

(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
25. August 2016 (25.08.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/131729 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 10/42 (2006.01) **H04Q 9/00** (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01) **H01M 10/052** (2010.01)
G01R 31/36 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/053063

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Februar 2016 (12.02.2016)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2015 002 071.4
18. Februar 2015 (18.02.2015) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder: **HELLENTHAL, Berthold**; Engelhardtstr. 105,
90596 Schwanstetten (DE). **HINTERBERGER, Michael**;
Hartriegelstr. 7, 85055 Ingolstadt (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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: BATTERY CELL WITH MONITORING DEVICE, AND CORRESPONDING OPERATING METHOD

(54) Bezeichnung : BATTERIEZELLE MIT ÜBERWACHUNGSVORRICHTUNG UND ZUGEHÖRIGES
BETRIEBSVERFAHREN

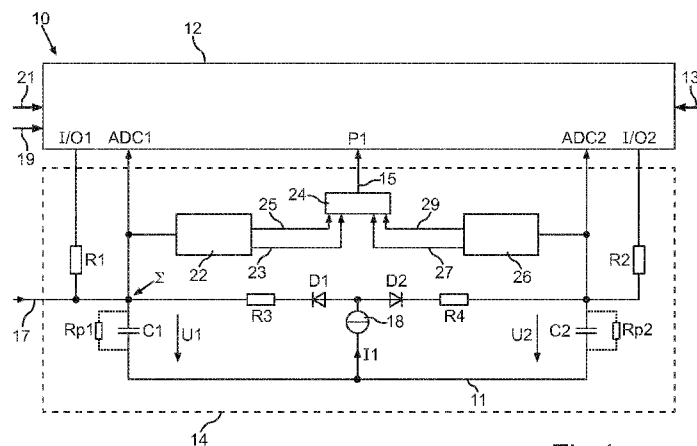


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a battery cell with a monitoring device (10), which comprises a data processing unit (12) for processing state data (13) of the battery cell dependent on a trigger pulse (15), and with a trigger unit (14), which is coupled to the data processing unit (12) in order to generate the trigger pulse (15) and provide the trigger pulse (15) to the data processing unit (12). The trigger unit (14) is designed to analyze a measurement signal (17) which correlates to an electric energy of the battery cell and to generate the trigger pulse (15) depending on the measurement signal (17). The invention further relates to a battery comprising such a battery cell and to a motor vehicle comprising such a battery. The invention additionally relates to a method for monitoring at least one such battery cell.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft eine Batteriezelle mit einer Überwachungsvorrichtung (10) umfassend eine Datenverarbeitungseinheit (12) zur Verarbeitung von Zustandsdaten (13) der Batteriezelle in Abhängigkeit von einem Auslöseimpuls (15) und einer Auslöseeinheit (14), welche mit der Datenverarbeitungseinheit (12) gekoppelt ist, zur Erzeugung des Auslöseimpulses (15) und Bereitstellung des Auslöseimpulses (15) an die Datenverarbeitungseinheit (12). Die Auslöseeinheit (14) ist dazu ausgelegt, ein Messsignal (17) auszuwerten, welches mit einer elektrischen Energie der Batteriezelle korreliert, und den Auslöseimpuls (15) in Abhängigkeit von dem Messsignal (17) zu erzeugen. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Batterie mit einer derartigen Batteriezelle sowie ein Kraftfahrzeug mit einer solchen Batterie. Überdies betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Überwachen zumindest einer derartigen Batteriezelle.

5 Batteriezele mit Überwachungsvorrichtung und
zugehöriges Betriebsverfahren

BESCHREIBUNG:

10

Die Erfindung betrifft eine Batteriezele für eine Batterie, insbesondere eines Kraftfahrzeugs. Weiterhin betrifft die Erfindung eine Batterie mit zumindest einer derartigen Batteriezele sowie ein Kraftfahrzeug mit einer derartigen Batterie. Überdies betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Überwachen zu-

15 mindest einer Batteriezele.

20

Lithium-Ionen-Batterien beziehungsweise Lithium-Ionen-Batteriesysteme haben sich aufgrund ihrer hohen Energie- und Leistungsdichte in nahezu allen Bereichen der mobilen Energiespeicher durchgesetzt, egal, ob es sich dabei um Pedelecs, Powertools, Hybridantriebe, Elektrofahrzeuge oder so-

25 gar um Bahnanwendungen handelt. Gleichzeitig gewinnen Lithium-Ionen-Batteriesysteme immer mehr auch an Bedeutung für stationäre Batteriespeichersysteme. Charakteristisch für viele Lithium-Ionen-Zellen beziehungsweise deren Zellchemie ist eine flache Ladezustands-Spannungs-Kennlinie. In den Randbereichen unter circa 10 Prozent und über 90 Prozent Ladezustand (state of charge - SoC) ändert sich die Spannungslage der Batteriezellen jedoch sehr schnell. Über die Zeit driften die Batteriezellen in ihrer Spannungslage möglicherweise auseinander. Dies kann durch unterschiedliche Effekte, wie zum Beispiel verschiedene Selbstentladungsraten, inhomogene

30 Temperaturen im Betrieb oder auch vorzeitige Alterung einiger Zellen in einem Batterieverbund oder auch durch unterschiedliche Chargen (Lieferung aus unterschiedlichen Fertigungslosen) geschehen.

35

Um das Risiko eines möglichen Ausfalls einer Batteriezele schon vorab beurteilen zu können, ist es nützlich, Zustandsdaten aus dem laufenden Betrieb jeder Batteriezele zu erfassen und für eine spätere Auswertung zu dokumentieren. Dazu gehören insbesondere die Temperaturen der Zelle, die im Betrieb aufgetreten sind, sowie der Verlauf von Lade- beziehungsweise Entladeströmen und die jeweils zugehörigen Ladezustände. Aus dem Stand

der Technik ist bekannt, Datensätze in gleichen Zeitabständen abzuspeichern. Im einfachsten Fall kann dies durch einen Taktgenerator angestoßen werden, welcher in zeitlich gleichbleibenden Intervallen jeweils eine Speicherung eines Datensatzes durch Erzeugen eines entsprechenden Trigger-Signals anstößt. Wenn außerdem eine Echtzeituhr (real time clock – RTC) zur Verfügung steht, kann der Datensatz außerdem mit einem Zeit- beziehungsweise Datumstempel versehen werden. Bei einer Abspeicherung in kurzen Zeitabständen fallen sehr große Datenmengen an. Vergrößert man jedoch den zeitlichen Abstand zwischen zwei Speichervorgängen, so besteht die Gefahr, dass für die Beurteilung eines Batteriezellzustands wesentliche Ereignisse nicht erfasst werden.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Batteriezelle, eine Batterie mit zumindest einer derartigen Batteriezelle, ein Kraftfahrzeug mit einer derartigen Batterie sowie ein Verfahren zum Überwachen zumindest einer Batteriezelle bereitzustellen, durch welche oder welches eine verbesserte Verarbeitung von Zustandsdaten der Batteriezelle ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird durch eine Batteriezelle mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1, eine Batterie mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8, ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Patentanspruchs 9 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die erfindungsgemäße Batteriezelle umfasst eine Überwachungsvorrichtung, welche eine Datenverarbeitungseinheit zur Verarbeitung von Zustandsdaten der Batteriezelle in Abhängigkeit von einem Auslöseimpuls und eine Auslöseeinheit umfasst. Die Auslöseeinheit ist mit der Datenverarbeitungseinheit gekoppelt und zur Erzeugung des Auslöseimpulses und Bereitstellung des Auslöseimpulses an die Datenverarbeitungseinheit ausgebildet. Dabei ist die Auslöseeinheit dazu ausgelegt, ein Messsignal auszuwerten, welches mit einer elektrischen Energie der Batteriezelle korreliert, um den Auslöseimpuls in Abhängigkeit von dem Messsignal zu erzeugen. Bei der Datenverarbeitungseinheit kann es sich insbesondere um einen Mikrocontroller oder einen Mikroprozessor handeln. Zustandsdaten können von entsprechenden Sensoren der Batteriezelle bereitgestellt werden. So kann beispielsweise eine Spannung der Batteriezelle, eine Temperatur, ein Druck, eine Impedanz der Batteriezelle oder auch eine Lage im Raum oder eine Beschleunigung der

Batteriezelle gespeichert werden. Bei Verfügbarkeit eines entsprechend geeigneten Messwertaufnehmers (Sensors) kann jeder beliebige Parameter der Batteriezelle oder der Umgebung erfasst werden. Hierbei kann auch vorgesehen sein, dass die Datenverarbeitungseinheit über eine zusätzliche – vorzugsweise drahtlose - Kommunikationsverbindung weitere Daten erhält, welche nicht direkt innerhalb der Batteriezelle ermittelt werden.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein besonders günstiges Verhältnis von zu speichernder Datenmenge und Abdeckung der relevanten Ereignisse erzielt werden kann, wenn ein Speichervorgang in Abhängigkeit von der elektrischen Energie der Batteriezelle ausgeführt wird. So können beispielsweise Speicherintervalle verlängert werden, wenn der Batteriezelle keine elektrische Energie zugeführt oder entnommen wird. Ebenso kann vorgesehen sein, eine detailliertere Dokumentation der Zustandsdaten im Bereich eines hohen Ladezustandes, also bei Annäherung der Spannung der Batteriezelle an eine von der Art der Batteriezelle abhängige Ladeschlussspannung oder eines niedrigen Ladezustandes bei einer möglicherweise auftretenden Tiefentladung bereitzustellen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Auslöseeinheit dazu ausgelegt, den Auslöseimpuls zu einem ersten Zeitpunkt, bei welchem die Batteriezelle einen ersten elektrischen Energieinhalt aufweist, zu erzeugen und den Auslöseimpuls zu einem zweiten Zeitpunkt, bei welchem die Batteriezelle einen zweiten elektrischen Energieinhalt aufweist, zu erzeugen, wobei sich der erste elektrische Energieinhalt und der zweite elektrische Energieinhalt um einen vorgebbaren Energiewert unterscheiden. Dadurch wird die gesamte Spanne eines Energiehubs der Batteriezelle zwischen der Ladeschlussgrenze und der Entladeschlussgrenze in gleichmäßige, auf eine Energieeinheit (EE), beispielsweise eine Wattsekunde oder eine Kilowattstunde, bezogen. Dadurch ist eine lückenlose Dokumentation eines vollständigen Lade-/Entladezyklus möglich. Abhängig von der elektrischen Energie der Batteriezelle, welche einem Ladezustand der Batteriezelle entspricht, werden Zustandsinformationen über die Batteriezelle erfasst und aufgezeichnet. Durch eine geeignete Energiemessung wird der Energiefluss in die und aus der Batteriezelle summiert. Ist eine Energieeinheit in die Batteriezelle geflossen beziehungsweise aus der Batteriezelle geflossen, so werden die Zustandsinformationen der Batteriezelle, beispielsweise Spannung, Temperatur, Druck, Impedanzen, Lage im Raum, Beschleunigung und dergleichen gespeichert. Dies kann beispielsweise bei einer intelligenten Batteriezelle (SmartCell) mit

integriertem Speicher und integrierten Sensoren durch eine integrierte intelligente Steuerung in Form eines Mikrocontrollers oder eines Zustandsautomaten erfolgen. Kann die intelligente Batteriezelle nach außen mit einer externen Einrichtung kommunizieren, kann sie von dieser eine Zeitinformati-
5 anfordern und diese mit dem Datensatz abspeichern. Dies kann bei einem Fahrzeug insbesondere beim Laden und im Fahrbetrieb möglich sein. Ist von der externen Einrichtung auch eine GPS-Position verfügbar, so kann auch diese mit dem Datensatz abgespeichert werden. Basierend auf dem Prinzip der Energieeinheiten-basierten Speicherung von Zustandsdaten ist ein rele-
10 vanter Energielebenslauf der Batteriezelle energieeffizient dokumentierbar. Insbesondere kann der Energielebenslauf der Batteriezelle dadurch vollständig dokumentiert werden.

Für eine effiziente Datenspeicherung kann auch vorgesehen sein, die Menge
15 der zu speichernden Zustandsdaten dadurch zu verringern, dass ein Schreiben nur bei einer Änderung erfolgt, das heißt dass ein aktueller Wert eines Parameters nicht gespeichert wird, wenn sich der aktuelle Wert gegenüber dem zuletzt gespeicherten Wert nicht geändert hat. Insbesondere, wenn alle zu erfassenden Zustandsdaten sich seit dem letzten Speichervorgang nicht
20 geändert haben, so werden diese nicht gespeichert, sondern nur der Energieeinheiten-Wert verändert. Dies führt insbesondere beim Laden zu einem geringen Datenaufkommen bei der mit dem Laden verbundenen hohen Energieeinheiten-Änderungsrate. Der Speichereintrag besteht in diesem Fall nur aus dem (geänderten) Energieeinheiten-Wert.

25 In einer bevorzugten Weiterbildung ist das Messsignal proportional zu einem elektrischen Strom durch die Batteriezelle oder proportional zu einer elektrischen Leistung der Batteriezelle, wobei die Auslöseeinheit Mittel zur Erzeugung eines Integrationssignals in Abhängigkeit von dem Messsignal aufweist und dazu ausgelegt ist, bei Überschreiten oder Unterschreiten eines
30 vorgebbaren Schwellwerts durch das Integrationssignal den Auslöseimpuls zu erzeugen und das Integrationssignal auf einen Startwert zurückzusetzen. Besonders vorteilhaft ist es dabei, wenn das Messsignal den elektrischen Strom durch die Batteriezelle repräsentiert, da sich das Messsignal in diesem
35 Fall besonders einfach mit bereits in der Batteriezelle vorhandenen technischen Mitteln erhalten lässt. Ein Zusammenhang mit der elektrischen Leistung der Batteriezelle ergibt sich aus der Multiplikation mit der elektrischen Spannung der Batteriezelle. Bei Bezug auf den elektrischen Strom durch die Batteriezelle ist daher der vorgebbare Energiewert als Ladungswert zu inter-

pretieren. Wie bereits eingangs dargestellt, ergibt sich bei Lithium-Ionen-Zellen im Bereich zwischen ca. 10 Prozent und 90 Prozent Ladezustand ein flacher Verlauf der Spannung der Zelle. Somit sind in diesem Bereich ein Energiewert und ein Ladungswert über einen näherungsweise konstanten Faktor, nämlich die Spannung der Batteriezelle, miteinander verknüpft. Somit ist die Erfindung mit beiden Varianten der Messwertbereitstellung uneingeschränkt verwendbar.

Bei einer Integration des Messsignals wird dieses in ein Integrationssignal überführt, welches je nach Art des bereitgestellten Messsignals eine elektrische Ladung oder eine elektrische Energie repräsentiert. Dabei ist es insbesondere wichtig, dass das Messsignal offsetfrei ist, das heißt den Wert 0 annimmt, wenn auch die ihm zugrundeliegende physikalische Größe, also eine elektrische Leistung oder ein elektrischer Strom, den Wert 0 annimmt. Mittels einer Prüfung des Integrationssignals auf ein Überschreiten oder Unterschreiten des vorgebbaren Schwellwerts kann somit der Zeitpunkt ermittelt werden, an welchem gegenüber einem Zeitpunkt des zuletzt erzeugten Auslöseimpulses die vorgebbare Energiemenge oder Ladungsmenge umgesetzt wurde. Auf diese Weise kann eine Folge von Auslöseimpulsen erzeugt werden, welche die übertragene Energie oder Ladung in jeweils gleiche Energieeinheiten beziehungsweise Ladungseinheiten unterteilt. Dadurch wird ein beliebiger Lade-/Entladezyklus der Batteriezelle mit einer vorgebbaren Auflösung, welche von der Energieeinheit beziehungsweise Ladungseinheit abhängt, vollständig dokumentiert. Abhängig von der vorgegebenen Auflösung und der Höhe des Messsignals kann sich hierbei ein Abstand zwischen zwei Auslöseimpulsen zwischen Bruchteilen von Sekunden bis zu Stunden oder Tagen ergeben. Dabei kann auch vorgesehen sein, eine Obergrenze für ein Zeitintervall zwischen zwei aufeinanderfolgenden Auslöseimpulsen vorzugeben, wobei bei Erreichen dieser Obergrenze eine Verarbeitung der Zustandsdaten und Speicherung erfolgt, ohne dass der vorgebbare Schwellwert durch das Integrationssignal erreicht wurde.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Auslöseeinheit als Mittel zur Erzeugung des Integrationssignals einen ersten Kondensator auf, welcher mit einem ersten Analogeingang der Datenverarbeitungseinheit sowie mit einer ersten Komparatoreinheit elektrisch gekoppelt ist, wobei das Integrationssignal durch eine erste elektrische Spannung an dem ersten Kondensator bereitstellbar ist und die Komparatoreinheit dazu ausgelegt ist, bei Überschreiten eines vorgebbaren ersten Schwellwerts durch die erste

elektrische Spannung an dem ersten Kondensator den Auslöseimpuls zu erzeugen. Hierdurch ergibt sich eine besonders einfache und energiesparende Ausgestaltung der Erfindung. Die Bereitstellung des Messsignals erfolgt hierbei zweckmäßigerweise durch einen elektrischen Strom. Die zur

5 Erzeugung des Auslöseimpulses vorgesehenen Komponenten verbrauchen wenig Energie und setzen die Datenverarbeitungseinheit mit jedem Auslöseimpuls jeweils nur kurzzeitig in Betrieb, nämlich so lange, wie diese für die Verarbeitung von den Zustandsdaten benötigt und um den Kondensator wieder auf den Startwert zurückzusetzen.

10

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist der erste Kondensator über einen ersten Widerstand mit einem ersten bidirektionalen Anschluss der Datenverarbeitungseinheit elektrisch gekoppelt. Vorliegend ist unter dem Begriff "Widerstand" ein Widerstandselement, also ein passives Bauelement, zu verstehen

15 und nicht ein Widerstandswert. Der erste bidirektionale Anschluss ist dazu ausgelegt, einen der drei folgenden Zustände anzunehmen: Niedrig-Pegel mit einer elektrisch leitenden Verbindung zu einem Bezugspotential der Datenverarbeitungseinheit, Hoch-Pegel mit einer elektrisch leitenden Verbindung zu einem Versorgungspotential der Datenverarbeitungseinheit, wobei

20 zwischen dem Versorgungspotential und dem Bezugspotential eine Versorgungsspannung der Datenverarbeitungseinheit anliegt, oder Nichtbestehen einer leitenden Verbindung. Hierdurch kann der erste Kondensator durch die Datenverarbeitungseinheit nach dem Überschreiten oder Unterschreiten des vorgebbaren Schwellwerts wieder innerhalb kurzer Zeit auf den Startwert

25 zurückgesetzt werden. Nach dem Zurücksetzen auf den Startwert wird der erste bidirektionale Anschluss auf einen hochohmigen Zustand zurückgesetzt, sodass der erste Kondensator nicht mehr belastet wird. Bevorzugt kann danach die Datenverarbeitungseinheit in einen Ruhezustand versetzt werden, in dem ihr Energieverbrauch auf ein Minimum reduziert ist. Auf diese

30 Weise kann der Energieverbrauch durch die Überwachungsvorrichtung besonders gering gehalten und somit eine geringe Selbstentladung der Batterie erzielt werden.

35

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung weist die Auslöseeinheit einen zweiten Kondensator auf, welcher über einen zweiten Widerstand mit einem zweiten bidirektionalen Anschluss der Datenverarbeitungseinheit elektrisch gekoppelt ist und mit einem zweiten Analogeingang der Datenverarbeitungseinheit sowie mit einer zweiten Komparatoreinheit elektrisch gekoppelt ist. Dabei ist ein Referenzsignal durch eine zweite elektrische Spannung an dem

zweiten Kondensator bereitstellbar. Die Komparatoreinheit ist dazu ausgelegt, bei Überschreiten eines vorgebbaren zweiten Schwellwerts durch die zweite elektrische Spannung den Auslöseimpuls zu erzeugen. Die Auslöseeinheit weist eine gemeinsame Stromquelle mit einem vorgebbaren Konstantstrom auf, welche dazu ausgelegt ist, zum Ausgleich von Selbstentladungsströmen des ersten Kondensators und des zweiten Kondensators jeweils einen Ausgleichsstrom einzuprägen. Dabei kann auch vorgesehen sein, dass die Stromquelle über die Datenverarbeitungseinheit konfigurierbar ist. Bevorzugt weist hierbei der zweite Kondensator die gleiche Kapazität wie der erste Kondensator auf. Weiterhin kann vorgesehen sein, die Aufteilung des vorgebbaren Konstantstroms auf den ersten Kondensator und den zweiten Kondensator jeweils über einen dritten Widerstand und einen vierten Widerstand zu steuern. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der Widerstandswert des dritten Widerstands und der Widerstandswert des vierten Widerstands gleich groß sind, sodass sich der Konstantstrom gleichmäßig auf den ersten Kondensator und den zweiten Kondensator aufteilt. Diese Anordnung erlaubt es, einen Selbstentladungsstrom des ersten Kondensators zu kompensieren. Der zweite Kondensator dient hierbei als Referenzkondensator zur Kontrolle, dass der aus der Stromquelle bereitgestellte Konstantstrom genau den Selbstentladungsstrom des ersten Kondensators deckt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung ist die Auslöseeinheit dazu ausgelegt, bei Überschreiten des vorgebbaren zweiten Schwellwerts durch die zweite elektrische Spannung die zweite elektrische Spannung auf einen Differenzzustand zurückzusetzen und eine dafür in den zweiten Kondensator einzubringende Ausgleichsladungsmenge auch in den ersten Kondensator einzuspeisen. Für den Fall, dass der von der gemeinsamen Stromquelle bereitgestellte Konstantstrom nicht genau die Selbstentladung des ersten Kondensators und des zweiten Kondensators deckt, nämlich zu viel oder zu wenig Strom einspeist, kann anhand des zweiten Kondensators die fehlende oder überschüssige Ladungsmenge ermittelt werden und diese gleichsinnig beiden Kondensatoren, das heißt dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator, zugeführt beziehungsweise entnommen werden, sodass nach diesem Ausgleichsvorgang sich der zweite Kondensator wieder auf seinem Referenzzustand befindet. Hierdurch ist auch über einen längeren Zeitraum eine dauerhaft korrekte Messung der Energieeinheiten beziehungsweise Ladungseinheiten über den ersten Kondensator möglich.

Zu der Erfindung gehört auch eine Batterie mit zumindest einer Batteriezelle der erfindungsgemäßen Art. Die erfindungsgemäße Batterie umfasst eine Mehrzahl von erfindungsgemäßen Batteriezellen, welche in Reihe geschaltet und/oder parallel geschaltet sein können. Dabei kann auch vorgesehen sein, dass das Messsignal die elektrische Energie repräsentiert, welche mit der Gesamtheit der miteinander verschalteten Batteriezellen korreliert.

Das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug umfasst zumindest eine erfindungsgemäße Batterie. Das Kraftfahrzeug kann beispielsweise als Personenkraftwagen, insbesondere als ein Elektrofahrzeug oder Hybridfahrzeug ausgebildet sein. Des Weiteren kann es sich bei dem Kraftfahrzeug auch um ein elektrisch betriebenes Motorrad oder um ein elektrisch betriebenes Fahrrad handeln.

Es ist des Weiteren möglich, die Batterie in einem stationären Energiespeichersystem vorzusehen. Darüber hinaus kann es vorgesehen sein, dass die Batterie, welche in einem Kraftfahrzeug bereitgestellt war, als sogenannte Second-Life-Batterie weiterverwendet wird, wobei also die Batterie einer andersgearteten Nutzung zugeführt wird. Insbesondere bei Second-Life-Anwendungen können nämlich die Anforderungen etwa an die Leistungsfähigkeit der Batteriezellen geringer sein als bei Verwendung der Batteriezellen für die Batterie des Kraftfahrzeugs. Hierbei können die in der Batteriezelle vorliegenden Zustandsdaten aus der zurückliegenden Betriebszeit der Batteriezelle vorteilhaft zur Selektion und Überprüfung eingesetzt werden.

Verfahrensseitig werden zur Überwachung zumindest einer Batteriezelle folgende Schritte vorgeschlagen: Verarbeiten von Zustandsdaten der Batteriezelle in Abhängigkeit von einem Auslöseimpuls, Auswerten eines Messsignals, welches mit einer elektrischen Energie der Batteriezelle korreliert, Erzeugen des Auslöseimpulses in Abhängigkeit von dem Messsignal und Bereitstellen des Auslöseimpulses.

Die für die erfindungsgemäße Batteriezelle beschriebenen Vorteile und bevorzugten Ausführungsformen gelten auch für die erfindungsgemäße Batterie und für das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug.

Ebenso gelten die für die erfindungsgemäßen Vorrichtungen beschriebenen Vorteile und Merkmale sowie Ausführungsformen gleichermaßen für entsprechende Verfahren und umgekehrt. Folglich können für Vorrichtungs-

merkmale entsprechende Verfahrensmerkmale und umgekehrt vorgesehen sein.

Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmals-
5 kombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten
und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombi-
nationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch
in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar, ohne den
Rahmen der Erfindung zu verlassen. Es sind somit auch Ausführungen als
10 von der Erfindung umfasst und offenbart anzusehen, die in den Figuren nicht
explizit gezeigt und erläutert sind, jedoch durch separierte Merkmalskombi-
nationen aus den erläuterten Ausführungen hervorgehen und erzeugbar
sind.

15 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus
den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführ-
ungsformen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

20 Fig. 1 eine bevorzugte Ausführungsform einer Überwachungsvorrich-
tung einer Batteriezelle in einer vereinfachten schematischen
Darstellung,

25 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Zeitverlaufs von charakte-
ristischen Signalen der Überwachungsvorrichtung gemäß Fig. 1
unter Annahme einer idealen Selbstentladungskompensation,

30 Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Zeitverlaufs von charakte-
ristischen Signalen der Überwachungsvorrichtung gemäß Fig. 1
unter Annahme einer nichtidealen Selbstentladungskompensa-
tion, und

35 Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Zeitverlaufs von charakte-
ristischen Signalen der Überwachungsvorrichtung gemäß Fig. 1
unter Annahme einer ungleichmäßigen Selbstentladungskom-
pensation bei einem gegenläufigen Auseinanderdriften eines
Messsignals und eines Referenzsignals.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Überwachungsvorrichtung 10, wie sie in einer
Batteriezelle zum Einsatz kommen kann. Die Überwachungsvorrichtung 10

- umfasst eine Datenverarbeitungseinheit 12, welche mit einer Auslöseeinheit 14 gekoppelt ist. Von Sensoren innerhalb oder außerhalb der Batteriezelle werden Zustandsdaten 13 an die Datenverarbeitungseinheit 12 bereitgestellt. Die Auslöseeinheit 14 stellt einen Auslöseimpuls 15 an einem Eingang P1 der Datenverarbeitungseinheit 12 bereit. Hierbei kann es sich um einen Eingang P1 handeln, welcher ein sogenanntes Aufwecken (Wake-up) der Datenverarbeitungseinheit 12 ermöglicht. Ein Messsignal, welches bevorzugt proportional zu einem elektrischen Strom durch die Batteriezelle ist, wird als Stromsignal 17 in einem Verzweigungspunkt Σ der Auslöseeinheit 14 eingespeist. Zusätzliche Daten können von der Datenverarbeitungseinheit 12 von einer externen Datenquelle abgefragt werden, beispielsweise ein Echtzeituhrsignal 19 (real time clock - RTC) oder ein Standortsignal 21, etwa in Form eines GPS-Signals (global positioning system).
- Die Auslöseeinheit 14 weist eine symmetrische Anordnung von Komponenten auf. Ein erster Kondensator C1, an dem eine erste Spannung U1 anliegt, dient als Messkondensator, ein zweiter Kondensator C2, an dem eine zweite Spannung U2 anliegt, dient als Referenzkondensator. Beide Kondensatoren C1, C2 sind jeweils auf ein gemeinsames Bezugspotential 11 bezogen. Parallel zu dem ersten Kondensator C1 ist ein erster Parallelwiderstand Rp1 angedeutet, welcher eine Selbstentladung des ersten Kondensators C1 repräsentiert. In gleicher Weise ist parallel zu dem zweiten Kondensator C2 ein zweiter Parallelwiderstand Rp2 angedeutet, welcher für eine Selbstentladung des zweiten Kondensators C2 steht. Zur Kompensation der Selbstentladung durch den ersten Parallelwiderstand Rp1 und den zweiten Parallelwiderstand Rp2 ist eine Konstantstromquelle 18 vorgesehen, welche einen Konstantstrom I1 liefert. Der Konstantstrom I1 teilt sich über eine erste Diode D1 und eine zweite Diode D2 auf, wobei die Anoden der beiden Dioden D1 und D2 mit der Konstantstromquelle 18 gekoppelt sind. Ein nicht mit dem Bezugspotential 11 verbundener Anschluss des ersten Kondensators C1, welcher im Folgenden als oberer Anschluss des ersten Kondensators C1 bezeichnet wird, wird über einen ersten Widerstand R1 mit einem ersten bidirektionalen Anschluss I/O1 der Datenverarbeitungseinheit 12 gekoppelt. In gleicher Weise ist ein nicht mit dem Bezugspotential 11 verbundener Anschluss des zweiten Kondensators C2, welcher im Folgenden als oberer Anschluss des zweiten Kondensators C2 bezeichnet wird, über einen zweiten Widerstand R2 mit einem zweiten bidirektionalen Anschluss I/O2 der Datenverarbeitungseinheit 12 gekoppelt. Der obere Anschluss des ersten Kondensators C1 ist des Weiteren mit einem ersten Analogeingang ADC1 der Da-

tenverarbeitungseinheit 12 sowie mit einem Eingang einer ersten Komparatoreinheit 22 elektrisch gekoppelt. Ebenso ist der obere Anschluss des zweiten Kondensators C2 mit einem zweiten Analogeingang ADC2 der Datenverarbeitungseinheit 12 sowie mit einem Eingang einer zweiten Komparatoreinheit 26 verbunden.

Die Kathode der ersten Diode D1 ist mit dem oberen Anschluss des ersten Kondensators C1 über einen dritten Widerstand R3 gekoppelt. In gleicher Weise ist die Kathode der zweiten Diode D2 über einen vierten Widerstand R4 mit dem oberen Anschluss des zweiten Kondensators C2 gekoppelt. Die erste Komparatoreinheit 22 stellt ein Signal 23 bereit, welches ein Unterschreiten eines vorgebbaren unteren Schwellwerts signalisiert sowie ein Signal 25, welches ein Überschreiten eines vorgebbaren oberen Schwellwerts signalisiert. In gleicher Weise stellt die zweite Komparatoreinheit 26 ein Signal 27 bereit, welches ein Unterschreiten eines vorgebbaren unteren Schwellwerts signalisiert sowie ein Signal 29, welches ein Überschreiten eines vorgebbaren oberen Schwellwerts signalisiert. Bevorzugt können hierbei die oberen und die unteren Schwellwerte identisch für beide Komparatoreinheiten 22 und 26 vorgegeben sein. Weiterhin können ein oberer Schwellwert und ein unterer Schwellwert symmetrisch angeordnet zu einem Startzustand beziehungsweise Referenzzustand des ersten Kondensators C1 und des zweiten Kondensators C2 sein, welcher vorzugsweise einer halben Versorgungsspannung $V/2$ ($= 1/2 \cdot \text{Versorgungsspannung } V$) entspricht. Die Signale 23, 25, 27, 29 sind an einer logischen Verknüpfungseinheit 24 bereitgestellt, welche eine Oder-Verknüpfung ausführt und daraus den Auslöseimpuls 15 erzeugt.

Fig. 2 zeigt eine Zusammenstellung von fünf Graphen, welche über einer gemeinsamen Zeitachse dargestellt sind. Dargestellt sind die erste Spannung U1 an dem ersten Kondensator C1 (Messkondensator), auch als Messspannung bezeichnet, sowie die zweite Spannung U2 an dem zweiten Kondensator C2 (Referenzkondensator), auch als Referenzspannung bezeichnet. Die erste Spannung U1 und die zweite Spannung U2 können einen Wert im Bereich zwischen 0 und dem Wert der Versorgungsspannung V, welche eine Betriebsspannung der Schaltung darstellt, annehmen. Weiterhin ist ein binäres Betriebszustandssignal OP dargestellt, welches einen Betriebszustand der Datenverarbeitungseinheit 12 kennzeichnet. Bei einem Niedrig-Pegel 0 befindet sich die Datenverarbeitungseinheit 12 in einem Schlafmodus (Sleep Mode), welcher durch einen besonders geringen Ener-

gieverbrauch der Datenverarbeitungseinheit 12 gekennzeichnet ist, bei einem Hoch-Pegel 1 befindet sich die Datenverarbeitungseinheit 12 in einem Betriebsmodus (Operation Mode). Eine Überführung von dem Schlafmodus in den Betriebsmodus erfolgt mittels des an dem Eingang P1 bereitgestellten
5 Auslöseimpulses 15. Ein Zurücksetzen von dem Betriebsmodus in den Schlafmodus kann durch die Datenverarbeitungseinheit 12 selbst, insbesondere durch Ausführen eines entsprechenden Programmcodes erfolgen.

Des weiteren sind der Zustand des ersten bidirektionalen Anschlusses I/O1,
10 welcher mit dem ersten Kondensator C1 gekoppelt ist, und des zweiten bidirektionalen Anschluss I/O2, welcher mit dem zweiten Kondensator C2 gekoppelt ist, jeweils in einem Graphen dargestellt. Hierbei können drei Zustände vorliegen, nämlich ein hochohmiger Zustand Z, bei welchem der erste Kondensator C1 beziehungsweise der zweite Kondensator C2 unbeeinflusst
15 bleibt, ein Hoch-Pegel 1, bei welchem eine elektrisch leitende Verbindung zu einem Versorgungspotential hergestellt wird, wodurch eine Aufladung des jeweiligen Kondensators C1 beziehungsweise C2 erfolgt. Als weiterer Zustand kann ein Niedrig-Pegel 0 vorliegen, bei welchem eine elektrisch leitende Verbindung zu dem Bezugspotential 11 hergestellt wird, was zu einer Entladung des jeweiligen Kondensators C1 beziehungsweise C2 führt. Insbe-
20 sondere kann vorgesehen sein, dass der Hoch-Pegel 1 physikalisch durch eine Spannung repräsentiert wird, welche gleich der Versorgungsspannung V ist.

25 Bei einem Startzustand zwischen einer Zeit t_0 und t_1 beträgt die zweite Spannung U_2 konstant $V/2$. In gleicher Weise beträgt hier die erste Spannung U_1 ebenfalls $V/2$. Das Betriebszustandssignal OP weist in diesem Zustand den Niedrig-Pegel 0 auf. Beide bidirektionale Anschlüsse I/O1 und I/O2 befinden sich im hochohmigen Zustand Z. Zwischen dem Zeitpunkt t_1 und
30 einem Zeitpunkt t_2 findet nun eine Stromzufuhr in den Kondensator C1 durch ein positives Stromsignal 17 statt. Zum Zeitpunkt t_2 erreicht die erste Spannung U_1 einen oberen Schwellwert, welcher hier zur Vereinfachung auf den Wert der Versorgungsspannung V gelegt wurde. Zwischen dem Zeitpunkt t_1 und dem Zeitpunkt t_2 ist somit eine bestimmte Energiemenge beziehungsweise Ladungsmenge geflossen, welche hier mit ΔEE bezeichnet wird. Zum
35 Zeitpunkt t_2 wird somit der Auslöseimpuls 15 an den ersten Eingang P1 der Datenverarbeitungseinheit 12 bereitgestellt, wodurch das Betriebszustandssignal OP von dem Niedrig-Pegel 0 auf den Hoch-Pegel 1 wechselt. Die Datenverarbeitungseinheit 12 startet nun die Verarbeitung der Zustandsdaten

und führt den ersten Kondensator C1 wieder auf seinen Ausgangszustand zurück, nämlich auf die halbe Versorgungsspannung $V/2$, indem der bidirektionale Anschluss I/O1 auf den Niedrig-Pegel 0 gelegt wird. Mit Erreichen der halben Versorgungsspannung $V/2$ durch die erste Spannung U1 wird der
5 erste bidirektionale Anschluss I/O1 wieder in den hochohmigen Zustand Z überführt, und die Datenverarbeitungseinheit 12 kann wieder in den Schlafmodus zurückkehren.

Beispielhaft startet nun bei einem Zeitpunkt t3 ein Stromfluss des Stromsignals 17 in entgegengesetzter Richtung. Hierdurch wird zwischen dem Zeitpunkt t3 und einem Zeitpunkt t4 gerade wieder die zuvor eingespeicherte Energieeinheit ΔEE beziehungsweise Ladungsmenge entnommen. Die erste Spannung U1 an dem ersten Kondensator C1 erreicht bei dem Zeitpunkt t4 eine untere Schwelle, welche hier zur Vereinfachung auf 0 gesetzt wurde.
10 Wie bereits zuvor in dem Intervall zwischen t2 und t3 startet hier ein Auslöseimpuls 15 an dem ersten Eingang P1 die Datenverarbeitungseinheit 12 zur Verarbeitung der Zustandsdaten. Als einziger Unterschied zu dem Vorgang in dem Intervall t2, t3 ist der erste bidirektionale Anschluss I/O1 nunmehr auf den Hoch-Pegel 1 geschaltet, bei welchem eine Verbindung mit der Versorgungsspannung V besteht. Nachdem die erste Spannung U1 an dem ersten Kondensator C1 den Wert der halben Versorgungsspannung $V/2$ erreicht hat, liegt hier wieder der ursprüngliche Zustand wie in dem Intervall t0, t1 vor.
20

Fig. 3 zeigt dieselbe Zusammenstellung von Graphen, wobei nunmehr auch ein überlagertes Wegdriften der beiden Kondensatoren C1 und C2 dargestellt ist. Ausgehend von einem Ausgangszustand, welcher zwischen einem Zeitpunkt t10 und einem Zeitpunkt t11 vorliegt, startet bei dem Zeitpunkt t11 wieder eine Zuführung einer Energieeinheit ΔEE . Hierbei wird nun angenommen, dass in diesem Intervall eine gleichmäßige Spannungsdrift bei beiden Kondensatoren C1 und C2, das heißt dem Messkondensator und dem Referenzkondensator, stattfindet. Zu dem Zeitpunkt t12 erreicht die erste Spannung an dem ersten Kondensator C1 einen oberen Schwellwert. Die logische Verknüpfungseinheit 24 erzeugt dann den Auslöseimpuls, 15, welcher an dem ersten Eingang P1 der Datenverarbeitungseinheit 12 bereitgestellt wird.
25 30 35 Die Datenverarbeitungseinheit 12 stellt nun über den zweiten Analogeingang ADC2 fest, dass sich der zweite Kondensator C2, also der Referenzkondensator, nicht mehr auf der halben Versorgungsspannung $V/2$ befindet. Infolgedessen findet keine Zustandsdatenverarbeitung und Abspeicherung statt. In dem Zeitintervall zwischen t12 und t13 findet nunmehr eine

Entladung des zweiten Kondensators C2 auf den Sollwert statt, nämlich der halben Versorgungsspannung $V/2$. Die hierfür aus dem zweiten Kondensator C2 entnommen erste Ladungsmenge wird mit Q_0 bezeichnet. Die gleiche Ladungsmenge Q_0 wird anschließend auch in einem Intervall zwischen t_{13} und t_{14} aus dem ersten Kondensator C1 entnommen. Die zugehörigen Zustände der bidirektionalen Anschlüsse I/O1 und I/O2 sind entsprechend in dem jeweiligen Intervall Niedrig-Pegel 0, ansonsten hochohmiger Zustand Z.

In gleicher Weise ist in einem weiteren Verlauf zwischen einem Zeitpunkt t_{20} und t_{21} ein Ausgangszustand mit jeweils der halben Versorgungsspannung $V/2$ als erste Spannung an dem ersten Kondensator und zweite Spannung an dem zweiten Kondensator gegeben. Hierbei erfolgt nun eine Stromentnahme in entgegengesetzter Richtung. Auch hier wird vorausgesetzt, dass sich in dem Intervall t_{21} und t_{22} zusätzlich eine Überlagerung eines Driftstroms ergibt, welcher zu einer fortschreitenden Entladung des ersten Kondensators C1 und des zweiten Kondensators C2 führt, welcher nicht von der Konstantstromquelle 18 gedeckt wird. Zum Zeitpunkt t_{22} erreicht die erste Spannung U_1 an dem ersten Kondensator C1 den unteren Schwellwert, wodurch der Auslöseimpuls 15 erzeugt wird, welcher an dem Eingang P1 bereitgestellt wird. Auch hier erfolgt keine Speicherung der Zustandsdaten, weil die zweite Spannung U_2 an dem zweiten Kondensator C2 von dem Sollwert halbe Versorgungsspannung $V/2$ abweicht. Zunächst wird in dem Zeitintervall t_{22} bis t_{23} die zweite Spannung U_2 an dem zweiten Kondensator auf den Sollwert halbe Versorgungsspannung $V/2$ zurückgeführt. Eine dabei ermittelte zweite Ladungsmenge Q_1 wird dementsprechend auch wieder dem ersten Kondensator C1 zugeführt. Der Zustand des ersten bidirektionalen Anschlusses I/O1 ist in diesem Fall zwischen dem Zeitpunkt t_{23} und t_{24} durch den Hoch-Pegel 1 gegeben, der Zustand des zweiten bidirektionalen Anschlusses I/O2 ist zwischen dem Zeitpunkt t_{22} und t_{23} durch den Hoch-Pegel 1 gegeben. Ansonsten liegt bei beiden bidirektionalen Anschlüssen I/O1 und I/O2 in diesem Abschnitt jeweils der hochohmige Zustand Z vor.

Zwischen einem Zeitpunkt t_{30} und t_{31} findet ein weiterer überlagerter Vorgang aus Stromentnahme und Drift statt, wobei im Unterschied zu den vorhergehenden Fällen eine erste Schwellwertüberschreitung hier durch die zweite Spannung U_2 des zweiten Kondensators C2, also des Referenzkondensators, stattfindet. Auch in diesem Fall findet zu dem Zeitpunkt t_{31} keine Datenspeicherung durch die Datenverarbeitungseinheit 12 statt, da die Spannung an dem zweiten Kondensator C2 hier nicht dem Sollwert halbe

Versorgungsspannung $V/2$ entspricht. In dem Intervall t_{31} bis t_{32} wird die Spannung U_2 an dem zweiten Kondensator C_2 wieder auf den Sollwert halbe Versorgungsspannung $V/2$ zurückgeführt. Eine dabei entnommene dritte Ladungsmenge Q_2 wird des Weiteren auch in dem Intervall t_{32} bis t_{33} aus dem ersten Kondensator C_1 entnommen.

Insbesondere können die Phasen, in denen die Datenverarbeitungseinheit 12 aktiv ist, beispielsweise zwischen den Zeitpunkten t_{12} und t_{14} oder den Zeitpunkten t_{31} und t_{33} sehr kurz sein, beispielsweise 200 Nanosekunden. Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Zeiten nicht maßstäblich aufgetragen sind. Insbesondere kann sich beispielsweise ein Zeitintervall t_{11} bis t_{12} über einen sehr langen Zeitraum, insbesondere von Stunden, Tagen oder gar Wochen, erstrecken. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn eine Batteriezelle mit einer derartigen Überwachungsvorrichtung in einem Kraftfahrzeug eingesetzt wird, welches über längere Zeit abgestellt ist.

Fig. 4 zeigt einen Fall der Langzeitdrift, bei welchem die beiden Kondensatoren C_1 und C_2 eine unterschiedlich hohe Selbstentladung aufweisen. Insbesondere erhält einer der beiden Kondensatoren C_1 , C_2 einen höheren Kompensationsstrom als notwendig und der andere einen niedrigeren Kompensationsstrom als notwendig. Infolgedessen driften die beiden Spannungen U_1 und U_2 abweichend von dem Sollwert halbe Versorgungsspannung $V/2$ auseinander. Dabei erreicht die erste Spannung U_1 zum Zeitpunkt t_{42} einen oberen Schwellwert, infolgedessen wird ein Auslöseimpuls 15 erzeugt. Die Datenverarbeitungseinheit 12 erkennt anhand der abweichenden zweiten Spannung U_2 an dem zweiten Kondensator C_2 , dass keine Speicherung erfolgen soll. Eine derart ungleichmäßige Selbstentladung kann sich beispielsweise infolge von Temperatureinflüssen oder ähnlichem ergeben. Die nicht angepasste Kompensationsstromverteilung an die beiden Kondensatoren C_1 und C_2 wird nun dahingehend korrigiert, dass eine aus dem zweiten Kondensator entnommene vierte Ladungsmenge Q_3 nunmehr mit entgegengesetzter Polarität in den ersten Kondensator C_1 eingespeist wird.

Das Ausführungsbeispiel dient lediglich der Erläuterung der Erfindung und ist für diese nicht beschränkend. Insbesondere kann die zuvor erläuterte schaltungstechnische Anordnung beliebig modifiziert sein, ohne den Gedanken der Erfindung zu verlassen.

Somit wurde vorstehend gezeigt, wie das Monitoring von Zustandsinformationen von Energiespeichern, insbesondere Batteriezellen, ohne Zeitbasis, sondern basierend auf Energieeinheiten, auf sehr energiesparende Weise erfolgen kann.

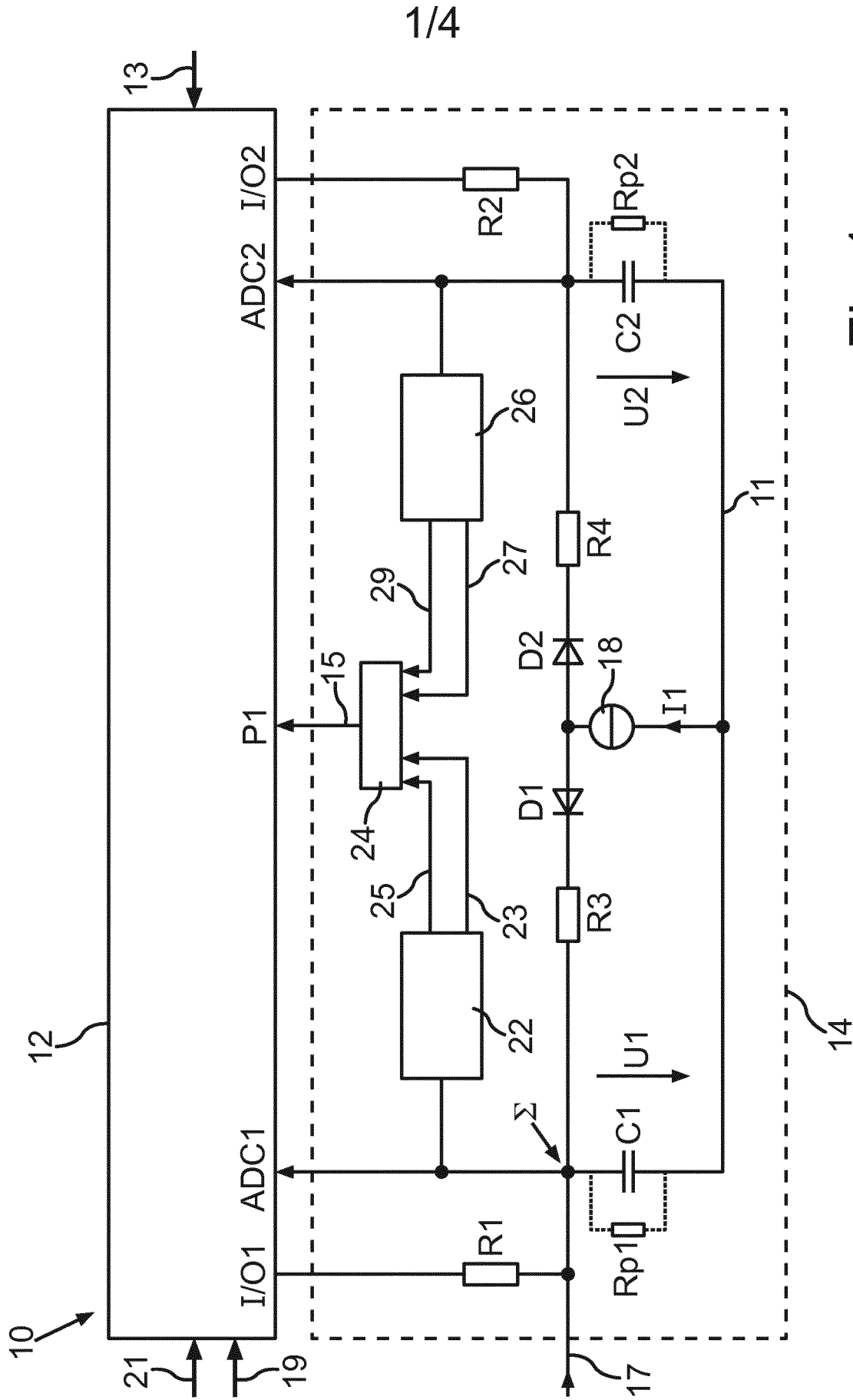
PATENTANSPRÜCHE:

1. Batteriezelle mit einer Überwachungsvorrichtung (10) umfassend:
 - 5 - eine Datenverarbeitungseinheit (12) zur Verarbeitung von Zustandsdaten (13) der Batteriezelle in Abhängigkeit von einem Auslöseimpuls (15),
 - einer Auslöseeinheit (14), welche mit der Datenverarbeitungseinheit (12) gekoppelt ist, zur Erzeugung des Auslöseimpulses (15) und Bereitstellung des Auslöseimpulses (15) an die Datenverarbeitungseinheit (12),
10 wobei
 - die Auslöseeinheit (14) dazu ausgelegt ist, ein Messsignal (17) auszuwerten, welches mit einer elektrischen Energie der Batteriezelle korreliert, und den Auslöseimpuls (15) in Abhängigkeit von dem Messsignal (17) zu erzeugen.
15
2. Batteriezelle nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Auslöseeinheit (14) dazu ausgelegt ist, den Auslöseimpuls (15) zu einem ersten Zeitpunkt, bei welchem die Batteriezelle einen ersten elektrischen Energieinhalt aufweist, zu erzeugen und den Auslöseimpuls (15) zu einem zweiten Zeitpunkt, bei welchem die Batteriezelle einen zweiten elektrischen Energieinhalt aufweist, zu erzeugen, wobei sich der erste elektrische Energieinhalt und der zweite elektrische Energieinhalt um einen vorgebbaren Energiewert unterscheiden.
20
3. Batteriezelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Messsignal (15) proportional zu einem elektrischen Strom durch die Batteriezelle oder proportional zu einer elektrischen Leistung der Batteriezelle ist, wobei die Auslöseeinheit (14) Mittel zur Erzeugung eines Integrationssignals in Abhängigkeit von dem Messsignal (17) aufweist, und dazu ausgelegt ist, bei Überschreiten oder Unterschreiten eines vorgebbaren Schwellwerts durch das Integrationssignal den Auslöseimpuls (15) zu erzeugen und das Integrationssignal auf einen Startwert zurückzusetzen.
30
35
4. Batteriezelle nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Auslöseeinheit (14) als Mittel zur Erzeugung des Integrationssignals

- einen ersten Kondensator (C1) aufweist, welcher mit einem ersten Analogeingang (ADC1) der Datenverarbeitungseinheit sowie mit einer ersten Komparatoreinheit (22) elektrisch gekoppelt ist, wobei das Integrations-signal durch eine erste elektrische Spannung (U1) an dem ersten Kondensator (C1) bereitstellbar ist und die Komparatoreinheit (22) dazu ausgelegt ist, bei Überschreiten eines vorgebbaren ersten Schwellwerts durch die erste elektrische Spannung (U1) an dem ersten Kondensator (C1) den Auslöseimpuls (15) zu erzeugen.
- 5
- 10 5. Batteriezeile nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kondensator (C1) über einen ersten Widerstand (R1) mit einem ersten bidirektionalen Anschluss (I/O1) der Datenverarbeitungseinheit (12) elektrisch gekoppelt ist, wobei der erste bidirektionale Anschluss (I/O1) dazu ausgelegt ist, einen der drei folgenden Zustände anzunehmen:
- 15
- Niedrig-Pegel (0) mit einer elektrisch leitenden Verbindung zu einem Bezugspotential (11) der Datenverarbeitungseinheit,
 - Hoch-Pegel (1) mit einer elektrisch leitenden Verbindung zu einem Versorgungspotential der Datenverarbeitungseinheit, wobei zwischen dem Versorgungspotential und dem Bezugspotential eine Versorgungsspannung der Datenverarbeitungseinheit anliegt, oder
 - Nichtbestehen einer leitenden Verbindung (Z).
- 20
- 25 6. Batteriezeile nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auslöseeinheit (14) einen zweiten Kondensator (C2) aufweist, welcher über einen zweiten Widerstand (R2) mit einem zweiten bidirektionalen Anschluss (I/O2) der Datenverarbeitungseinheit (12) elektrisch gekoppelt ist und mit einem zweiten Analogeingang (ADC2) der Datenverarbeitungseinheit (12) sowie mit einer zweiten Komparatoreinheit (26) elektrisch gekoppelt ist, wobei ein Referenzsignal durch eine zweite elektrische Spannung (U2) an dem zweiten Kondensator (C2) bereitstellbar ist und die Komparatoreinheit dazu ausgelegt ist, bei Überschreiten eines vorgebbaren zweiten Schwellwerts durch die zweite elektrische Spannung (U2) den Auslöseimpuls zu erzeugen, wobei die Auslöseeinheit eine gemeinsame Stromquelle (18) mit einem vorgebbaren Konstantstrom (I1) aufweist, welche dazu ausgelegt ist, zum Ausgleich von Selbstentladungsströmen des ersten Kondensators
- 30
- 35

(C1) und des zweiten Kondensators (C2) in den ersten Kondensator (C1) und den zweiten Kondensator (C2) jeweils einen Ausgleichstrom einzuprägen.

- 5 7. Batteriezelle nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Auslöseeinheit (14) dazu ausgelegt ist, bei Überschreiten des
vorgebbaren zweiten Schwellwerts durch die zweite elektrische Span-
nung (U2) die zweite elektrische Spannung (U2) auf einen Referenzzu-
10 stand zurückzusetzen und eine dafür in den zweiten Kondensator (C2)
einzubringende Ausgleichsladungsmenge (Q1, Q2, Q3) auch in den ers-
ten Kondensator (C1) einzuspeisen.
8. Batterie mit zumindest einer Batteriezelle nach einem der vorhergehen-
15 den Ansprüche.
9. Kraftfahrzeug mit einer Batterie nach Anspruch 8.
10. Verfahren zum Überwachen zumindest einer Batteriezelle mit den Schrit-
20 ten:
- Verarbeiten von Zustandsdaten (13) der Batteriezelle in Abhängigkeit
von einem Auslöseimpuls (15),
- Auswerten eines Messsignals (17), welches mit einer elektrischen
Energie der Batteriezelle korreliert,
25 - Erzeugen des Auslöseimpulses (15) in Abhängigkeit von dem Mess-
signal (17), und
- Bereitstellen des Auslöseimpulses (15).



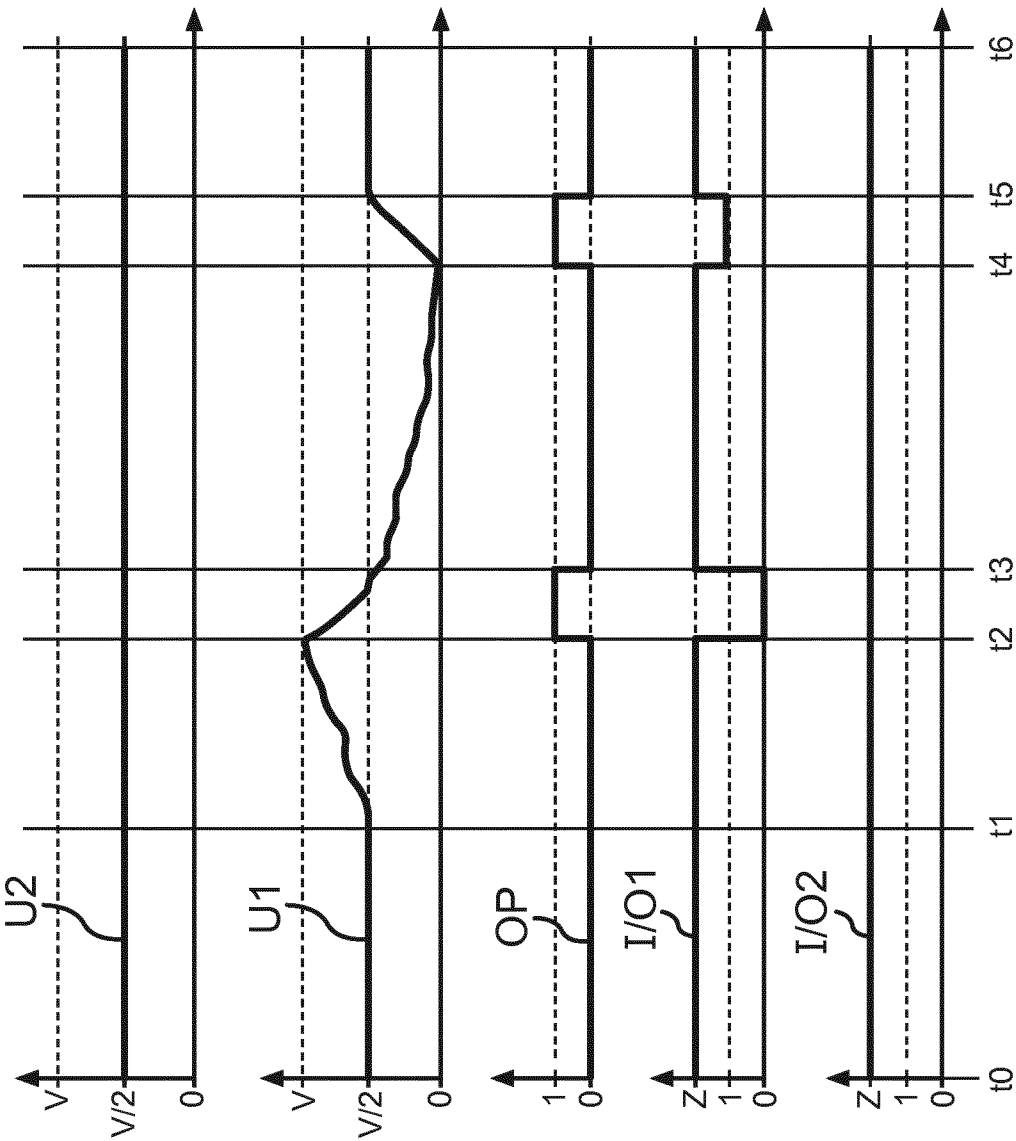


Fig.2

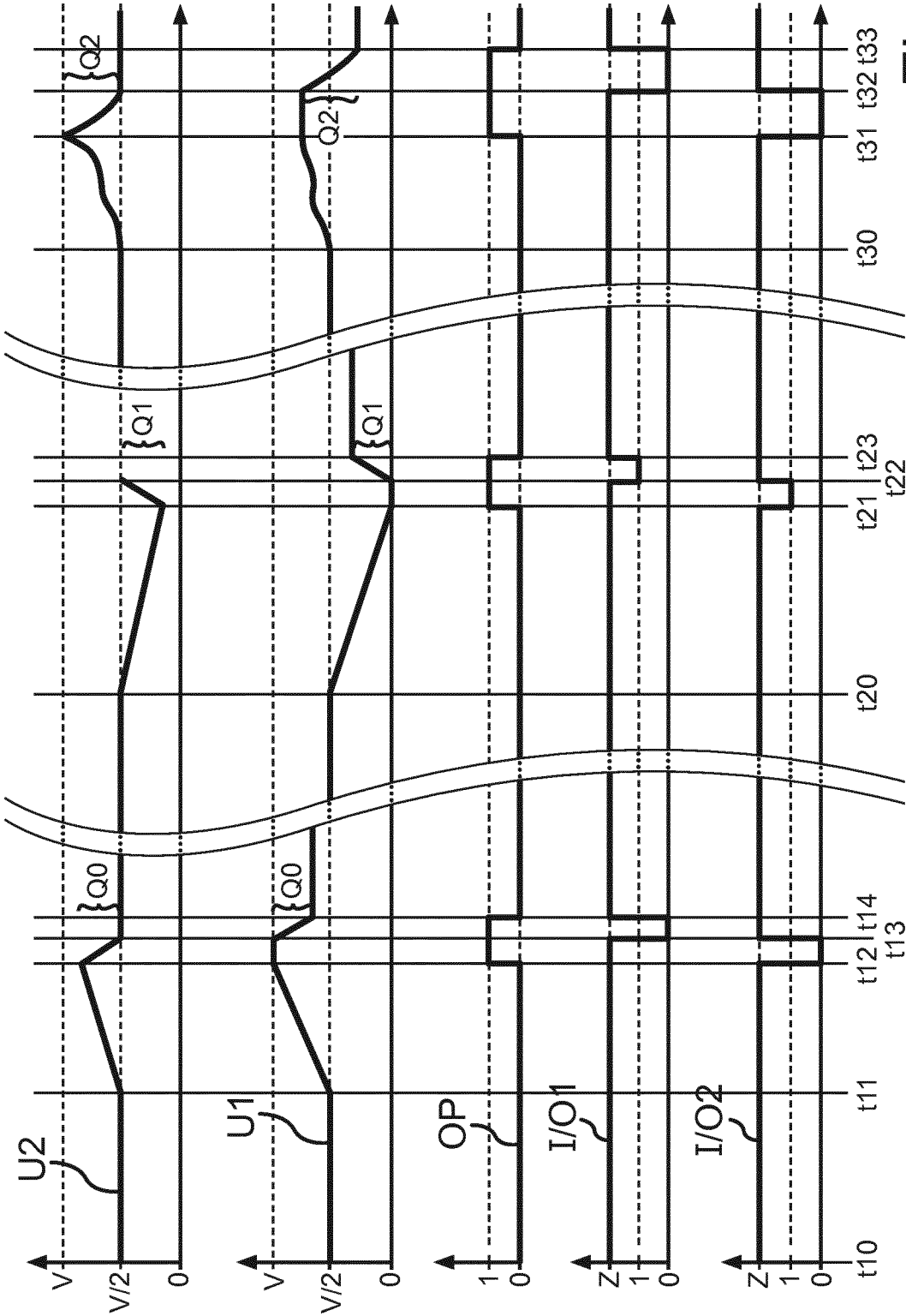


Fig.3

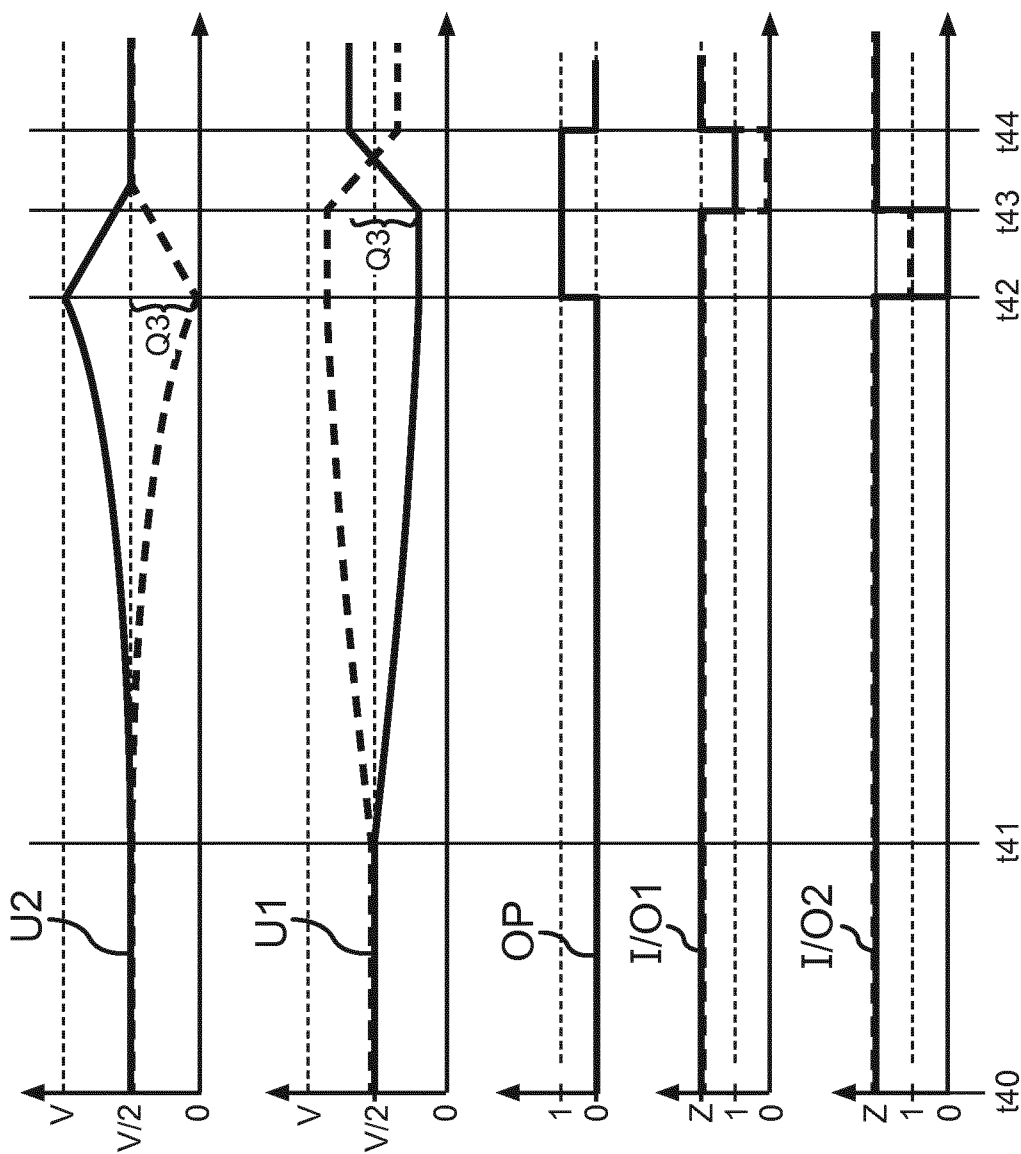


Fig.4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/053063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H01M10/42 B60L11/18 G01R31/36 H04Q9/00
ADD. H01M10/052

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)

H01M B60L 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	US 6 285 164 B1 (NODA MASARU [JP] ET AL) 4 September 2001 (2001-09-04)	1-8,10
Y	abstract	3-7
A	column 1, line 15 - line 26 column 2, line 31 - line 65 column 4, line 1 - line 27 column 5, line 48 - line 63 column 6, line 61 - line 67 column 7, line 11 - line 35 column 12, line 50 - line 59 column 14, line 6 - column 15, line 11 figure 1	9
X	EP 2 043 244 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 1 April 2009 (2009-04-01)	1,8-10
Y	paragraphs [0022], [0029], [0034], [0051], [0060], [0061]	3-7
A	figures 1,4	2
	----- -/--	

☒ 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

18 May 2016

Date of mailing of the international search report

24/05/2016

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Grave, Christian

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/053063

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 5 606 242 A (HULL MATTHEW P [US] ET AL) 25 February 1997 (1997-02-25) abstract column 7, lines 1-4, 19-22, 55-57 column 9, line 20 - line 23 column 10, line 26 - line 29 column 15, line 24 - line 40 figures 2a, 2b -----	1,2,8,10 3-7,9
X A	US 2014/229129 A1 (CAMPBELL DOUGLAS C [US] ET AL) 14 August 2014 (2014-08-14) abstract paragraphs [0017], [0018], [0022], [0024], [0031] - [0035], [0039] figures 2,4 -----	1,8-10 2-7
A	EP 2 385 604 A1 (BRUSA ELEKTRONIK AG [CH]) 9 November 2011 (2011-11-09) abstract paragraphs [0001], [0034] -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/053063

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 6285164	B1	04-09-2001	CN	1245900 A		01-03-2000
			DE	69933326 T2		05-04-2007
			EP	0952456 A2		27-10-1999
			ID	22309 A		30-09-1999
			KR	19990078450 A		25-10-1999
			TW	419592 B		21-01-2001
			US	6157170 A		05-12-2000
			US	6285164 B1		04-09-2001

EP 2043244	A1	01-04-2009	BR	PI0714339 A2		22-01-2013
			CN	101490937 A		22-07-2009
			EP	2043244 A1		01-04-2009
			JP	4379441 B2		09-12-2009
			JP	2008029050 A		07-02-2008
			KR	20090048456 A		13-05-2009
			US	2009289497 A1		26-11-2009
			WO	2008010382 A1		24-01-2008

US 5606242	A	25-02-1997	AU	692615 B2		11-06-1998
			AU	3831895 A		26-04-1996
			BR	9509133 A		21-07-1998
			CA	2201374 A1		11-04-1996
			EP	0806072 A1		12-11-1997
			FI	971356 A		02-06-1997
			IL	115429 A		15-07-1998
			JP	H10509857 A		22-09-1998
			US	5606242 A		25-02-1997
			WO	9610858 A1		11-04-1996
			ZA	9508356 A		26-04-1996

US 2014229129	A1	14-08-2014	CN	105340290 A		17-02-2016
			EP	2957107 A1		23-12-2015
			US	2014229129 A1		14-08-2014
			WO	2014126685 A1		21-08-2014

EP 2385604	A1	09-11-2011	EP	2385604 A1		09-11-2011
			EP	2567444 A2		13-03-2013
			US	2013106429 A1		02-05-2013
			WO	2011138726 A2		10-11-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01M10/42 B60L11/18 G01R31/36 H04Q9/00
 ADD. H01M10/052

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01M B60L 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	US 6 285 164 B1 (NODA MASARU [JP] ET AL) 4. September 2001 (2001-09-04)	1-8,10
Y	Zusammenfassung	3-7
A	Spalte 1, Zeile 15 - Zeile 26 Spalte 2, Zeile 31 - Zeile 65 Spalte 4, Zeile 1 - Zeile 27 Spalte 5, Zeile 48 - Zeile 63 Spalte 6, Zeile 61 - Zeile 67 Spalte 7, Zeile 11 - Zeile 35 Spalte 12, Zeile 50 - Zeile 59 Spalte 14, Zeile 6 - Spalte 15, Zeile 11 Abbildung 1	9
X	EP 2 043 244 A1 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 1. April 2009 (2009-04-01)	1,8-10
Y	Absätze [0022], [0029], [0034], [0051],	3-7
A	[0060], [0061] Abbildungen 1,4	2
	----- -/-	



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

18. Mai 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/05/2016

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

Grave, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 606 242 A (HULL MATTHEW P [US] ET AL) 25. Februar 1997 (1997-02-25)	1,2,8,10
A	Zusammenfassung Spalte 7, Zeilen 1-4, 19-22, 55-57 Spalte 9, Zeile 20 - Zeile 23 Spalte 10, Zeile 26 - Zeile 29 Spalte 15, Zeile 24 - Zeile 40 Abbildungen 2a, 2b -----	3-7,9
X	US 2014/229129 A1 (CAMPBELL DOUGLAS C [US] ET AL) 14. August 2014 (2014-08-14)	1,8-10
A	Zusammenfassung Absätze [0017], [0018], [0022], [0024], [0031] - [0035], [0039] Abbildungen 2,4 -----	2-7
A	EP 2 385 604 A1 (BRUSA ELEKTRONIK AG [CH]) 9. November 2011 (2011-11-09) Zusammenfassung Absätze [0001], [0034] -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/053063

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 6285164	B1	04-09-2001	CN	1245900 A	01-03-2000
			DE	69933326 T2	05-04-2007
			EP	0952456 A2	27-10-1999
			ID	22309 A	30-09-1999
			KR	19990078450 A	25-10-1999
			TW	419592 B	21-01-2001
			US	6157170 A	05-12-2000
			US	6285164 B1	04-09-2001

EP 2043244	A1	01-04-2009	BR	PI0714339 A2	22-01-2013
			CN	101490937 A	22-07-2009
			EP	2043244 A1	01-04-2009
			JP	4379441 B2	09-12-2009
			JP	2008029050 A	07-02-2008
			KR	20090048456 A	13-05-2009
			US	2009289497 A1	26-11-2009
			WO	2008010382 A1	24-01-2008

US 5606242	A	25-02-1997	AU	692615 B2	11-06-1998
			AU	3831895 A	26-04-1996
			BR	9509133 A	21-07-1998
			CA	2201374 A1	11-04-1996
			EP	0806072 A1	12-11-1997
			FI	971356 A	02-06-1997
			IL	115429 A	15-07-1998
			JP	H10509857 A	22-09-1998
			US	5606242 A	25-02-1997
			WO	9610858 A1	11-04-1996
			ZA	9508356 A	26-04-1996

US 2014229129	A1	14-08-2014	CN	105340290 A	17-02-2016
			EP	2957107 A1	23-12-2015
			US	2014229129 A1	14-08-2014
			WO	2014126685 A1	21-08-2014

EP 2385604	A1	09-11-2011	EP	2385604 A1	09-11-2011
			EP	2567444 A2	13-03-2013
			US	2013106429 A1	02-05-2013
			WO	2011138726 A2	10-11-2011
