



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 16 396 T2 2006.08.31**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 413 509 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 16 396.6**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 001 371.6**

(96) Europäischer Anmeldetag: **09.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **28.04.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **28.12.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **31.08.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B62M 11/16 (2006.01)**

B62M 11/18 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

522703 10.03.2000 US

(73) Patentinhaber:

Shimano Inc., Osaka, JP

(74) Vertreter:

Wallinger & Partner, 80331 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

Shoge, Akihiko, Shimonoseki-shi, Yamaguchi, JP

(54) Bezeichnung: **Fahrradantriebsnabe**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Fahrradgetriebe und insbesondere eine Getriebe- nabe für ein Fahrrad.

[0002] Eine eingebaute mehrstufige Getriebe- nabe wird manchmal am Hinterrad eines Fahrrades montiert, so dass der Radfahrer verschiedene Übersetzungen auswählen kann, um die Pedalkraft zu verändern. Eine übliche Getriebe- nabe weist eine an den Fahrradrahmen montierte Nabenachse auf, ein drehbar auf der Nabenachse gelagertes Antriebs- element zum Aufnehmen der Pedalkraft über Kettenrad und Kette, und ein drehbar auf der Nabenachse gelagertes Nabengehäuse. Ein Kraftübertragungsmechanismus ist zwischen dem Antriebs- element und dem Nabengehäuse angeordnet, um Drehbewegung von dem Antriebs- element über eine Vielzahl von Kraftübertragungspfad- en auf das Nabengehäuse zu übertragen, wobei jeder Kraftübertragungspfad üblicherweise ein einziges Übersetzungs- verhältnis erzeugt. Der Kraftübertragungsmechanismus umfasst normalerweise einen Planetengetriebemechanismus mit einem oder mehreren um die Nabenachse drehbar gelagerten Sonnenrädern, einem um die Nabenachse drehbar gelagerten Hohlrad, einem um die Nabenachse drehbar gelagerten Planetenradträger sowie einer Vielzahl auf dem Planetenradträger drehbar gelagerter Planetenräder, welche mit dem Sonnenrad und dem Hohlrad käm- men. Die Vielzahl der Kraftübertragungspfade mit der jeweils entsprechenden Übersetzung werden ausgewählt, indem die verschiedenen Elemente jeweils drehfest aneinander gekuppelt werden. Beispielsweise kann eine Übersetzung gewählt werden, indem ein Sonnenrad drehfest mit der Nabenachse gekuppelt wird, eine andere Übersetzung kann gewählt werden, indem das Antriebs- element bezüglich des Planetenradträgers drehfest angekuppelt wird, und eine andere Übersetzung kann gewählt werden, indem das Antriebs- element bezüglich des Hohlrades drehfest angekuppelt wird. In einer üblichen Getriebe- nabe sind meist eine Vielzahl solcher Kupplungsverhältnisse möglich, wodurch sich eine relativ große Anzahl möglicher Übersetzungen ergibt.

[0003] Wenn eine Übersetzung gewählt wird, indem das Sonnenrad drehfest mit der Achse gekuppelt wird, kann die Kupplung durch einen Sperrklinkenmechanismus erreicht werden, welcher zwischen einer Innenumfangsfläche des Sonnenrades und der Nabenachse angeordnet ist. Genauer ausgedrückt kann eine Vielzahl von Sperrklinken so an die Innenumfangsfläche des Sonnenrades montiert werden, dass jeweils ein Ende der Sperrklinke durch eine Feder radial nach innen vorgespannt wird. Auf der äußeren Umfangsfläche der Nabenachse ist üblicherweise eine Vielzahl von Rastzähnen oder Anschlägen aus gebildet, welche mit den Enden der Sperrklinken eingreifen und somit das Sonnenrad drehfest an die Nabenachse kuppeln, und eine Steuerhülse ist drehbar an der Nabenachse gelagert, so dass die Anschläge wahlweise frei liegen. Demzufolge kann das Sonnenrad bezüglich der Nabenachse frei rotieren, wenn die Anschläge durch die Steuerhülse verdeckt sind, und das Sonnenrad ist drehfest an die Nabenachse gekuppelt, wenn die Anschläge frei liegen.

[0004] Die Europäische Patentanmeldung EP 0 795 461 A2 offenbart eine Getriebe- nabe für ein Fahrrad mit einer Rücktrittbremse gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Ein Kraftübertragungsmechanismus mit einem Planetenradträger, Planetenrädern, Sonnenrädern und einer mit einem Antriebs- element eingreifbaren Kupplung werden bereitgestellt. Das Kupplungselement ist so ausgelegt, dass es aus dem Planetenradträger austrückt, wenn das Antriebs- element in Rückwärtsrichtung gedreht wird.

[0005] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Fahrradgetriebe- nabe mit Rücktrittbremse bereitzustellen, wobei der Bremsvorgang, welcher durch Rückwärtsdrehen der Pedale eingeleitet wird, über einen Pfad durch die Getriebe- nabe zuverlässig übertragen wird, unabhängig von der gerade eingelegten Gangstufe.

[0006] Entsprechend der vorliegenden Erfindung wird eine Getriebe- nabe für ein Fahrrad gemäß der Definition in Anspruch 1 bereitgestellt. Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sind in den Ansprüchen 2 bis 7 definiert.

[0007] Entsprechend der vorliegenden Erfindung ist eine Vielzahl von Sperrklinken auf dem Antriebs- element so angeordnet, dass sie das erste Hohlrad in der Getriebe- nabe in Rückwärtsdrehrichtung drehen, wenn das Antriebs- element während des Bremsens rückwärts gedreht wird. Auf diese Weise wird das Bremsmoment stets über denselben Übertragungspfad durch die Getriebe- nabe geleitet.

[0008] Weitere Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung können aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsformen in Verbindung mit den Zeichnungen entnommen werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

- [0009] [Fig. 1](#) ist eine Seitenansicht des hinteren Bereichs eines Fahrrades mit einer Getriebeabgabe;
- [0010] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsdarstellung einer speziellen Ausführungsform einer Getriebeabgabe gemäß der vorliegenden Erfindung;
- [0011] [Fig. 3](#) ist eine Explosionsansicht einer Achse sowie einer Sonnenradanordnung, welche in der Getriebeabgabe verwendet werden;
- [0012] [Fig. 4](#) ist eine Ansicht der zusammengebauten Achse und Sonnenradanordnung;
- [0013] [Fig. 5](#) ist eine Seitenansicht und zeigt, wie ein Sonnenrad-Führungsring, welcher entweder für das zweite oder das dritte Sonnenrad verwendet wird, auf der Achse sitzt;
- [0014] [Fig. 6](#) ist eine Seitenansicht und zeigt, wie ein Sonnenrad-Führungsring, welcher für das vierte Sonnenrad verwendet wird, auf der Achse sitzt;
- [0015] [Fig. 7](#) ist eine Seitenansicht einer Schaltsteuerhülse, welche in der Getriebeabgabe verwendet wird;
- [0016] [Fig. 8](#) ist eine Ansicht entlang der Linie VIII-VIII in [Fig. 7](#);
- [0017] [Fig. 9](#) ist eine Ansicht entlang der Linie IX-IX in [Fig. 7](#);
- [0018] [Fig. 10](#) ist eine Ansicht entlang der Linie X-X in [Fig. 7](#);
- [0019] [Fig. 11](#) ist eine Ansicht entlang der Linie XI-XI in [Fig. 2](#) und zeigt die Schaltsteuerhülse in einer ersten Stellung;
- [0020] [Fig. 12](#) ist eine Ansicht entlang der Linie XI-XI in [Fig. 2](#) und zeigt die Schaltsteuerhülse in einer zweiten Stellung;
- [0021] [Fig. 13](#) ist eine Ansicht entlang der Linie XI-XI in [Fig. 2](#) und zeigt die Schaltsteuerhülse in einer dritten Stellung;
- [0022] [Fig. 14](#) ist eine Ansicht entlang der Linie XI-XI in [Fig. 2](#) und zeigt die Schaltsteuerhülse in einer vierten Stellung;
- [0023] [Fig. 15](#) ist eine Explosionsansicht eines Schaltheilfemechanismus, welcher in der Getriebeabgabe verwendet wird;
- [0024] [Fig. 16](#) ist eine Schrägansicht und zeigt die Sonnenradanordnung und den Schaltheilfemechanismus in zusammengebautem Zustand;
- [0025] [Fig. 17](#) ist eine Detailansicht und zeigt den Schaltheilfemechanismus, wenn das Antriebselement mit dem Planetenradträger verbunden ist;
- [0026] [Fig. 18](#) ist eine Detailansicht und zeigt den Schaltheilfemechanismus, wenn das Antriebselement von dem Planetenradträger abgekoppelt ist;
- [0027] [Fig. 19](#) ist eine schematische Darstellung und zeigt das Vorspannen des Schaltheilfemechanismus;
- [0028] [Fig. 20](#) ist eine Ansicht entlang der Linie XX-XX in [Fig. 17](#) und zeigt den Schaltheilfemechanismus in ruhendem Zustand;
- [0029] [Fig. 21](#) ist eine Ansicht entlang der Linie XX-XX in [Fig. 17](#) und zeigt den Schaltheilfemechanismus im Betriebszustand;
- [0030] [Fig. 22](#) ist eine Ansicht entlang der Linie XX-XX in [Fig. 17](#) und zeigt den Schaltheilfemechanismus bei Bewegung zurück in den ruhenden Zustand;

[0031] [Fig. 23](#) ist eine Querschnittsdarstellung einer weiteren Ausführungsform einer Getriebeabgabe gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0032] [Fig. 24](#) ist eine Explosionsansicht des Schaltheilfemechanismus, welcher in der in [Fig. 23](#) gezeigten Getriebeabgabe verwendet wird; und

[0033] [Fig. 25](#) ist eine schematische Darstellung und zeigt das Vorspannen des Schaltheilfemechanismus.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0034] [Fig. 1](#) ist eine Seitenansicht des hinteren Bereichs eines Fahrrades **10** mit einer Getriebeabgabe **14**. Der hintere Bereich des Fahrrades **10** weist einen Rahmen **18** mit einem Sitzrohr **22** auf, welches einen Sattel **24** trägt, zwei herkömmliche Kettenstreben **26** und zwei herkömmliche Sitzstreben **30**. Ein Laufrad **34** ist um eine Achse **36** der Getriebeabgabe **14** herum am Schnittpunkt der Kettenstreben **26** mit den Sitzstreben **30** drehbar am Rahmenende **35** gelagert, und eine Kurbelbaugruppe **38** mit Pedalen **42** und einem Kettenblatt **46** ist am Schnittpunkt des Sitzrohrs **22** mit den Kettenstreben **26** drehbar gelagert. Eine Kette **50** greift in das Kettenblatt **46** ein und wickelt sich um ein Kettenrad **54**, welches die Getriebeabgabe **14** drehbar antreibt. Ein so genannter Bowdenzug **62** bewirkt die Gangumschaltung bei der Getriebeabgabe **14** auf die unten noch genauer beschriebene Weise.

[0035] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsdarstellung einer speziellen Ausführungsform der Getriebeabgabe **14**. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, weist die Getriebeabgabe **14** die Achse **36** auf, ein drehbar auf der Achse **36** gelagertes Antriebselement **70**, ein Nabengehäuse **74** mit Speichenflanschen **78**, welche drehbar auf der Achse **36** gelagert sind, einen Kraftübertragungsmechanismus **82**, welcher zwischen dem Antriebselement **70** und dem Nabengehäuse **74** angeordnet ist, und über eine Vielzahl von Kraftübertragungspfaden Drehkraft von dem Antriebselement **70** auf das Nabengehäuse **74** überträgt, eine Rücktrittbremse **86**, welche die Drehung des Nabengehäuses **74** bezüglich der Achse **36** abbremst, und einen Schaltheilfemechanismus **90**, welcher die Auswahl der Vielzahl von Kraftübertragungspfaden steuert und die Drehkraft des Antriebselements **70** nützt, um das Umschalten zwischen den Kraftübertragungspfaden in dem Kraftübertragungsmechanismus **82** zu unterstützen.

[0036] Das Kettenrad **54** ist mit dem Antriebselement **70** mittels eines Sprenglings **94** durch Kerbverzahnung verbunden, und das Antriebselement **70** ist mittels Kugellagern **98** und einem Lagerkonus **102** drehbar auf der Achse **36** gelagert. Der Lagerkonus **102** wird mittels einer Antriebsscheibe **104**, einem Distanzstück **108**, einer Unterlegscheibe **112**, einer drehfesten Sicherungsscheibe **113** und einer Wellenmutter **114** ortsfest gehalten.

[0037] Eine rechte Schale **120** sitzt drehfest auf der rechten Seite der Innenumfangsfläche des Nabengehäuses **74**, und eine linke Schale **124** sitzt drehfest auf der linken Seite der Innenumfangsfläche des Nabengehäuses **74**. Die rechte Schale **120** stützt das Nabengehäuse **74** mittels Kugellagern **128** drehbar am Antriebselement **70** ab, und die Innenelemente auf der rechten Seite der Getriebeabgabe **14** werden durch die Dichtmanschette **132**, die über der rechten Schale **120** sitzt, vor Verschmutzung von außen geschützt. Die linke Schale **124** stützt das Nabengehäuse **74** mittels der Kugellager **136** und des Bremskonus **138** drehbar auf der Achse **36** ab. Der Bremskonus **138** wird mittels einer Sicherungsmutter **142** und einer Kontermutter **146** auf der Achse **36** gehalten. Ein Bremsbügel **150** ist drehfest mit dem Bremskonus **138** verbunden und auf wohl bekannte Weise an der Kettenstrebe **26** befestigt. Die innenliegenden Komponenten auf der linken Seite der Getriebeabgabe **14** werden durch eine Dichtmanschette **152** vor Verschmutzung von außen geschützt.

[0038] Wie in [Fig. 2](#) bis [Fig. 6](#) gezeigt, weist der Kraftübertragungsmechanismus **82** ein erstes Sonnenrad **160**, ein separates zweites Sonnenrad **164**, ein separates drittes Sonnenrad **168**, sowie ein separates viertes Sonnenrad **172** auf. Das erste Sonnenrad **160** ist drehfest auf der Achse **36** gelagert und umfasst einen Kuppelungsnockenabschnitt **176**, eine Vielzahl von Zähnen **178** (z. B. 48 Zähne) am ersten Sonnenrad, welche auf dessen Außenumfangsfläche ausgebildet sind, und an der Außenumfangsfläche eine Kontaktfläche **180** zum zweiten Sonnenrad. Das zweite Sonnenrad **164** ist um die Achse **36** herum drehbar gelagert, und zwar benachbart zum ersten Sonnenrad **160** und, wie in [Fig. 3](#) deutlicher zu erkennen ist, weist am Innenumfang eine Kontaktfläche **192** zum ersten Sonnenrad auf, um mit der Kontaktfläche **180** auf dem ersten Sonnenrad **160** zu dem zweiten Sonnenrad in Gleitkontakt zu kommen, eine Vielzahl von Rastzähnen **206** (z. B. 12 Zähne) am zweiten Sonnenrad, welche auf dessen Innenumfangsfläche ausgebildet sind, um in eine Sperrklinke **207** in das zweite Sonnenrad einzugreifen, am Innenumfang eine Kontaktfläche **208** zum Führungsring, um mit einer Außenumfangsfläche **209** eines Sonnenrad-Führungsringes **210** in Gleitkontakt zu kommen, am Innenumfang eine Kontaktfläche **200** zum dritten Sonnenrad, sowie eine Vielzahl von Zähnen **198** (z. B. 48 Zähne) am zweiten Sonnenrad, welche auf dessen Außenumfangsfläche ausgebildet sind. Das dritte Sonnenrad **168** ist um

die Achse **36** herum drehbar gelagert, und zwar benachbart zum zweiten Sonnenrad **164**, und umfasst am Innenumfang eine erste Kontaktfläche **220** zum Führungsring, um mit der Außenumfangsfläche **209** des Sonnenrad-Führungsringes **210** in Gleitkontakt zu kommen, eine Vielzahl von Rastzähnen **224** (z. B. 12 Zähne) am dritten Sonnenrad, welche auf dessen Innenumfangsfläche ausgebildet sind, um mit einer Sperrklinke **226** für das dritte Sonnenrad einzugreifen, am Innenumfang eine Kontaktfläche **228** zum zweiten Führungsring, um mit einer Außenumfangsfläche **232** eines Sonnenrad-Führungsringes **234** in Gleitkontakt zu kommen, am Außenumfang eine Kontaktfläche **235** zum zweiten Sonnenrad, um mit der Kontaktfläche **200** zum dritten Sonnenrad auf dem zweiten Sonnenrad **164** in Gleitkontakt zu kommen, sowie eine Vielzahl von Zähnen **236** (z. B. 42 Zähne) am dritten Sonnenrad, welche auf dessen Außenumfangsfläche ausgebildet sind. Das vierte Sonnenrad **172** weist eine Vielzahl von Zähnen **244** (z. B. 36 Zähne) am vierten Sonnenrad auf, welche auf dessen Außenumfangsfläche ausgebildet sind, eine Vielzahl von Rastzähnen **248** (z. B. 12 Zähne) am vierten Sonnenrad, welche auf dessen Innenumfangsfläche ausgebildet sind, um mit einer Sperrklinke **250** für das vierte Sonnenrad einzugreifen, und am Innenumfang eine Kontaktfläche **252** zum Führungsring, um mit der Außenumfangsfläche **254** eines Führungsringes **258** in Gleitkontakt zu kommen.

[0039] Die Sperrklinke **207** weist einen Sperrklinkensitz **260** auf, welcher schwenkbar in einer Sperrklinkenaufnahmenut **264** aufliegt, welche in der Achse **36** ausgebildet ist, eine Federaufnahmenut **268** zur Aufnahme einer Feder **272**, welche in einer Federaufnahmenut **276** montiert ist, welche in der Achse **36** ausgebildet ist, eine Sperrklinkensteuerfläche **280**, welche mit einer Innenumfangsfläche **282** eines Sperrklinkensteuerschenkels **284** einer Sperrklinkensteuerhülse **288** in Kontakt kommt, sowie einen Sperrklinkenzahn **289** zum Eingriff mit Rastzähnen **206** am zweiten Sonnenrad. In ähnlicher Weise weist die Sperrklinke **226** einen Sperrklinkensitz **290** auf, welcher schwenkbar in einer Sperrklinkenaufnahmenut **294** sitzt, welche in der Achse **36** ausgebildet ist, eine Federaufnahmenut **298** zur Aufnahme einer Feder **302**, welche in einer Federaufnahmenut **306** montiert ist, welche in der Achse **36** ausgebildet ist, eine Sperrklinkensteuerfläche **310** ([Fig. 2](#)), welche mit einer Innenumfangsfläche **312** eines Sperrklinkensteuerschenkels **314** der Sperrklinkensteuerhülse **288** in Kontakt kommt, sowie einen Sperrklinkenzahn **316** zum Eingriff mit Rastzähnen **224** am dritten Sonnenrad. Schließlich weist die Sperrklinke **250** einen Sperrklinkensitz **320** auf, welcher schwenkbar in einer Sperrklinkenaufnahmenut **324** sitzt, welche in der Achse **36** ausgebildet ist, eine Federaufnahmenut **328** zur Aufnahme der Feder **332**, welche in einer Federaufnahmenut **336** montiert ist, welche in der Achse **36** ausgebildet ist, eine Sperrklinkensteuerfläche **340** ([Fig. 2](#)), welche mit einer Innenumfangsfläche **342** eines Sperrklinkensteuerschenkels **344** der Sperrklinkensteuerhülse **288** in Kontakt kommt, sowie einen Sperrklinkenzahn **346** zum Eingriff mit Rastzähnen **248** am vierten Sonnenrad. Die Sperrklinkenzähne **289**, **316** und **346** der Sperrklinken **207**, **226** und **250** sind jeweils mittels ihrer Federn **272**, **302** bzw. **332** auf wohl bekannte Weise radial nach außen vorgespannt.

[0040] Bei dieser Ausführungsform sitzt eine Hälfte des Sonnenrad-Führungsringes **210** zwischen der Führungsring-Kontaktfläche **208** des zweiten Sonnenrades **164** und der Achse **36**, und die andere Hälfte des Sonnenrad-Führungsringes **210** sitzt zwischen der ersten Führungsring-Kontaktfläche **220** des dritten Sonnenrades **168** und der Achse **36**. Wie in [Fig. 3](#) und [Fig. 5](#) gezeigt, weist der Sonnenrad-Führungsring **210** zusätzlich zur Außenumfangsfläche **209** eine Rastausnehmung **360** auf zum Eingriff mit einem unterbrochenen Raststeg **364**, welcher in Richtung der Achse X auf der Achse **36** ausgebildet ist, einen Rastvorsprung **368** zum Eingriff mit einer unterbrochenen Rastnut **372**, welche in Richtung der Achse X auf der Achse **36** ausgebildet ist, eine Rastausnehmung **376** zum Eingriff mit einem unterbrochenen Raststeg **380**, welcher in Richtung der Achse X auf der Achse **36** ausgebildet ist, einen Rastvorsprung **384** zum Eingriff mit einer unterbrochenen Rastausnehmung **388**, welche in Richtung der Achse X auf der Achse **36** ausgebildet ist, eine Rastnut **392** zum Eingriff mit einem unterbrochenen Raststeg **396**, welcher in Richtung der Achse X auf der Achse **36** ausgebildet ist, sowie eine Lagerfläche **404** der Steuerhülse zum Lagern einer Basishülse **408** der Sperrklinkensteuerhülse **288** zwischen dem Sonnenrad-Führungsring **210** und der Achse **36**.

[0041] Der Sonnenrad-Führungsring **234** sitzt zwischen der zweiten Führungsring-Kontaktfläche **228** des dritten Sonnenrades **168** und der Achse **36**. Wie in [Fig. 3](#) und [Fig. 5](#) gezeigt, weist der Sonnenrad-Führungsring **234** zusätzlich zur Außenumfangsfläche **232** eine Rastausnehmung **420** auf zum Eingriff mit einem Raststeg **364**, welcher auf der Achse **36** ausgebildet ist, einen Rastvorsprung **424** zum Eingriff mit einer Rastnut **372**, welche auf der Achse **36** ausgebildet ist, eine Rastausnehmung **428** zum Eingriff mit einem Raststeg **380**, welcher auf der Achse **36** ausgebildet ist, einen Rastvorsprung **432** zum Eingriff mit einer Rastausnehmung **388**, welche auf der Achse **36** ausgebildet ist, eine Rastnut **436** zum Eingriff mit einem Raststeg **396**, welcher auf der Achse **36** ausgebildet ist, sowie eine Lagerfläche **440** der Steuerhülse zum Lagern der Basishülse **408** der Sperrklinkensteuerhülse **288** zwischen dem Sonnenrad-Führungsring **234** und der Achse **36**.

[0042] Der Sonnenrad-Führungsring **254** sitzt zwischen der Führungsring-Kontaktfläche **252** des vierten Son-

nenrades **172** und der Achse **36**. Wie in [Fig. 3](#) und [Fig. 6](#) gezeigt, hat der Sonnenrad-Führungsring **254** im Unterschied zu den Sonnenrad-Führungsringen **210** und **234** eine kreisförmige Innenumfangsfläche **444**, welche um die Raststege **364**, **380** und **396** herum auf der Achse **36** sitzt. Ein Abschnitt der Innenumfangsfläche **444** bildet eine Lagerfläche **448** für die Steuerhülse zum Lagern eines Endes **452** der Basishülse **408** zwischen dem Sonnenrad-Führungsring **258** und der Achse **36**. Das Ende **452** der Basishülse **408** endet in einer Nut **454** in der Scheibe **456**.

[0043] Die Basishülse **408** der Sperrklinkensteuerhülse **288** sitzt drehbar in einer Nut **460** in der Steuerhülse, welche in Richtung der Achse X auf der Achse **36** ausgebildet ist und durch die Sonnenrad-Führungsringe **210**, **234** und **258** radial nach außen abgestützt wird. Die Sperrklinkensteuerschenkel **284**, **314** und **344** sind verschieblich in den am Umfang der Achse **36** ausgebildeten Steuerschenkelnuten **464**, **468** bzw. **472** angeordnet. Wie in [Fig. 8](#) gezeigt, weist der Sperrklinkensteuerschenkel **344** eine Ausnehmung **480** mit abgeschrägten Seitenflächen **484** und **486** auf, und eine Ausnehmung **490** mit abgeschrägten Seitenflächen **492** und **494**. Wie oben erwähnt, kommt die Innenumfangsfläche **342** des Sperrklinkensteuerschenkels **344** in Kontakt mit der Sperrklinkensteuerfläche **340** der Sperrklinke **250**. Da die Sperrklinke **250** mittels der Feder **332** radial nach außen vorgespannt ist, wird daher die Sperrklinke **250** radial nach innen und von den Rastzähnen **248** des vierten Sonnenrades ausgerückt gehalten, sobald die Innenumfangsfläche **342** des Sperrklinkensteuerschenkels **344** in Kontakt mit der Sperrklinkensteuerfläche **340** kommt, außer wenn die Ausnehmung **480** bzw. **490** mit der Sperrklinkensteuerfläche **340** fluchtet. In diesem Fall hebt sich die Sperrklinkensteuerfläche **340** in die Ausnehmung **480** oder **490**, und der Rastzahn **346** greift mit einem der Rastzähne **248** des vierten Sonnenrades ein, so dass das vierte Sonnenrad **172** drehfest mit der Achse **36** gekoppelt wird. Die abgeschrägten Flächen **484**, **486**, **492** und **494** erleichtern den Eintritt der Sperrklinkensteuerfläche **340** in die Ausnehmungen **480** bzw. **490** und den Austritt daraus, während die Sperrklinkensteuerhülse **288** um die Achse **36** rotiert.

[0044] Wie in [Fig. 9](#) gezeigt, weist der Sperrklinkensteuerschenkel **314** in ähnlicher Weise eine Ausnehmung **500** mit abgeschrägten Seitenflächen **502** und **504** auf sowie eine Ausnehmung **510** mit abgeschrägten Seitenflächen **512** und **514**. Wie oben erwähnt, ist die Innenumfangsfläche **312** des Sperrklinkensteuerschenkels **314** in Kontakt mit der Sperrklinkensteuerfläche **310** der Sperrklinke **226**. Da die Sperrklinke **226** mittels der Feder **302** radial nach außen vorgespannt wird, wird daher die Sperrklinke **226** radial nach innen und von den Rastzähnen **224** des dritten Sonnenrades ausgerückt gehalten, sobald die Innenumfangsfläche **312** des Sperrklinkensteuerschenkels **314** mit der Sperrklinkensteuerfläche **310** in Kontakt ist, außer wenn die Ausnehmung **500** bzw. **510** mit der Sperrklinkensteuerfläche **310** fluchtet. In diesem Fall steigt die Sperrklinkensteuerfläche **310** in die Ausnehmung **500** bzw. **510**, und der Rastzahn **316** greift mit einem der Rastzähne **224** des dritten Sonnenrades ein, so dass das dritte Sonnenrad **168** drehfest mit der Achse **36** gekuppelt wird. Die abgeschrägten Flächen **502**, **504**, **512** und **514** erleichtern den Eintritt der Sperrklinkensteuerfläche **310** in die Ausnehmungen **500** bzw. **510** und den Austritt daraus, während die Sperrklinkensteuerhülse **288** um die Achse **36** rotiert.

[0045] Wie in [Fig. 10](#) gezeigt, weist schließlich der Sperrklinkensteuerschenkel **284** eine Ausnehmung **520** mit abgeschrägten Seitenflächen **522** und **524** auf. Eine abgeschrägte Fläche **526** ist ebenfalls am Ende **527** des Sperrklinkensteuerschenkels **284** angeordnet. Wie oben erwähnt, ist die Innenumfangsfläche **282** des Sperrklinkensteuerschenkels **284** in Kontakt mit der Sperrklinkensteuerfläche **280** der Sperrklinke **207**. Da die Sperrklinke **207** mittels der Feder **272** radial nach außen vorgespannt wird, wird daher die Sperrklinke **207** radial nach innen und von den Rastzähnen **206** des zweiten Sonnenrades ausgerückt gehalten, sobald die Innenumfangsfläche **282** des Sperrklinkensteuerschenkels **284** in Kontakt mit der Sperrklinkensteuerfläche **280** kommt, außer wenn die Ausnehmung **520** mit der Sperrklinkensteuerfläche **280** fluchtet. In diesem Fall steigt die Sperrklinkensteuerfläche **280** in die Ausnehmung **520**, und der Rastzahn **289** greift mit einem der Rastzähne **206** des zweiten Sonnenrades ein, so dass das zweite Sonnenrad **164** drehfest mit der Achse **36** gekuppelt wird. Die abgeschrägten Flächen **522** und **524** erleichtern den Eintritt der Sperrklinkensteuerfläche **280** in die Ausnehmung **520** und den Austritt daraus, und die abgeschrägte Fläche **526** erleichtert den Eingriff der Sperrklinkensteuerfläche **280** unterhalb des Sperrklinkensteuerschenkels **284**, während die Sperrklinkensteuerhülse **288** um die Achse **36** rotiert.

[0046] [Fig. 11](#) bis [Fig. 14](#) zeigen die Funktion der Sperrklinkensteuerhülse **288** am Beispiel des zweiten Sonnenrades **164**. In der in [Fig. 11](#) gezeigten Position ist die Sperrklinkensteuerhülse **288** an der äußersten Position entgegen dem Uhrzeigersinn angeordnet, die Sperrklinke **207** befindet sich außerhalb des Sperrklinkensteuerschenkels **284**, der Rastzahn **289** ist mit den Rastzähnen **206** des zweiten Sonnenrades in Eingriff, und das zweite Sonnenrad **164** ist drehfest mit der Achse **36** verbunden.

[0047] Wenn der Sperrklinkensteuerschenkel **284** im Uhrzeigersinn bis zu der in [Fig. 12](#) gezeigten Position

rotiert, gleitet die Sperrklinkensteuerfläche **280** unter die abgeschrägte Fläche **526** und stößt an die Innenumfangsfläche **282** des Sperrklinkensteuerschenkels **284** an. Demzufolge wird der Rastzahn **289** radial nach innen und von den Rastzähnen **206** des zweiten Sonnenrades ausgerückt gehalten. In diesem Zustand ist das zweite Sonnenrad **164** gegenüber der Achse **36** frei drehbar. Da die Basishülse **408** der Sperrklinkensteuerhülse **288** zwischen der Lagerfläche **404** für die Steuerhülse des Sonnenrad-Führungsringes **210** und der Nut **460** für die Steuerhülse auf der Achse **36** sitzt, wird durch Torsions- und andere Kräfte, welche auf die Basishülse **408** aufgebracht werden, keine unerwünschte Biegung der Sperrklinkensteuerhülse **288** verursacht.

[0048] Wenn der Sperrklinkensteuerschenkel **284** weiter im Uhrzeigersinn bis in die in [Fig. 13](#) gezeigte Position rotiert, dann tritt die Sperrklinkensteuerfläche **280** in die Ausnehmung **520** ein, so dass der Rastzahn **289** sich radial nach außen bewegen kann, bis er mit einem Rastzahn **206** des zweiten Sonnenrades in Eingriff kommt, wodurch das zweite Sonnenrad **164** wiederum drehfest mit der Achse **36** gekuppelt wird. Da das zweite Sonnenrad **164** zwölf Rastzähne **206** des zweiten Sonnenrades und nur eine Sperrklinke **207** aufweist, erfolgt der drehfeste Eingriff zwischen dem zweiten Sonnenrad **164** und der Achse **36** sehr rasch. Bei Vorrichtungen des Standes der Technik mit mehr als einer Sperrklinke (üblicherweise an der Innenumfangsfläche des Sonnenrades montiert) und weniger Rastzähnen (üblicherweise auf der Achse ausgebildet) führen der Umfangsabstand der Rastzähne und das Erfordernis, dass alle Sperrklinken mit den Rastzähnen fluchten müssen, zu erheblicher Verzögerung beim Kuppelvorgang.

[0049] Wenn der Sperrklinkensteuerschenkel **284** weiter im Uhrzeigersinn bis in die in [Fig. 14](#) gezeigte Position rotiert, gleitet die Sperrklinkensteuerfläche **280** entlang der abgeschrägten Fläche **522** aus der Ausnehmung **520** heraus, bis die Sperrklinkensteuerfläche **280** durch die Innenumfangsfläche **282** des Sperrklinkensteuerschenkels **284** radial nach innen abgestützt wird. Demzufolge rückt der Rastzahn **289** aus den Rastzähnen **206** des zweiten Sonnenrades aus, und das zweite Sonnenrad **164** kann gegenüber der Achse **36** frei rotieren.

[0050] Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, weist der Kraftübertragungsmechanismus **82** ferner einen ersten Planetenradträger **550** auf, ein erstes Hohlrads **551**, einen zweiten Planetenradträger **552** und ein zweites Hohlrads **553**, welche sämtlich um die Achse **36** drehbar montiert sind. Der Planetenradträger **550** weist auf der rechten Seite eine Vielzahl (z. B. 12) von am Umfang angeordneten Keilnuten **554** für einen Eingriff mit der Kupplung zum Eingreifen mit einer entsprechenden Vielzahl von Keilnuten **558** für einen Eingriff mit der Kupplung auf, welche auf einem Kupplungsring **562** ausgebildet sind, eine Vielzahl (z. B. 12) von am Umfang angeordneten zweiten Keilnuten **564** zum Eingriff mit dem Planetenradträger, welche auf der linken Seite ausgebildet sind, zum Eingriff des Planetenradträgers mit am Umfang entsprechend angeordneten ersten Keilnuten **568**, welche auf der rechten Seite des zweiten Planetenradträgers **552** ausgebildet sind, und eine Vielzahl von am Umfang angeordneten Planetenradlagerzapfen **572**, welche jeweils ein Planetenrad **576** drehbar lagern. Jedes Planetenrad **576** weist einen Zahnradbereich **580** mit kleinem Durchmesser (z. B. 14 Zähne) auf, welche mit der Vielzahl von Zähnen **178** des ersten Sonnenrades auf dem ersten Sonnenrad **160** eingreifen, und einen Zahnradbereich **584** mit großem Durchmesser (z. B. 22 Zähne), welche mit einem ersten Zahnradbereich **585** (z. B. 84 Zähne) am Innenumfang des ersten Hohlrades **551** eingreifen.

[0051] Zusätzlich zu dem Zahnradbereich **585** am Innenumfang weist das erste Hohlrads **551** einen zweiten Zahnradbereich **586** (z. B. 36 Zähne) am Innenumfang auf zum Eingriff mit einer Vielzahl von am Umfang angeordneten Sperrklinken **587**, welche auf einer entsprechenden Vielzahl von am Umfang angeordneten Sperrklinkenzapfen **588** montiert sind, welche an dem Antriebselement **70** befestigt sind. Die Sperrklinken **587** sind mittels einer Sperrklinkenfeder **589** radial nach außen vorgespannt und wirken damit als Freilaufkupplung zwischen dem Antriebselement **70** und dem ersten Hohlrads **551**. Eine Vielzahl von Sperrklinken **590** sind am Umfang auch auf den Sperrklinkenzapfen **588** angeordnet, um das erste Hohlrads **551** auf wohl bekannte Weise in Rückwärtsrichtung anzutreiben.

[0052] Zusätzlich zu der Vielzahl von am Umfang angeordneten ersten Keilnuten **568** zum Eingreifen mit dem Planetenradträger, welche den zweiten Planetenradträger **552** mit der Vielzahl von Keilnuten **564** auf dem ersten Planetenradträger **550** für einen Eingriff mit dem zweiten Planetenradträger drehfest kuppeln, weist der zweite Planetenradträger **552** eine Vielzahl von am Umfang angeordneten Keilnuten **592** für einen Eingriff mit dem Bremsrollenkäfig auf zum Eingreifen mit einer entsprechenden Vielzahl von Keilnuten **596** für einen Eingriff mit dem zweiten Planetenradträger, welche auf einem Bremsrollenkäfig **597** ausgebildet sind, und eine Vielzahl (z. B. 18) von am Umfang angeordneten Außenumfangs-Nockenflächen **904**, welche mit einer entsprechenden Vielzahl von Rollen **900** in der Rücktrittbremse **86** eingreifen.

[0053] Der zweite Planetenradträger **552** weist auch eine Vielzahl von am Umfang angeordneten Planeten-

radlagerzapfen **604** auf, welche jeweils ein Planetenrad **608** drehbar lagern. Jedes Planetenrad **608** weist einen Zahnradbereich **612** mit großem Durchmesser auf (z. B. 29 Zähne), welcher mit der Vielzahl von Zähnen **244** des vierten Sonnenrades mit dem vierten Sonnenrad **172** eingreift, einen Zahnradbereich **616** mit mittlerem Durchmesser (z. B. 18 Zähne), welcher mit der Vielzahl von Zähnen **236** des dritten Sonnenrades auf dem dritten Sonnenrad **168** eingreifen, sowie einen Zahnradbereich **620** mit kleinem Durchmesser (z. B. 14 Zähne), welcher mit der Vielzahl von Zähnen **198** des zweiten Sonnenrades auf dem zweiten Sonnenrad **164** eingreift, sowie einen Zahnradbereich **624** (z. B. 78 Zähne) am Innenumfang des zweiten Hohlrades **553**. Das zweite Hohlrad **553** ist mit der rechten Schale **120** gekuppelt und damit auch mit dem Nabengehäuse **74**, mittels einer Freilaufkupplung in Form einer Rollenkupplung **628** mit z. B. 18 Rollen und Nockenflächen.

[0054] [Fig. 15](#) ist eine Explosionsansicht des Schalthilfemechanismus **90**, [Fig. 16](#) ist eine Schrägansicht und zeigt den Schalthilfemechanismus **90**, welcher auf der Achse **36** montiert ist, [Fig. 17](#) ist eine Detailansicht und zeigt den Schalthilfemechanismus **90**, wenn der Kupplungsring **562** mit dem ersten Planetenradträger **550** gekuppelt ist, und [Fig. 18](#) ist eine Detailansicht und zeigt den Schalthilfemechanismus **90**, wenn der Kupplungsring **562** von dem ersten Planetenradträger **550** abgekuppelt ist. Wie in diesen Figuren gezeigt, weist der Schalthilfemechanismus **90** ein ringförmiges Schaltelement **700** auf, eine Schaltelementführung **704**, eine Sicherungsfeder **708**, eine Federscheibe **712**, eine Rückstellfeder **716**, eine Schalthülse **720**, eine Federscheibe **724**, ein Sperrklinkenlager **728**, eine Schalthülse **732**, und eine Sperrklinkensteuerungsscheibe **736**. Das Schaltelement **700** weist sich radial nach innen erstreckende Nockenzapfen **740** auf, welche sich durch den Kupplungsnockenabschnitt **176** des ersten Sonnenrades **160** erstrecken ([Fig. 17](#)), und zwar in sich axial erstreckende Nuten **744** hinein, welche in einer Seitenwand **748** der Schaltelementführung **704** ausgebildet sind. Wie in [Fig. 17](#) und [Fig. 18](#) gezeigt, weist der Kupplungsnockenabschnitt **176** des ersten Sonnenrades **160** eine Nockenfläche **749** auf, welche eine erste Nockenstufe **750** und eine zweite Nockenstufe **751** definiert. Ebenso ist der Kupplungsring **562** durch eine Kupplungsvorspannfeder **747** nach links vorgespannt. Wenn daher das Schaltelement **700** sich in der in [Fig. 17](#) gezeigten Position befindet, greifen die Keilnuten **558** für den Eingriff mit dem Planetenradträger auf dem Kupplungsring **562** mit den Keilnuten **554** für den Eingriff mit der Kupplung auf dem ersten Planetenradträger **550** ein, und eine Vielzahl von am Umfang angeordneten Keilnuten **753** für den Eingriff mit dem Antriebselement auf dem Kupplungsring **562** greifen drehfest mit einer komplementären Vielzahl von Keilnuten **754** für den Eingriff mit der Kupplung auf dem Antriebselement **70** ein, so dass das Antriebselement **70**, der Kupplungsring **562** und der erste Planetenradträger **550** als eine Einheit rotieren. Wenn jedoch das Schaltteil **700** rotiert wird, bewegen sich die Nockenzapfen **740** auf dem Schaltelement **700** zu der zweiten Nockenstufe **751** auf dem ersten Sonnenrad **160**, wie in [Fig. 18](#) gezeigt. In dieser Position rücken die Keilnuten **558** für den Eingriff mit dem Planetenradträger auf dem Kupplungsring **562** aus den Keilnuten **554** für den Eingriff mit der Kupplung auf dem ersten Planetenradträger **550** aus, so dass der Planetenradträger **550** nicht mehr direkt mit dem Antriebselement **70** verbunden ist.

[0055] Die Schaltelementführung **704** weist auch eine Kupplungsöffnung **752** auf der Schaltsteuerhülse auf zur Verbindung mit einem Ende **756** der Schaltsteuerhülse **288**. Sowohl die Sicherungsfeder **708** als auch die Federscheibe **712** sind radial nach innen innerhalb der Seitenwand **748** der Schaltelementführung **704** angeordnet, wobei ein erstes Ende **756** der Sicherungsfeder **708** an einem sich axial erstreckenden Federvorsprung **760** gehalten wird, welcher auf der Schaltelementführung **704** ausgebildet ist, und ein zweites Ende **764** der Sicherungsfeder **708** ist an einer Seitenkante eines Hülsenkupplungsvorsprungs **768** gehalten, welcher auf der Federscheibe **712** ausgebildet ist.

[0056] Ein erstes Ende **772** der Rückstellfeder **716** wird an dem Federvorsprung **776** gehalten, welcher auf der Federscheibe **712** ausgebildet ist, und ein zweites Ende **780** der Rückstellfeder **716** wird an einem Federvorsprung **784** auf der Federscheibe **724** gehalten. Die Federscheibe **724** weist sich radial nach innen erstreckende und diametral einander gegenüber liegende Achseingriffsvorsprünge **792** auf, welche innerhalb der diametral einander gegenüber liegenden Achsnuten **796** sitzen, welche wiederum auf der Achse **36** ausgebildet sind ([Fig. 15](#) zeigt nur eine solche Nut **796**), so dass die Federscheibe **724** drehfest mit der Achse **36** verbunden ist. Aufgrund der drehfesten Kupplung der Federscheibe **724** auf der Achse **36** spannt die Rückstellfeder **716** die Federscheibe **712** im Uhrzeigersinn bezüglich der Federscheibe **724** vor.

[0057] Diametral einander gegenüber liegende Kupplungsschenkel **800** auf der linken Seite der Schalthülse **720** greifen drehfest in entsprechende Ausnehmungen **804** in den Hülsenkupplungsvorsprüngen **768** auf der Federscheibe **712** ein ([Fig. 15](#) zeigt nur einen solchen Hülsenkupplungsvorsprung **768**), und diametral einander gegenüber liegende Kupplungsschenkel **808** auf der rechten Seite der Schalthülse **720** erstrecken sich durch die Mittenöffnung **812** in der Federscheibe **724** und greifen drehfest mit entsprechenden Ausnehmungen **816** zum Ankuppeln der Schalthülse in der Sperrklinkenlagerung **728** ein. Daher rotieren die Federscheibe **712**, die Schalthülse **720** und die Sperrklinkenlagerung **728** als Einheit.

[0058] Diametral einander gegenüber liegende Sperrklinken **820** sind mittels der Sicherungsscheiben **822** an den Sperrklinkenlagerzapfen **824** montiert, welche wiederum an der Federscheibe **728** montiert sind. Klinkenvorspannfedern **828** greifen jeweils mit einem Ende **832** in einem Federhaltevorsprung **836** auf der Sperrklinkenlagerung **728** ein und das andere Ende **840** greift in die entsprechende Sperrklinke **820** ein, so dass die Sperrklinkenenden **844** radial nach außen vorgespannt werden. Die Sperrklinkensteuerscheibe **736** weist diametral einander gegenüber liegende und sich axial erstreckende Sperrklinkensteuervorsprünge **850** auf, welche normalerweise die Sperrklinken **820** radial nach innen drücken. Wenn die Sperrklinkensteuervorsprünge **850** sich von den Sperrklinken **820** weg bewegen, wie weiter unten näher beschrieben, schwenken die Sperrklinken **820** radial nach außen und greifen mit Schalthilfzähnen **854** ([Fig. 17](#)) ein, welche auf der Innenumfangsfläche des Antriebselements **70** ausgebildet sind.

[0059] Diametral einander gegenüber liegende Verbindungsschenkel **860** auf der linken Seite der Schalthülse **732** berühren die diametral einander gegenüber liegenden Verbindungsschenkel **808** auf der rechten Seite der Schalthülse **720** (wie in [Fig. 20](#) gezeigt), und diametral einander gegenüber liegende Verbindungsschenkel **868** auf der rechten Seite der Schalthülse **732** erstrecken sich drehfest durch die Kupplungsausnehmungen **872** in der Sperrklinkensteuerungsscheibe **736** und durch die Öffnung **876** in dem Lagerkonus **102** und greifen drehfest in entsprechende Kupplungsausnehmungen **880** der Schalthülse in der Antriebsscheibe **104** ein. Daher rotieren die Schalthülse **732**, die Sperrklinkensteuerungsscheibe **736** und die Antriebsscheibe **104** als Einheit. Allerdings kann die Schalthülse **732** bezüglich der Schalthülse **720** und der Sperrklinkenlagerung **728** im Uhrzeigersinn rotieren, wie unten noch im einzelnen erläutert wird. Da die Rückstellfeder **716** die Federscheibe **712** im Uhrzeigersinn bezüglich der Federscheibe **724** vorspannt, da die Federscheibe **712** mit der Sperrklinkenlagerung **728** durch die Schalthülse **720** gekuppelt ist, und da die Sperrklinkenlagerung **728** durch die Schalthülse **732** mit der Antriebsscheibe **104** gekuppelt ist, weist die Antriebsscheibe **104** auch eine Nettovorspannung im Uhrzeigersinn auf, wie schematisch in [Fig. 19](#) gezeigt. Aufgrund der anfänglichen Startposition der Antriebsscheibe **104** im Uhrzeigersinn werden die Übertragungspfade im Kraftübertragungsmechanismus **82** darauf folgend ausgewählt, indem die Antriebsscheibe **104** gegen den Uhrzeigersinn gedreht wird.

[0060] Die Kuppelung der verschiedenen Elemente für jede Gangstufe ist in Tabelle 1 gezeigt, und der Kraftübertragungspfad für jede Gangstufe ist in Tabelle 2 gezeigt:

Gangstufe	Kupplungsring 562	Sonnenrad 164	Sonnenrad 168	Sonnenrad 172	Übersetzung
1 (niedrig)	ausgerückt	frei	frei	frei	0,53
2	ausgerückt	frei	frei	gesperrt	0,64
3	ausgerückt	frei	gesperrt	frei	0,74
4	ausgerückt	gesperrt	gesperrt	frei	0,85
5	ingerückt	frei	frei	frei	1,0
6	ingerückt	frei	frei	gesperrt	1,22
7	ingerückt	frei	gesperrt	frei	1,42
8 (hoch)	ingerückt	gesperrt	frei	frei	1,62

Tabelle 1

Gangstufe	Kraftübertragungspfad
1	Antriebselement 70 ÷ Sperrklinke 587 ÷ erstes Hohlrad 551 ÷ erster Planetenradträger 550 (Planetenrad 576 dreht um erstes Sonnenrad 160) ÷ zweiter Planetenradträger 552 ÷ Sperrklinke 908 ÷ Nabengehäuse 74

2	Antriebselement 70 ÷ Sperrklinke 587 ÷ erstes Hohlrad 551 ÷ erster Planetenradträger 550 (Planetenrad 576 dreht um erstes Sonnenrad 160) ÷ zweiter Planetenradträger 552 (Planetenrad 608 dreht um viertes Sonnenrad 172) ÷ zweites Hohlrad 553 ÷ Rollensperrkupplung 628 ÷ Nabengehäuse 74
3	Antriebselement 70 ÷ Sperrklinke 587 ÷ erstes Hohlrad 551 ÷ erster Planetenradträger 550 (Planetenrad 576 dreht um erstes Sonnenrad 160) ÷ zweiter Planetenradträger 552 (Planetenrad 608 dreht um drittes Sonnenrad 168) ÷ zweites Hohlrad 553 ÷ Rollensperrkupplung 628 ÷ Nabengehäuse 74
4	Antriebselement 70 ÷ Sperrklinke 587 ÷ erstes Hohlrad 551 ÷ erster Planetenradträger 550 (Planetenrad 576 dreht um erstes Sonnenrad 160) ÷ zweiter Planetenradträger 552 (Planetenrad 608 dreht um zweites Sonnenrad 164) ÷ zweites Hohlrad 553 ÷ Rollensperrkupplung 628 ÷ Nabengehäuse 74
5	Antriebselement 70 ÷ Kupplungsring 562 ÷ erster Planetenradträger 550 ÷ zweiter Planetenradträger 552 ÷ Sperrklinke 908 ÷ Nabengehäuse 74
6	Antriebselement 70 ÷ Kupplungsring 562 ÷ erster Planetenradträger 550 ÷ zweiter Planetenradträger 552 (Planetenrad 608 dreht um viertes Sonnenrad 172) ÷ zweites Hohlrad 553 ÷ Rollensperrkupplung 628 ÷ Nabengehäuse 74
7	Antriebselement 70 ÷ Kupplungsring 562 ÷ erster Planetenradträger 550 ÷ zweiter Planetenradträger 552 (Planetenrad 608 dreht um drittes Sonnenrad 168) ÷ zweites Hohlrad 553 ÷ Rollensperrkupplung 628 ÷ Nabengehäuse 74
8	Antriebselement 70 ÷ Kupplungsring 562 ÷ erster Planetenradträger 550 ÷ zweiter Planetenradträger 552 (Planetenrad 608 dreht um zweites Sonnenrad 164) ÷ zweites Hohlrad 553 ÷ Rollensperrkupplung 628 ÷ Nabengehäuse 74

Tabelle 2

[0061] Beim Schalten von Gangstufe 4 in Gangstufe 5, beispielsweise wenn das Fahrrad beschleunigt, sind die Schritte der Kupplungsmechanismen auf die folgende zeitliche Abfolge eingestellt:

Gangstufe	Kupplungsring 562	Sonnenrad 164	Sonnenrad 168	Sonnenrad 172
4	ausgerückt	gesperrt	gesperrt	frei
(wie bei 3)	ausgerückt	frei	gesperrt	frei
(wie bei 7)	eingerrückt	frei	gesperrt	frei
5	eingerrückt	frei	frei	frei

[0062] Wenn daher das Fahrrad beschleunigt und der Radfahrer von der 4. Gangstufe in die 5. Gangstufe

schaltet, wird zunächst das zweite Sonnenrad **164** freigegeben, um denselben Zustand wie in der 3. Gangstufe herzustellen. Der Radfahrer empfindet dies als leichte Beschleunigung der Pedale, was jedoch zu erwarten ist, wenn das Fahrrad beschleunigt. Dann ist der Kupplungsring **562** mit dem ersten Planetenradträger **550** in Eingriff, um denselben Zustand wie in der 7. Gangstufe herzustellen. Der Radfahrer empfindet dies als Verlangsamung der Pedale, was zu erwarten ist, wenn das Getriebe in ein höheres Übersetzungsverhältnis schaltet. Danach wird das dritte Sonnenrad **168** freigegeben, um die gewünschte Gangstufe 4 einzustellen. Würden die Sonnenräder freigegeben, bevor der Kupplungsring **562** in Eingriff ist, dann wäre das Getriebe in demselben Zustand wie in der 1. Gangstufe, was eine recht unerwünschte schnelle Beschleunigung der Pedale und einen deutlichen Ruck hervorrufen würde, wenn das Getriebe die Schaltung in die 5. Gangstufe vollendet.

[0063] Diese Abfolge ist auch besonders vorteilhaft, wenn sich das Fahrrad verlangsamt und der Radfahrer von der 5. in die 4. Gangstufe umschalten möchte. In diesem Fall wird durch den zeitweiligen Übergang von der 5. Gangstufe in die 7. Gangstufe eine Verlangsamung der Pedale verursacht, was aber wesentlich besser ist, als wenn der Kupplungsring **562** zuerst ausrücken würde. Wenn der Kupplungsring **562** zuerst ausrücken würde, dann wäre das Getriebe in demselben Zustand wie in der 1. Gangstufe, mit einer starken Beschleunigung der Pedale. Eine solche starke Beschleunigung der Pedale ist beispielsweise bei Berganfahrten unerwünscht. Danach erfolgt im Getriebe ein zeitweiliger Übergang von der 7. Gangstufe in die 3. Gangstufe. Dies ruft eine Beschleunigung der Pedale hervor, aber da die 3. Gangstufe benachbart zur 4. Gangstufe ist, die der Radfahrer gerade verlassen hat, ist der Übergang viel eher akzeptabel. Danach erfolgt im Getriebe der Übergang zur gewünschten Gangstufe 4. Insgesamt wird daher durch den Übergang von der 5. Gangstufe in die 4. Gangstufe eine übermäßige Beschleunigung oder Verlangsamung der Pedale in den Situationen vermieden, wo eine solche starke Beschleunigung oder Verlangsamung äußerst unerwünscht wäre.

[0064] Wie bereits erwähnt, weist die Getriebeabgabe **14** auch eine Rücktrittbremse **86** auf, um die Drehung des Nabengehäuses **74** bezüglich der Achse **36** abzubremsen, wenn das Zahnrad **54** (und damit auch das Antriebselement **70**) in Rückwärtsrichtung gedreht wird. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, weist die Rücktrittbremse **86** eine linke Schale **124** auf, welche drehfest an dem Nabengehäuse **74** gelagert ist und eine am Umfang angeordnete Bremsfläche **890** definiert, eine Vielzahl von am Umfang angeordneten bogenförmigen Bremsklötzen **894**, welche mittels einer Bremsfeder **898** von der Bremsfläche **890** radial nach innen vorgespannt werden, einen Rollenkäfig **597**, welcher die Vielzahl von am Umfang angeordneten Rollen **900** hält, und die Vielzahl von Nockenflächen **904**, welche am Umfang der Außenumfangsfläche des zweiten Planetenradträgers **552** angeordnet sind. Eine Vielzahl von am Umfang angeordneten Sperrklinken **908** sind an dem Rollenkäfig **597** montiert und mittels der Sperrklinkenfedern **912** radial nach außen vorgespannt zum Eingreifen in eine Innenverzahnung **916**, welche auf der rechten Seite der linken Schale **124** ausgebildet ist. Die Sperrklinken **908** übertragen die Vorwärtsdrehung des zweiten Planetenradträgers **552** zur linken Schale **124** und von dort zum Nabengehäuse **74**.

[0065] Die Rücktrittbremse **86** wird durch Rückwärtsdrehen des Ritzels **54** betätigt. Die Keilnuten **558** des Planetenradträgers am Kupplungsring **562** und die Keilnuten **554** zum Eingriff mit der Kupplung auf dem ersten Planetenradträger **550** sind so abgeschrägt, dass dann, wenn der Kupplungsring **562** mit dem ersten Planetenradträger **550** in Eingriff ist und das Kettenrad **54** rückwärts rotiert, um die Rücktrittbremse **86** zu betätigen, der Kupplungsring **562** von dem ersten Planetenradträger **550** ausrückt. Daher wird unabhängig von der in der Getriebeabgabe **14** gerade eingelegten Gangstufe die Drehkraft des Antriebselements **70** über den folgenden Pfad übertragen:

Antriebselement **70** ÷ Sperrklinken **590** ÷ erstes Hohlräder **551** ÷ erster Planetenradträger **550** ÷ zweiter Planetenradträger **552** ÷ Bremsrolle **900** ÷ Bremsklotz **898** ÷ Bremsfläche **890** ÷ Nabengehäuse **74**. Dieser Pfad erzeugt eine 1,3 mal größere Bremskraft, als wenn der Übertragungspfad durch den Kupplungsring **562** geht.

[0066] Wie bereits erwähnt, nützt der Schalthilfemechanismus **90** auch die Drehkraft des Antriebselements **70** zur Unterstützung beim Wechseln der Kraftübertragungspfade im Kraftübertragungsmechanismus **82**. Dies ist wünschenswert, wenn eine beträchtliche Antriebskraft auf das Kettenrad **54** aufgebracht wird und zu großen Widerstand beim Kuppeln bzw. Auskuppeln der verschiedenen Elemente führt. Beim normalen Betrieb rotieren die Antriebsscheibe **104**, Schalthülse **732**, Sperrklinkensteuerscheibe **736**, Sperrklinkenlagerung **728**, Schalthülse **720**, Federscheibe **712**, Schaltelelementführung **704** und die Schaltsteuerhülse **288** als Einheit und verbinden und lösen die einzelnen Elemente. Demzufolge befinden sich die Schalthülse **732**, Sperrklinkensteuerscheibe **736**, die Sperrklinken **820** und die Schalthülse **720** in den Positionen, wie sie in [Fig. 20](#) gezeigt sind. In diesem Zustand sind die Sperrklinken **820** von den Schalthilfezähnen **854** auf dem Antriebselement **70** ausgerückt. Wenn jedoch eine beträchtliche Antriebskraft auf das Kettenrad **54** aufgebracht wird und bei der Betätigung der Schaltsteuerhülse **288** beträchtlichen Widerstand erzeugt, steht die Schaltsteuerhülse **288** häufig still, obwohl die Antriebsscheibe **104** rotiert. In diesem Fall rotiert die Schalthülse **732** bezüglich der Schalthülse

720 und führt somit dazu, dass die Sperrklinkensteuerscheibe **736** gegenüber der Sperrklinkenlagerung **728** rotiert, so dass sich die Sperrklinkensteuervorsprünge **850** von den Sperrklinken **820** weg bewegen, wie in [Fig. 21](#) gezeigt. Demzufolge rotieren die Sperrklinken **820** radial nach außen und greifen in die Schalthilfzähne **854** auf dem Antriebselement **70** ein, so dass die Sperrklinkenlagerung **728** zusammen mit dem Antriebselement **70** rotiert. Dies erzeugt wiederum eine Unterstützungskraft zur Rotation der Schalthülse **720**, der Schaltelementführung **704** und der Schaltsteuerhülse **288**, um den Schaltvorgang zu vollenden. Wenn der Widerstand der Schaltsteuerhülse **288** überwunden ist, rotiert die Sperrklinkensteuerung **728** im Uhrzeigersinn bezüglich der Sperrklinkensteuerscheibe **736**, wie in [Fig. 22](#) gezeigt, bis der Schaltvorgang vollendet ist und der in [Fig. 20](#) gezeigte Zustand wieder hergestellt wird.

[0067] [Fig. 23](#) ist eine Querschnittsdarstellung einer Getriebeabgabe **14'**, welche eine alternative Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellt. Die Konstruktion der Getriebeabgabe **14'** ist im wesentlichen die gleiche wie bei der Getriebeabgabe **14**, also sind identische Elemente mit denselben Bezugszeichen versehen. Diese Ausführungsform ist insoweit unterschiedlich, als die Rücktrittbremse **86** und die Sperrklinken **590** weggelassen sind (ein Bremsscheibenrotor ist durch die Montagelöcher **950** an die Getriebeabgabe **74** montiert), eine Rollenkupplung **952** ersetzt die Sperrklinken **908**, und der Aufbau des Schalthilfemechanismus **90'** unterscheidet sich etwas von dem Schalthilfemechanismus **90** der ersten Ausführungsform. [Fig. 24](#) ist eine Explosionsansicht der relevanten Abschnitte des Schalthilfemechanismus **90'**. Bei dieser Ausführungsform ist eine Federscheibe **724'** drehbar um die Achse **36** montiert, und die Schenkel **860'** auf der linken Seite der Schalthülse **732'** greifen mit der Federscheibe **724'** ein. Demzufolge verursacht die Feder **716**, dass die Sperrklinkenlagerung **728** und die Sperrklinkensteuerscheibe **736** in zueinander entgegengesetzte Richtungen vorgespannt werden, um die Hilfswirkung zu erzeugen, aber die Sperrklinkensteuervorsprünge **850** stoßen an die Sperrklinken **820** an und verhindern somit, dass die Sperrklinkensteuerscheibe **736** bezüglich der Sperrklinkenlagerung **728** weiter rotiert. Demzufolge wird durch die Rückstellfeder keine Nettovorspannkraft auf die Antriebsscheibe **104** aufgebracht. Dieser Aufbau ist nützlich, wenn die Antriebsscheibe **104** mittels eines Batterie getriebenen Motors rotiert wird, da die nicht vorgespannte Antriebsscheibe **104** während des Betriebs des Motors nicht zu einer wesentlichen Leistungsabgabe der Batterien führt.

[0068] Während das Vorstehende eine Beschreibung verschiedener Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ist, können allerdings weitere Abwandlungen eingesetzt werden, ohne den Umfang der vorliegenden Erfindung zu verlassen, wie er in den anhängenden Ansprüchen definiert ist.

Patentansprüche

1. Fahrradgetriebeabgabe (**14**), umfassend:
 - eine Achse (**36**) und ein drehbar auf der Achse (**36**) gelagertes Antriebselement (**70**),
 - ein drehbar auf der Achse (**36**) gelagertes Nabengehäuse (**74**),
 - einen zwischen dem Antriebselement (**70**) und dem Nabengehäuse (**74**) angeordneten Kraftübertragungsmechanismus (**82**), um die Drehbewegung von dem Antriebselement über eine Vielzahl von Kraftübertragungspfaden auf das Nabengehäuse (**74**) zu übertragen,
 - wobei dieser Kraftübertragungsmechanismus (**82**) aufweist: einen ersten Planetenradträger (**550**), ein erstes Hohlrad (**551**), ein erstes Sonnenrad (**160**), ein mit diesem Antriebselement (**70**) und diesem ersten Planetenradträger (**550**) eingreifendes Kupplungsrad (**562**), und
 - eine Rücktrittbremse (**86**) zum Abbremsen der Drehung des Nabengehäuses (**74**) bezüglich der Achse (**36**), wobei das Kupplungsrad (**562**) so ausgelegt ist, dass es aus dem ersten Planetenradträger (**550**) ausrückt, wenn das Antriebselement (**70**) rückwärts dreht, so dass das Rückwärtsdrehmoment des Antriebselements (**70**) entlang eines Betätigungspfades für die Rücktrittbremse (**86**) übertragen wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - eine Vielzahl von Sperrklinken (**590**) so auf dem Antriebselement (**70**) angeordnet ist, dass sie das erste Hohlrad (**551**) in Rückwärtsdrehrichtung antreiben, wenn das Antriebselement (**70**) rückwärts gedreht wird.
2. Fahrradgetriebeabgabe gemäß Anspruch 1, weiterhin aufweisend einen Schalthilfemechanismus (**90**) zur Steuerung der aus der Vielzahl von Kraftübertragungspfaden ausgewählten Kraftübertragungspfade und zum Einsetzen der Drehkraft des Antriebselements (**70**), um einen Wechsel des Kraftübertragungspfades in dem Kraftübertragungsmechanismus (**82**) zu unterstützen.
3. Fahrradgetriebeabgabe gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Vielzahl der Kraftübertragungspfade mehr als fünf Pfade ist.
4. Fahrradgetriebeabgabe gemäß Anspruch 1, 2 oder 3, wobei der erste Planetenradträger (**550**) Kupp-

lungs-Eingriffsnuten (**554**) umfasst zum Eingriff mit den Keilnuten (**558**) des Planetenradträgers, welche auf dem Kupplungsrad (**562**) ausgebildet sind, und wobei die Kupplungs-Eingriffsnuten (**554**) und die Planetenradträgnuten (**558**) konisch sind.

5. Fahrradgetriebeabgabe gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Kraftübertragungsmechanismus (**82**) weiterhin umfasst: einen zweiten Planetenradträger (**552**) und ein zweites Hohlrad (**553**), welche drehbar auf der Achse (**36**) montiert sind.

6. Fahrradgetriebeabgabe gemäß Anspruch 5, wobei die Rücktrittbremse Bremsrollen (**900**), Bremsklötze (**894**) und eine Bremsfläche (**890**) aufweist.

7. Fahrradgetriebeabgabe gemäß einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Betätigungspfad für die Rücktrittbremse (**86**) aus der folgenden Sequenz besteht: Antriebselement (**70**), die Vielzahl der Sperrklinken (**590**), erstes Hohlrad (**551**), erster Planetenradträger (**550**), zweiter Planetenradträger (**552**), Bremsrollen (**900**), Bremsklötze (**894**), Bremsfläche (**890**), Nabengehäuse (**74**).

Es folgen 15 Blatt Zeichnungen

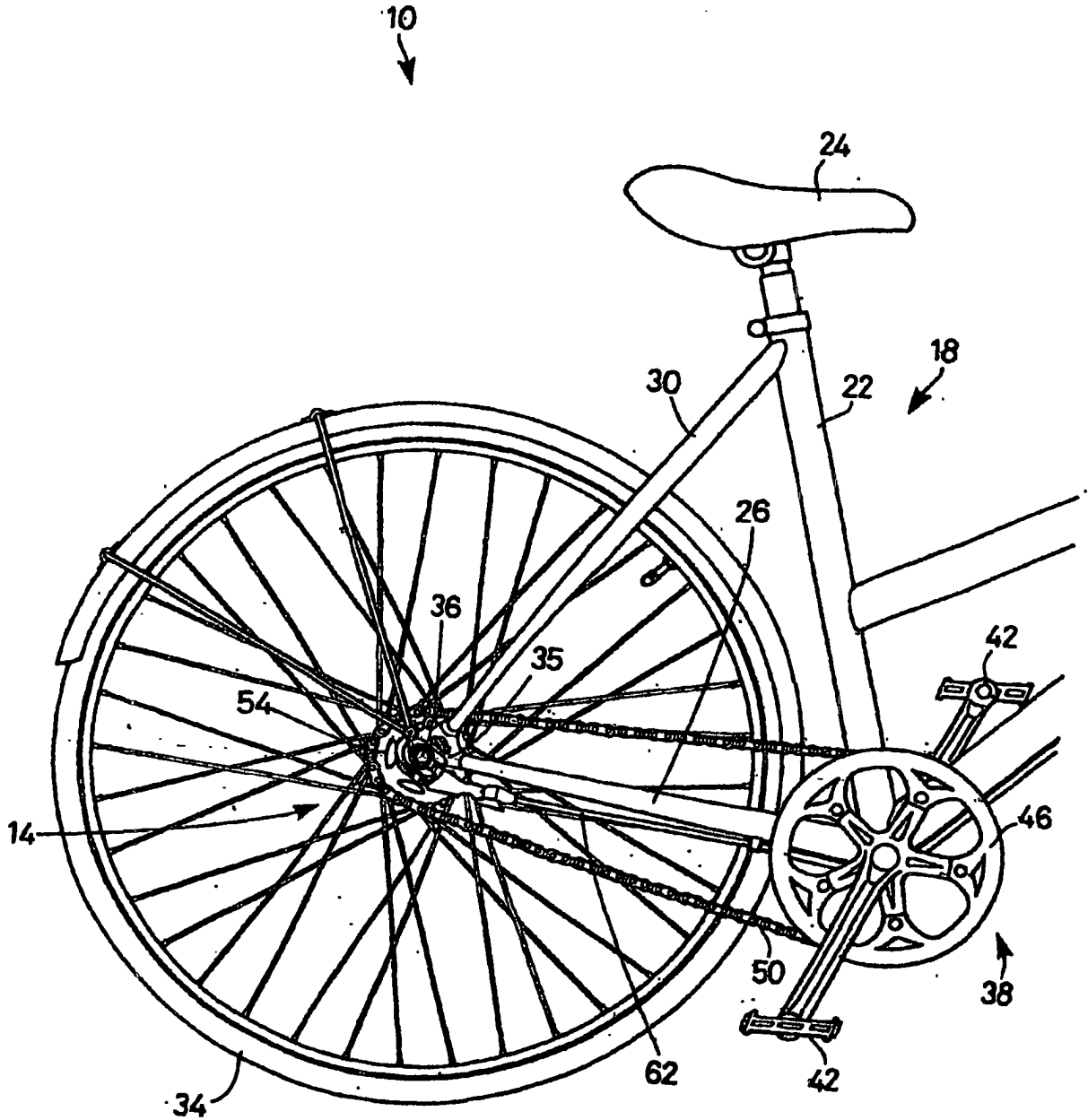


FIG. 1

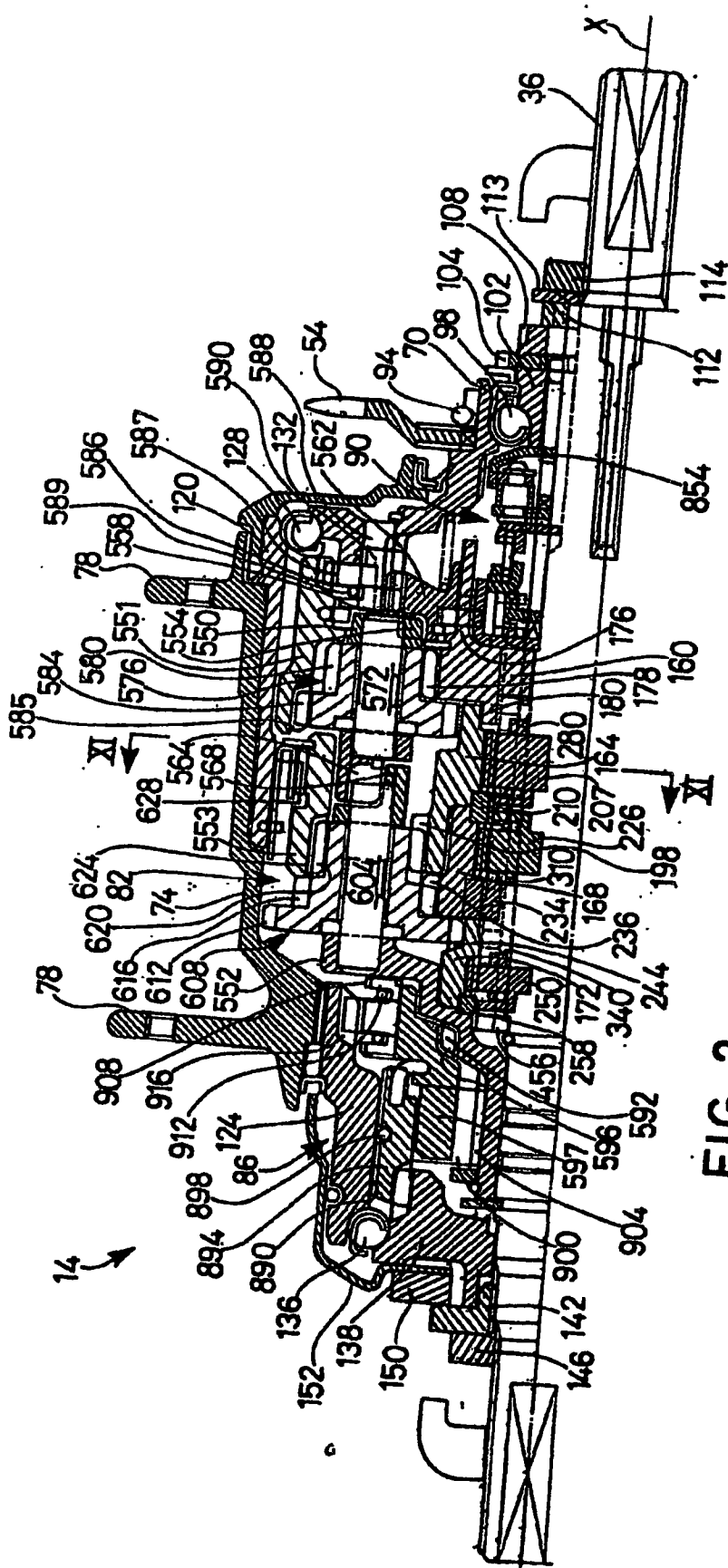


FIG. 2

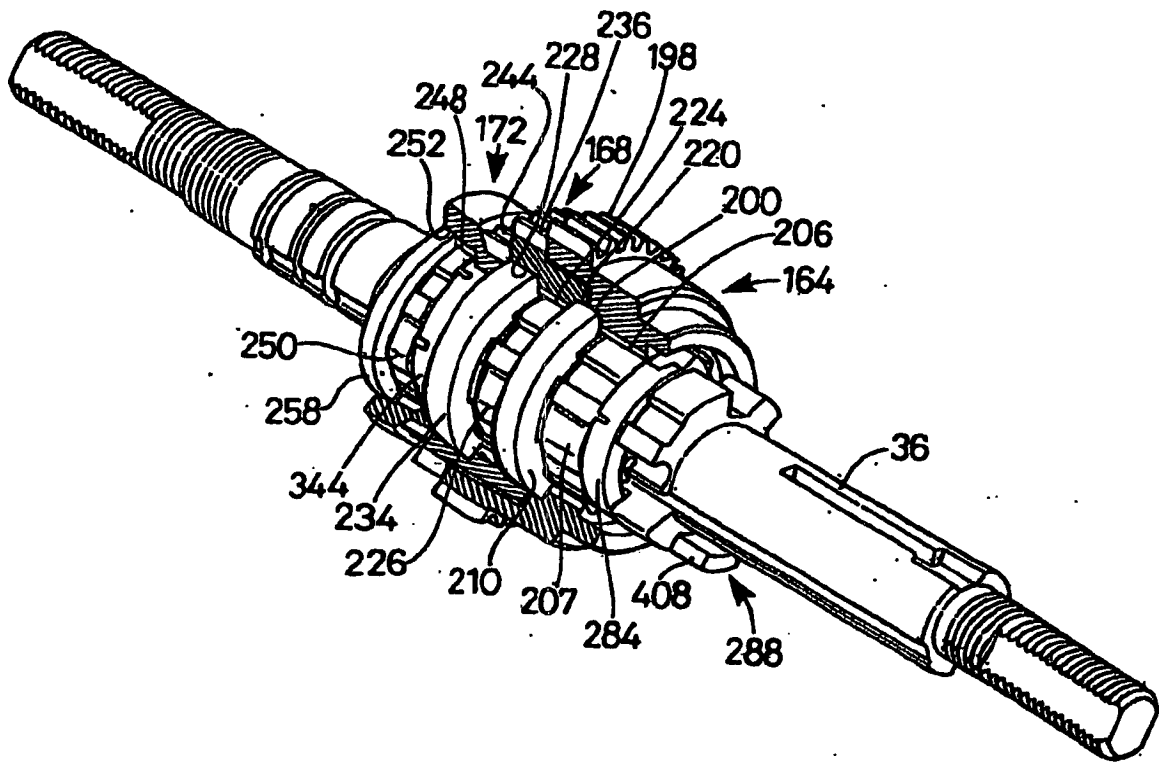
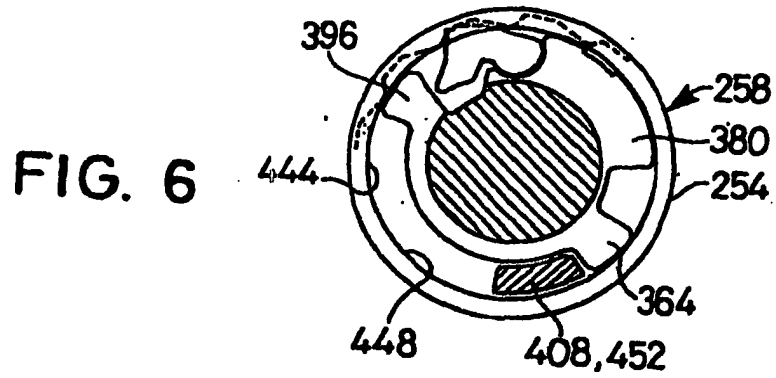
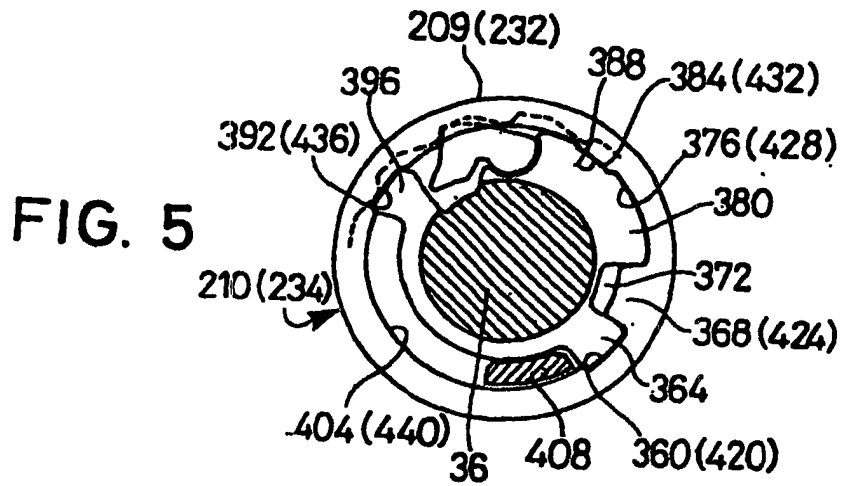


FIG. 4



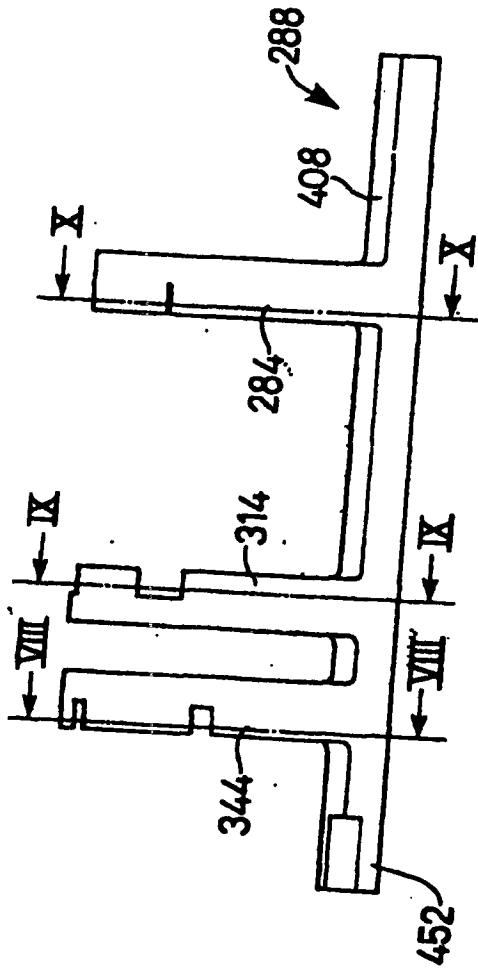


FIG. 7

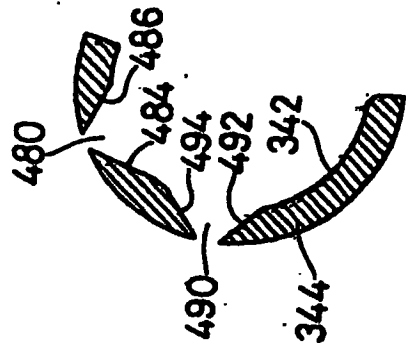


FIG. 8

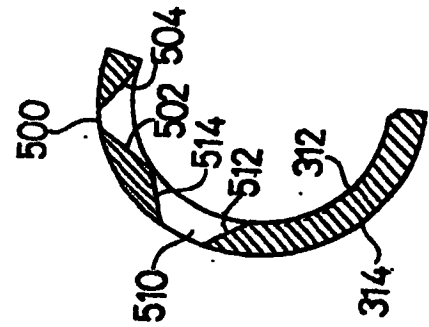


FIG. 9

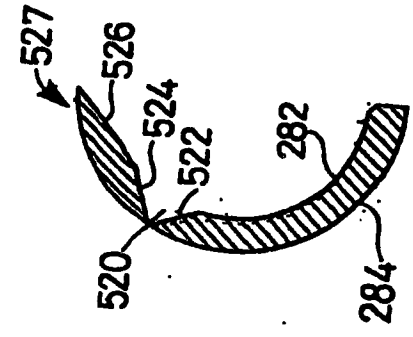


FIG. 10

FIG. 11

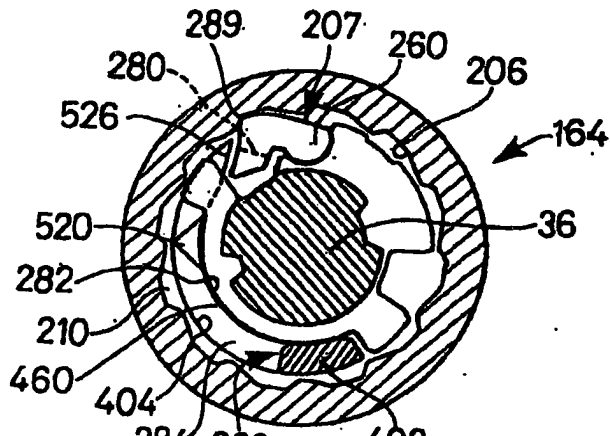


FIG. 12

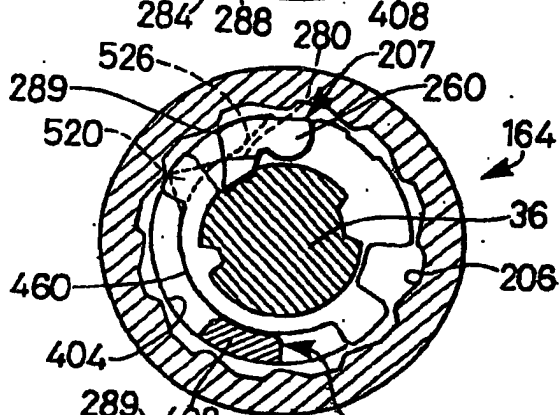


FIG. 13

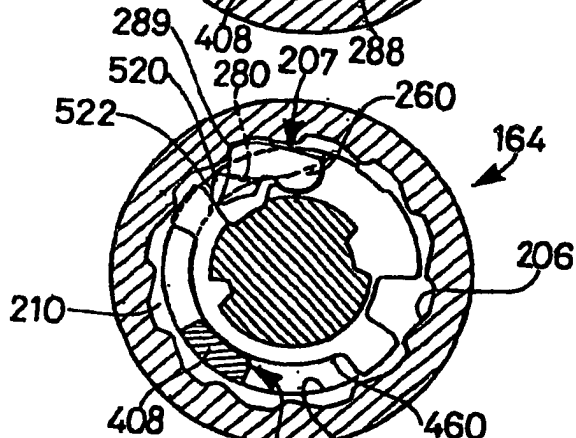
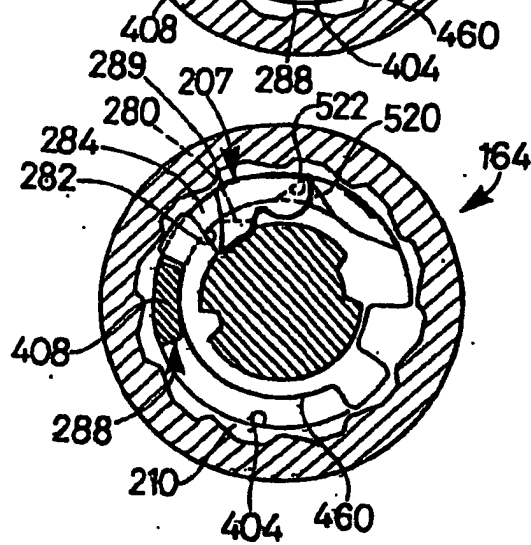


FIG. 14



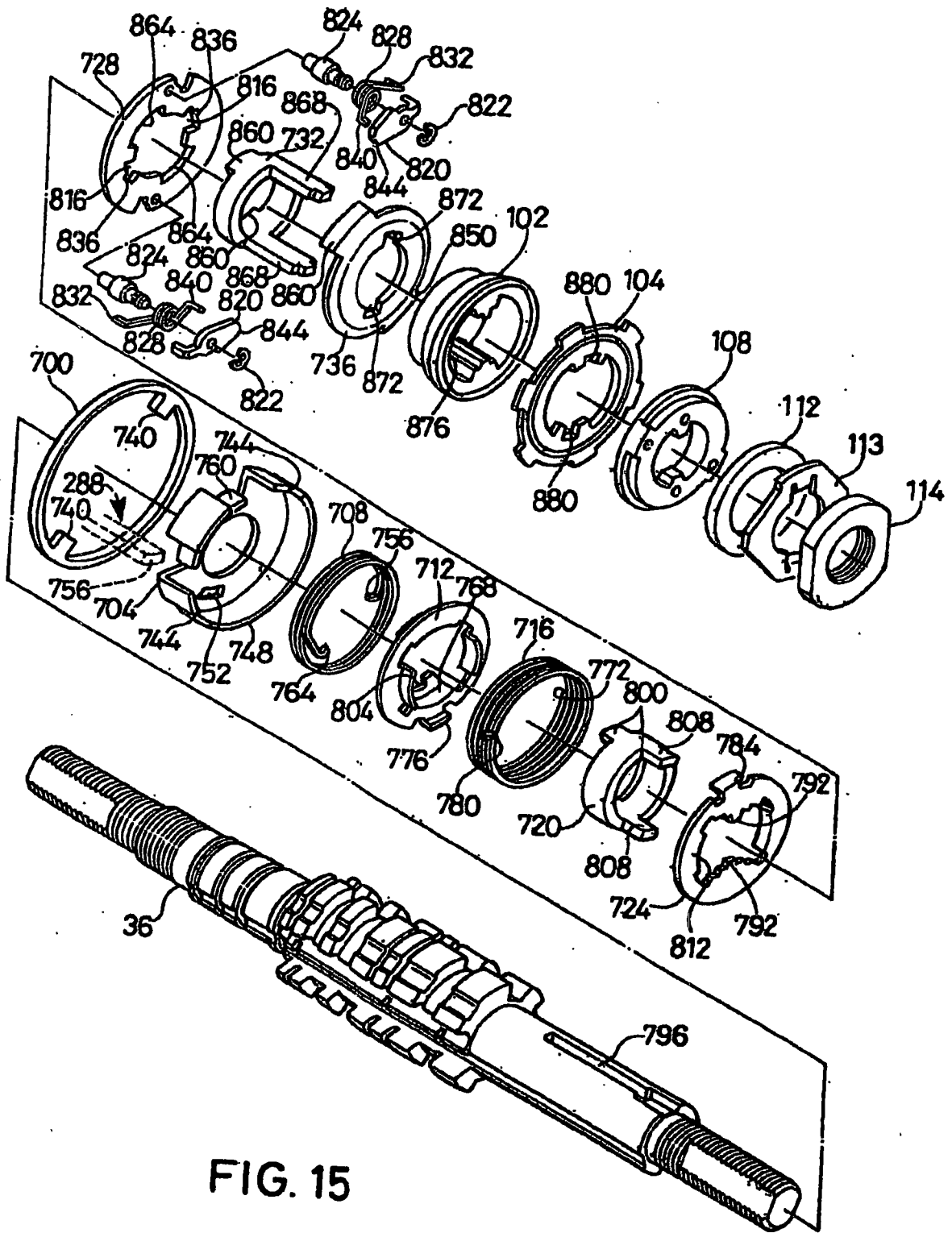


FIG. 15

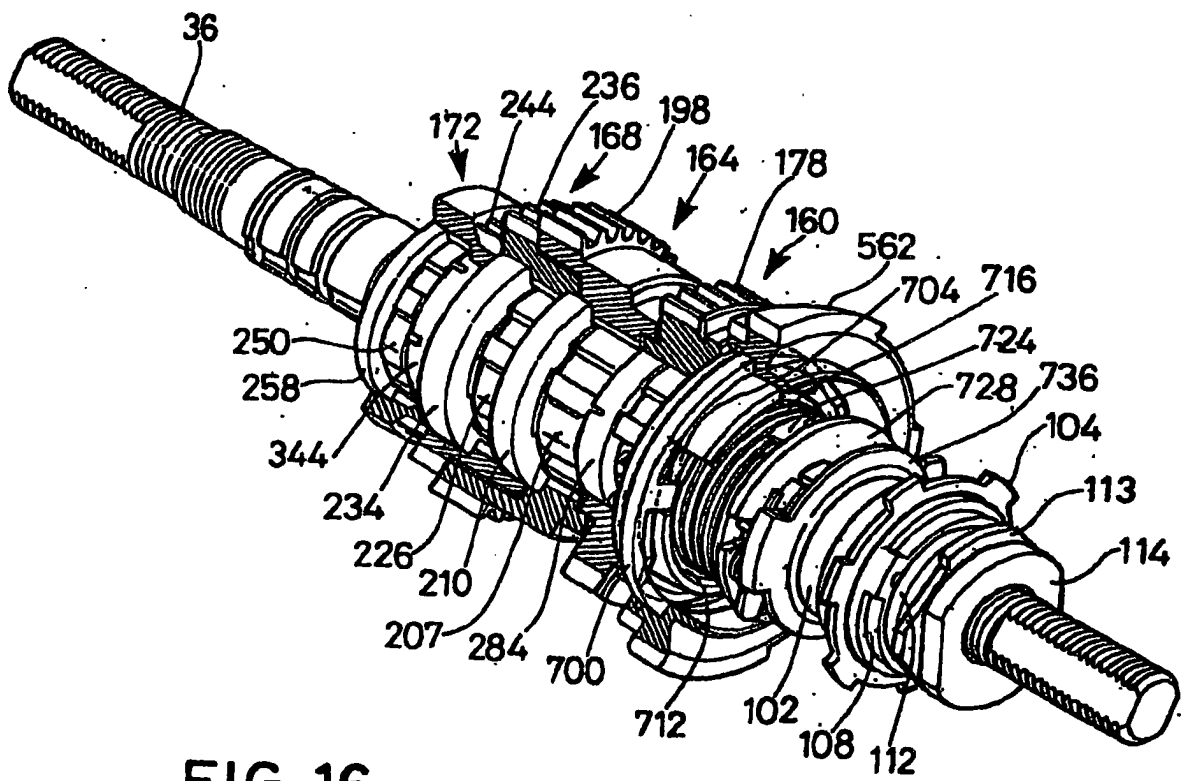
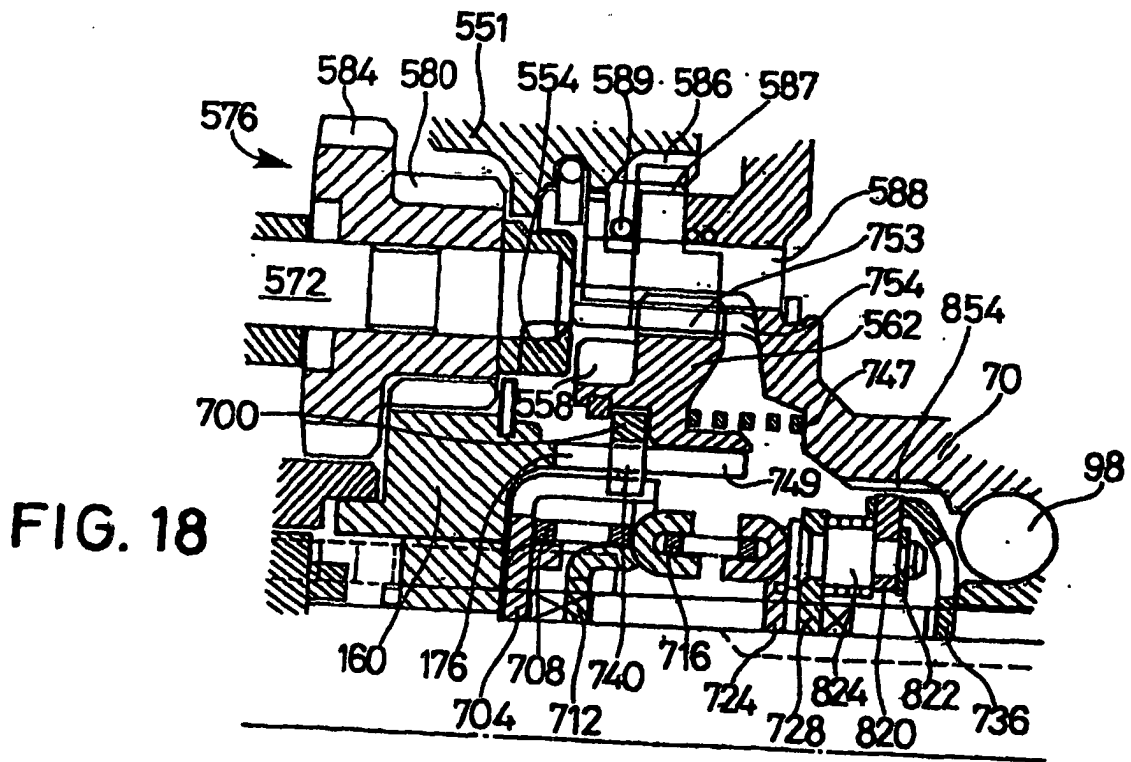
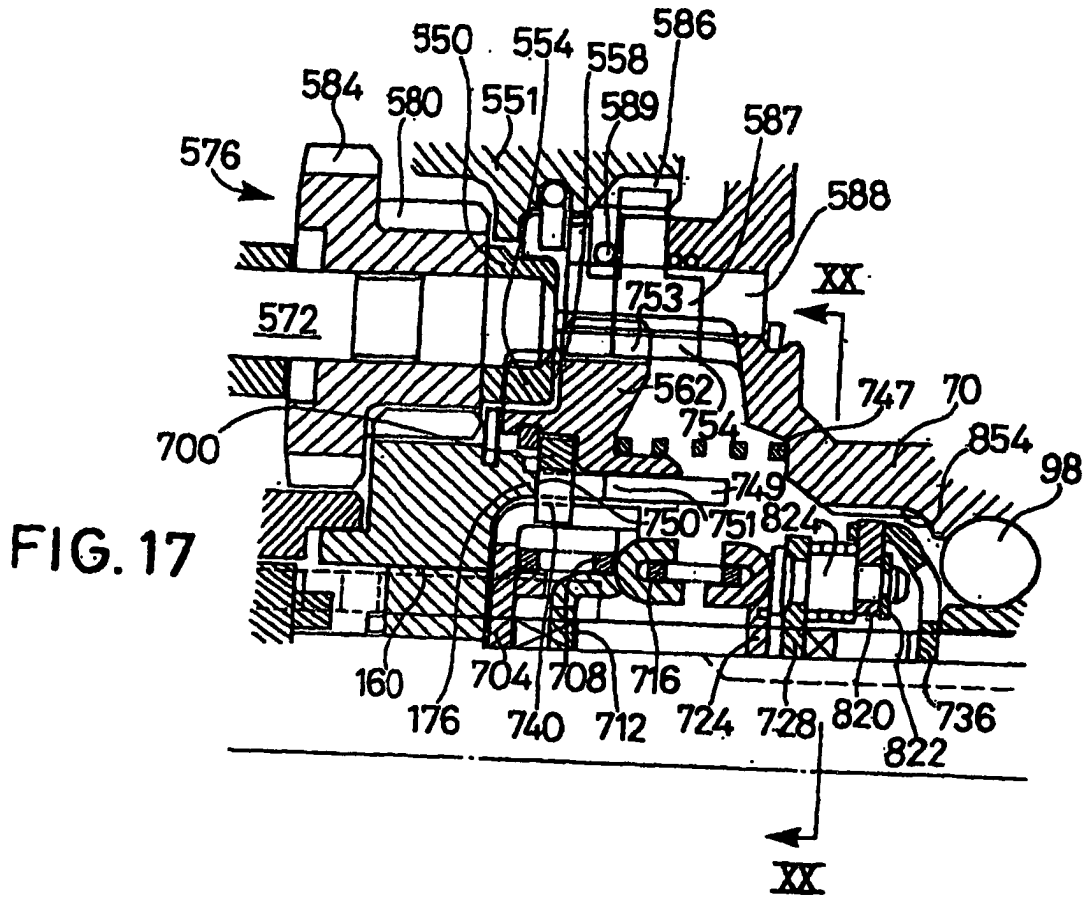


FIG. 16



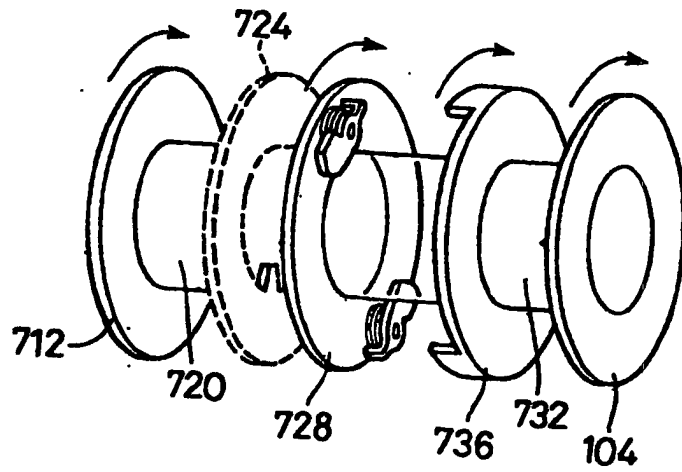


FIG. 19

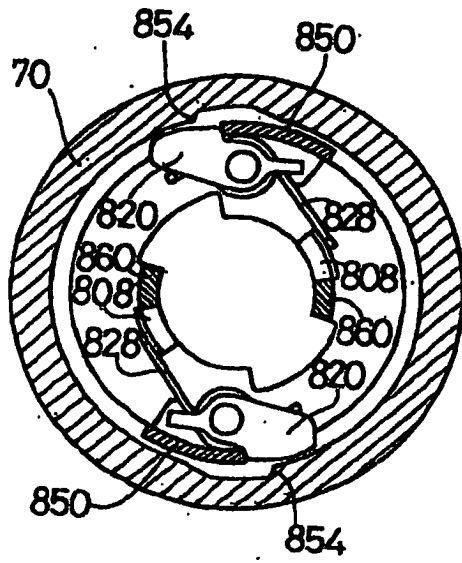


FIG. 20

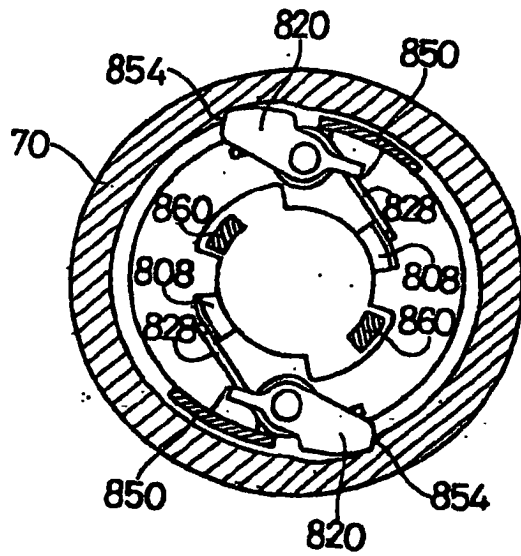


FIG. 21

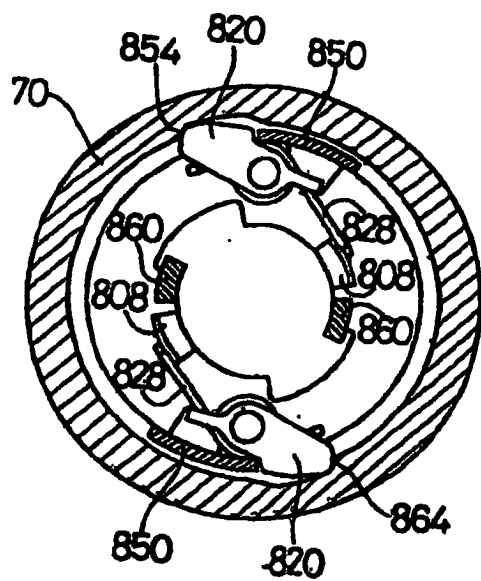


FIG. 22

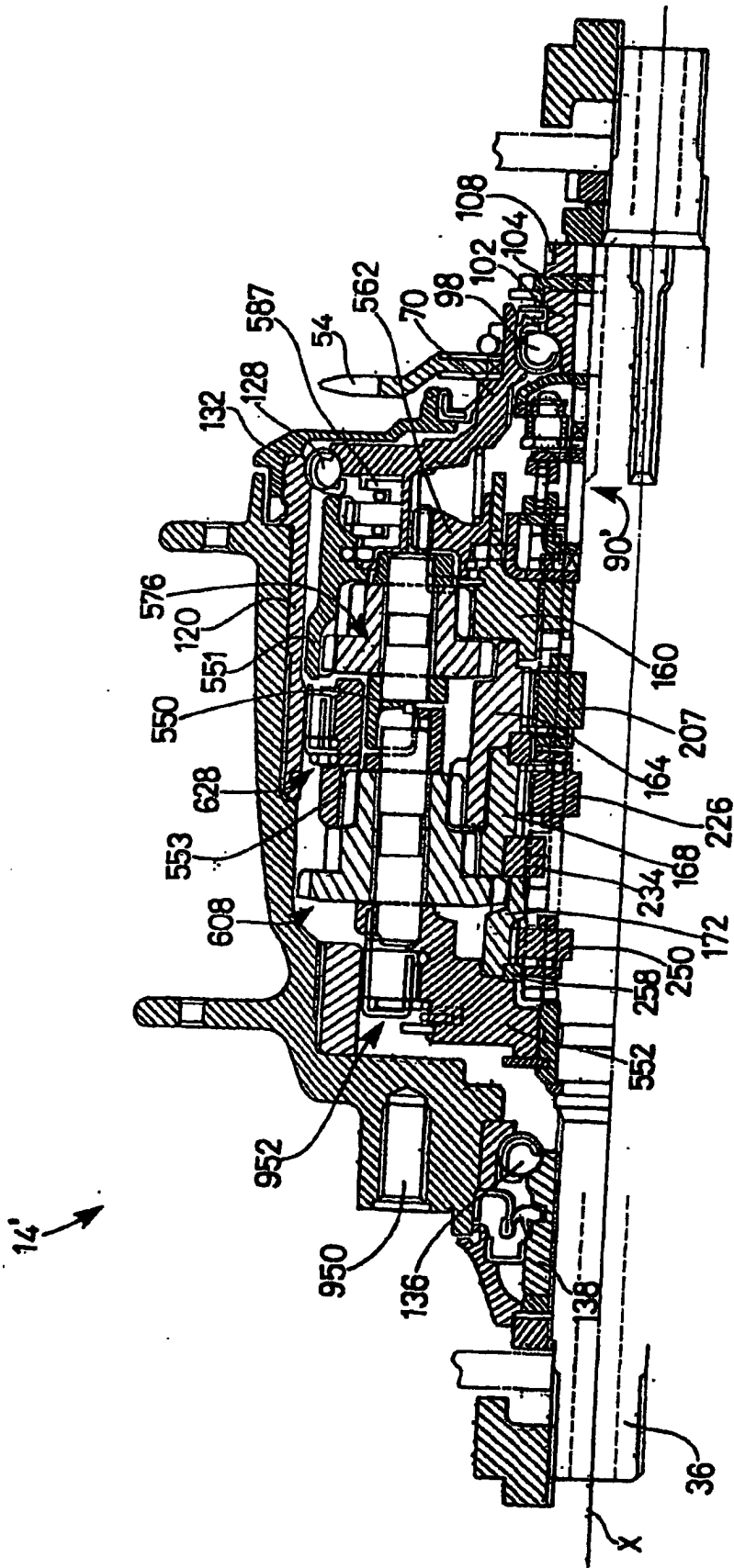


FIG. 23

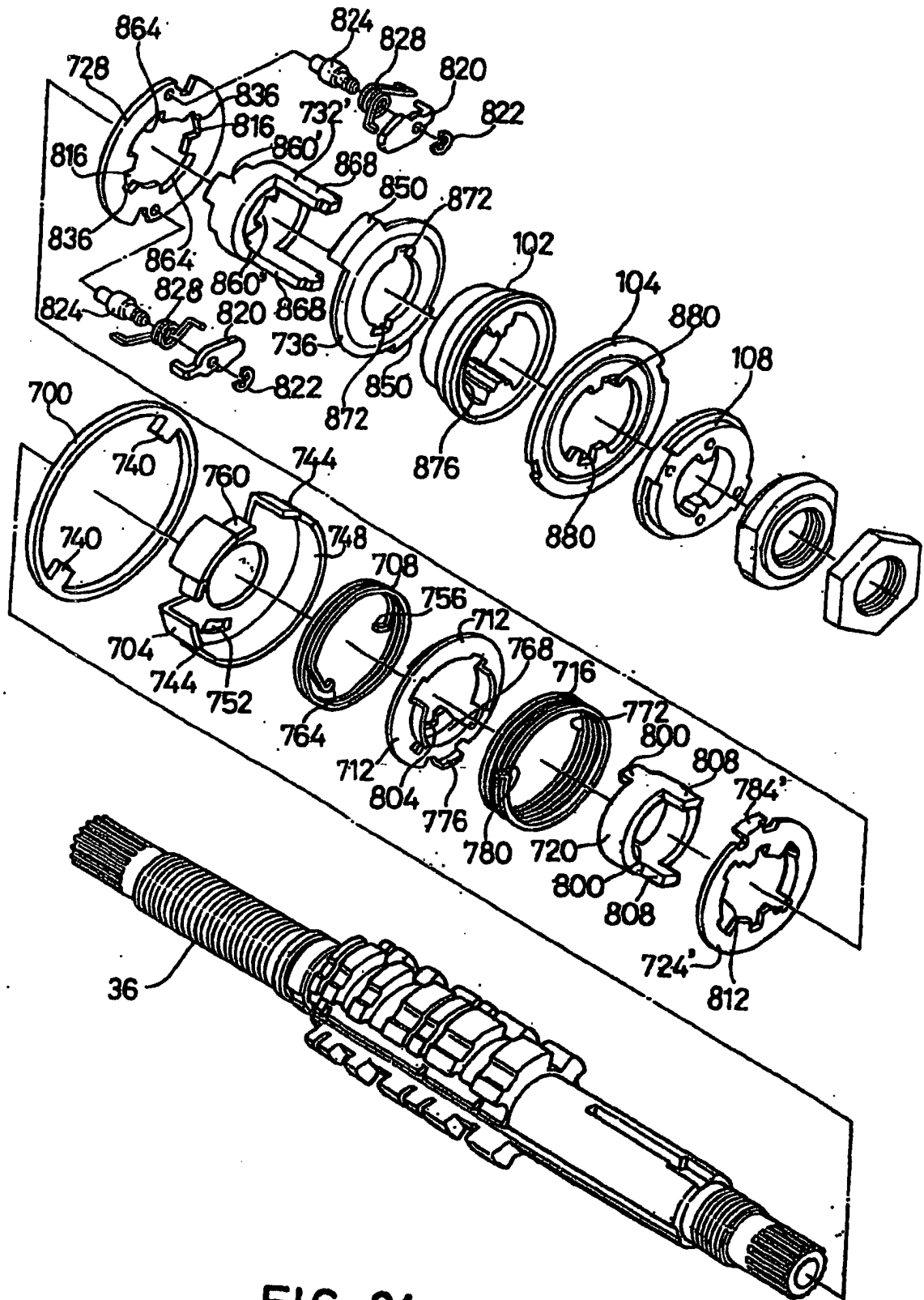


FIG. 24

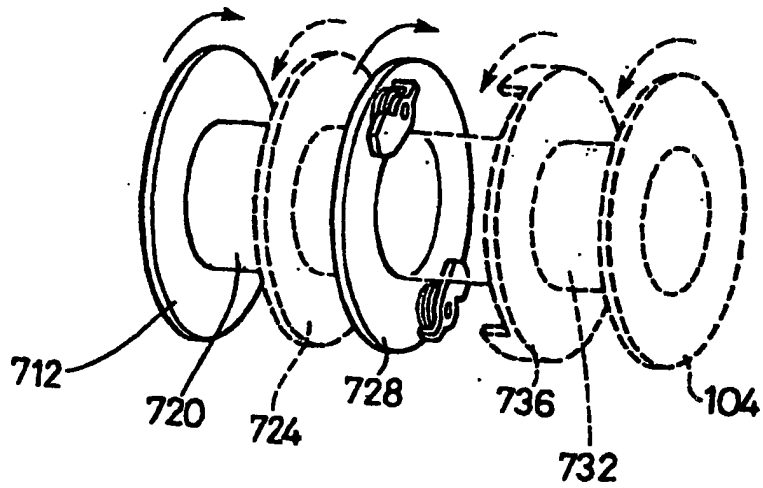


FIG. 25