

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
3. Dezember 2015 (03.12.2015)



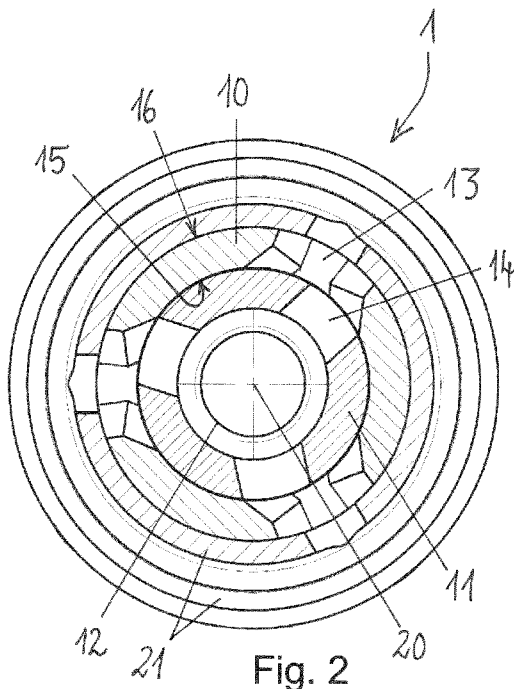
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/180925 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/059581
- (22) Internationales Anmeldedatum: 30. April 2015 (30.04.2015)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2014 107 475.0 27. Mai 2014 (27.05.2014) DE
- (71) Anmelder: **THYSSENKRUPP PRESTA TECCENTER AG** [LI/LI]; Wirtschaftspark 37, FL-9492 Eschen (LI).
- (72) Erfinder: **WEIDAUER, Marcel**; Lutherstraße 11, 09126 Chemnitz (DE). **MANN, Bernd**; Lessingstr. 11, 09405 Zschopau (DE). **DIETEL, Uwe**; Am Lindenbrunnen 10, 08115 Lichtentanne (DE). **MEUSEL, Jürgen**; Hauptstr. 19, 09573 Dittmannsdorf (DE). **KUNZ, Michael**; Flemmingstr. 31, 09116 Chemnitz (DE). **LEHMANN, Martin**; Dorfstraße 11, 01855 Mittelndorf (DE).
- (74) Anwalt: **THYSSENKRUPP AG**; CF-TIS/IPS, ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: VARIABLE VALVE TIMING CAMSHAFT WITH IMPROVED OIL TRANSFER BETWEEN INNER AND OUTER SHAFTS

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



(57) Abstract: The present invention relates to a variable valve timing camshaft (1) having a hollow outer shaft (10) and an inner shaft (11) rotatably received in the outer shaft (10), wherein the inner shaft (11) has a cavity (12) into which oil can be injected, and wherein the outer shaft (10) has at least one first radial opening (13) and the inner shaft (11) has at least one second radial opening (14), so that when the first radial opening (13) and the second radial opening (14) are aligned oil can flow between the cavity (12) and the outside of the outer shaft (10). According to the invention the first radial opening (13) has a larger cross-section on the inside (15) of the outer shaft (10) than on the outside (16) of the outer shaft (10).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine 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. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, 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).

WO 2015/180925 A2

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). **Veröffentlicht:** — *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verstellbare Nockenwelle mit verbesserter Ölübergabe zwischen Innenwelle und Außenwelle

B e s c h r e i b u n g

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

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.

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.

Ein weiteres Beispiel einer verstellbaren Nockenwelle mit einer Ölübergabe von einer ruhenden Lagerschale auf einen mit der Nockenwelle rotierenden Phasensteller ist aus der 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

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.

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.

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.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des ersten radialen Durchbruchs in der Außenwelle oder des zweiten radialen Durchbruchs 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 Verstellung 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.

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.

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.

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.

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 vorhanden 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.

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.

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.

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

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.

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.

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

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 Ölkanälen, 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.

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.

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 Ölfluss 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, sodass eine Überdeckung der Durchbrüche 13 und 14 nur noch teilweise erfolgt. Dadurch wird der Ölfluss zwischen dem Hohlraum 12 und dem Lagerring 21 reduziert.

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 verdreht 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 Ölflusses 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.

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 ergibt sich eine trapezartige Querschnittsform der ersten radialen Durchbrüche 13.

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 Durchbruchs 24 zur Übergabe des Öls in den ersten radialen Durchbruch 13 in der Außenwelle 10 gewährleistet bleibt.

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.

Um die Innenwelle 11 in der Außenwelle 10 hin und her zu verdrehen, muss der Phasensteller 23 über zwei Ölkanäle 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.

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.

Rotiert die Nockenwelle 1 um die Rotationsachse 20, so erfolgt zur entsprechenden Aktivierung des Phasenstellers 23 eine Druckbeaufschlagung des ersten Ölkanals 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

Durch das Ausführungsbeispiel der Figuren 5a, 5b und 5c wird eine Anpassung der Rohrinnegeometrie 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.

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.

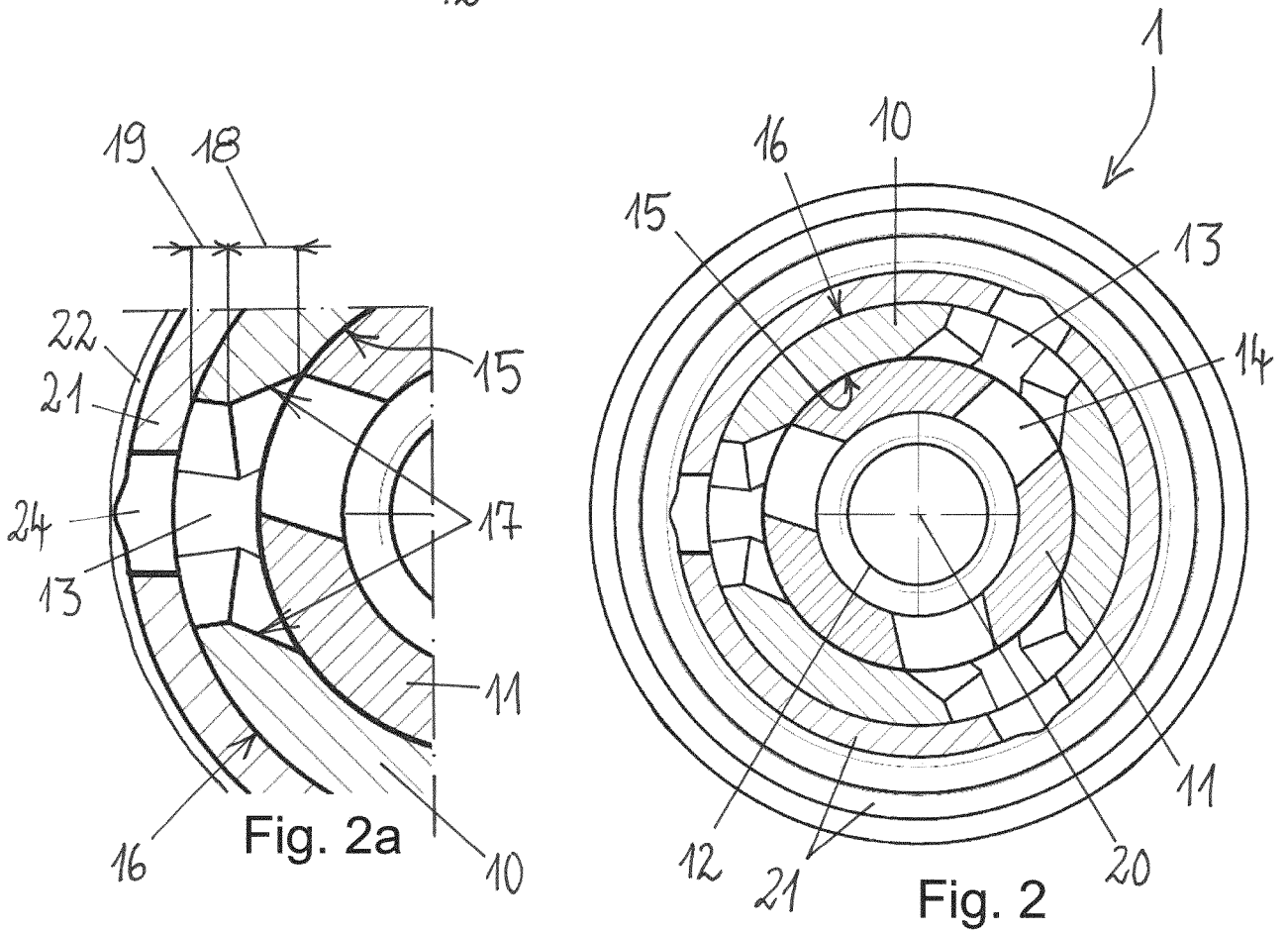
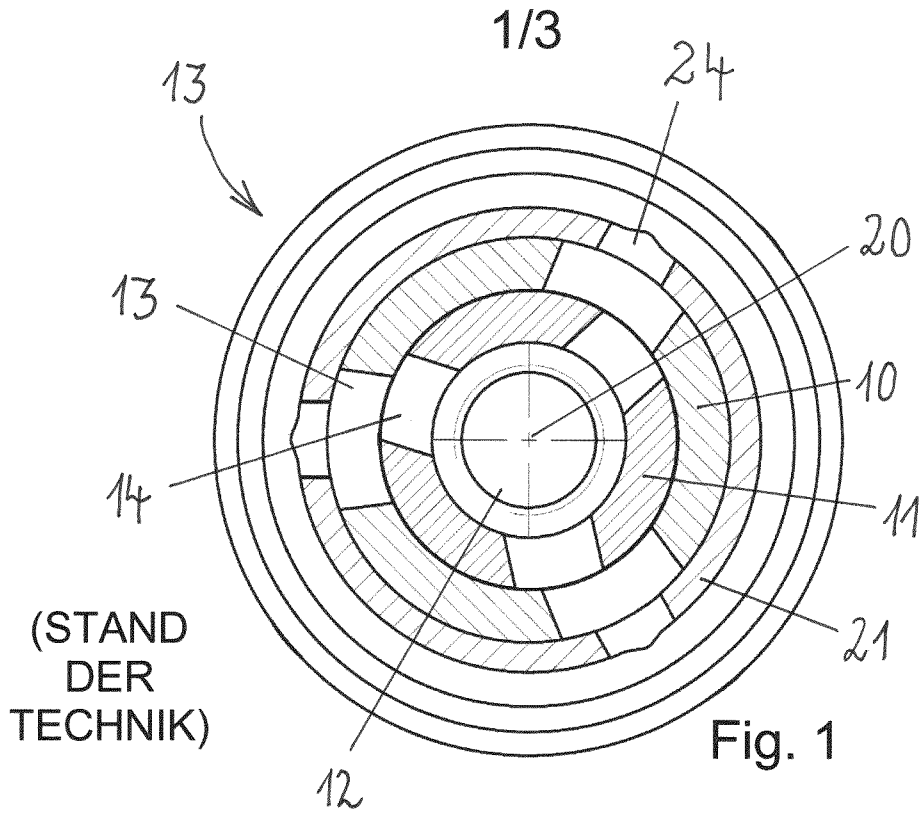
Bezugszeichenliste

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

P a t e n t a n s p r ü c h e

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,
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) und/oder 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).
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 und vorzugsweise drei 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 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.
7. 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 und vorzugsweise 0,7 bis 0,8 beträgt.
8. 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 und insbesondere paarweise verteilt ausgebildet sind.
9. Verstellbare Nockenwelle (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **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.
10. Verstellbare Nockenwelle (1) nach Anspruch 8 oder 9, **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 Verdrehbereiches gegeben ist.



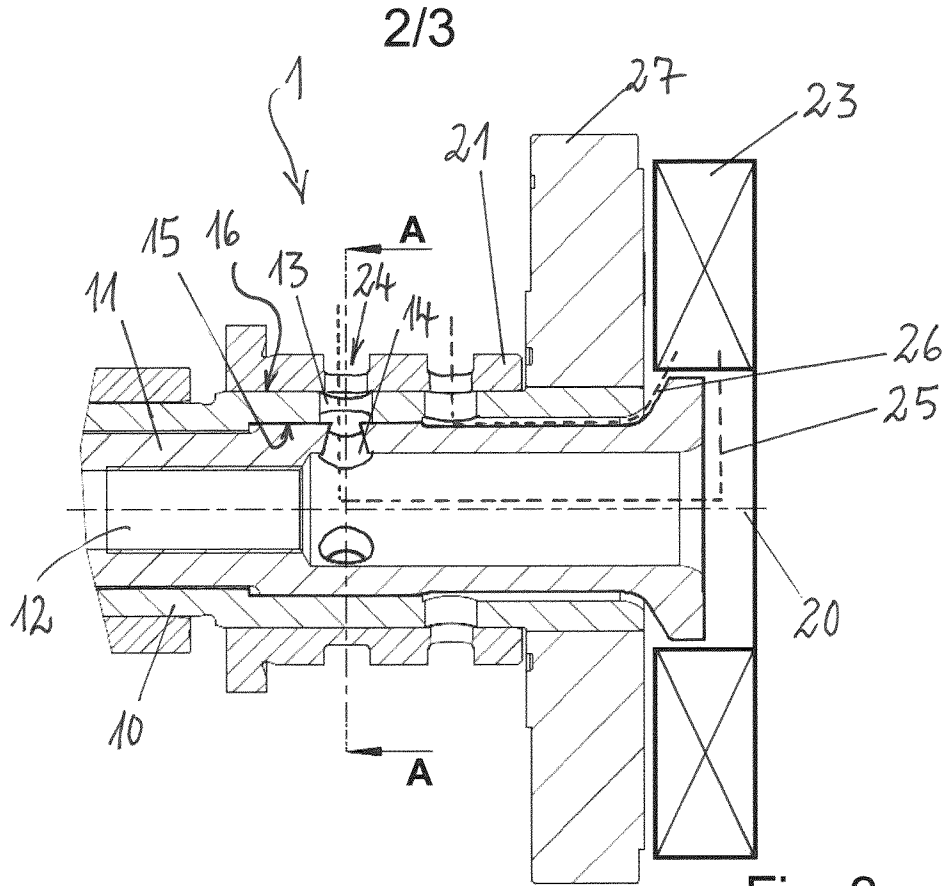


Fig. 3

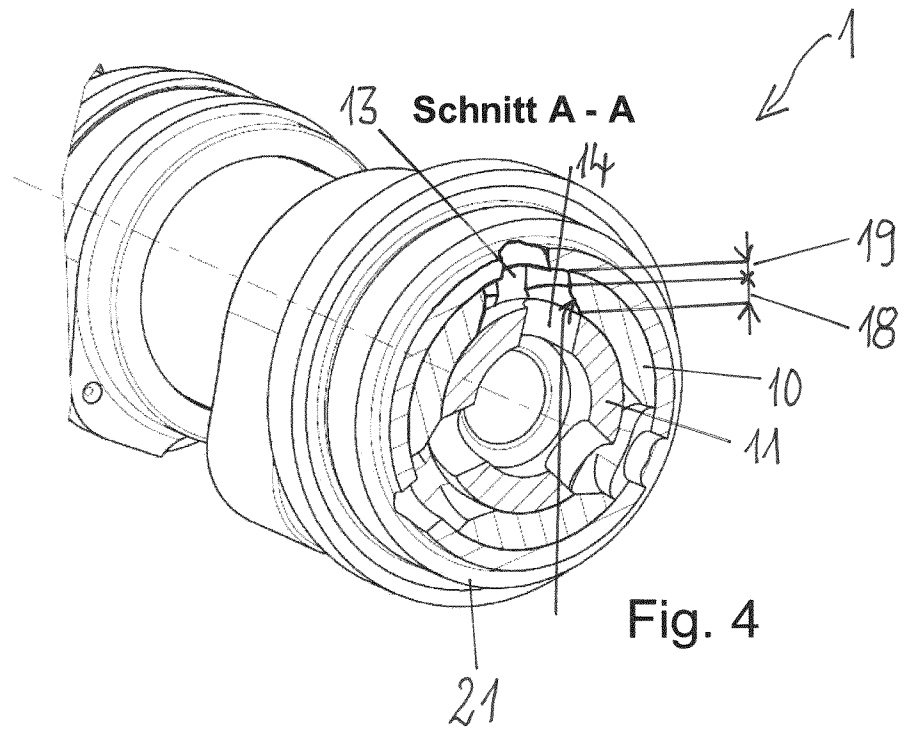


Fig. 4

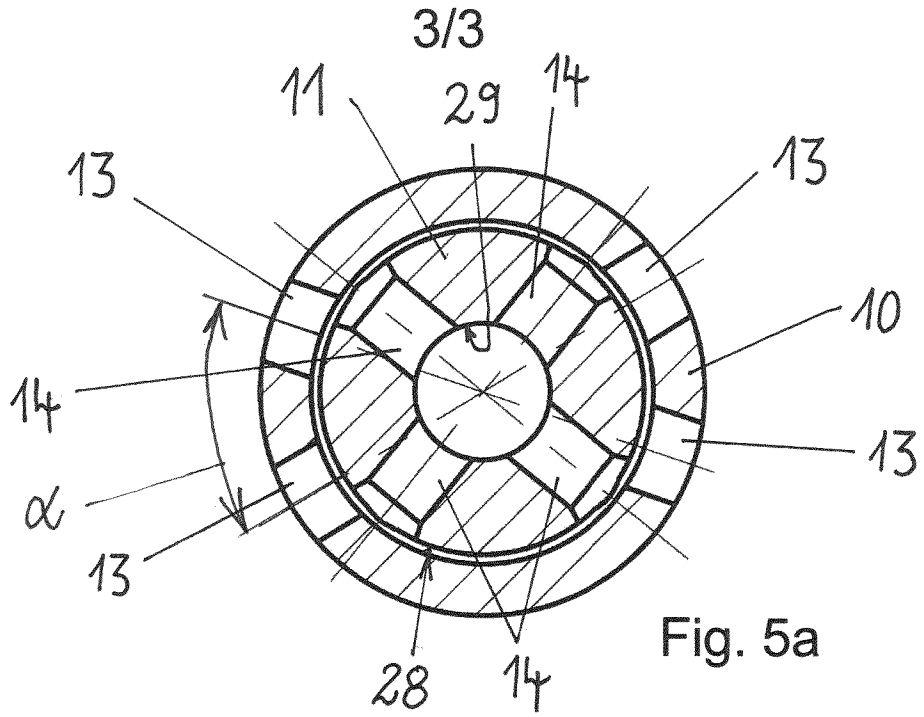


Fig. 5a

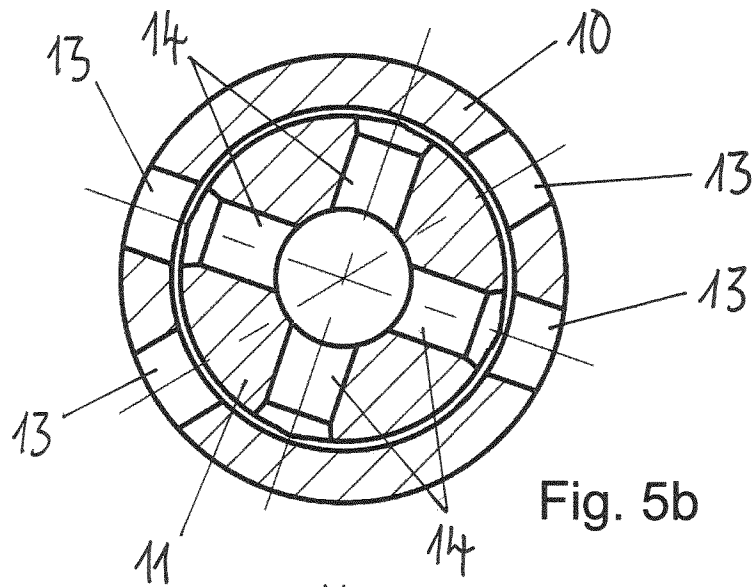


Fig. 5b

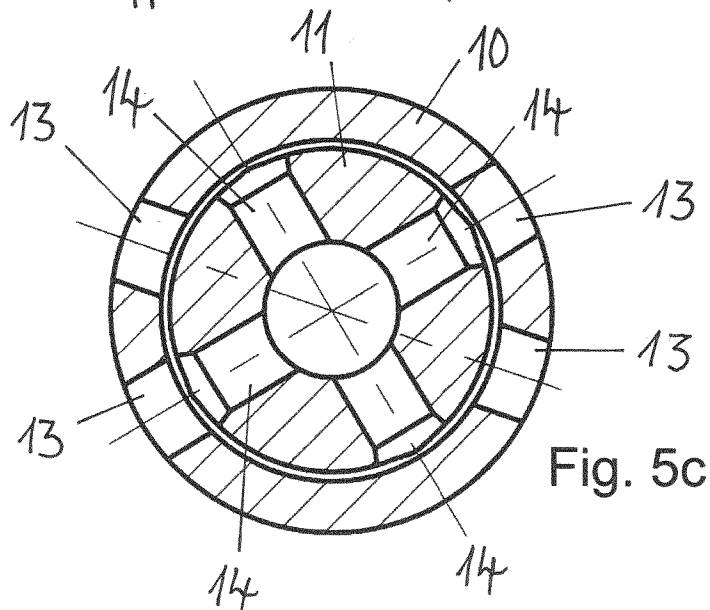


Fig. 5c