

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 953 113 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
26.05.2004 Patentblatt 2004/22

(51) Int Cl.7: **F04B 53/14**, F04B 39/00,
F04B 53/00

(21) Anmeldenummer: **97900186.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH1997/000015

(22) Anmeldetag: **17.01.1997**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 1998/031936 (23.07.1998 Gazette 1998/29)

(54) **HUBKOLBENKOMPRESSOR**

RECIPROCATING COMPRESSOR

COMPRESSEUR A PISTON ALTERNATIF

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE DK ES GB LI LU

(56) Entgegenhaltungen:

| | |
|------------------------|------------------------|
| DE-A- 2 534 001 | DE-B- 1 302 968 |
| GB-A- 1 373 438 | GB-A- 1 566 576 |
| GB-A- 2 141 491 | US-A- 5 493 953 |
| US-A- 5 632 605 | |

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.11.1999 Patentblatt 1999/44

(73) Patentinhaber: **GreenField AG**
4053 Basel (CH)

• **FEISTEL NORBERT: "Round the world twice -
without lubrication" SULZER TECHNICAL
REVIEW, Bd. 78, Nr. 4, September 1996, Seiten
42-45, XP002040704**

(72) Erfinder: **BAUMANN, Heinz**
CH-8400 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
KS/Patente/0007
Zürcherstrasse 12
8401 Winterthur (CH)

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 0 953 113 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hubkolbenkompressor entsprechend dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Bei einem aus der EP-Patentschrift 0 378 967 bekannten Hubkolbenkompressor der genannten Art sind der Kolben und der Zylinder je mit einer Lauffläche aus einem verschleissfesten Material ausgeführt, wobei der Kolben über einen Wälzkörper, z.B. eine Kugel, auf einem mit einer Antriebseinrichtung gekoppelten Verbindungsteil abgestützt und im Zylinder quer zur Längsachse beweglich geführt ist. Durch die bekannte Ausführung wird insbesondere bei kurzhubigen Kleinkompressoren eine trockenlaufende Spaltringdichtung erzielt, die eine vorbestimmte Leckströmung des verdichteten Mediums zulässt. Dabei müssen die verschleissfesten Werkstoffe des Kolbens und des Zylinders so gewählt werden, dass sie zumindest annähernd gleiche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen, um den Leckageverlust während des Betriebes im wesentlichen konstant zu halten.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen weiter entwickelten, für Ausführungen mit innerhalb einer relativ grossen Bandbreite wählbaren Abmessungen geeigneten Hubkolbenkompressor der eingangs genannten Art in einer einfachen, kostengünstig herstellbaren Bauweise zu schaffen, welche mit geringem baulichem Aufwand auch bei relativ langhubigen Ausführungen die Bildung einer trockenlaufenden Spaltringdichtung ermöglicht, die eine konstante Leckageströmung gewährleistet.

[0004] Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Durch die erfindungsgemäss vorgesehene Kombination eines mit einem metallischen Grundkörper und einem diesen umgebenden Mantelkörper aus Kunststoff ausgeführten Kolbens und eines diesen mit einem Ringspalt umgebenden Zylinders kann die Wärmeausdehnung des Kolbens auf besonders einfache, kostengünstige Weise beeinflusst und an den durch das verwendete Material des Zylinders gegebenen Wärmeausdehnungskoeffizienten der den Kolben umgebenden Zylinderpartie angepasst bzw. innerhalb eines vorbestimmten Ausdehnungsbereichs gehalten werden, indem die Materialwahl und das Verhältnis der Teilquerschnitte des Grundkörpers und des Mantelkörpers entsprechend einer vorbestimmten resultierenden Wärmedehnung der beiden Kolbenteile aufeinander abgestimmt werden. Entsprechend ist eine trockenlaufende Spaltringdichtung mit einem im wesentlichen konstanten, minimalen Spiel zwischen dem Kolben und dem Zylinder erzielbar, so dass innerhalb eines relativ grossen, betriebsmässig vorbestimmten Temperaturbereichs eine berührungslose, von Seitenkräften freie Führung des Kolbens gewährleistet werden kann. Die erfindungsgemäss vorgesehene Materialkombination ist auch für Ausführungen mit relativ

hohen Kolbengeschwindigkeiten geeignet, wobei insbesondere der aus Kunststoff gefertigte Mantelkörper auch im Falle eines Versagens der Spaltringdichtung eine Blockierung des Kolbens verhindert und damit eine hohe Betriebssicherheit des Kompressors gewährleistet. Der Kunststoff des Mantelkörpers kann zudem mit einem Trockenschmierstoff, z.B. Polyphenylensulfid (PPS), Polytetrafluorethylen (PTFE), Polyethylen (PE) oder dgl. dotiert werden. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemässen Ausführung besteht darin, dass die beschriebene, im wesentlichen berührungsfreie Führung des Kolbens mit einfachen Mitteln, insbesondere ohne zusätzliche, aufwendige Führungseinrichtung, und unter Verwendung von kostengünstigen, relativ leicht zu bearbeitenden Materialien erzielbar ist. Entsprechend sind auch kostengünstige Ausführungen mit relativ grossen Kolben/Zylinder- und/oder Hubabmessungen realisierbar.

[0005] In den abhängigen Ansprüchen sind weitere Ausgestaltungen der Erfindung hervorgehoben.

[0006] Weitere Einzelheiten und Merkmale ergeben sich aus der folgenden Beschreibung eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Es zeigen:

Fig.1 einen erfindungsgemäss ausgeführten Hubkolbenkompressor in einer Draufsicht mit einem horizontalen Teilschnitt, und

Fig.2 eine Einzelheit des Hubkolbenkompressors nach Fig.1 in einer grösseren Darstellung.

[0007] Der dargestellte Hubkolbenkompressor, ein vierstufiger Kompressor zum ölfreien Verdichten eines Gases, enthält vier horizontal angeordnete, in Reihe geschaltete Zylinder 1, 2, 3 und 4 mit darin geführten Kolben, von denen nur ein im Zylinder 4 geführter Kolben 5 dargestellt ist. Die Zylinder 2 und 4 sind auf eine in der Zeichnungsebene liegende, gemeinsame horizontale Achse 6 zentriert, während die Zylinder 1 und 3 auf eine gegenüber der Zeichnungsebene zurückversetzte, gemeinsame horizontale Achse 7 zentriert sind. Die Kolben der Zylinder 2 und 4 sind je über einen in Richtung der Achse 6 beweglichen Führungsteil 8 bzw. 10 und ein diese verbindendes Joch 11 mit einem Gleitstück 12 gekoppelt. Das Gleitstück 12 ist auf einem Kurbelzapfen 13 einer vertikal angeordneten Kurbelwelle 14 gelagert und zwischen zwei im Joch 11 ausgebildeten Führungsbahnen 15 quer zur Achse 6 verschiebbar geführt. Die Kolben der Zylinder 1 und 3 sind je über einen Führungsteil 16 bzw. 17 und ein diese verbindendes zweites Joch 18 mit einem auf dem Kurbelzapfen 13 gelagerten, nicht dargestellten zweiten Gleitstück gekoppelt, welches in dem gegenüber dem ersten Joch 11 um 90° versetzten zweiten Joch 18 quer zur Achse 7 verschiebbar geführt ist. Die Kurbelwelle 14 ist in einem zentralen Kurbelraum 20 des Kompressorgehäuses angeordnet und mit einem nicht dargestellten Motor, z.B. einem

Elektromotor, gekuppelt.

[0008] Der Führungsteil 10 ist über einen Verbindungsteil 21 in einer gegen den Kurbelraum 20 offenen Büchse 22 geführt, welche in einer Gehäusepartie 4a des Zylinders 4 angeordnet ist. Die Führungsteile 8, 16 und 17 sind je in entsprechender Weise über einen nicht dargestellten Verbindungsteil in einer Büchse 22 geführt, die in einer Gehäusepartie 2a bzw. 1a bzw. 3a des betreffenden Zylinders 2 bzw. 1 bzw. 3 angeordnet ist.

[0009] Die Kolben begrenzen in den Zylindern 1, 2, 3 und 4 je einen Kompressionsraum, welcher mit zwei am betreffenden Zylinderkopf 1b, 2b, 3b bzw. 4b angeordneten Rückschlagventilen - einem Saugventil 23 und einem Druckventil 24 - in Verbindung steht. Das Saugventil 23 des eine erste Verdichtungsstufe bildenden Zylinders 1 ist über eine Ansaugleitung 25 an eine Quelle eines zu verdichtenden Gases anschliessbar. Das Druckventil 24 des Zylinders 1 ist über eine Verbindungsleitung 26 an das Saugventil 23 des die zweite Verdichtungsstufe bildenden Zylinders 2 angeschlossen. In entsprechender Weise ist das Druckventil 24 des Zylinders 2 über eine Verbindungsleitung 27 an das Saugventil 23 des die dritte Verdichtungsstufe bildenden Zylinders 3 angeschlossen, dessen Druckventil 24 über eine Verbindungsleitung 28 an das Saugventil 23 des für den Enddruck ausgelegten Zylinders 4 angeschlossen ist. Das Druckventil 24 des Zylinders 4 ist an eine vom Kompressor wegführende Druckleitung 30 angeschlossen. Die Verbindungsleitungen 26, 27 und 28 enthalten je ein Kühlaggregat 31 zum Kühlen des der jeweils folgenden Verdichtungsstufe zuzuführenden Gases.

[0010] Die Kolben sind in den Zylindern 1, 2, 3 und 4 je trockenlaufend geführt. Die in den Zylindern 1, 2 und 3 geführten Kolben können, wie z.B. aus der eingangs genannten EP-Patentschrift 0 378 967 bekannt, je mit einer nicht dargestellten Dichtungsanordnung und einem Führungsring aus einem für den Trockenlauf geeigneten Material, z.B. Teflon, versehen sein. Diese Kolben können über die je einen Kolbenhals bildenden Führungsteile 8, 16 und 17 je mit dem zugehörigen Joch 11 bzw. 18 starr verbunden sein.

[0011] Der Kolben 5 der für den Enddruck ausgelegten Verdichtungsstufe ist in einem im Zylinder 4 angeordneten Zylindereinsatz 33 geführt, dessen Bohrung mit dem Kolben 5 einen jeweils über die ganze gemeinsame Länge offenen Ringspalt begrenzt, der eine vorbestimmte Leckströmung des im Kompressionsraum 32 des Zylinders 4 verdichteten Gases gegen den Verbindungsteil 21 hin zulässt. Eine im Verbindungsteil 21 angeordnete Durchtrittsöffnung 34 gestattet ein Abströmen des Leckgases in den Kurbelraum 20, aus dem das Leckgas über eine nicht dargestellte Abströmleitung abgeführt und gegebenenfalls der Ansaugleitung 25 zugeführt werden kann. Der Kolben 5 ist mit dem Joch 11 über eine Halterung 36 gekuppelt, welche Relativbewegungen des mit dem Joch 11 starr verbundenen Führungsteils 10 und des Verbindungsteils 21 quer zur

Längsachse 6 des Kolbens 5 zulässt. Die Lauffläche des Zylindereinsatzes kann mit einer Hartstoffschicht, z.B. einer solchen aus amorphem diamantartigem Kohlenstoff (ADLC), Titannitrid oder dgl., versehen sein.

[0012] Der Führungsteil 10 ist in Form einer auf einen Zentrieransatz 37 des Jochs 11 aufsteckbaren Hülse ausgebildet, auf welcher der Verbindungsteil 21 angebracht ist. Der Verbindungsteil 21 ist in Form eines topfartigen Führungskolbens ausgebildet, dessen Mantelfläche darstellungsgemäss mit einem Führungsring 40 aus einem für den Trockenlauf geeigneten, selbstschmierenden Material, z.B. Teflon oder Polyetheretherketon (PEEK), versehen sein kann. Die Halterung 36 enthält einen den Verbindungsteil 21 und den Führungsteil 10 durchsetzenden, in das Joch 11 einschraubbaren Stützteil 38, der eine gegen den Verbindungsteil 21 und den Führungsteil 10 verspannbare Kopfpattie 41 aufweist, und ein quer zur Längsachse 6 des Zylinders 4 bzw. des Kolbens 5 bewegliches Stützelement in Form einer zwischen die Kopfpattie 41 und den Kolben 5 einsetzbaren Kolbenstange 42, die am Kolben 5 und in der Kopfpattie 41 allseitig neigbar gehalten ist.

[0013] Wie aus der Fig.2 hervorgeht, ist die Kolbenstange 42 mit an ihren Stirnseiten ausgebildeten konvexen Stützflächen 43 in Form von Kugelkalotten versehen und über diese je an einer in der Kopfpattie 41 bzw. im Kolben 5 angeordneten Aufsetzpartie abgestützt. Die Stützflächen 43 können darstellungsgemäss je mit einem Krümmungsradius r ausgeführt sein, der im wesentlichen der halben Länge der Kolbenstange 42 entspricht und der jeweils eine von Gleitreibung freie Abwälzbewegung der betreffenden Stützfläche 43 auf der Aufsetzpartie gestattet. Durch diesen relativ grossen Radius r der Kugelkalotten kann eine relativ geringe Hertzsche Pressung im Abwälzbereich erzielt und damit eine entsprechend günstige Beanspruchung der zusammenwirkenden Flächenpartien gewährleistet werden. Die Aufsetzpartien können darstellungsgemäss an zwei Lagerteilen 46 und 47 ausgebildet sein, welche je in einer axialen Sackbohrung 44 bzw. 45 der Kopfpattie 41 bzw. des Kolbens 5 angeordnet sind. Die Bohrungen 44 und 45 sind so ausgeführt, dass sie allseitige Auslenkbewegungen der Kolbenstange 42 zulassen, wobei die Bohrung 45 des Kolbens 5 eine solche Tiefe aufweist, dass die Eindringtiefe der Kolbenstange 42 mindestens etwa der halben Länge, darstellungsgemäss ca. $\frac{3}{4}$ der Länge des Kolbens 5 entspricht. Dadurch kann der in seinem Kopfbereich beweglich gehaltene Kolben 5 sich jeweils selbsttätig in eine Position einstellen, die eine allseitige Umströmung durch das Leckgas ermöglicht. Die Bohrung 44 der Kopfpattie 41 ist darstellungsgemäss zur Aufnahme eines den Lagerteil 46 umgebenden Halteringes 56 bestimmt. Die Lagerteile 46 und 47 können je aus einem gehärteten Stahl ausgeführt oder mit einer Aufsetzfläche aus einem verschleissfesten Material, z.B. Hartmetall, versehen sein.

[0014] Das kolbenseitige Ende der Kolbenstange 42

ist in der Bohrung 45 des Kolbens 5 durch einen in einer Ringnut 50 der Kolbenstange 42 angeordneten, federnden Sprengling 51 geführt, welcher Auslenkbewegungen der Kolbenstange 42 durch Abwälzbewegungen der Stützfläche 43 am Lagerteil 47 zulässt. Der Sprengling 51 ist durch eine in die Bohrung 45 einführbare Distanzhülse 52 gehalten, welche auf einem in eine Innennut 53 des Kolbens 5 einsetzbaren, federnden Stützring 54 abgestützt ist und durch welche die Kolbenstange 42 an den Lagerteil 47 anliegend gehalten ist. Das andere Ende der Kolbenstange 42 ist durch einen entsprechend angeordneten zweiten Sprengling 51 in dem in der Bohrung 44 der Kopfpartie 41 angeordneten Haltering 56 gehalten, welcher durch einen in eine Innennut 57 der Kopfpartie 51 einsetzbaren zweiten Stützring 54 gesichert ist. Der Haltering 56 ist darstellungsgemäss mit einer Bohrung 55 ausgeführt, welche eine zur Aufnahme des Sprenglings 51 bestimmte, abgesetzte Schulterpartie 58 und einen von dieser gegen den Kolben 5 hin konisch sich erweiternden Endabschnitt 60 aufweist, der entsprechende Auslenkbewegungen der Kolbenstange 42 durch Abwälzbewegungen der Stützfläche 43 am Lagerteil 46 zulässt.

[0015] Abweichend von der dargestellten Ausführung kann die Kopfpartie 41 auch mit einer Bohrung 44 versehen sein, welche sich tiefer in den Stützteil 38 erstreckt und damit die Aufnahme eines entsprechend längeren Endabschnitts der Kolbenstange 42 ermöglicht. Dadurch kann gegebenenfalls eine längere Kolbenstange 42 mit entsprechend grösserem Radius r der Auflageflächen 43 verwendet werden. Es ist auch eine Ausführung möglich, bei der der Kolben 5 mit einer Bohrung 45 versehen ist, deren Tiefe z.B. derjenigen der Bohrung 44 der Kopfpartie 41 der dargestellten Ausführung entspricht.

[0016] Der Kolben 5 weist einen metallischen, z.B. aus einer Ni-Fe-Legierung, gefertigten Grundkörper 61 und einen diese zumindest teilweise, darstellungsgemäss im wesentlichen über die ganze Länge, umgebenden Mantelkörper 62 auf, welcher aus einem Kunststoffmaterial, z.B. einem Polyetheretherketon (PEEK) gefertigt ist, und an welchem die Lauffläche des Kolbens 5 ausgebildet ist. Die Materialien des Kolbens 5 und des ihn aufnehmenden Zylindereinsatzes 33 sind so aufeinander abgestimmt, dass der Wärmeausdehnungskoeffizient des Zylinderwerkstoffs zumindest annähernd einem aus der Kombination der Wärmeausdehnungskoeffizienten der Werkstoffe des Grundkörpers 61 und des Mantelkörpers 62 resultierenden Koeffizienten des Kolbens 5 entspricht. Damit ist durch eine Kombination von Materialien mit je unterschiedlichem Wärmeausdehnungsverhalten eine Kompressorausführung mit einem über einen vorbestimmten Temperaturbereich konstant bleibenden Ringspalt zwischen Kolben 5 und Zylinder 4 bzw. Zylindereinsatz 33 realisierbar.

[0017] Der Mantelkörper 62 kann in Form einer auf den Grundkörper 61 aufschraufbaren, über dessen Länge durchgehenden Hülse ausgeführt oder, wie in

Fig.2 dargestellt, aus mehreren, je einzeln nebeneinander auf dem Grundkörper 61 anbringbaren, z.B. aufpressbaren Ringabschnitten 63 zusammengesetzt sein. Der Mantelkörper 62 kann ferner mit mehreren, in axialer Richtung gegeneinander versetzten Ringnuten 64 ausgeführt sein, welche darstellungsgemäss durch die aneinander anliegenden Enden der Ringabschnitte 63 gebildet sind. Die Ringnuten 64 ermöglichen eine gleichmässige Verteilung des im Ringspalt herrschenden Druckes, der jeweils im engen Spalt zwischen den Ringnuten 64 abgebaut wird.

[0018] Wie aus der Fig.2 weiter hervorgeht, kann der Mantelkörper 62 bzw. jeder der Ringabschnitte 63 mit einer Verstärkungsstruktur aus mehreren Langfasern 65 versehen sein, welche je in einer im wesentlichen quer zur Längsachse 6 des Mantelkörpers 62 verlaufenden Ebene angeordnet sind. Die Langfasern 65, bei der dargestellten Ausführung Kohlefasern, können, wie in Fig.2 angedeutet, jeweils in einer den Mantelkörper 62 in Umfangsrichtung durchsetzenden Wicklung oder, nach einer anderen, nicht dargestellten Ausführungsform, jeweils in einer flächigen Struktur angeordnet sein, die aus mehreren, je in einer quer zur Längsachse 6 verlaufenden Ebene sich kreuzenden Langfaserstücken gebildet ist. Durch die beschriebene Verstärkungsstruktur kann sichergestellt werden, dass der einstückig oder mehrstückig ausgebildete Mantelkörper 62 auch bei hohen Betriebstemperaturen noch satt auf dem Grundkörper 61 anliegt, da die Langfasern 65, insbesondere Kohlefasern, einen wesentlich geringeren Wärmeausdehnungskoeffizienten als der Kunststoff des Mantelkörpers 62 aufweisen. Entsprechend kann, wie vorstehend beschrieben, eine an die Wärmedehnung des Zylindereinsatzes 33 angepasste, resultierende Wärmedehnung des Kolbens 5 erzielt werden.

[0019] Das Joch 11 ist durch die beiden Verbindungsteile 21 im Gehäuse des Kompressors in Richtung der Längsachse 6 verschiebbar geführt und über die vorstehend beschriebene Stützanzordnung mit dem unter dem entsprechenden Enddruck stehenden Kolben 5 in Richtung der Längsachse 6 spielfrei verbunden. Durch die beschriebene Stützanzordnung wird zugleich eine Übertragung von Querkraften des durch die Verbindungsteile 21 mit entsprechendem seitlichem Spiel gleitend geführten Joches 11 auf den Kolben 5 verhindert, so dass eine von Schwingungen des Joches 11 unbeeinflusste Parallelführung des Kolbens 5 innerhalb des Zylinders 4 bzw. des Zylindereinsatzes 33 erzielbar ist. Entsprechend können auch relativ langhubige Kompressoren für hohe Drücke, z.B. solche von ca. 40 bis 1000 bar, je mit einer trockenlaufenden Spaltringdichtung ausgeführt werden, welche einen während des Betriebes konstant bleibenden Ringspalt aufweist, der eine konstante, den Kolben 5 auf seiner ganzen Länge umhüllenden Leckströmung des verdichteten Gases und damit eine Art Lagerung des Kolbens 5 durch das verdichtete Gas gewährleistet. Die beschriebene Ausführung ermöglicht die Bildung von durchströmbaren Ring-

spalten in Kompressoren, bei denen die Differenz zwischen dem Durchmesser der Bohrung des Zylindereinsatzes 33 und dem Durchmesser des Kolbens 5 weniger als 0,02 mm, z.B. 0,005 mm, beträgt, wobei die Dicke des Ringspaltes durch den jeweils zwischen dem Kompressionsraum 32 und dem Kurbelraum 20 betriebsmässig sich einstellenden, als akzeptierbar erachteten Leakageverlust bestimmt ist. Je nach Ausführung kann, bei minimalem Abrieb an Kolben 5 und Zylindereinsatz 33, ein betriebsmässig akzeptabler Leakageverlust von z.B. weniger als 10% konstant gehalten werden.

[0020] Die Erfindung ist weder auf Ausführungen der vorstehend beschriebenen und dargestellten Art, noch auf Anwendungen im Hochdruckbereich beschränkt. Beim dargestellten Beispiel kann auch mindestens eine weitere Verdichtungsstufe, etwa der Zylinder 3, erfindungsgemäss ausgebildet sein. Die erfindungsgemäße Ausführung ist auch für andere, ein- oder mehrstufige Ausführungen, z.B. Kompressoren für die Tieftemperaturtechnik, geeignet.

[0021] Die Erfindung lässt sich zusammenfassend wie folgt beschreiben: Der Kompressor enthält mindestens einen trockenlaufend geführten Kolben, welcher mit einem Zylindereinsatz einen jeweils über den gemeinsamen Längenabschnitt offenen Ringspalt begrenzt, der eine Leckströmung des verdichteten Mediums zulässt. Der Kolben ist über eine Kolbenstange mit einem in Richtung seiner Längsachse verschiebbar geführten Stützteil gekoppelt, der mit einer Antriebseinrichtung verbunden ist. Die Kolbenstange wirkt mit dem Kolben und dem Stützteil über stirnseitige konvexe Stützflächen zusammen, welche quer zur Längsachse verlaufende Relativbewegungen des Stützteils gegenüber dem Kolben zulassen. Entsprechend wird eine von Schwingungen der Antriebsteile unbeeinflusste Parallelführung des Kolbens im Zylindereinsatz erzielt. Der Kolben weist einen metallischen Grundkörper und einen aus einem Kunststoffmaterial gefertigten Mantelkörper auf, an dem die Lauffläche des Kolbens ausgebildet ist. Der Zylinder ist aus einem Werkstoff gefertigt, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient zumindest annähernd einem resultierenden Wärmeausdehnungskoeffizienten der Werkstoffe des Grundkörpers und des Mantelkörpers entspricht. Der erfindungsgemäße Kompressor ist insbesondere zum ölfreien Verdichten eines Gases geeignet.

Patentansprüche

1. Hubkolbenkompressor mit mindestens einem Zylinder (4) und einem in diesem geführten Kolben (5), welcher über ein quer zur Längsachse (6) des Zylinders (4) bewegliches Stützelement und einen in Richtung der Längsachse (6) verschiebbar geführten Stützteil (38) mit einer Antriebseinrichtung gekoppelt ist, wobei das Stützelement mit dem Kolben

(5) und dem Stützteil (38) je über eine konvexe Stützfläche (43) zusammenwirkt und der Zylinder (4) mit dem Kolben (5) einen jeweils über den gemeinsamen Längenabschnitt offenen, engen Ringspalt begrenzt, der eine vorbestimmte Leckströmung des verdichteten Mediums zulässt,

dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (5) einen metallischen Grundkörper (61) und einen diesen zumindest auf einem Teil seiner Länge umgebenden, aus einem Kunststoffmaterial gefertigten Mantelkörper (62) aufweist, an welchem die Lauffläche des Kolbens (5) ausgebildet ist, und dass zumindest ein eine entsprechende Lauffläche enthaltender Teil (33) des Zylinders (4) aus einem Werkstoff besteht, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient zumindest annähernd einem resultierenden Wärmeausdehnungskoeffizienten der Werkstoffe des Grundkörpers (61) und des Mantelkörpers (62) des Kolbens (5) entspricht, so daß des Ringspalt über einen Vorbestimmten Temperaturbereich konstant ist.

2. Kompressor nach Anspruch 1, bei welchem der Mantelkörper (62) eine ihn durchsetzende Verstärkungsstruktur aus mehreren Langfasern (65), z.B. Kohlefasern, enthält, welche je im wesentlichen in einer quer zur Längsachse (6) des Mantelkörpers (62) verlaufenden Ebene angeordnet sind.

3. Kompressor nach Anspruch 1 oder 2, bei welchem der Mantelkörper (62) durch mehrere, nebeneinander auf den Grundkörper (61) aufpressbare Ringabschnitte (63) gebildet ist.

4. Kompressor nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem am Mantelkörper (62) mehrere, an seinem Aussenumfang ausgebildete, in axialer Richtung gegeneinander versetzte Ringnuten (64) ausgebildet sind.

5. Kompressor nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welchem als Stützelement eine zwischen den Kolben (5) und den Stützteil (38) einsetzbare, am Kolben (5) und am Stützteil (38) neigbar gehaltene Kolbenstange (42) vorgesehen ist, an deren Enden die konvexen Stützflächen (43) ausgebildet sind, und dass der Kolben (5) und der Stützteil je mit einer der betreffenden Stützfläche (43) zugeordneten Aufsetzpartie versehen sind.

6. Kompressor nach Anspruch 5, bei welchem die Stützflächen (43) der Kolbenstange (42) je in Form einer Kugelkalotte ausgebildet sind, welche mit einem Krümmungsradius (r) ausgeführt ist, der im wesentlichen der halben Länge der Kolbenstange (42) entspricht.

7. Kompressor nach Anspruch 5 oder 6, bei welchem

mindestens einer der zu koppelnden Teile - Kolben (5) und Stützteil (38) - eine zur Aufnahme eines Endabschnitts der Kolbenstange (42) bestimmte axiale Bohrung (45 bzw. 44, 55) aufweist, welche die Kolbenstange (42) mit einem Spiel umgibt, das Auslenkbewegungen der Kolbenstange (42) zulässt.

8. Kompressor nach Anspruch 7, bei welchem die im Kolben (5) vorgesehene axiale Bohrung (45) sich über eine Tiefe erstreckt, welche mindestens der halben Länge des Kolbens (5) entspricht.
9. Kompressor nach einem der Ansprüche 5 bis 8, bei welchem mindestens eine der Aufsetzpartien an einem in die axiale Bohrung (45 bzw. 44, 55) des Kolbens (5) bzw. des Stützteils (38) einlegbaren Lager- teil (47 bzw. 46) ausgebildet ist.
10. Verwendung mindestens eines Kompressors nach einem der vorangehenden Ansprüche als Hoch- druckstufe einer aus mehreren in Reihe geschalte- ten Zylinder/Kolben-Aggregaten bestehenden An- ordnung zum ölfreien Verdichten eines Gases.

Claims

1. Reciprocating piston compressor comprising at least one cylinder (4) and a piston (5) guided therein which is coupled to a drive device via a support element that is movable transversely to the longitudinal axis (6) of the cylinder (4) and via a support part (38) which is displaceably guided in the direction of the longitudinal axis (6), with the support element cooperating with the piston (5) and the support part (38) in each case via a convex support surface (43) and with the cylinder (4) together with the piston (5) bounding a narrow ring gap which is in each case open over the common length portion and permits a predetermined leakage flow of the compressed medium, **characterised in that** the piston (5) has a metallic basic body (61) and a sleeve member (62) which is made of a plastic material and encloses the former at least along a part of its length and on which the running surface of the piston (5) is formed; and **in that** at least one part (33) of the cylinder (4) including a corresponding running surface consists of a material whose coefficient of thermal expansion corresponds at least approximately to a resultant coefficient of thermal expansion of the materials of the basic body (61) and of the sleeve member (62) of the piston (5), so that the ring gap is constant over a predetermined temperature range.
2. Compressor in accordance with claim 1 in which the sleeve member (62) includes a reinforcement structure extending through it consisting of a plurality of

long fibres (65), e.g. carbon fibres, which are each substantially arranged in a plane extending transverse to the longitudinal axis (6) of the sleeve member (62).

3. Compressor in accordance with claim 1 or claim 2 in which the sleeve member (62) is formed by a plurality of ring sections (63) which can be pressed onto the basic body (61) adjacent to one another.
4. Compressor in accordance with one of the preceding claims in which a plurality of ring grooves (64) that are mutually displaced in the axial direction are formed at the outer periphery of the sleeve member (62).
5. Compressor in accordance with one of the preceding claims in which a piston rod (42) which can be inserted between the piston (5) and the support part (38) and is tiltably held at the piston (5) and at the support part (38), with convex support surfaces (43) being formed at the ends of the piston rod, is provided as a support element; and in that the piston (5) and the support part are each provided with a seating portion associated with one of the relevant support surfaces (43).
6. Compressor in accordance with claim 5 in which the support surfaces (43) of the piston rod (42) are each formed in the shape of a spherical section which is executed with a radius of curvature (r) that substantially corresponds to half the length of the piston rod (42).
7. Compressor in accordance with claim 5 or claim 6 in which at least one of the parts to be coupled - piston (5) and support part (38) - has an axial bore (45 or 44, 55 respectively) which is intended for receiving an end section of the piston rod (42) and encloses the piston rod (42) with a clearance which permits deflection movements of the piston rod (42).
8. Compressor in accordance with claim 7 in which the axial bore (45) provided in the piston (5) extends over a depth which corresponds to at least half the length of the piston (5).
9. Compressor in accordance with one of the claims 5 to 8 in which at least one of the seating portions is formed on a bearing part (47 or 46 respectively) which can be laid into the respective axial bore (45 or 44, 55 respectively) of the piston (5) or of the support part (38).
10. Use of at least one compressor in accordance with one of the preceding claims as the high pressure stage of an arrangement for the oil-free compres-

sion of a gas consisting of a plurality of piston in cylinder units connected in series.

Revendications

1. Compresseur à piston alternatif avec au moins un vérin (4) et un piston (5) guidé dans celui-ci, qui est couplé par un élément d'appui mobile transversalement à l'axe longitudinal (6) du vérin (4) et une partie d'appui (38) guidée d'une manière déplaçable dans la direction de l'axe longitudinal (6) à une installation d'entraînement, où l'élément d'appui coopère avec le piston (5) et avec la partie d'appui (38) respectivement par une face d'appui convexe (43), et le vérin (4) délimite avec le piston (5) une fente annulaire étroite, respectivement ouverte sur le tronçon de longueur commun, qui permet un écoulement de fuite prédéterminé du milieu comprimé, **caractérisé en ce que** le piston (5) présente un corps de base métallique (61) et un corps d'enveloppe (62) entourant celui-ci au moins sur une partie de sa longueur, fabriqué en un matériau synthétique, auquel est réalisée la face de roulement du piston (5), et **en ce qu'**au moins une partie (33) du vérin (4) contenant une face de roulement correspondante est réalisée en un matériau dont le coefficient de dilatation thermique correspond au moins approximativement à un coefficient de dilatation thermique résultant des matériaux du corps de base (61) et du corps d'enveloppe (62) du piston (5), de telle sorte que la fente annulaire est constante sur une plage de température prédéterminée.
2. Compresseur selon la revendication 1, où le corps d'enveloppe (62) contient une structure de renforcement traversant celui-ci en plusieurs fibres longues (65), par exemple en fibres de carbone qui sont disposées respectivement sensiblement dans un plan s'étendant transversalement à l'axe longitudinal (6) du corps d'enveloppe (62).
3. Compresseur selon la revendication 1 ou 2, où le corps d'enveloppe (62) est formé par plusieurs tronçons annulaires (63) pouvant être appliqués par pression les uns à côté des autres sur le corps de base (61).
4. Compresseur selon l'une des revendications précédentes, où sont réalisées au corps d'enveloppe (62) plusieurs rainures annulaires (64) formées à son pourtour extérieur, décalées dans la direction axiale les unes contre les autres.
5. Compresseur selon l'une des revendications précédentes, où est prévue comme élément d'appui une tige de piston (42) insérable entre le piston (5) et la partie d'appui (38), retenue au piston (5) et à la par-

tie d'appui (38) de manière à pouvoir être inclinée, aux extrémités de laquelle sont réalisées les faces d'appui convexes (43), et en ce que le piston (5) et la partie d'appui sont pourvus chacun d'une partie d'application associée à la face d'appui concernée (43).

6. Compresseur selon la revendication 5, où les faces d'appui (43) de la tige de piston (42) sont chacune réalisées sous la forme d'une calotte sphérique, qui est réalisée avec un rayon de courbure (r) qui correspond sensiblement à la moitié de la longueur de la tige de piston (42).
7. Compresseur selon la revendication 5 ou 6, dans lequel au moins l'une des parties à coupler - piston (5) et partie d'appui (38) - présente un alésage axial (45 respectivement 44, 55) destiné à recevoir un tronçon d'extrémité de la tige de piston (42) qui entoure la tige de piston (42) avec un jeu qui permet des mouvements de déviation de la tige de piston (42).
8. Compresseur selon la revendication 7, où l'alésage axial (45) prévu dans le piston (5) s'étend sur une profondeur qui correspond au moins à la moitié de la longueur du piston (5).
9. Compresseur selon l'une des revendications 5 à 8, où au moins l'une des parties d'application est réalisée à une partie de palier (47 respectivement 46) insérable dans l'alésage axial (45 respectivement 44, 55) du piston (5) ou de la partie d'appui (38).
10. Utilisation d'au moins un compresseur selon l'une des revendications précédentes comme étage haute pression d'un agencement constitué de plusieurs ensembles à vérin/piston montés en série pour la compression exempte d'huile d'un gaz.

Fig.1

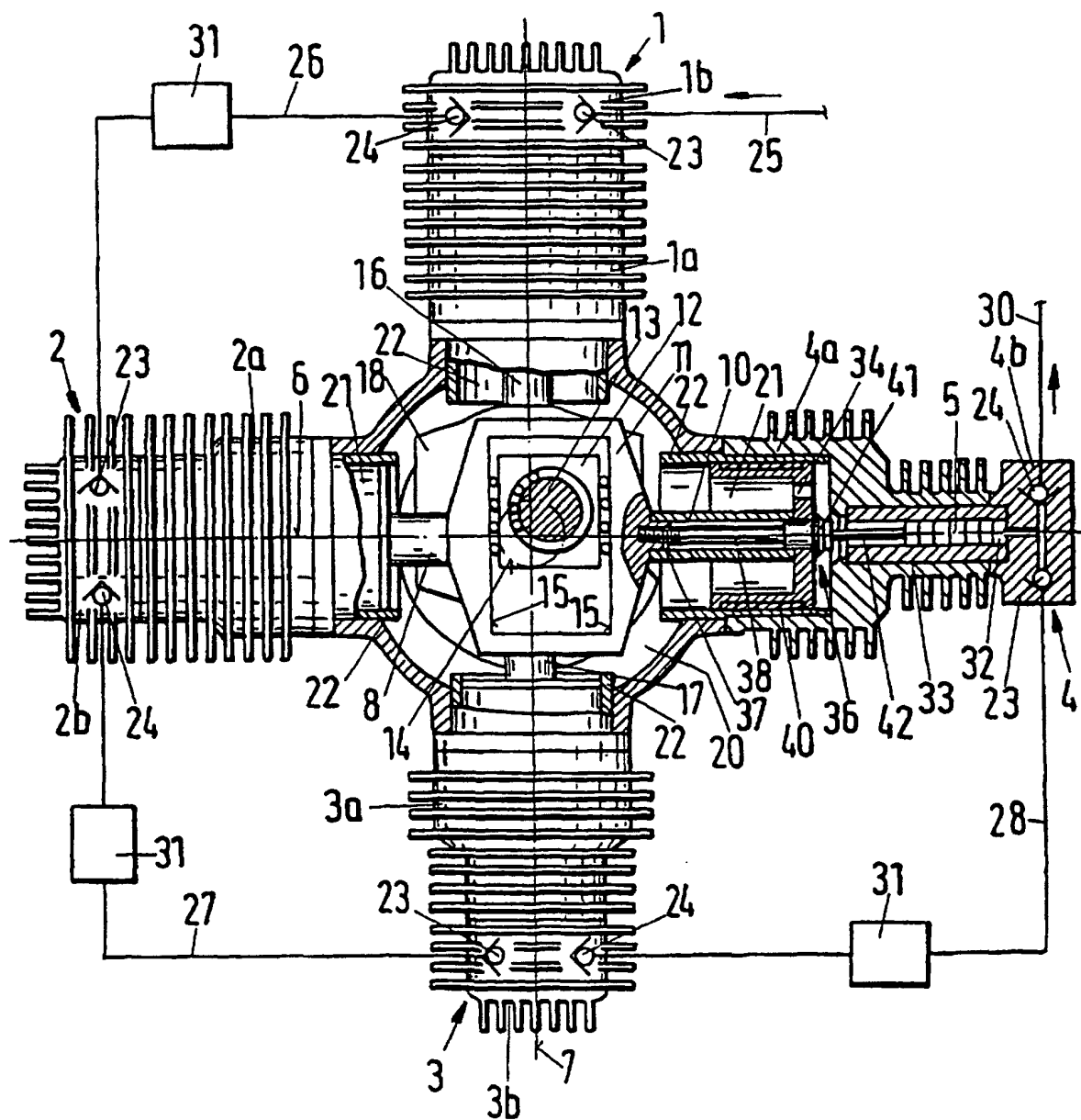


Fig.2

