



(10) **DE 10 2018 203 456 B4** 2019.10.10

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2018 203 456.7**
 (22) Anmeldetag: **07.03.2018**
 (43) Offenlegungstag: **12.09.2019**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **10.10.2019**

(51) Int Cl.: **F16H 3/10 (2006.01)**
B60K 1/02 (2006.01)
B60K 17/08 (2006.01)
B60K 17/26 (2006.01)

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:
AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE

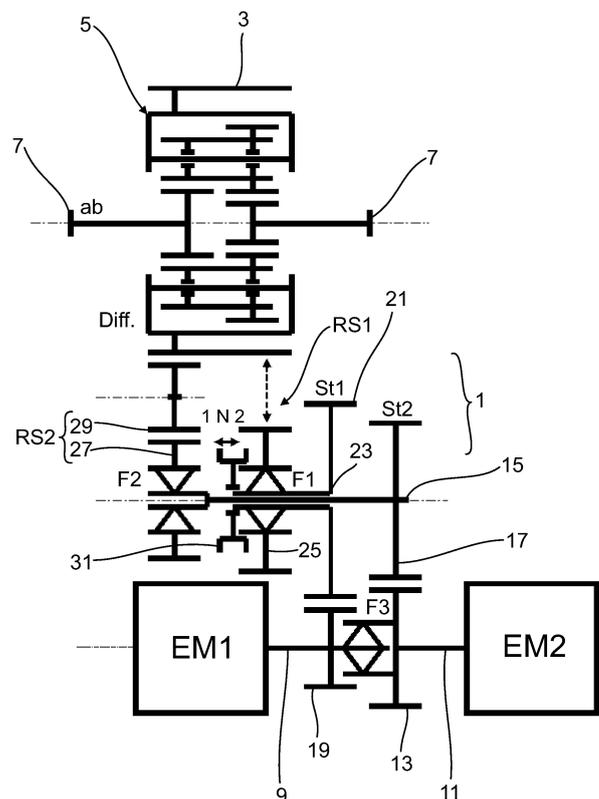
(72) Erfinder:
Scholle, Tassilo, 85051 Ingolstadt, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 005 721	A1
DE	10 2014 109 776	A1
DE	10 2014 116 412	A1

(54) Bezeichnung: **Antriebsvorrichtung für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug, mit einer ersten und einer zweiten Elektromaschine (EM1, EM2), die über ein Zwei-Gang-Getriebe (1) auf insbesondere ein Achsdifferential (5) einer Fahrzeugachse abtreiben, wobei bei einem eingelegten ersten Vorwärtsgang die erste Elektromaschine (EM1) mit der Fahrzeugachse über einen ersten Antriebs-Lastpfad (L1) in Antriebsverbindung ist, in dem eine erste Freilaufkupplung (F1) geschaltet ist, deren drehmomentübertragende Sperrfunktion aktiviert ist beim Betrieb der ersten Elektromaschine (EM1) in einer ersten Antriebsdrehrichtung (A1) und deren übertragungsfreie Freilauffunktion aktiviert ist beim Betrieb der ersten Elektromaschine (EM1) in einer gegensinnigen Gegendrehrichtung (B1), wobei bei einem eingelegten zweiten Vorwärtsgang die zweite Elektromaschine (EM2) mit der Fahrzeugachse über einen zweiten Antriebs-Lastpfad (L2) in Antriebsverbindung ist, in dem eine zweite Freilaufkupplung (F2) geschaltet ist, deren Sperrfunktion aktiviert ist beim Betrieb der zweiten Elektromaschine (EM2) in einer zweiten Antriebsdrehrichtung (A2) und deren Freilauffunktion aktiviert ist beim Betrieb der zweiten Elektromaschine (EM2) in einer gegensinnigen Gegendrehrichtung (B2). Erfindungsgemäß sind für eine Boostfunktion die beiden Elektromaschinenwellen (9, 11) über eine dritte Freilaufkupplung (F3) koppelbar, mittels der bei eingelegtem ersten Vorwärtsgang eine Boost-Drehmomentübertragung ...



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Antriebsvorrichtung für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Ein Fahrzeug mit Elektroantrieb kann ein automatisiertes zwei- oder mehrgängiges Getriebe mit zwei Elektromaschinen aufweisen. Im Stand der Technik werden solche zwei- oder mehrgängigen Getriebe meist durch elektrisch oder hydraulisch betätigte kraftschlüssige Lamellenkupplungen oder formschlüssige, Klauenkupplungen geschaltet. Bei solchen Formschlussschaltungen sind zusätzliche Synchronisierungen mittels zusätzlicher Bauteile und/oder Synchronisierungen durch entsprechende Ansteuerung der Elektromaschinen erforderlich. Kraftschlüssige nasse Lamellenkupplungen weisen zudem starke Schleppverluste durch das Öl zwischen den Lamellen auf. Beispielhaft ist aus der DE 10 2014 109 776 A1 ein Zweigang-Getriebe mit einer Elektromaschine bekannt, die eine Freilaufkupplung und eine kraftschlüssige Lamellenkupplung ohne Drehrichtungsänderung der Elektromaschine aufweist. Aus der DE 10 2014 116 412 A1 ist ein Drei-Gang-Getriebe mit einer Elektromaschine bekannt, die insgesamt zwei Freilaufkupplungen sowie eine kraftschlüssige Lamellenkupplung ohne Drehrichtungsänderung der Elektromaschine aufweist.

[0003] Die obigen zwei- oder mehrgängigen Getriebe weisen jeweils einen komplexen Schaltmechanismus auf. Zudem sind die Schaltmechanismen bauteilaufwendig unter anderem mit aktiv schaltbaren, kraftschlüssigen Kupplungen (das heißt hydraulisch oder elektromechanisch aktuierte Lamellenkupplungen) realisiert. Solche Lamellenkupplungen erzeugen außerdem zusätzliche nachteilige Schleppverluste.

[0004] Aus der DE 10 2013 005 721 A1 ist eine gattungsgemäße Antriebsvorrichtung bekannt, die ein Zwei-Gang-Getriebe, zwei Elektromaschinen und ein Achsdifferenzial aufweist.

[0005] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine Antriebsvorrichtung für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug bereitzustellen, dessen automatisiertes Zwei-Gang-Getriebe im Vergleich zum obigen Stand der Technik bauteilreduziert aufgebaut ist sowie ohne aktiv geschaltete kraftschlüssige Kupplungen (das heißt Lamellenkupplungen) realisierbar ist.

[0006] Die Aufgabe ist durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen offenbart.

[0007] Die Erfindung geht von einer Antriebsvorrichtung aus, die eine erste und eine zweite Elektro-

maschine aufweist, die über ein Achsdifferenzial auf Fahrzeugräder einer Fahrzeugachse abtreiben. Bei einem eingelegten ersten Vorwärtsgang ist die erste Elektromaschine über einen ersten Antriebs-Lastpfad mit dem Achsdifferenzial in Antriebsverbindung. In dem ersten Antriebs-Lastpfad ist eine erste Freilaufkupplung geschaltet, deren drehmomentenübertragende Sperrfunktion selbsttätig aktiviert ist, sofern die erste Elektromaschine in einer ersten Antriebsdrehrichtung betrieben ist. Demgegenüber ist die übertragungsfreie Freilauffunktion der ersten Freilaufkupplung selbsttätig aktiviert, sofern die erste Elektromaschine in einer gegensinnigen Gegenrichtung betrieben ist. Bei einem eingelegten zweiten Vorwärtsgang ist dagegen nicht die erste Elektromaschine, sondern die zweite Elektromaschine über einen zweiten Antriebs-Lastpfad mit dem Achsdifferenzial in Antriebsverbindung. Im zweiten Antriebs-Lastpfad ist eine zweite Freilaufkupplung geschaltet. Deren Sperrfunktion ist aktiviert, sofern die zweite Elektromaschine in einer zweiten Antriebsdrehrichtung betrieben ist. Deren Freilauffunktion ist umgekehrt dann selbsttätig aktiviert, wenn die zweite Elektromaschine in einer gegensinnigen Gegenrichtung betrieben ist.

[0008] Gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 wird bei einer solchen Getriebestruktur der Antriebsvorrichtung eine Boostfunktion wie folgt realisiert, bei der im ersten Vorwärtsgang oder im zweiten Vorwärtsgang jeweils die beiden Elektromaschinen in Antriebsverbindung mit dem Achsdifferenzial sind. Die Boostfunktion ist wie folgt realisiert: Demzufolge ist zwischen der ersten Elektromaschinenwelle und der zweiten Elektromaschinenwelle eine dritte Freilaufkupplung positioniert, die die beiden Elektromaschinen miteinander koppeln kann. Bei eingelegtem erstem Vorwärtsgang kann somit eine Boost-Drehmomentübertragung von der zweiten Elektromaschine über die dritte Freilaufkupplung auf die erste Elektromaschine durchgeführt werden. Umgekehrt kann bei eingelegtem zweitem Vorwärtsgang mittels der dritten Freilaufkupplung eine Boost-Drehmomentübertragung von der ersten Elektromaschinenwelle auf die zweite Elektromaschinenwelle erfolgen. Dabei haben jeweils beide Elektromaschinen gleichnamige Antriebsdrehrichtungen.

[0009] Die Erfindung ist insbesondere auf rein elektrische Fahrzeugantriebe mit mehrgängigen, automatisierte/automatische Getriebe anwendbar. Die Erfindung ermöglicht allgemein eine Vereinfachung des Schaltmechanismus in einem mehrgängigen Getriebe, eine Nutzung der Möglichkeiten einer E-Maschine (rechts-/links-drehender Antrieb), eine Teilerduzierung im Getriebe sowie den Entfall einer aktiv geschalteten kraftschlüssigen Kupplung (hydraulisch oder elektromechanisch aktuierte Lamellenkupplung). Ferner ergibt sich eine Effizienzoptimierung durch Reduzierung von Schleppverlusten (zum Beispiel durch Lamellenkupplungen).

[0010] Als Antrieb dienen zwei beliebige Elektromaschinen, die rechts- wie auch linksdrehend genutzt werden. Die Drehzahl der Elektromaschinen (zum Beispiel 14.500min^{-1}) wird durch die entsprechenden Zahnradgetriebeübersetzungen auf die erforderliche Raddrehzahl, und somit Geschwindigkeit des Fahrzeugs, übersetzt. Das Getriebe kann bevorzugt als ein Stirnradgetriebe ausgeführt sein, welches eine achsparallele oder konzentrische Bauweise ermöglicht. Es werden jeweils zwei Lastpfade genutzt, die jeweils mit einem Freilauf ausgeführt sind. Dabei sind die beiden Freiläufe zueinander verkehrt eingebaut. Beispielfhaft wird bei der linksdrehenden ersten Elektromaschine Last über den ersten Freilauf (erster Lastpfad) übertragen; bei der rechtsdrehenden ersten Elektromaschine wird Last über einen dritten Freilauf auf den zweiten Lastpfad zum Boosten (d.h. Unterstützung der zweiten Elektromaschine) übertragen. Analog funktioniert die zweite Elektromaschine, jedoch mit jeweils umgekehrter Drehrichtung.

[0011] Durch die Freiläufe kann kein Schubmoment übertragen werden, welches für eine Rekuperationsfunktion der jeweiligen Elektromaschine genutzt wird. Um dennoch eine solche Rekuperationsfunktion zu realisieren, ist kann im Getriebe ein Klauenmechanismus angeordnet sein, der jeweils den einen oder anderen Freilauf überbrücken bzw. sperren kann und somit auch ein negatives Lastmoment vom Rad an die Elektromaschine leiten kann. Dieser Klauenmechanismus muss nicht an die vorhandenen Drehzahlen der unterschiedlich drehenden Lastpfade synchronisiert werden, da die Freiläufe die Drehzahlgleichheit der notwendigen zu sperrenden Getriebeile bereits hergestellt haben. Die Synchronisierung der Schiebemuffe an die Wellendrehzahlen erfolgt lastlos. Die Aktuierung kann mechanisch, hydraulisch, elektrisch oder magnetisch erfolgen.

[0012] Die Drehzahländerung der Elektromaschine im Schaltungsfall von zum Beispiel -7500min^{-1} (1. Gang) auf $+4000\text{min}^{-1}$ (2. Gang) erfolgt zeitlich mindestens im Rahmen einer heute üblichen momenten-geregelten Schaltung einer Lamellenkupplung. Die gezielte Drehzahlsteuerung der Übernahmedrehzahlen der entsprechenden Gänge zum ruckfreien komfortablen Schalten ist mit einer heute üblichen Elektromaschinen-Steuerung gut möglich. Die präzise Steuerung der Elektromaschine auf eine bestimmte Drehzahl zum nahezu ruckfreien Greifen der Freiläufe bestimmt den Komfort der Schaltung. Für den Abtrieb zu den Rädern wird bei einem zweispurigen Fahrzeug ein übliches Kugel- oder Parallelachsen-Differential benutzt.

[0013] In einer technischen Umsetzung ist es bevorzugt, wenn die erste Antriebsdrehrichtung der ersten Elektromaschine und die zweite Antriebsdrehrichtung der zweiten Elektromaschine zueinander gegensinnig sind. In der dritten Freilaufkupplung kann de-

ren Freilauffunktion aktiviert sein, sofern beide Elektromaschinen jeweils in der ersten und zweiten Antriebsdrehrichtung betrieben sind. Alternativ kann in der dritten Freilaufkupplung die Freilauffunktion aktiviert sein, sofern eine der beiden Elektromaschinen in der Antriebsrichtung betrieben ist und die andere Elektromaschine stillsteht, bzw. sofern bei gleichsinniger Drehrichtung die Drehzahl des eigentlich anzutreibenden Elektromaschinenwelle größer ist als die Drehzahl der treibenden Elektromaschinenwelle.

[0014] Demgegenüber kann in der dritten Freilaufkupplung die Sperrfunktion aktiviert sein, sofern bei eingelegtem erstem Vorwärtsgang die zweite Elektromaschine mit einer zur zweiten Antriebsdrehrichtung gegensinnigen zweiten Boostdrehrichtung betrieben ist. Die Sperrfunktion der dritten Freilaufkupplung kann alternativ auch dann aktiviert sein, sofern bei eingelegtem zweitem Vorwärtsgang die erste Elektromaschine mit einer zur ersten Antriebsdrehrichtung gegensinnigen ersten Boostdrehrichtung betrieben ist.

[0015] Der ersten Freilaufkupplung und/oder der zweiten Freilaufkupplung kann zumindest ein Schaltelement zugeordnet sein, das in einer Rekuperations-Schaltstellung die erste und/oder zweite Freilaufkupplung blockiert, um eine Drehmomentübertragung vom Achsdifferenzial zur ersten und/oder zweiten Elektromaschine zu ermöglichen.

[0016] Nachfolgend wird eine bevorzugte Getriebestruktur der erfindungsgemäßen Antriebsvorrichtung beschrieben: So kann im ersten Antriebs-Lastpfad die erste Elektromaschinenwelle über eine erste Vorgelegestufe mit dem Achsdifferenzial verbindbar sein. Im zweiten Antriebs-Lastpfad kann die zweite Elektromaschine über eine zweite Vorgelegestufe mit dem Achsdifferenzial verbindbar sein. Die beiden Vorgelegestufen können bevorzugt als Stirnradstufen ausgebildet sein.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsvariante kann die zweite Vorgelegestufe ein drehfest auf der zweiten Elektromaschinenwelle angeordnetes antriebsseitiges Zahnrad aufweisen, das mit einem drehfest auf einer Zwischenwelle angeordneten abtriebsseitigen Zahnrad kämmt. Das abtriebsseitige Zahnrad der zweiten Vorgelegestufe kann über einen zweiten Stirnradsatz mit dem Achsdifferenzial trieblich verbunden sein. In gleicher Weise kann auch die erste Vorgelegestufe ein drehfest auf der ersten Elektromaschinenwelle angeordnetes antriebsseitiges Zahnrad aufweisen, das mit einem abtriebsseitigen Zahnrad kämmt. Das abtriebsseitige Zahnrad der ersten Vorgelegestufe kann drehfest auf einer, auf der Zwischenwelle drehgelagerten Hohlwelle angeordnet sein und über einen ersten Stirnradsatz mit dem Achsdifferenzial verbindbar sein.

[0018] Der oben erwähnte erste Stirnradsatz kann ein erstes Zwischenzahnrad aufweisen, das über die erste Freilaufkupplung mit der Hohlwelle koppelbar ist und unmittelbar mit einem Achsdifferenzial-Zahnrad kämmt. Demgegenüber kann der zweite Stirnradsatz ein zweites Zwischenzahnrad aufweisen, das über die zweite Freilaufkupplung mit der Zwischenwelle koppelbar ist und mit einem Umkehr-Zahnrad kämmt, das wiederum in Zahneingriff mit dem Achsdifferenzial ist. Durch Zwischenschaltung des Umkehr-Zahnrad wird eine Drehrichtungsänderung im zweiten Antriebs-Lastpfad bewerkstelligt.

[0019] In der oben angedeuteten Getriebestruktur können die beiden Elektromaschinenwellen bevorzugt zueinander koaxial sowie nebeneinander angeordnet sein und über die axial zwischengeordnete dritte Freilaufkupplung kuppelbar sein.

[0020] Zudem ist es bevorzugt, wenn die erste und zweite Freilaufkupplung in Axialrichtung unmittelbar nebeneinander angeordnet sind. In diesem Fall kann den beiden Freilaufkupplungen ein gemeinsames Schaltelement zugeordnet sein, das axial zwischen den beiden Freilaufkupplungen angeordnet ist und alternierend entweder die erste Freilaufkupplung oder die zweite Freilaufkupplung blockiert.

[0021] Nachfolgend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der beigefügten Figuren beschrieben.

[0022] Es zeigen:

Fig. 1 eine Antriebsvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 2a und **Fig. 2b** jeweils Prinzipskizzen, die die Funktionsweise einer Freilaufkupplung veranschaulichen;

Fig. 3 bis **Fig. 6** jeweils unterschiedliche Lastfälle der in der **Fig. 1** gezeigten Antriebsvorrichtung;

Fig. 7 sowie **8** jeweils weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung; sowie

Fig. 9 und **Fig. 10** ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Getriebestruktur, in der in einfacher Weise ein Rückwärtsgang realisierbar ist.

[0023] In der **Fig. 1** ist ein automatisiertes Zweigang-Getriebe mit zwei Elektromaschinen **EM1**, **EM2** für den Elektroantrieb eines Kraftfahrzeuges gezeigt, bei dem eine später beschriebene Drehrichtungsänderung der Elektromaschinen **EM1**, **EM2** zur Darstellung einer Boostfunktion genutzt werden kann. Die beiden Elektromaschinen **EM1** und **EM2** sind über ein Stirnradgetriebe **1** mit einem Eingangselement **3**, das heißt einem Zahnrad, eines Achsdifferenzials **5** in Antriebsverbindung bringbar. Das Achsdifferenzial **5** weist an seiner Ausgangsseite jeweils

beidseitig zwei Flanschwellen **7** auf, über die ein Antriebsmoment auf Fahrzeugräder einer Fahrzeugachse des Kraftfahrzeugs übertragbar ist.

[0024] Nachfolgend ist die in den Figuren gezeigte Getriebestruktur des Stirnradgetriebes **1** beschrieben: So ist die erste Elektromaschine **EM1** über einen ersten Antriebs-Lastpfad **L1** (**Fig. 3**) mit dem Achsdifferenzial **5** trieblich verbunden. Die zweite Elektromaschine **EM2** ist über einen zweiten Antriebs-Lastpfad **L2** (**Fig. 4**) mit dem Achsdifferenzial **5** trieblich verbunden. Im ersten Antriebs-Lastpfad **L1** ist die erste Elektromaschinenwelle **9** über eine erste Vorgelegestufe **St1** mit dem Achsdifferenzial **5** verbunden, während im zweiten Antriebs-Lastpfad **L2** die zweite Elektromaschinenwelle **111** über eine zweite Vorgelegestufe **St2** mit dem Achsdifferenzial **5** verbunden ist. Die beiden Vorgelegestufen **St1** und **St2** sind als Stirnradstufen realisiert.

[0025] In der **Fig. 1** weist die zweite Vorgelegestufe **St2** ein drehfest auf der zweiten Elektromaschinenwelle **11** angeordnetes antriebsseitiges Zahnrad **13** auf, das mit einem drehfest auf einer Zwischenwelle **15** angeordneten abtriebsseitigen Zahnrad **17** kämmt. Das abtriebsseitige Zahnrad **17** der zweiten Vorgelegestufe **St2** ist über einen zweiten Stirnradsatz **RS2** mit dem Achsdifferenzial **5** verbunden.

[0026] In gleicher Weise weist die erste Vorgelegestufe **St1** ein drehfest auf der ersten Elektromaschinenwelle **11** angeordnetes antriebsseitiges Zahnrad **19** auf, das mit einem abtriebsseitigen Zahnrad **21** kämmt. Das abtriebsseitige Zahnrad **21** ist drehfest auf einer, auf der Zwischenwelle **15** drehgelagerten Hohlwelle **23** angeordnet und über einen ersten Stirnradsatz **RS1** mit dem Achsdifferenzial **5** verbunden. Der erste Stirnradsatz **RS1** weist in der **Fig. 1** lediglich ein erstes Zwischenzahnrad **25** auf, das über eine erste Freilaufkupplung **F1** mit der Hohlwelle **23** koppelbar ist und unmittelbar mit dem Zahnrad **3** des Achsdifferenzials **5** kämmt. Demgegenüber weist der zweite Stirnradsatz **RS2** in der **Fig. 1** ein zweites Zwischenzahnrad **27**, das über eine zweite Freilaufkupplung **F2** mit der Zwischenwelle **15** koppelbar ist, und ein damit kämmendes Umkehr-Zahnrad **29** auf, das wiederum in Zahneingriff mit dem eingangsseitigen Zahnrad **3** des Achsdifferenzials **5** ist.

[0027] Wie aus der **Fig. 1** weiter hervorgeht, sind die beiden Elektromaschinenwellen **9**, **11** zueinander koaxial ausgerichtet sowie axial in Reihe positioniert und über eine dritte Freilaufkupplung **F3** miteinander kuppelbar. Die erste Vorgelegestufe **St1**, die zweite Vorgelegestufe **St2** sowie die beiden Stirnradstufen **RS1** und **RS2** bilden jeweils Radebenen, die in Axialrichtung nebeneinander positioniert sind. Dabei sind die ersten und zweiten Freilaufkupplungen **F1**, **F2** in der Axialrichtung unmittelbar nebeneinander angeordnet. Den beiden Freilaufkupplungen **F1**,

F2 ist ein gemeinsames axial verstellbares Schaltelement **31** zugeordnet, das zwischen einer Neutralstellung N und einer ersten sowie zweiten Rekupe-
rations-Schaltstellung verstellbar ist. In der ersten/
zweiten Rekupe-
rations-Schaltstellung kann die erste/
zweite Freilaufkupplung **F1**, **F2** blockiert werden, um
eine Drehmomentübertragung vom Achsdifferenzial
5 zur ersten/zweiten Elektromaschine **EM1**, **EM2** er-
möglichen.

[0028] In der **Fig. 2a** und **Fig. 2b** ist in schematischer
Teilansicht der Aufbau sowie die Funktionsweise der
in dem Zwei-Gang-Getriebe verbauten Freilaufkupplun-
gen **F1**, **F2**, **F3** erläutert. Demzufolge weist die
Freilaufkupplung eine Freilaufkupplung-Außenseite
37 und eine Freilaufkupplung-Innenseite **35** auf, die
jeweils einem treibenden Teil und einem anzutreiben-
den Teil im jeweiligen Lastpfad zugeordnet sind. Zwi-
schen der Innenseite **35** und der Außenseite **37** sind
verstellbare Klemmkörper **39** positioniert. Je nach
Drehrichtung und/oder Drehzahl der Innenseite **35**
und der Außenseite **37** können die Klemmkörper **39**
selbsttätig in eine Klemmposition (**Fig. 2b**) oder in ei-
ne Freigabeposition (**Fig. 2a**) verstellt werden. In der
Fig. 2a wird mit den, mit Pfeil angedeuteten Drehrich-
tungen der Innen- und Außenseiten **35**, **37** selbsttätig
eine Freilauffunktion aktiviert. In diesem Fall sind die
Klemmkörper **39** außer Klemmeingriff mit der Innen-
seite **35** und der Außenseite **37**. Die Innenseite **35**
kann daher frei nach links drehen, während die Au-
ßenseite **37** frei nach rechts drehen kann, ohne dass
es zu einer Drehmomentübertragung kommt. Dem-
gegenüber wird mit den in der **Fig. 2b** mit Pfeil an-
gedeuteten Drehrichtungen der Innen- und Außen-
seiten **35**, **37** eine Sperrfunktion aktiviert, bei der die
Klemmkörper **39** in Klemmeingriff mit der Außen- und
Innenseite **35**, **37** sind, so dass eine Drehmoment-
übertragung vom treibenden Teil zum anzutreiben-
den Teil erfolgt.

[0029] In der **Fig. 3** ist die Antriebsvorrichtung im
Fahrbetrieb gezeigt, und zwar bei einem eingelegten
ersten Vorwärtsgang. In diesem Fall wird die erste
Elektromaschine **EM1** in einer ersten Antriebsdreh-
richtung **A1** (linksdrehend) betrieben. Daher ist die
drehmomentenübertragende Sperrfunktion der ers-
ten Freilaufkupplung **F1** selbsttätig aktiviert, so dass
ein Drehmoment von der ersten Elektromaschine
EM1 über die erste Elektromaschinenwelle **9**, die ers-
te Vorgelegestufe **St1** sowie dem ersten Zwischen-
zahnrad **25** auf das Zahnrad **3** des Achsdifferenzials
5 erfolgt. Im eingelegten ersten Vorwärtsgang kann
die zweite Elektromaschine **EM2** stillgelegt sein, wo-
bei sich die dritte Freilaufkupplung **F3** in ihrer über-
tragungsfreien Freilauffunktion befindet.

[0030] Mit der in den Figuren gezeigten Getriebe-
struktur ist ein zugkraftunterbrechungsfreies Schalten
vom ersten in den zweiten Vorwärtsgang ermög-
licht: So wird hierzu die zweite Elektromaschine **EM2**

hochgefahren, und zwar in einer zweiten Antriebs-
drehrichtung **A2** (rechtsdrehend, **Fig. 4**). Diese ist ge-
gensinnig zur ersten Antriebsdrehrichtung **A1** (links-
drehend, **Fig. 3**) der ersten Elektromaschine **EM1**. In
diesem Fall baut sich ein Lastpfad **L2** (**Fig. 4**) auf,
bei dem ein Drehmoment über die zweite Elektroma-
schinenwelle **11** und die zweite Vorgelegestufe **St2**
auf den zweiten Stirnradsatz **RS2** übertragen wird.

[0031] Für den Schaltvorgang (d.h. für einen zug-
kraftunterbrechungsfreien Lastwechsel vom ersten
Lastpfad **L1** auf den zweiten Lastpfad **L2**) wird die
Antriebsdrehzahl der zweiten Elektromaschine **EM2**
soweit erhöht, bis aufgrund der Übersetzungsver-
hältnisse die Drehzahl des Umkehr-Zahnrads **29** (im
zweiten Lastpfad **L2**) größer ist als die Drehzahl des
ersten Zwischen-Zahnrads **25** (im ersten Lastpfad
L1). In diesem Fall hebt die Außenseite **37** der ers-
ten Freilaufkupplung **F1** von deren Innenseite **35** ab.
Gleichzeitig kommt die Innenseite **35** der zweiten
Freilaufkupplung **F2** in Antriebsverbindung mit der
Außenseite **37** der zweiten Freilaufkupplung **F2**. Da-
durch ist der zweite Vorwärtsgang eingelegt. Eine
Rückschaltung vom eingelegten zweiten Vorwärts-
gang in den ersten Vorwärtsgang erfolgt analog mit-
tels einer entsprechenden Reduzierung der Antriebs-
drehzahl der zweiten Elektromaschine **EM2** sowie ei-
nem entsprechenden Hochfahren der ersten Elektro-
maschine **EM1**.

[0032] In der **Fig. 5** ist ein Fahrbetrieb dargestellt, bei
dem die Antriebsvorrichtung mit eingelegtem erstem
Vorwärtsgang betrieben wird, und zwar mit zusätzli-
cher Boostfunktion. Zur Bereitstellung dieser Boost-
funktion wird die zweite Elektromaschine **EM2** nicht
mehr in ihrer Antriebsdrehrichtung **A2** (d.h. rechts-
drehend, **Fig. 4**) betrieben, sondern vielmehr in ei-
ner dazu gegensinnigen zweiten Boost-Drehrichtung
B2 (d.h. linksdrehend, **Fig. 5**) sowie mit darauf abge-
stimmter Boost-Drehzahl. Auf diese Weise wird die
Sperrfunktion der dritten Freilaufkupplung **F3** selbst-
tätig aktiviert, wodurch eine Drehmomentübertragung
von der zweiten Elektromaschine **EM2** auf das an-
triebsseitige Zahnrad **19** der ersten Vorgelegestufe
St1 erfolgt.

[0033] Umgekehrt dazu ist in der **Fig. 6** ein Fahr-
betrieb mit eingelegtem zweitem Vorwärtsgang ge-
zeigt, bei dem ebenfalls eine Boostfunktion reali-
siert ist. Hierzu wird die erste Elektromaschine **EM1**
nicht mehr in ihrer ersten Antriebsdrehrichtung **A1**
(linksdrehend, **Fig. 3**) betrieben, sondern vielmehr
in der gegensinnigen Boost-Drehrichtung **B1** (rechts-
drehend, **Fig. 6**). Bei entsprechend großer Boost-
Drehzahl wird ebenfalls wieder die Sperrfunktion in
der dritten Freilaufkupplung **F3** selbsttätig aktiviert,
wodurch sich am antriebsseitigen Zahnrad **13** der
zweiten Vorgelegestufe **St2** eine Leistungsaddition
einstellt, bei der sowohl die Leistung der ersten Elek-
tromaschine **EM1** als auch die Leistung der zweiten

Elektromaschine **EM2** aufaddiert und über den zweiten Antriebs-Lastpfad **L2** zum Achsdifferenzial **5** geleitet werden.

[0034] In der **Fig. 7** ist ein zweites Ausführungsbeispiel gezeigt, dessen Wirkungsweise identisch mit dem in den vorangegangenen Figuren dargestellten ersten Ausführungsbeispiel ist. Gemäß der **Fig. 7** sind die abtriebsseitigen Zahnräder **21**, **17** der beiden Vorgelegestufen **St1**, **St2** als Festzahnrad auf der Zwischenwelle **15** angeordnet. Die Zwischenwelle **15** weist ein zentral auf der Zwischenwelle **15** positioniertes Festzahnrad **33** auf, das mit dem eingangsseitigen Zahnrad **3** des Achsdifferenzials **5** kämmt. Das antriebsseitige Zahnrad **19** der ersten Vorgelegestufe **St1** ist über die erste Freilaufkupplung **F1** mit der ersten Elektromaschinenwelle **9** drehfest koppelbar, während das antriebsseitige Zahnrad **13** der zweiten Vorgelegestufe **St2** über die zweite Freilaufkupplung **F2** mit der zweiten Elektromaschinenwelle **11** drehfest koppelbar ist. In der **Fig. 7** sind somit - im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel - sämtliche Freilaufkupplungen **F1** bis **F3** sowie auch das Schaltelement **31** koaxial auf den beiden Elektromaschinenwellen **9**, **11** angeordnet, während die Zwischenwelle **15** frei von Freilaufkupplungen oder sonstigen Schaltelementen ist. Zudem ist in der **Fig. 7** das Umkehr-Zahnrad **29** Bestandteil der zweiten Vorgelegestufe **St2** und in Zahneingriff zwischen dem antriebsseitigen Zahnrad **13** und dem abtriebsseitigen Zahnrad **15** geschaltet.

[0035] Der in der **Fig. 8** gezeigte Getriebeaufbau entspricht im Wesentlichen dem Getriebeaufbau der **Fig. 7**. Im Unterschied zur **Fig. 7** ist in der **Fig. 8** das zentrale Festzahnrad **33** der Zwischenwelle **15** weggelassen. Anstelle dessen kämmt das Zahnrad **3** des Achsdifferenzials **5** unmittelbar mit dem abtriebsseitigen Zahnrad **27** der Vorgelegestufe **St2**.

[0036] In den Figuren ist bei eingelegtem zweiten Vorwärtsgang der zweite Lastpfad **L2** momentenübertragend. Der zweite Lastpfad **L2** weist im Vergleich zum ersten Lastpfad **L1** ein zusätzliches Zahnrad, nämlich das Umkehr-Zahnrad **29**, auf. Von daher sind bei eingelegtem zweitem Vorwärtsgang die Leistungsverluste größer als bei eingelegtem ersten Vorwärtsgang. Es ist jedoch hervorzuheben, dass die in Figuren erfolgte Zuordnung des ersten Vorwärtsganges zum ersten Lastpfad **L1** und die Zuordnung des zweiten Vorwärtsganges zum zweiten Lastpfad **L2** nur beispielhaft sind. Bei entsprechender Auslegung der Übersetzungsverhältnisse kann dagegen auch im ersten Vorwärtsgang der zweite Lastpfad **L2** momentenführend sein, während im zweiten Vorwärtsgang der erste Lastpfad **L1** momentenführend ist.

[0037] In der **Fig. 9** und **Fig. 10** ist die Getriebestruktur eines weiteren Ausführungsbeispiels gezeigt, dessen Aufbau sowie Funktionsweise identisch

mit dem in der **Fig. 7** gezeigten Ausführungsbeispiel sind. Von daher wird auf die Beschreibung der **Fig. 7** verwiesen. Die Unterschiede zur **Fig. 7** sind im Folgenden dargelegt: So sind in der **Fig. 9** die abtriebsseitigen Zahnräder **21**, **17** der beiden Vorgelegestufen **St1**, **St2** nicht als Festzahnrad, sondern als Loszahnrad auf der Zwischenwelle **15** angeordnet und über die Freilaufkupplungen **F1**, **F2** in den jeweiligen Lastpfad **L1**, **L2** schaltbar. Es ist hervorzuheben, dass in der **Fig. 9** die Freilaufkupplung-Innenseite **35** der zweiten Freilaufkupplung **F2** nicht drehfest auf der Zwischenwelle **15** sitzt, sondern vielmehr drehfest auf einer Hohlwelle **23** sitzt, die auf der koaxialen Zwischenwelle **15** drehgelagert ist, wodurch ein später beschriebener zusätzlicher Rückwärtsgang **R** realisiert wird. Zudem sind in der **Fig. 9** die antriebsseitigen Zahnräder **13**, **19** der Vorgelegestufen **St1**, **St2** als Festzahnrad auf den Elektromaschinenwellen **9**, **11** angeordnet.

[0038] Zwischen den beiden, in der Axialrichtung auf der Zwischenwelle **15** unmittelbar nebeneinander angeordneten Freilaufkupplungen **F1**, **F2** ist das gemeinsame axial beidseitig verstellbare Schaltelement **31** angeordnet. Deren Funktion wird nachfolgend anhand der **Fig. 9** und **Fig. 10** hervorgehoben: So ist das Schaltelement **31** zwischen einer Neutralstellung **N**, einer ersten und einer zweiten Rekupe- rations-Schaltstellung (mit „1“ und „2“ in den **Fig. 9** und **Fig. 10** angedeutet) verstellbar. Wie aus den **Fig. 9** und **Fig. 10** hervorgeht, ist das Schaltelement **31** in eine zusätzliche Rückwärtsgang-Schaltstellung **R** verstellbar (**Fig. 9** und **Fig. 10a**). In der Rückwärtsgang-Schaltstellung **R** verbindet das Schaltelement **31** einen Schaltkörper **41** der Freilaufkupplung-Außenseite **37** der ersten Freilaufkupplung **F1** mit einem Schaltkörper **43** der Zwischenwelle **15**. Daher ist die erste Freilaufkupplung **F1** blockiert, so dass die Elektromaschine **EM1** mit entsprechender Rückwärtsgang-Drehrichtung betreibbar ist, um den Rückwärtsgang zu realisieren. Gleichzeitig sind in der **Fig. 10a** der Schaltkörper **45** der Hohlwelle **23** sowie der Schaltkörper **47** der Freilaufkupplung-Außenseite **37** der zweiten Freilaufkupplung **F2** außer Schalteingriff mit dem Schaltelement **31**, so dass keine Drehmomentübertragung vom ersten Lastpfad **L1** auf den zweiten Lastpfad **L2** erfolgen kann.

[0039] In der **Fig. 10b** ist das Schaltelement **31** in seiner ersten Rekupe- rations-Schaltstellung gezeigt, bei der das Schaltelement **31** den Schaltkörper **41** der Freilaufkupplung-Außenseite **37** der ersten Freilaufkupplung **F1**, den Schaltkörper **43** der Zwischenwelle **15** und den Schaltkörper **45** der Hohlwelle **23** miteinander verbindet. In diesem Schaltzustand ist die erste Freilaufkupplung **F1** blockiert. Der Antrieb erfolgt über den ersten Lastpfad **L1** in der Antriebsdrehrichtung **A1** der ersten Elektromaschine **EM1**. Zudem ist (aufgrund der blockierten ersten Freilaufkupplung **F1**) eine Rekupe- ration ermöglicht. Die Funktionswei-

se der zweiten Freilaufkupplung **F2** ist ebenfalls gewährleistet.

[0040] In der **Fig. 10c** ist das Schaltelement **31** in seiner Neutralstellung **N** gezeigt, in der das Schaltelement **31** den Schaltkörper **43** der Zwischenwelle **15** und den Schaltkörper **45** der Hohlwelle **23** miteinander verbindet. In diesem Schaltzustand ist die erste Freilaufkupplung **F1** frei funktionsfähig. Zudem erfolgt der Antrieb über den ersten Lastpfad **L1** (für den ersten Vorwärtsgang) in normaler Antriebsdrehrichtung **A1** der ersten Elektromaschine **EM1**. Alternativ kann der Antrieb über den zweiten Lastpfad **L2** (zweiter Vorwärtsgang) in normaler Antriebsdrehrichtung **A2** der zweiten Elektromaschine **EM2** erfolgen. Zudem ist in der Neutralstellung **N** (**Fig. 10d**) im ersten und zweiten Lastpfad **L1** und **L2** keine Rekupe-ration ermöglicht. Die Freilaufkupplung-Innenseite **35** der zweiten Freilaufkupplung **F2** ist drehgekoppelt mit der Zwischenwelle **15**, so dass die zweite Freilaufkupplung **F2** ist normal funktionsfähig ist.

[0041] In der **Fig. 10d** ist das Schaltelement **31** in seiner zweiten Rekupe-ration-Schaltstellung gezeigt, in der das Schaltelement **31** den Schaltkörper **43** der Zwischenwelle **15**, den Schaltkörper **45** der Hohlwelle **23** und den Schaltkörper **47** der Freilaufkupplung-Außenseite **37** der zweiten Freilaufkupplung **F2** miteinander verbindet. In diesem Schaltzustand ist die erste Freilaufkupplung **F1** frei funktionsfähig, während die zweite Freilaufkupplung **F2** blockiert ist. Der Antrieb über den zweiten Lastpfad **L2** erfolgt in normaler Antriebsdrehrichtung **A2** der zweiten Elektromaschine **EM2**. Zudem ist in der **Fig. 10d** aufgrund der blockierten zweiten Freilaufkupplung **F2** eine Rekupe-ration ermöglicht.

Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug, mit einer ersten und einer zweiten Elektromaschine (EM1, EM2), die über ein Zwei-Gang-Getriebe (1) auf insbesondere ein Achsdifferenzial (5) einer Fahrzeugachse abtreiben, wobei bei einem eingelegten ersten Vorwärtsgang die erste Elektromaschine (EM1) mit der Fahrzeugachse über einen ersten Antriebs-Lastpfad (L1) in Antriebs-Verbindung ist, in dem eine erste Freilaufkupplung (F1) geschaltet ist, deren drehmomentübertragende Sperrfunktion aktiviert ist beim Betrieb der ersten Elektromaschine (EM1) in einer ersten Antriebsdrehrichtung (A1) und deren übertragungsfreie Freilauf-funktion aktiviert ist beim Betrieb der ersten Elektro-maschine (EM1) in einer gegensinnigen Gegendreh-richtung (B1), wobei bei einem eingelegten zweiten Vorwärtsgang die zweite Elektromaschine (EM2) mit dem Achsdifferenzial (5) über einen zweiten Antriebs-Lastpfad (L2) in Antriebs-Verbindung ist, in dem eine zweite Freilaufkupplung (F2) geschaltet ist, deren Sperrfunktion aktiviert ist beim Betrieb der zwei-

ten Elektromaschine (EM2) in einer zweiten Antriebs-drehrichtung (A2) und deren Freilauffunktion aktiviert ist beim Betrieb der zweiten Elektromaschine (EM2) in einer gegensinnigen Gegenrichtung (B2), **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Realisierung einer Boost-funktion die beiden Elektromaschinenwellen (9, 11) über eine dritte Freilaufkupplung (F3) koppelbar sind, mittels der bei eingelegtem ersten Vorwärtsgang eine Boost-Drehmomentübertragung (LB) von der zweiten Elektromaschinenwelle (11) über die dritte Freilauf-kupplung (F3) auf die erste Elektromaschinenwelle (9) durchführbar ist, und mittels der bei eingelegtem zweiten Vorwärtsgang eine Boost-Drehmomentüber-tragung (LB) von der ersten Elektromaschinenwelle (9) über die dritte Freilaufkupplung (F3) auf die zweite Elektromaschinenwelle (11) durchführbar ist.

2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass im ersten Antriebs-Lastpfad (L1) die erste Elektromaschinenwelle (9) über eine erste Vorgelegestufe (St1) mit dem Achsdifferenzial (5) verbindbar ist, und im zweiten Antriebslastpfad (L2) die zweite Elektromaschinenwelle (11) über eine zweite Vorgelegestufe (St2) mit dem Achsdifferenzial (5) verbindbar ist, wobei insbesondere beide Vorge-legestufen (St1, St2) als Stirnradstufen ausgebildet sind.

3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Antriebs-drehrichtung (A1) der ersten Elektromaschine (EM1) und die zweite Antriebsdrehrichtung (A2) der zwei-ten Elektromaschine (EM2) zueinander gegensinnig sind, und/oder dass in der dritten Freilaufkupplung (F3) die Freilauffunktion selbsttätig aktiviert ist, so-fern beide Elektromaschinen (EM1, EM2) jeweils in der ersten und in der zweiten Antriebsdrehrichtung (A1, A2) betrieben sind, bzw. sofern bei gleichsinniger Drehrichtung die Drehzahl der eigentlich anzu-treibenden Elektromaschinenwelle größer ist als die Drehzahl der treibenden Elektromaschinenwelle.

4. Antriebsvorrichtung nach einem der vorherge-henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der dritten Freilaufkupplung (F3) die Sperrfunktion selbsttätig aktivierbar ist, sofern bei eingelegtem ers-ten Vorwärtsgang die zweite Elektromaschine (EM2) mit einer zur zweiten Antriebsdrehrichtung (A2) ge-gensinnigen zweiten Boostdrehrichtung (B2) betrie-ben ist, oder sofern bei eingelegtem zweiten Vor-wärtsgang die erste Elektromaschine (EM1) mit einer zur ersten Antriebsdrehrichtung (A1) gegensinnigen ersten Boostdrehrichtung (B1) betrieben ist.

5. Antriebsvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zwei-te Vorgelegestufe (St2) ein drehfest auf der zweiten Elektromaschinenwelle (11) angeordnetes antriebs-seitiges Zahnrad (13) aufweist, das mit einem dreh-fest auf einer Zwischenwelle (15) angeordneten ab-

triebsseitigen Zahnrad (17) kämmt, das über einen zweiten Stirnradsatz (RS2) mit dem Achsdifferenzial (5) verbunden ist, und/oder dass die erste Vorgelegestufe (St1) ein drehfest auf der ersten Elektromaschinenwelle (9) angeordnetes antriebsseitiges Zahnrad (19) aufweist, das mit einem abtriebsseitigen Zahnrad (21) kämmt, das drehfest auf einer, auf der Zwischenwelle (15) drehgelagerten Hohlwelle (23) angeordnet ist und über einen ersten Stirnradsatz (RS1) mit dem Achsdifferenzial (5) verbindbar ist.

6. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste Stirnradsatz (RS1) ein erstes Zwischenzahnrad (25) aufweist, das über die erste Freilaufkupplung (F1) mit der Hohlwelle (23) koppelbar ist und mit einem Zahnrad (3) des Achsdifferenzials (5) kämmt.

7. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zweite Stirnradsatz (RS2) ein zweites Zwischenzahnrad (27) aufweist, das über die zweite Freilaufkupplung (F2) mit der Zwischenwelle (15) koppelbar ist und mit einem Umkehr-Zahnrad (29) kämmt, das wiederum in Zahneingriff mit dem Achsdifferenzial (5) ist.

8. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Elektromaschinenwellen (9, 11) zueinander koaxial sowie nebeneinander angeordnet sind und über die zwischengeordnete dritte Freilaufkupplung (F3) kuppelbar sind.

9. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ersten Freilaufkupplung (F1) und/oder der zweiten Freilaufkupplung (F2) zumindest ein Schaltelement (31) zugeordnet ist, das in einer ersten oder zweiten Rekuperations-Schaltstellung die erste oder zweite Freilaufkupplung (F1, F2) blockiert, um eine Drehmomentübertragung vom Achsdifferenzial (5) zur ersten oder zweiten Elektromaschine (EM1, EM2) zu ermöglichen.

10. Antriebsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ersten und zweiten Freilaufkupplungen (F1, F2) in Axialrichtung unmittelbar nebeneinander angeordnet sind, etwa auf der Zwischenwelle (15) oder auf den beiden Elektromaschinenwellen (9, 11), und dass den beiden Freilaufkupplungen (F1, F2) ein gemeinsames Schaltelement (31) zugeordnet ist, das zwischen den beiden Freilaufkupplungen (F1, F2) angeordnet ist, und/oder dass das Schaltelement (31) zusätzlich in eine Rückwärts-Schaltstellung (R) verstellbar ist (**Fig. 9** und **Fig. 10**), um einen Rückwärtsgang zu realisieren.

11. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Realisierung des Rückwärtsganges die für den Rückwärtsgang erforderliche Hohlwelle (23) drehbar auf der Zwischenwelle (15) gelagert ist, und/oder dass die abtriebsseitigen Zahnräder (21, 17) der beiden Vorgelegestufen (St1, St2) als Loszahnräder auf der Zwischenwelle (15) angeordnet sind und über die Freilaufkupplungen (F1, F2) in den jeweiligen Lastpfad (L1, L2) schaltbar sind, und/oder dass die Freilaufkupplung-Innenseite (35) der zweiten Freilaufkupplung (F2) drehfest auf der Hohlwelle (23) sitzt, die auf der koaxialen Zwischenwelle (15) drehgelagert ist.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

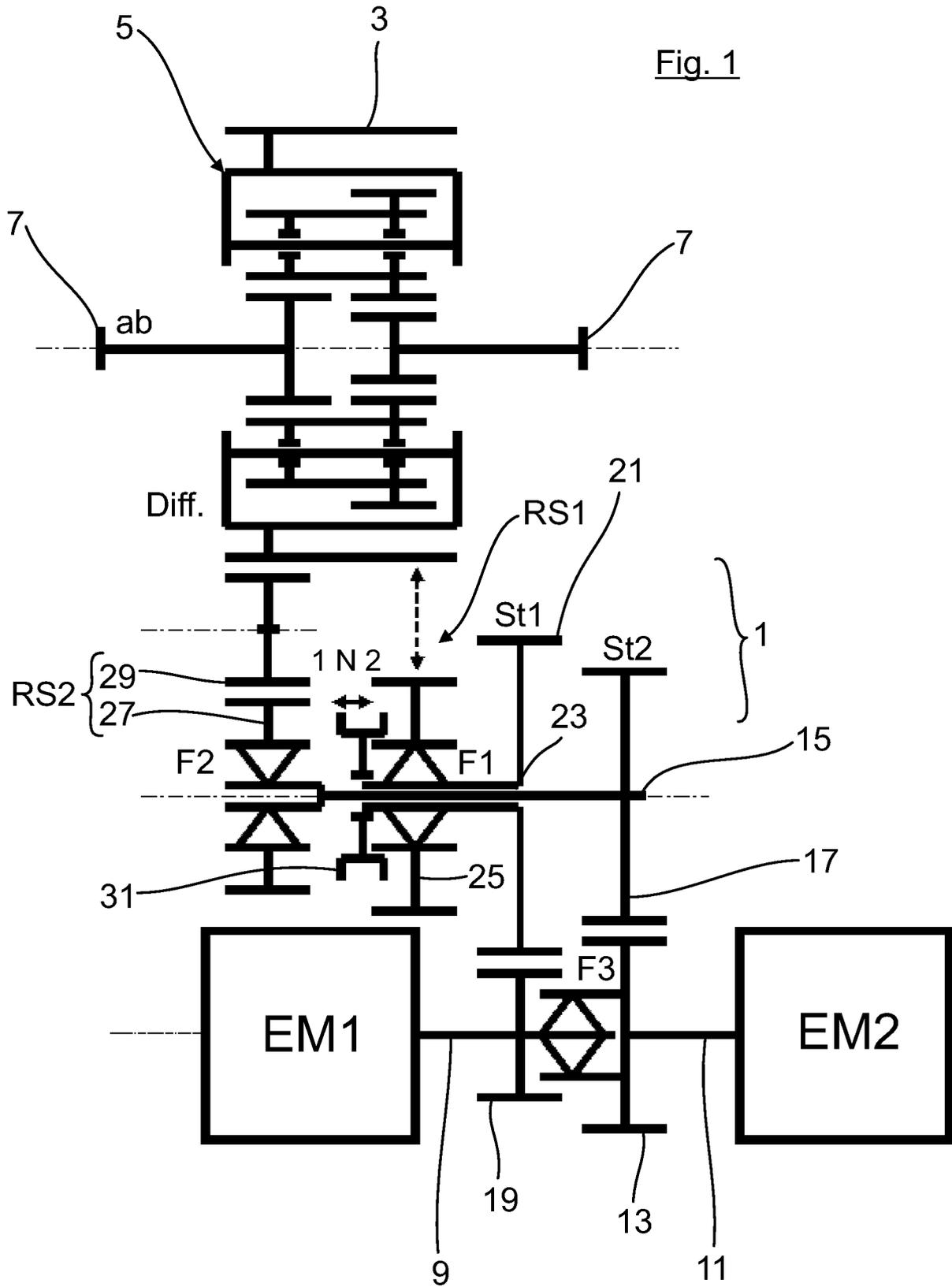


Fig. 2a

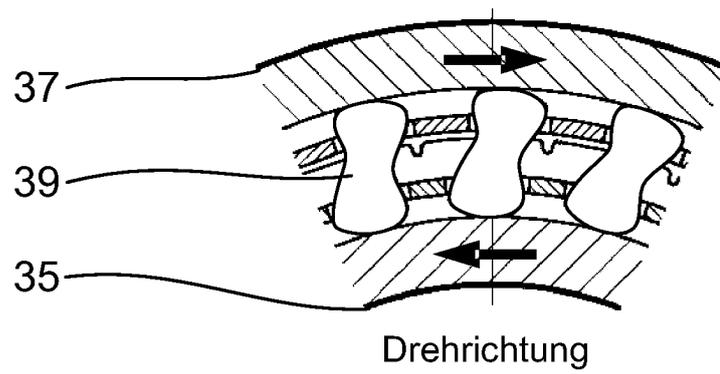
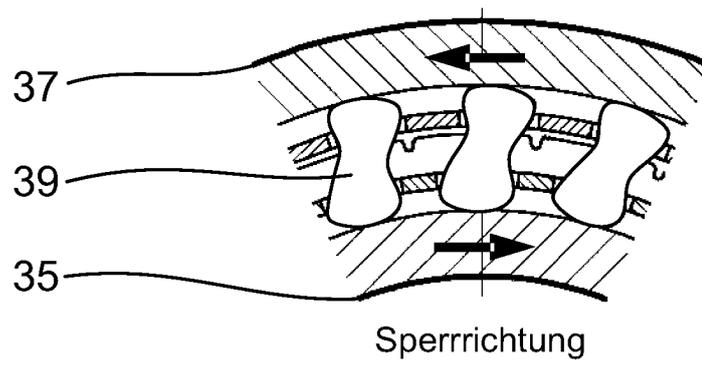
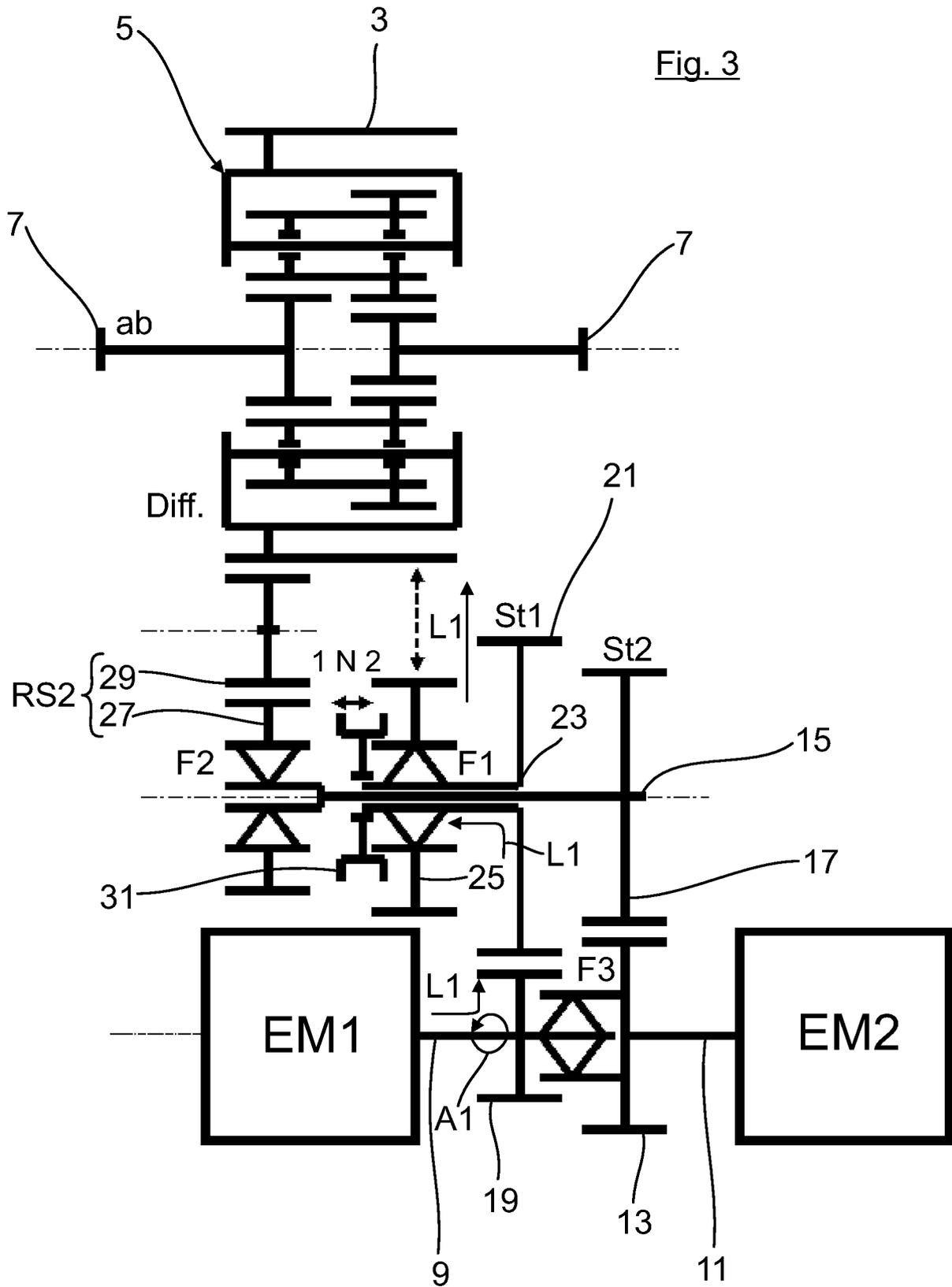
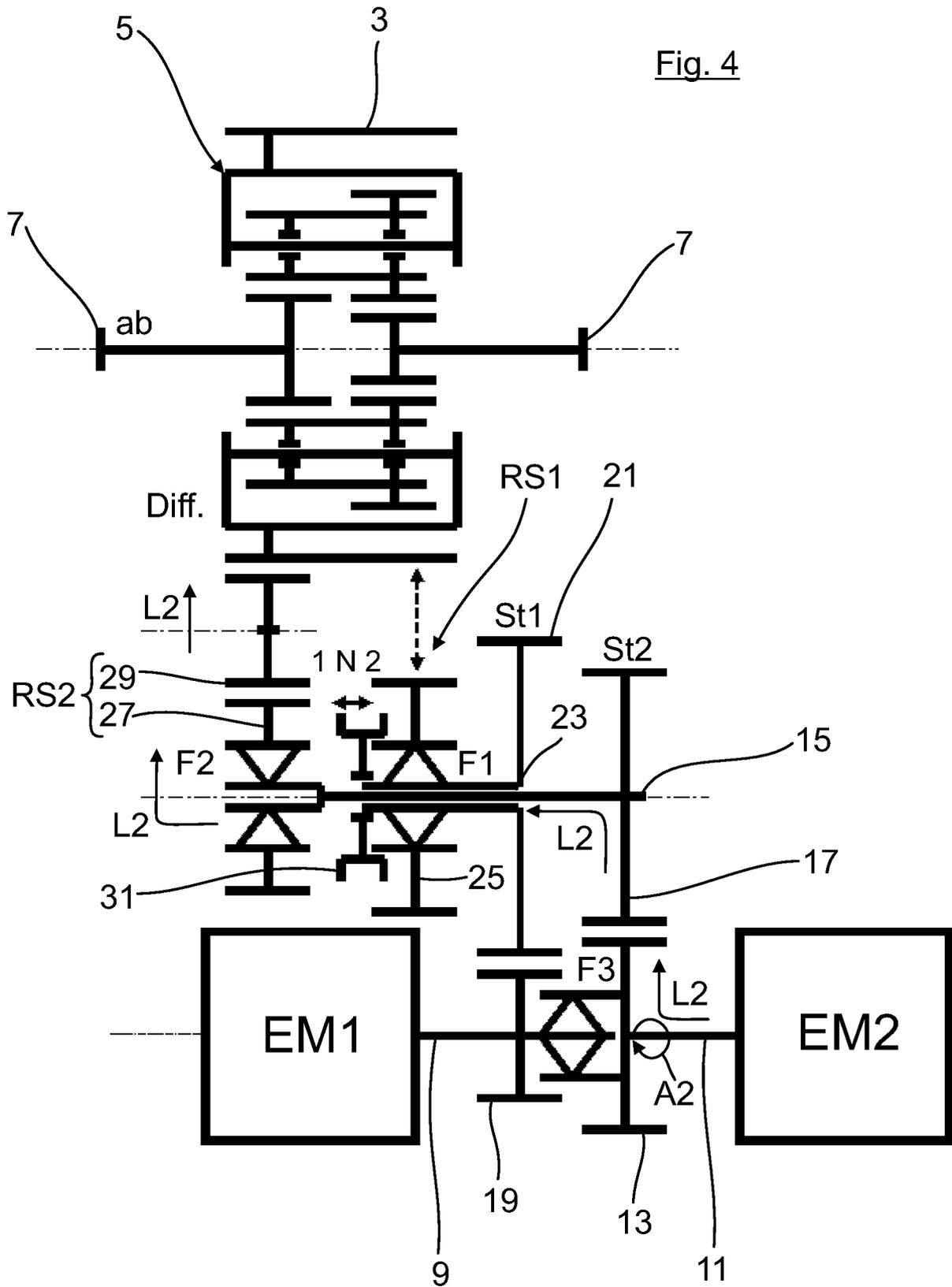
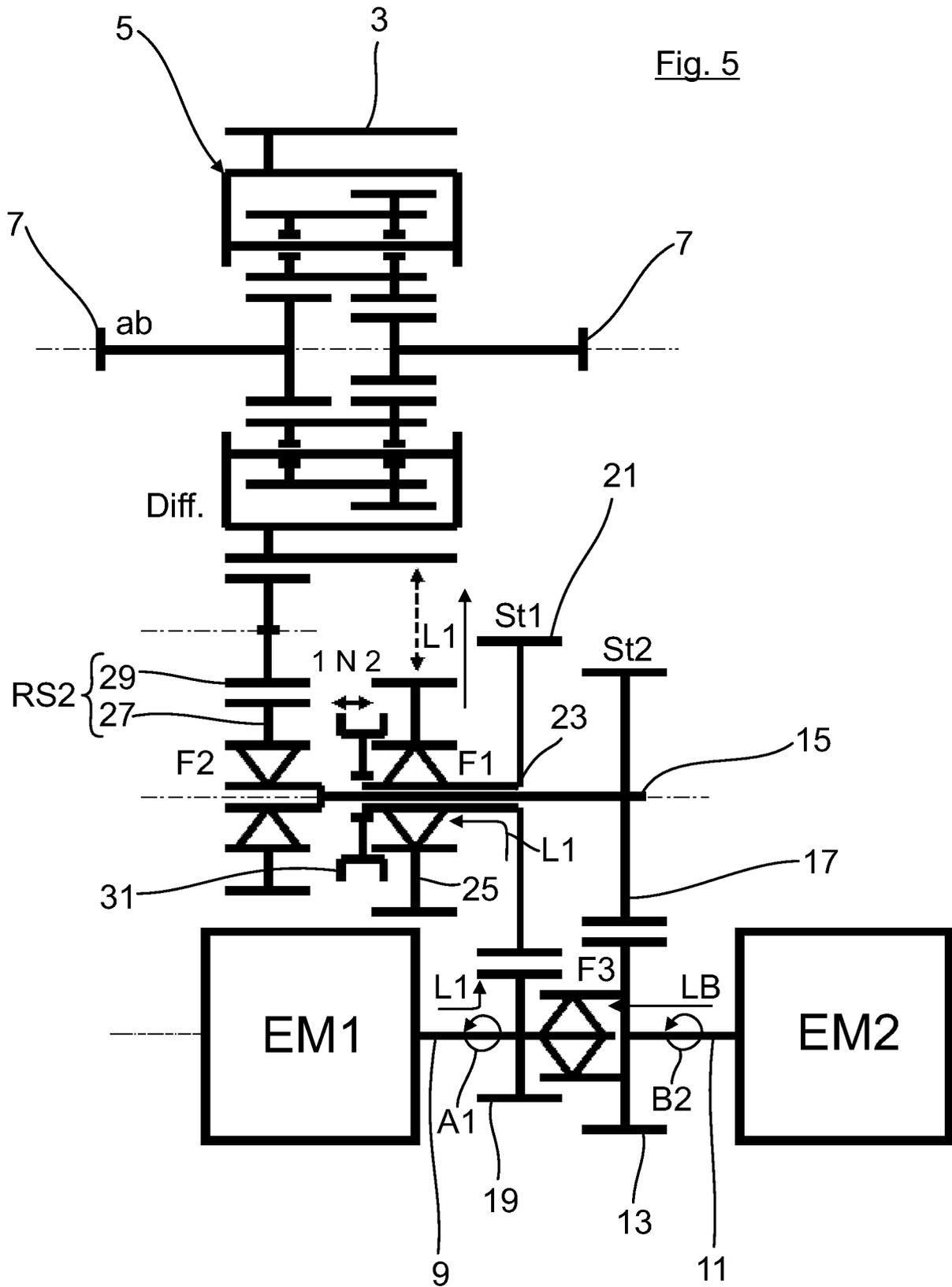


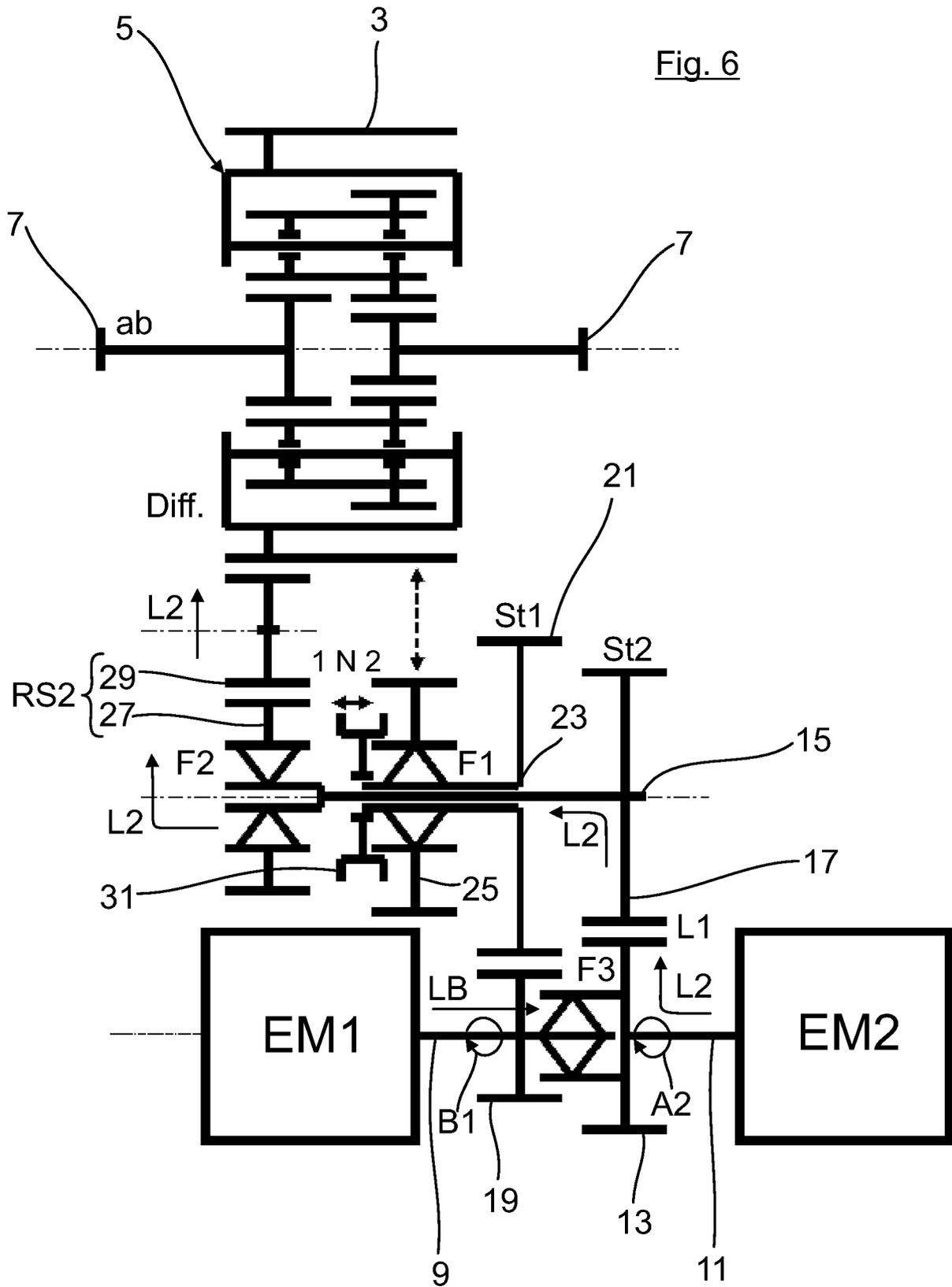
Fig. 2b











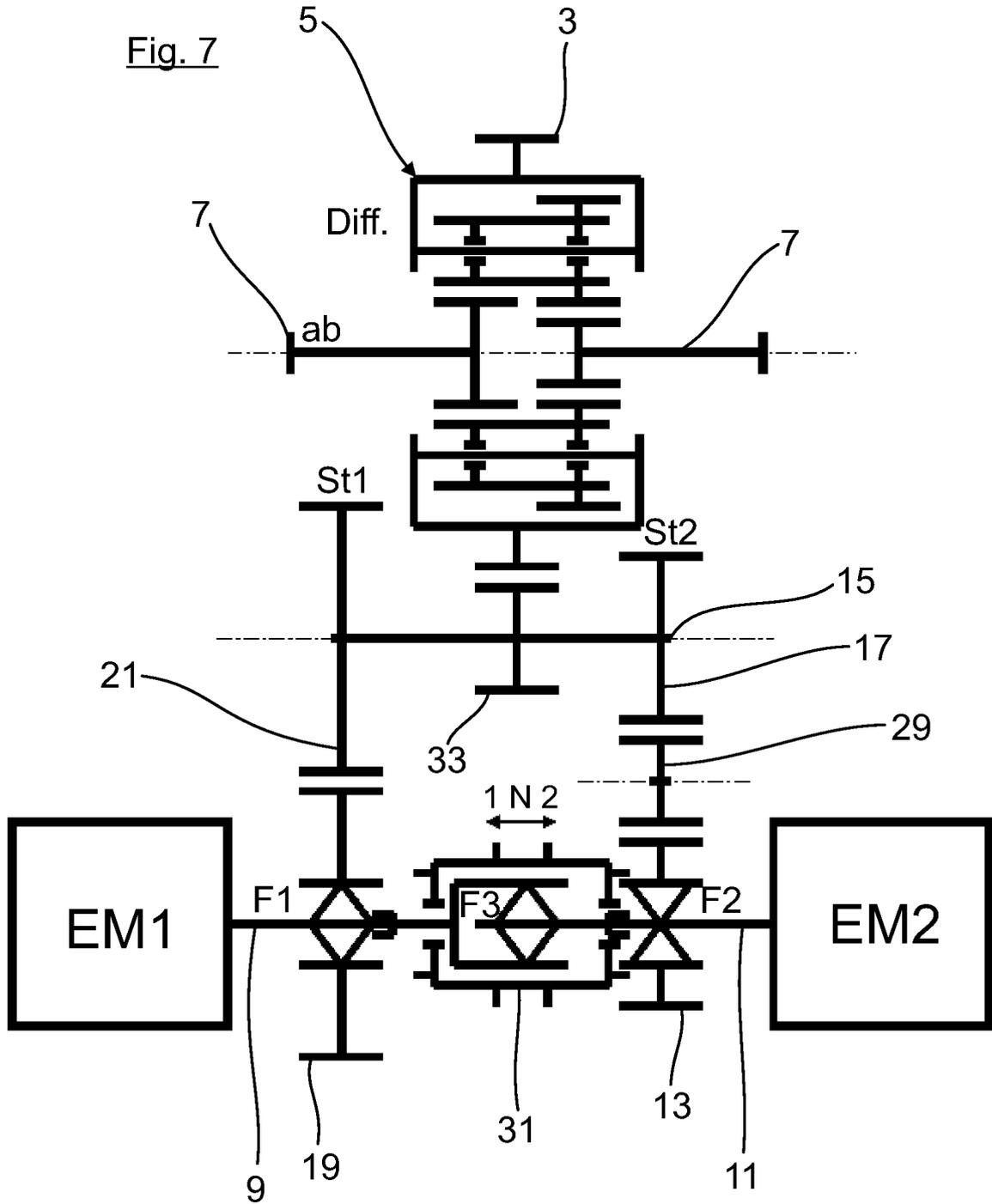
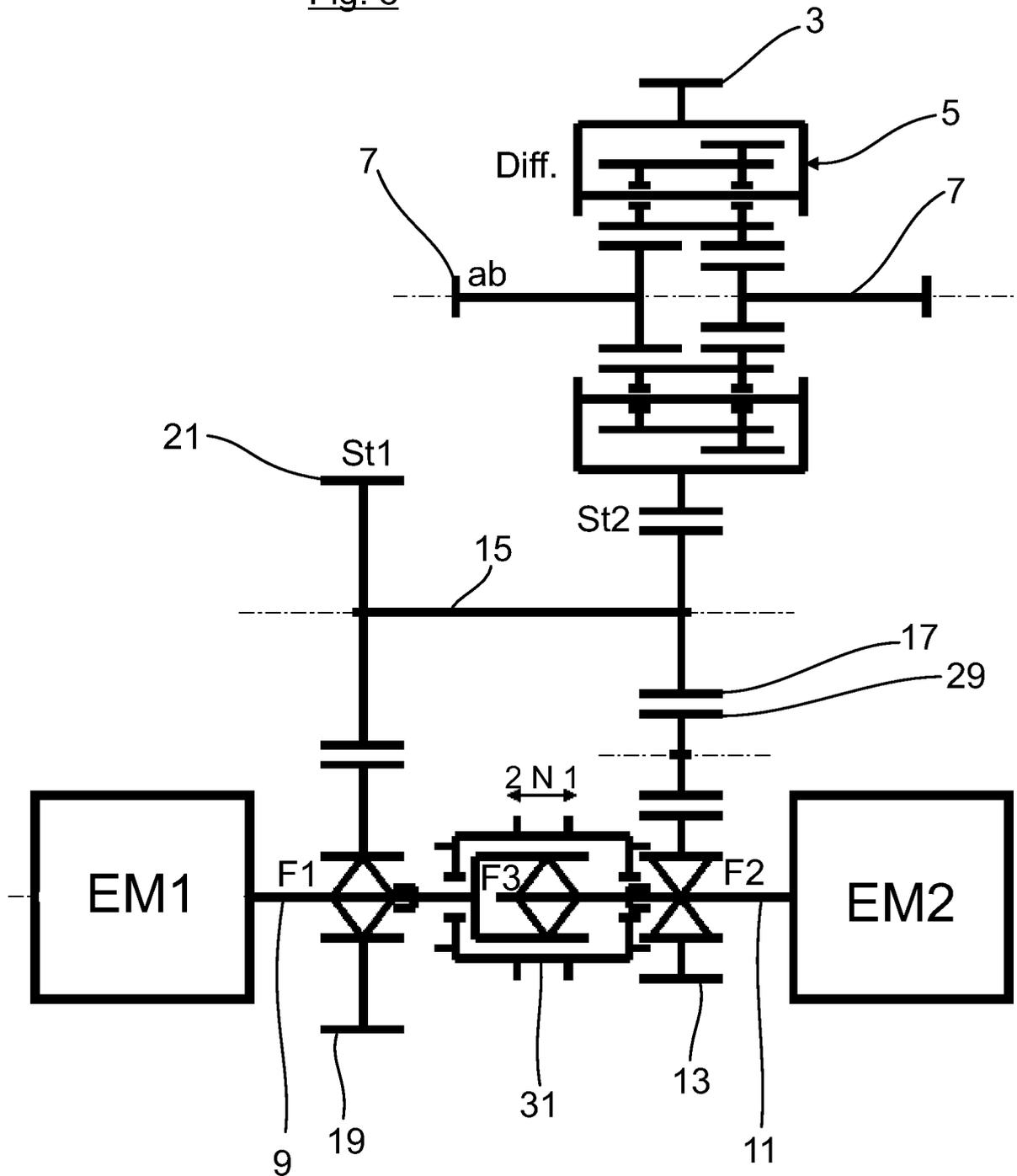


Fig. 8



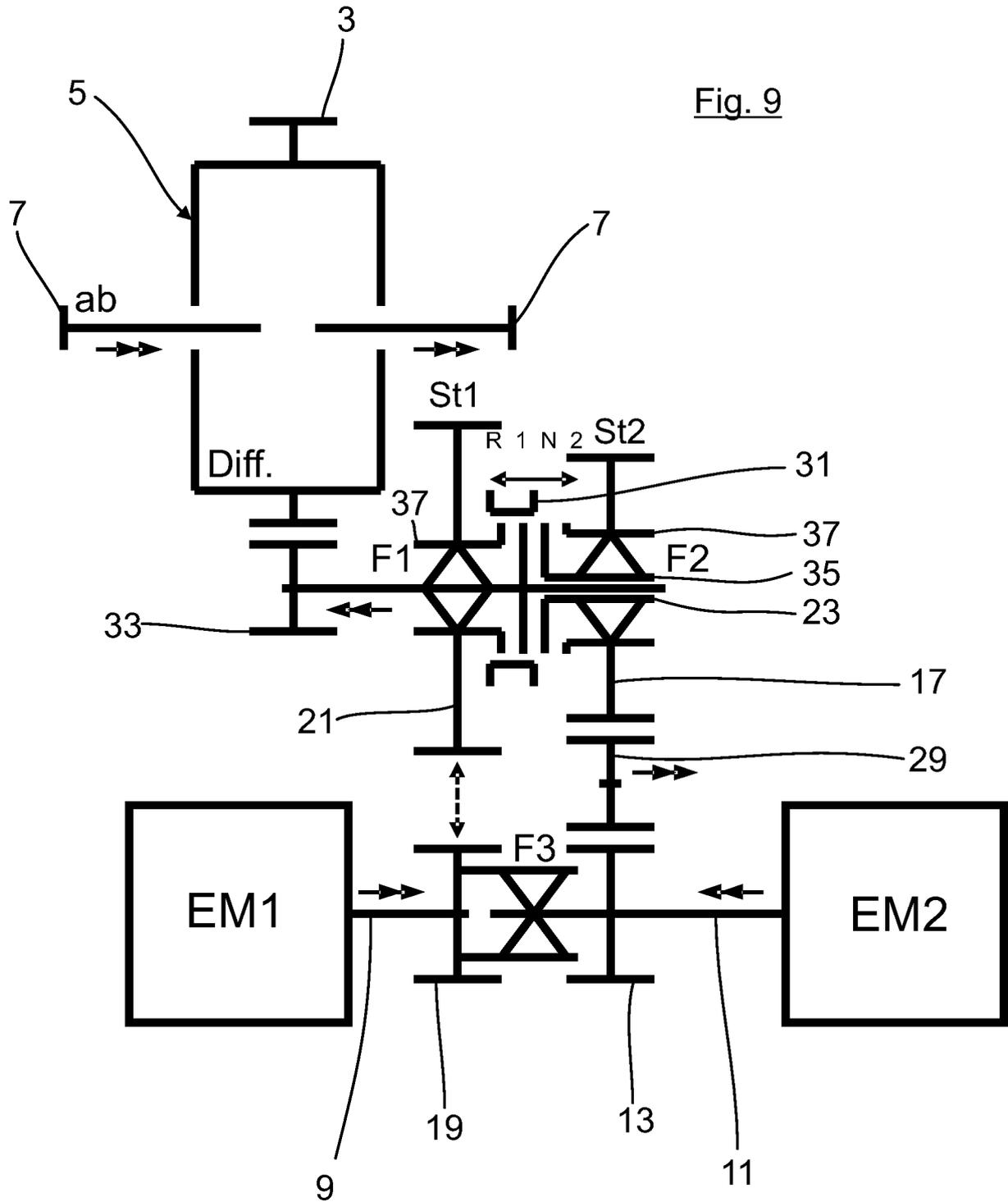


Fig. 10a

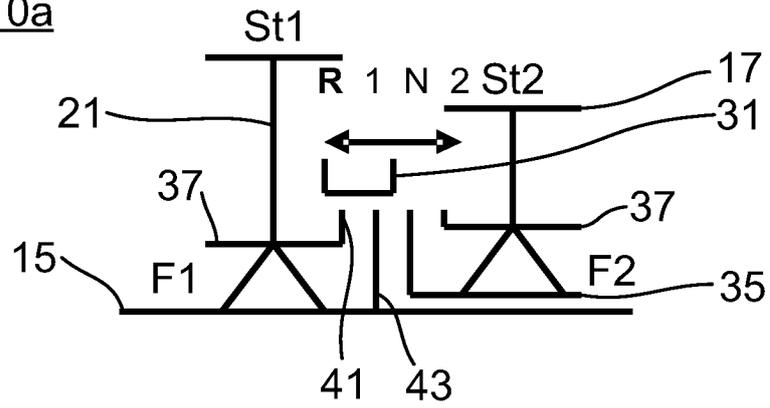


Fig. 10b

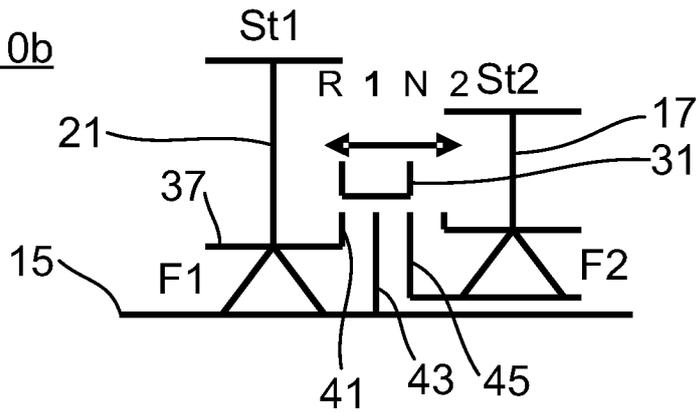


Fig. 10c

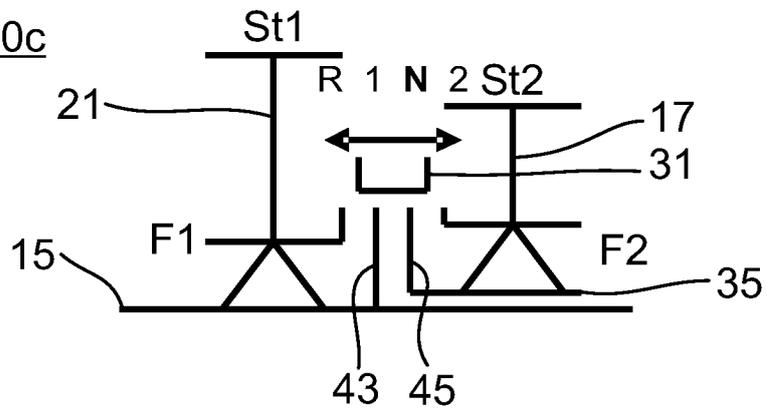


Fig. 10d

