

(19)



(11)

EP 3 180 498 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.10.2019 Patentblatt 2019/42

(51) Int Cl.:
F01L 13/00^(2006.01) F01L 1/053^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15734411.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/065558

(22) Anmeldetag: **08.07.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2016/023687 (18.02.2016 Gazette 2016/07)

(54) **NOCKENWELLE MIT SCHIEBENOCKENPAKET**

CAMSHAFT WITH SLIDING CAM PACKET

ARBRE À CAMES AVEC BLOC DE CAMES COULISSANTES

(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: **11.08.2014 DE 102014111383**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.06.2017 Patentblatt 2017/25

(73) Patentinhaber: **ThyssenKrupp Presta TecCenter AG**
9492 Eschen (LI)

(72) Erfinder:
• **WEIDAUER, Marcel**
09126 Chemnitz (DE)
• **MEHLHORN, Tobias**
04600 Altenburg (DE)

(74) Vertreter: **thyssenkrupp Intellectual Property GmbH**
ThyssenKrupp Allee 1
45143 Essen (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 3 146 166 WO-A1-2015/176874
DE-A1-102010 004 579 DE-A1-102011 000 510
JP-A- 2008 208 731

EP 3 180 498 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 vorliegende Erfindung betrifft eine Nockenwelle zum Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Grundwelle und mit wenigstens einem Schiebenockenpaket umfassend mehrere Nockenprofile, wobei sich die Grundwelle durch einen Durchgang im Schiebenockenpaket hindurch erstreckt, sodass dieses auf der Grundwelle axial verschieblich aufgenommen ist, und wobei Mittel zur Bildung einer drehmomentübertragenden Verbindung zwischen der Grundwelle und dem Schiebenockenpaket vorgesehen sind.

[0002] Nockenwellen mit Schiebenockenpaketen dienen zum variablen Ventiltrieb für eine Brennkraftmaschine und abhängig von einer Axialposition des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle kann ein Abgriffselement zur Ventilsteuerung mit verschiedenen, benachbart zueinander am Schiebenockenpaket ausgebildeten Nockenprofilen zusammenwirken. Die Hubinformation ist dabei im spezifischen Nockenprofil abgelegt und kann beispielsweise verschieden große Ventilhubbe oder einen sogenannten Nullhub umfassen. Zur axialen Verstellung des Schiebenockenpaketes umfasst dieses neben den Nockenprofilen ein Verstellelement, in das ein Verstellglied eingreift, das ruhend im Aufnahmekörper zur Aufnahme der Nockenwelle angeordnet ist.

[0003] In einem Aufnahmekörper, der beispielsweise gebildet werden kann durch ein Nockenwellenmodul nach Art einer Haube, die mit vormontierten Nockenwellen auf dem Zylinderkopf der Brennkraftmaschine aufgebracht werden kann. Nockenwellen mit einer Grundwelle und mehreren Schiebenockenpaketen können aber auch unmittelbar im Zylinderkopf selbst montiert werden.

[0004] Zur Montage der Nockenwelle im Aufnahmekörper besteht die Möglichkeit, die Schiebenockenpakete selbst in zugeordneten Lagerböcken des Aufnahmekörpers zu lagern, d.h. drehbar aufzunehmen, um anschließend die Grundwelle durch die Schiebenockenpakete hindurchzuführen, die diese dann nur noch rotierend antreibt. Aus Gründen einer vereinfachten Montierbarkeit und einer verbesserten Handhabung der zu montierenden Komponenten können Nockenwellen mit einer Grundwelle und mehreren auf der Grundwelle aufbrachten Schiebenockenpaketen auch vormontiert werden, und die vormontierte Nockenwelle wird anschließend in den Aufnahmekörper montiert. Dabei wird die Nockenwelle vorzugsweise über die Grundwelle gelagert, beispielsweise über entsprechende Lagerringe, die auf der Grundwelle aufgebracht sind. Die Schiebenockenpakete werden frei auf der Grundwelle gelagert, und über die Mittel zur drehmomentübertragenden Verbindung drehen die Schiebenockenpakete mit der Drehbewegung der Grundwelle mit, während die Schiebenockenpakete auf der Grundwelle axial verschieblich bleiben.

STAND DER TECHNIK

[0005] Beispielsweise zeigt die DE 10 2008 005 639 A1 eine Nockenwelle zum Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Grundwelle und mit Schiebenockenpaketen, die mehrere Nockenprofile aufweisen. Die Grundwelle erstreckt sich dabei durch einen Durchgang im Schiebenockenpaket hindurch, wobei Mittel zur Bildung einer drehmomentübertragenden Verbindung zwischen der Grundwelle und dem Schiebenockenpaket gebildet sind, die auf einer Schiebenockenverzahnung zwischen der Außenseite der Grundwelle und dem Durchgang des Schiebenockenpaketes beruhen. Ein Problem dabei ist, dass es aufgrund von Fertigungstoleranzen der Schiebeverzahnung und damit einhergehenden Ungenauigkeiten in der radialen Führung zu unzulässig hohen Grundkreisabweichungen der Nockenprofile des Schiebenockenpaketes in Anordnung auf der Grundwelle kommen kann. Diese Toleranzen können nur durch extrem genaue Fertigung der Schiebeverzahnung in der Grundwelle und der Gegenverzahnung im Durchgang des Schiebenockenpaketes reduziert werden, doch dies bedingt hohe Fertigungszeiten und Kosten. Die Ausbildung der Grundwelle als Zahnwelle und die entsprechende Ausbildung des Schiebenockenpaketes mit der Innenverzahnung bedingt zudem relativ hohe Verschiebekräfte beim Verschieben des Schiebenockenpaketes relativ zur Antriebswelle.

[0006] Die DE 10 2011 000 511 A1 zeigt für eine gattungsbildende Nockenwelle Mittel zur Bildung einer drehmomentübertragenden Verbindung zwischen der Grundwelle und dem Schiebenockenpaket, die als Nutensteine ausgebildet sind. Nachteilhafterweise muss dabei die Grundwelle als Vollwelle ausgeführt werden, da sonst die Nutensteine nicht in der Grundwelle aufgenommen werden können. Zudem entsteht der Nachteil hoher lokaler Flächenpressungen zwischen dem Nutenstein und der entsprechenden Ausnehmung im Durchgang des Schiebenockenpaketes, da es regelmäßig zu Kantentrageffekten kommt.

[0007] Die DE 10 2011 000 510 A1 zeigt eine gattungsbildende Nockenwelle, und die Mittel zur Bildung einer drehmomentübertragenden Verbindung zwischen der Grundwelle und dem Schiebenockenpaket umfassen mehrere Kugeln, die ein Linearwälzlager zur axial verschieblichen Aufnahme des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle bilden. Da das Schiebenockenpaket abhängig von den Nockenprofilen immer in diskreten Positionen auf der Grundwelle aufsitzt und betrieben wird, kann der Nachteil entstehen, dass sich durch die hohe Hertz'sche Pressung die Kugeln in den zugeordneten Ausnehmungen in die Oberfläche der Ausnehmungen über eine längere Betriebsdauer eindrücken können, sodass ein Rotationsspiel des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle entstehen kann. Ferner bilden die Kugeln lediglich einen Punktkontakt zur Ausnehmung im Durchgang des Schiebenockenpaketes oder in der Außenseite der Grundwelle, wodurch nur geringe Drehmomente zwi-

schen dem Schiebenockenpaket und der Grundwelle übertragen werden können.

[0008] In der JP 2008 208737 A ist ebenfalls eine Nockenwelle gezeigt, bei welcher Nadellagerelemente zur Ermöglichung lediglich einer Verdrehung der Nockenelemente der Nockenwelle genutzt werden, welche jedoch im Vergleich zur DE 10 2011 000 510 A1 keine Wälzfunktion zur axial verschieblichen Aufnahme des Nockenelementes auf der Grundwelle erfüllen.

[0009] Aus der WO 2015/176874 A1 ist eine Nockenwelle zum Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Grundwelle und mit wenigstens einem Schiebenockenpaket umfassend mehrere Nockenprofile bekannt geworden, wobei sich die Grundwelle durch einen Durchgang im Schiebenockenpaket hindurch erstreckt, sodass dieses auf der Grundwelle axial verschieblich aufgenommen ist, und wobei Mittel zur Bildung einer drehmomentübertragenden Verbindung zwischen der Grundwelle und dem Schiebenockenpaket vorgesehen sind, wobei die Mittel länglich ausgebildete Nadellagerelemente umfassen, die mit einem ersten Teil ihres Kreisquerschnittes in einer Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes einsitzen und die mit einem zweiten Teil des gleichen Querschnittes in einer Längsnut in der Außenseite der Grundwelle einsitzen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0010] Aufgabe der Erfindung ist die verbesserte Ausbildung von Mitteln zur Bildung einer drehmomentübertragenden Verbindung zwischen einer Grundwelle und einem Schiebenockenpaket einer Nockenwelle, wobei die Mittel möglichst verschleißarm ausgebildet werden sollen und es soll auch über einen längeren Gebrauchszeitraum der Nockenwelle ein Spiel zwischen dem Schiebenockenpaket und der Grundwelle vermieden werden. Insbesondere sollen hohe Flächenpressungen im Kontakt der Mittel zum Durchgang des Schiebenockenpaketes vermieden werden.

[0011] Diese Aufgabe wird ausgehend von einer Nockenwelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit den kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0012] Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass die Mittel länglich ausgebildete Nadellagerelemente umfassen, die mit einem ersten Teil ihres Kreisquerschnittes in einer Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes einsitzen und die mit einem zweiten Teil des gleichen Querschnittes in einer Längsnut in der Außenseite der Grundwelle einsitzen, wobei die Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes eine von einem Kreisbogen abweichende Querschnittskontur aufweist.

[0013] Die Ausbildung der Mittel als Nadellagerelemente führt zu einer verschleißminimalen und dauerhaften Bildung einer drehmomentübertragenden Verbindung zwischen der Grundwelle und dem Schiebeno-

ckenpaket, und das im Wesentlichen hälftige Einsitzen der Nadellagerelemente sowohl in einer Längsnut im Durchgang des Schiebenockenelementes als auch in einer Längsnut in der Außenseite der Grundwelle ermöglicht eine Kraftverteilung im Kontaktbereich zwischen den Nadellagerelementen und den Längsnuten, bei der hohe Kraftspitzen vermieden werden. Durch die Zylinderform der Nadellagerelemente entsteht ein Krümmungs-Krümmungs-Kontakt in Linienform, sodass die Spannungen der Hertz'schen Pressung zwischen den Nadellagerelementen und den Längsnuten minimiert werden. Im Ergebnis kann eine Nockenwelle zum Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine bereitgestellt werden, die ohne die Verwendung einer Schiebeverzahnung zwischen dem Schiebenockenpaket und der Grundwelle auskommt, und durch die Verwendung der Nadellagerelemente wird eine Übertragung einer hohen Kraft beziehungsweise eines großen Drehmomentes zwischen dem Schiebenockenpaket und der Grundwelle ermöglicht, ohne dass die Kontaktkraft in Umfangsrichtung zu einem erhöhten Verschleiß führt.

[0014] Mit besonderem Vorteil kann die Längsnut in der Außenseite der Grundwelle einen Halbkreisquerschnitt aufweisen, der mit dem Kreisquerschnitt der Nadellagerelemente korrespondiert. Insbesondere kann der Kreisquerschnitt den gleichen Radius aufweisen wie die Zylinderform der Nadellagerelemente, und sitzen die Nadellagerelemente in diesem Halbkreisquerschnitt ein, so entsteht über dem Halbkreisquerschnitt der Nadellagerelemente ein spielfreier Flächenkontakt in der Oberfläche der Längsnut. Insbesondere können die Nadellagerelemente durch die große Kontaktfläche verschleißminimal in der Längsnut in der Außenseite der Grundwelle verschoben werden, wenn das Schiebenockenpaket axial auf der Grundwelle verschoben wird. Die Nadellagerelemente können dabei axial fest in den Längsnuten im Durchgang des Schiebenockenpaketes aufgenommen sein, sodass sich diese mit der Axialbewegung des Schiebenockenpaketes mitbewegen.

[0015] Die Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes weist eine von einem Kreisbogen abweichende Querschnittskontur auf. Die Abweichung kann dabei auf verschiedene Weise erfolgen, insbesondere kann die Abweichung so ausgebildet sein, dass zwei Kontaktbereiche zur Übertragung einer Kontaktkraft zwischen den Nadellagerelementen und dem Schiebenockenpaket in Umfangsrichtung gebildet werden, wie nachfolgend in zwei Varianten näher erläutert.

[0016] Gemäß einer ersten Variante kann die Querschnittskontur der Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes durch zwei insbesondere ineinander übergehende Radien definiert sein, die größer sind als der Durchmesser der Nadellagerelemente, sodass zwei gegenüberliegende Kontaktbereiche zum Kontakt des Nadellagerelementes gebildet sind. Damit weicht der Radius der Längsnut im Durchgang des Schiebenockenelementes vom Radius der Nadellagerelemente ab, was zur Bildung der in Umfangsrichtung etwa gegenüberlie-

genden definierten Kontaktbereiche dient.

[0017] Wäre auch die Längsnut im Durchgang des Schiebenockenelementes mit dem gleichen Radius ausgebildet wie der Durchgang in der Außenseite der Grundwelle und hätte die Längsnut damit einen Radius, der dem Radius der Nadellagerelemente entspricht, so würden höchst beanspruchte Bereiche an den Längsnutkanten der Längsnuten im Durchgang des Schiebenockenpaketes und in der Außenseite der Grundwelle entstehen. Diese durch Kantenstrahleffekte sehr hohen Materialbelastungen an den Nutkanten können durch die zwei Radien, die die Querschnittskontur der Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes definieren, vermieden werden. Insbesondere unter Berücksichtigung hoher Drehmomentanforderungen zwischen dem Schiebenockenpaket und der Grundwelle und unter Berücksichtigung gegebener Werkstoffvorgaben wäre mit einem erhöhten Verschleiß der hochbelasteten Nutkanten zu rechnen, wenn die Radien beider Längsnuten dem Radius der Nadellagerelemente entsprechen würden. Wird die Halbkreisform der Längsnuten im Durchgang des Schiebenockenpaketes jedoch durch zwei Teilkreise mit größeren, aber zueinander gleichen Radien gebildet, deren Mittelpunkte zueinander verschoben sind, so entstehen definierte Kontaktbereiche zum Nadellagerelement, ohne dass höchst beanspruchte Bereiche an den Nutkanten entstehen. Der jeweilige Radius des Teilkreises ist dabei größer als der Radius der Nadellagerelemente. Durch diese Geometrie ändert sich die Richtung der Kontaktnormalkräfte an den Nadellagerelementen. Aufgrund von Radiusunterschieden zwischen den Längsnuten und den Nadellagerelementen entstehen Hertz'sche Kontaktbereiche, und da die Richtung des Lastangriffs durch die geänderte Geometrie zwischen der Grundwelle und dem Schiebenockenpaket geändert wird, ist es ausreichend, nur eine der beiden Längsnuten abweichend von einer Radiuskontur auszubilden, die dem Radius der Nadellagerelemente entspricht. Die Kantenbelastung wird dabei in beiden Bauteilen, also in der Grundwelle und auch im Schiebenockenpaket, minimiert.

[0018] Die auftretende Hertz'sche Pressung wird kleiner, wenn sich die Radien der Kontaktpartner möglichst gut annähern. Da das Schiebenockenpaket vorzugsweise aus gehärtetem Wälzlagerstahl besteht, wird die spezielle Geometrie dort ausgebildet. In der Grundwelle wird die Halbkreisform bevorzugt, die an die Geometrie der Nadellagerelemente angepasst ist, um möglichst keine Radienunterschiede zu erzielen. Dadurch wird die Belastung in der Grundwelle verringert und der Wellenwerkstoff kann geringeren Anforderungen genügen.

[0019] Gemäß einer zweiten Variante kann die Querschnittskontur der Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes eine Trapezform aufweisen, sodass ebenfalls zwei gegenüberliegende Kontaktbereiche zum Kontakt des Nadellagerelementes gebildet sind. Alternativ zur Kalottenform kann damit der Querschnitt der Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes ge-

mäß einer Trapezform ausgeführt werden, und die Richtung des Lastangriffs kann damit ebenfalls gezielt geändert werden. Die Form lässt sich fertigungstechnisch einfacher abbilden als die Kalottenform und der Einfluss der Fertigungstoleranzen auf die resultierende Lastrichtung ist geringer. Die Trapezform weist dabei zwei schräg zueinander angeordnete Trapezflanken auf, die durch eine Trapezgrundseite verbunden sind. Die maximal auftretenden Hertz'schen Pressungen zwischen der Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes und den Nadellagerelementen erhöhen sich zwar, da anstelle einer Zylinder-Zylinder-Paarung eine Zylinder-Ebene-Paarung entsteht, es können jedoch auch mit dieser Kontaktflächenpaarung hinreichend große Spannungsspitzen im Werkstoff des Schiebenockenpaketes vermieden werden, insbesondere da ein Linienkontakt vorliegt.

[0020] Mit Vorteil kann die Längsnut in der Außenseite der Grundwelle achsparallel zur Erstreckung der Grundwelle ausgebildet sein und/oder es können ein und vorzugsweise wenigstens zwei Nadellagerelemente in einer Längsnut aufgenommen sein. Auf dem Umfang der Grundwelle gleich oder ungleich verteilt können mehrere Längsnuten vorgesehen sein, beispielsweise zwei, vorzugsweise drei und besonders bevorzugt vier oder mehr als vier Längsnuten. Eine vorzugsweise korrespondierende Anzahl von Längsnuten kann dabei im Durchgang des Schiebenockenpaketes vorgesehen sein.

[0021] Sind wenigstens zwei Nadellagerelemente in einer Längsnut aufgenommen, kann eine Verklemmung des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle vermieden werden, da die Grundwelle eine Torsion erfahren kann, die bei sehr langen Nadellagerelementen zu einer axialen Verklemmung des Schiebenockenpaketes führen können. Sind jedoch zwei oder beispielsweise auch mehr Nadellagerelemente in einer einzigen Längsnut aufgenommen, so fallen die einzelnen Nadellagerelemente entsprechend kürzer aus und die Gefahr einer axialen Verklemmung des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle wird minimiert. Folglich kann auch bei einer stärkeren Torsion der Grundwelle eine Verschiebung des Schiebenockenpaketes stattfinden.

[0022] Zwischen zwei in einer Längsnut aufgenommenen Nadellagerelementen kann ein Distanzelement vorhanden sein, wobei das Distanzelement insbesondere als ein die Grundwelle wenigstens teilweise umschließendes Blechelement ausgebildet sein kann, wobei das Distanzelement auch ein Kunststoffmaterial oder ein sonstiges Material aufweisen kann. Das Blechelement kann dabei eine Breite aufweisen, die einem wesentlichen Teil der Länge des Schiebenockenpaketes entspricht, und ein breites Distanzelement führt dazu, dass beispielsweise zwei Nadellagerelemente in einer Längsnut nur in den Außenbereichen des Schiebenockenpaketes aufgenommen sind.

[0023] Mit besonderem Vorteil kann die Grundwelle aus einem Rohrkörper gebildet sein. Eine hohl ausgebildete Grundwelle weist ein geringes Gewicht auf, und da durch die erfindungsgemäß ausgeführten Mittel eine

Schiebeverzahnung entfallen kann, und auch keine Nutensteine in der Grundwelle aufgenommen werden müssen, kann die Wandung der hohl ausgeführten Grundwelle dünn ausgeführt werden. Dadurch wird weiteres Gewicht der Nockenwelle gespart.

[0024] Mit weiterem Vorteil kann der Außendurchmesser der Grundwelle mit dem Durchmesser des Durchgangs im Schiebenockenpaket ein Passmaß bilden, so dass ein im Wesentlichen spielfreier Gleitsitz des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle gebildet wird. Der Vorteil gegenüber einer Schiebeverzahnung entsteht in der einfachen Herstellbarkeit des Gleitsitzes des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle, und die Grundwelle muss im Durchmesser lediglich dem Durchmesser des Durchgangs im Schiebenockenpaket angepasst werden. Beispielsweise kann ein minimales Übermaß des Durchmessers des Durchgangs gegenüber dem Außendurchmesser der Grundwelle erzeugt werden, um ein blockadefreies Verschieben des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle zu erreichen, was auch noch bei einem auftretenden Wärmeverzug funktionieren kann. Andererseits wird durch ein nur minimales oder vermiedenes radiales Lagerspiel des Schiebenockenpaketes auf der Grundwelle eine optimale Führung eines Abgriffelementes über den Nockenprofilen des Schiebenockenpaketes erreicht, was den Ventiltrieb der Brennkraftmaschine schont. Insbesondere kann kein Öl in den Ölvolumen der hydraulischen Ventilspielausgleichselemente des Ventiltriebes verschäumen, die zur spielfreien Führung der Abgriffselemente über den Nockenprofilen dienen.

[0025] Schließlich können zur weiteren Verbesserungen der erfindungsgemäßen Nockenwelle noch Sicherungsringe vorgesehen sein, die an wenigstens einer und vorzugsweise an beiden Endseiten des Schiebenockenpaketes angeordnet sind, sodass die Nadellager Elemente durch die Sicherungsringe axial in den Längsnuten gesichert sind. Die Nadellager Elemente sind folglich in Axialrichtung in der Längsnut innenseitig durch das Distanzelement und außenseitig durch die Sicherungsringe fixiert. Die Sicherungsringe können in vorgesehene umlaufende Nuten in den Endseiten des Schiebenockenpaketes eingebracht werden, beispielsweise kraftschlüssig, formschlüssig, kraft-formschlüssig oder stoffschlüssig. Beispielsweise können die Sicherungsringe an die Seitenflächen des Schiebenockenpaketes angelötet oder angeschweißt werden, insbesondere durch ein Elektronenstrahlschweißen, durch ein Laserschweißen oder durch ein Reibschweißen. Alternativ können die Sicherungsringe auch durch eine Schraub- oder Klebeverbindung an den Seitenflächen des Schiebenockenpaketes angeordnet werden. Die Sicherungsringe weisen einen Innendurchmesser auf, der geringfügig größer ist als der Außendurchmesser der Grundwelle.

[0026] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Nockenwelle entsteht mit weiterem Vorteil eine einfache Montage der Schiebenockenpakete auf der Grundwelle. Zunächst können das Distanzelement in Form ei-

nes Federbleches und die Nadellager Elemente im Durchgang des Schiebenockenelementes gefügt werden, und mit den eingesetzten Nadellager Elementen in den Längsnuten im Durchgang des Schiebenockenpaketes kann dieses auf der Grundwelle aufgeschoben werden. Dabei greifen die Nadellager Elemente auch in die Längsnuten in der Außenseite der Grundwelle ein. Abschließend können die Sicherungsringe an die Endseiten des Schiebenockenpaketes angebracht werden. Damit wird eine einfache, kostengünstige Fertigung der Nockenwelle erreicht und es kann eine sehr gute radiale Zentrierung der Schiebenockenpakete auf der Grundwelle erzeugt werden. Insbesondere können kurze Nadellager Elemente verwendet werden, und die Grundwelle kann hohl ausgeführt werden.

BEVORZUGTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL DER ERFINDUNG

[0027] Weitere, die Verbindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigt:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer Nockenwelle mit einer Grundwelle und einem aufgebrochenen Schiebenockenpaket, wobei erfindungsgemäße Mittel zur Übertragung eines Drehmomentes zwischen dem Schiebenockenpaket und der Grundwelle gezeigt sind,

Figur 2 eine perspektivische, aufgeschnittene Ansicht eines Schiebenockenpaketes mit eingesetzten Nadellager Elementen und mit einem Distanzelement in Form eines Bleches,

Figur 3 eine querschnittene Ansicht eines zylindrischen Nadellager Elementes, das mit einem ersten Teil in einer Längsnut im Durchgang des Schiebenockenpaketes und mit einem zweiten Teil in einer Längsnut in der Außenseite der Grundwelle einsitzt und

Figur 4 eine Querschnittsansicht eines Nadellager Elementes, wobei in Abwandlung des Ausführungsbeispiels gemäß Figur 3 die Längsnut im Durchgang des Schiebenockenelementes eine Trapezform aufweist.

[0028] Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Nockenwelle 1 mit einer abschnittsweise dargestellten Grundwelle 10, und auf der Grundwelle 10 ist beispielhaft ein Schiebenockenpaket 11 aufgenommen, welches in einem Halbschnitt dargestellt ist und auf der Grundwelle 10 axial verschieblich aufsitzt.

[0029] Das Schiebenockenpaket 11 kann auf der Grundwelle 10 in Axialrichtung hin- und herbewegt wer-

den, und das Schiebenockenpaket 11 weist mehrere zueinander unterschiedliche Nockenprofile 12 auf, die in Abhängigkeit der eingestellten Axialposition auf der Grundwelle 10 unterschiedliche Hubinformationen an ein Abgriffselement weitergeben.

[0030] Zur Drehmomentübertragung zwischen der Grundwelle 10 und dem Schiebenockenpaket 11 dienen Mittel 14, und die Mittel 14 umfassen erfindungsgemäß länglich ausgebildete Nadellagerelemente 15.

[0031] In Zusammenschau mit Figur 2 ist gezeigt, dass im Durchgang 13 des Schiebenockenpaketes 11, durch den sich die Grundwelle 10 hindurch erstreckt, Längsnuten 16 eingebracht sind. Die Längsnuten 16 sind über den Umfang verteilt mit gleichen Abständen zueinander angeordnet und erstrecken sich mit gleichbleibendem Querschnitt in Axialrichtung in der Innenwand des Durchganges 13. Die Längsnuten 16 korrespondieren dabei mit ihrer Anzahl und mit ihrer Position mit Längsnuten 17, die in der Außenseite der Grundwelle 10 eingebracht sind.

[0032] Die Nadellagerelemente 15 sitzen mit einem ersten Teil ihres Kreisquerschnittes in den Längsnuten 16 im Durchgang 13 des Schiebenockenpaketes 11 ein und mit einem zweiten Teil des gleichen Kreisquerschnittes sitzen diese in den Längsnuten 17 in der Außenseite der Grundwelle 10 ein, wobei die Teile des Kreisquerschnittes der Nadellagerelemente 15 vorzugsweise jeweils hälftig in den Längsnuten 16, 17 einsitzen.

[0033] In einer jeweiligen Längsnut 16, 17 sitzen zwei Nadelemente 15 ein, die über ein als Blechelement ausgeführtes Distanzelement 18 zueinander auf Abstand gehalten werden. Das Distanzelement 18 umschließt die Grundwelle 10 im Wesentlichen vollständig und sitzt in einer entsprechend ausgedrehten mittig angeordneten Aussparung im Durchgang 13 des Schiebenockenpaketes 11 ein. Dadurch können die Nadellagerelemente 15, die jeweils seitlich zum Distanzelement 18 in den Längsnuten 16, 17 einsitzen, zueinander auf Abstand gehalten werden.

[0034] Die Nadellagerelemente 15 werden an einem axialen Herauslaufen aus den Längsnuten 16, 17 gehindert, indem an den Seitenflächen des Schiebenockenpaketes 11 Sicherungsringe 19 angebracht sind, durch die die Nadellagerelemente 15 axial gesichert werden.

[0035] Das Ausführungsbeispiel zeigt eine hohl ausgeführte Grundwelle 10, wobei die Nockenwelle 1 über die Grundwelle 10 in einem Aufnahmekörper, beispielsweise in einem Haubenmodul oder in einem Zylinderkopf, gelagert werden kann.

[0036] Figur 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel zur Aufnahme eines Nadellagerelementes 15 in den Längsnuten 16 und 17, wobei die Längsnut 16 im Durchgang 13 des Schiebenockenpaketes 11 eingebracht ist und die Längsnut 17 in der Außenseite der Grundwelle 10 eingebracht. Die Darstellung zeigt das Nadellagerelement 15, das zur Hälfte in der Längsnut 17 einsitzt, wobei die Längsnut 17 eine Kontur mit einem Radius aufweist, der etwa dem Radius des zylinderförmigen Nadellage-

relementes 15 entspricht. Abweichend vom Radius des Nadellagerelementes 15 weist die Längsnut 16 zwei Radien auf und durch die beiden Radien werden zwei Bereiche zur Einleitung einer Kontaktkraft F definiert, und in den Bereichen berührt das Nadellagerelement 15 die Oberfläche in der Längsnut 16. Durch die leichte Abweichung vom Radius des Nadellagerelementes 15 wird vermieden, dass die Längsnutkanten 22 höchst beanspruchte Bereiche bilden, da die Kontaktkraft F auf den größeren Bereichen beabstandet zu den Längsnutkanten 22 verteilt wird.

[0037] Figur 4 zeigt in Abwandlung des Ausführungsbeispiels aus Figur 3 eine Längsnut 16 im Durchgang 13 des Schiebenockenpaketes 11 mit einer Trapezform, während, wie in Zusammenhang mit Figur 3 bereits beschrieben, die Längsnut 17 in der Außenseite der Grundwelle 10 einen Radius aufweist, der dem Radius des zylinderförmigen Nadellagerelementes 15 entspricht. Die trapezförmige Längsnut 16 weist zwei schräg zueinander angeordnete, gegenüberliegende Trapezflanken 20 auf, und als Nutgrund erstreckt sich zwischen den Trapezflanken 20 eine Trapezgrundseite 21.

[0038] Die Kontaktbereiche zwischen dem Nadellagerelement 15 und der Längsnut 16 entsteht auf den Trapezflanken 20, wie mit den beiden Kontaktkräften F angedeutet. Auch durch eine trapezförmig ausgestaltete Längsnut 16 werden hoch beanspruchte Bereiche an den Längsnutkanten 22 vermieden.

[0039] Die Erfindung beschränkt sich in Ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen, bevorzugten Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei grundsätzlich anders gearteten Ausführungen Gebrauch macht. Sämtliche aus den Ansprüchen, der Beschreibung oder den Zeichnungen hervorgehenden Merkmale und/oder Vorteile, einschließlich konstruktiver Einzelheiten oder räumlicher Anordnung, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

[0040]

1	Nockenwelle
10	Grundwelle
11	Schiebenockenpaket
12	Nockenprofil
13	Durchgang
14	Mittel
15	Nadellagerelement
16	Längsnut
17	Längsnut
18	Distanzelement
19	Sicherungsring
20	Trapezflanke
21	Trapezgrundseite

22 Längsnutkante

F Kontaktkraft

Patentansprüche

1. Nockenwelle (1) zum Ventiltrieb einer Brennkraftmaschine mit einer Grundwelle (10) und mit wenigstens einem Schiebenockenpaket (11) umfassend mehrere Nockenprofile (12), wobei sich die Grundwelle (10) durch einen Durchgang (13) im Schiebenockenpaket (11) hindurch erstreckt, sodass dieses auf der Grundwelle (10) axial verschieblich aufgenommen ist, und wobei Mittel (14) zur Bildung einer drehmomentübertragenden Verbindung zwischen der Grundwelle (10) und dem Schiebenockenpaket (11) vorgesehen sind, wobei die Mittel (14) länglich ausgebildete Nadellagererelemente (15) umfassen, die mit einem ersten Teil ihres Kreisquerschnittes in einer Längsnut (16) im Durchgang (13) des Schiebenockenpaketes (11) einsitzen und die mit einem zweiten Teil des gleichen Querschnittes in einer Längsnut (17) in der Außenseite der Grundwelle (10) einsitzen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsnut (16) im Durchgang (13) des Schiebenockenpaketes (11) eine von einem Kreisbogen abweichende Querschnittskontur aufweist.
2. Nockenwelle (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsnut (17) in der Außenseite der Grundwelle (10) einen Halbkreisquerschnitt aufweist, der mit dem Kreisquerschnitt der Nadellagererelemente (15) korrespondiert.
3. Nockenwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittskontur der Längsnut (16) im Durchgang (13) des Schiebenockenpaketes (11) durch zwei Radien definiert ist, die größer sind als der Durchmesser der Nadellagererelemente (15), sodass zwei gegenüberliegende Kontaktbereiche zum Kontakt des Nadellagererelementes (15) gebildet sind.
4. Nockenwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittskontur der Längsnut (16) im Durchgang (13) des Schiebenockenpaketes (11) eine Trapezform aufweist, sodass zwei gegenüberliegende Kontaktbereiche zum Kontakt des Nadellagererelementes (15) gebildet sind.
5. Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Längsnut (17) in der Außenseite der Grundwelle (10) achsparallel zur Erstreckung der Grundwelle (10) ausgebildet ist und/oder wobei ein und vorzugswei-

se wenigstens zwei Nadellagererelemente (15) in einer Längsnut (17) aufgenommen sind.

6. Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen zwei in einer Längsnut (17) aufgenommene Nadellagererelemente (15) ein Distanzelement (18) vorhanden ist, wobei das Distanzelement (18) insbesondere als ein die Grundwelle (10) wenigstens teilweise umschließendes Blechelement ausgebildet ist.
7. Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grundwelle (10) aus einem Rohrkörper gebildet ist.
8. Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Außendurchmesser der Grundwelle (10) mit dem Durchmesser des Durchganges (13) im Schiebenockenpaket (11) ein Passmaß zueinander bilden, sodass ein im Wesentlichen spielfreier Gleitsitz des Schiebenockenpaketes (11) auf der Grundwelle (10) gebildet ist.
9. Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Sicherungsringe (19) vorgesehen sind, die an wenigstens einer und vorzugsweise an beiden Endseiten des Schiebenockenpaketes (11) angeordnet sind, sodass die Nadellagererelemente (15) axial gesichert sind.

Claims

1. Camshaft (1) for the valve train of an internal combustion engine having a basic shaft (10) and having at least one sliding cam pack (11) comprising a plurality of cam profiles (12), the basic shaft (10) extending through a passage (13) in the sliding cam pack (11), with the result that the latter is received on the basic shaft (10) such that it can be displaced axially, and means (14) for forming a torque-transmitting connection between the basic shaft (10) and the sliding cam pack (11) being provided, the means (14) comprising needle bearing elements (15) of elongate configuration which are seated with a first part of their circular cross section in a longitudinal groove (16) in the passage (13) of the sliding cam pack (11) and which are seated with a second part of the same cross section in a longitudinal groove (17) in the outer side of the basic shaft (10), **characterized in that** the longitudinal groove (16) in the passage (13) of the sliding cam pack (11) has a cross-sectional contour which differs from a circular arc.
2. Camshaft (1) according to Claim 1, **characterized**

in that the longitudinal groove (17) has a semi-circular cross section in the outer side of the basic shaft (10), which semi-circular cross section corresponds with the circular cross section of the needle bearing elements (15) .

3. Camshaft (1) according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the cross-sectional contour of the longitudinal groove (16) in the passage (13) of the sliding cam pack (11) is defined by way of two radii which are greater than the diameter of the needle bearing elements (15), with the result that two contact regions which lie opposite one another are formed for the contact of the needle bearing element (15).
4. Camshaft (1) according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the cross-sectional contour of the longitudinal groove (16) in the passage (13) of the sliding cam pack (11) has a trapezoidal shape, with the result that two contact regions which lie opposite one another are formed for the contact of the needle bearing element (15).
5. Camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the longitudinal groove (17) is configured in the outer side of the basic shaft (10) axially parallel to the extent of the basic shaft (10), and/or one and preferably at least two needle bearing elements (15) being received in a longitudinal groove (17).
6. Camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** there is a spacer element (18) between two needle bearing elements (15) which are received in a longitudinal groove (17), the spacer element (18) being configured, in particular, as a sheet metal element which encloses the basic shaft (10) at least partially.
7. Camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the basic shaft (10) is formed from a tubular body.
8. Camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the external diameter of the basic shaft (10) forms, with the diameter of the passage (13) in the sliding cam pack (11), a fit size with respect to one another, with the result that a substantially play-free sliding fit of the sliding cam pack (11) on the basic shaft (10) is formed.
9. Camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** locking rings (19) are provided which are arranged on at least one and preferably on the two end sides of the sliding cam pack (11), with the result that the needle bearing elements (15) are secured axially.

Revendications

1. Arbre à cames (1) pour le mécanisme de distribution d'un moteur à combustion interne, comprenant un arbre de base (10) et comprenant au moins un ensemble de cames coulissantes (11) comportant plusieurs profils de came (12), dans lequel l'arbre de base (10) s'étend à travers un passage (13) dans l'ensemble de cames coulissantes (11), de telle sorte que celui-ci est reçu de manière mobile axialement sur l'arbre de base (10), et dans lequel des moyens (14) servant à former une liaison de transmission de couple entre l'arbre de base (10) et l'ensemble de cames coulissantes (11) sont prévus, dans lequel les moyens (14) comportent des éléments de palier à aiguilles (15) de forme allongée qui, par une première partie de leur section transversale circulaire, sont logés dans une rainure longitudinale (16) dans le passage (13) de l'ensemble de cames coulissantes (11) et qui, par une deuxième partie de la même section transversale, sont logés dans une rainure longitudinale (17) dans le côté extérieur de l'arbre de base (10), **caractérisé en ce que** la rainure longitudinale (16) dans le passage (13) de l'ensemble de cames coulissantes (11) présente un contour en section transversale différent d'un arc de cercle.
2. Arbre à cames (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la rainure longitudinale (17) dans le côté extérieur de l'arbre de base (10) présente une section transversale semi-circulaire qui correspond à la section transversale circulaire des éléments de palier à aiguilles (15).
3. Arbre à cames (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le contour en section transversale de la rainure longitudinale (16) dans le passage (13) de l'ensemble de cames coulissantes (11) est défini par deux rayons qui sont plus grands que le diamètre des éléments de palier à aiguilles (15), de telle sorte que deux régions de contact opposées sont formées pour le contact des éléments de palier à aiguilles (15).
4. Arbre à cames (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le contour en section transversale de la rainure longitudinale (16) dans le passage (13) de l'ensemble de cames coulissantes (11) présente une forme trapézoïdale, de telle sorte que deux régions de contact opposées sont formées pour le contact des éléments de palier à aiguilles (15).
5. Arbre à cames (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la rainure longitudinale (17) dans le côté extérieur de l'arbre de base (10) est formée de manière axialement paral-

lèle à l'étendue de l'arbre de base (10) et/ou un élément de palier à aiguilles et de préférence au moins deux éléments de palier aiguilles (15) étant reçus dans une rainure longitudinale (17).

5

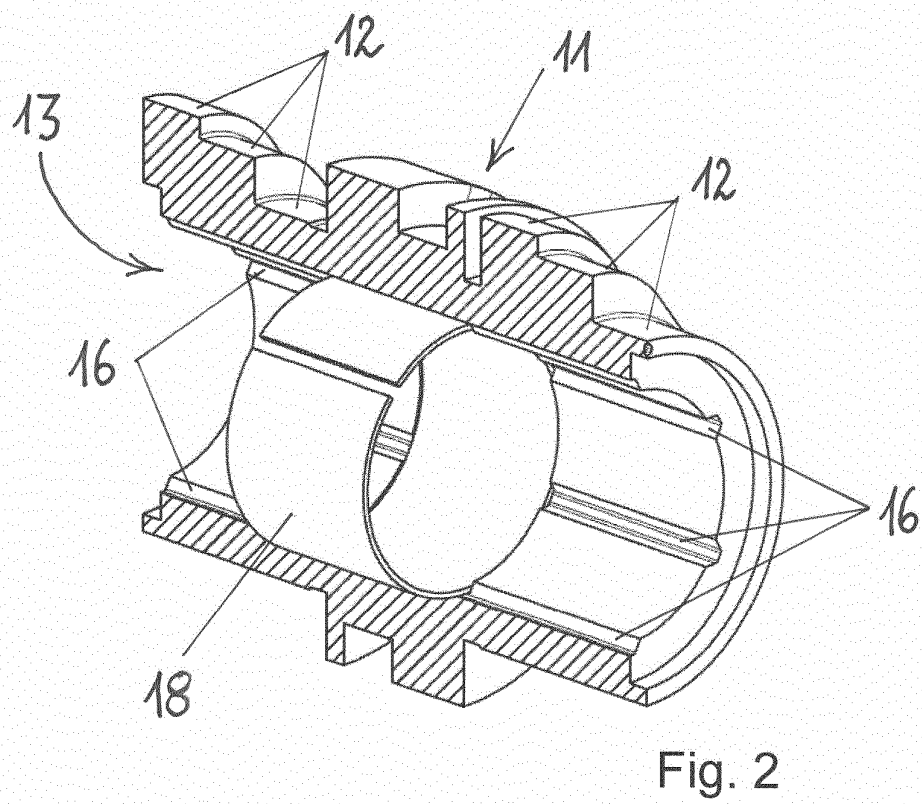
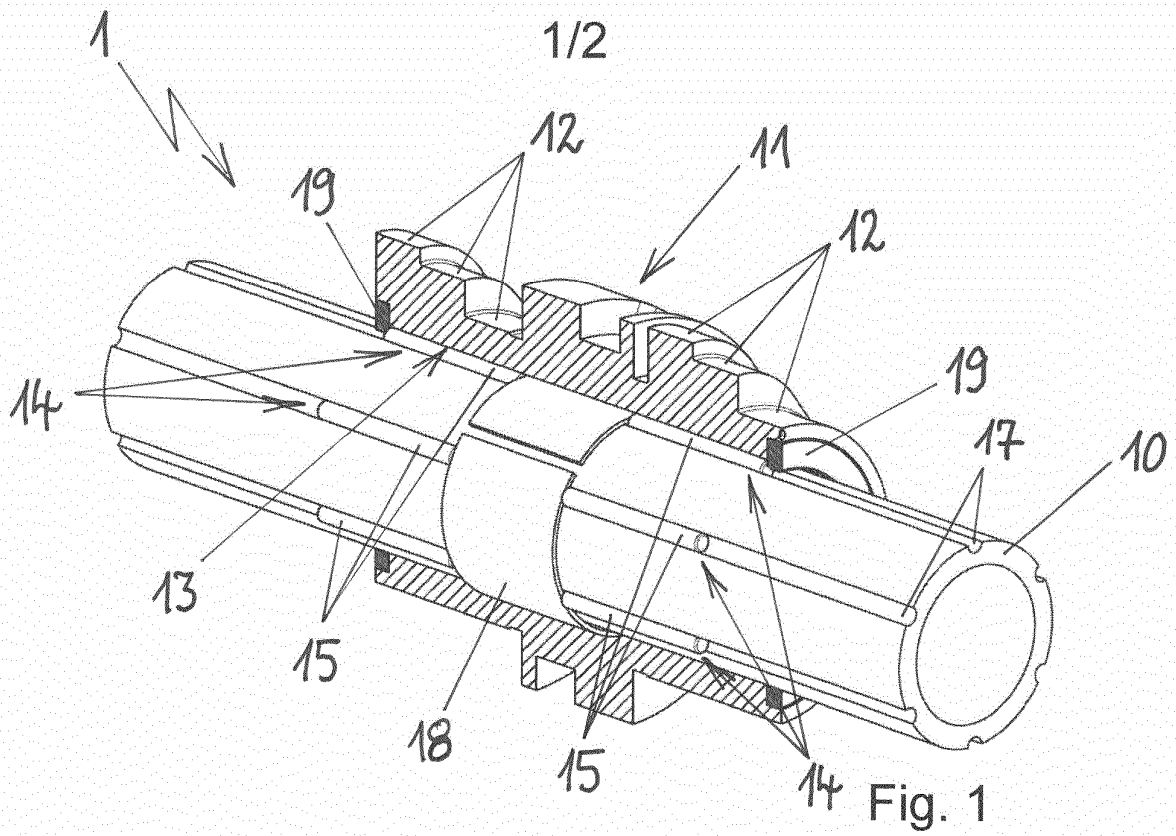
6. Arbre à cames (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** élément d'écartement (18) est présent entre deux éléments de palier à aiguilles (15) reçus dans une rainure longitudinale (17), l'élément d'écartement (18) étant réalisé en particulier sous forme d'élément en tôle entourant au moins partiellement l'arbre de base (10). 10
7. Arbre à cames (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre de base (10) est formé à partir d'un corps tubulaire. 15
8. Arbre à cames (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le diamètre extérieur de l'arbre de base (10) et le diamètre du passage (13) dans l'ensemble de cames coulissantes (11) forment l'un par rapport à l'autre une cote d'ajustement, de telle sorte qu'un ajustement glissant sensiblement sans jeu de l'ensemble de cames coulissantes (11) sur l'arbre de base (10) est formé. 20 25
9. Arbre à cames (1) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** des anneaux de fixation (19) sont prévus, lesquels sont disposés au niveau d'au moins l'un des côtés d'extrémité et de préférence au niveau des deux côtés d'extrémité de l'ensemble de cames coulissantes (11), de telle sorte que les éléments de paliers à aiguilles (15) sont fixés axialement. 30 35

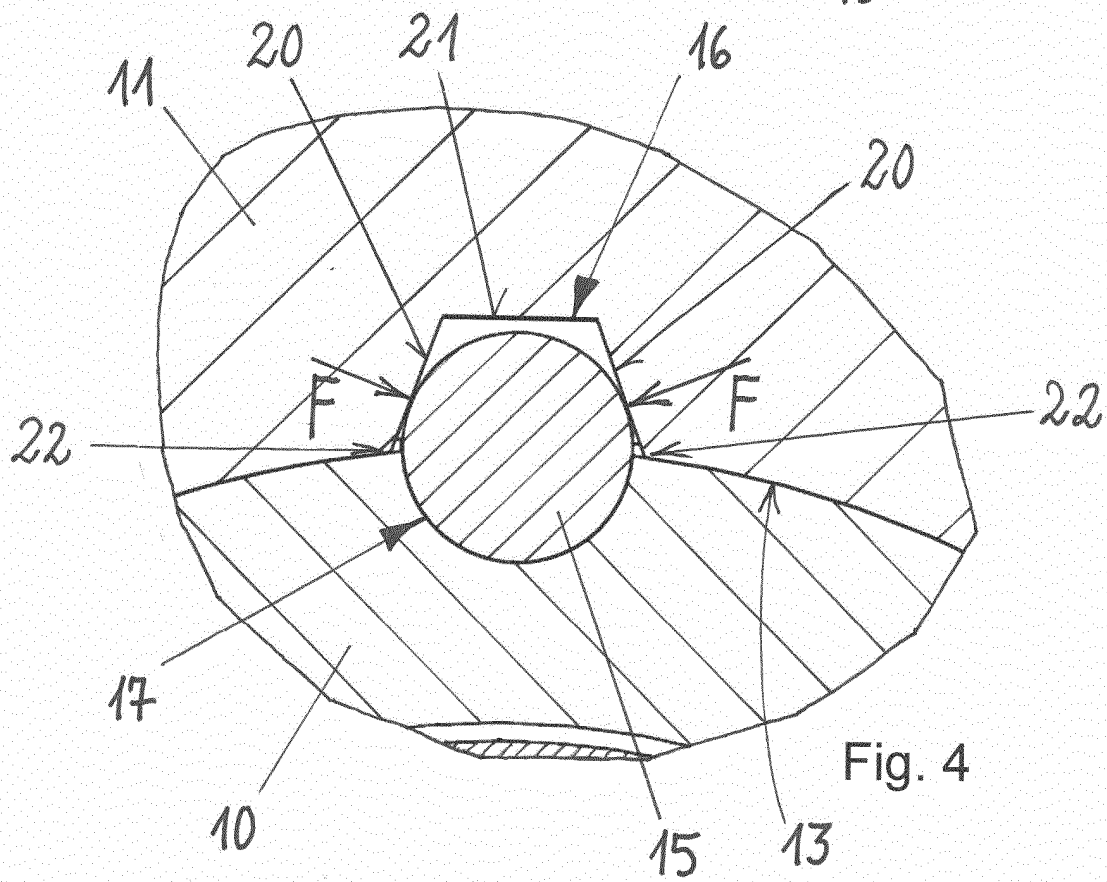
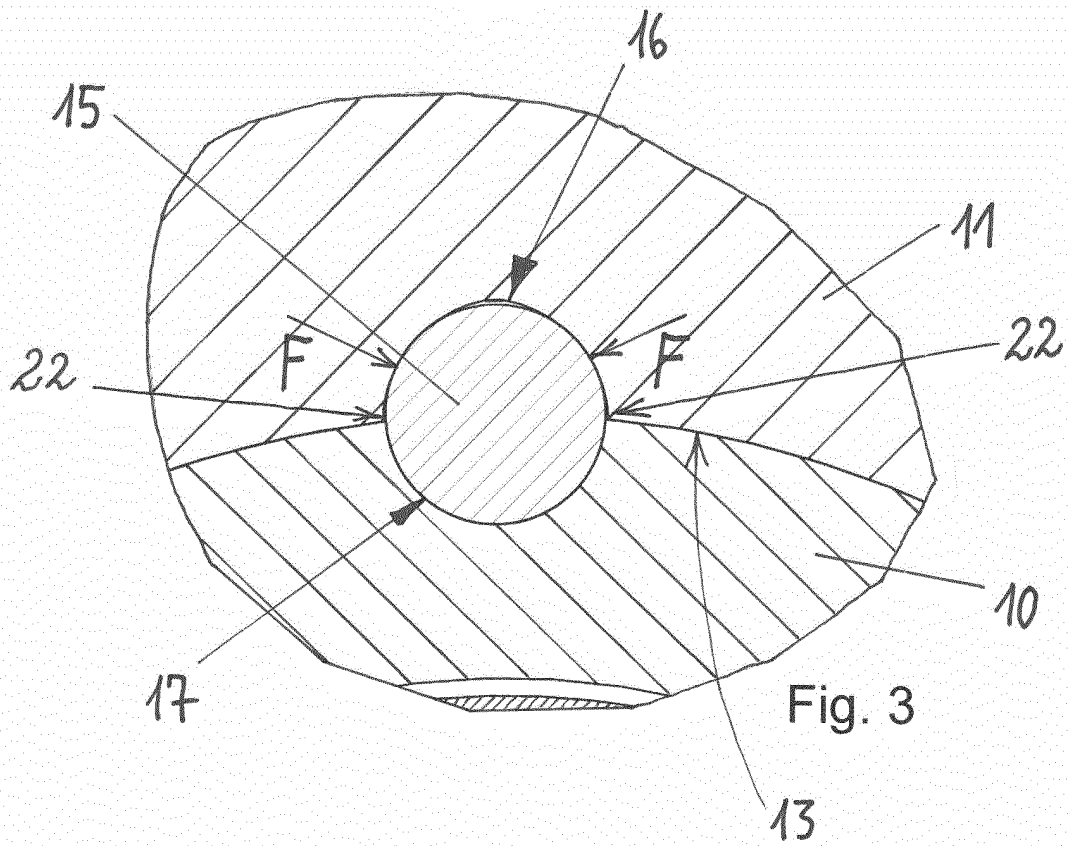
40

45

50

55





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 102008005639 A1 **[0005]**
- DE 102011000511 A1 **[0006]**
- DE 102011000510 A1 **[0007] [0008]**
- JP 2008208737 A **[0008]**
- WO 2015176874 A1 **[0009]**