



(10) **DE 10 2017 123 985 B4** 2024.08.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2017 123 985.5**

(22) Anmeldetag: **16.10.2017**

(43) Offenlegungstag: **18.04.2019**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **14.08.2024**

(51) Int Cl.: **B01J 19/24 (2006.01)**

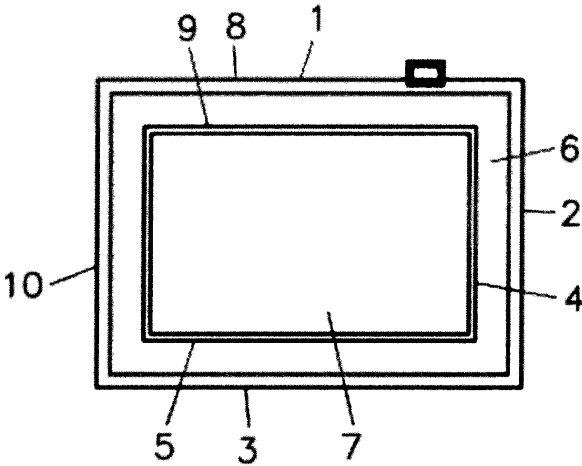
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

|                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div>(73) Patentinhaber:<br/><b>Karlsruher Institut für Technologie, 76131<br/>Karlsruhe, DE</b></div> <div>(74) Vertreter:<br/><b>Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte<br/>Partnerschaft mbB, 40474 Düsseldorf, DE</b></div> | <div>(72) Erfinder:<br/><b>Bänsch, Cornelia, 76133 Karlsruhe, DE;<br/>Hibomvschi, Patricia, 76287 Rheinstetten, DE;<br/>Olzmann, Matthias, 76275 Ettlingen, DE</b></div> <div>(56) Ermittelter Stand der Technik:<br/><b>DE 103 57 091 A1</b></div> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

(54) Bezeichnung: **Reaktor für Reaktionen unter hohem oder niedrigem Druck**

(57) Hauptanspruch: Reaktor (1) aufweisend wenigstens einen in einem Außenbehälter (10) angeordneten Reaktionsbehälter (7), wobei

- Wände (2, 4) und Deckel (9, 8) und Böden (3, 5) der beiden Behälter mit Abstand (6) zueinander angeordnet sind und
- wenigstens eine Vorrichtung zur Steuerung oder Regelung des Druckes in dem Raum (6) zwischen den Wänden (2, 4), Böden (3, 5) und Deckeln (8, 9) und des Innenraums des Reaktionsbehälters (7) vorhanden ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft einen Reaktor, einen Sättiger oder eine Waschflasche zur Durchführung von Reaktionen, Verdampfungs- oder Lösungsvorgängen bei Hoch- oder Unterdruck unter Durchflussbedingungen.

**[0002]** Die US 6 045 125 A beschreibt eine Quarz-Sättiger-Ampulle, die etwas druckstabiler ist als herkömmliche Sättiger aus Glas. Die Quarzglassättigerampulle gemäß der US 6 045 125 A hält nur Drucken stand, die geringfügig über den Atmosphärendruck liegen. Für deutlich höhere Drucke ist sie nicht geeignet. Gerichtet ist diese Erfindung darauf, sicherzustellen, dass eine höhere Robustheit während des Transports gewährleistet ist. Bezüglich kurzzeitiger kleinerer Druckschwankungen beim Einströmen des Trägergases oder bei Dampfdruckschwankungen der eingefüllten Substanz ist das Gerät ebenfalls einsetzbar.

Als weiterer Stand der Technik kann die DE 103 57 091 A1 genannt werden.

**[0003]** Generell bleibt es jedoch das Problem, dass der Einsatz von Behältern, deren Wände bzw. Böden und Deckel sowohl gegen korrosive Substanzen beständig sind als auch die erforderliche Druckstabilität aufweisen, mit Schwierigkeiten verbunden ist. Die einzige bisher kommerziell erhältliche Lösung bieten Edelstahlsättiger, die nahezu beliebig druckstabil gefertigt werden können. Allerdings sind Edelstahloberflächen für stark korrosive Substanzen sowie Substanzen mit Hang zur katalytischen Zersetzung nur bedingt einsetzbar. Daher sind Edelstahlsättiger nicht universell einsetzbar, so sind sie z. B. ungeeignet für den Einsatz von reiner Salpetersäure.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, diese Nachteile des Standes der Technik durch eine neuartige Konstruktion zu vermeiden. Insbesondere sollte das Problem gelöst werden, dass der Einsatz von korrosionsbeständigen Materialien, welche zugleich druckbeständig sind, mit großen Schwierigkeiten verbunden ist.

**[0005]** Außerdem sollte das System flexibel sein, so dass herkömmliche korrosionsbeständige Behälter zum Einsatz kommen können.

**[0006]** Zur Lösung dieser Aufgabe ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein Reaktor aufweisend wenigstens einen in einem Außenbehälter angeordneten Reaktionsbehälter, wobei der Außenbehälter gegenüber Unter- oder Überdruck beständige Wände, Boden und Deckel aufweist, Wände und Deckel und die Böden der beiden Behälter mit Abstand zueinander angeordnet sind und wenigstens eine Vorrichtung zur Steuerung und/oder Rege-

lung des Druckes in dem Raum zwischen den Wänden, Böden und Deckeln und des Innenraums des Reaktionsbehälters vorhanden ist. Die Grundfläche des Reaktors kann beliebige Formen haben, d. h. es kommen runde und vieleckige Formen in Betracht. Entsprechend angepasst sind die Wandgestaltungen. Mit anderen Worten, es können rund oder viereckig, insbesondere viereckig gestaltete Gefäße in Betracht kommen.

**[0007]** Erfindungsgemäß ist die grundlegende Erfindung darin zu sehen, dass ein Reaktionsbehälter in einen Außenbehälter eingebracht wird. Zwischen beiden Behältern erfolgt ein Druckausgleich. Damit ist der Innendruck im Reaktionsbehälter immer gleich dem Außendruck im Außenbehälter. Der eigentliche Reaktionsbehälter muss somit keinen Druckdifferenzen standhalten, was damit eine nahezu beliebige Materialauswahl ermöglicht.

**[0008]** Der erfindungsgemäße Reaktor ist auch deshalb äußerst flexibel, weil als Reaktionsbehälter übliche Gefäße zum Einsatz kommen können. Im Labormaßstab können beispielsweise sog. Sättigergefäße verwendet werden. Hier können ohne weiteres Gefäße aus beliebigen Werkstoffen eingesetzt werden. Diese können auch zerbrechlich sein, müssen mithin nicht hohen Drucken standhalten. Insbesondere können Gefäße aus Materialien eingesetzt werden, welche für eine hohe Reinheit des Inhaltsstoffes notwendig sind. So können für den Einsatz von Salpetersäure beispielsweise Glas oder Teflon zum Einsatz kommen, aber gleichwohl lässt sich unter Hochdruckbedingungen arbeiten.

**[0009]** In einer besonders vorteilhaften Variante ist der Reaktionsbehälter aus dem Außenbehälter entnehmbar. Auf diese Art können die verschiedensten Gefäße in ein und demselben Hochdruckbehälter (Außenbehälter) zum Einsatz kommen. Hierbei kann auch der Hochdruckbehälter flexibel gestaltet sein und auf die Bedürfnisse der einzelnen Anwendungen ausgerichtet sein. Es ist möglich, eine Vielzahl an Formen, Verschlüssen, Verschraubungen und Wandstärken zu verwenden. Damit ist die Anwendung des erfindungsgemäßen Reaktors nicht auf bestimmte Druckbereiche oder Apparate-Systeme beschränkt. Im Ergebnis kann der Reaktionsbehälter in seiner Gestaltung und den verwendeten Materialien speziell auf einzelne Anwendungen abgestimmt werden. Im Falle eines Bruchs oder der Korrosion kann der Reaktionsbehälter problemlos ausgetauscht werden. Das erfindungsgemäße System ist im Labormaßstab ebenso wie im großtechnischen Maßstab einsetzbar.

**[0010]** Der erfindungsgemäße Reaktor kann im Einzelfall auch nicht entnehmbare Reaktionsbehälter enthalten. D.h., der Reaktionsbehälter ist fest in den Reaktor eingebaut. Ebenso ist es möglich, dass ein

Reaktor mit einer Doppelwand verwendet wird. D.h., der Reaktionsbehälter wird derart fest eingebaut, dass zwischen dessen Wänden, Deckel und Boden und dem Boden und dem Deckel des Außenbehälters ein Zwischenraum entsteht. Dieser Raum dient dem Druckausgleich zwischen dem Reaktionsbehälter und dem Außenbehälter. Damit kann auch in diesem Falle das Material des inneren Reaktionsbehälters auf die Korrosionsbeständigkeit ausgelegt werden, während nur das Material des Außenbehälters für Hochdruckbedingungen gestaltet sein muss. Insbesondere bei Großreaktoren kann dies von Vorteil sein.

**[0011]** Die Erfindung hat auch den Vorteil, dass für den Reaktionsbehälter Materialien eingesetzt werden können, bei denen nicht zugleich die Druckunempfindlichkeit und die Korrosionsunempfindlichkeit sichergestellt sein muss. Es reicht vielmehr aus, dass die Wände, Böden und Deckel des Reaktionsbehälters korrosionsbeständig sind. Durch den Druckausgleich mit dem Außenbehälter kann sichergestellt werden, dass auch Reaktionsbehälter aus druckempfindlichen Materialien eingesetzt werden können.

**[0012]** Als Materialien für den Reaktionsbehälter können alle dem Fachmann bekannten korrosionsbeständigen üblichen Stoffe zur Verwendung kommen. Beispiele sind der Einsatz von Glas und Polymeren. Besonders bevorzugt ist der Einsatz von Teflon. Ebenso können aber auch Reaktoren aus emailliertem Stahl, Polyolefinen, fluorierten Polymeren, Phenolharzen, Tantal und Silber ausgewählt werden. Hierbei ist es auch möglich, den Reaktionsbehälter aus üblichen Materialien herzustellen und/oder mit Emaille, Polyolefinen, fluorierten Polymeren, Phenolharzen, Tantal und/oder Silber vorzugsweise innenseitig zu beschichten. Auch hier ist eine bevorzugte Beschichtung mittels Teflon möglich. Im Ergebnis kann mithin der Reaktor aus den genannten Polymeren, Glas, Tantal und/oder Silber bestehen oder ein Reaktor vorzugsweise innenseitig beschichtet mit diesen Materialien sein. Zu den bevorzugten Werkstoffen gehören im Weiteren auch Polytetrafluorethylen, Polyvinylidenfluorid und Poly(perfluorpropylenvinylether) als ausgewählte fluorierte Polymere. Auch hier kann der Reaktor aus diesen Materialien bestehen oder die Reaktorwand mit diesem vorzugsweise innenseitig beschichtet sein.

**[0013]** In einer erfindungsgemäßen Variante ist der Reaktionsbehälter nicht vollständig aus Glas gefertigt. Vielmehr ist das Oberteil des Reaktionsbehälters vorteilhafterweise in dem Bereich, der nicht mit der eingeschlossenen Flüssigkeit in Berührung kommt, aus Edelstahl gefertigt. Dies hilft, Glasbruch, welcher durch die zusätzliche leichte Spannung, die z. B. infolge von Kühlung des Reaktionsgefäßes entsteht, zu vermeiden.

**[0014]** Für den Außenbehälter können alle beliebigen hochdruckbeständigen Materialien zum Einsatz kommen. Ein bevorzugtes Material ist in diesem Falle Stahl, insbesondere Edelstahl. Auch hier besteht die Möglichkeit der Verwendung anderer Materialien oder auch eine Beschichtung mit anderen Materialien.

**[0015]** Unter Innendruck ist der Druck in dem Reaktionsbehälter zu verstehen. Außendruck ist, der Druck in dem Bereich zwischen den Wänden, Boden und Deckel des Reaktionsbehälters und den Wänden, Boden und Deckel des Außenbehälters. Die Steuerung des Drucks muss in der Weise erfolgen, dass Innen- und Außendruckanstieg annähernd oder genau gleich sind. Druckschwankungen insbesondere infolge der Regelung/Steuerung können Abweichungen bewirken. Erfindungsgemäß soll ein Druckausgleich zwischen Innen- und Außendruck erreicht werden. Es müssen daher nicht an allen Seiten Zwischenräume sein. Es muss nur ein Druckausgleich stattfinden können.

**[0016]** Die Regelung und Steuerung des Drucks in dem Reaktionsbehälter und in der Umgebung bzw. dem Raum zwischen Reaktionsbehälter und Wand des Außenbehälters bzw. Deckel und Boden des Außenbehälters kann in üblicher Weise erfolgen. Z. B. können hier Ventile oder Druckregler eingesetzt werden. Dabei sind solche bevorzugt, die keine plötzlichen Druckänderungen verursachen.

**[0017]** Ein Beispiel für bevorzugte Ventile sind Nadelventile. Diese werden vorzugsweise im Bereich der Zufuhr der Trägergase eingesetzt. D.h., es erfolgt mittels der Nadelventile eine Steuerung/-Regelung des Außendrucks, weil diese Ventile langsamer öffnen als z. B. Kugelventile. Damit wird erreicht, dass ein sprunghafter Anstieg des Außendrucks vermieden wird. Insbesondere wird durch den Druckausgleich vermieden, dass Anschlussrohre des Reaktionsbehälters aus Verschraubungen im Hochdruckbehälter gedrückt werden.

**[0018]** Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung kann vorteilhaft bei allen chemischtechnologischen Verfahren eingesetzt werden, bei denen unter hohem Druck ein Trägergas mit dem Dampf einer Flüssigkeit gesättigt werden soll, wobei die Flüssigkeit spezielle Anforderungen an das Behältermaterial stellt. Die Erfindung ermöglicht den Einsatz nahezu beliebiger Reaktionsbehältermaterialien, die nur auf den Einsatz des Reaktionsmaterials abgestimmt sein müssen. Hierbei muss nicht auf den verwendeten Druck Rücksicht genommen werden. D.h. es können auch Materialien eingesetzt werden, welche üblicherweise bei Reaktionsdruck zerbrechen würden. Durch den Druckausgleich wird eine solche Veränderung der Reaktionsbehälterwand bzw. Deckels oder des Bodens vermieden. Das Prinzip kann auch für

Reaktionsbehälter für Gas- und Flüssigreaktionen verwendet werden.

**[0019]** Die Erfindung ist nicht auf solche Reaktionen begrenzt, welche bei Überdruck stattfinden. Ebenso kann bei Reaktionen, welche bei Unterdruck im Reaktionsbehälter durchgeführt werden, die Erfindung Anwendung finden. Durch den Druckausgleich kann hier auch eine Implosion des Reaktionsbehälters vermieden werden. Denn grundlegende Idee der Erfindung ist es, einen Reaktionsbehälter in einen Außenbehälter einzuführen, wobei das Reaktionsgefäß nicht druckbeständig ist, der Außenbehälter aber Druckbeständigkeit aufweist. Zwischen den Wänden, Boden und Deckel des Reaktionsbehälters und der Wand, Boden und Deckel des Außenbehälters entsteht ein Raum, in welchem ein Druck ungleich Atmosphärendruck herrscht und welcher wiederum mit dem Reaktionsbehälter ausgeglichen wird. Der Innendruck ist mithin immer gleich dem Außendruck. Der Reaktionsbehälter muss somit keinen Druckdifferenzen standhalten, was den Einsatz beliebiger Behälter und Behältermaterialien, je nach Einsatzzweck, ermöglicht.

**[0020]** Ein weiterer vorteilhafter Aspekt der Erfindung ist, dass sie zur Konzentrationsregelung genutzt werden kann. Dies wird durch den Einbau eines Drosselventils o. ä. fluss- bzw. druckregelnder Bauteile zwischen Reaktor und nachfolgender Apparatur erreicht. Die Konzentration einer aus dem Reaktor ausströmenden Komponente in der Apparatur wird nun sowohl durch die aus dem Reaktor ausströmende Komponentenkonzentration als auch durch das Verhältnis zwischen Gesamtdruck in der Apparatur und im Reaktor bestimmt. Durch eine Variation des Gesamtdruckes im Reaktor bei gleichbleibender Komponentenkonzentration kann somit die Komponentenkonzentration in der Apparatur gezielt geregelt werden.

#### Bezugszeichenliste:

|    |                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Reaktor                                                                                   |
| 2  | Wand des Außenbehälters                                                                   |
| 3  | Boden des Außenbehälters                                                                  |
| 4  | Wand des Reaktionsbehälters                                                               |
| 5  | Boden des Reaktionsbehälters                                                              |
| 6  | Raum zwischen den Wänden, Böden und Deckeln des Reaktionsbehälters und des Außenbehälters |
| 6a | Einlass in Raum 6                                                                         |
| 7  | Reaktionsbehälter                                                                         |
| 8  | Deckel des Außenbehälters                                                                 |
| 9  | Deckel des Reaktionsbehälters                                                             |

|     |                               |
|-----|-------------------------------|
| 9a  | Auslass aus Reaktionsbehälter |
| 9b  | Einlass in Reaktionsbehälter  |
| 10  | Außenbehälter                 |
| 11  | UV/VIS-Absorptionszelle       |
| 12  | Druckregler                   |
| 13  | Abluft                        |
| 14  | Druckaufnehmer                |
| 15  | Flussregler                   |
| 16  | Hochdrucksättiger             |
| 17  | Helium                        |
| 18  | PLP/LIF-Reaktionszelle        |
| 19  | Gasflaschen                   |
| 20  | Reaktantenmischung            |
| 21  | Nadelventil                   |
| 22  | Kugelventil                   |
| 22a | Kugelventil                   |
| 23  | Druckausgleich                |
| 24  | Gaseinlass                    |
| 25  | Gasauslass                    |
| 26  | Trärgas                       |

**[0021]** Im Folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren näher erläutert:

**Fig. 1** zeigt die Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Reaktors.

**Fig. 1a** und **1b** zeigen die prinzipiellen Gestaltungen der Ein- und Auslässe.

**Fig. 2** zeigt eine typische Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Reaktors.

**Fig. 3** zeigt ein UV/VIS-Absorptionsexperiment.

**Fig. 4** zeigt ein PLP-LIF-Experiment.

**[0022]** Gemäß dem Reaktor 1 nach **Fig. 1** ist um den inneren Reaktionsbehälter 7 ein Außenbehälter 10 angeordnet. Zwischen den Wänden 4 und 2 des Reaktionsbehälters 7 und des Außenbehälters 10 ist der Zwischenraum 6 angeordnet. Gleiches gilt für die Böden 5 des Reaktionsbehälters 7 und 3 des Außenbehälters 10 sowie die Deckel 8 des Außenbehälters 10 und 9 des Reaktionsbehälters 7. Durch den Raum 6 und die Verbindung zwischen dem Raum 6 und dem Reaktionsbehälter 7 wird ein Druckausgleich zwischen dem Inneren des Reaktionsbehälters 7 und dem Raum 6 geschaffen. Die Wände 4, Böden 5 und Deckel 9 des Reaktionsbehälters 7 müssen demgemäß nicht aus bruchsi-

rem Material gefertigt sein. Gasauslass 9a und Gas-einlass 9b ermöglichen einen Gasdurchfluss.

**[0023]** Fig. 1a und 1b zeigen die Prinzipskizze gemäß Fig. 1 mit Auslass 9a und Einlass 9b zum Reaktionsbehälter 7. Ebenso ist der Einlass 6a zum Raum 6 gezeigt.

**[0024]** Eine Skizze der äußeren Gestaltung des erfindungsgemäßen Reaktors ist in Fig. 2 zu sehen. Der Außenbehälter 10 ist mit dem Gaseinlass 24, dem Druckausgleich 23 und dem Gasauslass 25 ausgestaltet. Das Trägergas 26 wird über den Druckregler 12 und das Nadelventil 21 geführt. Der Druckregler regelt bei geöffnetem Ventil 21 den Druck im Reaktor. Der Druckaufnehmer 14 misst den Druck im Reaktor. Im Weiteren ist zwischen Gaseinlass 24 und Gasauslass 25 das Kugelventil 22 angeordnet. Hinter dem Gasauslass 25 befindet sich ein weiteres Kugelventil 22a. Der Flussregler 15 regelt sodann den Abfluss der ausströmenden Gasmischung. Hier folgen die in Fig. 3 und 4 dargestellten Zellen.

**[0025]** In der Fig. 2 wurde das Nadelventil 21 verwendet. Hierdurch werden plötzliche Drucksprünge beim anfänglichen Druckaufbau vermieden. Das Nadelventil 21 wird hierzu geschlossen bevor das Trägergas angeschlossen wird. Erst wenn der Trägergasdruck aus der Trägergasversorgung anliegt, wird das Nadelventil 21 geöffnet. Der geringe Gasdurchlass des Nadelventils 21 verhindert sprunghafte Druckerhöhungen im Reaktor. Schnellöffnende Ventiltypen, wie beispielsweise Kugelventile, sind für diese Anwendung weniger geeignet.

**[0026]** Der in Fig. 3 dargestellte Versuchsaufbau beinhaltet einen sog. Hochdrucksättiger 16. Bei diesem Verfahren wird Absorptionsspektroskopie im ultraviolett und sichtbaren Bereich an Gasen durchgeführt. Mit 11 ist die UV/VIS-Absorptionszelle bezeichnet. 12 zeigt den Druckregler. Über die Ableitung 13 wird Abluft abgeführt. Der Druck wird über den Druckaufnehmer 14 angezeigt. Im Weiteren ist dem Druckregler 12 ein Flussregler 15 vorgeschaltet. Der Hochdrucksättiger 16 ist in dem Flussdiagramm dem Flussregler 15 vorgeschaltet. Aus der Heliumgasflasche 17 erfolgt die Einspeisung des Heliums in den Hochdrucksättiger 16. In dem Hochdrucksättiger findet hier keine chemische Reaktion statt. Er dient dem Zweck das einströmende Helium-Gas mit  $\text{HNO}_3$ -Dampf zu sättigen (entsprechend dem Dampfdruck). Die  $\text{HNO}_3$  ist die eigentliche Substanz, die spektroskopisch untersucht werden soll. Durch die Abfolge Heliumflasche-Sättiger-Flussregler-Druckregler kann eine Konzentrationsregelung der  $\text{HNO}_3$ -Konzentration erfolgen.

**[0027]** In der Fig. 4 ist das PLP-LIF-Experiment dargestellt. Der Ausdruck steht für „Pulsed Laser Photolysis-/Laser-induced Fluorescence“. Dies ist eine

Methode zur Erzeugung hochreaktiver Radikale in der Gasphase und deren zeitaufgelöster Detektion durch Fluoreszenzanregung. Auf diese Weise können Geschwindigkeiten von Reaktionen der Radikale mit verschiedenen Reaktanten in der Gasphase bestimmt werden.

**[0028]** Gemäß der Fig. 3 wurde Salpetersäure mit Hilfe des Hochdrucksättigers 16 unter Verwendung von Helium 17 als Trägergas aufgereinigt und die Reinheit des entweichenden Salpetersäuredampfes in den UV/VIS-Experimenten in der Zelle 11 quantifiziert.

**[0029]** In den anschließenden PLP-LIF-Experimenten wurde die Geschwindigkeit der Reaktion  $\text{HNO}_3 + \text{OH}$  experimentell bestimmt. Reine Salpetersäure in der Gasphase wurde hierbei ebenfalls mit Hilfe des Hochdrucksättigers 16 bereitgestellt. Die PLP-LIF-Reaktionszelle ist mit 18 bezeichnet.

**[0030]** Über die Gasflasche 19 erfolgt die Zufuhr von Helium 17 bzw. der Reaktantenmischung 20. Salpetersäure wird in den Hochdrucksättiger 16 gegeben. Der Flussregler 15 ist dem Sättiger 16 nachgeschaltet. Weiterhin ist der Druckaufnehmer 14 der Zelle 18 angeordnet. Über den Druckregler 12 wird der Druck in die Zelle 18 geregelt.

### Patentansprüche

1. Reaktor (1) aufweisend wenigstens einen in einem Außenbehälter (10) angeordneten Reaktionsbehälter (7), wobei
  - Wände (2, 4) und Deckel (9, 8) und Böden (3, 5) der beiden Behälter mit Abstand (6) zueinander angeordnet sind und
  - wenigstens eine Vorrichtung zur Steuerung oder Regelung des Druckes in dem Raum (6) zwischen den Wänden (2, 4), Böden (3, 5) und Deckeln (8, 9) und des Innenraums des Reaktionsbehälters (7) vorhanden ist.
2. Reaktor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reaktionsbehälter (7) aus dem Außenbehälter (10) entnehmbar ist.
3. Reaktor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Reaktionsbehälter (7) fest in den Außenbehälter (10) eingebaut ist.
4. Reaktor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem Außenbehälter (10) zusätzliche Wände (4), Böden (5) und Deckel (9) derart eingebaut sind, dass ein Reaktor mit Doppelwand entsteht.
5. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material der Wand (4), des Bodens (5) und des

Deckels (9) des Reaktionsbehälters (7) aus Glas und/oder einem Polymer besteht.

6. Reaktor (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Material aus emaillierten Substraten, Polyolefinen, fluorierten Polymeren, Phenolharzen, Tantal und/oder Silber besteht oder diese Stoffe enthält oder aus einem dieser Stoffe besteht.

7. Reaktor (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass es sich bei dem Material um Polytetrafluorethylen, Polyvinylidenfluorid und Poly(perfluorpropylenvinylether) als fluoriertes Polymer handelt.

8. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Materialien gemäß Anspruch 5 bis 7 auf ein Substrat geschichtet sind.

9. Reaktor (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass er Druckregelungsvorrichtungen aufweist.

10. Verwendung des Reaktors (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Druck in dem Raum (6) und in dem Raum des Reaktionsbehälters (7) gleich ist.

11. Verwendung des Reaktors (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 oder Verwendung nach Anspruch 10, zur Durchführung von Reaktionen, Verdampfungs- und/oder Lösungsvorgängen unter Über- oder Unterdruck.

12. Verwendung nach Anspruch 11 für Verdampfungs- oder Lösungsvorgänge mit Gas oder Flüssigkeiten oder Gasen und Flüssigkeiten.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

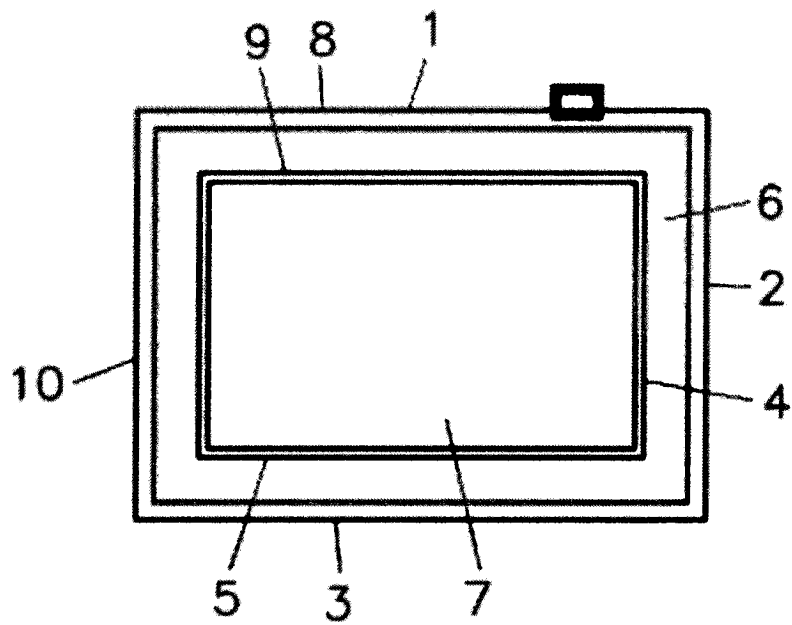


Fig. 1a

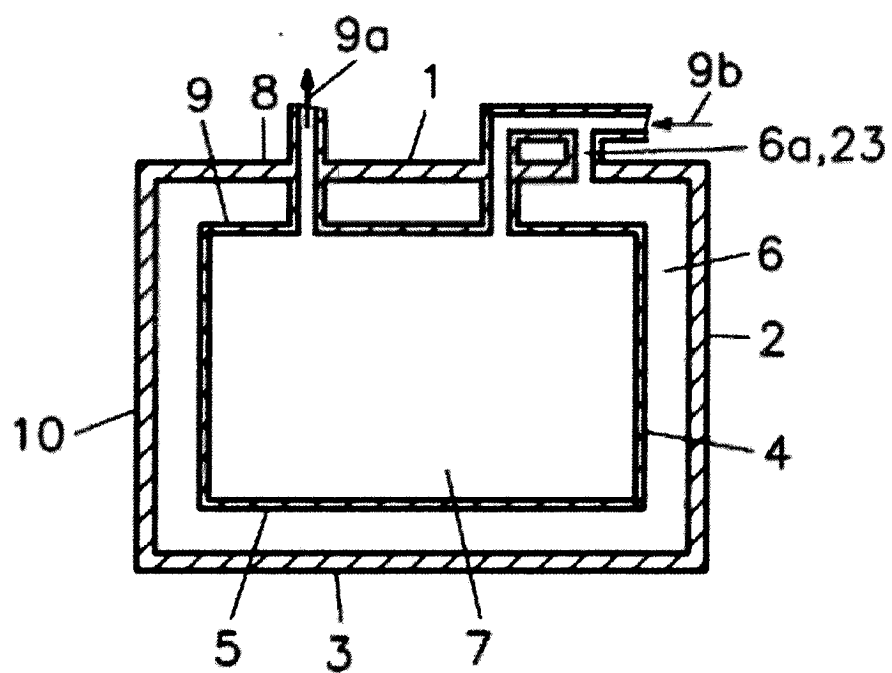


Fig. 1b

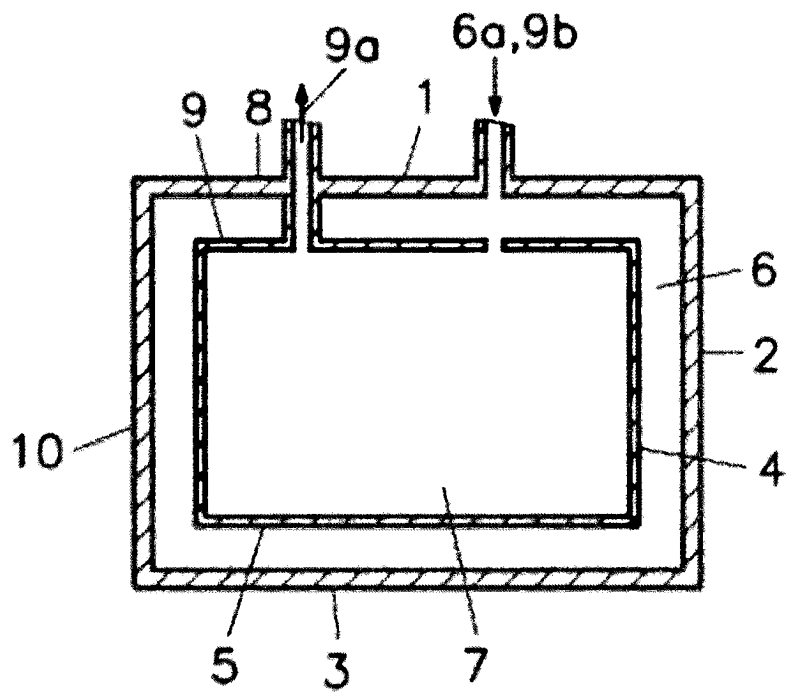


Fig. 2

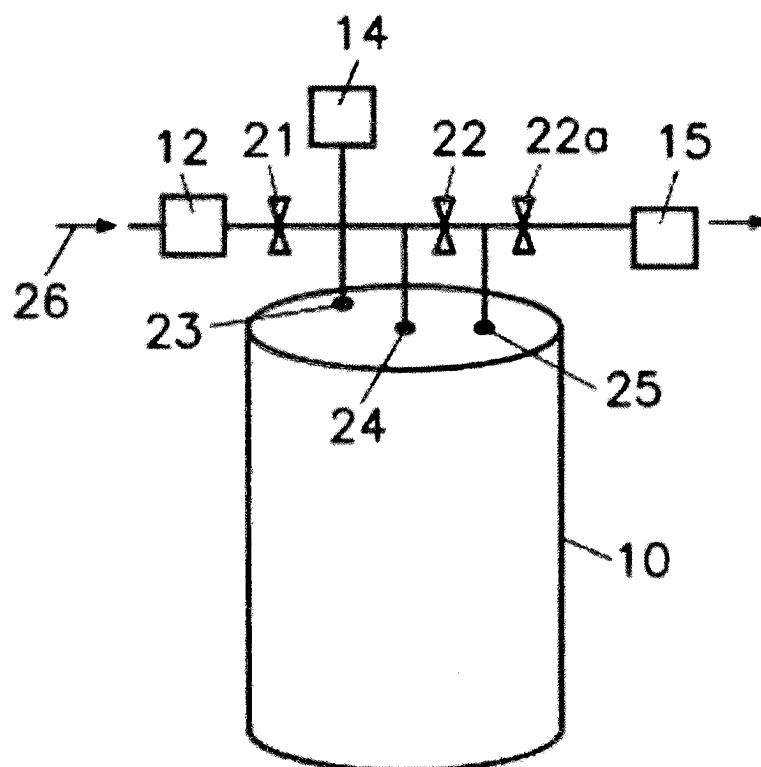


Fig. 3

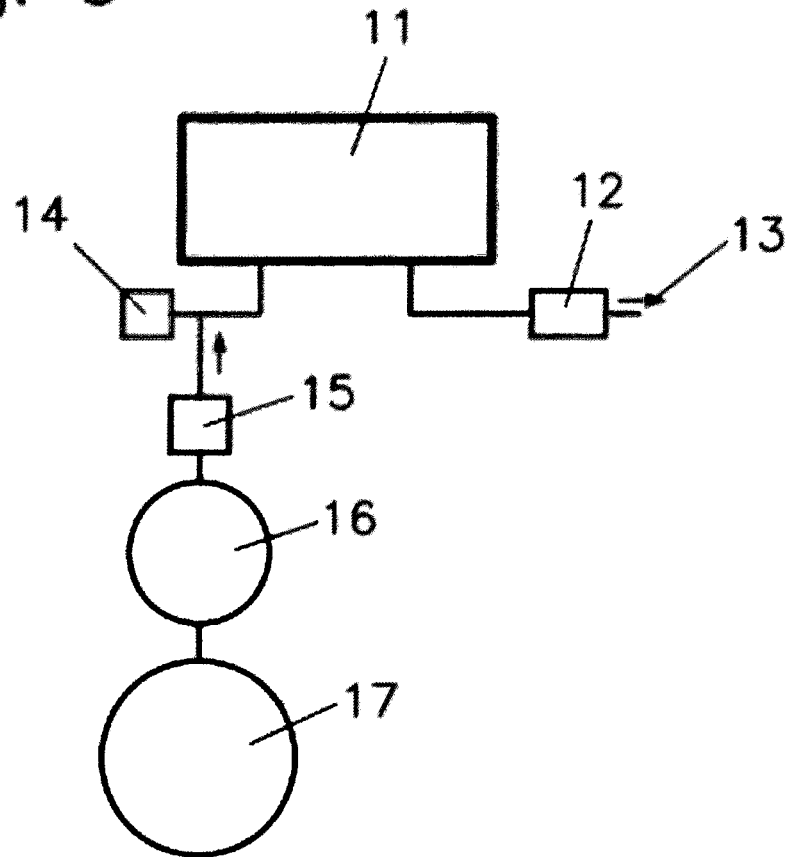


Fig. 4

