



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 329 680 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.07.2003 Patentblatt 2003/30

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

(21) Anmeldenummer: **02009896.8**

(22) Anmeldetag: **02.05.2002**

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

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

(30) Priorität: **18.01.2002 DE 10201832**

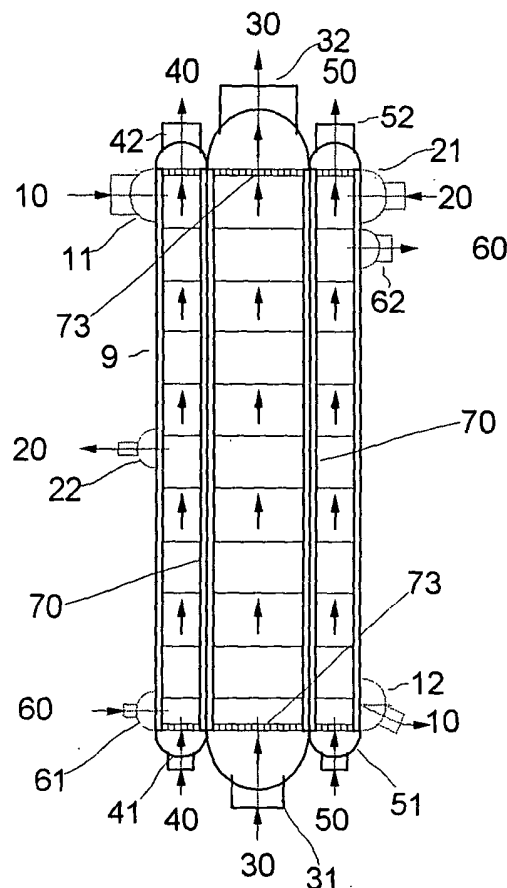
(74) Vertreter: **Gellner, Bernd, Dr.**
Linde Aktiengesellschaft,
Zentrale Patentabteilung
82049 Höllriegelskreuth (DE)

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

(54) **Plattenwärmetauscher**

(57) Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmetauscher zum indirekten Wärmeaustausch von mehreren Fluidströmen (30, 40, 50) mit einem Wärme-/Kälte-träger (10, 20) in einem Wärmeaustauscherblock (9). Der Wärmeaustauscherblock (9) besitzt eine Vielzahl von Wärmeaustauschpassagen für den Wärme-/Kälte-träger (10, 20), einen ersten Fluidstrom (30, 40, 50) und einen zweiten Fluidstrom (30, 40, 50). In einem ersten Teilbereich sind alle Wärmeaustauschpassagen für den ersten Fluidstrom (40) angeordnet, in einem zweiten Teilbereich alle Wärmeaustauschpassagen für den zweiten Fluidstrom (30). Der erste und der zweite Teilbereich überschneiden sich nicht und erstrecken sich jeweils über die gesamte Höhe des Wärmeaustauscherblocks (9).

Figur 5



EP 1 329 680 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Plattenwärmeaustauscher zum indirekten Wärmeaustausch von mehreren Fluidströmen mit einem Wärme-/Kälteträger in einem Wärmeaustauscherblock, der eine Vielzahl von Wärmeaustauschpassagen für den Wärme-/Kälteträger, einen ersten Fluidstrom und einen zweiten Fluidstrom besitzt. Die Erfindung bezieht sich ferner auf ein Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch von mehreren Fluidströmen mit einem Wärme-/Kälteträger in einem Wärmeaustauscherblock, wobei der Wärme-/Kälteträger, ein erster Fluidstrom und ein zweiter Fluidstrom durch eine Vielzahl von Wärmeaustauschpassagen geleitet werden.

[0002] Bei der Tieftemperaturzerlegung von Luft muss die zu zerlegende Einsatzluft auf die Verfahrenstemperatur abgekühlt werden. Dies erfolgt üblicherweise im Hauptwärmeaustauscher durch indirekten Wärmeaustausch der Einsatzluft mit den gewonnenen Gasströmen. Der Hauptwärmeaustauscher ist in der Regel als Plattenwärmeaustauscher ausgebildet, der eine Vielzahl von Wärmeaustauschpassagen für die zu behandelnden Ströme besitzt.

[0003] Werden einer Luftzerlegungsanlage beispielsweise zwei Luftströme unterschiedlichen Drucks zugeführt und als gasförmige Produkte Sauerstoff, Reinstickstoff und unreiner Stickstoff gewonnen, müssen durch den Wärmeaustauscherblock fünf Ströme geleitet werden. Der Wärmeaustauscherblock muss daher zehn Anschlussstutzen für diese Ströme, je fünf für den Gasein- und fünf für den Gasaustritt, aufweisen. Die Gasströme werden dann von dem jeweiligen Eintrittsstutzen auf die zugeordneten Wärmeaustauschpassagen verteilt beziehungsweise die aus den Wärmeaustauschpassagen austretenden Gasströme in die entsprechenden Austrittsstutzen zusammengeführt.

[0004] Dies wird bisher durch in den Wärmeaustauscherblock integrierte Verteilzonen realisiert. In diesen Verteilzonen sind zumindest ein Teil der Lamellen, die die einzelnen Wärmeaustauschpassagen voneinander abgrenzen, schräg angeordnet, so dass das über den Eintrittsstutzen einströmende Gas in die Wärmeaustauschpassagen geführt wird bzw. dass die aus den Wärmeaustauschpassagen austretende Gasströmung zu dem Austrittsstutzen umgelenkt wird.

[0005] Die Strömungsbedingungen werden allerdings in den Verteilzonen stark geändert. Zum einen tritt durch die schräge Ausrichtung der Lamellen eine Änderung der Stromrichtung auf, zum anderen sind die Querschnitte der Wärmeaustauschpassagen in dem Verteilbereich deutlich verringert, wodurch Geschwindigkeitswechsel des durchströmenden Gases verursacht werden. Beide Effekte erzeugen einen unerwünschten Druckabfall in den Wärmeaustauscherblöcken.

[0006] In der DE 10021081 wird daher vorgeschlagen, bei großen Luftzerlegungsanlagen gesplittete, nach Produkten aufgeteilte Wärmeaustauscherblöcke

einzusetzen, so dass durch jeden Wärmeaustauscherblock jeweils nur ein Fluidstrom geführt wird. Die Fluidströme können bei einer derartigen Ausführung ohne die genannten Verteilzonen direkt von den Anschlussstutzen in die jeweiligen Wärmeaustauschpassagen geleitet werden.

[0007] Dieses Prinzip lässt sich aber nur bei großen Luftzerlegungsanlagen anwenden, bei denen ohnehin mehrere Wärmeaustauscherblöcke benötigt werden. Bei kleineren Luftzerlegungsanlagen, die nur über einen oder zwei Wärmeaustauscherblöcke verfügen, ist der Einsatz von solchen gesplitteten Wärmeaustauscherblöcken nicht sinnvoll.

[0008] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur indirekten Erwärmung oder Abkühlung von mehreren Gasströmen zu entwickeln, bei dem der Druckverlust in dem Wärmeaustauscher möglichst gering ist.

[0009] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen Plattenwärmeaustauscher der eingangs genannten Art gelöst, wobei der Wärmeaustauscherblock einen ersten Teilbereich aufweist, in dem alle Wärmeaustauschpassagen für den ersten Fluidstrom angeordnet sind, und einen zweiten Teilbereich aufweist, in dem alle Wärmeaustauschpassagen für den zweiten Fluidstrom angeordnet sind, wobei sich der erste und der zweite Teilbereich nicht überschneiden und sich der erste und der zweite Teilbereich jeweils über die gesamte Höhe des Wärmeaustauscherblocks erstrecken, wobei die Höhe des Wärmeaustauscherblocks dessen Ausdehnung in Richtung der Hauptströmung durch die Wärmeaustauschpassagen ist.

[0010] Das erfindungsgemäße Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch von mehreren Fluidströmen mit einem Wärme-/Kälteträger in einem Wärmeaustauscherblock, wobei der Wärme-/Kälteträger, ein erster Fluidstrom und ein zweiter Fluidstrom durch eine Vielzahl von Wärmeaustauschpassagen geleitet werden, zeichnet sich dadurch aus, dass der erste Fluidstrom nur durch einen ersten Teilbereich des Wärmeaustauscherblocks geleitet wird und der zweite Fluidstrom nur durch einen zweiten Teilbereich des Wärmeaustauscherblocks geleitet wird, wobei sich der erste und der zweite Teilbereich nicht überschneiden und sich der erste und der zweite Teilbereich jeweils über die gesamte Höhe des Wärmeaustauscherblocks erstrecken, wobei die Höhe des Wärmeaustauscherblocks dessen Ausdehnung in Richtung der Hauptströmung durch die Wärmeaustauschpassagen ist.

[0011] Tiefe, Höhe und Breite des Wärmeaustauscherblocks sind dabei wie folgt definiert: Ein Wärmeaustauscherblock weist eine Vielzahl von parallel zueinander angeordneten Trennplatten auf. Die Ausdehnung des Wärmeaustauscherblocks in einer Richtung senkrecht zu den Trennplatten wird im Folgenden als Tiefe bezeichnet. Zwischen den Trennplatten sind üblicherweise sogenannte Fins angeordnet, die den Raum zwischen jeweils zwei Trennplatten in mehrere Wärmeaus-

tauschpassagen unterteilen, die zumindest über einen Großteil des Wärmeaustauscherblocks alle dieselbe Richtung aufweisen. Die Ausdehnung des Wärmeaustauscherblocks in Strömungsrichtung durch die Wärmeaustauschpassagen kennzeichnet dessen Höhe. Diese Richtung wird im folgenden der Einfachheit halber als Vertikale bezeichnet. Mit Breite wird folglich die Ausdehnung des Wärmeaustauscherblocks in der verbleibenden Raumrichtung senkrecht zur Hauptströmungsrichtung in den Wärmeaustauschpassagen in der Ebene der Trennplatten bezeichnet.

[0012] Durch die erfindungsgemäße Aufteilung in einzelne Bereiche ist es möglich, auf einen Teil der Verteilzonen zu verzichten. Bestimmte Fluidstrompassagen enden nämlich in einem definierten Bereich der Stirnflächen des Wärmeaustauscherblocks, d.h. der durch die Breite und die Tiefe gekennzeichneten Flächen des Blocks, in dem keine weiteren Fluidstrompassagen enden. Der Anschlussstutzen für diesen Fluidstrom muss daher nur noch mit dem entsprechenden Bereich der Stirnfläche verbunden werden.

[0013] Eine Verteilung des Fluidstromes über die gesamte Querschnittsfläche des Wärmeaustauscherblocks ist nicht mehr notwendig.

[0014] Von Vorteil wird ein integrierter Wärmeaustauscherblock eingesetzt, durch den mindestens zwei Fluidströme, vorzugsweise alle Fluidströme im indirekten Wärmeaustausch mit einem oder mehreren Heizmedien geführt werden. Zumindest ein Teil der Wärmeaustauschpassagen für die Fluidströme wird hierbei in Richtung der Breite in mindestens zwei Bereiche aufgeteilt. Vorzugsweise werden alle für die Fluidströme vorgesehenen Wärmeaustauschpassagen entsprechend aufgeteilt. Es ist aber durchaus auch möglich und sinnvoll, eine derartige Aufteilung nur für einen Teil der Fluidstrompassagen vorzunehmen.

[0015] Die Unterteilung erfolgt so, dass der Raum zwischen zwei Trennplatten, in dem die einzelnen Wärmeaustauschpassagen für die Fluidströme verlaufen, durch eine oder mehrere vertikale Trennwände in zwei oder mehrere Bereiche unterteilt wird, zwischen denen kein Fluidaustausch möglich ist. Innerhalb eines Bereichs befinden sich eine Vielzahl von Wärmeaustauschpassagen, die üblicherweise durch vertikal verlaufende, sogenannte Fins voneinander getrennt sind. Die Fins dienen im wesentlichen zur Führung der Fluide, aber, im Gegensatz zu den unterschiedliche Bereiche abtrennenden Trennwänden, nicht zwingend zur Isolierung einer Wärmeaustauschpassage von einer benachbarten Wärmeaustauschpassage.

[0016] Die Aufteilung in einzelne Bereiche kann ebenso günstig so erfolgen, dass die Bereiche jeweils nur einen Teil der Tiefe des Wärmeaustauscherblocks einnehmen. So ist es beispielsweise möglich, den Wärmeaustauscherblock in zwei oder mehrere Streifen zu unterteilen, die sich über die gesamte Höhe des Wärmeaustauscherblocks erstrecken und jeweils einen Teil der Tiefe oder der Breite des Blocks einnehmen. Bei meh-

rerer Strömen ist es auch günstig, den Wärmeaustauscherblock in der Breite und der Tiefe zu unterteilen und zum Beispiel vier Bereiche vorzusehen, von denen sich jeder in einem Eck des Wärmeaustauscherblocks befindet.

[0017] In den erfindungsgemäßen Teilbereichen erstrecken sich die für den jeweiligen Fluidstrom vorgesehenen Wärmeaustauschpassagen von einer Stirnseite des Blocks zur gegenüberliegenden Stirnseite und verlaufen im wesentlichen parallel zueinander. An den beiden Stirnseiten, an denen die Wärmeaustauschpassagen enden, ist jeweils außen an dem Wärmeaustauscherblock ein Sammler/Verteiler angebracht, der den entsprechenden Bereich der Stirnfläche abdeckt und einen Anschlussstutzen für die Zu- bzw. Ableitung aufweist. Die Wärmeaustauschpassagen gehen somit ohne Querschnittsverjüngung in die Zu- bzw. Ableitung über und die Strömungsumlenkung in dem Sammler/Verteiler erfolgt langsam. Der Druckverlust in dem Wärmeaustauscherblock und den zugehörigen Sammler/Verteilern wird dadurch minimiert.

[0018] Erfindungsgemäß wird zumindest ein Fluidstrom, der einen möglichst geringen Druckverlust erfahren soll, durch einen solchen erfindungsgemäßen Teilbereich des Wärmeaustauscherblocks geleitet. Insbesondere bei Fluidströmen, die einen Druck von weniger als 3,5 bar, und ganz besonders einen Druck zwischen 1,1 und 1,8 bar, aufweisen, ist die Erfindung von Vorteil. Selbstverständlich strömen durch einen der erfindungsgemäßen Teilbereiche des Wärmeaustauscherblocks ein oder mehrere Heizmedien, mit denen der Fluidstrom seine Wärme austauscht.

[0019] Durch die Erfindung lassen sich Druckabfälle in den Wärmeaustauscherblöcken, gemessen vom Eintrittsstutzen bis zum Austrittsstutzen, von etwa 70 mbar erzielen. Demgegenüber tritt bei den herkömmlichen Wärmeaustauschern, bei denen die Verteilung und Zusammenführung der Gasströme zwischen dem Ein- bzw. Austrittsstutzen und den Wärmeaustauschpassagen durch eine in den Wärmeaustauscherblock integrierte Verteilzone mit schräg angeordneten Lamellen ein Druckabfall von etwa 100 mbar auf, wenn die Gasströme mit einem Druck zwischen 1,2 und 1,8 bar aus der Niederdrucksäule entnommen wurden. Auf der drucklosen Seite erreicht man durch die Erfindung eine Verringerung des Druckabfalls von etwa 30 mbar. Das bedeutet, dass die Niederdruckströme mit einem um 30 mbar niedrigeren Druck als sonst gewonnen werden können. Zur Aufrechterhaltung der Wärmeaustauschverhältnisse am Hauptkondensator reicht es dann aus, wenn die Luft nach dem Luftverdichter auf einen etwa 90 mbar niedrigeren Druck verdichtet wird.

[0020] Besonders geeignet ist die Erfindung bei Verfahren, bei denen Gasströme, die einen Druck von weniger als 3,5 bar, bevorzugt zwischen 1,1 und 1,8 bar, aufweisen, im folgenden als Niederdruckströme bezeichnet, in indirekten Wärmeaustausch mit einem Wärme- oder Kälteträger gebracht werden sollen. Erfin-

dungsgemäß wird hierbei durch einen Teilbereich des Wärmetauscherblocks jeweils nur einer dieser Niederdruckgasströme geführt, d.h. für jeden der Gasströme, die einen Druck von weniger als 3,5 bar aufweisen, wird ein eigener Teilbereich des Wärmeaustauscherblocks vorgesehen.

[0021] Bei Gasströmen mit einem Druck von mehr als ca. 4 bar spielt der Druckverlust in dem Wärmeaustauscherblock nur eine untergeordnete Rolle bzw. kann vernachlässigt werden. Es ist daher manchmal vorteilhaft, durch mindestens einen der Teilbereiche des Wärmeaustauscherblocks, durch den einer der Niederdruckgasströme geleitet wird, zusätzlich einen solchen Strom mit erhöhtem Druck zu führen.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren findet bevorzugt bei der Tieftemperaturzerlegung von Einsatzluft Anwendung. Die als Produkt aus der Niederdrucksäule eines Doppelsäulenrektifikators abgezogenen Gasströme besitzen lediglich einen geringen Überdruck von etwa 0,1 bis 0,8 bar über Atmosphärendruck, sodass eine Verringerung des Druckabfalls von hoher Bedeutung ist. Dies gilt in analoger Weise für gasförmiges Argonprodukt, da die Rohargonsäule ebenfalls unter relativ niedrigem Druck betrieben wird.

[0023] Besonders bevorzugt werden die Gasströme mit der Einsatzluft in indirekten Wärmeaustausch gebracht. Die Einsatzluft kann hierbei in mehreren auf unterschiedlichem Druckniveau liegenden Strömen durch den Wärmeaustauscherblock geführt werden. So kann die Einsatzluft beispielsweise zum einen unter Drucksäulendruck durch den Wärmeaustauscherblock geleitet und anschließend in die Drucksäule eingespeist werden, zum anderen kann die Einsatzluft vor dem Wärmeaustauscherblock nachverdichtet und nach Abkühlung zur Kälteerzeugung arbeitsleistend entspannt werden.

[0024] In Ländern mit relativ niedrigen Energiekosten bringt eine Verringerung der Druckabfälle keinen Vorteil, da die mit der Energieeinsparung verbundenen Kosten hoch sind. Bei diesen Anwendungen ist es daher günstiger, nicht die Druckverluste zu minimieren, sondern die Strömungsgeschwindigkeiten zu erhöhen, um höhere Druckabfälle zu erzielen, wodurch letztlich ein kleinerer Wärmeaustauscherblock ausreichend ist.

[0025] Vorzugsweise wird der Fluidstrom so durch den Wärmeaustauscherblock geleitet, dass er einen Druckabfall von 120 bis 300 mbar, bevorzugt 120 bis 200 mbar, erleidet. Durch Anhebung des Druckabfalls wird eine größere Strömungsgeschwindigkeit als in den herkömmlichen Wärmeaustauschern erreicht, wodurch die Wärmeübergangszahlen verbessert werden, was letztlich dazu führt, dass das Blockvolumen des Wärmeaustauschers verringert werden kann. Bei gleichem Druckabfall im Wärmeaustauscherblock ermöglicht das erfindungsgemäße Verfahren gegenüber den bekannten Verfahren eine Reduktion der Blockvolumina um etwa 15%, woraus eine beträchtliche Kosteneinsparung resultiert.

[0026] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der

Erfindung werden im Folgenden anhand von in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

- | | | |
|----|-----------------|--|
| 5 | Figur 1 | ein Verfahrensschema einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage, |
| | Figuren 2 bis 4 | die Anordnung der Verteilpassagen in herkömmlichen Plattenwärmetauschern, |
| 10 | Figur 5 | die Anordnung der Wärmeaustauschpassagen gemäß der Erfindung, |
| | Figur 6 | eine Variante der Ausführung nach Figur 5, |
| 15 | Figuren 7 und 8 | die erfindungsgemäße Aufteilung des Wärmeaustauschers in zwei Teilbereiche, |
| | Figur 9 | das Verfahrensschema einer Luftzerlegungsanlage mit Ein-Turbinen-Luftkreislauf, |
| 20 | Figur 10 | das Verfahrensschema einer Luftzerlegungsanlage mit Zwei-Turbinen-Luftkreislauf, |
| | Figur 11 | die erfindungsgemäße Anordnung der Wärmeaustauschpassagen des Hauptwärmetauschers bei dem Verfahren nach Figur 9 und |
| 25 | Figur 12 | die erfindungsgemäße Anordnung der Wärmeaustauschpassagen des Hauptwärmetauschers bei dem Verfahren nach Figur 10. |
| 30 | | |

[0027] Figur 1 zeigt ein aus dem Stand der Technik bekanntes Verfahrensschema einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage.

[0028] Verdichtete und gereinigte Einsatzluft 10 wird zum Teil direkt einem Hauptwärmetauscher 1 zugeführt, zum Teil 20 mittels eines Verdichters 4 nachverdichtet, in einem Nachkühler 5 gekühlt und dann in den Hauptwärmetauscher 1 geleitet. Diese im folgenden als Turbinenluftstrom 20 bezeichnete Druckluft wird an einer Zwischenstelle dem Hauptwärmetauscher 1 entnommen, in einer Luftbooster-Turbine 6 entspannt und in die Niederdrucksäule 3 einer Drucksäule 2 und eine Niederdrucksäule 3 umfassenden Rektifikationseinheit eingeleitet.

[0029] Die in dem Hauptwärmetauscher abgekühlte Einsatzluft 10 wird der Drucksäule 2 der Rektifikationseinheit zugeführt. Der Niederdrucksäule 3 werden gasförmiger Sauerstoff 50, gasförmiger Stickstoff 30 sowie gasförmiger Unrein-Stickstoff 40 als Regeneriergas mit einem Druck von etwa 1,3 bar entnommen. Am Kopf der Drucksäule 2 wird Druckstickstoff 60 abgezogen. Ferner ist es möglich, in der Rektifikationseinheit Sauerstoff und Stickstoff als flüssige Produkte 7, 8 zu gewinnen. Die Gasströme 30, 40, 50, 60 werden in den Hauptwärmetauscher 1 geführt und gegen den Einsatzluftstrom 10 und den Turbinenluftstrom 20 durch

indirekten Wärmeaustausch angewärmt.

[0030] Die Figuren 2 bis 4 zeigen den bisher üblichen Aufbau des Wärmeaustauscherblocks 9. Figur 2 zeigt die Lamellenanordnung in den Verteilzonen 59 für die Sauerstoffpassagen 58, Figur 3 für die Reinstickstoffpassagen 38 und Figur 4 entsprechend für die Unreinstickstoffpassagen 48.

[0031] Bei dem Verfahren gemäß Figur 1 werden in dem Wärmeaustauscherblock 9 die Fluidströme 30, 40, 50 gegen den Luftstrom 10 und den Turbinenluftstrom 20 geführt. Die Verteilung des jeweiligen gasförmigen Produktes auf die entsprechenden Wärmeaustauschpassagen 38, 48, 58 erfolgt herkömmlich über Verteilzonen 39, 49, 59, die schräg angeordnete Lamellen aufweisen, um das Gas 30, 40, 50 aus den Zufuhrleitungen auf die Passagen 38, 48, 58 zu verteilen beziehungsweise um das aus den Passagen 38, 48, 58 austretende Gas in die entsprechende Abzugsleitung zusammenzuführen.

[0032] Die Verteilzonen 39, 49, 59 führen sowohl zu einer Änderung der Strömungsrichtung als auch zu Querschnittsveränderungen, welche wiederum Änderungen der Strömungsgeschwindigkeit verursachen. Beides wirkt sich negativ auf die Blockdurchströmung aus und erzeugt einen unerwünschten Druckabfall über dem Wärmeaustauscherblock 9. Der Druckabfall wirkt sich insbesondere bei den Gasströmen, die einen relativ niedrigen Druck zwischen 1,1 und 1,8 bar besitzen, negativ aus.

[0033] Figur 5 zeigt den erfindungsgemäßen Aufbau des Hauptwärmeaustauschers 1. In diesem Fall werden alle Ströme 10, 20, 30, 40, 50, 60 durch einen gemeinsamen Wärmeaustauscherblock 9 geführt, das heißt der Hauptwärmeaustauscher 1 ist als integrierter Wärmeaustauscher ausgeführt. Der Wärmeaustauscherblock 9 ist aus einer Vielzahl von parallel zur Zeichenebene liegenden Trennplatten aufgebaut, zwischen denen sich jeweils eine Vielzahl von Wärmeaustauschpassagen befinden.

[0034] Im folgenden wird die Ausdehnung des Wärmeaustauscherblocks 9 senkrecht zur Zeichenebene als dessen Tiefe, seine Ausdehnung in Richtung der Wärmeaustauschpassagen, die in den Figuren 2 bis 4 durch Pfeile gekennzeichnet ist, als dessen Höhe und seine Ausdehnung in der Zeichenebene senkrecht zur Strömungsrichtung durch die Wärmeaustauschpassagen als dessen Breite bezeichnet.

[0035] Die Einsatzluft 10, die Hochdruckluft 20 und der der Drucksäule 2 entnommene gasförmige Druckstickstoff 60 werden über die Sammler/Verteiler 11, 21, 61 in den Wärmeaustauscherblock 9 geleitet. Im Wärmeaustauscherblock 9 werden diese Ströme 10, 20, 60 in üblicher Weise jeweils in einer in der Zeichnung nicht dargestellten Verteilzone, die schräg verlaufende Lamellen aufweist, über die gesamte Breite des Wärmeaustauscherblocks 9 verteilt, weiter durch senkrecht verlaufende Wärmeaustauschpassagen geleitet und über eine weitere Verteilzone den jeweiligen Sammlern

12, 22, 62 zugeführt.

[0036] In den Verteilzonen erfahren die Ströme 10, 20, 60 Druckverluste, die durch die Stromrichtungsänderungen und die Querschnittsänderungen der einzelnen Passagen verursacht werden. Die Druckverluste von etwa 100 mbar sind jedoch bei der Einsatzluft 10, der Hochdruckluft 20 und dem Druckstickstoffprodukt 60 nicht relevant, da diese Ströme einen deutlich höheren absoluten Druck von mehr als 5 bar aufweisen. Bei den Niederdruckströmen 30, 40, 50, die einen gegenüber dem Atmosphärendruck nur geringfügig erhöhten Druck besitzen, haben solche Druckverluste dagegen eine hohe Bedeutung.

[0037] Erfindungsgemäß werden daher die Niederdruckströme 30, 40, 50 nicht über die gesamte Breite des Wärmeaustauscherblocks 9 verteilt. Der Wärmeaustauscherblock 9 ist in seiner Breite durch Trennbleche 70, sogenannte side bars, in drei Bereiche 33, 43, 53 unterteilt. Mit jedem dieser Bereiche 33, 43, 53 sind am oberen und unteren Ende des Wärmeaustauscherblocks 9 Sammler/Verteiler 31, 41, 51 bzw. 32, 42, 52 verbunden. Die Sammler/Verteiler 31, 41, 51 bzw. 32, 42, 52 sind halbzyklindrisch ausgeführt und besitzen einen Anschlussstutzen für die jeweilige Produktzu- bzw. -ableitung. Der in den Wärmeaustauscherblock 9 eingeleitete Niederdruckstrom 30, 40, 50 erfährt keinerlei Querschnittsveränderung und keine wesentliche Stromrichtungsänderung. Der Druckabfall über dem Wärmeaustauscherblock 9 ist gegenüber dem Druckabfall über einem üblichen Block, wie er anhand der Figuren 2 bis 4 erläutert wurde, um etwa 30% verringert. Ferner werden die Kosten für den Wärmeaustauscherblock 9 reduziert, da auf die aufwendigen Lamellenzuschnitte für die Verteilzonen 39, 49, 59 in den Figuren 2 bis 4 verzichtet werden kann.

[0038] Anstelle der aufwendigen Verteilzonen 39, 49, 59 mit schrägen Lamellen in den bekannten Wärmeaustauscherblöcken (siehe Figuren 2 bis 4) ist bei den neuen Wärmeaustauscherblöcken bevorzugt lediglich eine schmale Verteilzone 73 am Eintritts- und Austrittsbereich der Wärmeaustauschpassagen 33, 43, 53 vorgesehen. Die Lamellen in der schmalen Verteilzone 73 sind parallel zu den darunter bzw. darüber liegenden Lamellen der Wärmeaustauschpassagen 33, 43, 53 angeordnet, besitzen jedoch einen geringeren Abstand voneinander. Das in den Sammler 31, 41, 51 eintretende Gas staut sich dadurch leicht vor der Verteilzone 73, wodurch eine gleichmäßige Verteilung des Gases auf alle Passagen der Verteilzone 73 und damit auf alle Wärmeaustauschpassagen 33, 43, 53 erreicht wird.

[0039] In Figur 6 ist eine Variante des erfindungsgemäßen Wärmeaustauschers dargestellt. Der Wärmeaustauscherblock 9 ist identisch zu dem in Figur 5 gezeigten Block. Im Gegensatz zu Figur 5 sind jedoch keine einzelnen Sammler/Verteiler 31, 41, 51 bzw. 32, 42, 52 vorgesehen, sondern ein die gesamte Stirnfläche des Wärmeaustauscherblocks 9 überspannender gemeinsamer Sammler/Verteiler 71. Der Raum zwischen

der Stirnfläche des Wärmeaustauscherblocks 9 und dem Sammler/Verteiler 71 ist entsprechend den Bereichen 33, 43, 53 durch Trennbleche 72 unterteilt und jeweils mit einem Anschlussstutzen versehen.

[0040] Die Figuren 7 und 8 zeigen weitere Ausführungsformen der Erfindung. Diese Wärmeaustauscher kommen beispielsweise bei Luftzerlegungsverfahren zum Einsatz, bei denen bei der Niederdrucksäule auf den obersten Abschnitt verzichtet wurde, so dass in der Niederdrucksäule kein Niederdruckstickstoff 30 mehr erzeugt wird. Die Niederdruckströme reduzieren sich dadurch auf den Unreinstickstoff 40 und Sauerstoff 50. Damit kann der Hauptwärmeaustauscherblock 9 einfacher gestaltet werden. Die Wärmeaustauschpassagen für die Niederdruckströme 40, 50 werden, wie in den Figuren 7 und 8 gezeigt, erfindungsgemäß gestaltet, die Druckströme 10, 20, 60 werden in üblicher Weise über Verteilzonen auf die entsprechenden Wärmeaustauschpassagen verteilt.

[0041] Die Erfindung ist bei allen Luftzerlegungsverfahren, bei denen mindestens zwei Niederdruckströme vorkommen, mit Vorteil einsetzbar. So zum Beispiel bei Luftzerlegungsverfahren mit Luftkreislauf oder mit Stickstoffkreislauf.

[0042] In Figur 9 ist beispielhaft ein Tieftemperatur-Luftzerlegungsverfahren mit Ein-Turbinen-Luftkreislauf dargestellt. Die Einsatzluft 10 wird hierbei verdichtet und als Hochdruckluftstrom 90 in den Hauptwärmeaustauscher geführt. Ein Teil 91 der Hochdruckluft wird an einer Zwischenstelle von dem Wärmeaustauscher abgezogen, entspannt und zum Teil in die Drucksäule eingeleitet, zum anderen Teil 93 durch den Wärmeaustauscher 90 zurückgeführt und der Einsatzluft 10 wieder zugegeben. Der Rest der Hochdruckluft 90 wird als Hochdruckstrom 92 direkt in die Drucksäule geleitet.

[0043] In Figur 11 ist die erfindungsgemäße Ausführung des Wärmeaustauscherblocks 9 für ein derartiges Verfahren dargestellt. Die Niederdruckströme 30, 40, 50 werden wiederum durch die entsprechenden erfindungsgemäßen Teilbereiche des Blocks 9 geführt, die druckbehafteten Ströme 60, 90, 93 werden in bekannter Weise über Verteilzonen auf die Wärmeaustauschpassagen verteilt.

[0044] Figur 10 zeigt ein Luftzerlegungsverfahren mit Zwei-Turbinen-Luftkreislauf und Figur 12 die entsprechende Ausgestaltung des Hauptwärmeaustauschers 9. Die Wärmeaustauschpassagen für die Niederdruckströme 30, 40, 50 verlaufen analog zu der Ausführung gemäß Figur 11, die unter höherem Druck stehenden Ströme 101, 104, 105, 106 werden, wie in Figur 12 dargestellt, durch den Wärmeaustauscher geführt.

Patentansprüche

1. Plattenwärmeaustauscher zum indirekten Wärmeaustausch von mehreren Fluidströmen mit einem Wärme-/Kälteträger in einem Wärmeaustauscher-

block, der eine Vielzahl von Wärmeaustauschpassagen für den Wärme-/Kälteträger, einen ersten Fluidstrom und einen zweiten Fluidstrom besitzt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeaustauscherblock (9) einen ersten Teilbereich aufweist, in dem alle Wärmeaustauschpassagen für den ersten Fluidstrom (40) angeordnet sind, und einen zweiten Teilbereich aufweist, in dem alle Wärmeaustauschpassagen für den zweiten Fluidstrom (30) angeordnet sind, wobei sich der erste und der zweite Teilbereich nicht überschneiden und sich der erste und der zweite Teilbereich jeweils über die gesamte Höhe des Wärmeaustauscherblocks (9) erstrecken, wobei die Höhe des Wärmeaustauscherblocks (9) dessen Ausdehnung in Richtung der Hauptströmung durch die Wärmeaustauschpassagen ist.

2. Plattenwärmeaustauscher nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeaustauscherblock (9) mehrere parallel zueinander angeordnete Trennplatten aufweist, zwischen denen sich die Wärmeaustauschpassagen für den Wärme-/Kälteträger (10, 20), den ersten Fluidstrom (30, 40, 50) und den zweiten Fluidstrom (30, 40, 50) befinden, und dass sich der erste und der zweite Teilbereich jeweils über die gesamte Tiefe des Wärmeaustauscherblocks (9) erstrecken, wobei die Tiefe des Wärmeaustauscherblocks (9) dessen Ausdehnung senkrecht zur Ebene der Trennplatten ist.
3. Plattenwärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmeaustauscherblock mehrere parallel zueinander angeordnete Trennplatten aufweist, zwischen denen sich die Wärmeaustauschpassagen für den Wärme-/Kälteträger, den ersten Fluidstrom und den zweiten Fluidstrom befinden, und dass sich der erste und der zweite Teilbereich jeweils über die gesamte Breite des Wärmeaustauscherblocks erstrecken, wobei die Breite des Wärmeaustauscherblocks dessen Ausdehnung in der Ebene der Trennplatten senkrecht zur Richtung der Strömung durch die Wärmeaustauschpassagen ist.
4. Plattenwärmeaustauscher nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmeaustauschpassagen für den Wärme-/Kälteträger (10, 20) im wesentlichen gleichmäßig über den gesamten Wärmeaustauscherblock (9) verteilt sind.
5. Verwendung eines Plattenwärmeaustauschers nach einem der Ansprüche 1 bis 4 als Hauptwärmeaustauscher einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage.
6. Verfahren zum indirekten Wärmeaustausch von

mehreren Fluidströmen mit einem Wärme-/Kälte-träger in einem Wärmeaustauscherblock, wobei der Wärme-/Kälte-träger, ein erster Fluidstrom und ein zweiter Fluidstrom durch eine Vielzahl von Wärme-austauschpassagen geleitet werden, **dadurch ge- 5**
kennzeichnet, dass der erste Fluidstrom (30, 40, 50) nur durch einen ersten Teilbereich des Wärme-austauscherblocks (9) geleitet wird und der zweite Fluidstrom (30, 40, 50) nur durch einen zweiten Teil- 10
 bereich des Wärmeaustauscherblocks (9) geleitet wird, wobei sich der erste und der zweite Teilbereich nicht überschneiden und sich der erste und der zweite Teilbereich jeweils über die gesamte Höhe des Wärmeaustauscherblocks (9) erstrecken, wo- 15
 bei die Höhe des Wärmeaustauscherblocks (9) dessen Ausdehnung in Richtung der Hauptströ-
 mung durch die Wärmeaustauschpassagen ist.

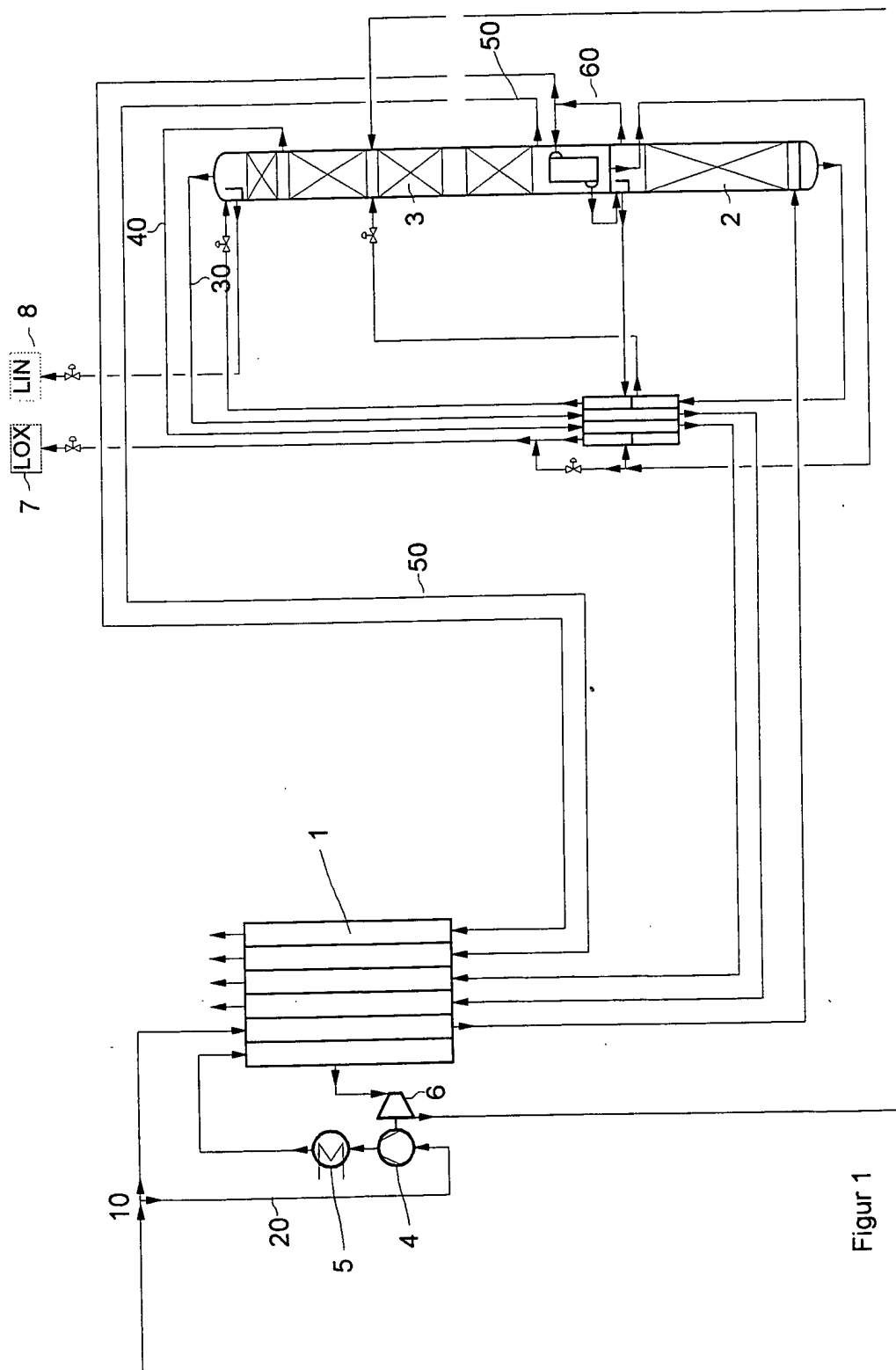
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekenn- 20**
zeichnet, dass der erste und der zweite Fluidstrom (30, 40, 50) jeweils einen Druck von weniger als 3,5 bar, bevorzugt zwischen 1,1 und 1,8 bar, aufweisen.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **da- 25**
durch gekennzeichnet, dass ein weiterer Fluidstrom mit einem Druck von mehr als 4 bar durch den Wärmeaustauscherblock geleitet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **da- 30**
durch gekennzeichnet, dass die Fluidströme (30, 40, 50) durch Tieftemperaturzerlegung von Einsatz-
 luft gewonnen werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekenn- 35**
zeichnet, dass die Fluidströme (30, 40, 50) mit der Einsatzluft (10, 20) in indirekten Wärmeaustausch
 gebracht werden.

40

45

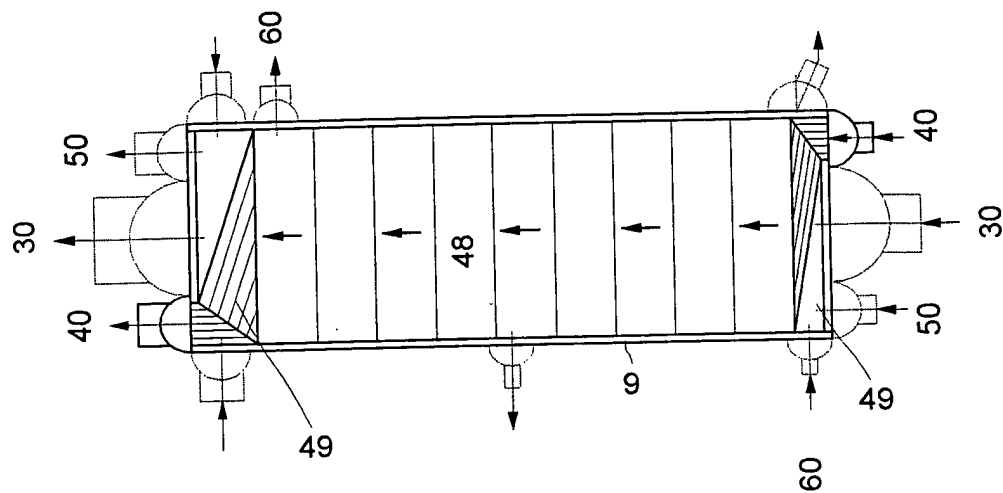
50

55

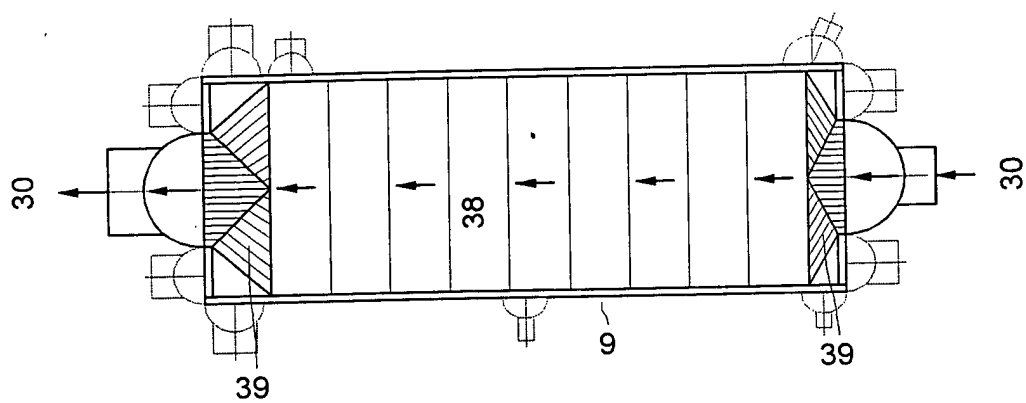


Figur 1

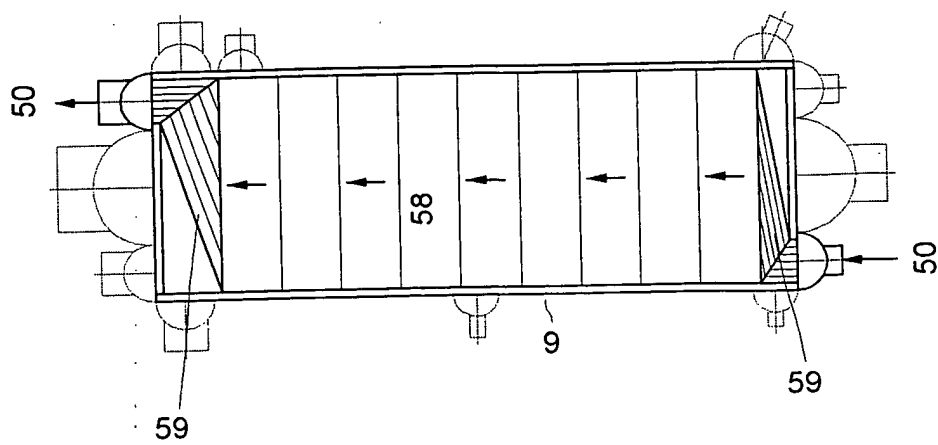
Figur 4

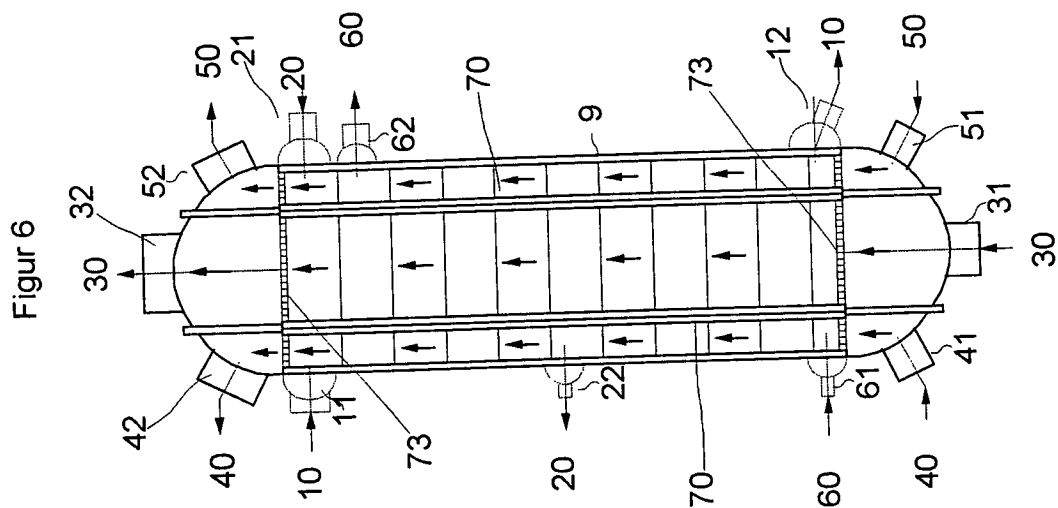


Figur 3

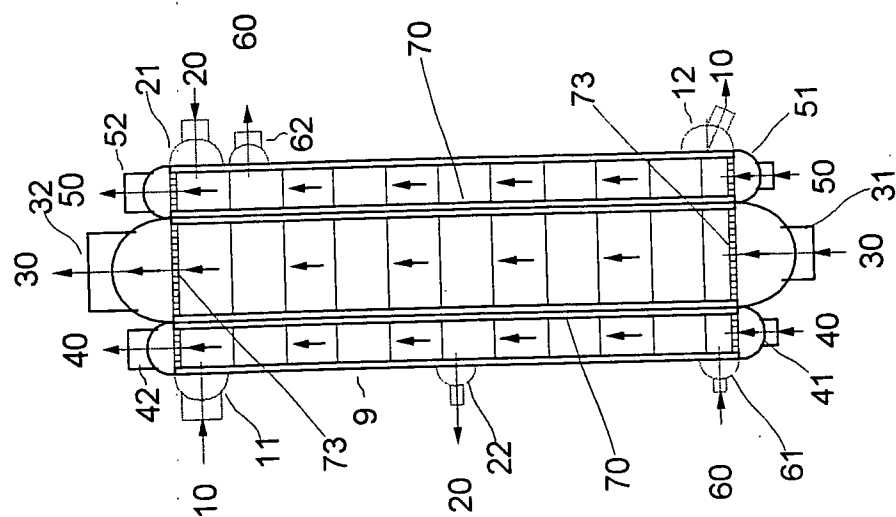


Figur 2



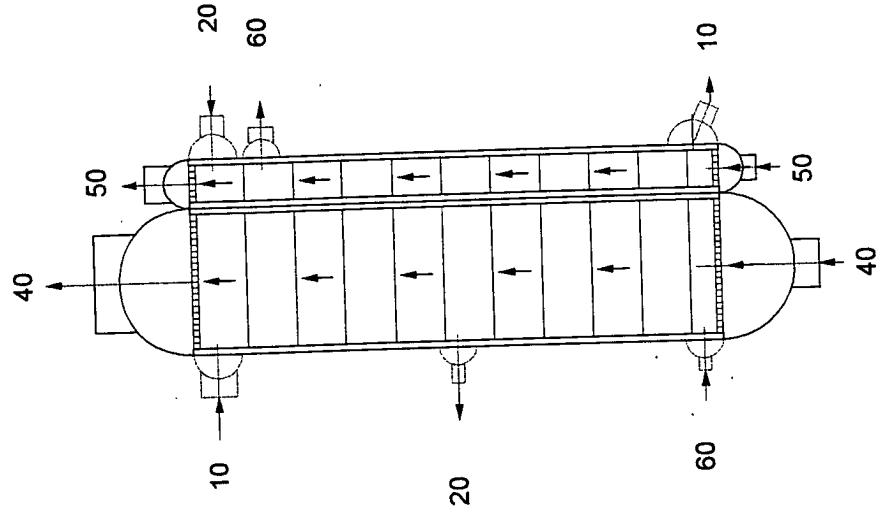


Figur 6

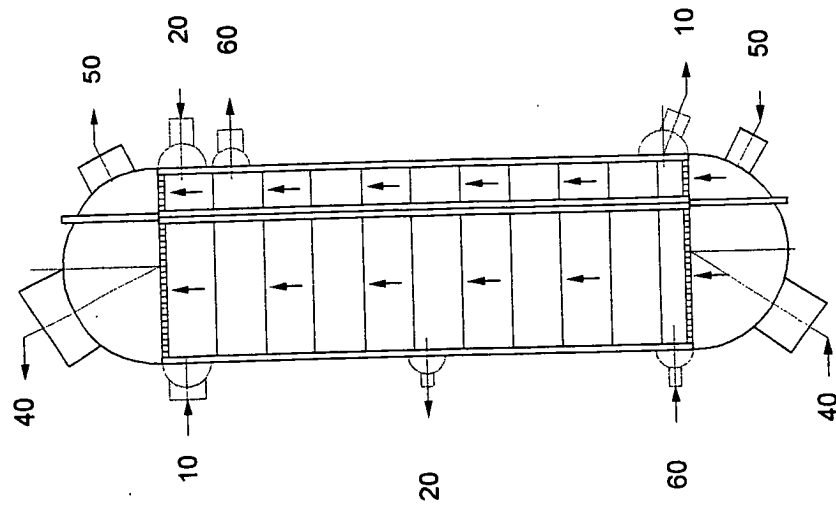


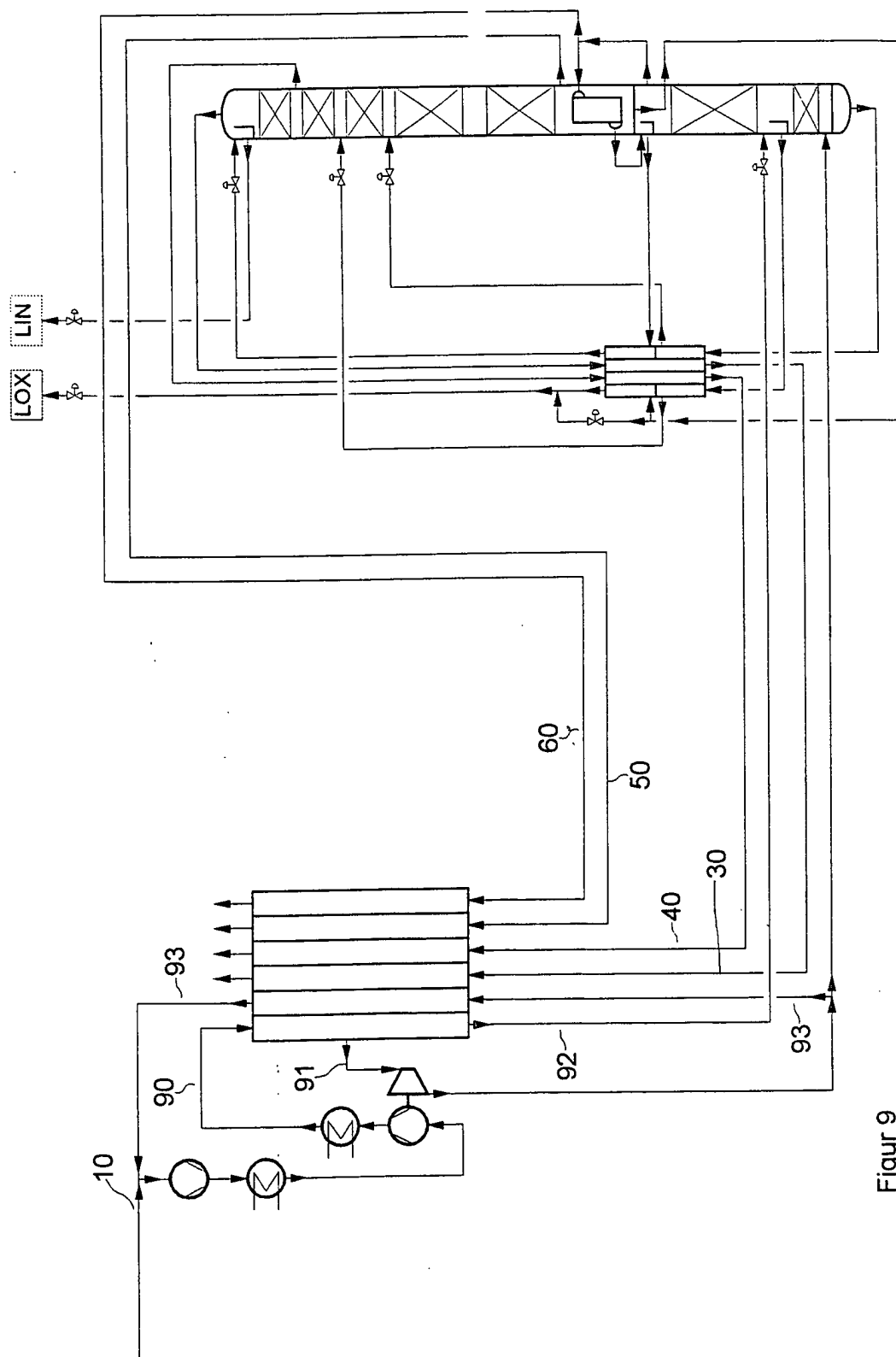
Figur 5

Figur 8

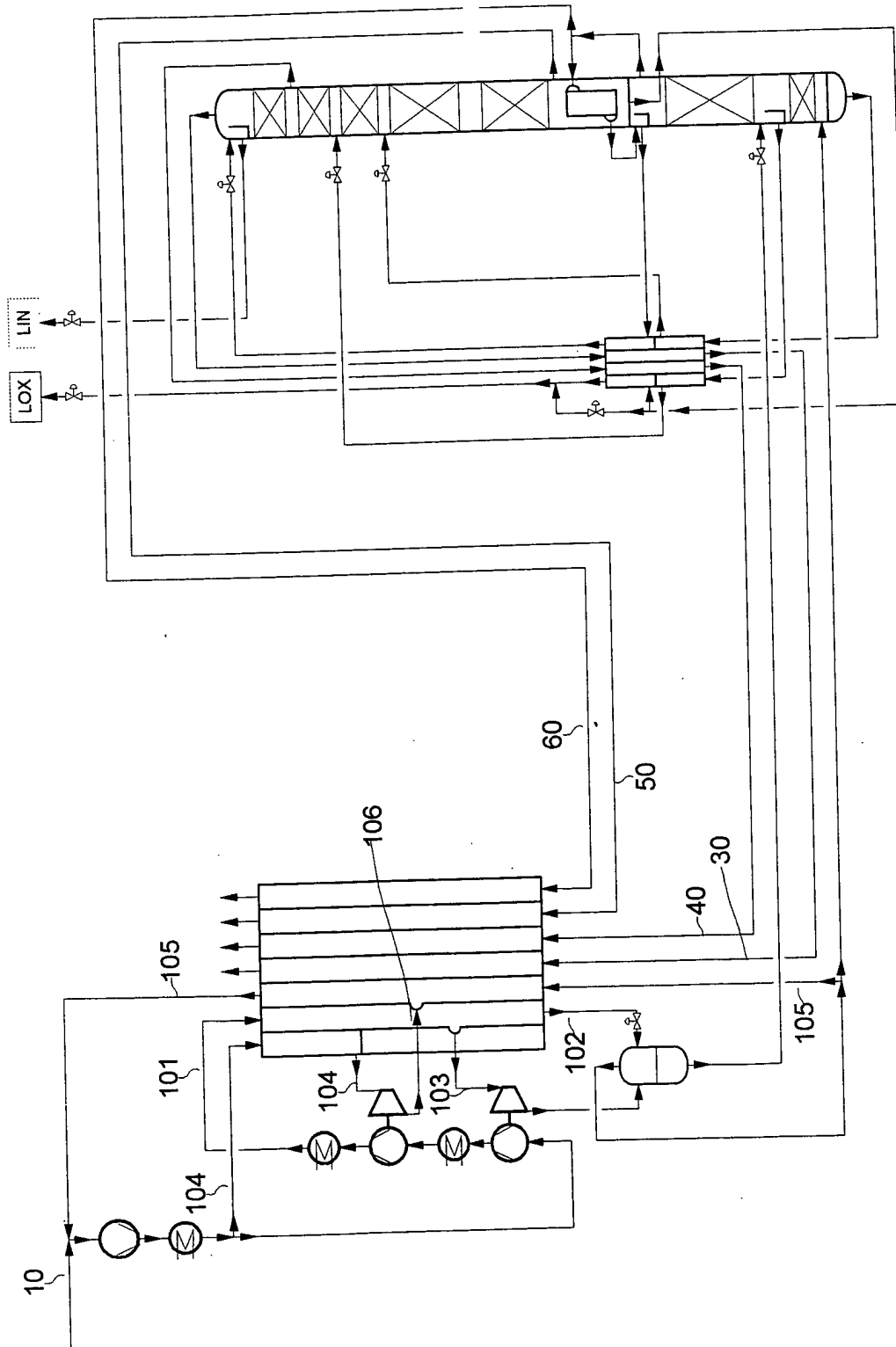


Figur 7



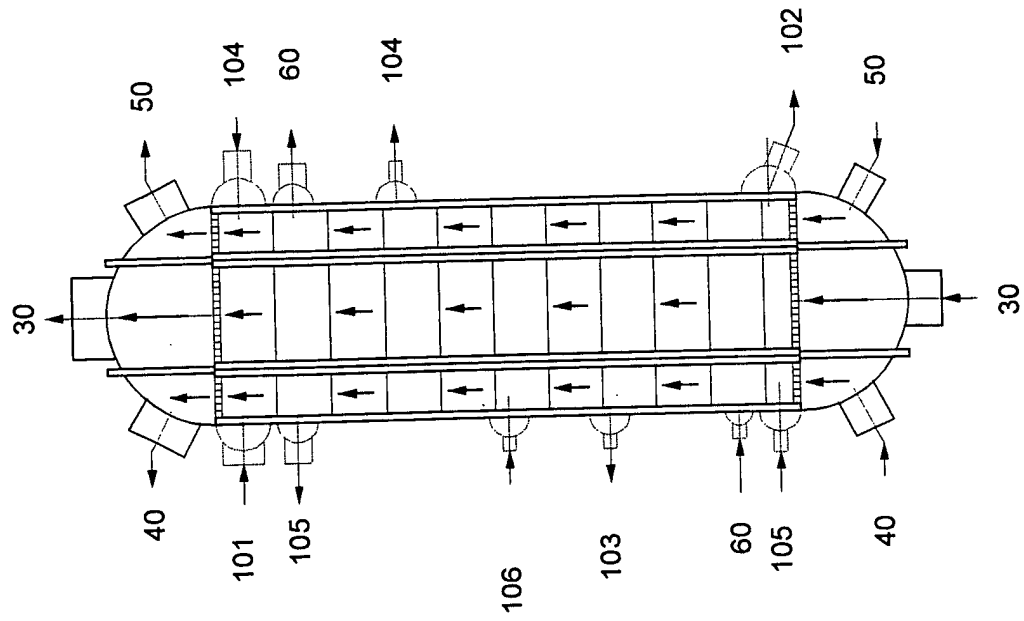


Figur 9

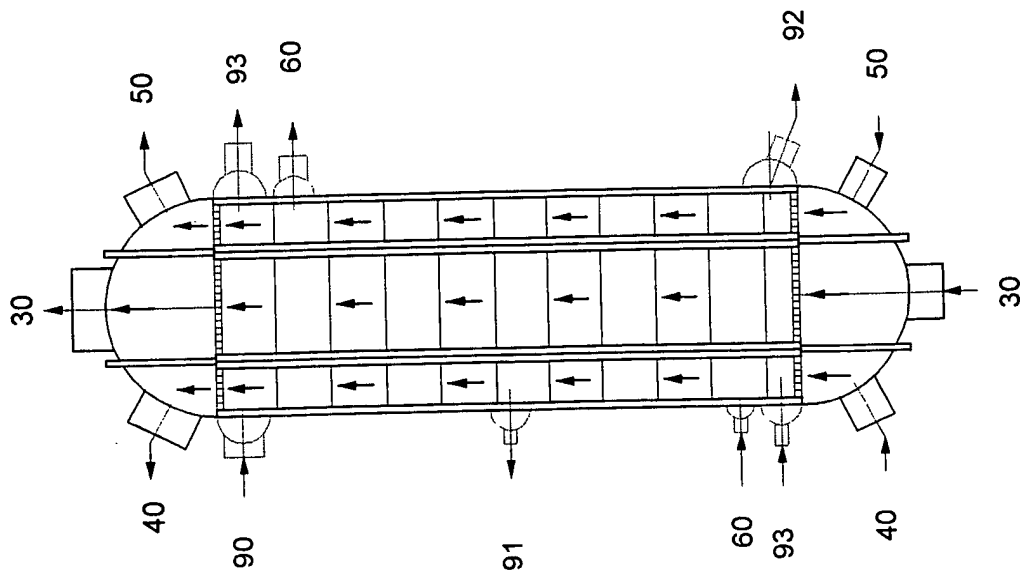


Figur 10

Figur 12



Figur 11





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 02 00 9896

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	US 5 979 182 A (GOTO MASAHIRO ET AL) 9. November 1999 (1999-11-09) * Spalte 3, Zeile 54 - Spalte 4, Zeile 50; Abbildung 5 * * Spalte 8, Zeile 3-12 * ---	1,2,4-10	F25J3/04
X	US 3 759 322 A (EL DIN NASSER G ET AL) 18. September 1973 (1973-09-18) * Spalte 7, Zeile 63 - Spalte 9, Zeile 12; Abbildungen 1,3-5 * ---	1,3-10	
X	US 4 128 410 A (BACON KENNETH H) 5. Dezember 1978 (1978-12-05) * Spalte 3, Zeile 64 - Spalte 5, Zeile 40; Abbildung 2 * ---	1,3,6,8	
X	US 3 282 334 A (STAHLHEBER WILLIAM H) 1. November 1966 (1966-11-01) * Abbildungen 1-11 * ---	1,3,4,6	
A	US 5 205 351 A (MULLER CHRISTIANE ET AL) 27. April 1993 (1993-04-27) * Spalte 4, Zeile 37-55; Abbildungen 2,4,5 * -----	1-10	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) F25J
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort MÜNCHEN		Abschlußdatum der Recherche 14. Januar 2003	Prüfer Göritz, D
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 : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503.03.82 (P04C03)

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

EP 02 00 9896

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.

14-01-2003

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5979182 A	09-11-1999	JP 10253250 A TW 422732 B	25-09-1998 21-02-2001
US 3759322 A	18-09-1973	DE 2048386 A1 FR 2110168 A7 GB 1353211 A	06-04-1972 02-06-1972 15-05-1974
US 4128410 A	05-12-1978	KEINE	
US 3282334 A	01-11-1966	BE 646839 A DE 1269144 B FR 1396037 A LU 45923 A1 NL 6404669 A	21-10-1964 30-05-1968 16-04-1965 22-06-1964 30-10-1964
US 5205351 A	27-04-1993	FR 2674947 A1 CA 2064530 A1 DE 69219193 D1 EP 0507649 A1 JP 5187769 A	09-10-1992 04-10-1992 28-05-1997 07-10-1992 27-07-1993

EPO FORM P0461

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