

(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
28. Dezember 2017 (28.12.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/220256 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16H 3/66 (2006.01) *B60K 6/547* (2007.10)
B60K 6/365 (2007.10) *B60K 6/48* (2007.10)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/061706

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Mai 2017 (16.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 211 270.8
23. Juni 2016 (23.06.2016) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Löwentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **ZIEMER, Peter**; Rudolf-Gnaedinger-Weg 7, 88069 Tettnang (DE). **PAWLAKOWITSCH, Juri**; Riedacker 3, 88079 Kressbronn (DE). **ROSEMEIER, Thomas**; Langenbacherstr. 2, 88074 Meckenbeuren (DE). **ROSKE, Michael**; Schubertstr. 40, 88046 Friedrichshafen (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, 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).

(54) Title: PLANETARY GEARSET SYSTEM FOR A MOTOR-VEHICLE TRANSMISSION, TRANSMISSION FOR A MOTOR VEHICLE HAVING SUCH A PLANETARY GEARSET SYSTEM, AND DRIVE TRAIN FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: PLANETENRADSATZSYSTEM FÜR EIN KRAFTFAHRZEUGGETRIEBE, GETRIEBE FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG MIT EINEM SOLCHEN PLANETENRADSATZSYSTEM, UND ANTRIEBSSTRANG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

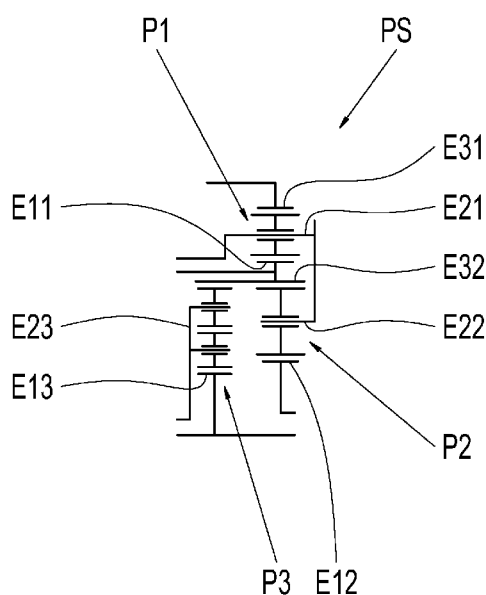


Fig. 10

(57) Abstract: The invention relates to a planetary gearset system (PS, PS2) for a motor-vehicle transmission (G), wherein the planetary gearset system (PS) comprises either three planetary gearsets (P1, P2, P3) or a Ravigneaux gearset (PR) and an additional planetary gearset (P23), to a transmission (G) for a motor vehicle having such a planetary gearset system (PS, PS2), and to a drive train for a motor vehicle having such a transmission (G).

(57) Zusammenfassung: Planetenradsatzsystem (PS, PS2) für ein Kraftfahrzeuggetriebe (G), wobei das Planetenradsatzsystem (PS) entweder drei Planetenradsätze (P1, P2, P3) oder einen Ravigneaux-Radsatz (PR) und einen zusätzlichen Planetenradsatz (P23) umfasst, Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Planetenradsatzsystem (PS, PS2) sowie Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Getriebe (G).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Planetenradsatzsystem für ein Kraftfahrzeuggetriebe, Getriebe für ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Planetenradsatzsystem, und Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Planetenradsatzsystem für ein Kraftfahrzeuggetriebe, ein Getriebe für ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Planetenradsatzsystem, sowie einen Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug mit einem solchen Getriebe.

Ein Planetenradsatzsystem bezeichnet ein System, welches sich aus mehreren einzelnen Planetenradsätzen zusammensetzt. Ein Getriebe bezeichnet insbesondere ein mehrgängiges Getriebe, bei dem eine Vielzahl von Gängen, also feste Übersetzungsverhältnisse zwischen einer Antriebswelle und einer Abtriebswelle des Getriebes durch Schaltelemente vorzugsweise automatisch schaltbar sind. Bei den Schaltelementen handelt es sich hier beispielsweise um Kupplungen oder Bremsen. Derartige Getriebe finden vor allem in Kraftfahrzeugen Anwendung, um die Drehzahl- und Drehmomentabgabecharakteristik der Antriebseinheit den Fahrwiderständen des Fahrzeugs in geeigneter Weise anzupassen.

Besonders Automatgetriebe für Kraftfahrzeuge weisen häufig ein Planetenradsatzsystem auf. Beispielhaft sei die Patentanmeldung DE 10 2012 207 017 A1 der Anmelderin genannt, welches ein zweistufiges Mehrstufengetriebe beschreibt, bei dem ein erster Planetenradsatz zwei radial ineinander geschachtelte Getriebe-Substufen umfasst. Das innere Hohlrad, respektive das äußere Sonnenrad dieses ersten Planetenradsatzes sind mit einem zweiten, als Plus-Radsatz aufgebauten Planetenradsatz drehfest verbunden.

Ein Minus-Radsatz bezeichnet einen Planetenradsatz mit einem Steg, an dem die Planetenräder drehbar gelagert sind, mit einem Sonnenrad und mit einem Hohlrad, wobei die Verzahnung zumindest eines der Planetenräder sowohl mit der Verzahnung des Sonnenrades, als auch mit der Verzahnung des Hohlrades kämmt, wodurch das Hohlrad und das Sonnenrad in entgegengesetzte Drehrichtungen rotieren, wenn das Sonnenrad bei feststehendem Steg rotiert. Ein Plus-Radsatz unterscheidet sich zu dem gerade beschriebenen Minus-Planetenradsatz dahingehend, dass der Plus-Radsatz innere und äußere Planetenräder aufweist, welche drehbar an dem Steg gelagert sind. Die Verzahnung der inneren Planetenräder kämmt dabei

einerseits mit der Verzahnung des Sonnenrads und andererseits mit der Verzahnung der äußeren Planetenräder. Die Verzahnung der äußeren Planetenräder kämmt darüber hinaus mit der Verzahnung des Hohlrades. Dies hat zur Folge, dass bei feststehendem Steg das Hohlrad und das Sonnenrad in die gleiche Drehrichtung rotieren. Wird ein Minus-Radsatz durch einen Plus-Radsatz ersetzt, so ist neben der veränderten Anbindung der Elemente Steg und Hohlrad der Betrag der Standgetriebeübersetzung um den Wert Eins zu erhöhen, um dieselbe Übersetzungswirkung zu erzielen.

Die Patentanmeldung DE 102 50 371 A1 beschreibt ein Automatikgetriebe mit drei Planetenradsätzen, wobei in Fig. 3 dieser Patentanmeldung zwei der Planetenradsätze zu einem Ravigneaux-Radsatz zusammengefasst sind. Ein Ravigneaux-Radsatz bildet ein Zwei-Steg-Vier-Wellen-Getriebe und besteht funktional aus zwei Planetenradsätzen, wobei einer der Planetenradsätze als Minus-Radsatz und der andere Planetenradsatz als Plus-Radsatz wirkt. Der Steg des Minus-Radsatzes ist mit dem Steg des Plus-Radsatzes ständig verbunden, wodurch ein gemeinsamer Steg gebildet wird. Ein zusammengefasstes Hohlrad kämmt mit den äußeren Planetenrädern des als Plus-Radsatz wirkenden Planetenradsatzes, welche zugleich Planetenräder des als Minus-Radsatz wirkenden Planetenradsatzes bilden. Mit den inneren Planetenrädern des als Plus-Radsatz wirkenden Planetenradsatzes kämmt ein erstes Sonnenrad. Mit den Planetenrädern des als Minus-Radsatz wirkenden Planetenradsatzes kämmt ein zweites Sonnenrad. Ein Ravigneaux-Radsatz zeichnet sich durch einen geringen Bauraumbedarf und eine einfache Baubarkeit aus.

Die Patentanmeldung DE 10 2008 041 205 A1 der Anmelderin beschreibt ein Mehrstufengetriebe mit neun Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang, und umfasst dazu vier Planetenradsätze. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 dieser Patentanmeldung bilden der erste Planetenradsatz und der zweite Planetenradsatz zusammen einen Ravigneaux-Radsatz, wobei das Hohlrad eines als P4 bezeichneten Minus-Planetenradsatzes mit jenem Sonnenrad des Ravigneaux-Radsatzes verbunden ist, welches mit den äußeren Planetenrädern kämmt.

Die im Stand der Technik bekannten Getriebe sind für den Einsatz in einem Kraftfahrzeug-Antriebsstrang eingerichtet, welcher quer zur Fahrtrichtung des Kraftfahr-

zeugs ausgerichtet ist. Derartige Getriebe sind üblicherweise auf eine möglichst kurze axiale Baulänge hin optimiert, da der axiale Verbund aus Antriebsmaschine und Getriebe zwischen den Längsträgern des Kraftfahrzeug-Vorderbaus anzuordnen ist.

Es ist nun Aufgabe der Erfindung ein Planetenradsatzsystem für ein Kraftfahrzeuggetriebe bereitzustellen, welches sich durch eine besonders kurze axiale Baulänge auszeichnet.

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Eine alternative Ausgestaltung ist in Patentanspruch 4 angegeben. Patentanspruch 5 beansprucht ein Getriebe für ein Kraftfahrzeug mit einem Planetenradsatzsystem gemäß einem der Patentansprüche 1 und 4. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, der Beschreibung sowie aus den Figuren.

Eine Bauform des erfindungsgemäßen Planetenradsatzsystems weist einen ersten, einen zweiten und einen dritten Planetenradsatz auf. Der erste Planetenradsatz ist als ein Minus-Radsatz ausgebildet, dessen Sonnenrad mit dem Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes ständig drehfest verbunden ist. Der zweite Planetenradsatz ist ebenso als ein Minus-Radsatz ausgebildet. Der Steg des ersten Planetenradsatzes ist mit dem Steg des zweiten Planetenradsatzes ständig drehfest verbunden. Der zweite Planetenradsatz ist radial innerhalb des ersten Planetenradsatzes angeordnet.

Erfindungsgemäß bildet das Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes das Hohlrad des dritten Planetenradsatzes. Dadurch wird eine gegenüber dem Stand der Technik noch kompaktere Bauweise erzielt.

Vorzugsweise ist der dritte Planetenradsatz als Plus-Radsatz ausgebildet. Besonders bevorzugt ist weder das Sonnenrad noch der Steg des dritten Planetenradsatzes mit einem der Elemente des ersten und zweiten Planetenradsatzes verbunden.

Eine alternative Bauform des erfindungsgemäßen Planetenradsatzsystems weist einen genau vier Wellen umfassenden Ravigneaux-Radsatz und einen zusätzlichen Planetenradsatz auf, welcher als ein Plus-Radsatz ausgebildet ist. Das Hohlrad des

zusätzlichen Planetenradsatzes ist dabei mit jenem Sonnenrad des Ravigneaux-Radsatzes ständig drehfest verbunden, welches mit den radial äußeren Planetenrädern des Ravigneaux-Radsatzes kämmt. Der zusätzliche Planetenradsatz ist dabei radial innerhalb dieses Sonnenrads angeordnet.

Beide erfindungsgemäßen Ausgestaltungen des Planetenradsatzsystems weisen den gleichen Grundgedanken auf, nämlich radial innerhalb eines geeigneten Zweisteg-Vier-Wellen-Getriebes einen dritten, bzw. zusätzlichen Planetenradsatz anzuordnen.

Eine bevorzugte Ausgestaltung eines Getriebes für ein Kraftfahrzeug mit einem erfindungsgemäßen Planetenradsatzsystem weist eine Antriebswelle, eine Schnittstelle zu einer getriebe-externen Antriebseinheit zur Leistungsübertragung zwischen der getriebe-externen Antriebseinheit und der Antriebswelle, sowie eine Abtriebswelle auf. Ein Abschnitt der Abtriebswelle weist eine Verzahnung auf, welche zur Leistungsübertragung zwischen der Abtriebswelle und einem achsparallel zur Abtriebswelle angeordneten Differentialgetriebe eingerichtet ist. Das Differentialgetriebe kann Bestandteil des Getriebes, oder als separate Baueinheit in einem eigenen Gehäuse angeordnet sein.

Die Schnittstelle ist zur Übertragung einer Drehbewegung von der getriebe-externen Antriebseinheit an die Antriebswelle des Getriebes ausgebildet, und kann beispielsweise als Flansch oder als Steckverzahnung ausgebildet sein. Die Schnittstelle kann auf der Antriebswelle ausgebildet sein oder auf einer mit der Antriebswelle verbindbaren Anschlusswelle. Die Schnittstelle kann beispielsweise auch an einem mit der Antriebswelle verbundenen hydrodynamischen Drehmomentwandler ausgebildet sein, welcher als Anfahelement dient. Die Abtriebswellenverzahnung ist zur Übertragung einer Drehbewegung von der Abtriebswelle zu Antriebsrädern des Kraftfahrzeugs hin ausgerichtet, unter Zwischenschaltung des Differentialgetriebes. Eine solche Anordnung eignet sich besonders zur Anwendung des Getriebes in einem Kraftfahrzeug mit parallel zur Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs ausgerichtetem Antriebsstrang. Die Leistungsübertragung zwischen Abtriebswelle und Differentialgetriebe kann über ein Stirnradgetriebe mit einem oder mehreren Stirnradstufen, oder auch über eine Kette erfolgen.

Vorzugsweise bildet das Planetenradsatzsystem das einzige Radsatzsystem des Getriebes, welches zur Bildung von Gängen zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle eingerichtet ist. Das Getriebe weist demnach keinen anderen gangbildenden Radsatz als das Planetenradsatzsystem auf. Dieser Ausschluss beinhaltet neben Planetenradsätzen auch Stirnradstufen. Denn das Planetenradsatzsystem beinhaltet zumindest funktional bereits drei Einzel-Planetenradsätze, mittels derer bereits eine hinreichende Gangbildung für ein Kraftfahrzeuggetriebe möglich ist. Eine der Antriebswelle oder Abtriebswelle vor- oder nachgeschaltete Übersetzungsstufe ist von diesem Ausschluss nicht betroffen.

Vorzugsweise ist die Abtriebswellenverzahnung axial zwischen der Schnittstelle zur getriebe-externen Antriebseinheit und dem Planetenradsatzsystem angeordnet. Dadurch wird eine Anordnung des Differentialgetriebes nahe zur getriebe-externen Antriebseinheit vereinfacht. Eine derartige Anordnung des Differentialgetriebes ist bevorzugt, um die Beugewinkel in den Gleichlaufgelenken der Antriebswellen zwischen Differentialgetriebe und Antriebsrädern möglichst klein zu halten.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Abtriebswellenverzahnung axial zwischen einem Lagerschild des Getriebes und dem Planetenradsatzsystem angeordnet. Das Lagerschild ist dabei zur Aufnahme eines Wälzlagers eingerichtet, über welches eine radiale und axiale Abstützung der Abtriebswelle erfolgt.

Vorzugsweise umfasst das Getriebe eine elektrische Maschine. Diese ist gemäß einer ersten Ausgestaltungsvariante koaxial zur Antriebswelle angeordnet und mit dieser ständig wirkverbunden, und zwar entweder direkt oder über ein zwischengeschaltetes Getriebe mit konstantem Übersetzungsverhältnis. Gemäß einer zweiten Ausgestaltungsvariante ist die elektrische Maschine achsparallel zur Antriebswelle angeordnet, und über ein Stirnradgetriebe oder über ein Zugmittelgetriebe mit der Antriebswelle ständig wirkverbunden. Beispiele für Zugmittelgetriebe sind Ketten, Keilriemen oder auch Zahnriemen. Durch das besonders kompakt bauende Planetenradsatzsystem eignet sich das vorliegende Getriebe besonders für die Integration einer elektrischen Maschine. Denn durch das Vorsehen einer elektrischen Maschine wird der Bauraumbedarf des Getriebes entsprechend vergrößert.

Gemäß einer möglichen Ausgestaltung weist das Getriebe eine Trennkupplung auf. Durch Schließen der Trennkupplung wird jene Welle des Getriebes mit der Antriebswelle verbunden, an welcher die Schnittstelle zur getriebe-externen Antriebseinheit ausgebildet ist. Diese Welle wird auch als Anschlusswelle bezeichnet. Die Trennkupplung kann als kraftschlüssige oder als formschlüssige Kupplung ausgebildet sein. Durch Öffnen der Trennkupplung kann das Kraftfahrzeug mittels der elektrischen Maschine in sämtlichen Gängen des Getriebes angetrieben werden, ohne die getriebeexterne Antriebseinheit mitzuschleppen.

Das Getriebe kann einen Torsionsschwingungsdämpfer aufweisen, welcher zur Dämpfung von Drehschwingungen eingerichtet ist, und vorzugsweise in der Wirkverbindung zwischen zwei Abschnitten der Anschlusswelle angeordnet ist. Der erste Abschnitt der Anschlusswelle ist der Schnittstelle zur getriebeexternen Antriebseinheit zugeordnet, und der zweite Abschnitt der Anschlusswelle ist der Trennkupplung zugeordnet. Derart können von der getriebeexternen Antriebseinheit erzeugte Drehschwingungen zur Antriebswelle hin gedämpft werden.

Ein Getriebe mit einem gemäß Patentanspruch 1 aufgebauten Planetenradsatzsystem weist vorzugsweise fünf Schaltelemente auf. Das Sonnenrad des dritten, als Plus-Radsatz ausgebildeten Planetenradsatzes ist dabei mit der Antriebswelle ständig verbunden. Das Hohlrad des ersten Planetenradsatzes ist mit der Abtriebswelle ständig verbunden. Durch Schließen des ersten der fünf Schaltelemente ist die Antriebswelle mit dem Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes verbindbar. Durch Schließen des zweiten der fünf Schaltelemente ist der Steg des dritten Planetenradsatzes drehfest festsetzbar. Durch Schließen des dritten der fünf Schaltelemente ist das Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes drehfest festsetzbar. Durch Schließen des vierten der fünf Schaltelemente ist der Steg des ersten Planetenradsatzes drehfest festsetzbar. Durch Schließen des fünften der fünf Schaltelemente ist die Antriebswelle mit dem Steg des ersten Planetenradsatzes verbindbar. Durch einen derartigen Aufbau des Getriebes ist durch selektives, paarweises Schließen der fünf Schaltelemente die Ausbildung von sechs Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle möglich.

Vorzugsweise sind das zweite Schaltelement und das dritte Schaltelement axial zwischen der Schnittstelle zur getriebe-externen Antriebseinheit und der Abtriebswellenverzahnung angeordnet. Durch eine solche Anordnung sind diese beiden als Bremsen wirkenden Schaltelemente auf einfache Weise gehäusenah anzuordnen.

Ein Getriebe mit einem gemäß Patentanspruch 4 aufgebauten Planetenradsatzsystem weist vorzugsweise ebenso fünf Schaltelemente auf. Das Sonnenrad des zusätzlichen Planetenradsatzes ist mit der Antriebswelle ständig verbunden. Das Hohlrad des Ravigneaux-Radsatzes ist mit der Abtriebswelle ständig verbunden. Durch Schließen des ersten der fünf Schaltelemente ist die Antriebswelle mit jenem Sonnenrad des Ravigneaux-Radsatzes verbindbar, welches mit den radial inneren Planetenrädern des Ravigneaux-Radsatzes kämmt. Durch Schließen des zweiten der fünf Schaltelemente ist der Steg des zusätzlichen Planetenradsatzes drehfest festsetzbar. Durch Schließen des dritten der fünf Schaltelemente ist jenes Sonnenrad drehfest festsetzbar, welches mit den äußeren Planetenrädern des Ravigneaux-Radsatzes kämmt. Durch Schließen des vierten der fünf Schaltelemente ist der Steg des Ravigneaux-Radsatzes drehfest festsetzbar. Durch Schließen des fünften der fünf Schaltelemente ist der Steg des Ravigneaux-Radsatzes mit der Antriebswelle verbindbar. Durch einen derartigen Aufbau des Getriebes ist durch selektives, paarweises Schließen der fünf Schaltelemente ebenso die Ausbildung von sechs Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang zwischen der Antriebswelle und der Abtriebswelle möglich.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung sind das erste Schaltelement und/oder das fünfte Schaltelement axial zwischen dem Planetenradsatzsystem und einem der Schnittstelle zur getriebe-externen Antriebseinheit axial gegenüberliegenden Ende des Getriebes angeordnet. Durch eine solche Anordnung wird eine vorteilhafte Ölführung zu hydraulischen Betätigungseinrichtungen dieser Schaltelemente ermöglicht.

Vorzugsweise ist das vierte Schaltelement radial innerhalb des Wälzlagers angeordnet, mittels dem die Abtriebswelle am Lagerschild gelagert ist. Dies ist vor Allem dann vorteilhaft, wenn das vierte Schaltelement als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet ist.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform können das zweite und dritte Schaltelement axial zwischen dem Planetenradsatzsystem und dem der Schnittstelle zur getriebe-externen Antriebseinheit axial gegenüberliegenden Ende des Getriebes angeordnet sein. Das erste und fünfte Schaltelement sind dabei axial zwischen der oben bezeichneten Schnittstelle und dem Planetenradsatzsystem anzuordnen.

Das Getriebe kann Bestandteil eines Antriebsstrangs für ein Kraftfahrzeug sein. Der Antriebsstrang weist neben dem Getriebe auch eine Verbrennungskraftmaschine auf, welche über den Torsionsschwingungsdämpfer mit der Antriebswelle des Getriebes drehelastisch verbunden, bzw. verbindbar ist. Zwischen Antriebswelle und Verbrennungskraftmaschine kann sich die Trennkupplung befinden, welche Bestandteil des Getriebes sein kann. Ausgangswellen des Differentialgetriebes sind mit Antriebsrädern des Kraftfahrzeugs verbunden. Weist das Getriebe die elektrische Maschine auf, so ermöglicht der Antriebsstrang mehrere Antriebsmodi des Kraftfahrzeugs. In einem elektrischen Fahrbetrieb wird das Kraftfahrzeug von der elektrischen Maschine des Getriebes angetrieben. In einem verbrennungsmotorischen Betrieb wird das Kraftfahrzeug von der Verbrennungskraftmaschine angetrieben. In einem hybriden Betrieb wird das Kraftfahrzeug sowohl von der Verbrennungskraftmaschine als auch von der elektrischen Maschine des Getriebes angetrieben.

Eine ständige Verbindung wird als Verbindung zwischen zwei Elementen bezeichnet, die stets besteht. Derart ständig verbundene Elemente drehen stets mit der gleichen Abhängigkeit zwischen deren Drehzahlen. In einer ständigen Verbindung zwischen zwei Elementen kann sich kein Schaltelement befinden. Eine ständige Verbindung ist daher von einer schaltbaren Verbindung zu unterscheiden. Eine ständig drehfeste Verbindung wird als Verbindung zwischen zwei Elementen bezeichnet, die stets besteht und deren verbundene Elemente somit stets die gleiche Drehzahl aufweisen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachfolgend anhand der beigefügten Figuren detailliert beschrieben. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Schnittansicht eines Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs;
- Fig. 2 bis Fig. 7 schematische Schnittansichten verschiedener Getriebe-Ausführungsbeispiele;
- Fig. 8 eine Konstruktions-Schnittansicht eines Getriebes;

Fig. 9 ein Schaltschema; und

Fig. 10 sowie Fig. 11 je ein erfindungsgemäßes Planetenradsatzsystem.

Fig. 1 zeigt eine schematische Schnittansicht eines Kraftfahrzeug-Antriebsstranges, welcher ein Getriebe G gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel mit einem Planetenradsatzsystem PS aufweist. Das Getriebe G weist neben dem Planetenradsatzsystem PS eine Antriebswelle GW1, eine Abtriebswelle GW2, ein Differentialgetriebe AG, einen Torsionsschwingungsdämpfer TS, eine Trennkupplung K0, fünf Schaltelemente A, B, C, D, E sowie ein drehfestes Gehäuse GG mit einem daran befestigten Lagerschild LS auf. Über Antriebswellen ist das Differentialgetriebe AG mit Antriebsrädern DW des Kraftfahrzeugs verbunden.

Das Planetenradsatzsystem PS weist einen ersten Planetenradsatz P1, einen zweiten Planetenradsatz P2 und einen dritten Planetenradsatz P3 auf. Der erste und zweite Planetenradsatz P1, P2 sind je als ein Minus-Radsatz ausgebildet, während der dritte Planetenradsatz P3 als ein Plus-Radsatz ausgebildet ist. Ein Sonnenrad E13 des dritten Planetenradsatzes P3 ist mit der Antriebswelle GW1 ständig verbunden. Ein Steg E23 des dritten Planetenradsatzes P3 ist durch Schließen des zweiten Schaltelements B drehfest festsetzbar. Ein Sonnenrad E12 des zweiten Planetenradsatzes P2 ist durch Schließen des ersten Schaltelements A mit der Antriebswelle GW1 verbindbar. Ein Steg E22 des zweiten Planetenradsatzes P2 ist mit einem Steg E21 des ersten Planetenradsatzes P1 ständig drehfest verbunden, und durch Schließen des vierten Schaltelements D drehfest festsetzbar. Ein Hohlrad E31 des ersten Planetenradsatzes P1 ist mit der Abtriebswelle GW2 ständig verbunden.

Ein Sonnenrad E11 des ersten Planetenradsatzes P1 ist mit einem Hohlrad E32 des zweiten Planetenradsatzes P2 ständig drehfest verbunden, wobei das Hohlrad E32 am Innendurchmesser des Sonnenrads E11 ausgebildet ist. Das Hohlrad E32 bildet dabei auch das Hohlrad des dritten Planetenradsatzes P3, und ist entsprechend breit ausgeführt. Das Hohlrad E32, bzw. das Sonnenrad E11 ist durch Schließen des dritten Schaltelements C drehfest festsetzbar.

Das Getriebe G weist eine Schnittstelle GA zu einer getriebe-externen Antriebseinheit auf, welche beispielsweise als Verbrennungskraftmaschine ausgebildet sein

kann. Die Schnittstelle GA ist dazu eingerichtet, eine Drehzahl der getriebe-externen Antriebseinheit auf die Antriebswelle GW1 zu übertragen. Zwischen der Schnittstelle GA und der Antriebswelle GW1 sind ein Torsionsschwingungsdämpfer TS und eine Trennkupplung K0 angeordnet. Durch Schließen der Trennkupplung K0 ist die Antriebswelle GW1 mit der Schnittstelle GA verbindbar. Ein Betätigungselement zum Betätigen der Trennkupplung K0 stützt sich dabei axial an einem Abschnitt der Antriebswelle GW1 ab.

Die Abtriebswelle GW2 weist an einem Abschnitt eine Verzahnung GW2A auf, welcher zur Leistungsübertragung zwischen der Abtriebswelle GW2 und dem achsparallel zur Abtriebswelle GW2 angeordneten Differentialgetriebe AG dient. Die Verzahnung GW2A ist bevorzugt schrägverzahnt ausgebildet, und bedarf einer entsprechenden Lagerung. Das Lagerschild LS ist dazu eingerichtet ein Wälzlager GW2L aufzunehmen, welches zur radialen und axialen Abstützung der Abtriebswelle GW2 dient.

Das zweite und dritte Schaltelement B, C befinden sich axial zwischen der Schnittstelle GA und dem Lagerschild LS. Die Abtriebswellenverzahnung GW2A befindet sich axial zwischen dem Lagerschild LS und dem Planetenradsatzsystem PS. Das Planetenradsatzsystem PS befindet sich axial zwischen der Abtriebswellenverzahnung GW2A und den Schaltelementen eins, vier und fünf A, D, E.

Fig. 2 zeigt eine schematische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels des Getriebes G, welches im Wesentlichen dem in Fig. 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel entspricht. Die übrigen Komponenten des Antriebsstrangs sowie das Differentialgetriebe AG sind der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt. Das Getriebe G weist nun eine elektrische Maschine EM mit einem drehfesten Stator S und einem drehbaren Rotor R auf, welche achsparallel zur Antriebswelle GW1 angeordnet ist. Der Rotor R ist über ein Stirnradgetriebe ST1 mit der Antriebswelle GW1 in einem festen Übersetzungsverhältnis wirkverbunden. Das Stirnradgetriebe ST1 ist dabei in der gleichen Ebene wie die Trennkupplung K0 angeordnet. Anstelle des Stirnradgetriebe ST1 könnte auch ein Zugmittelgetriebe verwendet werden, beispielsweise ein Kettentrieb.

Fig. 3 zeigt eine schematische Ansicht eines dritten Ausführungsbeispiels des Getriebes G, welches im Wesentlichen dem in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel entspricht. Lediglich die Anordnung der elektrischen Maschine EM sowie die Anordnung des vierten Schaltelements D wurde verändert. Die elektrische Maschine EM ist weiterhin achsparallel zur Antriebswelle GW1 angeordnet, jedoch im hinteren Bereich des Getriebes G, welches der Schnittstelle GA axial gegenüberliegt. Die Anbindung der elektrischen Maschine EM an die Antriebswelle GW1 erfolgt über ein Stirnradgetriebe ST2. Das als formschlüssige Bremse ausgebildete vierte Schaltelement D ist nun platzsparend radial innerhalb der Abtriebswellenlagerung GW2L angeordnet.

Fig. 4 zeigt eine schematische Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels des Getriebes G, welches im Wesentlichen dem in Fig. 3 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel entspricht. Lediglich die Anordnung der elektrischen Maschine EM wurde verändert, welche nun koaxial zur Antriebswelle GW1 angeordnet ist. Eine solche Anordnung ermöglicht einen besseren mechanischen Wirkungsgrad des Getriebes G, da das Stirnradgetriebe ST2 entfällt.

Fig. 5 zeigt eine schematische Ansicht eines fünften Ausführungsbeispiels des Getriebes G, welches sich durch eine gegenüber den vorangegangenen Ausführungsbeispielen veränderte Anordnung der Getriebekomponenten auszeichnet. Das Planetenradsatzsystem PS ist nun axial zwischen der Schnittstelle GA und der Abtriebswellenverzahnung GW2A angeordnet. Die elektrische Maschine EM ist koaxial zur Antriebswelle GW1 und axial zwischen der Schnittstelle GA und dem Planetenradsatzsystem PS angeordnet. Die Abtriebswellenverzahnung GW2A ist axial zwischen dem Planetenradsatzsystem PS und dem Lagerschild LS angeordnet. Das erste und fünfte Schaltelement A, E sind axial zwischen der elektrischen Maschine EM und dem Planetenradsatzsystem PS angeordnet. Das vierte Schaltelement D ist radial innerhalb der Abtriebswellenlagerung GW2L angeordnet. Das Lagerschild LS ist axial zwischen der Abtriebswellenverzahnung GW2A und dem zweiten und dritten Schaltelement B, C angeordnet.

Fig. 6 zeigt eine schematische Ansicht eines sechsten Ausführungsbeispiels des Getriebes G, welches im Wesentlichen dem in Fig. 5 dargestellten fünften Ausführungs-

beispiel entspricht. Die elektrische Maschine EM ist nun achsparallel zur Antriebswelle GW1 angeordnet, und über ein Stirnradgetriebe ST3 mit der Antriebswelle GW1 wirkverbunden. Das Stirnradgetriebe ST3 ist dabei als zweistufiges Stirnradgetriebe aufgebaut. Elemente des Stirnradgetriebes ST3 sind zusammen mit der Trennkupplung K0 in einer gemeinsamen Ebene angeordnet.

Fig. 7 zeigt eine schematische Ansicht eines siebenten Ausführungsbeispiels des Getriebes, welches sich durch einen anders aufgebauten Planetenradsatzsystem PS2 auszeichnet. Das Planetenradsatzsystem PS2 weist einen Ravigneaux-Radsatz PR und einen zusätzlichen Planetenradsatz P23 auf, welcher als ein Plus-Radsatz ausgebildet ist. Ein Sonnenrad PR1 des Ravigneaux-Radsatzes, welches mit dessen äußeren Planetenrädern kämmt, ist einteilig mit einem Hohlrad E233 des zusätzlichen Planetenradsatzes P3 ausgebildet. Der zusätzliche Planetenradsatz P23 ist dabei radial innerhalb des Sonnenrads PR1 angeordnet. Durch Schließen des ersten Schaltelements A wird die Antriebswelle GW1 mit einem Sonnenrad PR4 des Ravigneaux-Radsatzes PR verbunden, welches mit dessen radial inneren Planetenrädern kämmt. Durch Schließen des zweiten Schaltelements B wird ein Steg E223 des zusätzlichen Planetenradsatzes P23 drehfest festgesetzt. Durch Schließen des dritten Schaltelements C wird das Sonnenrad PR1 drehfest gesetzt. Durch Schließen des vierten Schaltelements D wird ein gemeinsamer Steg PR2 des Ravigneaux-Radsatzes PR drehfest festgesetzt. Durch Schließen des fünften Schaltelements E wird die Antriebswelle GW1 mit dem Steg PR2 verbunden. Ein Hohlrad PR3 des Ravigneaux-Radsatzes P3 ist mit der Abtriebswelle GW2 ständig verbunden.

Fig. 8 zeigt eine Konstruktions-Schnittansicht des in Fig.2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiels des Getriebes G. Zur besseren Deutlichkeit sind zwei Schnittebenen des Getriebes G in Fig. 8 in einer Ebene dargestellt, nämlich eine Schnittebene durch die achsparallele elektrische Maschine EM und eine Schnittebene durch das Planetenradsatzsystem PS, die coaxial dazu angeordneten weiteren Elemente des Getriebes G, sowie ein Teil des Stirnradgetriebes ST1. Die beiden Schnittebenen sind im Bereich des Stirnradgetriebe ST1 zusammengeführt, wodurch das Stirnradgetriebe ST1 nicht rotationssymmetrisch erscheint. Abschnitte des Gehäuses GG, das Differentialgetriebe AG sowie die Zwischenwelle zwischen dem Differentialgetriebe AG und der Abtriebswelle GW2 sind nicht dargestellt. Die Konstruktions-

Schnittansicht macht deutlich, dass durch Einsatz des erfindungsgemäßen Planetenradsatzsystems PS ein Getriebe G mitsamt elektrischer Maschine EM einen besonders geringen axialen Bauraumbedarf aufweist.

Fig. 9 zeigt ein Schaltschema, welches für sämtliche Ausführungsbeispiele des Getriebes G anwendbar ist. In den Zeilen des Schaltschemas sind sechs Vorwärtsgänge 1 bis 6 sowie ein Rückwärtsgang R1 dargestellt. In den Spalten des Schaltschemas ist durch ein X gekennzeichnet, welche der Schaltelemente A, B, C, D, E in welchem Vorwärtsgang 1 bis 6 beziehungsweise Rückwärtsgang R1 geschlossen sind. Die Gänge 1 bis 6 beziehen sich auf feste Drehzahlverhältnisse zwischen Antriebswelle GW1 und Abtriebswelle GW2.

Fig. 10 zeigt eine isolierte Darstellung des Planetenradsatzsystems PS mit seinen Elementen Sonnenrad E11, Steg E21, Hohlrad E31 des ersten Planetenradsatzes P1, Sonnenrad E12, Steg E22, Hohlrad E32 des zweiten Planetenradsatzes P2, sowie Sonnenrad E13 und Steg E23 des dritten Planetenradsatzes P3. Der dritte Planetenradsatz P3 ist dabei nur beispielhaft als ein Plus-Radsatz ausgebildet.

Fig. 11 zeigt eine isolierte Darstellung des Planetenradsatzsystems PS2 mit seinen Elementen Sonnenrad PR1, Sonnenrad PR2, Steg PR3 und Hohlrad PR4 des Ravigneaux-Radsatzes PR, sowie Sonnenrad E213, Steg E223 und Hohlrad E233 des zusätzlichen Planetenradsatzes P23.

Bezugszeichen

PS	Planetenradsatzsystem
P1	Erster Planetenradsatz
E11	Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes
E21	Steg des ersten Planetenradsatzes
E31	Hohlrad des ersten Planetenradsatzes
P2	Zweiter Planetenradsatz
E12	Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes
E22	Steg des zweiten Planetenradsatzes
E32	Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes
P3	Dritter Planetenradsatz
E13	Sonnenrad des dritten Planetenradsatzes
E23	Steg des dritten Planetenradsatzes
PS2	Planetenradsatzsystem
PR	Ravigneaux-Radsatz
PR1	Sonnenrad des Ravigneaux-Radsatzes
PR2	Steg des Ravigneaux-Radsatzes
PR3	Hohlrad des Ravigneaux-Radsatzes
PR4	Sonnenrad des Ravigneaux-Radsatzes
P23	Zusätzlicher Planetenradsatz
E213	Sonnenrad des zusätzlichen Planetenradsatzes
E223	Steg des zusätzlichen Planetenradsatzes
E233	Hohlrad des zusätzlichen Planetenradsatzes
G	Getriebe
GW1	Antriebswelle
GW2	Abtriebswelle
GW2A	Abtriebswellenverzahnung
GW2L	Wälzlager
GA	Schnittstelle
GG	Getriebegehäuse
LS	Lagerschild
EM	Elektrische Maschine
S	Stator

R	Rotor
AG	Differentialgetriebe
DW	Antriebsrad
K0	Trennkupplung
TS	Torsionsschwingungsdämpfer
A	Erstes Schaltelement
B	Zweites Schaltelement
C	Drittes Schaltelement
D	Viertes Schaltelement
E	Fünftes Schaltelement
ST1	Stirnradgetriebe
ST2	Stirnradgetriebe
ST3	Stirnradgetriebe
1	Erster Vorwärtsgang
2	Zweiter Vorwärtsgang
3	Dritter Vorwärtsgang
4	Vierter Vorwärtsgang
5	Fünfter Vorwärtsgang
6	Sechster Vorwärtsgang
R1	Rückwärtsgang

Patentansprüche

1. Planetenradsatzsystem (PS) für ein Kraftfahrzeuggetriebe (G), wobei das Planetenradsatzsystem (PS) einen ersten, einen zweiten und einen dritten Planetenradsatz (P1, P2, P3) umfasst,

- wobei der erste Planetenradsatz (P1) als ein Minus-Radsatz ausgebildet ist, dessen Sonnenrad (E11) mit dem Hohlrad (E32) des als Minus-Radsatz ausgebildeten zweiten Planetenradsatzes (P2) ständig drehfest verbunden ist,
- wobei der Steg (E21) des ersten Planetenradsatzes (P1) und der Steg (E22) des zweiten Planetenradsatzes (P2) ständig drehfest verbunden sind,
- wobei der zweite Planetenradsatz (P2) radial innerhalb des ersten Planetenradsatzes (P1) angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Hohlrad (E32) des zweiten Planetenradsatzes (P2) das Hohlrad des dritten Planetenradsatzes (P3) bildet.

2. Planetenradsatzsystem (PS) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der dritte Planetenradsatz (P3) als Plus-Radsatz ausgebildet ist.

3. Planetenradsatzsystem (PS) nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass weder das Sonnenrad (E13) noch der Steg (E23) des dritten Planetenradsatzes (P3) mit einem der Elemente (E11, E21, E31, E12, E22, E32) des ersten und zweiten Planetenradsatzes (P1, P2) ständig drehfest verbunden ist.

4. Planetenradsatzsystem (PS2) für ein Kraftfahrzeuggetriebe (G), wobei das Planetenradsatzsystem (PS2) einen genau vier Wellen umfassenden Ravigneaux-Radsatz (PR) sowie einen zusätzlichen Planetenradsatz (P23) aufweist, welcher als ein Plus-Radsatz ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Hohlrad (E233) des zusätzlichen Planetenradsatzes (P23) mit jenem Sonnenrad (PR1) des Ravigneaux-Radsatzes (PR) ständig drehfest verbunden ist, welches mit den radial äußeren Planetenrädern des Ravigneaux-Radsatzes (PR) kämmt, wobei der zusätzliche Planetenradsatz (P23) radial innerhalb dieses Sonnenrads (PR1) angeordnet ist.

5. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug, gekennzeichnet durch ein Planetenradsatzsystem (PS, PS2) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

- wobei das Getriebe (G) eine Schnittstelle (GA) aufweist, welche zur Leistungsübertragung von einer getriebe-externen Antriebseinheit an eine Antriebswelle (GW1) des Getriebes (G) eingerichtet ist,
- und wobei ein Abschnitt einer Abtriebswelle (GW2) des Getriebes (G) eine Verzahnung (GW2A) aufweist, welche zur Leistungsübertragung zwischen der Abtriebswelle (GW2) und einem achsparallel zur Abtriebswelle (GW2) angeordneten, getriebe-internen oder getriebe-externen Differentialgetriebe (AG) eingerichtet ist.

6. Getriebe (G) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Planetenradsatzsystem (PS, PS2) das einzige Radsatzsystem des Getriebes (G) bildet, welches zur Bildung von Gängen zwischen der Antriebswelle (GW1) und der Abtriebswelle (GW2) eingerichtet ist.

7. Getriebe (G) nach Anspruch 5 oder Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebswellenverzahnung (GW2A) axial zwischen der Schnittstelle (GA) und dem Planetenradsatzsystem (PS, PS2) angeordnet ist.

8. Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abtriebswellenverzahnung (GW2A) axial zwischen einem Lagerschild (LS) und dem Planetenradsatzsystem (PS, PS2) angeordnet ist, wobei das Lagerschild (LS) ein Wälzlager (GW2L) zur radialen und axialen Abstützung der Abtriebswelle (GW2) aufnimmt.

9. Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (G) eine elektrische Maschine (EM) aufweist, welche

- koaxial zur Antriebswelle (GW1) angeordnet und mit der Antriebswelle (GW1) ständig wirkverbunden ist, oder
- achsparallel zur Antriebswelle (GW1) angeordnet und über ein Stirnradgetriebe (ST1, ST2, ST3) oder über ein Zugmittelgetriebe mit der Antriebswelle (GW1) ständig wirkverbunden ist.

10. Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (G) eine Trennkupplung (K0) aufweist, durch welche jene Welle des Getriebes (G), an der die Schnittstelle (GA) ausgebildet ist, mit der Antriebswelle (GW1) verbindbar ist.

11. Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 5 bis 10 unter Rückbezug auf einen der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (G) ein erstes, ein zweites, ein drittes, ein viertes und ein fünftes Schaltelement (A, B, C, D, E) aufweist,

- wobei das Sonnenrad (E13) des dritten Planetenradsatzes (P3) mit der Antriebswelle (GW1) ständig verbunden ist,
- wobei das Hohlrad (E31) des ersten Planetenradsatzes (P1) mit der Abtriebswelle (GW2) ständig verbunden ist,
- wobei durch Schließen des ersten Schaltelements (A) die Antriebswelle (GW1) mit dem Sonnenrad (E12) des zweiten Planetenradsatzes (P2) verbindbar ist,
- wobei durch Schließen des zweiten Schaltelements (B) der Steg (E23) des als Plus-Radsatz ausgebildeten dritten Planetenradsatzes (P3) drehfest festsetzbar ist,
- wobei durch Schließen des dritten Schaltelements (C) das Sonnenrad (E11) des ersten Planetenradsatzes (P1) drehfest festsetzbar ist,
- wobei durch Schließen des vierten Schaltelements (D) der Steg (E21) des ersten Planetenradsatzes (P1) drehfest festsetzbar ist, und
- wobei durch Schließen des fünften Schaltelements (E) die Antriebswelle (GW1) mit dem Steg (E21) des ersten Planetenradsatzes (P1) verbindbar ist.

12. Getriebe (G) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schaltelement (B) und das dritte Schaltelement (C) axial zwischen der Schnittstelle (GA) und der Abtriebswellenverzahnung (GW2A) angeordnet sind.

13. Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 5 bis 10 unter Rückbezug auf Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Getriebe (G) ein erstes, ein zweites, ein drittes, ein viertes und ein fünftes Schaltelement (A, B, C, D, E) aufweist,

- wobei das Sonnenrad (E213) des zusätzlichen Planetenradsatzes (P23) mit der Antriebswelle (GW1) ständig verbunden ist,

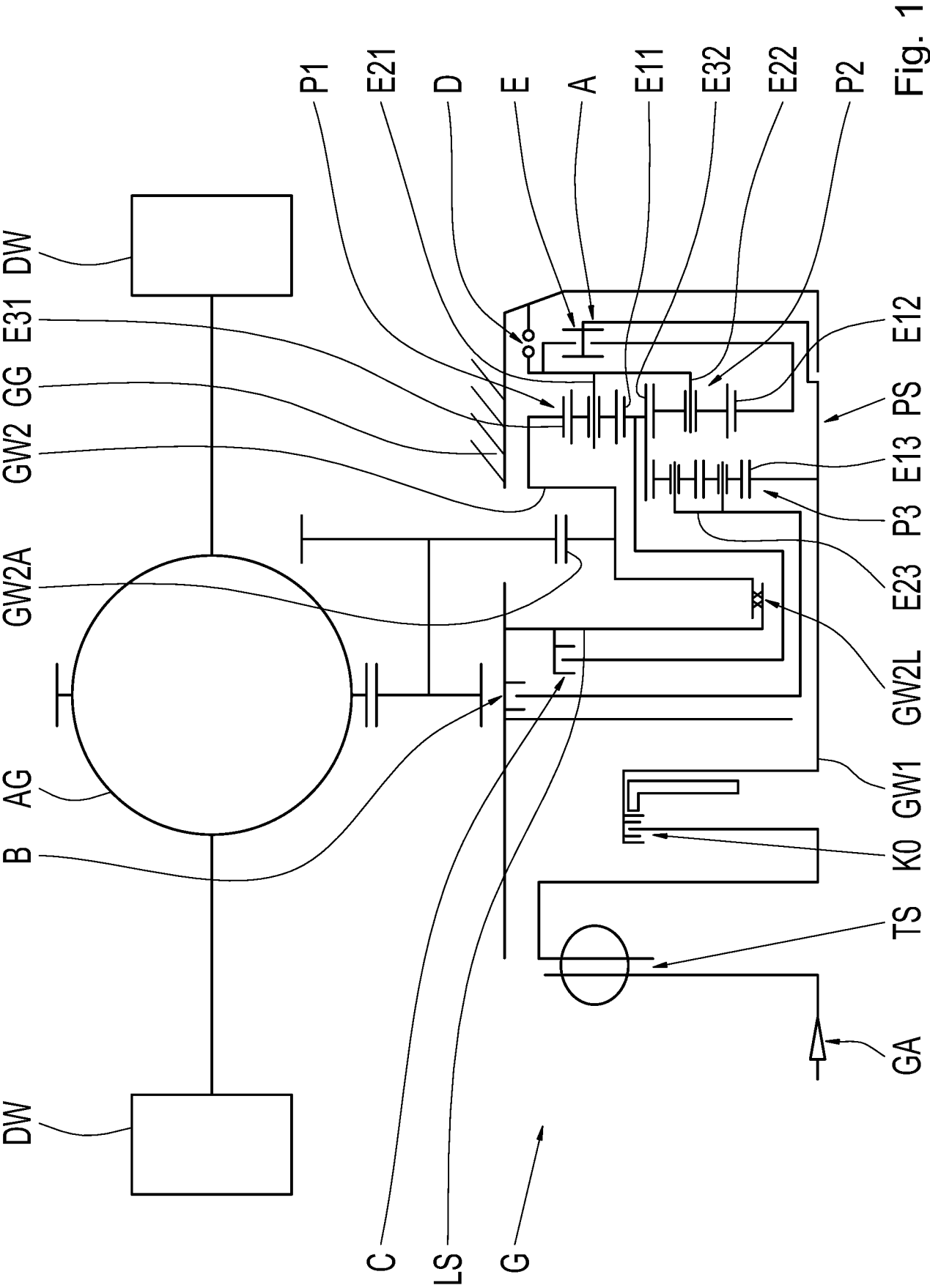
- wobei das Hohlrad (PR3) des Ravigneaux-Radsatzes (PR) mit der Abtriebswelle (GW2) ständig verbunden ist,
- wobei durch Schließen des ersten Schaltelements (A) die Antriebswelle (GW1) mit jenem Sonnenrad (PR4) des Ravigneaux-Radsatzes (PR) verbindbar ist, welches mit den radial inneren Planetenrädern des Ravigneaux-Radsatzes (PR) kämmt,
- wobei durch Schließen des zweiten Schaltelements (B) der Steg (E223) des zusätzlichen Planetenradsatzes (P23) drehfest festsetzbar ist,
- wobei durch Schließen des dritten Schaltelements (C) jenes Sonnenrad (PR1) des Ravigneaux-Radsatzes (PR), welches mit den radial äußeren Planetenrädern des Ravigneaux-Radsatzes (PR) kämmt, drehfest festsetzbar ist,
- wobei durch Schließen des vierten Schaltelements (D) der Steg (PR2) des Ravigneaux-Radsatzes (PR) drehfest festsetzbar ist, und
- wobei durch Schließen des fünften Schaltelements (E) die Antriebswelle (GW1) mit dem Steg (PR2) des Ravigneaux-Radsatzes (PR) verbindbar ist.

14. Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Schaltelement (A) und/oder das fünfte Schaltelement (E) axial zwischen dem Planetenradsatzsystem (PS, PS2) und einem der Schnittstelle (GA) gegenüberliegenden axialen Ende des Getriebes (G) angeordnet sind.

15. Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 11 bis 14 unter Rückbezug auf Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das vierte Schaltelement (D) radial innerhalb des Wälzlagers (GW2L) angeordnet ist.

16. Getriebe (G) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Schaltelement (B) und das dritte Schaltelement (C) axial zwischen dem Planetenradsatzsystem (PS) und einem zur Schnittstelle (GA) gegenüberliegenden axialen Ende des Getriebes (G) angeordnet sind, wobei das erste Schaltelement (A) und das fünfte Schaltelement (E) axial zwischen der Schnittstelle (GA) und der Planetenradsatzsystem (PS) angeordnet sind.

17. Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, wobei der Antriebsstrang eine Verbrennungskraftmaschine (VKM) und ein Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 5 bis 16 aufweist, wobei die Antriebswelle (GW1) des Getriebes (G) über einen getriebe-internen oder getriebe-externen Torsionsschwingungsdämpfer (TS) entweder direkt oder über die Trennkupplung (K0) mit der Verbrennungskraftmaschine (VKM) drehelastisch verbunden ist, und wobei Antriebsräder (DW) des Kraftfahrzeugs mit Ausgangswellen des Differentialgetriebes (AG) verbunden sind.



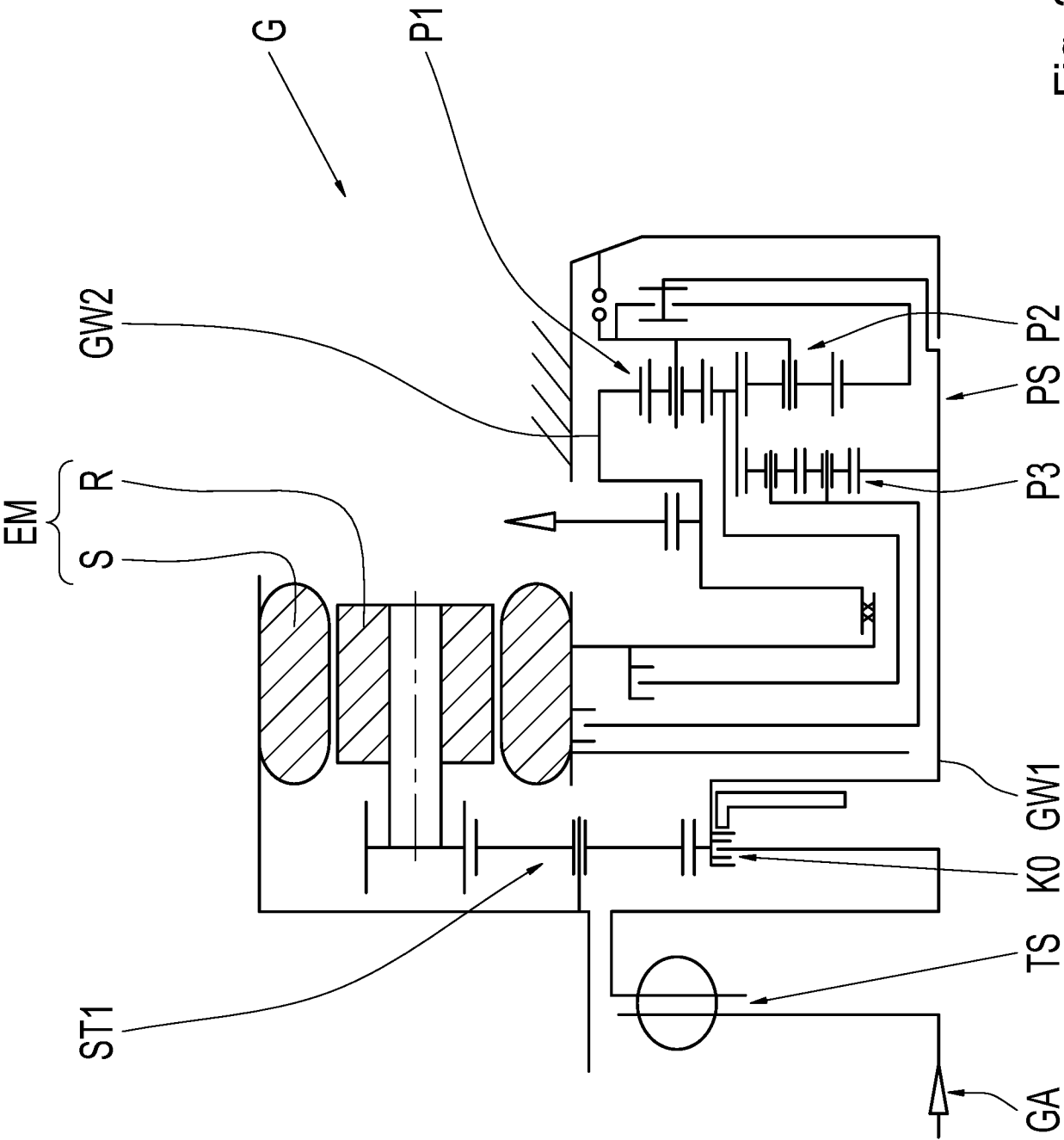


Fig. 2

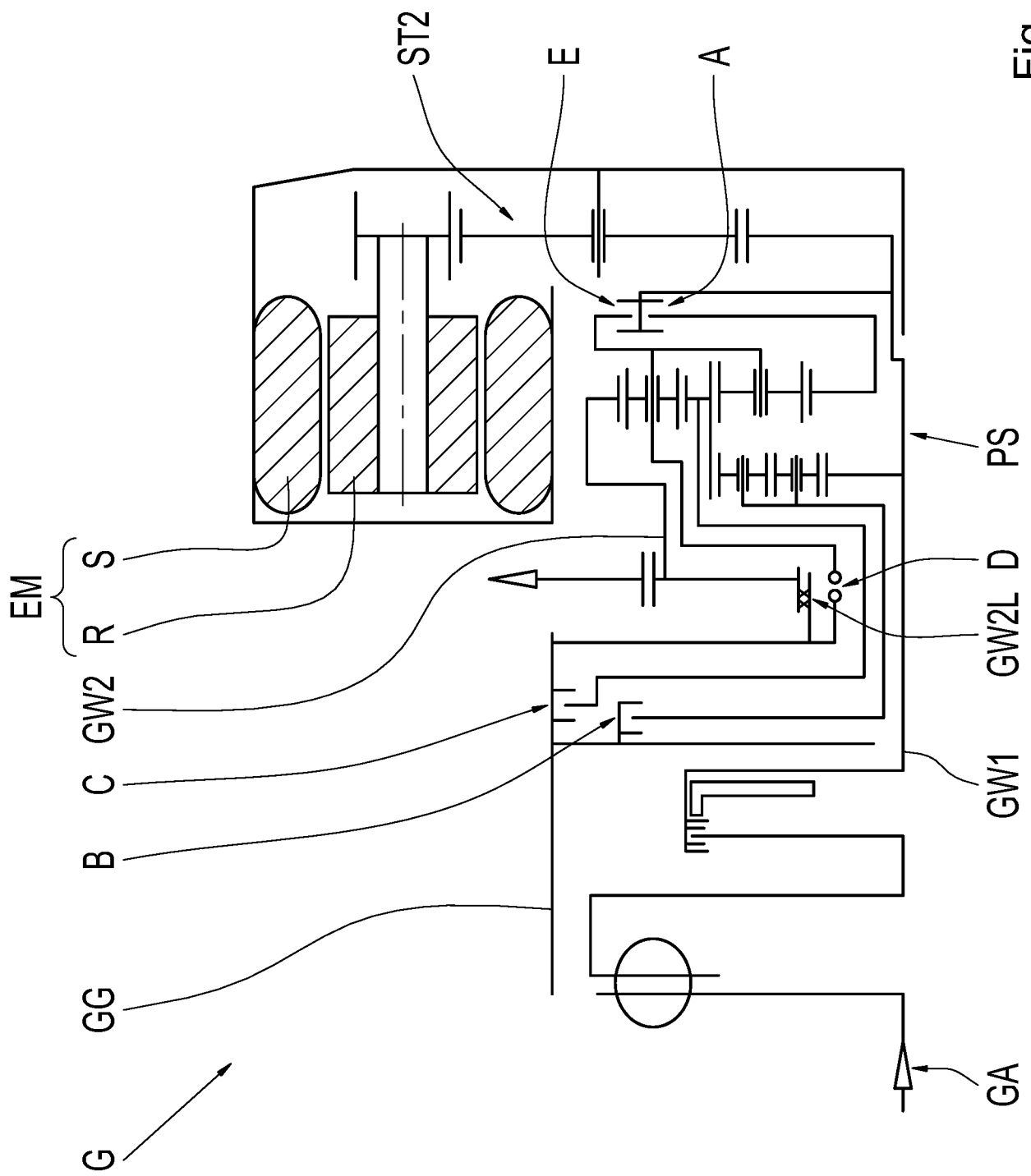


Fig. 3

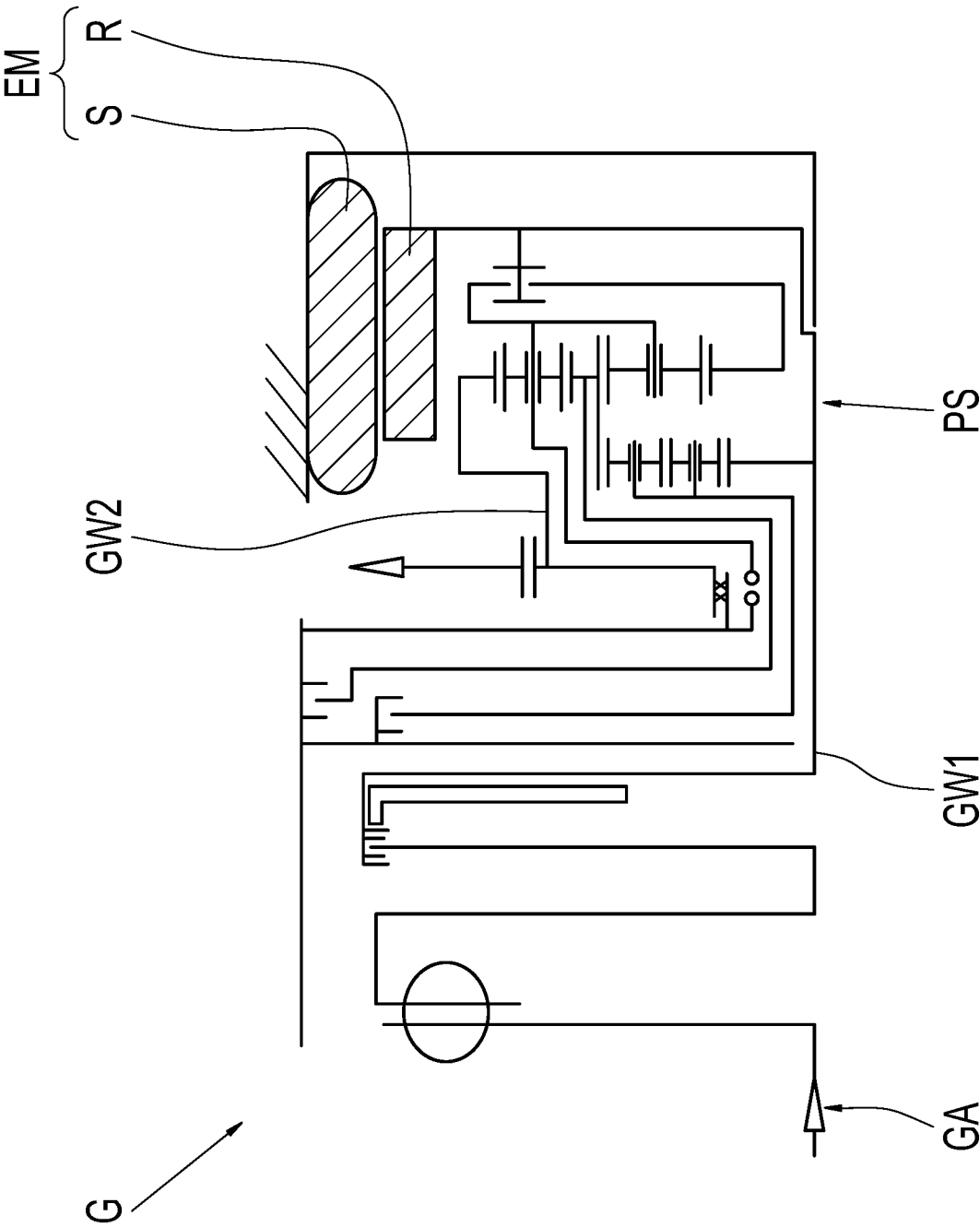


Fig. 4

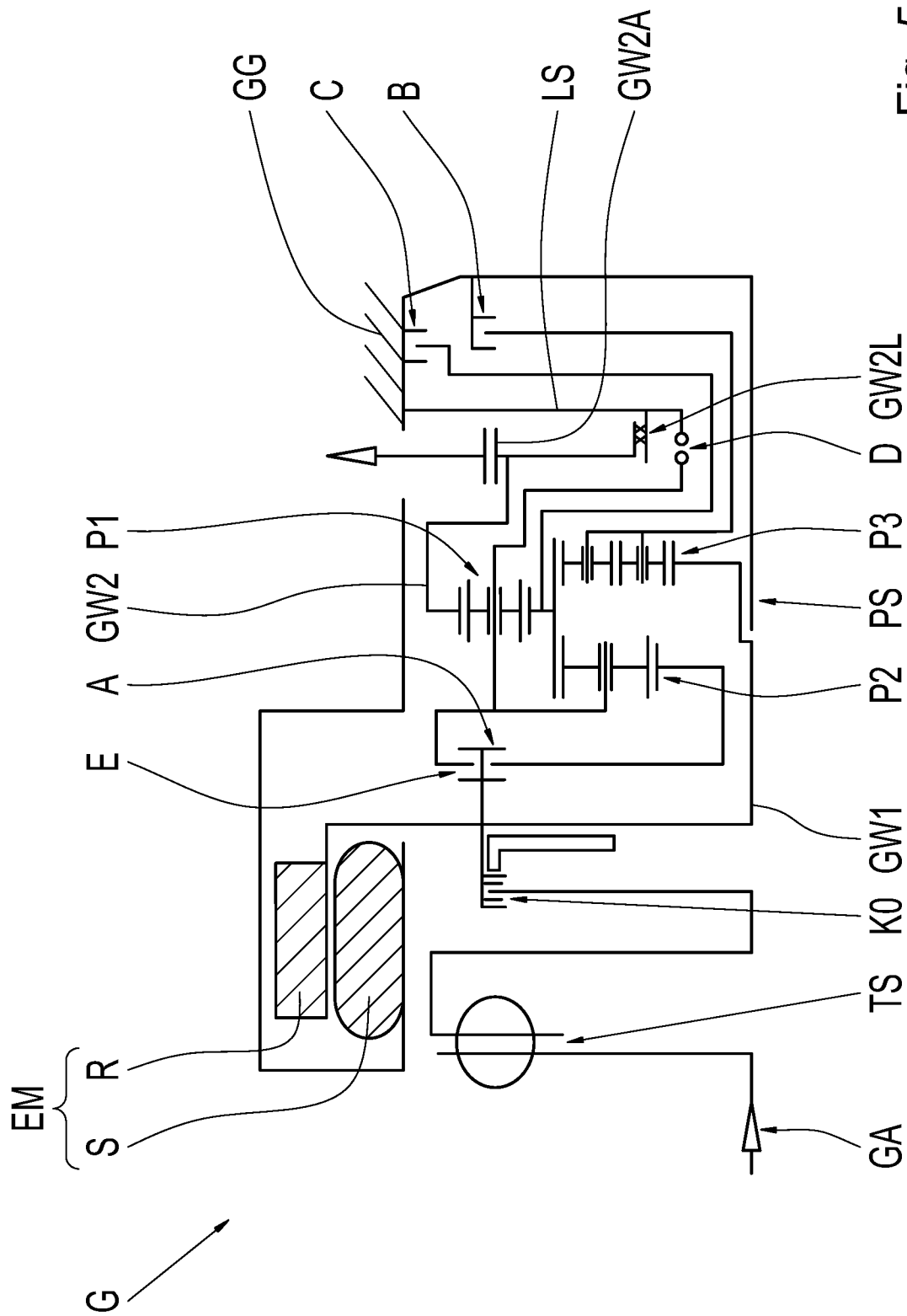


Fig. 5

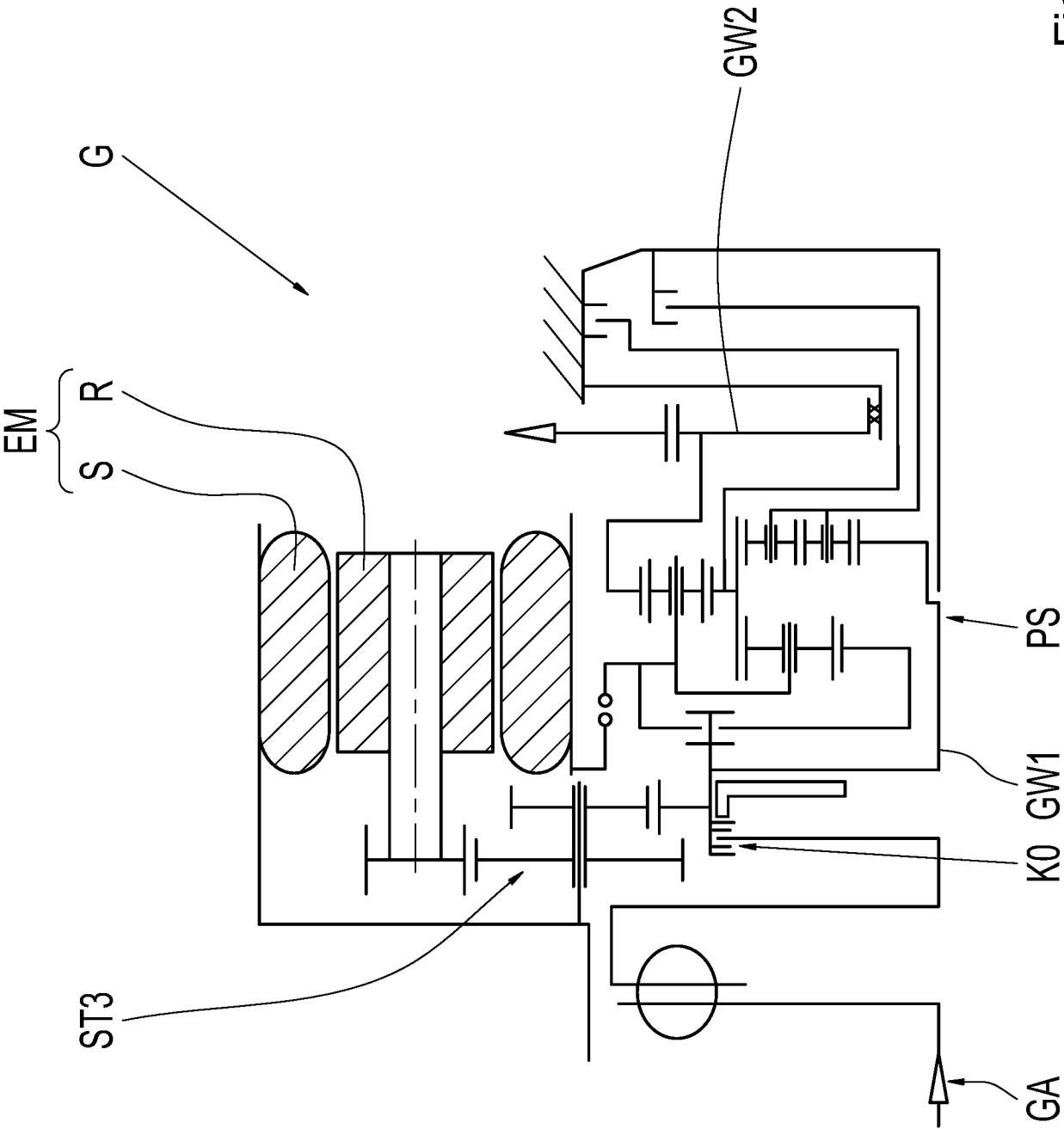


Fig. 6

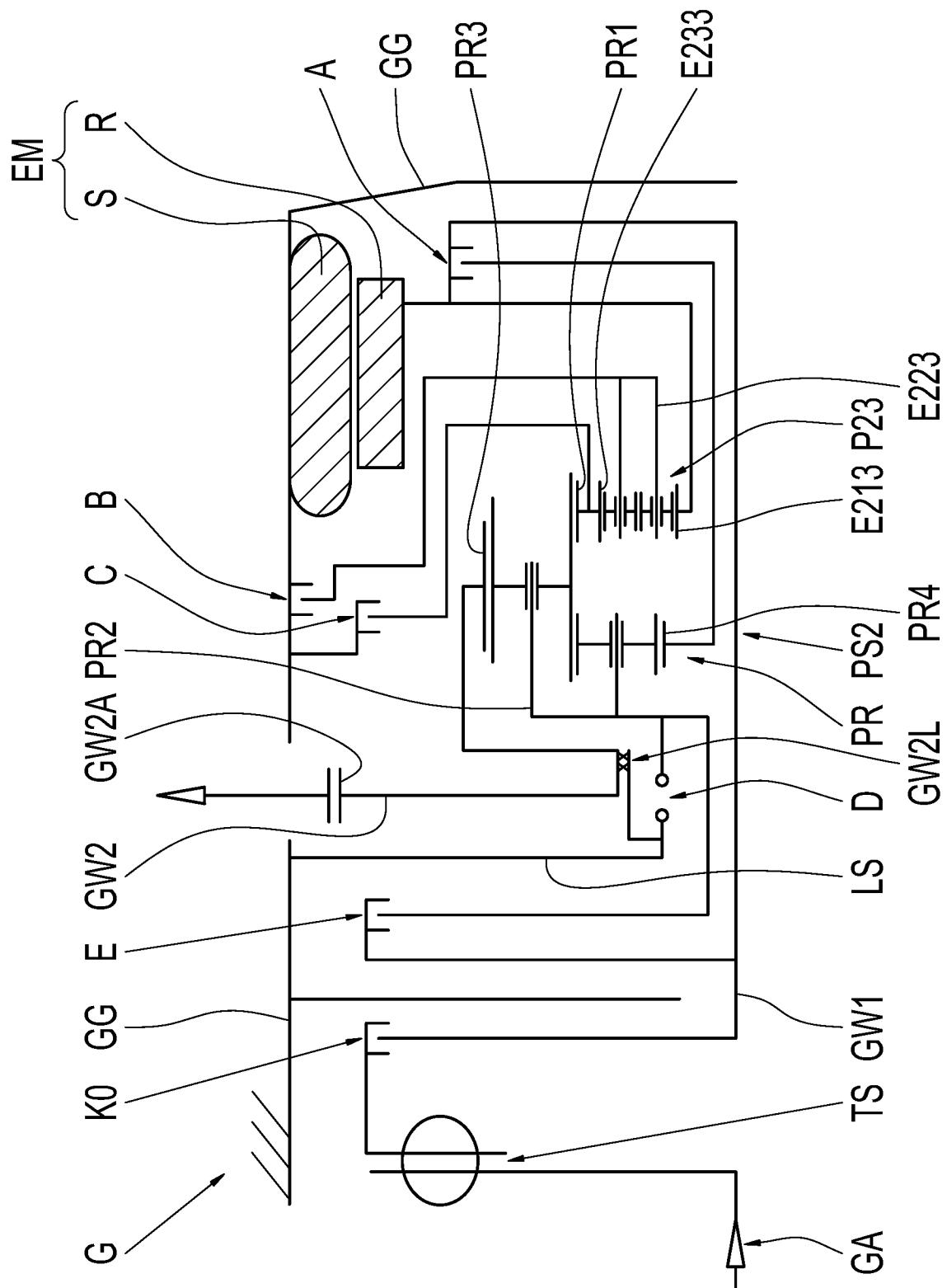


Fig. 7

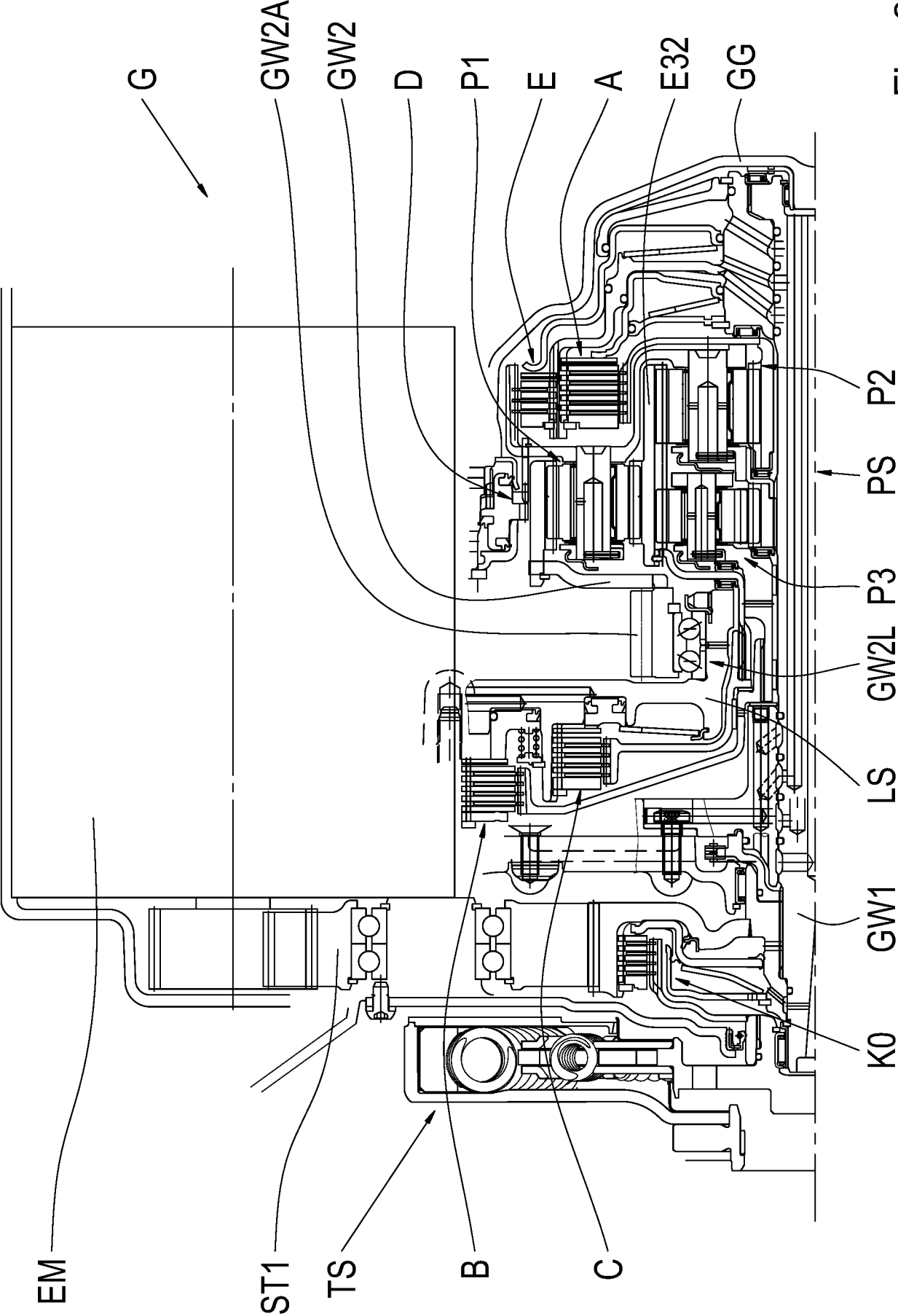


Fig. 8

9/10

	A	B	C	D	E
1	X			X	
2	X		X		
3	X	X			
4	X				X
5		X			X
6			X		X
R1		X		X	

Fig. 9

10/10

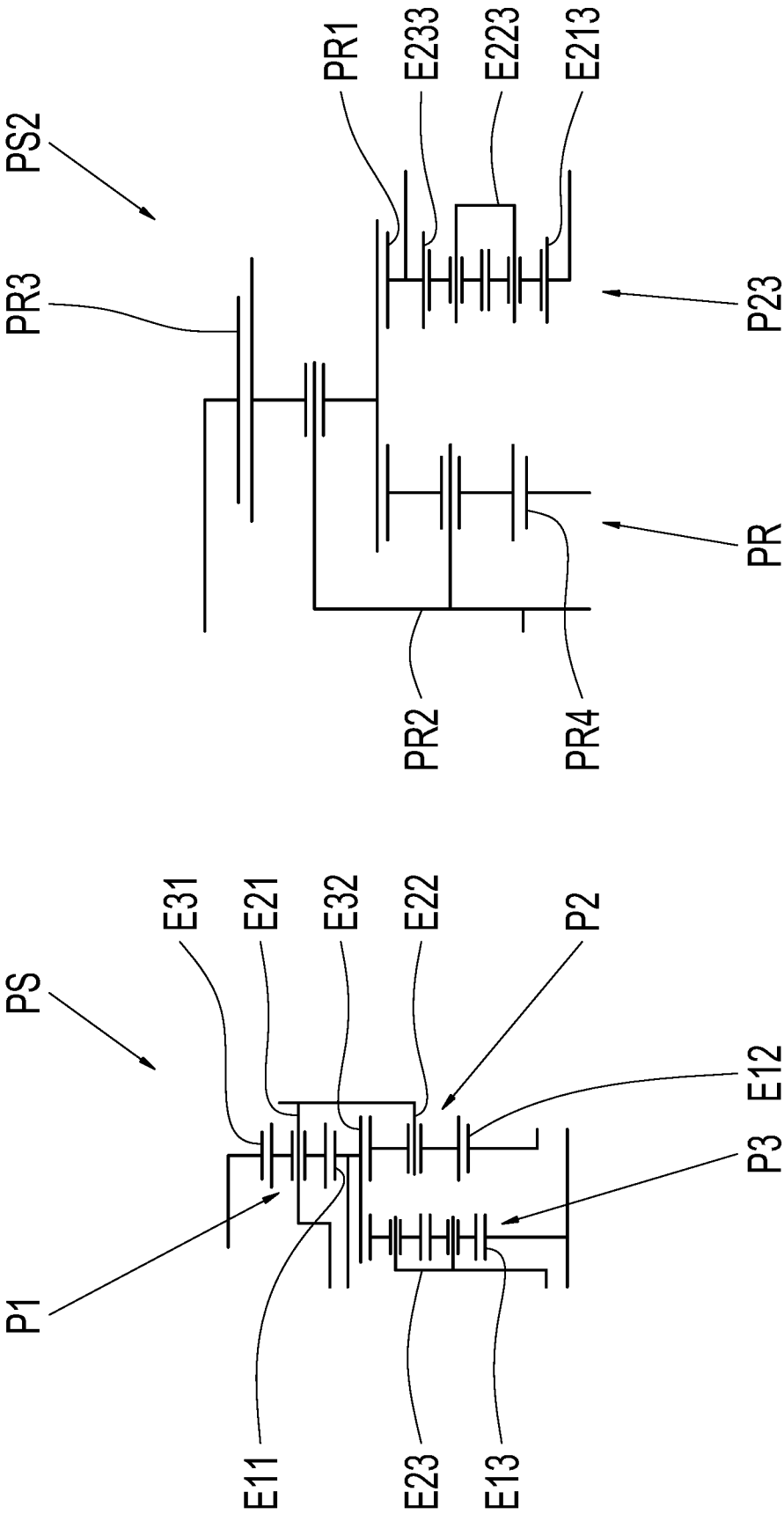


Fig. 11

Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/061706

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F16H3/66 B60K6/365 B60K6/547 B60K6/48
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.
X	DE 10 2012 207017 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 31 October 2013 (2013-10-31) cited in the application figures 1,2	1-3,5,6, 9,10,17
Y		9
A		7,8,11, 12,14-16
X	----- WO 2015/082166 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 11 June 2015 (2015-06-11) figures 4,11	1,5-10, 17
Y	----- DE 10 2012 201685 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 8 August 2013 (2013-08-08) figure 15	9
	----- -/-	



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

14 July 2017

Date of mailing of the international search report

25/09/2017

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

International application No

PCT/EP2017/061706

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/105165 A1 (AISIN AW CO [JP]) 16 July 2015 (2015-07-16) figure 1 -----	1-3, 5-12,14, 16,17
Y	Thomas Belz: "Varianten von Mehrgang-Planetengetrieben", 8 March 2016 (2016-03-08), XP055257458, Retrieved from the Internet: URL: https://register.epo.org/application?documentId=EYPWMGE67270DSU&appnumber=EP13756488&showPdfPage=all [retrieved on 2016-03-11] paragraph [Kapitel2und5] -----	1-3, 5-12,14, 16,17
X	DE 10 2013 209416 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 5 December 2013 (2013-12-05) figure 4 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2017/061706

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

See additional sheet :

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-3, 11, 12 (fully); 5-10, 14-17 (partially)

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has found that the international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-3, 11, 12 (in full); 5-10, 14-17 (in part)

Planetary gear set system comprising a plus planetary gear set and two radially interleaved minus planetary gear sets.

2. Claims 4, 13 (in full); 5-10, 14-17 (in part)

Planetary gear set system comprising a Ravigneaux planetary gear set and a plus planetary gear set radially arranged therein.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/061706

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012207017 A1	31-10-2013	CN 104246292 A	24-12-2014
		DE 102012207017 A1	31-10-2013
		EP 2841811 A1	04-03-2015
		ES 2585061 T3	03-10-2016
		US 2015065290 A1	05-03-2015
		WO 2013159987 A1	31-10-2013

WO 2015082166 A1	11-06-2015	DE 102013225209 A1	11-06-2015
		WO 2015082166 A1	11-06-2015

DE 102012201685 A1	08-08-2013	CN 104081090 A	01-10-2014
		DE 102012201685 A1	08-08-2013
		EP 2812607 A1	17-12-2014
		US 2015051043 A1	19-02-2015
		WO 2013117368 A1	15-08-2013

WO 2015105165 A1	16-07-2015	CN 105849439 A	10-08-2016
		DE 112015000224 T5	18-08-2016
		JP 6112231 B2	12-04-2017
		JP WO2015105165 A1	23-03-2017
		US 2016305510 A1	20-10-2016
		WO 2015105165 A1	16-07-2015

DE 102013209416 A1	05-12-2013	CN 103453129 A	18-12-2013
		DE 102013209416 A1	05-12-2013
		US 8562480 B1	22-10-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F16H3/66 B60K6/365 B60K6/547 B60K6/48 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.
X	DE 10 2012 207017 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 31. Oktober 2013 (2013-10-31) in der Anmeldung erwähnt	1-3,5,6, 9,10,17
Y	Abbildungen 1,2	9
A		7,8,11, 12,14-16
X	WO 2015/082166 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 11. Juni 2015 (2015-06-11) Abbildungen 4,11	1,5-10, 17
Y	DE 10 2012 201685 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 8. August 2013 (2013-08-08) Abbildung 15	9
	----- -/-	
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
14. Juli 2017		25/09/2017
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

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	WO 2015/105165 A1 (AISIN AW CO [JP]) 16. Juli 2015 (2015-07-16) Abbildung 1 -----	1-3, 5-12,14, 16,17
Y	Thomas Belz: "Varianten von Mehrgang-Planetengetrieben", 8. März 2016 (2016-03-08), XP055257458, Gefunden im Internet: URL: https://register.epo.org/application?documentId=EYPWMGE67270DSU&appnumber=EP13756488&showPdfPage=all [gefunden am 2016-03-11] Absatz [Kapitel2und5] -----	1-3, 5-12,14, 16,17
X	DE 10 2013 209416 A1 (GM GLOBAL TECH OPERATIONS INC [US]) 5. Dezember 2013 (2013-12-05) Abbildung 4 -----	1

Feld Nr. II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein internationaler Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr. 10, 14-17, weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche diese Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr. weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, dass eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr. weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefasst sind.

Feld Nr. III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Diese Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung solcher Gebühren aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Dieser internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfasst:
1-3, 11, 12(vollständig); 5-10, 14-17(teilweise)

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Der Anmelder hat die zusätzlichen Recherchegebühren unter Widerspruch entrichtet und die gegebenenfalls erforderliche Widerspruchsgebühr gezahlt.
- ☐ Die zusätzlichen Recherchegebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt, jedoch wurde die entsprechende Widerspruchsgebühr nicht innerhalb der in der Aufforderung angegebenen Frist entrichtet.
- ☐ Die Zahlung der zusätzlichen Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-3, 11, 12(vollständig); 5-10, 14-17(teilweise)

Planetenradsatzsystem mit einem Plusplanetenradsatz und zwei radial verschachtelten Minusradsätzen

2. Ansprüche: 4, 13(vollständig); 5-10, 14-17(teilweise)

Planetenradsatzsystem mit einem Ravigneaux-Planetenradsatz und einem in diesem radial angeordneten Plus-Planetenradsatz

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/061706

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012207017 A1	31-10-2013	CN 104246292 A	24-12-2014
		DE 102012207017 A1	31-10-2013
		EP 2841811 A1	04-03-2015
		ES 2585061 T3	03-10-2016
		US 2015065290 A1	05-03-2015
		WO 2013159987 A1	31-10-2013

WO 2015082166 A1	11-06-2015	DE 102013225209 A1	11-06-2015
		WO 2015082166 A1	11-06-2015

DE 102012201685 A1	08-08-2013	CN 104081090 A	01-10-2014
		DE 102012201685 A1	08-08-2013
		EP 2812607 A1	17-12-2014
		US 2015051043 A1	19-02-2015
		WO 2013117368 A1	15-08-2013

WO 2015105165 A1	16-07-2015	CN 105849439 A	10-08-2016
		DE 112015000224 T5	18-08-2016
		JP 6112231 B2	12-04-2017
		JP WO2015105165 A1	23-03-2017
		US 2016305510 A1	20-10-2016
		WO 2015105165 A1	16-07-2015

DE 102013209416 A1	05-12-2013	CN 103453129 A	18-12-2013
		DE 102013209416 A1	05-12-2013
		US 8562480 B1	22-10-2013
