



(10) **DE 10 2015 116 102 A1** 2016.03.31

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 116 102.8**

(22) Anmeldetag: **23.09.2015**

(43) Offenlegungstag: **31.03.2016**

(51) Int Cl.: **H01M 10/44 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:
14/502,419 **30.09.2014** **US**

(71) Anmelder:
**Ford Global Technologies, LLC, Dearborn, Mich.,
US**

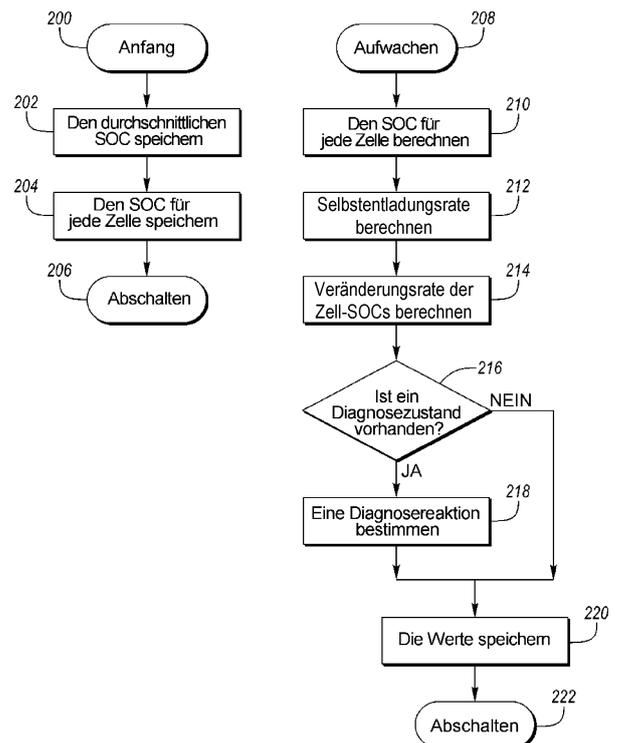
(74) Vertreter:
**PATERIS Theobald Elbel Fischer, Patentanwälte,
PartmbB, 10117 Berlin, DE**

(72) Erfinder:
**Tabatowski-Bush, Benjamin A., South Lyon,
Mich., US; Keramidas, Ai, West Bloomfield, Mich.,
US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Schaltung und Verfahren zur Detektion der Batteriezellenentladung**

(57) Zusammenfassung: Ein Fahrzeug enthält eine Antriebsbatterie und ein Batteriemanagementsystem. Das Batteriemanagementsystem enthält einen Controller, der programmiert ist, einen Zellen selbstentladungs-Diagnoseindikator auszugeben. Der Zellen selbstentladungs-Diagnoseindikator basiert auf einer Größe eines Unterschieds zwischen einem durchschnittlichen Zellenladezustand am Anfang eines Batterieruhezeitraums und einem Zellenladezustand, der in vorgegebenen Intervallen während des Batterieruhezeitraums geschätzt wird, die größer als ein vorgegebener Wert ist. Eine Reaktion auf den Zellen selbstentladungs-Diagnoseindikator hängt von der Größe der Zellen selbstentladungsrate ab und kann das Betreiben der Antriebsbatterie auf einem verringerten Leistungspegel und das Melden des Diagnosezustands an eine Bedienungsperson enthalten.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Diese Anmeldung bezieht sich im Allgemeinen auf die Detektion der Batteriezellenselbstentladung für Fahrzeuge.

HINTERGRUND

[0002] Ein Hybridelektro- oder vollelektrisches Fahrzeug enthält eine Antriebsbatterie, die aus mehreren Batteriezellen in Reihe und/oder parallel aufgebaut ist. Die Antriebsbatterie stellt die Leistung für den Fahrzeugantrieb und die Zusatzeinrichtungen bereit. Während des Betriebs kann die Antriebsbatterie basierend auf den Betriebsbedingungen geladen oder entladen werden. Unter normalen Umständen kann eine Antriebsbatterie die Ladung bewahren, während die Batterie ruht. Eine Antriebsbatterie, die eine Ladung nicht effektiv halten kann, während die Batterie ruht, kann eine Unzufriedenheit der Bedienungsperson verursachen, falls sich die Antriebsbatterie in einem kurzen Zeitraum vollständig entlädt.

ZUSAMMENFASSUNG

[0003] Ein Batteriemanagementsystem enthält wenigstens einen Controller, der programmiert ist, in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einem durchschnittlichen Zellenladezustand an einem Anfang eines Batterieruhezeitraums und wenigstens einem von mehreren Zellenladezuständen, die in vorgegebenen Intervallen während des Batterieruhezeitraums geschätzt werden, die größer als ein vorgegebener Wert ist, einen Zellenselbstentladungs-Diagnoseindikator auszugeben. Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, den Zellenselbstentladungs-Diagnoseindikator in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einer durchschnittlichen Änderungsrate des Zellenladezustands während der vorgegebenen Intervalle und einer Änderungsrate des Zellenladezustands zwischen den vorgegebenen Intervallen, die für jedes der vorgegebenen Intervalle kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist, auszugeben. Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, den Zellenselbstentladungs-Diagnoseindikator in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einem Zellenladezustand, der in vorgegebenen Intervallen geschätzt wird, und einem Zellenladezustand am Anfang des Batterieruhezeitraums, die größer als ein vorgegebener Unterschied ist, auszugeben.

[0004] Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, eine Antriebsbatterie während eines Zeitraums der Batterie Verwendung gemäß einer Zellenselbstentladungsrate zu betreiben, die auf dem Zellenladezustand in den vorgegebenen Intervallen und einem Zellenladezustand am Anfang des Batterie-

ruhezeitraums basiert. Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze zu betreiben, die ein vorgegebener Minimalwert ist, wenn die Zellenselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze zu betreiben, die ein vorgegebener Prozentsatz einer Basis-Batterieleistungsgrenze ist, wenn die Zellenselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze von null zu betreiben, wenn die Zellenselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist und sich der Zellenladezustand in den vorgegebenen Intervallen außerhalb eines vorgegebenen Bereichs befindet.

[0005] Der durchschnittliche Zellenladezustand am Anfang des Batterieruhezeitraums kann ein Durchschnitt aller Zellenladezustände am Anfang des Batterieruhezeitraums sein. Der Batterieruhezeitraum kann ein Zeitraum sein, in dem eine Größe eines Batteriestroms kleiner als ein vorgegebener Strom ist.

[0006] Ein Fahrzeug enthält eine Antriebsbatterie, die mehrere Zellen enthält, und wenigstens einen Controller, der programmiert ist, die Antriebsbatterie gemäß einer Zellenselbstentladungsrate zu betreiben, die auf einem Zellenladezustand an einem Anfang eines Batterieruhezeitraums und den Zellenladezuständen in vorgegebenen Intervallen während des Batterieruhezeitraums basiert. Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, einen Zellenselbstentladungs-Diagnoseindikator in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einem durchschnittlichen Zellenladezustand an einem Anfang des Batterieruhezeitraums und einem Zellenladezustand, der in vorgegebenen Intervallen während des Batterieruhezeitraums geschätzt wird, die größer als ein vorgegebener Wert ist, auszugeben. Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, einen Zellenselbstentladungs-Diagnoseindikator in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einer durchschnittlichen Änderung des Zellenladezustands zwischen den vorgegebenen Intervallen und einer Änderung des Zellenladezustands zwischen den vorgegebenen Intervallen, die für jedes der vorgegebenen Intervalle kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist, auszugeben. Die Zellenselbstentladungsrate kann ferner auf einer Batteriekapazität und einem vergangenen Zeitraum seit dem Anfang des Batterieruhezeitraums basieren. Der wenigstens eine Controller kann ferner programmiert sein, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze zu betreiben, die ein vorgegebener Minimalwert ist, wenn die Zellenselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Der wenigstens eine Controller kann ferner program-

miert sein, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze zu betreiben, die ein vorgegebener Prozentsatz einer Basis-Batterieleistungsgrenze ist, wenn die Zellselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist.

[0007] Ein Verfahren zum Betreiben einer Antriebsbatterie enthält das Ausgeben durch einen Controller einer Zellenentladungsdiagnose in Reaktion auf einen Zellenladezustand, der in vorgegebenen Intervallen während eines Batterieruhezeitraums geschätzt wird und der sich außerhalb eines vorgegebenen Bereichs um einen durchschnittlichen Zellenladezustand befindet, der an einem Anfang des Batterieruhezeitraums berechnet wird. Das Verfahren enthält ferner das Betreiben durch den Controller der Antriebsbatterie gemäß der Zellenentladungsdiagnose und einer Zellselbstentladungsrate. Die Zellselbstentladungsrate kann auf einem Unterschied zwischen dem Zellenladezustand am Anfang des Batterieruhezeitraums und dem Zellenladezustand in den vorgegebenen Intervallen basieren. Das Betreiben der Antriebsbatterie kann das Begrenzen der Batterieleistung auf einen vorgegebenen Minimalwert enthalten, wenn die Zellselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Das Betreiben der Antriebsbatterie kann das Begrenzen der Batterieleistung auf einen vorgegebenen Prozentsatz einer Basis-Batterieleistungsgrenze enthalten, wenn die Zellselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist. Das Ausgeben der Zellenentladungsdiagnose kann ferner auf einer Änderungsrate des Zellenladezustands zwischen den vorgegebenen Intervallen basieren, die sich innerhalb eines vorgegebenen Bereichs um eine durchschnittliche Änderungsrate des Zellenladezustands während der vorgegebenen Intervalle befindet.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0008] Fig. 1 ist eine graphische Darstellung eines Hybridfahrzeugs, die die typischen Triebstrang- und Energiespeicherkomponenten veranschaulicht.

[0009] Fig. 2 ist eine graphische Darstellung einer möglichen Batteriegruppenanordnung, die mehrere Zellen umfasst und durch ein Batterieenergie-Steuermodul überwacht und gesteuert ist.

[0010] Fig. 3 ist eine graphische Darstellung, die eine mögliche Beziehung der Leerlaufspannung (Voc) gegen den Batterieladezustand (SOC) für eine typische Batteriezelle veranschaulicht.

[0011] Fig. 4 ist ein Ablaufplan, der einen möglichen Satz von Operationen zum Identifizieren einer Zellenentladungsdiagnose veranschaulicht.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0012] Hier sind Ausführungsformen der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Es ist jedoch selbstverständlich, dass die offenbarten Ausführungsformen lediglich Beispiele sind und dass andere Ausführungsformen verschiedene und alternative Formen annehmen können. Die Figuren sind nicht notwendigerweise maßstabsgerecht; einige Merkmale könnten übertrieben oder minimiert sein, um die Einzelheiten spezieller Komponenten zu zeigen. Deshalb sind spezifische strukturelle und funktionale Einzelheiten, die hier offenbart sind, nicht als einschränkend zu interpretieren, sondern lediglich als eine repräsentative Grundlage, um einem Fachmann auf dem Gebiet zu lehren, die vorliegende Erfindung verschieden zu verwenden. Wie für die Durchschnittsfachleute auf dem Gebiet selbstverständlich ist, können die bezüglich irgendeiner der Figuren veranschaulichten und beschriebenen verschiedenen Merkmale mit Merkmalen kombiniert werden, die in einer oder mehreren anderen Figuren veranschaulicht sind, um Ausführungsformen zu erzeugen, die nicht explizit veranschaulicht oder beschrieben sind. Die Kombinationen der veranschaulichten Merkmale stellen repräsentative Ausführungsformen für typische Anwendungen bereit. Verschiedene Kombinationen und Modifikationen der Merkmale, die mit den Lehren dieser Offenbarung konsistent sind, könnten jedoch für spezielle Anwendungen oder Implementierungen erwünscht sein.

[0013] Fig. 1 stellt ein typisches Einsteck-Hybridelektrofahrzeug (PHEV) dar. Ein typisches Einsteck-Hybridelektrofahrzeug **12** kann eine oder mehrere elektrische Arbeitsmaschinen **14** umfassen, die mechanisch mit einem Hybridgetriebe **16** verbunden sind. Die elektrischen Arbeitsmaschinen **14** können als ein Motor oder als ein Generator arbeiten. Außerdem ist das Hybridgetriebe **16** mechanisch mit einer Kraftmaschine **18** verbunden. Das Hybridgetriebe **16** ist außerdem mechanisch mit einer Antriebswelle **20** verbunden, die mechanisch mit den Rädern **22** verbunden ist. Die elektrischen Arbeitsmaschinen **14** können eine Antriebs- und Verzögerungsfähigkeit bereitstellen, wenn die Kraftmaschine **18** ein- oder ausgeschaltet ist. Die elektrischen Arbeitsmaschinen **14** wirken außerdem als Generatoren und können durch das Zurückgewinnen von Energie, die normalerweise als Wärme in dem Reibungsbremssystem verloren würde, Vorteile der Kraftstoffwirtschaftlichkeit bereitstellen. Die elektrischen Arbeitsmaschinen **14** können außerdem die Fahrzeugemissionen verringern, indem sie ermöglichen, dass die Kraftmaschine **18** bei effizienteren Drehzahlen arbeitet, und indem sie ermöglichen, dass das Hybridelektrofahrzeug **12** unter bestimmten Bedingungen in einem Elektromodus mit ausgeschalteter Kraftmaschine **18** betrieben wird.

[0014] Eine Antriebsbatterie oder eine Batteriegruppe **24** speichert Energie, die durch die elektrischen Arbeitsmaschinen **14** verwendet werden kann. Eine Fahrzeug-Batteriegruppe **24** stellt typischerweise eine Hochspannungs-Gleichstromausgabe bereit. Die Antriebsbatterie **24** ist mit einem oder mehreren Leistungselektronikmodulen **26** elektrisch verbunden. Ein oder mehrere Schaltschütze **42** können die Antriebsbatterie **24** von den anderen Komponenten isolieren, wenn sie geöffnet sind, und die Antriebsbatterie **24** mit den anderen Komponenten verbinden, wenn sie geschlossen sind. Das Leistungselektronikmodul **26** ist außerdem mit den elektrischen Arbeitsmaschinen **14** elektrisch verbunden und stellt die Fähigkeit bereit, Energie zwischen der Antriebsbatterie **24** und den elektrischen Arbeitsmaschinen **14** bidirektional zu übertragen. Eine typische Antriebsbatterie **24** kann z. B. eine Gleichspannung bereitstellen, während die elektrischen Arbeitsmaschinen **14** unter Verwendung eines Dreiphasenwechselstroms arbeiten können. Das Leistungselektronikmodul **26** kann die Gleichspannung in einen Dreiphasenwechselstrom für die Verwendung durch die elektrischen Arbeitsmaschinen **14** umsetzen. In einem regenerativen Modus kann das Leistungselektronikmodul **26** den Dreiphasenwechselstrom von den elektrischen Arbeitsmaschinen **14**, die als Generatoren wirken, in die Gleichspannung umsetzen, die mit der Antriebsbatterie **24** kompatibel ist. Die Beschreibung hier ist gleichermaßen für ein vollelektrisches Fahrzeug anwendbar. Für ein vollelektrisches Fahrzeug kann das Hybridgetriebe **16** ein Schaltgetriebe sein, das mit einer elektrischen Arbeitsmaschine **14** verbunden ist, wobei die Kraftmaschine **18** nicht vorhanden sein kann.

[0015] Zusätzlich zum Bereitstellen von Energie für den Antrieb kann die Antriebsbatterie **24** Energie für andere elektrische Systeme des Fahrzeugs bereitstellen. Ein typisches System kann ein Gleichstrom/Gleichstrom-Umsetzermodule **28** enthalten, das die Hochspannungs-Gleichstromausgabe der Antriebsbatterie **24** in eine Niederspannungs-Gleichstromversorgung umsetzt, die mit den anderen Fahrzeuglasten kompatibel ist. Andere Hochspannungslasten **46**, wie z. B. Kompressoren und elektrische Heizvorrichtungen, können ohne die Verwendung eines Gleichstrom/Gleichstrom-Umsetzermodule **28** direkt mit der Hochspannung verbunden sein. Die Niederspannungssysteme können mit einer Zusatzbatterie **30** (z. B. einer 12-V-Batterie) elektrisch verbunden sein.

[0016] Das Fahrzeug **12** kann ein Elektrofahrzeug oder ein Einsteck-Hybridfahrzeug sein, in dem die Antriebsbatterie **24** durch eine äußere Leistungsquelle **36** nachgeladen werden kann. Die äußere Leistungsquelle **36** kann eine Verbindung zu einer Steckdose sein, die Leistung eines Energieversorgers empfängt. Die äußere Leistungsquelle **36** kann elek-

trisch mit einem Elektrofahrzeug-Versorgungsgerät (Electro Vehicle Supply Equipment, EVSE) **38** verbunden sein. Das EVSE **38** kann eine Schaltungsanordnung und Steuerungen bereitstellen, um die Übertragung von Energie zwischen der Leistungsquelle **36** und dem Fahrzeug **12** zu regeln und zu managen. Die äußere Leistungsquelle **36** kann elektrische Gleichstrom- oder Wechselstromleistung dem EVSE **38** bereitstellen. Das EVSE **38** kann einen Ladeverbinder **40** zum Einstecken in einen Ladeanschluss **34** des Fahrzeugs **12** aufweisen. Der Ladeanschluss **34** kann irgendein Typ eines Anschlusses sein, der konfiguriert ist, Leistung von dem EVSE **38** zum Fahrzeug **12** zu übertragen. Der Ladeanschluss **34** kann mit einem Ladegerät oder einem bordinternen Leistungsumsetzungsmodul **32** elektrisch verbunden sein. Das Leistungsumsetzungsmodul **32** kann die von dem EVSE **38** zugeführte Leistung konditionieren, um die richtigen Spannungs- und Strompegel der Antriebsbatterie **24** bereitzustellen. Das Leistungsumsetzungsmodul **32** kann mit dem EVSE **38** verbunden sein, um die Zufuhr von Leistung zu dem Fahrzeug **12** zu koordinieren. Der EVSE-Verbinder **40** kann Anschlussstifte aufweisen, die mit den entsprechenden Aussparungen des Ladeanschlusses **34** übereinstimmen. Alternativ können verschiedene Komponenten, die als elektrisch verbunden beschrieben sind, die Leistung unter Verwendung einer drahtlosen induktiven Kopplung übertragen.

[0017] Es können eine oder mehrere Radbremsen **44** bereitgestellt sein, um das Fahrzeug **12** zu verzögern und die Bewegung des Fahrzeugs **12** zu verhindern. Die Radbremsen **44** können hydraulisch betätigt, elektrisch betätigt oder irgendeine Kombination daraus sein. Die Radbremsen **44** können ein Teil eines Bremssystems **50** sein. Das Bremssystem **50** kann andere Komponenten enthalten, um die Radbremsen **44** zu betreiben. Für die Einfachheit stellt die Figur eine einzige Verbindung zwischen dem Bremssystem **50** und einer der Radbremsen **44** dar. Eine Verbindung zwischen dem Bremssystem **50** und den anderen Radbremsen **44** wird impliziert. Das Bremssystem **50** kann einen Controller enthalten, um das Bremssystem **50** zu überwachen und zu koordinieren. Das Bremssystem **50** kann die Bremskomponenten überwachen und die Radbremsen **44** für die Verzögerung des Fahrzeugs steuern. Das Bremssystem **50** kann auf Fahrerbefehle reagieren und kann außerdem autonom arbeiten, um Merkmale, wie z. B. die Stabilitätssteuerung, zu implementieren. Der Controller des Bremssystems **50** kann ein Verfahren zum Ausüben einer angeforderten Bremskraft implementieren, wenn sie durch einen weiteren Controller oder eine Unterfunktion angefordert wird.

[0018] Mit dem Hochspannungsbus können eine oder mehrere elektrische Lasten **46** verbunden sein. Die elektrischen Lasten **46** können einen zugeordneten Controller aufweisen, der die elektrischen Lasten

46 betreibt und steuert, wenn es geeignet ist. Beispiele der elektrischen Lasten können ein Heizmodul oder ein Klimatisierungsmodul sein.

[0019] Die erörterten verschiedenen Komponenten können einen oder mehrere zugeordnete Controller aufweisen, um den Betrieb der Komponenten zu steuern und zu überwachen. Die Controller können über einen seriellen Bus (z. B. ein Controller-Bereichsnetz (Controller Area Network, CAN)) oder über diskrete Leiter kommunizieren. Ein System-Controller **48** kann vorhanden sein, um den Betrieb der verschiedenen Komponenten zu koordinieren.

[0020] Eine Antriebsbatterie **24** kann aus verschiedenen chemischen Formulierungen aufgebaut sein. Die typischen Chemien der Batteriegruppen können Blei-Säure, Nickel-Metallhydrid (NIMH) oder Lithiumionen sein. **Fig. 2** zeigt eine typische Antriebsbatteriegruppe **24** in einer Reihenkombination aus N Batteriezellen **72**. Andere Batteriegruppen **24** können jedoch aus irgendeiner Anzahl einzelner Batteriezellen bestehen, die in Reihe oder parallel oder in irgendeiner Kombination daraus geschaltet sind. Ein Batteriemanagementsystem kann einen oder mehrere Controller, wie z. B. ein Batterieenergie-Steuermodul (Battery Energy Control Module, BECM) **76**, die die Leistung der Antriebsbatterie **24** überwachen und steuern, aufweisen. Das BECM **76** kann Sensoren und eine Schaltungsanordnung enthalten, um mehrere Eigenschaften auf der Batteriegruppenebene zu überwachen, wie z. B. den Gruppenstrom **78**, die Gruppenspannung **80** und die Gruppentemperatur **82**. Das BECM **76** kann einen nichtflüchtigen Speicher aufweisen, so dass die Daten gehalten werden können, wenn sich das BECM in einem Ausschaltzustand befindet. Die gehaltenen Daten können bei dem nächsten Schlüsselzyklus verfügbar sein.

[0021] Zusätzlich zu den Eigenschaften auf Gruppenebene kann es Eigenschaften auf der Ebene der Batteriezellen **72** geben, die gemessen und überwacht werden. Es können z. B. die Klemmenspannung, der Strom und die Temperatur jeder Zelle **72** gemessen werden. Das Batteriemanagementsystem kann ein Sensormodul **74** verwenden, um die Eigenschaften der Batteriezelle **72** zu messen. In Abhängigkeit von den Fähigkeiten kann das Sensormodul **74** Sensoren und eine Schaltungsanordnung enthalten, um die Eigenschaften einer oder mehrerer der Batteriezellen **72** zu messen. Das Batteriemanagementsystem kann bis zu N_c Sensormodule oder integrierte Batterieüberwachungsschaltungen (Battery Monitor Integrated Circuit, BMIC) **74** verwenden, um die Eigenschaften aller Batteriezellen **72** zu messen. Jedes Sensormodul **74** kann die Messungen zu dem BECM **76** für die weitere Verarbeitung und Koordination übertragen. Das Sensormodul **74** kann die Signale in analoger oder digitaler Form zu dem BECM **76** übertragen. In einigen Ausführungsformen kann die

Funktionalität des Sensormoduls **74** intern in das BECM **76** aufgenommen sein. Das heißt, die Hardware des Sensormoduls **74** kann als ein Teil der Schaltungsanordnung in dem BECM **76** integriert sein, wobei das BECM **76** die Verarbeitung der Rohsignale erledigen kann.

[0022] Das BECM **76** kann eine Schaltungsanordnung für die Verbindung mit einem oder mehreren Schaltschützen **42** enthalten. Die positive und die negative Klemme der Antriebsbatterie **24** können durch die Schaltschütze **42** geschützt sein.

[0023] Der Ladezustand (State Of Charge, SOC) der Batteriegruppe gibt eine Angabe, wie viel Ladung in den Batteriezellen **72** oder der Batteriegruppe **24** verbleibt. Der Batteriegruppen-SOC kann ähnlich zu einer Kraftstoffanzeige ausgegeben werden, um den Fahrer zu informieren, wie viel Ladung in der Batteriegruppe **24** verbleibt. Der Batteriegruppen-SOC kann außerdem verwendet werden, um den Betrieb eines Elektro- oder Hybridelektrofahrzeugs **12** zu steuern. Die Berechnung des Batteriegruppen-SOC kann durch verschiedene Verfahren ausgeführt werden. Ein mögliches Verfahren zum Berechnen des Batterie-SOC ist das Ausführen einer Integration des Batteriegruppenstroms über der Zeit. Dies ist in der Technik als die Amperestundenintegration wohlbekannt.

[0024] Der Batterie-SOC kann außerdem aus einer modellbasierten Schätzung abgeleitet werden. Die modellbasierte Schätzung kann die Messungen der Zellenspannung, die Messung des Gruppenstroms und die Messungen der Zellen- und Gruppentemperatur verwenden, um den SOC-Wert zu schätzen. Die hier beschriebenen Vorrichtungen und Verfahren sind nicht von dem speziellen Verfahren abhängig, das verwendet wird, um den SOC zu berechnen.

[0025] Das BECM **76** kann ständig Leistung verfügbar haben. Das BECM **76** kann einen Weckzeitgeber enthalten, so dass ein Wecken zu irgendeinem Zeitpunkt geplant sein kann. Der Weckzeitgeber kann das BECM **76** wecken, so dass vorgegebene Funktionen ausgeführt werden können. Das BECM **76** kann einen nichtflüchtigen Speicher enthalten, so dass die Daten gespeichert sein können, wenn das BECM **76** ausgeschaltet ist oder Leistung verliert. Der nichtflüchtige Speicher kann einen elektrischen löschbaren programmierbaren Festwertspeicher (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory, EEPROM) oder einen nichtflüchtigen Schreib-Lese-Speicher (Non-Volatile Random Access Memory, NVRAM) enthalten. Der nichtflüchtige Speicher kann einen FLASH-Speicher eines Mikrocontrollers enthalten.

[0026] Während des Betriebs der Antriebsbatterie **24** kann der SOC der Batteriezellen **72** voneinander

der abweichen. Das BECM **76** oder die Sensormodule **24** können eine Zellausgleichseinrichtung enthalten, die es ermöglicht, dass der SOC der Zellen auf einen spezifischen Pegel ausgeglichen wird. Der spezifische Pegel kann ein Durchschnitts-SOC der Gruppe sein. Der Durchschnitts-SOC der Gruppe kann der Durchschnitt aller SOC-Werte der Zellen sein. Die Zellausgleichseinrichtung kann einen Schalter und einen Widerstand über jeder der Batteriezellen **72** enthalten. Wenn der Schalter geschlossen ist, kann Strom durch den Widerstand fließen, um Ladung aus der Batteriezelle **72** zu entfernen. Wenn die Antriebsbatterie **24** normal arbeitet, können sich die SOC-Werte der einzelnen Zellen in einem vorgegebenen Toleranzband um den Durchschnitts-SOC befinden. Das heißt, die Ladezustände der einzelnen Zellen können einen Bereich der Werte aufweisen, der durch $SOC_{avg} \pm K_1$ definiert ist, wobei K_1 eine vorgegebene Toleranz (z. B. 5 %) ist.

[0027] Der SOC einer Batteriezelle **72** kann aus vielen Gründen von dem ausgeglichenen Wert driften. Wenn der Zellen-SOC unter das Toleranzband um den Durchschnitts-SOC der Gruppe fällt, kann der Zustand als ein Zellen selbstentladungszustand bezeichnet werden. Ein Zellen selbstentladungszustand kann durch innere Zustände der Zelle verursacht werden. Zustände außerhalb der Batteriezelle, wie z. B. Kurzschlüsse, können außerdem einen Zellen selbstentladungszustand der Batteriezelle **72** verursachen. Die äußeren Zustände können sich in der Sensorschaltungsanordnung **74** oder innerhalb der Verdrahtung der Batteriegruppe **24** befinden. Ein Diagnosezustand kann detektiert werden, wenn der Batteriezellen-SOC kleiner als das Toleranzband um den Durchschnitts-SOC der Gruppe ist.

[0028] Das Batteriemanagementsystem kann versuchen, irgendwelche Zellen selbstentladungszustände zu detektieren, die in der Batteriegruppe **24** vorhanden sein können. Jede Batteriezelle **72** kann in dem nichtflüchtigen Speicher einen zugeordneten Merker aufweisen, um einen Zellen selbstentladungszustand für die Batteriezelle **72** anzugeben. Dieser Merker kann als ein Zellen selbstentladungsmerker bezeichnet werden. In Reaktion auf den Zellen selbstentladungsmerker kann das BECM **76** eine Diagnosereaktion einleiten. Die Diagnosereaktion kann das Warnen der Bedienungsperson und das Betreiben der Antriebsbatterie **24** in einer modifizierten Weise enthalten.

[0029] Jede Batteriezelle **72** kann außerdem eine zugeordnete Zellen selbstentladungsrate in dem nichtflüchtigen Speicher speichern. Unter der Annahme eines festen Intervalls zwischen den Messungen kann die Zellen selbstentladungsrate in Einheiten des Stroms (z. B. Milliampere (mA)) gespeichert sein. Die beschriebene Logik ist ungeachtet der für die Zellen selbstentladungsrate gewählten Einheiten anwend-

bar. Die Zellen selbstentladungsrate kann für eine normal arbeitende Batteriezelle null sein. Eine normal arbeitende Batteriezelle kann außerdem eine relativ kleine von null verschiedene Zellen selbstentladungsrate (z. B. 0,01 mA) aufweisen. Die Zellen selbstentladungsrate kann innerhalb eines vorgegebenen Bereichs für eine normal arbeitende Antriebsbatterie variieren. Eine Batteriezelle mit einer Zellen selbstentladungsrate über einem vorgegebenen Schwellenwert kann einen Diagnosezustand angeben, der mit dieser Batteriezelle in Beziehung steht. Wenn sich die Zellen selbstentladungsrate über dem vorgegebenen Schwellenwert befindet, kann der Zellen selbstentladungsmerker für diese Batteriezelle gesetzt werden.

[0030] Nach einem Fahrzyklus kann der SOC jeder Batteriezelle ($SOC_{ko}(x)$) zum Zeitpunkt des Schlüssel-Ausschaltens in dem nichtflüchtigen Speicher gespeichert werden. Beim Schlüssel-Ausschalten kann das BECM **76** während eines Zeitraums vor dem Abschalten oder dem Eintreten in einen leistungsschwachen Modus arbeiten. Vor dem Abschalten kann eine durchschnittliche Batteriegruppenspannung ($SO-C_{avg}$) als der Durchschnitt der SOC-Werte der Zellen berechnet werden. Das heißt, die durchschnittliche Batteriegruppenspannung kann als die Summe aller SOC-Werte der einzelnen Zellen, geteilt durch die Anzahl der Zellen berechnet werden.

[0031] Das BECM **76** kann konfiguriert sein, in vorgegebenen Zeitintervallen (z. B. alle 30 Minuten) aufzuwachen, um spezifizierte Funktionen auszuführen. Beim Aufwachen kann das BECM **76** die Leerlaufspannung für jede der Batteriezellen messen. Der SOC jeder Zelle kann basierend auf der Messung der Leerlaufspannung berechnet werden. Für eine Lithiumionen-Batteriezelle ist es wohlbekannt, dass nach einem Zeitraum der Batterieruhe die Leerlaufspannung durch das Messen der Klemmenspannung der Batteriezelle bestimmt werden kann. Wenn kein Strom durch die Batterie fließt, ist die Leerlaufspannung zur Klemmenspannung äquivalent. Wenn ein Strom durch die Batterie fließt, unterscheiden sich die Leerlaufspannung und die Klemmenspannung infolge der inneren Widerstände und Kapazitäten innerhalb der Batterie.

[0032] Für eine typische Lithiumionen-Batteriezelle gibt es eine Beziehung zwischen dem SOC und der Leerlaufspannung (V_{oc}), so dass $V_{oc} = f(SOC)$ gilt. **Fig. 3** zeigt eine beispielhafte Kurve **124**, die die Leerlaufspannung V_{oc} als eine Funktion des SOC zeigt. Die Beziehung zwischen dem SOC und der V_{oc} kann aus einer Analyse der Batterieeigenschaften oder aus dem Testen der Batteriezellen bestimmt werden. Die Funktion kann so sein, dass der SOC als $f^{-1}(V_{oc})$ berechnet werden kann. Die Funktion oder die inverse Funktion kann als eine Nachschlagtabelle oder eine äquivalente Gleichung implementiert sein. Die genaue Form der Kurve **124** kann basierend auf

der genauen Formulierung der Lithiumionenbatterie variieren. Die Spannung V_{oc} ändert sich im Ergebnis des Ladens und des Entladens der Batterie. Es wird angegeben, dass die Kurve basierend auf der Batteriechemie variieren kann. Die einem SOC von 100 % zugeordnete Spannung kann sich z. B. für verschiedene Batteriechemien ändern. Die OCV/SOC-Eigenschaft kann von der Batterietemperatur abhängig sein und kann für verschiedene Temperaturen als eine Folge von Kurven dargestellt werden.

[0033] Wie in Fig. 3 zu sehen ist, nimmt, wenn der SOC zunimmt, die Leerlaufspannung im Allgemeinen ebenso zu. Wenn die Batterie geladen wird, nimmt der SOC zu und steigt die Leerlaufspannung. Die Rate der Spannungszunahme kann von dem Ladezustand abhängig sein. Der Anstieg an verschiedenen Punkten auf der Kurve (z. B. **120** und **122**) kann z. B. verschieden sein. Die auf dem SOC basierende Leerlaufspannung kann als SOC_{ocv} bezeichnet werden.

[0034] Der Zellen-SOC zum Aufwachzeitpunkt kann mit dem durchschnittlichen Zellen-SOC-Wert, der beim Schlüssel-Ausschalten oder beim Abschalten gespeichert worden ist, verglichen werden. Die Batteriezellen können als richtig funktionierend betrachtet werden, wenn der folgende Ausdruck für alle Batteriezellen erfüllt ist.

$$SOC_{avg} - K_1 \leq SOC_{ocv}(x) \leq SOC_{avg} + K_1 \quad \text{für alle } x. \quad (1)$$

[0035] Ein Diagnosezustand kann gespeichert werden, wenn der folgende Ausdruck für irgendeine der Batteriezellen erfüllt ist.

$$|SOC_{ocv}(x) - SOC_{avg}| > K_1 \quad (2)$$

[0036] Ein Zellen-SOC über dem Bereich um den Durchschnitts-SOC kann ein Ausgleichsproblem angeben. Ein Zellen-SOC unter dem Bereich um den Durchschnitts-SOC kann ein Zellenentladungsproblem angeben. Die Zellen selbstentladungsrate für jede Batteriezelle kann als:

$$\text{Zellen selbstentladungsrate}(x) = (SOC_{ko}(x) - SOC_{ocv}(x)) \cdot Q / T_{Ruhe} \quad (3)$$

berechnet werden, wobei Q die Kapazität der Batterie in Amperestunden ist und T_{Ruhe} der vergangene Zeitraum seit dem Schlüssel-Ausschalten und dem Zeitpunkt der Messung der Leerlaufspannung ist. Es wird angegeben, dass die Zellen selbstentladungsrate abnimmt, wenn die SOC-Änderung abnimmt. Die Zellen selbstentladungsrate kann so berechnet werden, dass eine Abnahme des SOC über dem Batterieruhezeitraum einen positiven Wert liefert. Andere Vorzeichenkonventionen sind möglich, wobei die verschiedenen Schwellenwerte entsprechend eingestellt werden können.

[0037] Für das Speichern der Werte und das Setzen der Zellen selbstentladungsmerker können zusätzliche Zustände betrachtet werden. Das System kann z. B. vor dem Setzen der Zellen selbstentladungsmerker bestimmen, dass die Sensormodule **74** richtig funktionieren. Außerdem können die Zellenspannungen überprüft werden, um sicherzustellen, dass sich die Messungen innerhalb eines gültigen Betriebsbereichs befinden. Die Zellenspannungen, die sich aufgrund von Kurzschluss- oder Leerlaufzuständen außerhalb des Bereichs befinden können, können z. B. nicht betrachtet werden. Außerdem können die Werte der Zellenladezustände geprüft werden, um sicherzustellen, dass sich die Werte innerhalb eines gültigen Ladezustandsbereichs befinden.

[0038] In dem Fall, in dem Ladung aus einer Batteriezelle entladen wird, kann bei jedem Aufwachzyklus des Controllers **76** der SOC-Wert niedriger sein. Unter der Voraussetzung einer konstanten Zellen selbstentladungsrate und einem konstanten Aufwachintervall kann der SOC zwischen jedem Aufwachzyklus um einen ähnlichen Betrag abnehmen. Der Controller **76** kann die Abnahme des SOC zwischen jedem der Aufwachzyklen berechnen. Eine durchschnittliche Abnahme des SOC kann als ein Durchschnitt einer vorgegebenen Anzahl der Abnahmen des SOC berechnet werden. Eine durchschnittliche Abnahme des SOC kann z. B. als die Summe der letzten N Abnahmen des SOC, geteilt durch N berechnet werden.

[0039] Die Änderung des SOC für die x-te Zelle von dem vorhergehenden Aufwachzyklus kann als

$$\Delta SOC(x, k) = SOC_{ocv}(x, k) - SOC_{ocv}(x, k - 1) \quad (4)$$

ausgedrückt werden, wobei k den gegenwärtigen Aufwachzyklus angibt und k - 1 den unmittelbar vorhergehenden Aufwachzyklus angibt. Es wird angegeben, dass der $SOC_{ocv}(x, 0)$ der SOC_{avg} vom letzten Schlüsselausschaltereignis sein kann. Die durchschnittliche Änderung des SOC kann als:

$$\Delta SOC_{avg}(x) = (\Delta SOC(x, 1) + \Delta SOC(x, 2) + \dots + \Delta SOC(x, N)) / N \quad (5)$$

ausgedrückt werden.

[0040] Das Batteriemanagementsystem kann vor dem Setzen des Zellen selbstentladungsmerkers prüfen, um zu bestimmen, ob sich die Änderung des SOC innerhalb eines vorgegebenen Bereichs um den Durchschnitt zwischen den Aufwachzyklen befindet. Der folgende Ausdruck kann erfüllt sein, um das Setzen des Zellen selbstentladungsmerkers zu bestätigen:

$$\begin{aligned} [\Delta SOC_{avg}(x) - K_5] < \Delta SOC(x, k) < \\ [\Delta SOC_{avg}(x) + K_5] \end{aligned} \quad (6)$$

wobei K_5 eine vorgegebene Toleranz (z. B. 2 %) ist. Die Bedingung kann alternativ als

$$|\Delta\text{SOC}(x, k) - \Delta\text{SOC}_{\text{avg}}(x)| < K_5 \quad (7)$$

ausgedrückt werden. Der Ausdruck kann für jeden der Aufwachzyklen (k) ausgewertet werden. Das Setzen des Zellen selbstentladungsmerkers kann aufgrund der Änderung des Zellen-SOC zwischen jedem der Aufwachzyklen, die sich innerhalb einer vorgegebenen Toleranz der durchschnittlichen Änderung des Zellen-SOC befindet, konditioniert sein. Diese Bedingung kann angeben, dass die Abnahme des SOC durch ein tatsächliches Zellenentladungsproblem und nicht durch verrauschte Spannungsmessungen verursacht ist. Sollte eine fast konsistente Änderungsrate des Zellen-SOC detektiert werden, kann der Zellen selbstentladungsmerker gesetzt und für die Batteriezelle gespeichert werden.

[0041] Für jeden Aufwachzyklus kann eine Zellen selbstentladungsrate berechnet und gespeichert werden, wie beschrieben worden ist. Die Zellen selbstentladungsrate kann verwendet werden, um eine Diagnosereaktion zu wählen, wenn der zugeordnete Zellen selbstentladungsmerker gesetzt ist. Die Größe der Zellen selbstentladungsrate kann mit einem oder mehreren vorgegebenen Schwellenwerten verglichen werden, um einen Verlauf der Maßnahmen zu bestimmen.

[0042] Die Zellen selbstentladungsrate kann mit einem ersten Schwellenwert, K_4 , verglichen werden. Der K_4 -Schwellenwert kann einen Pegel für die Benachrichtigung des Fahrers und eine größere Steuerreaktion angeben. Die Batterieleistungsgrenzen können z. B. auf einen vorgegebenen minimalen Leistungspegel (z. B. 1,5 kW) verringert werden, wenn sich eine Zellen selbstentladungsrate über dem K_4 -Schwellenwert befindet. Im Zusammenhang mit anderen Zuständen können einschränkende Steuermaßnahmen ergriffen werden. Die Antriebsbatterie kann z. B. ausgeschaltet werden, wenn sich eine Zellen selbstentladungsrate über dem K_4 -Schwellenwert befindet und andere Zustände vorhanden sind, wie z. B. wenn sich der Zellen-SOC außerhalb eines vorgegebenen Bereichs befindet oder sich die Zellenspannung außerhalb der vorgegebenen Spannungsgrenzen befindet.

[0043] Die Benachrichtigung des Fahrers kann die Speicherung eines Diagnosefehlercodes (Diagnostic Trouble Code, DTC) in dem nichtflüchtigen Speicher enthalten. Der DTC kann die Anzeige eines Indikators für die Bedienungsperson auslösen. Für die Bedienungsperson kann z. B. eine Nachricht für die baldige Wartung der Batterie angezeigt werden. Der DTC kann über ein Diagnosewerkzeug für die Anzeige für das Wartungspersonal verfügbar sein.

[0044] Die Zellen selbstentladungsrate kann mit einem zweiten Schwellenwert, K_3 , verglichen werden. Der K_3 -Schwellenwert kann einen Pegel für die Benachrichtigung des Fahrers und für eine mäßige Steuerreaktion angeben. Die Batterieleistungsgrenzen können z. B. auf 75 % der Basis-Batterieleistungsgrenzen gesetzt werden, wenn sich die Zellen selbstentladungsrate über dem K_3 -Schwellenwert befindet.

[0045] Die Zellen selbstentladungsrate kann mit einem dritten Schwellenwert, K_2 , verglichen werden. Der K_2 -Schwellenwert kann einen Pegel für die Benachrichtigung des Fahrers ohne eine Steuermaßnahme angeben. Wenn die Zellen selbstentladungsrate größer als der K_2 -Schwellenwert ist, kann ein Diagnosefehlercode (DTC) gesetzt und im nichtflüchtigen Speicher ohne weitere Steuermaßnahmen gespeichert werden. Der K_2 -Schwellenwert kann bevorstehende Probleme mit der Batteriezelle angeben.

[0046] Die Schwellenwerte können gewählt sein, um die Verfügbarkeit der Funktionalität der Antriebsbatterie mit dem Wunsch, der Bedienungsperson die Batterieprobleme zu melden, auszugleichen. Im Allgemeinen können die Schwellenwerte so konfiguriert sein, dass $K_2 < K_3 < K_4$ gilt. Die für die Schwellenwerte gewählten speziellen Werte können von der Batteriechemie und -konfiguration abhängig sein. Außerdem kann das System die Anzahl der Zellen bestimmen, die einen Zellen selbstentladungsmerker melden. Die Diagnosereaktion kann ferner basierend auf der Anzahl der Zellen, die einen Zellen selbstentladungsmerker melden, bestimmt werden. Wenn z. B. die Anzahl der Zellen, die einen Zellen selbstentladungszustand melden, einen vorgegebenen Schwellenwert erreicht, können größere Steuerreaktionen ausgelöst werden.

[0047] Fig. 4 stellt einen Ablaufplan für eine mögliche Implementierung des beschriebenen Systems dar. Die durch den Ablaufplan dargestellten Operationen können in einem Controller **76** implementiert sein. Der Betrieb beginnt typischerweise, während sich das Fahrzeug in einem Betriebsmodus befindet, wie z. B. Fahren oder Laden. Die gegenwärtige Logik kann beginnen **200**, wenn ein Abschalten angefordert wird. In der Operation **202** kann der Controller **76** den durchschnittlichen SOC-Wert berechnen und im nichtflüchtigen Speicher speichern. In der Operation **204** kann der Controller **76** den SOC-Wert für jede Zelle im nichtflüchtigen Speicher speichern. Das System kann dann abschalten **206**. Während des Abschaltens kann sich der Controller **76** in einem leistungsschwachen Modus befinden. Vor dem Abschalten können Operationen ausgeführt werden, um ein Aufwachen einzuleiten, nachdem ein vorgegebener Zeitraum (z. B. 30 Minuten) vergangen ist.

[0048] Nachdem der vorgegebene Zeitraum vergangen ist, kann der Controller **76** aufwachen **208**. In der Operation **210** können die Anweisungen ausgeführt werden, um den SOC für jede der Batteriezellen zu berechnen. In der Operation **212** können die Anweisungen ausgeführt werden, um die Zellen selbstentladungsrate für jede Zelle zu berechnen. In der Operation **214** können die Anweisungen ausgeführt werden, um die Änderungsrate des SOC für jede der Zellen zu berechnen. In der Operation **216** können die Anweisungen ausgeführt werden, um das Vorhandensein eines Diagnosezustands zu bestimmen, wie vorher beschrieben worden ist. Falls ein Diagnosezustand vorhanden ist, können die Anweisungen in der Operation **218** ausgeführt werden, um die Diagnosereaktion zu bestimmen. Wie vorher beschrieben worden ist, kann die Diagnosereaktion von der Größe der Zellen selbstentladungsrate abhängig sein. Nach der Diagnosereaktion kann die Operation **220** ausgeführt werden, um die berechneten Werte im nichtflüchtigen Speicher zu speichern.

[0049] Falls kein Diagnosezustand vorhanden ist, können die Anweisungen in der Operation **220** ausgeführt werden, um die berechneten Werte im nichtflüchtigen Speicher zu speichern. In der Operation **222** kann der Controller abermals bis zum nächsten Aufwachzyklus abgeschaltet werden.

[0050] Die hier beschriebenen Prozesse, Verfahren oder Algorithmen können zu einer Verarbeitungsvorrichtung, einem Controller oder einem Computer lieferbar/durch eine Verarbeitungsvorrichtung, einen Controller oder einen Computer implementiert sein, die irgendeine vorhandene programmierbare elektronische Steuereinheit oder eine dedizierte elektronische Steuereinheit enthalten können. Ähnlich können die Prozesse, Verfahren oder Algorithmen als Daten und Anweisungen, die durch einen Controller oder einen Computer ausführbar sind, in vielen Formen gespeichert sein, einschließlich Informationen, die permanent in nicht beschreibbaren Speichermedien, wie z. B. ROM-Vorrichtungen, gespeichert sind, und Informationen, die veränderbar in beschreibbaren Speichermedien, wie z. B. Disketten, Magnetbändern, CDs, RAM-Vorrichtungen und anderen magnetischen und optischen Medien, gespeichert sind, die aber nicht auf diese eingeschränkt sind. Die Prozesse, Verfahren oder Algorithmen können außerdem in einem ausführbaren Software-Objekt implementiert sein. Alternativ können die Prozesse, Verfahren oder Algorithmen als Ganzes oder teilweise unter Verwendung geeigneter Hardware-Komponenten, wie z. B. anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen (ASICs), feldprogrammierbarer Gatteranordnungen (FPGAs), Zustandsmaschinen, Controllern oder anderer Hardware-Komponenten oder -Vorrichtungen, oder einer Kombination aus Hardware-, Software- und Firmware-Komponenten verkörpert sein.

[0051] Während oben beispielhafte Ausführungsformen beschrieben worden sind, ist nicht vorgesehen, dass diese Ausführungsformen alle möglichen Formen beschreiben, die durch die Ansprüche eingeschlossen sind. Die in der Beschreibung verwendeten Wörter sind Wörter der Beschreibung anstatt der Einschränkung, wobei es selbstverständlich ist, dass verschiedene Änderungen vorgenommen werden können, ohne vom Erfindungsgedanken und Schutzzumfang der Offenbarung abzuweichen. Wie vorher beschrieben worden ist, können die Merkmale der verschiedenen Ausführungsformen kombiniert werden, um weitere Ausführungsformen der Erfindung zu bilden, die nicht explizit beschrieben oder veranschaulicht sein können. Während verschiedene Ausführungsformen beschrieben worden sein können, wie sie Vorteile bereitstellen oder gegenüber anderen Ausführungsformen oder den Implementierungen des Standes der Technik bezüglich einer oder mehrerer gewünschter Eigenschaften bevorzugt sind, erkennen die Durchschnittsfachleute auf dem Gebiet, dass ein oder mehrere Merkmale oder Eigenschaften beeinträchtigt sein können, um die gewünschten Gesamtsystemmerkmale zu erreichen, die von der spezifischen Anwendung und Implementierung abhängen. Diese Merkmale können die Kosten, die Stärke, die Haltbarkeit, die Lebenszykluskosten, die Marktfähigkeit, das Aussehen, die Verpackung, die Größe, die Wartbarkeit, das Gewicht, die Herstellbarkeit, die Leichtigkeit des Zusammenbaus usw. enthalten, sind aber nicht darauf eingeschränkt. Die Ausführungsformen, die als weniger erwünscht als andere Ausführungsformen oder die Implementierungen des Standes der Technik bezüglich einer oder mehrerer Eigenschaften beschrieben worden sind, befinden sich als solche nicht außerhalb des Schutzzumfangs der Offenbarung und können für spezielle Anwendungen erwünscht sein.

Patentansprüche

1. Batteriemanagementsystem, das Folgendes umfasst:
wenigstens einen Controller, der programmiert ist, in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einem durchschnittlichen Zellenladezustand an einem Anfang eines Batterieruhezeitraums und wenigstens einem von mehreren Zellenladezuständen, die in vorgegebenen Intervallen während des Batterieruhezeitraums geschätzt werden, die größer als ein vorgegebener Wert ist, einen Zellen selbstentladungs-Diagnoseindikator auszugeben.
2. Batteriemanagementsystem nach Anspruch 1, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, den Zellen selbstentladungs-Diagnoseindikator in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einer durchschnittlichen Änderungsrate des Zellenladezustands während der vorgegebenen Intervalle und einer Änderungsrate des

Zellenladezustands zwischen den vorgegebenen Intervallen, die für jedes der vorgegebenen Intervalle kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist, auszugeben.

3. Batteriemanagementsystem nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, den Zellselbstentladungs-Diagnoseindikator in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einem Zellenladezustand, der in vorgegebenen Intervallen geschätzt wird, und einem Zellenladezustand am Anfang des Batterieruhezeitraums, die größer als ein vorgegebener Unterschied ist, auszugeben.

4. Batteriemanagementsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, eine Antriebsbatterie während eines Zeitraums der Batterieverwendung gemäß einer Zellselbstentladungsrate zu betreiben, die auf dem Zellenladezustand in den vorgegebenen Intervallen und einem Zellenladezustand am Anfang des Batterieruhezeitraums basiert.

5. Batteriemanagementsystem nach Anspruch 4, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze zu betreiben, die ein vorgegebener Minimalwert ist, wenn die Zellselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist.

6. Batteriemanagementsystem nach einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze zu betreiben, die ein vorgegebener Prozentsatz einer Basis-Batterieleistungsgrenze ist, wenn die Zellselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist.

7. Batteriemanagementsystem nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze von null zu betreiben, wenn die Zellselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist und sich der Zellenladezustand in den vorgegebenen Intervallen außerhalb eines vorgegebenen Bereichs befindet.

8. Batteriemanagementsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der durchschnittliche Zellenladezustand am Anfang des Batterieruhezeitraums ein Durchschnitt aller Zellenladezustände am Anfang des Batterieruhezeitraums ist.

9. Batteriemanagementsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Batterieruhezeitraum ein Zeitraum ist, in dem eine Größe eines Batteriestroms kleiner als ein vorgegebener Strom ist.

10. Fahrzeug, das Folgendes umfasst: eine Antriebsbatterie, die mehrere Zellen enthält; und wenigstens einen Controller, der programmiert ist, die Antriebsbatterie gemäß einer Zellselbstentladungsrate zu betreiben, die auf einem Zellenladezustand an einem Anfang eines Batterieruhezeitraums und den Zellenladezuständen in vorgegebenen Intervallen während des Batterieruhezeitraums basiert.

11. Fahrzeug nach Anspruch 10, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, einen Zellselbstentladungs-Diagnoseindikator in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einem durchschnittlichen Zellenladezustand an einem Anfang eines Batterieruhezeitraums und einem Zellenladezustand, der in vorgegebenen Intervallen während des Batterieruhezeitraums geschätzt wird, die größer als ein vorgegebener Wert ist, auszugeben.

12. Fahrzeug nach Anspruch 11, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, einen Zellselbstentladungs-Diagnoseindikator in Reaktion auf eine Größe eines Unterschieds zwischen einer durchschnittlichen Änderung des Zellenladezustands zwischen den vorgegebenen Intervallen und einer Änderung des Zellenladezustands zwischen den vorgegebenen Intervallen, die für jedes der vorgegebenen Intervalle kleiner als ein vorgegebener Schwellenwert ist, auszugeben.

13. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 12, wobei die Zellselbstentladungsrate ferner auf einer Batteriekapazität und einem vergangenen Zeitraum seit dem Anfang des Batterieruhezeitraums basiert.

14. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze zu betreiben, die ein vorgegebener Minimalwert ist, wenn die Zellselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist.

15. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 10 bis 14, wobei der wenigstens eine Controller ferner programmiert ist, die Antriebsbatterie gemäß einer Batterieleistungsgrenze zu betreiben, die ein vorgegebener Prozentsatz einer Basis-Batterieleistungsgrenze ist, wenn die Zellselbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist.

16. Verfahren zum Betreiben einer Antriebsbatterie, das Folgendes umfasst: Ausgeben durch einen Controller einer Zellenentladungsdiagnose in Reaktion auf einen Zellenladezustand, der in vorgegebenen Intervallen während eines Batterieruhezeitraums geschätzt wird und der sich außerhalb eines vorgegebenen Bereichs um ei-

nen durchschnittlichen Zellenladezustand befindet, der an einem Anfang des Batterieruhezeitraums berechnet wird; und
Betreiben durch den Controller der Antriebsbatterie gemäß der Zellenentladungsdiagnose und einer Zellen selbstentladungsrate.

17. Verfahren nach Anspruch 16, wobei die Zellen selbstentladungsrate auf einem Unterschied zwischen dem Zellenladezustand am Anfang des Batterieruhezeitraums und dem Zellenladezustand in den vorgegebenen Intervallen basiert.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 oder 17, wobei das Betreiben der Antriebsbatterie das Begrenzen der Batterieleistung auf einen vorgegebenen Minimalwert enthält, wenn die Zellen selbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 18, wobei das Betreiben der Antriebsbatterie das Begrenzen der Batterieleistung auf einen vorgegebenen Prozentsatz einer Basis-Batterieleistungsgrenze enthält, wenn die Zellen selbstentladungsrate größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, wobei das Ausgeben der Zellenentladungsdiagnose ferner auf einer Änderungsrate des Zellenladezustands zwischen den vorgegebenen Intervallen basiert, die sich innerhalb eines vorgegebenen Bereichs um eine durchschnittliche Änderungsrate des Zellenladezustands während der vorgegebenen Intervalle befindet.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

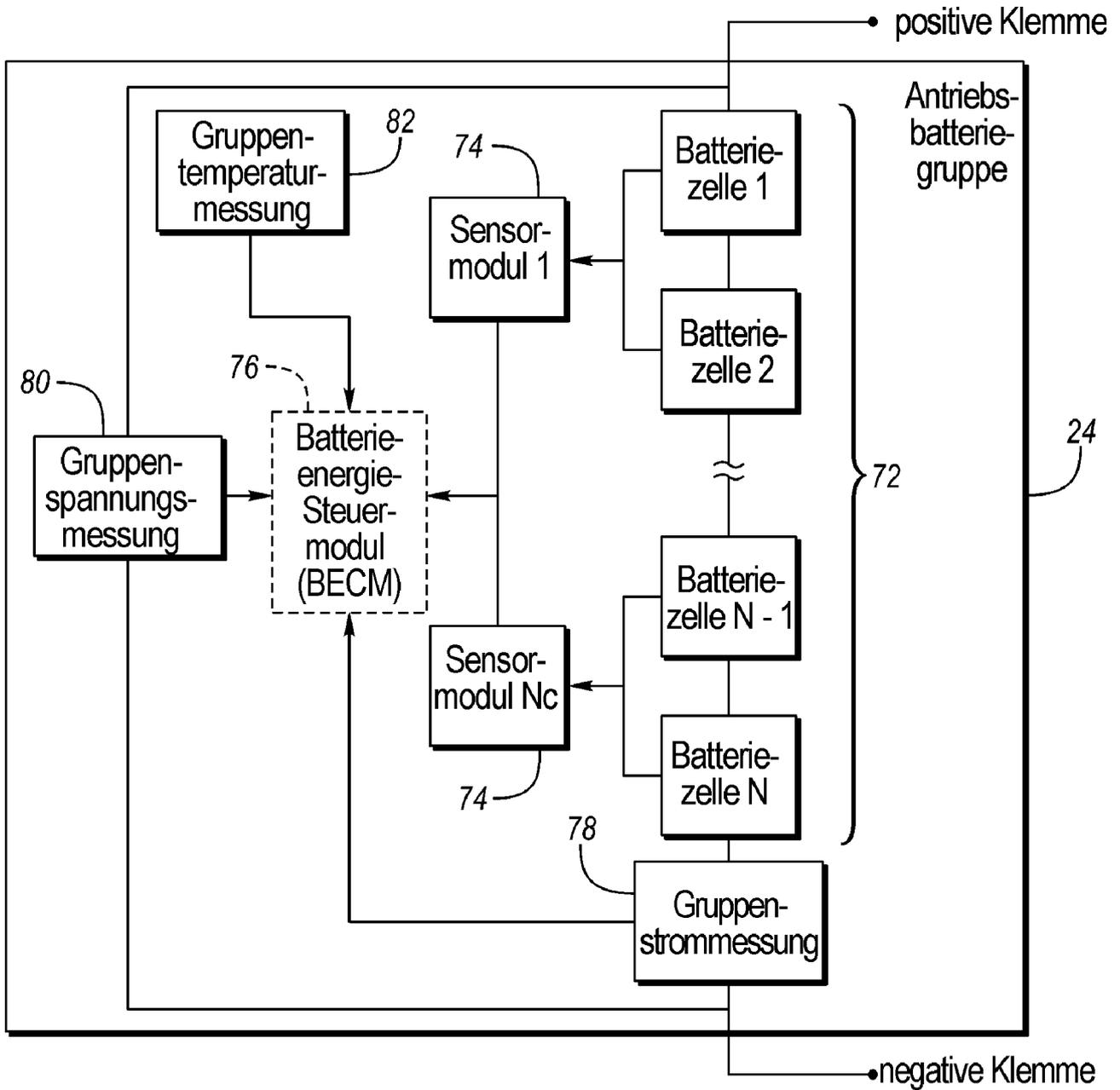
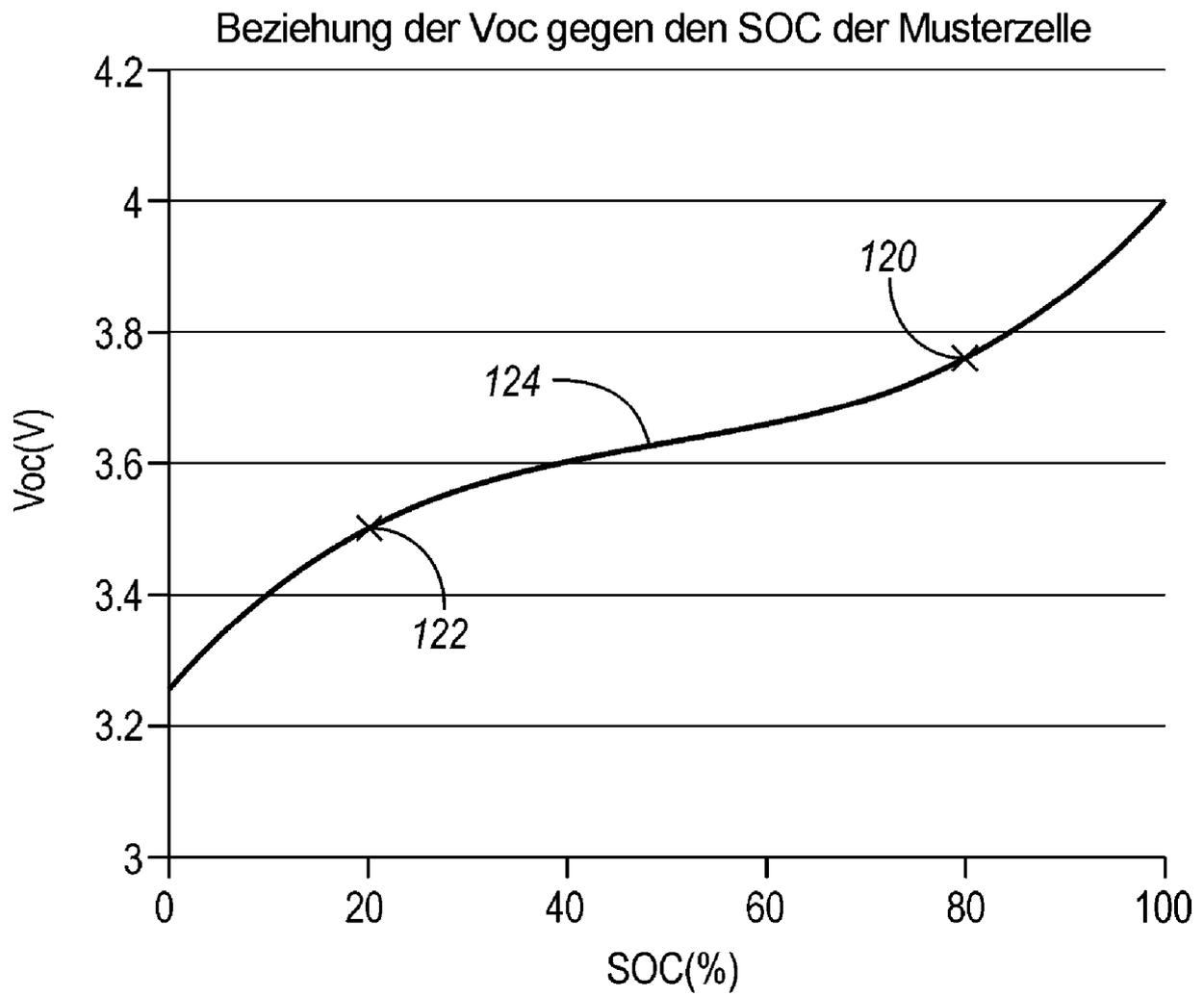


FIG. 2

**FIG. 3**

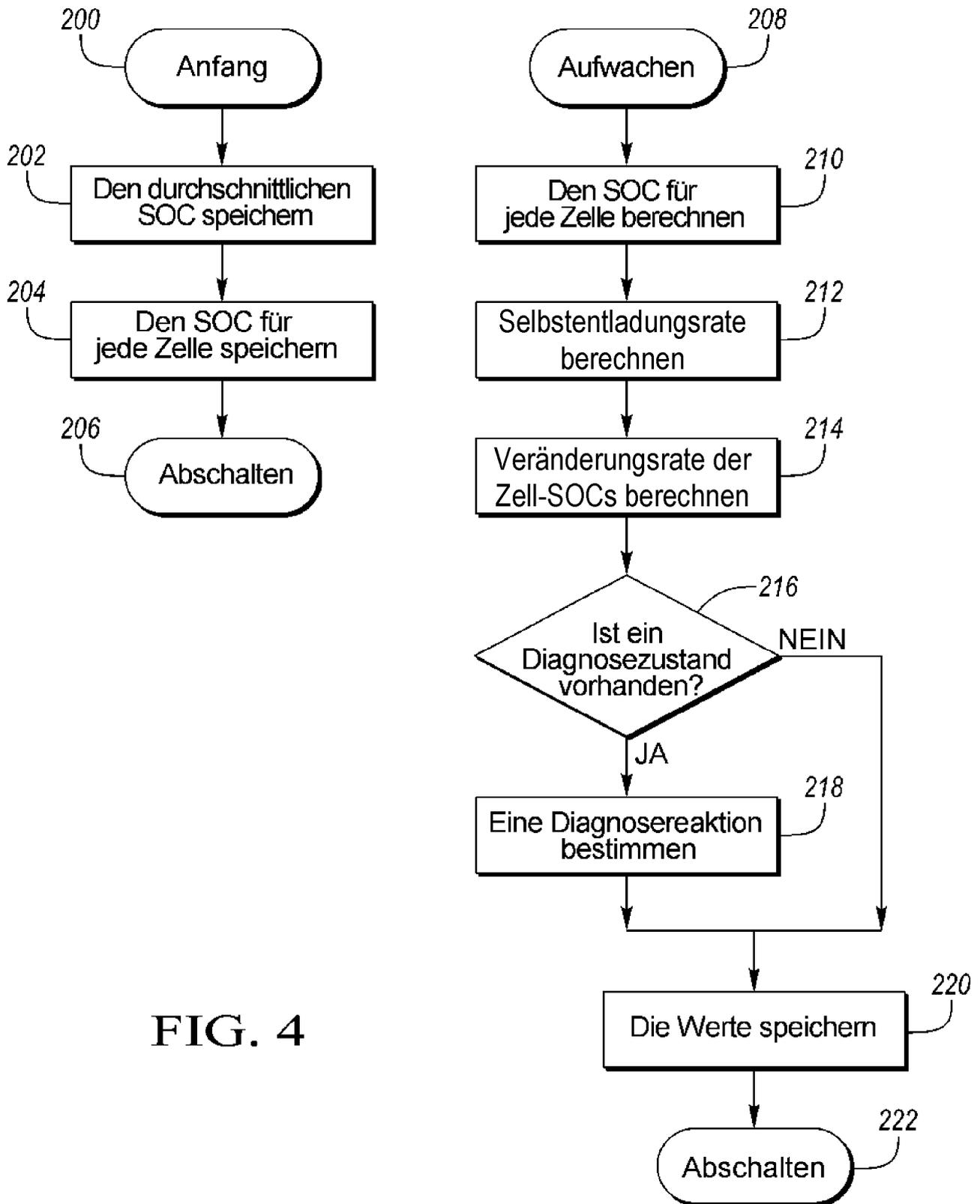


FIG. 4