

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. Oktober 2019 (24.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/202115 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04B 9/10 (2006.01) F04B 37/18 (2006.01)
F04B 9/109 (2006.01) F04B 39/04 (2006.01)
F04B 25/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/060176

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. April 2019 (18.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 109 443.4
19. April 2018 (19.04.2018) DE

(71) Anmelder: SERA GMBH [DE/DE]; Sera-Straße 1, 34376 Immenhausen (DE).

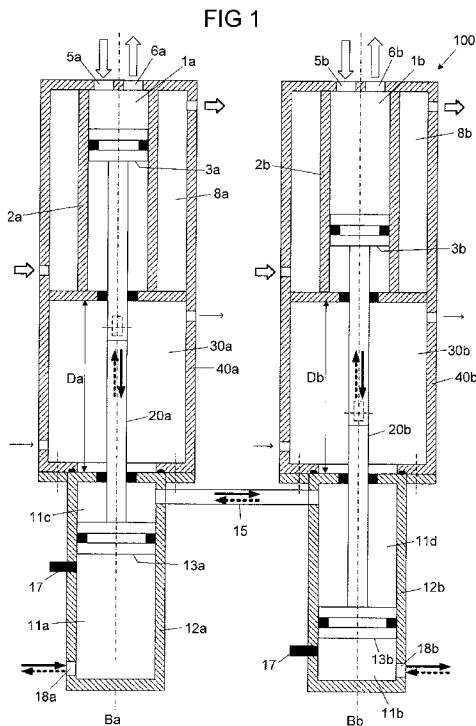
(72) Erfinder: HILLEBRAND, Stephan; Am Epberg 2, 37218 Witzenhausen (DE). ZEISBERG, Patrick; Weimarer Weg 38, 34314 Espenau (DE). FRIEDRICH, Nils; Im Nonnenfeld 7, 34628 Willingshausen (DE).

(74) Anwalt: MAIKOWSKI & NINNEMANN PATENTANWÄLTE PARTNERSCHAFT MBB; Postfach 15 09 20, 10671 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,

(54) Title: COMPRESSOR DEVICE AND COMPRESSION METHOD

(54) Bezeichnung: KOMPRESSORVORRICHTUNG UND KOMPRESSIONSVERFAHREN



(57) Abstract: The invention relates to a compressor device (100) for compressing a gas in at least one compression chamber (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) in at least one compression cylinder (2a, 2b), in which device a) at least one drive piston (13a, 13b) is disposed in each of at least two drive cylinders (12a, 12b), which piston separates the at least two drive cylinders (12a, 12b) each into two drive chambers (11a, 11b, 11c, 11d), and b) wherein fluid pressure can be applied periodically to the at least one first and second drive chambers (11a, 11b, 11c, 11d) using a hydraulic fluid to move the respective drive piston (13a, 13b), and c) the remaining drive chambers (11c, 11d, 11a, 11b) in the at least two drive cylinders (12a, 12b) are force connected to each other by a fluid via a connection piece (15), and d) the movement of the drive pistons (13a, 13b) can be transferred via at least one mechanical connection means (20a, 20b) to at least one compression piston (3a, 3b) which is arranged movably in the at least one compression cylinder (2a, 2b) and on one side movably delimits the at least one compression chamber (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) in the at least one compression cylinder (2a, 2b) so that movements of the drive pistons (13a, 13b) can be converted into a change in the volume of the at least one compression chamber (1a, 1b), e) wherein the at least one compression cylinder (2a, 2b) is disposed spatially separated from the at least two drive cylinders (12a, 12b) by a distance (Da, Db), characterised in that there is at least one connecting chamber (30a, 30b) which is filled with a functional gas between the at least one compression cylinder (2a, 2b) and the at least two drive cylinders (12a, 12b). The invention also relates to a compression method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kompressorvorrichtung (100) zur Kompression eines Gases in mindestens einem Kompressionsraum (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) in mindestens einem Kompressionszylinder (2a, 2b), wobei a) in mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) jeweils mindestens ein Antriebskolben (13a, 13b) angeordnet ist, der die

WO 2019/202115 A1

ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

mindestens zwei Antriebszylinder (12a, 12b) jeweils in zwei Antriebsräume (11a, 11b, 11c, 11d) trennt und b) wobei der mindestens eine erste und zweite Antriebsraum (11a, 11b, 11c, 11d) mit einem Hydraulikfluid zur Bewegung des jeweiligen Antriebskolbens (13a, 13b) periodisch mit Fluiddruck beaufschlagbar ist und c) die jeweils verbleibenden Antriebsräume (11c, 11d, 11a, 11b) in den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) welche durch ein Fluid über ein Verbindungsstück (15) kraftschlüssig miteinander in Verbindung stehen und d) die Bewegung der Antriebskolben (13a, 13b) über mindestens ein mechanisches Verbindungsmittel (20a, 20b) auf mindestens einen, in dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) beweglich angeordneten Kompressionskolben (3a, 3b) übertragbar ist, der an einer Seite den mindestens einen Kompressionsraum (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) in dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) beweglich begrenzt, so dass Bewegungen der Antriebskolben (13a, 13b) in eine Volumenänderung des mindestens einen Kompressionsraums (1a, 1b) umsetzbar sind, e) wobei der mindestens eine Kompressionszylinder (2a, 2b) von den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) räumlich durch einen Abstand (Da, Db) getrennt angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) und den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) mindestens ein Verbindungsraum (30a, 30b) angeordnet ist, der mit einem Funktionsgas ausgefüllt ist. Die Erfindung betrifft auch ein Kompressionsverfahren.

Kompressorvorrichtung und Kompressionsverfahren

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Kompressorvorrichtung und ein Kompressionsverfahren mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche 1 und 13.

Derartige Kompressorvorrichtungen kommen beispielsweise für Anwendungen in der Prozessindustrie, im Maschinenbau oder in der Wasserstoffwirtschaft in Betracht, bei denen es erforderlich ist, ein Gas für Transport, Lagerung, Verarbeitung oder Benutzung zu komprimieren.

Das zu komprimierende Gas kann beispielsweise ein nicht-korrosives, feststofffreies Gas wie Wasserstoff, Helium, Kohlenstoffdioxid, Argon, Stickstoff oder Ethylen sein. Grundsätzlich können auch andere Gase oder Gasgemische komprimiert werden.

Aus dem Stand der Technik sind hydraulisch angetriebene Kolbenkompressoren bekannt, die mittels eines Antriebszylinders antreibbar sind. Der Antrieb erfolgt durch eine Bewegung eines Antriebskolbens, der mit einem mechanischen Verbindungsmittel, wie zum Beispiel einer Kolbenstange, mit einem Kompressionskolben verbunden ist, mit dem periodisch eine Volumenänderung eines Kompressionsraums – und damit eine Gaskompression – bewirkt wird.

Ein hydraulisch angetriebener Kolbenkompressor kann beispielsweise einen Kompressionskolben und einen mit dem Kompressionskolben gekoppelten Antriebskolben (2-Kolben-Prinzip) aufweisen. Ebenfalls ist eine Kopplung von zwei Kompressionskolben mit einem Antriebskolben (3-Kolben-Prinzip) möglich.

Die Verwendung einer Vielzahl von Kompressionskolben kann dazu genutzt werden, ein größeres Volumen des Gases pro Zeiteinheit zu komprimieren oder die Kompression des Gases zu verstärken. Zur Verstärkung der Kompression kann das Gas zunächst in einem ersten Kompressionszylinder komprimiert werden und dann in einen zweiten und gegebenenfalls eine Vielzahl weiterer Kompressionszylinder strömen und weiter komprimiert werden. Grundsätzlich ist eine beliebige Anzahl derartiger Kompressionsstufen denkbar. In der Druckschrift EP 0 064 177 ist beispielsweise eine 3-Kolben-Kompressorvorrichtung mit bis zu vier Kompressionsstufen beschrieben.

Ein generelles Problem beim Betrieb eines hydraulisch angetriebenen Kolbenkompressors ist eine mögliche Kontamination des Gases, beispielsweise eines sensiblen Gases wie Wasserstoff, durch das Hydraulikfluid, beispielsweise Hydrauliköl, oder eine Kontamination durch unerwünschte Partikel. Die Kontamination kann z.B. durch Ausbreitung in den Kompressionsraum entlang der Kolbenstange erfolgen.

Eine Anordnung einer 3-Kolben-Kompressorvorrichtung ist in der oben genannten Druckschrift EP 0 064 177 beschrieben. Ein Abschnitt der Kolbenstange wechselt bei jeder Verstellung des Antriebskolbens zwischen dem Antriebszylinder mit dem Hydraulikfluid und dem Kompressionszylinder mit dem Gas, so dass eine Kontamination durch Verschleppen denkbar ist. Problematisch bei der horizontalen

Anordnung ist außerdem, dass insbesondere Dichtungen an der Kolbenstange, die Kompressionszylinder und Antriebszylinder abdichten, oder Dichtungen an den Kompressionskolben einseitig verschleifen können, so dass das Risiko einer Kontamination des Gases auch bei dieser Anordnung besteht. Insbesondere bei einer teilweise verschlissenen Dichtung ist das Risiko einer Kontamination durch Schleppöl sehr hoch.

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, eine verbesserte Kompressorvorrichtung zur Verfügung zu stellen, bei der insbesondere das Risiko der Kontamination des Gases verringert ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Kompressorvorrichtung nach Anspruch 1 und ein Kompressionsverfahren nach Anspruch 13 gelöst.

Demgemäß umfasst eine Kompressorvorrichtung zur Kompression eines Gases mindestens einen Kompressionsraum in mindestens einem Kompressionszylinder. In mindestens zwei Antriebszylindern ist jeweils mindestens ein Antriebskolben angeordnet. Die Antriebskolben trennen die mindestens zwei Antriebszylinder jeweils in zwei Antriebsräume. Der mindestens eine erste oder zweite Antriebsraum ist mit einem Hydraulikfluid zur Bewegung des jeweiligen Antriebskolbens periodisch mit Druck beaufschlagbar.

Eine derartige Kompressorvorrichtung kann beispielsweise durch einen mit Hydrauliköl hydraulisch angetriebenen Kolbenkompressor gebildet sein, der für Kompression von Gasen wie Wasserstoff oder Helium in dem mindestens einen Kompressionszylinder verwendet wird. Der mindestens eine Kompressionsraum kann beispielweise durch einen, insbesondere zylinderförmigen, Hohlraum in dem mindestens einen Kompressionszylinder gebildet sein. Das Gas kann beispielsweise in den mindestens einen Kompressionszylinder durch einen ventilgesteuerten Gaseinlass einströmen und durch einen ventilgesteuerten Gasauslass ausströmen.

In den mindestens zwei Antriebszylindern sind jeweils mindestens ein Antriebskolben angeordnet, die die mindestens zwei Antriebszylinder jeweils in zwei Antriebsräume trennen.

Wenn beispielsweise das Hydraulikfluid in den mindestens einen ersten Antriebsraum einströmt, wird der erste Antriebskolben im Antriebszylinder bewegt und der mindestens eine erste Antriebsraum vergrößert sich. Da der erste Antriebskolben den ersten Antriebszylinder in zwei Teilräume teilt, kann sich der verbleibende Antriebsraum entsprechend verkleinern.

Die jeweils verbleibenden Antriebsräume in den mindestens zwei Antriebszylindern stehen durch ein Fluid über ein Verbindungsstück kraftschlüssig miteinander in Verbindung. Eine derartige kraftschlüssige Verbindung kann auch als fluidische Kopplung verstanden werden. Die jeweils verbleibenden Antriebsräume können beispielsweise ein dritter und ein vierter Antriebsraum sein.

Die periodische Beaufschlagung der Antriebsräume mit Hydraulikfluid kann dazu führen, dass sich die Antriebskolben auf Grund der fluidischen Kopplung miteinander gekoppelt periodisch bewegen. In jedem der Antriebszylinder wird beispielsweise ein Antriebsraum größer, wenn der andere kleiner wird. Die fluidische Kopplung kann bewirken, dass der jeweils kleiner werdende Antriebsraum das Fluid an den anderen gekoppelten Antriebsraum abgibt, der sich entsprechend vergrößert.

Die Bewegung der Antriebskolben kann somit synchronisiert sein. Beispielsweise kann die Bewegung im Sinne eines Differenzialzylinders erfolgen, bei dem der mindestens eine erste Antriebskolben eine entgegengesetzte Bewegung zu dem mindestens einen zweiten Antriebskolben ausführt. Der mindestens eine erste Antriebskolben kann ebenso im Sinne eines Gleichlauf-Hydraulikzylinders eine parallele Bewegung zu dem mindestens einen zweiten Antriebskolben ausführen. Im Vergleich ist grundsätzlich der Betrieb eines Gleichlauf-Hydraulikzylinders aufwendiger als der Betrieb eines Differenzialzylinders.

Zwischen dem mindestens einen ersten und zweiten Antriebsraum und den jeweils verbleibenden Antriebsräumen können unerwünschte Leckagen auftreten. Dies kommt insbesondere im Laufe des Betriebs von einer Hochdruck- zu einer Niederdruckseite vor. Die Leckagen können dazu führen, dass die Bewegung der Antriebskolben nicht synchronisiert ist. Um den Fluiddruck zwischen dem mindestens

einen ersten und zweiten Antriebsraum und den jeweils verbleibenden Antriebsräumen zu synchronisieren, kann in einer Ausführung eine Synchronisationseinrichtung vorgesehen sein. Die Synchronisationseinrichtung kann eine Korrektur der Bewegung der Antriebskolben bewirken.

Die Synchronisationseinrichtung kann beispielsweise durch eine Druckausgleichsleitung gebildet sein. Die Druckausgleichsleitung kann an einem Ende eines Antriebsraums angeordnet sein, an dem eine Umkehr der Bewegung eines zugeordneten Antriebskolbens erfolgt. Der Antriebskolben kann mittels der Druckausgleichsleitung überbrückbar sein. Dadurch kann mittels der Druckausgleichsleitung der Fluidruck zwischen den beiden Antriebsräumen des betreffenden Antriebszylinders synchronisierbar sein. Zur Steuerung des Druckausgleichs, also beispielsweise zum Öffnen oder Schließen der Druckausgleichsleitung, kann die Druckausgleichsleitung weiterhin ein Rückschlagventil aufweisen. Dieses Prinzip kann als heilende oder automatische Hubkorrektur der Antriebskolben verstanden werden.

Die Bewegung der Antriebskolben ist über mindestens ein mechanisches Verbindungsmittel auf mindestens einen, in dem mindestens einen Kompressionszylinder beweglich angeordneten Kompressionskolben übertragbar. Der mindestens eine Kompressionskolben begrenzt in einer Ausführung an einer Seite den mindestens einen Kompressionsraum in dem mindestens einen Kompressionszylinder, so dass Bewegungen der Antriebskolben in eine Volumenänderung des mindestens einen Kompressionsraums umsetzbar sind. Über mindestens zwei Antriebskolben kann mindestens ein Kompressionskolben angetrieben werden. Insbesondere können zwei Antriebskolben jeweils einen Kompressionskolben antreiben.

Der mindestens eine Kompressionszylinder ist von den mindestens zwei Antriebszylindern räumlich durch einen Abstand getrennt angeordnet. Beispielsweise kann sich der Abstand auf einen Abstand zwischen dem mindestens einen Kompressionszylinder und den mindestens zwei Antriebszylindern entlang einer Bewegungsrichtung des mindestens jeweils einen Antriebskolbens beziehen. Insbesondere kann der Abstand entlang der Schwerkraft erstreckt sein. Damit kann die Gefahr der Kontamination des zu komprimierenden Gases minimiert werden.

In einem Ausführungsbeispiel weist der mindestens eine Kompressionszylinder mit den mindestens zwei Antriebszylindern keine gemeinsame Wandung auf. Eine Wandung kann zum Beispiel durch ein Kompressionszylindergehäuse des mindestens einen Kompressionszylinders oder ein Antriebszylindergehäuse der mindestens zwei Antriebszylinder gebildet sein. Eine gemeinsame Wandung kann vorliegen, wenn das Kompressionszylindergehäuse an das Antriebszylindergehäuse grenzt. Insbesondere kann eine gemeinsame Wandung bedeuten, dass der Kompressionszylinder mit einem der mindestens zwei Antriebszylinder in Kontakt steht. Beispielsweise kann ein metallischer Kontakt bestehen.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist der Abstand zwischen den Kompressionszylindern und der Antriebszylinder mindestens so groß wie eine maximale Wegstrecke, die einer der jeweils mindestens einen Antriebskolben in dem zugeordneten Antriebszylinder zurücklegt. Der Abstand kann insbesondere einer Hublänge des mindestens einen Antriebskolbens entsprechen.

Der Abstand kann also als eine Distanz zwischen zwei Positionen eines der jeweils mindestens einen Antriebskolben verstanden werden. In einer ersten Position des Antriebskolbens kann das Volumen eines zugeordneten Antriebsraums minimal sein. Ebenso kann das Hydraulikfluid von Ausströmen aus dem Antriebsraum zu Einströmen in den Antriebsraum wechseln. In einer zweiten Position des Antriebskolbens kann das Volumen des Antriebsraums maximal sein. In der zweiten Position kann das Hydraulikfluid von Einströmen in den Antriebsraum zu Ausströmen aus dem Antriebsraum wechseln. Somit kann die Länge auch als maximaler Hub oder als eine maximale Wegstrecke, die der Antriebskolben im Antriebszylinder zurücklegt, verstanden werden.

In einer weiteren Ausgestaltung ist zwischen dem mindestens einen Kompressionszylinder und den mindestens zwei Antriebszylindern mindestens ein Verbindungsraum angeordnet, der mit einem Funktionsgas insbesondere zum Spülen des mindestens einen Verbindungsraums zum Detektieren von Lecks in dem mindestens einen Verbindungsraum und/oder zum Sperren des mindestens einen Verbindungsraums ausfüllbar ist.

Beispielsweise kann sich ein erster Verbindungsraum von dem mindestens einen ersten Antriebszylinder zu dem mindestens einen Kompressionszylinder erstrecken. Der zweite Verbindungsraum kann sich von dem mindestens einen zweiten Antriebszylinder zu dem mindestens einen Kompressionszylinder erstrecken. Ebenso kann sich ein gemeinsamer Verbindungsraum von dem mindestens einen ersten Antriebszylinder und zweiten Antriebszylinder zum dem mindestens einen Kompressionszylinder oder mehreren Kompressionszylindern erstrecken.

Das mindestens eine mechanische Verbindungsmittel kann sich von dem mindestens einen ersten Antriebszylinder und/oder dem mindestens einen zweiten Antriebszylinder zum dem mindestens einen Kompressionszylinder durch den mindestens einen Verbindungsraum erstrecken. Der mindestens eine Verbindungsraum kann beispielsweise von einem Verbindungsgehäuse umgeben sein. Das Verbindungsgehäuse kann den mindestens einen Verbindungsraum gasdicht begrenzen. Daher kann das mindestens eine mechanische Verbindungsmittel durch den mindestens einen Verbindungsraum beispielsweise vor äußerer Kontamination wie unerwünschten Gasen und Partikeln geschützt sein.

In einem Ausführungsbeispiel ist der mindestens eine Verbindungsraum mit einem Funktionsgas ausgefüllt. Beispielsweise kann der mindestens eine Verbindungsraum mit einem Spülgas ausgefüllt sein. Mittels des Spülgases können durch Spülen des Verbindungsraums unerwünschte Gase und Partikel aus dem mindestens einen Verbindungsraum entfernt werden. Ebenso ist es denkbar, dass der mindestens eine Verbindungsraum mit einem Leckgas ausgefüllt ist. Ein Leckgas kann zum Beispiel zum Detektieren von Lecks in dem mindestens einen Verbindungsraum dienen. Weiterhin kann der mindestens eine Verbindungsraum mit einem Sperrgas ausgefüllt sein. Das Gas kann zum Sperren des mindestens einen Verbindungsraums für gasförmige Medien dienen. Zum Beispiel kann ein Sperrgas Eindringen von unerwünschten Stoffen in den mindestens einen Verbindungsraum verhindern.

Über den mindestens einen Verbindungsraum können der mindestens eine Kompressionszylinder und die mindestens zwei Antriebszylinder zueinander beabstandet sein. Hierbei kann der mindestens eine Verbindungsraum mindestens so

lang sein, wie eine maximale Wegstrecke, die einer der jeweils mindestens einen Antriebskolben in dem zugeordneten Antriebszylinder zurücklegt. Der Abstand zwischen den mindestens zwei Antriebszylindern und dem mindestens einen Kompressionszylinder kann also von dem mindestens einen Verbindungsraum umfasst sein. Demnach kann der mindestens eine Verbindungsraum einen Abstandsraum bilden, über den die mindestens zwei Antriebszylinder von dem mindestens einen Kompressionszylinder beabstandet sind. Der mindestens eine Verbindungsraum kann insbesondere als Laterne ausgebildet sein, so dass eine ölfreie Verdichtung ermöglicht wird.

Auch kann in mindestens einem der jeweils zwei Antriebsräume mindestens eine Messvorrichtung angeordnet sein, mit der beispielsweise eine Position des jeweils mindestens einen Antriebskolbens in dem zugeordneten Antriebszylinder bestimmbar ist. Die bestimmte Position kann dazu dienen, festzulegen zu welchem Zeitpunkt der mindestens eine erste und zweite Antriebsraum mit Fluiddruck beaufschlagt werden soll. Dadurch kann eine Bewegungsumkehr des jeweils mindestens einen Antriebskolbens steuerbar sein. Die mindestens eine Messvorrichtung kann beispielsweise durch einen Positionssensor gebildet sein. Die mindestens eine Messvorrichtung kann ebenso durch ein Wegmesssystem gebildet sein, das beispielsweise an dem mindestens einen Antriebszylinder angeordnet sein kann.

Es ist denkbar, dass die mindestens eine Messvorrichtung in dem mindestens einen Verbindungsraum angeordnet ist, um eine Position des mindestens einen mechanischen Verbindungsmittels zu bestimmen. Ein weiteres Beispiel für eine Anordnung der mindestens einen Messvorrichtung ist an dem mindestens einen Kompressionszylinder, um eine Position des mindestens einen Kompressionskolbens zu bestimmen.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel sind die mindestens zwei Antriebszylinder unterhalb des mindestens einen Kompressionszylinders angeordnet. Unterhalb kann hierbei in Bezug auf die Erdschwere verstanden werden. Die mindestens zwei Antriebszylinder sind also entlang der Erdschwere niedriger angeordnet als der mindestens eine Kompressionszylinder. Dadurch kann sich beispielsweise aus einem Antriebsraum ausgetretenes Hydraulikfluid nicht, aufgrund der Erdschwere von den

mindestens zwei Antriebszylindern, in Richtung des mindestens einen Kompressionszylinders ausbreiten.

Ferner kann eine Dichtung, insbesondere eine Labyrinthdichtung, zwischen dem mindestens einen Kompressionszylinder und dem mindestens einen Kompressionskolben und/oder dem mindestens einen mechanischen Verbindungsmittel vorgesehen sein.

Auch ist es möglich, dass eine Kühlvorrichtung an dem mindestens einen Kompressionszylinder angeordnet ist, die beim Betrieb des mindestens einen Kompressionszylinders entstehende Abwärme abführt. Die Kühlvorrichtung kann z.B. als Luft- oder Wasserkühlung ausgebildet sein.

Auch ist es möglich, dass das komprimierte Gas zur Bildung einer mehrstufigen Verdichtung aus einem ersten Kompressionsraum als weiter zu komprimierendes Gas in einen zweiten, dritten oder vierten Kompressionsraum zur Kompression leitbar ist. Grundsätzlich ist es denkbar und möglich, dass das weiter zu komprimierende Gas in eine beliebige Anzahl weiterer Kompressionsräume zur weiteren Kompression leitbar ist.

Zur Entkopplung der Bewegung der Antriebskolben kann in einer Ausführungsform eine Ventilvorrichtung vorgesehen sein. Beispielsweise kann mittels der Ventilvorrichtung eine hydraulische Betätigung der Antriebskolben entkoppelt werden. Die Ventilvorrichtung kann hierfür in Abhängigkeit von Daten, Informationen und/oder Prozessparametern, die zum Beispiel mittels der mindestens einen Messvorrichtung erzeugt werden können, kontrollierbar sein. In einem Ausführungsbeispiel ist die Ventilvorrichtung durch ein Steuerungssystem kontrollierbar. Das Steuerungssystem kann die Beaufschlagung des mindestens einen ersten und zweiten Antriebsraums mit dem Hydraulikfluid mittels der Ventilvorrichtung steuern. Zur Steuerung kann das Steuerungssystem auf Daten, insbesondere Positionsdaten oder Bewegungsdaten, von der mindestens einen Messvorrichtung zugreifen. In einer anderen Ausführungsform kann das Steuerungssystem zur Steuerung auf Prozessparameter wie zum Beispiel Fluiddruck oder Menge des geförderten Hydraulikfluids (Fördermenge) zugreifen.

Die Aufgabe wird auch durch ein Kompressionsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst.

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele exemplarisch dargestellt. Dabei zeigt

Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Kompressorvorrichtung (einfachwirkend, einstufig, wassergekühlt, stangenseitige hydraulische Kopplung der Antriebsräume);

Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer Kompressorvorrichtung (einfachwirkend, einstufig, luftgekühlt, stangenseitige hydraulische Kopplung der Antriebsräume);

Fig. 3 eine dritte Ausführungsform einer Kompressorvorrichtung (einfachwirkend, einstufig, wassergekühlt, kolbenseitige hydraulische Kopplung der Antriebsräume);

Fig. 4 eine vierte Ausführungsform einer Kompressorvorrichtung (einfachwirkend, zweistufig, wassergekühlt, stangenseitige hydraulische Kopplung der Antriebsräume);

Fig. 5 eine fünfte Ausführungsform einer Kompressorvorrichtung (doppeltwirkend, vierstufig, wassergekühlt, stangenseitige hydraulische Kopplung der Antriebsräume);

Fig. 6a eine Ausführungsform einer Kompressionsvorrichtung mit einer Ventilsteuerung in einer ersten Position;

Fig. 6b die Ausführungsform gemäß Fig. 6a in einer zweiten Position;

Fig. 7 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Kompressionsvorrichtung mit einer vierstufigen Verdichtung;

Fig. 8A eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform einer Kompressionsvorrichtung mit drei zweistufigen Verdichtungen;

Fig. 8B eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform einer Kompressionsvorrichtung mit einer vierstufigen Verdichtung;

Fig. 8C eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform einer Kompressionsvorrichtung mit einer vierstufigen Verdichtung mit einer alternativen Führung des zu komprimierenden Gases; und

Fig. 8D eine schematische Darstellung einer alternativen Ausführungsform einer Kompressionsvorrichtung mit einer dreistufigen Verdichtung.

In Fig. 1 ist eine Ausführungsform einer Kompressorvorrichtung 100 dargestellt, die einen Kompressionsraum 1a, 1b in jeweils einem Kompressionszylinder 2a, 2b für ein Gas aufweist.

Die Kompressionszylinder 2a, 2b sind hier vertikal, parallel zueinander angeordnet, wobei das aus den Kompressionsräumen 1a, 1b eintretende (zu komprimierende) Gas bzw. das austretende (komprimierte Gas) durch Doppelpfeile an der Stirnseite der Kompressionszylinder dargestellt ist. Die Kompressionsräume 1a, 1b weisen jeweils einen Gaseinlass 5a, 6a und ein Gasauslass 5b, 6b auf. Der Gaseinlass 5a, 6a und der Gasauslass 5b, 6b können durch Gasventile (nicht dargestellt) gebildet sein.

Das Volumen der Kompressionsräume 1a, 1b wird beim Kompressionsvorgang periodisch über Kompressionskolben 3a, 3b verändert.

Die Kompressionskolben 3a, 3b begrenzen jeweils die Kompressionsräume 1a, 1b nach unten hin beweglich in dem Kompressionszylinder 2a, 2b. Die Kompressionskolben 3a, 3b leisten im Betrieb in der dargestellten Ausführungsform nur bei einem Hub Arbeit, d.h. sie sind einfachwirkend.

Die Kompressorvorrichtung 100 ist dabei so ausgerichtet, dass die Erdschwere nach unten zeigt. Ebenso ist es denkbar und möglich, die Kompressorvorrichtung 100 in Bezug auf die Erdschwere beliebig auszurichten. Beispielsweise kann die Kompressorvorrichtung 100 horizontal zur Erdschwere ausgerichtet sein. Die Antriebszylinder 12a, 12b sind unterhalb des mindestens einen Kompressionszylinders 2a, 2b, jeweils koaxial zueinander angeordnet. In anderen

Ausführungsbeispielen (nicht dargestellt) sind die Antriebszylinder 12a, 12b oberhalb des mindestens einen Kompressionszylinders 2a, 2b angeordnet.

In der dargestellten Ausführungsform dienen Antriebskolben 13a, 13b, die in den zwei Antriebszylindern 12a, 12b angeordnet sind, dazu, die Kompressionskolben 3a, 3b anzutreiben.

Die beiden Antriebskolben 13a, 13b unterteilen die Innenräume der Antriebszylinder 12a, 12b in jeweils zwei Antriebsräume 11a, 11b, 11c, 11d. Je nach Stellung der Antriebskolben 13a, 13b innerhalb der Antriebszylinder 12a, 12b kann das Volumen der Antriebsräume 11a, 11b, 11c, 11d variieren. Die Summe der Volumina der Antriebsräume 11a, 11b, 11c, 11d in jeweils einem Antriebszylinder 12a, 12b ist dabei konstant.

Der erste und zweite Antriebsraum 11a, 11b werden periodisch mit einem Hydraulikfluid beaufschlagt. Das ein- und austretende Hydraulikfluid ist durch Doppelpfeile dargestellt (Hydraulikfluidzugang 18a, 18b). Wenn z.B. Hydraulikfluid in den ersten Antriebsraum 11a gedrückt wird, bewegt sich der Antriebskolben 13a nach oben. Die Bewegung erfolgt entlang der Bewegungsachsen Ba, Bb.

Oberhalb der Antriebskolben 13a, 13b ist jeweils ein dritter und vierter Antriebsraum 11c, 11d angeordnet, die über ein Verbindungsstück (15) fluidisch miteinander in Verbindung stehen.

Wenn sich z.B. der erste Antriebskolben 13a nach oben bewegt, wird das im dritten Antriebsraum 11c befindliche Fluid in den vierten Antriebsraum 11 gedrückt. Durch die fluidische Kopplung (hydraulische kraftschlüssige Kopplung) findet ein Fluidaustausch zwischen den Antriebsräumen 11c, 11d statt.

Die Antriebskolben 13a, 13b sind über mindestens ein mechanisches Verbindungsmittel 20a, 20b, hier eine gerade Stange, mit den Kompressionskolben 3a, 3b gekoppelt. In dieser Ausführungsform liegen somit die Antriebszylinder 12a, 12b und die Kompressionszylinder 2a, 2b jeweils fluchtend übereinander.

Durch die mechanischen Verbindungsmittel 20a, 20b ist eine Bewegung der Antriebskolben 13a, 13b auf die in den Kompressionszylindern 2a, 2b beweglich angeordneten Kompressionskolben 3a, 3b übertragbar. Damit sind Bewegungen der Antriebskolben 13a, 13b in eine Volumenänderung der Kompressionsräume 1a, 1b umsetzbar.

Dabei sind die Kompressionszylinder 2a, 2b von den beiden Antriebszylindern 12a, 12b räumlich jeweils durch einen Abstand Da, Db voneinander getrennt angeordnet. Durch das Einrichten dieser Abstände Da, Db wird das Risiko minimiert, dass z.B. Verschmutzungen von den Antriebszylindern 12a, 12b zu den Kompressionszylindern 13a, 13b getragen werden.

Durch die Abstände Da, Db wird auch bewirkt, dass die Kompressionszylinder 13a, 13b mit den Antriebszylindern 12a, 12b keine gemeinsame Wandung aufweisen; die Kompressionszylinder 2a, 2b und die Antriebszylinder 12a, 12b sind voneinander getrennt, insbesondere räumlich, fluidisch und auch thermisch.

In einer Ausführungsform kann der Abstand Da, Db mindestens so lang gewählt sein, wie die maximale Wegstrecke, die einer der Antriebskolben 13a, 13b in dem zugeordneten Antriebszylinder 12a, 12b zurücklegt.

In der dargestellten Ausführungsform gemäß Fig. 1 ist zwischen den Kompressionszylindern 2a, 2b und den Antriebszylindern 12a, 12b mindestens ein Verbindungsraum 30a, 30b angeordnet, der mit einem Funktionsgas zum Spülen des mindestens einen Verbindungsraums 30a, 30b, zum Detektieren von Lecks in dem mindestens einen Verbindungsraum 30a, 30b und/oder zum Sperren des mindestens einen Verbindungsraums 30a, 30b ausfüllbar ist. Der mindestens eine Verbindungsraum 30a, 30b ist von einem Verbindungsgehäuse 40a, 40b umgeben.

Des Weiteren weist die Ausführungsform gemäß Fig. 1 eine Kühlvorrichtung 8a, 8b auf, mit der die Kompressionszylinder 2a, 2b kühlbar sind, um die beim Betrieb entstehende Abwärme abzuführen. In der dargestellten Ausführungsform ist die Kühlvorrichtung als Wasserkühlung ausgebildet; das ein- und ausströmende Wasser

wird durch Pfeile dargestellt. Eine Wasserkühlung ist insbesondere bei höheren Kompressorleistungen sinnvoll.

In der Fig. 1 ist schematisch eine Messvorrichtung 17 dargestellt, mit der die Position eines der Antriebskolben 13a, 13b zu ermitteln ist. Die Messvorrichtung 17 ist durch einen Positionssensor gebildet.

Mit einer solchen Kompressorvorrichtung 100 ist z.B. ein Hub von 500 mm realisierbar. Die Gesamthöhe der Vorrichtung würde dann ca. 1.800 mm betragen. Grundsätzlich sind auch andere Abmessungen realisierbar.

Somit stellt die Ausführungsform gemäß Fig. 1 eine einfachwirkende, einstufige, wassergekühlte, Kompressorvorrichtung 100 mit einer stangenseitigen hydraulischen Kopplung dar. Der Begriff stangenseitig bezieht sich hier auf die relative Anordnung zum mechanischen Verbindungsmittel 20a, 20b (Stange).

Alternative Bauformen für Kompressionsvorrichtungen 100 werden in den folgenden Figuren dargestellt, wobei zur Vermeidung von Längen auf die Beschreibung der Ausführungsform der Fig. 1 Bezug genommen wird.

In Fig. 2 ist eine zweite Ausführungsform dargestellt, die ebenfalls einfachwirkend, einstufig und stangenseitig hydraulisch gekoppelt ist, die aber eine Luftkühlung aufweist.

Um die Kompressionsräume 1a, 1b herum sind bei dieser Ausführungsform Rippenvorrichtungen als Kühlvorrichtung angeordnet. Ansonsten entspricht die Funktion der ersten Ausführungsform.

In Fig. 3 ist eine dritte Ausführungsform dargestellt, die eine weitere Variante der Ausführungsform der Fig. 1 darstellt.

Wie die erste Ausführungsform, weist diese eine Wasserkühlung auf. Allerdings erfolgt die hydraulische Kopplung über das Verbindungsstück 15 kolbenseitig und nicht

stangenseitig. Dementsprechend liegen die Hydraulikfluidzuleitungen 18a, 18b oberhalb der Antriebskolben 13a, 13b, d.h. stangenseitig.

Kompressorvorrichtungen der hier dargestellten Art können auch als zweistufige Kompressoren ausgebildet sein.

So zeigt Fig. 4 eine einfach wirkende, zweistufige, wassergekühlte Variante mit einer stangenseitigen hydraulischen Kopplung. Ansonsten entspricht die vierte Ausführungsform der ersten Ausführungsform. Als zusätzliches Merkmal ist hier eine Verbindungsleitung 60 zwischen dem ersten Kompressionsraum 1a und dem zweiten Kompressionsraum 1b dargestellt, mit der optional eine zweistufige Verdichtung realisierbar ist.

In Fig. 5 ist eine weitere Variante dargestellt. Wie bei der ersten Ausführungsform liegt eine wassergekühlte Kompressionsvorrichtung 100 vor, bei der eine stangenseitige hydraulische Kopplung der Antriebsräume 11c, 11d vorliegt.

Der Kompressionsraum 1a, 1b ist in dieser Ausführungsform aber so ausgebildet, dass die Kompressorvorrichtung 100 doppeltwirkend arbeitet, d.h. jeder Hub des Kompressionskolbens 3a, 3b leistet Arbeit. Dementsprechend weisen die Kompressionsräume 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f jeweils einen Einlass und einen Auslass auf.

Ein weiterer Vorteil der Kompressorvorrichtung 100 ergibt sich durch die hydraulisch gekoppelten Antriebzyylinder 12a, 12b. Durch den Umstand, dass die beiden Kompressionskolben 3a, 3b durch jeweils einen eigenen Antriebzyylinder 12a, 12b angetrieben werden, kann durch den Aufbau einer geeigneten hydraulischen Schaltung der Hub eines ersten Zylinders während des Betriebes unabhängig vom zweiten Antriebzyylinder variiert werden. Eine Ausführungsform dazu ist in den Fig. 6a, 6b dargestellt.

Diese Entkopplung ist vor allem bei der Verdichtung von Gasen auf einen konstanten Ausgangsdruck bei einem sinkenden Eingangsdruck (Bsp. Flaschenentleerung) von großem Vorteil. Durch den abfallenden Eingangsdruck sinkt bei einer zweistufigen Anlage ebenfalls der Zwischendruck, da die beiden Stufen nur auf einen bestimmten

Anwendungsfall (kleinen Bereich) ausgelegt werden. Eine Abweichung von diesem Auslegungspunkt wird in geringem Maße geduldet, beispielsweise durch einen angegebenen Druckbereich im Gaseingang. Eine zu große Abweichung führt zu unausgeglichenen und ungünstigen Verdichtungsverhältnissen in einer der beiden Stufen, abhängig von einer Über- oder Unterschreitung des zulässigen Bereichs. Daraus resultiert eine überhöhte, nicht vorgesehene Wärmeentwicklung, die Schäden an Komponenten hervorrufen kann. Analog gilt dieses Prinzip auch für eine Behälterbefüllung, bei der der Ausgangsdruck variiert und insbesondere steigt.

Durch die Möglichkeit einen variablen Hub in einem der beiden Antriebszylinder 12a, 12b zu fahren, können die beiden Stufen während des Betriebes auf sich ändernde Betriebsbedingungen angepasst werden. Dadurch wird eine unnötige Wärmeentwicklung durch stark unterschiedliche Verdichtungsverhältnisse in den beiden Stufen vermieden und der Eingangsdruck kann in einem größeren Bereich (vor allem in kleinen Druckbereichen) optimal betrieben werden.

Erreicht wird diese Hubverstellung durch eine geänderte Hydraulikführung bei den Antriebszylindern 12a, 12b.

Während des nach unten Fahrens des ersten Antriebskolbens 13a wird bei Erreichen des gewünschten Hubs der Hydraulikausgang 50 des ersten Antriebszylinders 12a versperrt, während zeitgleich das Hydraulikfluid (Öl) des sich nach oben bewegenden zweiten Antriebskolbens 13b über einen zusätzlichen Hydraulikfluidausgang 51 abgeleitet wird.

Auf diese Weise verharrt einer der Antriebskolben während des Hubs, der damit gekoppelte Antriebskolben kann durch die Umleitung des Öls den Hub vollständig zu Ende fahren. Somit lässt sich durch eine geeignete Ventilvorrichtung 52 der Hub der beiden Antriebskolben 13a, 13b voneinander entkoppeln.

An einem Ende des dritten und vierten Antriebsraums 11c, 11d, an dem eine Umkehr der Bewegung des jeweiligen Antriebskolbens 13a, 13b erfolgt, ist eine Druckausgleichsleitung 16a, 16b angeordnet. Die Druckausgleichsleitung 16a, 16b überbrückt in einer Position des Antriebskolbens 13a, 13b, in dem die Umkehr der

Bewegung erfolgt, den Antriebskolben 13a, 13b, so dass die beiden Antriebsräume 11a, 11c, 11b, 11d eines Antriebszylinders 12a, 12b über die Druckausgleichsleitung 16a, 16b verbindbar sind. Zur Steuerung der Verbindung zwischen den Antriebsräumen 11a, 11b, 11c, 11d weist die Druckausgleichsleitung 16a, 16b ein Rückschlagventil 161a, 161b auf.

In Fig. 7 ist eine Abwandlung der Ausführungsform gemäß Fig. 5 dargestellt, so dass auch auf die obige Beschreibung Bezug genommen werden kann.

Hier wird eine vierstufige Verdichtung realisiert, bei der der erste Kompressionsraum 1a die erste Stufe bildet. Über den Gasauslass 5b und den Gaseinlass 6a wird das komprimierte Gas einer zweiten Stufe in dem Kompressionsraum 1b zugeführt. Über den Gasauslass 6b dieses Kompressionsraums 1b wird das Gas dann einer dritten Stufe zugeführt, die in einem dritten Kompressionsraum 1c realisiert ist. Anschließend wird das Gas wieder dem ersten Kompressionszylinder zugeführt, in dem im Kompressionsraum 1d eine vierte Kompressionsstufe realisiert wird. In der Fig. 7 ist der Gasfluss zwischen den beiden Kompressionszylindern durch Pfeile dargestellt. Die Größe der Kompressionsräume 1a, 1b, 1c, 1d ist dabei ggf. an die Kompressionsaufgabe anzupassen.

In einer alternativen Ausführung gemäß der Fig. 8A und der Fig. 8B wird eine mindestens zweistufige Verdichtung realisiert, bei der der erste Kompressionsraum 1a und der vierte Kompressionsraum 1d die erste Stufe bilden. Das zu komprimierende Gas wird über jeweils einen Gaseinlass 5a, 5a' dem ersten Kompressionsraum 1a und dem vierten Kompressionsraum 1d zugeführt. Hierbei wird das zu komprimierende Gas insbesondere abwechselnd alternierend dem ersten Kompressionsraum 1a und dem vierten Kompressionsraum 1d zugeführt. Über jeweils einen Gasauslass 5b, 5b' wird das komprimierte Gas als weiter zu komprimierendes Gas einer zweiten Stufe in den Kompressionsräumen 1b, 1c zugeführt. Das weiter zu komprimierende Gas wird über jeweils einen Gaseinlass 6a, 6a' dem zweiten Kompressionsraum 1b und dem dritten Kompressionsraum 1c zugeführt. Hierbei wird das Gas aus dem ersten Kompressionsraum 1a dem zweiten Kompressionsraum 1b zugeführt und das Gas aus dem vierten Kompressionsraum 1d dem dritten Kompressionsraum 1c zugeführt. Über

einen Gasauslass 6b, 6b' wird das weiter komprimierte Gas aus dem zweiten Kompressionsraum 1b und dem dritten Kompressionsraum 1c weitergeführt.

Gemäß Fig. 8A wird das in der zweiten Stufe weiter komprimierte Gas zur Weiterverarbeitung weitergeführt.

Gemäß Fig. 8B wird das weiter komprimierte Gas aus dem zweiten Kompressionsraum 1b und dem dritten Kompressionsraum 1c weiteren Kompressionsstufen zugeführt.

Die Kompressorvorrichtungen der Fig. 8A und Fig. 8B umfassen vier Kompressionszylinder 2a, 2b, 2c, 2d. Damit entsprechen die Kompressorvorrichtungen im Wesentlichen dem Ausführungsbeispiel der Fig. 7, wobei die zwei Kompressionszylinder 2c, 2d ergänzt sind. An den Kompressionszylindern 2c, 2d ist jeweils eine Kühlvorrichtung 8c, 8d angeordnet, mit der die Kompressionszylinder 2c, 2d kühlbar sind. Die Bewegung der Antriebskolben 13a, 13b ist über jeweils ein mechanisches Verbindungsmittel 20a, 20b auf vier Kompressionskolben 3a, 3b, 3c, 3d übertragbar, die jeweils in einem Kompressionszylinder 2a, 2b, 2c, 2d beweglich angeordnet sind. An jedem der mechanischen Verbindungsmittel 20a, 20b sind zwei Kompressionskolben 3a, 3b, 3c, 3d angeordnet. Grundsätzlich können die Kompressionskolben 3a, 3b, 3c, 3d die Kompressionszylinder 2a, 2b, 2c, 2d in jeweils zwei Kompressionsräume teilen, in denen jeweils unabhängig voneinander oder in mehreren Stufen Gas komprimiert werden kann. Eine Reihenfolge, in der das Gas zur Kompression durch die Kompressionsräume der Kompressorvorrichtung geführt wird, kann beliebig gewählt werden. Ebenso kann eine Anzahl der Stufen der Verdichtung und / oder eine Anzahl von gleichzeitig betriebenen, ggf. mehrstufigen, Verdichtungen beliebig gewählt werden.

In Fig. 8A wird Gas in dem ersten Kompressionsraums 1a komprimiert und dann dem zweiten Kompressionsraum 1b zugeführt. Unabhängig davon wird Gas in einem fünften Kompressionsraum 1e des dritten Kompressionszylinders 2c komprimiert. Das zu komprimierende Gas wird über einen Gaseinlass 7a dem fünften Kompressionsraum 1e zugeführt. Über einen Gasauslass 7b wird das komprimierte

Gas als weiter zu komprimierendes Gas einer weiteren Stufe in einem sechsten Kompressionsraum 1f zugeführt. Das weiter zu komprimierende Gas wird über einen Gaseinlass 7a' dem sechsten Kompressionsraum 1f zugeführt. Über einen Gasauslass 7b' wird das weiter komprimierte Gas aus dem sechsten Kompressionsraum 1f weitergeführt.

Das Gas kann alternativ ebenso in mehr als zwei Stufen komprimiert werden. Eine vierstufige Kompressorvorrichtung ist in Fig. 8B dargestellt. Im Unterschied zu der in Fig. 8A dargestellten Kompressorvorrichtung wird Gas dem Gaseinlass 7a des fünften Kompressionsraums 1e zugeführt, in dem eine dritte Kompressionsstufe realisiert ist. Über einen Gasauslass 7b des Kompressionsraums 1e wird das Gas dann einer vierten Stufe zugeführt, die in einem sechsten Kompressionsraum 1f realisiert ist. Das Gas wird dem sechsten Kompressionsraum 1f über einen Gaseinlass 7a' zugeführt. Über einen Gasauslass 7b' wird das in dem sechsten Kompressionsraum 1f komprimierte Gas zur Weiterverarbeitung weitergeführt. Die Durchmesser der Antriebskolben 3a, 3d sind größer als die Durchmesser der Antriebskolben 3b, 3c. Grundsätzlich ist die Größe der Antriebskolben 3a, 3b, 3c, 3d ebenso wie die Größe der Kompressionsräume 1a, 1b, 1c, 1d ggf. an die Kompressionsaufgabe anzupassen.

Eine alternative Führung des Gases durch die Kompressorvorrichtung ist in Fig. 8C dargestellt. Das komprimierte Gas wird darin als weiter zu komprimierendes Gas über die Gasauslässe 5b, 5b' einer zweiten Stufe in dem Kompressionsraum 1c zugeführt. Das weiter zu komprimierende Gas wird über jeweils einen Gaseinlass 6a, 6a' dem zweiten Kompressionsraum 1b und dem dritten Kompressionsraum 1c zugeführt. Von dem dritten Kompressionsraum 1c wird das weiter komprimierte Gas dem fünften Kompressionsraum 1e zugeführt. Danach wird das Gas der vierten Stufe des sechsten Kompressionsraums 1f zugeführt.

Alternativ kann das Gas ausgehend von der dritten Stufe von dem fünften Kompressionsraums 1e zur Weiterverarbeitung bereitgestellt werden, wie in Fig. 8D dargestellt ist. Darin ist die Bewegung des Antriebskolbens 13a über das mechanische Verbindungsmittel 20a auf einen Kompressionskolben 3a übertragbar, wobei die Bewegung des Antriebskolbens 13b über das mechanische Verbindungsmittel 20b auf zwei Kompressionskolben 3b, 3c übertragbar ist. Grundsätzlich ist eine beliebige

Anzahl von mit den mechanischen Verbindungsmitteln 20a, 20b verbundenen Kompressionskolben sowie eine beliebige Führung des zu komprimierenden, komprimierten und weiter zu komprimierenden Gases in den Kompressionsräumen denkbar und möglich. Die Größe der Kompressionsräume 1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f ist dabei ggf. an die Kompressionsaufgabe anzupassen.

Bezugszeichenliste

1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f	Kompressionsraum
2a, 2b, 2c, 2d	Kompressionszylinder
3a, 3b, 3c, 3d	Kompressionskolben
5a, 6a, 5a', 6a', 7a, 7a'	Gaseinlass
5b, 6b, 5b', 6b', 7b, 7b'	Gasauslass
8a, 8b, 8c, 8d	Kühlvorrichtung
11a, 11b, 11c, 11d	Antriebsraum
12a, 12b	Antriebszylinder
13a, 13b	Antriebskolben
15	Verbindungsstück
16a, 16b	Druckausgleichsleitung
161a, 161b	Rückschlagventil
17	Messvorrichtung
18a, 18b	Hydraulikfluidzuleitungen
20a, 20b	mechanisches Verbindungsmittel
30a, 30b	Verbindungsraum
40a, 40b	Verbindungsgehäuse
50	Hydraulikausgang
51	zusätzlicher Hydraulikfluidausgang
52	Ventilvorrichtung
100	Kompressorvorrichtung
Ba, Bb	Bewegungsachse
Da, Db	Abstand

Ansprüche

1. Kompressorvorrichtung (100) zur Kompression eines Gases in mindestens einem Kompressionsraum (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) in mindestens einem Kompressionszylinder (2a, 2b), wobei
 - a) in mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) jeweils mindestens ein Antriebskolben (13a, 13b) angeordnet ist, der die mindestens zwei Antriebszylinder (12a, 12b) jeweils in zwei Antriebsräume (11a, 11b, 11c, 11d) trennt und
 - b) wobei der mindestens eine erste und zweite Antriebsraum (11a, 11b, 11c, 11d) mit einem Hydraulikfluid zur Bewegung des jeweiligen Antriebskolbens (13a, 13b) periodisch mit Fluiddruck beaufschlagbar ist und
 - c) die jeweils verbleibenden Antriebsräume (11c, 11d, 11a, 11b) in den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b), welche durch ein Fluid über ein Verbindungsstück (15), kraftschlüssig in Verbindung stehen und
 - d) die Bewegung der Antriebskolben (13a, 13b) über mindestens ein mechanisches Verbindungsmittel (20a, 20b) auf mindestens einen, in dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) beweglich angeordneten Kompressionskolben (3a, 3b) übertragbar ist, der an einer Seite den mindestens einen Kompressionsraum (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) in dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) beweglich begrenzt, so dass Bewegungen der Antriebskolben (13a, 13b) in eine Volumenänderung des mindestens einen Kompressionsraums (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) umsetzbar sind,
 - e) wobei der mindestens eine Kompressionszylinder (2a, 2b) von den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) räumlich durch einen Abstand (Da, Db) getrennt angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

zwischen dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) und den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) mindestens ein Verbindungsraum (30a, 30b) angeordnet ist, der mit einem Funktionsgas ausgefüllt ist.

2. Kompressorvorrichtung (100) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Kompressionszylinder (2a, 2b) mit den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) keine gemeinsame Wandung aufweist.
3. Kompressorvorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (Da, Db) mindestens so groß ist, wie eine maximale Wegstrecke, die einer der jeweils mindestens einen Antriebskolben (13a, 13b) in dem zugeordneten Antriebszylinder (12a, 12b) zurücklegt.
4. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine Verbindungsraum (30a, 30b) mit dem Funktionsgas zum Spülen des mindestens einen Verbindungsraums (30a, 30b), zum Detektieren von Lecks in dem mindestens einen Verbindungsraum (30a, 30b) und/oder zum Sperren des mindestens einen Verbindungsraums (30a, 30b) ausfüllbar ist.
5. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine Messvorrichtung (17) vorgesehen ist, mit der eine Position des mindestens einen Antriebskolbens, des mindestens einen mechanischen Verbindungsmittels und/oder des mindestens einen Kompressionskolbens bestimmbar ist.
6. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens zwei Antriebszylinder (12a, 12b) unterhalb des mindestens einen Kompressionszylinders (2a, 2b) angeordnet sind.
7. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Dichtung, insbesondere eine

Labyrinthdichtung, zwischen dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) und dem mindestens einen Kompressionskolben (3a, 3b) und/oder dem mindestens einen mechanischen Verbindungsmittel (20a, 20b) vorgesehen ist.

8. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorhergegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Kühlvorrichtung (8a, 8b) an dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) angeordnet ist, die beim Betrieb des mindestens einen Kompressionszylinders (2a, 2b) entstehende Abwärme abführt.
9. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorgegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das komprimierte Gas zur Bildung einer mehrstufigen Kompression aus einem ersten Kompressionsraum (1a) als weiter zu komprimierendes Gas in mindestens einen zweiten Kompressionsraum (1b, 1c, 1d, 1e, 1f) leitbar ist.
10. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorhergegangenen Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Ventilvorrichtung (52) zur Entkopplung der Bewegung der Antriebskolben (13a, 13b).
11. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** ein Steuerungssystem zur Steuerung der Beaufschlagung des mindestens einen ersten und zweiten Antriebsraums (11a, 11b, 11c, 11d) mit dem Hydraulikfluid mittels der Ventilvorrichtung (52), insbesondere in Abhängigkeit von Daten von der mindestens einen Messvorrichtung (17) oder mindestens einem Prozessparameter.
12. Kompressorvorrichtung (100) nach mindestens einem der vorhergegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Fluiddruck zwischen dem mindestens einen ersten und zweiten Antriebsraum (11a, 11b) und den jeweils verbleibenden Antriebsräumen (11c, 11d) mittels mindestens einer Synchronisationseinrichtung (16a, 16b), die den jeweiligen Antriebskolben (13a, 13b) überbrückt, synchronisierbar ist.

13. Kompressionsverfahren zur Kompression eines Gases in mindestens einem Kompressionsraum (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) in mindestens einem Kompressionszylinder (2a, 2b), wobei

a) in mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) jeweils mindestens ein Antriebskolben (13a, 13b) angeordnet ist, der die mindestens zwei Antriebszylinder (12a, 12b) jeweils in zwei Antriebsräume (11a, 11b, 11c, 11d) trennt und

b) wobei der mindestens eine erste und zweite Antriebsraum (11a, 11b) mit einem Hydraulikfluid zur Bewegung des jeweiligen Antriebskolbens (13a, 13b) periodisch mit Fluiddruck beaufschlagt wird und

c) die jeweils verbleibenden Antriebsräume (11c, 11d) in den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) welche durch ein Fluid kraftschlüssig über ein Verbindungsstück (15) in Verbindung stehen und

d) die Bewegung der Antriebskolben (13a, 13b) über mindestens ein mechanisches Verbindungsmittel (20a, 20b) auf mindestens einen in dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) beweglich angeordneten Kompressionskolben (3a, 3b) übertragen wird, der an einer Seite den mindestens einen Kompressionsraum (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) in dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) beweglich begrenzt, so dass Bewegungen der Antriebskolben (13a, 13b) in eine Volumenänderung des mindestens einen Kompressionsraums (1a, 1b, 1c, 1d, 1e, 1f) umgesetzt werden,

e) wobei der mindestens eine Kompressionszylinder (2a, 2b) von den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) räumlich durch einen Abstand (Da, Db) getrennt angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

zwischen dem mindestens einen Kompressionszylinder (2a, 2b) und den mindestens zwei Antriebszylindern (12a, 12b) mindestens ein

Verbindungsraum (30a, 30b) angeordnet ist, der mit einem Funktionsgas ausgefüllt ist.

FIG 1

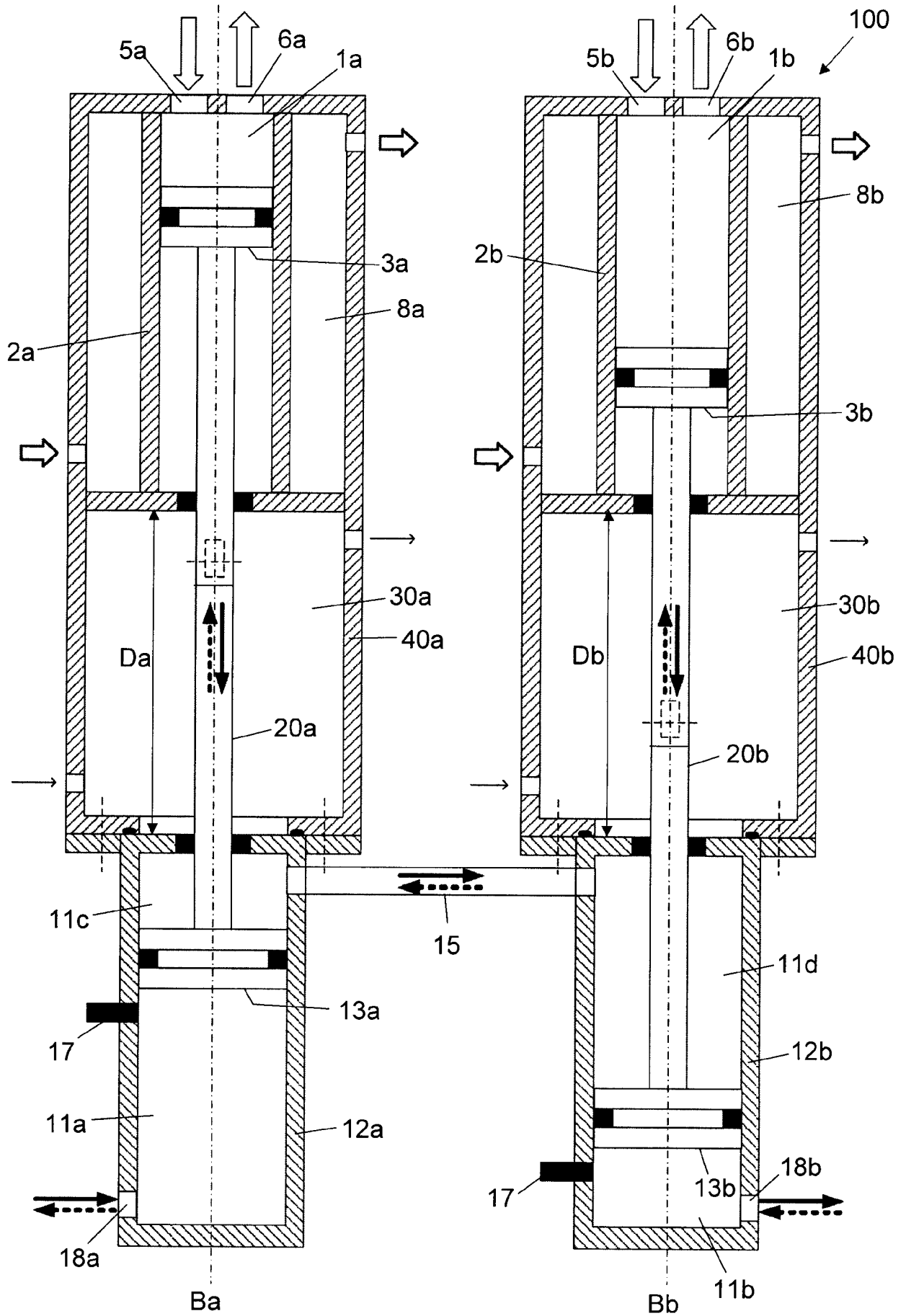


FIG 2

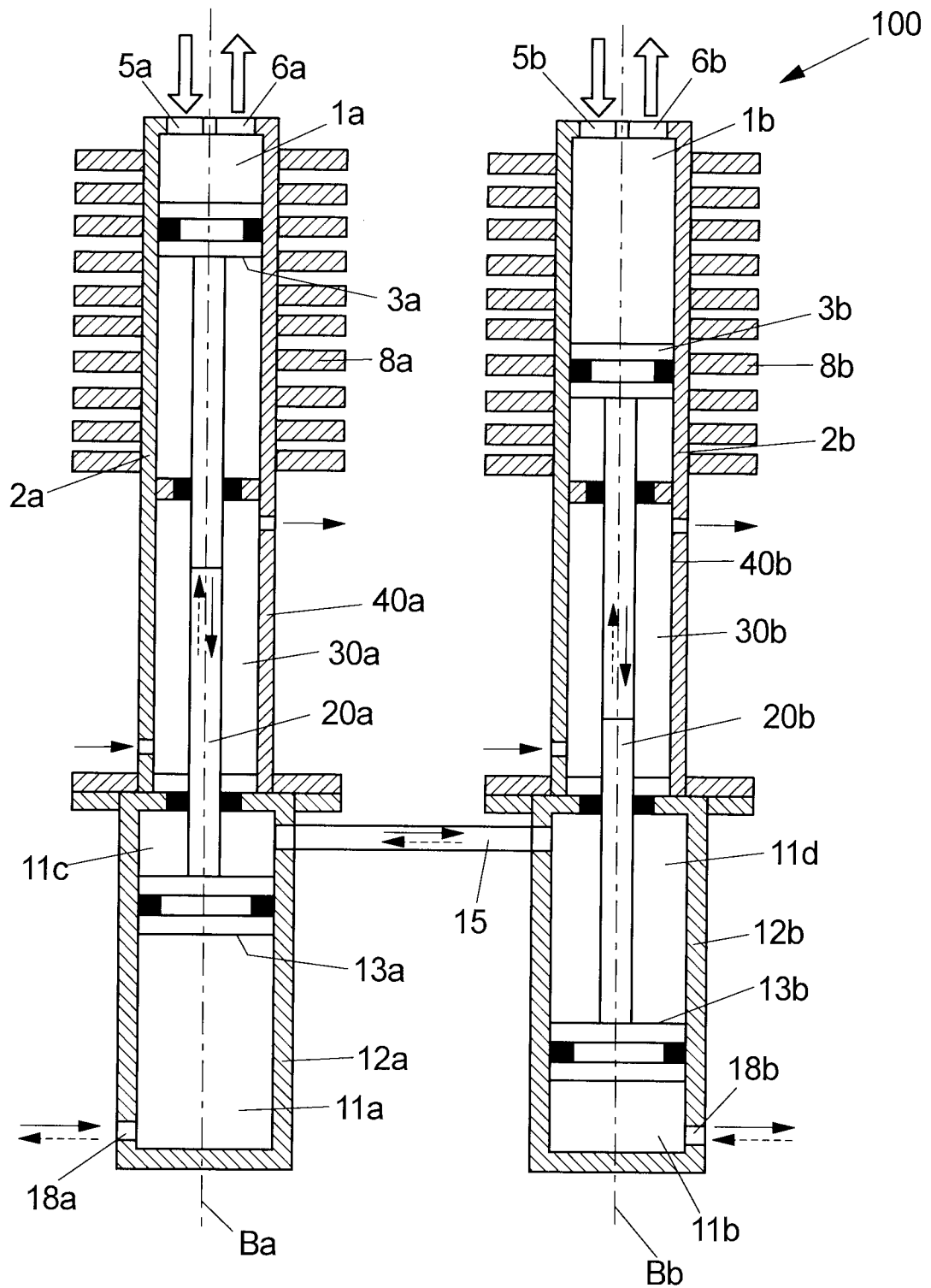


FIG 3

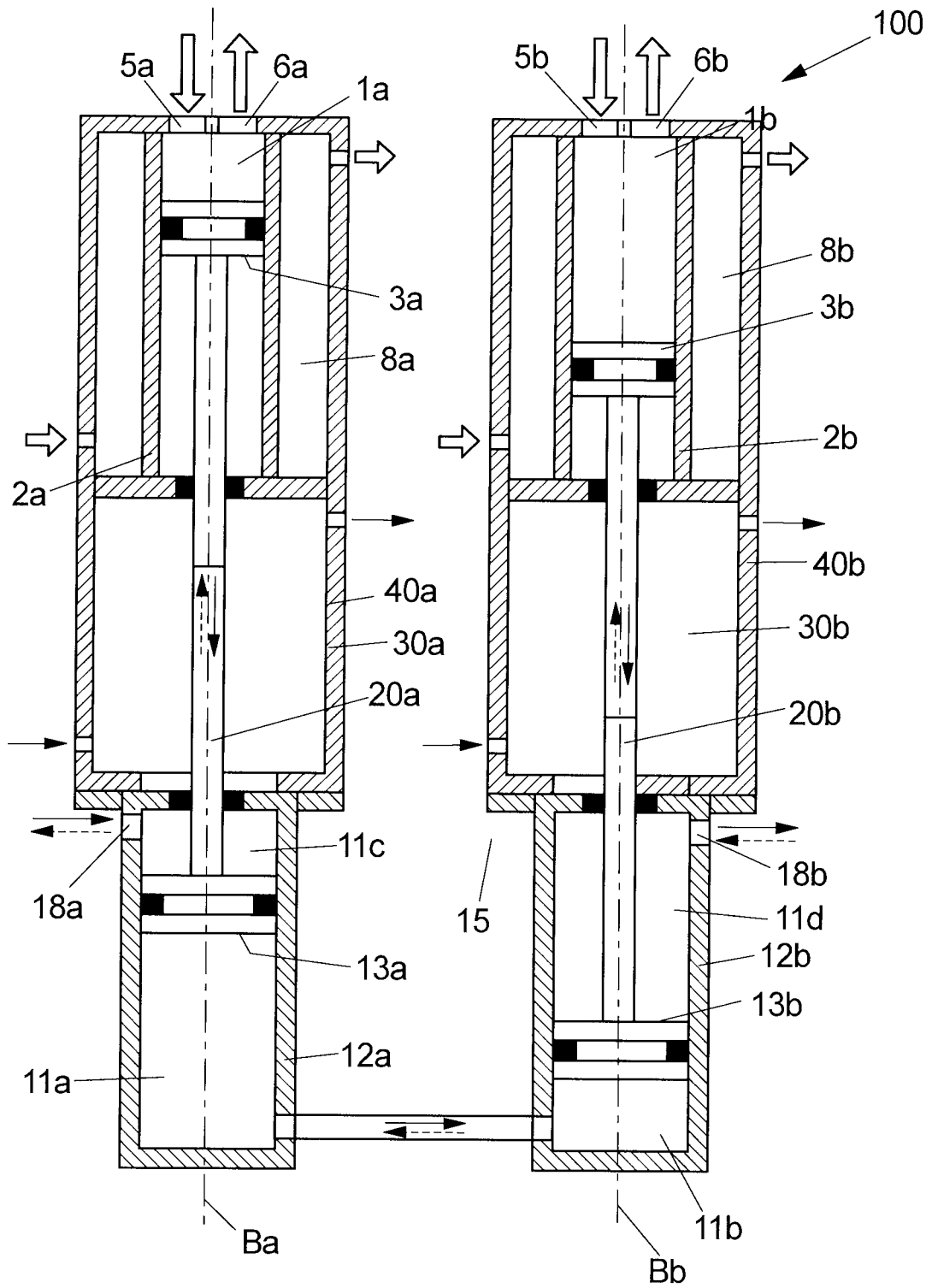


FIG 4

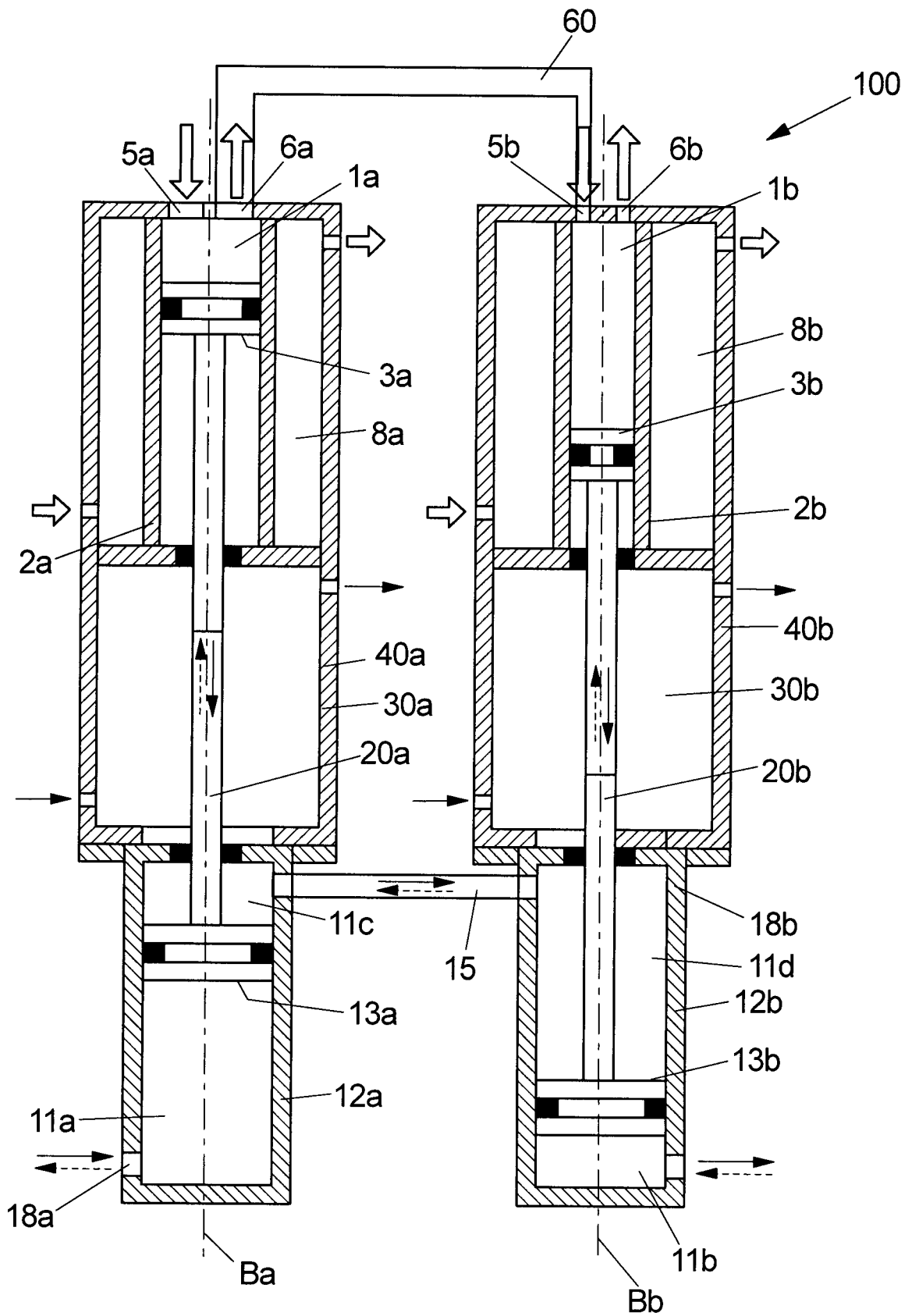


FIG 5

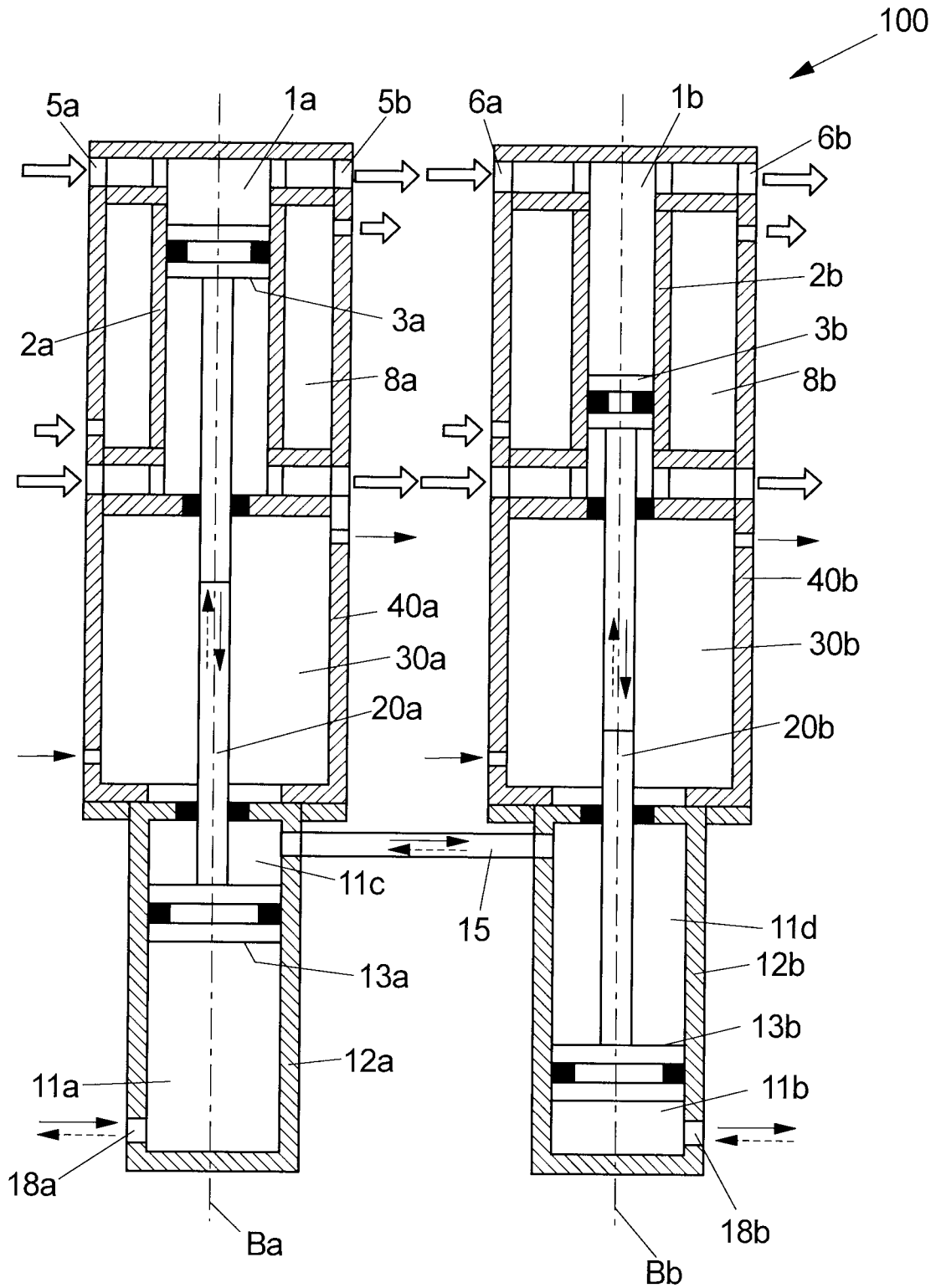


FIG 6a

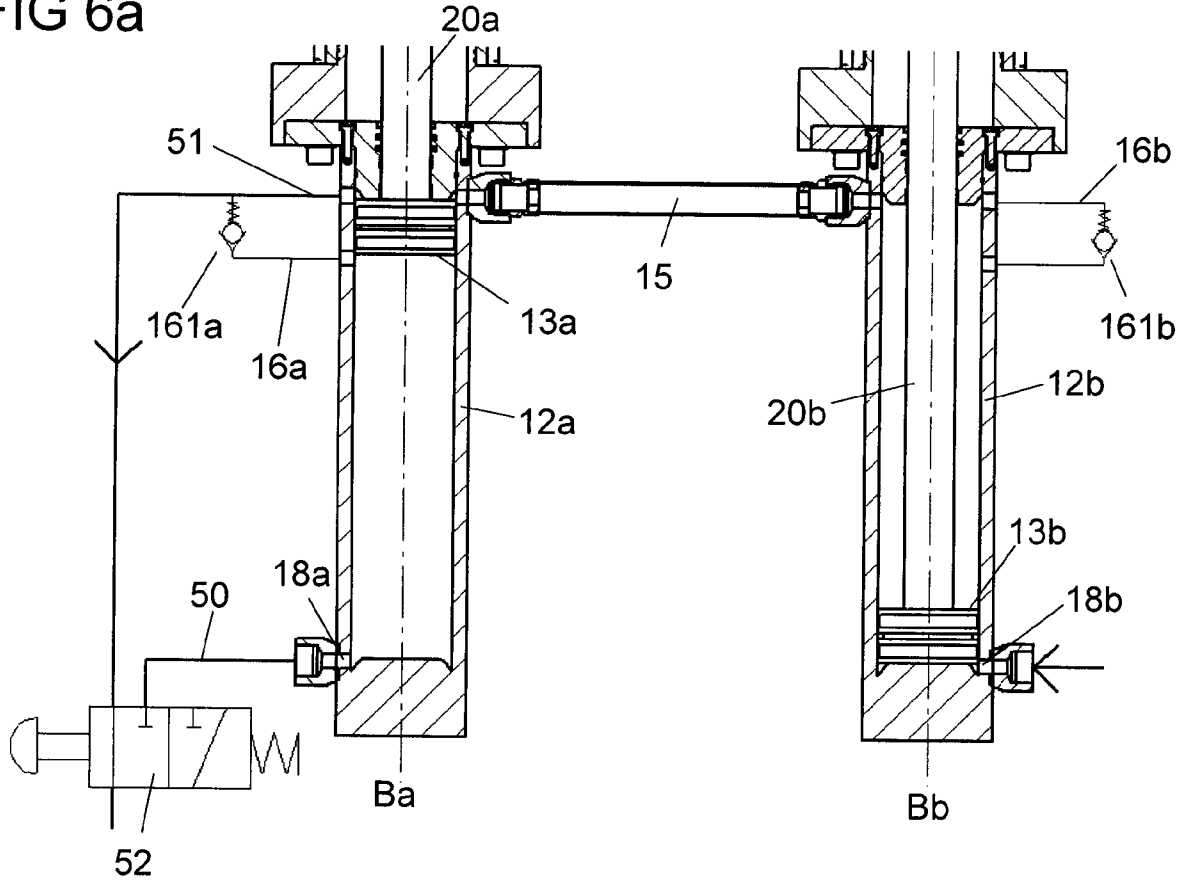


FIG 6b

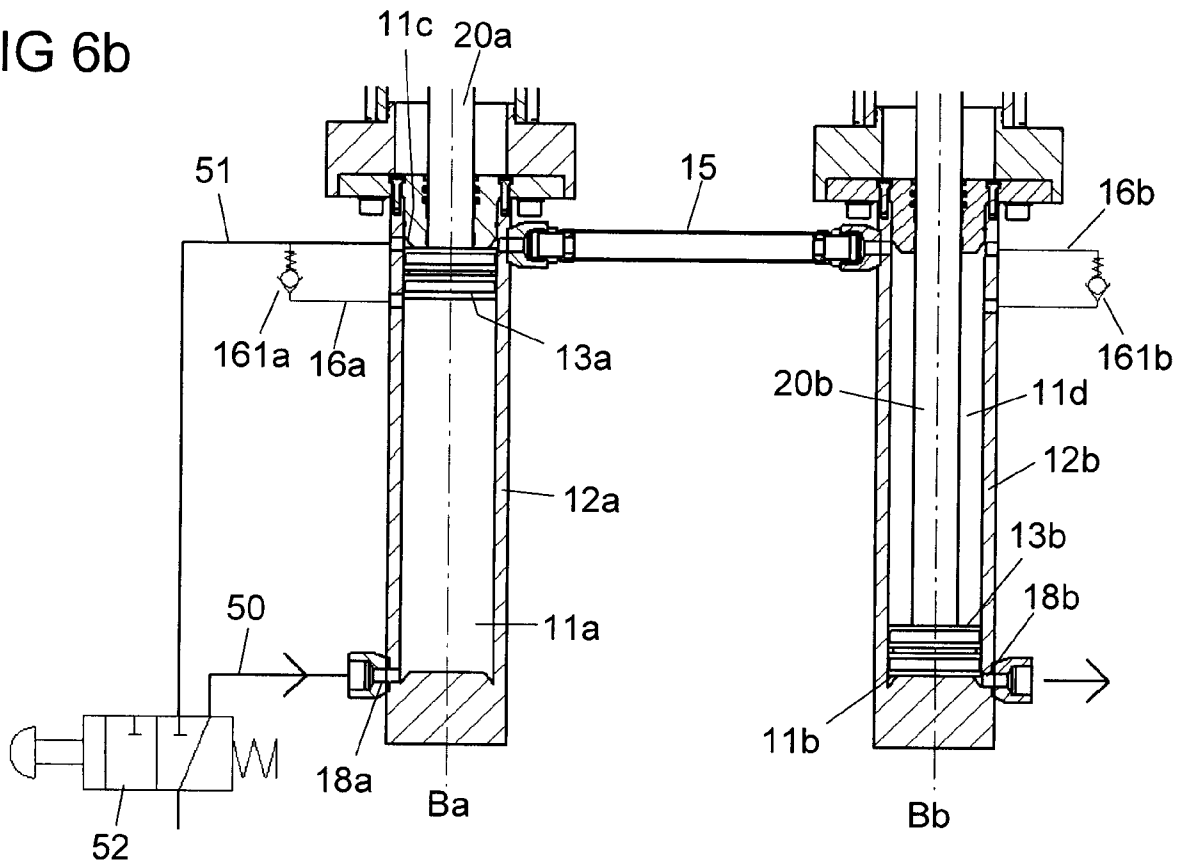


FIG 7

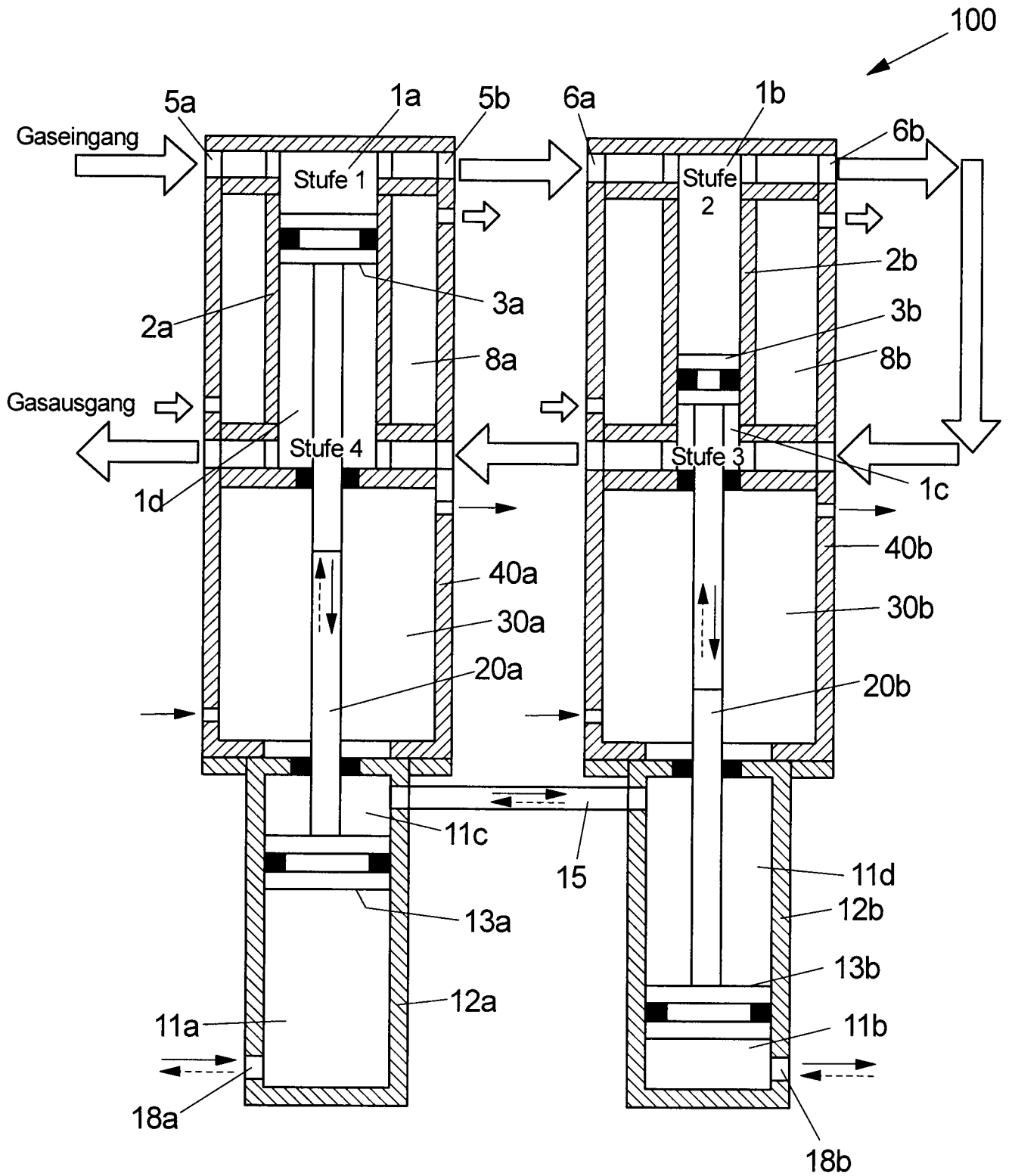


FIG 8A

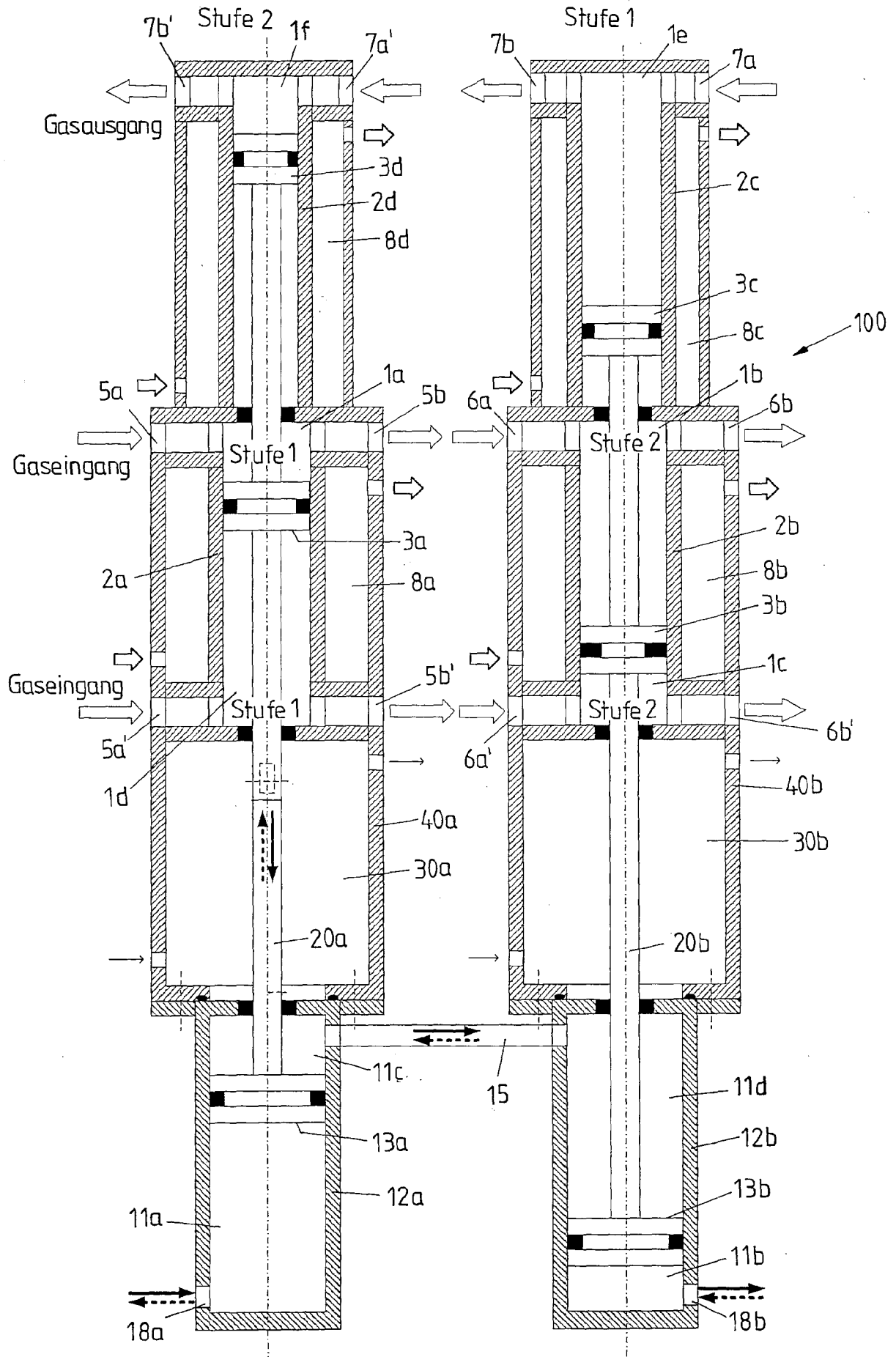


FIG 8B

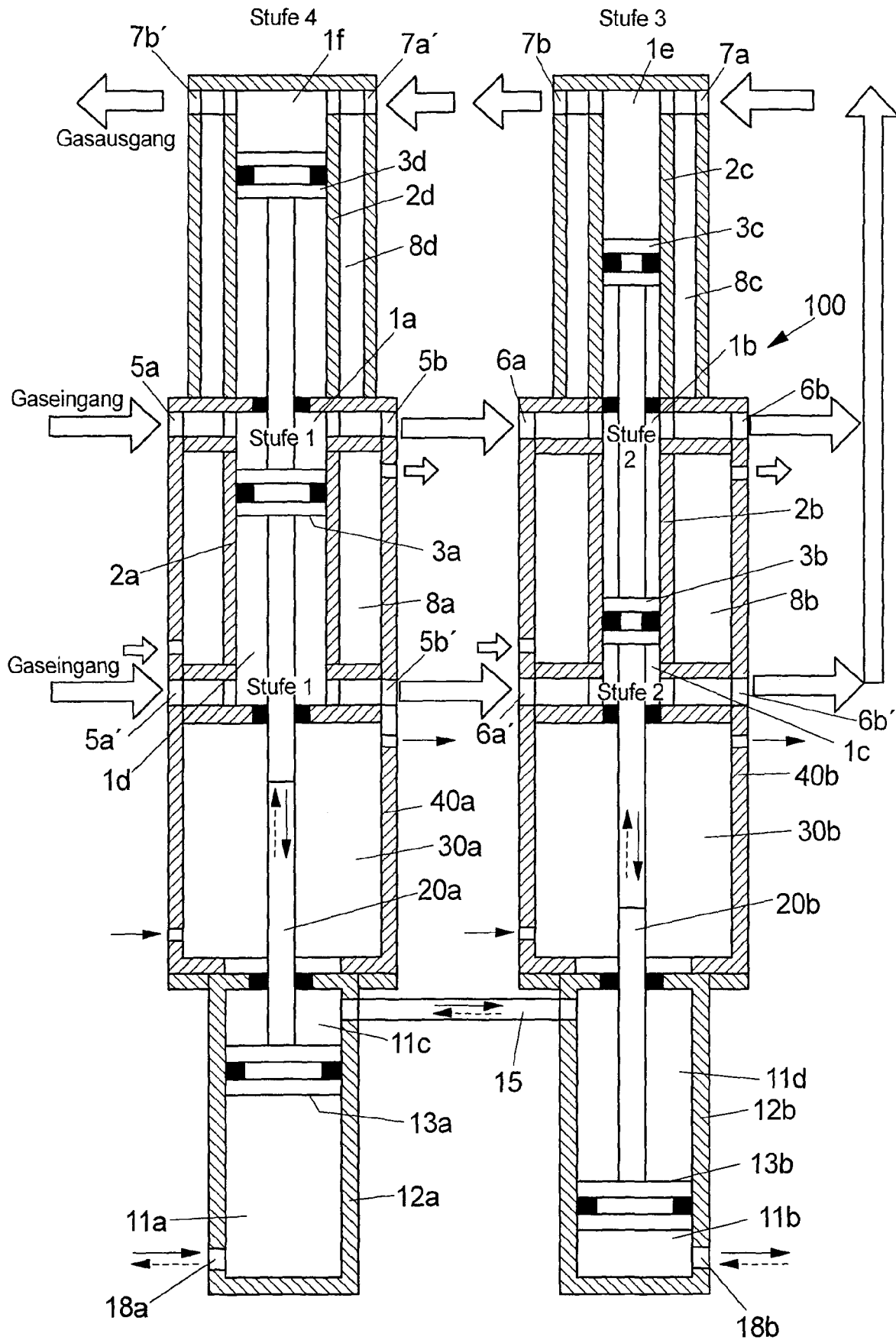


FIG 8C

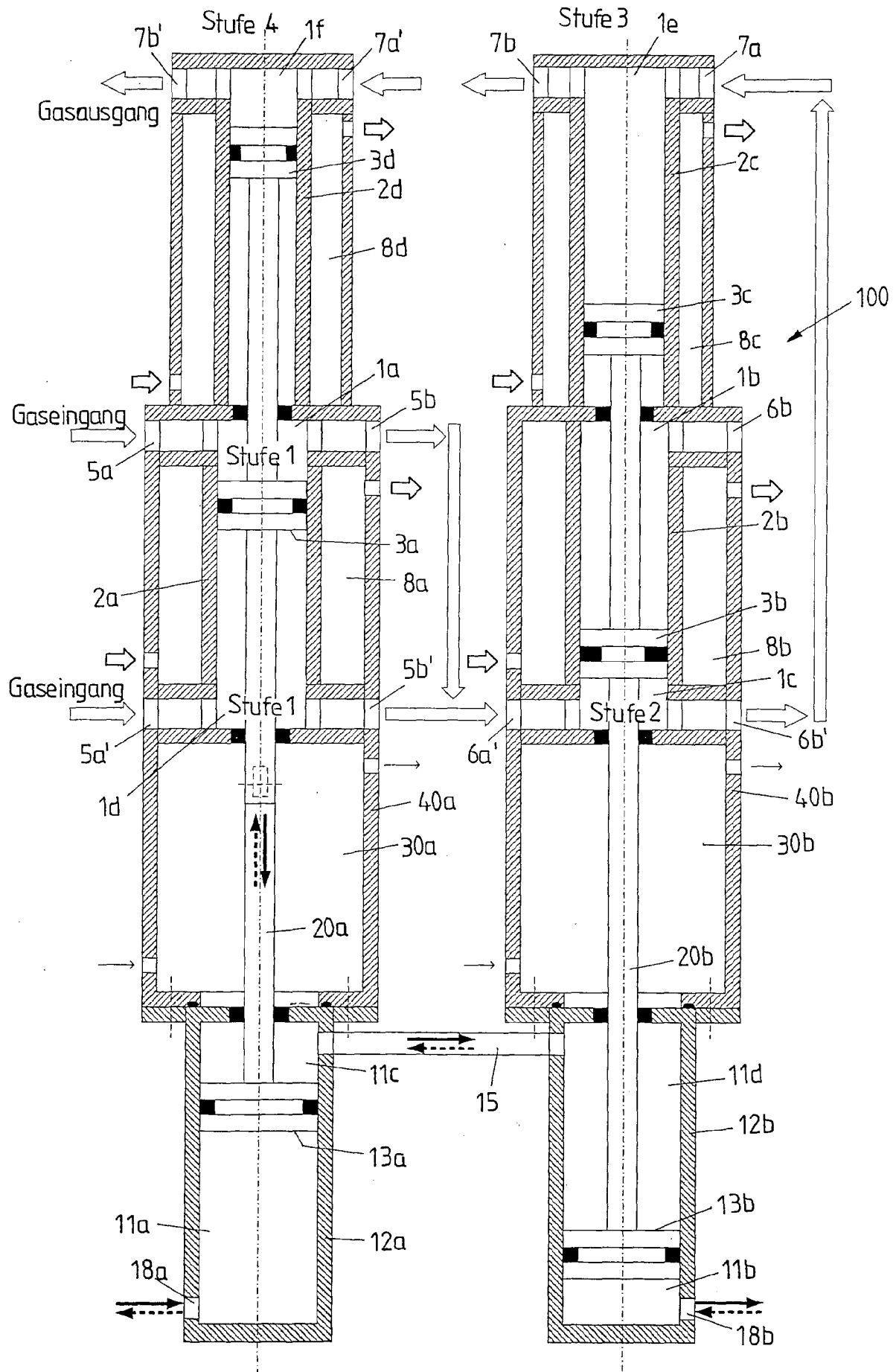
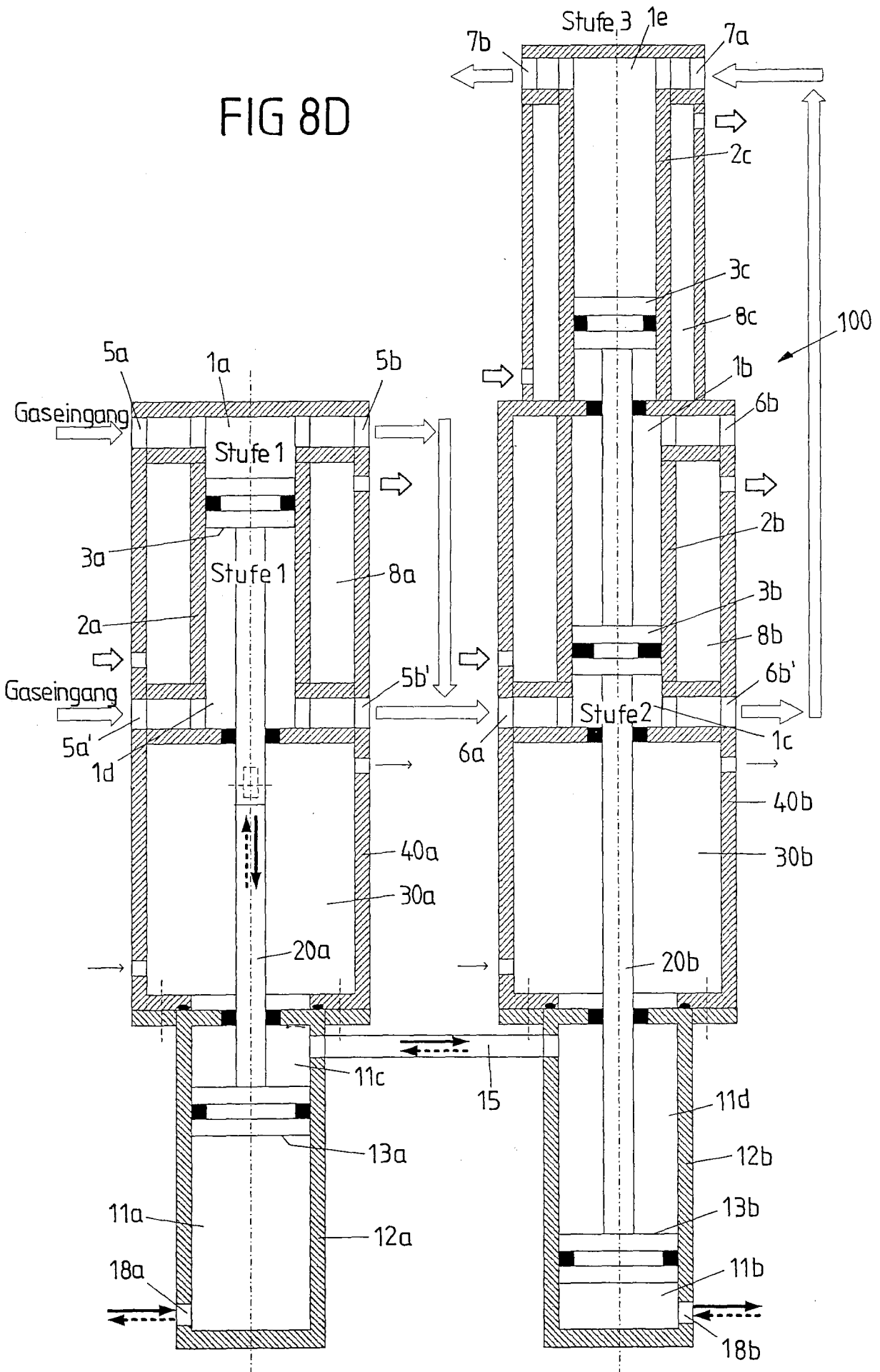


FIG 8D



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/060176

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F04B 9/10</i> (2006.01)i; <i>F04B 9/109</i> (2006.01)i; <i>F04B 25/00</i> (2006.01)i; <i>F04B 37/18</i> (2006.01)i; <i>F04B 39/04</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0064177 A1 (GOZZI ANTONIO) 10 November 1982 (1982-11-10) page 7, line 4 - page 8, line 16; figures	1,2,4-13
A	US 2017184090 A1 (HETCHER JASON DAVID [US] ET AL.) 29 June 2017 (2017-06-29) abstract paragraphs 37,38; figures 2,4	1-13
A	US 4334833 A (GOZZI ANTONIO) 15 June 1982 (1982-06-15) column 2, lines 40-65; figures	1,13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 June 2019		Date of mailing of the international search report 24 June 2019
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Pinna, Stefano Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/060176

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	0064177	A1	10 November 1982	CA	1145728	A	03 May 1983
				DE	3261172	D1	13 December 1984
				EP	0064177	A1	10 November 1982
				NZ	200326	A	28 February 1985
				US	4478556	A	23 October 1984

US	2017184090	A1	29 June 2017	NONE			

US	4334833	A	15 June 1982	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/060176

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F04B9/10 F04B9/109 F04B25/00 F04B37/18 F04B39/04
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04B
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 064 177 A1 (GOZZI ANTONIO) 10. November 1982 (1982-11-10) Seite 7, Zeile 4 - Seite 8, Zeile 16; Abbildungen	1,2,4-13
A	US 2017/184090 A1 (HETCHER JASON DAVID [US] ET AL) 29. Juni 2017 (2017-06-29) Zusammenfassung Absätze 37,38; Abbildungen 2,4	1-13
A	US 4 334 833 A (GOZZI ANTONIO) 15. Juni 1982 (1982-06-15) Spalte 2, Zeilen 40-65; Abbildungen	1,13

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
13. Juni 2019	24/06/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Pinna, Stefano

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/060176

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0064177	A1	10-11-1982	CA 1145728 A 03-05-1983
			DE 3261172 D1 13-12-1984
			EP 0064177 A1 10-11-1982
			NZ 200326 A 28-02-1985
			US 4478556 A 23-10-1984

US 2017184090	A1	29-06-2017	KEINE

US 4334833	A	15-06-1982	KEINE
