



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.03.2023 Patentblatt 2023/13

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F04B 45/053^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22197706.9**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04B 45/053

(22) Anmeldetag: **26.09.2022**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **Löffler, Joachim**
96524 Förnitztal (DE)
• **Böhm, Matthias**
96524 Förnitztal (DE)

(74) Vertreter: **Pröll, Jürgen**
Die Patenterie GbR
Patent- und Rechtsanwaltssozietät
Nürnberger Straße 19
95448 Bayreuth (DE)

(30) Priorität: **28.09.2021 DE 102021125047**

(71) Anmelder: **Kyros Hydrogen Solutions GmbH**
96524 Förnitztal (DE)

(54) **HOCHDRUCKVERDICHTER UND SYSTEM MIT EINEM HOCHDRUCKVERDICHTER**

(57) Es werden ein Hochdruck-Verdichter (100) und ein System (500) mit einem Hochdruck-Verdichter (100) beschrieben, die zur Verdichtung eines Gases oder Gasgemisches ausgebildet sind, wobei der Hochdruck-Verdichter (100) ein Gehäuse (120) aufweist, das mindestens einen Verdichterraum (330) und eine Medienkammer (430) umgibt, wobei der Verdichterraum (330) und die Medienkammer (430) in dem Gehäuse (120) über eine Membran (200) voneinander getrennt sind. Das Gehäuse (120) weist mindestens einen ersten Anschluss

(420) auf, der in die Medienkammer (430) mündet und über den ein Medium in die Medienkammer (430) ein- und/oder ausleitbar ist. Das Gehäuse (120) weist mindestens einen zweiten Anschluss (320) auf, der in den Verdichterraum (330) mündet und über den ein Gas oder Gasgemisch ein- und/oder ausleitbar ist. Die Membran (200) besteht aus einem polymerbasierten Werkstoff und ist zur Verdichtung eines in den Verdichterraum (330) einleitbaren Gases oder Gasgemisches durch Einleitung eines Mediums in die Medienkammer (430) verformbar.

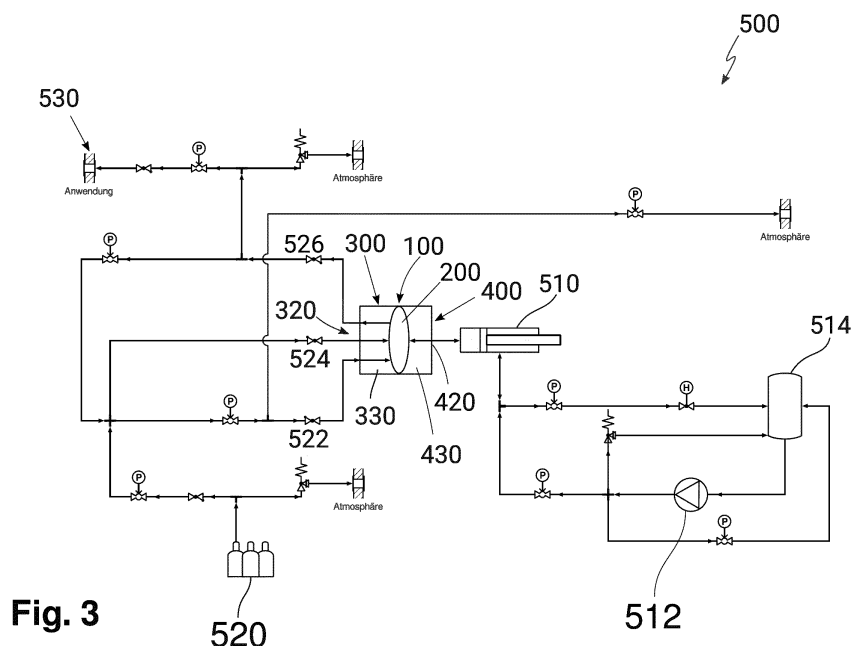


Fig. 3

Beschreibung

[0001] Es werden ein Hochdruckverdichter und ein System mit einem Hochdruckverdichter beschrieben, die zur Verdichtung eines Gases oder Gasgemisches ausgebildet sind.

Hintergrund

[0002] Unter "Hochdruck" wird gemäß dem allgemeinen technischen Verständnis für die Hochdruckverdichtung von Gasen und Gasgemischen bei einer Verdichtung ab 40 bar über dem atmosphärischen Druck gesprochen.

[0003] Der hierin beschriebene Hochdruckverdichter und das System können für die Hochdruckverdichtung von brennbaren oder oxidierenden Gasen oder Gasgemischen eingesetzt werden. Ein brennbares Gas ist bspw. Wasserstoff. Ein Beispiel für oxidierendes Gas ist Sauerstoff. Brennbare oder oxidierende Gasgemische können Wasserstoff und Sauerstoff enthalten.

[0004] Für verschiedene Anwendungen werden Gase und Gasgemische mit hohen Drücken benötigt. Teilweise liegen die Drücke im Bereich von mehreren hundert bar oder sogar über 1000 bar. So werden bspw. bei Anwendungen im Bereich von energieerzeugenden Einrichtungen oder für mobile Anwendungen (z.B. Fahrzeuge) Gase bzw. Gasgemische mit mehreren 100 bar benötigt. Üblicherweise wird bspw. Wasserstoff (H_2) zur Zwischenlagerung in entsprechenden Behältern (Gasflaschen) bei einem Druck von etwa 300 bar gelagert. Schwierigkeiten bestehen dabei in der Verdichtung der Gase bzw. Gasgemische, wobei konventionelle Lösungen Nachteile aufweisen.

Stand der Technik

[0005] Bekannte Verdichter für Gas und Gasgemische sind bspw. als Kolbenverdichter ausgebildet und weisen einen linear beweglichen Kolbenkopf auf, der in einen Aufnahmeraum eingebrachtes Gas oder Gasgemisch durch Verkleinerung des AufnahmeRaums komprimiert und somit verdichtet. Das verdichtete Gas oder Gasgemisch wird dann ab- und einer Anwendung zugeführt.

[0006] Nachteilig sind solche Kolbenverdichter insbesondere deshalb, weil aufgrund des beweglichen Kolbenkopfs eine Dichtung vorgesehen sein muss, die den Kolbenkopf gegenüber einer den AufnahmeRaum begrenzenden Wand abdichtet. Diese Dichtung kann aber zum einen keine vollständige Abdichtung bereitstellen, weil permanent eine Bewegung zwischen den abzudichtenden Komponenten vorliegt, und unterliegt aufgrund der häufigen Bewegung einem enormen Verschleiß.

[0007] Weiterhin benötigt ein solcher Verdichter - je nach Verdichtungsverhältnis - viel Bauraum.

Aufgabe

[0008] Demgegenüber besteht die Aufgabe darin, eine Lösung zur Hochdruckverdichtung von Gasen und Gasgemischen anzugeben, welche sowohl die Nachteile des Stands der Technik behebt als auch eine Alternative zum Stand der Technik bereitstellt, die einfach ausgebildet ist und bei geringem Bauraum eine hohe Verdichtung von Gasen und Gasgemischen erlaubt. So soll eine Lösung zur Hochdruckverdichtung bereitgestellt werden, welche keine beweglichen Komponenten aufweist, die primär zur Verdichtung dienen und mit der Umgebung in Verbindung stehen.

Lösung

[0009] Die vorstehend genannte Aufgabe wird durch einen Hochdruck-Verdichter zur Verdichtung eines Gases oder Gasgemischs gelöst, aufweisend ein Gehäuse, das mindestens einen ersten Verdichterraum und eine Medienkammer umgibt, wobei der mindestens eine erste Verdichterraum und die Medienkammer in dem Gehäuse über mindestens eine erste Membran voneinander getrennt sind, wobei das Gehäuse mindestens einen ersten Anschluss aufweist, der in die Medienkammer mündet und über den ein Medium in die Medienkammer ein- und/oder ausleitbar ist, wobei das Gehäuse mindestens einen zweiten Anschluss aufweist, der in den mindestens einen ersten Verdichterraum mündet und über den ein Gas oder Gasgemisch ein- und/oder ausleitbar ist, wobei die mindestens eine erste Membran aus einem polymerbasierten Werkstoff besteht und zur Verdichtung des in den mindestens einen ersten Verdichterraum einleitbaren Gases oder Gasgemischs durch Einleitung eines Mediums in die Medienkammer verformbar ist.

[0010] Der Hochdruck-Verdichter ist als Membranverdichter ausgebildet und bewirkt somit die Verdichtung des in die Medienkammer einleitbaren Gases oder Gasgemischs durch eine Verformung der mindestens einen ersten Membran. Vorteilhaft gegenüber Kolbenverdichtern weist ein solcher Membranverdichter keine Dichtung auf, die mit beweglichen Komponenten in Verbindung steht, so dass sich keine Dichtigkeitsprobleme ergeben. Die mindestens eine erste Membran kann bspw. im Gehäuse dicht verbaut sein, wobei mehrere dichtende Mittel vorgesehen sein können. Bspw. kann die mindestens eine erste Membran zwischen zwei Platten verspannt sein, wobei zwischen den Platten des Gehäuses die mindestens eine erste Membran aus polymerbasierten Werkstoff angeordnet ist, welche selbst als "Dichtungsring" aufgrund ihrer Werkstoffeigenschaften dient.

[0011] Der Hochdruckverdichter ist so ausgebildet, dass die mindestens eine erste Membran in einer ersten Stellung in Anlage mit der Innenwand des mindestens einen ersten Verdichterraums steht. Somit umfasst der Raum, der zum Einleiten des Gases oder Gasgemischs zur Verfügung steht, sowohl die Medienkammer als auch den mindestens einen ersten Verdichterraum. Das ge-

samte Volumen des Hochdruckverdichters steht somit für die Verdichtung zur Verfügung.

[0012] Nach dem Einleiten eines Gases oder Gasgemisches über den mindestens einen zweiten Anschluss wird die Zufuhr unterbrochen und die Leitung abgeriegelt. Dann erfolgt die Kompression, wobei ein inkompressibles Medium (z.B. Wasser, (Hydraulik)-Öl, etc.) über den mindestens einen ersten Anschluss in die Medienkammer eingeleitet wird. Der Druck, der über das Medium auf die mindestens eine erste Membran ausgeübt wird, entspricht dem Druck auf der Seite des Gases oder Gasgemischs, so dass eine im wesentliche differenzdrucklose Kompression innerhalb des Gehäuses des Hochdruckverdichters durchgeführt wird. Das bedeutet, dass der auf die mindestens eine erste Membran innerhalb des Gehäuses wirkende Druck auf beiden Seiten gleich groß ist.

[0013] Bei der Kompression des Gases oder Gasgemischs, das in den mindestens einen ersten Verdichterraum eingeleitet worden ist, wird der Druck auf die mindestens eine erste Membran von Seiten der Medienkammer durch das inkompressible Medium erhöht, so dass es zu einer Verformung der mindestens einen ersten Membran in Richtung des mindestens einen ersten Verdichterraums kommt, was dann zu einer Verdichtung des in dem mindestens einen ersten Verdichterraum aufgenommenen Gases oder Gasgemischs führt.

[0014] Die mindestens eine erste Membran kann über das inkompressible Medium soweit verformt werden, bis die mindestens eine erste Membran vollständig oder fast vollständig an einer Innenwand des mindestens einen ersten Verdichterraums anliegt. Damit wird eine hohe Verdichtung erreicht, weil das Gas oder Gasgemisch im Wesentlichen um das gesamte Volumen des mindestens einen ersten Verdichterraums komprimiert werden kann. Gegenüber bekannten Vorrichtungen wird somit eine höhere Verdichtung erzielt.

[0015] Die Verformung der mindestens einen ersten Membran kann durch ein Dehnen der Membran erfolgen, wobei hierzu die Membran im Hinblick auf ihren Aufbau und/oder innere Struktur entsprechend gestaltet ist, damit die erforderliche Verformung erreicht wird.

[0016] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus Weiterbildungen, welche durch die Unteransprüche definiert sind.

[0017] Dabei können in weiteren Ausführungen der Verdichterraum und die Medienkammer im Wesentlichen gleiche Volumina aufweisen.

[0018] In weiteren Ausführungen können der mindestens einen ersten Verdichterraum und/oder die Medienkammer im Wesentlichen die Form eines Kugelsegments aufweisen und die mindestens eine erste Membran die Grundfläche des Kugelsegments bilden. Dabei sind die entsprechenden Innenwände des mindestens einen ersten Verdichterraums und der Medienkammer im Wesentlichen konkav ausgebildet und weisen somit eine gewölbte Innenseite auf. An die gewölbten Innenwände kann sich dann bspw. die mindestens eine erste

Membran anlegen, wobei nach einer vollständigen Verformung der mindestens einen ersten Membran diese flächig mit der entsprechenden Innenwand des mindestens einen ersten Verdichterraums in Kontakt steht. Das komprimierte Gas oder Gasgemisch kann dann in mindestens einen Kanal im Gehäuse gedrückt werden, der mit dem zweiten Anschluss in Verbindung steht.

[0019] In noch weiteren Ausführungen kann die im Wesentlichen konkav geformte Innenwand des mindestens einen ersten Verdichterraums zum Zentrum verlaufende Rillen oder ähnliches aufweisen, deren Tiefe und Breite zu- bzw. abnehmen kann, damit beim schrittweisen Verdichten durch Verformung der mindestens einen ersten Membran das komprimierte Gas oder Gasgemisch in die Rillen oder ähnliches gedrückt und von dort nach einer vollständigen Verformung der mindestens einen Membran ausgeleitet wird, wobei damit dem Umstand Rechnung getragen wird, dass die mindestens eine erste Membran im vollständig verformten Zustand an der Innenwand des mindestens einen ersten Verdichterraums anliegt.

[0020] Die mindestens eine erste Membran kann soweit verformbar sein, dass diese aus einer Ausgangsstellung in Anlage mit der Innenwand des mindestens einen ersten Verdichterraums und/oder der Medienkammer kommt.

[0021] In weiteren Ausführungen kann der Hochdruck-Verdichter einen zweiten Verdichterraum aufweisen, der über eine zweite Membran von der Medienkammer getrennt ist, wobei die Medienkammer zwischen dem ersten Verdichterraum und dem zweiten Verdichterraum angeordnet ist, und wobei das Gehäuse mindestens einen vierten Anschluss aufweist, der in den zweiten Verdichterraum mündet und über den ein Gas oder Gasgemisch ein- und/oder ausleitbar ist. In solchen Ausführungen werden die beiden Membranen gleichzeitig in unterschiedliche Richtungen zum Verdichten eines in den ersten Verdichterraum und in den zweiten Verdichterraum eingeleiteten Gases oder Gasgemischs verformt. Hierzu wird ein inkompressibles Medium in die Medienkammer geleitet.

[0022] Die zweite Membran kann analog zu den vorstehend beschriebenen Ausführungen ausgebildet sein. Es können dabei in den verschiedenen Ausführungen die Membranen und die zugehörigen ersten und zweiten Verdichterräume jeweils gleich ausgebildet und aufgebaut sein.

[0023] In weiteren Ausführungen kann das Gehäuse des Hochdruck-Verdichters schichtartig aufgebaut sein und mindestens

- einen ersten Verdichterkopf mit dem ersten Verdichterraum und einen zweiten Verdichterkopf mit der Medienkammer aufweisen, wobei zwischen dem ersten Verdichterkopf und dem zweiten Verdichterkopf die erste Membran angeordnet ist, oder
- einen ersten Verdichterkopf mit dem ersten Verdichterraum, eine Zwischenplatte mit der Medienkam-

mer und einen dritten Verdichterkopf mit dem zweiten Verdichterraum aufweisen, wobei zwischen dem ersten Verdichterkopf und der Zwischenplatte die erste Membran und zwischen der Zwischenplatte und dem dritten Verdichterkopf die zweite Membran angeordnet sind.

[0024] Der Schichtaufbau stellt einen einfachen Aufbau des Hochdruck-Verdichters bereit. Zudem ist der Zusammenbau des Hochdruck-Verdichters einfach durchführbar. So können bspw. die einzelnen Schichten über Schrauben oder ähnliches miteinander befestigt sein, wobei die Schrauben oder ähnliches durch Bohrungen in den jeweiligen Schichten geführt sind. Weiterhin bietet der Schichtaufbau die Möglichkeit, die Membranen zwischen den einzelnen Schichten zu verspannen und den Innenraum des Gehäuses absolut gasdicht zu gestalten.

[0025] In weiteren Ausführungen können die mindestens eine erste Membran und/oder die zweite Membran eine größere flächenmäßige Erstreckung aufweisen als ein maximaler Durchmesser des mindestens einen ersten Verdichterraums, der Medienkammer und/oder des zweiten Verdichterraums. Damit kann die mindestens eine erste Membran flächig zwischen einzelnen Schichten des Gehäuses angeordnet werden und stellt zudem noch eine Dichtung bereit. Somit kann auf separate Dichtmittel verzichtet werden.

[0026] In weiteren Ausführungen kann die mindestens eine erste Membran aus einem Elastomer bestehen. Wobei das Elastomer ein Ethylen-Propylen-Dien-Monomer oder Fluorkarbon-Kautschuk sein kann. Derartige Materialien eignen sich insbesondere für den Hochdruck-Verdichter im Einsatz bei brennbaren Gasen und Gasgemischen, da diese ausreichende Eigenschaften aufweisen, die sowohl eine Diffusion von Gas oder Gasgemisch verhindern als auch durch das Gas oder Gasgemisch nicht beschädigt oder zerstört werden.

[0027] Allgemein ergibt sich durch die Verformbarkeit der mindestens einen ersten Membran der Vorteil, dass gegenüber einfachen, scheibenartigen Membranen eine größere Auslenkung erreicht werden kann. Somit kann bei einem geringen Bauraum eine deutlich erhöhte Verdichtung eines Gases oder Gasgemischs erreicht werden, insbesondere gegenüber scheibenartigen, nicht verformbaren Membranen. Die größere Auslenkung der mindestens einen ersten Membran erlaubt es auch, die Frequenz der mindestens einen ersten Membran, d.h. die Bewegungen der mindestens einen ersten Membran in die entsprechenden Richtungen zum Verdichten, zu reduzieren, wobei die Leistung in Bezug auf die bereitgestellte Menge an verdichteten Gas bzw. Gasgemisch mindestens genauso groß ist, wie bei einer vergleichbaren, nicht verformbaren Membran. Geringere Frequenzen wirken sich insbesondere positiv auf die Lebensdauer der mindestens einen ersten Membran und somit des Hochdruck-Verdichters aus. Die Verformbarkeit der mindestens einen ersten Membran kann bspw. durch eine strukturierte Ausbildung der mindestens einen ersten

Membran unterstützt werden, wobei die Membran Veränderungen in ihrer Zusammensetzung oder konstruktive Gestaltungsmerkmale (z.B. Rillen und Sicken - "Lautsprecher") aufweist.

[0028] Die vorstehend genannte Aufgabe wird auch durch ein Verdichtersystem zur Hochdruckverdichtung eines Gases oder Gasgemischs gelöst, aufweisend mindestens einen Hochdruck-Verdichter gemäß einer der vorstehend angegebenen Ausführungen, einen Gas oder Gasgemisch-Vorrat, ein Gas oder Gasgemisch-Lager, einen Medienvorrat und Fördermittel zum Fördern eines Gas oder Gasgemischs sowie eines inkompressiblen Mediums und Steuermittel zur Regelung des Durchflusses des Gas oder Gasgemischs und des inkompressiblen Mediums über zugehörige Leitungen, wobei

- der Hochdruck-Verdichter ein Gehäuse aufweist, das mindestens einen ersten Verdichterraum und eine Medienkammer umgibt, wobei der mindestens eine erste Verdichterraum und die Medienkammer in dem Gehäuse über mindestens eine erste Membran voneinander getrennt sind,
- der Hochdruck-Verdichter mindestens einen ersten in eine Medienkammer mündenden Anschluss aufweist,
- der erste Anschluss mit dem Medienvorrat über zugehörige Leitungen und korrespondierende Förder- und/oder Steuermittel verbunden ist, so dass ein inkompressibles Medium aus dem Medienvorrat über den ersten Anschluss in die Medienkammer und aus der Medienkammer in den Medienvorrat einbringbar ist,
- der Hochdruck-Verdichter mindestens einen zweiten in den Verdichterraum mündenden Anschluss aufweist,
- der mindestens eine zweite Anschluss mit dem Gas oder Gasgemisch-Vorrat und dem Gas oder Gasgemisch-Lager über zugehörige Leitungen und korrespondierende Förder- und/oder Steuermittel verbunden ist, so dass ein Gas oder Gasgemisch aus dem Gas oder Gasgemisch-Vorrat in den ersten Verdichterraum und aus dem ersten Verdichterraum in das Gas oder Gasgemisch-Lager einbringbar ist, und
- das inkompressible Medium über zugehörige Förder- und/oder Steuermittel mit Druck beaufschlagbar ist, so dass eine Verformung der mindestens einen ersten Membran und hierüber eine Komprimierung des in dem mindestens einen ersten Verdichterraums aufgenommenen Gas oder Gasgemischs erreichbar ist, wozu Leitungen zu und von dem Gas oder Gasgemisch-Vorrat, dem Gas oder Gasgemisch-Lager und dem Medienvorrat über korrespondierende Steuermittel abschließbar sind.

[0029] Das System bietet die Möglichkeit zur Hochdruck-Verdichtung eines Gases oder Gasgemischs mit mindestens einem Hochdruckverdichter, der durch die

große Auslenkung der mindestens einen ersten Membran geringere Lastwechsel benötigt, um im Vergleich zu einem konventionellen Verdichter die gleiche Menge an Gas zu verdichten, wobei hierzu die Förder- und Steuerermittel ebenso reduzierte Förder- und Steuerzyklen aufweisen. Damit lässt sich das System einfacher ausbilden. Auch die Steuerung des Systems lässt sich damit vereinfachen.

[0030] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verdichtersystems kann die Druckbeaufschlagung des Mediums innerhalb der mindestens einen Medienkammer über die Fördermittel ausgeführt werden, welcher das inkompressible Medium in die mindestens eine Medienkammer fördern. Die Fördermittel sind bspw. als Kolben und/oder als Pumpe ausgeführt. Besonders vorteilhaft ist, wenn ein Fördermittel als Pumpe ausgeführt ist, dass der Kolben vollständig entfallen kann. Bei derartig vorteilhafter Ausgestaltung kann ein System ohne Kolben als Förder- und/oder Druckbeaufschlagungsmittel zum Einsatz kommen.

[0031] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung kann der Medienkreislauf und das darüber geführt und geförderte Medium zumindest im Bereich des mindestens einen ersten Anschluss beheizbar und/oder klimatisierbar. Vorteilhaft wird so eine Viskosität des inkompressiblen Mediums erreicht, um beim Einströmen in die mindestens eine Medienkammer über den mindestens einen ersten Anschluss keinen Gegendruck auf die Fördermittel zu erzeugen.

[0032] Weitere Vorteile, Merkmale und Ausgestaltungsmöglichkeiten ergeben sich aus der nachfolgenden Figurenbeschreibung von nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispielen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0033] In den Zeichnungen zeigt:

- Fig. 1 eine Explosionszeichnung eines Hochdruck-Verdichters einer ersten Ausführungsform;
- Fig. 2 verschiedene Ansichten eines ersten und zweiten Verdichterkopfs des Hochdruck-Verdichters von Fig. 1;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Verdichtersystems mit einem Hochdruck-Verdichter gemäß Fig. 1;
- Fig. 4-7 verschiedene Schritte der Hochdruckverdichtung in dem Verdichtersystem gemäß Fig. 3;
- Fig. 8 eine Explosionszeichnung eines Hochdruck-Verdichters einer zweiten Ausführungsform;

Fig. 9 verschiedene Ansichten einer Zwischenplatte des Hochdruck-Verdichters von Fig. 8;

5 Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Verdichtersystems mit einem Hochdruck-Verdichter gemäß Fig. 8;

10 Fig. 11-14 verschiedene Schritte der Hochdruckverdichtung in dem Verdichtersystem gemäß Fig. 10;

15 Fig. 15 schematische Darstellungen von beispielhaften Ausführungen einer ersten und/oder einer zweiten Membran für einen Hochdruck-Verdichter; und

20 Fig. 16 ein schematisches Diagramm zur Hochdruckverdichtung in einem Verdichtersystem.

[0034] In den Zeichnungen mit gleichen Bezugszeichen versehene Elemente entsprechen im Wesentlichen einander, sofern nichts anderes angegeben ist. Darüber hinaus wird darauf verzichtet, Bestandteile zu zeigen und zu beschreiben, welche nicht wesentlich zum Verständnis der hierin offenbarten technischen Lehre sind. Im Weiteren werden nicht für alle bereits eingeführten und dargestellten Elemente die Bezugszeichen wiederholt, sofern die Elemente selbst und deren Funktion bereits beschrieben wurden oder für einen Fachmann bekannt sind.

Ausführliche Beschreibung von Ausführungsbeispielen

35 **[0035]** In den Figuren sind Ausführungsbeispiele eines Hochdruck-Verdichters 100, von Verdichtersystemen 500 und Verfahren zur Hochdruckverdichtung in einem Verdichtersystem 500 gezeigt, welche nachfolgend beispielhaft beschrieben werden, wobei es sich um mögliche Ausführungen der hierin offenbarten technischen Lehre handelt. Die gezeigten und nachfolgend beschriebenen Ausführungen sind daher nicht limitierend und können zusätzlich hierin angegebene Merkmale oder angegebene Alternativen aufweisen. Auch können Merkmale der einzelnen Ausführungsformen auch wechselseitig vorgesehen sein, auch wenn diese nur für eine der Ausführungsformen beschrieben sind, sofern sich diese auch dafür eignen.

Erste Ausführungsform

55 **[0036]** Fig. 1 zeigt eine Explosionszeichnung eines Hochdruck-Verdichters 100. Der Hochdruck-Verdichter 100 kann bspw. dazu dienen, um ein Gas, wie bspw. Wasserstoff (H_2), oder ein Gasgemisch zu komprimieren. Es erfolgt hierbei eine Hochdruckverdichtung des Gases. Bei einer Hochdruckverdichtung wird in diesem

Zusammenhang bei Drücken ab ca. 40 bar gesprochen.

[0037] Herkömmliche Hochdruckverdichter weisen einen verschiebbar gelagerten Kolbenkopf auf, um die hohen Drücke erzeugen zu können. Dabei wird der Kolbenkopf innerhalb einer zylindrischen Röhre um eine verhältnismäßig große Wegstrecke bewegt, um die hohe Komprimierung des Gases zu erreichen.

[0038] Der hierin beschriebene Hochdruck-Verdichter 100 weist gegenüber bekannten Hochdruckverdichtern den Vorteil auf, dass die Vorrichtung verhältnismäßig klein baut und zudem keine beweglichen Komponenten vorgesehen sind, die mit der Umgebung in Verbindung stehen und primär die Hochdruckverdichtung bewirken. Daher wird eine gasdichte Ausführung gewährleistet. Zudem kommt es zu keinem Abrieb und damit zu keiner Zerstörung von Dichtmitteln wie im Stand der Technik, weil keine Dichtungen erforderlich sind und die Membran 200 selbst als Dichtung dient. Die zur Verdichtung eines Gases vorgesehene Komponente in Form einer aus einem polymerbasierten Werkstoff bestehenden ersten Membran 200 ist innerhalb eines Gehäuses 120 des Hochdruck-Verdichters 100 angeordnet und steht daher mit der Umgebung nicht in Kontakt.

[0039] Der Hochdruck-Verdichter 100 von Fig. 1 weist ein Gehäuse 120 auf, das einen ersten Verdichterkopf 300 und einen zweiten Verdichterkopf 400 aufweist. Die Verdichterköpfe 300 und 400 sind in dem gezeigten Ausführungsbeispiel identisch ausgebildet, so dass Beschreibungen zu einem der Verdichterköpfe 300, 400 auch jeweils für den anderen Verdichterkopf 300, 400 gelten. In weiteren nicht dargestellten Ausführungsformen können die Verdichterköpfe 300, 400 aber auch Unterschiede zueinander, insbesondere in der Ausbildung und Anordnung von Anschlüssen etc., aufweisen.

[0040] Die Verdichterköpfe 300, 400 bestehen aus Metall oder einer Metalllegierung und weisen jeweils eine massiv ausgebildete Platte 310, 410 auf. Die Ausbildung der Verdichterköpfe 300, 400 ist in Fig. 2 gezeigt.

[0041] Als Material für die Verdichterköpfe 300, 400 kann bspw. ein Edelstahl bzw. eine Edelstahllegierung, wie z.B. eine Edelstahllegierung der Gruppe 316 L verwendet werden.

[0042] Die Verdichterköpfe 300, 400 weisen an den im zusammengebauten Zustand gegenüberliegenden Seiten jeweils einen Verdichterraum 330 bzw. eine Medienkammer 430 auf. Dabei dient der Verdichterraum 330 zur Aufnahme eines Gases oder Gasgemischs, welches komprimiert wird. Die Medienkammer 430 dient zur Aufnahme eines Mediums, welches für die Verformung der Membran 200 zur Verdichtung des Gases oder Gasgemischs erforderlich ist.

[0043] Hierbei dienen der Verdichterraum 330 und die Medienkammer 430 in erster Linie dazu, dass in die Räume das Gas/Gasgemisch bzw. das Medium eingeleitet werden. Während der Hochdruckverdichtung kommt es insbesondere zu einer solchen Verlagerung der Membran 200, dass diese in Anlage mit den gegenüberliegenden Innenwänden des Verdichterraums 330 und der Me-

dienkammer 430 kommt. Somit kann auch im durch den Verdichterraum 330 oder die Medienkammer 430 angespannten Raum innerhalb der Verdichterköpfe 300, 400 durch eine entsprechende Verformung der Membran 200 ein Gas/Gasgemisch oder ein Medium aufgenommen sein.

[0044] In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind der Verdichterraum 330 und die Medienkammer 430 konkav ausgebildet. Bei der Hochdruckverdichtung kann die elastisch verformbare Membran 200 soweit verformt werden, dass die Membran 200 im Wesentlichen vollflächig mit den Innenwänden des Verdichterraums 330 und der Medienkammer 430 in Anlage kommt.

[0045] Zwischen den Verdichterköpfen 300, 400 ist die Membran 200 angeordnet, die aus einem polymerbasierten Werkstoff besteht. Als Material eignen sich insbesondere Elastomere. In Fig. 15 sind mögliche Ausbildungen von solchen Membranen 200 gezeigt.

[0046] Bei der Hochdruckverdichtung wird die Membran 200 verformt, so dass diese schrittweise in Anlage mit den Innenwänden des Verdichterraums 330 oder der Medienkammer 430 kommt.

[0047] Die Ausbildung der Membran 200 ermöglicht es daher das gesamte Volumen innerhalb des Gehäuses 120 des Hochdruck-Verdichters 100, bestehend aus dem Verdichterraum 330 und der Medienkammer 430, für die Komprimierung eines Gases/Gasgemischs zu verwenden.

[0048] Damit lässt sich je nach Ausbildung des Hochdruck-Verdichters 100 und dessen Bestandteilen eine Anpassung des Verdichtungsverhältnisses von Gasen bzw. Gasgemischen erreichen. Insbesondere ist die Verformbarkeit der Membran 200 maßgeblich für die Verdichtung. Je größer die Verformbarkeit, desto größer ist die Verdichtung. Die Membran 200 kann eine Neutralstellung (Fig. 15) einnehmen und aus der Neutralstellung in beide Richtungen verformt werden.

[0049] Zur Verformung der Membran 200 für die Hochdruckverdichtung eines über den Verdichterraum 330 eingebrachten Gases/Gasgemischs wird über die Medienkammer 430 ein inkompressibles Medium unter Druck eingebracht. Damit wird erreicht, dass der Druck über das Medium auf die Membran 200 einen entsprechend hohen Druck auf das Gas/Gasgemisch ausübt, welches dann komprimiert bzw. verdichtet wird. Bspw. kann als inkompressibles Medium Wasser oder ein (Hydraulik)-Öl verwendet werden.

[0050] Sowohl der Verdichterraum 330 als auch die Medienkammer 430 weisen jeweils mindestens einen Anschluss 320, 420 auf, über welchen das Gas/Gasgemisch bzw. das Medium zu- und wieder abgeführt werden. In weiteren Ausführungen können separate Anschlüsse zum Zu- und Abführen des Gases/Gasgemischs bzw. des Mediums vorgesehen sein.

[0051] Die Zu- bzw. Abfuhr erfolgt zentral in den mittigen Bereich des Verdichterraums 330 bzw. der Medienkammer 430. Insbesondere der zweite Anschluss 320 zur Zufuhr von Gas/eines Gasgemischs kann so ausge-

bildet sein, dass ausgehend von einer zentralen Zufuhröffnung im zweiten Anschluss 320 an der Außenseite des Verdichterkopfs 300 der Anschluss 320 in eine Vielzahl von kleineren Kanälen übergeht, die gegenüber dem Eingangsdurchmesser einen geringen Durchmesser aufweisen. Diese Kanäle ragen dann über entsprechende Öffnungen in den Verdichterraum 330. Damit wird verhindert, dass es zu einer punktuellen, mittigen Belastung der Membran 200 beim Ein- /Ausströmen des Gases/Gasgemisch bzw. des Mediums kommt. Durch die Aufteilung des zentralen Einlasses in viele kleinere Kanäle wird die Belastung verteilt. Diese Öffnungen im Verdichterraum 330 und in der Medienkammer 430 können sich über einen Bereich erstrecken, der beispielsweise dem dreifachen Durchmesser des Anschlusses 320, 420 entspricht. Vorzugsweise können die Öffnungen dieser Kanäle nur in den Bereich münden, welcher die größte Tiefe in Bezug auf das Raumvolumen des Verdichterraums 330 bzw. der Medienkammer 430 aufweist.

[0052] Die Steuerung der Zu- und Abfuhr von Gas/Gasgemisch und des Mediums erfolgt über entsprechende Ventile.

[0053] Die Membran 200 selbst ist zwischen den gegenüberliegenden planen Flächen der Zylinderköpfe 300, 400 bzw. der Platten 310, 410 angeordnet. Die Membran 200 weist eine flächige Erstreckung auf, die größer ist wie die flächige Erstreckung des Verdichterraums 330 und der Medienkammer 430. Somit liegt die Membran 200 im verbauten Zustand an den Platten 310, 410 an.

[0054] Über Befestigungsmittel 110 sind die beiden Zylinderköpfe 300, 400 und die dazwischen angeordnete Membran 200 miteinander verbunden. Die Platten 310, 410 und die erste Membran 200 weisen durchgängige Öffnungen 314, 414, 220 auf, durch welche Gewindestangen 112 geführt sind. Über Muttern 114 und Unterlegscheiben 116 lassen sich die Zylinderköpfe 300, 400 und die Membran 200 miteinander verbinden und die Membran 200 verspannen. Damit wird eine Abdichtung des Verdichterraums 330 und der Medienkammer 430 gegenüber der Umwelt erreicht. Aufgrund des Materials der ersten Membran 200 wird im Bereich der Anlageflächen zwischen den Verdichterköpfen 300, 400 und der ersten Membran 200 zusätzlich eine Abdichtung erreicht. Es können ferner auch Strukturen in den Anlageflächen der Verdichterköpfe 300, 400 vorgesehen sein, die im verbundenen Zustand die Membran 200 teilweise verformen, um hierüber die gasdichte Ausführung des Hochdruck-Verdichters 100 weiter zu verbessern.

[0055] Fig. 2 zeigt verschiedene Ansichten eines ersten und zweiten Verdichterkopfs des Hochdruck-Verdichters von Fig. 1. Zwischen den Öffnungen 314, 414 befinden sich Wände 312, 412. Die Ausbildung der Verdichterköpfe 300, 400 ist derart gewählt, dass diese um den Verdichterraum 330 und die Medienkammer 430 herum eine ausreichend große Wandstärke aufweisen.

[0056] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines Verdichtersystems 500 mit einem Hochdruck-Ver-

dichter 100 gemäß der Ausführung von Fig. 1.

[0057] In weiteren nicht dargestellten Ausführungen kann ein Verdichtersystem 500 auch mit einer Abwandlung des in Fig. 1 gezeigten Hochdruck-Verdichters 100 betrieben werden, der unter die hierin beschriebene technische Lehre fällt. Schließlich kann ein Verdichtersystem 500 grundsätzlich auch mehrere Hochdruck-Verdichter 100 aufweisen, die bspw. parallel oder in Reihe geschaltet sind.

[0058] Das Verdichtersystem 500 weist neben dem Hochdruck-Verdichter 100 Leitungen und Steuereinrichtungen sowie Ventile und einen Kolben 510 sowie einen Tank 514 auf, in dem ein inkompressibles Medium aufgenommen ist. Der Tank 514, der Kolben 510 und eine Pumpe 512 sind Teil eines Medienkreislaufs, der wiederum Bestandteil des Verdichtersystems 500 ist.

[0059] Das Verdichtersystem 500 weist einen Gas- oder Gasgemisch-Kreislauf auf, der neben den Leitungen für die Zu- und Abfuhr des Gases oder Gasgemischs Steuereinrichtungen, Ventile, einen Vorrat 520, in dem das Gas oder Gasgemisch für die Hochdruckverdichtung bevorratet wird, und eine Anbindung an eine beliebige Anwendung 530 auf.

[0060] Das Verdichtersystem 500 weist ferner Überdruckventile auf, die bei Überschreiten von kritischen, einstellbaren Drücken im System einen Gasaustritt in die Atmosphäre ermöglichen. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel des Verdichtersystems 500 erfolgt eine Verdichtung von eines Gases oder Gasgemischs von einem Druck von mindestens 10 bar im Vorrat 520 bis auf maximal 1000 bar, so dass der Anwendung 530 ein Gas oder Gasgemisch mit einem Druck von maximal 1000 bar zur Verfügung gestellt wird.

[0061] Der Verdichtungsablauf in dem Verdichtersystem 500 über den Hochdruck-Verdichter 100 ist in den Fig. 4-7 gezeigt und wird nachfolgend mit Bezug auf die Fig. 4-7 beschrieben.

Füllen des Hochdruck-Verdichters 100 (Fig. 4)

[0062] Die Gas-Seite bzw. der Verdichterraum 330 des Verdichterkopfs 300 wird mit Gas aus dem Vorrat 520 gefüllt. Hierzu wird das Ventil vom Vorrat 520 und ein Ventil 522 geöffnet, so dass über den zweiten Anschluss 320 eine Gaszufuhr in den Verdichterraum 330 erfolgt. In dem Vorrat 520 ist Gas mit einem Druck von etwa 10 bar gespeichert. Die Membran 200 wird dabei Richtung Wasser-Seite also in Richtung der Medienkammer 430 ausgelenkt und die Pumpe 512 im Medienkreislauf pumpt für diesen Schritt das Medium (Wasser) zurück in den Tank 514, der als Vorratsbehälter für das Wasser dient.

[0063] Eine Entlastungsleitung des Medienkreislaufs vom Zylinder des Kolbens 510 ist geöffnet und durch den höheren Druck auf der Gas-Seite (verdichterraumseitig) wird die Membran 200 vollständig an die Innenwand der Medienkammer 430 des Verdichterkopfs 400 angelegt sowie der Kopf des Kolbens 510 in seine Ausgangslage

bewegt.

Hub in die Anwendung (Fig. 5)

[0064] Das Einlass-Ventil 522 der Gas-Seite wird geschlossen und das Ventil 526 zur Anwendung 530 geöffnet. Parallel dazu wird im Medienkreislauf der Kreislauf zurück in den Tank 514 sowie die Entlastungsleitung geschlossen und das Wasser in die hintere Seite des Zylinders des Kolbens 510 gedrückt, wodurch mehr Volumen über die Wasser-Seite des Hochdruck-Verdichters 100 in den Verdichterkopf 400 gefördert wird. Diese Volumenänderung sorgt für eine Komprimierung des Gases auf der Gas-Seite und damit zu einer Druckerhöhung in der Anwendung 530.

Schritt 1 zur Druckentlastung des Hochdruck-Verdichters 100 (Fig. 6)

[0065] Das Ventil 526 zur Gas-Anwendung 530 wird geschlossen. Der Wasserkreislauf im Medienkreislauf zurück in den Tank 514 wird geöffnet und parallel dazu die Entlastungsleitung in den Tank 514. Durch den anliegenden Druck auf der Gas-Seite des Hochdruck-Verdichters 100 wird der Kopf des Kolbens 510 in Abhängigkeit vom vorherrschenden Druck ein Stück in seine Ausgangslage zurückgedrückt und das entweichende Wasser im Tank 514 aufgefangen.

Schritt 2 zur Druckentlastung des Hochdruck-Verdichters 100 (Fig. 7)

[0066] Die Entlastungsleitung zum Tank 514 bleibt geöffnet und die Pumpe 512 pumpt weiter in den Tank 514 zurück. Das Ventil 524 zur Druckentlastung auf der Gas-Seite wird geöffnet und der Druck kann sich aufgrund der kleinen Volumina recht schnell abbauen bzw. die Membran 200 weiter Richtung Wasser-Seite auslenken.

[0067] Anschließend kann das Ventil 522 wieder geöffnet und das Ventil 524 zur Druckentlastung geschlossen werden, um eine erneute Gaszufuhr in den Verdichterraum 330 des Zylinderkopfs 300 und eine Hochdruckverdichtung durchzuführen.

Zweite Ausführungsform

[0068] Fig. 8 zeigt eine Explosionszeichnung eines Hochdruck-Verdichters 100 einer zweiten Ausführungsform. Der Hochdruck-Verdichter 100 der zweiten Ausführungsform unterscheidet sich von dem in Fig. 1 gezeigten Hochdruck-Verdichter 100 darin, dass der Hochdruck-Verdichter 100 anstelle eines zweiten Verdichterkopfs 400 eine Zwischenplatte 600, einen dritten Verdichterkopf 700 und zusätzlich eine zweite Membran 200 aufweist.

[0069] Der dritte Verdichterkopf 700 ist identisch ausgebildet wie der erste Verdichterkopf 300. Der dritte Verdichterkopf 700 weist anstelle einer Medienkammer 430

wie der zweite Verdichterkopf 400 einen zweiten Verdichterraum 730 auf, in welchen ein Gas oder Gasgemisch über einen dritten Anschluss 610 zu- und abgeführt werden kann. Der dritte Anschluss 610 kann genauso ausgeführt sein wie der zweite Anschluss 320. Die Zufuhr an Gas/Gasgemisch erfolgt in den Hochdruck-Verdichter 100 der zweiten Ausführungsform über den zweiten Anschluss 320 und den dritten Anschluss 610 gemeinsam.

[0070] Die zweite Membran 200 und die erste Membran 200 sind identisch ausgebildet, wobei die erste Membran 200 zwischen dem ersten Verdichterkopf 300 und der Zwischenplatte 600 und die zweite Membran 200 zwischen der Zwischenplatte 600 und dem dritten Verdichterkopf 700 angeordnet sind. Die einzelnen Bestandteile des Gehäuses 120 werden analog zu der ersten Ausführungsform über Befestigungsmittel 110 zueinander gehalten und verspannt. Dabei gelangen die Membranen 200 flächig in Anlage mit den Flächen des ersten Verdichterkopfs 300, der Zwischenplatte 600 und dem dritten Verdichterkopf 700, welche die Verdichterräume 330, 730 und die Medienkammer 620 umgeben.

[0071] Die Zwischenplatte 600 weist, wie in verschiedenen Ansichten in Fig. 9 gezeigt, eine zylindrische, scheibenförmige Medienkammer 620 auf, in welche über zwei gegenüberliegende dritte Anschlüsse 610 ein inkompressibles Medium, z.B. Wasser oder (Hydraulik)-Öl, eingebracht und abgeführt werden kann. Über eine entsprechende Ansteuerung und Ventile kann die Zu- und Abfuhr des inkompressiblen Mediums auch über die beiden dritten Anschlüsse 610 derart erfolgen, dass einer der beiden dritten Anschlüsse 610 nur zur Medienzufuhr und der andere dritte Anschluss 610 nur zur Medienabfuhr dient.

[0072] Die Zwischenplatte 600 weist zusätzlich Öffnungen 630 auf, durch welche Gewindestangen 112 geführt werden können, um die Verdichterköpfe 300, 700, die Zwischenplatte 600 und die Membranen 200 miteinander zu verbinden.

[0073] Die Zwischenplatte 600 besteht aus dem gleichen Material wie die Verdichterköpfe 300, 400 und 700.

[0074] Die Membranen 200 können dabei über eingebrachtes Medium soweit verformt werden, dass die Membranen 200 vollständig in Anlage mit den Innenseiten der Verdichterräume 330, 730 gelangen, um in die Verdichterräume 330, 730 eingebrachtes Gas/Gasgemisch zu verdichten. Hierzu wird ein Medium in die Medienkammer 620 eingebracht. Zum Entlüften der Verdichterräume 330, 730 und/oder beim Einbringen von Gas/Gasgemisch in die Verdichterräume 330, 730 können die Membranen 200 soweit verlagert werden, dass diese in die Medienkammer 620 eintauchen und aneinander anliegen. Damit steht für die Hochdruck-Verdichtung der gesamte verfügbare Innenraum des Gehäuses 120 zur Verfügung und es kann analog zur in Fig. 1 beschriebenen ersten Ausführungsform eine hohe Verdichtung erzielt werden. Der Hochdruck-Verdichter 100 der zweiten Ausführungsform weist dabei im Wesentlichen ein zweimal

so großes Volumen für die Verdichtung auf wie der Hochdruck-Verdichter 100 der ersten Ausführungsform.

[0075] Fig. 10 zeigt eine schematische Darstellung eines Verdichtersystems 500 mit einem Hochdruck-Verdichter 100 der zweiten Ausführungsform gemäß Fig. 8.

[0076] Im Unterschied zum Verdichtersystem 500 der Fig. 3 bis 7 erfolgt die Gaszufuhr über das Ventil 522 in die beiden Verdichterräume 330, 730 gemeinsam. Das Gas wird über die Anschlüsse 320, 720 zugeführt. Das Ausbringen des verdichteten Gases erfolgt über weitere Anschlüsse, die mit den Verdichterräumen 330, 730 in Verbindung stehen und bspw. entsprechend den Anschlüssen 320, 720 ausgebildet sind. Dabei wird das komprimierte Gas auch gemeinsam abgeführt.

[0077] Die Fig. 11-14 zeigen verschiedene Schritte der Hochdruckverdichtung in dem Verdichtersystem gemäß Fig. 10, wobei die Verdichtungsschritte denen des Verdichtersystems 500 aus den Fig. 3 bis 7 entsprechen.

Füllen des Hochdruck-Verdichters 100 (Fig. 11)

[0078] Die Gas-Seite bzw. die Verdichterräume 330, 730 der Verdichterköpfe 300, 700 des Hochdruck-Verdichters 100 werden mit Gas aus dem Vorrat 520 gefüllt. Hierzu wird das Ventil vom Vorrat 520 und das Ventil 522 geöffnet, so dass über den zweiten Anschluss 320 und den vierten Anschluss 720 eine Gaszufuhr in die Verdichterräume 330, 730 erfolgt. In dem Vorrat 520 ist Gas mit einem Druck von mindestens 10 bar gespeichert.

[0079] Durch das Einbringen von Gas in die Verdichterräume 330, 730 werden die Membranen 200 Richtung Wasser-Seite, also in Richtung der Medienkammer 620, ausgelenkt und die Pumpe 512 im Medienkreislauf pumpt das Medium (z.B. Wasser oder Öl) durch den Zylinder des Kolbens 510 und durch die Medienkammer 620, wobei der Druck über ein Domventil 540 an die Gas-Seite im Gaskreislauf gekoppelt ist. Damit sind die Membranen 200 in diesem Zustand differenzdrucklos und damit in keine der beiden Seiten ausgelenkt. Die ständige Durchströmung des vorderen Teils des Zylinders des Kolbens 510 sorgt für einen ständigen Wärmeaustausch des Wassers, womit ein Temperatureinfluss auf ein Hydraulikmedium zum Betätigen des Zylinders des Kolbens 510 vernachlässigt werden kann.

Hub in die Anwendung (Fig. 12)

[0080] Das Einlass-Ventil 522 der Gas-Seite wird geschlossen und das Ventil 526 zur Anwendung 530 geöffnet. Parallel dazu wird im Medienkreislauf der Kreislauf durch die vordere Seite des Zylinders des Kolbens 510 geschlossen und das Wasser in die hintere Seite des Zylinders gedrückt, wodurch mehr Volumen über die Wasser-Seite des Hochdruck-Verdichters 100 in die Medienkammer 620 gefördert wird. Diese Volumenänderung sorgt für eine Komprimierung des Gases auf der Gas-Seite und damit zu einer Druckerhöhung in der Anwendung 530.

Schritt 1 zur Druckentlastung des Hochdruck-Verdichters 100 (Fig. 13)

[0081] Das Ventil 526 zur Gas-Anwendung 530 wird geschlossen. Der Wasserkreislauf im Medienkreislauf durch den vorderen Teil des Zylinders wird geöffnet und parallel dazu eine Entlastungsleitung in den Tank 514. Durch den über das Domventil 540 anliegenden Druck im vorderen Teil des Zylinders wird der Kopf des Kolbens 510 in seine Ausgangslage zurückgedrückt und das entweichende Wasser im Tank 514 aufgefangen.

Schritt 2 zur Druckentlastung des Hochdruck-Verdichters 100 (Fig. 14)

[0082] Der vordere Teil des Zylinders wird weiterhin mit Wasser durchströmt und auch die Entlastungsleitung zum Tank 514 bleibt geöffnet. Ein Ventil 524 zur Druckentlastung auf der Gas-Seite wird geöffnet und der Druck kann sich aufgrund der kleinen Volumina recht schnell abbauen.

[0083] Für eine erneute Hochdruckverdichtung von Gas wird die Gaszufuhr vom Vorrat 520 geöffnet und das Ventil 524 zur Druckentlastung geschlossen. Ebenso wird die Entlastungsleitung vom Zylinder des Kolbens 510 geschlossen.

[0084] Die Abläufe zur Hochdruckverdichtung in den Verdichtersystemen 500 unterscheiden sich daher nur unwesentlich.

[0085] Fig. 15 zeigt schematische Darstellungen von beispielhaften Ausführungen einer ersten Membran 200 und/oder einer zweiten Membran 200 für einen Hochdruck-Verdichter 100 der ersten Ausführungsform und der zweiten Ausführungsform.

[0086] Die erste Membran 200 und die zweite Membran 200 können in den verschiedenen Ausführungen bspw. so ausgebildet sein, wie in Fig. 15 gezeigt.

[0087] In einer ersten Ausführungsart sind die erste Membran 200 und die zweite Membran 200 scheibenförmig ausgebildet. Der Durchmesser der Membranen 200 ist größer als der Durchmesser der Verdichterräume 330, 730 und der Medienkammern 430, 620, so dass die Membranen 200 je nach Ausführungsform flächig in Anlage mit den Kontaktflächen der Verdichterköpfe 300, 400, 700 und der Zwischenplatte 600 kommen.

[0088] Durch die Öffnungen 220 der Membranen 200 werden die Verbindungselemente, in den gezeigten Ausführungen Gewindestangen 112, hindurchgeführt. Die Membranen 200 bestehen aus einem polymerbasierten Material und weisen daher "gummiartige" Eigenschaften auf. Die Eigenschaften lassen sich durch eine entsprechende Auswahl der verwendeten Polymere, der Dicke der Membranen 200 und weiteren Zusätzen maßgeblich je nach Anwendungsfall anpassen. Die "gummiartigen" Eigenschaften erlauben es, die Membranen 200 soweit zu verlagern, dass diese vollständig in Anlage mit den Innenwänden der Verdichterräume 330, 730 und der Medienkammern 430, 620 gelangen. Zudem ermöglicht die-

se Eigenschaft eine zusätzliche Abdichtung des Innenraums des Hochdruck-Verdichters 100. Die Kontaktflächen der entsprechenden Komponenten (Verdichterköpfe 300, 400, 700, Zwischenplatte 600) können zusätzlich Aufnahmevertiefungen für die Membranen 200 aufweisen, so dass abseits der Membranen diese Komponenten direkt in Anlage miteinander stehen.

[0089] Aufgrund der im wesentlichen differenzdrucklosen Verdichtung, d.h. dass der Druck von beiden Seiten auf die Membranen 200 bei der Verdichtung stets gleich groß ist, können einfache Polymermembranen verwendet werden, wobei es zu keiner Beschädigung der Membranen 200 kommt.

[0090] Die untere Darstellung von Fig. 15 zeigt sowohl eine Membran 200, die eine rechteckige Form aufweist, als auch eine Membran, die einen runde Form, aufweist. Die Form der Membran 200 ist nicht auf die gezeigten Ausführungen beschränkt. Weitere Formen umfassen polygonale Ausführungen (z.B. sechs-, acht-, zehn-, zwölf-eckig etc. oder entsprechend ungerade Polygone). Wesentlich für die hierin beschriebene Lehre ist es, dass die Membran 200 über einen festlegbaren Mindestabschnitt die Öffnungen in den Verdichterköpfen 300, 400, 700 und der Zwischenplatte 600 im Bereich der Verdichterräume 330, 730 und der Medienkammern 430, 620 überragt und dieser Bereich in den gezeigten Ausführungen innerhalb der Befestigungsabschnitte (Öffnungen 220) liegt.

[0091] In einer ersten Ausführung des Verdichtersystems und einer zweiten Ausführung des Verdichtersystems können das Ventil 522 und das Ventil 524 und das Ventil 526 als Rückschlagventil ausgebildet sein.

[0092] Fig. 16 zeigt ein schematisches Diagramm zur Hochdruckverdichtung in einem Verdichtersystem 500, welches einen Hochdruck-Verdichter 100 aufweist. Ein solcher Hochdruck-Verdichter 100 kann bspw. ein Hochdruck-Verdichter 100 der ersten Ausführungsform (Fig. 1) oder ein Hochdruck-Verdichter 100 der zweiten Ausführungsform (Fig. 8) sein.

[0093] In einem ersten Schritt S1 erfolgt das Füllen des Hochdruck-Verdichters 100 aus dem Vorrat 520 (siehe Fig. 4/Fig. 11). Hierzu werden die entsprechenden Ventile geöffnet bzw. geschlossen.

[0094] In Schritt S2 erfolgt der Hub in die Anwendung 530 (siehe Fig. 5/Fig. 12) aus dem Hochdruck-Verdichter 100.

[0095] In Schritt S3 erfolgt ein erster Zwischenschritt zur Druckentlastung des Hochdruck-Verdichters 100 (siehe Fig. 6/Fig. 13), wobei die Zufuhr von Gas aus dem Hochdruck-Verdichter 100 zur Gas-Anwendung 530 geschlossen wird.

[0096] In Schritt S4 erfolgt ein zweiter Zwischenschritt zur Druckentlastung des Hochdruck-Verdichters 100 (siehe Fig. 7/Fig. 14), wobei eine Druckentlastung auf der Gas-Seite durch Öffnen des Ventils 524 und ein Druckabbau erfolgt.

[0097] In Schritt S5 erfolgt ein Umschalten für ein neues Befüllen des Hochdruck-Verdichters 100, wozu das

Ventil 522 wieder geöffnet und das Ventil 524 zur Druckentlastung geschlossen werden.

[0098] Der vorstehende Ablauf kann stets wiederholt werden, um eine kontinuierliche Hochdruck-Verdichtung für verschiedene Anwendungen zu erreichen.

[0099] Vorteilhafterweise wird der gesamte innere Raum im Gehäuse 120 des Hochdruck-Verdichters 100 für die Verdichtung verwendet. Weiterhin werden nur die erste Membran 200 und zweite Membran 200 innerhalb des Gehäuses 120 bewegt bzw. verformt, so dass zum einen der Platzbedarf für die Verdichtung nicht vom Verdichtungsvorgang über bewegliche Komponenten abhängt und darüber hinaus eine im Wesentlichen vollständige Abdichtung des Verdichtungsraums gegenüber der Umwelt erreicht wird.

Bezugszeichenliste

[0100]

100	Hochdruck-Verdichter
110	Befestigungsmittel
112	Gewindestange
114	Mutter
116	Unterlegscheibe
120	Gehäuse
200	Membran
210	Sicke
220	Öffnung
300	Verdichterkopf
310	Platte
312	Wand
314	Öffnung
320	zweiter Anschluss
330	Verdichterraum
332	Stufe
400	Verdichterkopf
410	Platte
412	Wand
414	Öffnung
420	erster Anschluss
430	Medienkammer
432	Stufe
500	Verdichtersystem
510	Kolben
512	Pumpe
514	Tank
520	Vorrat
522	Ventil
524	Ventil
526	Ventil
530	Anwendung
540	Domventil
600	Zwischenplatte
610	dritter Anschluss
620	Medienkammer
630	Öffnung
700	Verdichterkopf

710 Platte
 712 Wand
 714 Öffnung
 720 vierter Anschluss
 730 zweiter Verdichterraum

5

Patentansprüche

1. Hochdruck-Verdichter zur Verdichtung eines Gases oder Gasgemischs, aufweisend ein Gehäuse (120), das mindestens einen ersten Verdichterraum (330) und eine Medienkammer (430) umgibt, wobei der mindestens eine erste Verdichterraum (330) und die Medienkammer (430) in dem Gehäuse (120) über mindestens eine erste Membran (200) voneinander getrennt sind, wobei das Gehäuse (120) mindestens einen ersten Anschluss (420) aufweist, der in die Medienkammer (430) mündet und über den ein Medium in die Medienkammer (430) ein- und/oder ausleitbar ist, wobei das Gehäuse (120) mindestens einen zweiten Anschluss (320) aufweist, der in den mindestens einen ersten Verdichterraum (330) mündet und über den ein Gas oder Gasgemisch ein- und/oder ausleitbar ist, wobei die mindestens eine erste Membran (200) aus einem polymerbasierten Werkstoff besteht und zur Verdichtung des in den mindestens einen ersten Verdichterraum (330) einleitbaren Gases oder Gasgemischs durch Einleitung eines Mediums in die Medienkammer (430) verformbar ist. 10
2. Hochdruck-Verdichter nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine erste Verdichterraum (330) und die Medienkammer (430) im Wesentlichen gleich große Volumina aufweisen. 15
3. Hochdruck-Verdichter nach Anspruch 1 oder 2, wobei der mindestens eine erste Verdichterraum (330) und/oder die Medienkammer (430) im Wesentlichen die Form eines Kugelsegments aufweisen und die mindestens eine erste Membran (200) die Grundfläche des Kugelsegments bildet. 20
4. Hochdruck-Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die mindestens eine erste Membran (200) soweit verformbar ist, dass diese aus einer Ausgangsstellung in Anlage mit der Innenwand des mindestens einen ersten Verdichterraums (330) und/oder der Medienkammer (430) kommt. 25
5. Hochdruck-Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, aufweisend einen zweiten Verdichterraum (730), der über eine zweite Membran (200) von der Medienkammer (620) getrennt ist, wobei die Medienkammer (620) zwischen dem ersten Verdichterraum (330) und dem zweiten Verdichterraum (730) angeordnet ist, und wobei das Gehäuse (120) min- 30

destens einen vierten Anschluss (720) aufweist, der in den zweiten Verdichterraum (730) mündet und über den ein Gas oder Gasgemisch ein- und/oder ausleitbar ist.

6. Hochdruck-Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Gehäuse (120) schichtartig aufgebaut ist und mindestens 35
 - einen ersten Verdichterkopf (300) mit dem ersten Verdichterraum (330) und einen zweiten Verdichterkopf (400) mit der Medienkammer (430) aufweist, wobei zwischen dem ersten Verdichterkopf (300) und dem zweiten Verdichterkopf (400) die erste Membran (200) angeordnet ist, oder
 - einen ersten Verdichterkopf (300) mit dem ersten Verdichterraum (330), eine Zwischenplatte (600) mit der Medienkammer (620) und einen dritten Verdichterkopf (700) mit dem zweiten Verdichterraum (730) aufweist, wobei zwischen dem ersten Verdichterkopf (300) und der Zwischenplatte (600) die erste Membran (200) und zwischen der Zwischenplatte (600) und dem dritten Verdichterkopf (700) die zweite Membran (200) angeordnet sind.
7. - Hochdruck-Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die mindestens eine erste Membran (200) und/oder die zweite Membran (200) eine größere flächenmäßige Erstreckung aufweisen als ein maximaler Durchmesser des mindestens einen ersten Verdichterraums (330), der Medienkammer (430; 620) und/oder des zweiten Verdichterraums (730). 40
8. Hochdruck-Verdichter nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die mindestens eine erste Membran (200) aus einem Elastomer und/oder das Elastomere aus Ethylen-Propylen-Dien-Monomer (EPDM) oder Fluorkarbon-Kautschuk (FKM), besteht. 45
9. Verdichtersystem zur Hochdruckverdichtung eines Gases oder Gasgemischs, aufweisend mindestens einen Hochdruck-Verdichter (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, einen Gas oder Gasgemisch-Vorrat (520), ein Gas oder Gasgemisch-Lager, einen Medienvorrat und Fördermittel zum Fördern eines Gas oder Gasgemischs sowie eines inkompressiblen Mediums und Steuermittel zur Regelung des Durchflusses des Gas oder Gasgemischs und des inkompressiblen Mediums über zugehörige Leitungen, wobei 50
 - der Hochdruck-Verdichter (100) ein Gehäuse (120) aufweist, das mindestens einen ersten Verdichterraum (330) und eine Medienkammer (430) umgibt, wobei der mindestens eine erste 55

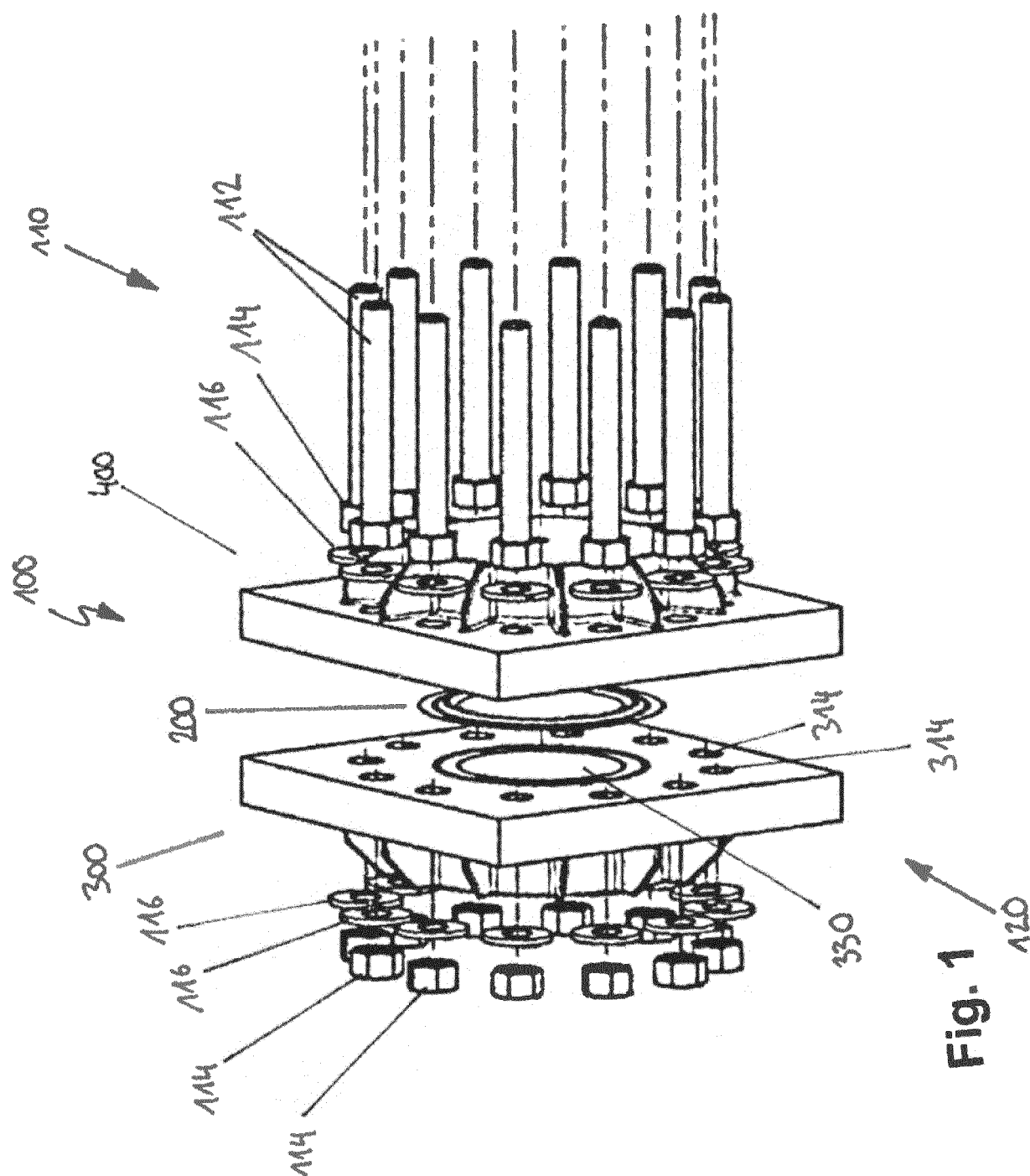
Verdichterraum (330) und die Medienkammer (430) in dem Gehäuse (120) über mindestens eine erste Membran (200) voneinander getrennt sind,

- der Hochdruck-Verdichter (100) mindestens einen ersten in eine Medienkammer (430) mündenden Anschluss (420) aufweist, 5
- der erste Anschluss (420) mit dem Medienvorrat über zugehörige Leitungen und korrespondierende Förder- und/oder Steuermittel verbunden ist, so dass ein inkompressibles Medium aus dem Medienvorrat über den ersten Anschluss (420) in die Medienkammer (430) und aus der Medienkammer (420) in den Medienvorrat einbringbar ist, 10 15
- der Hochdruck-Verdichter (100) mindestens einen zweiten in den Verdichterraum (330) mündenden Anschluss (320) aufweist,
- der mindestens eine zweite Anschluss (320) mit dem Gas oder Gasgemisch-Vorrat (520) und dem Gas oder Gasgemisch-Lager über zugehörige Leitungen und korrespondierende Förder- und/oder Steuermittel verbunden ist, so dass ein Gas oder Gasgemisch aus dem Gas oder Gasgemisch-Vorrat (520) in den ersten Verdichterraum (330) und aus dem ersten Verdichterraum (330) in das Gas oder Gasgemisch-Lager einbringbar ist, und 20 25
- das inkompressible Medium über zugehörige Förder- und/oder Steuermittel mit Druck beaufschlagbar ist, so dass eine Verformung der mindestens einen ersten Membran (200) und hierüber eine Komprimierung des in dem mindestens einen ersten Verdichterraum (330) aufgenommenen Gas oder Gasgemischs erreichbar ist, wozu Leitungen zu und von dem Gas oder Gasgemisch-Vorrat (520), dem Gas oder Gasgemisch-Lager und dem Medienvorrat über korrespondierende Steuermittel abschließbar sind. 30 35 40

45

50

55



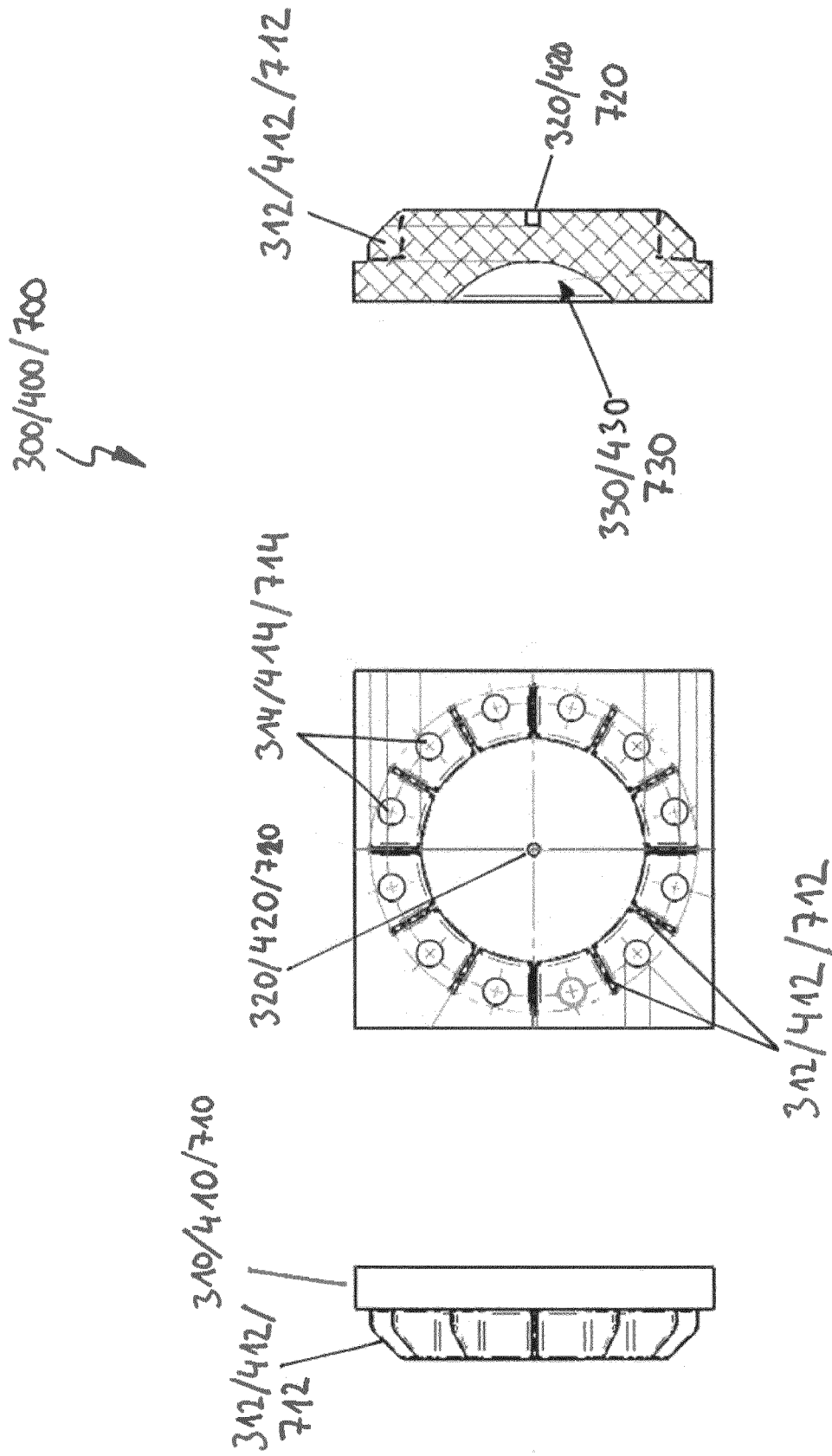


Fig. 2

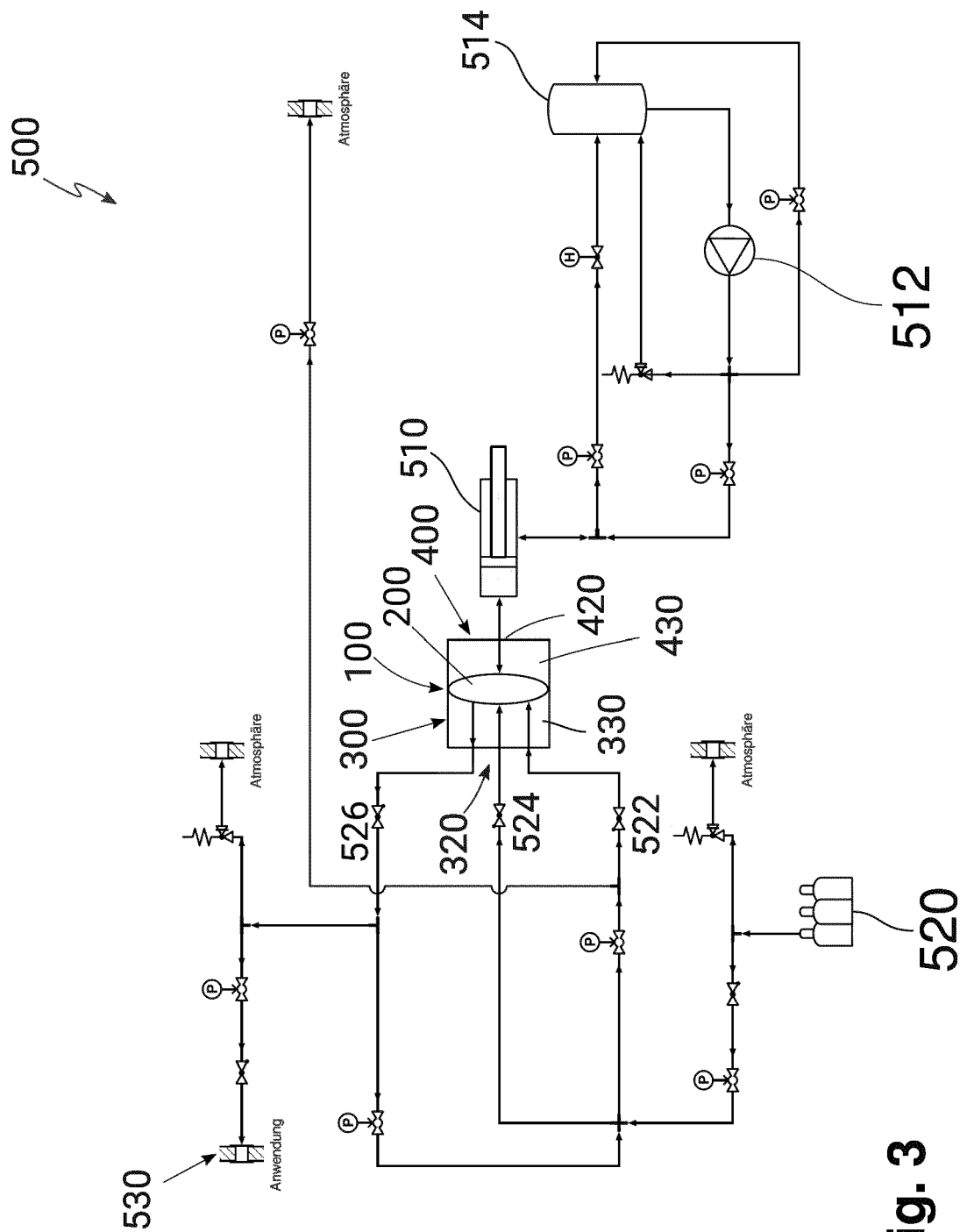


Fig. 3

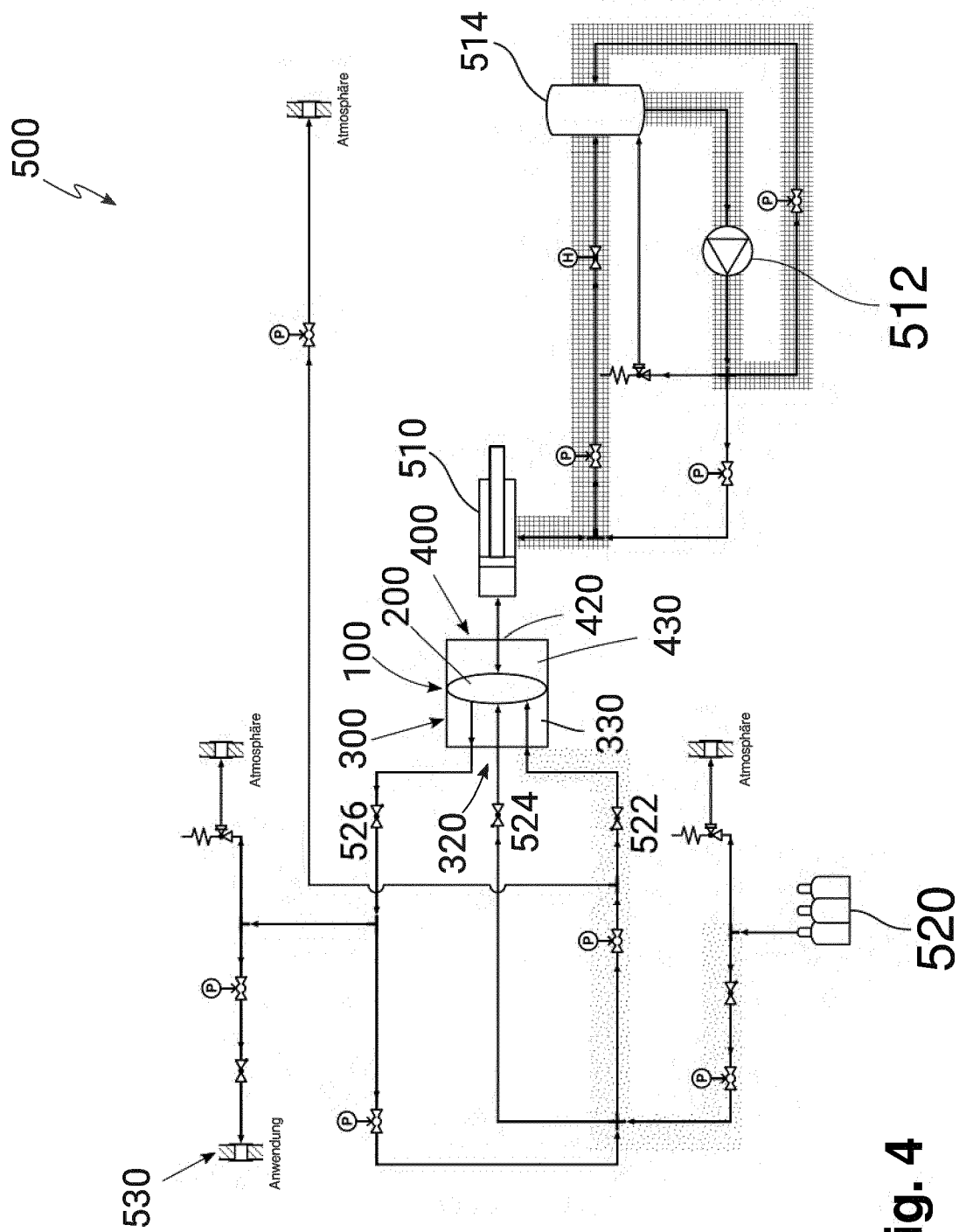


Fig. 4

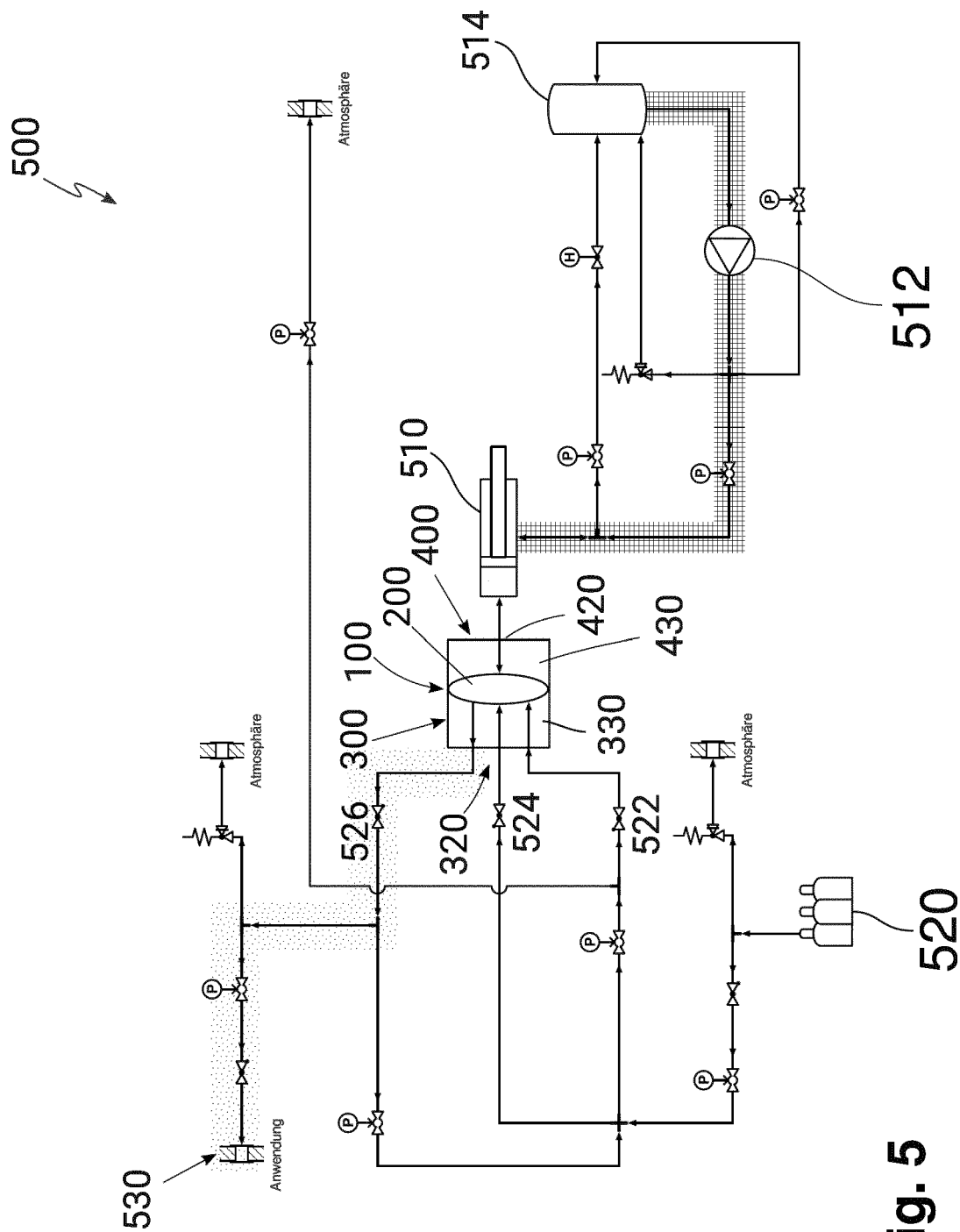


Fig. 5

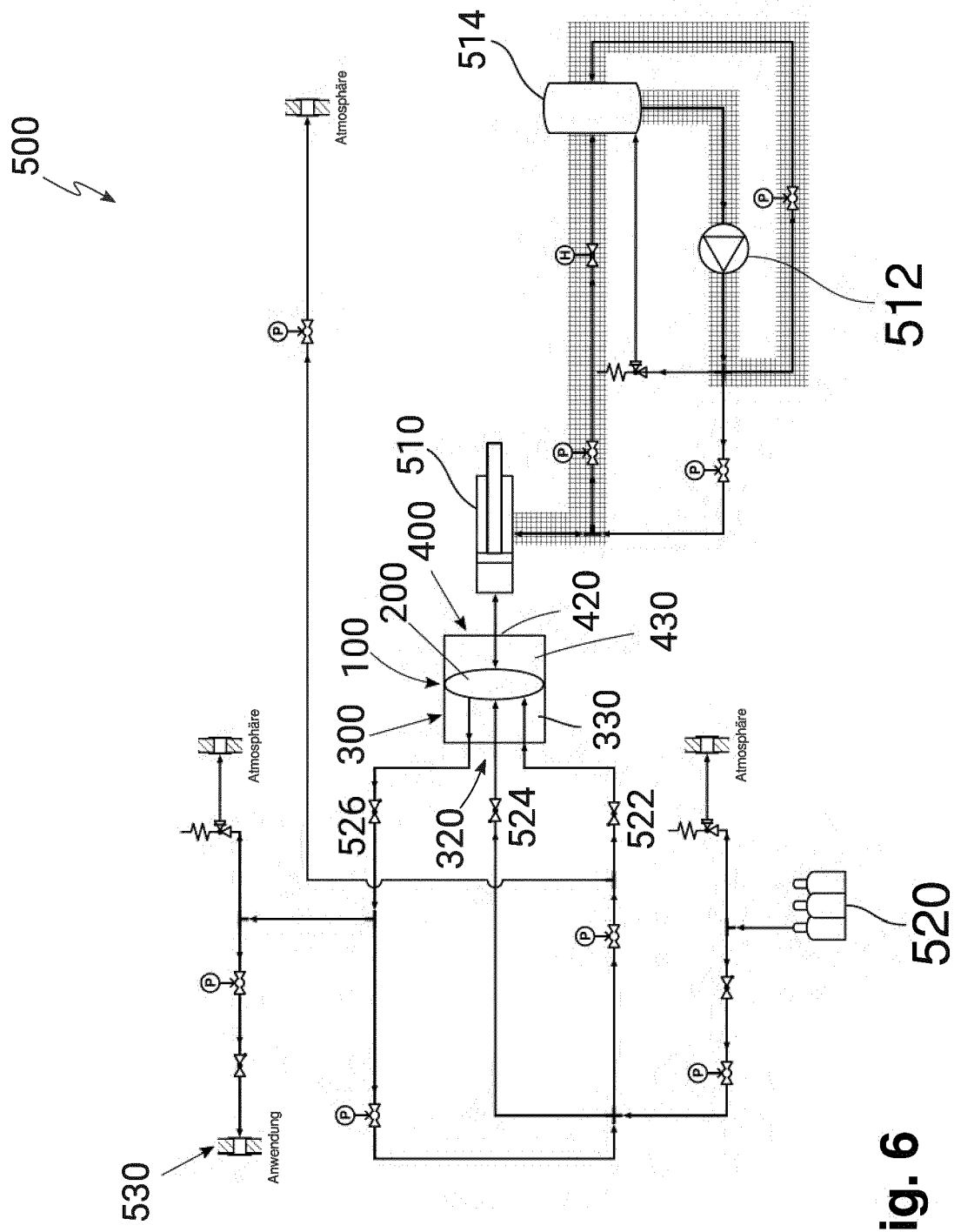


Fig. 6

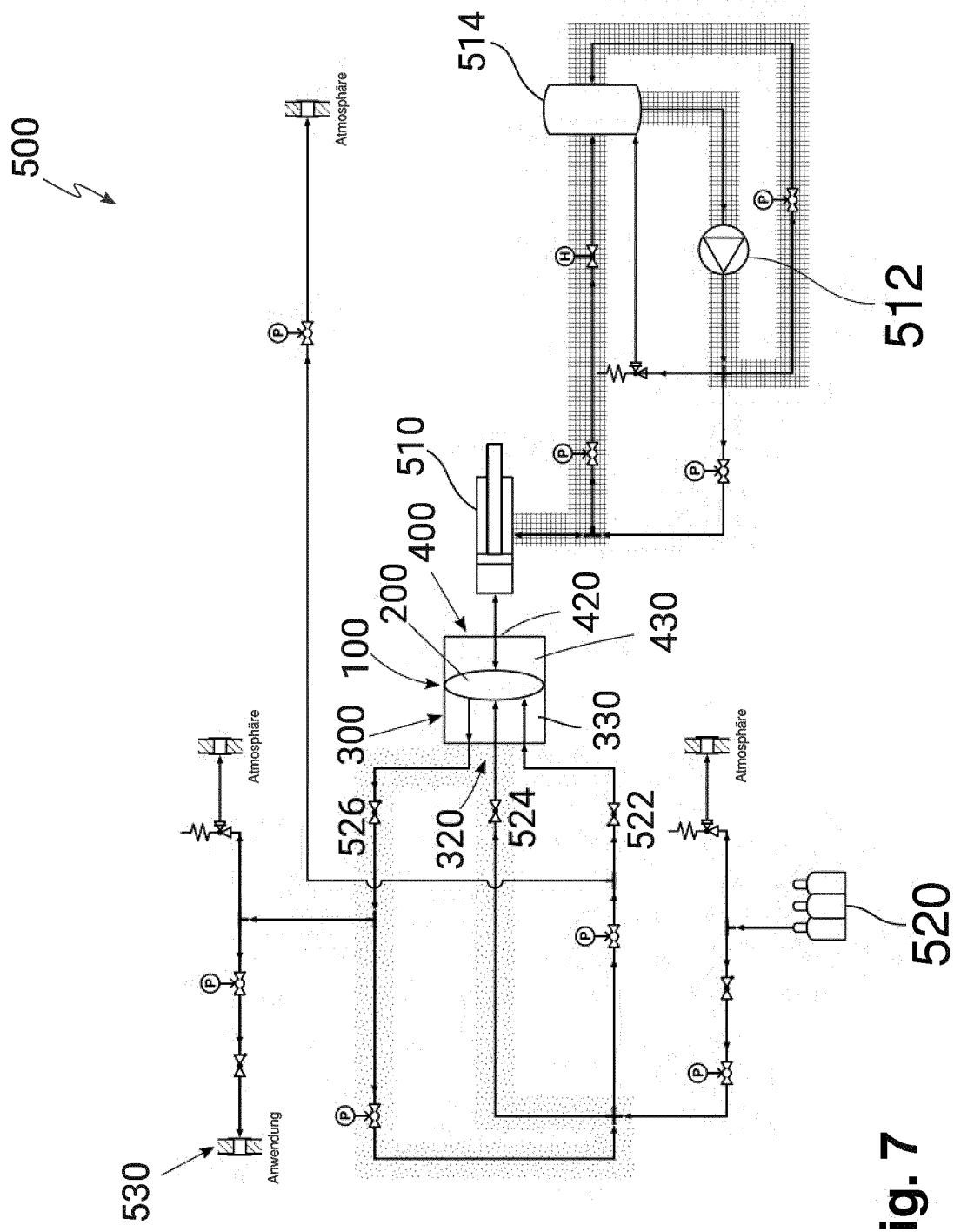


Fig. 7

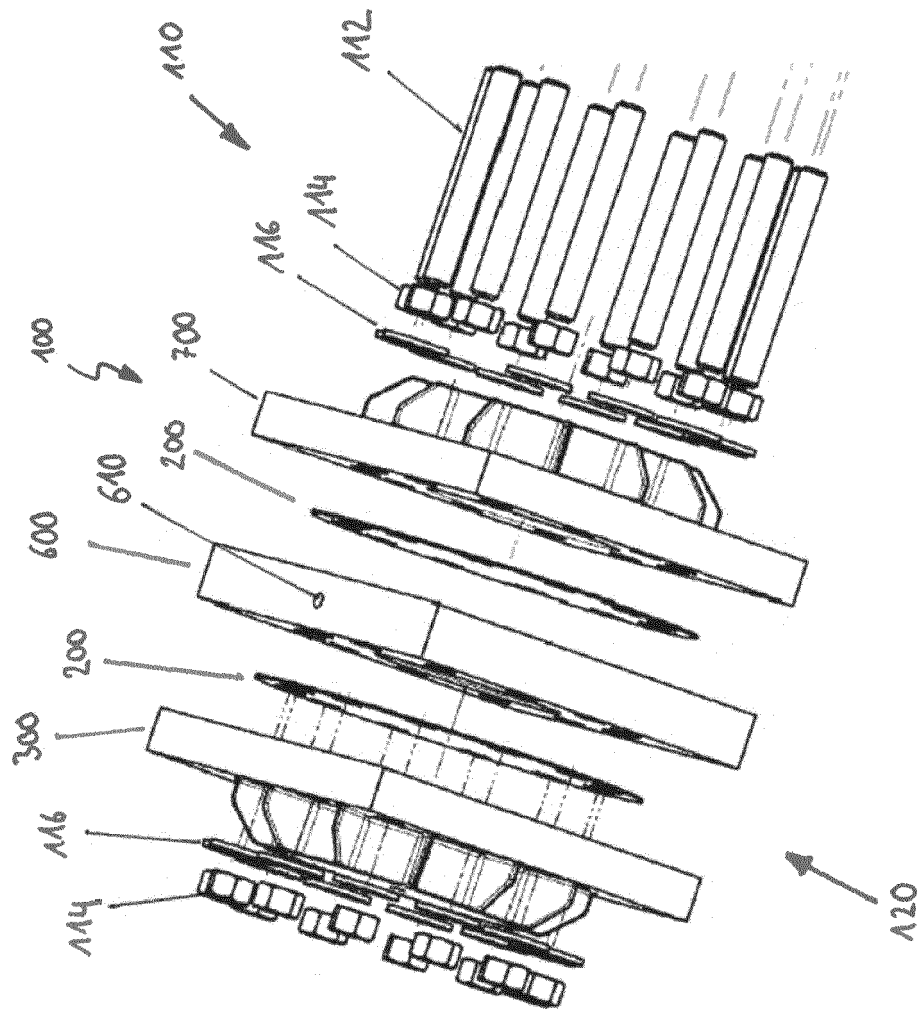
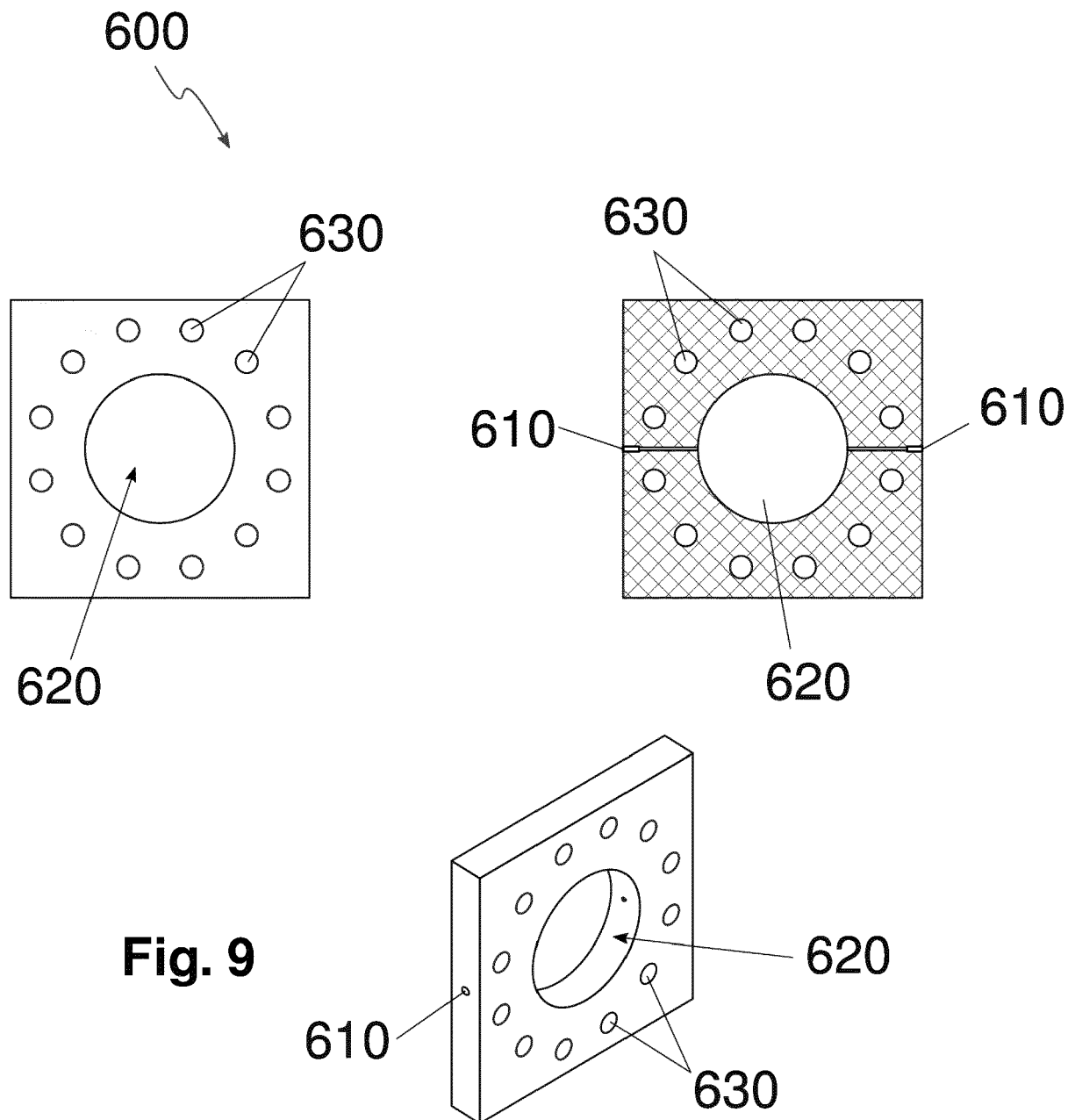


Fig. 8



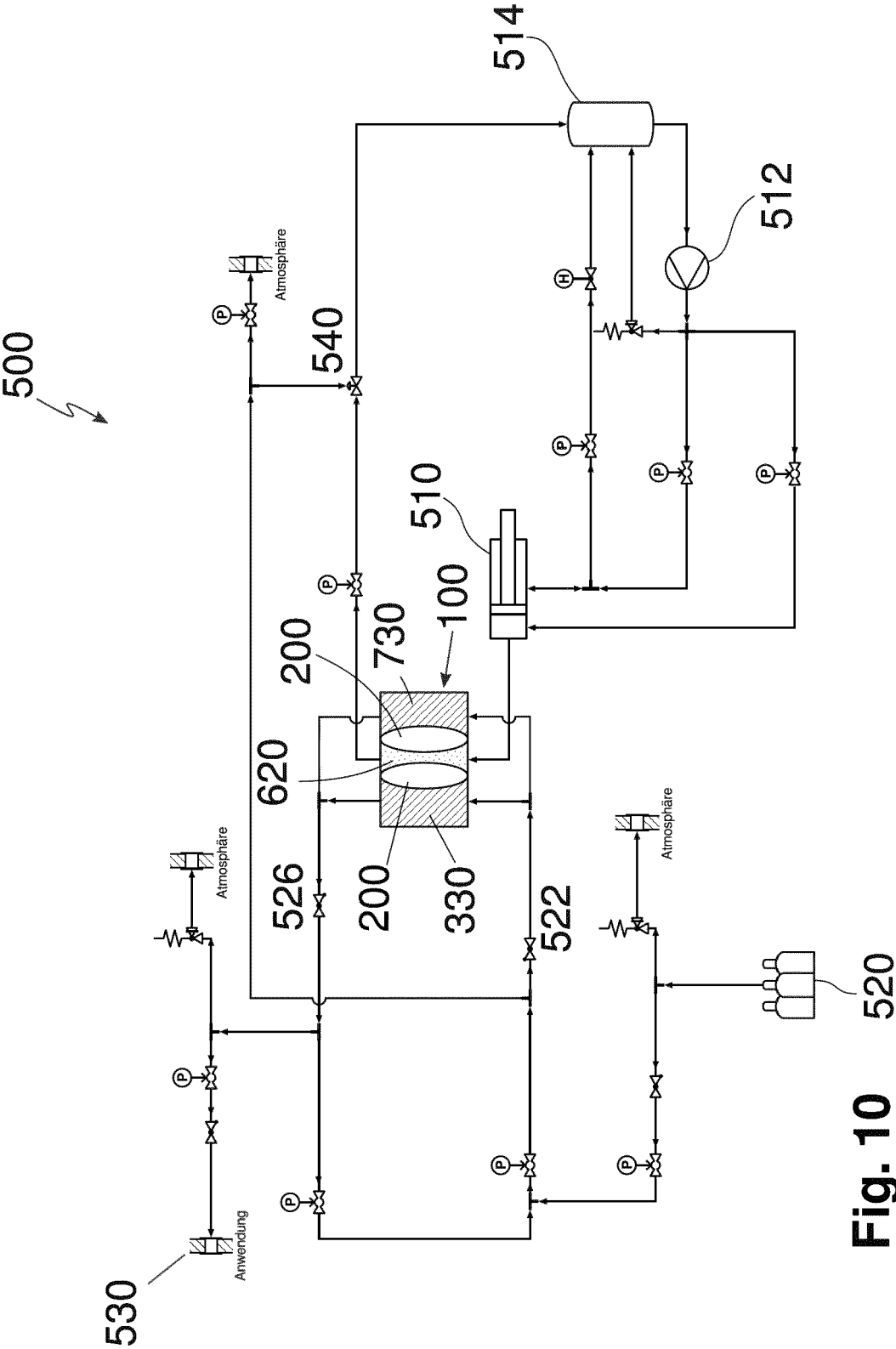


Fig. 10

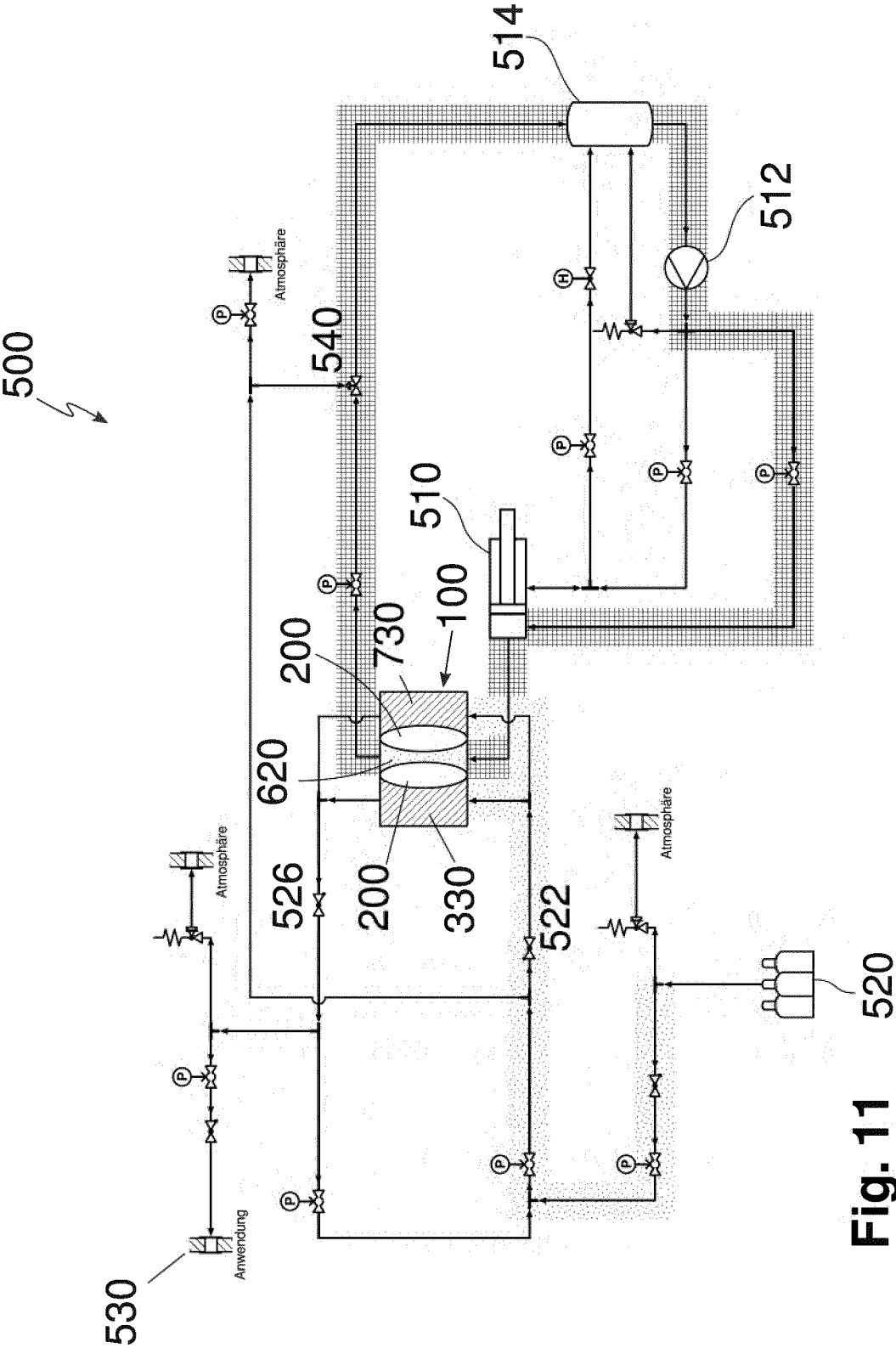


Fig. 11

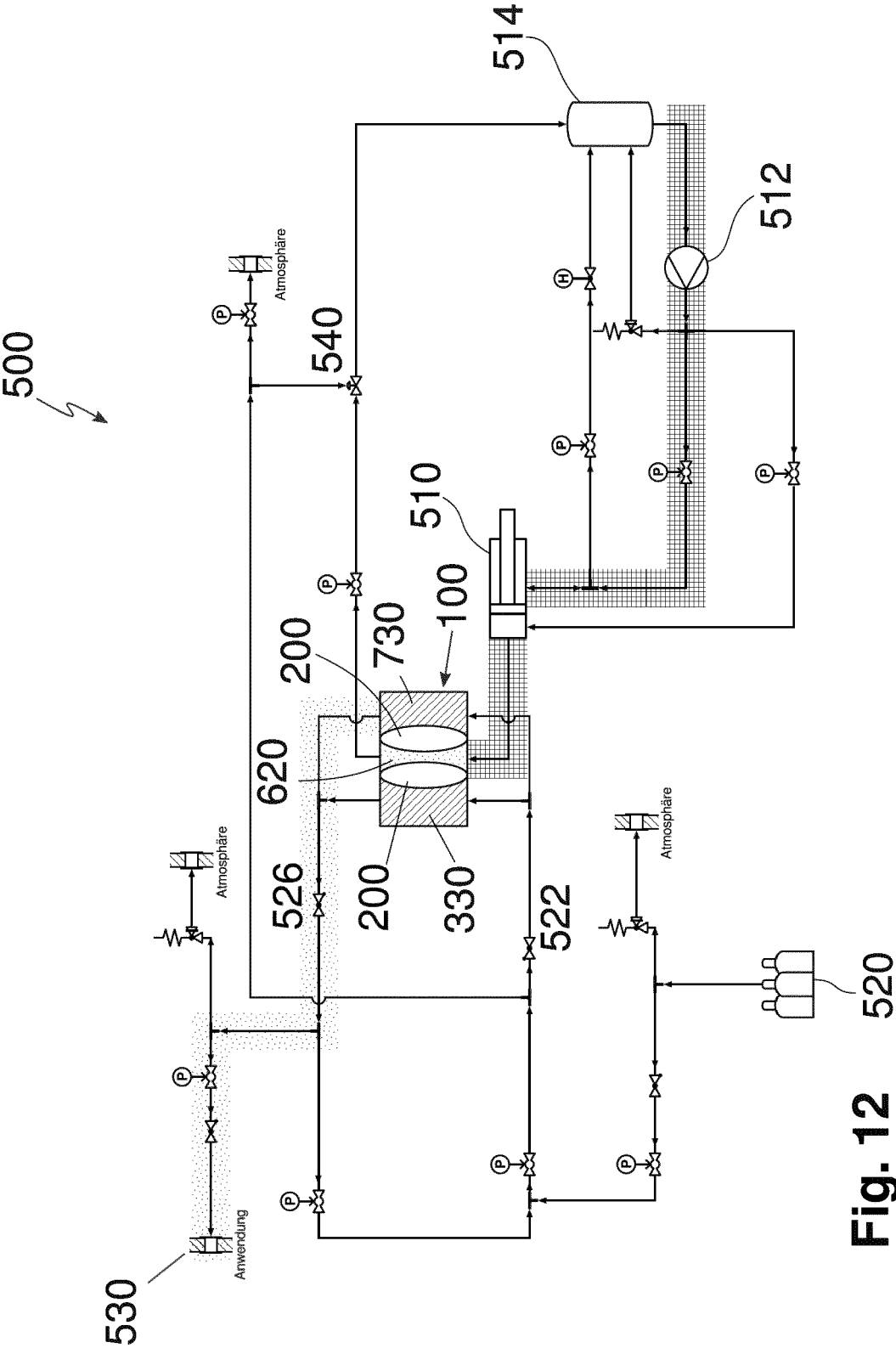


Fig. 12

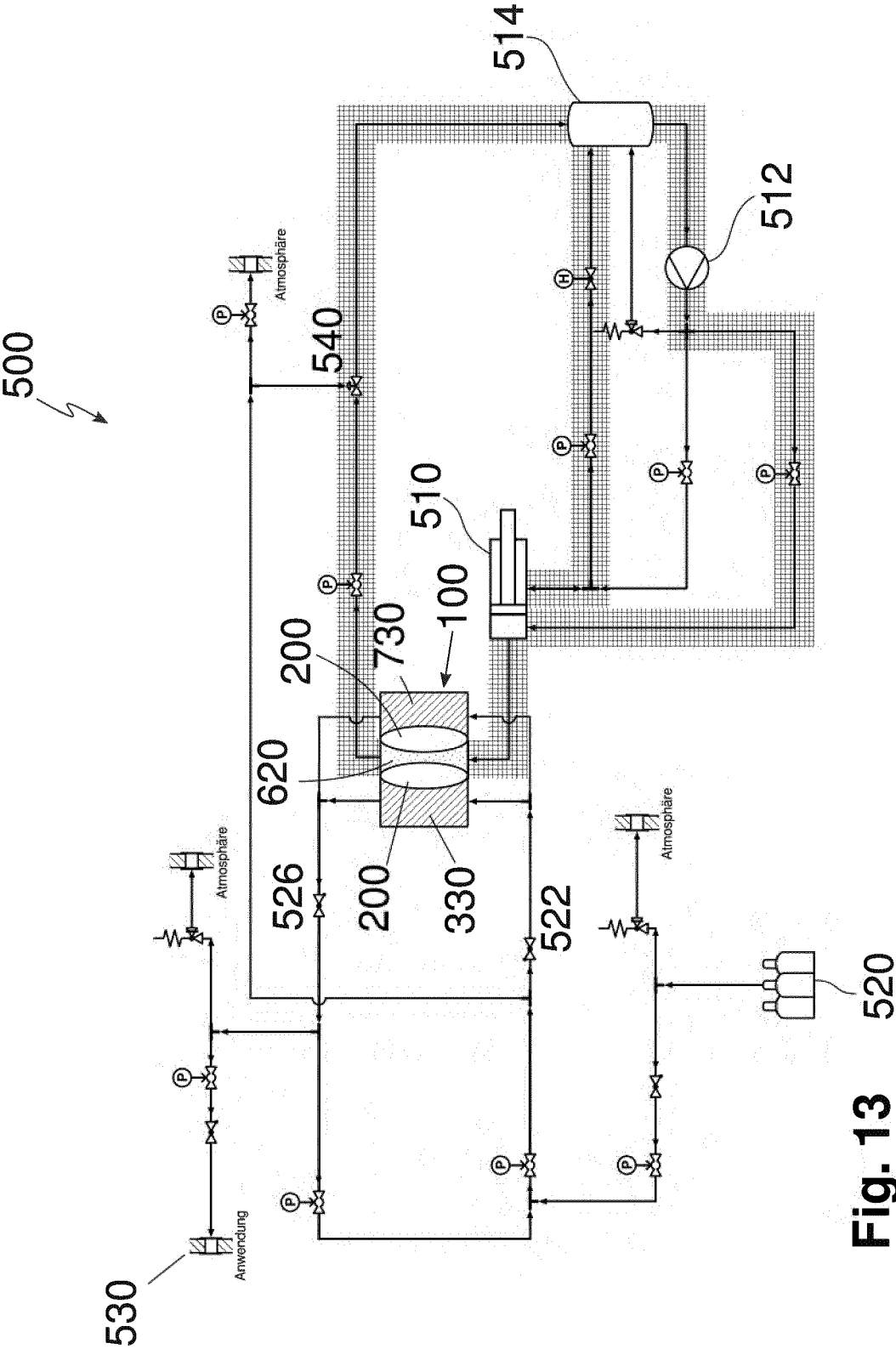


Fig. 13

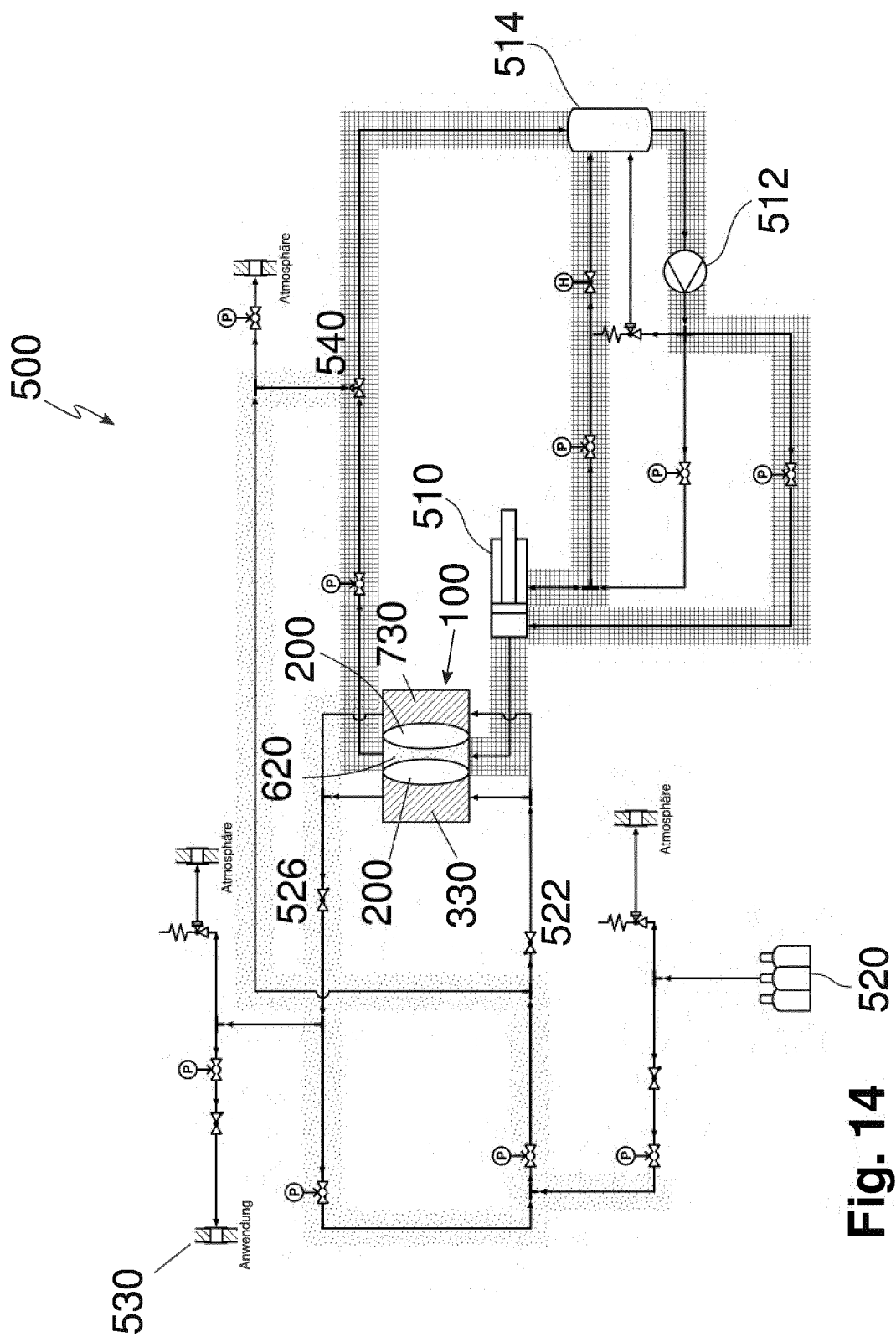


Fig. 14

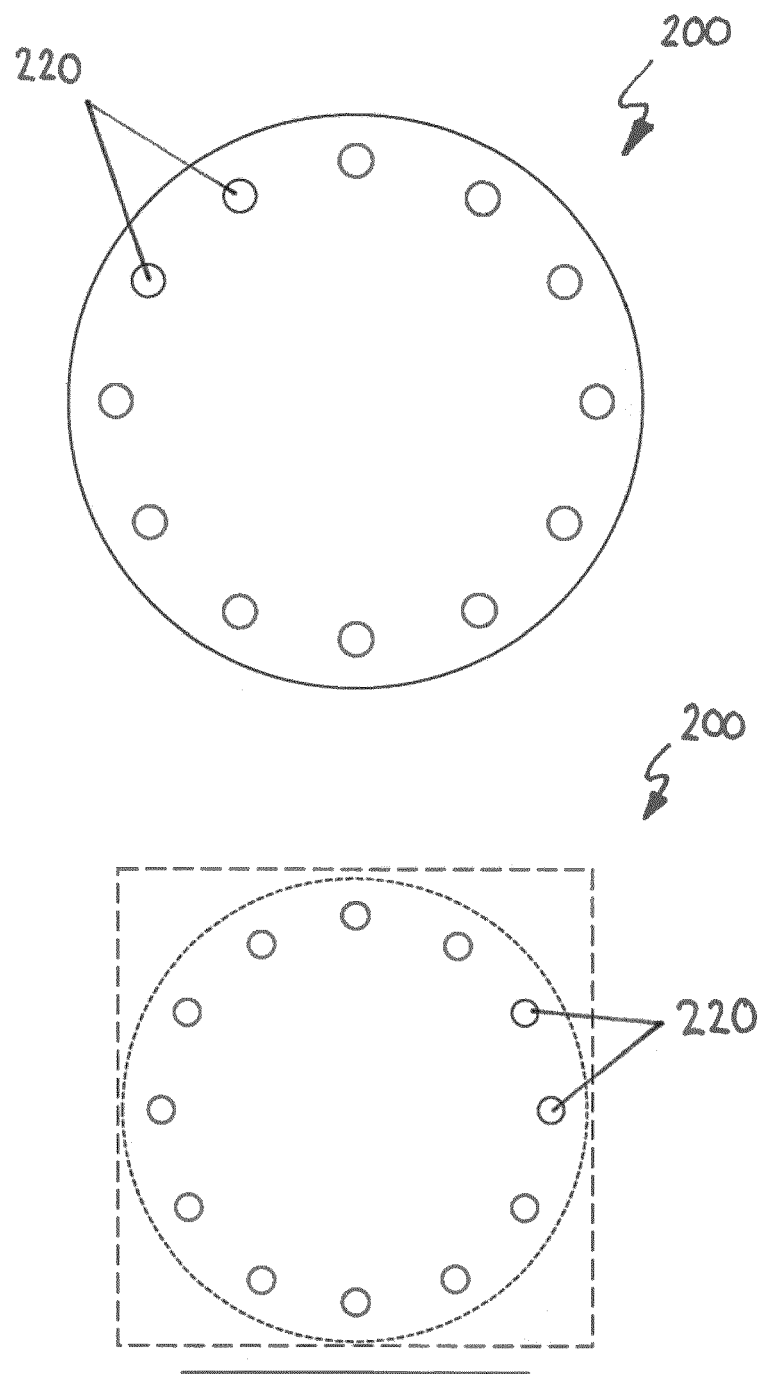


Fig. 15

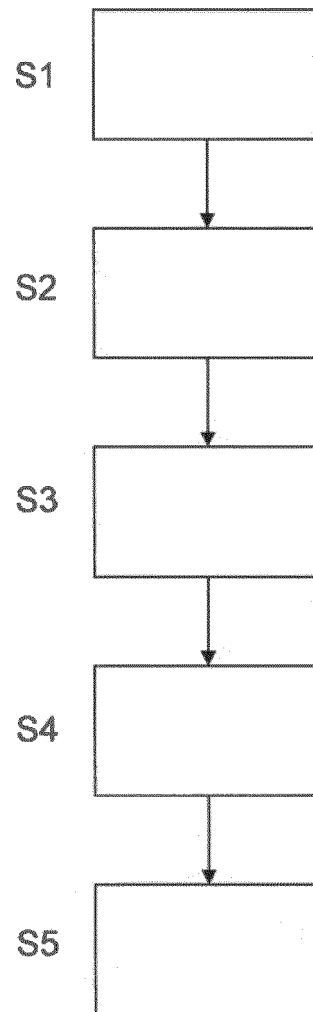


Fig. 16



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 7706

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2012/107756 A1 (RE HYDROGEN LTD [GB]; ROY AMITAVA [GB]) 16. August 2012 (2012-08-16) * Seite 9, Zeilen 11-18; Abbildung 1 *	1, 8, 9	INV. F04B45/053
X	DE 10 2016 004420 A1 (LINDE AG [DE]) 12. Oktober 2017 (2017-10-12) * Absatz [0095]; Abbildung 1 *	1, 4, 7-9	
Y		3, 5, 6	
X	US 1 963 993 A (HENRY HENDRIKS ET AL) 26. Juni 1934 (1934-06-26) * Zeilen 42-45; Abbildung 3 *	1-3, 6, 8, 9	
Y	US 2008/216898 A1 (GRANT KEVIN L [US] ET AL) 11. September 2008 (2008-09-11) * Abbildung 4 *	3, 6	
Y	KR 2016 0090036 A (AGENCY DEFENSE DEV [KR]) 29. Juli 2016 (2016-07-29) * Abbildungen 4a, 4b *	5	
A	FR 877 859 A (LOUIS COATALEN [FR]) 5. Januar 1943 (1943-01-05) * das ganze Dokument *	1-9	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. Januar 2023	Prüfer Olona Laglera, C
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 19 7706

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-01-2023

	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
10	WO 2012107756 A1	16-08-2012	BR 112013020137 A2	01-11-2016
			CA 2826231 A1	16-08-2012
15			CN 103534490 A	22-01-2014
			EP 2683947 A1	15-01-2014
			GB 2487790 A	08-08-2012
			GB 2487815 A	08-08-2012
			JP 2014507594 A	27-03-2014
			KR 20140051826 A	02-05-2014
20			US 2013315818 A1	28-11-2013
			WO 2012107756 A1	16-08-2012

	DE 102016004420 A1	12-10-2017	KEINE	

25	US 1963993 A	26-06-1934	KEINE	

	US 2008216898 A1	11-09-2008	US 2008216898 A1	11-09-2008
			US 2012106289 A1	03-05-2012
			US 2013022483 A1	24-01-2013
			US 2015265760 A1	24-09-2015
30			US 2017342972 A1	30-11-2017
			US 2021093770 A1	01-04-2021
			US 2021332813 A1	28-10-2021

	KR 20160090036 A	29-07-2016	KEINE	

35	FR 877859 A	05-01-1943	KEINE	

40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

EPO FORM P0461

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