



(10) **DE 11 2017 000 371 T5** 2018.09.27

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2017/122758**  
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 000 371.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/000907**

(86) PCT-Anmeldetag: **13.01.2017**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **20.07.2017**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **27.09.2018**

(51) Int Cl.: **G01R 31/36** (2006.01)  
**H01M 10/48** (2006.01)  
**H02J 7/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2016-006353**      **15.01.2016**    **JP**

(71) Anmelder:  
**GS Yuasa International Ltd., Kyoto-shi, JP**

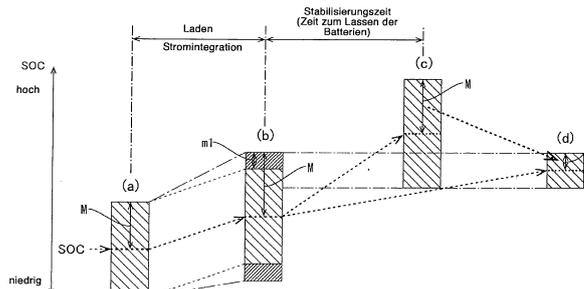
(74) Vertreter:  
**Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG  
mbB, 80802 München, DE**

(72) Erfinder:  
**Sejima, Kenichi, Kyoto-shi, JP**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **VORRICHTUNG ZUM VERWALTEN EINES SPEICHERELEMENTS, SPEICHERELEMENTMODUL,  
FAHRZEUG UND VERFAHREN ZUM VERWALTEN EINES SPEICHERELEMENTS**

(57) Zusammenfassung: Um die SOC-Schätzungsgenauigkeit einer Energiespeichereinrichtung zu verbessern, wird eine Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung 50 angegeben, die einen SOC-Bereich bestimmt, der einen Ladezustand einer Energiespeichereinrichtung 30 angibt, und eine CPU 61 enthält, wobei der SOC-Bereich (i) R1 durch eine Stromintegrationsmethode bestimmt wird und der SOC-Bereich (v) R2 durch eine Spannungsreferenzmethode bestimmt wird, wenn der SOC-Bereich (i) R1 durch die Stromintegrationsmethode bestimmt wird, und wobei die CPU 61 einen überlappten Bereich, in dem der SOC-Bereich (i) R1 und der SOC-Bereich (v) R2 überlappen, als einen neuen SOC-Bereich R3 bestimmt.



**Beschreibung**

## TECHNISCHES GEBIET

**[0001]** Die Techniken der Erfindung betreffen eine Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung, ein Energiespeichereinrichtungsmodul, ein Fahrzeug und ein Energiespeichereinrichtungs-Verwaltungsverfahren.

## STAND DER TECHNIK

**[0002]** Als ein Verfahren zum Schätzen eines Ladezustands (State of Charge bzw. SOC) einer Energiespeichereinrichtung einer Sekundärbatterie wie etwa einer Lithiumionen-Sekundärbatterie sind eine OCV-Methode, in der ein SOC basierend auf einer Korrelation zwischen einer Leerlaufspannung (Open Circuit Voltage bzw. OCV) und einem SOC einer Sekundärbatterie bestimmt wird, und weiterhin eine Stromintegrationsmethode, in der ein SOC durch die Integration von Lade- oder Entladeströmen einer Energiespeichereinrichtung bestimmt wird, bekannt. Diese Techniken werden in JP-A-2007-178215 (in dem weiter unten genannte Patentedokument 1) angegeben.

**[0003]** Wenn die Stromintegrationsmethode für das Berechnen eines SOC verwendet wird, werden Messfehler eines Stromsensors in einer Stromintegration über die Zeit akkumuliert, wodurch ein Fehler in der SOC-Schätzung vergrößert wird. Deshalb wird bei einer über eine lange Zeit stattfindenden Stromintegration die OCV-Methode verwendet, um die Fehlerakkumulation in der SOC-Schätzung zu beseitigen.

## DOKUMENTE AUS DEM STAND DER TECHNIK

## PATENTDOKUMENTE

**[0004]** Patentedokument: JP-A-2007-178215

## BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

## PROBLEMSTELUNG DER ERFINDUNG

**[0005]** Wenn eine Energiespeichereinrichtung einen Plateaubereich mit einer kleinen OCV-Variation in den SOV-OCV-Eigenschaften aufweist, verursacht eine SOC-Schätzung durch die OCV-Methode in diesen Plateaubereich einen großen Fehler in der SOC-Schätzung. Um dieses Problem zu lösen, wird die OCV-Methode nur in einem Bereich mit einer Neigung einer OCV-Variation in der SOC-OCV-Kennlinie in der SOC-Schätzung verwendet. Dabei wird die Anwendung der OCV-Methode auf den Fall mit einer Neigung einer OCV-Variation beschränkt, wodurch die Frequenz der Anwendung der OCV-Methode reduziert wird und schließlich ein durch die Strom-

integrationsmethode verursachter kumulativer Fehler vergrößert wird.

**[0006]** Im Folgenden werden Techniken zum Verbessern der SOC-Schätzungsgenauigkeit für eine Energiespeichereinrichtung beschrieben.

## PROBLEMLÖSUNG

**[0007]** Eine Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung gemäß der Erfindung, die einen SOC-Bereich bestimmt, der einen Ladezustand einer Energiespeichereinrichtung angibt, umfasst: einen Informationsprozessor, der den SOC-Bereich basierend auf einem ersten SOC-Bereich, der durch eine erste Methode bestimmt wird, und einem zweiten SOC-Bereich, der durch eine zweite Methode bestimmt wird, wenn der erste SOC-Bereich bestimmt wird, bestimmt.

## VORTEILE DER ERFINDUNG

**[0008]** Gemäß den in dieser Beschreibung angegebenen Techniken wird der SOC-Schätzungsfehler reduziert und wird die SOC-Schätzungsgenauigkeit in einer Energiespeichereinrichtung verbessert.

## Figurenliste

**Fig. 1** ist eine Ansicht eines Autos.

**Fig. 2** ist eine perspektivische Ansicht eines Batteriemoduls.

**Fig. 3** ist eine perspektivische Querschnittansicht des Batteriemoduls.

**Fig. 4** ist ein Blockdiagramm des Batteriemoduls.

**Fig. 5** ist ein Kurvendiagramm, das eine SOC-OCV-Korrelation einer Sekundärbatterie zeigt.

**Fig. 6** ist eine Tabelle, die SOC-Bereiche in den entsprechenden Bereichen in der SOC-OCV-Korrelation der Sekundärbatterie zeigt.

**Fig. 7** ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess zum Bestimmen eines SOC zeigt.

**Fig. 8** ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess unter Verwendung einer Stromintegrationsmethode zeigt.

**Fig. 9** ist ein Diagramm, das einen Prozess zum Bestimmen eines SOC zeigt.

**Fig. 10** zeigt die SOC-OCV-Korrelation in dem Bereich (a) von **Fig. 9**.

**Fig. 11** zeigt die SOC-OCV-Korrelation in dem Bereich (b) in **Fig. 9**.

**Fig. 12** zeigt die SOC-OCV-Korrelation in dem Bereich (c) in **Fig. 9**.

**Fig. 13** zeigt die SOC-OCV-Korrelation in dem Bereich (d) in **Fig. 9**.

**Fig. 14** ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess zum Verschieben eines SOC-Bereichs zeigt.

**Fig. 15** ist ein Kurvendiagramm, das eine Entlade-SOC-OCV-Korrelation der Sekundärbatterie und eine Lade-SOC-OCV-Korrelation der Sekundärbatterie zeigt.

**Fig. 16** ist eine vergrößerte Ansicht eines Teils von **Fig. 15**.

**Fig. 17** ist eine RC-V1-Korrelation der Sekundärbatterie, die geladen wird, in einer zweiten Ausführungsform.

**Fig. 18** ist eine RC-V2-Korrelation der Sekundärbatterie, die entladen wird.

## AUSFÜHRUNGSMODI DER ERFINDUNG

(Überblick über die Ausführungsform)

**[0009]** Zuerst wird ein Überblick über eine Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung und ein Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsverfahren gemäß einer Ausführungsform gegeben.

**[0010]** Eine Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung gemäß der Erfindung, die einen SOC-Bereich bestimmt, der einen Ladezustand einer Energiespeichereinrichtung angibt, umfasst: einen Informationsprozessor, der den SOC-Bereich basierend auf einem ersten SOC-Bereich, der durch eine erste Methode bestimmt wird, und einem zweiten SOC-Bereich, der durch eine zweite Methode bestimmt wird, wenn der erste SOC-Bereich bestimmt wird, bestimmt.

**[0011]** Ein in dieser Beschreibung angegebenes Energiespeichereinrichtungsmodul umfasst: eine Energiespeichereinrichtung; eine Strommesseinheit, die einen durch die Energiespeichereinrichtung fließenden Strom erfasst; eine Spannungsmesseinheit, die eine Spannung der Energiespeichereinrichtung erfasst; einen Speicher, der Informationen zu einer Korrelation zwischen einer Spannung und einem SOC der Energiespeichereinrichtung aufzeichnet; und die Energiespeichereinrichtungs-Verwaltungsvorrichtung.

**[0012]** Ein in dieser Beschreibung angegebenes Fahrzeug umfasst: das Energiespeichereinrichtungsmodul; eine Fahrzeuglast, die mit Strom von dem Energiespeichereinrichtungsmodul versorgt wird; und ein Fahrzeugelektronikmodul, das die Fahrzeuglast steuert und mit dem Energiespeichereinrichtungsmodul kommunizieren kann.

**[0013]** Ein Energiespeichereinrichtungs-Verwaltungsverfahren gemäß der Erfindung, das einen SOC-Schätzwert bestimmt, der ein den Ladezustand einer Energiespeichereinrichtung angegebener Wert ist, umfasst: Bestimmen eines SOC-Bereichs basierend auf einem ersten SOC-Bereich, der durch eine erste Methode bestimmt wird, und auf einem zweiten SOC-Bereich, der durch eine zweite SOC-Methode bestimmt wird.

**[0014]** Einige Energiespeichereinrichtungen wie etwa Lithiumionenbatterien weisen eine relativ hoch reproduzierbare Korrelation zwischen einer Spannung (V) und einem Ladezustand (SOC) auf. Bei einer derartigen Energiespeichereinrichtung wird die Korrelation zuvor als eine SOC-V-Korrelation in der Form einer Tabelle in einem Speicher gespeichert. Der Speicher, der erforderliche Betriebsprogramme enthält, gehört zusammen mit einer CPU zum Beispiel zu dem Informationsprozessor. Der Informationsprozessor führt eine Stromintegrationsmethode, in der ein SOC der Energiespeichereinrichtung basierend auf der Größe der geladenen oder entladenen Elektrizität, die durch eine zeitliche Integration von durch einen Stromsensor erfassten Strömen berechnet wird, und weiterhin eine OCV-Methode, in der ein SOC basierend auf einem durch einen Spannungssensor erfassten Ergebnis und der SOC-V-Korrelation bestimmt wird, durch. Der Informationsprozessor bestimmt einen geschätzten SOC-Wert basierend auf einer Relation zwischen den durch die entsprechenden Methoden bestimmten Werten.

**[0015]** Wenn die Energiespeichereinrichtung einen Plateaubereich mit einer kleinen OCV-Variation in der SOC-V-Korrelation aufweist, verursacht eine SOC-Schätzung durch die OCV-Methode in diesem Plateaubereich einen großen Fehler in der SOC-Schätzung. Wenn die OCV-Methode nur in einem Bereich mit einer Neigung einer OCV-Variation in der SOC-V-Korrelation angewendet wird, wird jedoch die Frequenz der Anwendung der OCV-Methode reduziert.

**[0016]** Die Erfinder der vorliegenden Erfindung haben die vorstehend geschilderten Probleme genau untersucht. Herkömmlicherweise wird ein SOC als ein spezifischer Wert (wie etwa ein Mittelwert) in einem SOC-Bereich in einer bestimmten Spanne, die eine Fehlerspanne eines Instruments enthält, bestimmt. Die Erfinder haben jedoch versucht, einen SOC als einen SOC-Bereich zu bestimmen, d.h. als einen SOC-Datenbereich, der eine Fehlerspanne eines Instruments enthält.

**[0017]** Die Erfinder haben dabei ein Konzept entwickelt, in dem ein SOC-Bereich basierend auf einem ersten SOC-Bereich, der durch eine erste Methode bestimmt wird, und einem zweiten SOC-Bereich, der durch eine zweite Methode bestimmt wird, bestimmt wird, und haben herausgefunden, dass auf diese

Weise ein SOC-Bereich einer Energiespeichereinrichtung mit einem Plateaubereich häufig geschätzt werden kann und dabei eine Vergrößerung des SOC-Bereich-Schätzungsfehlers vermieden werden kann. Die Erfinder haben außerdem herausgefunden, dass dadurch die SOC-Bereich-Schätzungsgenauigkeit in der Energiespeichereinrichtung verbessert werden kann.

**[0018]** Der Informationsprozessor kann, wenn der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich überlappen, einen überlappten Bereich, in dem der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich überlappen, als den SOC-Bereich bestimmen.

**[0019]** Wenn bei diesem Aufbau der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich überlappen, wird der überlappte Bereich des ersten SOC-Bereichs und des zweiten SOC-Bereichs verwendet, um den SOC-Bereich zu verschmälern, und als der SOC-Bereich bestimmt, sodass ein SOC-Bereich häufig geschätzt werden kann und dabei eine Vergrößerung des SOC-Bereich-Schätzungsfehlers verhindert werden kann, um die Schätzungsgenauigkeit in der Energiespeichereinrichtung zu verbessern.

**[0020]** Die erste Methode kann den ersten SOC-Bereich basierend auf einem Zustand aus einem vorausgehenden SOC-Bereich mit der Zeit der Energiespeichereinrichtung bestimmen, die zweite Methode kann den zweiten SOC-Bereich basierend auf einem Zustand der Energiespeichereinrichtung bestimmen, wenn der erste SOC-Bereich bestimmt wird, und der zweite SOC-Bereich kann als der SOC-Bereich bestimmt werden, wenn der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich nicht überlappen.

**[0021]** Wenn bei diesem Aufbau der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich nicht überlappen, wird der während der Bestimmung des ersten SOC-Bereichs bestimmte zweite SOC-Bereich als der SOC-Bereich bestimmt. Wenn also mit anderen Worten der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich nicht überlappen, wird der zuvor bestimmte zweite SOC-Bereich als der SOC-Bereich bestimmt, wodurch eine Vergrößerung des SOC-Bereich-Schätzungsfehlers in der Energiespeichereinrichtung verhindert wird.

**[0022]** Der erste SOC-Bereich kann durch eine zeitliche Integration eines durch die Energiespeichereinrichtung fließenden Stroms bestimmt werden, und der zweite SOC-Bereich kann durch eine SOC-V-Korrelation der Energiespeichereinrichtung und eine Spannung der Energiespeichereinrichtung bestimmt werden.

**[0023]** Der Informationsprozessor kann den zweiten SOC-Bereich basierend auf der SOC-OCV-Korrelation bestimmen, die eine Korrelation zwischen einer

Leerlaufspannung und einem Ladezustand der Energiespeichereinrichtung in einem nicht-Stromversorgungszustand ist.

**[0024]** Wenn der erste SOC-Bereich, der durch die erste Methode (die Stromintegrationsmethode) unter Verwendung einer zeitlichen Integration von Strömen bestimmt wird, und der zweite SOC-Bereich, der durch die zweite Methode (die OCV-Methode) basierend auf einer Spannung und der SOC-OCV-Korrelation bestimmt wird, überlappen, wird der überlappte Bereich als der SOC-Bereich bestimmt, wodurch eine Vergrößerung in dem SOC-Bereich-Schätzungsfehler verhindert wird.

**[0025]** Wenn der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich nicht überlappen, wird davon ausgegangen, dass der durch die erste Methode (die Stromintegrationsmethode) verursachte kumulative Fehler problematisch groß sein kann. In diesem Fall wird der zuvor durch die zweite Methode (die OCV-Methode) bestimmte zweite SOC-Bereich als der SOC-Bereich bestimmt, wodurch eine Vergrößerung des SOC-Bereich-Schätzungsfehlers in der Energiespeichereinrichtung verhindert wird. Der erste SOC-Bereich ist zum Beispiel ein SOC-Datenbereich, der eine Fehlerspanne eines Messinstruments, eine Selbstentladung oder einen Dunkelstrom, die sich während der zeitlichen Integration von Strömen akkumulieren, und ähnliches enthält. Der zweite SOC-Bereich ist zum Beispiel ein SOC-Datenbereich, der einen Fehler eines Messinstruments und ähnliches enthält.

**[0026]** Der Informationsprozessor kann den zweiten SOC-Bereich basierend auf einer SOC-OCV-Korrelation der Energiespeichereinrichtung nach einem Laden und auf einer SOC-OCV-Korrelation der Energiespeichereinrichtung nach einem Entladen bestimmen.

**[0027]** Es ist bekannt, dass die Korrelation zwischen einer Spannung und einem SOC der Energiespeichereinrichtung durch den Lade-/Entladeverlauf der Energiespeichereinrichtung vor dem Erfassen einer Spannung beeinflusst wird. Insbesondere ist eine Leerlaufspannung relativ zu einem SOC niedriger in einem Fall, in dem der Strom der Energiespeichereinrichtung relativ entladen wurde, als in einem Fall, in dem der Strom der Energiespeichereinrichtung relativ geladen wurde. Weil jedoch das Laden und Entladen der Energiespeichereinrichtung allgemein basierend auf verschiedenen Faktoren wie etwa Stromwerten und der Energetisierungszeit bestimmt werden, ist es schwierig, den Lade-/Entladeverlauf zu schätzen. Deshalb kann der SOC-Bereich in Abhängigkeit von dem Lade-/Entladeverlauf als ein Bereich bestimmt werden, in dem der tatsächliche SOC-Bereich nicht enthalten ist.

**[0028]** Gemäß diesem Aufbau wird die obere Grenze des SOC-Bereichs basierend auf der Entlade-SOC-OCV-Beziehung bestimmt und wird die untere Grenze des SOC-Bereichs basierend auf der Lade-SOC-OCV-Beziehung bestimmt, wodurch verhindert wird, dass der SOC-Bereich als ein Bereich bestimmt wird, in dem der tatsächliche SOC-Bereich nicht enthalten ist.

**[0029]** Der Informationsprozessor kann den zweiten SOC-Bereich basierend auf einer C-V-Korrelation bestimmen, die eine Korrelation zwischen einer Restkapazität und einer Ladespannung der Energiespeichereinrichtung während des Ladens ist, und der Informationsprozessor kann den zweiten SOC-Bereich als einen vollständig geladenen SOC-Bereich, der ein Zustand nahe einem vollständig geladenen Zustand der Energiespeichereinrichtung ist, bestimmen, wenn ein Ladestrom kleiner als ein vorbestimmter Stromwert ist und die Ladespannung größer als ein vorbestimmter Spannungswert ist.

**[0030]** Der Informationsprozessor kann den zweiten SOC-Bereich als einen nicht vollständig geladenen SOC-Bereich bestimmen, der ein von dem vollständig geladenen SOC-Bereich verschiedener Bereich ist, wenn der Ladestrom größer als der vorbestimmte Stromwert ist und die Ladespannung kleiner als der vorbestimmte Spannungswert ist.

**[0031]** Gemäß diesem Aufbau werden eine Ladespannung und ein Ladestrom der Energiespeichereinrichtung, die geladen wird, erfasst und wird bestimmt, ob der Ladestrom kleiner als der vorbestimmte Stromwert ist und die Ladespannung größer als der vorbestimmte Spannungswert ist, sodass es einfach ist, zu bestimmen, ob der zweite SOC-Bereich in dem vollständig geladenen SOC-Bereich liegt. Und indem bestimmt wird, ob der Ladestrom größer als der vorbestimmte Stromwert ist und die Ladespannung kleiner als der vorbestimmte Spannungswert ist, kann einfach bestimmt werden, ob der zweite SOC-Bereich in dem nicht vollständig geladenen SOC-Bereich liegt. Dadurch kann der SOC-Bereich der Energiespeichereinrichtung, die geladen wird, häufig geschätzt werden und kann die SOC-Bereich-Schätzungsgenauigkeit weiter verbessert werden.

**[0032]** Der Informationsprozessor kann den zweiten SOC-Bereich basierend auf einer C-V-Korrelation bestimmen, die eine Korrelation zwischen einer Restkapazität und einer Entladespannung der Energiespeichereinrichtung während des Entladens ist, und kann der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich als einen Entladungsende-SOC-Bereich bestimmen, der ein Zustand nahe an einem Entladungsendzustand der Energiespeichereinrichtung ist, wenn ein Entladestrom kleiner als ein vorbestimmter Stromwert ist und eine Entladespannung kleiner als ein vorbestimmter Spannungswert ist.

**[0033]** Der Informationsprozessor kann den zweiten SOC-Bereich als einen nicht-Entladungsende-SOC-Bereich bestimmen, der ein von dem Entladungsende-SOC-Bereich verschiedener Bereich ist, wenn der Entladestrom größer als der vorbestimmte Stromwert ist und die Entladespannung größer als der vorbestimmte Spannungswert ist.

**[0034]** Gemäß diesem Aufbau werden eine Entladespannung und ein Entladestrom der Energiespeichereinrichtung, die entladen wird, erfasst und wird bestimmt, ob der Entladestrom kleiner als der vorbestimmte Stromwert ist und die Entladespannung kleiner als der vorbestimmte Spannungswert ist, sodass es einfach ist, zu bestimmen, ob der zweite SOC-Bereich in dem Entladungsende-SOC-Bereich liegt. Und indem bestimmt wird, ob der Entladestrom größer als der vorbestimmte Stromwert ist und die Entladespannung größer als der vorbestimmte Spannungswert ist, kann einfach bestimmt werden, ob der zweite SOC-Bereich nicht in dem nicht-Entladungsende-SOC-Bereich liegt. Auf diese Weise kann der SOC-Bereich der Energiespeichereinrichtung, die entladen wird, häufig geschätzt werden und kann die SOC-Bereich-Schätzungsgenauigkeit weiter verbessert werden.

**[0035]** Der Informationsprozessor kann den Ladezustand der Energiespeichereinrichtung in mehrere SOC-Bereiche unterteilen, wobei der SOC-Bereich, dessen Spannungsvariation relativ zu einer SOC-Variation kleiner als diejenige eines anderen SOC-Bereichs ist, ein Bereich mit einer kleinen Variation ist und wobei die Energiespeichereinrichtung geladen oder entladen wird, wenn sich der erste SOC-Bereich in dem Bereich mit einer kleinen Variation für eine vorbestimmte Zeit befindet, und wobei der zweite SOC-Bereich als ein Bereich vorgesehen wird, der verschieden ist von dem ersten SOC-Bereich.

**[0036]** Gemäß diesem Aufbau wird die Energiespeichereinrichtung absichtlich geladen oder entladen und wird der SOC-Bereich von dem ersten SOC-Bereich zu dem zweiten SOC-Bereich verschoben, um den neuesten SOC-Bereich zu verschmälern, wodurch die SOC-Bereich-Schätzungsgenauigkeit verbessert wird.

**[0037]** Der Informationsprozessor kann den zweiten SOC-Bereich in einen Bereich verschieben, der verschieden ist von einem Bereich mit einer kleinen Variation, in dem sich der zweite SOC-Bereich derzeit befindet.

**[0038]** Um gemäß diesem Aufbau den SOC-Bereich der Energiespeichereinrichtung zu bestimmen, wird die Energiespeichereinrichtung absichtlich geladen oder entladen und wird die Spannung geändert, um in einen anderen Bereich, der verschieden ist von dem Bereich mit einer kleinen Variation, zu dem die

Spannung derzeit gehört, einzutreten, wodurch die SOC-Bereich-Schätzungsgenauigkeit weiter verbessert wird.

<Erste Ausführungsform>

**[0039]** Eine erste Ausführungsform, in der die Technik gemäß der Erfindung auf ein Fahrzeug wie etwa ein Automobil **10** angewendet wird, wird im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 1** bis **Fig. 16** erläutert. Wie in **Fig. 1** gezeigt, enthält das Auto **10** dieser Ausführungsform eine Fahrzeuglast **12** wie etwa einen Startmotor für das Starten des Motors oder eine elektrische Einrichtung in einem Motorraum 11, ein Batteriemodul **20**, das mit der Fahrzeuglast **12** verbunden ist, eine Lichtmaschine (nicht gezeigt), die mit der Fahrzeuglast **12** und dem Batteriemodul **20** verbunden ist, und eine elektronische Fahrzeugsteuereinheit (ECU) **13**, die den Betrieb der Fahrzeuglast **12** steuert.

**[0040]** Die Fahrzeuglast **12** wird mit Strom betrieben, der von dem Batteriemodul **20** und der Lichtmaschine zugeführt wird. Wenn die Größe der Stromzufuhr von der Lichtmaschine klein ist, empfängt die Fahrzeuglast **12** eine Stromversorgung von dem Batteriemodul **20** für ihren Betrieb. Die Lichtmaschine dreht sich dem Betrieb des Motors des Autos **10** folgend, um Strom zu erzeugen und den Strom zu der Fahrzeuglast **12** und dem Batteriemodul **20** zuzuführen.

**[0041]** Die elektronische Fahrzeugsteuereinheit (ECU) **13** ist mit der Fahrzeuglast **12**, der Lichtmaschine, dem Batteriemodul **20** usw. über eine Kommunikationsleitung W verbunden und steuert den Betrieb des Motors und der Fahrzeuglast **12** basierend auf Bedingungen des Autos **10** und des Batteriemoduls **20**.

**[0042]** Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, enthält das Batteriemodul **20** ein blockförmiges Batteriegehäuse 21. In dem Batteriegehäuse 21 sind wie in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt eine Vielzahl von in Reihe verbundenen Sekundärbatterien **30** (ein Beispiel für die Energiespeichereinrichtung), eine Batterieverwaltungseinheit (BMU) **50**, die diese Sekundärbatterien **30** verwaltet, und ein Stromsensor 40, der einen Strom durch die Sekundärbatterien **30** erfasst, enthalten.

**[0043]** Die BMU **50** ist ein Beispiel für die Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung. In **Fig. 3** ist der Stromsensor 40 nicht gezeigt und ist der interne Aufbau des Batteriegehäuses 21 vereinfacht gezeigt, um den Aufbau des Batteriegehäuses 21 vereinfacht zu verdeutlichen. In den folgenden Erläuterungen mit Bezug auf **Fig. 2** und **Fig. 3** ist die vertikale Richtung des Batteriegehäuses 21 als die Y-Richtung definiert, ist die Längsrichtung des Batteriegehäuses 21 als die X-Richtung definiert und ist die Tiefenrichtung des Batteriegehäuses 21 als die

Z-Richtung definiert, wenn das Batteriegehäuse 21 horizontal auf einer Installationsfläche ohne Neigung platziert ist.

**[0044]** Das Batteriegehäuse 21 besteht aus einem Kunstharz. Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** gezeigt, weist eine obere Wand 21A des Batteriegehäuses 21 eine im Wesentlichen rechteckige Form in einer Draufsicht und verschiedene Höhen in der Y-Richtung auf. Ein Paar von Anschlusssteilen 22 ist in der oberen Wand 21A eingebettet, sodass Kabelbaumanschlüsse (nicht gezeigt) mit diesen Anschlusssteilen 22 verbunden sind. Ein Anschlusssteil 22 ist in einem unteren Eckbereich der oberen Wand 21A angeordnet, und der andere Anschlusssteil 22 ist an dem anderen unteren Eckbereich der oberen Wand 21A in der X-Richtung angeordnet. Die Anschlusssteile 22 sind aus einem Metall wie etwa einer Bleilegierung ausgebildet. Einer der Anschlusssteile 22 ist ein positiver Anschlusssteil 22P, und der andere ist ein negativer Anschlusssteil 22N. Die unteren Enden der Anschlusssteile 22 sind mit den Sekundärbatterien **30** in dem Batteriegehäuse 21 verbunden.

**[0045]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, enthält das Batteriegehäuse 21 einen kastenförmigen Gehäusekörper 23 mit einer geöffneten oberen Seite, ein Positionierungsglied 24 zum Bestimmen der Positionen der Sekundärbatterien **30**, einen inneren Deckel 25, der über dem Gehäusekörper 23 angeordnet ist, und einen oberen Deckel 26, der über dem inneren Deckel 25 angeordnet ist.

**[0046]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, sind in dem Gehäusekörper 23 eine Vielzahl von Zellenkammern 23A in der X-Richtung angeordnet. In jeder Zellenkammer 23A ist eine der Sekundärbatterien **30** aufgenommen.

**[0047]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, enthält das Positionierungsglied 24 eine Vielzahl von Sammelschienen 27 auf der oberen Fläche. Das Positionierungsglied 24 ist über den Sekundärbatterien **30** in dem Gehäusekörper 23 angeordnet, sodass die Sekundärbatterien **30** in Position angeordnet sind und in Reihe über die Sammelschienen 27 verbunden sind.

**[0048]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist die BMU **50** in dem inneren Deckel 25 aufgenommen. Der innere Deckel 25 ist an dem Gehäusekörper 23 angeordnet, sodass die Sekundärbatterien **30** mit der BMU **50** verbunden sind.

**[0049]** Die Sekundärbatterien **30** sind zum Beispiel Lithiumionenbatterien, in denen ein Graphitmaterial als ein negatives Aktivmaterial verwendet wird und ein Ionenphosphatmaterial wie etwa LiFePO<sub>4</sub> als ein positives Aktivmaterial verwendet wird. Die Sekundärbatterien **30** weisen eine Korrelation zwischen einer Leerlaufspannung (Open Circuit Voltage bzw. OCV) und einem Ladezustand (State of Charge bzw.

SOC) wie in **Fig. 5** gezeigt auf (diese Korrelation wird nachfolgend als eine SOC-OCV-Korrelation bezeichnet). Wie in **Fig. 5** und **Fig. 6** gezeigt, weist die SOC-OCV-Korrelation die folgenden fünf Bereiche auf, die basierend auf verschiedenen Ladezuständen der Sekundärbatterien 30 aufgeteilt sind.

**[0050]** In drei Bereichen I, III und V dieser Bereiche weist eine OCV-Variation relativ zu einer SOC-Variation der Sekundärbatterien 30 einen vorbestimmten Wert oder größer auf und ist die Neigung eine positive Steigung, sodass also die OCV-Variation relativ zu einer SOC-Variation relativ groß ist (diese Bereiche werden nachfolgend als geneigte Spannungsbereiche I, III und V bezeichnet). Wenn zum Beispiel ein SOC um 1% variiert, variiert die OCV um 2 bis 6 mV oder mehr in den geneigten Spannungsbereichen.

**[0051]** In den Bereichen II und IV (den anderen Bereichen als den geneigten Spannungsbereichen I, III und V) ist eine OCV-Variation relativ zu einer SOC-Variation der Sekundärbatterien 30 kleiner als der vorbestimmte Wert, sodass also die OCV-Variation relativ zu einer SOC-Variation sehr klein ist (diese Bereiche werden nachfolgend als flache Spannungsbereiche II und IV bezeichnet). Wenn zum Beispiel ein SOC um 1% variiert, variiert die OCV in den flachen Spannungsbereichen um weniger als 2 bis 6 mV.

**[0052]** Wie in **Fig. 4** gezeigt, enthält die BMU 50 eine Steuereinheit 60, eine Spannungsmesseinheit 70 und eine Strommeseinheit 80. Die Steuereinheit 60 enthält eine zentrale Verarbeitungseinheit (CPU) 61 als einen Informationsprozessor und weiterhin einen Speicher 63. Der Speicher 63 speichert verschiedene Programme für das Steuern des Betriebs der BMU 50. Basierend auf den aus dem Speicher 63 gelesenen Programmen führt die CPU 61 einen Prozess zum Bestimmen eines SOC einschließlich eines Prozesses zum Bestimmen eines SOC, eines Prozesses unter Verwendung einer Stromintegrationsmethode, eines Prozesses unter Verwendung einer Spannungsreferenzmethode und eines Prozesses zum Verschieben eines SOC-Bereichs durch, die alle im Folgenden erläutert werden.

**[0053]** Der Speicher 63 speichert die Daten, die für das Durchführen des Prozesses zum Bestimmen eines SOC erforderlich sind, wie etwa eine Tabelle der SOC-OCV-Korrelation der Sekundärbatterien 30, die oberen und unteren Grenzen des Ladezustands in den entsprechenden Bereichen I bis IV und die vollständige Ladekapazität der Sekundärbatterien 30.

**[0054]** Die Spannungsmesseinheit 70 ist mit beiden Enden jeder Sekundärbatterie 30 über Spannungserfassungsleitungen verbunden und misst eine Spannung V jeder Sekundärbatterie 30 in einem vorbestimmten Zyklus.

Die Strommeseinheit 80 misst einen Strom durch die Sekundärbatterien 30 über den Stromsensor 40.

**[0055]** Der Prozess zum Bestimmen eines SOC der Sekundärbatterien 30 wird im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 7** erläutert.

Der Prozess zum Bestimmen eines SOC startet zum Beispiel, wenn das Auto 10 gestartet wird und die BMU 50 Betriebsbefehle von der ECU 13 empfängt.

**[0056]** Nach dem Start des Prozesses bestimmt die Steuereinheit 60 einen anfänglichen SOC-Bereich in einem bestimmten Bereich, der eine Fehlerspanne eines Messinstruments oder ähnliches enthält.

Wie in **Fig. 9** gezeigt, bestimmt die Steuereinheit 60 einen SOC-Bereich (b) der Sekundärbatterien durch eine Stromintegrationsmethode unter Verwendung einer zeitlichen Integration von Strömen basierend auf dem anfänglichen SOC-Bereich (a) und einen SOC-Bereich (c) der Sekundärbatterien durch eine Spannungsreferenzmethode, wenn der SOC-Bereich (b) durch die Stromintegrationsmethode bestimmt wird. Die Steuereinheit 60 bestimmt dann den überlappten Bereich des SOC-Bereichs (b) und des SOC-Bereichs (c) als den neuesten SOC-Bereich (d).

**[0057]** Die Steuereinheit 60 wiederholt die Schritte, um die SOC-Bereiche, die einen kumulativen Fehler und einen Messfehler enthalten, zu verschmälern, wodurch die SOC-Bereich-Schätzungsgenauigkeit verbessert wird.

**[0058]** Der Prozess zum Bestimmen eines SOC wird im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 7** bis **Fig. 9** im Detail erläutert.

**[0059]** Wenn der anfängliche SOC-Bereich (a) bestimmt wird, bestimmt die Steuereinheit 60, ob der zuvor bestimmte SOC-Bereich im Speicher gespeichert ist (Schritt S10).

**[0060]** Wenn der SOC-Bereich im Speicher gespeichert ist, liest die Steuereinheit 60 den SOC-Bereich aus dem Speicher und bestimmt den SOC-Bereich als den anfänglichen SOC-Bereich (Schritt S11). Wenn der SOC-Bereich nicht im Speicher gespeichert ist, bestimmt die Steuereinheit 60 den anfänglichen SOC-Bereich durch die Spannungsreferenzmethode (OCV-Methode).

**[0061]** Im Folgenden wird der Prozess zum Bestimmen des anfänglichen SOC-Bereichs durch die Spannungsreferenzmethode (OCV-Methode) erläutert.

In der Spannungsreferenzmethode (OCV-Methode) misst die Spannungsmesseinheit 70 eine OCV der Sekundärbatterien 30 in einem stabilen Zustand ohne ein Laden oder Entladen (eine OCV in einem Zustand ohne einen Stromfluss) (Schritt S12). Weil die Messung durch die Spannungsmesseinheit

70 einen Zellspannungsmessfehler aufweist, wird ein OCV-Bereich unter Berücksichtigung des Zellspannungsmessfehlers bestimmt. Die Steuereinheit 60 bestimmt, in welchem Bereich sich der OCV-Bereich in den Bereichen I bis V in der SOC-OCV-Korrelation von **Fig. 5** befindet, und bestimmt den Bereich von der oberen Grenze zu der unteren Grenze als einen anfänglichen SOC-Bereich R0 (Schritt S13). Wie in **Fig. 9** gezeigt, umfasst der anfängliche SOC-Bereich R0 Daten in einem bestimmten Bereich einschließlich eines SOC-Schätzungsfehlers M.

**[0062]** Wenn zum Beispiel wie in **Fig. 10** gezeigt die OCV der Sekundärbatterien **30** bei 3,31 V liegt und der Zellspannungs-Messfehler **10** mV beträgt, liegt die obere Grenze des OCV-Bereichs bei  $3,31 \text{ V} + 0,01 \text{ V} = 3,32 \text{ V}$  und liegt die untere Grenze des OCV-Bereichs bei  $3,31 \text{ V} - 0,01 \text{ V} = 3,3 \text{ V}$ .

**[0063]** Mit Bezug auf die SOC-OCV-Korrelation von **Fig. 10** wird basierend auf den oberen und unteren Grenzen des OCV-Bereichs bestimmt, dass die untere Grenze des anfänglichen SOC-Bereichs R0 bei 35% liegt und die obere Grenze des anfänglichen SOC-Bereichs R0 bei 65% liegt (der SOC-Bereich im Bereich zwischen 35% und 65% liegt). In diesem Fall wird bestimmt, dass der Mittelwert des anfänglichen SOC-Bereichs R0 50% beträgt und der SOC-Schätzungsfehler bei  $\pm 15\%$  liegt. Dieser anfängliche SOC-Bereich R0 entspricht dem Bereich (a) von **Fig. 9**.

**[0064]** Nach dem Bestimmen des anfänglichen SOC-Bereichs R0 bestimmt die Steuereinheit 60 einen Stromintegration-SOC-Bereich **R1** durch die Stromintegrationsmethode basierend auf dem anfänglichen SOC-Bereich R0 (Schritt S20). Wie in **Fig. 8** gezeigt, werden die Schritte S21 bis S23 in einem vorbestimmten Zyklus T in der Stromintegrationsmethode wiederholt.

**[0065]** In der Stromintegrationsmethode gibt die Steuereinheit 60 Befehle an die Strommesseinheit 80, damit die Strommesseinheit **80** einen Strom durch die Sekundärbatterien **30** mit dem Stromsensor 40 erfasst, um den Strom zu messen (Schritt S21). Der durch die Strommesseinheit **80** gemessene Stromwert wird in dem Speicher **63** gespeichert.

**[0066]** Die Steuereinheit 60 berechnet dann einen integrierten Stromwert ZI durch das Multiplizieren des an der Strommesseinheit **80** gemessenen Stromwerts I mit dem vorbestimmten Zyklus T. Die Steuereinheit 60 berechnet dann eine kumulative geladene oder entladene Kapazität C durch das Addieren (im Fall eines Entladens) oder das Subtrahieren (im Fall eines Ladens) des integrierten Stromwerts ZI (Schritt S22). Die kumulative geladene oder entladene Kapazität C enthält einen kumulativen Fehler m1, der durch eine Akkumulation von Fehlern in der Strommesseinheit **80** verursacht wird.

**[0067]** Nach dem Berechnen der kumulativen geladenen oder entladenen Kapazität C bestimmt die Steuereinheit 60, ob die Sekundärbatterien **30** durch ein Entladen oder Laden energetisiert werden (Schritt S23). Wenn die Sekundärbatterien **30** energetisiert (entladen oder geladen) werden und der durch die Sekundärbatterien fließende Strom größer als ein vorbestimmter Wert ist, wiederholt die Steuereinheit 60 die Schritte S21 bis S23 in dem vorbestimmten Zyklus T.

**[0068]** Wenn das Laden oder Entladen der Sekundärbatterien **30** zum Beispiel stoppt, weil das Auto 10 anhält, und der Strom I durch die Sekundärbatterien **30** kleiner als ein vorbestimmter Wert (ein Wert, der im Wesentlichen als ein Nullstrom betrachtet wird) ist, bestimmt die Steuereinheit 60, dass die Sekundärbatterien **30** einen nicht-Stromfluss aufweisen, und beginnt mit dem Zählen der abgelaufenen Zeit (Schritt S24).

**[0069]** Nachdem die Sekundärbatterien **30** für eine bestimmte Zeitdauer gelassen wurden, bestimmt die Steuereinheit 60, ob eine vorbestimmte Zeit (eine Stabilisierungszeit) abgelaufen ist (Schritt S25). Die Stabilisierungszeit ist eine Zeit, die die OCV der Sekundärbatterien **30** benötigt, um stabil zu werden. Die Steuereinheit 60 kann eine in dem Speicher **63** gespeicherte vorbestimmte Zeit als die Stabilisierungszeit verwenden oder die Stabilisierungszeit basierend auf der in dem Speicher **63** gespeicherten Korrelation zwischen der Temperatur und der Stabilisierungszeit bestimmen.

**[0070]** Wenn die abgelaufene Zeit die Stabilisierungszeit erreicht, addiert die Steuereinheit 60 einen integrierten Dunkelstrom (integrierte Ströme aufgrund einer kleinen Stromverbrauchsgröße durch die Fahrzeuglast **12** oder einer Selbstentladung) zu der kumulativen geladenen oder entladenen Kapazität C, um die kumulative geladene oder entladene Kapazität C einschließlich des Dunkelstroms als die aktualisierte kumulative geladene oder entladene Kapazität C zu bestimmen (Schritt S26).

**[0071]** Nach dem Aktualisieren der kumulativen geladenen oder entladenen Kapazität C berechnet die Steuereinheit 60 eine vergrößerte oder verkleinerte SOC-Größe  $\Delta\text{SOC}$  durch das Dividieren der kumulativen geladenen oder entladenen Kapazität C durch die in dem Speicher **63** gespeicherte vollständige Ladekapazität Cf ( $C/C_f = \Delta\text{SOC}$ ) (Schritt S27) und addiert die vergrößerte oder verkleinerte SOC-Größe  $\Delta\text{SOC}$  zu dem anfänglichen SOC-Bereich R0, um den Stromintegration-SOC-Bereich R1 durch die Stromintegrationsmethode zu bestimmen (Schritt S28). Wie in **Fig. 9** gezeigt, umfasst der Stromintegration-SOC-Bereich **R1** Daten in einem bestimmten Bereich, der den kumulativen Fehler m1 der Strommesseinheit **80** und den SOC-Schätzungsfehler M ent-

hält. Der Stromintegration-SOC-Bereich wird nachfolgend als ein „SOC-Bereich (i)“ bezeichnet.

**[0072]** Insbesondere wenn wie in **Fig. 11** gezeigt der anfängliche SOC-Bereich R0 die untere Grenze von 35%, die obere Grenze von 65%, den Mittelwert von 50% und den SOC-Schätzungsfehler von  $\pm 15\%$  aufweist und wenn die durch die Stromintegrationsmethode berechnete  $\Delta$ SOC bei 15% liegt und der durch die Stromintegrationsmethode verursachte kumulative Fehler  $\pm 3\%$  beträgt, weist der SOC-Bereich (i) R1 die untere Grenze von  $50\% \pm 3\%$  und die obere Grenze von  $80\% \pm 3\%$  auf. Dementsprechend liegt der SOC-Bereich (i) R1 im Bereich von 47% bis 83% mit einem Mittelwert von 65%. In diesem Fall beträgt der SOC-Schätzungsfehler  $\pm 18\%$ . Der SOC-Bereich (i) R1 entspricht dem Bereich (b) in **Fig. 9**.

**[0073]** Die Steuereinheit 60 bestimmt dann einen Spannungsreferenz-SOC-Bereich R2 der Sekundärbatterien 30 durch die Spannungsreferenzmethode (OCV-Methode), wenn der SOC-Bereich (i) R1 bestimmt wird (Schritt S30).

In der Spannungsreferenzmethode gibt die Steuereinheit 60 Befehle zu der Spannungsmesseinheit 70, sodass die Spannungsmesseinheit 70 eine OCV der Sekundärbatterien 30 in einem stabilen Zustand ohne eine Ladung oder Entladung misst, und bestimmt den OCV-Bereich in Bezug auf die SOC-OCV-Korrelation von **Fig. 5** wie in den Schritten zum Bestimmen des anfänglichen SOC-Bereichs R0. Die Steuereinheit 60 bestimmt dann, in welchem Bereich sich der OCV-Bereich in den Bereichen I bis V befindet, und bestimmt den Bereich von der oberen Grenze zu der unteren Grenze als den Spannungsreferenz-SOC-Bereich R2. Der Spannungsreferenz-SOC-Bereich R2 wird nachfolgend als ein „SOC-Bereich (i)“ bezeichnet.

**[0074]** Wenn zum Beispiel wie in **Fig. 12** gezeigt die OCV der Sekundärbatterien 30 bei 3,34 V liegt und der Zellenspannungsmessfehler 10 mV beträgt, liegt die obere Grenze des OCV-Bereichs bei  $3,34 \text{ V} + 0,01 \text{ V} = 3,35 \text{ V}$  und liegt die untere Grenze des OCV-Bereichs bei  $3,34 \text{ V} - 0,01 \text{ V} = 3,33 \text{ V}$ .

**[0075]** Mit Bezug auf die SOC-OCV-Korrelation von **Fig. 12** wird basierend auf den oberen und unteren Grenzen des OCV-Bereichs bestimmt, dass der SOC-Bereich (v) R2 im Bereich von 67% bis 98% mit dem Mittelwert von 82,5% liegt und der SOC-Schätzungsfehler  $\pm 15,5\%$  beträgt. Dieser SOC-Bereich (v) R2 entspricht dem Bereich (c) in **Fig. 9**.

**[0076]** Nach dem Bestimmen des SOC-Bereichs (i) R1 und des SOC-Bereichs (v) R2 bestimmt die Steuereinheit 60, ob diese zwei SOC-Bereiche überlappen (Schritt S14).

**[0077]** Wenn der SOC-Bereich (i) R1 und der SOC-Bereich (v) R2 überlappen, bestimmt die Steuereinheit 60 den überlappten Bereich als den neuesten SOC-Bereich R3 (Schritt S15). Wenn der SOC-Bereich (i) R1 im Bereich von 47% bis 83% liegt und der SOC-Bereich (v) R2 im Bereich von 67% bis 98% wie in **Fig. 13** gezeigt liegt, befindet sich der überlappte Bereich, d.h. der neueste SOC-Bereich R3, im Bereich von 67% bis 83% mit dem Mittelwert 75% und beträgt der Schätzungsfehler  $\pm 8\%$  wie in **Fig. 9** und **Fig. 13** gezeigt. Dieser neueste SOC-Bereich R3 entspricht dem Bereich (d) in **Fig. 9**.

**[0078]** Wenn der SOC-Bereich (i) R1 und der SOC-Bereich (v) R2 nicht überlappen (zum Beispiel aufgrund eines großen kumulativen Fehlers m1, der während der Stromintegration für das Bestimmen eines SOC verursacht wird), bestimmt jedoch die Steuereinheit 60 den SOC-Bereich (v) R2, der der zuvor bestimmte Spannungsreferenz-SOC-Bereich ist, als den neuesten SOC-Bereich R3 (Schritt S16).

**[0079]** Die Steuereinheit 60 speichert dann den auf diese Weise bestimmten SOC-Bereich im Speicher und beendet den Prozess zum Bestimmen eines SOC. Dann wird der Prozess zum Bestimmen eines SOC in einem vorbestimmten Zyklus wiederholt.

**[0080]** Herkömmlicherweise wird die Spannungsreferenzmethode (OCV-Methode) für das Beseitigen eines durch die Stromintegrationsmethode verursachten kumulativen Fehlers verwendet, wobei jedoch der SOC nicht als ein SOC-Bereich in einer bestimmten Spanne bestimmt wird, d.h. der überlappte Bereich nicht für das Bestimmen des neuesten SOC-Bereichs verwendet wird. Wenn die Spannungsreferenzmethode für eine Fehlerbeseitigung verwendet wird, wird der neueste SOC als ein Wert von 82,5% mit einem Schätzfehler von  $\pm 15,5\%$  (maximal 31%) bestimmt. Dagegen liegt gemäß dieser Ausführungsform der SOC-Bereich im Bereich von 67% bis 83% mit einem Mittelwert von 75% und beträgt der Schätzungsfehler  $\pm 8\%$  (maximal 16%). In dieser Ausführungsform wird ein SOC als ein SOC-Bereich in einer bestimmten Spanne bestimmt und wird der überlappte Bereich von zwei SOC-Bereichen durch zwei verschiedene Methoden als der neueste SOC-Bereich bestimmt. Daraus resultiert, dass der SOC-Schätzwert allgemein halb so groß ist wie der SOC-Schätzungsfehler in dem Fall, in dem einfach die Spannungsreferenzmethode (die OCV-Methode) für eine Fehlerbeseitigung verwendet wird, sodass also die SOC-Schätzungsgenauigkeit wesentlich verbessert ist.

**[0081]** Wenn der SOC-Bereich (i) R1 und der SOC-Bereich (v) R2 nicht überlappen (aufgrund eines großen kumulativen Fehlers, der während der Stromintegration für das Bestimmen eines SOC verursacht wird), wird der SOC-Bereich (v) R2 als der neueste

SOC-Bereich bestimmt, um den kumulativen Fehlers zu beseitigen.

**[0082]** Wenn das Spannungsreferenzverfahren für die Fehlerbeseitigung verwendet wird, wird die Spannungsreferenzmethode nur in den geeigneten Spannungsbereichen I, III und V verwendet. Gemäß dieser Ausführungsform dagegen wird die Spannungsreferenzmethode nicht nur in den geeigneten Spannungsbereichen I, III und V, sondern auch in allen Bereichen einschließlich der flachen Spannungsbereiche II und IV in dem Prozess für das Bestimmen eines SOC angewendet, wodurch die Frequenz der Anwendung der Spannungsreferenzmethode in dem Prozess für das Bestimmen eines SOC erhöht wird und die SOC-Schätzungsgenauigkeit weiter verbessert wird.

**[0083]** Wenn der überlappte Bereich des SOC-Bereichs (i) R1 und des SOC-Bereichs (v) R2 als der neueste SOC-Bereich **R3** in dem Prozess zum Bestimmen eines SOC bestimmt wird, können der durch die Stromintegrationsmethode berechnete SOC-Bereich (i) R1 und der durch die Spannungsreferenzmethode berechnete SOC-Bereich (v) R2 in dem gleichen flachen Spannungsbereich in der SOC-OCV-Korrelation liegen. Obwohl in diesem Fall der neueste SOC-Bereich **R3** weiterhin zu einem bestimmten Grad basierend auf dem SOC-Bereich (i) R1 und dem SOC-Bereich (v) R2 verschmälert werden kann, wird der überlappte Bereich größer. Daraus resultiert, dass auch der neueste SOC-Bereich **R3** größer wird.

**[0084]** Wenn zum Beispiel die OCV der Sekundärbatterien **30** in dem flachen Spannungsbereich II in dem Prozess zum Bestimmen eines SOC durch die Stromintegrationsmethode liegt und die Größe des durch die Lichtmaschine erzeugten Stroms im Wesentlichen gleich der Größe des durch die Fahrzeuglast **12** verbrauchten Stroms ist, bleibt der SOC-Bereich für eine lange Zeit in dem gleichen flachen Spannungsbereich II.

Um dieses Problem zu lösen, verschiebt die Steuereinheit 60 in dieser Ausführungsform einen SOC-Bereich.

**[0085]** Der Prozess zum Verschieben eines SOC-Bereichs wird im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 14** erläutert.

**[0086]** In dem Prozess zum Verschieben eines SOC-Bereichs, nachdem der SOC-Bereich (i) R1 durch die Stromintegrationsmethode berechnet wird und die abgelaufene Zeit seit dem Start des nicht-Energetisierungszustands die Stabilisierungszeit erreicht, gibt die Steuereinheit 60 Befehle zu der Spannungsmesseinheit **70**, damit die Spannungsmesseinheit **70** eine Spannung jeder Sekundärbatterie 30 misst (Schritt S31).

**[0087]** Die Steuereinheit 60 bestimmt dann, ob die Spannung in dem gleichen flachen Spannungsbereich für eine vorbestimmte Zeit liegt (Schritt S32). Wenn sich der SOC-Bereich (i) R1 von dem gleichen flachen Spannungsbereich bewegt, beendet die Steuereinheit 60 den Prozess zum Verschieben eines SOC-Bereichs.

**[0088]** Wenn sich der SOC-Bereich (i) R1 für eine vorbestimmte Zeit in dem gleichen flachen Spannungsbereich befindet, lädt oder entlädt die Steuereinheit 60 die Sekundärbatterien **30**, um den SOC-Bereich zu einem anderen Bereich als dem flachen Spannungsbereich, der derzeit den SOC-Bereich enthält, zu verschieben (Schritt S33).

**[0089]** Insbesondere wenn sich die in dem Prozess zum Bestimmen einer SOC durch die Stromintegrationsmethode berechnete OCV in dem flachen Spannungsbereich II befindet und die OCV für eine vorbestimmte Zeit in dem gleichen flachen Spannungsbereich II bleibt, entlädt die Steuereinheit 60 die Sekundärbatterien **30** mit einer Entladungsschaltung (nicht gezeigt) oder lädt die Sekundärbatterien **30** mit der Lichtmaschine über die ECU **13**.

**[0090]** Mit anderen Worten lädt oder entlädt die Steuereinheit 60 die Sekundärbatterien **30** absichtlich, damit die Spannung in einen anderen Bereich als den Bereich mit einer kleinen Variation, der derzeit die Spannung enthält, eintritt, und führt dann die Spannungsreferenzmethode durch, um den SOC-Bereich (v) R2 basierend auf der Spannung in dem anderen Bereich zu bestimmen. Dadurch wird der neueste SOC-Bereich verschmälert und wird die SOC-Bereich-Schätzungsgenauigkeit weiter verbessert.

Auch wenn das Laden oder Entladen stattfindet, aber die Spannung nicht in einen anderen Bereich eintritt, wird der SOC-Bereich (i) R1 weiterhin durch das Laden oder Entladen verschoben. Nachdem also der SOC-Bereich (i) R1 verschoben wurde, befinden sich der SOC-Bereich (i) R1 und der SOC-Bereich (v) R2 nicht in dem gleichen Bereich und wird der neueste SOC-Bereich aufgrund der Verschiebung des SOC-Bereichs (i) R1 verschmälert. Also auch wenn die Spannung nicht in einen anderen Bereich aufgrund des Ladens oder Entladens eintritt, wird die SOC-Bereich-Schätzungsgenauigkeit weiter verbessert.

**[0091]** Obwohl die SOC-OCV-Korrelation zwischen einer Leerlaufspannung (OCV) und einem Ladezustand (SOC) der Sekundärbatterien wie in **Fig. 5** gezeigt gegeben ist, ist bekannt, dass die Korrelation zwischen einer OCV und einem SOC der Sekundärbatterien durch den Lade-/Entladeverlauf der sekundären Batterien vor dem Erfassen einer OCV beeinflusst wird.

**[0092]** Insbesondere neigt wie in **Fig. 15** gezeigt ein SOC relativ zu einer OCV dazu, höher zu sein in einer Entlade-SOC-OCV-Korrelation L2 in dem Fall, in dem der Strom der Sekundärbatterien 30 relativ entladen wurde, als in einer Lade-SOC-OCV-Korrelation L1 in dem Fall, in dem der Strom der Sekundärbatterien 30 relativ geladen wurde.

**[0093]** Wenn jedoch das Laden und Entladen der Sekundärbatterien allgemein basierend auf verschiedenen Faktoren wie etwa Stromwerten und der Energetisierungszeit bestimmt werden, ist es schwierig, den Lade-/Entladeverlauf eines Batteriemoduls in einem Fahrzeug wie etwa des Batteriemoduls in dieser Ausführungsform zu schätzen. In Abhängigkeit von dem Lade-/Entladeverlauf kann der SOC-Bereich unter Umständen als ein Bereich, der den tatsächlichen SOC-Bereich nicht enthält, geschätzt werden.

**[0094]** Um dieses Problem zu lösen, werden in dieser Ausführungsform wie in **Fig. 15** und **Fig. 16** gezeigt die Entlade-SOC-OCV-Korrelation L2, die die Tendenz der Sekundärbatterie 30 zu einem Entladen der Sekundärbatterien 30 angibt, und die Lade-SOC-OCV-Korrelation L1, die die Tendenz der Sekundärbatterien 30 zu einem Laden angibt, zuvor in dem Speicher gespeichert. Während der Bezugnahme auf die SOC-OCV-Korrelation wird die obere Grenze eines SOC-Bereichs mit Bezug auf die Entlade-SOC-OCV-Korrelation, die die Entladetendenz angibt, geschätzt und wird die untere Grenze des SOC-Bereichs mit Bezug auf die Lade-SOC-OCV-Korrelation, die die Ladetendenz angibt, geschätzt.

**[0095]** Mit anderen Worten verhindert diese Ausführungsform, dass ein SOC-Bereich als ein Bereich geschätzt wird, der niedrigere Werte als die tatsächlichen Werte enthält, wenn die OCV der Sekundärbatterien 30 relativ entladen wurden. Weiterhin verhindert diese Ausführungsform, dass ein SOC-Bereich als ein Bereich geschätzt wird, der höhere Werte als die tatsächlichen Werte enthält, wenn die OCV der Sekundärbatterien 30 relativ geladen wurden.

**[0096]** Wenn wie in **Fig. 16** gezeigt eine OCV, die durch die Spannungsmesseinheit 70 unter den Befehlen der Steuereinheit 60 gemessen wird, bei 3,27 V liegt und der Spannungsmessfehler 10 mV beträgt, wird die obere Grenze der OCV bei 35% in Bezug auf die Entlade-SOC-OCV-Korrelation bestimmt und wird die untere Grenze der OCV bei 19% in Bezug auf die Lade-SOC-OCV-Korrelation bestimmt.

**[0097]** Diese Ausführungsform verhindert, dass der SOC-Bereich als ein Bereich bestimmt wird, der den tatsächlichen SOC-Bereich nicht enthält, im Vergleich zu einem Fall, in dem die SOC-OCV-Korrelation verwendet wird, die aus den Mittelwerten der Entlade-SOC-OCV-Korrelation und der Lade-SOC-OCV-Korrelation besteht.

<Zweite Ausführungsform>

**[0098]** Im Folgenden wird eine zweite Ausführungsform mit Bezug auf **Fig. 17** und **Fig. 18** beschrieben. Im Unterschied zu der ersten Ausführungsform wird ein Spannungsreferenz-SOC-Bereich basierend auf einer Spannung und einem Strom der Sekundärbatterien 30, die geladen oder entladen werden, in dem Prozess zum Bestimmen eines SOC in der zweiten Ausführungsform bestimmt. Es wird hier auf eine Erläuterung der Aufbauten, Operationen und Vorteile verzichtet, die gleich denjenigen in der ersten Ausführungsform sind. Gleiche Aufbauten wie in der ersten Ausführungsform werden durch gleiche Bezugszeichen angegeben.

**[0099]** Die Sekundärbatterien 30 weisen auch eine C-V-Korrelation zwischen einer Ladespannung V1 und einer Restkapazität RC und eine C-V-Korrelation zwischen einer Ladespannung V2 und einer Restkapazität RC wie in **Fig. 17** und **Fig. 18** gezeigt auf, die anders als die Korrelation zwischen einer Leerlaufspannung (OCV) und dem Ladezustand (SOC) wie in der ersten Ausführungsform beschrieben ist. Die Restkapazität RC ist eine Stromgröße, die von den Sekundärbatterien 30 entladen werden kann, bis die Spannung der Batterien zu einer vorbestimmten Entladungsendspannung fällt. Die Restkapazität RC wird durch das Produkt aus einem Strom und einer Zeit in der Einheit Amperestunde [Ah] ausgedrückt.

**[0100]** Die Restkapazität RC der Sekundärbatterien 30 wird basierend auf einem durch die Strommeseinheit 70 gemessenen Strom und einer Spannung unter den Umständen bestimmt, dass ein Stromschwellwert und ein Spannungsschwellwert als Referenzwerte für das Bestimmen, ob sich der Zustand der Sekundärbatterien 30 in einem Zustand nahe einem vollständig geladenen Zustand in der RC-V1-Korrelation zwischen der Ladespannung V1 und der Restkapazität RC befindet, gesetzt sind. Der SOC-Bereich der Sekundärbatterien 30 wird dann bestimmt, indem die Restkapazität RC durch die vollständige Ladekapazität Cf dividiert wird.

**[0101]** Im Folgenden wird der Prozess zum Bestimmen eines SOC-Bereichs der Sekundärbatterien 30, die geladen werden, erläutert.

Wenn in den Sekundärbatterien 30, die geladen werden, der durch die Strommeseinheit 80 gemessene Strom kleiner als der Stromschwellwert ist und die durch die Spannungsmesseinheit 70 gemessene Spannung größer als der Spannungsschwellwert ist, wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien 30 in einem Zustand nahe an dem vollständig geladenen Zustand ist und der SOC-Bereich der Sekundärbatterien 30 in einem vollständig geladenen SOC-Bereich ist.

**[0102]** Wenn in den Sekundärbatterien **30**, die geladen werden, der durch die Strommesseinheit **80** gemessene Strom größer als der Stromschwellwert ist und die durch die Spannungsmesseinheit **70** gemessene Spannung kleiner als der Spannungsschwellwert ist, wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** nicht in dem vollständig geladenen Zustand ist und der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in einem nicht-vollständig geladenen SOC-Bereich ist, der verschieden ist von dem vollständig geladenen SOC-Bereich.

**[0103]** Wenn wie in **Fig. 17** gezeigt der Stromschwellwert  $60 [A]$  ist und der Spannungsschwellwert  $SV\ 3,45 [V]$  in der RC-V1-Korrelation zwischen der Ladespannung  $V1$  und der Restkapazität RC bei  $25^{\circ}C$  beträgt und wenn der Strom der Sekundärbatterien **30** kleiner als der Stromschwellwert ist und die Spannung der Sekundärbatterien **30** größer als der Spannungsschwellwert ist, wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** in einem Zustand R10 innerhalb einer Spanne von ungefähr  $8\ Ah$  oder weniger von dem vollständig geladenen Zustand ist, der nahe dem vollständig geladenen Zustand ist.

**[0104]** Wenn zum Beispiel der während des Ladens gemessene Strom  $58 [A]$  ist und die während des Ladens gemessene Spannung  $3,47 [V]$  ist (der Strom der Sekundärbatterien **30** kleiner als der Stromschwellwert ist und die Spannung der Sekundärbatterien **30** größer als der Spannungsschwellwert ist), wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** in einem Zustand innerhalb der Spanne von ungefähr  $8\ Ah$  oder weniger von dem vollständig geladenen Zustand und damit nahe dem vollständig geladenen Zustand ist. Dann wird bestimmt, dass der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in dem vollständig geladenen SOC-Bereich ist, der zum Beispiel ein Bereich größer als  $90\%$  ist.

**[0105]** Wenn zum Beispiel der während des Ladens gemessene Strom  $62 [A]$  ist und die während des Ladens gemessene Spannung  $3,40 [V]$  ist (der Strom der Sekundärbatterien **30** größer als der Stromschwellwert ist und die Spannung der Sekundärbatterien **30** kleiner als der Spannungsschwellwert ist), wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** in einem nicht-vollständig geladenen SOC-Zustand R11 ist, der verschieden ist von dem vollständig geladenen Zustand (nicht in dem vollständig geladenen Zustand). Dann wird bestimmt, dass der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in dem nicht-vollständig geladenen SOC-Bereich von  $90\%$  oder weniger ist, der verschieden ist von dem vollständig geladenen SOC-Bereich.

**[0106]** Wenn der während des Ladens gemessene Strom kleiner als der Stromschwellwert ist und die während des Ladens gemessene Spannung klei-

ner als der Spannungsschwellwert ist oder wenn der während des Ladens gemessene Strom größer als der Stromschwellwert ist und die während des Ladens gemessene Spannung größer als der Spannungsschwellwert ist, kann nicht bestimmt werden, in welchem Zustand sich die OCV befindet, und kann der SOC-Bereich nicht bestimmt werden. In diesem Fall wird der SOC-Bereich (i) R1 als der neueste SOC-Bereich in dem Prozess zum Bestimmen eines SOC bestimmt.

**[0107]** Im Folgenden wird der Prozess zum Bestimmen eines SOC-Bereichs der Sekundärbatterien **30**, die entladen werden, erläutert.

Wenn in den Sekundärbatterien **30**, die entladen werden, der durch die Strommesseinheit **80** gemessene Strom kleiner als der Stromschwellwert ist und die durch die Spannungsmesseinheit **70** gemessene Spannung kleiner als der Spannungsschwellwert ist, wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** in einem Zustand nahe zu einem Entladungsendzustand ist und der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in einem Entladungsende-SOC-Bereich ist.

**[0108]** Wenn in den Sekundärbatterien **30**, die entladen werden, der durch die Strommesseinheit **80** gemessene Strom größer als der Stromschwellwert ist und die durch die Spannungsmesseinheit **70** gemessene Spannung größer als der Spannungsschwellwert ist, wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** nicht in dem Entladungsendzustand ist und der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in einem nicht-Entladungsende-SOC-Bereich ist, der verschieden ist von dem Entladungsende-SOC-Bereich.

**[0109]** Insbesondere wenn wie in **Fig. 18** gezeigt in der RC-V2-Korrelation zwischen der Entladespannung  $V2$  und der Restkapazität RC bei  $0^{\circ}C$  der Stromschwellwert  $55 [A]$  beträgt und der Spannungsschwellwert  $SV\ 2,8 [V]$  beträgt und wenn der Strom der Sekundärbatterien **30** kleiner als der Stromschwellwert ist und die Spannung der Sekundärbatterien **30** kleiner als der Spannungsschwellwert ist, wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** in einem Zustand innerhalb einer Spanne von ungefähr  $13\ Ah$  oder weniger von dem Entladungsendzustand und damit nahe dem Entladungsendzustand R20 ist.

**[0110]** Wenn zum Beispiel der während des Entladens gemessene Strom  $54 [A]$  ist und die während des Entladens gemessene Spannung  $2,6 [V]$  ist (der Strom der Sekundärbatterien **30** kleiner als der Stromschwellwert ist und die Spannung der Sekundärbatterien **30** kleiner als der Spannungsschwellwert ist), wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** in dem Zustand innerhalb der Spanne von ungefähr  $13\ Ah$  oder weniger von

dem Entladungsendzustand und damit nahe dem Entladungsendzustand ist. Dann wird bestimmt, dass der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in dem Entladungsende-SOC-Bereich ist, der zum Beispiel ein Bereich kleiner als 17% ist.

**[0111]** Wenn zum Beispiel der während des Entladens gemessene Strom  $57 \text{ [A]}$  ist und die während des Entladens gemessene Spannung  $3,0 \text{ [V]}$  ist (der Strom der Sekundärbatterien **30** größer als der Stromschwellwert ist und die Spannung der Sekundärbatterien **30** größer als der Spannungsschwellwert ist), wird bestimmt, dass die Restkapazität RC der Sekundärbatterien **30** in einem nicht-Entladungsendzustand R21 ist, der verschieden ist von dem Entladungsendzustand (nicht in dem Entladungsendzustand). Dann wird bestimmt, dass der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in einem nicht-Entladungsende-SOC-Bereich von 17% oder mehr ist, der verschieden ist von dem Entladungsende-SOC-Bereich.

**[0112]** Wenn der während des Entladens gemessene Strom kleiner als der Stromschwellwert ist und die während des Entladens gemessene Spannung größer als der Spannungsschwellwert ist oder wenn der während des Ladens gemessene Strom größer als der Stromschwellwert ist und die während des Ladens gemessene Spannung kleiner als der Spannungsschwellwert ist, kann nicht bestimmt werden, in welchem Zustand sich die OCV befindet, und kann der SOC-Bereich nicht bestimmt werden. In diesem Fall wird der SOC-Bereich (i) R1 als der neuste SOC-Bereich in dem Prozess zum Bestimmen eines SOC bestimmt.

**[0113]** Gemäß dieser Ausführungsform wird der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** basierend auf der RC-V1-Korrelation zwischen der Ladespannung V1 und der Restkapazität RC mit Bezug auf den Stromschwellwert und den Spannungsschwellwert bestimmt. Deshalb wird bestimmt, ob der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in dem vollständig geladenen SOC-Bereich oder dem nicht-vollständig geladenen SOC-Bereich ist, indem einfach ein Strom und eine Spannung während des Ladens gemessen werden.

**[0114]** Wenn die Sekundärbatterien **30** entladen werden, wird bestimmt, ob der SOC-Bereich der Sekundärbatterien **30** in dem Entladungsende-SOC-Bereich oder dem nicht-Entladungsende-SOC-Bereich ist, indem einfach ein Strom und eine Spannung während des Entladens und mit Bezug auf den Stromschwellwert und den Spannungsschwellwert gemessen werden.

Wenn bestimmt werden kann, ob der SOC-Bereich in dem vollständig geladenen SOC-Bereich, dem nicht-vollständig geladenen SOC-Bereich, dem Entladungsende-SOC-Bereich oder dem nicht-Entladungsende-SOC-Bereich ist, wird der SOC-Schät-

zungsfehler beseitigt und wird die SOC-Schätzungsgenauigkeit verbessert.

<Andere Ausführungsformen>

**[0115]** Die in dieser Beschreibung erläuterten Techniken sind nicht auf die oben beschriebenen oder in den Zeichnungen gezeigten Ausführungsformen beschränkt und können zum Beispiel auch durch die im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen realisiert werden.

(1) In den oben beschriebenen Ausführungsformen werden Lithiumionen-Sekundärbatterien mit einem positiven Eisenphosphat-Aktivmaterial als ein Beispiel für die Energiespeichereinrichtung beschrieben. Alternativ dazu kann die Energiespeichereinrichtung auch eine andere Sekundärbatterie als eine Lithiumionen-Sekundärbatterie oder aber auch eine elektrochemische Zelle mit elektrochemischen Eigenschaften wie etwa ein Kondensator sein. Die Energiespeichereinrichtung sollte vorzugsweise einen flachen Spannungsbereich in der SOC-V-Korrelation aufweisen. Die Energiespeichereinrichtung kann einen, zwei, drei oder mehr flache Spannungsbereiche aufweisen.

(2) In den oben beschriebenen Ausführungsformen ist die CPU **61** als ein Beispiel für die Steuereinheit **60** beschrieben. Alternativ dazu kann die Steuereinheit auch ein Aufbau mit einer Vielzahl von CPUs, eine Schaltung wie etwa eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), ein Mikrocomputer, ein FPGA, eine MPU oder ein Aufbau mit einer Kombination aus diesen sein. Die Steuereinheit kann ein beliebiger Aufbau sein, solange der alternative Aufbau einen SOC unter Verwendung einer Software oder einer Schaltung bestimmen kann.

(3) In den oben beschriebenen Ausführungsformen wird eine gemessene OCV verwendet, um zu bestimmen, in welchem Bereich sich die OCV der Sekundärbatterien **30** in der SOC-OCV-Korrelation befindet. Alternativ dazu kann eine gemessene OCV für das Bestimmen eines SOC verwendet werden und kann dann der SOC für das Bestimmen des Bereichs verwendet werden.

(4) In den oben beschriebenen Ausführungsformen enthält der Prozess zum Bestimmen eines SOC die Stromintegrationsmethode unter Verwendung eines gemessenen Stromwerts I als eine erste Methode und die Spannungsreferenzmethode (OCV-Methode) unter Verwendung einer Spannung und eines Stroms, die beide während des Ladens oder Entladens gemessen werden, als eine zweite Methode. Alternativ dazu kann die erste Methode eine Zeitintegrationsmethode sein, wenn ein Stromwert als ein konstan-

ter Wert betrachtet wird, und kann die zweite Methode eine OCV-Methode unter Verwendung eines Kalman-Filters sein.

(5) In den oben beschriebenen Ausführungsformen wird der neuste SOC-Bereich **R3** basierend auf den zwei SOC-Bereichen, d.h. dem SOC-Bereich (i) R1 und dem SOC-Bereich (v) R2, bestimmt. Alternativ dazu können die zwei SOC-Bereiche für das Bestimmen eines SOC-Bereichs verwendet werden und kann ein anderer SOC-Bereich durch eine andere Methode berechnet werden. Basierend auf diesen zwei letzteren SOC-Bereichen kann der neuste SOC-Bereich geschätzt werden.

(6) In den oben beschriebenen Ausführungsformen werden zwei SOC-Bereiche bestimmt und wird der überlappte Bereich der zwei SOC-Bereiche als der neuste SOC-Bereich **R3** bestimmt. Alternativ dazu kann ein anderer SOC-Bereich, der verschieden ist von den zwei SOC-Bereichen, spezifiziert werden und kann der SOC-Bereich durch das Spezifizieren des von den zwei SOC-Bereichen verschiedenen Bereichs spezifiziert werden.

(7) In den oben beschriebenen Ausführungsformen wird eine Technik gemäß der vorliegenden Erfindung auf die SOC-Schätzung für eine in einem Auto montierte Energiespeichereinrichtung angewendet. Alternativ dazu kann die vorliegende Erfindung auch auf die SOC-Schätzung für eine in einem zweirädrigen Fahrzeug, einem Schienenfahrzeug, einem ununterbrochenen Stromversorgungssystem, einer Vorrichtung zum Empfangen von regenerativer Energie, einer Energiespeichervorrichtung für das Erzeugen von natürlicher Energie usw. montierte Energiespeichereinrichtung angewendet werden. Ein Teil der oder alle Funktionen der Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung können in einer Entfernung installiert sein und mit der Energiespeichereinrichtung oder dem Batteriemodul (der Energiespeichervorrichtung) über ein Netzwerk verbunden sein. Die Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung kann als ein Server in einem Netzwerk installiert sein.

#### Bezugszeichenliste

- |  |   |
|--|---|
| <p><b>10:</b> Auto (Beispiel für ein Fahrzeug)</p> <p><b>12:</b> Fahrzeuglast</p> <p><b>13:</b> elektronische Fahrzeugsteuereinheit</p> <p><b>20:</b> Batteriemodul (Beispiel für ein Energiespeichereinrichtungsmodul)</p> <p><b>30:</b> Sekundärbatterien (Beispiel für eine Energiespeichereinrichtung)</p> | <p><b>50:</b> Batterieverwaltungseinheit (Beispiel für eine Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung)</p> <p><b>61:</b> zentrale Verarbeitungseinheit (Beispiel für eine Informationsverarbeitungseinheit)</p> <p><b>63:</b> Speicher</p> <p><b>70:</b> Spannungsmesseinheit</p> <p><b>80:</b> Strommesseinheit</p> <p><b>R1:</b> SOC-Bereich (i) (Beispiel für einen ersten SOC-Bereich)</p> <p><b>R2:</b> SOC-Bereich (v) (Beispiel für einen zweiten SOC-Bereich)</p> <p><b>R3:</b> SOC-Bereich</p> |
|--|---|

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2007178215 A [0002, 0004]

**Patentansprüche**

1. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung, die einen SOC-Bereich bestimmt, der einen Ladezustand einer Energiespeichereinrichtung angibt, umfassend:

einen Informationsprozessor, der den SOC-Bereich basierend auf einem ersten SOC-Bereich, der durch eine erste Methode bestimmt wird, und einem zweiten SOC-Bereich, der durch eine zweite Methode bestimmt wird, wenn der erste SOC-Bereich bestimmt wird, bestimmt.

2. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Informationsprozessor, wenn der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich überlappen, einen überlappten Bereich, in dem der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich überlappen, als den SOC-Bereich bestimmt.

3. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei:

die erste Methode den ersten SOC-Bereich basierend auf einem Zustand aus einem vorausgehenden SOC-Bereich mit der Zeit der Energiespeichereinrichtung bestimmt,

die zweite Methode den zweiten SOC-Bereich basierend auf einem Zustand der Energiespeichereinrichtung bestimmt, wenn der erste SOC-Bereich bestimmt wird, und

der zweite SOC-Bereich als der SOC-Bereich bestimmt wird, wenn der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich nicht überlappen.

4. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei:

der erste SOC-Bereich durch eine zeitliche Integration eines durch die Energiespeichereinrichtung fließenden Stroms bestimmt wird, und

der zweite SOC-Bereich durch eine SOC-V-Korrelation der Energiespeichereinrichtung und eine Spannung der Energiespeichereinrichtung bestimmt wird.

5. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich basierend auf einer SOC-OCV-Korrelation bestimmt, die eine Korrelation zwischen einem Ladezustand und einer Leerlaufspannung der Energiespeichereinrichtung in einem nicht-Stromversorgungszustand ist.

6. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach Anspruch 5, wobei der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich basierend auf einer SOC-OCV-Korrelation der Energiespeichereinrichtung nach einem Laden und auf einer SOC-OCV-Korrelation der Energiespeichereinrichtung nach einem Entladen bestimmt.

7. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei: der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich basierend auf einer C-V-Korrelation bestimmt, die eine Korrelation zwischen einer Restkapazität und einer Ladespannung der Energiespeichereinrichtung während des Ladens ist, und

der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich als einen vollständig geladenen SOC-Bereich, der ein Zustand nahe einem vollständig geladenen Zustand der Energiespeichereinrichtung ist, bestimmt, wenn ein Ladestrom kleiner als ein vorbestimmter Stromwert ist und die Ladespannung größer als ein vorbestimmter Spannungswert ist.

8. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich als einen nicht vollständig geladenen SOC-Bereich bestimmt, der ein von dem vollständig geladenen SOC-Bereich verschiedener Bereich ist, wenn der Ladestrom größer als der vorbestimmte Stromwert ist und die Ladespannung kleiner als der vorbestimmte Spannungswert ist.

9. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, 7 und 8, wobei:

der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich basierend auf einer C-V-Korrelation bestimmt, die eine Korrelation zwischen einer Restkapazität und einer Entladespannung der Energiespeichereinrichtung während des Entladens ist, und

der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich als einen Entladungsende-SOC-Bereich bestimmt, der ein Zustand nahe an einem Entladungsendezustand der Energiespeichereinrichtung ist, wenn ein Entladestrom kleiner als ein vorbestimmter Stromwert ist und eine Entladespannung kleiner als ein vorbestimmter Spannungswert ist.

10. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich als einen nicht-Entladungsende-SOC-Bereich bestimmt, der ein von dem Entladungsende-SOC-Bereich verschiedener Bereich ist, wenn der Entladestrom größer als der vorbestimmte Stromwert ist und die Entladespannung größer als der vorbestimmte Spannungswert ist.

11. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei: der Informationsprozessor den Ladezustand der Energiespeichereinrichtung in mehrere SOC-Bereiche unterteilt, wobei der SOC-Bereich, dessen Spannungsvariation relativ zu einer SOC-Variation kleiner als diejenige eines anderen SOC-Bereichs ist, ein Bereich mit einer kleinen Variation ist, und

die Energiespeichereinrichtung geladen oder entladen wird, wenn sich der erste SOC-Bereich in dem Bereich mit einer kleinen Variation für eine vorbestimmte Zeitdauer befindet, und wobei der zweite SOC-Bereich als ein Bereich vorgesehen wird, der verschieden ist von dem ersten SOC-Bereich.

12. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung nach Anspruch 11, wobei der Informationsprozessor den zweiten SOC-Bereich in einen Bereich verschiebt, der verschieden ist von einem Bereich mit einer kleinen Variation, in dem sich der zweite SOC-Bereich derzeit befindet.

13. Energiespeichermodul, umfassend:  
eine Energiespeichereinrichtung,  
eine Strommesseinheit, die einen Strom erfasst, der durch die Energiespeichereinrichtung fließt,  
eine Spannungsmesseinheit, die eine Spannung der Energiespeichereinrichtung erfasst,  
einen Speicher, der Informationen zu einer Korrelation zwischen einer Spannung und einem SOC der Energiespeichereinrichtung aufzeichnet, und  
die Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 12.

14. Fahrzeug, umfassend:  
das Energiespeichereinrichtungsmodul gemäß Anspruch 13,  
eine Fahrzeuglast, zu der Strom von dem Energiespeichereinrichtungsmodul zugeführt wird, und  
eine elektronische Fahrzeugsteuereinheit, die die Fahrzeuglast steuert und mit dem Energiespeichereinrichtungsmodul kommunizieren kann.

15. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsverfahren, das einen SOC-Schätzwert bestimmt, der ein Wert ist, der einen Ladezustand einer Energiespeichereinrichtung angibt, wobei das Verfahren umfasst:  
Bestimmen eines SOC-Bereichs basierend auf einem ersten SOC-Bereich, der durch eine erste Methode bestimmt wird, und einem zweiten SOC-Bereich, der durch eine zweite SOC-Methode bestimmt wird.

16. Energiespeichereinrichtung-Verwaltungsverfahren nach Anspruch 15, wobei der SOC-Bereich, wenn der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich überlappen, durch einen überlappten Bereich, in dem der erste SOC-Bereich und der zweite SOC-Bereich überlappen, bestimmt wird.

Es folgen 18 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

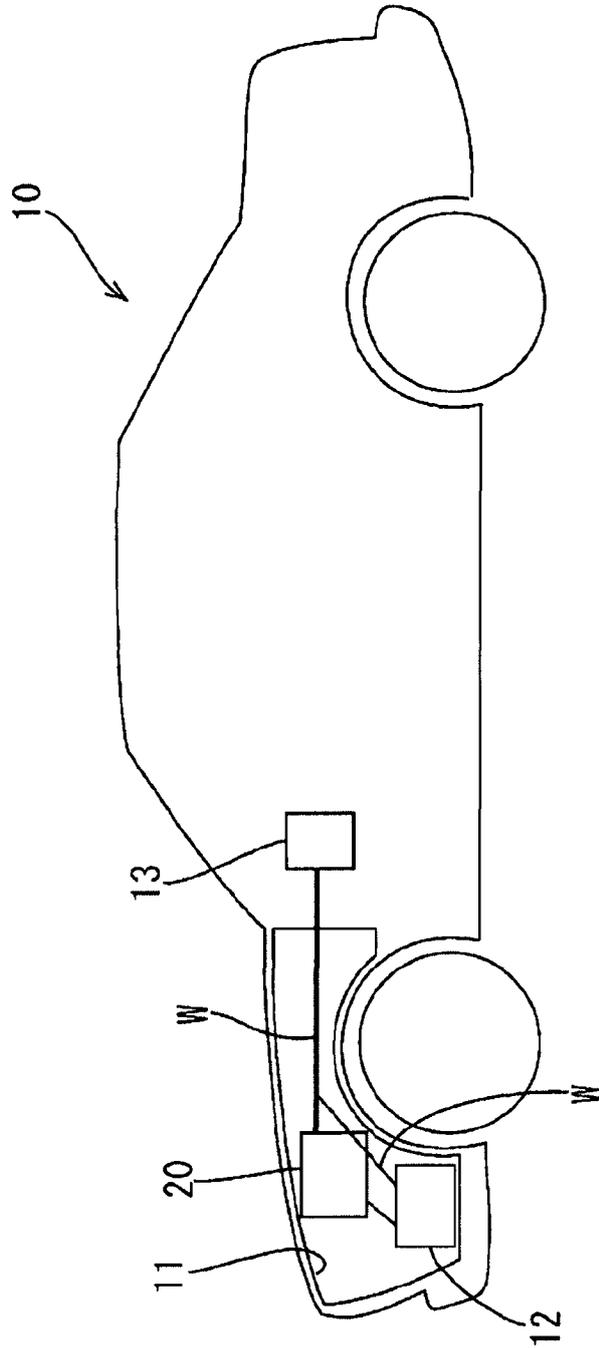


Fig. 1

Fig. 2

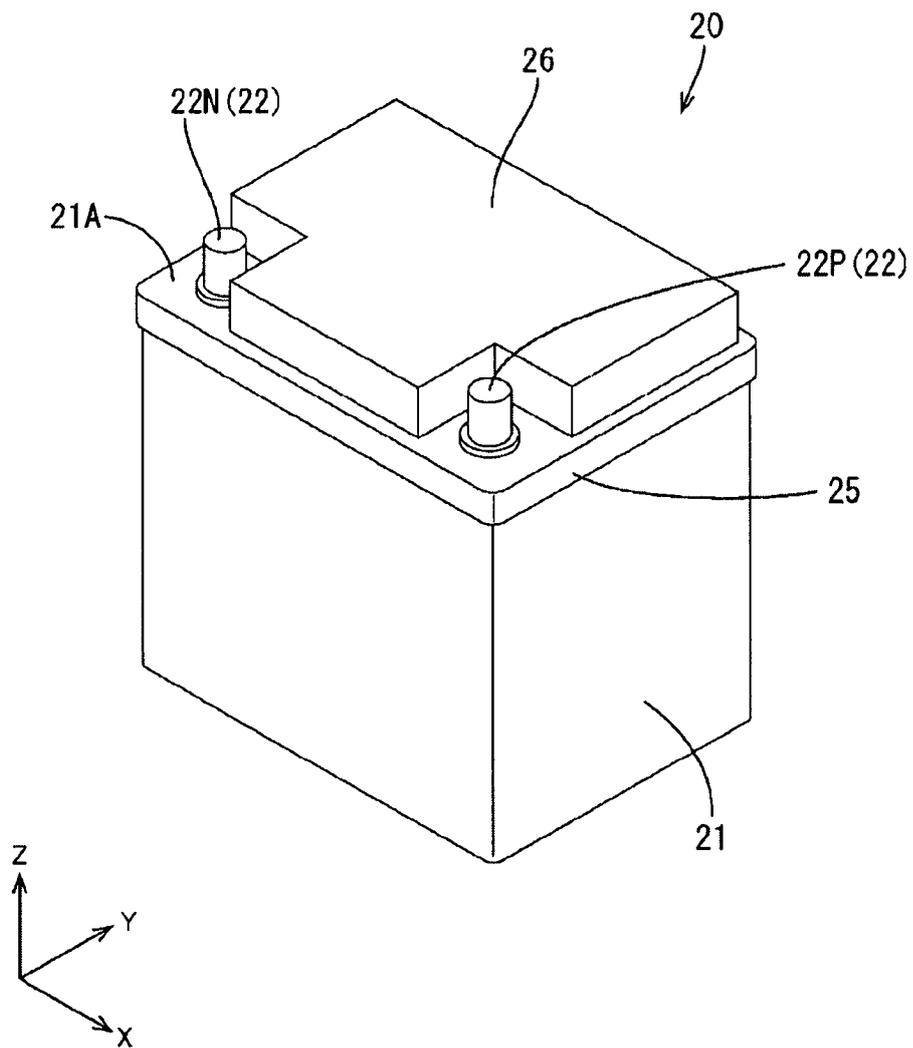
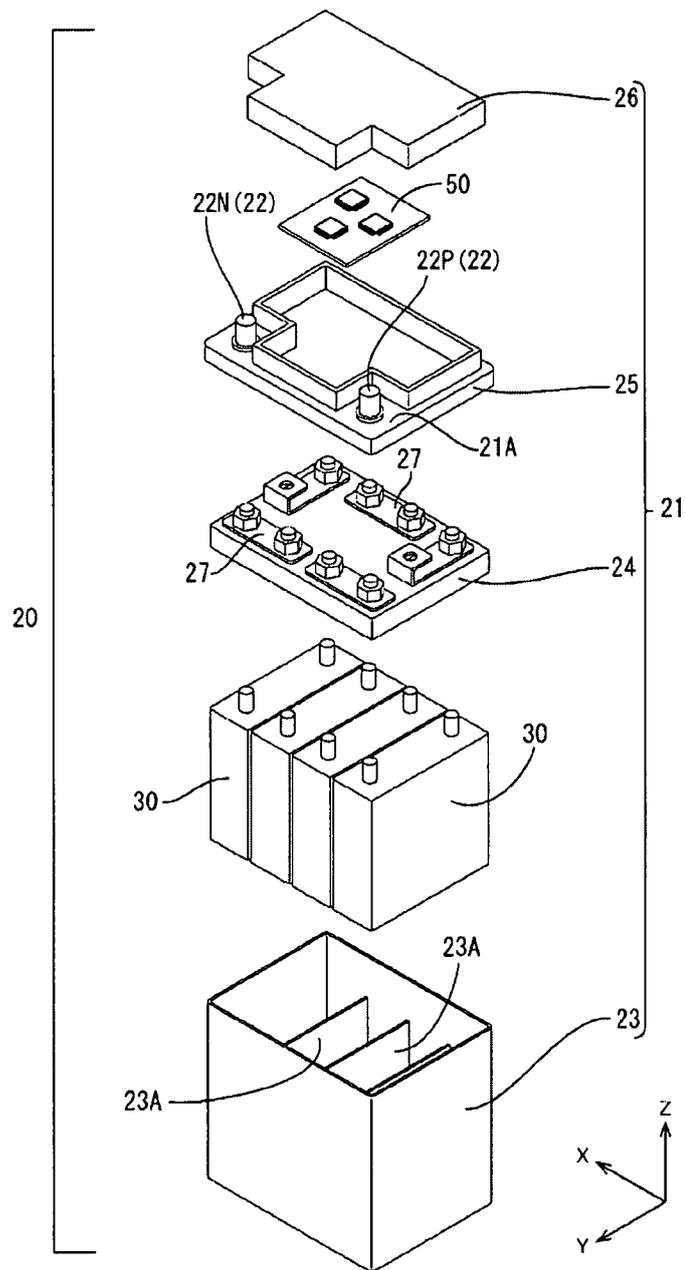


Fig. 3





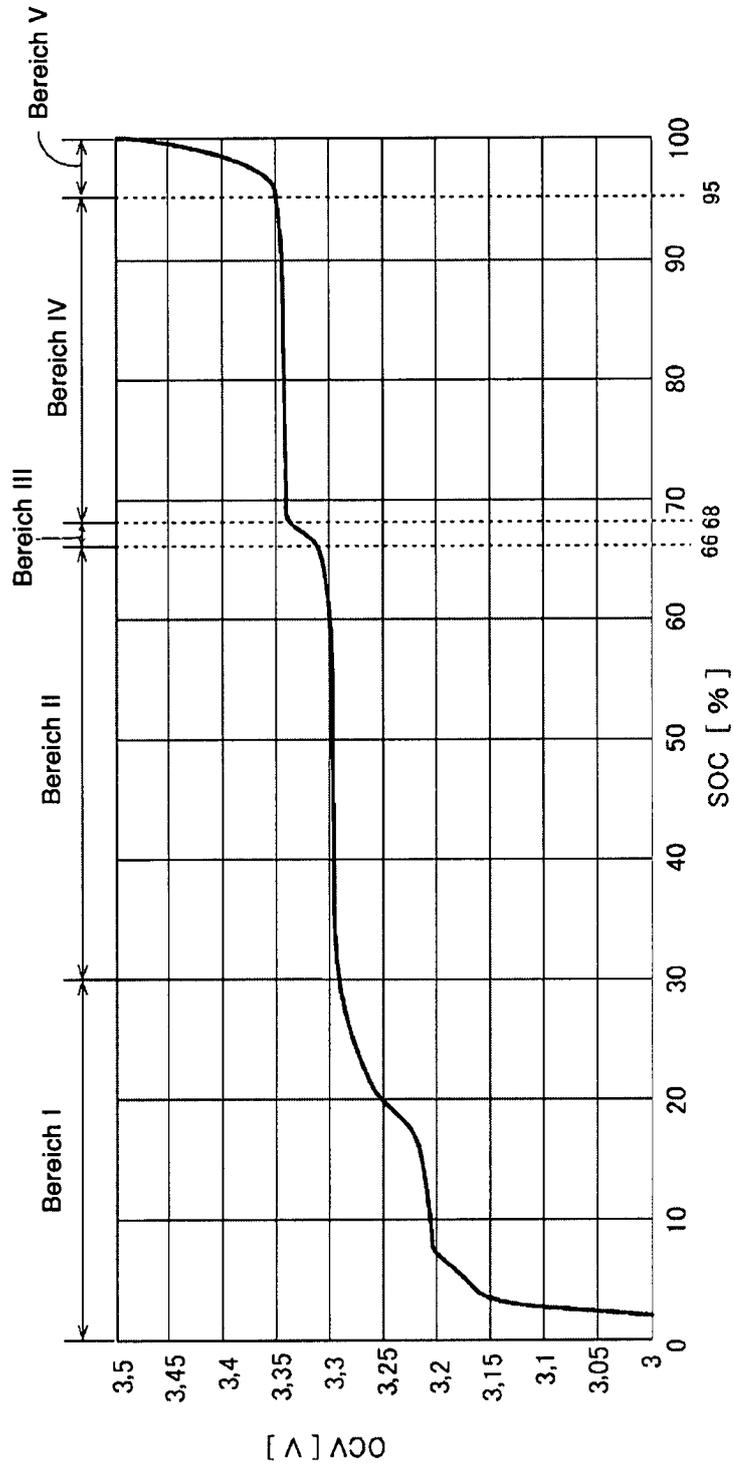


Fig. 5

Fig. 6

Bereich	SOC-Bereich
Bereich I	weniger als 30%
Bereich II	30% bis weniger als 66%
Bereich III	66% bis weniger als 68%
Bereich IV	68% bis weniger als 95%
Bereich V	95% oder mehr

Fig. 7

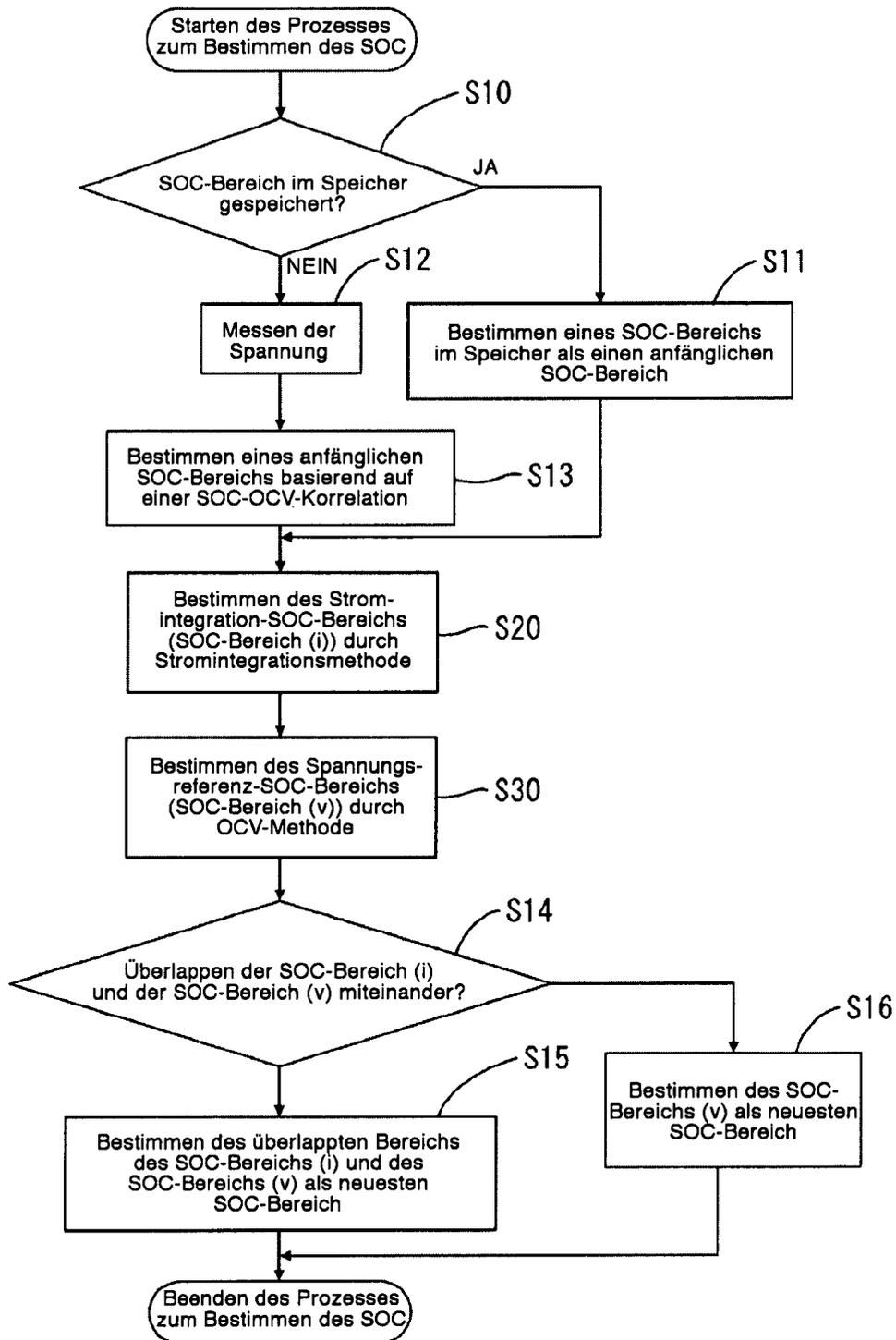
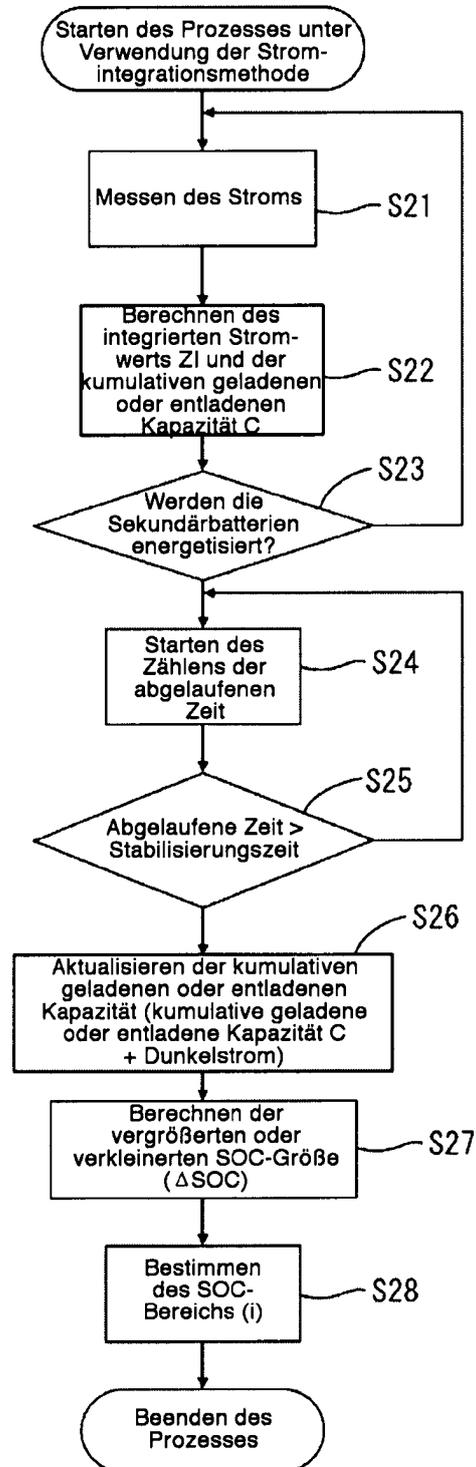


Fig. 8



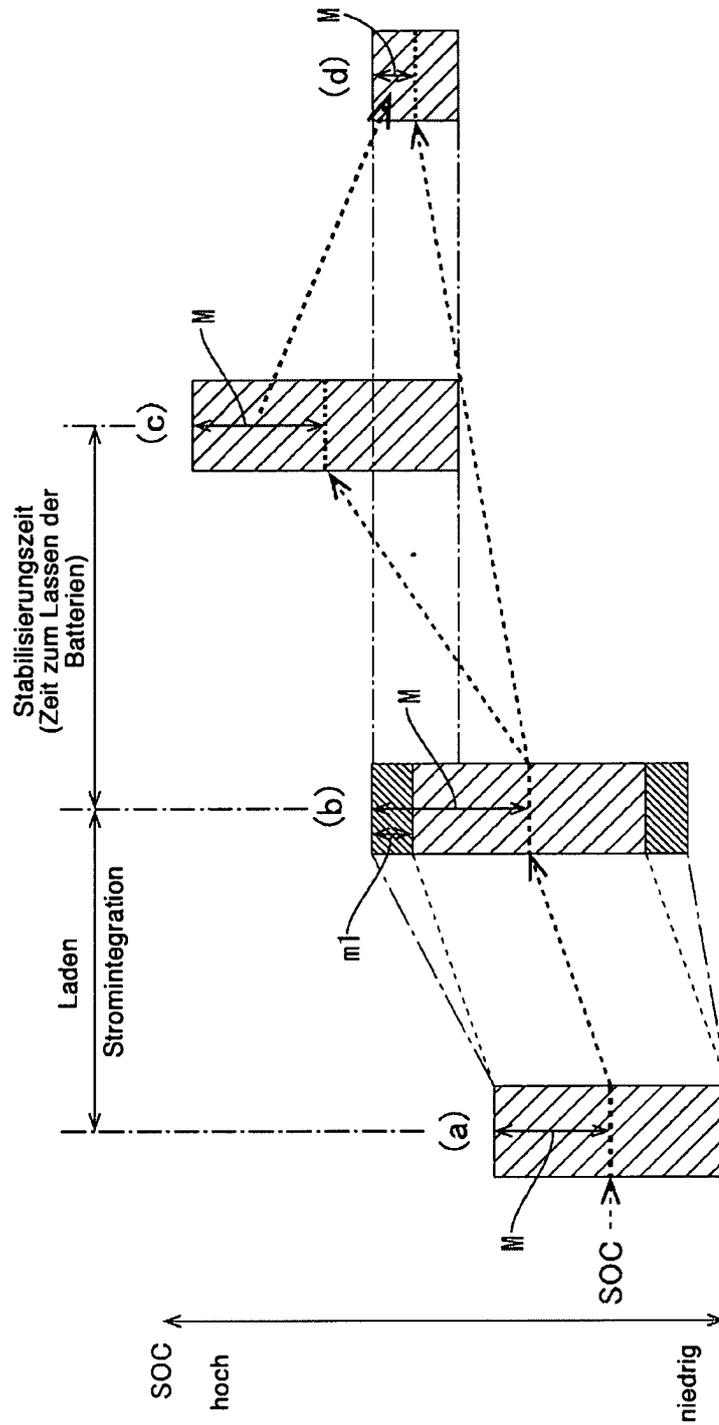


Fig. 9

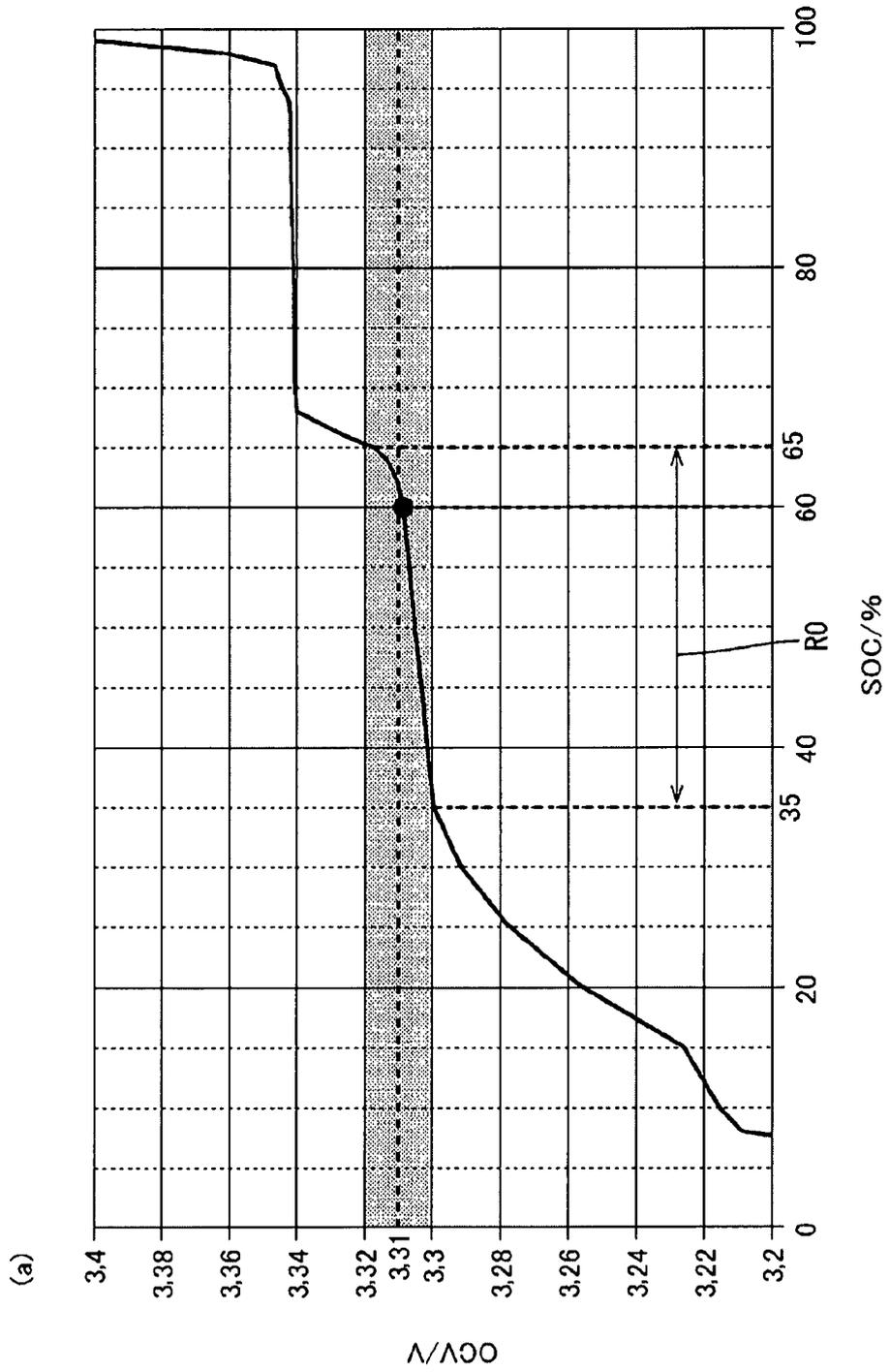


Fig. 10

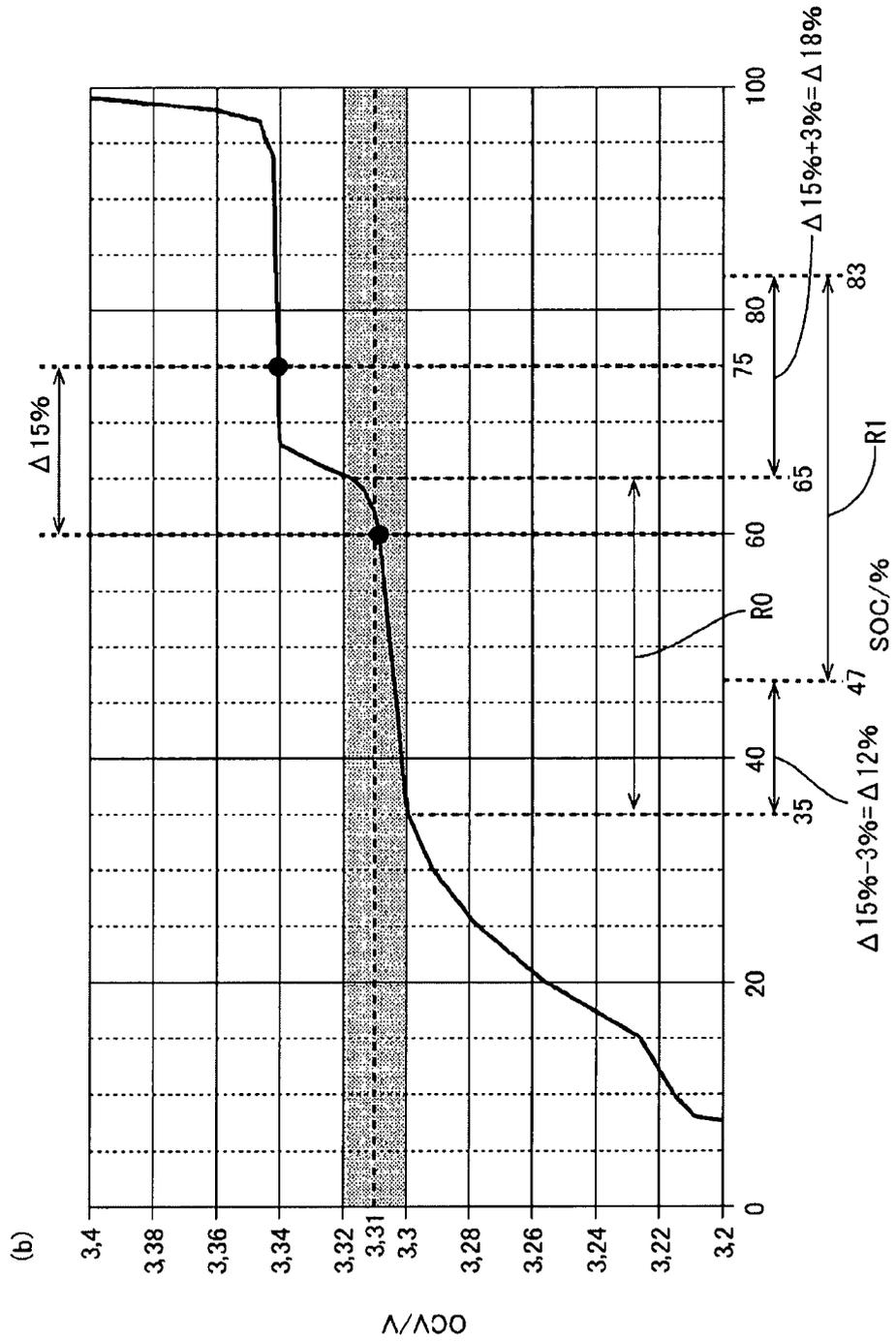


Fig. 11

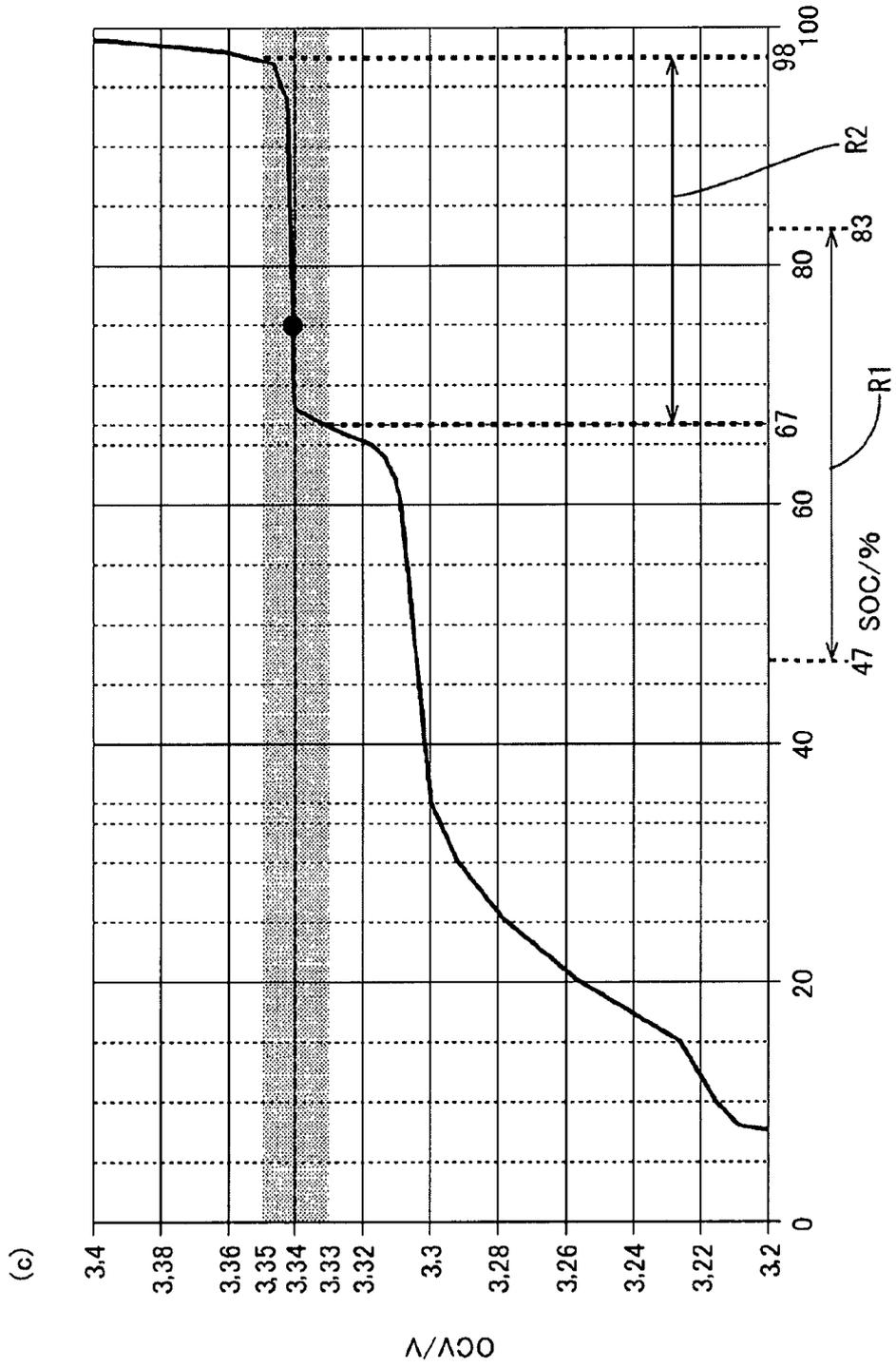


Fig. 12

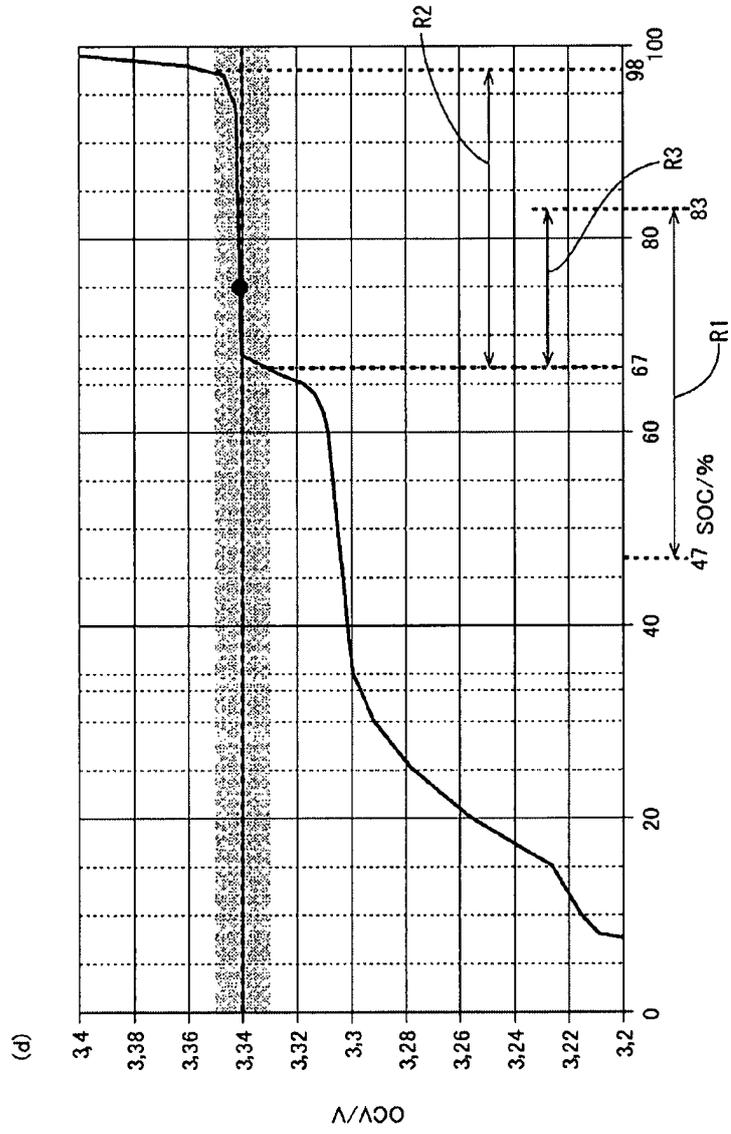
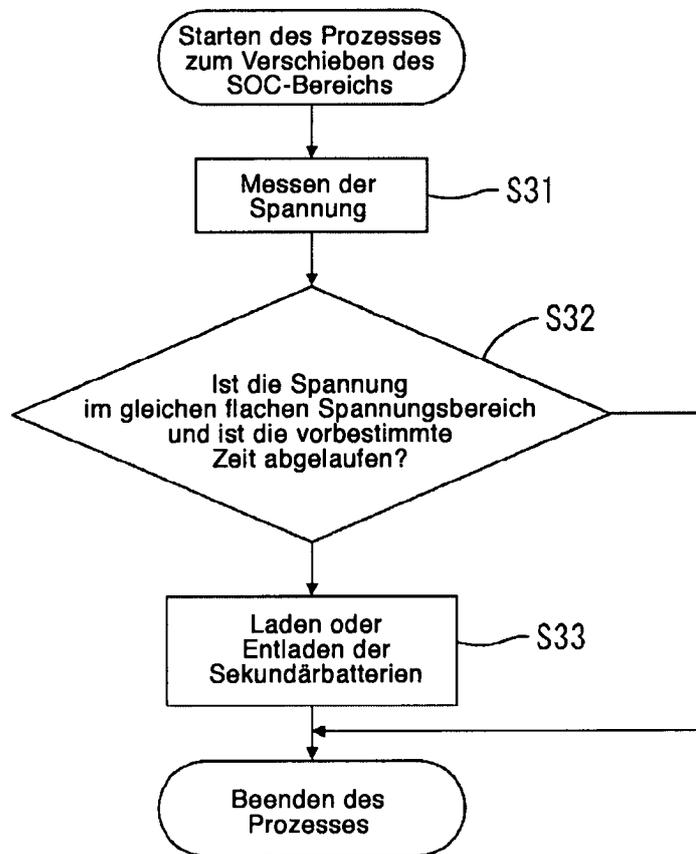


Fig. 13

Fig. 14



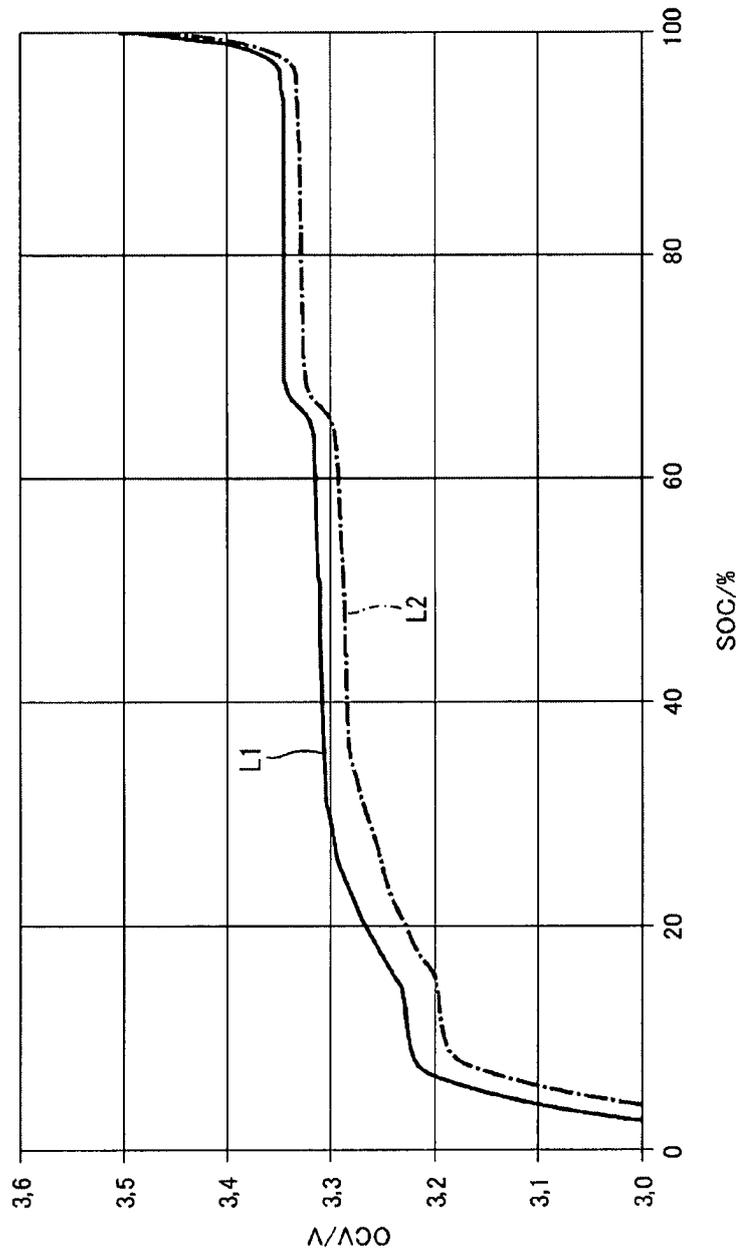


Fig. 15

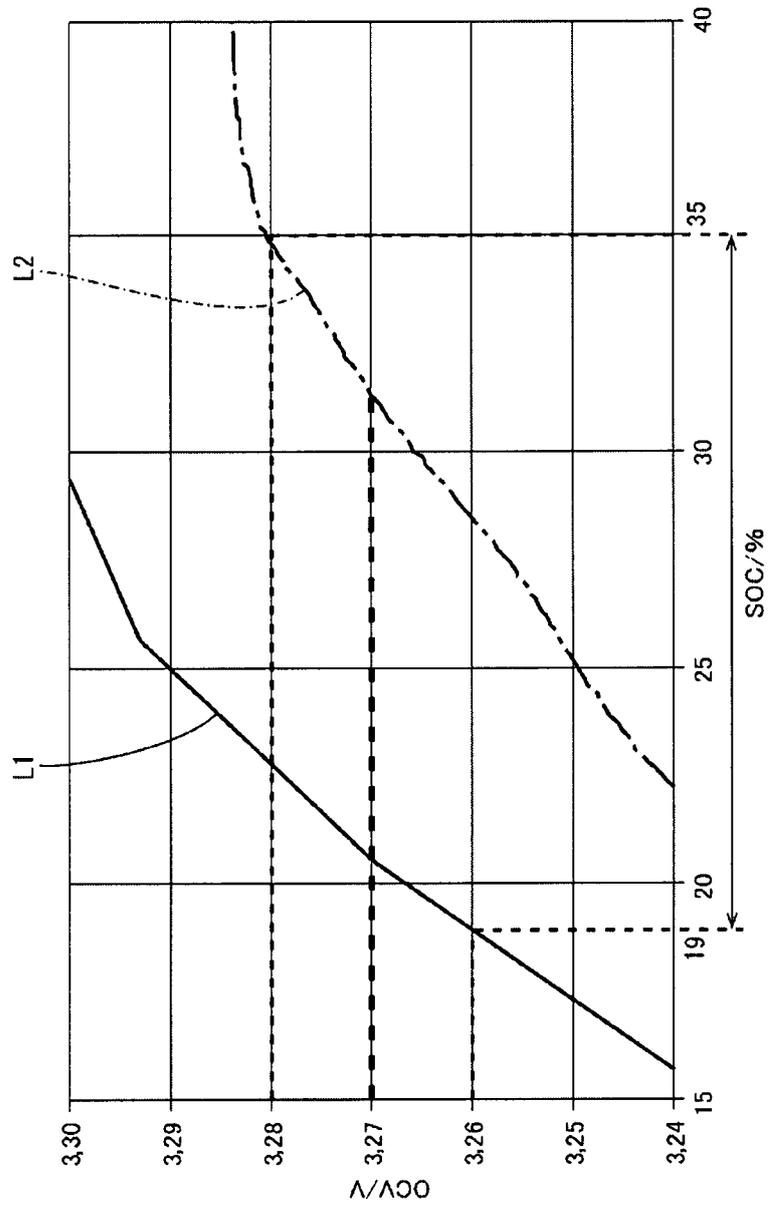


Fig. 16

Fig. 17

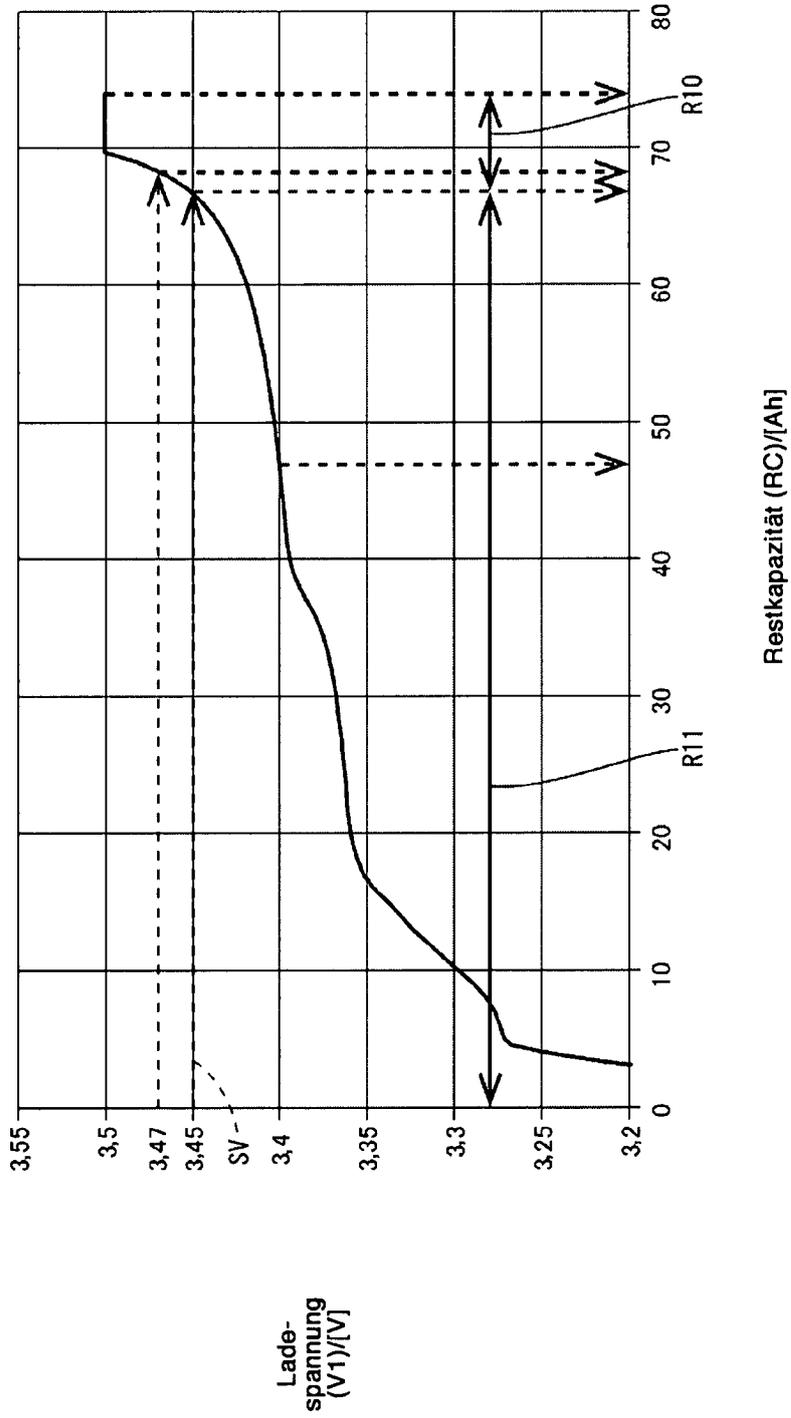


Fig. 18

