

(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
4. Juni 2015 (04.06.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/078641 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02J 7/00 (2006.01) B60R 16/033 (2006.01)
H01M 10/00 (2006.01) G01R 31/36 (2006.01)
H01M 2/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/072944

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Oktober 2014 (27.10.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 224 509.2
29. November 2013 (29.11.2013) DE

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: HELLMANN, Manfred; Pforzheimer Str. 11,
71706 Hardthof (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, KN, KP, KR, 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.

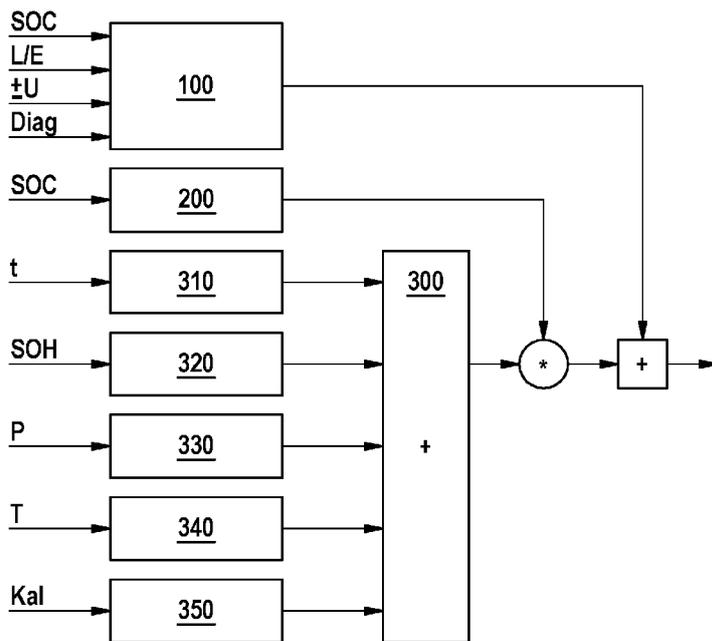
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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: ELECTRIC ENERGY STORAGE DEVICE AND METHOD FOR OPERATING AN ELECTRIC ENERGY STORAGE DEVICE

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHE ENERGIESPEICHERVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER ELEKTRISCHEN ENERGIESPEICHERVORRICHTUNG



(57) Abstract: The invention relates to an energy storage device and a method for operating an energy storage device comprising a plurality of energy storage modules. In order to adjust the output voltage to the energy storage device, one or more energy storage modules is/are connected in series. According to the invention, the series-connected energy storage modules are selected in accordance with the state of charge and at least one other operating parameter in order to be able to use the individual energy storage modules in a particularly efficient manner.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung schafft eine Energiespeichervorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben einer Energiespeichervorrichtung mit einer Mehrzahl von Energiespeichermodule. Zum Anpassen der Ausgangsspannung an der Energiespeichervorrichtung werden dabei ein oder mehrere Energiespeichermodule in Reihe geschaltet. Die dabei in Reihe geschalteten Energiespeichermodule werden für eine besonders effiziente Ausnutzung der einzelnen Energiespeichermodule dabei in Abhängigkeit von Ladezustand und mindestens einem weiteren Betriebsparameter ausgewählt.

Fig. 2

WO 2015/078641 A1

Beschreibung

Titel

5 Elektrische Energiespeichervorrichtung und Verfahren zum Betreiben einer elektrischen Energiespeichervorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Energiespeichervorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben einer elektrischen Energiespeichervorrichtung.

10

Stand der Technik

Für den Betrieb elektrischer Systeme, wie zum Beispiel in Hybrid- oder Elektrofahrzeugen, werden elektrische Energiespeicher eingesetzt. Darüber hinaus finden
15 elektrische Energiespeicher auch in verschiedenen stationären Systemen Verwendung, beispielsweise um beim Ausfall oder einer Unterbrechung eines Energieversorgungsnetzes eine unterbrechungsfreie Stromversorgung zu gewährleisten. Als Energiespeicher sind dabei insbesondere Batterien bekannt, die in einzelne Module untergliedert sind. Diese einzelnen Module können individuell ausgewählt werden. Auf
20 diese Weise kann eine Reihenschaltung von ausgewählten Modulen der Batterie ermöglicht werden, wobei durch die Anzahl der ausgewählten und in Reihe geschalteten Module die Batterie-Klemmenspannung angepasst werden kann. Solche Systeme sind zum Beispiel aus der Deutschen Patentanmeldung DE 10 2010 027 861 A1 bekannt. Entsprechend einer bereitzustellenden Batteriespannung wird dabei in der Regel nur ein
25 Teil der in der Batterie vorhandenen Module benötigt. Die restlichen Module werden dann deaktiviert.

Die Summe der Spannungen der aktiven, in Reihe geschalteten Module liefert somit die Gesamt-Batteriespannung. Ein Lade- bzw. Entladestrom der Batterie fließt somit nur
30 durch die aktiven Module.

Da bei einem solchen Betrieb mit selektiver, sich ändernder Auswahl einzelner Module innerhalb einer Batterie die einzelnen Module der Batterie unterschiedlich stark beansprucht und ent- bzw. geladen werden, unterscheiden sich die individuellen
35 Eigenschaften wie Ladezustand oder Alterung der einzelnen Batteriemodule.

Es besteht daher ein Bedarf nach einer Energiespeichervorrichtung und einem Verfahren zum Betreiben einer Energiespeichervorrichtung mit einer effizienten Auswahl einzelner Energiespeichermodule. Ferner besteht ein Bedarf, die einzelnen Energiespeichermodule so auszuwählen, dass die einzelnen Energiespeichermodule während ihrer gesamten
5 Lebenserwartung möglichst effizient ausgenutzt werden können.

Offenbarung der Erfindung

Hierzu schafft die vorliegende Erfindung gemäß einem ersten Aspekt eine elektrische
10 Energiespeichervorrichtung zum Bereitstellen einer vorbestimmten Ausgangsspannung mit einer Mehrzahl von Energiespeichermodulen; und mit einer Steuervorrichtung, die dazu ausgelegt ist, für jedes der Mehrzahl von Energiespeichermodulen einen Ladezustand und mindestens einen weiteren Betriebsparameter zu ermitteln, eine Anzahl von erforderlichen Energiespeichermodulen in Abhängigkeit von der vorbestimmten
15 Ausgangsspannung zu berechnen, die berechnete Anzahl von erforderlichen Energiespeichermodulen aus der Mehrzahl von Energiespeichermodulen unter Verwendung des ermittelten Ladezustands und des mindestens einen weiteren Betriebsparameters auszuwählen, und die ausgewählten Energiespeichermodule in Reihe zu schalten.

20
Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer elektrischen Energiespeichervorrichtung zum Erzeugen einer vorbestimmten Ausgangsspannung, mit den Schritten des Bereitstellens einer Mehrzahl von Energiespeichermodulen, des Ermitteln eines Ladezustands für jedes der Mehrzahl
25 von Energiespeichermodulen, des Ermitteln mindestens eines weiteren Betriebsparameters für jedes der Mehrzahl von Energiespeichermodulen, des Berechnens einer Anzahl von erforderlichen Energiespeichermodulen in Abhängigkeit der vorbestimmten Ausgangsspannung; des Auswählens von Energiespeichermodulen aus der Mehrzahl von Energiespeichermodulen unter Verwendung der berechneten Anzahl
30 von erforderlichen Energiespeichermodulen, des ermittelten Ladezustands und des mindestens einen weiteren Betriebsparameters, und des Schaltens der ausgewählten Energiespeichermodule in Reihe.

Vorteile der Erfindung

35

Es ist eine Idee der vorliegenden Erfindung, die einzelnen Energiespeichermodule einer Energiespeichervorrichtung wie zum Beispiel einer Batterie nicht willkürlich oder nur unter Verwendung des aktuellen Ladezustands auszuwählen, sondern vielmehr für die Selektion der erforderlichen Anzahl von Energiespeichermodulen zur Bereitstellung einer

5 gewünschten Ausgangsspannung zusätzlich zu dem ermittelten Ladezustand noch weitere Betriebsparameter der einzelnen Energiespeichermodule mit zu berücksichtigen. Durch diese Auswahl der Energiespeichermodule basierend auf Ladezustand und weiteren Betriebsparametern kann gewährleistet werden, dass genau diejenigen

10 Energiespeichermodule selektiert werden, die noch einen ausreichenden Ladezustand aufweisen, um die erforderliche Energiemenge bereitzustellen wobei darüber hinaus die Auswahl der einzelnen Energiespeichermodule auch hinsichtlich der zu erwartenden Lebensdauer der einzelnen Energiespeichermodule hin optimiert werden kann. Somit wird eine optimierte Auswahl der einzelnen Energiespeichermodule ermöglicht.

15 Durch diese optimierte Auswahl der einzelnen Energiespeichermodule ist es möglich, die Selektion der Energiespeichermodule so auszuführen, dass die einzelnen Energiespeichermodule besonders schonend betrieben werden können und sich daher die Lebenserwartung der einzelnen Energiespeichermodule erhöht.

20 Ferner kann durch die erfindungsgemäße Auswahl der einzelnen Energiespeichermodule auch eine Auswahl ermöglicht werden, die einen optimierten Betrieb über die gesamte Lebensdauer der einzelnen Energiespeichermodule ermöglicht.

In einer Ausführungsform umfasst die Steuervorrichtung der Energiespeichervorrichtung

25 ferner eine Wartungsprognosevorrichtung, die dazu ausgelegt ist, eine Prognose über eine Restlaufzeit jeder der Mehrzahl von Energiespeichermodulen bereitzustellen, und wobei die Steuervorrichtung bevorzugt Energiespeichermodule mit einer niederen Restlaufzeit auswählt. Die einzelnen Energiespeichermodule einer

30 Energiespeichervorrichtung werden bevorzugt innerhalb vorbestimmter Wartungsintervalle ausgetauscht, sobald ein vorbestimmter Zeitpunkt erreicht ist. Zur Erhöhung der Betriebssicherheit werden dabei die entsprechenden

Energiespeichermodule auch dann ausgetauscht, wenn die jeweiligen Energiespeichermodule zum vorgegebenen Austauschzeitpunkt noch funktionstüchtig sind. Durch die bevorzugte Auswahl von Energiespeichermodulen mit einer

35 prognostizierten niederen Restlaufzeit werden somit diese Energiespeichermodule, die

ohnehin sehr bald ausgetauscht werden, kurz vor diesem Austauschzeitpunkt stärker beansprucht. Somit können die verbleibenden Energiespeichermodule geschont werden.

In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Steuervorrichtung eine

5 Priorisierungsvorrichtung, die dazu ausgelegt ist, eine Mehrzahl von Energiespeichermodulen unter Verwendung des ermittelten Ladezustands und des mindestens einen weiteren Betriebsparameters zu priorisieren und wobei die Steuervorrichtung die erforderlichen Energiespeichermodule basierend auf der

10 Priorisierung der Priorisierungsvorrichtung auswählt. Durch eine solche Priorisierung der einzelnen Energiespeichermodule wird eine besonders effiziente Auswahlmöglichkeit zur Selektion einer erforderlichen Anzahl von Energiespeichermodulen ermöglicht.

In einer Ausführungsform umfasst die Energiespeichervorrichtung ferner einen

15 Spannungsdetektor, der dazu ausgelegt ist, eine Überspannung und/oder eine Unterspannung in einem der Energiespeichermodule zu detektieren. Durch eine solche Detektion einer Über- oder Unterspannung können besonders stark aufgeladene oder besonders stark entladene Energiespeichermodule identifiziert werden. Somit können beispielsweise besonders stark aufgeladene

20 Energiespeichermodule bevorzugt entladen werden, oder besonders stark entladene Energiespeichermodule können bevorzugt aufgeladen werden.

In einer Ausführungsform umfasst der mindestens eine weitere Betriebsparameter eine

25 Temperatur, eine Angabe über einen Alterungszustand, eine Zeitspanne der letzten Aktivierung und/oder eine Verlustleistung eines Energiespeichermoduls. Diese Betriebsparameter eignen sich besonders gut zur Bewertung des aktuellen Zustands der einzelnen Energiespeichermodule und somit als Basis für die Auswahl der jeweiligen Energiespeichermodule.

30 In einer Ausführungsform umfasst der mindestens eine weitere Betriebsparameter ferner mindestens eine Angabe über eine Überspannung oder eine Unterspannung eines Energiespeichermoduls.

In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst der

35 mindestens eine weitere Betriebsparameter ferner eine Prognose über eine Restlaufzeit eines Energiespeichermoduls, wobei der Schritt zum Auswählen von

Energiespeichermodulen bevorzugt Energiespeichermodule mit einer niederen Restlaufzeit auswählt.

5 In einer weiteren Ausführungsform wird die Energiespeichervorrichtung in einem Ladebetrieb oder einem Entladebetrieb betrieben.

Die vorliegende Erfindung umfasst ferner ein elektrisches Antriebssystem mit einer erfindungsgemäßen Energiespeichervorrichtung, einem Elektromotor und einem Wechselrichter, der dazu ausgelegt ist, die von der Energiespeichervorrichtung
10 bereitgestellte Ausgangsspannung in eine Wechselfrequenz zu konvertieren und dem Elektromotor bereitzustellen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

15 Weitere Ausführungsformen und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezug der beigefügten Figuren. Dabei zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung einer elektrischen Energiespeichervorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

20

Fig. 2: eine schematische Darstellung eines Blockschaltbilds für eine Priorisierung von Energiespeichermodulen, wie es einem weiteren Ausführungsbeispiel zugrunde liegt;

25 Fig. 3: eine schematische Darstellung eines Antriebssystems gemäß einem Ausführungsbeispiel; und

Fig. 4: eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms, wie es nach einem weiteren Ausführungsbeispiel zugrunde liegt.

30

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Schaltbilds einer elektrischen Energiespeichervorrichtung 1 zum Bereitstellen einer vorbestimmten Ausgangsspannung.
35 Die elektrische Energiespeichervorrichtung 1 umfasst dabei eine Mehrzahl von Energiespeichermodulen 21, 22, 23. Entsprechend der Schalterstellung der

- t: Die Zeit seit der letzten Aktivierung eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23. Durch das Vergrößern der zeitlichen Abstände zwischen zwei aufeinanderfolgenden Aktivierungen eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23 kann die Lebensdauer eines Energiespeichermoduls erhöht werden. Entsprechend kann durch eine niedrigere
5 Priorisierung eines erst kürzlich aktivierten Energiespeichermoduls 21, 22, 23 eine erneute Selektion erschwert werden.

- SOH (State of Health): Der Alterungszustand eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23. Durch Berücksichtigung dieses Alterungszustands können die Module
10 entsprechend höher oder niedriger priorisiert werden. Durch eine entsprechende Priorisierung kann zum Beispiel eine möglichst gleichmäßige Alterung aller Energiespeichermodule 21, 22, 23 erzielt werden. Alternativ können auch Energiespeichermodule 21, 22, 23 mit einer relativ geringen Restlaufzeit höher
15 priorisiert werden, um diese Module vor routinemäßigen Austausch während einer Wartung noch möglichst effizient auszunutzen und dabei die verbleibenden Energiespeichermodule 21, 22, 23 zu schonen.

- P: Die Verlustleistung, die in einem Modul während eines zu erwartenden Stromflusses entstehen kann. Durch Berücksichtigung des im Laufe der Lebensdauer
20 eines Moduls steigenden Innenwiderstands und der damit verbundenen Verlustleistung können Module, mit einer erhöhten Verlustleistung niedriger priorisiert und somit seltener genutzt werden. Auf diese Weise steigt die Gesamteffizienz der Energiespeichervorrichtung 1.

- T: Betriebstemperatur der Batterie. Eine erhöhte Betriebstemperatur einer
25 Energiespeicherzelle 21, 22, 23 führt zu einer gesteigerten Alterung. Durch eine niedrigere Priorisierung von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 mit einer hohen Betriebstemperatur kann eine überdurchschnittlichen Erwärmung einzelner Energiespeichermodulen 21, 22, 23 entgegengewirkt werden. Somit kann die
30 Lebensdauer der Energiespeichermodule 21, 22, 23 erhöht werden.

- Kal: Zur Ermittlung von Kenngrößen einer Energiespeicherzelle 21, 22, 23 wie zum Beispiel Ladezustand, Innenwiderstand, Alterungszustand kann es erforderlich sein, die entsprechenden Energiespeichermodulen 21, 22, 23 in einen Bypass zu schalten,
35 um den Stromfluss durch die Energiespeichermodulen zu unterbrechen, da dies eine Messung stören würde. Eine Anforderung für eine Kalibrierung (Kal) kann deshalb die

Priorität entsprechend reduziert werden, um die Nutzung eines Moduls zu unterbinden, so dass genügend Zeit für eine Kalibrierung zur Verfügung steht.

5 Weitere Betriebsparameter, durch die die jeweiligen Energiespeichermodule 21, 22, 23 charakterisiert werden können, sind darüber hinaus ebenso möglich.

Die Eingangsparameter wie zum Beispiel t , SOH, P, T, Kal werden den entsprechenden Priorisierungsmodulen 310, 320, 330, 340 und 350 bereitgestellt. Dabei kann in den jeweiligen Priorisierungsmodulen 310 – 350 ein entsprechender Priorisierungswert
10 berechnet werden. Je nach Anwendungsfall können dabei die einzelnen Betriebsparameter unterschiedlich stark gewichtet werden. Anschließend werden die berechneten Priorisierungswerte in dem Summenmodul 300 aufsummiert und somit für jedes Energiespeichermodul 21, 22, 23 ein Priorisierungswert berechnet.

15 Zur Vermeidung einer übermäßigen Entladung sollten Energiespeichermodule 21, 22, 23 mit einem geringen Ladezustand während des Entladens möglichst wenig beansprucht werden. Ebenso ist es angebracht, während eines Ladevorgangs bereits keine Energiespeichermodule 21, 22, 23 mit einem hohen Ladezustand auszuwählen. Um zu verhindern, dass die Summe der Prioritätsfaktoren für die Energiespeichermodule
20 21, 22, 23 mit einem sehr niederen Ladezustand beim Entladen oder einem sehr hohen Ladezustand beim Laden zu hoch wird, kann diese Summe der Prioritätsfaktoren bei einem sehr niederen bzw. sehr hohen Ladezustand entsprechend angepasst, insbesondere reduziert werden. Auf diese Weise wird bei sehr niedrigem bzw. sehr
25 hohem Ladezustand die Priorisierung der Energiespeichermodule 21, 22, 23 ganz, oder zumindest in sehr starkem Maße nur durch den Ladezustand bestimmt. Hierzu wird der Ladezustand der entsprechenden Energiespeichermodule 21, 22, 23 dem entsprechenden Priorisierungsmodul 200 für den Ladezustand SOC bereitgestellt.

Der Spannungsdetektor 13 überwacht die Spannungen der einzelnen
30 Energiespeichermodule 21, 22, 23 und signalisiert dabei bei Überschreiten einer vorbestimmten Spannungsschwelle eine Überspannung (+U). Ferner kann bei Unterschreiten einer weiteren Spannungsschwelle eine Unterspannung (-U) in einem der Energiespeichermodule 21, 22, 23 detektiert werden. Ist in einem Energiespeichermodul
35 21, 22, 23 eine Überspannung detektiert worden, so sollte ein weiteres Laden dieses Energiespeichermoduls 21, 22, 23 vermieden werden. Ein solches Energiespeichermodul 21, 22, 23 erhält daher während des Ladevorgangs eine besonders niedrige Priorität.

Während des Entladens erhält ein Energiespeichermodul 21, 22, 23 mit einer Überspannung eine sehr hohe Priorität. In gleicher Weise wird bei einer detektierten Unterspannung eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23 das Entladen besonders niedriger priorisiert, während das Aufladen sehr hoch priorisiert wird.

5

Weiterhin wird für jedes Energiespeichermodul 21, 22, 23 eine Information über den Ladezustand SOC, eine Information über den Betriebsmodus wie Laden oder Entladen, (L/E), eine Information über Überspannungen und/oder Unterspannungen eines jeden Energiespeichermoduls 21, 22, 23, sowie gegebenenfalls eine Diagnoseanforderung (Diag) an das Priorisierungsmodul 100 bereitgestellt. Ist beispielsweise die Energiespeichervorrichtung 1 im Entlademodus, so wird vorzugsweise ein Energiespeichermodul 21, 22, 23 mit einem hohen Ladezustand einen hohen Prioritätswert erhalten, während beim Aufladen der elektrischen Energiespeichervorrichtung 1 vorzugsweise ein Energiespeichermodul 21, 22, 23 mit einem niedrigeren Ladezustand einen hohen Prioritätswert erhalten wird. Eine solche Zuordnung kann beispielsweise über vorbestimmte Kennlinien erfolgen. Alternativ zu dem Parameter Ladezustand (SOH) kann gegebenenfalls auch eine Modulspannung der einzelnen Energiespeichermodule 21, 22, 23 zur Priorisierung genutzt werden. Dies ist möglich, da zwischen Modulspannung und Ladezustand eine eindeutige Korrelation besteht.

Für eine Diagnose (Diag) kann ein entsprechendes Energiespeichermodul 21, 22, 23 ebenfalls mit einer sehr hohen oder sehr niedrigeren Priorisierung versehen werden, um die entsprechenden Modultests durchzuführen.

25

Nachdem für alle Energiespeichermodule 21, 22, 23 ein entsprechender Prioritätswert bestimmt wurde, wird eine Tabelle mit nach Priorität sortierter Reihenfolge aller Energiespeichermodule 21, 22, 23 berechnet. Weiterhin wird entsprechend der angeforderten Soll-Spannung an den Ausgangsklemmen der Energiespeichervorrichtung 1 eine Anzahl von erforderlichen Energiespeichermodulen 21, 22, 23 berechnet, die bei einer Reihenschaltung die angeforderte Ausgangsspannung ermöglichen. Gegebenenfalls kann dabei auch ein zeitlicher Verlauf der erforderlichen Ausgangsspannung berücksichtigt werden. Ist beispielsweise zu erwarten, dass innerhalb einer vorbestimmten Zeitdauer die angeforderte Ausgangsspannung der Energiespeichervorrichtung 1 weiter ansteigen wird, so kann bereits bei der Bestimmung der erforderlichen Anzahl von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 bereits eine entsprechend größere Zahl von

30
35

Energiespeichermodulen 21, 22, 23 bestimmt werden. Somit kann eine erforderliche Anzahl von Schaltvorgängen innerhalb der Energiespeichervorrichtung 1 reduziert werden, was sich positiv auf die Beanspruchung der Energiespeichermodule 21, 22, 23 und die entsprechenden Schaltelemente 31, 32, 33 auswirkt.

5

Nachdem die Priorisierung der Energiespeichermodule 21, 22, 23 und auch die Bestimmung der erforderlichen Anzahl von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 abgeschlossen ist, wird die benötigte Anzahl von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 beispielsweise entsprechend der in der Tabelle abgelegten Priorisierung ausgewählt.

10

Bei Energiespeichervorrichtungen 1 mit einer Mehrzahl von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 werden einzelne Energiespeichermodule 21, 22, 23, die nur noch eine geringe Lebenserwartung aufweisen, zu vorbestimmten Zeitpunkten ausgetauscht. In der Regel sind diese Zeitpunkte, zu denen ein solcher Austausch erfolgt, kalendarisch oder durch einen Betriebsstundenzähler vorgegeben. Die auszutauschenden Energiespeichermodule haben dabei zum Zeitpunkt des Austauschs jedoch meist noch nicht das absolute Ende ihrer Lebensdauer erreicht. Um die einzelnen Energiespeichermodule 21, 22, 23 vor ihrem Austausch möglichst effizient auszunutzen, kann bei der zuvor beschriebenen Priorisierung der einzelnen Energiespeichermodule 21, 22, 23 eine Prognose über die verbleibende Restlaufzeit mit in den Priorisierungsprozess einbezogen werden. Steht dabei ein Austausch eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23 bevor, so können solche Energiespeichermodule 21, 22, 23 höher priorisiert und somit bevorzugt ausgewählt werden. Beispielsweise können Energiespeichermodule 21, 22, 23, deren Austausch innerhalb einer vorbestimmten Zeitspanne vorgesehen ist, mit einer höheren Priorität versehen werden. Auf diese Weise werden solche Energiespeichermodule 21, 22, 23 bevorzugt ausgewählt. Zum Zeitpunkt des Austauschs der Energiespeichermodule 21, 22, 23 kann hierdurch die prognostizierte maximale Betriebsdauer eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23 möglichst vollständig ausgenutzt werden. Energiespeichermodule 21, 22, 23 mit einer größeren prognostizierten Restlaufzeit, die erst zu einem späteren Zeitpunkt ausgetauscht werden müssen, werden somit seltener ausgewählt. Dies führt insgesamt zu einer effizienteren Ausnutzung aller verwendeten Energiespeichermodule 21, 22, 23.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung eines elektrischen Antriebssystems mit einer Energiespeichervorrichtung 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Antriebssystem umfasst einen Elektromotor 2, der von einem Wechselrichter 3 gespeist wird. Der

35

Wechselrichter 3 konvertiert dabei die von der Energiespeichervorrichtung 1 bereitgestellte Ausgangsspannung in eine Wechselspannung und stellt diese Wechselspannung dem Elektromotor 2 bereit.

- 5 Figur 4 zeigt eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms, wie es einem Ausführungsbeispiel für ein Verfahren zum Betreiben einer elektrischen Energiespeichervorrichtung 1 zum Erzeugen einer vorbestimmten Ausgangsspannung zugrunde liegt. In einem Schritt S1 wird eine Mehrzahl von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 bereitgestellt. Im Schritt S2 wird für jedes der Mehrzahl von
- 10 Energiespeichermodulen 21, 22, 23 ein Ladezustand SOC ermittelt. Weiterhin wird in Schritt S3 mindestens ein weiterer Betriebsparameter für jedes der Mehrzahl von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 ermittelt. Diese weiteren Betriebsparameter können beispielsweise eine Temperatur eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23, eine Angabe über einen Alterungszustand eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23, eine Zeitspanne
- 15 seit der letzten Aktivierung eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23 und/oder eine Verlustleistung eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23 umfassen. Ferner können die Betriebsparameter eine Angabe über eine Überspannung und/oder eine Unterspannung eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23 umfassen. Weiterhin können die Betriebsparameter auch eine Prognose über eine Restlaufzeit eines
- 20 Energiespeichermoduls 21, 22, 23 umfassen.

- In Schritt S4 wird eine Anzahl von erforderlichen Energiespeichermodulen berechnet, die benötigt wird, um die vorbestimmte Ausgangsspannung an der Energiespeichervorrichtung 1 bereitzustellen. Daraufhin wird in Schritt S5 aus der
- 25 Mehrzahl von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 unter Verwendung der berechneten Anzahl von erforderlichen Energiespeichermodulen 21, 22, 23, des ermittelten Ladezustands und des mindestens einen weiteren Betriebsparameters ein oder mehrere Energiespeichermodule 21, 22, 23 ausgewählt. Diese ausgewählten Energiespeichermodule 21, 22, 23 werden daraufhin in Schritt S6 in Reihe geschaltet.
- 30 Umfasst der Betriebsparameter eine Prognose über eine Restlaufzeit eines Energiespeichermoduls 21, 22, 23, so werden in dem Schritt zum Auswählen von Energiespeichermodulen 21, 22, 23 bevorzugt Energiespeichermodule 21, 22, 23 ausgewählt, die eine niedrige Restlaufzeit aufweisen.
- 35 Das Verfahren zum Betreiben einer Energiespeichervorrichtung kann sowohl für einen Ladebetrieb, als auch für einen Entladebetrieb angewendet werden.

Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung eine Energiespeichervorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben einer Energiespeichervorrichtung mit einer Mehrzahl von Energiespeichermodulen. Zum Anpassen der Ausgangsspannung an der

5 Energiespeichervorrichtung werden dabei ein oder mehrere Energiespeichermodule in Reihe geschaltet. Die dabei in Reihe geschalteten Energiespeichermodule werden für eine besonders effiziente Ausnutzung der einzelnen Energiespeichermodule dabei in Abhängigkeit von Ladezustand und mindestens einem weiteren Betriebsparameter ausgewählt.

Ansprüche

- 5 1. Elektrische Energiespeichervorrichtung (1) zum Bereitstellen einer vorbestimmten Ausgangsspannung, mit:
- einer Mehrzahl von Energiespeichermodulen (21, 22, 23); und
- 10 einer Steuervorrichtung (10), die dazu ausgelegt ist, für jedes der Mehrzahl von Energiespeichermodulen (21, 22, 23) einen Ladezustand und mindestens einen weiteren Betriebsparameter zu ermitteln, eine Anzahl von erforderlichen Energiespeichermodulen (21, 22, 23) in Abhängigkeit von der vorbestimmten Ausgangsspannung zu berechnen, die berechnete Anzahl von erforderlichen
- 15 Energiespeichermodulen (21, 22, 23) aus der Mehrzahl von Energiespeichermodulen (21, 22, 23) unter Verwendung des ermittelten Ladezustands und des mindestens einen weiteren Betriebsparameters auszuwählen, und die ausgewählten Energiespeichermodule (21, 22, 23) in Reihe zu schalten.
- 20
2. Energiespeichervorrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Steuervorrichtung (10) eine Priorisierungsvorrichtung (11) umfasst, die dazu ausgelegt ist, die Mehrzahl von Energiespeichermodulen (21, 22, 23) unter Verwendung des ermittelten Ladezustands und des mindestens einen weiteren Betriebsparameters zu
- 25 priorisieren und wobei die Steuervorrichtung (10) die erforderlichen Energiespeichermodule (21, 22, 23) basierend auf der Priorisierung der Priorisierungsvorrichtung (11) auswählt.
3. Energiespeichervorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die
- 30 Steuervorrichtung (10) eine Wartungsprognosevorrichtung (12) umfasst, die dazu ausgelegt ist, eine Prognose über eine Restlaufzeit der Energiespeichermodule (21, 22, 23) bereitzustellen, und wobei die Steuervorrichtung (10) bevorzugt Energiespeichermodule (21, 22, 23) mit einer niedrigen Restlaufzeit auswählt.
- 35 4. Energiespeichervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ferner umfassend einen Spannungsdetektor (13), der dazu ausgelegt ist, eine

Überspannung und/oder eine Unterspannung in einem der Energiespeichermodule (21, 22, 23) zu detektieren.

5. Elektrisches Antriebssystem, mit:
- 5 einer Energiespeichervorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4;
einem Elektromotor (2); und
einem Wechselrichter (3), der dazu ausgelegt ist, die von der
Energiespeichervorrichtung (1) bereitgestellte Ausgangsspannung in eine
Wechselspannung zu konvertieren und dem Elektromotor (2) bereitzustellen.
- 10
6. Verfahren zum Betreiben einer elektrischen Energiespeichervorrichtung (1) zum
Erzeugen einer vorbestimmten Ausgangsspannung, mit den Schritten:
- Bereitstellen (S1) einer Mehrzahl von Energiespeichermodulen (21, 22, 23);
- 15
- Ermitteln (S2) eines Ladezustands für jedes der Mehrzahl von
Energiespeichermodulen (21, 22, 23);
- Ermitteln (S3) mindestens eines weiteren Betriebsparameters für jedes der
- 20 Mehrzahl von Energiespeichermodulen (21, 22, 23);
- Berechnen (S4) einer Anzahl von erforderlichen Energiespeichermodulen (21, 22,
23) in Abhängigkeit von der vorbestimmten Ausgangsspannung;
- 25
- Auswählen (S5) von Energiespeichmodulen (21, 22, 23) aus der Mehrzahl von
Energiespeichermodulen (21, 22, 23) unter Verwendung der berechneten Anzahl
von erforderlichen Energiespeichermodulen (21, 22, 23), des ermittelten
Ladezustands der Energiespeichermodule (21, 22, 23), und des mindestens einen
weiteren Betriebsparameters der Energiespeichermodule (21, 22, 23); und
- 30
- Schalten (S6) der ausgewählten Energiespeichermodule (21, 22, 23) in Reihe.
7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der mindestens eine weitere Betriebsparameter
eine Temperatur, eine Angabe über einen Alterungszustand, eine Zeitspanne seit
- 35 der letzten Aktivierung und/oder eine Verlustleistung eines Energiespeichermoduls
(21, 22, 23) umfasst.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei der mindestens eine weitere Betriebsparameter ferner mindestens eine Angabe über eine Überspannung oder eine Unterspannung eines Energiespeichermoduls (21, 22, 23) umfasst.
- 5
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei der mindestens eine weitere Betriebsparameter ferner eine Prognose über eine Restlaufzeit eines Energiespeichermoduls (21, 22, 23) umfasst, und der Schritt zum Auswählen von Energiespeichermodulen (21, 22, 23) bevorzugt Energiespeichermodule (21, 22, 23) mit einer niedrigen Restlaufzeit auswählt.
- 10
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die Energiespeichervorrichtung (1) in einem Ladebetrieb oder in einem Entladebetrieb betrieben wird.
- 15

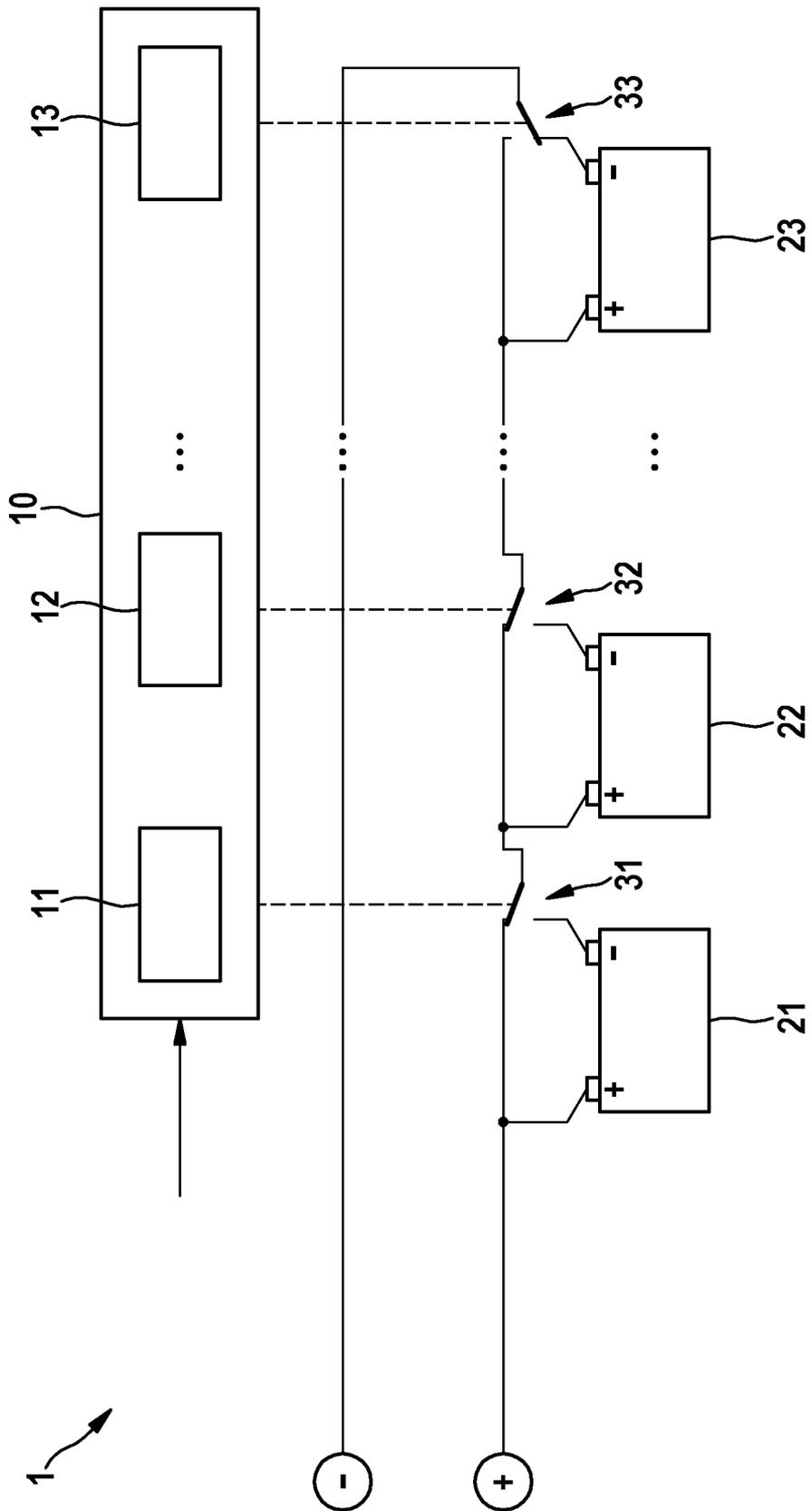


Fig. 1

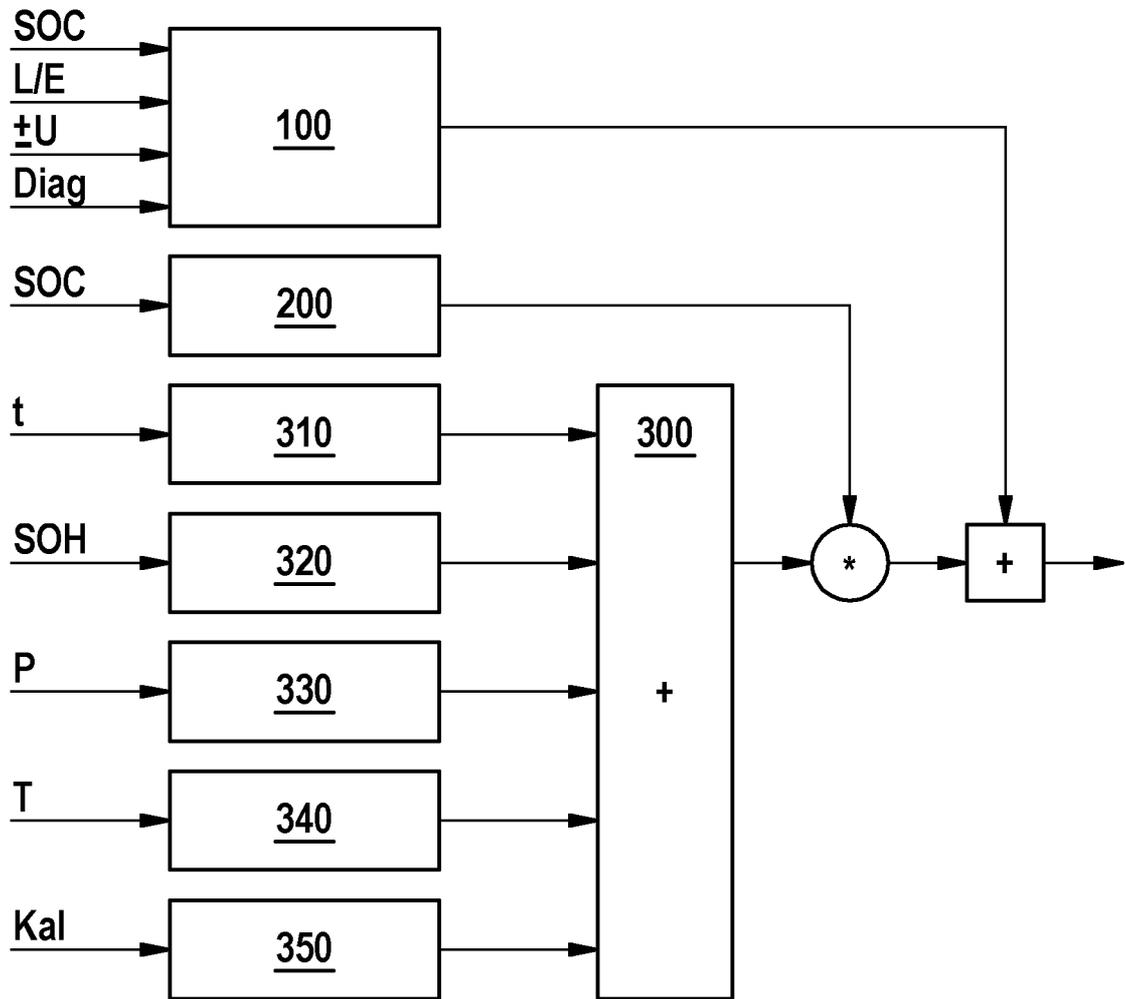


Fig. 2

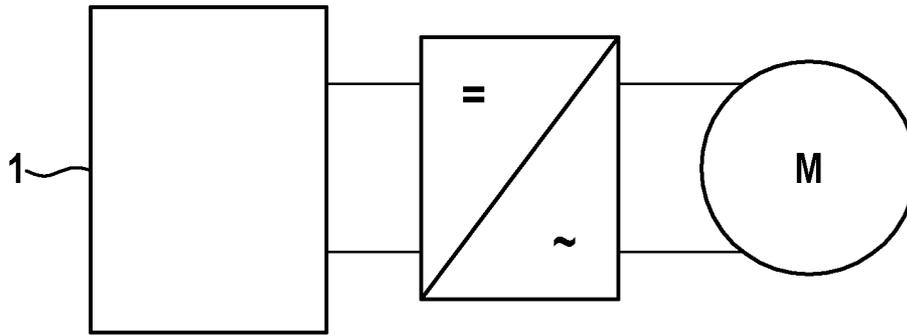


Fig. 3

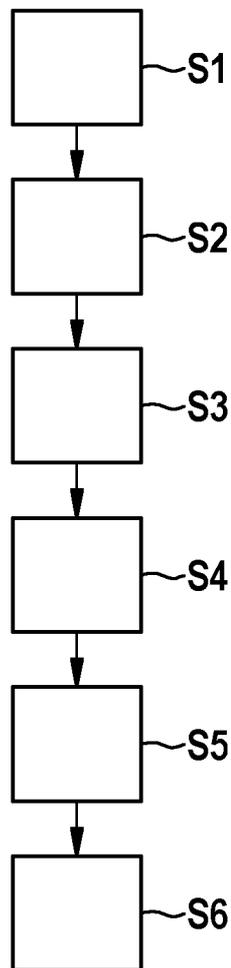


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/072944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02J7/00 H01M10/00 H01M2/20 B60R16/033 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)
H02J H01M B60L B60R 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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/071523 A1 (SILVERMAN MARTIN S [US]) 17 April 2003 (2003-04-17) abstract; claims; figures 4-6 paragraphs [0003], [0022] - [0024], [0034] - [0036], [0038], [0039], [0047] -----	1-10
A	DE 10 2009 038663 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 14 July 2011 (2011-07-14) abstract; claim 1; figures 6-7 paragraph [0001] - paragraph [0007] paragraph [0031] - paragraph [0035] -----	1-10
A	US 2013/302657 A1 (ITAKURA AKIHIRO [JP]) 14 November 2013 (2013-11-14) abstract; claim 1; figure 1 paragraph [0014] - paragraph [0015] paragraph [0018] - paragraph [0051] ----- -/--	1-10

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 15 December 2014	Date of mailing of the international search report 22/12/2014
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 Rother, Stefan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/072944

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/306275 A1 (CHRISTENSEN JOHN F [US] ET AL) 6 December 2012 (2012-12-06) the whole document	1-10
A	----- US 2005/077878 A1 (CARRIER DAVE [US] ET AL) 14 April 2005 (2005-04-14) abstract; claim 1; figure 3a -----	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2014/072944

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003071523 A1	17-04-2003	AU 2002347874 B2	17-04-2008
		CA 2463135 A1	15-05-2003
		CN 1599965 A	23-03-2005
		EP 1451888 A1	01-09-2004
		JP 4966479 B2	04-07-2012
		JP 2005527066 A	08-09-2005
		KR 20040047904 A	05-06-2004
		US RE40663 E1	17-03-2009
		US 2003071523 A1	17-04-2003
		WO 03041206 A1	15-05-2003

DE 102009038663 A1	14-07-2011	NONE	

US 2013302657 A1	14-11-2013	JP 2013240155 A	28-11-2013
		US 2013302657 A1	14-11-2013

US 2012306275 A1	06-12-2012	DE 112012002283 T5	13-03-2014
		US 2012306275 A1	06-12-2012
		WO 2012167019 A1	06-12-2012

US 2005077878 A1	14-04-2005	CN 101916887 A	15-12-2010
		CN 102637844 A	15-08-2012
		EP 1673828 A2	28-06-2006
		JP 2007520180 A	19-07-2007
		US 2005077878 A1	14-04-2005
		US 2008180059 A1	31-07-2008
		US 2009146614 A1	11-06-2009
		WO 2005038952 A2	28-04-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02J7/00 H01M10/00 H01M2/20 B60R16/033 G01R31/36 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02J H01M B60L B60R 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/071523 A1 (SILVERMAN MARTIN S [US]) 17. April 2003 (2003-04-17) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen 4-6 Absätze [0003], [0022] - [0024], [0034] - [0036], [0038], [0039], [0047] -----	1-10
A	DE 10 2009 038663 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 14. Juli 2011 (2011-07-14) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildungen 6-7 Absatz [0001] - Absatz [0007] Absatz [0031] - Absatz [0035] ----- -/--	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
15. Dezember 2014	22/12/2014	
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 Rother, Stefan	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2013/302657 A1 (ITAKURA AKIHIRO [JP]) 14. November 2013 (2013-11-14) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 1 Absatz [0014] - Absatz [0015] Absatz [0018] - Absatz [0051] -----	1-10
A	US 2012/306275 A1 (CHRISTENSEN JOHN F [US] ET AL) 6. Dezember 2012 (2012-12-06) das ganze Dokument -----	1-10
A	US 2005/077878 A1 (CARRIER DAVE [US] ET AL) 14. April 2005 (2005-04-14) Zusammenfassung; Anspruch 1; Abbildung 3a -----	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/072944

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003071523 A1	17-04-2003	AU 2002347874 B2	17-04-2008
		CA 2463135 A1	15-05-2003
		CN 1599965 A	23-03-2005
		EP 1451888 A1	01-09-2004
		JP 4966479 B2	04-07-2012
		JP 2005527066 A	08-09-2005
		KR 20040047904 A	05-06-2004
		US RE40663 E1	17-03-2009
		US 2003071523 A1	17-04-2003
		WO 03041206 A1	15-05-2003

DE 102009038663 A1	14-07-2011	KEINE	

US 2013302657 A1	14-11-2013	JP 2013240155 A	28-11-2013
		US 2013302657 A1	14-11-2013

US 2012306275 A1	06-12-2012	DE 112012002283 T5	13-03-2014
		US 2012306275 A1	06-12-2012
		WO 2012167019 A1	06-12-2012

US 2005077878 A1	14-04-2005	CN 101916887 A	15-12-2010
		CN 102637844 A	15-08-2012
		EP 1673828 A2	28-06-2006
		JP 2007520180 A	19-07-2007
		US 2005077878 A1	14-04-2005
		US 2008180059 A1	31-07-2008
		US 2009146614 A1	11-06-2009
		WO 2005038952 A2	28-04-2005
