

(19)



(11)

EP 3 149 290 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
14.11.2018 Patentblatt 2018/46

(51) Int Cl.:
F01L 1/047^(2006.01) F01L 1/344^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15722683.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2015/059581

(22) Anmeldetag: **30.04.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2015/180925 (03.12.2015 Gazette 2015/48)

(54) **VERSTELLBARE NOCKENWELLE MIT VERBESSERTER ÖLÜBERGABE ZWISCHEN INNENWELLE UND AUSSENWELLE**

VARIABLE VALVE TIMING CAMSHAFT WITH IMPROVED OIL TRANSFER BETWEEN INNER AND OUTER SHAFTS

ARBRE À CAMES VARIABLE À TRANSFERT D'HUILE AMÉLIORÉ ENTRE L'ARBRE INTÉRIEUR ET L'ARBRE EXTÉRIEUR

(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

- DIETEL, Uwe
08115 Lichtentanne (DE)
- MEUSEL, Jürgen
09573 Dittmannsdorf (DE)
- KUNZ, Michael
09116 Chemnitz (DE)
- LEHMANN, Martin
01855 Mittelndorf (DE)

(30) Priorität: **27.05.2014 DE 102014107475**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.04.2017 Patentblatt 2017/14

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

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

(72) Erfinder:

- **WEIDAUER, Marcel**
09126 Chemnitz (DE)
- **MANN, Bernd**
09405 Zschopau (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 415 979 CN-U- 202 215 574
DE-A1-102006 028 611 DE-A1-102011 077 532
DE-A1-102011 082 591 JP-A- H10 122 228
US-A- 4 974 561 US-A- 5 823 152

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).

EP 3 149 290 B1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine verstellbare Nockenwelle mit einer ausgeführten Außenwelle und mit einer in der Außenwelle drehbar aufgenommenen Innenwelle, wobei die Innenwelle einen Hohlraum aufweist, der mit Öl beaufschlagbar ist, und wobei in der Außenwelle wenigstens ein erster radialer Durchbruch und in der Innenwelle wenigstens ein zweiter radialer Durchbruch ausgebildet ist, sodass Öl bei einer Überdeckung des ersten radialen Durchbruches mit dem zweiten radialen Durchbruch zwischen dem Hohlraum und der Außenseite der Außenwelle fließen kann.

STAND DER TECHNIK

[0002] Die DE 36 02 477 A1 zeigt beispielhaft eine Nockenwelle mit einem sich zentral durch die Nockenwelle hindurch erstreckenden Hohlraum, und die Nockenwelle weist eine Radialbohrung auf, sodass Öl zwischen dem Hohlraum und der Außenseite der Nockenwelle transportiert werden kann. Dabei dient der Öltransport zur Außenseite der Nockenwelle der Schmierung von Gleitlagern, über die die Nockenwelle in einem Zylinderkopf drehbar aufgenommen ist.

[0003] Aus der DE 10 2005 014 680 A1 ist eine verstellbare Nockenwelle mit einem Phasensteller bekannt, und zur Aktivierung des Phasenstellers sind wenigstens zwei Ölverbindungen bekannt, über die der Phasensteller mit Drucköl zur Betätigung beaufschlagt werden kann. Um den Phasensteller mit Öl zu beaufschlagen, muss eine Druckverbindung von einem ruhenden Bauteil auf die rotierende Nockenwelle übertragen werden, da der Phasensteller mit der Nockenwelle mitrotiert. Zur Druckbeaufschlagung mit Öl wird häufig das an den Phasensteller angrenzende erste Hauptlager der verstellbaren Nockenwelle genutzt und über eine innere Lagerschale, die mit der Außenwelle der Nockenwelle mitrotiert, wird durch die ruhende Lagerschale über umlaufende Nuten Drucköl an die rotierende Nockenwelle übergeben. Dabei sind radiale Bohrungen zwischen umlaufenden Nuten in der Lagerschale vorgesehen, in die radiale Bohrungen münden, die sich durch die Lagerschale, die Außenwelle und die Innenwelle hindurch erstrecken und die radiale Bohrung in der Innenwelle mündet in den Hohlraum in der Innenwelle.

[0004] Weitere Beispiele einer verstellbaren Nockenwelle mit einer Ölübergabe von einer ruhenden Lagerschale auf einen mit der Nockenwelle rotierenden Phasensteller sind aus EP 2 415 979 A1 und EP 2 527 607 A2 bekannt. Die Innenwelle und die Außenwelle weisen radiale Durchbrüche auf, wobei die Durchbrüche in der Außenwelle eine in Umfangsrichtung weisende längliche Erstreckung aufweisen müssen, um über einen Verstellwinkel der Innenwelle in der Außenwelle eine Überdeckung des radialen Durchbruches in der Innenwelle mit dem Durchbruch in der Außenwelle zu ermöglichen. Nachteilhafterweise wird dadurch die Außenwelle jedoch

erheblich geschwächt.

Weist die Innenwelle und/oder die Außenwelle eine umlaufende Nut auf, sodass die Fluidverbindung zwischen dem radialen Durchbruch in der Innenwelle und dem radialen Durchbruch in der Außenwelle über die umlaufende Nut erfolgt, ist eine Überdeckung der radialen Durchbrüche zwar nicht erforderlich, jedoch wird durch die umlaufende Nut die mechanische Belastbarkeit der Außenwelle und/oder die der Innenwelle geschwächt. Insbesondere addiert sich die Schwächung durch vorgesehene Nuten zu den sich in Umfangsrichtung erstreckenden länglichen Durchbrüchen, sodass die Festigkeit der Nockenwelle kritische Untergrenzen erreichen kann.

Zur Gewährleistung eines Ölflusses auch in den Grenzlagen der Winkelverstellung der Innenwelle in der Außenwelle ist es erforderlich, eine in Umfangsrichtung längliche Erstreckung des Durchbruchs in der Außenwelle zu schaffen, sodass auch in den Winkel-Endlagen der verdrehten Innenwelle in der Außenwelle eine im Wesentlichen vollständige Überdeckung der radialen Durchbrüche in der Innenwelle und der Außenwelle gewährleistet ist. Abhängig von einem erforderlichen Verdrehbereich der Innenwelle in der Außenwelle über einen Verdrehwinkel müssen die ersten radialen Durchbrüche in Umfangsrichtung der Außenwelle sehr lang ausgeführt sein, wodurch sich eine erhebliche Schwächung der Nockenwelle ergibt.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0005] Aufgabe der Erfindung ist die Weiterbildung einer verstellbaren Nockenwelle ohne eine wesentliche mechanische Schwächung durch Ölübergabestellen, wobei eine Ölübergabe zwischen einem Hohlraum in der Innenwelle und der Außenwelle auch bei großen Verdrehbereichen der Innenwelle in der Außenwelle gewährleistet sein soll.

[0006] Diese Aufgabe wird ausgehend von einer verstellbaren Nockenwelle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 in Verbindung mit den kennzeichnenden Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Die Erfindung schließt die technische Lehre ein, dass der erste radiale Durchbruch auf der Innenseite der Außenwelle einen größeren Querschnitt aufweist als auf der Außenseite der Außenwelle und/oder dass der zweite radiale Durchbruch auf der Außenseite der Innenwelle einen größeren Querschnitt aufweist als auf der Innenseite der Innenwelle.

[0008] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des ersten radialen Durchbruchs in der Außenwelle oder des zweiten radialen Durchbruches in der Innenwelle wird ermöglicht, dass auch in den Winkel-Endlagen einer Verdrehung der Innenwelle in der Außenwelle eine volle Überdeckung der ersten und zweiten radialen Durchbrüche ermöglicht wird, ohne dass der erste radiale Durchbruch in der Außenwelle sich über einen Umfangsbereich erstreckt, der dem vollständigen Winkelbereich der Ver-

stellung der Innenwelle in der Außenwelle entspricht. Dadurch wird bei einem optimierten Ölfluss zwischen dem Hohlraum und der Außenseite der Nockenwelle der weitere Vorteil erreicht, dass die Nockenwelle in ihrer Belastbarkeit nur minimal geschwächt wird.

[0009] Der erste radiale Durchbruch kann einen in die Innenseite sich öffnenden, durch Schrägen berandeten Abschnitt und einen in die Außenseite mündenden zylindrischen Abschnitt aufweisen. Dadurch kann der erste radiale Durchbruch in seinem Querschnitt trapezförmig ausgestaltet sein, und insbesondere eine geringere Öffnungsweite zur Außenseite des Durchbruchs ermöglicht einen Erhalt der Belastbarkeit der Außenwelle, da das Flächenträgheitsmoment durch die radial außenseitig geringere Materialentnahme weniger reduziert wird. Auf gleiche Weise kann der zweite radiale Durchbruch in der Innenwelle eine beispielsweise kegelförmige Erweiterung in einem Abschnitt in Richtung der Außenseite der Innenwelle aufweisen.

[0010] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform kann der erste radiale Durchbruch einen in die Innenseite mündenden Querschnitt aufweisen, der so bestimmt ist, dass über den Verdrehbereich der Innenwelle in der Außenwelle eine im Wesentlichen vollständige Überdeckung des Querschnittes mit dem zweiten radialen Durchbruch in der Innenwelle ermöglicht ist. Beispielsweise können die Schrägen, die den Abschnitt des Durchbruchs in Richtung zur Innenseite in der Außenwelle beranden, so definiert sein, dass auch in der Winkel-Endlage der verdrehten Innenwelle in der Außenwelle eine volle Überdeckung des zweiten radialen Durchbruchs in der Innenwelle mit dem innenseitigen Öffnungsbereich des ersten radialen Durchbruchs überdeckt ist. Weiterhin kann der erste radiale Durchbruch eine in Umfangsrichtung längliche Erstreckung aufweisen, wobei die Schrägen in den Endbereichen des länglichen, radialen Durchbruchs vorgesehen sein können. Weiterhin können die Schrägen jedoch zusätzlich auch in den Seitenbereichen vorgesehen sein, sodass sich die Trapezform über den gesamten Rand des ersten radialen Durchbruchs hinweg ergibt.

[0011] Die Ausgestaltung des zweiten radialen Durchbruchs in der Innenwelle kann dabei zusätzlich zur erfindungsgemäße Ausgestaltung des ersten radialen Durchbruchs in der Außenwelle ausgebildet sein, sodass auch vorgesehen ist, dass der zweite radiale Durchbruch auf der Außenseite der Innenwelle einen größeren Querschnitt aufweist als auf der Innenseite der Innenwelle. Dadurch wird der Winkelbereich zur vollständigen Überdeckung der Durchbrüche weiter vergrößert.

[0012] Durch die radialen Durchbrüche in der Außenwelle und in der Innenwelle kann eine Öleinspeisestelle zur Ansteuerung eines Phasenstellers gebildet werden, wobei zwei und vorzugsweise drei auf dem Umfang gleich verteilte radiale Durchbrüche in der Außenwelle und in der Innenwelle vorgesehen sein können. Die Durchbrüche in der Außenwelle können dabei gemäß einer weiteren Ausführungsform auch vierfach vorhan-

den sein und ungleich über dem Umfang verteilt sein, wobei zugleich vier Durchbrüche in der Innenwelle vorgesehen sein können, die über dem Umfang verteilt eine gleiche Winkelteilung aufweisen.

[0013] Durch die mittels der entsprechenden radialen Durchbrüche gebildete Verbindung zwischen dem Hohlraum in der Innenwelle und der Außenseite der Außenwelle können die Innenseite der Außenwelle und/oder die Außenseite der Innenwelle wenigstens im Bereich der radialen Durchbrüche nutenfrei ausgebildet sein. Weist die Außenwelle und/oder die Innenwelle keine umlaufende Nut auf, mit normalerweise ein Öltransport zwischen den radialen Durchbrüchen in der Innenwelle und der Außenwelle auch bei einer Verdrehung ohne Überdeckung ermöglicht wäre, so erfährt die Außenwelle und/oder die Innenwelle folglich auch keine mechanische Schwächung.

[0014] Das Verhältnis der Öffnungsweite in der Mündung zur Außenseite zur Öffnungsweite in der Mündung zur Innenseite des ersten radialen Durchbruchs kann beispielsweise 0,6 und 0,9 und vorzugsweise 0,7 bis 0,8 betragen, wobei dieser Wert auch für die erfindungsgemäße Ausführung der Innenwelle vorgesehen sein kann. Je kleiner die Öffnungsweite der Mündung zur Außenseite des ersten radialen Durchbruchs ist, desto kleiner ist auch der Querschnitt, mit der der erste radiale Durchbruch in die Außenseite der Außenwelle mündet, und desto geringer ist die Schwächung der Belastbarkeit der Nockenwelle.

[0015] Die erfindungsgemäße geometrische Ausgestaltung des wenigstens einen ersten radialen Durchbruchs in der Außenwelle kann beispielsweise mit einem Schaftfräser hergestellt werden, indem der Schaftfräser im Durchbruch unter einem Winkel angestellt wird. Ebenso ist der Einsatz eines Kontur-Fräswerkzeuges möglich.

[0016] Weiterführend kann vorgesehen sein, dass die Innenwelle radiale Durchbrüche aufweist, die über dem Umfang gleich verteilt sind und zueinander einen jeweils gleichen Winkel einschließen und dass die Außenwelle radiale Durchbrüche aufweist, die über dem Umfang ungleich und insbesondere paarweise verteilt ausgebildet sind.

[0017] Alternativ kann vorgesehen sein, dass die Außenwelle radiale Durchbrüche aufweist, die über dem Umfang gleich verteilt sind und zueinander einen jeweils gleichen Winkel einschließen und dass die Innenwelle radiale Durchbrüche aufweist, die über dem Umfang ungleich und insbesondere paarweise verteilt ausgebildet sind.

[0018] Bei einer Ungleichverteilung der radialen Durchbrüche auf der Innenwelle und/oder auf der Außenwelle kann erreicht werden, dass die Aufteilung der radialen Durchbrüche auf der Außenwelle oder auf der Innenwelle so ausgebildet ist, dass eine Überdeckung aller Durchbrüche der Innenwelle und der Außenwelle nur in einer Verstellbereichsmittle der Verdrehung der Innenwelle in der Außenwelle gegeben ist. Dabei kann die Überdeckung durch den größeren Mündungsquerschnitt

der radialen Durchbrüche und die Auswahl des Winkels zwischen den radialen Durchbrüchen so gegeben sein, dass über dem Verdrehbereich der Innenwelle in der Außenwelle der addierte Strömungsquerschnitt aller Durchbrüche im Wesentlichen unverändert bleibt und der Einfluss der Winkellage auf die Verstellgeschwindigkeit und auf das Regelverhalten eines Phasenstellers, der durch die radialen Bohrung mit Druckmittel gespeist wird, ist minimiert.

BEVORZUGTES AUSFÜHRUNGSBEISPIEL DER ERFINDUNG

[0019] Weitere, die Erfindung verbessernde Maßnahmen werden nachstehend gemeinsam mit der Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Figuren näher dargestellt. Es zeigt:

- Figur 1 eine Querschnittsansicht einer verstellbaren Nockenwelle gemäß dem Stand der Technik,
- Figur 2 eine Querschnittsansicht einer verstellbaren Nockenwelle mit den Merkmalen der vorliegenden Erfindung gemäß eines ersten Ausführungsbeispiels,
- Figur 2a eine ausschnittsweise vergrößerte Ansicht eines ersten radialen Durchbruchs in der Außenwelle der verstellbaren Nockenwelle gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 2,
- Figur 3 eine Querschnittsansicht einer verstellbaren Nockenwelle mit Ölkälen, die mit einem schematisch gezeigten Phasensteller gekoppelt sind,
- Figur 4 eine Querschnittsansicht durch die verstellbare Nockenwelle gemäß der Schnittlinie A-A, wie in Figur 3 gezeigt,
- Figur 5a eine Querschnittsansicht einer verstellbaren Nockenwelle mit den Merkmalen der vorliegenden Erfindung gemäß eines zweiten Ausführungsbeispiels, wobei die Innenwelle in einer Drehposition gezeigt ist, in der der erste radiale Durchbruch eine Teilüberdeckung mit dem zweiten radialen Durchbruch aufweist,
- Figur 5b eine Querschnittsansicht der verstellbaren Nockenwelle gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 5a, wobei die Innenwelle in einer Drehposition gezeigt ist, in der der erste radiale Durchbruch eine volle Überdeckung mit dem zweiten radialen Durchbruch aufweist und

Figur 5c eine Querschnittsansicht der verstellbaren Nockenwelle gemäß dem Ausführungsbeispiel in Figur 5a oder 5b, wobei die Innenwelle in einer Drehposition gezeigt ist, in der zwei erste radiale Durchbrüche eine volle Überdeckung mit zwei der erste radiale Durchbruch keine Überdeckung mit dem zweiten radialen Durchbruch aufweist.

[0020] Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch eine verstellbare Nockenwelle 1 gemäß dem Stand der Technik, und die Nockenwelle 1 weist eine Außenwelle 10 und eine Innenwelle 11 auf, und die Innenwelle 11 erstreckt sich durch die hohl ausgeführte Außenwelle 10 hindurch. Beide Wellen 10 und 11 können gemeinsam um eine Rotationsachse 20 rotieren.

[0021] Die Innenwelle 11 weist einen sich teilweise durch diese hindurch erstreckenden Hohlraum 12 auf, der beispielsweise mit Drucköl beaufschlagt werden kann. Außenseitig um die Außenwelle 10 erstreckt sich ein Lagerring 21, und der Lagerring 21 weist Durchbrüche 24 auf. Wird der Lagerring 21 über einen nicht dargestellten weiteren Lagerring außenseitig mit Öl druckbeaufschlagt, so gelangt dieses in die Durchbrüche 24, die in ihrer Position übereinstimmen mit den ersten radialen Durchbrüchen 13 in der Außenwelle 10. Um einen Öfluss zu ermöglichen zwischen dem Lagerring 21 und dem Hohlraum 12 sind in der Innenwelle 11 zweite radiale Durchbrüche 14 vorgesehen und die ersten radialen Durchbrüche 13 müssen über einen Umfangswinkel derart sich in Umfangsrichtung länglich erstreckend ausgebildet werden, dass auch in den Winkel-Endlagen bei einer Verdrehung der Innenwelle 11 in der Außenwelle 10 eine hinreichende Überdeckung der ersten und zweiten radialen Durchbrüche 13 und 14 gewährleistet ist. Die Abbildung zeigt eine verdrehte Innenwelle 11, so dass eine Überdeckung der Durchbrüche 13 und 14 nur noch teilweise erfolgt. Dadurch wird der Öfluss zwischen dem Hohlraum 12 und dem Lagerring 21 reduziert.

[0022] Figur 2 zeigt die erfindungsgemäß weitergebildete, verstellbare Nockenwelle mit in der Außenwelle 10 eingebrachten ersten radialen Durchbrüchen 13, die auf der Innenseite 15 der Außenwelle 10 einen größeren Querschnitt aufweisen als auf der Außenseite 16 der Außenwelle 10. Die verdrehte dargestellte Innenwelle 11 weist zweite radiale Durchbrüche 14 auf, die trotz der Verdrehung eine volle Überdeckung mit den in die Innenseite 15 mündenden ersten radialen Durchbrüchen 13 aufweist. Dadurch wird eine Schwächung des Öflusses zwischen dem Hohlraum 12 und dem Lagerring 21 vermieden, ferner weisen die ersten radialen Durchbrüche 13 auf der Außenseite 16 der Außenwelle 10 eine kleinere Querschnittsabmessung auf, wodurch eine mechanische Schwächung der Außenwelle 10 minimiert ist.

[0023] Figur 2a zeigt die geometrische Ausgestaltung eines ersten radialen Durchbruchs 13 in einer Trapezform, und ein Abschnitt 18 weist Schrägen 17 auf, die in einen zylindrischen Abschnitt 19 münden. Dadurch er-

gibt sich eine trapezartige Querschnittsform der ersten radialen Durchbrüche 13.

[0024] Die vergrößerte Darstellung zeigt ferner einen umlaufenden Ringspalt 22 im Lagerring 21, über den auch bei einer Rotation des Lagerrings 21 in einem weiteren Lagerring eine Ölversorgung des Durchbruches 24 zur Übergabe des Öls in den ersten radialen Durchbruch 13 in der Außenwelle 10 gewährleistet bleibt.

[0025] Figur 3 zeigt zur weiteren Erläuterung der Ausgestaltung der verstellbaren Nockenwelle 1 mit den erfindungsgemäßen Durchbrüchen 13 eine Querschnittsansicht durch die Nockenwelle 1, und endseitig auf der Nockenwelle 1 ist benachbart zu einem Antriebsrad 27, das mit der Außenwelle 10 gekoppelt ist, ein Phasensteller 23 gezeigt. Dabei kann das Antriebsrad je nach Ausführung auch ein Teil des Gehäuses des Phasenstellers 23 sein.

[0026] Um die Innenwelle 11 in der Außenwelle 10 hin und her zu verdrehen, muss der Phasensteller 23 über zwei Ölkäle wechselweise mit Öl versorgt werden und ein erster Ölkanal 25 umfasst den Hohlraum 12, den zweiten radialen Durchbruch 14, den ersten radialen Durchbruch 13 sowie den Durchbruch 24 im Lagerring 21. Gespeist wird der erste Ölkanal 25 beispielsweise durch eine Druckbeaufschlagung über einen ruhenden, außenseitigen Lagerring (nicht dargestellt), in dem der Lagerring 21 aufgenommen ist und mit diesem ein Gleitlager bildet.

[0027] Ein zweiter Ölkanal 26 ist über weitere Durchbrüche im Lagerring 21 und in der Außenwelle gebildet, wobei jedoch der zweite Ölkanal 26 die Innenwelle 11 nicht durchläuft.

[0028] Rotiert die Nockenwelle 1 um die Rotationsachse 20, so erfolgt zur entsprechenden Aktivierung des Phasenstellers 23 eine Druckbeaufschlagung des ersten Ölkansals 25 über den Lagerring 21 und den Durchbruch 24. Gezeigt ist dabei eine erfindungsgemäße Ausgestaltung des ersten radialen Durchbruchs 13, der sich in Richtung zum zweiten radialen Durchbruch 14 innenseitig öffnet. Der erste radiale Durchbruch 13 weist dabei in der Mündung auf die Innenseite 15 einen größeren Querschnitt auf, als in der Mündung zur Außenseite 16 der Außenwelle 10.

[0029] Figur 4 zeigt schließlich eine Ansicht entlang der Schnittlinie A-A gemäß Figur 3. In der Querschnittsansicht sind der Lagerring 21 sowie die Außenwelle 10 und die Innenwelle 11 geschnitten dargestellt, wobei der Schnitt durch die Durchbrüche 13 und 14 verläuft. Die Schnittansicht zeigt dabei auf dem Umfang gleich verteilt drei erste radiale Durchbrüche 13 in der Außenwelle 10 und drei zweite radiale Durchbrüche 14 in der Innenwelle 11. Im Detail ist die geometrische Ausgestaltung der ersten radialen Durchbrüche 13 mit den Merkmalen der Erfindung gezeigt, und die ersten radialen Durchbrüche 13 besitzen auf der Innenseite der Außenwelle 10 einen größeren Querschnitt als auf der Außenseite der Außenwelle 10. Die Seitenbereiche der ersten radialen Durchbrüche 13 sind berandet durch einen zylindrischen Abschnitt

19 in Richtung zur Außenseite und durch einen Abschnitt 18 zur Innenseite, der seitlich durch Schrägen 17 begrenzt ist.

[0030] Die Figuren 5a, 5b und 5c zeigen in verschiedenen Verdrehpositionen der Innenwelle 11 in der Außenwelle 10 einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer verstellbaren Nockenwelle 1. Die Innenwelle 11 weist beispielhaft vier radiale Durchbrüche 14 auf, und die radialen Durchbrüche 14 sind über den Umfang gleich verteilt und schließen einen Winkel von jeweils 90° zueinander ein. Die Außenwelle 10 weist ebenfalls vier Durchbrüche 13 auf, von denen zwei auf 180° diametral gegenüberstehende Paare von Durchbrüchen 13 zueinander einen Winkel α von weniger als 90° einschließen. Damit kann die Innenwelle 11 so verdreht werden, dass beispielsweise nur zwei der vier Durchbrüche 14 der Innenwelle 11 mit Durchbrüchen 13 der Außenwelle 10 in Überdeckung stehen.

[0031] In Figur 5a ist eine Verdrehposition der Innenwelle 11 in der Außenwelle 10 gezeigt, in der alle vier Durchbrüche 14 der Innenwelle 11 eine Teilüberdeckung mit den Durchbrüchen 13 in der Außenwelle 10 aufweisen. Die Teilüberdeckung wird begünstigt durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung, dass der zweite radiale Durchbruch 14 auf der Außenseite 28 der Innenwelle 11 einen größeren Querschnitt aufweist als auf der Innenseite 29 der Innenwelle 11. Beispielsweise sind die Durchbrüche 13 in der Außenwelle 10 paarweise zueinander ausgebildet, und der Winkel α zwischen zwei benachbarten Durchbrüchen 13 ist so gewählt, dass in einer Verstellbereichsmittle alle Durchbrüche 14 der Innenwelle 11 teilüberdeckt sind.

[0032] Figur 5b zeigt eine erste Endlagenposition der Verdrehung, in der sich zwei von vier Durchbrüchen 14 in der Innenwelle 11 mit Durchbrüchen 13 in der Außenwelle 10 in Überdeckung befinden.

[0033] Figur 5c zeigt eine zweite Endlagenposition der Verdrehung, in der zwei andere der vier Durchbrüche 14 in der Innenwelle 11 mit Durchbrüchen 13 in der Außenwelle 10 in Überdeckung gebracht sind.

[0034] Die Figuren 5a, 5b und 5c zeigen dabei ein Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei dem die zweiten radialen Durchbrüche 14 auf der Außenseite 28 der Innenwelle 11 einen größeren Querschnitt aufweisen als auf der Innenseite 29 der Innenwelle 11. Damit kann der gleiche Effekt erreicht werden, dass auch in den Endstellungen der Verdrehung der Innenwelle 11 in der Außenwelle 10 bereits eine volle Überdeckung der beiden Durchgänge 13, 14 erreicht wird.

[0035] Durch das Ausführungsbeispiel der Figuren 5a, 5b und 5c wird eine Anpassung der Rohrringeometrie nicht zwingend erforderlich, und es sind keine Fräsungen mit einem Fingerfräser an der Innenseite 15 der Außenwelle 10 erforderlich. Die gezeigte spanende Bearbeitung der Außenseite 28 der Innenwelle 11 ist dabei wesentlich einfacher möglich.

[0036] Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf das vorstehend angegebene bevorzugte

Ausführungsbeispiel. 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 konstruktiven Einzelheiten, räumliche Anordnungen, können sowohl für sich als auch in den verschiedensten Kombinationen erfindungswesentlich sein.

Bezugszeichenliste

[0037]

- 1 verstellbare Nockenwelle
- 10 Außenwelle
- 11 Innenwelle
- 12 Hohlraum
- 13 erster radialer Durchbruch
- 14 zweiter radialer Durchbruch
- 15 Innenseite
- 16 Außenseite
- 17 Schräge
- 18 Abschnitt
- 19 zylindrischer Abschnitt
- 20 Rotationsachse
- 21 Lagerring
- 22 umlaufender Ringspalt
- 23 Phasensteller
- 24 Durchbruch
- 25 erster Ölkanal
- 26 zweiter Ölkanal
- 27 Antriebsrad
- 28 Außenseite
- 29 Innenseite
- α Winkel

Patentansprüche

1. Verstellbare Nockenwelle (1) mit einer hohl ausgeführten Außenwelle (10) und mit einer in der Außenwelle (10) drehbar aufgenommenen Innenwelle (11), wobei die Innenwelle (11) einen Hohlraum (12) aufweist, der mit Öl beaufschlagbar ist, und wobei in der Außenwelle (10) wenigstens ein erster radialer Durchbruch (13) und in der Innenwelle (11) wenigstens ein zweiter radialer Durchbruch (14) ausgebildet ist, sodass Öl bei einer Überdeckung des ersten radialen Durchbruches (13) mit dem zweiten radialen Durchbruch (14) zwischen dem Hohlraum (12) und der Außenseite der Außenwelle (10) fließen kann, wobei der zweite radiale Durchbruch (14) auf der Außenseite (28) der Innenwelle (11) einen größeren Querschnitt aufweist als auf der Innenseite (29) der Innenwelle (11)

dadurch gekennzeichnet, dass

- der erste radiale Durchbruch (13) auf der Innenseite (15) der Außenwelle (10) einen größeren Querschnitt aufweist als auf der Außenseite (16) der Außenwelle (10).
- 2. Verstellbare Nockenwelle (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste radiale Durchbruch (13) einen in die Innenseite (15) sich öffnenden, durch Schrägen (17) berandeten Abschnitt (18) und einen in die Außenseite (16) mündenden zylindrischen Abschnitt (19) aufweist.
- 3. Verstellbare Nockenwelle (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste radiale Durchbruch (13) einen in die Innenseite (15) mündenden Querschnitt aufweist, der so bestimmt ist, dass über einen Verdrehbereich der Innenwelle (11) in der Außenwelle (10) eine im Wesentlichen vollständige Überdeckung des Querschnittes mit dem zweiten radialen Durchbruch (14) in der Innenwelle (11) ermöglicht ist.
- 4. Verstellbare Nockenwelle (1) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste radiale Durchbruch (13) eine in Umfangsrichtung längliche Erstreckung aufweist, wobei die Schrägen (17) in den Endbereichen des länglichen radialen Durchbruches (13) vorgesehen sind.
- 5. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die radialen Durchbrüche (13, 14) in der Außenwelle (10) und in der Innenwelle (11) eine Öleinspeisestelle zur Ansteuerung eines Phasenstellers (23) gebildet ist, wobei zwei auf dem Umfang gleich verteilte radiale Durchbrüche (13, 14) in der Außenwelle (10) und in der Innenwelle (11) vorgesehen sind.
- 6. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die radialen Durchbrüche (13, 14) in der Außenwelle (10) und in der Innenwelle (11) eine Öleinspeisestelle zur Ansteuerung eines Phasenstellers (23) gebildet ist, wobei drei auf dem Umfang gleich verteilte radiale Durchbrüche (13, 14) in der Außenwelle (10) und in der Innenwelle (11) vorgesehen sind.
- 7. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenseite der Außenwelle (10) und/oder die Außenseite der Innenwelle (11) wenigstens im Bereich der radialen Durchbrüche (13, 14) nutenfrei ausgebildet sind.

8. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Öffnungsweite in der Mündung zur Außenseite (16) zur Öffnungsweite in der Mündung zur Innenseite (15) des ersten radialen Durchbruchs (13) 0,6 bis 0,9 beträgt. 5
9. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verhältnis der Öffnungsweite in der Mündung zur Außenseite (16) zur Öffnungsweite in der Mündung zur Innenseite (15) des ersten radialen Durchbruchs (13) 0,7 bis 0,8 beträgt 10
10. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenwelle (11) radiale Durchbrüche (14) aufweist, die über dem Umfang gleich verteilt sind und zueinander einen jeweils gleichen Winkel einschließen und dass die Außenwelle (10) radiale Durchbrüche (13) aufweist, die über dem Umfang ungleich verteilt ausgebildet sind. 15 20
11. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Innenwelle (11) radiale Durchbrüche (14) aufweist, die über dem Umfang gleich verteilt sind und zueinander einen jeweils gleichen Winkel einschließen und dass die Außenwelle (10) radiale Durchbrüche (13) aufweist, die über dem Umfang ungleich und paarweise verteilt ausgebildet sind. 25 30
12. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwelle (10) radiale Durchbrüche (13) aufweist, die über dem Umfang gleich verteilt sind und zueinander einen jeweils gleichen Winkel einschließen und dass die Innenwelle (11) radiale Durchbrüche (14) aufweist, die über dem Umfang ungleich und insbesondere paarweise verteilt ausgebildet sind. 35 40
13. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenwelle (10) radiale Durchbrüche (13) aufweist, die über dem Umfang gleich verteilt sind und zueinander einen jeweils gleichen Winkel einschließen und dass die Innenwelle (11) radiale Durchbrüche (14) aufweist, die über dem Umfang ungleich und paarweise verteilt ausgebildet sind 45 50
14. Verstellbare Nockenwelle (1) nach Anspruch 10, 11, 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufteilung der radialen Durchbrüche (13, 14) auf der Außenwelle (10) oder auf der Innenwelle (11) so ausgebildet ist, dass eine Teilüberdeckung aller Durchbrüche (13, 14) der Innenwelle (11) und der Außenwelle (10) in einer Verdrehbereichsmittle des Ver-

drehbereiches gegeben ist.

Claims

- Adjustable camshaft (1) with a hollow outer shaft (10) and with an inner shaft (11) received rotatably in the outer shaft (10), wherein the inner shaft (11) comprises a cavity (12) which can be charged with oil, and wherein at least one first radial aperture (13) is formed in the outer shaft (10) and at least one second radial aperture (14) is formed in the inner shaft (11), such that, when the first radial aperture (13) overlaps the second radial aperture (14), oil can flow between the cavity (12) and the outer side of the outer shaft (10), wherein the second radial aperture (14) comprises a larger cross section on the outer side (28) of the inner shaft (11) than on the inner side (29) of the inner shaft (11),
characterized in that
- the first radial aperture (13) comprises a larger cross section on the inner side (15) of the outer shaft (10) than on the outer side (16) of the outer shaft (10).
- Adjustable camshaft (1) according to Claim 1, **characterized in that** the first radial aperture (13) comprises a portion (18) which opens into the inner side (15) and which is bordered by bevels (17) and a cylindrical portion (19) which opens into the outer side (16).
- Adjustable camshaft (1) according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the first radial aperture (13) comprises a cross section which opens into the inner side (15) and which is configured such that substantially complete overlap of the cross section with the second radial aperture (14) in the inner shaft (11) is made possible over a range of relative rotation of the inner shaft (11) in the outer shaft (10).
- Adjustable camshaft (1) according to Claim 2 or 3, **characterized in that** the first radial aperture (13) comprises an elongate extent in a circumferential direction, wherein the bevels (17) are provided in the end regions of the elongate radial aperture (13).
- Adjustable camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** an oil infeed point for the actuation of a phase adjuster (23) is formed by the radial apertures (13, 14) in the outer shaft (10) and in the inner shaft (11), wherein two radial apertures (13, 14) distributed uniformly over the circumference are provided in the outer shaft (10) and in the inner shaft (11).
- Adjustable camshaft (1) according to one of Claims

- 1 to 4, **characterized in that** an oil infeed point for the actuation of a phase adjuster (23) is formed by the radial apertures (13, 14) in the outer shaft (10) and in the inner shaft (11), wherein three radial apertures (13, 14) distributed uniformly over the circumference are provided in the outer shaft (10) and in the inner shaft (11).
7. Adjustable camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the inner side of the outer shaft (10) and/or the outer side of the inner shaft (11) are formed without grooves at least in the region of the radial apertures (13, 14).
8. Adjustable camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the ratio of the opening width at the opening to the outer side (16) to the opening width at the opening to the inner side (15) of the first radial aperture (13) amounts to 0.6 to 0.9.
9. Adjustable camshaft (1) according to one of Claims 1 to 7, **characterized in that** the ratio of the opening width at the opening to the outer side (16) to the opening width at the opening to the inner side (15) of the first radial aperture (13) amounts to 0.7 to 0.8.
10. Adjustable camshaft (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the inner shaft (11) comprises radial apertures (14) which are distributed uniformly over the circumference and which enclose an in each case equal angle with one another, and **in that** the outer shaft (10) comprises radial apertures (13) which are formed so as to be distributed non-uniformly over the circumference.
11. Adjustable camshaft (1) according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the inner shaft (11) comprises radial apertures (14) which are distributed uniformly over the circumference and which enclose an in each case equal angle with one another, and **in that** the outer shaft (10) comprises radial apertures (13) which are formed so as to be distributed non-uniformly, and in pairs, over the circumference.
12. Adjustable camshaft (1) according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the outer shaft (10) comprises radial apertures (13) which are distributed uniformly over the circumference and which enclose an in each case equal angle with one another, and **in that** the inner shaft (11) comprises radial apertures (14) which are formed so as to be distributed non-uniformly, and in particular in pairs, over the circumference.
13. Adjustable camshaft (1) according to one of Claims 1 to 9, **characterized in that** the outer shaft (10) comprises radial apertures (13) which are distributed uniformly over the circumference and which enclose an in each case equal angle with one another, and **in that** the inner shaft (11) comprises radial apertures (14) which are formed so as to be distributed non-uniformly, and in pairs, over the circumference.
14. Adjustable camshaft (1) according to Claim 10, 11, 12 or 13, **characterized in that** the distribution of the radial apertures (13, 14) on the outer shaft (10) or on the inner shaft (11) is configured such that a partial overlap of all of the apertures (13, 14) of the inner shaft (11) and of the outer shaft (10) is realized in a range of relative rotation centre of the range of relative rotation.

Revendications

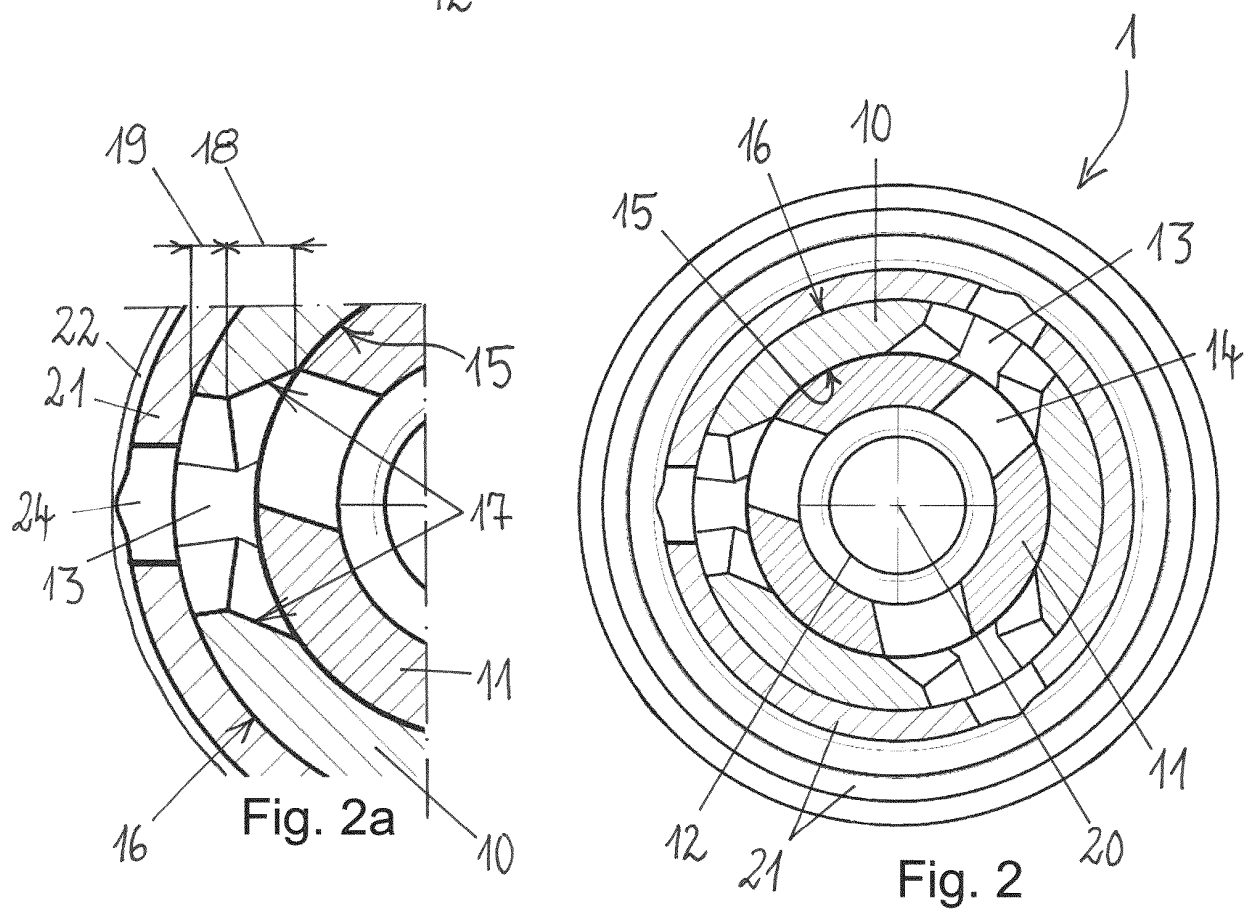
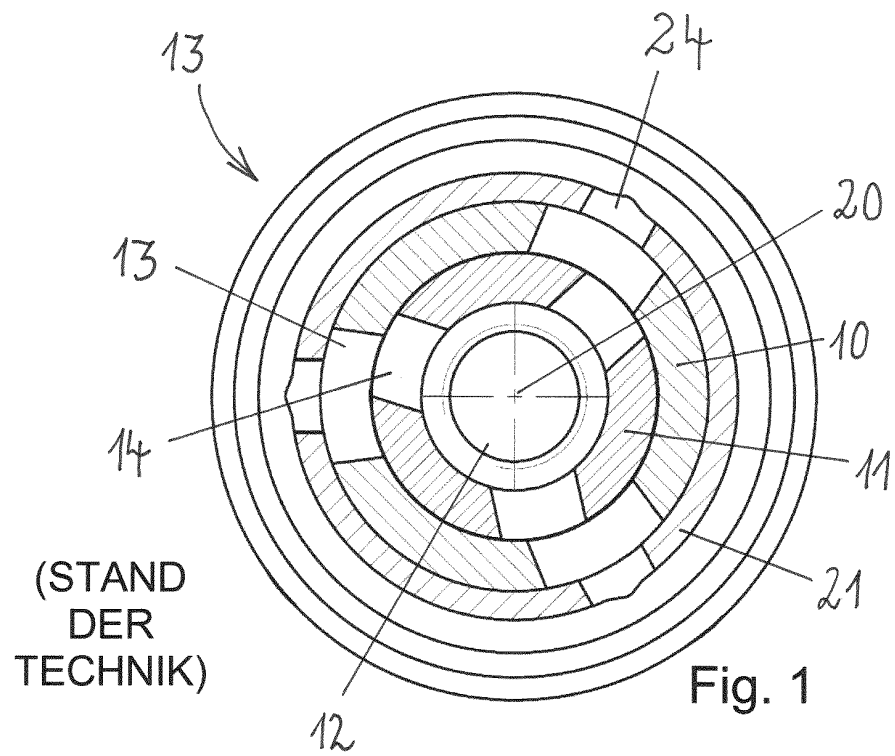
1. Arbre à cames variable (1) avec un arbre extérieur creux (10) et avec un arbre intérieur (11) logé de façon rotative dans l'arbre extérieur (10), dans lequel l'arbre intérieur (11) présente une cavité (12) qui peut être alimentée en huile, et dans lequel au moins une percée radiale (13) est formée dans l'arbre extérieur (10) et au moins une deuxième percée radiale (14) est formée dans l'arbre intérieur (11), de telle manière que de l'huile puisse s'écouler entre la cavité (12) et le côté extérieur de l'arbre extérieur (10) lors d'une superposition de la première percée radiale (13) et de la deuxième percée radiale (14), dans lequel la deuxième percée radiale (14) présente sur le côté extérieur (28) de l'arbre intérieur (11) une plus grande section transversale que sur le côté intérieur (29) de l'arbre intérieur (11), **caractérisé en ce que** la première percée radiale (13) présente sur le côté intérieur (15) de l'arbre extérieur (10) une plus grande section transversale que sur le côté extérieur (16) de l'arbre extérieur (10).
2. Arbre à cames variable (1) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la première percée radiale (13) présente une partie (18) s'ouvrant dans le côté intérieur (15) et bordée par des biseaux (17) et une partie cylindrique (19) débouchant dans le côté extérieur (16).
3. Arbre à cames variable (1) selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la première percée radiale (13) présente une section transversale débouchant dans le côté intérieur (15), qui est déterminée de telle manière qu'une superposition essentiellement totale de la section transversale avec la deuxième percée radiale (14) dans l'arbre intérieur (11) soit possible dans une plage de rotation de l'arbre intérieur (11) dans l'arbre extérieur (10).
4. Arbre à cames variable (1) selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que** la première percée ra-

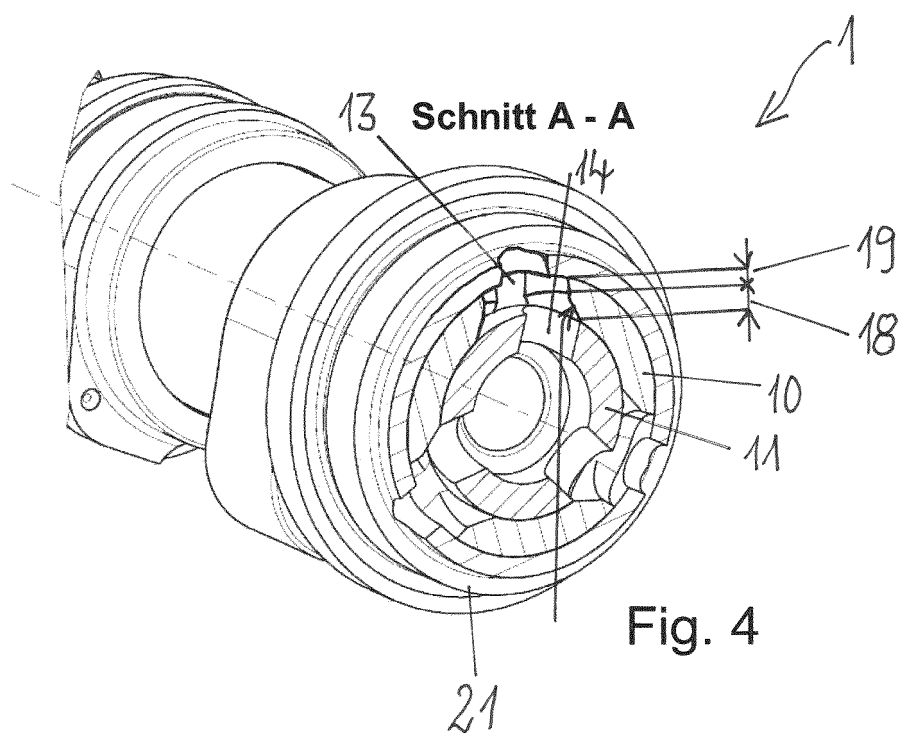
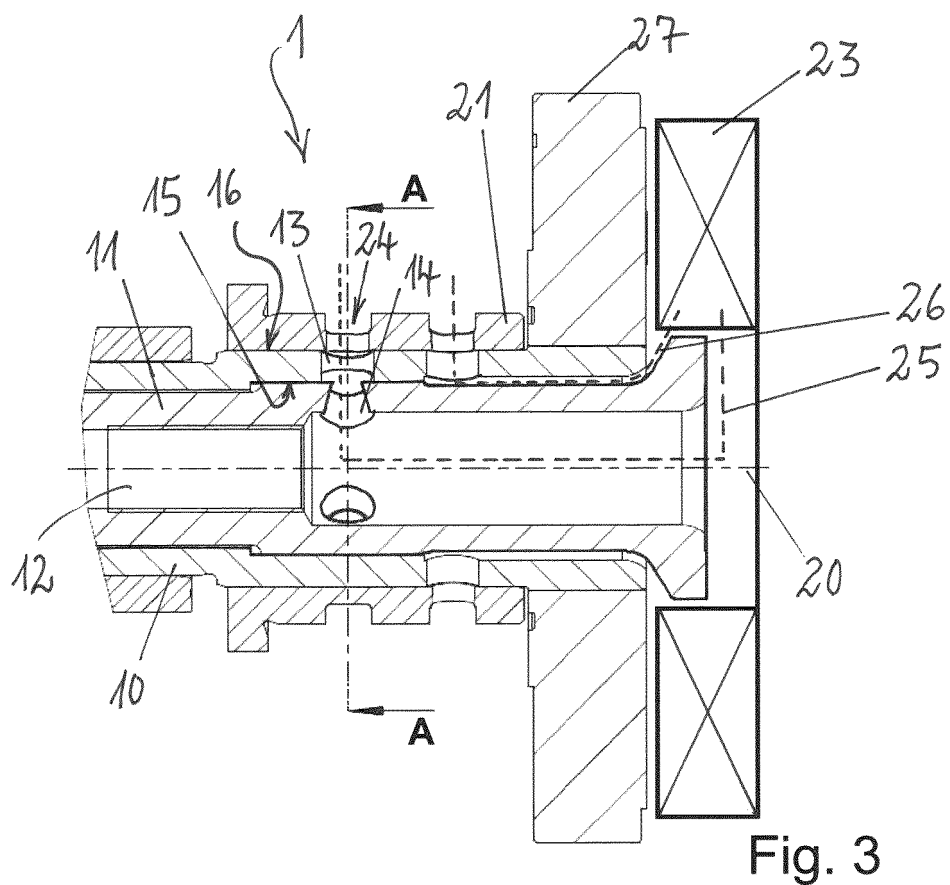
diale (13) présente une extension allongée en direction périphérique, dans lequel les biseaux (17) sont prévus dans les régions d'extrémité de la percée radiale allongée (13).

5. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'un** point d'alimentation en huile est formé par les percées radiales (13, 14) dans l'arbre extérieur (10) et dans l'arbre intérieur (11) pour la commande d'un régulateur de phase (23), dans lequel il est prévu deux percées radiales (13, 14) uniformément réparties sur la périphérie dans l'arbre extérieur (10) et dans l'arbre intérieur (11). 5
6. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce qu'un** point d'alimentation en huile est formé par les percées radiales (13, 14) dans l'arbre extérieur (10) et dans l'arbre intérieur (11) pour la commande d'un régulateur de phase (23), dans lequel il est prévu trois percées radiales (13, 14) uniformément réparties sur la périphérie dans l'arbre extérieur (10) et dans l'arbre intérieur (11). 10
7. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le côté intérieur de l'arbre extérieur (10) et/ou le côté extérieur de l'arbre intérieur (11) sont réalisés sans rainures au moins dans la région des percées radiales (13, 14). 15
8. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le rapport de la largeur d'ouverture dans l'embouchure vers le côté extérieur (16) à la largeur d'ouverture dans l'embouchure vers le côté intérieur (15) de la première percée radiale (13) vaut 0,6 à 0,9. 20
9. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le rapport de la largeur d'ouverture dans l'embouchure vers le côté extérieur (16) à la largeur d'ouverture dans l'embouchure vers le côté intérieur (15) de la première percée radiale (13) vaut 0,7 à 0,8. 25
10. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'arbre intérieur (11) présente des percées radiales (14), qui sont uniformément réparties sur la périphérie et qui forment l'une avec l'autre chaque fois un angle égal et **en ce que** l'arbre extérieur (10) présente des percées radiales (13), qui sont réparties de façon non uniforme sur la périphérie. 30
11. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'arbre intérieur (11) présente des percées radiales 35

(14), qui sont uniformément réparties sur la périphérie et qui forment l'une avec l'autre chaque fois un angle égal et **en ce que** l'arbre extérieur (10) présente des percées radiales (13), qui sont réparties de façon non uniforme et par paires sur la périphérie. 5

12. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'arbre extérieur (10) présente des percées radiales (13), qui sont uniformément réparties sur la périphérie et qui forment l'une avec l'autre chaque fois un angle égal et **en ce que** l'arbre intérieur (11) présente des percées radiales (14), qui sont réparties de façon non uniforme et en particulier par paires sur la périphérie. 10
13. Arbre à cames variable (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce que** l'arbre extérieur (10) présente des percées radiales (13), qui sont uniformément réparties sur la périphérie et qui forment l'une avec l'autre chaque fois un angle égal et **en ce que** l'arbre intérieur (11) présente des percées radiales (14), qui sont réparties de façon non uniforme et par paires sur la périphérie. 15
14. Arbre à cames variable (1) selon la revendication 10, 11, 12 ou 13, **caractérisé en ce que** la répartition des percées radiales (13, 14) sur l'arbre extérieur (10) ou sur l'arbre intérieur (11) est conçue de telle manière qu'une superposition partielle de toutes les percées (13, 14) de l'arbre intérieur (11) et de l'arbre extérieur (10) se réalise en un milieu de plage de rotation de la plage de rotation. 20





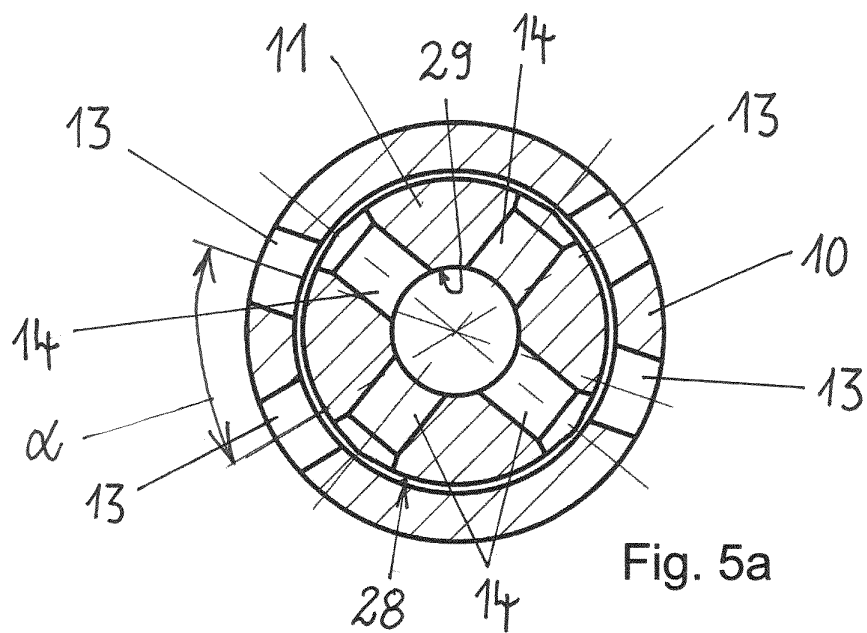


Fig. 5a

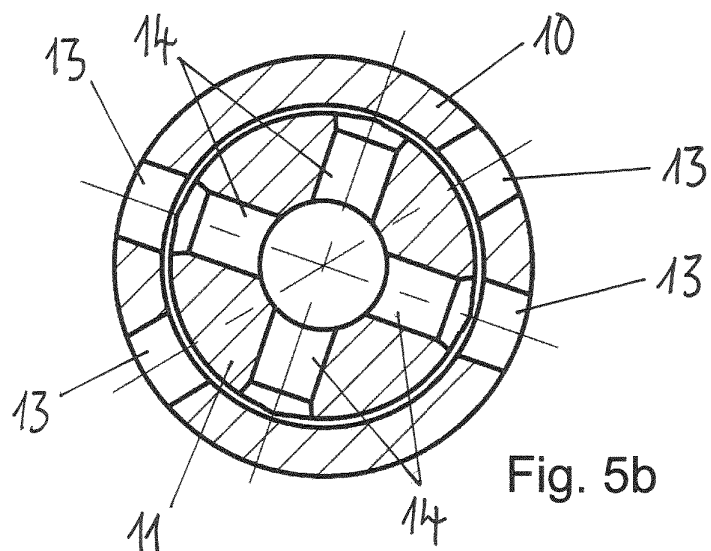


Fig. 5b

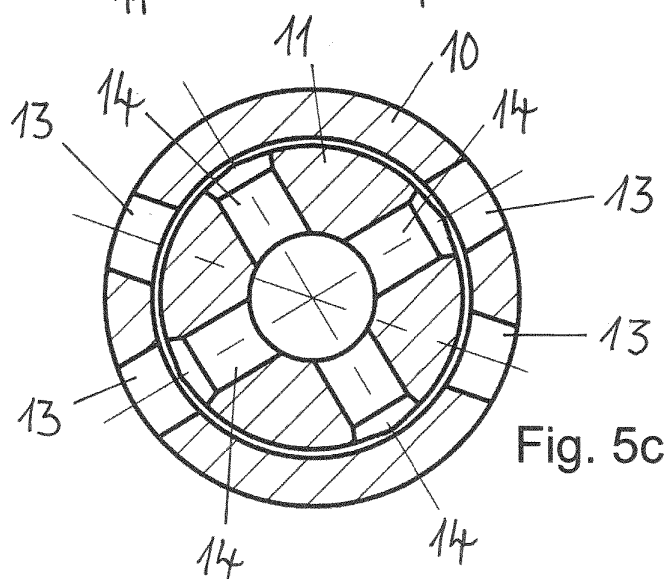


Fig. 5c

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 3602477 A1 [0002]
- DE 102005014680 A1 [0003]
- EP 2415979 A1 [0004]
- EP 2527607 A2 [0004]