



(10) **DE 10 2014 226 708 B4** 2024.08.08

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 226 708.0**
(22) Anmeldetag: **19.12.2014**
(43) Offenlegungstag: **23.06.2016**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **08.08.2024**

(51) Int Cl.: **B60K 6/365 (2007.10)**
B60W 20/40 (2016.01)
B60K 6/48 (2007.10)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
**ZF FRIEDRICHSHAFEN AG, 88046
Friedrichshafen, DE**

(72) Erfinder:
**Brehmer, Martin, Dr.-Ing., 88069 Tettnang, DE;
Ziemer, Peter, 88069 Tettnang, DE; Beck, Stefan,
88097 Eriskirch, DE; Horn, Matthias, Dr., 88069
Tettnang, DE; Kaltenbach, Johannes, Dr., 88048
Friedrichshafen, DE; King, Julian, Dr., Rankweil,
AT; Moraw, Jens, 88046 Friedrichshafen, DE;**

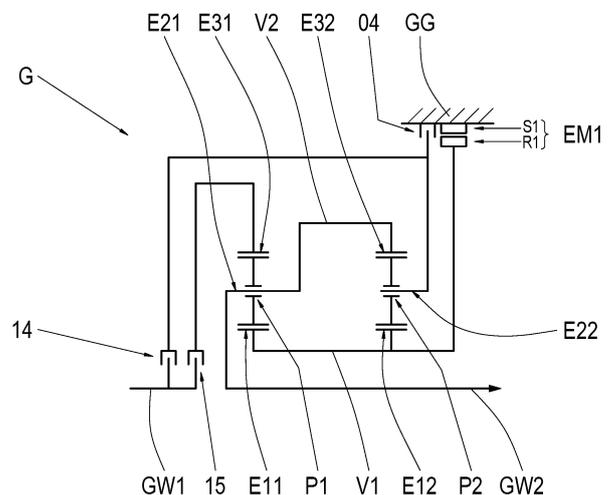
**Münch, Eckehard, Dr., 88048 Friedrichshafen, DE;
Pawlakowitsch, Juri, 88263 Horgenzell, DE;
Scharr, Stephan, 88045 Friedrichshafen, DE;
Warth, Viktor, 88048 Friedrichshafen, DE; Wechs,
Michael, 88131 Lindau, DE; Griesmeier, Uwe,
88677 Markdorf, DE; Kuberczyk, Raffael, Dr.,
88212 Ravensburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:
siehe Folgeseiten

(54) Bezeichnung: **Getriebe für einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, Verfahren zum Betreiben eines Antriebsstranges**

(57) Hauptanspruch: Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug, mit einer Eingangswelle (GW1), einer Abtriebswelle (GW2), einem ersten Planetenradsatz (P1), einem zweiten Planetenradsatz (P2), und zumindest einem ersten Schaltelement (14), einem zweiten Schaltelement (15) und einem dritten Schaltelement (04), wobei der erste und der zweite Planetenradsatz (P1, P2) als Minus-Radsätze ausgebildet sind, wobei ein Sonnenrad (E11) des ersten Planetenradsatzes (P1) mit einem Sonnenrad (E12) des zweiten Planetenradsatzes (P2) ständig verbunden ist und derart Bestandteil einer ersten Koppelwelle (V1) ist, wobei ein Steg (E21) des ersten Planetenradsatzes (P1) mit einem Hohlrad (E32) des zweiten Planetenradsatzes (P2) ständig verbunden ist und derart Bestandteil einer zweiten Koppelwelle (V2) ist, wobei die Eingangswelle (GW1) über das zweite Schaltelement (15) mit einem Hohlrad (E31) des ersten Planetenradsatzes (P1) verbindbar ist, wobei die Abtriebswelle (GW2) an die zweite Koppelwelle (V2) unmittelbar angebunden ist, wobei der Steg (E22) des zweiten Planetenradsatzes (P2) durch Schließen des dritten Schaltelements (04) drehfest festsetzbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangswelle (GW1) über das erste Schaltelement (14) mit dem Steg (E22) des zweiten Planetenradsatzes (P2) verbindbar ist, wobei das Getriebe (G) eine erste elektrische Maschine (EM1) mit einem drehfesten Stator (S1) und einem drehbaren Rotor (R1) aufweist, wobei der Rotor (R1) mit der ersten Koppelwelle (V1) entweder ständig oder schaltbar verbunden ist, wobei das erste und dritte Schaltelement

(14, 04) als lastschaltbare Schaltelemente ausgebildet sind, welche im geschlossenen Zustand eine kraftschlüssige Verbindung herstellen, und wobei das zweite Schaltelement (15) als ein formschlüssiges Schaltelement ausgebildet ist.



(56) Ermittelte Stand der Technik:

DE	11 2006 002 537	B4
DE	10 2011 117 863	A1
DE	10 2013 225 208	A1
DE	10 2014 204 009	A1
US	6 592 484	B1

NUMAZAWA, Akio [et al.]: Toyota four-speed automatic transmission with overdrive.. In: SAE technical paper 780097, 1978, 1 - 13. [Society of Automotive engineers]

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Getriebe für ein Kraftfahrzeug mit einer Eingangswelle, einer Abtriebswelle, zwei Planetenradsätzen und zumindest drei Schaltelemente. Die Erfindung betrifft ferner einen Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, sowie ein Verfahren zur Steuerung eines solchen Antriebsstranges.

[0002] Ein Getriebe bezeichnet hier insbesondere ein mehrgängiges Getriebe, bei dem eine Vielzahl von Gängen, also Übersetzungsverhältnisse zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle, 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 Drehmomentabgabekarakteristik der Antriebseinheit den Fahrwiderständen des Fahrzeugs in geeigneter Weise anzupassen.

[0003] Aus **Fig. 4** der Veröffentlichung von Numazawa, A., Kubo, S., Shindo, Y., und Moroto, S., „Toyota Four-Speed Automatic Transmission with Overdrive,“ SAE Technical Paper 780097, 1978 geht ein Automatikgetriebe hervor, welches eine Eingangswelle, eine Abtriebswelle und einen ersten und zweiten Planetenradsatz aufweist. Erster und zweite Planetenradsatz bilden zusammen einen sogenannten Simpson-Radsatz. Dazu sind die Sonnenräder der beiden Planetenradsätze ständig verbunden, und bilden derart eine erste Koppelwelle. Der Steg des ersten Planetenradsatzes ist mit dem Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes ständig verbunden, wodurch eine zweite Koppelwelle gebildet wird. Die Eingangswelle ist über ein Schaltelement mit einem Hohlrad des ersten Planetenradsatzes verbindbar. Die Abtriebswelle ist mit der zweiten Koppelwelle ständig verbunden. Der Steg des zweiten Planetenradsatzes ist über ein weiteres Schaltelement drehfest festsetzbar. Zusammen mit einem Vorschaltradsatz wird derart ein Automatikgetriebe mit vier Vorwärtsgängen gebildet.

[0004] Die nachveröffentlichte Patentanmeldung DE 10 2013 225 208 A1 der Anmelderin beschreibt in **Fig. 6** ein Getriebe mit einem ersten Planetenradsatz und einem zweiten Planetenradsatz, welche als Simpson-Radsatz ausgebildet sind. Dazu sind die Sonnenräder der beiden Planetenradsätze ständig verbunden, und bilden derart eine erste Koppelwelle. Der Steg des ersten Planetenradsatzes ist mit dem Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes ständig verbunden, wodurch eine zweite Koppelwelle gebildet wird. Eine Eingangswelle ist über ein erstes Schaltelement mit dem Steg des zweiten Planetenradsatzes und über ein zweites Schaltelement mit dem Hohlrad des ersten Planetenradsatzes verbindbar.

Eine Abtriebswelle ist mit der zweiten Koppelwelle ständig verbunden. Der Steg des zweiten Planetenradsatzes ist über ein drittes Schaltelement drehfest festsetzbar. Das Getriebe weist ferner eine elektrische Maschine mit einem drehbaren Rotor und einem drehfesten Stator auf, wobei der Rotor mit einem Sonnenrad eines zusätzlichen Planetenradsatzes verbunden ist, und Steg und Hohlrad des zusätzlichen Planetenradsatzes mit zwei Wellen des Simpson-Radsatzes verbunden sind. Das Getriebe weist insgesamt vier Vorwärtsgänge zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle auf.

[0005] Beide oben genannten Getriebe weisen insgesamt drei Planetenradsätze auf, und erfordern somit einen hohen Bauaufwand und einen geeignet großen Bauraum. Zudem verschlechtert der zusätzliche Planetenradsatz den Wirkungsgrad des Getriebes. Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Getriebe für ein Kraftfahrzeug mit zumindest vier Vorwärtsgängen bereitzustellen, welches sich durch einen einfachen Aufbau und einen hohen Wirkungsgrad auszeichnet, sowie durch geschickte Anbindung einer elektrischen Maschine eine hohe Funktionalität aufweist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, geeignete Verfahren zum Betrieb eines solchen Getriebes in einem Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs anzugeben.

[0006] In US 6 592 484 B1 beschreibt ein Parallelhybridgetriebe, das Drehmoment aus 2 Kraftquellen auf die Antriebsräder des Fahrzeugs überträgt.

[0007] DE 11 2006 002 537 B4 stellt ein elektrisch verstellbares Getriebe (EVT) mit einem selektiven Betrieb vor, das sowohl in Leistungsverzweigungsbereichen mit variablem Drehzahlverhältnis als auch in festen Drehzahlverhältnissen betrieben werden kann.

[0008] In DE 10 2011 117 863 A1 ist ein Hybridgetriebe mit einem Eingangselement, einem Ausgangselement und einem einzigen Motor/Generator dargestellt, das sich durch mehrere Betriebsmodi mit festem Verhältnis und zumindest einem elektrisch verstellbaren Betriebsmodus auszeichnet.

[0009] DE 10 2014 204 009 A1 bezieht sich auf ein schaltbar in unterschiedlichen Übersetzungsverhältnissen betreibbaren Planetengetriebesystem, das als solches eine Komponente des Antriebsstranges eines Kraftfahrzeugs bildet.

[0010] Die erste Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Patentanspruchs 1. Die weitere Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Patentanspruchs 22. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung sowie aus den Figuren.

[0011] Das Getriebe weist eine Eingangswelle, eine Abtriebswelle, einen ersten und zweiten Planetenradsatz und zumindest drei Schaltelemente auf. Vorzugsweise ist sowohl der erste als auch der zweite Planetenradsatz als Minus-Radsatz ausgebildet. Ein Planetenradsatz umfasst ein Sonnenrad, einen Steg und ein Hohlrad. An dem Steg drehbar gelagert sind Planetenräder, welche mit der Verzahnung des Sonnenrades und/oder mit der Verzahnung des Hohlrades kämmt. 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.

[0012] Ein Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes ist mit einem Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes ständig verbunden, und ist damit Bestandteil einer ersten Koppelwelle. Ein Steg des ersten Planetenradsatzes ist mit einem Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes ständig verbunden, und ist damit Bestandteil einer zweiten Koppelwelle. Erster und zweiter Planetenradsatz bilden folglich einen sogenannten Simpson-Radsatz. Die Eingangswelle ist über das zweite Schaltelement mit einem Hohlrad des ersten Planetenradsatzes verbindbar. Die Abtriebswelle ist an die zweite Koppelwelle unmittelbar angebunden, wobei darunter entweder eine ständige drehfeste Verbindung oder eine unmittelbar Anbindung über einen Stirnradsatz zu verstehen ist. Ein Steg des zweiten Planetenradsatzes ist durch Schließen des dritten Schaltelements drehfest festsetzbar, indem der Steg über das dritte Schaltelement mit einem Gehäuse oder mit einem anderen drehfesten Bauelement des Getriebes verbunden wird. Das dritte Schaltelement wirkt somit als Bremse.

[0013] Erfindungsgemäß ist die Eingangswelle über das erste Schaltelement mit dem Steg des zweiten Planetenradsatzes verbindbar. Zudem weist das Getriebe eine erste elektrische Maschine mit einem drehfesten Stator und einem drehbaren Rotor auf, wobei der Rotor mit der ersten Koppelwelle entweder

ständig oder schaltbar verbunden ist. Das erste und dritte Schaltelement sind lastschaltbar, und stellen im geschlossenen Zustand eine kraftschlüssige Verbindung her. Insbesondere sind das erste und dritte Schaltelement als schlupfregelbare Lamellen-Schaltelemente ausgebildet. Das zweite Schaltelement ist als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet, insbesondere als Klauen-Schaltelement.

[0014] Durch das erste Schaltelement wird auf einfache Weise ein zusätzlicher Vorwärtsgang ermöglicht, sodass das Getriebe insgesamt vier Vorwärtsgänge aufweist. Durch die Ausbildung des zweiten Schaltelements als formschlüssiges Schaltelement wird der Wirkungsgrad des Getriebes verbessert. Denn formschlüssige Schaltelemente zeichnen sich im geöffneten Zustand durch geringere Schleppverluste als kraftschlüssige Schaltelemente aus, wodurch die Reibungsverluste des Getriebes deutlich reduzierbar sind. Die Anbindung der ersten elektrischen Maschine an die erste Koppelwelle ermöglicht zusätzliche Funktionen, beispielweise die Unterstützung von Schaltvorgängen oder einen leistungsverzweigten Betrieb mit Drehmomentverteilung zwischen Eingangswelle und erster Koppelwelle. Dies alles resultiert, zusammen mit der Wahl des Simpson-Radsatzes in einem Getriebe mit einfachem Aufbau, gutem Gesamtwirkungsgrad und hoher Funktionalität.

[0015] Vorzugsweise weist das Getriebe ein viertes Schaltelement auf, welches als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet ist. Durch Schließen des vierten Schaltelements wird die erste Koppelwelle drehfest festgesetzt, indem die erste Koppelwelle mit dem Gehäuse oder mit einem anderen drehfesten Bauelement des Getriebes verbunden wird. Dadurch kann der Energiebedarf des Getriebes in all denen Betriebspunkten des Getriebes verringert werden, bei dem die erste Koppelwelle durch die elektrische Maschine abgestützt werden müsste. Da der Rotor der ersten elektrischen Maschine ständig mit der ersten Koppelwelle verbunden ist, kann durch entsprechende Steuerung der ersten elektrischen Maschine das vierte Schaltelement auf einfache Weise lastfrei gestellt werden. Dadurch wird das Öffnen und Schließen des vierten Schaltelements vereinfacht, wodurch das vierte Schaltelement als formschlüssiges Klauen-Schaltelement ausgebildet werden kann.

[0016] Durch selektives Betätigen des ersten, zweiten, dritten und gegebenenfalls vierten Schaltelements sind vier Vorwärtsgänge zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle vorzugsweise automatisiert schaltbar. Der erste Vorwärtsgang wird durch Schließen des zweiten Schaltelements und des dritten Schaltelements gebildet. Der zweite Vorwärtsgang wird durch Schließen des zweiten Schaltelements und wahlweise durch Schließen des

vierten Schaltelements oder durch Abstützung der ersten Koppelwelle mittels der ersten elektrischen Maschine gebildet. Der dritte Vorwärtsgang wird durch Schließen des zweiten Schaltelements und des ersten Schaltelements gebildet. Der vierte Vorwärtsgang wird durch Schließen des ersten Schaltelements und wahlweise durch Schließen des vierten Schaltelements oder durch Abstützung der ersten Koppelwelle mittels der ersten elektrischen Maschine gebildet. Dadurch wird, bei geeigneter Wahl der Standgetriebeübersetzungen der zwei Planetenradsätze, eine für die Anwendung im Kraftfahrzeug gut geeignete Übersetzungsreihe erzielt. Zudem weisen zwei benachbarte Vorwärtsgänge stets ein Schaltelement auf, das in beiden diesen Gängen geschlossen ist. Dies vereinfacht den Schaltvorgang und verkürzt die Schaltdauer zwischen benachbarten Vorwärtsgängen.

[0017] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung weist das Getriebe ein fünftes Schaltelement auf, welches dazu eingerichtet ist eine schaltbare Verbindung zwischen der Eingangswelle und dem Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes herzustellen. Das fünfte Schaltelement ist dazu als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet, insbesondere als Klauen-Schaltelement. Durch Schließen des fünften Schaltelements und des dritten Schaltelements ergibt sich ein Rückwärtsgang zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle. Dieses fünfte Schaltelement ist für das Getriebe jedoch als optional anzusehen, da ein Rückwärtsgang auch durch Betrieb der ersten elektrischen Maschine möglich ist. Durch eine Fehlfunktion oder mangelnder Verfügbarkeit der elektrischen Maschine, einer Leistungselektronik oder eines Energiespeicher kann jedoch der Fall eintreten, dass ein derartiger elektrischer Rückwärtsgang nicht zur Verfügung steht. Durch das fünfte Schaltelement wird in diesen Fällen ein mechanischer Rückwärtsgang des Getriebes ermöglicht. Die Ausbildung des fünften Schaltelements als formschlüssiges Schaltelement verbessert den Wirkungsgrad des Getriebes. Dies ist insbesondere bei der Verwendung des Getriebes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs wesentlich, da das fünfte Schaltelement dabei überwiegend geöffnet ist.

[0018] Vorzugsweise weist der erste Planetenradsatz ein geteiltes Sonnenrad mit einem ersten Sonnenrad-Segment und einem zweiten Sonnenrad-Segment auf. Das erste Sonnenrad-Segment ist über das fünfte Schaltelement mit der Eingangswelle verbindbar, und das zweite Sonnenrad-Segment ist mit dem Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes ständig verbunden. Funktional betrachtet entsteht durch eine derartige Teilung ein dritter Planetenradsatz. Sind die Wirkdurchmesser der beiden Sonnenrad-Segmente ident, so weisen die Sonnenräder des ersten und dritten Planetenradsatzes die gleichen kinematischen Verhältnisse auf. Daher kann wird in

diesem Fall auf die Bezeichnung „dritter Planetenradsatz“ verzichtet. Durch die Auftrennung des Sonnenrads in zwei Segmente kann eine Verbindung zwischen dem Steg des ersten Planetenradsatzes und der Abtriebswelle hergestellt werden, welche zwischen den beiden Sonnenrad-Segmenten verläuft. Dies ermöglicht eine koaxiale Anordnung der Eingangswelle und der Abtriebswelle.

[0019] Vorzugsweise ist der erste Planetenradsatz als Stufen-Planetenradsatz ausgebildet, dessen Planetenräder zwei unterschiedliche Wirkdurchmesser aufweisen. Der Wirkdurchmesser des ersten Sonnenrad-Segments des Stufen- Planetenradsatzes ist dabei kleiner als der der Wirkdurchmesser des zweiten Sonnenrad-Segments des Stufen-Planetenradsatzes. Das erste Sonnenrad-Segment kämmt demnach mit dem größeren Wirkdurchmesser der Planetenräder, und das zweite Sonnenrad-Segment kämmt mit dem kleineren Wirkdurchmesser der Planetenräder. Das Hohlrad des ersten Planetenradsatzes kämmt vorzugsweise mit dem kleineren Wirkdurchmesser der Planetenräder. Funktional betrachtet wird der erste Planetenradsatz daher durch das zweite Sonnenrad-Segment, dem kleineren Wirkdurchmesser der Planetenräder, dem Steg und durch das Hohlrad gebildet, während das erste Sonnenrad-Segment, der größere Wirkdurchmesser der Planetenräder, der Steg und das Hohlrad einen zusätzlichen Planetenradsatz mit anderer Standgetriebeübersetzung bilden. Eine derartige Ausbildung des ersten Planetenradsatzes als Stufen-Planetenradsatz führt zu einer Verkürzung der Rückwärtsgang-Übersetzung. Dadurch wird bei Anwendung des Getriebes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs das Rückwärts-Anfahren insbesondere gegen eine Steigung erleichtert.

[0020] Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung weist der Stufen-Planetenradsatz ein zusätzliches Hohlrad auf, welches mit dem größeren Wirkdurchmesser der Planetenräder des Stufen-Planetenradsatzes kämmt. Dementsprechend kämmt das Hohlrad des ersten Planetenradsatzes mit dem kleineren Wirkdurchmesser der Planetenräder des Stufenplanetenradsatzes. Das zusätzliche Hohlrad ist über ein sechstes Schaltelement mit der Eingangswelle verbindbar. Dadurch kann auf einfache Weise zumindest ein zusätzlicher Vorwärtsgang gebildet werden.

[0021] Vorzugsweise ist das sechste Schaltelement als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet, insbesondere als Klauen-Schaltelement. Dadurch wird der Wirkungsgrad des Getriebes in all jenen Betriebszuständen verbessert, in denen das sechste Schaltelement geöffnet ist.

[0022] Vorzugsweise ist das sechste Schaltelement im ersten bis vierten Vorwärtsgang geöffnet. In einem fünften Vorwärtsgang sind das sechste Schaltele-

ment und das dritte Schaltelement geschlossen. In diesem fünften Vorwärtsgang weist das Getriebe eine besonders kurze Übersetzung zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle auf, welche kürzer ist als die Übersetzung im ersten Vorwärtsgang. Dadurch erhält das Getriebe auf einfache Weise einen Kriechgang.

[0023] Vorzugsweise sind das erste, zweite und dritte Schaltelement räumlich zwischen einer Anschluss-Schnittstelle der Eingangswelle und dem ersten Planetenradsatz angeordnet, wobei die Schaltelemente ausgehend von der Anschluss-Schnittstelle der Eingangswelle in folgender axialer Reihenfolge angeordnet sind: drittes Schaltelement, erstes Schaltelement, zweites Schaltelement. Durch diese Anordnung sind das erste bis dritte Schaltelement von einer einzigen Gehäusewandung aus betätigbar.

[0024] Gemäß einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Getriebes sind die Eingangswelle und die Abtriebswelle koaxial zueinander angeordnet. Dies wird insbesondere dadurch ermöglicht, dass der erste Planetenradsatz ein geteiltes Sonnenrad aufweist, bzw. der erste Planetenradsatz Bestandteil des Stufenplanetenradsatzes ist. Denn dadurch wird die Verbindung zwischen der zweiten Koppelwelle und der Abtriebswelle, welche koaxial zur Eingangswelle sein soll, erst ermöglicht.

[0025] Gemäß einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Getriebes weist der zweite Planetenradsatz ein geteiltes Sonnenrad mit einem ersten Sonnenrad-Segment und einem zweiten Sonnenrad-Segment auf, welche den gleichen Wirkdurchmesser aufweisen. Durch den gleichen Wirkdurchmesser weisen die beiden Sonnenrad-Segmente des zweiten Planetenradsatzes die gleichen kinematischen Verhältnisse auf. Daher sind beide Sonnenrad-Segmente des zweiten Planetenradsatzes als Bestandteil der ersten Koppelwelle anzusehen. Das erste Sonnenrad-Segment des zweiten Planetenradsatzes ist mit dem Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes ständig verbunden. Das zweite Sonnenrad-Segment des zweiten Planetenradsatzes ist mit dem Rotor der ersten elektrischen Maschine verbunden, bzw. verbindbar. Zwischen den beiden Sonnenrad-Segmenten des zweiten Planetenradsatzes führt eine Verbindung zwischen dem ersten Schaltelement und dem Steg des zweiten Planetenradsatzes. Dadurch wird eine Anordnung ermöglicht, in der die Abtriebswelle achsparallel zur Eingangswelle ist. Dazu ist ein erstes Stirnrad mit der zweiten Koppelwelle ständig verbunden, wobei das erste Stirnrad mit einem zweiten Stirnrad kämmt, welches koaxial zur Abtriebswelle ist und mit der Abtriebswelle ständig verbunden ist.

[0026] Gemäß einer möglichen Ausgestaltung der Erfindung weist das Getriebe eine zweite elektrische Maschine mit einem drehfesten Stator und einem drehbaren Rotor auf, wobei der Rotor mit der Eingangswelle ständig verbunden ist. Bei der Anwendung des Getriebes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs kann eine mit der Eingangswelle verbundene Verbrennungskraftmaschine während der Fahrt durch die zweite elektrische Maschine gestartet werden, ohne auf den Abtrieb rückzuwirken. Dies verbessert den Komfort des Kraftfahrzeugs. Alternativ dazu kann das Getriebe ein siebentes Schaltelement aufweisen, durch welches eine schaltbare Verbindung zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle bereitgestellt wird. Dadurch kann eine mit der Eingangswelle verbundene Verbrennungskraftmaschine während der Fahrt durch den Abtrieb angeschleppt werden. Vorzugsweise ist das siebente Schaltelement ein lastschaltfähiges Schaltelement, insbesondere eine Lamellenkupplung, welche eine gute Schlupfregelfähigkeit aufweist.

[0027] Gemäß einer weiteren möglichen Ausgestaltung weist das Getriebe eine dritte elektrische Maschine mit einem drehfesten Stator und einem drehbaren Rotor auf. Der Rotor der dritten elektrischen Maschine ist dabei mit dem Steg des zweiten Planetenradsatzes entweder ständig oder schaltbar verbunden. Die dritte elektrische Maschine stellt einen zusätzlichen Freiheitsgrad beim Betrieb des Getriebes zur Verfügung.

[0028] Gemäß einer weiteren möglichen Ausgestaltung ist der Rotor der ersten elektrischen Maschine wechselweise entweder mit der ersten Koppelwelle oder mit dem Steg des zweiten Planetenradsatzes verbindbar.

[0029] Das Getriebe weist vorzugsweise einen ersten elektrodynamischen Betriebsmodus auf, in dem lediglich das zweite Schaltelement geschlossen ist und alle weiteren Schaltelemente geöffnet sind. Dadurch ist die Eingangswelle über das geschlossene zweite Schaltelement mit dem Hohlrad des ersten Planetenradsatzes verbunden, das Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes ist mit dem Rotor der ersten elektrischen Maschine ständig verbunden, und der Steg des ersten Planetenradsatzes ist mit der Abtriebswelle ständig verbunden. Durch Variation der Drehmomente, welche am Rotor der ersten elektrischen Maschine und an der Eingangswelle wirken, kann somit das an der Abtriebswelle anliegende Drehmoment stufenlos verändert werden. Dies erweitert die Funktionalität des Getriebes.

[0030] Das Getriebe weist vorzugsweise einen zweiten elektrodynamischen Betriebsmodus auf, in dem lediglich das erste Schaltelement geschlossen ist und alle weiteren Schaltelemente geöffnet sind.

Dadurch ist die Eingangswelle über das geschlossene erste Schaltelement mit dem Steg des zweiten Planetenradsatzes verbunden, der Rotor der ersten elektrischen Maschine ist mit dem Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes verbunden, und die Abtriebswelle ist mit dem Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes verbunden. Somit kann auch im zweiten elektrodynamischen Betriebsmodus durch Variation der Drehmomente, welche am Rotor der ersten elektrischen Maschine und an der Eingangswelle wirken, das an der Abtriebswelle anliegende Drehmoment stufenlos verändert werden.

[0031] Durch die unterschiedliche Anbindung eignet sich der zweite elektrodynamische Betriebsmodus für lange Übersetzungen zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle, während der erste elektrodynamische Betriebsmodus besonders für kurze Übersetzungen zwischen der Eingangswelle und der Abtriebswelle geeignet ist. Bei Anwendung des Getriebes im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs ist der erste elektrodynamische Betriebsmodus somit beispielsweise für geringe Geschwindigkeiten und für das Anfahren des Kraftfahrzeugs geeignet, während der zweite elektrodynamische Betriebsmodus für höhere Geschwindigkeiten geeignet ist.

[0032] Das Getriebe weist vorzugsweise einen elektrischen Betriebsmodus auf, in dem das dritte Schaltelement geschlossen und alle weiteren Schaltelemente geöffnet sind. In diesem elektrischen Betriebsmodus weist das Getriebe einen besonders hohen Wirkungsgrad auf, da sich lediglich der zweite Planetenradsatz im Leistungsfluss befindet. Zudem sind die Eingangswelle und alle damit verbundenen Elemente von der Abtriebswelle entkoppelt, wodurch allfällige Schleppverluste verringert werden.

[0033] Vorzugsweise sind sämtliche Schaltelemente mittels eines geschlossenen Hydrauliksystems betätigbar. Das geschlossene Hydrauliksystem weist dazu einen Druckspeicher auf, der als primäre Druckversorgung dient. Unterschreitet der Druck im Druckspeicher einen Grenzwert, so wird der Druck im Druckspeicher durch eine vorzugsweise elektrisch angetriebene Pumpe angehoben. Dies reduziert den Leistungsbedarf des Hydrauliksystems, und verbessert so den Wirkungsgrad des Getriebes. Alternativ dazu kann die Betätigung der Schaltelemente auch mittels eines herkömmlichen offenen Hydrauliksystems erfolgen, bei dem die Pumpe ständig Hydraulikfluid fördert. Gemäß einer weiteren Alternative kann die Betätigung der Schaltelemente auch mittels eines elektromechanischen Betätigungssystems erfolgen. Dies verbessert den Wirkungsgrad des Getriebes sowie dessen Bauaufwand nochmals erheblich.

[0034] Vorzugsweise sind das zweite Schaltelement und das fünfte Schaltelement durch einen einzigen

Aktuator betätigbar. Denn im Betrieb des Getriebes sind das zweite und fünfte Schaltelement zu keinem Zeitpunkt gemeinsam geschlossen. Besonders durch die Ausbildung als formschlüssige Klauen-Schaltelemente eignen sich das zweite und fünfte Schaltelement für eine derartige gemeinsame Betätigung, indem ein Aktuator durch Bewegen eines Schaltelementglieds in eine erste Richtung das zweite Schaltelement einlegt, und durch Bewegen des Schaltelementglieds in eine zweite, der ersten Richtung entgegengesetzten Richtung, das fünfte Schaltelement einlegt. In einer Zwischenstellung des Schaltelementglieds befinden sich das zweite und fünfte Schaltelement im geöffneten Zustand. Eine geeignete Rastvorrichtung hält das Schaltelementglied in dieser Zwischenstellung, wodurch der Energiebedarf des Getriebes sinkt. Durch die gemeinsame Betätigungseinrichtung des zweiten und fünften Schaltelements wird der Bauaufwand des Getriebes reduziert.

[0035] Das Getriebe kann Bestandteil eines Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs sein. Der Hybridantriebsstrang weist neben dem Getriebe auch eine Verbrennungskraftmaschine auf, welche über einen Torsionsschwingungsdämpfer mit der Eingangswelle des Getriebes drehelastisch verbunden ist. Die Abtriebswelle des Getriebes ist mit einem Achsgetriebe antriebswirkverbunden, welches das Drehmoment auf Räder des Kraftfahrzeugs verteilt. Der Antriebsstrang ermöglicht mehrere Antriebsmodi des Kraftfahrzeugs. Im elektrischen Betriebsmodus wird das Kraftfahrzeug allein von der ersten elektrischen Maschine des Getriebes angetrieben. In einem rein verbrennungsmotorischen Betrieb wird das Kraftfahrzeug allein von der Verbrennungskraftmaschine angetrieben. Im ersten und zweiten elektrodynamischen Betriebsmodus wird das Kraftfahrzeug durch Zusammenwirken der Verbrennungskraftmaschine und der ersten elektrischen Maschine des Getriebes angetrieben.

[0036] Während des elektrischen Fahrbetriebs, in dem das Kraftfahrzeug mittels der ersten elektrischen Maschine allein angetrieben wird, ist die Verbrennungskraftmaschine üblicherweise stillgesetzt. Soll aus diesem elektrischen Betriebsmodus heraus in den vierten Vorwärtsgang gewechselt werden, so werden die nachfolgend beschriebenen Verfahrensschritte durchgeführt. In einem ersten Verfahrensschritt wird die Verbrennungskraftmaschine mittels der zweiten elektrischen Maschine auf eine Startdrehzahl gebracht, und anschließend gestartet. Weist das Getriebe statt der zweiten elektrischen Maschine das siebente Schaltelement auf, so wird die Verbrennungskraftmaschine durch teilweises Schließen des siebenten Schaltelements auf die Startdrehzahl gebracht. Ist die Startdrehzahl erreicht, so wird das siebente Schaltelement geöffnet, sodass der Startvorgang der Verbrennungskraftmaschine

nicht auf den Abtrieb wirkt. In einem zweiten Verfahrensschritt werden das erste Schaltelement und das dritte Schaltelement in einer Schlupfregelung derart betrieben, dass die Drehzahl der Abtriebswelle im Wesentlichen konstant bleibt, wobei eine Toleranz von plus/minus 50 Umdrehungen pro Minute berücksichtigt wird. Vorzugsweise wird dabei das dritte Schaltelement schlupfend geöffnet und gleichzeitig das erste Schaltelement in den Schlupfbetrieb überführt und darin gehalten. Parallel dazu wird durch Regelung der elektrischen Maschine die Drehzahl der ersten Koppelwelle im Wesentlichen auf Null reduziert, wobei ebenso eine Toleranz von plus/minus 50 Umdrehungen pro Minute berücksichtigt wird. Durch die parallel ablaufende Schlupfregelung und Drehzahlregelung der ersten elektrischen Maschine wird das Einlegen des vierten Vorwärtsganges vorbereitet, ohne auf den Abtrieb rückzuwirken. In einem dritten Verfahrensschritt wird das erste Schaltelement vollständig geschlossen. Somit ist der vierte Vorwärtsgang eingelegt. Weist das Getriebe das vierte Schaltelement auf, so wird auch das vierte Schaltelement geschlossen.

[0037] Durch Schaltelemente wird, je nach Betätigungszustand, eine Relativbewegung zwischen zwei Bauteilen zugelassen oder eine Verbindung zur Übertragung eines Drehmoments zwischen den zwei Bauteilen hergestellt. Unter einer Relativbewegung ist beispielsweise eine Rotation zweier Bauteile zu verstehen, wobei die Drehzahl des ersten Bauteils und die Drehzahl des zweiten Bauteils voneinander abweichen. Darüber hinaus ist auch die Rotation nur eines der beiden Bauteile denkbar, während das andere Bauteil stillsteht oder in entgegengesetzter Richtung rotiert.

[0038] Zwei Elemente werden als verbindbar bezeichnet, wenn zwischen diesen Elementen eine durch ein Schaltelement lösbare drehfeste Verbindung besteht. Wenn die Verbindung besteht, so drehen solche Elemente mit der gleichen Drehzahl.

[0039] Die Standgetriebeübersetzung definiert das Drehzahlverhältnis zwischen Sonnenrad und Hohlrad eines Planetenradsatzes bei drehfestem Steg. Da sich bei einem Minus-Radsatz die Drehrichtung zwischen Sonnenrad und Hohlrad bei drehfestem Steg umkehrt, nimmt die Standgetriebeübersetzung bei einem Minus-Radsatz stets einen negativen Wert an.

[0040] Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachfolgend anhand der beigefügten Figuren detailliert beschrieben.

Fig. 1 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung des Getriebes entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel.

Fig. 3 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 4 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 5 zeigt eine Schnittdarstellung des Getriebes entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel.

Fig. 6a zeigt ein Schaltschema des Getriebes, welches das vierte Schaltelement nicht umfasst.

Fig. 6b zeigt ein Schaltschema des Getriebes, welches das vierte Schaltelement umfasst.

Fig. 6c zeigt ein Schaltschema des Getriebes, welches das fünfte Schaltelement umfasst.

Fig. 7 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 8 zeigt eine Schnittdarstellung des Getriebes entsprechend dem vierten Ausführungsbeispiel.

Fig. 9 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines fünften Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 10 zeigt ein Schaltschema des Getriebes gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel.

Fig. 11 zeigt eine Schnittdarstellung des Getriebes entsprechend dem fünften Ausführungsbeispiel.

Fig. 12 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines sechsten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 13 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines siebenten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 14 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines achten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 15 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines neunten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 16 zeigt schematisch ein Getriebe entsprechend eines zehnten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Fig. 17 zeigt einen Antriebstrang für ein Kraftfahrzeug.

Fig. 18 zeigt einen Verfahrensablauf zum Wechsel ausgehend von einem elektrischen Betriebs-

modus in einen Vorwärtsgang während der Fahrt des Kraftfahrzeugs.

Fig. 19 zeigt ein nicht erfindungsgemäßes Getriebe.

Fig. 20 zeigt ein nicht erfindungsgemäßes Getriebe.

[0041] **Fig. 1** zeigt schematisch ein Getriebe G entsprechend eines ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Das Getriebe G weist eine Eingangswelle GW1, eine Abtriebswelle GW2, einen ersten Planetenradsatz P1 und einen zweiten Planetenradsatz P2 auf. Erster und zweiter Planetenradsatz P1, P2 sind als Minus-Radsätze ausgebildet, und weisen je ein Sonnenrad E11, E12, einen Steg E21, E22 und ein Hohlradsatz E31, E32 auf. Das Sonnenrad E11 des ersten Planetenradsatzes P1 ist mit dem Sonnenrad E12 des zweiten Planetenradsatzes P2 ständig verbunden, wodurch eine erste Koppelung V1 zwischen den beiden Planetenradsätzen P1, P2 gebildet wird. Der Steg E21 des ersten Planetenradsatzes P1 ist mit dem Hohlradsatz E32 des zweiten Planetenradsatzes P2 ständig verbunden, wodurch eine zweite Koppelung V2 gebildet wird. Erster und zweiter Planetenradsatz P1, P2 bilden somit einen sogenannten Simpson-Radsatz. Die Eingangswelle GW1 ist über ein erstes Schaltelement 14 mit dem Steg E22 des zweiten Planetenradsatzes P2, und über ein zweites Schaltelement 15 mit dem Hohlradsatz E31 des ersten Planetenradsatzes P1 verbindbar. Die Abtriebswelle GW2 ist ständig mit der zweiten Koppelwelle V2 verbunden. Der Steg E22 des zweiten Planetenradsatzes P2 ist über ein drittes Schaltelement 04 drehfest festsetzbar, indem der Steg E22 über das dritte Schaltelement 04 mit einem Gehäuse GG oder mit einem anderen drehfesten Bauelement des Getriebes G verbindbar ist. Die Eingangswelle GW1 ist koaxial zur Abtriebswelle GW2 angeordnet.

[0042] Die gewählte Darstellung der Schaltelemente 14, 15, 04 ist lediglich schematisch anzusehen, und soll keinen Rückschluss auf die Bauart der Schaltelemente geben. Das zweite Schaltelement 15 ist als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet, insbesondere als Klauen-Schaltelement. Das erste und dritte Schaltelement 14, 04 ist je als ein kraftschlüssiges Schaltelement ausgebildet, beispielsweise als Lamellen-Schaltelement.

[0043] Das Getriebe G weist ferner eine erste elektrische Maschine EM1 auf, welche einen drehfesten Stator S1 und einen drehbaren Rotor R1 umfasst. Die elektrische Maschine EM1 ist dazu eingerichtet sowohl motorisch als auch generatorisch zu wirken. Der Rotor R1 ist mit der ersten Koppelwelle V1 ständig drehfest verbunden.

[0044] **Fig. 2** zeigt eine Schnittansicht des Getriebes G entsprechend dem ersten Ausführungsbei-

spiel. Das Getriebe G ist im Wesentlichen symmetrisch um die Achse der Eingangswelle GW1 aufgebaut. Daher ist nur eine Hälfte der Schnittansicht dargestellt. In **Fig. 2** ist gut zu erkennen, dass das erste und das dritte Schaltelement 14, 04 als kraftschlüssige Schaltelemente ausgebildet sind, welche durch Federeinrichtungen im geöffneten Zustand gehalten werden, und durch Verschiebung von Betätigungskolben hydraulisch in den geschlossenen Zustand überführbar sind. Das zweite Schaltelement 15 ist als Klauen-Schaltelement ausgebildet, und wird durch axiale Verschiebung eines Mitnehmers betätigt, welcher durch die als Hohlwelle ausgeführte Eingangswelle GW1 hindurchgreift.

[0045] **Fig. 3** zeigt schematisch ein Getriebe G entsprechend eines zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Im Unterschied zum in **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel weist das Getriebe G ein viertes Schaltelement 03 auf, welches dazu eingerichtet ist die erste Koppelwelle V1 schaltbar drehfest festzusetzen. Das vierte Schaltelement 03 ist als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet, insbesondere als Klauen-Schaltelement.

[0046] **Fig. 4** zeigt schematisch ein Getriebe G entsprechend eines dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Im Unterschied zum in **Fig. 1** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel weist der erste Planetenradsatz P1 zwei voneinander getrennte Sonnenrad-Segmente E111, E112 auf, welche den gleichen Wirkdurchmesser aufweisen. Durch die gleichen Wirkdurchmesser sind die kinematischen Verhältnisse der beiden Sonnenrad-Segmente E111, E112 ident. Daher können beide Sonnenrad-Segmente E111, E112 funktional als das Sonnenrad E11 des ersten Planetenradsatzes P1 betrachtet werden. Das erste Sonnenrad-Segment E111 ist über ein fünftes Schaltelement 16 mit der Eingangswelle GW1 verbindbar. Die Verbindung zwischen der Abtriebswelle GW2 und der zweiten Koppelwelle V2 verläuft dabei zwischen den beiden Sonnenrad-Segmenten E111, E112 des ersten Planetenradsatzes P1 hindurch.

[0047] **Fig. 5** zeigt eine Schnittansicht des Getriebes G entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel. Darin ist das geteilte Sonnenrad E11 mit den Sonnenrad-Segmenten E111, E112 gut zu erkennen. Die Anbindung des Stegs E21 des ersten Planetenradsatzes P1 an die Abtriebswelle GW2 ist in der dargestellten Schnittebene nicht dargestellt. Das fünfte Schaltelement 16 ist als Klauen-Schaltelement ausgebildet. Das fünfte Schaltelement 16 und das zweite Schaltelement 15 sind vom gleichen Mitnehmer betätigbar, welcher abschnittsweise durch die als Hohlwelle ausgebildete Eingangswelle GW1 hindurchführt.

[0048] Fig. 6a zeigt ein Schaltschema für das Getriebe G gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung. In den Zeilen des Schaltschemas sind vier Vorwärtsgänge G1 bis G4, zwei elektrodynamische Betriebsmodi EDA1, EDA2 und ein elektrischer Betriebsmodus E1 angeführt. In den Spalten des Schaltschemas ist durch ein X dargestellt, welche der Schaltelemente 04, 14, 15 in welchem Vorwärtsgang G1 bis G4, bzw. Betriebsmodus EDA1, EDA2 und E1 geschlossen sind. Zusätzlich ist eine Spalte vorgesehen, in der die Funktion der ersten elektrischen Maschine EM1 dargestellt ist. Dabei ist durch ein '+' dargestellt, wenn die erste elektrische Maschine EM1 in einem motorischen Betriebspunkt betrieben wird. Durch ein '-' wird ein Betrieb der ersten elektrischen Maschine EM1 in einem generatorischen Betriebspunkt dargestellt. Durch ein 'x' wird ein Abstützbetrieb der ersten elektrischen Maschine EM1 dargestellt, bei dem der Rotor R1 keine oder nur eine geringe Drehzahl annehmen soll. Durch ein '+/-' ist ein Betrieb der ersten elektrischen Maschine EM1 dargestellt, bei dem je nach Anforderung ein generatorischer oder ein motorischer Betriebspunkt gewählt wird. Dies ist beispielsweise im elektrischen Betriebsmodus E1 der Fall. Durch ein 'o' ist ein optionaler Betrieb der ersten elektrischen Maschine EM1 dargestellt, wobei sowohl motorische als auch generatorische Betriebspunkte möglich sind.

[0049] Fig. 6b zeigt ein Schaltschema für das Getriebe G gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel das vierte Schaltelement 03 umfasst. Durch Schließen des vierten Schaltelements 03 wird die erste Koppelwelle V1 drehfest festgesetzt. Die erste elektrische Maschine EM1 ist daher im zweiten und vierten Vorwärtsgang G2, G4 des Getriebes G gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiels inaktiv.

[0050] Fig. 6c zeigt ein Schaltschema für das Getriebe G gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel das fünfte Schaltelement 16 umfasst. Dadurch erhält das Getriebe einen Rückwärtsgang GR, bei dem die Drehrichtung zwischen der Eingangswelle GW1 und der Abtriebswelle GW2 umgekehrt wird.

[0051] Durch eine beispielhaft gewählte Standgetriebeübersetzung des ersten Planetenradsatzes P1 in der Höhe von -1,70 und des zweiten Planetenradsatzes P2 in der Höhe von -2,00 wird eine gute Gangabstufung sowie eine für die Anwendung im Kraftfahrzeug ausreichende Spreizung erzielt. Dabei sei darauf hingewiesen, dass die angeführten Standgetriebeübersetzungen lediglich beispielhaft sind, und den Erfindungsgegenstand in keiner Weise auf diese Werte einschränken.

[0052] Der erste Vorwärtsgang G1 ergibt sich durch Schließen des zweiten Schaltelements 15 und des dritten Schaltelements 04. Der zweite Vorwärtsgang G2 ergibt sich durch Schließen des zweiten Schaltelements 15 und wahlweise durch Schließen des vierten Schaltelements 03 oder durch Abstützung der ersten Koppelwelle V1 mittels der ersten elektrischen Maschine EM1. Der dritte Vorwärtsgang G3 ergibt sich durch Schließen des ersten Schaltelements 14 und des zweiten Schaltelements 15. Der vierte Vorwärtsgang G4 ergibt sich durch Schließen des ersten Schaltelements 14 und wahlweise durch Schließen des vierten Schaltelements 03 oder durch Abstützung der ersten Koppelwelle V1 mittels der ersten elektrischen Maschine EM1.

[0053] In einem ersten elektrodynamischen Betriebsmodus EDA1 ist das zweite Schaltelement 15 geschlossen und alle weiteren Schaltelemente sind geöffnet. Dadurch ist das an der Abtriebswelle GW2 anliegende Drehmoment durch Variation des an der Eingangswelle GW1 anliegenden Drehmoments und des am Rotor R1 der ersten elektrischen Maschine EM1 anliegenden Drehmoments stufenlos veränderbar. In einem zweiten elektrodynamischen Betriebsmodus EDA2 ist das erste Schaltelement 14 geschlossen, und alle weiteren Schaltelemente sind geöffnet. Dadurch ist das an der Abtriebswelle GW2 anliegende Drehmoment durch Variation des an der Eingangswelle GW1 anliegenden Drehmoments und des am Rotor R1 der ersten elektrischen Maschine EM1 anliegenden Drehmoments stufenlos veränderbar. Im ersten elektrodynamischen Betriebsmodus EDA1 wird die erste elektrische Maschine EM1 generatorisch betrieben. Im zweiten elektrodynamischen Betriebsmodus EDA2 wird die erste elektrische Maschine EM1 motorisch betrieben.

[0054] Im elektrischen Betriebsmodus E1 ist das dritte Schaltelement 04 geschlossen, und alle weiteren Schaltelemente 14, 15; 03; 16; 17; 12 sind geöffnet. Dadurch ist das an der Abtriebswelle GW2 anliegende Drehmoment durch Variation des am Rotor R1 der ersten elektrischen Maschine EM1 anliegenden Drehmoments stufenlos veränderbar.

[0055] Fig. 7 zeigt ein Getriebe G gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei das Getriebe G einen Stufen-Planetenradsatz PS aufweist. Bei rein funktionaler Betrachtung besteht ein Stufen-Planetenradsatz aus zwei Einzelplanetenradsätzen welche einen gemeinsamen Steg und gemeinsame Planetenräder aufweisen, wobei die Planetenräder zwei unterschiedlich große Wirkdurchmesser, also Verzahnungsdurchmesser aufweisen. Im gegebenen Fall weist der Stufen-Planetenradsatz PS ein erstes Sonnenrad-Segment E111' und ein zweites Sonnenrad-Segment E112' auf. Das erste Sonnenrad-Segment E111' kämmt mit dem grö-

ßeren Wirkdurchmesser der Planetenräder. Das zweite Sonnenrad-Segment E112' kämmt mit dem kleineren Wirkdurchmesser der Planetenräder. Das einzige Hohlrad E31 kämmt mit dem kleineren Wirkdurchmesser der Planetenräder. In einer funktionalen Betrachtungsweise ist der erste Planetenradsatz P1 Bestandteil des Stufen-Planetenradsatzes PS, und wird durch das Hohlrad E31, den Steg E21 und das zweite Sonnenrad-Segment E112' gebildet. Durch den Stufen-Planetenradsatz PS wird die Übersetzung des Rückwärtsgangs GR verkürzt, indem die Standgetriebeübersetzung zwischen Hohlrad 31, Steg E21 und erstem Sonnenrad-Segment E111' auf beispielsweise -2,60 erhöht wird.

[0056] Fig. 8 zeigt eine Schnittansicht des Getriebes G entsprechend dem vierten Ausführungsbeispiel. Darin ist die Ausbildung des ersten Planetenradsatzes P1 als Bestandteil des Stufen-Planetenradsatzes PS gut zu erkennen.

[0057] Fig. 9 zeigt ein Getriebe G gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei der Stufenplanetenradsatz PS ein zusätzliches Hohlrad E312 aufweist, welches mit dem größeren Wirkdurchmesser der Planetenräder des Stufenplanetenradsatzes PS kämmt. Das zusätzliche Hohlrad E312 ist über ein sechstes Schaltelement 17 mit der Eingangswelle GW1 verbindbar. Dadurch wird die Anzahl der Vorwärtsgänge des Getriebes G vergrößert, indem durch Schließen des dritten Schaltelements 04 und des sechsten Schaltelements 17 ein fünfter Vorwärtsgang G5 mit besonders kurzer Übersetzung realisiert wird. In allen übrigen Vorwärtsgängen G1-G4, bzw. Betriebsmodi EDA1, EDA2, E1 ist das sechste Schaltelement 17 geöffnet. **Fig. 10** zeigt ein Schaltschema des Getriebes G gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel.

[0058] Fig. 11 zeigt eine Schnittansicht des Getriebes G gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel. Das sechste Schaltelement 16 ist als Klauen-Schaltelement ausgebildet, und wird durch den gleichen Mitnehmer betätigt wie das zweite und das fünfte Schaltelement 15, 16.

[0059] Fig. 12 zeigt ein Getriebe G gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei das Getriebe G eine zweite elektrische Maschine EM2 aufweist. Die zweite elektrische Maschine EM2 umfasst einen drehfesten Stator S2 und einen drehbaren Rotor R2. Der Rotor R2 ist ständig mit der Eingangswelle GW1 verbunden. Ist das Getriebe G Bestandteil des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, so kann durch die zweite elektrische Maschine EM2 eine mit der Eingangswelle GW1 drehfest oder drehelastisch verbundene Verbrennungskraftmaschine VKM auf eine Startdrehzahl gebracht werden.

[0060] Fig. 13 zeigt ein Getriebe G gemäß einem siebenten Ausführungsbeispiel der Erfindung, welches alternativ zum sechsten Ausführungsbeispiel anzusehen ist. Das Getriebe G gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel weist anstatt der zweiten elektrischen Maschine EM2 ein siebentes Schaltelement 12 auf, welches dazu eingerichtet ist die Eingangswelle GW1 mit der Abtriebswelle GW2 schaltbar zu verbinden. Das siebente Schaltelement 12 ist dabei als ein lastschaltbares, kraftschlüssiges Schaltelement ausgebildet, beispielsweise als Lamellenkupplung. Ist das Getriebe G Bestandteil des Antriebsstrangs eines Kraftfahrzeugs, so kann durch zumindest teilweises Schließen des siebenten Schaltelements 12 eine mit der Eingangswelle GW1 drehfest oder drehelastisch verbundene Verbrennungskraftmaschine VKM auf eine Startdrehzahl gebracht werden, indem die Eingangswelle GW1 mit an der Abtriebswelle GW2 anliegender Leistung angetrieben wird.

[0061] Fig. 14 zeigt ein Getriebe G gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei die Abtriebswelle GW2 nicht coaxial, sondern achsparallel zur Eingangswelle GW1 angeordnet ist. Dazu weist der zweite Planetenradsatz P2 ein geteiltes Sonnenrad E12 mit einem ersten Sonnenrad-Segment E121 und einem zweiten Sonnenrad-Segment E122 auf, welche den gleichen Wirkdurchmesser, also Verzahnungsdurchmesser aufweisen. Somit können beide Sonnenrad-Segmente E121, E122 funktional als Bestandteil der Koppelwelle V1 angesehen werden. Das erste Sonnenrad-Segment E121 des zweiten Planetenradsatzes P2 ist mit dem Sonnenrad E11 des ersten Planetenradsatzes P1 ständig verbunden. Das zweite Sonnenrad-Segment E122 des zweiten Planetenradsatzes P2 ist mit dem Rotor R1 der ersten elektrischen Maschine EM1 ständig verbunden. Zwischen den beiden Sonnenrad-Segmenten E121, E122 des zweiten Planetenradsatzes P2 führt die Verbindung zwischen dem ersten Schaltelement 14 und dem Steg E22 des zweiten Planetenradsatzes P2 hindurch. Die zweite Koppelwelle V2 ist über einen Stirnradsatz mit der Abtriebswelle GW2 wirkverbunden.

[0062] Die in **Fig. 14** dargestellte Ausführungsform ist beispielhaft zu betrachten. Selbstverständlich könnte die Anordnung mit achsparalleler Abtriebswelle GW2 auch in einem Getriebe G verwirklicht werden, welche statt dem Stufen-Planetenradsatz PS einen einfachen Planetenradsatz P1 mit einteiligem Sonnenrad E11 aufweist. Die in **Fig. 14** dargestellte Ausbildung mit Stufen-Planetenradsatz PS dient lediglich zur Verkürzung der Übersetzung des Rückwärtsgangs GR. Auch die zweite elektrische Maschine EM2 ist lediglich optional anzusehen.

[0063] Fig. 15 zeigt ein Getriebe G gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei

eine dritte elektrische Maschine EM3 vorgesehen ist, welche einen drehfesten Stator S3 und einen drehbaren Rotor R3 aufweist. Der Rotor R3 der dritten elektrischen Maschine EM2 ist mit dem Steg E22 des zweiten Planetenradsatzes P2 ständig verbunden. Durch die dritte elektrische Maschine EM3 wird die Funktionsvariabilität des Getriebes G verbessert, da sie einen zusätzlichen Freiheitsgrad zur Verfügung stellt. Das vierte Schaltelement 03 ist lediglich optional vorgesehen.

[0064] Fig. 16 zeigt ein Getriebe G gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung, wobei der Rotor R1 der ersten elektrischen Maschine EM1 wechselweise mit der ersten Koppelwelle V1 oder dem Steg E22 des zweiten Planetenradsatzes P2 verbindbar ist. Dazu sind zusätzliche Schaltelemente 05, 06 vorgesehen, welche eine schaltbare Verbindung zwischen dem Rotor R1 und der ersten Koppelwelle V1, bzw. dem Steg E22 des zweiten Planetenradsatzes P2 herstellen.

[0065] Fig. 17 zeigt schematisch einen Antriebsstrang eines Kraftfahrzeugs. Der Antriebsstrang weist eine Verbrennungskraftmaschine VKM auf, die über einen Torsionsschwingungsdämpfer TS mit der Eingangswelle GW1 des Getriebes G verbunden ist. Die Abtriebswelle GW2 ist mit einem Achsgetriebe AG antriebswirkverbunden. Vom Achsgetriebe AG ausgehend wird die Leistung, die an der Abtriebswelle GW2 anliegt, auf Räder DW des Kraftfahrzeugs verteilt. Im motorischen Betrieb der ersten elektrischen Maschine EM1 wird dem Stator S1 über einen nicht dargestellten Wechselrichter elektrische Leistung zugeführt. Im generatorischen Betrieb der ersten elektrischen Maschine EM1 führt der Stator S1 dem Wechselrichter elektrische Leistung zu. Der Wechselrichter wandelt dabei die Gleichspannung eines nicht dargestellten Energiespeichers in eine für die erste elektrische Maschine EM1 geeignete Wechselspannung, und umgekehrt. In Fig. 17 ist das Getriebe G entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt. Dies ist lediglich beispielhaft anzusehen. Der Hybridantriebsstrang könnte mit jeder Ausführungsform des Getriebes G aufgebaut sein.

[0066] Fig. 18 zeigt einen Verfahrensablauf des Getriebes G zum Wechsel ausgehend vom elektrischen Betriebsmodus E1 in den vierten Vorwärtsgang G4 während der Fahrt des Kraftfahrzeugs. In einem ersten Verfahrensschritt ST1 wird die Verbrennungskraftmaschine VKM mittels der zweiten elektrischen Maschine EM2 oder durch zumindest teilweises Schließen des siebenten Schaltelements 12 auf eine Startdrehzahl gebracht und anschließend gestartet. In einem zweiten Verfahrensschritt ST2 wird das erste Schaltelement 14 und das dritte Schaltelement 04 in einer Schlupfregelung betrieben. Dabei bleibt die Drehzahl der Abtriebswelle GW2 im

Wesentlichen konstant, sodass sich nur geringe Änderungen an der Drehzahl ergeben, beispielweise im Bereich von plus/minus 25 Umdrehungen pro Minute. Durch Regelung der ersten elektrischen Maschine EM1 wird die Drehzahl der ersten Koppelwelle V1 im Wesentlichen so weit reduziert, sodass sich nur eine geringe Drehzahl an der ersten Koppelwelle V1 ergibt, beispielsweise plus/minus 25 Umdrehungen pro Minute. In einem dritten Verfahrensschritt ST3 wird das erste Schaltelement 14 vollständig geschlossen.

[0067] Fig. 19 zeigt ein nicht erfindungsgemäßes Getriebe G'. Im Unterschied zu dem in Fig. 4 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Getriebes G ist der Rotor R1 der ersten elektrischen Maschine EM1 mit dem Steg E22 des zweiten Planetenradsatzes P2 verbunden. Die erste Koppelwelle V1 ist über das vierte Schaltelement 03 drehfest festsetzbar.

[0068] Fig. 20 zeigt ein nicht erfindungsgemäßes Getriebe G". Im Unterschied zu dem in Fig. 19 dargestellten Getriebe G' weist das Getriebe G" das dritte Schaltelement 04 nicht auf. Im ersten Vorwärtsgang G1 erfolgt die Abstützung des Stegs E22 des zweiten Planetenradsatzes P2 daher mittels der ersten elektrischen Maschine EM1, wobei der Rotor R1 keine oder nur eine geringe Drehzahl annimmt.

[0069] Die in Fig. 19 und Fig. 20 dargestellten Getriebe G', G" ermöglichen ebenso einen elektrischen Antriebsmodus, in dem das vierte Schaltelement 03 geschlossen ist und alle weiteren Schaltelemente geschlossen sind. Der zweite elektrodynamische Betriebsmodus EDA2 ist in diesen Getrieben G', G" nicht möglich, da sich das erste Schaltelement 14 und der Rotor R1 der ersten elektrischen Maschine EM1 auf der selben Welle befinden. Das vierte Schaltelement 03 ist in den Getrieben G', G" vorzugsweise als kraftschlüssiges Schaltelement ausgebildet.

Bezugszeichen

G, G', G"	Getriebe
GW1	Eingangswelle
GW2	Abtriebswelle
P1	Erster Planetenradsatz
P2	Zweiter Planetenradsatz
PS	Stufenplanetenradsatz
E11	Sonnenrad des ersten Planetenradsatzes
E111	Erstes Sonnenrad-Segment
E112	Zweites Sonnenrad-Segment

E21	Steg des ersten Planetenradsatzes	E1	Elektrischer Betriebsmodus
		VKM	Verbrennungskraftmaschine
E31	Hohlrad des ersten Planetenradsatzes	DW	Räder
E312	Zusätzliches Hohlrad	AG	Achsgetriebe
E12	Sonnenrad des zweiten Planetenradsatzes	TS	Torsionsschwingungsdämpfer

Patentansprüche

E121	Erstes Sonnenrad-Segment		
E122	Zweites Sonnenrad-Segment		
E22	Steg des zweiten Planetenradsatzes		
E32	Hohlrad des zweiten Planetenradsatzes		
V1	Erste Koppelwelle		
V2	Zweite Koppelwelle		
14	Erstes Schaltelement		
15	Zweites Schaltelement		
04	Drittes Schaltelement		
03	Viertes Schaltelement		
05	Zusätzliches Schaltelement		
06	Zusätzliches Schaltelement		
16	Fünftes Schaltelement		
17	Sechstes Schaltelement		
12	Siebentes Schaltelement		
EM1	Erste elektrische Maschine		
R1	Rotor der ersten elektrischen Maschine		
S1	Stator der ersten elektrischen Maschine		
EM2	Zweite elektrische Maschine		
R2	Rotor der zweiten elektrischen Maschine		
S2	Stator der zweiten elektrischen Maschine		
EM3	Dritte elektrische Maschine		
R3	Rotor der dritten elektrischen Maschine		
S3	Stator der dritten elektrischen Maschine		
G1-G5	Erster bis fünfter Vorwärtsgang		
GR	Rückwärtsgang		
EDA1	Erster elektrodynamischer Betriebsmodus		
EDA2	Zweiter elektrodynamischer Betriebsmodus		

1. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug, mit einer Eingangswelle (GW1), einer Abtriebswelle (GW2), einem ersten Planetenradsatz (P1), einem zweiten Planetenradsatz (P2), und zumindest einem ersten Schaltelement (14), einem zweiten Schaltelement (15) und einem dritten Schaltelement (04), wobei der erste und der zweite Planetenradsatz (P1, P2) als Minus-Radsätze ausgebildet sind, wobei ein Sonnenrad (E11) des ersten Planetenradsatzes (P1) mit einem Sonnenrad (E12) des zweiten Planetenradsatzes (P2) ständig verbunden ist und derart Bestandteil einer ersten Koppelwelle (V1) ist, wobei ein Steg (E21) des ersten Planetenradsatzes (P1) mit einem Hohlrad (E32) des zweiten Planetenradsatzes (P2) ständig verbunden ist und derart Bestandteil einer zweiten Koppelwelle (V2) ist, wobei die Eingangswelle (GW1) über das zweite Schaltelement (15) mit einem Hohlrad (E31) des ersten Planetenradsatzes (P1) verbindbar ist, wobei die Abtriebswelle (GW2) an die zweite Koppelwelle (V2) unmittelbar angebunden ist, wobei der Steg (E22) des zweiten Planetenradsatzes (P2) durch Schließen des dritten Schaltelements (04) drehfest festsetzbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eingangswelle (GW1) über das erste Schaltelement (14) mit dem Steg (E22) des zweiten Planetenradsatzes (P2) verbindbar ist, wobei das Getriebe (G) eine erste elektrische Maschine (EM1) mit einem drehfesten Stator (S1) und einem drehbaren Rotor (R1) aufweist, wobei der Rotor (R1) mit der ersten Koppelwelle (V1) entweder ständig oder schaltbar verbunden ist, wobei das erste und dritte Schaltelement (14, 04) als lastschaltbare Schaltelemente ausgebildet sind, welche im geschlossenen Zustand eine kraftschlüssige Verbindung herstellen, und wobei das zweite Schaltelement (15) als ein formschlüssiges Schaltelement ausgebildet ist.

2. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Getriebe (G) ein viertes Schaltelement (03) aufweist, welches als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet ist, wobei durch Schließen des vierten Schaltelements (03) die erste Koppelwelle (V1) drehfest festsetzbar ist.

3. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass durch selektive Betätigung des ers-

ten, zweiten, dritten und gegebenenfalls des vierten Schaltelements (14, 15, 04; 03) vier Vorwärtsgänge (G1, G2, G3, G4) zwischen der Eingangswelle (GW1) und der Abtriebswelle (GW2) vorzugsweise automatisiert schaltbar sind, wobei sich

- der erste Vorwärtsgang (G1) durch Schließen des zweiten Schaltelements (15) und des dritten Schaltelements (04),

- der zweite Vorwärtsgang (G2) durch Schließen des zweiten Schaltelements (15) und wahlweise durch Schließen des vierten Schaltelements (03) oder durch Abstützung der ersten Koppelwelle (V1) mittels der ersten elektrischen Maschine (EM1),

- der dritte Vorwärtsgang (G3) durch Schließen des ersten Schaltelements (14) und des zweiten Schaltelements (15), und

- der vierte Vorwärtsgang (G4) sich durch Schließen des ersten Schaltelements (14) und wahlweise durch Schließen des vierten Schaltelements (03) oder durch Abstützung der ersten Koppelwelle (V1) mittels der ersten elektrischen Maschine (EM1) ergibt.

4. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Getriebe (G) ein fünftes Schaltelement (16) aufweist, wobei die Eingangswelle (GW1) über das fünfte Schaltelement (16) mit dem Sonnenrad (E11) des ersten Planetenradsatzes (P1) verbindbar ist, wobei das fünfte Schaltelement (16) als ein formschlüssiges Schaltelement ausgebildet ist, wobei sich durch Schließen des fünften Schaltelements (16) und des dritten Schaltelements (04) ein Rückwärtsgang (GR) zwischen der Eingangswelle (GW1) und der Abtriebswelle (GW2) ergibt.

5. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Planetenradsatz (P1) ein geteiltes Sonnenrad (E11) mit einem ersten Sonnenrad-Segment (E111) und einem zweiten Sonnenrad-Segment (E112) aufweist, wobei das erste Sonnenrad-Segment (E111) über das fünfte Schaltelement (16) mit der Eingangswelle (GW1) verbindbar ist, und wobei das zweite Sonnenrad-Segment (E112) mit dem Sonnenrad (E12) des zweiten Planetenradsatzes (P2) ständig verbunden ist.

6. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Planetenradsatz (P1) als Bestandteil eines Stufen-Planetenradsatzes (PS) ausgebildet ist, dessen Planetenräder zwei unterschiedliche Wirkdurchmesser aufweisen, wobei das zweite Sonnenrad-Segment (E112') Bestandteil des ersten Planetenradsatzes (P1) ist und mit dem kleineren Wirkdurchmesser der Planetenräder kämmt, und wobei das erste Sonnenrad-Segment (E111') mit dem größeren Wirkdurchmesser der Planetenräder kämmt.

7. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stufen-Planetenradsatz (PS) ein zusätzliches Hohlrad (E312) aufweist, welches mit dem größeren Wirkdurchmesser der Planetenräder des Stufen-Planetenradsatzes (PS) kämmt, wobei das zusätzliche Hohlrad (E312) über ein sechstes Schaltelement (17) mit der Eingangswelle (GW1) verbindbar ist.

8. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das sechste Schaltelement (17) als formschlüssiges Schaltelement ausgebildet ist.

9. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 7 oder Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass im ersten bis vierten Vorwärtsgang (G1-G4) das sechste Schaltelement (17) geöffnet ist, wobei in einem fünften Vorwärtsgang (G5) das sechste Schaltelement (17) und das dritte Schaltelement (04) geschlossen sind.

10. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Verbindung zwischen der zweiten Koppelwelle (V2) und der Abtriebswelle (GW2) zwischen dem ersten und dem zweiten Sonnenrad-Segment (E111, E112) hindurchführt, wobei die Eingangswelle (GW1) und die Abtriebswelle (GW2) koaxial zueinander angeordnet sind.

11. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Planetenradsatz (P2) ein geteiltes Sonnenrad (E12) mit einem ersten Sonnenrad-Segment (E121) und einem zweiten Sonnenrad-Segment (E122) aufweist, wobei die beiden Sonnenrad-Segmente (E121, E122) des zweiten Planetenradsatzes (P2) den gleichen Wirkdurchmesser aufweisen, wodurch beide Sonnenrad-Segmente (E121, E122) des zweiten Planetenradsatzes (P2) als Bestandteil der ersten Koppelwelle (V1) anzusehen sind, wobei das erste Sonnenrad-Segment (E121) des zweiten Planetenradsatzes (P2) mit dem Sonnenrad (E11) des ersten Planetenradsatzes (P1) ständig verbunden ist, wobei das zweite Sonnenrad-Segment (E122) des zweiten Planetenradsatzes (P2) mit dem Rotor (R1) der ersten elektrischen Maschine (EM1) verbunden oder verbindbar ist, wobei eine Verbindung zwischen dem ersten Schaltelement (14) und dem Steg (E22) des zweiten Planetenradsatzes (P2) zwischen dem ersten und zweiten Sonnenrad-Segment (E121, E122) des zweiten Planetenradsatzes (P2) hindurchführt, und wobei die Abtriebswelle (GW2) achsparallel zur Eingangswelle (GW1) angeordnet ist.

12. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch**

gekennzeichnet, dass das Getriebe (G) eine zweite elektrische Maschine (EM2) mit einem drehfesten Stator (S2) und einem drehbaren Rotor (R2) aufweist, wobei der Rotor (R2) der zweiten elektrischen Maschine (EM2) ständig mit der Eingangswelle (GW1) verbunden ist.

13. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Getriebe (G) ein siebentes Schaltelement (12) aufweist, wobei durch Schließen des siebentes Schaltelements (12) die Eingangswelle (GW1) mit der Abtriebswelle (GW2) verbindbar ist.

14. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Getriebe (G) eine dritte elektrische Maschine (EM3) mit einem drehfesten Stator (S3) und einem drehbaren Rotor (R3) aufweist, wobei der Rotor (R3) der dritten elektrischen Maschine (EM3) mit dem Steg (E22) des zweiten Planetenradsatzes (P2) entweder ständig oder schaltbar verbunden ist.

15. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rotor (R1) der ersten elektrischen Maschine (EM1) wechselweise mit der ersten Koppelwelle (V1) oder mit dem Steg (E22) des zweiten Planetenradsatzes (P2) verbindbar ist.

16. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem ersten elektrodynamischen Betriebsmodus (EDA1) das zweite Schaltelement (15) geschlossen ist und alle weiteren Schaltelemente (14, 04; 03; 16; 17; 12) geöffnet sind, wobei das an der Abtriebswelle (GW2) anliegende Drehmoment durch Variation des an der Eingangswelle (GW1) anliegenden Drehmoments und des am Rotor (R1) der ersten elektrischen Maschine (EM1) anliegenden Drehmoments stufenlos veränderbar ist.

17. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem zweiten elektrodynamischen Betriebsmodus (EDA2) das erste Schaltelement (14) geschlossen ist und alle weiteren Schaltelemente (15, 04; 03; 16; 17; 12) geöffnet sind, wobei das an der Abtriebswelle (GW2) anliegende Drehmoment durch Variation des an der Eingangswelle (GW1) anliegenden Drehmoments und des am Rotor (R1) der ersten elektrischen Maschine (EM1) anliegenden Drehmoments stufenlos veränderbar ist.

18. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch**

gekennzeichnet, dass in einem elektrischen Betriebsmodus (E1) das dritte Schaltelement (04) geschlossen ist und alle weiteren Schaltelemente (14, 15; 03; 16; 17; 12) geöffnet sind, wobei das an der Abtriebswelle (GW2) anliegende Drehmoment durch Variation des am Rotor (R1) der ersten elektrischen Maschine (EM1) anliegenden Drehmoments stufenlos veränderbar ist.

19. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sämtliche Schaltelemente (14, 15, 04; 03; 16; 17; 12) mittels einem geschlossenen Hydrauliksystems, welches einen Druckspeicher umfasst, oder mittels einem elektromechanischen Betätigungssystem betätigbar sind.

20. Getriebe (G) für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zweite Schaltelement (15) und das fünfte Schaltelement (16) durch einen einzigen Aktuator betätigbar sind.

21. Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, wobei der Antriebsstrang eine Verbrennungskraftmaschine (VKM), ein Getriebe (G) nach einem der Ansprüche 1 bis 20 sowie ein mit Rädern (DW) des Kraftfahrzeugs verbundenes Achsgetriebe (AG) aufweist, wobei die Eingangswelle (GW1) des Getriebes (G) über zumindest einen Torsionsschwingungsdämpfer (TS) mit der Verbrennungskraftmaschine (VKM) ständig drehelastisch verbunden ist und die Abtriebswelle (GW2) des Getriebes (G) mit dem Achsgetriebe (AG) antriebswirkverbunden ist, wobei das Kraftfahrzeug in den vier, bzw. fünf Vorwärtsgängen (G1-G4; G5) von der Verbrennungskraftmaschine (VKM) allein antreibbar ist, wobei das Kraftfahrzeug im ersten und zweiten elektrodynamischen Betriebsmodus (EDA1, EDA2) durch Zusammenwirkung der Verbrennungskraftmaschine (VKM) und der ersten elektrischen Maschine (EM1) antreibbar ist, und wobei das Kraftfahrzeug im elektrischen Betriebsmodus (E1) von der ersten elektrischen Maschine (EM1) allein antreibbar ist.

22. Verfahren zum Betrieb eines Antriebsstranges nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Wechsel ausgehend vom elektrischen Betriebsmodus (E1) in den vierten Vorwärtsgang (G4) während der Fahrt des Fahrzeugs

- in einem ersten Verfahrensschritt (ST1) die Verbrennungskraftmaschine (VKM) mittels der zweiten elektrischen Maschine (EM2) oder durch zumindest teilweises Schließen und anschließendes Öffnen des siebentes Schaltelements (12) auf eine Startdrehzahl gebracht wird, um ein Starten der Verbrennungskraftmaschine (VKM) zu ermöglichen,
- in einem zweiten Verfahrensschritt (ST2) das erste Schaltelement (14) und das dritte Schaltelement (04) durch eine Schlupfregelung derart betrieben

werden, dass die Drehzahl der Abtriebswelle (GW2) im Wesentlichen konstant bleibt, wobei durch Regelung der ersten elektrischen Maschine (EM1) die Drehzahl der ersten Koppelwelle (V1) reduziert wird, und
- in einem dritten Verfahrensschritt (ST3) das erste Schaltelement (14) vollständig geschlossen wird.

Es folgen 20 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

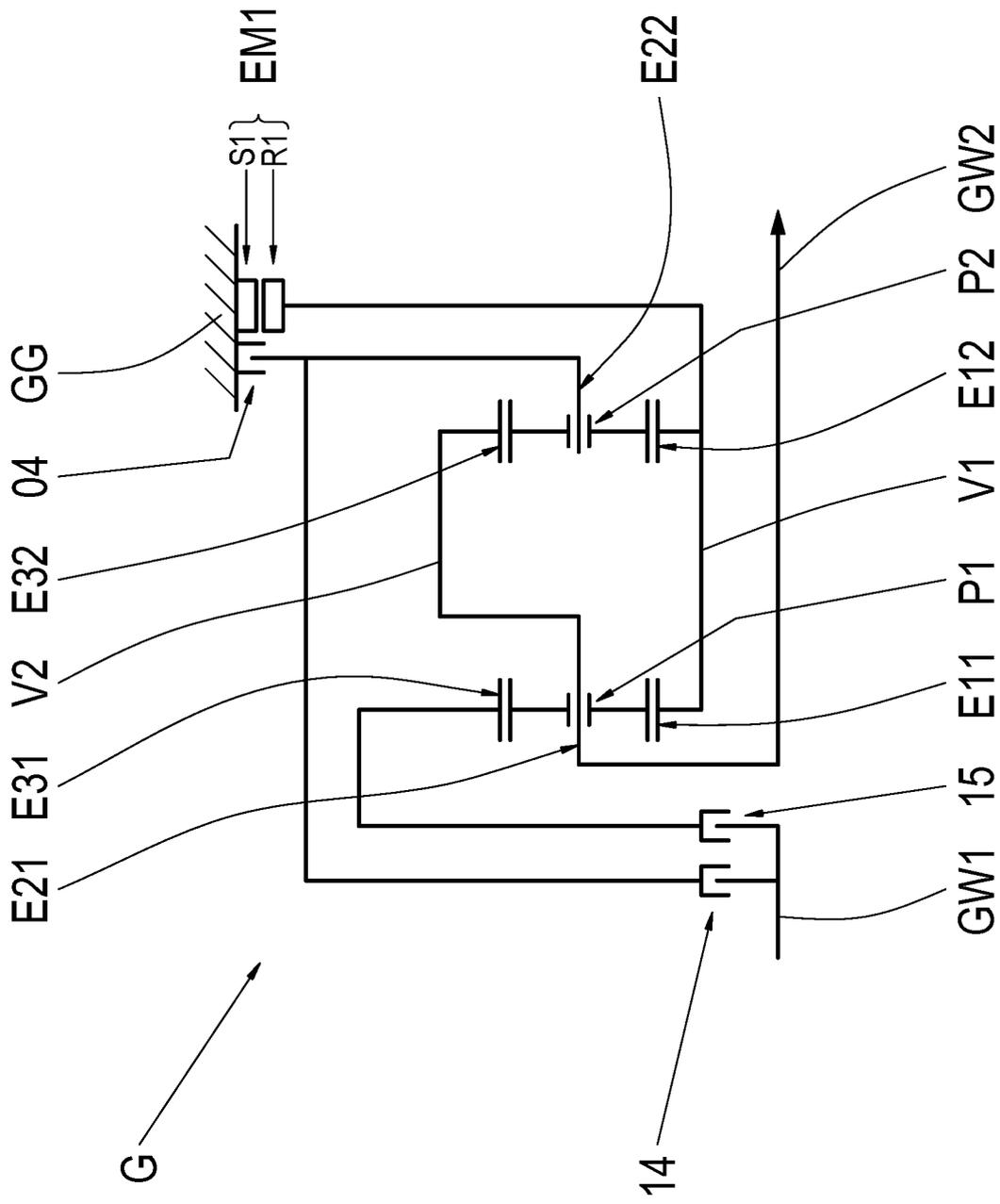


Fig. 1

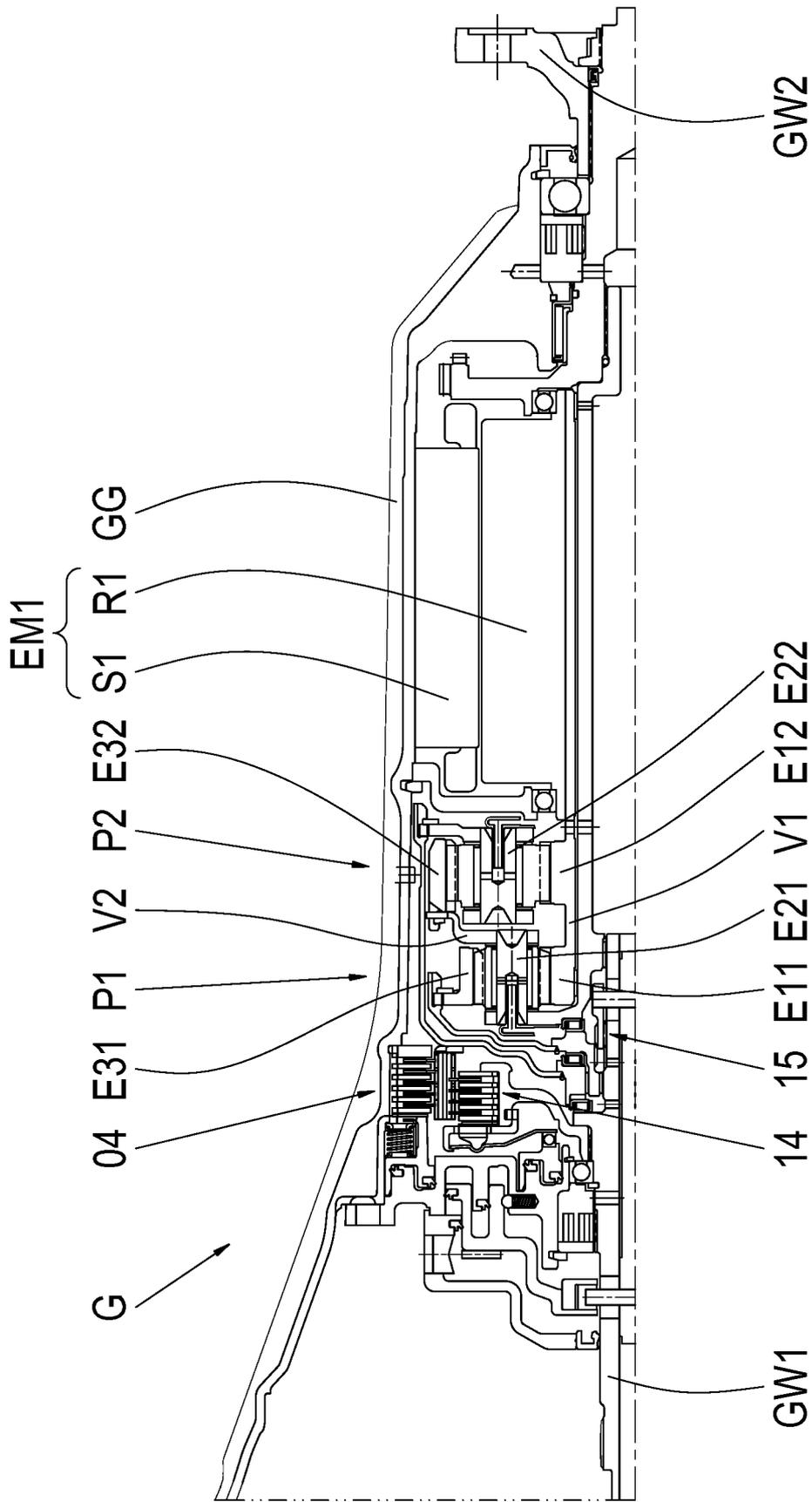


Fig. 2

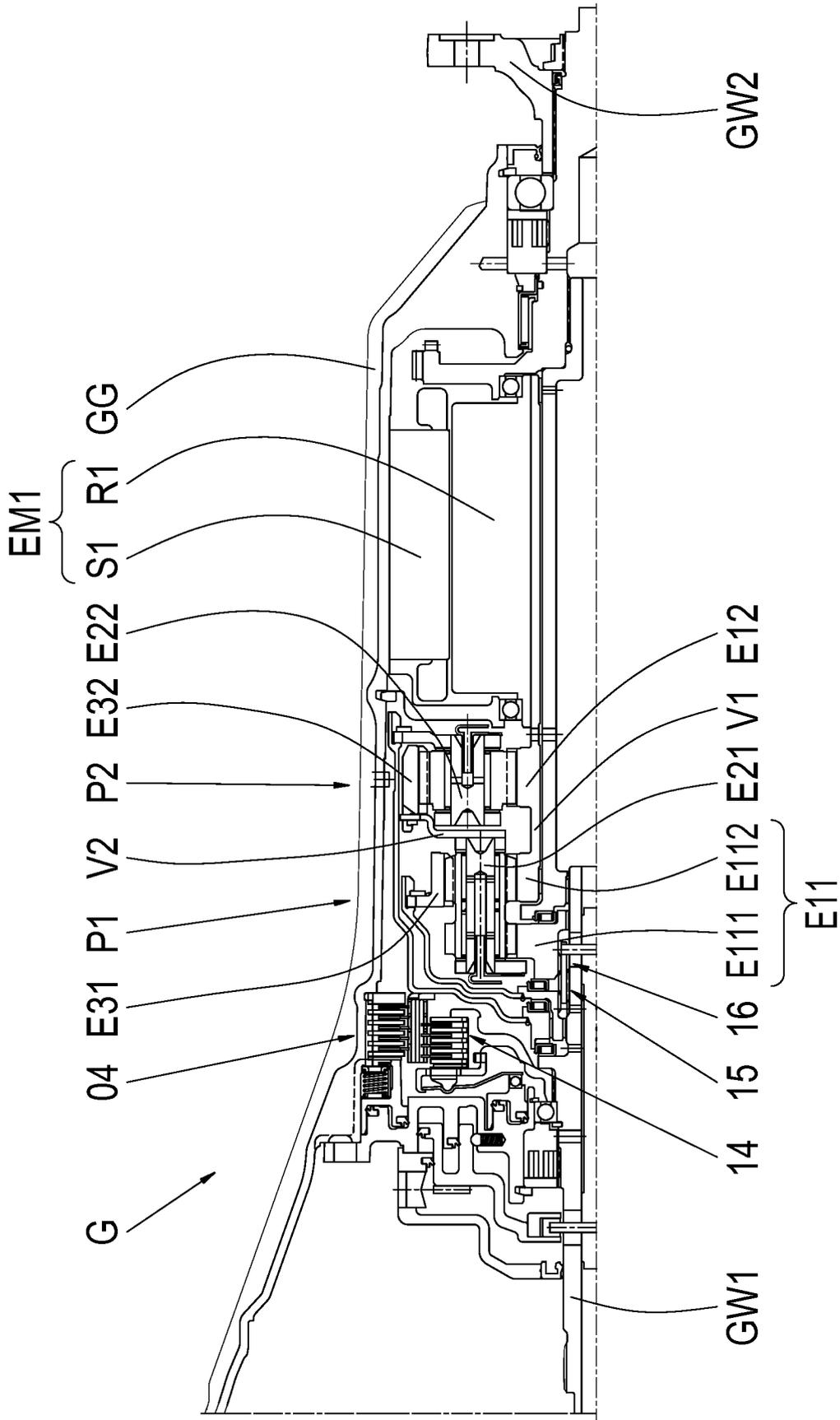


Fig. 5

	EM1	03	04	14	15
EDA1	-				X
G1	o		X		X
G2		X			X
G3	o			X	X
G4		X		X	
EDA2	+			X	
E1	+/-		X		

Fig. 6b

	EM1	04	14	15
EDA1	-			X
G1	o	X		X
G2	X			X
G3	o		X	X
G4	X		X	
EDA2	+		X	
E1	+/-	X		

Fig. 6a

	EM1	04	14	15	16
EDA1	-			X	
G1	o	X		X	
G2	X			X	
G3	o		X	X	
G4	X		X		
EDA2	+		X		
E1	+/-	X			
GR	o	X			X

Fig. 6c

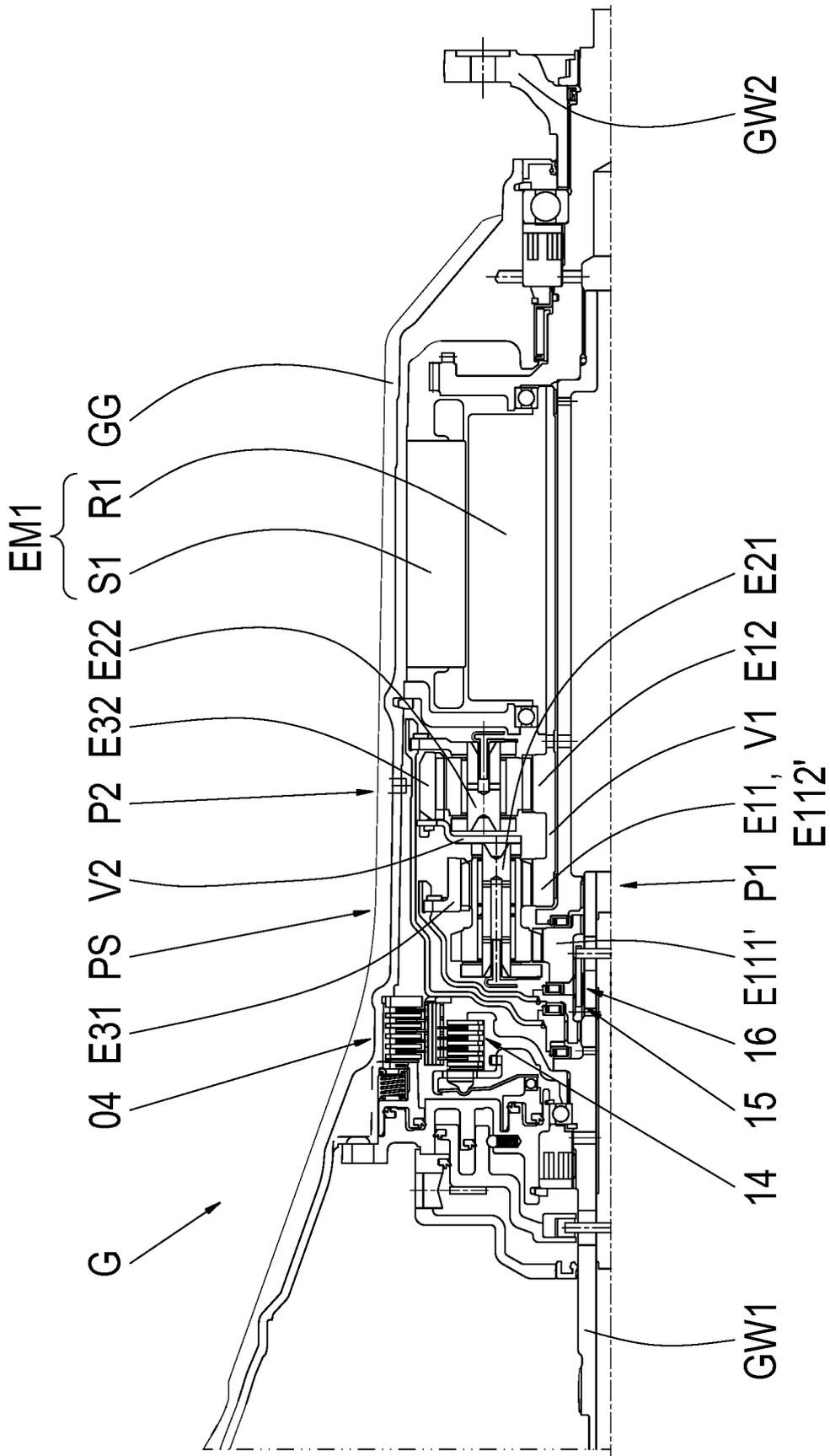


Fig. 8

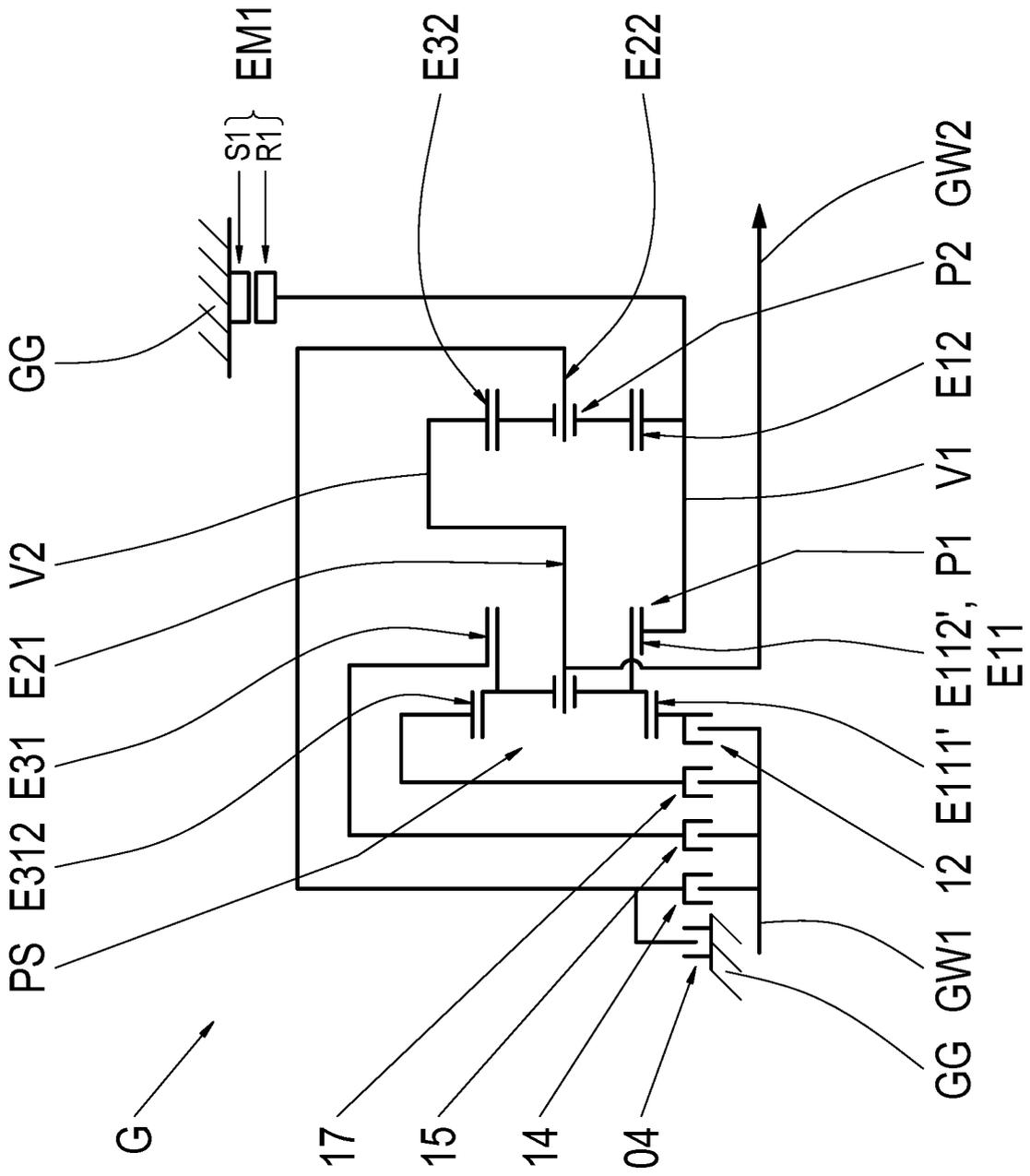


Fig. 9

	EM1	04	14	15	16	17
EDA1	-			X		
G5	0	X				X
G1	0	X		X		
G2	X			X		
G3	0		X	X		
G4	X		X			
EDA2	+		X			
E1	+/-	X				
GR		X			X	

Fig. 10

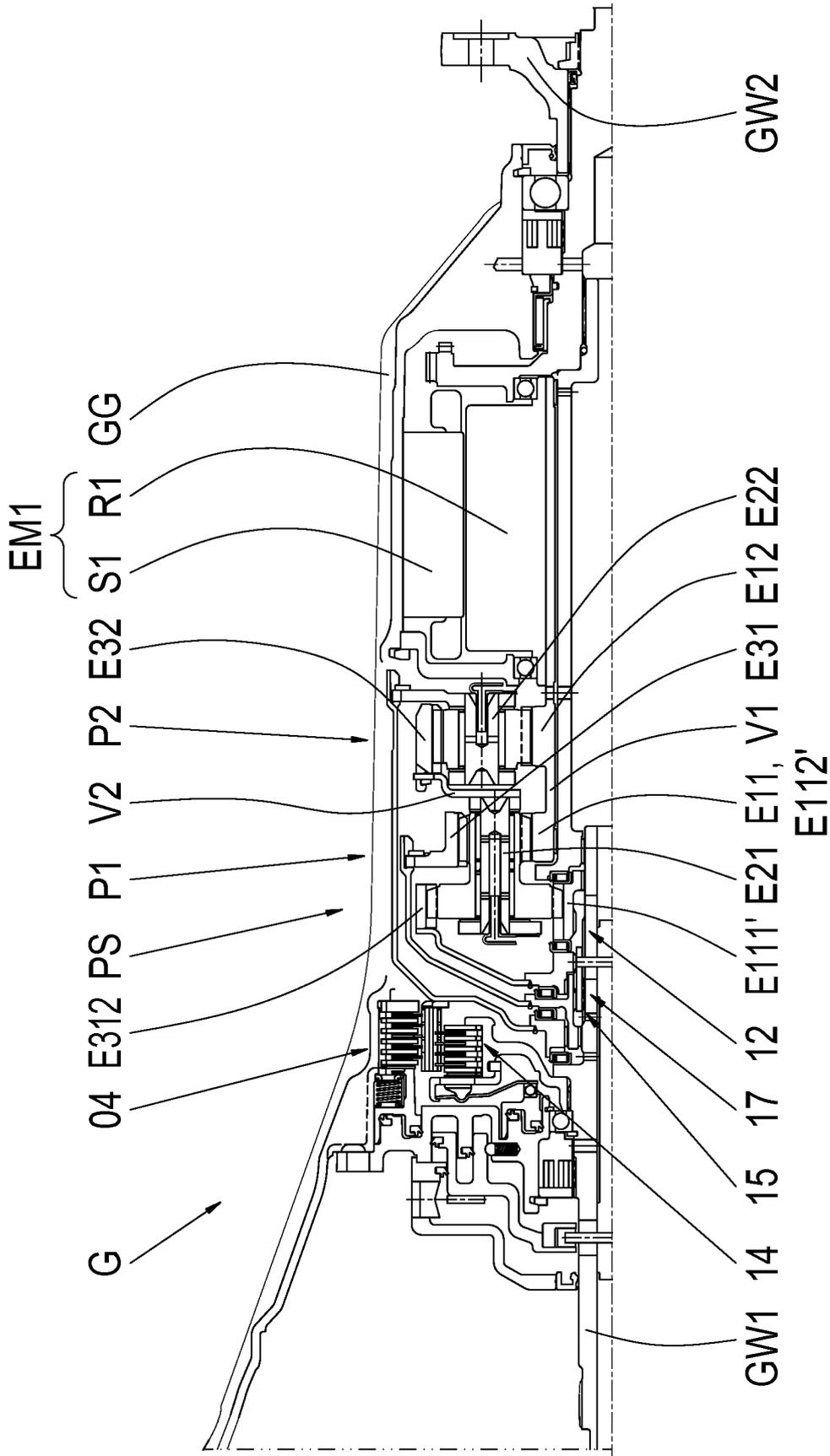


Fig. 11

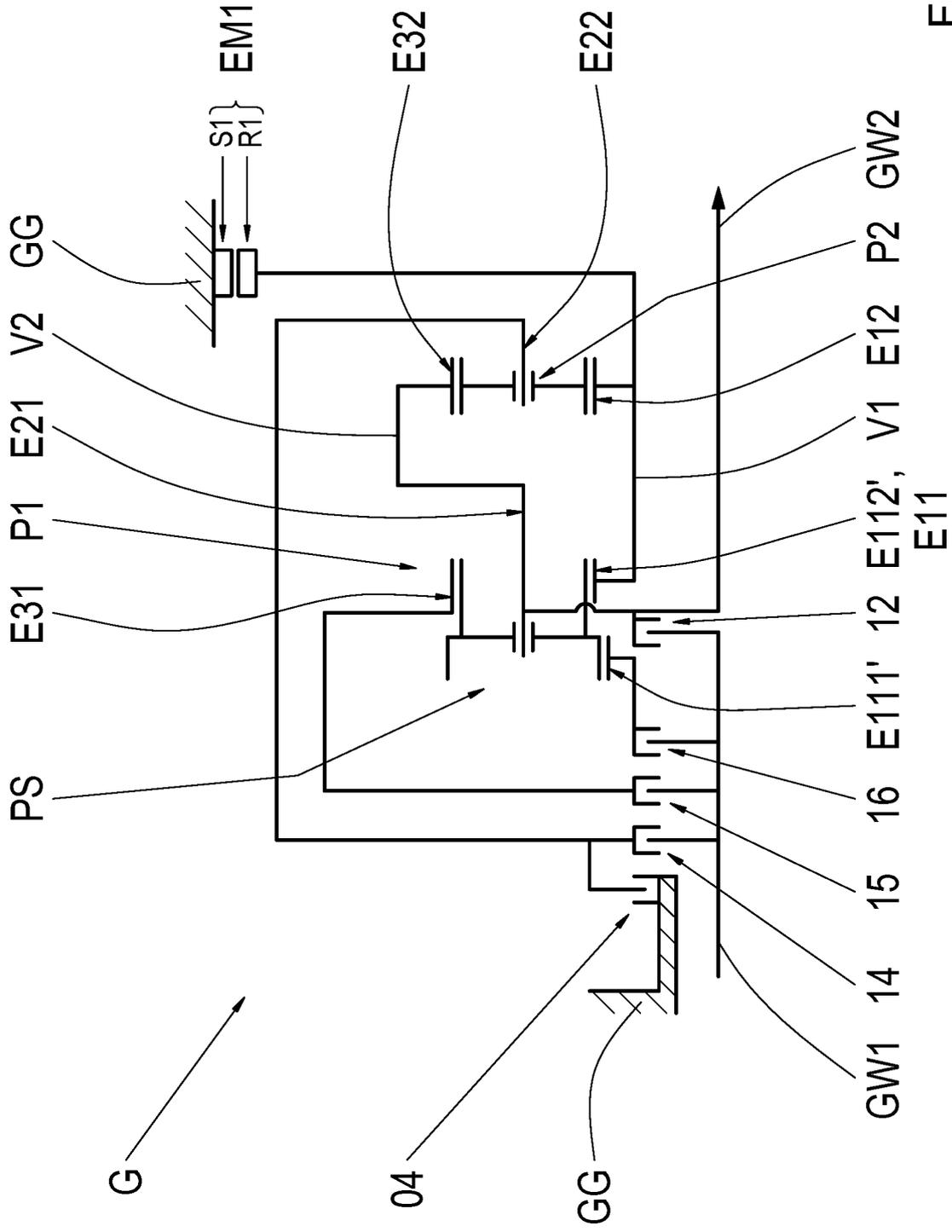


Fig. 13

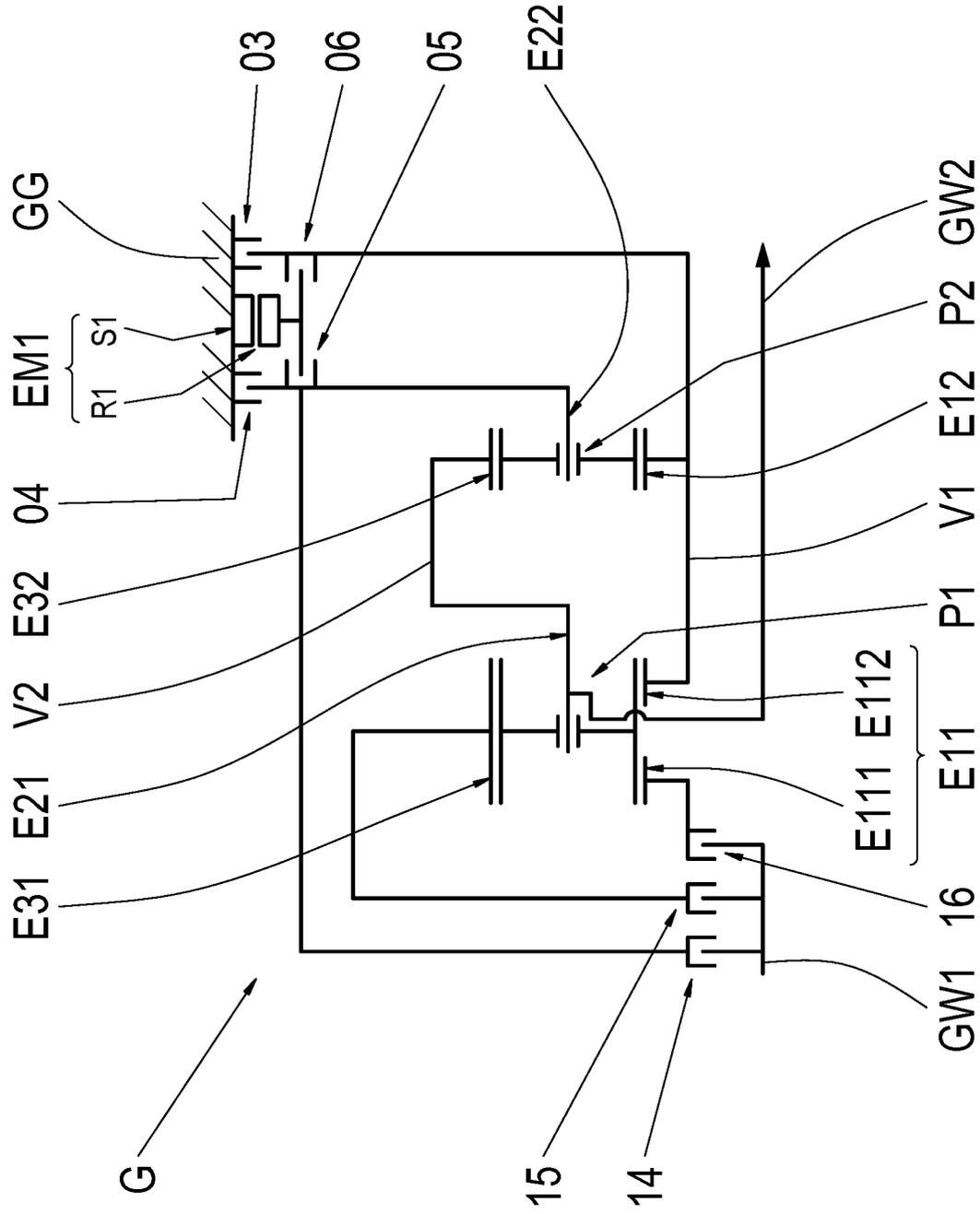


Fig. 16

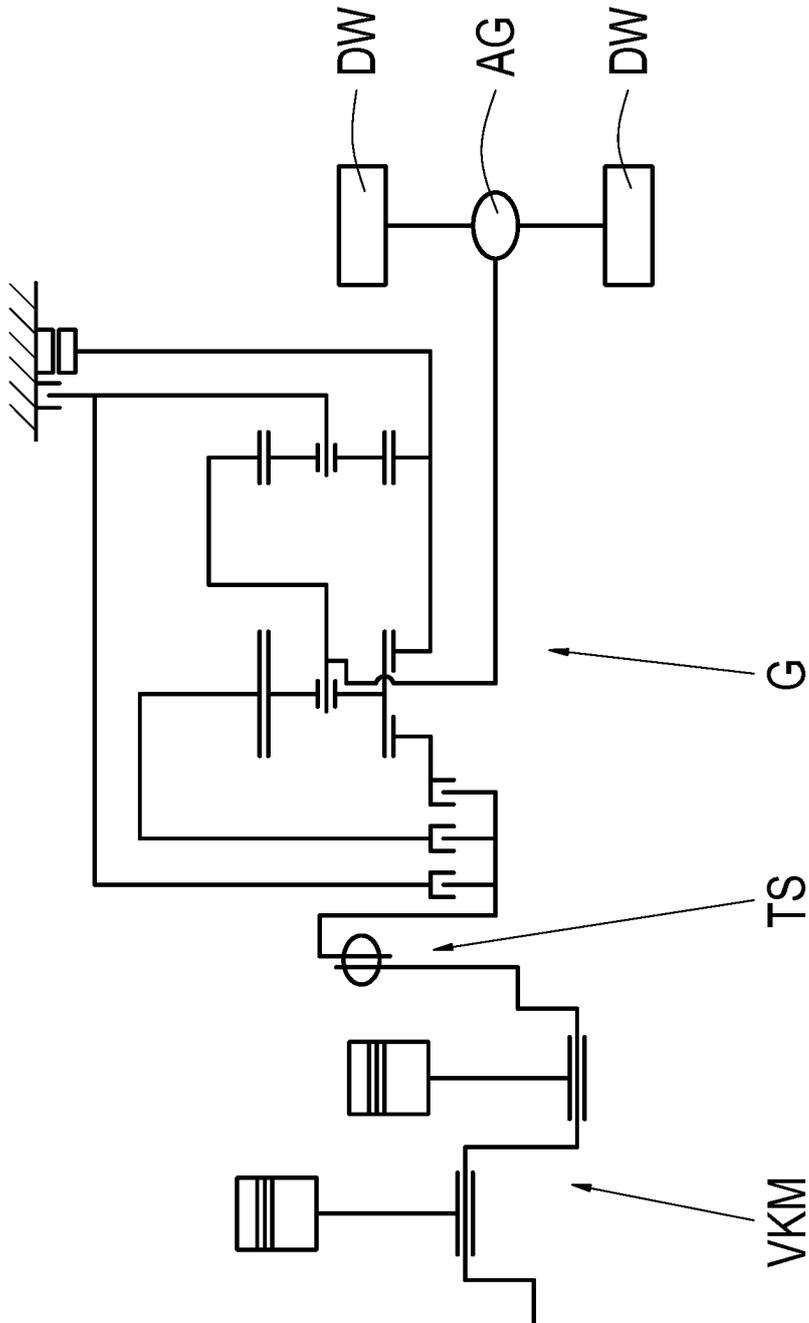


Fig. 17

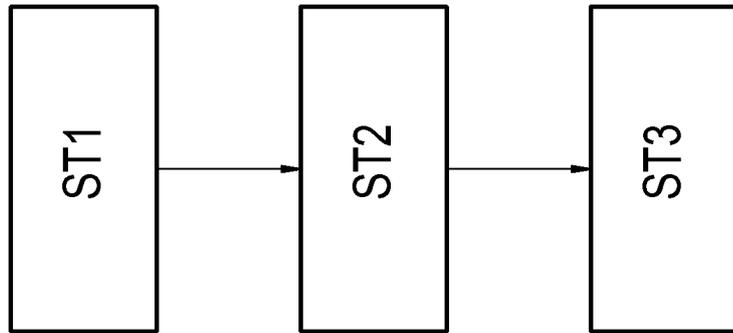


Fig. 18

