

(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
11. Februar 2010 (11.02.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/015568 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 11/18 (2006.01) **H02J 7/00** (2006.01)
H01M 10/48 (2006.01) **G01R 31/36** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/059894

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Juli 2009 (30.07.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 041 103.5
7. August 2008 (07.08.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach
30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOEHM, Andre** [DE/
DE]; Stotzstrasse 29, 70806 Kornwestheim (DE).
LIEDTKE, Ralf [DE/DE]; Schrempfstr. 16, 70597 Stutt-
gart (DE). **KERN, Rainer** [DE/DE]; Hoelderlinstr. 31b,
70174 Stuttgart (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (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, SE, SI,
SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN,
GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: CHARGE STATUS DETECTION FOR AN ELECTRICAL ACCUMULATOR

(54) Bezeichnung: LADEZUSTANDSBESTIMMUNG FÜR EINEN ELEKTRISCHEN SPEICHER

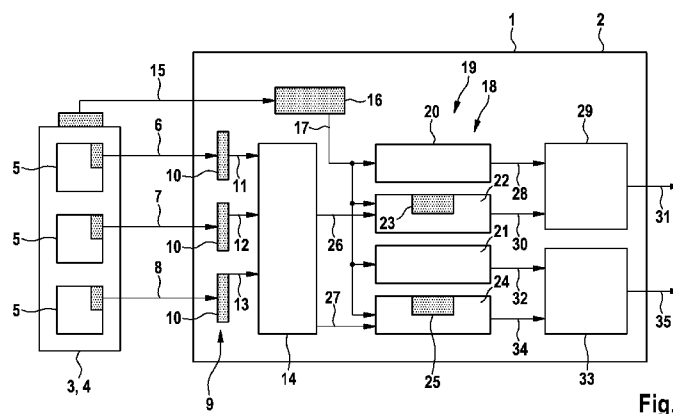


Fig.

(57) Abstract: The invention relates to a method for detecting the charge status of an electrical accumulator. The invention further relates to a corresponding detection device.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Ladezustands eines elektrischen Speichers. Ferner betrifft die Erfindung eine entsprechende Erfassungsvorrichtung.

WO 2010/015568 A2

5 Beschreibung

Titel

Ladezustandsbestimmung für einen elektrischen Speicher

- 10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des Ladezustands eines elektrischen Speichers.

Stand der Technik

- 15 Beim Einsatz von elektrischen Speichern in Kraftfahrzeugen, insbesondere für elektrische Fahrzeugantriebe, wie beispielsweise bei Hybridfahrzeugen, ist eine genaue Kenntnis des Ladezustands des elektrischen Speichers erforderlich. Sowohl eine Überladung als auch eine Tiefentladung schädigt den elektrischen Speicher und verkürzt dessen Lebensdauer. Für eine Bestimmung des Ladezustands des elektrischen Spei-
- 20 chers wird ausgenutzt, dass der elektrische Speicher eine Spannung aufweist, die in Abhängigkeit seiner Beladung variiert. Diese Abhängigkeit ist insbesondere dann genau erfassbar, wenn sich der elektrische Speicher in einem lastfreien Zustand befindet.

- In einer ersten bekannten Vorgehensweise ist zur Bestimmung des Ladezustands vor-
- 25 gesehen, die Spannung des elektrischen Speichers zu ermitteln und daraus den Ladezustand zu bestimmen. Ausgehend von dem Ladezustand wird bei einem Lastbetrieb des elektrischen Speichers die dem Speicher entzogene elektrische Energie erfasst und von dem Ladezustand abgezogen. Diese Vorgehensweise zeichnet sich durch eine einfache und effiziente Umsetzung in einem Rechensystem aus, die nur einen geringen
- 30 Rechenaufwand benötigt. Trotz der Erfassung des Ladezustandes des elektrischen Speichers ist es hierbei möglich, dass eine Speicherzelle überladen oder tiefentladen wird. Dies geschieht dann, wenn der elektrische Speicher aus einer Vielzahl von Speicherzellen besteht und eine Speicherzelle in ihrer Beschaffenheit, beispielsweise durch Alterung, von der Beschaffenheit der anderen Speicherzellen abweicht, da nur der Ge-
- 35 samtzustand des elektrischen Speichers erfasst wird

In einer zweiten bekannten Vorgehensweise werden Spannungen aller Speicherzellen einzeln erfasst und ausgewertet. Ferner wird bei dem Lastbetrieb des Speichers der Ladezustand für jede einzelne Speicherzelle berechnet. Somit ergibt sich für jede Speicherzelle ein eigener Ladezustand. Die Auswertung der Spannungen aller Speicherzellen führt zu einem erheblichen Aufwand bei der Umsetzung, wie beispielsweise zu einem großen Berechnungsaufwand bei einer Umsetzung als Computerprogramm in einem Steuergerät..

Die DE 10 2006 033 629 beschreibt eine Möglichkeit zur Bestimmung des Zustands einer Batterie mittels einer kurzfristigen Belastung der Batterie mit einem Strom in Lade- oder Entladerichtung. Der Zustand wird dabei anhand der Spannungsantwort einzelner Zellen oder Zellgruppen ermittelt.

Es wird nunmehr eine Möglichkeit benötigt, den Ladezustand eines elektrischen Speichers vollständig und auf eine einfache Weise zu ermöglichen, die effizient umgesetzt werden kann und bei einer Umsetzung als Computerprogramm nur einen geringen Rechenaufwand benötigt.

Offenbarung der Erfindung

Erfindungsgemäß ist ein Verfahren vorgesehen zum Bestimmen des Ladezustands eines elektrischen Speichers, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit mehr als zwei Speicherzellen, die jeweils eine elektrische Einzelzellenspannung aufweisen und jeweils die gleiche, den lastfreien Zustand betreffende Kennlinie besitzen, die eine elektrische Beladung der Speicherzelle in Abhängigkeit der Einzelzellenspannung beschreibt, mit den Schritten: Erfassen der Einzelzellenspannungen, Ermitteln der höchsten und/oder der niedrigsten Einzelzellenspannungen und Ermitteln einer vorliegenden Maximalbeladung der zugeordneten Speicherzelle mittels der Kennlinie und der höchsten Einzelzellenspannung und/oder einer vorliegenden Minimalbeladung der zugehörigen Speicherzelle mittels der Kennlinie und der niedrigsten Einzelzellenspannung. Unter „Beladung“ wird die gespeicherte Energie, also der elektrische Ladungsinhalt des elektrischen Speichers verstanden. Das Ermitteln der höchsten und/oder der niedrigsten Einzelzellenspannung vor Auswertung der Einzelzellenspannungen spart gegenüber dem Stand der Technik sehr viele Auswertungsschritte ein. Somit ergibt sich eine effiziente Umsetzung des Verfahrens, insbesondere als Computerprogramm, das nur wenig Rechenaufwand benötigt.

Es ist insbesondere dann vorteilhaft das Verfahren anzuwenden, wenn die Kennlinie mindestens bereichsweise monoton, insbesondere streng monoton ist. Der elektrische Speicher ist vorzugsweise als Batterie oder als Akkumulator eines Kraftfahrzeugs ausgebildet. Der Ladezustand wird anhand von ein oder zwei Werten, nämlich der Maximalbeladung und/oder der Minimalbeladung beschrieben. Auf die beschriebene Art und Weise ist es möglich, sämtliche Speicherzellen zu überwachen, wobei eine Auswertung bezüglich des Ladezustands des elektrischen Speichers auf die relevanten Speicherzellen reduziert wird. Die Maximalbeladung gibt dabei die Beladung derjenigen Speicherzelle an, die innerhalb des elektrischen Speichers die höchste Beladung aufweist. Die Minimalbeladung hingegen bezeichnet die Beladung der Speicherzelle, die innerhalb des elektrischen Speichers die niedrigste Beladung aufweist. Ferner wird im Zuge dieser Anmeldung unter „lastfreiem Zustand“ der Zustand des elektrischen Speichers bezeichnet, in dem kein oder nur ein geringer Strom aus dem elektrischen Speicher entnommen, oder in den elektrischen Speicher hineingeführt wird.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Einzelzellenspannungen im lastfreien Zustand erfasst werden. Auf diese Weise wird einem Messfehler vorgebeugt, da die Kennlinie den lastfreien Zustand betrifft und in diesem Fall keinen oder nur einen geringen Fehler bei der Auswertung erzeugt. Durch die Erfassung der Einzelzellenspannungen im lastfreien Zustand aus den Kennlinien ergibt sich somit eine höhere Genauigkeit bei der Bestimmung des Ladezustands.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem Zeit- und/oder Betriebsintervall des Speichers in jedem neuen lastfreien Zustand die Einzelzellenspannungen erneut erfasst werden und die Maximalbeladung und/oder die Minimalbeladung erneut ermittelt wird/werden. Das erneute Erfassen der Einzelzellenspannungen ermöglicht einen Verlauf der Maximalbeladung und/oder der Minimalbeladung zu bestimmen. Somit besteht die Möglichkeit, auch einen Verlauf des Ladezustands des elektrischen Speichers zu erfassen und anschließend auszuwerten. Als Zeitintervall können Zeitspannen von Außen vorgegeben oder von einem Steuergerät des Kraftfahrzeugs festgelegt werden. Als Betriebsintervall wird der Zeitraum bezeichnet, in dem der elektrische Speicher in Betrieb genommen ist, was nicht bedeutet, dass ein Strom aus dem elektrischen Speicher entnommen oder zugeführt werden muss.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass nach dem ersten lastfreien Zustand nur die Einzelzellenspannung/Einzelzellenspannungen der Speicherzelle/Speicherzellen erneut erfasst wird/werden, die im ersten lastfreien Zustand die Minimalbeladung oder/und die Maximalbeladung aufwies/aufwiesen. Auf diese Weise lassen
5 sich zusätzlich weitere Auswertungsschritte des Verfahrens einsparen. Somit ergibt sich eine noch effizientere Umsetzung des Verfahrens als Computerprogramm, das einen noch geringeren Rechenaufwand benötigt. Innerhalb des Zeit- und/oder Betriebsintervalls wird lediglich im ersten lastfreien Zustand bestimmt, welche Speicherzelle die höchst und/oder welche Speicherzelle die niedrigste Einzelzellenspannung aufweist. In
10 allen folgenden lastfreien Zuständen wird nur die mindestens eine Einzelzellenspannung erfasst und ausgewertet, die der Speicherzellen zugeordnet ist, die im ersten lastfreien Zustand bestimmt wurde.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass in einem Lastzustand des
15 Speichers sein elektrischer Laststrom erfasst wird. Da eine Auswertung der Kennlinie außerhalb des lastfreien Zustands zu einem Fehler des daraus ermittelten Wertes führen kann, ist es besonders vorteilhaft, den elektrischen Laststrom zu erfassen, insbesondere zu messen. Der Laststrom ist der Strom, welcher von dem elektrischen Speicher an einen Verbraucher, wie beispielsweise das Bordnetz des Kraftfahrzeugs, oder
20 an den elektrischen Speicher von einer Stromquelle zum Zwecke des Ladens geführt wird.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die aktuelle Maximalbeladung der zugeordneten Speicherzelle im Lastzustand mittels des erfassten Laststroms,
25 dessen bisheriger Zeitdauer und der im letzten lastfreien Zustand erfassten Maximalbeladung der Speicherzelle berechnet wird. Dies ermöglicht, die Maximalbeladung auch dann zu überwachen, wenn der Lastzustand vorliegt. Zu diesem Zweck wird der erfasste Laststrom über dessen Zeitdauer integriert, wobei die Maximalbeladung, welche im letzten lastfreien Zustand erfasst worden ist, dem Ergebnis hinzugefügt wird. Um Folge-
30 fehlern vorzubeugen ist es besonders vorteilhaft, den Wert der Maximalbeladung bei jedem lastfreien Zustand erneut aus der Kennlinie zu bestimmen und die Berechnung dann neu zu beginnen.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass die aktuelle Minimalbeladung der zugeordneten Speicherzelle im Lastzustand mittels des erfassten Laststroms,
35

dessen bisherige Zeitdauer und der im letzten lastfreien Zustand erfassten Minimalbeladung der Speicherzelle berechnet wird. Zu diesem Zweck wird der erfasste Laststrom über dessen Zeitdauer integriert, wobei die Minimalbeladung, welche im letzten lastfreien Zustand erfasst worden ist, dem Ergebnis hinzugefügt wird. Um Folgefehlern vorzubeugen ist es besonders vorteilhaft, den Wert der Minimalbeladung bei jedem lastfreien Zustand erneut aus der Kennlinie zu bestimmen und die Berechnung dann neu zu beginnen.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass jede Speicherzelle eine obere Beladungsgrenze und/oder eine untere Beladungsgrenze aufweist. Die obere Beladungsgrenze gibt die maximal mögliche Beladung der elektrischen Speicherzelle an. Wird die Speicherzelle, die sich bereits an der oberen Beladungsgrenze befindet weiter geladen, so wird die Speicherzelle überladen. Die untere Beladungsgrenze der Speicherzelle beschreibt die mindestens notwendige Beladung der Speicherzelle. Ein Entladen der Speicherzelle, die sich an der unteren Beladungsgrenze befindet, führt zu einem Tiefentladen. Die Überschreitung der oberen sowie die Unterschreitung der unteren Beladungsgrenze kann zu einer Beschädigung einer oder mehrerer Speicherzellen und somit des elektrischen Speichers führen, weshalb eine Berücksichtigung aller Speicherzellen von großem, insbesondere sicherheitstechnischem Vorteil ist.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Speicher geladen wird, bis die Maximalbeladung der Speicherzelle gleich der oberen Beladungsgrenze ist. Die Verwendung der Maximalbeladung als Referenzpunkt für ein Laden des elektrischen Speichers ermöglicht, den Speicher besonders sicher zu laden, da ein Überladen für sämtliche Speicherzellen verhindert wird, ohne dass sämtliche Speicherzellen ständig auf ihren Ladezustand hin überwacht werden müssen.

Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Speicher entladen wird, bis die Minimalbeladung der Speicherzelle gleich der unteren Beladungsgrenze ist. Die Verwendung der Minimalbeladung als Referenzpunkt für ein Laden des elektrischen Speichers ermöglicht, den Speicher besonders sicher zu entladen, da ein Tiefentladen für sämtliche Speicherzellen verhindert wird, ohne dass sämtliche Speicherzellen ständig auf ihren Ladezustand hin überwacht werden müssen.

- Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass für einen bestimmten Ladezustand des Speichers eine maximale Leistungsabgabe mittels der Anzahl der Speicherzellen, der niedrigsten Einzelzellenspannung eines vorgegebenen Maximalstroms des Speichers berechnet wird. Dies ist dann vorgesehen, wenn die Speicherzellen innerhalb des elektrischen Speichers in Reihe geschaltet sind. Dann ergibt sich aus der Anzahl der Speicherzellen, der niedrigsten Einzelzellenspannung und dem Maximalstrom die maximal verfügbare elektrische Leistung. Der Maximalstrom ergibt sich dabei insbesondere aus konstruktiven Eigenschaften der Batterie, der an der Batterie angeschlossenen Last und/oder möglichen Sicherheitsvorkehrungen wie beispielsweise elektrische Überlastungssicherungen. Ferner ist es denkbar, dass mittels der maximalen Leistungsabgabe und der Minimalbeladung eine minimale Betriebszeit im Lastzustand und/oder mittels der maximalen Leistungsabgabe und der Maximalbeladung eine maximale Betriebszeit im Lastzustand errechnet wird
- 15 Nach einer Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, dass für einen bestimmten Ladezustand des Speichers seine maximale Leistungsabgabe mittels der niedrigsten Einzelzellenspannung und eines vorgegebenen Maximalstroms des Speichers berechnet wird. Dies ist dann vorgesehen, wenn die Speicherzellen innerhalb des elektrischen Speichers parallel zueinander geschaltet sind. In diesem Fall ergibt sich die maximale Leistungsabgabe aus dem Produkt der niedrigsten Einzelzellenspannung und des vorgegebenen Maximalstroms. Auch hier besteht die Möglichkeit, die minimale und die maximale Betriebszeit des elektrischen Speichers zu errechnen, wie dies bereits beschrieben worden ist.
- 25 Ferner betrifft die Erfindung eine Erfassungsvorrichtung zum Bestimmen des Ladezustands eines elektrischen Speichers, vorzugsweise für ein Kraftfahrzeug, insbesondere zur Durchführung eines der vorangegangenen beschriebenen Verfahren, wobei der Speicher mehr als zwei Speicherzellen besitzt, die jeweils eine elektrische Einzelzellenspannung aufweisen und jeweils die gleiche, den lastfreien Zustand betreffende Kennlinie besitzen, die in eine elektrische Beladung der Speicherzelle in Abhängigkeit der Einzelzellenspannung beschreibt, mit einer Einzelzellenspannungserfassungsvorrichtung, mit einer Vergleichseinrichtung für eine Ermittlung der höchsten und/oder der niedrigsten Einzelzellenspannung, mit einem Datenspeicher, in dem die Kennlinie gespeichert ist, und einer Berechnungseinheit zum Ermitteln einer vorliegenden Maximalbeladung der zugeordneten Speicherzelle mittels der Kennlinie und der höchsten Einzelzellenspan-

nung und/oder einer vorliegenden Minimalbeladung der zugehörigen Speicherzelle mittels der Kennlinie und der niedrigsten Einzelzellenspannung.

In einer Weiterbildung der Erfassungsvorrichtung ist eine Stromerfassungsvorrichtungen
5 für einen Lastzustand des Speichers vorgesehen. Die Stromerfassungsvorrichtung erfasst - insbesondere misst - den Laststrom, welcher in den Speicher geführt oder aus dem Speicher entnommen wird.

Nach einer Weiterbildung der Erfassungsvorrichtung ist eine Beladungsberechnungseinheit für den Lastzustand vorgesehen. Diese berechnet anhand des, vorzugsweise
10 von der Stromerfassungsvorrichtung, erfassten Laststroms und der letzten erfassten Maximalbeladung und/oder der Minimalbeladung den aktuellen Ladezustand des elektrischen Speichers in Form der aktuellen Maximalbeladung und/oder der aktuellen Minimalbeladung.

15 Nach einer Weiterbildung der Erfassungsvorrichtung ist vorgesehen, dass es als Steuergerät, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, ausgebildet ist. Es ist denkbar, dass das Steuergerät zusätzliche Funktionen für das Kraftfahrzeug übernimmt. Ferner kann die Erfassungsvorrichtung eines Batteriemanagementsystems des Kraftfahrzeugs zugeordnet
20 sein.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Figur verdeutlicht das erfindungsgemäße Verfahren anhand einer schematischen
25 Darstellung einer Erfassungsvorrichtung.

Ausführungsform(en) der Erfindung

Die Figur zeigt eine schematische Darstellung einer Erfassungsvorrichtung 1 in Form
30 eines Steuergeräts 2 eines nicht dargestellten Kraftfahrzeugs. Die Erfassungsvorrichtung 1 bestimmt den Ladezustand eines elektrischen Speichers 3, welcher als Kraftfahrzeugbatterie 4 ausgebildet ist. Der elektrische Speicher 3 weist Speicherzellen 5 auf, die jede für sich eine eigene Einzelzellenspannung aufweist, also die elektrische Spannung an einer einzelnen Speicherzelle 5. Ferner besitzt jede Speicherzelle 5 eine eigene e-
35 lektrische Beladung. Befinden sich die Speicherzellen 5 in einem lastfreien Zustand, das

heißt dass sie nur wenig oder gar keinen elektrischen Strom abgeben, ist ihre Einzelzellenspannung ein sehr gutes Maß für ihre elektrische Beladung. Die Beziehung zwischen der Einzelzellenspannung und der elektrischen Beladung wird über eine Kennlinie beschrieben. Die Einzelzellenspannungen der Speicherzellen 5 werden über Pfeile 6, 7 und 8 an eine Einzelspannungserfassungsvorrichtung 9, welche aus mehreren Erfassungskomponenten 10 besteht, weitergegeben. Die Erfassungskomponenten 10 stehen jeweils über einen Pfeil 11, 12 oder 13 mit einer Vergleichseinrichtung 14 in Verbindung. Die Vergleichseinrichtung 14 erhält somit über die Pfeile 11, 12 und 13 die erfassten Einzelspannungen der Speicherzellen 5. Über einen Pfeil 15 wird einer Stromerfassungsvorrichtung 16 der Laststrom zugeführt. Der von der Stromerfassungsvorrichtung 16 erfasste Laststrom wird über den Mehrfachpfeil 17 sowohl an eine Beladungsbe-
rechnungseinheit 18 und eine Berechnungseinheit 19 weitergegeben. Die Beladungsbe-
rechnungseinheit 18 besteht aus einem ersten Integrator 20 und einen zweiten Integra-
tor 21. Die Berechnungseinheit 19 besteht aus einem ersten Minimalbeladungsrechner
22, welcher einen Datenspeicher 23 für eine Kennlinie besitzt, und aus einem Maximal-
beladungsrechner 24, der einen Datenspeicher 25 für eine Kennlinie besitzt. Dem Mini-
malbeladungsrechner 22 wird zusätzlich die niedrigste Einzelzellenspannung des elekt-
rischen Speichers 3 über einen Pfeil 26 zugeführt. Dem Maximalbeladungsrechner 24
wird zusätzlich die höchste Einzelzellenspannung des elektrischen Speichers 3 von der
Vergleichseinrichtung 14 über den Pfeil 27 zugeführt. Der Integrator 20 übergibt eine
erste potentielle Minimalbeladung, die für den Lastzustand, über einen Pfeil 28 an eine
erste Unterscheidungseinrichtung 29. Der Minimalbeladungsrechner 22 übergibt eine
zweite potentielle Minimalbeladung, die für den lastfreien Zustand, an die Unterschei-
dungseinrichtung 29 über den Pfeil 30 weiter. Die Unterscheidungseinrichtung 29 gibt
abschließend über einen Pfeil 31 eine Minimalbeladung aus. Der Integrator 21 übergibt
mittels des Pfeils 32 eine erste potentielle Maximalbeladung, die für den Lastzustand, an
eine zweite Unterscheidungseinrichtung 33. Der Maximalbeladungsrechner 24 übergibt
ferner mittels des Pfeils 34 eine zweite potentielle Maximalbeladung, die für den lastfrei-
en Zustand. Die zweite Unterscheidungseinrichtung 33 gibt abschließend über einen
Pfeil 35 die Maximalbeladung aus.

Jede Speicherzelle 5 des elektrischen Speichers 3 weist eine obere und eine untere
Beladungsgrenze auf. Wird die Speicherzelle 3 über die obere Beladungsgrenze hinaus
geladen, so liegt eine Überladung vor, wodurch die Speicherzelle 5 Schaden nehmen
kann. Wird die Speicherzelle 5 unter die untere Beladungsgrenze entladen, so liegt eine

Tiefentladung an der Speicherzelle 5 vor, wodurch diese ebenfalls Schaden nehmen kann. Die Bestimmung des Ladezustands des elektrischen Speichers 3 ermöglicht es, bei einem Laden des elektrischen Speichers 3 die obere Beladungsgrenze sowie die untere Beladungsgrenze zu berücksichtigen. Besitzen die Speicherzellen 5 jeweils eine eigene obere und/oder untere Beladungsgrenze, so ist es vorteilhaft, wenn der Ladezustand des elektrischen Speichers 3 anhand der elektrischen Beladung jeder einzelnen Speicherzelle 5 erfasst wird. Derartige Unterschiede in den Beladungsgrenzen können beispielsweise durch Alterungseffekte des elektrischen Speichers 3 hervorgerufen werden. Die Einzelspannungserfassungsvorrichtung 9 erfasst die Einzelzellenspannung der Speicherzellen 5 und gibt diese Einzelzellenspannung an die Vergleichseinrichtung 14 weiter. Die Vergleichseinrichtung 14 vergleicht sämtliche erhaltenen Einzelzellenspannungen und gibt die höchste Einzelzellenspannung über den Pfeil 27 und die niedrigste Einzelzellenspannung über den Pfeil 26 aus. Sowohl im Minimalbeladungsrechner 22 als auch im Maximalbeladungsrechner 24 wird anhand der erhaltenen Einzelzellenspannung und der in den Datenspeichern 23 und 25 enthaltenen Kennlinien entsprechend die zweite potentielle Minimalbeladung oder die zweite potentielle Maximalbeladung für den lastfreien Zustand ermittelt. Die Kennlinie wurde im Vorfeld, beispielsweise durch Versuchsreihen, bestimmt. Ferner ist es denkbar, die Kennlinie temperaturabhängig zu gestalten und die Datenspeicher 23 und 25 beispielsweise zusätzlich mit einer Temperaturerfassungsvorrichtung, welche hier nicht dargestellt ist, zu verbinden. In den Integratoren 20 und 21 wird anhand des erfassten Laststroms die aus den Speicherzellen 5 entnommene elektrische Beladung durch Integration berechnet. Der im Integrator 20 ermittelte Wert kann mit einer bereits von dem Minimalbeladungsrechner 22 ermittelten zweiten potentiellen Minimalbeladung, welche zum Zeitpunkt des Beginns der Integration ermittelt wurde, addiert werden. Somit dient die zweite potentielle Minimalbeladung, die des lastfreien Zustands, als Anfangswert für diese Berechnung. Der Integrator 20 übergibt dann die so errechnete erste potentielle Minimalbeladung, die für den Lastzustand, über den Pfeil 28 an die erste Unterscheidungseinrichtung 29. Die Unterscheidungseinrichtung 29 prüft, ob aktuell an dem elektrischen Speicher 3 der lastfreie Zustand oder der Lastzustand vorliegt. Liegt der lastfreie Zustand vor, so wird die zweite potentielle Minimalbeladung als Minimalbeladung über den Pfeil 31 ausgegeben. Liegt der Lastzustand vor, so wird die erste potentielle Minimalbeladung über den Pfeil 31 ausgegeben. In entsprechender Weise arbeitet der zweite Integrator 21 mit dem Maximalbeladungsrechner 24 und der zweiten Unterscheidungseinrichtung 33 zusammen. Diese gibt dann die Maximalbeladung über den Pfeil 35 aus.

Die auf diese Weise erhaltenen Minimal- und die Maximalbeladung ermöglichen es, den elektrischen Speicher 3 auf sichere Weise zu be- und entladen. Es ist gewährleistet, dass keine der Speicherzellen 5 überladen oder tiefentladen wird. Die Erfassung des Ladezustands des elektrischen Speichers 3 zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass nur eine geringe Anzahl an Auswerteschritten durchgeführt werden muss und gleichzeitig sämtliche Speicherzellen 5 überwacht werden.

Innerhalb eines bestimmten Zeit- oder Betriebsintervalls, welches programmiertechnisch vorgegeben oder von anderen Steuergeräten oder Ereignissen bestimmt sein kann, ergibt sich die Möglichkeit, die Anzahl der Auswerteschritte weiter zu verkleinern, indem innerhalb des Zeit- und/oder Betriebsintervalls nur ein einziges Mal sämtliche Einzelzellenspannungen erfasst werden. Nach der ersten Auswertung der Vergleichseinrichtung werden in allen folgenden lastfreien Zuständen nur die zwei Speicherzellen 5 von der Einzelspannungserfassungsvorrichtung erfasst, die im ersten lastfreien Zustand die höchste und die niedrigste Einzelzellenspannung aufgewiesen haben.

Ferner können die Minimal- und die Maximalbeladung für eine Ermittlung der maximalen Leistungsabgabe des elektrischen Speichers 3 verwendet werden. Für die maximale Leistungsabgabe bei dem elektrischen Speicher kann die folgende Formel verwendet werden, sofern die Speicherzellen 5 in Reihe zueinander geschaltet sind:

$$P_{\text{Batterie,Entladung}} = n \cdot U_{\min} \cdot I.$$

Die maximale Leistungsabgabe $P_{\text{Batterie,Entladung}}$ ergibt sich somit aus einer Anzahl n der Speicherzellen 5 multipliziert mit der niedrigsten Einzelzellenspannung $U_{\min}$ und einem vorgegebenen Maximalstrom I .

Sind die Speicherzellen 5 parallel zueinander geschaltet, so lässt sich die Maximalleistungsabgabe $P_{\text{Batterie,Entladung}}$ wie folgt berechnen:

$$P_{\text{Batterie,Entladung}} = U_{\min} \cdot I$$

In entsprechender Weise lässt sich auch die maximale Leistungsaufnahme unter Verwendung der höchsten Einzelzellenspannung und eines maximalen Ladestroms berechnen.

5 Ansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen des Ladezustands eines elektrischen Speichers (3), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit mehr als zwei Speicherzellen (5), die jeweils eine elektrische Einzelzellenspannung aufweisen und jeweils die gleiche, den lastfreien Zustand betreffende Kennlinie besitzen, die eine elektrische Belastung der Speicherzelle (5) in Abhängigkeit der Einzelzellenspannung beschreibt, mit den Schritten:
 - Erfassen der Einzelzellenspannungen,
 - Ermitteln der höchsten und/oder der niedrigsten Einzelzellenspannung und
 - 15 - Ermitteln einer vorliegenden Maximalbelastung der zugeordneten Speicherzelle (5) mittels der Kennlinie und der höchsten Einzelzellenspannung und/oder einer vorliegenden Minimalbelastung der zugehörigen Speicherzelle (5) mittels der Kennlinie und der niedrigsten Einzelzellenspannung.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einzelzellenspannungen im lastfreien Zustand erfasst werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einem Zeit- und/oder Betriebsintervall des Speichers (3) in jedem neuen lastfreien Zustand die Einzelzellenspannungen erneut erfasst werden und die Maximalbelastung und/oder die Minimalbelastung erneut ermittelt wird/werden.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach dem ersten lastfreien Zustand nur die Einzelzellenspannung/Einzelzellenspannungen der Speicherzelle/Speicherzellen (5) erneut erfasst wird/werden, die im ersten lastfreien Zustand die Minimalbelastung oder/und die Maximalbelastung aufwies/aufwiesen.
- 30

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein einem Lastzustand des Speichers (3) sein elektrischer Laststrom erfasst wird.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aktuelle Maximalbeladung der zugeordneten Speicherzelle (5) im Lastzustand mittels des erfassten Laststroms, dessen bisheriger Zeitdauer und der im letzten lastfreien Zustand erfassten Maximalbeladung der Speicherzelle (5) berechnet wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die aktuelle Minimalbeladung der zugeordneten Speicherzelle (5) im Lastzustand mittels des erfassten Laststroms, dessen bisherige Zeitdauer und der im letzten lastfreien Zustand erfassten Minimalbeladung der Speicherzelle (5) berechnet wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass jede Speicherzelle (5) eine obere Beladungsgrenze und/oder eine untere Beladungsgrenze aufweist.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Speicher (3) geladen wird, bis die Maximalbeladung der Speicherzelle (5) gleich der oberen Beladungsgrenze ist.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Speicher (3) entladen wird, bis die Minimalbeladung der Speicherzelle (5) gleich der unteren Beladungsgrenze ist.
- 30 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für einen bestimmten Ladezustand des Speichers (3) seine maximale Leistungsabgabe mittels der Anzahl der Speicherzellen (5), der niedrigsten Einzelzellenspannung und eines vorgegebenen Maximalstroms des Speichers (3) berechnet wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass für einen bestimmten Ladezustand des Speichers (3) seine maximale Leistungsabgabe mittels der niedrigsten Einzelzellenspannung und eines vorgegebenen Maximalstroms des Speichers (3) berechnet wird.
- 5
13. Erfassungsvorrichtung (1) zum Bestimmen des Ladezustands eines elektrischen Speichers (3), vorzugsweise für ein Kraftfahrzeug, insbesondere zur Durchführung eines Verfahrens nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Speicher (3) mehr als zwei Speicherzellen (5) besitzt, die jeweils eine elektrische Einzelzellenspannung aufweisen und jeweils die gleiche, den lastfreien Zustand betreffende Kennlinie besitzen, die eine elektrische Beladung der Speicherzelle (5) in Abhängigkeit der Einzelzellenspannung beschreibt, mit einer Einzelzellenspannungserfassungsvorrichtung, mit einer Vergleichseinrichtung für eine Ermittlung der höchsten und/oder der niedrigsten Einzelzellenspannung, mit einem Datenspeicher (23), in dem die Kennlinie gespeichert ist, und einer Recheneinheit (19) zum Ermitteln einer vorliegenden Maximalbeladung der zugeordneten Speicherzelle (5) mittels der Kennlinie und der höchsten Einzelzellenspannung und/oder einer vorliegenden Minimalbeladung der zugehörigen Speicherzelle (5) mittels der Kennlinie und der niedrigsten Einzelzellenspannung.
- 10
- 15
- 20
14. Erfassungsvorrichtung (1) nach Anspruch 12, **gekennzeichnet durch** eine Stromerfassungsvorrichtung für einen Lastzustand des Speichers (3).
15. Erfassungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** eine Beladungsberechnungseinheit (18) für den Lastzustand.
- 25
16. Erfassungsvorrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass es als Steuergerät (2), insbesondere für ein Kraftfahrzeug, ausgebildet ist.
- 30

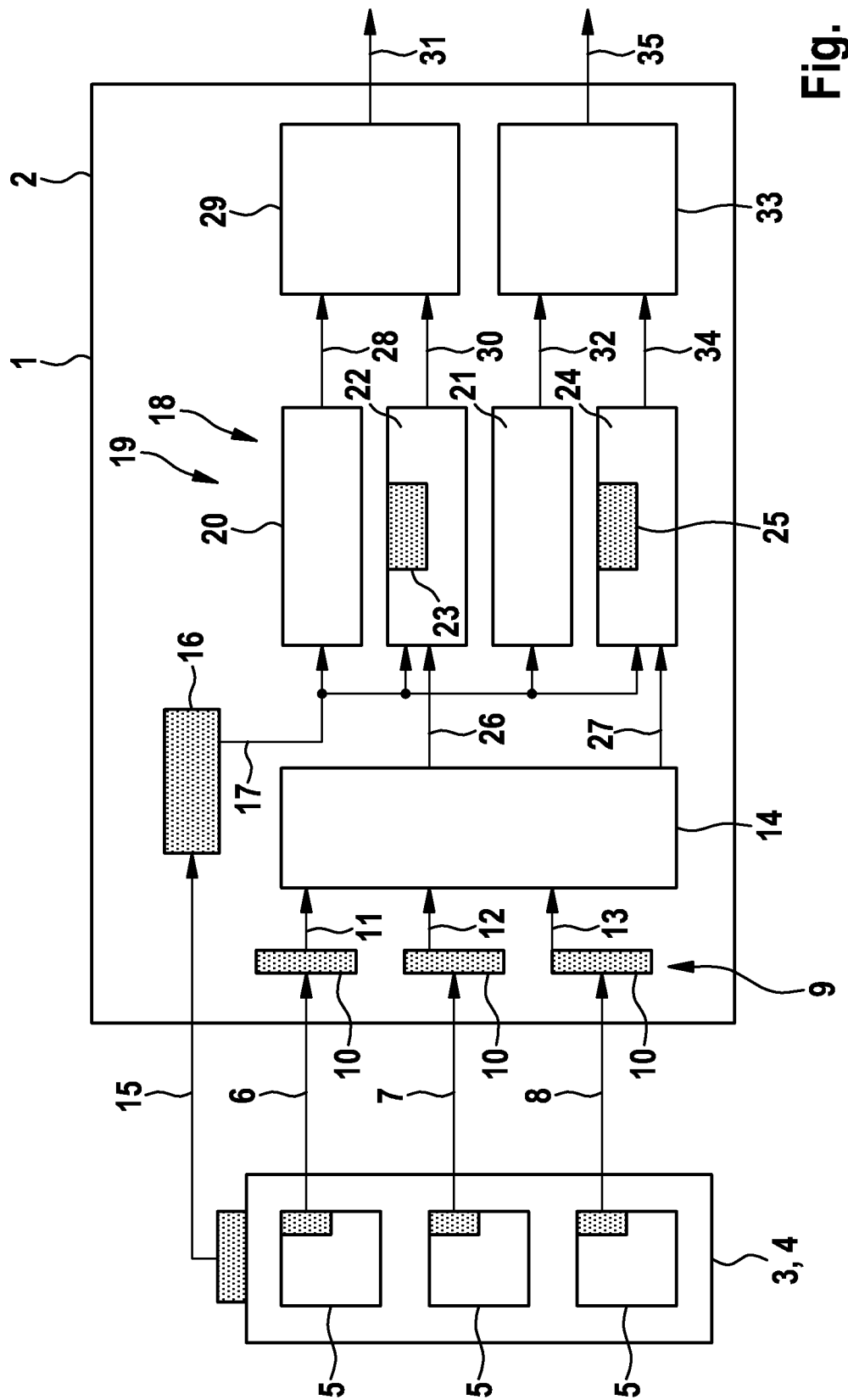


Fig.