



(10) **DE 10 2020 007 777 A1** 2022.06.23

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 007 777.3**
(22) Anmeldetag: **18.12.2020**
(43) Offenlegungstag: **23.06.2022**

(51) Int Cl.: **B60K 6/36** (2007.10)
B60K 6/50 (2007.10)
B60K 6/365 (2007.10)
B60K 6/52 (2007.10)
B60K 6/448 (2007.10)

(71) Anmelder:
Mercedes-Benz Group AG, 70372 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Hahn, Peter, 70374 Stuttgart, DE; Zeibig,
Jonathan, Dr.-Ing., 73630 Remshalden, DE; Gitt,
Carsten, Dr.-Ing., 70437 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

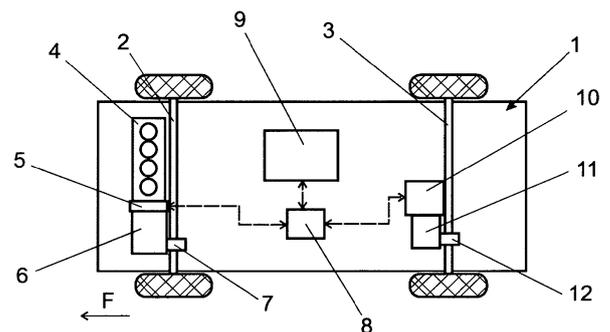
DE	10 2015 226 008	A1
DE	10 2017 109 232	A1
DE	10 2017 221 775	A1
DE	10 2018 222 023	A1
US	2009 / 0 255 746	A1
EP	3 261 233	A1
WO	2020/ 020 401	A2

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Hybridantriebssystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Hybridantriebssystem mit einer ersten Fahrzeugachse (2), einer zweiten Fahrzeugachse (3), einem mit der ersten Fahrzeugachse (2) koppelbaren Verbrennungsmotor (4) mit einer Kurbelwelle (13), einer mit der ersten Fahrzeugachse (2) koppelbaren ersten elektrischen Maschine (5) mit einem Stator (26) und einem Rotor (25), einem koaxial zu einer Hauptdrehachse eines Getriebes (6) angeordneten dreiweligen Planetenradsatz (15) mit einem ersten Element (23), einem zweiten Element (21) und einem dritten Element (22), wobei der Rotor (25) über ein drehfest mit dem Rotor (25) verbundenes Rotorrad (24) mit dem ersten Element (23) des Planetenradsatzes (15) gekoppelt ist, einem Stirnradteilgetriebe (18) mit einer Eingangswelle (16) und einer ersten Abtriebswelle (19), wobei die Eingangswelle (16) drehfest mit dem dritten Element (22) des Planetenradsatzes (15) gekoppelt ist, einem Verblockungsschaltenelement (A), das dazu ausgebildet ist, den Planetenradsatz (15) zu verblocken.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Hybridantriebssystem mit einer ersten und einer zweiten Fahrzeugachse sowie einem Planetenradsatz, nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art.

[0002] Aus der DE 10 2015 226 008 A1 ist eine Getriebeanordnung für ein Fahrzeug mit einem koaxialen Planetengetriebe als Abschnitt eines Gesamtgetriebes prinzipiell bekannt. Eine angekoppelte elektrische Maschine kann dabei über den Planetenradsatz in das Gesamtgetriebe treiben. Der Aufbau hat dabei jedoch den Nachteil, dass er relativ aufwendig ist und, insbesondere in axialer Richtung des Gesamtgetriebes, sehr viel Bauraum benötigt. Die DE 10 2018 222 023 A1 beschreibt einen weiteren derartigen Aufbau, welcher jedoch ebenfalls in axialer Richtung sehr viel Bauraum benötigt und darüber hinaus eine eingeschränkte Flexibilität bei der Einbindung der elektrischen Maschine mit sich bringt.

[0003] Die WO 2020/020401 A1 sowie die DE 10 2017 221 775 A1 zeigen zum weiteren Stand der Technik beide Systeme mit einer ersten Elektromaschine und einem Verbrennungsmotor, welche eine erste Fahrzeugachse treiben, sowie mit einer zweiten elektrischen Maschine, um eine zweite Fahrzeugachse anzutreiben.

[0004] Die Aufgabe der hier vorliegenden Erfindung ist es, ein Hybridantriebssystem nach der im Oberbegriff von Anspruch 1 näher definierten Art anzugeben, welches bei hoher Funktionalität und Flexibilität insbesondere in axialer Richtung bezüglich seines Hauptgetriebes außerordentlich kompakt zu realisieren ist.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch ein Hybridantriebssystem mit den Merkmalen im Anspruch 1, und hier insbesondere im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1, gelöst.

[0006] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Hybridantriebssystems ergeben sich aus den hiervon abhängigen Unteransprüchen.

[0007] Das erfindungsgemäße Hybridantriebssystem umfasst zwei Fahrzeugachsen. Eine erste Fahrzeugachse, beispielsweise, aber nicht zwingend, die in Fahrtrichtung vordere Antriebsachse eines Fahrzeugs, ist dabei mit einem Verbrennungsmotor und einer ersten elektrischen Maschine koppelbar. Koaxial zu einer Hauptdrehachse eines Getriebes ist ein dreiwelliger Planetenradsatz angeordnet. Der Rotor der ersten elektrischen Maschine ist über ein drehfest mit dem Rotor verbundenes Rotorrad mit einem ersten Element dieses Planetenradsatzes gekoppelt. Ein Stirnradteilgetriebe als Teil des

Getriebes ist mit einer Eingangswelle und wenigstens einer ersten Abtriebswelle ausgestattet, wobei die Eingangswelle drehfest mit einem dritten Element des Planetenradsatzes gekoppelt ist. Sie liegt somit koaxial zum Planetenradsatz und damit zu der Hauptdrehachse des Getriebes. Der Planetenradsatz lässt sich über ein Verblockungsschaltelement verblocken.

[0008] Mit dem dreiwelligen Planetenradsatz ist ein Planetenrad mit zumindest einem Sonnenrad, einem Planetenradträger sowie einem Hohlrاد gemeint. Sonnenrad, Planetenradträger und Hohlrاد entsprechen dabei den drei oben genannten Elementen, wobei es für eine Grundausführung der Erfindung unerheblich ist, welches von den Elementen Sonnenrad, Planetenradträger, Hohlrاد, dem ersten Element, welches dem zweiten Element, welches dem dritten Element entspricht.

[0009] Erfindungsgemäß ist es nun so, dass ein drehfest mit der ersten Abtriebswelle verbundenes erstes Abtriebsrad, das Rotorrad der ersten elektrischen Maschine und der Planetenradsatz selbst, zueinander zumindest teilweise axial überlappend angeordnet sind. Der Planetenradsatz, das Rotorrad der ersten elektrischen Maschine und das Abtriebsrad der ersten Abtriebswelle des Stirnradteilgetriebes liegen also vorzugsweise in einer Ebene senkrecht zur axialen Richtung und damit zu der Hauptdrehachse des Getriebes. Zumindest liegt jedes der genannten Elemente zumindest teilweise in dieser angesprochenen Ebene. Ferner ist es erfindungsgemäß so, dass eine Kurbelwelle des Verbrennungsmotors direkt oder über eine Vorrichtung zur Dämpfung von Torsionsschwingungen drehfest mit einem zweiten Element des Planetenradsatzes verbunden ist. Die Kurbelwelle des Verbrennungsmotors ist also direkt, was bedeutet ohne eine Trennkupplung, mit dem zweiten Element des Planetenradsatzes verbunden.

[0010] In der Verbindung kann dabei eine Vorrichtung zur Dämpfung von Torsionsschwingungen, beispielsweise ein Zweimassenschwungrad oder ähnliches, angebracht sein. In diesem Fall bedeutet die direkte Verbindung dann, dass die Kurbelwelle drehfest mit einem Eingangelement dieser Vorrichtung zur Dämpfung von Torsionsschwingungen verbunden ist und ein Ausgangelement dieser Vorrichtung mit dem zweiten Element des Planetenradsatzes direkt und drehfest verbunden ist.

[0011] Unter einer drehfesten Verbindung oder einer drehfesten Kopplung zweier drehbar gelagerter Elemente ist dabei zu verstehen, dass diese Elemente koaxial zueinander angeordnet sind und derart miteinander verbunden sind, dass sie mit derselben Winkelgeschwindigkeit drehen bzw. umlaufen.

[0012] Ein weiterer Aspekt des erfindungsgemäßen Hybridantriebssystems ist es, dass die zweite Fahrzeugachse mit einer weiteren elektrischen Maschine, also einer zweiten elektrischen Maschine, gekoppelt oder koppelbar ist. Diese zweite elektrische Maschine kann zum Antrieb der zweiten Fahrzeugachse genutzt werden, was im Wesentlichen unabhängig vom Antrieb der ersten Fahrzeugachse erfolgen kann. Dies bedeutet also, dass sowohl eine als auch die andere Fahrzeugachse angetrieben werden kann, oder dass beide Fahrzeugachsen zur Ausbildung eines Allradantriebs auch gemeinsam antreibbar sind.

[0013] Das Getriebe, welches über das erste Abtriebsrad, welches koaxial zur Abtriebswelle angeordnet und drehfest mit diesem verbunden ist, mit der ersten Fahrzeugachse, beispielsweise über ein Differential, gekoppelt ist, lässt sich durch diese Ausgestaltung in axialer Richtung nochmals deutlich kompakter als die Getriebe im Stand der Technik ausbilden. Dieser erlaubt eine außerordentlich kurze und kompakte Bauweise in axialer Richtung. Dies ist insbesondere bei einer Vorderachse eines Fahrzeugs ein entscheidender Vorteil, da hierdurch auch ein vergleichsweise großes Tellerrad des Achsgetriebes bzw. Differentials axial sehr dicht an den Verbrennungsmotor rücken kann. Insbesondere beim Einsatz an einer Vorderachse und einem Einbau quer zur Fahrtrichtung, schafft dies zusätzlichen Bauraum für die Lenkung, so dass ein sehr kompakter Aufbau bei voller Funktionalität möglich wird. Durch die Möglichkeit bei dem erfindungsgemäßen Hybridantriebssystem auf eine Trennkupplung zu verzichten, wird der sehr kurze axiale Aufbau weiter unterstützt. Durch das Planetengetriebe zur Leistungsverzweigung zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Stirnradteilgetriebe ist es dennoch möglich, den Aufbau verbrennungsmotorisch bzw. elektrodynamisch mit dem Verbrennungsmotor und der ersten elektrischen Maschine derart anzufahren, dass eine Anfahrkupplung nicht benötigt wird, da eine Energiemenge ausgehend von dem Verbrennungsmotor, die beim Anfahren in einer Anfahrkupplung in Wärme umgewandelt werden würde, hier beim Anfahren durch einen generatorischen Betrieb der elektrischen Maschine in elektrische Energie umgewandelt wird..

[0014] Mit der axialen Richtung ist dabei die Richtung der Hauptdrehachse gemeint. Die Hauptdrehachse ist mit einer Drehachse des Sonnenrades des Planetenradsatzes identisch.

[0015] Damit entsteht also durch das erfindungsgemäße Hybridantriebssystem ein axial extrem kurzer Aufbau, welcher dennoch sehr viele verbrennungsmotorische Gänge bietet, nämlich die doppelte Zahl der durch das Stirnradgetriebe darstellbaren Gänge, da der Planetenradsatz und das Stirnradgetriebe ins-

gesamt ein Gruppengetriebe ausbilden. Die elektrische Maschine selbst kann dabei als eine Art „Bremsschaltelement!“ betrieben werden, in dem Planetenradsatz sind somit zwei Gänge darstellbar, nämlich einmal indem der Radsatz durch das Verblockungsschaltelement entsprechend verblockt wird und indem ein Element des Planetenradsatzes gebremst wird, so dass seine Drehzahl sehr gering oder vorzugsweise Null ist. Hierfür kann die elektrische Maschine eingesetzt werden. Diese beiden über den Planetenradsatz darstellbaren Gänge verdoppeln dann, wie oben bereits angesprochen, die durch das Stirnradteilgetriebe darstellbaren Gänge.

[0016] Ferner ist mit dem erfindungsgemäßen Hybridantriebssystem auch ein serieller Hybridbetrieb ausbildbar, wofür über den Verbrennungsmotor die erste elektrische Maschine generatorisch angetrieben wird und über die zweite elektrische Maschine und die mit ihr koppelbare zweite Fahrzeugachse das Fahrzeug entsprechend angetrieben wird.

[0017] Besonders vorteilhaft ist der Rotor derart über das Rotorrad mit dem ersten Element des Planetenradsatzes gekoppelt, dass Drehmomente ausgehend von dem Rotor über das erste Element des Planetenradsatzes in das Getriebe eingeleitet werden können.

[0018] Eine außerordentlich günstige Weiterbildung des erfindungsgemäßen Hybridantriebssystems sieht ferner vor, dass das Verblockungsschaltelement in axialer Richtung gesehen zwischen dem Planetenradsatz und dem Stirnradteilgetriebe angeordnet ist. So wird eine weitere Verkürzung des axialen Bauraums erreicht, da das Verblockungsschaltelement nun quasi in den Bauraum des Stirnradteilgetriebes zumindest teilweise eingerückt wird.

[0019] Außerdem ermöglicht diese Anordnung des Verblockungsschaltelements die Ebene mit dem Planetenradsatz, mit dem Rotorrad der ersten elektrischen Maschine und dem Abtriebsrad der ersten Abtriebswelle möglichst dicht in Richtung des Verbrennungsmotors oder zumindest des zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Getriebe angeordneten Zweimassenschwungrads, zu rücken. Auch dies ist hinsichtlich der idealen Ausnutzung des Bauraums, welcher in axialer Richtung zur Verfügung steht, besonders vorteilhaft.

[0020] Eine weitere sehr günstige Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hybridantriebssystems sieht es ferner vor, dass eine erste Radpaarung mit einem koaxial zu der Eingangswelle angeordneten ersten Festrad und einem koaxial zu der ersten Abtriebswelle angeordneten ersten Losrad ausgebildet ist, wobei ein erstes Schaltelement koaxial zu der ersten Abtriebswelle angeordnet ist, und dazu ausgebildet ist, das erste Losrad drehfest mit der

Antriebswelle zu verbinden. Über diese erste Radpaarung wird also eine erste Gangstufe realisiert.

[0021] Unter einer Radpaarung sind dabei immer zwei Zahnräder zu verstehen, die entweder direkt miteinander im Eingriff stehen oder über eine formschlüssige Kopplung, beispielsweise über eine Kette oder einen Zahnriemen, miteinander gekoppelt sind.

[0022] Eine außerordentlich günstige Weiterbildung hiervon kann es ferner vorsehen, dass das erste Schaltelement in axialer Richtung zwischen dem Planetenradsatz und einer senkrecht auf der Axialrichtung stehenden ersten Radebene, also einer Ebene der ersten Radpaarung, angeordnet ist. Dieser Aufbau rückt das erste Schaltelement damit in die Ebene, in welcher gemäß der oben beschriebenen vorteilhaften Ausgestaltung auch das Verblockungsschaltelement angeordnet sein kann. Insbesondere in Kombination dieser beiden Ausführungsvarianten des erfindungsgemäßen Hybridantriebssystems lässt sich also der für das eine Schaltelement ohnehin benötigte axiale Bauraum gleichzeitig auch für das andere Schaltelement nutzen, so dass ein weiterer Vorteil hinsichtlich der axialen Verkürzung des Getriebenes erreicht werden kann.

[0023] Eine weitere sehr vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hybridantriebssystems sieht außerdem in dem Getriebe eine zweite Abtriebswelle und drehfest mit der zweiten Abtriebswelle verbundenes zweites Festrad vor. Dieses ist zur Bildung einer zweiten Radpaarung vorgesehen, die zusammen mit der ersten Radpaarung in einer Doppelradebene angeordnet ist. Eine solche Doppelradebene ist dabei eine Ebene, bei welcher zwei Zahnräder aus verschiedenen Abtriebswellen mit einem dritten Zahnrad auf einer dritten Welle, hier der Eingangswelle des Stirnradgetriebes, entsprechend kämmen. Auch dieser Aufbau ist hinsichtlich des kompakten Aufbaus sehr vorteilhaft.

[0024] Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung kann außerdem eine dritte Radpaarung vorgesehen sein, welche der ersten Abtriebswelle zugeordnet ist. In dieser Radpaarung befindet sich also eines der Zahnräder koaxial zur ersten Abtriebswelle.

[0025] Eine außerordentlich günstige Weiterbildung hiervon kann es dabei vorsehen, dass diese dritte Radpaarung eine Einfachradebene ausbildet. Eine solche Einfachradebene besteht im Gegensatz zu einer Doppelradebene aus lediglich einem Zahnrad auf der einen und einem Zahnrad auf der anderen Welle. Bei der hier beschriebenen dritten Radpaarung kann es beispielsweise ein Festrad auf der Eingangswelle und ein Losrad auf der ersten Abtriebswelle sein.

[0026] Eine außerordentlich günstige Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Hybridantriebssystems kann es nun vorsehen, dass genau fünf Radpaarungen vorgesehen sind, nämlich die erste Radpaarung, die zweite Radpaarung, die dritte Radpaarung, sowie eine der ersten Abtriebswelle zugeordnete vierte Radpaarung und eine der zweiten Abtriebswelle zugeordnete fünfte Radpaarung. Dabei sind die erste Radpaarung und die zweite Radpaarung in einer Doppelradebene angeordnet, ebenso wie die vierte und die fünfte Radpaarung, welche in einer zweiten Doppelradebene angeordnet sind. Über einen solchen Aufbau lässt sich dann eine Variante des Stirnradteilgetriebes mit vier Gängen und einem Rückwärtsgang oder fünf Gängen entsprechend darstellen. Dies kann bei entsprechend sehr kompaktem Aufbau realisiert werden. Für den Fall der Ausbildung eines Rückwärtsgangs würde nun eine der fünf Radpaarungen durch eine Rückwärtsgang-Radebene entsprechend ersetzt, so dass an die Stelle der Radpaarung ein Aufbau aus zwei Stirnrädern und einem Zwischenrad zur Umkehr der Drehrichtung eingesetzt werden könnte. Im Sinne der obigen Definition wären dies dann zwei Radpaarungen, die aber funktional zusammengehören.

[0027] Eine noch kompaktere Variante des Getriebes mit dem erfindungsgemäßen Hybridantriebssystem kann gemäß einer alternativen vorteilhaften Ausgestaltung auf eine Gangstufe und die Einfachradebene verzichten. In dieser Variante sind dann genau vier Radpaarungen vorgesehen, nämlich die erste Radpaarung und die zweite Radpaarung, welche eine erste Doppelradebene ausbilden, sowie eine der ersten Abtriebswelle zugeordnete vierte Radpaarung und eine der zweiten Abtriebswelle zugeordnete fünfte Radpaarung, wobei diese ebenfalls eine Doppelradebene ausbilden. Bei diesem Aufbau lässt sich durch den Verzicht auf die Einfachradebene ein noch kompakterer Aufbau erreichen. Insbesondere können die Schaltelemente für die auf der ersten und der zweiten Abtriebswelle liegenden Losräder der jeweiligen Radpaarungen in Form von zwei Doppelschaltelementen in einer Ebene ausgebildet sein, so dass auch auf Aufwand bezüglich der Aktuatorik reduziert werden kann.

[0028] Auch kann wieder eine der Radpaarungen, beispielsweise die fünfte Radpaarung durch eine Rückwärtsgang-Radebene entsprechend ersetzt werden, welche dann zusammen mit der vierten Radpaarung die Doppelradebene ausbilden kann.

[0029] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Hybridantriebssystems ergeben sich auch aus den Ausführungsbeispielen, welche nachfolgend anhand der Figuren näher beschrieben sind.

[0030] Dabei zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des gesamten Hybridantriebssystems;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des der ersten Fahrzeugachse zugeordneten Teils des Hybridantriebssystems in einer ersten Ausgestaltung;

Fig. 3 eine schematische Darstellung des der ersten Fahrzeugachse zugeordneten Teils des Hybridantriebssystems in einer zweiten Ausgestaltung.

[0031] In der Darstellung der **Fig. 1** ist ein schematisch angedeutetes Fahrzeug 1 zu erkennen. Es umfasst in Fahrtrichtung F vorne eine mit 2 bezeichnete Vorderachse als erste Fahrzeugachse und eine mit 3 bezeichnete Hinterachse als zweite Fahrzeugachse. Im hier dargestellten Fall können beide Fahrzeugachsen 2, 3 jeweils angetrieben werden. Im Bereich der ersten Fahrzeugachse 1 ist dafür ein Verbrennungsmotor 4 zusammen mit einer ersten elektrischen Maschine 5 und einem Getriebe 6 dargestellt. Diese können über ein Differential 7 die erste Fahrzeugachse 2 antreiben. Die erste elektrische Maschine 5 ist außerdem über eine Leistungselektronik 8 mit einer Energiespeichereinrichtung in Form einer Batterie 9 gekoppelt. Alternativ dazu kann anstelle einer Batterie 9 auch eine andere elektrische Energiespeichereinrichtung zum Einsatz kommen, beispielsweise Hochleistungskondensatoren. Insbesondere können diese auch mit der Batterie 9 entsprechend kombiniert ausgebildet sein.

[0032] Über die Leistungselektronik 8 ist außerdem eine zweite elektrische Maschine 10 angeschlossen, welche ihrerseits beispielsweise über ein Getriebe 11 und ein Differential 12 zum Antreiben der zweiten Fahrzeugachse 3 benutzt werden kann. Sowohl die erste elektrische Maschine 5 als auch die zweite elektrische Maschine 10 können dabei selbstverständlich auch generatorisch betrieben werden, beispielsweise zur Rekuperation von Bremsenergie beim Abbremsen des Fahrzeugs 1, oder speziell im Falle der ersten elektrischen Maschine 5, in dem diese vom Verbrennungsmotor 4 angetrieben wird, beispielsweise um Energie für den Antrieb der zweiten elektrischen Maschine 10 bereit zu stellen, so dass ein serieller Hybridantrieb realisiert werden kann.

[0033] Der Verbrennungsmotor 4, die erste elektrische Maschine 5 und das Getriebe 6 sind dabei vorzugsweise quer zur Fahrtrichtung F im Bereich der ersten Fahrzeugachse 2 eingebaut. Sie müssen dementsprechend in axialer Richtung, also in ihrer Richtung quer zur Fahrtrichtung F, außerordentlich kompakt realisiert werden, um einerseits diese Komponenten und andererseits die im Bereich der Vorderachse notwendige Lenkung in dem typischerweise verfügbaren Bauraum unterzubringen.

[0034] Um dies zu erreichen kann in einer Ausgestaltungsvariante mit vier Gangstufen und einem Rückwärtsgang der Aufbau im Bereich der vorderen Fahrzeugachse 2 nun beispielsweise so realisiert sein, wie er in der Darstellung der **Fig. 2** zu erkennen ist.

[0035] In der Darstellung der **Fig. 2** ist dafür der Verbrennungsmotor 4 nochmals schematisch angedeutet. Eine Kurbelwelle 13 des Verbrennungsmotors 4 ist über eine Vorrichtung 14 zur Dämpfung von Torsionsschwingungen, beispielsweise ein Zweimasenschwungrad, mit einem Planetenradsatz 15 verbunden. Sie ist dabei an ein zweites Element 21 des Planetenradsatzes 15 angebunden. Der Planetenradsatz 15 selbst ist koaxial zu einer Eingangswelle 16, des in seiner Gesamtheit mit 6 bezeichneten Getriebes, ausgebildet. Das Getriebe 6 umfasst neben dem Planetenradsatz 15 ein Stirnradteilgetriebe 18. Dieses umfasst in der hier dargestellten Ausführungsvariante parallel zu seiner Eingangswelle 16 eine erste Abtriebswelle 19 sowie eine zweite Abtriebswelle 20. Das Stirnradteilgetriebe 18 bildet dabei zusammen mit dem Planetenradsatz 15 ein Gruppengetriebe, so dass durch mögliche Schaltstellungen des Planetenradsatzes 15 die durch das Stirnradteilgetriebe 18 alleine darstellbaren Gänge entsprechend multipliziert werden. In dem Planetenradsatz 15 ist die Kurbelwelle 13, hier mittelbar über die Vorrichtung 14, so dass deren Ausgang entsprechend gekoppelt ist, mit dem zweiten Element 21 des Planetenradsatzes 15 verbunden. Die Eingangswelle 16 ist mit einem dritten Element 22 des Planetenradsatzes 15 verbunden. Ein erstes Element 23 des Planetenradsatzes 15 ist, wie es durch eine gestrichelte Linie angedeutet ist, mit einem Zahnrad 24 verbunden, welches seinerseits drehfest mit einem Rotor 25 der ersten elektrischen Maschine 5 verbunden ist. Das Zahnrad 24 kann deshalb auch als Rotorrad 24 bezeichnet werden. Der Rotor 25 der ersten elektrischen Maschine 5 läuft in einem mit 26 bezeichneten angedeuteten Stator entsprechend um.

[0036] Der Planetenradsatz 15 bzw. seine Elemente 21, 22, 23 lassen sich über ein Verblockungsschalt-element A bei Bedarf verblocken. Über die erste elektrische Maschine 5 kann außerdem über das Rotorrad 24 das erste Element 23 des Planetenradsatzes 15 ganz oder weitgehend festgebremst werden, so dass hier also zwei unterschiedliche Gänge durch den Planetenradsatz 15 bereitgestellt werden können.

[0037] Die erste Abtriebswelle 19 trägt einen drehfest mit ihr verbundenen und koaxial zu ihr angeordneten ersten Abtriebsrad 27, die zweite Abtriebswelle 20 dementsprechend ein ebenso ausgebildetes zweites Abtriebsrad 28. Das erste Abtriebsrad 27 und das zweite Abtriebsrad 28, welche vorzugsweise

mit einem Differential oder Tellerrad der ersten Fahrzeugachse 2 entsprechend kämmen, sind dabei in einer axialen Ebene mit dem Planetenradsatz 15 angeordnet oder überschneiden sich zumindest in axialer Richtung a, also der Richtung entlang der Hauptdrehachse und der Eingangswelle 16 des Getriebes 6 teilweise. In der selben Ebene oder zumindest diese teilweise schneidend, ist auch, auch wenn das in der schematischen Darstellung hier nicht unmittelbar zu erkennen ist, das Rotorrad 24 der ersten elektrischen Maschine 5 angeordnet. Hierdurch wird ein außerordentlich kompakter Aufbau in axialer Richtung erreicht.

[0038] Das Stirnradteilgetriebe 18 verfügt nun auf seiner Eingangswelle 16 über drei Festräder 29, 30 und 31 aus Richtung des Planetenradsatzes 15 gesehen. Das erste Festrاد 29 bildet mit einem ersten Losrad 32 eine erste Radpaarung RP1 aus. Das erste Losrad 32 kann dabei über ein erstes Schaltelement B bei Bedarf drehfest mit der ersten Abtriebswelle 19 gekoppelt werden. Dieses erste Schaltelement B kann nun vorzugsweise ebenso wie das Verblockungsschaltelement A in einer gemeinsamen „Radebene“ angeordnet sein, so dass sich diese den axialen Bauraum teilen, welcher ansonsten für beide Elemente alleine notwendig wäre.

[0039] Das erste Festrاد 29 bildet außerdem mit einem zweiten Losrad 33 auf der zweiten Abtriebswelle 20 eine weitere Radpaarung RP2 aus. Die erste Radpaarung RP1 und diese zweite Radpaarung RP2 bilden also eine Doppelradebene. Das zweite Losrad 33 ist über ein zweites Schaltelement E bei Bedarf drehfest mit der zweiten Abtriebswelle 20 koppelbar.

[0040] Das zweite Festrاد 30 bildet mit einem dritten Losrad 34 eine dritte Radpaarung RP3 aus, welche als Einfachradebene ausgebildet ist. Ein drittes Schaltelement C, welches dem dritten Losrad 34 entsprechend zugeordnet ist, erlaubt wiederum dieses Losrad 34 mit der ersten Abtriebswelle 19, auf welcher es koaxial angeordnet ist, bei Bedarf zu verschalten. Über das dritte Festrاد 31 koaxial zur Eingangswelle 16 und ein viertes Losrad 35 auf der ersten Abtriebswelle 19 wird dann ein Aufbau realisiert, bei welchem dieses vierte Losrad 35 über ein viertes Schaltelement D bei Bedarf mit der ersten Abtriebswelle 19 drehfest verbunden werden kann. Das vierte Losrad 35 bildet mit dem dritten Festrاد 31 die vierte Radpaarung RP4. Zusammen mit dieser vierten Radpaarung RP4 in einer Doppelradebene angeordnet, ist außerdem eine fünfte Radpaarung RP5, bestehend aus dem vierten Losrad 35 auf der ersten Abtriebswelle 19 und einem fünften Losrad 36 auf der zweiten Abtriebswelle 20. Auch hier ist wiederum über ein fünftes Schaltelement F dieses fünfte

Losrad 36 bei Bedarf drehfest mit der zweiten Abtriebswelle 20 koppelbar.

[0041] Der Aufbau erlaubt es nun, über das Stirnradteilgetriebe 18 vier verschiedene Gangstufen darzustellen, beispielsweise in der durch die Übersetzungen i_1 bis i_4 in der Figur eingetragenen Art und Weise. Außerdem lässt sich ein Rückwärtsgang realisieren, was hier über i_R entsprechend angedeutet ist. Zur Realisierung des Rückwärtsgangs bilden das vierte Losrad 35 und das fünfte Losrad 36 zusammen die fünfte Radpaarung RP5, wobei ein Momentenfluss für den Rückwärtsgang über das dritte Festrاد 31, von dort weiter über das vierte Losrad 35 und von dort weiter über das fünfte Losrad 36 erfolgt.

[0042] Der in der Darstellung der Figur beschriebene Aufbau ließe sich auch als eine Variante mit einer Gangstufe weniger im Bereich des Stirnradteilgetriebes 18 realisieren, in dem über das dritte Festrاد 31 und das fünfte Losrad 36 lediglich eine Einfachradpaarung ausgebildet werden würde. Die vierte Radpaarung RP4 mit dem vierten Losrad 35 und seinem vierten Schaltelement D würde also entfallen. Die Gangstufen könnten dann so ausgestaltet sein, dass in der weiterhin existenten Doppelradebene um das erste Festrاد 29 die Gangstufen 2 und 3 realisierte werden würden, in der darauffolgenden Einfachradebene mit dem zweiten Festrاد 30 die erste Gangstufe und im Bereich der bisherigen fünften Radpaarung mit dem Festrاد 31 und fünften Losrad 36 unter Verwendung eines optionalen Zwischenrads der Rückwärtsgang.

[0043] Eine weitere Variante könnte es auch sein, die Doppelradebene aus der vierten und der fünften Radpaarung RP4, RP5 entsprechend in zwei Einfachradebenen aufzuteilen, was allerdings in axialer Richtung a etwas mehr Bauraum benötigt. Die fünfte Radpaarung RP5, welche weiterhin für den Rückwärtsgang ausgelegt ist, könnte dann in den Bereich des vierten Schaltelements, also in dessen axiale Ebene, rutschen. Die Darstellung der Gangstufen 1 und 2 könnte dann im Gegensatz zur Darstellung in **Fig. 1** entsprechend getauscht werden. Ferner wäre es natürlich auch denkbar, die Viergangvariante ohne den Rückwärtsgang zu realisieren, so dass also aus der eben beschriebenen Variante mit drei Einfachradebenen die Radebene für den Rückwärtsgang wegfällt und eine Variante mit zwei Einfachradebenen entsteht.

[0044] In der Darstellung der **Fig. 3** ist nun eine Variante beschrieben, welche zur Darstellung von drei Gangstufen und einem Rückwärtsgang innerhalb des Stirnradteilgetriebes 18 konzipiert ist. Der Aufbau entspricht ansonsten soweit dem bereits beschriebenen Aufbau, so dass hier nur auf die Unterschiede im Detail eingegangen wird. Im Wesentlichen besteht der Unterschied darin, dass

die dritte Radpaarung RP3 mit dem zweiten Festrad 30 und dem Losrad 34 entsprechend entfällt. Das erste Schaltelement B und das vierte Schaltelement E lassen sich dann wiederum zu einem Doppelschaltelement zusammenfassen, das erste Losrad 32 kann zur Realisierung der dritten Gangstufe genutzt werden, das vierte Losrad 35 wiederum zur Realisierung der ersten Gangstufe. Das zweite Losrad 33 der Radpaarung aus dem ersten Festrad 29 und diesem zweiten Losrad 33, welches wiederum mit der ersten Radpaarung RP1 in einer Doppelradenebene verbleibt, lässt sich dann für die zweite Gangstufe nutzen, und die verbleibende der fünften Radpaarung entsprechende Radpaarung RP5 mit dem Festrad 31 und dem Losrad 36 zur Realisierung des Rückwärtsgangs.

tung könnte dann zwischen den beiden Einfachradpaarungen ein Doppelschaltelement für die beiden weiteren Losräder vorgesehen sein.

[0045] Das Verblockungsschaltelement A ist dabei in derselben Position, wie in der Darstellung der **Fig. 1** entsprechend gezeigt, es könnte in dieser Variante jedoch auch in anderer Position angeordnet sein, da hier der Vorteil bezüglich des Aufbaus wieder durch die axiale Positionierung des Verblockungsschaltelements A und des ersten Schaltelements B in einer Ebene in einer zuvor beschriebenen Variante erzielt worden ist, nicht mehr vorliegt. Dies erhöht die Freiheit bei der Anordnung des Verblockungsschaltelements A, welches lediglich zwei der Elemente 21, 22, 23 des Planetenradsatzes 15 entsprechend verbinden muss. Welche spielt im Prinzip keine Rolle, hat jedoch Einfluss auf die Anordnung des Elements und die zu übertragenden Drehmomente.

[0046] Auch von dieser Variante des Getriebes 6 sind alternative Ausgestaltungen möglich, so kann auch hier beispielsweise die Doppelradenebene um das dritte Festrad 31 in zwei Einfachradenebenen mit Festrädern 30 und 31 aufgeteilt werden, wie es oben bereits angedeutet ist, oder es kann bei einem Verzicht auf einen Rückwärtsgang die fünfte Radpaarung RP5 aus der zweiten Doppelradenebene gemäß dem Aufbau in **Fig. 3** weggelassen werden.

[0047] Eine weitere Variante dieser Ausgestaltung ohne Rückwärtsgang, bei welcher dann beispielsweise über die zweite elektrische Maschine 10 und die zweite Fahrzeugachse 3 rückwärts gefahren werden kann, könnte es auch vorsehen, die verbleibende Doppelradenebene in zwei Einfachradenebenen aufzuteilen, wodurch dann über drei Losräder auf einer einzigen Abtriebswelle 19 mit einem einzigen Abtriebsrad 27 die entsprechende Variante mit drei Gängen im Stirnradteilgetriebe 18 realisiert werden könnte. Auch hier würde wieder das Rotorrad 24, das dann einzige Abtriebsrad 27, und der Planetenradsatz 15 in einer axialen Ebene liegen oder sich zumindest teilweise überlappen. Das Verblockungsschaltelement A und das erste Schaltelement B könnten sich ebenfalls überlappen. In axialer Rich-

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Zitierte Patentliteratur

- DE 102015226008 A1 [0002]
- DE 102018222023 A1 [0002]
- WO 2020/020401 A1 [0003]
- DE 102017221775 A1 [0003]

Patentansprüche

1. Hybridantriebssystem mit
 - einer ersten Fahrzeugachse (2);
 - einer zweiten Fahrzeugachse (3);
 - einem mit der ersten Fahrzeugachse (2) koppelbaren Verbrennungsmotor (4) mit einer Kurbelwelle (13);
 - einer mit der ersten Fahrzeugachse (2) koppelbaren ersten elektrischen Maschine (5) mit einem Stator (26) und einem Rotor (25);
 - einem Getriebe (6) mit einem koaxial zu einer Hauptdrehachse eines Getriebes (6) angeordneten dreiwelligen Planetenradsatz (15) mit einem ersten Element (23), einem zweiten Element (21) und einem dritten Element (22), wobei der Rotor (25) über ein drehfest mit dem Rotor (25) verbundenes Rotorrad (24) mit dem ersten Element (23) des Planetenradsatzes (15) gekoppelt ist, und mit einem Stirnradteilgetriebe (18) mit einer Eingangswelle (16) und einer ersten Abtriebswelle (19), wobei die Eingangswelle (16) drehfest mit dem dritten Element (22) des Planetenradsatzes (15) gekoppelt ist;
 - einem Verblockungsschaltelement (A), das dazu ausgebildet ist, den Planetenradsatz (15) zu verblocken; **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - ein drehfest mit der ersten Abtriebswelle (19) verbundenes erstes Abtriebsrad (27), das Rotorrad (24) und der Planetenradsatz (15) zumindest teilweise in axialer Richtung (a) überlappend zueinander angeordnet sind;
 - die Kurbelwelle (13) direkt oder über eine Vorrichtung (14) zur Dämpfung von Torsionsschwingungen drehfest mit dem zweiten Element (21) des Planetenradsatzes (15) verbunden ist; und
 - eine zweite elektrische Maschine (10) vorgesehen ist, welche mit der zweiten Fahrzeugachse (3) gekoppelt oder koppelbar ist.
2. Hybridantriebssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verblockungsschaltelement (A) in axialer Richtung (a) gesehen zwischen dem Planetenradsatz (15) und dem Stirnradteilgetriebe (18) angeordnet ist.
3. Hybridantriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Radpaarung (RP1) mit einem koaxial zu der Eingangswelle (16) angeordneten ersten Festrads (29) und einem koaxial zu der ersten Abtriebswelle (19) angeordneten ersten Losrad (32) vorgesehen ist, wobei ein erstes Schaltelement (B) koaxial zu der ersten Abtriebswelle (19) angeordnet und dazu ausgebildet ist, das erste Losrad (32) drehfest mit der ersten Abtriebswelle (19) zu verbinden.
4. Hybridantriebssystem nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Schaltelement (B) in axialer Richtung (a) gesehen zwischen dem Planetenradsatz (15) und einer die

erste Radpaarung (RP1) umfassenden ersten Radebene angeordnet ist.

5. Hybridantriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine zweite Abtriebswelle (20) und ein drehfest mit der zweiten Abtriebswelle (20) verbundenes zweites Abtriebsrad (28) vorgesehen ist, welches zumindest teilweise in axialer Richtung (a) überlappend zu dem ersten Abtriebsrad (27), dem Rotorrad (26) und/oder dem Planetenradsatz (15) angeordnet ist.

6. Hybridantriebssystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein zweites Losrad (33) koaxial zu der zweiten Abtriebswelle (20) vorgesehen ist, welches mit dem ersten Festrads (29) koaxial zu der Eingangswelle (16) eine zweite Radpaarung (RP2) ausbildet, die zusammen mit der ersten Radpaarung (RP1) in einer Doppelradebene angeordnet ist.

7. Hybridantriebssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine dritte Radpaarung (RP3) vorgesehen ist, welche ein zweites Festrads (30) auf der Eingangswelle (16) sowie ein drittes Losrad (35) auf der ersten Abtriebswelle (19) umfasst, und welche eine Einfachradebene ausbildet.

8. Hybridantriebssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass genau fünf Radpaarungen (RP1, RP2, RP3, RP4, RP5) vorgesehen sind, nämlich die erste Radpaarung (RP1), die zweite Radpaarung (RP2), die dritte Radpaarung (RP3), eine der ersten Abtriebswelle (19) zugeordnete vierte Radpaarung (RP4), eine der zweiten Abtriebswelle (20) fünfte Radpaarung (RP5), wobei die erste Radpaarung (RP1) und die zweite Radpaarung (RP2) in einer ersten Doppelradebene angeordnet sind, und wobei die vierte Radpaarung (RP4) und die fünfte Radpaarung (RP5) in einer zweiten Doppelradebene angeordnet sind.

9. Hybridantriebssystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass genau vier Radpaarungen (RP1, RP2, RP4, RP5) vorgesehen sind, nämlich die erste Radpaarung (RP1), die zweite Radpaarung (RP2), eine der ersten Abtriebswelle (19) zugeordnete dritte Radpaarung (RP4), eine der zweiten Abtriebswelle (20) vierte Radpaarung (RP5), wobei die erste Radpaarung (RP1) und die zweite Radpaarung (RP2) in einer ersten Doppelradebene angeordnet sind, und wobei die dritte Radpaarung (RP4) und die vierte Radpaarung (RP5) in einer zweiten Doppelradebene angeordnet sind.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

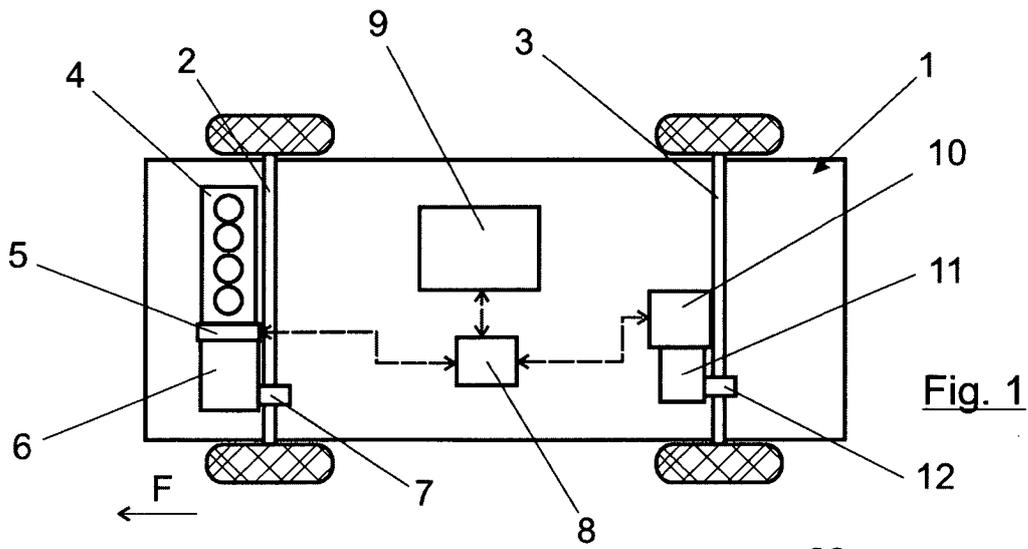


Fig. 1

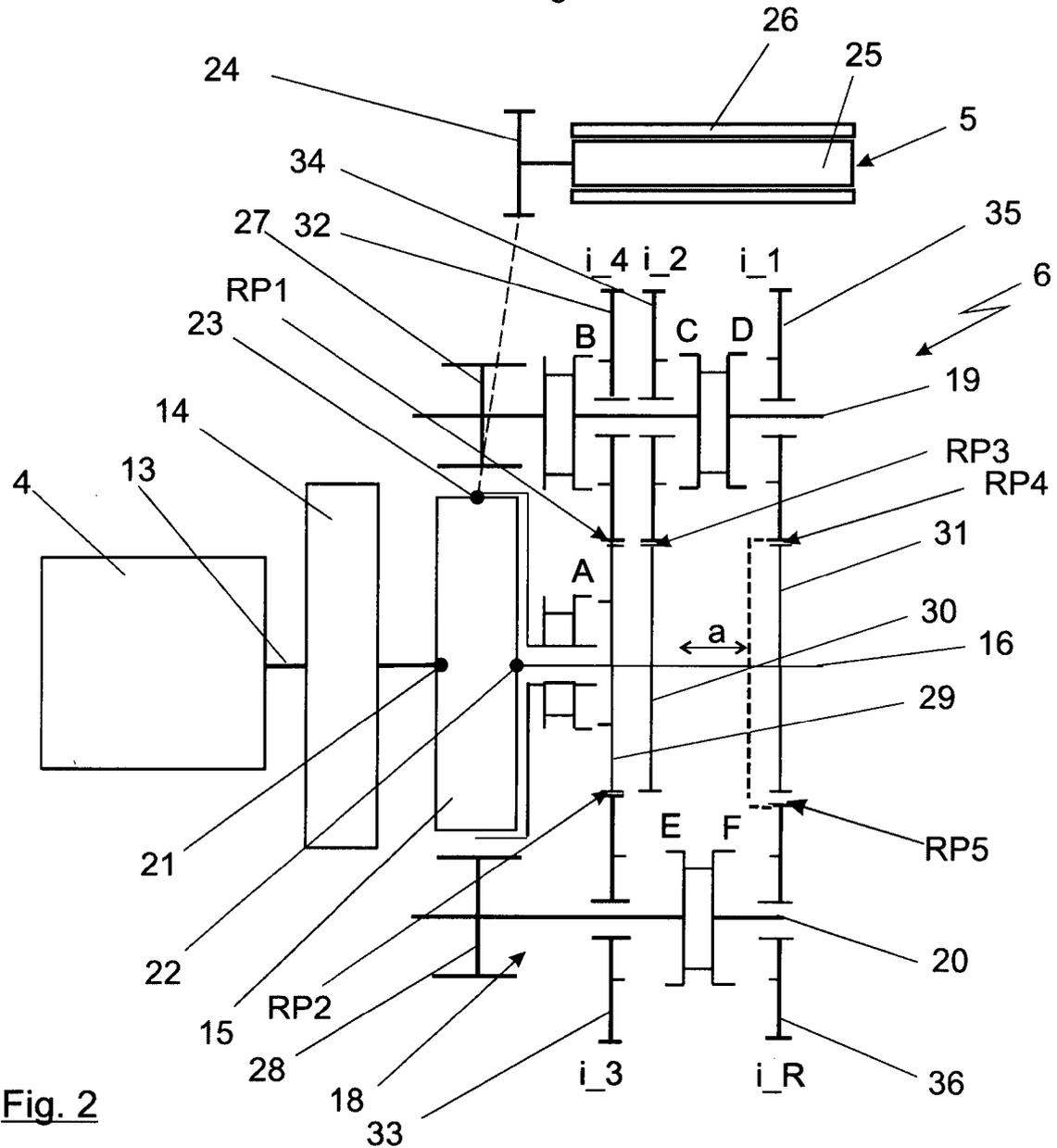


Fig. 2

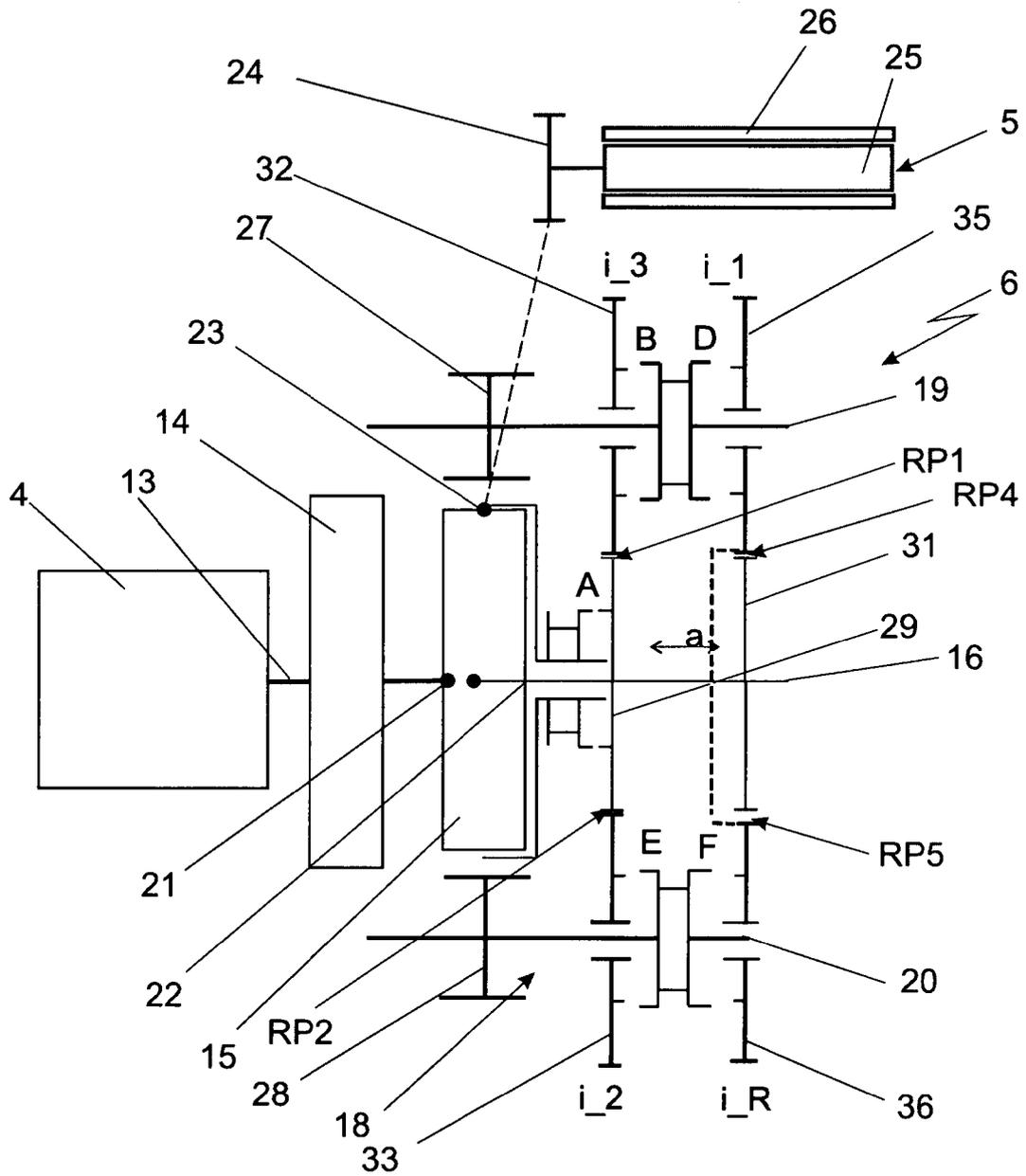


Fig. 3