



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 004 779 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.06.2005 Patentblatt 2005/26**

(51) Int Cl.7: **F15B 1/02, B22F 3/15**

(21) Anmeldenummer: **99122145.8**

(22) Anmeldetag: **05.11.1999**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur Gasversorgung und Gasrückgewinnung**

Method and device for gas supply and recuperation

Procédé et dispositif pour l'alimentation et pour la récupération de gaz

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **27.11.1998 DE 19854935  
27.08.1999 DE 19940834**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**31.05.2000 Patentblatt 2000/22**

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

(72) Erfinder:  
• **Hanifl, Gottfried  
7063 Oggau (AT)**

• **Wandke, Ernst, Dr.Dipl.-Ing.  
82538 Geretsried (DE)**

(74) Vertreter: **Kasseckert, Rainer  
Linde AG  
Zentrale Patentabteilung  
Dr.-Carl-von-Linde-Strasse 6-14  
82049 Höllriegelskreuth (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-88/01708                      FR-A- 797 690  
US-A- 4 750 869                      US-A- 5 479 966  
US-A- 5 630 322                      US-A- 5 676 180  
US-A- 5 792 271**

**EP 1 004 779 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 ein Verfahren zur Gasversorgung und Gasrückgewinnung unter Einsatz eines gasförmigen Mediums, welches in mindestens einem Stapelbehälter unter Druck gespeichert wird und vom Stapelbehälter, gegebenenfalls über einen Druckumwandler, zu einem Verbraucher (Versorgung) und vom Verbraucher, gegebenenfalls über einen Druckumwandler, zum mindestens einen Stapelbehälter oder zu einem weiteren Stapelbehälter (Rückgewinnung) geleitet wird.

**[0002]** Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung zur Gasversorgung und -rückgewinnung unter Einsatz eines gasförmigen Mediums umfassend mindestens einen Stapelbehälter zur Speicherung des Mediums unter Druck und eine oder mehrere Verbindungen vom dem mindestens einen Stapelbehälter, gegebenenfalls über einen Druckumwandler, zu einem Verbraucher (Versorgung) und vom Verbraucher gegebenenfalls über einen Druckumwandler zu dem oder zu einem weiteren Stapelbehälter (Rückgewinnung).

**[0003]** Derartige Verfahren und Vorrichtungen werden beispielsweise bei der Gasversorgung einer heißisostatischen Presse und beim Hochdruck-Gasabschrecken eingesetzt. Im folgenden wird der Stand der Technik und die Erfindung anhand dieser Anwendungsfälle näher betrachtet.

**[0004]** Bisher wird beim heißisostatischen Pressen (HIP) durch ein Druckmedium, meist Argon oder Stickstoff, der benötigte Druck in der Presse wie folgt erzeugt:

**[0005]** Das Gas wird meistens in flüssiger Form in einem Tieftemperatur-Lagertank (Speicherbehälter) bei max. 18 bar gelagert. Durch eine Druckerhöhungsanlage und einen Hochdruckverdampfer wird das Gas in den einen Stapelbehälter gepumpt. Abhängig vom benötigten Enddruck und der benötigten Temperatur wird das Gas aus dem Pufferbehälter, in dem das Gas gasförmig beim benötigten Druck (bis 300 bar) gespeichert wird, in die HIP-Anlage bis zum Druckausgleich der beiden Systeme eingeleitet. Sollte der Druck in der HIP-Anlage jedoch zu gering sein, so muß über den Druckumwandler Gas vom Pufferbehälter in benötigter Menge und Druck nachgepumpt werden.

**[0006]** Nun wird das Gas durch den in der HIP-Anlage integrierten Ofen beispielsweise auf 1000°C aufgeheizt, wodurch der Druck beispielsweise auf 1000 bar steigt.

**[0007]** Sollte es während der Haltezeit zu einem Druckverlust in der HIP-Anlage kommen, wird Gas durch den Druckumwandler nachgepumpt.

**[0008]** Nach einer Haltezeit von 1 bis 8 Stunden erfolgt die Druckentlastung der HIP-Anlage und Rückführung des Gases in den Pufferbehälter bis zum Druckausgleich der beiden Systeme. Anschließend wird durch den Druckumwandler das Gas, welches noch in der HIP-Anlage ist, in den Puffer gepumpt. Bedingt durch die Konstruktion des Druckumwandlers bleibt

noch Restgas in der HIP-Anlage, welches als Verlust ins Freie abgeblasen wird.

**[0009]** Vor Wiederbeginn des Prozesses muß nun die als Verlust ins Freie abgeblasene Gasmenge gegen den fast vollen Pufferdruck nachgepumpt werden.

**[0010]** Ein anderes Beispiel liefert das Hochdruck-Gasabschrecken. Bei diesem Verfahren werden ge-  
glühte (erhitzte) Werkstoffe, vorzugsweise Stahl, durch komprimierte Gase in kurzer Zeit in ein Härtegefüge abgeschreckt, um dann in einem Nachfolgeprozeß anwendungsspezifisch vergütet (angelassen) zu werden. Um diesen Abschreckvorgang zu realisieren, wird - ähnlich wie im bereits beschriebenen Beispiel beim heißisostatischen Pressen - ein Druckbehälter (Verbraucher) von einem Stapelbehälter auf Arbeitsdruck befüllt und nach dem Prozeß auf Atmosphärendruck entspannt.

**[0011]** Auch hier sind die Nachteile, daß die in dem komprimierten Gas gespeicherte (Druck-)Energie nicht bzw. nur unzureichend genutzt bzw. zurückgewonnen wird, und die damit verbundenen hohen Gasverluste vorhanden.

**[0012]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art aufzuzeigen, welche die Gasversorgung und -rückgewinnung unter Vermeidung der erwähnten Nachteile verbessern. Dabei sollte insbesondere die (Druck-)Energie - abhängig von der praktischen Aufgabenstellung und den örtlichen Gegebenheiten - möglichst optimal für die Senkung des Gasverbrauches und der notwendigen Fremdenergie eingesetzt werden.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 und 10 gelöst. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung. Vorteilhafte Anwendungen des erfindungsgemäßen Verfahrens und/oder Verwendungen der erfindungsgemäßen sind beim heißisostatischen Pressen oder beim Hochdruck-Gasabschrecken gegeben.

**[0014]** Die Erfindung beruht darauf, daß der bislang lediglich eine Stapelbehälter ersetzt wird durch zwei oder mehrere Stapelbehälter, deren Betriebsdrücke kaskadenartig abgestuft sind. Dabei können die einzelnen Stapelbehälter sowohl in ihren Volumina als auch in der Bauform den konkreten Anwendungsbedingungen angepaßt werden.

**[0015]** Im Rahmen der Erfindung sind mit dem Begriff "Stapelbehälter" auch Pufferbehälter erfaßt.

**[0016]** Bei der Erfindung werden mehrere Druckbehälter mit kaskadenförmig abgestuftem Betriebsdruck eingesetzt, dergestalt, daß bei einem Befüllvorgang der Enddruck im Verbraucher durch zeitlich abgestimmte Teilfüllvorgänge, gesteuert von dem aktuellen Druck im Verbraucher, erreicht wird. Bei Entleerungsvorgängen wird entsprechend verfahren.

**[0017]** Erfindungsgemäß erfolgt ein allgemeiner Befüllvorgang dadurch, daß - wie in der Figur dargestellt - der Verbraucher zunächst aus dem ersten Behälter (Be-

hälter 1 hat den geringsten, Behälter 5 in der Figur den höchsten Betriebsdruck) bis zu einer eingestellten ersten Druckstufe, die von einem Sensor gemessen wird, gefüllt. Der Sensor schließt den ersten Behälter und öffnet einen zweiten Behälter wiederum bis zu einem bestimmten Druck. Dann wird dieser zweite Behälter ebenfalls geschlossen und der nächste Behälter geöffnet. Diese Abfolge wird bis zum Erreichen des gewünschten Arbeitsdruckes fortgesetzt.

**[0018]** Bei dem Entleeren erfolgt die Handhabung in umgekehrter Reihenfolge. Zunächst wird in den Behälter mit dem nächst niedrigeren Ist-Druck (z.B. nach Behälter 5 in Behälter 4) entspannt und dann in der beschriebenen umgekehrten Reihenfolge. Nach dem Entspannen in den ersten Behälter (Behälter 1) kann das Restgas im Verbraucher verworfen (z.B. in die Atmosphäre entspannt) werden. Das Restgas kann auch über eine Reinigungs- und Filtersstufe geleitet oder einer weiteren Nutzung, z.B. einer Verbrennung in einer Heizungsanlage, zugeführt werden.

**[0019]** Vor einem erneuten Befüll- und Leerungsvorgang werden vom Speicherbehälter (Tank) her, gegebenenfalls über eine Druckerhöhungsanlage, die Stapelbehälter wieder auf ihren Ausgangsdruck gebracht. Die dabei zum Auffüllen notwendige Gasmenge liegt deutlich unter der beim Stand der Technik zuzuführenden Gasmenge. Es kann je nach Technologie und konstruktiver Ausführung bis zu 90 % Gas und bis zu 95 % Kompressionsenergie eingespart werden.

**[0020]** Die physikalische Kraft zum Gastransport wird vorteilhafterweise aus der Differenz von Zustandsgrößen des Mediums gewonnen. Bevorzugt resultiert die physikalische Kraft zum Gastransport entweder aus einem unterschiedlichen Druck und/oder aus unterschiedlicher Betriebstemperatur zwischen den Behältern (auch zwischen Verbraucher und Stapelbehälter).

**[0021]** Erfindungsgemäß können Mittel zum Übertragen der in einem Gas vorhandenen Druckenergie auf die Stapelbehälter ohne Vermischung dieses Gases mit dem in den Stapelbehältern befindlichen Gas vorgesehen sein. Beispielsweise für den Anwendungsfall, daß das benutzte Gas nicht für den Prozeß wiederverwendet werden kann, läßt sich die Erfindung dergestalt nutzen, daß der Druck des bereits benutzten Gases über Mittel zum (Vor-)Komprimieren eines Stapelbehälters einer (geeigneten) Druckstufe benutzt wird (z.B. mittels einer entsprechenden Vorrichtung). Beispiele für diese Mittel sind ein im Behälter angeordneter Ballon oder eine geeignete Kolbenübersetzung (pneumatische Übersetzung).

**[0022]** Besonders vorteilhaft ist es, sowohl das Füllen als auch das Leeren computergesteuert zu optimieren.

**[0023]** Die Stapelbehälter im Rahmen der Erfindung können auch zusammen verrohrte Flaschenbündel sein. Der Flüssiggaslagertank (Speicherbehälter) wird gegebenenfalls auf einen höheren Druck, z.B. 36 bar, ausgelegt.

**[0024]** Nachfolgend soll die Erfindung anhand von

zwei Beispielen erläutert werden:

Beispiel 1:

**[0025]** Beispiel 1 betrifft das HIP-Verfahren. Die einzige Figur zeigt schematisch den Aufbau eines solchen Ausführungsbeispiels. Die Betriebsdrücke der einzelnen Stapelbehälter (Pufferbehälter) (Sektionen) sind:

1. Kaskade (Sektion 1) 10 - 50 bar
2. Kaskade (Sektion 2) 10 - 100 bar
3. Kaskade (Sektion 3) 10 - 200 bar
4. Kaskade (Sektion 4) 10 - 200 bar
5. Kaskade (Sektion 5) 10 - 300 bar

**[0026]** Im folgenden wird die Funktionsweise näher geschildert:

**[0027]** Beim Befüllen der Anlage zum heißisostatischen Pressen (HIP-Anlage) wird zuerst aus der ersten Kaskade Gas entnommen. Durch Differenzdrucküberwachung wird erkannt, wann aus den anderen Kaskaden Gas entnommen werden muß. Dabei ist der Differenzdruck frei wählbar.

**[0028]** Durch diese Art der Befüllung wird ohne Fremdenenergie bei gleichem Stapelvolumen (Puffergröße) und bei gleichem Druckverhältnissen mehr Gas in die HIP-Anlage gedrückt als beim bisher üblichen Verfahren. Es ist daher in den meisten Fällen nicht notwendig, Gas durch den Druckwandler nachzuführen, sehr wohl aber, wenn die HIP-Anlage Leckagen aufweist.

**[0029]** Nach der Haltezeit wird beim Entleeren der HIP-Anlage unter Ausnutzung des Temperaturgefälles zwischen HIP-Anlage und Behältern zuerst die letzte Kaskade 5 auf den maximalen Druck der Kaskade gefüllt. Anschließend werden die weiteren Kaskaden bis zum Maximaldruck oder bis zum Druckausgleich befüllt. Durch diese Art der Befüllung der Kaskaden können die Kaskaden immer durch die HIP-Anlage und müssen nicht durch einen Druckwandler befüllt werden. Die Verlustmenge an Gas wird aus dem Flüssigtank (z.B. mit 36 bar) durch Druckausgleich in die erste Kaskade gefüllt. In den meisten Fällen ist es daher nicht notwendig, nach der Erstbefüllung der Kaskaden, Gas durch die Druckerhöhung in die Kaskaden zu pumpen.

Beispiel 2 (nicht dargestellt):

**[0030]** Bei einer Wärmebehandlungsanlage wird der Stahl statt in dem allgemein üblichen Ölbad in einer Hochdruck-Gasanlage, einer sog. Kaltkammer abgeschreckt. Entsprechend dem Stand der Technik wird die Charge (das Werkstück) aus dem Ofen mit Glüh-Temperatur in die Kaltkammer transportiert, die Kaltkammer geschlossen, mit Gas, in diesem Fall mit Wasserstoff (andere Gase wie He, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> etc. oder deren Gemische sind ebenfalls denkbar) auf 20 bar bespannt. Entsprechend dem Stand der Technik wurde bisher die Anlage aus einem einzigen Stapelbehälter mit entspre-

chender Druckdifferenz bespannt und zur Wiederverwertung in einen zweiten Stapelbehälter entspannt. Das Gas im Stapelbehälter wird mittels Kompressor zwecks Wiederverwertung in den ersten Stapelbehälter gedrückt. Die Restmenge in der Kaltkammer muß verworfen werden.

**[0031]** Erfindungsgemäß wird der füllseitige Stapelbehälter durch beispielsweise zwei Stapelbehälter, beispielsweise der erste mit einem Betriebsdruck bis 20 bar, der zweite mit einem Betriebsdruck bis 35 bar ersetzt. Die Bespannung der Kaltkammer erfolgt nun zweistufig, zunächst aus dem ersten Stapelbehälter, anschließend - sensor- und computergesteuert - aus dem zweiten Stapelbehälter auf Betriebsdruck. Da hier anders als im Beispiel 1 die Temperaturdifferenz zwischen Verbraucher und Behälter fehlt, ist die Leerung nur in einem Teilschritt, in den ersten Stapelbehälter, möglich. Der bisher für die Entspannung eingesetzte Stapelbehälter entfällt. Die Gasverluste und damit die Druckverluste müssen in diesem Fall aus dem Speicherbehälter (Hochdrucktank) in den zweiten Stapelbehälter ausgeglichen werden.

**[0032]** Bei besonders wertvollen Gasen, wie z.B. Helium, hat es sich - unabhängig vom sonstigen Prozeßablauf - auch bewährt, über einen ständig laufenden Kompressor Gas aus dem ersten Stapelbehälter in den zweiten Stapelbehälter umzupumpen. Diese Verfahrensweise erfordert zwar zusätzlich Antriebsenergie für den Kompressor, spart aber Gas. In Abhängigkeit von Kompressor- und Strompreis kann dies für teure Gase eine sehr wertvolle Ergänzung des Gesamtprozesses sein.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Gasversorgung und -rückgewinnung unter Einsatz eines gasförmigen Mediums, welches in mindestens einem Stapelbehälter unter Druck gespeichert wird und vom Stapelbehälter, gegebenenfalls über einen Druckumwandler, zu einem Verbraucher (Versorgung) und vom Verbraucher, gegebenenfalls über einen Druckumwandler, zu dem oder zu einem weiteren Stapelbehälter (Rückgewinnung) geleitet wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Druckbehälter mit unterschiedlichem Druck kaskadenförmig als Stapelbehälter eingesetzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die physikalische Kraft zum Gas-transport entweder aus einem unterschiedlichen Druck und/oder aus unterschiedlicher Temperatur zwischen den Behältern resultiert.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckbehälter der Kaskade eine unterschiedliche Größe aufweisen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** als Gas ein Inertgas oder Inertgasgemisch, insbesondere Argon, Helium und/oder Stickstoff, und/oder ein Reaktivgas oder Reaktivgasgemisch, insbesondere Wasserstoff und/oder Kohlendioxid, eingesetzt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Stapelbehälter zumindest bei der Erstbefüllung aus zumindest einem Speicherbehälter befüllt werden, wobei bevorzugt das Gas im Speicherbehälter in verflüssigtem Zustand gespeichert wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Speicherbehälter auf einen Speicherdruck bis 50 bar, vorzugsweise bis 40 bar ausgelegt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** Druckerhöhungsanlagen wahlweise hinzugeschaltet werden können, über welche die Druckbehälter der Kaskade miteinander verbunden sind.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** in einem Gas vorhandene Druckenergie auf die Stapelbehälter ohne Vermischung dieses Gases mit dem in den Stapelbehältern befindlichen Gas übertragen wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Verfahren mittels Computer überwacht, gesteuert und/oder optimiert wird.
10. Vorrichtung zur Gasversorgung und -rückgewinnung unter Einsatz eines gasförmigen Mediums umfassend mindestens einen Stapelbehälter zur Speicherung des Mediums unter Druck und eine oder mehrere Verbindungen vom dem mindestens einen Stapelbehälter, gegebenenfalls über einen Druckumwandler, zu einem Verbraucher (Versorgung) und vom Verbraucher, gegebenenfalls über einen Druckumwandler, zu dem oder zu einem weiteren Stapelbehälter (Rückgewinnung), **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Druckbehälter mit unterschiedlichem Druck in einer Kaskade als Stapelbehälter vorgesehen sind.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckbehälter der Kaskade eine unterschiedliche Größe aufweisen.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** zumindest ein Speicherbehälter zum Befüllen der Stapelbehälter zumindest bei der Erstbefüllung vorgesehen ist, der bevorzugt

zum Speichern von Gas in verflüssigtem Zustand ausgebildet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** Mittel zum Übertragen der in einem Gas vorhandene Druckenergie auf die Stapelbehälter ohne Vermischung dieses Gases mit dem in den Stapelbehältern befindlichen Gas vorgesehen sind.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Druckbehälter der Kaskade über Druckerhöhungsanlagen miteinander verbunden sind, die wahlweise hinzuschaltbar sind.
15. Anwendung des Verfahrens und/oder Verwendung der Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche im Zusammenhang mit dem heißisostatischen Pressen.
16. Anwendung des Verfahrens und/oder Verwendung der Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche im Zusammenhang mit dem Hochdruck-Gasabschrecken.

#### Claims

1. Method for gas supply and recuperation using a gaseous medium, which is stored under pressure in at least one stack vessel and is passed from the stack vessel, if appropriate via a pressure converter, to a consumer (supply) and from the consumer, if appropriate via a pressure converter, to the or a further stack vessel (recuperation), **characterized in that** a plurality of pressure vessels with different pressures are used in cascade form as stack vessels.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the physical force for transporting gas results either from a different pressure and/or from a different temperature between the vessels.
3. Method according to Claims 1 and 2, **characterized in that** the pressure vessels of the cascade are of different sizes.
4. Method according to any of Claims 1, 2 or 3, **characterized in that** the gas used is an inert gas or inert gas mixture, in particular argon, helium and/or nitrogen, and/or a reactive gas or reactive gas mixture, in particular hydrogen and/or carbon dioxide.
5. Method according to any of Claims 1 to 4, **characterized in that** the stack vessels, at least when they are being filled for the first time, are filled from at

least one storage vessel, with the gas preferably being stored in the liquefied state in the storage vessel.

- 5 6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the storage vessel is designed for a storage pressure of up to 50 bar, preferably up to 40 bar.
- 10 7. Method according to any of Claims 1 to 6, **characterized in that** pressure-increasing installations, via which the pressure vessels of the cascade are connected to one another, can be optionally connected up.
- 15 8. Method according to any of Claims 1 to 7, **characterized in that** pressure energy which is present in a gas is transferred to the stack vessels without this gas being mixed with the gas that is present in the stack vessels.
- 20 9. Method according to any of Claims 1 to 8, **characterized in that** the method is monitored, controlled and/or optimized by computer means.
- 25 10. Device for gas supply and recuperation using a gaseous medium, comprising at least one stack vessel for storing the medium under pressure and one or more connections from the at least one stack vessel, if appropriate via a pressure converter, to a consumer (supply) and from the consumer, if appropriate via a pressure converter, to the or a further stack vessel (recuperation), **characterized in that** a plurality of pressure vessels with a different pressure are provided in a cascade as stack vessels.
- 30 11. Device according to Claim 10, **characterized in that** the pressure vessels of the cascade are of different sizes.
- 35 12. Device according to Claim 10 or 11, **characterized in that** at least one storage vessel is provided for filling the stack vessels at least the first time they are filled, which storage vessel is preferably designed to store gas in the liquefied state.
- 40 13. Device according to any of Claims 10 to 12, **characterized in that** means are provided for transferring the pressure energy that is present in a gas to the stack vessels without this gas being mixed with the gas that is present in the stack vessels.
- 45 14. Device according to any of Claims 10 to 13, **characterized in that** the pressure vessels of the cascade are connected to one another via pressure-increasing installations which can be connected up as desired.
- 50 15. Use of the method and/or of the device according
- 55

to any of the preceding claims in the field of hot isostatic pressing.

16. Use of the method and/or the device according to any of the preceding claims in the field of high-pressure gas quenching.

### Revendications

1. Procédé pour l'alimentation et pour la récupération de gaz en utilisant un fluide gazeux, qui est stocké sous pression dans au moins un récipient empilable et est acheminé du récipient empilable, éventuellement par le biais d'un convertisseur de pression, à un consommateur (alimentation) et du consommateur, éventuellement par le biais d'un convertisseur de pression, au récipient empilable ou à un autre récipient empilable (récupération), **caractérisé en ce que** plusieurs récipients sous pressions différentes sont utilisés comme récipients empilables en cascade.
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la force physique pour le transport du gaz résulte soit d'une pression différente et/ou d'une température différente entre les récipients.
3. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les récipients sous pression de la cascade présentent une taille différente.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1, 2 ou 3, **caractérisé en ce que** l'on utilise comme gaz un gaz inerte ou un mélange de gaz inertes, notamment de l'argon, de l'hélium et/ou de l'azote, et/ou un gaz réactif ou un mélange de gaz réactifs, notamment de l'hydrogène et/ou du dioxyde de carbone.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les récipients empilables sont remplis à partir d'au moins un récipient de stockage au moins lors du premier remplissage, le gaz dans le récipient de stockage étant de préférence stocké à l'état liquéfié.
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le récipient de stockage est à une pression de stockage allant jusqu'à 50 bars, de préférence jusqu'à 40 bars.
7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** des installations d'augmentation de la pression peuvent être ajoutées de manière sélective, celles-ci permettant de relier les uns aux autres les récipients sous pression de la cascade.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'énergie de pression existant dans un gaz est transmise aux récipients empilables sans mélange de ce gaz avec le gaz se trouvant dans les récipients empilables.
9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le procédé est surveillé, commandé et/ou optimisé au moyen d'ordinateurs.
10. Dispositif pour l'alimentation et pour la récupération de gaz en utilisant un fluide gazeux, comprenant au moins un récipient empilable pour le stockage du fluide sous pression et une ou plusieurs connexion de l'au moins un récipient empilable, éventuellement par le biais d'un convertisseur de pression, à un consommateur (alimentation) et du consommateur, éventuellement par le biais d'un convertisseur de pression, au récipient empilable ou à un autre récipient empilable (récupération), **caractérisé en ce que** plusieurs récipients sous pressions différentes sont prévus comme récipients empilables en cascade.
11. Dispositif selon la revendication 10, **caractérisé en ce que** les récipients sous pression de la cascade présentent une taille différente.
12. Dispositif selon la revendication 10 ou 11, **caractérisé en ce qu'au** moins un récipient de stockage pour le remplissage des récipients empilables est prévu au moins pour le premier remplissage, lequel est réalisé de préférence pour le stockage de gaz à l'état liquéfié.
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 12, **caractérisé en ce que** des moyens sont prévus pour transférer l'énergie de pression existant dans un gaz aux récipients empilables sans mélange de ce gaz avec le gaz se trouvant dans les récipients empilables.
14. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, **caractérisé en ce que** les récipients sous pression de la cascade sont reliés les uns aux autres par le biais d'installations d'augmentation de la pression, qui peuvent être rajoutées de manière sélective.
15. Utilisation du procédé et/ou utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes conjointement avec la compression isostatique à chaud.
16. Utilisation du procédé et/ou utilisation du dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes conjointement avec la trempe à gaz sous

pression élevée.

5

10

15

20

25

30

35

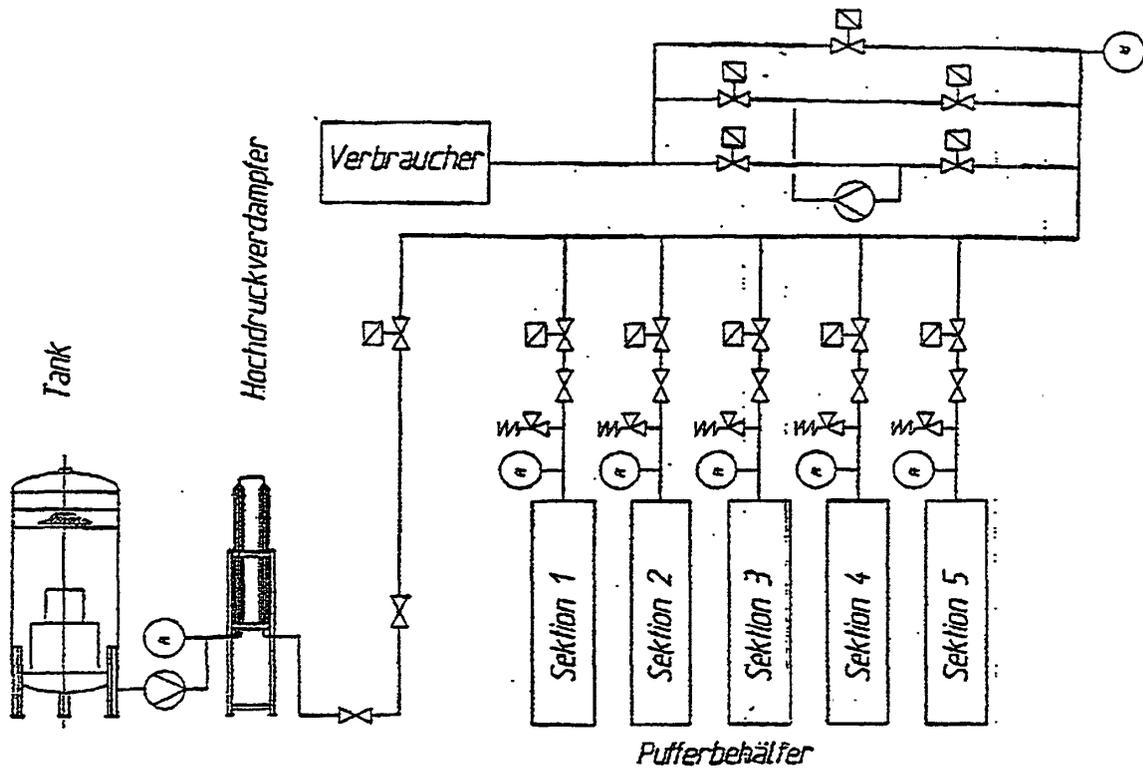
40

45

50

55

7



Legende:

-  Rückschlagventil
-  Absperrventil, pneumatisch betätigt
-  Absperrventil
-  Sicherheitsventil
-  Drucküberwachung
-  Drucksteigerungspumpe