

(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
02. Januar 2020 (02.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/002012 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01R 31/367 (2019.01) G01R 31/389 (2019.01)
G01R 31/388 (2019.01) G01R 31/36 (2019.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/065813

(22) Internationales Anmeldedatum:

17. Juni 2019 (17.06.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2018 115 284.1

26. Juni 2018 (26.06.2018) DE

(71) Anmelder: JOHNSON CONTROLS AUTOBATTERIE
GMBH & CO. KGAA [DE/DE]; Am Leineufer 51, 30419
Hannover (DE).

(72) Erfinder: SHIRAZI, Sepehr; Buchenhain 20, 30629 Han-
nover (DE). KOCH, Ingo; Joppnerweg 7, 31789 Hameln
(DE).

(74) Anwalt: TRINKS, Ole; MEISSNER BOLTE PATENT-
ANWÄLTE RECHTSANWÄLTE PARTNERSCHAFT
MBB, Bahnhofstraße 18 1/2, 86150 Augsburg (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, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT,
LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI,

(54) Title: METHOD FOR ESTIMATING A STATE OF AN ELECTRICAL ENERGY-STORAGE SYSTEM, AND SYSTEM FOR
DETERMINING A REMAINING CAPACITANCE OF AN ELECTRICAL ENERGY-STORAGE SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM ABSCHÄTZEN EINES ZUSTANDES EINES ELEKTRISCHEN ENERGIESPEICHERS
SYSTEMS SOWIE SYSTEM ZUM ERMITTELN EINER VERBLEIBENDEN KAPAZITÄT EINES ELEKTRISCHEN
ENERGIESPEICHERSYSTEMS

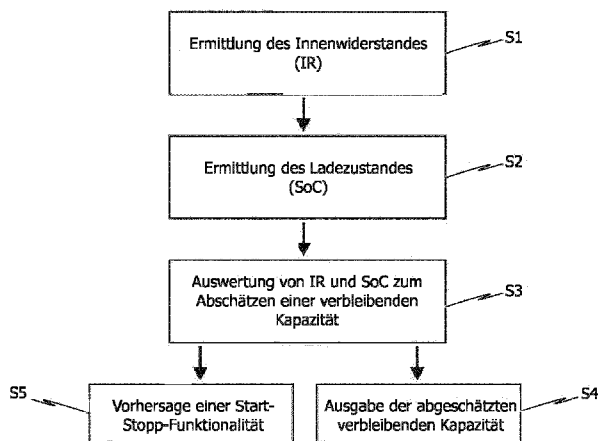


FIG. 1

S1 determining the internal resistance (IR)
S2 determining the state of charge (SoC)
S3 evaluating IR and SoC in order to estimate a remaining capacitance
S4 outputting the estimated remaining capacitance
S5 predicting a start-stop functionality

(57) Abstract: The invention relates to a method for estimating a state of an electrical energy-storage system, in particular a motor vehicle starting battery, wherein, to this end, an internal resistance and/or an impedance of the energy-storage system and/or a variable coordinating with the internal resistance or the impedance of the energy-storage system is determined and is evaluated with regard to a remaining capacitance of the energy-storage system taking into consideration an age-related decrease in a maximum available capacitance of the energy-storage system.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschätzen eines Zustandes eines elektrischen Energiespeichersystems, insbesondere einer Kraftfahrzeug- Starterbatterie, wobei hierzu ein Innenwiderstand und/oder eine Impedanz des Energiespeichersystems und/oder eine mit dem Innenwiderstand oder der Impedanz des Energiespeichersystems koordinierende Größe ermittelt und unter Berücksichtigung einer alterungsbedingten Abnahme einer maximal verfügbaren Kapazität des Energiespeichersystems im Hinblick auf eine verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems ausgewertet wird.

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)

VERFAHREN ZUM ABSCHÄTZEN EINES ZUSTANDES EINES ELEKTRISCHEN
ENERGIESPEICHERSYSTEMS SOWIE SYSTEM ZUM ERMITTELN EINER
VERBLEIBENDEN KAPAZITÄT EINES ELEKTRISCHEN ENERGIESPEICHERSYSTEMS

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschätzen eines Zustandes eines elektrischen Energiespeichersystems, und insbesondere zum Abschätzen einer verbleibenden Kapazität eines elektrischen Energiespeichersystems. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung ein System zum Ermitteln einer verbleibenden Kapazität eines elektrischen Energiespeichersystems.

Die Zustandsbestimmung eines elektrischen Energiespeichersystems insbesondere eines Fahrzeuges gewinnt mit zunehmenden Fahrzeugfunktionen, welche elektrische Energie zumindest zur Unterstützung benötigen, stark an Bedeutung. Da vermehrt sicherheitsrelevante Funktionen des Fahrzeuges elektrische Unterstützung erfahren, wird die Zuverlässigkeit der Zustandsbestimmung und -abschätzung des Energiespeichersystems immer wichtiger.

Bekannte Systeme und Verfahren zur Batteriezustandsermittlung greifen dabei auf direkte Messwerte des Batteriezustandes und/oder der Batterieeigenschaften zurück, mittels derer der Batteriezustand bestimmt wird.

So wird beispielsweise in der Druckschrift DE 195 40 827 C2 ein Verfahren zur Batteriezustandsermittlung angegeben, bei welchem batteriespezifische Kennfelder der Batteriealterung genutzt werden, um aus erfassten Momentanwerten der

Batteriealterungseinflussgrößen mit Hilfe des Kennfeldes einen Batteriealterungswert zu ermitteln.

Auch ist aus der Druckschrift DE 103 35 928 A1 beispielsweise ein Verfahren zum Ermitteln einer auf dem Ladezustand einer Speicherbatterie bezogenen Kenngröße bekannt, bei welchem ein erster auf die Ruhespannung der batteriebezogenen Ladezustandswert und ein zweiter auf die umgesetzte Ladungsmenge bezogener Ladezustandswert bestimmt wird. Die beiden Ladezustandswerte werden hinsichtlich ihrer Ladezustandsänderungen ausgewertet, um aus den Ladezustandsänderungen eine Kenngröße für den Batteriezustand abzuleiten.

Diese bekannten Systeme weisen den Nachteil auf, dass größere Fehler in den Messgrößen die Ausgangsgröße unmittelbar beeinflussen, und daher die Zustandsermittlung des Batteriesystems nicht eindeutig ist bzw. verfälscht werden kann.

Darüber hinaus existieren Batterietestvorrichtungen, mit denen die Ladungsmenge, die ein Akkumulator speichern kann, vorhergesagt werden kann. Die entnehmbare Kapazität einer Batterie hängt von Entladeverlauf ab, also vom Entladestrom, von der Entladeschlussspannung (die Spannung, bei der die Entladung beendet wird), und vom Entladungsgrad. Je nach Entladeverlauf besitzt der Akkumulator eine andere Kapazität. In einer aussagekräftigen Angabe der Nennkapazität müssen daher sowohl der Entladestrom als auch die Entladeschlussspannung angegeben werden.

Generell nimmt die entnehmbare Kapazität einer Batterie mit zunehmendem Entladestrom ab. Dieser Effekt wird durch die Peukert-Gleichung beschrieben. Verantwortlich hierfür ist unter anderem der mit steigenden Strom zunehmende Spannungsabfall am Innenwiderstand der Batterie, der die Ausgangsspannung entsprechend absinken lässt, sodass die Entladeschlussspannung früher erreicht wird. Neben dem Innenwiderstand ist auch die begrenzte Geschwindigkeit der elektrochemischen Prozesse und Ladungstransportvorgänge in der Batterie für ihre sinkende Kapazität bei erhöhten Entladestrom verantwortlich. Herkömmliche Batterieprüfvorrichtungen basieren darauf, dass der Innenwiderstand der Batterie gemessen wird. Basierend auf dieser Messung kann ein Spannungswert berechnet werden, den die Batterie annehmen wird, wenn ein definiertes Entladeprofil bzw.

eine definierte Entladungsart angewandt wird. Als Entladungsarten kommen beispielsweise eine Entladung mit konstantem Strom, eine Entladung über konstanten Widerstand oder eine Entladung mit konstanter Leistung infrage.

- 5 Alternativ hierzu ist es möglich, mit dem gemessenen Innenwiderstand der Batterie einen Kaltstartstrom zu berechnen und einen Schwellwert festzulegen, bei welchem die Batterie ausgetauscht werden sollte. Als Beispiel hierzu könnte der Schwellwert bei 50% des nominellen Kaltstartstroms sein.
- 10 Unter Kaltstartstrom, häufig auch Kälteprüfstrom genannt, wird der maximale Strom verstanden, den eine Batterie bei einer Temperatur von -18°C für 30 Sekunden liefern kann, ehe die Batteriespannung zu niedrig ist. Nach der deutschen Industrienorm (DIN) wird eine vollgeladene 12V Batterie bei -18°C auf bis zu 6V entladen, sollte nach 30 Sekunden jedoch noch mindestens 9V haben und die
- 15 Grenze von 6V erst nach 150 Sekunden erreichen. Nach der amerikanischen Norm (SAE) soll eine vollgeladene Batterie bei -18°C nach 30 Sekunden des Entladens noch mindestens 7,2V haben. Bei der IEC (International Electrotechnical Commission) soll die Batterie bei -18°C nach 60 Sekunden noch 8,4V haben. Zu guter Letzt soll bei der europäischen Norm (EN) die Entladezeit nach einer Entladung
- 20 bei einer Schlussspannung von 7,5V minimal noch 10 Sekunden sein.

Die herkömmlichen Ansätze zum Abschätzen bzw. Vorhersagen einer entnehmbaren Kapazität einer Batterie basieren jedoch auf der Annahme, dass die Batterien in einem vollständig geladenen Zustand (vollgeladen) betrieben werden. Die

25 Randbedingung ist insbesondere bei Start-Stopp-Batterien in der Regel nicht mehr erreichbar, da diese Batterien in der Regel in einem teilgeladenen Zustand betrieben werden (typischerweise bei 70% bis 80%).

Darüber hinaus werden bei herkömmlichen Batterieprüfvorrichtungen nicht die

30 Degradation der Batterie berücksichtigt. Unter dem Begriff „Degradation“ ist die Abnahme der Kapazität einer Batterie mit der Zeit auch bei sachgemäßer Nutzung zu verstehen, wobei diese Kapazitätsabnahme aufgrund von chemischen Reaktionen (Alterung) stattfindet. Zum einen kommt es durch die Lade- und Entladevorgänge an den Elektroden einer Batterie zu (nur teilweise reversiblen) elektrochemischen Vorgängen, die eine vollständige Aufladung oder Entladung behindern.

35

Hierzu gehören bei Blei-Akkumulatoren die Sulfatierung, bei Batterien auf Nickel-technologie beispielsweise Batterieträgheitseffekte und bei Batterien auf Lithium-chemie Elektrodenalterung durch unumkehrbare Parasitäre chemische Reaktionen (kalendarische Lebensdauer).

5

Entsprechende Abnutzung des Akkumulators sind im Verlauf der Nutzung die Ladekapazität und damit auch die Energiedichte.

10 Durch den zunehmenden Trend der Verwendung von sogenannten Start-Stopp-Systemen bzw. Start-Stopp-Automatik, sind die oben diskutierten Nachteile bei bekannten Systemen zum Abschätzen der Batteriekapazität nicht mehr hinnehmbar. Dies liegt insbesondere daran, dass bei Start-Stopp-Systemen zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauches in Standphasen (z. B. bei einem Ampelstopp) der Motor im Stand unter bestimmten Bedingungen abschaltet und ihn wieder automatisch startet. Diese Start-Stopp-Systeme erfordern somit besondere Bedingungen an die Start-Stopp-Batterien.

20 Eine Start-Stopp-Batterie übernimmt fast die gleichen Aufgaben und Funktionen wie eine reguläre Autobatterie, muss aber noch deutlich mehr leisten, da die Start-Stopp-Automatik ein permanentes An- und Abschalten des Verbrennungsmotors verursacht, was der Batterie ein Höchstmaß an Leistung abverlangt. Von daher ist ersichtlich, dass für ein einwandfreies Funktionieren der Start-Stopp-Automatik eine hinreichend funktionsfähige Batterie verlangt.

25 Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optimiertes Diagnose und Analysetool anzugeben, um einen möglichen Batteriedefekt schnell und zuverlässig insbesondere auch für Start-Stopp-Batterien vorhersagen zu können.

30 Diese Aufgabe wird durch den Gegenstand des nebengeordneten Patentanspruchs 1 gelöst.

Demgemäß wird erfindungsgemäß insbesondere ein Verfahren zum Abschätzen eines Zustandes eines elektrischen Energiespeichersystems, insbesondere einer Kraftfahrzeug-Starterbatterie, angegeben, wobei hierzu zunächst ein Innenwiderstand und/oder eine Impedanz des Energiespeichersystems und/oder eine mit

35

dem Innenwiderstand oder der Impedanz des Energiespeichersystems koordinierende Größe ermittelt wird. Anschließend wird der ermittelte Innenwiderstand bzw. die ermittelte Impedanz des Energiespeichersystems im Hinblick auf eine verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems ausgewertet, und zwar unter Berücksichtigung einer alterungsbedingten Abnahme einer maximal verfügbaren Kapazität des Energiespeichersystems.

Unter dem hierin verwendeten Begriff „Innenwiderstand“ ist der Ausgangswiderstand oder Quellwiderstand zu verstehen, der den Ausgang des elektrischen Energiespeichersystems bei Belastungsänderung charakterisiert. Der Begriff „Impedanz“ bezeichnet den Wechselstromwiderstand des Energiespeichersystems, welcher ebenfalls mit dem Ausgang des elektrischen Energiespeichersystems bei Belastungsänderung koordiniert.

Gemäß Ausführungsformen ist es denkbar, wenn zum Ermitteln des Innenwiderstandes bzw. der Impedanz des Energiespeichersystems dieser/diese indirekt bestimmt wird, und zwar indem eine Ausgangsspannung des Energiespeichersystems im Leerlauf und anschließend mit einer vorab festgelegten oder festlegbaren bekannten und insbesondere wechselnden Last gemessen wird.

Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es denkbar, dass eine Ausgangsspannung des Energiespeichersystems im Leerlauf und ein Laststrom bei einer vorab festgelegten oder festlegbaren bekannten und insbesondere wechselnden Last gemessen werden.

Wenn beispielsweise das Energiespeichersystem mit der Leerlaufspannung $U_0=12\text{V}$ bei Anschluss eines $0,5\Omega$ -Widerstandes nur noch $U_K=10\text{V}$ abgibt, beträgt der innere Spannungsabfall 2V und folglich liegt der Innenwiderstand bei etwa $0,1\Omega$. Der Innenwiderstand kann sich als Funktion des Ladezustandes ändern und ist die Summe des Widerstandes der Bleiplatten (bei einer Starterbatterie), deren Grenzschichten und des Elektrolyten (Säurefüllung).

Gemäß einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Abschätzen eines Zustandes des elektrischen Energiespeichersystems wird zur Auswertung des ermittelten Innenwiderstandes ein Ladezustand des Energiespeichersystems

ermittelt. Der Ladezustand (englisch: state of charge, SoC) ist ein wichtiger Kennwert des Energiespeichersystems. Er wird üblicherweise in Prozentwerten angegeben, wobei 100% einen vollständig geladenen Akkumulator repräsentiert. Einhundert Prozent minus dem Wert des Ladezustandes ergibt den Entladungsgrad

(DoD). Zur Bestimmung des Ladezustandes des Energiespeichersystems können verschiedene Methoden verwendet werden, wobei hierbei als Beispiel chemische, spannungsabhängige, stromintegrative (Ladungsbilanzierung), druckabhängige Methoden sowie die Messung der Akkumulator-Impedanz genannt seien.

Gemäß Realisierungen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird zur Auswertung des ermittelten Innenwiderstandes ein Kennlinienfeld herangezogen, wobei das Kennlinienfeld mehrere Kennlinien in Abhängigkeit von einem dem Ladezustand des Energiespeichersystems indikativen Parameter, in Form mehrerer Kennlinien oder in einem dreidimensionalen Koordinatensystem darstellt.

Unter dem hierin verwendeten Begriff „Kennlinie“ ist insbesondere die grafische Darstellung von zwei voneinander abhängigen physikalischen Größen zu verstehen, die für den Zustand des elektrischen Energiespeichersystems kennzeichnend sind. Die Kennlinien werden als Linien in einem zweidimensionalen Koordinatensystem dargestellt.

Ein „Kennlinienfeld“ im Sinne der vorliegenden Offenbarung stellt mehrere Kennlinien in Abhängigkeit von weiteren Eingangsgrößen (Parameter) in Form mehrerer Kennlinien oder in einem dreidimensionalen Koordinatensystem dar. Die Kennlinien und Kennlinienfelder können durch mathematische Funktionen angenähert werden, um sie analytisch darstellen zu können. So können sie beispielsweise durch Interpolation und Regression aus Messwerten ermittelt werden.

Insbesondere sind die Kennlinien des Kennlinienfeldes vorab ermittelt, vorzugsweise indem für Mustersysteme, deren verbleibende Kapazität bekannt ist, und die sich im Hinblick auf deren verbleibende Kapazität unterscheiden, ein Verlauf des Innenwiderstandes bei verschiedenen Ladezuständen ermittelt wird.

Gemäß Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens stellen die Kennlinien des Kennlinienfeldes abgeschätzte, angenäherte und/oder berechnete Werte einer verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems bei unterschiedlichen

Werten des Innenwiderstandes und bei unterschiedlichen Ladezuständen des Energiespeichersystems dar.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht insbesondere ein reproduzierbares und genaues Abschätzen einer verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems. Damit ist es möglich, für vorab festlegbare Zeiten im Voraus sicher vorherzusagen, ob beispielsweise das Energiespeichersystem zuverlässig als Energiequelle für eine Start-Stopp-Funktion eines Fahrzeuges oder als Energiequelle für ein Start-Stopp-System zur Verfügung steht. Ein solches Start-Stopp-System ist ein automatisch arbeitendes System zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs in Standphasen (z. B. bei einem Ampelstopp) von Kraftfahrzeugen, somit besonders im Stadtverkehr.

Diese Vorhersage kann beispielsweise durch einen Vergleich der abgeschätzten verbleibenden Kapazität mit mindestens einem vorab festgelegten oder festlegbaren Schwellwert erfolgen.

Die Erfindung betrifft ferner ein System zum Ermitteln einer verbleibenden Kapazität eines insbesondere in Gestalt einer Kraftfahrzeug-Starterbatterie ausgeführten elektrischen Energiespeichersystems, wobei das System ausgebildet ist, anhand eines insbesondere statischen Innenwiderstandes des Energiespeichersystems und unter Berücksichtigung einer alterungsbedingten Abnahme einer maximal verfügbaren Kapazität des Energiespeichersystems die verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems zu ermitteln.

Vorzugsweise weist hierzu das System eine Auswerteeinheit auf, welche ausgebildet ist, um einen Innenwiderstand des Energiespeichersystems auszuwerten, wobei der Auswerteeinheit eine Speichereinheit zugeordnet ist, in welcher vorab abgeschätzte, angenäherte, berechnete oder andersartig vorab bestimmte Werte einer verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems bei unterschiedlichen Werten des Innenwiderstandes und bei unterschiedlichen Ladezuständen des Energiespeichersystems als Tabellenwerte und/oder als mindestens eine analytische Funktion gespeichert sind.

Der Innenwiderstand des Energiespeichersystems kann entweder von dem System (indirekt) ermittelt werden. Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es denkbar, wenn

das System eine Schnittstelle aufweist zum Eingeben eines ermittelten Innenwiderstandes des Energiespeichersystems.

Alternativ oder zusätzlich hierzu ist es denkbar, wenn das System eine Einheit zum Ermitteln eines Ladezustandes des Energiespeichersystems aufweist beziehungsweise wenn dem System eine entsprechende Einheit zum Ermitteln eines Ladezustandes des Energiespeichersystems zugeordnet ist. Auch hierbei ist es denkbar, wenn das System eine Schnittstelle aufweist zum Eingeben eines ermittelten Ladezustandes des Energiespeichersystems.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen eine exemplarische Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens näher beschrieben.

Es zeigen:

FIG. 1 ein Ablaufdiagramm einer exemplarischen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens; und

FIG. 2 ein Beispiel eines Kennlinienfeldes zum Abschätzen eines Zustandes eines elektrischen Energiespeichersystems.

Zur Zeit existieren Batterieprüfgeräte, welche vorhersagen, ob eine Batterie erfolgreich den Verbrennungsmotor eines Kraftfahrzeuges starten kann. Hierzu wird in der Regel der Innenwiderstand der Batterie oder dessen Leitwert ermittelt. Basierend hierauf kann eine Ausgangsspannung der Batterie berechnet werden, welche vorliegen wird, wenn ein bestimmtes Stromprofil angewandt wird.

Gemäß einem anderen Ansatz wird mit dem ermittelten Innenwiderstand der Batterie ein Kaltstartstrom (Englisch: cold crank current - CCA) berechnet und es wird ein Schwellwert festgelegt, bei dessen Unterschreitung die Batterie als nicht mehr ausreichend zum Starten des Verbrennungsmotors angesehen wird. Dieser Schwellwert kann beispielsweise bei 50% des nominellen Kaltstartstroms liegen.

Unter den hierin verwendeten Begriff „Kaltstartstrom“ wird der maximale Strom verstanden, den ein Akku oder eine Batterie bei einer Temperatur von -18°C für 30 Sekunden liefern kann, ehe die Batteriespannung zu niedrig ist.

- 5 Diese bisher angewandten Ansätze durch Vorhersage des Leistungsvermögens einer Batterie gehen grundsätzlich von einem 100%igen Ladezustand der Batterie aus (SoC=100%). Mit anderen Worten, bei den bisher verwendeten Ansätzen zum Vorhersagen des Leistungsvermögens einer Batterie wird grundsätzlich von einem vollständig geladenen Akkumulator ausgegangen. Hierbei wird jedoch nicht be-
10 rücksichtigt, dass die maximal verfügbare Kapazität der Batterie alterungsbedingt abnimmt.

Andererseits ist es aufgrund der stetigen Zunahme der Start-Stopp-Technologie notwendig, besonders zuverlässig den Zustand eines elektrischen Energiespei-
15 chersystems abschätzen zu können. Hierbei ist aber zu berücksichtigen, dass sogenannte Start-Stopp-Batterien in der Regel nicht in einem vollständig geladenen Zustand betrieben werden. Vielmehr liegt der Ladezustand in der Regel nicht höher als 70% bis 80%. Von daher ist es notwendig, sicherzustellen, dass die Batterie diesen teilgeladenen Zustand (partial state of charge - PSoC) möglichst stabil
20 hält, wobei ferner dieser teilgeladene Zustand auch bei dem Abschätzen der verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems berücksichtigt wird. Aufgrund der alterungsbedingten Abnahme der maximal verfügbaren Kapazität tritt jedoch eine Abweichung zwischen dem Ladezustand der Batterie einerseits und der verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems andererseits auf.

25 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren soll der Zustand des elektrischen Energiespeichersystems und insbesondere die verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems zuverlässiger vorhergesagt werden können.

- 30 FIG. 1 ist schematisch ein Ablaufdiagramm einer exemplarischen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. In einem ersten Schritt (Schritt S1) wird der Innenwiderstand des Energiespeichersystems in herkömmlicher Weise ermittelt. Anschließend (Schritt S2) wird der Ladezustand des Energiespeichersystems ermittelt, wobei hierzu beispielsweise die Impedanz des Energiespeichersystems gemessen wird.
35

In dem dann folgenden Verfahrensschritt (Schritt S3) werden der ermittelte Innenwiderstand sowie der ermittelte Ladezustand des Energiespeichersystems mit Hilfe eines Kennlinienfeldes ausgewertet, und zwar im Hinblick auf eine verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems. Anschließend wird die abgeschätzte verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems ausgegeben (Schritt S4).

Alternativ oder zusätzlich hierzu wird eine verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems abgeschätzt und die abgeschätzte verbleibende Kapazität mit mindestens einem vorab festgelegten oder festlegbaren Schwellwert verglichen, wobei das Ergebnis dieses Vergleiches eine Aussage liefert, wie lange noch und inwiefern, d.h. in welchem Umfang das Energiespeichersystem zuverlässig als Energiequelle für ein Start-Stopp-System zur Verfügung steht (Schritt S5).

In FIG. 2 ist ein exemplarisches Kennlinienfeld für die Auswertung der verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems in Abhängigkeit von dem ermittelten Innenwiderstand (Ordinatenachse) einerseits und in Abhängigkeit von dem ermittelten Ladezustand des Energiespeichersystems (Abszissenachse) andererseits dargestellt.

Im Einzelnen zeigt die untere Kennlinie des in FIG. 2 gezeigten Kennlinienfeldes eine verbleibende Kapazität von 100% des Energiespeichersystems an. Diese Kennlinie repräsentiert eine neue (fabrikneue) Batterie.

Weitere Kennlinien für eine bleibende Kapazität von 80%, eine verbleibende Kapazität für 70% sowie für eine verbleibende Kapazität von 60% sind ebenfalls in dem Kennlinienfeld gemäß FIG. 2 dargestellt.

Die Kennlinien des Kennlinienfeldes sind zuvor anhand Muster-Batterien aufgenommen, deren verbleibende Kapazität bekannt sind.

Die Erfindung ist nicht auf das in den Zeichnungen exemplarisch dargestellte Verfahren beschränkt, sondern ergibt sich aus einer Zusammenschau sämtlicher hierin offenbarer Merkmale.

Patentansprüche

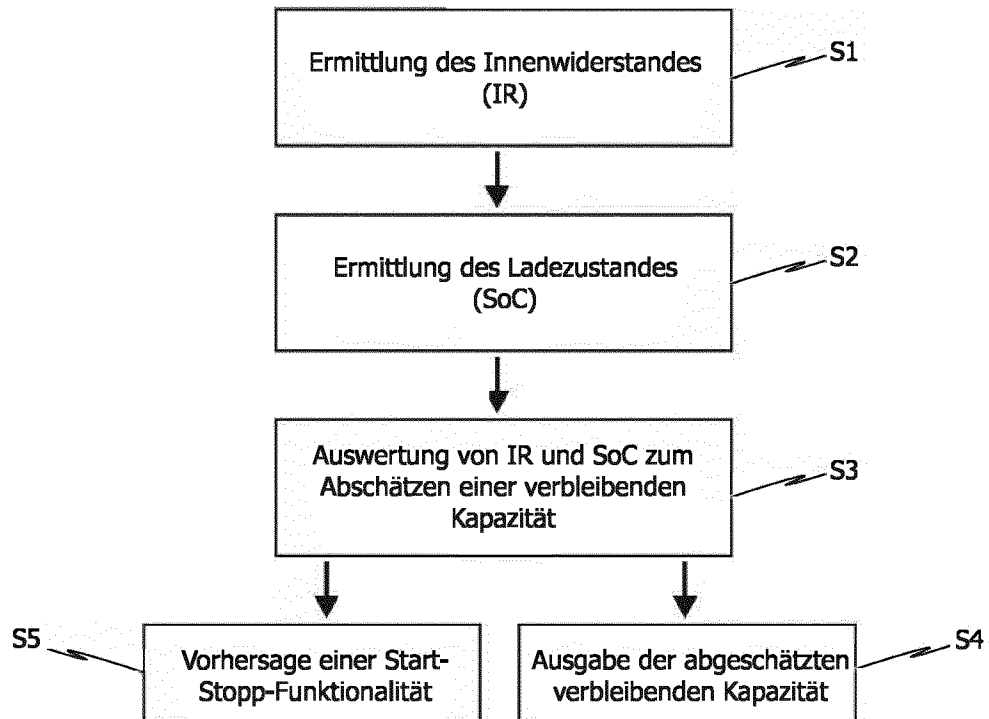
1. Verfahren zum Abschätzen eines Zustandes eines elektrischen Energiespeichersystems, insbesondere einer Kraftfahrzeug-Starterbatterie, wobei hierzu ein Innenwiderstand und/oder eine Impedanz des Energiespeichersystems und/oder eine mit dem Innenwiderstand oder der Impedanz des Energiespeichersystems koordinierende Größe ermittelt und unter Berücksichtigung einer alterungsbedingten Abnahme einer maximal verfügbaren Kapazität des Energiespeichersystems im Hinblick auf eine verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems ausgewertet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zum Ermitteln des Innenwiderstandes und/oder der Impedanz des Energiespeichersystems dieser bzw. diese indirekt bestimmt wird, und zwar indem eine Ausgangsspannung des Energiespeichersystems im Leerlauf und anschließend mit einer vorab festgelegten oder festlegbaren bekannten und insbesondere wechselnden Last gemessen wird, und/oder indem eine Ausgangsspannung des Energiespeichersystems im Leerlauf und ein Laststrom bei einer vorab festgelegten oder festlegbaren bekannten und insbesondere wechselnden Last gemessen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1,
wobei zum Ermitteln des Innenwiderstandes und/oder der Impedanz des Energiespeichersystems dieser bzw. diese indirekt über eine Leitwertmessung des Energiespeichersystems bestimmt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
wobei zur Auswertung des ermittelten Innenwiderstandes bzw. der ermittelten Impedanz ein Ladezustand des Energiespeichersystems ermittelt wird, vorzugsweise mit einer chemischen, spannungsabhängigen, stromintegrativen bzw. ladungsbilanzierenden und/oder durchabhängigen Methode und/oder durch Messung einer Impedanz des Energiespeichersystems.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei zur Auswertung des ermittelten Innenwiderstandes und/oder der ermittelten Impedanz ein Kennlinienfeld herangezogen wird, wobei das Kennlinienfeld mehrere Kennlinien in Abhängigkeit von einem den Ladezustand des Energiespeichersystems indikativen Parameter, in Form mehrerer Kennlinien oder in einem dreidimensionalen Koordinatensystem darstellt.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
wobei jede Kennlinie des Kennlinienfeldes einer verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems bei einem ermittelten Innenwiderstand und einem den Ladezustand des Energiespeichersystems indikativen Parameter entspricht.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6,
wobei die Kennlinien des Kennlinienfeldes vorab ermittelt wurden, vorzugsweise indem für Mustersysteme, deren verbleibende Kapazität bekannt ist, und die sich im Hinblick auf deren verbleibende Kapazität unterscheiden, ein Verlauf des Innenwiderstandes bei verschiedenen Ladezuständen ermittelt wird.

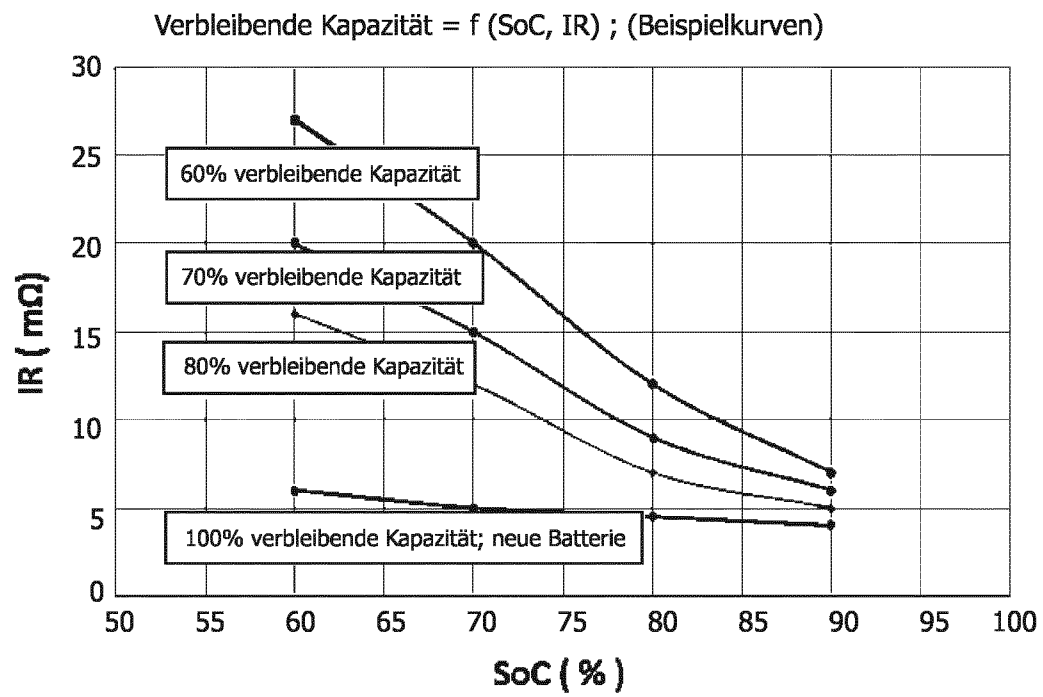
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die Kennlinien des Kennlinienfeldes abgeschätzte, angenäherte und/oder berechnete Werte einer verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems bei unterschiedlichen Werten des Innenwiderstandes und/oder der Impedanz und bei unterschiedlichen Ladezuständen des Energiespeichersystems darstellen.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei die Kennlinien des Kennlinienfeldes zumindest teil- bzw. bereichsweise durch mathematische Funktionen dargestellt oder angenähert sind; und/oder wobei die Kennlinien des Kennlinienfeldes als Tabellenwerte oder als mindestens eine analytische Funktion gespeichert sind.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Verfahren ferner den Schritt des Abschätzens einer verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems und den Schritt des Vergleichens der abgeschätzten verbleibenden Kapazität mit mindestens einem vorab festgelegten oder festlegbaren Schwellwert aufweist, wobei der mindestens eine Schwellwert so gewählt ist, dass durch den Vergleich mit der abgeschätzten verbleibenden Kapazität eine über das Energiespeichersystem mit elektrischer Energie versorgte Start-Stopp-Funktion vorhersagbar ist.
11. System zum Ermitteln einer verbleibenden Kapazität eines insbesondere in Gestalt einer Kraftfahrzeug-Starterbatterie ausgeführten elektrischen Energiespeichersystems, wobei das System ausgebildet ist, anhand eines Innenwiderstandes und/oder einer Impedanz des Energiespeichersystems und/oder einer mit dem Innenwiderstand oder der Impedanz des Energiespeichersystems koordinierenden Größe und unter Berücksichtigung einer alterungsbedingten Abnahme einer maximal verfügbaren Kapazität des Energiespeichersystems die verbleibende Kapazität des Energiespeichersystems zu ermitteln.

12. System nach Anspruch 11,
wobei das System eine Auswerteeinheit aufweist, zum Auswerten eines Innenwiderstandes des Energiespeichersystems, wobei der Auswerteeinheit eine Speichereinheit zugeordnet ist, in welcher vorab abgeschätzte, angenäherte, berechnete oder andersartig vorab bestimmte Werte einer verbleibenden Kapazität des Energiespeichersystems bei unterschiedlichen Werten des Innenwiderstandes und bei unterschiedlichen Ladezuständen des Energiespeichersystems als Tabellenwerte und/oder als mindestens eine analytische Funktion gespeichert sind.
13. System nach Anspruch 11 oder 12,
wobei dem System eine Einheit zum Ermitteln eines Innenwiderstandes des Energiespeichersystems zugeordnet ist, und/oder wobei das System eine Schnittstelle zum Eingeben eines ermittelten Innenwiderstandes des Energiespeichersystems aufweist.
14. System nach einem der Ansprüche 11 bis 13,
wobei dem System eine Einheit zum Ermitteln eines Ladezustandes des Energiespeichersystems zugeordnet ist, und/oder, wobei das System eine Schnittstelle zum Eingeben eines ermittelten Ladezustandes des Energiespeichersystems aufweist.
15. System nach einem der 11 bis 14,
wobei das System als Batterietestsystem insbesondere für eine als Start-Stopp-Batterie ausgeführte Batterie ausgebildet ist.

1 / 2

**FIG. 1**

2 / 2

FIG. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/065813

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01R 31/367**(2019.01)i; **G01R 31/388**(2019.01)i; **G01R 31/389**(2019.01)i; **G01R 31/36**(2019.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1505401 A1 (SONY CORP [JP]) 09 February 2005 (2005-02-09) figures 28,29 paragraph [0081] - paragraph [0098]	1-15
X	JP 4110639 B2 (DENSO CORP) 02 July 2008 (2008-07-02) abstract paragraph [0026] - paragraph [0039] paragraphs [0002], [0008], [0009]	1,11,12

☐ 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

09 September 2019

Date of mailing of the international search report

18 September 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Sedlmaier, Stefan

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/065813

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	1505401	A1	09 February 2005	CN	1541337	A	27 October 2004
				CN	101046505	A	03 October 2007
				EP	1505401	A1	09 February 2005
				JP	4061965	B2	19 March 2008
				JP	2003329744	A	19 November 2003
				KR	20050007283	A	17 January 2005
				TW	I250296	B	01 March 2006
				US	2004160224	A1	19 August 2004
				WO	03096040	A1	20 November 2003
JP	4110639	B2	02 July 2008	JP	4110639	B2	02 July 2008
				JP	2000147075	A	26 May 2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01R31/367 G01R31/388 G01R31/389 G01R31/36 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01R		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 505 401 A1 (SONY CORP [JP]) 9. Februar 2005 (2005-02-09) Abbildungen 28,29 Absatz [0081] - Absatz [0098] -----	1-15
X	JP 4 110639 B2 (DENSO CORP) 2. Juli 2008 (2008-07-02) Zusammenfassung Absatz [0026] - Absatz [0039] Absätze [0002], [0008], [0009] -----	1,11,12
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
9. September 2019		18/09/2019
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 Sedlmaier, Stefan

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/065813

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1505401	A1	09-02-2005	CN 1541337 A 27-10-2004
			CN 101046505 A 03-10-2007
			EP 1505401 A1 09-02-2005
			JP 4061965 B2 19-03-2008
			JP 2003329744 A 19-11-2003
			KR 20050007283 A 17-01-2005
			TW I250296 B 01-03-2006
			US 2004160224 A1 19-08-2004
			WO 03096040 A1 20-11-2003

JP 4110639	B2	02-07-2008	JP 4110639 B2 02-07-2008
			JP 2000147075 A 26-05-2000
