



(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 100 59 778.5

(51) Int Cl.: F16H 15/38 (2006.01)

(22) Anmelddatum: 01.12.2000

(43) Offenlegungstag: 25.04.2002

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 02.08.2012

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:
11-346707 06.12.1999 JP

Hisashi, Fujisawa, Tokio/Tokyo, JP; Kato, Hiroshi, Fujisawa, Tokio/Tokyo, JP; Tenberge, Peter, 09123, Chemnitz, DE; Emamdjomeh, Naser, 70771, Leinfelden-Echterdingen, DE; Möckel, Jörg, 09122, Chemnitz, DE

(73) Patentinhaber:
Volkswagen AG, 38440, Wolfsburg, DE; NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

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

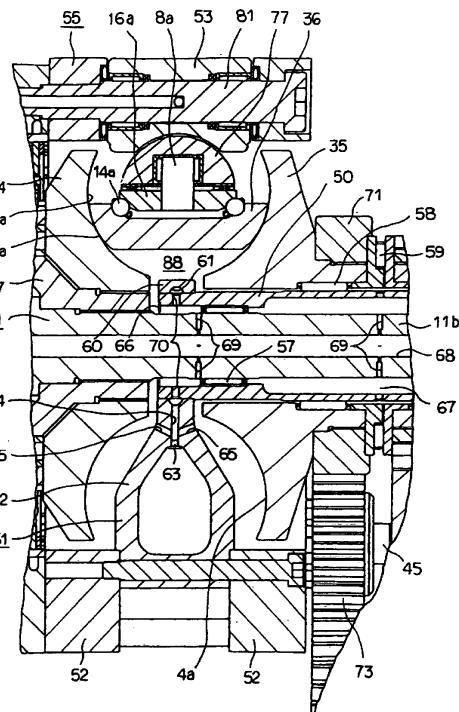
(74) Vertreter:
derzeit kein Vertreter bestellt

(72) Erfinder:
Adamis, Panagiotis, Prof., 38442, Wolfsburg, DE; Petersen, Rainer, 38444, Wolfsburg, DE; Hofmann, Lars, 38448, Wolfsburg, DE; Machida,

(54) Bezeichnung: Stufenlos verstellbares Toroidgetriebe

(57) Hauptanspruch: Stufenlos verstellbares Toroidgetriebe (33), das ausgerüstet ist mit

- einem Gehäuse
- einer in diesem Gehäuse drehbar gehaltenen Antriebswelle (11),
- einer auf dieser Antriebswelle aufsitzenden, mit dieser drehbaren Antriebsscheibe (34, 37),
- einer Abtriebsscheibe (35, 38), die, bei einander gegenüberliegenden Innenflächen (2a, 4a) der Antriebsscheibe (34, 37) und dieser Abtriebsscheibe (35, 38) in bezug auf die Antriebsscheibe (34, 37) koaxial angeordnet ist und sich von der Antriebsscheibe (34, 37) unabhängig drehen kann,
- zwischen der Antriebsscheibe (34, 37) und der Abtriebsscheibe (35, 38) vorgesehenen Zapfen (77, 78), die eine Schwenkbewegung um zu den Mittelachsen von Antriebs- (34, 37) und Abtriebsscheibe (35, 38) verdreht angeordneten Achsen (79) ausführen können, wobei auf ein aus Antriebs- (34, 37) und Abtriebsscheibe (35, 38) gebildetes Scheibenpaar drei Zapfen (77, 78) kommen,
- aus der Innenfläche dieser Zapfen (77, 78) hervorragenden Verschiebungssachsen (8a), und
- mehreren Antriebsrollen (36, 39), die...



(19)



Deutsches
Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 59 778 B4 2012.08.02**

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

DE	198 26 591	A1
US	2 971 390	A
US	2 962 909	A
JP	1-173552	U
JP	62 071 465	U
JP	3 074 667	A

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung ein stufenlos verstellbares Toroidgetriebe, das als Übersetzungseinheit in Automatikgetrieben für Kraftwagen eingesetzt wird.

[0002] Der Einsatz von stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben, etwa derart, wie in [Abb. 6](#) und [Abb. 7](#) gezeigt, für Kraftwagengetriebe wird verschiedentlich untersucht. Bei derartigen Getrieben wird, wie etwa in der japanischen Gebrauchsmusteroffenlegung S62-71465 offenbart, eine Antriebsscheibe **2** mit der Antriebswelle **1** koaxial gehalten, und am Ende einer mit der Antriebswelle **1** koaxial vorgesehenen Abtriebswelle **3** ist eine Abtriebsscheibe **4** montiert. In dem Gehäuse **5** (s. [Abb. 9](#), Erläuterung weiter unten) zur Aufnahme des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes sind die Zapfen **7**, **7** vorgesehen, die eine schwenkende Bewegung ausführen, wobei die verdreht zu Antriebswelle **1** und Abtriebswelle **3** vorgesehenen Achsen **6**, **6** das Zentrum dieser Bewegung bilden.

[0003] Diese Achsen **6**, **6** sind an den Außenflächen der beiden Endkanten der Zapfen **7**, **7** mit diesen koaxial so angeordnet, daß auf je einen Zapfen **7**, **7** ein Paar Achsen **6**, **6** entfällt. Die Mittelachse der Achsen **6**, **6** ist dabei verdreht zu den Mittelachsen der Scheiben **2** und **4** ausgerichtet, d. h. die Mittelachsen der Achsen **6**, **6** verlaufen in etwa senkrecht zu Mittelachsen der Scheiben **2** und **4**, kreuzen diese jedoch nicht. In der Mitte der Zapfen **7**, **7** wird die Fußhälfte der Verschiebungssachsen **8**, **8** gehalten, wobei der Neigungswinkel der Verschiebungssachsen **8**, **8** durch die Schwenkbewegung der Zapfen **7**, **7** um die Achsen **6**, **6** frei eingestellt werden kann. Um die Kopfhälfte der von den Zapfen **7**, **7** gehaltenen Verschiebungssachsen **8**, **8** sind Antriebsrollen **9**, **9** vorgesehen, die hier so gehalten werden, daß sie sich frei drehen können. Dabei werden die Antriebsrollen **9**, **9** einzeln zwischen den Innenflächen **2a**, **4a** der Antriebsscheibe **2** und der Abtriebsscheibe **4** gehalten.

[0004] Die sich einander gegenüberliegenden Innenflächen **2a**, **4a** der Antriebsscheibe **2** und der Abtriebsscheibe **4** sind im Querschnitt konkav gestaltet, d. h. in Form eines Kreisbogens mit der Achse **6** als Zentrum oder in Gestalt einer Kurve, die durch, Drehung einer ein solches Kreisbogen ähnlichen Kurve erhalten wird. Diese Innenflächen **2a** und **4a** grenzen dabei an den sphärisch-konvex gestalteten Außenflächen **9a**, **9a** der Antriebsrollen **9**, **9** an. Schließlich ist zwischen Antriebswelle **1** und Antriebsscheibe **2** eine Nockenvorrichtung **10** vorgesehen, durch welche die Antriebsscheibe **2** elastisch zur Abtriebsscheibe **4** hin gedrückt wird und frei in eine Drehbewegung versetzt werden kann.

[0005] Beim Einsatz eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes, das so aufgebaut ist, wie oben beschrieben, wird die Antriebsscheibe **2** mit der Drehung der Antriebswelle **1** durch die Nockenvorrichtung **10** unter Anpressung an die Antriebsrollen **9**, **9** gedreht. Die Drehung der Antriebsscheibe **2** wird demnach über die Antriebsrollen **9**, **9** auf die Abtriebsscheibe **4** übertragen und somit die an der Abtriebsscheibe **4** montierte Abtriebswelle **3** gedreht.

[0006] Wenn nun die Drehgeschwindigkeit zwischen Antriebswelle **1** und Abtriebswelle **3** verändert wird, werden im Falle einer Geschwindigkeitsverminderung die Zapfen **7**, **7** um die Achsen **6**, **6** geschwenkt und hierdurch die Antriebsrollen **9**, **9** so bewegt, daß ihre Außenseiten **9a**, **9a** jeweils an den mittleren Bereich der Innenfläche **2a** der Antriebsscheibe **2** und zugleich an den Außenrandbereich der Innenfläche **4a** der Abtriebsscheibe **4** angrenzt und somit die Verschiebungssachsen **8**, **8** geneigt werden (s. [Abb. 6](#)).

[0007] Bei einer Geschwindigkeitszunahme wiederum werden die Zapfen **7**, **7** so bewegt, daß die Außenseiten **9a**, **9a** der Antriebsrollen **9**, **9** an den Außenrandbereich der Innenfläche **2a** der Antriebsscheibe **2** und zugleich jeweils an den mittleren Bereich der Innenfläche **4a** der Abtriebsscheibe **4** angrenzt und somit die Verschiebungssachsen **8**, **8** geneigt werden (s. [Abb. 7](#)). Wenn der Neigungswinkel der Verschiebungssachsen **8**, **8** so bemessen wird, daß er eine mittlere Position zwischen [Abb. 6](#) und [Abb. 7](#) einnimmt, wird ein mittleres Übersetzungsverhältnis (1:1) zwischen Antriebswelle und Abtriebswelle **3** erzielt.

[0008] [Abb. 8](#) und [Abb. 9](#) zeigen eine konkrete Weiterentwicklung eines stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes, wie es auf den Microfiches der Gebrauchsmusteranmeldung S63-69293 (Gebrauchsmusteroffenlegung H1-173552) gezeigt wird. Hier werden die Antriebsscheibe **2** und die Abtriebsscheibe **4** frei drehbar von der zylindrischen Antriebswelle **11** gestützt und zwischen dem Ende der Antriebswelle **11** und der Antriebsscheibe **2** ist eine Nockenvorrichtung **10** vorgesehen. Die Abtriebsscheibe **4** ist hier jedoch mit Abtriebszahnrad **12** verbunden und dreht sich mit diesem synchron.

[0009] Die Achsen **6**, **6** sind an den beiden Enden der paarweise ausgeführten Zapfen **7**, **7** mit diesen koaxial angeordnet und werden an einem Paar Stützplatten **13**, **13** so gehalten, daß sie in Schwenkrichtung und axial (in [Abb. 8](#) in Richtung von Vorder- zu Hinterseite, in [Abb. 9](#) von links nach rechts) frei verschoben werden können. Die Fußhälfte der Verschiebungssachsen **8**, **8** wird jeweils im mittleren Bereich der Zapfen **7**, **7** gehalten, wobei Fuß- und Kopfhälfte der Verschiebungssachsen **8**, **8** exzentrisch zueinander gestaltet sind. Die Fußhälfte wird dabei frei drehbar im mittleren Bereich der Zapfen **7**, **7** gehalten und

die Kopfhälfte stützt die Antriebsrollen **9, 9** frei drehbar.

[0010] Die paarweise ausgeführten Verschiebungsachsen **8, 8** sind an einer Position um 180° rückseitig zur Antriebswelle **11** vorgesehen. Die Richtung der exzentrischen Ausrichtung von Kopf- und Fußhälfte der Verschiebungsachsen **8, 8** stimmt mit dem Drehsinn der Antriebs- und Abtriebsscheiben **2** und **4** überein (in [Abb. 9](#) von rechts nach links), außerdem steht sie in etwa senkrecht zur Ausrichtung der Antriebswelle **11**. Daher können die Antriebsrollen **9, 9** im Sinn der Ausrichtung der Antriebswelle **11** etwas verschoben werden.

[0011] Zwischen der Außenfläche der Antriebsrollen **9, 9** und den Innenflächen im mittleren Bereich der Zapfen **7, 7** sind, ausgehend von der Außenfläche der Antriebsrollen **9, 9**, nacheinander Axial-Rillenkugellager **14, 14** und Nadellager **15, 15** vorgesehen, wobei die Axial-Rillenkugellager **14, 14** die auf die Antriebsrollen **9, 9** in Schubrichtung wirkende Last aufnehmen und somit die Drehung der Antriebsrollen **9, 9** zulassen. Die Nadellager **15, 15** nehmen die von den Antriebsrollen **1, 1** kommende Schublast auf die Außenringe **16, 16** der Axial-Rillenkugellager **14, 14** auf und lassen so eine Schwenkbewegung der Kopfhälften der Verschiebungsachsen **8, 8** und der vorgenannten Außenringe **16, 16** um die Fußhälften der Verschiebungsachsen **8, 8** zu. Im übrigen sind die Zapfen **7, 7** über hydraulische Aktuatoren **17, 17** axial zu den Achsen **6, 6** verschiebbar.

[0012] Ferner ist an der Spitze eines Stützpfostens **19**, der die Aufgabe hat, die das eine Ende der Zapfen **7, 7** (in [Abb. 9](#) am rechten Rand) abstützende Stützplatte **13** an der Innenfläche des Gehäuses **5** abzustützen, eine Oldüse **20** vorgesehen. In einem Teil dieser Düse **20** sind, den Innenflächen **2a** und **4a** der Antriebs- und Abtriebsscheibe **2** und **4** gegenüberliegend (in [Abb. 9](#) auf der Vorder- bzw. Rückseite), Düsenbohrungen (hier nicht gezeigt) vorgesehen. Während des Betriebs des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes wird aus diesen Düsenbohrungen Schmieröl (Schmieröl für Verbindungen mit Vortriebskräften,) auf die Innenflächen **2a** und **4a** der Antriebs- und Abtriebsscheibe **2** und **4** gespritzt, wodurch die Kontaktflächen (Bereich mit Vortriebskräften, kraftschlüssiger Bereich,) zwischen den Innenflächen **2a** und **4a** und den Außenflächen **9a, 9a** der Antriebsrollen **9, 9** geschmiert werden.

[0013] Im Falle von stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben des eben geschilderten Aufbaus wird die Drehung der Antriebswelle **11** vermittelt durch die Nockenvorrichtung **10** auf die Antriebsscheibe **2** übertragen, deren Drehbewegung dann wiederum über das Antriebsrollenpaar **9, 9** auf die Abtriebsscheibe **4** übertragen wird. Die Drehung der Abtriebsscheibe

4 wird dann von dem Abtriebszahnrad **12** aufgenommen.

[0014] Zur Veränderung des Übersetzungsverhältnisses der Drehung zwischen Antriebswelle **11** und Abtriebszahnrad **12** werden die ein Paar bildenden Zapfen **7, 7** durch die Aktuatoren **17, 17** jeweils in Gegenrichtung zueinander verschoben, beispielsweise in [Abb. 9](#) die unteren Antriebsrollen **9, 9** nach rechts und die oberen Antriebsrollen nach links. Hierdurch wird der Sinn der tangentialen Kraft verändert, die auf die Kontaktfläche zwischen den Außenflächen **9a, 9a** der Antriebsrollen **9, 9** und den Innenflächen **2a** und **4a** der Antriebs- und Abtriebsscheiben **2** und **4** wirkt. Mit dieser Veränderung vollführen die Zapfen **7, 7** eine Schwenkbewegung um die an den Halteplatten **13, 13** gelagerten Achsen **6, 6** jeweils im Gegensinn zueinander. Hierdurch verändert sich schließlich wie bereits in [Abb. 6](#) und [Abb. 7](#) gezeigt, die Kontaktfläche zwischen den Außenflächen **9a, 9a** der Antriebsrollen **9, 9** und den Innenflächen **2a** und **4a** der Antriebs- und Abtriebsscheiben **2** und **4** und das Übersetzungsverhältnis zwischen der Antriebswelle **11** und dem Abtriebszahnrad **12** wird entsprechend geändert.

[0015] Bei der Kraftübertragung durch stufenlos verstellbare Toroidgetriebe werden die Antriebsrollen **9, 9** aufgrund der elastischen Veränderung der beteiligten Bauteile axial zur Antriebswelle **11** verschoben und die Verschiebungsachsen **8, 8**, welche die Antriebsrollen **9, 9** halten, erfahren dabei eine geringe Drehbewegung, deren Zentrum von der Fußhälfte der Verschiebungsachsen **8, 8** dargestellt wird. Durch diese Drehbewegung wird eine relative Verschiebung zwischen den Außenflächen der Außenringe **16, 16** der Axial-Rillenkugellager **14, 14** und den Innenflächen der Zapfen **7, 7** bewirkt. Da zwischen den besagten Außen- und Innenflächen die Nadellager **15, 15** vorgesehen sind, ist die für diese relative Bewegung erforderliche Kraft gering.

[0016] In dem oben beschriebenen stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe erfolgt die Kraftübertragung zwischen der Antriebswelle **11** und dem Abtriebszahnrad **12** über die zwei Antriebsrollen **9, 9**. Daher ist die auf die Fläche bezogene Kraft, die zwischen den Außenflächen **9a, 9a** der Antriebsrollen **9, 9** einerseits und den Innenflächen **2a** und **4a** der Antriebs- und Abtriebsscheiben **2** und **4** andererseits wirkt, recht groß, weshalb der übertragbaren Kraft Grenzen gesetzt sind. Angesichts dieser Sachlage wurde mit dem Ziel, die durch stufenlos verstellbare Toroidgetriebe übertragbare Kraft zu vergrößern, versucht, die Anzahl der Antriebsrollen **9, 9** zu erhöhen.

[0017] Ein Beispiel für eine mit diesem Ziel vorgenommene Erhöhung der Anzahl der Antriebsrollen **9, 9** ist aus der japanischen Offenlegungsschrift H3-74667 (A) bekannt, wo drei Antriebsrollen **9, 9** zwi-

schen den eine Einheit bildenden Antriebs- und Abtriebsscheiben **2** und **4** vorgesehen sind und die Kraftübertragung über diese Antriebsrollen **9**, **9** läuft. Bei dieser aus der zitierten Schrift bekannten Konstruktion sind, wie [Abb. 10](#) zeigt, auf einem festen Rahmen **21** an drei Stellen, die den Kreisumfang des Rahmens **21** in drei gleich große Abschnitte teilen, um 120° gebogene Stützwinkel **22**, **22** vorgesehen, wobei deren Mittelteil auf dem Rahmen **21** drehbar gelagert ist. Zwischen einander benachbarten Stützwinkel **22**, **22** wird jeweils einer der Zapfen **7**, **7** schwenkbar und axial verschiebbar gehalten.

[0018] Die Zapfen **7**, **7** sind jeweils über hydraulische Aktuatoren **17**, **17** axial zur Achse **6** verschiebbar, die an den beiden Zapfenendkanten jeweils koaxial zu den Zapfen vorgesehen sind. Die diese Aktuatoren **17**, **17** konstituierenden Hydraulikzylinder **23**, **23** sind über ein Steuerventil **24** mit dem Auslaß einer Pumpe **25** verbunden, welche die Quelle für das Hydrauliköl darstellt. Das Steuerventil **24** verfügt hier über, jeweils axial (in [Abb. 10](#) von links nach rechts) verschiebbar, eine Hülse **26** und einen Umschaltbolzen **27**.

[0019] Wenn der Neigungswinkel der an den Zapfen **7**, **7** durch die Verschiebungsachsen **8**, **8** drehbaren Antriebsrollen **9**, **9** verändert wird, wird die Hülse **26** durch einen Steuermotor **28** axial bewegt (in [Abb. 10](#) von links nach rechts). Infolgedessen wird den Hydraulikzylindern **23**, **23** das von der Pumpe **25** geförderte Hydrauliköl über entsprechende Zuleitungen zugeführt. Hierdurch bewegen sich die in den Hydraulikzylindern **23**, **23** aufgenommenen Antriebskolben **29**, **29**, die dazu dienen, die Zapfen **7**, **7** axial zu verschieben, im gleichen Sinn wie die Drehbewegung der Antriebs- und Abtriebsscheiben **2** und **4** (s. [Abb. 6](#) bis [Abb. 8](#)). Das mit der Verschiebung der Antriebskolben **29**, **29** aus den Hydraulikzylindern **23**, **23** herausgetriebene Öl wird dann über entsprechende Leitungen, zu denen auch das Steuerventil **24** zählt und die hier zum Teil nicht gezeigt werden, zu einem Öltank **30** zurückgefördert.

[0020] Die mit der Hydrauliköleinleitung in den Zylinder einhergehende Verschiebung des Antriebskolbens **29** wird über eine Nocke **31** und ein Verbindungsstück **32** an den Umschaltbolzen **27** übertragen, der entsprechend axial verschoben wird. Folglich wird, nachdem der Antriebskolben **29** um ein vorgegebenes Stück verschoben worden ist, der Leitungsweg im Steuerventil **24** gesperrt und die Zufuhr von Hydrauliköl in die Hydraulikzylinder **23**, **23** unterbrochen. Die Strecke, um die die Zapfen **7**, **7** axial verschoben werden, entspricht daher genau der Strecke, um die die Hülse **26** durch den Steuermotor **28** verschoben wird.

[0021] Im Falle von mit drei Rollen ausgerüsteten stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben, in denen,

wie in [Abb. 10](#) gezeigt, zwischen den einander gegenüberliegenden Innenflächen **2a** und **4a** eines aus Antriebsscheibe **2** und Abtriebsscheibe **4** gebildeten Scheibenpaares jeweils drei Zapfen **7**, **7** und Antriebsrollen **9**, **9** vorgesehen sind, sind die Bereiche mit Vortriebskräften nur schwer zu schmieren, denn die Öldüsen **20**, wie sie in mit zwei Rollen ausgerüsteten stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben verwendet werden, in denen, wie in [Abb. 8](#) und [Abb. 9](#) gezeigt, zwischen den einander gegenüberliegenden Innenflächen **2a** und **4a** eines aus Antriebsscheibe **2** und Abtriebsscheibe **4** gebildeten Scheibenpaares jeweils zwei Zapfen **7**, **7** und Antriebsrollen **9**, **9** vorgesehen sind, lassen sich in die in [Abb. 10](#) gezeigte Konstruktion nicht einbauen.

[0022] Um mit drei Rollen ausgerüstete stufenlos verstellbare Toroidgetriebe möglich zu machen, muß daher ein Ölzuführungsmechanismus angewendet werden, der sich gänzlich von dem in mit zwei Relief ausgerüsteten stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben verwendeten Mechanismus unterscheidet.

[0023] Aus der US 2,971,390 A ist ein weiteres Toroidgetriebe bekannt. Das Toroidgetriebe weist einen Rahmen auf, wobei innerhalb des Rahmens sich eine Ölleitung erstreckt. An dem Rahmen sind die nicht näher bezeichneten Zapfen angeordnet. Die Ölleitung innerhalb des Rahmens ist mit einer weiteren Ölleitung innerhalb der Zapfen verbunden. Diese weitere Ölleitung mündet in eine Tülle, wodurch das Schmiermittel direkt auf die Antriebsrolle gespritzt werden kann. Die mit dem schwenkbeweglichen Zapfen verbundene Tülle bildet die Düse zum Ausspritzen des Schmieröls. Solche Konstruktion den Zapfen ist sehr kompliziert und daher auch aufwendig.

[0024] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu grunde, ein stufenlos verstellbares Toroidgetriebe mit drei Rollen und einfacherer Konstruktion eines Schmiersystems zu bilden, das eine ausreichende Schmierung der Kontaktflächen sicherstellt.

[0025] Die zuvor aufgezeigte Aufgabe ist durch das erfindungsgemäße stufenlos verstellbare Toroidgetriebe gelöst. Das erfindungsgemäße stufenlos verstellbare Toroidgetriebe verfügt wie ein herkömmliches stufenlos verstellbares Toroidgetriebe mit drei Rollen (wie in [Abb. 10](#)) über:

- ein Gehäuse,
- eine in diesem Gehäuse drehbar gehaltene Antriebswelle,
- eine auf dieser Antriebswelle aufsitzende, mit dieser drehbare Antriebsscheibe,
- eine Abtriebsscheibe, die, bei einander gegenüberliegenden Innenflächen der Antriebsscheibe und dieser Abtriebsscheibe, in bezug auf die Antriebsscheibe koaxial angeordnet ist und sich von der Antriebsscheibe unabhängig drehen kann,

- zwischen Antriebs- und Abtriebsscheibe vorgesehene Zapfen, die eine Schwenkbewegung um zu den Mittelachsen von Antriebs- und Abtriebsscheibe verdreht angeordneten Achsen ausführen können, wobei auf ein aus Antriebs- und Abtriebsscheibe gebildetes Scheibenpaar drei Zapfen kommen,
- aus der Innenfläche dieser Zapfen hervorragende Verschiebungsachsen, und
- mehrere Antriebsrollen, die zwischen den Innenflächen der Antriebs- und der Abtriebsscheibe so gehalten werden, daß sie sich um diese Verschiebungsachsen drehen können, wobei auf jeden der Zapfen eine Antriebsrolle kommt.

[0026] In erfindungsgemäßen stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben ist insbesondere zwischen den Innenflächen von Antriebs- und Abtriebsscheibe ein im Gehäuse befestigter Rahmen so vorgesehen, daß ein Teil dieses Rahmens zwischen auf einem Kreis, dessen Mittelpunkt von der vorgenannten Antriebswelle gebildet wird, einander benachbarten Antriebsrollen angeordnet ist. Dieser Teil des Rahmens ist dabei mit einer Düse zum Ausspritzen von Schmieröl zur Schmierung der Auflageflächen zwischen den Außenflächen der Antriebsrollen und den Innenflächen der vorgenannten Scheiben versehen, und in die als Hohlrohr ausgebildete Antriebswelle eingeleitetes Schmieröl kann der vorgenannten Düse zugeführt werden.

[0027] Die durch das erfindungsgemäße stufenlos verstellbare Toroidgetriebe vorgenommene Übertragung von Kraft von den Antriebsscheiben über mehrere Antriebsrollen auf die Abtriebsscheiben erfolgt wie in den oben geschilderten herkömmlichen stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben. Durch die vorliegende Erfindung wird insbesondere in stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben mit drei Rollen, in denen bislang nur schwer ein geeigneter Ort für die Öldüse zur Schmierung der zwischen den Innenflächen vorgenannter Scheiben und den Außenflächen der Antriebsrollen gebildeten Kontaktflächen von der Antriebswelle aus über den Rahmen ausfindig gemacht werden konnte, eine ausreichende Schmierung der Kontaktflächen sichergestellt.

[0028] Die [Abb. 1](#) bis [Abb. 5](#) zeigen ein Beispiel für eine Ausführungsform der Erfindung. Das hier gezeigte Beispiel demonstriert die Verwendung des erfindungsgemäßen stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes **33** für die Übersetzung in einem Automatikgetriebe eines vierrädrigen Kraftwagens mit einem Motor, der ein für einen PKW übliches, großes Drehmoment erzeugt. Aus diesem Grund sind jeweils zwischen der ersten Antriebsscheibe **34** und der ersten Antriebsscheibe **35** des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes **33** drei erste Antriebsrollen **36**, **36** und zwischen der zweiten Antriebsscheibe **37** und der zweiten Abtriebsscheibe **38** drei zweite Antriebsrollen

39 vorgesehen. Das Getriebe ist somit so aufgebaut, daß die Kraft über insgesamt **6** Antriebsrollen **36**, **39** übertragen wird.

[0029] Auf der vordersten Stufe in bezug auf den Kraftfluß ist, als Baueinheit zur Bildung eines automatischen Kraftwagengetriebes, als Anfahrkupplung ein Drehmomentwandler **40** vorgesehen, mit dessen Abtriebseinheit die Vorderhälfte **11a** der zum stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe **33** gehörigen Antriebswelle **11** verbunden ist. Die Vorderhälfte **11a** wird durch den Drehmomentwandler **40** entsprechend der Drehung eines hier nicht gezeigten Fahrmotors gedreht. An dem hinteren Ende der Vorderhälfte **11a** wird die Hinterhälfte **11b** der Antriebswelle **11**, vermittelt über ein Paar Radialhadellager **41a**, **41b** koaxial so gehalten, daß beide Hälften relativ zueinander frei drehbar sind.

[0030] Zwischen der Vorderhälfte **11a** und der Hinterhälfte **11b** ist, in bezug auf den Kraftfluß seriell eine Einheit **42** zur Umschaltung zwischen Vor- und Rückwärtsfahrt vorgesehen. Die als Planetengetriebe aufgebaute Einheit **42** zur Umschaltung zwischen Vor- und Rückwärtsfahrt verfügt über eine Kupplung zur Vorwärtsfahrt **43** und eine Kupplung zur Rückwärtsfahrt **44**, die beide als Mehrscheibenkopplungen (naß) ausgeführt sind. Durch entsprechende Auswahl der geeigneten Kupplung schaltet die Umschalteinheit **42** zwischen Vor- und Rückwärtsfahrt um. Da die Konstruktion und die Funktionsweise von Einheiten zur Umschaltung zwischen Vor- und Rückwärtsfahrt mit Planetengetriebe bereits bekannt sind, wird hier, da es die vorliegende Erfindung nicht betrifft, auf eine genauere Erläuterung verzichtet.

[0031] In Richtung des Kraftflusses schließt sich an die Einheit **42** zur Umschaltung zwischen Vor- und Rückwärtsfahrt das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe **33** an, das Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist. Das Obersetzungsverhältnis zwischen der Antriebssektion dieses stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes **33** (d. h. dem an den Abtrieb der Umschalteinheit **42** anschließende Teil) und dessen Abtriebssektion (d. h. der an die Antriebswellen **45** und **46** für die Vorder- bzw. Hinterräder anschließende Teil) wird kontinuierlich verändert. Das stufenlos verstellbare Toroidgetriebe **33** sitzt dabei auf der Antriebswellenhinterhälfte **11b** auf. Daher werden in der Nähe des vorderen und hinteren Endes der Antriebswellenhinterhälfte **11b** die erste und zweite Antriebscheibe **34** und **37** so gehalten, daß sich ihre im Querschnitt konkaven Innenflächen **2a**, **2a** gegenüberliegen und sie sich koaxial und synchron frei drehen. Daher ist die vorderseitig (in [Abb. 1](#) links) vorgesehene erste Antriebsscheibe **34** am Fuß eines zur Umschalteinheit **42** gehörigen Trägers **47** keilverzahnt, zugleich wird eine Bewegung der Scheibe nach vorne unterbunden. Die hinterseitig (in [Abb. 1](#) rechts) vorgesehene zweite Antriebsscheibe **37** wird, vermit-

telt über eine Keilnabe **48**, am hinteren Ende der Antriebswellenhinterhälfte **11b** gehalten und kann von der hydraulischen Anpreß-Einheit **49** frei zur ersten Antriebsscheibe **34** hin gedrückt werden.

[0032] Außerdem ist um den Mittelabschnitt der Antriebswellenhinterhälfte **11b** ein Stützylinder **50** mit der Hinterhälfte **11b** koaxial vorgesehen. Dieser Stützylinder **50** wird an seinen beiden Enden durch die Innenkanten von Verankerungen **51, 51** gehalten. Diese Verankerungen **51, 51** werden mit ihren Außenkanten an den weiter unten ausführlicher beschriebenen Halteringen **52, 52** gestützt und sind dort befestigt. Sie bilden erste und zweite Stützrahmen **53, 54**, welche die weiter unten zu besprechenden ersten und zweiten Schwenkrahmen **55, 56** schwenkbar halten. Zwischen der Außenfläche des Mittelabschnitts der Antriebswellenhinterhälfte **11b** und den Innenseiten beider Endkanten des Stützylinders **50** sind jeweils Radialnadellager **57, 57** vorgesehen, wodurch die Hinterhälfte **11b** in dem Stützylinder **50** so gehalten wird, daß sie sich einerseits drehen und andererseits axial verschoben werden kann.

[0033] Auf dem Stützylinder **50** wiederum werden die erste und zweite Abtriebsscheibe **35** und **38** jeweils durch Radialnadellager **58, 58** drehbar und axial verschiebbar gelagert. Zwischen den einander gegenüberliegenden Seitenflächen der ersten und zweiten Abtriebsscheibe **35** und **38** ist ein Nadellager **59** vorgesehen, das die zwischen der ersten und zweiten Abtriebsscheibe **35** und **38** wirkende Schublast aufnimmt und die Drehung beider Scheiben **35, 38** relativ zueinander ermöglicht.

[0034] Um die Endbereiche des Stützylinders **50** zu halten und festzustellen, sind auf den Innenflächen von als Zylinder mit kleinem Durchmesser gestalteten Halteringen **60, 60**, die auf den Innenflächen (Zentrum) der Verankerungen **51, 51** vorgesehen sind, als Vertiefungen über den gesamten Innenumfang laufende Rillen **61, 61** ausgebildet. In einem Teil der Verankerungen **51, 51** ist, der Innenseite von Stützen **62, 62** zwischen den einander im Kreissinn benachbarten ersten Antriebsrollen **36, 36** (bzw. zweiten Antriebsrollen **39**) zugewandt, eine Ölleitungen **64** (s. [Abb. 5](#)) vorgesehen. Die nach außen weisende Öffnung dieser Ölleitung **64** ist mit einem Stopfen **63** verschlossen. Seitlich an den Stützen **62, 62** ist, den Innenflächen **2a, 4a** der Scheiben **34, 35, 37** und **38** gegenüberliegend, der Unterrand der Düsen **65, 65**, deren Oberrand mit der Ölleitung **64** verbunden ist, geöffnet.

[0035] An den Innenflächen der beiden Enden des Stützylinders **50** sind Sperrscheiben **66, 66** befestigt deren Innenumfang der Außenfläche des Mittelabschnitts der Antriebswellenhinterhälfte **11b** gegenüberliegt und dieser Außenfläche angenähert ist, so daß die beiden Enden des zylindrischen Hohlraums

67 zwischen der Außenfläche der Antriebswellenhinterhälfte **11b** und der Innenfläche des Stützylinders **50** nahezu verschlossen sind. Die Antriebswellenhinterhälfte **11b** ist im übrigen als Hohlrohr ausgebildet, in dessen Mitte eine Ölleitung **68** vorgesehen ist, die an einem Ende an ein Mittel zur Ölförderung, beispielsweise dem Auslaß einer hier nicht gezeigten Ölzpumpe, angeschlossen ist. Im Mittelabschnitt der Antriebswellenhinterhälfte **11** sind außerdem mehrere Ölzuleitungsbohrungen **69, 69** ausgebildet, über welche die Ölleitung **68** mit dem zylindrischen Hohlraum **67** verbunden ist. An den beiden Enden des Stützylinders **50** sind, örtlich mit den Rillen **61, 61** übereinstimmend, voneinander getrennte Ölzuleitungsbohrungen **70, 70** ausgebildet.

[0036] An der Außenseite der ersten Abtriebsscheibe **35** ist ein Abtriebszahnrad **71** für die Vorderräder befestigt, welches, vermittelt durch ein mitlaufendes Zahnrad **73** für die Vorderräder, mit der Antriebswelle **45** für die Vorderräder verbunden ist, die somit durch die erste Abtriebsscheibe **35** drehbar ist. Die Drehung der Antriebswelle **45** für die Vorderräder wird dann, vermittelt durch ein Differentialgetriebe **74** für die Vorderräder, auf die nicht gezeigten Vorderräder übertragen. Außerdem ist an der Außenseite der zweiten Abtriebsscheibe **38** ein Abtriebszahnrad **75** für die Hinterräder befestigt, welches, vermittelt durch ein mitlaufendes Zahnrad **76** für die Hinterräder, mit der Antriebswelle **45** für die Hinterräder verbunden ist, die somit durch die zweite Abtriebsscheibe **38** drehbar ist. Die Drehung der Antriebswelle **45** für die Hinterräder wird dann, vermittelt durch ein hier nicht gezeigtes Differentialgetriebe für die Hinterräder, auf die ebenfalls nicht gezeigten Hinterräder übertragen. Außerdem ist an der Außenseite der zweiten Abtriebsscheibe **38** ein Abtriebszahnrad **75** für die Hinterräder befestigt, welches, vermittelt durch ein mitlaufendes Zahnrad **76** für die Hinterräder, mit der Antriebswelle **45** für die Hinterräder verbunden ist, die somit durch die zweite Abtriebsscheibe **38** drehbar ist. Die Drehung der Antriebswelle **45** für die Hinterräder wird dann, vermittelt durch ein hier nicht gezeigtes Differentialgetriebe für die Hinterräder, auf die ebenfalls nicht gezeigten Hinterräder übertragen.

[0037] Weiterhin sind zwischen den Innenflächen **2a** und **4a** der ersten Abtriebsscheibe **34** und der ersten Abtriebsscheibe **35** drei erste Antriebsrollen **36, 36** und zwischen den Innenflächen **2a** und **4a** der zweiten Abtriebsscheibe **37** und der zweiten Abtriebsscheibe **38** drei zweite Antriebsrollen **39** vorgesehen. Diese Antriebsrollen **36** und **39** werden jeweils an den Innenseiten von ersten Zapfen **77** und zweiten Zapfen **78** drehbar gehalten. Die ersten und zweiten Zapfen **77, 78** führen eine Schwenkbewegung um erste bzw. zweite Achsen **79** (die letzteren werden in der Abbildung nicht gezeigt) aus, wobei diese Achsen **79** an den beiden Enden der Zapfen koaxial vorgesehen und verdreht zu den Mittelachsen der Scheiben

ben **34, 35, 37** und **38** angeordnet sind, d. h. sie sich mit den Mittelachsen der Scheiben **34, 35, 37** und **38** zwar nicht kreuzen, senkrecht oder nahezu senkrecht zu diesen ausgerichtet sind. Weiterhin sind die Zapfen **77** und **78** jeweils in einem ersten bzw. zweiten Schwenkrahmen **53, 54** durch Radialnadellager **80, 80** frei schwenkbar gelagert.

[0038] Der Mittelabschnitt des ersten bzw. zweiten Schwenkrahmens **53, 54** wird an den jeweils zum ersten bzw. zweiten Stützrahmen **55, 56** gehörenden Halteringen **52, 52** so gehalten, daß eine Schwenkbewegung um zu den Mittelachsen der Scheiben **34, 37, 35** und **38** parallele Stützachsen **81, 81** möglich ist. Zwischen diesen Stützachsen **81, 81** und den Halteringen **52, 52** einerseits und dem ersten bzw. zweiten Schwenkrahmen **53, 54** andererseits sind jeweils Radiallager und Drucklager, beispielsweise Nadellager, vorgesehen, damit der erste bzw. zweite Schwenkrahmen **53, 54** unbehindert schwenken kann. Der erste bzw. zweite Stützrahmen **55, 56** werden jeweils durch ein Paar parallel zueinander angeordneter Halteringe **52, 52** gebildet, die über die Außenkanten dreier, zu den Verankerungen **51, 51** gehörenden Stützen **62, 62** miteinander verbunden sind. Die Stützachsen **81, 81** halten den ersten bzw. zweiten Stützrahmen **55, 56** in bezug auf den Kreisumfang der Halteringe **52, 52** im Mittelbereich der Stützen **62, 62** zwischen jeweils einem Paar Halteringe **52, 52**. Der erste und zweite Schwenkrahmen **53, 54** werden daher zwischen zwei im Kreissinn einander benachbarten Stützen **62, 62** schwenkbar gehalten.

[0039] Der erste und zweite können durch Hydraulikzylinder **82a, 82b**, die zwischen den Kanten der Schwenkrahmen **53, 54** und den Halteringen **52, 52** vorgesehen sind, geschwenkt werden. Die Hydraulikzylinder **82a, 82b** sind hierbei jeweils an einem der Halteringe **52, 52** so angeordnet, daß ihre Position mit den beiden Kanten der Schwenkrahmen **53, 54** übereinstimmt. An jeweils den beiden Kanten der Schwenkrahmen **53, 54** sind dort, wo sich eine örtliche Übereinstimmung mit den Hydraulikzylindern **82a, 82b** ergibt, parallel zu den Stützachsen **81, 81** jeweils Stangen **83a, 83b** so befestigt und abgestützt, daß sie die beiden Kanten des ersten bzw. zweiten Schwenkrahmens **53, 54** durchstoßen. Weiterhin stehen die in die Hydraulikzylinder **82a, 82b** eingeführten Kolben **84a, 84b** mit den an den beiden Kanten der Schwenkrahmen **53, 54** befestigten Stangen **83a, 83b** in Eingriff.

[0040] Da der erste und zweite Schwenkrahmen **53, 54** durch die Kolben **84a, 84b** verschoben werden können, gleichgültig, ob diese Kolben **84a, 84b** eine geradlinige Bewegung oder die Kanten des ersten oder zweiten Schwenkrahmens **53, 54** eine Bewegung auf einem Kreisbogen ausführen, werden die Stangen **83a, 83b** an den beiden Kanten des ersten und zweiten Schwenkrahmens **53, 54** so gehalten,

daß sie im rechten Winkel zur Bewegung der Kolben **84a, 84b** etwas verschoben werden können. In dem hier gezeigten Beispiel sind die Enden der Stangen **83a, 83b** mit etwas Spiel in längere, in bezug auf die Halteringe **52, 52** radiale Bohrungen **85, 85** eingeführt, die in besagten Halteringen **52, 52** vorgesehen sind. Hierbei sind die Bohrungen **85, 85** breiter als die Durchmesser der Stangen **83a, 83b** ausgeführt, so daß sie, wie oben ausgeführt, eine Bewegung im rechten Winkel zu den Kolben **84a, 84b** ausführen können.

[0041] Von den an den einzelnen Schwenkrahmen **53, 54** als jeweils zwei Paare vorgesehenen Hydraulikzylindern **82a, 82b** (d. h. je 4 Zylinder pro Schwenkrahmen und insgesamt 24 Zylinder in dem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe **33** insgesamt) wird bei einer Geschwindigkeitsveränderung einer der beiden zu den Schwenkrahmen **53, 54** längs an einem Ende der Rahmen vorgesehenen Hydraulikzylinder **82a (82b)** gedehnt und zugleich der andere Hydraulikzylinder **82b (82a)** gestaucht, wodurch die Schwenkrahmen **53, 54** über eine vorgegebene Strecke eine Schwenkbewegung in vorgegebener Richtung ausführen.

[0042] An den Halteringen **52, 52** wird ein Steuerventil **24a** zur Steuerung der Zufuhr von Hydrauliköl zu den Hydraulikzylindern **82a, 82b** gehalten. Wenn die ersten bzw. zweiten Schwenkrahmen **53, 54** aufgrund der Versorgung der Hydraulikzylinder **82a, 82b** mit Hydrauliköl eine Schwenkbewegung ausführen, wird durch die an den Zapfen **77, 78** (die in dem ersten bzw. zweiten Schwenkrahmen **53, 54** gehalten werden) außenseitig vorgesehene Nockenfläche **86** der Umschaltbolzen **27a** des Steuerventils **24a**, vermittelt durch einen zu Steuerventil **24a** gehörigen schwimmenden Kolben **87**, verschoben und das Steuerventil **24a** folglich umgestellt. Eine Hülse **26a**, die gemeinsam mit dem Umschaltbolzen **27a** zu Steuerventil **24a** gehört, wird durch den Steuermotor **28a** in eine geeignete Stellung verschoben, damit bei einer Geschwindigkeitsänderung das erforderliche Übersetzungsverhältnis erreicht wird. In dem stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe **33** werden insgesamt zwei dieser Steuerventile **24a** und Steuermotoren **28a** vorgesehen, jeweils einmal in einem ersten Hohlraum **88**, der von der ersten Antriebsscheibe **34** und der ersten Abtriebsscheibe **35** gebildet wird und diese umfällt, und einmal in einem zweiten Hohlraum **89**, der von der zweiten Antriebsscheibe **37** und der zweiten Abtriebsscheibe **38** gebildet wird und diese umfaßt. Das Steuerventil **24a** in dem ersten Hohlraum **88** und das Steuerventil **24a** in dem zweiten Hohlraum **89** werden über die zugehörigen Steuermotoren **28a** im ersten bzw. zweiten Hohlraum **88 bzw. 89** auf Grundlage von Befehlen aus einer hier nicht gezeigten, einen Mikrocomputer beinhaltenden Steuervorrichtung miteinander synchron (Fahrt gera-

deaus) oder unabhängig voneinander (Kurvenfahrt) gesteuert.

[0043] Die beschriebene Anordnung bewirkt, daß der erste und zweite Schwenkrahmen **53, 54** bei einer Geschwindigkeitsveränderung aufgrund der Hydraulikölzufuhr zu den Hydraulikzylindern **82a, 82b** um eine vorgegebene Strecke in vorgegebener Richtung um die Stützachsen **81, 81** geschwenkt werden. Hierdurch werden die von den Schwenkrahmen **53, 54** gehaltenen ersten und zweiten Zapfen **77, 78** in etwa in Richtung der ersten und zweiten Achsen **79** verschoben (In der Praxis führen sie eine Bewegung auf einem Kreisbogen um die Stützachsen **81, 81** aus). Hierdurch verändert sich, wie in dem in [Abb. 8](#) und [Abb. 9](#) gezeigten Beispiel der Sinn der auf die Kontaktflächen zwischen den Außenflächen **9a, 9a** der Antriebsrollen **36, 39** und den Innenflächen **2a, 4a** der Scheiben **34, 37, 35** und **38** wirkenden Tangentialkraft. Mit der Richtungsänderung dieser Kraft werden die ersten und zweiten Zapfen **77, 78** jeweils in Gegenrichtung zueinander um die an den ersten und zweiten Schwenkrahmen **53, 54** drehbar gelagerten ersten und zweiten Achsen **79** geschwenkt, wodurch sich die Auflagestellung der Außenflächen **9a, 9a** der Antriebsrollen **36, 39** auf den Innenflächen **2a** und **4a** wie in [Abb. 6](#) und [Abb. 7](#) gezeigt verändert und das Übersetzungsverhältnis zwischen der ersten und zweiten Antriebsscheibe **34, 37** und der ersten und zweiten Abtriebsscheibe **35, 38** geändert wird.

[0044] In dem hier gezeigten Beispiel sind die Verschiebungsachsen **8a, 8a**, welche die ersten und zweiten Antriebsrollen **36, 39** an den ersten und zweiten Zapfen **77, 78** halten, geradlinig ausgeführt, d. h. ihre Fußhälfte ist, relativ zu der jeweiligen Kopfhälfte, im wesentlichen nicht exzentrisch angeordnet. Statt dessen ist der Kopf der Verschiebungsachsen **8a, 8a** versetzt zum Zentrum der zu den Axial-Rillenkugellagern **14a, 14a** gehörigen Außenringe **16a, 16a** eingeführt. Die ersten und zweiten Antriebsrollen **36, 39** sind als einstückig runde Körper ohne durchgehende Bohrung ausgeführt, und da ein schräger Kontaktwinkel zu den Axial-Rillenkugellagern **14a, 14a** vorgesehen ist, nehmen sie nicht nur die auf die Axial-Rillenkugellager **14a, 14a** wirkende Schublast, sondern auch die Radiallast auf. Auch in dieser Anordnung können die ersten und zweiten Antriebsrollen **36, 39** drehbar an der vorgegebenen Position und in bezug auf die Achsen der Scheiben **34, 37, 35** und **38** um eine gewisse Strecke axial verschiebbar gehalten werden.

[0045] Während des Betriebs eines automatischen Kraftwagengetriebes mit einem erfindungsgemäßen stufenlos verstellbaren Toroidgetriebe der hier gezeigten Konstruktion werden, bei sich zueinander synchron mit der Hinterhälfte **11b** der Antriebswelle **11** drehender erster und zweiter Antriebsscheibe **34** bzw. **37**, die Antriebswelle **45** für die Vorderräder

durch die von der ersten Antriebsscheibe **34** über die ersten Antriebsrollen **36, 36** auf die erste Abtriebsscheibe **35** übertragene Kraft, und die Antriebswelle **46** für die Hinterräder durch die von der zweiten Antriebsscheibe **37** über die zweiten Antriebsrollen **39** auf die zweite Abtriebsscheibe **38** übertragene Kraft gedreht.

[0046] Um die Effizienz der Kraftübertragung zwischen erster und zweiter Antriebsscheibe **34, 37** einerseits und erster und zweiter Abtriebsscheibe **35, 38** andererseits zu sichern, ist durch Veränderung des Oldrucks in den zur hydraulischen Anpreß-Einheit **49** gehörenden Hydraulikkammern eine Feineinstellung des Anpreßdrucks zwischen den Außenflächen **9a, 9a** der Antriebsrollen **36, 39** und den Innenflächen **2a** und **4a** der Scheiben **34, 37, 35** und **38** auf einfache Weise möglich. Bei Getriebevorrichtungen in Kraftwagen mit ständigem Vierradantrieb können, je nach Fahrbedingungen, Divergenzen zwischen den auf die Vorder- und Hinterräder verteilten Drehmomenten entstehen, bei dem hier gezeigten Beispiel kann jedoch stets eine optimale, den jeweiligen Bedingungen entsprechende Anpressung erreicht werden, da diese durch die hydraulische Anpreß-Einheit **49** eingestellt wird.

[0047] Wenn bei Geradeausfahrt des Kraftwagens die Drehgeschwindigkeiten der Antriebswelle **45** für die Vorderräder und der Antriebswelle **46** für die Hinterräder in Übereinstimmung gebracht werden, um identische Drehgeschwindigkeiten der Vorder- und Hinterräder zu erzielen, werden, entsprechend der Hydraulikölzufuhr in die Hydraulikzylinder **82a, 82b**, jeweils die Schwenkwinkel der ersten und zweiten Schwenkrahmen **53, 54** um die Stützachsen **81, 81** und die Neigungswinkel der ersten und zweiten Zapfen **77, 78** um die Stützachsen **79** in Übereinstimmung gebracht. Dann wird das Übersetzungsverhältnis zwischen erster Antriebs- und erster Abtriebsscheibe (**34, 35**) mit dem Übersetzungsverhältnis zwischen zweiter Antriebs- und zweiter Abtriebsscheibe (**37, 38**) in Übereinstimmung gebracht. Das Übersetzungsverhältnis zwischen dem Abtrieb des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes **33** und den Vorder- und Hinterrädern wird mittels des gesamten Systems, das ein Differentialgetriebe beinhaltet, in Übereinstimmung gebracht.

[0048] Wenn hingegen die Drehgeschwindigkeit der Antriebswelle **46** für die Hinterräder langsamer als die der Antriebswelle **45** für die Vorderräder eingestellt werden soll, um bei einer Kurvenfahrt die Drehgeschwindigkeit der Hinterräder relativ zu der Drehgeschwindigkeit der Vorderräder zu verlangsamen, werden die Neigungswinkel der ersten Zapfen **77, 77** anders eingestellt als die der zweiten Zapfen **78, 78**. Konkret wird hierzu das Untersetzungsverhältnis zwischen der zweiten Antriebs- und der zweiten Abtriebsscheibe (**37, 38**) größer eingestellt als das Un-

tersetzungsverhältnis zwischen der ersten Antriebs- und der ersten Abtriebsscheibe (34, 35). Hierdurch wird auch ohne ein Zentraldifferential ein stabiles Fahrverhalten ohne übermäßige Reibung zwischen den Vorder- und Hinterrädern auf der Fahrbahn erreicht.

[0049] In allen Fällen wirkt beim Betrieb des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes ausgehend von den ersten und zweiten Antriebsrollen 36, 39 über die ersten und zweiten Zapfen 77, 78 auf die ersten und zweiten Schwenkrahmen 53, 54 eine starke Last, die zu den Scheiben 34, 37, 35 und 38 diametral nach außen gerichtet ist. Diese Last wird von den Stützachsen 81, 81 an die Halteringe 52, 52, welche den ersten bzw. zweiten Stützrahmen 55, 56 bilden, übertragen. Hier heben sich die Belastungen gegenseitig auf, weshalb die Steifheit und Festigkeit des Gehäuses zur Aufnahme des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes nicht unbedingt hoch bemessen werden muß, wenn die Halteringe 52, 52 mit einer ausreichenden Steifigkeit ausgeführt werden. Somit ist eine kompakte und leichte Ausführung des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes möglich.

[0050] Während des Betriebs des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes wird der Ölleitung 68 in der Hinterhälfte 11b der Antriebswelle 11 Schmieröl zugeführt, das über die Ölzuleitungsbohrungen 69, 69 in den innenseitig im Stützylinder 50 gebildeten zylindrischen Hohlraum 67 eingespeist und dann von diesem Hohlraum 67 aus den Ölzuleitungsbohrungen 70, 70, den Rillen 61, 61 und der Ölleitung 64 zugeführt wird. Das in die Ölleitung 64 eingeleitete Schmieröl wird dann über die untere Öffnung der Öldüse 65, 65 auf die Innenflächen 2a und 4a der Scheiben 34, 35, 37 und 38 gespritzt. Das an den Innenflächen 2a und 4a anhaftende Schmieröl wird auf die Kontaktflächen zwischen den Außenflächen 9a, 9a der Antriebsrollen 36, 39 und den Innenflächen 2a und 4a der Scheiben 34, 35, 37 und 38 mitgenommen und schmiert dann diese Kontaktflächen.

[0051] Das hier gezeigte Beispiel demonstriert die Verwendung des erfindungsgemäßen stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes für die Übersetzung in einem Automatikgetriebe eines vierrädrigen Kraftwagens mit einem Motor, der ein für einen PKW übliches, großes Drehmoment erzeugt. Charakteristisch für die vorliegende Erfindung ist jedoch die Art der Ölzuleitung in stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben mit drei Rollen, erfindungsgemäße stufenlos verstellbare Toroidgetriebe können daher auch als Getriebeeinheiten für Automatikgetriebe in üblichen Krafträder (Zweiräder) eingesetzt werden. In diesem Fall werden zwei Abtriebsscheiben miteinander synchron drehbar verbunden und der Abtrieb beider Abtriebsscheiben von einer einzigen Abtriebswelle abgenommen. Bei der Verwendung als Getriebeeinheiten für Automatikgetriebe in Kleinkraftwagen, bei denen ein

weniger großes Drehmoment auftritt, ist eine Konstruktion des stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes als "single cavity"-Getriebe mit jeweils einer Antriebs- und einer Abtriebsscheibe möglich. Auch die Konstruktion zur Bewegung der Zapfen bei einer Übersetzungsänderung ist nicht auf die Verwendung von Schwenkrahmen eingeschränkt, weshalb auch die in [Abb. 10](#) gezeigte Konstruktion mit Parallelbewegung möglich ist. Auch die Anpreß-Einheit, die in dem gezeigten Beispiel dazu dient, die Anpressung auf den Flächen mit Vortriebskräften sicherzustellen, muß, beispielsweise im Falle von Automatikgetrieben für Krafträder (Zweiräder) nicht hydraulisch ausgeführt werden, vielmehr kann hier auch eine herkömmlich aufgebaute Nockenvorrichtung verwendet werden, die auf mechanischem Weg Andruckkraft erzeugt.

[0052] Die vorliegende Erfindung schafft aufgrund der oben beschriebenen Konstruktions- und Funktionsweise eine Konstruktion zur effektiven Schmierung von drei Rollen ausgerüsteten stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben, bei denen zwischen einer Antriebs- und einer Abtriebsscheibe, die gemeinsam ein Paar bilden, drei Antriebsrollen vorgesehen sind. Damit fördern sie die Realisierung von stufenlos verstellbaren Toroidgetrieben des genannten Typs.

[0053] Einfache Erläuterung der beigefügten Zeichnungen

[0054] [Abb. 1](#) zeigt als Querschnitt wichtige Teile eines Beispiels für erfindungsgemäße Ausführungsformen,

[0055] [Abb. 2](#) zeigt einen Querschnitt entlang der Geraden A-A in [Abb. 1](#),

[0056] [Abb. 3](#) zeigt einen Querschnitt entlang der Geraden B-B in [Abb. 1](#),

[0057] [Abb. 4](#) zeigt in etwa den gleichen Ausschnitt wie [Abb. 3](#), jedoch als Schnitt in der Ebene, die die Mittelachsen der an den ersten Zapfen vorgesehenen ersten Achsen enthält,

[0058] [Abb. 5](#) zeigt als Querschnitt eine Vergrößerung des mittleren Teils von [Abb. 1](#),

[0059] [Abb. 6](#) zeigt als Seitenansicht Grundzüge des Aufbaus eines herkömmlichen stufenlos verstellbaren Toroidgetriebes bei maximaler Untersetzung,

[0060] [Abb. 7](#) zeigt die gleiche Seitenansicht, jedoch bei maximaler Geschwindigkeitserhöhung,

[0061] [Abb. 8](#) zeigt als Querschnitt ein Beispiel für eine bekannte konkrete Konstruktion,

[0062] [Abb. 9](#) zeigt einen Querschnitt entlang der Geraden C-C in [Abb. 8](#),

[0063] [Abb. 10](#) zeigt eine Vorderansicht auf ein erstes Beispiel für eine bekannte Konstruktion, die eine Vergrößerung der übertragbaren Kraft ermöglicht (teilweise aufgeschnitten).

Bezugszeichenliste

1	Antriebswelle	46	Antriebswelle für die Hinterräder
2	Antriebsscheibe	47	Träger
2a	Innenfläche	48	Keilnabe
3	Abtriebswelle	49	Anpreß-Einheit
4	Abtriebsscheibe	50	Stützylinder
4a	Innenfläche	51	Verankerung
5	Gehäuse	52	Halterung
6	Achse	53	erster Schwenkrahmen
7	Zapfen	54	zweiter Schwenkrahmen
8, 8a	Verschiebungsachse	55	erster Stützrahmen
9	Antriebsrolle	56	zweiter Stützrahmen
9a	Außenfläche	57	Radialnadellager
10	Nockenvorrichtung	58	Radialnadellager
11	Antriebswelle	59	Nadellager
11a	Vorderhälfte	60	Halterung
11b	Hinterhälfte	61	Rille
12	Abtriebszahnrad	62	Stütze
13	Stützplatte	63	Stopfen
14, 14a	Axial-Rillenkugellager	64	Ölleitung
15	Nadellager	65	Düse
16, 16a	Außenring	66	Sperrscheibe
17	Aktuator	67	zylindrischer Hohlraum
19	Stützpfosten	68	Ölleitung
20	Öldüse	69	Ölzuleitungsbohrung
21	Rahmen	70	Ölzuleitungsbohrung
22	Stützwinkel	71	Abtriebszahnrad für die Vorderräder
23	Hydraulikzylinder	72	mitlaufendes Zahnrad für die Vorder- räder
24, 24a	Steuerventil	73	Differentialgetriebe für die Vorderrä- der
25	Pumpe	74	Abtriebszahnrad für die Hinterräder
26, 26a	Hülse	75	mitlaufendes Zahnrad für die Hinterrä- der
27, 27a	Umschaltbolzen	76	erster Zapfen
28, 28a	Steuermotor	77	zweiter Zapfen
29	Antriebskolben	78	erste Achse
30	Öltank	79	Radialnadellager
31	Nocke	80	Stützachse
32	Verbindungsstück	81	Hydraulikzylinder
33	stufenlos verstellbares Toroidgetriebe	82a, 82b	Stange
34	erste Antriebsscheibe	83a, 83b	Kolben
35	erste Abtriebsscheibe	84a, 84b	lange Bohrung
36	erste Antriebsrolle	85	Nockenfläche
37	zweite Antriebsscheibe	86	schwimmender Kolben
38	zweite Abtriebsscheibe	87	erster Hohlraum
39	zweite Antriebsrolle	88	zweiter Hohlraum
40	Drehmomentwandler	89	
41a, 41b	Radialnadellager		
42	Einheit zur Umschaltung zwischen		
	Vor- und Rückwärtsfahrt		
43	Kupplung für Vorwärtsfahrt		
44	Kupplung für Rückwärtsfahrt		
45	Antriebswelle für die Vorderräder		

Patentansprüche

1. Stufenlos verstellbares Toroidgetriebe (33), das ausgerüstet ist mit
 - einem Gehäuse
 - einer in diesem Gehäuse drehbar gehaltenen Antriebswelle (11),
 - einer auf dieser Antriebswelle aufsitzenden, mit dieser drehbaren Antriebsscheibe (34, 37),
 - einer Abtriebsscheibe (35, 38), die, bei einander gegenüberliegenden Innenflächen (2a, 4a) der Antriebsscheibe (34, 37) und dieser Abtriebsscheibe (35, 38) in bezug auf die Antriebsscheibe (34, 37) ko-

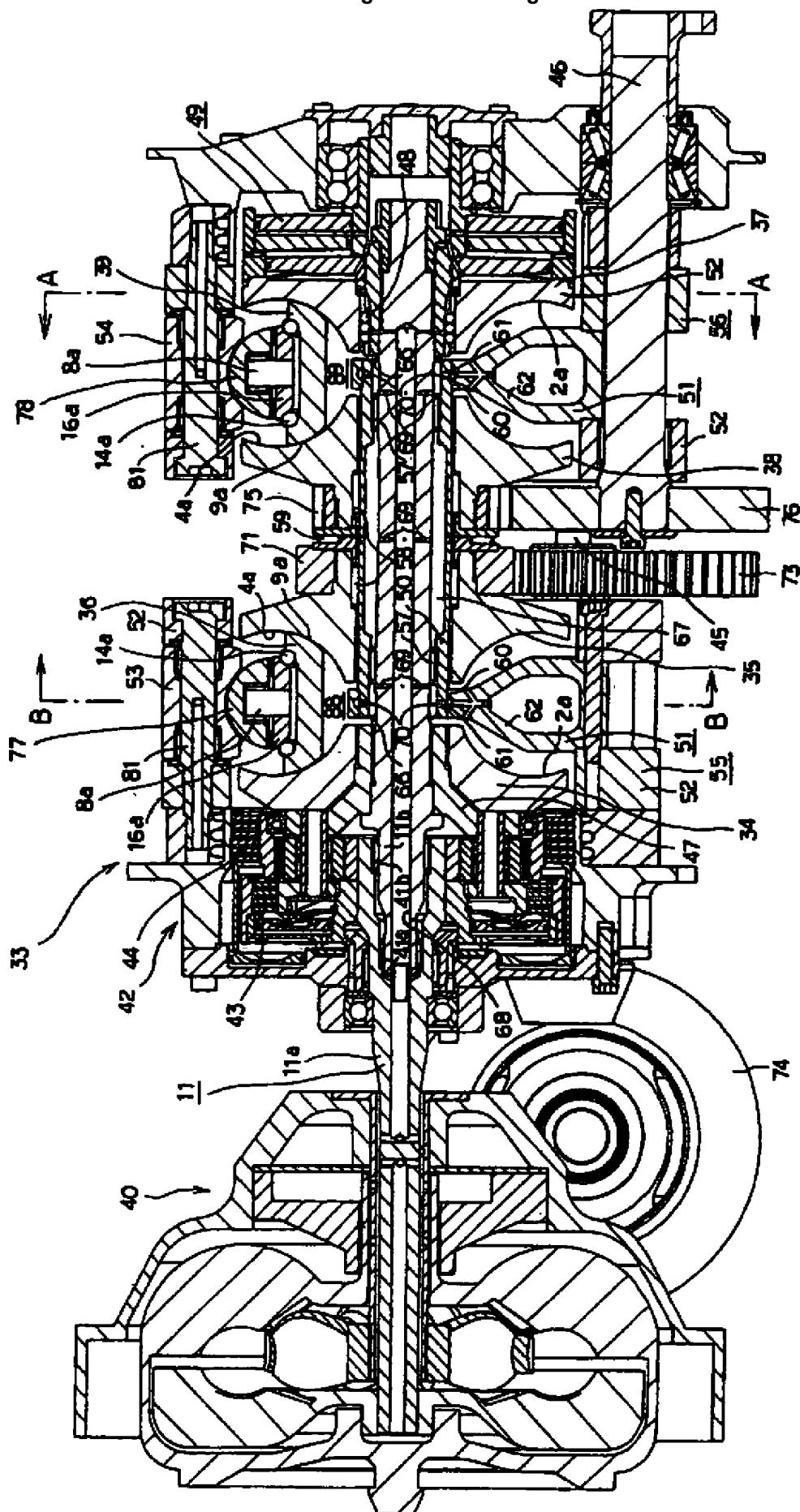
axial angeordnet ist und sich von der Antriebsscheibe (34, 37) unabhängig drehen kann,

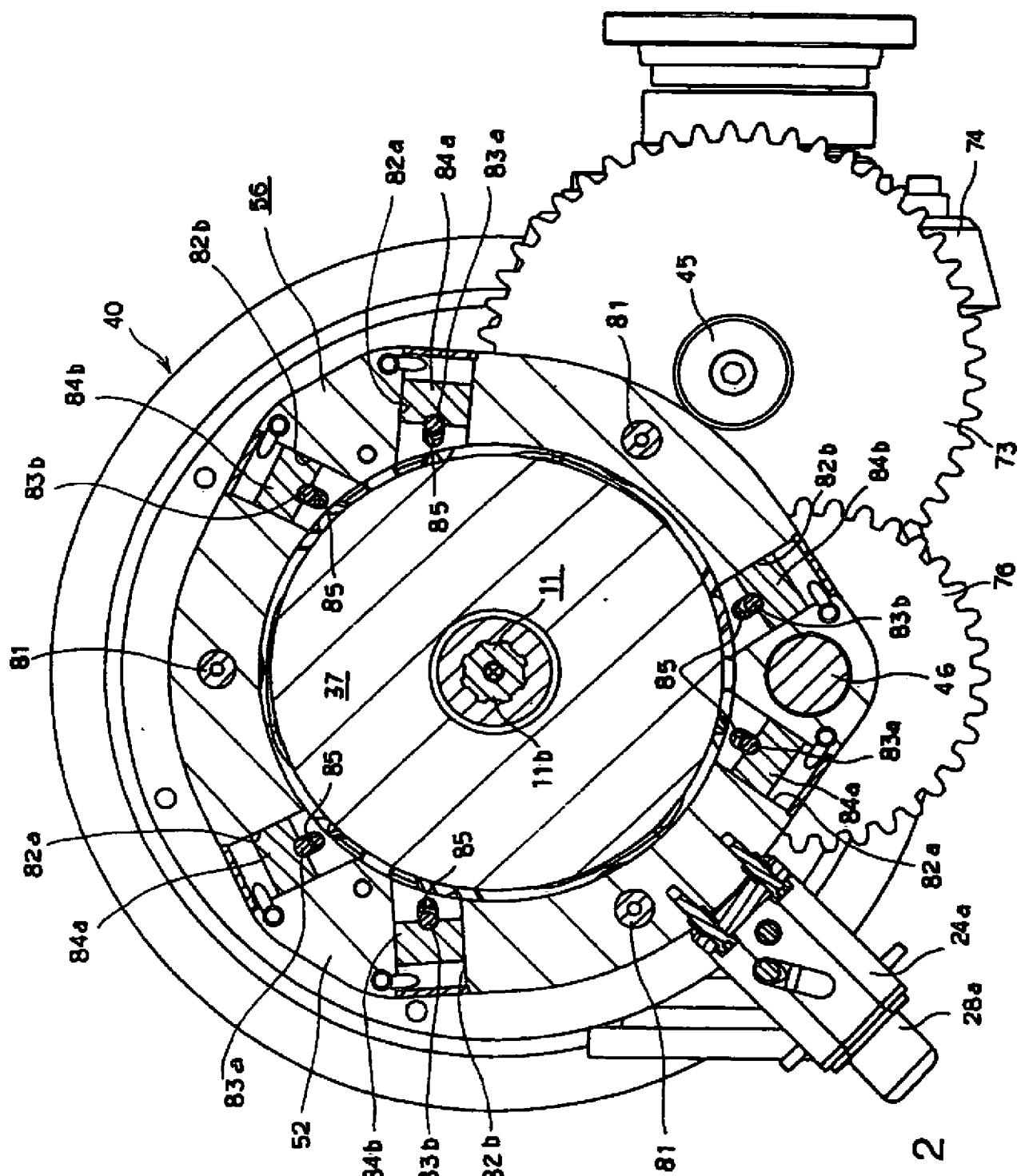
- zwischen der Antriebsscheibe (34, 37) und der Abtriebsscheibe (35, 38) vorgesehenen Zapfen (77, 78), die eine Schwenkbewegung um zu den Mittelachsen von Antriebs-(34, 37) und Abtriebsscheibe (35, 38) verdreht angeordneten Achsen (79) ausführen können, wobei auf ein aus Antriebs-(34, 37) und Abtriebsscheibe (35, 38) gebildetes Scheibenpaar drei Zapfen (77, 78) kommen,
- aus der Innenfläche dieser Zapfen (77, 78) hervorragenden Verschiebungssachsen (8a), und
- mehreren Antriebsrollen (36, 39), die zwischen den Innenflächen (2a, 4a) der Antriebs-(34, 37) und der Abtriebsscheibe (35, 38) so gehalten werden, dass sie sich um diese Verschiebungssachsen (8a) drehen können, wobei auf jeden der Zapfen (77, 78) eine Antriebsrolle (36, 39) kommt,
- wobei zwischen den Innenflächen (2a, 4a) von Antriebs-(34, 37) und Abtriebsscheibe (35, 38) ein im Gehäuse befestigter Rahmen so vorgesehen ist, dass ein Teil dieses Rahmens zwischen einander auf einem Kreis, dessen Mittelpunkt von der vorgenannten Antriebswelle (11) gebildet wird, benachbarten Antriebsrollen (36, 39) angeordnet ist,
- wobei eine Düse (65) zum Ausspritzen von Schmieröl zur Schmierung der Auflageflächen zwischen den Außenflächen (9a) der Antriebsrollen (36, 39) und den Innenflächen (2a, 4a) der vorgenannten Scheiben (34, 35, 37, 38) vorgesehen ist und in die als Hohlrohr ausgebildete Antriebswelle (11) eingeleitetes Schmieröl der vorgenannten Düse (65) zugeführt werden kann,

dadurch gekennzeichnet, dass dieser zwischen einander auf dem Kreis benachbarten Antriebsrollen (36, 39) angeordnete Teil des Rahmens mit der Düse (65) versehen ist.

Es folgen 9 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen





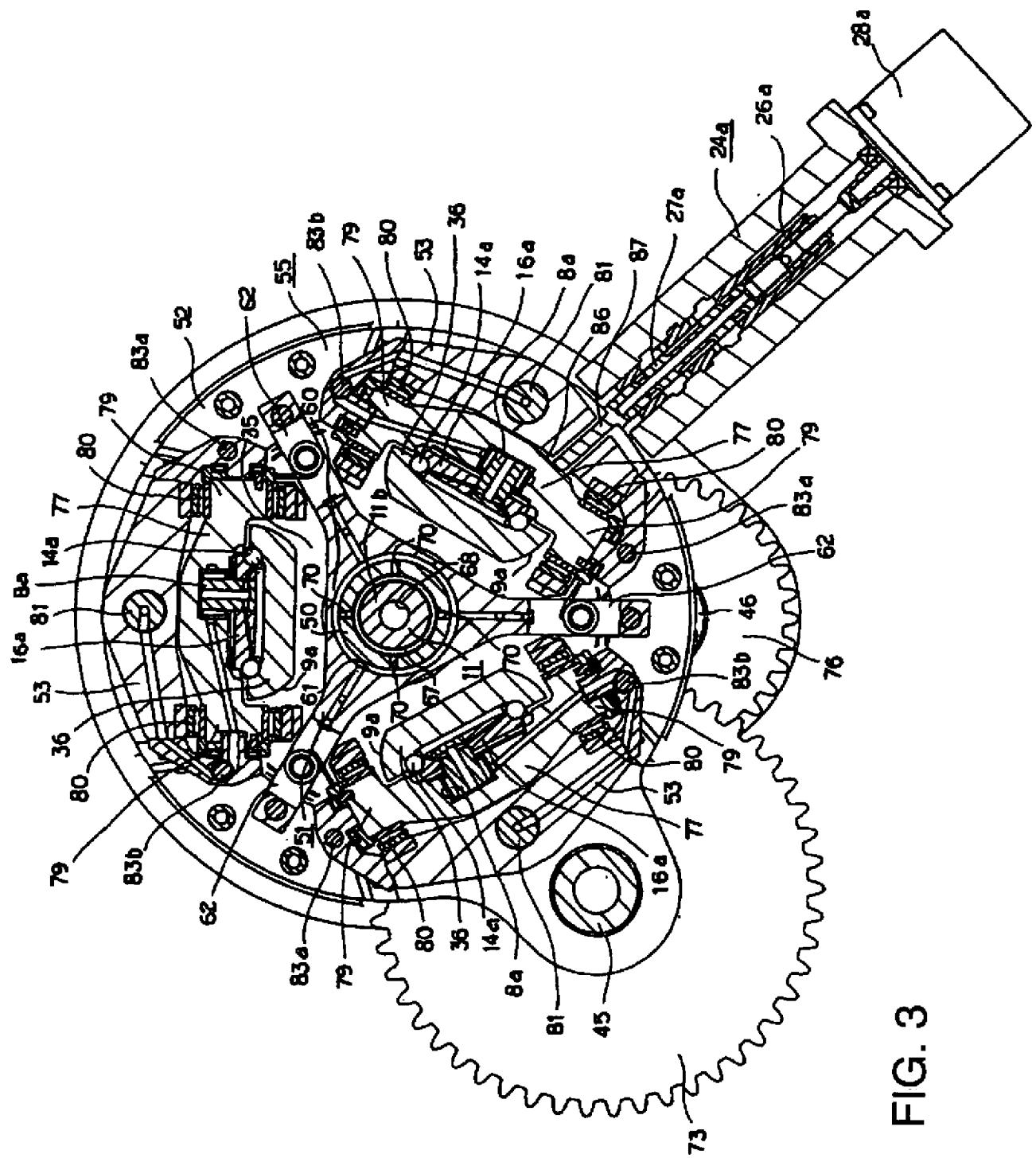


FIG. 3

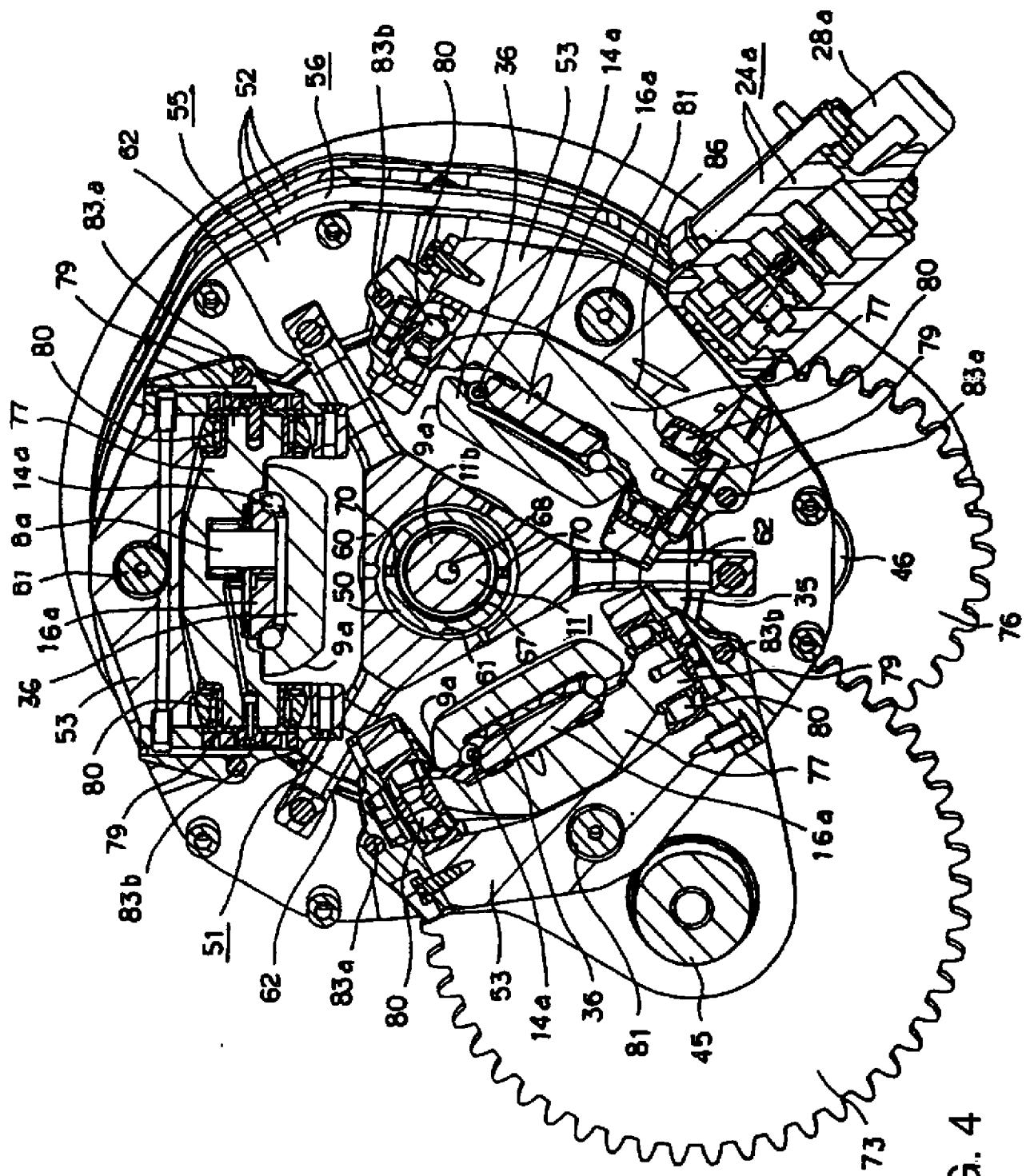
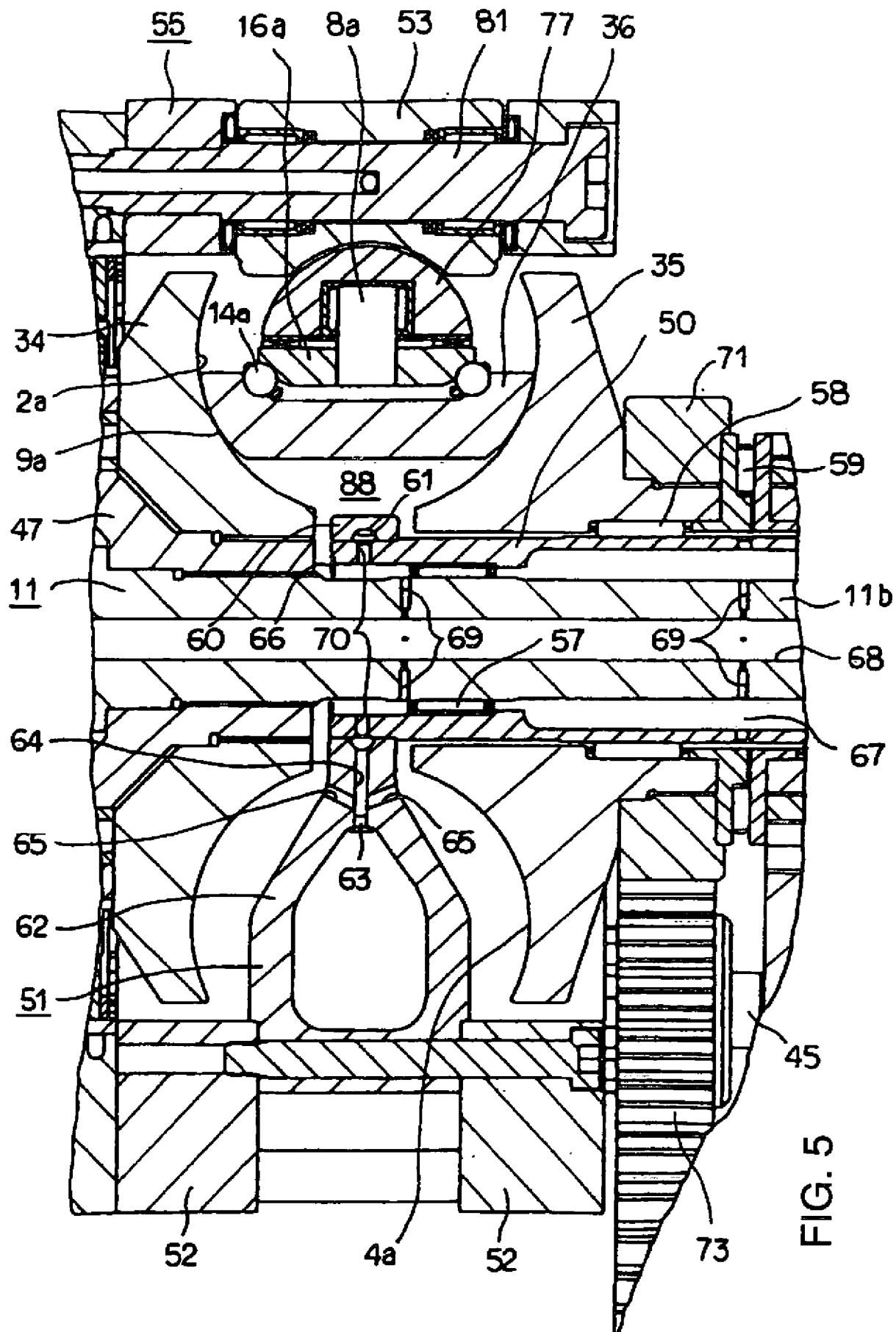
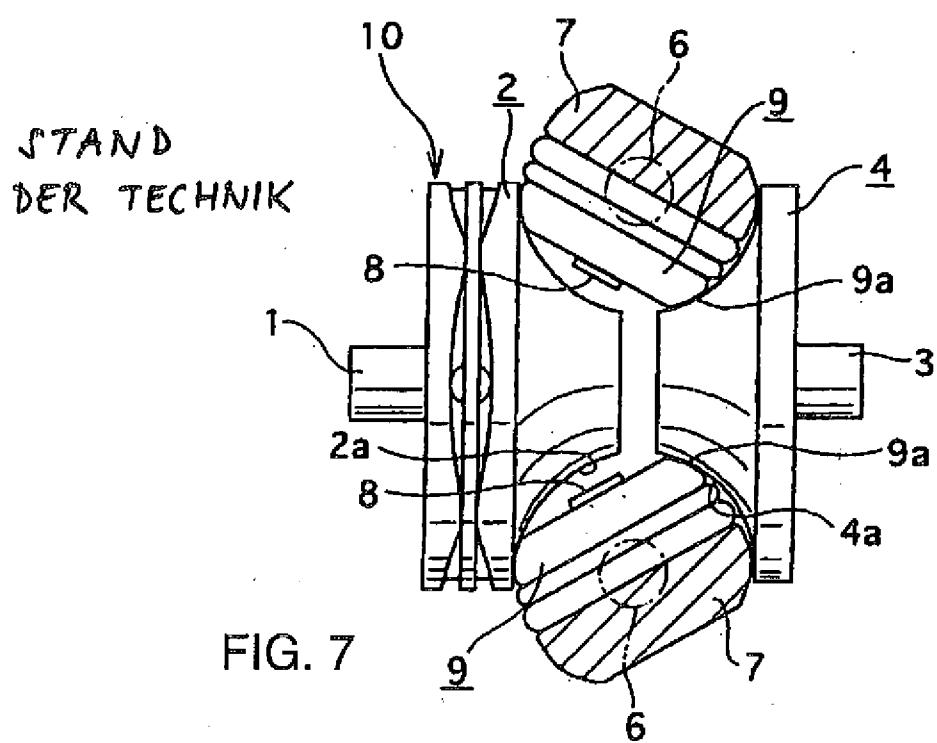
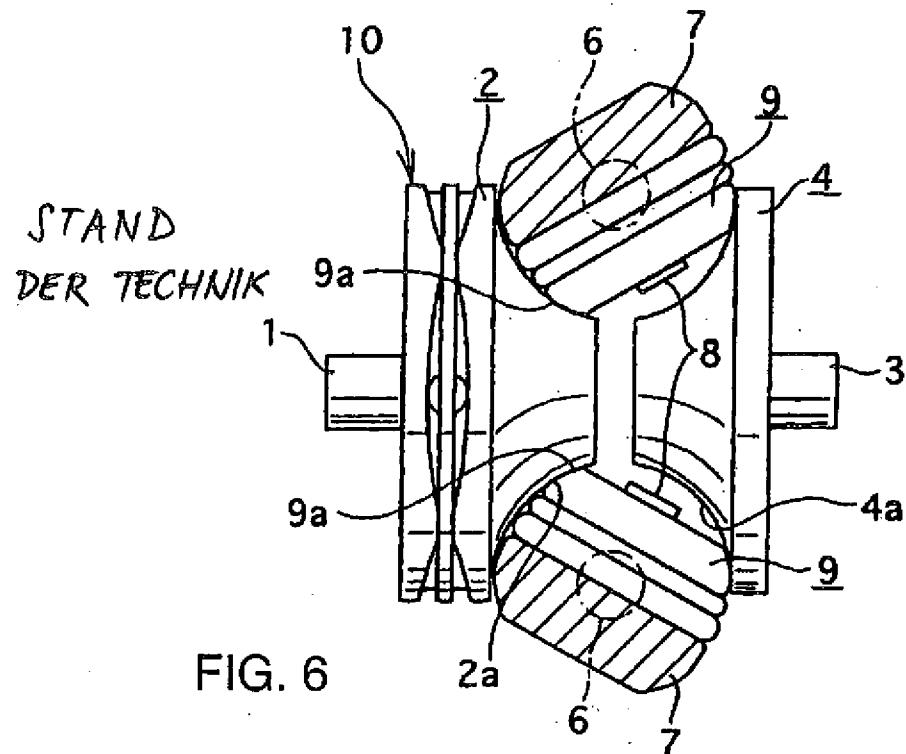


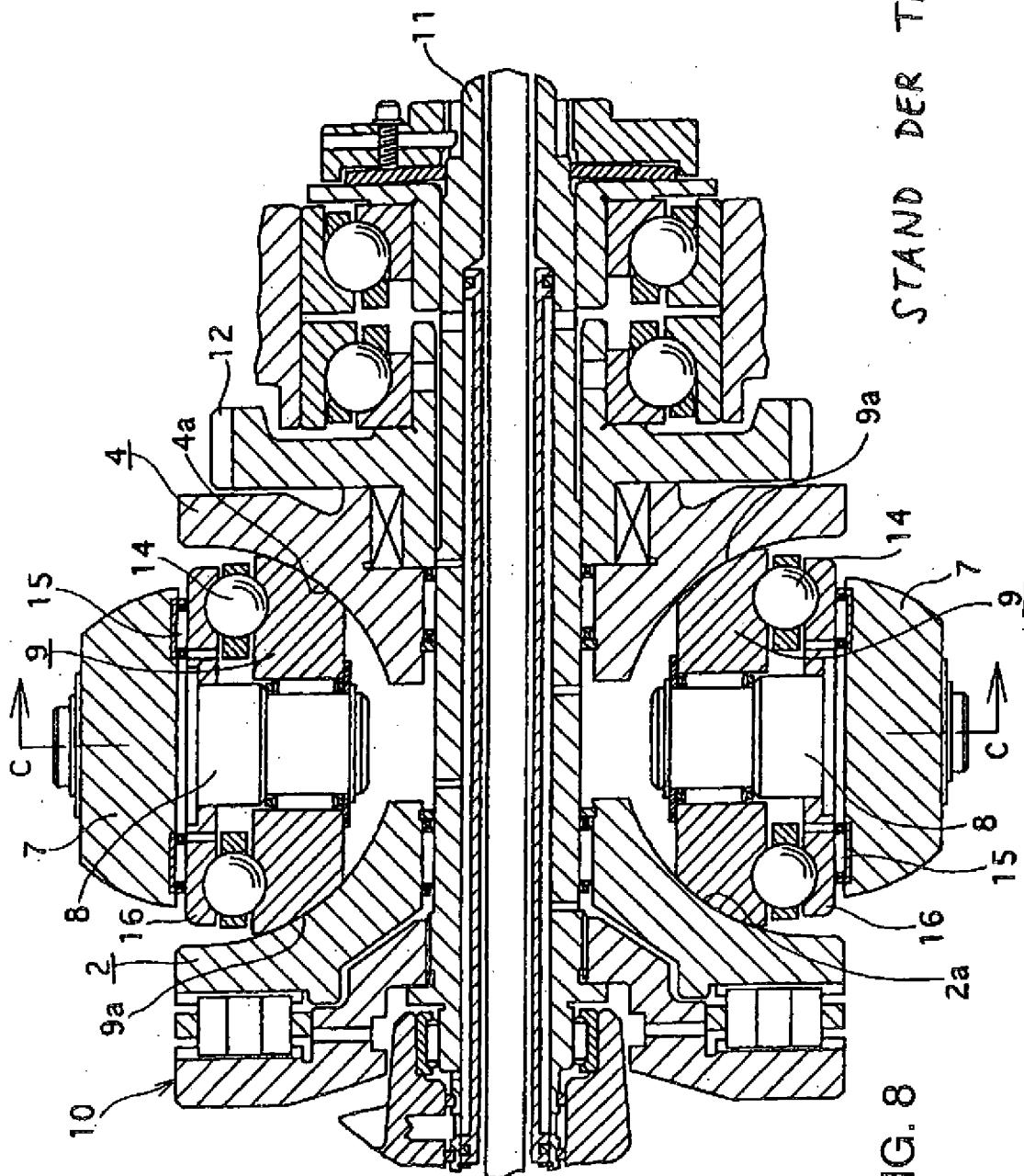
FIG. 4





STAND DER TECHNIK

FIG. 8



STAND DER TECHNIK

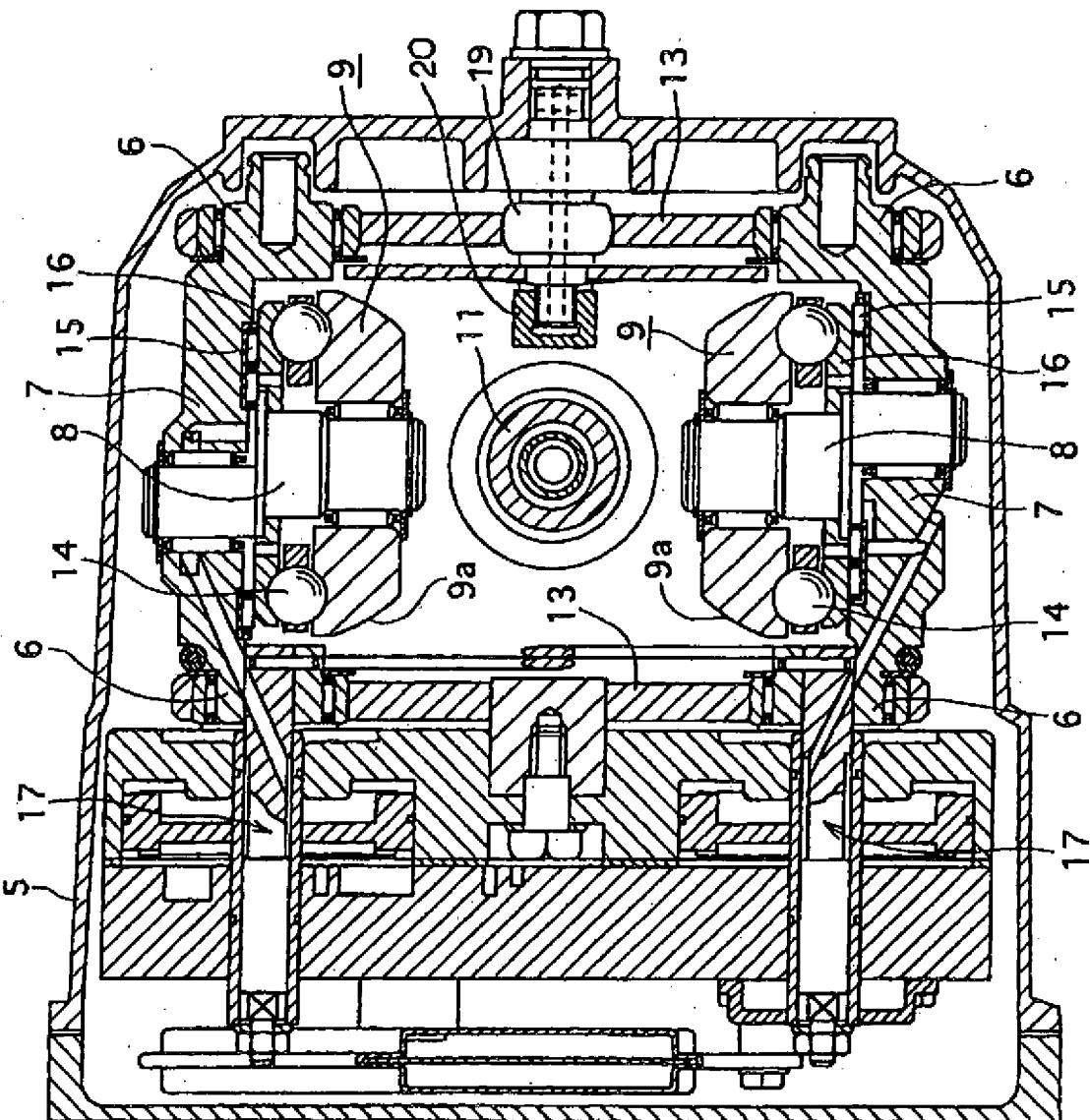


FIG. 9

STAND DER TECHNIK

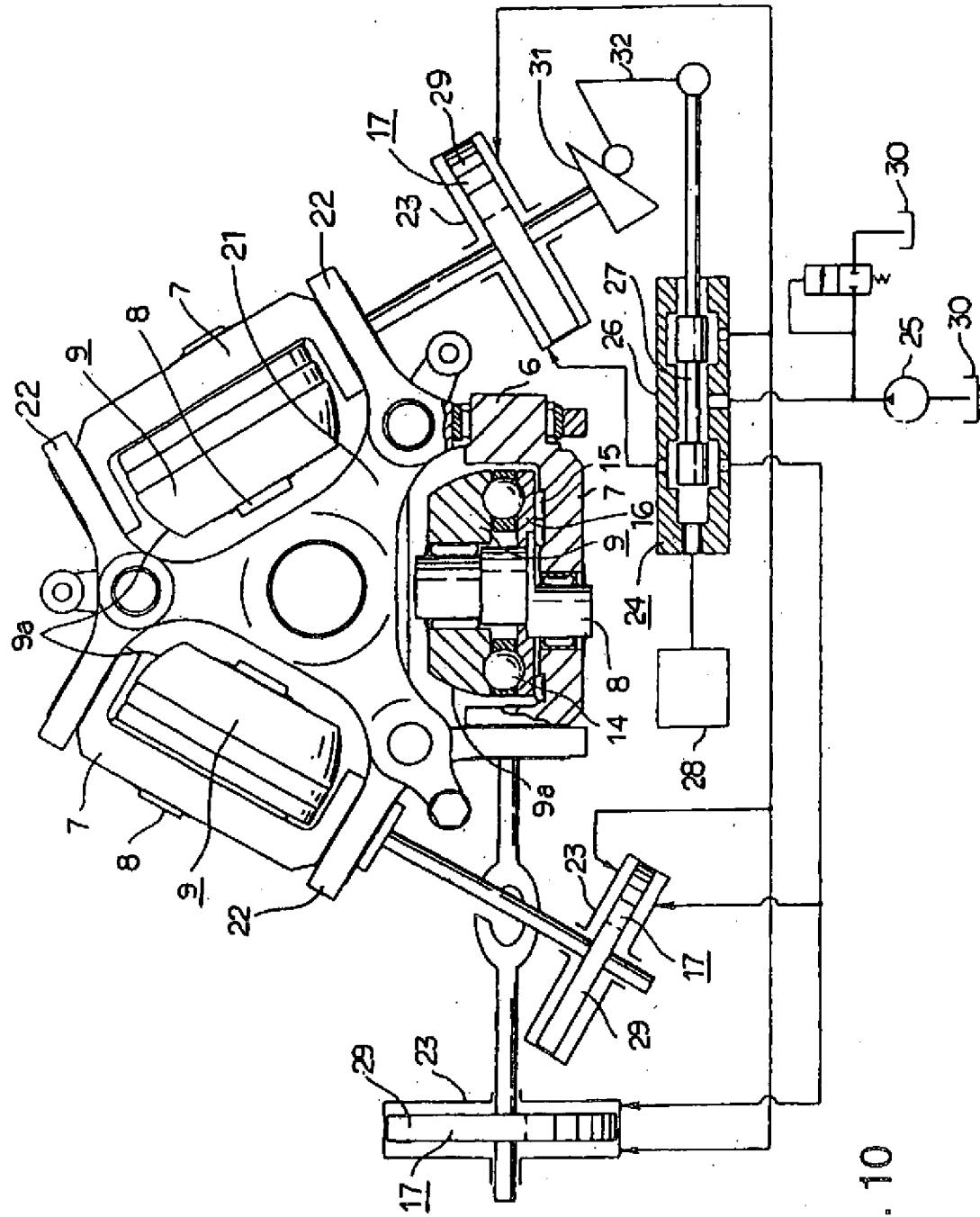


FIG. 10