

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 51004/2018
(22) Anmeldetag: 15.11.2018
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2020

(51) Int. Cl.: **F16H 55/18** (2006.01)
F16H 57/12 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 2894374 A1
DE 102014007847 B3
CN 101038025 A
US 3803936 A
EP 1705405 A1
AT 507071 A4
AT 508701 A4
AT 510283 A4
DE 102013110396 A1
AT 514070 A4

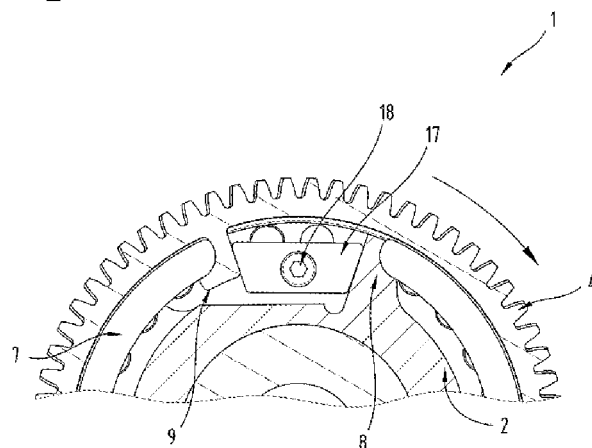
(71) Patentanmelder:
Miba Sinter Austria GmbH
4663 Laakirchen (AT)

(74) Vertreter:
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt
GmbH
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Zahnradanordnung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Zahnradanordnung (1) zur Reduktion des Verdrehflankenspiels zweier miteinander kämmender Zahnräder, mit einem Hauptzahnrad (2) und einem gegenüber diesem relativ in Umfangsrichtung (3) verdrehbaren Zahnrad (4), wobei das Hauptzahnrad (2) eine erste Oberfläche (15) und das verdrehbare Zahnrad (4) eine zweite Oberfläche (16) aufweisen, und mit zumindest einem Federelement (7), das zwischen der ersten Oberfläche (15) des Hauptzahnrades (2) und der zweiten Oberfläche (16) des verdrehbaren Zahnrades (4) angeordnet ist, und mit dem das verdrehbare Zahnrad (4) in Umfangsrichtung (3) gegen das Hauptzahnrad (2) vorgespannt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Hauptzahnrad (2) und dem verdrehbaren Zahnrad ein Anschlagelement angeordnet ist, mit dem ein vordefinierbares Restverdrehflankenspiel einstellbar ist.

Fig.3



Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Erfindung betrifft eine Zahnradanordnung (1) zur Reduktion des Verdrehflankenspiels zweier miteinander kämmender Zahnräder, mit einem Hauptzahnrad (2) und einem gegenüber diesem relativ in Umfangsrichtung (3) verdrehbaren Zahnrad (4), wobei das Hauptzahnrad (2) eine erste Oberfläche (15) und das verdrehbare Zahnrad (4) eine zweite Oberfläche (16) aufweisen, und mit zumindest einem Federelement (7), das zwischen der ersten Oberfläche (15) des Hauptzahnrades (2) und der zweiten Oberfläche (16) des verdrehbaren Zahnrades (4) angeordnet ist, und mit dem das verdrehbare Zahnrad (4) in Umfangsrichtung (3) gegen das Hauptzahnrad (2) vorgespannt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Hauptzahnrad (2) und dem verdrehbaren Zahnrad ein Anslageelement angeordnet ist, mit dem ein vordefinierbares Restverdrehflankenspiel einstellbar ist.

Fig. 3

Die Erfindung betrifft eine Zahnradanordnung zur Reduktion des Verdrehflankenspiels zweier miteinander kämmender Zahnräder, mit einem Hauptzahnrad und einem gegenüber diesem relativ in Umfangsrichtung verdrehbaren Zahnrad, wobei das Hauptzahnrad eine erste Oberfläche und das verdrehbare Zahnrad eine zweite Oberfläche aufweisen, und mit zumindest einem Federelement, das zwischen der ersten Oberfläche des Hauptzahnrades und der zweiten Oberfläche des verdrehbaren Zahnrades angeordnet ist, und mit dem das verdrehbare Zahnrad in Umfangsrichtung gegen das Hauptzahnrad vorgespannt ist.

Weiter betrifft die Erfindung einen Zahnradtrieb umfassend zwei miteinander kämmender Zahnräder.

Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Montage einer geteilten Zahnradanordnung mit einem Hauptzahnrad und einem dazu relativ in Umfangsrichtung verdrehbaren Zahnrad zur Reduktion des Verdrehflankenspiels zwischen den Verzahnungen der geteilten Zahnradanordnung und einem damit kämmenden weiteren Zahnrad in einem Zahnradtrieb, wobei das verdrehbare Zahnrad gegen das Hauptzahnrad mit mindestens einem Federelement in einer Ausgangstellung vorgespannt wird und mit dieser Vorspannung in kämmenden Eingriff mit dem weiteren Zahnrad montiert wird, danach die Vorspannung des verdrehbaren Zahnrades reduziert wird, bis die Zahnradanordnung unter Ausbildung eines Verdrehflankenspiels von Null in einer Endstellung des verdrehbaren Zahnrades mit dem weiteren Zahnrad kämmt.

Derartige Zahnradanordnungen, die der Spielfreistellung von miteinander kämmenden Zahnrädern dienen, sind bereits aus dem Stand der Technik bekannt.

So beschreibt beispielsweise die WO 2005/09030 A1 ein Zahnrad für eine spielfreie Stirnradstufe mit einer Nabe, mit einem von der Nabe getragenen Zahnkranz, der entlang einer achsnormalen Teilungsebene in zwei Teilkränze, nämlich in einen nabenfesten Kranzteil und in einen diesen gegenüber coaxial drehbar gelagerten Kranzring, geteilt ist, und mit einer die Nabe umschließenden Ringfeder, die sich mit ihren einander in Umfangsrichtung gegenüberliegenden Enden an einstückig mit den beiden Teilkränzen ausgebildeten, einander in axialer Richtung überlappenden Stützstegen abstützt, die in Umfangsrichtung des Zahnkranzes hintereinander angeordnet sind. Der Kranzring ist auf der Nabe beispielsweise mit Hilfe eines Sprengtringes axial gesichert.

Weitere derartige Zahnradanordnungen sind aus der AT 507 071 B1, der AT 508 701 B1, der AT 510 283 B1, der AT 513 246 B1 und der AT 514 070 B1 bekannt.

Es hat sich im Betrieb derartiger Zahnradanordnungen gezeigt, dass diese unter Umständen störenden Geräusche erzeugen.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die eingangs genannte Zahnradanordnung hinsichtlich des Akustikverhaltens zu verbessern.

Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Zahnradanordnung dadurch gelöst, dass zur Einstellung eines vordefinierbaren Restverdrehflankenspiels zwischen dem Hauptzahnrad und dem verdrehbaren Zahnrad ein Anschlagelement angeordnet ist.

Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Zahnradtrieb gelöst, bei dem eines der beiden Zahnräder erfindungsgemäß ausgebildet ist.

Darüber hinaus wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, bei dem vorgesehen ist, dass anschließend an die Herstellung des Verdrehflankenspiels von Null das verdrehbare Zahnrad zur Einstellung eines Restverdrehflankenspiels gegen die Federspannung relativ zum Hauptzahnrad bis zu einer Zwischenstellung verstellt wird, die zwischen der Ausgangsstellung und der Endstellung liegt, und in dieser Stellung ein Anschlag zur Bereitstellung eines Restverdrehflankenspiels ausgebildet wird.

Von Vorteil ist dabei, dass durch die Bereitstellung eines Restverdrehflankenspiels bei dem sogenannten Split-Gear die Akustik deutlich verbessert werden kann. Insbesondere kann damit das Zahnradheulen und das Zahnradrasseln reduziert werden. Zudem kann eine Dämpfung bei größeren Verdrehflankenspielen erreicht werden. Das verdrehbare Zahnrad bleibt aber bei der Zahnradanordnung nach der Erfindung nach wie vor relativ gegen das Hauptzahnrad in Umfangsrichtung verdrehbar.

Nach einer Ausführungsvariante der Zahnradanordnung kann vorgesehen sein, dass das Anschlagelement verstellbar und am Hauptzahnrad oder am verdrehbaren Zahnrad fixierbar ausgebildet ist, da damit unterschiedlich große Restverdrehflankenspiele mit nur einer Zahnradanordnung realisierbar sind.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Zahnradanordnung kann vorgesehen sein, dass das Anschlagelement zumindest teilweise keilförmig oder zumindest teilweise konusförmig ausgebildet ist. Die Verstellung gegen die Federkraft kann damit einfacher und mit geringerem Kraftaufwand erfolgen.

Es kann nach einer anderen Ausführungsvariante der Zahnradanordnung vorgesehen sein, dass auf Zähnen der Verzahnung des Hauptzahnrades oder des verdrehbaren Zahnrades eine im Betrieb der Zahnradanordnung abreibbare Schicht angeordnet ist. Diese Ausführungsvariante der Zahnradanordnung bietet den Vorteil, dass das verdrehbare Zahnrad nicht mehr gegen die Federkraft zurückgestellt werden muss, um das Restverdrehflankenspiel einzustellen, sondern sich dieses automatisch im Betrieb einstellt.

Es kann gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Zahnradanordnung vorgesehen sein, dass das Anschlagelement eine geschlitzte Passfeder aufweist. Auch mit dieser Ausführungsvariante ist eine einfache Einstellung des Restverdrehflankenspiels und die Ausbildung eines Anschlages zur Bereitstellung eines Restverdrehflankenspiels realisierbar.

Nach einer anderen Ausführungsvariante der Zahnradanordnung kann vorgesehen sein, dass zur Fixierung des Anschlagelementes dieses einen Exzenterelement aufweist. Es kann damit gleichzeitig mit der Fixierung die Einstellung des Restverdrehflankenspiels erfolgen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung kann das Federelement eine Omegafeder mit zwei Enden sein, wobei das Anschlagelement zwischen den beiden Enden der Omegafeder angeordnet ist. Es kann damit ein einfach zu verstellender und schlanker Aufbau der Zahnradanordnung erreicht werden.

Weiter kann gemäß einer Ausführungsvariante der Zahnradanordnung vorgesehen sein, dass das Hauptzahnrad eine Nabe aufweist, und das verdrehbare Zahnrad auf der Nabe angeordnet ist, wodurch eine weitere Vereinfachung der Montage der Zahnradanordnung erreichbar ist.

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

Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 eine Zahnradanordnung in Explosionsdarstellung;
- Fig. 2 einen Ausschnitt aus einer ersten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung in Schrägansicht;
- Fig. 3 einen Ausschnitt aus der ersten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung in Querschnitt;
- Fig. 4 einen Ausschnitt aus einer zweiten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung in Schrägansicht von oben und teilweise geschnitten;
- Fig. 5 einen Ausschnitt aus der zweiten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung in Querschnitt;

- Fig. 6 einen Ausschnitt aus einer dritten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung;
- Fig. 7 einen Ausschnitt aus der dritten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung in Querschnitt in axialer Richtung betrachtet;
- Fig. 8 einen Ausschnitt aus der dritten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung in Querschnitt in radialer Richtung betrachtet;
- Fig. 9 eine vierte Ausführungsvariante der Zahnradanordnung;
- Fig. 10 einen Ausschnitt aus der vierten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung in Querschnitt;
- Fig. 11 einen Zahnradtrieb.

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.

Fig. 1 zeigt in Explosionsdarstellung eine Zahnradanordnung 1. Diese Zahnradanordnung 1, auch „split-gear“ genannt, weist ein Hauptzahnrad 2 und ein gegenüber diesem relativ in einer Umfangsrichtung 3 verdrehbares Zahnrad 4 auf, wobei das Hauptzahnrad 2 bevorzugt eine Nabe 5 aufweist, die insbesondere einstückig mit dem Hauptzahnrad 2 ausgebildet ist. Das verdrehbare Zahnrad 4 ist bevorzugt auf der Nabe 5 des Hauptzahnrades 2 verdrehbar angeordnet. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass das Hauptzahnrad 2 und das verdrehbare Zahnrad 4 unmittelbar auf einer Welle angeordnet sind. In diesem Fall kann das Hauptzahnrad 2 auch ohne Nabe 5 ausgebildet sein.

Das Hauptzahnrad 2 kann auch als feststehendes Zahnrad oder Festrad bezeichnet werden, da es verdrehgesichert mit einer nicht dargestellten Welle verbunden ist bzw. wird. Der Begriff „feststehend“ bezieht sich dabei auf die Verdrehsicherung gegenüber dieser Welle, bedeutet also selbstverständlich nicht, dass sich das Hauptzahnrad 2 nicht dreht. Relativ zum verdrehbaren Zahnrad 4 betrachtet ist das Hauptzahnrad 2 aber „feststehend“.

Demgemäß kann das verdrehbare Zahnrad 4 auch als Losrad bezeichnet werden.

Die Verdrehsicherung des Hauptzahnrades 2 kann dem Stand der Technik entsprechend ausgeführt sein, wie z.B. durch Aufschrumpfen, mittels Steckverzahnung, etc..

Zur Anordnung bzw. Aufnahme auf der Welle kann die Nabe 5 eine Ausnehmung 6 in Form einer zentrischen Bohrung aufweisen.

Das verdrehbare Zahnrad 4 ist mittels eines Federelementes 7, das bevorzugt als so genannte Ω - Feder ausgebildet ist, in Umfangsrichtung 3 gegenüber dem Hauptzahnrad 2 vorgespannt, wie dies aus dem voranstehend genannten Stand der Technik bekannt ist. Für die Vorspannung ist ein Stützsteg 8 am Hauptzahnrad 2 und ein Stützsteg 9 am verdrehbaren Zahnrad 4 ausgebildet. Das Federelement 7 liegt an diesen Stützstegen 8, 9 mit seinen beiden offenen Endbereichen an.

Das zumindest eine Federelement 7 kann aber auch anders ausgeführt sein, beispielsweise in Form von Elastomerelementen, die gegebenenfalls mit einem der Stützstege 8, 9 verbunden sind. In diesem Fall können auch mehr als ein Stützsteg 8 am Hauptzahnrad 2 und mehr als ein Stützsteg 9 am verdrehbaren Zahnrad 4 angeordnet sein, zwischen denen jeweils ein Elastomerelement angeordnet ist.

Der Stützsteg 8 ist insbesondere einstückig mit dem Hauptzahnrad 2 ausgebildet und ragt in Richtung auf das verdrehbare Zahnrad 4 über die Oberfläche, an der

er angeordnet ist, vor. Der Stützsteg 9 ist insbesondere einstückig mit dem verdrehbaren Zahnrad 4 ausgebildet und ragt in Richtung auf das Hauptzahnrad 2 über die Oberfläche, an der er angeordnet ist, vor.

Die Zahnradanordnung 1 weist an einem äußeren Umfang eine Stirnverzahnung auf, wobei ein erster Stirnverzahnungsteil 10 sich über den Umfang des Hauptzahnrades 2 erstreckt und ein zweiter Stirnverzahnungsteil 11 sich über den Umfang des verdrehbaren Zahnrades 4 erstrecken. Die Stirnverzahnung ist also in axialer Richtung in die beiden Stirnverzahnungsteile 10, 11 geteilt.

Um das weitere verdrehbare Zahnrad 4 auch in der Axialrichtung gegen das Hauptzahnrad 2 vorzuspannen, kann ein weiteres Federelement 12, z.B. in Form einer Tellerfeder, angeordnet sein. Das weitere Federelement 12 kann beispielsweise auf der Nabe 5 des Hauptzahnrades 2 in der Axialrichtung hinter dem verdrehbaren Zahnrad 2 angeordnet werden, sodass das verdrehbare Zahnrad 4 zwischen dem Hauptzahnrad 2 und dem weiteren Federelement 12 angeordnet ist.

Zur Sicherung der relativen Lage des verdrehbaren Zahnrades 4 zum Hauptzahnrad 2 in der Axialrichtung kann ein Sicherungselement 13, beispielsweise ein Seegering, vorgesehen sein. Das Sicherungselement 13 kann ebenfalls auf der Nabe 5 des Hauptzahnrades 2 angeordnet werden. Das Sicherungselement 13 kann bei Vorhandensein des weiteren Federelementes 12 an dessen Rückseite anliegend angeordnet sein, sodass das weitere Federelement 12 in der Axialrichtung zwischen dem verdrehbaren Zahnrad 2 und dem Sicherungselement 13 angeordnet ist.

Das in der Axialrichtung zwischen dem Hauptzahnrad 2 und dem verdrehbaren Zahnrad 4 angeordnete Federelement 7 kann in einer Ringnut 14, die im Hauptzahnrad 2 ausgebildet sein kann, angeordnet sein.

Das verdrehbare Zahnrad 4 und das Hauptzahnrad 2 sind bevorzugt vollständig koaxial zueinander angeordnet. Es kann aber auch vorgesehen sein, dass der zweite Stirnverzahnungsteil 11 relativ zum ersten Stirnverzahnungsteil 10 einen Koaxialversatz aufweist.

Es sei darauf hingewiesen, dass die beiden Stirnverzahnungsteile 10, 11 gleichartig ausgeführt sind, also sowohl die gleiche Querschnitts-Geometrie (in der Axialrichtung betrachtet) der Zähne als auch das gleiche Modul aufweisen.

Generell ist die Zahnradanordnung 1 nach der Erfindung zur Reduktion des Verdrehflankenspiels (Zahnflankenspiels) zweier miteinander kämmender Zahnräder vorgesehen.

In den Fig. 2 und 3 ist eine Zahnradanordnung 1 nach der Erfindung dargestellt. Wie bei allen Ausführungsvarianten der Zahnradanordnung 1 nach der Erfindung umfasst diese das Hauptzahnrad 2 und das gegenüber diesem relativ in Umfangsrichtung 3 verdrehbare Zahnrad 4. Wie besser aus Fig. 1 zu ersehen ist, weisen das Hauptzahnrad 2 eine erste Oberfläche 15 und das verdrehbare Zahnrad 4 eine zweite Oberfläche 16 auf. Das zumindest eine Federelement 7, das bei dieser Ausführungsvariante der Zahnradanordnung 1 (wie auch bei allen im Folgenden beschriebenen Ausführungsvarianten) eine Omegafeder ist, ist zwischen der ersten Oberfläche 15 des Hauptzahnrades 2 und der zweiten Oberfläche 16 des verdrehbaren Zahnrades 4 angeordnet, sodass das verdrehbare Zahnrad 4 in Umfangsrichtung 3 gegen das Hauptzahnrad 2 vorgespannt ist. Dazu weisen das Hauptzahnrad 2 den Stützsteg 8 und das verdrehbare Zahnrad 4 den Stützsteg 9 auf. Bevorzugt weisen die beiden Stützstege 8, 9 jeweils in Richtung auf das jeweilige Ende des Federelementes 7 eine Ausnehmung auf, in die das Federelement eingreift, wie dies insbesondere aus Fig. 3 zu ersehen ist.

Mit dieser Ausbildung der Zahnradanordnung 1 stellt sich bei deren Montage in einem Zahntrieb mit einem weiteren Zahnrad ein Verdrehflankenspiel von Null ein, da das Federelement 7 versucht die beiden Stützstege 8, 9 aufeinander zu bewegen. Um nun das voranstehend genannte Restverdrehflankenspiel (auch als Betriebsverdrehflankenspiel bezeichnenbar, da es im kämmenden Betrieb der Zahnradanordnung 1 ausgebildet ist) herzustellen, ist generell vorgesehen, dass zwischen dem Hauptzahnrad 2 und dem verdrehbaren Zahnrad 4 ein Anschlagenelement 17 angeordnet ist. Mit diesem Anschlagenelement wird die Verdrehbarkeit des verdrehbaren Zahnrades 4 in Umfangsrichtung 3 beschränkt.

Das Anschlagelement 17 kann ein Fixanschlag sein, der beispielsweise einstückig mit dem Hauptzahnrad 2 verbunden ist. Zusätzlich oder alternativ dazu kann auch das verdrehbare Zahnrad 4 einen derartigen Fixanschlag aufweisen. Nachteilig dabei ist jedoch, dass die Zahnradanordnung 1 auf nur eine Zahnradpaarung eingestellt werden kann, die entsprechend genau vorausberechnet werden muss.

Aus diesem Grund ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung 1 vorgesehen, dass das Anschlagelement 17 verstellbar und am Hauptzahnrad 2 oder am verdrehbaren Zahnrad 4 fixierbar ausgebildet ist.

Bei der Ausführungsvariante der Zahnradanordnung 1 nach den Fig. 2 und 3 ist diese Ausführungsvariante derart ausgebildet, dass das Anschlagelement 17 keilförmig ausgebildet ist und zur Fixierung ein Fixierelement 18, insbesondere einer Schraube, aufweist.

Das keilförmige Anschlagelement 17 kann einen trapezförmigen (insbesondere in Form eines gleichschenkeligen Trapezes) Querschnitt aufweisen (in der Axialrichtung der Zahnradanordnung 1 betrachtet). Diese Ausführungsvariante ist in den Fig. 2 und 3 dargestellt.

Das Hauptzahnrad 2 liegt mit der dem Federelement 7 abgewandten Rückseite des Stützsteges 8 und das verdrehbare Zahnrad 4 liegt mit der dem Federelement 7 abgewandten Rückseite des Stützsteges 9 an dem Anschlagelement 17 an.

Dies kann generell bei sämtlichen Ausführungsvarianten der Zahnradanordnung 1 vorgesehen sein. Somit ist also nach einer bevorzugten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung 1 das Anschlagelement 17 zwischen den beiden Enden der Omegafeder bzw. generell des Federelementes 7 angeordnet.

Wird nun das Anschlagelemente 17 in radialer Richtung nach innen verstellt, so wird das Federelement mehr gespreizt. Wird das Anschlagelement 17 hingegen in radialer Richtung nach außen verstellt, wird umgekehrt der Abstand zwischen den Stützstegen 8, 9 verringert. Es ist damit möglich, das jeweilige Restverdrehflankenspiel für den kämmenden Betrieb der Zahnradanordnung 1 mit einem weiteren Zahnrad eines Zahnradtriebes einzustellen. Um die Lage zu fixieren, in der das

gewünschte Restverdrehflankenspiel ausgebildet ist, wird das Anschlagelement 17 mit dem Fixierelement 18 fixiert, also beispielsweise mit der Schraube am Hauptzahnrad 2 festgelegt. Am Hauptzahnrad 3 kann dazu ein sich in radialer Richtung erstreckendes Langloch ausgebildet sein. In diesem Fall kann die Schraube mit einer Mutter fixiert werden. Alternativ dazu kann im Anschlagelement 17 ein sich in radialer Richtung erstreckendes Langloch ausgebildet sein.

Es wird also mit dem Anschlagelement 17 verhindert, dass sich die beiden Stützstege 8, 9 weiter aufeinander zu bewegen. Umgekehrt ist aber eine Aufweitung des Abstandes zwischen den beiden Stützstegen 8, 9 nach wie vor möglich.

Das Anschlagelement 17 kann aber auch anders ausgeführt sein, beispielsweise kegelförmig oder zumindest teilweise konusförmig. Letztere Ausführungsvariante ist in den Fig. 4 und 5 gezeigt. Dabei weist das verdrehbare Zahnrad 4 einen Durchbruch 19 in der axialen Richtung der Zahnradanordnung 1 auf. Der Durchbruch 19 kann eine teilweise sich verjüngenden Querschnitt aufweisen, wobei der verjüngende Querschnitt komplementär zum konusförmigen Abschnitt des Anschlagelementes 17 ausgebildet sein kann. Im Hauptzahnrad 2 kann hingegen ein in Umfangsrichtung 3 sich erstreckendes Langloch 20 ausgebildet sein, in das sich das Anschlagelement 17 erstreckt. Auch dieses Langloch 20 kann bereichsweise eine abgeschrägte Oberfläche aufweisen (in der Axialrichtung der Zahnradanordnung 1 betrachtet), wie dies in Fig. 4 zu sehen ist, damit sich der konusförmige Abschnitt des Anschlagelementes 17 großflächiger an die Seitenwand des Langlochs 20 anlegen kann. Das Restverdrehflankenspiel der Zahnradanordnung 1 kann bei dieser Ausführungsvariante durch Verstellung des Anschlagelementes 17 in der Axialrichtung der Zahnradanordnung 1 eingestellt werden, wobei beim Herausziehen des Anschlagelementes 17 aus dem Langloch 20 das Restverdrehflankenspiel bei der in den Fig. 4 und 5 gezeigten Ausführungsvariante kleiner wird und umgekehrt beim weiter Hineinverschieben in das Langloch 20 größer wird.

Zur Fixierung des Anschlagelementes 17, das beispielsweise als Anschlagpin ausgeführt sein kann, kann dieses im Abschnitt, der im verdrehbaren Zahnrad 4 angeordnet ist, mit einem Gewinde versehen sein. Der Durchbruch 19 weist dann

ebenfalls ein Gewinde (Innengewinde) auf. Es ist aber auch möglich, das Anschlagelement 17 in den Durchbruch 19 eingeklebt und damit fixiert wird. Weiter kann das Anschlagelement 17 eine Ausnehmung, insbesondere ein Sackloch, aufweisen, in die eine Schraube eingeschraubt und damit das Anschlagelement 17 aufgespreizt und an der Seitenwand des Durchbruchs 19 geklemmt wird. Das Anschlagelement 17 kann nach der Einstellung des Restverdrehflankenspiels auch verstemmt werden. Andere Fixierungen des Restverdrehflankenspiels des verdrehbaren Zahnrades 4 relativ zum Hauptzahnrad 2 sind ebenfalls möglich.

Der konusförmige Abschnitt des Anschlagelementes 17 kann einen Konuswinkel α zwischen $0,1^\circ$ und 70° , insbesondere zwischen 15° und 30° , aufweisen.

In den Fig. 6 und 7 ist eine weitere Ausführungsvariante der Zahnradanordnung 1 dargestellt. Bei dieser Ausführungsvariante, die auch mit sämtlichen weiteren Ausführungsvarianten der Zahnradanordnung 1 kombiniert werden kann, wird zur Einstellung des Restverdrehflankenspiels auf den Zähnen des Stirnverzahnungsteils 11 des verdrehbaren Zahnrades 4 eine Schicht 22 angeordnet. Die Schicht 22 ist im Betrieb der Zahnradanordnung 1 abreibbar. Alternativ kann die Schicht auf den Zähnen des Stirnverzahnungsteils 10 des Hauptzahnrades 2 angeordnet werden.

Die Schicht 22 kann nur auf den Zahnflanken oder auf den Zahnflanken und den Zahnköpfen und/oder den Zahngründen angeordnet sein. Weiter kann die Schicht 22 nur auf einer der beiden Zahnflanken der Zähne angeordnet sein. Zudem ist es möglich dass alle oder mehrere oder nur einer der Zähne des Stirnverzahnungsteils 11 des verdrehbaren Zahnrades 4 oder des Stirnverzahnungsteils 10 des Hauptzahnrades 2 mit der Schicht 22 versehen sind.

Die Schicht 22 kann beispielsweise auf einem Träger auf die Zähne aufgeklebt werden. Beispielsweise kann die Schicht einen Papierträger aufweisen, auf dem eine Polymerschicht aufgebracht ist. Es kann aber auch nur der Träger aufgeklebt sein. Bevorzugt wird die Schicht 22 jedoch als Beschichtung ausgeführt. Dazu kann die im Betrieb der Zahnradanordnung abreibbare Beschichtung aus einem Polymer bestehen oder dieses aufweisen. In letzterem Fall kann das Polymer die Matrix der Beschichtung bilden, in der zumindest ein Additiv, beispielsweise ein

Festschmierstoff, wie MoS₂ oder WS₂ oder Graphit oder eine Mischung daraus, enthalten ist. Als Polymer kann ein Polyamid oder ein Polyimid, insbesondere ein Polyamidimid, eingesetzt werden.

Beispielsweise kann der Anteil des Polyamidimides an dieser Polymerbeschichtung zwischen 30 Gew.-% und 70 Gew.-%, jener des zumindest einen Additivs in Summe zwischen 70 Gew.-% und 30 Gew.-% betragen.

Die Beschichtung kann im Sprühverfahren oder Tauchverfahren, etc., auf die Zähnen aufgetragen werden, wobei die Beschichtung ein- oder mehrschichtig ausgeführt werden kann. Als Lösungsmittel für die Vorstufe des Polymers (beispielsweise ein Monomer oder Oligomer) kann beispielsweise N-Methylpyrrolidon verwendet werden, wobei der Anteil des Lösungsmittels, bezogen auf die Festsubstanz, 40 Vol.-% bis 80 Vol.-%, beispielsweise 60 Vol.-%, betragen kann.

Nach dem Auftragen der Beschichtung kann die Vorstufe des Polymers polymerisiert werden, beispielsweise bei erhöhter Temperatur und/oder mit Strahlung und/oder mit UV-Licht, etc.

Anders als bei den voranstehend beschriebenen Ausführungsvarianten der Zahnradanordnung kann bei dieser Ausführungsvariante das Verdrehflankenspiel bei der Montage der Zahnradanordnung in einem Zahnradtrieb auf den Wert Null eingestellt und in dieser Stellung so fixiert werden, dass im Betrieb die relative Verdrehbarkeit des verdrehbaren Zahnrades in einer Richtung erhalten bleibt, die durch die Aufweitung der Omegafeder bestimmt ist. Für die Fixierung kann wieder eine Anschlagenelement 17 vorgesehen sein, das mit dem verdrehbaren Zahnrad über eine Schraube als Fixierelement 18 fixiert wird. Wie insbesondere aus Fig. 8 ersichtlich ist, kann das Anschlagenelement 17 zumindest einen Vorsprung 23 aufweisen, der in einer Ausnehmung 24 in der auf das Hauptzahnrad 2 weisenden Oberfläche 16 des verdrehbaren Zahnrades 4 aufgenommen ist. Diese Ausnehmung 24 kann größer sein als der Vorsprung 24, jeweils in der Umfangsrichtung 3 betrachtet, sodass sich also das verdrehbare Zahnrad in besagter Richtung verstellbar ist. Der Durchbruch 19 durch das verdrehbare Zahnrad 2, durch den das Fixierelement 18 ragt, ist zumindest in der Umfangsrichtung 3 ebenfalls größer

ausgeführt, als der Durchmesser bzw. der Abmessung des Fixierelementes 18 in dieser Richtung entsprechen würde.

Wie Fig. 8 zeigt, können auch mehrere Vorsprünge 23 und Ausnehmungen 24, beispielsweise jeweils zwei, vorgesehen sein. In diesem Fall treffen voranstehende Ausführungen zum Vorsprung 23 und zur Ausnehmung 24 als sämtliche dieser Vorsprünge 23 und Ausnehmungen 24 zu.

Das gewünschte Restverdrehflankenspiel stellt sich in der Folge beim Betrieb der Zahnradanordnung 1 automatisch durch den Abrieb der Schicht 22 ein. Die Größe des Restverdrehflankenspiels kann über die Schichtdicke der Schicht 22 definiert werden.

Anstelle der Anordnung der Schicht 22 auf den Zähnen des Stirnverzahnungsteils 11 des verdrehbaren Zahnrades 4 oder des Stirnverzahnungsteils 10 des Hauptzahnrades 2 kann die Schicht 22 auch auf dem weiteren Zahnrad des Zahnradtriebes, mit dem die Zahnradanordnung 1 im Betrieb kämmt, angeordnet werden. Die Zahnradanordnung 1 weist aber auch bei dieser Ausführungsvariante das Anschlagelement 17 auf.

Die beiden letztgenannten Ausführungsvarianten der Zahnradanordnung 1 mit der im Betrieb abreibbaren Schicht 22 eignet sich insbesondere auch für die eingangs genannte Ausführungsvariante, bei der das Anschlagelement als Fixanschlag einstückig mit dem Hauptzahnrad 2 oder dem verdrehbaren Zahnrad 4 ausgebildet ist.

Die Fig. 9 und 10 zeigen eine Ausführungsvariante der Zahnradanordnung 1, bei der das Anschlagelement 17 als Passfeder 25 ausgebildet ist. Die Passfeder 25 weist einen Schlitz 26 auf. Weiter ist diese Passfeder 25 teilweise in einer Ausnehmung 27 des Hauptzahnrades 2 und teilweise in einer Ausnehmung 28 des verdrehbaren Zahnrades 4 aufgenommen. Die Ausnehmungen 27, 28 sind zumindest in der einen Richtung größer als die Passfeder 25. Die Richtung bestimmt sich durch die Anordnung des Schlitzes 26, und verläuft quer dazu, insbesondere im Winkel von 90 °, wie dies insbesondere aus Fig. 9 ersichtlich ist.

Die Passfeder 25 weist ein Stellelement 29 auf, das im konkreten Fall eine Einstellschraube ist, die teilweise konusförmig ausgebildet ist. Durch das Verstellen des Stellelementes 29, also beispielsweise das Einschrauben der Einstellschraube, wird der Schlitz 26 aufgeweitet. Damit kann das gewünschte Restverdrehflankenspiel eingestellt werden.

Zur Fixierung der gewünschten Stellung kann die Passfeder 25 beidseitig des Schlitzes 26 jeweils zumindest ein Fixierelement 18, beispielsweise Fixierschrauben, aufweisen. Die Fixierung erfolgt bei der in den Fig. 9 und 10 dargestellten Ausführungsvariante der Zahnradanordnung 1 durch Verschraubung mit dem Hauptzahnrad 2, wie dies insbesondere aus Fig. 10 ersichtlich ist.

Generell kann das Fixierelement 17 auch als Exzenter ausgeführt sein, womit die Einstellung des Restverdrehflankenspiels und die Fixierung der Stellung in einem Schritt erfolgen kann.

Der Vollständigkeit halber ist in Fig. 11 noch ein Zahnradtrieb 30 dargestellt, der neben der Zahnradanordnung 1 auch noch ein mit dieser kämmendes weiteres Zahnrad 31 aufweist.

Mit der Zahnradanordnung 1 kann beispielsweise ein Restverdrehflankenspiel zwischen $5\text{ }\mu\text{m}$ und $150\text{ }\mu\text{m}$, insbesondere zwischen $30\text{ }\mu\text{m}$ und $60\text{ }\mu\text{m}$, zwischen den kämmenden Verzahnungen der Zahnradanordnung 1 und des weiteren Zahnrades 31 eingestellt werden. Dabei können die Zähne des Stirnverzahnungsteils 10 des Hauptzahnrades 2 um einen Betrag zwischen mindestens $0,01\text{ mm}$ und mindestens $1,0\text{ mm}$ relativ zu den Zähnen des Stirnverzahnungsteils 11 des verdrehbaren Zahnrades 4 in Umfangsrichtung 3 verdreht sein.

Sofern das Restverdrehflankenspiel nicht mit der Schicht 22 eingestellt wird, kann vorgesehen sein, dass bei der geteilten Zahnradanordnung 1 mit dem Hauptzahnrad 2 und dem dazu relativ in Umfangsrichtung 3 verdrehbaren Zahnrad 4 das verdrehbare Zahnrad 4 gegen das Hauptzahnrad 2 mit mindestens einem Federelement 7 in einer Ausgangstellung vorgespannt wird und mit dieser Vorspannung in kämmenden Eingriff mit dem weiteren Zahnrad 31 im Zahnradtrieb 30 montiert

wird. Danach wird die Vorspannung des verdrehbaren Zahnrades 4 reduziert, so dass sich mit dem weiteren Zahnrad 31 ein Verdrehflankenspiels mit dem Wert Null in einer Endstellung des verdrehbaren Zahnrades 4 einstellt. Anschließend an die Herstellung des Verdrehflankenspiels mit dem Wert Null wird das verdrehbare Zahnrad 4 zur Einstellung des Restverdrehflankenspiels gegen die Federspannung relativ zum Hauptzahnrad 2 bis zu einer Zwischenstellung verstellt. Die Zwischenstellung liegt zwischen der Ausgangsstellung und der Endstellung des verdrehbaren Zahnrades 4. Wenn das gewünschte Restverdrehflankenspiel erreicht ist, wird diese Stellung, d.h. das Restverdrehflankenspiel, mit dem Fixierelement 18 fixiert, insbesondere mit einem Anschlagelement 17, das zumindest ein Fixierelement 18 aufweist.

Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten der Zahnradanordnung 1, wobei auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Zahnradanordnung 1 diese nicht notwendigerweise maßstäblich dargestellt ist.

Bezugszeichenliste

1	Zahnradanordnung	31	Zahnrad
2	Hauptzahnrad		
3	Umfangsrichtung		
4	Zahnrad		
5	Nabe		
6	Ausnehmung		
7	Federelement		
8	Stützsteg		
9	Stützsteg		
10	Stirnverzahnungsteil		
11	Stirnverzahnungsteil		
12	Federelement		
13	Sicherungselement		
14	Ringnut		
15	Oberfläche		
16	Oberfläche		
17	Anschlagelement		
18	Fixierelement		
19	Durchbruch		
20	Langloch		
21	Konuswinkel		
22	Schicht		
23	Vorsprung		
24	Ausnehmung		
25	Passfeder		
26	Schlitz		
27	Ausnehmung		
28	Ausnehmung		
29	Stellelement		
30	Zahnradtrieb		

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Zahnradanordnung (1) zur Reduktion des Verdrehflankenspiels zweier miteinander kämmender Zahnräder, mit einem Hauptzahnrad (2) und einem gegenüber diesem relativ in Umfangsrichtung (3) verdrehbaren Zahnrad (4), wobei das Hauptzahnrad (2) eine erste Oberfläche (15) und das verdrehbare Zahnrad (4) eine zweite Oberfläche (16) aufweisen, und mit zumindest einem Federelement (7), das zwischen der ersten Oberfläche (15) des Hauptzahnrades (2) und der zweiten Oberfläche (16) des verdrehbaren Zahnrades (4) angeordnet ist, und mit dem das verdrehbare Zahnrad (4) in Umfangsrichtung (3) gegen das Hauptzahnrad (2) vorgespannt ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Hauptzahnrad (2) und dem verdrehbaren Zahnrad ein Anschlagelement angeordnet ist, mit dem ein vordefinierbares Restverdrehflankenspiel einstellbar ist.

2. Zahnradanordnung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (17) verstellbar und am Hauptzahnrad (2) oder am verdrehbaren Zahnrad (4) fixierbar ausgebildet ist.

3. Zahnradanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (17) zumindest teilweise keilförmig oder zumindest teilweise konusförmig ausgebildet ist.

4. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf Zähnen der Verzahnung des Hauptzahnrades (2) oder des verdrehbaren Zahnrades (4) eine im Betrieb der Zahnradanordnung (1) abreibbare Schicht (22) angeordnet ist.

5. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (17) eine geschlitzte Passfeder (25) aufweist.

6. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Fixierung des Anschlagelementes (17) dieses einen Exzenterelement aufweist.
7. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (7) eine Omegafeder mit zwei Enden ist, wobei das Anschlagelement (17) zwischen den beiden Enden der Omegafeder angeordnet ist.
8. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Hauptzahnrad (2) eine Nabe (5) aufweist, und dass das verdrehbare Zahnrad (4) auf der Nabe (5) angeordnet ist.
9. Zahnradtrieb (30) umfassend zwei miteinander kämmender Zahnräder, dadurch gekennzeichnet, dass eines der beiden Zahnräder als Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.
10. Verfahren zur Montage einer geteilten Zahnradanordnung (1) mit einem Hauptzahnrad (2) und einem dazu relativ in Umfangsrichtung (3) verdrehbaren Zahnrad (4) zur Reduktion des Verdrehflankenspiels zwischen den Verzahnungen der geteilten Zahnradanordnung (1) und einem damit kämmenden weiteren Zahnrad (31) in einem Zahnradtrieb (30), wobei das verdrehbare Zahnrad (4) gegen das Hauptzahnrad (2) mit mindestens einem Federelement (7) in einer Ausgangstellung vorgespannt wird und mit dieser Vorspannung in kämmenden Eingriff mit dem weiteren Zahnrad (31) montiert wird, danach die Vorspannung des verdrehbaren Zahnrades (4) reduziert wird, bis die Zahnradanordnung (1) unter Ausbildung eines Verdrehflankenspiels von Null in einer Endstellung des verdrehbaren Zahnrades (4) mit dem weiteren Zahnrad (31) kämmt, dadurch gekennzeichnet, dass anschließend an die Herstellung des Verdrehflankenspiels von Null das verdrehbare Zahnrad (4) zur Einstellung eines Restverdrehflankenspiels gegen die Federspannung relativ zum Hauptzahnrad (2) bis zu einer Zwischenstellung verstellt wird, die zwischen der Ausgangsstellung und der Endstellung liegt, und in

dieser Stellung ein Anschlag zur Bereitstellung eines Restverdrehflankenspiels ausgebildet wird.

Fig.1

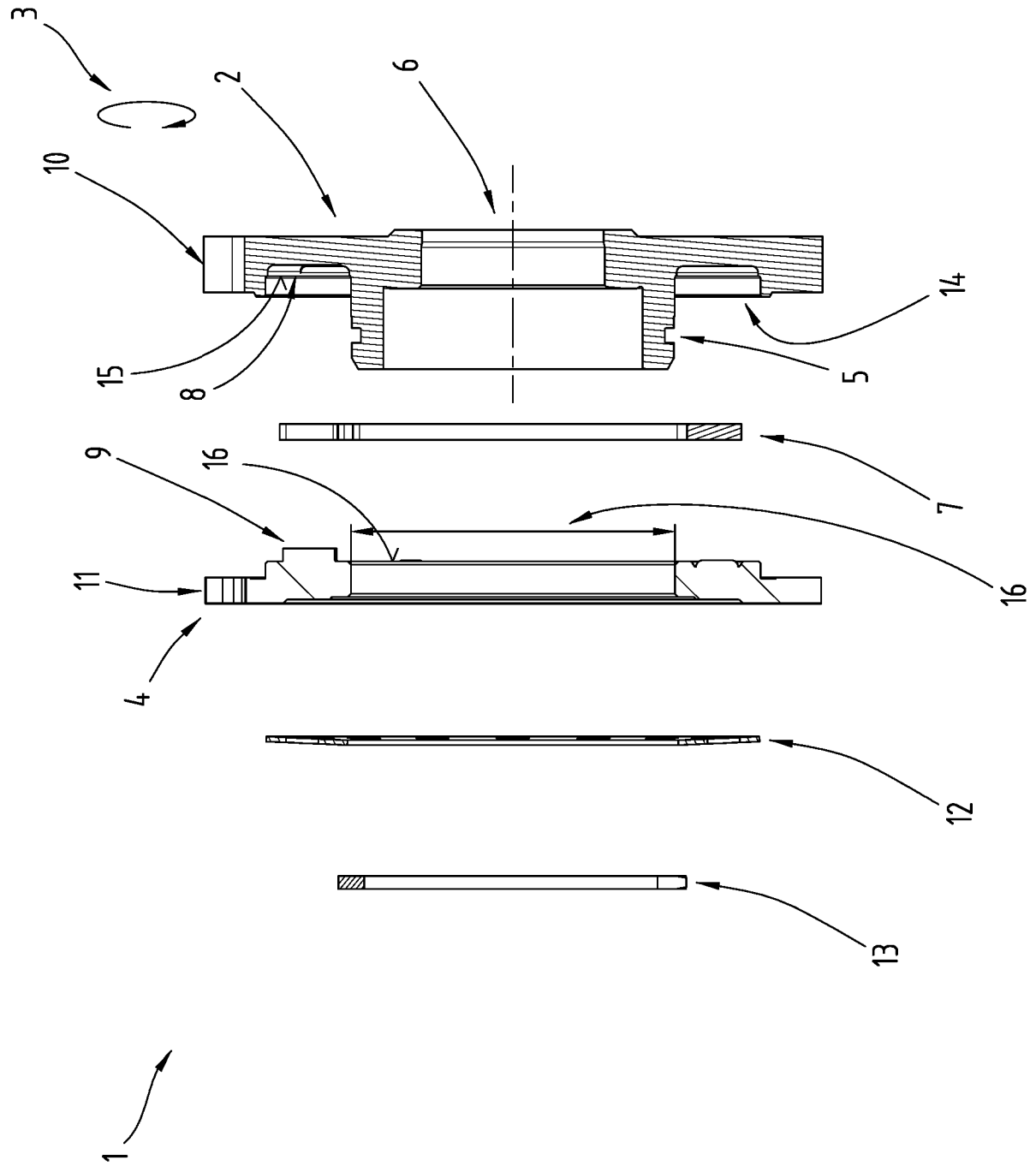


Fig.2

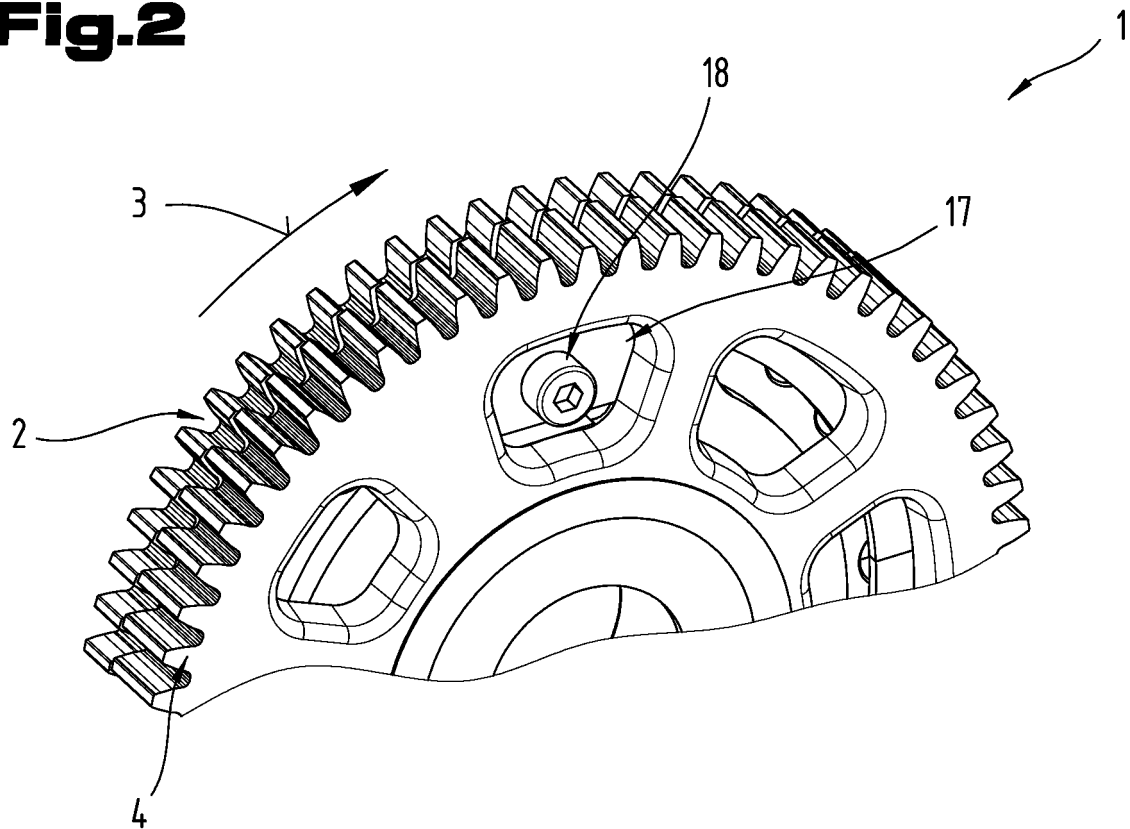


Fig.3

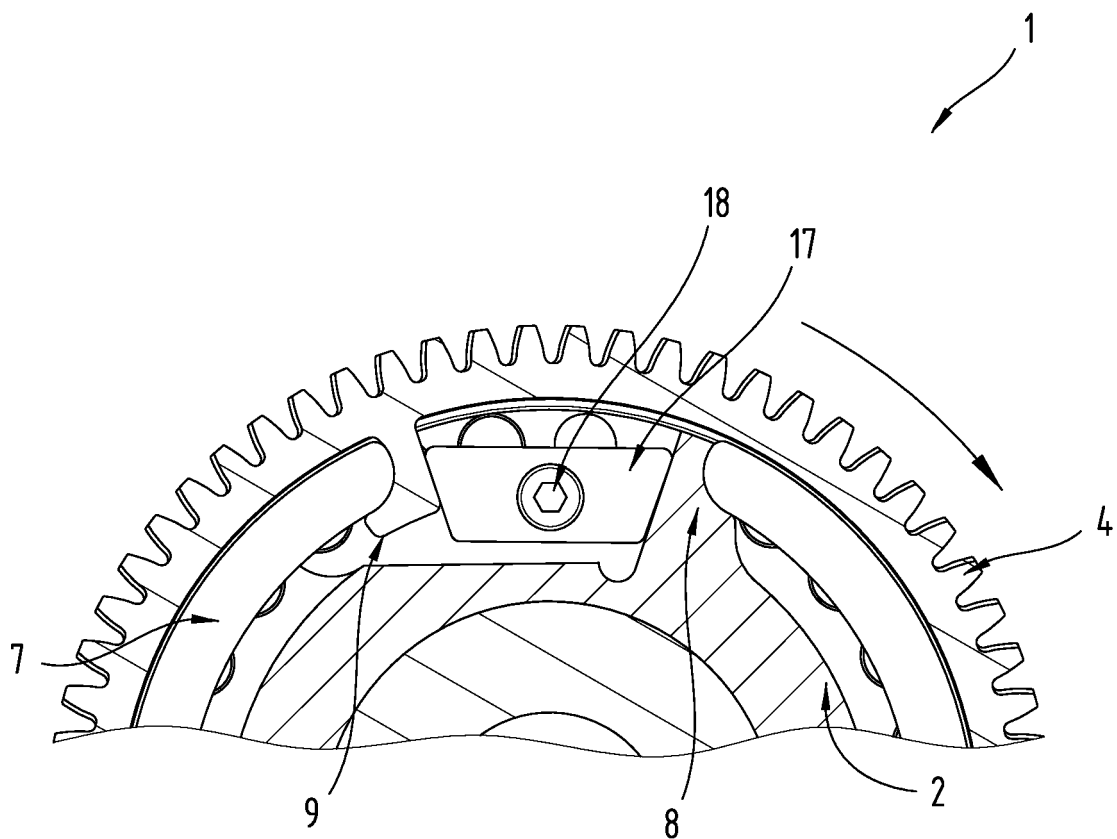


Fig.4

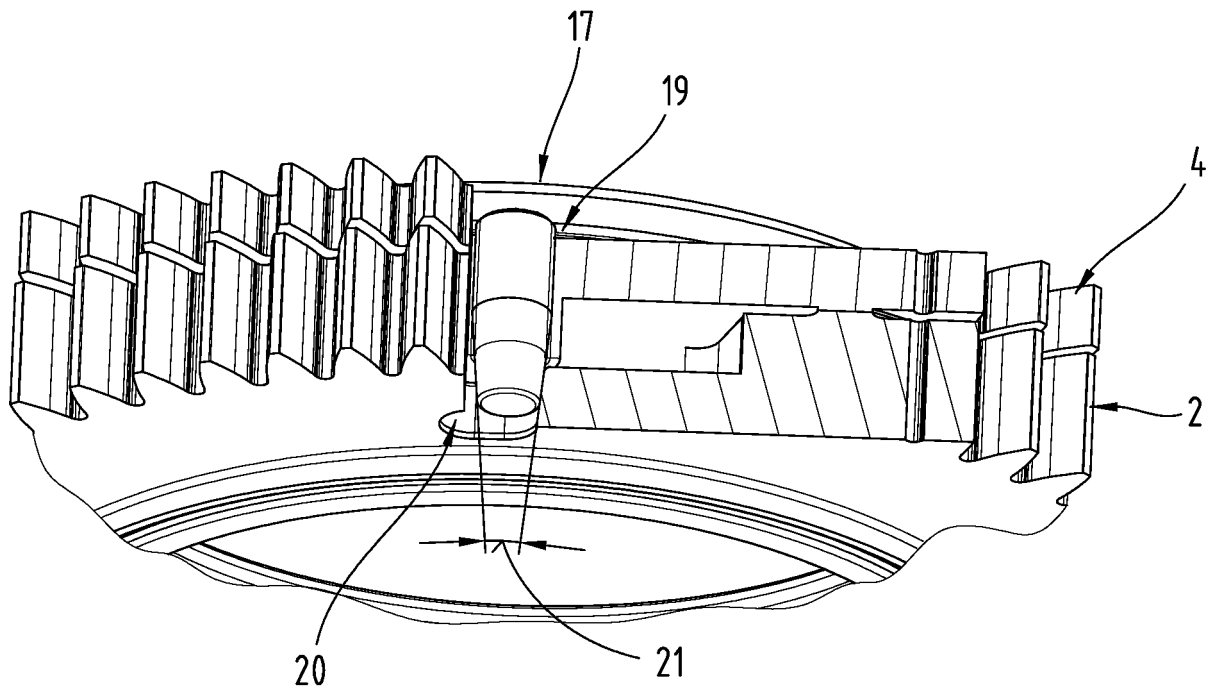


Fig.5

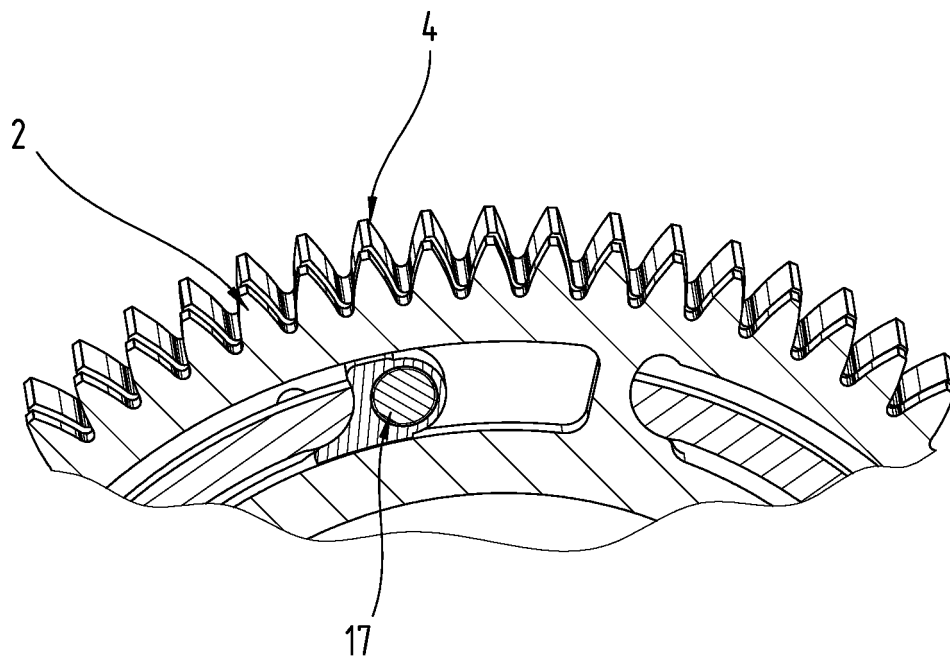


Fig.6

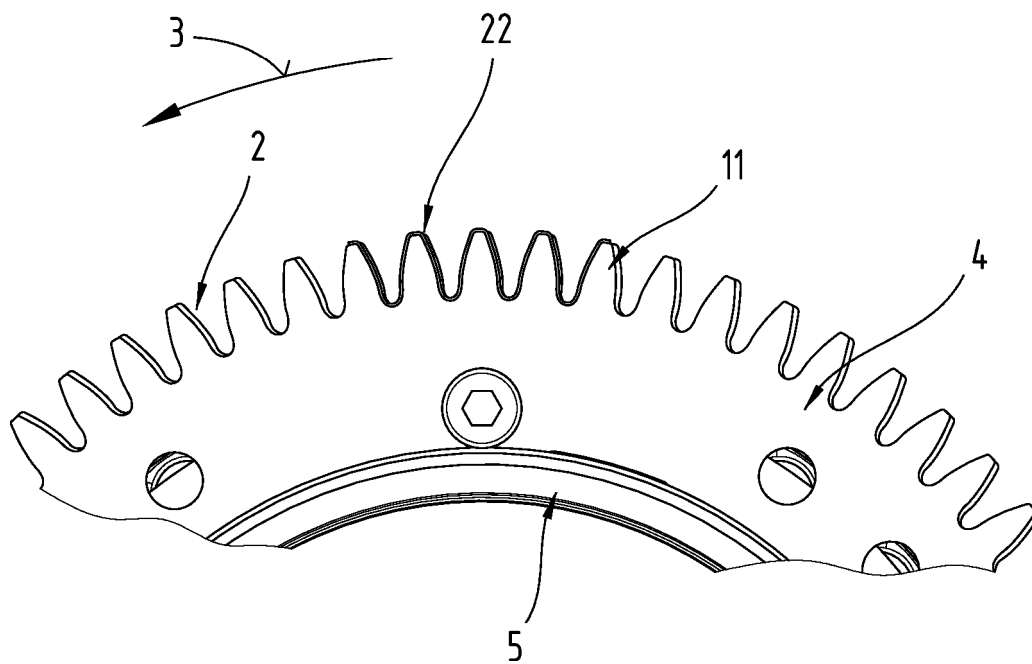


Fig.7

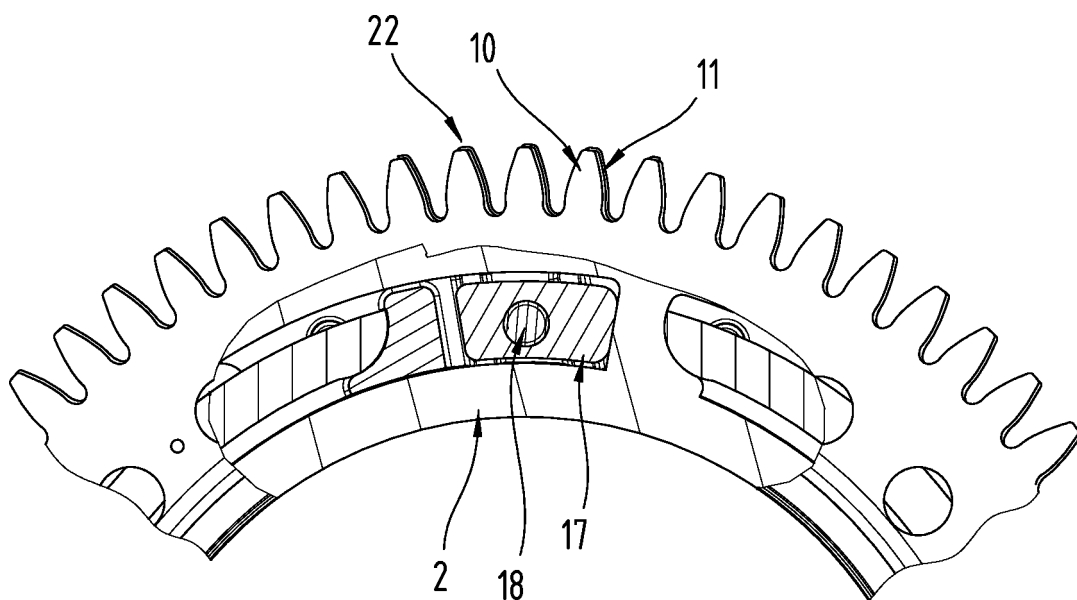


Fig.8

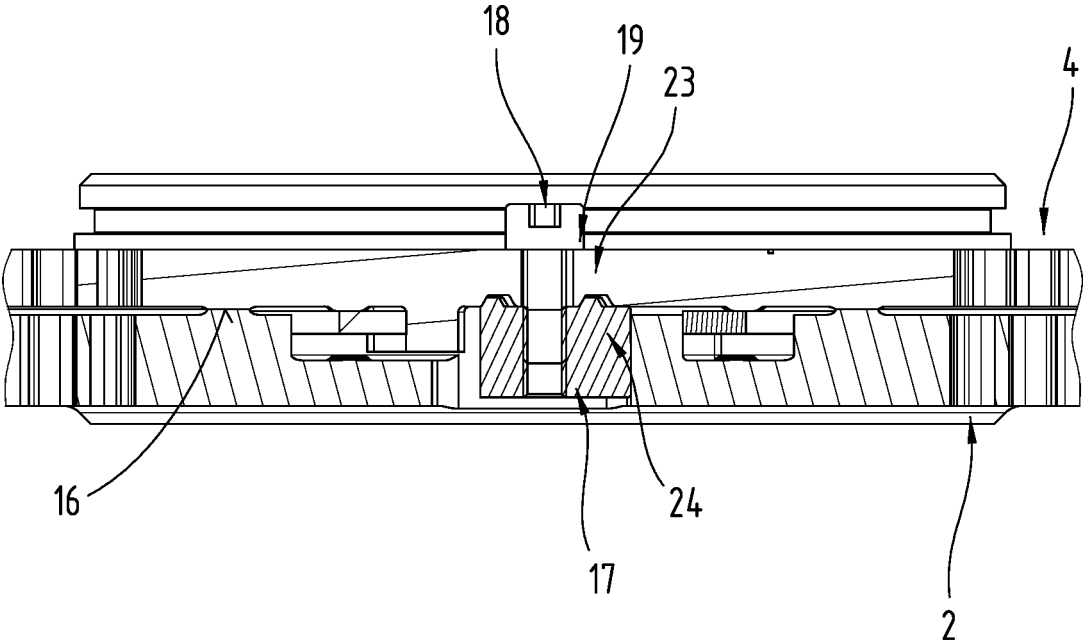


Fig.9

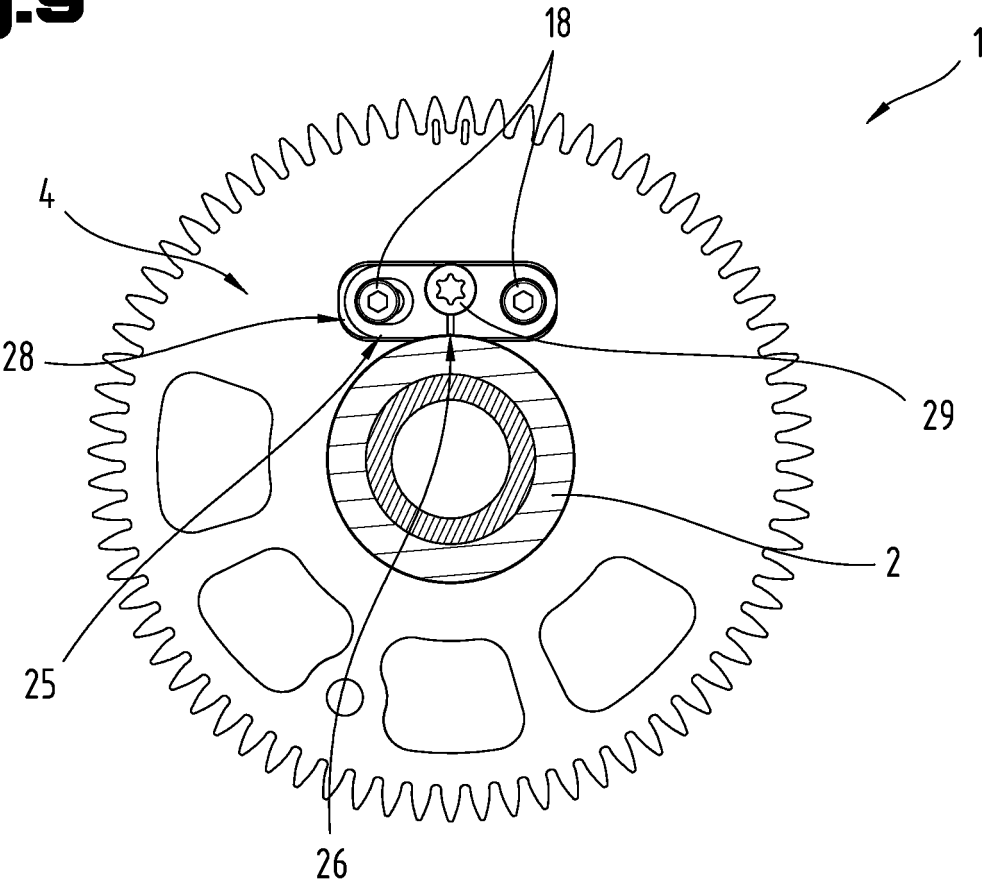


Fig.10

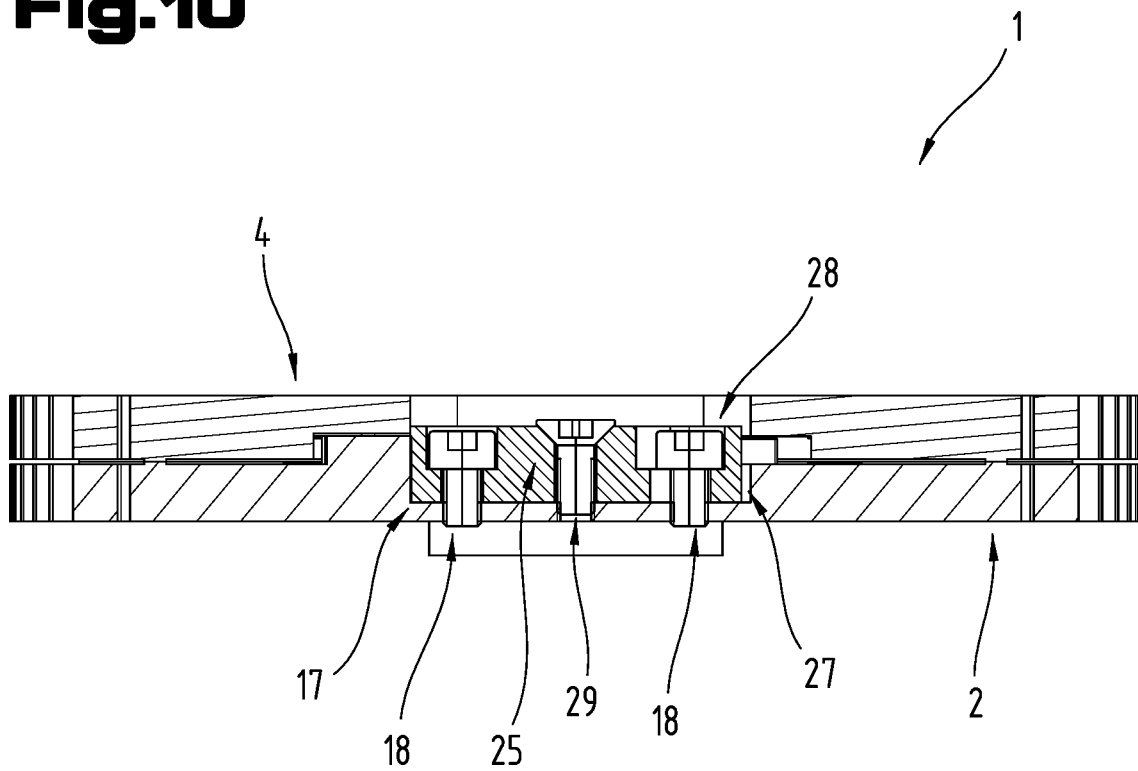
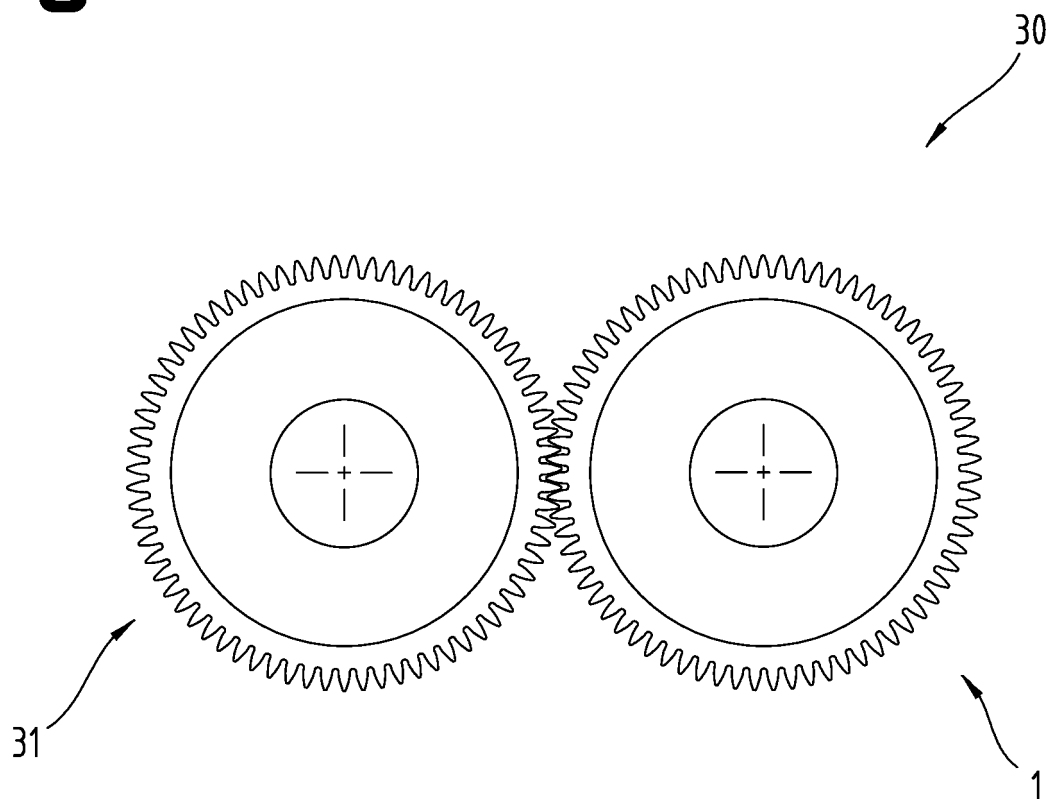


Fig.11



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Zahnradanordnung (1) zur Reduktion des Verdrehflankenspiels zweier miteinander kämmender Zahnräder, mit einem Hauptzahnrad (2) und einem gegenüber diesem relativ in Umfangsrichtung (3) verdrehbaren Zahnrad (4), wobei das Hauptzahnrad (2) eine erste Oberfläche (15) und das verdrehbare Zahnrad (4) eine zweite Oberfläche (16) aufweisen, und mit zumindest einem Federelement (7), das zwischen der ersten Oberfläche (15) des Hauptzahnrades (2) und der zweiten Oberfläche (16) des verdrehbaren Zahnrades (4) angeordnet ist, und mit dem das verdrehbare Zahnrad (4) in Umfangsrichtung (3) gegen das Hauptzahnrad (2) vorgespannt ist, dadurch gekennzeichnet, dass für die Vorspannung des verdrehbaren Zahnrades (4) gegen das Hauptzahnrad (2) am Hauptzahnrad (2) ein Stützsteg (8) und am verdrehbaren Zahnrad (4) ein Stützsteg (9) ausgebildet sind, und das Federelement (7) mit seinen offenen Endbereichen an diesen Stützstegen (8, 9) anliegt, und dass zwischen dem Hauptzahnrad (2) und dem verdrehbaren Zahnrad ein Anschlagelement angeordnet ist, mit dem ein vordefinierbares Restverdrehflankenspiel einstellbar ist.

2. Zahnradanordnung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (17) verstellbar und am Hauptzahnrad (2) oder am verdrehbaren Zahnrad (4) fixierbar ausgebildet ist.

3. Zahnradanordnung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (17) zumindest teilweise keilförmig oder zumindest teilweise konusförmig ausgebildet ist.

4. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass auf Zähnen der Verzahnung des Hauptzahnrades (2) oder des verdrehbaren Zahnrades (4) eine im Betrieb der Zahnradanordnung (1) abreibbare Schicht (22) angeordnet ist.

5. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlagelement (17) eine geschlitzte Passfeder (25) aufweist.
6. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zur Fixierung des Anschlagelementes (17) dieses einen Exzenterelement aufweist.
7. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Federelement (7) eine Omegafeder mit zwei Enden ist, wobei das Anschlagelement (17) zwischen den beiden Enden der Omegafeder angeordnet ist.
8. Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Hauptzahnrad (2) eine Nabe (5) aufweist, und dass das verdrehbare Zahnrad (4) auf der Nabe (5) angeordnet ist.
9. Zahnradtrieb (30) umfassend zwei miteinander kämmender Zahnräder, dadurch gekennzeichnet, dass eines der beiden Zahnräder als Zahnradanordnung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.
10. Verfahren zur Montage einer geteilten Zahnradanordnung (1) mit einem Hauptzahnrad (2) und einem dazu relativ in Umfangsrichtung (3) verdrehbaren Zahnrad (4) zur Reduktion des Verdrehflankenspiels zwischen den Verzahnungen der geteilten Zahnradanordnung (1) und einem damit kämmenden weiteren Zahnrad (31) in einem Zahnradtrieb (30), wobei das verdrehbare Zahnrad (4) gegen das Hauptzahnrad (2) mit mindestens einem Federelement (7) in einer Ausgangstellung vorgespannt wird und mit dieser Vorspannung in kämmenden Eingriff mit dem weiteren Zahnrad (31) montiert wird, danach die Vorspannung des verdrehbaren Zahnrades (4) reduziert wird, bis die Zahnradanordnung (1) unter Ausbildung eines Verdrehflankenspiels von Null in einer Endstellung des verdrehbaren

Zahnrades (4) mit dem weiteren Zahnrad (31) kämmt, dadurch gekennzeichnet, dass für die Vorspannung des verdrehbaren Zahnrades (4) gegen das Hauptzahnrad (2) am Hauptzahnrad (2) ein Stützsteg (8) und am verdrehbaren Zahnrad (4) ein Stützsteg (9) ausgebildet wird, und das Federelement mit seinen offenen Endbereichen an diesen Stützstegen (8, 9) anliegend angeordnet wird, und dass anschließend an die Herstellung des Verdrehflankenspiels von Null das verdrehbare Zahnrad (4) zur Einstellung eines Restverdrehflankenspiels gegen die Federspannung relativ zum Hauptzahnrad (2) bis zu einer Zwischenstellung verstellt wird, die zwischen der Ausgangsstellung und der Endstellung liegt, und in dieser Stellung ein Anschlag zur Bereitstellung eines Restverdrehflankenspiels ausgebildet wird.