

(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
23. Juli 2015 (23.07.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/106974 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 10/42 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/050009

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. Januar 2015 (02.01.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102014200673.2 16. Januar 2014 (16.01.2014) DE

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

(72) Erfinder: **BROCHHAUS, Christoph**; Rathausstrasse 24a,
52072 Aachen (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.

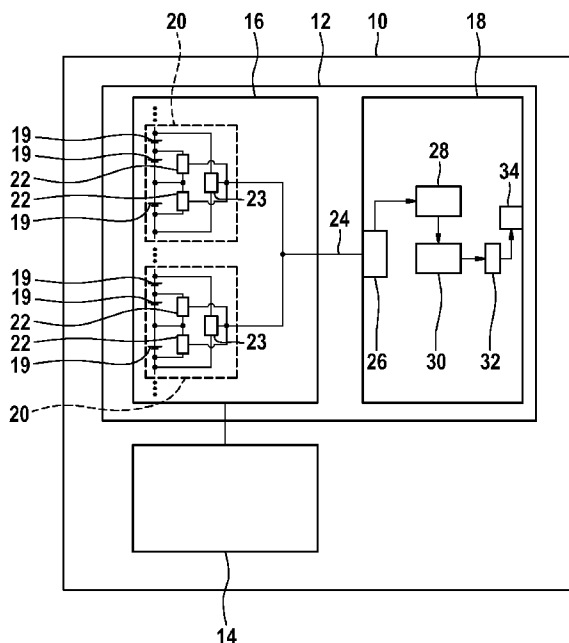
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,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

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINER BATTERIE



(57) Abstract: The invention relates to a method for monitoring a battery (16) in a vehicle (10). The battery (16) comprises multiple battery cells (19) or multiple groups (20) of battery cells (19). The method has the following steps: a) detecting a time curve of an operating parameter of at least one individual battery cell (19) during a driving cycle, b) ascertaining charging processes and discharging processes in the detected time curve of the operating parameter, c) ascertaining a use parameter set which comprises functions that characterize the individual charging processes and discharging processes and the functional parameters thereof, the ascertained charging processes and discharging processes being reconstructed using said characterizing functions and functional parameters, and d) storing the ascertained use parameter set in a non-volatile storage unit (32). The invention additionally relates to a computer program, to a battery system (12) which is designed to carry out the method, and to a vehicle (10) with such a battery system (12).

Fig. 1

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/106974 A1



betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Batterie (16) in einem Fahrzeug (10), wobei die Batterie (16) mehrere Batteriezellen (19) oder mehrere Gruppen (20) von Batteriezellen (19) umfasst, mit folgenden Schritten: a) Erfassen eines zeitlichen Verlaufes eines Betriebsparameters wenigstens einer einzelnen Batteriezelle (19) während eines Fahrzyklusses, b) Ermitteln von Ladevorgängen und Entladevorgängen im erfassten zeitlichen Verlauf des Betriebsparameters, c) Ermitteln eines Satzes von Nutzungsparametern, der für die einzelnen Ladevorgänge und Entladevorgänge charakteristische Funktionen und deren Funktionsparameter umfasst, mit Hilfe derer die ermittelten Ladevorgänge und Entladevorgänge rekonstruiert werden können, und d) Speichern des ermittelten Satzes von Nutzungsparametern in einer nicht-flüchtigen Speichereinheit (32). Die Erfindung betrifft zudem ein Computerprogramm, ein Batteriesystem (12), die zur Durchführung des Verfahrens ausgebildet sind, sowie ein Fahrzeug (10) mit einem derartigen Batteriesystem (12).

Beschreibung

5 Titel

Verfahren zum Überwachen einer Batterie

Stand der Technik

- 10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen einer Batterie in einem Fahrzeug, die mehrere Batteriezellen umfasst. Die Erfindung betrifft zudem ein Computerprogramm, ein Batteriesystem und ein Fahrzeug, welche zur Durchführung des Verfahrens eingerichtet sind.
- 15 Elektronische Steuergeräte werden im automobilen Umfeld heutzutage in zunehmender Zahl eingesetzt, beispielsweise für die Motorsteuerung, das Antiblockiersystem (ABS) oder den Airbag. Für elektrisch angetriebene Fahrzeuge ist die Entwicklung von Batterien, die mehrere Batteriezellen zusammengefasst in Batteriemodulen umfassen, und des zugehörigen Batteriemanagementsystems notwendig. Dabei umfasst das Batteriemanagementsystem ein
- 20 Steuergerät mit Software zur Überwachung und Steuerung der Batteriefunktionalität.

Abhängig von den Anforderungen oder von vorhandenen Bauräumen sind die Topologien der Batterie bezogen auf die Anzahl von Batteriezellen, Batteriemodulen und Sensoren sehr vielfältig. In EP 2 503 665 A1 ist beispielsweise ein Versorgungsspannungssystem mit einem

25 elektrischen Speicher beschrieben. Im Betrieb des elektrischen Speichers wird dieser geladen bzw. entladen, wobei der Verlauf einer Zellspannung einer Lade- bzw. Entladekurve folgt.

Typische Batteriemanagementsysteme gewährleisten eine sichere und zuverlässige

30 Funktion der Batterie. Sie überwachen und steuern Ströme, Spannungen, Temperaturen, Isolationswiderstände und andere Betriebsparameter, die den Zustand der Batteriezellen, der Batteriemodule und damit der Batterie charakterisieren. Mit Hilfe der Betriebsparameter lassen sich Managementfunktionen realisieren, die die Lebensdauer, die Zuverlässigkeit und die Sicherheit der Batterie steigern.

35

DE 10 2009 036 083 A1 beschreibt ein Verfahren zur Steuerung von Betriebszuständen einer Batterie auf Grundlage einer Bewertung, wobei die Bewertung mit Hilfe von Approximationsfunktionen gewonnen wird. Dabei besteht die Bewertung aus Alterungskurven, die durch Messung erster Betriebszustände gewonnen wurden. Durch
5 Interpolation zwischen diesen Messwerten werden dann Bewertungen für zweite Betriebszustände gewonnen. Die Approximationsfunktionen sind Funktionen der Betriebszustandsgrößen und weiteren Parametern, wobei die Parameterwerte in einem Speicher gespeichert werden.

10 Im Stand der Technik sind unterschiedliche Möglichkeiten bekannt, Daten in einem Batteriesystem zu speichern. In DE 10 2008 041 103 A1 ist eine Erfassungsvorrichtung zur Bestimmung eines Ladezustands eines elektrischen Speichers im Kraftfahrzeug beschrieben. Dabei wird der Ladezustand anhand einer Kennlinie bestimmt, die eine elektrische Beladung von Speicherzellen in Abhängigkeit der Einzelzellenspannung
15 beschreibt. Die Kennlinie zum Ermitteln der Beladung der Batterie ist in einem Datenspeicher gespeichert.

Aus EP 2 485 293 A1 ist ein Batteriesystem bekannt, das mehrere Batteriezellen in Batteriemodulen umfasst. Weiterhin umfasst das Batteriesystem integrierte Schaltungen, die
20 unter anderem eine Diagnose der Zellen der Batteriemodule durchführen. Weiterhin umfasst das Batteriesystem einen nicht-flüchtigen Speicher, in dem Daten betreffend das Nutzungsverhalten der Batteriemodule inklusive der maximalen Spannung oder dem maximalen Strom von Batteriemodulen und eine Historie der Batteriemodule gespeichert werden. Weiterhin können solche gespeicherten Nutzungsinformationen das Ausmaß der
25 Nutzung beschreiben, in der bestimmte Standards überschritten wurden. Auch die maximale und die minimale Anschlussspannung können gespeichert werden. Daneben können weiterhin der maximale Laststrom und der maximale Ladestrom gespeichert werden.

Aus Sicherheits- und Gewährleistungsgründen ist es wichtig, dass eine Historie über die
30 Nutzung der Batterie geführt wird. Diese umfasst beispielsweise Nutzungsinformationen der Batterie in bestimmten Temperaturbereichen bei bestimmten Spannungen. Im Rahmen von Gewährleistungsansprüchen können gespeicherte Nutzungsinformationen aus einem nicht-flüchtigen Speicher des Steuergeräts ausgelesen werden und zur Auswertung der Nutzung der Batterie herangezogen werden. Es liegen somit ausführliche Informationen über die
35 Nutzung der Batterie während der Lebensdauer vor.

Um die Nutzung der Batterie auch im Nachhinein, das heißt beispielsweise bei einem Ausfall, nachvollziehen zu können, ist es notwendig, Betriebsparameter der Batterie in einer nicht-flüchtigen Speichereinheit abzulegen. Über die Lebensdauer einer Batterie werden jedoch so viele Betriebsparameter akkumuliert, dass die Speicherkapazität schnell überschritten wird. Daher besteht ein anhaltendes Interesse daran, die Speicherung von Betriebsparametern möglichst effizient und nachhaltig zu gestalten, damit zum einen die Speicherkapazität nicht überlastet wird und zum anderen die Nutzung der Batterie über die Lebensdauer nachvollzogen werden kann.

Offenbarung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zum Überwachen einer Batterie in einem Fahrzeug vorgeschlagen, wobei die Batterie mehrere Batteriezellen oder mehrere Gruppen von Batteriezellen umfasst. Das Verfahren umfasst folgende Schritte:

- a) Erfassen eines zeitlichen Verlaufes eines Betriebsparameters wenigstens einer einzelnen Batteriezelle während eines Fahrzyklusses,
- b) Ermitteln von Ladevorgängen und Entladevorgängen im erfassten zeitlichen Verlauf des Betriebsparameters,
- c) Ermitteln eines Satzes von Nutzungsparametern, der für die einzelnen Ladevorgänge und Entladevorgänge charakteristische Funktionen und deren Funktionsparameter umfasst, mit Hilfe derer die ermittelten Ladevorgänge und Entladevorgänge rekonstruiert werden können, und
- d) Speichern des ermittelten Satzes von Nutzungsparametern in einer nicht-flüchtigen Speichereinheit.

Nutzungsparameter bezeichnen hierbei insbesondere solche Parameter, die die Ladevorgänge und die Entladevorgänge charakterisieren. Insbesondere ist der Satz von Nutzungsparametern derart gewählt, dass ein Speicherbedarf für den Satz von Nutzungsparametern minimal ist.

Ein Fahrzyklus bezeichnet einen Zeitraum, zwischen Starten des Fahrzeuges aus einem Ruhezustand und dem darauffolgenden erneuten Überführen des Fahrzeuges in den Ruhezustand. Ein Ruhezustand ist erreicht, wenn die Batterie für einen elektrischen Antrieb des Fahrzeugs weder geladen noch entladen wird. So kann der Fahrzyklus Betriebsphasen des Fahrzeuges umfassen, die Ladevorgänge und Entladevorgänge der Batterie aufweisen. Der Satz von Nutzungsparametern kann während oder am Ende des Fahrzyklusses ermittelt werden. Dabei kann der zeitliche Verlauf des Betriebsparameters in einer flüchtigen Speichereinheit oder vorübergehend in der nicht-flüchtigen Speichereinheit gespeichert werden.

Das Fahrzeug kann als reines Elektrofahrzeug ausgestaltet sein und ausschließlich ein elektrisches Antriebssystem umfassen. Alternativ kann das Fahrzeug als Hybridfahrzeug ausgestaltet sein, das ein elektrisches Antriebssystem und ein Verbrennungsmotor umfasst. Dabei kann die Batterie des Hybridfahrzeuges intern über einen Generator mit überschüssiger Energie des Verbrennungsmotors geladen werden. Extern aufladbare Hybridfahrzeuge (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV) sehen zusätzlich die Möglichkeit vor, die Batterie über das externe Stromnetz aufzuladen. Bei derart ausgestalteten Fahrzeugen umfasst der Fahrzyklus einen Fahrbetrieb und/oder einen Ladebetrieb als Betriebsphasen, in denen Betriebsparameter erfasst werden.

Während des Fahrzyklusses kann wenigstens ein Betriebsparameter einer einzelnen Batteriezelle oder einer Gruppe von Batteriezellen - auch als Batteriemodul bezeichnet - durch Sensoreinheiten erfasst werden. Solche Sensoreinheiten können als Zellüberwachungsschaltung am Ausgang der Batteriezellen oder als Modulüberwachungseinheiten am Ausgang der Gruppen von Batteriezellen oder Batteriemodulen realisiert sein. Weiterhin können derartige Sensoreinheiten eine Spannung, einen Strom, einen Widerstand, eine Leistung, eine Temperatur oder sonstige dem Fachmann bekannte Betriebsparameter einzelner Batteriezellen oder einzelner Batteriemodule erfassen. Zum Ermitteln von Ladevorgängen und Entladevorgängen wird insbesondere die Spannung erfasst. Die Spannung kann dabei die Spannung einzelner Batteriezellen, d. h. die Zellspannung, oder die Spannung einzelner Batteriemodule, d. h. die Modulspannung, betreffen.

Um den zeitlichen Verlauf des Betriebsparameters zu erfassen, überwachen die Sensoreinheiten einzelne Batteriezellen oder einzelne Batteriemodule kontinuierlich und

stellen die entsprechenden Daten einem Steuergerät bereit, auf dem ein Batteriemanagementsystem realisiert ist. Beispielsweise können Daten zwischen den Sensoreinheiten und dem Steuergerät über einen Bus, etwa über einen SPI Bus (Serial Peripheral Interface Bus) oder einen CAN Bus (Controller Area Network Bus), ausgetauscht werden. Kontinuierlich bezeichnet hierbei, dass nach definierten Zeitintervallen oder mit einer definierten Abtastrate, beispielsweise jede Minute, Betriebsparameter von den Sensoreinheiten erfasst werden und an das Steuergerät mit dem Batteriemanagementsystem übertragen werden. Zum Erfassen des zeitlichen Verlaufes des Betriebsparameters werden die erfassten Betriebsparameter insbesondere in einer flüchtigen Speichereinheit, wie einem RAM-Speicher (Random Access Memory), gespeichert. Das definierte Zeitintervall oder die definierte Abtastrate kann dabei an die Frequenz der Änderungen des Betriebsparameters angepasst sein, wobei eine untere Grenze durch die Datenübertragungsrate des Busses zwischen den Sensoreinheiten und dem Steuergerät gegeben ist.

Charakteristische Funktionen bezeichnen solche lineare oder nicht-lineare Funktionen, die den Verlauf der Ladevorgänge und Entladevorgänge approximieren. Die Funktionsparameter der charakteristischen Funktionen können also derart angepasst werden, dass die charakteristischen Funktionen im Wesentlichen dem zeitlichen Verlauf einzelner Ladevorgänge und Entladevorgänge entsprechen. Im Wesentlichen bezeichnet hierbei Abweichungen der charakteristischen Funktion vom tatsächlich erfassten zeitlichen Verlauf einzelner Ladevorgänge und Entladevorgänge, die im Rahmen der Unsicherheiten einer Funktionsanpassung oder eines Fits liegen.

In einer Ausführungsform sind eine oder mehrere charakteristische Funktionen vorgegeben. So können ein oder mehrere charakteristische Funktionen in einer nicht-flüchtigen Speichereinheit hinterlegt sein. Zum Ermitteln des Satzes von Nutzungsparametern können die vorgegebenen charakteristischen Funktionen mit Hilfe der Funktionsparameter an den zeitlichen Verlauf einzelner Ladevorgänge und Entladevorgänge angepasst werden und die charakteristische Funktion mit den Funktionsparametern ausgewählt werden, die die geringsten Abweichungen zum tatsächlich erfassten zeitlichen Verlauf eines einzelnen Ladevorganges oder Entladevorganges aufweist. Es wird also für einzelne Ladevorgänge und Entladevorgänge die charakteristische Funktion mit Funktionsparametern ausgewählt, die den tatsächlich erfassten zeitlichen Verlauf des einzelnen Ladevorganges oder Entladevorganges am besten approximiert.

In einer weiteren Ausführungsform umfassen die charakteristischen Funktionen Polynome bis zu einer sechsten Ordnung, bevorzugt bis zu einer vierten Ordnung und besonders bevorzugt bis zu einer dritten Ordnung. So können die charakteristischen Funktionen eine

5 konstante, eine lineare, eine quadratische, eine kubische, eine quartische oder biquadratische, eine quintische und/oder eine sextische Funktion umfassen. Beispiele charakteristischer Funktionen, die einzelne Ladevorgänge und Entladevorgänge approximieren sind $f_1(x) = \pm a \cdot x \pm b$, $f_2(x) = \pm c_1 \cdot (c_2 \pm x)^2 \pm a \cdot x \pm b$ und $f_3(x) = \pm d_1 \cdot (d_2 \pm x)^3 \pm c_1 \cdot (c_2 \pm x)^2 \pm a \cdot x \pm b$, wobei a , b , c_1 , c_2 , d_1 , d_2 , e_1 und e_2 Konstanten kennzeichnen, die im Rahmen der Funktionsanpassung oder des Fits ermittelt werden. Die Konstante a , b , c_1 , c_2 ,
10 d_1 , d_2 , e_1 und e_2 sind positive reelle Zahlen und bezeichnen damit die Funktionsparameter, die als Nutzungsparameter mit derjenigen charakteristischen Funktion gespeichert werden, die den Entladevorgang oder den Ladevorgang im Vergleich zu anderen charakteristischen Funktionen mit geringsten Abweichungen, also am besten, approximiert. Ein Entladevorgang weist zum Beispiel einen Polynomverlauf mit einer negativen Steigung auf. Dieser kann
15 insbesondere mit Hilfe der charakteristischen Funktionen $f(x) = -a \cdot x$, $f(x) = \pm c_1 \cdot (c_2 - x)^2 \pm b$ oder $f(x) = \pm d_1 \cdot (d_2 - x)^3 \pm h$ approximiert werden. Analog weist ein Ladevorgang zum Beispiel einen Polynomverlauf mit einer positiven Steigung auf. Dieser kann insbesondere mit Hilfe der charakteristischen Funktionen $f(x) = a \cdot x$, $f(x) = \pm c_1 \cdot (c_2 + x)^2 \pm b$ oder $f(x) = \pm d_1 \cdot (d_2 + x)^3 \pm h$ approximiert werden.

20 In einer weiteren Ausführungsform wird die Anzahl der charakteristischen Funktionen, die vorgegeben sind und insbesondere in der nicht-flüchtigen Speichereinheit hinterlegt sind, auf Basis von zuvor erfassten zeitlichen Verläufe, beispielsweise aus vorangegangenen Fahrzyklen, erweitert oder reduziert. So können weitere charakteristische Funktionen
25 vorgegeben werden, wenn sich der zeitliche Verlauf in Abhängigkeit von einem Alterungszustand der Batterie verändert. Entsprechend können solche charakteristische Funktionen, die einzelne Ladevorgänge oder Entladevorgänge nicht mit hinreichender Genauigkeit beschreiben, gelöscht werden. Die hinreichende Genauigkeit bestimmt sich dabei aus der Abweichung einer einzelnen charakteristischen Funktion, die an
30 Ladevorgänge oder Entladevorgänge angepasst ist, im Vergleich zu anderen charakteristischen Funktionen, die an Ladevorgänge oder Entladevorgänge angepasst sind. Ist die Abweichung für etwa eine der charakteristischen Funktionen immer schlechter als für andere, wird diese nicht benutzt, und kann damit aus der nicht-flüchtigen Speichereinheit gelöscht werden.

Die Ladevorgänge und Entladevorgänge könne mit Hilfe eines Steigungsprofils im zeitlichen Verlauf des Betriebsparameters ermittelt werden. So ist ein Ladevorgang gegeben, wenn der zeitliche Verlauf des Betriebsparameters, insbesondere der Spannung, eine positive Steigung aufweist. Ein Entladevorgang ist gegeben, wenn der zeitliche Verlauf des Betriebsparameters, insbesondere der Spannung, eine negative Steigung aufweist. Um die Lade- und Entladevorgänge im zeitlichen Verlauf zu identifizieren, können zunächst die Extrempunkte im zeitlichen Verlauf des Betriebsparameters, insbesondere der Spannung, ermittelt werden. Anhand der Extrempunkte kann ein Anfangspunkt, ein Endpunkt und/oder eine Dauer der Ladevorgänge und Entladevorgänge ermittelt werden.

In einer weiteren Ausführungsform umfassen die Nutzungsparameter zusätzlich Extrempunkte einzelner Ladevorgänge und Entladevorgänge, aus denen der Anfangszeitpunkt, der Endzeitpunkt und die Dauer einzelner Ladevorgänge oder Entladevorgänge rekonstruieren werden kann.

Bevorzugt umfasst der Satz von Nutzungsparametern die vorgegebene charakteristische Funktion, Funktionsparameter der charakteristischen Funktion, die ermittelten Extrempunkte einzelner Ladevorgänge oder Entladevorgänge und gegebenenfalls Werte solcher Betriebsparameter, die für einzelne Ladevorgänge oder Entladevorgänge außerhalb einer Spezifikation der Batteriezellen oder der Gruppe von Batteriezellen liegen. Hierbei kann mit Hilfe der Extrempunkte der Anfangszeitpunkt, der Endzeitpunkt und die Dauer einzelner Ladevorgänge oder Entladevorgänge rekonstruiert werden. Ganz besonders bevorzugt besteht der Satz von Nutzungsparametern ausschließlich aus der vorgegebenen charakteristischen Funktion, Funktionsparametern der charakteristischen Funktion, den ermittelten Extrempunkte einzelner Ladevorgänge oder Entladevorgänge und gegebenenfalls Werten solcher Betriebsparameter, die für einzelne Ladevorgänge oder Entladevorgänge außerhalb einer Spezifikation der Batteriezellen oder der Gruppe von Batteriezellen liegen.

In einer weiteren Ausführungsform wird der Satz von Nutzungsparametern für jeden Ladevorgang oder Entladevorgang während der Lebensdauer der Batterie abgespeichert.

In einer weiteren Ausführungsform wird in einem zusätzlichen Schritt aus den gespeicherten Nutzungsparametern ein zeitlicher Verlauf des Betriebsparameters, insbesondere der

Spannung, rekonstruiert. Die Rekonstruktion kann nach einem Fahrzyklus und/oder am Ende der Lebensdauer der Batterie erfolgen.

5 In einer weiteren Ausführungsform wird der rekonstruierte Verlauf des Betriebsparameters in Bezug auf ein Nutzungsverhalten ausgewertet. So kann zum Beispiel ein Missbrauch der Batterie ermittelt werden. Zusätzlich oder alternativ können Defekte einzelner Batteriezellen oder einzelner Batteriemodule ermittelt werden.

10 Erfindungsgemäß wird weiterhin ein Computerprogramm vorgeschlagen gemäß dem eines der hierin beschriebenen Verfahren durchgeführt wird, wenn das Computerprogramm auf einer programmierbaren Computereinrichtung ausgeführt wird. Bei dem Computerprogramm kann es sich beispielsweise um ein Software-Modul, eine Software-Routine oder eine Software-Subroutine zur Implementierung eines Batteriemanagementsystems auf einem Steuergerät eines Fahrzeuges handeln. Das Computerprogramm kann auf
15 maschinenlesbaren Speichermedium gespeichert werden, etwa auf einem permanenten oder wiederbeschreibbaren Speichermedium oder in Zuordnung zu einer Computereinrichtung, beispielsweise auf einem tragbaren Speicher, wie einer CD-ROM, einer DVD, einer Blu-ray Disk, einem USB-Stick oder einer Speicherkarte. Zusätzlich oder alternativ dazu kann das Computerprogramm auf einer Computereinrichtung, wie etwa auf
20 einem Server oder einem Cloud-Server zum Herunterladen bereitgestellt werden, beispielsweise über ein Datennetzwerkzeug, wie das Internet oder einer Kommunikationsverbindung, wie eine Telefonleitung oder eine Drahtlosverbindung.

25 Erfindungsgemäß wird außerdem ein Batteriesystem zum Überwachen einer Batterie eines Fahrzeuges mit mehreren Batteriezellen vorgeschlagen, wobei die Batterie mehrere Batteriezellen oder mehrere Gruppen von Batteriezellen umfasst. Das Batteriesystem umfasst dabei folgende Komponenten:

30 a. eine Sensoreinheit zum Erfassen eines zeitlichen Verlaufes eines Betriebsparameters wenigstens einer einzelnen Batteriezelle während eines Fahrzyklusses,

b. eine Einheit zum Ermitteln von Ladevorgängen und Entladevorgängen im erfassten zeitlichen Verlauf des Betriebsparameters,

c. eine Einheit zum Ermitteln eines Satzes von Nutzungsparametern, der für die einzelnen Ladevorgänge und Entladevorgänge charakteristische Funktionen und deren Funktionsparameter umfasst, mit Hilfe derer die ermittelten Ladevorgänge und Entladevorgänge rekonstruiert werden können, und

5

d. eine nicht-flüchtige Speichereinheit zum Speichern des ermittelten Satzes von Nutzungsparametern.

10

Bevorzugt ist das Batteriesystem zum Durchführen der hierin beschriebenen Verfahren ausgebildet und/oder eingerichtet. Dementsprechend gelten im Rahmen des Verfahrens beschriebene Merkmale entsprechend für das Batteriesystem, und umgekehrt die im Rahmen des Batteriesystems beschriebenen Merkmale entsprechend für das Verfahren. Die Batterie des Batteriesystems kann als Lithium-Ionen-Batterie oder Nickel-Metall-Hybridbatterie ausgestaltet sein. Weiterhin kann das Batteriesystem mit einem

15

Antriebsstrang eines Fahrzeuges verbindbar sein.

20

Die Komponenten des Batteriesystems sind als funktionale Einheiten zu sehen, die nicht notwendigerweise physikalisch voneinander getrennt sind. So können mehrere Komponenten des Batteriesystems in einer einzigen physikalischen Einheit realisiert sein, etwa wenn mehrere Funktionen in Software auf einem Steuergerät implementiert sind. Weiterhin können die Funktionen der Komponenten auch in Hardware beispielsweise durch Sensoreinheiten oder Speichereinheiten realisiert sein. Bevorzugt sind insbesondere die Komponenten b. und c. des Batteriesystems als Software im Batteriemanagementsystem auf einem Steuergerät implementiert.

25

30

Die Speichereinheit zum Speichern der Nutzungsdaten kann eine nicht-flüchtige Speichereinheit, beispielsweise ein EEPROM (electrically erasable programmable read-only memory) des Steuergeräts sein. Der erfasste zeitliche Verlauf wird vorzugsweise in einer flüchtigen Speichereinheit, beispielsweise einem RAM-Speicher (Random Access Memory) des Steuergeräts, gespeichert.

Erfindungsgemäß wird zudem ein Fahrzeug mit dem hierin beschriebenen Batteriesystem vorgeschlagen. Bevorzugt ist das Fahrzeug ein elektrisch angetriebenes Fahrzeug, wie ein Hybridfahrzeug oder ein Elektrofahrzeug, das zumindest teilweise durch elektrische Energie

einer Batterie mit mehreren Batteriezellen angetrieben wird. Dazu ist das Batteriesystem insbesondere mit dem Antriebssystem des Fahrzeuges verbunden.

Vorteile der Erfindung

5

Die Erfindung ermöglicht es, die Nutzungsparameter der Batterie über die Lebensdauer effizient abzuspeichern, da der Speicherbedarf im nicht flüchtigen Speicher gering gehalten wird. Durch das Abspeichern von charakteristischem Verhalten der Batterie mit Hilfe der Nutzungsparameter anstatt kompletter Zeitverläufe lassen sich bei begrenztem

10

Speicherplatz mehr Lade- und Entladevorgänge der Batterie über ihre Lebensdauer

speichern. So können nur die aussagekräftigen Werte in Form von Nutzungsparametern gespeichert werden und die begrenzte Speicherkapazität von nicht-flüchtigen Speichern stellt keine Beschränkung mehr dar. Weiterhin ist es möglich, anhand der

15

Nutzungsparameter die Nutzung der Batterie zu rekonstruieren und insbesondere im Fall von Gewährleistungsansprüchen oder für Langzeitstudien Nutzungsparameter auszulesen und auszuwerten.

Durch das Speichern von charakteristischen Funktionen und deren Funktionsparametern ist trotz des geringen Speicherbedarfs eine detailreiche Rekonstruktion möglich. Dadurch wird

20

auch eine detailreiche Auswertung des rekonstruierten Verhaltens und damit des

Nutzungsverhaltens während der Lebensdauer der Batterie möglich. Dabei können mehrere charakteristische Funktionen vorgegeben sein und diejenige, die das tatsächliche Verhalten am besten approximiert ausgewählt werden. Dadurch wird bei gleichbleibendem

Speicherbedarf die Genauigkeit der Approximation durch charakteristische Funktionen an

25

das tatsächliche Verhalten der Batterie erhöht.

Weiterhin kann die nachträgliche Erweiterung der vorgegebenen charakteristischen

Funktionen die Genauigkeit der Approximation erhöhen. Solche nachträgliche Erweiterungen können beispielsweise alterungs- oder nutzungsbedingte Abweichungen nach oder während

30

der Lebensdauer einer Batterie sowie neue Erkenntnisse über Batteriesysteme

berücksichtigen. Zusätzlich ist eine derartige Erweiterung der charakteristischen Kurven einfach im Rahmen von Werkstattwartungen des Fahrzeuges über Softwareupdates zu realisieren.

35

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

5

Es zeigen:

Figur 1 ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Fahrzeug mit einem Batteriesystem,

10

Figur 2 einen beispielhaften zeitlichen Verlauf einer Zellspannung während eines Fahrzyklusses, der in Ladevorgänge und Entladevorgänge aufgeteilt ist,

Figuren 3A, 3B und 3C beispielhafte charakteristische Funktionen, die einen Entladevorgang approximieren,

15

Figur 4 einen beispielhaften zeitlichen Verlauf einer Zellspannung während eines Fahrzyklusses, der in Ladevorgänge und Entladevorgänge aufgeteilt ist und durch charakteristische Funktionen approximiert ist, und

20

Figuren 5A und 5B ein beispielhafter Satz von charakteristischen Funktionen, die in einer nicht flüchtigen Speichereinheit hinterlegt sind, und eine beispielhafte Erweiterung des Satzes von charakteristischen Funktionen.

25

In der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele der Erfindung werden gleiche oder ähnliche Komponenten mit gleichen oder ähnlichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei in Einzelfällen auf eine wiederholte Beschreibung dieser Komponenten verzichtet wird. Die Figuren stellen den Gegenstand der Erfindung nur schematisch dar.

30

Ausführungsformen der Erfindung

Figur 1 zeigt ein zumindest teilweise elektrisch angetriebenes Fahrzeug 10 mit einem Batteriesystem 12.

Das Fahrzeug 10 der Figur 1 kann als rein elektrisch angetriebenes Fahrzeug oder als Hybridfahrzeug, das zusätzlich einen Verbrennungsmotor aufweist, ausgestaltet sein. Dazu ist das Fahrzeug 10 mit einem elektrischen Antriebssystem 14 ausgerüstet, das das Fahrzeug 10 über einen Elektromotor (nicht dargestellt) zumindest teilweise elektrisch antreibt. Die elektrische Energie wird von dem Batteriesystem 12 bereitgestellt, das eine Batterie 16 und ein Batteriemanagementsystem 18 umfasst.

Die Batterie 16 umfasst mehrere Batteriezellen 19 oder Akkumulatorzellen, zum Beispiel Lithium-Ionen-Zellen mit einem Spannungsbereich von 2,8 bis 4,2 Volt. Die Batteriezellen 19 sind in Gruppen zu Batteriemodulen 20 zusammengefasst. Um einzelne Batteriezellen 19 oder Batteriemodule 20 zu überwachen, sind diese mit Zellüberwachungseinheiten 22 oder Modulüberwachungseinheiten 23 ausgestattet, die Betriebsparameter, wie eine Spannung, einen Strom oder eine Temperatur, einzelner Batteriezellen 19 oder einzelner Batteriemodule 20 erfassen und die erfassten Betriebsparameter dem Batteriemanagementsystem 18 bereitstellen. Beispielsweise können die Betriebsparameter über ein Bus 24, wie einem SPI Bus (Serial Peripheral Interface Bus) oder einen CAN Bus (Controller Area Network Bus), von den Zellüberwachungseinheiten 22 oder Modulüberwachungseinheiten 23 an das Batteriemanagementsystem 18 übertragen werden. Die Betriebsparameter werden kontinuierlich mit einer definierten Abtastrate von den Zellüberwachungseinheiten 22 oder den Modulüberwachungseinheiten 23 erfasst und an das Batteriemanagementsystem 18 übermittelt, so dass dem Batteriemanagementsystem 18 ein zeitlicher Verlauf 38 der Betriebsparameter bereitgestellt wird. Der zeitliche Verlauf 38 wird im Zusammenhang mit Figur 2 näher beschrieben.

Das Batteriemanagementsystem 18 implementiert Funktionen zum Steuern und Überwachen der Batterie 16. So weist das Batteriemanagementsystem 18 eine Einheit 26 zum Empfangen der Betriebsparameter auf, die von den Zellüberwachungseinheiten 22 oder den Modulüberwachungseinheiten 23 erfasst werden. Die Einheit 26 zum Empfangen der Betriebsparameter weist einen flüchtigen Speicher, wie einen RAM-Speicher, auf, in dem die erfassten Betriebsparameter für unterschiedliche Zeitpunkte vorübergehend gespeichert werden. Dabei bilden die kontinuierlich zu unterschiedlichen Zeitpunkten erfassten und empfangenen Betriebsparameter den zeitlichen Verlauf 38 des Betriebsparameter, der einer Einheit 28 zum Ermitteln von Ladevorgängen und Entladevorgängen bereitgestellt wird. Die ermittelten Ladevorgänge und Entladevorgänge werden weiter einer Einheit 30 zum Ermitteln eines Satzes von Nutzungsparametern bereitgestellt. Der Satz von

Nutzungsparameter umfasst für die einzelnen Ladevorgänge und Entladevorgänge Funktionsparameter von charakteristischen Funktionen, mit Hilfe derer die ermittelten Ladevorgänge und Entladevorgänge rekonstruiert werden können. Auch die Nutzungsparameter werden im Zusammenhang mit den folgenden Figuren näher

beschrieben. Anschließend werden die ermittelten Nutzungsparameter in einer Speichereinheit 32 gespeichert. Zum Rekonstruieren der zeitlichen Verläufe 38 können die Nutzungsparameter über eine Schnittstelle 34 aus der Speichereinheit 32 ausgelesen werden.

Das Verfahren zum Ermitteln von Ladevorgängen und Entladevorgängen und zum Ermitteln von Nutzungsparametern, die den zeitlichen Verlauf 38 der ermittelten Ladevorgänge und Entladevorgänge charakterisieren, wird im folgenden am Beispiel eines gemessenen zeitlichen Verlaufes 38 für eine Zellspannung U näher beschrieben.

Figur 2 zeigt einen beispielhaften zeitlichen Verlauf 38 einer Zellspannung U während eines Fahrzyklusses FZ, der in Ladevorgänge und Entladevorgänge aufgeteilt ist.

In Figur 2 ist der zeitliche Verlauf 38 der Zellspannung U in Volt (V) gegen die Zeit t in Minuten (min) für eine Lithium-Ionen-Zelle als Batteriezelle 19 aufgetragen. Der zeitliche Verlauf 38 der Zellspannung U schwankt dabei zwischen etwa 2,5 und 4,5 V. So nimmt die Zellspannung U in einem ersten Zeitintervall E1 ab und nimmt in einem darauffolgenden zweiten Zeitintervall L2 zu. Dies wiederholt sich in einem dritten Zeitintervall E3, in dem die Zellspannung U abnimmt. In einem vierten Zeitintervall L4 nimmt die Zellspannung U wieder zu. Der Fahrzyklus FZ ist damit in unterschiedliche Zeitintervalle E1, L2, E3, L4 aufgeteilt, die jeweils einen Fahrbetrieb oder einen Ladebetrieb und damit einen Entladevorgang im entsprechenden Zeitintervall E1, E3 oder einen Ladevorgang im entsprechenden Zeitintervall L2, L4 kennzeichnen.

Weiterhin sind Extrempunkte 40 angedeutet, die die einzelnen Zeitintervalle E1, L2, E3, L4 begrenzen. Dabei bezeichnet der Extrempunkt 40 den Punkt, in dem der zeitliche Verlauf 38 der Zellspannung U das Vorzeichen seiner Steigung verändert. Dementsprechend ergeben sich im beispielhaft gezeigten zeitlichen Verlauf 38 der Zellspannung U für den dargestellten Fahrzyklus FZ insgesamt fünf Extrempunkte 40. Diese Extrempunkte 40 kennzeichnen damit den Übergang von einem Entladevorgang zu einem Ladevorgang beziehungsweise von einem Entladevorgang zu einem Ladevorgang und begrenzen die einzelnen Zeitintervalle E1,

L2, E3, L4. Die Geraden 44, die die Extrempunkte 40 verbinden, charakterisieren damit die Art des Vorganges, je nach Steigung des zeitlichen Verlaufes 38 zwischen den Extrempunkten 40 also einen Ladevorgang oder einen Entladevorgang. Aus den Extrempunkten 40 können weiterhin die Dauer, der Anfangspunkt und der Endpunkt der Entladevorgänge und Ladevorgänge ermittelt werden. Die Extrempunkte 40 werden als Nutzungsparameter gespeichert.

Figuren 3A, 3B und 3C zeigen beispielhafte charakteristische Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, die einen Entladevorgang approximieren.

In Figur 3A ist eine quadratische Funktion 46 mit einer negativen Steigung als charakteristische Funktion 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 für einen Entladevorgang gezeigt. Wie zum Beispiel im Intervall E3 für den zeitlichen Verlauf 38 der Zellspannung U in Figur 2 gezeigt, nimmt die Zellspannung U in höheren Spannungsbereichen weniger schnell ab als in niedrigeren Spannungsbereichen. Ein derartiger Entladevorgang kann mit Hilfe der quadratischen Funktion 46 approximiert werden, die hier beispielhaft durch $f(x) = -0.01 \cdot (-x^2) + 3.5$ gegeben ist. Für die quadratische Funktion 46 mit $f_2(x) = c_1 \cdot (c_2 + x)^2 + b$ werden also die Funktionsparameter $c_1 = -0.01$, $c_2 = 0$ und $b = 3.5$ gespeichert.

Eine weitere Möglichkeit den Entladevorgang, wie im Intervall E3 für den zeitlichen Verlauf 38 der Zellspannung U in Figur 2 gezeigt, zu approximieren, ist in Figur 3B dargestellt. Hierbei ist eine kubische Funktion 48 als charakteristische Funktion 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 gewählt, die dem funktionalen Zusammenhang $f(x) = -0.001 \cdot x^3 + 3.5$ folgt. In diesem Fall hat die kubische Funktion 48 eine negative Steigung. Für die kubische Funktion 46 mit $f_3(x) = d_1 \cdot (d_2 + x)^3 + b$ werden also die Funktionsparameter $d_1 = -0.001$, $d_2 = 0$ und $b = 3.5$ gespeichert.

Figur 3C zeigt eine quadratische Funktion 50 mit negativer Steigung als charakteristische Funktion 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62. Wie zum Beispiel im Intervall E1 für den zeitlichen Verlauf 38 der Zellspannung U in Figur 2 gezeigt, nimmt die Zellspannung U in höheren Spannungsbereichen schneller ab als in niedrigeren Spannungsbereichen. Ein derartiger Entladevorgang kann mit Hilfe der quadratischen Funktion 50 approximiert werden, die durch $f(x) = 0.01 \cdot (11 - x)^2 + 2.8$ gegeben ist. Für die quadratische Funktion 50 mit $f_2(x) = c_1 \cdot (c_2 - x)^2 + b$ werden also die Funktionsparameter $c_1 = 0.01$, $c_2 = 11$ und $b = 2.8$ gespeichert.

Die in den Figuren 3A, 3B und 3C gezeigten charakteristischen Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 sind lediglich beispielhafte Funktionen, um den zeitlichen Verlauf 38 des Entladevorganges zu approximieren. Je nach tatsächlich erfasstem zeitlichem Verlauf 38 können unterschiedliche Polynome mit unterschiedlichen Funktionsparametern als charakteristische Funktion 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 in Frage kommen.

Analog zu den beispielhaft für den Entladevorgang dargestellten kann der Ladevorgang ebenfalls mit Hilfe von Polynomen als charakteristische Funktion 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 approximiert werden. Diese weisen, wie zum Beispiel aus dem zeitlichen Verlauf 38 in den Intervallen L2 und L4 der Figur 2 hervorgeht, eine positive Steigung auf. Die charakteristischen Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 für den Ladevorgang können auch einem Polynom, etwa einer quadratischen oder kubischen Funktion 56, 62, mit positiver Steigung folgen.

Figur 4 zeigt einen beispielhaften zeitlichen Verlauf 38 einer Zellspannung U während eines Fahrzyklusses FZ, der in Ladevorgänge und Entladevorgänge aufgeteilt ist und durch charakteristische Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 approximiert ist.

Der zeitliche Verlauf 38 und die Aufteilung in Ladevorgänge und Entladevorgänge entsprechen der Figur 2. Neben den Extrempunkten 40 sind zusätzlich die charakteristischen Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 für die einzelnen Intervalle E1, L2, E3 und L4 dargestellt. Im Intervall E1 liegt ein Entladevorgang vor, der mit der in Figur 3C gezeigten quadratischen Funktion 50 mit angepassten Funktionsparametern als charakteristische Funktion 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 approximiert ist. In den Intervall L2 und L4 wird der Ladevorgang durch die lineare Funktion 52 mit angepassten Funktionsparametern als charakteristische Funktion 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 approximiert. Der Entladevorgang im Intervall E4 wird durch die in Figur 3B gezeigte kubische Funktion 48 mit angepassten Funktionsparametern als charakteristische Funktion 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 approximiert.

Die charakteristischen Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 mit ihren Funktionsparametern und die Extrempunkte 40 werden in der nicht-flüchtigen Speichereinheit 32 als Nutzungsdaten gespeichert.

Figuren 5A und 5B zeigen schematisch einen beispielhaften Satz von charakteristischen Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62, die in einer nicht-flüchtigen Speichereinheit 32 hinterlegt sind, und eine beispielhafte Erweiterung des Satzes von charakteristischen Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62.

5

Im Beispiel der Figur 5A sind vier charakteristischen Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 in der nicht-flüchtigen Speichereinheit 32 hinterlegt, eine lineare Funktion 54 mit negativer Steigung für Entladevorgänge, eine quadratische Funktionen 50 mit negativer Steigung für Entladevorgänge, eine kubische Funktionen 48 mit negativer Steigung für Entladevorgänge, eine lineare Funktion 52 mit positiver Steigung für Ladevorgänge und eine quadratische Funktion 56 mit positiver Steigung für Ladevorgänge. Wird während der Lebensdauer der Batterie 16 festgestellt, dass andere charakteristische Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 die Ladevorgänge und Entladevorgänge, beispielsweise alterungs- oder nutzungsbedingt, besser approximieren, werden weitere charakteristische Funktionen 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 in der nicht-flüchtigen Speichereinheit 32 hinterlegt. Im Beispiel der Figur 5B werden etwa durch ein Softwareupdate drei weitere charakteristische Funktionen hinterlegt. Diese sind eine weitere kubische Funktion 58 mit negativer Steigung zum Approximieren des Entladevorganges, eine weitere kubische Funktion 60 zum Approximieren des Entladevorganges und eine kubische Funktion 62 mit positiver Steigung zum Approximieren des Ladevorganges.

20

Die Erfindung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele und die darin hervorgehobenen Aspekte beschränkt. Vielmehr ist innerhalb des durch die Ansprüche angegebenen Bereichs eine Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachmännischen Handelns liegen.

25

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Überwachen einer Batterie (16) in einem Fahrzeug (10), wobei die Batterie (16) mehrere Batteriezellen (19) oder mehrere Gruppen (20) von Batteriezellen (19) umfasst, mit folgenden Schritten:
- 10 a) Erfassen eines zeitlichen Verlaufes (38) eines Betriebsparameters wenigstens einer einzelnen Batteriezelle (19) während eines Fahrzyklusses (FZ),
- b) Ermitteln von Ladevorgängen und Entladevorgängen im erfassten zeitlichen Verlauf (38) des Betriebsparameters,
- 15 c) Ermitteln eines Satzes von Nutzungsparametern, der für die einzelnen Ladevorgänge und Entladevorgänge charakteristische Funktionen (46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62) und deren Funktionsparameter umfasst, mit Hilfe derer die ermittelten Ladevorgänge und Entladevorgänge rekonstruiert werden können, und
- 20 d) Speichern des ermittelten Satzes von Nutzungsparametern in einer nicht-flüchtigen Speichereinheit (32).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine oder mehrere charakteristische Funktionen (46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62) vorgegeben sind.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Anzahl der charakteristischen Funktionen (46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62), die vorgegeben sind, auf Basis von zuvor erfassten zeitlichen Verläufen (38) erweitert oder reduziert werden.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die charakteristischen Funktionen (46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62) Polynome bis zu einer sechsten Ordnung umfassen.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Satz von Nutzungsparametern weiterhin Extrempunkte (40) einzelner Ladevorgängen und Entladevorgängen umfassen, aus

denen der Anfangszeitpunkt, der Endzeitpunkt und die Dauer einzelner Ladevorgänge oder Entladevorgänge rekonstruieren werden können.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der Satz von Nutzungsparametern für jeden Ladevorgang oder Entladevorgang während der Lebensdauer der Batterie (16) abgespeichert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei in einem zusätzlichen Schritt aus den gespeicherten Nutzungsparametern der zeitliche Verlauf (38) des Betriebsparameters rekonstruiert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei der rekonstruierte zeitliche Verlauf (38) in Bezug auf eine Nutzung der Batterie (16) in wenigstens einem vergangenen Fahrzyklus (FZ) ausgewertet wird.

9. Computerprogramm, das ein Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8 durchführt, wenn das Computerprogramm auf einer programmierbaren Computereinrichtung ausgeführt wird.

10. Batteriesystem (12) zum Überwachen einer Batterie (16) eines Fahrzeuges (10), wobei die Batterie (16) mehrere Batteriezellen (19) oder Gruppen (20) von Batteriezellen (19) umfasst, mit folgenden Komponenten:

a) einer Sensoreinheit (22, 23) zum Erfassen eines zeitlichen Verlaufes (38) eines Betriebsparameters wenigstens einer einzelnen Batteriezelle (19) während eines Fahrzyklusses (FZ),

b) einer Einheit (28) zum Ermitteln von Ladevorgängen und Entladevorgängen im erfassten zeitlichen Verlauf (38) des Betriebsparameters,

c) einer Einheit (30) zum Ermitteln eines Satzes von Nutzungsparametern, der für die einzelnen Ladevorgänge und Entladevorgänge charakteristische Funktionen (46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62) und deren Funktionsparameter umfasst, mit Hilfe derer die ermittelten Ladevorgänge und Entladevorgänge rekonstruiert werden können, und

d) einer nicht-flüchtige Speichereinheit (32) zum Speichern des ermittelten Satzes von Nutzungsparametern.

11. Fahrzeug (10) mit einem Batteriesystem (12) nach Anspruch 11.

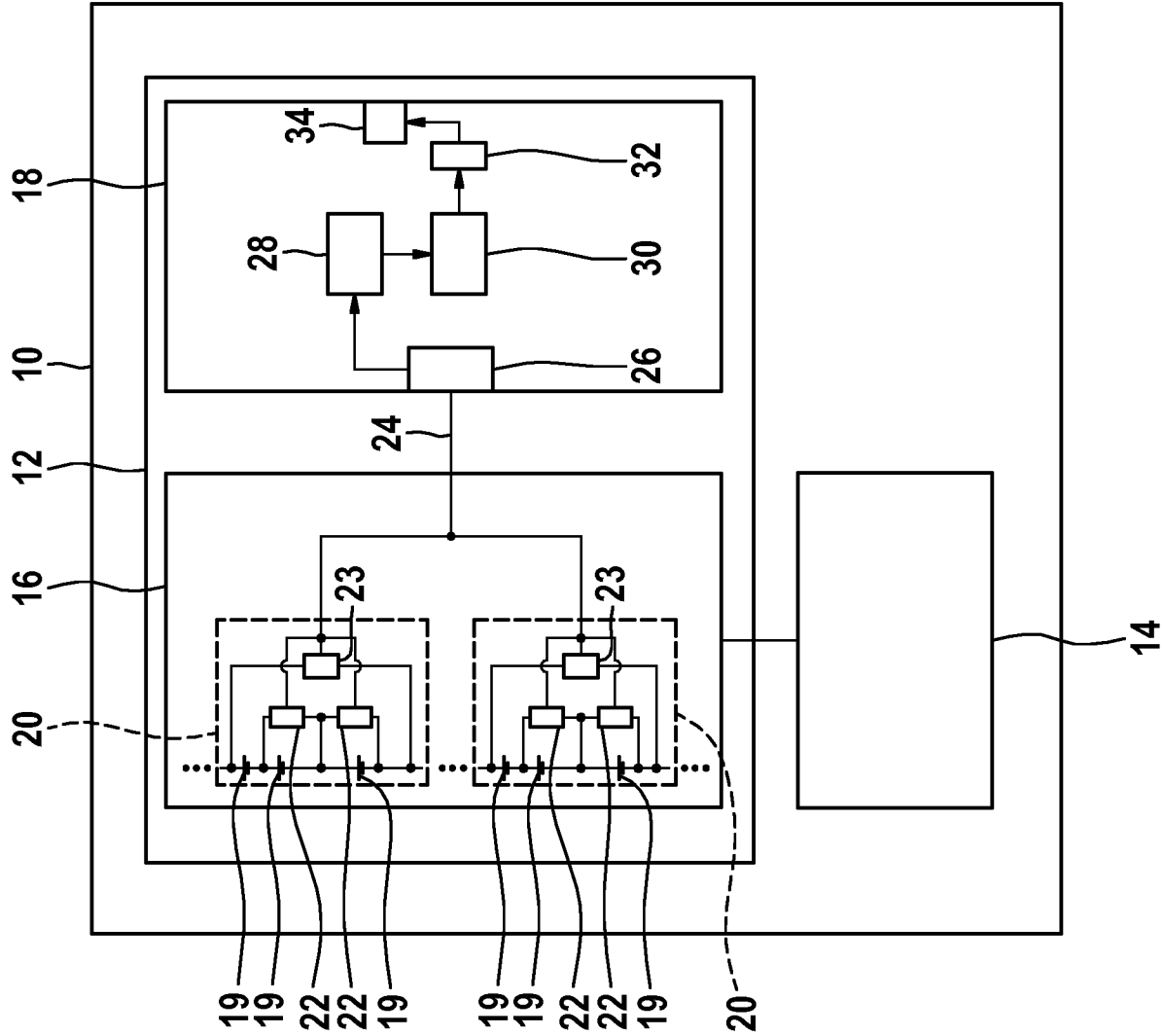


Fig. 1

2 / 4

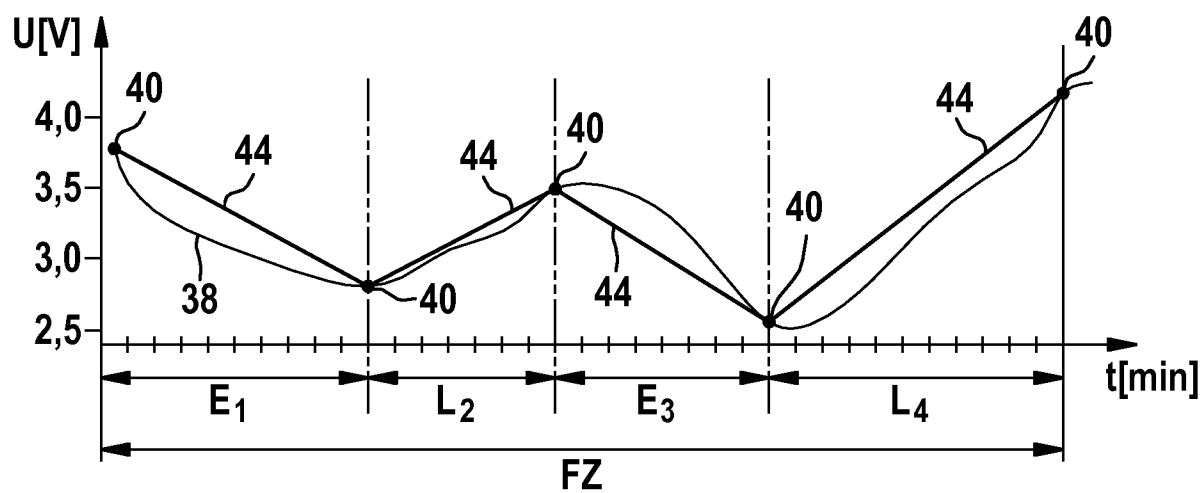


Fig. 2

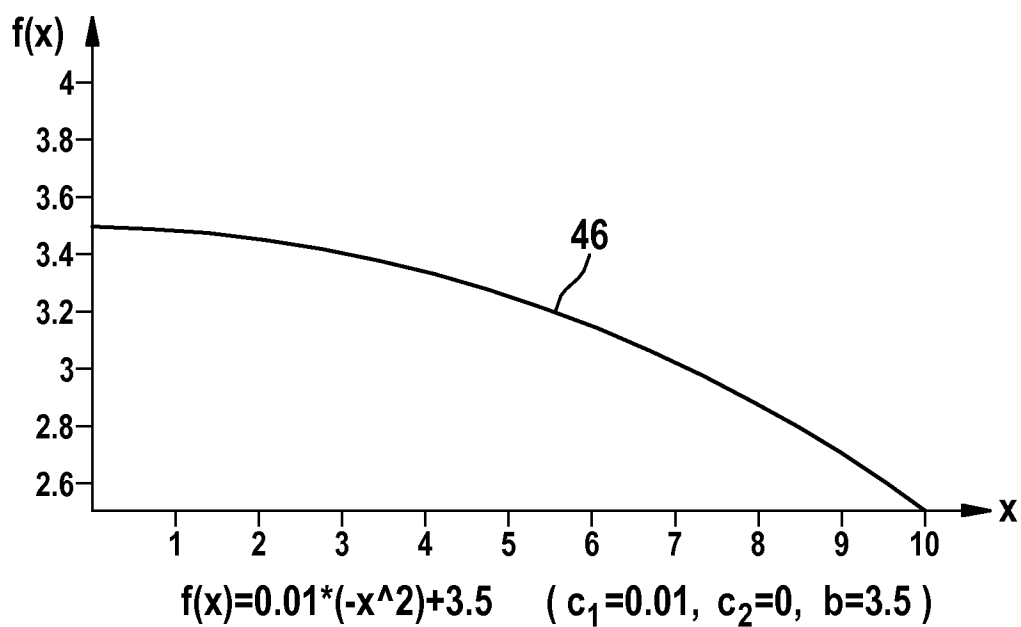


Fig. 3A

3 / 4

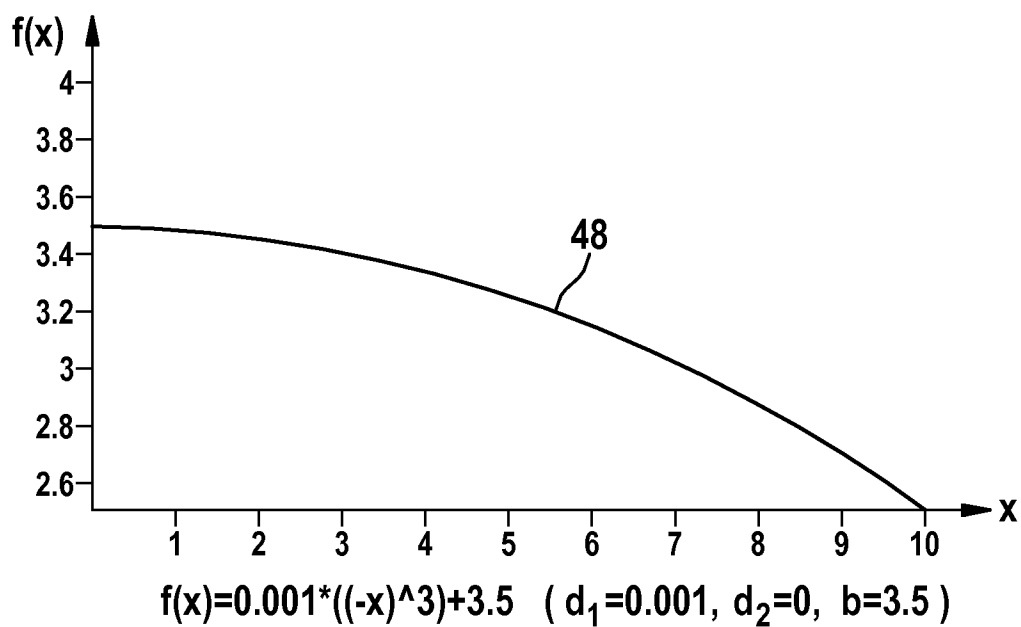


Fig. 3B

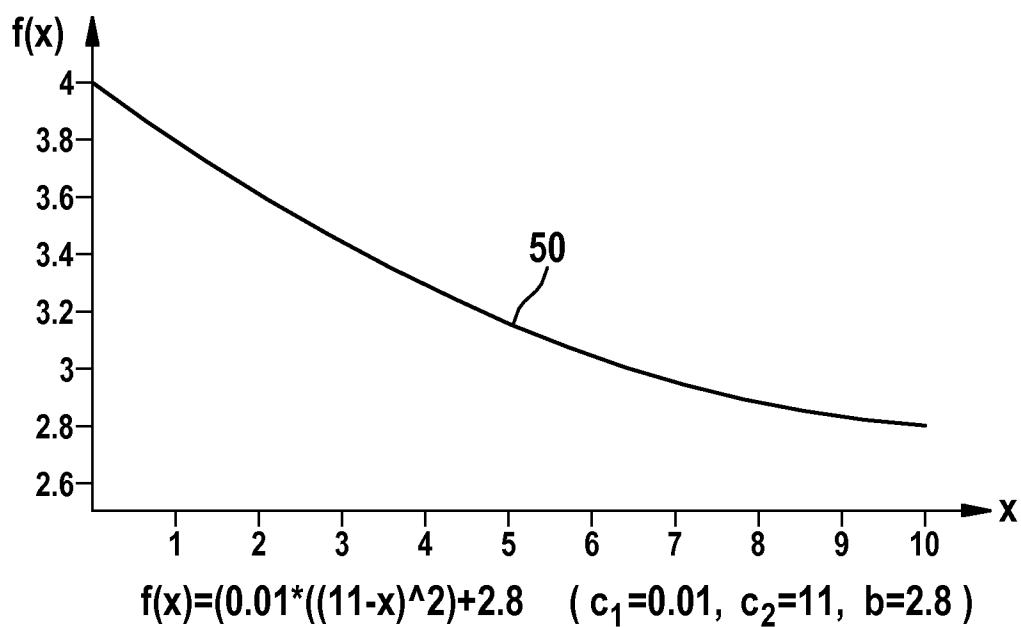


Fig. 3C

4 / 4

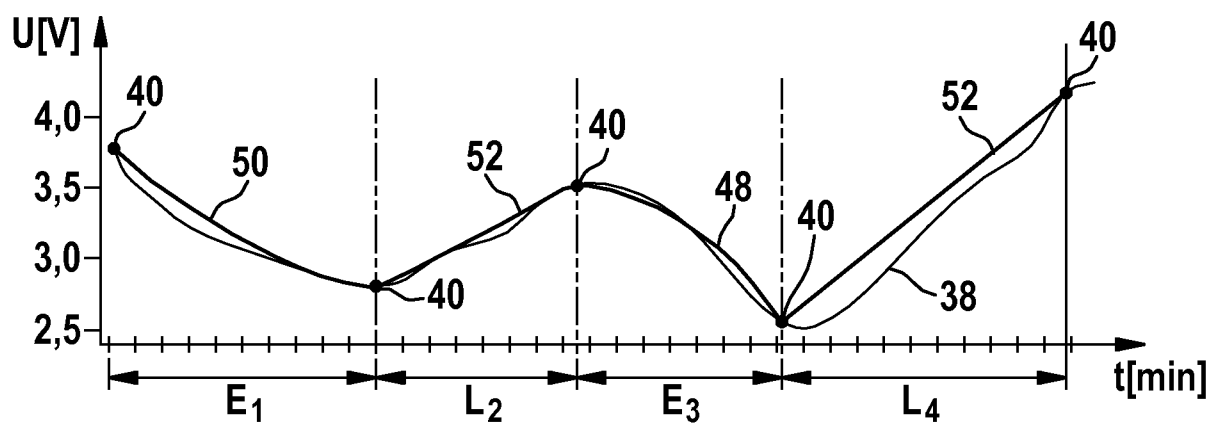


Fig. 4

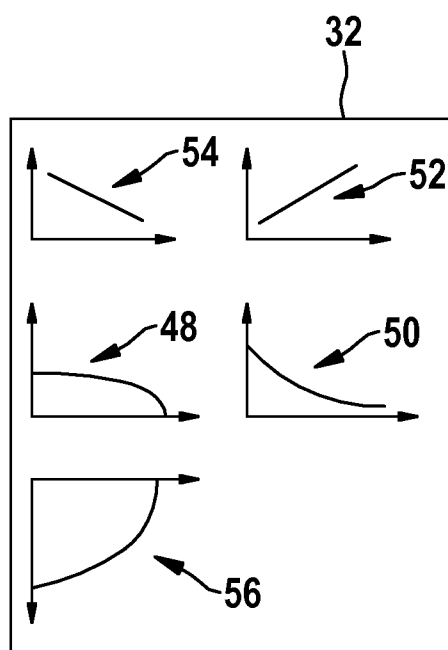


Fig. 5A

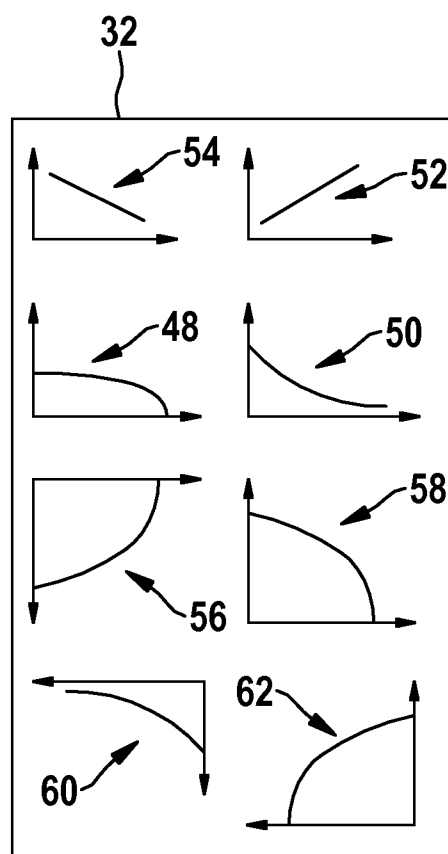


Fig. 5B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/050009

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M10/42 H01M10/48
ADD. B60L11/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L H01M

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	US 2012/116699 A1 (HAAG MICHAEL [DE] ET AL) 10 May 2012 (2012-05-10) the whole document	1-11
X	US 2010/106351 A1 (HANSEN GREG [US] ET AL) 29 April 2010 (2010-04-29) paragraph [0014] - paragraphs [0030], [0032], [0033]; figures 1, 2 paragraph [0047] - paragraph [0056] paragraph [0060] - paragraphs [0068], [0078] paragraph [0087] - paragraphs [0094], [0111] paragraph [0118] - paragraph [0122]	1-3, 5, 6, 9-11



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

9 March 2015

Date of mailing of the international search report

20/03/2015

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

Topalov, Angel

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/050009

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2012116699	A1	10-05-2012	NONE

US 2010106351	A1	29-04-2010	EP 1872458 A1 02-01-2008
			JP 4890535 B2 07-03-2012
			JP 2008537528 A 18-09-2008
			JP 2010184705 A 26-08-2010
			US 2010106351 A1 29-04-2010
			WO 2006124130 A1 23-11-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01M10/42 H01M10/48
ADD. B60L11/18

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60L H01M

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	US 2012/116699 A1 (HAAG MICHAEL [DE] ET AL) 10. Mai 2012 (2012-05-10) das ganze Dokument	1-11
X	US 2010/106351 A1 (HANSEN GREG [US] ET AL) 29. April 2010 (2010-04-29) Absatz [0014] - Absätze [0030], [0032], [0033]; Abbildungen 1, 2 Absatz [0047] - Absatz [0056] Absatz [0060] - Absätze [0068], [0078] Absatz [0087] - Absätze [0094], [0111] Absatz [0118] - Absatz [0122]	1-3, 5, 6, 9-11



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

9. März 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20/03/2015

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

Topalov, Angel

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/050009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2012116699 A1	10-05-2012	KEINE	

US 2010106351 A1	29-04-2010	EP 1872458 A1	02-01-2008
		JP 4890535 B2	07-03-2012
		JP 2008537528 A	18-09-2008
		JP 2010184705 A	26-08-2010
		US 2010106351 A1	29-04-2010
		WO 2006124130 A1	23-11-2006
