



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/008044**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 003 719.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/025570**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.06.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **02.02.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **08.05.2024**

(51) Int Cl.: **G01R 31/382 (2019.01)**

G01R 31/378 (2019.01)
G01R 31/388 (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01)
H01M 4/58 (2010.01)
H01M 10/0525 (2010.01)
H01M 10/48 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)
H02J 7/02 (2016.01)

(30) Unionspriorität:
2021-122816 **27.07.2021** **JP**

(71) Anmelder:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

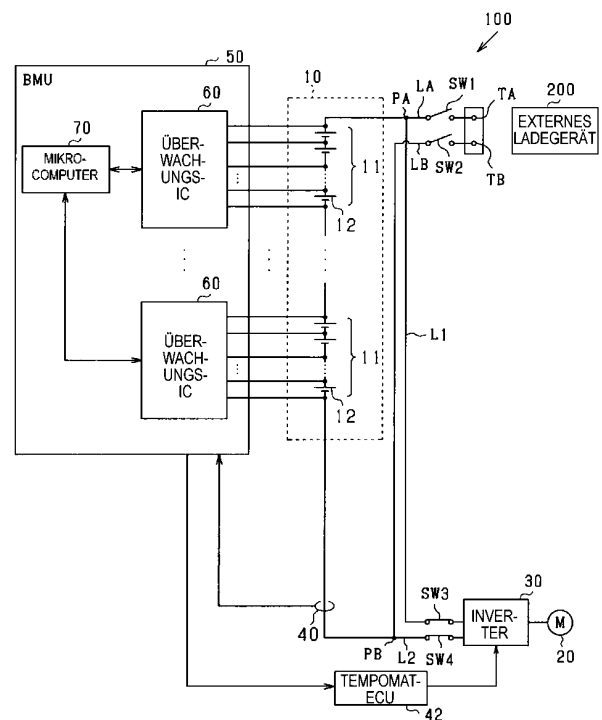
(72) Erfinder:
Uchiyama, Masaki, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Kubo, Shunichi, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Kurachi, Taisuke, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Hori,
Yuuki, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Batterieüberwachungsvorrichtung und Programm**

(57) Zusammenfassung: Eine Batterieüberwachungsvorrichtung wird auf eine zusammengesetzte Batterie (10) mit einer Vielzahl von in Reihe verbundenen Batteriezellen (12) angewendet, wobei die Batteriezellen eine erste Batteriezelle und eine zweite Batteriezelle umfassen. Die Batterieüberwachungsvorrichtung umfasst: eine Bezugseinheit, die konfiguriert ist, um während des Ladens oder Entladens der Batteriezellen einen Batterieparameter jeder der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle zu beziehen, wobei der Batterieparameter jeder der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle eine Klemmenspannung über der entsprechenden der ersten und zweiten Batteriezellen oder eine Impedanz der entsprechenden der ersten und zweiten Batteriezellen ist; und eine Zustandsberechnungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Differenz zwischen dem bezogenen Batterieparameter der ersten Batteriezelle und dem bezogenen Batterieparameter der zweiten Batteriezelle zu berechnen und einen Batteriezustand der Batteriezellen basierend auf der berechneten Differenz zu berechnen.



Beschreibung

[Kurzdarstellung der Erfindung]

[Querverweis auf verwandte Anmeldungen]

[0001] Die vorliegende Anmeldung basiert auf und beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung Nr. 2021-122816, eingereicht am 27. Juli 2021, wobei deren Inhalt durch Bezugnahme hierin aufgenommen wird.

[Technisches Gebiet]

[0002] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Batterieüberwachungsvorrichtung und ein Programm.

[Stand der Technik]

[0003] Bei Batterien bzw. Akkumulatoren, wie z.B. Lithium-Ionen-Batterien, gibt es eine Region, in der eine Änderung der OCV (Leerlaufspannung) aufgrund einer Änderung des SOC (Ladezustands) gering ist. Diese Region wird als Plateau-Region bezeichnet. In der Plateau-Region ist es schwierig, den SOC einer Batterie anhand der SOC-OCV-Eigenschaften zu berechnen, die die Korrelation zwischen dem SOC und der Leerlaufspannung OCV angeben.

[0004] PTL 1 beschreibt die Eigenschaften der Batterie, bei denen der Betrag der Spannungsänderung aufgrund einer Kapazitätsänderung der Batterie in einem Teil der Plateau-Region im Vergleich zu anderen Regionen relativ groß ist, während der Betrag der Spannungsänderung aufgrund einer Kapazitätsänderung in den anderen Regionen im Wesentlichen konstant ist, und es gibt ein Phänomen, dass eine Zunahme des Betrags der Spannungsänderung aufgrund einer Kapazitätsänderung in einem bestimmten SOC auftritt. PTL 1 beschreibt eine Abschätzvorrichtung für den Ladezustand, die den SOC der Batterie anhand solcher Eigenschaften abschätzt. Konkret berechnet die Abschätzvorrichtung die Zeitänderungsrate der erfassten Klemmenspannung der Batterie, wenn sich der Zustand der Batterie während des Ladens oder Entladens in der Plateau-Region befindet. Wenn die Abschätzvorrichtung bestimmt, dass die berechnete Zeitänderungsrate ein Wendepunkt ist, der nach oben konvex ist, bestimmt sie, dass der aktuelle SOC der Batterie der SOC ist, der zuvor mit der berechneten Zeitänderungsrate verknüpft war.

[Zitierliste]

[Patentschrift]

[0005] PTL 1: JP 6351852 B

[0006] Obwohl der Betrag bzw. das Ausmaß der Spannungsänderung aufgrund einer Kapazitätsänderung in einem Teil der Plateau-Region relativ groß ist, ist der absolute Wert des Betrags der Spannungsänderung klein. Wenn die erfasste Klemmenspannung der Batterie mit Rauschen überlagert wird, kann die Genauigkeit der SOC-Berechnung daher erheblich beeinträchtigt werden.

[0007] Darüber hinaus kann bei der Berechnung des Batteriezustands der Batterie, wie z.B. der verbleibenden Kapazität der Batterie, nicht nur des SOC der Batterie, die Genauigkeit der Berechnung des Batteriezustands aufgrund von Rauschen erheblich verringert werden.

[0008] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Batterieüberwachungsvorrichtung und ein Programm bereitzustellen, das eine Abnahme der Genauigkeit der Batteriezustandsberechnung verhindern kann.

[0009] Die vorliegende Offenbarung stellt eine Batterieüberwachungsvorrichtung bereit, die auf eine zusammengesetzte Batterie mit einer Vielzahl von in Reihe verbundenen Batteriezellen angewandt wird, wobei die Batteriezellen eine erste Batteriezelle und eine zweite Batteriezelle aufweisen, wobei die Batterieüberwachungsvorrichtung aufweist: eine Bezugseinheit, die konfiguriert ist, um während eines Ladens oder Entladens der Batteriezellen einen Batterieparameter von jeder der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle zu beziehen, wobei der Batterieparameter von jeder der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle eine Klemmenspannung über der entsprechenden der ersten und zweiten Batteriezellen oder eine Impedanz der entsprechenden der ersten und zweiten Batteriezellen ist; und eine Zustandsberechnungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Differenz zwischen dem bezogenen Batterieparameter der ersten Batteriezelle und dem bezogenen Batterieparameter der zweiten Batteriezelle zu berechnen, und die einen Batteriezustand der Batteriezellen auf der Grundlage der berechneten Differenz berechnet.

[0010] Die Vielzahl von Batteriezellen, aus denen die zusammengesetzte Batterie besteht, sind in Reihe verbunden. Dementsprechend wird, wenn entweder die Klemmenspannung oder die Impedanz als Batterieparameter verwendet wird, der Grad des Einflusses von Rauschen auf den Batterieparameter jeder Batteriezelle als gleich angesehen. Daher ist ein Unterschied in den Batterieparametern von zwei Batteriezellen, aus denen die zusammengesetzte Batterie besteht, ein Wert, bei dem der Einfluss des Rauschens reduziert ist.

[0011] In Anbetracht des Vorstehenden gilt, dass die Berechnungseinheit der vorliegenden Offenbarung eine Differenz zwischen dem bezogenen Batterieparameter der ersten Batteriezelle und dem bezogenen Batterieparameter der zweiten Batteriezelle berechnet und einen Batteriezustand der Batteriezelle auf der Grundlage der berechneten Differenz berechnet. Dementsprechend ist es möglich, eine Abnahme der Genauigkeit der Berechnung des Batteriezustands zu verhindern.

[Kurzbeschreibung der Zeichnungen]

[0012] Die vorstehenden und weiteren Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigegeführten Zeichnungen ersichtlich. In den Zeichnungen gilt:

Fig. 1 ist eine allgemeine Blockdarstellung eines Systems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel;

Fig. 2 ist eine Blockdarstellung eines Überwachungs-ICs;

Fig. 3 ist eine Darstellung der Beziehung zwischen Spannung und Kapazität einer Batteriezelle;

Fig. 4 ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess der SOC-Berechnung zeigt;

Fig. 5A bis 5C sind ein gemeinsames Zeitdiagramm, das den Übergang der Klemmenspannungen von Batteriezellen während des Ladens, die Spannungsdifferenz und den SOC einer Batteriezelle zeigt;

Fig. 6 ist eine Darstellung, die eine Auswahleinheit eines Mikrocomputers gemäß einer Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels zeigt;

Fig. 7 ist ein Zeitdiagramm, das den Übergang der Klemmenspannungen der Batteriezellen mit den höchsten und niedrigsten Klemmenspannungen zeigt;

Fig. 8 ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess der SOC-Berechnung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 9A bis 9B sind gemeinsame Zeitdiagramme, die den Übergang der Klemmenspannungen der Batteriezellen einer Batterie während des Ladevorgangs und der Spannungsdifferenz zeigen;

Fig. 10 ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess der SOC-Berechnung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 11A bis 11C sind gemeinsame Zeitdiagramme, die den Übergang der Klemmenspannungen der Batteriezellen während des Lade-

vorgangs, die Spannungsdifferenz und den Betrag der Spannungszeitänderung zeigen;

Fig. 12 ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess zur Berechnung der Kapazitätsdifferenz gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 13A bis 13E sind gemeinsame Zeitdiagramme, die den Übergang der Klemmenspannungen der Batteriezellen während des Ladevorgangs, die Spannungsdifferenz, den integrierten Wert des Stroms und ähnliches zeigen;

Fig. 14 ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess der SOC-Berechnung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel zeigt;

Fig. 15A bis 15D zeigen den Übergang des SOC, der Klemmenspannungen und dergleichen der Batteriezellen in einem gemeinsamen Zeitdiagramm;

Fig. 16 ist eine Darstellung des Verhältnisses zwischen der verbleibenden Kapazität einer Batteriezelle und dem Betrag der Spannungsänderung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel;

Fig. 17 ist ein Flussdiagramm, das einen Prozess der SOC-Berechnung zeigt; und

Fig. 18A bis 18B sind ein gemeinsames Zeitdiagramm, das den Übergang der Impedanz von Batteriezellen und die Impedanzdifferenz zeigt.

[Beschreibung von Ausführungsbeispielen]

<Erstes Ausführungsbeispiel>

[0013] Unter Bezugnahme auf die Zeichnungen wird im Folgenden ein erstes Ausführungsbeispiel einer Batterieüberwachungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Offenbarung beschrieben. Ein System, das die Batterieüberwachungsvorrichtung dieses Ausführungsbeispiels umfasst, wird an Fahrzeugen wie Hybridfahrzeugen, Elektrofahrzeugen und Fahrzeugen mit Brennstoffzellen montiert. Die Fahrzeuge umfassen beispielsweise Personenkraftwagen, Busse, Baufahrzeuge und Fahrzeuge für landwirtschaftliche Maschinen. Das System ist jedoch nicht auf ein an einem Fahrzeug montiertes System beschränkt, sondern kann beispielsweise auch ein stationäres System sein.

[0014] Wie in **Fig. 1** dargestellt, umfasst ein System 100 eine zusammengesetzte Batterie (bzw. Akkumulator) 10. Die zusammengesetzte Batterie 10 umfasst eine Reihenschaltung aus einer Vielzahl von Batteriemodulen 11. Jedes Batteriemodul 11 umfasst eine Reihenschaltung aus einer Vielzahl von Batteriezellen 12. In diesem Ausführungsbeispiel ist die Anzahl von Batteriezellen 12, die jedes

Batteriemindest 11 umfasst, gleich. Die Anzahl von Batteriezellen 12, die jedes Batteriemodul 11 umfasst, kann jedoch unterschiedlich sein.

[0015] Jede Batteriezelle 12 ist eine wiederaufladbare Batterie (Sekundärbatterie), insbesondere eine Lithium-Ionen-Batterie. Bei der Lithium-Ionen-Batterie dieses Ausführungsbeispiels handelt es sich um eine LFP-Batterie, bei der Lithiumeisenphosphat als aktives Material der positiven Elektrode und Graphit als aktives Material der negativen Elektrode verwendet wird. Jede der das Batteriemodul 11 bildenden Batteriezellen 12 hat die gleiche Nennspannung und die gleiche Kapazität [Ah].

[0016] Das System 100 umfasst einen ersten Ladepfad LA, einen zweiten Ladepfad LB, einen ersten externen Ladeanschluss TA, einen zweiten externen Ladeanschluss TB, einen ersten Schalter SW1 und einen zweiten Schalter SW2. Der erste Ladepfad LA verbindet den ersten externen Ladeanschluss TA mit dem positiven Elektrodenanschluss derjenigen Batteriezelle der zusammengesetzten Batterie 10, die sich auf der Seite des höchsten Potentials befindet, unter den Batteriezellen 12. Der zweite Ladepfad LB verbindet den zweiten externen Ladeanschluss TB mit dem negativen Elektrodenanschluss der Batteriezelle auf der Seite mit dem niedrigsten Potenzial unter den Batteriezellen 12, die die zusammengesetzte Batterie 10 bilden. Der erste Ladepfad LA ist mit dem ersten Schalter SW1 bereitgestellt, und der zweite Ladepfad LB ist mit dem zweiten Schalter SW2 bereitgestellt.

[0017] Wenn der erste Schalter SW1 und der zweite Schalter SW2 eingeschaltet sind, ist die zusammengesetzte Batterie 10 über den ersten und zweiten externen Ladeanschluss TA und TB mit einem externen Ladegerät 200 verbunden. Das externe Ladegerät 200 kann z.B. ein Gleichstrom-Schnellladegerät sein. Wenn das externe Ladegerät 200 mit dem ersten und zweiten externen Ladeanschluss TA und TB verbunden ist, wird die zusammengesetzte Batterie 10 mit einem konstanten Strom oder einer konstanten Spannung durch Hochspannungs-Gleichstromenergie geladen, die vom externen Ladegerät 200 geliefert wird. Beispielsweise kann die zusammengesetzte Batterie 10 bis kurz vor ihrer vollständigen Aufladung mit einem konstanten Strom und anschließend mit einer konstanten Spannung geladen werden. Bei dem externen Ladegerät 200 kann es sich um ein Wechselstrom- statt um ein Gleichstrom-Ladegerät handeln.

[0018] Das System 100 umfasst eine rotierende elektrische Maschine 20, einen Inverter bzw. Gleichrichter 30, einen ersten elektrischen Pfad L1, einen zweiten elektrischen Pfad L2, einen dritten Schalter SW3 und einen vierten Schalter SW4. Der erste elektrische Pfad L1 verbindet einen hochpotentialsei-

tigen Anschluss des Inverters 30 mit einem ersten Anschlusspunkt PA des ersten Ladepfads LA, der sich näher an der zusammengesetzten Batterie 10 befindet als der erste Schalter SW1. Der zweite elektrische Pfad L2 verbindet einen niederpotentialseitigen Anschluss des Inverters 30 mit einem zweiten Anschluss PB des zweiten Ladepfads LB, der näher an der zusammengesetzten Batterie 10 liegt als der zweite Schalter SW2. Der erste elektrische Pfad L1 ist mit dem dritten Schalter SW3 bereitgestellt, und der zweite elektrische Pfad L2 ist mit dem vierten Schalter SW4 bereitgestellt.

[0019] Wenn der dritte Schalter SW3 und der vierte Schalter SW4 eingeschaltet sind, liefert und empfängt die rotierende elektrische Maschine 20 über den Inverter 30 elektrische Energie an die zusammengesetzte Batterie 10 und von dieser. Die rotierende elektrische Maschine 20 stellt eine Antriebskraft für das Fahrzeug bereit, indem sie elektrische Energie verwendet, die von der zusammengesetzten Batterie 10 während des Fahrbetriebs bereitgestellt wird, und erzeugt elektrische Energie, indem sie die Verzögerungsenergie des Fahrzeugs während der Regeneration verwendet, um die zusammengesetzte Batterie 10 mit elektrischer Energie zu versorgen.

[0020] Das System 100 umfasst einen Stromsensor 40 und eine BMU („Battery Management Unit“; Batterieverwaltungseinheit) 50 als Batterieüberwachungsvorrichtung. Der Stromsensor 40 erfasst einen Strom, der durch die zusammengesetzte Batterie 10 fließt. **Fig. 1** zeigt, dass der Stromsensor 40 einen Strom erfasst, der durch den zweiten Ladepfad LB fließt. Ein von dem Stromsensor 40 erfasster Wert wird in die BMU 50 eingegeben.

[0021] Die BMU 50 schaltet den ersten bis vierten Schalter SW1 bis SW4 ein oder aus. Darüber hinaus ist die BMU 50 über eine fahrzeuginterne Netzwerkschnittstelle mit einer ECU 42 zur Steuerung des Geschwindigkeitsreglers kommunikativ verbunden. Die BMU 50 gibt Befehle an die ECU 42 zur Geschwindigkeitsregelung aus, um die rotierende elektrische Maschine 20 basierend auf der verbleibenden Kapazität [Ah] der zusammengesetzten Batterie 10 zu steuern. Die ECU 42 des Fahrtenreglers führt eine Steuerung des Inverters 30 durch, um die Steuergröße (z.B. das Drehmoment) der rotierenden elektrischen Maschine 20 auf der Grundlage des Befehls von der BMU 50 auf einen Sollwert zu steuern.

[0022] Die BMU 50 umfasst Überwachungs-ICs 60 und einen Mikrocomputer 70, wobei jedes Überwachungs-IC 60 für das entsprechende Batteriemodul 11 bereitgestellt wird. Der Überwachungs-IC 60 erfasst die Klemmenspannung jeder Batteriezelle 12, die das Modul 11 bildet. Der Überwachungs-IC 60 tauscht Informationen mit dem Mikrocomputer

70 aus. Der Mikrocomputer 70 bezieht die von jedem Überwachungs-IC 60 erfasste Klemmenspannung über ein Isolierelement (nicht dargestellt).

[0023] Der Mikrocomputer 70 umfasst eine CPU. Die vom Mikrocomputer 70 bereitgestellten Funktionen können durch eine in einem physischen Speicher aufgezeichnete Software und einen Computer, der diese ausführt, allein durch Software, allein durch Hardware oder eine Kombination davon bereitgestellt werden. Wenn der Mikrocomputer 70 beispielsweise durch eine elektronische Schaltung bereitgestellt wird, bei der es sich um Hardware handelt, kann diese durch eine digitale Schaltung, die eine große Anzahl von logischen Schaltungen umfasst, oder eine analoge Schaltung bereitgestellt werden. Zum Beispiel führt der Mikrocomputer 70 ein Programm aus, das in einem nicht-übertragbaren materiellen Speichermedium als seine eigene Speichereinheit gespeichert ist. Das Programm kann zum Beispiel das in **Fig. 4** gezeigte Verfahrensprogramm umfassen. Durch Ausführen des Programms wird ein dem Programm entsprechendes Verfahren ausgeführt. Bei der Speichereinheit kann es sich zum Beispiel um einen nichtflüchtigen Speicher handeln. Die in der Speichereinheit gespeicherten Programme können über ein Netzwerk, wie z.B. das Internet, aktualisiert werden.

[0024] Wie in **Fig. 2** gezeigt, umfasst der Überwachungs-IC 60 eine Befehlseinheit 61, einen A/D-Konverter 62, eine Schaltereinheit 63 und eine Ausgleichsschaltungseinheit 64. Die Befehlseinheit 61 hat die Funktion, einen Befehl des Mikrocomputers 70 zu interpretieren. Der Schalter 63 hat die Funktion, die Spannung jeder Batteriezelle 12 willkürlich zu wählen und kann beispielsweise ein Multiplexer sein. Der A/D Konverter 62 konvertiert analoge Signale, die von der Schaltereinheit 63 ausgegeben werden, in digitale Signale. Die konvertierten digitalen Signale werden über die Befehlseinheit 61 an den Mikrocomputer 70 weitergeleitet. So bezieht der Mikrocomputer 70 die Klemmenspannung jeder Batteriezelle 12. Durch den Betrieb dieser Einheiten führt der Überwachungs-IC 60 den Prozess gemäß dem Befehl des Mikrocomputers 70 durch. Zum Beispiel kann der Überwachungs-IC 60 die Klemmenspannung jeder Batteriezelle 12, die das Batteriemodul 11 bildet, in einer vorbestimmten Reihenfolge erfassen.

[0025] Die Ausgleichsschaltungseinheit 64 führt einen Prozess zur Verringerung der Spannungsschwankungen der das Modul 11 bildenden Batteriezellen 12 auf der Grundlage eines Befehls des Mikrocomputers 70 durch. Die Ausgleichsschaltungseinheit 64 ist mit jeder Batteriezelle 12 verbunden. Der Ausgleichsprozess kann z.B. darin bestehen, von der Batteriezelle mit der höchsten Klemmenspannung unter den Batteriezellen 12 zu entladen. Wenn der

Mikrocomputer 70 beispielsweise bestimmt, dass die Differenz zwischen der höchsten und der niedrigsten Spannung der erfassten Klemmenspannungen der Batterien 12 größer oder gleich einer vorbestimmten Spannung ist, kann er einen Befehl an den Überwachungs-IC 60 senden, um den Ausgleichsprozess durchzuführen.

[0026] Als Verfahren zur Berechnung der verbleibenden Kapazität der zusammengesetzten Batterie 10 gibt es ein bekanntes Verfahren, das die SOC-OCV-Eigenschaften verwendet und die Korrelation zwischen dem Ladezustand (SOC) der zusammengesetzten Batterie 10 und der Spannung bei offener Schaltung (OCV) zeigt. In diesem Ausführungsbeispiel wird jedoch eine LFP-Batterie als Lithium-Ionen-Batterie verwendet. Wie in **Fig. 3** dargestellt, weist die LFP-Batterie eine stabile OCV über einen breiten Bereich der verbleibenden Kapazität auf und hat eine Plateau-Region SL, in der eine Änderung der OCV aufgrund einer Kapazitätsänderung gering ist. An beiden Enden der Plateau-Region SL gibt es Endregionen SH, in denen eine Änderung der OCV aufgrund einer Kapazitätsänderung größer ist als in der Plateau-Region SL. In der Plateau-Region SL ist es schwierig, den SOC der Batterie anhand der SOC-OCV-Eigenschaften zu berechnen, um die verbleibende Kapazität zu ermitteln.

[0027] Ein Teil der Plateau-Region SL ist eine spezifische Region SB, in der eine Änderung des OCV aufgrund einer Kapazitätsänderung relativ groß ist. Die spezifische Region SB ist eine Region, die durch die negative Elektrodenkonfiguration der Batteriezelle 12 verursacht wird. Wenn der SOC der Batteriezelle 12 einen spezifischen SOC oder eine verbleibende Kapazität erreicht, geht der Zustand der Batteriezelle 12 in die spezifische Region SB über. Daher kann bestimmt werden, dass der aktuelle SOC oder die verbleibende Kapazität der Batteriezelle 12 der spezifische SOC oder die verbleibende Kapazität ist, wenn der Zustand der Batteriezelle 12 in die spezifische Region SB übergeht. Obwohl die Änderung des OCV relativ groß ist, ist der Betrag der Änderung des OCV gering. Wenn die erfasste Klemmenspannung der Batteriezelle 12 mit Rauschen überlagert wird, kann die Genauigkeit der SOC-Berechnung daher erheblich verringert werden. Um das vorstehende Problem zu lösen, wird in diesem Ausführungsbeispiel das in **Fig. 4** gezeigte Verfahren durchgeführt, während die zusammengesetzte Batterie 10 beispielsweise durch das externe Ladegerät 200 geladen wird.

[0028] **Fig. 4** ist ein Flussdiagramm des vom Mikrocomputer 70 durchgeführten Prozesses zur SOC-Berechnung der Batteriezelle 12. Dieser Prozess wird wiederholt in einem vorbestimmten Steuerungszyklus durchgeführt, wenn bestimmt wird, dass sich der Zustand der Batteriezelle 12 beispielsweise in

der Plateau-Region SL befindet. Ob sie sich in der Plateau-Region SL befindet, kann anhand der vom Überwachungs-IC 60 bezogenen Klemmenspannung der Batteriezelle bestimmt werden.

[0029] In Schritt S10 wird eine Klemmenspannung der ersten Batteriezelle, die von dem Überwachungs-IC 60 erfasst wird (im Folgenden als erste erfasste Spannung V1d bezeichnet), und eine Klemmenspannung der zweiten Batteriezelle, die von dem Überwachungs-IC 60 erfasst wird (im Folgenden als zweite erfasste Spannung V2d bezeichnet), bezogen. Die erste Batteriezelle und die zweite Batteriezelle sind zwei Batteriezellen, die aus den Batteriezellen 12 ausgewählt werden, die das Batteriemodul 11 bilden. Das Verfahren zur Auswahl wird weiter unten beschrieben. Der Prozess in Schritt S10 entspricht einer „Bezugseinheit“.

[0030] In Schritt S11 wird eine Spannungsdifferenz ΔV_d (entsprechend einem „Batterieparameter“) berechnet, indem die zweite erfasste Spannung V2d von der ersten erfassten Spannung V1d abgezogen wird.

[0031] In Schritt S12 wird bestimmt, ob die berechnete Spannungsdifferenz ΔV_d einen Bestimmungswert V_{jde} überschreitet.

[0032] Wenn in Schritt S12 eine positive Bestimmung vorgenommen wird, fährt der Prozess mit Schritt S13 fort, und der SOC der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle wird als ein bestimmter Wert S_o berechnet. Es ist zu beachten, dass die erste und die zweite Batteriezelle unter den Batteriezellen 12, die das Batteriemodul 11 bilden, nicht besonders begrenzt sind, und beispielsweise kann der SOC jeder Batteriezelle 12 als ein bestimmter Wert S_o berechnet werden. In Schritt S13 kann anstelle des SOC die verbleibende Kapazität der ersten und zweiten Batteriezellen berechnet werden. Der Prozess in den Schritten S11 bis S13 entspricht einer „Zustandsberechnungseinheit“.

[0033] Anhand der Fig. 5A bis 5C wird der Prozess der SOC-Berechnung beschrieben. Fig. 5A zeigt den Übergang der ersten und zweiten erfassten Spannungen V1d und V2d, Fig. 5B zeigt den Übergang der Spannungsdifferenz ΔV_d , und Fig. 5C zeigt den Übergang des SOC der ersten Batteriezelle. In dem in Fig. 5 dargestellten Beispiel wird die zusammengesetzte Batterie 10 durch das externe Ladegerät 200 (mit konstantem Strom oder konstanter Spannung) geladen.

[0034] Zum Zeitpunkt t1 geht der Zustand der ersten Batteriezelle von der Endregion SH in die Plateau-Region SL über, und die Rate des Anstiegs der Klemmenspannung aufgrund des Ladens der ersten Batteriezelle nimmt ab. Zum Zeitpunkt t2 geht der

Zustand der zweiten Batteriezelle von der Endregion SH in die Plateau-Region SL über, und die Rate des Anstiegs der Klemmenspannung aufgrund des Ladens der zweiten Batteriezelle nimmt ab. Nach dem Zeitpunkt t2 wird die Spannungsdifferenz ΔV_d zu einem Wert nahe 0, da die erste und die zweite erfasste Spannung V1d und V2d gleich werden. Der SOC der ersten und der zweiten Batteriezelle nach dem Zeitpunkt t1 kann ein vom Mikrocomputer 70 berechneter Wert sein, der beispielsweise auf dem anfänglichen SOC auf der Grundlage der Leerlaufspannung und dem über die Zeit integrierten Wert des durch die erste und die zweite Batteriezelle fließenden Ladestroms basiert.

[0035] Dann, zum Zeitpunkt t3, geht der Zustand der ersten Batteriezelle in die spezifische Region SB über, und vom Zeitpunkt t3 bis zum Zeitpunkt t5 nimmt die Anstiegsrate der ersten erfassten Spannung V1d vorübergehend zu. Indessen befindet sich der Zustand der zweiten Batteriezelle immer noch in der Plateau-Region SL. Nach dem Zeitpunkt t3 nimmt die Spannungsdifferenz ΔV_d zu, und zum Zeitpunkt t4 bestimmt der Mikrocomputer 70, dass die Spannungsdifferenz ΔV_d den Bestimmungswert V_{jde} überschreitet. Daher berechnet der Mikrocomputer 70 den SOC der ersten und zweiten Batteriezelle als einen bestimmten Wert S_α . Der Bestimmungswert V_{jde} wird auf einen Wert gesetzt, der bestimmen kann, dass der aktuelle Steuerzyklus ein Zwischenzeitpunkt zwischen dem Zeitpunkt t3 und dem Zeitpunkt t6 ist. Der SOC der ersten und zweiten Batteriezellen nach dem Zeitpunkt t4 kann von dem Mikrocomputer 70 beispielsweise auf der Grundlage des vorgegebenen Wertes S_α und des über die Zeit integrierten Wertes des durch die erste bzw. zweite Batteriezelle fließenden Ladestroms berechnet werden.

[0036] Zum Zeitpunkt t6 geht der Zustand der zweiten Batteriezelle in die spezifische Region SB über, und vom Zeitpunkt t6 bis zum Zeitpunkt t7 nimmt die Anstiegsrate der zweiten erfassten Spannung V2d vorübergehend zu. Nach dem Zeitpunkt t7, da die erste und die zweite erfasste Spannung V1d und V2d gleich werden, nimmt die Spannungsdifferenz ΔV_d einen Wert nahe 0 an. Infolgedessen nimmt ab dem Zeitpunkt t6 die Abnahmerate der Spannungsdifferenz ΔV_d zu, und zum Zeitpunkt t7 nimmt die Spannungsdifferenz ΔV_d einen Wert nahe 0 an. Zum Zeitpunkt t8 geht der Zustand der ersten Batteriezelle in die Endregion SH über.

[0037] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das vorstehend näher erläutert wurde, können die folgenden Wirkungen erzielt werden.

[0038] Eine augenblickliche Änderung des durch die zusammengesetzte Batterie 10 fließenden Stroms erzeugt Rauschen, das der erfassten Klemmenspan-

nung jeder Batteriezelle 12 überlagert werden kann. Die Batteriezellen 12, aus denen die zusammengesetzte Batterie 10 besteht, sind in Reihe verbunden. Daher wird davon ausgegangen, dass der Einfluss des Rauschens auf die erfasste Klemmenspannung jeder Batteriezelle 12 gleich groß ist. Dementsprechend ist die Spannungsdifferenz ΔV_d , die die Differenz zwischen den erfassten Klemmenspannungen der ersten und der zweiten Batteriezelle ist, ein Wert, bei dem der Einfluss des Rauschens verringert wird. Daher kann die Verwendung der Spannungsdifferenz ΔV_d zum Abschätzen des SOC eine Verringerung der Genauigkeit der SOC-Berechnung verhindern, selbst wenn Rauschen auftritt.

[0039] Der Überwachungs-IC 60 kann ein IC sein, bei dem entweder ein voller Spannungsbereich, den die Batteriezelle 12 aufnehmen kann, oder ein begrenzter Spannungsbereich, der ein Teilbereich des vollen Spannungsbereichs ist, als Spannungserfassungsbereich eingestellt werden kann. Wenn der begrenzte Spannungsbereich als Spannungserfassungsbereich gewählt wird, wird die Auflösung der Spannungserfassung im Vergleich zu dem Fall, in dem der volle Spannungsbereich als Spannungserfassungsbereich gewählt wird, verbessert. Zum Beispiel ist der begrenzte Spannungsbereich vorzugsweise ein Spannungsbereich der Batteriezelle 12, der die Plateau-Region SL umfasst. In diesem Fall kann die Genauigkeit der SOC-Berechnung weiter verbessert werden. Bei der Erfassung einer Spannung der Batteriezelle 12, die in dem in **Fig. 4** dargestellten Verfahren verwendet wird, stellt der Mikrocomputer 70 beispielsweise einen begrenzten Spannungsbereich als Spannungserfassungsbereich ein. Die Auswahl des begrenzten Spannungsbereichs als Spannungserfassungsbereich führt jedoch dazu, dass die erfasste Spannung anfällig für Rauschen ist. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das den Einfluss von Rauschen reduzieren kann, ist es nicht erforderlich, dass es keinen Einfluss von Rauschen als Bedingung für die Spannungserfassung der Batteriezelle 12 in der Plateau-Region SL gibt. Dadurch werden die Einschränkungen bei der Erfassung der Spannung gemildert.

<Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels>

[0040] - Je größer die Schwankung des SOC der Batteriezellen 12 zu Beginn des Ladevorgangs der zusammengesetzten Batterie 10 ist, desto größer ist der Wert, den der Mikrocomputer 70 als Bestimmungswert V_{jde} festlegen kann. Diese Einstellung beruht auf der Tatsache, dass der Spitzenwert der Spannungsdifferenz ΔV_d umso größer ist, je größer die Schwankung des SOC ist.

[0041] Weiterhin gilt, dass je höher die Temperatur der ersten und zweiten Batteriezellen oder je kleiner der vom Stromsensor 40 erfasste Ladestrom ist,

desto größer ist der Wert, den der Mikrocomputer 70 als Bestimmungswert V_{jde} festlegen kann. Diese Einstellung beruht darauf, dass die erfasste Spannung in der jeweiligen Region SB umso stärker ansteigt, je höher die Temperatur oder je kleiner der Strom ist.

[0042] - Wie in **Fig. 6** gezeigt, kann eine Auswahleinheit 71 des Mikrocomputers 70 unter den Batteriezellen 12 eine Batteriezelle mit der höchsten erfassten Klemmenspannung und eine Batteriezelle mit der niedrigsten erfassten Klemmenspannung als erste bzw. zweite Batteriezelle auswählen. Dadurch erhöht sich die Spannungsdifferenz ΔV_d in der in **Fig. 7** gezeigten spezifischen Region SB, wodurch die Genauigkeit der SOC-Berechnung verbessert wird.

[0043] Darüber hinaus kann die Auswahleinheit 71 unter den Batteriezellen 12 eine Batteriezelle mit dem höchsten berechneten SOC und eine Batteriezelle mit dem niedrigsten berechneten SOC als erste Batteriezelle bzw. zweite Batteriezelle auswählen.

[0044] Darüber hinaus kann die Auswahleinheit 71 unter den Batteriezellen 12 zwei in Reihe verbundene und benachbarte Batteriezellen als erste und zweite Batteriezellen auswählen. Da die Temperaturen zweier benachbarter Batterien nahe beieinander liegen, kann die Genauigkeit der SOC-Berechnung auf der Grundlage der Spannungsdifferenz ΔV_d verbessert werden.

[0045] Die erste und die zweite Batteriezelle können aus allen Batteriezellen 12 ausgewählt werden, die die zusammengesetzte Batterie 10 bilden, sie können aus den Batteriezellen 12 ausgewählt werden, die jedes Batteriemodul 11 bilden, oder sie können aus den Batteriezellen 12 ausgewählt werden, die von demselben Überwachungs-IC 60 überwacht werden.

[0046] - Die Auswahleinheit 71 kann die erste und die zweite Batteriezelle aus den Batteriezellen 12 auswählen, die einer AD-Konvertierung durch denselben A/D-Konverter 62 unterzogen werden sollen. Da in diesem Fall die Fehler bei der Spannungserfassung der Batteriezellen 12, die einer AD-Umwandlung unterzogen werden sollen, nahe beieinander liegen, kann die Genauigkeit der SOC-Berechnung verbessert werden.

[0047] Darüber hinaus kann die Auswahleinheit 71 aus den Batteriezellen 12, aus denen die zusammengesetzte Batterie 10 besteht, zwei Batteriezellen mit nahe beieinanderliegenden Erfassungen als erste und zweite Batteriezellen auswählen. Da in diesem Fall das Rauschen, das den erfassten Klemmenspannungen der ersten und zweiten Batteriezelle überlagert ist, nahe beieinanderliegt, kann die

Genauigkeit der SOC-Berechnung verbessert werden.

[0048] Außerdem kann die Auswahlinheit 71 unter den Batteriezellen 12, aus denen die zusammengesetzte Batterie 10 besteht, Batteriezellen, die mit einem Temperatursensor (z.B. Thermistor) bereitgestellt werden, als erste und zweite Batteriezellen auswählen. Darüber hinaus kann die Auswahlinheit 71 aus den Batteriezellen 12, die die zusammengesetzte Batterie 10 bilden, Batteriezellen mit einer Temperaturdifferenz, die kleiner oder gleich einer vorbestimmten Temperaturdifferenz ist, als erste und zweite Batteriezellen auswählen.

[0049] - In Schritt S11 kann die Spannungsdifferenz ΔV_d durch Subtraktion der ersten erfassten Spannung V_{1d} von der zweiten erfassten Spannung V_{2d} berechnet werden. In diesem Fall kann der Prozess in Schritt S12 lauten „ $|\Delta V_d| > V_{jde}?$ “ oder „ $\Delta V_d < V_{jde}?$ (wobei V_{jde} ein negativer Wert ist)“.

[0050] - Die in **Fig. 4** gezeigte SOC-Berechnung kann nicht nur während des Ladens der zusammengesetzten Batterie 10, sondern auch während des Entladens der zusammengesetzten Batterie 10 durchgeführt werden.

<Zweites Ausführungsbeispiel>

[0051] Ein zweites Ausführungsbeispiel wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf den Unterschieden zum ersten Ausführungsbeispiel liegt. **Fig. 8** zeigt ein Flussdiagramm des SOC-Berechnungsprozesses gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel. Dieser Prozess wird von dem Mikrocomputer 70 wiederholt in einem vorbestimmten Steuerungszyklus durchgeführt, wenn bestimmt wird, dass sich der Zustand der Batteriezelle 12 beispielsweise in der Plateau-Region SL befindet.

[0052] In Schritt S20 werden eine erste erfasste Spannung V_{1d} und eine zweite erfasste Spannung V_{2d} bezogen. In Schritt S21 wird eine Spannungsdifferenz ΔV_d durch Subtraktion der zweiten erfassten Spannung V_{2d} von der ersten erfassten Spannung V_{1d} berechnet.

[0053] In Schritt S22 wird bestimmt, ob ein Bestimmungs-Flag F_{jde} 0 ist.

[0054] Wenn in Schritt S22 bestimmt wird, dass das Bestimmungs-Flag F_{jde} 0 ist, fährt der Prozess mit Schritt S23 fort, und es wird bestimmt, ob die berechnete Spannungsdifferenz ΔV_d einen ersten Bestimmungswert V_{jde1} überschreitet. Wenn in Schritt S23 eine negative Bestimmung erfolgt, fährt der Prozess mit Schritt S26 fort.

[0055] Wird in Schritt S23 eine positive Bestimmung vorgenommen, fährt der Prozess mit Schritt S24 fort, und der SOC der ersten Batteriezelle wird als ein bestimmter Wert S_a berechnet. In Schritt S24 kann anstelle des SOC die verbleibende Kapazität der ersten Batteriezelle berechnet werden.

[0056] Nach Beendigung des Prozesses in Schritt S24 geht der Prozess zu Schritt S25 über, und das Bestimmungs-Flag F_{jde} wird auf 1 gesetzt. Dann geht der Prozess zu Schritt S26 über.

[0057] In Schritt S26 wird bestimmt, ob die beiden Bedingungen, dass das Bestimmungs-Flag F_{jde} 1 ist und dass die berechnete Spannungsdifferenz ΔV_d unterhalb des zweiten Bestimmungswertes V_{jde2} liegt, erfüllt sind. In diesem Ausführungsbeispiel wird der zweite Bestimmungswert V_{jde2} auf einen kleineren Wert als der erste Bestimmungswert V_{jde1} gesetzt. Das Vorstehende ist jedoch nur ein Beispiel, und der zweite Bestimmungswert V_{jde2} kann auf einen Wert größer als der erste Bestimmungswert V_{jde1} oder auf denselben Wert wie der erste Bestimmungswert V_{jde1} eingestellt werden.

[0058] Wird in Schritt S26 eine positive Feststellung getroffen, fährt der Prozess mit Schritt S27 fort, und der SOC der zweiten Batteriezelle wird als ein bestimmter Wert S_a berechnet. In Schritt S27 kann anstelle des SOC die verbleibende Kapazität der zweiten Batteriezelle berechnet werden.

[0059] In den **Fig. 9A** bis **9B** wird der Prozess der SOC-Berechnung beschrieben. Die **Fig. 9A** und **9B** entsprechen den vorangegangenen **Fig. 5A** bzw. **5B**. In dem in den **Fig. 9A** bis **9B** gezeigten Beispiel wird die zusammengesetzte Batterie 10 durch das externe Ladegerät 200 (mit konstantem Strom oder konstanter Spannung) aufgeladen.

[0060] Zum Zeitpunkt t_1 geht der Zustand der ersten Batteriezelle von der Endregion SH in die Plateau-Region SL über, und zum Zeitpunkt t_2 geht der Zustand der zweiten Batteriezelle von der Endregion SH in die Plateau-Region SL über. Nach dem Zeitpunkt t_2 , da die erste und die zweite erfasste Spannung V_{1d} und V_{2d} gleich werden, nimmt die Spannungsdifferenz ΔV_d einen Wert nahe 0 an.

[0061] Dann, zum Zeitpunkt t_3 , geht der Zustand der ersten Batteriezelle in die spezifische Region SB über, und vom Zeitpunkt t_3 bis zum Zeitpunkt t_5 nimmt die Anstiegsrate der ersten erfassten Spannung V_{1d} vorübergehend zu. Indessen befindet sich der Zustand der zweiten Batteriezelle immer noch in der Plateau-Region SL. Nach dem Zeitpunkt t_3 nimmt die Spannungsdifferenz ΔV_d zu, und zum Zeitpunkt t_4 bestimmt der Mikrocomputer 70, dass die Spannungsdifferenz ΔV_d den ersten Bestimmungswert V_{jde1} überschreitet. Daher berechnet

der Mikrocomputer 70 den SOC der ersten Batteriezelle als einen bestimmten Wert S_a .

[0062] Zum Zeitpunkt t_6 geht der Zustand der zweiten Batteriezelle in die spezifische Region SB über, und vom Zeitpunkt t_6 bis zum Zeitpunkt t_8 nimmt die Anstiegsrate der zweiten erfassten Spannung V_{2d} vorübergehend zu. Infolgedessen bestimmt der Mikrocomputer 70 zum Zeitpunkt t_7 , dass die Spannungsdifferenz ΔV_d unter den zweiten Bestimmungswert V_{jde2} gefallen ist. Daher berechnet der Mikrocomputer 70 den SOC der zweiten Batteriezelle als einen bestimmten Wert S_a . Zum Zeitpunkt t_9 geht der Zustand der ersten Batteriezelle in die Endregion SH über.

[0063] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das vorstehend ausführlich beschrieben wurde, kann der SOC der ersten und zweiten Batteriezellen individuell berechnet werden.

<Drittes Ausführungsbeispiel>

[0064] Ein drittes Ausführungsbeispiel wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf den Unterschieden zum ersten Ausführungsbeispiel liegt. **Fig. 10** zeigt ein Flussdiagramm des SOC-Berechnungsprozesses gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel. Dieser Prozess wird von dem Mikrocomputer 70 wiederholt in einem vorbestimmten Steuerungszyklus durchgeführt, wenn bestimmt wird, dass sich der Zustand der Batteriezelle 12 beispielsweise in der Plateau-Region SL befindet.

[0065] In Schritt S30 werden eine erste erfasste Spannung $V_{1d}(t)$ und eine zweite erfasste Spannung $V_{2d}(t)$ bezogen.

[0066] In Schritt S31 wird eine Spannungsdifferenz $\Delta V_d(t)$ im aktuellen Steuerungszyklus berechnet, indem die zweite erfasste Spannung $V_{2d}(t)$, die im aktuellen Steuerungszyklus erfasst wurde, von der ersten erfassten Spannung $V_{1d}(t)$, die im aktuellen Steuerungszyklus bezogen wurde, subtrahiert wird.

[0067] In Schritt S32 wird ein Betrag der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d berechnet, indem die im vorherigen Steuerungszyklus berechnete Spannungsdifferenz $\Delta V_d(t-1)$ von der im aktuellen Steuerungszyklus berechneten Spannungsdifferenz $\Delta V_d(t)$ subtrahiert wird.

[0068] In Schritt S33 wird bestimmt, ob der Betrag der Spannungszeitänderung ΔA_d den Wert 0 überschritten hat.

[0069] Wenn in Schritt S33 eine positive Bestimmung erfolgt, fährt der Prozess mit Schritt S34 fort, und der SOC der ersten Batteriezelle und der zwei-

ten Batteriezelle wird als ein bestimmter Wert S_a berechnet. In Schritt S34 kann anstelle des SOC die verbleibende Kapazität der ersten und der zweiten Batteriezelle berechnet werden.

[0070] In den **Fig. 11A bis 11C** wird der Prozess der SOC-Berechnung beschrieben. **Fig. 11A** und **11B** entsprechen den vorangegangenen **Fig. 5A** bzw. **5B**, und **Fig. 11C** zeigt den Übergang des Betrags der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d . In dem in den **Fig. 11A bis 11C** gezeigten Beispiel wird die zusammengesetzte Batterie 10 durch das externe Ladegerät 200 (mit konstantem Strom oder konstanter Spannung) aufgeladen.

[0071] Zum Zeitpunkt t_1 geht der Zustand der ersten Batteriezelle von der Endregion SH in die Plateau-Region SL über, und zum Zeitpunkt t_2 geht der Zustand der zweiten Batteriezelle von der Endregion SH in die Plateau-Region SL über. Nach dem Zeitpunkt t_2 , da die erste und die zweite erfasste Spannung V_{1d} und V_{2d} gleich werden, wird die Spannungsdifferenz ΔV_d zu einem Wert nahe 0, und der Betrag der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d wird 0 oder ein positiver Wert nahe 0.

[0072] Dann, zum Zeitpunkt t_3 , geht der Zustand der ersten Batteriezelle in die spezifische Region SB über, und vom Zeitpunkt t_3 bis zum Zeitpunkt t_5 steigt die Rate des Anstiegs der ersten erfassten Spannung V_{1d} vorübergehend an. Infolgedessen steigt der Betrag der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d in den positiven Bereich.

[0073] Dann, von Zeitpunkt t_4 bis Zeitpunkt t_5 , wird der Betrag der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d 0 oder ein positiver Wert nahe 0. Zum Zeitpunkt t_5 geht der Zustand der zweiten Batterie-Zelle in die spezifische Region SB über, und von Zeitpunkt t_5 bis Zeitpunkt t_6 nimmt die Anstiegsrate der zweiten erfassten Spannung V_{2d} vorübergehend zu. Infolgedessen ändert sich der Betrag der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d stark zum Negativen hin. Dementsprechend bestimmt der Mikrocomputer 70 zum Zeitpunkt t_5 , dass der Betrag der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d den Wert 0 überschritten hat. Daher berechnet der Mikrocomputer 70 den SOC der ersten und zweiten Batteriezelle als einen bestimmten Wert S_a .

[0074] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das vorstehend beschrieben ist, können die gleichen Wirkungen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel erzielt werden.

<Modifikation des dritten Ausführungsbeispiels>

[0075] - Unter Bezugnahme auf **Fig. 11** kann der Mikrocomputer 70 beispielsweise den SOC der ersten und der zweiten Batteriezelle als einen bestimm-

ten Wert S_a zum Zeitpunkt t_4 berechnen, zu dem der Betrag der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d stark auf einen Wert nahe 0 abnimmt.

[0076] - Anstelle des Betrags der Spannungs-Zeit-Änderung ΔA_d können auch die folgenden Parameter (A) und (B) verwendet werden.

$$(\Delta V_d(t_m) - \Delta V_d(t_m - 1)) / \Delta C_a \quad (A)$$

[0077] ΔC_a gibt den Betrag der Kapazitätsänderung [Ah] der Batteriezelle während einer bestimmten Zeitspanne von t_{m-1} bis zum Zeitpunkt t_m an. Die angegebene Zeitspanne kann z.B. ein einzelner Steuerungszyklus des Mikrocomputers 70 oder eine Zeitspanne sein, die länger als ein einzelner Steuerungszyklus ist. Die festgelegte Zeitspanne kann z.B. als eine Zeitspanne festgelegt werden, die erforderlich ist, damit der Betrag der Kapazitätsänderung ΔC_a zu einem vorbestimmten Betrag der Kapazitätsänderung wird. $\Delta V_d(t_{m-1})$ ist ein Wert, der sich aus der Subtraktion der zweiten erfassten Spannung V_{2d} , die zum Zeitpunkt t_{m-1} erfasst wurde, von der ersten erfassten Spannung V_{1d} , die zum Zeitpunkt t_{m-1} bezogen wurde, ergibt. $\Delta V_d(t_m)$ ist ein Wert, der sich aus der Subtraktion der zweiten erfassten Spannung V_{2d} , die zum Zeitpunkt t_m erfasst wurde, von der ersten erfassten Spannung V_{1d} , die zum Zeitpunkt t_m bezogen wurde, ergibt.

$$(\Delta V_d(t_m) - \Delta V_d(t_m - 1)) / \Delta SOC \quad (B)$$

[0078] ΔSOC gibt den Betrag der SOC-Änderung der Batteriezelle während einer bestimmten Zeitspanne von Zeitpunkt t_{m-1} bis Zeitpunkt t_m an. Die angegebene Zeitspanne kann in diesem Fall z.B. als Zeitspanne festgelegt werden, die erforderlich ist, damit der Betrag der SOC-Änderung ΔSOC einen vorbestimmten Betrag der SOC-Änderung erreicht.

<Viertes Ausführungsbeispiel>

[0079] Im Folgenden wird ein viertes Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf den Unterschieden zum ersten Ausführungsbeispiel liegt. In diesem Ausführungsbeispiel wird anstelle des SOC eine Differenz der verbleibenden Kapazität der ersten und zweiten Batteriezelle berechnet. **Fig. 12** zeigt ein Flussdiagramm eines Prozesses zur Berechnung der Differenz der verbleibenden Kapazität. Dieser Prozess wird von dem Mikrocomputer 70 wiederholt in einem vorbestimmten Steuerungszyklus durchgeführt, wenn bestimmt wird, dass sich der Zustand der Batteriezelle 12 beispielsweise in der Plateau-Region SL befindet.

[0080] In Schritt S40 werden eine erste erfasste Spannung V_{1d} und eine zweite erfasste Spannung V_{2d} bezogen. In Schritt S41 wird eine Spannungsdif-

ferenz ΔV_d durch Subtraktion der zweiten erfassten Spannung V_{2d} von der ersten erfassten Spannung V_{1d} berechnet.

[0081] In Schritt S42 wird bestimmt, ob ein Bestimmungs-Flag F_{jde} 0 ist. Wenn in Schritt S42 bestimmt wird, dass das Bestimmungs-Flag F_{jde} 0 ist, fährt der Prozess mit Schritt S43 fort, und es wird bestimmt, ob die berechnete Spannungsdifferenz ΔV_d einen ersten Bestimmungswert V_{jde1} überschreitet. Wird dies in Schritt S43 bejaht, d.h. es wird bestimmt, dass sich die Spannungsdifferenz ΔV_d in positiver Richtung verändert hat und den ersten Bestimmungswert V_{jde1} überschritten hat, fährt der Prozess mit Schritt S44 fort und beginnt mit der Berechnung eines über die Zeit integrierten Wertes des vom Stromsensor 40 erfassten Ladestroms. Nach Abschluss der Verarbeitung in Schritt S44 geht der Prozess zu Schritt S45 über, und das Bestimmungs-Flag F_{jde} wird auf 1 gesetzt. Dann geht der Prozess zu Schritt S46 über.

[0082] In Schritt S46 wird bestimmt, ob die erste Bedingung, dass das Bestimmungs-Flag F_{jde} 1 ist, und die zweite Bedingung, dass die berechnete Spannungsdifferenz ΔV_d unter dem zweiten Bestimmungswert V_{jde2} liegt, erfüllt sind. Mit anderen Worten, die zweite Bedingung ist eine Bedingung, dass sich die Spannungsdifferenz ΔV_d in negativer Richtung verändert hat und den zweiten Bestimmungswert V_{jde2} überschritten hat.

[0083] Wenn in Schritt S46 eine positive Bestimmung erfolgt, fährt der Prozess mit Schritt S47 fort, in dem das Bestimmungs-Flag F_{jde} auf 0 gesetzt und der in Schritt S44 gestartete aktuelle Integrationsprozess beendet wird. In Schritt S47 wird der im Prozess der Stromintegration berechnete über die Zeit integrierte Wert des Ladestroms als Differenz der verbleibenden Kapazität zwischen der ersten und der zweiten Batteriezelle berechnet. Ferner kann auf der Grundlage der Differenz der verbleibenden Kapazität eine Differenz des SOC zwischen der ersten und der zweiten Batteriezelle berechnet werden.

[0084] Unter Bezugnahme auf die **Fig. 13A** bis **13E** wird ein Prozess zur Berechnung einer Differenz der verbleibenden Kapazität beschrieben. Die **Fig. 13A** und **13B** entsprechen den vorangehenden **Fig. 5A** bzw. **5B**. **Fig. 13C** zeigt den Übergang des Bestimmungs-Flags F_{jde} , **Fig. 13D** zeigt den Übergang des über die Zeit integrierten Werts des Ladestroms, und **Fig. 13E** zeigt den Übergang der Differenz der verbleibenden Kapazität zwischen der ersten und der zweiten Batteriezelle. In dem in den **Fig. 13A** bis **13E** gezeigten Beispiel wird die zusammengesetzte Batterie 10 durch das externe Ladegerät 200 (mit einem konstanten Strom oder einer konstanten Spannung) aufgeladen.

[0085] Zum Zeitpunkt t1 geht der Zustand der ersten Batteriezelle von der Endregion SH in die Plateau-Region SL über, und zum Zeitpunkt t2 geht der Zustand der zweiten Batteriezelle von der Endregion SH in die Plateau-Region SL über.

[0086] Dann, zum Zeitpunkt t3, geht der Zustand der ersten Batteriezelle in die spezifische Region SB über, und vom Zeitpunkt t3 bis zum Zeitpunkt t5 nimmt die Anstiegsrate der ersten erfassten Spannung V1d vorübergehend zu. Zum Zeitpunkt t4 bestimmt der Mikrocomputer 70, dass die Spannungsdifferenz ΔVd den ersten Bestimmungswert Vjde1 überschreitet. Daher wird das Bestimmungs-Flag Fjde auf 1 gesetzt und der Prozess der Integration des Ladestroms gestartet.

[0087] Zum Zeitpunkt t6 geht der Zustand der zweiten Batteriezelle in die spezifische Region SB über, und vom Zeitpunkt t6 bis zum Zeitpunkt t8 nimmt die Anstiegsrate der zweiten erfassten Spannung V2d vorübergehend zu. Infolgedessen bestimmt der Mikrocomputer 70 zum Zeitpunkt t7, dass die Spannungsdifferenz ΔVd unter den zweiten Bestimmungswert Vjde2 gefallen ist.

[0088] Daher wird das Bestimmungs-Flag Fjde auf 0 gesetzt und der Prozess der Integration des Ladestroms beendet. Dann wird der Wert des Ladestroms, der vom Zeitpunkt t4 bis zum Zeitpunkt t7 akkumuliert wurde, als Differenz der verbleibenden Kapazität zwischen der ersten und der zweiten Batteriezelle berechnet.

[0089] Wenn der Mikrocomputer 70 bestimmt, dass die berechnete Differenz der verbleibenden Kapazität größer oder gleich einer vorbestimmten Kapazität ist, kann er außerdem bestimmen, dass mindestens eine der ersten und zweiten Batteriezellen eine Fehlfunktion aufweist. Darüber hinaus kann der Mikrocomputer 70 auf der Grundlage der berechneten Differenz der verbleibenden Kapazität den Entladungsgrad der Batteriezellen im Ausgleichsprozess bestimmen.

<Fünftes Ausführungsbeispiel>

[0090] Ein fünftes Ausführungsbeispiel wird im Folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf den Unterschieden zum ersten Ausführungsbeispiel liegt. In diesem Ausführungsbeispiel wird, wenn die Differenz im SOC zwischen der ersten und der zweiten Batteriezelle gering ist, ein Prozess zur Vergrößerung der Differenz vor dem SOC-Berechnungsprozess durchgeführt, wie in **Fig. 14** gezeigt. In **Fig. 14** sind die gleichen Prozesse wie in der vorangehenden **Fig. 4** der Einfachheit halber mit den gleichen Referenznummern angegeben.

[0091] In Schritt S14 wird bestimmt, ob ein Ladestart-Flag Fchr 0 ist. Das Ladestart-Flag Fchr gibt an, dass der Ladevorgang der zusammengesetzten Batterie 10 noch nicht begonnen hat, wenn es 0 ist, und gibt an, dass der Ladevorgang begonnen wurde, wenn es 1 ist. Wenn in Schritt S14 bestimmt wird, dass das Ladestart-Flag Fchr 1 ist, fährt der Prozess mit Schritt S10 fort.

[0092] Wird dagegen in Schritt S14 bestimmt, dass das Ladestart-Flag Fchr 0 ist, geht der Prozess zu Schritt S15 über, und es wird bestimmt, ob der Absolutwert der Differenz zwischen dem SOC der ersten Batteriezelle (im Folgenden SOC1) und dem SOC der zweiten Batteriezelle (im Folgenden SOC2) größer ist als ein Schwellenwert Sth. Wird in Schritt S15 eine positive Bestimmung vorgenommen, fährt der Prozess mit Schritt S16 fort, in dem das Ladestart-Flag für den Fchr auf 1 gesetzt und der Ladevorgang der zusammengesetzten Batterie 10 durch das externe Ladegerät 200 gestartet wird. In diesem Ausführungsbeispiel entsprechen SOC1 und SOC2 den „Speichermengenparametern“. Die Speichermengenparameter sind nicht auf SOC1 und SOC2 beschränkt, sondern können beispielsweise die ersten und zweiten erfassten Spannungen V1d und V2d oder die verbleibenden Kapazitäten der ersten und zweiten Batteriezellen sein.

[0093] Wird hingegen in Schritt S15 eine negative Bestimmung vorgenommen, geht der Prozess zu Schritt S17 über, und es wird ein Entladevorgang durchgeführt, bei dem entweder die erste oder die zweite Batteriezelle entladen wird. In diesem Ausführungsbeispiel wird die zweite Batteriezelle entladen. Für diese Entladung kann die Ausgleichsschaltungseinheit 64 verwendet werden. Diese Entladung wird fortgesetzt, bis in Schritt S15 eine positive Entscheidung getroffen wird.

[0094] Anhand der **Fig. 15A** bis **15D** wird der vorstehend beschriebene Prozess näher erläutert. **Fig. 15A** zeigt den Übergang von SOC1 und SOC2, **Fig. 15B** zeigt, ob der Entladevorgang der zweiten Batteriezelle durchgeführt wird. **Fig. 15C** und **15D** entsprechen den vorangehenden **Fig. 5A** bzw. **5B**.

[0095] Zum Zeitpunkt t1 bestimmt der Mikrocomputer 70, dass der Absolutwert der Differenz zwischen SOC1 und SOC2 kleiner als oder gleich dem Schwellenwert Sth ist. Daher führt der Mikrocomputer 70 den Entladevorgang bis zum Zeitpunkt t2 durch, zu dem bestimmt wird, dass der Absolutwert den Schwellenwert Sth überschritten hat. Dann wird der Ladevorgang der zusammengesetzten Batterie 10 gestartet und ein Prozess zum Abschätzen des SOC durchgeführt. Zum Zeitpunkt t3 bestimmt der Mikrocomputer 70, dass die Spannungsdifferenz ΔVd den Bestimmungswert Vjde überschritten hat,

und berechnet den SOC der ersten Batteriezelle als einen bestimmten Wert Sa.

[0096] Wenn die Differenz zwischen SOC1 und SOC2 klein ist, ist die im Prozess der SOC-Berechnung berechnete Spannungsdifferenz ΔV_d klein, was die Genauigkeit der SOC-Berechnung verringern kann. Daher wird in diesem Ausführungsbeispiel vor dem SOC-Berechnungsprozess ein Entladeprozess durchgeführt. Dadurch kann der SOC-Berechnungsprozess mit einer größeren Differenz zwischen SOC1 und SOC2 gestartet werden, was eine Verringerung der Genauigkeit der SOC-Berechnung verhindert.

[0097] Der Entladeprozess zur Vergrößerung der Differenz zwischen SOC1 und SOC2 muss nicht unbedingt vor dem Laden der zusammengesetzten Batterie 10 durchgeführt werden. Beispielsweise kann der Mikrocomputer 70 den absoluten Wert der Differenz zwischen SOC1 und SOC2 jedes Mal während des Ladens der zusammengesetzten Batterie 10 berechnen, und wenn bestimmt wird, dass der berechnete absolute Wert kleiner oder gleich dem Schwellenwert Sth geworden ist, kann der Mikrocomputer 70 den Prozess von Schritt S17 während des Ladens der zusammengesetzten Batterie 10 durchführen.

<Modifikationen des fünften Ausführungsbeispiels>

[0098] - Der vorstehende Schwellenwert Sth wird als erster Schwellenwert Sth1 festgelegt, und ein Wert, der größer als der erste Schwellenwert Sth1 ist, wird als zweiter Schwellenwert Sth2 festgelegt. In diesem Fall kann der Mikrocomputer 70 den Entladeprozess für eine Zeitspanne von dem Zeitpunkt, zu dem der Absolutwert der Differenz zwischen SOC1 und SOC2 als kleiner oder gleich dem ersten Schwellenwert Sth1 bestimmt wird, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der vorstehende Absolutwert als größer oder gleich dem zweiten Schwellenwert Sth2 bestimmt wird, durchführen.

[0099] - Der Entladeprozess von Schritt S17 in Fig. 14 kann in einen Ladeprozess geändert werden, der entweder die erste oder die zweite Batteriezelle für eine Zeitspanne von dem Zeitpunkt, an dem eine negative Bestimmung in Schritt S15 erfolgt, bis zu dem Zeitpunkt, an dem eine positive Bestimmung in Schritt S15 erfolgt, auflädt.

[0100] Außerdem kann eine der ersten und zweiten Batteriezellen entladen und die andere geladen werden, um den Unterschied im SOC zwischen der ersten und zweiten Batteriezelle zu vergrößern.

<Sechstes Ausführungsbeispiel>

[0101] Im Folgenden wird ein sechstes Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, wobei der Schwerpunkt auf den Unterschieden zum ersten Ausführungsbeispiel liegt. In diesem Ausführungsbeispiel wird anstelle der Klemmenspannung der Batteriezelle eine Impedanz der Batterie als Batterieparameter verwendet. Der Grund für die Verwendung der Impedanz wird weiter unten beschrieben.

[0102] In einer Batterie ändert sich die Reaktionswärme WR in dem Maße, wie sich die verbleibende Kapazität durch die Erregung ändert. Die Reaktionswärme WR erhält man durch Subtraktion der Joule'schen Wärme WJ aufgrund der Impedanzkomponente der Batterie von der Wärmemenge WB der Batterie aufgrund der Erregung, wie in der folgenden Formel (1) dargestellt. Die Reaktionswärme WR wird durch die Temperatur TM der Batterie, den Lade- und Entladestrom IS und die Spannungsänderung ΔOCV ausgedrückt, die der Änderung der Leerlaufspannung OCV pro Temperatureinheit entspricht, wie in der folgenden Formel (2) dargestellt.

$$WB = WJ + WR \quad (1)$$

$$WR = TM \times IS \times \Delta OCV \quad (2)$$

[0103] Gemäß Formel (2) ist die Menge der Reaktionswärme WR proportional zur Menge der Spannungsänderung ΔOCV . Der Betrag der Spannungsänderung ΔOCV hat einen Wert für jede Batteriekapazität, und in einigen Speicherbatterien ändert sich der Betrag der Spannungsänderung ΔOCV , wenn sich die Kapazität ändert. In solchen Batterien ändert sich bei einer Änderung der Kapazität auch die Menge der Reaktionswärme WR und damit die Temperatur TM. Darüber hinaus besteht in Batterien eine Korrelation zwischen der Temperatur TM und der Impedanz. Wenn sich also die Temperatur TM der Batterie ändert, ändert sich auch die Impedanz der Batterie.

[0104] Fig. 16 zeigt die Beziehung zwischen der verbleibenden Kapazität der Batteriezelle 12 und dem Betrag der Spannungsänderung ΔOCV gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel. Wie in Fig. 16 gezeigt, hat die Batteriezelle 12 eine spezifische Kapazitätsregion von einer ersten Kapazität QA bis zu einer zweiten Kapazität QB, und die spezifische Kapazitätsregion ist in der Plateau-Region SL umfasst. Wenn die verbleibende Kapazität die erste Kapazität QA von einer Seite mit niedriger Kapazität aus durchquert, steigt der Betrag der Spannungsänderung ΔOCV steil an, und wenn die verbleibende Kapazität die zweite Kapazität QB von einer Seite mit niedriger Kapazität aus durchquert, sinkt der Betrag der Spannungsänderung ΔOCV steil ab. Da

der Betrag der Spannungsänderung ΔOCV bei der ersten und zweiten Kapazität QA und QB steil ansteigt, ändert sich die Tendenz des Impedanzübergangs der Batteriezelle 12 während der Erregung, wenn sie die erste und zweite Kapazität QA und QB durchquert. **Fig. 17** zeigt den Prozess der SOC-Berechnung, der sich auf diesen Punkt konzentriert. Dieser Prozess wird von dem Mikrocomputer 70 in einem vorbestimmten Steuerungszyklus wiederholt durchgeführt, wenn bestimmt wird, dass sich der Zustand der Batteriezelle 12 beispielsweise in der Plateau-Region SL befindet.

[0105] In Schritt S50 werden eine Impedanz Z1 der ersten Batteriezelle und eine Impedanz Z2 der zweiten Batteriezelle berechnet. Am Beispiel der ersten Batteriezelle wird eine Impedanz Z1 der ersten Batteriezelle berechnet, indem der Betrag der Änderung $\Delta V1$ der ersten erfassten Spannung V1d, wenn sich der durch die erste Batteriezelle fließende Ladestrom während des Ladens der zusammengesetzten Batterie 10 ändert, durch den Betrag der Änderung ΔIS des Ladestroms dividiert wird.

[0106] In Schritt S51 wird eine Impedanzdifferenz ΔZ berechnet, indem die Impedanz Z1 der ersten Batteriezelle von der Impedanz Z2 der zweiten Batteriezelle subtrahiert wird. Die Impedanzdifferenz ΔZ ist ein Wert, bei dem der Einfluss von Rauschen reduziert wird. In Schritt S52 wird bestimmt, ob die Impedanzdifferenz ΔZ unter dem Bestimmungswert Zjde liegt. Wird dies in Schritt S52 bejaht, fährt der Prozess mit Schritt S53 fort, und der SOC der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle wird als ein bestimmter Wert Sa berechnet. In Schritt S53 kann anstelle des SOC die verbleibende Kapazität der ersten und zweiten Batteriezelle berechnet werden.

[0107] Anhand der **Fig. 18A bis 18B** wird der Prozess der SOC-Berechnung beschrieben. **Fig. 18A** zeigt den Übergang der Impedanzen Z1 und Z2 der ersten und zweiten Batteriezellen, und **Fig. 18B** zeigt den Übergang der Impedanzdifferenz ΔZ . In dem in den **Fig. 18A bis 18B** gezeigten Beispiel wird die zusammengesetzte Batterie 10 durch das externe Ladegerät 200 aufgeladen.

[0108] Wenn sich die Zustände der ersten und der zweiten Batteriezelle in der Plateau-Region SL befinden, ist die Impedanzdifferenz ΔZ bis zum Zeitpunkt t1 im Wesentlichen konstant. Zum Zeitpunkt t1 beginnt die Impedanzdifferenz ΔZ zu sinken, und zum Zeitpunkt t2 bestimmt der Mikrocomputer 70, dass die Impedanzdifferenz ΔZ unter den Bestimmungswert Zjde gefallen ist. Daher berechnet der Mikrocomputer 70 den SOC der ersten und zweiten Batteriezellen als einen bestimmten Wert Sa. Zum Zeitpunkt t3 stoppt der starke Abfall der Impedanz

der zweiten Batteriezelle, und die Impedanzdifferenz ΔZ wird danach im Wesentlichen konstant.

[0109] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das vorstehend beschrieben wurde, können die gleichen Wirkungen wie bei dem ersten Ausführungsbeispiel erzielt werden.

<Weitere Ausführungsbeispiele>

[0110] Hierbei können die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele in folgender Weise modifiziert werden.

[0111] - Unter Bezugnahme auf die **Fig. 18A bis 18B** kann der Mikrocomputer 70 den SOC der ersten Batteriezelle als einen bestimmten Wert Sa zum Zeitpunkt t1 berechnen und den SOC der zweiten Batteriezelle als einen bestimmten Wert Sa zum Zeitpunkt t2 berechnen.

[0112] - In den zweiten bis fünften Ausführungsbeispielen kann die Impedanzdifferenz ΔZ anstelle der Spannungsdifferenz ΔVd verwendet werden.

[0113] - Die in der vorliegenden Offenbarung beschriebene Steuerungseinheit und ihr Verfahren können durch einen dedizierten Computer implementiert werden, der durch einen Prozessor und einen Speicher konfiguriert ist, um eine oder eine Vielzahl von Funktionen bereitzustellen, die durch ein Computerprogramm realisiert werden. Alternativ können die Steuerungseinheit und das in der vorliegenden Offenbarung beschriebene Verfahren durch einen dedizierten Computer implementiert werden, der durch einen Prozessor bereitgestellt wird, der durch eine einzelne dedizierte logische Hardware-Schaltung oder mehr konfiguriert ist. Alternativ können die Steuerungseinheit und das in der vorliegenden Offenbarung beschriebene Verfahren durch einen einzelnen dedizierten Computer oder mehrere implementiert werden, wobei der dedizierte Computer durch eine Kombination aus einem Prozessor, der so programmiert ist, dass er eine oder eine Vielzahl von Funktionen bereitstellt, einem Speicher und einem Prozessor, der durch eine einzelne Hardware-Logikschaltung oder mehrere konfiguriert ist, konfiguriert wird. Darüber hinaus kann das Computerprogramm in einem nicht-übertragbaren materiellen Aufzeichnungsmedium gespeichert sein, das von einem Computer als Anweisungen gelesen werden kann, die von dem Computer ausgeführt werden.

[0114] Obwohl die vorliegende Offenbarung in Übereinstimmung mit den Beispielen beschrieben wurde, sollte sie nicht als auf diese Beispiele oder Strukturen beschränkt verstanden werden. Die vorliegende Offenbarung umfasst verschiedene Modifikationen und gleichwertige Abwandlungen. Darüber hinaus sind verschiedene Kombinationen und Formen

sowie andere Kombinationen und Formen, die nur ein Element, ein oder mehrere Elemente oder ein oder weniger Elemente umfassen, ebenfalls im Rahmen und im Grundgedanken der vorliegenden Offenbarung vorhanden.

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 2021122816 [0001]
- JP 6351852 B [0005]

Patentansprüche

1. Batterieüberwachungsvorrichtung, die auf eine zusammengesetzte Batterie (10) mit einer Vielzahl von in Reihe verbundenen Batteriezellen (12) angewandt wird, wobei die Batteriezellen eine erste Batteriezelle und eine zweite Batteriezelle aufweisen, wobei die Batterieüberwachungsvorrichtung aufweist:

eine Bezugseinheit, die konfiguriert ist, um während eines Ladens oder Entladens der Batteriezellen einen Batterieparameter von jeder der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle zu beziehen, wobei der Batterieparameter von jeder der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle eine Klemmenspannung über der entsprechenden der ersten und zweiten Batteriezellen oder eine Impedanz der entsprechenden der ersten und zweiten Batteriezellen ist; und

eine Zustandsberechnungseinheit, die konfiguriert ist, um eine Differenz (ΔV_d , ΔZ) zwischen dem bezogenen Batterieparameter der ersten Batteriezelle und dem bezogenen Batterieparameter der zweiten Batteriezelle zu berechnen, und die einen Batteriezustand der Batteriezellen auf der Grundlage der berechneten Differenz berechnet.

2. Batterieüberwachungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei

der Batteriezustand der Batteriezellen ein SOC oder eine verbleibende Kapazität der Batteriezellen ist, und

während sich der Zustand der ersten Batteriezelle und der Zustand der zweiten Batteriezelle in einer Plateau-Region befinden, die Zustandsberechnungseinheit konfiguriert ist, um einen SOC oder eine verbleibende Kapazität der Batteriezellen als einen festgelegten Wert (S_a) zu berechnen, wenn bestimmt wird, dass die berechnete Differenz einen Bestimmungswert (V_{jde} , V_{jde1} , V_{jde2} , Z_{jde}) überschritten hat.

3. Batterieüberwachungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei

der Batteriezustand der Batteriezellen ein SOC oder eine verbleibende Kapazität der Batteriezellen ist, und

die Berechnungseinheit konfiguriert ist, um: einen Änderungsbetrag (ΔA_d) der berechneten Differenz zu berechnen, und während sich der Zustand der ersten Batteriezelle und der Zustand der zweiten Batteriezelle in einer Plateau-Region befinden, einen SOC oder eine verbleibende Kapazität der Batteriezellen als einen spezifizierten Wert (S_a) berechnen, wenn der berechnete Änderungsbetrag in der Nähe eines vorbestimmten Wertes liegt.

4. Batterieüberwachungsvorrichtung gemäß Anspruch 1, wobei

der Batteriezustand der Batteriezellen (i) eine Differenz zwischen einem SOC der ersten Batteriezelle und einem SOC der zweiten Batteriezelle oder (ii) eine Differenz zwischen einer verbleibenden Kapazität der ersten Batteriezelle und einer verbleibenden Kapazität der zweiten Batteriezelle ist, und während der Zustand der ersten Batteriezelle und der Zustand der zweiten Batteriezelle sich in einer Plateau-Region befinden, die Zustandsberechnungseinheit konfiguriert ist, um:

einen über die Zeit integrierten Wert eines durch die Batteriezellen fließenden Stroms während einer Zeitspanne von einem Zeitpunkt, zu dem sich die berechnete Differenz in einer ersten Richtung ändert und einen ersten Bestimmungswert (V_{jde1}) überschreitet, bis zu einem Zeitpunkt, zu dem sich die berechnete Differenz in einer zweiten, der ersten Richtung entgegengesetzten Richtung ändert und einen zweiten Bestimmungswert (V_{jde2}) überschreitet, zu berechnen, und

(i) die Differenz zwischen einem SOC der ersten Batteriezelle und einem SOC der zweiten Batteriezelle oder (ii) die Differenz zwischen einer verbleibenden Kapazität der ersten Batteriezelle und einer verbleibenden Kapazität der zweiten Batteriezelle auf der Grundlage des berechneten über die Zeit integrierten Wertes zu berechnen.

5. Batterieüberwachungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Zustandsberechnungseinheit konfiguriert ist, um:

eine Differenz zwischen einem Parameter für die Speichermenge der ersten Batteriezelle und einem Parameter für die Speichermenge der zweiten Batteriezelle, zu berechnen, wobei es sich bei dem Parameter für die Speichermenge um einen SOC, eine verbleibende Kapazität oder eine Klemmenspannung handelt, und

wenn die berechnete Differenz kleiner ist als ein Schwellenwert (S_{th}), die erste Batteriezelle und/oder die zweite Batteriezelle zu entladen oder zu laden, bis die berechnete Differenz größer als der Schwellenwert wird.

6. Batterieüberwachungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die erste Batteriezelle und die zweite Batteriezelle eines der folgenden ersten bis fünften Merkmale aufweisen:

das erste Merkmal ist, dass die Klemmenspannung über eine der ersten und zweiten Batteriezellen die höchste in der Vielzahl von Batteriezellen ist und die Klemmenspannung der anderen der ersten und zweiten Batteriezellen die niedrigste in der Vielzahl von Batteriezellen ist;

das zweite Merkmal ist, dass ein SOC einer der ersten und zweiten Batteriezellen der höchste in der Vielzahl von Batteriezellen ist und ein SOC der anderen der ersten und zweiten Batteriezellen der niedrigste in der Vielzahl von Batteriezellen ist;

das dritte Merkmal ist, dass sich die erste und die

zweite Batteriezelle benachbart zueinander befinden;
das vierte Merkmal ist, dass ein Erfassungszeitpunkt der Klemmenspannung über die erste Batteriezelle nahe an einem Erfassungszeitpunkt der Klemmenspannung über die zweite Batteriezelle liegt; und
das fünfte Merkmal ist, dass die erste und die zweite Batteriezelle einen Temperaturunterschied aufweisen, der kleiner als oder gleich einem vorbestimmten Temperaturunterschied ist.

7. Batterieüberwachungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei eine negative Elektrode jeder der Batteriezellen Graphit enthält.

8. batterieüberwachungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei eine positive Elektrode jeder der Batteriezellen Lithiumeisenphosphat enthält.

9. Programm, das auf ein System angewendet wird, das eine zusammengesetzte Batterie (10) und einen Computer (70) umfasst, wobei die zusammengesetzte Batterie eine Vielzahl von in Reihe verbundenen Batteriezellen (12) aufweist, wobei die Batteriezellen eine erste Batteriezelle und eine zweite Batteriezelle umfassen, wobei das Programm den Computer veranlasst, auszuführen:
während eines Ladens oder Entladens der Batteriezellen, Beziehen eines Batterieparameters von jeder der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle, wobei der Batterieparameter von jeder der ersten Batteriezelle und der zweiten Batteriezelle eine Klemmenspannung über der entsprechenden der ersten und zweiten Batteriezellen oder eine Impedanz der entsprechenden der ersten und zweiten Batteriezellen ist; und
Berechnen einer Differenz (ΔV_d , ΔZ) zwischen dem bezogenen Batterieparameter der ersten Batteriezelle und dem bezogenen Batterieparameter der zweiten Batteriezelle, und Berechnen eines Batteriezustands der Batteriezellen auf der Grundlage der berechneten Differenz.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

FIG.1

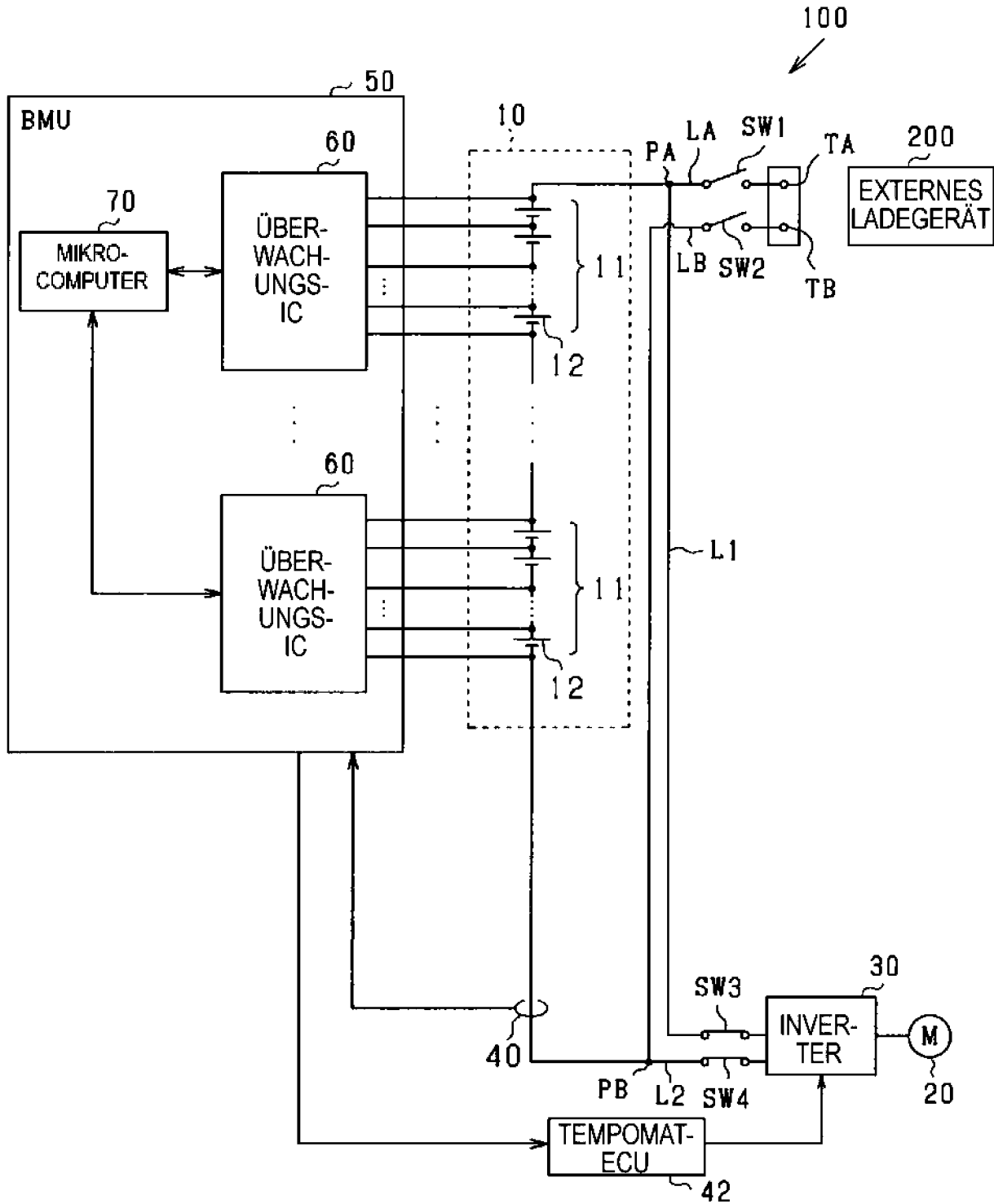


FIG.2

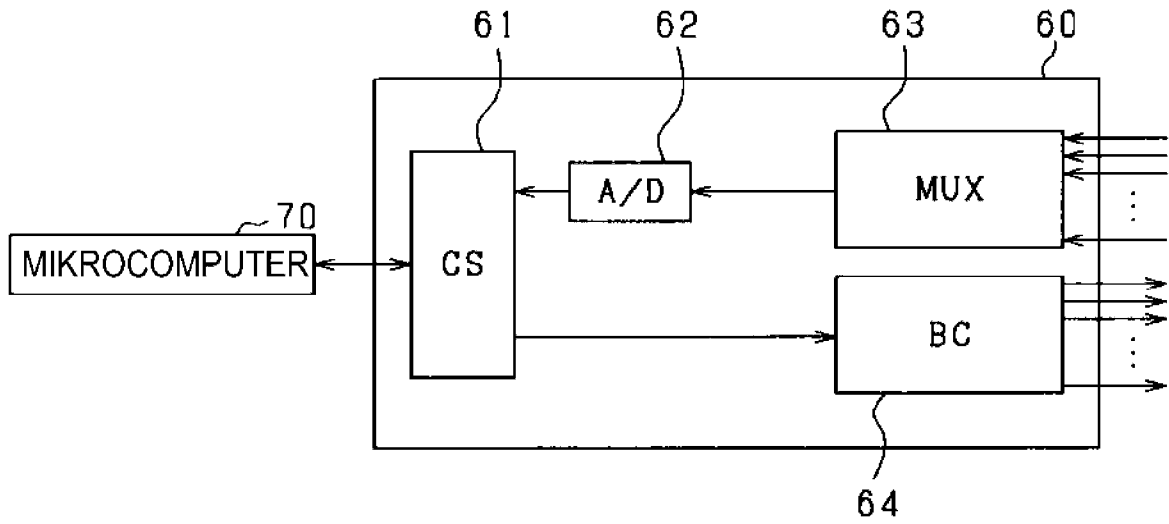


FIG.3

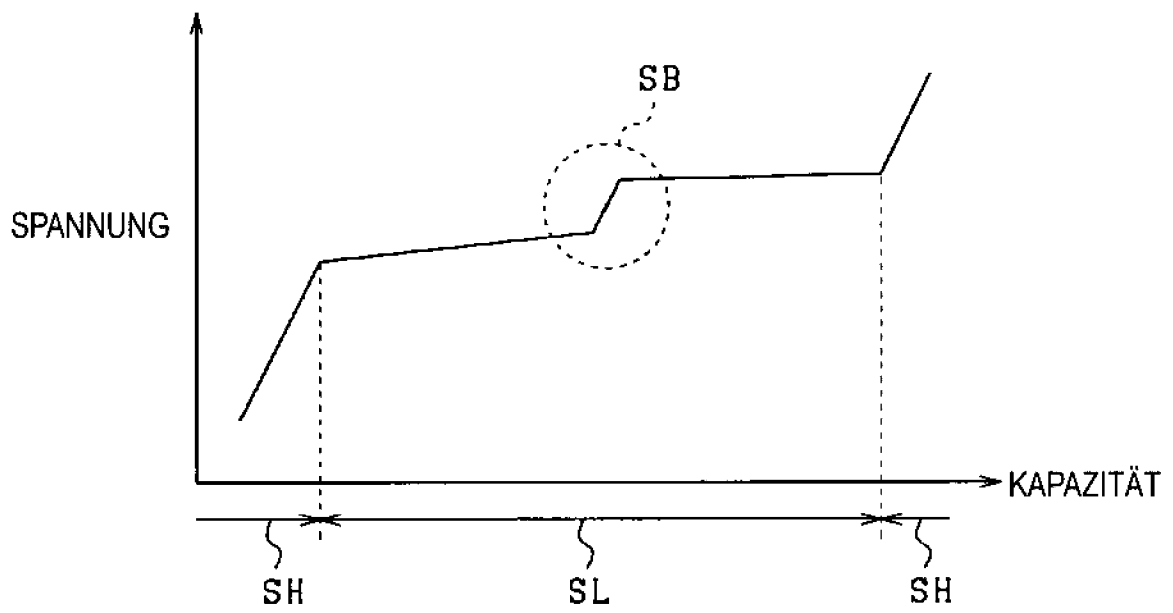


FIG.4

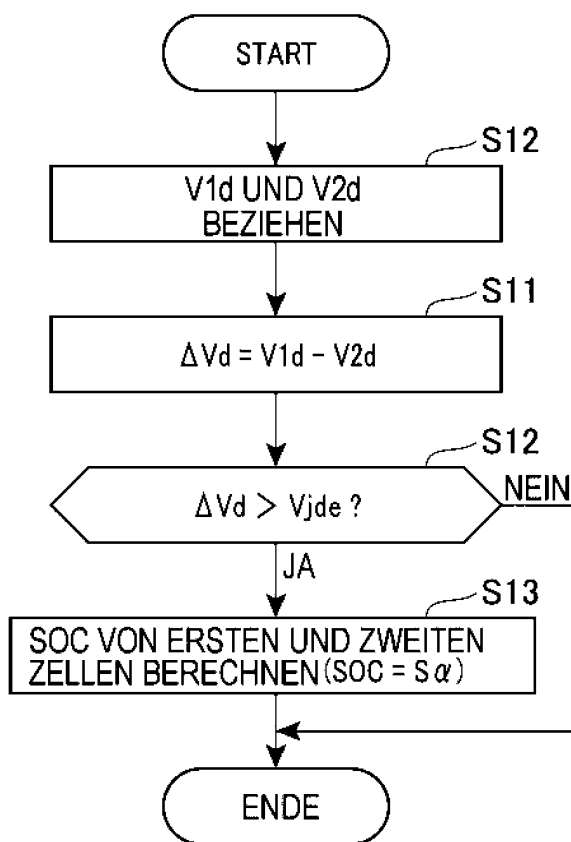


FIG.5A

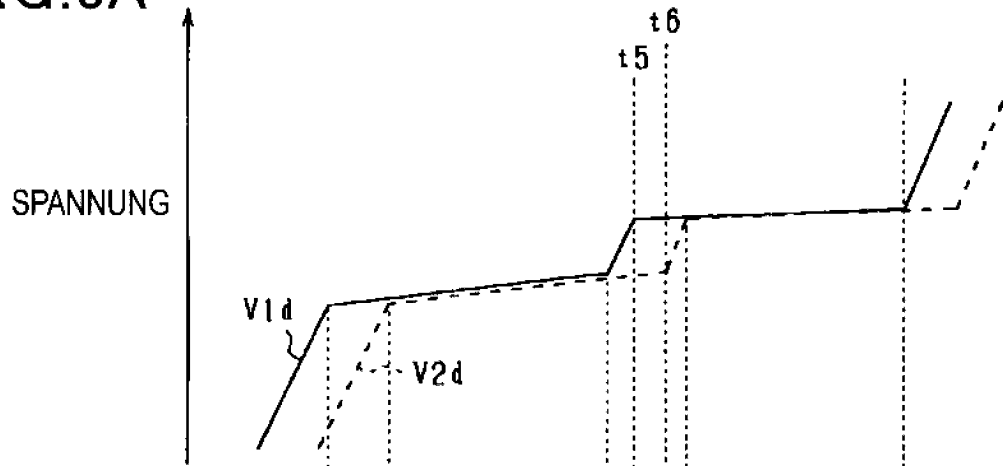


FIG.5B

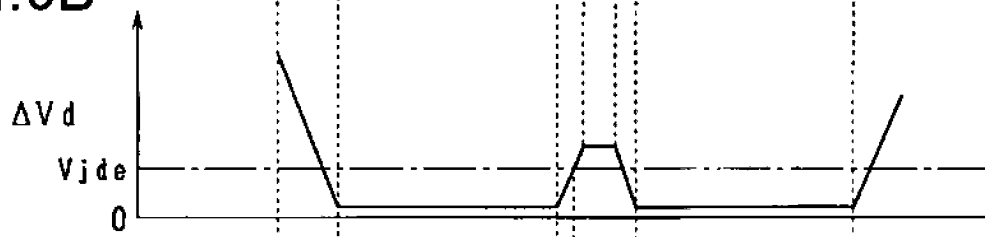


FIG.5C

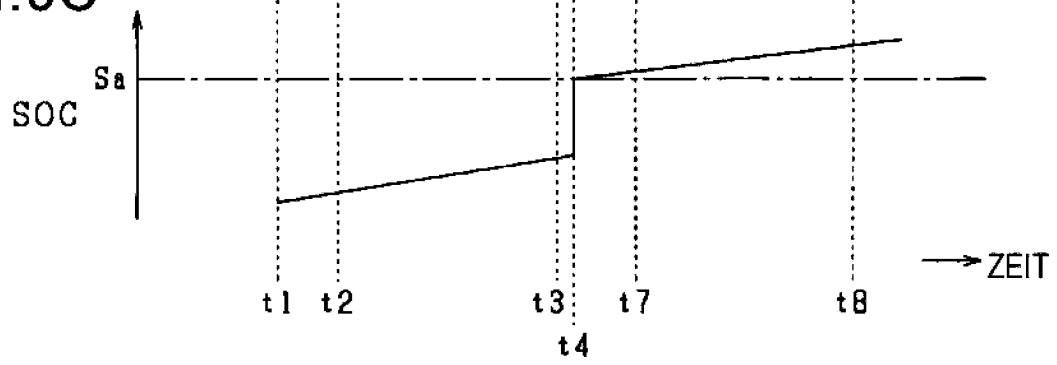


FIG.6

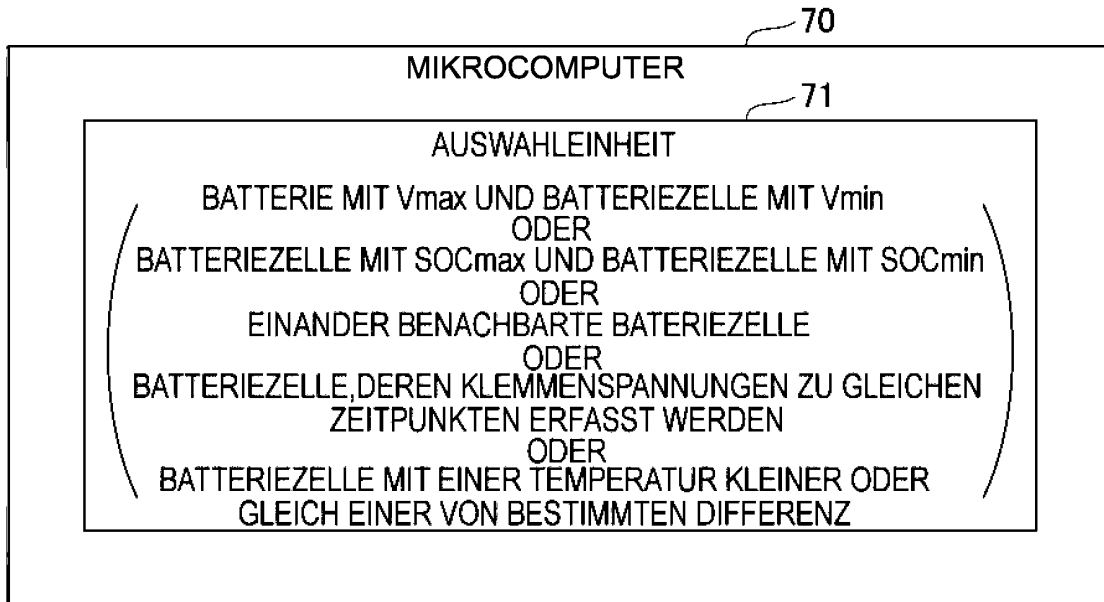


FIG.7

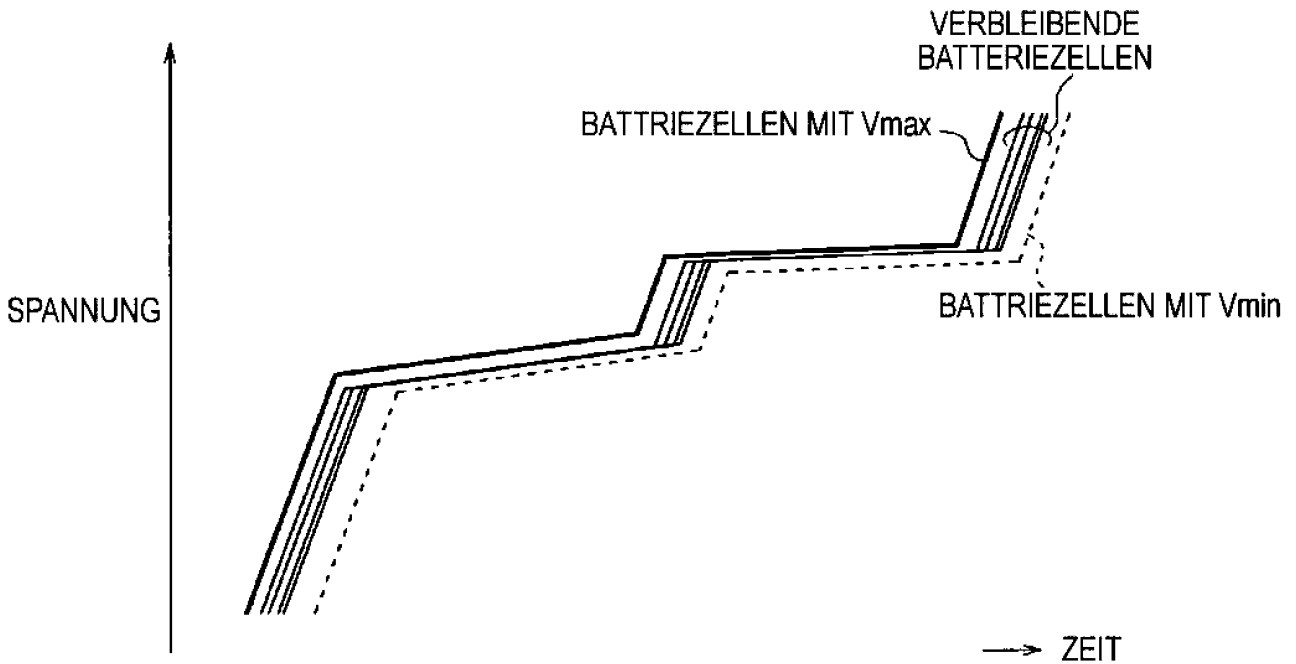


FIG.8

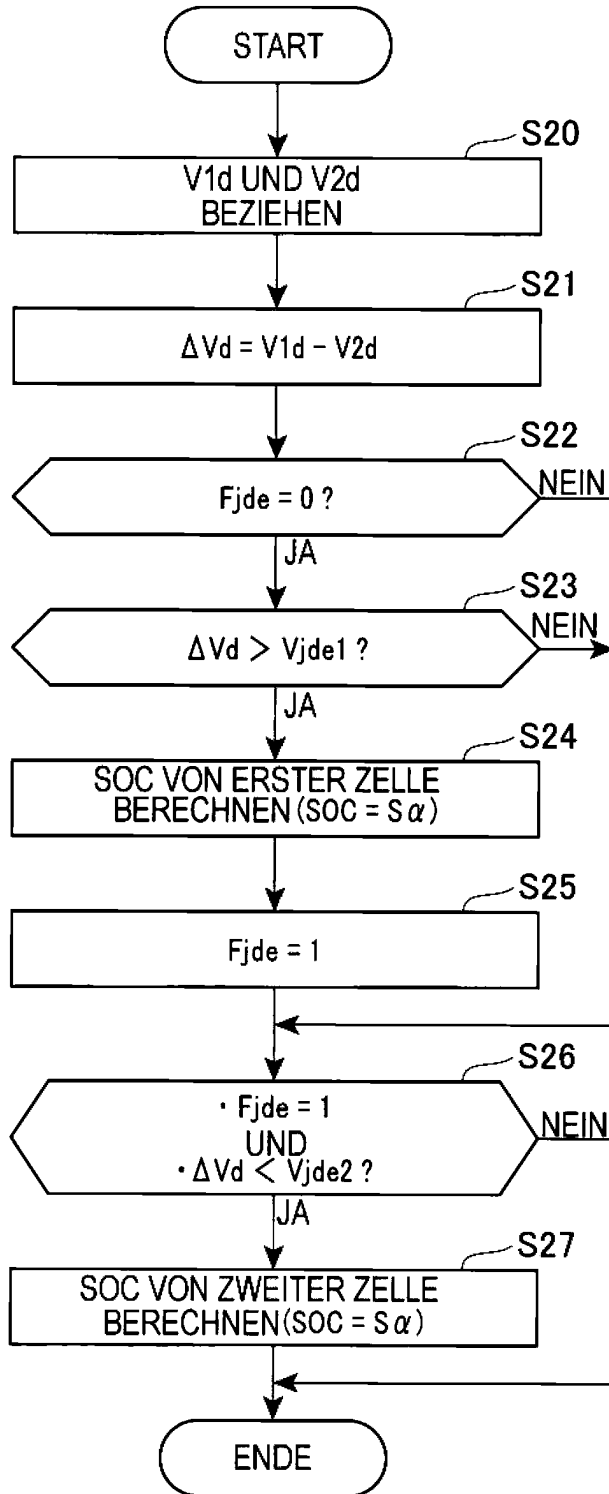


FIG.9A

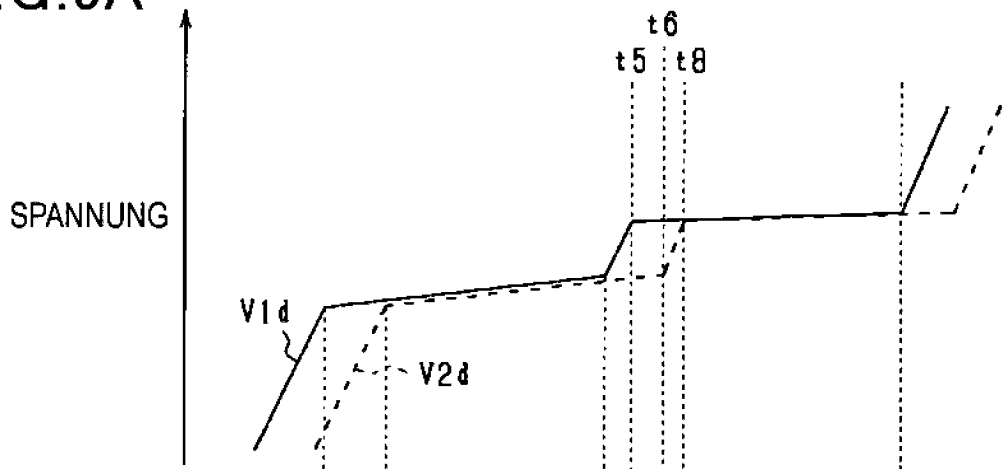


FIG.9B

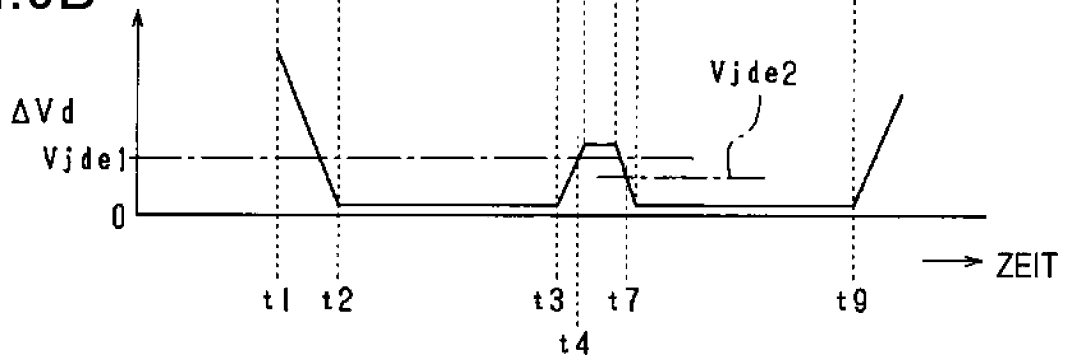


FIG.10

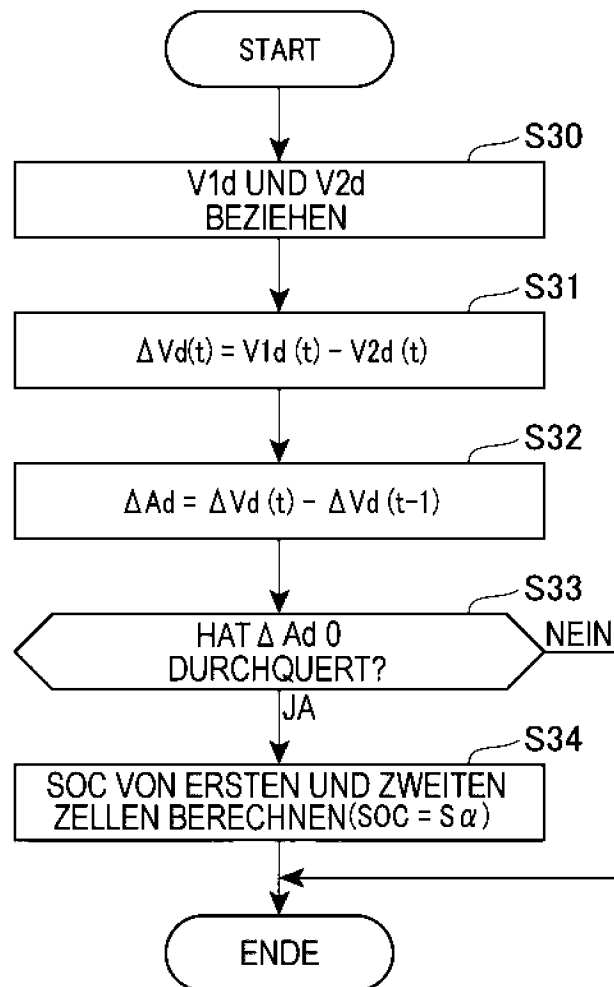


FIG.11A

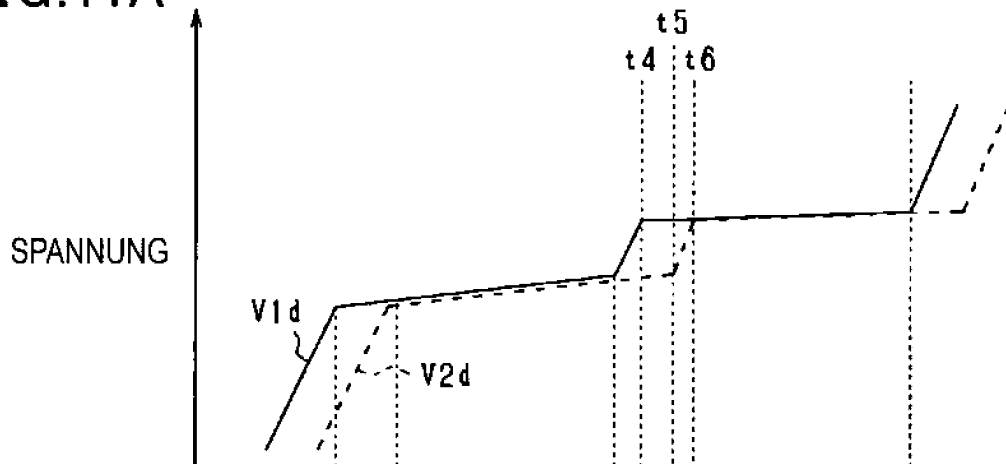


FIG.11B

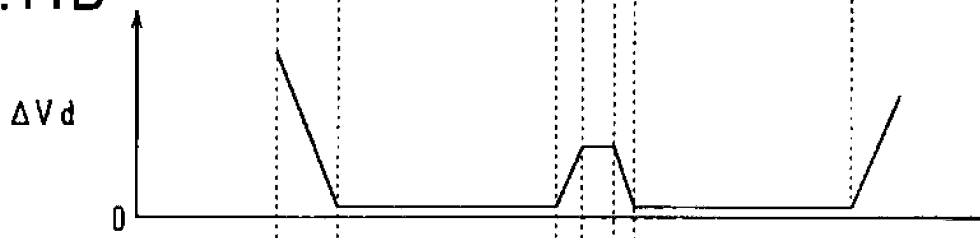


FIG.11C

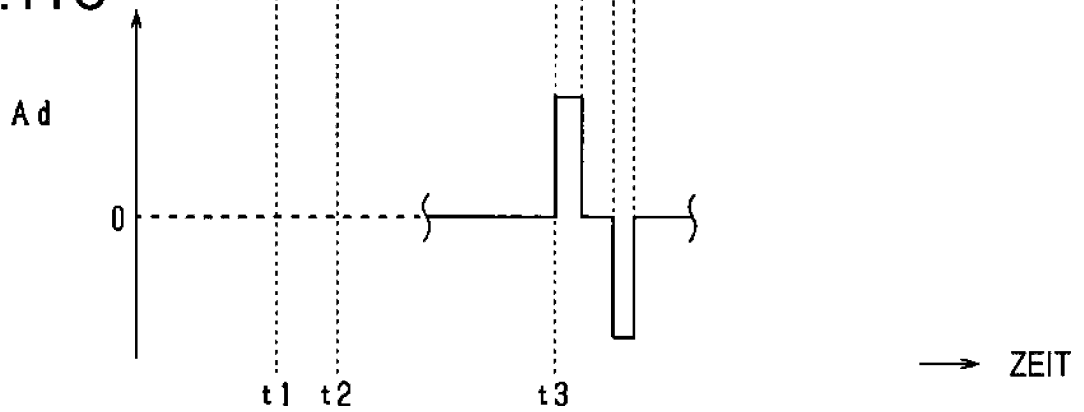


FIG.12

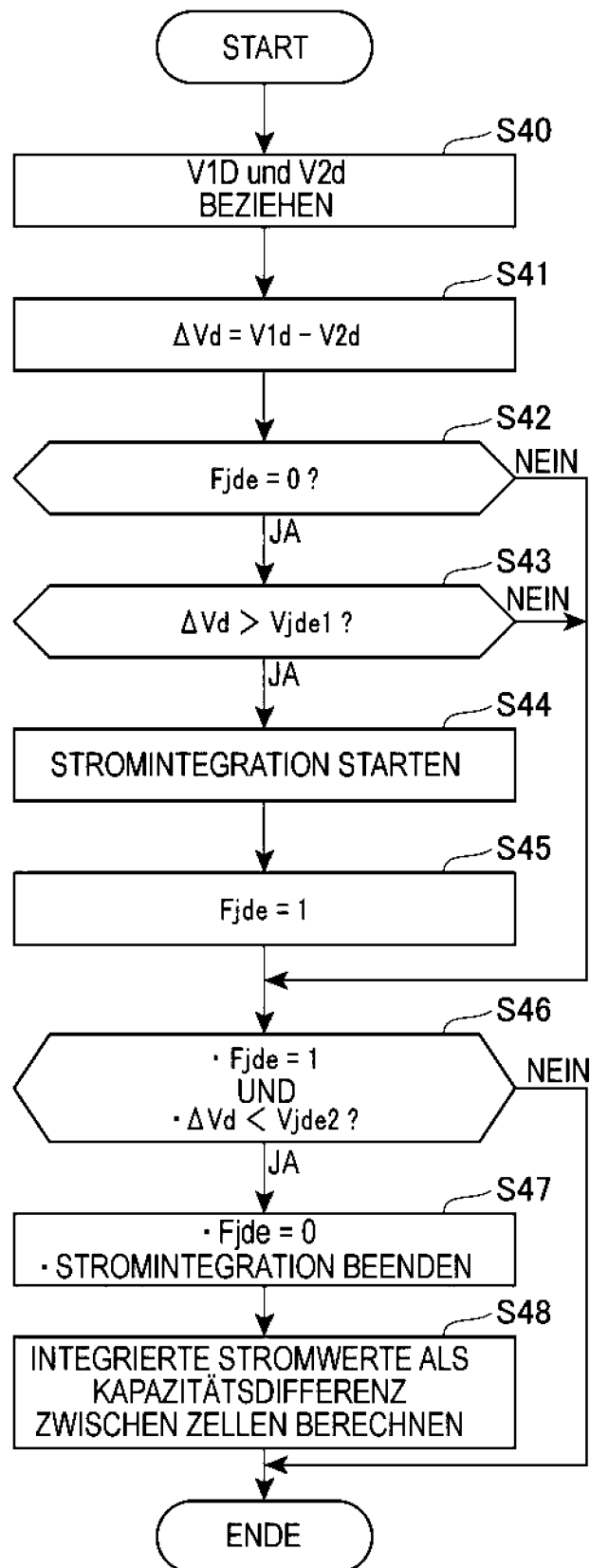


FIG.13A

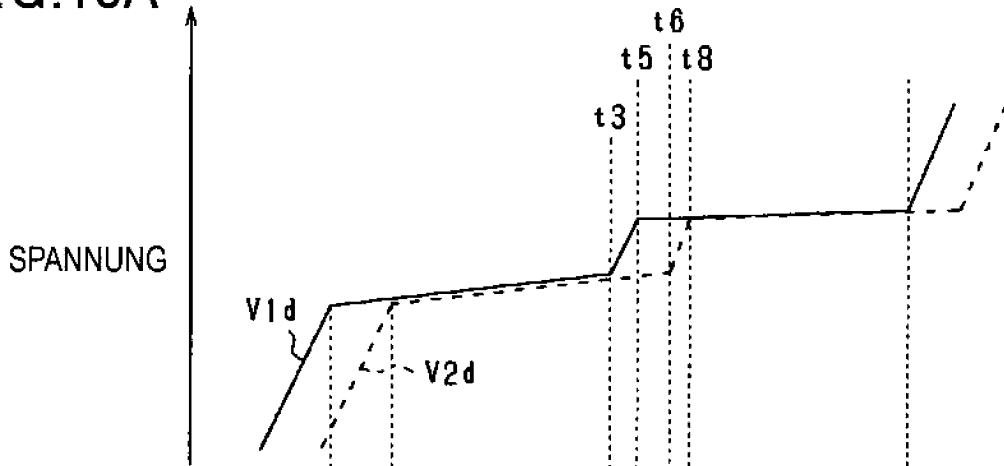


FIG.13B

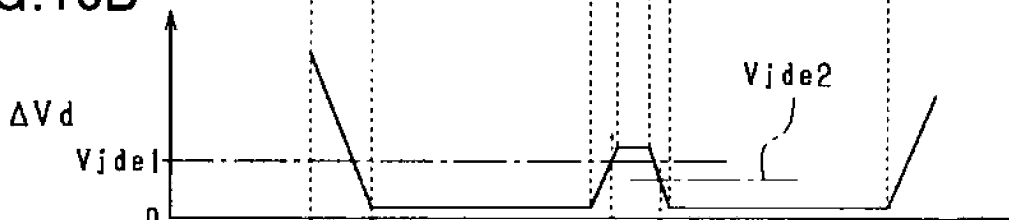


FIG.13C

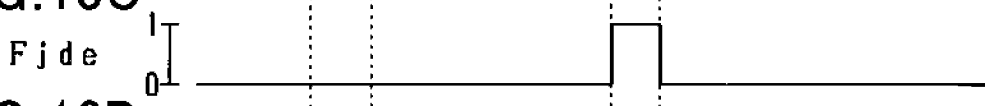


FIG.13D

INTEGRIERTER STROMWERT

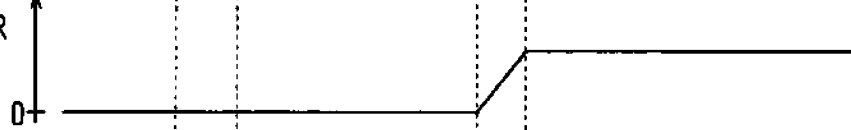
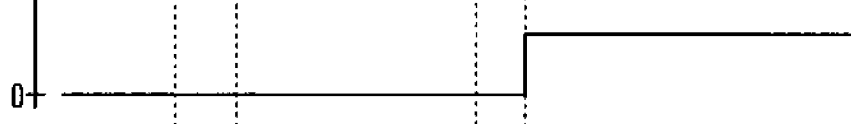


FIG.13E

KAPAZITÄTS-DIFFERENZ



→ ZEIT

FIG.14

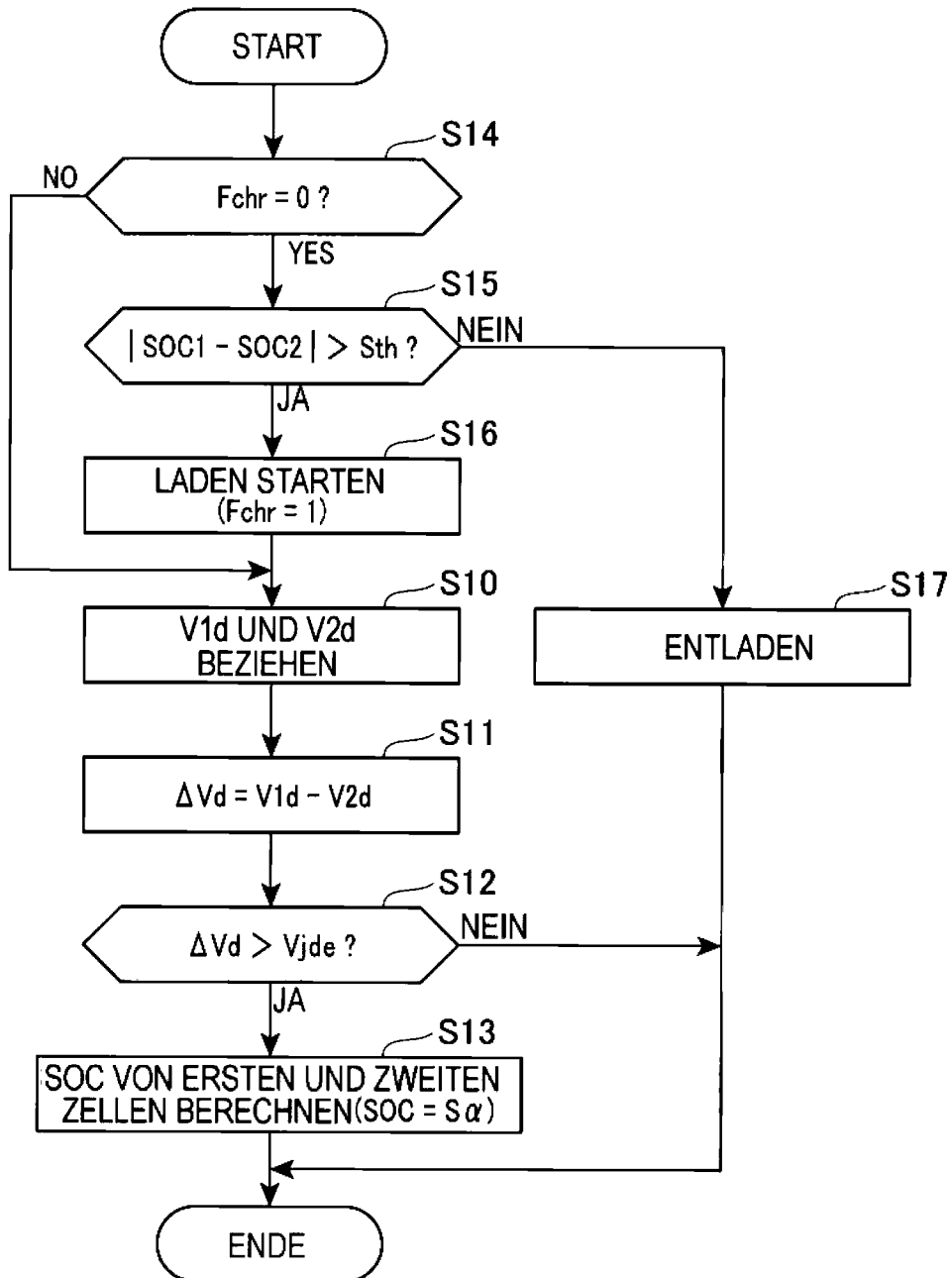


FIG.15A

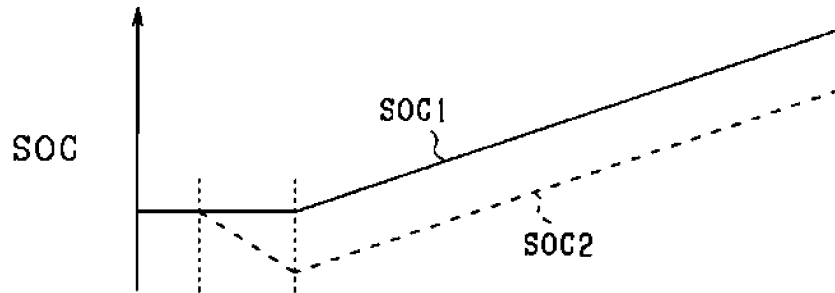


FIG.15B



FIG.15C

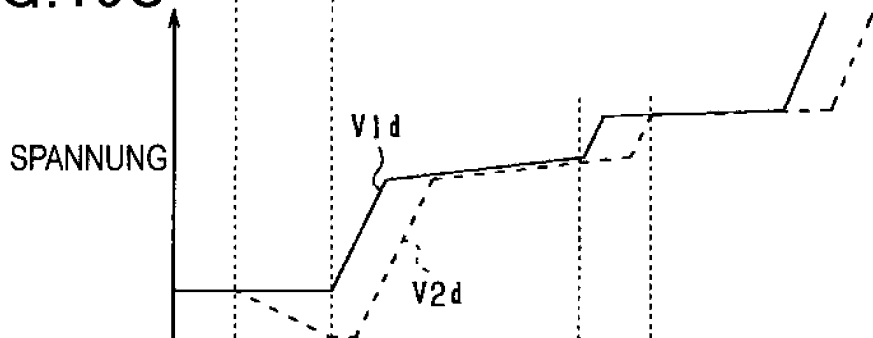


FIG.15D

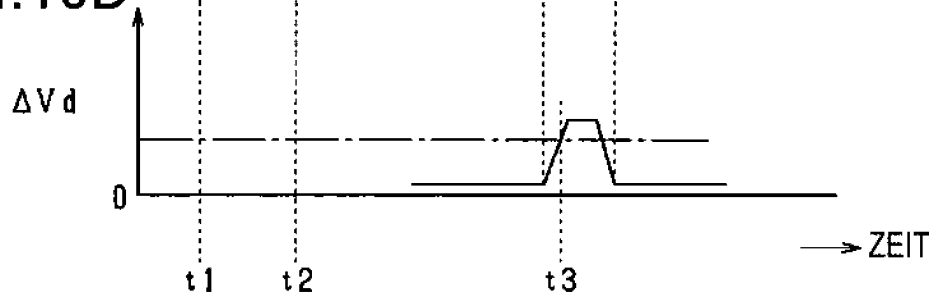


FIG.16

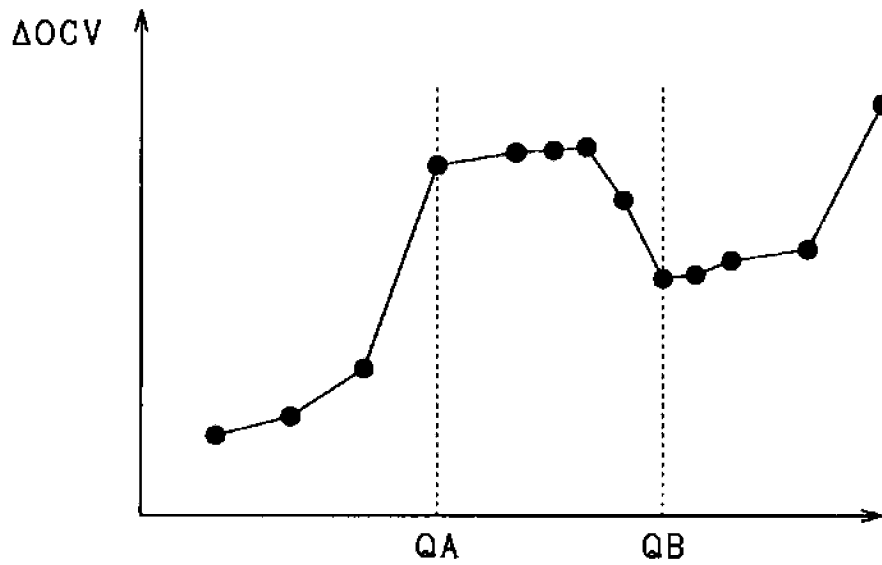


FIG.17

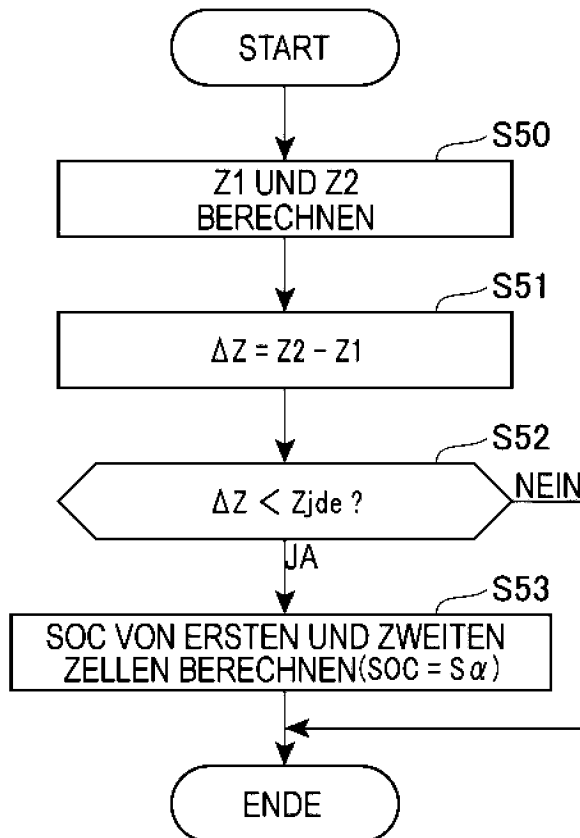


FIG.18A

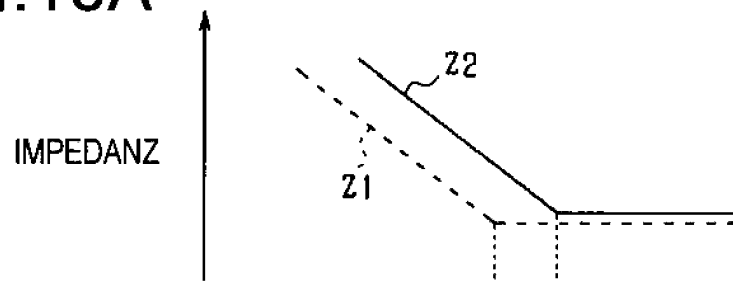


FIG.18B

