



(11) **EP 1 570 178 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
08.06.2011 Patentblatt 2011/23

(51) Int Cl.:
F04B 1/053 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **03812124.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/002703

(22) Anmeldetag: **11.08.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/051084 (17.06.2004 Gazette 2004/25)

(54) **HOCHDRUCKPUMPE FÜR EINE KRAFTSTOFFEINSPRITZEINRICHTUNG EINER BRENNKRAFTMASCHINE**

HIGH PRESSURE PUMP FOR A FUEL INJECTION DEVICE OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

POMPE HAUTE PRESSION POUR DISPOSITIF D'INJECTION DE CARBURANT DE MOTEUR A COMBUSTION INTERNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **04.12.2002 DE 10256528**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.09.2005 Patentblatt 2005/36

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

(72) Erfinder:
• **KLEINBECK, Thomas**
71665 Vaihingen/Enz-Riet (DE)

- **VOGT, Andreas**
71272 Renningen (DE)
- **REDLICH, Alexander**
70771 Leinfelden-Echterdingen (DE)
- **KOCH, Markus**
70176 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 851 120 EP-A- 0 890 743
WO-A-00/49291 US-A- 5 937 734

EP 1 570 178 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

[0002] Eine solche Hochdruckpumpe ist durch die EP 0 851 120 A bekannt. Diese Hochdruckpumpe weist eine Antriebswelle auf und wenigstens ein Pumpenelement. Das Pumpenelement weist einen durch die Antriebswelle in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf. Auf einem exzentrisch zu deren Drehachse angeordneten Abschnitt der Antriebswelle ist ein Ring drehbar gelagert, auf dem sich der Pumpenkolben über ein Stützelement abstützt. Der Ring und/oder das Stützelement weist zumindest in deren Kontaktbereich eine Vielzahl von Mikrovertiefungen auf und am Ring und/oder am Stützelement ist zumindest in deren Kontaktbereich eine Feststoffschmierschicht aufgebracht. Die Mikrovertiefungen sind dabei infolge der Oberflächenrauigkeit vorhanden, jedoch nicht gezielt in die Oberfläche eingebracht. Hierdurch ist die Wirkung der Mikrovertiefungen zur Aufnahme der Feststoffschmierschicht oder von Kraftstoff unter Umständen nicht ausreichend, so dass bei der Erzeugung sehr hoher Drücke und bei geringer Schmierwirkung des Kraftstoffs keine ausreichende Lebensdauer der Hochdruckpumpe erreicht wird.

[0003] Durch die WO 00/49291 A ist ebenfalls eine Hochdruckpumpe bekannt, bei der am Ring und/oder am Stützelement im Kontaktbereich eine Feststoffschmierschicht aufgebracht ist. Jedoch sind keine gezielt eingebrachte Mikrovertiefungen vorgesehen.

[0004] Auch durch die US 5 937 734 A ist eine Hochdruckpumpe bekannt, bei der am Ring und/oder am Stützelement im Kontaktbereich eine Feststoffschmierschicht aufgebracht ist. Es sind keine gezielt eingebrachten Mikrovertiefungen vorgesehen.

Vorteile der Erfindung

[0005] Die erfindungsgemäße Hochdruckpumpe mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil, dass die Verschleißbeständigkeit des Rings und des Stützelements derart verbessert ist, dass die Hochdruckpumpe auch bei der Erzeugung sehr hoher Drücke und bei geringer Schmierwirkung des Kraftstoffs eine ausreichende Lebensdauer erreicht.

[0006] In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Hochdruckpumpe angegeben.

Zeichnung

[0007] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Hochdruckpumpe in einem Längsschnitt. Figur 2 die Hochdruckpumpe in einem Querschnitt entlang Linie II-II in Figur 1, Figur 3 einen in Figur 2 mit III bezeichneten Aus-

schnitt der Hochdruckpumpe mit einer ersten Ausführung von Mikrovertiefungen und die Figuren 4 bis 6 weitere Ausführungen von Mikrovertiefungen.

5 Beschreibung des Ausführungsbeispiels

[0008] In den Figuren 1 bis 6 ist eine Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine beispielsweise eines Kraftfahrzeugs dargestellt, die als Radialkolbenpumpe ausgebildet ist. Durch die Hochdruckpumpe wird dabei Kraftstoff unter Hochdruck von bis zu 2000 bar gefördert, beispielsweise in einen Speicher, aus dem Kraftstoff zur Einspritzung an der Brennkraftmaschine entnommen wird. Die Hochdruckpumpe weist ein Gehäuse 10 auf, in dem eine Antriebswelle 12 um eine Achse 13 drehbar gelagert ist. Im Gehäuse 10 sind wenigstens ein, vorzugsweise mehrere Pumpenelemente 14 angeordnet, die durch die Antriebswelle 12 angetrieben werden. Die Antriebswelle 12 weist einen exzentrisch zu ihrer Drehachse 13 ausgebildeten Wellenabschnitt 16 auf, auf dem ein Ring 18 drehbar gelagert ist. Die Pumpenelemente 14 weisen jeweils einen Pumpenkolben 20 auf, der in einer zumindest annähernd radial zur Drehachse 13 der Antriebswelle 12 verlaufenden Zylinderbohrung 22 verschiebbar dichtgeführt ist. Der Pumpenkolben 20 jedes Pumpenelements 14 stützt sich mit seinem Kolbenfuß 21 über ein Stützelement 24 am Ring 18 ab. Der Kolbenfuß 21 kann dabei durch eine Feder 26, die sich einerseits am Gehäuse 10 und andererseits über einen Federteller 23 am Stützelement 24 abstützt, in Anlage am Stützelement 24 und über dieses am Ring 18 gehalten werden. Das Stützelement 24 kann beispielsweise als Stützplatte oder als Stößel ausgebildet sein.

[0009] Durch den jeweiligen Pumpenkolben 20 wird ein Pumpenarbeitsraum 28 begrenzt, der durch ein in den Pumpenarbeitsraum 28 öffnendes Einlassventil 30 mit einer Kraftstoffzuführung verbindbar ist, in der Niederdruck herrscht. Der Pumpenarbeitsraum 28 ist außerdem durch ein zum Speicher hin öffnendes Auslassventil 32 mit dem Speicher verbindbar. Bei der Rotation der Antriebswelle 12 wird der Pumpenkolben 20 über den exzentrischen Wellenabschnitt 16 der Antriebswelle 12 und den Ring 18, der sich nicht mit der Antriebswelle 12 mitdreht, in einer Hubbewegung angetrieben. Wenn der Pumpenkolben 20 sich radial nach innen bewegt, so führt dieser einen Saughub aus, wobei das Einlassventil 30 geöffnet ist, so dass Kraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 28 einströmt, während das Auslassventil 32 geschlossen ist. Wenn der Pumpenkolben 20 sich radial nach außen bewegt, so führt dieser einen Förderhub aus, wobei das Einlassventil 30 geschlossen ist und der vom Pumpenkolben 20 verdichtete Kraftstoff durch das geöffnete Auslassventil 32 unter hohem Druck in den Speicher gelangt.

[0010] Der Ring 18 weist entsprechend der Anzahl der Pumpenelemente 14 an seiner Außenseite Abflachungen 34 auf, an denen das jeweilige Stützelement 24 an-

liegt. Während des Betriebs der Hochdruckpumpe werden der Ring 18 und die Stützelemente 24 durch die zyklische Belastung und Entlastung der Pumpenkolben 20 bei deren Förderhub und Saughub schwingend belastet, indem unterschiedlich hohe Druckkräfte im Kontaktbereich zwischen den Stützelementen 24 und dem Ring 18 wirken. Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die durch die Hochdruckpumpe geförderte Kraftstoffmenge an den Bedarf der Brennkraftmaschine angepasst werden kann. Hierzu kann der Zulauf von Kraftstoff in die Pumpenarbeitsräume 28 derart begrenzt werden, dass diese nur teilweise befüllt werden. Dies kann beispielsweise mittels einer Saugdrosselung im Zulauf zu den Pumpenarbeitsräumen 28 erfolgen. Bei einer Teilbefüllung der Pumpenarbeitsräume 28 treten zusätzlich schlagende Belastungen des Rings 18 und der Stützelemente 24 auf, da die Kraftstoffförderung und damit die Druckbelastung des Rings 18 und der Stützelemente 24 erst nach einem teilweisen Leerhub der Pumpenkolben 20 erfolgt.

[0011] Auf den Ring 18 ist an seiner Außenseite zumindest an den Abflachungen 34, die den Kontaktbereich zu den Stützelementen 24 darstellen, eine Festschmierstoffschicht 40 aufgebracht. Der Ring 18 weist außerdem an seiner Außenseite zumindest an den Abflachungen 34 und damit im Kontaktbereich zu den Stützelementen 24 eine Vielzahl von Mikrovertiefungen 42 auf, die in den Figuren 3 bis 6 vergrößert dargestellt sind. Der Ring 18 besteht vorzugsweise aus Stahl.

[0012] Die Mikrovertiefungen 42 können beispielsweise wie in Figur 3 dargestellt als Näpfchen ausgebildet sein, die gleichmäßig oder unregelmäßig verteilt über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 angeordnet sind. Die Mikrovertiefungen 42 können alternativ auch wie in Figur 4 dargestellt als zumindest annähernd gerade verlaufende Nuten ausgebildet sein, die in Längsrichtung oder Querrichtung oder mit beliebiger anderer Orientierung über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verlaufen. Die Mikrovertiefungen 42 können alternativ auch wie in Figur 5 dargestellt als sich überkreuzende Nuten ausgebildet sein, die über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verlaufen. Die Mikrovertiefungen 42 können weiterhin alternativ auch wie in Figur 6 dargestellt als zumindest annähernd kreissegmentförmig verlaufende Nuten ausgebildet sein, die zumindest annähernd konzentrisch zueinander verlaufend über die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 verteilt angeordnet sind. Es kann auch eine Kombination der vorstehend erläuterten unterschiedlichen Ausführungen der Mikrovertiefungen 42 verwendet werden.

[0013] Die Mikrovertiefungen 42 weisen vorzugsweise eine Tiefe von etwa 2 bis 30 μm , eine Breite von etwa 15 bis 30 μm und sind in einem Abstand von etwa 30 bis 150 μm voneinander angeordnet. Die Mikrovertiefungen 42 können mittels bekannter Bearbeitungsverfahren wie beispielsweise Laserfertigung, Hartdrehen, Funkenerosion oder lithographischer Verfahren in die Fläche der Abflachungen 34 des Rings 18 eingebracht werden.

[0014] Die Festschmierstoffschicht 40 ist auf die Flä-

che der Abflachungen 34 des Rings 18 aufgebracht und kann die gesamte Fläche, also nicht nur die Mikrovertiefungen 42 sondern auch die zwischen diesen liegenden erhabenen Bereiche bedecken. In der Oberfläche der Festschmierstoffschicht 40 können dabei die Mikrovertiefungen 42 entsprechend als Vertiefungen abgebildet sein. In den Vertiefungen der Festschmierstoffschicht 40 kann sich Kraftstoff sammeln, durch den die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert wird. Zu Beginn des Betriebs der Hochdruckpumpe ist dabei zwischen den Kontaktbereichen des Rings 18 und der Stützelemente 24 die Festschmierstoffschicht 40 vorhanden und erleichtert das Einlaufen der Hochdruckpumpe, wobei die Festschmierstoffschicht 40 jedoch während des Betriebs der Hochdruckpumpe abgetragen wird. Nach einer gewissen Betriebsdauer der Hochdruckpumpe ist die Festschmierstoffschicht 40 nur noch in den Mikrovertiefungen 42 vorhandenen. Bei weiterem Verschleiß des Rings 18 tritt ständig weiterer Festschmierstoff aus den Mikrovertiefungen 42 aus und verbessert die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24. Die Dicke der Festschmierstoffschicht 40 beträgt in deren Ausgangszustand beispielsweise zwischen 10 μm und 20 μm .

[0015] Es kann auch vorgesehen sein, dass zuerst die Festschmierstoffschicht 40 auf den Ring 18 aufgebracht wird und anschließend die Mikrovertiefungen 42 hergestellt werden. In diesem Fall befindet sich kein Festschmierstoff in den Mikrovertiefungen 42, diese haben jedoch den Effekt, dass sich in diesen Kraftstoff sammelt, der die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert.

[0016] Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Festschmierstoffschicht 40 nur in die Mikrovertiefungen 42 eingebracht wird und die zwischen diesen liegenden erhabenen Bereiche keine Festschmierstoffschicht 40 aufweisen. Während des Betriebs der Hochdruckpumpe tritt dann aufgrund des vorhandenen Verschleißes ständig Festschmierstoff aus den Mikrovertiefungen 42 aus und verbessert die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24. Es kann auch vorgesehen sein, dass die Festschmierstoffschicht 40 die Mikrovertiefungen 42 in Richtung von deren Tiefe nur teilweise ausfüllt. In diesem Fall kann sich zu Beginn des Betriebs der Hochdruckpumpe in den Mikrovertiefungen 42 Kraftstoff sammeln, durch den die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert wird. Mit zunehmender Betriebsdauer der Hochdruckpumpe verringert sich aufgrund des Verschleißes die Tiefe der Mikrovertiefungen 42, so dass aus diesen allmählich der Festschmierstoff austritt und dann die Schmierung zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24 verbessert.

[0017] Die Festschmierstoffschicht 40 besteht aus einem Bindermaterial, in das Festschmierstoffpartikel eingelagert sind. Die Festschmierstoffschicht 40 kann beispielsweise in Form eines flüssigen Lacks oder mit anderen bekannten Applikationstechniken auf den Ring 18

aufgebracht werden. Das Bindermaterial kann aus organischen oder anorganischen Verbindungen bestehen. Die Verwendung anorganischer Verbindungen für das Bindermaterial bietet gegenüber organischen Verbindungen den Vorteil einer höheren Temperaturbeständigkeit. Die Verwendung organischer Verbindungen für das Bindermaterial bietet gegenüber anorganischen Verbindungen den Vorteil einer besseren Korrosionsbeständigkeit. Die Auswahl des Bindermaterials orientiert sich an den Anforderungen hinsichtlich Temperaturbeständigkeit und Kraftstoffbeständigkeit. Die Festschmierstoffpartikel liegen im Bindermaterial gleichmäßig als Partikel in einer Größe von wenigen μm , vorzugsweise zwischen etwa 3 und 8 μm Durchmesser vor. Als Festschmierstoffe können insbesondere Polytetrafluorethylen oder Graphit oder Molybdändisulfid verwendet werden, wobei auch eine Mischung aus diesen Stoffen verwendet werden kann. Eine Mischung aus Polytetrafluorethylen und Molybdändisulfid ermöglicht einen geringen Reibwert zwischen dem Ring 18 und den Stützelementen 24.

[0018] Zur Optimierung der Haftung der Feststoffschmierschicht 40 am Ring 18 kann eine chemische Vorbehandlung der Oberfläche des Rings 18 erfolgen, beispielsweise ein Phosphatieren, wodurch eine haftvermittelnde Zwischenschicht 44 erzeugt wird. Diese Zwischenschicht ist derart aufzubringen, dass durch diese die Mikrovertiefungen 42 nicht eingeebnet werden. Die Dicke der Zwischenschicht sollte maximal etwa 20% der Tiefe der Mikrovertiefungen 42 betragen.

[0019] Alternativ oder zusätzlich zum Ring 18 können auch die Stützelemente 24 in ihrem Kontaktbereich mit dem Ring 18 mit einer entsprechenden Feststoffschmierschicht 40 und Mikrovertiefungen 42 versehen sein wie vorstehend beschrieben.

Patentansprüche

1. Hochdruckpumpe für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung einer Brennkraftmaschine, mit einer Antriebswelle (12), mit wenigstens einem Pumpenelement (14), das einen durch die Antriebswelle (12) in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben (20) aufweist, wobei auf einem exzentrisch zu deren Drehachse (13) angeordneten Abschnitt (16) der Antriebswelle (12) ein Ring (18) drehbar gelagert ist, auf dem sich der Pumpenkolben (20) über ein Stützelement (24) abstützt, wobei der Ring (18) und/oder das Stützelement (24) zumindest in deren Kontaktbereich eine Vielzahl von Mikrovertiefungen (42) aufweist und wobei am Ring (18) und/oder am Stützelement (24) zumindest in deren Kontaktbereich eine Feststoffschmierschicht (40) aufgebracht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mikrovertiefungen (42) eine Tiefe von 2 bis 30 μm , eine Breite von 15 bis 30 μm und einen Abstand voneinander von 30 bis 150 μm aufweisen, und dass die Mikrovertiefungen (42) in Form von Nöpfchen oder Nuten aus-

gebildet sind.

2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Nuten überkreuzen.
3. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Nuten zumindest annähernd kreissegmentförmig ausgebildet sind.
4. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Festschmierstoffschicht (40) Polytetrafluorethylen und/oder Graphit und/oder Molybdändisulfid enthält.
5. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Festschmierstoffschicht (40) ein Bindermaterial aufweist, in dem Festschmierstoffpartikel gleichmäßig verteilt eingelagert sind.
6. Hochdruckpumpe nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Oberfläche des Rings (18) und/oder des Stützelements (24) und der Festschmierstoffschicht (40) eine haftvermittelnde Zwischenschicht (44) angeordnet ist.

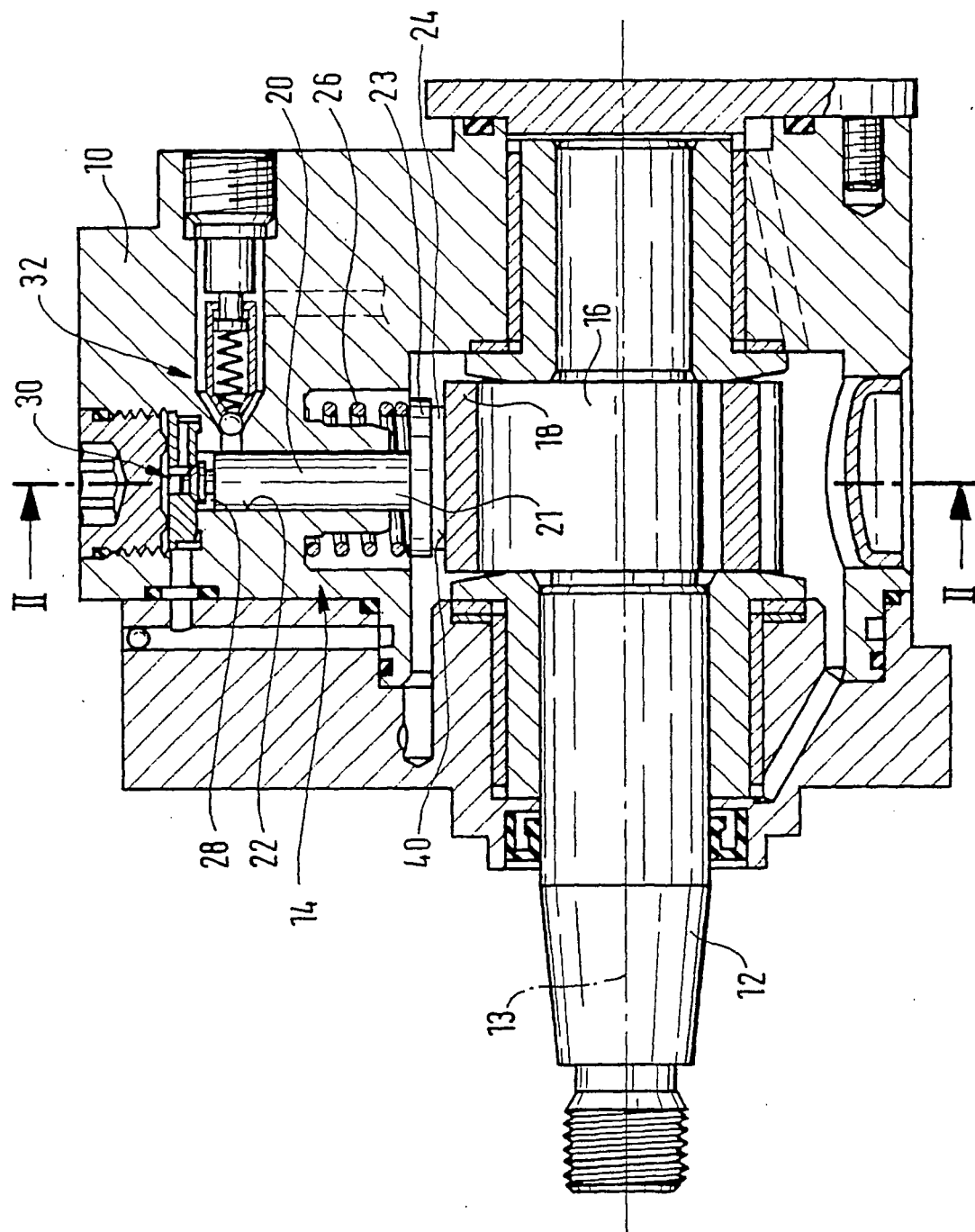
Claims

1. High-pressure pump for a fuel injection device of an internal combustion engine, having a drive shaft (12), having at least one pump element (14) which has a pump piston (20) which is driven in a reciprocating movement by the drive shaft (12), a ring (18) being mounted rotatably on a section (16) of the drive shaft (12), which section (16) is arranged eccentrically with respect to the rotational axis (13) of said drive shaft (12), on which ring (18) the pump piston (20) is supported via a supporting element (24), wherein the ring (18) and/or the supporting element (24) have/has a multiplicity of microdepressions (42) at least in their contact region, and wherein a solid lubricant layer (40) is applied on the ring (18) and/or on the supporting element (24) at least in their contact region, **characterized in that** the microdepressions (42) have a depth of from 2 to 30 μm , a width of from 15 to 30 μm and a spacing from one another of from 30 to 150 μm , and **in that** the microdepressions (42) are configured in the form of cells or grooves.
2. High-pressure pump according to Claim 1, **characterized in that** the grooves intersect.
3. High-pressure pump according to Claim 1, **characterized in that** the grooves are of at least approximately circular segment-shaped configuration.

4. High-pressure pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the solid lubricant layer (40) comprises polytetrafluoroethylene and/or graphite and/or molybdenum disulphide. 5
5. High-pressure pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** the solid lubricant layer (40) has a binder material, in which solid lubricant particles are embedded in a uniformly distributed manner. 10
6. High-pressure pump according to one of the preceding claims, **characterized in that** an adhesion-enhancing intermediate layer (44) is arranged between the surface of the ring (18) and/or of the supporting element (24) and the solid lubricant layer (40). 15
5. Pompe haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la couche de lubrifiant solide (40) présente un liant dans lequel des particules de lubrifiant solide sont incorporées de manière répartie uniformément.
6. Pompe haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**entre la surface de la bague (18) et/ou de l'élément de support (24) et la couche de lubrifiant solide (40) est disposée une couche intermédiaire (44) promotrice d'adhésion.

Revendications

1. Pompe haute pression pour un dispositif d'injection de carburant d'un moteur à combustion interne, comprenant un arbre d'entraînement (12), au moins un élément de pompe (14), qui présente un piston de pompe (20) entraîné dans un mouvement de va-et-vient par l'arbre d'entraînement (12), une bague (18) étant montée à rotation sur une portion (16) de l'arbre d'entraînement (12) disposée de manière excentrique par rapport à son axe de rotation (13), sur laquelle bague s'appuie le piston de pompe (20) par le biais d'un élément de support (24), la bague (18) et/ou l'élément de support (24) présentant au moins dans sa/leur région de contact une pluralité de renforcements microscopiques (42) et au moins dans sa/leur région de contact, une couche de lubrifiant solide (40) étant appliquée sur la bague (18) et/ou sur l'élément de support (24), **caractérisée en ce que** les renforcements microscopiques (42) présentent une profondeur de 2 à 30 μm , une largeur de 15 à 30 μm et un espacement les uns des autres de 30 à 150 μm , et **en ce que** les renforcements microscopiques (42) sont réalisés sous forme de petits creux ou de rainures. 20 25 30 35 40
2. Pompe haute pression selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les rainures se croisent. 45
3. Pompe haute pression selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les rainures sont réalisées au moins approximativement en forme de segments de cercle. 50
4. Pompe haute pression selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la couche de lubrifiant solide (40) contient du polytétrafluoroéthylène et/ou du graphite et/ou du sulfure de molybdène. 55



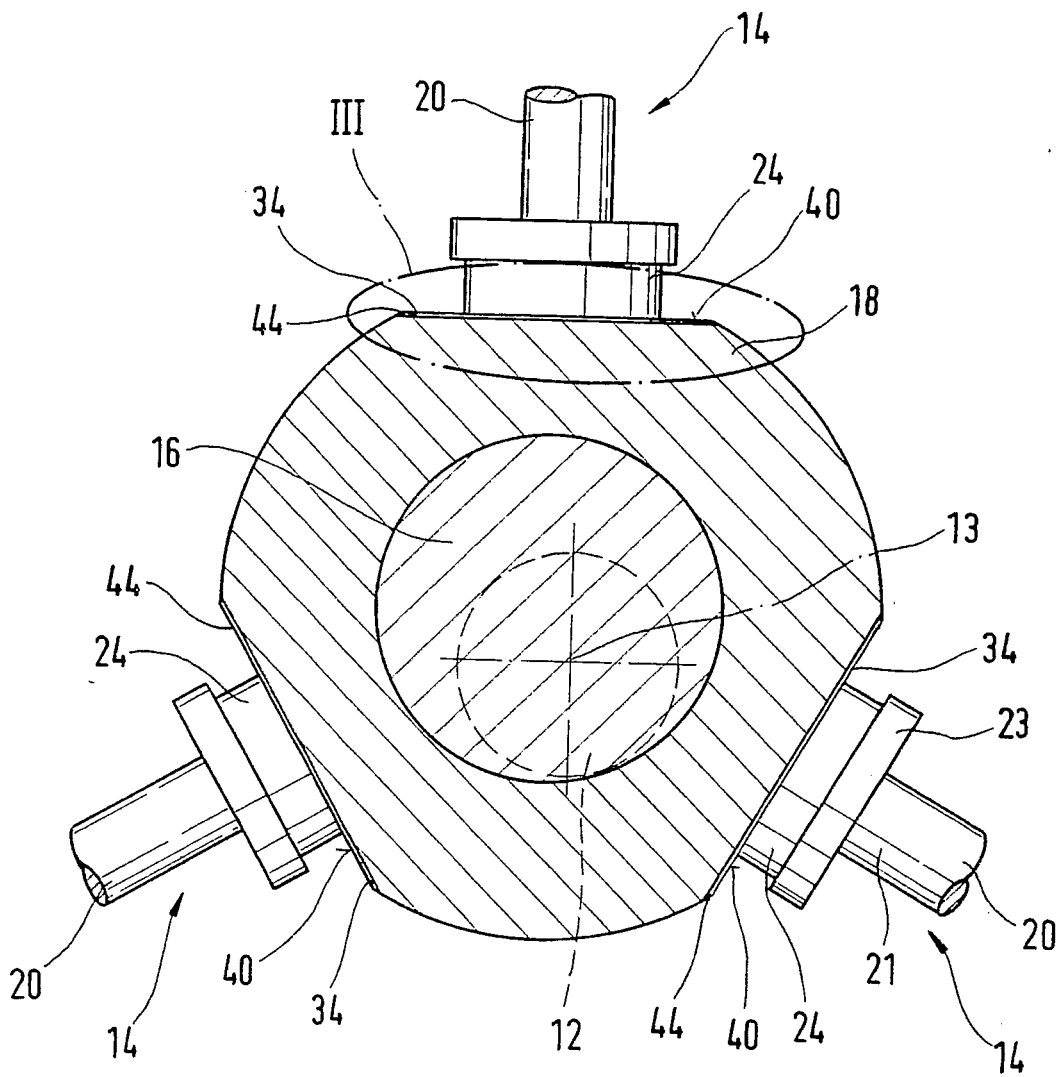
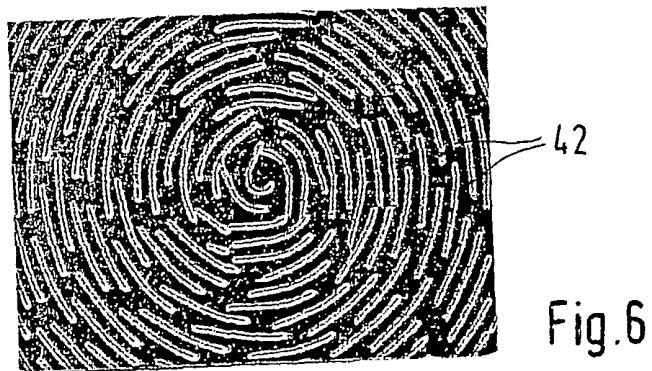
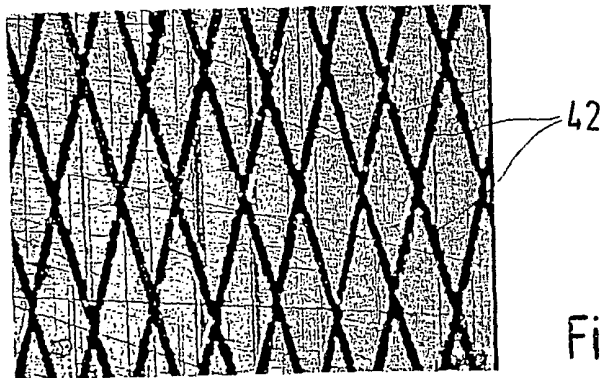
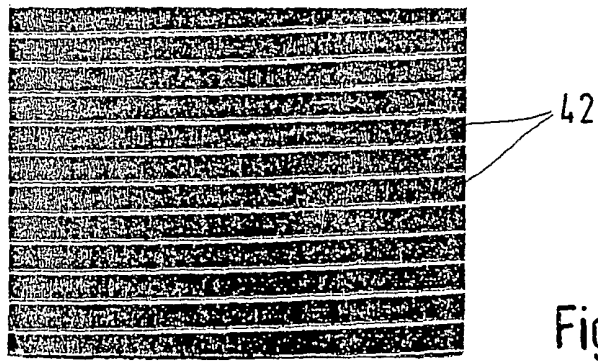
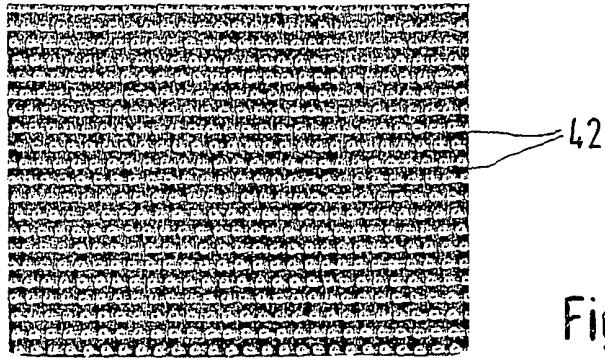


FIG. 2



IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0851120 A [0002]
- WO 0049291 A [0003]
- US 5937734 A [0004]