(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
25. Juni 2020 (25.06.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/125843 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 49/00 (2006.01) *F01L 1/344* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2019/100887

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Oktober 2019 (14.10.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 132 400.6
17. Dezember 2018 (17.12.2018) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **ARAS, Resat**; Fronmüllerstr. 87, 90763 Fürth (DE). **BAIER, Richard**; Rainsberg 13, 91086 Aurachtal (DE). **HOFMANN, Harald**; Westerwaldweg 23, 91056 Erlangen (DE). **OTTERSBACH, Rainer**; Nelkenstr. 2, 91086 Aurachtal (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:
— *hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)*
— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

(54) **Title:** HARMONIC DRIVE AND METHOD FOR PRODUCING A HARMONIC DRIVE

(54) **Bezeichnung:** WELLGETRIEBE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WELLGETRIEBES

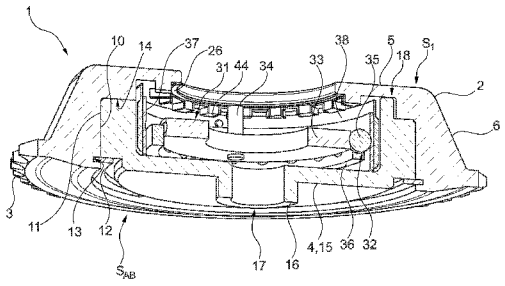


Fig. 1

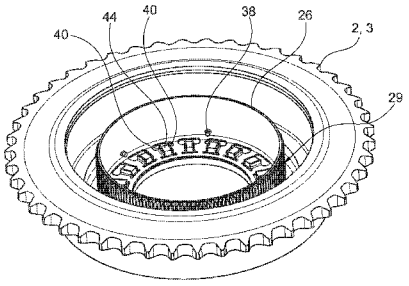


Fig. 5

(57) Abstract: A harmonic drive, more particularly in an electromechanical camshaft phaser, comprises a drive element (2), a flexible transmission element (26) connected to the drive element (2) and having outer teeth (29), and an output element (4) that is designed as a ring gear and has internal teeth (30) that partially mesh with the external teeth (29). The flexible transmission element (26) is pot-shaped, and is coupled in a torque-transmitting manner to the drive element (2) radially inside the outer teeth (29).

(57) Zusammenfassung: Ein Wellgetriebe, insbesondere in einem elektromechanischen Nockenwellenversteller, umfasst ein Antriebselement (2), ein mit dem Antriebselement (2) verbundenes, flexibles, eine Außenverzahnung (29) aufweisendes Getriebeelement (26), sowie ein als Hohlrad gestaltetes Abtriebselement (4), welches eine mit der Außenverzahnung (29) partiell kämmende Innenverzahnung (30) aufweist. Das flexible Getriebeelement (26) ist topfförmig gestaltet, wobei es radial innerhalb der Außenverzahnung (29) drehmomentübertragend mit dem Antriebselement (2) gekoppelt ist.

WO 2020/125843 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Wellgetriebe und Verfahren zur Herstellung eines Wellgetriebes

Die Erfindung betrifft ein insbesondere als Stellgetriebe eines elektromechanischen Nockenwellenverstellers verwendbares Wellgetriebe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Wellgetriebes.

Ein gattungsgemäßes Wellgetriebe ist beispielsweise aus der DE 10 2016 218 575 A1 bekannt. Das Wellgetriebe weist ein flexibles, außenverzahntes Getriebeelement in Form einer Kragenhülse auf. Die Kragenhülse weist einen zylindrischen, mit einer Außenverzahnung versehenen Abschnitt auf. Ausgehend vom zylindrischen Abschnitt ist ein Flansch radial nach außen gerichtet, welcher auch als Kragen bezeichnet wird. Der Kragen ist durch eine Verschraubung mit einem Gehäuse des Wellgetriebes verbunden. Das Gehäuse ist als Ganzes drehbar und stellt das Antriebselement des Wellgetriebes dar. Das Abtriebselement ist als im Gehäuse drehbar gelagertes Hohlrad gestaltet und weist eine Innenverzahnung auf, welche partiell mit der Außenverzahnung des flexiblen Getriebeelementes kämmt.

Ein weiteres Wellgetriebe mit einem als Kragenhülse gestalteten flexiblen Getriebeelement ist in der DE 10 2017 126 527 A1 offenbart. In diesem Fall ist im Unterschied zur DE 10 2016 218 575 A1 auch das als Hohlrad gestaltete Abtriebselement als flexibles Getriebeelement ausgebildet.

Wellgetriebe mit modifizierten Formen von Kragenhülsen sind in den Dokumenten DE 10 2017 114 175 B3 und DE 10 2017 103 988 B3 beschrieben. Auch in diesen Fällen ist von einem außenverzahnten, zylindrischen Abschnitt des flexiblen Getriebeelementes aus ein Flansch, welcher nicht notwendigerweise eine vollständige Ringscheibenform bildet, radial nach außen gerichtet. An dem die Grundform einer Ringscheibe aufweisenden Flansch, das heißt Kragen, schließt sich in beiden Fällen ein Abschnitt

an, welcher den außenverzahnten Abschnitt konzentrisch umgibt und an ein Antriebselement drehfest angebunden ist.

Die Dokumente DE 10 2016 205 748 B3, DE 10 2017 121 320 B3 und die DE 10 2016 204 784 A1 zeigen verschiedene Bauformen von Wellgetrieben, welche jeweils mit einem topfförmigen flexiblen Getriebeelement arbeiten. Das topfförmige flexible Getriebeelement ist in allen Fällen mit der Abtriebswelle des Wellgetriebes fest verbunden.

Eine Gemeinsamkeit von Wellgetrieben mit einem kragenförmigen, das heißt hutförmigen, Getriebeelement und Wellgetrieben mit einem topfförmigen nachgiebigen Getriebeelement liegt darin, dass die Verzahnung des flexiblen Getriebeelementes lediglich in die Verzahnung eines einzigen weiteren, in der Regel in sich starren Getriebeelementes eingreift. Hierin besteht ein grundlegender Unterschied zu Wellgetrieben, welche einen Flexring als nachgiebiges Getriebeelement aufweisen: Die Verzahnung des Flexrings kämmt gleichzeitig mit einer Verzahnung eines antriebsseitigen Hohlrades und mit einer Verzahnung eines abtriebsseitigen Hohlrades. Beispielhaft wird in diesem Zusammenhang auf die DE 10 2014 202 060 A1 hingewiesen. Unter einem Flexring wird allgemein ein verzahntes, ringförmiges, elastisch nachgiebiges Getriebeelement verstanden, welches keine radial nach innen oder nach außen gerichtete Fortsätze, etwa in Form eines Bodens oder eines Flansches, aufweist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein gegenüber dem Stand der Technik weiterentwickeltes Wellgetriebe anzugeben, welches sich durch ein besonders günstiges Verhältnis zwischen übertragbaren Drehmomenten und beanspruchtem Bauraum auszeichnet, wobei zugleich ein fertigungsfreundlicher Aufbau gegeben sein soll.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Wellgetriebe mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Ebenso wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Wellgetriebes gemäß Anspruch 9. Im Folgenden im Zusammenhang mit

dem Herstellungsverfahren erläuterte Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gelten sinngemäß auch für die Vorrichtung, das heißt das Wellgetriebe, und umgekehrt.

Das Wellgetriebe umfasst in an sich bekannter Grundkonzeption ein Antriebselement, ein mit dem Antriebselement verbundenes, flexibles, eine Außenverzahnung aufweisendes Getriebeelement, sowie ein als Hohlrad gestaltetes Abtriebselement, welches eine mit der Außenverzahnung des flexiblen Getriebeelementes partiell kämmende Innenverzahnung aufweist.

Erfindungsgemäß ist das flexible Getriebeelement topfförmig gestaltet, wobei es radial innerhalb seiner Außenverzahnung in zur Übertragung eines Drehmoments geeigneter Weise mit dem Antriebselement gekoppelt ist.

Die topfförmige Gestaltung des flexiblen Getriebeelementes bedeutet, dass von dem mit der Außenverzahnung versehenen, hülsenförmigen Abschnitt des flexiblen Getriebeelementes ein radial nach innen gerichteter Abschnitt ausgeht, welcher als Boden des topfförmigen Getriebeelementes bezeichnet wird. Der Boden hat eine ringscheibenförmige Grundform und ist nicht geschlossen. Es existiert kein Abschnitt des flexiblen Getriebeelementes, welcher vom außenverzahnten Abschnitt aus radial nach außen gerichtet ist. Dies bedeutet, dass die Außenumfangsfläche des flexiblen Getriebeelementes durch dessen Außenverzahnung gebildet ist. Im Vergleich zu herkömmlichen Getrieben mit einem als Kragenhülse gestalteten flexiblen Getriebeelement kann somit ein besonders großer Verzahnungsdurchmesser des flexiblen Getriebeelementes gewählt werden, was ein besonders hohes übertragbares Drehmoment in Relation zum beanspruchten Bauraum bedeutet.

Von herkömmlichen Wellgetrieben mit einem topfförmigen nachgiebigen Getriebeelement unterscheidet sich das erfindungsgemäße Wellgetriebe grundsätzlich dadurch, dass das flexible topfförmige Getriebeelement nicht am Abtriebselement, sondern am Antriebselement des Wellgetriebes drehfest gehalten ist. Die Halterung des topfförmi-

gen flexiblen Getriebeelementes am Antriebselement kann hierbei spielbehaftet sein. Hierbei ist das Spiel zwischen dem Antriebselement und dem flexiblen topfförmigen Getriebeelement vorzugsweise in Umfangsrichtung der genannten Elemente geringer als in sonstiger Richtung, das heißt axialer und radialer Richtung.

In bevorzugter Ausgestaltung ist eine formschlüssige Kopplung zwischen dem Antriebselement und dem flexiblen topfförmigen Getriebeelement gegeben, wobei sich im Boden des flexiblen Getriebeelementes Durchbrechungen befinden, in welche Formschlusselemente, insbesondere in Form von Zapfen oder Noppen, des Antriebselementes eingreifen. In besonders bevorzugter Ausgestaltung sind die Durchbrechungen im Boden des flexiblen Getriebeelementes in beiden Umfangsrichtungen dieses Getriebeelementes durch Anlageflanken begrenzt, welche aus dem Boden des flexiblen Getriebeelementes heraus gebogen sind. Ebenso sind Ausgestaltungen realisierbar, bei welchen die Formschlusselemente auf Seiten des Antriebselementes und die Formschlusselemente auf Seiten des flexiblen Getriebeelementes gleichartig, beispielsweise als Verzahnungen, ausgebildet sind.

Durch die Anlageflanken, das heißt aus dem Boden des flexiblen, topfförmigen Getriebeelementes herausgebogene Laschen, werden Gleitflächen bereitgestellt, welche der Drehmomentübertragung zwischen dem Antriebselement und dem flexiblen Getriebeelement dienen und die beiden genannten Elemente hierbei in Umfangsrichtung spielarm oder praktisch spielfrei miteinander koppeln, wobei zugleich eine Beweglichkeit zwischen den beiden Elementen, insbesondere in deren Axialrichtung, erhalten bleibt. Damit können beim Betrieb des Wellgetriebes erzwungene Verformungen des hülsenförmigen, außenverzahnten Abschnitts des flexiblen Getriebeelementes durch den ebenfalls nachgiebigen Boden dieses Getriebeelementes aufgenommen werden, wobei die spielbehaftete Anbindung des flexiblen Getriebeelementes am Antriebselement maßgeblich dazu beiträgt, dass Drehmomentungleichförmigkeiten, sogenannte Rippel, weitestgehend vermieden werden. Auch die Regelbarkeit des Wellgetriebes sowie die Haltbarkeit des elastischen Getriebeelementes profitiert von der Vermeidung von Drehmomentungleichförmigkeiten.

Die Durchbrechungen und die Anlageflanken können rationell durch spanlose Verfahren hergestellt werden. In der gleichen Weise können in der Innenumfangsfläche des hülsenförmigen Abschnitts des topfförmigen Getriebeelementes Anschlagkonturen erzeugt werden, welche einen zur Verformung des flexiblen Getriebeelementes vorgesehenen Wellgenerator in einer Axialrichtung gegenüber dem flexiblen Getriebeelement und damit auch gegenüber dem Antriebselement sichern. Bei den genannten Anschlagkonturen handelt es sich beispielsweise um annähernd punktförmige Einprägungen, welche als Noppen an der Innenumfangsfläche des hülsenförmigen Abschnitts des topfförmigen flexiblen Getriebeelementes erkennbar sind. Die Einprägungen befinden sich vorzugsweise in einem Bereich des hülsenförmigen Abschnitts, welcher nicht außenverzahnt ist, das heißt – abgesehen von den Einprägungen – eine glatte Außenumfangsfläche aufweist.

In der dem Boden des flexiblen Getriebeelementes entgegengesetzten Axialrichtung ist der Wellgenerator vorzugweise unmittelbar durch das als Hohlrad gestaltete Abtriebselement gesichert. Das Hohlrad selbst ist in dieser Richtung gegenüber dem Antriebselement beispielsweise durch einen Sicherungsring, welcher in eine Nut an einer Innenumfangsfläche des Antriebselementes eingreift, gesichert.

Der Verstellbereich des Wellgetriebes ist durch den maximalen Verdrehwinkel zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement festgelegt. Vorzugsweise ist eine Verdrehwinkelbegrenzung unmittelbar durch Konturen des Antriebselementes und des Abtriebselementes gebildet.

Gemäß einer ersten möglichen Variante ist die Verdrehwinkelbegrenzung durch ein Anschlagsegment des Antriebselementes und eine Aussparung in einer im Übrigen ringförmig umlaufenden, stirnseitigen Leiste des Abtriebselementes gebildet.

Gemäß einer zweiten möglichen Variante ist die Verdrehwinkelbegrenzung durch eine Durchbrechung des Antriebselementes und ein in die Durchbrechung eingreifendes Anschlagsegment des Abtriebselementes gebildet.

Unabhängig von der Art der Verdrehwinkelbegrenzung ist das Wellgetriebe folgendermaßen herstellbar:

- Bereitstellung eines als Getriebeelement eines Umschlingungsgetriebes, insbesondere Kettengetriebes, ausgebildeten, topfförmigen Antriebselementes, wobei am Boden des Antriebselementes Formschlusselemente erster Art ausgebildet sind,
- Bereitstellung eines flexiblen, topfförmigen, außenverzahnten Getriebeelementes, wobei am Boden dieses Getriebeelementes Formschlusselemente zweiter Art ausgebildet sind,
- Bereitstellung eines zur Verformung des flexiblen Getriebeelementes ausgebildeten Wellgenerators, welcher insbesondere ein Kugellager als Wälzlager umfasst,
- Bereitstellung eines als Hohlrad gestalteten, innenverzahnten Abtriebselementes, welches zur drehfesten Verbindung mit der zu verstellenden Welle vorgesehen ist,
- Einsetzen des Wellgenerators in das flexible Getriebeelement,
- Einsetzen der aus dem Wellgenerator und dem flexiblen Getriebeelement gebildeten Baugruppe, das heißt der sogenannten Verstellwelle, in das Abtriebselement,
- Aufschieben des Antriebselementes auf das Abtriebselement bis zur Herstellung einer zur Übertragung eines Drehmoments geeigneten Verbindung zwischen den verschiedenen Formschlusselementen,
- Sicherung des Abtriebselementes gegenüber dem Antriebselement in Axialrichtung durch einen Sicherungsring.

Wird das Wellgetriebe zur Verstellung einer Nockenwelle eingesetzt, so ist das Abtriebselement drehfest mit der Nockenwelle zu verbinden. Diejenige Stirnseite des Wellgetriebes, an welcher die zu verstellende Welle, das heißt Nockenwelle, anzuschließen ist, wird als abtriebsseitige Stirnseite bezeichnet. Der Boden des als Hohlrad, das heißt topfförmig, gestalteten Abtriebselementes befindet sich an der abtriebsseitigen Stirnseite des Wellgetriebes. Der nicht geschlossene Boden des Antriebselementes befindet sich auf der der zu verstellenden Welle gegenüberliegenden Stirnseite des Wellgetriebes. Derselben Stirnseite ist der Boden des flexiblen topfförmigen Getriebeelementes zugewandt. Dies bedeutet, dass zwei topfförmige Elemente, nämlich das Antriebselement und das flexible Getriebeelement, existieren, welche jeweils zur Abtriebsseite des Wellgetriebes hin offen sind. Das Abtriebselement greift in einen zwischen diesen beiden topfförmigen Elementen gebildeten ringförmigen Hohlraum ein, wobei es größtenteils oder vollständig im Innenraum des topfförmigen Antriebselementes liegt.

In bevorzugter Ausgestaltung ist das Antriebselement zugleich als Getriebeelement eines Umschlingungsgetriebes, insbesondere als Kettenrad, ausgebildet. Ebenso kann es sich bei dem Antriebselement um ein Riemenrad oder ein Zahnrad handeln. Prinzipiell ist es auch möglich, das Antriebselement mit einem gesonderten Kettenrad, Riemenrad oder Zahnrad zu verbinden, beispielsweise zu verschrauben. Bei einer integralen Ausbildung eines Kettenrades oder Riemenrades mit dem Antriebselement entfallen solche Verschraubungen. Ebenso sind in den beschriebenen Bauformen keine Verschraubungen zwischen dem flexiblen Getriebeelement und dem Antriebselement vorgesehen. Grundsätzlich ist jede Art der Verbindung zwischen dem flexiblen Getriebeelement und dem Antriebselement, soweit die geforderte Drehmomentübertragungskapazität gegeben ist, wählbar. Neben kraftschlüssigen Verbindungen sind insbesondere stoffschlüssige Verbindungen, insbesondere in Form von Schweiß- oder Lötverbindungen, zu nennen.

Das Antriebselement, vorzugsweise in Form eines Kettenrades, ist beispielsweise pulvermetallurgisch, das heißt als Sinterteil, herstellbar. Statt pulvermetallurgischer

Verfahren oder ergänzend zu solchen Verfahren sind auch spanabhebende Verfahren zur Herstellung des Antriebselementes geeignet.

In alternativer Ausgestaltung ist das Antriebselement umformtechnisch hergestellt. Beispielhaft sind als Fertigungsschritte für die Herstellung des Kettenrades Blechumformen, Stanzen und Walzen zu nennen. In an sich bekannter Weise können Oberflächeneigenschaften durch Wärmebehandlung des Kettenrades, das heißt Antriebselementes des Wellgetriebes, modifiziert werden. Ebenso kommt eine Hartbearbeitung von Lagerflächen des Antriebselementes in Betracht.

Das Kettenrad ist entsprechend der verwendeten Kette, das heißt zum Beispiel Zahnkette oder Rollenkette, zu gestalten. Entsprechendes gilt bei Ausführung des Antriebselementes als Riemenrad. In allen Fällen erfolgt eine Krafteinleitung vom Antriebselement in weitere Komponenten des Wellgetriebes vorzugsweise derart, dass möglichst geringe Kippmomente zwischen den Antriebselement und dem Abtriebselement auftreten. Generell begünstigt der schmale Aufbau des Wellgetriebes, das heißt dessen geringe Ausdehnung in axialer Richtung, einen Betrieb mit lediglich geringen oder vernachlässigbaren Kippmomenten. Aufgrund der geringen Kippmomente ist unter anderem das Sicherungselement, insbesondere in Form eines Sicherungsrings, welches das Abtriebselement im Antriebselement hält, lediglich geringen mechanischen Belastungen ausgesetzt.

Im Unterschied zu herkömmlichen Wellgetrieben, welche mit einem Flexring arbeiten, benötigt das erfindungsgemäße Wellgetriebe lediglich ein einziges innenverzahntes Getriebeelement. Am Antriebselement, welches zugleich das Gehäuse des Wellgetriebes darstellt, befinden sich in vorteilhafter Ausgestaltung keinerlei Schrauben. Insgesamt handelt es sich bei dem Antriebselement um ein multifunktionales Bauteil. Als einzelne Funktionen des Antriebselementes sind zu nennen:

- Bereitstellung einer Kontur zur Einleitung eines Drehmoments in das Antriebselement, das heißt Ausbildung des Antriebselementes als Ketten- oder Riemenrad oder als Zahnrad,
- Drehfeste und vorzugsweise zugleich selektiv spielbehaftete Halterung, das heißt Anbindung mit richtungsabhängigem Spiel, des flexiblen Getriebeelementes am Boden des Antriebselementes,
- Axiallagerung des Abtriebselementes im Antriebselement,
- Radiallagerung des Abtriebselementes im Antriebselement,
- Verdrehwinkelbegrenzung zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement.

Eine gesonderte Axiallagerscheibe zur Abstützung des Abtriebshohlrades in einer Richtung ist nicht erforderlich. Die Tatsache, dass das Wellgetriebe lediglich eine einzige Verzahnungspaarung aufweist, kommt einer hohen mechanischen Präzision des Wellgetriebes zugute. Der spielbehaftete Einbau des Abtriebshohlrades in das Antriebselement ist unabhängig von den Verfahren, mit welchen das Antriebselement und das Abtriebselement hergestellt sind, vorzunehmen. Ebenso wie das Antriebselement kann auch das Abtriebselement als Sinterteil ausgebildet sein.

Die Kinematik des erfindungsgemäßen Wellgetriebes stimmt grundsätzlich mit der Kinematik eines herkömmlichen Wellgetriebes mit Kragenhülse überein. Das Wellgetriebe ist dementsprechend typischerweise als Plusgetriebe ausgelegt. Dies bedeutet, dass bei einer Verdrehung eines Verstellelementes des Wellgenerators gegenüber dem Antriebselement in einer ersten Richtung das Abtriebselement in derselben Richtung gegenüber dem Antriebselement verstellt wird.

Das Wellgetriebe ist nicht nur als Stellgetriebe in der Fahrzeugtechnik, sondern auch in industriellen Anwendungen, beispielsweise in einem Roboter oder in einer Werkzeugmaschine, verwendbar.

Nachfolgend werden mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines Wellgetriebes in geschnittener perspektivischer Ansicht,

Fig. 2 ein als Kettenrad ausgebildetes Antriebselement des Wellgetriebes nach Fig. 1,

Fig. 3 und 4 ein als Verzahnungstopf ausgebildetes flexibles Getriebeelement des Wellgetriebes nach Fig. 1,

Fig. 5 das Antriebselement nach Fig. 2 mit eingesetztem Verzahnungstopf,

Fig. 6 ein Abtriebselement des Wellgetriebes nach Fig. 1,

Fig. 7 das Kettenrad nach Fig. 2 mit eingesetztem Abtriebselement nach Fig. 6 sowie Verzahnungstopf nach Fig. 3 und zugehörigem Wellgenerator in geschnittener perspektivischer Ansicht,

Fig. 8 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Wellgetriebes in geschnittener perspektivischer Ansicht,

Fig. 9 und 10 das Wellgetriebe nach Fig. 8 in Explosionsdarstellungen,

Fig. 11 ein Detail des Wellgetriebes nach Fig. 8,

Fig. 12 ein Antriebselement, nämlich Kettenrad, des Wellgetriebes nach Fig. 8 mit eingesetztem Abtriebselement sowie flexiblem Getriebeelement,

Fig. 13 eine Einzelheit der Anordnung nach Fig. 12 in geschnittener perspektivischer Ansicht,

Fig. 14 das Abtriebselement der Anordnung nach Fig. 12,

Fig. 15 eine Einzelheit des Abtriebselementes nach Fig. 14,

Fig. 16 das Antriebselement des Wellgetriebes nach Fig. 8,

Fig. 17 eine Einzelheit des Antriebselementes nach Fig. 16,

Fig. 18 das Antriebselement nach Fig. 16 mit eingesetztem Verzahnungstopf,

Fig. 19 Komponenten eines dritten Ausführungsbeispiels eines Wellgetriebes in perspektivischer geschnittener Ansicht,

Fig. 20 das Wellgetriebe nach Fig. 19 in einer weiteren geschnittenen perspektivischen Ansicht,

Fig. 21 eine abtriebsseitige perspektivische Ansicht des Wellgetriebes nach Fig. 19.

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf sämtliche Ausführungsbeispiele. Einander entsprechende oder prinzipiell gleichwirkende

Teile sind in den Figuren grundsätzlich mit übereinstimmenden Bezugszeichen gekennzeichnet.

Ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 1 gekennzeichnetes Wellgetriebe ist zur Verwendung als Stellgetriebe eines elektromechanischen Nockenwellenverstellers eines Verbrennungsmotors vorgesehen. Bei dem Wellgetriebe 1 handelt es sich um ein Dreiwellengetriebe, hinsichtlich dessen prinzipieller Funktion auf den eingangs genannten Stand der Technik verwiesen wird.

Das Wellgetriebe 1 weist ein Antriebselement 2 auf, welches zugleich das Gehäuse des Wellgetriebes 1 darstellt. Ein Kettenrad 3 ist integraler Bestandteil des Antriebselementes 2. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist das Antriebselement 2 als Sinterteil gefertigt. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 handelt es sich bei dem Antriebselement 2 um ein durch umformende Verfahren hergestelltes Getriebeelement.

Das Antriebselement 2 wird in allen Fällen durch eine nicht dargestellte Kette angetrieben, wobei es mit halber Kurbelwellendrehzahl rotiert. Als Abtriebselement 4 des Wellgetriebes 1 ist ein Hohlrad vorgesehen, welches im Antriebselement 2 drehbar gelagert ist. Das Hohlrad 4 ist mittels einer nicht dargestellten Zentralschraube mit der zu verstellenden Welle, das heißt Nockenwelle des Verbrennungsmotors, fest verbunden. Diejenige Stirnseite des Wellgetriebes 1, an welcher die zu verstellenden Nockenwelle angeschlossen ist, wird als abtriebsseitige Stirnseite S_{AB} bezeichnet. Die gegenüberliegende Stirnseite wird als erste Stirnseite S_1 bezeichnet. An der ersten Stirnseite S_1 befindet sich ein nicht dargestellter Elektromotor, welcher zur Betätigung des Wellgetriebes 1 vorgesehen ist.

Das Antriebselement 2 weist ebenso wie das Abtriebselement 4 die Grundform eines Topfes auf. An einen in allen Fällen mit 5 bezeichneten Boden des Antriebselementes 2, welcher sich auf der ersten Stirnseite S_1 des Wellgetriebes 1 befindet, schließt eine Umfangsfläche an, welche im Fall von Fig. 1 als konische Außenumfangfläche 6 aus-

gebildet ist. Im Fall von Fig. 8 schließt an den Boden 5 eine zylindrische Außenumfangfläche 7 an, welche in das Kettenrad 3 übergeht. Im Fall von Fig. 19 schließt an den Boden 5 eine erste konische Außenumfangsfläche 6 an, die sich bis zum Kettenrad 3 erstreckt. Die gegenüberliegende Stirnseite des Kettenrades 3 geht in eine zweite konische Außenumfangsfläche 9 über, die sich zur abtriebsseitigen Stirnseite S_{AB} hin verjüngt. Eine solche zweite konische Außenumfangsfläche 9 ist auch beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 gegeben, jedoch weniger deutlich ausgeprägt.

In allen Fällen sind die Außenumfangsflächen 6, 7, 8, 9 radial außerhalb einer zylindrischen Innenumfangsfläche 10 angeordnet, welche als Radial-Gleitlagerfläche gegenüber dem Abtriebselement 4 fungiert. Die zugehörige Radial-Gleitlagerfläche des Abtriebselementes 4 ist durch einen zylindrischen Abschnitt 11 des Abtriebselementes 4 gebildet. Der zylindrische Abschnitt 11 ist zur abtriebsseitigen Stirnseite S_{AB} hin durch einen Sicherungsring 12 im Antriebselement 2 gesichert. Der Sicherungsring 12 greift in eine umlaufende Nut 13 an der Innenumfangsfläche des Antriebselementes 2 ein. In entgegengesetzter axialer Richtung, das heißt zur ersten Stirnseite S_1 hin, ist das Abtriebselement 4 durch eine Axialgleitlagerfläche 14 gelagert, welche unmittelbar durch den Boden 5 gebildet ist. Dem Boden 5 des Antriebselementes 2 liegt auf der abtriebsseitigen Stirnseite S_{AB} der mit 15 bezeichnete Boden des Abtriebselementes 4 gegenüber. Jeder Boden 5, 15 ist nicht geschlossen, das heißt lediglich ringscheibenförmig ausgebildet, wobei sich der Boden 15 weiter zur Mittelachse des Wellgetriebes hin erstreckt als der Boden 5. Die innere Begrenzung des Bodens 15 wird durch einen Zapfen 16 gebildet, welcher abtriebsseitig aus dem Boden 15 herausragt. Bei eingebautem Wellgetriebe 1 ist durch die mit 17 bezeichnete Öffnung, welche durch den hohlen Zapfen 16 gebildet ist, die bereits erwähnte Zentralschraube gesteckt, welche in der Nockenwelle festgeschraubt ist. Bei der zu verstellenden Nockenwelle kann es sich um eine Einlassnockenwelle oder eine Auslassnockenwelle des Verbrennungsmotors handeln.

Der Verstellbereich des Nockenwellenverstellers, welcher mit dem Wellgetriebe 1 als Stellgetriebe arbeitet, ist durch eine insgesamt mit 18 bezeichnete Verdrehwinkelbegrenzung limitiert. Die Verdrehwinkelbegrenzung 18 ist gebildet durch eine antriebs-

seitige Anschlagkontur 19 und eine abtriebsseitige Anschlagkontur 20. Hierbei ist die antriebsseitige Anschlagkontur 19 unmittelbar durch das Antriebselement 2 und die abtriebsseitige Anschlagkontur 20 unmittelbar durch das Abtriebselement 4 gebildet. In den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 19 ist auf der Innenseite des Bodens 5 ein Anschlagsegment 21 ausgebildet. Dieses Anschlagsegment 21 erstreckt sich über einen Winkel von weniger als 60° in Umfangsrichtung des insgesamt ringscheibenförmigen Bodens 5. Das Anschlagsegment 21 wirkt zusammen mit einem Verstellfenster 22 an der offenen, das heißt ersten Stirnseite des Abtriebshohlrades 4. Das allgemein auch als Aussparung bezeichnete Verstellfenster erstreckt sich über einen Winkel von mehr als 120° am Umfang des zylindrischen Abschnitts 11 des Abtriebselementes 4 und unterbricht damit eine stirnseitige Leiste 23 des Abtriebselementes 4.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 weist das Antriebselement 2 dagegen eine kreisbogenförmig gekrümmte Durchbrechung 24 als Teil der Verdrehwinkelbegrenzung 18 auf. In die Durchbrechung 24 greift ein Anschlagsegment 25 des Abtriebselementes 4 ein. Das Anschlagsegment 25 erstreckt sich über einen Winkel von weniger als 45° an der offenen Stirnseite des Abtriebshohlrades 4.

In allen Ausführungsbeispielen ist auf die Innenseite des Bodens 5 ein topfförmiges, flexibles Getriebeelement 26 aufgesetzt, wie es in den Fig. 3 und 4 isoliert dargestellt ist. Der mit 27 bezeichnete Boden des topfförmigen Getriebeelementes 26, das heißt Flextopfes, weist die Grundform einer Ringscheibe auf, welche an den ebenfalls ringscheibenförmigen Boden 5 angesetzt ist. Der radial äußere Rand des Bodens 27 geht in einen zylindrischen Abschnitt 28 des Flextopfes 26 über. An der Außenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts 28 ist eine Außenverzahnung 29 gebildet, welche partiell in eine Innenverzahnung 30 des Abtriebshohlrades 4 eingreift. Zwei einander diametral gegenüberliegende Eingriffsbereiche zwischen den Verzahnungen 29, 30, werden hierbei durch einen Wellgenerator 31 bestimmt. Der Wellgenerator 31 umfasst ein mit 32 bezeichnetes Kugellager. Der mit 33 bezeichnete Innenring des Kugellagers 32 ist über Bolzen 34, welche einer nicht weiter dargestellten Ausgleichskupp-

lung zuzurechnen sind, mit der Motorwelle des Elektromotors, der zur Betätigung des Wellgetriebes 1 verwendet wird, drehfest gekoppelt.

In an sich bekannter Weise ist die Außenumfangsfläche des Innenrings 33 als nicht kreisrunde, elliptische Wälzkörperlaufbahn für Kugeln 35, das heißt Wälzkörper, gestaltet. Die Kugeln 35 sind in einem Käfig 36 geführt und kontaktieren einen Außenring 37, welcher im Unterschied zum Innenring 33 nachgiebig ist. Der zylindrische Abschnitt 28 des Flextopfes 26 umgibt unmittelbar den Außenring 37, ohne mit diesem fest verbunden zu sein. Eine geringfügig unterschiedliche Zahl an Zähnen der Außenverzahnung 29 einerseits und Innenverzahnung 30 andererseits sorgt dafür, dass eine volle Umdrehung des Innenrings 33 in Relation zum Antriebselement 2 in eine lediglich geringe Verschwenkung zwischen dem Antriebselement 2 und dem Abtriebselement 4 umgesetzt wird.

Der Außenring 37 und damit der gesamte Wellgenerator 31 ist in Axialrichtung gegenüber dem flexiblen Getriebeelement 26 durch mehrere Einprägungen 38 gesichert, welche in Form nahezu punktförmiger Noppen an der Innenumfangsfläche des zylindrischen Abschnitts 28 erkennbar sind. In der entgegengesetzten Axialrichtung, das heißt zur abtriebsseitigen Stirnseite S_{AB} hin, ist der Wellgenerator 31 unmittelbar durch den Boden 15 des Abtriebselementes 4 in Axialrichtung gesichert.

Was Einzelheiten des flexiblen Getriebeelementes 26 betrifft, wird im Folgenden auf die Fig. 3 und 4 verwiesen, die sich auf sämtliche Ausführungsbeispiele beziehen. Der Boden 27 des flexiblen Getriebeelementes 26 weist eine Vielzahl, in den Ausführungsbeispielen achtzehn Stück, an Durchbrechungen 39 auf. Die umfangsseitigen Begrenzungen der Durchbrechungen 39 sind durch Anlageflanken 40 begrenzt, welche kurz auch als Laschen bezeichnet werden und durch Material gebildet sind, welches aus dem Boden 27 herausgebogen ist. Radial nach innen geht jede Durchbrechung 39 in einen inneren verbreiterten Abschnitt 41 über. Radial nach außen geht jede Durchbrechung 39 in einen äußeren verbreiterten Abschnitt 42 über. Die Verbreiterung gegenüber dem mittleren, durch die Laschen 40 begrenzten Abschnitt bezieht

sich jeweils auf die Umfangsrichtung des ringscheibenförmigen Bodens 27. Insgesamt hat jede Durchbrechung 39 in stirnseitiger Ansicht damit die Grundform eines Doppel-T. In Radialrichtung des Getriebeelementes 26 ist der äußere verbreiterte Abschnitt 42 ausgedehnter als der innere verbreiterte Abschnitt 41. Damit ist eine Asymmetrie der Doppel-T-Form gegeben. Insgesamt erstreckt sich jede Durchbrechung 37 nahezu über die volle in Radialrichtung zu messende Breite des ringscheibenförmigen Bodens 27. Eine ringförmig umlaufende innere Randleiste des Bodens 27 ist mit 43 bezeichnet. Die innere Randleiste 43 stellt die radial innere Begrenzung sämtlicher Durchbrechungen 39 dar. An ihrem radial äußeren Rand reichen die Durchbrechungen 39 annähernd bis zum zylindrischen Abschnitt 28 des Getriebeelementes 26. Insgesamt weist der Boden 27 damit eine signifikante elastische Nachgiebigkeit auf.

In Umfangsrichtung ist der Boden 27 und damit das gesamte flexible Getriebeelement 26 formschlüssig mit dem Boden 5 des Antriebselementes 2 gekoppelt. Auf der Innenseite des Bodens 5 ist zu diesem Zweck eine der Anzahl der Durchbrechungen 39 entsprechende Anzahl an Formschlusselementen 44 vorhanden. Die Formschlusselemente 44 weisen, mit Blickrichtung in das topfförmige Antriebselement 2, jeweils eine Quaderform auf, wobei in jede Durchbrechung 39 ein Formschlusselement 44 eingreift. Seitenflächen der Formschlusselemente 44 liegen hierbei an den Anlageflanken 40 derart an, dass eine spielarme, zur Übertragung eines Drehmoments geeignete formschlüssige Kopplung zwischen dem Antriebselement 2 und dem Getriebeelement 26 in Umfangsrichtung der genannten Elemente 2, 26 gebildet ist. In Axialrichtung sowie Radialrichtung der Elemente 2, 26 bleibt hierbei eine Beweglichkeit zwischen dem Boden 27 des Flextopfes 26 und dem Boden 5 erhalten, sodass das Getriebeelement 26 spielbehaftet am Antriebselement 2 gelagert ist.

In den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 19 sind die Formschlusselemente 44 als integrale Bestandteile des Antriebselementes 2 pulvermetallurgisch hergestellt. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 sind die Formschlusselemente 44 dagegen, wie das gesamte Antriebselement 2, umformtechnisch hergestellt. In diesem Fall sind auf der Außenseite des Bodens 5 im wesentlichen rechteckige Vertiefungen 45 erkennbar, welche im Zuge der Formung der Formschlusselemente 44 durch Materialver-

drängung erzeugt wurden. Die Formschlusselemente 44 wirken in jedem Fall direkt mit den durch die Anlageflanken 40 begrenzten Durchbrechungen 39, welche korrespondierende Formschlusselemente darstellen, zusammen.

Beim Zusammenbau des Wellgetriebes 1 wird in allen Fällen zunächst der Wellgenerator 31 in das topfförmige flexible Getriebeelement 26 eingesetzt. Die damit entstandene Baugruppe wird auch als Verstellwelle 46 bezeichnet. Anschließend wird die Verstellwelle 46 in das Abtriebshohlrad 4 eingeschoben. Hierbei greift die Außenverzahnung 29 in zwei einander gegenüberliegenden Umfangsbereichen in die Innenverzahnung 30 ein. Anschließend wird das Antriebselement 2 von der ersten Stirnseite S_1 her auf das Abtriebselement 4 aufgeschoben, bis die formschlüssige Verbindung zwischen dem flexiblen Getriebeelement 26 und dem Antriebselement 2 hergestellt ist. Als letzter Montageschritt wird der Sicherungsring 12 in die Nut 13 eingesetzt. Damit ist die volle Funktionalität des Wellgetriebes 1 gegeben, wobei innerhalb des Wellgetriebes 1 keine Schraubverbindungen existieren.

Bezugszeichenliste

1	Wellgetriebe
2	Antriebselement
3	Kettenrad
4	Abtriebselement, Abtriebshohlrad
5	Boden
6	konische Außenumfangsfläche
7	zylindrische Außenumfangsfläche
8	erste konische Außenumfangsfläche
9	zweite konische Außenumfangsfläche
10	zylindrische Innenumfangsfläche; Radial-Gleitlagerfläche
11	zylindrischer Abschnitt des Abtriebselementes
12	Sicherungsring
13	Nut
14	Axialgleitlagerfläche
15	Boden
16	Zapfen
17	Öffnung
18	Verdrehwinkelbegrenzung
19	antriebsseitige Anschlagkontur
20	abtriebsseitige Anschlagkontur
21	Anschlagsegment
22	Aussparung, Verstellfenster
23	Leiste
24	Durchbrechung
25	Anschlagsegment
26	flexibles Getriebeelement, Flextopf
27	Boden
28	zylindrische Abschnitt
29	Außenverzahnung
30	Innenverzahnung

31	Wellgenerator
32	Kugellager
33	Innenring
34	Bolzen
35	Wälzkörper, Kugel
36	Käfig
37	Außenring
38	Einprägung
39	Durchbrechung
40	Anlageflanke
41	innerer verbreiterter Abschnitt
42	äußerer verbreiterter Abschnitt
43	innere Randleiste
44	Formschlusselement
45	Vertiefung
46	Verstellwelle

S_{AB}	abtriebsseitige Stirnseite
S_1	erste Stirnseite

Patentansprüche

1. Wellgetriebe, mit einem Antriebselement (2), einem mit dem Antriebselement (2) verbundenen, flexiblen, eine Außenverzahnung (29) aufweisenden Getriebeelement (26), sowie einem als Hohlrad gestalteten Abtriebselement (4), welches eine mit der Außenverzahnung (29) partiell kämmende Innenverzahnung (30) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Getriebeelement (26) topfförmig gestaltet ist, wobei es radial innerhalb der Außenverzahnung (29) drehmomentübertragend mit dem Antriebselement (2) gekoppelt ist.

2. Wellgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Getriebeelement (26) formschlüssig mit dem Antriebselement (2) gekoppelt ist.

3. Wellgetriebe nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das flexible Getriebeelement (26) einen Boden (27) mit Durchbrechungen (39) aufweist, in welche Formschlusselemente (44) des Antriebselementes (2) eingreifen.

4. Wellgetriebe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Durchbrechungen (39) in beiden Umfangsrichtungen des Getriebeelementes (26) jeweils durch aus dem Boden (27) des flexiblen Getriebeelementes (26) heraus gebogene Anlageflanken (40) begrenzt sind.

5. Wellgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **gekennzeichnet durch** eine zwischen dem Antriebselement (2) und dem Abtriebselement (4) gebildete Verdrehwinkelbegrenzung (18).

6. Wellgetriebe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehwinkelbegrenzung (18) durch ein Anschlagsegment (19) des Antriebselementes (2) und eine Aussparung (22) in einer im Übrigen ringförmig umlaufenden, stirnseitigen Leiste (23) des Abtriebselementes (4) gebildet ist.

7. Wellgetriebe nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verdrehwinkelbegrenzung (18) durch eine Durchbrechung (24) des Antriebselementes (2) und ein in die Durchbrechung (24) eingreifendes Anschlagsegment (25) des Abtriebselementes (4) gebildet ist.

8. Wellgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Antriebsteil (2) als Sinterteil ausgebildet ist.

9. Verfahren zur Herstellung eines Wellgetriebes, mit folgenden Schritten:

   - Bereitstellung eines als Getriebeelement eines Umschlingungsgetriebes ausgebildeten, topfförmigen Antriebselementes (2), wobei am Boden (5) des Antriebselementes (2) erste Formschlusselemente (44) ausgebildet sind,
   - Bereitstellung eines flexiblen, topfförmigen, außenverzahnten Getriebeelementes (26), wobei am Boden (27) dieses Getriebeelementes (26) zweite Formschlusselemente (39,40) ausgebildet sind,
   - Bereitstellung eines zur Verformung des flexiblen Getriebeelementes (26) ausgebildeten Wellgenerators (31),
   - Bereitstellung eines topfförmigen, innenverzahnten Abtriebselementes (4),
   - Einsetzen des Wellgenerators (31) in das flexible Getriebeelement (26),
   - Einsetzen der aus dem Wellgenerator (31) und dem flexiblen Getriebeelement (26) gebildeten Baugruppe (46) in das Abtriebselement (4),
   - Aufschieben des Antriebselementes (2) auf das Abtriebselement (4) bis zur Herstellung einer zur Übertragung eines Drehmoments geeigneten Verbindung zwischen den verschiedenen Formschlusselementen (44; 39,40),
   - Sicherung des Abtriebselementes (4) gegenüber dem Antriebselement (2) in Axialrichtung durch einen Sicherungsring (12).

10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein umformtechnisch hergestelltes Kettenrad (3) als Antriebselement (2) verwendet wird.

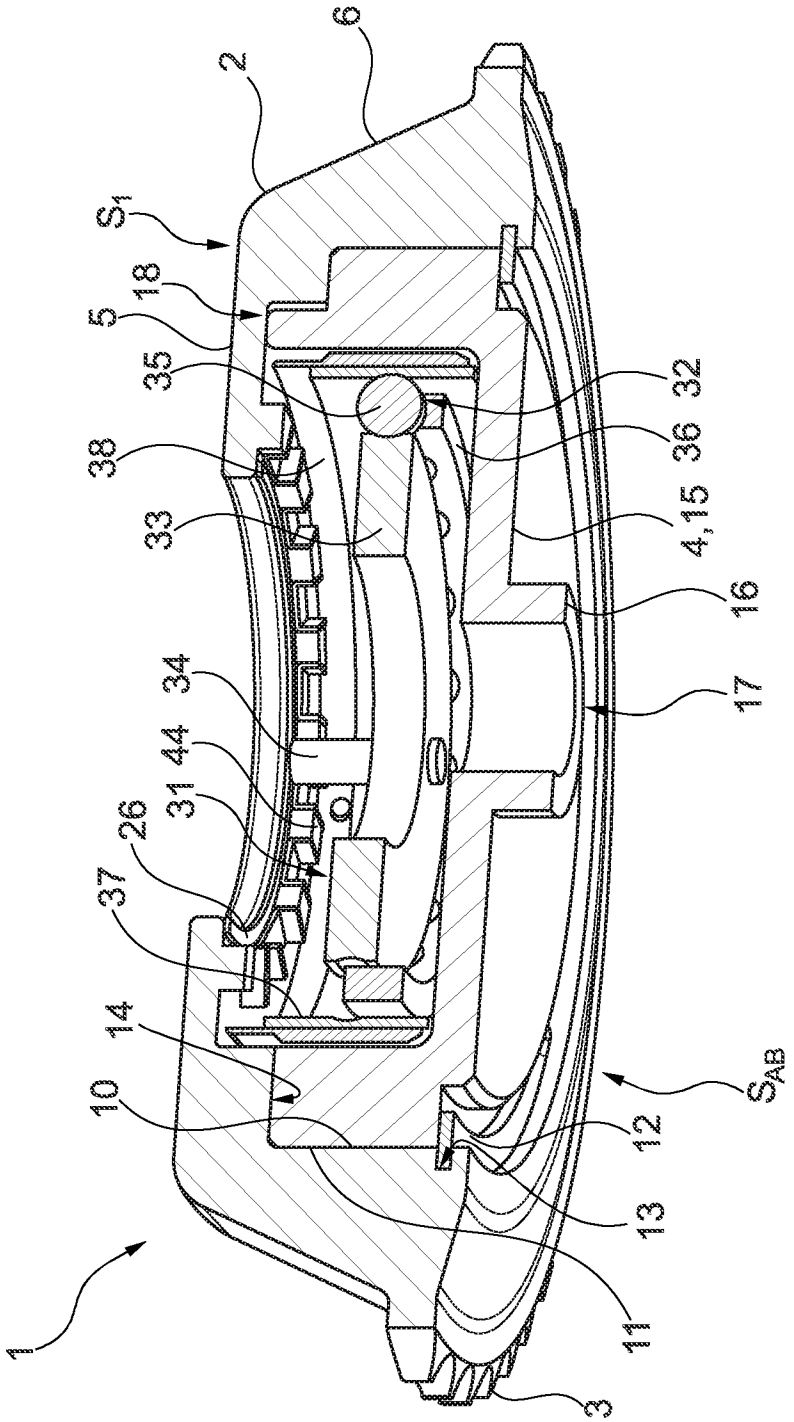


Fig. 1

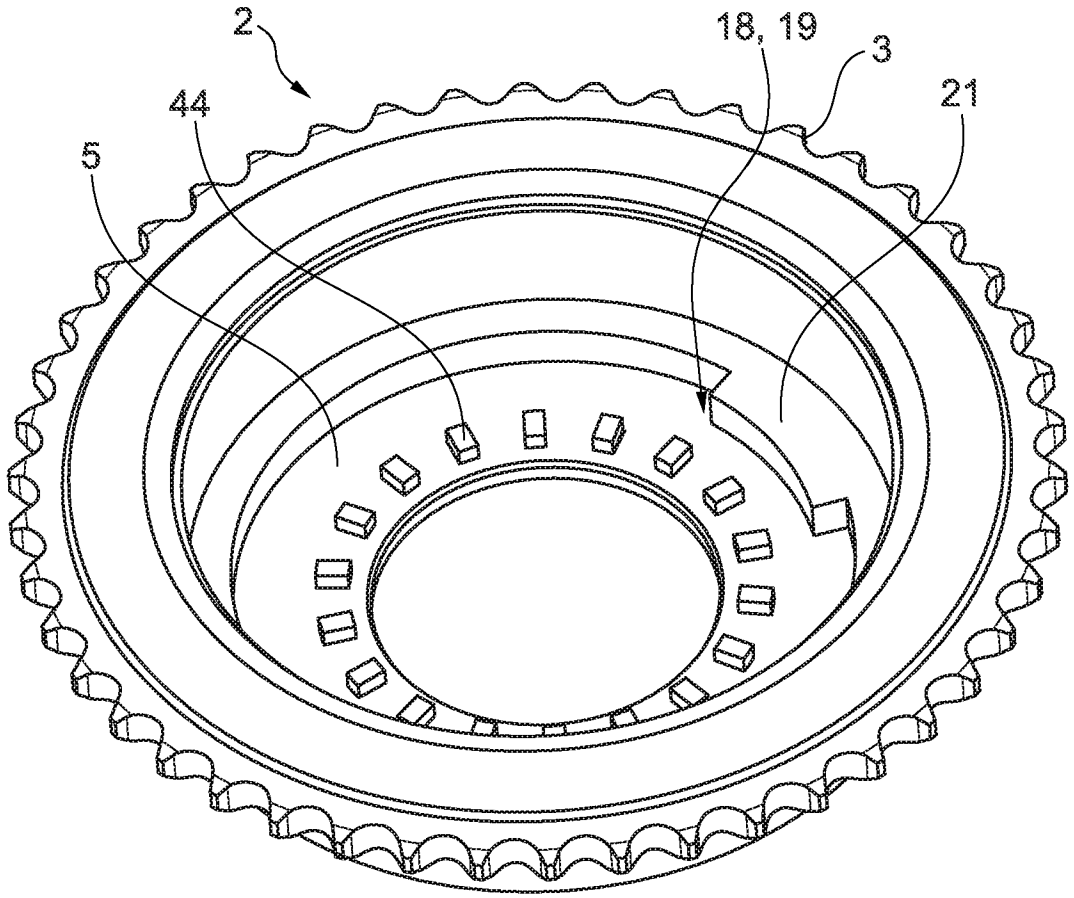


Fig. 2

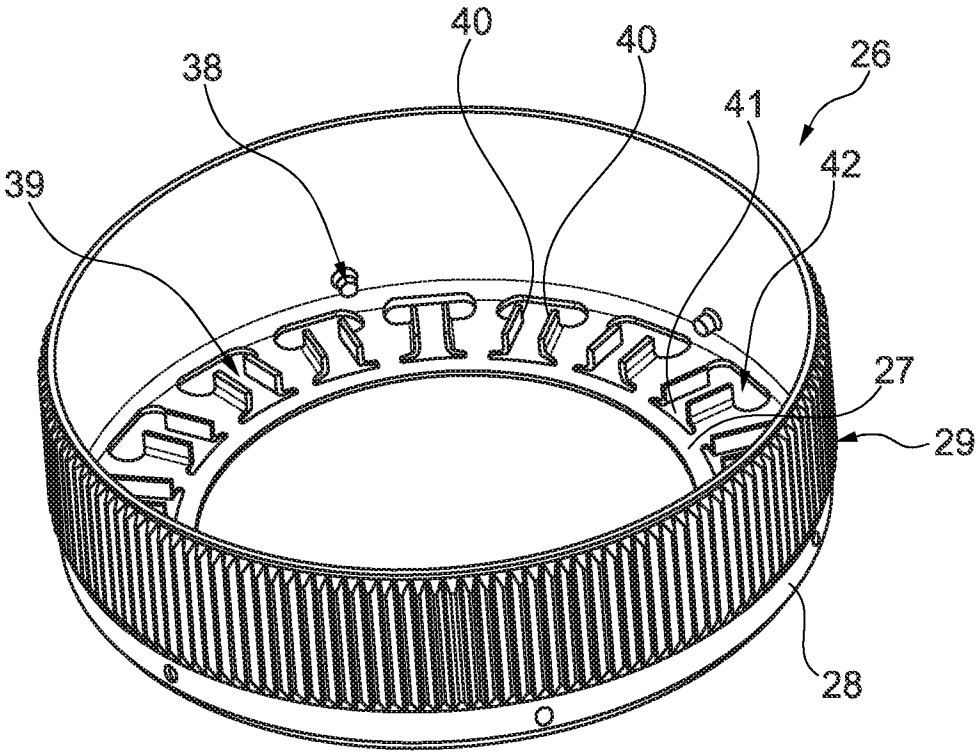


Fig. 3

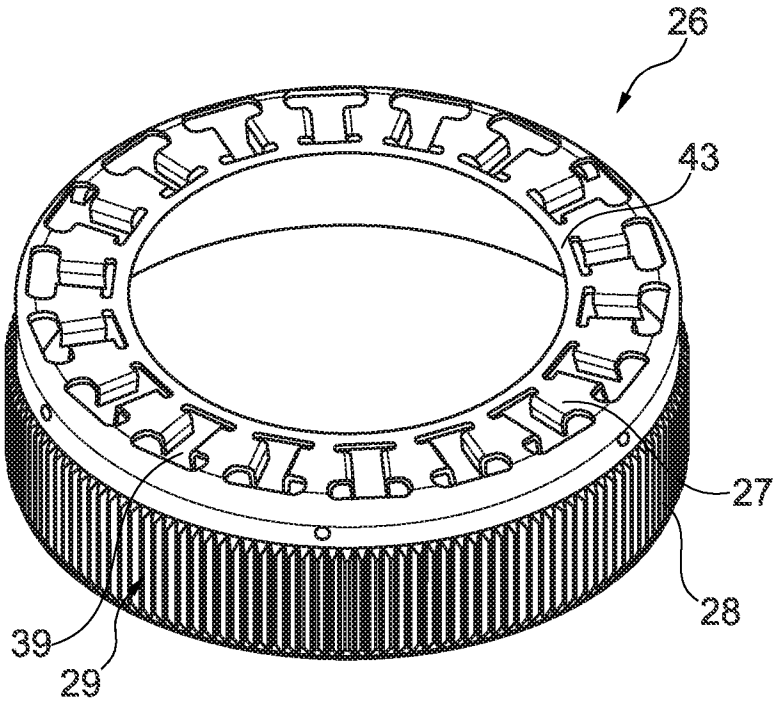


Fig. 4

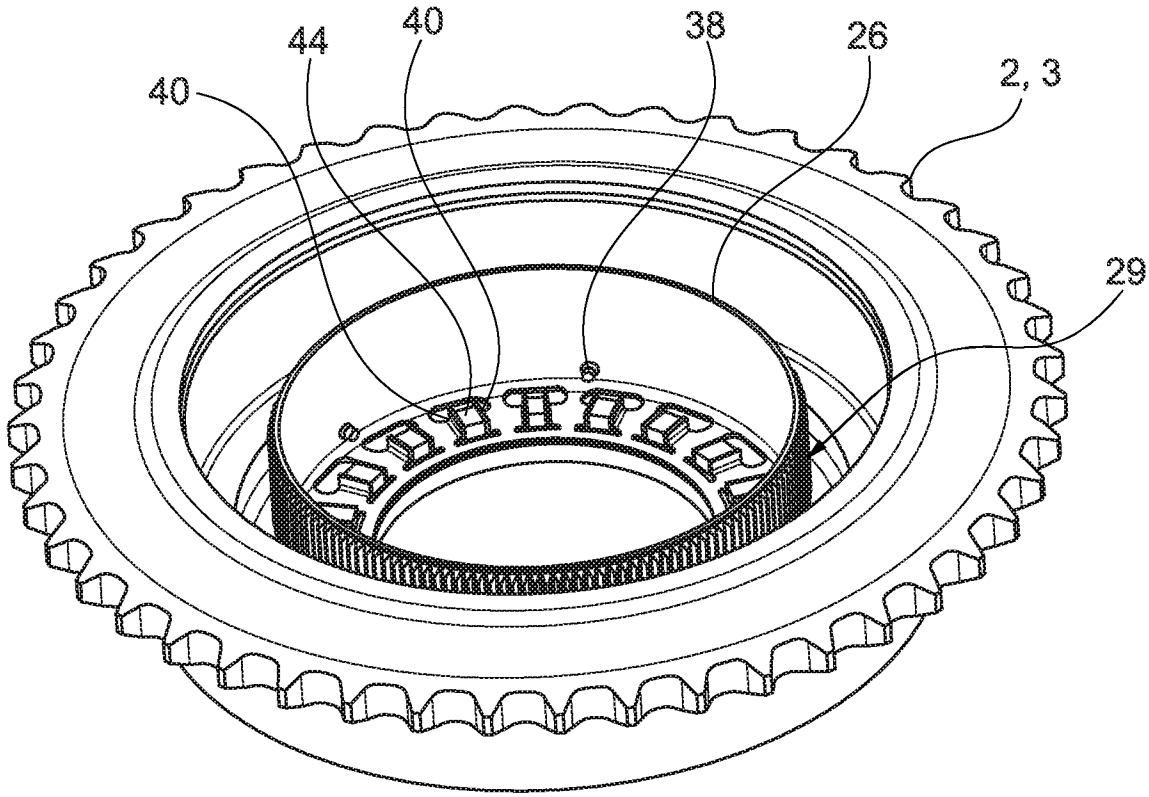


Fig. 5

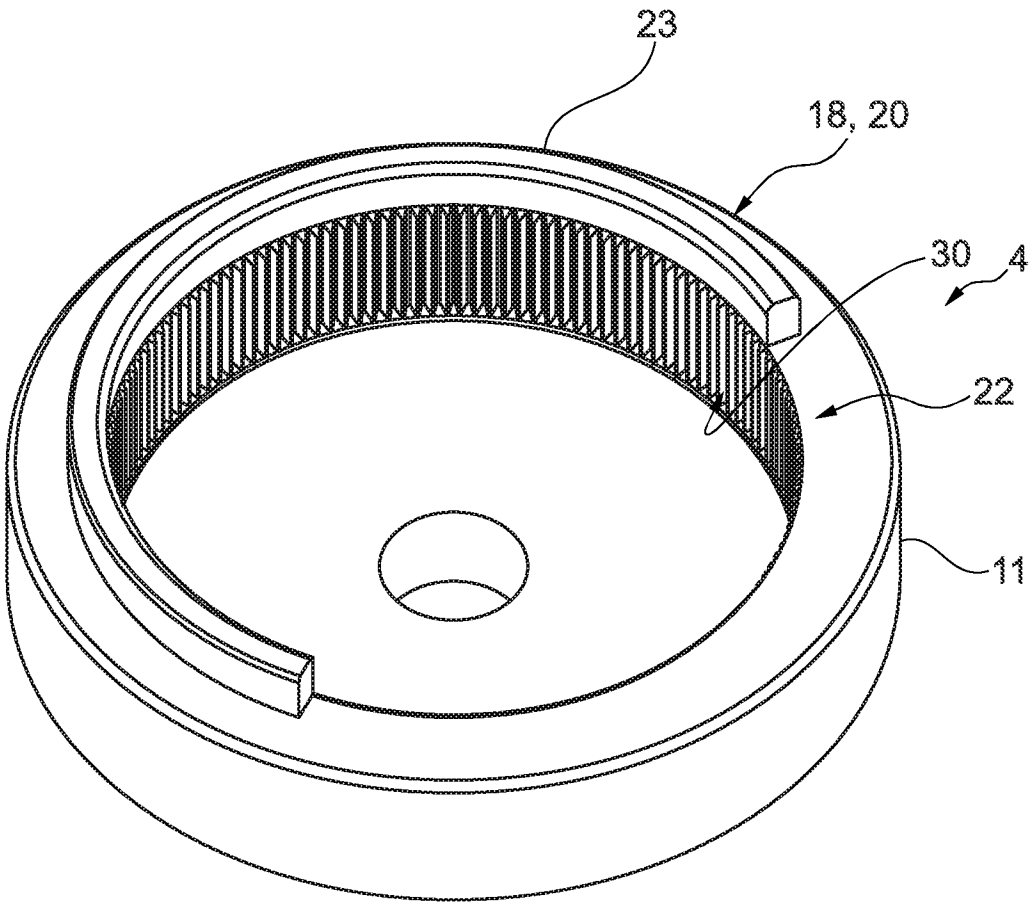


Fig. 6

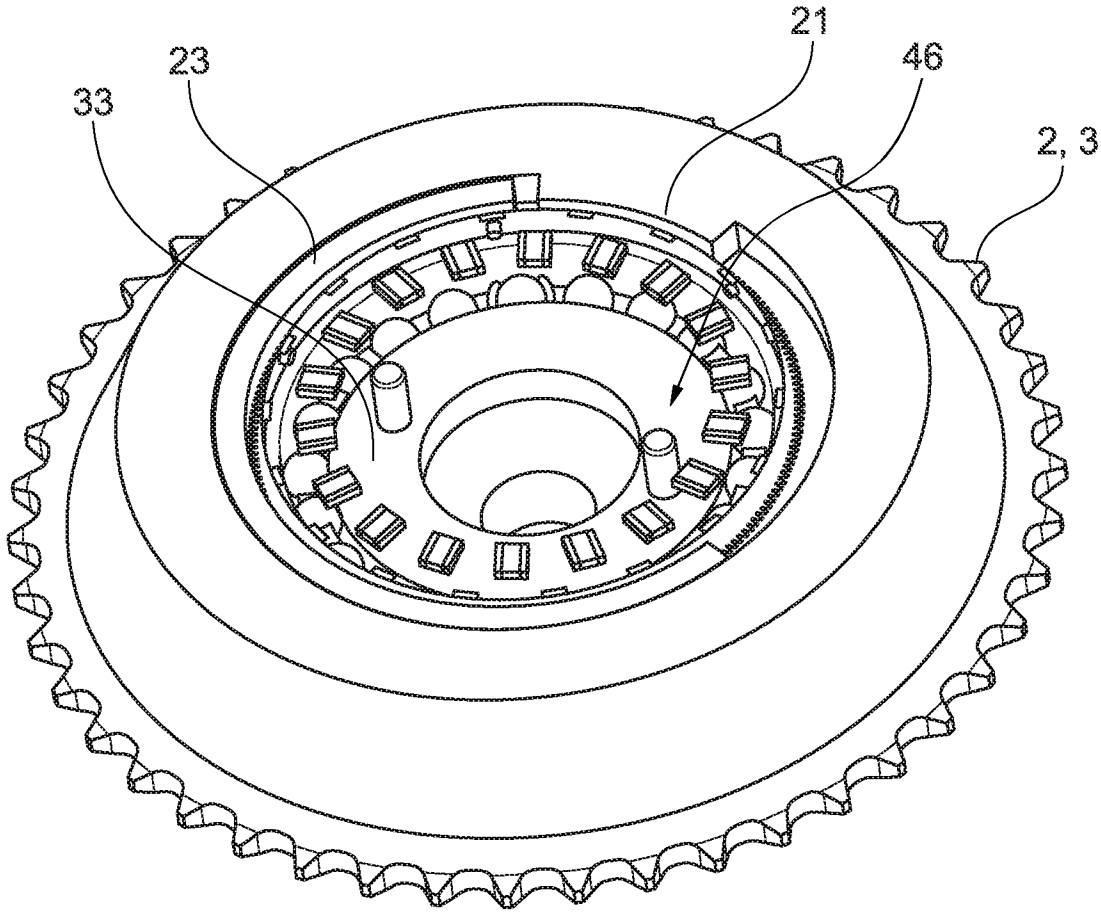


Fig. 7

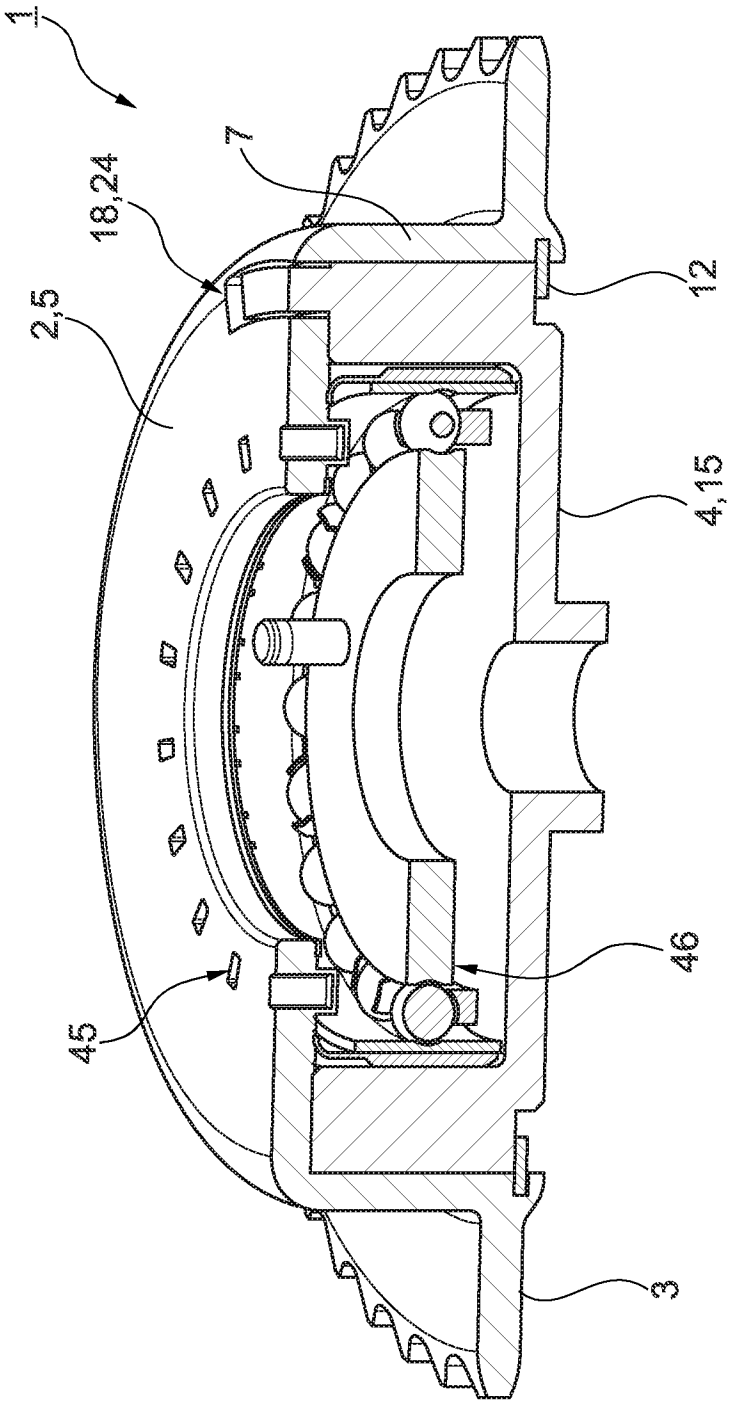


Fig. 8

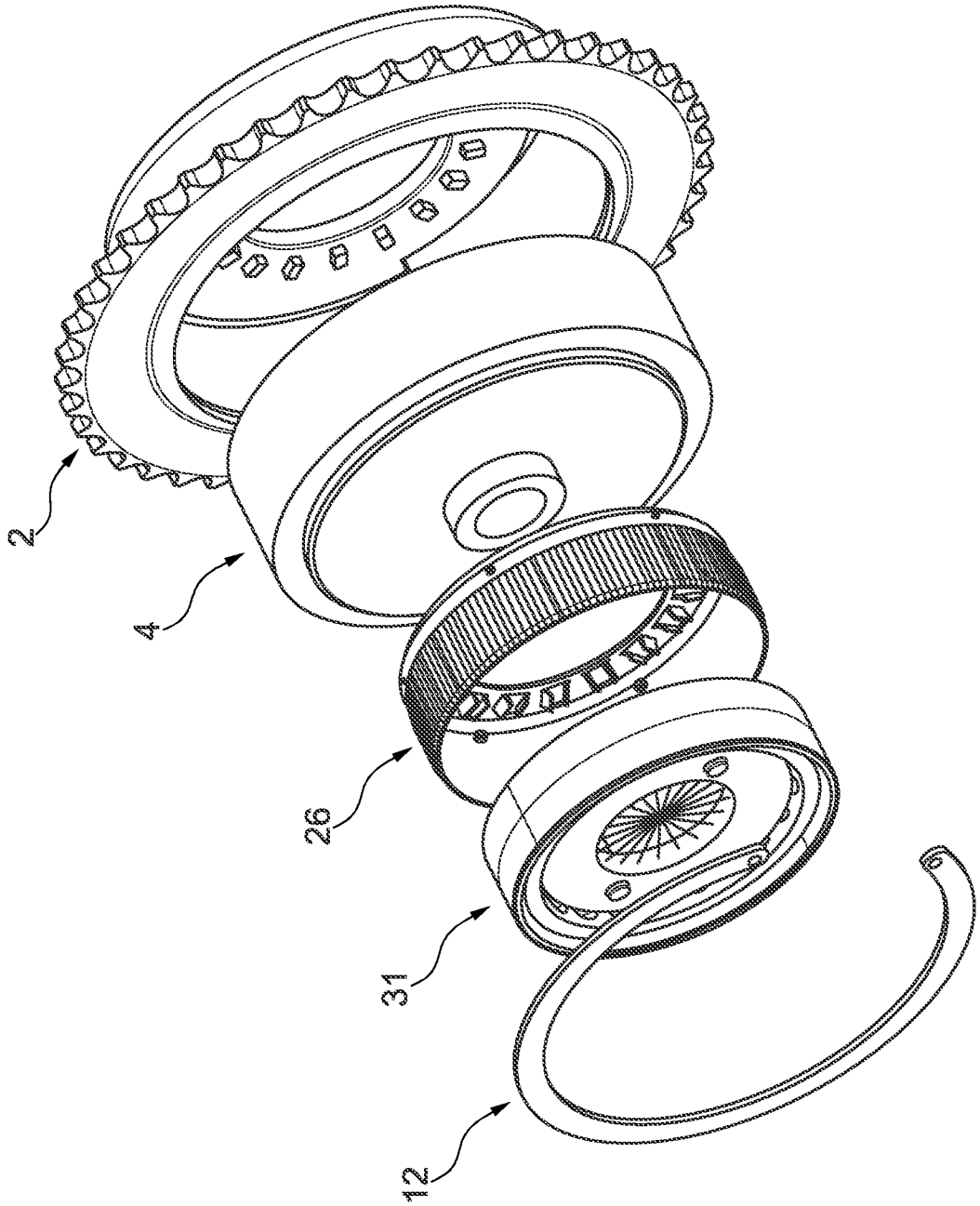


Fig. 9

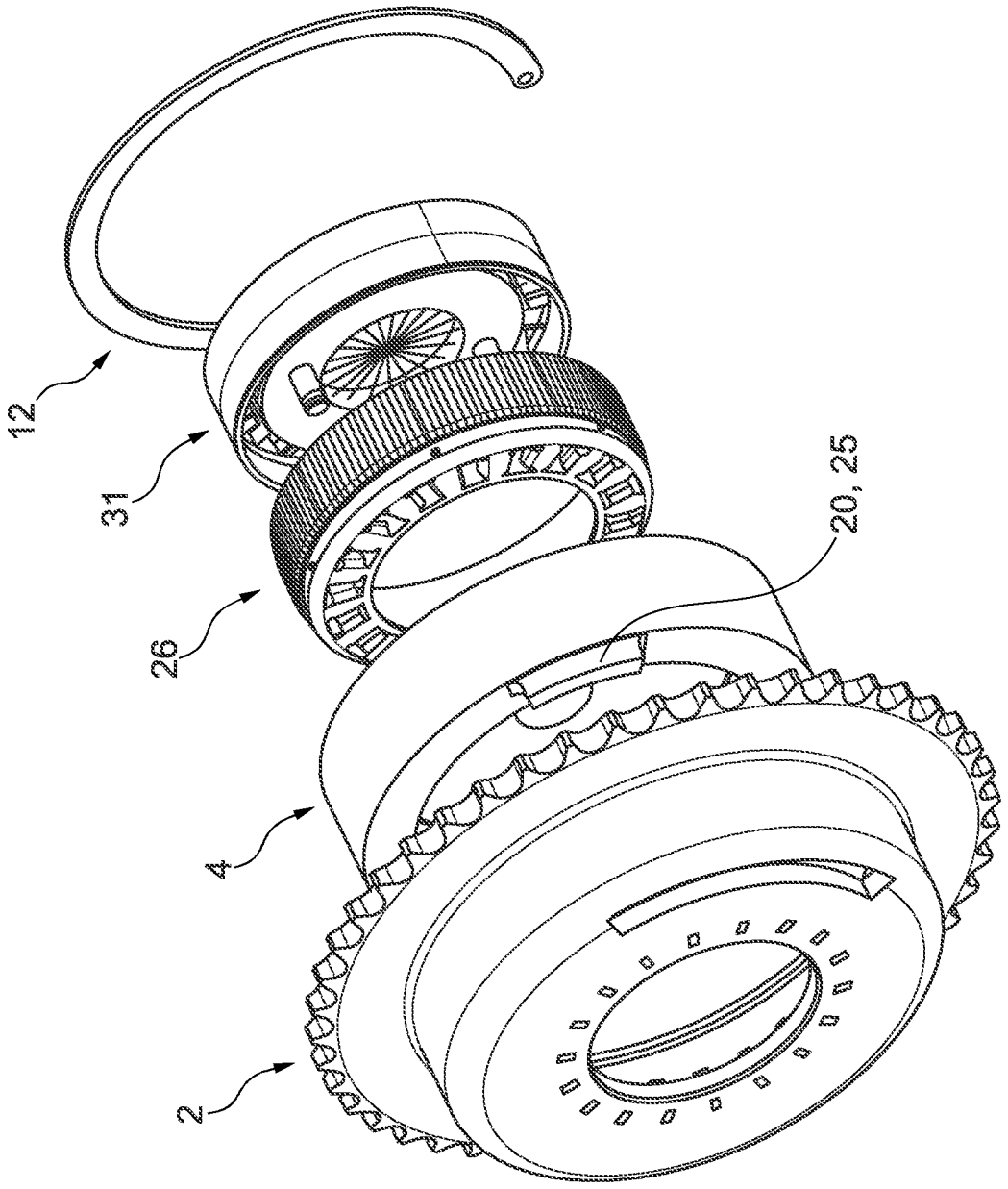


Fig. 10

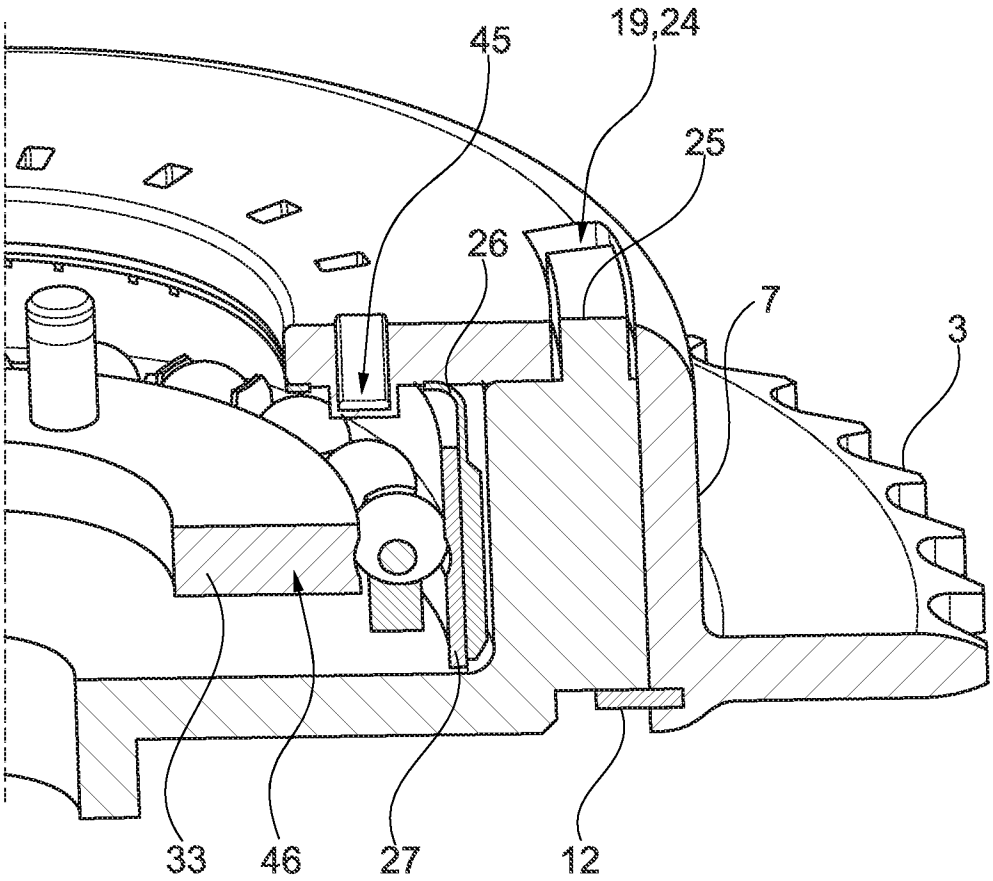


Fig. 11

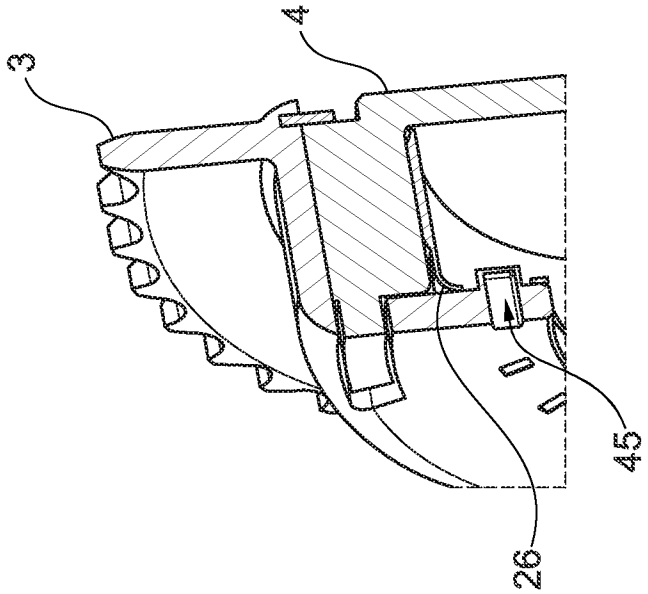


Fig. 13

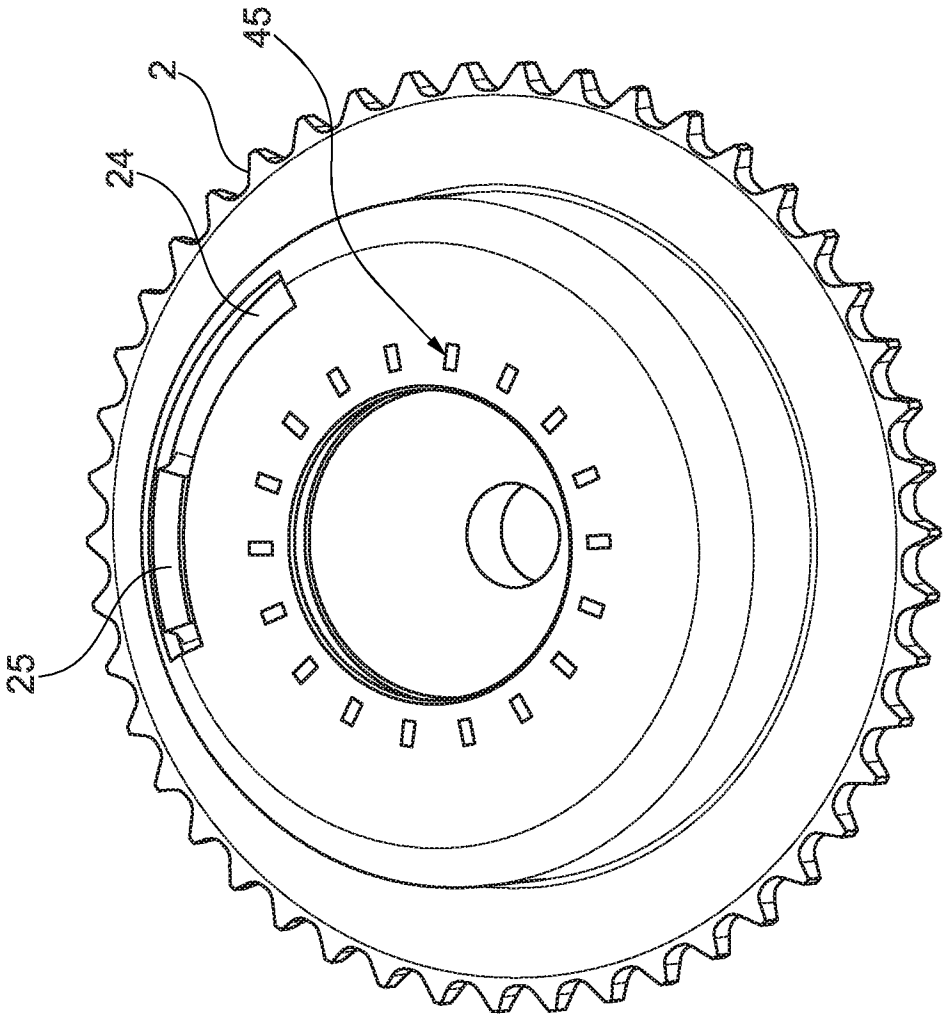


Fig. 12

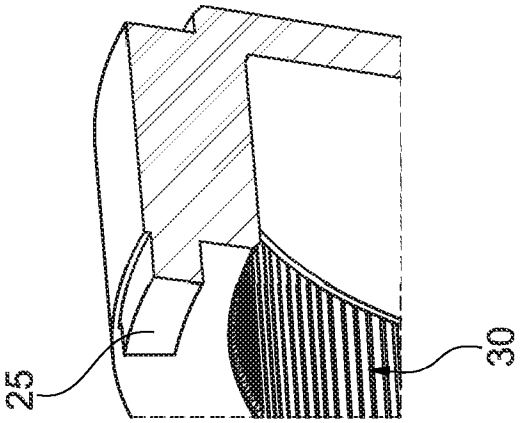


Fig. 15

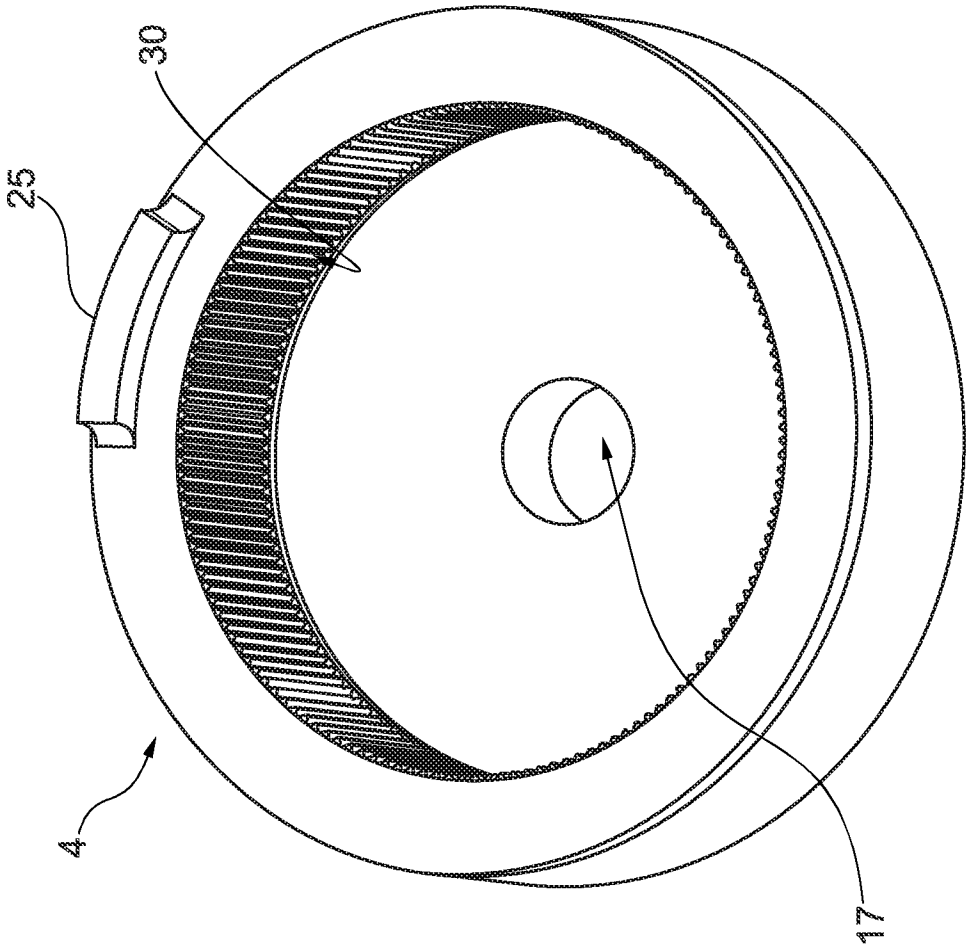


Fig. 14

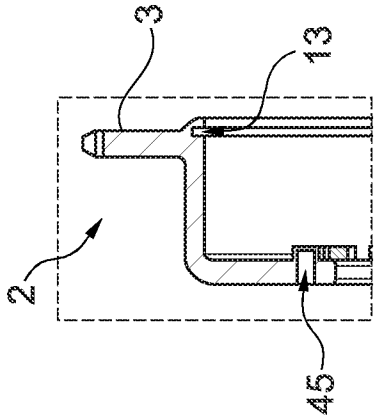


Fig. 17

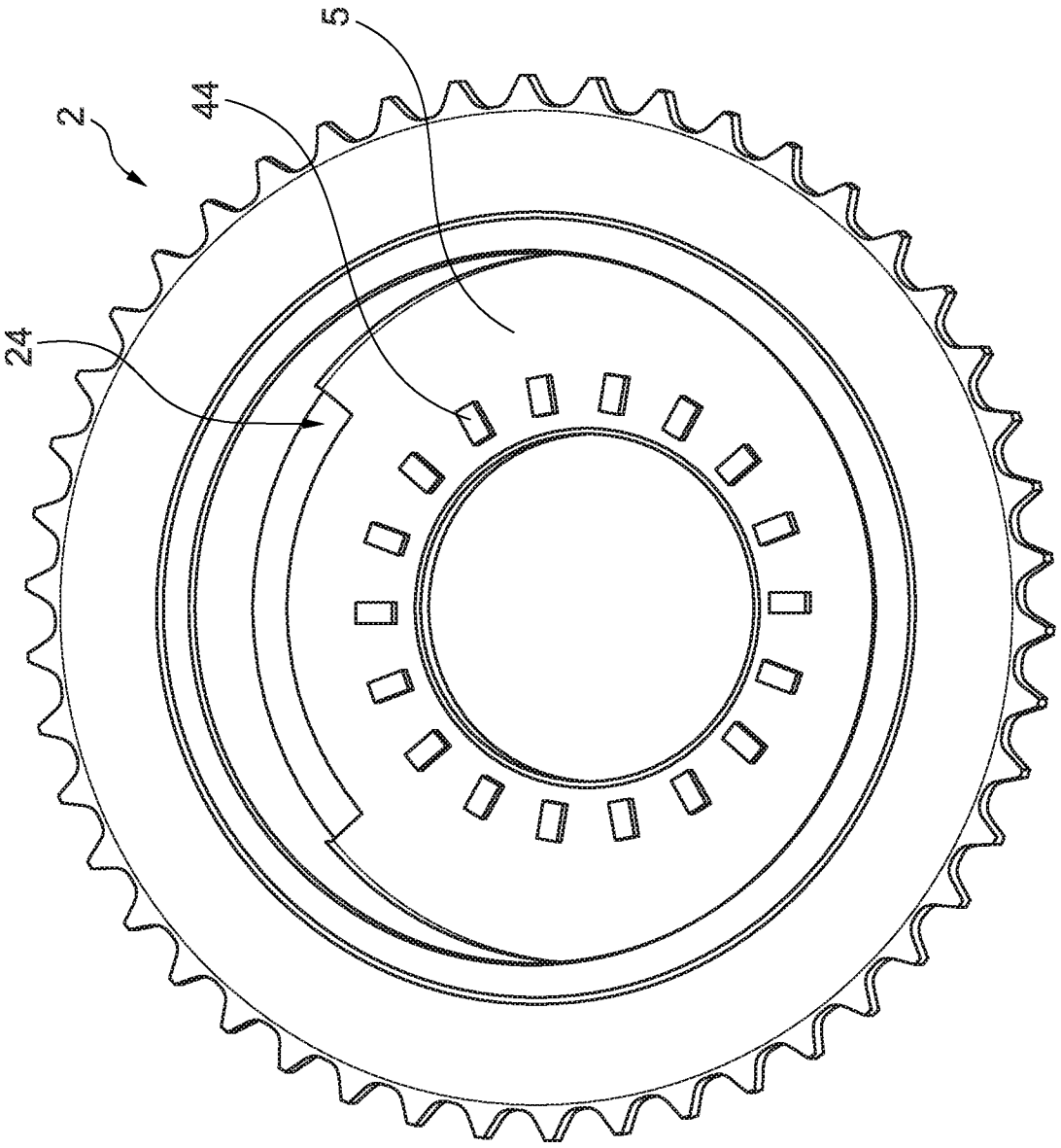


Fig. 16

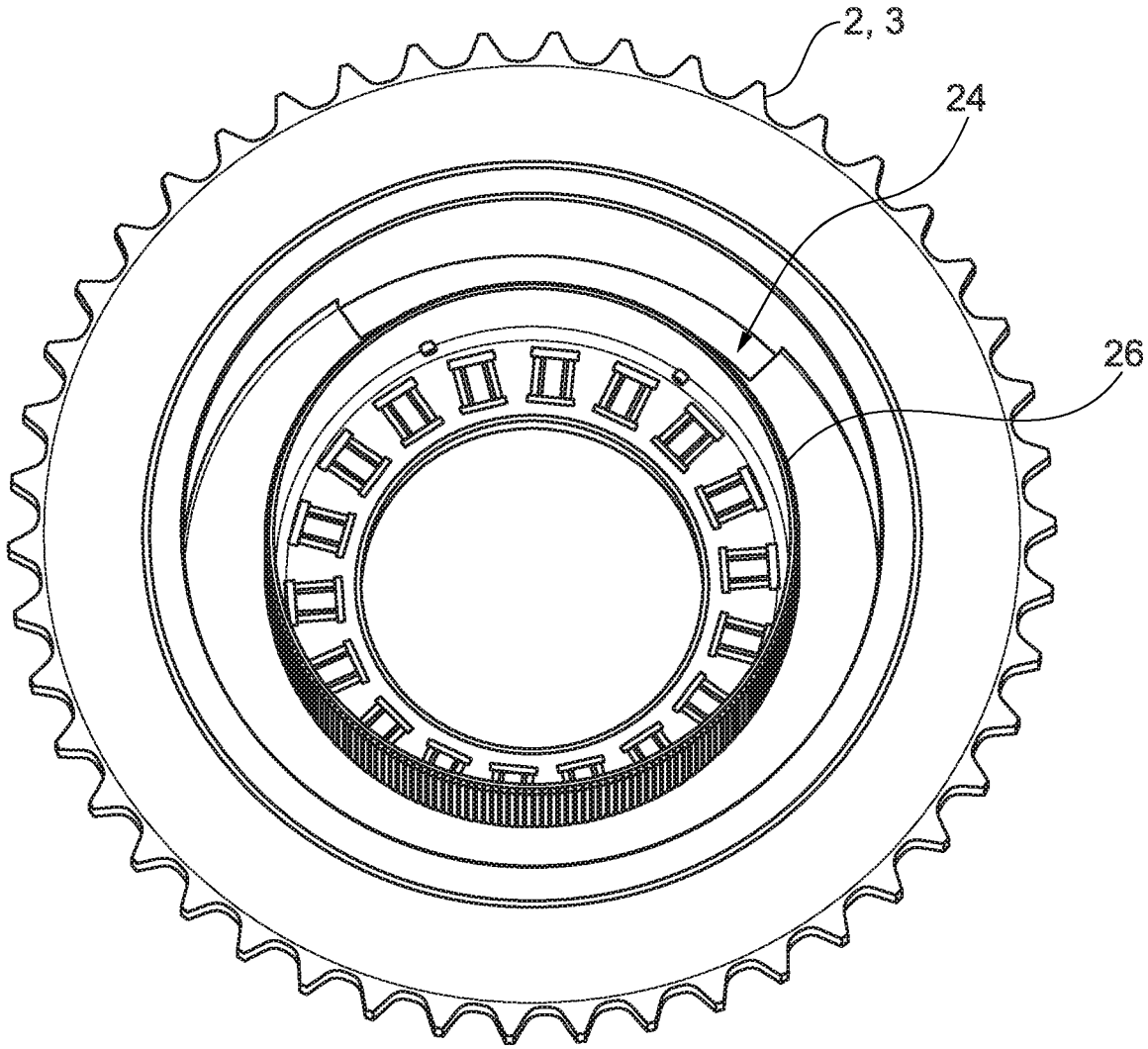


Fig. 18

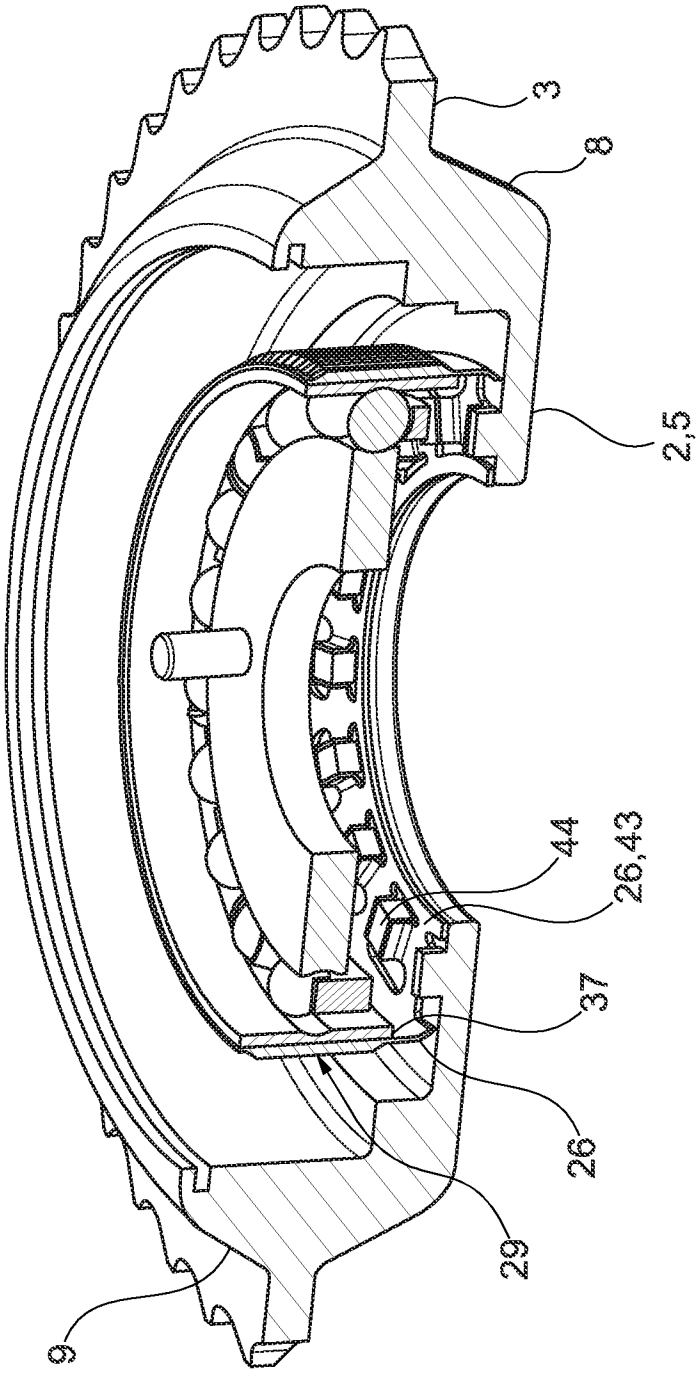


Fig. 19

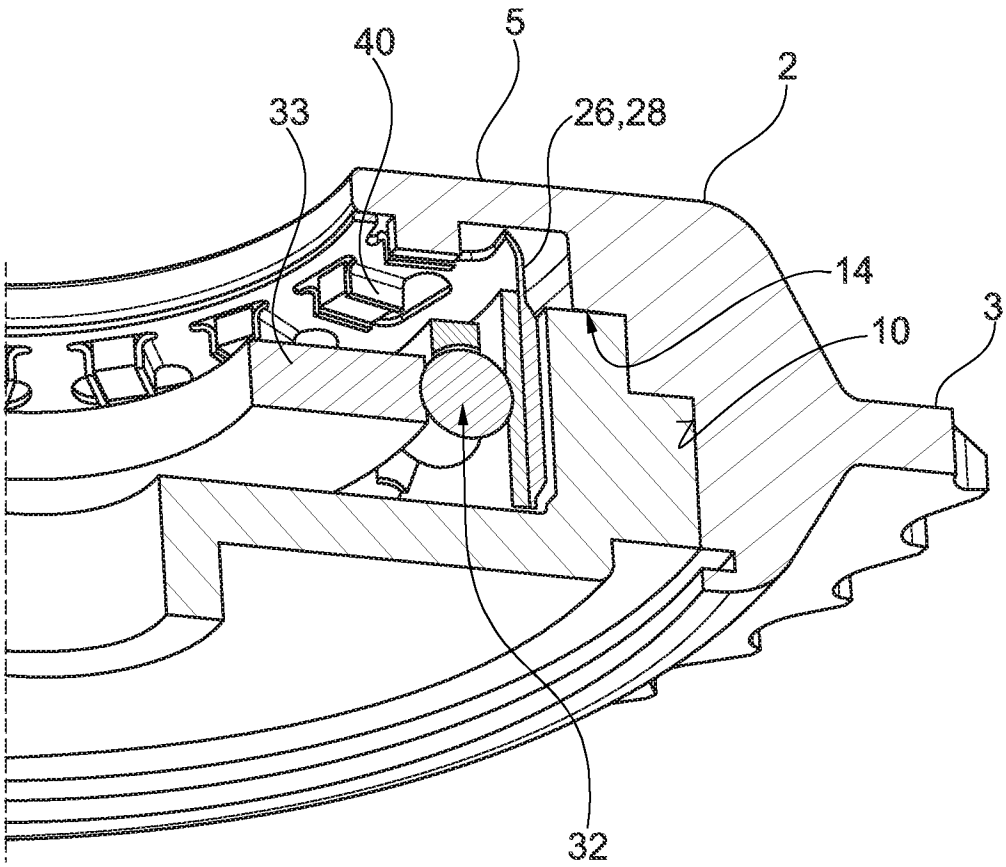


Fig. 20

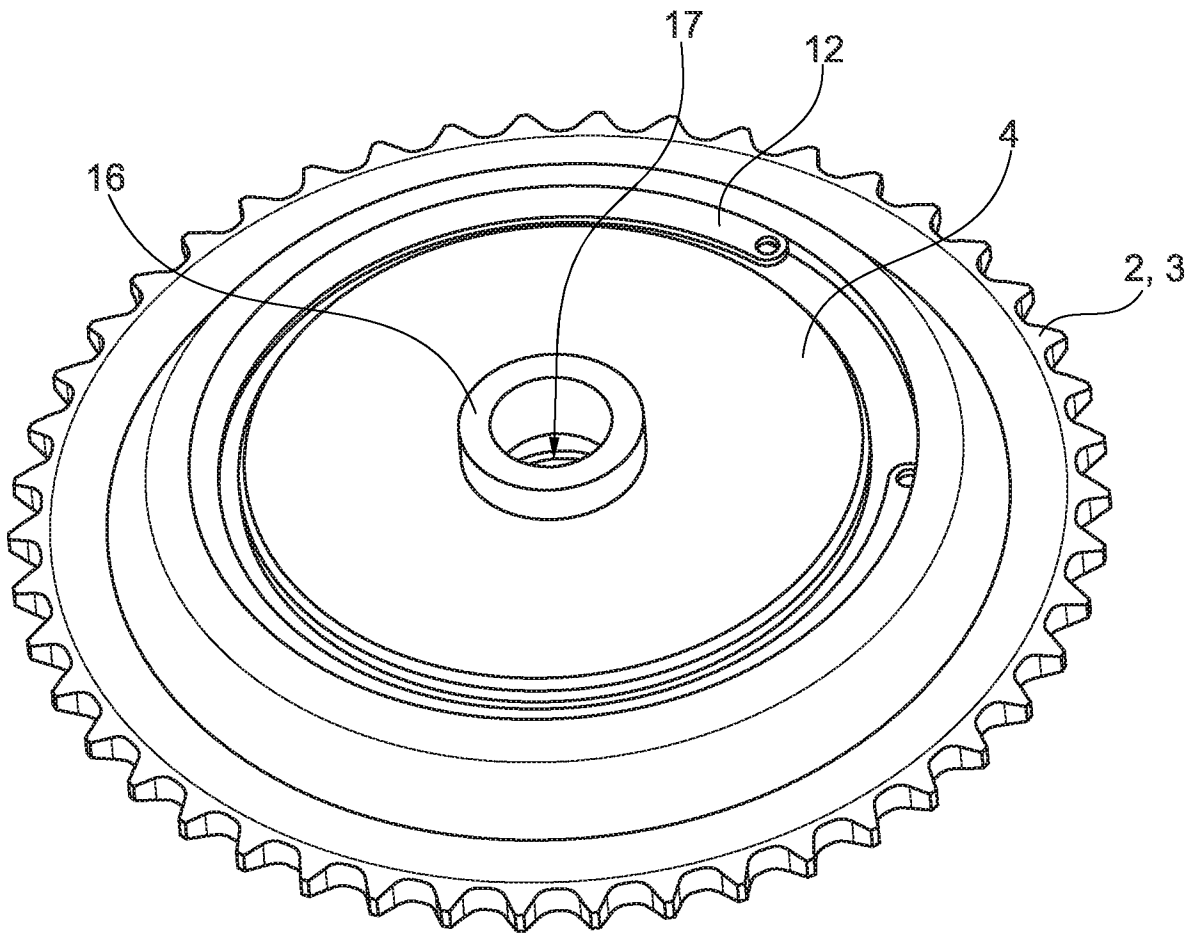


Fig. 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/DE2019/100887

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16H 49/00(2006.01)i; ***F01L 1/344***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16H; F01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2015021972 A2 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 19 February 2015 (2015-02-19) figures 1, 2	1-10
A	DE 102016218575 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 17 August 2017 (2017-08-17) cited in the application figures 1, 3	1-10
A	DE 102017103988 B3 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 14 June 2018 (2018-06-14) cited in the application figures 1-14	1-10
A	DE 102009037403 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 17 February 2011 (2011-02-17) figures 1-6	1-10
A	EP 1043482 A2 (TCG UNITECH AG [AT]) 11 October 2000 (2000-10-11) figures 1-6	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
08 January 2020	**17 January 2020**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Szodfridt, Tamas** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/DE2019/100887

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2015021972 A2	19 February 2015	DE 102013216183 A1	19 February 2015
		WO 2015021972 A2	19 February 2015
DE 102016218575 A1	17 August 2017	NONE	
DE 102017103988 B3	14 June 2018	CN 110226056 A	10 September 2019
		DE 102017103988 B3	14 June 2018
		US 2020003289 A1	02 January 2020
		WO 2018153407 A1	30 August 2018
DE 102009037403 A1	17 February 2011	NONE	
EP 1043482 A2	11 October 2000	DE 50003967 D1	13 November 2003
		EP 1043482 A2	11 October 2000
		US 6328006 B1	11 December 2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2019/100887

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16H49/00 F01L1/344
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16H F01L

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2015/021972 A2 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 19. Februar 2015 (2015-02-19) Abbildungen 1, 2	1-10
A	DE 10 2016 218575 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 17. August 2017 (2017-08-17) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1, 3	1-10
A	DE 10 2017 103988 B3 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 14. Juni 2018 (2018-06-14) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 1-14	1-10

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. Januar 2020	17/01/2020

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Szodfridt, Tamas

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2019/100887

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2009 037403 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES GMBH [DE]) 17. Februar 2011 (2011-02-17) Abbildungen 1-6 -----	1-10
A	EP 1 043 482 A2 (TCG UNITECH AG [AT]) 11. Oktober 2000 (2000-10-11) Abbildungen 1-6 -----	1-10

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2019/100887

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015021972 A2	19-02-2015	DE 102013216183 A1	19-02-2015
		WO 2015021972 A2	19-02-2015
DE 102016218575 A1	17-08-2017	KEINE	
DE 102017103988 B3	14-06-2018	CN 110226056 A	10-09-2019
		DE 102017103988 B3	14-06-2018
		US 2020003289 A1	02-01-2020
		WO 2018153407 A1	30-08-2018
DE 102009037403 A1	17-02-2011	KEINE	
EP 1043482 A2	11-10-2000	DE 50003967 D1	13-11-2003
		EP 1043482 A2	11-10-2000
		US 6328006 B1	11-12-2001