

(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  
16. Februar 2012 (16.02.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/019665 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**B60L 11/18** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/002885

(22) Internationales Anmeldedatum:  
11. Juni 2011 (11.06.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2010 027 713.4 20. Juli 2010 (20.07.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **HUBER, Jörg** [DE/DE]; F.-Lehar-Weg 4, 76448 Durrersheim (DE). **HOFMANN, Michael** [DE/DE]; Hauptstrasse 44, 85579 Neubiberg (DE). **WILLIKENS, Axel** [DE/DE]; Brettacherweg 19, 71334 Waiblingen (DE). **HARTMANN, Volker** [DE/DE]; Seegartenstrasse 19, 97355 Castell (DE). **WONDRAK, Wolfgang** [DE/DE]; Reinganumstrasse 24, 60385 Frankfurt (DE). **HAHLBECK, Steffen** [DE/DE]; Kauzenhecke 11, 70597 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **DAIMLER AG**; Intellectual Property and Technology Management, GR/PI-H512, 70546 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOTOR VEHICLE DRIVE SYSTEM HAVING A CHARGING DEVICE

(54) Bezeichnung : KRAFTFAHRZEUGANTRIEBSSYSTEM MIT EINER LADEVORRICHTUNG

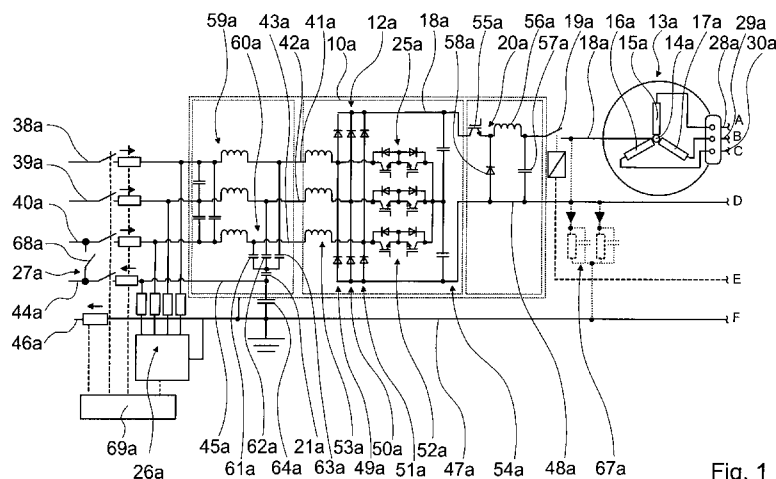


Fig. 1

(57) Abstract: The invention is based on a motor vehicle drive system having a charging device (10a; 10b) which is provided for charging an accumulator device (11a; 11b) by means of an external power network and which has at least one multi-phase rectifier circuit (12a; 12b) which is provided for converting an alternating voltage of the external power network into a direct voltage, and having an electric drive machine (13a; 13b) which has at least two motor coils (15a, 16a, 17a; 15b, 16b, 17b) which are combined at a star point (14a; 14b). It is proposed that the rectifier circuit (12a; 12b) be electrically connected to the star point (14a; 14b) of the drive machine (13a; 13b) in at least one operating mode.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

---

Die Erfindung geht aus von einem Kraftfahrzeugantriebssystem mit einer Ladevorrichtung (10a; 10b), die zum Laden einer Akkuvorrichtung (11a; 11b) mittels eines externen Stromnetzes vorgesehen ist und die wenigstens eine mehrphasige Gleichrichterschaltung (12a; 12b) aufweist, die dazu vorgesehen ist, eine Wechselspannung des externen Stromnetzes in eine Gleichspannung umzuwandeln, und mit einer elektrischen Antriebsmaschine (13a; 13b), die wenigstens zwei an einen Sternpunkt (14a; 14b) zusammengeführte Motorspulen (15a, 16a, 17a; 15b, 16b, 17b) aufweist. Es wird vorgeschlagen, dass die Gleichrichterschaltung (12a; 12b) in wenigstens einem Betriebsmodus elektrisch an den Sternpunkt (14a; 14b) der Antriebsmaschine (13a; 13b) angebunden ist.

Daimler AG

## Kraftfahrzeugantriebssystem mit einer Ladevorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Kraftfahrzeugantriebssystem mit einer Ladevorrichtung zum Laden einer Akkuvorrichtung mittels eines externen Stromnetzes nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der US 5,341,075 ist bereits ein Kraftfahrzeugantriebssystem mit einer Ladevorrichtung, die zum Laden einer Akkuvorrichtung mittels eines externen Stromnetzes vorgesehen ist und die wenigstens eine mehrphasige Gleichrichterschaltung aufweist, die dazu vorgesehen ist, eine Wechselspannung des externen Stromnetzes in eine Gleichspannung umzuwandeln, und mit einer elektrischen Antriebsmaschine, die wenigstens zwei an einem Sternpunkt zusammengeführte Motorspulen aufweist, bekannt.

Der Erfindung liegt insbesondere die Aufgabe zugrunde, einen Momentenaufbau an der Antriebsmaschine insbesondere in einem Ladebetriebsmodus zu verhindern. Sie wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung geht aus von einem Kraftfahrzeugantriebssystem mit einer Ladevorrichtung, die zum Laden einer Akkuvorrichtung mittels eines externen Stromnetzes vorgesehen ist und die wenigstens eine mehrphasige Gleichrichterschaltung aufweist, die dazu vorgesehen ist, eine Wechselspannung des externen Stromnetzes in eine Gleichspannung umzuwandeln, und mit einer elektrischen Antriebsmaschine, die wenigstens zwei an einem Sternpunkt zusammengeführte Motorspulen aufweist.

Es wird vorgeschlagen, dass die Gleichrichterschaltung in wenigstens einem Betriebsmodus elektrisch an den Sternpunkt der Antriebsmaschine angebunden ist. Dadurch kann ein Ladestrom, den die Ladevorrichtung zum Laden der Akkuvorrichtung bereitstellt, gleichmäßig auf die Spulenwicklungen der Antriebsmaschine verteilt werden, wodurch ein

Antriebssystem mit einer Ladevorrichtung bereitgestellt werden kann, die einen Momentenaufbau an der Antriebsmaschine insbesondere in einem Ladebetriebsmodus verhindert. Unter einem „externen Stromnetz“ soll dabei insbesondere ein von dem Antriebssystem unabhängiges Stromnetz, wie insbesondere ein öffentliches Versorgungsnetz, verstanden werden. Unter einer „mehrphasigen Gleichrichterschaltung“ soll insbesondere eine Gleichrichterschaltung verstanden werden, die wenigstens zwei, vorzugsweise drei Phasen aufweist. Unter einem „Sternpunkt einer Antriebsmaschine“ soll insbesondere ein elektrischer Punkt verstanden werden, in Bezug auf den die drei Motorspulen elektrisch im Wesentlichen symmetrisch angeordnet sind. Unter „elektrisch angebunden“ soll dabei insbesondere verstanden werden, dass wenigstens ein Teil eines Leistungsflusses zumindest in einem Ladebetriebsmodus über den Sternpunkt in die Antriebsmaschine eingeleitet wird. Vorzugsweise ist dabei wenigstens ein Teil der Gleichrichterschaltung im Wesentlichen widerstandsfrei mit dem Sternpunkt verbunden. Unter „im Wesentlichen widerstandsfrei“ soll dabei insbesondere verstanden werden, dass ein Widerstand des elektrischen Leiters vernachlässigt werden soll. Vorzugsweise ist die Gleichrichterschaltung schaltbar mit dem Sternpunkt verbunden, d.h. in wenigstens einem Betriebsmodus elektrisch von dem Sternpunkt entkoppelbar. Unter „vorgesehen“ soll insbesondere speziell programmiert, ausgestattet und/oder ausgelegt verstanden werden.

Vorzugsweise weist die Ladevorrichtung wenigstens einen Leiter auf, der elektrisch mit dem Sternpunkt verbunden ist. Dadurch kann eine einfache Anbindung zwischen der Gleichrichterschaltung und dem Sternpunkt realisiert werden. Unter einem „Leiter“ soll in diesem Zusammenhang insbesondere ein elektrischer Leiter der Ladevorrichtung verstanden werden, der mit einem Ende elektrisch mit dem Sternpunkt und mit einem Ende elektrisch an die Gleichrichterschaltung angebunden und/oder anbindbar ist.

Ferner wird vorgeschlagen, dass die Ladevorrichtung ein Trennelement aufweist, das dazu vorgesehen ist, die Gleichrichterschaltung und die Antriebsmaschine in wenigstens einem Betriebsmodus zumindest teilweise elektrisch voneinander zu trennen. Dadurch kann in einem Fahrbetriebsmodus die Gleichrichterschaltung vorteilhaft von der Antriebsmaschine getrennt werden, wodurch insbesondere in einem Fahrbetriebsmodus eine vorteilhafte Abtrennung der Ladevorrichtung erreicht werden kann. Unter einem „Trennelement“ soll dabei insbesondere ein Schaltelement verstanden werden, dass in wenigstens einem Betriebsmodus dazu vorgesehen ist, einen Leiter elektrisch zu trennen, und in wenigstens einem Betriebsmodus dazu vorgesehen ist, den Leiter elektrisch zu schließen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst die Ladevorrichtung zumindest einen Tiefsetzsteller, der dazu vorgesehen ist, die Gleichspannung der Gleichrichterschaltung in eine Ladespannung umzuwandeln. Dadurch kann die Ladespannung vorteilhaft auf unterschiedliche Akkuvorrichtungen, insbesondere auf unterschiedliche Batteriespannungen, angepasst werden. Unter einem „Tiefsetzsteller“ soll dabei insbesondere eine Schaltung mit wenigstens einem Schaltelement und wenigstens einer Spule verstanden werden, die dazu vorgesehen ist, eine anliegende Gleichspannung in eine niedrigere Spannung umzuwandeln.

Vorteilhafterweise ist der Tiefsetzsteller elektrisch zwischen der Gleichrichterschaltung und der Antriebsmaschine angeordnet. Unter „elektrisch zwischen“ soll dabei insbesondere verstanden werden, dass die Gleichrichterschaltung, der Tiefsetzsteller und die Antriebsmaschine in wenigstens einem elektrischen Leistungsfluss in dieser Reihenfolge aufeinander folgend elektrisch in Reihe geschaltet sind. Vorzugsweise ist der Leistungsfluss als ein Leistungsfluss in dem Ladebetriebsmodus ausgebildet. Für die Begriffe „vor“, „nach“ und „zwischen“ soll dabei auch in der nachfolgenden Beschreibung, sofern nicht anderweitig explizit ausgeführt, von einer elektrischen Anordnung in Bezug auf den Leistungsfluss in dem Ladebetriebsmodus ausgegangen werden.

Weiter wird vorgeschlagen, dass die Ladevorrichtung wenigstens einen Netz-Ableitkondensator aufweist. Dadurch können insbesondere Rückwirkungen auf das externe Stromnetz verringert werden, wodurch beispielsweise ein Schutz vor einem unbeabsichtigten Auslösen von einer Sicherheitsvorrichtung des externen Stromnetzes erhöht werden kann. Unter einem „Netz-Ableitkondensator“ soll dabei insbesondere ein Kondensator verstanden werden, der zwischen wenigstens einem, in wenigstens einem Betriebszustand potential führenden Leiter, wie insbesondere einer Phase, und wenigstens einem in einem Regelbetrieb potentialfreien Leiter, wie insbesondere einem Nullleiter oder einem Schutzleiter, angeordnet ist. Unter einem „Schutzleiter“ soll dabei insbesondere ein Leiter verstanden werden, der ein Null-Potential definiert, wie insbesondere ein über das externe Stromnetz geerdeter Leiter. Unter „potentialfrei“ soll insbesondere potentialfrei gegenüber dem Schutzleiter verstanden werden. Unter einem „Null-Leiter“ soll insbesondere ein in einem Regelbetrieb potentialfreier Leiter verstanden werden. Unter einer „Phase“ soll insbesondere ein Leiter verstanden werden, der in einem Regelbetrieb gegenüber dem Nullleiter ein Potential aufweist.

In einer weiteren Ausbildung der Erfindung wird vorgeschlagen, dass das Kraftfahrzeugantriebssystem eine Leistungselektronik umfasst, die wenigstens eine in Reihe mit der

Gleichrichterschaltung geschaltete Inverterschaltung aufweist. Durch eine von der Gleichrichterschaltung getrennt ausgeführte Interverschaltung kann die Gleichrichterschaltung vorteilhaft auf den Ladebetriebsmodus angepasst werden, wohingegen die Inverterschaltung vorteilhaft auf den Fahrbetriebsmodus und einen Generatorbetriebsmodus angepasst werden kann. Unter einem „Ladebetriebsmodus“ soll dabei insbesondere ein Betriebsmodus verstanden werden, in dem die Akkuvorrichtung mittels einer aus dem externen Stromnetz entnommenen elektrischen Leistung geladen wird. Unter einen „Fahrbetriebsmodus“ soll insbesondere ein Betriebsmodus verstanden werden, bei dem der Akkuvorrichtung eine elektrische Leistung entnommen wird, die der Antriebsmaschine für einen Momentabgabe zugeführt wird. Unter einem „Generatorbetriebsmodus“ soll insbesondere ein Betriebsmodus verstanden, in dem die Antriebsmaschine aus einer zugeführten mechanischen Leistung elektrische Leistung erzeugt, mittels der die Akkuvorrichtung geladen wird, wie insbesondere bei einer Rekuperation, bei der die mechanische Leistung über Antriebsräder eingeleitet wird.

Besonders vorteilhaft bildet die Inverterschaltung zumindest eine 3-Level-Inverterschaltung aus. Dadurch können Anforderungen an eine Spannungsfestigkeit einzelner Bauteile der Inverterschaltung verringert werden. Zudem kann eine Effizienz der Inverterschaltung erhöht werden. Unter einer „3-Level-Interverschaltung“ soll dabei insbesondere eine Inverterschaltung verstanden werden, an der wenigstens drei unterschiedliche Potentiale anliegen, bzw. abgreifbar sind.

Zudem ist es vorteilhaft, wenn die Leistungselektronik wenigstens einen Netz-Ableitkondensator aufweist. Dadurch kann eine Sicherheit und eine Störanfälligkeit, insbesondere in Bezug auf das externe Stromnetz, weiter erhöht werden. Dadurch können insbesondere die Rückwirkungen auf das externe Stromnetz weiter verringert werden. Zudem kann dadurch eine Effizienz der Gleichrichterschaltung erhöht werden.

In einer Weiterbildung wird vorgeschlagen, dass die Ladevorrichtung zumindest eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung aufweist, die dazu vorgesehen ist, einen Leistungsfaktor anzupassen.

Ferner ist es vorteilhaft, wenn die Ladevorrichtung eine Überwachungseinheit aufweist, die dazu vorgesehen ist, wenigstens eine elektrische Versorgungs- und/oder Vorrichtungskenngröße zu überwachen. Dadurch kann eine Betriebssicherheit erhöht werden. Unter „Vorsorgungskenngrößen“ sollen dabei insbesondere Kenngrößen verstanden werden, die durch das externe Stromnetz vorgegeben sind, wie beispielsweise eine Netz-

spannung des externen Stromnetzes oder eine Wechselfrequenz des externen Stromnetzes. Unter „Vorrichtungskenngrößen“ sollen dabei insbesondere durch die Ladevorrichtung bedingte Kenngrößen verstanden werden, wie beispielsweise ein Ladestrom, ein Fehlerstrom oder ein Isolationsfehler der Ladevorrichtung.

Außerdem wird vorgeschlagen, dass die Ladevorrichtung eine Umschalteinheit aufweist, die dazu vorgesehen ist, wahlweise einen einphasigen Ladebetriebsmodus oder einen mehrphasigen Ladebetriebsmodus zu schalten. Dadurch kann die Ladevorrichtung für unterschiedliche Ausgestaltungen des externen Stromnetzes vorgesehen werden. Durch den mehrphasigen Ladebetrieb können dabei insbesondere hohe Ladeströme erreicht werden, wodurch eine Ladezeit kurz gehalten werden kann. Durch den einphasigen Ladebetrieb kann die Ladevorrichtung vorteilhaft auch bei einem Fehlen eines mehrphasigen Anschlusses eingesetzt werden. Unter einem „einphasigen Ladebetriebsmodus“ soll dabei insbesondere verstanden werden, dass in dem Ladebetriebsmodus lediglich eine der Phasen der Ladevorrichtung ein Potential gegenüber dem Nullleiter aufweist. Unter einem „mehrphasigen Ladebetriebsmodus“ soll dabei insbesondere verstanden werden, dass in dem Ladebetriebsmodus zumindest zwei der Phasen der Ladevorrichtung ein Potential gegenüber dem Nullleiter aufweisen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen sind zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Dabei zeigen:

- Fig. 1            einen ersten Teil eines Schaltschemas für ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Antriebssystems,
- Fig. 2            einen zweiten Teil des Schaltschemas des ersten Ausführungsbeispiels und
- Fig. 3            ein Schaltschema eines zweiten Antriebssystems.

Die Figuren 1 und 2 zeigen ein Schaltschema für ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugantriebssystems. Figur 1 zeigt einen ersten Teil des Schaltschemas. Figur 2 zeigt einen zweiten Teil des Schaltschemas. Verbindungsstellen, an denen die beiden Teile miteinander verbunden sind, sind in den beiden Figuren durch

jeweils identische Großbuchstaben A, B, C, D, E, F gekennzeichnet. Das Kraftfahrzeugantriebssystem ist grundsätzlich für unterschiedliche Antriebssysteme vorgesehen. Mittels des Kraftfahrzeugantriebssystems sind sowohl rein elektrische Antriebssysteme als auch Hybridantriebssysteme ausgebildet. Das dargestellte Ausführungsbeispiel ist als ein rein elektrisches Antriebssystem ausgebildet.

Das Antriebssystem umfasst eine elektrische Antriebsmaschine 13a, eine Akkuvorrichtung 11a und eine Ladevorrichtung 10a zum Laden der Akkuvorrichtung 11a mittels eines externen Stromnetzes. Die Antriebsmaschine 13a ist als ein Drehstrommotor ausgebildet. Die Antriebsmaschine 13a umfasst drei Motorspulen 15a, 16a, 17a. Für eine Energieversorgung umfasst die Antriebsmaschine 13a drei getrennte Phasen 28a, 29a, 30a. In einem Fahrbetriebsmodus erzeugt die Antriebsmaschine 13a aus einer ihr zugeführten elektrischen Leistung ein Antriebsmoment. In einem Generatorbetriebsmodus erzeugt die Antriebsmaschine 13a aus einer ihr zugeführten mechanischen Leistung, die der Antriebsmaschine 13a beispielsweise über Antriebsräder zugeführt werden kann, elektrische Leistung. Die drei Motorspulen 15a, 16a, 17a sind an einem Sternpunkt 14a der Antriebsmaschine zusammengeführt. Der Sternpunkt 14a ist als ein zentraler Anschlusspunkt ausgebildet. Die drei Motorspulen 15a, 16a, 17a sind in Bezug auf den Sternpunkt 14a elektrisch symmetrisch angeordnet.

Die Akkuvorrichtung 11a umfasst eine Hochvolt-Batterie. Die Akkuvorrichtung 11a stellt eine Gleichspannung bereit, die wenigstens 100 Volt beträgt. Die Hochvolt-Batterie umfasst eine Mehrzahl hintereinander geschalteter Einzelzellen. Eine minimale Batteriespannung beträgt 105,6 Volt. Eine maximale Batteriespannung beträgt 413 Volt, wobei die maximale Batteriespannung grundsätzlich auch größer sein kann. Die Akkuvorrichtung 11a weist zwei Batterieklemmen 31a, 32a auf, die jeweils einen definierten Pol der Akkuvorrichtung 11a ausbilden.

Zur elektrischen Anbindung der Antriebsmaschine 13a an die Akkuvorrichtung 11a umfasst das Antriebssystem eine Leistungselektronik 22a. Die Leistungselektronik 22a umfasst eine Inverterschaltung 23a mit zwei Leitern 33a, 34a, die jeweils mit einer der Batterieklemmen 31a, 32a der Akkuvorrichtung 11a verbunden sind. Die Inverterschaltung 23a ist mittels dreier Halbbrücken 35a, 36a, 37a ausgebildet. Jede der drei Halbbrücken 35a, 36a, 37a ist elektrisch mit einer der Motorspulen 15a, 16a, 17a der Antriebsmaschine 13a verbunden. Die Halbbrücken 35a, 36a, 37a sind jeweils zwischen den beiden Leitern 33a, 34a angeordnet. Jede Halbbrücke 35a, 36a, 37a umfasst zwei Schaltelemente und zwei parallel zu den Schaltelementen angeordnete Freilaufdioden. Die Freilaufdioden einer

Halbbrücke sind entgegengesetzt angeordnet. Die Motorspulen 15a, 16a, 17a der Antriebsmaschine 13a sind an einen Brückenpunkt der jeweiligen Halbbrücke 35a, 36a, 37a angebunden. Die Schaltelemente der Halbbrücken 35a, 36a, 37a sind als Transistoren ausgebildet.

In dem Fahrbetriebsmodus erzeugt die Inverterschaltung 23a aus der Gleichspannung der Akkuvorrichtung 11a eine Wechselspannung. Die von der Inverterschaltung 23a erzeugte Wechselspannung definiert eine Leistung, die die Antriebsmaschine 13a abgibt. Zudem ist über die Wechselspannung eine Drehzahl, die die Antriebsmaschine 13a aufweist, einstellbar. Die Wechselspannung liegt als Drehstrom an den Motorspulen 15a, 16a, 17a der Antriebsmaschine 13a an.

In dem Generatorbetriebsmodus wandelt die Inverterschaltung 23a die von der Antriebsmaschine 13a erzeugte Wechselspannung in eine Gleichspannung um. Die Inverterschaltung 23a wirkt dabei als ein Hochsetzsteller, der die von der Antriebsmaschine 13a bereitgestellte Wechselspannung in eine höhere Gleichspannung umsetzt. Grundsätzlich kann die Inverterschaltung 23a aber auch ohne einen Hochsetz-Betrieb betrieben werden. Die Gleichspannung, in die die Inverterschaltung 23a die von der Antriebsmaschine 13a erzeugte Wechselspannung umwandelt, bewirkt einen Ladevorgang der Akkuvorrichtung 11a.

Die Ladevorrichtung 10a ist funktionell im Wesentlichen von der Inverterschaltung 23a getrennt. Die Ladevorrichtung 10a umfasst eine mehrphasige Gleichrichterschaltung 12a, die eine Wechselspannung in eine Gleichspannung umwandelt. Die Gleichrichterschaltung 12a umfasst drei Phaseneingänge 38a, 39a, 40a sowie an die Phaseneingänge 38a, 39a, 40a anschließende Phasen 41a, 42a, 43a, einen Nulleitereingang 44a und einen an den Nulleitereingang 44a anschließenden Nullleiter 45a sowie einen Schutzleitereingang 46a und einen an den Schutzleitereingang 46a anschließenden Schutzleiter 47a. Die drei Phaseneingänge 38a, 39a, 40a sind für einen Drehstrom vorgesehen. Der Nulleitereingang 44a ist in Bezug auf ein Erdungspotential im Wesentlichen potentialfrei. Ein über den Nullleiter 45a fließender Strom ist in einem ordnungsgemäßen Regelbetrieb Null. Der Schutzleiter 47a, der über das externe Stromnetz mit einer Erde verbunden ist, definiert das Erdungspotential.

Die Gleichrichterschaltung 12a umfasst für jeder der Phasen 41a, 42a, 43a eine Diodeneinheit 49a, 50a, 51 mit jeweils zwei paarweise angeordneten Dioden. Jeweils zwei der Dioden sind jeweils einer der Phasen 41a, 42a, 43a zugeordnet. Die der ersten Phase 41a

zugeordnete Diodeneinheit 49a, die der zweiten Phase 42a zugeordnete Diodeneinheit 50a und die der dritten Phase 43a zugeordnete Diodeneinheit 51a sind jeweils entgegengesetzt geschaltet. Die Diodeneinheiten 49a, 50a, 51a definieren eine Polarität der Gleichspannung, die die Gleichrichterschaltung 12a aus der über die Phaseneingänge 38a, 39a, 40a eingespeisten Wechselspannung erzeugt.

In dem Ladebetriebsmodus ist die Ladevorrichtung 10a über die Inverterschaltung 23a mit der Akkuvorrichtung 11a verbunden. Die Gleichrichterschaltung 12a ist dazu in dem Ladebetriebsmodus an den Sternpunkt der Antriebsmaschine 13a angebunden. Die Motorspulen 15a, 16a, 17a sind dabei nach dem Sternpunkt 14a angeordnet. Die Gleichrichterschaltung 12a ist über den Sternpunkt 14a und die nach dem Sternpunkt 14a angeordneten Motorspulen 15a, 16a, 17a mit der Akkuvorrichtung 11a verbunden.

Die Ladevorrichtung 10a umfasst zwei Leiter 18a, 48a, an denen in dem Ladebetriebsmodus die von der Gleichrichterschaltung 12a erzeugte Gleichspannung anliegt. Der erste Leiter 48a der Ladevorrichtung, der an die eine Hälfte der Dioden der Gleichrichterschaltung 12a angebunden ist, ist elektrisch direkt mit dem Leiter 34a der Inverterschaltung 23a verbunden. Der zweite Leiter 18a der Ladevorrichtung 10a, der an die andere Hälfte der Dioden der Gleichrichterschaltung 12a angebunden ist, ist elektrisch mit dem Sternpunkt 14a der Antriebsmaschine 13a verbunden. Die Gleichrichterschaltung 12a ist über den Leiter 18a mit dem Sternpunkt 14a der Antriebsmaschine 13a verbunden. Eine in dem Ladebetriebsmodus zwischen den beiden Leitern 18a, 48a anliegenden Gleichspannung wird dadurch symmetrisch auf die Motorspulen 15a, 16a, 17a der Antriebsmaschine 13a verteilt. Die Antriebsmaschine 13a ist dadurch im Ladebetriebsmodus momentenfrei, d.h. ein von der Antriebsmaschine 13a abgegebenes Moment ist gleich Null. Über die Inverterschaltung 23a, deren Freilaufdioden eine entsprechende Durchlassrichtung festlegen, sind die Motorspulen 15a, 16a, 17a an den Leiter 33a der Inverterschaltung 23a angebunden. Die jeweils paarweise angeordneten Dioden der Gleichrichterschaltung 12a und die jeweils paarweise angeordneten Freilaufdioden der Inverterschaltung 23a sind in Bezug auf die Leiter 18a, 48a, 33a, 34a korrespondierend angeordnet.

Zur Erhöhung eines Leistungsfaktors umfasst die Ladevorrichtung 10a eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung 25a. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 25a ist an die Gleichrichterschaltung 12a angebunden. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 25a umfasst eine Schalteinheit 52a, die für jede Phase 41a, 42a, 43a der Gleichrichterschaltung eine Transistor-Dioden-Einheit umfasst, die für eine Leistungsfaktorkorrektur aktiv angesteuert wird, und eine Spuleneinheit 53a, die drei Spulen umfasst, die jeweils in eine der Phasen 41a,

42a, 43a eingebracht sind. Weiter umfasst die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 25a eine Kondensatoreinheit 54a mit zwei in Reihe geschalteten Kondensatoren. Die Kondensatoreinheit 54a ist zwischen die beiden Leiter 18a, 48a der Ladevorrichtung 10a geschaltet.

Zur Abtrennung der Gleichrichterschaltung 12a umfasst die Ladevorrichtung 10a ein schaltbares Trennelement 19a, das in einen der Leiter 18a, 48a der Ladevorrichtung 10a eingebunden ist. Das Trennelement 19a ist in den zweiten Leiter 18a eingebunden. Das Trennelement 19a ist elektronisch steuerbar. In dem Fahrbetriebsmodus und in dem Generatorbetriebsmodus ist das Trennelement 19a geöffnet. In dem Ladebetriebsmodus ist das Trennelement 19a geschlossen.

Durch das in dem Ladebetriebsmodus geschlossene Trennelement 19a ist die Gleichrichterschaltung 12a in dem Ladebetriebsmodus elektrisch mit dem Sternpunkt 14a der Antriebsmaschine 15a verbunden. In Bezug auf den einen sich in dem Ladebetriebsmodus einstellenden Leistungsfluss sind die Motorspulen 15a, 16a, 17a der Antriebsmaschine 13a nach dem Sternpunkt 14a angeordnet. Der Leistungsfluss, der über den Sternpunkt 14a in die Antriebsmaschine 13a eingeleitet wird, wird über die Motorspulen 15a, 16a, 17a gleichmäßig auf die Phasen 28a, 29a, 30a der Antriebsmaschine 13a verteilt.

Zur Verringerung der an den beiden Leitern 18a, 48a anliegenden Gleichspannung umfasst die Ladevorrichtung 10a einen Tiefsetzsteller 20a. Der Tiefsetzsteller 20a ist mit der Gleichrichterschaltung 12a elektrisch in Reihe geschaltet. Der Tiefsetzsteller 20a ist zwischen der Gleichrichterschaltung 12a und dem Sternpunkt 14a der Antriebsmaschine 13a angeordnet. Der Tiefsetzsteller 20a umfasst ein Schaltelement 55a und eine Spule 56a. Zudem umfasst der Tiefsetzsteller 20a einen Kondensator 57a und eine Diode 58a. Die Diode 58a und der Kondensator 57a sind zwischen den Leitern 18a, 48a der Ladevorrichtung 10a angeordnet. Der Tiefsetzsteller 20a ist vor dem Trennelement 19a, d.h. zwischen der Gleichrichterschaltung 12a und dem Trennelement 19a angeordnet.

Die Ladevorrichtung 10a weist teilweise eine hinreichend hohe Spannungsfestigkeit von beispielsweise 1200 Volt auf. Insbesondere die Gleichrichterschaltung 12a ist auf diese Spannungsfestigkeit ausgelegt. Der Tiefsetzsteller 20a wandelt die von der Gleichrichterschaltung 12a erzeugte Gleichspannung in eine niedrigere Ladespannung um. Die Ladespannung, die ebenfalls eine Gleichspannung ist, ist über den Tiefsetzsteller 20a einstellbar. Eine Spannungsfestigkeit der nach dem Tiefsetzsteller 20a angeordneten Bauteile ist geringer als die Spannungsfestigkeit der Gleichrichterschaltung 12a. Die nach dem Tief-

setzsteller 20a angeordneten Bauteile weisen eine Spannungsfestigkeit von beispielsweise 650 Volt auf. Insbesondere die Antriebsmaschine 13a und die Leistungselektronik 22a sind für diese Spannungsfestigkeit ausgelegt.

Weiter umfasst die Ladevorrichtung 10a eine Filtereinheit 59a. Die Filtereinheit 59a bildet einen EMV-Filter aus. Die Filtereinheit 59a umfasst eine Spulen-Kondensator-Einheit mit einer Mehrzahl von paarweise angeordneten Kondensatoren und Spulen. Die Spulen-Kondensator-Einheit bildet für jede Phase 41a, 42a, 43a der Ladevorrichtung 10a einen Tiefpassfilter aus. Eine Grenzfrequenz, oberhalb der die Filtereinheit 59a dämpft, ist größer als eine maximal zu erwartende Netzfrequenz des externen Stromnetzes.

Die Ladevorrichtung 10a umfasst ferner eine Entstöreinheit 60a mit einem Netz-Ableitkondensator 24a. Der Netz-Ableitkondensator 24a ist als y-Kondensator klassifiziert. Weiter umfasst die Entstöreinheit 60a drei x-Kondensatoren 61a, 62a, 63a. Die x-Kondensatoren 61a, 62a, 63a sind jeweils paarweise zwischen die drei Phasen 41a, 42a, 43a der Ladevorrichtung 10a geschaltet. Jeweils zwei der x-Kondensatoren 61a, 62a, 63a sind in Bezug auf zwei der Phasen 41a, 42a, 43a in Reihe geschaltet. Die drei x-Kondensatoren 61a, 62a, 63a sind über einen gemeinsamen Kontaktpunkt elektrisch miteinander verbunden. Der Netz-Ableitkondensator 24a ist an den gemeinsamen Kontaktpunkt der x-Kondensatoren 61a, 62a, 63a angebunden. Der Netz-Ableitkondensator 24a ist damit zwischen die drei Phasen 41a, 42a, 43a und den Nullleiter 45a der Ladevorrichtung 10a geschaltet. Zudem umfasst die Entstöreinheit 60a einen Kondensator 64a, der zwischen den Nullleiter 45a und den Schutzleiter 47a geschaltet ist.

Zur Anbindung der Akkuvorrichtung 11a umfasst die Leistungselektronik 22a einen Zwischenkreis 65a. Der Zwischenkreis 65a umfasst einen Kondensator, der zwischen den beiden Leitern des Inverters angeordnet ist. Weiter umfasst die Leistungselektronik 22a zwei Netz-Ableitkondensatoren 24a, 66a. Der erste Netz-Ableitkondensator 24a ist zwischen dem Leiter 33a und dem Schutzleiter 47a angeordnet. Der zweite Netz-Ableitkondensator 66a ist zwischen dem Leiter 34a und dem Schutzleiter 47a angeordnet.

Die Ladevorrichtung 10a umfasst weiter eine Überwachungseinheit 26a. Die Überwachungseinheit 26a ist an die drei Phasen 41a, 42a, 43a, den Nullleiter 45a und den Schutzleiter 47a angebunden. Die Überwachungseinheit 26a überwacht insbesondere Spannungen, die an den Phasen 41a, 42a, 43a, dem Nullleiter 45a und dem Schutzleiter 47a auftreten. Zudem überwacht sie elektrische Ströme, die durch die Phasen 41a, 42a, 43a, den Nullleiter 45a und den Schutzleiter 47a fließen. Zudem bildet die Überwa-

chungseinheit einen Isolationswächter aus, der insbesondere einen Isolationswiderstand der Phasen 41a, 42a, 43a gegen den Schutzleiter 47a bestimmt. Der Isolationswiderstand ist in Figur 1 als Ersatzwiderstand gemeinsam mit einem Ersatzkondensator, der Leitungskapazitäten ersetzt, in einer Ersatzschaltung 67a dargestellt.

Zur Umschaltung zwischen einem Ein-Phasen-Ladebetrieb und einem Drei-Phasen-Ladebetrieb umfasst die Ladevorrichtung 10a eine Umschalteinheit 27a. Die Umschalteinheit 27a umfasst ein Schaltelement 68a, das dazu vorgesehen ist, den Nullleiter 45a der Ladevorrichtung 10a mit einer der Phasen 41a, 42, 43a zu verbinden. Die Umschalteinheit 27a ist automatisiert ausgebildet. Erkennt die Umschalteinheit 27a eine an den Phaseneingängen 38a, 39a, 40a und dem Nullleitereingang 44a anliegende einphasige Wechselspannung, schließt sie das Schaltelement 68a selbstständig und verbindet den Nullleiter 45a mit der Phase 43a. Die einphasige Wechselspannung liegt damit an zwei der drei Phasen 41a, 42a, 43a an. Die Gleichrichterschaltung 12a wandelt die zwischen den beiden Phasen 41a, 43a anliegende Wechselspannung in eine Gleichspannung um.

Zudem ist die Umschalteinheit 27a zur Erkennung einer Gleichspannung vorgesehen. Erkennt die Umschalteinheit 27a in dem Ladebetriebsmodus eine an dem Phaseneingang 41a und dem Nullleitereingang 44a anliegende Gleichspannung, schließt die Umschalteinheit 27a ebenfalls das Schaltelement 68a. Die Gleichrichterschaltung 12a lässt die damit an den Phasen 41a, 43a anliegende Gleichspannung im Wesentlichen widerstandsfrei durch, wodurch sie analog zu einer gewandelten Wechselspannung auch an den beiden Leitern 18a, 48a der Ladevorrichtung 10a anliegt.

In dem Ladebetriebsmodus wird eine Leistung zum Laden der Akkuvorrichtung 11a über die Phaseneingänge 38a, 39a, 40a und den Nullleitereingang 44a der Ladevorrichtung 10a eingespeist. Entlang eines Energieflusses der über die Ladevorrichtung 10a eingespeisten Leistung sind nacheinander folgend die Filtereinheit 59a, die Gleichrichterschaltung 12a, die Leistungsfaktorkorrektureinheit 25a, der Tiefsetzsteller 20a und das Trennelement 19a angeordnet. An die Ladevorrichtung 10a schließt die Antriebsmaschine 13a an, die durch die Anbindung der Ladevorrichtung 10a an den Sternpunkt 14a ebenfalls in den Energiefluss eingebunden ist. Ausgehend von der Antriebsmaschine 13a geht der Energiefluss durch die Inverterschaltung 23a. Die Inverterschaltung 23a ist über den Zwischenkreis 65a an die Akkuvorrichtung 11a angebunden.

Zur Steuerung umfasst das Antriebssystem eine Steuer- und Regeleinheit 69a. Die Steuer- und Regeleinheit 69a umfasst wenigstens ein Steuergerät mit einer Prozessoreinheit,

die für eine Steuerung und Regelung vorgesehen ist. Grundsätzlich kann die Steuer- und Regeleinheit 69a auch mehrere, baulich getrennt ausgeführte Steuergeräte aufweisen, die für unterschiedliche Funktionen der Steuer- und Regeleinheit 69a vorgesehen sind. Die Steuer- und Regeleinheit 69a ist insbesondere zur Steuerung der Ladevorrichtung 10a vorgesehen. Sie steuert die aktiv steuerbaren Schaltelemente der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 25a sowie das Trennelement 19a der Ladevorrichtung 10a. Zudem ist die Steuer- und Regeleinheit 69a für die Überwachungseinheit 26a vorgesehen, d.h. eine elektronische Auswertung der Überwachungseinheit 26a wird von der Steuer- und Regeleinheit 69a durchgeführt. Weiter ist die Steuer- und Regeleinheit 69a zur Steuerung der Leistungselektronik 22a, d.h. insbesondere zur Schaltung der Schaltelemente der Inverterschaltung 23a, vorgesehen. Außerdem ist die Steuer- und Regeleinheit 69a zur Steuerung der Umschalteinheit 27a vorgesehen. Dazu bestimmt die Steuer- und Regeleinheit 69a mittels der Überwachungseinheit 26a die zwischen den Phaseneingängen 38a, 39a, 40a und dem Nullleitereingang 44a anliegenden Spannungen und schaltet in Abhängigkeit von den erkannten Spannungen das Schaltelement 68a der Umschalteinheit 27a.

In der Figur 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt. Die nachfolgenden Beschreibungen beschränken sich im Wesentlichen auf die Unterschiede zwischen den Ausführungsbeispielen, wobei bezüglich gleich bleibender Bauteile, Merkmale und Funktionen auf die Beschreibung der ersten Ausführungsbeispiele der Figuren 1 und 2 verwiesen werden kann. Zur Unterscheidung der Ausführungsbeispiele ist der Buchstabe a in den Bezugszeichen des Ausführungsbeispiels in den Figuren 1 und 2 durch den Buchstaben b in den Bezugszeichen des Ausführungsbeispiels der Figur 3 ersetzt. Bezüglich gleich bezeichneter Bauteile, insbesondere in Bezug auf Bauteile mit gleichen Bezugszeichen, kann grundsätzlich auch auf die Zeichnungen und/oder die Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels in den Figuren 1 und 2 verwiesen werden.

In Figur 3 ist eine alternative Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Antriebssystems dargestellt. Das Antriebssystem umfasst eine Ladevorrichtung 10b, eine elektrische Antriebsmaschine 13b und eine Leistungselektronik 22b. Zudem umfasst das Antriebssystem eine Akkuvorrichtung 11b.

Die Ladevorrichtung 10b ist analog zu dem vorangegangenen Ausführungsbeispiel ausgestaltet. Die Ladevorrichtung 10b umfasst eine Filtereinheit 59b und eine Überwachungseinheit 26b. Weiter umfasst die Ladevorrichtung 10b eine Gleichrichterschaltung 12b mit angebundener Leistungsfaktorkorrekturschaltung 25b und eine Umschalteinheit 27b zum Umschalten zwischen einem einphasigen Ladebetrieb und einem mehrphasigen La-

debetrieb. Zudem umfasst die Ladevorrichtung 10b eine Entstöreinheit 60b mit einem Netz-Ableitkondensator 21b und einen Tiefsetzsteller 20b. Die Leistungselektronik 22b umfasst analog zu dem vorangegangenen Ausführungsbeispiel zwei weitere Netz-Ableitkondensatoren 24b, 66b. Die Ladevorrichtung 10b ist in einem Ladebetriebsmodus an einen Sternpunkt 14b der Antriebsmaschine 13b angebunden, über den drei Motorspulen 15b, 16b, 17b der Antriebsmaschine 13b miteinander verbunden sind. Ein Leiter 18b der Ladevorrichtung 10b ist elektrisch mit dem Sternpunkt 14b der Antriebsmaschine 13b verbunden. In den Leiter 18b ist ein Trennelement 19b eingebunden, das dazu vorgesehen ist, die Gleichrichterschaltung 12b und die Antriebsmaschine 13b in einem Fahrbetriebsmodus elektrisch voneinander zu trennen.

Im Unterschied zum vorangegangenen Ausführungsbeispiel umfasst die Leistungselektronik 22b eine Inverterschaltung 23b, die als eine Drei-Level-Inverterschaltung ausgebildet ist. Die Inverterschaltung 23b umfasst insgesamt sechs Halbbrücken 35b, 35b', 36b, 36b', 37b, 37b'. Jeweils zwei der Halbbrücken 35b, 35b', 36b, 36b', 37b, 37b' sind für eine Phase 28b, 29b, 30b der Antriebsmaschine 13b vorgesehen. Die jeweils paarweise angeordneten Halbbrücken 35b, 35b', 36b, 36b', 37b, 37b', die für eine der Phasen 28b, 29b, 30b vorgesehen sind, sind zwischen zwei Leiter 33b, 34b der Inverterschaltung 23b geschaltet. Die Phasen 28b, 29b, 30b sind jeweils an einen Punkt zwischen den beiden entsprechenden Halbbrücken 35b, 35b', 36b, 36b', 37b, 37b' angebunden. Brückenpunkte aller sechs Halbbrücken 35b, 35b', 36b, 36b', 37b, 37b' sind jeweils über eine Diode an einen Leiter 48b der Ladevorrichtung 10b angebunden, der in die Inverterschaltung 23b hineingeführt ist. Ein Zwischenkreis 65b der Leistungselektronik 22b weist zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren auf. Der Leiter 48b, an den die zusätzlichen Dioden der Inverterschaltung 23b angebunden sind, ist an einem Punkt zwischen den beiden Kondensatoren des Zwischenkreises 65b angebunden. Der Leiter 48b der Ladevorrichtung und die beiden Leiter 33b, 34b der Inverterschaltung bilden drei unterschiedliche Potentiale für die Drei-Level-Inverterschaltung aus. Der Leiter 48b der Ladevorrichtung definiert dabei ein Mitten- oder Nullpotential, gegen das Potentiale der beiden Leiter 33b, 34b verschoben sind.

Daimler AG

### Patentansprüche

1. Kraftfahrzeugantriebssystem mit einer Ladevorrichtung (10a; 10b), die zum Laden einer Akkuvorrichtung (11a; 11b) mittels eines externen Stromnetzes vorgesehen ist und die wenigstens eine mehrphasige Gleichrichterschaltung (12a; 12b) aufweist, die dazu vorgesehen ist, eine Wechselspannung des externen Stromnetzes in eine Gleichspannung umzuwandeln, und mit einer elektrischen Antriebsmaschine (13a; 13b), die wenigstens zwei an einem Sternpunkt (14a; 14b) zusammengeführte Motorspulen (15a, 16a, 17a; 15b, 16b, 17b) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Gleichrichterschaltung (12a; 12b) in wenigstens einem Betriebsmodus elektrisch an den Sternpunkt (14a; 14b) der Antriebsmaschine (13a; 13b) angebunden ist.
2. Kraftfahrzeugantriebssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladevorrichtung (10a; 10b) wenigstens einen Leiter (18a; 18b) aufweist, der elektrisch mit dem Sternpunkt (14a; 14b) verbunden ist.
3. Kraftfahrzeugantriebssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladevorrichtung (10a; 10b) ein Trennelement (19a; 19b) aufweist, das dazu vorgesehen ist, die Gleichrichterschaltung (12a; 12b) und die Antriebsmaschine (13a; 13b) in wenigstens einem Betriebsmodus zumindest teilweise elektrisch voneinander zu trennen.

4. Kraftfahrzeugantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladevorrichtung (10a; 10b) zumindest einen Tiefsetzsteller (20a; 20b) aufweist, der dazu vorgesehen ist, die Gleichspannung der Gleichrichterschaltung (12a; 12b) in eine Ladespannung umzuwandeln.
5. Kraftfahrzeugantriebssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Tiefsetzsteller (20a; 20b) elektrisch zwischen der Gleichrichterschaltung (12a; 12b) und der Antriebsmaschine (13a; 13b) angeordnet ist.
6. Kraftfahrzeugantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladevorrichtung (10a; 10b) wenigstens einen Netz-Ableitkondensator (21a; 21b) aufweist.
7. Kraftfahrzeugantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Leistungselektronik (22a; 22b), die wenigstens eine in Reihe mit der Gleichrichterschaltung (12a; 12b) geschaltete Inverterschaltung (23a; 23b) aufweist.
8. Kraftfahrzeugantriebssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Inverterschaltung (23b) zumindest eine 3-Level-Inverterschaltung ausbildet.
9. Kraftfahrzeugantriebssystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Leistungselektronik (22a; 22b) wenigstens einen Netz-Ableitkondensator (24a, 66a; 24b, 66b) aufweist.
10. Kraftfahrzeugantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladevorrichtung (10a; 10b) zumindest eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung (25a; 25b) aufweist, die dazu vorgesehen ist, einen Leistungsfaktor anzupassen.

11. Kraftfahrzeugantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladevorrichtung (10a; 10b) eine Überwachungseinheit (26a; 26b) aufweist, die dazu vorgesehen ist, wenigstens eine elektrische Versorgungs- und/oder Vorrichtungskenngröße zu überwachen.
12. Kraftfahrzeugantriebssystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ladevorrichtung (10a; 10b) eine Umschalteinheit (27a; 27b) aufweist, die dazu vorgesehen ist, wahlweise einen einphasigen Ladebetriebsmodus oder einen mehrphasigen Ladebetriebsmodus zu schalten.

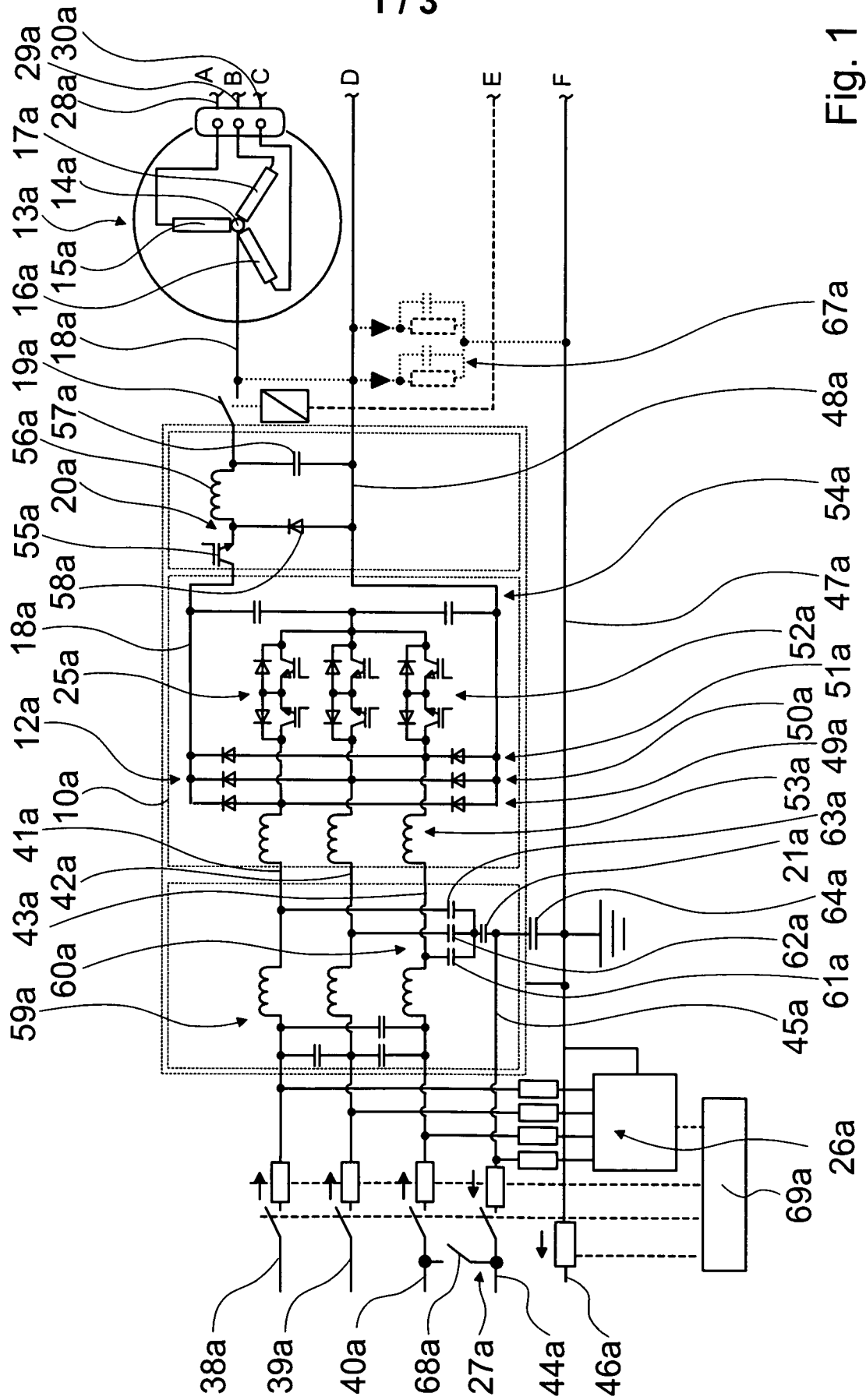
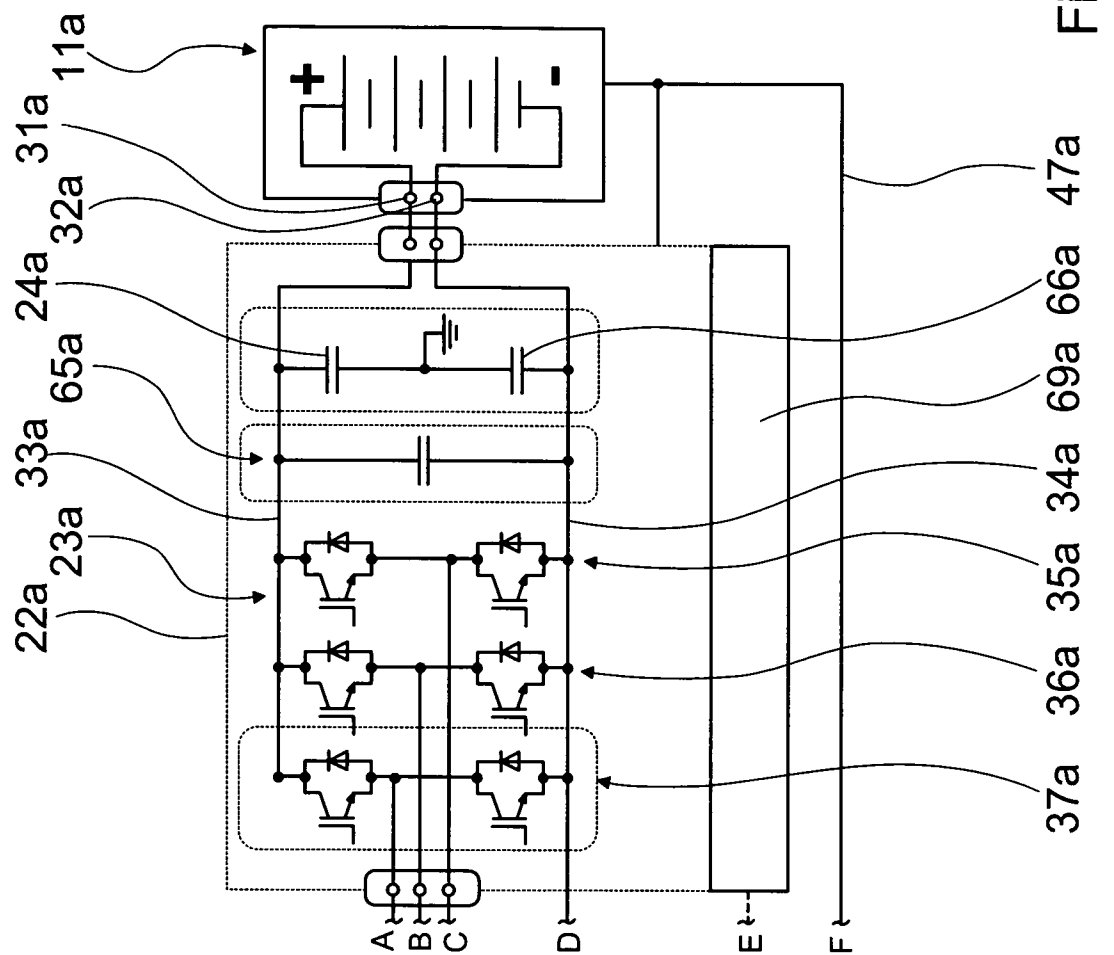


Fig. 1



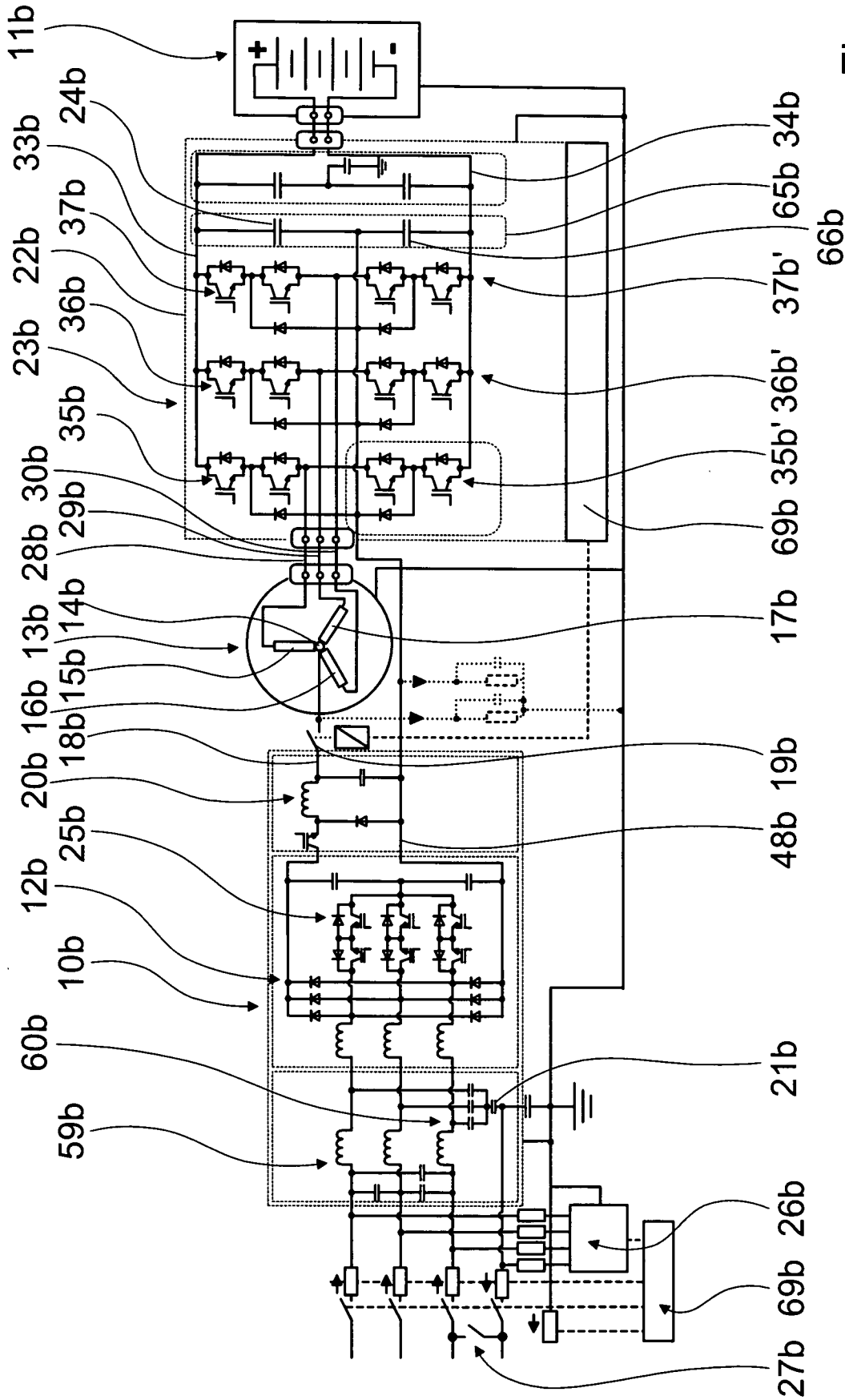


Fig. 3