

(19)



(11)

EP 1 780 460 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.12.2007 Patentblatt 2007/52

(51) Int Cl.:
F17C 5/06 (2006.01) F17C 9/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05028677.2**

(22) Anmeldetag: **29.12.2005**

(54) **Vorrichtung zur Gasdruckerhöhung**

Apparatus to increase pressure

Appareille pour l'élévation de pression

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

(30) Priorität: **27.10.2005 DE 102005051609**
24.11.2005 DE 102005056102

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.05.2007 Patentblatt 2007/18

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

(72) Erfinder: **Blascheck, Reimut**
82538 Geretsried (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 416 630 EP-A- 0 597 099
DE-A1- 19 616 811 GB-A- 987 019
US-A- 2 194 654 US-A- 2 291 288
US-A- 4 175 395 US-A- 6 135 170

EP 1 780 460 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 eine Vorrichtung zur Gasdruckerhöhung von tiefkalten, verflüssigten Gasen aus Tankanlagen. Eine derartige Anlage ist aus der Druckschrift DE-A-196 16 811 bekannt.

[0002] Üblicherweise werden technische Gase, z.B. Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid usw. in tiefkaltem, flüssigem Zustand in vakuumisolierten Tankanlagen bevorratet. Bei Bedarf werden die flüssigen Gase über Verdampfer auf nahezu Umgebungstemperatur gebracht und in gasförmigem Zustand für nachfolgende Prozesse eingesetzt. Für die meisten Verfahren sind dabei die Betriebsdrücke der vorhandenen Tankanlagen ausreichend. Werden aber Gas bei Drücken oberhalb des maximalen Betriebsdrucks der Tankanlagen, der bei Standard-Tankanlagen ca. 18 bar und bei Hochdruck-Tankanlagen ca. 36 bar beträgt, benötigt, müssten spezielle Tankanlagen oder Druckerhöhungsanlagen eingesetzt werden. Herkömmliche Druckerhöhungsanlagen arbeiten mit Pumpen für flüssige Gase oder Verdichter für bereits gasförmige Gase.

[0003] Bei manchen Gasen kann die Verwendung von Pumpen oder Verdichtern zur Druckerhöhung problematisch sein. Beispielsweise kann es bei der Druckerhöhung von Sauerstoff mittels mechanischer Verdichter durch Reibung zur Explosionsgefahr kommen.

[0004] Ein neues Anwendungsgebiet für die Gasdruckerhöhung von technischen Gasen ist die Behandlung von Klärschlämmen von Kläranlagen. Um die Entwässerbarkeit von Klärschlämmen zu verbessern, werden verschiedene Verfahren zur Klärschlammintegration eingesetzt. Dabei werden die Zellwände der im Klärschlamm enthaltenen Mikroorganismen zerstört, wodurch eine Eindickung des Klärschlammes wesentlich erleichtert wird. In der nicht vorveröffentlichten DE 102 00 4042 773.9 ist ein Verfahren zur Klärschlammintegration beschrieben, bei dem der Klärschlamm in einem Druckreaktor einem unter hohen Druck (z.B. 10 bis 200 bar über Atmosphärendruck) stehenden Gas ausgesetzt wird. Durch plötzliches Entspannen der mit Gas gesättigten Mikroorganismen brechen die Zellwände auf, so dass das Zellinnere freigesetzt wird. Als Gase werden technische Gase wie Sauerstoff, Stickstoff oder Kohlendioxid verwendet. Diese werden in Standardtankanlagen zur Verfügung gestellt, deren Betriebsdruck für diesen Prozess nicht immer ausreichend ist. Daher müssen zusätzliche Druckerhöhungsanlagen vorgesehen werden. Herkömmliche Druckerhöhungsanlagen sind jedoch problematisch, da beim erforderlichen diskontinuierlichen Betrieb ein Kaltfahren der Pumpen schwierig ist. Außerdem sind solche Druckerhöhungsanlagen mit hohen Anschaffungskosten verbunden. Die mit Pumpen oder Verdichtern ausgestatteten Druckerhöhungsanlagen weisen darüber hinaus empfindliche Aggregate auf, die hohe Wartungs- und Betriebskosten erfordern.

[0005] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gasdruckerhöhungsanlage zur Versor-

gung mit Gasen aus Tankanlagen für tiefkalt verflüssigte Gase zur Verfügung zu stellen, die weitgehend ohne mechanisch arbeitende Verdichter oder Pumpen auskommt.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Tankanlage über eine ein Ventil aufweisende Zuleitung mit einem Dosierbehälter verbindbar ist, der seinerseits über eine ein Ventil aufweisende Verbindungsleitung mit einem Verdampfer in Verbindung steht, wobei der Verdampfer einerseits über eine ein Ventil aufweisende Rückleitung, von der eine ein Ventil (5) aufweisende Entlüftungsleitung abzweigt, mit der Zuleitung zum Dosierbehälter verbunden ist und andererseits eine ein Ventil aufweisende Entnahmeleitung vom Verdampfer wegführt.

[0007] Die vorgeschlagene Gasdruckerhöhungsanlage weist also weder Pumpen noch Verdichter auf und kommt mit herkömmlichen Behältern und Verdampfern aus. Durch die beschriebene Verschaltung von Dosierbehälter und Verdampfer kann das einer Standardtankanlage für verflüssigtes Gas entnommene Gas auf den gewünschten Druck erhöht werden.

[0008] Um eine kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Versorgung eines Verbrauchers mit dem unter erhöhten Druck stehenden Gas zu ermöglichen, steht die Entnahmeleitung des Verdampfers vorzugsweise mit mindestens einem Gasspeicher in Verbindung. Der Gasspeicher kann als Gasbehälter oder als Flaschenbündel ausgebildet sein.

[0009] Durch Veränderung des Volumenverhältnisses von Dosierbehälter und Gasspeicher können unterschiedliche Druckbereiche eingestellt werden. Bevorzugt stehen das Volumen des Dosierbehälters und das Volumen des Gasspeichers im Verhältnis 1:10 bis 1:200. Beispielsweise kann der Dosierbehälter ein Volumen von 4 bis 10 Liter aufweisen, während der Gasspeicher aus mehreren Gasspeicherbehältern, insbesondere einem Gasflaschenbündel mit 5 bis 12 Gasflaschen besteht.

[0010] Der Dosierbehälter ist vorzugsweise vakuumisoliert.

[0011] Zweckmäßigerweise wird als Verdampfer ein luftbeheizter Verdampfer eingesetzt, bei dem die Verdampfung durch Umgebungsluft erfolgt. Beim Einsatz von Wasserbadverdampfern bzw. durch Beheizung mit elektrischer Energie kann die Leistung der Druckerhöhungsanlage noch gesteigert werden.

Die Erfindung bietet eine ganze Reihe von Vorteilen:

[0012] Durch den Verzicht auf Pumpen und Verdichtern sind Wartungs- und Betriebskosten gegenüber herkömmlichen Gasdruckerhöhungsanlagen wesentlich reduziert. Außerdem ist kein zusätzlicher Bedarf an elektrischer Energie für Antriebe erforderlich. Die Verwendung herkömmlicher Behälter und Verdampfer ermöglicht geringe Investitionskosten. Da die Druckerhöhung alleine durch die Verdampfung von Gas erfolgt, können die Probleme, die bei mechanischen Gasdruckerhö-

hungsanlagen auftreten, grundsätzlich nicht vorkommen. Auch ein kontinuierlicher oder diskontinuierlicher Betrieb ist problemlos möglich. Durch den Einsatz eines einfachen Dosierbehälters, von standardmäßigen elektrisch oder pneumatisch betriebenen Absperrarmaturen, standardmäßigen oder gering umgebauten Rippenrohrverdampfern oder Rippenrohrbehältern wird insgesamt eine sehr kostengünstige Gasdruckerhöhungsanlage zur Verfügung gestellt. Dabei ist eine Anfertigung der Anlage in verschiedenen Größen ohne weiteres möglich. In Abhängigkeit des Volumenverhältnisses von Dosierbehälter und Gasspeicher kann jeder gewünschte Entnahmedruckbereich bestimmt werden. Schließlich ist zum Kaltfahren ein relativ geringes Volumen bzw. eine geringe Materialmenge des Dosierbehälters erforderlich.

[0013] Die Erfindung eignet sich für alle Prozesse, bei denen Gase aus standardmäßigen Tankanlagen für verflüssigte Gase bei höheren Drücken als den Betriebsdrücken der Tankanlagen erforderlich sind, eingesetzt werden. Ein besonders interessanter Anwendungsfall ist die Desintegration von Klärschlämmen durch Anwendung von Gasen unter hohen Drücken.

[0014] Im Folgenden soll die Erfindung anhand eines in der Figur schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden:

[0015] Die Figur zeigt eine Druckerhöhungsanlage zur Gasdruckerhöhung von Sauerstoff aus einer Flüssigsauerstofftankanlage. Diese Druckerhöhungsanlage ist für die Gasversorgung eines Reaktors zur Desintegration von Klärschlämmen vorgesehen. Der Reaktor für die Desintegration von Klärschlämmen ist in der Figur nicht dargestellt.

[0016] Aus einem in der Figur nicht gezeigten Flüssig-gastank für Sauerstoff wird über Leitung 6 ein zuvor entspannter Dosierbehälter 7 durch Überdruck mit flüssigem Sauerstoff befüllt. Der Dosierbehälter 7 ist über eine Leitung 8 mit einem aus einem kalten Teil 9 und einem warmen Teil 10 bestehenden Verdampfer verbunden. Eine Rückleitung 11 führt zum Dosierbehälter 7 wieder zurück. An die Rückleitung 11 ist eine Entlüftungsleitung 12 mit einem Schalldämpfer angeschlossen. Der warme Teil 10 des Verdampfers steht über eine Leitung 13 mit einem aus Sauerstoffflaschenbündel 14 bestehenden Gasspeicher in Verbindung. Eine mit einem Druckminderer 16 versehene Gasableitung 15 führt schließlich zum nicht dargestellten Reaktor zur Desintegration von Klärschlämmen.

[0017] Der Betrieb der Gasdruckerhöhungsanlage erfolgt folgendermaßen:

[0018] In der Ausgangssituation sind die Ventile 1 und 5 geschlossen. Die Gasentnahme erfolgt über Ventil 3. Bei offenem Ventil 3 sinkt der Gasdruck in dem Sauerstoffflaschenbündel 14. Beim Unterschreiten eines vorgegebenen Mindestdrucks von z.B. 48 bar werden die Ventile 2 und 4 geschlossen. Zum Entspannen des Dosierbehälters 7 auf Umgebungsdruck wird das Ventil 5 geöffnet und nach ca. 10 Sekunden wieder geschlossen. Anschließend wird das Ventil 1 geöffnet und der Dosier-

behälter 7 mit flüssigem Sauerstoff aus der angeschlossenen Tankanlage, die beispielsweise bei einem Tankdruck von ca. 18 bar betrieben wird, gefüllt. Nach der Befüllung des Dosierbehälters 7, was z.B. nach 30 Sekunden erreicht ist, wird das Ventil 1 wieder geschlossen. Dann wird das Ventil 4 geöffnet und der Druck im Dosierbehälter 7 steigt bis zum Druckausgleich an. Ventil 2 wird geöffnet, so dass der flüssige Sauerstoff in den kalten Teil 9 des Verdampfers fließt. Dabei erfolgt ein Druckausgleich über Ventil 4. Durch Verdampfen des flüssigen Sauerstoffs steigt der Druck im Verdampfer 9, 10 bzw. in dem Sauerstoffflaschenbündel 14 entsprechend dem Volumenverhältnis. Beim Unterschreiten des vorgegebenen Mindestdrucks von z.B. 48 bar werden die oben beschriebenen Schritte wiederholt.

[0019] Durch die Entlüftung des Dosierbehälters 7 mit einem Volumen von z.B. 6 Liter bei 48 bar entsteht ein Gasverlust (6 Liter x 48 bar) von 288 Liter. Prozentual gesehen betragen die theoretischen Verluste (288 Liter/5.118 Liter) 5,63%. In der Praxis dürften diese Verluste bei 6 bis 8% liegen. Durch folgende Nutzung des Abgases bei einem Druck von ca. 2 bis 3 bar können jedoch diese Verluste minimiert werden:

[0020] Das Gas kann z.B. zum Antrieb von pneumatischen Ventilen anstelle von Druckluft eingesetzt werden. Bei Verwendung der Gasdruckerhöhungsanlage zur Desintegration von Klärschlämmen kann das Gas auch für andere Prozesse bei geringerem Gasdruck zur Anwendung kommen. Beispielsweise kann Sauerstoff zur zusätzlichen Begasung von Belebungsanlagen in Klärwerken eingesetzt werden. Auch eine Teilentspannung in den Tank zum Druckaufbau ist möglich.

[0021] Durch einfache Anpassung der Volumenverhältnisse von Dosierbehälter 7, Verdampfer 9, 10 und Sauerstoffflaschenbündel 14 ist die Anlage für jeden Druck und jede Gasmenge anwendbar.

[0022] Das folgende Auslegungsbeispiel betrifft den Einsatz der Gasdruckerhöhungsanlage zur Desintegration von Klärschlämmen. Dabei werden die Klärschlämme in einen Reaktor gefüllt und unter hohem Druck mit Sauerstoff begast. Durch plötzliches Entspannen der mit Gas gesättigten Mikroorganismen kommt es zu einem Aufplatzen der Zellwände, wodurch die Entwässerbarkeit des Klärschlammes wesentlich verbessert wird. Der Reaktor zur Desintegration von Klärschlämmen muss also diskontinuierlich mit einem unter hohem Druck stehenden Sauerstoffgas versorgt werden. Hierzu wird eine Gasdruckerhöhungsanlage mit folgenden technischen Daten eingesetzt:

Gas für die Desintegration: Sauerstoff
 Erforderlicher Gasdruck im Desintegrationsreaktor: maximal 45 bar
 Erforderlicher Gasdurchsatz (Gasdosierung 60 Nm³/h): 5 Nm³/5 Minuten
 Gasbedarf: 3 bis 4 mal pro Stunde
 Betriebszeit: 8 bis 12 Stunden pro Tage
 Gasspeicher: Sauerstoff-Flaschenbündel

Volumen des Dosierbehälters: 6 Liter
 Volumen des Verdampfers (kalter Teil): 2 bis 10 Liter
 Volumen des Flaschenbündels: 600 Liter
 Maximaler Systemdruck: 48 bar

1 Liter Sauerstoff (flüssig) entspricht 853 Liter Sauerstoff (gasförmig) bzw. 0,85 Kubikmeter bei 1 bar.
 6 Liter Sauerstoff (flüssig) entsprechen 5.118 Liter (gasförmig) bzw. 5,1 Kubikmeter bei 1 bar.

[0023] Gemäß der Beziehung $p \times V = \text{konstant}$ [200 (bar) $\times 0,6 \text{ (m}^3\text{)} = 120 \text{ (m}^3\text{)}]$ beträgt das Sauerstoffvolumen des Gasspeichers bei 48 bar ($48 \text{ bar} \times 0,6 \text{ m}^3$) 28,8 Kubikmeter.

[0024] Bei einer Einspeisung von 6 Liter (= 5,1 m³) flüssigem Sauerstoff steigt der Druck (ohne gleichzeitige Gasentnahme) auf:

$$28,8 \text{ m}^3 + 5,1 \text{ m}^3 = 33,9 \text{ m}^3$$

$$33,9 \text{ m}^3 \times (200 \text{ bar} / 120 \text{ m}^3) = 56,5 \text{ bar}$$

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Gasdruckerhöhung von tiefkalten verflüssigten Gasen aus Tankanlagen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Tankanlage über eine ein Ventil (1) aufweisende Zuleitung (6) mit einem Dosierbehälter (7) verbindbar ist, der seinerseits über eine ein Ventil (2) aufweisende Verbindungsleitung (8) mit einem Verdampfer (9, 10) in Verbindung steht, wobei der Verdampfer (9, 10) einerseits über eine ein Ventil (4) aufweisende Rückleitung (11), von der eine ein Ventil (5) aufweisende Entlüftungsleitung (12) abzweigt, mit der Zuleitung (6) zum Dosierbehälter (7) verbunden ist und andererseits eine ein Ventil (3) aufweisende Entnahmeleitung (13) vom Verdampfer wegführt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entnahmeleitung (13) mit mindestens einem Gasspeicher (14) in Verbindung steht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Volumen des Dosierbehälters (7) und das Volumen des Gasspeichers (14) im Verhältnis 1:10 bis 1:200 stehen.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdampfer (9, 10) als luftbeheizter Verdampfer ausgebildet ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdampfer (9, 10) als Wasserbadverdampfer ausgebildet ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasspeicher (14) als Gasbehälter oder Flaschenbündel ausgebildet ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dosierbehälter (7) vakuumisoliert ist.

Claims

1. Device for the increase of gas pressure of low-temperature liquefied gases from tank installations, **characterized in that** the tank installation can be connected, via a delivery line (6) having a valve (1), to a metering container (7) which is itself connected, via a connecting line (8) having a valve (2), to an evaporator (9, 10), on the one hand the evaporator (9, 10) being connected to the delivery line (6) to the metering container (7) via a return line (11), which has a valve (4) and from which a venting line (12) having a valve (5) branches off, and, on the other hand, an extraction line (13), which has a valve (3), leading away from the evaporator.
2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the extraction line (13) is connected to at least one gas accumulator (14).
3. Device according to Claim 2, **characterized in that** the volume of the metering container (7) and the volume of the gas accumulator (14) are in a ratio of 1:10 to 1:200.
4. Device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the evaporator (9, 10) is designed as an air-heated evaporator.
5. Device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the evaporator (9, 10) is designed as a water-bath evaporator.
6. Device according to one of Claims 2 to 5, **characterized in that** the gas accumulator (14) is designed as a gas holder or bottle bundle.
7. Device according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the metering container (7) is vacuum-insulated.

Revendications

1. Dispositif pour augmenter la pression gazeuse de gaz liquéfiés à très basse température provenant d'installations de réservoirs, **caractérisé en ce que** l'installation de réservoirs peut être reliée par une conduite d'alimentation (6) comprenant une soupape (1) à un réservoir de dosage (7), qui est à son tour en communication avec un évaporateur (9, 10) par une conduite de liaison (8) comprenant une soupape (2), dans lequel d'une part l'évaporateur (9, 10) est relié à la conduite d'alimentation (6) vers le réservoir de dosage (7) par une conduite de retour (11) comprenant une soupape (4), qui part de la conduite de purge (12) comprenant une soupape (5), et d'autre part une conduite de prélèvement (13) comprenant une soupape (3) part de l'évaporateur. 5
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la conduite de prélèvement (13) est en communication avec au moins un accumulateur de gaz (14). 10
3. Dispositif selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** le volume du réservoir de dosage (7) et le volume de l'accumulateur de gaz (14) sont dans un rapport de 1:10 à 1:200. 15
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'évaporateur (9, 10) est un évaporateur chauffé à l'air. 20
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** l'évaporateur (9, 10) est un évaporateur à bain-marie. 25
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisé en ce que** l'accumulateur de gaz (14) est un réservoir de gaz ou un faisceau de bouteilles. 30
7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** le réservoir de dosage (7) est isolé du vide. 35

45

50

55

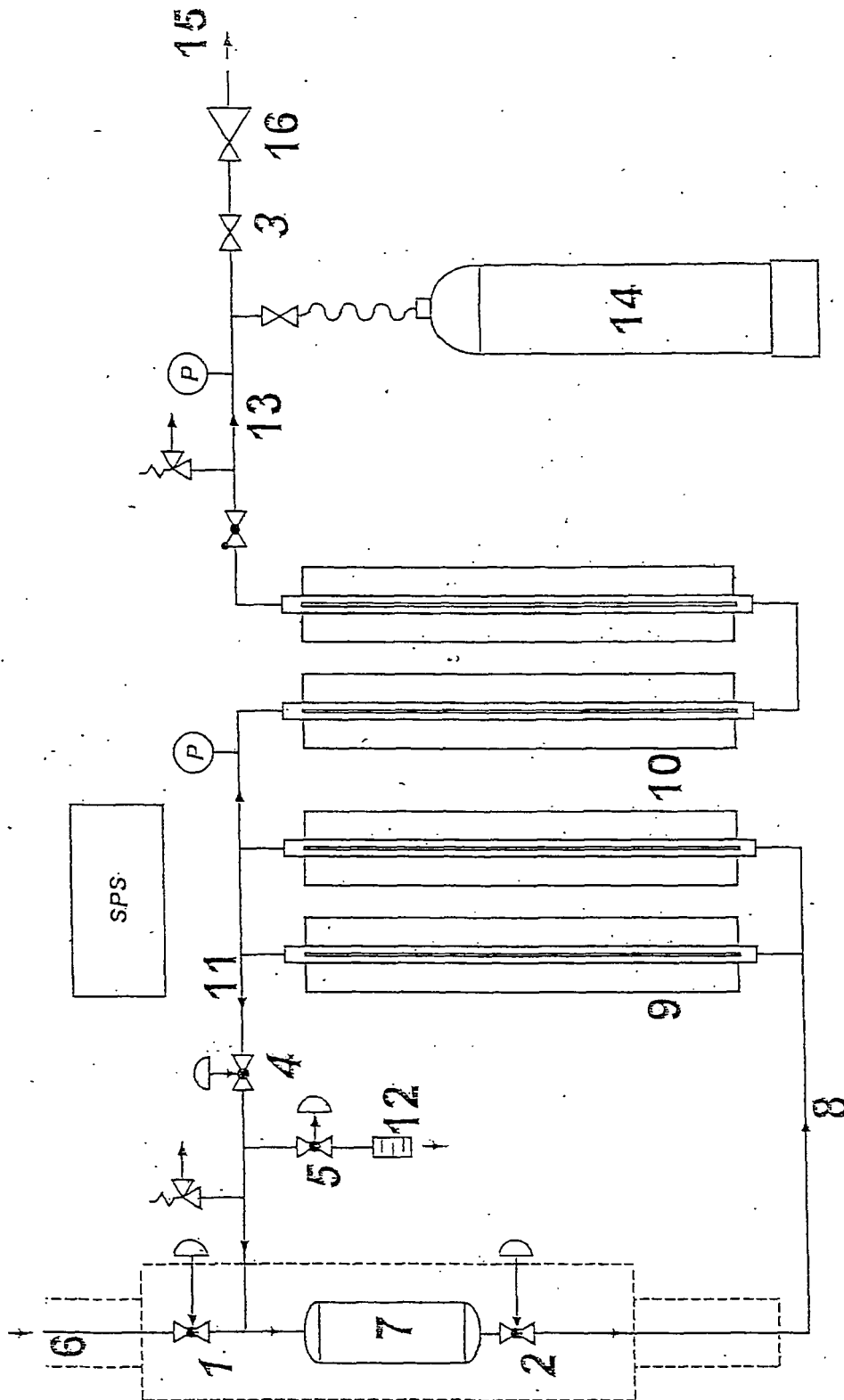


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 19616811 A [0001]
- DE 102004042773 [0004]