

(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
8. September 2017 (08.09.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/148573 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 3/66 (2006.01) *B60K 1/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/000239
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. Februar 2017 (20.02.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 002 567.0 3. März 2016 (03.03.2016) DE
- (71) Anmelder: DAIMLER AG [DE/DE]; Mercedesstraße
137, 70327 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder: SCHILDER, Tobias; Eugenstraße 53, 70794
Filderstadt (DE). BOU ROMANO, Josep Maria;
Florianstr. 20A, 70188 Stuttgart (DE). RIEDL, Klaus;
Käthe-Kollwitzstr. 9, 72074 Tübingen (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, 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, KH,
KN, KP, KR, KW, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DRIVE DEVICE, IN PARTICULAR FOR AN ELECTRIC VEHICLE

(54) Bezeichnung : ANTRIEBSVORRICHTUNG, INSBESONDERE FÜR EIN ELEKTROFAHRZEUG

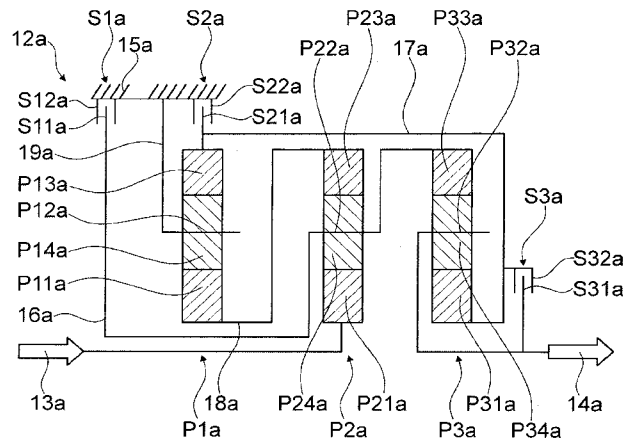


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a drive device, comprising at least one axle drive (11a-c) and one multi-stage gearing (12a-c), which is arranged between an input element and the axle drive (11a-c) and is at least designed for the selection of three forward gears (V1a-c, V2a-c, V3a-c). The multi-stage gearing comprises: exactly three planet gear stages (P1a-c, P2a-c, P3a-c) operatively connected to each other, having sun gears (P11a-c, P21a-c, P31a-c), ring gears (P13a-c, P23a-c, P33a-c), and planet gear carriers (P12a-c, P22a-c, P32a-c); three shifting units (S1a-c, S2a-c, S3a-c) each having two coupling elements (S11a-c, S12a-c, S21a-c, S22a-c, S31a-c, S32a-c) that can be connected to each other in a rotationally fixed manner; a gearing input element (13a-c) for connecting the electric motor (10a-c) for conjoint rotation; and a transmission output element (14a-c) for connecting the axle drive (11a-c) for conjoint rotation. The transmission input element (13a-c) is permanently connected to the sun gear (P21a-c) of the second planet gear stage (P2a-c) for conjoint rotation. The transmission output element (14a-c) is permanently connected at least to the planet gear carrier (P32a-c) of the third planet gear stage (P3a-c) for conjoint rotation. The third shifting unit (S3a-c) is provided for blocking the third planet gear stage (P3a-c).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/148573 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Es wird eine Antriebsvorrichtung vorgeschlagen, mit zumindest einem Achsantrieb (11a-c) und mit einem zwischen einem Eingangselement und dem Achsantrieb (11a-c) angeordneten, zumindest konstruktiv zur Schaltung von drei Vorwärtsgetriebegängen (V1 a-c, V2a-c, V3a-c) vorgesehenen Mehrstufengetriebe (12a-c), das genau drei wirkungsmäßig miteinander verbundene Planetenradstufen (P1a-c, P2a-c, P3a-c) mit Sonnenrädern (P11a-c, P21a-c, P31a-c), Hohlrädern (P13a-c, P23a-c, P33a-c) und Planetenradträgern (P12a-c, P22a-c, P32a-c), drei Schalteinheiten (S1a-c, S2a-c, S3a-c) mit jeweils zwei drehfest miteinander verbindbaren Kopplungselementen (S11a-c, S12a-c, S21a-c, S22a-c, S31a-c, S32a-c), ein Getriebeeingangselement (13a-c) zur drehfesten Anbindung des Elektromotors (10a-c) und ein Getriebeausgangselement (14a-c) zur drehfesten Anbindung des Achsantriebs (11a-c) aufweist, wobei das Getriebeeingangselement (13a-c) permanent drehfest mit dem Sonnenrad (P21a-c) der zweiten Planetenradstufe (P2a-c) verbunden ist, das Getriebeausgangselement (14a-c) permanent drehfest zumindest mit dem Planetenradträger (P32a-c) der dritten Planetenradstufe (P3a-c) verbunden ist und die dritte Schalteinheit (S3a-c) dazu vorgesehen ist, die dritte Planetenradstufe (P3a-c) zu verblocken.

Antriebsvorrichtung, insbesondere für ein Elektrofahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, insbesondere ein Elektrofahrzeug oder ein Kraftfahrzeug mit zumindest einer rein elektrisch angetriebenen Antriebsachse.

Aus der WO 2012/010340 A1 ist bereits eine Antriebsvorrichtung für ein Elektrofahrzeug, bekannt, die einen Elektromotor, einen Achsantrieb und ein zwischen dem Elektromotor und dem Achsantrieb angeordnetes Mehrstufengetriebe aufweist.

Aus der gattungsgemäßen DE 102013226473 A1 ist eine Antriebsvorrichtung mit drei Planetenradstufen bekannt, wobei ein Getriebeeingangselement permanent drehfest mit einem zweiten Sonnenrad verbunden ist, ein Getriebeausgangselement permanent drehfest zumindest mit einem dritten Planetenradträger verbunden ist und eine Schalteinheit dazu vorgesehen ist, die dritte Planetenradstufe zu verblocken, ein zweiter Planetenradträger und ein drittes Hohlrad permanent drehfest miteinander verbunden sind, ein erster Planetenradträger gehäusefest angeordnet ist

Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, eine weiterentwickelte Antriebsvorrichtung für ein Elektrofahrzeug bereitzustellen. Sie wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Es wird von einer Antriebsvorrichtung ausgegangen, insbesondere für ein Elektrofahrzeug, mit zumindest einem Achsantrieb und mit einem zwischen einem Eingangselement und dem Achsantrieb angeordneten, zumindest konstruktiv zur Schaltung von drei Vorwärtsgetriebegehängen vorgesehenen Mehrstufengetriebe, das genau drei wirkungsmäßig miteinander verbundene Planetenradstufen mit Sonnenrädern, Hohlrädern und Planetenradträgern, drei Schalteinheiten mit jeweils zwei drehfest

miteinander verbindbaren Kopplungselementen, ein Getriebeeingangselement zur drehfesten Anbindung des Elektromotors und ein Getriebeausgangselement zur drehfesten Anbindung des Achsantriebs aufweist, wobei das Getriebeeingangselement permanent drehfest mit dem Sonnenrad der zweiten Planetenradstufe verbunden ist, das Getriebeausgangselement permanent drehfest zumindest mit dem Planetenradträger der dritten Planetenradstufe verbunden ist und die dritte Schalteinheit dazu vorgesehen ist, die dritte Planetenradstufe zu verblocken.

Erfindungsgemäß sind das Sonnenrad der ersten Planetenradstufe und das Hohlrad der zweiten Planetenradstufe permanent drehfest miteinander verbunden.

Durch eine solche Ausgestaltung kann eine kompakte Antriebsvorrichtung für ein Elektrofahrzeug bereitgestellt werden, die eine vorteilhafte Anbindung eines Elektromotors an den Achsantrieb ermöglicht. Durch das Mehrstufengetriebe können unterschiedliche Vorwärtsgtriebegänge bereitgestellt werden, durch die ein von dem Elektromotor abgegebenes Antriebsmoment vorteilhaft umgesetzt werden kann. Auf eine Schaltbarkeit von Rückwärtsgtriebegängen kann verzichtet werden, indem der Elektromotor für eine Drehrichtungsumkehr vorgesehen ist. Bauteilbelastungen können in dem vorgeschlagenen Mehrstufengetriebe durch dessen Grundstruktur zumindest teilweise gesenkt werden, wodurch insbesondere ein Leichtbau vereinfacht werden kann. Durch die unterschiedlich übersetzten Vorwärtsgtriebegänge kann der Elektromotor auch bei hohen Fahrzeuggeschwindigkeiten mit einem hohen Wirkungsgrad betrieben werden. Bei niedrigen Geschwindigkeiten kann ein Drehmoment des Elektromotors vorteilhaft umgesetzt werden. Übersetzungsverhältnisse der Vorwärtsgtriebegänge und/oder des Achsantriebs können zumindest teilweise an eine Ausgestaltung des Elektrofahrzeugs angepasst werden. Es kann eine flexible Antriebsvorrichtung bereitgestellt werden.

Unter einer „Antriebsvorrichtung mit zumindest einem Elektromotor, mit zumindest einem Achsantrieb und einem zwischen dem Elektromotor und dem Achsantrieb angeordneten Mehrstufengetriebe“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere eine Antriebsvorrichtung verstanden werden, die lediglich Elektromotoren zur Erzeugung eines Antriebsmoments aufweist. Insbesondere soll darunter eine von einer Brennkraftmaschine unabhängige Antriebsvorrichtung verstanden werden. Unter einem „Mehrstufengetriebe“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein zwischen dem Elektromotor und dem Achsantrieb angeordnetes Getriebe zur Schaltung der unterschiedlich übersetzten Vorwärtsgtriebegänge verstanden werden. Unter einer

„Planetenradstufe“ soll weiter insbesondere eine Zahnradstufe verstanden werden, die durch einen Zahneingriff zwischen einem Sonnenrad und einem von einem Planetenradträger geführten Planetenrad und/oder einen Zahneingriff zwischen einem von einem Planetenradträger geführten Planetenrad und einem Hohlrad definiert ist. Grundsätzlich können die Planetenradstufen zumindest teilweise einstückig ausgeführt werden. Insbesondere ist es denkbar, dass zwei der Planetenradstufen ein gemeinsames Hohlrad und getrennte Sonnenräder oder ein gemeinsames Sonnenrad und getrennte Hohlräder aufweisen. Unter einem „Achsantrieb“ soll insbesondere eine Wirkverbindung zwischen dem Getriebeausgangselement des Mehrstufengetriebes und zumindest einem Antriebsrad des Kraftfahrzeugs verstanden werden. Der Achsantrieb kann für eine permanente drehfeste Verbindung zwischen dem Getriebeausgangselement und dem Antriebsrad vorgesehen sein. Alternativ kann der Achsantrieb auch ein Differentialgetriebe aufweisen, das dazu vorgesehen ist, zwei Antriebsräder parallel an das Getriebeausgangselement anzubinden.

Die Planetenradstufen sind im Folgenden mit „erste Planetenradstufe“, „zweite Planetenradstufe“ und „dritte Planetenradstufe“ bezeichnet. Die Bezeichnungen „erste“, „zweite“ und „dritte“ Planetenradstufe sind insbesondere zur Festlegung einer axialen Anordnung vorgesehen, wobei eine axiale Reihenfolge der Planetenradstufen von der Nummerierung abweichen kann. Grundsätzlich ist eine geänderte Anordnung der Planetenradstufen und/oder eine gestapelte Anordnung, bei der die Planetenradstufen zumindest teilweise radial ineinander geschachtelt sind, denkbar. Insbesondere durch eine räumliche Umordnung der Schalteinheiten, durch eine geänderte Anordnung von Getriebeelementen und/oder durch Vertauschung der Sonnenräder, Planetenräder und/oder Hohlräder sind verschiedene kinematisch äquivalente Getriebestrukturen realisierbar. Unter „kinematisch äquivalenten Getriebestrukturen“ sollen dabei Getriebestrukturen verstanden werden, welche eine gleiche Anzahl von Schalteinheiten sowie identische Schaltschemata zur Schaltung der Vorwärtsgetriebegänge und der Rückwärtsgetriebegänge aufweisen.

Unter einer „Schalteinheit“ soll weiter insbesondere eine Einheit mit genau zwei relativ zueinander drehbaren Kopplungselementen, die zur drehfesten Verbindung miteinander vorgesehen sind, verstanden werden. Eine Schalteinheit kann wahlweise als Kupplung oder Bremse ausgebildet werden. Unter einer Schalteinheit, die als „Kupplung“ ausgebildet ist, soll insbesondere eine Schalteinheit verstanden werden, die in einem Leistungsfluss zwischen zwei der Planetenradstufen angeordnet ist und die dazu vorgesehen ist, ihre zwei drehbar angeordneten Kopplungselemente, die in einem

geöffneten Zustand unabhängig voneinander verdrehbar sind, in einem geschlossenen Zustand drehfest miteinander zu verbinden. Unter einer Schalteinheit, die als „Bremse“ ausgebildet ist, soll insbesondere eine Schalteinheit verstanden werden, die wirkungsmäßig zwischen einer der Planetenradstufen und einem Getriebegehäuse angeordnet ist und die dazu vorgesehen ist, ihr drehbares Kopplungselement, das in einem geöffneten Zustand unabhängig von dem Getriebegehäuse verdrehbar ist, in einem geschlossenen Zustand mit ihrem drehfest mit dem Getriebegehäuse verbundenen Kopplungselement drehfest zu verbinden. Unter „drehfest verbunden“ soll insbesondere eine Verbindung verstanden werden, bei der ein Leistungsfluss über eine vollständige Umdrehung gemittelt mit einem unveränderten Drehmoment, einer unveränderten Drehrichtung und/oder einer unveränderten Drehzahl übertragen wird.

Unter einer Schalteinheit soll in diesem Zusammenhang insbesondere keine Kupplung verstanden werden, die einem durch die Planetenradstufen ausgebildeten Zahnradsatz vorgeschaltet oder nachgeschaltet ist. Unter einer „dem Zahnradsatz vorgeschalteten Kupplung“ soll insbesondere eine Kupplung verstanden werden, die in zumindest einem Getriebegang in einem Leistungsfluss zwischen dem Elektromotor und dem Getriebeeingangselement angeordnet ist, wie beispielsweise eine Trennkupplung oder eine Anfahrkupplung. Unter einer „dem Zahnradsatz nachgeschalteten Kupplung“ soll insbesondere eine Kupplung verstanden werden, die in zumindest einem Getriebegang in einem Leistungsfluss zwischen dem Getriebeausgangselement und einem Achsantrieb angeordnet ist, wie beispielsweise eine Allradkupplung. Grundsätzlich kann eine Schaltbarkeit des Mehrstufengetriebes durch eine dem Zahnradsatz vorgeschaltete oder nachgeschaltete Kupplungseinheit erhöht werden. Unter einem „Getriebeeingangselement“ soll dabei insbesondere ein Getriebeelement, das zumindest konstruktiv zur drehfesten Anbindung eines Rotors des Elektromotors vorgesehen ist, verstanden werden. Unter einem „Getriebeausgangselement“ soll insbesondere ein Getriebeelement, das zumindest konstruktiv zur drehfesten Anbindung eines Achsantriebs vorgesehen ist, verstanden werden. Unter einem „Getriebeelement“ soll insbesondere eine Ausgestaltung verstanden werden, die zur permanenten drehfesten Verbindung zwischen den Sonnenrädern, Planetenradträgern, Hohlrädern und/oder Kopplungselementen vorgesehen ist.

Unter „zumindest konstruktiv“ soll insbesondere verstanden werden, dass konstruktiv eine entsprechende Ausgestaltung vorgesehen ist, in einem eventuellen Ausführungsbeispiel aber von einer funktionellen Nutzung der konstruktiven Ausgestaltung abgesehen werden kann. Unter „konstruktiv zur Schaltung eines Getriebegangs vorgesehen“ soll in diesem

Zusammenhang insbesondere verstanden werden, dass mittels der Schalteinheiten und Planetenradstufen mechanisch ein entsprechender Getriebegang grundsätzlich bildbar ist, unabhängig davon, ob im Rahmen einer Schaltstrategie auf die Schaltung des Getriebegangs verzichtet wird oder nicht. Beispielsweise können in einer Ausgestaltung die Schalteinheiten konstruktiv zur Schaltung von mehr Vorwärtsgetriebeängen vorgesehen sein, als es sinnvoll sein kann, sie im Rahmen einer Betriebsstrategie für das Mehrstufengetriebe zu schalten.

Unter dem „Verblocken einer Planetenradstufe“ soll insbesondere verstanden werden, dass das Sonnenrad, der Planetenradträger und das Hohlrad einer einzelnen Planetenradstufe drehfest miteinander verbunden sind, wodurch sie in einem solchen Betriebszustand stets eine gleiche Drehzahl und eine gleiche Drehrichtung aufweisen. Unter einer „Schalteinheit zum Verblocken einer Planetenradstufe“ soll eine einzelne Schalteinheit mit zwei Kopplungselementen verstanden werden, die jeweils mit dem Sonnenrad, dem Planetenradträger oder dem Hohlrad der entsprechenden Planetenradstufe permanent drehfest verbunden sind, wodurch mittels Schließen dieser einen Schalteinheit die entsprechende Planetenradstufe verblockt werden kann. Grundsätzlich kann die einzelne Kupplungseinheit zum Verblocken der Planetenradstufe auch durch zwei hintereinander geschaltete Kupplungseinheiten ersetzt werden.

Vorzugsweise ist ein Teil der Schalteinheiten formschlüssig ausgebildet. Dadurch kann ein Schleppverlust gering gehalten werden, wodurch ein Leistungsverlust innerhalb des Mehrstufengetriebes vorteilhaft verringert werden kann. Insbesondere ist es möglich, zwei der drei Schalteinheiten formschlüssig auszubilden. Unter einer „formschlüssig ausgebildeten Schalteinheit“ soll dabei insbesondere eine Schalteinheit verstanden werden, die zur Verbindung ihrer Kopplungselemente bzw. zur Anbindung ihres Kopplungselements eine Verzahnung und/oder Klauen aufweist, die zur Herstellung einer drehfesten Verbindung formschlüssig ineinandergreifen, wobei eine Übertragung eines Leistungsflusses in einem vollständig geschlossenen Zustand zumindest hauptsächlich durch einen Formschluss erfolgt. Die Schalteinheiten können grundsätzlich reibschlüssig oder formschlüssig ausgebildet sein. Unter einer „reibschlüssig ausgebildeten Schalteinheit“ soll dabei insbesondere eine Schalteinheit verstanden werden, die zur Verbindung ihrer Kopplungselemente bzw. zur Anbindung ihres Kopplungselements zumindest zwei Reibpartner aufweist, die zur Herstellung einer drehfesten Verbindung reibschlüssig aneinander anliegen, wobei eine Übertragung eines Leistungsflusses in einem vollständig geschlossenen Zustand zumindest hauptsächlich durch Reibung erfolgt. Eine reibschlüssig ausgebildete Kupplungseinheit ist vorzugsweise als eine

Lamellenkupplungseinheit und eine reibschlüssig ausgebildete Bremseinheit ist vorzugsweise als eine Lamellenbremseinheit ausgebildet. Eine formschlüssig ausgebildete Kupplungseinheit ist vorzugsweise als eine Klauenkupplungseinheit und eine formschlüssig ausgebildete Bremseinheit ist vorzugsweise als eine Klauenbremseinheit ausgebildet. Eine formschlüssig ausgebildete Schalteinheit ist vorteilhaft über eine Schieberrumpe schaltbar. Dabei sind die formschlüssig ausgebildeten Schalteinheiten vorzugsweise ohne eine reibschlüssige Synchronisierung ausgeführt, können grundsätzlich aber auch eine reibschlüssige Synchronisierung aufweisen.

Vorzugsweise umfasst das Mehrstufengetriebe Aktuatoren zur automatisierten Schaltung der Schalteinheiten. Grundsätzlich ist es aber auch möglich, zumindest einen Teil der Schalteinheiten zumindest teilweise selbstständig schaltend auszuführen. Eine selbstständig schaltende Kupplungseinheit bzw. Bremseinheit ist vorzugsweise als ein Freilauf ausgebildet. Zudem kann auch eine Ausgestaltung der Planetenradstufen mit Einfachplanetenradsätzen oder Doppelplanetenradsätzen von den dargestellten Ausführungsbeispielen abweichen. In kinematisch äquivalenter Weise ist es beispielsweise möglich, einen Einfachplanetenradsatz durch einen Doppelplanetenradsatz zu ersetzen, wobei für eine kinematisch gleiche Wirkweise zusätzlich insbesondere eine Standübersetzung der Planetenradstufe angepasst werden muss. Insbesondere bei einer Ausbildung mittels eines Doppelplanetenradsatzes kann grundsätzlich auch eine Anbindung von einem Sonnenrad und einem Planetenradträger, einem Hohlrad und einem Planetenradträger oder einem Sonnenrad und einem Hohlrad getauscht werden, wobei für eine kinematisch gleiche Wirkweise zusätzlich insbesondere eine Standübersetzung der Planetenradstufe angepasst werden muss.

Die Begriffe „axial“ und „radial“ sind im Folgenden insbesondere auf die Hauptrotationsachse des Mehrstufengetriebes bezogen, so dass der Ausdruck „axial“ insbesondere eine Richtung bezeichnet, die parallel oder koaxial zu der Hauptrotationsachse verläuft. Ferner bezeichnet der Ausdruck „radial“ insbesondere eine Richtung, die senkrecht zu der Hauptrotationsachse verläuft. Unter einer „getriebeeingangsseitigen Anordnung“ soll insbesondere verstanden werden, dass das genannte Bauteil auf einer Seite des weiteren Bauteils angeordnet ist, welche dem Getriebeeingangselement und/oder dem Elektromotor zugewandt ist. Unter einer „getriebeausgangsseitigen Anordnung“ soll insbesondere verstanden werden, dass das genannte Bauteil auf einer Seite des weiteren Bauteils angeordnet ist, welche dem Getriebeeingangselement und/oder dem Elektromotor abgewandt ist, auch wenn das weitere Bauteil in axialer Richtung nach dem Getriebeausgangselement angeordnet ist,

beispielsweise weil das Getriebeausgangselement zwischen zwei Planetenradstufen angeordnet ist.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Figurenbeschreibung. In den Figuren sind mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Zur Unterscheidung der Ausführungsbeispiele sind die Bezugszeichen der folgenden Figurenbeschreibung durch die Buchstaben a bis c ergänzt. Bezüglich gleich bezeichneter Bauteile, insbesondere in Bezug auf Bauteile mit gleichen Bezugszeichen, soll grundsätzlich auf die Beschreibung und/oder die Zeichnungen des ersten Ausführungsbeispiels mit dem Buchstaben a verwiesen werden. Die Beschreibungen der weiteren Ausführungsbeispiele beschränken sich im Wesentlichen auf die Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen. Die Figuren, die Figurenbeschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein Kraftfahrzeug mit einer Antriebsvorrichtung, die einen Elektromotor und ein Mehrstufengetriebe aufweist,
- Fig. 2 ein Getriebeschema des Mehrstufengetriebes,
- Fig. 3 ein Schaltschema für das Mehrstufengetriebe aus Fig. 2,
- Fig. 4 ein Getriebeschema mit Planetenradstufen in einer geänderten Anordnung, und
- Fig. 5 ein Getriebeschema mit Planetenradstufen, die teilweise gestapelt sind.

Figur 1 zeigt ein Kraftfahrzeug mit einer Antriebsvorrichtung. Die Antriebsvorrichtung ist für einen elektromotorischen Antrieb des Kraftfahrzeugs vorgesehen. Das Kraftfahrzeug kann als ein reines Elektrofahrzeug ausgebildet sein. Die Antriebsvorrichtung ist lediglich für den elektromotorischen Antrieb vorgesehen. Grundsätzlich ist es denkbar, dass die Antriebsvorrichtung mit einer zweiten Antriebsvorrichtung für einen verbrennungsmotorischen Antrieb kombiniert wird. Beispielsweise kann die vorgeschlagene Antriebsvorrichtung, die für den elektromotorischen Antrieb vorgesehen ist, auf eine erste Antriebsachse des Kraftfahrzeugs wirken, während die Antriebsvorrichtung, die für den verbrennungsmotorischen Antrieb vorgesehen ist, auf eine zweite Antriebsachse des Kraftfahrzeugs wirkt. Wird die vorgeschlagene Antriebsvorrichtung mit einer verbrennungsmotorischen Antriebsvorrichtung kombiniert, ist es auch denkbar, dass das Kraftfahrzeug ein zusätzliches Summier- und/oder

Auswahlgetriebe aufweist, das den beiden Antriebsvorrichtungen nachgeschaltet ist und das dazu vorgesehen ist, beide Antriebsvorrichtungen an eine einzige Antriebsachse anzubinden.

Die Antriebsvorrichtung umfasst einen Elektromotor 10a, einen Achsantrieb 11a und ein zwischen dem Elektromotor 10a und dem Achsantrieb 11a angeordnetes Mehrstufengetriebe 12a (vgl. Figur 2). Der Elektromotor 10a kann eine permanenterregte Synchronmaschine oder eine permanenterregte Asynchronmaschine sein. Das Mehrstufengetriebe 12a ist zumindest konstruktiv zur Schaltung von drei unterschiedlich übersetzten Vorwärtsgetriebegehängen V1a, V2a, V3a vorgesehen. Das Mehrstufengetriebe 12a weist genau drei Planetenradstufen P1a, P2a, P3a auf. Das Mehrstufengetriebe 12a weist eine Hauptrotationsachse auf, zu der die erste Planetenradstufe P1a, die zweite Planetenradstufe P2a und die dritte Planetenradstufe P3a coaxial angeordnet sind. Das Mehrstufengetriebe 12a ist konstruktiv dazu vorgesehen, genau drei unterschiedlich übersetzte Vorwärtsgetriebegehänge V1a, V2a, V3a zu schalten. Eine Anzahl der tatsächlich verwendeten Vorwärtsgetriebegehänge V1a, V2a, V3a kann in Abhängigkeit von einer Betriebsstrategie eingeschränkt sein, beispielsweise elektronisch durch eine entsprechend programmierte Steuer- und Regeleinheit.

Grundsätzlich ist auch eine Antriebsvorrichtung denkbar, bei der das Mehrstufengetriebe 12a mit einer Antriebseinheit in Form eines Verbrennungsmotors kombiniert ist. Der Verbrennungsmotor ersetzt dann entweder den Elektromotor 12a als Antriebseinheit oder der Verbrennungsmotor wird zusammen mit dem Elektromotor 12a als Antriebseinheit eingesetzt.

Das Mehrstufengetriebe 12a weist genau drei Schalteinheiten S1a, S2a, S3a auf, die zur Schaltung der Vorwärtsgetriebegehänge V1a, V2a, V3a vorgesehen sind. Das Mehrstufengetriebe 12a weist ein Getriebegehäuse 15a auf, das die Planetenradstufen P1a, P2a, P3a und die Schalteinheiten S1a, S2a, S3a aufnimmt. Die Schalteinheiten S1a, S2a, S3a sind wirkungsmäßig innerhalb eines durch die Planetenradstufen P1a, P2a, P3a ausgebildeten Zahnradsatzes angeordnet, d.h. die Schalteinheiten S1a, S2a, S3a sind dazu vorgesehen, unterschiedliche Wirkverbindungen zwischen den Planetenradstufen P1a, P2a, P3a untereinander und/oder zwischen den Planetenradstufen P1a, P2a, P3a und dem Getriebegehäuse 15a herzustellen.

Das in Figur 3 dargestellte Schaltschema zeigt, wie durch Schließen der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a die Vorwärtsgetriebegehänge V1a, V2a, V3a geschaltet werden. Die

Vorwärtsgetriebegänge V1a, V2a, V3a werden jeweils durch Schließen von einer der insgesamt drei Schalteinheiten S1a, S2a, S3a geschaltet. Jede der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a ist genau einem der Vorwärtsgetriebegänge V1a, V2a, V3a zugeordnet. Eine Lastschaltung zwischen zwei der Vorwärtsgetriebegänge V1a, V2a, V3a ist dabei insbesondere immer dann möglich, wenn in einem Schaltvorgang höchstens eine der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a geschlossen wird und/oder höchstens eine der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a geöffnet wird, d.h. wenn ein Leistungsfluss von einer der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a an eine andere der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a übergeben wird oder wenn ein Schaltzustand von lediglich einer der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a verändert wird. Die drei Vorwärtsgetriebegänge V1a, V2a, V3a sind untereinander grundsätzlich vollständig lastschaltbar.

Das Mehrstufengetriebe 12a verbindet den Elektromotor 10a mit dem Achsantrieb 11a des Kraftfahrzeugs. Mittels des Mehrstufengetriebes 12a kann ein Übersetzungsverhältnis zwischen dem Elektromotor 10a und dem Achsantrieb 11a verändert werden. Das Mehrstufengetriebe 12a weist ein Getriebeeingangselement 13a auf, das dazu vorgesehen ist, das von dem Elektromotor 10a abgegebene Antriebsmoment in das Mehrstufengetriebe 12a einzuleiten. Der Elektromotor 10a umfasst einen Rotor, der in dem dargestellten Ausführungsbeispiel permanent drehfest mit dem Getriebeeingangselement 13a verbunden ist. Das Getriebeeingangselement 13a kann unterschiedlich ausgebildet sein, wie beispielsweise als eine Welle oder als ein Flansch.

Weiter weist das Mehrstufengetriebe 12a ein Getriebeausgangselement 14a auf, das dazu vorgesehen ist, ein Antriebsmoment aus dem Mehrstufengetriebe 12a auszuleiten. Der Achsantrieb 11a weist in dem dargestellten Ausführungsbeispiel ein Differentialgetriebe auf, dessen Eingang permanent drehfest mit dem Getriebeausgangselement 14a verbunden ist. Der Achsantrieb 11a ist dazu vorgesehen, das von dem Elektromotor 10a bereitgestellte Antriebsmoment auf die zwei Antriebsräder der Antriebsachse zu verteilen. Alternativ ist es auch denkbar, dass das Getriebeausgangselement 14a permanent drehfest mit einer Achswelle und/oder einem der Antriebsräder verbunden ist. Beispielsweise kann das Kraftfahrzeug zwei der Antriebsvorrichtungen aufweisen, die jeweils direkt auf ein Antriebsrad des Kraftfahrzeugs wirken. Zusätzlich kann zwischen dem Getriebeausgangselement 14a und dem Achsantrieb 11a zumindest ein weiteres Modul angeordnet sein, wie beispielsweise ein Allradantriebsmodul, das das Antriebsmoment auf zwei verschiedene Antriebsachsen

verteilt. Das Getriebeausgangselement 14a kann unterschiedlich ausgebildet sein, wie beispielsweise als eine Welle, als ein Stirnrad oder als ein Ritzel.

Das Getriebeeingangselement 13a und das Getriebeausgangselement 14a sind coaxial zu der Hauptrotationsachse angeordnet. Das Getriebeeingangselement 13a ist auf einer dem Elektromotor 10a zugewandten Seite des Mehrstufengetriebes 12a angeordnet. Für das Getriebeausgangselement 14a sind in axialer Richtung grundsätzlich unterschiedliche Anordnungen denkbar. In dem dargestellten Mehrstufengetriebe 12a sind die Planetenradstufen P1a, P2a, P3a zwischen dem Getriebeeingangselement 13a und dem Getriebeausgangselement 14a angeordnet. Grundsätzlich ist eine Umordnung der Planetenradstufen P1a, P2a, P3a möglich, bei der das Getriebeausgangselement 14a zwischen zwei der Planetenradstufen P1a, P2a, P3a angeordnet ist. Die Planetenradstufen P1a, P2a, P3a sind in axialer Richtung hintereinander angeordnet. Zur Umgestaltung des Mehrstufengetriebes 12a ist es möglich, eine Reihenfolge der Planetenradstufen P1a, P2a, P3a entlang der Hauptrotationsachse zu ändern. Das Mehrstufengetriebe 12a weist drei Ebenen auf, in denen die Planetenradstufen P1a, P2a, P3a angeordnet sind. Eine Nummerierung der Ebene entspricht einer Reihenfolge der Ebenen, die im Folgenden auf das Getriebeeingangselement 13a bezogen ist. Die erste Ebene weist einen kleineren Abstand zu dem Elektromotor 10a auf als die dritte Ebene.

Die erste Planetenradstufe P1a ist entlang der Hauptrotationsachse in der ersten Ebene angeordnet. Die erste Planetenradstufe P1a weist einen Einfachplanetenradsatz auf und umfasst ein Sonnenrad P11a, ein Hohlrad P13a und einen Planetenradträger P12a. Der Planetenradträger P12a führt Planetenräder P14a auf einer Kreisbahn. Die Planetenräder P14a kämmen mit dem Sonnenrad P11a und mit dem Hohlrad P13a. Die Planetenräder P14a sind drehbar auf dem Planetenradträger P12a gelagert.

Die zweite Planetenradstufe P2a ist entlang der Hauptrotationsachse in der zweiten Ebene angeordnet. Die zweite Planetenradstufe P2a ist entlang der Hauptrotationsachse auf einer dem Getriebeeingangselement 13a abgewandten Seite der ersten Planetenradstufe P1a angeordnet. Die zweite Planetenradstufe P2a weist einen Einfachplanetenradsatz auf und umfasst ein Sonnenrad P21a, ein Hohlrad P23a und einen Planetenradträger P22a. Der Planetenradträger P22a führt Planetenräder P24a auf einer Kreisbahn. Die Planetenräder P24a kämmen mit dem Sonnenrad P21a und mit dem Hohlrad P23a. Die Planetenräder P24a sind drehbar auf dem Planetenradträger P22a gelagert.

Die dritte Planetenradstufe P3a ist entlang der Hauptrotationsachse in der dritten Ebene angeordnet. Die dritte Planetenradstufe P3a ist entlang der Hauptrotationsachse auf einer dem Getriebeeingangselement 13a abgewandten Seite der zweiten Planetenradstufe P2a angeordnet. Die dritte Planetenradstufe P3a weist einen Einfachplanetenradsatz auf und umfasst ein Sonnenrad P31a, ein Hohlrad P33a und einen Planetenradträger P32a. Der Planetenradträger P32a führt Planetenräder P34a auf einer Kreisbahn. Die Planetenräder P34a kämmen mit dem Sonnenrad P31a und mit dem Hohlrad P33a. Die Planetenräder P34a sind drehbar auf dem Planetenradträger P32a gelagert.

Zwei der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a sind als Bremsen ausgebildet. Die als Bremsen ausgebildeten Schalteinheiten S1a, S2a weisen jeweils ein drehbar gelagertes Kopplungselement S11a, S21a und ein gehäusefest angeordnetes Kopplungselement S12a, S22a auf. Die Schalteinheiten S1a, S2a sind jeweils dazu vorgesehen, ihr drehbar gelagertes Kopplungselement S11a, S21a drehfest mit dem Getriebegehäuse 15a zu verbinden. Jedes der drehbar gelagerten Kopplungselemente S11a, S21a der Schalteinheiten S1a, S2a ist mit zumindest einem der Sonnenräder P11a, P21a, P31a, einem der Planetenradträger P12a, P22a, P32a und/oder einem der Hohlräder P13a, P23a, P33a permanent drehfest verbunden. Die gehäusefest angeordneten Kopplungselemente S12a, S22a der Schalteinheiten S1a, S2a sind permanent drehfest mit dem Getriebegehäuse 15a verbunden.

Die verbleibende Schalteinheit S3a ist als Kupplung ausgebildet. Die als Kupplung ausgebildete Schalteinheit S3a weist ein erstes drehbar gelagertes Kopplungselement S31a und ein zweites drehbar gelagertes Kopplungselement S32a auf. Die Schalteinheit S3a ist dazu vorgesehen, ihre beiden Kopplungselemente S31a, S32a drehfest miteinander zu verbinden. Jedes der Kopplungselemente S31a, S32a der Schalteinheit S3a ist mit zumindest einem der Sonnenräder P11a, P21a, P31a, einem der Planetenradträger P12a, P22a, P32a und/oder einem der Hohlräder P13a, P23a, P33a permanent drehfest verbunden.

Zur Verbindung der Planetenradstufen P1a, P2a, P3a untereinander und mit den Kopplungselementen S11a, S12a, S21a, S22a, S31a, S32a umfasst das Mehrstufengetriebe 12a eine Mehrzahl von Getriebeelementen 16a, 17a, 18a, 19a. Die vier Getriebeelemente 16a, 17a, 18a, 19a sind dazu vorgesehen, Drehmomente und/oder Drehbewegungen innerhalb des durch die Planetenradstufen P1a, P2a, P3a ausgebildeten Zahnradsatzes abzustützen und/oder zu übertragen. Jedes der Getriebeelemente 16a, 17a, 18a, 19a verbindet zumindest zwei der Sonnenräder P11a,

P21a, P31a, Planetenradträger P12a, P22a, P32a, Hohlräder P13a, P23a, P33a und/oder Kopplungselemente S11a, S12a, S21a, S22a, S31a, S32a permanent drehfest miteinander oder stützt zumindest eines der Sonnenräder P11a, P21a, P31a, Planetenradträger P12a, P22a, P32a und/oder Hohlräder P13a, P23a, P33a permanent gegen das Getriebegehäuse 15a ab.

Das Getriebeeingangselement 13a bildet eine Getriebeeingangswelle aus, die das Getriebeeingangselement 13a und das Sonnenrad P21a der zweiten Planetenradstufe P2a permanent drehfest miteinander verbindet. Das Getriebeeingangselement 13a ist eingangsseitig an das Sonnenrad P21a angebunden.

Das Getriebeausgangselement 14a bildet eine Getriebeausgangswelle aus, die das Getriebeausgangselement 14a und den Planetenradträger P32a der dritten Planetenradstufe P3a permanent drehfest miteinander verbindet. Die durch das Getriebeausgangselement 14a ausgebildete Getriebeausgangswelle durchsetzt das Sonnenrad P31a der dritten Planetenradstufe P3a und ist für die Anbindung des Planetenradträgers P32a zwischen der zweiten Planetenradstufe P2a und der dritten Planetenradstufe P3a radial nach außen geführt.

Das Getriebeelement 16a bildet eine Zwischenwelle aus, die das erste Kopplungselement S11a der ersten Schalteinheit S1a, den Planetenradträger P22a der zweiten Planetenradstufe P2a und das Hohlrad P33a der dritten Planetenradstufe P3a permanent drehfest miteinander verbindet. Die durch das Getriebeelement 16a ausgebildete Zwischenwelle durchsetzt die Planetenradstufe P1a. Zwischen der ersten Planetenradstufe P1a und der zweiten Planetenradstufe P2a sowie der zweiten Planetenradstufe P2a und der dritten Planetenradstufe P3a ist das Getriebeelement 16a jeweils radial nach außen geführt. Die durch das Getriebeelement 16a ausgebildete Zwischenwelle begrenzt den Zahnradsatz getriebeeingangsseitig.

Das Getriebeelement 17a bildet eine Zwischenwelle aus, die das Sonnenrad P31a der dritten Planetenradstufe P3a, das zweite Kopplungselement S32a der dritten Schalteinheit S3a, das erste Kopplungselement S21a der zweiten Schalteinheit S2a und das Hohlrad P23a der zweiten Planetenradstufe P2a permanent drehfest miteinander verbindet. Die durch das Getriebeelement 17a ausgebildete Zwischenwelle umschließt die Planetenradstufen P2a, P3a. Sie begrenzt den Zahnradsatz ausgangsseitig.

Das Getriebeelement 18a bildet eine Zwischenwelle aus, die das Sonnenrad P11a der ersten Planetenradstufe P1a und das Hohlrad P23a der zweiten Planetenradstufe P2a permanent drehfest miteinander verbindet. Das Getriebeelement 18a ist zwischen den Planetenradstufen P1a, P2a radial nach außen geführt.

Das Getriebeelement 19a bildet eine Anbindung aus, die den Planetenradträger P22a der zweiten Planetenradstufe P2a und das Getriebegehäuse 15a permanent drehfest miteinander verbindet. Der Planetenradträger P22a ist dadurch gehäusefest angeordnet.

Die erste Schalteinheit S1a ist in axialer Richtung getriebeeingangsseitig der ersten Planetenradstufe P1a angeordnet. Die zweite Schalteinheit S2a ist axial in Höhe der ersten Planetenradstufe P1a angeordnet. Die dritte Schalteinheit S3a ist axial getriebeausgangsseitig der dritten Planetenradstufe P3a angeordnet. Grundsätzlich ist auch eine andere räumliche Anordnung der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a möglich.

Die erste Schalteinheit S1a ist dazu vorgesehen, den Planetenradträger P22a der zweiten Planetenradstufe P2a und das Hohlrad P33a der dritten Planetenradstufe P3a gehäusefest anzuordnen. Die zweite Schalteinheit S2a ist dazu vorgesehen, das Hohlrad P23a der zweiten Planetenradstufe P2a und das Sonnenrad P31a der dritten Planetenradstufe P3a gehäusefest anzuordnen. Die dritte Schalteinheit S3a ist dazu vorgesehen, das Sonnenrad P31a der dritten Planetenradstufe P3a und den Planetenradträger P32a der dritten Planetenradstufe P3a drehfest miteinander zu verbinden. Ist die dritte Schalteinheit S3a geschlossen, sind das Sonnenrad P31a und der Planetenradträger P32a der dritten Planetenradstufe P3a drehfest miteinander verbunden. Die dritte Planetenradstufe P3a ist dadurch verblockt. Alternativ kann die dritte Schalteinheit S3a auch dazu vorgesehen sein, das Sonnenrad P31a und das Hohlrad P33a der dritten Planetenradstufe P3a oder den Planetenradträger P32a und das Hohlrad P33a der dritten Planetenradstufe P3a permanent drehfest miteinander zu verbinden.

Sämtliche Schalteinheiten S1a, S2a, S3a sind außenliegend ausgeführt, d.h. eine Betätigungsmittelversorgung der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a ist ohne Durchführung von Betriebsmittelleitungen durch ein drehbar gelagertes Bauteil realisierbar. Keine der Schalteinheiten S1a, S2a, S3a ist innenliegend ausgeführt, d.h. erfordert eine Betriebsmitteldurchführung durch ein drehbar gelagertes Bauteil. Sämtliche Schalteinheiten S1a, S2a, S3a sind hydraulisch betätigt.

In der beschriebenen Ausgestaltung weist der Achsantrieb 11a das Differentialgetriebe auf, dessen Abtriebe coaxial zu der Hauptrotationsachse des Mehrstufengetriebes 12a angeordnet sind (vgl. Figur 1). In der beschriebenen Ausgestaltung umfasst der Achsantrieb 11a zudem zwei Achswellen zum Antrieb der Antriebsräder einer Antriebsachse. In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist der Achsantrieb 11a eine Hauptrotationsachse auf, die coaxial zu der Hauptrotationsachse des Mehrstufengetriebes 12a angeordnet ist. Vorzugsweise durchsetzt eine der Achswellen zumindest das Getriebeeingangselement 13a und den Elektromotor 10a. Insbesondere ist es möglich, den Achsantrieb 11a zumindest teilweise in das Mehrstufengetriebe 12a zu integrieren. Eine Schachtelung des Mehrstufengetriebes 12a und des Achsantriebs 11a hängt insbesondere von einer Position des Differentialgetriebes entlang der Hauptrotationsachse des Mehrstufengetriebes 12a ab. Ist das Differentialgetriebe zwischen dem Getriebeeingangselement 13a und dem Getriebeausgangselement 14a angeordnet, durchsetzt eine der Achswellen das Getriebeeingangselement 13a und den Elektromotor 10a, während die andere Achswelle das Getriebeausgangselement 14a durchsetzt. Ist das Differentialgetriebe des Achsantriebs 11a getriebeausgangsseitig angeordnet, durchsetzt vorzugsweise eine der Achswellen das Getriebeausgangselement 14a, das Getriebeeingangselement 13a und den Elektromotor 10a. Auch in einer Ausgestaltung, in der der Achsantrieb 11a für eine direkte Anbindung von lediglich einem Antriebsrad vorgesehen ist, ist es denkbar, das Getriebeausgangselement 14a in Form einer Innenwelle durch das Getriebeeingangselement 13a und den Elektromotor 10a hindurchzuführen, wodurch der Elektromotor 10a zwischen dem Antriebsrad und dem Mehrstufengetriebe 12a angeordnet ist.

Figur 4 zeigt als zweites Ausführungsbeispiel ein Getriebeschema eines Mehrstufengetriebes 12b für eine Antriebsvorrichtung mit einem Elektromotor und einem Achsantrieb. Das Mehrstufengetriebe 12b ist zumindest konstruktiv zur Schaltung von drei Vorwärtsgetriebeängen vorgesehen. Das Getriebeschema gleicht strukturell dem des ersten Ausführungsbeispiels.

Das Mehrstufengetriebe 12b umfasst ein Getriebeeingangselement 13b zur drehfesten Anbindung des Elektromotors und ein Getriebeausgangselement 14b zur drehfesten Anbindung des Achsantriebs. Zudem umfasst das Mehrstufengetriebe 12b einen Zahnradsatz mit einer ersten Planetenradstufe P1b, einer zweiten Planetenradstufe P2b und einer dritten Planetenradstufe P3b, die jeweils ein Sonnenrad P11b, P21b, P31b, ein Hohlrad P13b, P23b, P33b und einen Planetenradträger P12b, P22b, P32b, welcher Planetenräder P14b, P24b, P34b in einer Kreisbahn um das entsprechende Sonnenrad

P11b, P21b, P31b führt, aufweisen. Weiter umfasst das Mehrstufengetriebe 12b drei Schalteinheiten S1b, S2b, S3b, die jeweils zwei Kopplungselemente S11b, S12b, S21b, S22b, S31b, S32b aufweisen. Zur Übertragung von Leistungsflüssen zwischen den Planetenradstufen P1b, P2b, P3b und/oder zur Abstützung gegen ein Getriebegehäuse 15b umfasst das Mehrstufengetriebe 12b eine Mehrzahl von Getriebeelementen 16b, 17b, 18b, 19b.

Das Mehrstufengetriebe 12b unterscheidet sich insbesondere in einer Anordnung der Planetenradstufen P1b, P2b, P3b von dem des ersten Ausführungsbeispiel. Das Mehrstufengetriebe 12b weist drei Ebenen auf, in denen die Planetenradstufen P1b, P2b, P3b angeordnet sind. Die zweite Planetenradstufe P2b ist in der ersten Ebene angeordnet. Die erste Planetenradstufe P1b ist in der zweiten Ebene angeordnet. Die dritte Planetenradstufe P3b ist in der dritten Ebene angeordnet. Die erste Planetenradstufe P1b ist in axialer Richtung zwischen der zweiten Planetenradstufe P2b und der dritten Planetenradstufe P3b angeordnet. Durch die Umordnung der Planetenradstufen P1b, P2b ergibt sich eine geänderte Anordnung der Getriebeelemente 16b, 17b, 18b, 19b. Die erste Schalteinheit S1b ist getriebeeingangsseitig der zweiten Planetenradstufe P2b angeordnet. Die Schalteinheit S2b ist axial in Höhe der zweiten Planetenradstufe P2b angeordnet.

Figur 5 zeigt als drittes Ausführungsbeispiel ein Getriebeschema eines Mehrstufengetriebes 12c für eine Antriebsvorrichtung mit einem Elektromotor und einem Achsantrieb. Das Mehrstufengetriebe 12c ist zumindest konstruktiv zur Schaltung von drei Vorwärtsgtriebegängen vorgesehen. Das Getriebeschema gleicht strukturell dem des ersten Ausführungsbeispiels.

Das Mehrstufengetriebe 12c umfasst ein Getriebeeingangselement 13c zur drehfesten Anbindung des Elektromotors und ein Getriebeausgangselement 14c zur drehfesten Anbindung des Achsantriebs. Zudem umfasst das Mehrstufengetriebe 12c einen Zahnradsatz mit einer ersten Planetenradstufe P1c, einer zweiten Planetenradstufe P2c und einer dritten Planetenradstufe P3c, die jeweils ein Sonnenrad P11c, P21c, P31c, ein Hohlrad P13c, P23c, P33c und einen Planetenradträger P12c, P22c, P32c, welcher Planetenräder P14c, P24c, P34c in einer Kreisbahn um das entsprechende Sonnenrad P11c, P21c, P31c führt, aufweisen. Weiter umfasst das Mehrstufengetriebe 12c drei Schalteinheiten S1c, S2c, S3c, die jeweils zwei Kopplungselemente S11c, S12c, S21c, S22c, S31c, S32c aufweisen. Zur Übertragung von Leistungsflüssen zwischen den Planetenradstufen P1c, P2c, P3c und/oder zur Abstützung gegen ein Getriebegehäuse

15c umfasst das Mehrstufengetriebe 12c eine Mehrzahl von Getriebeelementen 16c, 17c, 18c, 19c.

Das Mehrstufengetriebe 12c unterscheidet sich insbesondere in einer Anordnung der Planetenradstufen P1c, P2c, P3c von dem des ersten Ausführungsbeispiels. Im Unterschied zu dem ersten Ausführungsbeispiel sind die erste Planetenradstufe P1c und die dritte Planetenradstufe P3c gestapelt angeordnet. Das Mehrstufengetriebe 12c weist zwei Ebenen auf, in denen die Planetenradstufen P1c, P2c, P3c angeordnet sind. Die zweite Planetenradstufe P2c ist in der ersten Ebene angeordnet. Die erste Planetenradstufe P1c und die dritte Planetenradstufe P3c sind in der zweiten Ebene angeordnet. Die erste Planetenradstufe P1c ist radial innerhalb der dritten Planetenradstufe P3c angeordnet. Die erste Schalteinheit S1c ist in axialer Richtung getriebeeingangsseitig der zweiten Planetenradstufe P2c angeordnet. Die zweite Schalteinheit S2c und die dritte Schalteinheit S3c sind in axialer Richtung zwischen der ersten Ebene, in der die zweite Planetenradstufe P2c angeordnet ist, und der zweiten Ebene, in der die Planetenradstufen P1c, P3c angeordnet sind, angeordnet.

Es hat sich gezeigt, dass jeweils die erste Schalteinheit S1a, S1b, S1c besonders vorteilhafter Weise als formschlüssige Schalteinheit ausgebildet ist. Durch die Ausbildung als der ersten Schalteinheit S1a, S1b, S1c als formschlüssige Schalteinheit zeigt sich, dass ein Wirkungsgrad der Antriebsvorrichtung erhöht werden kann, wobei insgesamt immer noch ein akzeptabler Schaltkomfort erreicht werden kann. Weiterhin kann der Wirkungsgrad der Antriebsvorrichtung dadurch weiter erhöht werden, dass jeweils die dritte Schalteinheit S3a, S3b, S3c als formschlüssige Schalteinheit ausgebildet ist. Auch hiermit kann noch ein akzeptabler Schaltkomfort erreicht werden. Nach eingehender Untersuchung aller Vor- und Nachteile erweist es sich als besonders vorteilhaft, jeweils sowohl die erste Schalteinheit S1a, S1b, S1c als auch die dritte Schalteinheit S3a, S3b, S3c als formschlüssige Schalteinheit auszubilden und jeweils die zweite Schalteinheit S2a, S2b, S2c als reibschlüssige Schalteinheit auszubilden.

Bezugszeichenliste

10	Elektromotor
11	Achsantrieb
12	Mehrstufengetriebe
13	Getriebeeingangselement
14	Getriebeausgangselement
15	Getriebegehäuse
16	Getriebeelement
17	Getriebeelement
18	Getriebeelement
19	Getriebeelement
P1	Planetenradstufe
P11	Sonnenrad
P12	Planetenradträger
P13	Hohlrad
P14	Planetenräder
P2	Planetenradstufe
P21	Sonnenrad
P22	Planetenradträger
P23	Hohlrad
P24	Planetenräder
P3	Planetenradstufe
P31	Sonnenrad
P32	Planetenradträger
P33	Hohlrad
P34	Planetenräder
S1	Schalteinheit
S11	Kopplungselement
S12	Kopplungselement
S2	Schalteinheit
S21	Kopplungselement
S22	Kopplungselement
S3	Schalteinheit
S31	Kopplungselement
S32	Kopplungselement
V1	Vorwärtsgetriebeingang

V2	Vorwärtsgetriebeingang
V3	Vorwärtsgetriebeingang

Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung mit zumindest einer Antriebseinheit, mit zumindest einem Achsantrieb (11a-c) und mit einem zwischen der Antriebseinheit und dem Achsantrieb (11a-c) angeordneten, zumindest konstruktiv zur Schaltung von drei Vorwärtsgetriebegängen (V1a-c, V2a-c, V3a-c) vorgesehenen Mehrstufengetriebe (12a-c), das genau drei wirkungsmäßig miteinander verbundene Planetenradstufen (P1a-c, P2a-c, P3a-c) mit Sonnenrädern (P11a-c, P21a-c, P31a-c), Hohlrädern (P13a-c, P23a-c, P33a-c) und Planetenradträgern (P12a-c, P22a-c, P32a-c), drei Schalteinheiten (S1a-c, S2a-c, S3a-c) mit jeweils zwei drehfest miteinander verbindbaren Kopplungselementen (S11a-c, S12a-c, S21a-c, S22a-c, S31a-c, S32a-c), ein Getriebeeingangselement (13a-c) zur drehfesten Anbindung der Antriebseinheit und ein Getriebeausgangselement (14a-c) zur drehfesten Anbindung des Achsantriebs (11a-c) aufweist, wobei das Getriebeeingangselement (13a-c) permanent drehfest mit dem Sonnenrad (P21a-c) der zweiten Planetenradstufe (P2a-c) verbunden ist, das Getriebeausgangselement (14a-c) permanent drehfest zumindest mit dem Planetenradträger (P32a-c) der dritten Planetenradstufe (P3a-c) verbunden ist und die dritte Schalteinheit (S3a-c) dazu vorgesehen ist, die dritte Planetenradstufe (P3a-c) zu verblocken, der Planetenradträger (P22a-c) der zweiten Planetenradstufe (P2a-c) und das Hohlrad (P33a-c) der dritten Planetenradstufe (P3a-c) permanent drehfest miteinander verbunden sind, der Planetenradträger (P12a-c) der ersten Planetenradstufe (P1a-c) gehäusefest angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Sonnenrad (P11a-c) der ersten Planetenradstufe (P1a-c) und das Hohlrad (P23a-c) der zweiten Planetenradstufe (P2a-c) permanent drehfest miteinander verbunden sind.

2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Antriebseinheit einen Elektromotor (10a-c) aufweist.
3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
die dritte Schalteinheit (S3a-c) als eine formschlüssige Schalteinheit ausgebildet ist.
4. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schalteinheit (S1a-c) dazu vorgesehen ist, den Planetenradträger (P22a-c) der zweiten Planetenradstufe (P2a-c) und das Hohlrad (P33a-c) der dritten Planetenradstufe (P3a-c) gehäusefest anzuordnen.
5. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Schalteinheit (S1a-c) als eine formschlüssige Schalteinheit ausgebildet ist.
6. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Schalteinheit (S2a-c) dazu vorgesehen ist, das Hohlrad (P13a-c) der ersten Planetenradstufe (P1a-c) und das Sonnenrad (P31a-c) der dritten Planetenradstufe (P3a-c) gehäusefest anzuordnen.
7. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Schalteinheit (S2a-c) als eine reibschlüssige Schalteinheit ausgebildet ist.
8. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erste Planetenradstufe (P1c) und die dritte Planetenradstufe (P3c) gestapelt angeordnet sind.

9. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass jede der Schalteinheiten (S1a-c, S2a-c, S3a-c) genau einem der Vorwärtsgetriebegänge (V1a, V2a, V3a) zugeordnet ist.
10. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Achsantrieb (11a) zumindest eine Achswelle aufweist, die das Getriebeeingangselement (13a), das Getriebeausgangselement (14a) und/oder den Elektromotor (10a) durchsetzt.

1 / 3

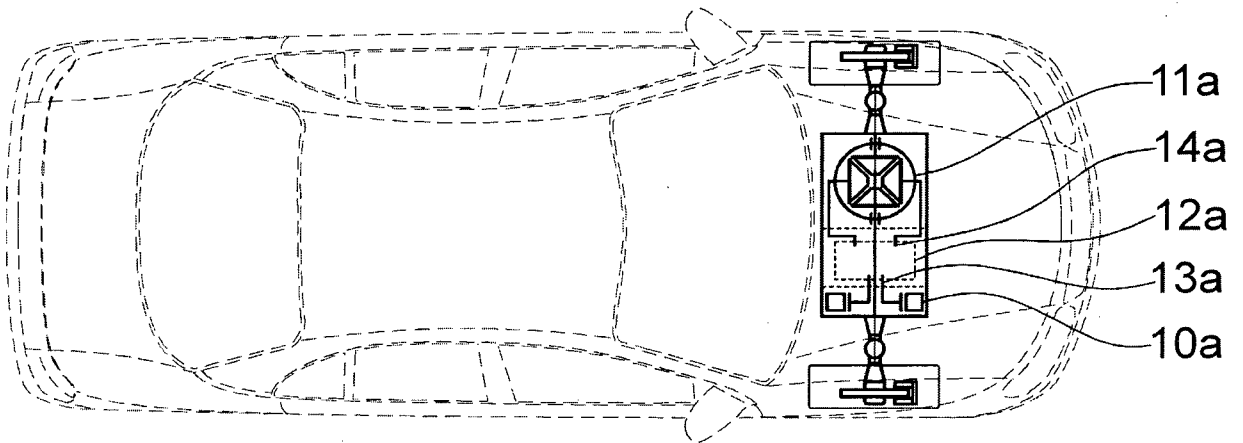


Fig. 1

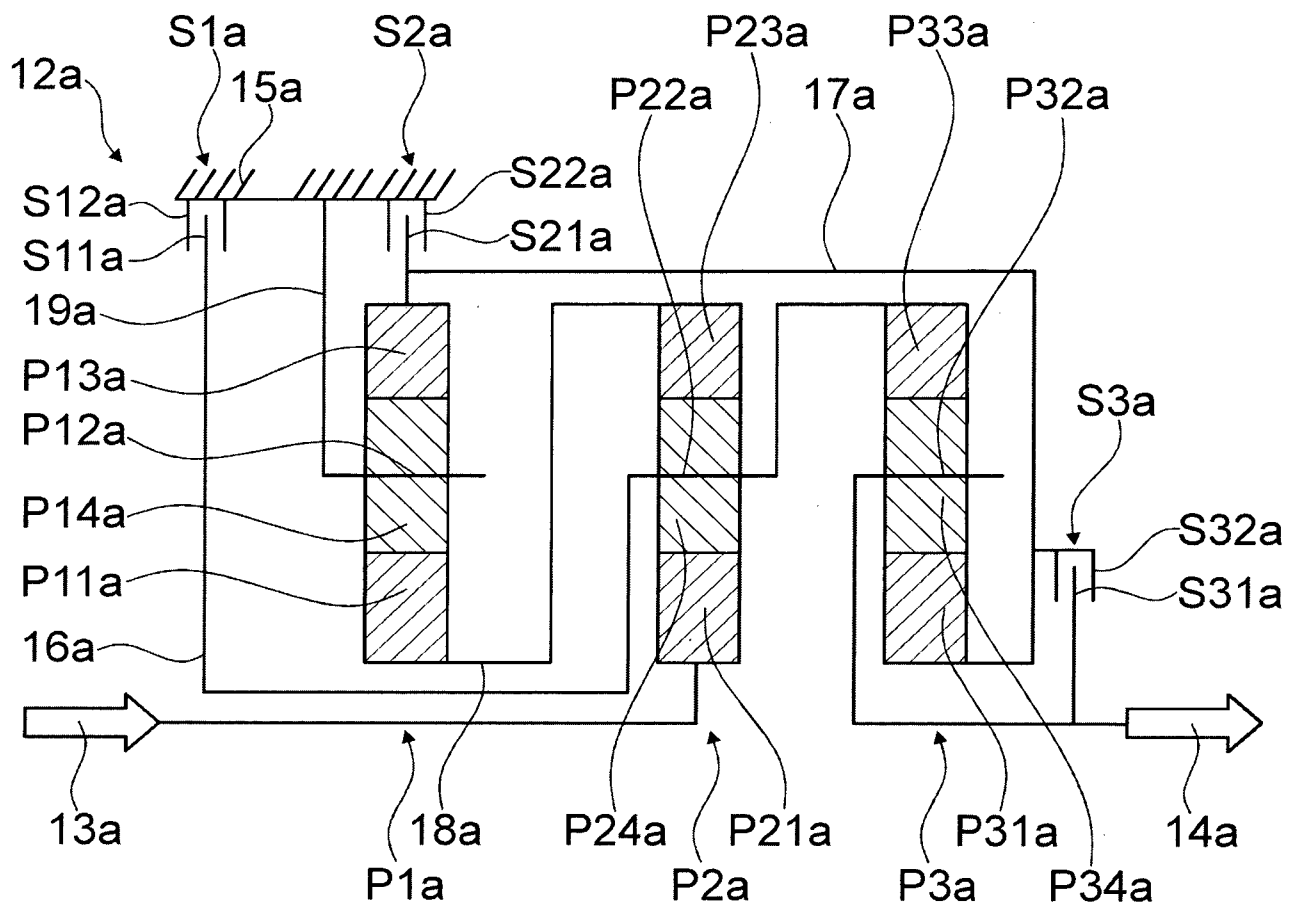


Fig. 2

	S1a	S2a	S3a
V1a	●		
V2a			●
V3a		●	

Fig. 3

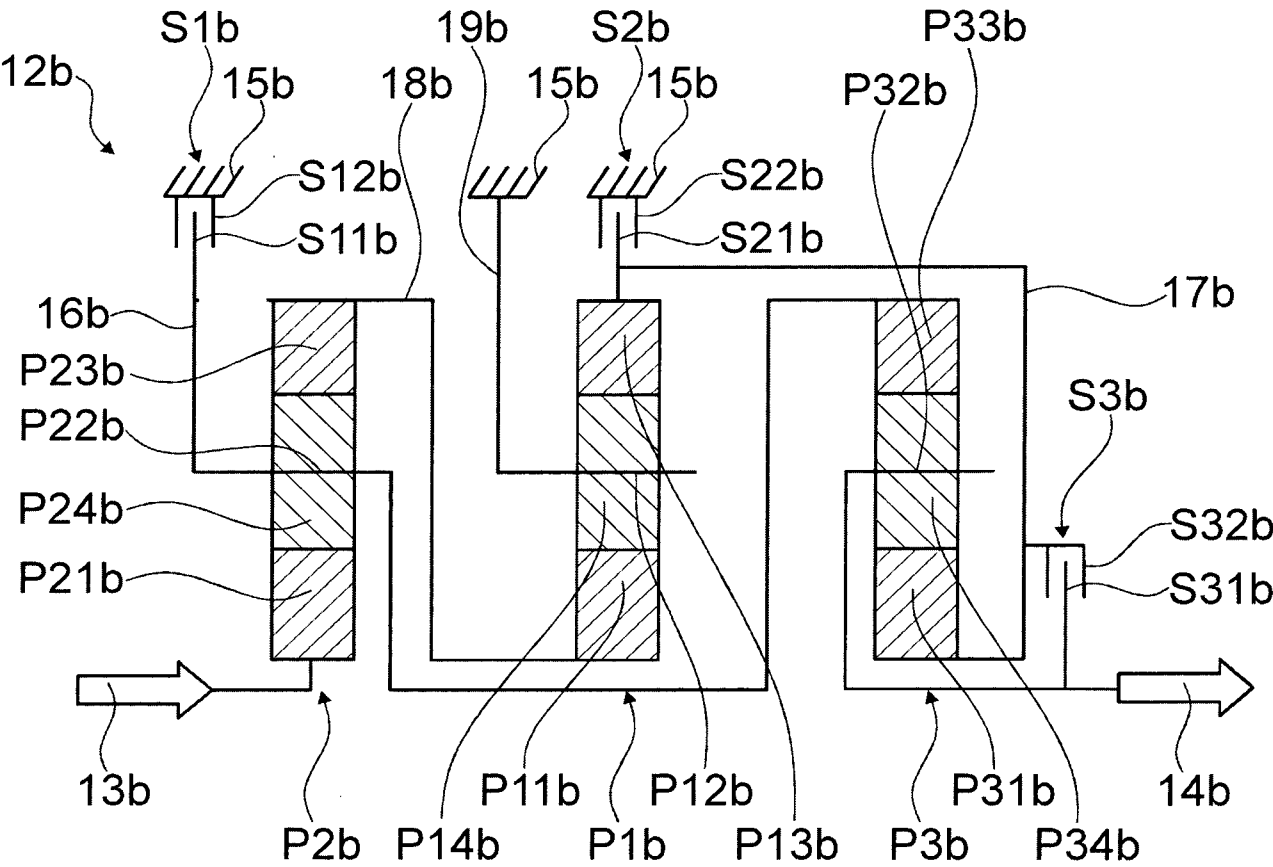


Fig. 4

3 / 3

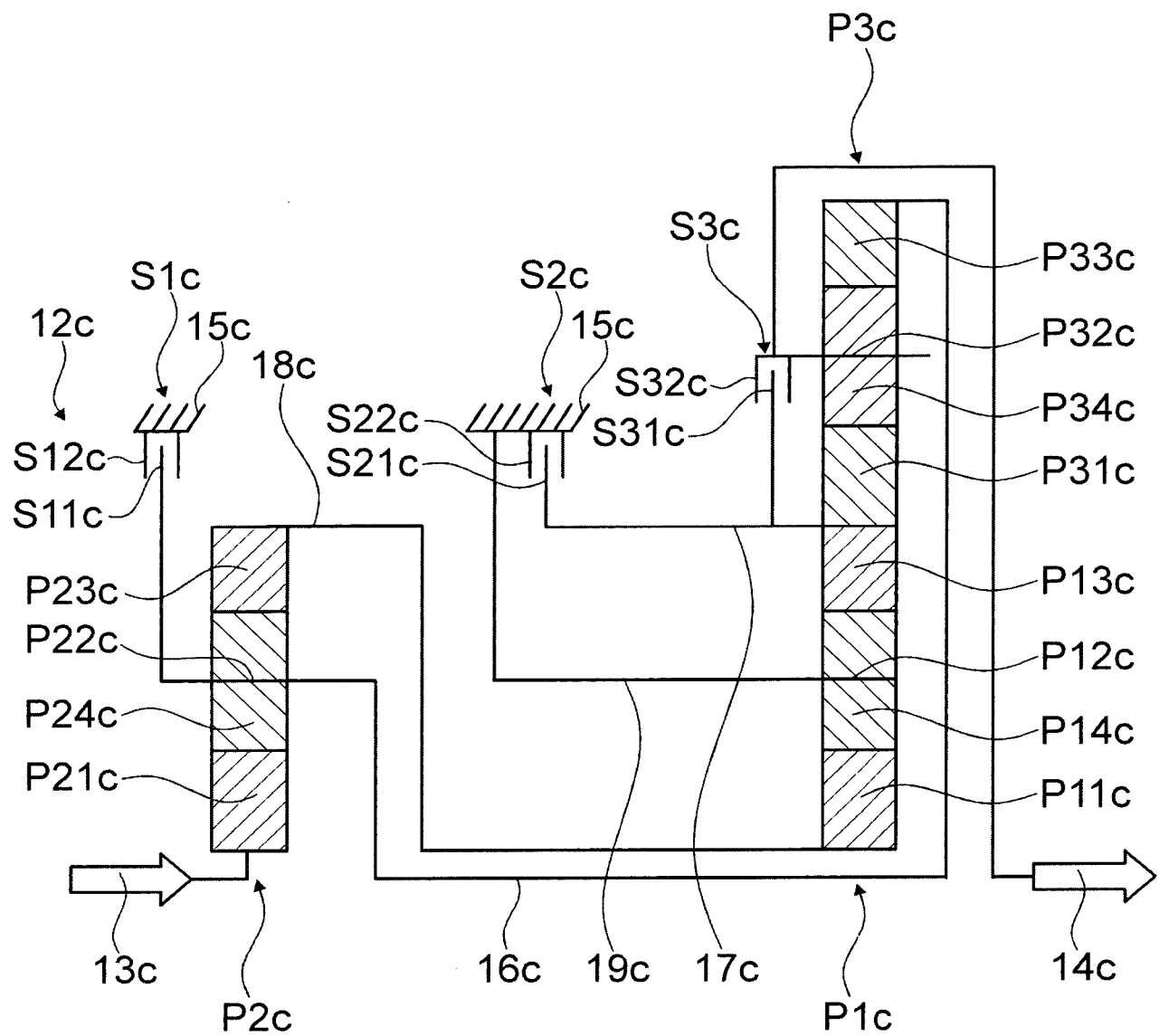


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/000239

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F16H3/66 B60K1/00
 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)
 F16H B60K

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.
A	DE 10 2013 226473 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 18 June 2015 (2015-06-18) cited in the application figures 6,7	1-10
A	DE 10 2013 226474 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 18 June 2015 (2015-06-18) figures 7,8	1-10



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

15 May 2017

Date of mailing of the international search report

22/05/2017

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

Belz, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/000239

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013226473 A1	18-06-2015	CN 104728371 A	24-06-2015
		DE 102013226473 A1	18-06-2015
		US 2015167788 A1	18-06-2015

DE 102013226474 A1	18-06-2015	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16H3/66 B60K1/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16H B60K

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.
A	DE 10 2013 226473 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) in der Anmeldung erwähnt Abbildungen 6,7	1-10
A	DE 10 2013 226474 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) Abbildungen 7,8	1-10



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

15. Mai 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

22/05/2017

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

Belz, Thomas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/000239

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013226473 A1	18-06-2015	CN 104728371 A	24-06-2015
		DE 102013226473 A1	18-06-2015
		US 2015167788 A1	18-06-2015

DE 102013226474 A1	18-06-2015	KEINE	
