

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 1785/2010

(22) Anmeldetag: 28.10.2010

(43) Veröffentlicht am: 15.03.2012

(51) Int. Cl. : **F16H 1/32**

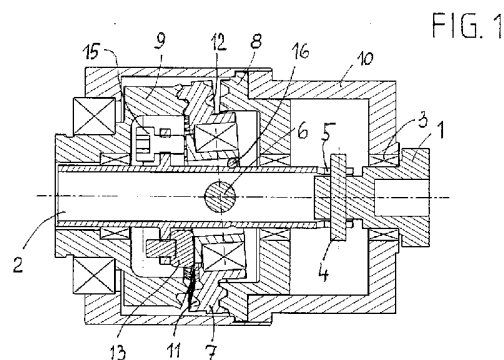
(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3739238 A1

(73) Patentanmelder:
PUCHHAMMER GREGOR DR.
A-1130 WIEN (AT)

(54) **TAUMELGETRIEBE**

(57) Ein Taumelgetriebe weist einen Taumelkörper (7) auf, der mit wenigstens einer Reihe von Kraftübertragungselementen (11, 12) versehen ist, die mit eingangsseitig und ausgangseitig angeordneten sekundären Kraftübertragungselementen (8,9) zusammenwirken. Die Antriebswelle (1, 2) ist geteilt, wobei der erste Teil (1) über ein Lager (3) axial fixiert im Gehäuse (10) gelagert ist und der zweite Teil (2) axial verschiebbar mit dem ersten Teil (1) so verbunden ist, dass Drehmomente übertragbar sind. Der Taumelkörper (7) ist auf dem axial verschiebbaren Teil (2) der Antriebswelle (1,2) angeordnet und der Winkel (φ) zwischen dem Taumelkörper (7) und der Antriebswellenachse ist veränderbar. Dadurch wird ein weitgehend spielfreies Getriebe geschaffen.



Zusammenfassung

Ein Taumelgetriebe weist einen Taumelkörper (7) auf, der mit wenigstens einer Reihe von Kraftübertragungselementen (11, 12) versehen ist, die mit eingangsseitig und
 5 ausgangsseitig angeordneten sekundären Kraftübertragungselementen (8,9) zusammenwirken.

Die Antriebswelle (1, 2) ist geteilt, wobei der erste Teil (1) über ein Lager (3) axial fixiert im Gehäuse (10) gelagert ist und der zweite Teil (2) axial verschiebbar mit dem
 10 ersten Teil (1) so verbunden ist, dass Drehmomente übertragbar sind. Der Taumelkörper (7) ist auf dem axial verschiebbaren Teil (2) der Antriebswelle (1, 2) angeordnet und der Winkel (φ) zwischen dem Taumelkörper (7) und der Antriebswellenachse ist veränderbar.

15 Dadurch wird ein weitgehend spielfreies Getriebe geschaffen.

(Fig. 1)

Wien, 25. Oktober 2010

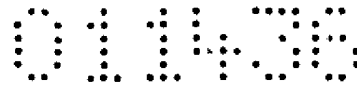
Dr. Gregor Puchhammer

20

Prof. Dr. Gregor Puchhammer
 Dipl. Ing. Andreas Rippe

durch:

Gregor Puchhammer



Die Erfindung bezieht sich auf ein Taumelgetriebe, dessen auf einer Antriebswelle angeordneter Taumelkörper mit wenigstens einer Reihe von Kraftübertragungselementen, insbesondere Zahnkränzen versehen ist, die mit eingangsseitig und ausgangsseitig angeordneten sekundären Kraftübertragungselementen, insbesondere Zahnkränzen zusammenwirken.

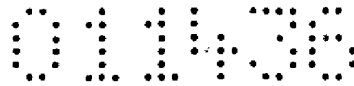
Derartige bekannte Getriebe für hohe Untersetzungen basieren auf der Idee eines Differenzgetriebes, bei dem zwei Zahnkränze mit wenigen Zähnen Differenz gegeneinander verschoben werden. Dabei ist der erste Zahnkranz meist starr mit dem Gehäuse verbunden, wohingegen der zweite Zahnkranz mit der Antriebswelle verbunden ist.

Ziel der Erfindung ist insbesondere ein spielfreies oder fast spielfreies Getriebe zu erhalten.

Erreicht wird dies vor allem dadurch, dass die Antriebswelle geteilt ist, wobei der erste Teil der Antriebswelle über ein Lager axial fixiert im Gehäuse gelagert ist und der zweite Teil der Antriebswelle axial verschiebbar mit dem ersten Teil so verbunden ist, dass Drehmomente übertragbar sind, ferner der Taumelkörper auf dem axial verschiebbaren Teil der Antriebswelle angeordnet ist und der Winkel zwischen dem Taumelkörper und der Antriebswellenachse veränderbar ist.

Durch die Verschwenkung des Taumelkörpers werden die Zahnkränze des Taumelkörpers auf beiden Seiten in die korrespondierenden Verzahnungen gedrückt. Die jeweils im Eingriff stehenden Zahnflanken der korrespondierenden Zahnräder kontaktieren daher auf beiden Seiten eines Zahnes, wodurch das Zahnspiel zwischen den Zahnflanken beider Räder gegen Null geht.

Die Verschwenkung des Taumelkörpers kann als Kompensation für auftretende Fertigungstoleranzen herangezogen werden, um das Zahnspiel an den Eingriffspunkten der Zahnräder im Getriebe zu minimieren oder ganz zu unterbinden. Wird der Taumelkörper in die andere Schwenkrichtung bewegt, und dadurch der Taumelwinkel



verkleinert, geraten die Zahnflanken außer Kontakt. Dies bewirkt ein Auskuppeln des Taumelkörpers und damit ein Auskuppeln der Abtriebsachse.

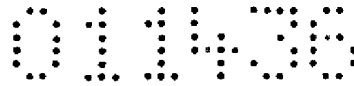
Weiters kann durch die Messung des Taumelwinkels oder die Messung der Änderung
5 des Taumelwinkels ein Messwert ermittelt werden, der als Maß für das im Getriebe übertragene Drehmoment herangezogen werden kann. Eine solche Messung kann auch für weitere Aufgaben, z. B. Regelung und Steuerung verwendet werden.

Weitere Merkmale der Erfindung sind in der nachstehenden Beschreibung von
10 Ausführungsbeispielen, auf welche die Erfindung jedoch keineswegs beschränkt ist, hervorgehoben.

Dabei zeigen die Figuren 1 bis 5 Längsschnitte von erfindungsgemäßen Taumelgetrieben und die Figuren 6 und 7 geben Federkennlinien wieder. Die Fig. 8 bis
15 11 zeigen zwei Ausführungsformen einer gelenklosen Anordnung.

Gemäß Fig. 1 ist in einem Taumelgetriebe eine zweigeteilte Antriebswelle 1,2 angeordnet, wobei der erste Teil 1 der Antriebswelle über ein Lager 3 axial fixiert im Gehäuse 10 gelagert ist und der zweite Teil 2 der Antriebswelle axial verschiebbar mit
20 dem ersten Teil 1 so verbunden ist, dass Drehmomente übertragbar sind. Die Verbindung zwischen den beiden Teilen 1 und 2 erfolgt beim gezeichneten Ausführungsbeispiel durch einen Bolzen 4, der in einer Nut 5 des Teiles 2 axial verschiebbar ist.

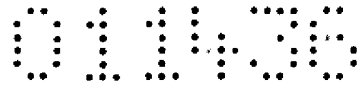
Auf dem axial verschiebbaren Teil 2 der Antriebswelle befindet sich ein Bolzen 6, der
25 zyklisch mit der Antriebswelle 1,2 mitrotiert. Ein Taumelkörper 7 ist auf diesem Bolzen 6 befestigt und bildet mit der Achse der Antriebswelle 1,2 einen Winkel, den Taumelwinkel φ . Der Taumelkörper 7 liegt in der Mitte zwischen einem feststehenden Kegelrad 8 und einem als Abtriebswelle fungierenden Kegelrad 9. Das feststehende
30 Kegelrad 8 ist mit dem Gehäuse 10 drehsteif verbunden, im gezeichneten Fall über einen Formschluss.



Der Taumelkörper 7 ist auf beiden Seiten mit je einem Zahnkranz 11 und 12 versehen, welche Zahnkränze 11 und 12 mit den Kegelrädern 8 und 9 zusammenarbeiten.

Gemäß der Erfindung soll der Winkel zwischen dem Taumelkörper 7 und der Antriebswelle 1,2 aktiv oder passiv verändert werden. Dadurch soll ein spielfreies Getriebe erhalten werden.

Durch die Verschwenkung des Taumelkörpers 7 werden die Zahnkränze 11 und 12 des Taumelkörpers 7 auf beiden Seiten in die korrespondierenden Verzahnungen der Kegelräder 8 und 9 gedrückt. Die jeweils im Eingriff stehenden Zahnflanken der korrespondierenden Zahnräder kontaktieren daher auf beiden Seiten eines Zahnes, wodurch das Zahnspiel zwischen den Zahnflanken des Räderpaares gegen null geht. Diese Verschwenkung des Taumelkörpers 7 kann (und soll natürlich auch) als Kompensation für die in einer Produktion auftretenden allgemeinen Fertigungstoleranzen herangezogen werden, um das Zahnspiel an den Eingriffspunkten der Zähne der Zahnräder 8,9 bzw. 11,12 im Getriebe zu minimieren oder ganz zu unterbinden. Wird der Taumelkörper 7 in die andere Schwenkrichtung gedreht (Verkleinerung des Taumelwinkels φ), geraten die Zahnflanken außer Kontakt. Dies bewirkt ein Auskuppeln des Taumelkörpers 7 und damit ein Auskuppeln der Abtriebswelle (Kegelrad 9), wodurch sich als Zusatzeffekt ein Kupplungsmechanismus ergibt. Dieses eben genannte Verschwenken des Taumelkörpers 7 in die entgegengesetzte Richtung kann sowohl durch gezielte Nutzung der passiven Zahnkräfte, als auch durch aktive Beeinflussung mittels eines Mechanismus erfolgen. Zweck dieser Zusatzfunktion ist ein Auskuppeln ohne Last oder unter Last. Ebenso ist diese Funktion als Überlastschutz unter Last nutzbar. Zudem kann die Änderung des Schwenkwinkels φ oder der Schwenkwinkel selbst als Maß für die intern auftretenden Zahnkräfte gewertet werden, welche gegen ein elastisches Element 13 (oder die Eigenelastizität der gesamten Anordnung) arbeiten. Durch die Messung dieses Schwenkwinkels φ oder die Messung der Änderung des Schwenkwinkels φ liegt ein Messwert vor, der als Maß für das im Getriebe übertragene Drehmoment herangezogen werden kann. Die Messung kann für weitere Aufgaben (Regelung, Steuerung, ...) herangezogen werden.



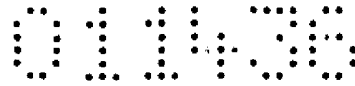
Bei den Ausführungsbeispielen nach den Fig. 1 und 2 wird der Taumelkörper 7 durch eine Inbusschraube 14 oder durch das elastische Element 13 (Fig. 1) in die gewünschte Position gedrückt. Die Endposition kann durch einen Anschlag behindert werden, um
5 eine gewünschte Zahnluft einzustellen, z.B. um eine erwünschte Leichtgängigkeit des Getriebes oder ein erwünschtes Spiel im Abtrieb zu erreichen. Dieser Anschlag wird durch eine Inbusschraube 15 (Fig. 1 und 2) gebildet.

Gemäß Fig. 1 kann auch ein in einer Nut liegendes Segment 16 vorgesehen sein, das die
10 Kippbewegung nach einem kleineren Kippwinkel behindert. Dadurch wird unter Momentenbelastung das Herauskippen des Taumelkörpers 7 verhindert.

In Fig. 3 ist ein Ausführungsbeispiel zur aktiven Steuerung des Winkels φ des Taumelkörpers 7 dargestellt. Mittels eines Zugorganes 17 wird ein Lager 18 axial
15 verschoben, dessen Innenring mit dem verschwenkbaren Taumelkörper 7 verbunden ist. Durch axiale Verschiebung des Gestänges 17 kann der Taumelwinkel φ direkt gesteuert werden.

Gemäß Fig.4 kann die Änderung des Taumelwinkels φ auch durch eine hydraulische
20 oder pneumatische Stelleinrichtung erfolgen. In dieser Anordnung drückt ein Kolben 19, der in einer zylindrischen Bohrung geführt wird, auf den Taumelkörper 7 und dieser kippt in die Gegenverzahnung. Die Beaufschlagung des Kolbens 19 erfolgt dabei über den Teil 2 der Antriebswelle.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 ist der Taumelkörper 7 auf einem elastischen
25 Element 20 gelenkig gelagert. Dieses könnte gleichzeitig die Winkelbeweglichkeit um die Taumelachse als auch die Federwirkung kombinieren. Anschlagelemente 21 können zusätzlich zur Erhöhung des Anpressdruckes oder zur Definition von Endanschlägen für beide Kipprichtungen eingebaut werden. Diese können als separate Elemente in das
30 Getriebe eingebracht werden.



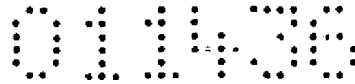
Wird das elastische Element 20 beispielhaft durch ein Elastomer gebildet, so ergeben sich zusätzliche Bewegungsmöglichkeiten des Taumelkörpers 7 in radialer und axialer Richtung. Diese Bewegungsmöglichkeiten können dazu benutzt werden, den Wirkungsgrad zu verändern und damit eine Selbsthemmung des Getriebes zu ermöglichen.

Auf den Taumelkörper 7 wirken auf beiden Seiten (diagonal gegenüber) Zahnkräfte, die proportional zum aufgebrachtten Abtriebsdrehmoment sind. Diese Zahnkräfte verursachen am elastischen Element 20 eine Verschiebung des Taumelkörpers 7 in radialer oder axialer Richtung. Durch diese Verschiebung ändert sich auch die (exakte) Abrollkinematik des Taumelgetriebes, das Taumelzentrum des Taumelkörpers 7 ist nicht mehr die gedachte Kegelspitze der Kegelhäder 8,9, sondern ein undefiniertes Taumelzentrum. Dadurch kommt es zwischen den in Kontakt stehenden Zahnflanken zu zusätzlichen parasitären Zahnkräften, die nicht an der Drehmomentübertragung beteiligt sind. Es kann zur Verklemmung der Zahnflanken und dadurch zu einer erheblichen Verminderung des Getriebe-Gesamtwirkungsgrades kommen, sodass auch Selbsthemmung eintreten kann.

In den Fig. 6 und 7 sind die Kennlinien von möglichen elastischen Elementen 13, 20, 22, 23 dargestellt, und zwar ist der Verlauf des Momentes, das auf den Taumelkörper wirkt, in Abhängigkeit vom Taumelwinkel φ aufgetragen.

Kurve a: Der Taumelkörper 7 wird in der maximal möglichen Endstellung (Taumelwinkel φ max) mit einer Vorspannung in die Verzahnung gedrückt. Dadurch ist auch bei Lastfreiheit des Getriebes eine Spielfreiheit garantiert. Bei steigendem Moment M (Verringerung des Taumelwinkels φ) steigt die Federkraft an.

Kurve b: Der Anstieg der Federkraft ist in diesem Falle degressiv. Beim Überschreiten einer Maximallast kippt der Taumelkörper 7 gänzlich aus dem Eingriff und kuppelt die Verzahnung aus. Dies kann als Sicherheitsfunktion benutzt werden. Ein Vorteil dabei ist, dass der Kupplungsablauf sehr plötzlich passiert und die Verzahnung geschont wird.



Kurve c: Der Taumelkörper 7 besitzt eine Neutralstellung, die nicht der maximalen Kippstellung entspricht. Durch das Verändern des Winkels, bei dem der Momenten-Nulldurchgang stattfindet, kann das Zahnspiel beeinflusst und eingestellt werden.

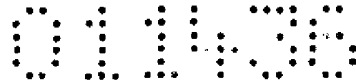
- 5 Kurve d: Die Momentencharakteristik besteht aus zusammengesetzten Kennlinien. Dies ist der allgemeine Fall. Dadurch kann das Verhalten des Getriebes gezielt beeinflusst werden. Das Kennliniensegment d1 zeigt einen harten mechanischen Anschlag im Getriebe, das zur Einstellung einer minimalen Zahnluft verwendet werden kann. Das Kennliniensegment d3 zeigt einen im Vergleich zu d1 weicheren Anschlag im Getriebe, der zum Beispiel ein vollständiges Auskuppeln der Verzahnung auch unter großer Last behindert.

- 15 Kurve e: Sie zeigt den allgemeinen Fall eines exponentiellen Momentenverlaufes. Hier kann ein moderater Übergang geschaffen werden zwischen der spielfreien Leichtgängigkeit des Getriebes ohne Last und der Möglichkeit, auch große Kräfte im Getriebe übertragen zu können. Der Wirkungsgrad kann dadurch bei kleinen Lasten vergrößert werden.

- 20 Kurve f: Ebenso wie bei Kurve e kann eine kontinuierliche, aber degressive Kennlinie verwendet werden. Mögliche Vorteile dabei: Das Getriebe hat schon bei kleinen Lasten ein spielfreies steifes Übertragungsverhalten, das maximal mögliche Moment ist aber begrenzt.

- 25 Kurve g: Ebenso ist es möglich, eine Hysterese in die Kennlinie einzubauen. Dies kann zum Beispiel mit Elastomeren oder reibungsbehafteten Elementen erfolgen. Als Vorteil dieser Konfiguration ist zu nennen, dass das Einkuppeln (nach einem vorherigen Auskuppeln) sehr sanft erfolgt. Dies dient der Schonung der Verzahnung.

- 30 Die Fig. 8 und 9 zeigen eine Anordnung der Antriebswelle 2 sowie des Taumelkörpers 7 mit einer weiteren federnden Lagerung. Alle weiteren Getriebeelemente sind nicht dargestellt.



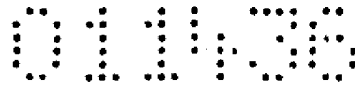
Eine kreuzartig ausgebildete Blattfeder 22 ist fix sowohl mit der Antriebswelle 2 als auch mit dem Taumelkörper 7 verbunden. Die Verbindung zwischen der Antriebswelle 2 und der Blattfeder 22, sowie zwischen der Blattfeder 22 und dem Taumelkörper 7 ist kraft- oder formschlüssig ausführbar. Sie kann aus einem oder mehreren Teilen
5 bestehen. Diese Form einer kreuzartigen Blattfeder 22 kann die erforderlichen Drehfederkräfte erzeugen. Ein Einbau des Taumelkörpers 7 unter Vorspannung der Blattfeder 22 ist möglich.

Gleichzeitig ist diese Anordnung steif gegen axiale oder sonstige Verschiebungen.
10 Damit kann ein Drehgelenk gut nachgebaut werden. Die erforderliche Drehweichheit ist gegeben.

Die Fig. 10 und 11 zeigen eine ähnliche Anordnung. Hier werden durch zwei Federdrähte 23 die Federungseigenschaften erreicht. Wiederum ist ein Verdrehen des
15 Taumelkörpers 7 möglich, ein Verschieben in irgendeine Richtung ist kaum möglich.

Wesentlich ist, dass die Spielfreiheit auch durch gelenklose Anordnungen erreicht werden kann, welche ein Verkippen des Taumelkörpers 7 auf der Eingangswelle ermöglichen. Zusätzlich kann dies in Kombination mit einer durch diese Anordnung
20 erzeugten, auf den Taumelkörper 7 wirkenden Federkraft gemacht werden.

Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche Abänderungen möglich. So könnte die Verbindung der Teile 1 und 2 z.B. durch einen Balg erfolgen.



Patentansprüche

1. Taumelgetriebe, dessen auf einer Antriebswelle (1, 2) angeordneter Taumelkörper (7) mit wenigstens einer Reihe von Kraftübertragungselementen, insbesondere Zahnkränzen (11, 12) versehen ist, die mit eingangsseitig und ausgangsseitig angeordneten sekundären Kraftübertragungselementen, insbesondere Zahnkränzen (8, 9) zusammenwirken, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antriebswelle (1, 2) geteilt ist, wobei der erste Teil (1) der Antriebswelle (1, 2) über ein Lager (3) axial fixiert im Gehäuse (10) gelagert ist und der zweite Teil (2) der Antriebswelle (1, 2) axial verschiebbar mit dem ersten Teil (1) so verbunden ist, dass Drehmomente übertragbar sind, ferner der Taumelkörper (7) auf dem axial verschiebbaren Teil (2) der Antriebswelle (1, 2) angeordnet ist und der Winkel (φ) zwischen dem Taumelkörper (7) und der Antriebswellenachse veränderbar ist.

2. Taumelgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Taumelkörper (7) auf einer die Antriebswelle (1, 2) quer durchsetzenden, als Bolzen (6) ausgebildeten Gelenksachse gelagert ist.

3. Taumelgetriebe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Taumelkörper (7) über ein elastisches Element (20) auf der Antriebswelle (1, 2) gelagert ist.

4. Taumelgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein im Sinne einer Verschwenkung des Taumelkörpers (7) wirkendes Schwenkglied (14, 15; 13) angeordnet ist.

5. Taumelgetriebe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schwenkglied eine Schraube (14, 15) ist.

6. Taumelgetriebe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schwenkglied ein Anschlagelement (16), z.B. ein in einer Nut liegendes Segment (16) ist.

7. Taumelgetriebe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schwenkglied ein etwa parallel zur Antriebswellenachse wirkendes Zugorgan ist (17), das am Taumelkörper (7) angreift.

5

8. Taumelgetriebe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Schwenkglied ein hydraulisch oder pneumatisch betätigtes Element oder ein Kolben (19) ist, der am Taumelkörper (7) angreift.

10

9. Taumelgetriebe nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das elastische Element eine kreuzartige Blattfeder (22) ist.

10. Taumelgetriebe nach einem der Ansprüche 3 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das elastische Element aus Drahtfedern (23) besteht.

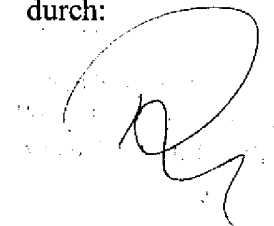
15

Wien, 25. Oktober 2010

Dr. Gregor Puchhammer

Patentanwalt
Dipl. Ing. Andreas Rippel

durch:



011435

FIG. 1

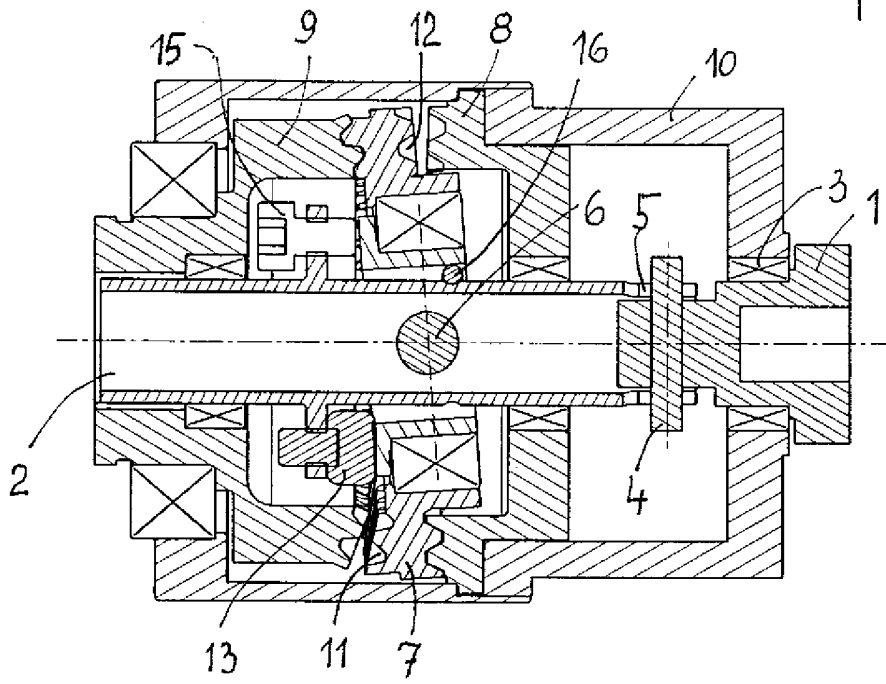
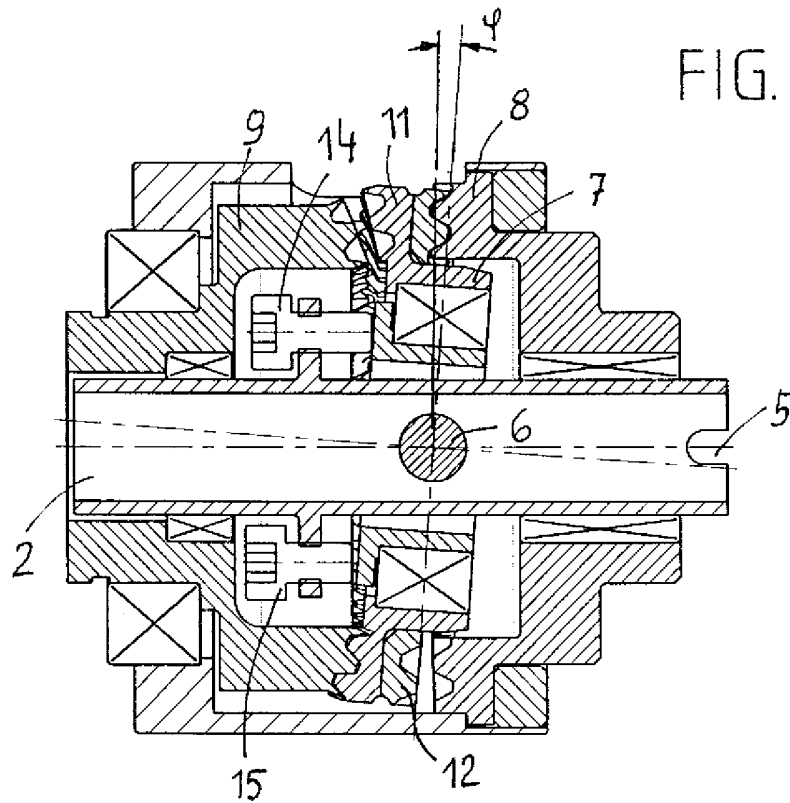


FIG. 2



011435

FIG. 3

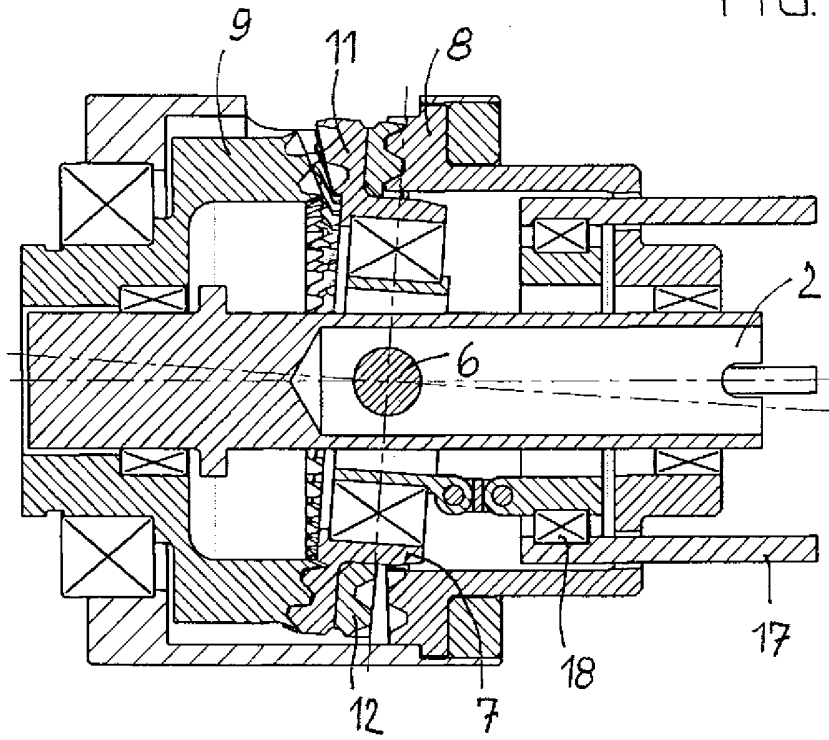
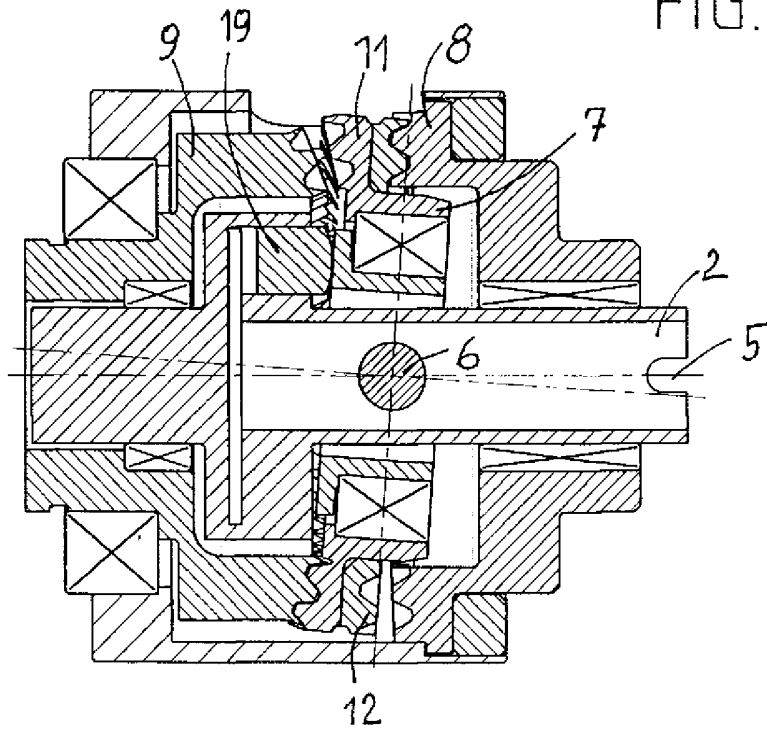


FIG. 4



011435

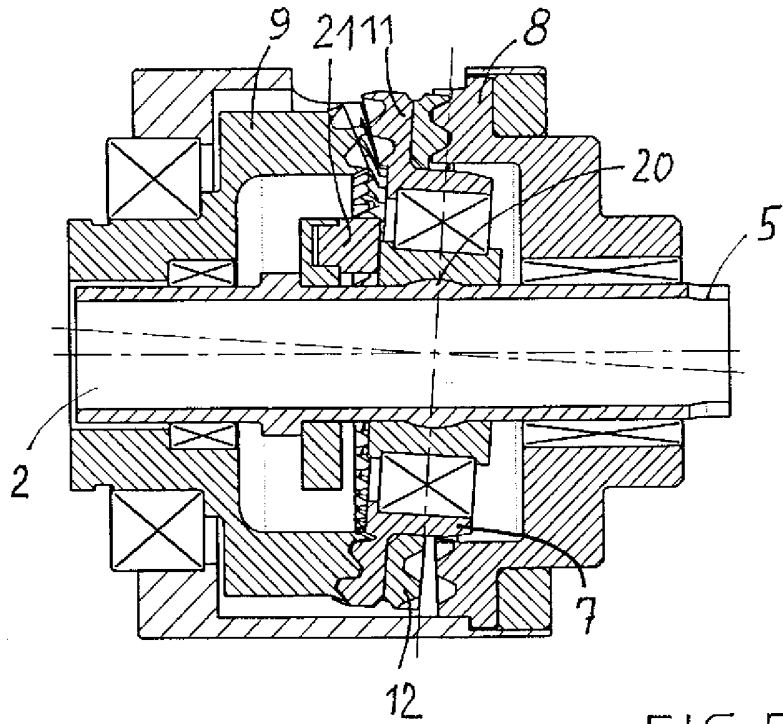


FIG. 5

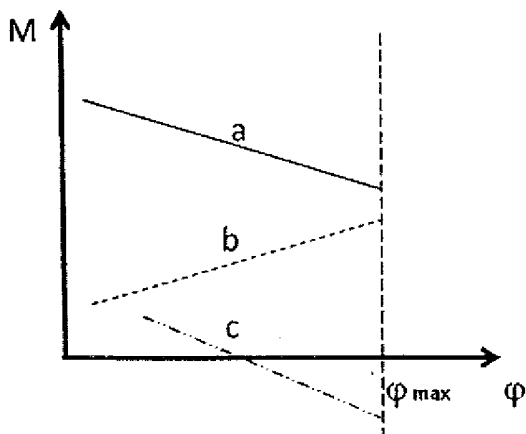


FIG. 6

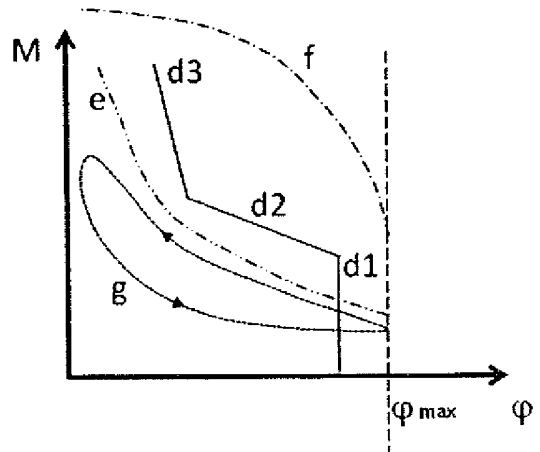


FIG. 7

FIG. 8

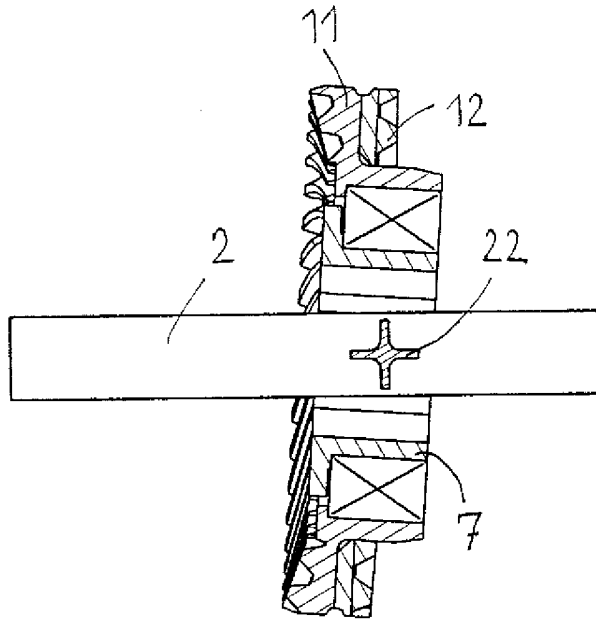


FIG. 9

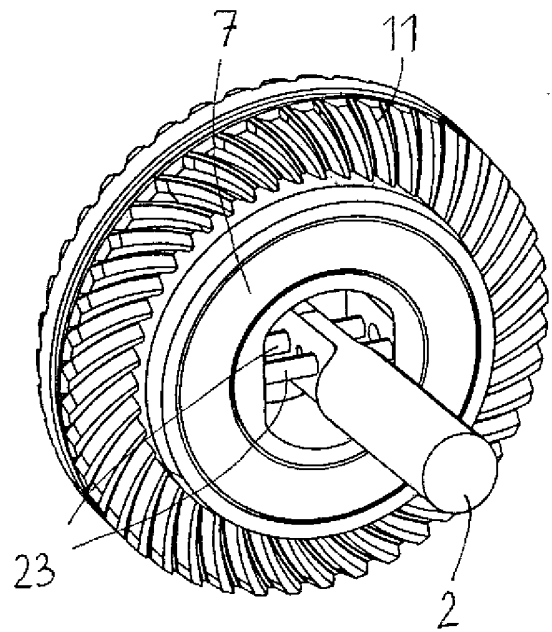
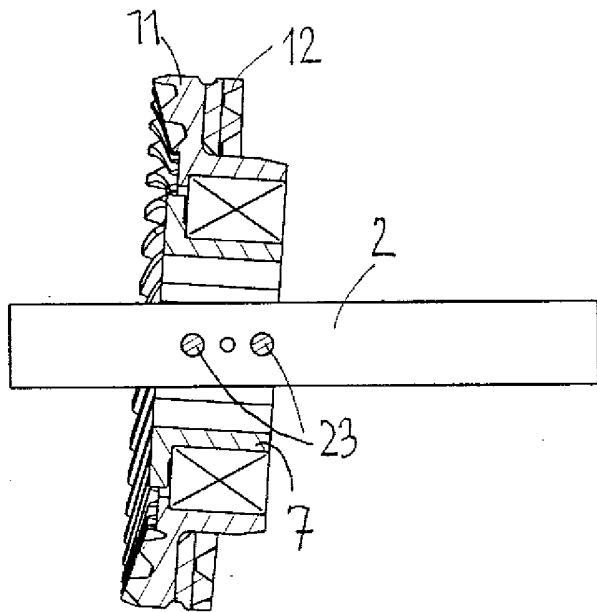
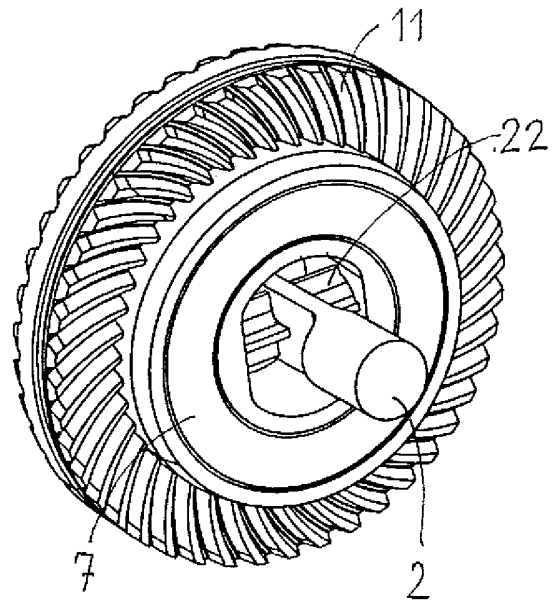


FIG. 10

FIG. 11