0005] Die Einzelsäule weist einen Kopfkondensator auf. Dieser ist als Kondensator-Verdampfer ausgebildet und weist damit Verflüssigungs- und Verdampfungspassagen auf. Ein Kopf gas der Rohargonsäule wird in die Verflüssigungspassagen eingeleitet und dort mindestens teilweise kondensiert. Ein flüssiges Kühlfluid wird in die Verdampfungspassagen des Kopfkondensators eingeleitet und dort mindestens teilweise verdampft.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art und eine entsprechende Vorrichtung anzugeben, die wirtschaftlich besonders günstig zu betreiben sind, indem sie eine erhöhte Produktausbeute, eine höhere Produktreinheit, geringere Betriebskosten und/oder geringere Investitionskosten aufweisen.

[0007] Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass der der Kopfkondensator als Rücklaufkondensator ausgebildet ist und Kopf gas der Einzelsäule in die Rücklaufpassagen des Rücklaufkondensators eingeleitet wird.

[0008] Unter "Rücklaufkondensator" (auch Dephlegmator genannt) wird hier ein Wärmetauscher verstanden, der Rücklaufpassagen aufweist. Diese Rücklaufpassagen werden von unten mit Dampf (hier: Kopf gas der Einzelsäule) beaufschlagt. Dieser kondensiert beim Aufsteigen in den Rücklaufpassagen mindestens teilweise. Die Rücklaufpassagen sind dabei so konstruiert, dass die kondensierte Flüssigkeit nicht mitgerissen wird, sondern nach unten fließt. Durch den Gegenstrom von Dampf und Flüssigkeit findet in den Rücklaufpassagen eine Rektifikation statt. Das Kondensat, das am unteren Ende austritt, ist an schwererflüchtigen Komponenten angereichert, der oben austretende Dampf an leichter-

flüchtigen.

[0009] Es sind verschiedene Bauformen von Rücklaufkondensatoren bekannt. Der Wärmetauscherblock (oder auch eine Mehrzahl von Wärmetauscherblöcken) kann im Inneren eines Druckbehälters angeordnet sein, wie dies zum Beispiel in EP 1189000 A2 dargestellt ist, oder der Wärmetauscherblock ist auf allen Seiten durch Header abgeschlossen, siehe zum Beispiel US 6128920. Alternativ dazu kann der Rücklaufkondensator im Kopf einer Trennsäule (hier: der Einzelsäule) eingebaut sein, wobei die Rücklaufpassagen an ihrem unteren Ende in Kommunikation mit dem oberen Bereich der Trennsäule stehen, siehe deutsche Patentanmeldung 102006037058 und dazu korrespondierende Anmeldungen. Der Rücklaufkondensator kann auch gemäß einer der Ausführungsformen der gleichzeitig eingereichten deutschen Patentanmeldung 102007035619.8 und der dazu korrespondierenden Anmeldungen konstruiert sein. Der oder die Wärmetauscherblöcke des Rücklaufkondensators sind vorzugsweise als Plattenwärmetauscher, insbesondere als gelötete Aluminium-Plattenwärmetauscher ausgeführt.

[0010] Räumliche Begriffe wie "oben", "unten", "seitlich" etc. beziehen sich hier immer auf die Orientierung der Einzelsäule und des Rücklaufkondensators im bestimmungsgemäßen Betrieb.

[0011] Ein Rücklaufkondensator ermöglicht nicht nur einen Wärmeaustausch, sondern auch einen Stoffaustausch zwischen dem in den Rücklaufpassagen aufsteigenden Gas und der dort nach unten fließenden Flüssigkeit, ähnlich wie die geriffelten Packungen einer Stoffaustauschsäule. Diese Trennwirkung kann als HETP-Wert (Height Equivalent to One Theoretical Plate = Höhe eines theoretischen Bodens) angegeben. Der HETP-Wert des Kondensators liegt im Bereich von 300 bis 600 mm. Damit wirkt zum Beispiel ein 1,5 m hoher Rücklaufkondensator etwa bis zu fünf theoretische Böden.

[0012] Allerdings wirkt sich am Kopf der Einzelsäule dieser Effekt nur geringfügig auf die Stickstoff-Sauerstoff-Trennung aus, das heißt der Einsatz des Rücklaufkondensators spart keine Stoffaustauschelemente (praktische Böden, geordnete Packung oder ungeordnete Füllkörper) in der Einzelsäule. Bisher wurde also kein Grund gesehen, in Einzelsäulen-Verfahren einen Rücklaufkondensator als Kopfkondensator einzusetzen.

[0013] Im Rahmen der Erfindung hat sich jedoch herausgestellt, dass der Einsatz eines solchen Rücklaufkondensators am Kopf der Einzelsäule einen weiteren Vorteil aufweist. Solche Kondensatoren sind regelmäßig als Kondensator-Verdampfer ausgeführt. Gegen das auf der Verflüssigungsseite (Rücklaufpassagen) kondensierende Kopf gas wird also auf der Verdampfungsseite ein Kühlfluid verdampft. Der Wärmetauscherblock ist üblicherweise in einem Bad angeordnet. Wegen des hydrostatischen Drucks steigt die Temperatur in den Verdampfungspassagen von oben nach unten an.

[0014] Durch die Trennwirkung des Rücklaufkondensators am Kopf der Einzelsäule wird das in den Rück-

laufpassagen nach oben strömende Gas zunehmend reicher an leichter als Stickstoff flüchtigen Komponenten und ist am Kopf des Kondensators am kältesten. Damit passt sich der Temperaturverlauf in den Rücklaufpassagen an denjenigen der Verflüssigungspassagen an. Auf diese Weise entsteht beim Rücklaufkondensator eine natürliche Tendenz zu einem über die gesamte Blockhöhe fast gleich bleibenden treibenden Temperaturgefälle. Beim konventionellen Kopfkondensator, der von oben nach unten durchströmt wird, ist dagegen das treibende Temperaturgefälle im unteren Kondensatorbereich immer kleiner als im oberen Bereich. Dies schwächt den Beitrag der im unteren Kondensatorteil befindlichen Heizfläche am gesamten Wärmeaustausch. Dies wirkt sich besonders in Unterlastfällen aus, sodass die Temperaturdifferenz gegen Null geht und ein Teil der Heizfläche unwirksam wird. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist dagegen die Temperaturdifferenz zwischen Verdampfungs- und Verflüssigungspassagen im Wesentlichen konstant. Damit kann die Austauschfläche entsprechend verkleinert und damit die Investitionskosten verringert werden.

[0015] Damit erhöhen sich Produktreinheit und/oder Produktausbeute. Bei gleich bleibender oder weniger stark erhöhter Trennwirkung kann die Zahl der theoretischen Böden in der Einzelsäule verringert werden; dadurch werden die Investitionskosten der Anlage vermindert.

[0016] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird das Kühlfluid in Aufwärtsrichtung durch die Verdampfungspassagen geleitet ("Forced Flow"-Verdampfer). Hierdurch ergibt sich wiederum ein besonders günstiger Verlauf der Temperaturen von verdampfendem Kühlfluid und kondensierendem Kopfgas über die Höhe des Kopfkondensators.

[0017] Vorzugsweise wird das Kühlfluid durch eine sauerstoffangereicherte Fraktion aus dem unteren Bereich der Einzelsäule gebildet.

[0018] Die Erfindung betrifft außerdem eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 5.

[0019] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0020] Atmosphärische Luft 1 wird nach Verdichtung, Reinigung und Abkühlung (nicht dargestellt) unter einem Absolutdruck von 5 bis 10 bar, vorzugsweise etwa 6 bar in die Einzelsäule 2 unmittelbar oberhalb des Sumpfes eingeleitet.

[0021] Der Kopfkondensator 3 der Einzelsäule 2 ist erfindungsgemäß als Rücklaufkondensator ausgebildet. Er besteht in dem Beispiel aus einem einzigen Plattenwärmetauscherblock. Stickstoffreiches Gas vom Kopf der Einzelsäule strömt unten in die Rücklaufpassagen ein (Pfeil nach oben) und wird dort partiell kondensiert. Das dabei erzeugte Kondensat strömt im Gegenstrom zu dem aufsteigenden Gas in den Rücklaufpassagen nach unten (Pfeil nach unten) und wird in der Einzelsäule

2 als flüssiger Rücklauf genutzt. (Ein Teil kann bei Bedarf als Flüssigprodukt abgeführt werden.) Der gasförmig verbliebene Anteil wird am oberen Ende der Rücklaufpassagen über einen seitlichen Header 4 als Druckstickstoffstrom 5 abgezogen und nach Anwärmung in einem nicht dargestellten Hauptwärmetauscher als Druckstickstoffprodukt gewonnen.

[0022] Eine sauerstoffangereicherte Fraktion 6 wird flüssig vom Sumpf der Einzelsäule abgeführt, in einem Drosselventil auf einen Druck von 1,5 bis 4,0 bar, vorzugsweise etwa 2,5 bar entspannt und über einen seitlichen unteren Header 8 in die Verdampfungspassagen des Kopfkondensators 3 eingeleitet, die als Forced Flow-Verdampfer betrieben werden. Die vollständig verdampfte sauerstoffreiche Fraktion 10 wird über einen oberen Header 9 aus den Verdampfungspassagen abgezogen und kann beispielsweise in einer Restgasturbine (nicht dargestellt) arbeitsleistend entspannt werden. Nach Anwärmung im Hauptwärmetauscher (nicht dargestellt) wird sie als Reststrom abgezogen, zur Regenerierung eines Adsorbers zur Luftreinigung eingesetzt oder als sauerstoffangereichertes Produkt genutzt.

[0023] Abweichend von dem Ausführungsbeispiel kann der Kopfkondensator bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auf der Verdampfungsseite auch als Fallfilmverdampfer oder als Flüssigkeitsbadverdampfer ausgebildet sein (siehe deutsche Patentanmeldung 102006037058 und dazu korrespondierende Anmeldungen oder gleichzeitig eingereichte deutsche Patentanmeldung 102007035619, und dazu korrespondierende Anmeldungen).

[0024] Ein Rücklaufkondensator in einer der hier genannten Ausführungsformen kann auch als Kopfkondensator einer Säule eines Zwei- oder Mehr-Säulen-Verfahrens zur Stickstoff-Sauerstoff-Trennung eingesetzt werden, beispielsweise als Hauptkondensator einer klassischen Doppelsäule.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gewinnung von Druckstickstoff durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in einer Einzelsäule, bei dem

- Einsatzluft (1) in einem HWT abgekühlt und anschließend in die Einzelsäule eingeleitet wird,
- die Einzelsäule einen Kopfkondensator aufweist, der durch mindestens einen vom HWT getrennten Plattenwärmetauscherblock gebildet wird, der Verflüssigungspassagen und Verdampfungspassagen aufweist,
- ein Kopfgas aus der Einzelsäule in die Verflüssigungspassagen des Kopfkondensators eingeleitet und dort mindestens teilweise kondensiert wird, und mindestens ein Teil des dabei gewonnenen Kondensats als Rücklaufflüssigkeit auf die Einzelsäule aufgegeben wird,

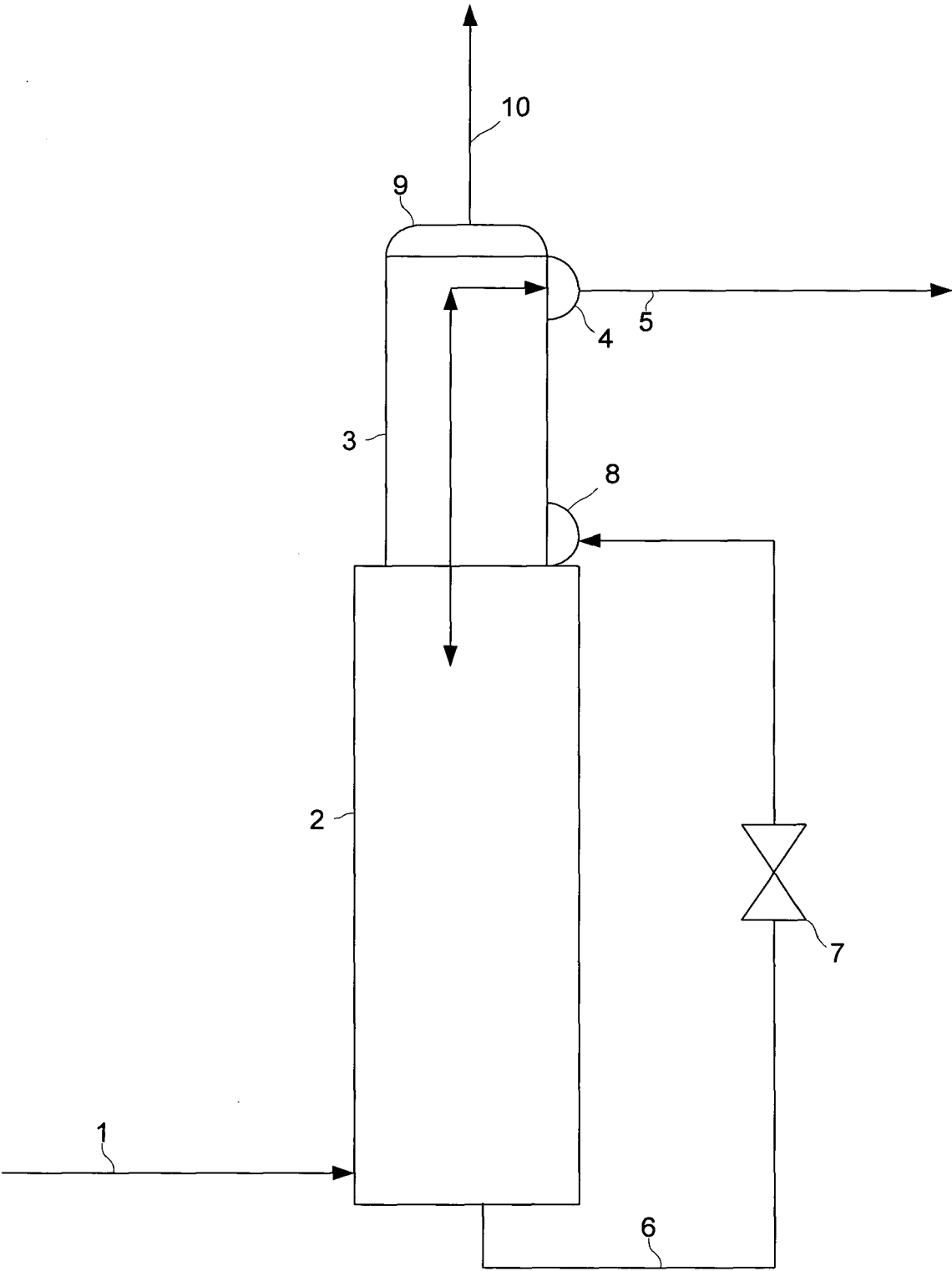
- ein flüssiges Kühlfluid den Verdampfungspassagen an einem ersten Ende zugeleitet und dort teilweise verdampft wird,
- ein Gemisch aus verdampftem Kühlfluid und flüssig verbliebenem Kühlfluid von einem zweiten Ende der Verdampfungspassagen abgezogen wird,
- aus der Einzelsäule oder dem Kopfkondensator ein Druckstickstoffstrom abgezogen und als Druckstickstoffprodukt gewonnen wird,

dadurch gekennzeichnet, dass der Kopfkondensator als Rücklaufkondensator ausgebildet ist und Kopfgas der Einzelsäule in die als Rücklaufpassagen ausgebildeten Verflüssigungspassagen des Rücklaufkondensators eingeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlfluid in den Verdampfungspassagen in Aufwärtsrichtung fließt.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlfluid durch eine sauerstoffangereicherte Fraktion aus dem unteren Bereich der Einzelsäule gebildet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rücklaufkondensator mindestens einen Wärmetauscherblock aufweist, der als Plattenwärmetauscher ausgebildet ist.
5. Vorrichtung zur Gewinnung zur Gewinnung von Druckstickstoff durch Tieftemperaturzerlegung von Luft mit
 - einer Einzelsäule,
 - einem HWT zur Abkühlung von Einsatzluft,
 - Mitteln zur Einführung von abgekühlter Einsatzluft (1) in die Einzelsäule,
 - einem Kopfkondensator, der durch mindestens einen vom HWT getrennten Plattenwärmetauscherblock gebildet wird, der Verflüssigungspassagen und Verdampfungspassagen aufweist,
 - Mitteln zur Einleitung eines Kopfgases aus der Einzelsäule in die Verflüssigungspassagen des Kopfkondensators,
 - Mitteln zur Einleitung eines flüssiges Kühlfluids in die Verdampfungspassagen an einem ersten Ende des Kopfkondensators,
 - Mitteln zur Entnahme eines Gemischs aus verdampftem Kühlfluid und flüssig verbliebenem Kühlfluid aus den Verdampfungspassagen von einem zweiten Ende des Kopfkondensators,
 - Mitteln zum Aufgeben mindestens eines Teils des in dem Kopfkondensator gewonnenen Kondensats als Rücklaufflüssigkeit auf die Einzelsäule,

- Mitteln zum Entnehmen eines Druckstickstoffstroms aus der Einzelsäule oder dem Kopfkondensator und
- Mitteln zum Abziehen des Druckstickstoffstroms als Druckstickstoffprodukt,

dadurch gekennzeichnet, dass der Kopfkondensator als Rücklaufkondensator ausgebildet ist und Mittel zum Einleiten von Kopfgas der Einzelsäule in die als Rücklaufpassagen ausgebildeten Verflüssigungspassagen des Rücklaufkondensators aufweist.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 01 2055

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 5 899 093 A (HA BAO [US]) 4. Mai 1999 (1999-05-04) * Abbildungen 2,4 *	1-5	INV. F25J3/04
X	US 5 144 809 A (CHEVALIER GILBERT [FR] ET AL) 8. September 1992 (1992-09-08) * Spalte 4, Zeile 9 - Zeile 20 *	1-5	
Y	* Spalte 2, Zeile 24 - Zeile 57 * * Abbildung 9 *	1-5	
X	US 4 617 040 A (YOSHINO AKIRA [JP]) 14. Oktober 1986 (1986-10-14) * Abbildungen 2,5,7-9 *	1-5	
Y	US 6 351 969 B1 (ARMAN BAYRAM [US] ET AL) 5. März 2002 (2002-03-05) * Spalte 2, Zeile 59 - Zeile 62 * * Abbildungen *	1-5	
Y	FR 2 895 069 A (AIR LIQUIDE [FR]) 22. Juni 2007 (2007-06-22) * Seite 3, Zeile 30 - Seite 4, Zeile 24; Abbildung *	1-5	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F25J
P,Y, D	EP 1 890 099 A (LINDE AG [DE]) 20. Februar 2008 (2008-02-20) * das ganze Dokument *	1-5	
3 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 22. Oktober 2008	Prüfer Göritz, Dirk
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 Patentedokument, 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 08 01 2055

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

22-10-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5899093	A	04-05-1999	AU	4068699 A	13-12-1999
			CA	2344503 A1	02-12-1999
			CN	1302369 A	04-07-2001
			DE	69910569 D1	25-09-2003
			DE	69910569 T2	17-06-2004
			EP	1086345 A1	28-03-2001
			JP	2002516980 T	11-06-2002
			TW	431904 B	01-05-2001
			WO	9961854 A1	02-12-1999

US 5144809	A	08-09-1992	CA	2048432 A1	08-02-1992
			FR	2665755 A1	14-02-1992
			JP	5149680 A	15-06-1993

US 4617040	A	14-10-1986	DE	3476114 D1	16-02-1989
			DE	3486017 D1	04-02-1993
			DE	3486017 T3	04-03-1999
			EP	0144430 A1	19-06-1985
			WO	8403554 A1	13-09-1984

US 6351969	B1	05-03-2002	EP	1355868 A2	29-10-2003
			WO	02060840 A2	08-08-2002

FR 2895069	A	22-06-2007	EP	1966554 A2	10-09-2008
			WO	2007074276 A2	05-07-2007

EP 1890099	A	20-02-2008	BR	PI0703407 A	01-04-2008
			CN	101153765 A	02-04-2008
			JP	2008039386 A	21-02-2008
			KR	20080013779 A	13-02-2008
			US	2008035314 A1	14-02-2008

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1189000 A2 [0009]
- US 6128920 A [0009]
- DE 102006037058 [0009] [0023]
- DE 102007035619 [0009] [0023]