

(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

29. September 2016 (29.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2016/150411 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60K 1/00 (2006.01) F16H 3/58 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2015/100521

(22) Internationales Anmeldedatum:

8. Dezember 2015 (08.12.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2015 003 519.3 20. März 2015 (20.03.2015) DE

(71) Anmelder: DR. ING. H.C. F. PORSCHE
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Porscheplatz 1,
70435 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: KNOBLAUCH, Daniel; Schützenstraße 1,
71634 Ludwigsburg (DE). AVERY, Gary; Wernerstr. 49,
71636 Ludwigsburg (DE).

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: ELECTRIC AXLE DRIVE FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHER ACHSANTRIEB FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

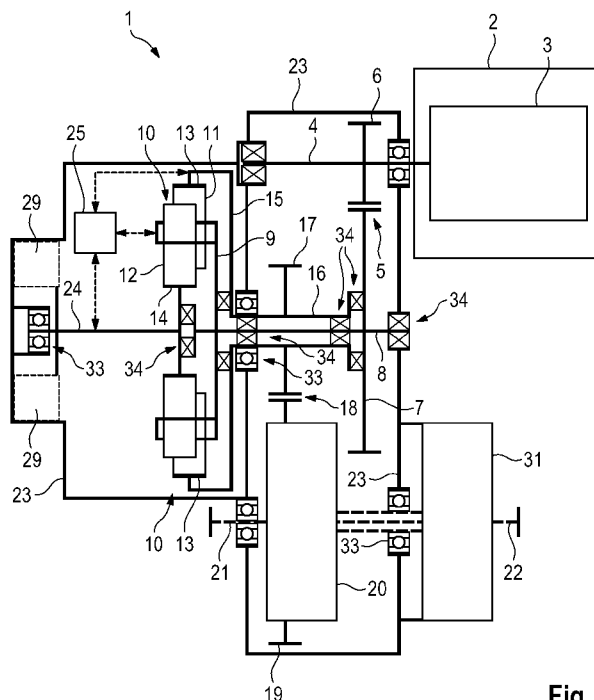


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electric axle drive (1) for a motor vehicle. The axle drive (1) has a transmission arrangement with two gears, with an electric machine (2) for driving two output shafts (21, 22) of the axle of the motor vehicle, a first spur gear stage (5) which can be driven by means of the electric machine (2) for driving an intermediate shaft (8) and a planetary carrier (9) of a planetary gear mechanism (10), which planetary carrier (9) is connected fixedly to the intermediate shaft (8) and receives planetary gears (11, 12), and with an internal gear (13) of the planetary gear mechanism (10) for driving a second spur gear stage (18), a sun gear (14) of the planetary gear mechanism (10) and shifting elements (25, 29) for shifting the two gears. A first shifting element (25) is configured as a clutch, by way of which the internal gear (13) and the sun gear (14) or the internal gear (13) and the planetary carrier (9) or the sun gear (14) and the planetary carrier (9) can be connected in a torque-transmitting manner. The sun gear (14) and a transmission housing (23) of the transmission arrangement can be connected fixedly so as to rotate together by means of a second shifting element (29). A differential gear (20) is connected in a torque-transmitting manner to an output of the second spur gear stage (18), the output of which differential gear (20) is assigned the two output shafts (21, 22), wherein the differential gear mechanism (20) is connected to a torque vectoring unit (31) or a differential lock (35).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft einen elektrischen Achsantrieb (1) für ein Kraftfahrzeug. Der Achsantrieb (1) weist eine Getriebeanordnung mit zwei Gängen aufweist, mit einer Elektromaschine (2) zum Antreiben von zwei Abtriebswellen (21, 22) der Achse des Kraftfahrzeugs, einer mittels der Elektromaschine (2) antreibbaren ersten Stirnradstufe (5) zum Antreiben einer Zwischenwelle (8) und eines fest mit der Zwischenwelle (8) verbundenen, Planetenträger (11, 12) aufnehmenden Planetenträgers (9) eines Planetengetriebes (10) sowie mit einem Hohlrad (13) des Planetengetriebes (10) zum Antreiben einer zweiten Stirnradstufe (18), einem Sonnenrad (14) des Planetengetriebes (10) und Schaltelementen (25, 29) zum Schalten der beiden Gänge. Ein erstes Schaltelement (25) ist als Kupplung ausgebildet, mit der das Hohlrad (13) und das Sonnenrad (14) oder das Hohlrad (13) und der Planetenträger (9) oder das Sonnenrad (14) und der Planetenträger (9) drehmomentübertragend verbindbar ist. Mittels eines zweiten Schaltelements (29) sind das Sonnenrad (14) und ein Getriebegehäuse (23) der Getriebeanordnung drehfest verbindbar. Mit einem Ausgang der zweiten Stirnradstufe (18) ist ein Differentialgetriebe (20) drehmomentübertragend verbunden, dessen Ausgang die beiden Abtriebswellen (21, 22) zugeordnet sind, wobei das Differentialgetriebe (20) mit einer Torque-Vectoring-Einheit (31) oder einer Quersperre (35) verbunden ist.

Elektrischer Achsantrieb für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft einen elektrischen Achsantrieb für ein Kraftfahrzeug, mit einer Elektromaschine zum Antreiben von zwei Abtriebswellen der Achse des Kraftfahrzeugs,

- 5 sowie mit zwei Stirnradstufen und einem Planetengetriebe, wobei der elektrische Achsantrieb zwei Gänge aufweist und in einem der Gänge das Planetengetriebe als Block geschaltet ist und in dem anderen der Gänge die Übersetzung im Planetengetriebe geschaltet ist.

- 10 Ein derartiger elektrischer Achsantrieb für ein Kraftfahrzeug ist aus der DE 10 2013 102 161 A1 bekannt. Bei diesem ist eine erste Stirnradstufe elektromaschinenseitig vorgesehen, wobei eine Zwischenwelle als Ausgang dieser Stirnradstufe mit einem Planetenträger des Planetengetriebes verbunden ist. Ein Hohlrad des Planetengetriebes ist mit einem Stirnrad der zweiten Stirnradstufe verbunden, deren anderes Stirnrad über
- 15 ein Differentialgetriebe dem Antreiben von zwei Abtriebswellen der Achse des Kraftfahrzeugs dient. Jeder Abtriebswelle ist ein Rad, somit Laufrad, dieser Achse zugeordnet. Dem Planetengetriebe sind Schaltmittel zugeordnet, die ein Schalten unter Last ermöglichen und bedingen, dass insbesondere in einem ersten Gang des Kraftfahrzeugs, bei dem es sich um einen Primärgang handelt, das Planetengetriebe als
- 20 Block geschaltet ist, somit im Block umläuft und nicht im Leistungsfluss liegt. Im zweiten Gang, bei dem es sich infolge dessen um den Sekundärgang handelt, ist hingegen die Übersetzung im Planetengetriebe geschaltet.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine alternative Anordnung von zwei

- 25 Stirnradstufen und einem Planetengetriebe in einem elektrischen Achsantrieb eines Kraftfahrzeugs anzugeben, bei optimalem Wirkungsgrad der Momentenübertragung.

Gelöst wird die Aufgabe durch einen elektrischen Achsantrieb, der die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist.

- Bei dem erfindungsgemäßen elektrischen Achsantrieb für ein Kraftfahrzeug weist somit die Getriebeanordnung zwei Gänge auf. Der Achsantrieb weist eine Elektromaschine zum Antreiben von zwei Abtriebswellen der Achse des Kraftfahrzeugs auf, ferner eine mittels der Elektromaschine antreibbare erste Stirnradstufe zum Antreiben einer Zwischenwelle
5 und eines fest mit der Zwischenwelle verbundenen, Planetenräder aufnehmenden Planetenträgers eines Planetengetriebes. Das Planetengetriebe weist ferner ein Hohlrad und ein Sonnenrad auf. Bei dem Achsantrieb dient das Hohlrad dem Antreiben einer zweiten Stirnradstufe.
- 10 Der erfindungsgemäße elektrische Achsantrieb weist ferner Schaltelemente zum Schalten der beiden Gänge auf. Hierbei ist ein erstes Schaltelement als Kupplung ausgebildet, mit der das Hohlrad und das Sonnenrad oder das Hohlrad und der Planetenträger oder das Sonnenrad und der Planetenträger drehmomentübertragend verbindbar sind. Mittels eines zweiten Schaltelementes sind das Sonnenrad und ein Getriebegehäuse der
15 Getriebeanordnung drehfest miteinander verbindbar.

- Bei dem erfindungsgemäßen elektrischen Achsantrieb ist ferner ein Ausgang der zweiten Stirnradstufe mit einem Differentialgetriebe drehmomentübertragend verbunden. Hierbei sind im Ausgang des Differentialgetriebes die beiden Abtriebswellen der Achse des
20 Kraftfahrzeuges zugeordnet. Das Differentialgetriebe ist mit einer Torque-Vectoring-Einheit und/oder einer Quersperre verbunden. Mittels der Torque-Vectoring-Einheit lässt sich ein Differenzmoment zwischen beiden Antriebswellen erzeugen. Mittels der Quersperre, die insbesondere elektronisch steuerbar ist, lässt sich verhindern, dass ein Rad mit schlechterer Bodenhaftung der Achse des Kraftfahrzeuges durchdreht und das
25 andere Rad – und damit das Fahrzeug insgesamt – kein Antriebsmoment mehr erhält.

- Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Kupplung in einer ersten Schaltstufe geöffnet und in einer zweiten Schaltstufe geschlossen ist, sowie das zweite Schaltelement in der ersten Schaltstufe die Festlegung zu einem Getriebegehäuse bewirkt und in der zweiten
30 Schaltstufe die Festlegung aufgehoben ist.

Das zweite Schaltelement kann auf unterschiedliche Art und Weise gestaltet sein, um den erfindungsgemäßen Zweck zu erfüllen. Insbesondere ist das zweite Schaltelement als Freilauf und/oder als Kupplung, insbesondere Klauenkupplung, und/oder als Bremse ausgebildet.

5

In der ersten Schaltstufe, bei der es sich insbesondere um den ersten Gang des Kraftfahrzeuges handelt, steht das Sonnenrad still, so dass der Momentenfluss von der ersten Stirnradstufe über den Planetenträger und das Hohlrad zur zweiten Stirnradstufe erfolgt. In der zweiten Schaltstufe, bei der es sich insbesondere um den zweiten Gang
10 des Kraftfahrzeuges handelt, rotiert das Sonnenrad und es läuft in diesem Gang das schaltbare Planetengetriebe als Block um. In beiden Schaltstufen befinden sich somit die beiden Stirnradstufen im Leistungsfluss und in Bewegung. Da der elektrische Achsantrieb in zwei Gängen betrieben werden kann, ist es möglich, das Fahrzeug über einen weiten Geschwindigkeitsbereich rein elektrisch anzutreiben.

15

Vorzugsweise verbindet die Kupplung in der geschlossenen Stellung den Planetenträger und das Hohlrad drehfest miteinander.

Gemäß einer baulich besonders vorteilhaften Gestaltung ist vorgesehen, dass die
20 Kupplung reibschlüssig wirksam ist.

Der Planetensatz dieses Planetengetriebes kann unterschiedlich gestaltet sein.

Vorzugsweise weist der Planetensatz Doppelplaneten auf. Somit sind im Planetenträger erste und zweite Planetenräder gelagert, wobei die ersten Planetenräder nur mit dem
25 Hohlrad und den zweiten Planetenrädern und die zweiten Planetenräder nur mit dem Sonnenrad und den ersten Planetenrädern kämmen. Es ist auch eine einfache Ausbildung des Planetensatzes denkbar, bei der das jeweilige Planetenrad des Planetengetriebes sowohl mit dem Hohlrad als auch mit dem Sonnenrad kämmt.

30 Vorzugsweise ist bei dem elektrischen Achsantrieb der Freilauf für Zugbetrieb des Kraftfahrzeugs vorgesehen. Um den elektrischen Achsantrieb auch im Schubbetrieb

anbinden zu können, ist vorzugsweise eine weitere Kupplung vorgesehen. Diese Kupplung kann grundsätzlich den Freilauf ersetzen, somit entsprechend der Schaltung der Kupplung für Zugbetrieb und Schubbetrieb vorgesehen sein.

- 5 Vorzugsweise ist vorgesehen, dass in der ersten Schaltstufe das als Kupplung ausgebildete zweite Schaltelement zum Festlegen des Sonnenrads zu einem Gehäuse des Planetengetriebes geschlossen ist oder/und das als Freilauf ausgebildete zweite Schaltelement das Sonnenrad zum Gehäuse des Planetengetriebes festlegt. Ferner ist vorzugsweise vorgesehen, dass in der zweiten Schaltstufe das als Kupplung ausgebildete
- 10 zweite Schaltelement zum Festlegen des Sonnenrads zu dem Gehäuse des Planetengetriebes geöffnet ist oder/und das als Freilauf ausgebildete zweite Schaltelement das Sonnenrad zum Gehäuse freigibt. Der Begriff der weiteren Kupplung ist hierbei umfassend zu verstehen. Es handelt sich im weitesten Sinne auch um eine Bremse, die es ermöglicht, das rotierende Teil bezüglich des Gehäuses abzubremesen
- 15 bzw. insofern festzulegen.

Grundsätzlich kann bei Verwendung eines Freilaufs dieser mit einer weiteren Kupplung, insbesondere einer Klauenkupplung zur Rekuperation kombinierbar sein.

- 20 Unter baulichem Aspekt, insbesondere einer baulich äußerst kompakten Gestaltung bei günstiger Momentenübertragung, wird es als besonders vorteilhaft angesehen, wenn ein erstes Stirnrad der zweiten Stirnradstufe coaxial zur Zwischenwelle angeordnet ist. Besonders vorteilhaft ist es, wenn das Planetengetriebe coaxial zur Zwischenwelle angeordnet ist. Ferner wird es als vorteilhaft angesehen, wenn auch die Achsen der
- 25 beiden Stirnradstufen und eine Mittenachse der mindestens einen Abtriebswelle achsparallel zueinander angeordnet sind.

- Vorzugsweise erfolgt die Schaltung des Planetengetriebes mittels eines einzigen Aktors. Dies ist bei Verwendung eines Freilaufs statt der weiteren Kupplung auf einfache Art und
- 30 Weise realisierbar.

Vorzugsweise ist das Differentialgetriebe als Kegelraddifferential oder als Planetendifferential ausgebildet. Bei Verwendung eines Planetendifferentials ist dieses insbesondere mit Ravigneaux-Satz ausgebildet. Die Ausbildung als Kegelraddifferential ist insbesondere bei Ausbildung des Achsantriebs mit Quersperre bevorzugt.

5

Insbesondere weist die bei dem elektrischen Achsantrieb vorgesehene Torque-Vectoring-Einheit wenigstens eine weitere Elektromaschine und wenigstens ein Überlagerungsgetriebe aufweist, zur Erzeugung eines Differenzmoments zwischen den beiden Abtriebswellen. Diese Torque-Vectoring-Einheit besteht vorzugsweise aus der
10 genannten weiteren Elektromaschine, einem Überlagerungsgetriebe und einem Planetensatz bzw. übersetzungsbildenden Verzahnungsstufen.

Vorzugsweise sind das Differentialgetriebe und/oder die Torque-Vectoring-Einheit bzw. die Quersperre jeweils innerhalb oder außerhalb des Getriebegehäuses der
15 Getriebeanordnung angeordnet.

Die Ansteuerung des Sperrdifferentials kann auf unterschiedliche Art und Weise erfolgen. So ist eine elektromotorische Aktuierung, insbesondere in bekannter Art und Weise über Stellmotor, Getriebe und Kugelrampe möglich. Eine andere Variante besteht darin, die
20 Quersperre elektrohydraulisch zu aktivieren, insbesondere mittels Stellmotor, Pumpe, die mit oder ohne Druckspeicher ausgeführt sein kann, Ventilen und Stellkolben.

Der elektrische Achsantrieb gemäß der vorliegenden Erfindung und deren Weiterbildungen weist somit ein Zwei-Gang-Getriebe, das sich als zwei- bis dreistufiges
25 Getriebe, insbesondere als Drei-Wellen-Getriebe darstellt, auf. Das Differentialgetriebe ist vorzugsweise als Stirnraddifferential oder Kegelraddifferential ausgebildet. Der Finaldrive ist in Stirnradbauweise ausgeführt. Die Schaltaktorik erfolgt vorzugsweise mit nur einem Aktor.

Die Erfindung einschließlich deren Weiterbildungen schlägt somit einen elektrischen, lastschaltbaren Zwei-Gang-Achsantrieb mit Torque-Vectoring-Einheit und/oder Quersperre vor.

- 5 Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der beigefügten Zeichnung und der Beschreibung der in der Zeichnung wiedergegebenen Ausführungsbeispiele, ohne hierauf beschränkt zu sein.

Es zeigt:

10

- Fig. 1 in einer schematischen Darstellung eine grundsätzliche Anordnung der Antriebskomponenten des elektrischen Achsantriebs,
Fig. 2 ein Nomogramm zur Veranschaulichung der Drehzahlen von Komponenten der Anordnung gemäß Fig. 1,
15 Fig. 3 für ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel eine schematische Darstellung der Antriebskomponenten des elektrischen Achsantriebs,
Fig. 4 für ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel eine schematische Darstellung der Antriebskomponenten des elektrischen Achsantriebs,
Fig. 5 einen Schnitt durch ein als Sperrdifferential ausgebildetes Differential zur
20 Verwendung bei dem Achsantrieb.

Figurenbeschreibung

Der elektrische Achsantrieb findet insbesondere Verwendung bei einem

- 25 Personenkraftwagen. Mittels des elektrischen Achsantriebs werden zwei Räder/Laufräder einer Achse des Kraftfahrzeugs angetrieben.

- Fig. 1 veranschaulicht den grundsätzlichen Aufbau des elektrischen Achsantriebs 1. Veranschaulicht ist eine Elektromaschine 2 – Traktions-Elektromaschine – mit deren
30 Rotor 3 und mit diesem verbundener Ausgangswelle 4. Mit dieser wirkt eine Stirnradstufe 5 zusammen. Konkret ist mit der Ausgangswelle 4 ein Stirnrad 6 der Stirnradstufe 5

drehfest verbunden, wobei dieses Stirnrad 6 einen relativ kleinen Durchmesser aufweist. Mit diesem Stirnrad 6 kämmt ein Stirnrad 7 dieser Stirnradstufe 5, wobei das Stirnrad 7 einen relativ großen Durchmesser aufweist.

- 5 Das Stirnrad 7 ist drehfest mit einer Zwischenwelle 8 verbunden. Diese Zwischenwelle 8 ist drehfest mit einem Planetenträger 9 eines Planetengetriebes 10 verbunden. Der Planetenträger 9 nimmt Doppelplaneten auf. Demnach sind erste Planetenräder 11 und zweite Planetenräder 12 im Planetenträger 9 drehbar gelagert. Die ersten Planetenräder 11 kämmen ausschließlich mit einem Hohlrad 13 des Planetengetriebes 10 und die
10 zweiten Planetenräder 12 kämmen ausschließlich mit einem Sonnenrad 14 des Planetengetriebes 10.

- Das Hohlrad 13 bildet Bestandteil einer Glocke 15, die radial innen mit einer Hohlwelle 16 drehfest verbunden ist, die coaxial zur Zwischenwelle 8 angeordnet ist. Die Hohlwelle 16
15 ist fest mit einem Stirnrad 17 einer zweiten Stirnradstufe 18 verbunden. Dieses Stirnrad 17 weist einen relativ kleinen Durchmesser auf und kämmt mit einem Stirnrad 19 der zweiten Stirnradstufe 18, das einen relativ großen Durchmesser aufweist. Dieses Stirnrad 19 dient dem unmittelbaren Antreiben eines Differentialgetriebes 20, bei dem es sich insbesondere um ein Planetendifferential handelt. Ausgängen dieses Differentialgetriebes
20 20 sind zwei Abtriebswellen 21, 22 der Achse des Kraftfahrzeugs zugeordnet. Die Rotationsachse des Stirnrads 19 bzw. eine Mittenachse des Differentialgetriebes 20 stellt auch die Rotationsachse der beiden Abtriebswellen 21, 22 des elektrischen Achsantriebs 1 dar. Hierbei dient die jeweilige Abtriebswelle 21 bzw. 22 dem Antrieb eines (Lauf-)Rades der Achse des Kraftfahrzeugs. Bei den Abtriebswellen 21, 22 handelt
25 es sich somit um Abtriebswellen des elektrischen Achsantriebs bzw. Ausgangswellen der Getriebeeinheit zum Antreiben des jeweiligen Rades/Laufrades des Personenkraftwagens im Bereich der Fahrzeugachse.

Mit der Bezugsziffer 23 ist das Getriebegehäuse bezeichnet.

Nachfolgend sind die Komponenten zum Schalten des Planetengetriebes 10 in zwei Schaltstufen veranschaulicht:

Das Sonnenrad 14 ist in einer coaxial zur Zwischenwelle 8 angeordneten Welle 24
5 gelagert und mit dieser fest verbunden. Zum drehfesten Verbinden von zwei der drei Komponenten des Planetengetriebes 10 – Planetenträger 9, Hohlrad 13, Sonnenrad 14 - ist ein als Kupplung ausgebildetes erstes Schaltelement 25 vorgesehen.

Die Welle 24 ist ferner über ein als Freilauf 29 ausgebildetes zweites Schaltelement an
10 das Getriebegehäuse 23 angebunden. Dieser Freilauf 29 ist in einen Gang des elektrischen Achsantriebs bei Zugbetrieb wirksam.

In der ersten Schaltstufe sind das Hohlrad 13 bzw. der Planetenträger 9 und das Sonnenrad 14 nicht miteinander gekoppelt, womit über die Kupplung kein Drehmoment
15 übertragen wird. In dieser ersten Schaltstufe legt der Freilauf 29 das Sonnenrad 14 zum Getriebegehäuse 23 fest. In der zweiten Schaltstufe hingegen sind das Hohlrad 13 bzw. der Planetenträger 9 und das Sonnenrad 14 miteinander gekuppelt, womit über die Kupplung Drehmoment übertragen wird. In dieser zweiten Schaltstufe gibt der Freilauf 29 das Sonnenrad 14 zum Getriebegehäuse 23 frei.

20

In der ersten Schaltstufe, vorliegend dem ersten Gang, wird die Kupplung 25 geöffnet und es blockiert der Freilauf 29 das Sonnenrad 14. In der zweiten Schaltstufe, somit im zweiten Gang, ist diese Kupplung 25 geschlossen, womit das Planetengetriebe 10 insgesamt umläuft. In dieser Gangstufe wird aufgrund der Rotation der dem
25 Antriebsstrang zugeordneten Bauteile der Freilauf 29 überholt.

Der elektrische Achsantrieb 1 weist diverse Kugellager 33 und Nadellager 34 auf.

Der elektrische Achsantrieb ist mit einer Torque-Vectoring-Einheit 31 versehen. Diese ist
30 an das Getriebegehäuse 23 angeflanscht und wirkt mit dem Ausgang des Differentialgetriebes 20 zusammen. Die Torque-Vectoring-Einheit 31 besteht

vorzugsweise aus einem Überlagerungsgetriebe, einem Planetensatz bzw. einer übersetzungsbildenden Verzahnungsstufe/übersetzungsbildenden Verzahnungsstufen und einer Elektromaschine, somit einer bezüglich der Elektromaschine 2 zusätzlichen Elektromaschine. Die Torque-Vectoring-Einheit 31 kann durchaus auch innerhalb des
5 Getriebegehäuses 23 angeordnet sein.

Fig. 2 zeigt in einem Nomogramm die Drehzahlen von Planetenträger 9, Hohlrad 13 und Sonnenrad 14 im ersten und zweiten Gang des Kraftfahrzeugs. Dieses gilt auch für die Ausführungsformen gemäß der Fig. 3 und 4.

10

Fig. 3 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des elektrischen Achsantriebs. Mit der grundsätzlichen Anordnung nach Fig. 1 übereinstimmende Teile sind der Einfachheit halber mit denselben Bezugsziffern bezeichnet. Dies gilt im Übrigen auch für das weitere nachstehend erörterte Ausführungsbeispiel.

15

Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist das erste Schaltelement 25 als Kupplung ausgebildet, die, in deren geschlossenen Stellung, den Planetenträger 9 drehmomentübertragend mit dem Hohlrad 13 verbindet. Ferner ist das zweite Schaltelement 29 als Freilauf ausgebildet. Ferner ist eine weitere Kupplung 30, die als
20 Klauenkupplung ausgebildet ist, vorgesehen. Damit ist die Welle 24 über das zweite Schaltelement bzw. den Freilauf 29 und die weitere Kupplung bzw. die Klauenkupplung 30 an das Getriebegehäuse 23 angebunden. Der Freilauf 29 ist in einem Gang des elektrischen Achsantriebs bei Zugbetrieb wirksam.

25 In der ersten Schaltstufe sind der Planetenträger 9 und das Hohlrad 13 nicht miteinander gekoppelt, womit über die Kupplung kein Drehmoment übertragen wird. In dieser ersten Schaltstufe legt der Freilauf 29 das Sonnenrad 14 zum Getriebegehäuse 23 fest. In der zweiten Schaltstufe hingegen sind der Planetenträger 9 und das Hohlrad 13 miteinander gekuppelt, womit über die Kupplung Drehmoment übertragen wird. In dieser zweiten
30 Schaltstufe gibt der Freilauf 29 das Sonnenrad 14 zum Getriebegehäuse 23 frei.

In der ersten Schaltstufe, vorliegend dem ersten Gang, wird die Kupplung 25 zum Kuppeln von Planetenträger 9 und Hohlrad 13 durch Trennen deren Kupplungsteile 26, 27, die mit dem Hohlrad 13 bzw. dem Planetenträger 9 verbunden sind, geöffnet und es blockiert der Freilauf 29 das Sonnenrad. In der zweiten Schaltstufe, somit dem zweiten
5 Gang, ist diese Kupplung 25 geschlossen, womit das Planetengetriebe 10 insgesamt umläuft. In dieser Gangstufe wird aufgrund der Rotation der dem Antriebstrang zugeordneten Bauteile der Freilauf 29 überholt.

Im Rekuperationsbetrieb, somit wenn Drehmoment über die Abtriebswellen 21, 22 in das
10 Differentialgetriebe 20 eingeleitet wird, wird die Klauenkupplung 30 in deren geschlossene Stellung geschaltet, womit eine kraftschlüssige Verbindung zwecks Generatorbetrieb zur Elektromaschine 2 hergestellt ist.

Fig. 4 zeigt eine weitere grundsätzliche Anordnung der Antriebskomponenten des
15 elektrischen Achsantriebs, wobei sich diese grundsätzliche Anordnung von derjenigen nach Fig. 3 nur dadurch unterscheidet, dass statt der Torque-Vecotring-Einheit 31 eine Quersperre 35 vorgesehen ist, die elektrisch steuerbar ist und mit dem Differentialgetriebe zusammenwirkt. Somit kann gemäß der Darstellung in den Figuren 3 und 4 das Differenzial mit einer Torque-Vectoring-Einheit 31 oder einer Quersperre 35
20 verbunden werden. Differentialgetriebe 20 und/oder Torque-Vectoring-Einheit 31 bzw. Quersperre 35 können entweder einzeln oder zusammen jeweils innerhalb oder außerhalb des Getriebegehäuses 23 angeordnet werden.

Fig. 5 zeigt eine beispielhafte Darstellung einer mit einem Differentialgetriebe 20
25 verbundenen Quersperre 35. Mit der Gestaltung gemäß der Figur 4 übereinstimmende Bauteile sind der Einfachheit halber mit denselben Bezugsziffern bezeichnet.

Veranschaulicht ist in Fig. 5 ein Gehäuse 36 des Differentialgetriebes 20, mit dem mittels einer Schweißverbindung das Stirnrad 19 der Stirnradstufe 18 verbunden ist. Im Gehäuse
30 36 ist eine Achse 37 gelagert, die Ausgleichskegelräder 38 des Differentialgetriebes 20 aufnimmt. Diese wirken mit Zahnrädern 39, 40 zusammen, die der drehfesten Aufnahme

der Abtriebswellen 21, 22 dienen. In das Gehäuse 36 ist eine Lamellenkupplung 41 integriert. Innere Lamellen 42 der Lamellenkupplung 41 sind drehfest im Zahnrad 40 gelagert und äußere Lamellen 43 der Lamellenkupplung 41 drehfest im Gehäuse 36 gelagert. Im Gehäuse 36 ist ferner ein Aktuator 28 mit Stellantrieb 44 gelagert. Der

5 Aktuator 28 ist elektronisch ansteuerbar und verstellt über den Stellantrieb 44 Betätigungselemente für die Lamellenkupplung 41, so dass diese vollständig oder mit Schlupf geschlossen werden kann. Bei der veranschaulichten elektromotorischen Variante erfolgt diese Verstellung über eine Kugelrampe 32, die bei Einwirkung des Stellantriebs 44 die inneren und äußeren Lamellen 42, 43 der Lamellenkupplung 41 mehr

10 oder weniger zusammenpresst.

Patentansprüche

1. Elektrischer Achsantrieb (1) für ein Kraftfahrzeug, wobei dieser eine Getriebeanordnung mit zwei Gängen aufweist, mit einer Elektromaschine (2) zum
5 Antreiben von zwei Abtriebswellen (21, 22) der Achse des Kraftfahrzeugs, einer mittels der Elektromaschine (2) antreibbaren ersten Stirnradstufe (5) zum Antreiben einer Zwischenwelle (8) und eines fest mit der Zwischenwelle (8) verbundenen, Planetenträder (11, 12) aufnehmenden Planetenträgers (9) eines Planetengetriebes (10) sowie mit einem Hohlrad (13) des Planetengetriebes (10) zum Antreiben einer
10 zweiten Stirnradstufe (18), einem Sonnenrad (14) des Planetengetriebes (10) und Schaltelementen (25, 29) zum Schalten der beiden Gänge, wobei ein erstes Schaltelement (25) als Kupplung ausgebildet ist, mit der das Hohlrad (13) und das Sonnenrad (14) oder das Hohlrad (13) und der Planetenträger (9) oder das Sonnenrad (14) und der Planetenträger (9) drehmomentübertragend verbindbar ist,
15 und mittels eines zweiten Schaltelements (29) das Sonnenrad (14) und ein Getriebegehäuse (23) der Getriebeanordnung drehfest verbindbar sind, wobei mit einem Ausgang der zweiten Stirnradstufe (18) ein Differentialgetriebe (20) drehmomentübertragend verbunden ist, dessen Ausgang die beiden Abtriebswellen (21, 22) zugeordnet sind, wobei das Differentialgetriebe (20) mit einer Torque-
20 Vectoring-Einheit (31) oder einer Quersperre (35) verbunden ist.
2. Elektrischer Achsantrieb nach Anspruch 1, wobei die Kupplung (25) in einer ersten Schaltstufe geöffnet und in einer zweiten Schaltstufe geschlossen ist, sowie das zweite Schaltelement (29) in der ersten Schaltstufe die Festlegung zum
25 Getriebegehäuse (23) bewirkt und in der zweiten Schaltstufe die Festlegung aufgehoben ist.
3. Elektrischer Achsantrieb nach Anspruch 1 oder 2, wobei erste Planetenräder (11) und zweite Planetenräder (12) im Planetenträger (9) gelagert sind, wobei die ersten
30 Planetenräder (11) nur mit dem Hohlrad (13) und den zweiten Planetenrädern (12)

kämmen und die zweiten Planetenräder (12) nur mit dem Sonnenrad (14) und den ersten Planetenrädern (11) kämmen.

4. Elektrischer Achsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Kupplung
5 (25) in deren geschlossenen Stellung den Planetenträger (9) und das Hohlrad (13) drehfest miteinander verbindet.
5. Elektrischer Achsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Kupplung (25) reibschlüssig wirksam ist.
- 10 6. Elektrischer Achsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das zweite Schaltelement (29) als Freilauf und/oder als Kupplung, insbesondere Klauenkupplung, und/oder als Bremse ausgebildet ist.
- 15 7. Elektrischer Achsantrieb nach Anspruch 6, wobei das als Freilauf ausgebildete zweite Schaltelement (29) für Zugbetrieb des Kraftfahrzeugs oder das als Kupplung ausgebildete zweite Schaltelement (29) zumindest für Schubbetrieb des Kraftfahrzeugs, insbesondere Zugbetrieb und Schubbetrieb des Kraftfahrzeugs, vorgesehen ist.
- 20 8. Elektrischer Achsantrieb nach einem der Ansprüche 6 oder 7, wobei in der ersten Schaltstufe das als Kupplung ausgebildete zweite Schaltelement (29) zum Festlegen des Sonnenrads (14) zu einem Gehäuse (23) des Planetengetriebes (10) geschlossen ist oder/und das als Freilauf ausgebildete zweite Schaltelement (29)
25 das Sonnenrad (14) zum Gehäuse (23) des Planetengetriebes (10) festlegt.
9. Elektrischer Achsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei in der zweiten Schaltstufe das als Kupplung ausgebildete zweite Schaltelement (29) zum Festlegen des Sonnenrads (14) zu dem Gehäuse (23) des Planetengetriebes (10) geöffnet ist
30 oder/und das als Freilauf ausgebildete zweite Schaltelement (29) das Sonnenrad (14) zum Gehäuse (23) freigibt.

10. Elektrischer Achsantrieb nach Anspruch 8 oder 9, wobei das als Freilauf ausgebildete zweite Schaltelement (29) mit einer weiteren Kupplung (30), insbesondere einer Klauenkupplung (30) zur Rekuperation kombinierbar ist.
- 5
11. Elektrischer Achsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei ein erstes Stirnrad (17) der zweiten Stirnradstufe (18) coaxial zur Zwischenwelle (8) angeordnet ist.
- 10 12. Elektrischer Achsantrieb nach Anspruch 11, wobei das Planetengetriebe (10) coaxial zur Zwischenwelle (8) angeordnet ist, sowie die Achsen der beiden Stirnradstufen (5, 18) und eine Mittelnachse der mindestens einen Abtriebswelle (21, 22) achsparallel zueinander angeordnet sind.
- 15 13. Elektrischer Achsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Differentialgetriebe (20) als Kegelraddifferentialgetriebe oder Planetendifferentialgetriebe, insbesondere als Planetendifferentialgetriebe mit Ravigneaux-Satz ausgebildet ist.
- 20 14. Elektrischer Achsantrieb nach Anspruch 13, wobei die Torque-Vectoring-Einheit (31) wenigstens eine weitere Elektromaschine und wenigstens ein Überlagerungsgetriebe aufweist, zur Erzeugung eines Differenzmoments zwischen den beiden Abtriebswellen (21, 22).
- 25 15. Elektrischer Achsantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei das Differentialgetriebe (20) und/oder die Torque-Vectoring-Einheit (31) bzw. die Quersperre (35) jeweils innerhalb oder außerhalb des Getriebegehäuses (23) der Getriebeanordnung angeordnet sind.

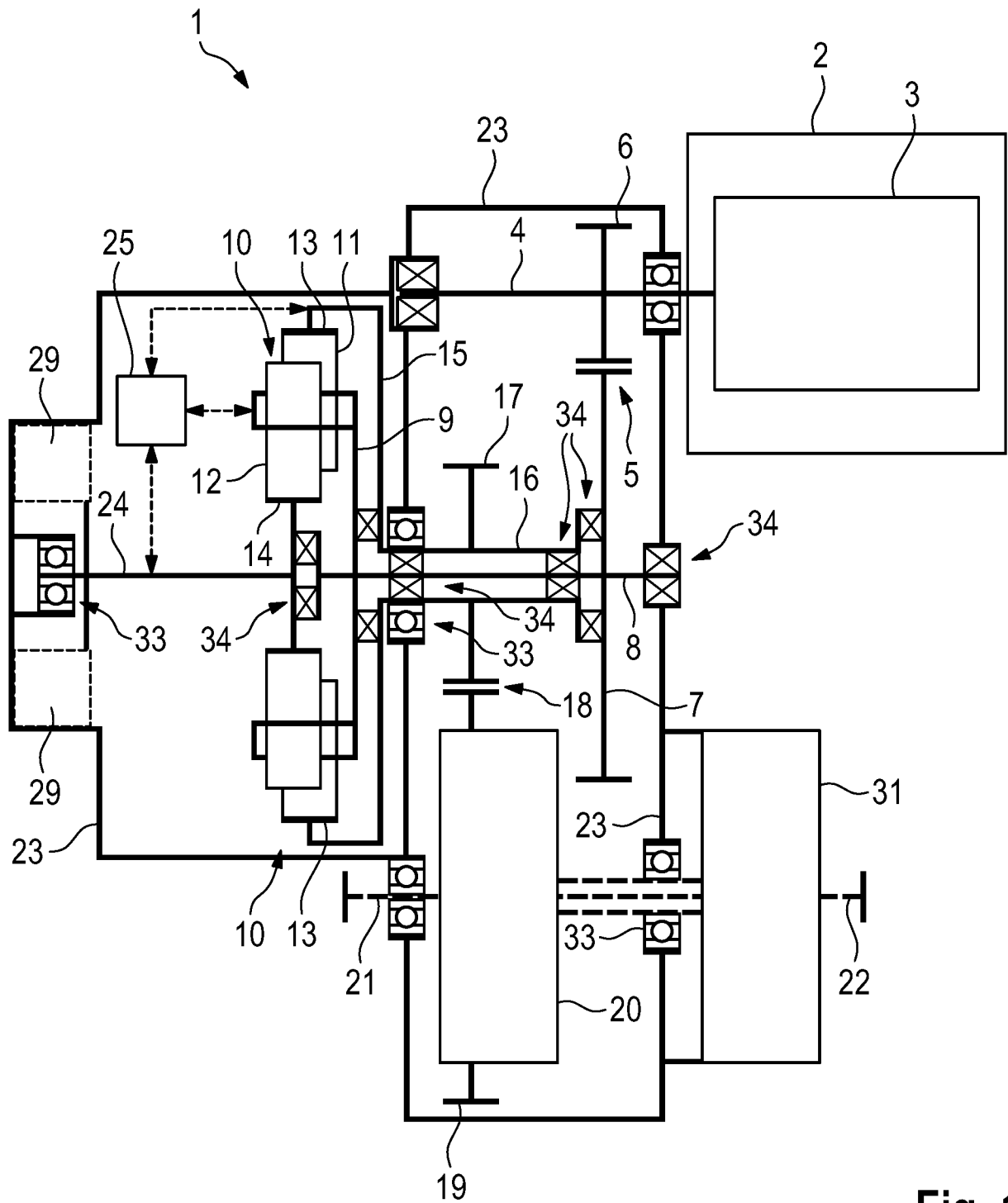


Fig. 1

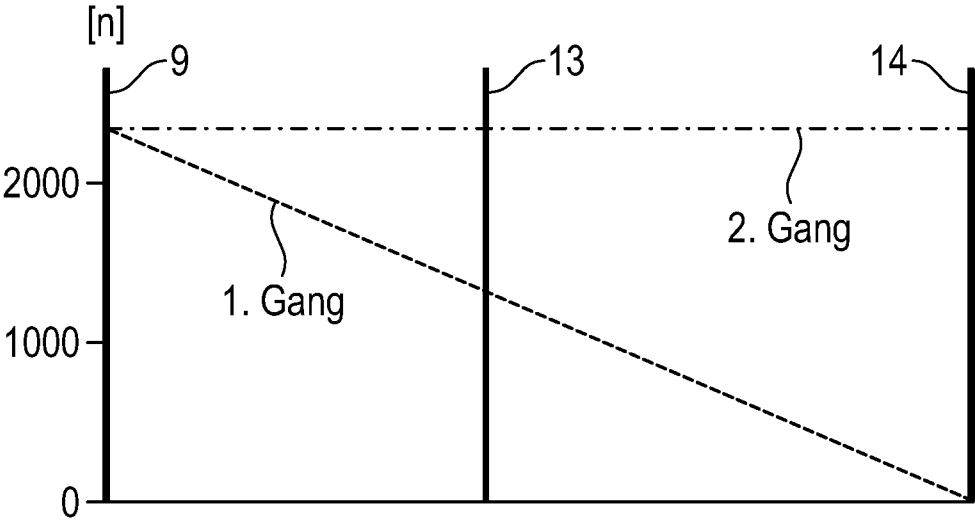


Fig. 2

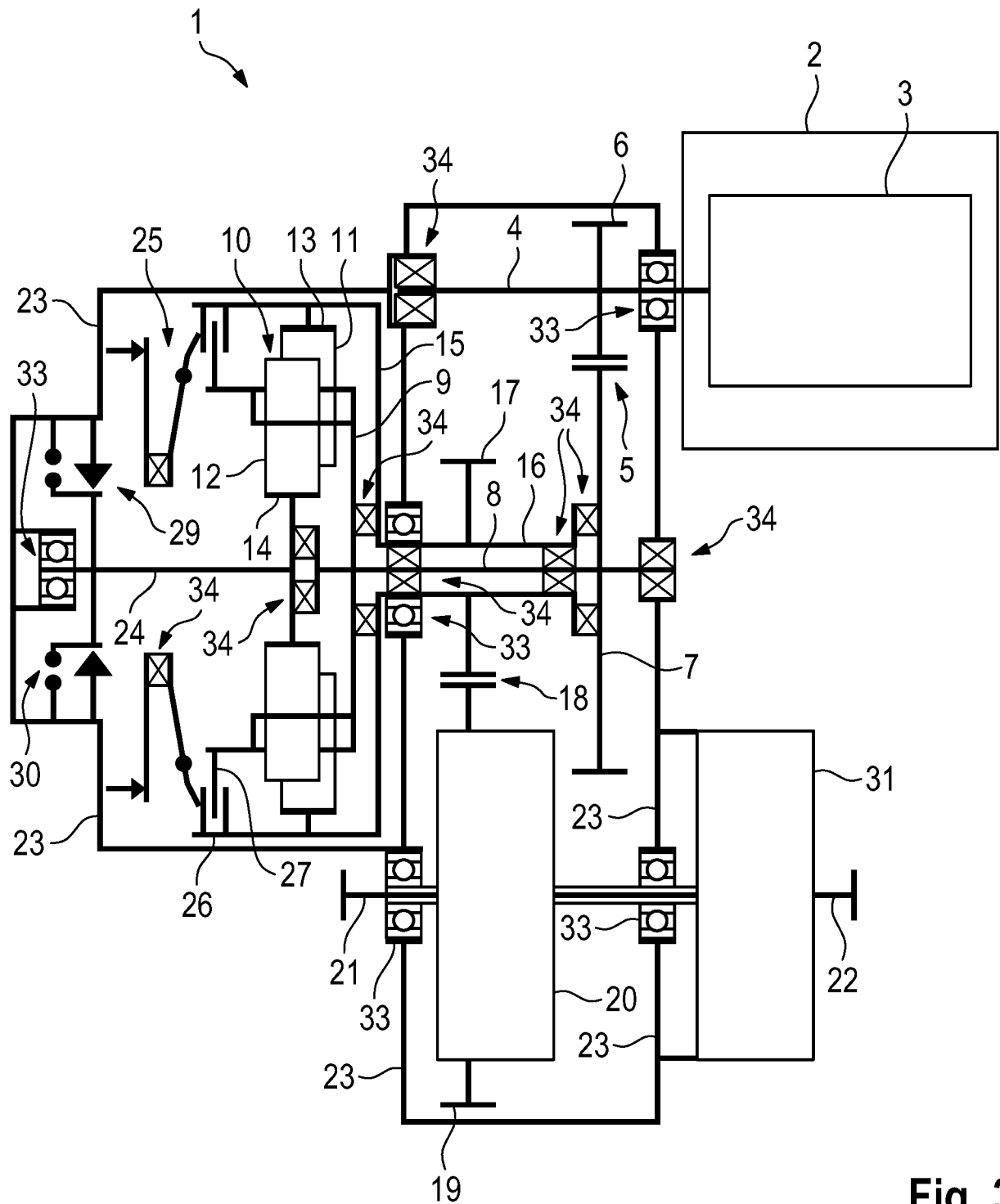


Fig. 3

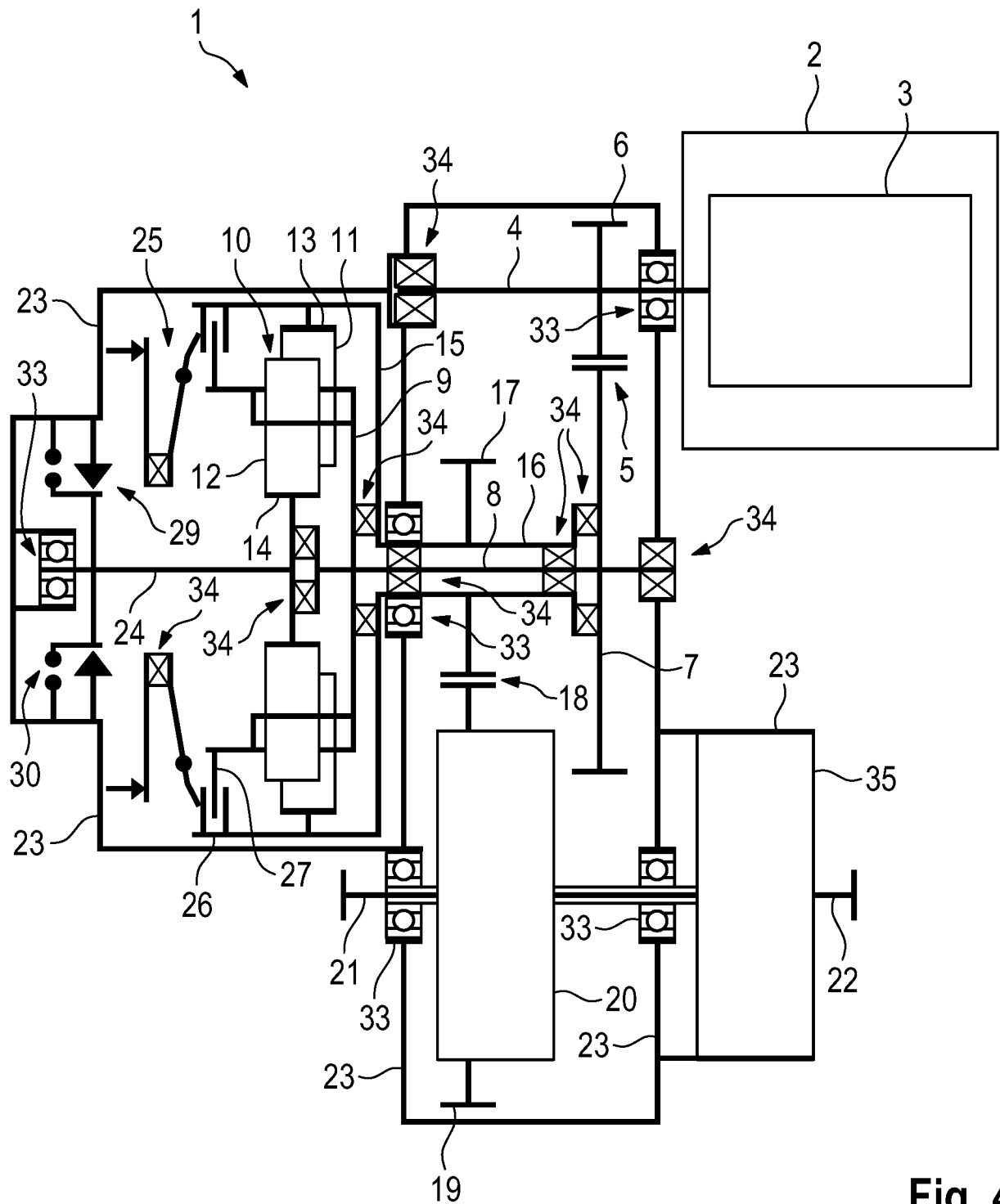


Fig. 4

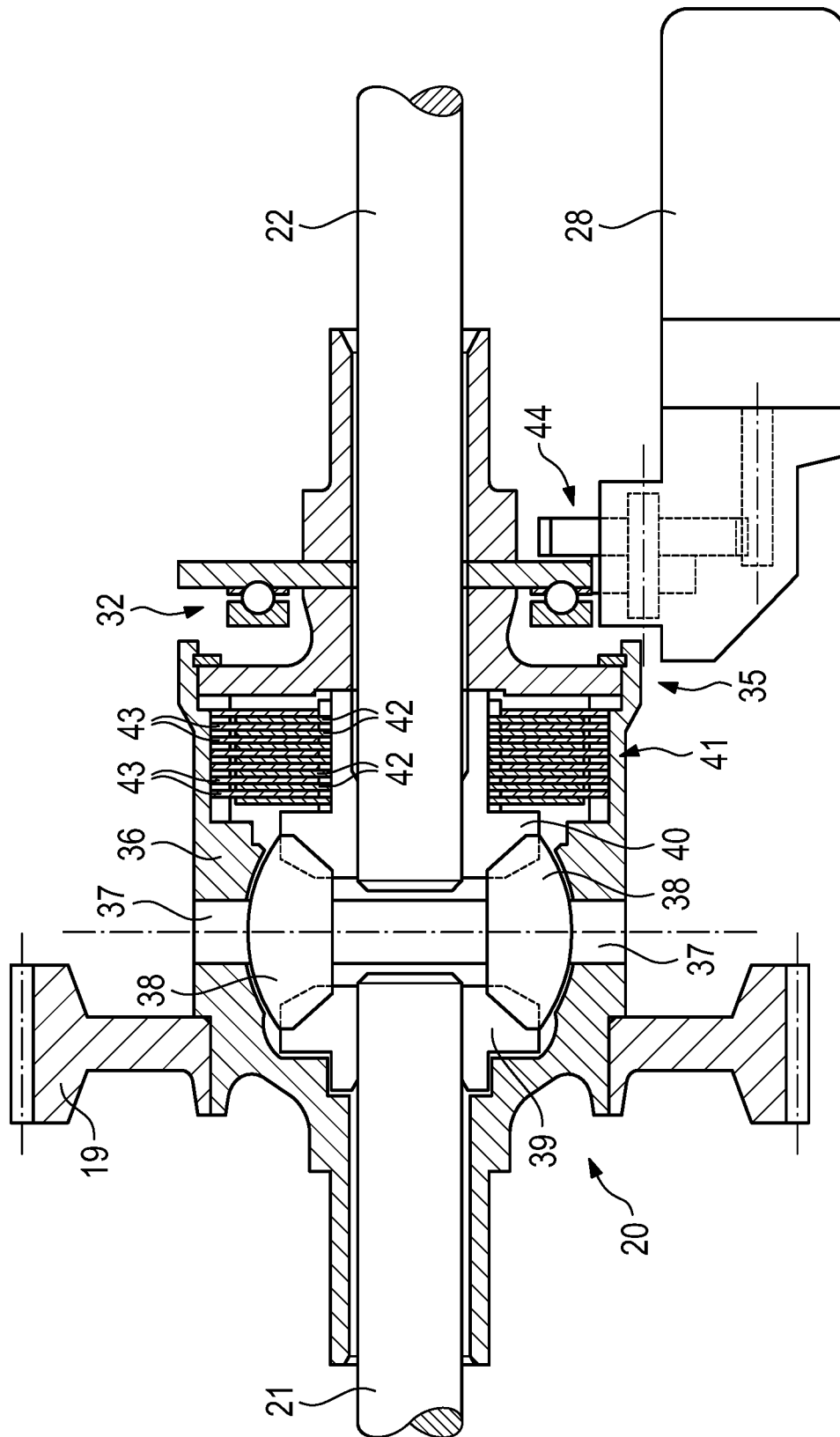


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2015/100521

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60K1/00 F16H3/58
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 B60K F16H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2009 113519 A (TOYOTA MOTOR CORP) 28 May 2009 (2009-05-28)	1-13,15
Y	figures 1, 10 paragraphs [0006], [0043], [0047], [0049], [0095] - [0098], [0104], [0106] -----	14
Y	DE 10 2012 204281 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 19 September 2013 (2013-09-19)	14
A	figures 1-3 paragraph [0019] -----	1-13,15
A	WO 2006/074679 A1 (GKN DRIVELINE INT GMBH) 20 July 2006 (2006-07-20) figures 1, 2 page 8, line 17 - line 27 -----	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 May 2016

Date of mailing of the international search report

23/05/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Waldstein, Martin

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2015/100521

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2009113519 A	28-05-2009	NONE	
DE 102012204281 A1	19-09-2013	NONE	
WO 2006074679 A1	20-07-2006	DE 112004003027 A5 WO 2006074679 A1	06-12-2007 20-07-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60K1/00 F16H3/58
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60K F16H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2009 113519 A (TOYOTA MOTOR CORP) 28. Mai 2009 (2009-05-28)	1-13,15
Y	Abbildungen 1, 10 Absätze [0006], [0043], [0047], [0049], [0095] - [0098], [0104], [0106] -----	14
Y	DE 10 2012 204281 A1 (SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG [DE]) 19. September 2013 (2013-09-19)	14
A	Abbildungen 1-3 Absatz [0019] -----	1-13,15
A	WO 2006/074679 A1 (GKN DRIVELINE INT GMBH) 20. Juli 2006 (2006-07-20) Abbildungen 1, 2 Seite 8, Zeile 17 - Zeile 27 -----	1-15



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

6. Mai 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/05/2016

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Waldstein, Martin

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2015/100521

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2009113519 A	28-05-2009	KEINE	
DE 102012204281 A1	19-09-2013	KEINE	
WO 2006074679 A1	20-07-2006	DE 112004003027 A5 WO 2006074679 A1	06-12-2007 20-07-2006