

(19)



(11)

EP 2 743 492 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
27.02.2019 Patentblatt 2019/09

(51) Int Cl.:
F02M 59/44 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13188691.3**

(22) Anmeldetag: **15.10.2013**

(54) **Kolbenzylindereinheit**

Piston cylinder unit

Ensemble cylindre piston

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **17.12.2012 DE 102012223334**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.06.2014 Patentblatt 2014/25

(73) Patentinhaber: **ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:
• **Dornhoefer, Gerd
71229 Leonberg (DE)**
• **Breuer, David
72072 Tuebingen (DE)**

- **Michalowski, Andreas
70794 Filderstadt (DE)**
- **Kiedrowski, Thomas
74372 Sersheim (DE)**
- **Repphun, Gernot
72336 Balingen (DE)**
- **Schaefer, Bernd
71636 Ludwigsburg (DE)**
- **Solovyev, Sergey
71229 Leonberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 0 789 145 DE-A1- 4 030 951
DE-A1- 10 102 234 DE-A1-102004 007 513
DE-A1-102006 040 468

EP 2 743 492 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

Stand der Technik

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kolbenzylindereinheit und ein Verfahren zum Herstellen einer erfindungsgemäßen Kolbenzylindereinheit.
- [0002]** Bei einer aus der DE 101 02 234 A1 der Anmelderin bekannten Kolbenzylindereinheit ist die Kolbenzylinder-
einheit in einem Kraftstoffinjektor zwischen einer Düsennadel und einem die Düsennadel führenden Bohrung des Injek-
torgehäuses ausgebildet. Die zur Schmierung an der Düsennadel ausgebildeten Nuten weisen dabei insbesondere eine
10 Nutbreite zwischen 100 µm und 500 µm auf, und sind somit im Verhältnis zu dem Durchmesser der Düsennadel relativ
breit ausgebildet. Dadurch liegt die Düsennadel nur mit einem relativ geringen Anteil ihrer Umfangsfläche an der als
Führung dienenden Bohrung des Injektorgehäuses an.
- [0003]** Aus der DE 10 2004 007 513 A1 der Anmelderin ist es darüber hinaus bekannt, an einem Kraftstoff-Einspritzventil
Längsvertiefungen vorzusehen, deren Querschnittsfläche sich über die axiale Länge der Längsvertiefung verändert.
- 15 **[0004]** Die EP 0 789 145 A1 zeigt Kolben für einen Verdichter mit Längsvertiefungen, wobei entsprechend der Dar-
stellung der Fig. 10 der angesprochenen Schrift die Längsvertiefung von einem Zwischenbereich des Kolbens, jedoch
beabstandet von der Stirnseite des Kolbens, die der Seite eines Schmiermittelreservoirs zugewandt ist, beginnt.
- [0005]** Aus der EP 1 234 975 A2 ist eine weitere Kolbenzylindereinheit bekannt. Diese Kolbenzylindereinheit weist
einen in einer Bohrung des Zylinders hin- und herbewegbaren Kolben auf, an dessen Umfangsfläche eine Reihe von
20 radial umlaufenden Quernuten sowie wenigstens zwei, sich in Längsrichtung erstreckende Längsnuten ausgebildet sind.
Die Längsnuten sind axial in Längsrichtung des Kolbens betrachtet durch zwei, in relativ geringem axialen Abstand
zueinander angeordnete Quernuten voneinander getrennt. Zwischen den beiden Quernuten findet ein gezielter, erhöhter
Leckageverlust durch eine entsprechende Geometrie des Kolbens zwischen des beiden Quernuten statt, so dass
Schmiermittel, das sich unter hohem Druck im Bereich der einen Seite des Zylinders befindet, über eine in Längsrichtung
25 des Kolbens stattfindende Strömung in den Längsnuten bis zum Austrittsbereich des Kolbens an der anderen Seite des
Zylinders gefördert wird. Dadurch wird über die gesamte Länge des Zylinders eine gewünschte Schmierung erzeugt.
Nachteilig dabei sind jedoch die relativ hohen Leckageverluste.
- [0006]** Darüber hinaus ist es aus der EP 1 275 864 B1 bekannt, mittels eines Laserstrahls Taschen in eine Kolben-
laufläche einzubringen, die als geschlossene Mikrodruckkammern für ein Schmiermittel dienen. Weiterhin werden die
30 Oberflächen durch Honen so strukturiert, dass ein Netz aus Kanälen entsteht, die zufällig verteilt sind und eine zufällig
variierende Tiefe aufweisen. Diese Strukturierung bewirkt ebenfalls eine Reduzierung der Reibung. Eine derartige Struk-
turierung der Kolbenlaufläche ist relativ aufwendig herzustellen.

Offenbarung der Erfindung

- 35 **[0007]** Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die aus der
DE 101 02 234 A1 bekannte Kolbenzylindereinheit derart weiterzubilden, dass eine Optimierung der Schmiermittelver-
sorgung der wenigstens einen Längsvertiefung erzielt wird. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Kolbenzy-
lindereinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass sich die Querschnittsfläche der wenigstens einen
40 Längsvertiefung über deren axiale Länge verändert, und dass die wenigstens eine Längsvertiefung von einer Stirnseite
des Kolben ausgeht, die mit einem Schmiermittelreservoir Verbindung hat.
- [0008]** Ergänzend wird erwähnt, dass wie beim eingangs erwähnten Stand der Technik der Eintrittsbereich des Kolbens
in den Zylinder, mit Ausnahme von eventuell auftretenden Leckageverlusten, in jeder Betriebsstellung des Kolbens
hydraulisch getrennt von dem der ersten Seite des Zylinders abgewandten Endbereich der wenigstens einen Längs-
45 vertiefung angeordnet ist. Mit anderen Worten gesagt bedeutet dies, dass die wenigstens eine Längsvertiefung in einem
gewissen Abstand von dem Eintrittsbereich des Kolbens in den Zylinder auf der der Schmiermittelversorgung abge-
wandten Seite des Zylinders endet.
- [0009]** Insbesondere orientiert sich die Dimensionierung der Länge der Längsvertiefung dabei an den in den Kolben
eingeleiteten Kräften. So treten üblicherweise auf den Kolben Querkkräfte auf, die zu einem Verkippen des Kolbens in
50 der Bohrung des Zylinders führt. Dieses Verkippen hat zur Folge, dass die Flächenpressung zwischen dem Kolben und
der Bohrung im Zylinder über den Umfang gesehen unterschiedlich groß ist. Um zu vermeiden, dass eine erhöhte
Leckage über den Bereich stattfindet, der eine relativ geringe Belastung bzw. Flächenpressung aufweist, ist es bei
derartigen Querkräften sinnvoll bzw. vorteilhaft, wenn die Länge nicht bis in den Bereich der Bohrung bzw. des Kolbens
reicht, der eine erhöhte bzw. verringerte Flächenpressung aufweist. Darüber hinaus ist der axiale Abschnitt des Kolbens
55 bzw. der Bohrung im Zylinder zwischen dem Ende der wenigstens einen Längsvertiefung und dem Eintrittsbereich des
Kolbens in den Zylinder derart ausgestaltet, dass fertigungsbedingt lediglich Leckageverluste auftreten, die aufgrund
der Fertigung bzw. aufgrund von Fertigungsungenauigkeiten entstehen. Es soll somit eine derartige Passung zwischen
dem Kolben und dem Zylinder erzielt werden, dass möglichst keine bzw. nur geringe Leckageverluste auftreten. Insbe-

sondere sollen in dem angesprochenen Bereich, im Gegensatz zur Lehre des Stands der Technik, keine zusätzlichen Längsnuten o.ä. zur Schmiermittelführung vorgesehen sein. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kolbenzylindereinheit sind in den Unteransprüchen aufgeführt.

[0010] Zur Minimierung der Leckageverluste in Richtung des Niederdruckbereichs (bezogen auf den Druck des Schmiermittels) ist es darüber hinaus bevorzugt vorgesehen, dass der im Zylinder befindliche Abschnitt des Kolbens sowie die damit zusammenwirkende Fläche des Zylinders, mit Ausnahme der wenigstens einen Längsvertiefung sowie fertigungsbedingter Oberflächenrauigkeiten, als vertiefungsfreie Oberflächen ausgebildet sind.

[0011] Um über den Umfang des Kolbens bzw. der Bohrung eine möglichst gleichmäßige Schmierung zu erzielen, ist es darüber hinaus in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass mehrere Längsvertiefungen vorgesehen sind, die in gleichmäßigen Winkelabständen zueinander angeordnet sind.

[0012] Darüber hinaus hat es sich für die mechanisch definierte Führung des Kolbens im Zylinder als vorteilhaft erwiesen, dass die wenigstens eine Längsvertiefung maximal 20% der Umfangfläche des Kolbens in dem axialen Abschnitt des Kolbens überdeckt, in dem die wenigstens eine Längsvertiefung angeordnet ist.

[0013] Insbesondere kann eine Veränderung der Querschnittsfläche über eine Variation der Nutbreite erfolgen. Gerade bei einer Variation der Nutbreite erweist sich das bereits angesprochene Ausbilden der wenigstens einen Längsvertiefung mittels einer Laserstrahleinrichtung als besonders vorteilhaft, da damit besonders einfach und genau unterschiedliche Nutbreiten erzeugt werden können.

[0014] Um die Schmierwirkung über die wenigstens eine Längsvertiefung im Endbereich der wenigstens einen Längsvertiefung kontinuierlich ausklingen zu lassen, ist es darüber hinaus in einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, dass die Tiefe der wenigstens einen Längsvertiefung im Endbereich der Längsvertiefung zumindest bereichsweise kontinuierlich abnimmt.

[0015] Darüber hinaus kann eine verbesserte bzw. gezielte Versorgung der wenigstens einen Längsvertiefung mit Schmiermittel über eine in dem Kolben in dessen Längsrichtung angeordnete Versorgungsbohrung stattfinden, insbesondere in Form einer Sacklochbohrung, sowie einer die wenigstens eine Längsvertiefung mit der Versorgungsbohrung verbindenden Bohrung, die hydraulisch mit der Seite des Zylinders verbunden ist, über die die Schmiermittelversorgung stattfindet.

[0016] Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung betrifft den Fall des Auftretens von Querkraften. Speziell kann es dabei im Rahmen der Erfindung vorgesehen sein, auf der dem Eintrittsbereich zugewandten Seite des Zylinders an dem Kolben eine Kraft angreift, die senkrecht zur Längsachse des Kolbens verläuft, dass durch die Kraft in dem dem Eintrittsbereich des Zylinders zugewandten Endabschnitt des Zylinders in einem Bereich eine gegenüber dem restlichen Bereich des Zylinders erhöhte Druckspannung bzw. Flächenpressung zwischen dem Kolben und dem Zylinder erzeugt wird, und dass die wenigstens eine Längsvertiefung beabstandet zum Bereich an dem Kolben endet. Eine derartige Ausbildung sorgt für eine Minimierung von Leckageverlusten. Dabei liegt es im Rahmen der Erfindung, abhängig von der Höhe der Kraft und der sonstigen Geometrie eine entsprechend erhöhte Druckspannung bzw. Flächenpressung zu definieren, die hinsichtlich des Abstands als relevant angesehen wird. So kann der Bereich der erhöhten Druckspannung bzw. Flächenpressung per Definition zum Beispiel dahingehend definiert werden, dass mindestens eine Druckspannung bzw. Flächenpressung vorhanden ist, die 20% oder mehr über dem Mittelwert der durch die Kraft erhöhten Druckspannung bzw. Flächenpressung beträgt.

[0017] Um in allen Betriebsstellungen des Kolbens die Leckageverluste gering zu halten und darüber hinaus etwaige fertigungsbedingte Bauteiltoleranzen zu berücksichtigen, ist es bei der zuletzt beschriebenen Ausgestaltung der Erfindung besonders bevorzugt vorgesehen, dass zwischen dem Bereich der erhöhten Druckspannung bzw. Flächenpressung des Zylinders und dem Endbereich der wenigstens einen Längsvertiefung in allen Stellungen des Kolbens im Zylinder wenigstens ein Abstand von 10% der Länge des Zylinders ausgebildet ist. Auch dieser Wert kann selbstverständlich ggf. im Rahmen der tatsächlich vorhandenen Umstände im Einzelfall erhöht bzw. verringert werden.

[0018] Weiterhin umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer erfindungsgemäßen Kolbenzylindereinheit. Dieses zeichnet sich dadurch aus, dass die wenigstens eine Längsvertiefung bzw. Nut durch einen Laserstrahl erzeugt wird. Ein derartiges Fertigungsverfahren ermöglicht in vorteilhafter Art und Weise die Einhaltung der erforderlichen Fertigungstoleranzen.

[0019] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

[0020] Diese zeigt in:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolbenzylindereinheit,

Fig. 2 bis Fig. 5 unterschiedliche Querschnitte von Längsnuten in Kolbenoberflächen, in jeweils perspektivischer Ansicht,

Fig. 6 bis Fig. 8 unterschiedliche Auslaufbereiche von Längsnuten, jeweils im Längsschnitt,

Fig. 9 bis Fig. 11 typische Querschnittsverläufe der Längsnuten über deren axiale Länge, in vereinfachten Draufsichten und

Fig. 12 einen abgewandelten Zylinder mit einer Schmiermittelversorgungsbohrung.

[0021] Gleiche Elemente bzw. Elemente mit gleicher Funktion sind in den Figuren mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

[0022] In der Fig. 1 ist eine erfindungsgemäße Kolbenzylindereinheit 10 dargestellt. Die Kolbenzylindereinheit 10 umfasst einen im Ausführungsbeispiel hülsenförmig ausgebildeten Zylinder 11 in Form einer Buchse 12 mit einer zylindrischen Durchgangsbohrung 13. In die Durchgangsbohrung 13 ragt ein Kolben 15 mit einem Endbereich 16 hinein, der in Richtung des Doppelpfeils 17 hin- und herbeweglich angeordnet ist.

[0023] Die eine Stirnseite des Zylinders 11 ist auf der dem Kolben 15 abgewandten Seite in Wirkverbindung mit einem unter hohem Druck befindlichen Schmiermittelreservoir 20 angeordnet. Über das Schmiermittelreservoir 20 gelangt Schmiermittel in die offene Durchgangsbohrung 13 des Zylinders 11. Darüber hinaus ist durch die Kraft F die Richtung einer Querkraft verdeutlicht, die senkrecht zur Längsachse 21 des Kolbens 15 an dem aus dem Zylinder 11 herausragenden Bereich des Kolbens 15 wirkt, und die zusätzlich zu einer Kraft wirkt, die für eine Bewegung des Kolbens 15 im Zylinder in Richtung des Doppelpfeils 17 verantwortlich ist. Diese Kraft F hat zur Folge, dass in einem Bereich 22, der sich auf der Kraft F gegenüberliegenden Seite des Kolbens 15 befindet, im Eintrittsbereich des Kolbens 15 in den Zylinder 11 eine erhöhte Druckspannung bzw. Flächenpressung zwischen dem Zylinder 11 und dem Kolben 15 auftritt. Dieser Bereich 22 ragt im dargestellten Ausführungsbeispiel in etwa bis zu einem Drittel in die Durchgangsbohrung 13 hinein. Der Bereich 22 wird auch als Tragbereich bezeichnet, wobei durch die Kraft F aufgrund der Toleranzen zwischen dem Durchmesser des Kolbens 15 und der Durchgangsbohrung 13 ein Verkippen des Kolbens 15 in der Durchgangsbohrung 13 bewirkt wird.

[0024] Erfindungsgemäß weist der Kolben 15 an seiner Mantel- bzw. Umfangsfläche 23 wenigstens eine, insbesondere jedoch mehrere, in gleichmäßigen Winkelabständen zueinander angeordnete Längsnuten 25 auf. Die Längsnuten 25 reichen von der einen Stirnseite 26 des Zylinders 11, die sich auf der Schmiermittelreservoir 20 zugewandten Seite des Kolbens 15 befindet bis in etwa in dem mittleren Bereich der axialen Erstreckung des Zylinders 11. Wesentlich ist, dass keine der Längsnuten 25, die in dem dargestellten Ausführungsbeispiel alle dieselbe Länge aufweisen, unabhängig von der Bewegung des Kolbens 15 in Richtung des Doppelpfeils 17 bzw. der Stellung des Kolbens 15 bis in den Bereich 22 reicht.

[0025] Darüber hinaus ist es vorgesehen, dass die Umfangsfläche 23 des Kolbens 15 zumindest von den Endbereichen 27 der Längsnuten 25 auf der dem Schmiermittelreservoir 20 abgewandten Seite bis zum einen Niederdruckbereich ausbildenden Eintrittsbereich 28 des Kolbens 15 in den Zylinder 11, mit Ausnahme fertigungsbedingter Oberflächenrauigkeiten als vertiefungsfreie Oberfläche ausgebildet ist. Ebenso ist die Oberfläche der Durchgangsbohrung 13 in dem angesprochenen Bereich möglichst vertiefungsfrei ausgebildet. Durch die vertiefungsfreie Ausbildung der Umfangsfläche 23 sowie der Durchgangsbohrung 13 sollen Leckageverluste zwischen den Endbereichen 27 und dem Eintrittsbereich 28 möglichst vermieden bzw. minimiert werden, die bei einem Verkippen des Zylinders 11 aufgrund der Querkraft F insbesondere auf der dem Bereich 22 radial gegenüberliegenden Seite auftreten können.

[0026] In den Fig. 2 bis 5 sind unterschiedliche Querschnittsformen der Längsnuten 25 dargestellt. So weist die Längsnut 25a entsprechend der Darstellung der Fig. 2 eine halbkreisförmige Querschnittsfläche auf. Die Längsnut 25b der Fig. 3 weist hingegen eine dreiecksförmige Querschnittsfläche auf. Die Querschnittsfläche der Längsnut 25c der Fig. 4 ist rinnenförmig mit zwei schräg angeordneten Seitenflächen ausgebildet. Zuletzt ist die Längsnut 25d entsprechend der Fig. 5 mit einem rechteckförmigen Querschnitt ausgestattet.

[0027] Auch der Endbereich 27 der Längsnuten 25, 25a bis 25d kann unterschiedlich ausgestaltet sein. So erkennt man anhand der Darstellung der Fig. 6 einen gerundet ausgebildeten Endbereich 27a. Der Endbereich 27b entsprechend der Fig. 7 weist demgegenüber eine Schräge 29 auf, die vom Grund der Längsnut 25 bis zu deren Oberseite reicht. Zuletzt ist der Endbereich 27c bei der Längsnut 25 entsprechend der Fig. 8 ohne eine Reduzierung der Nuttiefe ausgebildet.

[0028] Zuletzt kann auch die Nutbreite b der Längsnut 25 über deren axiale Länge unterschiedlich ausgestaltet sein. Bei der Längsnut 25e entsprechend der Fig. 9 ist die Breite b der Längsnut 25e über deren gesamte Länge gleich breit. Demgegenüber ist die Nutbreite b der Längsnut 25f bei der Fig. 10 über deren axiale Länge unterschiedlich, derart, dass die Nutbreite b auf der dem Schmiermittelreservoir 20 zugewandten Seite die größte Breite aufweist. Die Nutbreite b der Längsnut 25g bei der Fig. 11 weist demgegenüber in Längsrichtung schwankende Breiten auf, derart, dass in einem mittleren Bereich der Längsnut 25g eine Art Taille mit der geringsten Breite erzielt wird. Zusätzlich zur Versorgung der Längsnuten 25, 25a bis 25g über die dem Schmiermittelreservoir 20 zugewandte Stirnseite 26 des Kolbens 15 kann es entsprechend der Fig. 12 vorgesehen sein, dass der Kolben 15 beispielsweise eine in der Längsachse 21 verlaufende, von der Stirnseite 26 ausgehende Versorgungsbohrung 30 in Form einer Sacklochbohrung aufweist. Über die Versorgungsbohrung 30 sowie von der Versorgungsbohrung 30 ausgehende Querbohrungen 31 können die Längsnuten 25,

25a bis 25g über deren axiale Länge gesehen gezielt und zusätzlich mit Schmiermittel versehen werden. Dabei kann es auch vorgesehen sein, dass eine Längsnut 25, 25a bis 25g über mehrere Querbohrungen 21 mit Schmiermittel versorgt wird.

[0029] Die soweit beschriebenen Längsnuten 25, 25a bis 25g weisen eine Breite zwischen 1µm und 100µm auf und sind bevorzugt durch eine Laserstrahleinrichtung bzw. mittels eines Laserstrahls erzeugt.

[0030] Die erfindungsgemäße Kolbenzylindereinheit 10 kann in vielfältiger Art und Weise abgewandelt bzw. modifiziert werden, ohne vom Erfindungsgedanken abzuweichen. Sie findet bevorzugt, jedoch nicht einschränkend, Verwendung bei Kraftfahrzeugerzeugnissen, insbesondere bei Pumpen, Ventilen oder ähnlichen Bauteilen.

Patentansprüche

1. Kolbenzylindereinheit (10), mit einem in einer Bohrung (13) eines Zylinders (11) entlang einer Längsachse (21) hin- und herbewegbaren Kolben (15), wobei der Zylinder (11) eine erste Seite aufweist, an der unter hydraulischem Druck stehendes Schmiermittel zur Schmierung der Fläche zwischen dem Zylinder (11) und dem Kolben (15) angeordnet ist, wobei an der Umfangsfläche (23) des Kolbens (15) wenigstens eine, vorzugsweise in Richtung der Längsachse (21) verlaufende Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) ausgebildet ist, die Verbindung mit dem Schmiermittel auf der ersten Seite des Zylinders (11) hat, wobei die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) axial beabstandet von der anderen, der ersten Seite gegenüber angeordneten zweiten Seite des Zylinders (11) am Kolben (15) in einem Endbereich (27; 27a bis 27c) endet, wobei die zweite Seite des Zylinders (11) einen Eintrittsbereich (28) des Kolbens (15) in die Bohrung (13) des Zylinders (11) ausbildet, wobei der Eintrittsbereich (28), mit Ausnahme von eventuell auftretenden Leckageverlusten, in jeder Betriebsstellung des Kolbens (15) hydraulisch getrennt von dem der ersten Seite des Zylinders (11) abgewandten Endbereich (27; 27a bis 27c) der wenigstens einen Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) angeordnet ist, wobei die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) in Form einer Nut ausgebildet ist und eine Nutbreite (b) zwischen 1µm und 100µm aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

dass sich die Querschnittsfläche der wenigstens einen Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) über deren axiale Länge verändert, und dass die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25e) von einer Stirnseite (26) des Kolbens (15) ausgeht, die mit einem Schmiermittelreservoir (20) Verbindung hat.

2. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die im Zylinder (11) angeordnete Umfangsfläche (23) des Kolbens (15) sowie die damit zusammenwirkende Fläche der Bohrung (13) des Zylinders (11), mit Ausnahme der wenigstens einen Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) sowie fertigungsbedingter Oberflächenrauigkeiten, als vertiefungsfreie Oberflächen ausgebildet sind.

3. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass mehrere Längsvertiefungen (25; 25a bis 25g) vorgesehen sind, die in gleichmäßigen Winkelabständen zueinander angeordnet sind.

4. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) maximal 20% der Umfangsfläche (23) des Kolbens (15) in dem axialen Abschnitt des Kolbens (15) überdeckt, in dem die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) angeordnet ist.

5. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Veränderung der Querschnittsfläche der wenigstens einen Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) über eine Variation der Nutbreite (b) erfolgt.

6. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 1 oder 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Tiefe der wenigstens einen Längsvertiefung (25) im Endbereich (27a; 27b) der Längsvertiefung (25) zumindest bereichsweise stetig abnimmt.

7. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6,

dadurch gekennzeichnet,

dass die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) über eine in dem Kolben (15) in dessen Längsrichtung angeordnete Versorgungsbohrung (30), insbesondere in Form einer Sacklochbohrung, sowie einer die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) mit der Versorgungsbohrung (30) verbindende Bohrung (31) hydraulisch mit der mit dem Schmiermittel verbundenen Seite des Zylinders (11) verbunden ist.

8. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7,

dadurch gekennzeichnet,

dass auf der dem Eintrittsbereich (28) zugewandten Seite des Zylinders (11) an dem Kolben (15) eine Kraft (F) angreift, die senkrecht zur Längsachse (21) verläuft, dass durch die Kraft (F) in dem dem Eintrittsbereich (28) des Zylinders (11) zugewandten Endabschnitt des Zylinders (11) in einem Bereich (22) eine gegenüber dem restlichen Bereich des Zylinders (11) erhöhte Druckspannung bzw. Flächenpressung zwischen dem Kolben (15) und dem Zylinder (11) erzeugt wird, und dass die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) beabstandet zum Bereich (22) an dem Kolben (15) endet.

9. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass zwischen dem Bereich (22) des Zylinders (11) und dem Endbereich (27; 27a bis 27c) der wenigstens einen Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) in allen Stellungen des Kolbens (15) im Zylinder (11) wenigstens ein Abstand von 10% der Länge des Zylinders (11) ausgebildet ist.

10. Verfahren zum Herstellen einer Kolbenzylindereinheit (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

dadurch gekennzeichnet,

dass die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) durch einen Laserstrahl erzeugt wird.

Claims

1. Piston-cylinder unit (10), having a piston (15) which is movable in a bore (13) of a cylinder (11) back and forth along a longitudinal axis (21), wherein the cylinder (11) has a first side at which hydraulically pressurized lubricant for lubricating the surface between the cylinder (11) and the piston (15) is arranged, wherein, on the circumferential surface (23) of the piston (15), there is formed at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) which runs preferably in the direction of the longitudinal axis (21) and which is connected to the lubricant on the first side of the cylinder (11), wherein, axially spaced apart from the other, second side, arranged opposite the first side, of the cylinder (11), the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) ends on the piston (15) in an end region (27; 27a to 27c), wherein the second side of the cylinder (11) forms an entry region (28) of the piston (15) into the bore (13) of the cylinder (11), wherein the entry region (28) is, in every operating position of the piston (15), hydraulically separated from the end region (27; 27a to 27c), averted from the first side of the cylinder (11), of the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) aside from possibly occurring leakage losses, wherein the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) is formed in the manner of a groove and has a groove width (b) between 1 μm and 100 μm ,
characterized
in that the cross-sectional area of the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) varies over the axial length thereof, and in that the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) extends from an end side (26), which has a connection to a lubricant reservoir (20), of the piston (15).
2. Piston-cylinder unit according to Claim 1,
characterized
in that the circumferential surface (23), arranged in the cylinder (11), of the piston (15), and the surface, which interacts with said circumferential surface, of the bore (13) of the cylinder (11) are formed as depression-free surfaces aside from the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) and manufacturing-induced surface roughnesses.
3. Piston-cylinder unit according to Claim 1 or 2,
characterized
in that multiple longitudinal depressions (25; 25a to 25g) are provided, which are arranged at uniform angular intervals with respect to one another.
4. Piston-cylinder unit according to any of Claims 1 to 3,

characterized

in that the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) covers at most 20% of the circumferential surface (23) of the piston (15) in that axial portion of the piston (15) in which the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) is arranged.

- 5 5. Piston-cylinder unit according to Claim 1,

characterized

in that the variation of the cross-sectional area of the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) is realized by means of a variation of the groove width (b).

- 10 6. Piston-cylinder unit according to Claim 1 or 5,

characterized

in that the depth of the at least one longitudinal depression (25) decreases in continuous fashion at least in regions in the end region (27a; 27b) of the longitudinal depression (25).

- 15 7. Piston-cylinder unit according to any of Claims 1 to 6,

characterized

in that the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) is, via a feed bore (30), in particular in the form of a blind bore, arranged in the piston (15) in the longitudinal direction thereof, and via a bore (31) which connects the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) to the feed bore (30), hydraulically connected to that side of the cylinder (11) which is connected to the lubricant.

- 20 8. Piston-cylinder unit according to any of Claims 1 to 7,

characterized

in that, on that side of the cylinder (11) which faces towards the inlet region (28), the piston (15) is acted on by a force (F) which runs perpendicular to the longitudinal axis (21), in that, by means of the force (F), in that end portion of the cylinder (11) which faces towards the inlet region (28) of the cylinder (11), in a region (22), an increased compressive stress or contact pressure between the piston (15) and the cylinder (11) is generated in relation to the remaining region of the cylinder (11), and in that the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) ends on the piston (15) at a distance from the region (22).

- 25 9. Piston-cylinder unit according to Claim 8,

characterized

in that, in all positions of the piston (15) in the cylinder (11), at least a distance of 10% of the length of the cylinder (11) is formed between the region (22) of the cylinder (11) and the end region (27; 27a to 27c) of the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) .

- 30 10. Method for producing a piston-cylinder unit (10) according to any of Claims 1 to 9,

characterized

in that the at least one longitudinal depression (25; 25a to 25g) is generated by means of a laser beam.

Revendications

- 45 1. Ensemble cylindre-piston (10), avec un piston (15) déplaçable de façon alternée le long d'un axe longitudinal (21) dans un alésage (13) d'un cylindre (11), dans lequel le cylindre (11) présente un premier côté, sur lequel est disposé un agent lubrifiant se trouvant sous pression hydraulique pour la lubrification de la surface entre le cylindre (11) et le piston (15), dans lequel au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) s'étendant de préférence dans la direction de l'axe longitudinal (21), est formé sur la surface périphérique (23) du piston (15), et est en communication avec l'agent lubrifiant sur le premier côté du cylindre (11), dans lequel ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) se termine sur le piston (15) à distance axiale de l'autre, second côté du cylindre (11) disposé à l'opposé du premier côté, dans une région d'extrémité (27; 27a à 27c), dans lequel le second côté du cylindre (11) forme une région d'entrée (28) du piston (15) dans l'alésage (13) du cylindre (11), dans lequel la région d'entrée (28) est disposée, à l'exception de pertes de fuites se produisant éventuellement, dans chaque position de fonctionnement du piston (15) de façon hydrauliquement séparée de la région d'extrémité (27; 27a à 27c) dudit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) détournée du premier côté du cylindre (11), dans lequel ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) est réalisé sous la forme d'une rainure et présente une largeur de rainure (b) comprise entre 1 µm et 100 µm,

caractérisé en ce que la surface de section transversale dudit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) varie sur sa longueur axiale, et **en ce que** ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25e) part d'un côté frontal (26) du piston (15), qui a une communication avec un réservoir d'agent lubrifiant (20).

- 5 **2.** Ensemble cylindre-piston selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la surface périphérique (23) du piston (15) disposée dans le cylindre (11) ainsi que la surface de l'alésage (13) du cylindre (11) qui coopère avec celle-ci, à l'exception dudit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) ainsi que des rugosités de surface dues à la fabrication, sont formées par des surfaces dépourvues de creux.
- 10 **3.** Ensemble cylindre-piston selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'il** est prévu plusieurs creux longitudinaux (25; 25a à 25g), qui sont disposés à égale distance angulaire l'un de l'autre.
- 15 **4.** Ensemble cylindre-piston selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) couvre au maximum 20 % de la surface périphérique (23) du piston (15) dans la partie axiale du piston (15), dans laquelle ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) est disposé.
- 20 **5.** Ensemble cylindre-piston selon la revendication 1,
caractérisé en ce que la variation de la surface de section transversale dudit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) est produite par une variation de la largeur de rainure (b).
- 25 **6.** Ensemble cylindre-piston selon la revendication 1 ou 5, **caractérisé en ce que** la profondeur dudit au moins un creux longitudinal (25) diminue au moins localement de façon continue dans la région d'extrémité (27a; 27b) du creux longitudinal (25).
- 30 **7.** Ensemble cylindre-piston selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) est raccordé hydrauliquement au côté du cylindre (11) raccordé à l'agent lubrifiant au moyen d'un alésage d'alimentation (30) disposé dans le piston (15) dans sa direction longitudinale, en particulier sous la forme d'un trou borgne ainsi que d'un alésage (31) raccordant ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) à l'alésage d'alimentation (30).
- 35 **8.** Ensemble cylindre-piston selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce qu'une** force (F), qui est perpendiculaire à l'axe longitudinal (21), agit sur le piston (15) sur le côté du cylindre (11) tourné vers la région d'entrée (28), **en ce que** l'on produit par la force (F), dans une région (22) dans la partie d'extrémité du cylindre (11) tournée vers la région d'entrée (28) du cylindre (11), une contrainte de compression ou une pression de surface entre le piston (15) et le cylindre (11) accrue par rapport au reste du cylindre (11), et **en ce que** ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) se termine sur le piston (15) à distance de la région (22).
- 40 **9.** Ensemble cylindre-piston selon la revendication 8,
caractérisé en ce qu'au moins une distance de 10 % de la longueur du cylindre (11) est formée entre la région (22) du cylindre (11) et la région d'extrémité (27; 27a à 27c) dudit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) dans toutes les positions du piston (15) dans le cylindre (11) .
- 45 **10.** Procédé de fabrication d'un ensemble cylindre-piston (10) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'on produit ledit au moins un creux longitudinal (25; 25a à 25g) au moyen d'un faisceau laser.

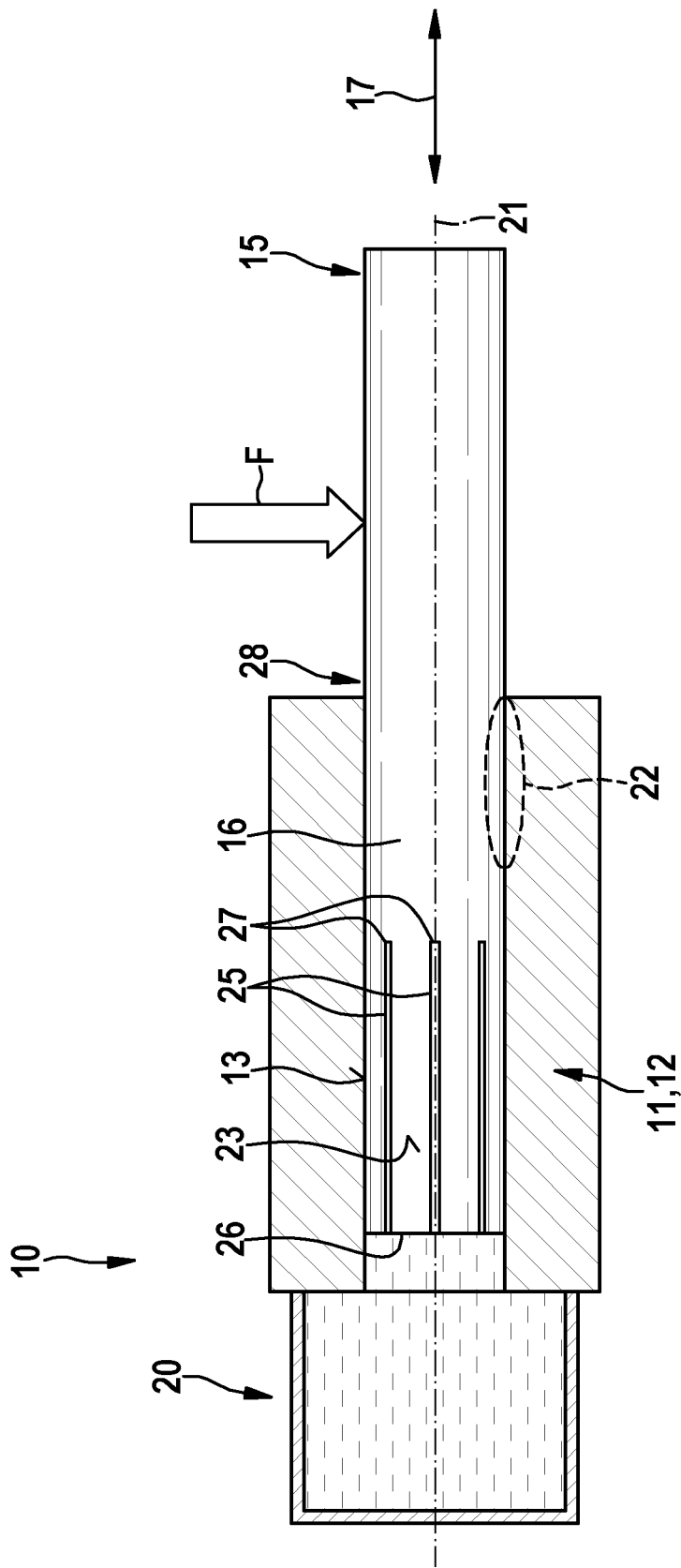


Fig. 1

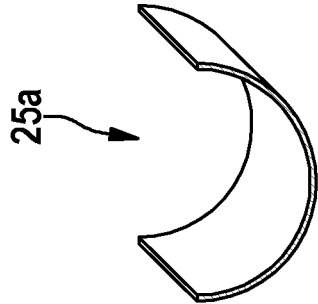


Fig. 2

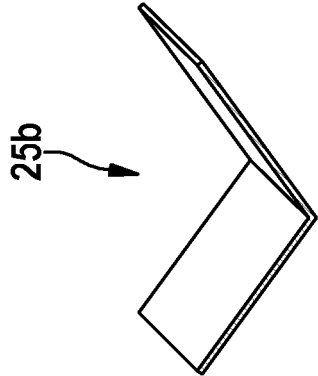


Fig. 3

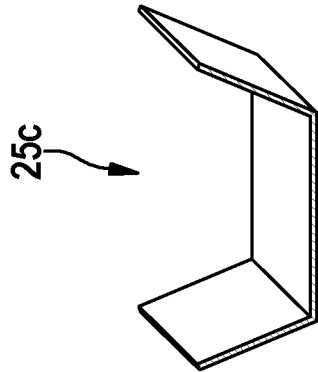


Fig. 4

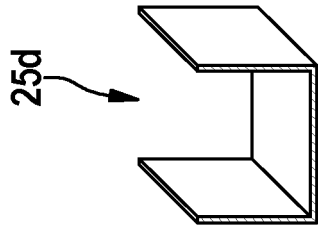


Fig. 5

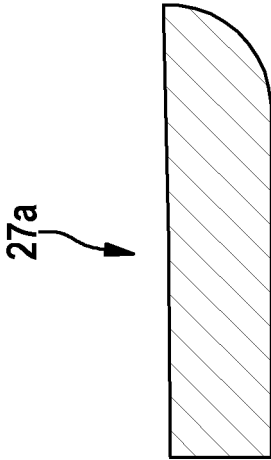


Fig. 6

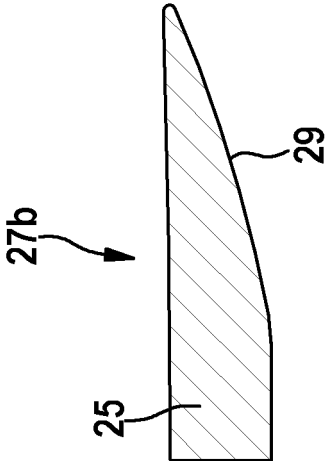


Fig. 7

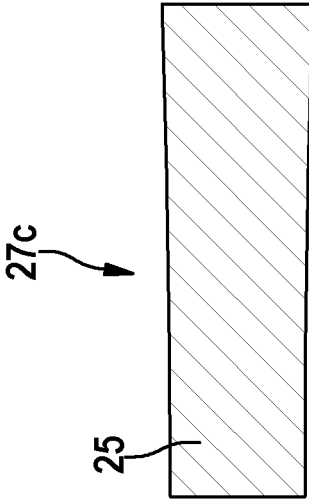


Fig. 8

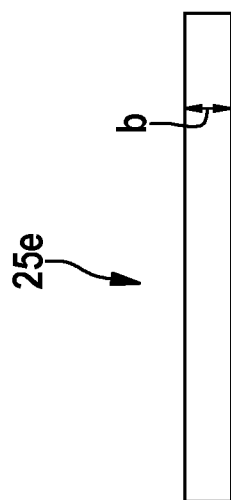


Fig. 9

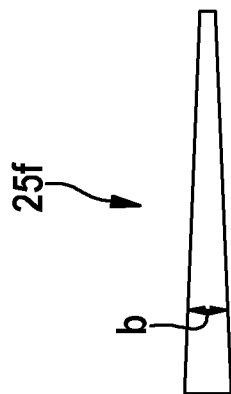


Fig. 10

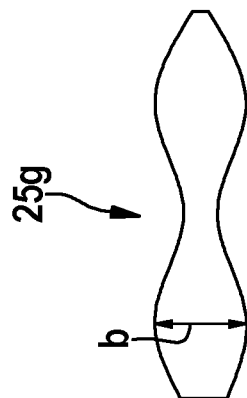


Fig. 11

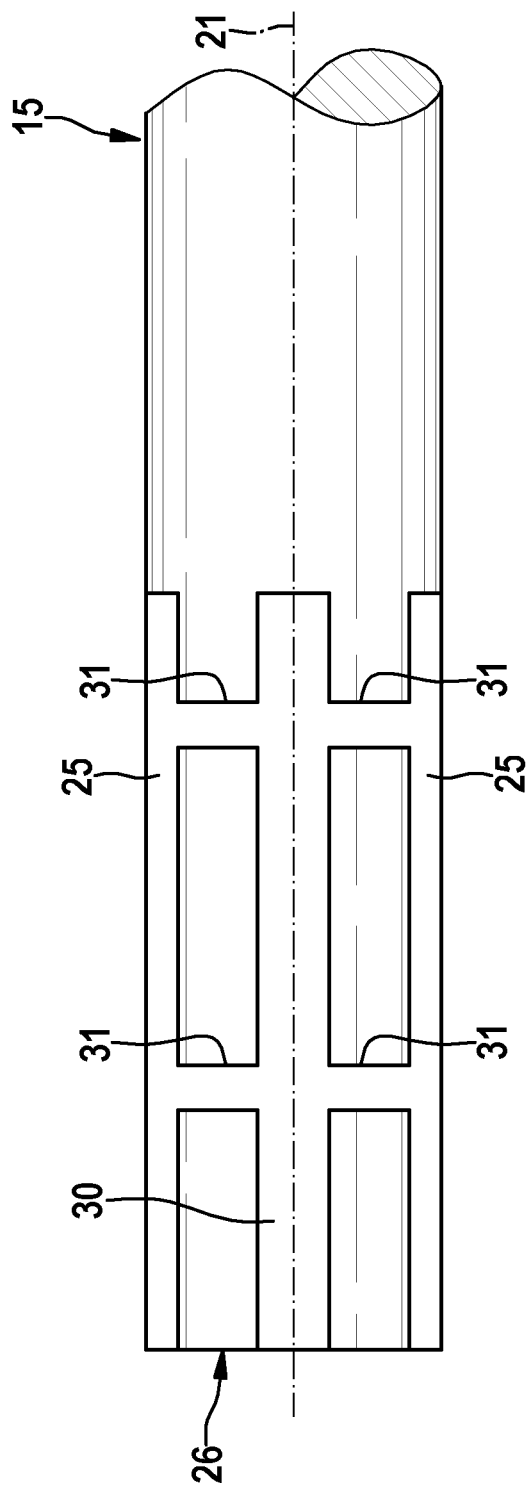


Fig. 12

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10102234 A1 [0002] [0007]
- DE 102004007513 A1 [0003]
- EP 0789145 A1 [0004]
- EP 1234975 A2 [0005]
- EP 1275864 B1 [0006]