

(19)



(11)

EP 4 004 370 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

11.09.2024 Patentblatt 2024/37

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

F04B 39/08 ^(2006.01) **F04B 39/10** ^(2006.01)
F04B 39/12 ^(2006.01) **F04B 49/03** ^(2006.01)
F04B 49/16 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **20743992.8**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

F04B 39/1073; F04B 39/08; F04B 39/125;
F04B 49/03; F04B 49/16

(22) Anmeldetag: **16.07.2020**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2020/070084

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2021/013670 (28.01.2021 Gazette 2021/04)

(54) **VENTILVORRICHTUNG FÜR EINEN HUBKOLBENVERDICHTER**

VALVE DEVICE FOR A RECIPROCATING-PISTON COMPRESSOR

DISPOSITIF DE SOUPAPE POUR UN COMPRESSEUR À PISTON

(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**

(72) Erfinder:

- **BURKAUSKAS, Marius**
09405 Zschopau (DE)
- **HENSEL, Sven**
09131 Chemnitz (DE)

(30) Priorität: **24.07.2019 DE 102019119944**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

01.06.2022 Patentblatt 2022/22

(74) Vertreter: **Voith Patent GmbH - Patentabteilung**

St. Pöltener Straße 43
89522 Heidenheim (DE)

(73) Patentinhaber: **Voith Patent GmbH**

89522 Heidenheim (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A1-95/11384 US-A- 2 246 932
US-B1- 6 257 838

EP 4 004 370 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hubkolbenkompressor für ein Druckluftversorgungssystem in einem Kraftfahrzeug, wie einem LKW, Bus oder Schienenfahrzeug. Ein Hubkolbenverdichter umfasst im Wesentlichen zwei Bereiche, den Zylinderkopfbereich, in dem die Ventile angeordnet sind, und das Kurbelwellengehäuse mit zumindest einem Zylinder, der in einem Arbeitsraum bewegbar ist, so dass eine Saughubbewegung und eine Kompressionshubbewegung entsteht. Der Hubkolbenverdichter kann einstufig oder mehrstufig, insbesondere zweistufig, ausgeführt sein.

[0002] Die Ventilvorrichtung zur Steuerung des Luftstroms ist üblicherweise dem Zylinderkopf zugeordnet und umfasst selbsttätig wirksame Saugventile und Druckventile, die durch die in dem Arbeitsraum durch die Hubbewegung des Kolbens herrschenden Drücke geöffnet und geschlossen werden.

[0003] Der Saughub des Kolbens bewirkt einen Unterdruck im Arbeitsraum des jeweiligen Zylinders, so dass sich das zugeordnete Saugventil öffnet und das zugeordnete Druckventil geschlossen wird. Über die Einlasskammer und die Einlasskanäle in der Ventilträgerplatte gelangt Luft in den Arbeitsraum des Zylinders, bzw. wird in den Arbeitsraum gesaugt.

[0004] Der Verdichtungshub des Kolbens bewirkt einen Überdruck im Arbeitsraum des jeweiligen Zylinders, so dass sich das zugeordnete Saugventil schließt und das zugeordnete Druckventil geöffnet wird, wodurch komprimierte Luft aus dem Arbeitsraum des Zylinders über den Druckkanal in das nachfolgende Druckluftsystem gefördert wird.

[0005] Wie auch aus der DE 10 2016 006 358 A1 bekannt, ist das Saugventil meistens als Ventillamelle ausgebildet, dessen Ventilzunge einseitig zwischen dem Zylindergehäuse und dem Zylinderkopf des Hubkolbenkompressors eingespannt ist und an ihrem freien Ende mit mindestens einer Lasche in einer Aussparung des Zylindergehäuses geführt ist. Mittels der Ventilzunge sind die Eintrittsöffnungen in der Ventilträgerplatte, die eine Ansaugkammer mit dem Arbeitsraum des Zylinders verbinden, verschließbar.

[0006] Weiterhin ist die Ventillamelle derart gestaltet, dass zumindest eine Austrittsöffnung in der Ventilträgerplatte ausgespart wird, die zwischen dem Arbeitsraum des Zylinders und dem Druckkanal angeordnet ist. Das Druckventil, über das die Austrittsöffnung verschließbar ist, befindet sich üblicherweise innerhalb des Zylinderkopfbereichs.

[0007] Der Förderbetrieb des Hubkolbenkompressors erfolgt so lange, bis der Druck in der Hauptdruckleitung einen vorgegebenen Abschaltdruck erreicht hat. Dann wird der Kompressor in den Leerlaufbetrieb geschaltet, durch den die Leistungsaufnahme im Leerlaufbetrieb reduziert wird. Derartige Systeme nennt man auch Entlastungssysteme oder Leerlaufsysteme.

[0008] Aus der EP 1 650 434 A2 ist beispielsweise ein

Leerlaufventil bekannt, dass sich automatisch öffnet, sobald der Systemdruck erreicht ist und sich ein Überströmventil geöffnet hat. Dadurch entfällt der Gegendruck des Druckluftsystems, der das Leerlaufventil in einer Schließstellung hält. Das geöffnete Leerlaufventil verbindet den Arbeitsraum mit der Einlasskammer, so dass keine Verdichtung während des Verdichtungshubs stattfinden kann. Ein Vorteil eines solchen Kolbenverdichters besteht darin, dass das Abschalten bei Erreichen des Soll-Fülldruckes im Druckbehälter automatisch erfolgt.

[0009] Ein weiteres Leerlaufventil ist beispielsweise aus der DE 10 2013 001 147 A1 bekannt. Hier wird ein Leerlaufventil für ein Entlastungssystem vorgeschlagen, dass mittels einer Feder in der Schließstellung gehalten wird und wahlweise durch Aufbringen eines Druckes in eine Offenstellung geschaltet werden kann. Derartige Systeme werden auch "fremdgesteuerte-Systeme" genannt.

[0010] Aus der EP 0091 994 ist eine Leerlauf-Ventileinrichtung bekannt. Diese ist derart angeordnet, dass sie nicht in den Kolben des Verdichters überfahrenden Bereich ragt.

[0011] Alle Leerlaufsysteme haben gemeinsam, dass im Leerlaufbetrieb der Arbeitsraum über einen Entlastungskanal mit einem weiteren Raum verbunden wird, so dass keine oder eine verringerte Kompression stattfindet.

[0012] Aus der WO 95/11384 A1 ist ein Hubkolbenverdichter offenbart, der ein schwenkbar gelagertes Entladeventil umfasst, das von einem Betätigungskolben betätigt wird. Bei geöffnetem Entladeventil wird eine Entladeöffnung zwischen dem Zylinderraum und der Expansionskammer freigegeben. Bei geöffnetem Entladeventil wird der Zylinderraum um das Volumen der Expansionskammer vergrößert, was den Kompressionsdruck und damit die Leerlaufverluste verringert.

[0013] Die US 6,257,838 B1 ist auch ein Hubkolbenverdichter offenbart, der eine Expansionskammer umfasst, um die Leerlaufverluste zu reduzieren. Der Verbindungskanal wird über eine betätigbare Schiebelamelle realisiert.

[0014] Die Aufgabe der Erfindung ist es, ein Entlastungssystem vorzuschlagen, durch das sich der Energieverbrauch eines Hubkolbenverdichters weiter reduzieren lässt.

[0015] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Ausführung entsprechend Anspruch 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Merkmale der erfindungsgemäßen Ausführung finden sich in den Unteransprüchen.

[0016] Bei der erfindungsgemäßen Ausführung handelt es sich um einen Hubkolbenkompressor für ein Druckluftversorgungssystem in einem Kraftfahrzeug, mit einem Zylinderkopf in dem ein Entlastungssystem integriert ist, mittels dem ein Entlastungskanal in einer Ventilträgerplatte des Zylinderkopfes, der einen Arbeitsraum des Hubkolbenkompressors mit einem Raum im Zylinderkopf verbindet, schaltbar ist.

[0017] Zur Verbesserung der Effizienz des Hubkolben-

kompressors wird vorgeschlagen, dass das Entlastungssystem eine Schaltvorrichtung und eine Lamelle umfasst, wobei die Lamelle arbeitsraumseitig an der Ventilträgerplatte befestigt ist und derart ausgelegt ist, dass diese zum Öffnen des Entlastungskanals von der Ventilträgerplatte abhebbar ist, wobei das Abheben der Lamelle selbsttätig und/oder gesteuert mittels des Entlastungssystems erfolgen kann.

[0018] Durch das selbsttätige Abheben der Lamelle wird erreicht, dass ein vergrößerter wirksamer Kanalquerschnitt entsteht, durch den der Einstromwiderstand der Luft in den Arbeitsraum beim Saughub des Zylinders reduziert wird.

[0019] Durch das gesteuerte Abheben der Lamelle wird erreicht, dass der Kompressor in den Leerlaufbetrieb geschaltet wird, bei dem keine Kompression stattfindet.

[0020] Eine bevorzugte Ausführungsform kann vorsehen, dass der Zylinderkopf eine Einlasskammer aufweist, welche über mehrere Einlasskanäle in der Ventilträgerplatte und einer selbsttätig wirksamen als Zungenventil ausgebildete, Einlassventillamelle mit dem Arbeitsraum verbindbar ist, wobei der mindestens eine Entlastungskanal innerhalb der Einlasskanäle angeordnet ist. Mit anderen Worten, dass der mindestens eine Entlastungskanal von Einlasskanälen umgeben ist.

[0021] Die Lamelle kann dabei vorzugsweise als Zungenventil ausgeführt sein, wobei man unter einem Zungenventil eine Lamelle versteht, die einseitig eingespannt ist und in der unbetätigten Stellung einen Kanal verschließt und in der betätigten Stellung den Durchgang durch den Kanal öffnet.

[0022] Die Einlasskammer ist über die Einlasskanäle und den Entlastungskanal mit dem Arbeitsraum verbindbar. Die Einlasskammer ist mit einem Lufteinlass verbunden, durch den insbesondere Umgebungsluft in die Einlasskammer gelangt. In der Einlasskammer verteilt sich die Luft auf die Einlasskanäle und den mindestens einen Entlastungskanal und wird über diese in den Arbeitsraum gesaugt. Durch den vergrößerten Querschnitt wird die Saughubbewegung des Kolbens erleichtert, was den Energieverbrauch reduziert.

[0023] Weiterhin kann das Entlastungssystem zur Stützung der Lamelle ein Mittel zur Hubbegrenzung der Lamelle umfassen. Insbesondere bei großen Luftvolumen, die beim Saughub in den Arbeitsraum durch den entstehenden Unterdruck gesaugt werden, kann es erforderlich sein, dass die Lamellenbewegung begrenzt werden muss, wie dies auch bei der Ventillamelle entsprechend dem StdT notwendig ist. Zur Hubbegrenzung der Lamelle kann beispielsweise eine in den Arbeitsraum ragende Begrenzungslamelle verwendet werden. Damit der Totraum trotzdem relativ klein bleibt, kann der Zylinder, für die Begrenzungslamelle, eine entsprechende Aussparung aufweisen. Alternativ kann diese Aussparung auch direkt als Mittel zur Begrenzung verwendet werden, so dass die Lamelle zumindest beim Start der Hubbewegung in die Aussparung schlägt.

[0024] Weiterhin kann das Entlastungssystem einen mittels einem Federelement rückstellbaren Entlastungskolben umfassen, der mittels eines Steuerdrucks betätigbar ist.

[0025] In einer weiteren Ausführung kann der Hubkolbenverdichter als zweistufiger Verdichter, mit einer Vorstufe und einer Hochdruckstufe, ausgeführt sein, wobei im Zylinderkopf für jede Stufe ein Entlastungssystem und ein Verbindungskanal, der den Entlastungskanal der Hochdruckstufe mit der Einlasskammer verbindet, vorgesehen sind. Bei mehrstufigen Verdichtern erfolgt die Entlastung des Kompressionshubs aller Stufen über eine Verbindung die den jeweiligen Arbeitsraum über den Entlastungskanal gesteuert mit der Einlasskammer verbindet. So kann in der Entlastungsstellung der Lamelle auch beim Saughub der Hochdruckstufe Umgebungsluft direkt in den Arbeitsraum gelangen.

[0026] Im Gegensatz zur Lamelle der Vorstufe, ist die Lamelle des Entlastungssystems der Hochdruckstufe derart ausgelegt, dass diese im Betrieb beim Saughub in der Schließstellung verbleibt. Die Lamelle der Hochdruckstufe bzw. nachfolgender Hochdruckstufen ist somit so ausgelegt, dass die Lamelle nur aktiv, mittels des Kolbens des Entlastungssystems in die Offenstellung, bewegbar ist.

[0027] Weiterhin wird ein Verfahren zum Betreiben eines Hubkolbenkompressors nach dem Anspruch 1.

[0028] Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Saughub, bei dem ein Unterdruck im Arbeitsraum erzeugt wird, eine Lamelle des Entlastungssystems, selbsttätig oder, bei Betätigung des Entlastungssystems, zwangsweise in eine Offenstellung bewegt wird, so dass zusätzliche Luft über die Einlasskammer und den Entlastungskanal in den Arbeitsraum gesaugt wird, oder bei Betätigung des Entlastungssystems Luft über den Entlastungskanal aus dem Arbeitsraum herausgedrückt werden kann. Dieses Verfahren kommt bei einem einstufigen Hubkolbenverdichter oder der Vorstufe bzw. der ersten Stufe eines mehrstufigen Hubkolbenverdichters zum Einsatz.

[0029] In einer Ausführung des Hubkolbenkompressors als zweistufiger Verdichter sind eine Vorstufe und eine Hochdruckstufe in Reihe hintereinandergeschaltet, wobei im Zylinderkopf für jede Stufe ein Entlastungssystem vorgesehen ist. Bei einem derartigen Aufbau wird die Lamelle der Vorstufe beim Saughub selbsttätig in die Offenstellung bewegt und die Lamelle der Hochdruckstufe kann derart ausgelegt sein, dass diese beim Saughub in der Schließstellung verbleibt.

[0030] Weiterhin kann im Zylinderkopf des zweistufigen Verdichters ein Verbindungskanal zur Verbindung der Entlastungssysteme vorgesehen sein, wobei der Entlastungskanal der Hochdruckstufe über den Verbindungskanal mit der Einlasskammer der Vorstufe verbunden ist, wobei zur Entlastung bzw. Schaltung in den Leerlaufbetrieb des Hubkolbenkompressors die Entlastungskolben beider Entlastungssysteme derart geschaltet werden, dass die Lamellen beider Stufen in eine Offen-

stellung bewegt werden.

[0031] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die Figuren zeigen im Einzelnen:

- Fig.1 Kolbenseitige Ansicht auf die Ventilplatte eines zweistufigen Hubkolbenverdichters mit Entlastungssystem
 Fig.2 Zylinderkopfseitige Ansicht auf die Ventilplatte eines zweistufigen Hubkolbenverdichters mit Entlastungssystem
 Fig.3 Entlastungssystem der ersten Verdichterstufe im Schnitt
 Fig.4 Entlastungssystem der zweiten Verdichterstufe im Schnitt

[0032] Figur 1 zeigt eine kolbenseitige Ansicht auf die Ventilträgerplatte 4 eines zweistufigen Hubkolbenverdichters mit dem Entlastungssystem die dem Zylinderkopf 12 zugeordnet ist. Die beiden Verdichterstufen, die Vorstufe 2 und die Hochdruckstufe 3, sind ähnlich aufgebaut und unterscheiden sich aber in der Größe und der Funktion etwas voneinander. Gleich ist der grundsätzliche Aufbau. Beide Verdichterstufen haben ein Einlassventil 5a, b, das einseitig fixiert ist und auf der gegenüberliegenden Seite Anschlagflächen aufweist. Für die Anschlagflächen sind in dem Kurbelwellengehäuse 11 hier nicht dargestellte Aussparungen vorgesehen, durch die die Öffnungsbewegung der Einlassventile 5a, b begrenzt wird. Die Auslasskanäle 23 sind innerhalb der Außenkontur der Einlassventile 5a, b angeordnet und verlaufen teilweise durch Aussparungen in den Einlassventilen 5a, b. Etwa in der Mitte der Einlassventile 5a, b, also etwa in der Mitte des Arbeitsraums der Zylinder 20 a, b, an der die Einlassventile 5a, b eine Aussparung aufweisen, sind die zum Entlastungssystem 7a, b gehörenden Lamellen 9a, b angeordnet. Auch die Lamellen 9a, b sind einseitig eingespannt.

[0033] Durch die unterschiedliche Funktion der Entlastungssysteme 7a, b unterscheiden sich die Ventile der Vorstufe 2 und der Hochdruckstufe 3 etwas. Durch das größere Luftvolumen, dass beim Saughub des Zylinders 20a der Vorstufe 2 angesaugt werden muss, ist die Lamelle 9a derart ausgelegt, dass sich das Ventil bei jedem Saughub des Zylinders 20a der Vorstufe 2 selbstständig öffnet. Zu Begrenzung der Öffnungsbewegung ist eine Begrenzungslamelle 22 vorgesehen, die einen Anschlag für die Lamelle 9a darstellt.

[0034] Figur 2 zeigt eine zylinderkopfseitige Ansicht auf die Ventilträgerplatte 4 eines zweistufigen Hubkolbenverdichters mit Entlastungssystem. In dieser Ansicht sind die Kanäle und Kammern der Verdichterstufen gut zu erkennen. Beide Stufen 2, 3 weisen jeweils eine Einlasskammer 14a, b und eine Auslasskammer 15 a, b auf. In den Auslasskammern sind die selbsttätig wirksamen Auslassventile 6a, b angeordnet, die in der Schließstellung die Auslasskanäle 23 in der Ventilträgerplatte verschließen und in eine Offenstellung bewegt werden,

wenn ein festlegbarer Druck im Arbeitsraum überschritten wird.

[0035] Im Bereich der Einlasskammer 14a der Vorstufe 2 sind mehrere Kanalöffnungen durch die Ventilträgerplatte 4 dargestellt. Ein Teil der Öffnungen, der äußere Halbkreis, sind die Einlasskanäle 21a, die dem Einlassventil 5a mit der Einlassventillamelle 18a zugeordnet sind. Bei einem Saughub wird die Luft durch die Einlasskanäle 21a in den Arbeitsraum gesaugt, die Einlassventillamelle 18a in eine Offenstellung bewegt. Bei einem Kompressionshub verschließt die Einlassventillamelle 18a die Einlasskanäle 21a. Innerhalb des Halbkreises der Einlasskanäle 21a sind die Entlastungskanäle 19a angeordnet. Deren Durchgang wird mittels der Lamelle 9a des Entlastungssystems 7a geschaltet.

[0036] Die Hochdruckstufe ist etwas anders ausgelegt, hier ist der Entlastungskanal 19b des Entlastungssystems 7b in einer separaten Kammer angeordnet, die über den Verbindungskanal 13 mit der Einlasskammer 14a der Vorstufe 2 verbunden ist. Nicht dargestellt ist die separate Kanalverbindung zwischen Auslasskammer 15a der Vorstufe 2 und Einlasskammer 14b der Hochdruckstufe 3.

[0037] Figur 3 und 4 zeigen die Entlastungssysteme 7a, b der Vorstufe 2 und der Hochdruckstufe 3 im Schnitt. Der generelle schichtweise Aufbau des Zylinderkopfes 12 ist aus dem Stand der Technik bekannt, so dass hier nur die erfindungswesentlichen Kanäle und Kammern weiter betrachtet werden. Das erfindungsgemäße Entlastungssystem 7a für die Vorstufe ist in Figur 3 und das Entlastungssystem 7b für die Hochdruckstufe 3 ist in Figur 4 dargestellt.

[0038] Bei einem einstufigen Verdichter kann das Entlastungssystem 7a der Vorstufe wie oben beschrieben und in Figur 3 dargestellt verwendet werden. Bei einem Mehrstufigen, also mehr als zwei Stufen, erhalten alle der Vorstufe folgenden Stufen das Entlastungssystem 7b der Hochdruckstufe 2, wobei in einer bevorzugten Ausführung ein Verbindungskanal vorgesehen sein kann, über den alle Stufen mit der Einlasskammer der Vorstufe verbindbar sind. Alternativ kann auch jede Stufe einen separaten Kanal umfassen der mit der Umgebung verbunden ist

[0039] Das Besondere am Entlastungsventil der Vorstufe 2 ist die Begrenzungslamelle 22, die als massives Bauteil ausgeführt ist und die Lamelle 9a abstützt so dass die Lamelle 9a sich nicht zu weit in den Arbeitsraum verbiegt und es so zu einer zu großen Biegebeanspruchung kommt. Der Zylinder 20a hat eine Aussparung an der Stirnfläche, in die die Begrenzungslamelle 22 eintaucht, wenn der Zylinder sich am oberen Totpunkt befindet, so dass der Schadraum möglichst klein wird.

[0040] Die Aussparung ist gerade so groß, dass die Begrenzungslamelle 22 und die im geöffneten Zustand darauf liegende Lamelle 9a darin Platz finden.

[0041] Weiterhin ist der Entlastungskolben 10a zu erkennen der im Zylinderkopf 12 geführt ist. In der dargestellten Position befindet sich dieser in der Ruhestellung,

und wird von einer Feder in dieser Stellung gehalten. Über den dargestellten Steuerdruckkanal 16 kann der Entlastungskolben 10a druckbeaufschlagt werden, so dass dieser in die Entlastungsstellung und die Lamelle 9a in die Offenstellung bewegt werden.

[0042] Die Besonderheit des in Figur 4 dargestellten Entlastungssystem 8b der Hochdruckstufe 3 ist die Auslegung der Lamelle 9b die derart federsteif ausgelegt ist, dass sie nur mit Hilfe des Entlastungskolbens 10b in die Offenstellung bewegt werden kann. Ein Saughub des Kolbens 20b der Hochdruckstufe 2 bewirkt keine selbsttätige Bewegung der Lamelle 9b in die Offenstellung. Beide Entlastungskolben 10a, b werden über den dargestellten Steuerdruckkanal 16 gleichzeitig mit Druckluft beaufschlagt.

[0043] Der Kolben 20b weist ebenfalls eine Vertiefung auf, in der die Lamelle 9b in der Offenstellung Platz hat.

Patentansprüche

1. Hubkolbenkompressor (1) für ein Druckluftversorgungssystem in einem Kraftfahrzeug, mit einem Zylinderkopf (12) umfassend eine Ventilträgerplatte (4) und eine Einlassventillamelle (18 a, b) über die eine Einlasskammer (14a, b) über mehrere Einlasskanäle (21a, b) in der Ventilträgerplatte (4) mit einem Arbeitsraum verbindbar ist, und mit einem im Zylinderkopf (12) integrierten Entlastungssystem (7a, b), mittels dem ein Entlastungskanal (19a, b) in der Ventilträgerplatte (4), der den Arbeitsraum mit einem Raum im Zylinderkopf (12) verbindet, schaltbar ist, wobei das Entlastungssystem (7a, b) eine Schaltvorrichtung (8a, b) und eine Lamelle (9a, b) umfasst, und wobei die Lamelle (9a, b) arbeitsraumseitig an der Ventilträgerplatte (4) befestigt ist und zum Öffnen des Entlastungskanals (19a, b) von der Ventilträgerplatte (4) abhebbar ist,

wobei das Abheben der Lamelle (9a, b) selbsttätig und/oder mittels des Entlastungssystems (7a, 7b) gesteuert erfolgen kann,

dadurch gekennzeichnet, dass der Entlastungskanal (19a) eine luftleitende Verbindung zwischen Einlasskammer (14a und Arbeitsraum ist.

2. Hubkolbenkompressor (1) nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet, dass** dass die Einlassventillamelle (18a, b) eine Aussparung aufweist, innerhalb der mindestens ein Entlastungskanal (19a, b) und die Lamelle (9a, b) angeordnet sind.
3. Hubkolbenkompressor (1) nach Anspruch 2 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lamelle (9a, b) als Zungenventil ausgeführt ist.

4. Hubkolbenkompressor (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entlastungssystem (7a, b) zur Stützung der Lamelle (9a, b) ein Mittel zur Hubbegrenzung der Lamelle (9a, b) umfasst.
5. Hubkolbenkompressor (1) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Mittel zur Hubbegrenzung der Lamelle (9a) ein in den Arbeitsraum ragende Begrenzungs lamelle (22) ist.
6. Hubkolbenkompressor (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entlastungssystem (7a, b) einen mittels eines Federelements rückstellbaren Entlastungskolben (10a, b) umfasst, der mittels einem Steuerdruck betätigbar ist.
7. Hubkolbenkompressor (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Hubkolbenverdichter (1) als zweistufiger Verdichter mit einer Vorstufe (2) und einer Hochdruckstufe (3) ausgeführt ist, wobei im Zylinderkopf (12) für jede Stufe ein Entlastungssystem (7a, b) und ein Verbindungskanal (13), der den Entlastungskanal (19b) der Hochdruckstufe (3) mit der Einlasskammer (14a) der Vorstufe (2) verbindet, vorgesehen sind.
8. Hubkolbenkompressor (1) nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entlastungssystem (7b) der Hochdruckstufe (3) eine Lamelle (9b) aufweist, die derart ausgelegt ist, dass die Lamelle (9b) im Betrieb bei einem Saughub in der Schließstellung verbleibt.
9. Verfahren zum Betreiben eines Hubkolbenkompressors (1) zur Erzeugung von Druckluft für ein Nutzfahrzeug, nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei der Hubkolbenkompressor (1) einen Zylinderkopf (12), in dem ein Entlastungssystem (7a, b) integriert ist, aufweist, mittels dem ein Entlastungskanal (19a, b) in einer Ventilträgerplatte (4) des Zylinderkopfes (12), der einen Arbeitsraum des Hubkolbenkompressors (1) mit einem Raum im Zylinderkopf (12) verbindet, schaltbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Saughub, bei dem ein Unterdruck im Arbeitsraum erzeugt wird, eine Lamelle (9a) des Entlastungssystems (7a), selbsttätig oder, bei Betätigung des Entlastungssystems (7a), zwangsweise in eine Offenstellung bewegt wird, so dass zusätzliche Luft über die Einlasskammer (14a) und den Entlastungskanal (19a) in den Arbeitsraum gesaugt wird oder bei einem Kompressionshub Luft über den Entlastungskanal (19a) aus dem Arbeitsraum heraus in die Einlasskammer (14a) gedrückt werden kann.

10. Verfahren nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Hubkolbenkompressor (1) als zweistufiger Verdichter mit einer Vorstufe (2) und einer Hochdruckstufe (3) ausgeführt ist, wobei im Zylinderkopf (12) für jede Stufe (2, 3) ein Entlastungssystem (7a, b) vorgesehen ist, wobei die Lamelle (9a) der Vorstufe (2) bei einem Saughub selbsttätig in die Offenstellung bewegt wird und die Lamelle (9b) der Hochdruckstufe (3) derart ausgelegt ist, dass diese bei einem Saughub in der Schließstellung verbleibt.
11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
der zweistufige Verdichter (1) im Zylinderkopf (12) einen Verbindungskanal (13) zur Verbindung der Entlastungssysteme (7a, b) vorgesehen ist, wobei der Entlastungskanal (19b) der Hochdruckstufe (3) über den Verbindungskanal (13) mit der Einlasskammer (14a) der Vorstufe (2) verbunden ist, wobei zur Entlastung des Hubkolbenkompressors (1) die Entlastungskolben (10a, b) beider Entlastungssysteme (7a, b) derart geschaltet werden, dass die Lamellen (9a, b) beider Stufen (2, 3) in eine Offenstellung bewegt werden.

Claims

1. Reciprocating-piston compressor (1) for a compressed-air supply system in a motor vehicle, with a cylinder head (12) comprising a valve carrier plate (4) and an inlet valve flap (18a, b) via which the one inlet chamber (14a, b) can be connected to a working space via multiple inlet channels (21a, b) in the valve carrier plate (4), and with a pressure-relief system (7a, b) which is integrated in the cylinder head (12) and able to switch a pressure-relief channel (19a, b) in the valve carrier plate (4) which connects the working space to a space in the cylinder head (12), wherein the pressure-relief system (7a, b) comprises a switch device (8a, b) and a flap (9a, b), and wherein the flap (9a, b) is attached to the valve carrier plate (4) on the working space side and can be lifted from the valve carrier plate (4) in order to open the pressure-relief channel (19a, b), wherein the flap (9a, b) can be lifted autonomously and/or controlled by the pressure-relief system (7a, b), **characterized in that** the pressure-relief channel (19a) is an air-conductive connection between the inlet chamber (14a) and the working space.
2. Reciprocating-piston compressor (1) according to Claim 1, **characterized in that** the inlet valve flap (18a, b) has a recess within which the at least one pressure-relief channel (19a, b) and the flap (9a, b) are arranged.
3. Reciprocating-piston compressor (1) according to Claim 2, **characterized in that** the flap (9a, b) is configured as a reed valve.
4. Reciprocating-piston compressor (1) according to Claim 2, **characterized in that** to support the flap (9a, b), the pressure-relief system (7a, b) comprises means for limiting the lift of the flap (9a, b).
5. Reciprocating-piston compressor (1) according to Claim 4, **characterized in that** the means for limiting the lift of the flap (9a) is a limiting flap (22) protruding into the working space.
6. Reciprocating-piston compressor (1) according to Claim 1, **characterized in that** the pressure-relief system (7a, b) comprises a pressure-relief piston (10a, b) which can be reset by means of a spring element and actuated by means of a control pressure.
7. Reciprocating-piston compressor (1) according to Claim 1, **characterized in that** the reciprocating-piston compressor (1) is configured as a two-stage compressor with a pre-stage (2) and a high-pressure stage (3), wherein for each stage, the cylinder head (12) comprises a pressure-relief system (7a, b) and a connecting channel (13) which connects the pressure-relief channel (19b) of the high-pressure stage (3) to the inlet chamber (14a) of the pre-stage (2).
8. Reciprocating-piston compressor (1) according to Claim 7, **characterized in that** the pressure-relief system (7b) of the high-pressure stage (3) has a flap (9b) which is configured such that during operation, the flap (9b) remains in the closed position during a suction stroke.
9. Method for operating a reciprocating-piston compressor (1) according to any of Claims 1 to 8 to generate compressed air for a utility vehicle, wherein the reciprocating-piston compressor (1) has a cylinder head (12) in which a pressure-relief system (7a, b) is integrated which is able to switch a pressure-relief channel (19a, b) in a valve carrier plate (4) of the cylinder head (12), which channel connects a working space of the reciprocating-piston compressor (1) to a space in the cylinder head (12), **characterized in that** on a suction stroke in which a vacuum is created in the working space, a flap (9a) of the pressure-relief system (7a) is moved into an open position, either autonomously or by force on actuation of the pressure-relief system (7a), so that additional air is drawn into the working space via the inlet chamber (14a) and the pressure-relief channel (19a), or on a compression stroke, air can be pushed out of the working space into the inlet chamber (14a) via the pressure-relief channel (19a).

10. Method according to Claim 9, **characterized in that** the reciprocating-piston compressor (1) is configured as a two-stage compressor with a pre-stage (2) and a high-pressure stage (3), wherein a pressure-relief system (7a, b) is provided in the cylinder head (12) for each stage, wherein the flap (9a) of the pre-stage moves autonomously into the open position on a suction stroke, and the flap (9b) of the high-pressure stage (3) is configured such that it remains in the closed position on a suction stroke.

11. Method according to Claim 10, **characterized in that** in the cylinder head (12), the two-stage compressor (1) a connecting channel (13) for connecting the pressure-relief systems (7a, b) is provided, wherein the pressure-relief channel (19b) of the high-pressure stage (3) can be connected to the inlet chamber (14a) of the pre-stage (2) via the connecting channel (13), wherein for pressure-relief of the reciprocating-piston compressor (1), the pressure-relief pistons (10a, b) of both pressure-relief systems (7a, b) are switched such that the flaps (9a, b) of both stages (2, 3) are moved into an open position.

Revendications

1. Compresseur à piston alternatif (1) pour un système d'alimentation en air comprimé dans un véhicule automobile, comportant une culasse (12) comprenant une plaque de support de soupape (4) et une lamelle de soupape d'admission (18a, b) par le biais de laquelle une chambre d'admission (14a, b) peut être reliée à un espace de travail par le biais de plusieurs canaux d'admission (21a, b) dans la plaque de support de soupape (4), et comportant un système de détente (7a, b) intégré dans la culasse (12), à l'aide duquel un canal de détente (19a, b) dans la plaque de support de soupape (4), qui relie l'espace de travail à un espace dans la culasse (12), peut être commuté, le système de détente (7a, b) comprenant un dispositif de commutation (8a, b) et une lamelle (9a, b), et la lamelle (9a, b) étant fixée à la plaque de support de soupape (4) du côté de l'espace de travail et pouvant être soulevée de la plaque de support de soupape (4) pour l'ouverture du canal de détente (19a, b),

le soulèvement de la lamelle (9a, b) pouvant s'effectuer automatiquement et/ou de manière commandée à l'aide du système de détente (7a, 7b),

caractérisé en ce que

le canal de détente (19a) est une liaison de guidage d'air entre la chambre d'admission (14a) et l'espace de travail.

2. Compresseur à piston alternatif (1) selon la reven-

dication 1,

caractérisé en ce que

la lamelle de soupape d'admission (18a, b) présente un évidement à l'intérieur duquel au moins un canal de détente (19a, b) et la lamelle (9a, b) sont disposés.

3. Compresseur à piston alternatif (1) selon la revendication 2,

caractérisé en ce que

la lamelle (9a, b) est réalisée sous forme de soupape à languette.

4. Compresseur à piston alternatif (1) selon la revendication 2,

caractérisé en ce que

le système de détente (7a, b) comprend, pour le support de la lamelle (9a, b), un moyen servant à la limitation de la course de la lamelle (9a, b).

5. Compresseur à piston alternatif (1) selon la revendication 4,

caractérisé en ce que

le moyen servant à la limitation de la course de la lamelle (9a) est une lamelle de limitation (22) faisant saillie dans l'espace de travail.

6. Compresseur à piston alternatif (1) selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le système de détente (7a, b) comprend un piston de détente (10a, b) pouvant être rappelé à l'aide d'un élément ressort, lequel piston de détente peut être actionné à l'aide d'une pression de commande.

7. Compresseur à piston alternatif (1) selon la revendication 1,

caractérisé en ce que

le compresseur à piston alternatif (1) est réalisé sous forme de compresseur à deux étages comportant un étage préliminaire (2) et un étage haute pression (3), un système de détente (7a, b) et un canal de liaison (13) qui relie le canal de détente (19b) de l'étage haute pression (3) à la chambre d'admission (14a) de l'étage préliminaire (2) étant prévus dans la culasse (12) pour chaque étage.

8. Compresseur à piston alternatif (1) selon la revendication 7,

caractérisé en ce que

le système de détente (7b) de l'étage haute pression (3) présente une lamelle (9b) qui est conçue de telle sorte que la lamelle (9b) demeure dans la position de fermeture lors du fonctionnement lors d'une course d'aspiration.

9. Procédé de fonctionnement d'un compresseur à piston alternatif (1) servant à la génération d'air comprimé pour un véhicule utilitaire, selon l'une des re-

vendications 1 à 8, le compresseur à piston alternatif (1) présentant une culasse (12) dans laquelle un système de détente (7a, b) est intégré, au moyen duquel peut être commuté un canal de détente (19a, b) dans une plaque de support de soupape (4) de la culasse (12) qui relie un espace de travail du compresseur à piston alternatif (1) à un espace dans la culasse (12),

5

caractérisé en ce que,

lors d'une course d'aspiration, lors de laquelle une dépression est générée dans l'espace de travail, une lamelle (9a) du système de détente (7a) est déplacée automatiquement ou, lors de l'actionnement du système de détente (7a), de manière forcée dans une position d'ouverture, de sorte que de l'air supplémentaire soit aspiré dans l'espace de travail par le biais de la chambre d'admission (14a) ou du canal de détente (19a) ou, lors d'une course de compression, de l'air puisse être poussé par le biais du canal de détente (19a) hors de l'espace de travail dans la chambre d'admission (14a).

10

15

20

10. Procédé selon la revendication 9,

caractérisé en ce que

le compresseur à piston alternatif (1) est réalisé sous forme de compresseur à deux étages comportant un étage préliminaire (2) et un étage haute pression (3), un système de détente (7a, b) étant prévu dans la culasse (12) pour chaque étage (2, 3), la lamelle (9a) de l'étage préliminaire (2) étant déplacée automatiquement dans la position d'ouverture lors d'une course d'aspiration et la lamelle (9b) de l'étage haute pression (3) étant conçue de telle sorte que celle-ci demeure dans la position de fermeture lors d'une course d'aspiration.

25

30

35

11. Procédé selon la revendication 10,

caractérisé en ce que

le compresseur (1) à deux étages dans la culasse (12) un canal de liaison (13) servant à la liaison des systèmes de détente (7a, b) est prévu, le canal de détente (19b) de l'étage haute pression (3) étant relié à la chambre d'admission (14a) de l'étage préliminaire (2) par le biais du canal de liaison (13), les pistons de détente (10a, b) des deux systèmes de détente (7a, b) étant commutés pour la détente du compresseur à piston alternatif (1), de telle sorte que les lamelles (9a, b) des deux étages (2, 3) soient déplacées dans une position d'ouverture.

40

45

50

55

Fig.1

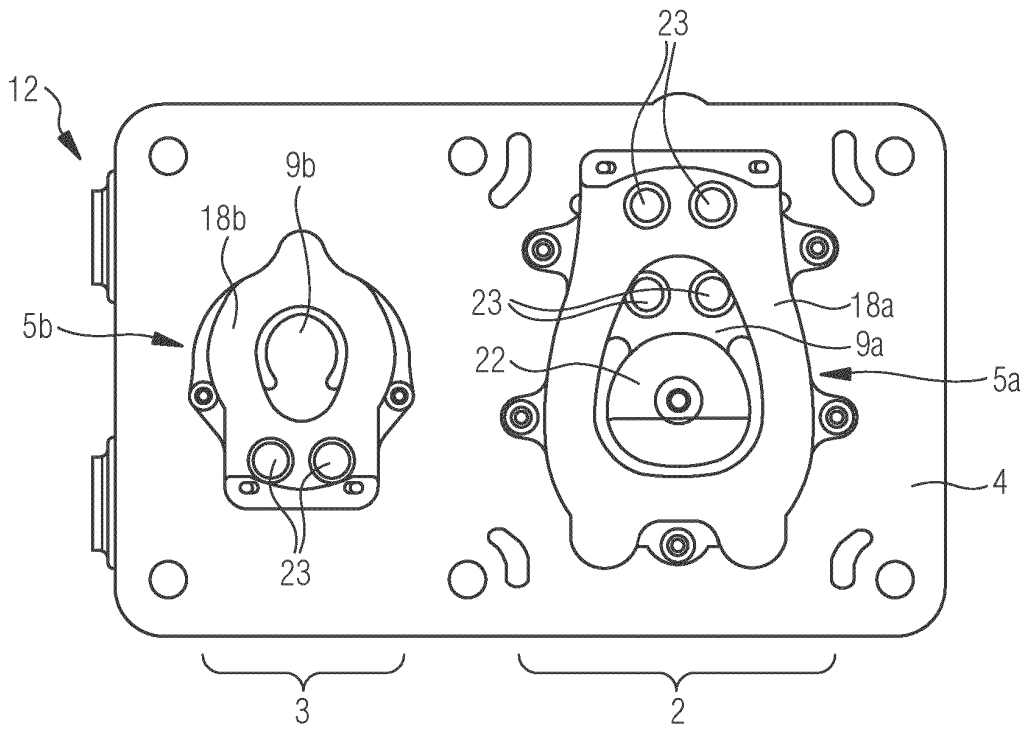
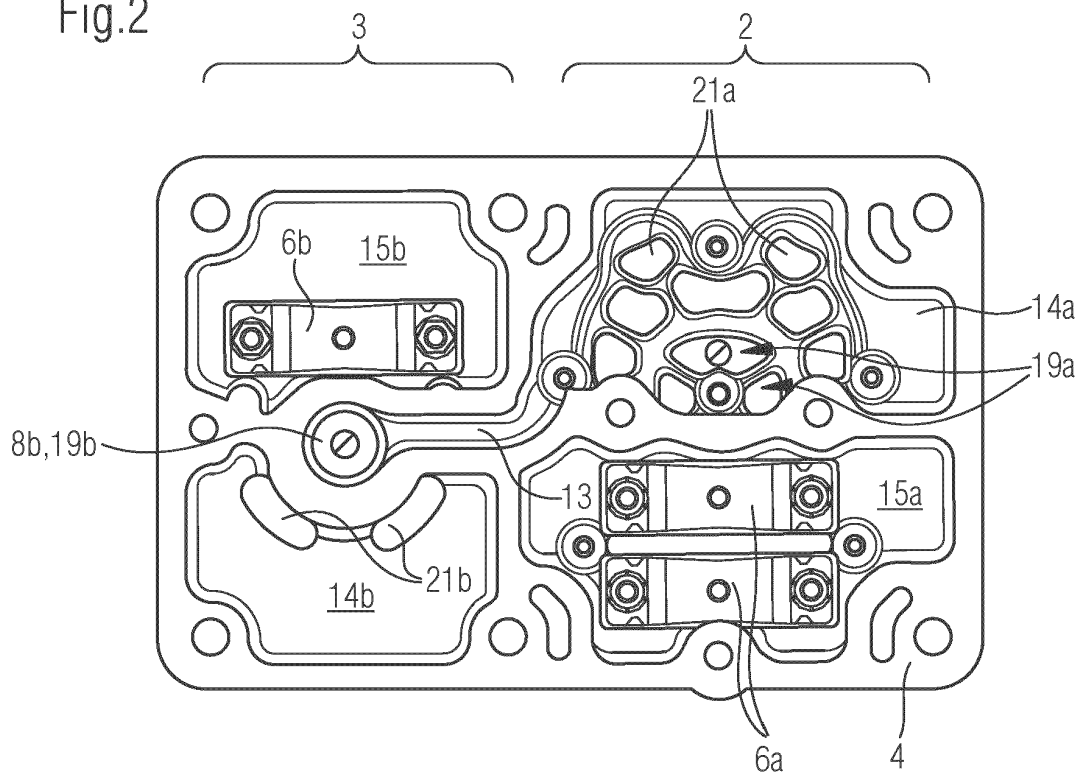
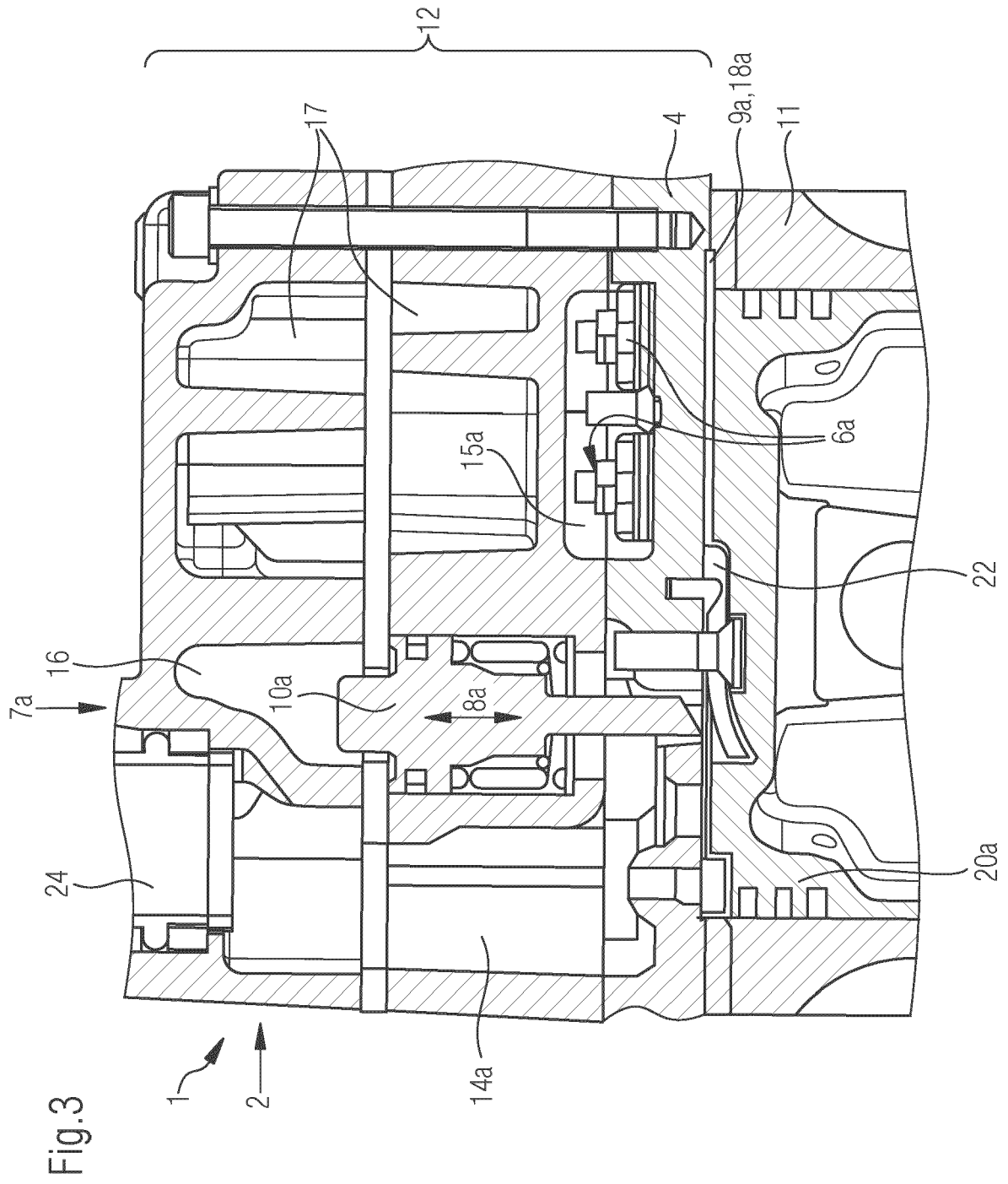
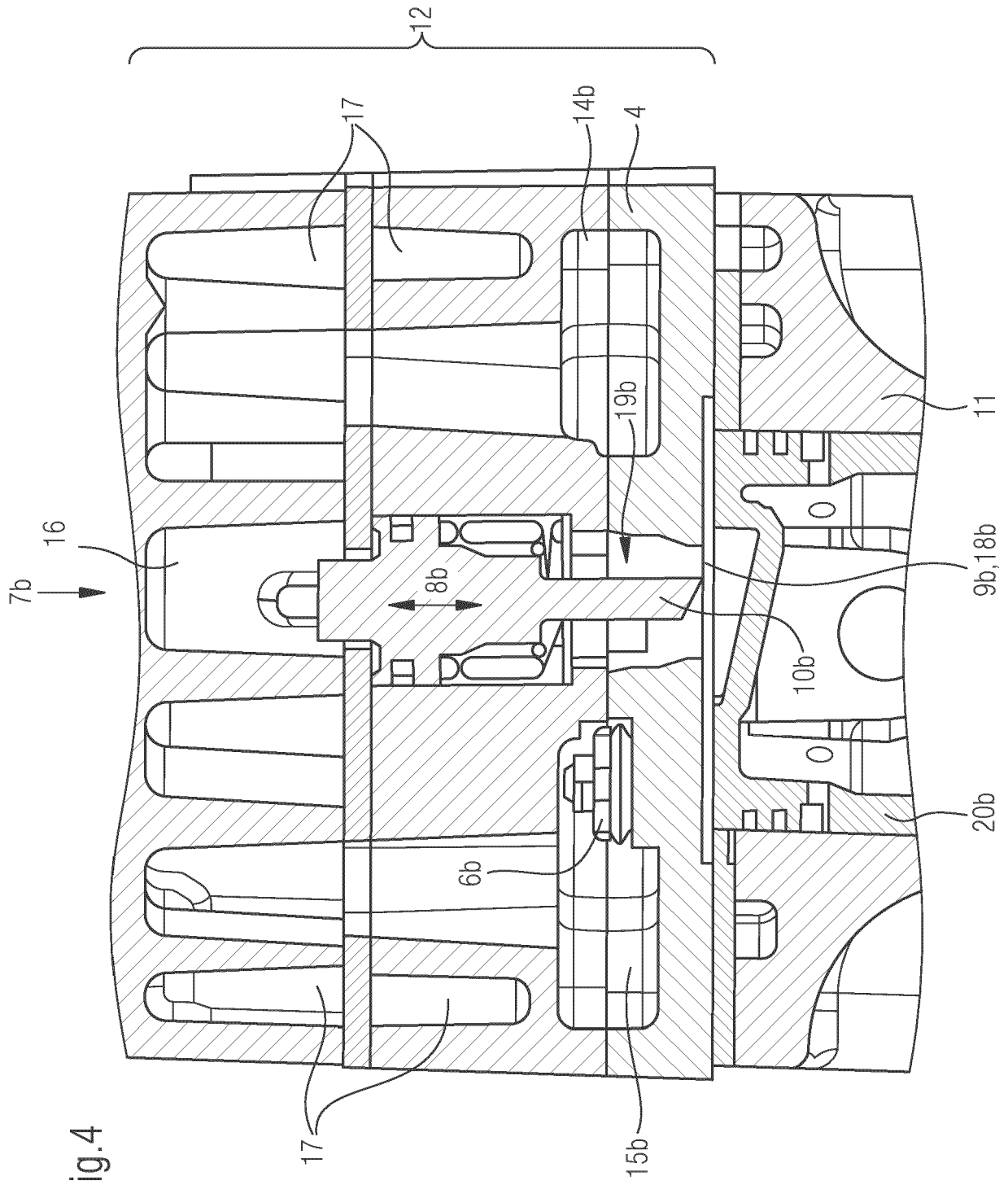


Fig.2







IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102016006358 A1 **[0005]**
- EP 1650434 A2 **[0008]**
- DE 102013001147 A1 **[0009]**
- EP 0091994 A **[0010]**
- WO 9511384 A1 **[0012]**
- US 6257838 B1 **[0013]**