

(19)



(11)

EP 1 831 560 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.12.2012 Patentblatt 2012/51

(51) Int Cl.:
F04B 35/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **05850329.3**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2005/013864

(22) Anmeldetag: **22.12.2005**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2006/089582 (31.08.2006 Gazette 2006/35)

(54) **KOLBEN-ZYLINDER-EINHEIT**

PISTON/CYLINDER UNIT

UNITE PISTON-CYLINDRE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **22.12.2004 DE 102004061940**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.09.2007 Patentblatt 2007/37

(73) Patentinhaber:
• **BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH**
81739 München (DE)
• **AeroLas GmbH Aerostatische Lager-**
Lasertechnik
82008 Unterhaching (DE)

(72) Erfinder:
• **MUTH, Michael**
81737 München (DE)
• **SLOTTA, Georg**
85375 Neufahrn (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-A- 2 907 304 US-A- 4 634 297
US-A- 5 525 845

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 04, 2. April 2003 (2003-04-02) & JP 2002 349435 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 4. Dezember 2002 (2002-12-04) in der Anmeldung erwähnt**

EP 1 831 560 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 eine Kolben-Zylinder-Einheit, insbesondere für einen Kompressor zur Erzeugung eines Druckfluids, mit einem Zylinder, einem Kolben, der zwischen einer ersten Kolbenstellung, in der das vom Kolben und vom Zylinder umschlossene Zylindervolumen maximal ist, und einer zweiten Kolbenstellung, in der dieses Zylindervolumen minimal ist, in Axialrichtung des Zylinders hin- und herbewegbar ist, sowie einer zwischen dem Kolben und dem Zylinder vorgesehenen Fluidlagerung, die den Kolben im Zylinder axial bewegbar lagert und die eine den Umfang des Kolbens zumindest über einen Teil des Axialerstreckung des Kolbens umgebende kolbenseitige Lagerfläche bestimmt, wobei die Fluidlagerung eine Mehrzahl von in der Innenumfangswand des Zylinders vorgesehenen Austrittsdüsen für das Fluid aufweist.

[0002] Eine derartige Kolben-Zylinder-Einheit ist aus der US 5,525,845 A bekannt. Bei dieser bekannten Kolben-Zylinder-Einheit sind Austrittsdüsen in der Zylinderwandung vorgesehen, die den Kolben sowohl in seiner ersten Kolbenstellung als auch in seiner zweiten Kolbenstellung abstützen. Um dies zu ermöglichen, sind die Austrittsdüsen verhältnismäßig weit vom Zylinderboden, das heißt von der stirnseitigen Innenwand der Zylinderbohrung, entfernt. Dies hat zur Folge, daß das zwischen dem Kolbenumfang und dem Zylinderinnenumfang gebildete Fluidpolster zur Lagerung des Kolbens im Zylinder im Bereich des vorderen, dem Kolbenboden benachbarten Umfangsbereich schwächer wird, je weiter der Kolben in seine zweite Kolbenstellung, also in die Kompressionsstellung, wandert. Durch den gleichzeitig während der Kompression im Zylindervolumen entstehenden hohen Druck dringt komprimiertes Fluid aus dem Zylindervolumen in den Lagerspalt zwischen dem Kolbenaußenumfang und dem Zylinderinnenumfang ein, was bei asymmetrischem Eindringen entlang des Umfangs zu einer seitlichen Auslenkung des Kolbens und damit zu einem unerwünschten Verkippen des Kolbens führt.

[0003] Aus der JP 2002-349 435 A ist eine Kolben-Zylinder-Einheit bekannt, die von einem Linearmotor angetrieben ist und bei der kolbenringlose Kolben auf einem Gaspolster frei geführt ist. Zur Stabilisierung dieses Gaspolsters ist der Kolben an seinem Umfang mit einer Umfangsnut versehen. Diese Umfangsnut soll die Gefahr des Verkippens des Kolbens im Zylinder reduzieren. Die umlaufende Nut schwächt nicht nur die für die Lagerung des Kolbens nachteilige Querkraft, sondern auch das Luftlager insgesamt, so daß die auf das Luftlager bezogene Wirkung der umlaufenden Nut eher nachteilig ist.

[0004] Die Druckschrift US 2 907 304 A offenbart Vorrichtungen mit Kolben und Gehäusen, wobei Fluide unter Druck durch Öffnungen in die Kammer eingebracht werden.

[0005] Die Druckschrift US 5 525 845 A1 beschreibt Fluidlager mit einer nachgiebigen Kopplung zum Zentrieren von pendelnden Körpern.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine gattungsgemäße Kolben-Zylinder-Einheit so auszubilden, daß auch dann, wenn sich der Kolben in die Kompressionsstellung bewegt oder sich in der Kompressionsstellung befindet, eine ausreichende, zuverlässige Lagerung des Kolbens im Zylinder und damit eine Sicherheit gegen seitliches Auslenken des Kolbens gewährleistet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch eine Kolben-Zylinder-Einheit mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

[0008] Die Anordnung der Austrittsdüsen derart, daß dann, wenn sich der Kolben in seiner zweiten Kolbenstellung befindet, erste Austrittsdüsen den bezüglich der Kolbenlängserstreckung vorderen Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche und zweite Austrittsdüsen den bezüglich der Kolbenlängserstreckung mittleren Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche mit Druckfluid versorgen, sorgt für eine zuverlässige Lagerung und radiale Positionierung des Kolbens im Zylinder, ohne daß der Kolben mit dem Zylinder in Berührung geraten kann. Durch die Anordnung der Austrittsdüsen im vorderen und mittleren Bereich wird erreicht, daß der Lagerschwerpunkt beim Eindringen von Druck aus dem Kompressionsraum in den den Kolben umgebenden Lagerspalt im mittleren beziehungsweise vorderen Bereich des Kolbens verbleibt und allenfalls nur geringfügig nach hinten wandert, wodurch eine zuverlässige radiale Abstützung des Kolbens über das Lagerfluid im mittleren und auch im vorderen Bereich des Kolbens gewährleistet ist, so daß der Einfluß des Drucks im Kompressionsraum auf den im Lagerspalt herrschenden Druck gegenüber herkömmlichen Lösungen deutlich herabgesetzt ist.

[0009] Vorteilhaft ist dabei, wenn die Düsenanordnungen so angeordnet sind, daß auch in dem Bereich der Innenumfangswandung des Zylinders, dem der Kolben in der zweiten Kolbenstellung, nicht aber in der ersten Kolbenstellung gegenüberliegt, Austrittsdüsen vorgesehen sind. Dadurch wird auch im Kompressionszustand zuverlässig ein Fluidpolster zwischen der Innenumfangswand des Zylinders und der Außenumfangswand des Kolbens gebildet, ohne daß dies durch Eindringen von komprimiertem Fluid aus dem Zylindervolumen verdrängt wird. Bei dieser Ausführungsform ist der Kolben in der zweiten Kolbenstellung, also in der Kompressionsstellung des Kolbens, noch zuverlässiger gegenüber der Innenumfangswand des Zylinders auf dem Fluidpolster abgestützt.

[0010] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Austrittsdüsen so angeordnet, daß dann, wenn sich der Kolben in seiner zweiten Kolbenstellung befindet, erste Austrittsdüsen den bezüglich der Kolbenlängserstreckung vorderen Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche und zweite Austrittsdüsen den bezüglich der Kolbenlängserstreckung mittleren oder hinteren Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche mit Druckfluid versorgen. Sind dabei die Austrittsdüsen im vorderen und hinteren Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche vorgesehen, so wird in

der Kompressionsstellung des Kolbens eine besonders gleichmäßige Abstützung des Kolbens über dessen Längserstreckung erzielt. Es ist aber auch vorteilhaft, wenn die ersten Austrittsdüsen im vorderen Bereich und die zweiten Austrittsdüsen im mittleren Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche vorgesehen sind, wodurch sich der Lagerschwerpunkt nach vorne, also zum Kolbenboden hin erstreckt. Dadurch wird im Bereich des vorderen Endes des Ringspalts zwischen Kolben und Zylinder, also zum Zylindervolumen hingewandt, ein höherer Druck im Fluidlager zwischen Kolben und Zylinder aufgebaut, der dem Kompressionsdruck im Zylindervolumen einen höheren Widerstand bietet und somit noch besser verhindert, daß komprimiertes Druckfluid aus dem Zylindervolumen in den Lagerspalt eindringt.

[0011] In einer weiteren optionalen Ausführungsform sind die Austrittsdüsen so angeordnet, daß dann, wenn sich der Kolben in seiner ersten Kolbenstellung befindet, die zweiten Austrittsdüsen den bezüglich der Kolbenlängserstreckung vorderen Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche und dritte Austrittsdüsen den bezüglich der Kolbenlängserstreckung hinteren Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche mit Druckfluid versorgen. Diese optional vorgesehenen dritten Austrittsdüsen im hinteren Bereich können eine verbesserte Abstützung des Kolbens in dessen zurückgezogener Lage bewirken.

[0012] Besonders bevorzugt ist es, wenn die Fluidlagerung von einem Gasdrucklager gebildet ist, wobei die Austrittsdüsen von Gasaustrittsdüsen gebildet sind; eine vorteilhafte und besonders bevorzugte Ausführungsform ist die eines Luftlagers.

[0013] Vorzugsweise bilden jeweils eine Mehrzahl von Austrittsdüsen Düsenanordnungen.

[0014] Die Düsenanordnungen sind bevorzugt in Axialrichtung der Kolben-Zylinder-Einheit voneinander beabstandet und vorzugsweise ringförmig um die Zylinderachse ausgebildet. Hierdurch wird ein besonders gleichmäßiges Fluid- oder Gaspolster zwischen dem Kolben und dem Zylinder aufgebaut.

[0015] Vorteilhaft zur Ausbildung eines besonders gleichmäßigen Fluid- oder Gaspolsters zwischen dem Kolben und dem Zylinder ist es auch, wenn jeder Düsenring eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung gleichmäßig voneinander beabstandeten Austrittsdüsen aufweist.

[0016] Vorzugsweise sind die Austrittsdüsen von mittels eines energiereichen Strahls gebohrten Mikrolöchern gebildet, die weiter vorzugsweise kegelförmig ausgebildet sind, wobei deren engster Querschnitt an der Mündung in die zylinderseitige Lagerfläche gelegen ist. Die auf diese Weise erzeugten Mikrolöcher erzeugen ein Fluid- oder Gaspolster von hoher Gleichmäßigkeit und hoher Tragfähigkeit.

[0017] Bevorzugt werden diese Mikrolöcher mittels eines Laserstrahls gebohrt.

[0018] Wird das Druckfluid zur Versorgung der Austrittsdüsen von einem durch Kompression des Zylindervolumens erzeugten Fluidstrom abgeleitet, beispielsweise aus dem Auslaßkanal, so kann ein einfacher Aufbau

der Kolben-Zylinder-Einheit erzielt werden und gleichzeitig kann dabei auf einen zusätzlichen Druckerzeuger für das Druckfluid zur Versorgung der Austrittsdüsen verzichtet werden, was zu einer kostengünstigen Herstellung einer derartigen Kolben-Zylinder-Einheit beiträgt.

[0019] Besonders bevorzugt wird diese Kolben-Zylinder-Einheit dann, wenn der Kolben zum hin- und herbewegenden Antrieb von einem beweglichen Teil eines Linearantriebs beaufschlagt ist.

[0020] Eine besonders hervorzuhebende und vorteilhafte Anwendung der erfindungsgemäßen Kolben-Zylinder-Einheit erfolgt in einem Kompressor zur Erzeugung eines Druckfluids, vorzugsweise in einem von einem Linearantrieb angetriebenen Linearkompressor.

[0021] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den verbleibenden Unteransprüchen angegeben.

[0022] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert; in dieser zeigt:

Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolben-Zylinder-Anordnung mit dem Kolben in einer ersten Kolbenstellung und

Fig. 2 dieselbe Kolben-Zylinder-Einheit mit dem Kolben in Kompressionsstellung.

[0023] In Fig. 1 ist ein Längsschnitt durch eine Kolben-Zylinder-Einheit 1 mit einem Zylinder 2 und einem Kolben 3 gezeigt. Der Zylinder 2 ist mit einer Zylinderbohrung 10 versehen, in der der Kolben 3 in Richtung der Längsachse X der Zylinderbohrung 10 hin- und herbewegbar und frei geführt aufgenommen ist. Die an einem Zylinderkopf 23 ausgebildete kopfseitige Stirnwand 12 der Zylinderbohrung 10, die Innenumfangswand 14 der Zylinderbohrung 10 und der Kolbenboden 16 begrenzen das Zylindervolumen 18.

[0024] In die kopfseitige Stirnwand 12 der Zylinderbohrung 10 mündet ein mit einem schematisch gezeigten Ventil 20 versehener Einlaßkanal 22. Ebenfalls in der kopfseitigen Stirnwand 12 ist ein Auslaßkanal 24 vorgesehen, der ein entsprechendes Ventil 26 aufweist; auch dieser Auslaßkanal mündet in die Zylinderbohrung 10.

[0025] In Fig. 1 ist weiterhin dargestellt, daß sich eine zylinderseitige Lagerfläche 15 von einer vorderen Begrenzungsebene Z1, die mit einer vorderen, kolbenseitigen Begrenzungsebene K1 einer kolbenseitigen Lagerfläche 38 zusammenfällt, wenn sich der Kolben 3 in der in Fig. 2 dargestellten zweiten Kolbenstellung befindet, und einer hinteren Begrenzungsebene Z2, die mit einer hinteren, vom Kolbenboden 16 abgewandten Begrenzungslinie K2 der kolbenseitigen Lagerfläche 38 zusammenfällt, wenn sich der Kolben 3 in seiner in Fig. 1 dargestellten ersten Kolbenstellung befindet. Die Länge L der zylinderseitigen Lagerfläche 15 wird von einer Lagerflächenmittelebene E, die rechtwinklig auf der zylinder-

derseitigen Lagerfläche 15 steht, in zwei Hälften von jeweils der Länge $L/2$ geteilt.

[0026] Fig. 1 zeigt auch, daß mehr Austrittsdüsen 30', 32' im vorderen Bereich der zylinderseitigen Lagerfläche 15 vorgesehen sind, als in deren hinteren Bereich, wo lediglich die optional vorgesehenen Austrittsdüsen 34' dargestellt sind. Diese asymmetrische Anordnung der Austrittsdüsen bezüglich der Lagerflächenmittelebene E bewirkt, daß die Verteilung der Düsenquerschnittsflächen der Austrittsdüsen über die Länge L der zylinderseitigen Lagerfläche 15 bezüglich der Lagerflächenmittelebene E ebenfalls asymmetrisch ist. Eine derartige Asymmetrie kann nicht nur durch das Vorsehen einer unterschiedlichen Anzahl von Austrittsdüsen im vorderen beziehungsweise hinteren Bereich der zylinderseitigen Lagerfläche 15 erreicht werden, sondern beispielsweise auch dadurch, daß die Austrittsdüsen im vorderen Bereich der zylinderseitigen Lagerfläche 15 einen größeren Düsendurchmesser und damit eine größere Düsenquerschnittsfläche aufweisen als jene Austrittsdüsen, die im hinteren Bereich der zylinderseitigen Lagerfläche 15 gelegen sind.

[0027] Bei einer Bewegung des Kolbens 3 in Fig. 2 nach links wird durch den Einlaßkanal 22 und das Einlaßventil 20 Fluid in den Zylinderraum 18 angesaugt und bei einer Bewegung des Kolbens 3 nach rechts wird dieses Fluid im komprimierten Zustand durch das Auslaßventil 26 und den Auslaßkanal 24 ausgestoßen. Die gezeigte Kolben-Zylinder-Einheit 1 ist Teil einer Kolbenarbeitsmaschine, bei der das ausgestoßene Fluid gasförmig ist, wie dies beispielsweise der Fall ist bei einem Kompressor. Die Erfindung ist grundsätzlich aber auch bei anderen Kolbenarbeitsmaschinen einsetzbar, wie beispielsweise bei Verbrennungsmotoren oder Pumpen.

[0028] Ein Teil des ausgestoßenen gasförmigen Fluids wird aus dem Auslaßkanal 24 durch einen Verbindungskanal 28, der im Zylinderkopf 23 und im Gehäuse 21 des Zylinders 2 vorgesehen ist, in Ringkanäle 30, 32, 34 geleitet, die ebenfalls im Gehäuse 21 des Zylinders 2 vorgesehen sind und die die Zylinderbohrung 10 ringförmig umgeben. Die Ringkanäle 30, 32, 34 sind in Richtung der Längsachse X der Zylinderbohrung 10 voneinander beabstandet. Jeder der Ringkanäle 30, 32, 34 ist mit einer Vielzahl von Mikrolöchern 30', 32', 34' versehen, die über den Umfang der Zylinderbohrung 10 gleichmäßig verteilt den jeweiligen Ringkanal 30, 32, 34 mit dem Inneren der Zylinderbohrung 10 verbinden und dabei die Innenwand 14 des Zylinders durchdringen. Die Mikrolöcher 30', 32', 34' eines jeden Ringkanals 30, 32, 34 bilden so eine jeweilige ringförmige Düsenanordnung 30'', 32'', 34''. Druckgas, welches durch den Verbindungskanal 28 in die Ringkanäle 30, 32, 34 geleitet wird, kann somit durch die Mikrolöcher 30', 32', 34' austreten und zwischen der zylinderseitigen Lagerfläche 15 auf der Innenumfangswand 14 des Zylinders 2 und einer kolbenseitigen Lagerfläche 38 auf der Außenumfangswand 36 des Kolbens 3 ein den Kolben seitlich abstützendes Gaspolster aus-

bilden.

[0029] Der erste Ringkanal 30 mit den ihm zugeordneten Mikrolöchern 30' ist in einem Bereich gelegen, in dem der Kolben die Mikrolöcher 30' nur dann abdeckt, wenn er sich in der Nähe der Kompressionsstellung befindet, also dann, wenn das Zylindervolumen 18 minimiert ist, wie in Fig. 2 gezeigt ist. In diesem Fall deckt der Kolben 3 die vorderen, ersten Mikrolöcher mit der Lagerfläche 38 im vorderen Bereich 3'' ab.

[0030] In der in Fig. 1 gezeigten Stellung, in der das Zylindervolumen 18 maximal ist, tragen die vordersten Mikrolöcher 30' nicht zu der Bildung eines Gaspolsters zwischen der Innenumfangswand 14 des Zylinders 2 und der Außenumfangswand 36 des Kolbens bei. Aufgrund des äußerst geringen Querschnitts der Mikrolöcher 30' ist der so entstehende Druckverlust jedoch nicht gravierend. Es kann aber auch eine (nicht gezeigte) Ventilanordnung vorgesehen sein, die den ersten Ringkanal 30 nur dann mit Druckgas beaufschlagt, wenn der Kolben 3 die Mikrolöcher 30' abdeckt.

[0031] Der zweite Ringkanal 32 ist so angeordnet, daß die ihm zugeordneten Mikrolöcher 32' stets vom Kolben 3 abgedeckt sind, so daß die Mikrolöcher 32' über den gesamten axialen Bewegungsweg des Kolbens 3 zur Bildung des Gaspolsters zwischen der Innenumfangswand 14 des Zylinders 2 und der Außenumfangswand 36 des Kolbens 3 beitragen.

[0032] Der dritte Ringkanal 34 ist am weitesten von der kopfseitigen Stirnwand 12 der Zylinderbohrung 10 entfernt. Die dem dritten Ringkanal 34 zugeordneten Mikrolöcher 34' sind somit nur dann vom Kolben 3 überdeckt, und zwar von der Lagerfläche 38 im hinteren Bereich 3' des Kolbens, wenn sich der Kolben 3 im Bereich seiner zurückgezogenen Position befindet, in der das Zylindervolumen 18 maximal ist. Das Vorsehen des dritten Ringkanals 34 mit den ihm zugeordneten Mikrolöchern 34' ist optional und dient nur zur weiteren Verbesserung der Laufeigenschaften des Kolbens 3 in der Zylinderbohrung 10.

[0033] Der hintere Bereich 3' des Kolbens ist dabei definiert als ein bezüglich einer orthogonal auf der kolbenseitigen Lagerfläche 38 stehenden Mittelebene M (Fig. 2) vom Kolbenboden 16 abgewandter Bereich. Der vordere Kolbenbereich 3'' ist dementsprechend ein bezüglich der Mittelebene M und dem vorderen, kolbenbodenseitigen Ende des Kolbens 3 zugewandter Bereich. Zwischen dem hinteren Kolbenbereich 3' und dem vorderen Kolbenbereich 3'' ist ein mittlerer Kolbenbereich 3''' definiert als ein Bereich vor und hinter der Kolbenmittelebene M. Die Kolbenmittelebene M steht orthogonal zur kolbenseitigen Lagerfläche 38 und liegt bezüglich der Lagerflächenlänge a der kolbenseitigen Lagerfläche 38 in der Mitte bei der halben Lagerflächenlänge $a/2$. Der mittlere Kolbenbereich 3''' grenzt sich zum vorderen Kolbenbereich 3'' ab durch eine vordere Umfangslinie U1, die eine gedachte Umfangslinie ist, die in einer Ebene parallel zur Kolbenmittelebene M verläuft. In gleicher Weise grenzt sich der mittlere Kolbenbereich 3''' gegen den hinteren

Kolbenbereich 3' durch eine hintere Umfangslinie U2 ab, die eine gedachte Linie ist, welche in einer Ebene parallel zur Kolbenmittelebene M verläuft. Die vordere Umfangslinie U1 und die hintere Umfangslinie U2 weisen jeweils zur Kolbenmittelebene M einen axialen Abstand von bis zu 20 %, vorzugsweise bis zu 15 %, weiter vorzugsweise bis zu 10 % der Lagerflächenlänge a auf. Dabei muß der Abstand der vorderen Umfangslinie U1 zur Kolbenmittelebene M nicht gleich dem Abstand der von der hinteren Umfangslinie U2 zur Kolbenmittelebene M sein, obwohl eine symmetrische Anordnung der Umfangslinien U1, U2 zur Kolbenmittelebene M bevorzugt ist.

[0034] Zwischen den Ringkanälen 30, 32, 34 mit den ihnen zugeordneten Mikrolöchern 30', 32', 34', die jeweils die ringförmigen Düsenanordnungen 30", 32", 34" bilden, können weitere in gleicher Weise aufgebaute ringförmige Düsenanordnungen in der Innenwand 14 der Zylinderbohrung 10 vorgesehen sein.

[0035] In einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kolben-Zylinder-Einheit, die sich praktischen Einsatz bewährt hat, sind die ersten Austrittsdüsen 30' und die zweiten Austrittsdüsen 32' so angeordnet, daß sie in der zweiten, vorderen Kolbenstellung, die in Fig. 2 dargestellt ist, den mittleren Bereich 3''' des Kolbens 3 mit Druckfluid beaufschlagen, während in dieser Kolbenstellung keine Austrittsdüsen den hinteren Kolbenbereich 3' beaufschlagen. Die Austrittsdüsen 30', 32' können dabei, wie in Fig. 2 dargestellt ist, geringfügig bezüglich der Kolbenmittelebene M in Richtung auf den vorderen Kolbenbereich 3' versetzt sein.

[0036] Die Erfindung ist nicht auf das obige Ausführungsbeispiel beschränkt, das lediglich der allgemeinen Erläuterung des Kerngedankens der Erfindung dient. Im Rahmen des Schutzzumfangs kann die erfindungsgemäße Vorrichtung vielmehr auch andere als die oben beschriebenen Ausgestaltungsformen annehmen, wie in dem angehängten Ansprüchen definiert.

[0037] Bezugszeichen in den Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen dienen lediglich dem besseren Verständnis der Erfindung und sollen den Schutzzumfang nicht einschränken.

Patentansprüche

1. Kolben-Zylinder-Einheit (1), insbesondere für einen Kompressor zur Erzeugung eines Druckfluids, mit

- einem Zylinder (2),
- einem Kolben (3), der zwischen einer ersten Kolbenstellung, in der das vom Kolben (3) und vom Zylinder (2) umschlossene Zylindervolumen (18) maximal ist, und einer zweiten Kolbenstellung, in der dieses Zylindervolumen minimal ist, in Axialrichtung des Zylinders (2) hin- und herbewegbar ist, sowie
- einer zwischen dem Kolben (3) und dem Zylinder (2) vorgesehenen Fluidlagerung, die den

Kolben (3) im Zylinder (2) axial bewegbar lagert und die eine den Umfang des Kolbens (3) zumindest über einen Teil der Axialerstreckung des Kolbens (2) umgebende kolbenseitige Lagerfläche (38) bestimmt,

- wobei die Fluidlagerung eine Mehrzahl von in der Innenumfangswand (14) des Zylinders (2) vorgesehenen Austrittsdüsen für das Fluid aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

- **daß** die Austrittsdüsen (30', 32') so angeordnet sind, daß dann, wenn sich der Kolben (3) in seiner zweiten Kolbenstellung befindet, erste Austrittsdüsen (30') den bezüglich der Kolbenlängserstreckung vorderen Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche (38) und zweite Austrittsdüsen (32') den bezüglich der Kolbenlängserstreckung mittleren Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche (38) mit Druckfluid versorgen, wobei der mittlere Kolbenbereich (3''') von einer vorderen Umfangslinie (U1) bis zu einer hinteren Umfangslinie (U2) erstreckt, wobei die vordere Umfangslinie (U1) in einem Abstand von bis zu 20 %, vorzugsweise 15 %, vorzugsweise 10 % der Lagerflächenlänge (a) vor der Kolbenmittelebene (M) zum Kolbenboden (16) hingewandt gelegen ist und wobei die hintere Umfangslinie (U2) in einem Abstand von bis zu 20 %, vorzugsweise 15 %, vorzugsweise 10 % der Lagerflächenlänge (a) hinter der Kolbenmittelebene (M) vom Kolbenboden (16) abgewandt gelegen ist.

2. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

daß der mittlere Kolbenbereich (3''') definiert ist als ein Bereich vor und hinter einer Kolbenmittelebene (M), wobei die Kolbenmittelebene (M) orthogonal zur kolbenseitigen Lagerfläche (38) ist und bezüglich der Lagerflächenlänge (a) der kolbenseitigen Lagerfläche (38) in der Mitte bei der halben Lagerflächenlänge (a/2) liegt.

3. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß dann, wenn sich der Kolben in seiner zweiten Kolbenstellung befindet, keine der Austrittsdüsen den bezüglich der Kolbenlängserstreckung hinteren Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche (38) mit Druckfluid versorgt.

4. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

daß die Austrittsdüsen (32', 34') so angeordnet sind,

daß dann, wenn sich der Kolben in seiner ersten Kolbenstellung befindet, die zweiten Austrittsdüsen (32') den bezüglich der Kolbenlängserstreckung vorderen Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche (38) und dritte Austrittsdüsen (34') den bezüglich der Kolbenlängserstreckung hinteren Bereich der kolbenseitigen Lagerfläche (38) mit Druckfluid versorgen.

5. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß auch in dem Bereich der Innenumfangswand (14) des Zylinders, dem der Kolben (3) in der zweiten Kolbenstellung, nicht aber in der ersten Kolbenstellung gegenüberliegt, Austrittsdüsen (30') vorgesehen sind.
6. Kolben-Zylinder-Einheit, insbesondere für einen Kompressor zur Erzeugung eines Druckfluids mit zumindest einer Kolben-Zylinder-Einheit (1), mit

- einem Zylinder (2),
- einem Kolben (3), der zwischen einer ersten Kolbenstellung, in der das vom Kolben (3) und vom Zylinder (2) umschlossene Zylindervolumen (18) maximal ist, und einer zweiten Kolbenstellung, in der dieses Zylindervolumen minimal ist, in Axialrichtung des Zylinders (2) hin- und herbewegbar ist, sowie
- einer zwischen dem Kolben (3) und dem Zylinder (2) vorgesehenen Fluidlagerung, die den Kolben (3) im Zylinder (2) axial bewegbar lagert und die einen Teil des Umfangs des Kolbens (3) zumindest über einen Teil der Axialerstreckung des Kolbens (2) umgebende kolbenseitige Lagerfläche (38) bestimmt,
- wobei die Fluidlagerung eine Mehrzahl von in der Innenumfangswand (14) des Zylinders (2) vorgesehenen Austrittsdüsen für das Fluid aufweist und
- wobei sich eine zylinderseitige Lagerfläche (15) erstreckt von einer vorderen Begrenzungsebene (Z1), die mit einer vorderen, kolbenbodenseitigen Begrenzungsebene (K1) der kolbenseitigen Lagerfläche (38) zusammenfällt, wenn sich der Kolben (3) in seiner zweiten Kolbenstellung befindet, und einer hinteren Begrenzungsebene (Z2), die mit einer hinteren, vom Kolbenboden (16) abgewandten Begrenzungslinie (K2) der kolbenseitigen Lagerfläche (38) zusammenfällt, wenn sich der Kolben (3) in seiner ersten Kolbenstellung befindet, **dadurch gekennzeichnet,**

daß die Verteilung der Düsenquerschnittsflächen

der Austrittsdüsen über die Länge (L) der zylinderseitigen Lagerfläche (15) bezüglich einer Lagerflächenmittelebene (E) asymmetrisch ist, wobei die Summe der Düsenquerschnittsflächen der Austrittsdüsen (30', 32') im vorderen Bereich der zylinderseitigen Lagerfläche (15) größer ist als die Summe der Düsenquerschnittsflächen der Austrittsdüsen (34') im hinteren Bereich.

7. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß mehr Austrittsdüsen im vorderen Bereich der zylinderseitigen Lagerfläche (15) vorgesehen sind als in deren hinterem Bereich.
8. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß zumindest ein Teil der im vorderen Bereich der zylinderseitigen Lagerfläche (15) vorgesehenen Austrittsdüsen eine gegenüber den restlichen Austrittsdüsen größere Düsenquerschnittsfläche aufweist.
9. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Fluidlagerung von einem Gasdrucklager, vorzugsweise einem Luftlager, gebildet ist, wobei die Austrittsdüsen von Gasaustrittsdüsen (30', 32', 34') gebildet sind.
10. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeweils eine Mehrzahl von Austrittsdüsen (30'; 32'; 34') Düsenanordnungen (30"; 32"; 34") bilden.
11. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Düsenanordnungen (30", 32", 34") in Axialrichtung der Kolben-Zylinder-Einheit (1) voneinander beabstandet sind und vorzugsweise ringförmig um die Zylinderachse (X) ausgebildet sind.
12. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß jede Düsenanordnung (30", 32", 34") eine Mehrzahl von in Umfangsrichtung gleichmäßig voneinander beabstandeten Austrittsdüsen (30', 32', 34') aufweist.
13. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Austrittsdüsen (30', 32', 34') von mittels eines energiereichen Strahls gebohrten Mikrolöchern gebildet sind, die vorzugsweise kegelförmig ausgebildet sind, wobei deren engster Querschnitt an der

Mündung in die zylinderseitige Lagerfläche (15) gelegen ist.

14. Kolben-Zylinder-Einheit nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet, 5
daß die Mikrolöcher mittels eines Laserstrahls gebohrt sind.
15. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche, 10
dadurch gekennzeichnet,
daß das Druckfluid zur Versorgung der Austrittsdüsen (30', 32', 34') von einem durch Kompression des Zylindervolumens (18) komprimierten Fluidstrom abgeleitet ist. 15
16. Kolben-Zylinder-Einheit nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, 20
daß der Kolben (3) zum hin- und herbewegenden Antrieb von einem beweglichen Teil eines Linearantriebs beaufschlagt ist.
17. Kompressor zur Erzeugung eines Druckfluids mit zumindest einer Kolben-Zylinder-Einheit (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16. 25

Claims

1. Piston-cylinder unit (1), particularly for a compressor for generating a pressure fluid, comprising 30
 - a cylinder (2),
 - a piston (3), which is reciprocatingly movable in axial direction of the cylinder (2) between a first piston setting in which the cylinder volume (18) enclosed by the piston (3) and the cylinder (2) is at a maximum and a second piston setting in which this cylinder volume is at minimum, as well as 35
 - a fluid bearing, which is provided between the piston (3) and the cylinder (2) and mounts the piston (3) in the cylinder (2) to be axially movable and which determines a bearing surface (38) which is at the piston side and surrounds the circumference of the piston (3) at least over a part of the axial length of the piston (2), 40
 - wherein the fluid bearing has a plurality of outlet nozzles, which are provided in 45
 - the inner circumferential wall (14) of the cylinder (2), for the fluid, 50

characterised in that

 - the outlet nozzles (30', 32') are so arranged that when the piston (3) is in its second piston setting, first outlet nozzles (30') supply the re-

gion, which is at the front with respect to the piston length direction, of the bearing surface (38) at the piston side and second outlet nozzles (32') supply the region, which is in the middle with respect to the piston length direction, of the bearing surface (38) at the piston side with pressure fluid, wherein the middle piston region (3'') extends from a front circumferential line (U1) to a rear circumferential line (U2), wherein the front circumferential line (U1) is disposed at a spacing of up to 20%, preferably 15%, preferably 10%, of the bearing surface length (a) in front the piston centre plane (M) to face towards the piston base (16) and wherein the rear circumferential line (U2) is disposed at a spacing of up to 20%, preferably 15%, preferably 10%, of the bearing surface length (a) behind the piston centre plane (M) to face away from the piston base (16).

2. Piston-cylinder unit according to claim 1, **characterised in that** the centre piston region (3'') is defined as a region in front of and behind a piston centre plane (M), wherein the piston centre plane (M) is orthogonal to the bearing surface (38) at the piston side and with respect to the bearing surface length (a) of the bearing surface (38) at the piston side lies in the centre at half the bearing surface length (a/2).
3. Piston-cylinder unit according to one of the preceding claims, **characterised in that** when the piston is in its second piston setting none of the outlet nozzles supplies the region, which is at the rear with respect to the piston length direction, of the bearing surface (38) at the piston side with pressure fluid. 30
4. Piston-cylinder unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the outlet nozzles (32', 34') are so arranged that when the piston is in its first piston setting the second outlet nozzles (32') supply the region, which is at the front with respect to the piston length direction, of the bearing surface (38) at the piston side and third outlet nozzles (34') supply the region, which is at the rear with respect to the piston length direction, of the bearing surface (38) at the piston side with pressure fluid. 35
5. Piston-cylinder unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** outlet nozzles (30') are also provided in the region of the inner circumferential wall (14) of the cylinder opposite the piston (3) in the second piston setting, but not in the first piston setting. 40
6. Piston-cylinder unit, particularly for a compressor for generating a pressure fluid with at least one piston-cylinder unit (1), comprising 45
 - a cylinder (2), 50

- a piston (3), which is reciprocatingly movable in axial direction of the cylinder (2) between a first piston setting in which the cylinder volume (18) enclosed by the piston (3) and the cylinder (2) is at a maximum and a second piston setting in which this cylinder volume is at minimum, as well as

- a fluid bearing, which is provided between the piston (3) and the cylinder (2) and mounts the piston (3) in the cylinder (2) to be axially movable and which determines a bearing surface (38) which is at the piston side and surrounds the circumference of the piston (3) at least over a part of the axial length of the piston (2),

- wherein the fluid bearing has a plurality of outlet nozzles, which are provided in the inner circumferential wall (14) of the cylinder (2), for the fluid and

- wherein a bearing surface (15) at the cylinder side extends from a front boundary plane (Z1) which coincides with a front boundary plane (K1)

- which is at the piston base side - of the bearing surface (38) at the piston side when the piston (3) is in its second piston setting and a rear boundary plane (Z2), which coincides with a rear boundary line (K2) - which faces away from the piston base (16) - of the bearing surface (38) at the piston side when the piston (3) is in its first piston setting,

characterised in that

the distribution of the nozzle cross-sectional areas of the outlet nozzles over the length L of the bearing surface (15) at the cylinder side is asymmetrical with respect to a bearing surface centre plane (E), wherein the sum of the nozzle cross-sectional areas of the outlet nozzles (30', 32') in the front region of the bearing surface (15) at the cylinder side is greater than the sum of the nozzle cross-sectional areas of the outlet nozzles (34') in the rear region.

7. Piston-cylinder unit according to claim 6, **characterised in that** more outlet nozzles are provided in the front region of the bearing surface (15) at the cylinder side than in the rear region thereof.
8. Piston-cylinder unit according to claim 6 or 7, **characterised in that** at least a part of the outlet nozzles provided in the front region of the bearing surface (15) at the cylinder side have a greater nozzle cross-sectional area by comparison with the rest of the outlet nozzles.
9. Piston-cylinder unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the fluid bearing is formed by a gas pressure bearing, preferably an air bearing, wherein the outlet nozzles are formed by gas outlet nozzles (30', 32', 34').

10. Piston-cylinder unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** a respective plurality of outlet nozzles (30', 32', 34') forms nozzle arrangements (30", 32", 34").

11. Piston-cylinder unit according to claim 10, **characterised in that** the nozzle arrangements (30", 32", 34") are spaced from one another in the axial direction of the piston-cylinder unit (1) and are preferably formed annularly around the cylinder axis (X).

12. Piston-cylinder unit according to claim 10 or 11, **characterised in that** each nozzle arrangement (30", 32", 34") comprises a plurality of outlet nozzles (30', 32', 34') uniformly spaced from one another in circumferential direction.

13. Piston-cylinder unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the outlet nozzles (30', 32', 34') are formed by means of a high-energy jet of drilled micro-holes, which are preferably of frustoconical form, wherein the narrowest cross-section thereof is located at the opening into the bearing surface (15) at the cylinder side.

14. Piston-cylinder unit according to claim 13, **characterised in that** the micro-holes are drilled by means of a laser beam.

15. Piston-cylinder unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the pressure fluid for supply of the outlet nozzles (30', 32', 34') is derived from a fluid flow compressed by compression of the cylinder volume (18).

16. Piston-cylinder unit according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the piston (3) is, for the reciprocating drive, acted on by a movable part of a linear drive.

17. Compressor for generating a pressure fluid with at least one piston-cylinder unit (1) according to any one of claims 1 to 16.

Revendications

1. Unité piston-cylindre (1), notamment pour un compresseur destiné à produire un fluide sous pression, comprenant
 - un cylindre (2),
 - un piston (3) qui peut effectuer un mouvement réciproque dans la direction axiale du cylindre (2) entre une première position de piston, dans laquelle le volume de cylindre (18) enfermé par le piston (3) et par le cylindre (2) est maximal, et une seconde position de piston dans laquelle

ce volume de cylindre est minimal, ainsi que

- un logement de fluide ménagé entre le piston (3) et le cylindre (2), qui loge le piston (3) dans le cylindre (2) de manière déplaçable axialement et qui détermine une surface de palier (38) côté piston entourant la circonférence du piston (3) au moins sur une partie de l'étendue axiale du piston (2),
- le logement de fluide présentant une pluralité de buses de sortie pour le fluide ménagées dans la paroi circonférentielle intérieure (14) du cylindre (2),

caractérisée

- **en ce que** les buses de sortie (30', 32') sont disposées de manière à ce que, lorsque le piston (3) se trouve dans sa seconde position de piston, des premières buses de sortie (30') alimentent en fluide sous pression la partie avant, par rapport à l'étendue longitudinale du piston, de la surface de palier (38) côté piston et des deuxièmes buses de sortie (32') alimentent en fluide sous pression la partie centrale, par rapport à l'étendue longitudinale du piston, de la surface de palier (38) côté piston, la partie de piston centrale (3'') s'étendant d'une ligne circonférentielle antérieure (U1) jusqu'à une ligne circonférentielle postérieure (U2), la ligne circonférentielle antérieure (U1) étant située à une distance atteignant 20%, de préférence 15%, de préférence 10%, de la longueur de surface de palier (a) devant le plan médian de piston (M) du côté du fond du piston (16) et la ligne circonférentielle postérieure (U2) étant située à une distance atteignant 20%, de préférence 15%, de préférence 10%, de la longueur de la surface de palier (a) derrière le plan médian de piston (M) sur le côté éloigné du fond du piston (16).

2. Unité piston-cylindre selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la partie de piston centrale (3'') est définie comme une partie devant et derrière un plan médian de piston (M), le plan médian de piston (M) étant orthogonal à la surface de palier (38) côté piston et étant situé au milieu, par rapport à la longueur de surface de palier (a), à la moitié de la longueur de la surface de palier (a/2).

3. Unité piston-cylindre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que**, lorsque le piston se trouve dans sa seconde position de piston, aucune des buses de sortie n'alimente en fluide sous pression la partie arrière, par rapport à l'étendue longitudinale du piston, de la surface de palier (38) côté piston.

4. Unité piston-cylindre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les buses de sortie (32', 34') sont disposées de manière à ce que, lorsque le piston se trouve dans sa première position de piston, les deuxièmes buses de sortie (32') alimentent en fluide sous pression la partie avant, par rapport à l'étendue longitudinale du piston, de la surface de palier (38) côté piston et des troisièmes buses de sortie (34') alimentent en fluide sous pression la partie arrière, par rapport à l'étendue longitudinale du piston, de la surface de palier (38) côté piston.

5. Unité piston-cylindre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des buses de sortie (30') sont ménagées également dans la partie de la paroi circonférentielle intérieure (14) du cylindre face à laquelle le piston (3) se trouve dans la deuxième position de piston, mais pas dans la première position de piston.

6. Unité piston-cylindre, notamment pour un compresseur destiné à produire un fluide sous pression pourvu d'au moins une unité piston-cylindre (1), comprenant

- un cylindre (2),
- un piston (3) qui peut effectuer un mouvement réciproque dans la direction axiale du cylindre (2) entre une première position de piston, dans laquelle le volume de cylindre (18) enfermé par le piston (3) et par le cylindre (2) est maximal, et une seconde position de piston dans laquelle ce volume de cylindre est minimal, ainsi que
- un logement de fluide ménagé entre le piston (3) et le cylindre (2), qui loge le piston (3) dans le cylindre (2) de manière déplaçable axialement et qui détermine une surface de palier (38) côté piston entourant la circonférence du piston (3) au moins sur une partie de l'étendue axiale du piston (2),
- le logement de fluide présentant une pluralité de buses de sortie pour le fluide, ménagées dans la paroi circonférentielle intérieure (14) du cylindre (2),
- et
- une surface de palier (15) côté cylindre s'étendant d'un plan de limitation antérieur (Z1) qui coïncide avec un plan de limitation antérieur (K1), côté fond du piston, de la surface de palier (38) côté piston lorsque le piston (3) se trouve dans sa seconde position de piston, et avec un plan de limitation postérieur (Z2) qui coïncide avec une ligne de limitation postérieure (K2) de la surface de palier (38) côté piston éloignée du fond du piston (16) lorsque le piston (3) se trouve dans sa première position de piston,

caractérisée en ce que la répartition des surfaces

de section de buse des buses de sortie sur la longueur (L) de la surface de palier (15) côté cylindre est asymétrique par rapport à un plan médian de surface de palier (E), la somme des surfaces de section de buse des buses de sortie (30', 32') dans la

7. Unité piston-cylindre selon la revendication 6, **caractérisée en ce qu'un plus grand nombre de buses de sortie est ménagé dans la partie avant de la surface de palier (15) côté cylindre que dans la partie arrière.** 5
8. Unité piston-cylindre selon la revendication 6 au 7, **caractérisée en ce qu'au moins une partie des buses de sortie ménagées dans la partie avant de la surface de palier (15) côté cylindre ont une plus grande surface de section de buse que le reste des buses de sortie.** 20
9. Unité piston-cylindre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le logement de fluide est formé par un palier à gaz sous pression, notamment un palier à air, les buses de sortie étant formées par des buses de sortie de gaz (30', 32', 34'). 25
10. Unité piston-cylindre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des pluralités de buses de sortie (30'; 32'; 34') forment, à chaque fois, des ensembles de buses (30"; 32"; 34"). 30
11. Unité piston-cylindre selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** les ensembles de buses (30", 32", 34") sont situés à une distance les uns des autres dans la direction axiale de l'unité piston-cylindre (1) et entourent de préférence de façon annulaire l'axe du cylindre (X). 35 40
12. Unité piston-cylindre selon la revendication 10 ou 11, **caractérisée en ce que** chaque ensemble de buses (30", 32", 34") comprend une pluralité de buses de sortie (30', 32', 34') situées de manière équidistante les unes par rapport aux autres dans la direction circonférentielle. 45
13. Unité piston-cylindre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les buses de sortie (30', 32', 34') sont formées par des microtrous percés au moyen d'un rayon haute énergie, qui sont de préférence exécutés de manière conique, leur section transversale la plus étroite étant située au niveau de l'ouverture dans la surface de palier (15) côté cylindre. 50 55
14. Unité piston-cylindre selon la revendication 13, **ca-**

ractérisée en ce que les microtrous sont percés au moyen d'un rayon laser.

15. Unité piston-cylindre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le fluide sous pression destiné à l'alimentation des buses de sortie (30', 32', 34') est dérivé d'un courant de fluide comprimé par compression du volume de cylindre (18). 5
16. Unité piston-cylindre selon l'une des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le piston est soumis à l'action d'une partie mobile d'un entraînement linéaire pour la commande de son mouvement réciproque. 10 15
17. Compresseur destiné à produire un fluide sous pression pourvu d'au moins une unité piston-cylindre (1) selon l'une des revendications 1 à 16. 20

Fig. 1

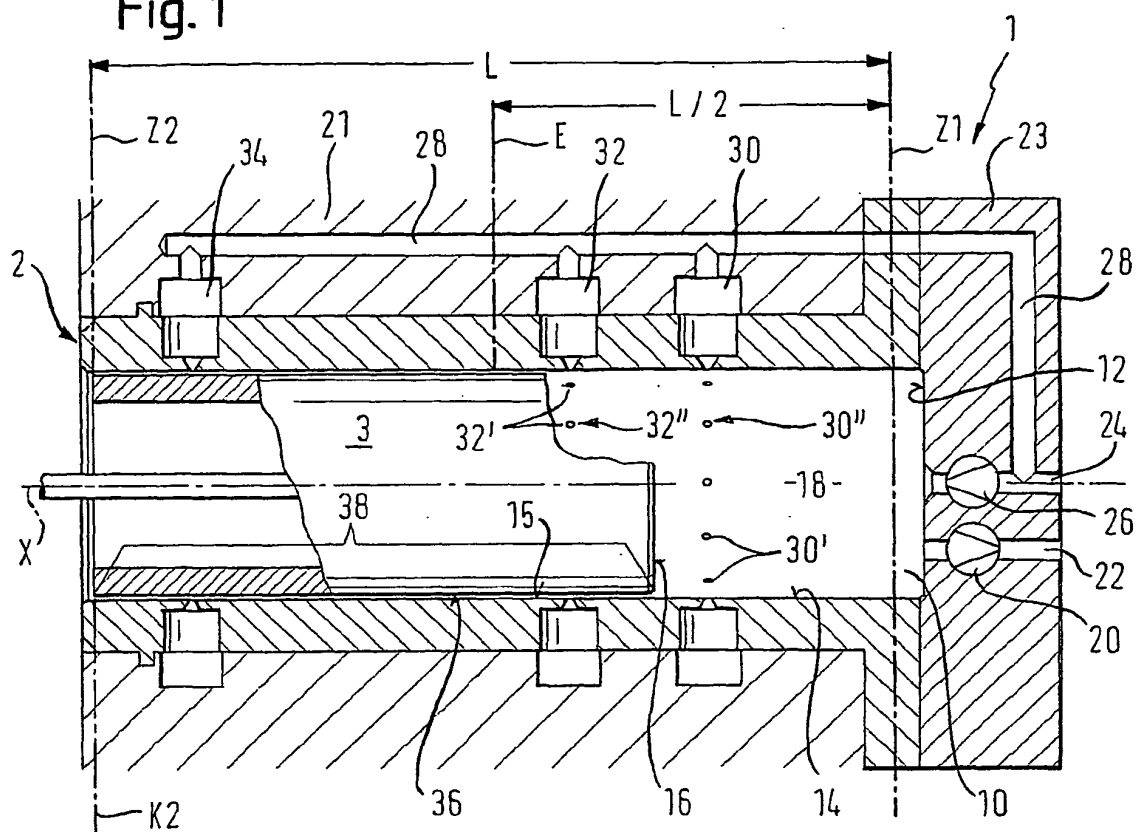
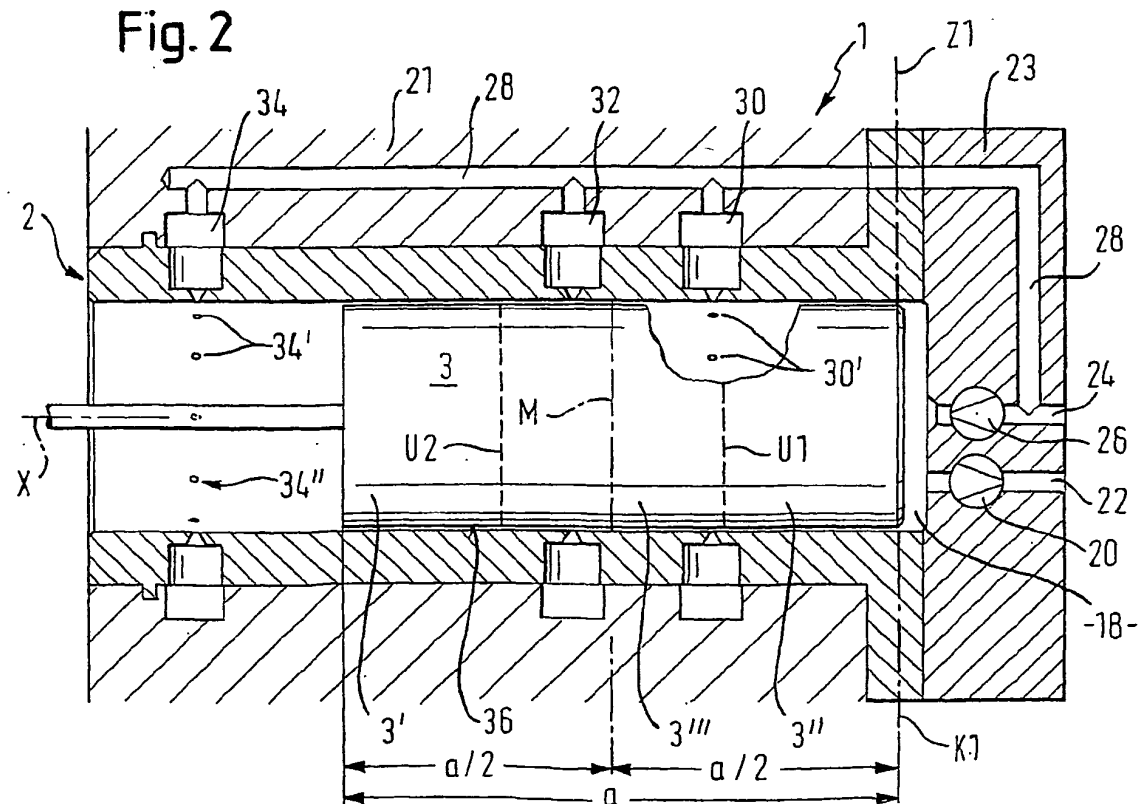


Fig. 2



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

- US 5525845 A [0002]
- JP 2002349435 A [0003]
- US 2907304 A [0004]
- US 5525845 A1 [0005]