

(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

22. Juni 2017 (22.06.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2017/102472 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04B 27/04 (2006.01) F04B 39/10 (2006.01)

F04B 27/08 (2006.01) F04B 39/12 (2006.01)

F04B 27/10 (2006.01) F04B 49/035 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/079981

(22) Internationales Anmeldedatum:

7. Dezember 2016 (07.12.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2015 225 065.2

14. Dezember 2015 (14.12.2015)

DE

(71) Anmelder: VOITH PATENT GMBH [DE/DE]; St.
Pöltener Str. 43, 89522 Heidenheim (DE).

(72) Erfinder: NICKL, Herr Jörg; Grundweg 10a, 01744
Malter (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, DJ, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
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.

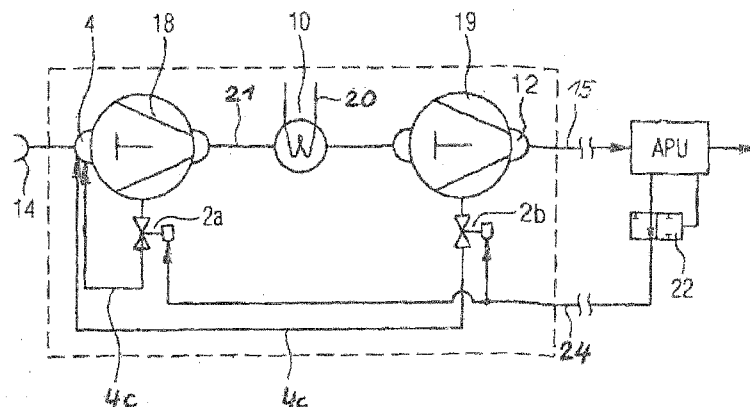
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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)

(54) Title: CYLINDER HEAD FOR A MULTI-STAGE PISTON COMPRESSOR

(54) Bezeichnung : ZYLINDERKOPF FÜR MEHRSTUFIGEN KOLBENVERDICHTER



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a cylinder head (1) for a multi-stage piston compressor for compressing a compressible working medium, comprising a cylinder head upper part (8), a cylinder head lower part (6) and a valve seat plate (9), wherein inlet and outlet valves are arranged in the valve seat plate (9), via which a working space (18) of a first compressor stage and a working space (19) of a subsequent compressor stage can be filled or emptied during the operation of the compressor, subsections of the cylinder head (1) form a suction chamber (4a, b, c) with a working medium inlet (14), a bypass opening (23a) is provided in the valve seat plate (9), via which the working space (18) of the first compressor stage can be connected to the suction chamber (4a, b, c), wherein an idle valve (2a) is provided in the connection. According to the invention, in order to improve the function, a channel (3) having a second bypass opening (23b) is provided in the valve seat plate (9), via which the working space (19) of the subsequent compressor stage can be connected to the suction chamber (4a, b, c).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2017/102472 A1



Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf (1) für einen mehrstufigen Kolbenverdichter zum Verdichten eines kompressiblen Arbeitsmediums, umfassend ein Zylinderkopfberteil (8), ein Zylinderkopfunterteil (6) und eine Ventilsitzplatte (9), wobei in der Ventilsitzplatte (9) Ein- und Auslassventile angeordnet sind, über die ein Arbeitsraum (18) einer ersten Verdichterstufe und ein Arbeitsraum (19) einer nachfolgenden Verdichterstufe im Verdichterbetrieb befüllt oder entleert werden können, Teilbereiche des Zylinderkopfs (1) eine Saugkammer (4a, b, c) mit einem Arbeitsmediumseinlass (14) bilden, eine Bypassöffnung (23a) in der Ventilsitzplatte (9) vorgesehen ist, über die der Arbeitsraum (18) der ersten Verdichterstufe mit der Saugkammer (4a, b, c) verbindbar ist, wobei in der Verbindung ein Leerlaufventil (2a) vorgesehen ist. Zur Verbesserung der Funktion wird vorgeschlagen, dass ein Kanal (3) mit einer zweiten Bypassöffnung (23b) und in der Ventilsitzplatte (9) vorgesehen ist, über den der Arbeitsraum (19) der nachfolgenden Verdichterstufe mit der Saugkammer (4a, b, c) verbindbar ist.

Zylinderkopf für mehrstufigen Kolbenverdichter

Die Erfindung betrifft einen Zylinderkopf für einen mehrstufigen Kolbenverdichter, der
5 zum Verdichten eines kompressiblen Arbeitsmediums, insbesondere Luft, für den Einsatz in einer Druckluftversorgungsvorrichtung in einem Kraftfahrzeug, geeignet ist.

Kolbenverdichter bzw. Verdichter oder Luftpresser dienen der Kompression von Gasen, z. B. Luft, die als Arbeitsmedium zum Betrieb verschiedener Aggregate genutzt wird. Verdichter kommen unter anderem in Kraftfahrzeugen zum Einsatz. Im
10 Betrieb werden derartige Verdichter beispielsweise so eingesetzt, dass ein Druckluftbehälter mit komprimierter Luft befüllt wird bis ein vorgegebenes Druckniveau erreicht ist.

Ein mehrstufiger Kolbenverdichter besteht im Wesentlichen aus einem Grundkörper, in dem Hubkolben angeordnet sind, und einem Zylinderkopf mit Ventilen und Kühlkanä-
15 len. Im Betrieb wird Umgebungsluft über einen Einlasskanal, eine Saugkammer und Ventile in den Arbeitsraum der ersten Verdichterstufe eingesaugt, verdichtet und anschließend über einen Zwischenkanal in einen weiteren bzw. nachfolgenden Arbeitsraum einer Verdichterstufe geleitet und dort weiter verdichtet. Bei einem zweistufigen Kolbenverdichter wird die komprimierte Luft anschließend über eine
20 Luftaufbereitungseinheit oder Steuereinheit in den Druckluftbehälter geleitet.

In einem Kraftfahrzeug erfolgt der Antrieb des Verdichters durch den Antriebsmotor des Fahrzeugs. In der Regel ist zwischen Antriebsmotor und Verdichter keine schaltbare Kupplung vorgesehen, sodass der Verdichter ständig mit angetrieben wird, was einen Energieverlust bzw. einen erhöhten Kraftstoffverbrauch im Nichtförderbetrieb
25 darstellt.

Zum Minimieren solcher Energieverluste bzw. zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs werden Regeleinrichtungen vorgesehen, die bei Erreichen eines Soll-Fülldruckes im Druckbehälter den Verdichter in einen Leerlaufbetrieb schalten, sodass zumindest keine Verdichtungsarbeit mehr anfällt.

Derartige Kolbenverdichter werden beispielsweise in der DE10 2013 001 147 A1 und der DE 10 2009 053 133 A1 offenbart.

In beiden Schriften ist ein Leerlaufventil vorgesehen, das zwischen Saugkammer und Arbeitsraum der ersten Verdichterstufe angeordnet ist. In beiden Lösungen wird ein
5 Bypass geöffnet, sodass vom Verdichter geförderte Luft wieder in die Saugkammer zurückströmt. Der Verdichter selbst läuft dann im sogenannten Leerlaufbetrieb.

Die beiden Lösungen unterscheiden sich jedoch grundsätzlich bezüglich der Ansteuerung und dem Aufbau der Leerlaufventile. So ist dieses im ersten Fall selbstschließend und im zweiten Fall selbstöffnend ausgeführt. Beide Varianten haben ihre Vor- und
10 Nachteile, dennoch hat es sich gezeigt, dass die Leerlaufverluste mit diesen Lösungen unter gewissen Randbedingungen nicht weit genug reduziert werden können.

Eine der Aufgaben der Erfindung ist es, einen Zylinderkopf für einen mehrstufigen Kolbenverdichter vorzuschlagen, mit dem die Leerlaufeigenschaften des Kolbenverdichters weiter verbessert werden.

15 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem Zylinderkopf gemäß Anspruch 1 und einem mehrstufigen Kolbenverdichter gemäß Anspruch 11 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und bevorzugte Lösungsvarianten sind in den hiervon abhängigen Unteransprüchen beschrieben.

Erfindungsgemäß wird ein Zylinderkopf für einen mehrstufigen Kolbenverdichter zum
20 Verdichten eines kompressiblen Arbeitsmediums, umfassend ein Zylinderkopfberteil, ein Zylinderkopfunterteil und eine Ventilsitzplatte vorgeschlagen. In der Ventilsitzplatte sind der Einlass- und Auslassventile angeordnet, über die ein Arbeitsraum einer ersten Verdichterstufe und ein Arbeitsraum einer nachfolgenden Verdichterstufe befüllt oder entleert werden können. Teilbereiche des Zylinderkopfs bilden eine Saugkammer die
25 einen Arbeitsmediumseinlass aufweist. Weiterhin ist eine Bypassöffnung in der Ventilsitzplatte vorgesehen, über die der Arbeitsraum der ersten Verdichterstufe mit der Saugkammer verbindbar ist, wobei in der Verbindung ein Leerlaufventil vorgesehen ist.

Zur Verbesserung des Zylinderkopfes wird vorgeschlagen, dass eine zweite Bypass-
30 öffnung in der Ventilsitzplatte vorgesehen ist, über die der Arbeitsraum der nachfol-

genden Verdichterstufe mit der Saugkammer verbindbar ist.

Der Zylinderkopf ist insbesondere für einen Kolbenverdichter vorgesehen, wie er in Kraftfahrzeugen zum Einsatz kommt. In diesen ist die Saugkammer über den Arbeitsmedium einlass mit der Umgebungsluft bzw. der Fahrzeugfilterluft verbunden. Bei

5 geöffneten Leerlaufventilen sind die Hubräume der Verdichterstufen über die Bypassöffnungen und der Saugkammer mit der Umgebung verbunden. Dadurch wird erreicht, dass der Kolbenverdichter im Leerlaufbetrieb, eine definierte Leistungsreduzierung aufweist, auch wenn die Druckleitung unter Druck bleibt.

In einer möglichen Ausführung kann ein einziges Leerlaufventil beiden Bypassöffnungen zugeordnet sein. So wird erreicht, dass die Verbindung zwischen den Hubräumen und der Saugkammer, beim Umschalten vom Förderbetrieb, bei dem Druckluft in einen Druckluftbehälter gefördert wird, in den Leerlaufbetrieb und umgekehrt, gleichzeitig erfolgt.

10

In einer weiteren möglichen Ausführung ist jeder Bypassöffnung ein Leerlaufventil zugeordnet. Dadurch könnten die Bypassöffnungen auch unabhängig voneinander geschaltet, geöffnet und geschlossen werden.

15

Weiterhin können die Leerlaufventile in dem Zylinderkopf positioniert sein und die Ansteuerung der Ventile kann pneumatisch erfolgen. Sind die Leerlaufventile im Zylinderkopf integriert, können die Leerlaufventile einen Schließkörper umfassen der

20 gegen eine Dichtfläche, die die Bypassöffnungen umschließt, bewegbar ist.

Weiterhin können die Leerlaufventile eine Feder umfassen, die die Schließkörper in einer Schließstellung halten, wobei die Feder der einzelnen Leerlaufventile unterschiedlich ausgelegt sein können. Dadurch kann beispielsweise bei gleichzeitiger Ansteuerung eine unterschiedliche Schaltcharakteristik erreicht werden.

Um weiterhin eine günstige Positionierung der Leerlaufventile zu ermöglichen, kann in der Ventilsitzplatte ein Entlastungskanal vorgesehen sein, der die zweite Bypassöffnung mit dem Arbeitsraum der nachfolgenden Verdichterstufe verbindet.

25

Vorzugsweise können die Leerlaufventile über eine Steuerdruckleitung mit Druckluft beaufschlagbar sein, sodass die Schließkörper der Leerlaufventile gegen die Feder-

kraft in eine Offenstellung bewegt werden.

Alternativ kann aber auch jedes Leerlaufventil über eine separate Steuerdruckleitung mit Druckluft beaufschlagbar sein, sodass die Schließkörper unabhängig gegen die Federkraft in eine Offenstellung bewegt werden können.

- 5 Vorteilhaft kann der beschriebene Zylinderkopf auf einem mehrstufigen Kolbenverdichter zum Verdichten kompressibler Medien angebaut sein. So ist es möglich bestehende Kolbenverdichter umzurüsten. Dazu müsste lediglich der alte Zylinderkopf gegen den erfindungsgemäßen Zylinderkopf ausgetauscht werden.

- 10 Weitere Merkmale des erfindungsgemäßen Zylinderkopfes bzw. des Kolbenverdichters und weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Skizzen näher erläutert.

In diesen zeigen:

- 15 Figur 1 das Schaltbild der verbesserten Leerlaufschaltung
 Figur 2 einen Kolbenverdichter im Betriebsmodus
 Figur 3 ein Leerlaufventil im Detail

20

- 25 Figur 1 zeigt das Schaltbild der erfindungsgemäßen verbesserten Leerlaufschaltung für einen mehrstufigen Verdichter, hier dargestellt ein Kolbenverdichter mit zwei Verdichterstufen, die jeweils einen Arbeitsraum 18, 19 aufweisen. Der ersten Verdichterstufe, bzw. dem Arbeitsraum 18 der ersten Stufe ist die Saugkammer 4a, b zugeordnet. Über den Arbeitsmediumeinlass 14, die Saugkammer 4a, b, und ein nicht dargestelltes Einlassventil kann der Arbeitsraum 18 mit Arbeitsmedium, insbesondere Umgebungsluft, gefüllt werden.

- 30 Der Zwischenkanal 21 zwischen den Hubräumen 18, 19 ist einmal über das Auslassventil (nicht dargestellt) mit dem Arbeitsraum 18 und auf der anderen Seite über ein Einlassventil (nicht dargestellt) mit dem Arbeitsraum 19 der zweiten Stufe verbunden.

Die hier nicht dargestellten Einlass- und Auslassventile sind dem Fachmann aus dem Stand der Technik bekannt. Zur Kühlung der aus der ersten Stufe abgeführten vorkomprimierten Luft ist in dem Zwischenkanal 21 ein Kühler mit einem Kühlkanal 10 vorgesehen, sodass dem Arbeitsraum der nachfolgenden Stufe verdichtete Luft mit
5 einer geringeren Temperatur zugeführt werden kann.

Die komprimierte Luft, die die nachfolgende Stufe verlässt, wird über eine Luftaufbereitungsvorrichtung mit Steuereinrichtung auch APU genannt, einem Druckluftbehälter zugeführt.

Jeder Verdichterstufe ist ein Leerlaufventil 2a, b zugeordnet. Die Steuerung der
10 Leerlaufventile erfolgt beispielsweise, wie hier dargestellt, über die Steuereinheit der APU, mittels der ein Ventil 22 angesteuert wird. In der hier dargestellten Schaltstellung des Ventils 22 schalten die Leerlaufventile 2a, b in die Leerlaufstellung. Das bedeutet, die Bypassöffnungen 23a, b zwischen den Hubräumen 18, 19 und der Saugkammerabschnitt 4c sind geöffnet. Es besteht somit eine Verbindung zwischen Umgebung am
15 Arbeitsmediumeinlass und den Hubräumen 18, 19, wodurch bei einer Kolbenbewegung die Luft nicht mehr komprimiert wird.

Die Druckluft für die Ansteuerung der Leerlaufventile 2a, b kann beispielsweise aus dem Druckluftbehälter entnommen werden.

Figur 2 zeigt einen Kolbenverdichter im Betriebsmodus mit einem Zylinderkopf 1 in
20 dem die Leerlaufventile 2 a, b positioniert sind. Figur 3 zeigt eine mögliche Ausführung eines Leerlaufventiles im Detail. Die dargestellten Leerlaufventile 2a, b befinden sich in beiden Darstellungen in der Schließstellung. In dieser Stellung werden die Ventilkörper 12 durch die Feder 11 gegen die Ventilsitzplatte 9 gepresst. Die Bypassöffnungen 23a, b sind in dieser Stellung somit geschlossen.

25 Zum Öffnen der Leerlaufventile 2a, b werden diese über den Steuerluftanschluss 14 und die Steuerdruckkammer 25 mit Druckluft beaufschlagt. Wie in Figur 3 deutlich zu erkennen ist, gelangt die Druckluft von der Steuerdruckkammer 25 über den Verbindungskanal 5 in den Kolbenraum 27. Durch eine Druckbeaufschlagung bewegt sich der Ventilkörper 12, gegen die Federkraft entlang des Führungskörpers 13, in eine
30 Offenstellung.

Weiterhin ist zu erkennen, wie die Leerlaufventile in dem Zylinderkopfunterteil 6 angeordnet sind und wie sie an der Trennplatte 7 befestigt sind. Um den Aufbau einfach zu halten sind beide Leerlaufventile 2a, b in einen Teilbereich der Saugkammer 4c positioniert. Im Zylinderoberteil 8 ist die Steuerdruckkammer 25 angeordnet, über die beide Leerlaufventile gleichzeitig angesteuert werden, damit eine möglichst gleichzeitige Schaltung der Leerlaufventile erfolgt. Um die zum Arbeitsraum 19 versetzt angeordnete Bypassöffnung 23b mit dem Arbeitsraum 19 der nachfolgenden Stufe zu verbinden ist ein Entlastungskanal 3 in der Ventilsitzplatte vorgesehen.

Figur 3 zeigt ein alternatives Leerlaufventil 2. Das dargestellte Leerlaufventil befindet sich in der Schließstellung. In dieser Stellung wird der Ventilkörper 12 durch die Feder 11 gegen die Ventilsitzplatte 9 gepresst. Die Bypassöffnung 23a, b ist in dieser Stellung somit geschlossen.

Das Leerlaufventil umfassend im Wesentlichen ein Ventilkörper 12, ein Führungskörper 13 und ein Federelement 11. Durch diesen einfachen Aufbau ist das Leerlaufventil nur funktionsfähig, wenn es in einen Zylinderkopf eingebaut ist.

So ist es notwendig, dass das Leerlaufventil 2 an einem Bauteil des Zylinderkopfes 1 befestigt ist, hier an der Trennplatte 7 des Zylinderkopfes 1. Weiterhin wird eine Gegendichtfläche 26b benötigt, gegen die der Ventilkörper 12 mit seiner stirnseitig angeordneten Dichtfläche 26a gepresst werden kann. Dies ist hier die Ventilsitzplatte 9 des Zylinderkopfes 1 bzw. des Verdichters.

Das zentrale Bauteil des Leerlaufventils 2 ist der Führungskörper 13, der durch den einfachen Aufbau einteilig ausgeführt sein kann. Weiterhin weist der Führungskörper 13 im Wesentlichen vier Abschnitte auf. Den Befestigungsabschnitt 28, den Führungsabschnitt 29, den Kolbenabschnitt 30 und den Kopfabschnitt 31. Die Durchmesser der einzelnen Abschnitte sind derart zueinander abgestuft, dass die Montage sehr einfach ist und Fehler oder Funktionsstörungen praktisch ausgeschlossen werden können.

Auch die Abdichtung des Kolbenraums 27 mittels der Dichtungspackete (23a, b) ist sehr einfach gelöst. Diese sind in Nuten eingelegt, jeweils zumindest ein Dichtungspacket 23a, b im Führungsabschnitt 29 und im Kolbenabschnitt 30. Bevorzugt besteht ein Dichtungspacket 23a, b aus einem Gleitring und O-Ring.

Die Erfindung ist nicht auf einen zweistufigen Verdichter beschränkt. Vielmehr können auch mehr als zwei Stufen hintereinander geschaltet sein, wobei dann jeweils ein Leerlaufventil je Verdichterstufe vorgesehen sein kann.

Bezugszeichenliste

	1	Zylinderkopf
	2 a, b	Leerlaufventil
	3	Entlastungskanal
5	4a, b, c	Saugkammer, Saugkammerkanal
	5	Verbindungskanal
	6	Zylinderkopfunterteil
	7	Trennplatte
	8	Zylinderkopfoberenteil
10	9	Ventilsitzplatte
	10	Kühlkanal
	11	Feder
	12	Ventilkörper
	13	Führungskörper
15	14	Arbeitsmedium einlass
	15	Arbeitsmedium auslass
	16 a, b	Hubkolben
	17	Verdichtergehäuse
	18	Arbeitsraum erste Stufe
20	19	Arbeitsraum zweite Stufe
	20	Kühlwasseranschluss
	21	Zwischenkanal
	22	Ventil
	23 a, b	Bypassöffnung
25	24	Steuerluft / Steuerluftanschluss
	25	Steuerdruckkammer
	26a, b	Dichtfläche / Gegendichtfläche
	27	Kolbenraum
	28	Befestigungsabschnitt
30	29	Führungsabschnitt
	30	Kolbenabschnitt
	31	Kopfabschnitt
	32	Fase

Patentansprüche

1. Zylinderkopf (1) für einen mehrstufigen Kolbenverdichter zum Verdichten eines kompressiblen Arbeitsmediums, umfassend ein Zylinderkopfberteil (8), ein Zylinderkopfunterteil (6) und eine Ventilsitzplatte (9), wobei
 - 5 - in der Ventilsitzplatte (9) Ein- und Auslassventile angeordnet sind, über die ein Arbeitsraum (18) einer ersten Verdichterstufe und ein Arbeitsraum (19) einer nachfolgenden Verdichterstufe im Verdichterbetrieb befüllt oder entleert werden können,
 - Teilbereiche des Zylinderkopfs (1) eine Saugkammer (4a, b, c) mit einem
10 Arbeitsmediumseinlass (14) bilden,
 - eine Bypassöffnung (23a) in der Ventilsitzplatte (9) vorgesehen ist, über die der Arbeitsraum (18) der ersten Verdichterstufe mit der Saugkammer (4a, b, c) verbindbar ist, wobei in der Verbindung ein Leerlaufventil (2a) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet,
 - 15 dass ein Kanal (3) mit einer zweiten Bypassöffnung (23b) und in der Ventilsitzplatte (9) vorgesehen ist, über den der Arbeitsraum (19) der nachfolgenden Verdichterstufe mit der Saugkammer (4a, b, c) verbindbar ist.
2. Zylinderkopf (1) gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
20 dass das Leerlaufventil (2a) beiden Bypassöffnungen (23a, b) zugeordnet ist.
3. Zylinderkopf (1) gemäß einem der Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass jeder Bypassöffnung (23a, b) ein Leerlaufventil (2a, b) zugeordnet ist.
4. Zylinderkopf (1) gemäß Anspruch 2 oder 3,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass die Leerlaufventile (2a, b) in dem Zylinderkopf (1), insbesondere im Zylinderkopfunterteil (6) positioniert sind.

5. Zylinderkopf (1) gemäß Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leerlaufventile (2a, b) pneumatisch gesteuert werden.

6. Zylinderkopf (1) gemäß Anspruch 4,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass jedes Leerlaufventil (2a, b) einen Ventilkörper (12) umfasst, der gegen eine Dichtfläche (25a, b), die die Bypassöffnungen (23a, b) umschließt, bewegbar ist.

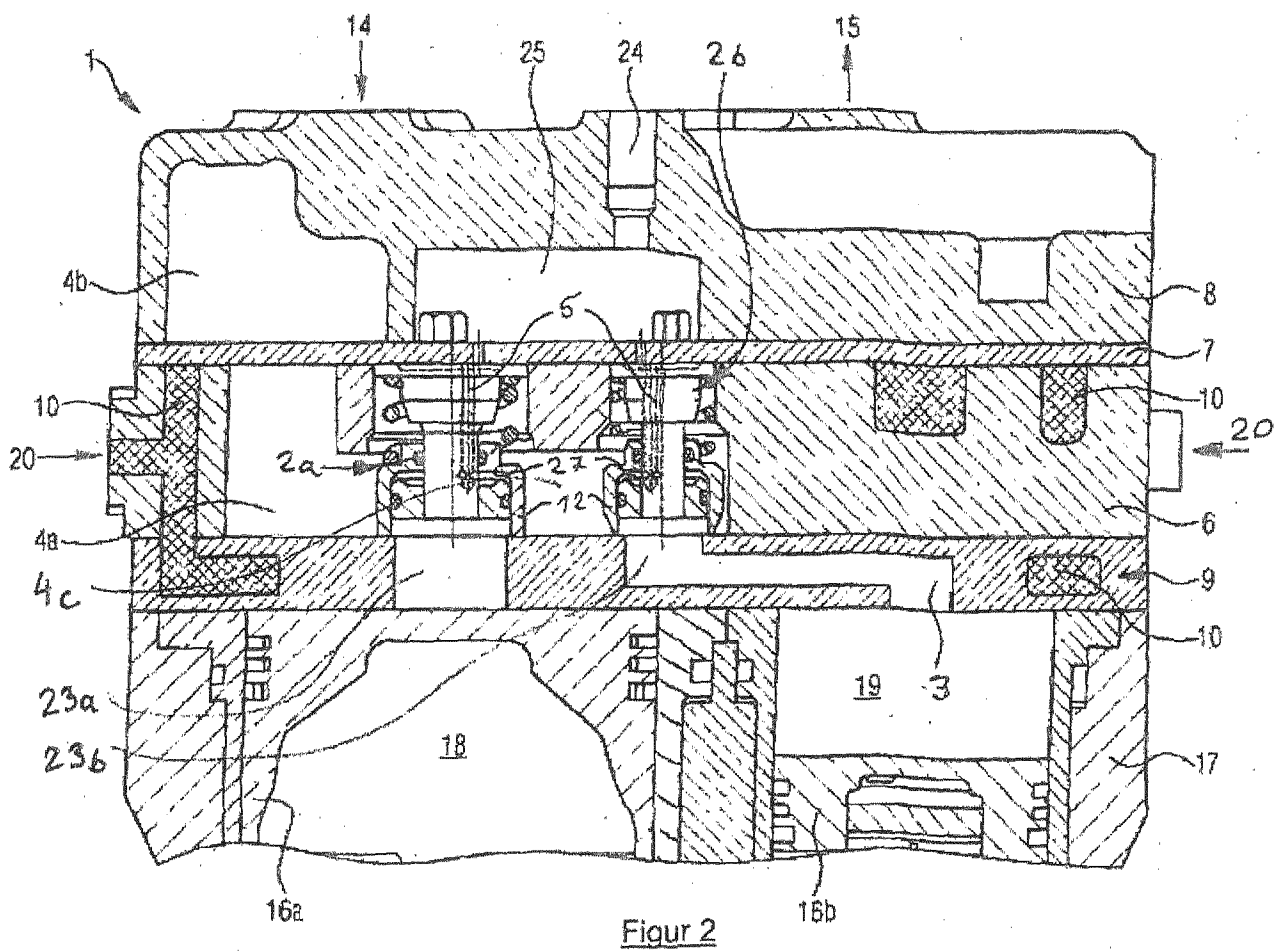
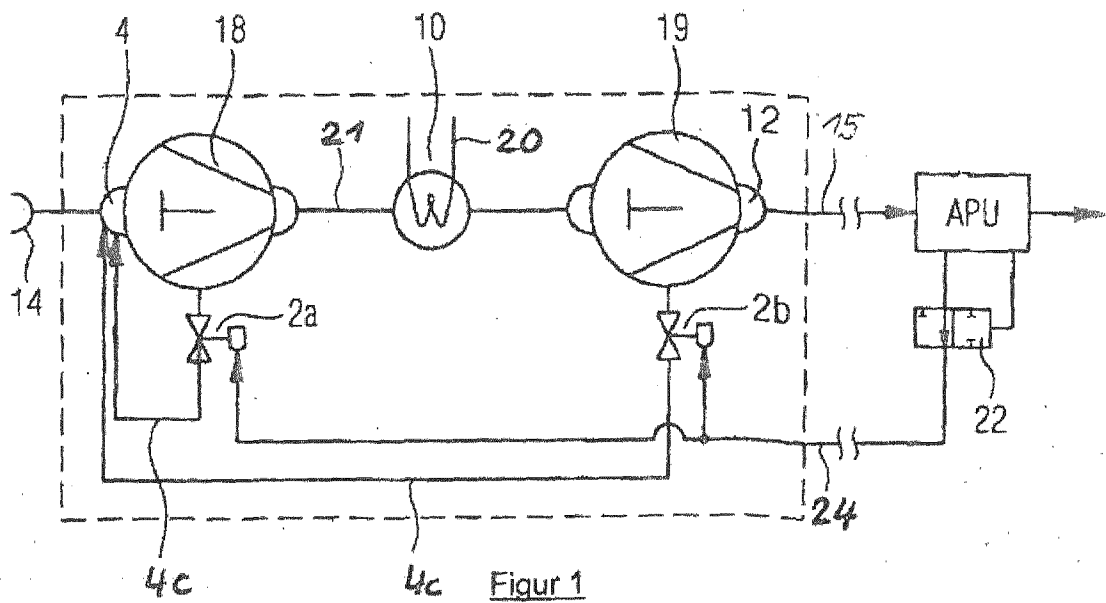
7. Zylinderkopf (1) gemäß Anspruch 4,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass jedes Leerlaufventil (2a, b) eine Feder (26) umfasst, die den Ventilkörper (12), im nicht betätigten Zustand, in einer Schließstellung hält.

8. Zylinderkopf gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass in der Ventilsitzplatte (9) ein Entlastungskanal (3) vorgesehen ist, der die zweite Bypassöffnung (23b) mit dem Arbeitsraum der zweiten Stufe (19) verbindet.

9. Zylinderkopf gemäß Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Leerlaufventile (2a, b) über eine gemeinsame Steuerdruckversorgung mit Druckluft beaufschlagbar sind.

10. Zylinderkopf gemäß Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass jedes Leerlaufventil (2a, b) über eine separate Steuerdruckleitung mit
25 Druckluft beaufschlagbar ist.

11. Mehrstufiger Kolbenverdichter zum Verdichten kompressibler Medien umfassend einen Zylinderkopf entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 10.



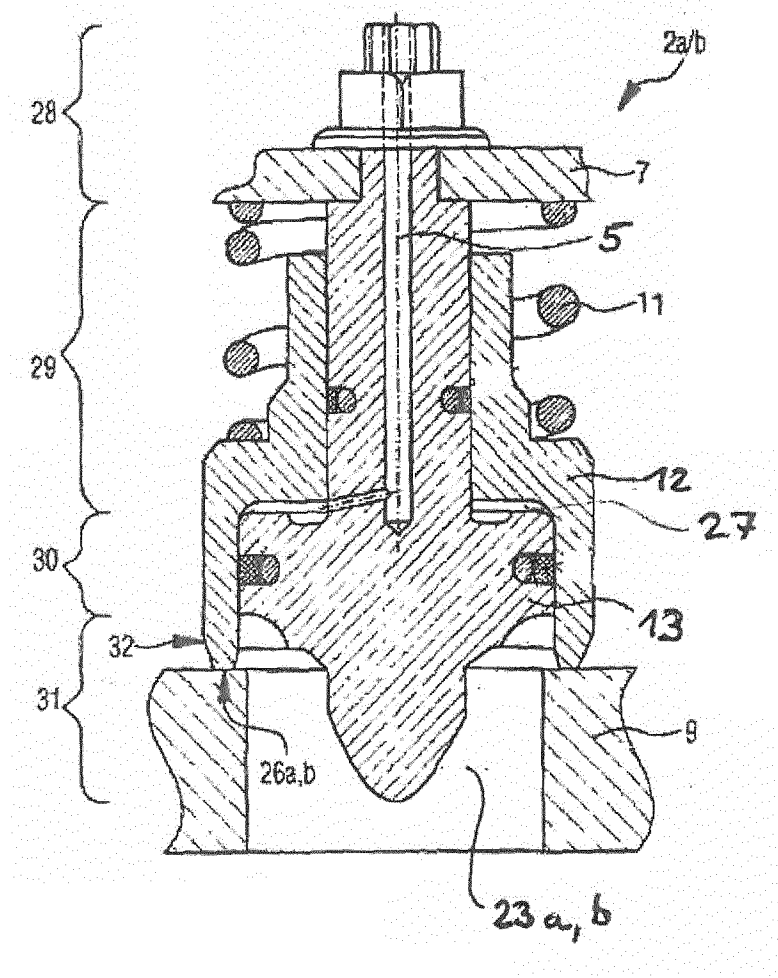


Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/079981

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F04B27/04 F04B27/08 F04B27/10 F04B39/10 F04B39/12
F04B49/035

ADD.

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.
Y	DE 197 45 118 A1 (WABCO GMBH [DE]) 15 April 1999 (1999-04-15)	1,3-11
A	figures 1, 2 column 1, line 54 - column 2, line 67 column 4, line 35 - column 5, line 13 -----	2
Y	DE 198 48 217 A1 (WABCO GMBH & CO. OHG [DE]) 27 April 2000 (2000-04-27)	1,3-11
A	figures 1, 3 column 2, line 42 - column 3, line 37 column 4, line 24 - column 5, line 8 -----	2
A	EP 2 226 503 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 8 September 2010 (2010-09-08) figures 1-3 paragraph [0013] - paragraph [0022] ----- -/-	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

22 February 2017

Date of mailing of the international search report

07/03/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gnüchtel, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/079981

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 091 994 A1 (WABCO WESTINGHOUSE FAHRZEUGBREMSSEN GMBH [DE]) 26 October 1983 (1983-10-26) figures 1, 2 page 4, line 20 - page 5, line 30 -----	1-11
A	DE 26 33 654 A1 (MAGNETI MARELLI S.P.A. [IT]) 17 February 1977 (1977-02-17) the whole document -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/079981

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19745118 A1	15-04-1999	DE 19745118 A1	15-04-1999
		US 6056516 A	02-05-2000
		US 6254358 B1	03-07-2001
DE 19848217 A1	27-04-2000	DE 19848217 A1	27-04-2000
		US 6261068 B1	17-07-2001
EP 2226503 A1	08-09-2010	DE 102009011214 A1	23-09-2010
		EP 2226503 A1	08-09-2010
EP 0091994 A1	26-10-1983	DE 3214713 A1	27-10-1983
		EP 0091994 A1	26-10-1983
		JP H0514109 B2	24-02-1993
		JP S58183885 A	27-10-1983
		US 4522568 A	11-06-1985
DE 2633654 A1	17-02-1977	DE 2633654 A1	17-02-1977
		ES 450277 A1	16-08-1977
		FR 2359291 A1	17-02-1978
		IT 1044015 B	29-02-1980

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F04B27/04 F04B49/035	F04B27/08 F04B27/10 F04B39/10 F04B39/12
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE 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.
Y	DE 197 45 118 A1 (WABCO GMBH [DE]) 15. April 1999 (1999-04-15)	1,3-11
A	Abbildungen 1, 2 Spalte 1, Zeile 54 - Spalte 2, Zeile 67 Spalte 4, Zeile 35 - Spalte 5, Zeile 13 -----	2
Y	DE 198 48 217 A1 (WABCO GMBH & CO. OHG [DE]) 27. April 2000 (2000-04-27)	1,3-11
A	Abbildungen 1, 3 Spalte 2, Zeile 42 - Spalte 3, Zeile 37 Spalte 4, Zeile 24 - Spalte 5, Zeile 8 -----	2
A	EP 2 226 503 A1 (VOITH PATENT GMBH [DE]) 8. September 2010 (2010-09-08) Abbildungen 1-3 Absatz [0013] - Absatz [0022] ----- -/-	1-11
☒ 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 22. Februar 2017		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 07/03/2017
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 Gnüchtel, Frank

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 091 994 A1 (WABCO WESTINGHOUSE FAHRZEUGBREMSEN GMBH [DE]) 26. Oktober 1983 (1983-10-26) Abbildungen 1, 2 Seite 4, Zeile 20 - Seite 5, Zeile 30 -----	1-11
A	DE 26 33 654 A1 (MAGNETI MARELLI S.P.A. [IT]) 17. Februar 1977 (1977-02-17) das ganze Dokument -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/079981

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
DE 19745118	A1	15-04-1999	DE	19745118	A1		15-04-1999	
			US	6056516	A		02-05-2000	
			US	6254358	B1		03-07-2001	

DE 19848217	A1	27-04-2000	DE	19848217	A1		27-04-2000	
			US	6261068	B1		17-07-2001	

EP 2226503	A1	08-09-2010	DE	102009011214	A1		23-09-2010	
			EP	2226503	A1		08-09-2010	

EP 0091994	A1	26-10-1983	DE	3214713	A1		27-10-1983	
			EP	0091994	A1		26-10-1983	
			JP	H0514109	B2		24-02-1993	
			JP	S58183885	A		27-10-1983	
			US	4522568	A		11-06-1985	

DE 2633654	A1	17-02-1977	DE	2633654	A1		17-02-1977	
			ES	450277	A1		16-08-1977	
			FR	2359291	A1		17-02-1978	
			IT	1044015	B		29-02-1980	
