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

(11) EP 1 309 827 B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
11.05.2005 Patentblatt 2005/19

(21) Anmeldenummer: **01974179.2**

(22) Anmeldetag: **13.08.2001**

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

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2001/009348

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2002/016847 (28.02.2002 Gazette 2002/09)

(54) **TIEFTEMPERATURLUFTZERLEGUNGSANLAGE**

LOW TEMPERATURE AIR FRACTIONATION SYSTEM

INSTALLATION DE DECOMPOSITION DE L'AIR A BASSE TEMPERATURE

(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: **18.08.2000 DE 10040391**
19.10.2000 EP 00122779

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
14.05.2003 Patentblatt 2003/20

(73) Patentinhaber: **Linde Aktiengesellschaft**
65189 Wiesbaden (DE)

(72) Erfinder:
- **MÖLLER, Stefan**
81669 München (DE)
- **BADER, Wolfgang**
82067 Ebenhausen (DE)

(74) Vertreter: **Gellner, Bernd, Dr.**
Linde AG,
Abraham-Lincoln-Strasse 21
65189 Wiesbaden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 822 774
FR-A- 2 649 962
FR-A- 2 769 656
FR-A- 2 780 147
US-A- 5 349 827
US-A- 5 461 871
US-A- 5 912 425

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).

EP 1 309 827 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Tieftemperaturluftzerlegungsanlage mit mehreren Modulen, die mindestens eine Wärmetauschereinheit, eine Drucksäule und eine Niederdrucksäule umfassen, sowie mit den den jeweiligen Modulen zugehörigen Zubehörteilen und mit mindestens zwei Coldboxen, in denen die Module und / oder die Zubehörteile angeordnet sind.

[0002] Zur Gewinnung von Argon durch Tieftemperaturrektifikation wird der Niederdrucksäule eines Zweisäulenapparates an einer Zwischenstelle eine im wesentlichen Sauerstoff, Stickstoff und Argon enthaltende Fraktion entnommen und einer Rohargonsäule zugeführt. Das Argon wird anschließend in der Rohargonsäule vom Sauerstoff befreit und am Kopf der Rohargonsäule als sauerstofffreies Produkt entnommen. Die Rohargonsäule wird üblicherweise so angeordnet, dass sich deren Boden etwa auf Höhe des Argonabstichs der Niederdrucksäule befindet.

[0003] Unter Umständen weist die Rohargonsäule jedoch eine sehr große Bauhöhe auf, so dass die Aufstellung und Ausrichtung der Rohargonsäule und der die Säule umgebenden thermisch isolierenden Ummantelung, einer sogenannten Coldbox, sehr aufwändig wird. In der EP-A-0 628 777 wird daher vorgeschlagen, die Rohargonsäule in zwei Teilsäulen aufzuteilen, wobei sich die erste Teilsäule von der Höhe des Argonabstichs bis maximal zum Kopf der Niederdrucksäule erstreckt und die Größe der zweiten Teilsäule entsprechend den Verfahrensbedingungen gewählt wird.

[0004] Die EP-A-0 870-524 nutzt diese Vorgehensweise und schlägt eine Tieftemperaturluftzerlegungsanlage vor, bei der die Rohargonsäule ebenfalls geteilt ist und die Säulen so angeordnet werden, dass die die Säulen umgebende Coldbox möglichst vollständig ausgefüllt wird.

[0005] Größere Tieftemperaturluftzerlegungsanlagen diesen Typs sind jedoch nicht transportierbar und müssen daher am Einsatzort montiert werden. Auch bei einer Aufteilung der Anlage in ein Rektifikationsmodul, in dem im wesentlichen die Sauerstoff-Stickstoff-Trennung erfolgt, und in ein Argonmodul, weiches die Rohargonsäule mit ihren Zubehörteilen umfasst, sind die beiden Coldboxen häufig so groß, dass diese nicht mehr transportfähig sind. Eine Fertigung im Herstellerwerk ist damit nicht möglich.

[0006] Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, eine Tieftemperaturluftzerlegungsanlage zu entwickeln, die möglichst einfach zu fertigen ist

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Anlage der eingangs genannten Art gelöst, bei der mindestens eine der Coldboxen als Hauptbox und mindestens eine der Coldboxen als Nebenbox ausgeführt ist, wobei die Nebenbox mindestens eines der Module beinhaltet und sich die Zubehörteile des in der Nebenbox angeordneten Moduls überwiegend in der Hauptbox befinden.

[0008] Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung werden die Bestandteile der Tieftemperaturluftzerlegungsanlage begrifflich in Module, Zubehörteile und die Verrohrung unterteilt. Die Module umfassen alle Bauteile, die eine der für die Tieftemperaturluftzerlegung spezifischen Funktionen ermöglichen. Zu den thermisch zu isolierenden Modulen gehören insbesondere Maschinen wie z.B. Expansionsmaschinen und kryogene Pumpen, Wärmeaustauschvorrichtungen, wie z.B. Hauptwärmetauscher, Hauptkondensator, Kopfkondensatoren und Nebenkondensatoren, sowie Apparate zur Zerlegung der Luft, wie Gegenströmer und Rektifiziersäulen.

[0009] Unter Zubehörteile fallen insbesondere die Instrumentierung, Armaturen, Messvorrichtungen, z.B. für Durchflussmessungen und Analytik, Messleitungen sowie Begehungseinrichtungen und ähnliche konstruktive Vorrichtungen. Die Rohrleitungen werden im Rahmen dieser Beschreibung, sofern nicht explizit anders angegeben, nicht zu den Zubehörteilen gezählt, sondern getrennt betrachtet.

[0010] Unter Coldbox wird ein Behälter, eine Ummantelung oder eine Umhüllung verstanden, die geeignet ist, ein oder mehrere Bauteile, insbesondere Module, einer Tieftemperaturluftzerlegungsanlage aufzunehmen und diese thermisch gegen die Umgebung zu isolieren. Die Coldbox ist entweder selbst thermisch isoliert oder kann mit geeignetem thermischen Isolationsmaterial gefüllt werden.

[0011] Erfindungsgemäß werden die in Coldboxen unterzubringenden Module, d.h. die thermisch zu isolierenden Module, auf mindestens zwei Coldboxen aufgeteilt. Beispielsweise kann für die beiden Teilsäulen einer geteilten Rohargonsäule jeweils eine eigene Coldbox vorgesehen werden. Drucksäule und Niederdrucksäule können in einer weiteren Coldbox untergebracht sein oder ebenfalls auf zwei Coldboxen aufgeteilt sein. Auf diese Weise können die Coldboxgrößen reduziert werden, wodurch der Transport erleichtert wird.

[0012] Die Aufteilung der Module auf die Coldboxen erfolgt erfindungsgemäß so, dass mindestens eine Coldbox möglichst einfach gehalten wird. Dies wird im Sinne der Erfindung dadurch erreicht, dass eine Coldbox als Nebenbox ausgeführt ist, in der sich im wesentlichen nur Module ohne ihre Zubehörteile befinden. Der Nebenbox ist eine Hauptbox zugeordnet, die den überwiegenden Teil der Zubehörteile der in der Nebenbox angeordneten Module beinhaltet. Die Nebenbox kann dadurch sehr einfach ausgeführt werden und ist leicht und kostengünstig zu fertigen.

[0013] Die Hauptbox ist vorzugsweise so ausgeführt, dass sie nicht nur die Zubehörteile der zugeordneten Nebenbox umfasst, sondem selbst eines der Module beinhaltet. Es ist unter Umständen aber auch günstig, in der Hauptbox lediglich die Zubehörteile der Module der Nebenboxen unterzubringen.

[0014] Die Erfindung bietet sich insbesondere bei einer Tieftemperaturtuftzerfegungsantage an, die eine Rohargonrektifikationseinheit aufweist, welche eine erste und eine zweite Teilsäule, eine Rohargonleitung, die vom oberen Bereich der ersten Teilsäule in den unteren Bereich der zweiten Teilsäule führt, Mittel zum Zurückführen von Rücklaufflüssigkeit vom Sumpf der zweiten Teilsäule in den oberen Bereich der ersten Teilsäule sowie einen Argonkopfkondensator, dessen Kondensationsseite mit dem oberen Bereich der zweiten Teilsäule verbunden ist, umfasst.

[0015] Die Rohargonsäule ist bei einer derartigen Anlage zweigeteilt, um die Bauhöhe zu reduzieren. Die beiden Teilsäulen werden in verschiedenen Coldboxen untergebracht. Die erste Teilsäule besitzt selbst keinen Kopfkondensator, sondem wird aus dem Sumpf der zweiten Teilsäule mit der notwendigen Rücklaufflüssigkeit versorgt. Die erste Teilsäule weist daher im wesentlichen nur Anschlüsse zur Zu- und Ableitung von Flüssigkeit und Gas zur Niederdrucksäule und zur zweiten Teilsäule auf.

[0016] Vorzugsweise werden nun auch die Zubehörteile zur ersten Teilsäule, wie z.B. Begehungsvorrichtungen, Mess- und Analyseeinrichtungen, nicht in der die erste Teilsäule beinhaltenden Coldbox, sondern überwiegend in der Coldbox für die zweite Teilsäule angeordnet. Die Coldbox mit der ersten Teilsäule kann somit sehr einfach ausgeführt werden und stellt im Sinne der vorliegenden Erfindung die Nebenbox dar. Die zweite Coldbox beinhaltet als Hauptbox die zweite Teilsäule, den Argonkopfkondensator und die Zubehörteile zu beiden Teilsäulen. Die Rohargonrektifikationseinheit kann somit in zwei Module unterteilt werden, die beide die zulässigen Transportabmessungen nicht überschreiten, wobei das erste Modul besonders einfach vorzufertigen ist.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausführung ist in die Hauptbox mit der zweiten Teilsäule auch eine Reinargonsäule mit ihren Zubehörteilen integriert. Besonders bevorzugt befinden sich nicht nur alle Zubehörteile, sondern auch die gesamte Verrohrung der Rohargonrektifikationseinheit in der Hauptbox.

[0018] Neben der beschriebenen Aufteilung der Rohargonrektifikationseinheit in eine Nebenbox mit der ersten Teilsäule und eine Hauptbox mit der zweiten Teilsäule hat sich, insbesondere bei sehr großen Luftzerlegungsanlagen, eine Aufteilung der Rohargonrektifikationseinheit in eine Hauptbox mit zwei zugeordneten Nebenboxen als günstig erwiesen.

[0019] Bei dieser Variante ist die Rohargonrektifikationseinheit ebenfalls in zwei Teilsäulen unterteilt. Vorzugsweise sind beide Teilsäulen jeweils in einer Nebenbox angeordnet. Eine erste Nebenbox umfasst dabei die erste Teilsäule, eine zweite Nebenbox die zweite Teilsäule mit dem Argonkopfkondensator. Für die Zubehörteile beider Teilmodule ist eine Hauptbox vorgesehen, die besonders bevorzugt auch die Verrohrung der beiden Teilsäulen beinhaltet.

[0020] Sofern die Argonrektifikationseinheit mit einer Reinargonsäule versehen ist, ist es günstig die Reinargonsäule mit Zubehörteilen in der Hauptbox anzuordnen.

[0021] Vorzugsweise sind mehr als 60%, besonders bevorzugt mehr als 70% und ganz besonders bevorzugt mehr als 80% der Zubehörteile der Module der Nebenbox in der zugehörigen Hauptbox untergebracht. Anders ausgedrückt, in der Nebenbox befinden sich höchstens 40% der Armaturen, höchstens 40% der Instrumentierung, höchstens 40% der Messleitungen und -einrichtungen sowie höchstens 40% der Begehungseinrichtungen. Bevorzugt beträgt der in der Nebenbox befindliche Anteil der genannten Zubehörteile maximal 30%, besonders bevorzugt maximal 20%.

[0022] Ganz besonders bevorzugt befindet sich auch die Verrohrung des in der Nebenbox untergebrachten Moduls überwiegend in der zugeordneten Hauptbox, wobei von Vorteil mehr als 60%, von besonderem Vorteil mehr als 70% und von ganz besonderem Vorteil mehr als 80% der Verrohrung der Hauptbox zugeordnet sind.

[0023] Aus Fertigungsgründen ist es günstig, die Hauptbox und die Nebenbox quaderförmig, d.h. mit rechtwinkligem Grundriss, auszuführen, da dadurch die Anschlüsse an die Boxen und die Durchleitungen durch die Wände der Boxen leichter herzustellen sind. Es bringt aber auch Vorteile, wenn die Form der Hauptbox und / oder der Nebenbox an die Form der in der Box aufzunehmenden Module und / oder Zubehörteile angepasst ist. So ist es vorteilhaft, eine Rektifikationssäule, die in einer Nebenbox untergebracht werden soll, beispielsweise die erste Teilsäule einer geteilten Rohargonrektifikationseinheit, mit einer zylindrischen Box zu umgeben.

[0024] Das sich bei einer geteilten Rohargonsäule bewährte, erfindungsgemäße Konzept der Aufteilung in eine Hauptbox mit zugeordneter Nebenbox ist selbstverständlich auch auf die Stickstoff-Sauerstoff-Rektifikationseinheit übertragbar. Es ist ebenso vorteilhaft, die Drucksäule und die Niederdrucksäule in je einer Nebenbox anzuordnen und eine Hauptbox vorzusehen, die im wesentlichen nur die Zubehörteile von Drucksäule und Niederdrucksäule beinhaltet. Weiter ist eine Ausführung, bei der sich in der Hauptbox die Niederdrucksäule, gegebenenfalls mit Unterkühlungsgegenströmer, und in der Nebenbox die Drucksäule, vorzugsweise mit Hauptkondensator, befindet, günstig. Auch die Variante, bei der die Coldbox der Drucksäule als Hauptbox und die der Niederdrucksäule als Nebenbox ausgeführt sind, bringt Vorteile. Bei allen genannten Varianten wird bevorzugt auch ein Großteil der Verrohrung in der Hauptbox angeordnet.

[0025] Die Erfindung sowie weitere Einzelheiten der Erfindung werden im folgenden anhand von in den schematischen Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Hierbei zeigen:

Figur 1	das Verfahrensschema einer erfindungsgemäßen Luftzerlegungsanlage,
Figuren 2a und 2b	erfindungsgemäße Luftzerlegungsanlagen, bei denen eine geteilte Rohargonsäule in einer

Haupt- und einer Nebenbox untergebracht ist,

Figuren 3a und 3b — eine alternative Aufteilung einer geteilten Rohargonsäule auf Haupt- und Nebenboxen und die

Figuren 4 bis 6 — analoge Ausführungen bei einer Aufteilung von Druck- und Niederdrucksäule auf Haupt- und Nebenboxen.

[0026] Die in Figur 1 gezeigte Luftzerlegungsanlage weist einen Doppelsäulenrektifikator mit Hauptkondensator 1, Drucksäule 2 und Niederdrucksäule 3 zur Gewinnung von Stickstoff am Kopf der Niederdrucksäule 3 und Sauerstoff aus dem Sumpf der Niederdrucksäule 3 auf. Die Doppelsäule ist gemeinsam mit dem Unterkühlungsgegenströmer 4 und weiteren nicht dargestellten kalten Bauteilen, wie z.B. kryogenen Pumpen, in mehreren Coldboxen untergebracht, deren Anordnung anhand der Figuren 2 bis 6 näher erläutert wird.

[0027] Die Argonrektifikationseinheit besteht aus zwei Teilsäulen 6, 7, die die Rohargonsäule bilden, einer Reinargonsäule 8 sowie den entsprechenden Kopfkondensatoren 9, 10. Die erste Teilsäule 6 ist in üblicher Weise durch eine Leitung 17, über die eine im wesentlichen Sauerstoff und Argon enthaltende Fraktion in die erste Teilsäule 6 eingespeist werden kann, mit der Niederdrucksäule 3 verbunden. Die Rückleitung 18 dient zur Rückführung von sich im Sumpf der ersten Teilsäule 6 ansammelnder Restflüssigkeit zur Niederdrucksäule 3. In dieser Rückleitung 18 ist eine Pumpe 12 zur Förderung der Restflüssigkeit vorgesehen.

[0028] Die erste Teilsäule 6 besitzt keinen Kopfkondensator. Die Rücklaufflüssigkeit für diese Säule 6 wird durch die Sumpfflüssigkeit der zweiten Teilsäule 7 gebildet, welche mittels einer Pumpe 11 an den Kopf der Teilsäule 6 gepumpt wird. Im Kopfkondensator 9 wird Rücklaufflüssigkeit für den zweiten Teil 7 der Rohargonsäule durch Kondensation der Kopffraktion in indirektem Wärmetausch gegen Sumpfflüssigkeit aus der Drucksäule 2, welche über Leitung 19 zugeführt wird, erzeugt. Der dabei entstehende Dampf wird über Leitung 13 in die Niederdrucksäule 3 zurückgeleitet. Überschüssige Sumpfflüssigkeit wird aus dem Kopfkondensator 9 über Leitung 14 in die Niederdrucksäule 3 eingespeist. In analoger Weise wird auch der Kopfkondensator 10 der Reinargonsäule 8 mit Sumpfflüssigkeit aus der Drucksäule 2 versorgt. Anfallender Dampf und überschüssige Flüssigkeit werden über die Leitungen 15 und 16, die in die Leitungen 13 und 14 münden, ebenfalls in die Niederdrucksäule 3 geleitet.

[0029] Alle thermisch zu isolierenden Teile der Anlage sind in Coldboxen untergebracht, die mit Perlite gefüllt sind. Die Aufteilung der einzelnen Module und Zubehörteile wird im folgenden anhand der Figuren 2 bis 6 näher erläutert. In den Zeichnungen 2 bis 6 ist jeweils die Hauptbox fett umrandet, die Nebenbox gestrichelt gezeichnet und die Zuordnung von Haupt- und Nebenbox durch einen Doppelpfeil kenntlich gemacht. Das Rechteck symbolisiert jeweils die Coldbox 21 für den Hauptwärmetauscher 5. In einfacher Strichstärke gezeichnete Quadrate und Rechtecke kennzeichnen übliche Coldboxen ohne den erfindungsgemäßen Hauptbox- oder Nebenboxcharakter.

[0030] In der Anordnung gemäß Figur 2a sind der Hauptwärmetauscher 5, die Drucksäule 2, die Niederdrucksäule 3 und die beiden Teilsäulen 6, 7 zur Rohargonrektifikation jeweils in einer eigenen Coldbox 21, 22, 23, 24, 25 untergebracht. Die die zweite Teilsäule 7 beinhaltende Coldbox 25 ist als Hauptbox ausgeführt, der die die erste Teilsäule 6 beinhaltende Coldbox 24 als Nebenbox zugeordnet ist. Die Hauptbox 25 umfasst neben der Teilsäule 7 auch den Argonkopfkondensator 9, die Reinargonsäule 8 sowie deren Kopfkondensator 10. Femer sind mehr als Dreiviertel der Zubehörteile der ersten Teilsäule 6, d.h. der Mess- und Bedieneinrichtungen, der Armaturen und der Begehungseinrichtungen, sowie mehr als Dreiviertel der Verrohrung der ersten Teilsäule in der Hauptbox 25 angeordnet.

[0031] Figur 2b zeigt eine alternative Ausführungsform, bei der eine gemeinsame Coldbox 26 für die Drucksäule 2 und die Niederdrucksäule 3 vorgesehen ist. Die Coldboxen 24, 25 der beiden Teilsäulen 6 und 7 besitzen ebenfalls das anhand von Figur 2a erläuterte Hauptbox-Nebenbox-Verhältnis.

[0032] Die einzelnen Coldboxen sind untereinander über Verbindungskästen, in denen beispielsweise die Verbindungsleitungen verlaufen, miteinander verbunden. Es ist bei allen in den Figuren dargestellten Anordnungen auch vorteilhaft, zwei oder mehr Coldboxen, die miteinander verbunden werden müssen, direkt nebeneinander zu stellen, miteinander zu verbinden und die gemeinsame Wand der Coldboxen zu entfernen, so dass eine einzige Coldbox entsteht.

[0033] Die beiden Ausführungen nach Figur 3a und Figur 3b unterscheiden sich von denen der Figuren 2a und 2b darin, dass sich die zweite Teilsäule 7 ebenfalls in einer Nebenbox 27 befindet. Die Hauptbox 28 umfasst den überwiegenden Teil der Zubehörteile der beiden Teilsäulen 6, 7, der Reinargonsäule 8 sowie der Kondensatoren 9, 10 und die Reinargonsäule 8. Femer ist die kalte, d.h. zu isolierende Verrohrung der beiden Rohargonteilmodule 6, 7 in der Hauptbox 28 enthalten. Die Drucksäule 2 und die Niederdrucksäule 3 werden jeweils in einer eigenen Coldbox 22, 23 untergebracht.

[0034] Figur 3b entspricht im wesentlichen Figur 3a, wobei sich jedoch die Drucksäule 2 und die Niederdrucksäule 3, analog zur Ausführung nach Figur 2b, in einer gemeinsamen Coldbox 26 befinden. Die Argonrektifikationseinheit mit den beiden Teilsäulen 6, 7 wird auf zwei Nebenboxen 24, 27 für die Teilsäulen 6, 7 und eine Hauptbox 28, die die entsprechenden Zubehörteile und die Verrohrung enthält, aufgeteilt.

[0035] Die Figuren 4 bis 6 zeigen weitere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Konzepts bei der Aufteilung der Coldboxen in Haupt- und Nebenboxen.

[0036] In Figur 4a ist eine Tieftemperaturluftzerlegungsanlage dargestellt, bei der die Coldbox für die aus Drucksäule 2 und Niederdrucksäule 3 bestehende Doppelsäule erfindungsgemäß aufgeteilt ist. In diesem Fall wird die Niederdrucksäule 3 in einer Nebenbox 35 untergebracht. Die Drucksäule 2 mit dem Hauptkondensator und den Zubehörteilen der Niederdrucksäule 3 befindet sich in der Hauptbox 34. Die Rohargonsäule ist geteilt und, wie bereits in Figur 2 gezeigt, ebenfalls in zwei als Haupt- und Nebenbox ausgeführten Coldboxen 24, 25 angeordnet. Diese Ausführung erlaubt selbst bei großen Anlagen den Transport der einzelnen Module mit den zugehörigen Coldboxen.

[0037] Figur 4b zeigt eine Abwandlung der Anordnung von Figur 4a, bei der die Rohargonsäule zwar geteilt und in zwei Coldboxen 31, 32 untergebracht ist, bei der die beiden Coldboxen 31, 32 für die erste und die zweite Teilsäule 6, 7 in herkömmlicher Weise ausgeführt sind, d.h. bei der sich sämtliche der jeweiligen Teilsäule 6, 7 zugeordnete Zubehörteile auch in der entsprechenden Coldbox 31, 32 befinden.

[0038] In einer weiteren Variante 4c dieser Ausführung, die insbesondere bei einer Anlage mit einer kleineren Argonrektifikationseinheit bevorzugt ist, ist eine gemeinsame Coldbox 33 für die beiden Teilsäulen 6, 7 zur Argongewinnung vorgesehen. Die beiden Teilsäulen 6, 7 werden in der Regel nebeneinander angeordnet. Es hat sich jedoch auch als günstig erwiesen, die zweite Teilsäule 7 mit dem Kopfkondensator unter der ersten Teilsäule 6 vorzusehen. Da sich der Sumpf der ersten Teilsäule 6 auf Höhe des Argonabzugs aus der Niederdrucksäule 3 befindet, ist in der Coldbox 33 unterhalb der ersten Teilsäule 6 Platz, der vorzugsweise für die zweite Teilsäule 7 verwendet wird. Zur Versorgung der ersten Teilsäule 6 mit Rücklaufflüssigkeit wird Sumpfflüssigkeit aus der zweiten Teilsäule 7 zum Kopf der ersten Teilsäule 6 gepumpt.

[0039] Anstelle der Ausführung der Drucksäulenbox als Hauptbox und der Niederdrucksäulenbox als Nebenbox kann es auch günstig sein, umgekehrt die Drucksäulenbox 29 als Nebenbox und die Niederdrucksäulenbox 30 als Hauptbox auszuführen. Verschiedene Varianten dieser Ausführungsform sind in den Figuren 5a bis 5c gezeigt. Die Figuren 5a bis 5c entsprechen dabei den Anordnungen gemäß den Figuren 4a bis 4c, wobei lediglich die Hauptbox-Nebenbox-Beziehung zwischen der Drucksäulenbox und der Niederdrucksäulenbox vertauscht ist. Der Hauptkondensator kann entweder mit der Niederdrucksäule 3 und den Zubehörteilen der Drucksäule 2 und denen der Niederdrucksäule 3 in der Hauptbox 30 angeordnet werden oder bevorzugt auf bzw. oberhalb der Drucksäule 2 platziert und in die Nebenbox 29 eingebaut werden.

[0040] In den Figuren 6a bis 6d sind weitere vorteilhafte Varianten dargestellt. Gemäß Figur 6a ist eine separate Hauptbox 36 für die Zubehörteile der Drucksäule 2 und der Niederdrucksäule 3 vorgesehen. Die Drucksäule 2 und die Niederdrucksäule 3 sind dagegen jeweils in einer Nebenbox 29, 35 untergebracht. Dies hat den Vorteil, dass die beiden Nebenboxen 29, 35 leichter zu fertigen sind, da sie im wesentlichen nur die jeweilige Rektifikationssäule 2, 3 beinhalten. In einer bevorzugten Ausführungsform ist dabei in die Nebenbox 29 mit der Drucksäule auch noch der Hauptkondensator integriert. Die beiden Teilsäulen 6, 7 der Rohargonsäule sind ebenfalls in zwei über das erfindungsgemäße Hauptbox-Nebenbox-Prinzip miteinander verbunden.

[0041] Die Figuren 6b und 6c zeigen leichte Abwandlungen der Anordnung nach Figur 6a, bei denen die beiden Teilsäulen 6, 7 zum einen in zwei herkömmlichen, nicht erfindungsgemäß miteinander verbundenen Coldboxen 31, 32 (Figur 6b) untergebracht sind, zum anderen in einer gemeinsamen Coldbox 33 zu finden sind (Figur 6c). Schließlich ist in Figur 6d eine Anordnung dargestellt, bei der sowohl die Druck- 2 und die Niederdrucksäule 3 als auch die beiden Teilsäulen 6, 7 in separaten Nebenboxen 29, 35, 24, 27 untergebracht sind und zwei Hauptboxen 36, 28 vorgesehen sind, die einerseits den Nebenboxen 29, 35, andererseits den Nebenboxen 24, 27 zugeordnet sind. Nicht dargestellt, aber abhängig von der Anzahl und Größe der Zubehörteile auch vorteilhaft, ist eine Anordnung, bei der eine einzige Hauptbox mit den vier Nebenboxen 29, 35, 24, 27 verbunden ist.

[0042] Die verschiedenen Figuren sollen die Art der für die verschiedenen Module verwendeten Coldboxen, d.h. ob eine Hauptbox, eine Nebenbox oder eine herkömmliche Coldbox eingesetzt wird, verdeutlichen. Deren Anordnung zueinander wird in den Figuren nicht unbedingt richtig wiedergegeben. Vorzugsweise werden die Coldboxen so angeordnet, dass die Coldboxen, zwischen denen viele Rohrverbindungen und andere Verbindungsleitungen verlaufen, möglichst nahe zusammen stehen. So ist es beispielsweise vorteilhaft, die Coldbox 21 mit dem Hauptwärmetauscher neben der Niederdrucksäulenbox anzuordnen und die Drucksäulenbox sowie die Rohargonsäulenbox(en) an die Niederdrucksäulenbox angrenzen zu lassen. Die Verbindung der Coldboxen untereinander erfolgt über isolierte Verbindungskästen oder durch Aneinanderfügen der betroffenen Coldboxen und Entfernen der Zwischenwand.

Patentansprüche

1. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage mit mehreren Modulen, die mindestens eine Wärmetauschereinheit, eine Drucksäule und eine Niederdrucksäule umfassen, sowie mit den den jeweiligen Modulen zugehörigen Zubehörteilen und mit mindestens zwei Coldboxen, in denen die Module und / oder die Zubehörteile angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine der Coldboxen als Hauptbox (25, 28, 30, 34, 36) und mindestens eine der Coldboxen als Nebenbox (24, 27, 29, 35) ausgeführt ist, wobei die Nebenbox (24, 27, 29, 35) mindestens

eines der Module (2, 3, 6, 7) beinhaltet und sich die Zubehörteile des in der Nebenbox (24, 27, 29, 35) angeordneten Moduls (2, 3, 6, 7) überwiegend in der Hauptbox (25, 28, 30, 34, 36) befinden.

2. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in der Hauptbox (25, 30, 34) mindestens ein Modul (2, 3, 7) befindet.

3. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in der Hauptbox (28, 36) kein Modul befindet.

4. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rohargonrektifikationseinheit vorgesehen ist, die eine erste und eine zweite Teilsäule (6, 7), eine Rohargonleitung, die vom oberen Bereich der ersten Teilsäule (6) in den unteren Bereich der zweiten Teilsäule (7) führt, Mittel (11) zum Zurückführen von Rücklaufflüssigkeit vom Sumpf der zweiten Teilsäule (7) in den oberen Bereich der ersten Teilsäule (6) sowie einen Argonkopfkondensator (9), dessen Kondensationsseite mit dem oberen Bereich der zweiten Teilsäule (7) verbunden ist, umfasst, wobei die Nebenbox (24) die erste Teilsäule (6) und die Hauptbox (25) die zweite Teilsäule (7) sowie den Argonkopfkondensator (9) und den überwiegenden Teil der Zubehörteile der ersten Teilsäule (6) beinhaltet.

5. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hauptbox (25) eine Reinargonsäule (8) beinhaltet.

6. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Rohargonrektifikationseinheit vorgesehen ist, die eine erste und eine zweite Teilsäule (6, 7), eine Rohargonleitung, die vom oberen Bereich der ersten Teilsäule (6) in den unteren Bereich der zweiten Teilsäule (7) führt, Mittel (11) zum Zurückführen von Rücklaufflüssigkeit vom Sumpf der zweiten Teilsäule (7) in den oberen Bereich der ersten Teilsäule (6) sowie einen Argonkopfkondensator (9), dessen Kondensationsseite mit dem oberen Bereich der zweiten Teilsäule (7) verbunden ist, umfasst, wobei die Hauptbox (28) den überwiegenden Teil der Zubehörteile der Rohargonrektifikationseinheit beinhaltet und die erste Teilsäule (6) in einer ersten Nebenbox (24) und die zweite Teilsäule (7) und der Argonkopfkondensator (9) in einer zweiten Nebenbox (27) untergebracht sind.

7. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Nebenbox (27) eine Reinargonsäule (8) beinhaltet.

8. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich mehr als 60%, bevorzugt mehr als 70%, besonders bevorzugt mehr als 80 % der Zubehörteile in der Hauptbox (25, 28, 30, 34, 36) befinden.

9. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Drucksäule (2) und die Niederdrucksäule (3) in je einer Nebenbox (29, 35) befinden und die Hauptbox (36) im wesentlichen nur die Zubehörteile der Drucksäule (2) und der Niederdrucksäule (3) beinhaltet.

10. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in der Hauptbox (30) die Niederdrucksäule (3) und in der Nebenbox (29) die Drucksäule (2) befindet.

11. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich in der Hauptbox (34) die Drucksäule (2) und in der Nebenbox (35) die Niederdrucksäule (3) befindet.

12. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Nebenbox vorgesehen ist, die eine Rohargonrektifikationseinheit beinhaltet.

13. Tieftemperaturluftzerlegungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die dem in der Nebenbox (24, 29, 35) angeordneten Modul (2, 3, 6, 7) zugeordnete Verrohrung überwiegend in der Hauptbox (25, 28, 30, 34, 36) befindet.

Claims

1. Low-temperature air fractionation system having a plurality of modules which comprise at least a heat exchanger

unit, a pressure column and a low-pressure column, and having the accessories associated with the respective modules, and having at least two coldboxes, in which the modules and/or the accessories are arranged, **characterized in that** at least one of the coldboxes is designed as a main box (25, 28, 30, 34, 36) and at least one of the coldboxes is designed as an auxiliary box (24, 27, 29, 35), the auxiliary box (24, 27, 29, 35) containing at least one of the modules (2, 3, 6, 7), and the accessories of the module (2, 3, 6, 7) which is arranged in the auxiliary box (24, 27, 29, 35) being located predominantly in the main box (25, 28, 30, 34, 36).

2. Low-temperature air fractionation system according to Claim 1, **characterized in that** at least one module (2, 3, 7) is located in the main box (25, 30, 34).

3. Low-temperature air fractionation system according to Claim 1, **characterized in that** there is no module in the main box (28, 36).

4. Low-temperature air fractionation system according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** a crude argon rectification unit is provided, which comprises a first and a second part-column (6, 7), a crude argon line, which leads from the upper region of the first part-column (6) into the lower region of the second part-column (7), means (11) for returning reflux liquid from the bottom of the second part-column (7) into the upper region of the first part-column (6) and an argon top condenser (9), the condensation side of which is connected to the upper region of the second part-column (7), the auxiliary box (24) containing the first part-column (6) and the main box (25) containing the second part-column (7) and the argon top condenser (9) as well as the majority of the accessories of the first part-column (6).

5. Low-temperature air fractionation system according to Claim 4, **characterized in that** the main box (25) contains a pure argon column (8).

6. Low-temperature air fractionation system according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** a crude argon rectification unit is provided, which comprises a first and a second part-column (6, 7), a crude argon line, which leads from the upper region of the first part-column (6) into the lower region of the second part-column (7), means (11) for returning reflux liquid from the bottom of the second part-column (7) into the upper region of the first part-column (6) and an argon top condenser (9), the condensation side of which is connected to the upper region of the second part-column (7), the main box (28) containing the majority of the accessories of the crude argon rectification unit and the first part-column (6) being accommodated in a first auxiliary box (24) and the second part-column (7) and the argon top condenser (9) being accommodated in a second auxiliary box (27).

7. Low-temperature air fractionation system according to Claim 6, **characterized in that** the second auxiliary box (27) contains a pure argon column (8).

8. Low-temperature air fractionation system according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** more than 60%, preferably more than 70%, particularly preferably more than 80%, of the accessories are located in the main box (25, 28, 30, 34, 36).

9. Low-temperature air fractionation system according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the pressure column (2) and the low-pressure column (3) are each located in their own auxiliary box (29, 35) and the main box (36) contains substantially only the accessories of the pressure column (2) and the low-pressure column (3).

10. Low-temperature air fractionation system according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the low-pressure column (3) is located in the main box (30) and the pressure column (2) is located in the auxiliary box (29).

11. Low-temperature air fractionation system according to one of Claims 1 to 8, **characterized in that** the pressure column (2) is located in the main box (34) and the low-pressure column (3) is located in the auxiliary box (35).

12. Low-temperature air fractionation system according to one of Claims 1 to 11, **characterized in that** an auxiliary box which contains a crude argon rectification unit is provided.

13. Low-temperature air fractionation system according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the piping assigned to the module (2, 3, 6, 7) which is arranged in the auxiliary box (24, 29, 35) is predominantly located in the main box (25, 28, 30, 34, 36).

Revendications

1. Installation de fractionnement de l'air à basse température, qui présente plusieurs modules qui comprennent au moins une unité d'échangeur de chaleur, une colonne sous pression et une colonne à basse pression, qui comprend également les accessoires associés à chacun des modules et au moins deux boîtes froides dans lesquelles les modules et/ou les accessoires sont agencés, **caractérisée en ce qu'**au moins une des boîtes froides est configurée comme boîte principale (25, 28, 30, 34, 36) et au moins une des boîtes froides est configurée comme boîte secondaire (24, 27, 29, 35), la boîte secondaire (24, 27, 29, 35) contenant au moins un des modules (2, 3, 6, 7), les accessoires du module (2, 3, 6, 7) agencé dans la boîte secondaire (24, 27, 29, 35) se trouvant majoritairement dans la boîte principale (25, 28, 30, 34, 36).

2. Installation de fractionnement d'air à basse température selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**au moins un module (2, 3, 7) se trouve dans la boîte principale (25, 30, 34).

3. Installation de fractionnement d'air à basse température selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'**aucun module ne se trouve dans la boîte principale (28, 36).

4. Installation de fractionnement d'air à basse température selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce qu'**est prévue une unité de rectification d'argon brut qui contient une première et une seconde colonne partielle (6, 7), une conduite d'argon brut qui va de la région supérieure de la première colonne partielle (6) à la région inférieure de la deuxième colonne partielle (7), des moyens (11) pour assurer le retour du reflux fluide du pied de la deuxième colonne partielle (7) à la région supérieure de la première colonne partielle (6) ainsi qu'un condensateur de tête (9) pour l'argon, dont le côté de condensation est relié à la région supérieure de la deuxième colonne partielle (7), la boîte secondaire (24) contenant la première colonne partielle (6) et la boîte principale (25) contenant la deuxième colonne partielle (7) ainsi que le condensateur de tête (9) pour l'argon et la majeure partie des accessoires de la première colonne partielle (6).

5. Installation de fractionnement d'air à basse température selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** la boîte principale (25) contient une colonne d'argon pur (8).

6. Installation de fractionnement d'air à basse température selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce qu'**est prévue une unité de rectification d'argon brut qui contient une première et une seconde colonne partielle (6, 7), une conduite d'argon brut qui va de la région supérieure de la première colonne partielle (6) à la région inférieure de la deuxième colonne partielle (7), des moyens (11) pour assurer le retour du reflux fluide du pied de la deuxième colonne partielle (7) à la région supérieure de la première colonne partielle (6) ainsi qu'un condensateur de tête (9) pour l'argon, dont le côté de condensation est relié à la région supérieure de la deuxième colonne partielle (7), la boîte principale (28) contenant la majeure partie des accessoires de l'unité de rectification d'argon brut, la première colonne partielle (6) étant installée dans une première boîte secondaire (24) et la deuxième colonne partielle (7) ainsi que le condensateur de tête (9) pour l'argon étant installés dans une deuxième boîte secondaire (27).

7. Installation de fractionnement d'air à basse température selon la revendication 6, **caractérisée en ce que** la deuxième boîte secondaire (27) contient une colonne d'argon pur (8).

8. Installation de fractionnement d'air à basse température selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisée en ce que** plus de 60 %, de préférence plus de 70 % et de façon particulièrement préférée plus de 80 % des accessoires se trouvent dans la boîte principale (25, 28, 30, 34, 36).

9. Installation de fractionnement d'air à basse température selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** la colonne sous pression (2) et la colonne à basse pression (3) se trouvent chacune dans une des boîtes secondaires (29, 35) et la boîte principale (36) ne contient essentiellement que les accessoires de la colonne sous pression (2) et de la colonne à basse pression (3).

10. Installation de fractionnement d'air à basse température selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce que** la colonne à basse pression (3) et la colonne sous pression (2) se trouvent respectivement dans la boîte principale (30) et dans la boîte secondaire (29).

11. Installation de fractionnement d'air à basse température selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisée en ce**

que la colonne sous pression (2) et la colonne à basse pression (3) se trouvent respectivement dans la boîte principale (34) et la boîte secondaire (35).

12. Installation de fractionnement d'air à basse température selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisée en ce qu'**est prévue une boîte secondaire qui contient une unité de rectification d'argon brut.

13. Installation de fractionnement d'air à basse température selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** la tubulure associée au module (2, 3, 6, 7) agencé dans la boîte secondaire (24, 29, 35) se trouve majoritairement dans la boîte principale (25, 28, 30, 34, 36).

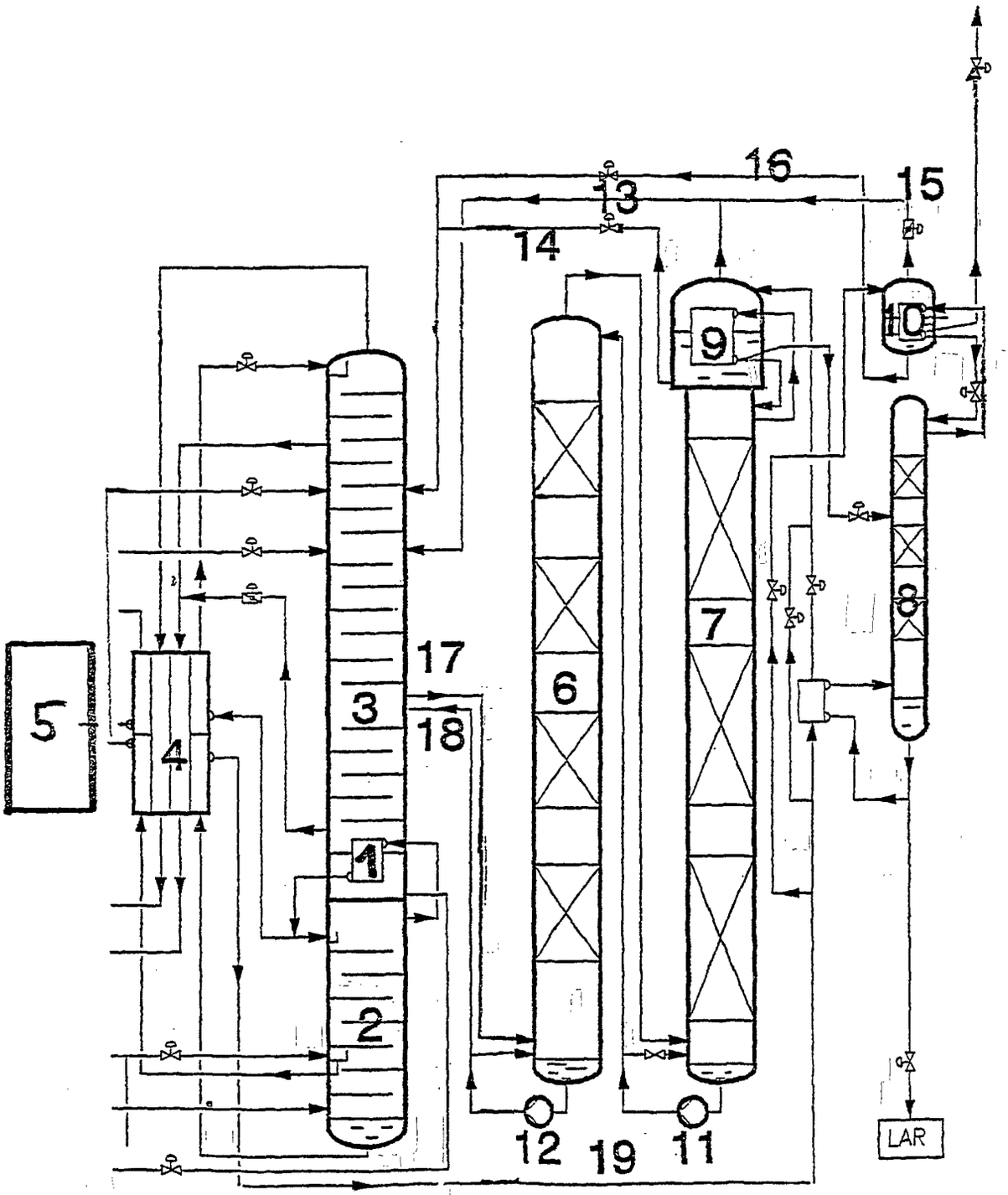


Fig. 1

Fig. 2

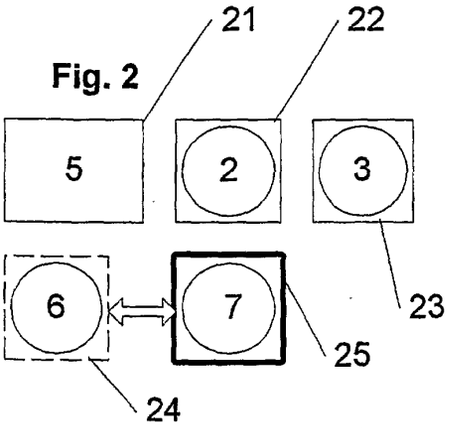


Fig. 3

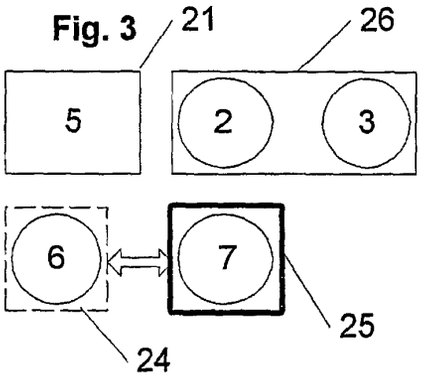


Fig. 4

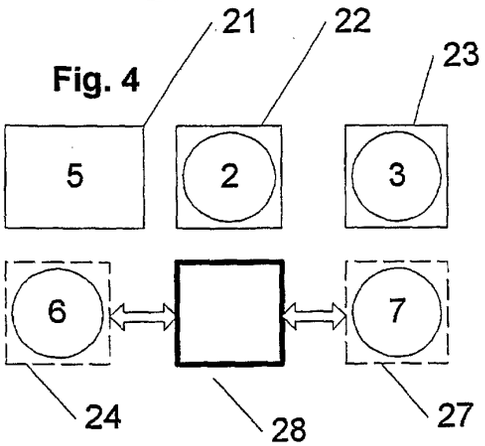


Fig. 5

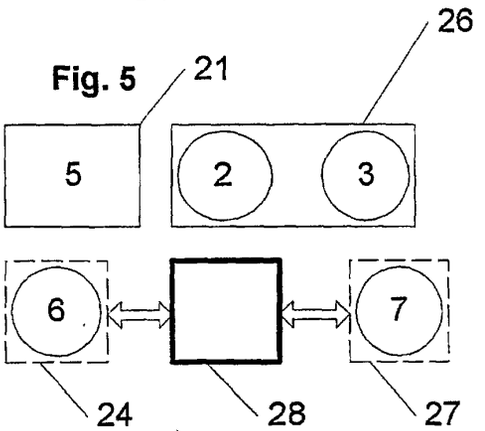


Fig. 6

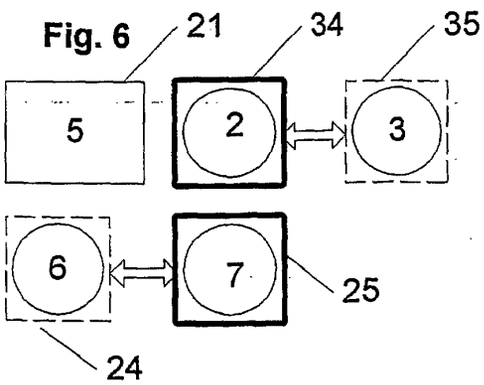


Fig. 7

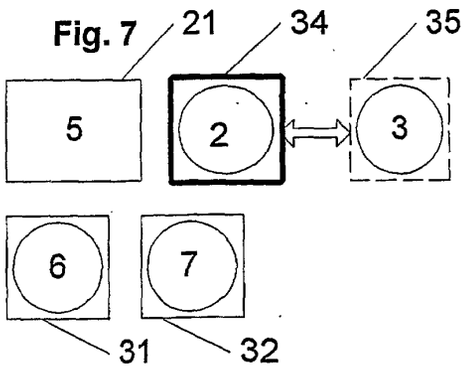


Fig. 8

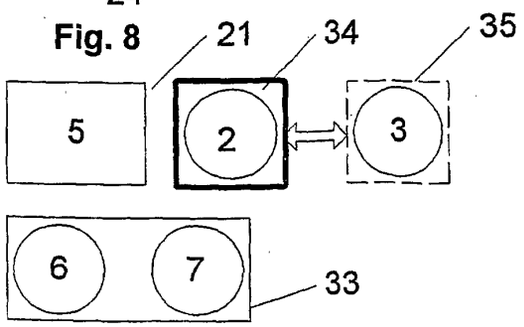


Fig. 9

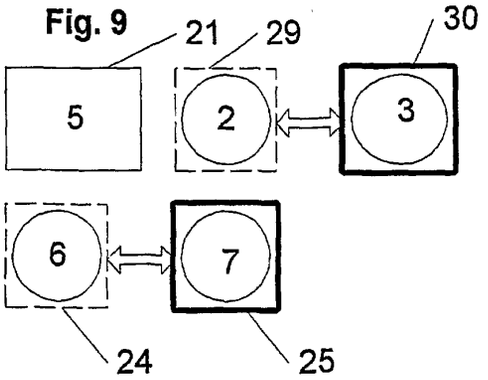


Fig. 10

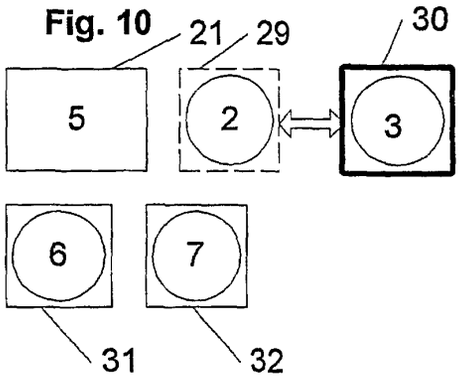


Fig. 11

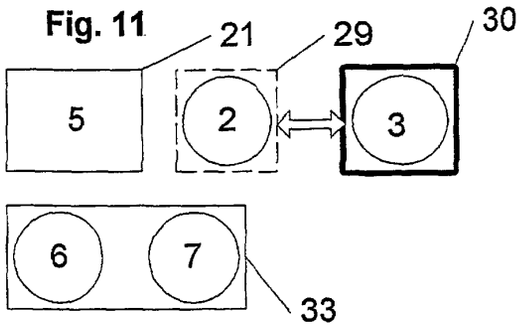


Fig. 12

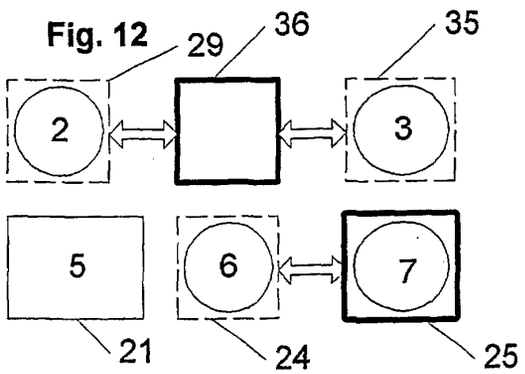


Fig. 13

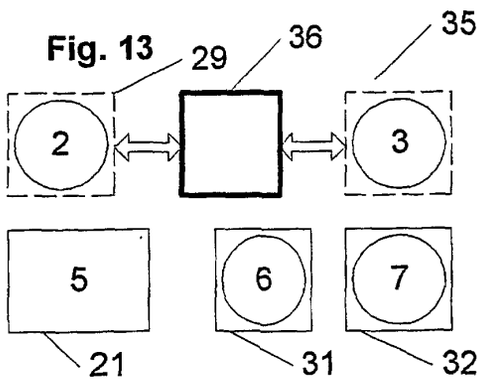


Fig. 14

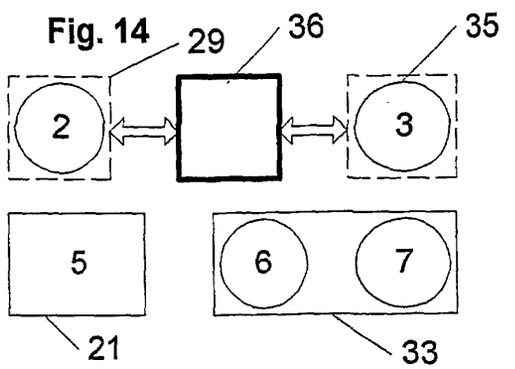


Fig. 15

