

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 037 004 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.09.2000 Patentblatt 2000/38

(51) Int. Cl.⁷: **F25J 3/04, F25J 5/00**

(21) Anmeldenummer: **00105042.6**

(22) Anmeldetag: **09.03.2000**

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

(72) Erfinder:
• **Rampp, Augustin, Dipl.-Ing.
82393 Iffeldorf (DE)**
• **Sotzek, Manfred, Dipl.-Phys.
81477 München (DE)**

(30) Priorität: **17.03.1999 DE 19911909
09.07.1999 EP 99113350**

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

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

(54) **Vorrichtung und Verfahren zur Zerlegung eines Gasgemischs bei niedriger Temperatur**

(57) Die Vorrichtung und das Verfahren dienen zur Zerlegung eines Gasgemischs bei niedriger Temperatur. Die Vorrichtung enthält eine Trennsäule (3) und einen Wärmetauscherblock (50), der einen Hauptwärmetauscherabschnitt (51) und einen Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) aufweist. Der Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) weist Verdampfungspassagen (55) und Kondensationspassagen (54) auf. Eine erste Einsatzgasleitung (1) dient zur Zuführung von Einsatzgas zum Hauptwärmetauscherabschnitt (51). Über eine zweite Einsatzgasleitung (2) wird abgekühltes Einsatzgas in die Trennsäule (3) geführt. Eine erste Flüssigkeitsleitung (7, 9) führt vom unteren Bereich der Trennsäule (3) zum Eintritt der Verdampfungspassagen (55). Eine Gasleitung (4) führt vom oberen Bereich der Trennsäule (3) zu den Kondensationspassagen (54). Eine Rücklaufleitung (5) dient zur Einführung von in den Kondensationspassagen gebildetem Kondensat in den oberen Bereich der Trennsäule (3). Es ist eine Phasentrenneinrichtung (56) vorgesehen, die mit dem Austritt der Verdampfungspassagen (55) verbunden ist. Eine zweite Flüssigkeitsleitung (58) führt von der Phasentrenneinrichtung (56) zum Eintritt der Verdampfungspassagen (55) und ist außerdem mit einer Spülleitung (61) verbunden.

EP 1 037 004 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Zerlegung eines Gasgemischs bei niedriger Temperatur mit einer Trennsäule, mit einem Wärmetauscherblock, der einen Hauptwärmetauscherabschnitt und einen Kondensator-Verdampfer-Abschnitt aufweist, wobei der Kondensator-Verdampfer-Abschnitt Verdampfungspassagen und Kondensationspassagen aufweist, mit einer ersten Einsatzgasleitung zur Zuführung von Einsatzgas zum Hauptwärmetauscherabschnitt, mit einer zweiten Einsatzgasleitung zur Einleitung von abgekühltem Einsatzgas in die Trennsäule, mit einer ersten Flüssigkeitsleitung, die vom unteren Bereich der Trennsäule zum Eintritt der Verdampfungspassagen führt, mit einer Gasleitung, die vom oberen Bereich der Trennsäule zu den Kondensationspassagen führt, und mit einer Rücklaufleitung zur Einführung von in den Kondensationspassagen gebildetem Kondensat in den oberen Bereich der Trennsäule.

[0002] Das wichtigste Anwendungsgebiet der Erfindung ist die Tieftemperaturzerlegung von Luft in Ein- oder Mehrsäulenverfahren, speziell die Stickstoffgewinnung aus Luft in einem Einsäulenprozeß.

[0003] Unter "Trennsäule" wird hier eine übliche Stoffaustauschsäule verstanden, die Rektifizierböden, Füllkörper (ungeordnete Packung) und/oder geordnete Packung als Stoffaustauschelemente enthält, insbesondere eine Rektifizier- oder Destilliersäule.

[0004] Eine Vorrichtung der eingangs genannten Art ist aus JP-A-10206012 (Figur 3) bekannt. Dort werden Hauptwärmetauscher und Kondensator-Verdampfer nicht wie allgemein üblich von getrennten Wärmetauscherblöcken gebildet sondern sind in einem Wärmetauscherblock integriert, der einen Hauptwärmetauscherabschnitt zur Abkühlung von Luft gegen Rückströme sowie einen Kondensator-Verdampferabschnitt zur Gewinnung von Rücklauf Flüssigkeit durch Verdampfung der Sumpfflüssigkeit der Trennsäule aufweist. Diese integrierte Bauweise hat gegenüber konventionellen Anlagen den Vorteil geringerer Anlagekosten.

[0005] Die Flüssigkeit, die in dem Wärmetauscherblock der Anlage gemäß JP-A-10206012 verdampft wird, enthält neben den Hauptkomponenten Sauerstoff, Stickstoff und Argon auch diejenigen Luftbestandteile, die schwererflüchtig als Sauerstoff sind und bei der Luftreinigung stromaufwärts des Hauptwärmetauscherabschnitts nicht aus der Einsatzluft entfernt wurden. Bei der Verdampfung der sauerstoffangereicherten Sumpfflüssigkeit aus der Trennsäule in dem Wärmetauscherblock gemäß JP-A-10206012 besteht die Gefahr, daß ein Teil dieser schwererflüchtigen Bestandteile nicht vollständig verdampft, sondern sich in der Flüssigkeit anreichert, die innerhalb des Kondensator-Verdampferabschnitts ansteht. Bei derartigen Anreicherungen, beispielsweise von Kohlenwasserstoffen, wäre ein großes Sicherheitsrisiko zu erwarten. Durch Betriebsunterbrechungen zur Entfernung der schwererflüchtigen Kom-

ponenten aus dem Kondensator-Verdampfer-Abschnitt wäre kein kontinuierlicher Dauerbetrieb der Anlage möglich. Dies bedeutete einen hohen betriebstechnischen Aufwand und merkliche Produktionsausfälle. Bisher hat man daher in der Praxis Abstand von der Anwendung derartiger integrierter Wärmetauscher genommen.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art und ein entsprechendes Verfahren anzugeben, die günstiger zu betreiben sind, insbesondere auf besonders sichere und wirtschaftliche Weise. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß eine Phasentrenneinrichtung vorgesehen ist,

[0007] die einerseits mit dem Austritt der Verdampfungspassagen und andererseits mit einer zweiten Flüssigkeitsleitung verbunden ist, die von der Phasentrenneinrichtung zum Eintritt der Verdampfungspassagen führt und außerdem eine Verbindung mit einer Spülleitung aufweist.

[0008] Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht einen sicheren Betrieb des integrierten Wärmetauscherblocks ohne Betriebsunterbrechung. Dabei wird die Flüssigkeit in dem Kondensator-Verdampferabschnitt nur teilweise verdampft und der dabei entstandene Dampf wird in der Phasentrenneinrichtung von dem flüssig verbliebenen Anteil getrennt. Letzterer wird zu einem ersten Teil über die zweite Flüssigkeitsleitung zum Eintritt der Verdampfungspassagen des Kondensator-Verdampferabschnitts zurückgeführt und zu einem zweiten Teil über eine Spülleitung kontinuierlich oder diskontinuierlich verworfen.

[0009] Durch die Teilung des flüssig verbliebenen Anteils aus der Phasentrenneinrichtung, der im Falle der Luftzerlegung mit schwerflüchtigen Komponenten angereichert ist, wird eine unerwünschte Aufkonzentration verhindert. Damit ist es möglich, schwererflüchtige Verunreinigungen auszuschleusen und ihren Gehalt in den Verdampfungspassagen unterhalb eines ungefährlichen Grenzwerts zu halten (zum Beispiel kleiner als 500 ppm CH₄-Äquivalent). Beispielsweise beträgt der Anteil der über die Flüssigkeitsleitung umgeworfenen Flüssigkeit das sieben- bis 15-fache, vorzugsweise das acht- bis zehnfache der in den Verdampfungspassagen verdampften Menge (die relativen Mengenangaben beziehen sich hier und im folgenden auf molare Mengen). Als Spülmenge über die Spülleitung verworfen werden zum Beispiel 0,05 bis 0,5 %, vorzugsweise 0,1 bis 0,2 % der Gesamtmenge an zu zerlegendem Gasgemisch.

[0010] Der Wärmetauscherblock wird bei der Erfindung vorzugsweise durch einen Plattenwärmetauscher gebildet, speziell durch einen gelöteten Aluminium-Plattenwärmetauscher. Dabei befindet sich der Hauptwärmetauscherabschnitt vorzugsweise oberhalb des Kondensator-Verdampferabschnitts.

[0011] Im allgemeinen wird man bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung nur einen einzigen Wärmetau-

scherblock einsetzen. Dieser kann beispielsweise in einem Stück gefertigt sein oder durch Zusammenfügen (zum Beispiel mittels Flanschen) aus zwei oder mehreren Abschnitten hergestellt werden. Die Erfindung kann jedoch auch auf größere Anlagen angewandt werden, indem zwei oder mehr solcher Wärmetauscherblöcke parallelgeschaltet werden. Jeder dieser Wärmetauscherblöcke weist dann jeweils einen Hauptwärmetauscherabschnitt und einen Kondensator-Verdampfer-Abschnitt auf.

[0012] Das Hauptanwendungsgebiet der Erfindung liegt bei Einsäulenanlagen, bei denen der Kondensator-Verdampfer-Abschnitt vorzugsweise den Kopfkondensator der einzigen Trennsäule darstellt. Die Erfindung ist jedoch grundsätzlich auch auf andere Prozesse mit zwei oder mehr Säulen anwendbar; beispielsweise kann der Hauptkondensator einer Doppelsäulenanlage durch den Kondensator-Verdampfer-Abschnitt gebildet werden.

[0013] Die Phasentrenneinrichtung kann auf verschiedene Weisen realisiert werden. Zum einen kann sie durch ein außerhalb des Wärmetauscherblocks angeordnetes Gefäß gebildet sein, das über eine Leitung mit dem Austritt der Verdampfungspassagen verbunden ist. In einem zweiten Beispiel wird die Phasentrenneinrichtung durch einen Sammler in Form eines seitlich am Wärmetauscherblock angeordneten Headers gebildet; alternativ dazu kann an beiden Seiten des Wärmetauscherblocks ein entsprechender Header angeordnet sein. (Unter "Header" wird ist eine Verteilbeziehungsweise Sammeleinrichtung zu verstehen, die in Strömungsverbindung mit einer bestimmten Gruppe von Passagen eines Wärmetauscherblocks stehen und zur Zufuhr oder zum Abzug von durch diese Passage strömendem Fluid dienen. Die hier erwähnten Header können beispielsweise halbrohrförmig ausgebildet sein.) In einer dritten Variante wird die Phasentrenneinrichtung durch einen innerhalb des Wärmetauscherblocks im Übergang zwischen Kondensator-Verdampfer-Abschnitt und Hauptwärmetauscherabschnitt angeordneten Bereich gebildet.

[0014] Auch für die Konstruktion der Flüssigkeitsleitung gibt es verschiedene Alternativen. Sie kann außerhalb des Wärmetauscherblocks angeordnet sein oder durch Passagen innerhalb des Wärmetauscherblocks gebildet werden. Die zweite Variante bietet sich vor allem dann an, wenn die Phasentrennung innerhalb des Wärmetauscherblocks durchgeführt wird; hierfür können beispielsweise die ansonsten ungenutzten Fortsetzungen der Passagen für die Abkühlung des zu zerlegenden Gasgemischs genutzt werden, die am unteren Ende des Hauptwärmetauscherabschnitts unterbrochen sind.

[0015] Der Dampf aus der Phasentrenneinrichtung wird vorzugsweise dem Hauptwärmetauscherabschnitt an seinem kalten Ende zugeführt.

[0016] Der in der Erfindung verwendete Wärmetauscherblock kann bei jedem Prozeß und jeder Anlage

eingesetzt werden, bei dem ein erstes Fluid in einem Hauptwärmetauscherabschnitt abgekühlt und ein zweites Fluid in einem Kondensator-Verdampfer-Abschnitt gegen ein kondensierendes drittes Fluid verdampft werden.

[0017] Die Passagen für das Gas aus dem oberen Bereich der Trennsäule (im Falle der Luftzerlegung: Stickstoff) können ohne Unterbrechung über die gesamte Länge des Wärmetauscherblocks durchgehen. Hierbei wird das Gas über die Gasleitung im Übergangsbereich zwischen Hauptwärmetauscherabschnitt und Kondensator-Verdampfer-Abschnitt in den Wärmetauscherblock eingeführt, wobei ein Teil nach oben in den Hauptwärmetauscherabschnitt einströmt, angewärmt und als Produkt abgezogen wird, wobei ein anderer Teil nach unten in die Kondensationspassagen des Kondensator-Verdampfer-Abschnitts fließt und dort verflüssigt wird.

[0018] Auch die Passagen für die aus dem unteren Bereich der Trennsäule stammende Fraktion können in ähnlicher Weise durchgehend ausgeführt sein. Insbesondere wenn die Phasentrenneinrichtung innerhalb des Wärmetauscherblocks angeordnet ist, kann der in den Verdampfungspassagen gebildete Dampf in denselben Durchgängen verbleibend den Hauptwärmetauscherabschnitt durchströmen.

[0019] Vorzugsweise ist mindestens eine Gruppe von Passagen des Wärmetauscherblocks zwischen Hauptwärmetauscherabschnitt und Kondensator-Verdampfer-Abschnitt unterbrochen. Wenn der Wärmetauscherblock als gelöteter Aluminium-Plattenwärmetauscher realisiert ist, wird die Unterbrechung von Passagen durch horizontal oder schräg angeordnete Wände (Abschlußleisten, Sidebars) vorgenommen, die im Übergangsbereich zwischen Hauptwärmetauscherabschnitt und Kondensator-Verdampfer-Abschnitt angeordnet sind. Derartige Wände können zum Beispiel die Passagen zur Abkühlung des zu zerlegenden Gasgemischs an ihrer Unterseite und/oder die Verdampfungspassagen an ihrer Oberseite abschließen. In die Fortsetzung der oben abgeschlossenen Verdampfungspassagen kann der Dampf aus der Phasentrenneinrichtung eingeleitet werden, um sich im Hauptwärmetauscherabschnitt gegen abzukühlendes Einsatzgas anzuwärmen.

[0020] Die Patentansprüche 4 und 5 betreffen Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung die hinsichtlich der Strömungsführung in den Verdampfungspassagen besonders vorteilhaft sind.

[0021] Vorzugsweise wird das zu kondensierende Gas dem oberen Ende des Kondensatorabschnitts zugeführt und strömt im Gleichstrom mit dem gebildeten Kondensat innerhalb der Kondensationspassagen nach unten.

[0022] Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren gemäß den Patentansprüchen 7 bis 9 und eine Anwendung der Vorrichtung und/oder des Verfahrens gemäß Anspruch 10.

[0023] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand zweier in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die Beispiele beziehen sich auf die Gewinnung von gasförmigem Stickstoff durch Tieftemperaturzerlegung von Luft in einer Einsäulenanlage. Hierbei zeigen:

- Figur 1 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Kältezufuhr durch eine externe Flüssigkeit,
 Figur 2 ein zweites Ausführungsbeispiel mit Kälterzeugung durch eine Turbine und
 Figur 3 den Hauptwärmetauscherblock der Figur 1 im Detail.

[0024] Verdichtete und gereinigte Einsatzluft 1 strömt in dem Beispiel von **Figur 1** als zu zerlegendes Gasgemisch (Einsatzgas) in den Hauptwärmetauscherabschnitt 51 eines Wärmetauscherblocks 50 ein, der außerdem einen Kondensator-Verdampfer-Abschnitt 52 aufweist. In dem Hauptwärmetauscherabschnitt 51 wird die Einsatzluft auf etwa Taupunkt abgekühlt und danach über Leitung 2 in die Trennsäule 3 eingespeist

[0025] Stickstoff 4 (die "erste Fraktion") wird gasförmig über dem Kopf der Trennsäule 3 abgezogen und strömt dem Wärmetauscherblock 50 im Übergangsbereich zwischen Hauptwärmetauscherabschnitt 51 und Kondensator-Verdampfer-Abschnitt 52 zu. Dabei wird ein erster Teil des gasförmigen Stickstoffs nach oben in die Passagen 53 des Hauptwärmetauscherabschnitts eingeleitet und schließlich über eine Produktleitung 62 abgezogen. Ein anderer Teil des Stickstoffs 4 fließt in den Kondensationspassagen 54 des Kondensator-Verdampfer-Abschnitts nach unten und kondensiert dabei mindestens teilweise, vorzugsweise im wesentlichen vollständig oder vollständig. Das Kondensat wird über die Rücklaufleitung 5 zum Kopf der Trennsäule 3 zurückgeführt. Ein Teil kann bei Bedarf als Flüssigprodukt entnommen werden (nicht dargestellt).

[0026] Eine sauerstoffangereicherte ("zweite") Fraktion 7 wird flüssig vom Sumpf der Trennsäule 3 abgezogen, entspannt (8) und über Leitung 9 zum unteren Ende des Kondensator-Verdampfer-Abschnitts 52 transportiert. (Die Leitungen 7 und 9 bilden die "erste Flüssigkeitsleitung".) In den Verdampfungspassagen 55 des Kondensator-Verdampfer-Abschnitts 52 des Wärmetauscherblocks 50 wird die sauerstoffangereicherte Fraktion teilweise verdampft. Die Verdampfungspassagen 55 sind an ihrem oberen Ende verschlossen. Dort wird das Zweiphasengemisch aus den Verdampfungspassagen 52 in zwei seitlich angeordneten Headern 56 gesammelt, von denen in Figur 1 nur einer dargestellt ist. Der Header 56 wirkt als Phasentrenneinrichtung. Der dampfförmige Anteil wird in den Wärmetauscherblock zurückgeleitet, und zwar in das untere Ende des Hauptwärmetauscherabschnitts, wobei die Fortsetzungen 57 der Verdampfungspassagen 55 zur Anwärmung

genutzt werden. Der flüssig verbliebene Anteil wird über eine Flüssigkeitsleitung 58 außerhalb des Wärmetauscherblocks 50 abgezogen und mindestens zu einem Teil 59 zum unteren Ende der Verdampfungspassagen 55 zurückgeführt. Ein anderer Teil wird über die Spülleitung 61 kontinuierlich oder diskontinuierlich verworfen.

[0027] Der Anlage kann Kälte zum Ausgleich der Isolationsverluste zugeführt werden, indem über Leitung 6 flüssiger Stickstoff und/oder über Leitung 10 ein verflüssigtes Gemisch von Luftgasen und/oder flüssiger Sauerstoff in die Trennsäule 3 und/oder in die Verdampfungspassagen 55 des Kondensator-Verdampfer-Abschnitts 52 eingespeist wird. In dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 wird auf eine interne Kälterzeugung mittels arbeitsleistender Entspannung einer Turbine vollständig verzichtet.

[0028] Alternativ kann die Verfahrenskälte ganz oder teilweise durch arbeitsleistende Entspannung eines Prozeßgases gewonnen werden, wie es in **Figur 2** dargestellt ist. Dazu wird ein Teil 201 des bei der Verdampfung 55 entstandenen Restgases bei einer Zwischentemperatur aus den Anwärmepassagen 57 des Hauptwärmetauscherabschnitts 51 entnommen und in einer Turbine 202 arbeitsleistend entspannt. Das entspannte Restgas 203 wird wieder dem Hauptwärmetauscherabschnitt 51 zugeführt, und zwar in der Nähe seines kalten Endes. In den zusätzlichen Passagen 204 wird das entspannte Restgas schließlich auf Umgebungstemperatur angewärmt und abgeführt (205).

[0029] Der innere Aufbau des Wärmetauscherblocks 50 der beiden Ausführungsbeispiele ist aus **Figur 3** ersichtlich. Der Zusammenhang mit Figur 1 wird unter anderem durch die Bezugszeichen deutlich, die in beiden Figuren gemeinsam verwendet werden. Figur 3 zeigt die drei Querschnitte A, B und C, aus denen der Wärmetauscherblock 50 aufgebaut ist:

- Querschnitt A enthält oben eine Passage 303 zur Abkühlung von Einsatzluft 1 und unten eine Kondensationspassage 54.
- B stellt oben eine Passage 53 zur Anwärmung von Stickstoff 4 dar.
- C weist im unteren Bereich eine Verdampfungspassage 55 und oben eine Passage 57 zur Anwärmung von Restgas auf

[0030] In dem Wärmetauscherblock sind gemäß der üblichen Bauweise von Plattenwärmetauschern mehrere Querschnitte des Typs A, B und C abwechselnd hintereinander (im Sinne der Zeichenebene von Figur 3) angeordnet. Alle Passagen des jeweiligen Typs kommunizieren an ihren oberen und unteren Enden über außen angebrachte Header. (In den Zeichnungen von Figur 3 sind jeweils nur die Header eingezeichnet, die mit dem dargestellten Querschnitt in Strömungsverbindung stehen.)

[0031] Die Darstellung von Figur 3 ist nicht maßstäblich. Die Höhe des Hauptwärmetauscherabschnitts

51 beträgt in Wirklichkeit beispielsweise 2 bis 5 m, vorzugsweise etwa 3,5 m; der Kondensatorabschnitt 52 ist beispielsweise 1 bis 2 m, vorzugsweise etwa 3,5 m hoch. Doppellinien bedeuten in Figur 3 Abschlußleisten (Sidebars), die eine dargestellte Passage seitlich, oben oder unten dicht abschließen. Die Vorzugsrichtung der innerhalb der Passagen angeordneten gewellten Bleche (Fins) ist jeweils durch ein Triplett kurzer Linien angedeutet.

[0032] Einsatzluft 1 strömt in den Header 301, der nur im linken Abschnitt von Figur 3 (Querschnitt **A**) dargestellt ist. Mittels der schräg angeordneten Fins 302 wird das eingeleitete Gas auf die gesamte Breite der Passage 303 verteilt. An ihrer Unterseite sind die Luftpassagen 303 durch zwei schräg angeordnete Sidebars 304 abgeschlossen. Die abgekühlte Luft wird über einen Header 305 entnommen und fließt über Leitung 2 zur Trennsäule. Auf der anderen Seite des doppelten Sidebars 304 wird über einen weiteren Header 306 Stickstoff aus der Gasleitung 4 in die Kondensationspassagen 54 eingeleitet. Das Kondensat wird am unteren Ende über einen Header 307 abgezogen und über die Rücklaufleitung 5 zum Kopf der Trennsäule geleitet.

[0033] Der mit den Kondensationspassagen von Querschnitt A verbundene Stickstoff-Header 306 ist auch im mittleren Abschnitt von Figur 3 dargestellt, der einen Querschnitt von Typ **B** zeigt. Der Header 306 kommuniziert nämlich auch mit den dort dargestellten Passagen 53. Der Teil des über Leitung 4 herangeführten Stickstoffs, der nicht in die Kondensationspassagen 54 strömt fließt in die Passagen 53 des Hauptwärmetauscherabschnitts ein und wird dort angewärmt. Das warme Stickstoffgas wird über einen Header 308 zur Produktleitung 62 geführt. Die untere Fortsetzung 309 der Passagen 53, die Teil des Kondensator-Abschnitts ist, hat in dem Ausführungsbeispiel keine Funktion im Rahmen des Wärmeaustauschprozesses. Header 310 und Leitung 311 dienen lediglich zur Entlüftung des unteren Abschnitts der Passagen B.

[0034] Die Querschnitte C dienen ausschließlich zur Behandlung der sauerstoffangereicherten ("zweiten") Fraktion 9, die vom Sumpf der Trennsäule stammt. Diese wird als Zwei-Phasen-Gemisch über einen Anschlußstutzen 312 zentral in einen Header 313 eingeführt, der die gesamte Unterseite des Wärmetauscherblocks 50 überdeckt. Eine perforierte Platte 314 verläuft über den gesamten horizontalen Querschnitt des Headers 313. Sie dient zur Verteilung der in dem Zwei-Phasen-Gemisch enthaltenen Dampfblasen auf den gesamten horizontalen Querschnitt. Innerhalb der Verdampfungspassagen 55 steigt das Flüssigkeits-Dampf-Gemisch durch den Thermosiphon-Effekt nach oben und tritt unterhalb des Sidebars 315 nach links beziehungsweise rechts in die beiden Header 56a, 56b aus, die als Phasentrenneinrichtung wirken. Der Dampfanteil strömt nach oben in den Hauptwärmetauscherabschnitt 52, genauer in die Fortsetzung 57 der Verdampfungspassagen 55 oberhalb des Sidebars 315.

Das warme Gas wird über einen Header 318 zur Restgasleitung 63 abgezogen. Die verbleibende Flüssigkeit fließt in den Rohren 58a, 58b, welche die "zweite Flüssigkeitsleitung" bilden, nach unten und zum großen Teil über Stutzen 316a, 316b in den Header 313 zurück. Ein kleinerer Teil kann über die Stutzen 317a, 317b zu der in Figur 1 dargestellten Spülleitung fließen.

[0035] Konstruktiv interessant sind bei dem dargestellten Wärmetauscherblock insbesondere die folgenden Maßnahmen:

- die symmetrische Konstruktion der Einführung der sauerstoffangereicherten Fraktion über Header 313 in die Verdampfungspassagen,
- die symmetrische Entnahme des Flüssigkeits-Dampf-Gemischs unterhalb des Sidebars 315 zu den Headern 56a, 56b,
- der Einsatz der perforierten Platte 314 zur Blasenverteilung und
- die Einführung des Zwei-Phasen-Gemischs 7 oberhalb der Flüssigkeit aus den Flüssigkeitsleitungen 58a, 58b (die Oberkante des zentralen Stutzens 312 liegt oberhalb der Oberkanten der seitlichen Stutzen 316a, 316b).

[0036] Jede dieser Maßnahmen bewirkt jeweils für sich eine besonders gleichmäßige Durchströmung der Verdampfungspassagen 55. Besonders vorteilhaft ist die gleichzeitige Anwendung mehrerer oder aller dieser Maßnahmen. Die gleichmäßige Durchströmung verbessert den Wärmeübergang und erhöht die Betriebssicherheit des Kondensatorabschnitts.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Zerlegung eines Gasgemischs bei niedriger Temperatur mit

- einer Trennsäule (3),
- mit einem Wärmetauscherblock (50), der einen Hauptwärmetauscherabschnitt (51) und einen Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) aufweist,
- wobei der Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) Verdampfungspassagen (55) und Kondensationspassagen (54) aufweist,
- mit einer ersten Einsatzgasleitung (1) zur Zuführung von Einsatzgas zum Hauptwärmetauscherabschnitt (51),
- mit einer zweiten Einsatzgasleitung (2), zur Einleitung von abgekühltem Einsatzgas in die Trennsäule (3),
- mit einer ersten Flüssigkeitsleitung (7, 9, 312), die vom unteren Bereich der Trennsäule (3) zum Eintritt der Verdampfungspassagen (55) führt,
- mit einer Gasleitung (4), die vom oberen Bereich der Trennsäule (3) zu den Kondensati-

- onspassagen (54) führt, und
- mit einer Rücklaufleitung (5) zur Einführung von in den Kondensationspassagen gebildetem Kondensat in den oberen Bereich der Trennsäule (3),
5 **gekennzeichnet durch**
 - eine Phasentrenneinrichtung (56, 56a, 56b), die mit dem Austritt der Verdampfungspassagen (55) verbunden ist, und durch
 - eine zweite Flüssigkeitsleitung (58, 58a, 58b, 316a, 316b), die von der Phasentrenneinrichtung (56, 56a, 56b) zum Eintritt der Verdampfungspassagen (55) führt und außerdem mit einer Spülleitung (317a, 317b, 61) verbunden ist.
10 15
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wärmetauscherblock (50) mindestens eine Gruppe von Passagen (53, 309) aufweist, die sich ohne Unterbrechung über Hauptwärmetauscherabschnitt (51) und Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) erstrecken.
20
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wärmetauscherblock (50) mindestens eine Gruppe von Passagen (54, 303, 55, 57) aufweist, die zwischen Hauptwärmetauscherabschnitt (51) und Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) unterbrochen sind.
25 30
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Phasentrenneinrichtung durch ein Paar (56a, 56b) von seitlich angeordneten Headern gebildet wird.
35
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Flüssigkeitsleitung (9, 312) zentral in eine Verteileinrichtung (313) einmündet, die insbesondere einen Blasenverteiler (314) aufweist.
40
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Gasleitung (4) mit dem oberen Bereich der Kondensationspassagen (54) verbunden (306) ist.
45
7. Verfahren zur Zerlegung eines Gasgemischs (1, 2) bei niedriger Temperatur, bei dem
- Einsatzgas (1) in einem Hauptwärmetauscherabschnitt (51) auf etwa Taupunkt abgekühlt und einer Trennsäule (3) zugeführt (2) wird,
50
 - eine erste Fraktion (4) gasförmig aus dem oberen Bereich der Trennsäule (3) entnommen und in einem Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) kondensiert (54) wird,
55
 - mindestens ein Teil des im Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) gebildeten Kondensats (5) in die Trennsäule (3) zurückgeleitet wird,
 - ein zweite Fraktion (7, 9) flüssig aus dem unteren Bereich der Trennsäule (3) entnommen und in dem Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) gegen die kondensierende erste Fraktion (54) verdampft (55) wird,
 - wobei der Hauptwärmetauscherabschnitt (51) und der Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) durch Teilabschnitte eines integrierten Wärmetauscherblocks (50) gebildet werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß
 - die zweite Fraktion (9) in dem Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) nur teilweise verdampft (55) wird,
 - der flüssig verbliebene Anteil (58, 58a, 58b) von dem verdampften Anteil (57) der zweiten Fraktion stromabwärts der teilweisen Verdampfung (54) im Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (55) getrennt (56, 56a, 56b) und
 - mindestens zu einem ersten Teil (316a, 316b) in den Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) zurückgeleitet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein zweiter Teil (317a, 317b) des flüssig verbliebenen Anteils (58, 58a, 58b) der zweiten Fraktion als Spülflüssigkeit (61) abgeführt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der verdampfte Anteil (57) der in dem Kondensator-Verdampfer-Abschnitt (52) teilweise verdampften zweiten Fraktion im Hauptwärmetauscherabschnitt (51) angewärmt wird.
10. Anwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und/oder des Verfahrens nach einem der Ansprüche 7 bis 9 zur Tieftemperaturzerlegung von Luft.

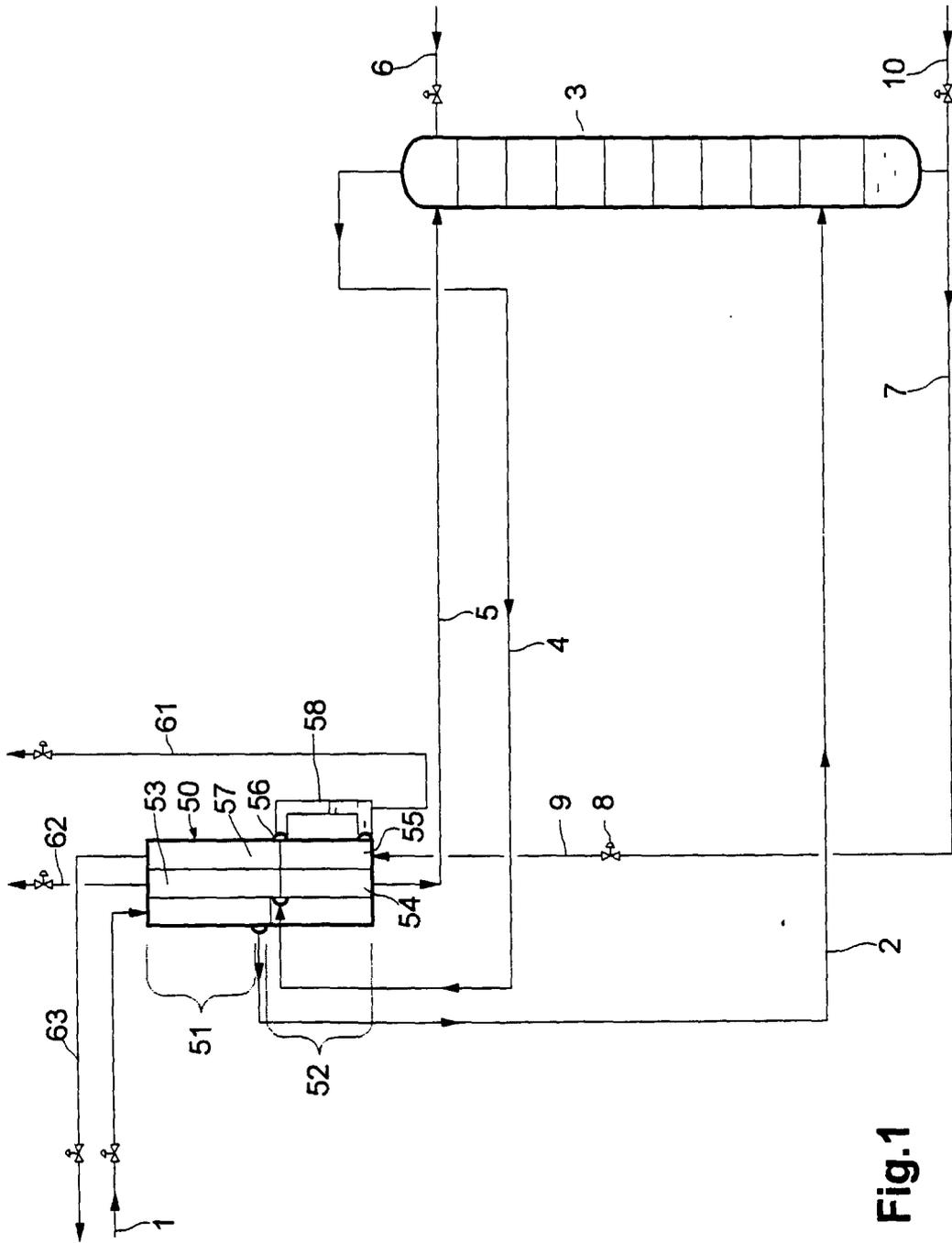


Fig.1

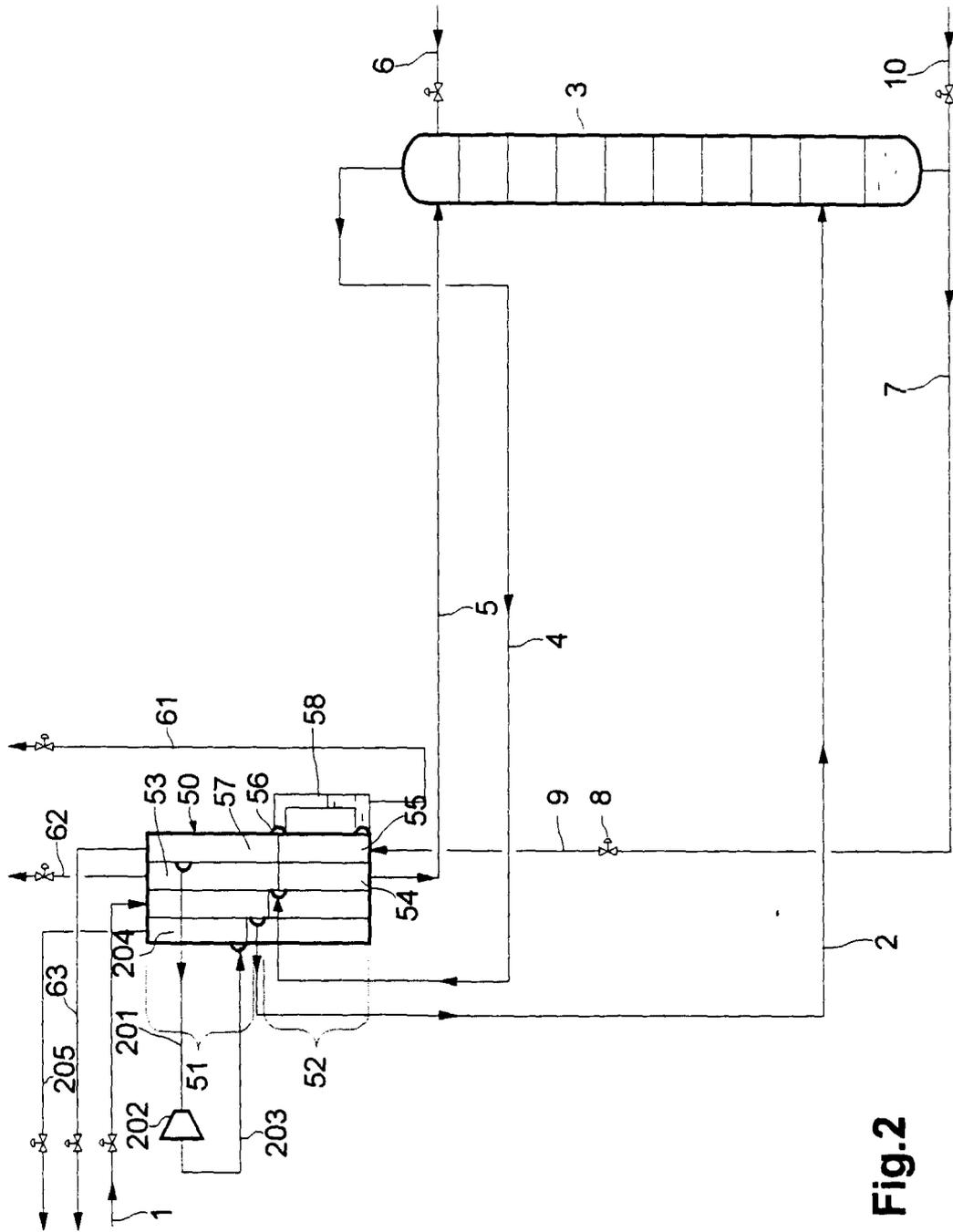


Fig.2

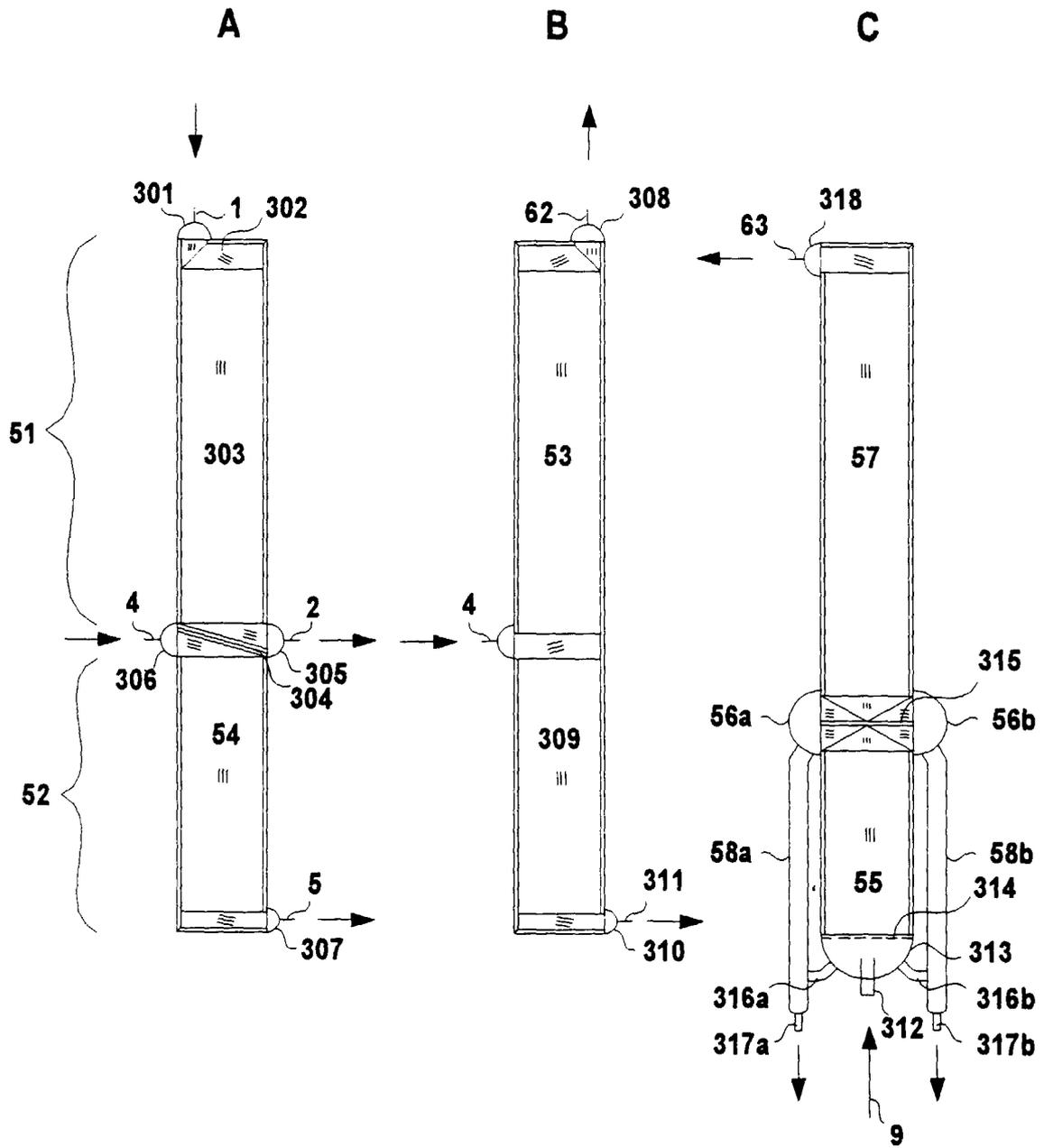


Fig.3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 10 5042

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
P, A	US 5 901 578 A (BONAQUIST DANTE PATRICK ET AL) 11. Mai 1999 (1999-05-11) * Spalte 4, Zeile 40 - Zeile 64; Ansprüche; Abbildungen *	1-10	F25J3/04 F25J5/00
A	FR 2 238 132 A (CRYOPLANIS LTD) 14. Februar 1975 (1975-02-14) * Seite 5, Zeile 34 - Seite 6, Zeile 8; Ansprüche; Abbildungen *	1-10	
A	EP 0 407 136 A (BOC GROUP INC) 9. Januar 1991 (1991-01-09) * Spalte 6, Zeile 36 - Zeile 43; Ansprüche; Abbildung 1 *	1-10	
A	US 5 765 631 A (GERARD CLAUDE) 16. Juni 1998 (1998-06-16) * das ganze Dokument *	1-10	
A	US 5 324 452 A (ALLAM RODNEY J ET AL) 28. Juni 1994 (1994-06-28) * Spalte 13, Zeile 13 - Zeile 40; Ansprüche; Abbildung 5 *	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F25J F28B F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	10. Juli 2000	Lapeyrere, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		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	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 10 5042

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.

10-07-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5901578 A	11-05-1999	BR 9901280 A	28-12-1999
		CN 1236087 A	24-11-1999
		EP 0959313 A	24-11-1999
FR 2238132 A	14-02-1975	GB 1472402 A	04-05-1977
		DE 2433922 A	28-05-1975
		IN 142725 A	20-08-1977
		JP 50131864 A	18-10-1975
		NO 742505 A	17-02-1975
		SE 7409424 A	20-01-1975
EP 0407136 A	09-01-1991	US 5058387 A	22-10-1991
		AT 105072 T	15-05-1994
		AU 620247 B	13-02-1992
		AU 5504990 A	10-01-1991
		DD 296467 A	05-12-1991
		DE 69008437 D	01-06-1994
		DE 69008437 T	25-08-1994
		HK 114596 A	05-07-1996
		HU 56043 A, B	29-07-1991
		JP 2636949 B	06-08-1997
		JP 3045883 A	27-02-1991
		PH 26851 A	05-11-1992
		ZA 9003636 A	29-05-1991
US 5765631 A	16-06-1998	FR 2728669 A	28-06-1996
		AU 703255 B	25-03-1999
		AU 4040395 A	27-06-1996
		CA 2165719 A	22-06-1996
		CN 1133429 A	16-10-1996
		DE 69512876 D	25-11-1999
		DE 69512876 T	15-06-2000
		EP 0718582 A	26-06-1996
		JP 8291980 A	05-11-1996
		US 5324452 A	28-06-1994
DE 69314245 D	06-11-1997		
DE 69314245 T	29-01-1998		
EP 0578218 A	12-01-1994		
KR 9614902 B	21-10-1996		

EPO FORM P0461

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