

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
12. Dezember 2024 (12.12.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/251647 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 15/20 (2006.01) *B60W 20/19* (2016.01)
B60K 6/52 (2007.10) *B60W 50/08* (2020.01)
B60K 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/065166

(22) Internationales Anmeldedatum:
03. Juni 2024 (03.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 205 306.3
07. Juni 2023 (07.06.2023) DE

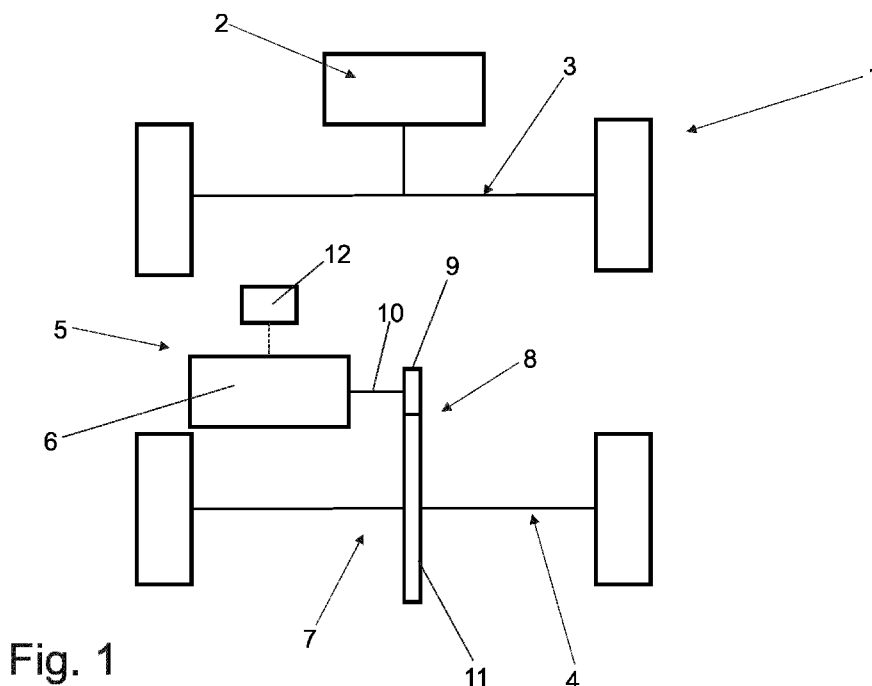
(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Lö-
wentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **ROTTACH, Arnim-Sebastian**; Hugo-Herr-
mannstraße 38, 88213 Ravensburg (DE). **WESA, Mat-
thias**; Elisabethen Str 3, 88212 Ravensburg (DE). **NEID-
HARDT, Philipp**; Joseph-Haydn-Straße 2, 88677 Mark-
dorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,

(54) Title: DRIVE TRAIN FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: ANTRIEBSSTRANG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a drive train (1) for a motor vehicle, comprising a main drive device (2) designed to output a main portion of a torque required to drive the motor vehicle, and a secondary drive device (5) having at least one electric machine (6) designed to output via the at least one electric machine (6) a secondary portion of the torque required to drive the motor vehicle, which is at least temporarily smaller than the main portion, wherein the at least one electric machine (6) of the secondary drive device (5) has machine windings made of aluminum, and wherein the at least one electric machine (6) is coupled to an output (7) of the drive train (1) via a single-stage transmission device (8).

(57) Zusammenfassung: Antriebsstrang (1) für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Hauptantriebseinrichtung (2), die dazu ausgebildet

RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

ist, einen Hauptanteil eines Drehmoments für einen Antrieb des Kraftfahrzeugs auszugeben und eine wenigstens eine elektrische Maschine (6) aufweisende Sekundärtriebseinrichtung (5), die dazu ausgebildet ist, einen gegenüber dem Hauptanteil zumindest temporär geringeren Sekundäranteil des Drehmoments für den Antrieb des Kraftfahrzeugs mittels der wenigstens einen elektrischen Maschine (6) auszugeben, wobei die wenigstens eine elektrische Maschine (6) der Sekundärtriebseinrichtung (5) Maschinenwicklungen aus Aluminium aufweist, wobei die wenigstens eine elektrische Maschine (6) mittels einer einstufigen Getriebeeinrichtung (8) mit einem Abtrieb (7) des Antriebsstrangs (1) gekoppelt ist.

Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft einen Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Hauptantriebseinrichtung, die dazu ausgebildet ist, einen Hauptanteil eines Drehmoments für einen Antrieb des Kraftfahrzeugs auszugeben und eine wenigstens eine elektrische Maschine aufweisende Sekundärantriebseinrichtung, die dazu ausgebildet ist, einen gegenüber dem Hauptanteil zumindest temporär geringeren Sekundäranteil des Drehmoments für den Antrieb des Kraftfahrzeugs mittels der wenigstens einen elektrischen Maschine auszugeben.

Derartige Antriebsstränge für Kraftfahrzeuge, die eine Hauptantriebseinrichtung und eine Sekundärantriebseinrichtung aufweisen, sind grundsätzlich aus dem Stand der Technik bekannt. Die Hauptantriebseinrichtung wird dazu verwendet, den Hauptanteil des Drehmoments, das für den Antrieb des Kraftfahrzeugs benötigt wird, auszugeben bzw. zu erzeugen, beispielsweise reguläre Betriebszustände bzw. Primärzyklen oder Dauerbetriebe abzubilden. Die Sekundärantriebseinrichtung wird demgegenüber zur Bereitstellung eines Sekundäranteils des Drehmoments verwendet, welcher Sekundäranteil zumindest temporär gegenüber dem Hauptanteil geringer ist. Beispielsweise wird die Sekundärantriebseinrichtung nur in bestimmten Fahrzuständen oder Fahrsituationen verwendet, insbesondere um das gesamte Drehmoment für den Antrieb zu erhöhen, nämlich den Hauptanteil um den Sekundäranteil zu ergänzen. Somit kann ein Gesamtdrehmoment wahlweise aus dem Hauptanteil bestehen oder als Kombination aus dem Hauptanteil und dem Sekundäranteil ausgegeben werden. Der Sekundäranteil kann, wie beschrieben, zumindest temporär geringer sein als der Hauptanteil. Im Nachfolgenden kann der Begriff „Sekundäranteil“ daher durchweg mit dem Begriff „temporärer Sekundäranteil“ ersetzt und die Beschreibung entsprechend übertragen werden.

Ferner ist aus dem Stand der Technik bekannt, dass elektrische Maschinen für Antriebseinrichtungen Maschinenwicklungen aus verschiedenen Materialien aufweisen können, wobei aus Gründen der Effizienz üblicherweise Kupferwicklungen verwendet werden. Zwar ist es grundsätzlich bekannt, dass neben Kupferwicklungen auch andere Metalle für die Ausführung von Wicklungen verwendet werden können, wobei durch ein fortwährendes Bestreben nach immer effizienteren elektrischen Antrieben,

derartige Ausführungen üblicherweise nicht realisiert werden, um einen möglichst effizienten Antriebsstrang ausbilden zu können. Die Herstellung bzw. Bereitstellung von elektrischen Maschinen mit Kupferwicklungen besitzt jedoch Nachteile in Bezug auf die Nachfrage von Kupfer als Werkstoff sowie den damit zusammenhängenden Aufwand sowie der gegenüber anderen Werkstoffen erhöhten Dichte bzw. Masse.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen demgegenüber verbesserten Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug anzugeben, der insbesondere bei zumindest gleichbleibender Effizienz weniger aufwendig ist.

Die Aufgabe wird durch einen Antriebsstrang mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Wie beschrieben, betrifft die Erfindung einen Antriebsstrang für ein Kraftfahrzeug, der eine Hauptantriebseinrichtung und eine Sekundärantriebseinrichtung umfasst. Die Hauptantriebseinrichtung ist dazu ausgebildet, einen Hauptanteil eines Drehmoments für den Antrieb des Kraftfahrzeugs auszugeben. Die Sekundärantriebseinrichtung verfügt über wenigstens eine elektrische Maschine und ist dazu ausgebildet, einen Sekundäranteil des Drehmoments für den Antrieb des Kraftfahrzeugs auszugeben, der gegenüber dem Hauptanteil geringer ist. Im Rahmen dieser Anmeldung ist die Ausgabe des Hauptanteils und des Sekundäranteils sowohl gleichzeitig als auch unabhängig voneinander möglich. Insbesondere kann der Hauptanteil des Drehmoments in einem primären Betriebszyklus des Antriebsstrangs ausgegeben werden, beispielsweise um einen regulären Fahrbetrieb des Kraftfahrzeugs zu realisieren. Somit kann ein Gesamtdrehmoment wahlweise aus dem Hauptanteil bestehen oder, insbesondere in einem Unterstützungszustand, als Kombination aus dem Hauptanteil und dem Sekundäranteil ausgegeben werden.

Der Betrieb der Sekundärantriebseinrichtung kann gegenüber dem Betrieb der Hauptantriebseinrichtung sowohl zeitlich als auch betragsmäßig geringer ausfallen, sodass über die Betriebsdauer des Antriebsstrangs betrachtet, der Sekundäranteil sowohl zeitlich kürzer als auch betragsmäßig geringer ausgegeben wird als der Hauptanteil des Drehmoments. Hierbei sind, insbesondere in Abhängigkeit von vorliegenden Betriebszuständen, Fahrzuständen oder Fahrsituationen unterschiedliche

Verteilungen von Hauptanteil und Sekundäranteil möglich. Der Sekundäranteil kann beispielsweise als Unterstützungsdrehmoment verstanden werden, um zusätzlich zu dem realisierten Hauptanteil das gesamte Drehmoment für den Antrieb des Kraftfahrzeugs, insbesondere kurzzeitig, zu erhöhen. Ebenso sind verschiedene Ausgabearten möglich, zum Beispiel den Hauptanteil auf einer ersten Achse und den Sekundäranteil auf eine zweite Achse.

Die Erfindung beruht auf der Erkenntnis, dass die wenigstens eine elektrische Maschine der Sekundärtriebseinrichtung Maschinenwicklungen aus Aluminium aufweist, wobei die wenigstens eine elektrische Maschine der Sekundärtriebseinrichtung mittels einer einstufigen Getriebeeinrichtung mit einem Abtrieb des Antriebsstrangs gekoppelt ist. Im Wege der Erfindung wurde somit erkannt, dass für die Sekundärtriebseinrichtung, die, wie beschrieben, lediglich einen Sekundäranteil des Drehmoments für den Antrieb des Kraftfahrzeugs ausgibt, die Verwendung von Maschinenwicklungen aus Aluminium eine gegenüber dem Hauptanteil des Drehmoments geringere Auswirkungen auf die Gesamteffizienz des Antriebsstrangs besitzt. Demgegenüber werden bei der Verwendung von Aluminium Vorteile bezüglich des Aufwands und des Gewichts bzw. der Masse des Antriebsstrangs realisiert, da Aluminium, beispielsweise im Vergleich zu Kupfer, deutlich weniger aufwendig bezüglich der Herstellung der Sekundärtriebseinrichtung als auch vorteilhafter bezüglich der Masse der Sekundärtriebseinrichtung ist. Es werden daher Vorteile bzgl. der Emissionen sowie der Masse des Antriebsstrangs erzielt.

Weiterhin wurde erkannt, dass durch die Kombination der elektrischen Maschine der Sekundärtriebseinrichtung mit Maschinenwicklungen aus Aluminium und der Kopplung der elektrischen Maschine an den Abtrieb des Antriebsstrangs durch eine einstufige Getriebeeinrichtung eine Erhöhung der Effizienz der Sekundärtriebseinrichtung und somit des gesamten Antriebsstrangs erreicht werden kann. Im Speziellen bewirkt die Kombination, dass die Sekundärtriebseinrichtung des vorgeschlagenen Antriebsstrangs gegenüber üblicherweise verwendeten Sekundärtriebseinrichtungen effizienter arbeiten kann. Da der Sekundäranteil des Drehmoments für den Antrieb des Kraftfahrzeugs deutlich geringer ausfällt als der Hauptanteil des Drehmoments, bewirkt die Verwendung von Maschinenwicklungen aus Aluminium auch geringere Auswirkungen auf die Effizienz, insbesondere geringer als die Vorteile, die

durch die Reduzierung der Masse und durch Verwendung einer einstufigen Getriebeeinrichtung, erzielt werden, sodass die Gesamteffizienz des Antriebsstrangs erhöht werden kann. Mit anderen Worten wird durch die vorgeschlagene Kombination einer Sekundärtriebseinrichtung mit Maschinenwicklungen aus Aluminium und einer einstufigen Getriebeeinrichtung für die Kopplung der elektrischen Maschine der Sekundärtriebseinrichtung an den Abtrieb ein Antriebsstrang bereitgestellt, der effizienter betrieben werden kann.

Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter der Formulierung „Maschinenwicklungen aus Aluminium“ insbesondere eine Ausführung von elektrischen Maschinen verstanden, deren Wicklungen, beispielsweise im Stator und/oder Rotor, aus Aluminium bestehen, Aluminium aufweisen oder bestimmte Aluminiumverbindungen oder Aluminiumlegierungen aufweisen. Mit anderen Worten können die Maschinenwicklungen aus reinem Aluminium oder aus beliebigen Verbindungen oder Legierungen bestehen oder solche aufweisen, die Aluminium enthalten. Im Speziellen können die Maschinenwicklungen aus Aluminium derart ausgestaltet sein, dass diese Aluminium als Hauptbestandteil aufweisen.

Die Kopplung der elektrischen Maschine der Sekundärtriebseinrichtung an den Abtrieb des Antriebsstrangs erfolgt, wie beschrieben, über eine einstufige Getriebeeinrichtung. Dabei kann insbesondere eine feste Gangstufe zwischen der elektrischen Maschine und dem Abtrieb des Antriebsstrangs realisiert sein. Beispielsweise ist die elektrische Maschine mit einem auf der Rotorwelle oder mit der Rotorwelle verbundenen Rad mit einem Rad des Differenzials gekoppelt, zum Beispiel einem Tellerrad des Differenzials. Im Speziellen werden keine weiteren Vorübersetzungen oder weitere Getriebestufen zwischen der elektrischen Maschine der Antriebseinrichtung und dem Abtrieb des Antriebsstrangs, abgesehen von den Elementen des Differenzials, vorgesehen.

Wie beschrieben, erfolgt die Kopplung der Sekundärtriebseinrichtung, insbesondere deren elektrischer Maschine, an den Abtrieb, über die einstufige Getriebeeinrichtung. In einer Ausgestaltung des Antriebsstrangs kann vorgesehen sein, dass die Kopplung der Sekundärtriebseinrichtung an den Abtrieb trennkupplungsfrei ausgebildet ist. In der Ausgestaltung wird insbesondere vorgeschlagen, dass üblicherweise

im Stand der Technik verwendete Trennkupplungen, sogenannte „power disconnect units“ (PDU) entfallen können. Durch die effiziente Ausführung der Getriebeeinrichtung als einstufige Getriebeeinrichtung kann auf ein wahlweises Ankoppeln und Abkoppeln der Sekundärtriebseinrichtung verzichtet werden und somit der Antriebsstrang bezüglich der Ankopplung der Sekundärtriebseinrichtung weiter vereinfacht werden. Durch den Verzicht auf eine Trennkupplung wird ferner die Masse, die Bereitstellung und die Montage sowie die Steuerung des Betriebs des Antriebsstrangs, insbesondere hinsichtlich der Betriebszustände der Sekundärtriebseinrichtung, weiter vereinfacht.

In einer Weiterbildung des Antriebsstrangs kann vorgesehen sein, dass eine Gesamteffizienz der Sekundärtriebseinrichtung, insbesondere gegenüber einer Antriebseinrichtung mit Kupferwicklungen und mehrstufiger Getriebeeinrichtung, erhöht ist. Wie eingangs beschrieben, wird aufgrund der Verwendung der Maschinenwicklungen aus Aluminium die Effizienz im Betrieb der elektrischen Maschine gegenüber einer Verwendung von Kupferwicklungen zunächst reduziert. Im Stand der Technik wird jedoch eine solche elektrische Maschine üblicherweise mittels einer mehrstufigen Getriebeeinrichtung an den Abtrieb angekoppelt, sodass die Effizienz der Sekundärtriebseinrichtung des hierin beschriebenen Antriebsstrangs gegenüber solchen Antriebskonzepten geringer ist. Wie bereits beschrieben, wird insbesondere die Kombination der Maschinenwicklungen aus Aluminium mit der einstufigen Getriebeeinrichtung im Betrieb der Sekundärtriebseinrichtung, der gegenüber dem Hauptantrieb reduziert ist, ausgenutzt, um die Gesamteffizienz des Antriebsstrangs zu verbessern.

Im Speziellen kann dadurch erreicht werden, dass eine aufgrund der Maschinenwicklungen, insbesondere gegenüber Kupferwicklungen, reduzierte Effizienz der Sekundärtriebseinrichtung durch eine mittels der Getriebeeinrichtung, insbesondere gegenüber einer mehrstufigen Getriebeeinrichtung, erhöhte Effizienz zumindest ausgeglichen ist. In der beschriebenen Ausgestaltung wurde erkannt, dass die durch die Ausführung der Maschinenwicklungen aus Aluminium eingebrachten Nachteile in Bezug auf die Effizienz der Sekundärtriebseinrichtung im Betrieb gegenüber üblicherweise verwendeten Hauptantrieben deutlich weniger ins Gewicht fallen, da durch die Sekundärtriebseinrichtung lediglich ein Sekundäranteil des gesamten

Drehmoments bereitgestellt wird. Somit sind die auf die Gesamteffizienz wirkenden Nachteile gegenüber den stets reduzierten Vorteilen bezüglich der einstufigen Getriebeeinrichtung, der Massereduzierung und der Reduzierung des Aufwands gegenüber Kupferwicklungen weniger ausgeprägt, sodass die Vorteile überwiegen und die Gesamteffizienz erhöht werden kann.

In einer Ausgestaltung des Antriebsstrangs kann vorgesehen sein, dass die einstufige Getriebeeinrichtung ein mit einer Rotorwelle der elektrischen Maschine der Sekundärtriebseinrichtung gekoppeltes erstes Getriebeelement und ein mit einem Differenzial gekoppeltes zweites Getriebeelement, insbesondere ein Rad des Differenzials, aufweist. Wie beschrieben, wird die elektrische Maschine der Sekundärtriebseinrichtung über die einstufige Getriebeeinrichtung ohne Vorübersetzung mit dem Abtrieb gekoppelt, beispielsweise wird das erste Getriebeelement, zum Beispiel ein Rad auf der Rotorwelle der elektrischen Maschine, direkt mit dem Getriebeelement des Differenzials, zum Beispiel dem Rad des Differenzials, gekoppelt. Alternativ kann die einstufige Getriebeeinrichtung eine direkte Ankopplung, zum Beispiel an eine Seitenwelle, realisieren, sodass eine Ankopplung an ein Differenzial entfallen kann.

Die Sekundärtriebseinrichtung des Antriebsstrangs kann ferner dazu ausgebildet sein, den Sekundäranteil des Drehmoments in einem Unterstützungszustand auszugeben, insbesondere in einem Allradzustand und/oder einem Boost-Zustand und/oder einem Anfahrzustand und/oder einem Bergfahrzustand und/oder einem Anhängerzustand. Wie beschrieben, wird der Sekundäranteil des Drehmoments nur zeitweise, insbesondere bedarfsweise, somit kürzer und/oder betragsmäßig geringer als der Hauptanteil des Drehmoments ausgegeben. Im Speziellen kann das Drehmoment für den Antrieb des Kraftfahrzeugs durch den Hauptanteil in regulären Betriebszuständen, zum Beispiel einem Primärzyklus oder Dauerbetrieb, abgedeckt werden. In Speziellen Betriebszuständen oder Fahrsituation kann ein Unterstützungszustand eingenommen werden, in dem, insbesondere zusätzlich zu dem Hauptanteil des Drehmoments, der Sekundäranteil des Drehmoments ausgegeben wird. Ein solcher Unterstützungszustand tritt im Speziellen nur zeitweise und/oder bedarfsweise auf.

Beispielsweise kann ein solcher Unterstützungszustand ausgelöst werden, wenn in einem Allradzustand die Sekundärtriebseinrichtung Drehmoment für die Realisierung eines Allradbetriebs bereitstellt. Weiterhin kann der Unterstützungszustand in einem Boost-Zustand eingenommen werden, in dem die Sekundärtriebseinrichtung zusätzliches Drehmoment durch Ausgeben des Sekundäranteils ausgibt. Ein weiterer Unterstützungszustand kann ein Anfahrzustand darstellen, in dem mittels der Sekundärtriebseinrichtung das gesamte Drehmoment durch Ausgabe des Sekundäranteils des Drehmoments erhöht wird, um anzufahren. Weiterhin kann in einem Bergfahrzustand, beispielsweise in Abhängigkeit der Fahrbahnsteigung, zusätzlich zu dem Hauptanteil auch der Sekundäranteil des Drehmoments ausgegeben werden, um das Kraftfahrzeug am Berg zu betreiben. Eine weitere Möglichkeit stellen Anhängerzustände dar, bei dem aufgrund des gezogenen Anhängers durch das Kraftfahrzeug ein erhöhtes Drehmoment gefordert wird. Das zusätzlich zu dem Hauptanteil geforderte Drehmoment kann, insbesondere zeitweise, durch den Sekundäranteil des Drehmoments und somit durch die Sekundärtriebseinrichtung bereitgestellt werden.

Nach einer Weiterbildung des Antriebsstrangs kann vorgesehen sein, dass eine Leistungselektronikeinrichtung in Axialrichtung an der Getriebeeinrichtung oder in Radialrichtung an der elektrischen Maschine angeordnet ist. Insbesondere aufgrund der Ausführung der Getriebeeinrichtung als einstufige Getriebeeinrichtung kann die Anordnung der Leistungselektronikeinrichtung beliebig in Radialrichtung erfolgen, beispielsweise außerhalb des Stators der elektrischen Maschine bzw. außen an einem Statorgrundkörper des Stators der elektrischen Maschine. Ebenso ist es möglich, die Leistungselektronikeinrichtung in Axialrichtung benachbart zu der elektrischen Maschine anzuordnen, zum Beispiel an einer Seitenfläche der Getriebeeinrichtung.

Neben dem Antriebsstrang betrifft die Erfindung eine Sekundärtriebseinrichtung für einen zuvor beschriebenen Antriebsstrang, wobei die wenigstens eine elektrische Maschine der Sekundärtriebseinrichtung Maschinenwicklungen aus Aluminium aufweist, wobei die wenigstens eine elektrische Maschine mittels einer einstufigen Getriebeeinrichtung mit einem Abtrieb des Antriebsstrangs koppelbar oder gekoppelt ist.

Ferner betrifft die Erfindung einen elektrischen Achsantrieb, der eine solche Sekundärtriebseinrichtung aufweist. Zudem betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug, das einen zuvor beschriebenen elektrischen Achsantrieb und/oder eine zuvor beschriebene Sekundärtriebseinrichtung und/oder einen zuvor beschriebenen Antriebsstrang aufweist.

Sämtliche Vorteile, Einzelheiten und Merkmale, die in Bezug auf den Antriebsstrang beschrieben wurden, sind vollständig auf die Sekundärtriebseinrichtung, den elektrischen Achsantrieb und das Kraftfahrzeug übertragbar.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Fig. erläutert. Die Fig. sind schematische Darstellungen und zeigen:

- Fig. 1 einen Ausschnitt eines Antriebsstrangs für ein Kraftfahrzeug nach einem ersten Ausführungsbeispiel; und
- Fig. 2 einen Ausschnitt eines Antriebsstrangs für ein Kraftfahrzeug nach einem zweiten Ausführungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipdarstellung eines Antriebsstrangs 1 für ein nicht näher dargestelltes Kraftfahrzeug. Der Antriebsstrang 1 weist eine Haupttriebseinrichtung 2 auf, die beispielsweise einer Vorderachse 3 zugeordnet ist und dazu ausgebildet ist, einen Hauptanteil eines Drehmoments für den Antrieb des Kraftfahrzeugs bzw. des Antriebsstrangs 1 auszugeben. Anstelle der Vorderachse 3 kann die Haupttriebseinrichtung 2 auch einer Hinterachse zugeordnet sein. Die Haupttriebseinrichtung 2 kann eine elektrische Maschine aufweisen. Alternativ kann die Haupttriebseinrichtung 2 einen Verbrennungsmotor aufweisen. Ebenso sind Kombinationen möglich, bei denen die Haupttriebseinrichtung 2 als Hybrid ausgebildet ist und somit einen Verbrennungsmotor und wenigstens eine elektrische Maschine aufweist. Die Zuordnungen der Haupttriebseinrichtung 2 zu der Vorderachse 3 ist lediglich beispielhaft zu verstehen. Diese kann auch der Hinterachse 4 oder in Kombination sowohl der Hinterachse 4 als auch der Vorderachse 3 zugeordnet sein und ausgebildet sein, den Hauptanteil des Drehmoments entsprechend auszugeben.

Ferner weist der Antriebsstrang 1 eine Sekundärtriebseinrichtung 5 mit einer elektrischen Maschine 6 auf. Die Sekundärtriebseinrichtung 5 ist dazu ausgebildet, einen Sekundäranteil des Drehmoments mittels der elektrischen Maschine 6 zu erzeugen und auf einen Abtrieb 7 des Antriebsstrangs 1 auszugeben. Lediglich schematisch ist die Sekundärtriebseinrichtung 5 der Hinterachse 4 zugeordnet, wobei, wie bereits zuvor beschrieben, eine beliebige anderweitige Zuordnung von Haupttriebseinrichtung 2 und Sekundärtriebseinrichtung 5 möglich ist. Die Sekundärtriebseinrichtung 5 kann auch als elektrische Antriebsachse bzw. elektrischer Achsantrieb ausgeführt werden. Die Sekundärtriebseinrichtung 5 kann auch direkt einem Abtriebsselement zugeordnet werden, beispielsweise einer Seitenwelle.

Der von der Sekundärtriebseinrichtung 5 ausgegebene Sekundäranteil ist gegenüber dem Hauptanteil des Drehmoments, das von Haupttriebseinrichtung 2 ausgegeben wird, geringer. Insbesondere wird der Sekundäranteil kürzer ausgegeben als der Hauptanteil, nämlich zeitweise begrenzt, im Speziellen nur bedarfsweise. Auch betragsmäßig kann der Sekundäranteil geringer sein als der Hauptanteil des Drehmoments.

Die elektrische Maschine 6 der Sekundärtriebseinrichtung 5 weist Maschinenwicklungen auf, die aus Aluminium hergestellt sind bzw. Aluminium aufweisen. Wie beschrieben, wird unter der Formulierung „Maschinenwicklungen aus Aluminium“ jedwede Kombination verstanden, in der die Maschinenwicklungen Aluminium, insbesondere als Hauptbestandteil, aufweisen, insbesondere reines Aluminium, Aluminiumlegierungen oder Aluminiumverbindungen. Weiterhin ist ersichtlich, dass die Sekundärtriebseinrichtung 5 über eine einstufige Getriebeeinrichtung 8 mit dem Abtrieb 7 verbunden ist. Beispielsweise ist ein erstes Getriebeelement 9 auf der Rotorwelle 10 der elektrischen Maschine 6 angeordnet, das mit einem zweiten Getriebeelement 11 eines Differenzials kämmt, beispielsweise dem dem Rad des Differenzials. Die Kopplung der Sekundärtriebseinrichtung 5, insbesondere der elektrischen Maschine 6, an den Abtrieb 7 ist trennkupplungsfrei ausgeführt, d. h., dass die elektrische Maschine 6 stetig mit dem Abtrieb 7 verbunden bleibt.

Vorteilhafterweise wird durch die einstufige Ausführung sowie die Reduzierung der Masse der elektrischen Maschine 6 durch Ausführung der Maschinenwicklungen aus

Aluminium eine Erhöhung der Gesamteffizienz der Sekundärtriebseinrichtung 5 und somit des gesamten Antriebsstrangs 1 erreicht. Die Reduzierung der elektrischen Effizienz durch Verwendung von Aluminium wird insbesondere durch die zuvor beschriebene Erhöhung der Gesamteffizienz zumindest ausgeglichen oder überschritten. Gegenüber üblicherweise verwendeten elektrischen Maschinen mit Kupferwicklungen wird somit zum einen die Masse reduziert und durch die Kombination mit der einstufigen Getriebeeinrichtung 8 die Gesamteffizienz gegenüber einer Verwendung mehrstufiger Getriebeeinrichtung erhöht.

Da die Sekundärtriebseinrichtung 5 dazu verwendet wird, den Sekundäranteil auszugeben, der bezüglich des Hauptanteils betragsmäßig und zeitmäßig geringer ausgegeben wird, fallen die Auswirkungen der Maschinenwicklungen aus Aluminium bezüglich der elektrischen Effizienz weniger stark ins Gewicht. Insbesondere kann die Sekundärtriebseinrichtung 5 lediglich in Unterstützungszuständen verwendet werden, beispielsweise in einem Allradzustand und/oder einem Boost-Zustand und/oder einem Anfahrzustand und/oder einem Bergfahrzustand und/oder einem Anhängerzustand.

Vorteilhafterweise ergibt sich daraus, dass eine weniger aufwändige Ausführung der Maschinenwicklungen aus Aluminium in der elektrischen Maschine 6 der Sekundärtriebseinrichtung 5 umgesetzt werden kann, die durch die Kombination mit der einstufigen Getriebeeinrichtung 8 aufgrund der Betriebsweise der Sekundärtriebseinrichtung 5 zu einer Verbesserung der Gesamteffizienz des Antriebsstrangs 1 beiträgt und ferner eine aufwändige Ausführung der Maschinenwicklungen aus Kupfer verzichtbar macht.

In Fig. 1 ist eine Leistungselektronikeinrichtung 12 ausgebildet, die insbesondere zur Steuerung der elektrischen Maschine 6 ausgebildet ist. In Fig. 1 ist die Leistungselektronikeinrichtung 12 in Radialrichtung an der elektrischen Maschine 6 der Sekundärtriebseinrichtung 5 angeordnet. Fig. 2 zeigt hierzu ein abweichendes Ausführungsbeispiel, wobei grundsätzlich gleiche Bezugszeichen für gleiche Bauteile verwendet werden. Die Funktionsweise und sämtliche anderen Vorteile, Einzelheiten und Merkmale, die in Bezug auf den Antriebsstrang 1 von Fig. 1 beschrieben wurden, sind vollständig auf den Antriebsstrang 1 in Fig. 2 übertragbar. In Fig. 2 ist

beispielhaft die Hauptantriebseinrichtung 2 ausgeblendet. In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 2 ist die Leistungselektronikeinrichtung 12 in Axialrichtung an der Getriebeeinrichtung 8 angeordnet. Ersichtlich kann durch die einstufige Ausführung der Getriebeeinrichtung 8 eine Anordnung beliebig in Radialrichtung an der elektrischen Maschine 6, wie in Fig. 1 gezeigt, oder in Axialrichtung an der Getriebeeinrichtung 8 erfolgen, wie in Fig. 2 gezeigt.

Wie eingangs beschrieben, stellt der Antriebsstrang 1 insbesondere einen Bestandteil eines nicht näher dargestellten Kraftfahrzeugs dar. Ein solches Kraftfahrzeug kann den Antriebsstrang 1 aufweisen. Die Sekundärantriebseinrichtung 5 für einen solchen Antriebsstrang 1 kann, wie ebenfalls beschrieben, auch Bestandteil eines elektrischen Achsantriebs sein. Sämtliche Vorteile, Einzelheiten und Merkmale, die in Bezug auf den Antriebsstrang 1 beschrieben wurden, sind vollständig auf das Kraftfahrzeug, die Sekundärantriebseinrichtung 5 und den elektrischen Achsantrieb übertragbar.

Bezugszeichen

1	Antriebsstrang
2	Hauptantriebseinrichtung
3	Vorderachse
4	Hinterachse
5	Sekundärantriebseinrichtung
6	elektrische Maschine
7	Abtrieb
8	Getriebeeinrichtung
9	erstes Getriebeelement
10	Rotorwelle
11	zweites Getriebeelement
12	Leistungselektronikeinrichtung

Patentansprüche

1. Antriebsstrang (1) für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Hauptantriebseinrichtung (2), die dazu ausgebildet ist, einen Hauptanteil eines Drehmoments für einen Antrieb des Kraftfahrzeugs auszugeben und eine wenigstens eine elektrische Maschine (6) aufweisende Sekundärantriebseinrichtung (5), die dazu ausgebildet ist, einen gegenüber dem Hauptanteil zumindest temporär geringeren Sekundäranteil des Drehmoments für den Antrieb des Kraftfahrzeugs mittels der wenigstens einen elektrischen Maschine (6) auszugeben, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine elektrische Maschine (6) der Sekundärantriebseinrichtung (5) Maschinenwicklungen aus Aluminium aufweist, wobei die wenigstens eine elektrische Maschine (6) mittels einer einstufigen Getriebeeinrichtung (8) mit einem Abtrieb (7) des Antriebsstrangs (1) gekoppelt ist.
2. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Koppelung der Sekundärantriebseinrichtung (5) an den Abtrieb (7) trennkupplungsfrei ausgebildet ist.
3. Antriebsstrang (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gesamteffizienz der Sekundärantriebseinrichtung (5), insbesondere gegenüber einer Antriebseinrichtung mit Kupferwicklungen und mehrstufiger Getriebeeinrichtung, erhöht ist.
4. Antriebsstrang (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine aufgrund der Maschinenwicklungen, insbesondere gegenüber Kupferwicklungen, reduzierte Effizienz der Sekundärantriebseinrichtung (5) durch eine mittels der Getriebeeinrichtung (8), insbesondere gegenüber einer mehrstufigen Getriebeeinrichtung, erhöhte Effizienz zumindest ausgeglichen ist.
5. Antriebsstrang (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die einstufige Getriebeeinrichtung (8) ein mit einer Rotorwelle (10) der elektrischen Maschine (6) der Sekundärantriebseinrichtung (5) gekoppeltes erstes Getriebeelement (9) und ein mit einem Differenzial

gekoppeltes zweites Getriebeelement (11), insbesondere ein Rad des Differenzials, aufweist.

6. Antriebsstrang (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Sekundärtriebseinrichtung (5) dazu ausgebildet ist, in Sekundäranteil des Drehmoments in einem Unterstützungszustand auszugeben, insbesondere in einem Allradzustand und/oder einem Boost-Zustand und/oder einem Anfahrzustand und/oder einem Bergfahrzustand und/oder einem Anhängerzustand.
7. Antriebsstrang (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Leistungselektronikeinrichtung (12) in Axialrichtung an der Getriebeeinrichtung (8) oder in Radialrichtung an der elektrischen Maschine (6) angeordnet ist.
8. Sekundärtriebseinrichtung (5) für einen Antriebsstrang (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine elektrische Maschine (6) der Sekundärtriebseinrichtung (5) Maschinenwicklungen aus Aluminium aufweist, wobei die wenigstens eine elektrische Maschine (6) mittels einer einstufigen Getriebeeinrichtung (8) mit einem Abtrieb (7) des Antriebsstrangs (1) koppelbar oder gekoppelt ist.
9. Elektrischer Achsantrieb, umfassend wenigstens eine Sekundärtriebseinrichtung (5) nach dem vorangehenden Anspruch.
10. Kraftfahrzeug, umfassend einen elektrischen Achsantrieb nach dem vorangehenden Anspruch und/oder eine Sekundärtriebseinrichtung (5) nach Anspruch 8 und/oder einen Antriebsstrang (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7.

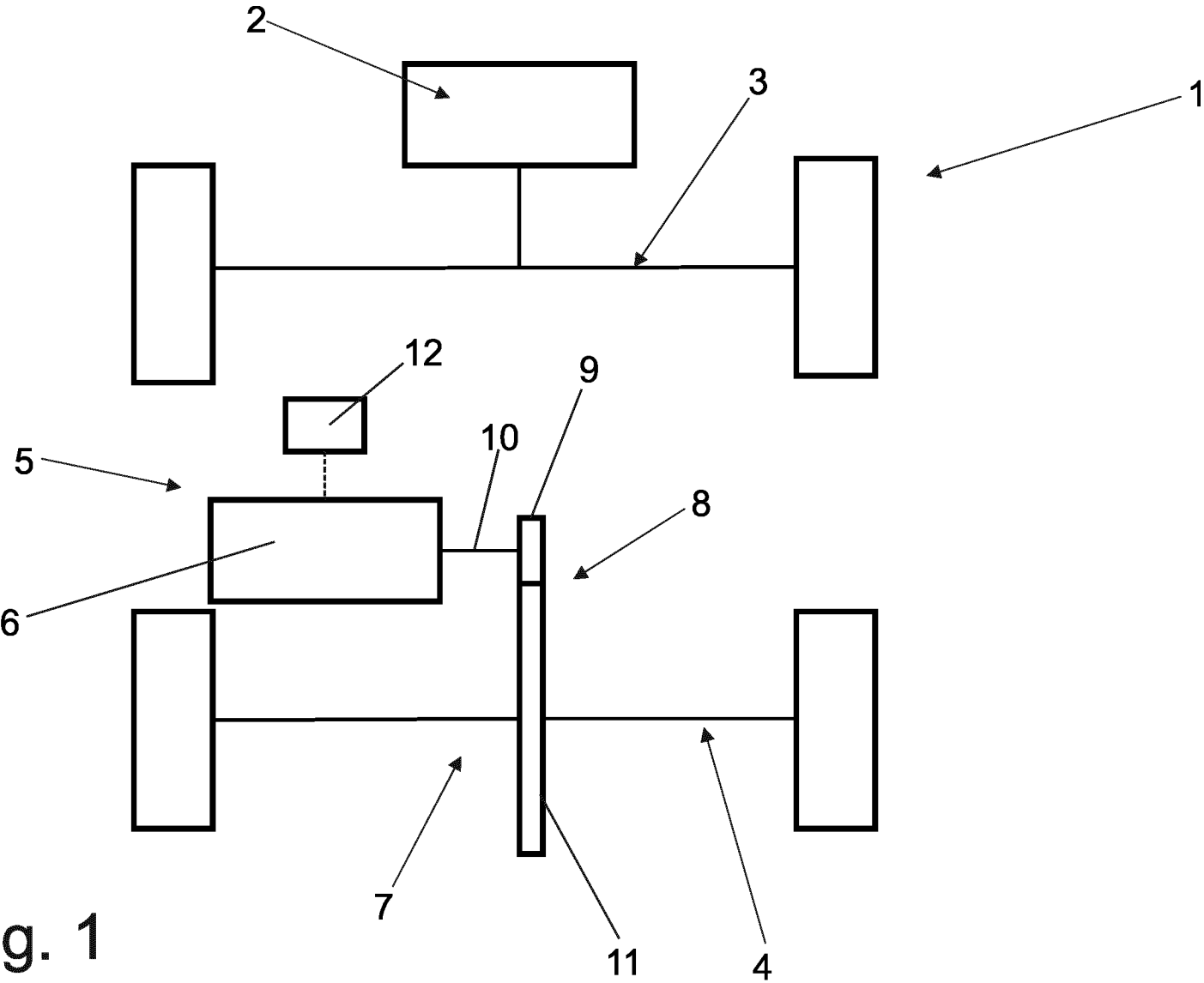
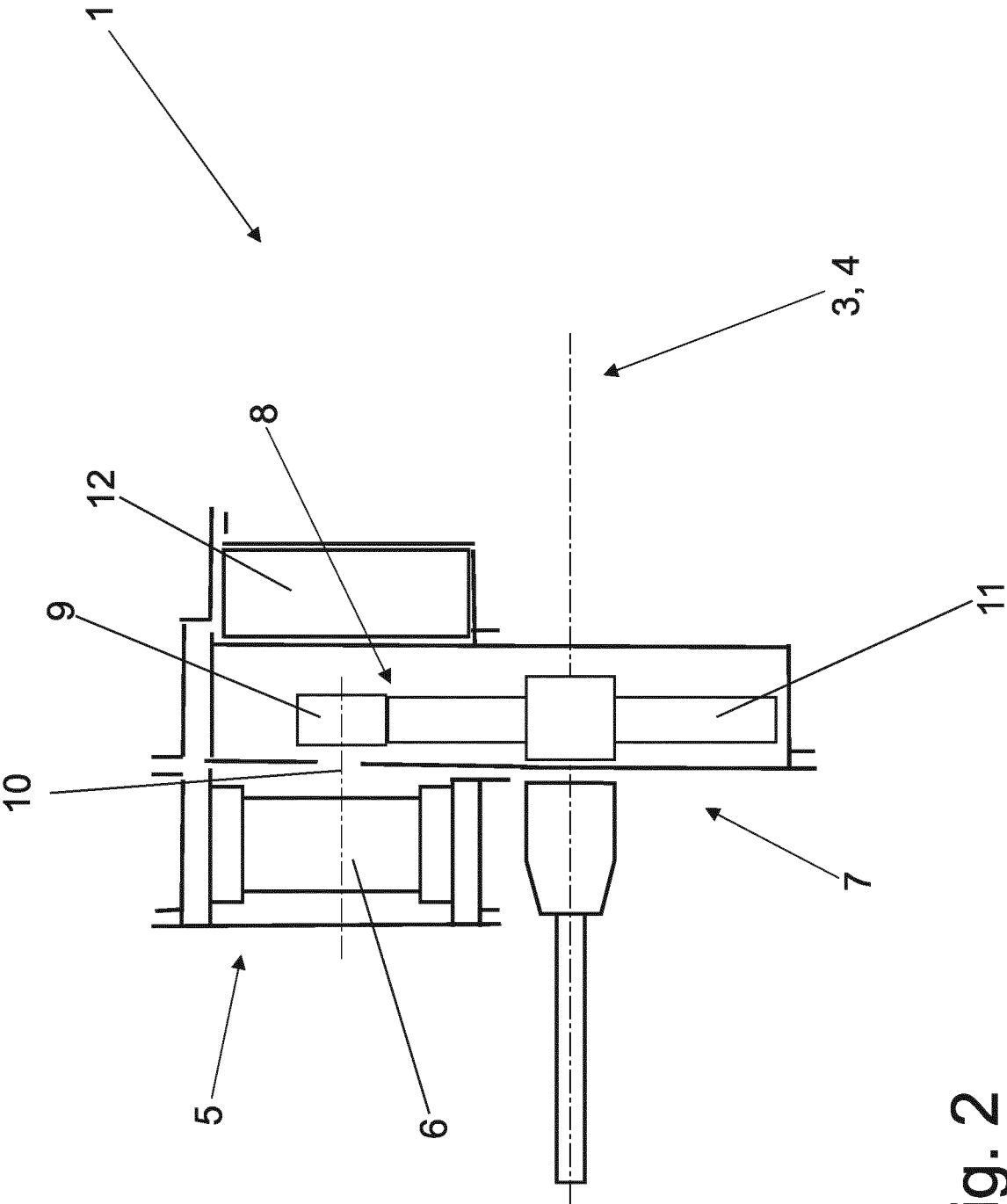


Fig. 1



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60L 15/20**(2006.01)i; **B60K 6/52**(2007.10)i; **B60K 7/00**(2006.01)i; **B60W 20/19**(2016.01)i; **B60W 50/08**(2020.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L; B60W; B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2011192666 A1 (SCHMID JOCHEN [DE] ET AL) 11 August 2011 (2011-08-11) paragraphs [0010], [0015], [0033] figures 1, 2	1-10
Y	US 2018273016 A1 (XU LIMIN [CN]) 27 September 2018 (2018-09-27) paragraphs [0117], [0196]	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 August 2024

Date of mailing of the international search report

11 September 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Wirth, Sebastian

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/065166

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2011192666	A1	11 August 2011	CN	102145647	A	10 August 2011
				DE	102010007632	A1	11 August 2011
				JP	2011178385	A	15 September 2011
				US	2011192666	A1	11 August 2011
US	2018273016	A1	27 September 2018	EP	3386080	A1	10 October 2018
				US	2018273016	A1	27 September 2018
				WO	2017091918	A1	08 June 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L15/20 B60K6/52 B60K7/00 B60W20/19 B60W50/08 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L B60W B60K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2011/192666 A1 (SCHMID JOCHEN [DE] ET AL) 11. August 2011 (2011-08-11) Absätze [0010], [0015], [0033] Abbildungen 1, 2 -----	1 - 10
Y	US 2018/273016 A1 (XU LIMIN [CN]) 27. September 2018 (2018-09-27) Absätze [0117], [0196] -----	1 - 10
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 30. August 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 11/09/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Wirth, Sebastian

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/065166

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011192666 A1	11-08-2011	CN 102145647 A	10-08-2011
		DE 102010007632 A1	11-08-2011
		JP 2011178385 A	15-09-2011
		US 2011192666 A1	11-08-2011

US 2018273016 A1	27-09-2018	EP 3386080 A1	10-10-2018
		US 2018273016 A1	27-09-2018
		WO 2017091918 A1	08-06-2017
