(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. März 2006 (23.03.2006)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/029434 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 37/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2005/000372

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. September 2005 (15.09.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
GM 675/2004 15. September 2004 (15.09.2004) AT

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **MAGNA STEYR FAHRZEUGTECHNIK AG & CO KG** [AT/AT]; Liebenauer Hauptstrasse 317, A-8041 Graz (AT).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **TANGL, Ferdinand** [AT/AT]; Rastbühelstrasse 136B, A-8301 Hart Bei Graz (AT). **ZOEHRER, Franz** [AT/AT]; Untergasse 12, A-9376 Kappenberg (AT).

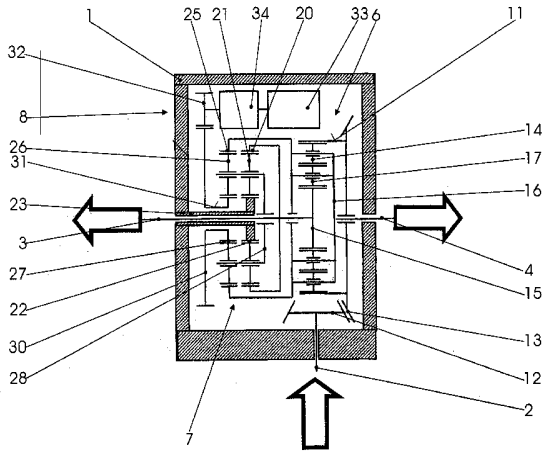
(74) Anwalt: **KOVAC, Werner**; Magna Steyr Fahrzeugtechnik AG & CO KG, Liebenauer Hauptstrasse 317, A-8041 Graz (AT).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DIFFERENTIAL GEAR UNIT HAVING A CONTROLLED TORQUE AND SPEED DISTRIBUTION

(54) Bezeichnung: DIFFERENTIALGETRIEBEEINHEIT MIT STEUERBARER DREHMOMENT- UND DREHZAHL VERTEILUNG



(57) Abstract: The invention relates to a differential gear unit having a controlled torque and speed distribution, which comprises a housing (1), a differential gear (6), a superposition gear (7) and an auxiliary drive (8), whereby the differential gear (6) has an input member (11) driven by the vehicle engine, and two output members (15, 16) with an output shaft (3, 4). The superposition gear (7) is a planet gear that is connected to two members (15, 16) of the differential gear (6) and to the auxiliary drive (8). The aim of the invention is to provide a gear unit which allows to obtain an exact control even with a weak auxiliary drive. For this purpose, the superposition gear (7) comprises a first (22) and a second (27) sun gear, a first (20) and a second (25) internal gear and first (21) and second (26) planet gears mounted on a common planet carrier (28). The first (21) and the second (26) planet gears mesh with the first (22) and second sun gear (27), respectively, and with the first (20) and second internal gear (25), respectively.

(57) Zusammenfassung: Eine Differentialgetriebeeinheit mit steuerbarer Drehmoment- und Drehzahl-verteilung, bestehend aus einem Gehäuse (1), einem Ausgleichsgetriebe (6), einem Überlagerungsgetriebe (7) und einem Zusatzantrieb (8), wobei das Ausgleichsgetriebe (6) ein vom Fahrzeugmotor angetriebenes Eingangsglied (11), und zwei Ausgangsglieder (15,16) mit Ausgangswelle (3,4) umfasst, und wobei das Überlagerungsgetriebe (7) ein Planetengetriebe

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/029434 A2

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

ist, das an zwei Glieder (15, 16) des Ausgleichsgetriebes (6) und an den Zusatzantrieb (8) angebunden ist. Um mit einem schwachen Zusatzantrieb eine genaue Steuerung zu erreichen, umfasst das Überlagerungsgetriebe (7) ein erstes (22) und ein zweites (27) Sonnenrad, ein erstes (20) und ein zweites (25) Hohlrad und erste (21) und zweite (26) Planetenräder auf einem gemeinsamen Planetenträger (28), wobei die ersten (21) und zweiten (26) Planetenräder jeweils mit dem ersten (22) beziehungsweise zweiten Sonnenrad (27) und dem ersten (20) beziehungsweise zweiten Hohlrad (25) kämmen.

DIFFERENTIALGETRIEBEEINHEIT MIT STEUERBARER DREHMOMENT- UND DREHZAHLVERTEILUNG

Die Erfindung betrifft eine Differentialgetriebeeinheit mit steuerbarer Drehmoment- und Drehzahlverteilung, bestehend aus einem Gehäuse, einem Ausgleichsgetriebe, einem Überlagerungsgetriebe und einem Zusatzantrieb, wobei das Ausgleichsgetriebe ein vom Fahrzeugmotor angetriebenes Eingangsglied, und zwei Ausgangsglieder mit Ausgangswelle umfasst, und wobei das Überlagerungsgetriebe ein Planetengetriebe ist, das an zwei Glieder des Ausgleichsgetriebe und an den Zusatzantrieb angebunden ist.

Ein Ausgleichsgetriebe gleicht Drehzahlunterschiede zwischen den beiden Ausgangswellen aus, wobei sich die Verteilung der Drehmomente aus der Geometrie ergibt. Eine Differentialgetriebeeinheit gemäß obiger Definition ermöglicht darüber hinaus eine gezielte Einflussnahme auf die Drehmomentverteilung. Das geschieht, indem man den beiden Ausgangswellen eine relativ kleine Geschwindigkeitsdifferenz aufzwingt. So kann beispielsweise bei der Anwendung als Achsdifferential dem schneller rotierenden kurvenäusseren Rad zusätzliche Antriebskraft zugeführt oder bei der Anwendung als Zentraldifferential die Drehmomentverteilung zwischen den beiden angetriebenen Achsen verstellt werden. Damit wird in die Fahrdynamik des Fahrzeuges eingegriffen. Deshalb spricht man auch von „Torque – Vectoring“.

Derartige Differentialgetriebeeinheiten können sowohl als Achsdifferential, das heisst zwischen den Rädern einer Achse, als auch als Zwischenachsdifferential, das heisst zwischen zwei angetriebenen Achsen angeordnet sein. Die zusätzliche Antriebskraft wird entweder an geeigneter Stelle im Kraftfluss stromaufwärts abgezweigt oder von einem Zusatzantrieb bereitgestellt. Im letzteren Fall ist es aus Gründen von Energiehaushalt und Verschleiß wünschenswert, dass der Zusatzantrieb bei Drehzahlgleichheit der beiden Abtriebswellen stillsteht. Weiters muss angesichts der fahrdynamischen Wirkung eines solchen Eingriffes die vom Zusatzantrieb aufgebrachte Antriebskraft sehr genau steuerbar sein.

Eine derartige Differentialgetriebeeinheit ist aus der US 5,387,161 bekannt. Bei dieser Achsdifferentialeinheit ist das Überlagerungsgetriebe ein einfaches Planetengetriebe, dessen Planetenträger mit einer Ausgangswelle drehfest verbunden ist, dessen Sonnenrad mit dem Zusatzantrieb drehfest verbunden ist und dessen Hohlrad über eine festachsige Übersetzungsstufe mit dem Planetenträger des ebenfalls als Planetengetriebe ausgeführten Ausgleichsgetriebes, und somit mit der anderen Ausgangswelle, antriebsverbunden ist. Nachteilig ist daran zunächst, dass der Zusatzantrieb nicht ausschließlich auf die eine Ausgangswelle wirkt. Das verursacht komplexe Drehmomentverhältnisse, die eine genaue Steuerung des Zusatzantriebes erschweren. Bei Geradeausfahrt steht der Zusatzantrieb zwar, doch ergeben sich in der Koppelung mit dem Ausgleichsgetriebe extrem hohe Drehzahlen. Zudem braucht der Zusatzantrieb für einen wirksamen Eingriff eine erhebliche Motorleistung. Insgesamt ist die Anordnung schwer, sperrig und konstruktiv aufwändig.

Aus der WO 03/066363 A1 ist eine gattungsgemäße und als Zwischenachsdifferential eingesetzte Differentialgetriebeeinheit bekannt, die zur Einwirkung auf die Drehmomentverteilung ein Überlagerungsgetriebe hat. Dieses

ist jedoch mit einem Übersetzungsfehler ausgeführt, sodass trotz Drehzahlgleichheit der beiden Abtriebswellen der Zusatzantrieb arbeiten muss, um den Übersetzungsfehler auszugleichen. Das bedeutet nebst höherem Verschleiss und Energiebedarf einen höheren Leistungsbedarf des Zusatzantriebes, weil dieser das einzuleitende Drehmoment bei höherer Drehzahl abgeben muss.

Es ist daher die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe, eine gattungsgemäße Differentialgetriebeeinheit zu schaffen, die bei geringem Gewicht und Raum- und Energiebedarf mit einem schwachen Zusatzantrieb eine genaue Steuerung erlaubt. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, dass das Überlagerungsgetriebe ein erstes und ein zweites Sonnenrad, ein erstes und ein zweites Hohlrad und erste und zweite Planetenräder auf einem gemeinsamen Planetenträger umfasst, wobei die ersten und zweiten Planetenräder jeweils mit dem ersten beziehungsweise zweiten Sonnenrad und dem ersten beziehungsweise zweiten Hohlrad kämmen.

Ein so aufgebautes Überlagerungsgetriebe nimmt bei gleicher Drehzahl der beiden Ausgangswellen den Zusatzantrieb nicht in Anspruch . Somit kann er im Normalbetrieb stillstehen und braucht keine Energie. Weiters ergeben sich so übersichtliche kinematische Verhältnisse, was einer präzisen Steuerung zugute kommt. Dadurch ist die erfindungsgemäße Differentialgetriebeeinheit uneingeschränkt sowohl als Achsdifferential als auch als Zwischenachsdifferential (=Zentraldifferential) einsetzbar. Bei einem derartigen Planetengetriebe ist ein hohes Übersetzungsverhältnis für den Zusatzantrieb darstellbar, und ist die Funktionalität von der Fahrgeschwindigkeit unabhängig, was eine relativ einfache und sehr feine Steuerung ergibt. Dadurch auch nimmt der Zusatzantrieb nur wenig Leistung auf, was auch der Baugröße zugute kommt. Da es sich um eine Steuerung der Fahrdynamik handelt, das heisst bei der Fahrt mit

(hoher) Straßengeschwindigkeit, braucht der Steuerbereich nicht sehr weit zu sein.

Schließlich sind bei dieser Anordnung die von den Planetenrädern aufzunehmenden Umfangskräfte sehr klein, sodass die beiden Planetensätze sehr schmal ausführbar sind. Dadurch ist die ganze Differentialgetriebeeinheit nur unwesentlich größer als ein gewöhnliches Ausgleichsgetriebe. Weiters ist es dadurch möglich, die Zähnezahlen der Zahnräder der beiden Planetenstufen jeweils gleich zu wählen (Anspruch 4), was - kostensenkend - eine erhöhte Anzahl von Gleichteilen erlaubt.

Für die Verbindung zwischen dem Ausgleichgetriebe und dem Überlagerungsgetriebe gibt es zwei vorteilhafte Wege. Der eine Weg führt von dem Eingangsglied des Ausgleichsgetriebes zum zweiten Hohlrad (Anspruch 2); der andere von einem Ausgangsglied des Ausgleichsgetriebes zum zweiten Hohlrad (Anspruch 3). Welcher vorzuziehen ist, hängt von der fahrzeugspezifischen Auslegung ab.

Eine besonders günstige Anordnung des Zusatzantriebes und der Lager der konzentrischen Wellen wird möglich, wenn das zweite Sonnenrad auf einer Hohlwelle sitzt, die die drehfeste Verbindung zwischen dem ersten Sonnenrad und dem Gehäuse umgibt, welche Hohlwelle mit dem Zusatzantrieb antriebsverbunden ist (Anspruch 5).

Der Zusatzantrieb kann an sich von beliebiger Art sein, solange er nur den Zug- und Bremsbetrieb steuerbar in beiden Drehrichtungen erlaubt. Bevorzugt ist er ein Elektromotor mit Untersetzungsgetriebe (Anspruch 6). Einbau, Energieversorgung und Anbindung an eine anderswo untergebrachte Steuereinheit sind so besonders einfach.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand schematischen Abbildungen beschrieben und erläutert. Es stellen dar:

- Fig. 1: Eine erste Ausführungsform,
- Fig. 2: eine zweite Ausführungsform.

Die gesamte Differentialgetriebeeinheit befindet sich in einem fahrzeugfesten Gehäuse 1. Der Antriebskraft für das Fahrzeug wird über eine Antriebswelle 2 entweder direkt oder indirekt von einer nicht dargestellten Motor-Getriebeeinheit zur Verfügung gestellt, je nach Disposition des Antriebsstranges, und ob es sich um ein Achsdifferential oder ein Zwischenachsdifferential handelt. Eine erste Ausgangswelle 3 und eine zweite Ausgangswelle 4 sind an entgegengesetzten Seiten aus dem Gehäuse 1 geführt. Sie sind entweder zu den Rädern einer Achse führende Achswellen oder zu zwei angetrieben Achsen führende Wellen. Im Inneren des Gehäuses ist ein Ausgleichsgetriebe 6, ein Überlagerungsgetriebe 7 und ein steuerbarer Zusatzantrieb 8.

Das Ausgleichsgetriebe 6 ist ein Planetengetriebe. Es besteht aus einem Hohlrad 11 als zugleich Eingangsglied und Ausgleichsgehäuse mit einem es umgebenden Großrad 13, das von einem auf der Antriebswelle 2 sitzenden Ritzel 12 angetrieben ist; aus ersten und zweiten auf einem Planetenträger 16 drehbar gelagerten Planetenrädern 14,17, und einem Sonnenrad 15. Das Sonnenrad 15 ist drehfest mit der ersten Ausgangswelle 3 verbunden, der Planetenträger 16 mit der zweiten Ausgangswelle 4.

Das Überlagerungsgetriebe 7 ist ein doppeltes Planetengetriebe, es hat zwei Planetensätze nebeneinander. Ein erstes Hohlrad 20 der ersten Stufe kämmt mit ersten Planetenrädern 21, die ihrerseits mit einem ersten Sonnenrad 22 kämmen. Das erste Hohlrad 20 ist drehfest mit der ersten Ausgangswelle 3

und somit mit dem Sonnenrad 15 des Ausgleichsgetriebes 6 verbunden. Das Sonnenrad 22 ist über ein Rohr 23 drehfest mit dem Gehäuse 1 verbunden, steht also immer still. Ein zweites Hohlrad 25 kämmt mit zweiten Planetenrädern 26, die ihrerseits wieder mit einem zweiten Sonnenrad 27 kämmen. Die Planetenräder 21,26 der beiden Stufen sind drehbar auf einem Planetenträger 28 gelagert, der selbst frei drehbar auf der ersten Ausgangswelle 3 gelagert ist.

Das zweiten Sonnenrad 27 ist Teil einer Hohlwelle 31, mit der das Eingangszahnrad 30 des Zusatzantriebes 8 drehfest verbunden ist. Der Zusatzantrieb besteht hier aus einem in allen vier Quadranten seines Kennfeldes steuerbaren Elektromotor 33 und einem Untersetzungsgetriebe 34, von dem das steuerbare Zusatzmoment über ein Zahnrad 32 auf das Eingangszahnrad 30 des Zusatzantriebes 8 übertragen wird.

Im Betrieb verhält sich die beschriebene Anordnung wie folgt: Bei schlupfloser Geradeausfahrt des Fahrzeuges, bei der sich die beiden Ausgangswellen 3,4 gleich schnell drehen, das Ausgleichsgetriebe 6 also als Block umläuft, drehen sich die beiden Hohlräder 20,25 des Überlagerungsgetriebes 7 gleich schnell. Wenn in diesem Betriebszustand kein Drehmoment einseitig zu überlagern ist, steht der Zusatzantrieb 8 still. Somit stehen die beiden Sonnenräder 22,27 still. Die beiden Planetenradsätze rollen frei zwischen ihren jeweiligen Hohl- und Sonnenrädern ab.

Soll der Zusatzantrieb 8 die erste Ausgangswelle 3 durch Zufuhr eines Drehmomentes beschleunigen, oder soll ihr, anders ausgedrückt, durch Erhöhung der Drehzahl ein höheres Drehmoment zur Verfügung gestellt werden, so wird dieses über das zweite Sonnenrad 27 eingebracht; es dreht sich bezüglich des raumfesten ersten Sonnenrades 22. Die daraus resultierende schnellere Umlaufbewegung der zweiten Planetenräder 6 und mit ihnen die des gemeinsa-

men Planetenträgers 28 bewirkt eine höhere Drehzahl der ersten Planetenräder 21 und damit auch der ersten Ausgangswelle 3.

Soll die zweite Ausgangswelle beschleunigt werden, so wird der Zusatzantrieb 8 in der entgegengesetzten Richtung in Gang gesetzt. Das Überlagerungsgetriebe verhält sich analog. Dadurch wird die erste Ausgangswelle 3 verzögert, was durch die Wirkung des Ausgleichsgetriebes 6 zu einer höheren Drehzahl der zweiten Ausgangswelle 4 führt.

Die Ausführungsform der **Fig. 2**, in der entsprechende Bezugszeichen um 100 erhöht sind, unterscheidet sich davon dadurch, dass das zweite Hohlrad 125 nicht mit dem Planetenträger 16, sondern mit dem Eingangsglied 111 des Ausgleichsgetriebes 106 drehfest verbunden ist. Weiters ist anstelle eines Elektromotors 33 mit Untersetzungsgetriebe 34 ein Hydromotor 133 eingebaut und anstelle von Triebling 12 und Tellerrad 13 sind Stirnräder 112,113 vorgesehen, was etwa beim Einsatz als Zentraldifferential der Fall ist.

Patentansprüche

1. Differentialgetriebeeinheit mit steuerbarer Drehmoment- und Drehzahlverteilung, bestehend aus einem Gehäuse (1), einem Ausgleichsgetriebe (6), einem Überlagerungsgetriebe (7) und einem Zusatzantrieb (8), wobei das Ausgleichsgetriebe (6) ein vom Fahrzeugmotor angetriebenes Eingangsglied (11), und zwei Ausgangsglieder (15,16) mit Ausgangswelle (3,4) umfasst, und wobei das Überlagerungsgetriebe (7) ein Planetengetriebe ist, das an zwei Glieder (15, 16) des Ausgleichsgetriebes (6) und an den Zusatzantrieb (8) angebunden ist, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Überlagerungsgetriebe (7;107) ein erstes (22; 122) und ein zweites (27;127) Sonnenrad, ein erstes (20;120) und ein zweites (25;125) Hohlrad und erste (21;121) und zweite (26;126) Planetenräder auf einem gemeinsamen Planetenträger (28;128) umfasst, wobei die ersten (21;121) und zweiten (26;126) Planetenräder jeweils mit dem ersten (22;122) beziehungsweise zweiten Sonnenrad (27;127) und dem ersten (20;120) beziehungsweise zweiten Hohlrad (25;125) kämmen.

2. Differentialgetriebeeinheit nach Anspruch1, dadurch **gekennzeichnet**, dass im Überlagerungsgetriebe (107) das erste Sonnenrad (122) mit dem Gehäuse (101) der Differentialgetriebeeinheit drehfest verbunden ist, das zweite Sonnenrad (127) vom Zusatzantrieb (108) angetrieben ist, das zweite Hohlrad (125) mit dem Eingangsglied (111) des Ausgleichsgetriebes (106) drehfest verbunden ist, das erste Hohlrad (120) mit der betreffenden Ausgangswelle (103) drehfest verbunden ist. (Fig.2)

3. Differentialgetriebeeinheit nach Anspruch1, dadurch **gekennzeichnet,** dass im Überlagerungsgetriebe (7) das erste Sonnenrad (22) mit dem Gehäuse (1) der Differentialgetriebeeinheit drehfest verbunden ist, das zweite Sonnenrad (27) vom Zusatzantrieb (8) angetrieben ist, das zweite Hohlrad (25) mit dem Ausgangsglied (16) des Ausgleichsgetriebes (6) und einer Ausgangswelle (4) drehfest verbunden ist, das erste Hohlrad (20) mit der anderen Ausgangswelle (3) drehfest verbunden ist. (Fig. 1)

4. Differentialgetriebeeinheit nach Anspruch 2 oder 3, dadurch **gekennzeichnet**, dass erstes (22;122) und zweites Sonnenrad (27;127), erste (21;121) und zweite Planetenräder (26;126) und erstes und zweites Hohlrad (25;125) jeweils dieselbe Zähnezahl haben und dass der gemeinsame Planetenträger (28; 128) frei drehbar ist.

5. Differentialgetriebeeinheit nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass im Überlagerungsgetriebe (7;107) das zweite Sonnenrad (27;127) drehfest auf einer Hohlwelle (31;131) sitzt, die die drehfeste Verbindung (23;123) zwischen dem ersten Sonnenrad (22;122) und dem Gehäuse (1;101) umgibt, welche Hohlwelle (31;131) mit dem Zusatzantrieb (8;108) antriebsverbunden ist.

6. Differentialgetriebeeinheit nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Zusatzantrieb (8) ein steuerbarer Elektromotor (33) mit Untersetzungsgetriebe (34) ist.

7. Differentialgetriebeeinheit nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, dass das Ausgleichsgetriebe (6;106) ein Planetengetriebe ist, dessen vom

Fahrzeugmotor aus angetriebenes Eingangsglied (11;111) das Hohlrad, und dessen Ausgangsglieder der Planetenträger (16;116) und das Sonnenrad (15;115) sind, welche Ausgangsglieder jeweils mit einer Ausgangswelle (3,4;103,104) drehfest verbunden sind.

8. Differentialgetriebeeinheit nach Anspruch 7, dadurch **gekennzeichnet**, dass der Planetenträger (16;116) erste (14;114) und zweite Planetenräder (17; 117) hat, wobei die ersten Planetenräder (14;114) mit dem Hohlrad (11; 111) und den zweiten Planetenrädern (17; 117) kämmen, und die zweiten Planetenräder (17; 117) ihrerseits mit dem Sonnenrad (15;115).

FIG..1

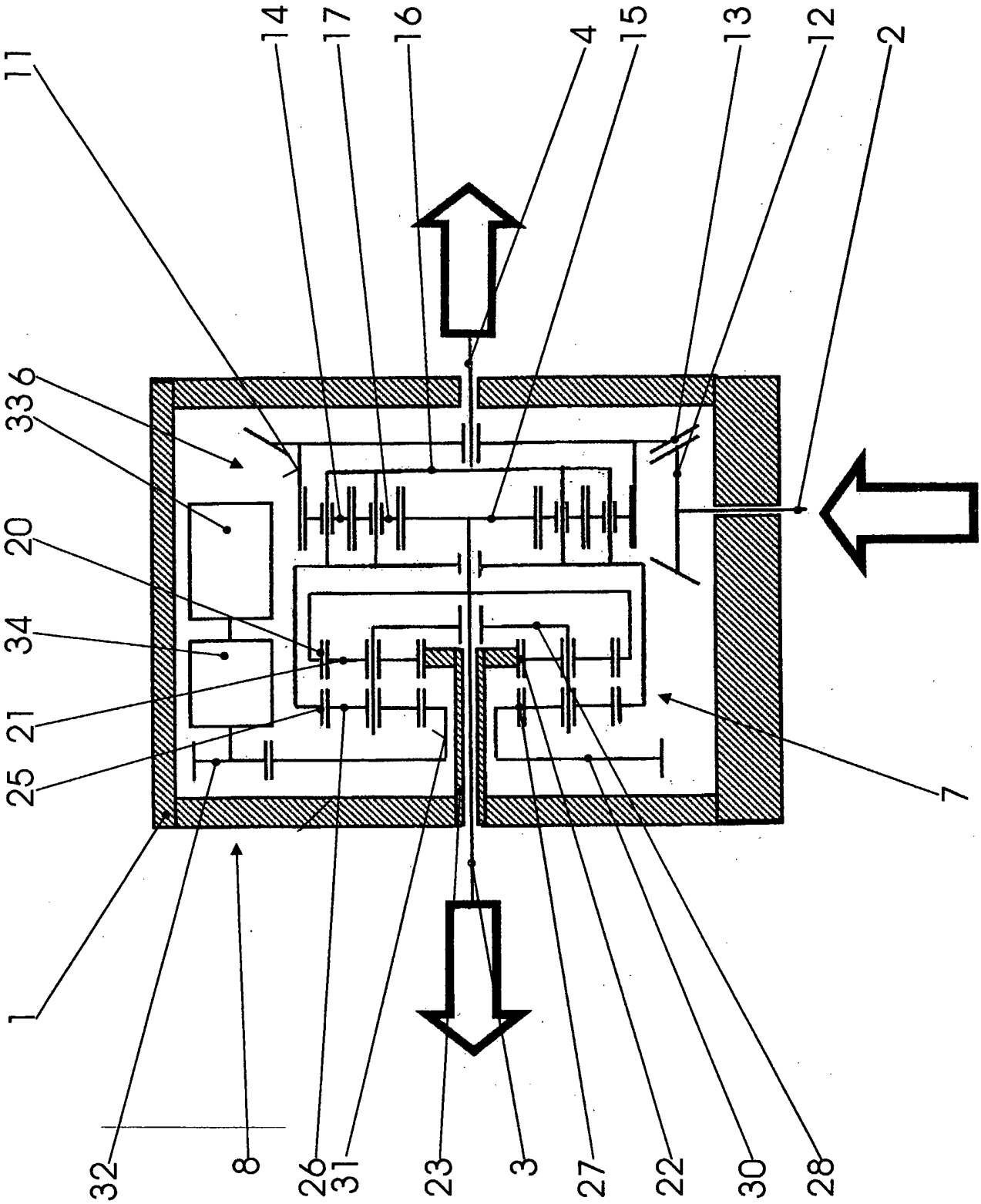
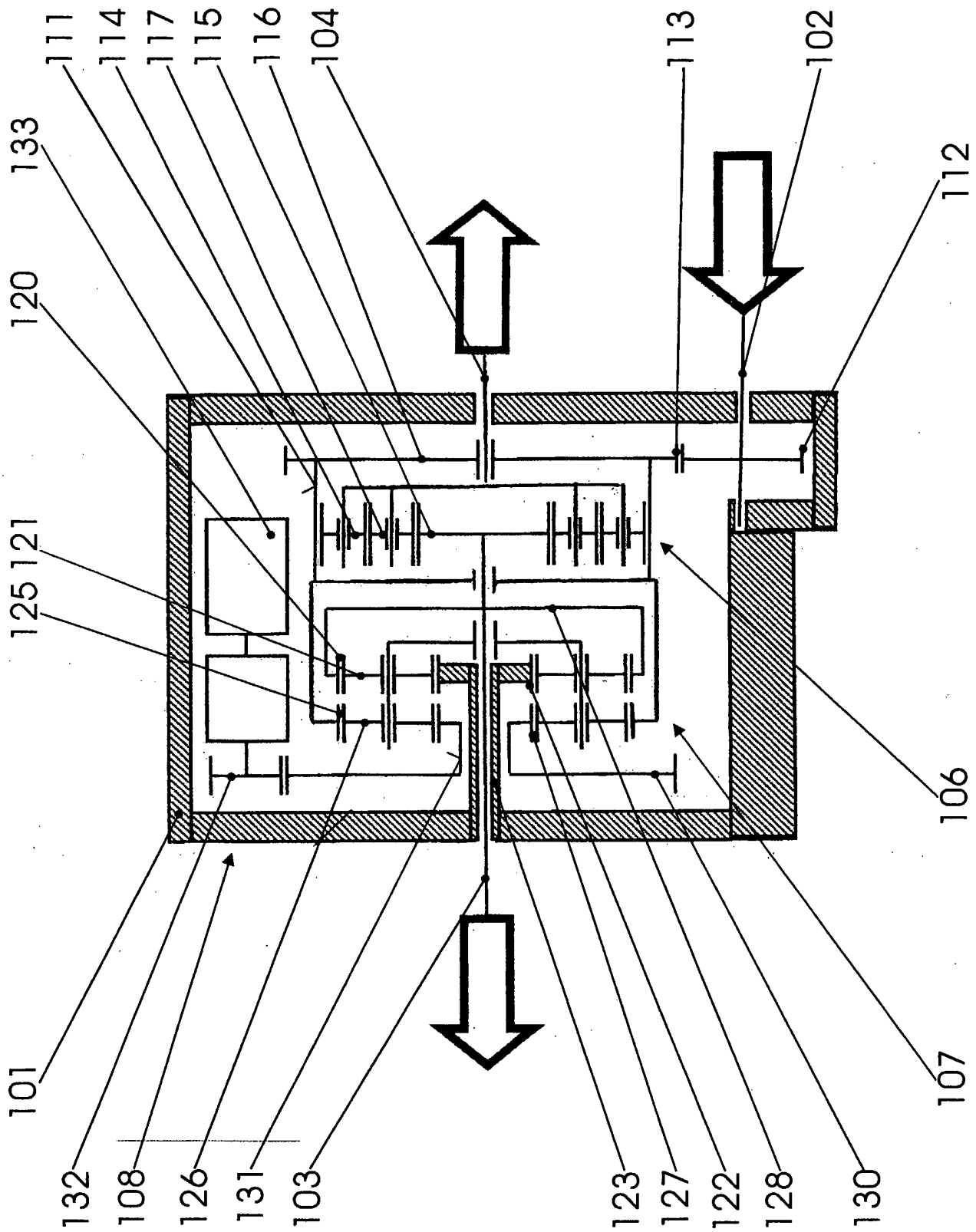


FIG..2


111
114
117
115
116
104
113
102
133
112
120
121
125
106
101
107
132
108
126
131
103
123
127
122
128
130