(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
23. Mai 2019 (23.05.2019)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/096440 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 11/18 (2006.01) *B60L 15/02* (2006.01)
B60L 15/00 (2006.01) *B60K 6/52* (2007.10)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/025178

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Juni 2018 (27.06.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 126 704.2
14. November 2017 (14.11.2017) DE

(71) Anmelder: **DR. ING. H.C. F. PORSCHE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Porscheplatz 1, 70435 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **GÖTZ, Stefan**; Schützenweg 5, 85659 Forstern (DE). **KACETL, Jan**; Weinstrasse 24, 74376 Gemmrigheim (DE). **KACETL, Thomas**; Weinstrasse 24, 74376 Gemmrigheim (DE).

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

(54) **Title:** ENERGY TRANSMISSION IN THE ZERO SYSTEM

(54) **Bezeichnung:** ENERGIEÜBERTRAGUNG IM NULLSYSTEM

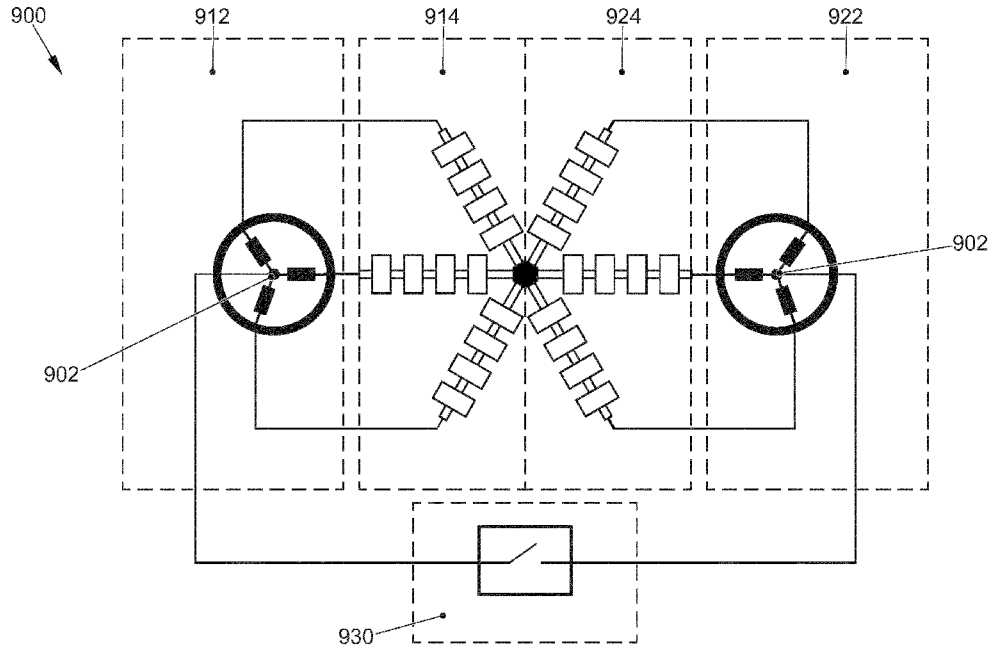


Fig. 9

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for an energy transmission between at least two energy stores (914, 924) in a respective zero system of at least two n-phase electric machines (912, 922), in which one respective n-phase electric machine (912, 922) comprises a field winding, which is brought together at a star point. The respective field winding is provided with n-windings corresponding to respective n-phases and has a neutral point (902), a respective energy store (914, 924) is assigned, and an electric connection is established in terms of circuitry between windings of corresponding phases, or between the neutral points (902) of the respective field windings of the at least two n-phase electric machines (912, 922) and a respective identical pole of the energy stores (914, 924), as a result of which an energy transmission between the at least two energy stores (914, 924), which have a different charge state, is carried out.

WO 2019/096440 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

— *mit geänderten Ansprüchen gemäss Artikel 19 Absatz 1*

(57) Zusammenfassung: Verfahren zu einer Energieübertragung zwischen mindestens zwei Energiespeichern (914, 924) in einem jeweiligen Nullsystem mindestens zweier N-phasiger elektrischer Maschinen (912, 922), bei dem einer jeweiligen N-phasigen elektrischen Maschine (912, 922), die eine in einem Sternpunkt zusammengeführte Feldwicklung umfasst, wobei die jeweilige Feldwicklung zu jeweils N Phasen entsprechend N Wicklungen und einen Neutralpunkt (902) aufweist, ein jeweiliger Energiespeicher (914, 924) zugeordnet wird und eine elektrische Verbindung zwischen Wicklungen sich entsprechender Phasen oder zwischen den Neutralpunkten (902) der jeweiligen Feldwicklungen der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen (912, 922) und einem jeweiligen gleichen Pol der Energiespeicher (914, 924) schaltungstechnisch hergestellt wird, wodurch eine Energieübertragung zwischen den mindestens zwei Energiespeichern (914, 924), die einen unterschiedlichen Ladezustand aufweisen, durchgeführt wird.

Energieübertragung im Nullsystem

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und ein System zu einer Energieübertragung zwischen mindestens zwei Energiespeichern über jeweilige Nullsysteme N-phasiger Elektromotoren.

Bei einem elektrisch betriebenen Kraftfahrzeug mit jeweils einem Elektromotor an einer Vorderachse und an einer Hinterachse weisen die jeweiligen Elektromotoren ein eigenes Wechselstromsystem auf. Grund dafür sind unterschiedliche Einwirkungen auf Vorder- und Hinterachse bspw. während Kurvenfahrten oder instabilen Fahrsituationen, z.B. bei Driften oder Gleiten. Außerdem bedingt eine starke Beschleunigung eine Verschiebung eines Kraftfahrzeugschwerpunkts Richtung Hinterachse, bzw. ein starkes Bremsen eine Verschiebung Richtung Vorderachse, wodurch sich ein aufzubringendes bzw. aufgebrachtes Drehmoment in dem jeweiligen Elektromotor erhöht, und, damit gleichbedeutend bezogen auf Leistungsflüsse aus einem Energiespeicher, ein erhöhter Leistungszufluss auf den Elektromotor der Hinterachse bzw. ein erhöhter Leistungsabfluss hin zu einem Energiespeicher, eine sogenannte Rekuperation, stattfindet.

Gewöhnlich besitzen elektrische Kraftfahrzeuge einen einzigen Energiespeicher, um die jeweiligen Elektromotoren der Vorder- und Hinterachse über einen jeweiligen Wechselrichter zu versorgen. Gemeinhin wird als Elektromotor ein jeweiliger Drehstrommotor eingesetzt, wobei ein Wechselrichter aus einem durch den Energiespeicher bereitgestellten Gleichstrom einen Drehstrom für den jeweiligen Drehstrommotor erzeugt. Da Leistungszuflüsse oder Leistungsabflüsse von den jeweiligen Drehstrommotoren auf den gleichen Energiespeicher einwirken, ist ein Ladezustand des Energiespeichers nur von einer insgesamt entnommenen oder eingespeisten Energie abhängig.

Ist für einen jeweiligen Elektromotor der Vorder- und Hinterachse auch ein jeweiliger Energiespeicher vorhanden, ist der jeweilige Ladezustand abhängig von einer an der jeweiligen Achse auftretenden Last. Da ein Beschleunigungsvorgang hauptsächlich zu einem Leistungsabfluss von einem dem Elektromotor für die Hinterachse zugewiesenen Energiespeicher, und ein Bremsvorgang hauptsächlich zu einem Leistungszufluss zu einem dem Elektromotor für die Vorderachse zugewiesenen Energiespeicher führt, wächst mit zunehmender Fahrtdauer eine Differenz der Ladezustände der jeweiligen Energiespeicher, was die Notwendigkeit eines Energieübertrags zwischen den Energiespeichern aufbringt, um gegebenenfalls eine Reichweite des Kraftfahrzeugs nicht durch eine unterschiedliche Entladung der Energiespeicher zu beschränken. Verfahren zu einem Energieübertrag sind zwar bekannt, allerdings bislang sehr ineffektiv.

Die Druckschrift US 2012/112674 A offenbart ein Verfahren, um über einen einem Drehstrommotor zugewiesenen Wechselrichter, der ein Pulsweitenmodulationsverfahren ausführt, mittels Aufmodulation eines Signals einen Leistungsfluss zu dem Drehstrommotor zu steuern. Das Aufmodulieren eines Signals kann auch aus der Einspeisung einer dritten harmonischen Oberschwingung bestehen.

In der Druckschrift DE 10 2013 200 674 wird ein Fahrzeug beschrieben, welches über zwei Teilbordnetze und einen einem Statorsystem eines mehrphasigen Elektromotors zugeordneten Wechselrichter verfügt, wobei der Wechselrichter dem ersten Teilbordnetz zugeordnet ist. Über einen Neutralpunkt, auch Sternpunkt genannt, des in einer Sternschaltung ausgeführten Stators können mit dem zweiten Teilbordnetz Ströme und damit Energie ausgetauscht werden.

Die Druckschrift WO 2016/17411 7A1 beschreibt einen Energiespeicher, der aus mehreren Batteriemodulen besteht, die sich unter anderem zu einer Sternpunktformation zusammenschalten lassen, bei der drei aus mindestens einem Batteriemodul bestehende Stränge gebildet werden, mit denen entsprechend drei Phasen eines Drehstroms zum Betrieb eines jeweiligen Drehstrommotors gebildet werden.

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zu einer gegenüber dem Stand der Technik höheren Leistungsübertragung zwischen zwei Energiespeichern bereitzustellen, die jeweilig einem jeweiligen Elektromotor zugewiesen sind und einen unterschiedlichen Ladezustand aufweisen. Ferner ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein entsprechendes System zur Durchführung eines solchen Verfahrens bereitzustellen.

Zur Lösung der voranstehend genannten Aufgabe wird ein Verfahren zu einer Energieübertragung zwischen mindestens zwei Energiespeichern in einem jeweiligen Nullsystem mindestens zweier N-phasiger elektrischer Maschinen, bei dem einer jeweiligen N-phasigen elektrischen Maschine, die eine in einem Sternpunkt zusammengeführte Feldwicklung umfasst, wobei die jeweilige Feldwicklung zu jeweils N Phasen entsprechend N Wicklungen und einen Neutralpunkt aufweist, ein jeweiliger Energiespeicher zugeordnet wird und eine elektrische Verbindung zwischen Wicklungen sich entsprechender Phasen oder zwischen den Neutralpunkten der jeweiligen Feldwicklungen der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen und einem jeweiligen gleichen Pol der Energiespeicher schaltungstechnisch hergestellt wird, wodurch eine Energieübertragung zwischen den mindestens zwei Energiespeichern, die einen unterschiedlichen Ladezustand aufweisen, durchgeführt wird. Zu einer Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als jeweilig gleicher Pol für alle Energiespeicher entweder ein jeweiliger Pluspol oder ein jeweiliger Minuspol gewählt. Neben der Realisierung des Verfahrens bei einem Personenkraftwagen, bei dem jeweils eine elektrische Maschine samt zugeordnetem Energiespeicher für eine Vorder- und eine Hinterachse vorgesehen ist, ist auch eine Realisierung für einen dreiachsigen Lastkraftwagen denkbar, bei dem entsprechend drei elektrische Maschinen samt jeweils zugeordneten Energiespeichern vorgesehen sind, oder für ein System, bei dem für jedes einzelne Rad eines Kraftfahrzeugs jeweils eine elektrische Maschine samt zugeordnetem Energiespeicher vorgesehen ist.

Die N-phasige elektrische Maschine wird als Energiewandler verstanden, bei dem es sich um einen Elektromotor oder um einen Generator handelt, je nachdem, ob elektrische Leistung in mechanische Leistung überführt wird oder umgekehrt. Zum Betrieb ist ein N-phasiger Wechselstrom notwendig, der bspw. bei N=3 Phasen einem Drehstrom entspricht. Durch eine aus dem Stand der Technik bekannte Symmetrische-Komponenten-Methode lässt sich ein N-phasiges Wechselstromsystem in N Komponenten zerlegen, die jeweilig zu einem aufgebrachten Drehmoment beitragen oder nicht beitragen. Diejenigen Komponenten, welche nicht zum Drehmoment beitragen, vom Fachmann auch als zero-sequence components bezeichnet, lassen sich in einem sogenannten Nullsystem zusammenfassen. Im Falle des Drehstroms erhält man bspw. ein sogenanntes Mitsystem, welches sich mit einem Drehfeld mitbewegt, ein sogenanntes Gegensystem, welches dem Drehfeld entgegenläuft, und eben das Nullsystem. Das Nullsystem stellt einen Freiheitsgrad dar, über den Energie von einem ersten Energiespeicher durch die Feldwicklung der elektrischen Maschine transferiert werden kann, ohne dabei eine elektromechanische Energieumwandlung zu beeinflussen. Um diese Energie auf einen zweiten Energiespeicher, der selbst einer zweiten elektrischen Maschine zugeordnet ist, zu übertragen, müssen entweder Wicklungen sich entsprechender Phasen oder die Neutralpunkte der jeweiligen Feldwicklungen der beiden elektrischen Maschinen miteinander verbunden werden. Ein Energiefluss zwischen den Energiespeichern ist dann nur noch durch den Potentialunterschied der Energiespeicher bestimmt.

In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zu der schaltungstechnischen Herstellung der elektrischen Verbindung ein jeweiliger Schalter zwischen Wicklungen sich entsprechender Phasen oder zwischen den Neutralpunkten der jeweiligen Feldwicklungen angeordnet. Die Ausnahme bildet ein System mit zwei Energiespeichern, in dem nur ein Schalter benötigt wird. Es ist denkbar, dass eine mit einem Computerprozessor und einem auf dem Computerprozessor laufenden Computerprogramm ausgestattete Steuereinheit, die auch einen jeweiligen Energiespeicher zum Betreiben einer ihm zugeordneten N-phasigen elektrischen Maschine steuert und damit auch die Einspeisung der N-ten harmonischen

Oberschwingung vornimmt, den jeweiligen Schalter dementsprechend steuert, d.h. den sonst geschlossenen Schalter zu Zeitpunkten der Einspeisung einer N-ten harmonischen Oberschwingung öffnet.

In einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Wicklungen sich entsprechender Phasen oder die Neutralpunkte der jeweiligen Feldwicklungen elektrisch fest miteinander verdrahtet und ein jeweiliger Schalter in den Verbindungen zwischen einem jeweiligen gleichen Pol der mindestens zwei Energiespeicher angeordnet. Die Ansteuerung der jeweiligen Schalter erfolgt auf die gleiche wie im voranstehenden Absatz beschriebene Art und Weise. Generell können die jeweiligen Schalter an einem beliebigen Ort eines die Verbindung zwischen den jeweiligen Feldwicklungen einschließenden Stromkreises eingebracht werden, ohne jedoch bei Öffnung ein ihnen zugeordnetes System aus elektrischer Maschine und der elektrischen Maschine zugeordnetem Energiespeicher außer Funktion zu setzen.

In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird nur zu einem Zeitpunkt, bei dem keine Spannungsbelastung in den jeweiligen Nullsystemen der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen vorhanden ist, die schaltungstechnische Verbindung hergestellt. Hintergrund ist, dass im Stand der Technik das Nullsystem auch dazu eingesetzt wird, eine höhere Phasen-Phasenspannung zu erzeugen als es mit einem fixen Sternpunkt möglich wäre, in dem auf den Komponenten des Nullsystems eine harmonische Oberschwingung einer Grundschwingung der Versorgungsspannung eingespeist wird. Bei einer N-phasigen elektrischen Maschine entspricht dies der Einspeisung einer N-ten harmonischen Oberschwingung einer Grundschwingung der Versorgungsspannung. Wird hierzu eine dritte harmonische Oberschwingung gewählt, bezeichnet dies ein Fachmann als third-harmonic injection. Da dies im Nullsystem geschieht, bleibt ein Potentialunterschied der N Phasen untereinander unverändert, wohingegen sich ein effektiver Wert der Versorgungsspannung und damit das Spannungspotential in jeder einer Phase zugeordneten Wicklung und am Neutralpunkt des Sternpunktes erhöht. Dies würde zu nicht steuerbaren Stromflüssen innerhalb von

Feldwicklungen derjenigen elektrischen Maschinen führen, die in diesem Moment miteinander verbunden sind. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, während dem Auftreten der Einspeisung eine schaltungstechnische Trennung der Verbindung mit einer betroffenen Maschine vorzunehmen, bzw. danach die Verbindung wieder herzustellen.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Schalter als ein Halbleiterschalter, insbesondere ein bidirektionaler Halbleiterschalter, oder als ein mechanischer Schalter gewählt. Vorteilhaft handelt es sich um einen durch eine Steuereinheit steuerbaren Schalter. Es kann sich dabei auch um einen Trennschalter handeln, der dazu ausgebildet ist, zwar keinen bestehenden Strom zu unterbrechen, aber bei Aktivierung keinen neu fließenden Strom zulässt. Vorteilhaft kann ein solcher Trennschalter dazu eingesetzt werden, einen Ausgleich unterschiedlicher Ladezustände der Energiespeicher zu ermöglichen und sich danach zu öffnen. Dies entspricht auch einem Einsatz von Halbleiterschaltern, bspw. Thyristoren, welche einen Ausschaltvorgang solange nicht gestatten, bis ein fließender Strom stoppt oder die Fließrichtung ändert.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird durch Kontrolle eines Potentialunterschieds, bspw. feststellbar durch eine jeweilige Spannungsmessung gegenüber einem gemeinsamen Massepotential und durch den jeweiligen Wechselrichter regelbar, zwischen den N-phasigen elektrischen Maschinen ein Energiefluss gesteuert. Eine Größe des Energieflusses bestimmt den durch den jeweiligen Schalter fließende Strom.

In einer noch weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Energiefluss auf einen vorgegebenen Wert begrenzt. Der Energiefluss findet durch einen durch die Wicklungen der jeweiligen Feldwicklung fließenden Strom statt, wobei der Strom zwar nicht zum Drehmoment in der elektrischen Maschine beiträgt, jedoch aber zu Verlusten in den in der Regel aus Kupfer bestehenden Wicklungen führt, die sich in einer Erwärmung der Wicklungen manifestieren. Um diese Wärmeverluste zu vermeiden, wird der Energiefluss auf eine Minimallast der jeweiligen elektrischen Maschine begrenzt.

In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter geöffnet, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine durch eine Einspeisung einer N-ten harmonischen Oberschwingung einer Grundschwingung einer Versorgungsspannung hervorgerufen wird. Die Einspeisung kann bspw. durch ein auf einem Wechselrichter ausgeführtes Pulsweitenmodulationsverfahren erfolgen.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter geöffnet, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine durch eine generatorische Rückwirkung, vom Fachmann mit back-EMF, abgekürzt für back electromotive force, bezeichnet, der ersten N-phasigen elektrischen Maschine hervorgerufen wird.

In einer noch weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter geöffnet, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine durch einen durch Schaltvorgänge im der ersten N-phasigen elektrischen Maschine zugeordneten Energiespeicher erzeugten Stoßstrom hervorgerufen wird. Die Schaltvorgänge können bspw. durch den voranstehend erwähnten Wechselrichter oder durch direktes Verschalten einzelner Batteriemodule bedingt sein.

In einer noch weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden als jeweiliger Energiespeicher mindestens N Batteriemodule, die jeweilig mindestens zwei Leistungsschalter und mindestens eine mit den Leistungsschaltern verbundene Energiezelle umfassen, gewählt. Die jeweiligen Batteriemodule können über die

Leistungsschalter mittels einer Steuereinheit aktiv verschaltet werden, so dass sie bspw. ein Pulsweitenmodulationsverfahren zum Betrieb der zugeordneten N-phasigen elektrischen Maschine ausführen. Ein bei einer passiven Batterie notwendiger Wechselrichter entfällt in diesem Fall.

Ferner wird ein System beansprucht, das mindestens zwei Energiespeicher, mindestens zwei jeweils mit einem Energiespeicher der mindestens zwei Energiespeicher betriebene und den jeweiligen Energiespeichern zugeordnete N-phasige elektrische Maschinen, mindestens eine mit einem Computerprozessor und einem auf dem Computerprozessor laufenden Computerprogramm ausgestattete Steuereinheit, welche einen jeweiligen Energiespeicher zum Betreiben der ihm jeweils zugeordneten N-phasigen elektrischen Maschine steuert, sowie mindestens einen Schalter umfasst, und dazu ausgelegt ist, ein voranstehend beschriebenes Verfahren auszuführen.

In Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems umfasst ein jeweiliger Energiespeicher ein Energiemodul und einen Wechselrichter, wobei der Wechselrichter dazu konfiguriert ist, aus einem von dem Energiemodul bereitgestellten Gleichstrom N Phasen eines zum Betreiben einer N-phasigen elektrischen Maschine notwendigen Wechselstroms zu generieren.

In weiterer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Systems, umfasst ein jeweiliger Energiespeicher mindestens N Batteriemodule, wobei das Batteriemodul mindestens zwei Leistungsschalter und mindestens eine mit den mindestens zwei Leistungsschaltern elektrisch verbundene Energiezelle umfasst. Dies können bspw. Batteriemodule nach dem Prinzip einer Multilevelkonverter-Technologie, wie sie bspw. in der Druckschrift DE 10 2010 052 934 A1 offenbart wurde, sein.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und der beiliegenden Zeichnung.

Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben, gleichen Komponenten sind dieselben Bezugszeichen zugeordnet.

Figur 1 zeigt in schematischer Darstellung gemäß dem Stand der Technik zwei einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesene Antriebsysteme, die keine elektrische Verbindung aufweisen.

Figur 2 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung zweier einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesener Antriebsysteme.

Figur 3 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung mit einem Schalter zwischen den jeweiligen Elektromotoren und festverdrahteten Minuspolen der jeweiligen Energiespeicher.

Figur 4 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung mit einer festverdrahteten Verbindung zwischen den Elektromotoren und einem Schalter zwischen den Minuspolen der jeweiligen Energiespeicher.

Figur 5 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung mit festverdrahteten Pluspolen der jeweiligen Energiespeicher und einem Schalter zwischen den jeweiligen Elektromotoren.

Figur 6 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung mit einer festverdrahteten Verbindung zwischen den Elektromotoren und einem Schalter zwischen den Pluspolen der jeweiligen Energiespeicher.

Figur 7 zeigt in schematischer Darstellung zwei Ausführungsformen einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung mit einem Schalter zwischen verschiedenen Wicklungen gleicher Phase der jeweiligen Feldwicklungen der Elektromotoren und festverdrahteten Minuspolen der jeweiligen Energiespeicher.

Figur 8 zeigt in schematischer Darstellung einen Multilevelkonverter, der in zwei separate Energiespeicher für ein jeweiliges Antriebssystem geschaltet wurde.

Figur 9 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung eines in zwei Energiespeicher aufgeteilten Multilevelkonverters für zwei einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesene Antriebsysteme mit einem Schalter zwischen einer Verbindung der Neutralpunkte der jeweiligen Elektromotoren.

Figur 10 zeigt in schematischer Darstellung eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung eines in zwei Energiespeicher aufgeteilten Multilevelkonverters für zwei einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesene Antriebsysteme mit einem Schalter zwischen verschiedenen Wicklungen gleicher Phase der jeweiligen Feldwicklungen der Elektromotoren.

In Figur 1 wird in schematischer Darstellung 100 gemäß dem Stand der Technik zwei einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesene Antriebssysteme 110, 120, die keine elektrische Verbindung aufweisen, gezeigt. Ein jeweiliges Antriebssystem besteht aus einem Energiespeicher 114, 124 und einer N-phasigen elektrischen Maschine 112, 122. Der jeweilige Energiespeicher 114, 124 besteht aus einem Energiemodul 116, 126

und einem Wechselrichter 115, 125, der aus der Gleichspannung der Energiemodule 116, 126 eine N-phasige Wechselspannung für eine Feldwicklung 113, 123 der N-phasigen elektrischen Maschine 112, 122 bildet.

In Figur 2 wird in schematischer Darstellung 200 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung zweier einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesener Antriebsysteme 110, 120 gezeigt. Ein Minuspol 218 des Energiemoduls 116 ist mit dem Minuspol 228 des Energiemoduls 126 durch eine festverdrahtete Verbindung 202 verbunden. Ebenfalls miteinander verbunden durch eine festverdrahtete Verbindung 204 ist ein Neutralpunkt 217 der Feldwicklung 113 mit einem Neutralpunkt 227 der Feldwicklung 123. Liegt ein unterschiedlicher Ladezustand der Energiemodule 116 und 126 vor, findet über das jeweilige Nullsystem der ansonsten sich im laufendem Betrieb befindlichen N-phasigen elektrischen Maschinen 112 und 122 ein Energietransfer zwischen den jeweiligen Energiespeichern 114 und 124 statt.

In Figur 3 wird in schematischer Darstellung 300 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung zweier einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesener Antriebsysteme 110, 120 gezeigt. Während jeweilige Minuspole der Batterien 116 und 126 durch eine feste Verbindung 302 miteinander verdrahtet sind, befindet sich zwischen Neutralpunkten der jeweiligen Feldwicklungen 113 und 123 ein Schalter 330. Liegt in einer der N-phasigen elektrischen Maschinen 112 und 122 eine Spannungsbelastung vor, bspw. durch Einspeisung einer dritten harmonischen Oberschwingung der Grundschwingung einer Versorgungsspannung der entsprechenden Feldwicklung 113 bzw. 123, muss der Schalter 330 geöffnet sein, um nichtsteuerbare Stromflüsse zu vermeiden. Ansonsten kann bei einem geschlossenen Schalter 330 über die jeweiligen Nullsysteme der ansonsten sich im laufendem Betrieb befindlichen N-phasigen elektrischen Maschinen 112 und 122 ein Energietransfer zwischen den jeweiligen Energiespeichern 114 und 124 stattfinden.

In Figur 4 wird in schematischer Darstellung 400 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung zweier einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesener Antriebsysteme 110 und 120 gezeigt. Im Vergleich mit Figur 3 liegt eine fest verdrahtete Verbindung 404 zwischen den Neutralpunkten der jeweiligen Feldwicklungen 113 und 123 vor. Der einen Energieübertrag zwischen den beiden Energiespeichern 114, 124 unterbrechende Schalter 330 ist zwischen einer Verbindungsleitung 402 der beiden Minuspole der Energiespeicher 114, 124 angeordnet. Generell kann ein Schalter 330 an einem beliebigen Ort eines die Verbindung zwischen den jeweiligen Feldwicklungen 113, 123 einschließenden Stromkreises eingebracht werden, wobei er jedoch so angeordnet sein muss, dass er bei Öffnung ein ihm zugeordnetes System aus jeweiligem Energiespeicher 114, 124 und diesem jeweils zugeordneter elektrischer Maschine 112, 122 nicht außer Funktion setzt.

In Figur 5 wird in schematischer Darstellung 500 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung zweier einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesener Antriebsysteme 110 und 120 gezeigt, wobei ein Pluspol 519 des Energiemoduls 116 mit einem Pluspol 529 des Energiemoduls 126 durch eine festverdrahtete Verbindung 502 verbunden ist. Zwischen den Neutralpunkten der jeweiligen Feldwicklungen 113 und 123 befindet sich ein Schalter 330.

In Figur 6 wird in schematischer Darstellung 600 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung zweier einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesener Antriebsysteme 110 und 120 mit einer festverdrahteten Verbindung 204 zwischen den Neutralpunkten der jeweiligen Feldwicklungen 113 und 123 gezeigt. Der einen Energieübertrag zwischen den beiden Energiespeichern 114, 124 unterbrechende Schalter 330 ist in einer Verbindungsleitung der beiden Pluspole 519 und 529 der Energiemodule 116 und 126 angeordnet.

In Figur 7 werden in schematischer Darstellung zwei Ausführungsformen einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung 701 und 702 zweier einer jeweiligen Achse

eines Kraftfahrzeugs zugewiesener Antriebsysteme 110 und 120 gezeigt, wobei jeweils ein Schalter 330 zwischen verschiedenen Wicklungen 711, 721 und 712, 722 gleicher Phase der jeweiligen Feldwicklungen der Elektromotoren angeordnet ist und die Minuspole 218 und 228 der jeweiligen Energiespeicher über eine Verbindung 202 fest miteinander verdrahtet sind. In der Verschaltung 701 ist der Schalter 330 in der Verbindung zu einem Anschluss an die Wicklung 711 der Feldwicklung im Antriebssystem 110 und einem Anschluss an die Wicklung 721 der Feldwicklung im Antriebssystem 120 angeordnet. In der Verschaltung 702 ist der Schalter 330 in der Verbindung zu einem Anschluss an die Wicklung 712 der Feldwicklung im Antriebssystem 110 und einem Anschluss an die Wicklung 722 der Feldwicklung im Antriebssystem 120 angeordnet. Generell sind N solcher Anschlussmöglichkeiten bei einem N-phasigen Elektromotor denkbar.

In Figur 8 wird in schematischer Darstellung 800 ein Multilevelkonverter gezeigt, der in zwei separate Energiespeicher für entsprechend zwei Antriebssysteme geschaltet wurde und einen Spezialfall für ein aus getrennten Energiespeichern bestehendes System darstellt. Der Multilevelkonverter umfasst eine Mehrzahl an Batteriemodulen 802, wobei die Batteriemodule 802 jeweils mindestens zwei Leistungsschalter und mindestens eine mit den mindestens zwei Leistungsschaltern elektrisch verbundene Energiezelle aufweisen. Sind pro Batteriemodul 802 mehrere Energiezellen vorhanden, so sind diese untereinander in einer vorbestimmten seriell-parallelen Konfiguration fest verdrahtet. Die Batteriemodule 802 sind pro Antriebssystem in N Strängen 804 angeordnet, die die jeweiligen Phasen bilden. Bei dem hier gezeigten Beispiel mit einem Drehstrommotor 812 und einem Drehstrommotor 822 handelt es sich um N=3 Phasen, die für den Drehstrommotor 812 an den Strangendpunkten 814, 816 und 818 vorliegen, und für Drehstrommotor 822 an den Strangendpunkten 824, 826 und 828 vorliegen. Die Leistungsschalter der Batteriemodule 802 erlauben eine Änderung einer Konfiguration der Batteriemodule 802 untereinander bei laufendem Betrieb. Die gezeigte Konfiguration des Multilevelkonverters ist genauso wie die in Figur 1 gezeigte Darstellung 100 von

unterschiedlicher Entladung durch unterschiedlich auftretende Belastungen der jeweiligen Antriebssysteme betroffen.

In Figur 9 wird in schematischer Darstellung 900 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung eines in zwei Energiespeicher 914, 924 aufgeteilten Multilevelkonverters für entsprechend zwei jeweils einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesene Antriebssysteme 912 bzw. 922 gezeigt. Vorteilhaft wird ein Schalter 930 in eine Verbindungsleitung der beiden Neutralpunkte 902 der Drehstrommotoren der jeweiligen Antriebssysteme 912, 922 eingebracht. Das erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, den Schalter 930 zu öffnen, sobald bspw. eine dritte harmonische Oberschwingung der Grundschwingung der vom Multilevelkonverter erzeugten Versorgungspannung für mindestens einen der beiden Drehstrommotoren 912, 922 eingespeist wird. Bei geschlossenem Zustand des Schalters 930 findet ein Energietransfer zwischen den Energiespeichern 914 und 924 statt. Weist bspw. der Energiespeicher 914 einen höheren Ladezustand und damit ein höheres Spannungspotential als der Energiespeicher 924 auf, so fließt bei geschlossenem Schalter 930 ein Strom aus dem Energiespeicher 914 durch die Feldwicklung des Drehstrommotors 912 zu dessen Neutralpunkt 916, und von dort über den geschlossenen Schalter 930 zu dem Neutralpunkt 902 des Drehstrommotors im Antriebssystem 922, und über dessen Feldwicklung zu dem Energiespeicher 924. Dies geschieht solange, wie ein Potentialunterschied zwischen den beiden Energiespeichern 914, 924 vorherrscht.

In Figur 10 wird in schematischer Darstellung 1000 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäß vorgesehenen Verschaltung eines in zwei Energiespeicher 914 und 924 aufgeteilten Multilevelkonverters für zwei einer jeweiligen Achse eines Kraftfahrzeugs zugewiesene Antriebsysteme 912 und 922 gezeigt, wobei ein Schalter 930 zwischen einem Anschluss 1011 und einem Anschluss 1021 an Wicklungen gleicher Phase der jeweiligen Feldwicklungen der Elektromotoren angeordnet ist. Generell sind N solcher Anschlussmöglichkeiten bei einem N-phasigen Elektromotor denkbar. Bei der in

Darstellung 1000 gezeigten Ausführungsform mit einem Drehstrommotor sind alternativ Verbindungen zwischen den Anschlüssen 1012 und 1022, bzw. zwischen den Anschlüssen 1013 und 1023 an die jeweiligen Wicklungen der jeweiligen Feldwicklungen der Drehstrommotoren denkbar.

Patentansprüche

1. Verfahren zu einer Energieübertragung zwischen mindestens zwei Energiespeichern (114, 124, 914, 924) in einem jeweiligen Nullsystem mindestens zweier N-phasiger elektrischer Maschinen (112, 122, 912, 922), bei dem einer jeweiligen N-phasigen elektrischen Maschine (112, 122, 912, 922), die eine in einem Sternpunkt zusammengeführte Feldwicklung (113, 123) umfasst, wobei die jeweilige Feldwicklung zu jeweils N Phasen entsprechend N Wicklungen und einen Neutralpunkt (217, 227, 902) aufweist, ein jeweiliger Energiespeicher (114, 124, 914, 924) zugeordnet wird und eine elektrische Verbindung zwischen Wicklungen sich entsprechender Phasen oder zwischen den Neutralpunkten (217, 227, 902) der jeweiligen Feldwicklungen (113, 123) der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen (112, 122, 912, 922) und einem jeweiligen gleichen Pol der Energiespeicher (114, 124, 914, 924) schaltungstechnisch hergestellt wird, wodurch eine Energieübertragung zwischen den mindestens zwei Energiespeichern (114, 124, 914, 924), die einen unterschiedlichen Ladezustand aufweisen, durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zu der schaltungstechnischen Herstellung der elektrischen Verbindung ein jeweiliger Schalter (330, 930) zwischen Wicklungen sich entsprechender Phasen und/oder zwischen den Neutralpunkten der jeweiligen Feldwicklungen (113, 123) angeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Wicklungen sich entsprechender Phasen und/oder die Neutralpunkte der jeweiligen Feldwicklungen elektrisch fest miteinander verdrahtet sind und zu der schaltungstechnischen Herstellung der elektrischen Verbindung ein jeweiliger Schalter (330) zwischen einem jeweiligen gleichen Pol der mindestens zwei Energiespeicher angeordnet wird.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem nur zu einem Zeitpunkt, bei dem keine Spannungsbelastung in den jeweiligen Nullsystemen der

mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen (112, 122, 912, 922) vorhanden ist, die schaltungstechnische Verbindung hergestellt wird.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem der Schalter (330, 930) als ein Halbleiterschalter, insbesondere ein bidirektionaler Halbleiterschalter, oder als ein mechanischer Schalter gewählt wird.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem durch Kontrolle eines Potentialunterschieds zwischen den N-phasigen elektrischen Maschinen (112, 122, 912, 922) ein Energiefluss gesteuert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem der Energiefluss auf einen vorgegebenen Wert begrenzt wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter (330, 930) geöffnet wird, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine durch eine Einspeisung einer N-ten harmonischen Oberschwingung einer Grundschwingung einer Versorgungsspannung hervorgerufen wird.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter (330, 930) geöffnet wird, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine durch eine generatorische Rückwirkung der ersten N-phasigen elektrischen Maschine hervorgerufen wird.

10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-

phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter (330, 930) geöffnet wird, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine durch einen durch Schaltvorgänge im Energiespeicher erzeugten Stoßstrom hervorgerufen wird.

11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem als jeweiliger Energiespeicher mindestens N Batteriemodule (802), die jeweilig mindestens zwei Leistungsschalter und mindestens eine mit den Leistungsschaltern verbundene Energiezelle umfassen, gewählt werden.

12. System, das mindestens zwei Energiespeicher (114, 124, 914, 924), mindestens zwei jeweils mit einem Energiespeicher (114, 124, 914, 924) der mindestens zwei Energiespeicher (114, 124, 914, 924) betriebene und den jeweiligen Energiespeichern (114, 124, 914, 924) zugeordnete N-phasige elektrische Maschinen, mindestens eine mit einem Computerprozessor und einem auf dem Computerprozessor laufenden Computerprogramm ausgestattete Steuereinheit, welche dazu ausgelegt ist, einen jeweiligen Energiespeicher zum Betreiben der ihm jeweils zugeordneten N-phasigen elektrischen Maschine zu steuern, sowie mindestens einen Schalter (330, 930) umfasst, wobei das System dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche auszuführen.

13. System nach Anspruch 12, bei dem ein jeweiliger Energiespeicher (114, 124) ein Energiemodul (116, 126) und einen Wechselrichter umfasst, wobei der Wechselrichter dazu konfiguriert ist, aus einem von dem Energiemodul bereitgestellten Gleichstrom N Phasen eines zum Betreiben der dem Energiespeicher (114, 124) zugeordneten N-phasigen elektrischen Maschine (112, 124) notwendigen Wechselstroms zu generieren.

14. System nach Anspruch 12, bei dem ein jeweiliger Energiespeicher (914, 924) mindestens N Batteriemodule (802) umfasst, wobei das jeweilige Batteriemodul (802)

mindestens zwei Leistungsschalter und mindestens eine mit den mindestens zwei Leistungsschaltern elektrisch verbundene Energiezelle umfasst.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE
beim Internationalen Büro eingegangen am 23. Oktober 2018 (23.10.2018)

1. Verfahren zu einer Energieübertragung zwischen mindestens zwei Energiespeichern (114, 124, 914, 924) in einem jeweiligen Nullsystem mindestens zweier sich in einem Betrieb befindlicher N-phasiger elektrischer Maschinen (112, 122, 912, 922) eines Kraftfahrzeuges, bei dem einer jeweiligen N-phasigen elektrischen Maschine (112, 122, 912, 922), durch welche für N=3 ein Drehstrommotor realisiert wird und die eine in einem Sternpunkt zusammengeführte Feldwicklung (113, 123) umfasst, wobei die jeweilige Feldwicklung zu jeweils N Phasen entsprechend N Wicklungen und einen Neutralpunkt (217, 227, 902) aufweist, ein jeweiliger Energiespeicher (114, 124, 914, 924) zugeordnet wird und eine elektrische Verbindung zwischen Wicklungen sich entsprechender Phasen oder zwischen den Neutralpunkten (217, 227, 902) der jeweiligen Feldwicklungen (113, 123) der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen (112, 122, 912, 922) und dazu noch zwischen einem jeweiligen gleichen Pol der Energiespeicher (114, 124, 914, 924) schaltungstechnisch hergestellt wird, wodurch eine Energieübertragung zwischen den mindestens zwei Energiespeichern (114, 124, 914, 924), die einen unterschiedlichen Ladezustand aufweisen, über die Feldwicklungen und deren Neutralpunkte der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen (112, 122, 912, 922) durchgeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem zu der schaltungstechnischen Herstellung der elektrischen Verbindung ein jeweiliger Schalter (330, 930) zwischen Wicklungen sich entsprechender Phasen und/oder zwischen den Neutralpunkten der jeweiligen Feldwicklungen (113, 123) angeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Wicklungen sich entsprechender Phasen und/oder die Neutralpunkte der jeweiligen Feldwicklungen elektrisch fest miteinander verdrahtet sind und zu der schaltungstechnischen Herstellung der elektrischen Verbindung ein jeweiliger Schalter (330) zwischen einem jeweiligen gleichen Pol der mindestens zwei Energiespeicher angeordnet wird.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem nur zu einem Zeitpunkt, bei dem keine Spannungsbelastung in den jeweiligen Nullsystemen der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen (112, 122, 912, 922) vorhanden ist, die schaltungstechnische Verbindung hergestellt wird.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem der Schalter (330, 930) als ein Halbleiterschalter, insbesondere ein bidirektionaler Halbleiterschalter, oder als ein mechanischer Schalter gewählt wird.

6. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem durch eine mittels mindestens einen Wechselrichter bewirkte Kontrolle eines Potentialunterschieds zwischen den Energiespeichern der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen (112, 122, 912, 922) ein Energiefluss gesteuert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem der Energiefluss auf einen vorgegebenen Wert begrenzt wird.

8. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter (330, 930) geöffnet wird, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine durch eine Einspeisung einer N-ten harmonischen Oberschwingung einer Grundschwingung einer Versorgungsspannung hervorgerufen wird.

9. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter (330, 930) geöffnet wird, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine

durch eine generatorische Rückwirkung der ersten N-phasigen elektrischen Maschine hervorgerufen wird.

10. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem der zur Herstellung einer elektrischen Verbindung zu mindestens einer zweiten Feldwicklung einer zweiten N-phasigen elektrischen Maschine zu schließende Schalter (330, 930) geöffnet wird, weil die Spannungsbelastung im Nullsystem einer ersten N-phasigen elektrischen Maschine durch einen durch Schaltvorgänge im Energiespeicher erzeugten Stoßstrom hervorgerufen wird.

11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem als jeweiliger Energiespeicher mindestens N Batteriemodule (802), die jeweilig mindestens zwei Leistungsschalter und mindestens eine mit den Leistungsschaltern verbundene Energiezelle umfassen, gewählt werden.

12. System eines Kraftfahrzeuges, das mindestens zwei Energiespeicher (114, 124, 914, 924), mindestens zwei jeweils mit einem Energiespeicher (114, 124, 914, 924) der mindestens zwei Energiespeicher (114, 124, 914, 924) betriebene und den jeweiligen Energiespeichern (114, 124, 914, 924) zugeordnete sich in einem Betrieb befindliche N-phasige elektrische Maschinen, durch welche für N=3 ein Drehstrommotor realisiert ist, mindestens eine mit einem Computerprozessor und einem auf dem Computerprozessor laufenden Computerprogramm ausgestattete Steuereinheit, welche dazu ausgelegt ist, einen jeweiligen Energiespeicher zum Betreiben der ihm jeweils zugeordneten N-phasigen elektrischen Maschine zu steuern, sowie mindestens einen Schalter (330, 930) umfasst, wobei das System dazu ausgelegt ist, ein Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche auszuführen, wodurch das System dazu konfiguriert ist, eine Energieübertragung zwischen den mindestens zwei Energiespeichern (114, 124, 914, 924), wenn diese einen unterschiedlichen Ladezustand aufweisen, über die Feldwicklungen und deren Neutralpunkte der mindestens zwei N-phasigen elektrischen Maschinen (112, 122, 912, 922) durchzuführen.

13. System nach Anspruch 12, bei dem ein jeweiliger Energiespeicher (114, 124) ein Energiemodul (116, 126) und einen Wechselrichter umfasst, wobei der Wechselrichter dazu konfiguriert ist, aus einem von dem Energiemodul bereitgestellten Gleichstrom N Phasen eines zum Betreiben der dem Energiespeicher (114, 124) zugeordneten N-phasigen elektrischen Maschine (112, 124) notwendigen Wechselstroms zu generieren.

14. System nach Anspruch 12, bei dem ein jeweiliger Energiespeicher (914, 924) mindestens N Batteriemodule (802) umfasst, wobei das jeweilige Batteriemodul (802) mindestens zwei Leistungsschalter und mindestens eine mit den mindestens zwei Leistungsschaltern elektrisch verbundene Energiezelle umfasst.

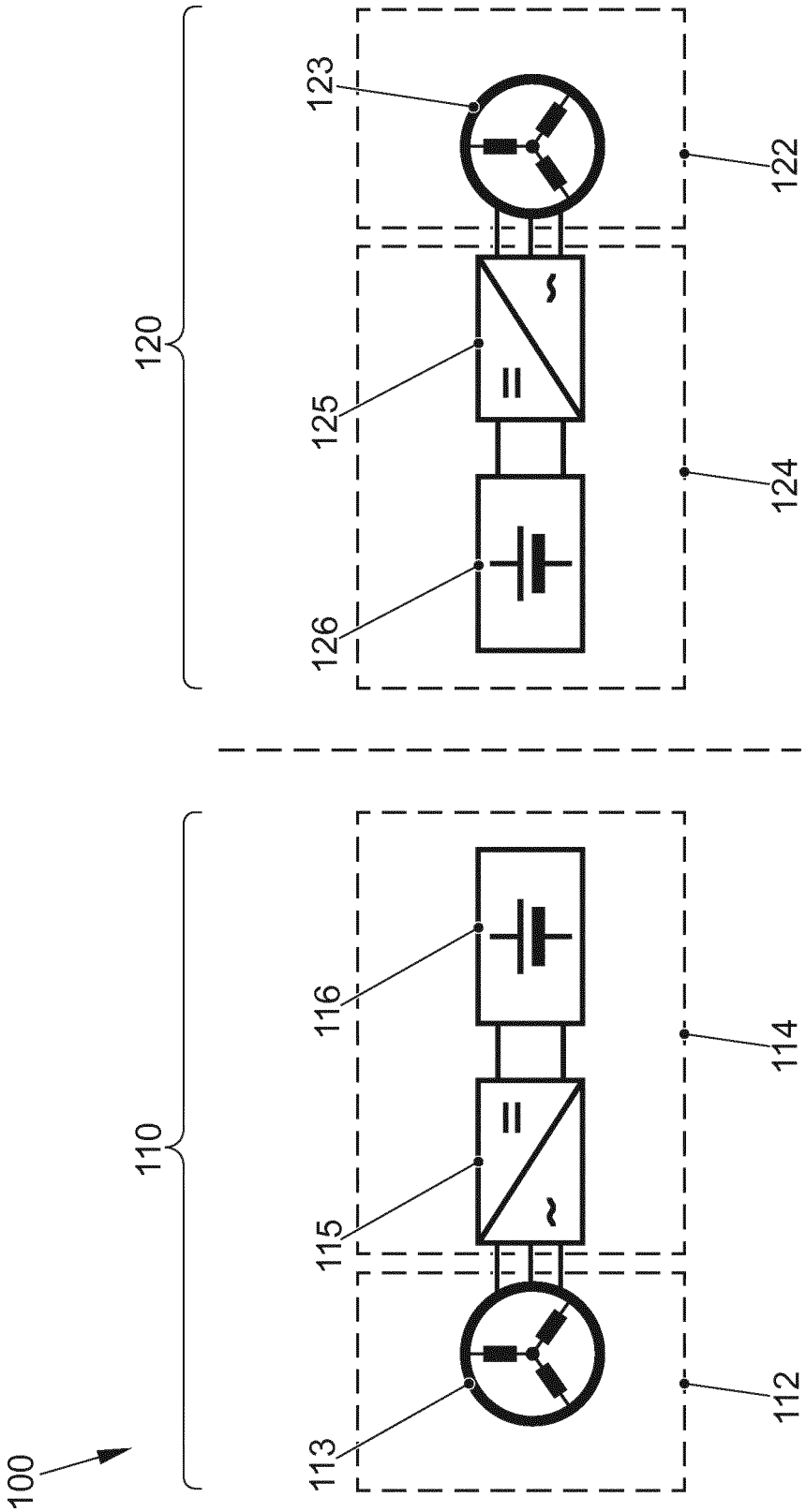


Fig. 1

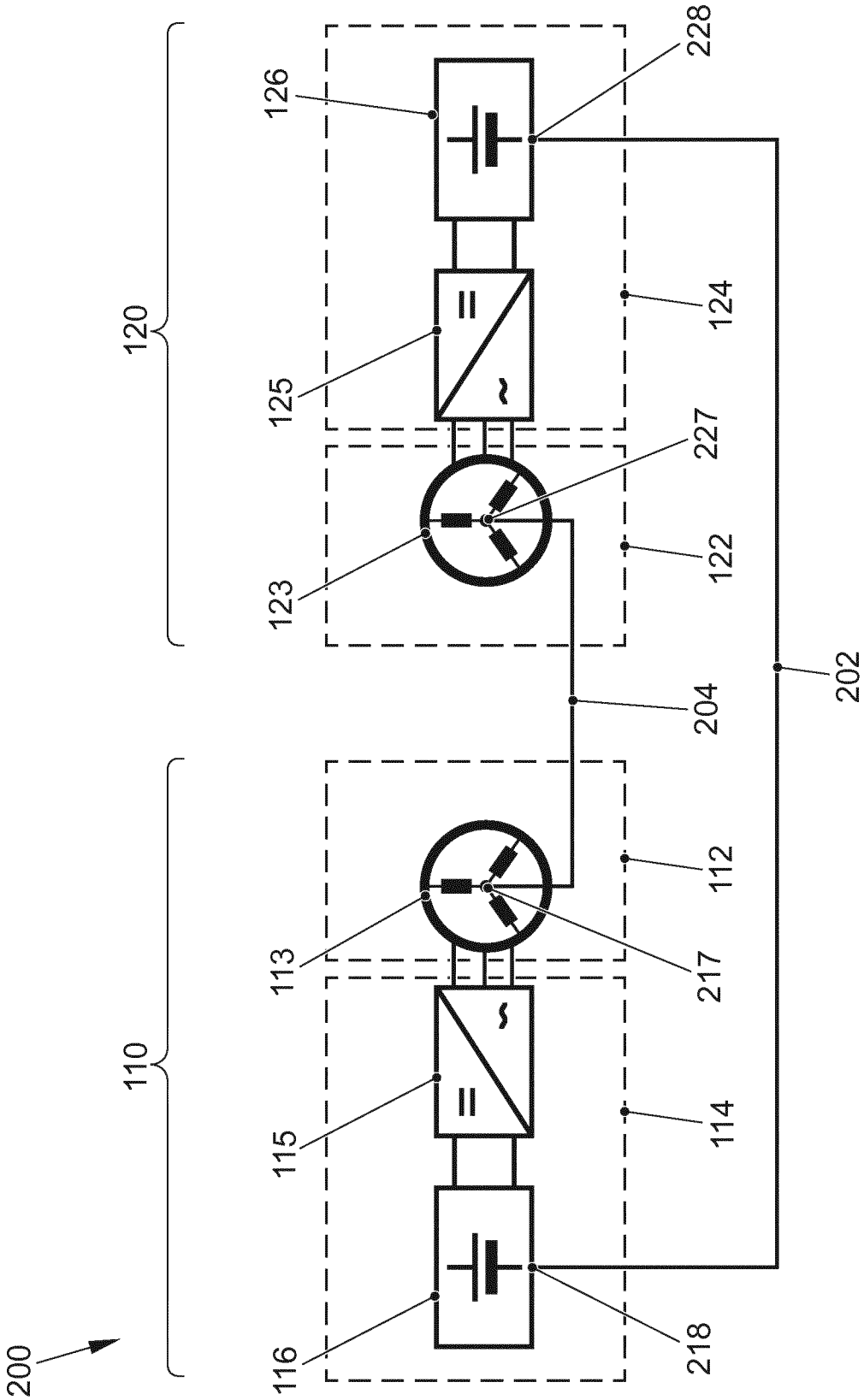

200
110
120
116
115
114
113
112
217
218
123
122
124
125
126
227
228
204
202

Fig. 2

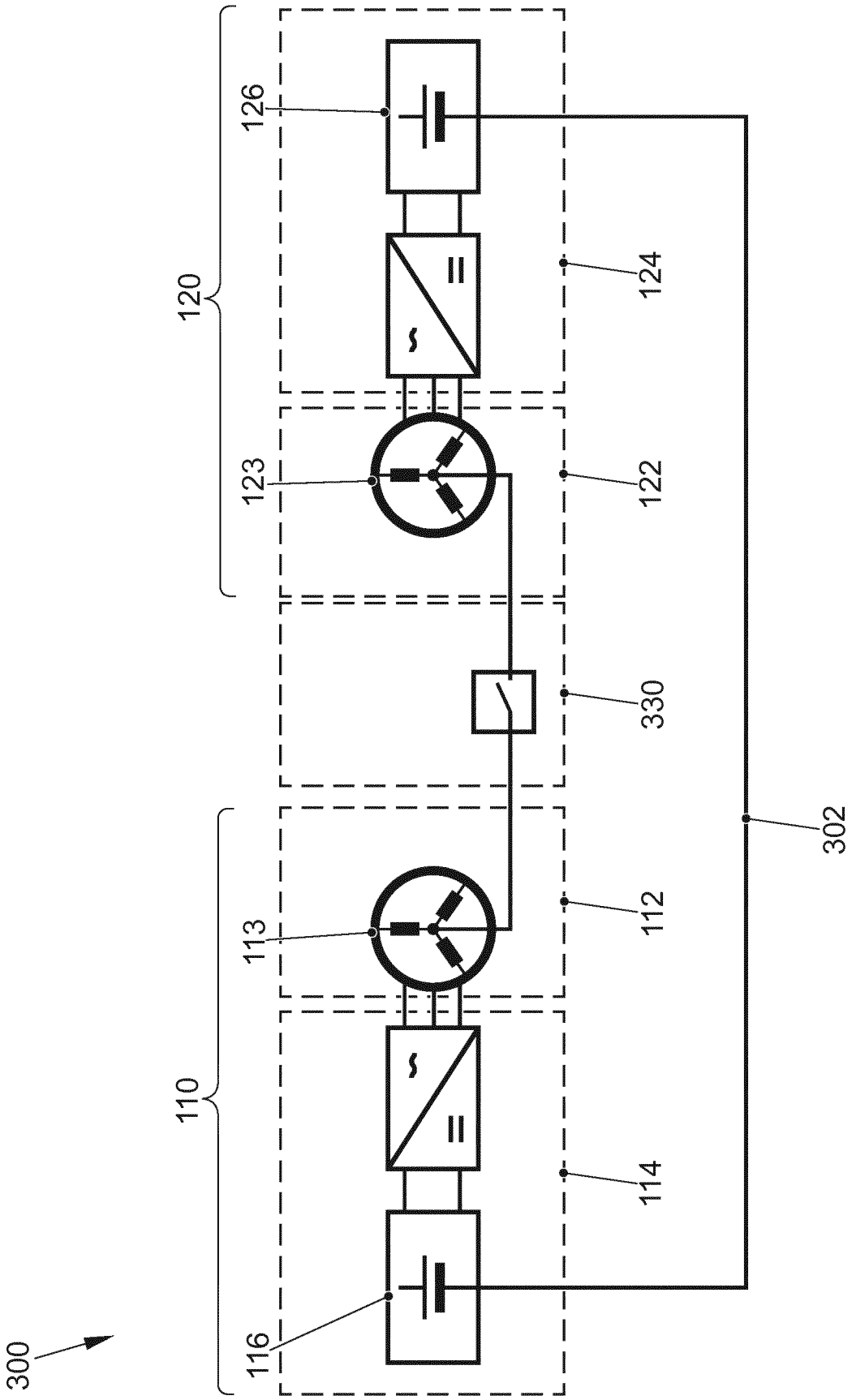


Fig. 3

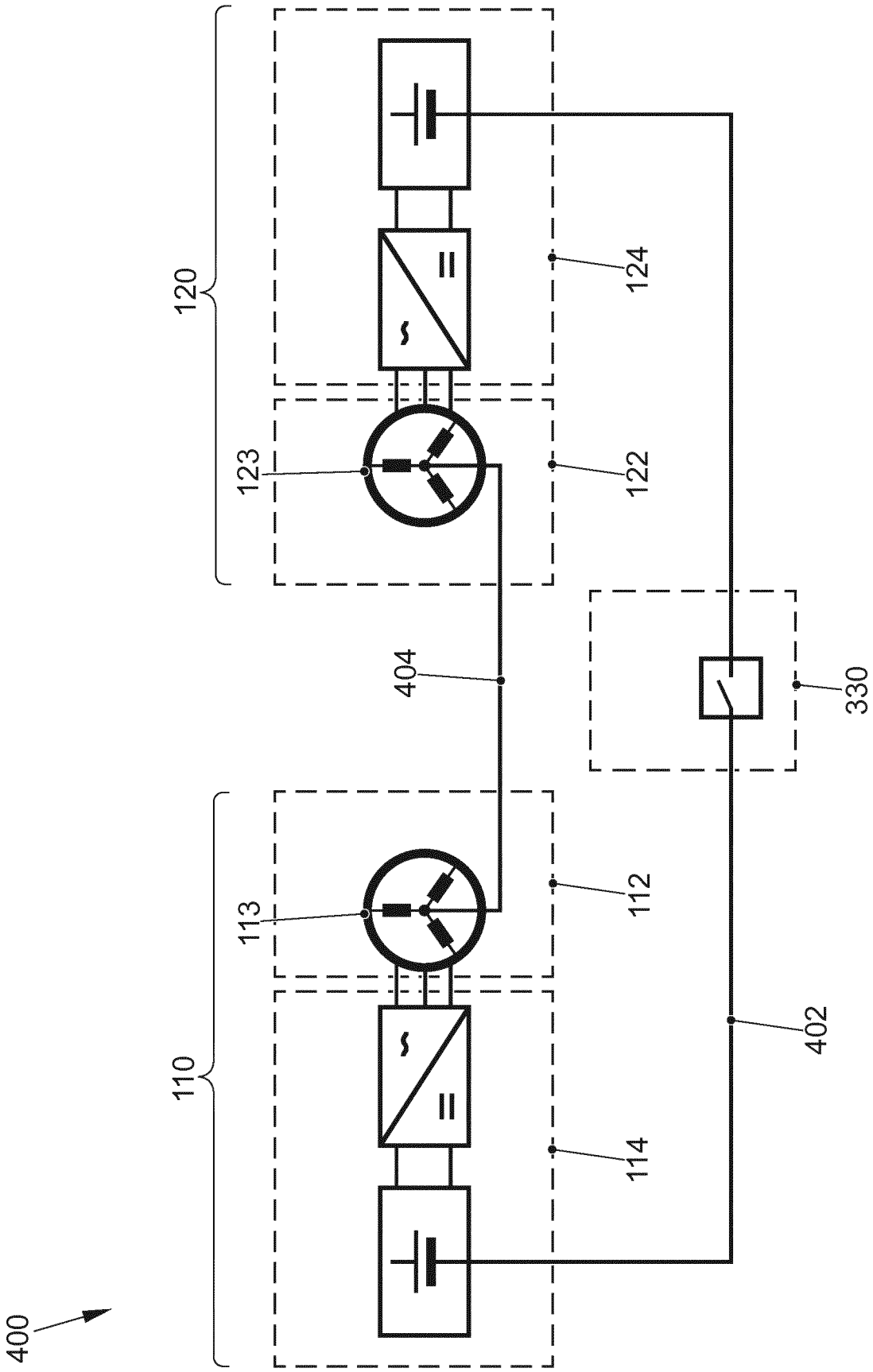


Fig. 4

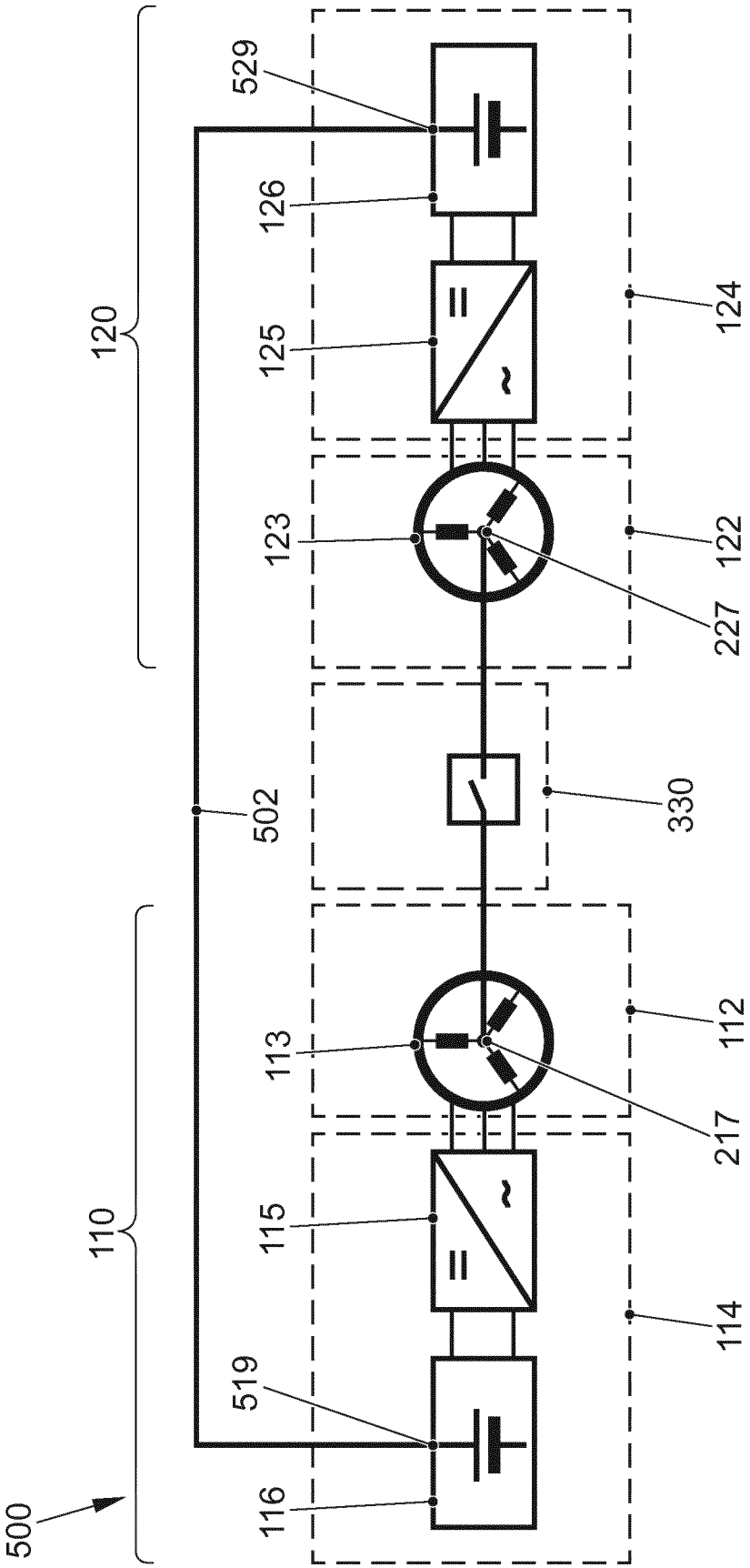

529
126
125
124
120
123
122
227
502
330
113
112
217
115
110
114
519
116
500

Fig. 5

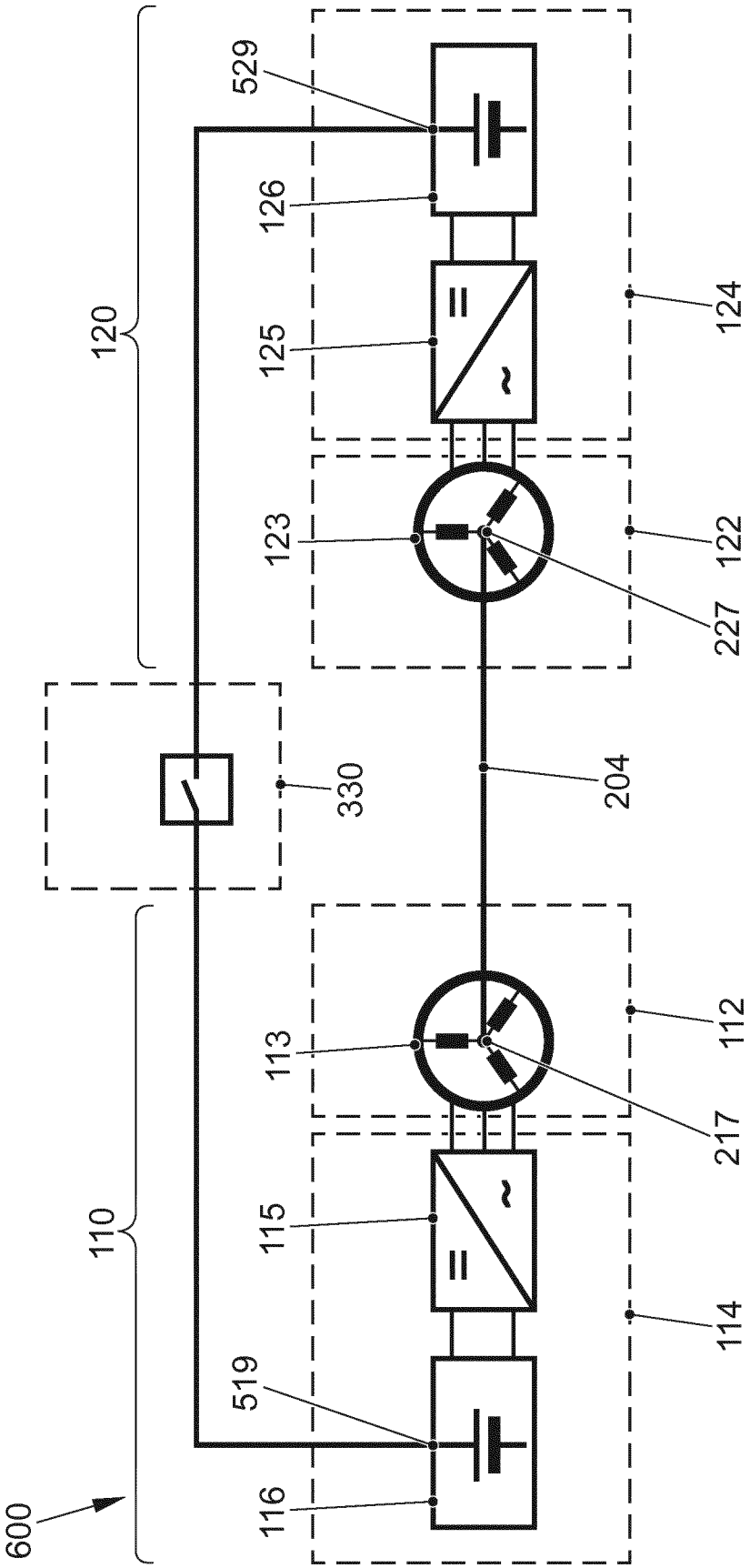

529
126
125
124
120
123
122
227
330
204
113
112
217
115
110
114
519
116
600

Fig. 6

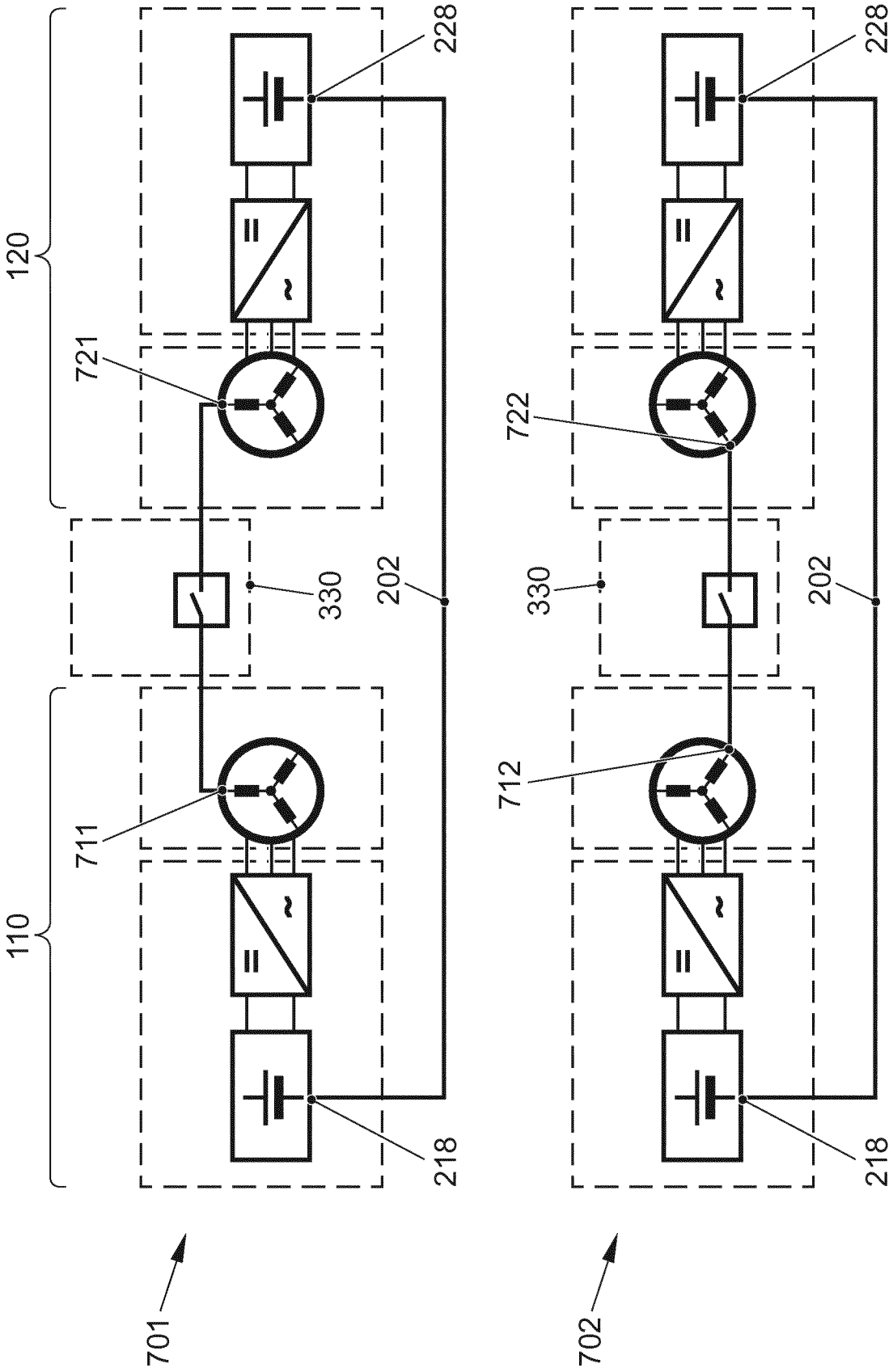


Fig. 7

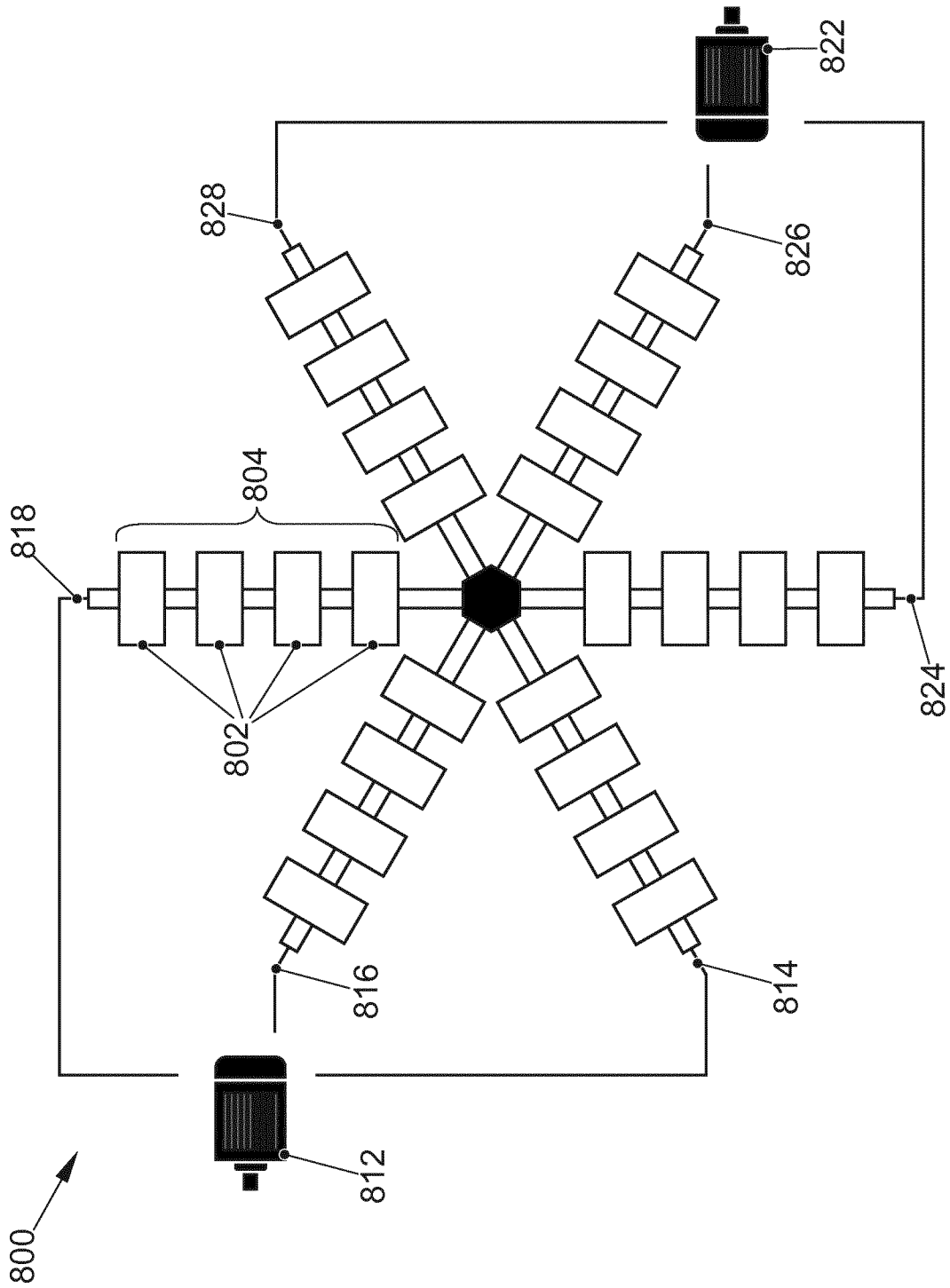


Fig. 8

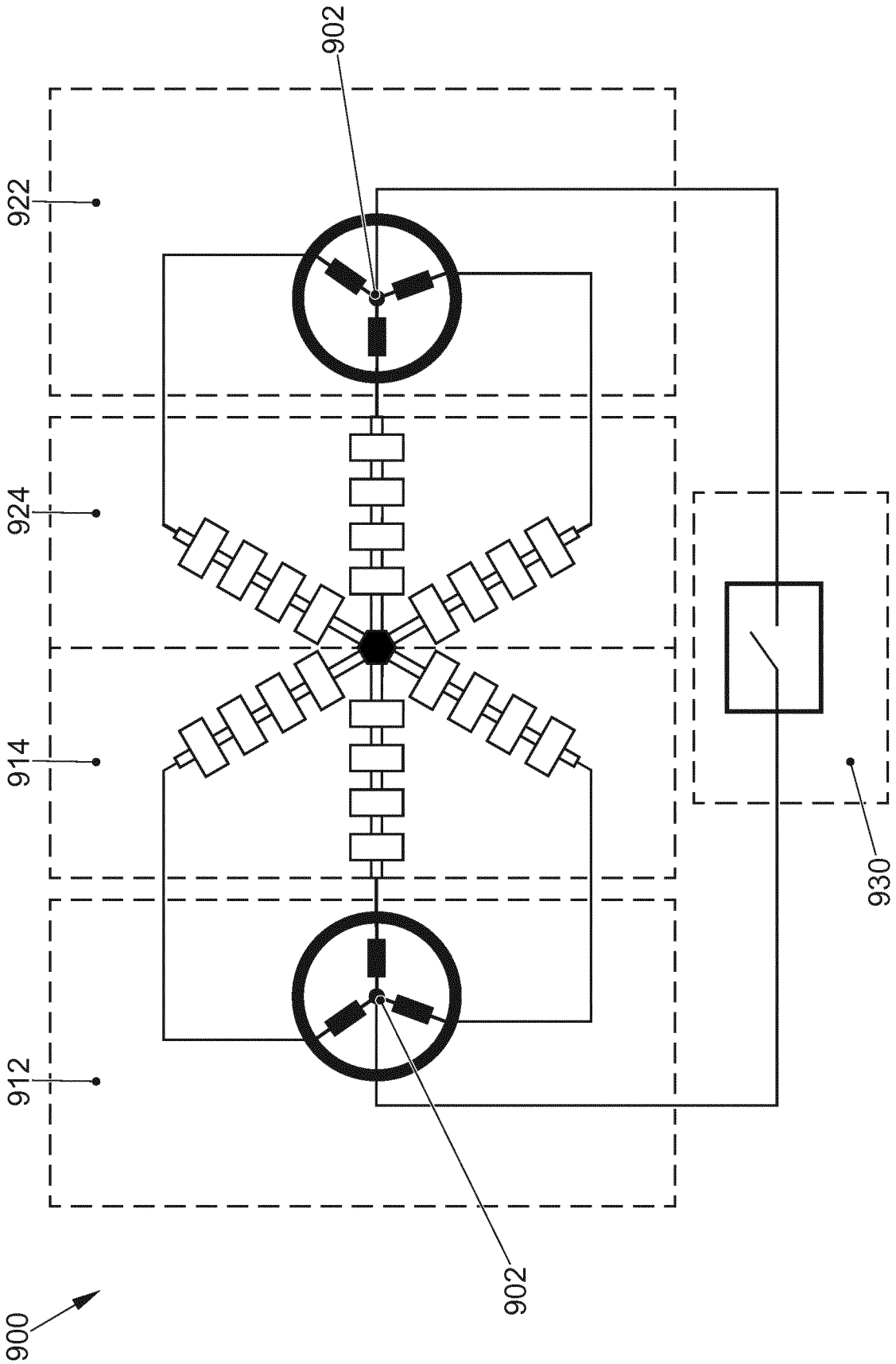


Fig. 9

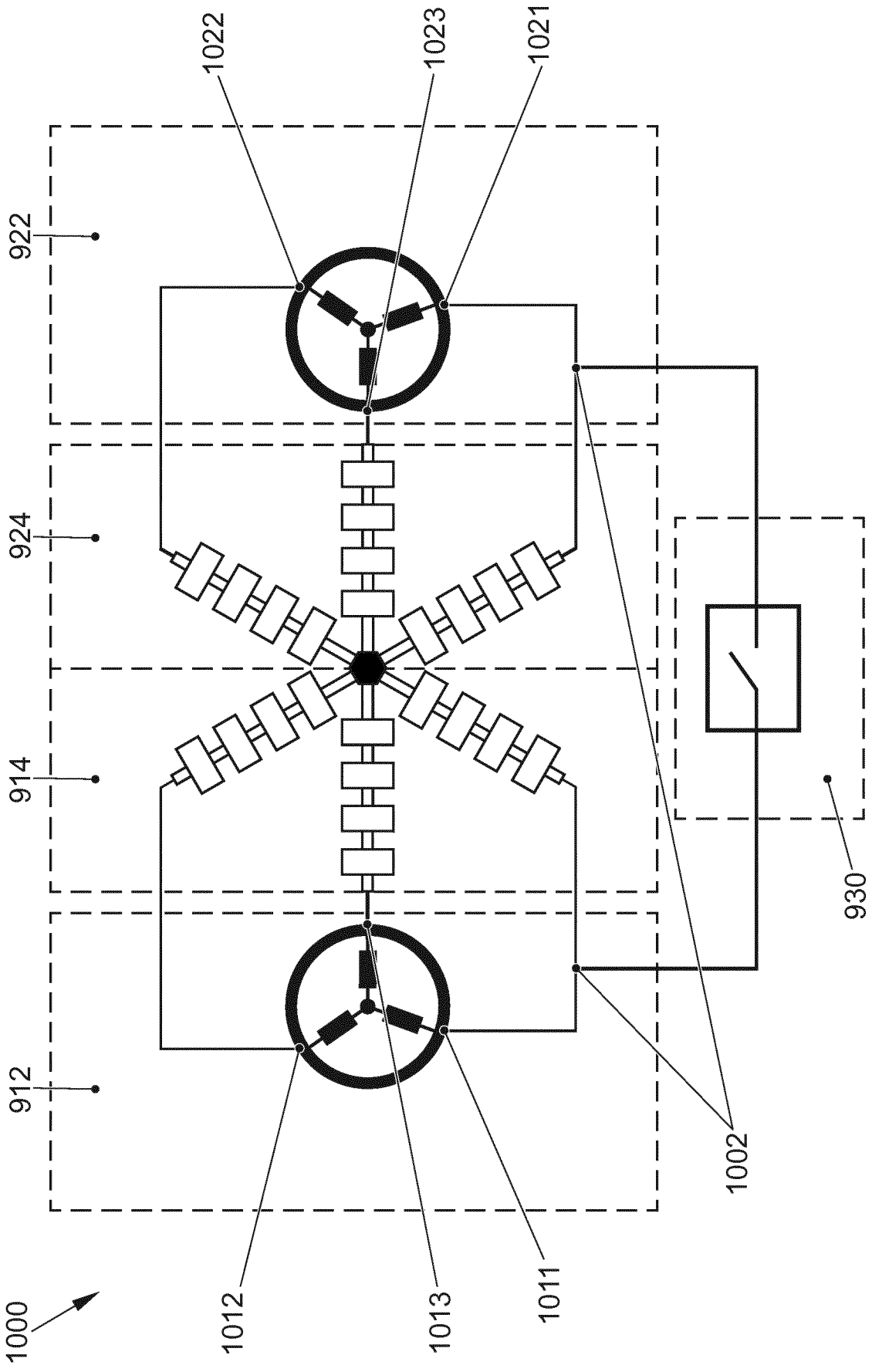


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2018/025178

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 11/18(2006.01)i; ***B60L 15/00***(2006.01)i; ***B60L 15/02***(2006.01)i; ***B60K 6/52***(2007.10)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; B60K

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102013008737 A1 (AUDI AG [DE]) 18 June 2014 (2014-06-18) figures 4, 5 abstract paragraphs [0003] - [0006], [0016] - [0030] claim 1	1,4-7,11-14
X	DE 102015104936 A1 (DENSO CORP [JP]) 08 October 2015 (2015-10-08) abstract paragraphs [0003] - [0007], [0025] - [0055] claims 1-7	1-14
A	DE 102011082973 A1 (SB LIMOTIVE CO LTD [KR]; SB LIMOTIVE GERMANY GMBH [DE]) 21 March 2013 (2013-03-21) abstract figures 6-8 paragraphs [0001], [0038] - [0039]	11,14
A	US 2009033251 A1 (PERISIC MILUN [US] ET AL) 05 February 2009 (2009-02-05) the whole document	1-14

☑ 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	Date of mailing of the international search report
28 August 2018	**06 September 2018**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	**Schmitt, Gilles** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2018/025178

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102012203525 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 12 September 2013 (2013-09-12) the whole document	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2018/025178

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102013008737 A1	18 June 2014	NONE	
DE 102015104936 A1	08 October 2015	DE 102015104936 A1	08 October 2015
		JP 6285256 B2	28 February 2018
		JP 2015198542 A	09 November 2015
DE 102011082973 A1	21 March 2013	CN 103797680 A	14 May 2014
		DE 102011082973 A1	21 March 2013
		JP 5798252 B2	21 October 2015
		JP 2014531888 A	27 November 2014
		US 2015042263 A1	12 February 2015
		WO 2013041330 A2	28 March 2013
US 2009033251 A1	05 February 2009	CN 101357595 A	04 February 2009
		US 2009033251 A1	05 February 2009
DE 102012203525 A1	12 September 2013	CN 104203640 A	10 December 2014
		DE 102012203525 A1	12 September 2013
		EP 2822806 A2	14 January 2015
		US 2015061567 A1	05 March 2015
		WO 2013131738 A2	12 September 2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/025178

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60L11/18 B60L15/00 B60L15/02 B60K6/52
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60L B60K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2013 008737 A1 (AUDI AG [DE]) 18. Juni 2014 (2014-06-18) Abbildungen 4, 5 Zusammenfassung Absätze [0003] - [0006], [0016] - [0030] Anspruch 1 -----	1,4-7, 11-14
X	DE 10 2015 104936 A1 (DENSO CORP [JP]) 8. Oktober 2015 (2015-10-08) Zusammenfassung Absätze [0003] - [0007], [0025] - [0055] Ansprüche 1-7 ----- -/--	1-14

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. August 2018	06/09/2018

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Schmitt, Gilles

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/025178

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2011 082973 A1 (SB LIMOTIVE CO LTD [KR]; SB LIMOTIVE GERMANY GMBH [DE]) 21. März 2013 (2013-03-21) Zusammenfassung Abbildungen 6-8 Absätze [0001], [0038] - [0039]	11,14
A	US 2009/033251 A1 (PERISIC MILUN [US] ET AL) 5. Februar 2009 (2009-02-05) das ganze Dokument	1-14
A	DE 10 2012 203525 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 12. September 2013 (2013-09-12) das ganze Dokument	1-14

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2018/025178

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013008737 A1	18-06-2014	KEINE	
DE 102015104936 A1	08-10-2015	DE 102015104936 A1	08-10-2015
		JP 6285256 B2	28-02-2018
		JP 2015198542 A	09-11-2015
DE 102011082973 A1	21-03-2013	CN 103797680 A	14-05-2014
		DE 102011082973 A1	21-03-2013
		JP 5798252 B2	21-10-2015
		JP 2014531888 A	27-11-2014
		US 2015042263 A1	12-02-2015
		WO 2013041330 A2	28-03-2013
US 2009033251 A1	05-02-2009	CN 101357595 A	04-02-2009
		US 2009033251 A1	05-02-2009
DE 102012203525 A1	12-09-2013	CN 104203640 A	10-12-2014
		DE 102012203525 A1	12-09-2013
		EP 2822806 A2	14-01-2015
		US 2015061567 A1	05-03-2015
		WO 2013131738 A2	12-09-2013