

(19)



(11)

EP 3 676 495 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.06.2021 Patentblatt 2021/22

(51) Int Cl.:
F04B 1/12 ^(2020.01) **F04B 27/08** ^(2006.01)
F04B 53/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **18764996.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2018/100729

(22) Anmeldetag: **22.08.2018**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2019/042495 (07.03.2019 Gazette 2019/10)

(54) **HERSTELLUNGSVERFAHREN, KOLBENROHLING, KOLBEN SOWIE AXIALKOLBENMASCHINE MIT DEM KOLBEN**

PRODUCTION METHOD, PISTON BLANK, PISTON AND AXIAL PISTON MACHINE HAVING SAID PISTON

PROCÉDÉ DE FABRICATION, ÉBAUCHE DE PISTON, PISTON ET MACHINE À PISTONS AXIAUX AYANT CE 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: **31.08.2017 DE 102017119967**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.07.2020 Patentblatt 2020/28

(73) Patentinhaber: **Schaeffler Technologies AG & Co. KG**
91074 Herzogenaurach (DE)

(72) Erfinder:
• **KICK-RODENBÜCHER, Reinhard**
90455 Nürnberg (DE)
• **KUHN, Lukas**
90617 Puschendorf (DE)
• **HARTMANN, Horst**
91086 Aurachtal (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1- 19 934 216 DE-A1-102004 061 863
DE-A1-102006 060 015 DE-U1-202007 017 659
KR-A- 20120 037 241

EP 3 676 495 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 ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung einen Kolbenrohling, einen Kolben sowie eine Axialkolbenmaschine mit dem Kolben.

[0002] Es sind Axialkolbenmaschinen bekannt, welche als Pumpe und/oder als Motor arbeiten. Derartige Axialkolbenmaschinen weisen eine Mehrzahl von sogenannten Axialkolben auf. Beispielsweise werden die Axialkolben spanend gefertigt.

[0003] Die Druckschrift DE 10 2004 061 863 A1, die wohl den nächstkommenen Stand der Technik beschreibt, offenbart einen Kolben für eine Kolbenmaschine, insbesondere für eine Axialkolbenmaschine in Schrägachsenbauweise, umfassend einen konischen Abschnitt, einen Halsbereich und einen an dem Halsbereich angeformten Kugelkopf, eine in dem Kolben ausgebildete Ausnehmung und einen in der Ausnehmung ausgebildeten Zapfen. Ferner offenbart die Druckschrift ein Verfahren zur Herstellung des Kolbens, wobei das Verfahren die Verfahrensschritte Abstechen von Rundmaterial auf gewünschte Länge, Herstellen einer Innenkontur durch Kaltfließpressen, Vorbereiten der Außenkontur durch Vordrehen, Herstellen der Außenkontur durch Rundkneten und Nachbearbeiten umfasst.

[0004] Die DE 20 2007 017 659 U1 beschreibt eine hydrostatische Verdrängereinheit mit längsverschieblich gelagerten Kolben. Ein solcher Kolben weist einen Kolbenkopf, einen Kolbenschaft und einen Kolbenfuß auf. Dieser Kolben besitzt eine Durchgangsbohrung und wird pulvermetallurgisch hergestellt.

[0005] Die DE 199 34 216 A1 offenbart einen Hohlkolben mit einem ringförmigen Hohlraum für eine Kolbenmaschine und ein Verfahren zu dessen Herstellung.

[0006] Die DE 10 2006 060015 A1 beschreibt einen Hohlkolben mit einem ringförmigen Hohlraum für eine Axialkolbenmaschine,

[0007] Die KR 2012 0037241 A offenbart einen Kolben mit Kugelkopf und einer Durchgangsöffnung.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Herstellungsverfahren vorzuschlagen, welches sich durch eine kostengünstige Herstellung eines Kolbenrohlings bzw. eines Kolbens auszeichnet. Es ist ferner Aufgabe der Erfindung einen entsprechenden Kolbenrohling, einen Kolben sowie eine Axialkolbenmaschine mit dem Kolben vorzuschlagen.

[0009] Diese Aufgabe wird durch ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einen Kolbenrohling mit den Merkmalen des Anspruchs 7, einen Kolben mit den Merkmalen des Anspruchs 8 sowie eine Axialkolbenmaschine mit dem Merkmal des Anspruchs 9 gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den Figuren offenbart.

[0010] Gegenstand der Erfindung ist ein Herstellungsverfahren, welches insbesondere zur Herstellung eines

Kolbenrohlings für einen Kolben und/oder des Kolbens dient. Der Kolbenrohling ist bevorzugt ein Zwischenprodukt und kann in weiteren Verfahrensschritten zu dem Kolben hergestellt werden. Vorzugsweise ist der Kolben für eine Axialkolbenmaschine ausgebildet und/oder geeignet. Besonders bevorzugt ist der Kolben als ein Axialkolben und/oder die Axialkolbenmaschine als eine Axialkolbenpumpe ausgebildet. Im Speziellen ist die Axialkolbenmaschine für eine Landmaschine ausgebildet und/oder geeignet. Insbesondere ist die Axialkolbenmaschine als ein Axialkolbenmotor ausgebildet, und kann beispielsweise in eine Radnabe der Landmaschine integriert sein. Der Kolben kann in einer Zylinderbohrung der Axialkolbenmaschine aufgenommen und/oder geradgeführt sein. Im Rahmen der Erfindung wird vorgeschlagen, dass in einem Verfahrensschritt, vorzugsweise in einem ersten Verfahrensschritt, des Herstellungsverfahrens ein Zwischenrohling durch Fließpressen hergestellt wird. Insbesondere wird hierzu ein Rohteil, vorzugsweise ein Vollkörper, mittels eines Fließpresswerkzeuges umgeformt. Bevorzugt werden durch das Fließpressen ein Schaftabschnitt und/oder ein Kugelkopfabschnitt und/oder ein Dichtabschnitt hergestellt, sodass der Zwischenrohling gebildet wird. Insbesondere wird durch das Fließpressen eine Grundform des fertigen Kolbens erzeugt. Optional wird durch das Fließpressen eine in Bezug auf die Hauptachse umlaufende Erhebung an dem Kugelkopfabschnitt erzeugt. Die Erhebung wird insbesondere aufgrund eines Volumenausgleiches während des Fließpressens gebildet.

[0011] Der Zwischenrohling weist den Schaftabschnitt, den Kugelkopfabschnitt und den Dichtabschnitt auf. Der Kugelkopfabschnitt dient insbesondere zur gelenkigen Verbindung mit einer Scheibe der Axialkolbenmaschine. Der Dichtabschnitt dient insbesondere zur Aufnahme eines Dichtmittels und/oder zur Abdichtung des Kolbens gegenüber der Zylinderbohrung. Der Schaftabschnitt verbindet den Kugelkopfabschnitt mit dem Dichtabschnitt. Insbesondere sind der Kugelkopfabschnitt und der Dichtabschnitt unmittelbar an den Schaftabschnitt angeformt. Der Schaftabschnitt definiert mit seiner Längsachse und/oder seiner Symmetrieachse eine Hauptachse. Vorzugsweise ist der Dichtabschnitt als eine Art Flansch oder Kragen ausgebildet, welcher sich in Bezug auf die Hauptachse in radialer Richtung erstreckt. Der Dichtabschnitt und/oder der Kugelkopfabschnitt können einen größeren Außendurchmesser aufweisen als der Schaftabschnitt. Bevorzugt weist der Schaftabschnitt eine konische oder eine zylindrische Form auf.

[0012] In einem weiteren Verfahrensschritt, vorzugsweise in einem zweiten Verfahrensschritt, des Herstellungsverfahrens wird ein Kolbenrohling hergestellt. Hierzu wird in den Zwischenrohling eine Durchgangsöffnung durch Zerspanen eingebracht. Die Durchgangsöffnung kann durch ein zerspanendes Werkzeug in den Zwischenrohling eingebracht werden. Vorzugsweise wird die Durchgangsöffnung durch Fräsen oder durch Bohren

in den Zwischenrohling eingebracht. Hierzu wird das zerspanende Werkzeug in axialer Richtung in Bezug auf die Hauptachse durch den Dichtabschnitt, den Schaftabschnitt und den Kugelabschnitt mit einem Vorschub bewegt, während das zerspanende Werkzeug rotiert.

[0013] Die Durchgangsöffnung erstreckt sich innerhalb des Kolbenrohrlings in Längsrichtung. Die Durchgangsöffnung ist vorzugsweise als eine Durchgangsbohrung und/oder eine Längsbohrung und/oder als eine Stufenbohrung ausgebildet. Die Durchgangsöffnung ist besonders bevorzugt koaxial und/oder konzentrisch zu der Hauptachse angeordnet. Bevorzugt erstreckt sich die Durchgangsöffnung in axialer Richtung in Bezug auf die Hauptachse zwischen dem Kugelabschnitt und dem Dichtabschnitt. Insbesondere durchsetzt die Durchgangsöffnung den Kolbenrohling. Die Durchgangsöffnung kann beispielsweise als eine hydraulische Entlastung dienen.

[0014] Der Vorteil der Erfindung besteht darin, dass durch das Fließpressen des Zwischenrohrlings der Aufwand der spanenden Nachbearbeitung hin zum Fertigteil, insbesondere dem Kolben, deutlich reduziert wird. Durch das Fließpressen weist der Kolbenrohling bereits eine hohe Oberflächengüte sowie eine hohe Bauteilgenauigkeit auf. Ferner stellt sich in dem fließprozess-technisch hergestellten Kolben ein gerichteter Faserverlauf ein, welcher sich positiv auf die Bauteileigenschaften, beispielsweise die Bauteilfestigkeit, auswirkt. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass der Kolbenrohling mittels des erfindungsgemäßen Herstellungsverfahrens kostengünstig hergestellt werden kann.

[0015] Erfindungsgemäß wird durch das Fließpressen eine Einprägung in dem Kugelkopfabschnitt erzeugt. Insbesondere ist die Einprägung als eine Kegelsenkung ausgebildet. Die Einprägung ist vorzugsweise koaxial und/oder konzentrisch zu der Hauptachse angeordnet. Im Speziellen ist die Einprägung an einer axialen Stirnseite des Kugelkopfabschnitts angebracht und erstreckt sich vorzugsweise axial in Richtung des Schaftabschnitts.

[0016] Die Einprägung bildet einen Austritt für die Durchgangsöffnung. Insbesondere wird die Durchgangsöffnung separat in einem nachfolgenden spanenden Bearbeitungsprozess in den Zwischenrohling eingebracht. Vorzugsweise weist die Einprägung einen größeren Durchmesser als die Durchgangsöffnung auf, so dass die Einprägung bevorzugt eine Fase an der Durchgangsöffnung bildet. Besonders bevorzugt mündet die Durchgangsöffnung des Kolbenrohrlings innerhalb der Einprägung. Dadurch wird sichergestellt, dass kein Grat an der axialen Stirnseite des Kugelkopfabschnitts entsteht bzw. vorhanden ist.

[0017] In einer weiteren bevorzugten Ausführung der Erfindung wird durch das Fließpressen eine Aussparung in dem Dichtabschnitt erzeugt. Die Aussparung dient insbesondere zur Gewichtsreduzierung des Kolbens. Bevorzugt werden die Form des Zwischenrohrlings sowie die Aussparung und/oder die Einprägung in einem Pro-

zessschritt erzeugt. Insbesondere ist die Aussparung als eine kegelförmige und/oder eine zylindrische und/oder eine konkave und/oder eine halbkugelförmige Vertiefung ausgebildet. Die Aussparung ist vorzugsweise koaxial und/oder konzentrisch zu der Hauptachse angeordnet. Im Speziellen ist die Aussparung an einer axialen Stirnseite des Dichtabschnitts angebracht und erstreckt sich vorzugsweise axial in Richtung des Schaftabschnitts.

[0018] Die Aussparung bildet einen Eintritt für die Durchgangsöffnung. Vorzugsweise weist die Aussparung einen größeren Durchmesser als die Durchgangsöffnung auf. Besonders bevorzugt wird die Durchgangsöffnung in einem Bodenbereich der Aussparung in den Zwischenrohling eingebracht. Der Vorteil der Aussparung besteht vorzugsweise darin, dass durch die Aussparung eine geringere Masse in der späteren Anwendung bewegt werden muss. Dadurch kann insbesondere das Betriebsverhalten der Axialkolbenmaschine verbessert werden.

[0019] In einer weiteren bevorzugten Realisierung wird durch das Fließpressen an dem Zwischenrohling eine endkonturnahe Oberfläche des Schaftabschnitts erzeugt. Insbesondere ist die endkonturnahe Oberfläche durch eine Mantelfläche des Schaftabschnitts gebildet. Alternativ oder optional ergänzend ist die endkonturnahe Oberfläche durch einen Übergangsbereich zwischen dem Schaftabschnitt und dem Dichtabschnitt und/oder zwischen dem Schaftabschnitt und dem Kugelkopfabschnitt gebildet. Vorzugsweise ist der Übergangsbereich als ein Radius und/oder ein Konus ausgebildet, mit welchem der Schaftabschnitt auf den Kugelkopfabschnitt und/oder den Dichtabschnitt übergeht.

[0020] Alternativ oder optional ergänzend wird eine endkonturnahe Stirnfläche des Dichtabschnitts erzeugt. Insbesondere ist die endkonturnahe Stirnfläche in Bezug auf die Hauptachse durch eine axiale Stirnfläche des Dichtabschnitts gebildet. Bevorzugt ist die Stirnfläche als eine Kreisringfläche ausgebildet.

[0021] Insbesondere ist durch das Fließpressen eine Oberflächengüte der endkonturnahen Oberfläche bzw. Stirnfläche erzeugt, welche den Oberflächenanforderungen des fertigen Kolbens entspricht. Somit müssen die endkonturnahe Oberfläche bzw. Stirnfläche in den weiteren Bearbeitungsprozessen nicht nachbearbeitet werden, wodurch die Herstellungskosten des Kolbens deutlich reduziert sind. Ferner bilden die Oberflächenbeschaffenheit der endkonturnahen Flächen sowie der Faserverlauf im Inneren des Kolbenrohrlings bzw. des Kolbens eindeutige Identifizierungsmerkmale für einen durch Fließpressen hergestellten Kolben.

[0022] In einer weiteren Ausführung wird an dem Zwischenrohling oder an dem Kolbenrohling eine Kalottengeometrie an einer Umfangsfläche des Dichtabschnitts durch Zerspanen erzeugt. Die Kalottengeometrie verhindert insbesondere ein Verkeilen des Kolbens in der Zylinderbohrung der Axialkolbenmaschine. Vorzugsweise ist die Kalottengeometrie als eine rotationssymmetrische Mantelfläche eines Kugelsegmentes ausgebildet. Be-

sonders bevorzugt wird die Kalottengeometrie durch Drehen gefertigt. Im Speziellen werden die Kalottengeometrie und die Durchgangsöffnung in einem gemeinsamen Zerspanungsprozess erzeugt.

[0023] In einer weiteren Konkretisierung der Erfindung wird in einem weiteren Verfahrensschritt ein Kolben hergestellt. Insbesondere ist der Kolben als der Axialkolben für die Axialkolbenmaschine ausgebildet. Der Kolben wird durch Nachbearbeiten des Kolbenrohlings hergestellt. Die Nachbearbeitung dient vorzugsweise zur Änderung der Stoffeigenschaften und/oder der geometrischen Eigenschaften und/oder der Oberflächengüte des Kolbenrohlings, sodass der Kolben gebildet wird.

[0024] In einer konkreten Umsetzung wird in einem ersten Teilschritt des weiteren Verfahrensschritts der Kolbenrohling gehärtet. Insbesondere wird ein Toleranzausgleich, beispielsweise ein Aufgehen bzw. eine Maßveränderung des Kolbenrohlings durch den Härteprozess, bereits bei der Herstellung des Zwischenrohlings berücksichtigt. Vorzugsweise ist das Fließpresswerkzeug entsprechend dem Toleranzausgleich ausgelegt. Bevorzugt weisen die nicht nachzubearbeitenden Flächen, vorzugsweise die endkonturnahe Oberfläche des Schaftabschnitts und/oder die endkonturnahe Stirnfläche des Dichtabschnitts, ein Untermaß auf, sodass die nicht nachzubearbeitenden Flächen nach dem Härteprozess der Endkontur entsprechen.

[0025] In weiteren Teilschritten werden die Kugelgeometrie des Kugelpfahabschnitts und die Kalottengeometrie des Dichtabschnitts spanend bearbeitet. Vorzugsweise werden die Kalottengeometrie und die Kugelgeometrie in einem gemeinsamen Bearbeitungsprozess bearbeitet. Alternativ werden die Kalottengeometrie und die Kugelgeometrie in zwei separaten Bearbeitungsprozessen bearbeitet. Insbesondere werden die Kugelgeometrie und/oder die Kalottengeometrie durch Hartdrehen und/oder durch Schleifen und/oder durch Superfinishing bearbeitet. Beispielsweise wird die umlaufende Erhebung des Kugelpfahabschnitts entfernt. Beispielsweise wird mindestens eine in Bezug auf die Drehachse umlaufende Nut zur Aufnahme des Dichtmittels in den Dichtabschnitt eingebracht.

[0026] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft einen Kolbenrohling gemäß Anspruch 7 beziehungsweise wie dieser zuvor beschrieben wurde. Der Kolbenrohling ist fließgepresst und weist den Schaftabschnitt, den Kugelpfahabschnitt und den Dichtabschnitt auf, wobei der Schaftabschnitt den Kugelpfahabschnitt mit dem Dichtabschnitt verbindet und wobei eine Einprägung in dem Kugelpfahabschnitt durch das Fließpressen erzeugt ist. Ferner weist der Kolbenrohling die zerspanend eingebrachte Durchgangsöffnung auf, wobei sich die Durchgangsöffnung innerhalb des Kolbenrohlings in Längsrichtung erstreckt und wobei die Einprägung einen Austritt für die Durchgangsöffnung bildet. Alternativ oder optional ergänzend ist der Kolbenrohling nach dem Herstellungsverfahren, wie dieses bereits zuvor beschrieben wurde, hergestellt. Optional ergänzend kann der Kolben-

rohling die Aussparung und/oder die Kalottengeometrie und/oder die endkonturnahe Oberfläche des Schaftabschnitts und/oder die endkonturnahe Stirnfläche des Dichtabschnitts aufweisen.

[0027] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft einen Kolben gemäß Anspruch 8 beziehungsweise wie dieser zuvor beschrieben wurde. Der Kolben ist für eine Axialkolbenmaschine ausgebildet und/oder geeignet. Der Kolben ist gehärtet. Insbesondere entsprechen die Oberfläche des Schaftabschnitts und/oder die Stirnfläche des Dichtabschnitts nach dem Härteprozess der Endkontur des Kolbens. Die Kugelgeometrie des Kugelpfahabschnitts sowie die Kalottengeometrie des Dichtabschnitts sind spanend bearbeitet. Alternativ oder optional ergänzend ist der Kolbenrohling nach dem Herstellungsverfahren, wie dieses bereits zuvor beschrieben wurde, hergestellt. Optional ergänzend kann der Kolben die Einprägung und/oder die Aussparung und/oder die Kalottengeometrie aufweisen.

[0028] Ein weiterer Gegenstand der Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine mit dem Kolben nach Anspruch 9 beziehungsweise wie dieser zuvor beschrieben ist. Der Kolben ist als ein Axialkolben ausgebildet. Insbesondere ist die Axialkolbenmaschine als eine Axialkolbenpumpe oder ein Axialkolbenmotor ausgebildet. Die Axialkolbenpumpe setzt insbesondere mechanische Energie in hydraulische Energie um. Der Axialkolbenmotor setzt insbesondere hydraulische Energie in mechanische Energie um. Diese Axialkolbenmaschinen können ein Gehäuse umfassen, in dem sich ein Rotor und eine Scheibe jeweils um eine Rotationsachse dreht, wobei die beiden Rotationsachse einen Winkel bilden, sodass der Rotor relativ zu der Scheibe gewinkelt ist. Der Rotor weist jeweils eine oder mehrere Zylinderbohrungen zur Aufnahme des Kolbens auf. Der Kolben ist einerseits, beispielsweise über einen Kugelpfah, gelenkig mit der Scheibe und andererseits in der Aufnahme des Kolbens geführt aufgenommen. Wenn sich der Rotor in Bezug auf das Gehäuse dreht, bewegt sich jeder Kolben axial in der Aufnahme. Vorzugsweise ist die Axialkolbenmaschine als eine Schrägachsenmaschine oder eine Schrägscheibenmaschine oder eine Taumelscheibenmaschine ausgebildet. Insbesondere weist die Axialkolbenmaschine mehr als zwei, vorzugsweise mehr als vier, im Speziellen mehr als acht der Kolben auf. Bevorzugt weist die Axialkolbenmaschine eine ungerade Anzahl der Kolben auf.

[0029] Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung. Dabei zeigen:

Figur 1 in einer Schnittdarstellung eine Axialkolbenmaschine mit einem Axialkolben als ein Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 2 in einer Schnittdarstellung einen Zwischenrohling des Kolbens aus der Figur 1;

Figur 3 in einer Schnittdarstellung einen Kolbenrohling des Kolbens aus der Figur 1.

[0030] Figur 1 zeigt in einer Schnittdarstellung eine Axialkolbenmaschine 1, welche beispielsweise für eine Agrar- oder Baumaschine ausgebildet und/oder geeignet ist. Die Axialkolbenmaschine 1 ist als eine Schrägachsenpumpe ausgebildet, welche bevorzugt mechanische Energie in hydraulische Energie umwandelt. Die Axialkolbenmaschine 1 weist mehrere Kolben 2, einen Rotor 3 sowie eine Scheibe 4 auf. Die Axialkolbenmaschine 1 weist beispielsweise neun der Kolben 2 auf, wobei die Kolben 2 als Axialkolben ausgebildet sind. Die Kolben 2 sind über ein Kugelgelenk 5 mit der Scheibe 4 gelenkig verbunden.

[0031] Der Rotor 3 rotiert in einem Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 um eine erste Rotationsachse R1. Der Rotor 3 ist als ein Kolbengehäuse ausgebildet und weist hierzu mehrere Zylinderbohrungen 6 auf, wobei jeder Kolben 2 in einer der Zylinderbohrungen 6 beweglich angeordnet und in axialer Richtung in Bezug auf die Rotationsachse R geradgeführt ist. Die Zylinderbohrungen 6 sind gleichmäßig voneinander beabstandet um die Rotationsachse R angeordnet.

[0032] Die Scheibe 4 rotiert in einem Betrieb der Axialkolbenmaschine 1 um eine zweite Rotationsachse R2, wobei sich die erste und die zweite Rotationsachse R1, R2 schneiden, sodass der Rotor 3 relativ zu der Scheibe 4 gewinkelt angeordnet ist. Durch eine Drehung der Scheibe 4 werden die Kolben 2 in den Zylinderbohrungen 6 hin und her bewegt, sodass diese beispielsweise eine Hydraulikflüssigkeit fördern.

[0033] Figur 2 zeigt einen Zwischenrohling 7 des Kolbens 2 aus der Figur 1, in einem Längsschnitt entlang einer Hauptachse H. Der Zwischenrohling 7 ist beispielsweise aus einem Rohteil, z.B. aus einem Vollmaterial mit rundem Querschnitt, durch Fließpressen mit einem Fließpresswerkzeug hergestellt. Beispielsweise umfasst das Fließpresswerkzeug einen Stempel und eine Matrize. Der Zwischenrohling 7 weist einen Kugelpkopfabchnitt 7a, einen Schaftabschnitt 7b und einen Dichtabschnitt 7c auf. Der Schaftabschnitt 7b verbindet den Kugelpkopfabchnitt 7a und den Dichtabschnitt 7c unmittelbar miteinander, wobei der Zwischenrohling 7 fließgepresst ist.

[0034] Der Kugelpkopfabchnitt 7a weist eine Einprägung 8 auf, welche in der Detailansicht A dargestellt ist. Die Einprägung 8 ist als eine Kegelsenkung ausgebildet und ist coaxial und/oder konzentrisch zu der Hauptachse H an einer axialen Stirnseite des Kugelpkopfabchnitts 7a angeordnet.

[0035] Der Kugelpkopfabchnitt 7a weist eine um die Hauptachse H umlaufende Erhebung auf, welche in der Detailansicht B dargestellt ist. Beispielsweise weist die Matrize des Fließpresswerkzeugs eine umlaufende Nut auf, welche als Volumenausgleich für überschüssiges Material dient. Das Rohteil weist beispielsweise ein geringes Übermaß auf, wobei während des Fließpressens

das überschüssige Material in die Nut der Matrize ausweichen kann, sodass die Erhebung 9 gebildet wird.

[0036] Der Dichtabschnitt 7c ist in Bezug auf die Hauptachse H als ein umlaufender Kragen ausgebildet, welcher sich radial nach außen hin erstreckt. Der Dichtabschnitt 7c weist eine Aussparung 10 auf, welche in der Detailansicht C dargestellt ist. Die Aussparung 10 ist als eine Zylindersenkung mit einem nach innen gewölbten Bodenbereich ausgebildet. Die Aussparung 10 ist coaxial und/oder konzentrisch zu der Hauptachse H an einer axialen Stirnseite des Dichtabschnitts 7c angeordnet. Die Aussparung 10 dient zur Gewichtsreduzierung des Kolbens 2 und erstreckt sich hierzu über beispielsweise mehr als 60%, vorzugsweise mehr als 70%, im Speziellen mehr als 80% der Stirnfläche des Dichtabschnitts 13. Die Einprägung 8, die Erhebung 9 und die Aussparung 10 können gemeinsam durch das Fließpressen in einem Prozessschritt zusammen mit der Formgebung des Zwischenrohlings 7 hergestellt werden.

[0037] Der Schaftabschnitt 7b weist eine zylindrische Form auf, wobei der Schaftabschnitt 7b mit dem Kugelpkopfabchnitt 7a in einem ersten Übergangsbereich 11a über einen Radius verbunden ist. In einem zweiten Übergangsbereich 11b ist der Schaftabschnitt 7b über eine in Richtung des Dichtabschnitts 7c verlaufende konusförmige Verbreiterung und über einen weiteren Radius mit dem Dichtabschnitt 7c verbunden. Der erste und der zweite Übergangsbereich 11a, b sowie die Mantelfläche des zylindrischen bilden eine endkonturnahe Oberfläche 12 des Schaftabschnitts 7b.

[0038] Der Dichtabschnitt 7c weist an seiner axialen Stirnseite in Bezug auf die Hauptachse H eine endkonturnahe Stirnfläche 13 auf. Die Stirnfläche 13 ist als eine Kreisringfläche ausgebildet und ist durch die Aussparung 10 in radialer Richtung begrenzt. Die endkonturnahe Oberfläche 12 und die endkonturnahe Stirnfläche 13 sind durch das Fließpressen erzeugt und weisen beispielsweise nach dem Fließpressprozess die Endkontur des fertigen Kolbens 2 auf. Bevorzugt erfüllen die Oberfläche 12 und die Stirnfläche 13 bereits nach dem Fließpressen eine ausreichend hohe Oberflächengüte und/oder Bauteilgenauigkeit auf, sodass die Oberfläche 12 und die Stirnfläche 13 nicht mehr nachgearbeitet werden müssen.

[0039] Die Figur 3 zeigt einen Kolbenrohling 14, des Kolbens 2 aus der Figur 1, in einem Längsschnitt entlang der Hauptachse H. Der Kolbenrohling 14 weist eine Durchgangsöffnung 15 auf, welche sich innerhalb des Kolbenrohlings 14 in axialer Richtung in Bezug auf die Hauptachse H erstreckt. Zur Herstellung des Kolbenrohlings 14 wird die Durchgangsöffnung 15 zerspanend in den Zwischenrohling 7 eingebracht. Die Durchgangsöffnung 15 ist coaxial und/oder konzentrisch zu der Hauptachse H angeordnet. Die Durchgangsöffnung 15 ist als eine gestufte Durchgangsbohrung ausgebildet und erstreckt sich ausgehend von der Aussparung 10 in Richtung der Einprägung 8. Dabei bildet die Aussparung 10 einen Eintritt und die Einprägung 8 einen Austritt für die

Durchgangsöffnung 15. Die Durchgangsöffnung 15 mündet innerhalb der Einprägung 8 bzw. im Bereich einer Fase der Einprägung 8, wie in der Detailansicht D dargestellt. Dadurch wird sichergestellt, dass kein Grat an der Stirnseite des Kugelabschnitts 7a durch den Bohrungsaustritt entsteht.

[0040] Der Dichtabschnitt 7c weist an einer Umfangsfläche eine Kalottengeometrie 16 auf, welche in der Detailansicht F dargestellt ist. Die Kalottengeometrie 16 dient beispielsweise dazu, um ein Verkeilen des Kolbens 2 in der Kolbenaufnahme 6 zu verhindern. Hierzu wird die Umfangsfläche des Dichtabschnitts 7c des Zwischenrohlings 7 spanend bearbeitet, sodass die Kalottengeometrie 16 erzeugt wird. Beispielsweise können die Durchgangsbohrung 15 und die Kalottengeometrie in einem gemeinsamen Zerspanungsprozess an dem Zwischenrohling 7 erzeugt werden, sodass der Kolbenrohling 14 gebildet wird.

[0041] Zur Herstellung des Kolbens 2 wird der Kolbenrohling 14 beispielsweise gehärtet, bevor der Kugelabschnitt 7a, insbesondere eine Kugelgeometrie 17, und der Dichtabschnitt 7c, insbesondere die Kalottengeometrie 16, auf Endkontur bearbeitet werden. Beispielsweise werden in einem Nachbearbeitungsprozess die Kugelgeometrie 17 und die Kalottengeometrie 16 durch einen Hartdreh-, Schleif- und/oder Superfinish-Prozess bearbeitet. Dabei wird z.B. die Erhebung 9 abgetragen und/oder eine Dichtmittelaufnahme, welche beispielsweise zur Aufnahme mindestens eines Kolbenrings ausgebildet ist, im Bereich der Kalottengeometrie 16 eingebracht.

[0042] Ein Aufgehen bzw. eine Maßveränderung des Kolbenrohlings 14 durch den Härteprozess wird bereits in der Auslegung des Fließpresswerkzeugs berücksichtigt. Das Fließpresswerkzeug bzw. der -Prozess wird entsprechend optimiert, so dass alle nicht nachzubearbeitenden Konturen und Maße, insbesondere die endkonturnahe Oberfläche 12 und die endkonturnahe Stirnfläche 13, nach einem Härteprozess der Endkontur entsprechen.

Bezugszeichenliste

[0043]

1	Axialkolbenmaschine
2	Kolben
3	Rotor
4	Scheibe
5	Kugelgelenk
6	Zylinderbohrung
7	Zwischenrohling
7a	Kugelpfandabschnitt
7b	Schaftabschnitt
7c	Dichtabschnitt
8	Einprägung
9	Erhebung
10	Aussparung

11a	erster Übergangsbereich
11b	zweiter Übergangsbereich
12	endkonturnahe Oberfläche
13	endkonturnahe Stirnfläche
5 14	Kolbenrohling
15	Durchgangsöffnung
16	Kalottengeometrie
17	Kugelgeometrie

10 A-F	Detailansichten
H	Hauptachse
R1	erste Rotationsachse
R2	zweite Rotationsachse

15

Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren, wobei das Herstellungsverfahren folgende Verfahrensschritte umfasst:

20

- Herstellen eines Zwischenrohlings (7) von einem Kolben (2) für eine Axialkolbenmaschine (1) durch Fließpressen, wobei der Zwischenrohling (7) einen Schaftabschnitt (7b), einen Kugelpfandabschnitt (7a) und einen Dichtabschnitt (7c) aufweist, wobei der Schaftabschnitt (7b) den Kugelpfandabschnitt (7a) mit dem Dichtabschnitt (7c) verbindet und wobei an dem Zwischenrohling (7) eine Einprägung (8) in dem Kugelpfandabschnitt (7a) durch das Fließpressen erzeugt wird;

25

- Herstellen eines Kolbenrohlings (14) von dem Kolben (2) aus dem Zwischenrohling (7), wobei in den Zwischenrohling (7) eine Durchgangsöffnung (15) durch Zerspanen eingebracht wird, wobei sich die Durchgangsöffnung (15) innerhalb des Kolbenrohlings (7) in Längsrichtung erstreckt, wobei die Einprägung (8) einen Austritt für die Durchgangsöffnung (15) bildet.

30

35

40

2. Herstellungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Zwischenrohling (7) eine Aussparung (10) in dem Dichtabschnitt (7c) durch das Fließpressen erzeugt wird, wobei die Aussparung (10) einen Eintritt für die Durchgangsöffnung (15) bildet.

45

3. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Zwischenrohling (7) eine endkonturnahe Oberfläche (12) des Schaftabschnitts (7b) und/oder eine endkonturnahe Stirnfläche (13) des Dichtabschnitts (7c) durch das Fließpressen erzeugt wird.

50

55

4. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Zwischenrohling (7) oder an dem Kol-

benrohling (14) eine Kalottengeometrie (16) an einer Umfangsfläche des Dichtabschnitts (7c) durch Zerspanen erzeugt wird.

5. Herstellungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem weiteren Verfahrensschritt der Kolben (2) hergestellt wird, wobei der Kolben (2) durch Nachbearbeiten des Kolbenrohrlings (14) hergestellt wird. 5
10
6. Herstellungsverfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Nachbearbeiten des Kolbenrohrlings (14) folgende Teilschritte umfasst: 15
 - Härten des Kolbenrohrlings (14);
 - Spanende Bearbeitung einer Kugelgeometrie (17) des Kugelpopfabschnitts (7a);
 - Spanende Bearbeitung der Kalottengeometrie (16) des Dichtabschnitts (7c). 20
7. Kolbenrohling (14), wobei der Kolbenrohling (14) fließgepresst ist, wobei der Kolbenrohling (14) einen Schaftabschnitt (7b), einen Kugelpopfabschnitt (7a) und einen Dichtabschnitt (7c) aufweist, wobei der Schaftabschnitt (7b) den Kugelpopfabschnitt (7a) mit dem Dichtabschnitt (7c) verbindet und wobei eine Einprägung (8) in dem Kugelpopfabschnitt (7a) durch das Fließpressen erzeugt ist; und dass der Kolbenrohling (14) eine zerspanend eingebrachte Durchgangsöffnung (15) aufweist, wobei sich die Durchgangsöffnung (15) innerhalb des Kolbenrohrlings (14) in Längsrichtung erstreckt, wobei die Einprägung (8) einen Austritt für die Durchgangsöffnung (15) bildet. 25
30
35
8. Kolben (2) für eine Axialkolbenmaschine (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (14) nach dem Herstellungsverfahren gemäß Anspruch 6 hergestellt ist. 40
9. Axialkolbenmaschine (1) mit dem Kolben (2) nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (2) als ein Axialkolben ausgebildet ist. 45

Claims

1. A production method, wherein the production method comprises the following method steps: 50
 - production of an intermediate blank (7) from a piston (2) for an axial piston machine (1) by means of extrusion, wherein the intermediate blank (7) has a shaft section (7b), a ball head section (7a) and a sealing section (7c), wherein the shaft section (7b) connects the ball head section (7a) to the sealing section (7c) and 55

wherein on the intermediate blank (7) an impression (8) is produced in the ball head section (7a) by the extrusion;

- production of a piston blank (14) from the piston (2) from the intermediate blank (7), wherein a through opening (15) is machined into the intermediate blank (7), wherein the through opening (15) extends within the piston blank (7) in the longitudinal direction, wherein the impression (8) forms an outlet for the through opening (15).
2. The production method according to claim 1, **characterised in that** a recess (10) in the sealing section (7c) is produced on the intermediate blank (7) by the extrusion, wherein the recess (10) forms an inlet for the through opening (15).
 3. The production method according to one of the preceding claims, **characterised in that** a near-net-shape surface (12) of the shaft section (7b) and/or a near-net-shape end face (13) of the sealing section (7c) is/are generated on the intermediate blank (7) by the extrusion.
 4. The production method according to one of the preceding claims, **characterised in that** a dome geometry (16) is produced on a peripheral surface of the sealing section (7c) on the intermediate blank (7) or on the piston blank (14) by machining.
 5. The production method according to one of the preceding claims, **characterised in that** the piston (2) is generated in a further method step, wherein the piston (2) is produced by reworking the piston blank (14).
 6. The production method according to claim 5, **characterised in that** the reworking of the piston blank (14) comprises the following sub-steps:
 - curing the piston blank (14);
 - machining of a spherical geometry (17) of the ball head section (7a);
 - machining of the dome geometry (16) of the sealing section (7c).

7. A piston blank (14), wherein the piston blank (14) is extruded, wherein the piston blank (14) has a shaft section (7b), a ball head section (7a) and a sealing section (7c), wherein the shaft section (7b) connects the ball head section (7a) to the sealing section (7c) and wherein an impression (8) is generated in the ball head section (7a) by the extrusion; and that the piston blank (14) has a through opening (15) introduced by machining, wherein the through opening (15) extends within the piston blank (14) in the longitudinal direction, wherein the impression (8) forms an outlet for the through opening (15).

8. A piston (2) for an axial piston machine (1), **characterised in that** the piston (14) is produced according to the production method according to claim 6.
9. An axial piston machine (1) having the piston (2) according to claim 8, **characterised in that** the piston (2) is designed as an axial piston.

Revendications

1. Procédé de fabrication, le procédé de fabrication comprenant les étapes de procédé suivantes :
- fabrication par extrusion d'une ébauche intermédiaire (7) d'un piston (2) pour une machine à pistons axiaux (1), l'ébauche intermédiaire (7) présentant une partie de tige (7b), une partie de tête sphérique (7a) et une partie d'étanchéité (7c), la partie de tige (7b) reliant la partie de tête sphérique (7a) à la partie d'étanchéité (7c) et une empreinte (8) étant produite par extrusion sur l'ébauche intermédiaire (7) dans la partie de tête sphérique (7a) ;
 - fabrication d'une ébauche de piston (14) du piston (2) à partir de l'ébauche intermédiaire (7), une ouverture de passage (15) étant usinée dans l'ébauche intermédiaire (7), l'ouverture de passage (15) s'étendant dans le sens longitudinal à l'intérieur de l'ébauche de piston (7), l'empreinte (8) formant une sortie pour l'ouverture de passage (15).
2. Procédé de fabrication selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'un** évidement (10) est produit par extrusion dans la partie d'étanchéité (7c) sur l'ébauche intermédiaire (7), l'évidement (10) formant une entrée pour l'ouverture de passage (15).
3. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** surface proche des cotes finales (12) de la partie de tige (7b) et/ou une face avant proche des cotes finales (13) de la partie d'étanchéité (7c) sont produites par extrusion sur l'ébauche intermédiaire (7).
4. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'une** géométrie de calotte (16) est produite par usinage au niveau d'une surface périphérique de la partie d'étanchéité (7c) sur l'ébauche intermédiaire (7) ou sur l'ébauche de piston (14).
5. Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le piston (2) est fabriqué dans une autre étape de procédé, le piston (2) étant fabriqué par post-traitement

ment de l'ébauche de piston (14).

6. Procédé de fabrication selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** le post-traitement de l'ébauche de piston (14) comprend les sous-étapes suivantes :
- durcissement de l'ébauche de piston (14) ;
 - traitement par usinage d'une géométrie sphérique (17) de la partie de tête sphérique (7a) ;
 - traitement par usinage de la géométrie de la calotte (16) de la partie d'étanchéité (7c).
7. Ébauche de piston (14), l'ébauche de piston (14) étant extrudée, l'ébauche de piston (14) présentant une partie de tige (7b), une partie de tête sphérique (7a) et une partie d'étanchéité (7c), la partie de tige (7b) reliant la partie de tête sphérique (7a) à la partie d'étanchéité (7c) et une empreinte (8) étant produite par l'extrusion dans la partie de tête sphérique (7a) ; et l'ébauche de piston (14) présentant une ouverture de passage (15) réalisée par usinage, l'ouverture de passage (15) s'étendant dans le sens longitudinal à l'intérieur de l'ébauche de piston (14), l'empreinte (8) formant une sortie pour l'ouverture de passage (15).
8. Piston (2) pour une machine à pistons axiaux (1), **caractérisé en ce que** le piston (14) est fabriqué selon le procédé de fabrication selon la revendication 6.
9. Machine à pistons axiaux (1) comprenant le piston (2) selon la revendication 8, **caractérisée en ce que** le piston (2) est réalisé sous la forme d'un piston axial.

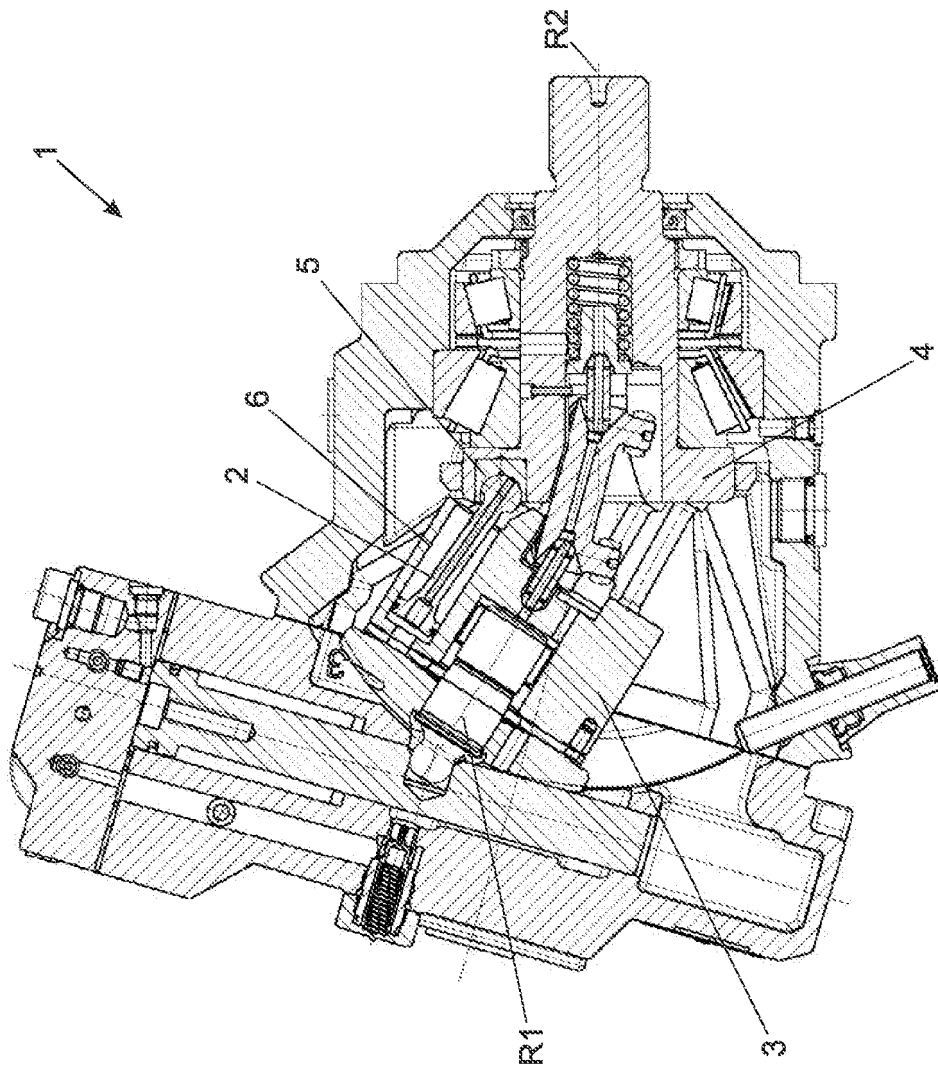


Fig. 1

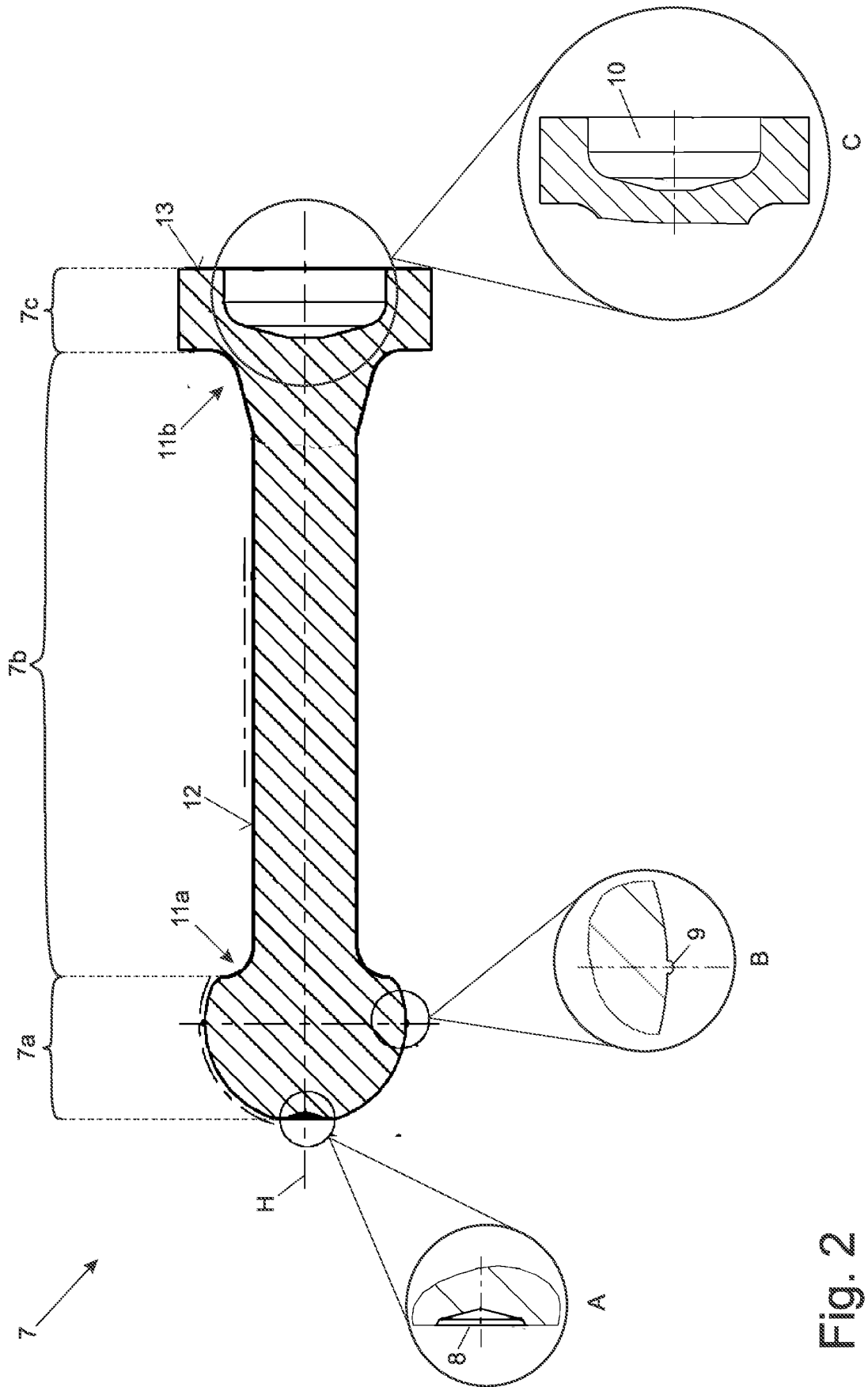


Fig. 2

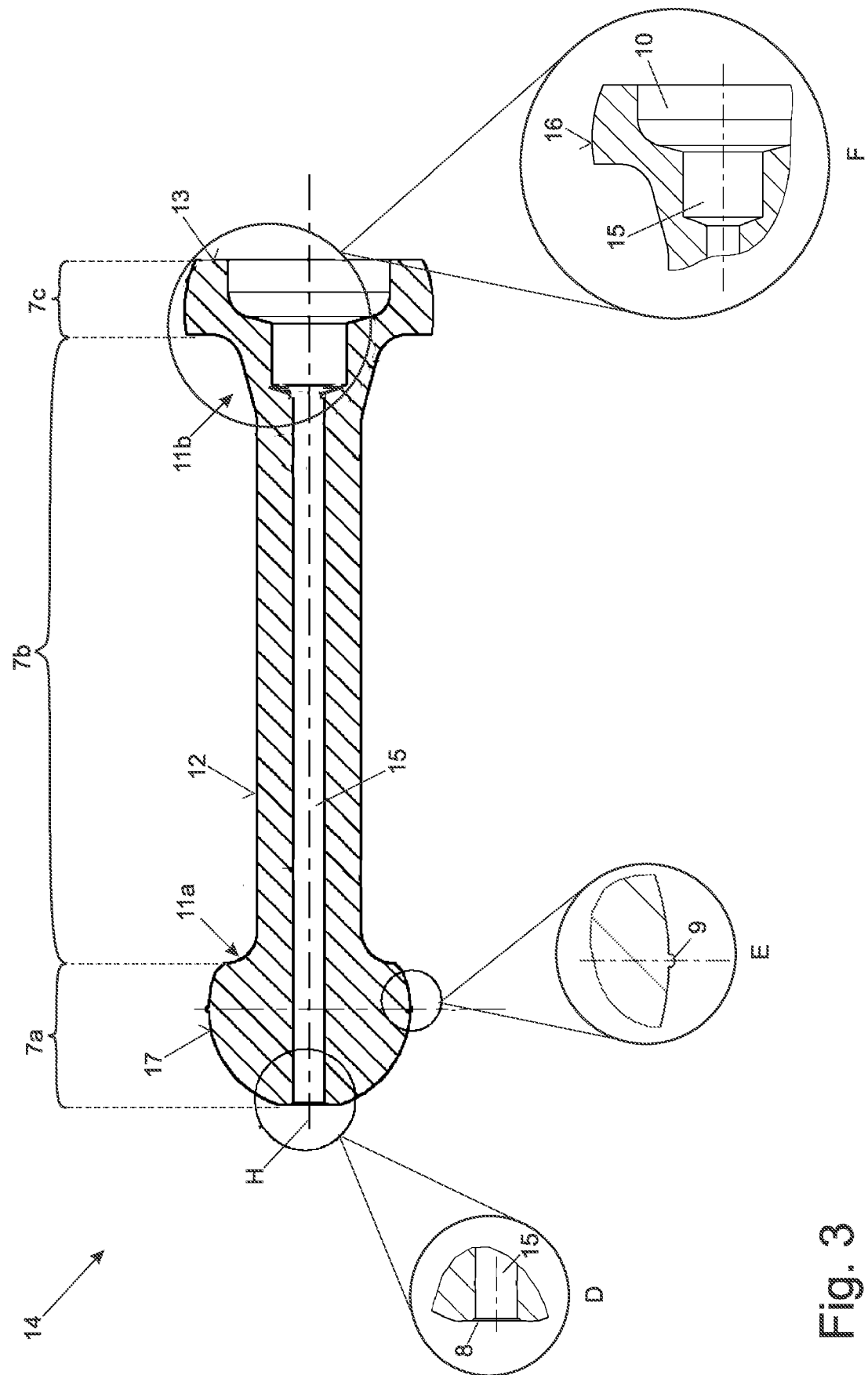


Fig. 3

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 102004061863 A1 **[0003]**
- DE 202007017659 U1 **[0004]**
- DE 19934216 A1 **[0005]**
- DE 102006060015 A1 **[0006]**
- KR 20120037241 A **[0007]**