



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.06.2014 Patentblatt 2014/25

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

(21) Anmeldenummer: **13188691.3**

(22) Anmeldetag: **15.10.2013**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

- **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)

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Dornhoefer, Gerd**
71229 Leonberg (DE)

(54) **Kolbenzylindereinheit**

(57) Die Erfindung betrifft eine 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, und wobei die zweite Seite des Zylinders (11) einen Eintrittsbereich (28) des Kolbens (15) in die Bohrung (13) des Zylinders (11) ausbildet.

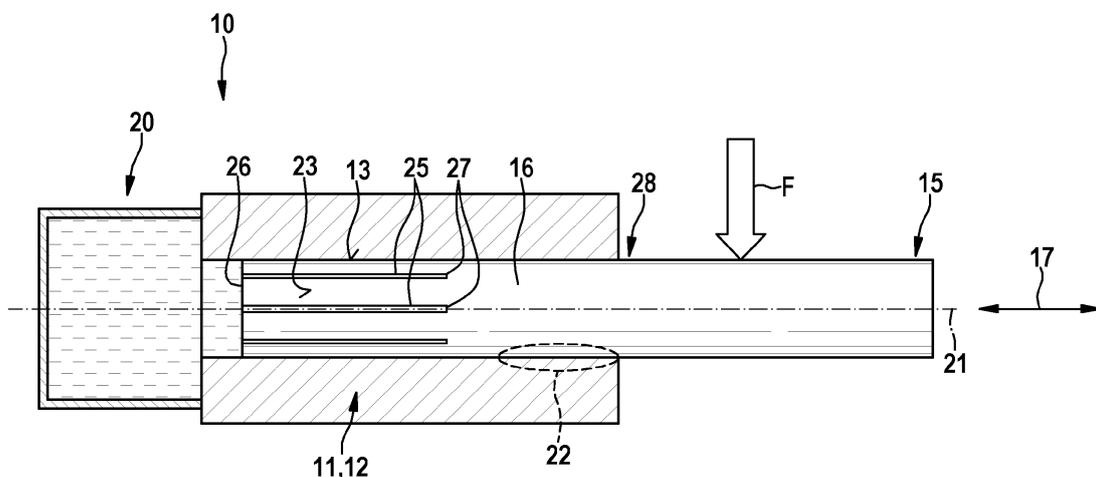


Fig. 1

Beschreibung

Stand der Technik

- 5 **[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kolbenzylindereinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.
- [0002]** Eine derartige Kolbenzylindereinheit ist aus der EP 1 234 975 A2 bekannt. Die bekannte Kolbenzylindereinheit weist einen in einer Bohrung des Zylinders hin- und herbewegbaren Kolben auf, an dessen Umfangsfläche eine Reihe von 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 den beiden Quernuten statt, so dass Schmiermittel, das sich unter hohem Druck im Bereich der einen Seite des Zylinders befindet, über eine in Längsrichtung 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. 10
- Nachteilig dabei sind jedoch die relativ hohen Leckageverluste.
- [0003]** Darüber hinaus ist es aus der EP 1 275 864 B1 bekannt, mittels eines Laserstrahls Taschen in eine Kolbenlauffläche einzubringen, die als geschlossene Mikrodruckkammern für ein Schmiermittel dienen. Weiterhin werden die 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 Strukturierung der Kolbenlauffläche ist relativ aufwendig herzustellen. 20

Offenbarung der Erfindung

- [0004]** Ausgehend von dem dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Kolbenzylindereinheit nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 derart weiterzubilden, das bei hinreichend guten Schmiereigenschaften die Leckageverluste möglichst gering sein sollen. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Kolbenzylindereinheit mit den Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass 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 Längsvertiefung 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 abgewandten Seite des Zylinders endet. Insbesondere orientiert sich die Dimensionierung der Länge der Längsvertiefung dabei an den in den Kolben eingeleiteten Kräften. So treten üblicherweise auf den Kolben Querkräfte auf, die zu einem Verkippen des Kolbens in 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 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. Insbesondere sollen in dem angesprochenen Bereich, im Gegensatz zur Lehre des Stands der Technik, keine zusätzlichen Längsnuten o.ä. zur Schmiermittelführung vorgesehen sein. 25
- [0005]** Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kolbenzylindereinheit sind in den Unteransprüchen aufgeführt. 30
- [0006]** In konstruktiv bevorzugter Umsetzung des erfindungsgemäßen Gedankens wird vorgeschlagen, dass die wenigstens eine Längsvertiefung von einer Stirnseite des Kolbens ausgeht, die mit einem Schmiermittelreservoir Verbindung hat. 35
- [0007]** 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. 40
- [0008]** 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. 45
- [0009]** Als vorteilhafte Breiten der wenigstens einen Längsvertiefung haben sich Breiten zwischen $1\mu\text{m}$ und $100\mu\text{m}$ als vorteilhaft erwiesen. Derartige, relativ schmale Längsvertiefungen lassen sich bevorzugt mittels einer Laserstrahl-

einrichtung erzeugen, da diese die benötigten Fertigungstoleranzen ermöglicht.

[0010] 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.

[0011] Eine Beeinflussung der Schmierwirkung über die axiale Länge des Kolbens im Zylinder kann erzielt werden, wenn sich die Querschnittsfläche der wenigstens einen Längsvertiefung über deren axiale Länge verändert.

[0012] Insbesondere kann eine derartige Beeinflussung besonders einfach und nachvollziehbar durch 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] 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.

[0017] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung.

[0018] 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.

[0019] Gleiche Elemente bzw. Elemente mit gleicher Funktion sind in den Figuren mit den gleichen Bezugsziffern versehen.

[0020] 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.

[0021] 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.

[0022] 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 15, 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.

[0023] 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 12 sollen Leckageverluste zwischen den Endbereichen 27 und dem Eintrittsbereich 28 möglichst vermieden bzw. minimiert werden, die bei einem Verkippen des Zylinders 15 aufgrund der Querkraft F insbesondere auf der dem Bereich 22 radial gegenüberliegenden Seite auftreten können.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] Die soweit beschriebenen Längsnuten 25, 25a bis 25g weisen eine Breite zwischen $1\mu\text{m}$ und $100\mu\text{m}$ auf und sind bevorzugt durch eine Laserstrahleinrichtung bzw. mittels eines Laserstrahls erzeugt.

[0028] 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 Kraftfahrzeugergezeugnissen, insbesondere bei Pumpen, Ventilen oder ähnlichen Bauteilen.

Patentansprüche

- 5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
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, und wobei die zweite Seite des Zylinders (11) einen Eintrittsbereich (28) des Kolbens (15) in die Bohrung (13) des Zylinders (11) ausbildet, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** 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.
 2. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25e) von einer Stirnseite (26) des Kolbens (15) ausgeht, die mit einem Schmiermittelreservoir (20) Verbindung hat.
 3. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 1 oder 2, **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.
 4. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** mehrere Längsvertiefungen (25; 25a bis 25g) vorgesehen sind, die in gleichmäßigen Winkelabständen zueinander angeordnet sind.
 5. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) eine in Form einer Nut ausgebildet ist und eine Nutbreite (b) zwischen 1µm und 100µm aufweist, und dass die wenigstens eine Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) vorzugsweise durch einen Laserstrahl erzeugt ist.
 6. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **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.
 7. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** sich die Querschnittsfläche der wenigstens einen Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) über deren axiale Länge verändert.
 8. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Veränderung der Querschnittsfläche der wenigstens einen Längsvertiefung (25; 25a bis 25g) über eine Variation der Nutbreite (b) erfolgt.
 9. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Tiefe der wenigstens einen Längsvertiefung (25) im Endbereich (27a; 27b) der Längsvertiefung (25) zumindest bereichsweise stetig abnimmt.

10. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 9,

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.

11. Kolbenzylindereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 10,

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.

12. Kolbenzylindereinheit nach Anspruch 11,

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.

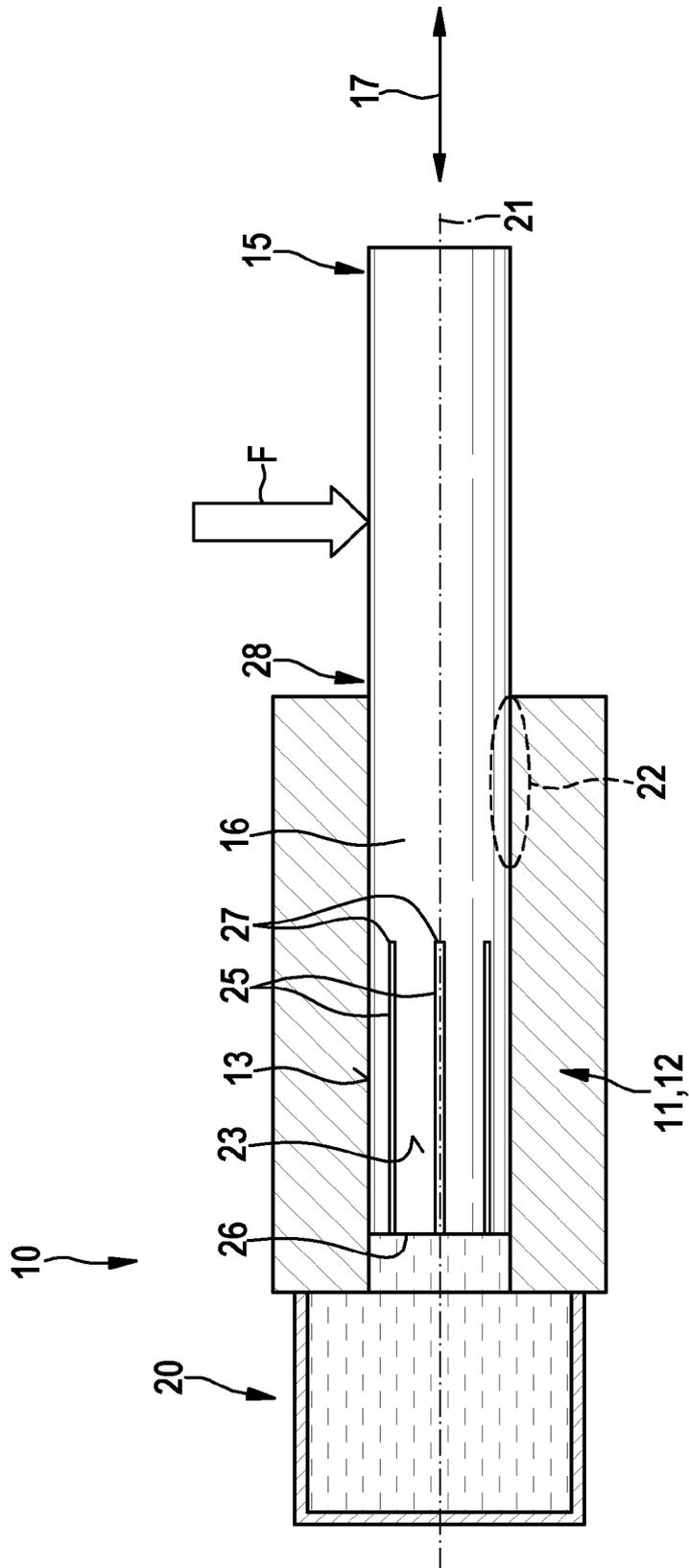


Fig. 1

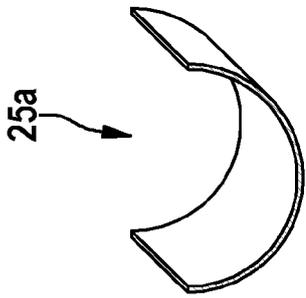


Fig. 2

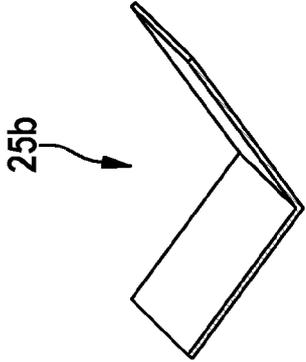


Fig. 3

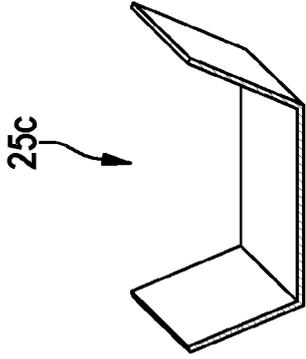


Fig. 4

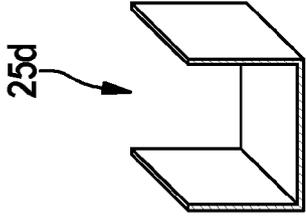


Fig. 5

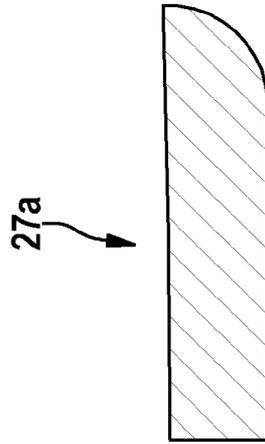


Fig. 6

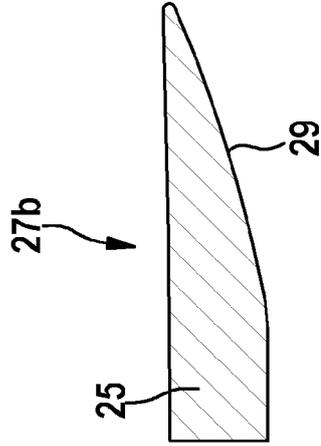


Fig. 7

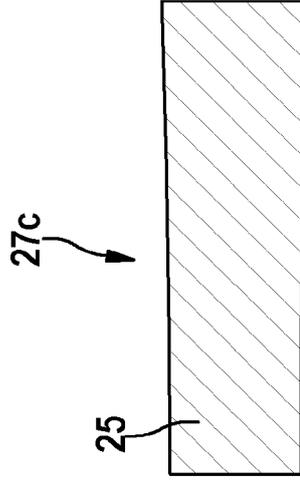


Fig. 8

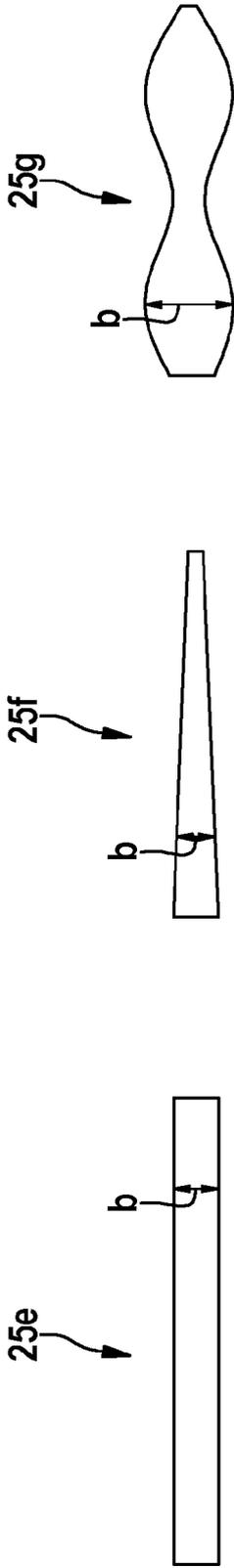


Fig. 11

Fig. 10

Fig. 9

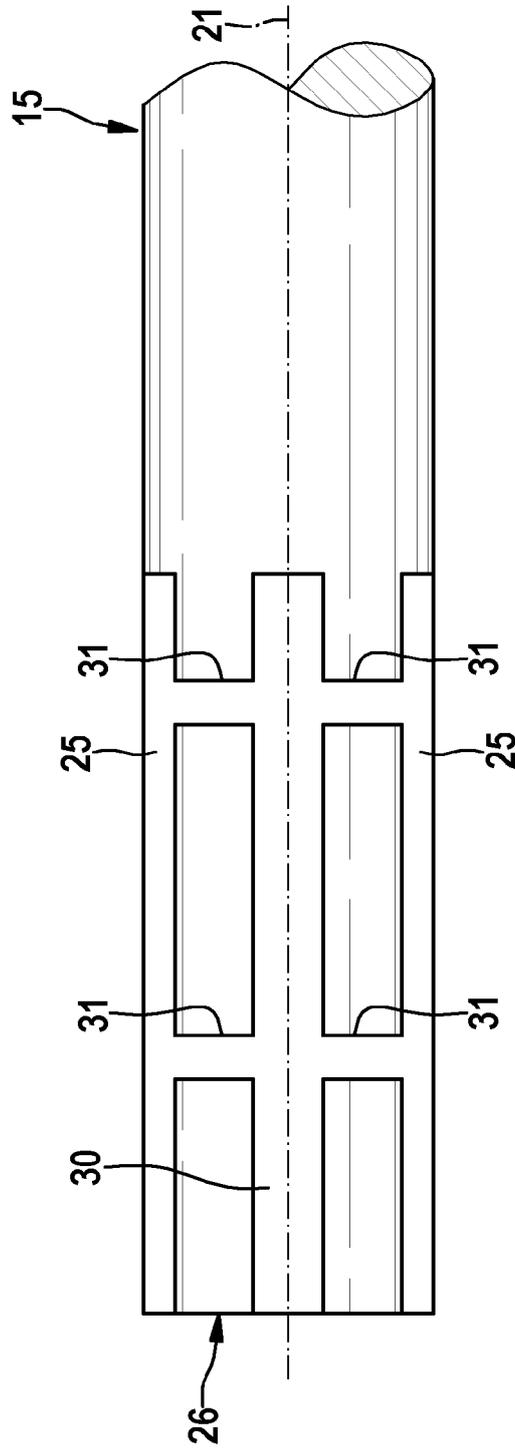


Fig. 12



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 13 18 8691

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|--|--|------------------------------------|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betrifft Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| X | DE 101 02 234 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Juli 2002 (2002-07-25) * Absatz [0009] - Absatz [0014]; Abbildungen * | 1-4 | INV. F02M59/44 |
| A | DE 40 30 951 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 2. April 1992 (1992-04-02) * Zusammenfassung; Abbildungen 2-5 * | 1 | |
| A | DE 10 2006 040468 A1 (MAN DIESEL SE [DE]) 6. März 2008 (2008-03-06) * Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 * | 1 | |
| | | | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) |
| | | | F02M |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort Den Haag | | Abschlußdatum der Recherche 5. Februar 2014 | Prüfer Mouton, Jean |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur | | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | |

1
EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 13 18 8691

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

05-02-2014

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 10102234 A1 | 25-07-2002 | DE 10102234 A1 | 25-07-2002 |
| | | EP 1356203 A1 | 29-10-2003 |
| | | JP 2004518076 A | 17-06-2004 |
| | | PL 357212 A1 | 26-07-2004 |
| | | US 2004124286 A1 | 01-07-2004 |
| | | WO 02064969 A1 | 22-08-2002 |
| ----- | | | |
| DE 4030951 A1 | 02-04-1992 | DE 4030951 A1 | 02-04-1992 |
| | | GB 2248657 A | 15-04-1992 |
| | | JP 3367681 B2 | 14-01-2003 |
| | | JP H04262060 A | 17-09-1992 |
| ----- | | | |
| DE 102006040468 A1 | 06-03-2008 | CN 101135285 A | 05-03-2008 |
| | | DE 102006040468 A1 | 06-03-2008 |
| | | FI 20070476 A | 01-03-2008 |
| | | JP 2008057527 A | 13-03-2008 |
| | | KR 20080020452 A | 05-03-2008 |
| ----- | | | |

EPO FORM P0481

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1234975 A2 [0002]
- EP 1275864 B1 [0003]