(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
14. Dezember 2017 (14.12.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/211656 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02M 7/00 (2006.01) *B60L 15/20* (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01) *H02M 3/158* (2006.01)
B60L 15/00 (2006.01) *H02M 7/219* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/063226

(22) Internationales Anmeldedatum:
31. Mai 2017 (31.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 209 905.1
06. Juni 2016 (06.06.2016) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: **PFEILSCHIFTER, Franz**; Alte Nürnberger Str. 51, 93059 Regensburg (DE). **BRÜLL, Martin**; Lindenweg 3, 93092 Barbing (DE). **TÖNS, Matthias**; Utastr. 5, 93049 Regensburg (DE). **BROCKERHOFF, Philip**; Reiterstrasse 22A, 93053 Regensburg (DE). **SCHIRMER, Edmund**; Diltheystr. 14, 90409 Nürnberg (DE). **FEUSTEL, Hans-Peter**; Waldstraße 49, 91154 Roth (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, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(54) **Title:** VEHICLE SUPPLY SYSTEM COMPRISING AN INVERTER, ENERGY STORE, ELECTRIC MACHINE AND DC TRANSMISSION LINK

(54) **Bezeichnung:** FAHRZEUGBORDNETZ MIT WECHSELRICHTER, ENERGIESPEICHER, ELEKTRISCHER MASCHINE UND GLEICHSTROM-ÜBERTRAGUNGSANSCHLUSS

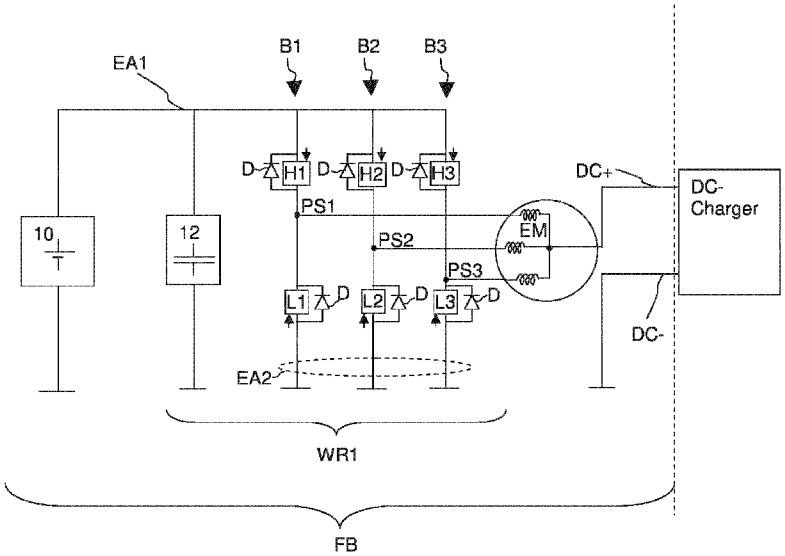

Fig. 1

(57) **Abstract:** The described vehicle supply system (FB) comprises an inverter (WR), an electric energy store (ES), an electric machine (EM) and a DC transmission link (DC+, DC-). The inverter (WR) is connected to the energy store (ES) via input current terminals (EA1, 2). At least two phase current terminals (PS1, PS2, PS3) of the inverter are connected to the electric machine (EM). The inverter (WR) includes at least two bridges (B1-B3; HB1-3). The two input current terminals (EA1, EA2) are connected to the at least two phase current terminals (PS1, PS2, PS3) via the bridges (B1-B3; HB1-3). The DC transmission link (DC+, DC-) has a positive busbar (DC+) that is connected to the phase current terminals (PS1, PS2, PS3) via the electric machine (EM).

WO 2017/211656 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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, 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)*

(57) Zusammenfassung: Das beschriebene Fahrzeugbordnetz (FB) umfasst einen Wech- selrichter (WR), einen elektrischen Energie- speicher (ES), eine elektrischen Maschine (EM) und einem Gleich- strom-Übertragungsanschluss (DC+, DC-). Der Wechselrichter (WR) ist über Eingangsstromanschlüsse (EA1, 2) mit dem Energie- speicher (ES) verbunden. Mindestens zwei Phasenstromanschlüsse (PS1, PS2, PS3) des Wechselrichters sind mit der elektrischen Maschine (EM) verbunden. Der Wechselrichter (WR) weist min- destens zwei Brücken (B1-B3; HB1-3) auf. Die beiden Ein- gangsstromanschlüssen (EA1, EA2) sind über die Brücken (B1-B3; HB1-3) mit den mindestens zwei Phasenstromanschlüssen (PS1, PS2, PS3) verbunden. Der Gleichstrom-Übertragungsanschluss (DC+, DC-) weist eine positive Schiene (DC+) auf, die über die elektrische Maschine (EM) mit den Phasenstromanschlüssen (PS1, PS2, PS3) verbunden ist.

Beschreibung

Fahrzeugbordnetz mit Wechselrichter, Energiespeicher, elektrischer Maschine und Gleichstrom-Übertragungsanschluss

Kraftfahrzeuge mit einem elektrischen Antrieb, d.h. Elektrofahrzeuge und Hybridfahrzeuge, umfassen einen elektrischen Energiespeicher zur Versorgung des elektrischen Antriebs. Elektrofahrzeuge und Plug-In-Hybride sind mit einem Anschluss ausgestattet, mittels dem sich Energie von einem stationären elektrischen Versorgungsnetz (lokal oder öffentlich) zum Aufladen des Energiespeichers an diesen übertragen lässt. Gegebenenfalls sind die Fahrzeuge auch ausgestattet, elektrische Energie an das Versorgungsnetz zurückzuspeisen.

Zur Übertragung elektrischer Energie zwischen Versorgungsnetz und Fahrzeug sind leistungselektronische Komponenten erforderlich, insbesondere zur Steuerung der Energieübertragung.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit aufzuzeigen, mit der sich der Aufwand an derartigen Komponenten reduzieren lässt.

Diese Aufgabe wird gelöst durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche. Weitere Vorteile, Merkmale, Ausführungsformen und Eigenschaften ergeben sich mit den abhängigen Ansprüchen sowie aus dieser Beschreibung und den Figuren.

Es ist vorgesehen, dass zur Übertragung eines Gleichstroms an oder vom Fahrzeugbordnetz (eines eingangs beschriebenen Kraftfahrzeugs) Komponenten eines Wechselrichters verwendet werden. Hierzu wird ist zumindest eine Schiene eines Gleichstrom-Übertragungsanschluss (etwa ein Plug-In-Steckanschluss oder auch eine fahrzeugseitige Vorrichtung zur induktiven Energieübertragung) an zumindest ein Phasenstromanschluss des Wechselrichters angeschlossen. Die zumindest eine Schiene ist direkt mit zumindest einem Eingangsstromanschluss verbunden, oder ist über eine elektrische Maschine (des elektrischen Antriebs des Fahrzeugs), die mit Phasenstromanschlüssen ver-

bunden ist, mit zumindest einem Eingangsstromanschluss verbunden. Die Verbindung zwischen Gleichstrom-Übertragungsanschluss und (mindestens einem) Phasenstromanschluss kann somit direkt oder indirekt über die elektrische Maschine vorgesehen sein.

Dadurch ist kein zusätzlicher Hoch- bzw. Tiefsetzsteller erforderlich, der die Spannung am Gleichstrom-Übertragungsanschluss an die Spannung am Energiespeicher anpasst. Die bereits vorhandene Leistungselektronik in Form des Wechselrichters, der insbesondere die Phasenströme für die elektrische Maschine bereitstellt, wird hierbei auch zur Steuerung der Leistung (insbesondere des Stroms und/oder der Spannung) verwendet, die über den Gleichstrom-Übertragungsanschluss übertragen wird.

Der Wechselrichter umfasst ferner mehrere Einzelbrücken (kurz: Brücken), insbesondere Vollbrücken. Für jede Phase des Wechselrichters kann eine Vollbrücke vorgesehen sein. Die (Einzel-)brücken bilden eine mehrphasige Brückenschaltung des Wechselrichters. Die Brückenschaltung stellt im Wesentlichen in schaltungstechnischer Sicht den Wechselrichter dar.

Die Brücken können beispielsweise zusammen eine mehrphasige B*n*C-Brückenschaltung bilden, wobei $n = 2 * \text{Phasenanzahl}$ ist, oder können jeweils als mehrphasige H-Brückenschaltung vorgesehen sein. Die Brücken beziehen sich jeweils auf nur eine Phase. Die Brücken sind parallel geschaltet und auf diese Weise zusammen an den Eingangsstromanschlüssen angeschlossen. Im Falle einer B*n*C-Brücke kann in jeder Brücke der Phasenanschluss dieser Brücke über ein Schaltelement mit einem der beiden Eingangsstromanschlüsse verbunden sein, und über ein weiteres Schaltelement mit dem anderen Eingangsstromanschluss verbunden sein. Die Schaltelemente bilden einen Querzweig; im Falle einer B*n*C-Brückenschaltung entspricht der Querzweig (insbesondere ein einzelner Querzweig) der (Einzel-)Brücke. Es sind insbesondere keine weiteren Schaltelemente in dem Inverter bzw. in der Brücke (im Falle der B*n*C-Brückenschaltung) vorgesehen. Im Falle einer H-Brückenschaltung kann in jeder (Einzel-H-)Brücke ein erster

Zwischenanschluss über ein erstes Schaltelement mit einem der beiden Eingangsstromanschlüsse verbunden sein, und über ein zweites Schaltelement mit dem anderen Eingangsstromanschluss verbunden sein. Hierbei ist bei jeder (Einzel-H-)Brücke ein Phasenanschluss über ein drittes und ein viertes Schaltelemente mit einem der Eingangsstromanschlüsse (insbesondere mit dem negativen Eingangsstromanschluss) verbunden. Das dritte und das vierte Schaltelement bilden einen zweiten Querzweig der (Einzel-H-)Brücke. Das dritte und das vierte Schaltelement sind über einen zweiten Zwischenanschluss verbunden. Der erste Zwischenanschluss ist über eine Spule mit dem zweiten Zwischenanschluss verbunden. Der erste Querzweig umfasst daher einen ersten Zwischenanschluss und der zweite Querzweig umfasst einen zweiten Zwischenanschluss. Im Falle einer H-Brückenschaltung, die von den (Einzel-)Brücken gebildet wird, entsprechen der erste und der zweite Querzweig der (Einzel-H-)Brücke. Im Falle von H-Brückenschaltungen sind diese zwischen dem elektrischen Energiespeicher und den Phasenstromanschlüssen geschaltet.

Es wird ein Betrieb des Wechselrichters zur Wandlung zwischen der Gleichspannung des Energiespeichers und den Phasenspannungen der Phasenanschlüsse (d.h. der elektrischen Maschine) ermöglicht. Dies ermöglicht ferner die Wandlung zwischen der Gleichspannung am Gleichstrom-Übertragungsanschluss und der Gleichspannung des Energiespeichers.

Der elektrische Energiespeicher kann direkt an den Eingangsstromanschlüssen des Wechselrichters angeschlossen sein. Ein direkter Anschluss schließt insbesondere weitere spannungs- oder stromwandelnde Komponenten zwischen Energiespeicher und Wechselrichter (bzw. dessen Eingangsstromanschlüsse) aus. Der elektrische Energiespeicher kann ferner indirekt über einen Gleichspannungswandler an den Eingangsstromanschlüssen des Wechselrichters angeschlossen sein. Der Energiespeicher ist direkt an den Gleichspannungswandler angeschlossen. Der Gleichspannungswandler ist direkt an den Eingangsstromanschlüssen angeschlossen.

Ein direkter Anschluss kann elektromechanische Anschlusskomponenten, Trennschalter, einen Schütz, eine Sicherung, einen Filter oder ähnliches beinhalten. Ein direkter Anschluss schließt insbesondere weitere spannungs- oder stromwandelnde Komponenten zwischen Energiespeicher und Wechselrichter (bzw. dessen Eingangsstromanschlüsse) aus. Ein indirekter Anschluss schließt insbesondere weitere spannungs- oder stromwandelnde Komponenten zwischen Energiespeicher und Wechselrichter (bzw. dessen Eingangsstromanschlüsse) ein. Der Gleichspannungswandler ist insbesondere ein Synchronwandler. Der Gleichspannungswandler kann eine erste Anschlussseite aufweisen, die an den Wechselrichter angeschlossen ist. An die erste Anschlussseite können zwei (mittels Steuersignalen) steuerbare, serielle Schaltelemente angeschlossen sein. Die seriellen Schaltelemente können die beiden Potentialanschlüsse der ersten Anschlussseite verbinden. Eine zweite Anschlussseite kann über eine Induktivität an einen Verbindungspunkt angeschlossen sein, über den die Schaltelemente miteinander (seriell) verbunden sind. Parallel zu der zweiten Anschlussseite kann ein Kondensator angeschlossen sein.

Es kann eine Steuerungseinheit vorgesehen sein, die den Wechselrichter und gegebenenfalls den Gleichspannungswandler ansteuert. Die Steuerungseinheit ist ansteuernd mit dem Wechselrichter verbunden. In einem Wechselrichtungsmodus der Steuerungseinheit wird der Wechselrichter angesteuert, aus der Gleichspannung des Energiespeichers Phasenspannungen zu erzeugen, die an den Phasenanschlüssen anliegen. In einem (optionalen) Rekuperationsmodus steuert die Steuerungseinheit den Wechselrichter an, aus den Phasenspannungen an den Phasenanschlüssen eine Ladespannung an dem Energiespeicher zu erzeugen. In einem Lademodus steuert die Steuerungseinheit den Wechselrichter an, aus der Spannung, die an dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss anliegt, eine Ladespannung an dem Energiespeicher zu erzeugen. In einem (optionalen) Rückspeisemodus steuert die Steuerungseinheit den Wechselrichter an, aus der Spannung, die an dem Energiespeicher des Fahrzeugbordnetzes anliegt, eine Rückspeisespannung an dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss zu erzeugen. Die Ladespannung am

Energiespeicher kann von einem Batteriemanagementsystem des Energiespeichers oder von einer Rekuperationssteuerung als ein Sollwert vorgegeben werden. Anstatt einer Ladespannung kann auch ein Ladestrom oder eine Ladeleistung als Sollwert vorgegeben werden. Die Phasenspannungen können von einer (übergeordneten) Motorsteuerung der elektrischen Maschine vorgeben werden, entweder direkt als Spannungssollwert oder als Leistungs- oder Drehmomentanforderung. Anstatt von Phasenspannungen können auch Phasenströme wie erwähnt zur Steuerung dienen. Die Rückspeisespannung kann von einer Empfangseinrichtung des Fahrzeugbordnetzes als Sollwert erfasst werden. Die Empfangseinrichtung kann eingerichtet sein, Sollwerte von einer stationären Steuerung zu empfangen. Anstatt einer Rückspeisespannung kann auch ein Rückspeisestrom oder eine Rückspeiseleistung vorgegeben werden. Der Gleichspannungswandler wird von der Steuerungseinheit (kurz: Steuerung) angesteuert, Leistung in die Richtung zu übertragen, in die auch der Wechselrichter Leistung überträgt (d.h. von dem Energiespeicher weg zu diesem hin).

Das hier beschriebene Fahrzeugbordnetz ist wie erwähnt mit einem Wechselrichter, einem elektrischen Energiespeicher, einer elektrischen Maschine und einem Gleichstrom-Übertragungsanschluss ausgestattet. Der Wechselrichter (und falls vorhanden auch der Gleichspannungswandler) umfasst Halbleiter-Leistungsschalter. Der elektrische Energiespeicher ist insbesondere ein Akkumulator, beispielsweise ein Lithium-basierter Akkumulator. Der elektrische Energiespeicher kann ein Traktionsakkumulator sein. Der Energiespeicher kann eine Nennspannung von 40 – 60 V aufweisen, insbesondere von 48 V, und kann insbesondere eine Nennspannung von mehr als 100 Volt, insbesondere von mindestens 200 oder 300 V, beispielsweise von 350 – 420 V, aufweisen. Der Energiespeicher kann somit ein Hochvolt-Akkumulator sein. Die elektrische Maschine ist insbesondere eine Drehstrommaschine. Die elektrische Maschine ist mehrphasig, insbesondere 3- oder 6-phasig. Die elektrische Maschine kann eine fremderregte oder permanenterregte elektrische Maschine sein. Es kann vorgesehen sein, dass die elektrische Maschine einen Sternpunkt aufweist; andere Konfigurationen sehen eine Dreieckkonfiguration der elektrischen

Maschine vor. Die positive Schiene kann über den Sternpunkt mit den Phasenstromanschlüssen (des Wechselrichters) verbunden sein.

Der Gleichstrom-Übertragungsanschluss kann ein Plugin-Inlet umfassen, d.h. ein elektromechanisches Steckverbindungselement, das sich in der Außenhaut eines Fahrzeugs montieren lässt. Der Gleichstrom-Übertragungsanschluss ist eingerichtet, mit einem Ladestecker (bzw. allgemeiner: Verbindungsstecker) verbunden zu werden.

Der Wechselrichter weist einen positiven Eingangsstromanschluss und einen negativen Eingangsstromanschluss auf. Der Begriff Eingangsstromanschluss ergibt sich aus dem Wechselrichtermodus, in dem der Wechselrichter Leistung von dem Energiespeicher erhält. In diesem Modus erhält der Wechselrichter Leistung über den Eingangsstromanschluss, so dass in diesem Modus dieser Anschluss als Eingang des Wechselrichters dient. Im Lademodus dienen die gleichen Anschlüsse zur Abgabe von Leistung an den Energiespeicher, d.h. als Ausgang des Wechselrichters.

Die Eingangsstromanschlüsse sind mit dem Energiespeicher verbunden. Es kann ein Zwischenkreiskondensator parallel zu dem Energiespeicher bzw. parallel zu den Eingangsanschlüssen des Wechselrichters geschaltet sein.

Der Wechselrichter weist mindestens zwei Phasenstromanschlüsse auf, die mit der elektrischen Maschine verbunden sind. Insbesondere weist der Wechselrichter Phasenstromanschlüsse in einer Anzahl auf, die der Phasenzahl der elektrischen Maschine entspricht. Es kann jeder der Phasenstromanschlüsse mit einer eigenen Phase der elektrischen Maschine verbunden sein. Beispielsweise hat der Wechselrichter drei (oder sechs) Phasenstromanschlüsse, die jeweils an eine von drei (oder sechs) Phasen der elektrischen Maschine angeschlossen sind.

Der Wechselrichter kann gemäß einer Ausführungsform mindestens zwei H-Brücken aufweisen. Die H-Brücken sind in diesem Fall jeweils zwischen den Eingangsstromanschlüssen und den Pha-

senstromanschlüssen angeschlossen. Die H-Brücken können in Reihe zwischen den Eingangsstromanschlüssen und den Phasenstromanschlüssen angeschlossen sein. Die H-Brücken können parallel zueinander angeschlossen sein (zumindest hinsichtlich der Eingangsstromanschlüsse). Die H-Brücken sind vorzugsweise individuell mit einzelnen Phasen der elektrischen Maschine verbunden.

Jede H-Brücke umfasst zwei Querzweige. Ein erster dieser Querzweige verbindet die beiden Eingangsstromanschlüsse. Ein zweiter dieser Querzweige verbindet einen Eingangsstromanschluss (insbesondere den negativen) und einen Phasenstromanschluss. Jeder Querzweige umfasst zwei Schaltelemente, die über einen Verbindungspunkt miteinander verbunden sind. Die beiden Verbindungspunkte jeder H-Brücke (d.h. der Verbindungspunkt des einen Arms und der Verbindungspunkt des anderen Arms der gleichen H-Brücke) sind über eine Induktivität miteinander verbunden.

Die Schaltelemente, insbesondere Halbleiterschalter, jedes Querzweigs sind an Verbindungspunkten miteinander verbunden. Die beiden Verbindungspunkte jeder H-Brücke sind mittels einer Induktivität miteinander verbunden. Die Induktivität ist insbesondere als diskretes Bauelement ausgestaltet, beispielsweise als Spule mit Kern.

Wie erwähnt kann der Wechselrichter H-Brücken umfassen, die jeweils zwei Querzweige aufweisen. Diese verbinden den positiven Eingangsstromanschluss mit dem negativen Eingangsstromanschluss mittels zweier serieller Halbleiterschalter verbinden.

Die Halbleiterschalter bzw. Schaltelemente des Wechselrichters sind vorzugsweise Transistoren, insbesondere Feldeffekt- oder Bipolar-Transistoren, beispielsweise MOSFETs oder IGBTs.

Jeder Phasenstromanschluss kann über einen Kondensator mit einem Eingangsstromanschluss (insbesondere mit dem den negativen Eingangsstromanschluss) verbunden sein. Mit anderen Worten kann

an jede (Einzel-)Brücke ein Kondensator parallel angeschlossen sein.

Der Gleichstrom-Übertragungsanschluss kann eine positive Schiene aufweisen, die mit mindestens einem der Phasenstromanschlüsse verbunden ist. Über diese Verbindung kann Leistung über den Wechselrichter in den elektrischen Energiespeicher eingespeist werden. Mit anderen Worten kann der Gleichstrom-Übertragungsanschluss mit mindestens einem der Phasenstromanschlüsse verbunden sein. Insbesondere umfasst die Verbindung zwischen Gleichstrom-Übertragungsanschluss und (mindestens einem) Phasenstromanschluss (d.h. die Verbindung zwischen Gleichstrom-Übertragungsanschluss und Wechselrichter) keinen Spannungs- oder Stromwandler. Die Verbindung zwischen Gleichstrom-Übertragungsanschluss und (mindestens einem) Phasenstromanschluss kann einen Filter und/oder Sicherheitselemente wie eine Sicherung und/oder ein Trennschalter aufweisen. Der Gleichstrom-Übertragungsanschluss kann einen Kontakt für ein negatives Potential und einen Kontakt für ein positives Potential aufweisen. Die positive Schiene kann dem positiven Kontakt entsprechen. Die negative Schiene kann dem negativen Kontakt entsprechen. Die Spannung am Gleichstrom-Übertragungsanschluss ist die Potentialdifferenz zwischen diesen Potentialen bzw. Kontakten.

Die positive Schiene des Gleichstrom-Übertragungsanschluss kann mit mindestens einem der Phasenstromanschlüsse verbunden sein, vorzugsweise in direkter Weise. Die positive Schiene des Gleichstrom-Übertragungsanschluss kann ferner über die elektrische Maschine (EM) mit mindestens einem der Phasenstromanschlüsse (PS1, PS2, PS3) verbunden sein, d.h. in indirekter Weise. Als „direkt verbunden" wird daher eine Verbindung bezeichnet, die keine elektrische Maschine bzw. keine Wicklungen einer elektrischen Maschine umfasst. Als „direkt verbunden" wird daher eine Verbindung bezeichnet, die keine Schaltung zur Spannungs- oder Stromwandlung aufweist. Als „direkt verbunden" kann eine Verbindung bezeichnet werden, die einen Filter oder und/oder Sicherheitselemente wie eine Sicherung und/oder ein Trennschalter aufweist. Als „indirekt verbunden" kann eine

Verbindung bezeichnet werden, die eine elektrische Maschine bzw. eine Wicklungen einer elektrischen Maschine umfasst (etwa in Reihenschaltung).

Die Brücken können jeweils einen einzelnen Querzweig mit zwei seriellen Schaltelementen umfassen. Die Brücken können zusammen eine mehrphasige Vollwellen-Brückenschaltung ausbilden. Dies ist insbesondere bei einer B*n*C-Brückenschaltung der Fall, beispielsweise bei einer B6C-Brückenschaltung.
Ferner können die Brücken jeweils zwei Querzweige umfassen. Diese können jeweils mit zwei seriellen Schaltelementen ausgestattet sein. Die ist insbesondere bei H-(Einzel-)Brücken der Fall. Die Brücken können zusammen eine mehrphasige H-Brückenschaltung ausbilden.

Bei jeder Brücke können die Eingangsstromanschlüsse an einer der beiden Querzweige angeschlossen sein. An dem anderen der beiden Querzweige können die Phasenstromanschlüsse angeschlossen sein; insbesondere ist an jedem einzelnen der anderen der beiden Querzweige jeder Brücke an einen Phasenstromanschluss angeschlossen sein. Die Querzweige können jeweils einen Verbindungspunkt aufweisen, über den die seriellen Schaltelemente miteinander verbunden sind. Bei jeder Brücke können die Verbindungspunkte der beiden Querzweige über eine Induktivität (insbesondere ein Spule als diskretes Bauelement) miteinander verbunden sein.

Das Fahrzeugbordnetz kann einen Wechselstrom-Übertragungsanschluss aufweisen. Dieser kann über eine erste Schaltervorrichtung mit der elektrischen Maschine verbunden sein. Der Wechselstrom-Übertragungsanschluss kann mehrphasig sein, beispielsweise dreiphasig.

Die erste Schaltervorrichtung kann Auftrennschalter zwischen Wicklungsenden der elektrischen Maschine aufweisen. Diese sind insbesondere eingerichtet sind, gesteuert eine Stern- oder Dreieckskonfiguration der elektrischen Maschine zu bilden oder aufzutrennen, insbesondere teilweise aufzutrennen. Die erste Schaltervorrichtung kann ferner Trennschalter aufweisen. Diese

sind beispielsweise zwischen dem Wechselstrom-Übertragungsanschluss und den Wicklungsenden der elektrischen Maschine vorgesehen. Während der Auftrennschalter Verbindungen zwischen Wicklungen der elektrischen Maschine auftrennt und dadurch die Schaltungskonfiguration der elektrischen Maschine gesteuert ändert, dient der Trennschalter zum Abtrennen der elektrischen Maschine, insbesondere von einem Übertragungsanschluss. Der bzw. die Auftrennschalter trennen 1, 2, n-1 oder n Verbindungen zwischen den Wicklungsenden auf, wobei n die Anzahl der Verbindungen ist, die zur Bildung der Konfiguration notwendig sind. Etwa bei einem dreiphasigen System wird insbesondere eine der Wicklungen abgetrennt, während vorzugsweise zumindest zwei Wicklungen verbunden bleiben. Die Übertragung im Lade- und Rückspeisefall erfolgt daher über eine asymmetrisch konfigurierte elektrische Maschine. Der Auftrennschalter und insbesondere die Steuereinheit, die diesen ansteuert, ist eingerichtet, dies durch Ansteuerung der Auftrennschalter zu realisieren.

Die erste Schaltervorrichtung kann eingerichtet sein, gesteuert eine Stern- oder Dreieckskonfiguration der elektrischen Maschine zu bilden oder teilweise aufzutrennen. Die erste Schaltervorrichtung ist eingerichtet, die Konfiguration vollständig zu bilden. Die erste Schaltervorrichtung ist ferner eingerichtet, die Konfiguration nur teilweise aufzutrennen. Bei einer teilweisen Auftrennung ist eine erste Menge von Wicklungen untereinander verbunden, während eine zweite Menge von Wicklungen, die mit der ersten keine Schnittmenge bildet, nicht untereinander verbunden ist. Insbesondere die Auftrennschalter sind eingerichtet, dies zu realisieren. Ferner können die Trennschalter der ersten Schaltvorrichtung eingerichtet sein, nur einen Teil der Wicklungen abzutrennen. Die Steuereinheit ist eingerichtet, die erste Schaltervorrichtung entsprechend anzusteuern. Mit anderen Worten ist die erste Schaltervorrichtung eingerichtet, eine (symmetrische) Konfiguration in der elektrischen Maschine auszubilden, und (ein einem anderen Zustand bzw. Modus) die Konfiguration der elektrischen Maschine asymmetrisch auszugestalten, d.h. so auszugestalten, dass zumindest eine Wicklung den Gleichstrom-Übertragungsanschluss

mit dem Wechselrichter zu verbinden, während zumindest eine weitere Wicklung den Gleichstrom-Übertragungsanschluss nicht mit dem Wechselrichter verbindet. Dadurch wird erreicht, dass sich die Flüsse in der elektrischen Maschine nicht in der Summe aufheben, wenn Leistung über die elektrische Maschine übertragen wird und die elektrische Maschine zur Realisierung eines Filters verwendet wird.

Das Fahrzeugbordnetz kann ferner eine zweite Schaltervorrichtung aufweisen. Diese kann zwischen dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss und der elektrischen Maschine vorgesehen sein bzw. diese gesteuert verbinden. Die zweite Schaltervorrichtung kann einen oder mehrere Trennschalter aufweisen. Ein derartiger Trennschalter ist einer Potentialschiene (insbesondere die negative) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses nachgeschaltet. Eine weitere Potentialschiene (insbesondere die positive) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses kann über die erste Schaltervorrichtung mit der elektrischen Maschine (dauerhaft bzw. unsteuerbar) verbunden sein, insbesondere direkt bzw. ohne Trennschalter.

Wie erwähnt kann das Fahrzeugbordnetz eine zweite Schaltervorrichtung aufweisen, insbesondere die vorangehend beschriebene. Die zweite Schaltervorrichtung ist zwischen dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss und der elektrischen Maschine angeschlossen ist. Die zweite Schaltervorrichtung kann gemäß einer weiteren Möglichkeit mehrere Trennschalter aufweisen. Der Trennschalter kann eine Potentialschiene (insbesondere die positive) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses (direkt) mit der elektrischen Maschine verbinden. Ein weiterer der Trennschalter kann eine weitere Potentialschiene (insbesondere die negative) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses mit einem Eingangsstromanschluss des Wechselrichters verbinden, insbesondere in direkter Weise.

Die positive Schiene kann direkt mit einem der Phasenstromanschlüsse verbunden sein. Der Gleichstrom-Übertragungsanschluss kann wie erwähnt eine negative Schiene aufweisen. Diese kann mit einem weiteren der Phasenstromanschlüsse verbunden

sein. Insbesondere können die Phasenstromanschlüsse über einen (mehrphasigen) Trennschalter mit der elektrischen Maschine verbunden sein. Die positive Schiene und die negative Schiene des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses können daher mit verschiedenen Phasenanschlüssen bzw. verschiedenen Phasen der elektrischen Maschine verbunden sein. Um einen Stromfluss durch die elektrische Maschine während des Lademodus' zu vermeiden, kann ein Trennschalter vorgesehen sein, der die Phasenanschlüsse von der elektrischen Maschine bzw. deren Wicklungen trennt.

Ferner kann ein Auftrennschalter zwischen Phasenwicklungen der elektrischen Maschine (in Verbindungen zwischen den Phasenwicklungen selbst) vorgesehen sein. Ein derartiger Auftrennschalter kann eingerichtet sein, eine Sternverschaltung (oder Dreiecksverschaltung) zumindest teilweise aufzuheben. Der Trennschalter kann als Schalter vorgesehen sein, der zumindest eine der mit dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss verbundenen Phasenwicklungen von anderen Phasenwicklungen abtrennt. Der Schalter kann ferner vorgesehen sein, alle Phasenwicklungen von einem Sternpunkt der elektrischen Maschine abzutrennen.

Die Steuerungseinheit kann eingerichtet sein, die erste und/oder die zweite Schaltervorrichtung anzusteuern, insbesondere die Trennschalter und/oder die Auftrennschalter. Die Steuerungseinheit kann insbesondere eingerichtet sein, den Auftrennschalter im Lade- oder im Rückspeisemodus im geöffneten Zustand zu halten. Die Steuerungseinheit kann ferner eingerichtet sein, den Auftrennschalter im Wechselrichter- oder im Rekuperationsmodus im geschlossenen Zustand zu halten. Die Steuerungseinheit kann ferner in einem Störungsfall eingerichtet sein, den Wechselrichter in allen Brücken aufzutrennen (und/oder die Trennschalter zu öffnen), etwa wenn eine Ladestörung oder eine Rückspeisestörung auftritt und das Laden oder das Rückspeisen unterbrochen werden soll.

Weiterhin ist es möglich, dass die positive Schiene direkt oder über einen Schalter mit mehreren oder vorzugsweise allen Phasenstromanschlüssen verbunden ist. Mit anderen Worten ist der Gleichstrom-Übertragungsanschluss direkt oder über einen

Schalter mit den Phasenstromanschlüssen verbunden, vorzugsweise mit allen. Dadurch können im Lademodus bzw. im Rückspeisemodus mehrere oder alle Brücken verwendet werden. Der Gleichstrom-Übertragungsanschluss weist eine negative Schiene auf, die mit dem negativen Eingangsstromanschluss des Wechselrichters verbunden ist. Falls ein Schalter verwendet wird, dann ist dieser vorzugsweise mehrphasig. Der Schalter weist für jede Verbindung zwischen einem Phasenanschluss und der positiven Schiene ein Schalterelement bzw. eine Phase auf (bei einem mehrphasigen Schalter). Die Steuerungseinheit ist eingerichtet, im Wechselrichtermodus oder ggf. im Rekuperationsmodus den Schalter in einem geöffneten Zustand zu halten. Die Steuerungseinheit ist ferner eingerichtet, im Lademodus oder ggf. im Rückspeisemodus den Schalter in einem geschlossenen Zustand zu halten.

Anstatt, wie vorangehend beschrieben, die positive Schiene mit den Phasenanschlüssen des Wechselrichters zu verbinden, kann die positive Schiene auch über die elektrische Maschine bzw. über deren Phasenwicklungen an die Phasenanschlüsse des Wechselrichters anschlossen sein. Mit anderen Worten kann die positive Schiene indirekt über die elektrische Maschine mit den Phasenstromanschlüssen verbunden sein. Hierbei sind die Phasenwicklungen in Reihe zwischen der positiven Schiene und dem Wechselrichter angeschlossen. Die negative Schiene des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses kann mit dem negativen Eingangsstromanschluss des Wechselrichters verbunden sein.

Die Brücken können Schaltelemente aufweisen, an die jeweils Freilaufdioden parallel angeschlossen sind. Die Freilaufdioden weisen eine Durchlassrichtung auf, die zum positiven Eingangsanschluss weist.

Der elektrische Energiespeicher kann indirekt über einen Gleichstromwandler an den Eingangsstromanschlüssen des Wechselrichters angeschlossen sein. Das Fahrzeugbordnetz kann eine Steuerungseinheit aufweisen. Diese ist ansteuernd mit zumindest dem Gleichstromwandler und dem Wechselrichter verbunden ist. Die Steuerungseinheit ist vorzugsweise eingerichtet ist, in einem Lademodus den Wechselrichter als Hochsetzsteller zu betreiben.

Ferner kann die Steuerungseinheit eingerichtet sein, den Gleichstromwandler als Tiefsetzsteller zu betreiben.

Wie erwähnt kann (bezogen auf den Gleichstrom-Übertragungsanschluss) vorzugsweise bei allen hier beschriebenen Varianten der Begriff „positive Schiene" durch „positiven Kontakt" ersetzt werden und der Begriff „negative Schiene" kann durch „negativen Kontakt" ersetzt werden.

Das Fahrzeugbordnetz ist insbesondere das Bordnetz eines Plug-in-Hybridkraftfahrzeugs oder eines Elektrokraftfahrzeugs.

Die Figuren 1-3 dienen zur näheren Erläuterung des hier beschriebenen Bordnetzes und zeigen (unter anderem) beispielhafte Fahrzeugbordnetze.

Die Figuren 1, 2 und 3 zeigen jeweils ein Fahrzeugbordnetz mit einem Energiespeicher ES bzw. 10, 110 und einer elektrischen Maschine EM bzw. EM', die über einen Wechselrichter WR1-3 miteinander verbunden sind. Ein Gleichstrom-Übertragungsanschluss (in den Figuren mit einem „DC-Charger" außerhalb des Fahrzeugbordnetzes verbunden) weist eine positive Schiene DC+ und eine negative Schiene DC- auf.

In den Figuren 1, 2 und 3 ist der Energiespeicher ES über einen positiven Eingangsstromanschluss EA1 und einen negativen Eingangsstromanschluss EA2 des Wechselrichters WR an diesen angeschlossen. Parallel zu den Eingangsstromanschlüssen EA1, EA2 ist ein Zwischenkreiskondensator 12, 112, C1 angeschlossen. Der Wechselrichters WR umfasst drei Brücken B1-B3 bzw. HB1 - HB3. Ein Potential bzw. ein Kontakt des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses, insbesondere die positive Schiene DC+ ist über die elektrische Maschine EM bzw. EM', insbesondere über deren Wicklungen in Reihe mit dem Wechselrichter WR1-3 verbunden.

Nachdem Gemeinsamkeiten der Figuren 1-3 erwähnt wurden, wird in Weiteren auf hauptsächliche Unterschiede der Figuren 1-3 eingegangen: Die Figuren 1 und 2 zeigen Vollbrücken B1-B3, die

auch als Zweipulsbrücken bezeichnet werden, da jede der beiden Halbwellen einer Vollwelle über einen der beiden Schalter der jeweiligen Brücke übertragen wird. Die Figur 3 zeigt eine H-Brückenschaltung mit einzelnen H-Brücken, die zwischen den Eingangsstromanschlüssen EA1,2 und den Phasenstromanschlüssen PS1-3 geschaltet sind. In der Figur 2 wird die B6C-Brückenschaltung, die sich aus den einzelnen Brücken B1-3 ergibt, als BnC bezeichnet, wobei n ein Platzhalter für die Anzahl der Schaltelemente (hier: 3 * 2 = 6) ist.

In der Figur 1 ist ein Wechselrichter WR1 dargestellt, der wie der Wechselrichter WR2 der Figur 2 als mehrphasige Vollwellenbrückenschaltung dargestellt ist. Die Wechselrichter WR1 und WR2 sind B6C-Brückenschaltungen. In der Figur 1 sind die Schalter H1-H3 Highside-Schalteelemente (d.h. mit dem positiven Eingangsstromanschluss verbunden), und die Schalter L1-L3 sind Lowside-Schalteelemente (d.h. mit dem negativen Eingangsstromanschluss verbunden). Jede einzelne Brücke B1-3 weist jeweils einen Highside-Schalteelemente und jeweils einen Lowside-Schalteelemente auf, die seriell verbunden sind. Freilaufdioden D sind parallel mit jedem der Schalter verbunden. Die Schalteelemente sind insbesondere MOSFETs oder IGBTs. In der Figur 1 ist der Wechselrichter WR1 über die elektrische Maschine EM direkt mit dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC+, DC- verbunden. Das Fahrzeugbordnetz FB erstreckt sich von dem Energiespeicher 10 bis zu dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC+, DC-. Die gestrichelte Linie markiert eine Schnittstelle zu einer stationären Ladestation DC-Charger.

Im Gegensatz zur Figur 1 ist in der Figur 2 der Wechselrichter WR2 über die elektrische Maschine EM indirekt über einen Gleichspannungswandler DCDC mit dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC+, DC- verbunden. Dadurch ist eine Spannungsanpassung möglich, insbesondere überlappende Spannungsbänder der elektrischen Maschine EM bzw. des Wechselrichters WR2 einerseits und dem Energiespeicher 110 andererseits. Der Energiespeicher 110 weist neben Speicherzellen einen Trennschalter auf. Der Gleichspannungswandler DCDC weist zwei serielle Schalter Z1, Z2 auf, an deren Verknüpfungspunkt sich

eine serielle Induktivität L anschließt, welche die seriellen Schalter Z1, Z2 mit einem Zwischenkreiskondensator K des Gleichspannungswandlers DCDC verbindet. Der Zwischenkreiskondensator K ist ferner mit dem negativen Eingangsstromanschluss EA2 verbunden; der positive Eingangsstromanschluss EA1 ist über den Schalter Z1 und die Induktivität mit dem Zwischenkreiskondensator K verbunden. Insbesondere wird durch den zwischengeschalteten Gleichspannungswandler DCDC eine Spannung an den Gleichspannungsanschluss DC+, DC- möglich (etwa ca. 400 V), die unter der Betriebsspannung (etwa ca. 800 V) des Energiespeichers 110 liegt.

Die elektrische Maschine EM‘ der Figur 2 umfasst ein Wicklungssystem mit drei Phasen L1-L3 und mit Zwischenabgriff in jeder der Wicklungen, wodurch jede Wicklung zweigeteilt wird. Die Zweiteilung ist nicht notwendigerweise eine Aufteilung in gleich lange Wicklungsabschnitte, sondern richtet sich insbesondere nach den Erfordernissen, die einem Filter EMC gestellt werden. Der Filter EMC mit den Kondensatoren Cx und Cy ist an die Zwischenabgriffe und an dasjenige Wicklungsende angeschlossen, welches entgegengesetzt zum Wechselrichter WR2 bzw. zu dessen Phasenanschlüssen PS1-3 ist. Da die Kondensatoren Cx und Cy mit den Wicklungen der elektrischen Maschine interagieren, können die Wicklungen bzw. Abschnitte hiervon in funktioneller Sicht einen Teil des Filters EMC darstellen. Der Filter EMC ist ferner mit einem Nullleiter N und einem Schutzleiter SL verbunden. Die Kondensatoren Cx, Cy der Figur 2 und somit der Filter EMC sind (aufgrund von Reihenschaltern) von der elektrischen Maschine EM‘ abtrennbar. Eine erste Schaltvorrichtung SB1 verbindet die elektrische Maschine EM‘ bzw. deren Phasen L1-L3 mit einem Wechselstromanschluss AC des Fahrzeugbordnetzes FB. Die erste Schaltvorrichtung SB1 umfasst zwei Schaltelemente bzw. Auftrennschalter, die die Phasen untereinander gesteuert verbinden, insbesondere um einen Sternpunkt zu bilden oder (vorzugsweise unvollständig) aufzulösen. Die Schaltvorrichtung kann insbesondere nur einen Auftrennschalter aufweisen, der zwei Wicklungen gesteuert verbindet. Die verbleibende Wicklung(en) ist bzw. sind vorzugsweise permanent bzw. über eine direkte Verbindung mit den anderen Wicklungen verbunden. Mit anderen Worten

sind die Auftrennschalter bzw. ist der Auftrennschalter derart angeschlossen, dass bei offenem Schalter bzw. offenen Schaltern sich eine unvollständige (Stern- oder Dreiecks)konfiguration ergibt, oder die Konfiguration vollständig aufgelöst wird (durch trennen aller Wicklungsenden voneinander), wobei die Trennschalter gewährleisten, dass nicht alle Wicklungen von einem Gleichstrom durchflossen werden. Eine Steuereinheit kann mit der ersten Schaltvorrichtung SB1 ansteuernd verbunden sein, um im Lade- und/oder Rückspeisemodus das vorangehend erwähnte zu realisieren, und um in einem Motor- oder Generatormodus alle Wicklungen miteinander zu verbinden (etwa zur Herstellung einer symmetrischen bzw. vollständigen Konfiguration). Ferner kann im Lade- und/oder Rückspeisemodus vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung die erste Schaltvorrichtung SB1 ansteuert, Gleichstrom durch unterschiedliche Wicklungen bzw. Wicklungsuntergruppen zu übertragen. Die Steuereinrichtung ist zu einer derartigen Ansteuerung ausgestaltet. Dadurch wird in der elektrischen Maschine die Abwärme gleichmäßiger erzeugt.

Die erste Schaltvorrichtung SB1 umfasst ferner pro Phase einen Trennschalter, wobei die Trennschalter zwischen der elektrischen Maschine EM‘ und dem Wechselstromanschluss AC angeschlossen sind.

Eine zweite Schaltvorrichtung SB2 verbindet den Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC+, DC- mit der elektrischen Maschine EM bzw. mit dem negativen Eingangsstromanschluss EA2 des Wechselrichters WR2. Die positive Schiene DC+ des Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC+, DC- wird über die elektrische Maschine (Wicklungen in Serie geschaltet) an den Wechselrichter WR2 übertragen. Die zweite Schaltvorrichtung ist mit einem Schaltelement pro Schiene (DC+ und DC-) dargestellt.

Gemäß einer ersten Möglichkeit ist eine Schiene des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses, insbesondere die positive Schiene DC+, über die zweite Schaltvorrichtung SB2 mit einer Phase des Wechselstromanschlusses AC verbunden und ist somit über die zweite Schaltvorrichtung SB2 und über die erste Schaltvorrichtung SB1 mit der elektrischen Maschine EM‘ verbunden.

Diese Möglichkeit der Verbindung des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses über die zweite Schaltvorrichtung SB2 ist mit dem Verbindungspfad M1 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass zum Zwecke der Abtrennung des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses, etwa im Fehlerfall, das Schaltelement TE (bzw. der betreffende Trennschalter) der zweiten Schaltvorrichtung SB2 oder das nachgeschaltete Schaltelement der ersten Schaltvorrichtung (bspw. das Schaltelement der Phase L2, wie in Figur 2 dargestellt) geöffnet werden muss. Da somit eine der beiden Schaltelemente der ersten und der zweiten Schaltvorrichtung zur Abtrennung nicht erforderlich ist, kann etwa das Schaltelement TE der zweiten Schaltvorrichtung SB2 weggelassen werden und durch eine direkte Verbindung ersetzt werden. Figur 2 dient zur näheren Erläuterung der Redundanz dieser Schalter, so dass Figur 2 alle zum Verständnis der Redundanz erforderlichen Elemente darstellt. Zur Umsetzung der hier erläuterten Herangehensweise sind jedoch nicht alle in Figur 2 dargestellten Elemente erforderlich. Wie erwähnt, kann Schaltelement TE durch eine direkte Verbindung ersetzt werden und das betreffende Schaltelement (bzw. der betreffende Trennschalter) der ersten Schaltvorrichtung, die mit dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss verbunden ist, kann insbesondere als Gleichstrom-Trennschalter ausgebildet sein. Es verbleibt ein Schaltelement bzw. ein Trennschalter, der den Gleichstrom-Übertragungsanschluss (bzw. die Schiene DC-) mit dem Wechselrichter WR verbindet. Verbindung zwischen Gleichstrom-Übertragungsanschluss und elektrischer Maschine EM‘ kommt ohne Schaltelement bzw. Trennschalter in der zweiten Schaltvorrichtung aus, lediglich ein Trennschalter in der ersten Schaltvorrichtung liegt zwischen Gleichstrom-Übertragungsanschluss und elektrischer Maschine EM‘ vor.

Eine zweite Möglichkeit ist es, den Gleichstrom-Übertragungsanschluss der zweiten Schaltvorrichtung direkt (d.h. nicht über die erste Schaltvorrichtung) mit der elektrischen Maschine EM‘ zu verbinden. Mit anderen Worten ist gemäß der zweiten Möglichkeit eine Schiene des Gleichstromanschlusses, insbesondere die positive Schiene DC+, direkt (und nicht über die Schaltvorrichtung SB1) mit einer Phase der

elektrischen Maschine EM' verbunden. Auch in diesem Fall kann der Trennschalter durch eine direkt Verbindung ersetzt werden, wenn eine Steuereinheit CT vorliegt, die eingerichtet ist, im Fehlerfall die Schaltelemente des Wechselrichters WR2 in offenem Zustand zu halten bzw. zu öffnen. Dies gilt insbesondere für alle Schaltelemente des Wechselrichters bzw. der Brückenschaltung BnC. Diese Möglichkeit ist durch den Verbindungspfad M2 dargestellt. Dadurch wird die Funktion des (obsoleten) Trennschalters TE von den Schaltelementen des Wechselrichters realisiert. Der Fehlerfall betrifft insbesondere einen Fehler, der den Abbruch der Energieübertragung zwischen Ladestation DC-Charger und Energiespeicher 110 erforderlich macht, etwa eine Überlastung des Energiespeichers oder ein Fehler in der Ladestation. Die Verbindungspfade M1 und M2 sind zueinander Alternativen. Beide genannten Möglichkeiten erlauben es, nur eine von beiden Gleichstrom-Potentialschienen (in Figur 2 die mit DC- gekennzeichnete Schiene) über einen Trennschalter der zweiten Schaltvorrichtung zu schützen. Die erste Möglichkeit sieht vor, dass die andere Gleichstrom-Potentialschiene (in Figur 2 die mit DC+ gekennzeichnete Schiene) über einen Trennschalter der ersten Schaltvorrichtung geschützt wird, während die zweite Möglichkeit vorsieht, dass die andere Gleichstrom-Potentialschiene mittels der Schaltelemente des Wechselrichters WR2 geschützt wird, die von der Steuereinheit CT angesteuert werden. Schützen bedeutet in diesem Fall, die betreffende Potentialschiene (gesteuert) abtrennbar vorzusehen. Es sei bemerkt, dass insbesondere in der ersten Möglichkeit die Steuereinheit CT eingerichtet ist, den betreffenden Trennschalter der ersten Schaltvorrichtung SB1 im Fehlerfall zu öffnen.

Auch in Figur 2 gibt die gestrichelte Linie die Schnittstelle zwischen Fahrzeugbordnetz und Infrastruktur Inf wieder. Die Schnittstelle wird realisiert durch eine elektromechanische Schnittstelle, die seitens des Fahrzeugbordnetzes FB einen ersten Steckverbinder STE1 und seitens der Infrastruktur Inf einen hierzu komplementären Steckverbinder STE2 bildet. Der erste Steckverbinder ist insbesondere Teil eines Pluin-Inlets. Der zweite Steckverbinder ist stationär, insbesondere am Ende

eines Ladekabels einer Ladestation. Es sind seitens der Infrastruktur Stromquellen SQ für Wechselstrom vorgesehen und es werden drei Phasen L1-L3 ausgebildet, sowie ein Neutralleiter und ein Schutzleiter SL. Die Stromquellen SQ sind etwa Stromquellen eines öffentlichen oderlokalen Wechselstromversorgungsnetzes. Diese haben Entsprechungen auf der Fahrzeugseite, die mit der besseren Übersicht wegen die gleichen Bezeichnungen aufweisen. Die Gleichstromladestation DC-Charger kann eine eigene elektrische Energiequelle aufweisen, insbesondere eine Gleichspannungsquelle, etwa eine Spannungsquelle einer Energieerzeugungsanlage, die einem lokalen oder einem öffentlichen Stromversorgungsnetz angehören kann. Sowohl der Wechselrichter als auch ggf. der Gleichspannungswandler sind vorzugsweise bidirektional ausgebildet, insbesondere um auch Energie an die Infrastruktur abgeben zu können.

In der Figur 3 ist ein Wechselrichter WR3 mit einer H-Brückenschaltung dargestellt. Die (Einzel-)H-Brücke HB1 weist einen positiven Eingang PE1 und einen negativen Eingang NE1 auf. Die H-Brücke HB2 weist einen positiven Eingang PE2 und einen negativen Eingang NE2 auf. Die H-Brücke HB3 weist einen positiven Eingang PE3 und einen negativen Eingang NE3 auf. Die positiven Eingänge PE1-3 sind untereinander verbunden und ferner mit dem positiven Eingangsanschluss EA1 des Wechselrichters WR verbunden. Die negativen Eingänge NE1-3 sind untereinander verbunden und ferner mit dem negativen Eingangsanschluss EA2 des Wechselrichters WR verbunden. Jede H-Brücke HB1-3 weist zwei Querzweige auf, die jeweils zwei seriell geschaltete Halbleiterschalter HS aufweisen. Ein erster der Querzweige jeder H-Brücke (links dargestellt) verbindet jeweils den negativen Eingang und den positiven Eingang der jeweiligen H-Brücke HB1-3. Jede H-Brücke weist einen negativen Ausgang NA1-3 und einen positiven Ausgang NA3 auf. In jeder H-Brücke verbindet ein zweiter der Querzweige die Ausgänge PA1, NA1; PA2, NA2 bzw. PA3, NA3. Jeder Querzweig weist zwei Halbleiterschalter HS bzw. entsprechende Schaltelemente auf, die in Reihe über einen Verbindungspunkt miteinander verbunden sind. Für jede H-Brücke HB1-3 gilt, dass die Verbindungspunkte der beiden Querzweige mittels eines Brückenzweigs BZ1-3 miteinander verbunden sind.

Der Brückenzweigs BZ1-3, welcher in jeder H-Brücke HB1-3 die Verbindungspunkte der beiden Querzweige verbindet, weist eine in Reihe angeschlossene Induktivität L1-3 auf. Mit anderen Worten verbindet die Induktivität L1-3 in jedem der H-Brücken HB1-3 die Verbindungspunkte der Halbleiterschalter HS der beiden Querzweige. Jeder Phasenanschluss ist über einen Kondensator C21-23 mit dem negativen Eingangsstromanschluss EA2 bzw. mit den negativen Eingängen NE1-3 der H-Brücken HB1-3 verbunden. Die positiven Ausgänge PA1-PA3 der H-Brücken HB1-HB3 entsprechen Phasenstromanschlüssen des Wechselrichters WR. Aus diesem Grund die positiven Ausgänge PA1-PA3 der H-Brücken HB1-3 und die Phasenstromanschlüsse PS1-3 des Wechselrichters WR als Äquivalent zueinander betrachtet werden. Mit gestrichelter Linie ist die Schnittstelle zwischen Fahrzeugbordnetz und stationären Einrichtungen (DC-Ladegerät „DC-Charger" und AC-Ladegerät „AC-Charger") dargestellt. An dieser Schnittstelle befinden sich der Gleichstrom-Übertragungsanschluss und ggf. der Wechselstrom-Übertragungsanschluss. Links der gestrichelten Linie ist das hier beschriebene Fahrzeugbordnetz dargestellt, rechts hiervon befindet sich die Infrastruktur in Form eines Ladegeräts bzw. einer Gleichspannungs-Ladestation „DC-Charger".

In der Schaltung der Figur 3 wird das positive Potential des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses indirekt über die elektrische Maschine bzw. deren Sternpunkt S in mehrere bzw. alle Phasenanschlüsse PS1-3 des Wechselrichters WR3 eingespeist, und das negative Potential wird über einen negativen Eingangsstromanschluss des Wechselrichters eingespeist. Die positive Schiene DC+ (entsprechend einem positiven Kontakt bzw. dem positiven Potential) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses ist mit dem positiven Ausgang PA1 einer ersten H-Brücke HB1 verbunden. Ferner ist die negative Schiene DC+ (entsprechend einem negativen Kontakt bzw. dem negativen Potential) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses mit dem positiven Ausgang PA2 einer weiteren H-Brücke HB2 verbunden.

In der Figur 3 ist der positive Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC+ mit einer Seite der Phasenwicklungen der elektrischen Maschine EM verbunden, während die entgegenge-

setzten Seiten der Phasenwicklungen der elektrischen Maschine EM jeweils mit den Phasenstromanschlüssen PS1-3 verbunden sind. Die mit dem positive Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC+ verbundenen Seite der Phasenwicklungen der elektrischen Maschine EM sind untereinander verbunden und bilden den Sternpunkt S der elektrischen Maschine EM. Der negative Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC- ist mit dem negativen Eingangsanschluss des Wechselrichters WR verbunden. Der negative Gleichstrom-Übertragungsanschluss DC- ist insbesondere mit den negativen Eingängen der H-Brücken HB1-3 verbunden.

Die Figuren 1 und 3 sind ohne Wechselstrom-Übertragungsanschluss dargestellt. Jedoch können die dort dargestellten Fahrzeugbordnetze einen Wechselstrom-Übertragungsanschluss aufweisen, der ein- oder mehrphasig ist und mit einer oder mehreren (oder auch allen) Phasenstromanschlüssen des Wechselrichters WR verbunden ist.

Zur besseren Übersicht zeigt nur die Figur 2 einer Steuereinheit CT des Wechselrichters bzw. eines ggf. vorhandenen Gleichspannungswandlers bzw. von Trenn- oder Auftrennschaltern. Die Steuereinheit CT steuert insbesondere die erste und die zweite Schaltvorrichtung bzw. die Brücken B1-3 und gegebenenfalls den Gleichspannungswandler DCDC an, wie durch die Doppelpfeile angedeutet ist.

Patentansprüche

1. Fahrzeugbordnetz (FB) mit einem Wechselrichter (WR1-3), einem elektrischen Energiespeicher (10, 110, ES), einer elektrischen Maschine (EM, EM‘) und einem Gleichstrom-Übertragungsanschluss (DC+, DC-), wobei der Wechselrichter (WR) einen positiven Eingangsstromanschluss (EA1) und einen negativen Eingangsstromanschluss (EA2) aufweist, die mit dem Energiespeicher (ES) verbunden sind; der Wechselrichter (WR) mindestens zwei Phasenstromanschlüsse (PS1, PS2, PS3) aufweist, die mit der elektrischen Maschine (EM, EM‘) verbunden sind; und
der Wechselrichter (WR) mindestens zwei Brücken (B1-B3; HB1-3) aufweist, wobei die beiden Eingangsstromanschlüssen (EA1, EA2) über die Brücken (B1-B3; HB1-3)mit den mindestens zwei Phasenstromanschlüssen (PS1, PS2, PS3) verbunden ist, wobei der Gleichstrom-Übertragungsanschluss (DC+, DC-) eine positive Schiene (DC+) aufweist, die über die elektrische Maschine (EM) mit den Phasenstromanschlüssen (PS1, PS2, PS3) verbunden ist.

2. Fahrzeugbordnetz (FB) nach Anspruch 1, wobei der elektrische Energiespeicher (10, 110) direkt an den Eingangsstromanschlüssen (EA1, EA2) des Wechselrichters (WR1, WR2) oder indirekt über einen Gleichspannungswandler (DCDC) an den Eingangsstromanschlüssen (EA1, EA2) des Wechselrichters (WR1, WR2) angeschlossen ist.

3. Fahrzeugbordnetz (FB) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Brücken (B1-B3) jeweils einen einzelnen Querzweig mit zwei seriellen Schaltelementen (H1, L1; H2, L2; H3, L3) umfassen und die Brücken eine mehrphasige Vollwellen-Brückenschaltung bilden.

4. Fahrzeugbordnetz (FB) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Brücken (B1-B3) jeweils zwei Querzweige umfassen, die jeweils mit zwei seriellen Schaltelementen (HS) ausgestattet sind, und wobei die Brücken eine mehrphasige H-Brückenschaltung bilden.

5. Fahrzeugbordnetz (FB) nach Anspruch 4, wobei bei jeder Brücke (HB1-HB3) die Eingangsstromanschlüsse (EA1, EA2) an einer der beiden Querzweige angeschlossen sind und an dem anderen der beiden Querzweige die Phasenstromanschlüsse (PS1, PS2, PS3) angeschlossen sind, wobei die Querzweige jeweils einen Verbindungspunkt aufweisen, über den die seriellen Schaltelementen (HS) miteinander verbunden sind und wobei bei jeder Brücke (HB1-HB3) die Verbindungspunkte der beiden Querzweige über eine Induktivität (L1-L3) miteinander verbunden sind.

6. Fahrzeugbordnetz (FB) nach einem der vorangehenden Ansprüche, das ferner einen Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC) aufweist, der über eine erste Schaltervorrichtung (SB1) mit der elektrischem Maschine (EM‘) verbunden ist, wobei die erste Schaltervorrichtung (SB1) Auftrennschalter zwischen Wicklungsenden der elektrischen Maschine (EM‘) aufweist, die eingerichtet sind, gesteuert eine Stern- oder Dreieckskonfiguration der elektrischen Maschine (EM‘) zu bilden oder aufzutrennen, und die erste Schaltervorrichtung (SB1) Trennschalter aufweist, die zwischen dem Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC) und den Wicklungsenden der elektrischen Maschine (EM‘).

7. Fahrzeugbordnetz (FB) nach Anspruch 6, wobei die erste Schaltervorrichtung (SB1) eingerichtet ist, gesteuert eine Stern- oder Dreieckskonfiguration der elektrischen Maschine (EM‘) zu bilden oder teilweise aufzutrennen.

8. Fahrzeugbordnetz (FB) nach einem der vorangehenden Ansprüche, das ferner eine zweite Schaltervorrichtung (SB2) aufweist, die zwischen dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss (DC+, DC-) und der elektrischen Maschine angeschlossen ist, und die mindestens einen Trennschalter aufweist, wobei
die zweite Schaltervorrichtung (SB2) einen Trennschalter aufweist, der einer Potentialschiene (DC-) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses (DC+, DC-) nachgeschaltet ist, wobei eine weitere Potentialschiene (DC+) des

Gleichstrom-Übertragungsanschlusses (DC+, DC-) über die erste Schaltervorrichtung (SB1) mit der elektrischen Maschine verbunden ist.

9. Fahrzeugbordnetz (FB) nach einem der Ansprüche 1 - 6, das ferner eine zweite Schaltervorrichtung (SB2) aufweist, die zwischen dem Gleichstrom-Übertragungsanschluss (DC+, DC-) und der elektrischen Maschine angeschlossen ist, und die mindestens einen Trennschalter aufweist, wobei

- die zweite Schaltervorrichtung (SB2) mehrere Trennschalter aufweist, wobei einer der Trennschalter (TR) eine Potentialschiene (DC+) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses (DC+, DC-) direkt mit der elektrischen Maschine verbindet und ein weiterer der Trennschalter eine weitere Potentialschiene (DC-) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses (DC+, DC-) mit einem Eingangsstromanschluss (EA2) des Wechselrichters (WR) verbindet, oder
- die zweite Schaltervorrichtung (SB2) einen Trennschalter aufweist, der eine Potentialschiene (DC-) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses (DC+, DC-) mit einem Eingangsstromanschluss (EA2) des Wechselrichters (WR) verbindet und das Fahrzeugbordnetz (FB) eine Steuereinheit (CT) aufweist, die eingerichtet ist, in einem Fehlerfall die Schaltelemente des Wechselrichters in einem offenen Zustand vorzusehen.

10. Fahrzeugbordnetz (FB) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Brücken Schaltelemente aufweisen, an die jeweils Freilaufdioden parallel angeschlossen sind.

11. Fahrzeugbordnetz (FB) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der elektrische Energiespeicher (10, 110) indirekt über einen Gleichspannungswandler (DCDC) an den Eingangsstromanschlüssen (EA1, EA2) des Wechselrichters (WR1, WR2) angeschlossen ist und das Fahrzeugbordnetz (FB) eine Steuerung (CT) aufweist, die ansteuernd zumindest mit dem Gleichspannungswandler (DCDC) und dem Wechselrichter (WR1, WR2) verbunden ist und die eingerichtet ist, in einem

Lademodus den Wechselrichter (WR1, WR2) als Hochsetzsteller und den Gleichspannungswandler (DCDC) als Tiefsetzsteller zu betreiben.

5

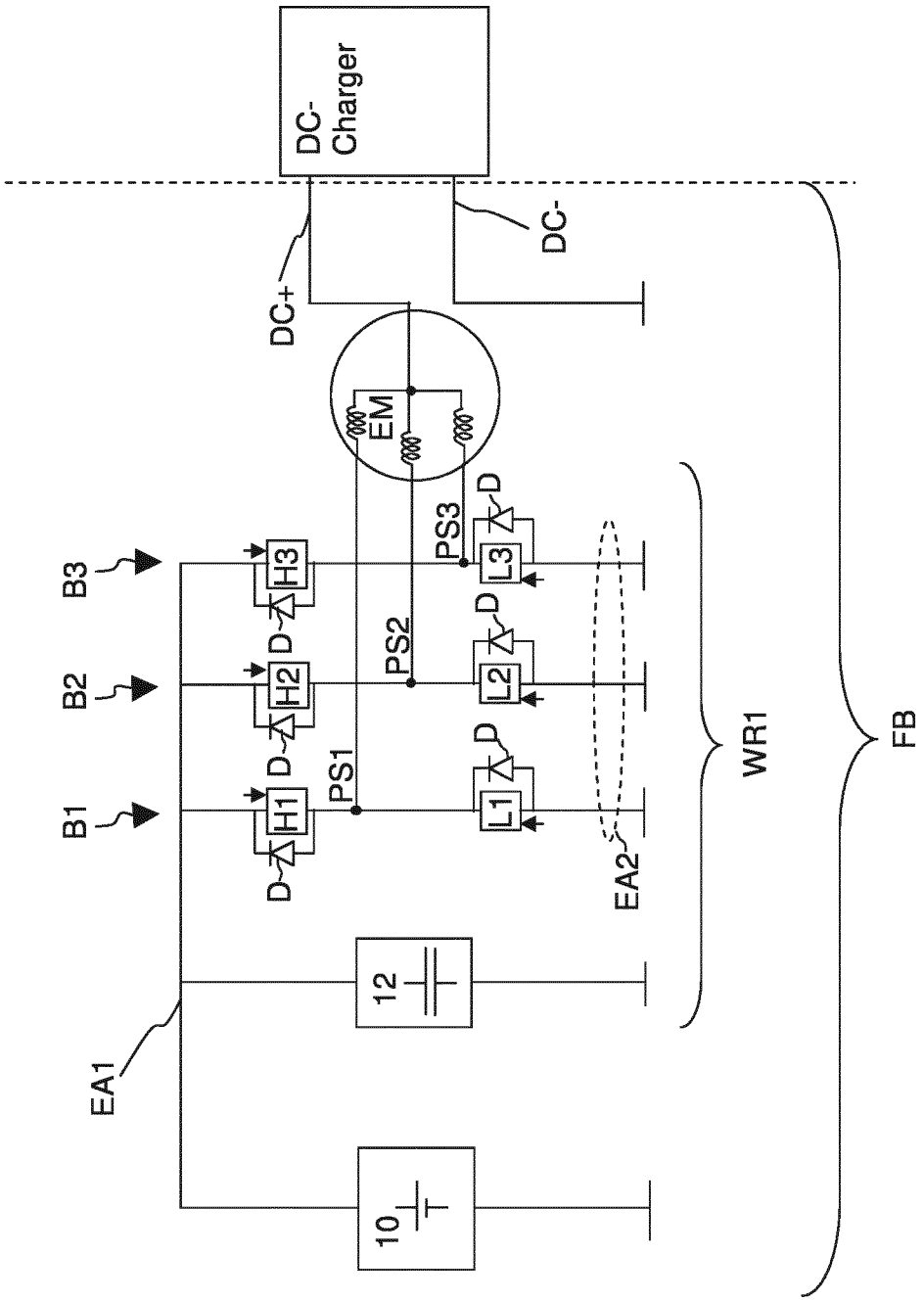
DC-
Charger
DC+
DC-
EM
PS3
PS2
PS1
B3
B2
B1
H3
H2
H1
L3
L2
L1
D
EA1
EA2
12
10
WR1
FB

Fig. 1

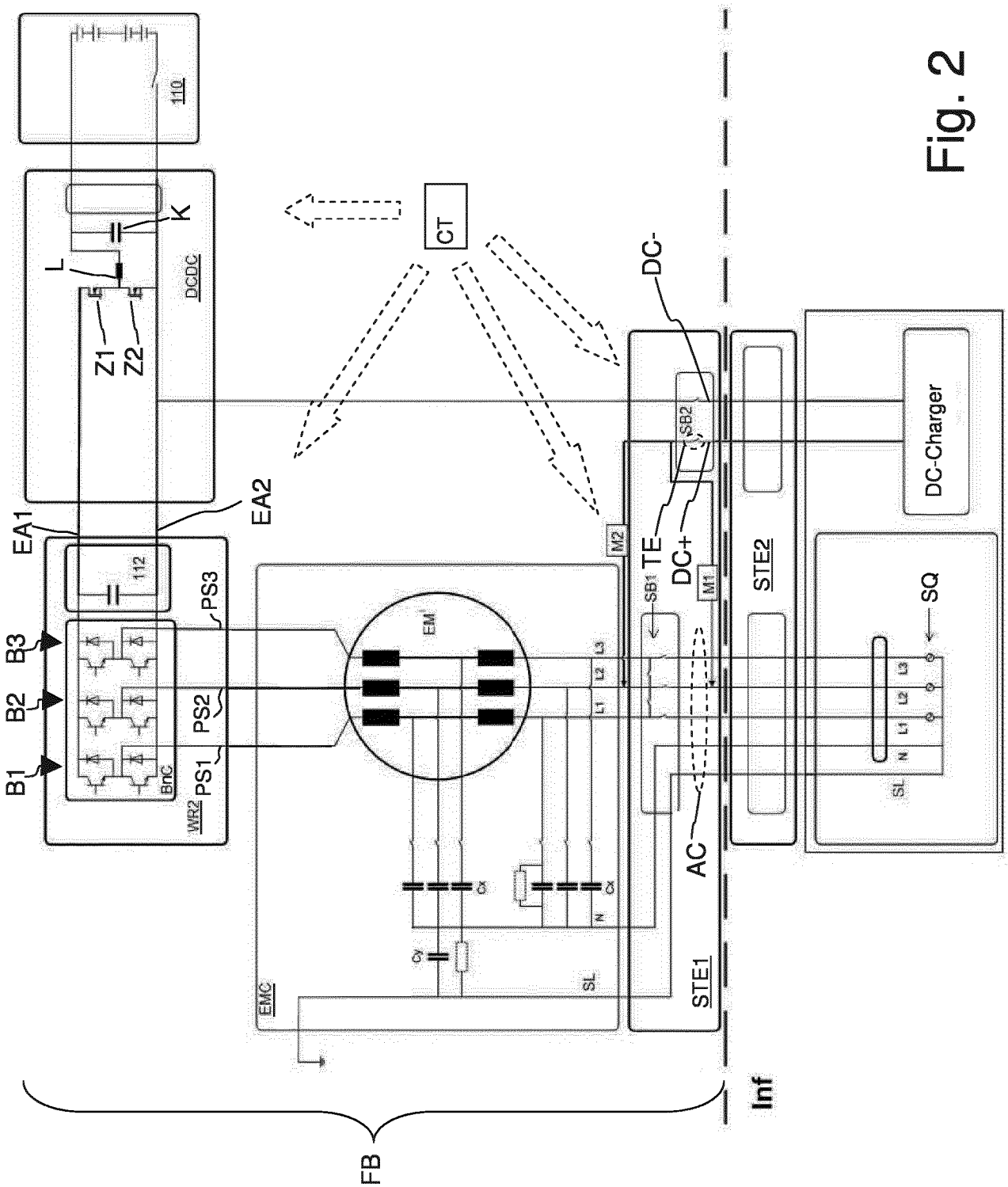
110
K
L
DCDC
Z1
Z2
CT
DC-
EA1
EA2
112
PS3
PS2
PS1
B3
B2
B1
BnC
WR2
EMI
EMC
SL
M2
M1
SB1
SB2
TE
DC+
AC
STE1
STE2
DC-Charger
SQ
L1
L2
L3
N
Cx
Cy
FB
Inf

Fig. 2

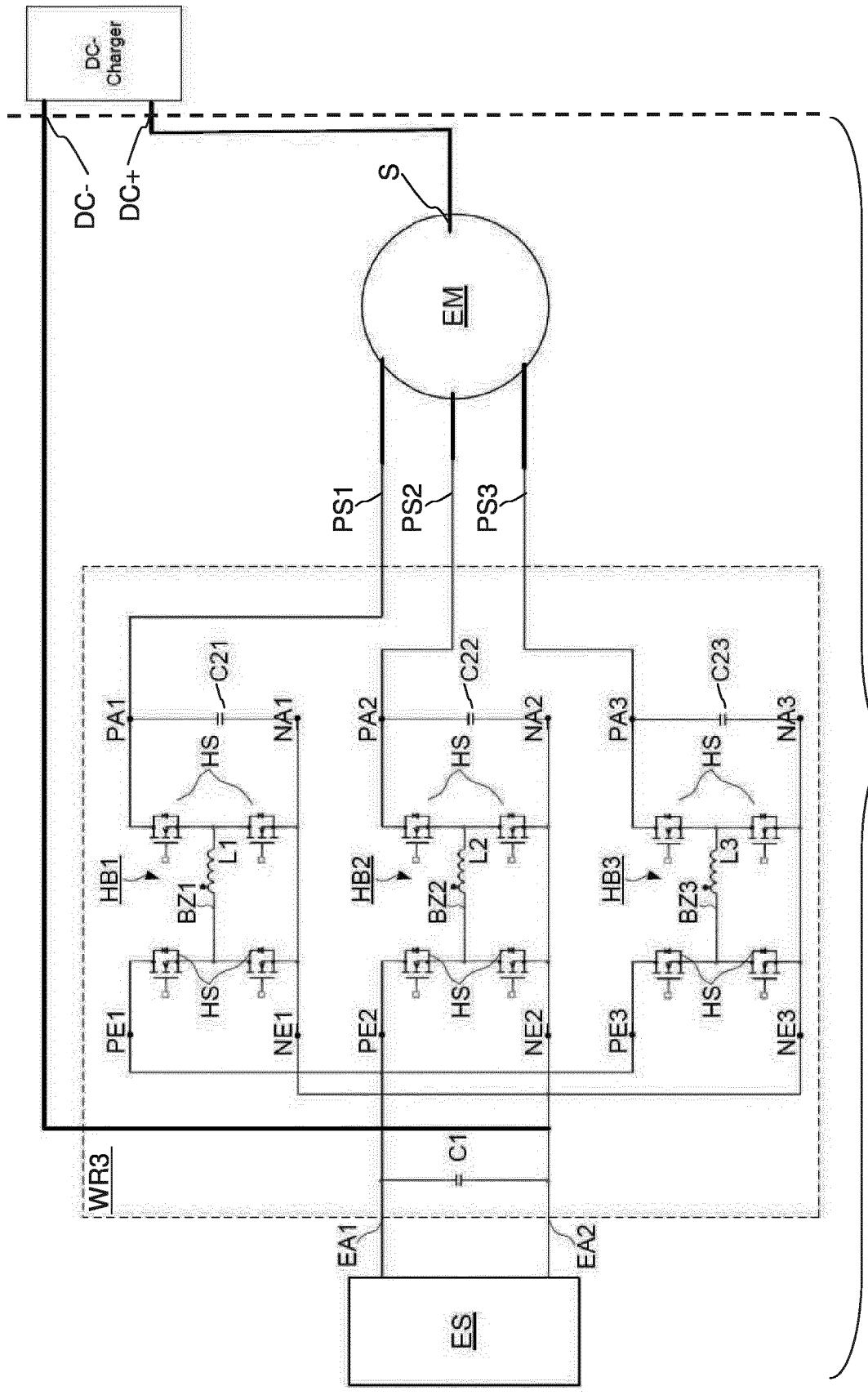
DC-Charger
DC-
DC+
S
EM
PS1
PS2
PS3
FB
WR3
C1
EA1
EA2
ES
PA1
PA2
PA3
NA1
NA2
NA3
C21
C22
C23
HS
HB1
HB2
HB3
BZ1
BZ2
BZ3
L1
L2
L3
PE1
PE2
PE3
NE1
NE2
NE3

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/063226

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02M7/00 B60L11/18 B60L15/00 B60L15/20 H02M3/158
H02M7/219
ADD.
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 H02M

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	WO 2010/108623 A1 (SEW EURODRIVE GMBH & CO [DE]; MAHLEIN JOCHEN [DE]; KOLLAR HANS JUERGEN) 30 September 2010 (2010-09-30) abstract; claims 1-14; figure 1 page 3 - page 12	1-11
Y	EP 2 197 084 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; FUJITSU TEN LTD [JP]) 16 June 2010 (2010-06-16) abstract; claims 1-11; figures 1-12 paragraph [0021] - paragraph [0110]	1-11
Y	DE 10 2011 118823 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 23 May 2013 (2013-05-23) abstract; claims 1-9; figures 1-4 paragraph [0017] - paragraph [0023]	1-11

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] 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
27 July 2017	04/08/2017

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Koutsorodis, Dafni

2

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2008 063465 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24 June 2010 (2010-06-24) the whole document -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/063226

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2010108623 A1	30-09-2010	CN 102365188 A	29-02-2012
		DE 102009014704 A1	07-10-2010
		EP 2411240 A1	01-02-2012
		US 2012019174 A1	26-01-2012
		WO 2010108623 A1	30-09-2010
EP 2197084 A1	16-06-2010	BR PI0816775 A2	02-05-2017
		CN 101803142 A	11-08-2010
		EP 2197084 A1	16-06-2010
		JP 4727636 B2	20-07-2011
		JP 2009071989 A	02-04-2009
		KR 20100051876 A	18-05-2010
		US 2010213896 A1	26-08-2010
		WO 2009035069 A1	19-03-2009
DE 102011118823 A1	23-05-2013	CN 103931093 A	16-07-2014
		DE 102011118823 A1	23-05-2013
		EP 2781010 A2	24-09-2014
		WO 2013072278 A2	23-05-2013
DE 102008063465 A1	24-06-2010	CN 102245423 A	16-11-2011
		DE 102008063465 A1	24-06-2010
		EP 2365919 A1	21-09-2011
		US 2011248563 A1	13-10-2011
		WO 2010069830 A1	24-06-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/063226

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02M7/00 B60L11/18 B60L15/00 B60L15/20 H02M3/158
H02M7/219
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60L H02M

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	WO 2010/108623 A1 (SEW EURODRIVE GMBH & CO [DE]; MAHLEIN JOCHEN [DE]; KOLLAR HANS JUERGEN) 30. September 2010 (2010-09-30) Zusammenfassung; Ansprüche 1-14; Abbildung 1 Seite 3 - Seite 12 -----	1-11
Y	EP 2 197 084 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]; FUJITSU TEN LTD [JP]) 16. Juni 2010 (2010-06-16) Zusammenfassung; Ansprüche 1-11; Abbildungen 1-12 Absatz [0021] - Absatz [0110] ----- -/--	1-11

[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
27. Juli 2017	04/08/2017

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	Koutsorodis, Dafni

2

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2011 118823 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]) 23. Mai 2013 (2013-05-23) Zusammenfassung; Ansprüche 1-9; Abbildungen 1-4 Absatz [0017] - Absatz [0023] -----	1-11
A	DE 10 2008 063465 A1 (SIEMENS AG [DE]) 24. Juni 2010 (2010-06-24) das ganze Dokument -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/063226

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2010108623 A1	30-09-2010	CN 102365188 A	29-02-2012
		DE 102009014704 A1	07-10-2010
		EP 2411240 A1	01-02-2012
		US 2012019174 A1	26-01-2012
		WO 2010108623 A1	30-09-2010
EP 2197084 A1	16-06-2010	BR PI0816775 A2	02-05-2017
		CN 101803142 A	11-08-2010
		EP 2197084 A1	16-06-2010
		JP 4727636 B2	20-07-2011
		JP 2009071989 A	02-04-2009
		KR 20100051876 A	18-05-2010
		US 2010213896 A1	26-08-2010
		WO 2009035069 A1	19-03-2009
DE 102011118823 A1	23-05-2013	CN 103931093 A	16-07-2014
		DE 102011118823 A1	23-05-2013
		EP 2781010 A2	24-09-2014
		WO 2013072278 A2	23-05-2013
DE 102008063465 A1	24-06-2010	CN 102245423 A	16-11-2011
		DE 102008063465 A1	24-06-2010
		EP 2365919 A1	21-09-2011
		US 2011248563 A1	13-10-2011
		WO 2010069830 A1	24-06-2010