

(19)



(11)

**EP 3 108 135 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

**14.08.2019 Patentblatt 2019/33**

(51) Int Cl.:

<b>F02M 59/44</b> <small>(2006.01)</small>	<b>F16J 15/16</b> <small>(2006.01)</small>
<b>F04B 53/14</b> <small>(2006.01)</small>	<b>F02M 59/06</b> <small>(2006.01)</small>
<b>F02M 59/10</b> <small>(2006.01)</small>	<b>F04B 19/22</b> <small>(2006.01)</small>
<b>F04B 53/02</b> <small>(2006.01)</small>	

(21) Anmeldenummer: **14816303.3**

(22) Anmeldetag: **22.12.2014**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2014/079055**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2015/120942 (20.08.2015 Gazette 2015/33)**

(54) **KOLBEN-KRAFTSTOFFPUMPE FÜR EINE BRENNKRAFTMASCHINE**

PISTON FUEL PUMP FOR AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

POMPE À ESSENCE À PISTON POUR MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

(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: **17.02.2014 DE 102014202794**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.12.2016 Patentblatt 2016/52**

(73) Patentinhaber: **Robert Bosch GmbH  
70442 Stuttgart (DE)**

(72) Erfinder:

- **STRITZEL, Soeren**  
71032 Boeblingen (DE)
- **JAHN, Heiko**  
71732 Tamm (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

<b>EP-A1- 1 143 138</b>	<b>EP-A1- 1 394 452</b>
<b>EP-A1- 1 975 402</b>	<b>DE-A1-102008 043 846</b>
<b>DE-A1-102008 043 846</b>	<b>DE-A1-102013 200 986</b>
<b>GB-A- 2 332 035</b>	

**EP 3 108 135 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

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Kolben-Kraftstoffpumpe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

**[0002]** Vom Markt bekannt sind Kraftstoffsysteme von Brennkraftmaschinen, bei denen der Kraftstoff aus einem Kraftstofftank mittels einer mechanisch angetriebenen Kolben-Kraftstoffpumpe unter hohem Druck in ein Kraftstoffrail gefördert wird und von dort aus über Injektoren in Brennräume einer Brennkraftmaschine gelangt.

**[0003]** Beispielsweise bei der aus der DE 10 2004 063 074 A1 bekannten Kolben-Kraftstoffpumpe ist ein verschiebbar gelagerter Pumpenkolben vorgesehen, der Kraftstoff in einem Förderraum der Kolben-Kraftstoffpumpe verdichtet. Der Pumpenkolben ist in einer Kolbenbuchse durch eine enge Passung gleitend und mit einem geringen Dichtspalt geführt. Die Kolbenbuchse muss zum Abstützen und Abdichten über eine Spaltdichtung eine gewisse Länge aufweisen und gegebenenfalls große Querkräfte aufnehmen. Daher wird die Kolbenbuchse oft aus Stahl hergestellt. Aufgrund hoher Toleranzanforderungen wird darüber hinaus eine sogenannte "Kolbenpaarung" verwendet, d.h. jedem Pumpengehäuse wird ein bestimmter Kolben zugeordnet. Ferner muss der Zylinder im Pumpengehäuse aufwendig gehont werden. Es besteht ein Bedürfnis nach einer Kraftstoff-Kolbenpumpe, deren Herstellung weniger aufwendig ist.

**[0004]** Die DE 10 2008 043846 A1 und die GB 2 332 035 A offenbaren Kolben-Kraftstoffpumpen.

### Offenbarung der Erfindung

**[0005]** Das der vorliegenden Erfindung zu Grunde liegende Problem wird durch eine Kraftstoff-Kolbenpumpe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in Unteransprüchen genannt. Weitere für die Erfindung wichtige Merkmale finden sich darüber hinaus in der nachfolgenden Beschreibung und in der Zeichnung.

**[0006]** Die erfindungsgemäße Kraftstoff-Kolbenpumpe hat den Vorteil, dass eine Kolbenbuchse und die entsprechende hochgenaue Passung des Kolbens in der Kolbenbuchse nicht mehr zwingend erforderlich ist und somit erhebliche Kosten eingespart werden können. Stattdessen weist die Kolben-Kraftstoffpumpe eine am Umfang des Pumpenkolbens angeordnete Dichtung auf, die ihrerseits zumindest eine Noppe aufweist, die in eine axiale Richtung weist.

**[0007]** Unter einer Noppe wird vorliegend eine höckerartige Erhebung verstanden, beispielsweise mit runder Grundfläche. Es sind beispielsweise kegelige und kugelige Formen möglich. Auch andere Formen sind möglich. Die Noppe weist mit seinem der Grundfläche gegenüberliegenden Endbereich in eine axiale Richtung, also insbesondere in oder entgegen der Bewegungsrichtung

des Pumpenkolbens im Pumpenzylinder.

**[0008]** Besonders bevorzugt ist die zumindest eine Noppe als ein lokal konvex ausgebildeter Bereich in einer ansonsten konkav ausgebildeten Umgebung der Dichtung ausgebildet. Besonders bevorzugt ist die zumindest eine Noppe an der Dichtung einstückig angeformt.

**[0009]** Bei der Kraftstoff-Kolbenpumpe handelt es sich insbesondere um eine Pumpe, die ein Pumpengehäuse aufweist, in der ein von dem Pumpenkolben begrenzter Arbeitsraum ausgebildet ist. Die Verdichtung des Kraftstoffs erfolgt insbesondere in diesem Arbeitsraum, insbesondere durch eine den Arbeitsraum verkleinernde axiale Bewegung des Pumpenkolbens. Es erfolgt insbesondere eine Verdichtung des Kraftstoff im Arbeitsraum auf ein hohes Druckniveau, beispielsweise auf 100bar bis 600bar.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Dichtung ist insbesondere zwischen dem Arbeitsraum und einem Niederdruckbereich der Pumpe ausgebildet. Der Druck im Niederdruckbereich ist geringer als das hohe Druckniveau, das im Arbeitsraum der Pumpe generiert wird. Das Druckniveau im Niederdruckbereich kann beispielsweise bei 3bar bis 10bar liegen und durch eine separate Vorpumpe generiert sein.

**[0011]** Der Arbeitsraum ist insbesondere über ein Auslassventil mit einem Pumpenauslass verbunden und insbesondere über ein elektrisch ansteuerbares Einlassventil mit einem Pumpeneinlass verbunden. Das elektrisch ansteuerbare Einlassventil kann insbesondere als Mengensteuerventil ausgebildet sein. Optional kann zusätzlich zwischen Pumpeneinlass und Arbeitsraum ferner eine Dämpfungseinrichtung zur Dämpfung von Pulsationen im Niederdruckbereich der Pumpe vorgesehen sein.

**[0012]** Die Dämpfungseinrichtung zur Dämpfung von Pulsationen im Niederdruckbereich kann beispielsweise ein zwischen zwei Membranen eingeschlossenes Gasvolumen umfassen, Details hinsichtlich der Dämpfungseinrichtung können wie in der DE10327408A1 gezeigt ausgebildet sein.

**[0013]** Ein weiteres zwischen Pumpenauslass und Arbeitsraum angeordnetes Ventil, das antiparallel zum Auslassventil angeordnet ist, kann vorgesehen sein und insbesondere als Druckbegrenzungsventil für einen mit der Pumpe verbindbaren Hochdruckspeicher wirken.

**[0014]** Vorzugsweise sind das Auslassventil und/oder das Einlassventil und/oder das Druckbegrenzungsventil ortsfest zu dem Pumpengehäuse und insofern auch ortsfest zu dem Pumpenzylinder fixiert. Eine Fixierung dieser Komponenten an dem Pumpenkolben scheidet insofern insbesondere aus. Es ergibt sich der Vorteil, dass die Masse des Pumpenkolbens gering ist und somit die Dynamik bzw. Leichtgängigkeit der Pumpe verbessert ist.

**[0015]** Vorzugsweise ist zusätzlich oder alternativ der Pumpenkolben als Vollkörper ausgebildet, sodass er den bei der Kraftstoffeinspritzung, insbesondere bei der Benzindirekteinspritzung, hohen wirkenden Drücken ohne Verformung standhalten kann. Eine Durchströmbarkeit

des Pumpenkolbens in Längsrichtung scheidet insofern aus.

**[0016]** Weitere Details der Anordnung von Arbeitsraum, Auslassventil und Druckbegrenzungsventil zueinander und im Pumpenkörper können beispielsweise wie in der DE102004013307A1 gezeigt ausgebildet sein.

**[0017]** Der Pumpenzylinder kann in einer im Pumpenkörper fixierten Buchse ausgebildet sein. Alternativ kann der Pumpenzylinder auch unmittelbar im Pumpenkörper vorgesehen sein.

**[0018]** Der Pumpenkörper, der Pumpenkolben, der Pumpenzylinder, und/oder alle Pumpenteile, die mit dem Kraftstoff in Berührung kommen, bestehen bevorzugt lediglich aus Stählen und aus Kunststoffen, sodass im Ergebnis eine hohe Beständigkeit auch gegenüber ethanolhaltigen Kraftstoffen und/oder anderen aggressiven Kraftstoffen gegeben ist.

**[0019]** Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Dichtung an dem Pumpenkolben in axialer Richtung anliegt. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass in der Praxis Bauteiltoleranzen und Montageteranzen nicht zu vermeidenden sind, so dass die Dichtung und die ihr benachbart angeordneten Komponenten gegebenenfalls etwas abweichend von ihrer Sollposition zur Anordnung kommen. Insbesondere bei Verwendung von Material mit hoher Festigkeit bzw. geringer Elastizität für Dichtung bzw. Kolben hat dies zur Folge, dass die im Bereich der Dichtung auftretenden Kräfte von den eigentlich vorgesehenen Kräften abweichen können.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Vorkehrung einer Noppe, die in eine axiale Richtung weist, verringert die Anlagefläche der Dichtung im Vergleich zu einer Dichtung ohne Noppe. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Dichtung über die Noppe in axiale Anlage an den Pumpenkolben oder eine an dem Pumpenkolben festgelegte oder an den Pumpenkolben angeformte Komponente kommt. Bauteiltoleranzen und Montageteranzen können auf diese Weise durch eine entsprechende Deformation der Noppe in axialer Richtung ausgeglichen werden, ohne dass es zu übermäßig großen Kräften im Bereich der Dichtung kommt.

**[0021]** Weiterbildungen der Erfindung sehen vor, dass die Dichtung durch und/oder an dem Kolben axial sogar einer Vorspannung ausgesetzt ist. Die Dichtung kann insbesondere in axialer Richtung zusammengedrückt an dem Umfang des Kolbens angeordnet sein. Durch die genannten Maßnahmen kann eine gewünschte Vorspannung auch bei auftretenden Bauteiltoleranzen und Montageteranzen genauer eingehalten werden.

**[0022]** Weiterbildungen der Erfindung sehen vor, dass die zumindest eine Noppe mehrere Noppen umfasst. Die mehreren Noppen können alle in die gleiche axiale Richtung weisen. Auch die Vorkehrung mehrerer Noppen, von denen einige, beispielsweise die eine Hälfte der Noppen, in die eine axiale Richtung weisen, und die übrigen Noppen, beispielsweise die andere Hälfte der Noppen, in die andere axiale Richtung weisen, ist möglich. Es können zum Beispiel mindestens 3 Noppen vorgesehen sein, die

in die gleiche axiale Richtung weisen.

**[0023]** Durch die Vorkehrung einer Mehrzahl  $n$  von Noppen, die in die gleiche axiale Richtung weisen, können Bauteiltoleranzen und Montageteranzen besonders wirksam ausgeglichen werden. In besonderem Maße trifft dies zu, wenn die Noppen auf der Dichtung in Umfangsrichtung gleichmäßig angeordnet sind, beispielsweise auf einer gedachten Kreislinie. Hierbei können die  $n$  Noppen um einen Umfangswinkel von  $360^\circ/n$  voneinander beabstandet sein.

**[0024]** Entsprechend ihrer Funktion erfolgt die Dimensionierung der Noppe/ der Noppen. Hierbei ist für Noppen mit einer Erstreckung in axialer Richtung, die im Bereich von 3% bis 20% der axialen Erstreckung der Dichtung liegt,

und/oder mit einer Erstreckung in radialer Richtung, die im Bereich von 3% bis 10% der radialen Erstreckung der Dichtung liegt, bevorzugt, dass 3 bis 9 in eine axiale Richtung weisende Noppen vorgesehen sind.

**[0025]** Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass die Dichtung über die zumindest eine Noppe an einer auf den Pumpenkolben aufgeschobenen Kappe axial anliegt, insbesondere unter Spannung axial anliegt.

**[0026]** Bevorzugt ist, dass die Kappe zwar an der Noppe bzw. den Noppen axial anliegt, diese aber nur weniger in axialer Richtung deformiert, als es der axialen Erstreckung der Noppe bzw. der Noppen entspricht. Die Kappe liegt dann lediglich an der Noppe bzw. an den Noppen an der Dichtung an, nicht aber an einem in Umfangsrichtung gesehen abseits der Noppe bzw. zwischen den Noppen gelegenen Bereich.

**[0027]** Die Kappe kann beispielsweise becherförmig oder hülsenförmig ausgebildet sein. Bevorzugt besteht sie aus Stahl und/oder ist ein Tiefziehteil.

**[0028]** Alternativ oder zusätzlich kann die Dichtung, insbesondere über die zumindest eine Noppe, an einem an dem Pumpenkolben ausgebildeten Absatz axial anliegen, insbesondere unter Spannung axial anliegen.

**[0029]** Alternativ oder zusätzlich kann die Dichtung, insbesondere über die zumindest eine Noppe, auch an einer an dem Pumpenkolben festgelegten Komponente anliegen, insbesondere unter Spannung anliegen, beispielsweise an einem in einer Nut des Kolbens festgelegten Sprengring.

**[0030]** Nachfolgend werden Beispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

**[0031]** In den Zeichnungen zeigen:

Figur 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffsystems einer Brennkraftmaschine mit einem Ausschnitt einer erfindungsgemäßen Kolben-Kraftstoffpumpe

Figur 2 eine vergrößerte Schnittdarstellung des Ausschnitts der Kolben-Kraftstoffpumpe gemäß Figur 1

Figur 3 eine alternative Ausführungsform der Kol-

ben-Kraftstoffpumpe

Figur 4 eine weitere alternative Ausführungsform der Kolben-Kraftstoffpumpe. Die Figuren 5 und 6 zeigt die Dichtung axial von oben bzw. unten.

**[0032]** In der Figur 7 ist ein axialer Endbereich der Dichtung vergrößert dargestellt.

Ausführungsformen

**[0033]** Ein Kraftstoffsystem einer Brennkraftmaschine trägt in Figur 1 insgesamt das Bezugszeichen 10. Es umfasst einen Kraftstoffbehälter 12, aus dem eine elektrische Vorförderpumpe 14 den Kraftstoff in eine Niederdruckleitung 16 fördert. Diese führt zu einer Hochdruckpumpe in Form einer Kolben-Kraftstoffpumpe 18. Von dieser führt eine Hochdruckleitung 20 zu einem Kraftstoffrail 22. An dieses sind mehrere Injektoren 24 angeschlossen, die den Kraftstoff direkt in ihnen jeweils zugeordnete Brennräume (nicht dargestellt) einspritzen.

**[0034]** Die Kolben-Kraftstoffpumpe 18 umfasst ein nur bereichsweise angedeutetes Pumpengehäuse 26, in dem ein Pumpenkolben 28 verschiebbar geführt bzw. gelagert ist. Dieser kann von einem nicht dargestellten Nockentrieb in eine Hin- und Herbewegung versetzt werden, was durch einen seitlich gezeichneten Doppelpfeil 30 angedeutet ist. Der Pumpenkolben 28 wird von einer Schraubenfeder 32 in einen in Figur 1 unteren Totpunkt beaufschlagt. Der Pumpenkolben 28 und das Pumpengehäuse 26 begrenzen einen Förderraum 34. Dieser Förderraum 34 ist über ein Einlassventil 36 mit der Niederdruckleitung 16 verbindbar. Ferner ist der Förderraum 34 über ein Auslassventil 38 mit der Hochdruckleitung 20 verbindbar.

**[0035]** Sowohl das Einlassventil 36 als auch das Auslassventil 38 sind als Rückschlagventile ausgeführt. Nicht dargestellt, aber möglich ist dabei eine Ausführung des Einlassventils 36 als Mengensteuerventil. Bei einem solchen kann das Einlassventil 36 während eines Förderhubs des Pumpenkolbens 28 zwangsweise geöffnet werden, so dass der Kraftstoff nicht in das Kraftstoffrail 22, sondern zurück in die Niederdruckleitung 16 gefördert wird. Hierdurch kann die von der Kolben-Kraftstoffpumpe 18 in das Kraftstoffrail 22 geförderte Kraftstoffmenge eingestellt werden.

**[0036]** Der Pumpenkolben 28 ist in einem Pumpenzylinder 40 geführt, der insoweit Teil des Pumpengehäuses 26 ist. Der Pumpenkolben 28 weist an einem dem Förderraum 34 zugewandten Ende einen in Figur 1 oberen Endabschnitt 42 auf. In der Umgebung dieses oberen Endabschnitts 42 weist der Pumpenkolben 28 ferner einen kreisringartigen Absatz 44 in der Art eines radial abstehenden umlaufenden Kragens auf. Eine Dichtung 46 kommt an dem Pumpenkolben 28 bzw. an dem Absatz 44 zur Anlage.

**[0037]** An seinem dem Förderraum 34 abgewandten Ende weist der Pumpenkolben 28 ferner einen in Figur

1 unteren Endabschnitt 52 auf. In der Umgebung dieses unteren Endabschnitts 52 ist eine Führungshülse 54 am Pumpengehäuse 26 fest angeordnet. Zwischen der Führungshülse 54 und dem Pumpengehäuse 26 ist eine O-Ring-Dichtung 56 in einer Nut 58 vorgesehen. Die Führungshülse 54 weist einen Zylinderabschnitt 60 auf, der sich coaxial zum Pumpenkolben 28 erstreckt und durch welchen die Schraubenfeder 32 geführt ist. Die Schraubenfeder 32 taucht entlang einer Kolbenlängsachse 62 zumindest abschnittsweise in eine Federaufnahmenut 64 der Führungshülse 54 ein, wo sie sich gegen die Führungshülse 54 axial abstützt.

**[0038]** Die Führungshülse 54 weist ferner im Inneren einen kreiszylindrischen Aufnahmeabschnitt 66 auf, der im Wesentlichen durch die innere Umfangswand des Zylinderabschnitts 60 gebildet wird. In diesem Aufnahmeabschnitt 66 ist ein ringförmiges Dichtelement 68 relativ zum Pumpengehäuse 26 ortsfest angeordnet, wobei das Dichtelement 68 einen H-förmigen Querschnitt hat. In einem sich am abragenden Ende des Zylinderabschnitts nach radial einwärts erstreckenden Kragenabschnitt 70 ist ferner ein Führungselement 72 ebenfalls relativ zum Pumpengehäuse 26 ortsfest angeordnet. Dieses somit in axialer Richtung des Pumpenkolbens 28 gesehen von der Dichtung 46 deutlich beabstandete Führungselement 72 stellt zusammen mit der Dichtung 46 die Führung bzw. Zweipunktlagerung des Pumpenkolbens 28 bereit.

**[0039]** Die Ausgestaltung des Bereichs der Dichtung 46 und ihrer Montage ist vorliegend von besonderer Bedeutung. Auf diese Aspekte wird daher unter Bezugnahme auf die nachfolgenden Figuren 2 - 7 im Detail eingegangen.

**[0040]** Figur 2 zeigt den Bereich der Dichtung 46 der Kolben-Kraftstoffpumpe 18. In einem in Figur 2 unteren Bereich ist die Dichtung 46 soweit über den Absatz 44 des Pumpenkolbens 28 geschoben, dass sie an einer an ihr ausgebildeten Schulter 469 zur axialen Anlage an dem Absatz 44 kommt. Insbesondere der radial außerhalb von der äußeren Mantelfläche des Absatzes 44 vorhandene Materialbereich der Dichtung 46 bildet einen Lager- bzw. Führungsbereich 48, durch den der Pumpenkolben 28 gleitend im Pumpenzylinder 40 geführt und radial gelagert ist.

**[0041]** Der Führungsbereich 48 weist von einer inneren Umfangswand des Pumpenzylinders 40 einen in den Figuren nicht erkennbaren Abstand von etwa 2/100 mm auf. In axialer Richtung, das heißt entlang der Kolbenlängsachse 62, erstreckt sich zum Förderraum 34 hin im Anschluss an den Führungsbereich 48 der als Dichtlippe 467 ausgebildete Abdichtbereich 50. Die Dichtlippe 467 erstreckt sich dabei als an den Führungsbereich 48 angeformter und nach radial außen elastisch vorgespannter Rohrabschnitt im Wesentlichen coaxial zum Pumpenkolben 28. Die Dichtlippe 467 liegt an der inneren Umfangswand des Pumpenzylinders 40 an. Der Führungsbereich 48 und der Abdichtbereich 50 sind in diesem Beispiel einteilig ausgebildet.

**[0042]** Auf den Pumpenkolben 28 ist eine Kappe 101

axial aufgeschoben, die mit der Dichtung 46 radial einwärts der Dichtlippe 467 und arbeitsraumseitig der Schulter 469 zur Anlage kommt. Die Kappe 101 ist durch radiale Pressung auf dem Pumpenkolben 28 festgesetzt und übt eine axial wirkende Kraft auf die Dichtung 46 aus. Die zwischen der Kappe 101 und dem Absatz 44 des Pumpenkolbens 28 angeordnete Dichtung 46 steht somit unter einer axialen Vorspannung.

**[0043]** Die Kappe 101 ist in diesem Beispiel als Hülse 101a ausgebildet, das heißt sie hat die Gestalt eines zweiseitig offenen Rings oder Rohrabschnitts. Die Hülse 101a ist vollständig auf den Pumpenkolben 28 aufgeschoben und schließt mit diesem arbeitsraumseitig bündig ab. Alternativ wäre gleichwohl auch ein noch weiteres Aufschieben der Hülse 101a auf den Pumpenkolben 28 bzw. ein arbeitsraumseitiges Überstehen der Hülse 101a grundsätzlich möglich und gegebenenfalls praktikabel.

**[0044]** Eine Alternative zur Ausbildung der Kappe 101 als Hülse 101a ist in der Figur 3 gezeigt. Hierbei ist die Kappe als Becher 101b ausgebildet. Der Becher 101b weist einen Becherboden und eine Becherwand auf und ist mit seinem offenen Ende voran auf den Pumpenkolben 28 aufgeschoben.

**[0045]** In dem in der Figur 3 dargestellten Beispiel ist der Becher 101b vollständig auf den Pumpenkolben 28 aufgeschoben. Insofern kommt sein Boden an der Stirnseite des Kolbens zur Anlage.

**[0046]** In diesem Beispiel weist der Becherboden in Schnittebene der Figur 3 ein kleines Loch 300 auf, durch das Luft beim Aufschieben des Bechers 101b auf den Pumpenkolben 28 aus dem Becher entweichen kann.

**[0047]** Die Kappe 101 kann grundsätzlich, insbesondere in den Ausführungsformen als Hülse 101a oder als Becher 101b, als Tiefziehteil, zum Beispiel aus Stahl hergestellt sein. Bevorzugt besteht die Kappe 101 aus einem Material, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient mit dem des Pumpenkolbens 28 übereinstimmt oder annähernd übereinstimmt. Die Kappe 101 kann beispielsweise aus dem gleichen Material wie der Pumpenkolben 28 bestehen. Die Kappe 101 kann ferner beispielsweise mit einer Wandstärke von 1mm ausgeführt sein.

**[0048]** In den vorangehenden Beispielen ist die Dichtung 46 axial zwischen der Kappe 101 und einem an dem Pumpenkolben 28 einstückig ausgebildeten Absatz 44 ausgebildet. Grundsätzlich ist die Einstückigkeit nicht zwingend erforderlich. Eine fertigungstechnische Vereinfachung ist dadurch möglich, dass der Absatz 44 durch einen in eine Nut des Pumpenkolbens 28 eingelegeten Sprengling realisiert ist.

**[0049]** Eine nochmals andere diesbezügliche Lösung zeigt die Figur 4: Hierbei ist ein hutförmiges Halteelement 102 mit seiner Öffnung voran über das arbeitsraumseitige Ende des Pumpenkolbens 28 geschoben. Ein Boden 102a des Halteelements 102 kommt hierbei an der Stirnseite des Pumpenkolbens 28 axial zur Anlage, eine Seitenwand 102c des Halteelement 102 kommt radial an dem Pumpenkolben 28 zur Anlage. Eine dem Boden 102a des Halteelements 102 axial gegenüberliegende

Krempe 102 b des Halteelements 102 ist radial abgespreizt und bildet insofern einen Absatz 44 aus.

**[0050]** Wie in den in den Figuren 2 und 3 gezeigten Beispielen ist die Dichtung 46 an dem insofern funktionsgleich vorgesehenen Absatz 44 in Anlage.

**[0051]** Der Pumpenkolben 28 weist in diesem Beispiel entlang seiner gesamten Länge einen einheitlichen Durchmesser auf. Eine besonders einfache und kostengünstige Fertigung beispielsweise eine Bearbeitung des Pumpenkolbens 28 mittels Durchgangsschleifen, also mit ortsfester Schleifscheibe, ist auf diese Weise möglich.

**[0052]** In den in den Figuren 2, 3 und 4 gezeigten Ausführungsbeispielen ist vorgesehen, dass die Dichtung 46 zumindest eine einstückig angeformte Noppe 461 aufweist, die in eine axiale Richtung weist, und dass die Dichtung 46 über die zumindest eine Noppe 461 axial anliegt. Beispielhaft weisen die Dichtungen 46 in diesen Beispielen sogar jeweils mehrere Noppen 461 auf, die in Richtung des Arbeitsraums 34 weisen, und über die die Dichtung 46 an der Kappe 101 anliegt und hierdurch axial vorgespannt ist. Die Noppen 461 weisen in diesem Beispiel eine halbkugelige Gestalt auf. Alternativ könnten sie auch kegelig oder kegelstumpfförmig sein. Die Noppen 461 haben zum Beispiel einen Durchmesser von etwa 0,6mm, etwa 10% des Durchmessers der Dichtung 46 und eine Höhe von etwa 0,3mm, etwa 10% der Höhe der Dichtung 46.

**[0053]** Wenngleich die Kappe 101 an den Noppen 461 unter Spannung anliegt, ist die resultierende Verformung der Noppen 461 doch so vergleichsweise gering, dass ein Anliegen der Kappe 101 an einem Bereich der Dichtung 46, der in Umfangsrichtung zwischen den Noppen 461 liegt, unterbleibt.

**[0054]** Die Dichtung 46 ist in Figur 5 in Aufsicht, mit Bezug auf die Figuren 2, 3 und 4 von oben, gezeigt. Es wird erkennbar, dass insgesamt 8 einstückig an die Dichtung 46 angeformte Noppen 461 in Richtung des Arbeitsraums 34 weisen, die auf einem gedachten Kreisring um die Kolbenachse 62 angeordnet sind und die zueinander in Umfangsrichtung jeweils um 45° beabstandet sind.

**[0055]** Selbstverständlich könnten die Noppen 461 zusätzlich oder alternativ auch auf der axial gegenüberliegenden Seite der Dichtung 46, an dem Absatz 44, ansonsten unverändert ausgebildet sein.

**[0056]** Die Dichtung 46 besteht in diesen Beispielen aus dem faserverstärkten thermoplastischen Material PEEK 150CA30 oder PA66CF20 und ist mittels Spritzguss hergestellt. Über die nachfolgend erläuterte Spritzgusstechnik, insbesondere die Anordnung der Anspritzpunkte 462 und der Entlüftungspunkte 463, kann erreicht werden, dass die Ausrichtung der Fasern ungeordnet ist.

**[0057]** Hierbei erfolgt der Spritzguss über Anspritzpunkte 462, die in der Figur 5 zu sehen sind, mit den Noppen 461 auf einer gemeinsamen gedachten Kreislinie liegen und um 90° in Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind. Die Anspritzpunkte 462 erscheinen am gefertigten Produkt beispielsweise als kleine ringför-

mige oder sichelförmige Grate oder als kleine Warzen. Die Anspritzpunkte haben einen Durchmesser von oder von nicht mehr als 0,9mm.

**[0058]** Der Spritzguss erfolgt ferner über Entlüftungspunkte 463 die auf der axial gegenüberliegenden Seite der Dichtung 46, in den Figuren 2, 3 und 4 unten angeordnet sind. Sie sind in der Figur 6 zu sehen. Vorliegend sind 8 Entlüftungspunkte 463 vorgesehen, die auf einer gedachten Kreislinie liegen und um 45° in Umfangsrichtung voneinander beabstandet sind. Die Entlüftungspunkte 463 haben einen Durchmesser von oder von nicht mehr als 0,7mm und erscheinen am gefertigten Produkt beispielsweise als kleine Kavitäten.

**[0059]** Es kann vorgesehen sein, dass Anspritzpunkte 462 und Entlüftungspunkte 463 stets in Umfangsrichtung zueinander versetzt angeordnet sind. Auf diese Weise erfolgt eine verbesserte Durchmischung des verflüssigten Spritzgussmaterials in der Spritzgussform und eine Vermeidung einer gerichteten Ausrichtung der Fasern und eine Vermeidung anisotroper Materialeigenschaften der Dichtung 46.

**[0060]** Ein axialer Endbereich 464 der Dichtung 46 ist vorliegend arbeitsraumseitig an der Dichtlippe 467 ausgebildet. Ein entsprechend nochmals vergrößerter Ausschnitt der Dichtung 46 ist in der Figur 7 dargestellt.

**[0061]** Es ist vorgesehen, dass eine radial außen liegende Fläche der Dichtung 46, die einer Innenfläche des Pumpenzylinders 40 gegenüberliegt, in einem axialen Endbereich 464 der Dichtung 46 unter einem Winkel  $\alpha$  von 10° bis 60° zur Innenwand des Pumpenzylinders 40 radial nach innen geneigt ist. Dies hat zur Wirkung oder alternativ ist vorgesehen, dass eine Relativbewegung zwischen Pumpenzylinder 40 und Pumpenkolben 28 in axialer Richtung, insbesondere in Richtung auf den Arbeitsraum 34 zu, ein Abheben der Dichtung 46 von dem Pumpenzylinder 28 in eine radial nach innen weisende Richtung begünstigt. In diesem Fall bildet sich zwischen Dichtung 46 und Pumpenzylinder 40 ein aus Kraftstoff bestehender Flüssigkeitsfilm aus, der bei geringfügiger Leckage den Verschleiß der Kolben-Kraftstoffpumpe 18 erheblich vermindert.

**[0062]** Zu diesem Zweck ist an bzw. auf der Dichtlippe 467 ein nach außen weisender, umlaufender Steg 468 einstückig angeformt, der im Querschnitt in Längsrichtung etwa die Form eines gleichschenkligen Dreiecks aufweist, von dem die zwei gegenüberliegenden spitze Ecken in axiale Richtungen weisen und dessen dritte stumpfe Ecke an dem Pumpenzylinder 40 (statisch) anliegt. Es ist vorgesehen, dass lediglich dieser Steg (statisch) an dem Pumpenzylinder 40 zur Anlage kommt, während die Dichtung 46 bzw. die Dichtlippe 467 im Übrigen durch einen Spalt von dem Pumpenzylinder 40 beabstandet ist. Eine Breite  $s$  des Spalts beträgt beispielsweise 20µm. Bei Relativbewegung ist, wie oben geschildert, ferner auch ein Abheben des Stegs 468 von dem Pumpenzylinder 40 vorgesehen.

## Patentansprüche

1. Kolben-Kraftstoffpumpe (18) für eine Brennkraftmaschine mit einem Pumpenzylinder (40) und einem im Pumpenzylinder (40) axial verschiebbaren Pumpenkolben (28), wobei die Kolben-Kraftstoffpumpe (18) eine am Umfang des Pumpenkolbens (28) angeordnete Dichtung (46) aufweist, die in axiale Anlage an den Pumpenkolben (28) oder eine an dem Pumpenkolben (28) festgelegte oder an den Pumpenkolben (28) angeformte Komponente kommt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (46) ein faserverstärktes thermoplastisches Material aufweist und zumindest eine Noppe (461) aufweist, die in eine axiale Richtung weist und die Dichtung (46) über die Noppe (461) in axiale Anlage an den Pumpenkolben (28) oder eine an dem Pumpenkolben (28) festgelegte oder an den Pumpenkolben (28) angeformte Komponente kommt.
2. Kolben-Kraftstoffpumpe (18) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (46) über die zumindest eine Noppe (461) axial vorgespannt ist.
3. Kolben-Kraftstoffpumpe (18) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Noppe (461) eine Mehrzahl von Noppen (461), die in die gleiche axiale Richtung weisen.
4. Kolben-Kraftstoffpumpe (18) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung eine ringförmige Grundstruktur aufweist, dass  $n$  Noppen in eine axiale Richtung weisen und dass die  $n$  Noppen um einen Winkel von  $360^\circ/n$  voneinander beabstandet sind.
5. Kolben-Kraftstoffpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Noppe (461) eine runde Grundfläche aufweisen und insbesondere kugelig oder kegelig sind.
6. Kolben-Kraftstoffpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Noppe (461) an der Dichtung (46) einstückig angeformt ist.
7. Kolben-Kraftstoffpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zumindest eine Noppe (461) im ungespannten Zustand in axialer Richtung eine Erstreckung hat, die im Bereich von 3% bis 20% der axialen Erstreckung der Dichtung (46) liegt.
8. Kolben-Kraftstoffpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die Dichtung (46) über die zumindest eine Noppe (461) an einer auf den Pumpenkolben (28) aufgeschobenen Kappe (101) anliegt, insbesondere unter Spannung anliegt.

9. Kolben-Kraftstoffpumpe nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kappe (101) auf dem Pumpenkolben (28) radial verpresst ist.
10. Kolben-Kraftstoffpumpe nach Anspruch 8 oder Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kappe (101) lediglich über die zumindest eine Noppe (461) an der Dichtung (46) anliegt.
11. Kolben-Kraftstoffpumpe nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kappe (101) aus Stahl besteht.
12. Kolben-Kraftstoffpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (46) aus einem mit Carbonfaser verstärktem Polyetheretherketon besteht.
13. Kolben-Kraftstoffpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtung (46) eine ringförmige Grundstruktur aufweist, die mittels Spritzguss mit axialer Anstrichrichtung hergestellt ist.

#### Claims

1. Piston fuel pump (18) for an internal combustion engine, having a pump cylinder (40) and a pump piston (28) which is axially displaceable in the pump cylinder (40), wherein the piston fuel pump (18) has a seal (46) which is arranged on the circumference of the pump piston (28) and which comes into axial contact with the pump piston (28) or with a component which is secured to the pump piston (28) or formed on the pump piston (28), **characterized in that** the seal (46) comprises a fibre-reinforced thermoplastic material and has at least one nub (461) which points in an axial direction, and the seal (46) comes, via the nub (461), into axial contact with the pump piston (28) or with a component which is secured to the pump piston (28) or formed on the pump piston (28).
2. Piston fuel pump (18) according to Claim 1, **characterized in that** the seal (46) is axially prestressed via the at least one nub (461).
3. Piston fuel pump (18) according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the at least one nub (461) a plurality of nubs (461) which point in the same axial direction.
4. Piston fuel pump (18) according to Claim 3, **charac-**

**terized in that** the seal has an annular basic structure, **in that** n nubs point in an axial direction, and **in that** the n nubs are spaced apart from one another by an angle of  $360^\circ/n$ .

5

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5. Piston fuel pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one nub (461) has a round basic surface and is, in particular, spherical or conical.

6. Piston fuel pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the at least one nub (461) is formed in one piece on the seal (46).

7. Piston fuel pump according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the unstressed state, the at least one nub (461) has an extent in the axial direction which lies in the range of 3% to 20% of the axial extent of the seal (46).

8. Piston fuel pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the seal (46) bears, via the at least one nub (461), against a cap (101) pushed onto the pump piston (28), and bears, in particular, under stress.

9. Piston fuel pump according to Claim 8, **characterized in that** the cap (101) is pressed radially on the pump piston (28).

10. Piston fuel pump according to Claim 8 or Claim 9, **characterized in that** the cap (101) bears only via the at least one nub (461) against the seal (46).

11. Piston fuel pump according to one of Claims 7 to 10, **characterized in that** the cap (101) consists of steel.

12. Piston fuel pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the seal (46) consists of a carbon-fibre-reinforced polyether ether ketone.

13. Piston fuel pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the seal (46) has an annular basic structure which is produced by means of injection-moulding with an axial moulding direction.

#### Revendications

1. Pompe à essence à piston (18) pour un moteur à combustion interne avec un cylindre de pompe (40) et un piston de pompe (28) déplaçable axialement dans le cylindre de pompe (40), dans laquelle la pompe à essence à piston (18) présente un joint d'étanchéité (46) disposé à la périphérie du piston de pompe (28), qui vient en appui axial sur le piston de pompe (28) ou sur un composant fixé au piston de pompe

- (28) ou formé sur le piston de pompe (28), **caractérisée en ce que** le joint d'étanchéité (46) présente une matière thermoplastique renforcée par des fibres et présente au moins une saillie (461), qui est orientée dans une direction axiale et le joint d'étanchéité (46) vient en appui axial par la saillie (461) sur le piston de pompe (28) ou sur un composant fixé au piston de pompe (28) ou formé sur le piston de pompe (28).
2. Pompe à essence à piston (18) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le joint d'étanchéité (46) est précontraint axialement au moyen de ladite au moins une saillie (461).
  3. Pompe à essence à piston (18) selon une des revendications 1 à 2, **caractérisée en ce que** ladite au moins une saillie (461) une multiplicité de saillies (461), qui sont orientées dans la même direction axiale.
  4. Pompe à essence à piston (18) selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le joint d'étanchéité présente une structure de base annulaire, **en ce que** n saillies sont orientées en direction axiale et **en ce que** les n saillies sont espacées l'une de l'autre d'un angle de  $360^\circ/n$ .
  5. Pompe à essence à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ladite au moins une saillie (461) présente une face de base ronde et est de préférence sphérique ou conique.
  6. Pompe à essence à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ladite au moins une saillie (461) est formée d'une seule pièce sur le joint d'étanchéité (46).
  7. Pompe à essence à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** ladite au moins une saillie (461) présente en direction axiale, dans l'état non serré, une extension qui se situe dans la plage de 3 % à 22 % de l'extension axiale du joint d'étanchéité (46).
  8. Pompe à essence à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le joint d'étanchéité (46) s'applique, en particulier s'applique sous contrainte, par ladite au moins une saillie (461) sur une coiffe (101) engagée sur le piston de pompe (28).
  9. Pompe à essence à piston selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** la coiffe (101) est pressée radialement sur le piston de pompe (28).
  10. Pompe à essence à piston selon la revendication 8
- ou la revendication 9, **caractérisée en ce que** la coiffe (101) s'applique sur le joint d'étanchéité (46) uniquement par ladite au moins une saillie (461).
11. Pompe à essence à piston selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, **caractérisée en ce que** la coiffe (101) est constituée d'acier.
  12. Pompe à essence à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le joint d'étanchéité (46) est constitué d'une polyétheréthercétone renforcée avec des fibres de carbone.
  13. Pompe à essence à piston selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le joint d'étanchéité (46) présente une structure de base annulaire, qui est produite par coulée par injection avec une direction d'injection axiale.



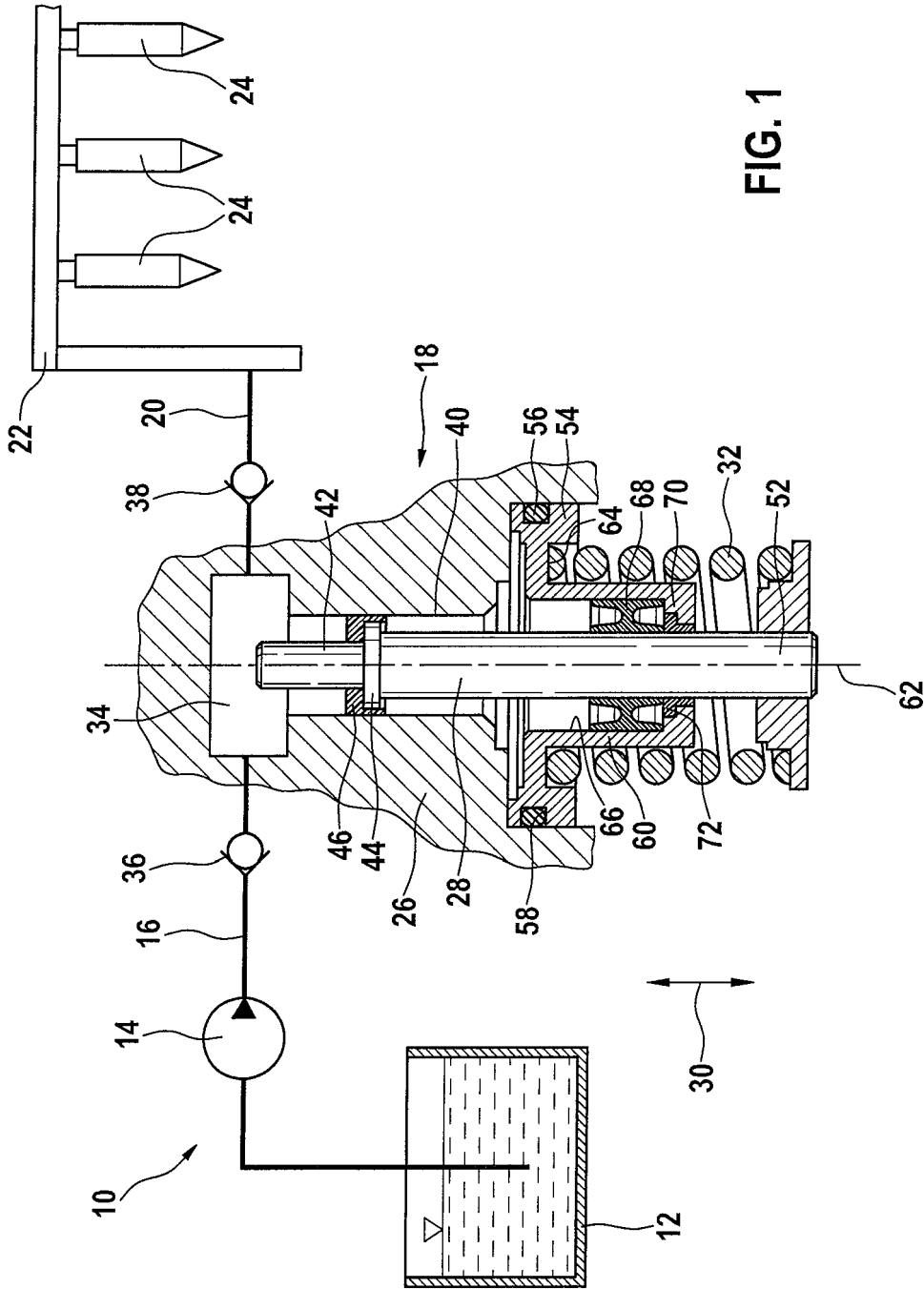


FIG. 1

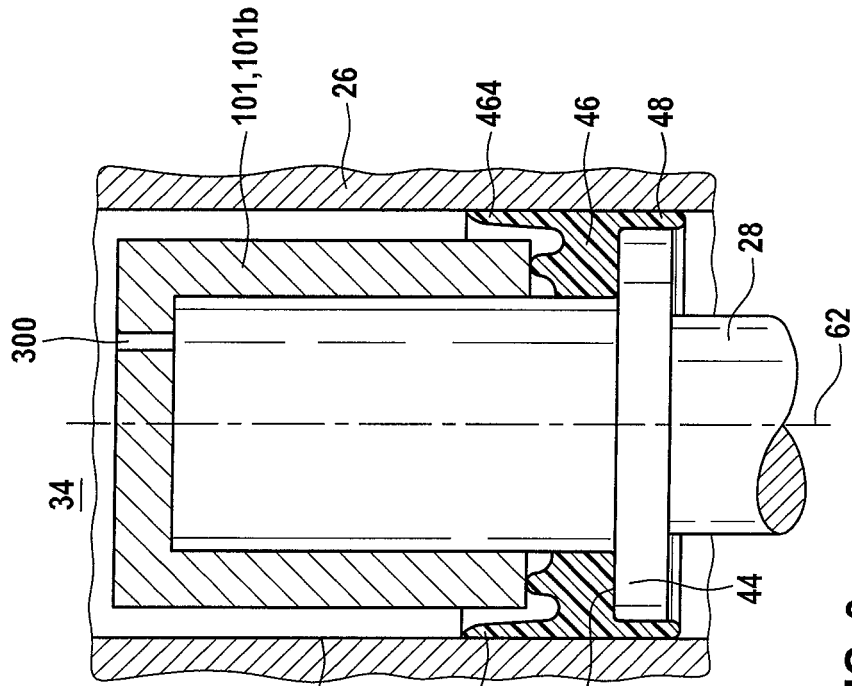


FIG. 3

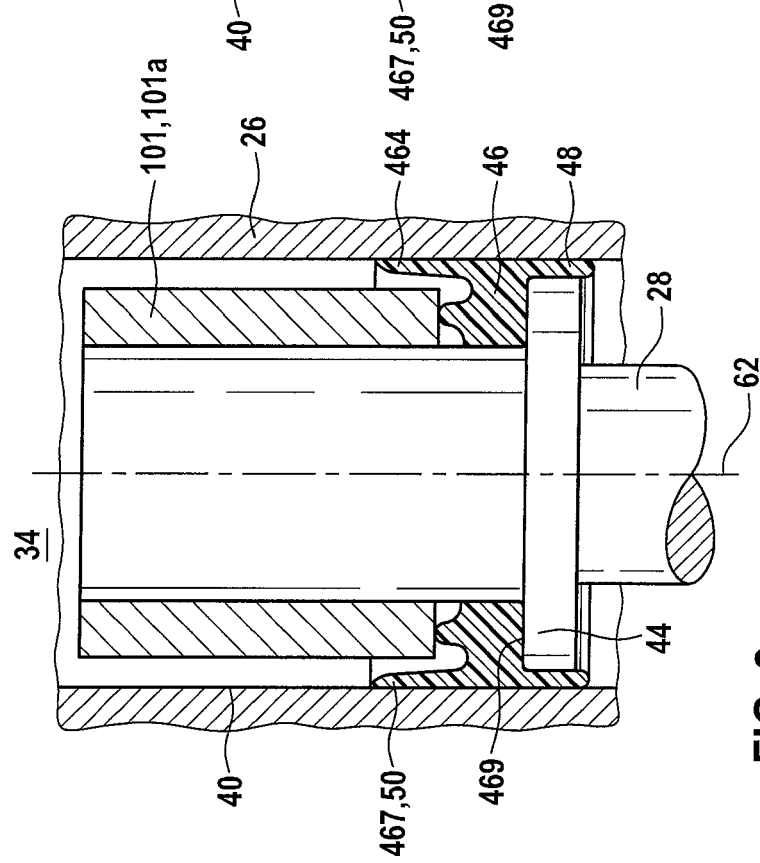


FIG. 2

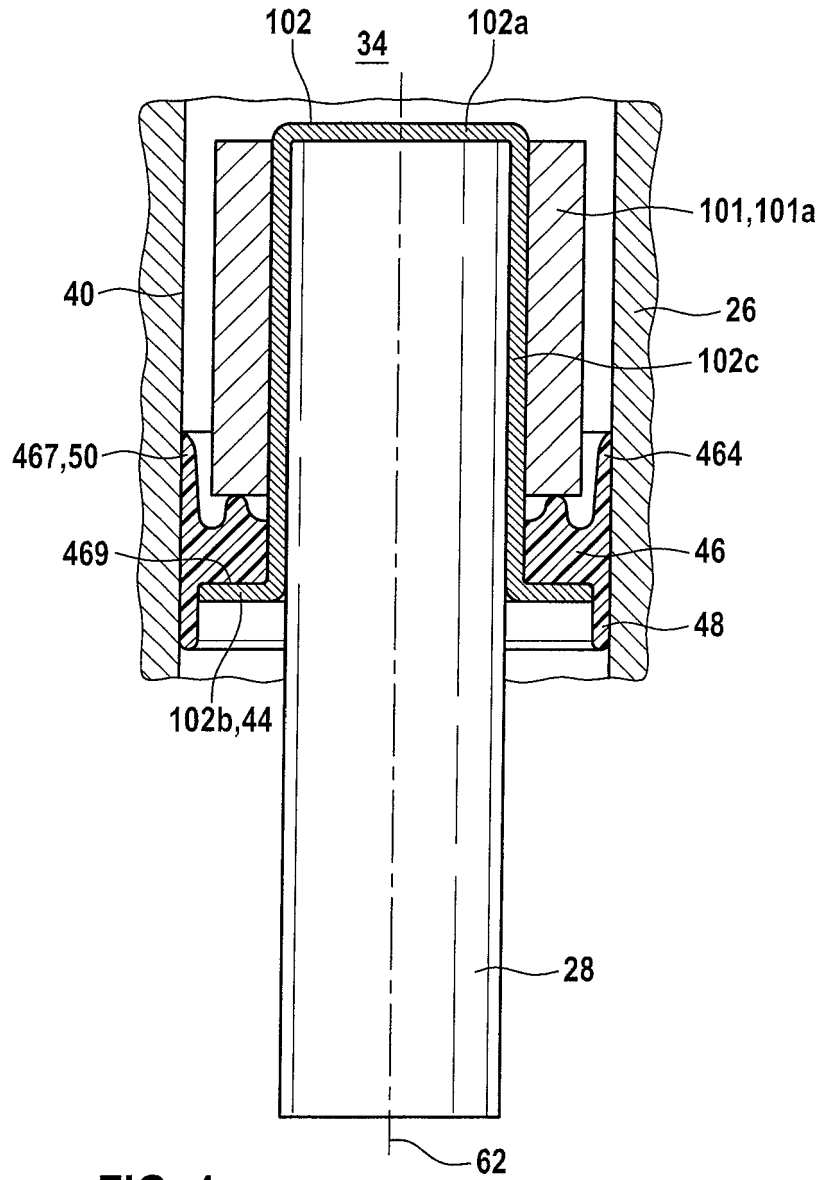
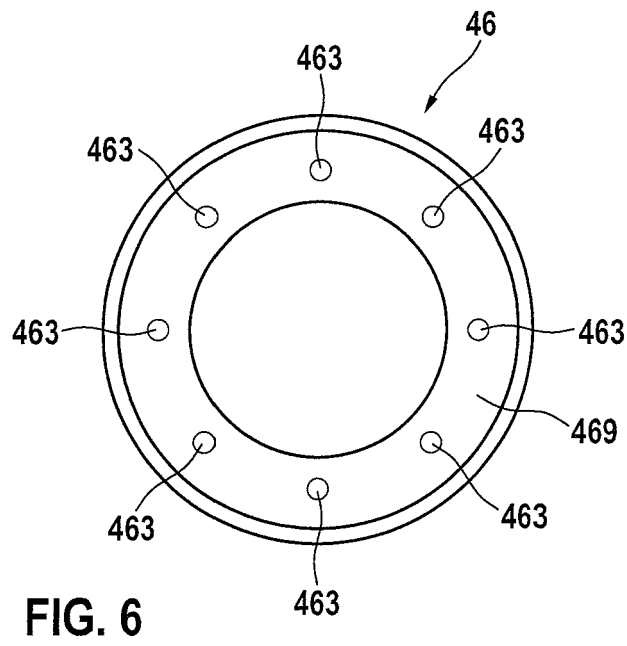
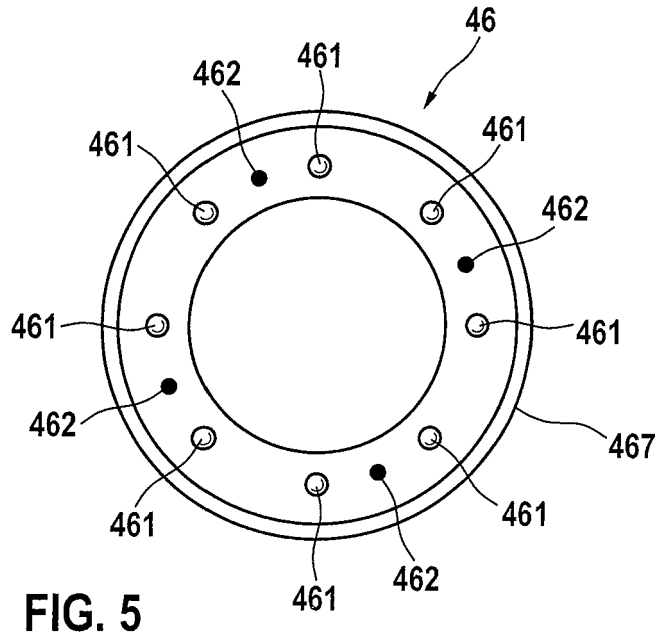


FIG. 4



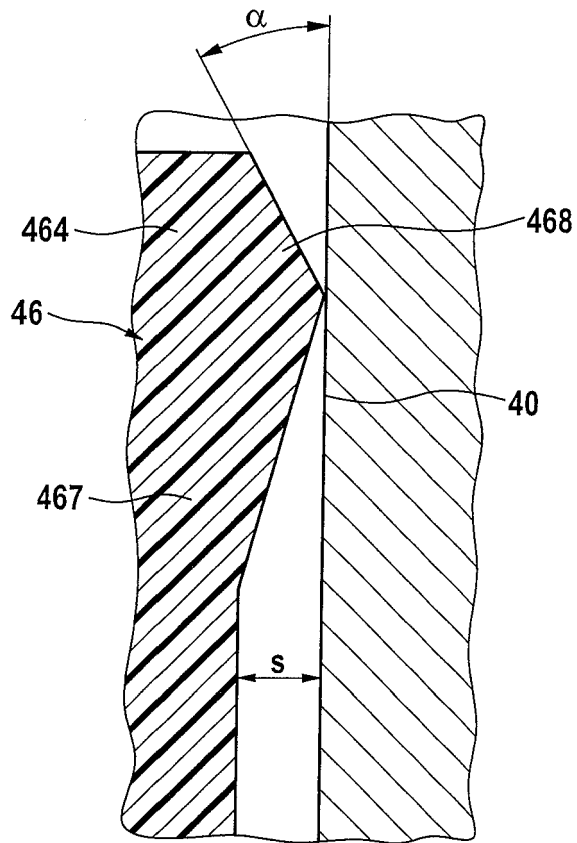


FIG. 7

**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 102004063074 A1 [0003]
- DE 102008043846 A1 [0004]
- GB 2332035 A [0004]
- DE 10327408 A1 [0012]
- DE 102004013307 A1 [0016]