

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 287 302 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:

21.09.2005 Patentblatt 2005/38

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

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2001/006207

(21) Anmeldenummer: **01936414.0**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2001/092799 (06.12.2001 Gazette 2001/49)

(22) Anmeldetag: **31.05.2001**

(54) **MEHRSTÖCKIGER BADKONDENSATOR**

MULTISTOREYED BATH CONDENSER

CONDENSEUR A BAIN A PLUSIEURS ETAGES

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **31.05.2000 DE 10027139**

21.07.2000 EP 00115782

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

05.03.2003 Patentblatt 2003/10

(73) Patentinhaber: **Linde AG**

65189 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder:

- **SCHWEIGERT, Karl, Heinrich**
81479 München (DE)

• **WANNER, Alfred Dr**

82041 Deisenhofen (DE)

• **HECHT, Thomas**

82131 Gauting (DE)

• **SOTZEK, Manfred**

81477 München (DE)

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd**

**Linde AG,
Abraham-Lincoln-Strasse 21
65189 Wiesbaden (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-B- 0 386 248

FR-A- 2 064 065

FR-A- 2 237 158

US-A- 4 606 745

EP 1 287 302 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Badkondensator mit einem quaderförmigen Kondensatorblock, der Verdampfungspassagen für eine Flüssigkeit und Verflüssigungspassagen für ein Heizmedium besitzt und mindestens zwei übereinander angeordnete Umlaufabschnitte aufweist, wobei die Verdampfungspassagen jeweils am unteren Ende eines Umlaufabschnittes mindestens eine Eintrittsöffnung für die Flüssigkeit und jeweils am oberen Ende eines Umlaufabschnittes mindestens eine Austrittsöffnung besitzen und Mittel zum Führen von Flüssigkeit von einer Austrittsöffnung eines Umlaufabschnittes zu einer Eintrittsöffnung des darunterliegenden Umlaufabschnittes vorgesehen sind.

[0002] Ein derartiges Badkondensator ist, zum Beispiel, aus der FR-A-2 064 065 bekannt.

[0003] Bei einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage mit einer Drucksäule und einer Niederdrucksäule wird flüssiger Sauerstoff aus der Niederdrucksäule gegen gasförmigen Stickstoff aus der Drucksäule in indirektem Wärmeaustausch in einem Wärmetauscher verdampft, wobei der Stickstoff kondensiert.

[0004] Der Wärmetauscher wird im wesentlichen in zwei verschiedenen Grundformen realisiert. Bei einem Fallfilmverdampfer wird die zu verdampfende Flüssigkeit über ein Verteilsystem, welches gleichzeitig einen Gasverschluß bildet, oben in die Verdampfungspassagen eingeleitet. Die Flüssigkeit läuft als Flüssigkeitsfilm über die Heizfläche nach unten, wobei sie teilweise verdampft. Das entstehende Gas und die nicht verdampfte Restflüssigkeit treten unten aus dem Fallfilmverdampfer aus. Die Flüssigkeit sammelt sich in dem unter dem Kondensator angeordneten Sammelraum, während der Gasanteil weitergeleitet wird.

[0005] Bei einem Badkondensator steht dagegen der Kondensatorblock in dem Flüssigkeitsbad, aus dem Flüssigkeit verdampft werden soll. Die Flüssigkeit tritt von unten in die Verdampfungspassagen des Kondensatorblockes ein und wird teilweise gegen das durch die Verflüssigungspassagen strömende Heizmedium verdampft. Die Dichte des in den Verdampfungspassagen verdampfenden Mediums ist geringer als die Dichte des umgebenden Flüssigkeitsbades, wodurch eine Siphonwirkung entsteht, so daß Flüssigkeit aus dem Flüssigkeitsbad in die Verdampfungspassagen nachströmt. Je größer die Eintauchtiefe des Kondensatorblockes in dem Flüssigkeitsbad ist, desto höher wird der mittlere hydrostatische Druck in den Verdampfungspassagen und desto schlechter verdampft die Flüssigkeit, da die Siedetemperatur der Flüssigkeit entsprechend der Dampfdruckkurve ansteigt.

[0006] Der Wirkungsgrad eines Badkondensators kann daher durch Unterteilung des Kondensatorblockes in mehrere übereinander angeordnete Abschnitte, im folgenden Umlaufabschnitte genannt, erhöht werden. Der Vorteil einer derartigen Anordnung liegt darin, daß die Eintauchtiefe bei mehreren Umlaufabschnitten je-

weils kleiner ist als bei einem einzigen hohen Kondensatorblock. Damit wird der hydrostatische Druck in den Verdampfungspassagen geringer und die Flüssigkeit kann leichter verdampfen.

[0007] Aus der deutschen Patentanmeldung 199 39 294 ist ein mehrstöckiger Badkondensator bekannt, bei dem zwei Kondensatorblöcke parallel zueinander angeordnet sind und bei dem sich zwischen den Blöcken für jedes Stockwerk Flüssigkeitsvorratsbehälter für die zu verdampfende Flüssigkeit befinden. Die Verdampfungspassagen sind in vertikaler Richtung in mehrere Stockwerke unterteilt, die jeweils einen eigenen Umlaufabschnitt bilden. Die Eintauchtiefe wird so relativ klein gehalten.

[0008] In den einzelnen Umlaufabschnitten strömt Flüssigkeit von unten in die Verdampfungspassagen ein und tritt als Flüssigkeit-Gas-Gemisch am oberen Ende des Umlaufabschnittes auf der der Eintrittsseite gegenüberliegenden Seite des Kondensatorblocks wieder aus. Die austretende Flüssigkeit wird über Leitungen um den Kondensatorblock herumgeführt und fließt wieder in den Flüssigkeitsvorratsbehälter zurück. Nachteilig bei dieser Anordnung sind die aufwendige Verrohrung und der hohe Platzbedarf, der sich aufgrund der zwei parallelen Kondensatorblöcke und der notwendigen Verrohrung ergibt.

[0009] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, einen kompakten mehrstöckigen Badkondensator zu entwickeln.

[0010] Diese Aufgabe wird durch einen Badkondensator der eingangs genannten Art gelöst, bei dem die Mittel zum Führen von Flüssigkeit nur Austrittsöffnungen und Eintrittsöffnungen verbinden, die sich auf derselben Seite des Kondensatorblocks befinden.

[0011] Erfindungsgemäß besteht der Badkondensator aus mindestens zwei übereinander angeordneten Umlaufabschnitten, die jeweils aus einem eigenen Flüssigkeitsvorratsbehälter mit Flüssigkeit gespeist werden. Durch die vertikale Unterteilung des Badkondensators kann der Flüssigkeitsstand in den Flüssigkeitsvorratsbehältern der jeweiligen Umlaufabschnitte gegenüber dem Flüssigkeitsstand bei einem einzigen, durchgehenden Kondensatorblock deutlich reduziert werden.

[0012] Die Flüssigkeit tritt über am unteren Ende eines Umlaufabschnittes befindliche Eintrittsöffnungen in die Verdampfungspassagen ein, strömt nach oben, verdampft teilweise und verläßt die Passagen am oberen Ende des Umlaufabschnittes über geeignete Austrittsöffnungen. Der Flüssiganteil in dem aus den Passagen austretenden Flüssigkeit-Gas-Gemisch strömt zum einen zurück zu den Eintrittsöffnungen dieses Umlaufabschnittes, zum anderen, abhängig vom Flüssigkeitsstand im Flüssigkeitsvorratsbehälter des Umlaufabschnittes, zu den Eintrittsöffnungen des darunterliegenden Umlaufabschnittes, um dort wiederum über die Verdampfungspassagen umgeworfen zu werden.

[0013] Die Austritts- und Eintrittsöffnungen, zwischen denen Flüssigkeit fließt, sind bei dem erfindungsgemä-

ßen Badkondensator alle auf derselben Seite des Kondensatorblocks angeordnet. Es ist daher keine aufwendige Verrohrung notwendig, um die Flüssigkeit innerhalb eines Umlaufabschnittes mehrfach umzuwerfen oder um sie einem benachbarten Umlaufabschnitt zuzuleiten.

[0014] Vorzugsweise sind höchstens zwei Seiten des Kondensatorblocks mit Eintritts- und / oder Austrittsöffnungen versehen. Erfindungsgemäß sind jedoch die Eintritts- und Austrittsöffnungen, die sich auf unterschiedlichen Seiten des Kondensatorblocks befinden, außerhalb des Kondensatorblocks flüssigkeitsseitig nicht miteinander verbunden, d.h. Flüssigkeit, die aus einer Austrittsöffnung auf der einen Seite des Kondensatorblocks austritt, kann nicht in eine Eintrittsöffnung fließen, die auf der anderen Seite des Kondensatorblocks liegt. Innerhalb des Kondensatorblocks ist jedoch prinzipiell ein Austausch von Flüssigkeit zwischen den Verdampfungspassagen in geringem Maße möglich, da die gewellten Bleche, die die einzelnen Verdampfungspassagen voneinander trennen, häufig perforiert sind. Sind auf zwei Seiten des Kondensatorblocks Ein- bzw. Austrittsöffnungen vorhanden, so besitzt der Kondensatorblock zwei parallele Gruppen von Verdampfungspassagen, zwischen denen keine Flüssigkeit ausgetauscht wird. Die aus den Austrittsöffnungen einer Seite austretende Flüssigkeit wird ausschließlich in Verdampfungspassagen geleitet, deren Eintrittsöffnungen sich ebenfalls auf dieser Seite befinden.

[0015] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform befinden sich auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Kondensatorblocks jeweils Ein- und Austrittsöffnungen zu den Verdampfungspassagen. Besonders günstig ist es in diesem Fall, wenn der Kondensatorblock spiegelsymmetrisch zur Mittelebene zwischen diesen beiden Seiten aufgebaut ist.

[0016] Eine noch kompaktere Ausführung des Badkondensators läßt sich dadurch erzielen, daß sich alle Eintritts- und Austrittsöffnungen auf derselben Seite des Wärmetauschers befinden. Leitungen zur Verbindung der Ein- bzw. Austrittsöffnungen miteinander sind nur auf einer Außenseite des Kondensatorblocks notwendig. Die anderen drei seitlichen Begrenzungen des Badkondensators werden durch die Außenwände des Kondensatorblocks gebildet. Sofern sich aus dem Zusammenhang nichts anderes ergibt, beziehen sich die Angaben "oben", "unten" und "seitlich" jeweils auf die beim Betrieb des Badkondensators vorliegende Ausrichtung des Kondensators, bei der die einzelnen Umlaufabschnitte im wesentlichen vertikal übereinander angeordnet sind.

[0017] Vorzugsweise wird die Strömungsverbindung zwischen den Eintritts- bzw. Austrittsöffnungen und den Verdampfungspassagen durch horizontal oder schräg verlaufende Kanäle hergestellt. Der Kondensatorblock wird aus mehreren übereinander gestapelten, gewellten Lamellen aufgebaut, die jeweils durch ebene Trennble-

che gegeneinander begrenzt sind. Die Lamellen und Trennbleche bilden dabei die Verflüssigungs- und Verdampfungspassagen. Im Bereich der Ein- bzw. Austrittsöffnungen zu den Verdampfungspassagen werden die gewellten Lamellen schräg angeordnet, so daß das in den senkrecht verlaufenden Verdampfungspassagen strömende Fluid zu den in einer Seitenwand des Kondensatorblocks befindlichen Ein- bzw. Austrittsöffnungen umgelenkt wird.

[0018] Von Vorteil ist die Seite eines Umlaufabschnittes, in der sich Ein- und / oder Austrittsöffnungen befinden, mit einem Sammler versehen, der eine Flüssigkeitszuleitung und einer Gasableitung besitzt. Ein Umlaufabschnitt besitzt in der Regel rechteckförmige Seitenwände. Der Sammler deckt zumindest die Ein- und Austrittsöffnungen der Seitenwand des Umlaufabschnittes ab, bevorzugt jedoch die gesamte Seitenwand des Umlaufabschnittes. Durch die Wände des Sammlers und die Seitenwand des Umlaufabschnittes wird so ein gegen die Umgebung abgeschirmtes, bis auf die hierfür vorgesehenen Zu- und Ableitungen gas- und flüssigkeitsdichtes Volumen gebildet.

[0019] Der Badkondensator wird bei dieser Variante seitlich durch die Seitenwände des Kondensatorblockes bzw. auf den Seiten, auf denen sich Ein- und / oder Austrittsöffnungen befinden, durch die Außenwände der Sammler begrenzt. Es ist keine separater Behälter um den Badkondensator notwendig, wodurch der Kondensator äußerst kompakt wird. Hierdurch wird das Material für die Behälterwand eingespart und die Gesamtlänge der zur Herstellung nötigen Schweißnähte deutlich verringert, wodurch die Produktion vereinfacht wird. Zudem können für die Sammler geringere Wandstärken gewählt werden als für die ansonsten notwendige Behälterwand, da die Durchmesser der Sammler nicht so groß ausgeführt werden müssen wie die eines Behälters um den Kondensatorblock. Dies bringt eine deutliche Kostenersparnis.

[0020] Es hat sich als besonders vorteilhaft herausgestellt, die Seiten von mehreren Umlaufabschnitten, insbesondere die gesamte Seite des Kondensatorblocks, in der sich Ein- und / oder Austrittsöffnungen befinden, mit einem Sammler abzudecken, der mit einer Flüssigkeitszuleitung und einer Gasableitung versehen ist. In diesem Sammler ist für jeden Umlaufabschnitt ein geeigneter Flüssigkeitsvorratsbehälter vorgesehen. Ferner sind in dem Sammler oder an dem Sammler Leitungen oder Öffnungen zur Zu- und Abführung von Flüssigkeit und/oder Gas in und aus dem Umlaufabschnitt vorhanden.

[0021] Vorzugsweise ist der Sammler an der Grenze zweier Umlaufabschnitte jeweils in Etagen unterteilt ist, wobei zwei benachbarte Etagen über eine Flüssigkeits- und eine Gasleitung strömungsseitig miteinander verbunden sind. Der sich über die Höhe von mehreren Umlaufabschnitten, bevorzugt über die gesamte Höhe des Kondensatorblocks erstreckende Sammler ist entsprechend den Umlaufabschnitten in Etagen unterteilt. Die

Abgrenzung der Etagen gegeneinander erfolgt vorzugsweise durch ebene Bleche oder gekröpfte Böden. Insbesondere ist es günstig, wenn die Abgrenzung der einzelnen Etagen gegeneinander bis auf speziell hierfür vorgesehene Strömungsverbindungen gas- und flüssigkeitsdicht erfolgt, so daß das Volumen einer Etage als Flüssigkeitsvorratsbehälter für den angrenzenden Umlaufabschnitt dienen kann.

[0022] Der Flüssigkeitstransport von einer Etage zu der darunter liegenden Etage wird von Vorteil über ein Überlaufrohr sichergestellt. Der Boden einer Etage des Sammlers wird von einem Überlaufrohr durchsetzt, dessen Öffnung oberhalb des Bodens liegt. Die aus dem Umlaufabschnitt in diese Etage einströmende Flüssigkeit sammelt sich am Boden der Etage und fließt erst dann in die darunter befindliche Etage ab, wenn der Flüssigkeitsstand die Höhe der Öffnung des Überlaufrohrs erreicht hat. Bei niedrigerem Flüssigkeitsstand wird die Flüssigkeit nur in der oberen der beiden Etagen umgeworfen.

[0023] Durch die Aufteilung des Sammlers in mehrere Etagen wird eine Etage im wesentlichen nur von dem Gas durchströmt, welches in dem zugeordneten Umlaufabschnitt verdampft worden ist. Die Gasgeschwindigkeiten in einer Etage sind daher relativ gering, insbesondere deutlich geringer als bei einem Badkondensator, bei dem keine Trennung der Sammelbereiche für das Gas vorhanden ist. Auf diese Weise wird die Gefahr, daß mit dem verdampften Gas so viel Flüssigkeit mitgerissen wird, daß der Flüssigkeitsstand unter die Öffnung zur Strömungsverbindung zur benachbarten Etage, beispielsweise unter die Einlaufkante eines Überlaufrohrs, absinkt, vermieden.

[0024] Die Gefahr des Mitreißen von Flüssigkeit kann vorteilhaft dadurch weiter reduziert werden, daß sich der Einlaß in die Gasleitung einer Etage oberhalb der Austrittsöffnung der Verdampfungspassagen der Etage befindet. Das in dem Umlaufabschnitt verdampfte Gas muß, bevor es in die Gasleitung eintritt, durch die es aus der Etage abgeführt wird, eine bestimmte Strecke aufsteigen. Das Volumen zwischen der Austrittsöffnung aus dem Umlaufabschnitt und dem Einlaß in die Gasleitung dient als zusätzlicher Abscheideraum, in dem sich mit dem Gas mitgerissene Flüssigkeit aus dem Gasstrom abscheidet.

[0025] Es hat sich auch als günstig erwiesen, den Gaseinlaß der Gasleitung auf der der Austrittsöffnung der Verdampfungspassagen abgewandten Seite vorzusehen. Das aus der Austrittsöffnung austretende Gas wird dann in der Etage umgelenkt, bevor es in die Gasleitung eintritt, wodurch die Flüssigkeit ebenfalls leichter vom Gasstrom getrennt wird.

[0026] Der bauliche Aufwand für den Sammler kann dadurch niedrig gehalten werden, daß der Sammler in einer Ebene senkrecht zu den Verflüssigungs- und Verdampfungspassagen einen halbkreisförmigen oder halbelliptischen Querschnitt besitzt, d.h. beispielsweise durch ein halbkreisförmig gebogenes Blech realisiert

wird, welches mit den beiden Kanten der Kondensatorblockseite verbunden wird, die mit den Ein- bzw. Austrittsöffnungen versehen ist.

[0027] Die Flüssigkeits- oder die Gasleitungen, die zwei Etagen miteinander verbinden oder Gas aus einer Etage ableiten, verlaufen vorzugsweise innerhalb des Sammlers. Besonders bevorzugt sind sowohl die Flüssigkeits- als auch die Gasleitung innerhalb des Sammlers untergebracht. Der Badkondensator bleibt so äußerst kompakt und wird nach außen nur durch die Außenwände des Kondensatorblocks und der Sammler begrenzt. Seitlich außerhalb dieser Begrenzungen verlaufen über einen Großteil des Körpers des Badkondensators keine Leitungen. Lediglich mindestens je eine Zu- und eine Ableitung für das zu verdampfende Fluid und das zu kondensierende Fluid sind selbstverständlich notwendig. Diese treten vorzugsweise an der oberen und unteren Stirnseite des Badkondensators aus.

[0028] Bevorzugt ist eine Gasleitung vorgesehen, die sich durch alle Etagen erstreckt und in jeder Etage einen Gaseinlaß besitzt.

[0029] Der erfindungsgemäße Badkondensator kann insbesondere als Hauptkondensator einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage vorteilhaft eingesetzt werden.

[0030] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

- Figur 1 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Badkondensator entlang der Linie B - B in Figur 2,
- Figur 2 einen Schnitt durch denselben Badkondensator entlang der Linie A - A in Figur 1,
- Figur 3 eine perspektivische Ansicht einer alternativen Ausführungsform und
- Figur 4 einen Schnitt durch eine weitere Ausführungsform der Erfindung.

[0031] Die Figuren 1 und 2 zeigen zwei Schnitte durch einen erfindungsgemäßen Badkondensator, der als Hauptkondensator einer Doppelsäule einer Luftzerlegungsanlage eingesetzt wird. Der Hauptkondensator kann entweder in der Niederdrucksäule der Doppelsäule angeordnet werden oder, bevorzugt, außerhalb der Doppelsäule stehen. Figur 1 stellt einen Schnitt entlang der Linie B - B in Figur 2 und Figur 2 einen Schnitt entlang der Linie A - A der Figur 1 dar. Der Badkondensator besteht aus einem Kondensatorblock 1, der eine Vielzahl von parallel verlaufenden Wärmeaustauschpassagen 2, 8 beinhaltet, in denen gasförmiger Stickstoff im Wärmeaustausch mit flüssigem Sauerstoff kondensiert wird, wobei der Sauerstoff verdampft.

[0032] Die Stickstoffpassagen 2 erstrecken sich über die gesamte Höhe des Kondensatorblocks 1. Gasförmiger Stickstoff wird über eine Zuleitung 4 den Stickstoffpassagen 2 zugeführt und als Flüssigkeit am unteren Ende des Blocks 1 über Leitung 5 abgezogen. Die Ver-

teilung des gasförmigen Stickstoffs auf die Stickstoffpassagen 2 erfolgt über einen mit dem Kondensatorblock 1 verbundenen Sammler/Verteiler 6. Der aus den Wärmeaustauschpassagen des Kondensatorblocks 1 austretende flüssige Stickstoff wird in analoger Weise in die Abzugsleitung 5 zusammengeführt.

[0033] Die Sauerstoffpassagen 8 erstrecken sich im Gegensatz zu den Stickstoffpassagen 2 nicht über die gesamte Länge des Kondensatorblocks 1, sondern sind in 5 Umlaufabschnitte 7a bis 7e unterteilt. Jeder Umlaufabschnitt 7a - e ist zur senkrecht verlaufenden Mittelebene des Kondensatorblocks 1 spiegelsymmetrisch aufgebaut. Jede dieser beiden symmetrischen Hälften besteht aus Wärmeaustauschpassagen 8, an die sich am oberen und unteren Ende eines Umlaufabschnittes 7 horizontal verlaufende Passagen 9, 10 anschließen, die zur Zu- und Abführung von Flüssigkeit und Gas in die Sauerstoffpassagen 8 dienen. Die Ein- und Austrittspassagen 9, 10 der beiden symmetrischen Hälften eines Umlaufabschnittes 7 enden jeweils auf derselben Seite des Kondensatorblocks 1.

[0034] Die Umlaufabschnitte 7a bis 7e sind alle identisch aufgebaut. Der Kondensatorblock 1 besitzt somit zwei jeweils durch ein Abschlußblech 11 geschlossene Seiten sowie zwei gegenüberliegende Seiten 12, in denen sich für jeden Umlaufabschnitt 7a - e je eine Eintrittsöffnung 9 für flüssigen Sauerstoff und eine Austrittsöffnung 10 für teilverdampften Sauerstoff befindet.

[0035] Mit den beiden mit Ein- und Austrittsöffnungen 9, 10 versehenen Seiten 12 des Kondensatorblocks 1 sind Halbzylinderschalen 13 verbunden, die die gesamten Seitenflächen 12 abdecken. Die Halbzylinderschalen 13 schließen mit den senkrechten Kanten des quaderförmigen Kondensatorblocks 1 ab. Die beiden sich auf gegenüberliegenden Seiten des Kondensatorblocks 1 befindlichen, durch die Seitenwände 12 und die Halbzylinderschalen 13 begrenzten Räume 14 sind über den Verlauf der Höhe des Kondensatorblocks 1 nicht miteinander verbunden. Die einzige Verbindung zwischen den beiden Räumen 14 besteht oberhalb des Kondensatorblocks 1, da die Halbzylinderschalen 13 höher als der Kondensatorblock 1 sind und in dem Bereich oberhalb des Kondensatorblocks 1 miteinander verbunden sind. Der Badkondensator besteht also aus einem Kondensatorblock 1, an den sich an den beiden Seiten 12 zwei Halbzylinderschalen 13 anschließen sowie aus einem den Kondensatorblock 1 und die beiden Halbzylinderschalen 13 überspannenden Kopfteil 21a.

[0036] Die durch die Halbzylinderschalen 13 begrenzten Räume 14 sind durch Bleche 16 in mehrere Etagen 15a bis 15e unterteilt. Die Bleche 16 erstrecken sich von der Grenze zwischen zwei Umlaufabschnitten 7 bis zu der auf dieser Seite des Kondensatorblocks 1 angeordneten Halbzylinderschale 13. In den Blechen 16 befinden sich Ablauföffnungen 17, durch die flüssiger Sauerstoff von einer Etage, z.B. 15b, in die darunterliegende Etage, z.B. 15c, abfließen kann. Ferner sind mit den Blechen 16 Gasschächte 18 verbunden, die von ei-

nem Blech 16 bis knapp unterhalb des darüberliegenden Bleches 16 reichen.

[0037] Die Gasschächte 18 sind in einer Linie angeordnet und bilden so praktisch eine gemeinsame Gassammelleitung, wobei jedoch zwischen dem oberen Ende jedes Gasschachts 18 und dem darüberliegenden Blech 16 ein Spalt 19 verbleibt, der den Eintritt von Gas aus der jeweiligen Etage 15 in die Gassammelleitung ermöglicht. Die Bleche 16 verlaufen zumindest teilweise nach oben ansteigend, so daß der Ringspalt 19 oberhalb der Austrittsöffnungen 10 der jeweiligen Etage 15 liegt.

[0038] In dem in Figur 1 gezeigten Beispiel sind die Bleche 16 zweimal rechtwinklig gefaltet, so daß sich zwischen zwei Blechen 16 eine Etage 15 bildet, die aus zwei miteinander verbundenen Räumen 20, 21 besteht. Der Raum 20c befindet sich auf Höhe des zugehörigen Umlaufabschnittes 7c und dient als Flüssigkeitsvorratsbehälter. Der zweite Raum 21c liegt dagegen fast auf der gleichen Höhe wie der nächsthöhere Umlaufabschnitt 7b und bildet eine Art zum Flüssigvorratsbehälter 20c eine seitlich und nach oben abgesetzte Zusatztasche.

[0039] Im Betrieb des Badkondensators wird über Leitung 22 flüssiger Sauerstoff in die beiden obersten Etagen 15a eingeleitet. Der Sauerstoff sammelt sich zunächst in dem Vorratsbehälter 20a, tritt über die Eintrittspassagen 9 in die Sauerstoffpassagen 8 ein, wird im indirekten Wärmetausch mit Stickstoff teilweise verdampft und verläßt den Kondensatorblock 1 als Flüssigkeits-Gas-Gemisch über die Austrittspassagen 10, um sich wieder im Vorratsbehälter 20a zu sammeln. Wenn der Flüssigkeitspegel in dem Vorratsbehälter bis zur Höhe der Austrittskanäle 10 ansteigt, kann flüssiger Sauerstoff über den Verbindungsspalt in den zweiten Raum 21a, der als Abscheideraum dient, fließen.

[0040] Der Abscheideraum 21a besitzt in seinem Boden Ablauföffnungen 17, durch die überschüssiger flüssiger Sauerstoff von der Etage 15a in die darunterliegende Etage 15b fließen kann. Die Ablauföffnungen 17 zweier benachbarter Etagen 15 sind dabei versetzt zueinander angeordnet, so daß beispielsweise aus der Etage 15b abtropfender Sauerstoff nicht unmittelbar in die Etage 15d weiterfließt, sondern zunächst in der Etage 15c verbleibt.

[0041] Die Ablauföffnungen 17 sind vorzugsweise mindestens so hoch angeordnet wie die Austrittsöffnungen 10 der zugehörigen Etage 15 liegen. Es hat sich nämlich als vorteilhaft erwiesen, die einzelnen Umlaufabschnitte 7 des Badkondensators mindestens soweit im Flüssigkeitsbad abzutauchen, daß der Flüssigkeitspiegel im Vorratsbehälter 20 mindestens knapp unterhalb der Unterkante der Austrittsöffnungen 10 liegt. Dadurch wird eine Totalverdampfung in den Verdampfungspassagen 8 ausgeschlossen und eine Verlegung der Passagen 8 durch schwersiedende Komponenten verhindert.

[0042] Der in die Etage 15b abfließende Sauerstoff

sammelt sich wieder im Vorratsbehälter 20b, wird im Umlaufabschnitt 7b umgeworfen und teilweise verdampft. Überschüssige Flüssigkeit im Vorratsbehälter 20b läuft über die Ablauföffnung 17 dann in die Etage 15c. Das bei der Verdampfung im Umlaufabschnitt 7 entstehende Sauerstoffgas strömt mit dem flüssigen Sauerstoff aus den Austrittsöffnungen 10 aus und wird über den Gasschacht 18 abgeleitet. Diese Vorgänge wiederholen sich in jeder Etage 15.

[0043] Durch die seitlich und nach oben versetzte Anordnung des Abscheideraumes 21 und den ringspaltförmigen Gaseinlaß 19 in den Gasschacht 18 wird das Sauerstoffgas mehrfach umgelenkt, bevor es aus einer Etage 15 abgeführt wird. Bei diesen Umlenkungen wird die Strömungsgeschwindigkeit des gasförmigen Sauerstoffs so stark abgesenkt, daß dieser keinen oder kaum noch flüssigen Sauerstoff mitreißt. In dem Abscheideraum 21 wird also eine sehr gute Flüssigkeit-Gas-Trennung erzielt. Das durch die Gasschächte 18 aufsteigende Sauerstoffgas wird am oberen Ende des Badkondensators über eine in den Zeichnungen nicht zu sehende Sauerstoffabzugsleitung abgeführt.

[0044] In Figur 3 ist perspektivisch eine Variante des erfindungsgemäßen Badkondensators dargestellt. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von dem anhand der Figuren 1 und 2 erläuterten Kondensator im wesentlichen darin, daß die beiden Halbzylinderschalen 13 keinerlei Strömungsverbindung miteinander besitzen. Die Halbzylinderschalen 13 schließen mit den beiden offenen Seiten 12 des Kondensatorblocks 1 ab. Durch den Verzicht auf das den Kondensatorblock 1 und die beiden Halbzylinderschalen 13 überspannende Kopfteil 21a ist der Kondensator kompakter als der Badkondensator gemäß der Figuren 1 und 2, benötigt jedoch doppelt so viele Anschlußstutzen bzw. Rohre für die Zu- und Ableitung des flüssigen und gasförmigen Sauerstoffs.

[0045] Figur 4 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Badkondensators, bei dem die Sauerstoffpassagen 8 nur auf einer Seite des Kondensatorblocks 1 Ein- und Austrittsöffnungen 9, 10 haben. Die nicht dargestellten Stickstoffpassagen entsprechen den Passagen 2 in Figur 2 und erstrecken sich ebenfalls über die gesamte Höhe des Kondensatorblocks. Das als Wärmeträger dienende, zu kondensierende Stickstoffgas wird über einen Sammler/Verteiler 6 in die Stickstoffpassagen verteilt und am unteren Ende des Kondensatorblocks 1 in einen Sammler 5 als Flüssigkeit zusammengeführt und abgezogen.

[0046] Sauerstoffseitig ist der Kondensatorblock 1 in fünf Umlaufabschnitte 7a-e unterteilt, die jeweils einen Ein- und einen Austrittsbereich 9, 10 mit horizontal verlaufenden Lamellen sowie den eigentlichen Wärmeaustauschbereich 8 mit vertikalen Kanälen besitzen. Alle Eintrittsöffnungen 9 und die Austrittsöffnungen 10 liegen auf derselben Seite des Kondensatorblocks 1.

[0047] An der offenen Seite 12 des Kondensatorblocks 1 sind ebenfalls Flüssigkeitsvorratsbehälter 20

und Abscheideräume 21 vorgesehen. Der Flüssigkeitsablauf zwischen den Etagen 15 erfolgt über Überlaufrohre 30. Die Oberkante der Überlaufrohre 30 liegt auf einer Höhe mit der Oberkante des dazugehörigen Umlaufabschnittes 7. Dies hat zur Folge, daß die Sauerstoffpassagen 8 und die entsprechenden Ein- und Austrittspassagen 9, 10 sich stets vollständig im Flüssigkeitsbad befinden. Die Verdampfungspassagen 8 sind immer mit Flüssigkeit gefüllt, wodurch eine Verlegung der Passagen 8 durch schwersiedende Komponenten verhindert wird.

Patentansprüche

1. Badkondensator mit einem quaderförmigen Kondensatorblock (1), der Verdampfungspassagen (8) für eine Flüssigkeit und Verflüssigungspassagen (2) für ein Heizmedium besitzt und mindestens zwei übereinander angeordnete Umlaufabschnitte aufweist (7a-7e), wobei die Verdampfungspassagen jeweils am unteren Ende eines Umlaufabschnittes mindestens eine Eintrittsöffnung für die Flüssigkeit und jeweils am oberen Ende eines Umlaufabschnittes mindestens eine Austrittsöffnung besitzen und Mittel zum Führen von Flüssigkeit (17,30) von einer Austrittsöffnung eines Umlaufabschnittes zu einer Eintrittsöffnung des darunterliegenden Umlaufabschnittes vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Mittel (17, 30) zum Führen von Flüssigkeit nur Austrittsöffnungen (10) und Eintrittsöffnungen (9) verbinden, die sich auf derselben Seite (12) des Kondensatorblocks (1) befinden.
2. Badkondensator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** höchstens zwei Seiten (12) des Kondensatorblocks (1) mit Eintritts- (9) und / oder Austrittsöffnungen (10) versehen sind.
3. Badkondensator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich alle Eintritts-(9) und Austrittsöffnungen (10) auf derselben Seite (12) des Kondensatorblocks (1) befinden.
4. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Strömungsverbindung zwischen den Eintritts- (9) bzw. Austrittsöffnungen (10) und den Verdampfungspassagen (8) durch horizontal verlaufende Kanäle hergestellt wird.
5. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Seite eines Umlaufabschnittes (7), in der sich Ein- (9) und / oder Austrittsöffnungen (10) befinden, ein Sammler (13) mit einer Flüssigkeitszuleitung (22) und einer Gasableitung (18) angebracht ist, der die Ein- (9) und / oder Austrittsöffnungen (10) des Umlauf-

abschnittes (7), bevorzugt die gesamte Seite des Umlaufabschnittes (7), abdeckt.

6. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Seite (12) des Kondensatorblocks (1), in der sich Ein- (9) und / oder Austrittsöffnungen (10) befinden, ein Sammler (13) mit einer Flüssigkeitszuleitung (22) und einer Gasableitung (18) angebracht ist, der die Seiten von mehreren Umlaufabschnitten (7), bevorzugt die gesamte Seite (12) des Kondensatorblocks (1), abdeckt. 5
7. Badkondensator nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sammler (13) entlang der Grenze zweier Umlaufabschnitte (7) jeweils in Etagen (15) unterteilt ist, wobei zwei benachbarte Etagen (15) über eine Flüssigkeits- (17, 30) und eine Gasleitung (18) strömungsseitig miteinander verbunden sind. 10
8. Badkondensator nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwei benachbarte Etagen (15) über ein Überlaufrohr (30) strömungsseitig miteinander verbunden sind. 20
9. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sammler (13) durch ebene Bleche (16) oder gekrüpfte Böden in Etagen (15) unterteilt wird. 25
10. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich der Einlaß in die Gasleitung (18) einer Etage (15) oberhalb der Austrittsöffnung (10) der Verdampfungspassagen (8) der Etage (15) befindet. 30
11. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Sammler (13) in einer Ebene senkrecht zu den Verflüssigungs- (2) und Verdampfungspassagen (8) einen halbkreisförmigen oder halbelliptischen Querschnitt besitzt. 35
12. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die zwei Etagen (15) verbindende Flüssigkeits- (17, 30) und / oder Gasleitung (18) innerhalb des Sammlers (13) verläuft. 40
13. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich der Gaseinlaß der Gasleitung (18) auf der der Austrittsöffnung (10) der Verdampfungspassagen (8) abgewandten Seite befindet. 45
14. Badkondensator nach einem der Ansprüche 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Gas- 50

leitung (18) durch alle Etagen (15) erstreckt

15. Badkondensator nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, daß** sich die Verflüssigungspassagen (2) über die gesamte Höhe des Kondensatorblocks (1) erstrecken.
16. Verwendung eines Badkondensators nach einem der Ansprüche 1 bis 15 als Hauptkondensator einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage.

Claims

1. Bath condenser having a cuboidal condenser block (1) which has evaporation passages (8) for a liquid and liquefaction passages (2) for a heating medium and at least two circulation sections (7a-7e) arranged above one another, the evaporation passages each having, at the bottom end of a circulation section, at least one inlet opening for the liquid and, at the upper end of a circulation section, at least one outlet opening, and means for guiding liquid (17, 30) from an outlet opening of a circulation section to an inlet opening of the circulation section below being provided, **characterized in that** the means (17, 30) for guiding liquid only connect outlet openings (10) and inlet openings (9) which are situated on the same side (12) of the condenser block (1).
2. Bath condenser according to Claim 1, **characterized in that** at most two sides (12) of the condenser block (1) are provided with inlet openings (9) and/or outlet openings (10).
3. Bath condenser according to Claim 1, **characterized in that** all the inlet openings (9) and outlet openings (10) are situated on the same side (12) of the condenser block (1).
4. Bath condenser according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the flow connection between the inlet openings (9) and/or outlet openings (10) and the evaporation passages (8) is produced by horizontally running channels.
5. Bath condenser according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that**, on that side of a circulation section (7) in which there are inlet openings (9) and/or outlet openings (10), there is arranged a manifold (13) with a liquid feed line (22) and a gas discharge line (18), which covers the inlet openings (9) and/or outlet openings (10) of the circulation section (7), preferably the entire side of the circulation section (7).
6. Bath condenser according to one of Claims 1 to 5,

characterized in that, on that side (12) of the condenser block (1) in which there are inlet openings (9) and/or outlet openings (10), there is arranged a manifold (13) with a liquid feed line (22) and a gas discharge line (18), which covers the sides of a plurality of circulation sections (7), preferably the entire side (12) of the condenser block (1).

7. Bath condenser according to Claim 6, **characterized in that** the manifold (13) is divided into levels (15) in each case along the boundary between two circulation sections (7), two adjacent levels (15) being connected to one another in terms of flow via a liquid line (17, 30) and a gas line (18).
8. Bath condenser according to Claim 7, **characterized in that** two adjacent levels (15) are connected to one another in terms of flow via an overflow pipe (30).
9. Bath condenser according to one of Claims 7 or 8, **characterized in that** the manifold (13) is divided into levels (15) by planar metal sheets (16) or bent plates.
10. Bath condenser according to one of Claims 7 to 9, **characterized in that** the entry into the gas line (18) of a level (15) is situated above the outlet opening (10) of the evaporation passages (8).
11. Bath condenser according to one of Claims 7 to 10, **characterized in that** the manifold (13), in a plane which runs perpendicular to the liquefaction passages (2) and evaporation passages (8), is semi-circular or semi-elliptical in cross section.
12. Bath condenser according to one of Claims 7 to 11, **characterized in that** the liquid line (17, 30) and/or gas line (18) connecting two levels (15) run(s) within the manifold (13).
13. Bath condenser according to one of Claims 7 to 12, **characterized in that** the gas entry of the gas line (18) is situated on the side which is remote from the outlet opening (10) of the evaporation passages (8).
14. Bath condenser according to one of Claims 7 to 13, **characterized in that** the gas line (18) extends through all the levels (15).
15. Bath condenser according to one of Claims 1 to 14, **characterized in that** the liquefaction passages (2) extend over the entire height of the condenser block (1).
16. Use of a bath condenser according to one of Claims 1 to 15 as the principal condenser of a low-temperature air fractionation plant.

Revendications

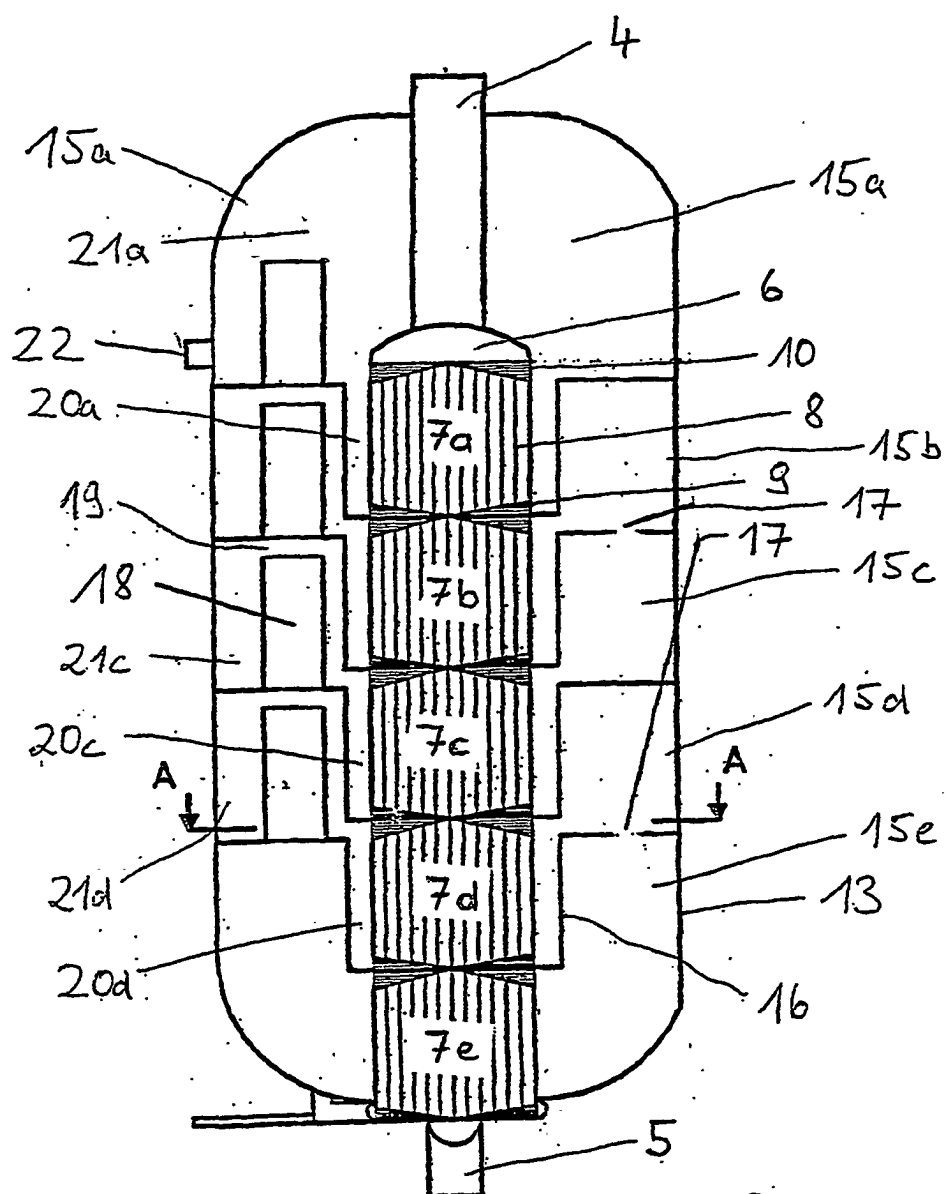
1. Condenseur à bain comprenant un bloc de condenseur en forme de parallélépipède (1) qui possède des passages d'évaporation (8) pour un liquide et des passages de liquéfaction (2) pour un fluide de chauffage et qui présente au moins deux sections de circulation (7a-7e) disposées l'une sur l'autre, les passages d'évaporation possédant à chaque fois à l'extrémité inférieure d'une section de circulation au moins une ouverture d'entrée pour le liquide et à chaque fois à l'extrémité supérieure d'une section de circulation une ouverture de sortie et des moyens pour le guidage de liquide (17, 30) d'une ouverture de sortie d'une section de circulation à une ouverture d'entrée de la section de circulation sous-jacente étant prévus, **caractérisé en ce que** les moyens (17, 30) pour le guidage de liquide ne relient que des ouvertures de sortie (10) et des ouvertures d'entrée (9) qui se trouvent sur le même côté (12) du bloc de condenseur (1).
2. Condenseur à bain selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** deux côtés (12) du bloc de condenseur (1) au maximum sont pourvus d'ouvertures d'entrée (9) et/ou d'ouvertures de sortie (10).
3. Condenseur à bain selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** toutes les ouvertures d'entrée (9) et toutes les ouvertures de sortie (10) sont disposées du même côté (12) du bloc de condenseur (1).
4. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la liaison d'écoulement entre les ouvertures d'entrée (9) ou les ouvertures de sortie (10) et les passages d'évaporation (8) est créée par des canaux s'étendant horizontalement.
5. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** du côté d'une section de circulation (7), dans laquelle se trouve des ouvertures d'entrée (9) et/ou des ouvertures de sortie (10), un collecteur (13) est monté avec une conduite d'amenée de liquide (22) et une conduite d'évacuation de gaz (18), lequel recouvre les ouvertures d'entrée (9) et/ou de sortie (10) de la section de circulation (7), de préférence tout le côté de la section de circulation (7).
6. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** du côté (12) du bloc de condenseur (1), dans lequel se trouvent des ouvertures d'entrée (9) et/ou des ouvertures de sortie (10), un collecteur (13) est monté avec une conduite d'amenée de liquide (22) et une conduite d'évacuation de gaz (18), lequel recouvre les côtés de plusieurs sections de circulation (7), de

préférence tout le côté (12) du bloc de condenseur (1).

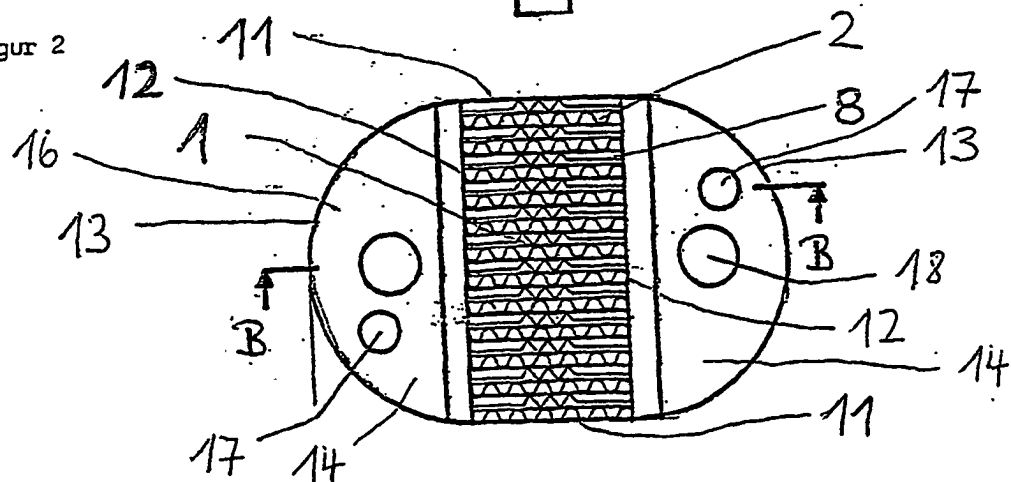
denseur principal d'une installation de séparation de l'air cryogénique.

7. Condenseur à bain selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** le collecteur (13) est divisé le long de la limite de deux sections de circulation (7) à chaque fois en étages (15), deux étages voisins (15) étant connectés l'un à l'autre du côté de l'écoulement par le biais d'une conduite de liquide (17, 30) et d'une conduite de gaz (18). 5
10
8. Condenseur à bain selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** deux étages voisins (15) sont connectés l'un à l'autre du côté de l'écoulement par le biais d'un tuyau de trop-plein (30). 15
9. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, **caractérisé en ce que** le collecteur (13) est divisé en étages (15) par des tôles planes (16) ou des fonds coudés. 20
10. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 7 à 9, **caractérisé en ce que** l'entrée dans la conduite de gaz (18) d'un étage (15) est située au-dessus de l'ouverture de sortie (10) des passages d'évaporation (8) de l'étage (15). 25
11. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisé en ce que** le collecteur (13) possède une section transversale de forme semi-circulaire ou semi-elliptique dans un plan perpendiculaire aux passages de liquéfaction (2) et aux passages d'évaporation (8). 30
12. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 7 à 11, **caractérisé en ce que** la conduite de liquide (17, 30) et/ou de gaz (18) reliant les deux étages (15) s'étend à l'intérieur du collecteur (13). 35
40
13. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 7 à 12, **caractérisé en ce que** l'entrée de gaz de la conduite de gaz (18) se trouve du côté opposé à l'ouverture de sortie (10) des passages d'évaporation (8). 45
14. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 7 à 13, **caractérisé en ce que** la conduite de gaz (18) s'étend à travers tous les étages (15). 50
15. Condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** les passages de liquéfaction (2) s'étendent sur toute la hauteur du bloc de condenseur (1). 55
16. Utilisation d'un condenseur à bain selon l'une quelconque des revendications 1 à 15 en tant que con-

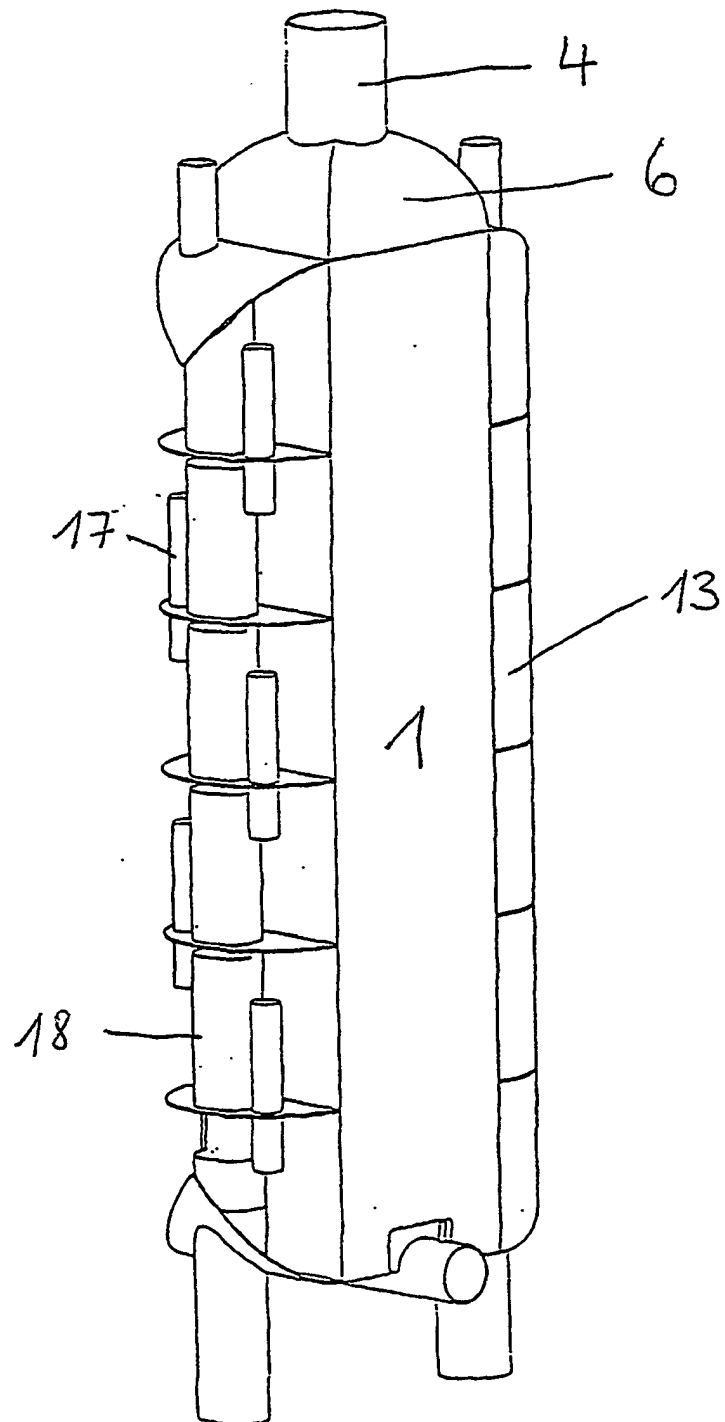
Figur 1



Figur 2



Figur 3



Figur 4

