

(19)



(11)

EP 3 408 536 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.06.2021 Patentblatt 2021/22

(51) Int Cl.:
F04B 35/04 ^(2006.01) **F04B 39/08** ^(2006.01)
F04B 39/12 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **17701320.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2017/051406

(22) Anmeldetag: **24.01.2017**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2017/129553 (03.08.2017 Gazette 2017/31)

(54) **KOLBENKOMPRESSOR MIT ENTLÜFTUNGSEINRICHTUNG**

PISTON COMPRESSOR HAVING A VENTING DEVICE

COMPRESSEUR À PISTON ÉQUIPÉ D'UN DISPOSITIF DE DÉGAZAGE

(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

(30) Priorität: **27.01.2016 DE 102016201208**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.12.2018 Patentblatt 2018/49

(73) Patentinhaber: **KNORR-BREMSE Systeme für Nutzfahrzeuge GmbH**
80809 München (DE)

(72) Erfinder:
• **HEBRARD, Gilles**
14100 Lisieux (FR)

- **KIENER, Wolfgang**
80995 München (DE)
- **MARESCOT, Jean-Baptiste**
14340 Manerbe (FR)
- **MELLAR, Jörg**
85560 Ebersberg (DE)
- **SAINTIVE, Michel**
14340 Le Pré d'Auge (FR)
- **WEINHOLD, Thomas**
81545 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 122 015 **WO-A1-2015/067346**
DE-A1- 3 042 069 **DE-A1- 3 148 717**
DE-A1-102009 018 843 **DE-U1-202006 020 240**

EP 3 408 536 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 Kolbenkompressor zum Verdichten eines Gases, der optional mittels einer Kupplung von einer Antriebseinrichtung trennbar ist, mit einem Einlassventil, welches zwischen einer Einlassleitung für zu verdichtendes Gas und einem Verdichtungsraum des Kolbenkompressors angeordnet ist und einem Auslassventil, welches zwischen dem Verdichtungsraum des Kolbenkompressors und einer Auslassleitung für verdichtetes Gas angeordnet ist.

[0002] Derartige Kompressoren werden beispielsweise für die Druckluftversorgung von Nutzfahrzeugen, insbesondere für die Druckluftversorgung des Bremssystems eingesetzt. Dabei erfolgt der Antrieb des Kompressors über den Antriebsstrang des Verbrennungsmotors. Es sind Anwendungen bekannt, bei welchen zwischen dem Kompressor und der Antriebsverbindung eine Kupplung angeordnet ist, um den Kompressor vom Antrieb zu trennen, wenn das Druckluftsystem des Nutzfahrzeugs mit Druckluft gefüllt ist. Bei bekannten Ausführungsformen wird gleichzeitig mit dem Öffnen der Kupplung die Auslassleitung des Kompressors entleert. Bei der Wiederinbetriebnahme des Kompressors muss erst der Druck in der dann druckfreien Auslassleitung wieder aufgebaut werden, bevor Druckluft in das Druckluftsystem geliefert werden kann. Zur Vermeidung solcher Effizienzverluste sind auch Lösungen bekannt, bei welchen die Auslassleitung nicht druckfrei geschaltet wird, während der Kolbenkompressor nicht angetrieben wird.

[0003] In der EP 0 122 015 A1 ist ein Kolbenkompressor offenbart, der, über eine Kupplung vom Antrieb getrennt werden kann, wenn ein bestimmter Maximaldruck aufgebaut wurde. Das Ausrücken der Kupplung, also die Trennung des Antriebs vom Kolbenkompressor, geschieht dabei mittels eines Drucks aus dem vom Kolbenkompressor während des Betriebs gefüllten Druckluftspeicher.

[0004] Bei Kolbenkompressoren der genannten Art besteht die Gefahr, dass ein Auslassventil durch Verunreinigen wie Beläge durch Schmierölrückstände oder insbesondere von solchen gelöste Partikel undicht wird. Dabei weisen die Auslassventile häufig eine Ventilzunge auf, zwischen die und deren Ventilsitz solche Verunreinigungen gelangen können und dort das vollständige Schließen des Ventils verhindern. Im Fall einer beispielsweise hieraus resultierenden Undichtigkeit eines Auslassventils in Verbindung mit einer unter Druck stehenden Auslassleitung während der Trennung des Kompressors vom Antrieb kann Druckluft zurück in den Verdichtungsraum des Kompressors gelangen. Der Druck im Verdichtungsraum eines Kolbenkompressors in einem 12,5 bar-System kann dann auf bis zu 6 bar ansteigen. Bei der Wiederinbetriebnahme des Kolbenkompressors mit einem derart hohen Druck im Verdichtungsraum resultiert beim ersten VerdichtungsHub des Kolbens eine Verdichtung des Gases im Verdichtungsraum auf etwa 60 bar. Das hierbei auftretende Drehmoment

ist bei weitem zu hoch für die Kupplung, welche in diesem Fall durchrutscht, überhitzt und unzulässig stark verschleißt. Zudem kann ein solch hoher Druck im Verdichtungsraum auch zu einer Beschädigung des Kompressors selbst führen.

[0005] Die Druckschriften DE30 42 069 A1 und DE 20 2006 020 240 U1 offenbaren jeweils eine technische Lehre, die dazu geeignet ist ein solches Problem zu beheben und den Verdichtungsraum, während der Zeit in der der Kolben nicht vom Antrieb angetrieben ist, zu entlüften. Dazu werden in den beiden Druckschriften jeweils Möglichkeiten genannt, den Druck auf der Auslassseite des Kompressors zu entlüften, wozu entweder eine komplizierte mechanische Konstruktion (DE 30 42 069 A1) oder eine aufwendige elektrische Lösung (DE 20 2006 020 240 U1) angewendet wird.

[0006] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Kolbenkompressor zur Verfügung zu stellen, welcher die vorgenannten Nachteile und die hieraus entstehenden unerwünschten Wirkungen vermeidet.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe wird ein Kolbenkompressor gemäß Anspruch 1 vorgeschlagen. Weiterbildungen des Kolbenkompressors sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] Zur Lösung der Aufgabe wird ein Kolbenkompressor zum Verdichten eines Gases vorgeschlagen, der von einer Antriebseinrichtung trennbar ist, mit einem Einlassventil, welches zwischen einer Einlassleitung für zu verdichtendes Gas und einem Verdichtungsraum des Kolbenkompressors angeordnet ist und einem Auslassventil, welches zwischen dem Verdichtungsraum des Kolbenkompressors und einer Auslassleitung für verdichtetes Gas angeordnet ist. Der Kolbenkompressor weist eine Entlüftungseinrichtung auf, durch welche verdichtetes Gas aus dem Verdichtungsraum abführbar ist, das während der Trennung des Kolbenkompressors von der Antriebseinrichtung aus der Auslassleitung zurück in den Verdichtungsraum gelangt.

[0009] Ein solcher Kolbenkompressor weist eine Einlassleitung auf, die insbesondere Teil eines Einlasssystems ist und durch welche ein zu verdichtendes Gas zu einem Verdichtungsraum des Kolbenkompressors geführt wird. Zwischen der Einlassleitung und dem Verdichtungsraum ist dabei ein Einlassventil angeordnet, welches während dem Ansaugen von zu verdichtendem Gas in den Verdichtungsraum (der Druck im Verdichtungsraum ist geringer als der Druck in der Einlassleitung) geöffnet ist. Während der Verdichtung des Gases im Verdichtungsraum (der Druck im Verdichtungsraum ist höher als der Druck in der Einlassleitung) schließt das Einlassventil den Verdichtungsraum gegenüber der Einlassleitung ab.

[0010] Zwischen dem Verdichtungsraum und der Auslassleitung ist ein Auslassventil angeordnet, welches beim Ausstoßen des verdichteten Gases aus dem Verdichtungsraum geöffnet ist (der Druck im Verdichtungsraum ist höher als der Druck in der Auslassleitung) und

so eine Verbindung zwischen dem Verdichtungsraum und der Auslassleitung definiert. Das Auslassventil schließt während dem Ansaugen von zu verdichtendem Gas in den Verdichtungsraum die Verbindung zwischen Verdichtungsraum und Auslassleitung ab (der Druck im Verdichtungsraum ist geringer als der Druck in der Auslassleitung), um ein Rückströmen von verdichtetem Gas aus der Auslassleitung in den Verdichtungsraum zu verhindern.

[0011] Sowohl für Einlass- als auch für Auslassventile von Kolbenkompressoren werden häufig Ventile mit einem Schließkörper eingesetzt, der abhängig von der Druckdifferenz auf beiden Seiten des Ventils auf den Ventilsitz gedrückt wird und dadurch schließt oder vom Ventilsitz abgehoben wird, wodurch das Ventil öffnet. Eine übliche Bauart solcher Ventile weist eine als Schließkörper dienende Ventiltzunge auf.

[0012] Der erfindungsgemäße Kolbenkompressor weist eine Entlüftungseinrichtung auf, durch welche verdichtetes Gas aus dem Verdichtungsraum abführbar ist, um den Druck darin zu senken. Dabei ist insbesondere verdichtetes Gas abführbar, welches während einer Trennung des Kolbenkompressors von der Antriebseinrichtung insbesondere durch ein nicht vollständig schließendes Auslassventil aus der unter Druck stehenden Auslassleitung zurück in den Verdichtungsraum gelangt und dort eine Druckerhöhung verursacht.

[0013] Bei einer Ausführungsform des Kolbenkompressors ist das verdichtete Gas mittels der Entlüftungseinrichtung aus dem Verdichtungsraum in einen Bereich mit geringerem Druck, insbesondere Umgebungsdruck abführbar. Damit kann das verdichtete Gas in einen Bereich entweichen, der einen gegenüber dem Verdichtungsraum, in welchen verdichtetes Gas aus der Auslassleitung eingedrungen ist, einen geringeren Druck aufweist. Infolge des Abführens des verdichteten Gases sinkt der Druck im Verdichtungsraum.

[0014] Bei einer Ausführungsform des Kolbenkompressors wird der Bereich mit dem Umgebungsdruck von der Umgebung selbst, einem mit dem Einlasssystem bzw. der Einlassleitung verbundenen Gasraum oder dem Inneren des Kurbelgehäuses des Kolbenkompressors gebildet. Ein Bereich mit Umgebungsdruck im Einlasssystem kann beispielsweise die Einlassleitung oder ein mit dieser verbundener Gasraum sein, der beispielsweise im Zylinderkopf des Kolbenkompressors ausgebildet ist und damit auch einen Teil der Einlassleitung darstellt. Bei einer Ausführungsform, bei welcher der Bereich mit dem Umgebungsdruck vom Innenraum des Kurbelgehäuses des Kolbenkompressors gebildet ist, wird das durch die Entlüftungseinrichtung aus dem Verdichtungsraum des Kolbenkompressors strömende Gas in das Kurbelgehäuse geführt, wo insbesondere zunächst ein Druckausgleich im Kurbelgehäuse und sodann über dessen Entlüftungssystem mit der Umgebung stattfindet.

[0015] Dabei können sowohl in einem mit dem Einlasssystem verbundenen Gasraum als auch im Kurbelgehäuse des Kolbenkompressors Druckschwankungen

auftreten: im Einlasssystem insbesondere abhängig von der Frischgasansaugung - beispielsweise wenn das Einlasssystem in Verbindung mit dem Einlasssystem eines entsprechend groß dimensionierten Verbrennungsmotors steht - oder aufgrund insbesondere vorangegangener Kurbeltriebsbewegungen im Kurbelgehäuse. Da jedoch sowohl das Einlasssystem als auch das Kurbelgehäuse mit der Umgebung in Verbindung stehen und dort üblicherweise ein ständiger Ausgleich von Druckschwankungen mit der Umgebung erfolgt, wird der in einem mit dem Einlasssystem verbundenen Gasraum oder im Kurbelgehäuse herrschende Druck im Zusammenhang mit dieser Erfindung als Umgebungsdruck betrachtet.

[0016] Bei einer weiteren Ausführungsform bildet das Einlassventil die Entlüftungseinrichtung. Das Einlassventil ist dabei so ausgebildet, dass damit eine Verbindung zwischen der Einlassleitung und dem Verdichtungsraum erst ab einem Druck im Verdichtungsraum verschließbar ist, der wenigstens 0,1 bar, bevorzugt wenigstens 0,2 bar und insbesondere wenigstens 0,5 bar höher ist als der Druck in der Einlassleitung, der im Wesentlichen dem Umgebungsdruck entspricht. Dabei besteht bei einem Druck im Verdichtungsraum, der unter dem Grenzwert von wenigstens 0,1 bar, bevorzugt wenigstens 0,2 bar und insbesondere wenigstens 0,5 bar Überdruck liegt, eine fortwährende Verbindung zwischen der Einlassleitung und dem Verdichtungsraum. So ist ein verdichtetes Gas, das während einer Trennung des Kolbenkompressors von der Antriebseinrichtung, also im Stillstand des Kolbenkompressors, in den Verdichtungsraum gelangt, durch diese Öffnung des Einlassventils in die Einlassleitung abführbar, ohne dass ein Druckaufbau im Verdichtungsraum des Kompressors erfolgt.

[0017] Bei einer Ausführungsform des Kolbenkompressors, bei welcher das Einlassventil erst ab einem vorbestimmten Druck im Verdichtungsraum verschließbar ist, weist das Einlassventil einen konkav ausgebildeten Ventilsitz insbesondere an der Ventilplatte und eine im Wesentlichen eben ausgebildete Ventiltzunge auf, so dass die Ventiltzunge erst nach einer durch einen Druck im Verdichtungsraum bewirkten elastischen Verformung dichtend an dem Ventilsitz anliegt. Bei einer derartigen Ausführungsform schließt das Einlassventil erst, wenn während des Verdichtungshubs ein ausreichend hoher Druck im Verdichtungsraum wirkt, welcher die Ventiltzunge derart verformt, dass diese dichtend an dem konkav ausgebildeten Ventilsitz anliegt. Solange der Druck im Verdichtungsraum einen niedrigeren Wert aufweist als der Druck, der zum Schließen des Einlassventils führt, ist das Einlassventil geöffnet. So kann durch verdichtetes Gas, das während der Trennung des Kolbenkompressors von der Antriebseinrichtung aus der Auslassleitung zurück in den Verdichtungsraum gelangt, kein Druckaufbau im Verdichtungsraum bewirkt werden.

[0018] Bei einer anderen Ausführungsform des Kolbenkompressors, bei welcher das Einlassventil erst ab einem vorbestimmten Druck im Verdichtungsraum ver-

schließbar ist, weist das Einlassventil einen eben ausgebildeten Ventilsitz und eine gebogen ausgebildete Ventiltzunge auf. Die Ventiltzunge liegt folglich erst nach einer durch den Druck im Verdichtungsraum bewirkten elastischen Verformung dichtend an dem Ventilsitz an. Auch bei dieser Ausführungsform schließt das Einlassventil erst, wenn während eines Verdichtungshubs ein ausreichend hoher Druck im Verdichtungsraum wirkt, welcher die gebogen ausgeführte Ventiltzunge derart verformt, dass diese dichtend an dem eben ausgebildeten Ventilsitz anliegt. Auch hier bleibt das Einlassventil geöffnet, solange der Druck im Verdichtungsraum einen geringeren Wert aufweist als der Druck, der insbesondere während eines Verdichtungshubs zum Schließen des Einlassventils führt. So kann auch bei dieser Ausführungsform ein verdichtetes Gas, das während der Trennung des Kolbenkompressors von der Antriebseinrichtung aus der Auslassleitung zurück in den Verdichtungsraum gelangt, zu keinem Druckaufbau im Verdichtungsraum führen.

[0019] Bei einer anderen Ausführungsform des Kolbenkompressors bildet ein Entlüftungskanal die Entlüftungseinrichtung. Durch einen solchen Entlüftungskanal, der insbesondere eine permanente Verbindung zu einem Bereich mit einem gegenüber dem Verdichtungsraum geringeren Druck, insbesondere Umgebungsdruck herstellt, kann Gas von einem Ende des Entlüftungskanals im Verdichtungsraum, der unter einem höheren Druck steht, durch den Entlüftungskanal in einen Bereich mit geringerem Druck, insbesondere Umgebungsdruck am anderen Ende des Entlüftungskanals abgeführt werden. Dadurch findet ein Druckausgleich mit dem Verdichtungsraum statt. Sofern also während einer Trennung des Kolbenkompressors von der Antriebseinrichtung Gas aus der unter Druck stehenden Auslassleitung zurück in den Verdichtungsraum gelangt, kann sich dort kein erhöhter Druck aufbauen, da das Gas durch den Entlüftungskanal abgeführt wird.

[0020] Bei einer Ausführungsform ist wenigstens ein Ende des Entlüftungskanals in der Ventilplatte angeordnet und stellt insbesondere eine Verbindung des Verdichtungsraums zur Umgebung des Kolbenkompressors oder zu dessen Einlasssystem her. Nachteilig an einem permanent geöffneten Entlüftungskanal ist, dass dieser auch während eines Verdichtungshubs ein Entweichen des Gases aus dem Verdichtungsraum ermöglicht, wodurch sich die Effizienz des Kompressors verringert. Bei einer Ausführungsform weist der Entlüftungskanal allerdings einen so geringen Querschnitt auf, dass ein Druckausgleich durch den Entlüftungskanal möglich ist, die Drosselwirkung des geringen Querschnitts des Entlüftungskanals jedoch den Druckfluss eines größeren Volumenstroms während eines Verdichtungshubs verhindert.

[0021] Eine alternative Gestaltung, welche ein Entweichen des Gases aus dem Verdichtungsraum während eines Verdichtungshubs einschränkt weist ein geeignetes Sperrventil im Entlüftungskanal auf, welches diesen

ab einem vorbestimmten Überdruck schließt. Ein hierfür geeignetes Sperrventil ist beispielsweise ein Schwerkraftkugelventil. Vorteilhafterweise ist ein solches Sperrventil robust gegen eine Verschmutzung durch Schmierölverunreinigungen ausgeführt.

[0022] Bei einer anderen Ausführungsform ist wenigstens ein Ende des Entlüftungskanals in der Zylinderwandung angeordnet, der beispielsweise eine Verbindung mit der Umgebung des Kolbenkompressors herstellt. Ausgehend von der Außenseite der Zylinderwandung kann der Entlüftungskanal eine Verbindungseinrichtung in Form einer Leitung aufweisen, welche als Verlängerung des Entlüftungskanals dient und diesen insbesondere mit dem Einlasssystem oder mit dem Innenraum des Kurbelgehäuses des Kolbenkompressors verbindet. Auch ein solcher Entlüftungskanal bildet eine Öffnung im Verdichtungsraum, durch welche auch während des Verdichtungshubs Gas aus dem Verdichtungsraum entweichen kann, womit die Effizienz des Kolbenverdichters sinkt. Der Entlüftungskanal ist daher insbesondere groß genug ausgelegt, um einen Druckausgleich zu gewährleisten, damit Gasvolumenstrom, der hierdurch während einer Trennung des Kompressors von der Antriebseinrichtung aus dem Verdichtungsraum abgeführt werden kann, mindestens so groß ist, wie der in diesem Zeitabschnitt aus der Auslassleitung zurück in den Verdichtungsraum gelangte Gasvolumenstrom von verdichtetem Gas aus der Auslassleitung.

[0023] Bei einer Ausführungsform des Kolbenkompressors ist im Entlüftungskanal bzw. in einer damit verbundenen Verbindungseinrichtung ein Rückschlagventil oder ein Sperrventil angeordnet. Ein solches Rückschlag- oder Sperrventil kann einerseits ein Entweichen von Gas während eines Verdichtungshubs des Kolbenkompressors aus dem Verdichtungsraum vermeiden, andererseits kann ein solches Rückschlag- oder Sperrventil auch dazu dienen, ein Ansaugen von möglicherweise verunreinigtem Gas insbesondere aus dem Kurbelgehäuse in den Verdichtungsraum verhindern.

[0024] Obwohl vorausgehend im Zusammenhang mit den Bauteilen des Kolbenkompressors jeweils der Kolben, der Zylinder, der Zylinderkopf usw. adressiert ist, treffen die hierzu beschriebenen Eigenschaften jeweils auch auf einen Kolbenkompressor mit zwei oder mehr dieser Elemente zu, da die vorliegende Erfindung nicht nur für einstufige Kolbenkompressoren sondern auch für mehrstufige Kolbenkompressoren Verwendung finden kann.

[0025] Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit den Figuren.

[0026] In den Figuren zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines beispielhaften Kolbenkompressors des Stands der Technik;
- Fig. 2 eine Darstellung eines beispielhaften Auslass-

- ventils wie es in Kolbenkompressoren im Stand der Technik verwendet wird;
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer vierten beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kolbenkompressors, bei welcher die Entlüftungseinrichtung einen Entlüftungskanal aufweist;
- Fig. 4 eine Darstellung eines Details einer neunten beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kolbenkompressors, bei welchem das Einlassventil die Entlüftungseinrichtung bildet.
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer weiteren beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kolbenkompressors, bei welcher die Entlüftungseinrichtung einen Entlüftungskanal mit Sperrventil aufweist;

[0027] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines beispielhaften Kolbenkompressors 10 wie er als Stand der Technik bekannt ist. Die Kurbelwelle 11 des Kolbenkompressors 10 ist über eine Kupplung 3 mit einer Antriebseinrichtung (nicht dargestellt, hier ein Verbrennungsmotor) verbunden und mittels der Kupplung 3 wahlweise von dieser Antriebseinrichtung trennbar. Bei geöffneter Kupplung 3 wird somit kein Drehmoment auf die Kurbelwelle 11 des Kolbenkompressors 10 übertragen, so dass die Kurbelwelle 11 während der Trennung des Kolbenkompressors 10 von der Antriebseinrichtung still steht.

[0028] Die Kurbelwelle 11 ist mit einem exzentrisch daran gelagerten Pleuel 12 verbunden, an welchem ein Kolben 13 gelagert ist. Der Kolben 13 ist axial bewegbar in einem Zylinder 14 des Kolbenkompressors 10 gelagert. Der wenigstens eine Kurbelwelle 11, ein Pleuel 12 und einen Kolben 13 aufweisende Kurbeltrieb 15 ist in einem Kurbelgehäuse 16 angeordnet, welches fest mit dem Zylinder 14 verbunden ist. Durch eine Drehbewegung der Kurbelwelle 11 wird der Kolben 13 vom Pleuel 12 so im Zylinder 14 bewegt, dass dieser eine Hubbewegung ausführt.

[0029] Oberhalb des Kolbens 13 ist der Zylinder 14 durch eine Ventilplatte 20 verschlossen. Damit definieren der Zylinder 14, der Kolben 13 und die Ventilplatte 20 den Verdichtungsraum 17 im Zylinder 14. An der Ventilplatte 20 ist ein Einlassventil 21 angeordnet, das zwischen einer Einlassleitung 22 und dem Verdichtungsraum 17 angeordnet ist. Die Einlassleitung 22 ist Teil eines Einlasssystems 23, das Frischluft aus der Umgebung durch einen Filter (nicht dargestellt) ansaugt und über die Einlassleitung 22 durch den Zylinderkopf (nicht dargestellt) dem Verdichtungsraum 17 zuführt. Der Zylinderkopf ist oberhalb der Ventilplatte 20 angeordnet und weist ein Zylinderkopfvolumen 24 auf, welches über das Einlassventil 21 mit dem Verdichtungsraum 17 in Verbindung steht. Das Einlassventil 21 ist dabei als Sperrventil ausgeführt, welches ein Ansaugen von Frischluft in den Verdichtungsraum 17 ermöglicht, jedoch ein Zu-

rückströmen der über die Einlassleitung 22 in den Verdichtungsraum 17 angesaugten Luft verhindert.

[0030] An der Ventilplatte 20 ist ferner ein Auslassventil 26 angeordnet, das zwischen dem Verdichtungsraum 17 und einer Auslassleitung 27 angeordnet ist. Über die Auslassleitung 27 wird verdichtetes Gas, hier Luft, einem hier nicht dargestellten Druckluftspeicher zugeführt. Dabei verhindert das Auslassventil 26, das ebenfalls als Sperrventil ausgeführt ist, ein Zurückströmen von verdichteter Luft aus der Auslassleitung 27 in den Verdichtungsraum 17.

[0031] Fig. 2 zeigt eine Darstellung eines beispielhaften Auslassventils 26, wie es in Kolbenkompressoren 10 im Stand der Technik häufig verwendet wird. Das Auslassventil 26 ist an der Ventilplatte 20 des Kolbenkompressors 10 oberhalb des Verdichtungsraums 17 angeordnet. Die Ventilplatte 20 weist eine Auslassöffnung 28 auf, welche den Verdichtungsraum 17 mit einem in Ventilplatte 20 und Zylinderkopf des Kolbenkompressors 10 angeordneten Zylinderkopfvolumen 27a verbindet, welches einen Teil der Auslassleitung 27 bildet.

[0032] Das Auslassventil 26 weist als Ventilkörper eine Ventilzunge 26a auf, welche sich ab einer vorbestimmten Druckdifferenz zwischen dem Verdichtungsraum 17 und der Auslassleitung 27 vom Ventilsitz 26b löst und einen Durchfluss von Luft aus dem Verdichtungsraum 17 in die Auslassleitung 27 ermöglicht. Das Auslassventil 26 weist ferner ein oberhalb der Auslassöffnung 28 angeordnetes Anlageelement 26c auf, an dem die Ventilzunge 26a im geöffneten Zustand anliegt. Sobald sich die Ventilzunge 26a vom Ventilsitz 26b löst, kann die unter Druck stehende Luft aus dem Verdichtungsraum 17 durch die seitlichen offenen Bereiche an der Ventilzunge 26a und dem Anlageelement 26c vorbei in die Auslassleitung 27 strömen.

[0033] Gelangen Verunreinigungen aus dem Verdichtungsraum 17 oder aus dem Zylinderkopfvolumen 27a, die sich beispielsweise von sich bildenden Belägen durch Rückstände in der durchströmenden Luft von der heißen Oberseite des Kolbens 13, der Ventilplatte 20 oder dem Zylinderkopfvolumen 27a lösen, zwischen die Ventilzunge 26a und den Ventilsitz 26b, besteht die Gefahr, dass das Auslassventil 26 nicht mehr vollständig schließt. In diesem Fall kann verdichtete Luft aus der Auslassleitung 27 in den Verdichtungsraum 17 zurück strömen, sobald der Druck im Verdichtungsraum 17 unter den Druck in der Auslassleitung 27 sinkt. Bei einem 12,5 bar-Druckluftsystem eines Nutzfahrzeugs kann der Verdichtungsraum 17 des Kolbenkompressors 10 beispielsweise durch die dahin zurückströmende Luft mit einem Druck von bis zu 6 bar beaufschlagt werden. Wird der Kolbenkompressor 10 dann wieder mit der Antriebseinrichtung verbunden, erzeugt der Kolbenkompressor 10 beim ersten Hub einen Innendruck von etwa 60 bar. Sofern der Verdichtungsraum 17 diesem enormen Innendruck standhält ist das dabei an der Kurbelwelle 11 entstehende Drehmoment für die Kupplung 3 üblicherweise viel zu hoch, so dass diese durchrutscht, dabei überhitzt und

unzulässig schnell verschleißt.

[0034] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung einer vierten beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kolbenkompressors 10. Auch der Aufbau des Kolbenkompressors 10 in Fig. 3 entspricht weitgehend dem Aufbau des in Fig. 1 dargestellten und hierzu beschriebenen Kolbenkompressors 10, so dass gleiche Elemente der Kolbenkompressoren 10 mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden. Im Folgenden werden lediglich die Unterschiede des Kolbenkompressors 10 aus Fig. 3 gegenüber dem Kolbenkompressor 10 aus Fig. 1 erläutert.

[0035] Der in Fig. 3 dargestellte Kolbenkompressor 10 weist eine Entlüftungseinrichtung in Form eines Entlüftungskanals 34 auf, der zwischen dem Verdichtungsraum 17 und dem Einlasssystem 23 angeordnet ist. Der Entlüftungskanal 34 stellt eine von Luft durchströmbare Verbindung zwischen dem Verdichtungsraum 17 und dem Einlasssystem 23 her, so dass sich während eines Stillstands des Kolbenkompressors kein Druck im Verdichtungsraum 17 aufbauen kann, der wesentlich über dem Umgebungsdruck liegt.

[0036] In der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform ist der Entlüftungskanal 34 im Bereich der Ventilplatte 20 an der Oberseite des Zylinders 14 angeordnet, so dass durch den Entlüftungskanal 34 ein ständiger Druckausgleich mit der Einlassleitung 32 des Kolbenverdichters 10 erfolgt. Falls während eines Stillstands des Kolbenkompressors 10 verdichtete Luft aus der Auslassleitung 27 in den Verdichtungsraum 17 gelangt, findet durch den Entlüftungskanal 34 ein Druckausgleich mit der Einlassleitung 22 statt, wodurch kein Druckaufbau im Verdichtungsraum 17 erfolgen kann. Nachteilig an einem solchen Entlüftungskanal 34 ist allerdings, dass dieser auch während eines Verdichtungshubs des Kolbenkompressors 10 geöffnet ist und in dieser Phase zu verdichtende Luft aus dem Verdichtungsraum 17 entweicht. Dies senkt die Effizienz des Kolbenverdichters 10. Der Entlüftungskanal 34 ist daher so ausgelegt, dass dieser nur einen geringen Querschnitt aufweist, um einen ausreichenden Druckausgleich während des Stillstands des Kolbenkompressors 10 mit dem Einlasssystem 23 zu ermöglichen, andererseits aber bei hohen Drücken eine Drosselwirkung aufweist, um den Volumenstrom der abgeführten Luft zu begrenzen.

[0037] Fig. 4 zeigt eine Darstellung eines Details einer neunten beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kolbenkompressors 10, bei welchem das Einlassventil 21 die Entlüftungseinrichtung bildet. Die Elemente des Einlassventils 21 sind in Fig. 4 in Explosionsdarstellung gezeigt. Das Einlassventil 21 bildet den oberen Abschluss des Verdichtungsraums 17 im Zylinder 14. Die Ventiltzunge 21a ist einstückig mit einem ersten Element des Einlassventils 21 ausgeführt, welches zwischen dem Zylinder 14 und einem Anlageelement 21b des Einlassventils 21 angeordnet ist. Das beispielhaft dargestellte Anlageelement 21b weist zwei Ventilöffnungen 21c auf, welche abhängig von der Druck-

differenz zwischen dem Verdichtungsraum 17 im Zylinder 14 und dem Druck im Einlasssystem 23 von der Ventiltzunge 21a verschlossen werden.

[0038] Die Ventiltzunge 21a weist eine Krümmung auf, die derart gestaltet ist, dass die Ventiltzunge 21a ab einem Druck im Verdichtungsraum 22 am Anlageelement 21b anliegt (gestrichelte Darstellung der Ventiltzunge 21a) der im Ausführungsbeispiel 0,4 bar höher ist als der Druck im Einlasssystem 23 (Umgebungsdruck) und dabei die Ventilöffnungen 21c verschließt. Bei einer Druckdifferenz von weniger als 0,4 bar weist die Ventiltzunge 21a stets eine Krümmung auf, dass eine Verbindung zwischen dem Einlasssystem 23 und dem Verdichtungsraum 17 besteht. So ist ein verdichtetes Gas, das in den Verdichtungsraum 17 gelangt ist, durch die Ventilöffnungen 21c des Einlassventils 21 in die Einlassleitung 22 abführbar, ohne dass ein Druckaufbau im Verdichtungsraum 17 des Kompressors 10 erfolgt. Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer weiteren beispielhaften Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kolbenkompressors 10. Der Aufbau des Kolbenkompressors 10 in Fig. 5 entspricht weitgehend dem Aufbau des in Fig. 3 dargestellten und hierzu beschriebenen Kolbenkompressors 10, so dass gleiche Elemente der Kolbenkompressoren 10 mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet werden. Im Folgenden werden lediglich die Unterschiede des Kolbenkompressors 10 aus Fig. 5 gegenüber dem Kolbenkompressor 10 aus Fig. 3 erläutert.

[0039] In Fig. 5 ist ein Kolbenkompressor 10 gezeigt, der auch eine Entlüftungseinrichtung in Form eines Entlüftungskanals 39 aufweist, der zwischen dem Verdichtungsraum 17 und dem Einlasssystem 23 angeordnet ist. Im Entlüftungskanal 39 ist ein Sperrventil in Form eines Schwerkraftkugelventils 40 angeordnet, welches den Entlüftungskanal 39 dann schließt, wenn der Druck im Verdichtungsraum 17 einen vorbestimmten Wert übersteigt, welcher die Kugel des Schwerkraftkugelventils 40 entgegen deren Schwerkraft an einem oben im Schwerkraftkugelventil 40 angeordneten Ventilsitz drückt. Durch das Sperrventil wird so ein Entweichen von verdichteter Luft aus dem Verdichtungsraum 17 während eines Verdichtungshubs eingeschränkt.

[0040] Bei einer anderen, nicht gezeigten aber in gleicher Weise wirkenden Ausführungsform des Kolbenkompressors 10 kann das Einlassventil 21 auch ein Anlageelement 21b aufweisen, das im Bereich der Ventilöffnungen 21c eine Vertiefung aufweist, so dass die Ventiltzunge 21a auch bei dieser Ausführung erst ab einem vorbestimmten Druck im Verdichtungsraum 17 dichtend am Anlageelement 21b anliegt.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0041]

3	Kupplung
10	Kolbenkompressor
11	Kurbelwelle

12 Pleuel
 13 Kolben
 14 Zylinder
 15 Kurbeltrieb
 16 Kurbelgehäuse
 17 Verdichtungsraum
 20 Ventilplatte
 21 Einlassventil
 21a Ventiltzunge
 21b Anlageelement
 21c Ventilöffnung
 22 Einlassleitung
 23 Einlasssystem
 24 Zylinderkopfvolumen (Einlass)
 26 Auslassventil
 26a Ventiltzunge
 26b Ventilsitz
 26c Anlageelement
 27 Auslassleitung
 27a Zylinderkopfvolumen (Auslass)
 28 Auslassöffnung
 31 2/2-Wegeventil
 31a Steuerleitung
 32 Rückschlagventil
 32a Steuerleitung
 33 Rückschlagventil
 34 Entlüftungskanal
 35 Entlüftungskanal
 36 Entlüftungskanal
 37 Entlüftungskanal
 38 Rückschlagventil
 39 Rückschlagventil
 40 Schwerkraftkugelventil

Patentansprüche

1. Kolbenkompressor zum Verdichten eines Gases, der von einer Antriebseinrichtung trennbar ist, mit einem Einlassventil (21), welches zwischen einer Einlassleitung (22) für zu verdichtendes Gas und einem Verdichtungsraum (17) des Kolbenkompressors (10) angeordnet ist und einem Auslassventil (26), welches zwischen dem Verdichtungsraum (17) des Kolbenkompressors (10) und einer Auslassleitung (27) für verdichtetes Gas angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einlassventil (21) einen eben ausgebildeten Ventilsitz und eine gebogen ausgebildete Ventiltzunge (21a) aufweist, so dass die Ventiltzunge (21a) erst nach einer durch den Druck im Verdichtungsraum (17) bewirkten elastischen Verformung dichtend am Ventilsitz anliegt und damit abhängig von der Druckdifferenz auf beiden Seiten des Ventils schließt oder vom Ventilsitz abgehoben wird, und das Einlassventil (21) eine Entlüftungseinrichtung (34) bildet, durch welche verdichtetes Gas, das während der Trennung des Kolbenkompressors (10) von der Antriebseinrichtung

aus der Auslassleitung (27) zurück in den Verdichtungsraum (17) gelangt, aus dem Verdichtungsraum (17) abführbar ist.

5 2. Kolbenkompressor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenkompressor mittels einer Kupplung von der Antriebseinrichtung trennbar ist.

10 3. Kolbenkompressor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das verdichtete Gas aus dem Verdichtungsraum (17) in einen Bereich mit Umgebungsdruck abführbar ist, der von der Umgebung selbst, einem mit dem Einlasssystem (23) verbundenen Gasraum (22, 24) oder dem Inneren des Kurbelgehäuses (16) gebildet wird.

15 4. Kolbenkompressor nach einem der Ansprüche 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einlassventil (21) so ausgebildet ist, dass damit eine Verbindung zwischen der Einlassleitung (22) und dem Verdichtungsraum (17) erst ab einem vorbestimmten Druck im Verdichtungsraum (17) verschließbar ist, wobei der vorbestimmte Druck wenigstens 0,1 bar, bevorzugt wenigstens 0,2 bar und insbesondere wenigstens 0,5 bar höher ist als der Druck in der Einlassleitung (22).

20 5. Kolbenkompressor nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Einlassventil (21) anstelle eines eben ausgebildeten Ventilsitzes einen konkav ausgebildeten Ventilsitz und anstelle einer gebogenen Ventiltzunge (21a) eine im Wesentlichen eben ausgebildete Ventiltzunge aufweist, so dass die Ventiltzunge erst nach einer durch den Druck im Verdichtungsraum (17) bewirkten elastischen Verformung dichtend an dem Ventilsitz anliegt.

25 6. Kolbenkompressor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Entlüftungskanal (34, 39) die Entlüftungseinrichtung bildet.

30 7. Kolbenkompressor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Ende des Entlüftungskanals (34, 39) in der Ventilplatte (20) oder in der Zylinderwandung (14) angeordnet ist.

35 8. Kolbenkompressor nach einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Entlüftungskanal (34, 39) ein Rückschlagventil oder ein Sperrventil (40) angeordnet ist.

Claims

1. Piston compressor for compressing a gas, which is separable from a drive device, comprising an inlet

valve (21), which is arranged between an inlet line (22) for gas to be compressed and a compression chamber (17) of the piston compressor (10), and an outlet valve (26), which is arranged between the compression chamber (17) of the piston compressor (10) and an outlet line (27) for compressed gas, **characterised in that** the inlet valve (21) has a valve seat in a planar form and a valve tongue (21a) in a curved form, such that the valve tongue (21a) bears sealingly against the valve seat only after an elastic deformation brought about by the pressure in the compression chamber (17) and, in dependence upon the pressure difference on both sides of the valve, thereby closes or is lifted off the valve seat, and the inlet valve (21) forms a venting device (34), through which compressed gas, which passes from the outlet line (27) back into the compression chamber (17) during the separation of the piston compressor (10) from the drive device, can be discharged from the compression chamber (17).

2. Piston compressor according to claim 1, **characterised in that** the piston compressor can be separated from the drive device by means of a clutch.
3. Piston compressor according to claim 1, **characterised in that** the compressed gas can be discharged from the compression chamber (17) into a region at ambient pressure, which is formed by the environment itself, by a gas chamber (22, 24) connected to the inlet system (23) or by the interior of the crankcase (16).
4. Piston compressor according to one of claims 1 or 3, **characterised in that** the inlet valve (21) is configured such that a connection between the inlet line (22) and the compression chamber (17) is closable thereby only from a predetermined pressure in the compression chamber (17), wherein the predetermined pressure is at least 0.1 bar, preferably at least 0.2 bar and in particular at least 0.5 bar higher than the pressure in the inlet line (22).
5. Piston compressor according to claim 4, **characterised in that** the inlet valve (21) has a valve seat in a concave form instead of a valve seat in a planar form and has a valve tongue in a substantially planar form instead of a valve tongue (21a) in a curved form, such that the valve tongue bears sealingly against the valve seat only after an elastic deformation brought about by the pressure in the compression chamber (17).
6. Piston compressor according to one of the preceding claims 1 or 3, **characterised in that** a venting duct (34, 39) forms the venting device.
7. Piston compressor according to claim 6, **character-**

ised in that at least one end of the venting duct (34, 39) is arranged in the valve plate (20) or in the cylinder wall (14).

8. Piston compressor according to one of claims 6 or 7, **characterised in that** a non-return valve or a check valve (40) is arranged in the venting duct (34, 39).

Revendications

1. Compresseur à piston pour la compression d'un gaz, qui peut être séparé d'un dispositif d'entraînement, comprenant une soupape (21) d'entrée, qui est montée entre un conduit (22) d'entrée pour du gaz à comprimer et un espace (17) de compression du compresseur (10) à piston, et une soupape (26) de sortie, qui est montée entre l'espace (17) de compression du compresseur (10) à pistons et un conduit (27) de sortie pour du gaz comprimé, **caractérisé en ce que** la soupape (21) d'entrée a un siège de soupape constitué de manière plane et une lame (21a) de soupape constituée de manière incurvée, de manière à ce que la lame (21a) de soupape ne s'applique avec étanchéité au siège de soupape qu'après une déformation élastique provoquée par la pression dans l'espace (17) de compression et se ferme ainsi en fonction de la différence de pression des deux côtés de la soupape ou soit soulevée du siège de soupape, et **en ce que** la soupape (21) d'entrée forme un dispositif (34) de dégazage, par lequel du gaz comprimé, qui, pendant que le compresseur (10) à piston se sépare du dispositif d'entraînement, retourne du conduit (27) de sortie à l'espace (17) de compression, peut être évacué de l'espace (17) de compression.
2. Compresseur à piston suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le compresseur à piston peut être séparé du dispositif d'entraînement au moyen d'un embrayage.
3. Compresseur à piston suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** le gaz comprimé peut être évacué de l'espace 17 de compression dans une région à la pression ambiante, qui est formée par l'atmosphère ambiante soi-même, un espace (22) pour du gaz communiquant avec le système (23) d'entrée ou l'intérieur du carter (16) de vilebrequin.
4. Compresseur à piston suivant l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la soupape (21) d'entrée est constituée de manière à pouvoir ainsi fermer une communication entre le conduit (22) d'entrée et l'espace (17) de compression seulement à partir d'une pression définie à l'avance dans l'espace (17) de compression, la pression définie à l'avance

étant plus haute d'au moins 0,1 bar, de préférence d'au moins 0,2 bar et, d'une manière particulièrement préférée, d'au moins 0,5 bar que la pression dans le conduit (22) d'entrée.

5

5. Compresseur à piston suivant la revendication 4, **caractérisé en ce que** la soupape (21) d'entrée a, au lieu d'un siège de soupape constitué de manière plane, un siège de soupape constitué de manière concave et, au lieu d'une lame (21) de soupape incurvée, une lame de soupape constituée de manière sensiblement plane, de manière à ce que la lame de soupape ne s'applique avec étanchéité au siège de la soupape que par une déformation élastique provoquée par la pression dans l'espace (17) de compression. 10 15
6. Compresseur à piston suivant l'une des revendications 1 ou 3 précédentes, **caractérisé en ce qu'un** conduit (34, 39) de dégazage forme le dispositif de dégazage. 20
7. Compresseur à piston suivant la revendication 6, **caractérisé en ce qu'au moins une extrémité du conduit** (34, 39) de dégazage est disposée dans la plaque (20) de la soupape ou dans la paroi (14) du cylindre. 25
8. Compresseur à piston suivant l'une des revendications 6 ou 7, **caractérisé en ce qu'un clapet anti-retour ou un robinet (40) d'arrêt est monté dans le** conduit (34, 39) de dégazage. 30

35

40

45

50

55

Fig. 1

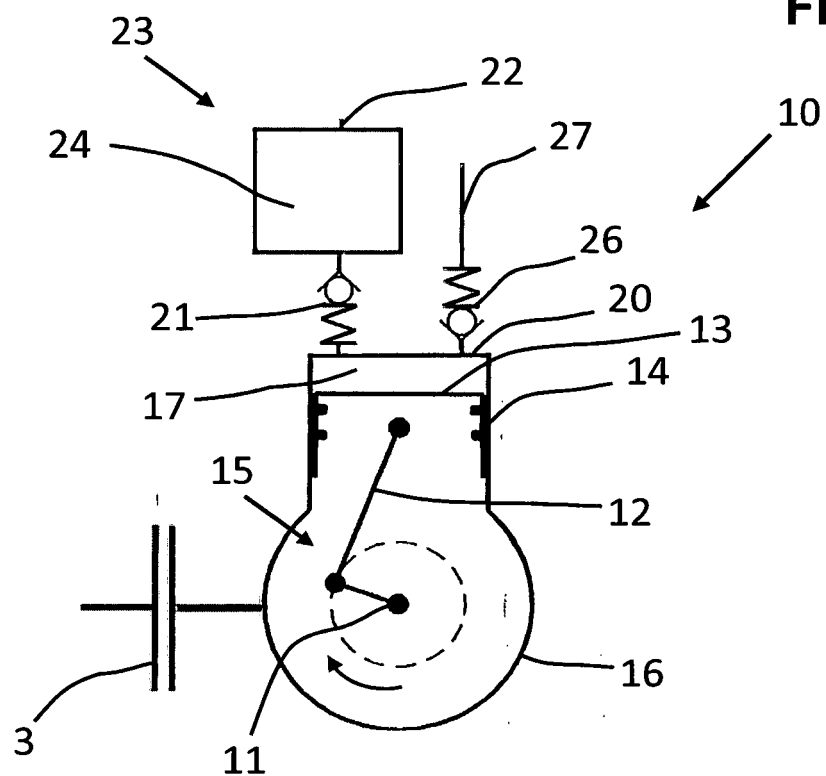
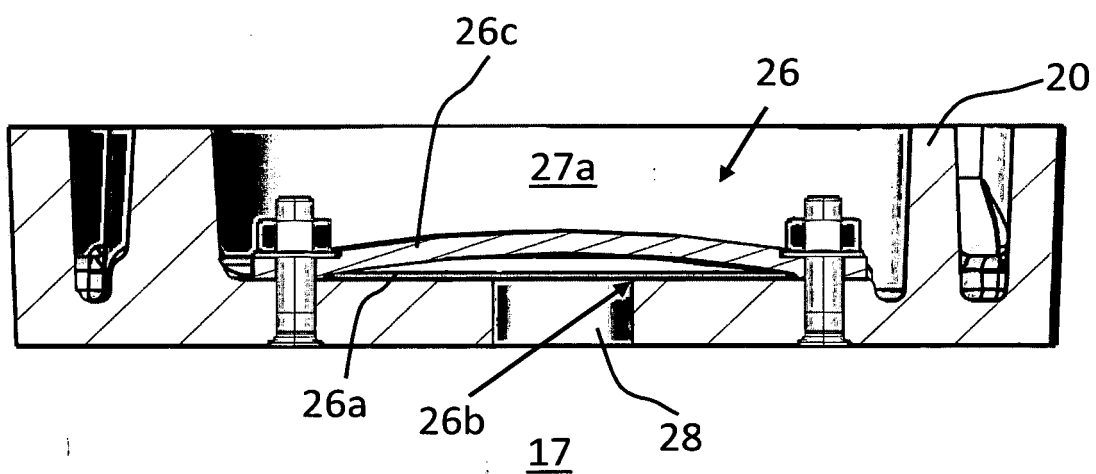


Fig. 2



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

- EP 0122015 A1 [0003]
- DE 3042069 A1 [0005]
- DE 202006020240 U1 [0005]