(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
27. Juli 2017 (27.07.2017)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/125310 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
G01R 31/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/050559

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Januar 2017 (12.01.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 000 668.4
22. Januar 2016 (22.01.2016) DE

(71) Anmelder: **AUDI AG** [DE/DE]; Auto-Union-Str. 1, 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder: **HACKNER, Thomas**; Gabrielistr. 20, 91171 Greding (DE). **NAUMANN, Rolf**; Sandstrasse 3, 96247 Michelau (DE).

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

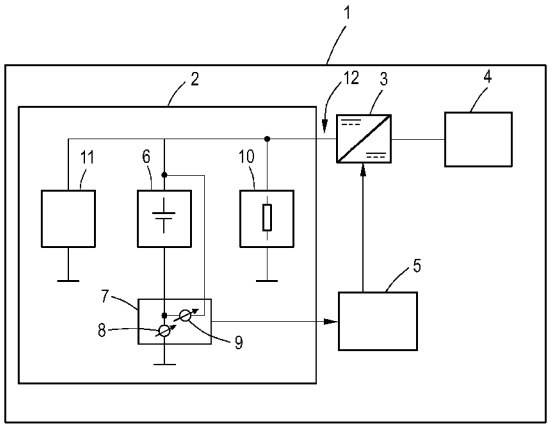
Veröffentlicht:

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

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING PERFORMANCE INFORMATION OF A BATTERY OF A MOTOR VEHICLE ON-BOARD POWER SYSTEM THAT IS CONNECTED TO A DIRECT CURRENT CONVERTER, AND MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG EINER LEISTUNGSFÄHIGKEITSINFORMATION EINER BATTERIE EINES KRAFTFAHRZEUGSEITIGEN, AN EINEN GLEICHSPANNUNGSWANDLER ANGEBUNDENEN BORDNETZES UND KRAFTFAHRZEUG

FIG.1



(57) Abstract: The invention relates to a method for determining performance information of a battery (6) of a motor vehicle on-board power system (2) that is connected to a direct current converter (3), wherein the direct current converter (3) is actuated to apply at least one alternating current having a specified frequency to the on-board power system (2) and the performance information is derived from at least one first electrical parameter on an output (12) of the direct current converter (3) on the on-board power system side and at least one second electrical parameter describing the reaction of the battery (6) to the applied alternating current.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/125310 A1

Verfahren zur Ermittlung einer Leistungsfähigkeitsinformation einer Batterie (6) eines kraftfahrzeugseitigen, an einen Gleichspannungswandler (3) angebundenen Bordnetzes (2), wobei der Gleichspannungswandler (3) zum Einprägen wenigstens eines wenigstens eine vorgegebene Frequenz aufweisenden Wechselstroms in das Bordnetz (2) angesteuert und aus wenigstens einer ersten elektrischen Größe an einem bordnetzseitigen Ausgang (12) des Gleichspannungswandlers (3) und wenigstens einer die Reaktion der Batterie (6) auf den eingeprägten Wechselstrom beschreibenden zweiten elektrischen Größe die Leistungsfähigkeitsinformation abgeleitet wird.

Verfahren zur Ermittlung einer Leistungsfähigkeitsinformation einer Batterie eines kraftfahrzeugseitigen, an einen Gleichspannungswandler angebundenen Bordnetzes und Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung einer Leistungsfähigkeitsinformation einer Batterie eines kraftfahrzeugseitigen, an einen Gleichspannungswandler angebundenen Bordnetzes. Daneben betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug.

Zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Funktionalität des Bordnetzes eines Kraftfahrzeugs ist die Ermittlung der die Batterie des Bordnetzes betreffenden Leistungsfähigkeitsinformation von großer Wichtigkeit, um die Batterie mit einer optimalen Lade- und Entladestrategie zu betreiben. Bei herkömmlichen Kraftfahrzeugen mit lediglich einem einzigen, typischerweise eine Bleibatterie mit einer Nennspannung von 12 Volt aufweisenden Bordnetz ist es bekannt, die Leistungsfähigkeitsinformation durch eine Messung eines Batteriestroms, einer Batteriespannung und einer Batterietemperatur zu ermitteln. Da derartige Bordnetze mittels eines eine Stromwelligkeit im Bordnetz erzeugenden Klauenpolgenerators gespeist werden, kann zudem die Anregung der Batterie durch diese Stromwelligkeit für eine Ermittlung der Leistungsfähigkeitsinformation genutzt werden.

Diese Möglichkeit der Ermittlung der Leistungsfähigkeitsinformation ist jedoch nicht deterministisch und insbesondere abhängig von der Leistungsaufnahme und -abgabe des Klauenpolgenerators sowie der Verbraucher und der Verkabelung des Bordnetzes. Bei elektrisch betriebenen und/oder mehrere über einen Gleichspannungswandler gekoppelte Bordnetze aufweisenden Kraftfahrzeugen fehlt mitunter auch der Klauenpolgenerator im Bordnetz, da die Batterie dynamisch durch den Gleichspannungswandler versorgt wird.

Eine Stromwelligkeit, die zur Ermittlung der Leistungsfähigkeitsinformation verwendet werden kann, ist in solchen Bordnetzen mithin nicht gegeben.

Aus der DE 10 2014 007 016 A1 ist ein Verfahren zur Ermittlung einer den Ladezustand und/oder die Leistungsfähigkeit einer ersten elektrischen Energiespeichereinrichtung beschreibenden Zustandsinformation bekannt, wobei die erste elektrische Energiespeichereinrichtung mit einer zweiten elektrischen Energiespeichereinrichtung in Reihe geschaltet ist. Dabei wird eine definierte elektrische Energiemenge aus der zweiten Energiespeichereinrichtung in die erste Energiespeichereinrichtung eingebracht, wonach in Abhängigkeit der eingebrachten elektrischen Energiemenge ein veränderlicher Zustandsparameter der ersten Energiespeichereinrichtung und die Zustandsinformation anhand des Zustandsparameters ermittelt werden.

Die DE 10 2013 219 293 A1 offenbart ein Fahrzeug mit einem Hochvoltbordnetz, einem Niedervoltbordnetz, einem Gleichstromsteller zwischen den beiden Bordnetzen und einem Niedervoltenergiespeicher im Niedervoltbordnetz sowie einem Hochvoltenergiespeicher im Hochvoltbordnetz. Dabei ist vorgesehen, dass in einer Standphase des Fahrzeugs durch den Gleichstromsteller der Niedervoltenergiespeicher mit einem vorgebbaren Strompuls belastbar und mit einem dem Niedervoltenergiespeicher zugeordneten Batteriesensor die Stromantwort auf den Strompuls messbar ist.

Der Erfindung liegt mithin die Aufgabe zugrunde, eine demgegenüber zuverlässigere Möglichkeit zur Ermittlung der Leistungsfähigkeitsinformation bei einem an einen Gleichspannungswandler angebundenen Bordnetz anzugeben.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß ein Verfahren zur Ermittlung einer Leistungsfähigkeitsinformation einer Batterie eines kraftfahrzeugseitigen, an einen Gleichspannungswandler angebundenen Bordnetzes vorgeschlagen, wobei der Gleichspannungswandler zum Einprägen wenigstens eines wenigstens eine vorgegebene Frequenz aufweisenden Wechselstroms in das Bordnetz angesteuert wird und aus wenigstens einer ersten elektri-

schen Größe an einem bordnetzseitigen Ausgang des Gleichspannungswandlers und wenigstens einer die Reaktion der Batterie auf den eingeprägten Wechselstrom beschreibenden zweiten elektrischen Größe die Leistungsfähigkeitsinformation abgeleitet wird.

Die Erfindung beruht auf der Überlegung, den das Bordnetz speisenden Gleichspannungswandler gezielt zur Erzeugung eines einen Wechselanteil aufweisenden Ausgangssignals an seinem bordnetzseitigen Ausgang anzusteuern und aus der Reaktion der Batterie einen Rückschluss auf deren Leistungsfähigkeit zu ziehen. Dadurch wird die bei herkömmlichen Verfahren durch den Klauenpolgenerator erzeugte, jedoch nicht vorgebbare Stromwelligkeit durch den wenigstens einen deterministischen Wechselstrom ersetzt und in das Bordnetz eingeprägt. Selbstverständlich erzeugt der Gleichspannungswandler dabei an seinem Ausgang auch einen Gleichanteil, der betragsmäßig wesentlich größer als die Effektivspannung des wenigstens einen Wechselstroms ist. Der Strom und/oder die Spannung am bordnetzseitigen Ausgang des Gleichspannungswandlers ist einstellbar, so dass durch diesen mittels gezielter Variation dieses Stroms und/oder dieser Spannung das Ausgangsignal mit dem wenigstens einen Wechselstrom bzw. Wechselanteil erzeugbar ist.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens beschreibt die erste elektrische Größe am bordnetzseitigen Ausgang des Gleichspannungswandlers die elektrischen Eigenschaften des wenigstens einen Wechselstroms, wobei diese erste elektrische Größe gemessen werden kann oder aus den die Ansteuerung des Gleichspannungswandlers bewirkenden Steuerdaten ohnehin vorliegt. Die wenigstens eine zweite elektrische Größe wird hingegen an der Batterie erfasst, insbesondere gemessen, wozu zweckmäßigerweise Messdaten eines der Batterie zugeordneten Batteriesteuergeräts verwendet werden. Bei der Batterie handelt es sich bevorzugt um eine Bleibatterie mit einer Nennspannung von 12 Volt oder 24 Volt.

Die Leistungsfähigkeitsinformation beschreibt insbesondere einen Ladezustand (State of Charge – SOC) und/oder einen Gesundheitszustand (State of

Health – SOH) der Batterie. Diese lassen sich - wie aus dem Stand der Technik grundsätzlich bekannt - aus der durch die zweite elektrische Größe beschriebenen Reaktion auf die Anregung der Batterie mit dem durch die erste elektrische Größe beschriebenen wenigstens einen Wechselstrom ableiten. Bevorzugt wird zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ein dem Bordnetz zugeordnetes Steuergerät, insbesondere ein Energiemanagementsteuergerät, verwendet, welches zur Kommunikation mit dem Batteriesteuergerät und dem Gleichspannungswandler ausgebildet ist.

Mit Vorteil kann so eine von Störgrößen wie dem Betriebsverhalten von Verbrauchern des Bordnetzes, und der Topologie der Verkabelung des Bordnetzes weitestgehend unabhängige und mithin deterministische Ermittlung der Leistungsfähigkeitsinformation erfolgen. Gegenüber herkömmlichen Verfahren, bei denen die Reaktion der Batterie auf einen sprungartigen Stromanstieg, der während der Startphase des Kraftfahrzeugs auftritt, ermittelt wird, kann das erfindungsgemäße Verfahren ferner auch zu beliebigen Zeitpunkten während des Betriebs des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden. Insbesondere ist die erste elektrische Größe wesentlich genauer bekannt als die Stromwelligkeit des Klauenpolgenerators bzw. das Schaltverhalten, insbesondere der Schaltzeitpunkt und die Flankensteilheit, eines Gleichspannungswandlers bei einem Strompuls. Es lässt sich mithin eine wesentlich zuverlässigere Ermittlung der Leistungsfähigkeitsinformation realisieren.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es zweckmäßig, wenn als erste elektrische Größe ein Strom am bordnetzseitigen Ausgang des Gleichspannungswandlers und/oder eine am bordnetzseitigen Ausgang des Gleichspannungswandlers anliegende Spannung erfasst wird. Dies kann einerseits durch Messen dieses Stroms bzw. dieser Spannung oder aber auch anhand von zur Ansteuerung des Gleichspannungswandlers verwendeten Steuerdaten, die im Steuergerät vorliegen, erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann als zweite elektrische Größe ein Strom und/oder eine Spannung in einem die wenigstens eine Frequenz umfassenden Messbereich an der Batterie gemessen werden. Bevorzugt werden dazu eine Strommesseinrichtung bzw. eine Spannungsmesseinrichtung verwendet, welche zweckmäßigerweise im

Batteriesteuergerät integriert sind. Sowohl die wenigstens eine erste elektrische Größe als auch die wenigstens eine zweite elektrische Größe beschreiben bevorzugt den Strom bzw. die Spannungen als einen zeitlichen Verlauf und/oder als ein Frequenzspektrum.

Es ist bei dem erfindungsgemäßen Verfahren besonders bevorzugt, wenn ein Wechselstrom mit mehreren sich überlagernden unterschiedlichen Frequenzen verwendet wird. Diese Frequenzen sind zweckmäßigerweise so gewählt, dass ihre jeweils an der Batterie hervorgerufenen Reaktionen unterscheidbar anhand der wenigstens einen zweiten elektrischen Größe ausgewertet werden können. Alternativ ist es auch denkbar, dass mehrere zeitlich nacheinander eingeprägte Wechselströme mit jeweils wenigstens einer Frequenz verwendet werden. Es sind mithin mehrere Zeitabschnitte definiert, an denen jeweils ein Wechselstrom mit einer oder mehreren Frequenzen in das Bordnetz eingeprägt wird, so dass für jeden Zeitabschnitt die wenigstens eine zweite elektrische Größe erfasst wird. Es lassen sich mithin unterschiedliche frequenzabhängige Reaktionen der Batterie erfassen und daraus Rückschlüsse auf die Leistungsfähigkeit der Batterie ziehen.

Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es von besonderem Vorteil, wenn mittels der wenigstens einen ersten elektrischen Größe und der wenigstens einen zweiten elektrischen Größe wenigstens eine Komponente eines Ersatzschaltbildes der Batterie ermittelt wird, wobei die Leistungsfähigkeitsinformation aus Eigenschaften der wenigstens einen Komponente abgeleitet wird. Aus dem Stand der Technik ist eine Vielzahl von Ersatzschaltbildern für Batterien bekannt, die ihr Betriebsverhalten modellieren. Eigenschaften der Komponenten können beispielsweise Widerstands-, Kapazitäts- oder Induktivitätswerte entsprechender Wirk- bzw. Blindwiderstände sein. So ist beispielsweise das Ersatzschaltbild nach Randles bekannt, welches sich besonders zur Ableitung der Leistungsfähigkeitsinformation eignet. Es wird daher besonders bevorzugt, wenn ein einen Elektrolytwiderstand und/oder einen Ladungstransferwiderstand und/oder eine Warburg-Impedanz und/oder eine Doppelschichtkapazität als Komponenten umfassendes Ersatzschaltbild verwendet wird. Es wird bei der Ermittlung der Eigenschaften der Komponen-

ten des Ersatzschaltbilds grundsätzlich bevorzugt, wenn die Anzahl der verwendeten Frequenzen wenigstens der Anzahl der zu ermittelnden Komponenten entspricht.

Außerdem wird es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren bevorzugt, wenn ein Gleichspannungswandler verwendet wird, welcher das Bordnetz mit einem weiteren Bordnetz koppelt. Bei diesem weiteren Bordnetz handelt es sich bevorzugt um ein Hochvoltbordnetz zur Versorgung eines Elektromotors des Kraftfahrzeugs oder ein Niedervoltbordnetz höherer Betriebsspannung als die Nennspannung der Batterie. Das Hochvoltbordnetz weist dabei insbesondere eine Nennspannung von wenigstens 60 Volt, bevorzugt wenigstens 300 Volt, auf. Bei dem Niedervoltbordnetz als weiteres Bordnetz wird bevorzugt eine Nennspannung von 48 Volt verwendet. Durch den Gleichspannungswandler ist somit ein Leistungstransport zwischen beiden Bordnetzen möglich ist. Insbesondere bei der Verwendung eines Hochvoltbordnetzes als weiteres Bordnetz kann so durch Rekuperation gewonnene elektrische Energie in das Bordnetz eingespeist werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann grundsätzlich kontinuierlich während des Betriebs des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden. Es wird jedoch bevorzugt, wenn das Verfahren auf Anforderung eines, insbesondere durch das Steuergerät realisierten, Energiemanagementsystems des Kraftfahrzeugs und/oder zyklisch und/oder bei einem Starten des Kraftfahrzeugs durchgeführt wird. Vorteilhafterweise kann die Ermittlung der Leistungsfähigkeitsinformation dadurch in einem breiten Spektrum von Betriebszuständen des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden, so dass auch ihre Aktualisierung während des Betriebs des Kraftfahrzeugs flexibel möglich ist.

Daneben betrifft die Erfindung ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Batterie eines an einen Gleichspannungswandler angebundenen Bordnetzes. Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug zeichnet sich dadurch aus, dass es zusätzlich ein zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildetes Steuergerät aufweist. Sämtliche Ausführungen zum erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich analog auf das erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug über-

tragen, so dass auch mit diesem die zuvor genannten Vorteile erzielt werden können.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den im Nachfolgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Diese sind schematische Darstellungen und zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipskizze eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs und

Fig. 2 ein Ersatzschaltbild zur Verwendung im Rahmen eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines Ausführungsbeispiels eines Kraftfahrzeugs 1, umfassend ein Bordnetz 2, das an ein Gleichspannungswandler 3 angebunden ist. Über diesen ist es Bordnetz 2 mit einem weiteren Bordnetz 4 gekoppelt. Daneben ist ein Steuergerät 5 vorgesehen, welche zur Ansteuerung des Gleichspannungswandlers 3 ausgebildet ist.

Das Bordnetz 2 umfasst eine Batterie 6 in Form einer Bleibatterie mit einer Nennspannung von 12 Volt, welcher ein Batteriesteuergerät 7 zugeordnet ist. Dieses weist eine Strommesseinrichtung 8 auf, welche den zeitlichen Verlauf und das Frequenzspektrum eines durch die Batterie 6 fließenden Stroms misst. Zusätzlich ist eine Spannungsmesseinrichtung 9 vorgesehen, welche den zeitlichen Verlauf und das Frequenzspektrum der an der Batterie 6 anliegenden Spannung misst. Das Bordnetz weist ferner mehrere lediglich schematisch dargestellte Verbraucher 10 auf.

Das weitere Bordnetz 4 ist ein Hochvoltbordnetz mit einer Nennspannung von 300 Volt, welches einen Elektromotor (nicht gezeigt) des elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeugs 1 versorgt. Der Gleichspannungswandler 3 dient der Anpassung der unterschiedlichen Spannungslagen der Bordnetze 2, 4 und ist als bidirektionaler Gleichspanungswandler ausgebildet, so dass ein Leistungstransport vom Bordnetz 2 in das weitere Bordnetz 4 und umgekehrt

möglich ist. So kann beispielsweise durch Rekuperation gewonnene elektrische Energie aus dem weiteren Bordnetz 4 in das Bordnetz 2 eingespeist werden. In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist das weitere Bordnetz 4 ein Niedervoltbordnetz mit einer Nennspannung von 48 Volt, welches zur Versorgung spezieller auf diese Spannungslage ausgelegter Verbraucher ausgebildet ist. Dabei weist das Bordnetz 2 einen Startergenerator 11 zum Starten eines Verbrennungsmotors (nicht gezeigt) des Kraftfahrzeugs 1 auf.

Der Steuergerät 5 realisiert ein Energiemanagementsystem des Kraftfahrzeugs 1 und ist zur Durchführung eines im Folgenden beschriebenen Verfahrens zur Ermittlung einer Leistungsfähigkeitsinformation der Batterie 6 des kraftfahrzeugseitigen, an den Gleichspannungswandler 3 angebundenen Bordnetzes 2 ausgebildet:

Der Gleichspannungswandler 3 erzeugt eine Gleichspannung von 14 Volt zum Laden der Batterie 6. Der Steuergerät 5 steuert den Gleichspannungswandler 3 zudem zur Erzeugung eines Wechselstroms mit mehreren Frequenzen an, indem es seine Spannung am Ausgang 12 variiert. Eine Spannung und ein Strom am Ausgang 12 werden jeweils als erste elektrische Größe erfasst und beschreiben den zeitlichen Verlauf und das Frequenzspektrum des Ausgangssignals des Gleichspannungswandlers 3. Diese ersten elektrischen Größen sind aus den Ansteuerdaten des Steuergeräts 5 für den Gleichspannungswandler 3 bekannt bzw. können aus diesen ermittelt werden. In einem alternativen Ausführungsbeispiel werden die ersten elektrischen Größen über zusätzliche Spannung- und Strommesseinrichtungen (nicht gezeigt) am Ausgang 12 des Gleichspannungswandlers 3 gemessen.

Der eingeprägte Wechselstrom erzeugt an der Batterie 6 eine Reaktion, die durch mittels der Strommesseinrichtung 8 und der Spannungsmesseinrichtung 9 gemessener zweite elektrische Größen beschrieben wird. In Kenntnis der den zeitlichen Verlauf und das Frequenzspektrum des Stroms und der Spannung beschreibenden zweiten elektrischen Größen in Verbindung mit den die Reaktion anregenden ersten elektrischen Größen ermittelt das Steu-

ergerät 5 die Eigenschaften eines Ersatzschaltbild nach Randles für die Batterie 6.

Fig. 2 zeigt das im Rahmen des Verfahrens verwendete Ersatzschaltbild 13. Dieses umfasst einen mit einer Warburg-Impedanz 14 in Reihe geschalteten Ladungstransferwiderstand 15, denen eine Doppelschichtkapazität 16 parallel geschaltet ist. In Reihe mit dieser Parallelschaltung befindet sich zudem ein Elektrolytwiderstand 17. Der vom Leistungswandler 3 erzeugte Wechselstrom umfasst zumindest so viele Frequenzen wie die Anzahl der Komponenten des Ersatzschaltbilds 13, so dass die Eigenschaften der Komponenten, also Resistanzwerte für den Ladungstransferwiderstand 15 und den Elektrolytwiderstand 17, ein Reaktanzwert für die Doppelschichtkapazität 16 und ein Warburg-Koeffizient für die Warburg-Impedanz 14, rechnerisch ermittelbar sind.

Aus diesen Eigenschaften leitet der Steuergerät 5 die einen Ladezustand (State of Charge – SOC) und einen Gesundheitszustand (State of Health – SOH) der Batterie 6 beschreibende Leistungsfähigkeitsinformation ab und verwendet sie bei der Ermittlung einer Lade- und Entladestrategie für die Batterie 6. Zudem ist die Leistungsfähigkeitsinformation im Wartungsfall vom Steuergerät 5 abrufbar und wird zur Ausgabe einer Warnung an den Fahrer des Kraftfahrzeugs 1 im Falle einer unzureichenden Leistungsfähigkeit der Batterie 6 ausgewertet.

Dass Verfahren wird beim Starten des Kraftfahrzeugs 1 und anschließend zyklisch sowie auf Anforderung des Steuergeräts 5 bei Bedarf durchgeführt. In alternativen Ausführungsbeispielen wird das Verfahren kontinuierlich durchgeführt.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel des Verfahrens werden anstelle eines einzigen, mehrere Frequenzen aufweisenden Wechselstroms zeitlich nacheinander mehrere Wechselströme mit jeweils einer oder mehreren Frequenzen in das Bordnetz 2 eingeprägt. Die Ermittlung der Eigenschaften der Komponenten des Ersatzschaltbild 13 erfolgt dementsprechend nach Erfas-

sung der zweiten elektrischen Größen für jeden der mehreren Wechselströme.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Ermittlung einer Leistungsfähigkeitsinformation einer Batterie (6) eines kraftfahrzeugseitigen, an einen Gleichspannungswandler (3) angebundenen Bordnetzes (2), wobei der Gleichspannungswandler (3) zum Einprägen wenigstens eines wenigstens eine vorgegebene Frequenz aufweisenden Wechselstroms in das Bordnetz (2) angesteuert und aus wenigstens einer ersten elektrischen Größe an einem bordnetzseitigen Ausgang (12) des Gleichspannungswandlers (3) und wenigstens einer die Reaktion der Batterie (6) auf den eingeprägten Wechselstrom beschreibenden zweiten elektrischen Größe die Leistungsfähigkeitsinformation abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass als erste elektrische Größe ein Strom bordnetzseitiger am Ausgang (12) des Gleichspannungswandlers (3) und/oder eine am bordnetzseitigen Ausgang (12) des Gleichspannungswandlers (3) anliegende Spannung erfasst wird und/oder als zweite elektrische Größe ein Strom und/oder eine Spannung in einem die wenigstens eine Frequenz umfassenden Messbereich an der Batterie (6) gemessen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Wechselstrom mit mehreren sich überlagernden unterschiedlichen Frequenzen oder mehrere zeitlich nacheinander eingeprägte Wechselströme mit jeweils wenigstens einer Frequenz verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mittels der wenigstens einen ersten elektrischen Größe und der wenigstens einen zweiten elektrischen Größe wenigstens eine Komponente eines Ersatzschaltbildes (13) der Batterie (6) ermittelt wird, wobei

die Leistungsfähigkeitsinformation aus Eigenschaften der wenigstens einen Komponente abgeleitet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass einen Elektrolytwiderstand (17) und/oder einen Ladungstransferwiderstand (15) und/oder eine Warburg-Impedanz und/oder eine Doppelschichtkapazität als Komponenten umfassendes Ersatzschaltbild verwendet wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Anzahl der verwendeten Frequenzen wenigstens die Anzahl der zu ermittelnden Komponenten beträgt.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Gleichspannungswandler (3) verwendet wird, welcher das Bordnetz (2) mit einem weiteren Bordnetz (4), insbesondere einem Hochvoltbordnetz zur Versorgung eines Elektromotors des Kraftfahrzeugs (1) oder einem Niedervoltbordnetz höherer Betriebsspannung als eine Nennspannung der Batterie (6), koppelt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren auf Anforderung eines Energiemanagementsystems des Kraftfahrzeugs (1) und/oder zyklisch und/oder bei einem Starten des Kraftfahrzeugs (1) durchgeführt wird.

9. Kraftfahrzeug (1), umfassend eine Batterie (6) eines an einen Gleichspannungswandler (3) angebunden Bordnetzes (2),
dadurch gekennzeichnet,

dass das Kraftfahrzeug (1) zusätzlich eine zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche ausgebildetes Steuergerät (5) aufweist.

FIG.1

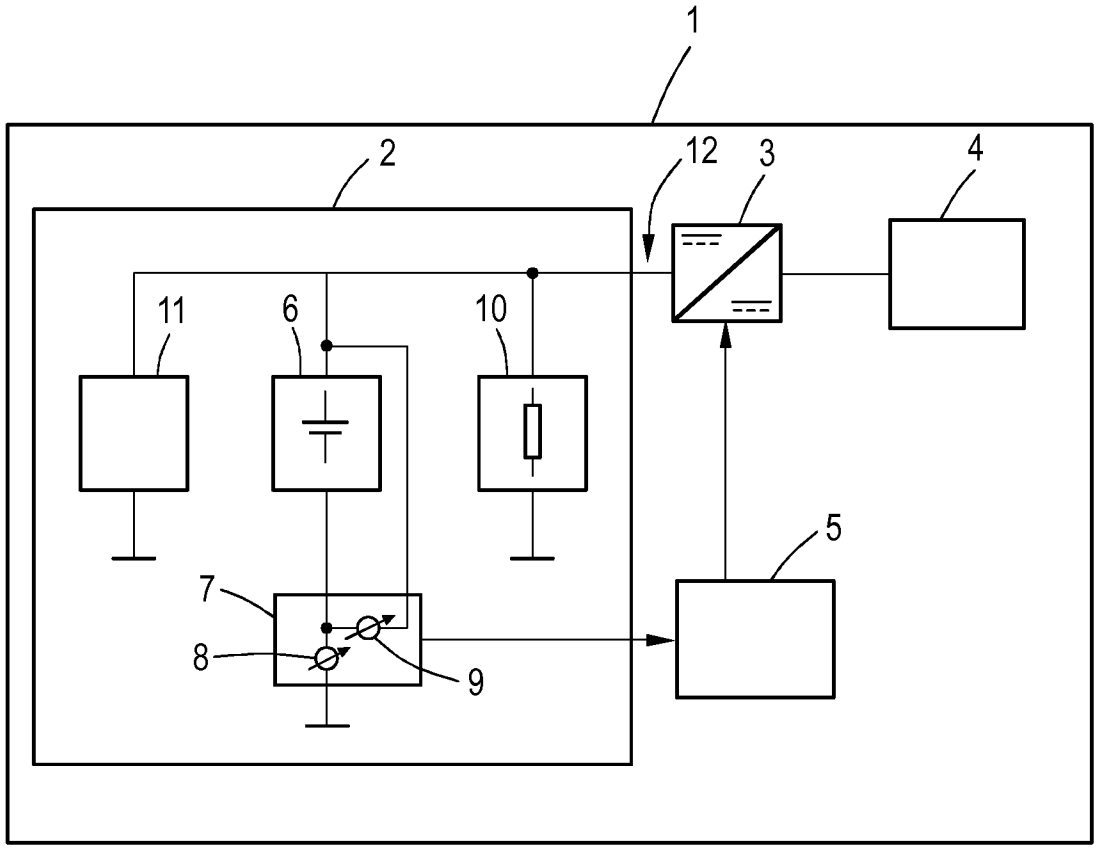
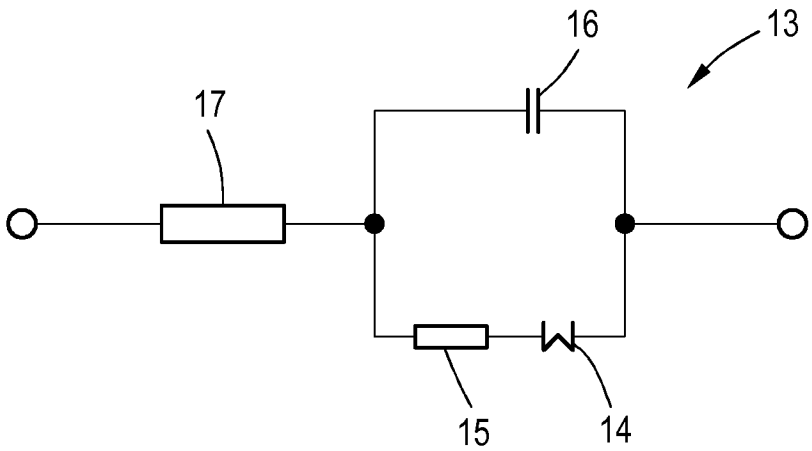


FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/050559

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01R31/36
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)
G01R

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 2012 215755 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6 March 2014 (2014-03-06) figure 1	1-9
X	US 2015/008929 A1 (EHRMANN MARTIN [DE] ET AL) 8 January 2015 (2015-01-08) figures 1, 2	1-9
X	DE 10 2013 211742 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24 December 2014 (2014-12-24) figure 1	1-9
A	JP 2005 332702 A (NISSAN MOTOR) 2 December 2005 (2005-12-02) abstract; figures 1, 4	1
A	DE 10 2014 004791 B3 (AUDI AG [DE]) 6 August 2015 (2015-08-06) figure 1	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
8 March 2017	16/03/2017

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	Agerbaek, Thomas

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2017/050559

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102012215755 A1	06-03-2014	CN 104583792 A	29-04-2015
		DE 102012215755 A1	06-03-2014
		US 2015219725 A1	06-08-2015
		WO 2014037133 A1	13-03-2014
US 2015008929 A1	08-01-2015	CN 104114399 A	22-10-2014
		DE 102011087678 A1	06-06-2013
		EP 2785558 A2	08-10-2014
		US 2015008929 A1	08-01-2015
		WO 2013079636 A2	06-06-2013
DE 102013211742 A1	24-12-2014	NONE	
JP 2005332702 A	02-12-2005	JP 4720105 B2	13-07-2011
		JP 2005332702 A	02-12-2005
DE 102014004791 B3	06-08-2015	CN 105939884 A	14-09-2016
		DE 102014004791 B3	06-08-2015
		EP 3126181 A1	08-02-2017
		WO 2015149896 A1	08-10-2015

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/050559

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. G01R31/36
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
G01R

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 2012 215755 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. März 2014 (2014-03-06) Abbildung 1	1-9
X	US 2015/008929 A1 (EHRMANN MARTIN [DE] ET AL) 8. Januar 2015 (2015-01-08) Abbildungen 1, 2	1-9
X	DE 10 2013 211742 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 24. Dezember 2014 (2014-12-24) Abbildung 1	1-9
A	JP 2005 332702 A (NISSAN MOTOR) 2. Dezember 2005 (2005-12-02) Zusammenfassung; Abbildungen 1, 4	1
A	DE 10 2014 004791 B3 (AUDI AG [DE]) 6. August 2015 (2015-08-06) Abbildung 1	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

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

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
8. März 2017	16/03/2017

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	Agerbaek, Thomas

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2017/050559

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012215755 A1	06-03-2014	CN 104583792 A	29-04-2015
		DE 102012215755 A1	06-03-2014
		US 2015219725 A1	06-08-2015
		WO 2014037133 A1	13-03-2014
US 2015008929 A1	08-01-2015	CN 104114399 A	22-10-2014
		DE 102011087678 A1	06-06-2013
		EP 2785558 A2	08-10-2014
		US 2015008929 A1	08-01-2015
		WO 2013079636 A2	06-06-2013
DE 102013211742 A1	24-12-2014	KEINE	
JP 2005332702 A	02-12-2005	JP 4720105 B2	13-07-2011
		JP 2005332702 A	02-12-2005
DE 102014004791 B3	06-08-2015	CN 105939884 A	14-09-2016
		DE 102014004791 B3	06-08-2015
		EP 3126181 A1	08-02-2017
		WO 2015149896 A1	08-10-2015