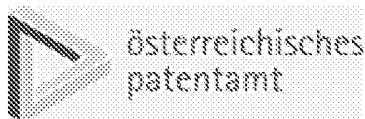


(19)



(10)

AT 514679 B1 2015-05-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 322/2013
 (22) Anmeldetag: 18.04.2013
 (45) Veröffentlicht am: 15.05.2015

(51) Int. Cl.: **F16H 9/10** (2006.01)
B62M 9/08 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:

FR 890854 A
 DE 4031865 A1
 DE 3318278 A1
 DE 3541182 A1
 DE 10115377 C1
 US 5772546 A
 GB 510474 A

(73) Patentinhaber:

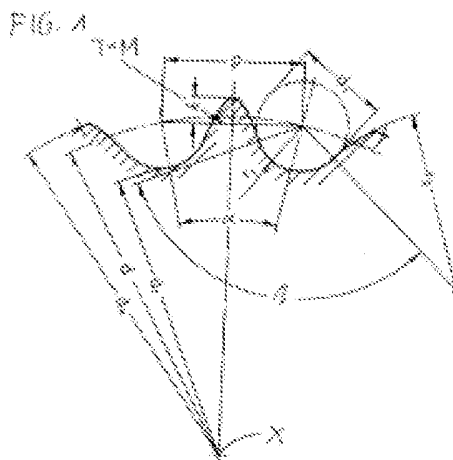
Harb Walter
 6130 Schwaz (AT)

(74) Vertreter:

Torggler Paul Mag. Dr., Hofinger Stephan
 Dipl.Ing. Dr., Gangl Markus Mag. Dr., Maschler
 Christoph MMag. Dr.
 Innsbruck

(54) **Umfangveränderlicher Zahnkranz**

(57) Umfangveränderlicher Zahnkranz (1) zum Führen eines Zugmittels, insbesondere einer Kette (2), wobei eine Kettenmittellinie (K) einem gedachten mittleren Verlauf des Zugmittels auf dem Zahnkranz (1) entspricht, mit einer Hauptdrehachse (X) und zumindest zwei relativ zueinander bewegbaren Zahnkranzsegmenten (3a, 3b, 3c, 3d), wobei zwischen den Zahnkranzsegmenten (3a, 3b, 3c, 3d) ein Schaltspalt (4a, 4b, 4c, 4d) öffnen- und schließbar ist und wobei die Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) auf Trägerelementen (5a, 5b, 5c, 5d) angeordnet sind und sich die Trägerelemente (5a, 5b, 5c, 5d) in axialer Richtung betrachtet axial unterhalb der Ebene (E_z) befinden, in der sich die Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) befinden, wobei die zumindest zwei Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) um eine Drehachse (D_1, D_2, D_3, D_4) relativ zueinander drehbar sind und diese Drehachse (D_1, D_2, D_3, D_4) die Ebene (E_z), wo sich die Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) befinden, im Bereich der Kettenmittellinie (K) durchstößt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen umfangveränderlichen Zahnkranz zum Führen eines Zugmittels, insbesondere einer Kette, wobei eine Kettenmittellinie einem gedachten mittleren Verlauf des Zugmittels auf dem Zahnkranz entspricht, mit einer Hauptdrehachse und zumindest zwei relativ zueinander bewegbaren Zahnkranzsegmenten, wobei zwischen den Zahnkranzsegmenten ein Schaltspalt offen- und schließbar ist und wobei die Zahnkranzsegmente auf Trägerelementen angeordnet sind und sich die Trägerelemente in axialer Richtung betrachtet axial beabstandet von der Ebene befinden, in der sich die Zahnkranzsegmente befinden. Zudem betrifft die Erfindung eine Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtung mit einem solchen Zahnkranz sowie ein Fahrrad mit einer derartigen Antriebsvorrichtung.

[0002] Bei vielen Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtungen werden schon seit langem Zahnkränze mit einem Zugmittel (z.B. einer Kette oder einem Zahnriemen) eingesetzt. Durch Drehen des Zahnkranzes wird die Energie entsprechend auf das Zugmittel übertragen bzw. umgekehrt. Um unterschiedliche Übersetzungen zu ermöglichen, werden Zahnkränze mit unterschiedlichen Durchmessern und unterschiedlicher Zahnanzahl eingesetzt. Bei Fahrrädern ist dazu ein gängiges Prinzip, dass mehrere Zahnkränze in axialer Richtung nebeneinander angeordnet sind, wobei die einzelnen Zahnkränze unterschiedliche Durchmesser und unterschiedlich viele Zähne aufweisen. Durch eine Schaltkonstruktion wird das Zugmittel je nach Schaltstellung auf einem anderen Zahnkranz geführt. Diese Ausführung hat den Nachteil, dass immer mehrere Zahnkränze nebeneinander vorhanden sein müssen, der Schaltvorgang relativ laut ist und die Materialbelastung des Zugmittels und der Zahnkränze bei jedem Schaltvorgang relativ groß ist. Zudem bereitet es Probleme, dass die Gangsprünge groß sind. Je mehr Zahnkränze vorhanden sind, desto größer ist auch der Platzbedarf, was sich nachteilig auf die gesamte Konstruktion auswirkt.

[0003] Um diese Probleme zumindest teilweise zu lösen, sind schon seit vielen Jahrzehnten umfangveränderliche Zahnkränze bekannt, durch die die Größe des Zahnkranzes und somit das Übersetzungsverhältnis verändert werden kann. Beispiele für solche radial vergrößerbaren Zahnkränze gehen aus der DE 40 31 865 A1, der DE 33 18 278 A1, der DE 35 41 182 A1 und der DE 101 15 377 C1 hervor. Nachteilig bei diesen Ausführungsvarianten ist, dass immer alle Zahnkranzsegmente gleichzeitig bewegt werden und dies bei anliegendem Zugmittel unter Last gar nicht bzw. schlecht möglich ist bzw. aufwändige Schaltkonstruktionen vorhanden sein müssen und große Schaltkräfte dabei erforderlich sind. In gleicher Weise gilt dies für die WO 83/02925, bei der alle Zahnkranzsegmente gleichzeitig durch radiales Bewegen geschaltet werden.

[0004] Eine gattungsfremde, rein lastabhängige und nicht aktiv einstellbare Schaltung eines umfangveränderlichen Zahnkranzes geht aus der US 5,772,546 hervor.

[0005] Weiters zeigt die gattungsfremde GB 510 474 einen umfangveränderlichen Zahnkranz, bei dem die einzelnen Zahnkranzsegmente um eine Drehachse drehbar gelagert sind. Es geht aus dieser Schrift kein Trägerelement hervor. Zudem ist diese Konstruktion nicht ausführbar, da der Drehpunkt für die Zahnkranzsegmente genau im Bereich eines Endes der Zahnkranzsegmente liegt und somit der dort anliegenden Kette im Weg ist. Vor allem ist nicht nachvollziehbar, wie und wo genau die drehbare Lagerung der Zahnkranzsegmente erfolgt.

[0006] Weiters zeigt die US 2,421,368 einen umfangveränderlichen Zahnkranz, wobei sich nachteiligerweise alle Segmente bei jeder Öffnung eines Schaltspaltes von der Hauptdrehachse weg bewegen. Es erfolgt somit nachteilig immer eine komplizierte Aufspreizung, bei der die einzelnen Segmente radial und um einen Winkel zur Hauptdrehachse versetzt werden. Nachteilig ist zudem, dass auch hier unter Last große Schaltkräfte erforderlich sind sowie vier Kurbelumdrehungen für eine Umschaltung um acht Schaltspalte notwendig sind. Es dauert daher relativ lange, um eine größere Übersetzungsänderung durchzuführen.

[0007] Die gattungsbildende DE 601 28 265 T2 zeigt ein ausfahrbares Antriebskettenrad für

eine Fahrradgetriebeanordnung. Dabei sind die einzelnen Zahnkranzsegmente zueinander aufschwenkbar und verschiebbar. Nachteilig dabei ist, dass bei der Aufschaltung eines Zahnkranzsegmentes ein großer radialer Versatz zwischen den benachbarten Zahnkranzsegmenten entsteht. Da dies zu einer hohen Belastung der Schaltspalt zugewandten Zähne führt, sind diese Endzähne abweichend von der Form der anderen Zähne ausgebildet, was sehr aufwändig ist. Zudem stimmen die Teilungsabstände (Abstände zwischen den einzelnen Kettengelenken) nicht mehr mit dem Abstand zwischen den Mittelpunkten der einzelnen Zahnkranzlücken überein, weshalb gemäß dieser Schrift die letzte Zahnkranzlücke eines jeden Zahnkranzsegmentes vergrößert ausgeführt sein muss. Somit ist diese Konstruktion sehr aufwändig und teuer, um den im Bereich des Schaltspalts auftretenden Problemen entgegenzuwirken. Dennoch kann eine starke Abnutzung aufgrund der hohen Beanspruchung nicht verhindert werden. Ein weiteres Problem bei der Schaltspaltbildung tritt am schaltspaltabgewandten Ende des bewegten Zahnkranzsegmentes auf, da das dort befindliche Kettengelenk leicht eingeklemmt und dadurch hoch beansprucht wird.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher darin, einen gegenüber dem Stand der Technik verbesserten, umfangveränderlichen Zahnkranz zu schaffen. Insbesondere sollen die Belastungen für die Zähne und das Zugmittel im Bereich des Schaltspalts und im schaltspaltabgewandten Bewegungsbereich der Zahnkranzsegmente vermindert werden.

[0009] Dies wird gemäß der vorliegenden Erfindung mit einem umfangveränderlichen Zahnkranz mit den Merkmalen von Anspruch 1 erreicht. Demgemäß ist vorgesehen, dass die zumindest zwei Zahnkranzsegmente um eine Drehachse relativ zueinander drehbar sind und diese Drehachse die Ebene, in der sich die Zahnkranzsegmente befinden, im Bereich der Kettenmittellinie durchstößt. Wenn nämlich die Drehachse der zwei zueinander verschwenkbaren Zahnkranzsegmente auf der Kettenmittellinie liegt, kommt es zu keiner Einklemmung des Zugmittels im Bereich der Drehachse. Besonders bevorzugt ist hierzu vorgesehen, dass sich diese Drehachse immer zwischen zwei Zahnkranzsegmenten, vorzugsweise zwischen einander zugewandten Enden der Zahnkranzsegmente, befindet. D.h., diese Drehachse befindet sich nicht irgendwo innerhalb des Zahnkranzsegments sondern genau dort, wo sich auch die Drehachse des dort befindlichen Kettengelenks bei am Zahnkranz anliegender Kette befindet.

[0010] Um ein Schalten unter Zugmittellast mit relativ geringem Kraftaufwand zu ermöglichen, ist bevorzugt vorgesehen, dass bei jeder Veränderung des Schaltspaltes zumindest ein Ende eines Zahnkranzsegments, vorzugsweise ein gesamtes Zahnkranzsegment, relativ zur Hauptdrehachse unverändert verbleibt. D.h., dieses zumindest eine unverändert verbleibende Zahnkranzsegment trägt während dem Schaltvorgang die Zugmittellast bzw. Hauptlast des Zugmittels, während ein oder mehrere andere vom Zugmittel gering belastete(s) Zahnkranzsegment(e) unter Schaltspaltbildung geschaltet wird(werden).

[0011] Für die Verbindung zwischen zwei Zahnkranzsegmenten ist bevorzugt vorgesehen, dass die zwei Zahnkranzsegmente über deren Trägerelement verbunden sind. Bevorzugt sind diese Trägerelemente über einen Bolzen verbunden, durch den die Drehachse führt. Hierzu soll nicht ausgeschlossen werden, dass der Bolzen mit einem dieser Trägerelemente einstückig ausgebildet oder mit diesem fest verbunden ist. Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, dass in jedem Trägerelement eine von der Ebene, in der sich die Zahnkranzsegmente befinden, in axialer Richtung axial beabstandete Ausnehmung ausgebildet ist, in dem der Bolzen bzw. ein Drehbolzen gelagert ist. Somit sind die einzelnen Zahnkranzsegmente nicht direkt miteinander verbunden, sondern über die jeweiligen Trägerelemente aneinander drehbar gelagert. Natürlich können das Zahnkranzsegment und das dazugehörige Trägerelement auch einstückig miteinander ausgebildet sein. Bevorzugt sind bei einem zweisegmentigen Zahnkranz die Zahnkranzsegmente über die Trägerelemente an einem Basiselement drehbar gelagert.

[0012] Besonders bevorzugt ist für die drehbewegliche Lagerung der Zahnkranzsegmente zueinander vorgesehen, dass in einem der über den Bolzen miteinander verbundenen Trägerelemente der Bolzen in der Ausnehmung im Wesentlichen unbewegbar gelagert ist während im anderen der über den Bolzen miteinander verbundenen Trägerelemente der Bolzen in der, in

diesem Trägerelement länglich ausgebildeten, Ausnehmung, die vorzugsweise in Form einer Führungsbahn geformt ist, verschiebbar gelagert ist (Dieser Bolzen kann bevorzugt auch das Antriebselement bilden, wie weiter unten noch näher beschrieben wird). Somit sind die Zahnkranzsegmente zueinander nicht nur drehbar sondern auch verschiebbar gelagert. Bei einem zweisegmentigen Zahnkranz kann die Ausnehmung für die Bolzen des Antriebselements in Form einer Führungsbahn auch in einem Basiselement ausgebildet sein.

[0013] Um einen großen Versatz bei der Bildung des Schaltspalts wie bei der DE 601 28 265 T2 zu verhindern, ist bevorzugt vorgesehen, dass die Zahnkranzsegmente zumindest teilweise zwischen zumindest einer äußeren gedachten Ellipse und zumindest einer inneren gedachten Ellipse - die vorzugsweise zueinander unterschiedlich lange Hauptachsen aufweisen - bewegbar sind, wobei die einander zugewandten Enden der unmittelbar benachbarten Zahnkranzsegmente in einer Ausgangsstellung auf einer der gedachten Ellipsen liegen, wobei zur Änderung eines Schaltspalts die einander zugewandten Enden im Wesentlichen entlang der Ellipse, auf dem die einander zugewandten Enden in der Ausgangsstellung liegen, relativ zueinander bewegbar sind. Die Größenänderung des Schaltspalts entspricht dabei bevorzugt genau einer Kettenteilung. Die Ellipse muss grundsätzlich nicht durchgehend exakt ellipsenförmig ausgebildet sein, sondern kann auch abschnittsweise gerade oder ausgebaucht ausgebildet sein. Die Ellipse entspricht einer idealisierten Formgebung. Natürlich kann die Ellipse auch einen Kreis bilden.

[0014] Bei einem zweisegmentigen Zahnkranz kann bevorzugt jede der vorgesehenen Drehachsen in Bezug auf die Hauptdrehachse unverändert bleiben. Vor allem aber bei mehr als zwei Segmenten ist bevorzugt vorgesehen, dass jede Drehachse zwischen einer inneren gedachten Ellipse und einer äußeren gedachten Ellipse bewegbar ist, wobei die Anzahl der gedachten Ellipsen an sich beliebig ist.

[0015] Bei der Aufschaltung bzw. Veränderung eines Schaltspaltes verbleiben die beiden dem Schaltspalt zugewandten Enden der beteiligten Zahnkranzsegmente im Wesentlichen auf derselben gedachten Ellipse, wogegen vor allem nach Bildung des ersten Schaltspalts das diesem ersten Schaltspalt abgewandte Ende des bewegten Zahnkranzsegments auf einer anderen gedachten Ellipse als das dem Schaltspalt zugewandte Ende liegt. Dagegen liegen bei gleich weiter Öffnung aller Schaltspalte alle Enden der Zahnkranzsegmente auf derselben gedachten Ellipse.

[0016] Grundsätzlich kann der Zahnkranz elliptisch aber auch nicht exakt elliptisch ausgebildet sein. Es können je nach Anordnung der Drehkurbel und für eine verbesserte Kraftwirkung auch Ausbauchungen und/oder Geraden vorgesehen sein. Bevorzugt ist allerdings vorgesehen, dass der Zahnkranz in unaufgeschaltetem Zustand exakt kreisrund ausgebildet ist.

[0017] Um die einzelnen Zahnkranzsegmente bzw. Trägerelemente mit der Hauptdrehachse verbinden zu können, ist bevorzugt zumindest ein mit der Hauptdrehachse verbundenes Basiselement vorgesehen, wobei zumindest ein, vorzugsweise jedes, Zahnkranzsegment bzw. Trägerelement an diesem Basiselement bewegbar gelagert ist. Zwischen Hauptdrehachse und Basiselement kann ein Freilauf ausgebildet sein.

[0018] Für die Bewegung jedes Zahnkranzsegments ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass jedes Zahnkranzsegment über ein am Trägerelement des Zahnkranzsegments angebrachtes Antriebselement bewegbar ist, wobei dieses Antriebselement entlang einer im Basiselement ausgebildeten, länglichen Führungsbahn bewegbar ist. Weiters ist hierzu bevorzugt eine, vorzugsweise am Basiselement montierte, Antriebseinheit vorgesehen, durch die das Antriebselement samt Zahnkranzsegment relativ zur Hauptdrehachse bewegbar ist. Diese Antriebseinheit kann in Form eines elektrischen Motors bzw. Aktors oder auch in Form eines hydraulischen, mechanischen oder pneumatischen Aktors ausgebildet sein. Natürlich sind auch Mischformen dieser Antriebe möglich. Wichtig ist, dass die Bewegungsübertragung relativ schnell und direkt funktioniert. Dies kann z.B. dadurch erfolgen, dass die Antriebseinheit ein Zahnrad antreibt, welches das als Zahnstange ausgebildete Antriebselement antreibt.

[0019] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist hierzu weiters vorgesehen, dass das Antriebselement samt Zahnkranzsegment bzw. Trägerelement durch die Antriebseinheit relativ zum Basiselement entlang der im Basiselement ausgebildeten Führungsbahn bewegbar ist.

[0020] Um die Drehbewegung der Zahnkranzsegmente zueinander nicht direkt an der Drehachse relativ kraftaufwändig auslösen zu müssen, ist bevorzugt vorgesehen, dass das Antriebselement des Zahnkranzsegmentes bzw. Trägerelements beabstandet von der dem gerade bewegten Zahnkranzsegment zugehörigen Drehachse angeordnet ist, wobei bei Bewegung des Antriebselementes das Zahnkranzsegment bzw. Trägerelement unter Veränderung des Schaltspaltes um die Drehachse drehbar ist. Somit wird das zu bewegende Zahnkranzsegment an einem drehachsenfernen Punkt bewegt bzw. verschwenkt, sodass sich eine entsprechende Schaltspaltöffnung ergibt.

[0021] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Anzahl der Zahnkranzsegmente und der Bolzen gleich groß ist. Somit ist pro Zahnkranzsegment jeweils ein Bolzen vorgesehen, der aber jeweils die zwei an dieser Stelle benachbarten Zahnkranzsegmente an den einander zugewandten Enden der benachbarten Zahnkranzsegmente bzw. Trägerelemente verbindet.

[0022] Für die Schaltspaltbildung ist es grundsätzlich nur notwendig, dass sich ein einziges Zahnkranzsegment derart bewegt, dass eine Schaltspaltveränderung um exakt eine Kettenteilung erfolgt. Um allerdings bessere Bewegungswinkel, vor allem bei mehreren Zahnkranzsegmenten zu erhalten, ist bevorzugt vorgesehen, dass bei zumindest drei Zahnkranzsegmenten insgesamt gleich viel, also zumindest drei, Bolzen zum Verbinden der Zahnkranzsegmente vorgesehen sind, wobei bei Veränderung des Schaltspaltes immer zumindest zwei Zahnkranzsegmente miteinander bewegbar sind. D.h., beim Aufschalten werden zwei Zahnkranzsegmente miteinander relativ zum dritten Zahnkranzsegment bewegt.

[0023] Bevorzugt ist weiters vorgesehen, dass jeder Bolzen gleichzeitig ein Antriebselement bildet bzw. dass jeder Bolzen mit dem Antriebselement fest verbunden ist.

[0024] Für eine besonders einfache Konstruktion und eine gute Kraftübertragung ist weiters vorgesehen, dass für die gemeinsame Bewegung von zwei Zahnkranzsegmenten der diese beiden Zahnkranzsegmente verbindende Bolzen - der vorzugsweise das Antriebselement bildet - relativ zum Basiselement entlang der im Basiselement ausgebildeten Führungsbahn bewegbar ist.

[0025] Um die Schaltspaltbildung im Wesentlichen entlang der Kettenmittellinie bzw. der gedachten Ellipse zu ermöglichen, sollte die bei der Schaltspaltbildung eingesetzte Drehachse möglichst weit, vorzugsweise zumindest um die Länge eines Zahnkranzsegments, vom Schaltspalt selbst entfernt sein. Bevorzugt ist hierzu vorgesehen, dass von der Hauptdrehachse aus gesehen die schaltspaltbildende Drehachse vom dazugehörigen Schaltspalt um zumindest 90° , vorzugsweise um 180° , versetzt angeordnet ist. Bei drei Zahnkranzsegmenten sollte die Drehachse um 120° vom Schaltspalt versetzt sein. Bei vier Zahnkranzsegmenten ist die Drehachse bevorzugt genau gegenüber, also um 180° versetzt zum Schaltspalt. Es soll aber nicht ausgeschlossen sein, dass sich die Drehachse auch im Bereich von 90° zum Schaltspalt befindet.

[0026] Grundsätzlich kann der erfindungsgemäße Zahnkranz zumindest zwei in Richtung der Hauptdrehachse nebeneinander liegende Zahnkränze aufweisen. Es sind dann entsprechend zumindest zwei Zugmittel und gegebenenfalls zwei oder weitere Basiselemente vorgesehen. Es ist auch möglich ein Zugmittel mit zumindest zwei Zahnkränzen und einem Zugmittelumwerfer vorzusehen.

[0027] Schutz wird auch begehrt für eine Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtung mit einem erfindungsgemäßen Zahnkranz. Bevorzugt weist diese Antriebsvorrichtung auch eine die Hauptdrehachse aufweisende Drehwelle auf, die mit zumindest einem Basiselement verbunden ist, und ein Zugmittel, vorzugsweise eine Kette, das mit dem Zahnkranz kämmt. Grundsätzlich kann sich der gesamte Mechanismus sowohl an der Antriebswelle als auch auf der Abtriebswelle oder auf beiden befinden.

[0028] Wesentlich bei der Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtung ist, dass sich das Übersetzungsverhältnis verändern lässt. Als Zugmittel kann eine Kette, ein Riemen, vorzugsweise ein Zahnriemen, oder auch ein Seil eingesetzt werden.

[0029] Bevorzugt kann das Basiselement zur Gewichtsreduzierung Durchbrüche und Vertiefungen aufweisen, die in ihrer Größe, Anzahl und Form nicht beschränkt sind. Auch die einzelnen Trägerelemente und selbst die Zahnkranzsegmente können solche gewichtsreduzierende Ausnehmungen aufweisen.

[0030] Grundsätzlich kann die Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtung bei jeder beliebigen Maschine mit einer Drehmomentübertragung zur Übersetzungsänderung bzw. Drehmomentwandlung eingesetzt werden. Deshalb wird auch Schutz für eine Maschine nach Anspruch 23 begehrt. Bevorzugt ist vor allem bei einem Fahrrad vorgesehen, dass am Basiselement Befestigungsmöglichkeiten für die Befestigung der Drehwelle (Antriebswelle) sowie zur Befestigung eines Kurbelarms bzw. Pedalarms vorhanden sind.

[0031] Bevorzugt ist weiters vorgesehen, dass die einzelnen Antriebseinheiten mechanisch per Finger vom Fahrradlenker aus geschaltet werden. Es kann natürlich auch eine rein computergesteuerte elektronische Schaltung der Antriebseinheiten erfolgen. Natürlich sind auch Mischformen (mechanisch, elektrisch, hydraulisch, pneumatisch usw.) möglich.

[0032] Weiters ist bevorzugt vorgesehen, dass die gesamte Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtung auch nach einer vorher eingestellten Herzfrequenz (mittels Pulsgurt am Körper) oder über eine Trittfrequenz per Computer automatisch geschaltet werden. Es ist aber auch möglich, dass die Antriebsvorrichtung über eine nach der vorher eingestellten Leistung bzw. Wattanzahl, die maximal aufgebracht werden soll, per Computer automatisch geschaltet wird. Die Erfassung der Leistung kann dabei z.B. am Getriebemechanismus, an der Nabe usw. angebracht sein.

[0033] Weitere Einzelheiten und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der Figurenbeschreibung unter Bezugnahme auf die im Folgenden dargelegten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Darin zeigen:

- [0034]** Fig. 1 technische Details eines Zahnkranzes,
- [0035]** Fig. 2 technische Details einer Zahnriemenscheibe,
- [0036]** Fig. 3 ein Fahrrad mit einer Antriebsvorrichtung samt umfangveränderlichem Zahnkranz,
- [0037]** Fig. 4 bis 13 ein Basiselement mitsamt den unterschiedlichen Komponenten eines umfangveränderlichen Zahnkranzes,
- [0038]** Fig. 14 einen Schnitt durch den umfangveränderlichen Zahnkranz,
- [0039]** Fig. 14a einen Zahnkranz mit Aufschaltbahnen
- [0040]** Fig. 15 und 16 Antriebseinheiten und Antriebselemente mit Zähnen,
- [0041]** Fig. 16a die Verriegelung der Antriebselemente am Basiselement,
- [0042]** Fig. 17 die Antriebshebel mit Führungselement,
- [0043]** Fig. 18 bis 23 den schichtweisen Aufbau des umfangveränderlichen Zahnkranzes,
- [0044]** Fig. 24 bis 29 diverse Stellungen eines zweisegmentigen Zahnkranzes,
- [0045]** Fig. 30 bis 49 diverse Stellungen eines dreisegmentigen Zahnkranzes,
- [0046]** Fig. 50 bis 73 diverse Stellungen eines viersegmentigen Zahnkranzes,
- [0047]** Fig. 74 bis 77 einen viersegmentigen Zahnkranz mit besserer Darstellung der einzelnen Führungsbahnen bzw. Ausnehmungen,
- [0048]** Fig. 78 bis 83 diverse Stellungen eines unrunder zweisegmentigen Zahnkranzes,
- [0049]** Fig. 84 bis 91 diverse Stellungen eines unrunder dreisegmentigen Zahnkranzes,

- [0050] Fig. 92 bis 101 diverse Stellungen eines unrunder viersegmentigen Zahnkranzes,
 [0051] Fig. 102 schematisch eine zweisegmentige Zahnriemenscheibe und
 [0052] Fig. 103 und 104 schematisch fünf- bzw. sechssegmentige Zahnkränze.

[0053] Zur allgemeinen Klärung der Begrifflichkeiten sei zunächst auf Figur 1 verwiesen, welche einen Ausschnitt eines Zahnkranzes zeigt. Diese Zahnkranzkonstruktion entspricht im Wesentlichen der deutschen Industrienorm 8196 und bildet die Basis für die Begrifflichkeiten der weiteren Figurenbeschreibung.

[0054] Die Kettenteilung p entspricht dem Abstand der Mittelpunkte der Kettenbolzen bzw. Kettengelenke 33 zueinander. Der maximale Rollendurchmesser d_1 ist idealerweise an den Rollenbettradius r_1 angepasst. Natürlich können die Rollendurchmesser d_1 auch kleiner sein. Die Kettenteilung p bildet gleichzeitig die Grundstrecke eines Teilungspolygons T , wobei die Grundstrecke vom Teilungswinkel α ausgehend von der Hauptdrehachse X im Bereich des Teilkreisdurchmessers d bestimmt wird. Das Teilungspolygon T ist ein Vieleck bestehend aus vielen aufeinanderfolgenden Grundstrecken, die jeweils der Kettenteilung p entsprechen. Gemäß der vorliegenden Erfindung bestimmt der in Figur 1 dargestellte Teilkreisdurchmesser d die Lage der Kettenmittellinie M . Die weiteren in Figur 1 dargestellten Durchmesser betreffenden Fußkreisdurchmesser d_f und den Kopfkreisdurchmesser d_a . Weiters sind in Figur 1 der Rollenbettwinkel β , Zahnhöhe k über Teilungspolygon T und der Zahnflankenradius r_2 eingezeichnet. Im Hauptanspruch ist angegeben, dass die in Figur 1 nicht dargestellte Drehachse D_1 bis D_4 die Ebene E_z im Bereich der Kettenmittellinie M durchstößt. Grundsätzlich können beliebig viele Drehachsen $D_1, D_2, \dots, D_n$ vorhanden sein. „Im Bereich der Kettenmittellinie“ ist in radialer Richtung dabei derart auszulegen, dass die Drehachsen D_1 bis D_4 um maximal eine halbe Kettenteilung p von der Kettenmittellinie M abweichen dürfen. Bevorzugt ist vorgesehen, dass die Drehachse um maximal 25%, vorzugsweise um maximal 10%, der Kettenteilung p von der Kettenmittellinie M abweicht. Idealerweise befindet sich die Drehachse D_1 bis D_4 exakt auf der Kettenmittellinie M . Die Drehachse D_1 bis D_4 kann im Wesentlichen auf jedem beliebigen Punkt der Kettenteilung p liegen, somit kann die Drehachse D_1 bis D_4 den Zahnkranz im Bereich eines Zahnes schneiden bzw. durchstoßen. Bevorzugt schneidet bzw. durchstößt die Drehachse D_1 bis D_4 die Kettenteilung p genau an dessen Ende und somit am Eckpunkt des Teilungspolygons T . Anders ausgedrückt ist somit bevorzugt vorgesehen, dass sich die Drehachse D_1 bis D_4 genau am Ende der Grundstrecke des Teilungspolygons T bzw. an den Eckpunkten des Teilungspolygons T und somit genau in der Mitte der Kettenrolle (Kettengelenk 33) befindet. Somit findet die Drehung genau um eine fortgesetzte gedachte Linie der Drehachse des Kettengelenks 33 statt, wodurch der Zahnabstand bzw. die Kettenteilung p dabei genau erhalten bleibt. Bei unrunder Zahnkränzen wird als Drehpunkt D_1 bis D_4 vorzugsweise der Schnittpunkt vom Mittelpunkt des Rollendurchmessers d_1 mit dem Anfangs- bzw. Endpunkt der Grundstrecke (Teilungsabstand p) des Teilungspolygons T gewählt, da auch hier diese den optimalen Drehpunkt darstellt, weil eine Drehung möglichst genau im Kettengelenk 33 stattfindet und so der Teilungsabstand p ebenfalls genau erhalten bleibt.

[0055] Der „gedachte mittlere Verlauf“ des Zugmittels entspricht bei einem Riemen, bevorzugt bei einem Zahnriemen, dessen Wirklinie. Der „gedachte mittlere Verlauf“ des Zugmittels entspricht bei einem Zahnkranz dem Teilungspolygon T . Die Kettenmittellinie M entspricht natürlich nur dort dem Teilungspolygon T , wo die Kette 2 auch am Zahnkranz anliegt. In weiter unten beschriebenen Zeichnungen bzw. Figuren ist die Kettenmittellinie M immer als idealisierter Kreis bzw. Teilkreis, als Ellipse bzw. Teilellipse dargestellt, auf der die Eckpunkte des Teilungspolygons T des Zahnkranzes liegen.

[0056] Wie in Figur 2 dargestellt ist, muss der Zahnkranz nicht unbedingt der Führung eines Zugmittels in Form einer Kette 2 dienen, vielmehr kann der Zahnkranz auch zum Antreiben eines Zugmittels in Form eines Riemens, vorzugsweise eines Zahnriemens, ausgebildet sein. Diese Figur 2 entspricht der deutschen Industrienorm 5294, wobei hier der Wirkdurchmesser d_w die Lage der Kettenmittellinie M bestimmt. Die Kettenmittellinie M entspricht hier der Wirklinie, auf der die Teilung erfolgt (gebogene Teilungslinie, die dem Teilungspolygon T entspricht).

Dieser Wirkdurchmesser d_w des Zahnkranzes ist um den Wirklinienabstand u vom Außendurchmesser d_a des Zahnkranzes beabstandet. Die Eckbereiche der einzelnen Zähne sind mit dem Fußradius r_b bzw. mit dem Kopfradius r_d abgerundet. Weiters sind in dieser Figur 2 der Zahnlückenwinkel γ , die Zahnlückentiefe h_g und die untere Zahnlückenbreite b_w eingezeichnet. Als wiederum wesentlich für die Anordnung der hier nicht dargestellten Drehachsen D_1 bis D_4 ist der Zahnteilungsabstand t (entspricht der Kettenteilung p bei Figur 1) eingezeichnet, wobei die Drehachse D_1 bis D_4 genau am Ende der Zahnteilung t und somit auf der Kettenmittellinie M liegt, deren Lage durch den Wirkdurchmesser d_w des Zahnkranzes bestimmt wird. Grundsätzlich sollte die Drehachse D_1 bis D_4 bei kreisrunden oder unrounden Zahnkränzen so angeordnet sein, dass sie möglichst in der biegeneutralen Wirklinie des Zahnriemens liegt.

[0057] Als dritte Variante für ein Zugmittel kann auch ein Seil verwendet werden. Dabei weist der Zahnkranz natürlich keine Zähne auf. Die Anordnung der Drehachse D_1 bis D_4 für die Aufschaltung eines Schaltspaltes 4a bis 4d liegt dabei bevorzugt genau im Bereich der Wirklinie des als Zugmittel verwendeten Seils, wobei diese Wirklinie der Kettenmittellinie M entspricht.

[0058] In Figur 3 ist ein Fahrrad 15 mit einer Antriebsvorrichtung 13 dargestellt, wobei die Antriebsvorrichtung zumindest das Zugmittel in Form einer Kette 2 und den hier nicht ersichtlichen Zahnkranz 1 umfasst. Der in diesem Fall zweisegmentige Zahnkranz 1 ist am Basiselement 9 bewegbar befestigt, wobei das Basiselement 9 wiederum mit der Drehwelle 14, welche die Hauptdrehachse X aufweist, verbunden ist. Mit dieser Drehwelle 14 sind wiederum die Pedalarms 16 sowie die Pedale 17 verbunden. Die Schaltung der einzelnen, nicht dargestellten Zahnkranzsegmente 3a und 3b erfolgt vorzugsweise händisch über ein am Fahrradlenker 18 angebrachtes Schaltelement 19. Über ein Seil 20 wird die Schaltstellung auf die hier nicht dargestellten Antriebseinheiten 40a und 40b mechanisch weitergeleitet. Alternativ oder zusätzlich kann die Schaltstellung auch durch ein elektrisches Signal übertragen bzw. eingestellt werden. Durch diese Antriebseinheiten 40a und 40b werden die ebenfalls nicht dargestellten Antriebszahnräder bzw. -hebel 12a und 12b über die Drehelemente 32 verdreht und damit die Antriebselemente 10a und 10b entlang der im Basiselement 9 ausgebildeten Führungsbahnen 11a und 11b unter Bildung der Schaltspalte 4a und 4b bewegt. Weiters sind in dieser Figur 3 die Drehachsen D_1 und D_2 der einzelnen nicht dargestellten Zahnkranzsegmente 3a und 3b ersichtlich, um die sich die einzelnen Zahnkranzsegmente 3a und 3b beim Bewegen der Antriebselemente 10a und 10b bewegen bzw. verschwenken. Generell ist zum Fahrrad 15 auszuführen, dass dieses einen Rahmen 21 und zwei am Rahmen drehbar gelagerte Räder (Vorderrad 22 und Hinterrad 23) aufweist. Im Bereich des Hinterrads 23 kann eine an sich bekannte Schaltung vorhanden sein. Natürlich kann aber auch dort ein erfindungsgemäßer umfangveränderlicher Zahnkranz 1 montiert sein. Wichtig ist für die Anpassung an die Umfangsveränderungen je nach Schaltstellung, dass ein federbelastetes Ausgleichselement 24 vorgesehen ist, um welches das Zugmittel bzw. die Kette 2 S-förmig geführt ist. Die generelle Funktion dieses (Kettenlängen-)Ausgleichselements 24 ist einem Fachmann im Bereich der Fahrradherstellung bekannt, weshalb auf eine nähere Beschreibung hier verzichtet wird.

[0059] Figur 4 zeigt ein Basiselement 9 sowie einen Pedalarm 16. Das Basiselement 9 ist über die Ausnehmung 25 mit bzw. an einer Drehwelle 14 fest verbunden. Weiters sind im Basiselement 9 Ausnehmungen 26 für die hier nicht dargestellten Drehbolzen 27 der Trägerelemente 5a und 5b ersichtlich. Weiters sind die im Basiselement 9 ausgebildeten Führungsbahnen 11a und 11b für die Antriebselemente 10a und 10b dargestellt. Für einen besseren Halt und eine stabilere Ausbildung können auch zwei im Wesentlichen identisch ausgebildete Basiselemente 9 beabstandet voneinander an der Drehwelle 14 bzw. am Pedalarm 16 befestigt sein.

[0060] In Figur 5 sind die in den Ausnehmungen 26 gelagerten Drehbolzen 27 sowie die in den Führungsbahnen 11a und 11b verschiebbar geführten Antriebselemente 10a und 10b ersichtlich. In Figur 6 ist weiters dargestellt, dass die Trägerelemente 5a und 5b einerseits mit den Drehbolzen 27, die sich in den Ausnehmungen 7a und 7b befinden, und andererseits mit den Antriebselementen 10a und 10b verbunden sind. In weiterer Folge ist in Figur 7 ein jeweils an den Trägerelementen 5a und 5b angebrachtes Abstandselement 28a und 28b dargestellt. Wie in Figur 8 dann weiter ersichtlich, ist an diesem Abstandselement 28a und 28b jeweils das

Zahnkranzsegment 3a und 3b befestigt. Das Zahnkranzsegment 3a bzw. 3b, das Abstandselement 28a bzw. 28b und das Trägerelement 5a und 5b können auch einstückig ausgebildet sein.

[0061] In Figur 9 ist ein Blick auf das Basiselement 9 von der anderen Seite gezeigt. Dabei ist ersichtlich, dass die Antriebselemente 10a und 10b sowie die Drehbolzen 27 verbreiterte und vorzugsweise scheibenförmige Halteplatten aufweisen. In Figur 10 sind die beiden Zahnkranzsegmente 3a und 3b dargestellt. In Figur 11 sind die beiden Zahnkranzsegmente 3a und 3b mit den Abstandselementen 28a und 28b dargestellt und in Figur 12 sind zusätzlich die Trägerelemente 5a und 5b mitsamt den Antriebselementen 10a und 10b sowie den Drehbolzen 27 dargestellt. In Figur 13 wiederum ist das Basiselement 9 ersichtlich, wobei die Trägerelemente 5a und 5b gemäß Figur 12 durch die Führungsbahnen 11a und 11b hindurch ersichtlich sind. In dieser Figur 13 ist im Gegensatz zur Figur 9 auf die Darstellung der Halteplatten verzichtet worden.

[0062] Figur 14 zeigt einen Schnitt S durch die Antriebsvorrichtung 13 gemäß Figur 14a im Bereich der Hauptdrehachse X. Am Tretlager 36 ist dabei eine Antriebseinheit 40a in Form eines Motors angeordnet. Durch diesen Motor lässt sich der Stift 31 verstellen, durch den das Antriebselement 10c und somit der Bolzen 6c entlang der in zumindest einem der Führungsbahnelemente 34 ausgebildeten Aufschaltbahn 35 verstellt wird. Durch das Verstellen dieses Antriebselements 10c dreht sich das Trägerelement 5c mitsamt dem Abstandselement 28c und dem Zahnkranzsegment 3c um die Drehachse D_3 . In dieser Figur 14 ist auch ersichtlich, dass sich die Trägerelemente 5a und 5c in axialer Richtung A betrachtet axial versetzt zur bzw. unterhalb der Ebene E_z befinden, in der sich die Zahnkranzsegmente 3a und 3c befinden. Somit sind die Bolzen 6a bis 6d nicht in den Zahnkranzsegmenten 3a bis 3d - durch die die Drehachsen D_1 bis D_4 führen - angeordnet, sondern in einer axial unterhalb der Zahnsegmentebene E_z liegenden Ebene der Trägerelemente 5a bis 5d angeordnet und enden vor dieser Ebene E_z .

[0063] Figur 15 zeigt in einer Draufsicht ein anderes Ausführungsbeispiel für die Aufschaltung mit vier Antriebszahnradern 12a bis 12d bei einem viersegmentigen Aufbau des Zahnkranzes 1. Dabei weisen die einzelnen Antriebseinheiten 40a bis 40d jeweils ein von einem Drehelement 32 drehbares Antriebszahnrad 12a bis 12d auf, welches jeweils mit an den Antriebselementen 10a bis 10d ausgebildeten Zähnen kämmt. In Figur 15 sind die Antriebselemente 10a bis 10d jeweils in einer Ausgangsstellung dargestellt, bei der der Zahnkranz 1 nicht aufgeschaltet ist. Der Bolzen 6d ist in der Führungsbahn 11d im nicht dargestellten Basiselement 9 geführt. Die Energieversorgung der Antriebseinheiten 40a bis 40d kann wie an sich bekannt - zum Beispiel durch Schleifkontakte, Induktion oder Ähnliches - erfolgen.

[0064] Wenn dagegen gemäß Figur 16 die Antriebseinheit 40d das Antriebszahnrad 12d gegen den Uhrzeigersinn dreht, so bewegt sich der Bolzen 6d gemäß Figur 16 entlang der Führungsbahn 11d nach links. Das Antriebselement 10d ist zusätzlich über ein weiteres Führungselement 29 in der im Basiselement 9 ausgebildeten Bahn 30 geführt. Der Bolzen 6d ist zudem in einer Ausnehmung 7a im Trägerelement 5a im Wesentlichen unbewegbar gelagert. Im Wesentlichen unbewegbar heißt dabei, dass sich der Bolzen 6d in der Ausnehmung 7a drehen kann, aber nicht relativ zum Trägerelement 5a verschieben kann. Er kann aber auch mit dem Trägerelement 5a fest verbunden oder mit diesem einstückig ausgebildet sein. Weiters ist dieser Bolzen 6d in der im Trägerelement 5d ausgebildeten Ausnehmung 7h, die vorzugsweise in Form einer Führungsbahn 8 geformt ist, verschiebbar gelagert.

[0065] Wenn sich nun das Antriebselement 10d von der Stellung gemäß Figur 15 in die Stellung gemäß Figur 16 bewegt, so nimmt der Bolzen 6d die beiden Trägerelemente 5a und 5d um die Drehachse D_4 im Bolzen 6c. Durch diese Schwenkbewegung öffnet sich ein in Figur 16 nicht dargestellter Schaltspalt zwischen den Trägerelementen 5a und 5b, wobei sich der Bolzen 6a relativ zur im Trägerelement 5a ausgebildeten Führungsbahn 7e nach rechts bewegt. Gemäß dieser viersegmentigen Ausführung eines Zahnkranzes 1 liegt der zu öffnende Schaltspalt von der Hauptdrehachse X aus gesehen im Wesentlichen um 180° versetzt zur Drehachse D_4 . In dieser Figur 16 ist das Basise-

lement 9 selbst nicht dargestellt, nur die in diesem Basiselement ausgebildeten Führungsbahnen 11a bis 11d und die Bahn 30. In einem Querschnitt gesehen würden die Antriebselemente 10a bis 10d, die Antriebseinheiten 40a bis 40d, die Trägerelemente 5a bis 5d sowie die nicht dargestellten Zahnkranzsegmente 3a bis 3d auf einer Seite des Basiselements 9 angeordnet sein. Die Bolzen 6a bis 6d führen parallel zur Hauptdrehachse X durch alle Komponenten (Antriebselemente 10a bis 10d, Basiselement 9 und Trägerelemente 5a bis 5d) hindurch.

[0066] Figur 16a zeigt die zu Figur 16 passende Verriegelung der Antriebselemente 10a bis 10d, um eine Verschiebung der Antriebselemente 10a bis 10d bei Erreichen einer gewünschten Stellung zu verhindern. Dafür sind Verriegelungsmotoren 37 vorgesehen, die jeweils einen Verriegelungsstift 38 antreiben. Diese Verriegelungsstifte 38 greifen in die Verriegelungsbohrungen 39 in den Antriebselementen 10a bis 10d ein und arretieren diese in der gewünschten Stellung relativ zum Basiselement 9.

[0067] Im Gegensatz zu den in Figur 15 und 16 dargestellten Antriebsmechanismen mittels Zahnrädern und Zahnstangen, können auch drehbare Antriebshebel die Antriebszahnräder 12a bis 12d ersetzen bzw. bilden. Diese drehbaren Antriebshebel 12a bis 12d sind in Figur 17 ersichtlich und sind jeweils über ein Führungselement 29 in einer im Basiselement 9 ausgebildeten Bahn 30 geführt. Wenn dieses gesamte Basiselement 9 von der anderen Seite betrachtet wird (siehe Figur 18), so ist zu sehen, dass diese Führungselemente 29 mit den Antriebselementen 10a bis 10d verbunden sind, in welchen wiederum die Bolzen 6a bis 6d gehalten sind. Weiters ist ersichtlich, dass die Drehelemente 32 durch das Basiselement 9 hindurch ragen. In weiterer Folge ist in Figur 19 ersichtlich, dass die schematisch dargestellten Antriebseinheiten 40a bis 40d, die in diesem Fall als Servomotoren ausgebildet sind, am Basiselement 9 angeordnet sind und die Drehelemente 32 drehbar antreiben. Natürlich kann auch bei diesem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 17 bis 13 eine Verriegelung wie in Figur 16a vorgesehen sein.

[0068] In Figur 20 ist der gesamte Zahnkranz 1 weiter vervollständigt, indem die ersten Teile der Trägerelemente 5a bis 5d mit den länglichen Ausnehmungen 7e bis 7h montiert sind, in denen die Bolzen 6a bis 6d verschiebbar geführt sind.

[0069] In Figur 21 sind auch die zweiten Komponenten der Trägerelemente 5a bis 5d fest mit den ersten Komponenten verbunden und greifen jeweils über die Ausnehmungen 7a bis 7d an jeweils anderen Bolzen 6a bis 6d an. Auf den einzelnen Trägerelementen 5a bis 5d sind dann gemäß Figur 22 die Abstandselemente 28 angebracht, auf denen gemäß Figur 23 wiederum die einzelnen Zahnkranzsegmente 3a bis 3d angebracht sind. Beim Aufschalten eines Schaltspalts erfolgt dies wiederum in gleicher Art und Weise wie in den Figuren 15 und 16. Beispielsweise erfolgt eine Schaltspaltbildung zwischen den Zahnkranzsegmenten 3b und 3c dadurch, dass ein Drehelement 32 von der Antriebseinheit 40a gegen den Uhrzeigersinn gedreht wird, wodurch sich der passende Antriebhebel 12a verschwenkt und das Antriebselement 10a über das Führungselement 29 verschoben wird. Dadurch bewegt sich der Bolzen 6a entlang der Führungsbahn 11a im Basiselement 9 (siehe z.B. Figur 17) und verschwenkt die beiden Trägerelemente 5a und 5b gemeinsam um die Drehachse D_4 . Dadurch öffnet sich gegenüber dieser Drehachse D_4 der Schaltspalt zwischen den Zahnkranzsegmenten 3b und 3c. Da sich die Drehachse D_4 im Wesentlichen exakt auf der Kettenmittellinie M befindet, kommt es zu keinem Einzwicken oder zu keiner Überlastung des Zugmittels im Bereich der Drehachse D_4 zwischen den Zahnkranzsegmenten 3a und 3d. Zusätzlich kommt es bei der Schaltspaltbildung auch zu einem Verschwenken der Zahnkranzsegmente 3a und 3b zueinander um die Drehachse D_1 . Auch hierbei tritt kein Einzwicken der Kette 2 auf.

[0070] Natürlich sind auch weitere pneumatische, elektrische, hydraulische und mechanische Verstellmechanismen denkbar, um die Relativbewegung der Zahnkranzsegmente 3a bis 3d relativ zum Basiselement 9 durchzuführen.

[0071] Figur 24 zeigt die Draufsicht auf einen zweisegmentigen Zahnkranz 1 mitsamt der Kette 2. Die einzelnen Kettengelenke 33 befinden sich dabei jeweils zwischen den Zähnen des Zahnkranzes 1. Die beiden Zahnkranzsegmente 3a und 3b bilden keinen Schaltspalt.

[0072] In Figur 25 ist dargestellt, dass der Abstand zwischen den Kettengelenken 33 genau die Kettenteilung p definiert. Um diese Länge der Kettenteilung p erfolgt auch die Aufschaltung des Schaltspalts 4a. Zur Aufschaltung dieses Schaltspalts 4a wird das Trägerelement 5b über die im Trägerelement 5b ausgebildete Ausnehmung 7f entlang des im Basiselement 9 befestigten Drehbolzens 27 durch ein entsprechendes, hier nicht dargestelltes Antriebselement 10b verschoben. Durch die Verschiebung erfolgt ein Verschwenken des Trägerelements 5b samt dem Zahnkranzsegment 3b um die vom Drehbolzen 27 gebildete Drehachse D_1 . Dadurch öffnet sich der Schaltspalt 4a um genau eine Kettenteilung p . Die Öffnung des Schaltspalts 4a kann über das Antriebselement 10b exakt eingestellt und über die Verriegelungsbohrungen 39 fixiert werden.

[0073] Wenn sich nun der gesamte Zahnkranz 1 weiter gegen den Uhrzeigersinn (Drehrichtung R) um ca. 180° dreht, so gelangt der Zahnkranz 1 in die Stellung gemäß Figur 26. Im Bereich des Schaltspalts 4a liegt die Kette 2 über die Kettengelenke 33 genau zwischen den Zähnen der Zahnkranzsegmente 3a und 3b an, da der Schaltspalt 4a genau der Länge der Kettenteilung p entspricht. Da nun im gegenüberliegenden Bereich zwischen den Zahnkranzsegmenten 3a und 3b die Kette 2 nicht mehr anliegt, kann auch in diesem Bereich der Schaltspalt 4b in gleicher Art und Weise geöffnet werden. Natürlich wird auch dieser wiederum exakt um eine Kettenteilung p durch Drehen um die Drehachse D_2 geöffnet. Somit kann nach etwas mehr als einer halben Umdrehung des Zahnkranzes 1 der Zahnkranz 1 um zwei Zähne aufgeschaltet werden. Da die Drehachsen D_1 und D_2 genau auf der Kettenmittellinie M liegen, kommt es auch zu keinem Einklemmen und zu keiner großen Belastung der Kette 2 und deren Kettengelenken 33. Ein Aufschalten der Schaltspalte 4a und 4b darf natürlich nur in einem solchen Bereich erfolgen, in dem im Bereich des zu bildenden oder zu verändernden Schaltspalts 4a und 4b die Kette 2 nicht anliegt. Um dies zu ermöglichen können Sensoren oder sonstige mechanische Vorrichtungen vorhanden sein, die eine Schaltspaltbildung nur bei einer entsprechenden Stellung des Zahnkranzes 1 bzw. der Zahnkranzsegmente 3a bis 3d erlauben. Da bei Einsatz von Servomotoren die Schaltspaltveränderung sehr schnell erfolgt, stellt dies keine technischen Probleme dar.

[0074] Die Möglichkeit, den Zahnkranz 1 um zwei Zähne bzw. zwei Kettenteilungen p aufzuschalten, ist in Figur 27 dargestellt. Demgemäß ist ersichtlich, dass das Zahnkranzsegment 3b gleich über die gesamte Ausnehmung 7f bewegt wurde, sodass sich das Zahnkranzsegment 3b unter Aufschaltung des doppelten Schaltspalts 4a um die Drehachse D_1 relativ zum Basiselement 9 bzw. Zahnkranzsegment 3a verschwenkt. Dies soll nicht ausschließen, dass eine Aufschaltung um drei oder mehr Zähne nach diesem Prinzip erfolgen kann.

[0075] Figur 28 entspricht von der Aufschaltstellung her der Figur 25, wobei zusätzlich der Pedalarm 16 und das Pedal 17 eingezeichnet sind. Der Zahnkranz 1 ist soweit weiter gedreht, dass die Kette 2 den Schaltspalt überdeckt bzw. überbrückt. In Figur 29 ist der Zahnkranz 1 um insgesamt vier Zähne aufgeschaltet.

[0076] Figur 30 zeigt einen dreisegmentigen Zahnkranz 1 mit den Zahnkranzsegmenten 3a, 3b und 3c. Sämtliche Drehachsen D_1 , D_2 und D_3 befinden sich in dieser Ausgangsstellung genau auf der Kettenmittellinie M bzw. dem Teilungspolygon T.

[0077] Das Kettengelenk 33 ist nur hilfsweise für die Veranschaulichung der Kettenteilung p dargestellt. Um nun den Zahnkranz 1 im Umfang um drei Zähne zu vergrößern (siehe Figur 31) wird idealerweise wie folgt vorgegangen:

[0078] In Figur 32 liegen alle Drehachsen D_1 , D_2 und D_3 und somit die Bolzen 6a, 6b und 6c auf der Kettenmittellinie M bzw. dem Teilungspolygon T, die in diesem Fall die innere gedachte Ellipse L_0 bildet. Weiters ist in Figur 32 auch die äußere gedachte Ellipse L_1 eingezeichnet, wohin alle Bolzen 6a, 6b und 6c nach Aufschaltung um drei Zähne gelangen sollen.

[0079] Für die Öffnung des ersten Schaltspalts wird nun zunächst der Bolzen 6a von der inneren gedachten Ellipse L_0 auf die äußere gedachte Ellipse L_1 über das Antriebselement 10b bewegt (siehe Figur 33). Damit verschwenken sich auch die beiden Zahnkranzsegmente 3a und

3b um die Drehachse D_1 . Um zu erreichen, dass der Schaltspalt 4a exakt geöffnet wird, erfolgt gleichzeitig mit der Verschwenkung der beiden Zahnkranzsegmente 3a und 3b um die Drehachse D_1 auch eine Relativbewegung der beiden Zahnkranzsegmente 3a und 3b zueinander (siehe Figur 34). Durch eine entsprechenden Ausbildung der hier nicht dargestellten Führungsbahn 8 im Trägerelement 5a erfolgt nämlich eine leichte Verschwenkung der Zahnkranzsegmente 3a und 3b zueinander um die Drehachse D_3 , sodass das schaltspaltzugewandte Ende N_z des Zahnkranzsegmentes 3a im Bereich der inneren gedachten Ellipse L_0 verbleibt, während das schaltspaltabgewandte Ende N_A des Zahnkranzsegmentes 3a bereits auf der äußeren gedachten Ellipse L_1 liegt.

[0080] Wenn nun der nächste Schaltvorgang erfolgt, werden die beiden Zahnkranzsegmente 3b und 3c unter Bildung des Schaltspalts 4b durch das Antriebselement 10c um die Drehachse D_2 bewegt. Dies erfolgt dadurch, dass sich der Bolzen 6b von der inneren gedachten Ellipse L_0 auf die äußere gedachte Ellipse L_1 bewegt (siehe Figur 35). Gleichzeitig erfolgt durch die Ausbildung der Führungsbahn 8 (Ausnehmung 7b) im Trägerelement 5b des Zahnkranzsegmentes 3b eine Relativbewegung des Zahnkranzsegments 3b zum Zahnkranzsegment 3c, sodass der Bolzen 6a auf der äußeren gedachten Ellipse L_1 verbleibt (siehe Figur 36). Dadurch ist der Schaltspalt 4b exakt um eine Kettenteilung p geöffnet und es befindet sich das schaltspaltzugewandte Ende N_z und das schaltspaltabgewandte Ende N_A des Zahnkranzsegmentes 3b auf der äußeren gedachten Ellipse L_1 .

[0081] Um nun auch den Schaltspalt 4c zu öffnen, wird der Bolzen 6c über das Antriebselement 10a von der inneren gedachten Ellipse L_0 auf die äußere gedachte Ellipse L_1 bewegt, wodurch sich die beiden Zahnkranzsegmente 3a und 3c um die Drehachse D_3 verschwenken (siehe Figur 37). Gleichzeitig erfolgt durch die Ausbildung der Ausnehmung 7c im Trägerelement 5c eine Relativbewegung der Zahnkranzsegmente 3a und 3c zueinander, sodass das schaltspaltzugewandte Ende N_z des Zahnkranzsegmentes 3c auf der äußeren gedachten Ellipse L_1 liegt. Dadurch ist die gewünschte Stellung gemäß Figur 38 erreicht, sodass bei gleich weiter Öffnung aller Schaltspalte 4a, 4b und 4c alle Enden N_A und N_z der Zahnkranzsegmente 3a, 3b und 3c auf derselben gedachten Ellipse L_1 liegen. In manchen dieser beschriebenen Figuren 30 bis 38 (und auch noch in weiter unten beschriebenen Figuren) sind zur Veranschaulichung der Kettenteilung p die Kettengelenke 33 abgebildet. Diese sollen also nicht mit den im Wesentlichen identisch dargestellten Bolzen 6a bis 6c bzw. mit den Drehbolzen 27 (siehe zum Beispiel Figur 5) verwechselt werden.

[0082] Wenn der Zahnkranz 1 ausgehend von der um drei Zähne aufgeschalteten Stellung gemäß Figur 38 in die um sechs Zähne aufgeschaltete Stellung gemäß Figur 39 aufgeschaltet wird, erfolgt dies wieder auf die gleiche Art und Weise. In der Ausgangsstellung gemäß Figur 38 liegen dabei die Bolzen 6a, 6b und 6c jeweils auf der inneren gedachten Ellipse L_1 und gelangen durch entsprechende Aufschaltung gemäß den Figuren 41 bis 46 allesamt auf die äußere gedachte Ellipse L_2 . Natürlich kann auch eine Aufschaltung um gleich zwei Kettenteilungen p im Bereich des Schaltspalts 4a (siehe Figur 47) und in weiterer Folge auch bei den Schaltspalten 4b und 4c erfolgen.

[0083] Es soll bei einer dreisegmentigen Ausbildung des Zahnkranzes 1 auch nicht ausgeschlossen werden, dass der Schaltspalt 4a etwas versetzt ausgebildet ist, aber dennoch genau um eine Kettenteilung p erfolgt, indem nur ein Zahnkranzsegment 3a um die Drehachse D_3 verschwenkt wird (siehe Figur 48). Idealerweise erfolgt aber die Schaltspaltbildung bei einem dreisegmentigen Zahnkranz 1 wie in Figur 49 dargestellt, welche im Wesentlichen der Figur 34 entspricht.

[0084] In den Figuren 50 bis 59 ist die Aufschaltung eines viersegmentigen Zahnkranzes 1 dargestellt. In Figur 50 ist wiederum die Ausgangsstellung ersichtlich, bei der die Bolzen 6a bis 6d allesamt auf der die Kettenmittellinie M bildenden inneren gedachten Ellipse L_0 liegen. Um eine Aufschaltung um vier Zähne gemäß Figur 51 zu erreichen, wird zunächst gemäß Figur 53 der Bolzen 6a entlang einer nicht dargestellten und im Basiselement 9 ausgebildeten Führungsbahn 11a von der inneren gedachten Ellipse L_0 auf die äußere gedachte Ellipse L_1 be-

wegt. Dadurch verschwenken sich die beiden Zahnkranzsegmente 3a und 3b um die Drehachse D_1 . Gleichzeitig erfolgt - wie beim dreisegmentigen Zahnkranz deutlicher ersichtlich - auch eine Bewegung der beiden Zahnkranzsegmente 3a und 3b, aufgrund der Ausbildung der Ausnehmung 7a im Trägerelement 5a, zueinander, sodass das schaltspaltzugewandte Ende N_z des Zahnkranzsegments 3a wie in Figur 54 dargestellt in etwa auf der inneren gedachten Ellipse L_0 verbleibt. In den weiteren Schritten erfolgt nach und nach sinngemäß dieselbe Aufschaltung der Schaltspalte 4b, 4c und 4d, sodass schlussendlich alle Bolzen 6a bis 6d auf der äußeren gedachten Ellipse L_1 gemäß Figur 59 liegen. Sehr gut ersichtlich aus diesen Figuren 50 bis 59 ist, dass die jeweils ein und demselben Schaltspalt zugewandten Enden N_z der jeweils beteiligten Zahnkranzsegmente 3a bis 3d zumindest bei diesem Ausführungsbeispiel immer auf derselben gedachten Ellipse L_1 oder L_0 liegen.

[0085] In den Figuren 60 bis 69 ist die Aufschaltung des viersegmentigen Zahnkranzes 1 von vier Zähnen auf acht Zähne gezeigt. Das zugrunde liegende Aufschaltungsprinzip entspricht wieder dem Ablauf gemäß den Figuren 50 bis 59.

[0086] Gut erkennbar ist, dass nur die innere gedachte Ellipse L_0 genau der Kettenmittellinie M bzw. dem Teilungspolygon T entspricht. Da der Radius der Zahnkranzsegmente 3a bis 3d immer gleich bleibt, liegen nur die Enden der jeweiligen Zahnkranzsegmente 3a bis 3d exakt auf den äußeren gedachten Ellipsen U und L_2 , während sie im Bereich der zwischen den Enden liegenden Zähne von der gedachten Ellipse L_1 und L_2 abweicht. Somit weicht auch in diesem jeweils mittleren Bereich der einzelnen Zahnkranzsegmente 3a bis 3b die Kettenmittellinie M von der jeweiligen äußeren gedachten Ellipse L_1 und L_2 geringfügig ab. Bei voller Aufschaltung gemäß Figur 69 weist die Kettenmittellinie M viertelkreisförmige und jeweils dazwischen liegende gerade Abschnitte auf. Wenn die Schaltspalte 4a bis 4d aber jeweils einem Vielfachen der Kettenteilung p entsprechen, läuft die Kraftübertragung vom Zahnkranz 1 auf die Kette 2 rund und ruckelfrei ab, ohne Überbelastungen zu erzeugen. Natürlich können auch, wie in Figur 70 dargestellt, die Schaltspalte 4a sofort um zwei Kettenteilungen p aufgeschaltet werden. Natürlich können auch mehr als zwei Kettenteilungen p pro Schaltspalt 4a bis 4d auf einmal aufgeschaltet bzw. verändert werden. Dies gilt natürlich auch für jeden Schaltspalt 4a bis 4n von zweisegmentigen, dreisegmentigen oder vielsegmentigen Zahnkränzen 1.

[0087] In Figur 71 ist nochmals relativ deutlich die Abweichung der Kettenmittellinie M von einer äußeren gedachten Ellipse L_1 ersichtlich. Im Bereich der Bolzen 6a bis 6d - die gleichzeitig die Drehachsen D_1 bis D_4 bilden - schneidet die Kettenmittellinie M aber genau die äußere gedachte Ellipse L_1 .

[0088] In Figur 72 ist dargestellt, dass es bei einem viersegmentigen Zahnkranz 1 für die Aufschaltung auch möglich ist, dass nur ein Zahnkranzsegment 3a um die Drehachse D_2 gedreht wird, sodass sich ein versetzter Schaltspalt 4a bildet, der aber genau einer Kettenteilung p entspricht. Bevorzugt ist aber vorgesehen, dass diese Aufschaltung so erfolgt, wie sie in Figur 73 dargestellt ist, welche wiederum der Figur 54 entspricht.

[0089] In den Figuren 74 bis 77 sind - im Gegensatz zu den vorigen Figuren - genauer die einzelnen Ausnehmungen 7e bis 7h und die Führungsbahnen 11a bis 11d ersichtlich. Dementsprechend ist in Figur 74 passend zu Figur 53 dargestellt, dass sich der das Antriebselement 10a bildende Bolzen 6a entlang der im Basiselement 9 ausgebildeten Führungsbahn 11a bewegt hat, sodass sich die Zahnkranzsegmente 3a und 3b um die Drehachse D_1 verschwenken. Gleichzeitig bewegt sich das Trägerelement 5a mitsamt dem Zahnkranzsegment 3a entsprechend der als Führungsbahn 8 ausgebildeten Ausnehmung 7e entlang dem im Trägerelement 5d festgehaltenen Bolzen 6d. D.h., beim Öffnen des Schaltspalts 4a bewegt sich der Bolzen 6a in der Führungsbahn 11a des Basiselements 9, während sich der Bolzen 6d relativ zum Trägerelement 5a in der von der länglichen Ausnehmung 7e gebildeten Führungsbahn 8 verschiebt. Aufgrund der leicht S-förmigen Ausbildung der Ausnehmung 7e wird garantiert, dass sich das schaltspaltzugewandte Ende N_z des Zahnkranzsegmentes 3a auf der Höhe der inneren gedachten Ellipse L_0 bleibt, wie dies in den Figuren 54 und 73 am besten erkennbar ist.

[0090] Wenn in weiterer Folge der Schaltspalt 4b (siehe Figur 75) gebildet wird, so bewegt sich

der Bolzen 6b (Antriebsselement 10b) entlang der im Basiselement 9 ausgebildeten Führungsbahn 11b unter Verschwenkung der Zahnkranzsegmente 3b und 3c um die Drehachse D_2 , während gleichzeitig eine Verschwenkung des Zahnkranzsegmentes 3b relativ zum Zahnkranzsegment 3c aufgrund des am Bolzen 6a über die Ausnehmung 7f geführten Trägerelements 5b erfolgt. In weiterer Folge gelten sinngemäß dieselben Aufschaltbewegungen für die Figuren 76 und 77.

[0091] In den Figuren 78 bis 83 sind die einzelnen Zahnkranzsegmente 3a und 3b des zweisegmentigen Zahnkranzes 1 nicht halbkreisförmig sondern elliptisch bzw. unrund ausgebildet, wobei die Hauptachse H und die Nebenachse N eingezeichnet ist. Bei kreisförmiger Ausbildung des Zahnkranzes 1 sind diese beiden Achsen H und N gleich lang. Ansonsten entsprechen die Stellungen im Wesentlichen den Figuren 24 bis 29, weshalb auf die entsprechende Beschreibung verwiesen wird. Grundsätzlich kann die äußere Form des Zahnkranzes 1 und damit auch die Form des Teilungspolygons T auch Mischformen aus Teilkreisen, Teilellipsen oder Geraden aufweisen.

[0092] Die Figuren 84 bis 91 zeigen einen dreisegmentigen Zahnkranz 1, bei dem die Form der einzelnen Zahnkranzsegmente 3a bis 3c von der Kreisform abweicht. Bezüglich der Aufschaltung sei im Wesentlichen auf die Beschreibung der Figuren 30 bis 42 verwiesen.

[0093] Die Figuren 92 bis 101 zeigen einen viersegmentigen Zahnkranz 1, bei dem die einzelnen Zahnkranzsegmente 3a bis 3d eine von der Kreisform abweichende Form aufweisen, wobei die Kettenmittellinie M kreisrunde und gerade Abschnitte aufweist.

[0094] Bezüglich der Aufschaltung sei hierzu besonders auf die Beschreibung der Figuren 50 bis 75 verwiesen.

[0095] Figur 102 zeigt schematisch den Zahnkranz 1 in Form einer zweisegmentigen Zahnriemenscheibe, wobei die Kettenmittellinie M einer Wirklinie des nicht dargestellten Zahnriemens entspricht.

[0096] Die Figuren 103 und 104 zeigen schematisch, dass der Zahnkranz 1 auch in fünf oder sechs Segmente geteilt werden kann, wobei natürlich die Grundfunktion des Aufschaltens der Schaltspalte wie bereits beschrieben erfolgt. Grundsätzlich müssen die einzelnen Segmente - seien es zwei, drei, vier, fünf, sechs oder mehr - nicht jeweils dieselbe Form aufweisen, sondern können voneinander durchaus abweichen. Dies kann z.B. aufgrund von dadurch besser gegebenen Übersetzungen der Fall sein. Für eine einfachere Produktion ist es allerdings von Vorteil, wenn die einzelnen Segmente und Komponenten dieselben Abmessungen aufweisen.

[0097] Somit ist durch die vorliegende Erfindung ein zum Stand der Technik verbesserter, umfangveränderlicher Zahnkranz 1 geschaffen, bei dem die Drehachsen D_1 bis D_n zum Aufschalten der Schaltspalte 4a bis 4n im Wesentlichen im Bereich der Kettenmittellinie M bzw. des Teilungspolygons T liegen, sodass die Belastung und Abnützung der Kette 2 sowie der Zähne der einzelnen Zahnkranzsegmente 3a bis 3n - speziell der Endzähne - möglichst gering ist. Zudem ist durch die vorliegende Erfindung eine konstruktiv einfache Möglichkeit geschaffen, um ein sehr schnelles Ändern der Übersetzung zu ermöglichen. So ist es möglich, innerhalb einer einzigen Zahnkranzumdrehung die Zahnanzahl um acht, ja sogar um zwölf oder mehr Zähne zu verändern. Bei herkömmlichen Schaltungen ist dies nur mit einer sehr hohen Belastung und Abnützung der Kette und der Zahnkränze möglich. Dagegen bietet die vorliegende Erfindung einen umfangveränderlichen Zahnkranz 1, bei dem die einzelnen Komponenten geschont werden und somit der Zahnkranz 1 sehr viel langlebiger ist. Die Erfindung hat weiters den großen Vorteil, dass die Zahnkranzschtaltung feinstufig ist, das heißt es kann immer zumindest ein Zahn des Zahnkranzes 1 schnell und einfach geschaltet werden. Dies bringt zudem Vorteile bei E-Bikes, da der Motor aufgrund der Feinstufigkeit dieser Schaltung in einem effizienter wirksamen Betriebsbereich arbeitet und so die Reichweite eines Akkus erhöht wird.

BEZUGSZEICHENLISTE:

1	Zahnkranz
2	Kette
3a-3d	Zahnkranzsegment
4a-4d	Schaltspalt
5a-5d	Trägerelement
6a-6d	Bolzen
7a-7h	Ausnehmung
8	Führungsbahn
9	Basiselement
10a-10d	Antriebselement
11a-11d	Führungsbahn
12a-12d	Antriebszahnrad bzw. -hebel
13	Antriebsvorrichtung
14	Drehwelle
15	Fahrrad
16	Pedalarm
17	Pedal
18	Fahrradlenker
19	Schaltelement
20	Seil
21	Rahmen
22	Vorderrad
23	Hinterrad
24	Ausgleichselement
25	Ausnehmung
26	Ausnehmung für Drehbolzen
27	Drehbolzen
28	Abstandselement
29	Führungselement
30	Bahn
31	Stift
32	Drehelement
33	Kettengelenk
34	Führungselement
35	Aufschaltbahn
36	Tretlager

37	Verriegelungsmotor
38	Verriegelungsstift
39	Verriegelungsbohrung
40a-40d	Antriebseinheit
M	Kettenmittellinie
X	Hauptdrehachse
A	axiale Richtung
E _Z	Ebene der Zahnkranzsegmente
D ₁ -D ₄	Drehachse
L ₀ -L ₂	Ellipse
H	Hauptachse
N _A	abgewandtes Ende
N _Z	zugewandtes Ende
N	Nebenachse
S	Schnitt
R	Drehrichtung
T	Teilungspolygon
p	Kettenteilung
d ₁	max. Rollendurchmesser
d	Teilkreisdurchmesser
d _f	Fußkreisdurchmesser
d _a	Kopfkreisdurchmesser bzw. Außendurchmesser
r ₁	Rollenbettradius
α	Teilungswinkel
β	Rollenbettwinkel
r ₂	Zahnflankenradius
t	Zahnteilung
b _w	untere Zahnlückenbreite
h _g	Zahnlückentiefe
γ	Zahnlückenwinkel
r _b	Fußradius
r _t	Kopfradius
u	Wirklinienabstand
d _w	Wirkdurchmesser
k	Zahnhöhe über Teilungspolygon

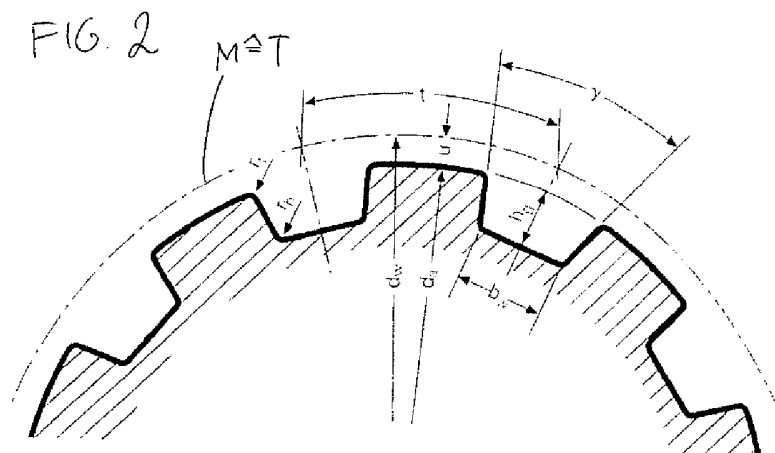
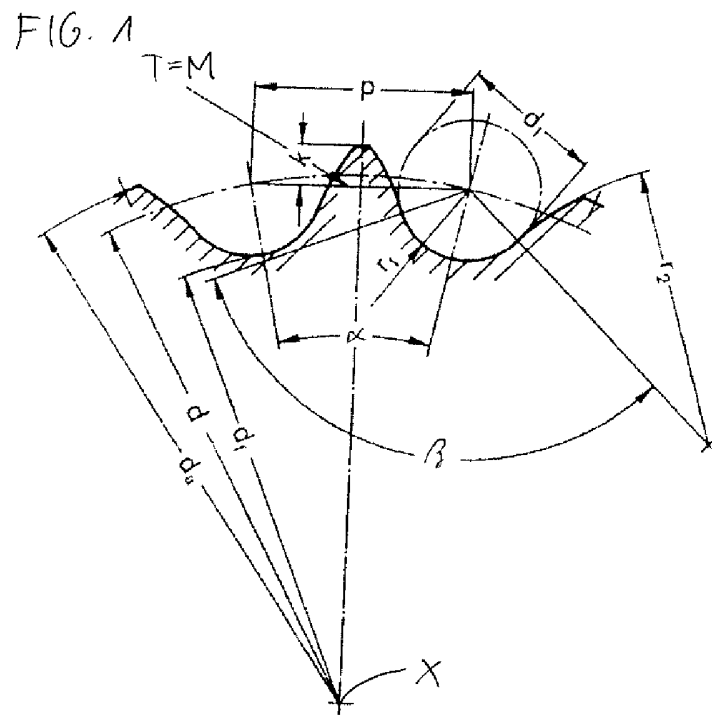
Patentansprüche

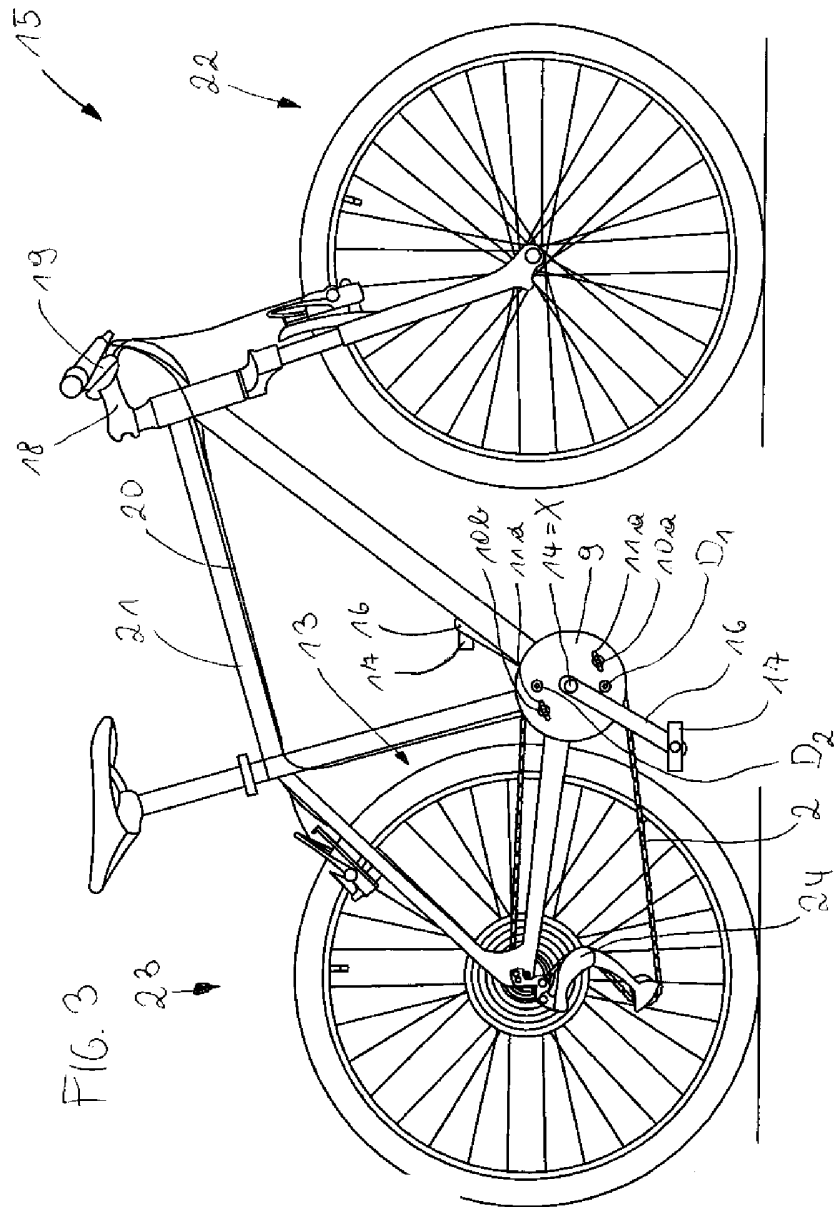
1. Umfangveränderlicher Zahnkranz (1) zum Führen eines Zugmittels, insbesondere einer Kette (2), wobei eine Kettenmittellinie (M) einem gedachten mittleren Verlauf des Zugmittels auf dem Zahnkranz (1) entspricht, mit einer Hauptdrehachse (X) und zumindest zwei relativ zueinander bewegbaren Zahnkranzsegmenten (3a, 3b, 3c, 3d), wobei zwischen den Zahnkranzsegmenten (3a, 3b, 3c, 3d) ein Schaltspalt (4a, 4b, 4c, 4d) öffnen- und schließbar ist und wobei die Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) auf Trägerelementen (5a, 5b, 5c, 5d) angeordnet sind und sich die Trägerelemente (5a, 5b, 5c, 5d) in axialer Richtung betrachtet axial beabstandet von der Ebene (E_z) befinden, in der sich die Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) befinden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest zwei Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) um eine Drehachse (D_1 , D_2 , D_3 , D_4) relativ zueinander drehbar sind und diese Drehachse (D_1 , D_2 , D_3 , D_4) die Ebene (E_z), wo sich die Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) befinden, im Bereich der Kettenmittellinie (M) durchstößt.
2. Zahnkranz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Drehachse (D_1 , D_2 , D_3 , D_4) immer zwischen zwei Zahnkranzsegmenten (3a, 3b, 3c, 3d), vorzugsweise zwischen einander zugewandten Enden der Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d), befindet.
3. Zahnkranz nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei jeder Veränderung des Schaltspaltes (4a, 4b, 4c, 4d) zumindest ein Ende eines Zahnkranzsegmentes (3a, 3b, 3c, 3d), vorzugsweise ein gesamtes Zahnkranzsegment (3a, 3b, 3c, 3d), relativ zur Hauptdrehachse (X) unverändert verbleibt.
4. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) - vorzugsweise die Trägerelemente (5a, 5b, 5c, 5d) dieser zwei Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) - über einen Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) verbunden sind, durch den die Drehachse (D_1 , D_2 , D_3 , D_4) führt.
5. Zahnkranz nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass in jedem Trägerelement (5a, 5b, 5c, 5d) eine von der Ebene (E_z) in axialer Richtung axial beabstandete Ausnehmung (7a, 7b, 7c, 7d, 7e, 7f, 7g, 7h) ausgebildet ist, in dem der Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) bzw. ein Drehbolzen (27) gelagert ist.
6. Zahnkranz nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem der über den Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) miteinander verbundenen Trägerelemente (5a, 5b, 5c, 5d) der Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) in der Ausnehmung (7a, 7b, 7c, 7d) im Wesentlichen unbewegbar gelagert ist, während im anderen der über den Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) miteinander verbundenen Trägerelemente (5a, 5b, 5c, 5d) der Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) in der, in diesem Trägerelement (5a, 5b, 5c, 5d) länglich ausgebildeten, Ausnehmung (7e, 7f, 7g, 7h), die vorzugsweise in Form einer Führungsbahn (8) geformt ist, verschiebbar gelagert ist.
7. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) zumindest teilweise zwischen zumindest einer äußeren gedachten Ellipse (L_1 , L_2) und einer inneren gedachten Ellipse (L_0 , L_1), die zueinander unterschiedlich lange Hauptachsen (H) aufweisen, bewegbar sind, wobei die einander zugewandten Enden der unmittelbar benachbarten Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) in einer Ausgangsstellung auf einer der gedachten Ellipsen (L_0 , L_1 , L_2) liegen, wobei zur Änderung eines Schaltspaltes (4a, 4b, 4c, 4d) die einander zugewandten Enden im Wesentlichen entlang der Ellipse (L_0 , L_1 , L_2), auf dem die einander zugewandten Enden in der Ausgangsstellung liegen, relativ zueinander bewegbar sind.
8. Zahnkranz nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Drehachse (D_1 , D_2 , D_3 , D_4) zwischen der inneren gedachten Ellipse (L_0 , L_1) und der äußeren gedachten Ellipse (L_1 , L_2) bewegbar ist.

9. Zahnkranz nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach Bildung des ersten Schaltspalts (4a) das diesem ersten Schaltspalt (4a) abgewandte Ende (N_a) des bewegten Zahnkranzsegments (3a) auf einer anderen gedachten Ellipse (L_0, L_1, L_2) als das dem Schaltspalt (4a) zugewandte Ende (N_z) liegt.
10. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei gleich weiter Öffnung aller Schaltspalte (4a, 4b, 4c, 4d) alle Enden (N_a, N_z) der Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) auf derselben gedachten Ellipse (L_0, L_1, L_2) liegen.
11. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **gekennzeichnet durch** ein mit der Hauptdrehachse (X) verbundenes Basiselement (9), wobei zumindest ein, vorzugsweise jedes, Zahnkranzsegment (3a, 3b, 3c, 3d) über ein Trägerelement (5a, 5b, 5c, 5d), an dem das zumindest eine Zahnkranzsegment (3a, 3b, 3c, 3d) angeordnet ist, an diesem Basiselement (9) bewegbar gelagert ist.
12. Zahnkranz nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes Zahnkranzsegment (3a, 3b, 3c, 3d) über ein am Trägerelement (5a, 5b, 5c, 5d) des Zahnkranzsegments (3a, 3b, 3c, 3d) angebrachtes Antriebselement (10a, 10b, 10c, 10d) bewegbar ist, wobei dieses Antriebselement (10a, 10b, 10c, 10d) entlang einer im Basiselement (9) ausgebildeten, länglichen Führungsbahn (11a, 11b, 11c, 11d) bewegbar ist.
13. Zahnkranz nach Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** zumindest eine, vorzugsweise am Basiselement (9) montierte, Antriebseinheit (40a, 40b, 40c, 40d), durch die das Antriebselement (10a, 10b, 10c, 10d) über ein Antriebszahnrad bzw. einen Antriebshebel (12a, 12b, 12c, 12d) samt Zahnkranzsegment (3a, 3b, 3c, 3d) bzw. Trägerelement (5a, 5b, 5c, 5d) relativ zur Hauptdrehachse (X) bewegbar ist.
14. Zahnkranz nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Antriebselement (10a, 10b, 10c, 10d) samt Zahnkranzsegment (3a, 3b, 3c, 3d) bzw. Trägerelement (5a, 5b, 5c, 5d) durch die Antriebseinheit (40a, 40b, 40c, 40d) relativ zum Basiselement (9) entlang der im Basiselement (9) ausgebildeten Führungsbahn (11a, 11b, 11c, 11d) bewegbar ist.
15. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Antriebselement (10a, 10b, 10c, 10d) des Zahnkranzsegmentes (3a, 3b, 3c, 3d) beabstandet von der dem gerade bewegten Zahnkranzsegment (3a, 3b, 3c, 3d) zugehörigen Drehachse (D_1, D_2, D_3, D_4) angeordnet ist, wobei bei Bewegung des Antriebselementes (10a, 10b, 10c, 10d) das Zahnkranzsegment (3a, 3b, 3c, 3d) unter Veränderung des Schaltspaltes (4a, 4b, 4c, 4d) um die Drehachse (D_1, D_2, D_3, D_4) drehbar ist.
16. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 4 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl der Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) und der Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) gleich groß ist.
17. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 4 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei zumindest drei Zahnkranzsegmenten (3a, 3b, 3c, 3d) bzw. Trägerelementen (5a, 5b, 5c, 5d) zumindest drei Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) zum Verbinden von jeweils zwei Zahnkranzsegmenten (3a, 3b, 3c, 3d) bzw. Trägerelementen (5a, 5b, 5c, 5d) vorgesehen sind, wobei bei Veränderung des Schaltspaltes (4a, 4b, 4c, 4d) immer zumindest zwei Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) bzw. Trägerelemente (5a, 5b, 5c, 5d) miteinander bewegbar sind.
18. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 12 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) gleichzeitig ein Antriebselement (10a, 10b, 10c, 10d) bildet.
19. Zahnkranz nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass für die gemeinsame Bewegung von zwei Zahnkranzsegmenten (3a, 3b, 3c, 3d) bzw. Trägerelementen (5a, 5b, 5c, 5d) der diese beiden Zahnkranzsegmente (3a, 3b, 3c, 3d) bzw. Trägerelemente (5a, 5b, 5c, 5d) verbindende Bolzen (6a, 6b, 6c, 6d) - der vorzugsweise das Antriebselement (10a, 10b, 10c, 10d) bildet - relativ zum Basiselement (9) entlang der im Basiselement (9) ausgebildeten Führungsbahn (11a, 11b, 11c, 11d) bewegbar ist.

20. Zahnkranz nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass von der Hauptdrehachse (X) aus gesehen die schaltspaltbildende Drehachse (D_1 , D_2 , D_3 , D_4) vom dazugehörigen Schaltspalt (4a, 4b, 4c, 4d) um zumindest 90° , vorzugsweise um 180° , versetzt angeordnet ist.
21. Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtung (13) mit einem Zahnkranz (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 20.
22. Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtung (13) nach Anspruch 21, **gekennzeichnet durch** eine die Hauptdrehachse (X) aufweisende Drehwelle (14), die mit zumindest einem Basiselement (9) verbunden ist, und ein Zugmittel, vorzugsweise eine Kette (2), das mit dem Zahnkranz (1) kämmt.
23. Maschine mit Drehmomentübertragung, insbesondere Fahrrad, Windrad, Kleinkraftwagen, usw., mit einer Antriebs- bzw. Abtriebsvorrichtung (13) nach Anspruch 21 oder 22.

Hierzu 44 Blatt Zeichnungen





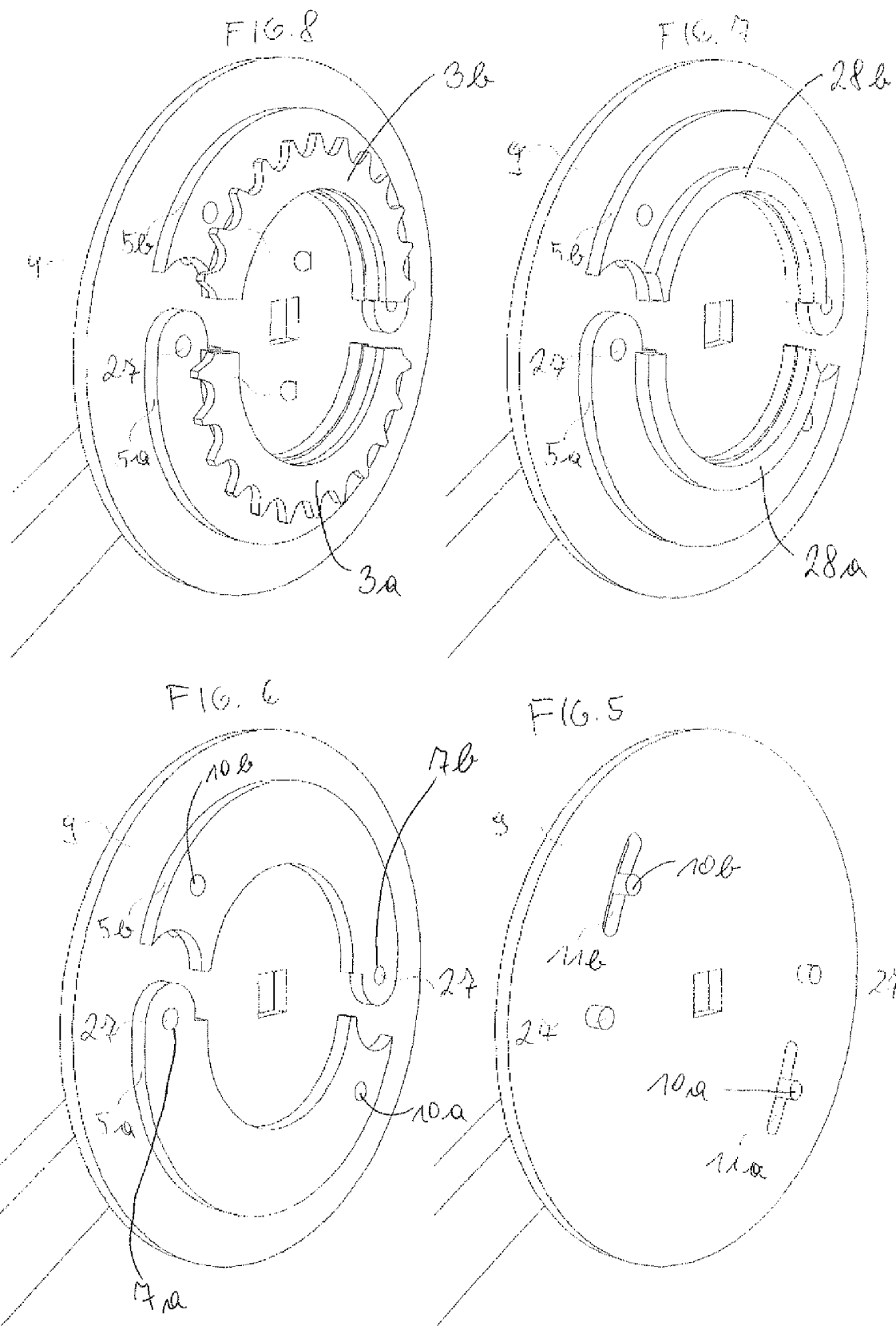


FIG. 9

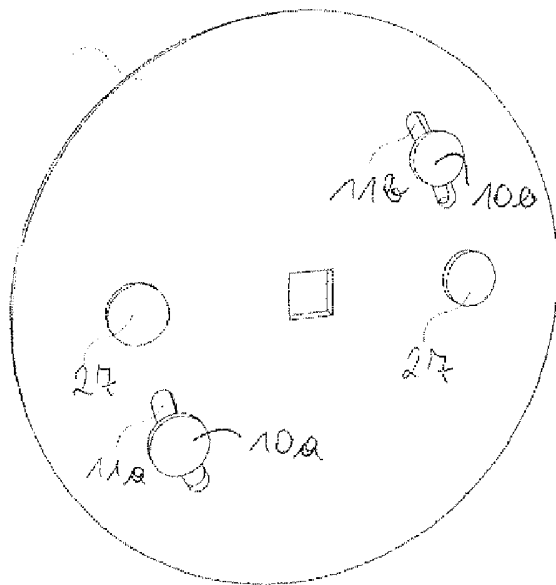


FIG. 13

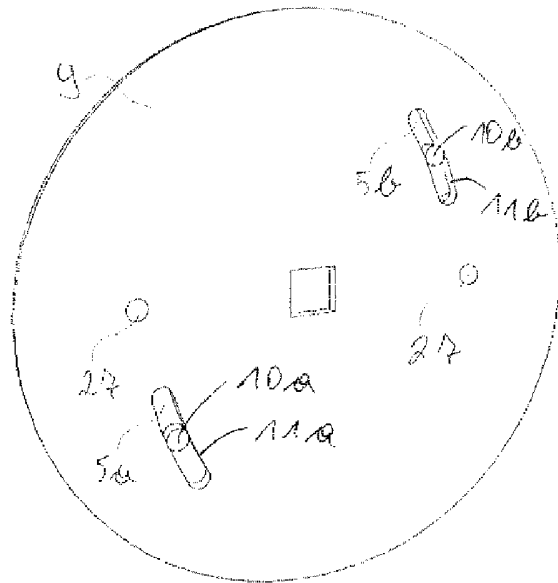


FIG. 12

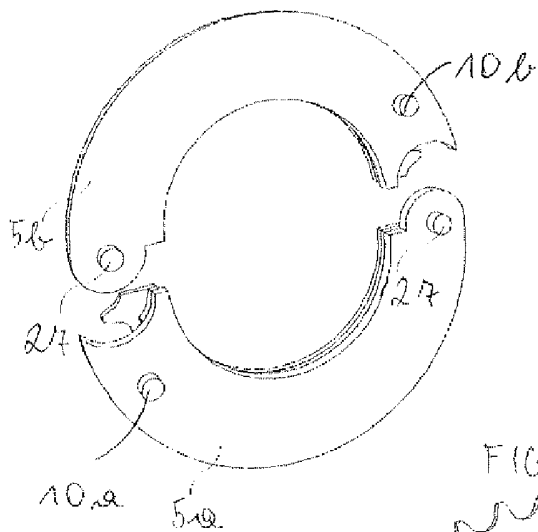


FIG. 11

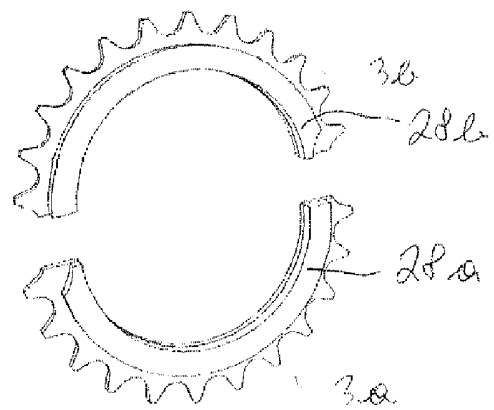


FIG. 10

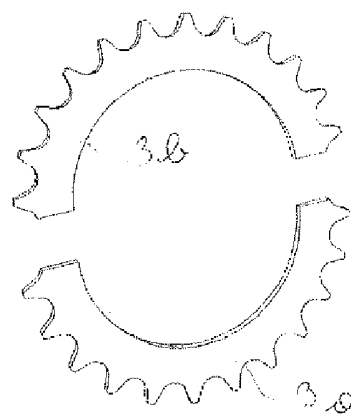


FIG. 14

13

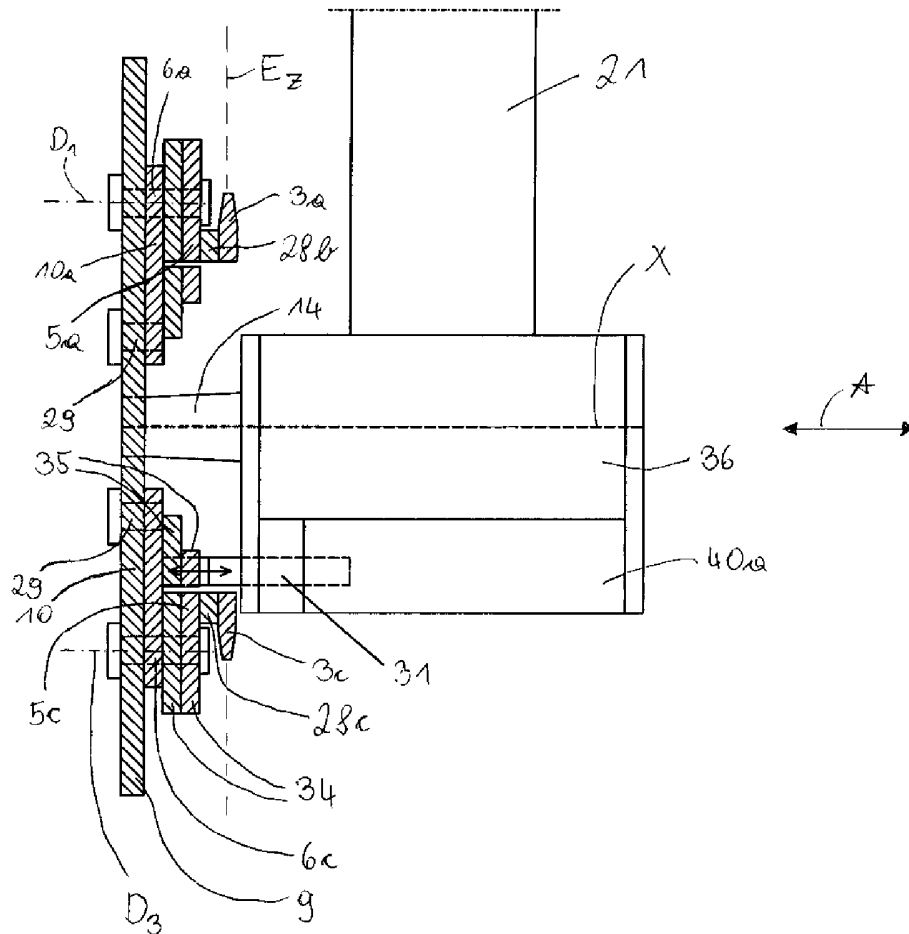
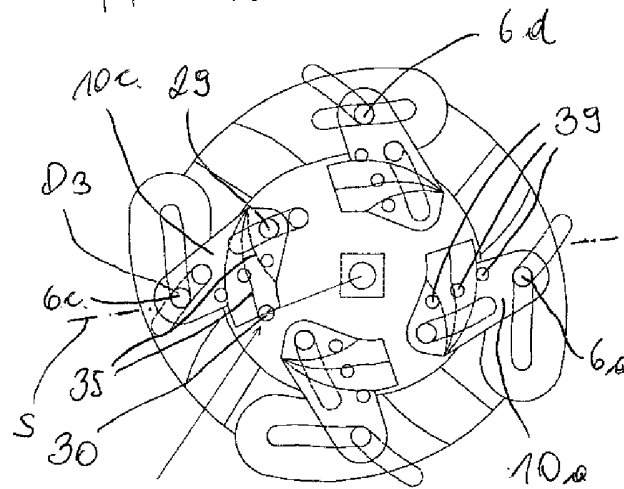
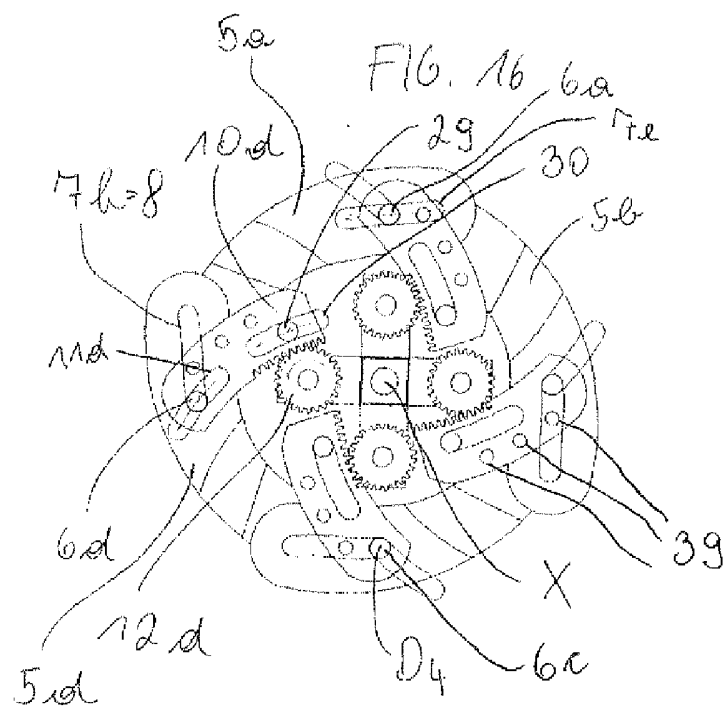
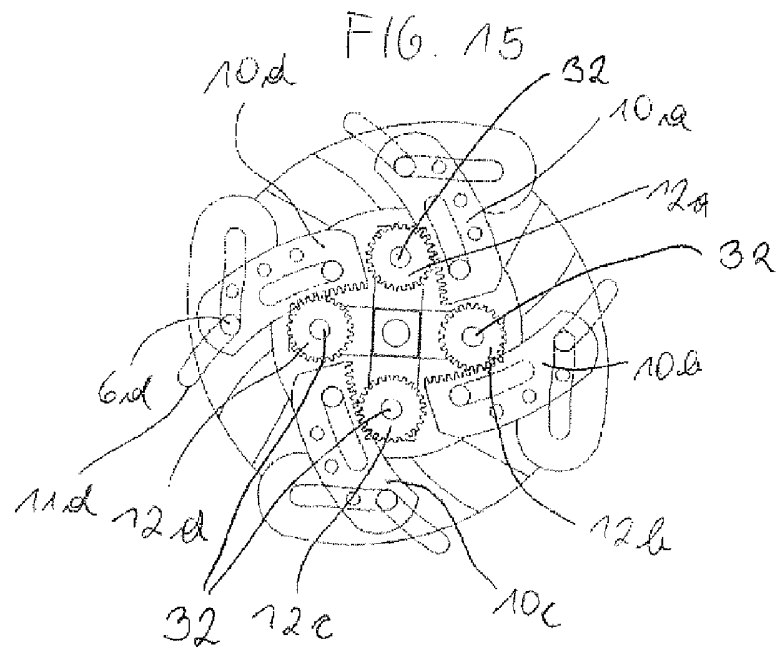
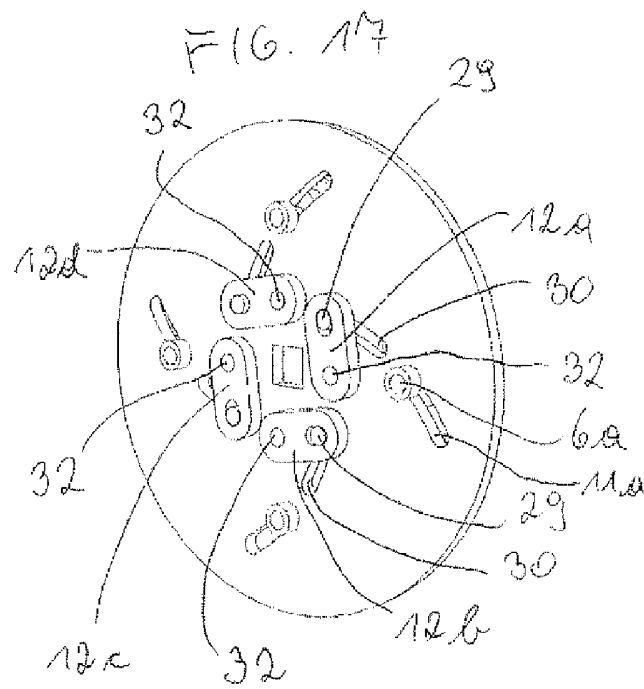
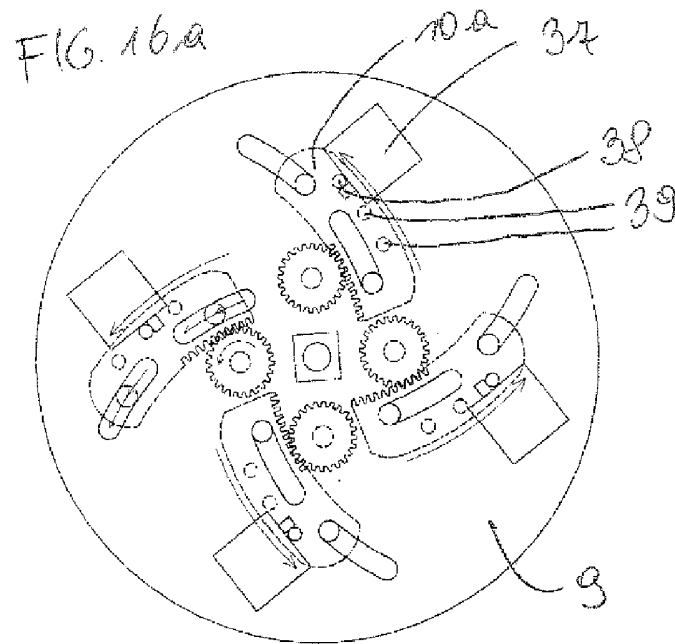
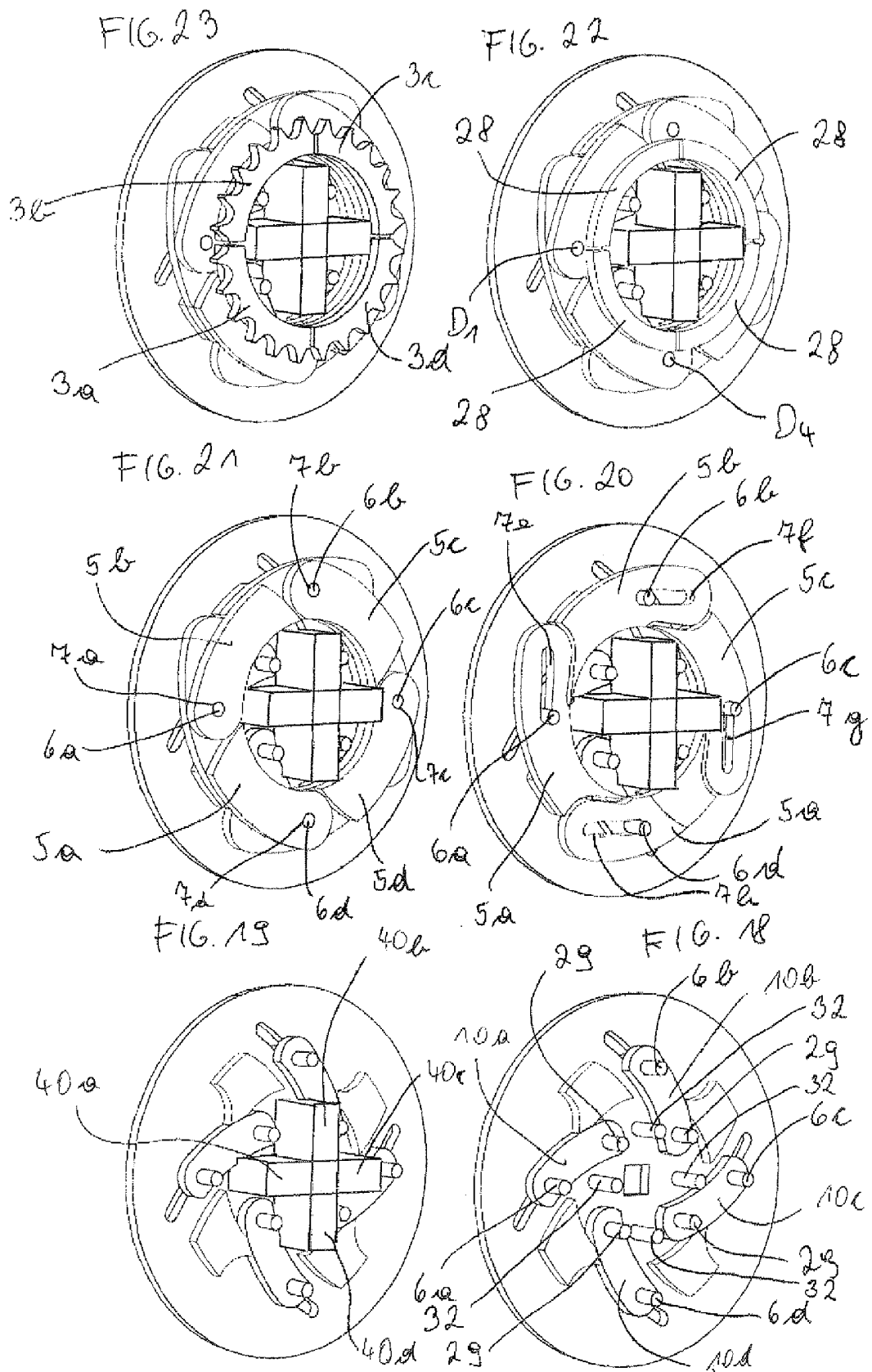



FIG. 14a









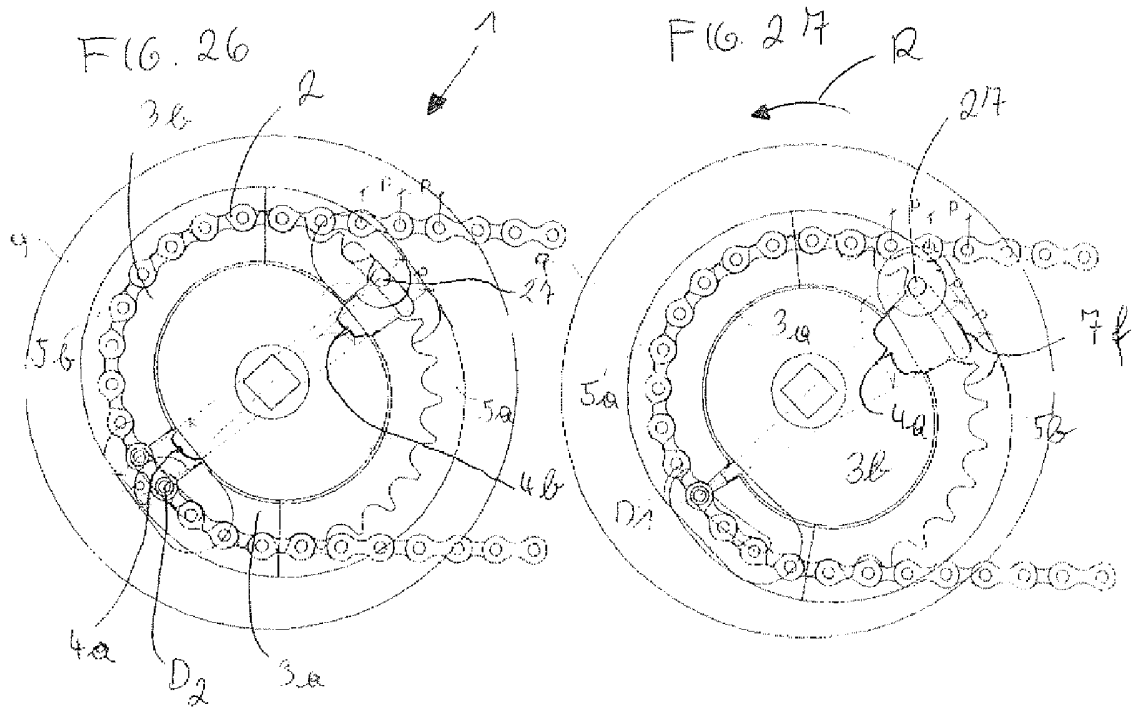
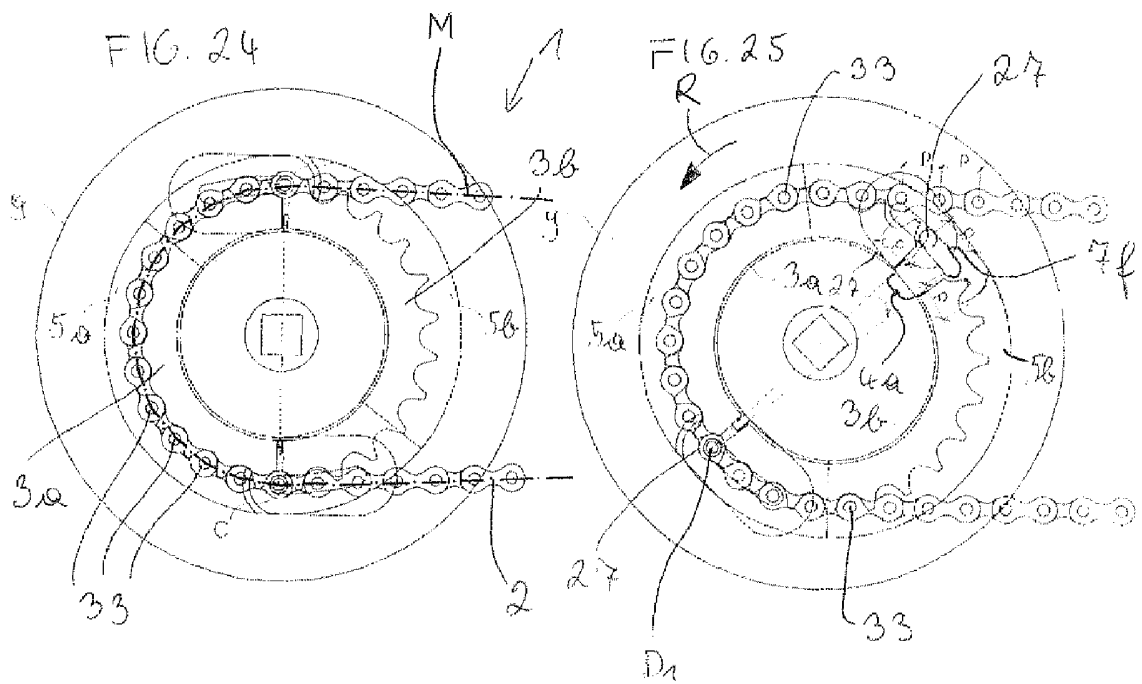


FIG. 28

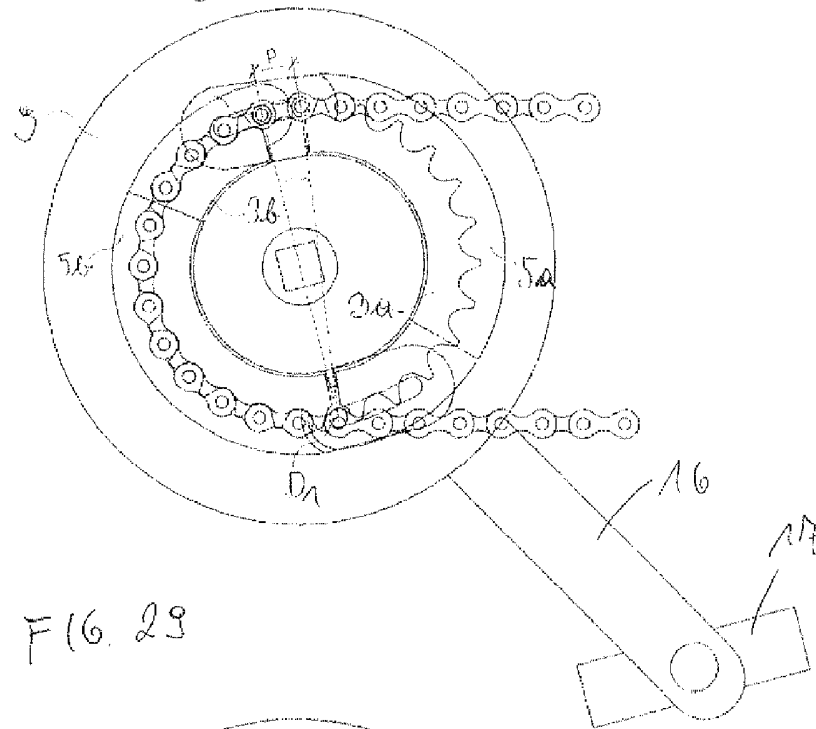
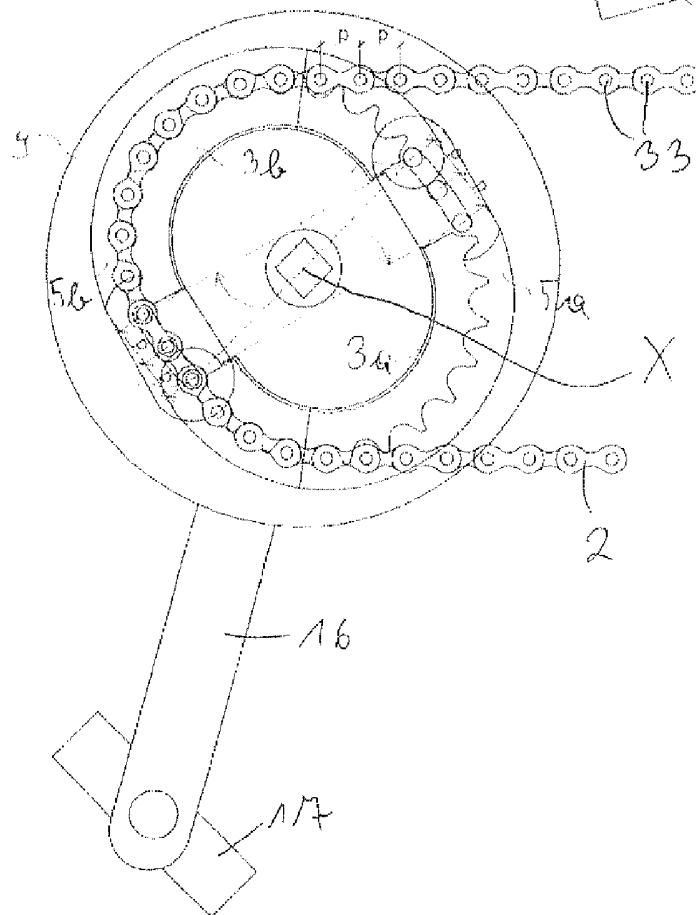
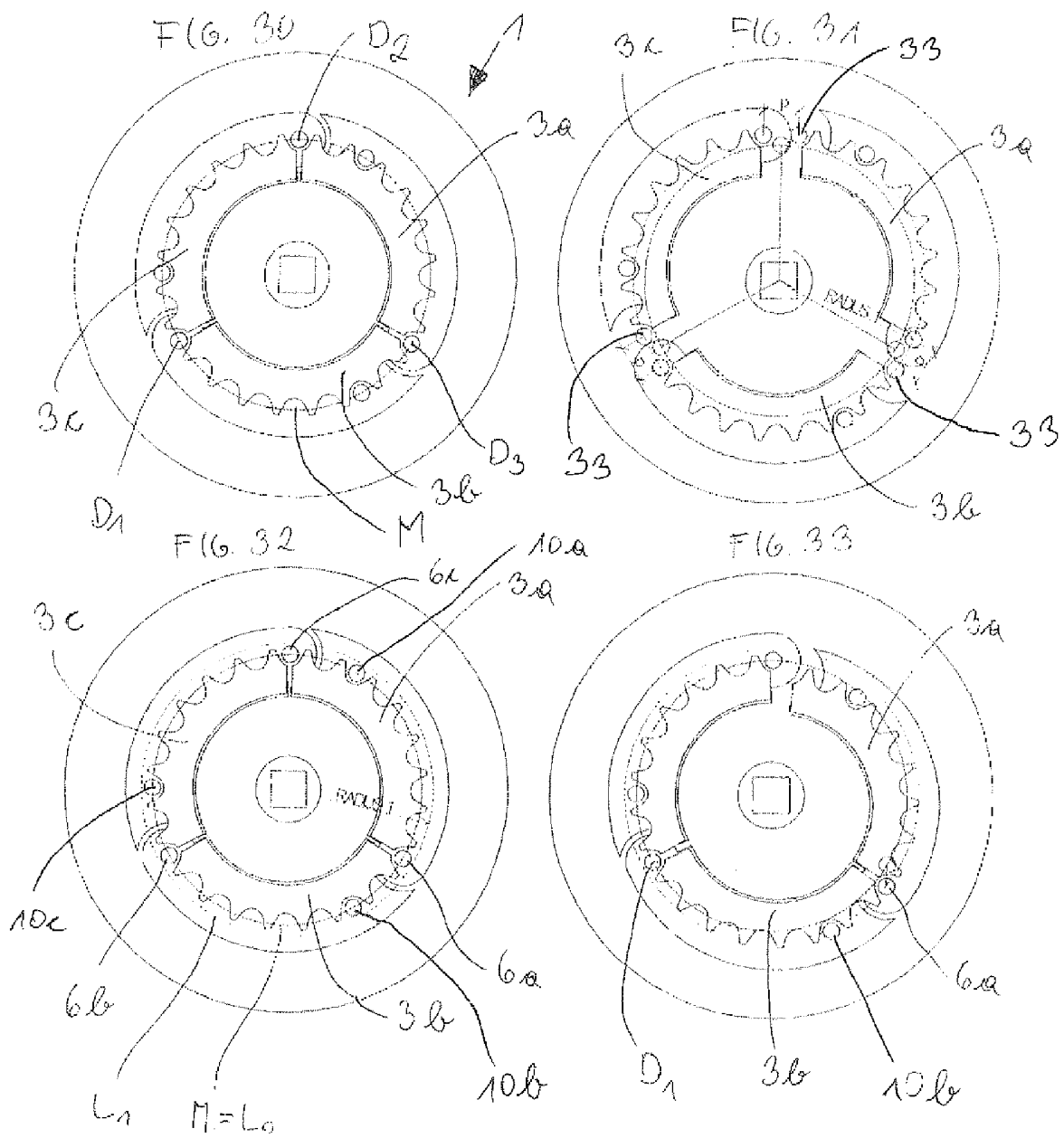
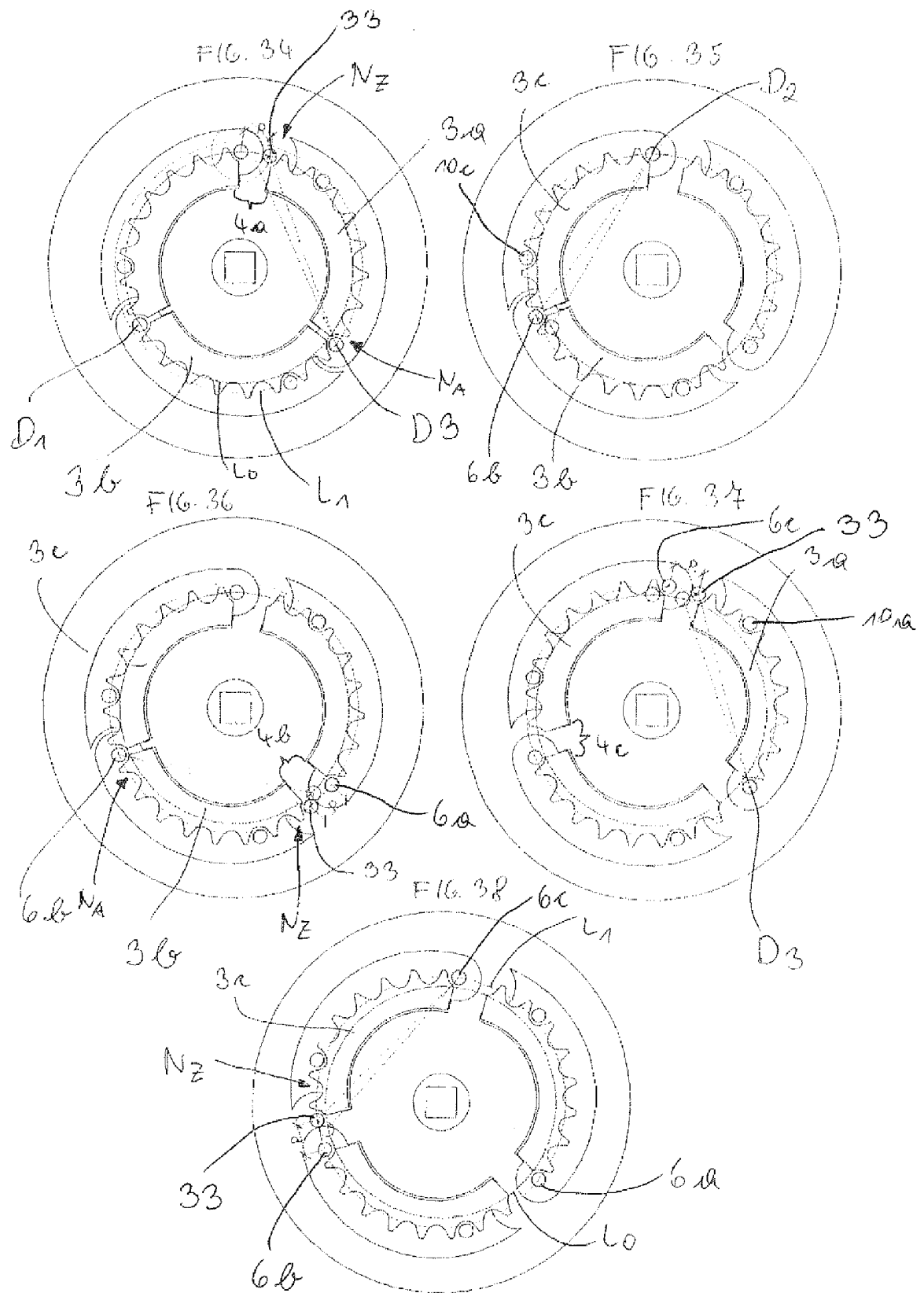


FIG. 29







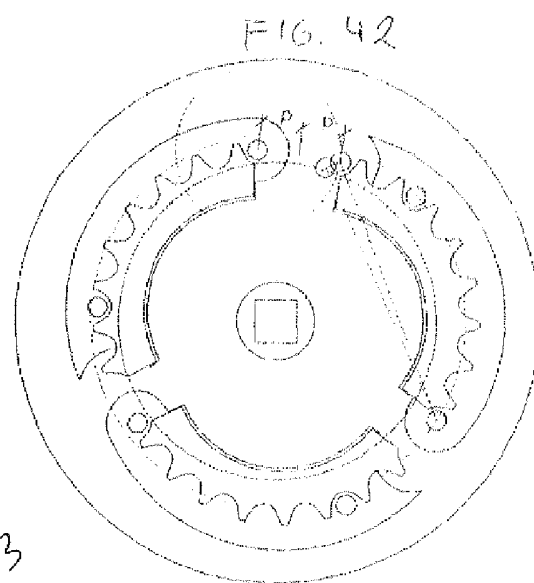
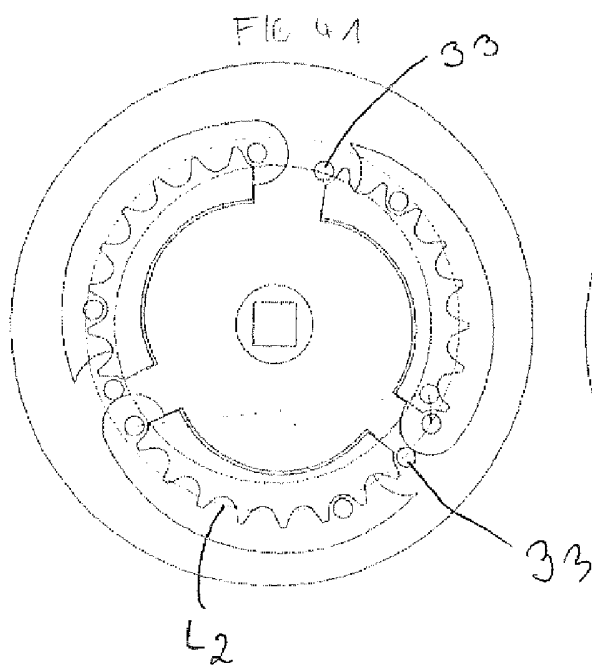
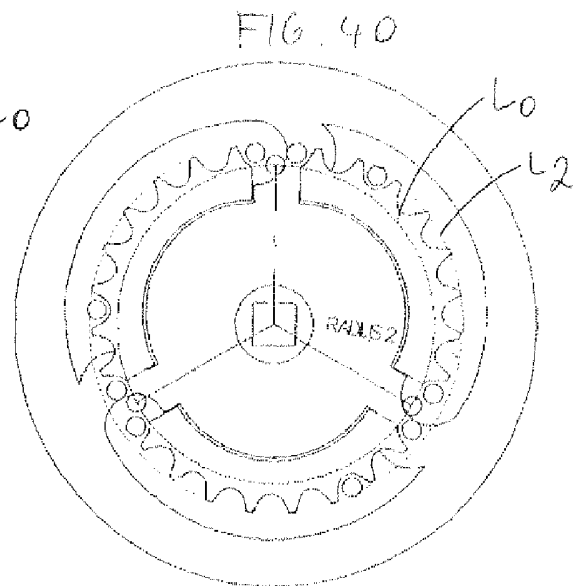
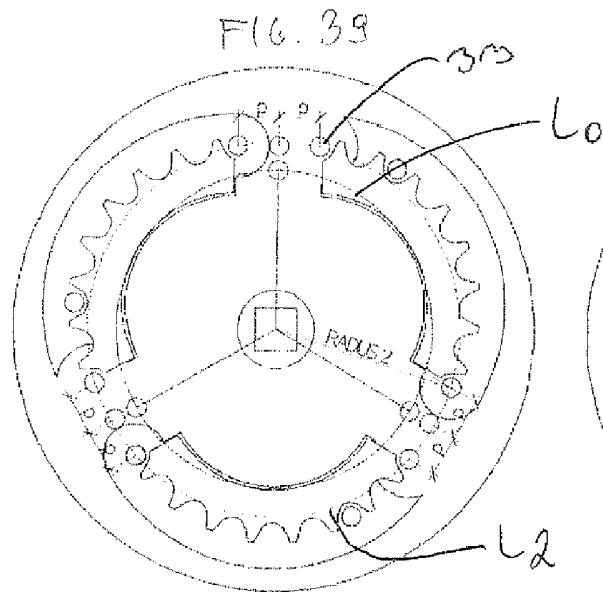


FIG. 43

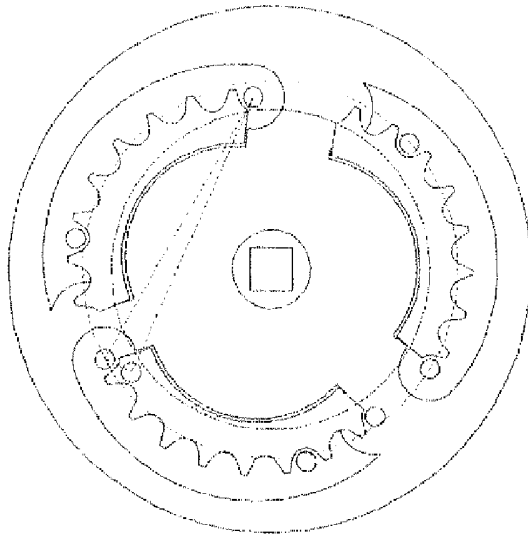


FIG. 44

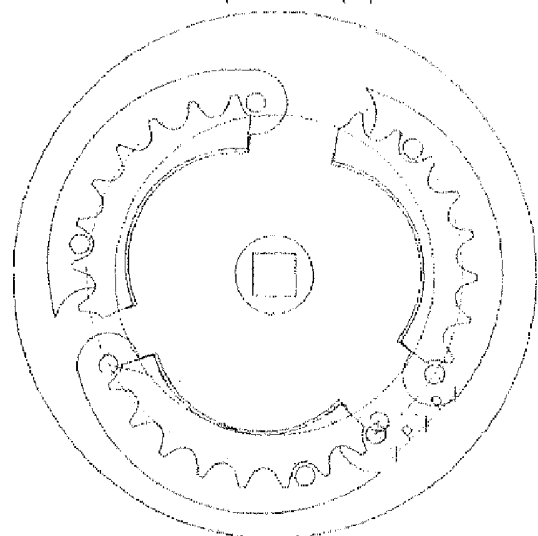


FIG. 45

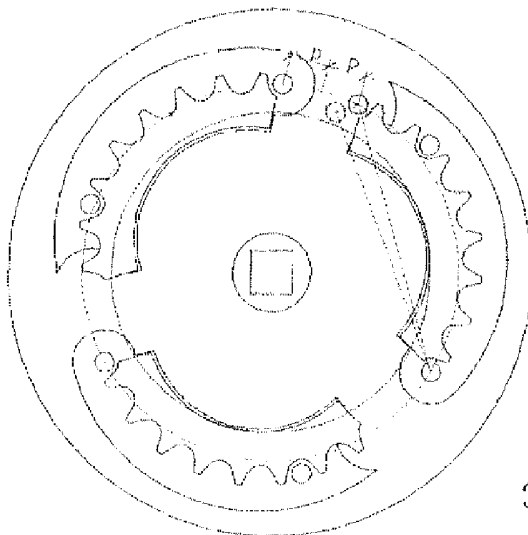


FIG. 46

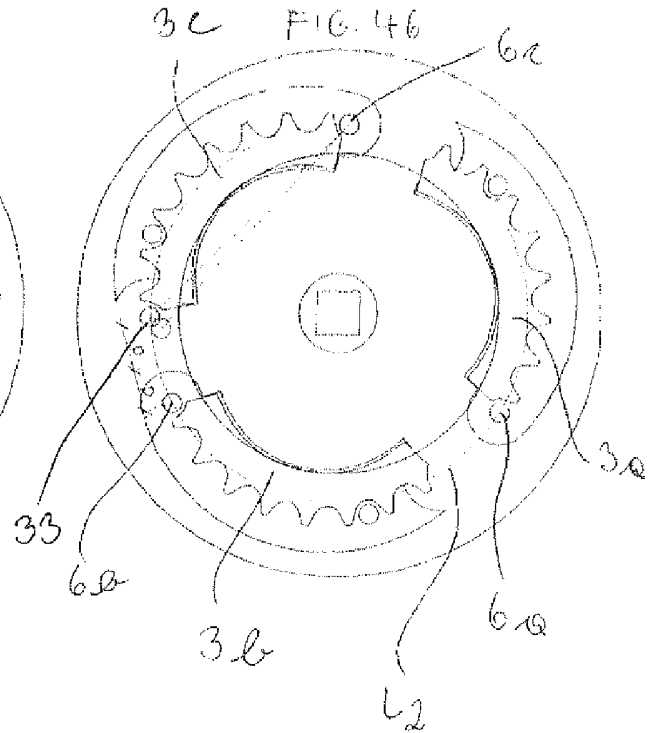
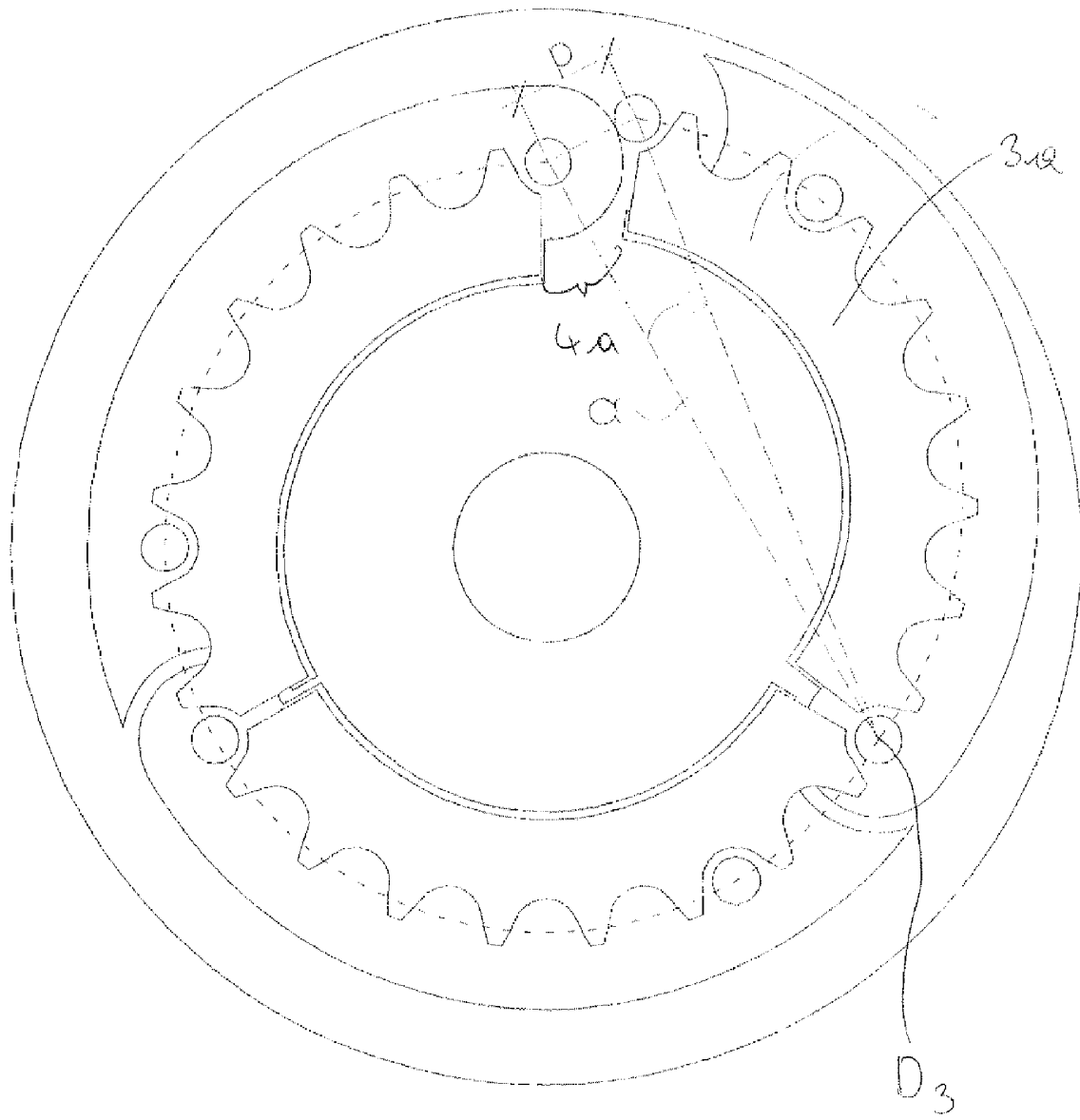
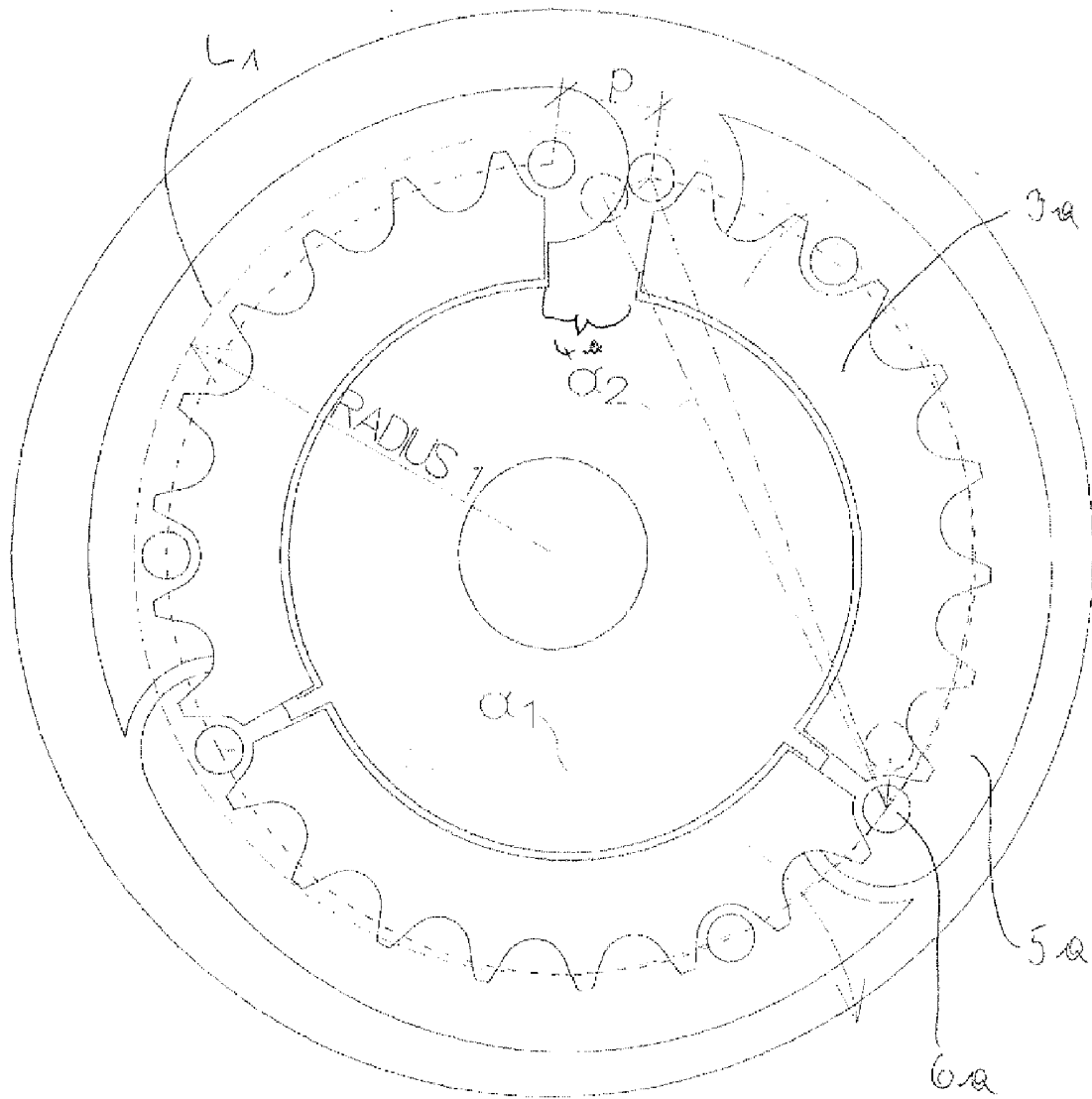


FIG. 48



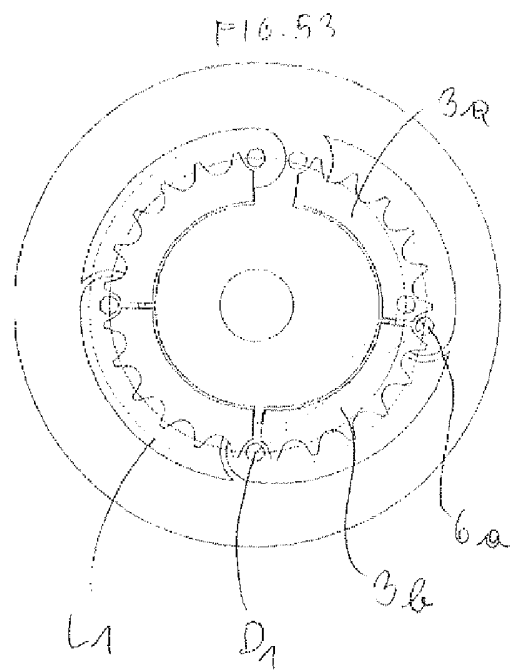
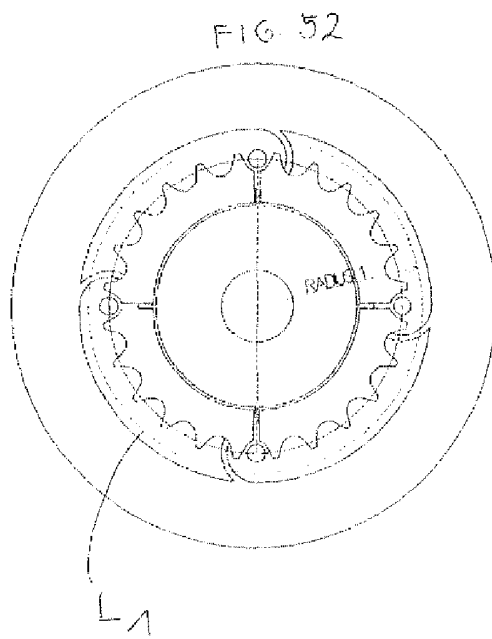
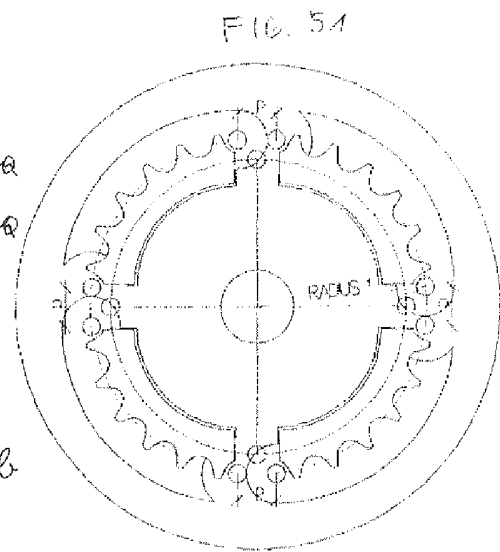
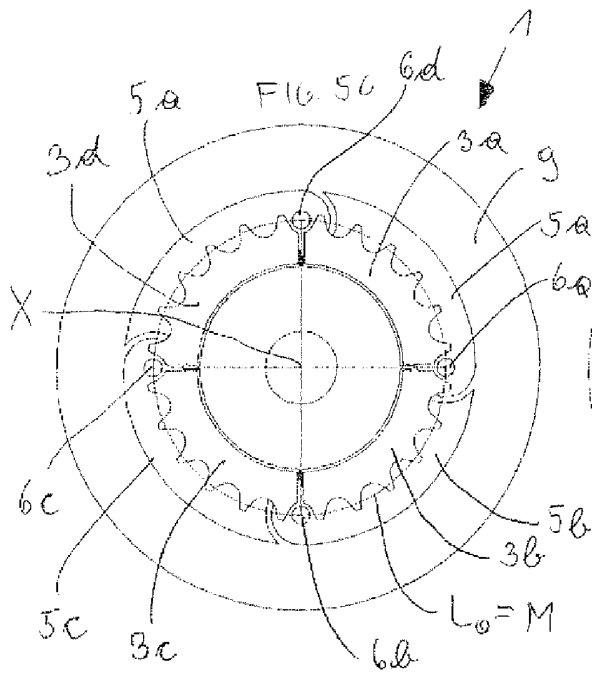
$$\alpha = +8,64^\circ$$

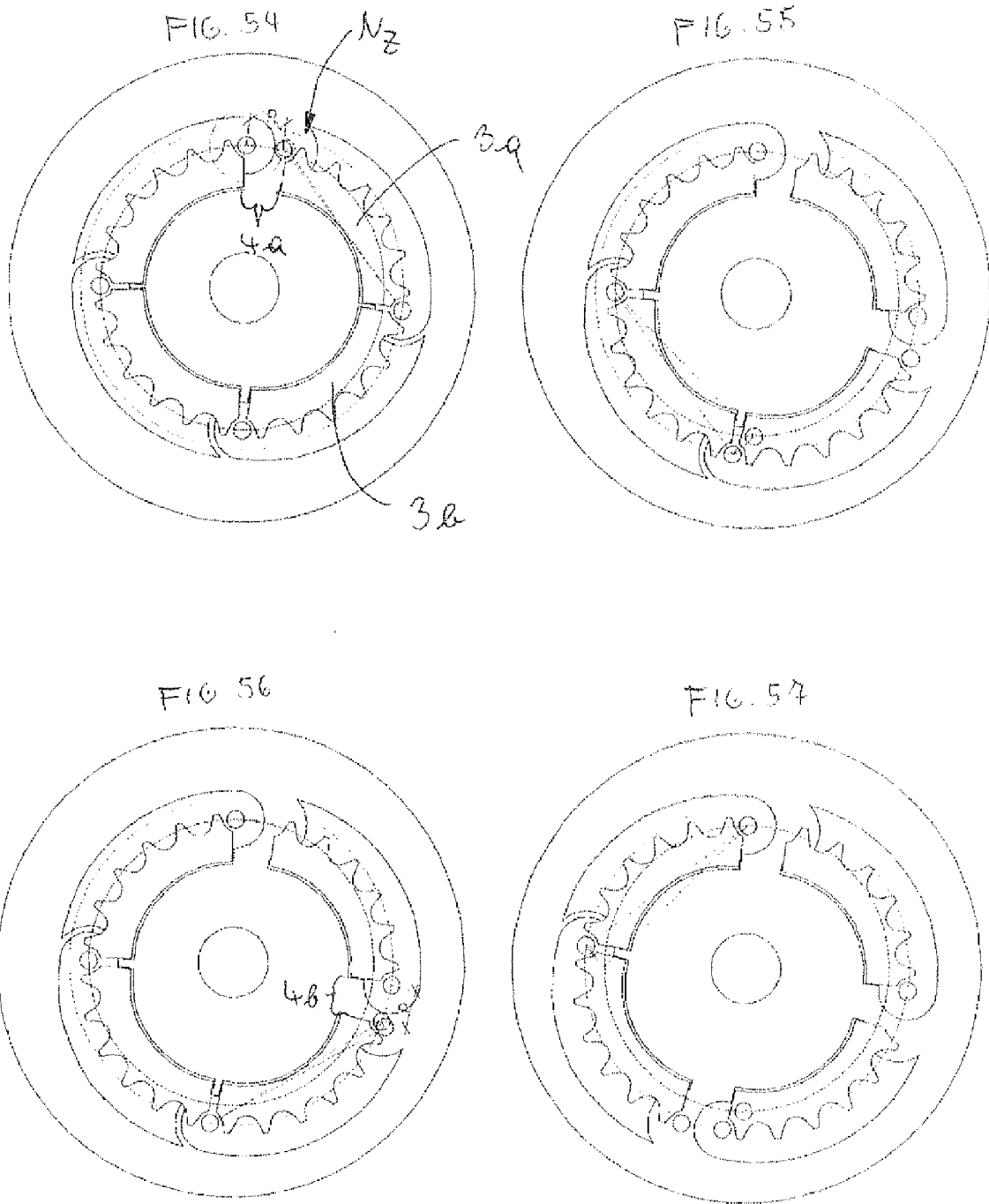
FIG. 48



$$\alpha_1 = +5,32^\circ$$

$$\alpha_2 = -4,42^\circ$$





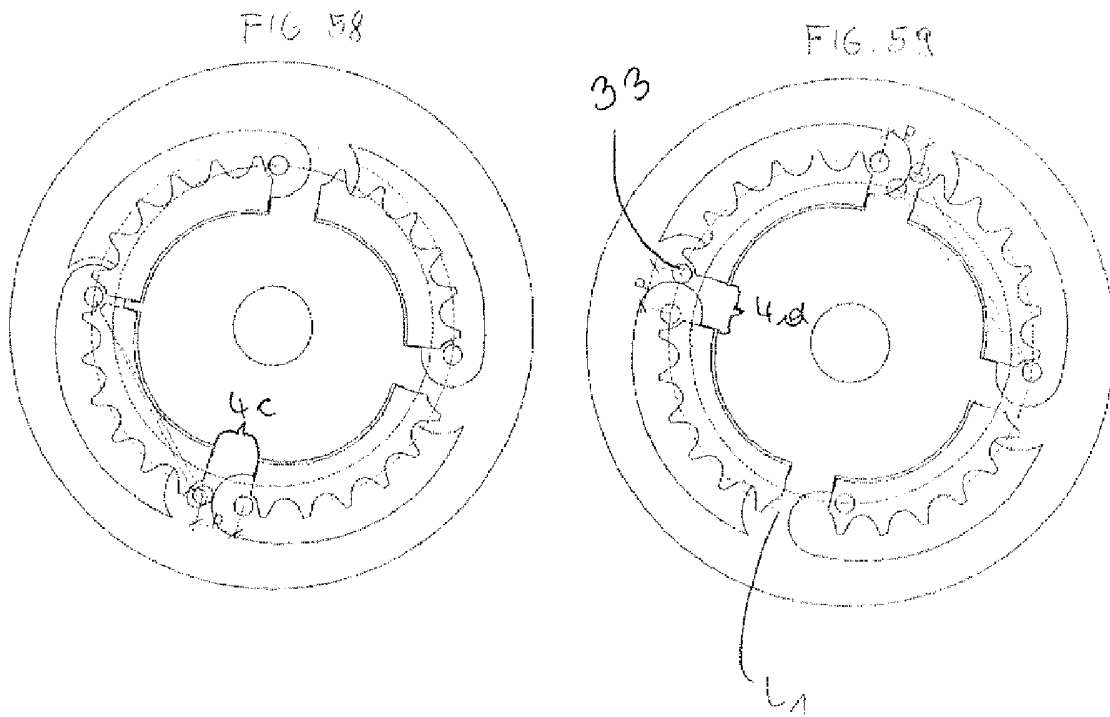


FIG. 60

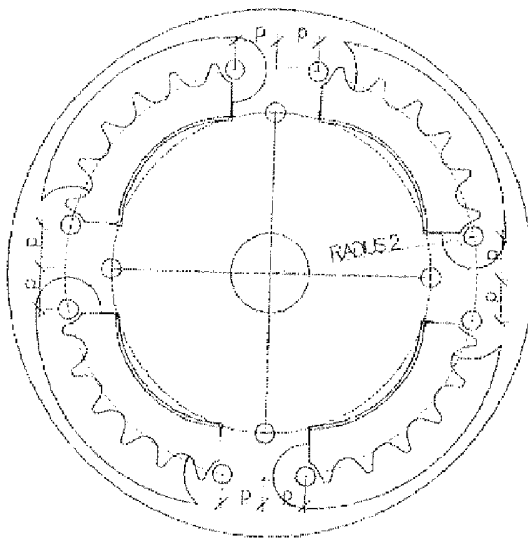


FIG. 61 33

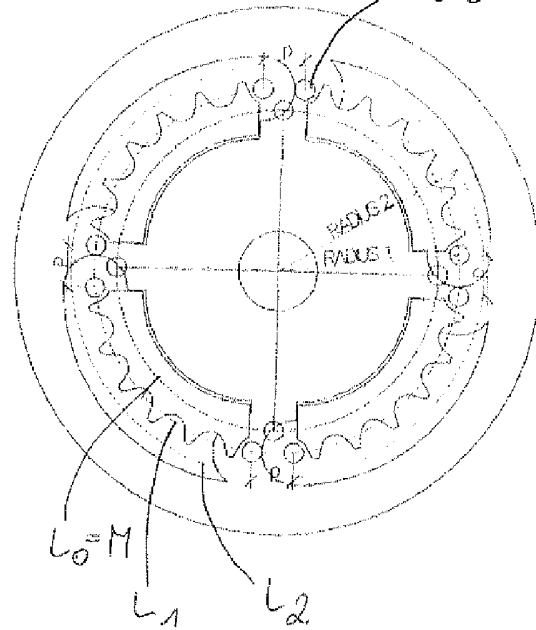


FIG. 62

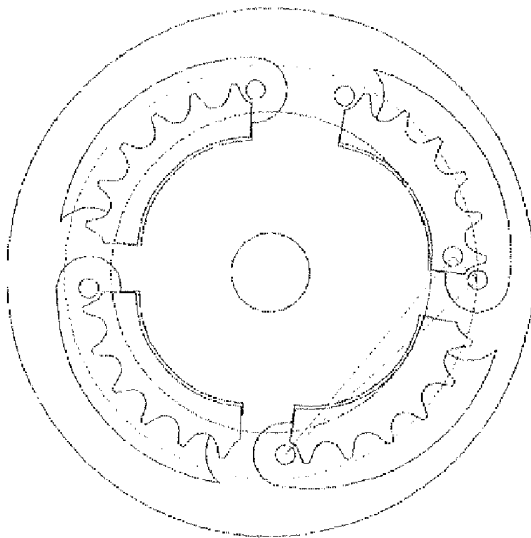


FIG. 63

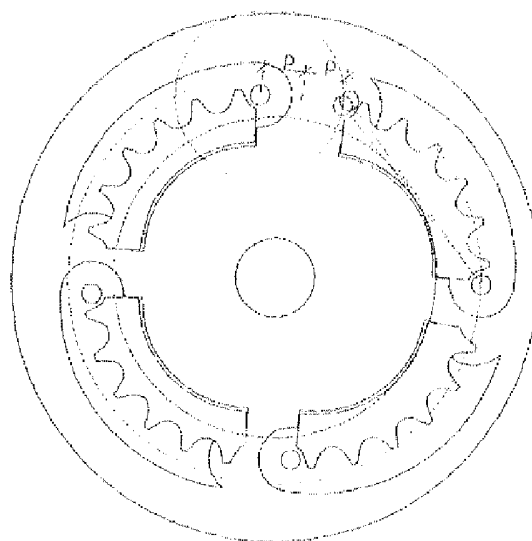


FIG. 64

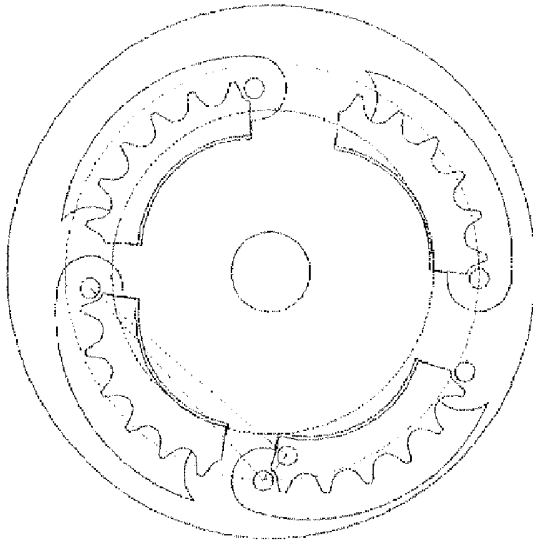


FIG. 65

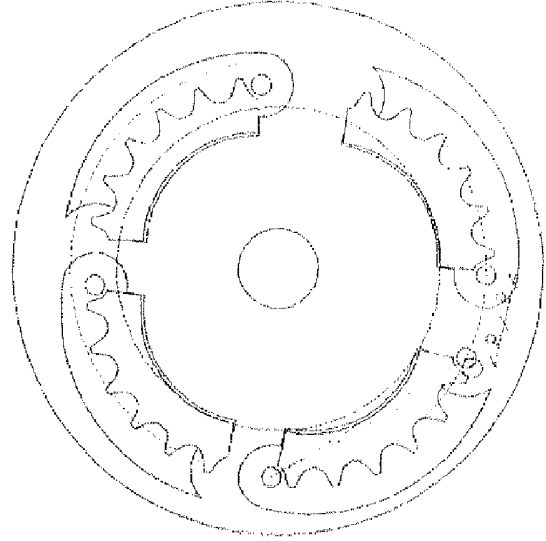


FIG. 66

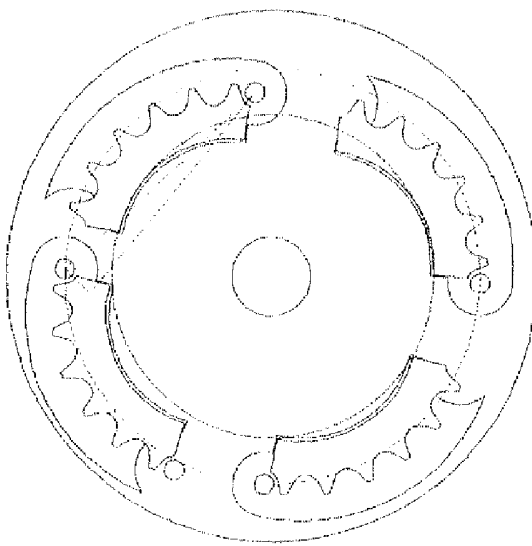
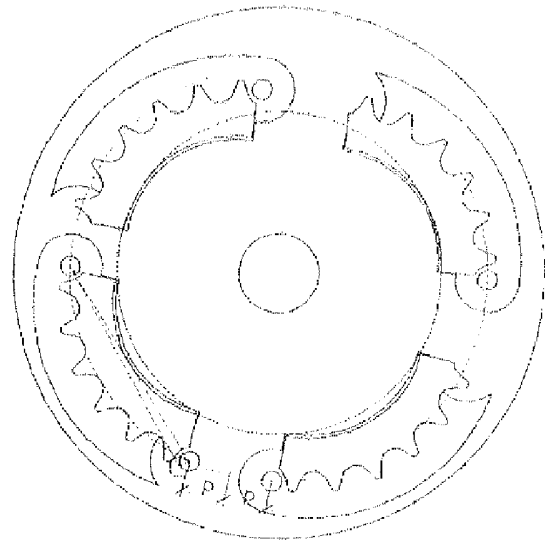


FIG. 67



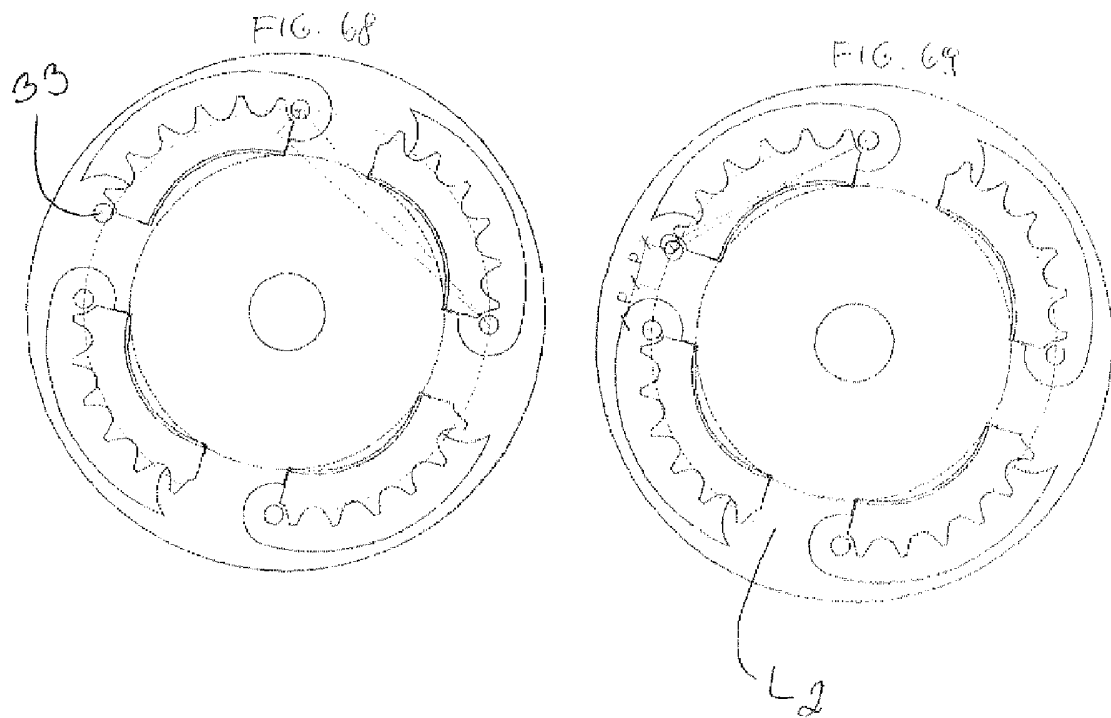
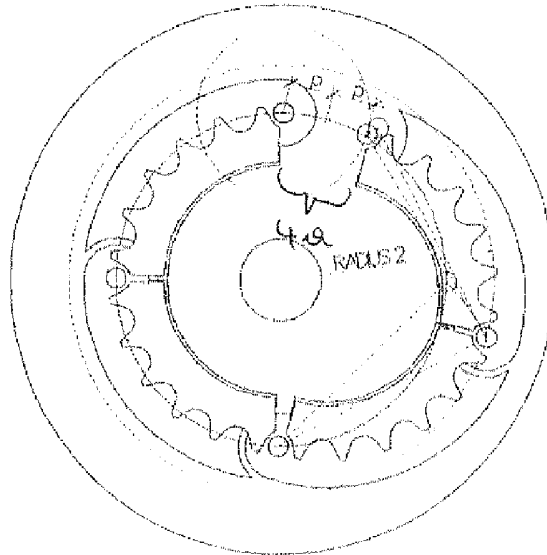
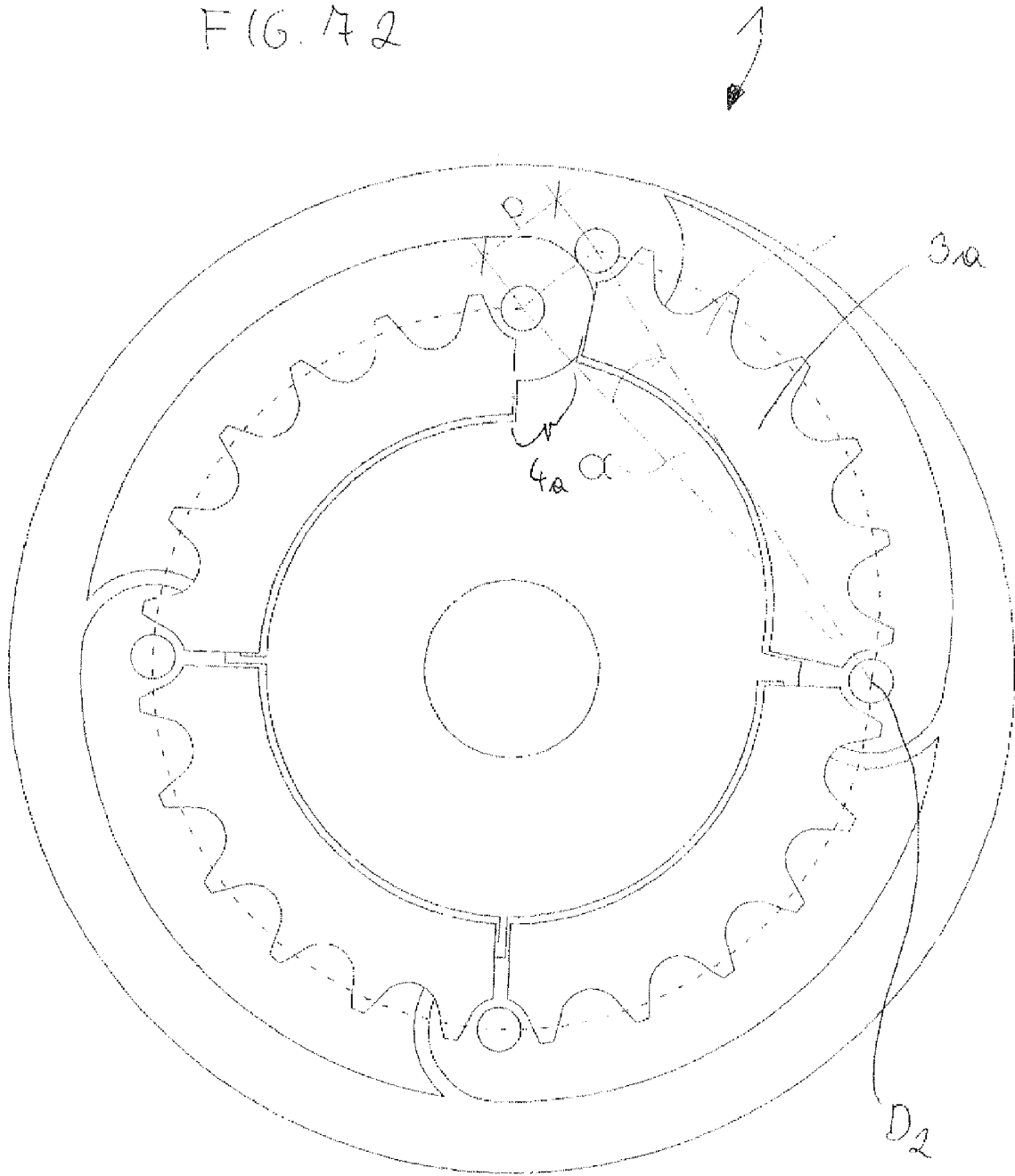


FIG 70



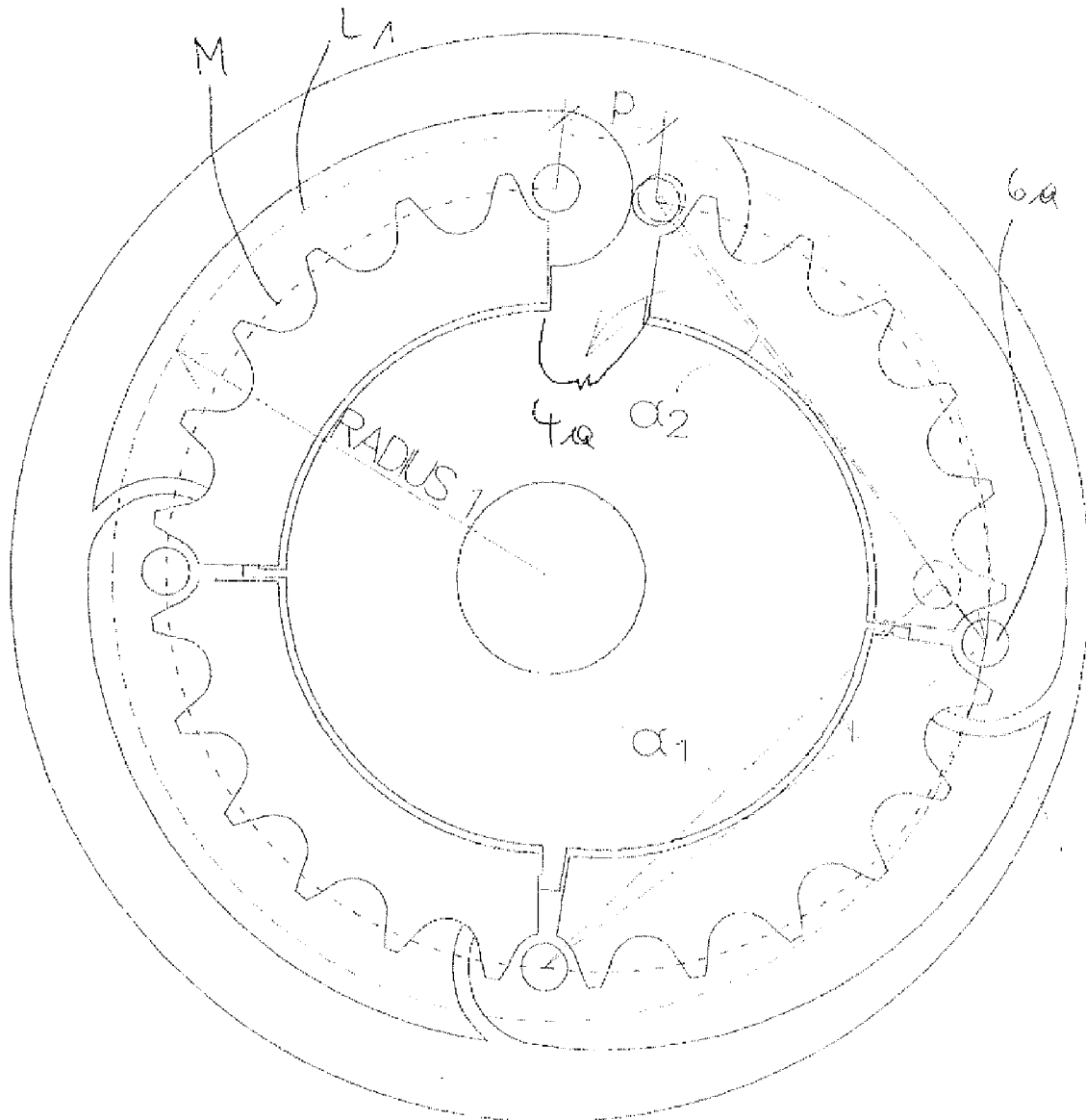
[illegible]

FIG. 42



$$\alpha = +10,59^\circ$$

FIG. 43



$$\alpha_1 = +7,93^\circ$$

$$\alpha_2 = -0,74^\circ$$

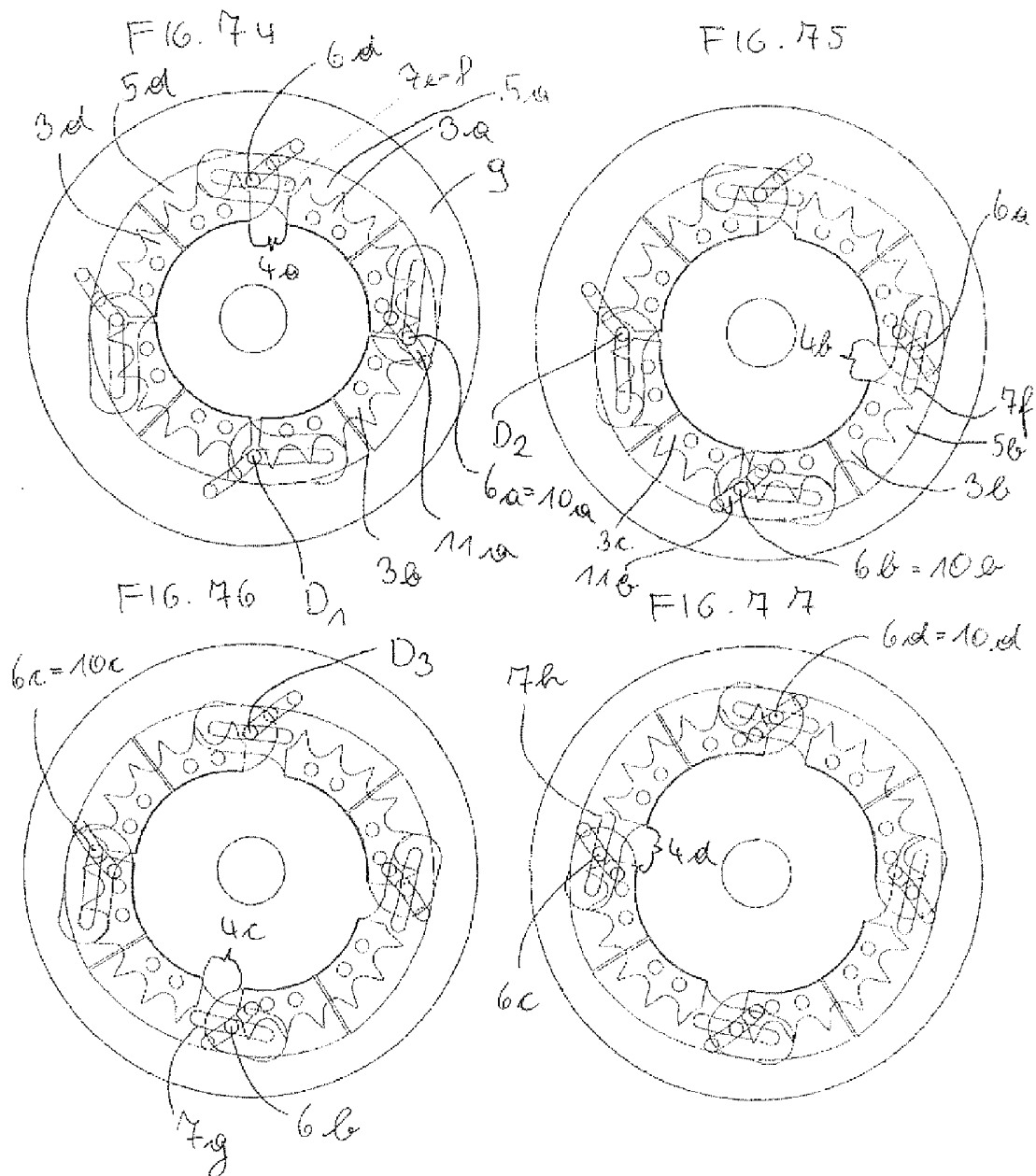


FIG. 78

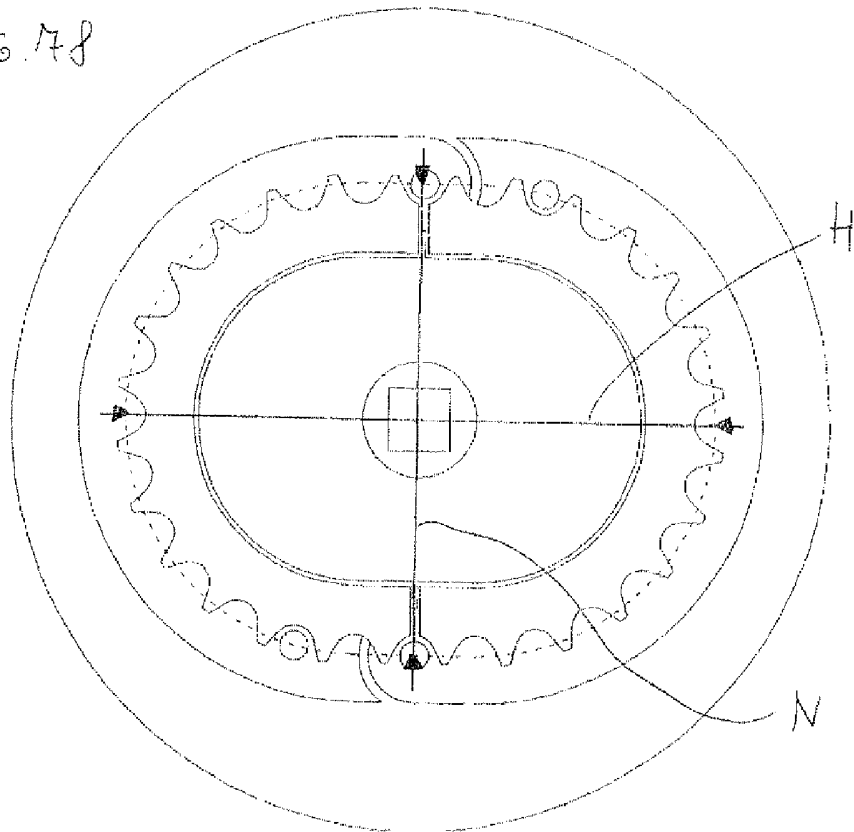


FIG. 79

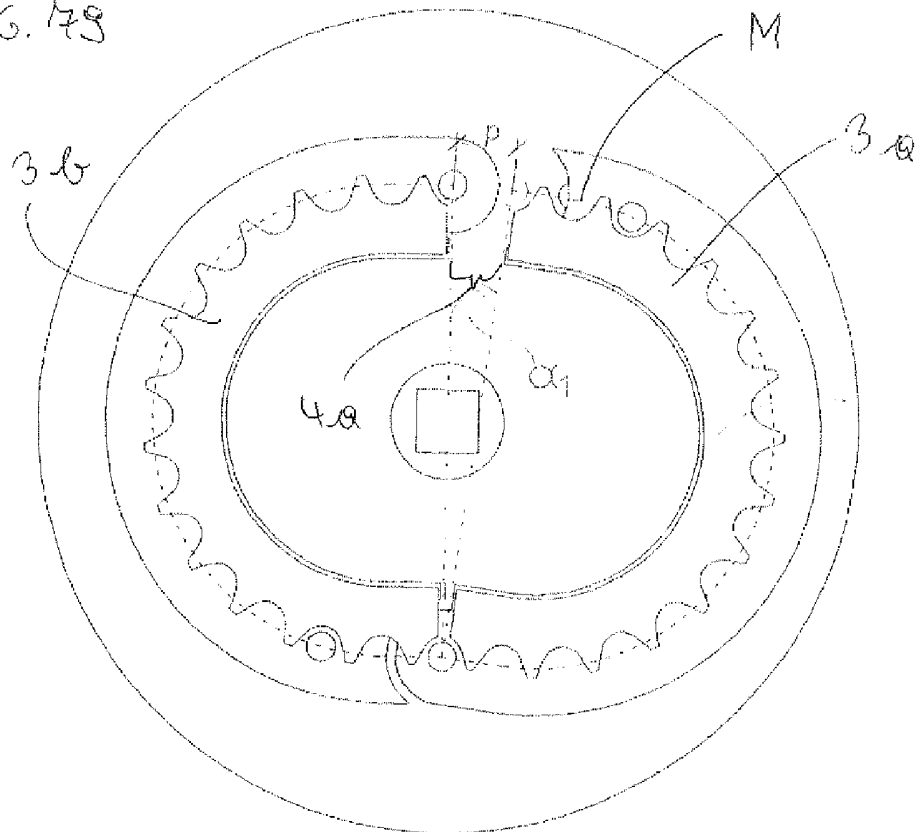


FIG. 80

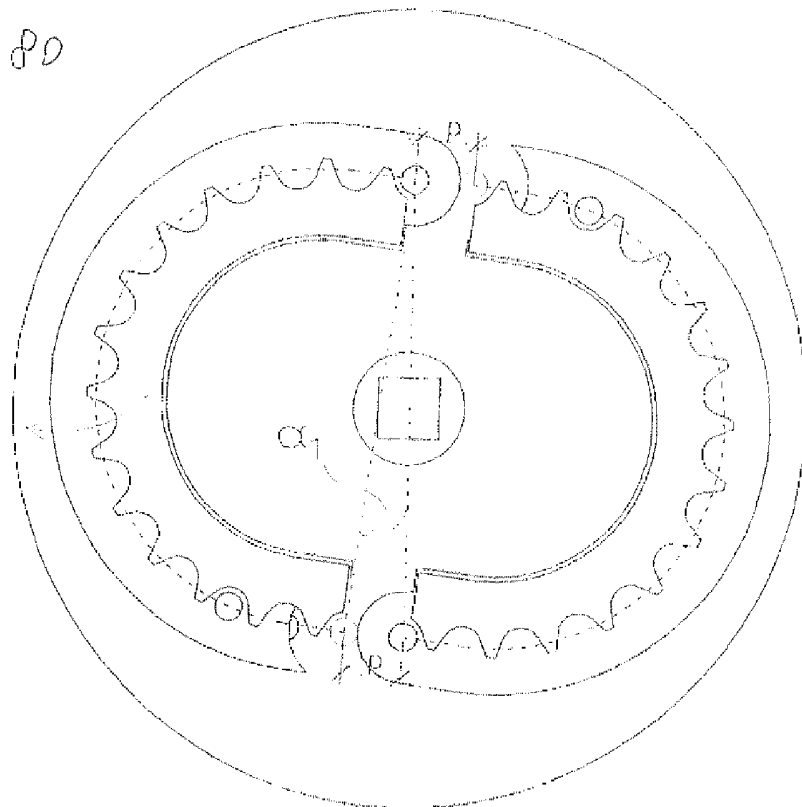


FIG. 81

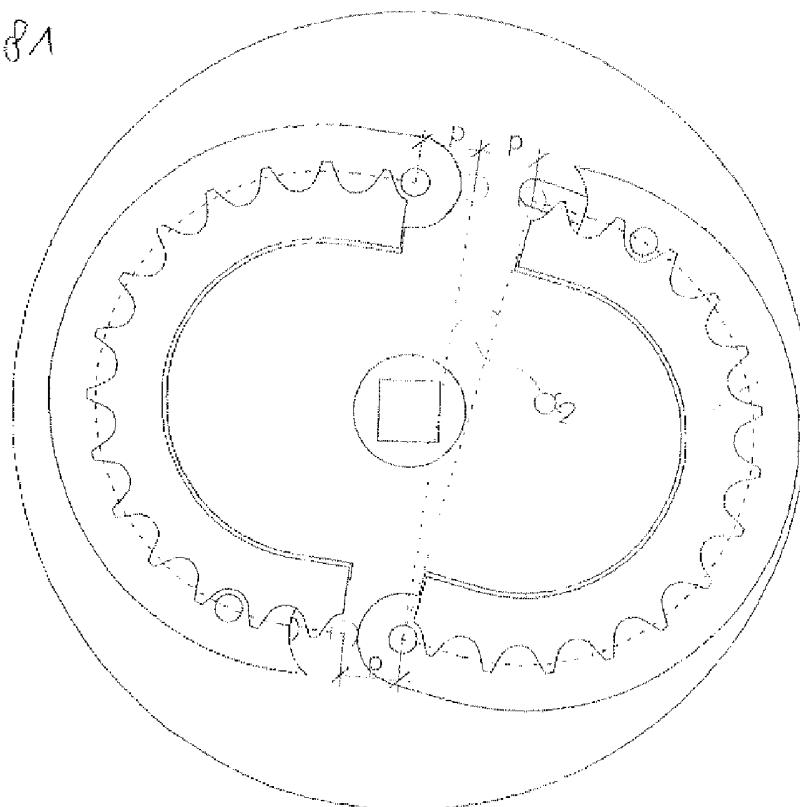


FIG. 82

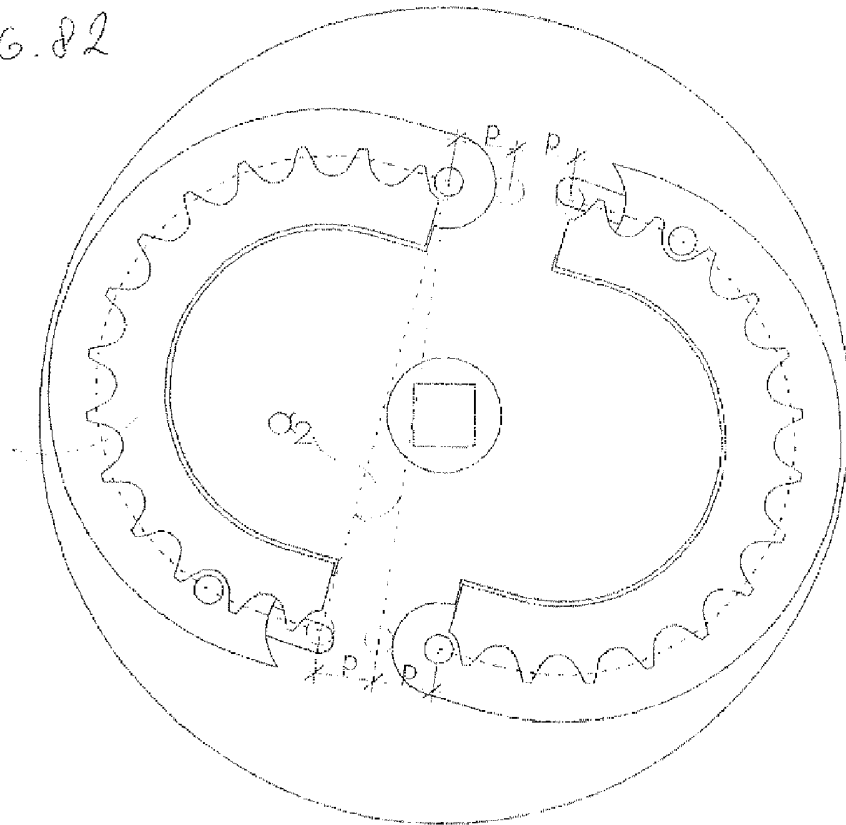


FIG. 83

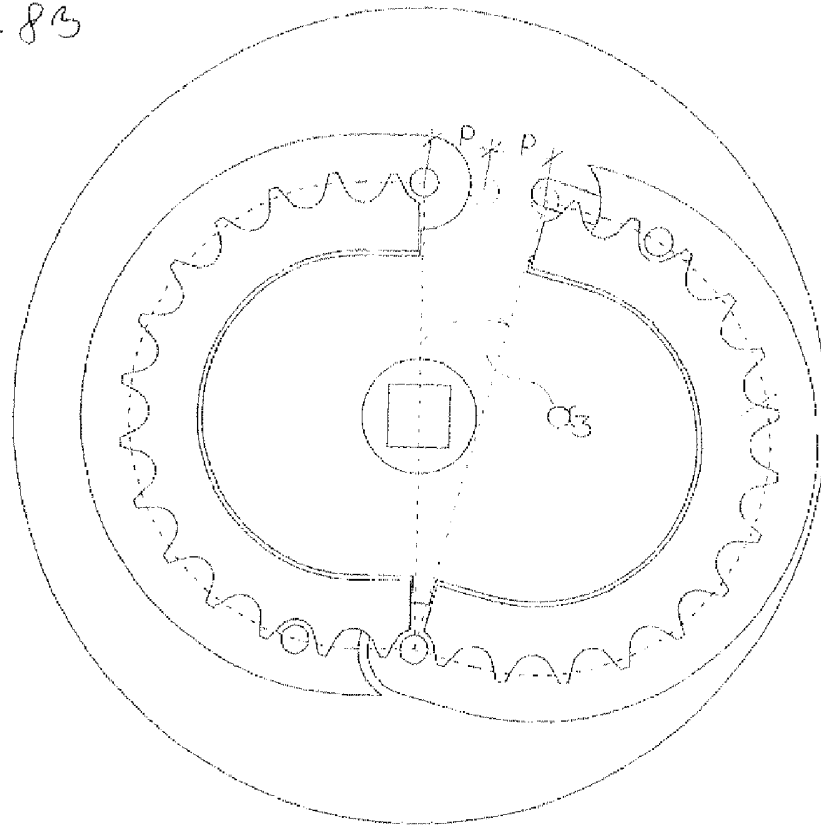


FIG. 84

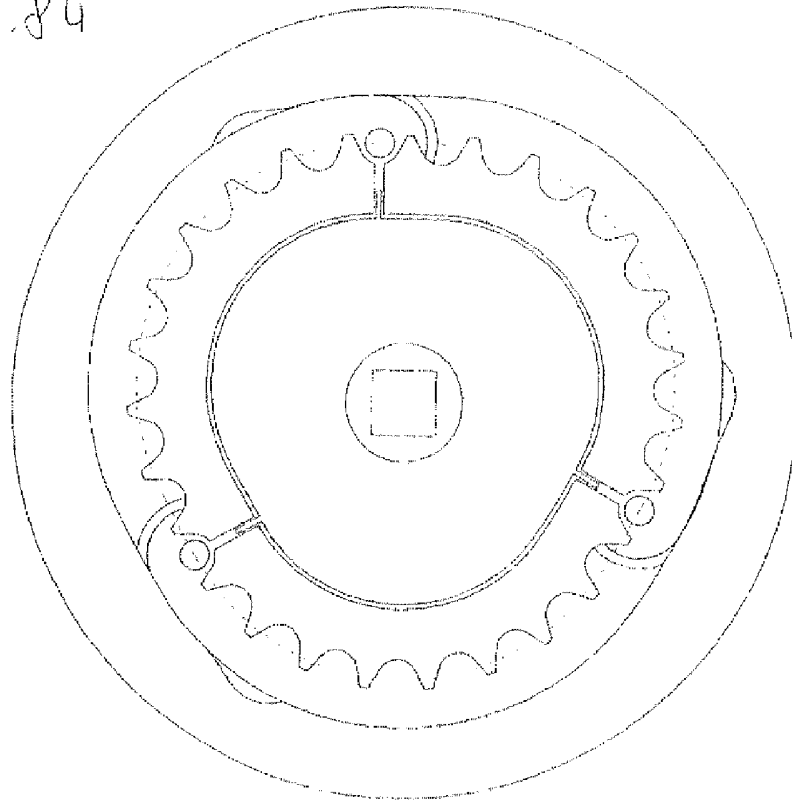


FIG. 85

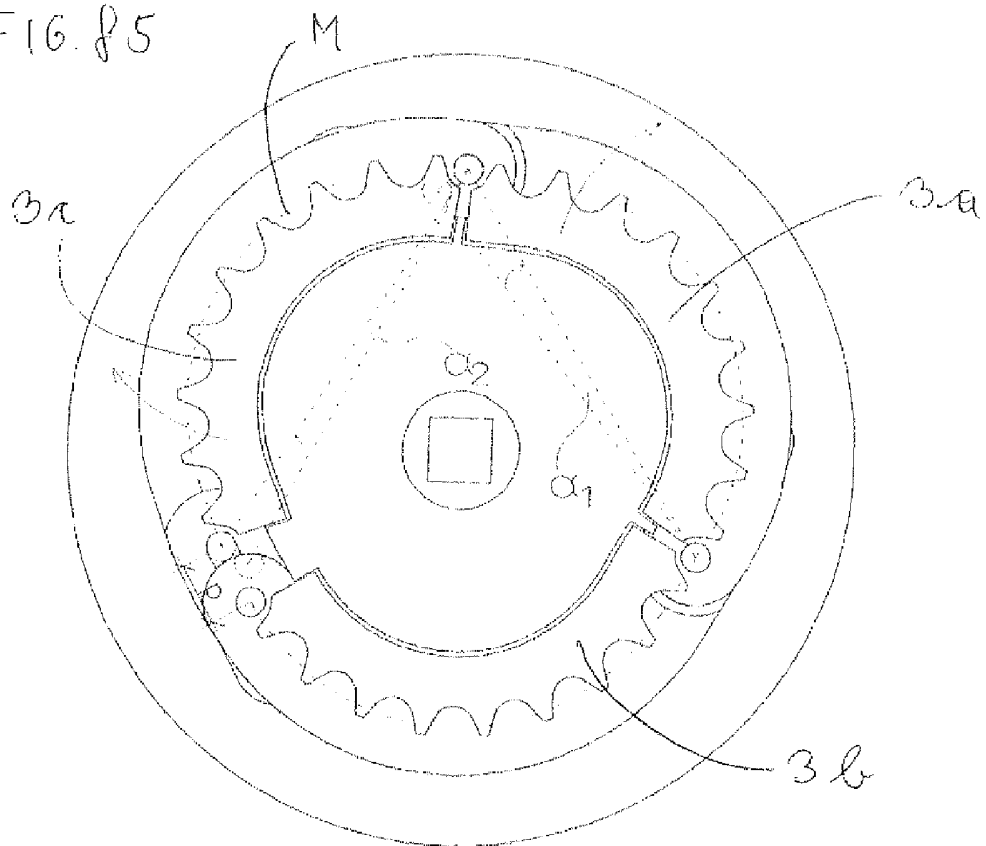


FIG. 86

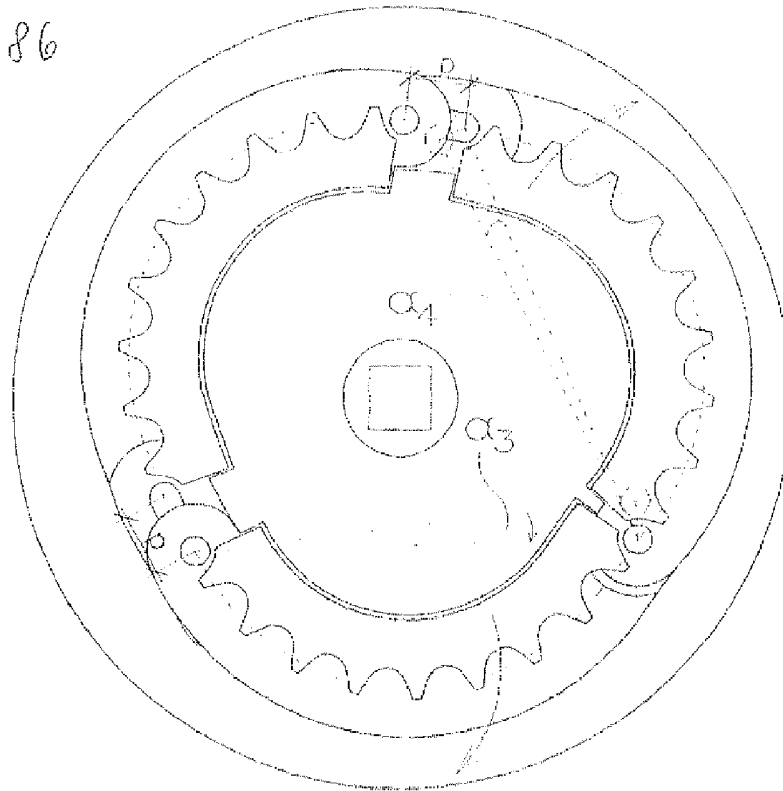


FIG. 87

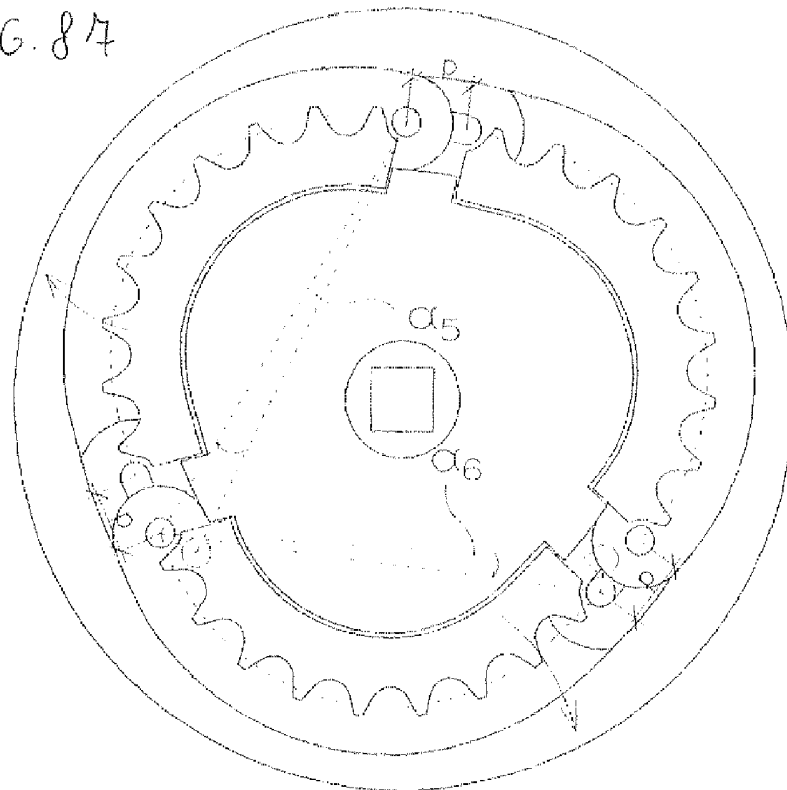


FIG. 88

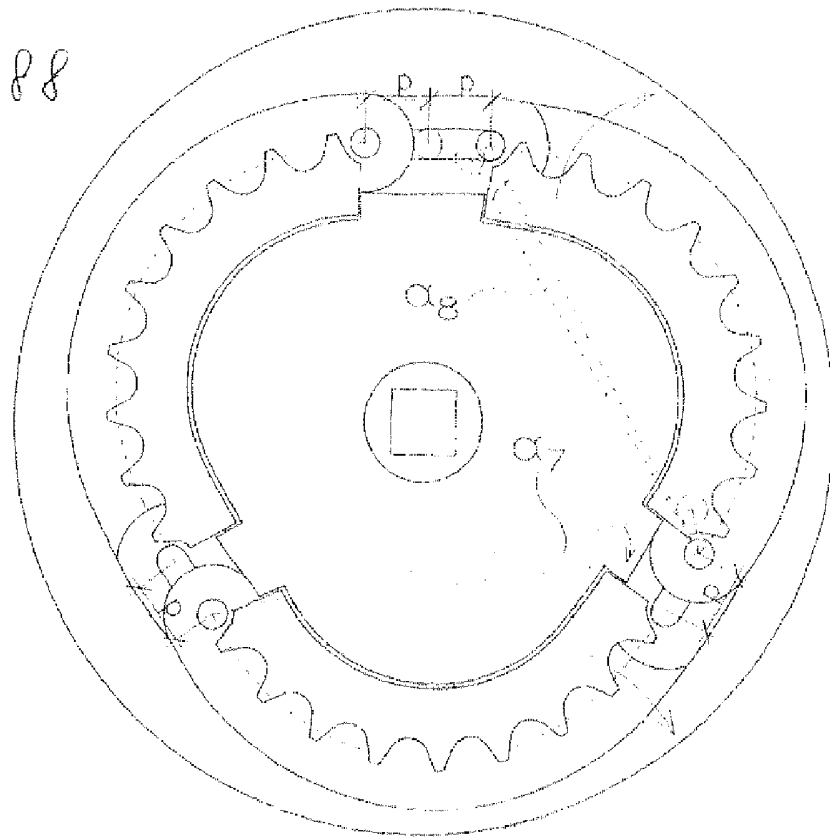


FIG. 89

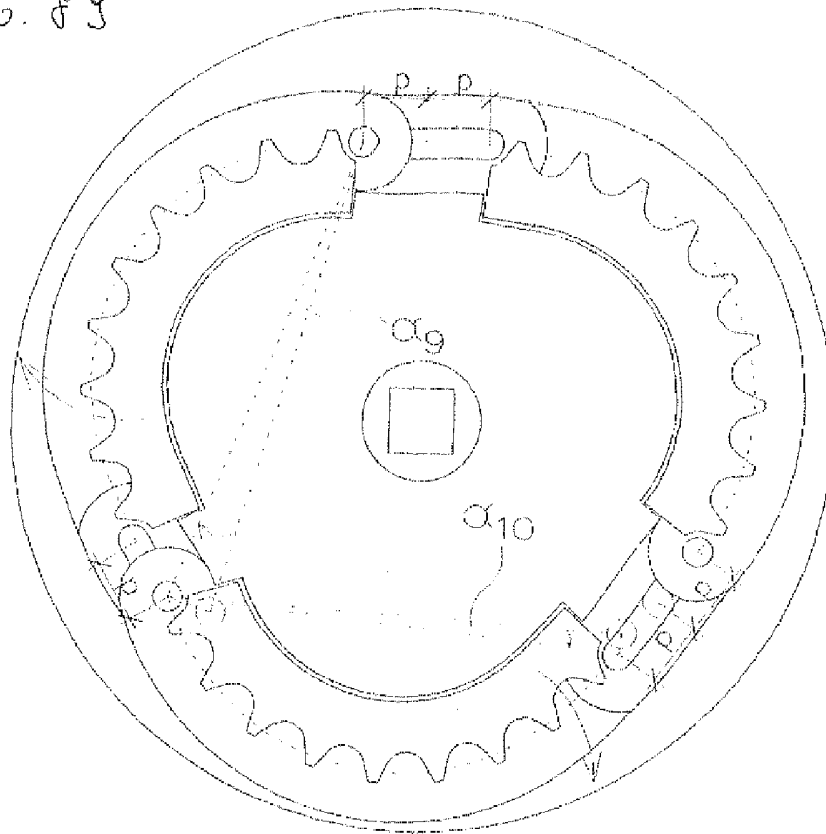


FIG. 90

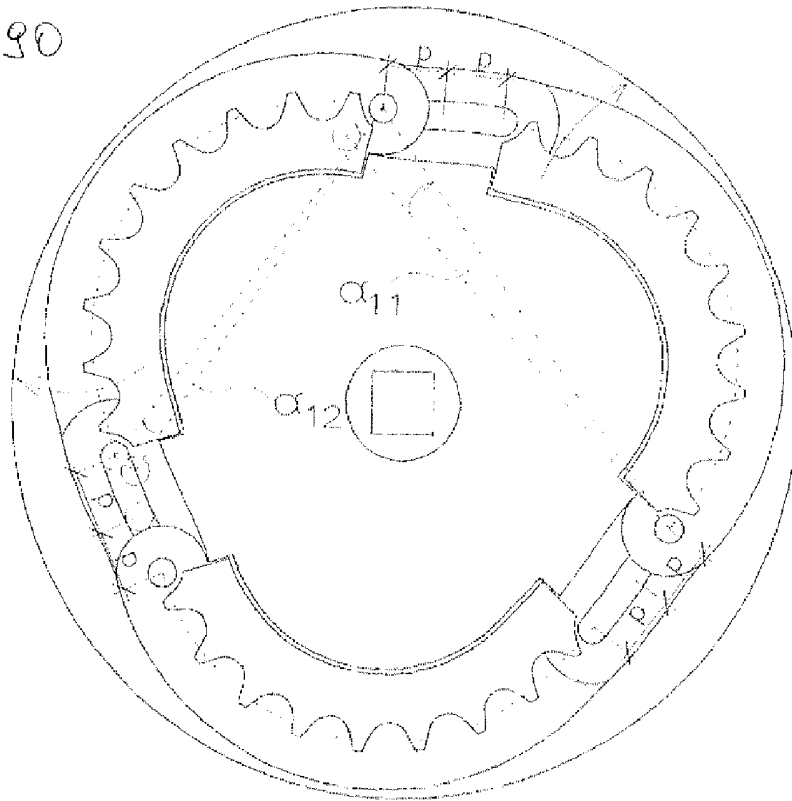
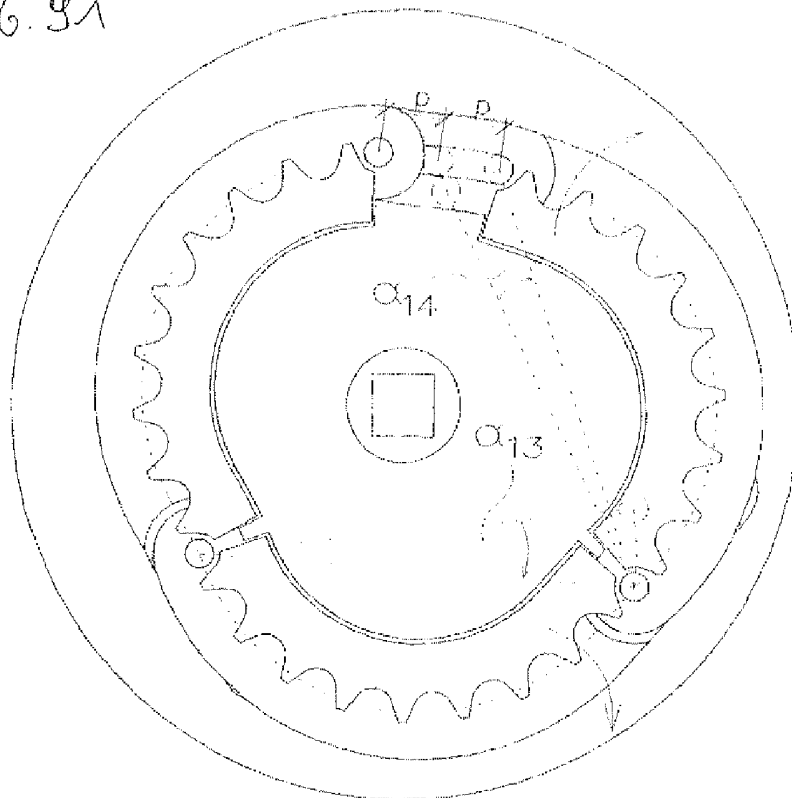


FIG. 91



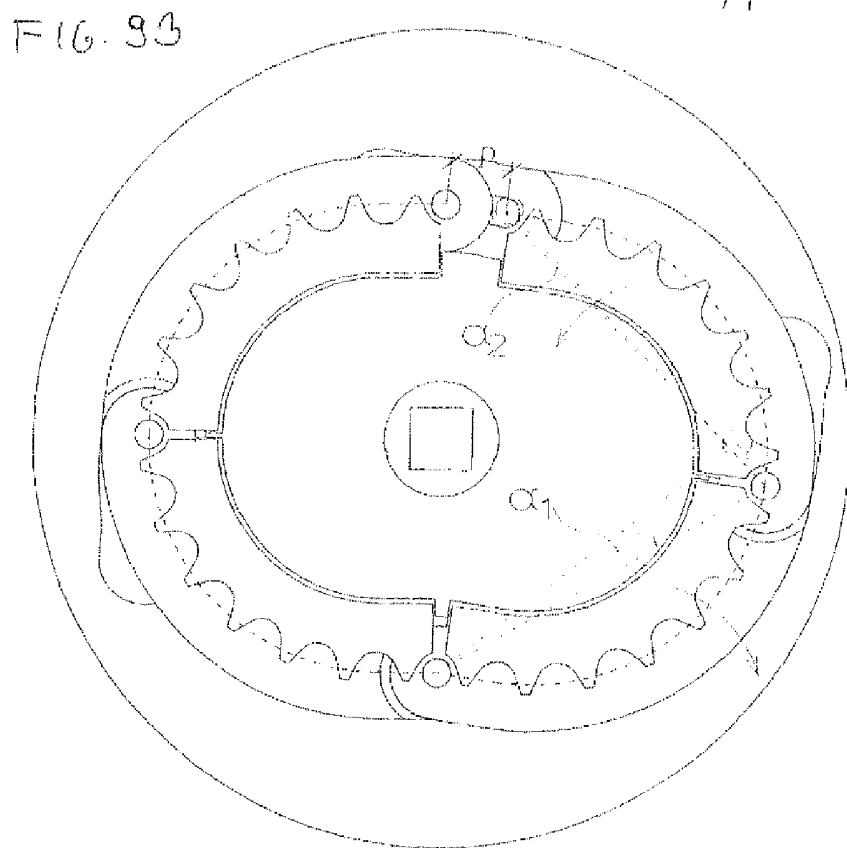
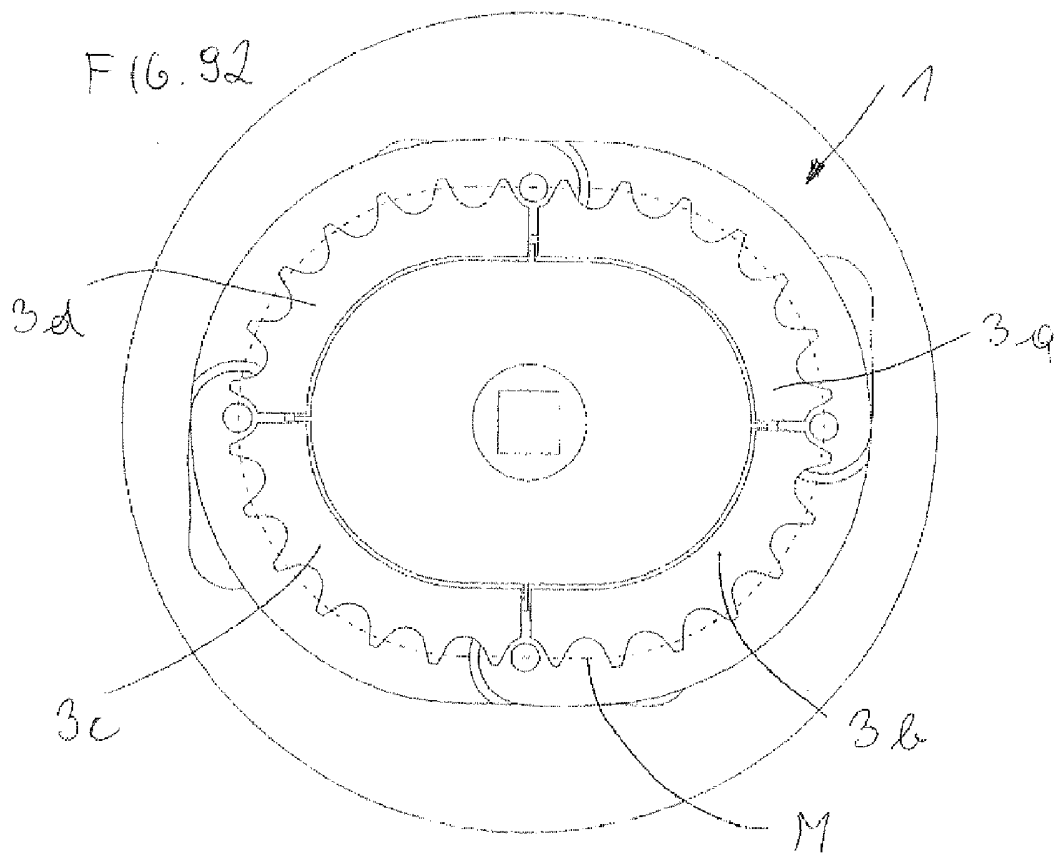


FIG. 94

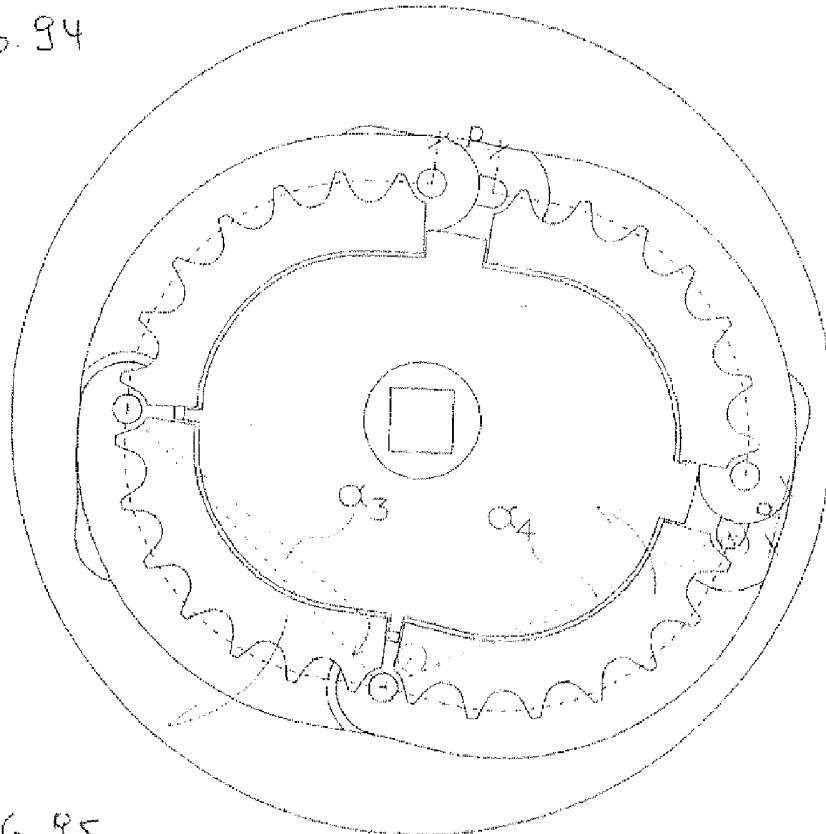


FIG. 95

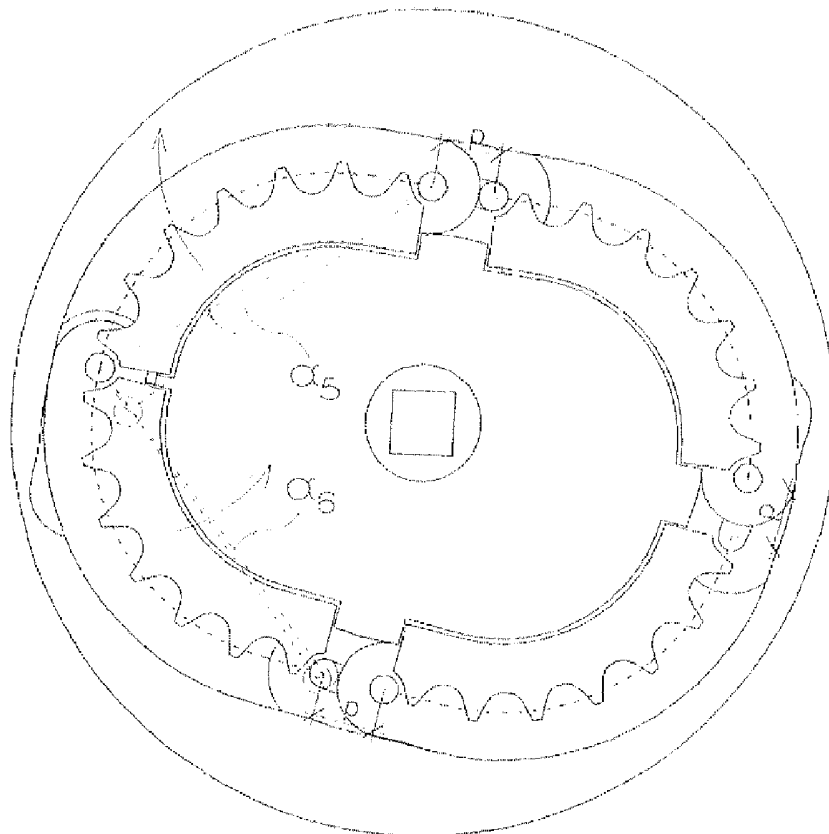


FIG. 96

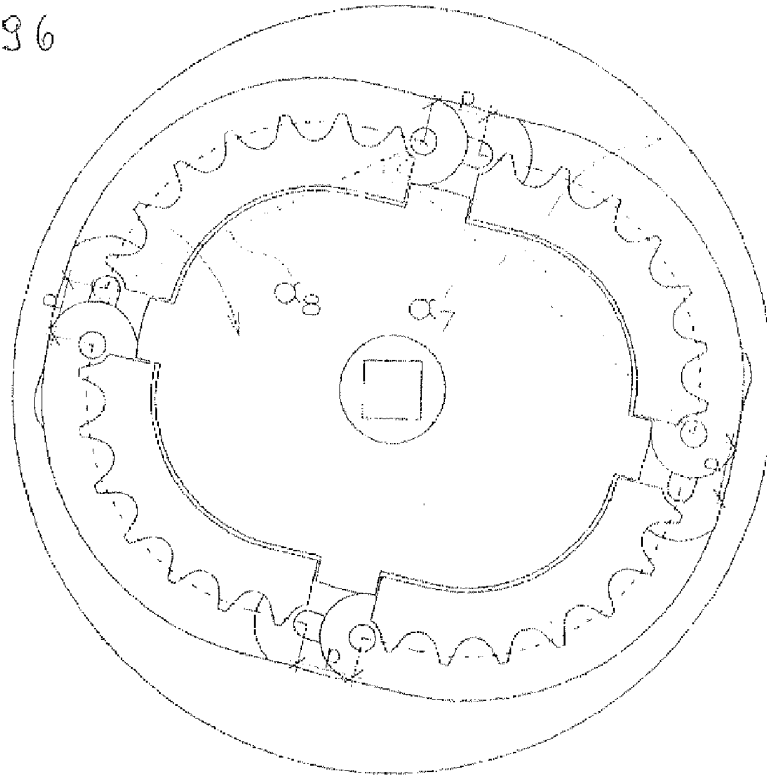


FIG. 97

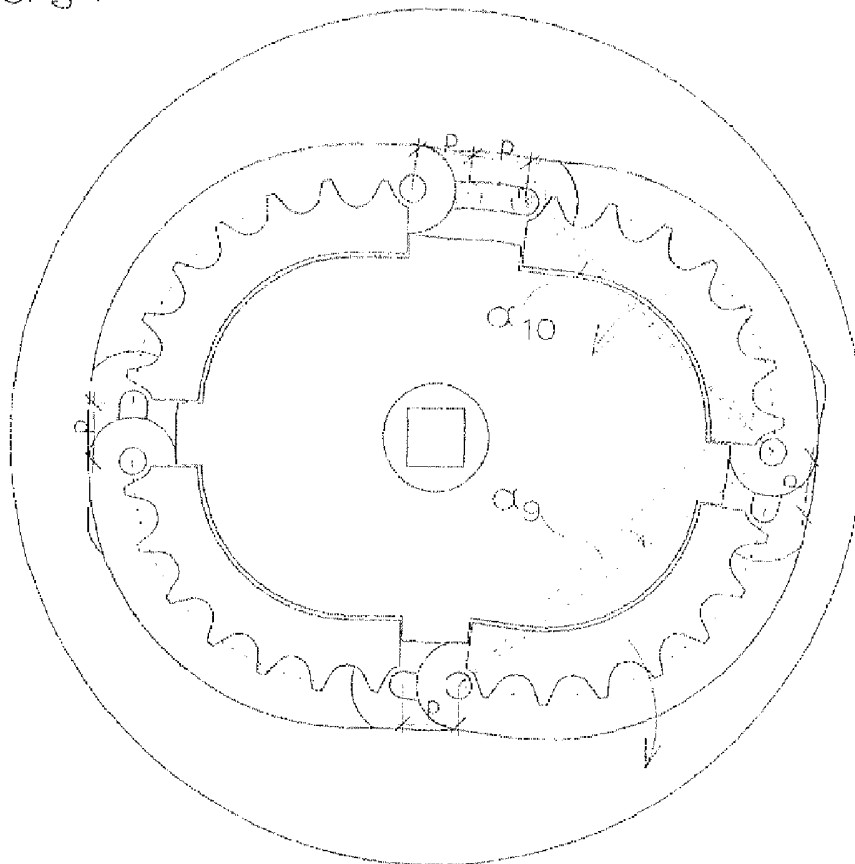


FIG. 98

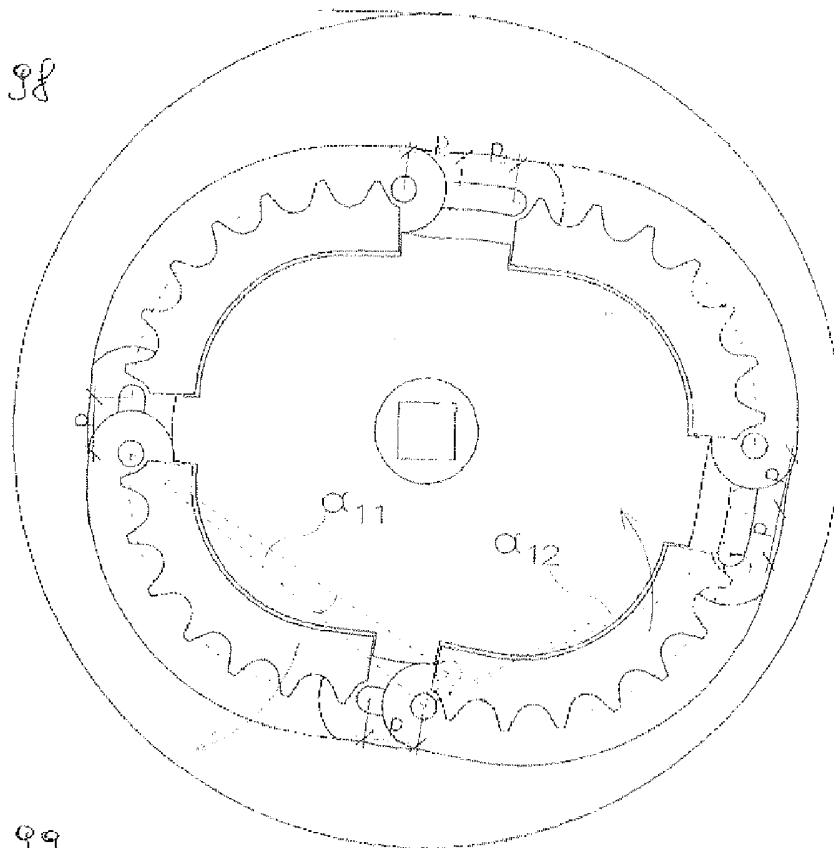


FIG. 99

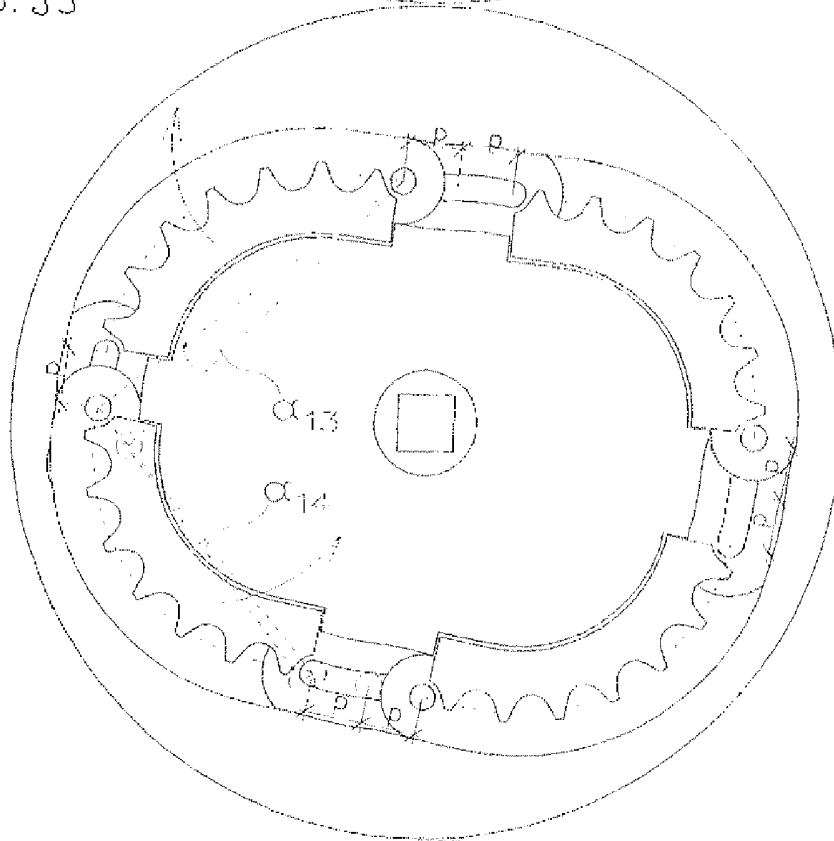


FIG. 100

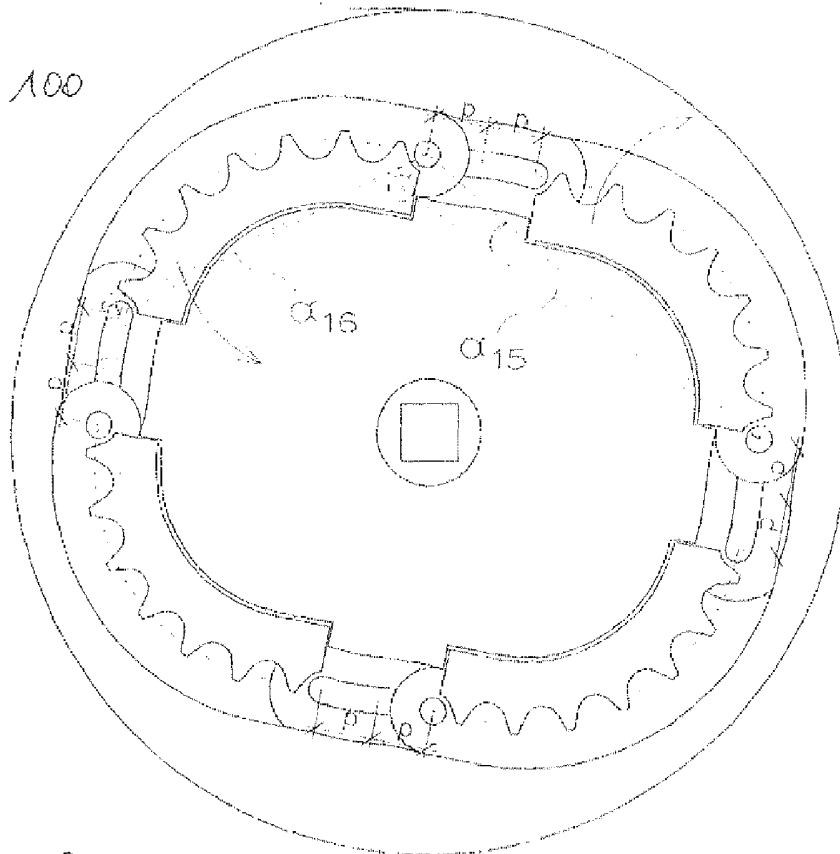


FIG. 101

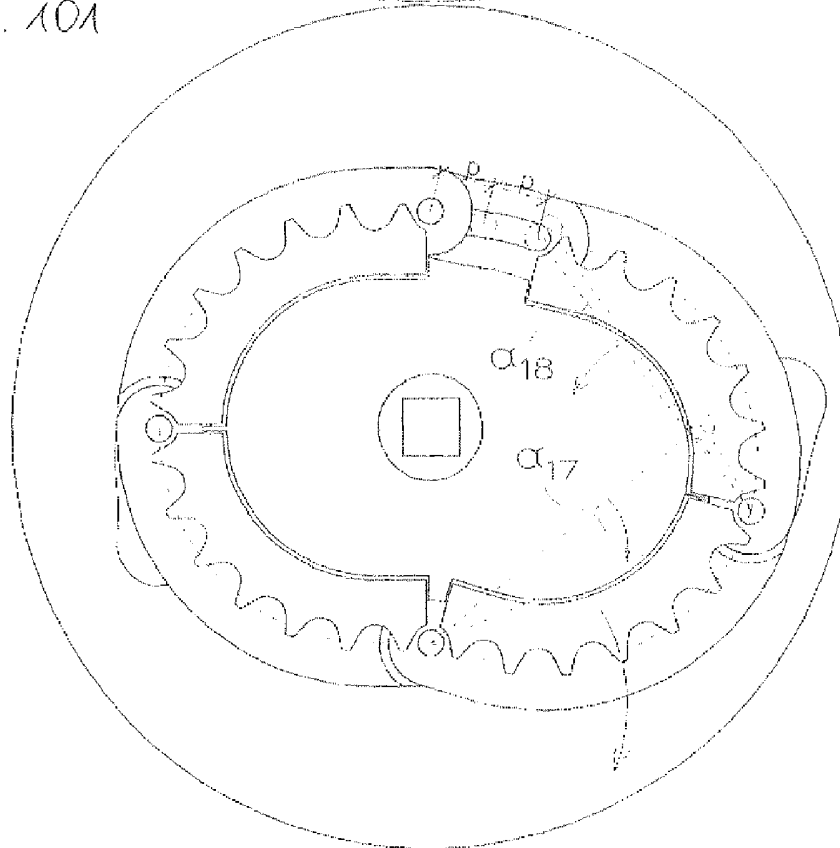


FIG. 102

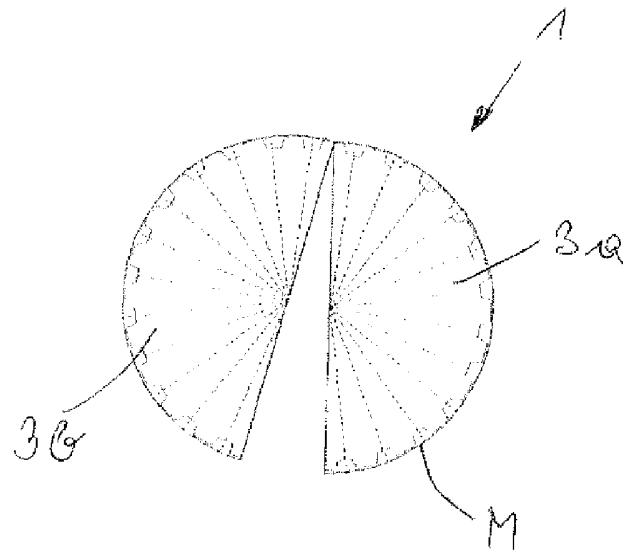


FIG. 103

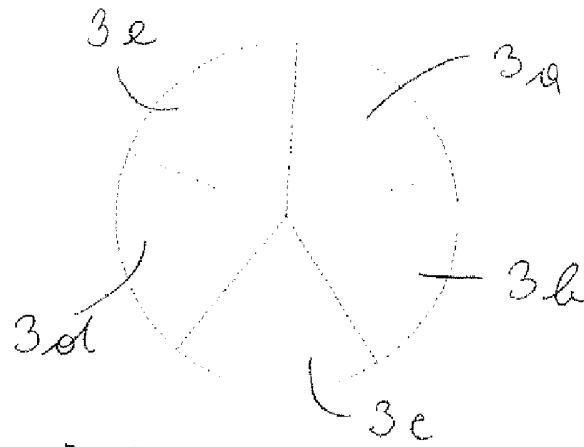


FIG. 104

