

**(10) Internationale Veröffentlichungsnummer**  
**WO 2018/015263 A1**

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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

---

Maschine (EM) schaltbar ist, und wobei das Fahrzeugbordnetz (FBN) dazu ausgebildet ist (Ctrl; SW-Box), zunächst den elektrischen Energiespeicher (ES) mit einer ersten Spannung (U1) zu laden (AC; DC), und danach den elektrischen Energiespeicher (ES) mit einer zweiten Spannung (U2) zu laden (AC; DC), welche zweite Spannung (U2) größer als die erste Spannung (U1) ist.

Beschreibung

**FAHRZEUGBORDNETZ ZUM LADEN EINES ELEKTRISCH  
ANGETRIEBENEN FAHRZEUGS UND VERFAHREN**

5 Kraftfahrzeuge mit einem elektrischen Antrieb, d.h. Elektro-  
fahrzeuge und Hybridfahrzeuge, umfassen einen elektrischen  
Energiespeicher zur Versorgung des elektrischen Antriebs.  
Elektrofahrzeuge und Plug-In-Hybride sind mit einem Anschluss  
ausgestattet, mittels dem sich mit Gleichspannung und/oder  
10 Wechselspannung Energie von einem stationären, elektrischen  
Versorgungsnetz (lokal oder öffentlich) zum Aufladen des  
Energiespeichers an diesen übertragen lässt.

DE102015218416 und DE102016209905 (deren Inhalt hiermit Teil der  
15 Offenbarung dieser Anmeldung ist / incorporated by reference)  
gemäß Fig. 4 und Fig. 5 betreffen Fahrzeugbordnetze zum Laden  
eines Energiespeichers eines Kraftfahrzeugs.  
Fig. 3 zeigt eine zumindest intern bekannte Variante des  
DC-Ladens (DC=Gleichspannung, AC=Wechselspannung) eines  
20 Elektrofahrzeugs oder Plug-in-Fahrzeugs.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, ein Fahrzeugbordnetz bzw.  
Verfahren zum Laden eines elektrischen Energiespeichers zu  
optimieren. Diese Aufgabe wird jeweils durch die Gegenstände der  
25 unabhängigen Ansprüche gelöst. Weitere mögliche Ausgestaltungen  
der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie  
aus dieser Beschreibung und den Fig., wobei auch beliebige  
Kombinationen von Merkmalen eines oder mehrerer der Ausfüh-  
rungsbeispiele miteinander eigenständige Weiterbildungen oder  
30 Erfindungen definieren können.

Ein Vorteil von Ausgestaltungen der Erfindung kann darin liegen,  
die Ladesystemkosten (z.B. Einsparung von Lade-Elektronik,  
Schalter/Schütze und Leitungssatz) im Fahrzeug und/oder in der  
Infrastruktur zu reduzieren. Ein Vorteil von Ausgestaltungen der

Erfindung kann auch darin liegen, durch die Einsparung einer zweiten Stufe der Ladeelektronik (DC/DC-Wandler) den Aufwand (Kosten, Volumen, Gewicht) weiter zu reduzieren, indem die Spannungslage aller HV-Bordnetzkomponenten (800V: Energiespeicher/Akku, Inverter, Elektro-Motor EM) so gewählt wird, dass diese über dem Niveau der gleichgerichteten Netzwechselspannung liegt. Somit kann gemäß Ausgestaltungen der Erfindung ein AC/DC-Wandler zusammen mit on-Board-Filter- und off-Board-Netz-Induktivitäten neben der Gleichrichtung auch die Spannungsanpassung mit erledigen.

In der Zeichnung zeigt zur Veranschaulichung von einigen möglichen Ausgestaltungen der Erfindung, vereinfachend schematisch:

Fig. 1 ein Fahrzeugbordnetz für ein Kraftfahrzeug oder in einem Kraftfahrzeug, um mit zwei unterschiedlichen Spannungen und/oder nacheinander zunächst einphasig mit AC und dann mehrphasig mit AC oder mit DC einen Energiespeicher zu laden,

Fig. 2 ein weiteres Fahrzeugbordnetz für ein Kraftfahrzeug oder in einem Kraftfahrzeug, um mit zwei unterschiedlichen Spannungen und/oder nacheinander zunächst einphasig mit AC und dann mehrphasig mit AC oder mit DC einen Energiespeicher zu laden, mit einem zusätzlichen Buck-Boost-Converter zum Erhöhen einer Spannung,

Fig. 3 ein zumindest intern bekanntes Laden eines Energiespeichers über ein Fahrzeugbordnetz mit wahlweise Gleichstrom oder Wechselstrom,

Fig. 4 gemäß DE102015218416 Laden eines Energiespeichers über ein Fahrzeugbordnetz mit wahlweise Gleichstrom oder Wechselstrom,

Fig. 5 gemäß DE102016209905 Laden eines Energiespeichers über ein Fahrzeugbordnetz mit wahlweise Gleichstrom oder Wechselstrom,

Fig. 6 einen Ladestecker für ein CAS (combined charging system),

Fig. 7 ein Kraftfahrzeug mit einem Fahrzeugbordnetz.

**Fig. 1** zeigt schematisch und vereinfachend als eine Ausgestaltung der Erfindung zum Laden eines Energiespeichers ES (wie z.B. einer Hochvolt-/HV-Batterie eines PlugInHybrid-/Elektro- Kraft-  
5 fahrzeugs Kfz) ein Fahrzeugbordnetz FBN, das von einer Ladestation Lad über einen Stecker Stk mit wahlweise Gleichstrom DC, einphasigem Wechselstrom AC oder dreiphasigem Wechselstrom (Drehstrom) AC ladbar ist,

10 wobei z.B. über Schalter SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2 einer Schalteinrichtung SW-Box zum Laden mit erst einer ersten Spannung U1 und dann mit einer größeren Spannung U2 die Batteriespannung U\_Akku des zu ladenden Energiespeichers ES vor dem Laden mit der höheren Spannung U2 auf einen hinreichenden Wert (z.B. ein  
15 Spannungswert oder z.B.  $x / 80\%$  SOC/stateofcharge/Ladezustand des Lade-Maximums) angehoben wird, insbesondere wenn sie zumindest auf unter einen Schwellwert (z.B. 20% oder 25% SOC / stateofcharge / Ladezustand des Lade-Maximums) entladen ist. Das dargestellte Fahrzeugbordnetz FBN weist einen Stecker Stk  
20 (z.B. gemäß Fig. 1 und/oder 6) auf zum Laden des Energiespeichers ES aus einer Ladeeinrichtung Lad (an die der Stecker Stk ansteckbar ist) mit Gleichstrom DC oder (einphasigem) Wechselstrom AC oder (dreiphasigem) Drehstrom AC.

Im Beispiel eines Steckers Stk in Fig. 1, 6 sind z.B. zwei  
25 Lade-Eingänge DC+, DC- eines Gleichstrom-Übertragungsanschlusses DC des Fahrzeugbordnetzes FBN zum Laden des Energiespeichers En mit Gleichstrom dargestellt, sowie Lade-Eingänge AC1, AC2, AC3, N (, LV-Gnd) (=in Fig. 6 bezeichnet als L1, L2, L3, L4, N) eines Wechsel-  
30 strom-Übertragungsanschlusses AC des Fahrzeugbordnetzes FBN für einphasigen Wechselstrom AC oder dreiphasigen Drehstrom AC, z.B. jeweils für Spannungen z.B. nach einem chinesischen oder europäischen oder deutschen oder japanischen oder amerikanischen Stromnetz-Standard (z.B. EU/China: dreiphasig 400V oder EU/China

einphasig 230V oder USA/Japan einphasig 220V),  
sowie z.B. ein N-Leiter (oder Nullleiter oder Masse) N, und ggf.  
Steuerungsanschlüsse und/oder Kommunikationsanschlüsse (P /  
CP).

- 5 Mit dem Stecker Stk sind, z.B. über ein EMV-Filter EMV-F, mehrere  
(hier in einer Schaltbox SW-Box und/oder einem Gehäuse oder Modul  
angeordnete) von einer Steuerung Ctrl gesteuerte Schaltein-  
richtungen SW1-SW4 (sowie SP1, SP2) verbunden.  
Hier drei Schalteinrichtungen SW1-SW3 sind zum Schalten  
10 wahlweise (durch Ctrl) einer oder zweier oder dreier Anschlüsse  
(z.B. AC1 oder AC2 oder AC3, oder AC1 und AC2 und AC3, oder DC+  
und DC-) jeweils auf je einen der Lade-Eingänge U2, V2, W2 einer  
elektrische Maschine EM vorgesehen (wobei z.B. zwei weitere  
Schalteinrichtungen SP1, SP2 für eine Sterndreiecksschaltung  
15 und/oder zum Umschalten von einem Traktionsbetrieb auf einen  
Ladebetrieb verwendbar sein können).

Eine Schalteinrichtung SW4 kann zum Schalten eines N-Leiters  
vorgesehen sein. In Fig. 1 ist die Schalteinrichtung SW4 näher  
am Stecker Stk als eine und Fig. 1 dargestellte dazu serielle  
20 Induktivität geschaltet.

In Fig. 1 ist die Schalteinrichtung SW4 ferner vom Stecker Stk  
als eine Schalteinrichtung SW1 für eine Phase AC1 geschaltet.  
In Fig. 1 sind außerdem die Schalteinrichtungen SW2 und SW3 näher  
am Stecker Stk als eine Induktivität (in Fig. 1 oberhalb jeweils  
25 einer Schalteinrichtung SW2, SW3) zwischen diesen und der  
elektrischen Maschine EM angeordnet. Die Schalteinrichtungen SW2  
und SW3 können alternativ aber auch entfernter vom Stecker Stk  
als eine Induktivität (in Fig. 1 unterhalb jeweils einer  
dargestellten dazu seriellen Induktivität) oder zwischen der  
30 elektrischen Maschine EM und dem Inverter SW angeordnet sein.

Z.B. wird wie unten näher ausgeführt über eine der Wicklungen (U2  
oder V2 oder W2) der elektrischen Maschine EM der Energiespeicher  
ES zunächst mit einphasigem Wechselstrom (aus einem Anschluss AC2

für Wechselstrom oder Drehstrom) oder mit Gleichspannung DC (aus mindestens einem oder beiden der Anschlüsse DC+, DC- für Gleichstrom) mit einer ersten Spannung U1 geladen, und danach (wenn der Energiespeicher ES hinreichend vorgeladen ist) wird er (ES) mit einer zweiten höheren Spannung U2 (entweder nun mit dreiphasigem Wechselstrom aus AC1 und AC2 und AC3 über U2 und V2 und W2, oder aus mindestens einem der Anschlüsse DC+, DC- für Gleichstrom, über Wicklungen U2, V2, W2 (des Stators und/oder Rotors und/oder mit Mittenabgriff) der elektrischen Maschine EM geladen.

Falls wie dargestellt ein N-Leiter-Anschluss N des Steckers Stk durch eine Schalteinrichtung SW6 schaltbar vorgesehen ist, kann während des Ladens mit der ersten Spannung U1 (mit Gleichspannung oder Wechselspannung) und/oder während des Ladens mit der zweiten Spannung U2 (mit Gleichspannung oder Wechselspannung) dieser N-Leiter-Anschluss N von der Ladestation Lad über den Stecker Stk und eine Schalteinrichtung SW6 an die elektrische Maschine EM und/oder den Inverter WR und/oder den Energiespeicher ES geschaltet sein.

Mit (Ausgängen der Wicklungen) auf einer Seite der elektrischen Maschine EM sind drei Phasenstromanschlüsse PS1, PS2, PS3 auf einer Seite S2 eines Wechselrichters WR der elektrischen Maschine EM verbunden.

Ausgangsanschlüsse EA1, EA2 auf der weiteren Seite S1 des Wechselrichters WR des Energiespeichers ES sind mit Lade-Eingängen des Energiespeichers ES verbunden und legen also an diesen zum Vorladen zunächst eine erste Spannung U1 und (wenn Batteriespannung U\_Akku und/oder Ladezustand des Energiespeichers ES einen vorgegebenen Wert erreicht haben) danach zum weiteren Laden des Energiespeichers ES eine (im Vergleich zur ersten Spannung) höhere Spannung U2.

Ein DC-Booster wie der in einer Ausgestaltung der Erfindung in Fig. 2 mit dem Bezugszeichen „Buck\_Boost\_Converter“ bezeichnete sind nach Ausgestaltungen der Erfindung wie in Fig. 1 nicht zwingend erforderlich (aber wären wie z.B. in Fig. 2 als Ausgestaltungen der Erfindung trotzdem möglich). Die elektrische Maschine (z.B. Elektromotor) EM kann insbesondere als Netzdrossel bei einer einphasigen oder dreiphasigen Wechselstrom-(AC)-Ladung arbeiten, eine Gleichrichtung von einphasigem (AC2 über SW2) und auch (z.B. danach) dreiphasigem (AC1, AC2, AC3 über SW1, SW2, SW3) Wechselstrom AC kann über einen Inverter (z.B. einen Traktionsinverter) WR erfolgen. Für die Spannungslage des Fahrzeugbordnetzes FBN kann z.B. durchgehend ein hoher/höherer Wert von z.B. 800V gewählt werden (z.B. für die HV-Bordnetz-Komponentenelektrische Maschine EM (Elektromotor), den Inverter (WR) und den Energiespeicher ES (Akkumulator)). Es können (z.B. anstatt einer in Fig. 4, 5 beschriebenen DC-Booster Spannungsanpassung) beim Laden mit Wechselstrom (AC) und/oder beim Laden des Energiespeichers ES mit Gleichstrom DC z.B. nach Ausgestaltungen der Erfindung folgende zwei Maßnahmen implementiert werden:

Es kann ein Energiespeicher (z.B. HV-Akkumulator) ES im Fahrzeugbordnetz FBN (z.B. eines Hybrid-PlugIn /PlugIn-Elektrofahrzeugs) EV vorgesehen sein, dessen SOC-Spannungsband (SOC: State of Charge, oder etwa Status des Ladens) teilweise, insbesondere „größtenteils“ (z.B. über die Hälfte) über dem Niveau der an ihn angelegten Spannung (gleichgerichteten Netzwechselspannung oder Gleichspannung) U1 und/oder U2 liegt.

Zweckmäßig sein kann, z.B. für eine Verwendung in China oder der EU oder Deutschland ein Energiespeicher (z.B. Akku) mit maximaler Batteriespannung und/oder Ladespannung 800V sein, und mit einem zulässigen und/oder vorgesehenen und/oder SOC und/oder typischen Spannungsbereich von (z.B. vollständig oder auf 20% des Maximums) leer bis nach (z.B. vollständig oder auf

80% des Maximums) voll von: 500 bis 800V.

Zweckmäßig sein kann, z.B. für eine Verwendung in USA oder Japan ein Energiespeicher (z.B. Akku) mit maximaler Batteriespannung und/oder Ladespannung von 400V,

- 5 und mit einem zulässigen und/oder vorgesehenen und/oder SOC- und oder typischen Spannungsbereich von (z.B. vollständig oder auf 20% des Maximums) leer bis nach (z.B. vollständig oder auf 80% des Maximums) voll von: 230V bis 450V.

Wenn der Energiespeicher ES leer ist (also z.B. mit einem SOC  
10 und/oder Ladezustand unter einem Grenzwert von z.B. etwa 20%), erfolgt z.B. erst eine ein-phasige (durch Durchschalten von nur AC2 über die Schalteinrichtung SW2) langsame Wechselstrom-AC-Vorladung (z.B. in China/EU: mit min.  $230V \cdot 1,42 \cdot 1,1 \approx 360V$ ) bis die Batteriespannung  $U_{\text{Akku}}$  mindestens einer  
15 gleichgerichtete Netzwechselspannung  $U_{\text{Netz\_AVR}}$  (von z.B.  $400V \cdot 1,42 \cdot 1,1 \approx 600V$ ) erreicht, die als zweite Spannung  $U_2$  ab dann angelegt werden soll für dann z.B. dreiphasiges Laden (durch Durchschalten von AC1 und AC2 und AC 3 über Schalteinrichtungen SW1 und SW2 und SW3).

- 20 Eine Ladesequenz nach einer Ausgestaltung der Erfindung kann z.B. folgende sein:

-Die Steuerung Ctrl wählt beim Beginn des Ladens des Energiespeichers ES durch entsprechendes Schalten der Schalteinrichtungen SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2,; (von denen SW1-SW4  
25 hierbei AC-Netzverbindungsschalter sind) für eine langsame Energiespeicher(ES)-Vorladung die Konfiguration aus, bei welcher sich die geringste gleichgerichtete Netzwechselspannung als  $U_1$  am Energiespeicher ES (Batterie) ergibt.

(Ginge man mit einem Inverter an das AC-Netz, bei welchem die  
30 Akku- bzw. DC-Link-Spannung niedriger ist als die gleichgerichtete Netzwechselspannung, könnte sich über die Rückwärts-Dioden der Inverter-Halbleiterschalter ein sehr hoher unkontrollierbarer Ladestrom ergeben, welcher einem Kurzschlussstrom gleichen kann und automatisch eine Schmelzsicherung

aktivieren oder Bauteile angreifen könnte)

-Wenn dann der Energiespeicher ES ausreichend vorgeladen wurde, was (z.B. auch mit bekannten Kennlinien) feststellbar sein könnte aufgrund des Ladespannungs- und/oder Ladestrom-Verlaufs und/oder der Spannung  $U_{\text{Akku}}$  und/oder des Ladestroms in den Energiespeicher ES hinein etc.),

z.B. weil der Energiespeicher ES das Spannungs-Niveau der kleinen oder insbesondere der großen gleichgerichteten Netzwechselspannung (also z.B.  $U_2$ ) erreicht hat, dann wird auf die schnelle Ladung (z.B. mit  $U_2$ ; und/oder: z.B. in EU/China: drei-phasig mit 400V, oder z.B. USA/Japan: ein-phasig mit 220V) umgeschaltet. Die Umschaltung findet z.B. durch die Schalteinrichtungen SW1-SW6 (also Netzverbindungs-Schalter) zwischen einem (z.B. an die Ladestation Lad angeschlossenen z.B. öffentlichen) Netz und den Phasenanschlüssen  $U_2$ ,  $V_2$ ,  $W_2$  der elektrischen Maschine EM (z.B. Elektromotor eines Kraftfahrzeugs) statt.

Nach Ausgestaltungen der Erfindung sind z.B. zwei Lade-Eingänge DC+, DC- des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses DC nach extern und/oder zu einer Ladestation Lad für (zumindest auch)

Gleichspannung DC über Schalteinrichtungen SW2, SW3 jeweils auf je eine (innere) Motorphase ( $V_2$ ,  $W_2$ ) der elektrischen Maschine (EM) schaltbar. Wenn ein Masseanschluss LV-Gnd von der Ladestation Lad über den Stecker Stk und eine Schalteinrichtung SW6 an die elektrische Maschine EM und/oder den Inverter WR und/oder den Energiespeicher ES oder Masse schaltbar oder verbunden ist, könnte auch das Schalten (SW2 oder SW3) eines der Lade-Eingänge DC+, DC- des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses DC zum Laden ausreichen, evtl. zusätzlich zum Schalten (SW6) des Masseanschlusses LV-Gnd (der Masseanschluss könnte also dabei ggf. auch als einer der zwei Lade-Eingänge des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses DC verwendet werden).

Z.B. nach Ausgestaltungen der Erfindung in Form eines Anschlusses einer Ladestation Lad an ein öffentliches Netz in den USA oder

Japan kann der Energiespeicher ES erst relativ langsam mit z.B. mindestens 170V ( $110V \cdot 1,42 \cdot 1,1 \approx 170V$ ) auf mindestens das Niveau der „großen“ (also z.B. D2, die verglichen mit U1 groß ist) gleichgerichteten Netzwechselspannung von ca. 340V vorgeladen  
5 (220V  $\cdot 1,42 \cdot 1,1 \approx 340V$ ) werden (z.B. mit SW2 oder SW3). Dann werden die Lade-Schalter SW1-SW3 zwischen der elektrischen Maschine (Elektromotor) und dem (an z.B. Anschlüsse AC1 und/oder AC2 und/oder AC3 angeschlossenen) Wechselspannungsnetz AC auf die leistungsfähigere Konfiguration (z.B. in den USA oder /Japan von  
10  $U1 = 110V$  einphasig auf  $U2 = 220V$  einphasig) umgeschaltet. Z.B. kann nach weiteren Ausgestaltungen der Erfindung in Form eines Anschlusses einer Ladestation Lad an ein öffentliches Netz in China oder der EU oder Deutschland von 230V ein-phasig (zum Laden mit zunächst nur der Spannung U1) auf 400V drei-phasig (zum  
15 Laden mit dann der verglichen mit U1 höheren Spannung U2) umgestellt werden. Z.B. der Spannungsbereich von 800V-Akkus kann dabei z.B. zu einem deutlich größeren Teil über dem Niveau der gleichgerichteten Netzwechselspannung (U1 und/oder U2) liegen als es bei einem 400V Akku und dem US-/Japan-Netz der Fall wäre.  
20

Gebrauchssicherheit kann gewährleistet sein trotz des Merkmals von Ausgestaltungen der Erfindung, dass eine Gleichspannungs-(DC)-Ladespannung auf ein eigentlich zum Wechselspannungs-(AC)-Betrieb vorgesehenes Betriebsmittel (wie z.B. die  
25 elektrische Maschine ES und/oder den Wechselrichter WR) gegeben wird. Die durch das Ladesystem und/oder CCS gewährleistete konstruktive Abdeckung des Wechselspannungs-(AC)-Ladeteils beim Gleichspannungs-(DC)-Laden bzw. des Gleichspannungs-(DC)-Ladeteils beim Wechselspannungs-(AC)-Laden kann z.B.  
30 eventuell mögliche elektrische Fehlerfälle insoweit vermeiden, dass evtl. gleichzeitig vorhandene Wechselspannungs-(AC)- und Gleichspannungs-(DC)-Infrastrukturanschlüsse so nicht gleichzeitig Spannung in das Fahrzeugbordnetz eines Fahrzeugs Spannung schalten würden, sondern sinnvollerweise nur einer der

beiden, jedoch wären auch zusätzliche Schutzeinrichtungen wie eigene Trennschalter für Wechselspannungs-(AC)- und Gleichspannungs-(DC)-Infrastrukturanschlüsse im Fahrzeugbordnetz vorstellbar.

- 5 Über gemäß Ausgestaltungen der Erfindung zum Laden des Energiespeichers ES zeitlich nacheinander in zwei Stufen über Wicklungen der elektrischen Maschine EL zur Verfügung gestellte Spannungen können über einen dafür vorgesehenen DC-DC-Wandler (Bezugszeichen in Fig. 1 „DCDC\_Wandler“) auch einem weiteren
- 10 Bordnetz eines Fahrzeugs zur Verfügung gestellt werden (z.B. einem weiteren Bordnetz mit 12V (ein Fahrzeugbordnetz und/oder ein Elektromotor EM an der HV-Batterie und diese können dagegen beim Fahren z.B. mit 48V betrieben werden)).

## Patentansprüche

1. Fahrzeugbordnetz (FBN) mit  
-einem Wechselrichter (WR),  
5 -einem elektrischen Energiespeicher (ES),  
-einer elektrischen Maschine (EM) und  
-einem Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC),  
wobei der Wechselrichter (WR) eine erste Seite (S1) und eine  
zweite Seite (S2) aufweist und eingerichtet ist, Leistung  
10 zwischen diesen Seiten (S1, S2) zu übertragen,  
wobei auf der ersten Seite (S1) des Wechselrichters (WR) zwei  
Ausgangsanschlüsse (EA1, EA2) des Wechselrichters (WR) mit dem  
Energiespeicher (ES) verbunden oder verbindbar sind,  
wobei auf der zweiten Seite (S2) des Wechselrichters (WR)  
15 mindestens zwei Phasenstromanschlüsse (PS1, PS2, PS3) des  
Wechselrichters (WR) mit der elektrischen Maschine (EM) ver-  
bunden oder verbindbar sind,  
wobei durch eine von einer Steuerung (Ctrl) gesteuerte  
Schalteinrichtung (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2; SW-Box)  
20 mindestens einer der Lade-Eingänge (N; AC1, AC2, AC3; DC+, DC-)  
des Fahrzeugbordnetzes (FBN) jeweils auf eine innere Motorphase  
(U2, V2, W2) der elektrischen Maschine (EM) schaltbar ist,  
und wobei das Fahrzeugbordnetz (FBN) dazu ausgebildet ist (Ctrl;  
SW-Box), zunächst den elektrischen Energiespeicher (ES) mit  
25 einer ersten Spannung (U1) auf mindestens eine zum Laden mit einer  
zweiten Spannung (U2) ausreichende Spannung (U\_Akku) zu laden  
(AC; DC),  
und danach den elektrischen Energiespeicher (ES) mit der zweiten  
Spannung (U2) zu laden (AC; DC), welche zweite Spannung (U2)  
30 gleich oder größer als die erste Spannung (U1) ist.
2. Fahrzeugbordnetz (FBN) nach Anspruch 1, mit  
-einem Gleichstrom-Übertragungsanschluss (DC),  
wobei durch eine gesteuerte (Ctrl) Schalteinrichtung (SW1, SW2,

SW3, SW4; SP1, SP2, SW-Box) mindestens einer der Lade-Eingänge (AC2; AC3; N) des Wechselstrom-Übertragungsanschlusses (AC) zum Laden mit der ersten Spannung (U1) auf eine innere Motorphase (U2, V2, W2) der elektrischen Maschine (EM) schaltbar ist,

5

und danach mindestens einer (DC+; DC-) der Gleichstrom-Lade-Eingänge (DC+, DC-) auf eine innere Motorphase (U2, V2, W2) der elektrischen Maschine (EM) zum Laden mit der zweiten Spannung (U2) schaltbar ist.

10

3. Fahrzeugbordnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fahrzeugbordnetz (FBN) dazu ausgebildet ist (CTRL), bei einem Laden des Energiespeichers (ES) mit Gleichspannung (DC) über mindestens einen Eingang (DC+, DC-) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses (DC) des Fahrzeugbordnetzes (FBN) jeden geschalteten (SW2, SW3) Eingang (DC+, DC-) nur über je eine innere Motorphase (U2, V2, W2) der elektrischen Maschine (EM) auf den Energiespeicher (ES) zu schalten.

15

20

4. Fahrzeugbordnetz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Fahrzeugbordnetz (FBN) dazu ausgebildet ist, zunächst den elektrischen Energiespeicher (ES) mit der ersten Spannung (U1) zu laden, indem von einer gesteuerten (Ctrl) Schalteinrichtung (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2, ; ; SW-Box) nur ein Phasen-Anschluss (AC2, AC3) des Wechselstrom-Übertragungsanschlusses (AC) des Fahrzeugbordnetzes (FBN) über nur eine der Phasen (V2; W2) der elektrischen Maschine (EM) und über den Wechselrichter (WR) an den elektrischen Energiespeicher (ES) geschaltet ist,

25

30

und wobei das Fahrzeugbordnetz (FBN) dazu ausgebildet ist, danach um den elektrischen Energiespeicher (ES) mit der zweiten Spannung (U2) zu laden welche zweite Spannung (U2) höher als die erste Spannung (U1) ist, Anschlüsse (AC1, AC2, AC3) des Wechselstrom-Übertragungsanschlusses (AC) des Fahrzeugbordnet-

netzes (FBN) über drei innere Motorphasen (U2, V2, W2) der elektrischen Maschine (EM) und über den Wechselrichter (WR) an den elektrischen Energiespeicher (ES) zu schalten (SW1, SW2, SW3).

5

5. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalteinrichtung (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2) Schalter (SW1, SW2, SW3) für mehrere Lade-Eingänge (AC1, A2, AC3) des Wechselstrom-Übertragungsanschlusses (AC) des Fahrzeugbordnetzes (FBN), insbesondere Lade-Eingänge (AC1, A2, AC3) für eine Ladeeinrichtung (Lad) für das Fahrzeugbordnetz (FBN), aufweist.

6. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalteinrichtung (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2) einen oder mehrere Schalter (SW2, SW3) für je einen der Lade-Eingänge (DC+, DC-) des Gleichstrom-Übertragungsanschlusses (DC) des Fahrzeugbordnetzes (FBN), insbesondere zum Anschluss an eine Ladeeinrichtung (Lad) für das Fahrzeugbordnetz (FBN), aufweist, insbesondere zum Schalten dieser Lade-Eingänge (DC+, DC-) auf je eine innere Motorphase (U2, V2, W2) der elektrischen Maschine (EM).

7. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalteinrichtung (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2) mit der elektrischen Maschine (EM) verbundene Schalter (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2) aufweist, insbesondere Schalter (SP1, SP2) für eine Stern-Dreiecksschaltung und/oder ein Kurzschließen von Phasen der elektrischen Maschine (EM) zum Umschalten von einem Traktionsbetrieb auf einen Ladebetrieb.

8. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei alle Schalter (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2, ; ) der Schalteinrichtung (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2, ; ), insbesondere

Schalter (SP1, SP2) für eine Stern-Dreiecksschaltung und/oder Schalter (S1, S2, S3) für Lade-Eingänge (AC1, AC2, AC3; DC+, DC-), in einem gemeinsamen Gehäuse (SW-Box) und/oder Modul angeordnet sind,

- 5 insbesondere entweder zwischen der elektrischen Maschine (EM) und einem EMV-Filter (EMV-F) im Fahrzeugbordnetz (FBN) und/oder einem Stecker (Stk) des Fahrzeugbordnetzes (FBN) oder zwischen der elektrischen Maschine (EM) und dem Wechselrichter (WR).
- 10 9. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Schalteinrichtung (SW4) zum Schalten eines N-Leiters (N) näher am Stecker (Stk) oder ferner vom Stecker (Stk) als eine zu ihr (SW4) serielle Induktivität (ID1) angeordnet ist.
- 15 10. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Schalteinrichtung (SW1) für eine Phase (AC1) zwischen einer Schalteinrichtung (SW4) zum Schalten eines N-Leiters (N) und dem Stecker (Stk) geschaltet ist.
- 20 11. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Schalteinrichtungen (SW2) und (SW3) für je einen der Lade-Eingänge (AC2; AC3; N) des Wechselstrom-Übertragungsanschlusses (AC) zwischen einer dazu (SW2, SW3) seriellen Induktivität (ID2, ID3) und dem Stecker (Stk)
- 25 geschaltet sind.
12. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in einem Stecker (Stk) des Fahrzeugbordnetzes (FBN) die Lade-Eingänge (AC1, AC2, AC3) für einen Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC) des Fahrzeugbordnetzes (FBN)
- 30 und die Lade-Eingänge (DC+, DC-) für einen Gleichstrom-Übertragungsanschluss (DC) des Fahrzeugbordnetzes (FBN) angeordnet sind,
- insbesondere in einem in eine Ladestation (Lad) einsteckbaren

Stecker (Stk). (Fig. 6)

13. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei die Steuerung (Ctrl) dazu ausgebildet ist,

5 automatisch anhand des Energiespeicher-Ladezustands (U\_Akku) zu  
entscheiden, ob einphasig oder dreiphasig zu laden ist.

14. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei die Steuerung (Ctrl) dazu ausgebildet ist,

10 automatisch anhand des Energiespeicher-Ladezustands (U\_Akku) zu  
entscheiden, von einphasig auf dreiphasig umzuschalten.

15. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der elektrischen Energiespeicher (ES) ein (SOC-) Span-

15 nungsband für die zulässige Ladespannung (U\_Akku; U1; U2) des  
elektrischen Energiespeichers (ES) aufweist,

das (U\_Akku) teilweise oder größtenteils über dem Niveau der  
kleineren (U1) und/oder der größeren (U2) zum Laden vorgesehenen  
gleichgerichteten Netzwechselspannung (U1; U2) beim Laden über  
20 den Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC) und/oder Gleich-  
strom-Übertragungsanschlusses (DC) des Fahrzeugbordnetzes  
liegt,

insbesondere ein Spannungsbereich von bei entladenen oder auf  
maximal 20% teilentladenen Energiespeicher (ES) von 230V oder  
25 500V bis zu bei vollem oder zumindest 80% vollem Energiespeicher  
(ES) von 450V oder 800V, also von 230V bis 450V oder von 500V bis  
800V.

16. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche,

30 wobei wenn der elektrische Energiespeicher (ES) entladen  
ist, insbesondere auf einen relativen Grenzwerte von weniger als  
etwa 20% oder 25% des Maximums entladen ist,  
der elektrische Energiespeicher (ES) erst mit der ersten Spannung  
(U1) und/oder ein-phasig über eine Phase (U2) der elektrischen

Maschine (EM) und/oder langsam geladen wird,  
insbesondere mit einer ersten Spannung (U1) die eine Wechselspannung (AC) von maximal einphasig 156V oder 360V  
( $230V \cdot 1,42 \cdot 1,1$ ) ist und/oder bis die Spannung (U\_Akku) am  
5 Energiespeicher (ES) größer als die gleichgerichtete (EM, TP)  
erste (U1) oder zweite (U2) Netzwechselspannung (U\_Netz\_AVR; U1;  
 $400V \cdot 1,42 \cdot 1,1 \approx 600V$ ) ist.

17. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche,  
10 wobei die erste Spannung (U1) am Energiespeicher (ES) 230V ist  
und die zweite Spannung (U2) am Energiespeicher (ES) 400V ist,  
oder  
die erste Spannung (U1) am Energiespeicher (ES) 170V ist und die  
zweite Spannung (U2) am Energiespeicher (ES) 340V ist.

15

18. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei der Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC) zum Laden ein  
einphasiger Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC) und/oder  
ein dreiphasiger Drehstrom-Übertragungsanschluss ist.

20

19. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei eine Schalteinrichtung (SW1, SW2, SW3, SW4; SP1, SP2;  
SW-Box) jeweils entweder ein mechanischer Schalter, insbesondere  
Schütz, oder ein Halbleiterschalter, oder  
25 ein Hybrider Schalter bestehend aus einem mechanischen  
Schalter und einem Halbleiterschalter.

20. Fahrzeugbordnetz einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei über mindestens eine Schalteinrichtung (SW1, SW2, SW3)  
30 sowohl ein Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC1, AC2, AC,  
AC3) des Fahrzeugbordnetzes (FBN) als auch Gleich-  
strom-Übertragungsanschluss (DC+, DC-) schaltbar ist.

21. Fahrzeugbordnetz nach dem vorhergehenden Anspruch,  
wobei durch den Stecker abgesichert ist, dass nur entweder über  
den Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC1, AC2, AC, AC3) oder  
über den Gleichstrom-Übertragungsanschluss (DC+, DC-) geladen  
5 wird.

22. Verfahren zum Laden eines elektrischen Energiespeichers  
(ES),

insbesondere mit einem Fahrzeugbordnetz (FBN) nach einem der  
10 vorhergehenden Ansprüche mit

- einem Wechselrichter (WR),
- einem elektrischen Energiespeicher (ES),
- einer elektrischen Maschine (EM) und
- einem Wechselstrom-Übertragungsanschluss (AC),

15 wobei der Wechselrichter (WR) eine erste Seite (S1) und eine  
zweite Seite (S2) aufweist und eingerichtet ist, Leistung  
zwischen diesen Seiten (S1, S2) zu übertragen,  
wobei auf der ersten Seite (S1) des Wechselrichters (WR) zwei  
Ausgangsanschlüsse (EA1, EA2) des Wechselrichters (WR) mit dem  
20 Energiespeicher (ES) verbunden sind,  
wobei auf der zweiten Seite (S2) des Wechselrichters (WR)  
mindestens zwei Phasenstromanschlüsse (PS1, PS2, PS3) des  
Wechselrichters (WR) mit der elektrischen Maschine (EM) ver-  
bunden sind,

25 wobei das Fahrzeugbordnetz (FBN) zunächst den elektrischen  
Energiespeicher (ES) mit einer ersten Spannung (U1) lädt, und  
danach den elektrischen Energiespeicher (ES) mit einer zweiten  
Spannung (U2) lädt, welche zweite Spannung (U2) höher als die  
30 erste Spannung (U1) ist.

1/7

FIG 1

FBN:

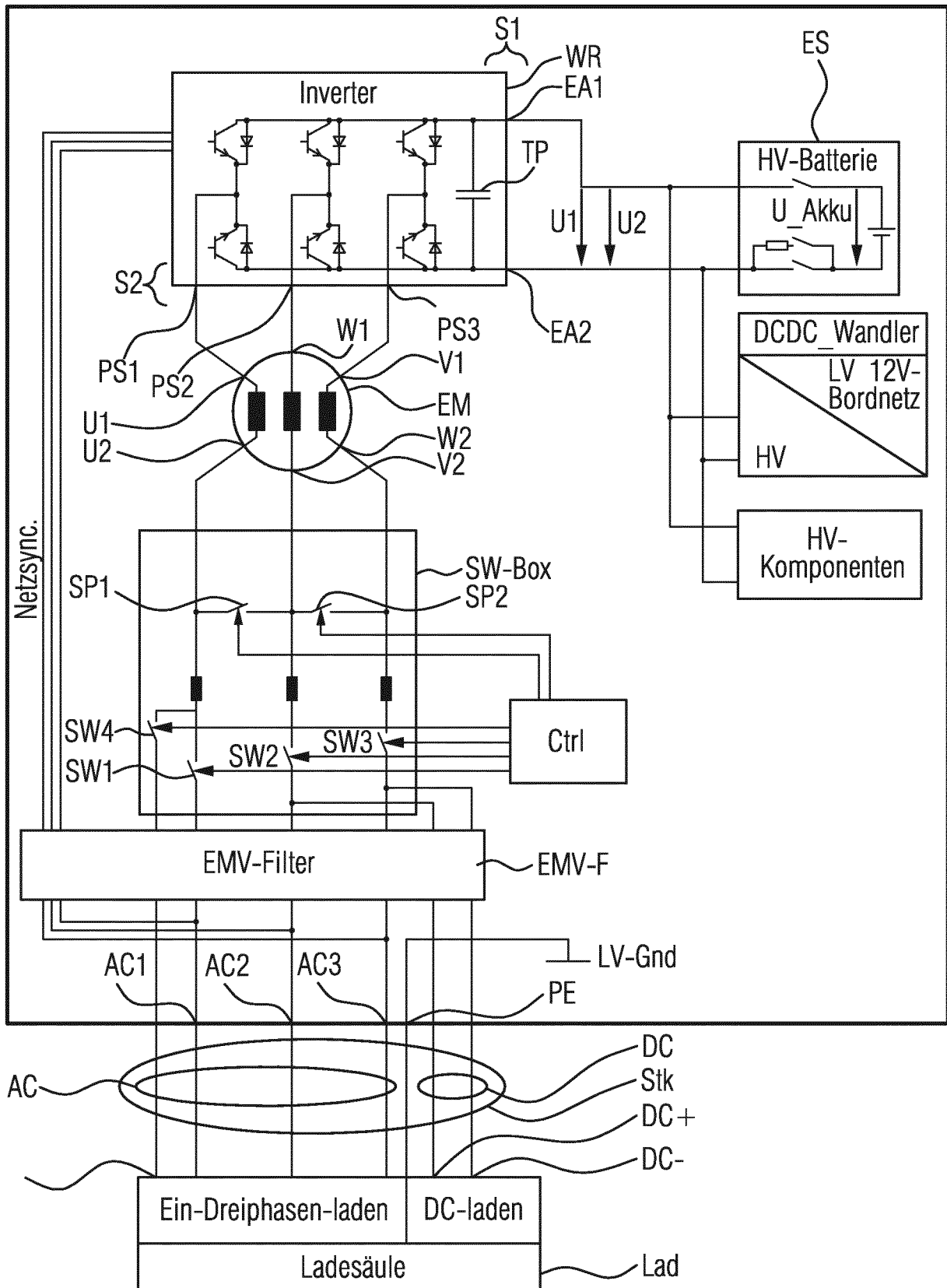


FIG 2

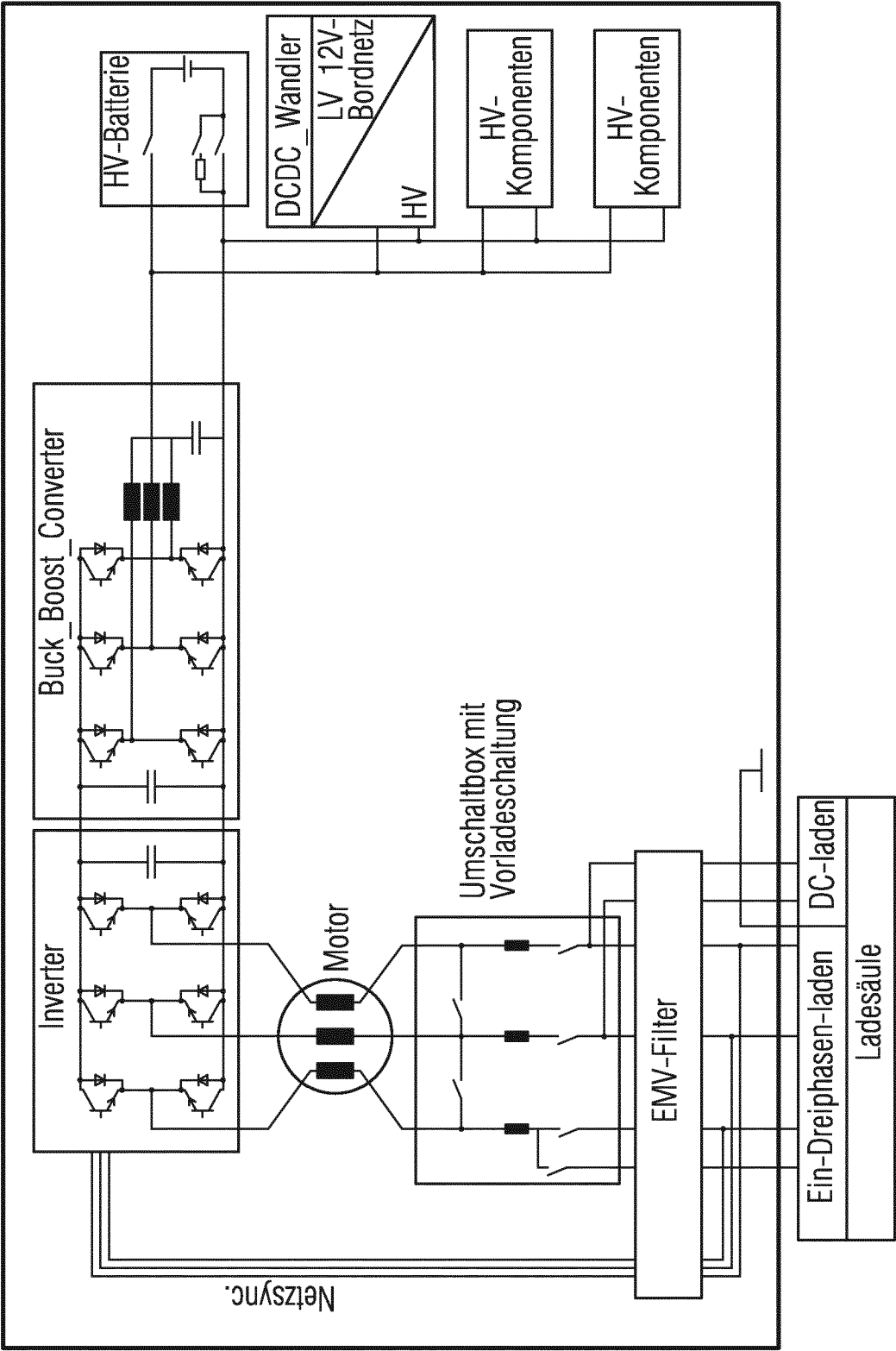


FIG 3

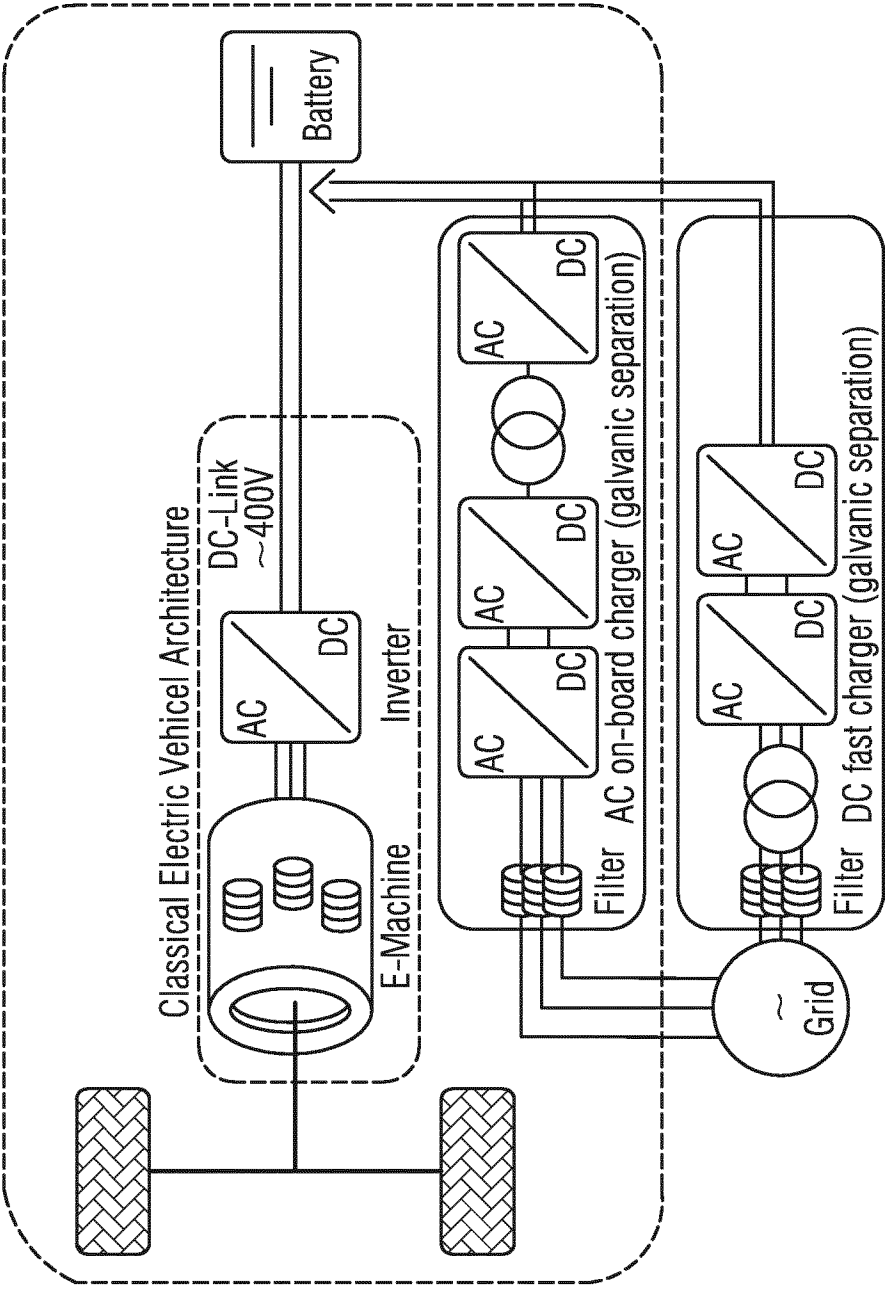


FIG 4

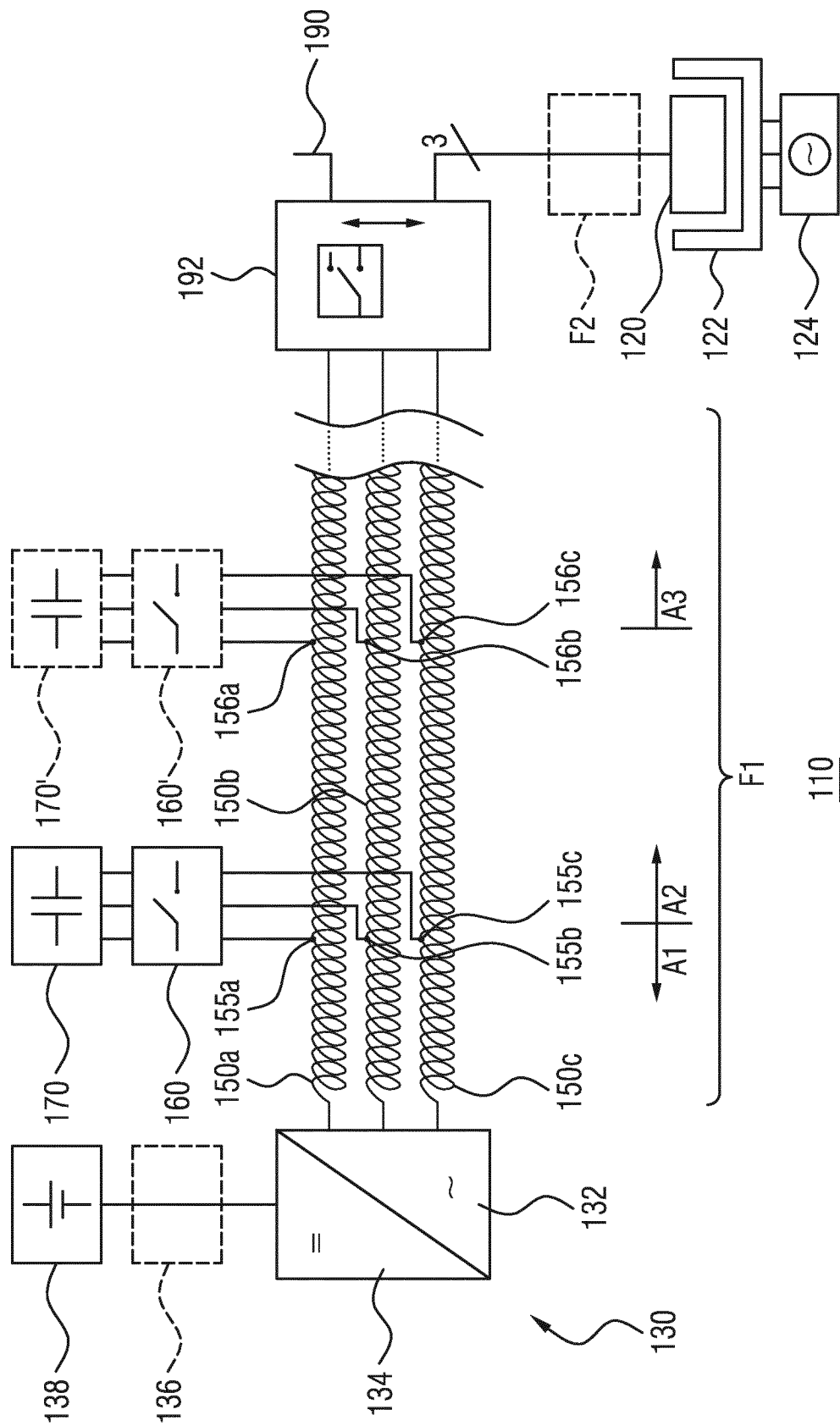
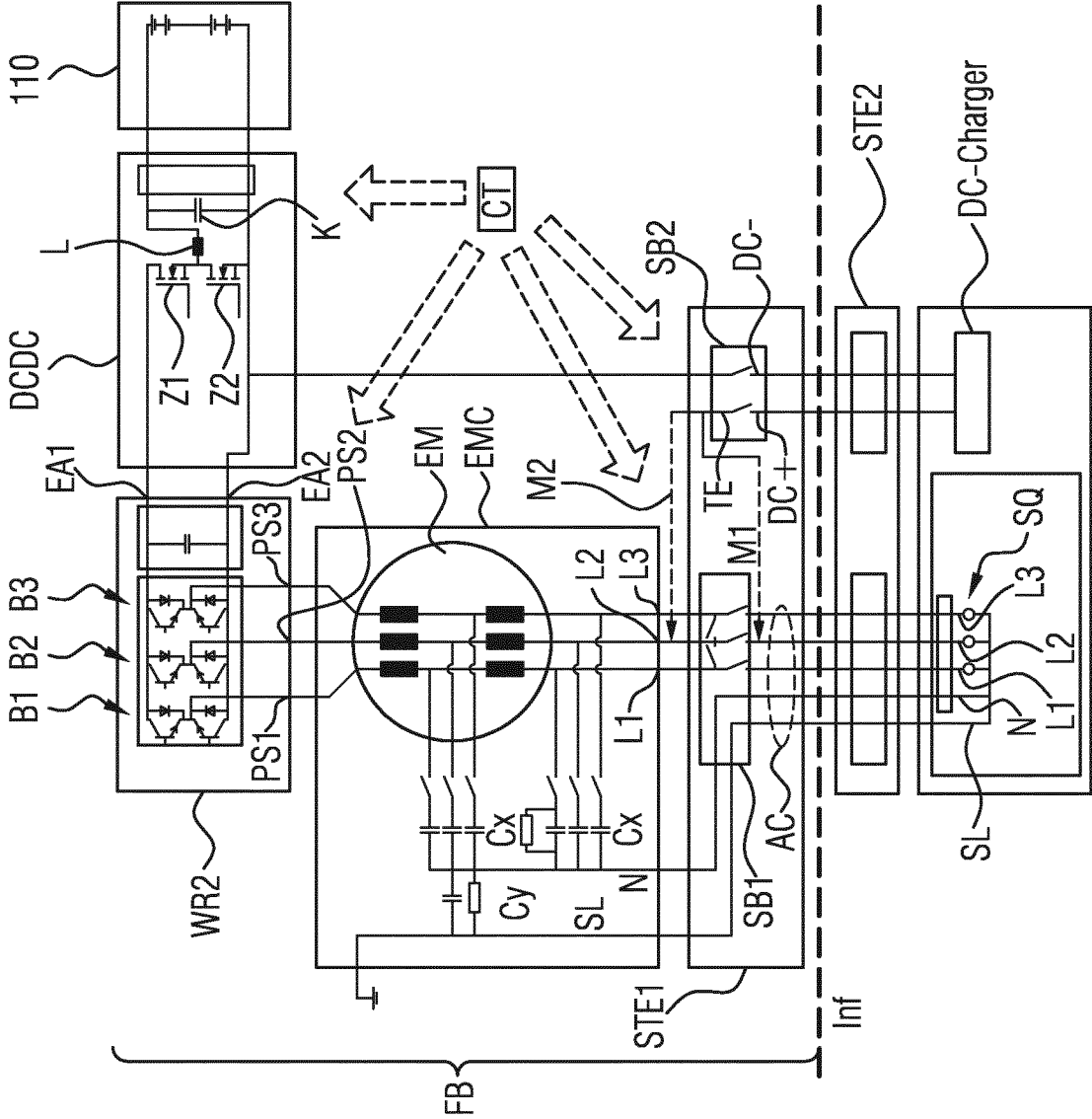


FIG 5



6/7

FIG 6

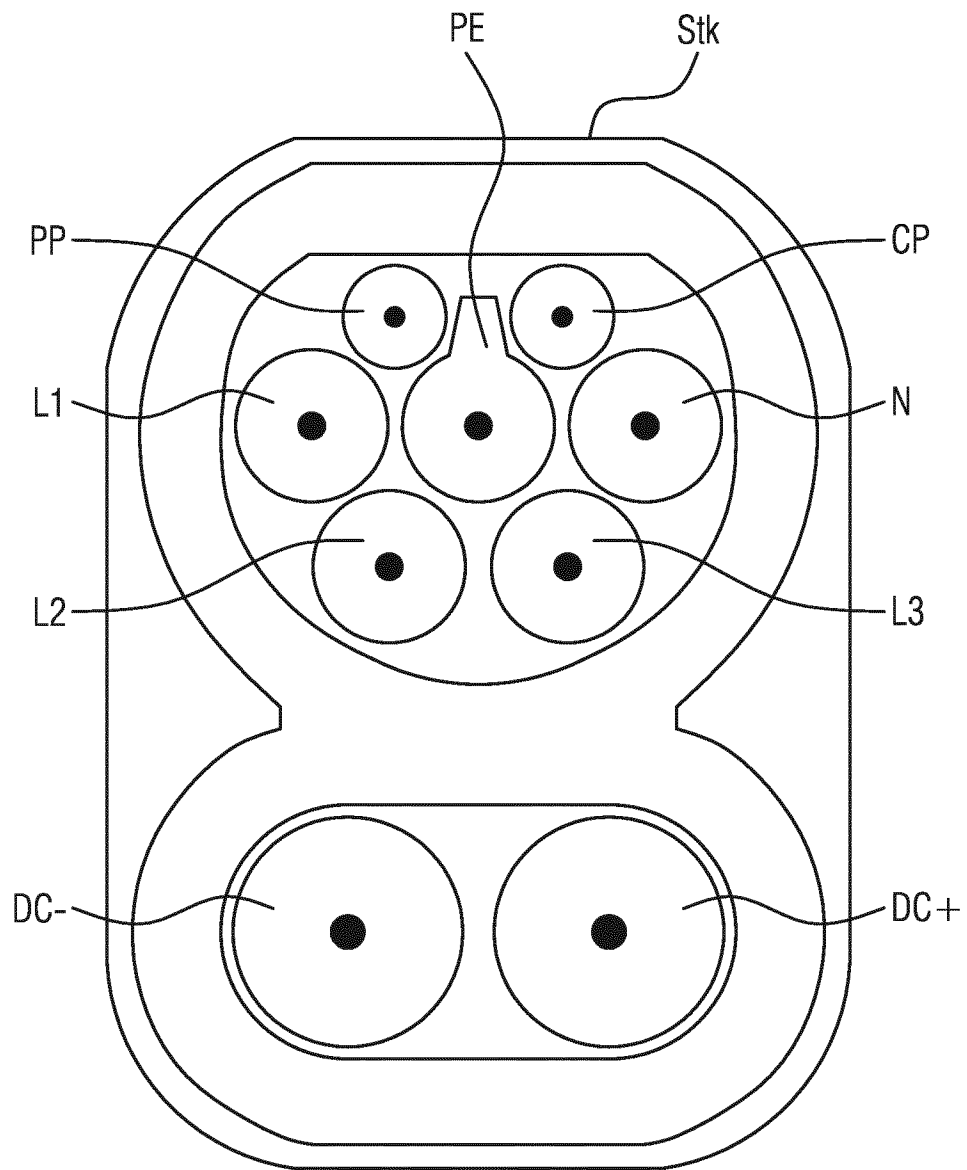
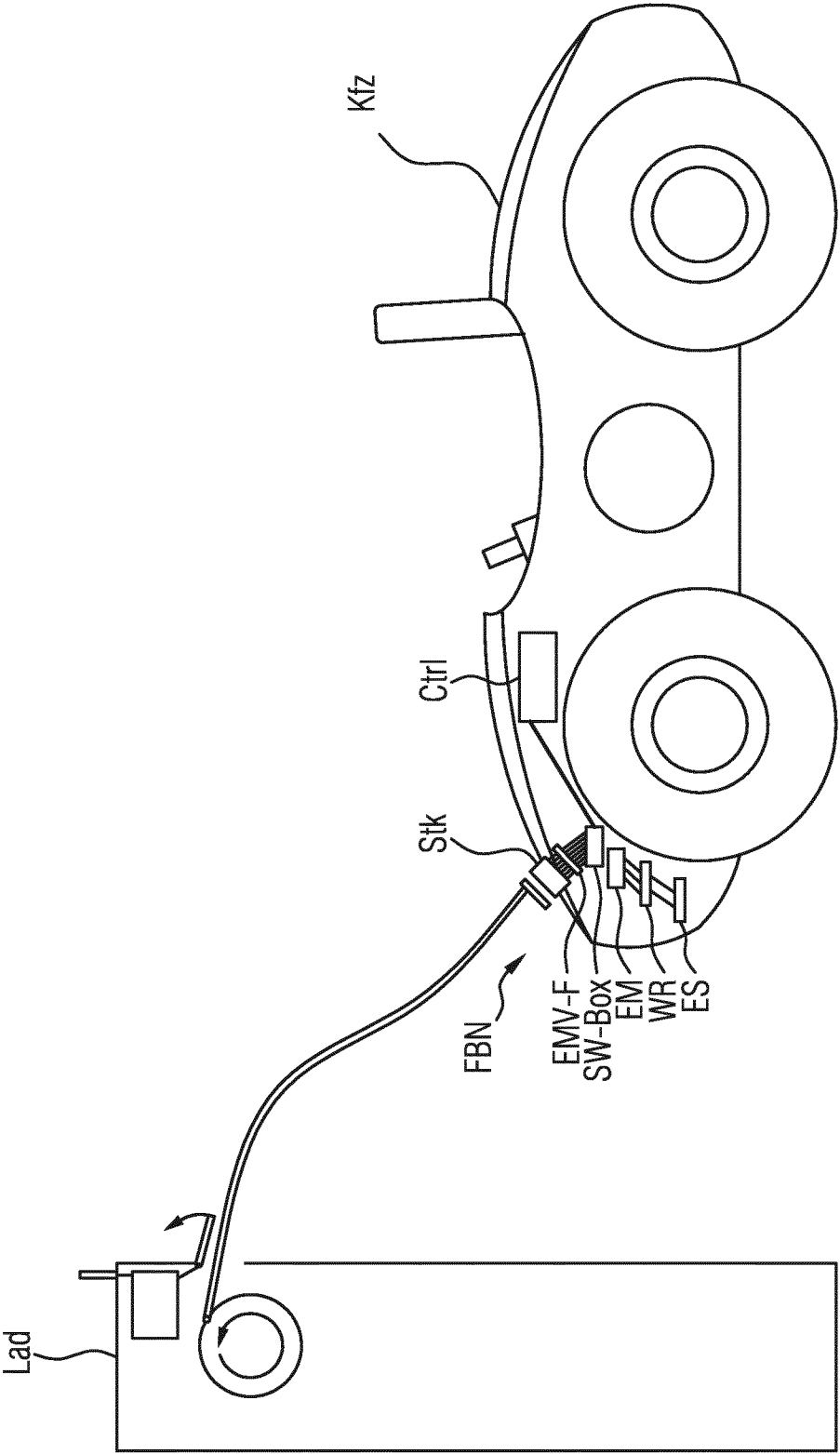


FIG 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/067677

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02J7/00

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)

H02J

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 10 2010 027719 A1 (DAIMLER AG [DE])<br>26 January 2012 (2012-01-26)<br><br>paragraph [0038]; figures 1,2<br>----- | 1-3,<br>5-12,<br>18-22 |
| A         | US 2004/108838 A1 (CHEN SENG-FENG [TW])<br>10 June 2004 (2004-06-10)<br>abstract; figures 4,5<br>-----               | 1-22                   |



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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 November 2017

Date of mailing of the international search report

01/12/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wansing, Ansgar

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/067677

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| DE 102010027719 A1                        | 26-01-2012          | DE 102010027719 A1         | 26-01-2012          |
|                                           |                     | WO 2012019666 A2           | 16-02-2012          |
| -----                                     |                     |                            |                     |
| US 2004108838 A1                          | 10-06-2004          | TW I290406 B               | 21-11-2007          |
|                                           |                     | US 2004108838 A1           | 10-06-2004          |
| -----                                     |                     |                            |                     |

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02J7/00

ADD.

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

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H02J

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 2010 027719 A1 (DAIMLER AG [DE])<br>26. Januar 2012 (2012-01-26)<br><br>Absatz [0038]; Abbildungen 1,2<br>----- | 1-3,<br>5-12,<br>18-22 |
| A          | US 2004/108838 A1 (CHEN SENG-FENG [TW])<br>10. Juni 2004 (2004-06-10)<br>Zusammenfassung; Abbildungen 4,5<br>-----    | 1-22                   |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. November 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/12/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wansing, Ansgar

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/067677

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 102010027719 A1                                 | 26-01-2012                    | DE 102010027719 A1                | 26-01-2012                    |
|                                                    |                               | WO 2012019666 A2                  | 16-02-2012                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |
| US 2004108838 A1                                   | 10-06-2004                    | TW I290406 B                      | 21-11-2007                    |
|                                                    |                               | US 2004108838 A1                  | 10-06-2004                    |
| -----                                              |                               |                                   |                               |