

(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
28. Februar 2019 (28.02.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/037892 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 11/18 (2006.01) *H02J 7/00* (2006.01)
G01R 31/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/025204

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juli 2018 (25.07.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2017 008 013.5
25. August 2017 (25.08.2017) DE

(71) Anmelder: SEW-EURODRIVE GMBH & CO. KG
[DE/DE]; Ernst-Blickle-Str. 42, 76646 Bruchsal (DE).

(72) Erfinder: SCHMIDT, Josef; Erfurter Straße 8, 76676 Graben-Neudorf (DE). ZÖLLER, Thomas; Kraichgaustraße 46, 76646 Bruchsal (DE). SCHÄFER, Jens; Hölderlinweg 7, 76676 Graben-Neudorf (DE). SCHUMANN, Christian; Am Fischmal 5, 76774 Leimersheim (DE). HAUCK, Matthias; Sauerbruchstr. 55, 68723 Schwetzingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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.

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING STATE OF CHARGE OF AN ENERGY STORAGE CELL AND ENERGY STORAGE SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES LADEZUSTANDES EINER ENERGIESPEICHERZELLE UND ENERGIESPEICHERSYSTEM

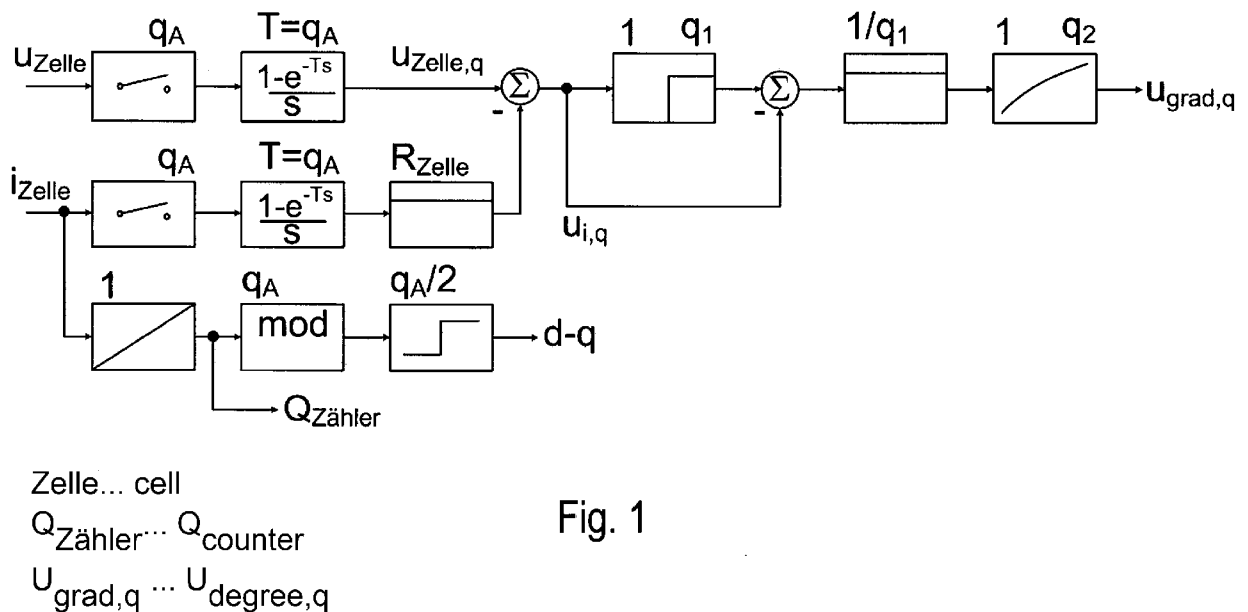


Fig. 1

(57) Abstract: Method for determining the state of charge of an energy storage cell, in particular of an electrochemical energy store, in particular wherein the voltage which is applied to the energy storage cell and the current of the energy storage cell, in particular the current which is supplied or taken up by the energy storage cell, are registered, wherein in a first method step a value table, in particular characteristic curve diagram, is produced, which characteristic curve diagram assigns a state of charge to an inner cell voltage and to a charge-related voltage gradient, wherein after this in a second method step a state of charge is assigned by means of the value table, in particular characteristic curve diagram, on the basis of the respectively currently determined inner cell voltage and the respectively currently determined charge-related voltage gradient.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer Energiespeicherzelle, insbesondere eines elektrochemischen Energiespeichers, insbesondere wobei die an der Energiespeicherzelle anliegende Spannung und der Strom der Energiespeicher-

(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)

zelle, insbesondere der von der Energiespeicherzelle gelieferte oder aufgenommene Strom, erfasst werden, wobei in einem ersten Verfahrensschritt eine Wertetabelle, insbesondere Kennlinienfeld, erstellt wird, welches einer inneren Zellspannung und einem ladungsbezogenen Spannungsgradienten einen Ladezustand zuordnet, wobei danach in einem zweiten Verfahrensschritt aus der jeweils aktuell bestimmten inneren Zellspannung und dem jeweils aktuell bestimmten ladungsbezogenen Spannungsgradienten ein Ladezustand mittels der Wertetabelle, insbesondere Kennlinienfeld, zugeordnet wird.

Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer Energiespeicherzelle und Energiespeichersystem

Beschreibung:

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer Energiespeicherzelle und ein Energiespeichersystem.

10

Als Energiespeicherzellen sind beispielsweise Akkumulatoren bekannt. Allerdings ist insbesondere bei nicht vollständigen Entladungen und Aufladungen der Ladezustand nicht in ausreichender Qualität bestimmbar.

15

Aus der DE 10 2012 200 414 A1 ist als nächstkommender Stand der Technik ein Verfahren zur Bestimmung eines Ladezustandes eines elektrischen Energiespeichers bekannt.

20

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine einfache und sichere Bestimmung des Ladezustands einer Energiespeicherzelle weiterzubilden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe bei dem Verfahren nach den in Anspruch 1 und bei dem Energiespeichersystem nach den in Anspruch 13 angegebenen Merkmalen gelöst.

25

Wichtige Merkmale der Erfindung bei dem Verfahren sind, dass das Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer Energiespeicherzelle, insbesondere eines elektrochemischen Energiespeichers vorgesehen ist,

30

insbesondere wobei die an der Energiespeicherzelle anliegende Spannung und der Strom der Energiespeicherzelle, insbesondere der von der Energiespeicherzelle gelieferte oder aufgenommene Strom, erfasst werden,

wobei in einem ersten Verfahrensschritt eine Wertetabelle, insbesondere Kennlinienfeld, erstellt wird, welches einer inneren Zellspannung und einem ladungsbezogenen Spannungsgradienten einen Ladezustand zuordnet,

wobei danach in einem zweiten Verfahrensschritt aus der jeweils aktuell bestimmten inneren Zellspannung und dem jeweils aktuell bestimmtem ladungsbezogenen Spannungsgradienten ein Ladezustand mittels der Wertetabelle, insbesondere Kennlinienfeld, zugeordnet wird.

5

Von Vorteil ist dabei, dass durch die Bestimmung der inneren Zellenspannung und des ladungsbezogenen Spannungsgradienten der Ladezustand schnell und einfach, nämlich mittels Wertetabellen bestimmbar ist. Somit ist nur der Stromverlauf zu erfassen und die jeweils aktuelle Spannung. Somit ist ein geringer Aufwand notwendig. Selbst wenn die Auflade- und Entladezyklen im Normalbetrieb, also im zweiten Verfahrensschritt keine vollständigen Aufladungen oder Entladungen beinhalten, ist eine genaue Bestimmung des Ladezustands in einfacher Weise ermöglicht.

10

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung werden die erfassten Werte des Stromes der Zelle einem Integrierglied zugeführt, aus dessen **Ausgangssignal Zähler ein ladungsdiskretes Abtastsignal d_q** erzeugt wird, insbesondere mittels eines einen Modulwert bestimmenden Rechnerglieds und/oder insbesondere wobei die Diskretisierung q_a beträgt. Von Vorteil ist dabei, dass in einfacher Weise ein Taktsignal für die Berechnungsglieder zur Verfügung stellbar ist. Im Unterschied zu dem sonst üblichen zeitlichen Taktsignal wird nur dann ein jeweiliger Takt, also Flankenwechsel des Taktsignals, erzeugt, wenn mittels Stromentnahme oder Stromzuführung die Ladung sich um einen Mindestwert ändert.

15

20

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird vom ladungsdiskreten Abtastsignal gesteuert der Wert der an der Zelle anliegenden Spannung erfasst und einem ersten Halteglied zugeführt, von dessen Ausgangssignal das Ausgangssignal eines Proportionalglieds subtrahiert wird **zur Bestimmung der inneren Zellspannung $u_{i,q}$** ,

25

wobei vom ladungsdiskreten Abtastsignal gesteuert der Wert des Stromes der Zelle, insbesondere der Wert des von der Energiespeicherzelle gelieferten oder aufgenommenen Stromes, erfasst wird und einem zweiten Halteglied zugeführt wird, dessen Ausgangssignal dem Proportionalglied als Eingangssignal zugeführt wird,

30

insbesondere wobei der Proportionalwert des Proportionalgliedes ein den Innenwiderstand der Zelle darstellender Parameter ist. Von Vorteil ist dabei, dass eine einfache Bestimmung der inneren Zellspannung ermöglicht ist.

- 5 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird der Wert der inneren Zellspannung $u_{i,q}$ als Eingangssignal einem vom ladungsdiskreten Abtastsignal gesteuerten Totzeitglied zugeführt, dessen Totzeit ein Ladungsänderungsbetrag q_1 ist,

- 10 wobei dem Ausgangssignal des Totzeitglieds der jeweils Wert der inneren Zellspannung $u_{i,q}$ subtrahiert wird und die so gebildete Differenz einem weiteren Proportionalglied als Eingangssignal zugeführt wird, wobei das Ausgangssignal des Proportionalglieds einem Verzögerungsglied, insbesondere einem Verzögerungsglied erster Ordnung, zugeführt wird, dessen Ausgangssignal den **ladungsbezogenen Spannungsgradienten $u_{grad,q}$** darstellt,

- 15 insbesondere wobei der Proportionalwert des weiteren Proportionalglieds der Kehrwert des Ladungsänderungsbetrags q_1 ist,

- 20 insbesondere so dass der dem Totzeitglied zugeführte Wert der inneren Zellspannung $u_{i,q}$ erst bei einer Änderung des Ausgangssignal $Q_Zähler$ des Integrierglieds um mindestens den Ladungsänderungsbetrag q_1 als Ausgangssignal weitergeleitet wird,

- 25 wobei der Ladungsänderungsbetrag q_1 größer als die Diskretisierung q_a ist, insbesondere aber mindestens hundertmal kleiner als die Nennladekapazität der Zelle. Von Vorteil ist dabei, dass eine ladungsbezogene partielle Differenzierung ausgeführt wird, so dass eine physikalische Größe einfach bestimmbar ist, welche zusammen mit der inneren Zellspannung charakteristisch ist für den Ladezustand der Zelle.

- 30 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung sind das erste und zweite Halteglied vom ladungsdiskreten Abtastsignal gesteuert, so dass der jeweils gehaltene Wert jeweils gehalten wird, bis das Ausgangssignal $Q_Zähler$ des Integrierglieds sich um mindestens eine Diskretisierungsstufe ändert. Von Vorteil ist dabei, dass nur bei Änderung des Ladezustands ein neuer Wert gehalten wird. Die Haltglieder arbeiten also nicht zeitgetaktet sondern vom ladungsbezogenen Abtastsignal getaktet. Wenn also der Zelle eine lange Zeit kein Strom entnommen oder zugeführt wird, wird der Wert entsprechend gehalten.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird die erfassten Werte des Stromes der Zelle integriert und aus dem **Ausgangssignal Q_Zähler**, also dem Integrationsergebnis, ein Taktsignal, also **ein ladungsdiskretes Abtastsignal d_q** erzeugt. Von Vorteil ist dabei, dass die Bestimmung durch die Ladezustandsänderung getaktet ist. Somit bleibt der Ladungswert konstant, wenn der Zelle kein Strom zugeführt oder entnommen wird.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung stellt **die innere Zellspannung u_{i,q}** als Differenz zwischen der erfassten Spannung und dem Produkt aus einem Parameter, welcher den Innenwiderstand der Zelle dar, und dem Wert des erfassten Stroms bestimmt. Von Vorteil ist dabei, dass eine einfache Bestimmung der inneren Zellspannung ausführbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird **der ladungsbezogene Spannungsgradient u_{grad,q}** durch partielle Differentiation des Werteverlaufs der inneren Zellspannung u_{i,q} gebildet. Von Vorteil ist dabei, dass der Spannungsgradient einfach bestimmbar ist, mit dem Spannungsgradient der Ladezustand einfach bestimmbar ist und der Spannungsgradient sich nur ändert bei Änderung des Ladezustands, also Stromentnahme oder Stromzufuhr.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird im ersten Verfahrensschritt die Zelle ausgehend von verschiedenen Anfangsladezuständen jeweils entladen und dabei werden zu jedem Ladewert die innere Zellspannung und der ladungsbezogenen Spannungsgradient bestimmt,

insbesondere so dass jeweilige Dreiertupel bestimmt werden, wobei jedes Dreiertupel einen Ladewert, einen Wert der inneren Zellspannung und einen Wert des ladungsbezogenen Spannungsgradienten aufweist,

insbesondere wobei der Ladewert bestimmt wird, indem vom Anfangsladezustand das Ausgangssignal Q_Zähler subtrahiert wird. Von Vorteil ist dabei, dass eine einfache Bestimmung eines Kennlinienfeldes ausführbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung werden die Dreiertupel abhängig von ihrem Wert der inneren Zellspannung in Spannungsintervalle sortiert und nach dem Sortieren für jedes Spannungsintervall eine Interpolationsfunktion bestimmt, welche einem Wert des ladungsbezogenen Spannungsgradienten einen Ladungswert zuordnet. Von Vorteil ist dabei,

dass mittels der Sortierung in Spannungsintervalle eine Diskretisierung in einfacher Weise ausführbar ist. Außerdem ist durch die Intervallbreite die Genauigkeit vorgebbar.

- Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung wird mittels zweidimensionaler Interpolation eine
- 5 Interpolationsfunktion bestimmt, welche einem Wertepaar, bestehend aus einem Wert des ladungsbezogenen Spannungsgradienten und einem Wert der inneren Zellspannung, einen Ladungswert zuordnet. Von Vorteil ist dabei, dass eine einfache Bestimmung ermöglicht wird, da nur zwei Werte jeden Ladungswert bestimmbar machen.
- 10 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung werden nach dem Bestimmen der jeweiligen Interpolationsfunktion Stützpunkte der Interpolationsfunktion bestimmt, so dass aus den Stützpunkten eine Wertetabelle gebildet ist. Von Vorteil ist dabei, dass Speicherplatz einsparbar ist.
- 15 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung werden im zweiten Verfahrensschritt Zwischenwerte durch Interpolation, insbesondere lineare Interpolation, bestimmt. Von Vorteil ist dabei, dass Zwischenwerte in einfacher Weise und mit genügender Genauigkeit errechenbar sind. Denn je mehr Zwischenwerte verwendet werden, desto höher ist die Genauigkeit bei der Bestimmung.
- 20 Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung werden die Dreiertupel abhängig von ihrem Ladungswert in verschiedene Gruppen einsortiert, wobei jeder Gruppe ein jeweiliger Bereich von Ladungswerten zugeordnet ist,
- wobei die Bereiche einander nicht überlappen,
- 25 wobei für jede Gruppe eine Interpolation ausgeführt wird, daraus Stützpunkte bestimmt werden und somit eine jeweilige Wertetabelle für jede Gruppe bestimmt wird,
- wobei im zweiten Verfahrensschritt die zur Bestimmung des Ladezustand auszuwählende
- 30 Wertetabelle nach einem Entscheidungskriterium ausgewählt wird. Von Vorteil ist dabei, dass aus den mit den verschiedenen Wertetabellen bestimmten, verschiedenen Ladezustandswerten der am besten passende auswählbar ist.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung ist das Entscheidungskriterium, ob die aktuell bestimmte innere Zellspannung $u_{i,q}$ unter einem vorgegebenen Schwellwert liegt, insbesondere bei welchem unabhängig vom Ladezustand eine eindeutige Zuordnung zwischen dem Spannungsgradienten $U_{\text{grad},q}$ und dem Ladungszustand Q_{ist} besteht,

5

- oder das Entscheidungskriterium ist, dass mit allen Wertetabellen Ladewerte bestimmt werden und beim Auswählen des Ladewerts als aktuellen Ladungszustand das Entscheidungskriterium ist, die betragsmäßig kleinste Abweichung zwischen dem aktuellen Schätzwert $Q_{\text{Schätzer}}$ und dem jeweiligen Interpolationswert,

10

- oder das Entscheidungskriterium ist, ob die Abweichung zwischen dem aktuellen Schätzwert $Q_{\text{Schätzer}}$ und den Interpolationswerten einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, wobei in diesem Fall die Summe aus Stützwert $Q_{\text{Stützung}}$ und $Q_{\text{Zähler}}$ ausgegeben wird.

15

Von Vorteil ist dabei, dass einfache Entscheidungskriterien vorgebbar sind.

Wichtige Merkmale bei dem Energiespeichersystem sind, dass das Energiespeichersystem eine Energiespeicherzelle und eine Signalelektronik mit einem Mittel zur Erfassung der an der Zelle anliegenden Spannung und zur Erfassung des Stromes der Zelle aufweist,

20

wobei die Signalelektronik geeignet ausgeführt ist zur Durchführung des vorbeschriebenen Verfahrens.

- 25 Von Vorteil ist dabei, dass mit denselben Vorrichtungsartigen Mitteln einerseits die Kennlinienfelder, also Wertetabellen, bestimmbar sind und andererseits im Normalbetrieb die Bestimmung des Ladezustandes unter Verwendung der Wertetabellen ausführbar ist.

- 30 Weitere Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen. Die Erfindung ist nicht auf die Merkmalskombination der Ansprüche beschränkt. Für den Fachmann ergeben sich weitere sinnvolle Kombinationsmöglichkeiten von Ansprüchen und/oder einzelnen Anspruchsmerkmalen und/oder Merkmalen der Beschreibung und/oder der Figuren, insbesondere aus der Aufgabenstellung und/oder der sich durch Vergleich mit dem Stand der Technik stellenden Aufgabe.

Die Erfindung wird nun anhand von schematischen Abbildungen näher erläutert:

5 In der Figur 1 ist die Bestimmung eines ladungsdiskreten Abtastsignals und eines Spannungsgradienten einer erfindungsgemäßen Energiespeicherzelle dargestellt.

In der Figur 2 ist die Bestimmung einer Wertetabelle gezeigt, welche die Ladung als Funktion des Spannungsgradienten beinhaltet.

10 In der Figur 3 ist die Bestimmung einer Wertetabelle gezeigt, welche die Ladung als Funktion des Spannungsgradienten und der inneren Zellenspannung beinhaltet.

In der Figur 4 ist im Unterschied zur Figur 3 ein zweidimensionales Interpolationsverfahren bei der Bestimmung verwendet.

15 In der Figur 5 ist ein Verfahren zur Bestimmung des geschätzten Ladezustandes der Zelle schematisch skizziert, wobei Figur 4 verwendet wird.

In der Figur 6 ist ein im Vergleich zu Figur 4 verbessertes Verfahren dargestellt.

20 In der Figur 7 ist ein Verfahren zur Bestimmung des geschätzten Ladezustandes der Zelle schematisch skizziert, wobei Figur 6 verwendet wird.

25 Wie in den Figuren dargestellt wird erfindungsgemäß der Ladezustand einer Energiespeicherzelle abgeschätzt. Die erfindungsgemäße Energiespeicherzelle ist beispielsweise als Batterie, Akkumulator oder anderer elektrochemischer Energiespeicher ausgeführt.

30 Das erfindungsgemäße Verfahren weist zunächst Verfahrensschritte auf, welche zur Bestimmung einer Wertetabelle dienen. In nachfolgenden Verfahrensschritten wird mit Hilfe dieser so bestimmten Wertetabelle der Ladungszustand geschätzt.

Für die Wertetabellen und für das erfindungsgemäße Verfahren ist der Spannungsgradient $U_{\text{grad},q}$ wesentlich. Denn abhängig vom Ladezustand liegt einerseits eine innere

Zellenspannung vor und andererseits nimmt diese innere Zellenspannung bei abnehmender Ladung ab. Die spezifische Spannungsänderung bei abnehmender Ladung, insbesondere also der Quotient aus Spannungsdifferenz und Ladungsdifferenz zwischen zwei wenig unterschiedlichen Ladungszuständen wird als Spannungsgradient bezeichnet.

5

Zur Bestimmung der inneren Zellenspannung $U_{i,q}$ ist der Innenwiderstand R_{Zelle} zu berücksichtigen. Somit wird die inneren Zellenspannung $U_{i,q}$ aus der an der Zelle erfassten Spannung U_i bestimmt, indem das Produkt aus dem Innenwiderstand R_{Zelle} und dem erfassten Wert des Stromes der Zelle abgezogen wird von dem Wert der an der Zelle erfassten Spannung U_i .

10

Wie in Figur 1 schematisch dargestellt, wird das gesamte Verfahren der Bestimmung in Abhängigkeit von dem ladungsdiskreten Abtastsignals ausgeführt, also nicht zeitgesteuert sondern abhängig von der Ladungszustandsänderung.

15

Zur Bestimmung des ladungsdiskreten Abtastsignals wird der erfasste Stromwert einem zeitlichen Integrierglied zugeführt, dessen Ausgangssignal $Q_{\text{Zähler}}$ im Wesentlichen dem zeitlichen Integralwert des erfassten Stromwerteverlaufs entspricht.

20

Aus diesem Ausgangssignal des Integrierglieds wird das ladungsdiskrete Abtastsignal bestimmt. Hierzu wird das Ausgangssignal des Integrierglieds einem Modulo-Wert bildenden Glied zugeführt, dessen Ausgangssignal als das ladungsdiskrete Abtastsignal entspricht.

25

Dieses Signal wird verwendet, um ein Abtastglied anzusteuern, mit dessen Hilfe der an der Zelle erfasste Wert der Spannung U_i einem Halteglied zugeführt wird, dessen Ausgangssignal die Zellenspannung $U_{\text{Zelle},q}$ ist. Somit wird bei jeder diskreten Änderung des Ladezustands $Q_{\text{Zähler}}$ das Abtastglied angesteuert, um den aktuell erfassten Wert der Spannung dem Halteglied zuzuführen

30

Ebenso wird bei jeder diskreten Änderung des Ladezustands $Q_{\text{Zähler}}$ ein weiteres Abtastglied angesteuert, um den aktuell erfassten Wert des Stromes einem weiteren Halteglied zuzuführen, dessen Ausgangssignal mit dem Wert R_{Zelle} des Innenwiderstands der Zelle multipliziert wird und das Ergebnis subtrahiert wird vom obengenannten Ausgangssignal die Zellenspannung $U_{\text{Zelle},q}$. Der so bestimmte Wert der inneren

Zellenspannung $u_{i,q}$ wird einem Totzeitglied zugeführt, wobei als Zeit wiederum das ladungsdiskrete Abtastsignal verwendet wird. Die Diskretisierung dieses Abtastsignals ist mit q_a bezeichnet. Das Totzeitglied weist die Totzeit q_1 auf, welche größer ist als q_a und zumindest hundertmal kleiner als der Nennwert q_N der Ladung der Zelle. Die Totzeit q_1 ist
5 also auch ein ladungsbezogener Wert.

Vom Ausgangssignal des Totzeitglieds wird der aktuelle Wert der inneren Zellenspannung $u_{i,q}$ subtrahiert und die so bestimmte Differenz dividiert durch den Wert der Totzeit q_1 , so dass auf diese Weise der Wert des Spannungsgradienten $U_{grad,q}$ bestimmt ist.

Der Spannungsgradient $U_{grad,q}$ ist also ein Maß für die Größe des Spannungsabfalls bezogen auf die umgesetzte, insbesondere gespeicherte, Ladungsmenge.

Zur Bestimmung eines Kennlinienfelds, also zur Bestimmung einer Wertetabelle, welche
15 jedem Wertepaar, bestehend aus $U_{grad,q}$ und $u_{i,q}$, einen Ladungszustand Q_{ist} zuordnet, wird die Zelle ausgehend von einer Vielzahl von Anfangsladezuständen der Zelle entladen. Dabei wird in der oben beschriebenen Weise $U_{grad,q}$ und $u_{i,q}$ bestimmt sowie der Ladezustand Q_{ist} aus dem Anfangsladezustand abzüglich dem Ausgangssignal $Q_{Zähler}$ des Integrierglieds.

Figur 2 symbolisiert die weiteren Verfahrensschritte zur Bestimmung einer Wertetabelle.

Die bestimmten Dreiertupel ($U_{grad,q}$, $u_{i,q}$, Q_{ist}) werden – wie in Figur 2, Bezugszeichen
22 dargestellt – gemäß ihrem Wert $u_{i,q}$ sortiert, der allerdings in Stufen ΔU diskretisiert wird, wie in Figur 2, Bezugszeichen 21, dargestellt. Dies bedeutet, dass der bestimmte Wert $u_{i,q}$ diskretisiert wird, also jeweils jeweiligen Spannungsintervallen zugeordnet wird, deren Intervallbreite jeweils ΔU ist. Auf diese Weise wird jedem Intervall, welchem einer der Werte $u_{i,q}$ zugeordnet ist, auch dessen zugehöriges Wertepaar ($U_{grad,q}$, Q_{ist}) zugeordnet.

Da möglichst viele Dreiertupel verwendet werden, treten in Spannungsintervallen viele solche Wertepaare auf, so dass eine Interpolation 23 ausführbar ist. Dies bedeutet, dass für jedes Stufenintervall, welchem Wertepaare ($U_{grad,q}$, Q_{ist}) zugeordnet sind, eine interpolierende Kurve, also eine Interpolationsfunktion, erstellt wird. Vorzugsweise wird hierbei eine Spline-

interpolation angewendet, so dass die Summe der Quadrate des Betrags der Abweichung von der Kurve minimiert ist.

Da die Interpolationsfunktion jedem Wert des Spannungsgradienten $U_{\text{grad},q}$ einen Wert Q_{ist} zuordnet, ist somit durch Bestimmung von $u_{i,q}$ und dadurch des Spannungsintervalls und darüber hinaus durch Bestimmung des Spannungsgradienten $U_{\text{grad},q}$ auch ein Wert Q_{ist} bestimmbar.

Wie in Figur 3 dargestellt, wird aus der Menge der bestimmten Interpolationsfunktionen, die im Block 30 symbolisiert sind, eine Wertetabelle 32 bestimmt, indem zunächst Stützpunkte bestimmt werden, wie in dem zwischengeordneten Block 31 symbolisiert ist.

Hierzu werden also mittels der Interpolationsfunktionen Stützpunkte bestimmt. Jeder Stützpunkt ordnet einem Wertepaar aus diskretisierter innerer Zellenspannung u_i , die zwischen einem Minimalspannungswert $U_{i,\text{min}}$ und einem Maximalspannungswert $U_{i,\text{max}}$ mit der Intervallbreite, also Stufenweite, ΔU_i diskretisiert ist, und aus diskretisiertem Spannungsgradienten $U_{\text{grad},q}$, der zwischen einem Minimalwert $U_{\text{grad},\text{min}}$ und einem Maximalwert $U_{\text{grad},\text{max}}$ mit der Intervallbreite, also Stufenweite, ΔU_{grad} diskretisiert ist, einen Ladungswert Q zu.

Auf diese Weise ist eine Wertetabelle, also die Stützpunkte im Speicher abspeicherbar, ohne dass ein großer Speicherplatzbedarf vorhanden wäre. Somit sind bei Vorgabe eines Wertes des Spannungsgradienten U_{grad} und eines Wertes der Zellspannung U_i ein jeweils zugeordneter Ladungswert Q bestimmbar, wobei Zwischenwerte mittels linearer Interpolation errechnet werden.

Wie in Figur 4 dargestellt, ist bei einem alternativen Bestimmungsverfahren eine zweidimensionale Interpolation anwendbar und somit ein einfaches Bestimmen ermöglicht.

Bei der zweidimensionalen Interpolation 40 wird eine zweidimensionale Fläche als Funktion von innerer Zellspannung $U_{i,q}$ und Spannungsgradient U_{grad} bestimmt. Vorzugsweise ist die Fläche dabei derart gewählt, dass die Summe der Quadrate der Abstandsbeträge aller Dreiertupel zur Fläche minimal wird.

Aus der so mittels Interpolation 40 bestimmten Fläche werden wiederum Stützpunkte bestimmt, wie im Block 41 in Figur 4 symbolisiert ist. Dabei wird wiederum für die innere Zellenspannung u_i eine Diskretisierung mit der Intervallbreite, also Stufenweite, ΔU_i zwischen einem Minimalspannungswert $U_{i:\min}$ und einem Maximalspannungswert $U_{i:\max}$ ausgeführt. Für den Spannungsgradienten $U_{\text{grad},q}$ wird zwischen einem Minimalwert $U_{\text{grad},\min}$ und einem Maximalwert $U_{\text{grad},\max}$ mit der Intervallbreite, also Stufenweite, ΔU_{grad} diskretisiert. Auf diese Weise entsteht eine Wertetabelle 42 aus Stützpunkten.

Wie in Figur 5 gezeigt, wird mit der so bestimmten Wertetabelle 42 aktuell bestimmter innerer Zellenspannung $u_{i,q}$ und aktuell bestimmtem Spannungsgradienten $U_{\text{grad},q}$ die Bestimmung eines Ladungszustandes Q ausgeführt. Dabei werden Zwischenwerte zwischen den Stützpunkten durch lineare Interpolation bestimmt. In Figur 5 ist daher der Ergebniswert dieser Bestimmung als $Q_{\text{interpoliert}}$ bezeichnet worden.

Von diesem Wert $Q_{\text{interpoliert}}$ wird der aktuell bestimmte Wert $Q_{\text{Zähler}}$ subtrahiert und die so bestimmte Differenz einem Verzögerungsglied, insbesondere einem Verzögerungsglied erster Ordnung, zugeführt, dessen Zeitkonstante hier nun ein Ladungswert q_3 ist. Dem Ausgangssignal $Q_{\text{Stützung}}$ des Verzögerungsglieds wird der aktuell bestimmte Wert $Q_{\text{Zähler}}$ aufaddiert und somit der Schätzwert für den Ladezustand $Q_{\text{Schätzer}}$ bestimmt.

Wie in Figur 6 gezeigt, wird bei einer alternativen Ausführung eine verbesserte Bestimmung ermöglicht, wenn die funktionale Abhängigkeit des Ladungszustands Q vom Spannungsgradienten $U_{\text{grad},q}$ kein eindeutiger Zusammenhang ist.

Hierbei werden nach der Diskretisierung 60 der inneren Zellenspannung u_i diejenigen Dreiertupel $(U_{\text{grad},q}, u_{i,q}, Q_{\text{ist}})$, deren Ladungswert Q_{ist} über einem vorgegebenen Wert Q_x liegt, separiert von den anderen Dreiertupeln $(U_{\text{grad},q}, u_{i,q}, Q_{\text{ist}})$. Die beiden so gebildeten, verschiedenen Mengen von Dreiertupeln werden dann jeweils einer Sortierung (62, 63) mit Spannungsdiskretisierung jeweils gemäß Figur 2 unterzogen. Danach wird jeweils eine Interpolation (64, 65) ausgeführt jeweils gemäß Figur 2 und dann die Bestimmung der Stützpunkte (66, 67) ausgeführt. Daraus werden dann die Wertetabellen (68, 69) erstellt.

Somit ist dann der Ladungszustand Q bestimmbar, indem die jeweils zuständige Tabelle verwendet wird.

Diese Bestimmung des jeweils aktuellen Ladezustands gemäß der Wertetabellen ist in Figur 7 näher dargestellt.

Denn aus einem aktuell bestimmten inneren Zellspannungswert $u_{i,q}$ und einem aktuell bestimmten Spannungsgradienten $U_{grad,q}$ wird mittels der Wertetabelle 68 ein erster Ladezustandswert $Q_{interpoliert,x-100}$ und aus der anderen Wertetabelle 69 ein zweiter Ladezustandswert $Q_{interpoliert,0-x}$ bestimmt. Diese beiden Werte werden einem Mittel 70 zur Bewertung und Auswahl zugeführt, welcher der beiden Werte dem wirklichen Ladezustand am besten entspricht.

Hierzu wird eines der folgenden Kriterien angewendet:

1. Falls die aktuell bestimmte Spannung $u_{i,q}$ unter einem vorgegebenen Schwellwert liegt, bei welchem unabhängig vom Ladezustand eine eindeutige Zuordnung zwischen dem Spannungsgradienten $U_{grad,q}$ und dem Ladungszustand Q_{ist} besteht, ist der Wert $Q_{interpoliert,x}$ aus Wertetabelle 69 zu wählen. Andernfalls wird $Q_{interpoliert,x-100}$ gewählt.
2. In Abhängigkeit der Größe der Abweichung zwischen dem aktuellen Schätzwert $Q_{Schätzer}$ und dem jeweiligen Interpolationswert wird der Interpolationswert für die weitere Auswertung gewählt, der die betragsmäßig kleinste Abweichung aufweist.
3. Überschreitet die Abweichung zwischen dem aktuellen Schätzwert $Q_{Schätzer}$ und den Interpolationswerten einen vorgegebenen Schwellwert wird die Summe aus Stützwert $Q_{Stützung}$ und $Q_{Zähler}$ ausgegeben. Somit verändert sich der Schätzwert nur noch auf Basis des Zählwertes.

Bei weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispielen werden nicht nur zwei Mengen gebildet sondern eine größere Anzahl von Mengen, in welche die jeweiligen Dreiertupel eingeordnet werden. Das Verfahren zur Bestimmung des Ladungszustandes wird dann in der Figur 6 und Figur 7 entsprechender Weise ausgeführt. In Weiterbildung besteht die Möglichkeit, in weiteren Dreiertupeln verschiedene Temperaturbereiche abzudecken, falls die Zelle hier Abhängigkeiten aufweist.

Bezugszeichenliste

	U_Zelle Zellspannung
5	I_Zelle Zellstrom
	R_Zelle Innenwiderstand der Zelle
	U _{i,q} Innere Zellenspannung
	Q1 Ladungskonstante
	D _q ladungsdiskretes Abtastsignal
10	U _{grad,q} ladungsabhängiger Spannungsgradient
	q _A Diskretisierung der Ladungszustandsänderung
	21 Diskretisierung
	22 Sortierung
15	23 Interpolation
	30 Interpolation
	31 Berechnung der Stützpunkte
	32 Wertetabelle
	40 Interpolation
20	41 Berechnung der Stützpunkte
	42 Wertetabelle
	60 Diskretisierung
	61Sortierung
	62 Sortierung in Gruppen
25	63 Sortierung in Gruppen
	63 Interpolation
	64 Interpolation
	65 Interpolation
	66 Berechnung der Stützpunkte
30	67 Berechnung der Stützpunkte
	68 Wertetabelle
	69 Wertetabelle
	70 Mittel zur Bewertung und Auswahl

5 Patentansprüche:

1. Verfahren zur Bestimmung des Ladezustandes einer Energiespeicherzelle, insbesondere eines elektrochemischen Energiespeichers,

10 insbesondere wobei die an der Energiespeicherzelle anliegende Spannung und der Strom der Energiespeicherzelle, insbesondere der von der Energiespeicherzelle gelieferte oder aufgenommene Strom, erfasst werden,

wobei in einem ersten Verfahrensschritt eine Wertetabelle, insbesondere Kennlinienfeld,
15 erstellt wird, welches einer inneren Zellspannung und einem ladungsbezogenen Spannungsgradienten einen Ladezustand zuordnet,

wobei zeitlich nach dem ersten Verfahrensschritt in einem zweiten Verfahrensschritt aus der jeweils aktuell bestimmten inneren Zellspannung und dem jeweils aktuell bestimmtem
20 ladungsbezogenen Spannungsgradienten ein Ladezustand mittels der Wertetabelle, insbesondere Kennlinienfeld, zugeordnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

5 dadurch gekennzeichnet, dass

die erfassten Werte des Stromes der Zelle einem Integrierglied zugeführt werden, aus dessen

Ausgangssignal $Q_Zähler$ ein ladungsdiskretes Abtastsignal d_q erzeugt wird,

insbesondere mittels eines einen Modulowert bestimmenden Rechenglieds und/oder

insbesondere wobei die Diskretisierung q_a beträgt.

10

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

vom ladungsdiskreten Abtastsignal gesteuert der Wert der an der Zelle anliegenden Spannung

erfasst wird und einem ersten Halteglied zugeführt wird, von dessen Ausgangssignal das

15 Ausgangssignal eines Proportionalglieds subtrahiert wird **zur Bestimmung der inneren**

Zellspannung $u_{i,q}$,

wobei vom ladungsdiskreten Abtastsignal gesteuert der Wert des Stromes der Zelle,

insbesondere der Wert des von der Energiespeicherzelle gelieferten oder aufgenommenen

20 Stromes, erfasst wird und einem zweiten Halteglied zugeführt wird, dessen Ausgangssignal

dem Proportionalglied als Eingangssignal zugeführt wird,

insbesondere wobei der Proportionalwert des Proportionalgliedes ein den Innenwiderstand der

Zelle darstellender Parameter ist.

25

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

- 5 der Wert der inneren Zellspannung $u_{i,q}$ als Eingangssignal einem vom ladungsdiskreten Abtastsignal gesteuerten Totzeitglied zugeführt wird, dessen Totzeit ein Ladungsänderungsbetrag q_1 ist,

10 wobei dem Ausgangssignal des Totzeitglieds der jeweils Wert der inneren Zellspannung $u_{i,q}$ subtrahiert wird und die so gebildete Differenz einem weiteren Proportionalglied als Eingangssignal zugeführt wird, wobei das Ausgangssignal des Proportionalglieds einem Verzögerungsglied, insbesondere einem Verzögerungsglied erster Ordnung, zugeführt wird, dessen Ausgangssignal den **ladungsbezogenen Spannungsgradienten $u_{grad,q}$** darstellt,

- 15 insbesondere wobei der Proportionalwert des weiteren Proportionalglieds der Kehrwert des Ladungsänderungsbetrags q_1 ist,

insbesondere so dass der dem Totzeitglied zugeführte Wert der inneren Zellspannung $u_{i,q}$ erst bei einer Änderung des Ausgangssignal $Q_Zähler$ des Integrierglieds um mindestens den
20 Ladungsänderungsbetrag q_1 als Ausgangssignal weitergeleitet wird,

wobei der Ladungsänderungsbetrag q_1 größer als die Diskretisierung q_a ist, insbesondere aber mindestens hundertmal kleiner als die Nennladekapazität der Zelle.

- 25 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das erste und zweite Halteglied vom ladungsdiskreten Abtastsignal gesteuert sind, so dass der jeweils gehaltene Wert jeweils gehalten wird, bis das Ausgangssignal $Q_Zähler$ des Integrierglieds sich um mindestens eine Diskretisierungsstufe ändert.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die erfassten Werte des Stromes der Zelle integriert wird und aus dem **Ausgangssignal**
5 **Q_Zähler**, also dem Integrationsergebnis, ein Taktsignal, also **ein ladungsdiskretes**
Abtastsignal d_q erzeugt wird,

und/oder dass

10 **die innere Zellspannung $u_{i,q}$** als Differenz zwischen der erfassten Spannung und dem
Produkt aus einem Parameter, welcher den Innenwiderstand der Zelle darstellt, und dem Wert
des erfassten Stroms bestimmt,

und/oder dass

15 **der ladungsbezogene Spannungsgradient $u_{grad,q}$** durch partielle Differentiation des
Werteverlaufs der inneren Zellspannung $u_{i,q}$ gebildet wird.

20 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
im ersten Verfahrensschritt die Zelle ausgehend von verschiedenen Anfangsladezuständen
jeweils entladen wird und dabei zu jedem Ladewert die innere Zellspannung und der
ladungsbegogenen Spannungsgradient bestimmt werden,

25 insbesondere so dass jeweilige Dreiertupel bestimmt werden, wobei jedes Dreiertupel einen
Ladewert, einen Wert der inneren Zellspannung und einen Wert des ladungsbezogenen
Spannungsgradienten aufweist,

30 insbesondere wobei der Ladewert bestimmt wird, indem vom Anfangsladezustand das
Ausgangssignal Q_Zähler subtrahiert wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 die Dreiertupel abhängig von ihrem Wert der inneren Zellspannung in Spannungsintervalle
sortiert werden und nach dem Sortieren für jedes Spannungsintervall eine
Interpolationsfunktion bestimmt wird, welche einem Wert des ladungsbezogenen
Spannungsgradienten einen Ladungswert zuordnet

10 oder dass

mittels zweidimensionaler Interpolation eine Interpolationsfunktion bestimmt wird, welche
einem Wertepaar, bestehend aus einem Wert des ladungsbezogenen Spannungsgradienten
und einem Wert der inneren Zellspannung, einen Ladungswert zuordnet.

15

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
nach dem Bestimmen der jeweiligen Interpolationsfunktion Stützpunkte der
Interpolationsfunktion bestimmt werden, so dass aus den Stützpunkten eine Wertetabelle
20 gebildet ist.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
im zweiten Verfahrensschritt Zwischenwerte durch Interpolation, insbesondere lineare
25 Interpolation, bestimmt werden.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Dreiertupel abhängig von ihrem Ladungswert in verschiedene Gruppen einsortiert werden,

5 wobei jeder Gruppe ein jeweiliger Bereich von Ladungswerten zugordnet ist,

wobei die Bereiche einander nicht überlappen,

wobei für jede Gruppe eine Interpolation ausgeführt wird, daraus Stützpunkte bestimmt

10 werden und somit eine jeweilige Wertetabelle für jede Gruppe bestimmt wird,

wobei im zweiten Verfahrensschritt die zur Bestimmung des Ladezustand auszuwählende Wertetabelle nach einem Entscheidungskriterium ausgewählt wird.

15 12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das Entscheidungskriterium ist, ob die aktuell bestimmte innere Zellspannung $u_{i,q}$ unter einem vorgegebenen Schwellwert liegt, insbesondere bei welchem unabhängig vom Ladezustand eine eindeutige Zuordnung zwischen dem Spannungsgradienten $U_{grad,q}$ und dem Ladungszustand Q_{ist} besteht,

20

- oder dass mit allen Wertetabellen Ladewerte bestimmt werden und beim Auswählen des Ladewerts als aktuellen Ladungszustand das Entscheidungskriterium ist, die betragsmäßig kleinste Abweichung zwischen dem aktuellen Schätzwert $Q_{Schätzer}$ und dem jeweiligen Interpolationswert,

25

- oder dass das Entscheidungskriterium ist, ob die Abweichung zwischen dem aktuellen Schätzwert $Q_{Schätzer}$ und den Interpolationswerten einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, wobei in diesem Fall die Summe aus Stützwert $Q_{Stützung}$ und $Q_{Zähler}$ ausgegeben wird.

30

13. Energiespeichersystem, aufweisend eine Energiespeicherzelle und eine Signalelektronik mit einem Mittel zur Erfassung der an der Zelle anliegenden Spannung und zur Erfassung des Stromes der Zelle,

5

wobei die Signalelektronik geeignet ausgeführt ist zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

10

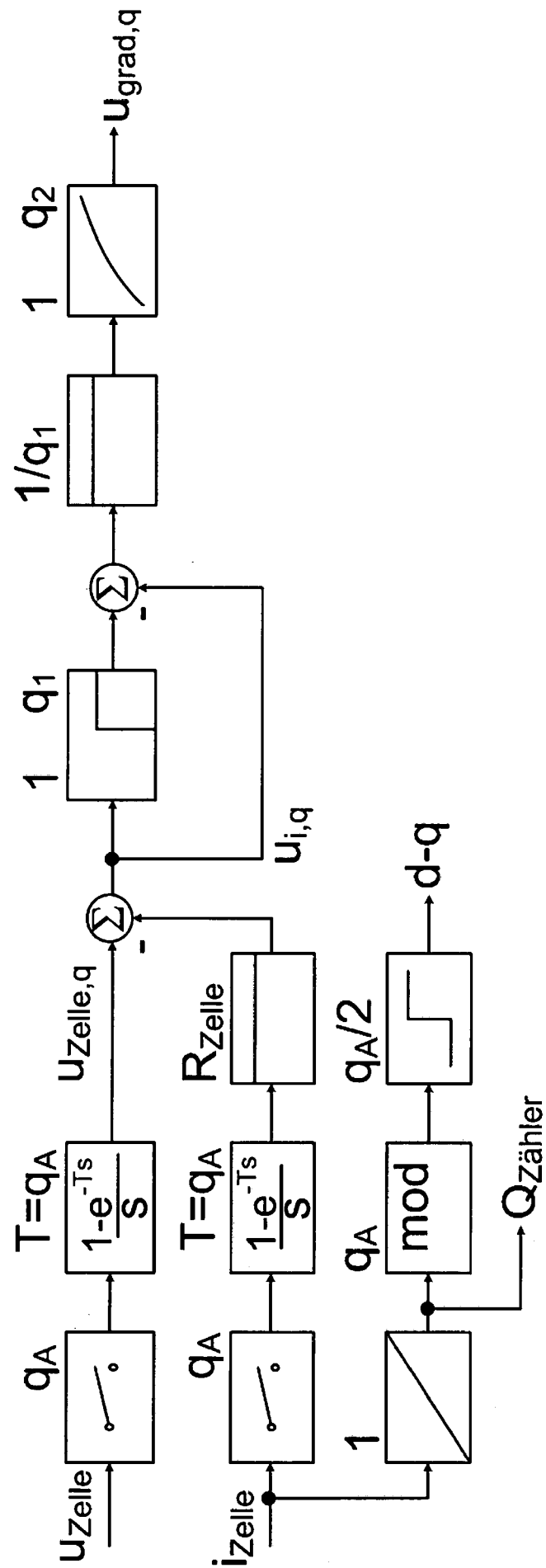


Fig. 1

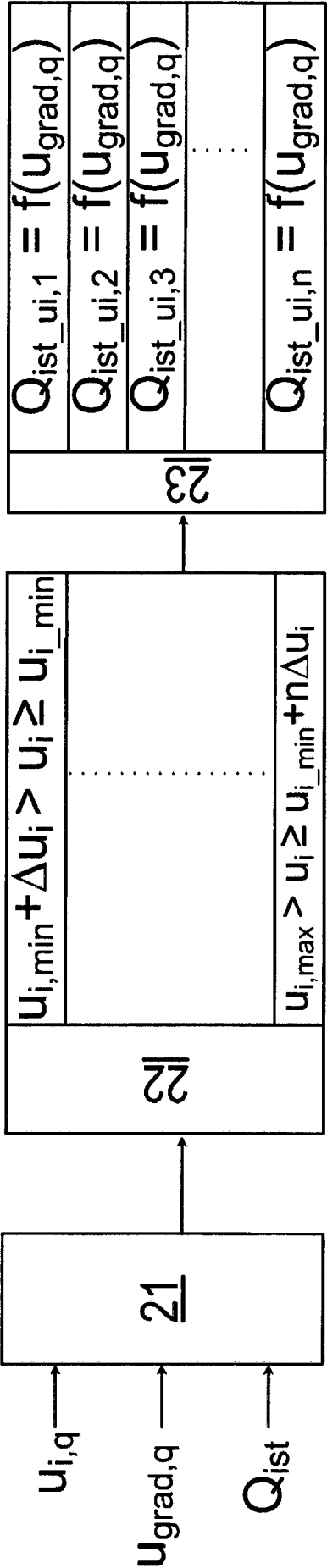


Fig. 2

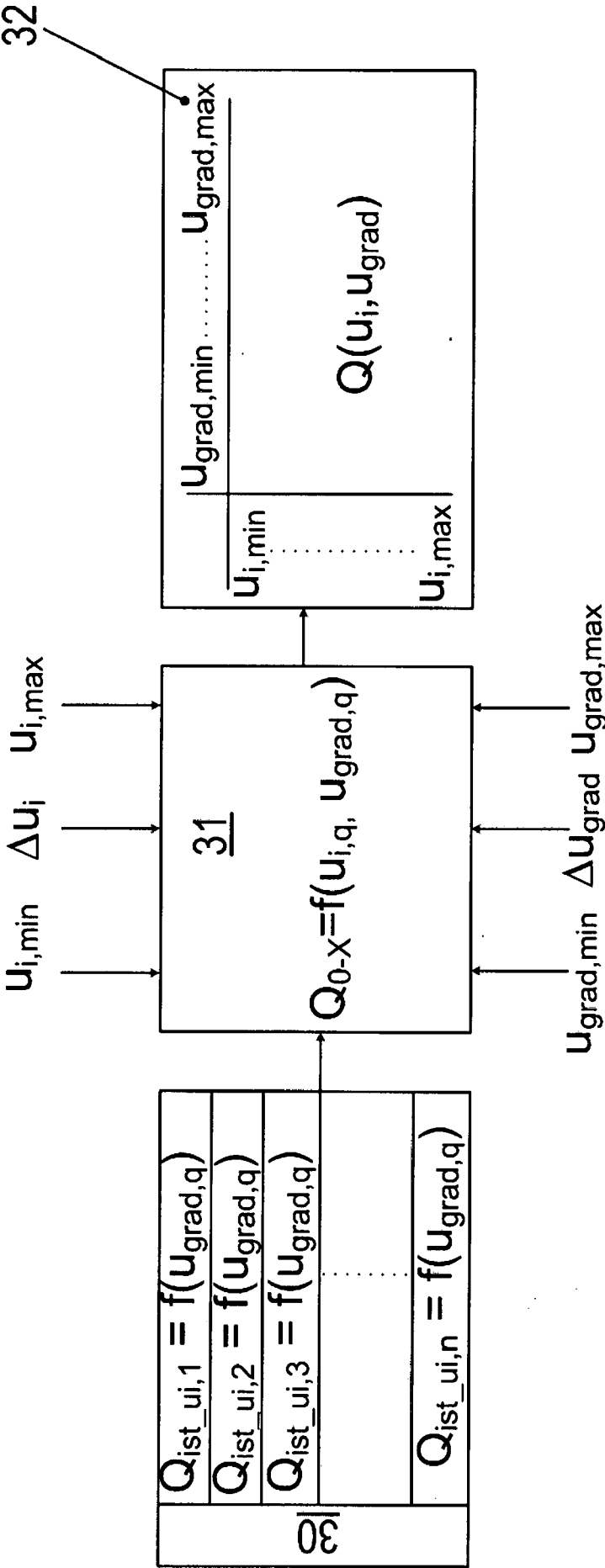


Fig. 3

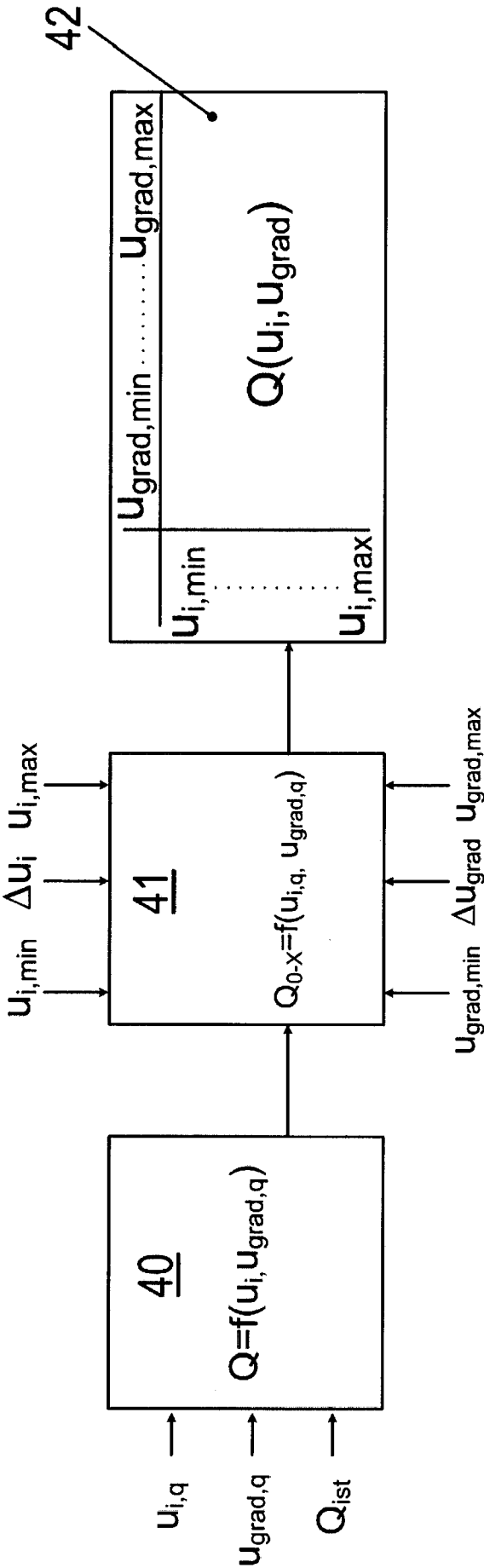


Fig. 4

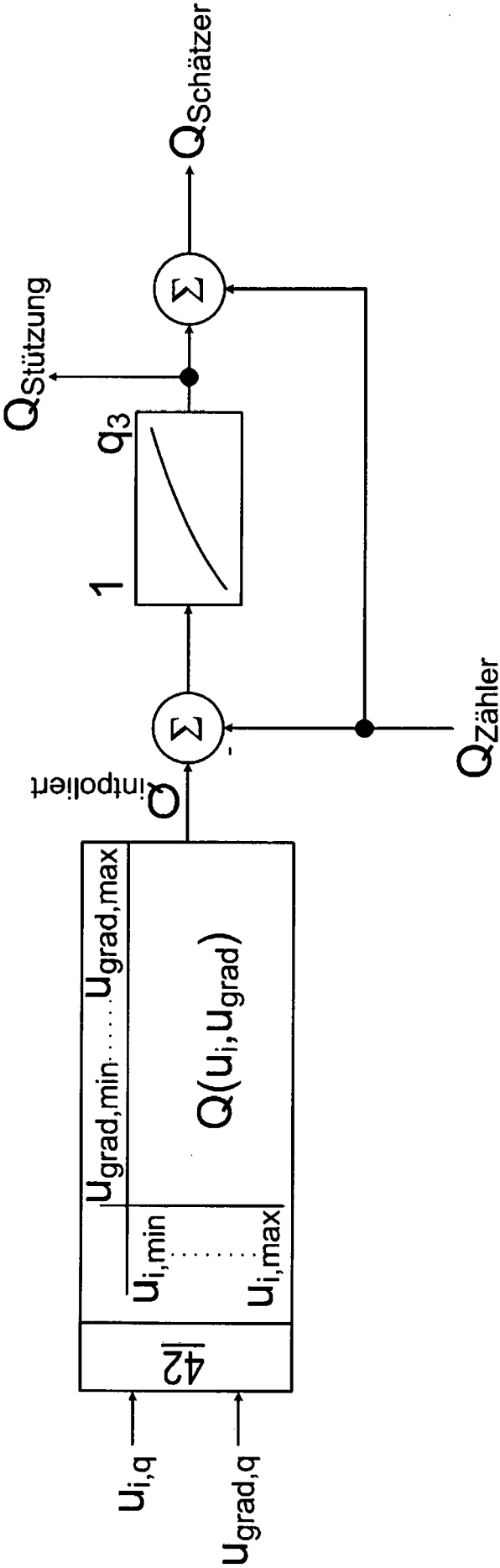


Fig. 5

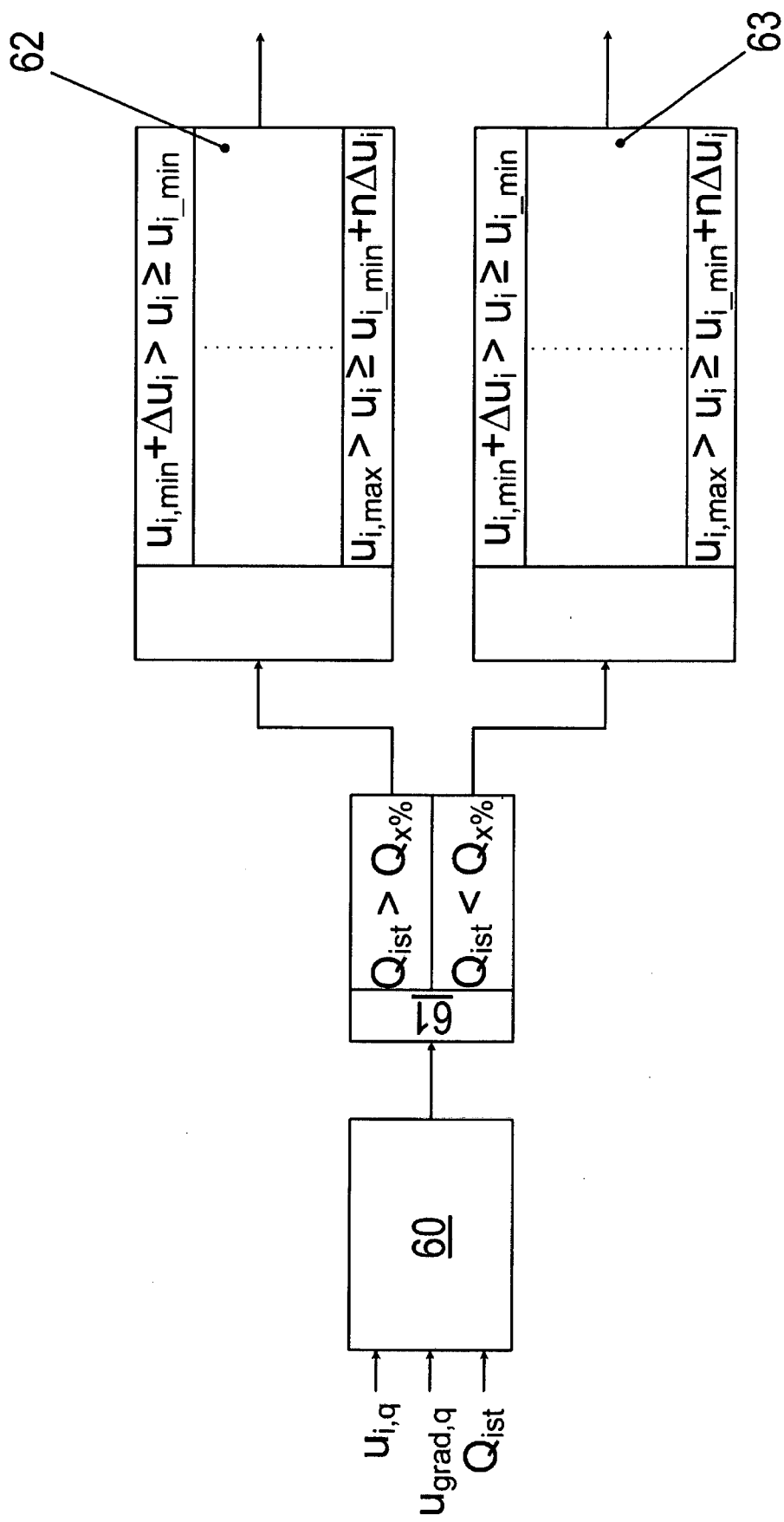


Fig. 6a

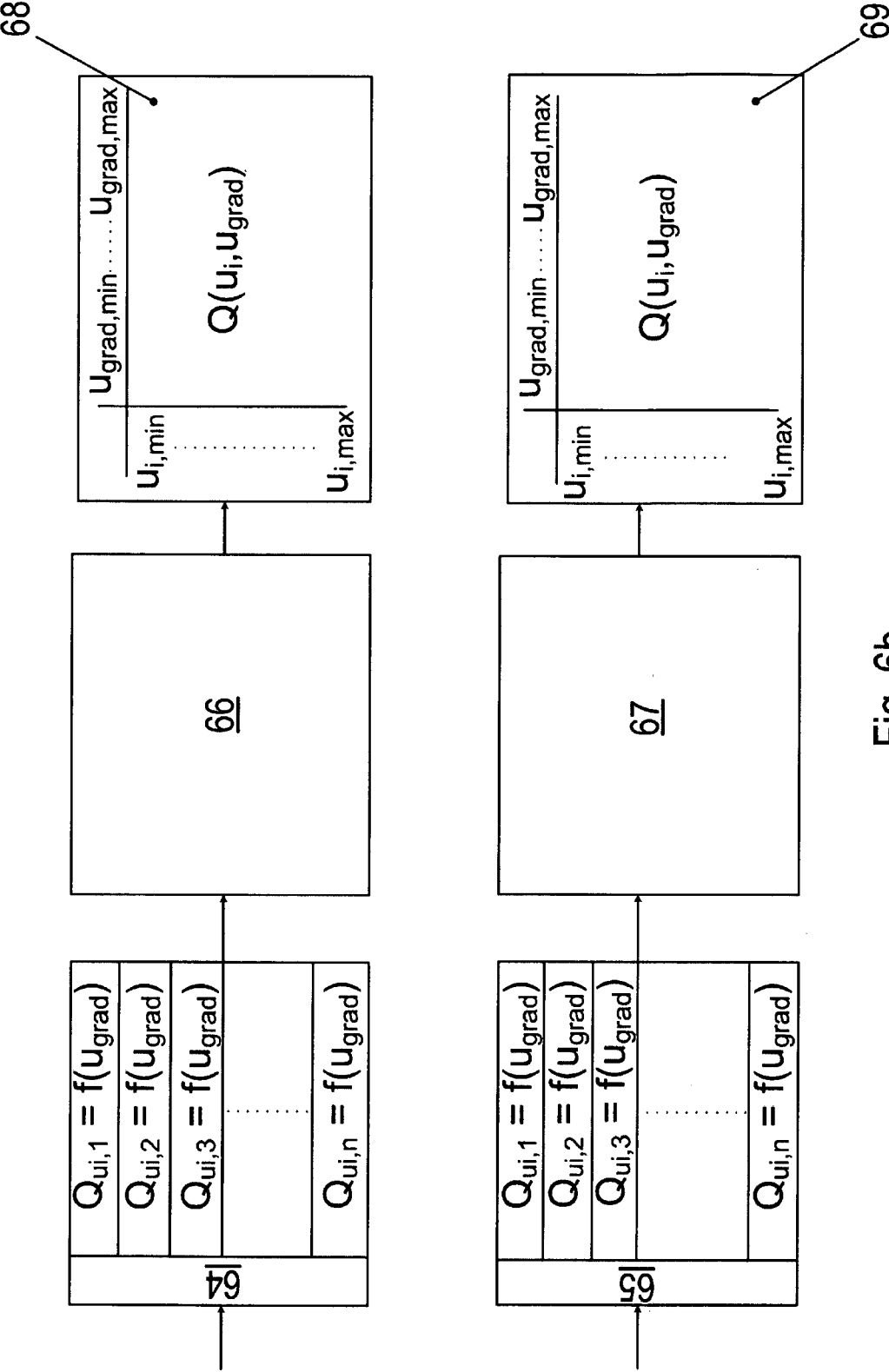


Fig. 6b

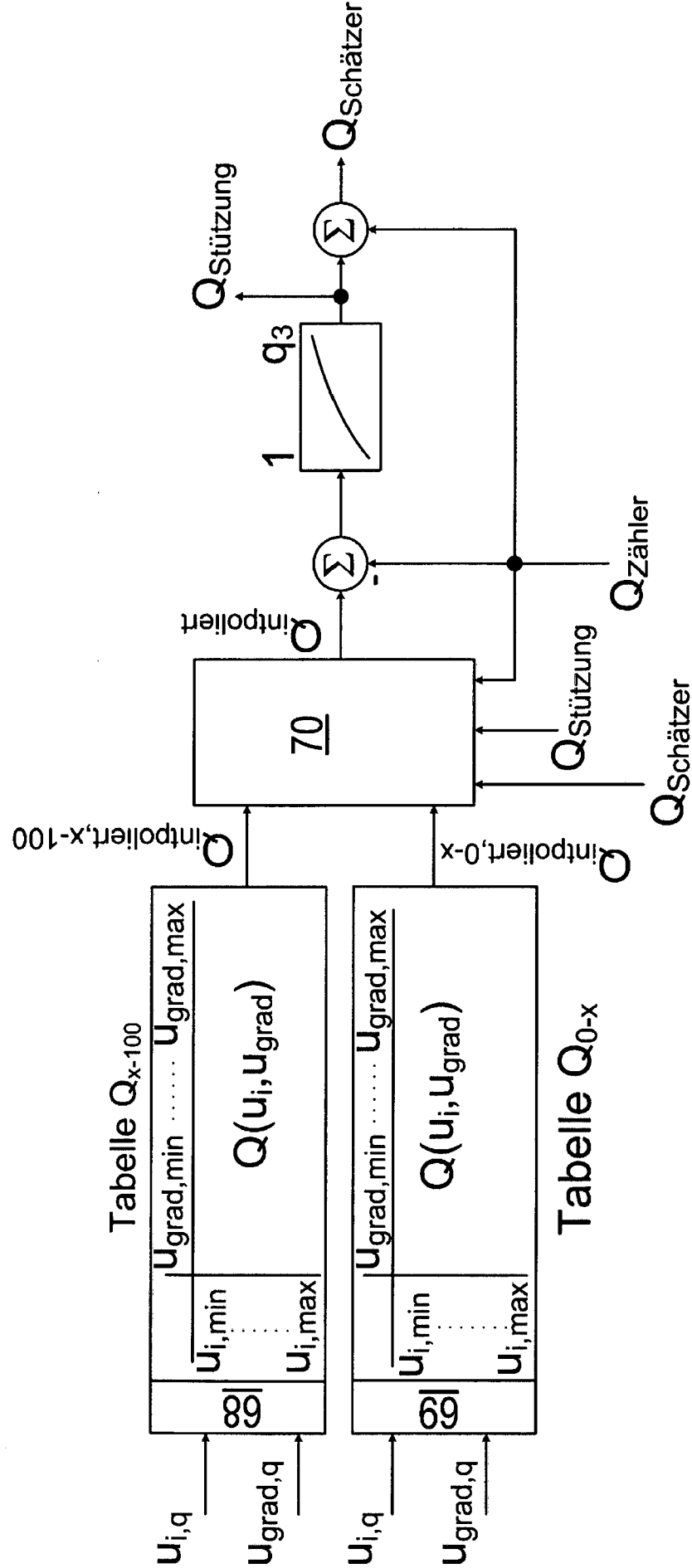


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/025204

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*B60L 11/18*(2006.01)i; *G01R 31/36*(2006.01)i; *H02J 7/00*(2006.01)n

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; H02J; G01R

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1384086 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 28 January 2004 (2004-01-28) claims 1-4	1-13
A	EP 2848953 A1 (LG CHEMICAL LTD [KR]) 18 March 2015 (2015-03-18) figure 9 claims 1-4	1-13
A	DE 102013203809 A1 (THYSSENKRUPP SYSTEM ENG GMBH [DE]) 11 September 2014 (2014-09-11) claims 1-5	1-13
A	US 2010121591 A1 (HALL A DANIEL [US]) 13 May 2010 (2010-05-13) figures 4, 5, 7 claim 1	1-13
X	US 2014365150 A1 (HAHN ALEXANDER [DE] ET AL) 11 December 2014 (2014-12-11) claims 1-9 figures 3-6	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 October 2018

Date of mailing of the international search report

06 November 2018

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

Chevret, Anthony

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/025204

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	1384086	A1	28 January 2004	CA	2446240	A1	14 November 2002
				EP	1384086	A1	28 January 2004
				JP	4132036	B2	13 August 2008
				JP	2004530880	A	07 October 2004
				KR	20040015242	A	18 February 2004
				US	6366054	B1	02 April 2002
				WO	02091007	A1	14 November 2002
EP	2848953	A1	18 March 2015	CN	104364669	A	18 February 2015
				EP	2848953	A1	18 March 2015
				EP	3339870	A1	27 June 2018
				JP	6251255	B2	20 December 2017
				JP	6280196	B2	14 February 2018
				JP	2015528101	A	24 September 2015
				JP	2017067790	A	06 April 2017
				KR	20130139760	A	23 December 2013
				US	2015100260	A1	09 April 2015
				WO	2013187581	A1	19 December 2013
DE	102013203809	A1	11 September 2014	NONE			
US	2010121591	A1	13 May 2010	NONE			
US	2014365150	A1	11 December 2014	CN	104040366	A	10 September 2014
				DE	102012200414	A1	18 July 2013
				EP	2783228	A1	01 October 2014
				JP	2015511309	A	16 April 2015
				US	2014365150	A1	11 December 2014
				WO	2013104517	A1	18 July 2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B60L11/18 G01R31/36

ADD. H02J7/00

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B60L H02J G01R

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 384 086 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 28. Januar 2004 (2004-01-28) Ansprüche 1-4	1-13
A	EP 2 848 953 A1 (LG CHEMICAL LTD [KR]) 18. März 2015 (2015-03-18) Abbildung 9 Ansprüche 1-4	1-13
A	DE 10 2013 203809 A1 (THYSSENKRUPP SYSTEM ENG GMBH [DE]) 11. September 2014 (2014-09-11) Ansprüche 1-5	1-13
A	US 2010/121591 A1 (HALL A DANIEL [US]) 13. Mai 2010 (2010-05-13) Abbildungen 4, 5, 7 Anspruch 1	1-13
	-/-	



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

29. Oktober 2018

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/11/2018

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

Chevret, Anthony

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2014/365150 A1 (HAHN ALEXANDER [DE] ET AL) 11. Dezember 2014 (2014-12-11) Ansprüche 1-9 Abbildungen 3-6 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/025204

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1384086	A1	28-01-2004	CA 2446240 A1 14-11-2002
			EP 1384086 A1 28-01-2004
			JP 4132036 B2 13-08-2008
			JP 2004530880 A 07-10-2004
			KR 20040015242 A 18-02-2004
			US 6366054 B1 02-04-2002
			WO 02091007 A1 14-11-2002
EP 2848953	A1	18-03-2015	CN 104364669 A 18-02-2015
			EP 2848953 A1 18-03-2015
			EP 3339870 A1 27-06-2018
			JP 6251255 B2 20-12-2017
			JP 6280196 B2 14-02-2018
			JP 2015528101 A 24-09-2015
			JP 2017067790 A 06-04-2017
			KR 20130139760 A 23-12-2013
			US 2015100260 A1 09-04-2015
			WO 2013187581 A1 19-12-2013
DE 102013203809	A1	11-09-2014	KEINE
US 2010121591	A1	13-05-2010	KEINE
US 2014365150	A1	11-12-2014	CN 104040366 A 10-09-2014
			DE 102012200414 A1 18-07-2013
			EP 2783228 A1 01-10-2014
			JP 2015511309 A 16-04-2015
			US 2014365150 A1 11-12-2014
			WO 2013104517 A1 18-07-2013