(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 57 031 B4** 2012.09.06

(12) # Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **198 57 031.7**
(22) Anmeldetag: **10.12.1998**
(43) Offenlegungstag: **17.06.1999**
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: **06.09.2012**

(51) Int Cl.: ***F16H 1/32*** (2006.01)

Innerhalb von drei Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten(§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:
9-362101 **11.12.1997** **JP**

(73) Patentinhaber:
Teijin Seiki Co. Ltd., Osaka, JP

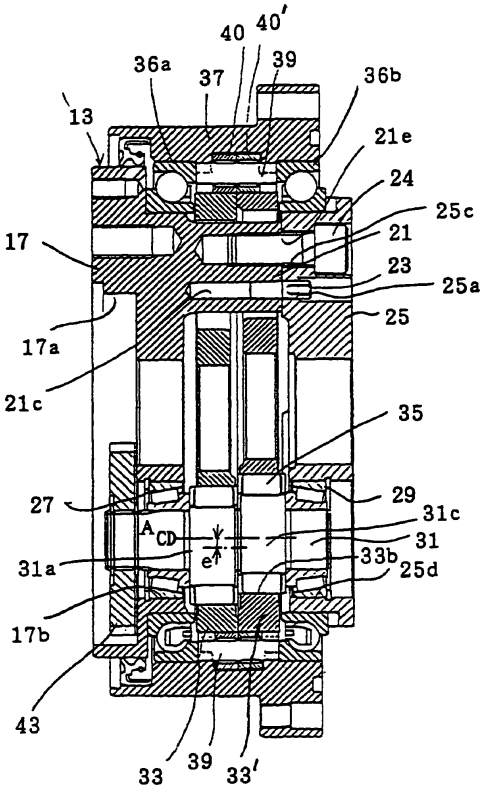
(74) Vertreter:
WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und Rechtsanwälte, 81541, München, DE

(72) Erfinder:
Wang, Hong You, Tsu, Mie, JP; Hirose, Jun, Tsu, Mie, JP; Juman, Shinji, Tsu, Mie, JP; Yoshikawa, Toshio, Tsu, Mie, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Innen eingreifendes Umlaufgetriebe**

(57) Hauptanspruch: Innen eingreifendes Umlaufgetriebe mit einem Innenzahnrad, das eine Rundbogenzahnform hat, und einem Außenzahnrad (33), das eine Epitrochoidzahnform hat, wobei das Innenzahnrad Stifte (39) aufweist, deren beiden Enden gelagert sind, dadurch gekennzeichnet, dass auf diese Stifte (39) Wälzlager (40) aufgesetzt sind, die mit dem Außenzahnrad (33) in Eingriff stehende Außenlaufbahnen haben, wobei beide Enden der Stifte (39) durch halbrunde Nuten (37a) in einer Nabe (37) gestützt sind, und dass die Epitrochoidzahnform des Außenzahnrads (33) so modifiziert ist, dass ein Unterschnitt zwischen Zahnkopf und Zahnfuß vermieden wird, und dass die Wälzlager (40) spielfrei auf den Stiften (39) aufgenommen sind, wobei die Außenlaufbahnen der Wälzlager (40) unter Druck mit den Zahnoberflächen des Außenzahnrads (33) in Eingriff stehen.



(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 198 57 031 B4** 2012.09.06

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	**196 00 191**	**A1**
DE	**21 43 493**	**A**
DE	**612 777**	**A**
CH	**1 25 546**	**A**
US	**16 41 766**	**A**
US	**31 92 799**	**A**
JP	**61 016 439**	**Y2**
JP	**58 102 855**	**U**
JP	**58- 149 438**	**A**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein innen eingreifendes Umlaufgetriebe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie ein Verfahren zum Zusammenbauen eines solchen Umlaufgetriebes nach dem Oberbegriff von Anspruch 4. Insbesondere betrifft die Erfindung eine nützliche Technik zum gleichzeitigen Erzielen eines hohen Wirkungsgrades, eines geringen Abriebs, eines geringen Zahnspiels, einer hohen Belastungsfähigkeit, einer hohen Steifigkeit, einer hohen Genauigkeit und einer hervorragenden Steuerbarkeit in einem Umlaufgetriebe einer solchen Art.

[0002] Die Erfindung zielt darauf ab, den Wirkungsgrad einer Bewegungssteuerung für ein Teil-, Positionier- oder Schaltgerät eines Maschinenwerkzeugs, einen Industrieroboter oder dergleichen, oder einen Servoantrieb zu erhöhen.

[0003] Bei herkömmlichen Teil-, Positionier- oder Schaltgeräten für Bearbeitungszentren wird hauptsächlich eine Kombination eines Wechselstrom-Servomotors und eines Schneckenreduziergetriebes verwendet. Ein Schneckenreduziergetriebe hat jedoch einen extrem geringen Wirkungsgrad und verursacht aufgrund eines großen Schlupfes zwischen in Eingriff stehenden Oberflächen und eines hohen Druckes an Kontaktflächen Probleme, wenn die Drehzahl erhöht ist. Ferner tritt, aufgrund des Schlupfes an den Zahnradoberflächen, nachteiliges Zahnspiel auf, und der Wirkungsgrad nimmt weiter ab. Um Zahnspiel zu vermeiden, ist ein Einstellmechanismus erforderlich, dessen Handhabung schwierig ist.

[0004] Außer den Schneckenreduziergetrieben gibt es innen eingreifende Umlaufgetriebe, bei denen für ein Innenzahnrad eine Rundbogenzahnform verwendet wird, und Taumelgetriebe, die beide bei Gelenken von Industrierobotern breite Anwendung finden und durch die ein hohes Untersetzungsverhältnis einfach erhalten werden kann.

[0005] Beispielsweise offenbart JP 61-16 439 Y2 ein innen eingreifendes Umlaufgetriebe, bei dem ein Innenzahnrad eine Rundbogenverzahnung mit Stiften und Wälzkörpern und ein Außenzahnrad eine Trochoidverzahnung hat, bei dem die Außenwälzkörper, die in Längsrichtung zweigeteilt sind, auf Außenstiften drehbar gestützt sind, die auf der Innenoberfläche eines ringförmigen Rahmens angeordnet sind, der ein Gehäuse einer Innenuntersetzung bildet, und dass zwischen den Außenwälzkörpern, die in Längsrichtung ein wenig voneinander beabstandet sind, ein Zwischenstützabschnitt zum Stützen des Außenstifts ausgebildet ist.

[0006] Ferner offenbart JP Sho 58-102 855 U ein Exzenterschwenkreduziergetriebe mit einem Kasten, der stiftförmige Innenzähne hat, einem Stützklotz, der relativ zum Kasten drehbar ist, einem Ritzel, das in die Innenzähne eingreifende Außenzähne hat und eine exzentrische Umlaufbewegung ausführt, und mit einem Exzenterkurbelmechanismus, der an dem Stützklotz angeordnet ist und das Ritzel betätigt, wobei das Exzenterschwenkreduziergetriebe dadurch gekennzeichnet ist, dass beide Enden der Stifte mittels Wälzlagern auf dem Kasten drehbar gestützt sind.

[0007] Wie oben beschrieben, besteht bei einer in einem herkömmlichen Schaltgerät für Bearbeitungszentren verwendeten Kombination eines Wechselstrom-Servomotors und eines Schneckenreduziergetriebes ein Problem, wenn die Betriebsdrehzahl erhöht ist, da der Wirkungsgrad des Schneckenreduziergetriebes extrem gering ist Ferner erhöht sich, wegen des Schlupfes zwischen den Zahnoberflächen, das Zahnspiel und der Wirkungsgrad nimmt entsprechend ab. Um das Zahnspiel zu verringern, ist ein Einstellmechanismus erforderlich, dessen Handhabung schwierig ist.

[0008] In der oben beschriebenen JP 61-16 439 Y2 sind die Wälzlager (Wälzkörper), die auf den Stiften gestützt sind, mit dem auf dem Außenzahnrad ausgebildeten Trochoidzahn in Eingriff. Bei diesem Getriebe ist, entweder zwischen den Wälzkörpern und dem Außenzahnrad oder zwischen den Wälzkörpern und den Stiften, Schlupf unvermeidbar.

[0009] In der oben beschriebenen JP 58-102 855 U sind beide Enden des Stifts durch die Wälzlager gestützt, und der Stift im Eingriff mit dem Außenzahnrad. Da zwei Außenzahnräder, deren Phasen voneinander verschieden sind, mit einem einzelnen Stift gleichzeitig im Eingriff sind, wird folglich in mindestens einem Kontaktbereich Schlupf verursacht Aus diesem Stand der Technik sind keine Mittel zum Einstellen von Zahnspiel offenbart.

[0010] Ferner offenbart JP 58-149 438 A einen ein Wälzlager stützenden Stift, von dem ein Ende wie mit einem Ausleger gestützt ist Das Getriebe hat keine ausreichende Steifigkeit, die Kontaktbedingungen sind nicht gleichmäßig und der Mechanismus zum Einstellen des Zahnspiels ist kompliziert.

[0011] DE 2 143 493 A offenbart ein innen eingreifendes Umlaufgetriebe mit einem Innenzahnrad, dass eine Rundbogenzahnform hat. Auf dem Innenzahnrad werden Rollen durch an beiden Enden gelagerte Stifte angeordnet.

[0012] DE 612 777 A beschreibt ebenfalls ein innen eingreifendes Umlaufgetriebe, bei dem ein Innenzahnrad auf Stiften gelagerte Rollen aufweist

[0013] CH 125 546 A offenbart ein Getriebe mit einer Außenzahnradscheibe, die die Form einer Epitrochoide aufweist.

[0014] US 1 641 766 A offenbart ein Reduziergetriebe mit einem Innenzahnrad, das auf Stiften gelagerte Rollen aufweist.

[0015] US 3 192 799 A offenbart verschiedene Getriebeformen. In einer Ausführungsform hat das Außenzahnrad eine Sinusform, die in dauerhaften Kontakt mit jeder einer Mehrzahl von Wälzlagern steht, die Teil eines Innenzahnrads sind.

[0016] In diesen Reduziergetrieben entsteht jedoch zwischen den in Eingriff stehenden Zahnoberflächen unvermeidbar Schlupf, und es besteht aufgrund des Abriebs der Zahnoberflächen das Problem sich vergrößernden Zahnspiels. Ein Mechanismus zum Einstellen des Zahnspiels während des Betriebs dieser Getriebe ist nicht vorgesehen, und demgemäss können diese herkömmlichen Reduziergetriebe derzeit nicht als eine hochgenaue Bewegungssteuerung für ein Schaltgerät eines Bearbeitungszentrums verwendet werden.

[0017] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Umlaufgetriebe der eingangs bezeichneten Art sowie ein Verfahren zum Zusammenbauen eines solchen Getriebes bereitzustellen, mit dem es möglich ist, die Geschwindigkeit einer Bewegungssteuerung zu erhöhen, das Warten und Einstellen der Bewegungssteuerung zu verringern und den Wirkungsgrad der Bewegungssteuerung zu erhöhen. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, ein für eine genaue Bewegungssteuerung geeignetes drehzahlerhöhendes oder -verringerndes Umlaufgetriebe vorzusehen, bei dem im Betrieb die Verringerung oder Änderung des Wirkungsgrades klein ist, das ein kleines Zahnspiel hat, eine geringe Hysterese und eine hohe Linearität, so dass der Ausgang in hohem Masse dem Eingang entspricht, bei dem der Wirkungsgrad hoch ist und die Veränderung des Wirkungsgrades so klein ist, dass das Lastmoment oder die Trägheit am Ausgang aus dem Eingangswert bestimmt werden kann, und das eine hohe Steifigkeit hat.

[0018] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein innen eingreifendes Umlaufgetriebe gemäß Anspruch 1 gelöst. Ferner löst die Erfindung die Aufgabe mit einem Verfahren zum Zusammenbauen eines innen eingreifenden Umlaufgetriebes nach Anspruch 4.

[0019] Die Erfindung sieht ein innen eingreifendes Umlaufgetriebe vor, bei dem eine Rundbogenzahnform für das Innenzahnrad und eine Epitrochoidzahnform für das Außenzahnrad des Ritzels verwendet ist, und bei dem die mit dem Außenzahnrad in Eingriff stehenden Mittel die Außenlaufbahnen der Wälzlager sind, die auf die Stifte geschoben sind, deren beiden Enden gestützt sind. Das Passungsspiel zwischen den die Wälzlager stützenden Stiften und den Wälzlagern umfasst ein solches Spiel, dass die Stifte leicht in die Wälzlager eingeschoben werden können. Um ferner das Zahnspiel einfach zu verringern, werden entsprechende Stifte unter Berücksichtigung des Durchmessers des Außenzahnrads und des Durchmesser des Innenzahnrads so ausgewählt, dass die Zahnoberflächen mit Druck beaufschlagt sind. Die Passung zwischen den Stiften und den Wälzlagern ist passgenau, und die Zahnform des Außenzahnrads ist vorzugsweise so modifiziert, dass ein Unterschnitt zwischen dem Zahnkopf und dem Zahnfuß vermieden ist. Somit können die Stifte zum Stützen der Wälzlager in die Wälzlager leicht eingeschoben werden, ohne jeglichen Widerstand gegen den Zahnkopf und den Zahnfuß auszuüben, und das Reduziergetriebe kann zusammengebaut werden. So wie der Durchmesser der Stifte zunimmt, nimmt die Druckbeaufschlagung auf die Zahnoberflächen zu. Da die in Eingriff stehenden Teile rollend eingreifen, können die Kurbelstifte leicht gedreht werden, selbst wenn die Zahnoberflächen eine große Druckbeaufschlagung erfahren, und demgemäss können die Stifte aufeinanderfolgend eingeschoben werden. Kurz gesagt, durch Verändern der Durchmessergrößen der Stifte kann die Druckbeaufschlagung einfach eingestellt und das Zahnspiel verringert werden. Ferner kann eine Anzahl Zähne unter der Bedingung in Eingriff stehen, dass keine Last aufgebracht ist, selbst wenn eine durch Druckbeaufschlagung an den Zahnoberflächen hervorgerufene anfängliche Verformung stattfindet, oder selbst wenn gewisse Herstellungsfehler beinhaltet sind, wodurch die Genauigkeit, die Steifigkeit und die Linearität verbessert wenden kann.

[0020] Vorzugsweise sind an den Positionen, an denen die Stifte des Innenzahnrads gestützt sind, halbrunde Nuten ausgebildet, so dass der Aufbau einfach innengeschliffen und mit hoher Genauigkeit feinstbearbeitet werden kann.

[0021] Bevorzugte Anwendungsbeispiele des erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes wenden im folgenden anhand der beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert.

[0022] Es zeigt:

[0023] Fig. 1 eine Querschnittsansicht einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes;

[0024] Fig. 2 eine Schnittansicht des in Fig. 1 dargestellten erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes;

[0025] Fig. 3 eine Querschnittsansicht, die den detaillierten Aufbau des Wälzlagers in Fig. 1 darstellt;

[0026] Fig. 4 eine Seitenansicht des in Fig. 3 dargestellten erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes;

[0027] Fig. 5 eine Querschnittsansicht einer zweiten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes;

[0028] Fig. 6 eine teilweise geschnittene Seitenansicht des in Fig. 5 dargestellten erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes;

[0029] Fig. 7 eine Vorderansicht, die einen Schritt zum Zusammenbauen eines erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes darstellt;

[0030] Fig. 8 eine Vorderansicht, die einen weiteren Schritt zum Zusammenbauen eines erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes darstellt; und

[0031] Fig. 9 eine Vorderansicht, die noch einen anderen Schritt zum Zusammenbauen eines erfindungsgemäßen Umlaufgetriebes darstellt.

[0032] Wie in Fig. 1 veranschaulicht, umfasst ein Stützklotz **13** einen runden Scheibenteil **17** und davon abstehende Säulenteile **21**. Der Scheibenteil **17** hat an seiner Rückseite eine Aussparung **17a**, in der ein zweites Außenzahnrad **43** aufgenommen ist, und umfasst an seiner Vorderseite an Positionen zwischen den benachbarten Säulenteilen **21** Lagerhaltelöcher **17b**, die eine vorbestimmte Tiefe haben. Wie in Fig. 1 ferner dargestellt, sind am Kopf der Säulenteile **21** Stiftlöcher **21c** ausgebildet, um mittels Stiften **23** an die Säulenteile **21** eine Seitenplatte **25** anliegend anzuschließen, die ein Teil des Stützklotzes **13** ist. Der Stift **23** hat eine ausreichende Größe, um durch die Last erzeugte Scherkräfte zu tragen. Der Säulenteil **21** hat Gewindelöher **21e**, in die zum Befestigen der Seitenplatte **25** an die Säulenteile **21** des Stützklotzes **13** Bolzen **24** eingeschraubt sind.

[0033] Die Seitenplatte **25** hat an den Positionen Stiftlöcher **25a**, die den in den Säulenteilen **21** ausgebildeten Stiftlöchern **21c** entsprechen, an den Positionen Durchschraublöcher **25c**, die den Schraubenlöchern **21e** entsprechen, und Lagerhaltelöcher **25d**, die den im Scheibenteil **17** ausgebildeten Lagerhaltelöchern **17b** zugeordnet sind.

[0034] In die Lagerhaltelöcher **17b** und **25d** sind Wälzlager **27** und **29** eingeschoben, und Enden eines Kurbelstiftes **31** sind durch die Wälzlager **27** und **29** so drehbar gestützt, dass der Kurbelstift **31** durch Drehen zweier Ritzel **33** und **33'** um seine Achse gedreht wird. Der Kurbelstift **31** hat zwei Kurbelteile **31a** und **31c**, die von der Drehachse Ach um einen Abstand e versetzt sind, und die Ritzel **33** und **33'** sind auf den Kurbelteilen **31a** und **31c** über Lager **35** aufgeschoben.

[0035] Wie in Fig. 2 veranschaulicht, hat das Ritzel **33** (d. h., eine Umlaufuntersetzung) an seinem Außenumfang Außenzähne **33a**, für die eine Epitrochoidzahnform verwendet ist, und darin ausgebildete Stiftlöcher **33b**, die mit den Kurbelteilen **31a** oder **31c** des Kurbelstiftes **31** über die Lager **35** in Eingriff sind.

[0036] In der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform sind auf den Außenumfang des Scheibenteils **17** des Stützklotzes **13** und der Seitenplatte **25** Kugellager **36a** und **36b** so aufgesetzt, dass eine Nabe **37** drehbar gestützt ist. Die Nabe **37** hat an ihrem Innenumfang in gleichem Abstand ausgebildete Stifte **39** mit einem kleinen Durchmesser, deren Anzahl geringfügig größer ist als die der am Außenumfang der Ritzel **33** ausgebildeten Außenzähne **33a**. Insbesondere sind am Innenumfang der Nabe **37** in gleichem Abstand halbrunde Nuten **37a** (Fig. 3 und Fig. 4) ausgebildet, deren Anzahl gleich der Anzahl der Stifte **39** ist. Die Stifte **39** sind in die halbrunden Nuten **37a** eingesetzt, und somit sind beide axialen bzw. longitudinalen Enden der Stifte **39** gelagert. Wie in Fig. 1 dargestellt, sind die Seitenflächen der Außenlaufbahnen der Lager **36a** und **36b** an den axialen Seitenwänden der Stifte **39** angeordnet, so dass die Stifte **39** von einer axialen Bewegung abgehalten sind.

[0037] Der Stift **39** ist in zwei Wälzlager **40** und **40'** eingeschoben, und die Außenlaufbahnen der Wälzlager **40** und **40'** sind so angeordnet, dass sie mit den Außenzähnen **33a** der Ritzel **33** bzw. **33'** in Eingriff stehen, die wie in Fig. 2 veranschaulicht Außenzahnräder sind. Die Innenlaufbahnen der Wälzlager **40** und **40'** wurden weggelassen, und der Stift **39** wurde in der oben beschriebenen Ausführungsform direkt eingesetzt. In manchen Fällen können jedoch, wie in der in den Fig. 5 und Fig. 6 veranschaulichten zweiten Ausführungsform dargestellt, die Stifte **39** in die Innenlaufbahnen der Wälzlager **40** und **40'** eingesetzt sein.

[0038] Bei der oben beschriebenen Bauweise sind die Ritzel **33** und **33'** in die Säulenteile **21** des Stützklotzes **13** lose eingesetzt. So wie sich der Kurbelstift **31** dreht, läuft die Mittelachse der Kurbelteile **31a** und **31c** um die Mittelachse des Kurbelstifts **31** um. Somit führen die zwei Ritzel **33** und **33'** einen versetzten Umlauf aus, und die Außenzähne **33a** sind mit den Außenlaufbahnen der Wälzlager **40** und **40'** in Eingriff, die durch die Stifte **39** der Nabe **37** gelagert sind.

[0039] Die Drehung einer Ausgangswelle eines nicht dargestellten Motors, beispielsweise eines Servomotors, wird durch ein erstes nicht dargestelltes Außenzahnrad übertagen, das an der Ausgangswelle oder einer nicht dargestellten Eingangswelle befestigt ist, und wird gemäss dem Untersetzungsverhältnis zwischen dem ersten Außenzahnrad und dem mit dem ersten Außenzahnrad in Eingriff stehenden zweiten Außenzahnrad **43** verringert. So wie sich das zweite

Außenzahnrad **43** dreht, wälzt der Kurbelteil **31a** des Kurbelstiftes **31** um, der auf dem Stützklotz **13** drehbar gestützt ist, und die Ritzel **33** und **33'** wälzen in einer versetzten Weise um, wenn die Kurbelteile **31a** und **31c** umwälzen, weil die Stiftlöcher **33b** der Ritzel **33** und **33'** an dem Kurbelteil **31a** durch die Lager **35** angreifen.

[0040] Es sind mehrere Kurbelstifte **31** so ausgebildet, dass vom Umwälzanteil und vom Drehanteil der Ritzel **33** und **33'** ausschließlich der Drehanteil getrennt und auf die Nabe **37** übertragen werden kann. Somit greifen die am Außenumfang der Ritzel **33** und **33'** ausgebildeten Außenzähne **33a** gemäss der Umwälzbewegung der Ritzel **33** und **33'** aufeinanderfolgend an die Außenlaufbahnen der verschiedenen Wälzlager **40** und **40'**, deren Enden am Innenumfang der Nabe **37** gestützt sind, und die Nabe **37** wird mit einer verringerten Drehzahl gedreht. Danach wird der Ausgang auf ein an der Nabe **37** befestigtes nicht dargestelltes Abtriebsrad übertragen.

[0041] Nachfolgend wird das Zusammenbauverfahren für ein in den Fig. 1 und Fig. 2 veranschaulichtes Umlaufreduziergetriebe erläutert. Die Lager **27** werden in die Lagerhaltelöcher des den Stützklotz **13** bildenden Scheibenteils **17** eingesetzt, und die in Fig. 1 linken Teile der Kurbelstifte **31** werden in die Lager **27** gesetzt.

[0042] Dann werden zwei Ritzel **33** und **33'** sowohl auf den Säulenteil **21** des Stützklotzes **13** als auch auf die Kurbelstifte **31** aufgeschoben.

[0043] Inzwischen sind die Wälzlager **40** und **40'** in die Teile eingepasst, die den halbrunden Nuten in der Nabe **37** entsprechen, wo später die Stifte **39** eingepasst werden. Die Anzahl der Wälzlager **40** und **40'** ist gleich der der in der Nabe **37** ausgebildeten halbrunden Nuten **37a** gewählt.

[0044] Das Kugellager **36a** wird in den Außenumfang des Scheibenteils **17** des Stützklotzes **13** eingepasst, und die Nabe **37**, die wie oben beschrieben die Wälzlager **40** und **40'** eingepasst hat, wird auf das Kugellager **36a** gesetzt. Somit sind der Stützkotz **13** und die Nabe **37** koaxial und wie ein Doppelzylinder angeordnet, und die Kurbelstifte **31a** sind in den Stützklotz **13** eingepasst.

[0045] Insbesondere ist eine vorbestimmte Anzahl Wälzlager **40** und **40'** zwischen den am Umfang der Ritzel **33** und **33'** ausgebildeten Außenzahnradzähnen **33a** und der Nabe **37** eingepasst. Jedoch sind noch keine Stifte **39** in die Wälzlager **40** und **40'** eingesetzt worden und entsprechend können sich die Wälzlager **40** und **40'** um die Passungspositionen geringfügig bewegen.

[0046] Wie in Fig. 7 veranschaulicht, werden dann ein Paar Stifte **39** in die Wälzlager **40** und **40'** eingesetzt, die an der mit der Versatzrichtung des Kurbelstiftes **31** übereinstimmenden Position angeordnet sind. Dann werden beide Ende der Stifte **39** in die halbrunden Nuten **37a** der Nabe **37** gesetzt. In diesem Zustand sind die Ritzel **33**, aufgrund des Versatzes des Kurbelstiftes **31**, versetzt, und demgemäss besteht zwischen der Nabe **37** und den Köpfen der Zähne **33a** der Ritzel **33** Spiel. Daher können die Stifte **39** leicht in die halbrunden Nuten **37a** eingepasst werden.

[0047] Nachdem ein Paar Stifte **39** in zwei Paar Wälzlager **40** und **40'** gemäss dem oben beschriebenen Schritt eingesetzt worden sind, wird der Kurbelstift **31** in eine in Fig. 8 dargestellte Winkelrichtung um soviel gedreht, wie dem Abstand zwischen den zwei benachbarten Wälzlagern **40** entspricht. Demgemäss wird die Versatzrichtung des Kurbelstiftes **31**, wie in Fig. 8 veranschaulicht, verändert. Folglich verändert sich auch die Versatzrichtung der Ritzel **33** und **33'**. Unter diesen Bedingungen wird, wie in Fig. 9 veranschaulicht, ein weiteres Paar Stifte **39** in die nächsten Wälzlager **40** und **40'** eingesetzt, die mit der Versatzrichtung des Kurbelstiftes **31** übereinstimmen, und beide Enden der Stifte **39** sind an den in der Nabe **37** ausgebildeten halbrunden Nuten **37a** gehalten.

[0048] Der Kurbelstift **31** wird aufeinanderfolgend gedreht und weitere Stifte **39** werden aufeinanderfolgend einzeln in ein Paar Wälzlager **40** und **40'** eingesetzt, die in einer mit der Versatzrichtung des Kurbelstiftes **31** übereinstimmenden Richtung angeordnet sind. Nachdem in alle Wälzlager **40** und **40'** Stifte **39** eingesetzt worden sind, wird ein weiteres Kugellager **36b** zwischen die Nabe **37** und das Vorderende des Scheibenteils **17** des Stützklotzes **13** eingepasst und das Ende dann mit der Seitenplatte **25** abgedeckt. Nachdem der Scheibenteil **17** und die Seitenplatte **25** durch Positionieren der Stifte **23** positioniert worden sind, verbinden die Bolzen **24** den Scheibenteil **17** und die Seitenplatte **25**, so dass der steife Stützklotz gestaltet ist.

[0049] Gemäss den oben beschriebenen Schritten sind die mit den Außenzähnen **33a** des Ritzels **33** im Eingriff stehenden Wälzlager **40** auf den Stiften **39** gestützt, von denen beide Enden gestützt sind. Die Passung zwischen den Wälzlagern **40** und den die Wälzlager **40** und **40'** stützenden Stiften **39**, muss ein solches Spiel haben, dass die Stifte **39** leicht in die Wälzlager **40** und **40'** eingeschoben werden können. Um das Zahnspiel zu verringern, werden ferner, unter Berücksichtigung des Durchmessers des Außenzahnrades (Ritzel **33**) und des mit den Wälzlagern **40** zusammenwirkenden Innenzahnrades, Stifte **39** mit einem so angemessenen Durchmesser ausgewählt, dass die Druckbeaufschlagung zwischen den Außen-

laufbahnen der Wälzlager **40** und den Zahnoberflächen des Außenzahnrades (Ritzel **33**) stattfindet. Die Passung zwischen den Stiften **39** und den Wälzlagern wird spielfrei ausgewählt. Die Zahnform, d. h. der Zahnkopf und der Zahnfuß des Außenzahnrades (Ritzel **33**) sind so modifiziert, dass die die Wälzlager **40** tragenden Stifte, in einfacher Weise in die Wälzlager eingeschoben werden können, ohne jeglichen Widerstand gegen den Zahnkopf und den Zahnfuß auszuüben.

[0050] In der in den Fig. 5 und Fig. 6 dargestellten zweiten Ausführungsform hat eine Eingangswelle **31** einen daran ausgebildeten Kurbelstift, und die Eingangswelle (Kurbelstift) **31** greift am Innenumfang des Ritzels **33** über die Wälzlager **27** und **29** an. Das Ritze) **33** hat zwei an seinem Umfang ausgebildete Außenzahnrad-Zahnteile. Das Scheibenelement **45** ist am Stützklotz **13** mittels Bolzen **45a** lösbar befestigt. Da das Scheibenelement **45** und der Stützklotz **13** getrennt wenden können, können die Kugellager **36a** und **36b**, die Stifte **39** und die Wälzlager **40** einfach zusammengebaut werden.

Patentansprüche

1. Innen eingreifendes Umlaufgetriebe mit einem Innenzahnrad, das eine Rundbogenzahnform hat, und einem Außenzahnrad (**33**), das eine Epitrochoidzahnform hat, wobei das Innenzahnrad Stifte (**39**) aufweist, deren beiden Enden gelagert sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf diese Stifte (**39**) Wälzlager (**40**) aufgesetzt sind, die mit dem Außenzahnrad (**33**) in Eingriff stehende Außenlaufbahnen haben, wobei beide Enden der Stifte (**39**) durch halbrunde Nuten (**37a**) in einer Nabe (**37**) gestützt sind, und dass die Epitrochoidzahnform des Außenzahnrads (**33**) so modifiziert ist, dass ein Unterschnitt zwischen Zahnkopf und Zahnfuß vermieden wird, und dass die Wälzlager (**40**) spielfrei auf den Stiften (**39**) aufgenommen sind, wobei die Außenlaufbahnen der Wälzlager (**40**) unter Druck mit den Zahnoberflächen des Außenzahnrads (**33**) in Eingriff stehen.

2. Umlaufgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es mehrere umlaufende Zahnräder (**33**) aufweist.

3. Umlaufgetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 2, das als eine hochgenaue Bewegungssteuerung für Teil-, Positionier- oder Schaltgeräte von Bearbeitungszentren oder dergleichen zusammen mit einem Servomotor verwendet wird.

4. Verfahren zum Zusammenbauen eines innen eingreifenden Umlaufgetriebes nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei dem ein Innenzahnrad eine Rundbogenzahnform und ein Außenzahnrad (**33**) eine Epitrochoidzahnform haben, wobei an dem Innenzahnrad, das mit dem Außenzahnrad (**33**) in Eingriff steht, Wälzlager (**40**) verwendet werden, wobei die Wälzlager (**40**) auf Stiften (**39**) aufgenommen sind, die an ihren beiden Eden in halbrunden Nuten (**37a**) einer Nabe (**37**) aufgenommen sind, wobei das Passungsspiel der Stifte (**39**) so gewählt ist, dass die Stifte (**39**) leicht in die Wälzlager (**40**) eingesetzt werden können, und wobei die Epitrochoidzahnform des Außenzahnrads (**33**) so modifiziert ist, dass ein Unterschnitt zwischen einem Zahnkopf und einem Zahnfuß vermieden ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:
– Einsetzen des Außenzahnrads (**33**) in das Innenzahnrad, wobei das Außenzahnrad (**33**) auf wenigstens einen am Innenzahnrad gelagerten Kurbelstift (**31**) aufgeschoben wird;
– Einsetzen einer vorbestimmten Anzahl von Wälzlagern (**40**) zwischen dem Innenzahnrad und dem Außenumfang des Außenzahnrads (**33**);
– Einsetzen eines ersten Paares von Stiften (**39**) in ein Paar von Wälzlagern (**40**), die an einer mit der Versatzrichtung des wenigstens einen Kurbelstiftes (**31**) übereinstimmenden Position einander gegenüberliegend angeordnet sind, so dass die beiden Enden der Stifte in halbrunden Nuten (**37a**) der Nabe (**37**) aufgenommen werden;
– Verdrehen des wenigstens einen Kurbelstifts (**31**) in eine Winkelstellung um einen Verdrehwinkel, der dem Abstand zwischen zwei benachbarten Wälzlagern (**40**) entspricht;
– aufeinanderfolgendes intermittierendes Weiterdrehen des wenigstens einen Kurbelstifts (**31**) um den Verdrehwinkel bis zum jeweils folgenden Wälzlager (**40**) und Einsetzen eines Paares von Stiften (**39**) in dasjenige Paar von Wälzlagern (**40**), die an der jeweils vorliegenden Versatzrichtung des Kurbelstiftes (**31**) angeordnet sind, bis in sämtliche Wälzlager (**40**) Stifte (**39**) eingesetzt sind.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

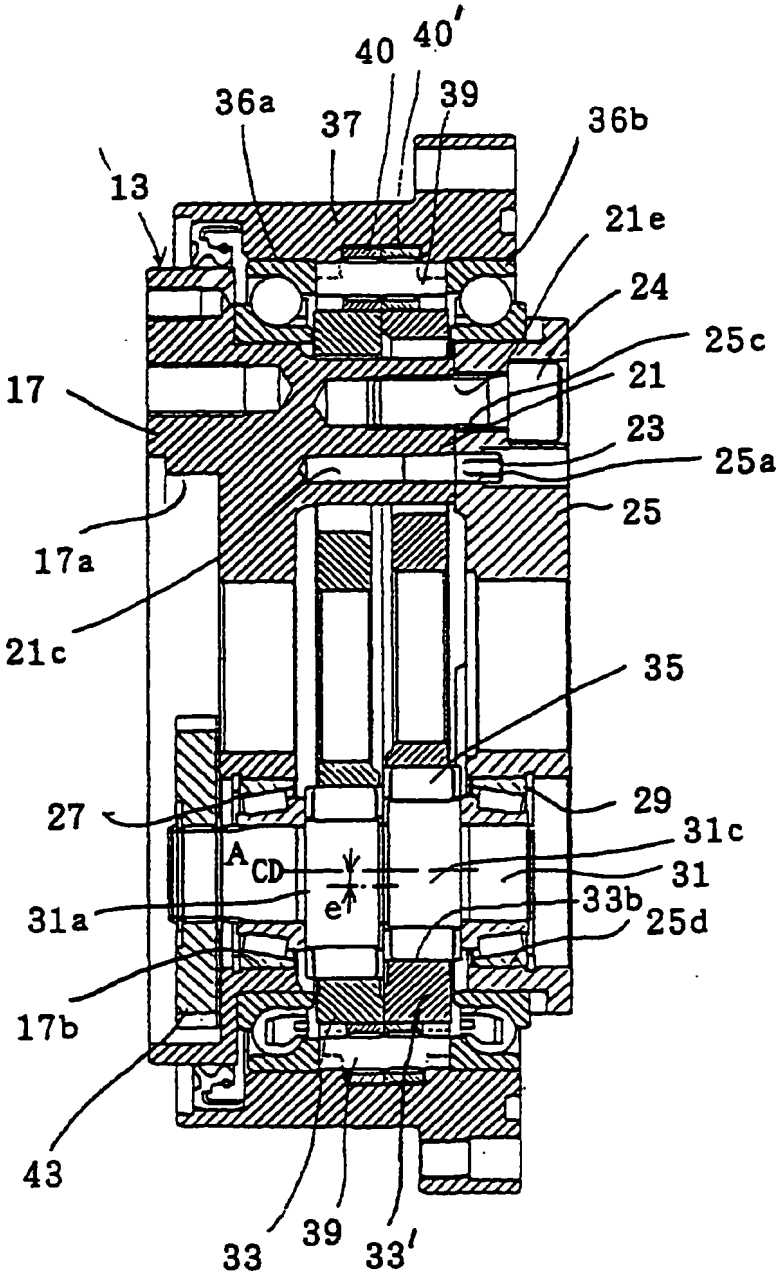


FIG.2

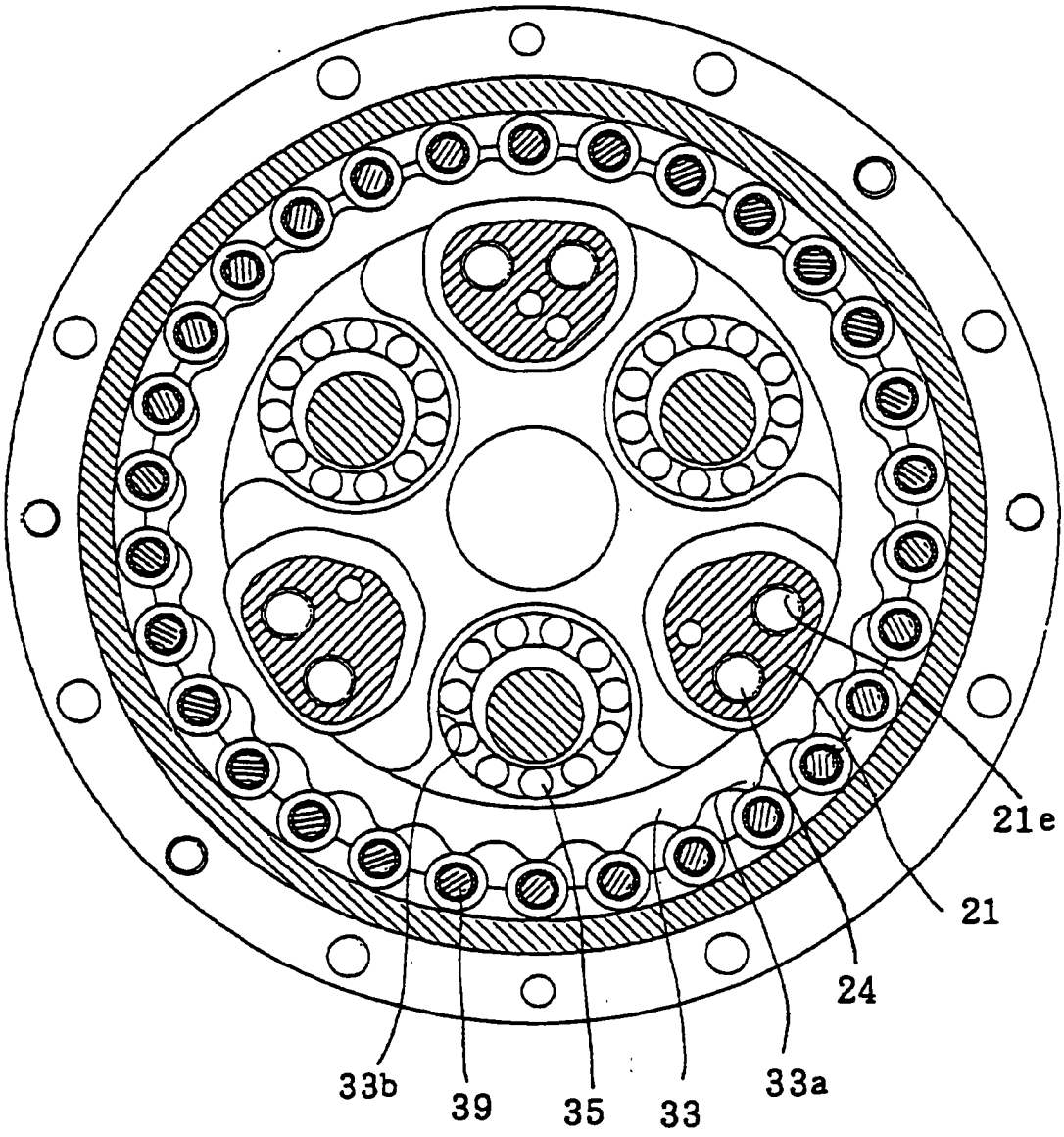


FIG.3

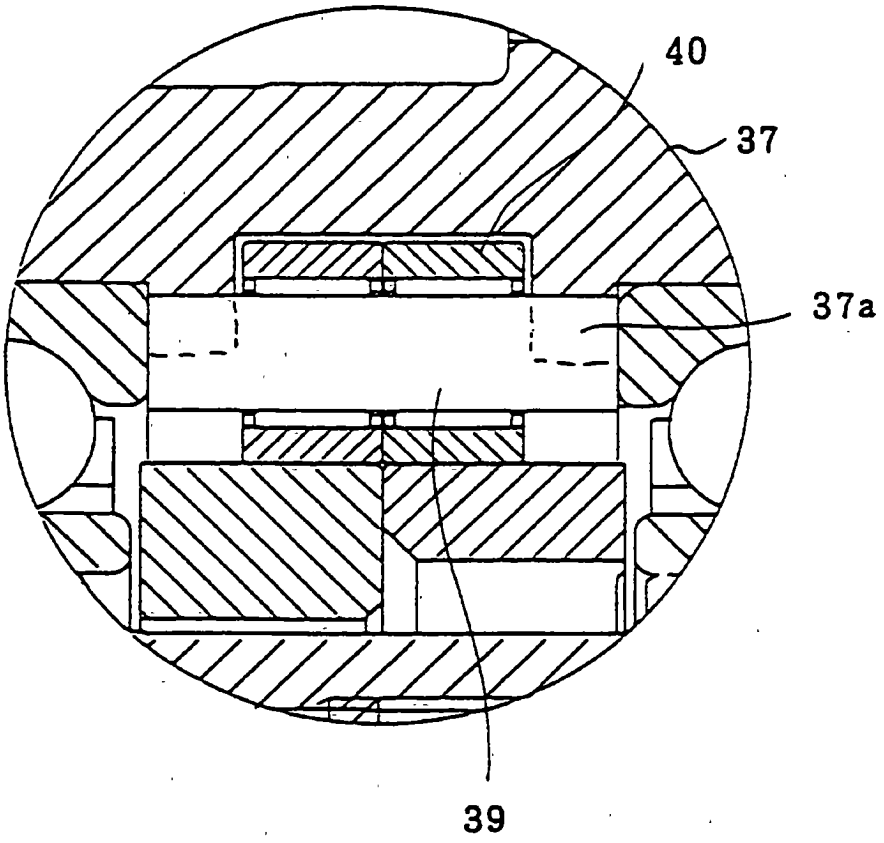


FIG.4

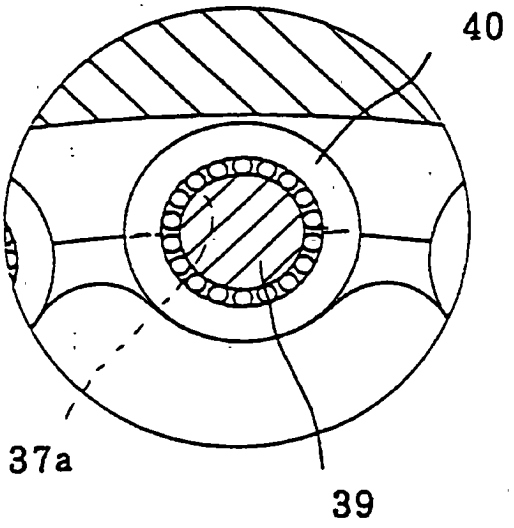


FIG.5

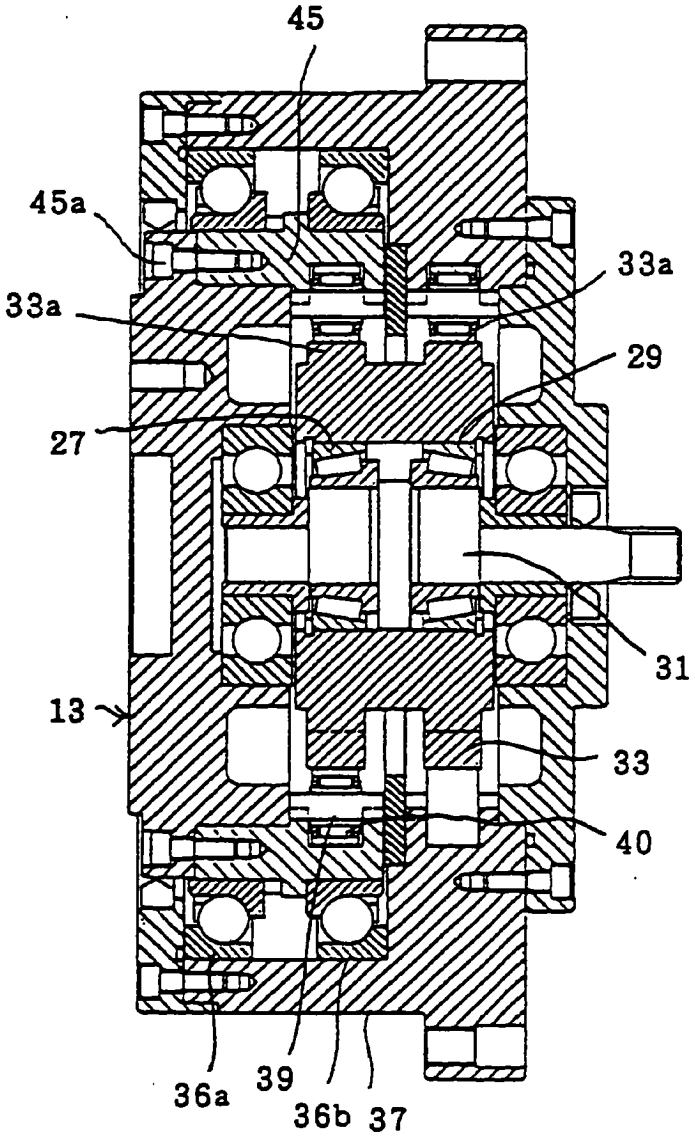


FIG.6

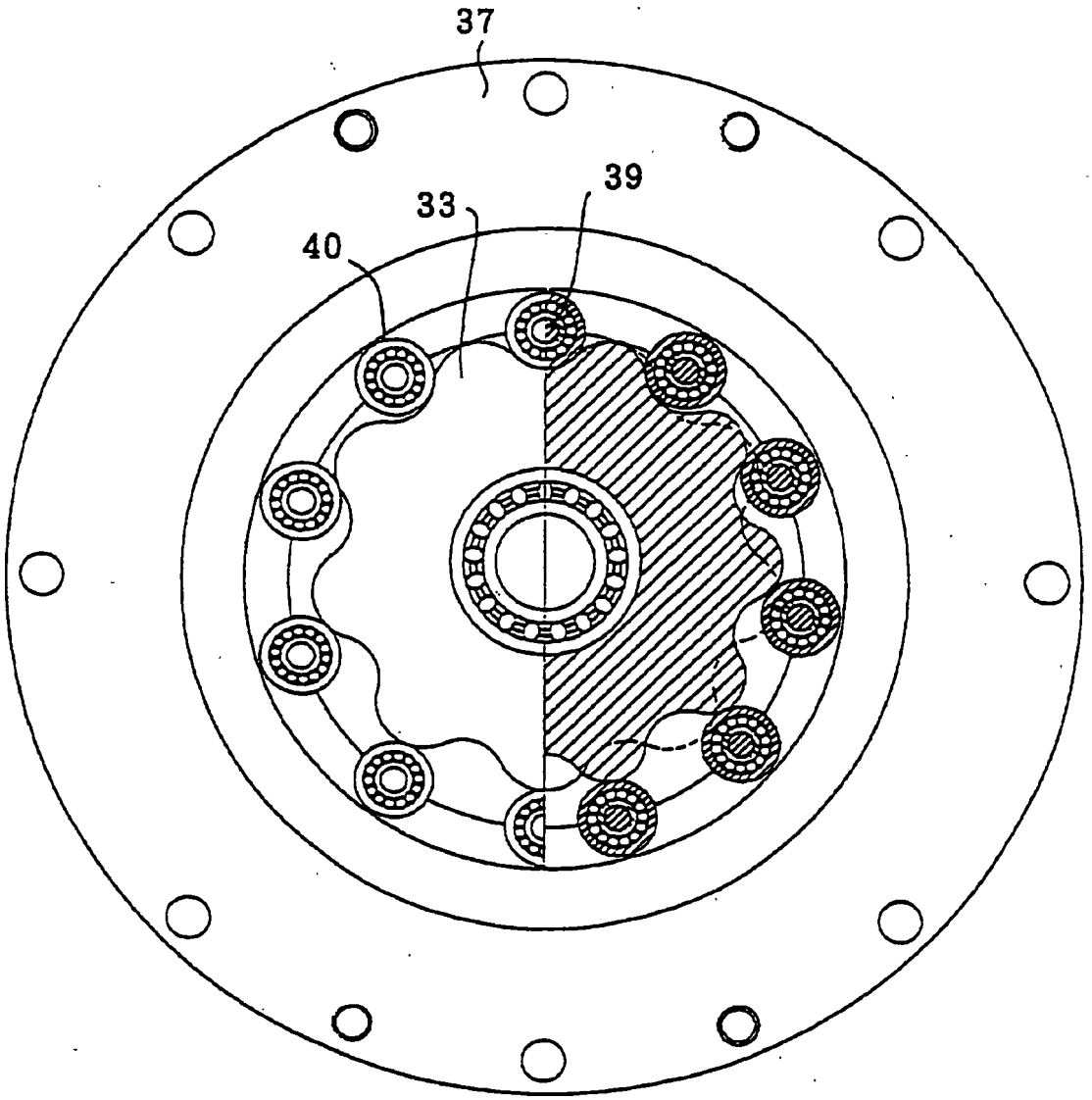


FIG.7

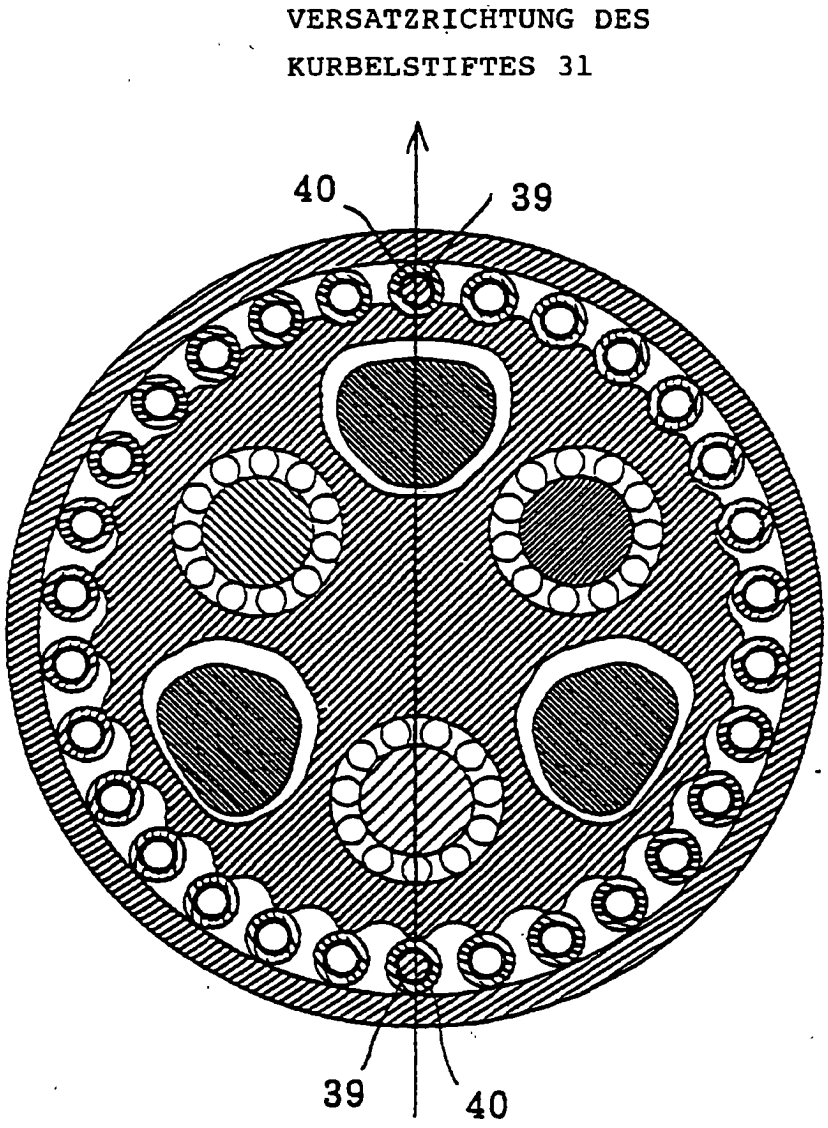


FIG.8

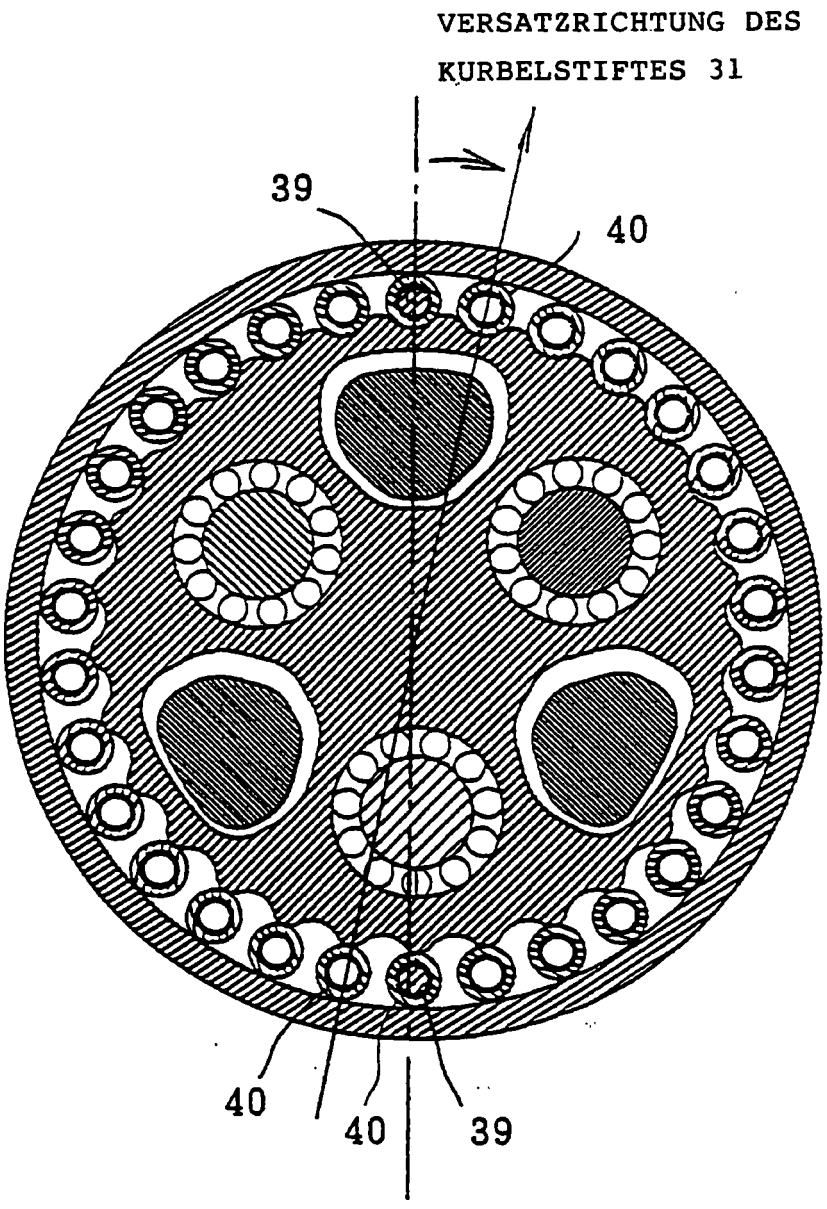


FIG.9

