

(12)

Patentschrift

(21)

Anmeldenummer:

A 50003/2019

(22)

Anmeldetag:

04.01.2019

(45)

Veröffentlicht am:

15.07.2020

(51)

Int. Cl.:

F16H 55/14

F16H 55/18

F16F 15/136

(2006.01)

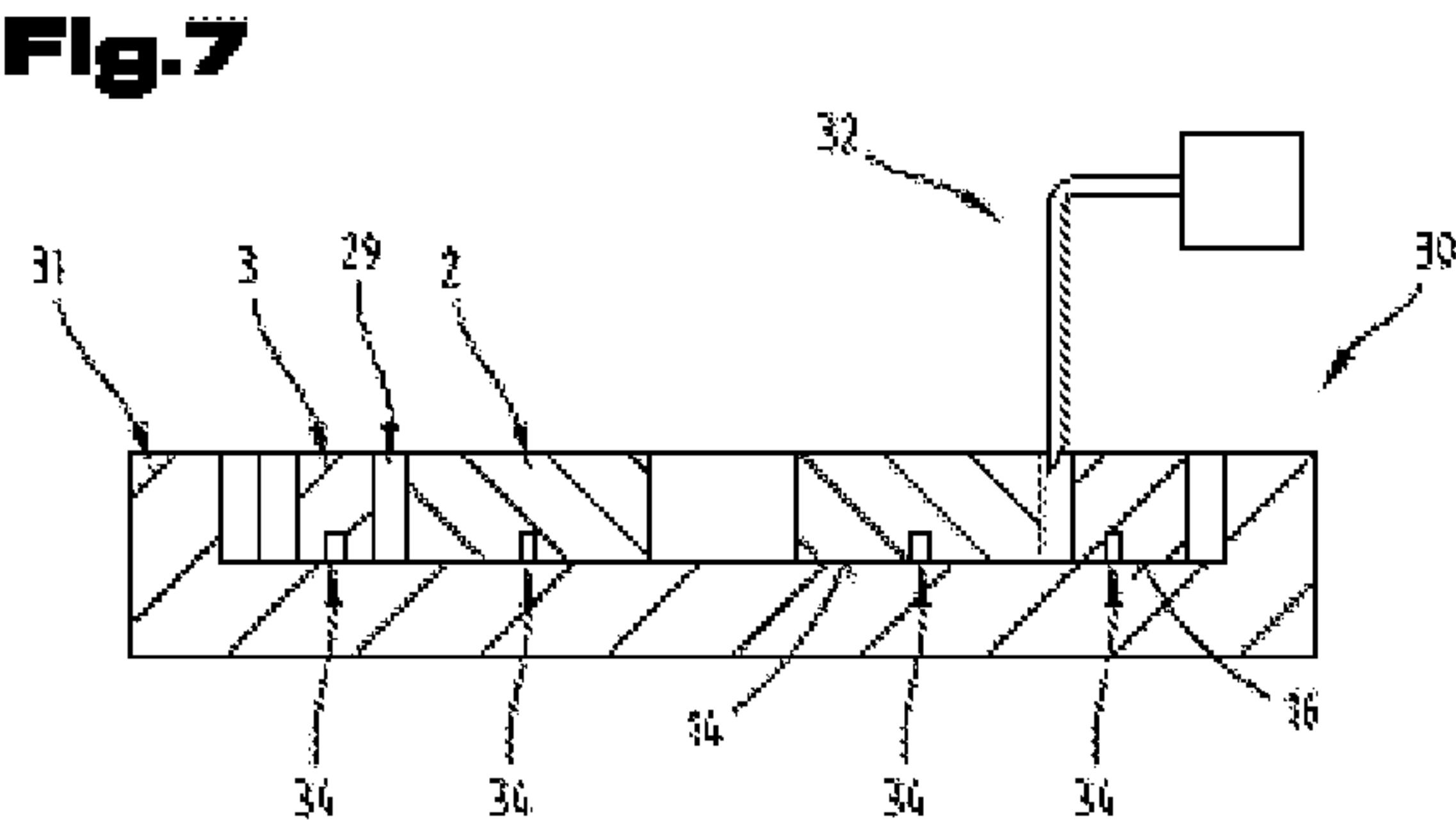
(2006.01)

(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: AT 514570 B1 AT 514590 B1 AT 517424 A1 US 2307129 A DE 7135220 U US 4674351 A EP 2623820 A1 DE 3153109 C2 DE 60205710 T2 EP 1245869 A2 FR 2730022 A1	(73) Patentinhaber: Miba Sinter Austria GmbH 4663 Laakirchen (AT) (74) Vertreter: Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt GmbH 4580 Windischgarsten (AT)
---	--

(54) Zahnrad

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnrades (1) umfassend die Schritte: Bereitstellen eines ersten, radial inneren Ringelementes (2), Bereitstellen eines zweiten, radial äußeren Ringelementes (3), Anordnung des ersten, radial inneren Ringelementes (2), in einem Abstand zum zweiten, radial äußeren Ringelement (3) unter Ausbildung eines Zwischenraums (29), Herstellung eines Verbindungselementes (4) zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (2) durch Bereitstellung einer vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse im Zwischenraum, wobei das erste, radial innere Ringelement (2) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) jeweils mit zumindest einer Ausnehmung in einer Stirnfläche (14, 16) ausgebildet werden und das erste, radial innere Ringelement (2) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) mit einem Zentrierwerkzeug, das in die Ausnehmungen eingreift, zentriert werden, bevor die vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse in den Zwischenraum (29) eingefüllt wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Zahnrades umfassend die Schritte: Bereitstellen eines ersten, radial inneren Ringelementes; Bereitstellen eines zweiten, radial äußeren Ringelementes; Anordnung des ersten, radial inneren Ringelementes, in einem Abstand zum zweiten, radial äußeren Ringelement unter Ausbildung eines Zwischenraums; Herstellung eines Verbindungselementes zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial äußeren Ringelement durch Bereitstellung einer vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse im Zwischenraum.

[0002] Zudem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Herstellung eines Zahnrades umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement, ein zweites, radial äußeres Ringelement und ein Verbindungselement, wobei das Verbindungselement in radialer Richtung zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial äußeren Ringelement angeordnet ist und mit dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial äußeren Ringelement verbunden ist, und wobei das Verbindungselement zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff besteht, mit einem Formhohlraum zur Aufnahme des ersten radial, inneren Ringelementes und des zweiten, radial äußeren Ringelementes in einem Abstand zum ersten radial, inneren Ringelement unter Ausbildung eines Zwischenraums, und mit zumindest einer Zuführeinrichtung für eine vulkanisierbare oder polymerisierbare Masse zur Herstellung des Verbindungselementes.

[0003] Ausgleichswellen werden in Verbrennungsmotoren bekanntlich dafür eingesetzt, um Schwingungen, die aufgrund freier Massenkräfte und Massenmomente hervorgerufen werden, zu reduzieren. Die Ausgleichswelle wird üblicherweise von der Kurbelwelle angetrieben, wozu diese über ein Zahnrad mit dieser in Wirkverbindung steht. Um dabei die Geräuschentwicklung der miteinander kämmenden Verzahnungen zwischen der Ausgleichswelle und der Kurbelwelle zu reduzieren sowie um Schwingungen aufzufangen, sind aus dem Stand der Technik geteilte Zahnräder bekannt, wobei die beiden Teile über ein gummielastisches Verbindungselement verbunden sind.

[0004] Derartige geteilte Zahnräder sind prinzipiell zur Schwingungs- und Geräuschdämmung von Maschinenbauteilen bekannt. So beschreibt z.B. die DE 71 35 220 U1 ein schwingungsgedämpftes Getriebezahnrad mit einem Innenteil, das an seiner äußeren Mantelfläche eine Ringnut aufweist, einem ringförmigen, konzentrisch und mit Abstand zum Innenteil angeordneten Außenteil, das an seiner inneren Mantelfläche ebenfalls eine Ringnut aufweist, die zusammen mit der am Innenteil angeordneten Ringnut einen Ringraum bildet, in dem ein Innen- und Außenteil drehfest verbindender gummielastischer Profilring eingesetzt ist, dessen unverformte Radialerstreckung größer ist, als die des zwischen Innen- und Außenteil gebildeten Ringraumes, wobei wenigstens eine der beiden Ringnuten vorzugsweise in regelmäßiger Teilung angeordnete Erweiterungen aufweist.

[0005] Ein ähnliches Zahnrad ist aus der US 2,307,129 A bekannt, jedoch mit einem anders ausgeformten elastischen Verbindungselement, das einen rechteckförmigen Querschnitt aufweist.

[0006] Anstelle eines einfachen Profilringes kann das elastische Verbindungselement auch aus einem Laminat bestehen, wie dies z.B. aus der US 4,674,351 A bekannt ist.

[0007] Aus der EP 2 623 820 A ist ein Zahnrad umfassend einen inneren Teil, welcher mit einem Verursacher von Vibrationen verbunden ist, ein Verbindungselement und einen Zahnkranz, wobei das Verbindungselement so ausgebildet ist, dass die verursachten Vibrationen abgemindert werden. Das Verbindungselement kann aus einem elastischen synthetischen Material, wie RTV-Kunststoff, Silikon oder einem Harzsystem, bestehen.

[0008] Die gummielastischen Verbindungselemente werden aber auch zur Zentrierung der damit verbundenen Teile des geteilten Zahnrades verwendet, wie diese aus der DE 31 53 109 C2 bekannt ist. Diese Druckschrift beschreibt ein geräuschgedämpftes Maschinenelement, be-

stehend aus zwei über ein Dämpfungselement formschlüssig miteinander verbundenen, insbesondere coaxial zueinander angeordneten Teilen, insbesondere der Nabe und dem Laufkranz eines Rades, wobei das die beiden Teile verbindende, an schrägen Wandungen anliegende Dämpfungselement aus gießfähigem Material besteht, das vom gießfähigen Zustand unter Schrumpfen in den elastischen Zustand übergeht, wobei die durch das Dämpfungselement verbundenen Teile um die gemeinsame Achse herum gleichmäßig verteilt angeordnete, zur Trennfuge hin offene Aufnahmeräume für das an den schrägen Wandungen anliegende Material aufweisen, wobei beim Schrumpfen das Material einen Zuganker bildet und gegen diese Wandungen wie ein Spannkonus oder Spannkeil zentrierend gezogen wird.

[0009] Die DE 602 05 710 T2 beschreibt ein Ausgleichssystem für einen Verbrennungsmotor, aufweisend eine Antriebswelle, welche ein erstes Ritzel trägt, das durch einen Zahnring der Kurbelwelle des Motors angetrieben wird, und ein zweites Ritzel, das eine Abtriebswelle durch ein drittes Ritzel antreibt, das fest auf dieser letzteren befestigt ist, wobei das erste Ritzel einen Ring aus nachgiebigem Material, wie z.B. Kautschuk, enthält, der zwischen zwei Ringen aus Stahl eingefügt ist, die jeweils an der Antriebswelle und am Inneren des Ritzels befestigt sind. In dieser Druckschrift wurde auch schon erkannt, dass der nachgiebige Ring die Schwingungen, die durch die Kurbelwelle übertragen werden, absorbiert, und somit einer erhöhten Belastung unterliegt. Daher wird in einer besonderen Ausführungsform vorgeschlagen, dass der Ring die Form einer Margerite oder eine elliptische Form aufweist, um eine nichtlineare Steifigkeit in das System derart einzuführen, dass Resonanzphänomene vermieden werden, welche einen Riss des Systems hervorrufen können, unter einem Entkoppeln der Schwingungen, welche von der Kurbelwelle herkommen.

[0010] Die EP 1 245 869 A2 beschreibt ein Zahnrad, umfassend ein Innenteil und ein ringförmiges, außenumfangsseitig mit Zähnen versehenes Außenteil, wobei das Außenteil das Innenteil mit radialem Abstand außenumfangsseitig umschließt und wobei in dem durch den Abstand gebildeten Spalt zumindest ein Federkörper aus einem elastomeren Werkstoff angeordnet ist. Der Federkörper kann im Wesentlichen wellenförmig, in Umfangsrichtung in sich geschlossen, ausgebildet sein.

[0011] Die FR 2 730 022 A1 beschreibt einen Mechanismus bestehend aus einem Antriebsritzel, das durch einen Motor gedreht wird, und ein angetriebenes Zahnrad, das mit dem Ritzel kämmt. Das Zahnrad weist einen Stoßdämpfer auf, der zwischen seiner Nabe und der Verzahnung angeordnet ist.

[0012] Die AT 514 590 B1 beschreibt ein Zahnrad umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement, ein zweites, radial äußeres Ringelement und ein Verbindungselement, wobei das zweite, radial äußere Ringelement eine Verzahnung aufweist, wobei weiter das Verbindungselement in radialer Richtung zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial äußeren Ringelement angeordnet ist und mit dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial äußeren Ringelement verbunden ist, und wobei das Verbindungselement zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff besteht.

[0013] Speziell in der Anwendung derartiger Zahnräder in Ausgleichswellen unterliegen diese Zahnräder einer erhöhten mechanischen Belastung aufgrund der Unwucht, die dazu führt, dass sich der Achsabstand des inneren Ringelements relativ zum äußeren Ringelement ändert. Dadurch unterliegt das zwischen diesen beiden Ringelementen angeordnete elastische Verbindungselement einer ständig wechselnden Zug- und Druckbelastung. Infolgedessen kann es zum Abreißen des Verbindungselementes kommen.

[0014] Die AT 514 570 B1 beschreibt ein Zahnrad umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement mit einer ersten Ringelementachse in axialer Richtung, ein zweites, radial äußeres Ringelement mit einer zweiten Ringelementachse in axialer Richtung und ein Verbindungselement, wobei das zweite, radial äußere Ringelement eine, um eine Rotationsachse rotierbare Verzahnung mit Zähnen aufweist, wobei weiter das Verbindungselement in radialer Richtung zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial äußeren Ringelement angeordnet ist und mit dem ersten, radial inneren Ringelement und dem zweiten, radial

äußeren Ringelement verbunden ist, und wobei das Verbindungselement zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff besteht. Die erste Ringelementachse verläuft in axialer Richtung des ersten, radial inneren Ringelementes oder die Rotationsachse der Verzahnung verläuft in radialer Richtung versetzt zur zweiten Ringelementachse in axialer Richtung des zweiten, radial äußeren Ringelementes und/oder die Verzahnung ist mit ungleichförmigen Zähnen ausgebildet.

[0015] Die AT 517 424 A1 beschreibt eine Vorrichtung zur Spielfreistellung kämmender Verzahnungen eines Zahnradantriebs umfassend eine Zahnradanordnung, wobei die Zahnradanordnung umfasst ein Hauptzahnrad, das eine erste Verzahnung aufweist, und ein gegenüber diesem relativ in Umfangsrichtung verdrehbares Zahnrad, das eine zweite Verzahnung aufweist, wobei das Hauptzahnrad ein Nabenteil aufweist, auf dem das verdrehbare Zahnrad angeordnet ist, und radial unterhalb des Hauptzahnrades ein Toleranzausgleichselement angeordnet ist, das einen Wellenteil und ein Ausgleichsteil umfasst, wobei das Ausgleichsteil mit dem Wellenteil und mit dem Nabenteil des Hauptzahnrades verbunden ist, sodass das Hauptzahnrad ausschließlich über das Ausgleichsteil mit dem Wellenteil verbunden ist, und wobei das Ausgleichsteil zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff besteht.

[0016] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Gefahr für das Abreißen des elastischen Verbindungselementes von einem der beiden Ringelemente in einem derartigen Zahnrad zu reduzieren.

[0017] Die Aufgabe der Erfindung wird mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, bei dem vorgesehen ist, dass das erste, radial innere Ringelement und das zweite, radial äußere Ringelement jeweils mit zumindest einer Ausnehmung in einer Stirnfläche ausgebildet werden und das erste, radial innere Ringelement und das zweite, radial äußere Ringelement mit einem Zentrierwerkzeug, das in die Ausnehmungen eingreift, zentriert werden, bevor die vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse in den Zwischenraum eingefüllt wird.

[0018] Zudem wird die Aufgabe der Erfindung mit der eingangs genannten Vorrichtung zur Herstellung des Zahnrades gelöst, die eine Zentriereinrichtung aufweist, die in jeweils zumindest eine Ausnehmungen in einer Stirnfläche des ersten, radial inneren Ringelementes und einer Stirnfläche des zweiten, radial äußeren Ringelementes zur Zentrierung des es ersten, radial inneren Ringelementes und des zweiten, radial äußeren Ringelementes zueinander aufweist.

[0019] Von Vorteil ist dabei, dass durch die bessere Zentrierung der beiden Ringelemente zueinander die Belastung des Verbindungselementes im Betrieb des Zahnrades reduziert werden kann. Dabei kann die Zentrierung der beiden Ringelemente relativ einfach und mit hoher Präzision in der Herstellung des Zahnrades einfach durch die genannte Vorrichtung erfolgen. Nachdem die beiden Ringelemente vorzugsweise aus einem Sinterwerkstoff bestehen, können die Ausnehmungen für den Eingriff des Zentrierwerkzeuges bereits beim Herstellen der Grünlinge für die Ringelemente berücksichtigt werden, wodurch auch damit ein geringer bzw. kein Mehraufwand verbunden ist. In Folge der geringeren mechanischen Belastung des Verbindungselementes kann damit auch die Gefahr des Abreißen des Verbindungselementes von einem der beiden Ringelemente reduziert werden.

[0020] Nach einer Ausführungsvariante der Vorrichtung kann die Zentriereinrichtung Zentrierdorne aufweisen, womit die Zentriereinrichtung und damit die Vorrichtung relativ einfach ausgestaltet werden kann.

[0021] Die Zentriereinrichtung gemäß einer anderen Ausführungsvariante der Vorrichtung weist Zentrierbögen oder Zentrierringstege auf.

[0022] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0023] Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

[0024] Fig. 1 ein Zahnrad in Explosionsdarstellung;

- [0025]** Fig. 2 eine Ausführungsvariante des zweiten, radial äußeren Ringelementes des Zahnrades;
- [0026]** Fig. 3 einen Ausschnitt aus einer Ausführungsvariante des Zahnrades;
- [0027]** Fig. 4 einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante des Zahnrades;
- [0028]** Fig. 5 einen Ausschnitt aus einer anderen Ausführungsvariante des Zahnrades;
- [0029]** Fig. 6 einen Zahnradtrieb;
- [0030]** Fig. 7 eine Vorrichtung zur Herstellung des Zahnrades;
- [0031]** Fig. 8 einen Ausschnitt aus einer anderen Ausführungsvariante des Zahnrades.

[0032] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0033] In den Fig. 1 ist ein Zahnrad 1 in Explosionsdarstellung gezeigt. Das Zahnrad 1 besteht aus einem bzw. umfasst ein erstes, radial inneres Ringelement 2 (im Folgenden als erstes Ringelement 2 bezeichnet), einem/ein zweites, radial äußeres Ringelement 3 (im Folgenden als zweites Ringelement 3 bezeichnet) und einem/ein Verbindungselement 4. Das erste Ringelement 2 kann auch als Nabenteil und das zweite Ringelement 3 als Zahnkranz bezeichnet werden.

[0034] Das erste Ringelement 2 und/oder das zweite Ringelement 3 bestehen bevorzugt aus einem metallischen Werkstoff, beispielsweise aus einem Stahl, vorzugsweise aus einem Sinterwerkstoff, beispielsweise einem Sinterstahl. Es können aber auch andere metallische Werkstoffe für das erste Ringelement 2 und/oder das zweite Ringelement 3 verwendet werden, wobei das erste Ringelement 2 und/oder das zweite Ringelement 3 auch aus zumindest zwei unterschiedlichen metallischen Werkstoffen bestehen kann/können.

[0035] Das Verbindungselement 4 besteht zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff, beispielsweise aus einem (X)NBR ((carboxylierter) Acrylnitril-Butadien-Kautschuk), HNBR (Hydrierter Nitril-Kautschuk), einem Silikon-Kautschuk (VMQ), NR (Naturgummi), EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk), CR (Chloropren-Kautschuk), SBR (Styrolbutadienkautschuk) etc., wobei auch hier wiederum Werkstoffmischungen eingesetzt werden können.

[0036] Mit „zumindest teilweise“ ist gemeint, dass in dem Verbindungselement 4 z.B. Versteifungselemente, wie z.B. Fasern und/oder Fäden, beispielsweise aus Metall, Kunststoff, Naturfasern, etc., oder Stäbe, etc. eingelagert sein können. Vorzugsweise besteht das Verbindungselement 4 jedoch ausschließlich aus einem gummielastischen Werkstoff.

[0037] Das erste Ringelement 2 weist eine in axialer Richtung verlaufende Ausnehmung 5, insbesondere eine Bohrung, auf. Dadurch kann das erste Ringelement 2 auf einer nicht dargestellten Welle, oder wie in den Fig. 1 dargestellt, gemäß einer Ausführungsvariante auf einem Unwuchtelement 6 angeordnet werden. Das Unwuchtelement 6 kann seinerseits wiederum eine Ausnehmung 7, insbesondere eine Bohrung, zur Anordnung auf einer Welle aufweisen.

[0038] Derartige Unwuchten werden insbesondere in Ausgleichswellen von Verbrennungsmotoren eingesetzt.

[0039] Das zweite Ringelement 3 weist an der radial äußeren Stirnfläche eine Verzahnung 8 auf. Diese Verzahnung 8 kann eine dem jeweiligen Anwendungsfall des Zahnrades 1 angepasste Form aufweisen, beispielsweise für die Ausbildung eines Getriebezahnrades. Weiter kann sich die Verzahnung 8 in axialer Richtung des Zahnrades 1 über die gesamte Breite des zweiten Ringelementes 3 oder nur über einen Teilbereich dieser Breite erstrecken.

[0040] Zwischen dem ersten Ringelement 2 und dem zweiten Ringelement 3 ist das Verbindungselement 4 angeordnet. Mit diesem Verbindungselement 4 werden das erste Ringelement 2 und das zweite Ringelement 3 zur Ausbildung des Zahnrades 1 miteinander verbunden.

[0041] Das zweite Ringelement 3 ist in radialer Richtung oberhalb des ersten Ringelementes 2 und insbesondere konzentrisch zu diesem angeordnet. Dabei kann vorgesehen sein, dass eine Abweichung der Koaxialität eines Außendurchmessers 9 des ersten Ringelementes 2 zu einem Innendurchmesser 10 des zweiten Ringelementes 3 maximal 0,8 mm, vorzugsweise maximal 0,5 mm, beispielsweise zwischen 0,01 mm bis 0,45 mm, beträgt.

[0042] Die Verzahnung 8 weist Zähne 11 mit einer Zahndicke 12 auf. Die Zahndicke 12 wird dabei auf halber Höhe der Zahnflanken der Zähne 11 gemessen, wie dies Fig. 1 zeigt.

[0043] Alternativ oder zusätzlich zur voranstehend beschriebenen Ausführungsvariante des Zahnrades 1 mit der genannten Koaxialität des Außendurchmessers 9 des ersten Ringelementes 2 zum Innendurchmesser 10 des zweiten Ringelementes 3 kann vorgesehen sein, dass die Verzahnung 10 des zweiten Ringelementes 3 mit Zähnen 11 unterschiedlicher Zahndicke 12 ausgebildet ist. Unterschiedliche Zahndicken können beispielsweise durch die Verschiebung des Grundkreises jedes einzelnen Zahnes realisiert werden, wobei auch der Eingriffswinkel der Zähne 11 der Verzahnung 10 des Zahnrades 1 in eine Verzahnung eines weiteren Zahnrades selektiv adaptiert werden kann. Dies hat den Vorteil, dass die Zahndicke gemessen am Kopfkreis gleichbleibt, wobei die Zahndicke am Teilkreis abnimmt.

[0044] Die Zahndicken 12 der Zähne 11 können in Umfangsrichtung um 1 % bis 25 %, bezogen auf den dicksten Zahn 11 der Verzahnung 10, variieren. Die Variation der Zahndicken kann periodisch oder aperiodisch ausgebildet sein.

[0045] Es kann vorgesehen sein, dass das erste Ringelement 2 zumindest bereichsweise mit einer Nut 13 in einer Stirnfläche 14 und das zweite Ringelement 3 zumindest bereichsweise mit zumindest einer Nut 15 in einer Stirnfläche 16 ausgebildet sind, wie dies aus den Fig. 1 und 2 ersichtlich ist. Die Nut 13 oder die Nut 15 oder die Nut 13 und die Nut 15 sind vorzugsweise als Ringnuten ausgebildet. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass diese nur in Teilbereichen ausgeführt sind, beispielsweise als Ringsegmente bzw. bogenförmig. In diesem Fall sind bevorzugt mehrere Ringsegmente, beispielsweise zwei, drei, vier, fünf, sechs, etc. pro Stirnfläche 14, 16 angeordnet.

[0046] Die Nut 13 kann insbesondere in einem Abstand zum Außendurchmesser 9 des ersten Ringelementes 2 angeordnet sein, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 mm bis 6 mm.

[0047] Die Nut 15 kann insbesondere in einem Abstand zum Innendurchmesser 10 des zweiten Ringelementes 3 angeordnet sein, der ausgewählt ist aus einem Bereich von 2 mm bis 6 mm.

[0048] Die Nuten 13, 15 dienen der Zentrierung des Außendurchmessers 9 des ersten Ringelementes 2 mit dem Innendurchmesser 10 des zweiten Ringelementes 3, wie dies nachstehend noch erläutert wird. Die Einhaltung der genannten Abstände verbessert insbesondere die Zentrierung der beiden Ringelemente 2, 3.

[0049] In der Fig. 3 bis 5 sind weitere Ausführungsformen des Zahnrades 1 ausschnittsweise gezeigt, wobei wiederum für gleiche Teile gleiche Bezugszeichen bzw. Bauteilbezeichnungen wie in den vorangegangenen Fig. 1 und 2 verwendet werden. Um unnötige Wiederholungen zu vermeiden, wird auf die detaillierte Beschreibung zu diesen Fig. 1 und 2 hingewiesen bzw. Bezug genommen.

[0050] Wie aus Fig. 3 ersichtlich ist, kann bei dem Zahnrad 1 vorgesehen sein, dass das Verbindungselement 4 an einer äußeren Oberfläche ebenflächig oder ausschließlich mit zumindest einer Erhebung 17 ausgebildet ist. Jedenfalls weist das Verbindungselement 4 bei dieser Ausführungsvariante keine Vertiefung in der genannten Oberfläche, d.h. der Stirnfläche 18, auf.

[0051] Obwohl in Fig. 3 nur eine Erhebung 17 dargestellt ist, können auch mehrere Erhebungen auf der Stirnfläche vorgesehen sein, beispielsweise zwei oder drei. In radialer Richtung des Zahnrades 1 können die Erhebungen übereinander und gegebenenfalls beanstandet zueinan-

der angeordnet sein.

[0052] Die zumindest eine Erhebung 17 kann in Form eines Ringsteges ausgebildet sein, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist. Es können aber auch andere Formen der Erhebung 17 angeordnet sein, beispielsweise noppenförmige, etc.

[0053] Vorzugsweise ist die zumindest eine Erhebung 17 oder sind die Erhebungen 17 nicht im radialen Überdeckungsbereich des Verbindungselementes 4 mit den Ringelementen 2, 3 angeordnet.

[0054] Eine Höhe der Erhebung(en) 17 in axialer Richtung kann ausgewählt sein aus einem Bereich von 0,5 mm bis 3 mm.

[0055] Die zumindest eine Erhebung 17 kann beispielsweise mit einer bogenförmigen Querschnittsform ausgebildet sein, wie dies in Fig. 3 gezeigt ist. Es sind aber auch andere Formen möglich, beispielsweise trapezförmige, rechteckige, sechseckige, bzw. generell polygonale, etc., jeweils im Querschnitt betrachtet.

[0056] Vorzugsweise sind bei mehreren Erhebungen 17 alle gleich ausgebildet, wobei jedoch auch unterschiedlich ausgebildete Erhebungen 17 einsetzbar sind.

[0057] Weiter ist bevorzugt, wenn die beidseitig jeweils zumindest eine Erhebung 17 ausgebildet ist, d.h. auf beiden äußeren Stirnflächen 17 des Verbindungselementes 4.

[0058] In Fig. 3 ist noch eine weitere Ausführungsvariante des Zahnrades 1 dargestellt. Bei dieser ist das erste Ringelement 2 im Verbindungsbereich zwischen dem ersten Rindelement 2 und dem Verbindungselement 4 mit zumindest einer ersten Rundung 20 versehen. Vorzugsweise sind beidseitig, also an beiden Stirnflächen 14 des ersten Ringelementes 2, derartige Rundungen 20 ausgebildet. Es ist weiter bevorzugt, wenn diese beidseitigen Rundungen 20 gleich ausgebildet sind, wobei es aber auch Anwendungsfälle geben kann, bei denen die beiden Rundungen 20 des ersten Ringelementes 2 ungleich zueinander sind, also beispielsweise einen ungleichen Rundungsradius und/oder eine ungleiche Rundungsbreite aufweisen.

[0059] Die Rundungen 20 entstehen dadurch, dass die Kanten in den Übergangsbereichen von den Stirnfläche 14 zu einer Mantelfläche 21 des ersten Ringelementes 2 abgerundet werden. Alternativ zu den Rundungen 20 können auch Fasen vorgesehen werden.

[0060] Der Radius der Rundung 20 beträgt zumindest 0,1 mm.

[0061] Im einfachsten Fall sind die Rundungen als Teilkreise, beispielsweise Viertellkreise, ausgeführt. Nach einer anderen in Fig. 4 gezeigten Ausführungsvariante des Zahnrades 1 kann jedoch vorgesehen sein, der Radius der ersten Rundung 20 über den Verlauf in axialer Richtung unterschiedlich ist. Beispielsweise kann die Rundung 20 einen Radiusverlauf aufweisen, der am Beginn der Rundung 20 an der Stirnfläche 14 der ersten Ringelementes 2 einen Wert zwischen 0,1 mm und 5 mm aufweist. Dieser Rundungsbereich kann in einen weiteren, daran anschließenden Rundungsbereich mit einem Radius zwischen 0,2 mm und 10 mm übergehen, bevor die Rundung 20 in die Mantelfläche 21 ausläuft. Es sind aber auch andere Rundungsverläufe möglich. Beispielsweise kann nach der ersten Rundung (von außen nach innen) mit einem Radius von 0,1 mm bis 5 mm nur ein weiterer Radius folgen mit dem Kreismittelpunkt auf einer Symmetrieachse 35 des Verbindungselementes 4 in axialer Richtung, wie dies in Fig. 8 dargestellt ist. Dabei kann eine maximale Höhe 36 des gerundeten Bereichs in radialer Richtung von 0,2 Mal bis 5 Mal der minimalen radialen Wandstärke 37 (WS) des Verbindungselementes 4 betragen.

[0062] Generell kann die erste Rundung 20 mehrere Radien aufweisen, bevorzugt zwischen zwei und fünf unterschiedliche Radien, wobei die Größe des Radien in Richtung von außen nach innen zunimmt, also der größte Radius im Bereich der Stirnfläche 14 des ersten Ringelementes 2 und der kleinste am Übergang in den ebenen Bereich des ersten Ringelementes 2 ausgebildet ist.

[0063] Es kann vorgesehen sein, dass der erste Radius der ersten Rundung des ersten, radial

inneren Ringelementes 2 im Verbindungsbereich zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement und dem Verbindungselement 4 mindestens 0,1 mm beträgt, dass weiter das Verbindungselement 4 im Bereich zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement 2 und dem zweiten, radial äußeren Ringelement 3 eine Wandstärke 37 (WS) (Fig. 8) in radialer Richtung von mindestens 0,5 mm aufweist. Die Wandstärke 37 kann insbesondere ausgewählt sein aus einem Bereich von 0,5 mm bis 10 mm, bevorzugt ausgewählt aus einem Bereich von 3 mm bis 4 mm.

[0064] Alternativ oder zusätzlich dazu kann vorgesehen sein, und dass für minimale Wandstärken 37 (WS) zwischen 0,5 mm und 5 mm die Veränderung der Wandstärke 37 der Formel $Y = X \text{ Mal WS}$ folgt, wobei X aus einem Bereich von 0,2 bis 3 ausgewählt ist, und für minimale Wandstärken WS zwischen 6 mm und 10 mm die Veränderung Wandstärke der Formel $Y = X \text{ Mal WS}$ folgt, wobei X aus einem Bereich von 0,2 bis 10 ausgewählt ist. Dabei nimmt die Wandstärke des gerundeten Bereichs (also die radiale Höhe 36 in Fig. 8) des ersten Ringelementes 2 von außen nach innen zu.

[0065] Nach einer weiteren, ebenfalls in Fig. 4 gezeigten Ausführungsvariante des Zahnrades 1 kann vorgesehen sein, dass der gerundete Bereich in axialer Richtung des ersten Ringelementes 2 eine Breite 22 aufweist, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,5 % bis 50 %, insbesondere ausgewählt ist aus einem Bereich von 1 % bis 30 %, der radialen Dicke 23 des Verbindungselementes 4 zwischen dem ersten Ringelement 2 und dem zweiten Ringelement 3.

[0066] Nach einer anderen Ausführungsvariante des Zahnrades 1 kann vorgesehen sein, dass der gerundete Bereich in axialer Richtung des ersten Ringelementes 2 eine Breite 22 aufweist, die ausgewählt ist aus einem Bereich von 0,1 % bis 10 % der axialen Länge des ersten Ringelementes 2 oder der axialen Länge des zweiten Ringelementes 3.

[0067] Wie aus Fig. 4 ersichtlich ist, besteht auch die Möglichkeit, dass das Verbindungselement 4 eine Vertiefung in zumindest einer der Stirnflächen 18 aufweist.

[0068] Nach einer weiteren, auch in Fig. 4 gezeigten Ausführungsvariante des Zahnrades 1 kann das zweite Ringelement 3 im Verbindungsbereich zwischen dem zweiten Ringelement 3 und dem Verbindungselement 4 scharfkantig ausgebildet sein. Die Kanten zwischen den Stirnflächen 16 und einer radial inneren Mantelfläche 24 des zweiten Ringelementes 3 sind also bei dieser Ausführungsvariante des Zahnrades 1 nicht verrundet.

[0069] Alternativ dazu kann vorgesehen sein, dass die Kanten zwischen den Stirnflächen 16 und der radial inneren Mantelfläche 24 des zweiten Ringelementes 3 ebenfalls Rundungen aufweisen, wobei diese Rundungen jedoch kleiner ausgeführt sind, als die voranstehend beschriebenen ersten Rundungen 20. Mit kleiner ist dabei gemeint, dass die axiale Breite dieser Rundungen kleiner ist als die axiale Breite 22 der ersten Rundungen 20 und/oder dass der Rundungsradius kleiner ist als der Radius der ersten Rundungen 20. Insbesondere kann der Radius der Rundungen des zweiten Ringelementes 3 ausgewählt sein aus einem Bereich von 0,01 mm bis 0,1 mm.

[0070] Mit der in Fig. 5 gezeigten Ausführungsvariante des Zahnrades 1 soll verdeutlicht werden, dass auch Kombinationen der unterschiedlichen, voranstehend beschriebenen Ausführungsvarianten möglich sind. Es sei diesbezüglich auf die voranstehenden Ausführungen verwiesen.

[0071] Wie beispielsweise aus Fig. 3 ersichtlich, kann das Verbindungselement 4 in axialer Richtung über das erste Ringelement 2 und das zweite Ringelement 3 vorstehend und in radialer Richtung das erste Ringelement 2 und/oder das zweite Ringelement 3 teilweise überdeckend erstrecken. Das Verbindungselement 4 kann also insbesondere einen zumindest annähernd H-förmigen bzw. einen H-förmigen Querschnitt aufweisen.

[0072] Es ist aber auch möglich, wenngleich nicht bevorzugt, dass das Verbindungselement 4 flächenbündig mit den axialen Stirnflächen 14 des ersten Ringelementes 2 und/oder flächenbündig mit den axialen Stirnflächen 16 des zweiten Ringelementes 3 ausgebildet ist.

[0073] Ebenso ist es möglich, dass sich Verbindungselement 4 nur im Bereich der axialen Stirnflächen 14 des ersten Ringelementes 2 oder nur im Bereich der axialen Stirnflächen 16 des zweiten Ringelementes 3 in axialer Richtung über diese Flächen vorstehend und in radialer Richtung diese teilweise überdeckend erstreckt.

[0074] Weiter können die radialen Überdeckungsbreiten des Verbindungselementes 4 unterschiedliche sein. Beispielsweise kann die Überdeckung (Überlappung) des ersten Ringelementes 2 durch das Verbindungselement 4 größer sein, als jene des zweiten Ringelementes 3, wie dies die Fig. 3 bis 5 zeigen. Die umgekehrte Ausführung ist jedoch auch möglich.

[0075] In Fig. 6 ist eine bevorzugte Anwendung des Zahnrades 1 in einem Zahnradtrieb 25 gezeigt. Der Zahnradtrieb 25 umfasst eine Kurbelwelle 26 mit einem ersten Zahnrad 27, das in kämmenden Eingriff mit einem zweiten Zahnrad angeordnet ist, wobei das zweite Zahnrad auf einer Massenausgleichswelle 28 angeordnet ist. Das zweite Zahnrad ist durch das erfindungsgemäße Zahnrad 1 gebildet.

[0076] Zur Herstellung des Zahnrades 1 ist vorgesehen, dass zuerst die beiden Ringelemente 2, 3 hergestellt und bereitgestellt werden. Insbesondere werden die beiden Ringelemente 2, 3 pulvermetallurgisch nach einem Sinterverfahren hergestellt. Diese beiden Ringelemente 2, 3 werden danach so angeordnet, dass das erste Ringelement 2 in radialer Richtung betrachtet innerhalb des zweiten Ringelementes angeordnet wird. Aufgrund der Größe der beiden Ringelemente (der Innendurchmesser 10 des zweiten Ringelementes 3 ist größer als der Außendurchmesser 9 des ersten Ringelementes 2) ist das erste Ringelement 2 beabstandet zum zweiten Ringelement 3, sodass zwischen den beiden Ringelementen 2, 3 ein Zwischenraum 29 ausgebildet wird, wie dies z.B. in Fig. 7 ersichtlich ist. In diesem Zwischenraum 29 wird das Verbindungselement 4 (z.B. Fig. 1) aus einer vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse hergestellt. Dazu wird die vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse in den Zwischenraum 29 eingefüllt und anschließend vulkanisiert oder polymerisiert, beispielsweise bei erhöhter Temperatur oder durch Einwirkung von Strahlung, wie z.B. UV-Licht. Bevor die vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse jedoch in den Zwischenraum 29 eingefüllt wird, werden die beiden Ringelemente 2, 3 jedoch zueinander zentriert, d.h. dass insbesondere der Innendurchmesser 10 des zweiten Ringelementes 3 zum Außendurchmesser 9 des ersten Ringelementes 2 zentriert wird. Dazu weisen die beiden Ringelemente 2, 3 die voranstehend genannten ZentrierAusnehmungen in den Stirnflächen 14 bzw. 16 auf, also beispielsweise das erste Ringelement 2 die Nut 13 und das zweite Ringelement 3 die Nut 15. Die Zentrierung kann automatisch erfolgen, indem in diese ZentrierAusnehmungen ein Zentrierwerkzeug eingreift.

[0077] Die Durchführung dieses Verfahrens kann beispielsweise in einer Vorrichtung 30 erfolgen, wie sie in Fig. 7 gezeigt ist. Das Verfahren kann aber auch mit anderen Vorrichtungen durchgeführt werden.

[0078] Die Vorrichtung 30 zur Herstellung eines Zahnrades 1 umfasst eine Form 31 mit einem Formhohlraum zur Aufnahme des ersten Ringelementes 2 und des zweiten Ringelementes 3 in einem Abstand zum ersten Ringelement 2 unter Ausbildung des Zwischenraums 29. Weiter umfasst die Vorrichtung 30 zumindest einer Zuführeinrichtung 32 für die vulkanisierbare oder polymerisierbare Masse zur Herstellung des Verbindungselementes 4. Für die voranstehend angesprochene Zentrierung der beiden Ringelemente 2, 3 weist die Vorrichtung 30 eine Zentriereinrichtung 33 auf, die in jeweils zumindest eine ZentrierAusnehmung in der Stirnfläche 14 des ersten Ringelementes 2 und einer Stirnfläche 16 des zweiten Ringelementes 3 zur Zentrierung des ersten Ringelementes 2 und des zweiten Ringelementes 3 zueinander auf.

[0079] Die Zentriereinrichtung 33 kann einzelne Zentrierdorne aufweisen, die in entsprechende geformte ZentrierAusnehmungen in den Stirnflächen 14, 16 der Ringelemente 2, 3, beispielsweise Bohrungen für Zentrierdorne mit rundem Querschnitt, eingreifen. In diesem Fall sind bevorzugt pro Ringelement 2, 3 zumindest drei Zentrierdorne in der Zentriereinrichtung 33 vorgesehen.

[0080] Nach einer anderen Ausführungsvariante der Vorrichtung 30 zur Herstellung des Zahn-

rades 1 weist die Zentriereinrichtung 33 Zentrierbögen oder Zentrierringstege 34 auf, insbesondere kreisbogenförmige. Die Zentrierstege können sich nur abschnittsweise als Segmente ausgebildet sein oder bevorzugt als Ringstege.

[0081] Die Zentrierdorne, die Zentrierbögen oder die Zentrierringstege 34 bilden die Zentrierelemente der Zentriereinrichtung 33. Es können auch andere als die genannten Zentrierelemente oder eine Kombination unterschiedlicher Zentrierelemente in der Zentriereinrichtung 33 vorgesehen sein.

[0082] Die Zentrierelemente können beispielsweise als Fixelemente am Boden der Form 31 angeordnet sein. Sie können aber auch in vertikaler Richtung zum Boden aus- und einfahrbar sein, sodass sie erst ausgefahren werden können, wenn die beiden Ringelemente 2, 3 bereits in die Form 31 eingelegt worden sind.

[0083] Es kann weiter vorgesehen sein, dass die Zentrierelemente eine konische Form oder eine Form mit einem sich verjüngenden Querschnitt aufweisen, beispielsweise einem trapezförmigen Querschnitt. Die Verjüngung ist dabei in Richtung auf die Ringelemente 2, 3 gerichtet, sodass die Zentrierelemente einfacher in die Zentrierausnehmungen in den Stirnflächen 14, 16 der Ringelemente 2, 3 eingeführt werden können und beim weiteren Eindringen der Zentrierelemente in diese Zentrierausnehmungen in den Ringelementen 2, 3 eine automatische Zentrierung und letztendlich eine Fixierung der Ringelemente 2, 3 in der zentrierten Stellung erfolgt.

[0084] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Zahnrades 1 bzw. der Zahnradtriebes 25 bzw. der Vorrichtung 30 zur Herstellung des Zahnrades 1 diese nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt wurden.

BEZUGSZEICHENLISTE

- | | | | |
|----|-----------------------|----|---------------------|
| 1 | Zahnrad | 31 | Form |
| 2 | Ringelement | 32 | Zuführeinrichtung |
| 3 | Ringelement | 33 | Zentriereinrichtung |
| 4 | Verbindungselement | 34 | Zentriersteg |
| 5 | Ausnehmung | 35 | Symmetrieachse |
| 6 | Unwuchtelement | 36 | Höhe |
| 7 | Ausnehmung | 37 | Wandstärke |
| 8 | Verzahnung | | |
| 9 | Außendurchmesser | | |
| 10 | Innendurchmesser | | |
| 11 | Zahn | | |
| 12 | Zahndicke | | |
| 13 | Nut | | |
| 14 | Stirnfläche | | |
| 15 | Nut | | |
| 16 | Stirnfläche | | |
| 17 | Erhebung | | |
| 18 | Stirnfläche | | |
| 19 | Höhe | | |
| 20 | Rundung | | |
| 21 | Mantelfläche | | |
| 22 | Breite | | |
| 23 | Dicke | | |
| 24 | Mantelfläche | | |
| 25 | Zahnradtrieb | | |
| 26 | Kurbelwelle | | |
| 27 | Zahnrad | | |
| 28 | Massenausgleichswelle | | |
| 29 | Zwischenraum | | |
| 30 | Vorrichtung | | |

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zahnrades (1) umfassend die Schritte:
 - Bereitstellen eines ersten, radial inneren Ringelementes (2),
 - Bereitstellen eines zweiten, radial äußeren Ringelementes (3),
 - Anordnung des ersten, radial inneren Ringelementes (2), in einem Abstand zum zweiten, radial äußeren Ringelement (3) unter Ausbildung eines Zwischenraums (29),
 - Herstellung eines Verbindungselementes (4) zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (2) durch Bereitstellung einer vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse im Zwischenraum,
 - **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste, radial innere Ringelement (2) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) jeweils mit zumindest einer Ausnehmung in einer Stirnfläche (14, 16) ausgebildet werden und dass das erste, radial innere Ringelement (2) und das zweite, radial äußere Ringelement (3) mit einem Zentrierwerkzeug, das in die Ausnehmungen eingreift, zentriert werden, bevor die vulkanisierbaren oder polymerisierbaren Masse in den Zwischenraum (29) eingefüllt wird.
2. Vorrichtung (30) zur Herstellung eines Zahnrades (1) umfassend ein erstes, radial inneres Ringelement (2), ein zweites, radial äußeres Ringelement (3) und ein Verbindungselement (4), wobei das Verbindungselement (4) in radialer Richtung zwischen dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) angeordnet ist und mit dem ersten, radial inneren Ringelement (2) und dem zweiten, radial äußeren Ringelement (3) verbunden ist, und wobei das Verbindungselement (4) zumindest teilweise aus einem gummielastischen Werkstoff besteht, mit einer Form (31) mit einem Formhohlraum zur Aufnahme des ersten radial, inneren Ringelementes (2) und des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) in einem Abstand zum ersten radial, inneren Ringelement (2) unter Ausbildung eines Zwischenraums (29), und mit zumindest einer Zuführeinrichtung (32) für eine vulkanisierbare oder polymerisierbare Masse zur Herstellung des Verbindungselementes (4), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorrichtung (30) weiter eine Zentriereinrichtung (33) aufweist, die in jeweils zumindest eine Ausnehmungen in einer Stirnfläche (14) des ersten, radial inneren Ringelementes (2) und einer Stirnfläche (16) des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) zur Zentrierung des es ersten, radial inneren Ringelementes (2) und des zweiten, radial äußeren Ringelementes (3) zueinander aufweist.
3. Vorrichtung (30) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zentriereinrichtung (33) Zentrierdorne aufweist.
4. Vorrichtung (30) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zentriereinrichtung (33) Zentrierbögen oder Zentrierringstege (34) aufweist.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

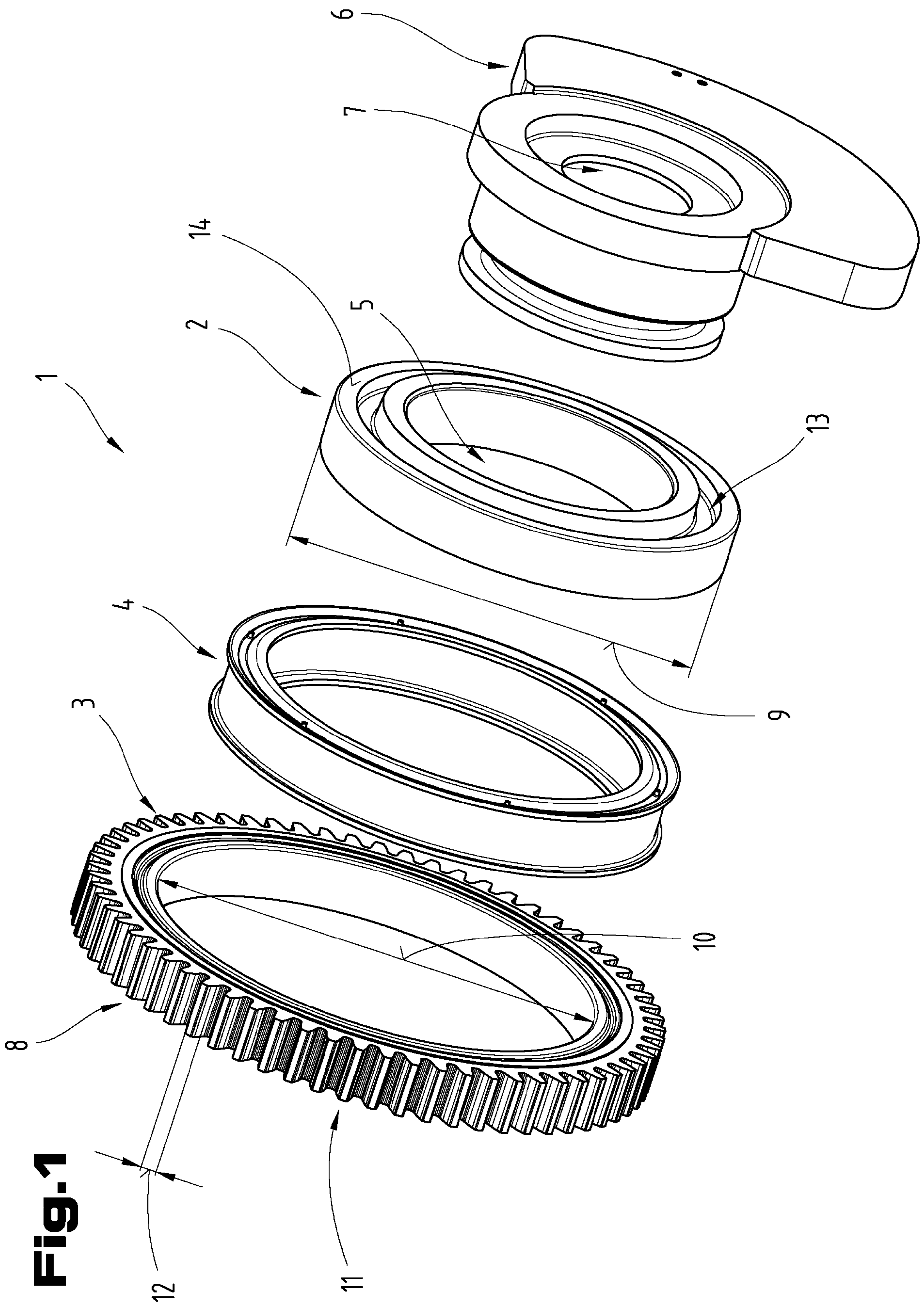


Fig.2

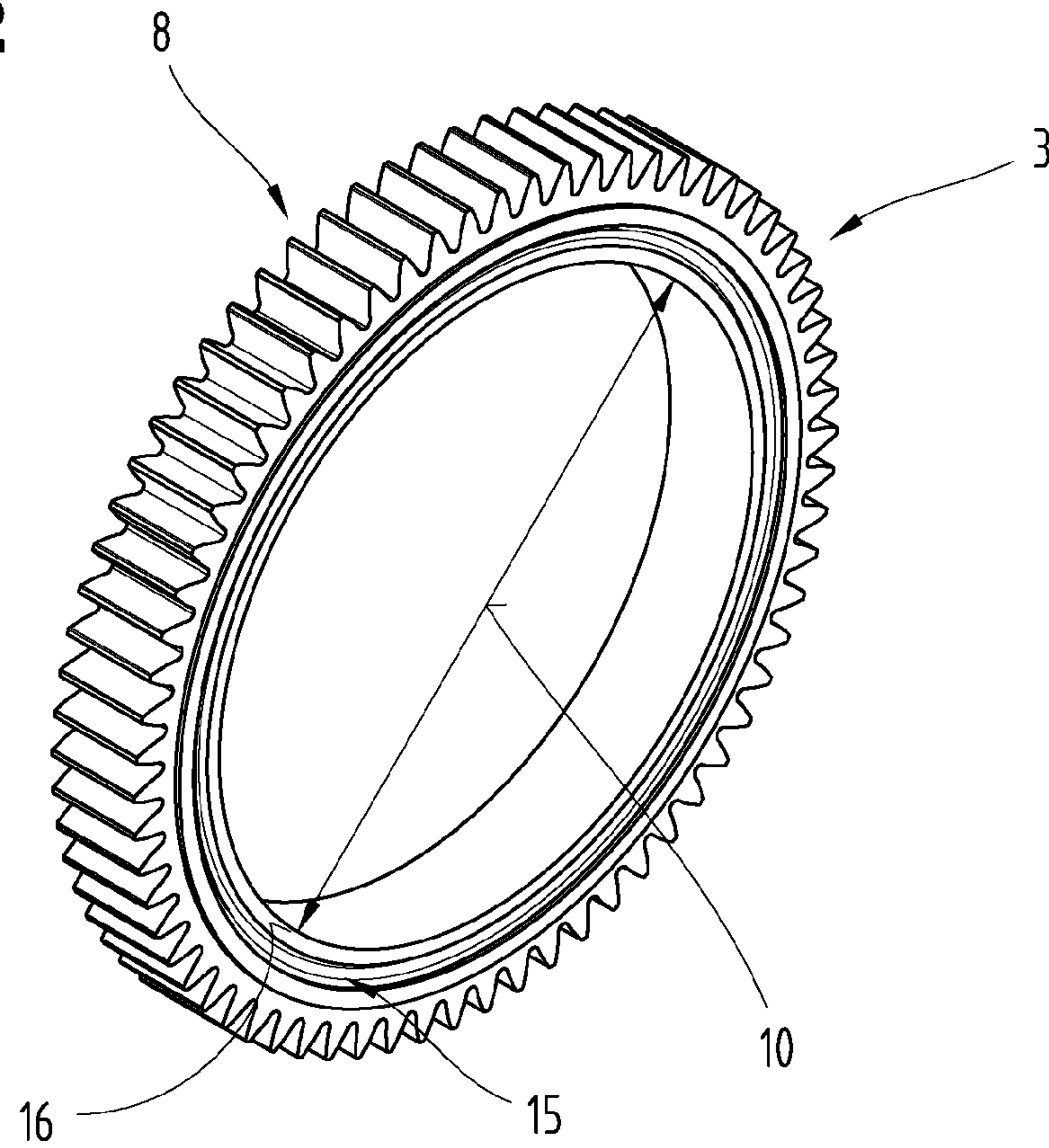


Fig.3

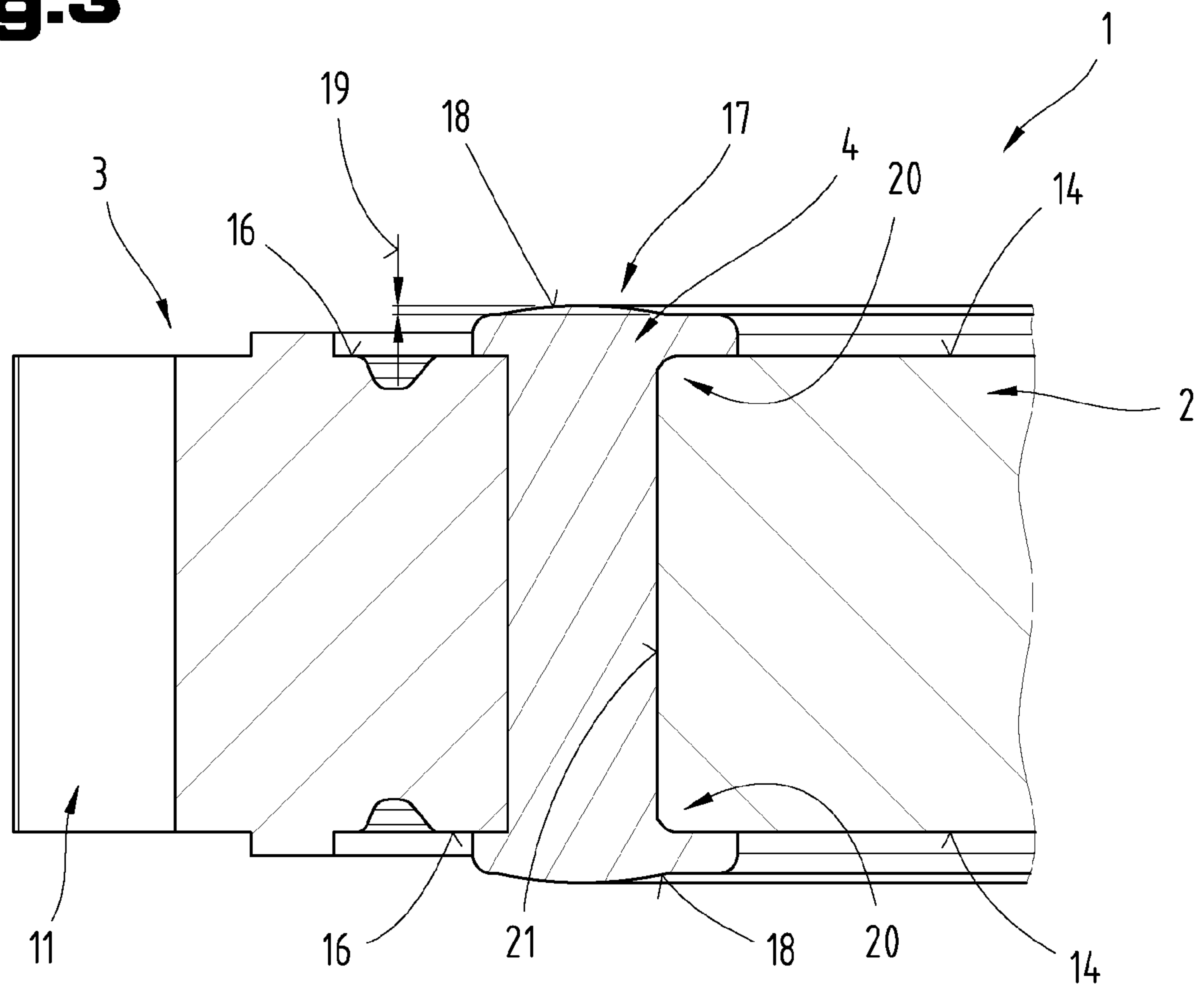


Fig.4

Fig.4 is a cross-sectional view of a mechanical assembly. The assembly includes a base plate 14 with a central opening 20. A component 2 is positioned above the opening, with a flange 23 and a base 24. A component 3 is on the left, with a flange 16 and a base 11. A component 4 is on the right, with a flange 18 and a base 21. A component 22 is at the bottom center. Arrows indicate the assembly direction.

Fig.6

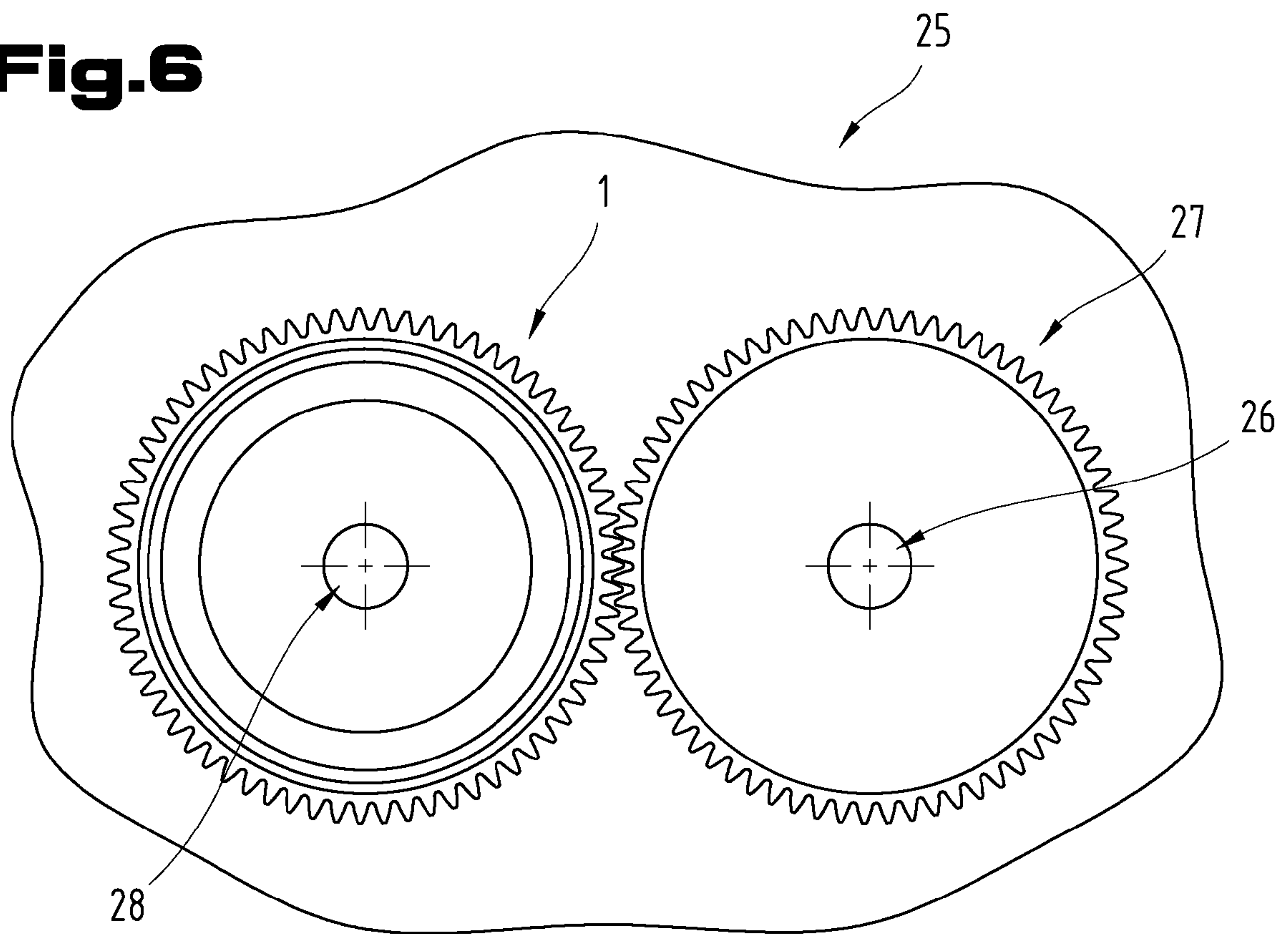


Fig.7

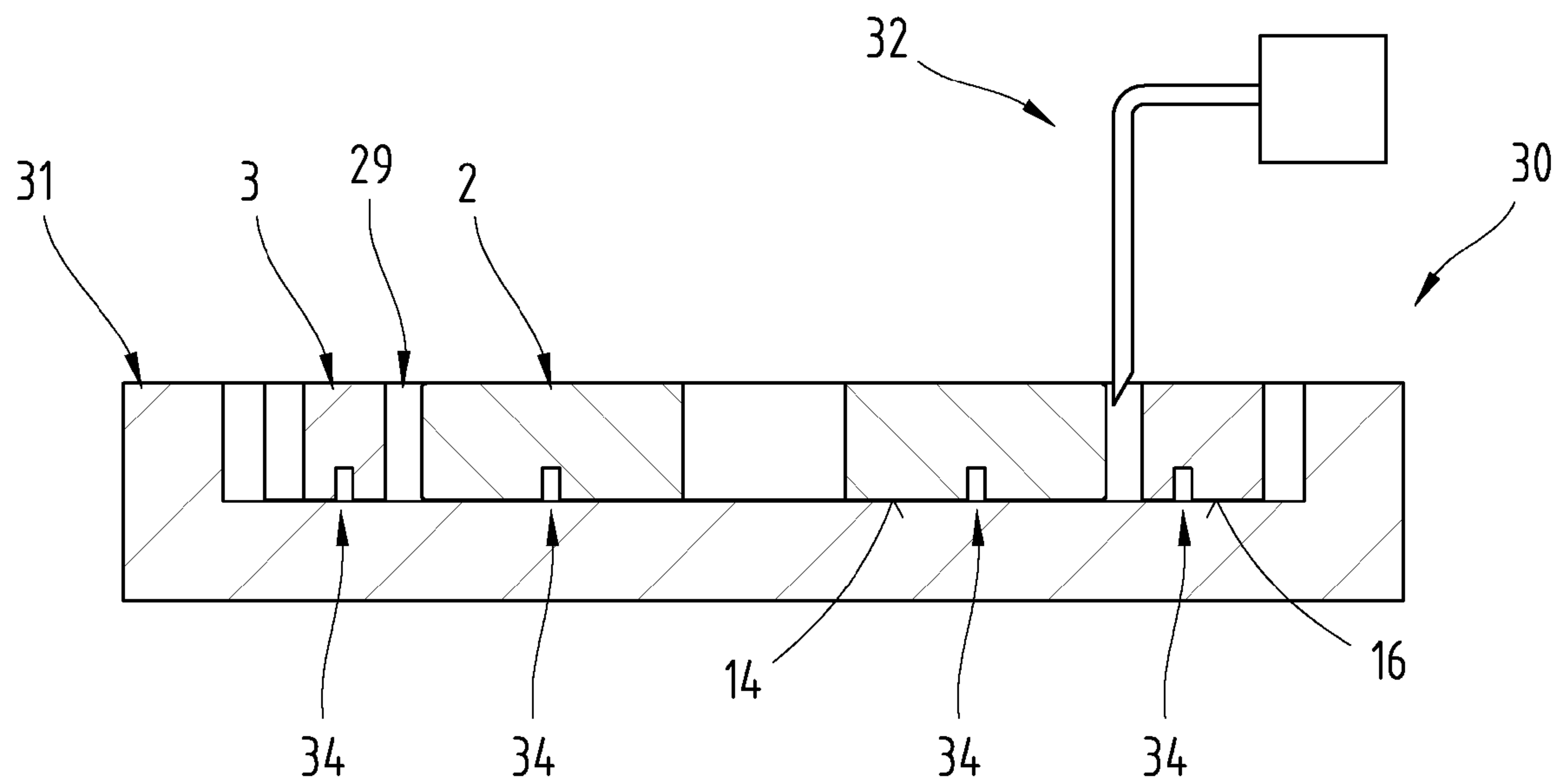


Fig.8

