(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 11 2022 003 290 T5** 2024.04.18

(12) # Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2023/276577**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2022 003 290.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2022/022905**
(86) PCT-Anmeldetag: **07.06.2022**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.01.2023**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung in deutscher Übersetzung: **18.04.2024**

(51) Int Cl.: ***G01R 31/389*** (2019.01)
G01R 31/50 (2020.01)
H01M 10/48 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2021-107923 29.06.2021 JP

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

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

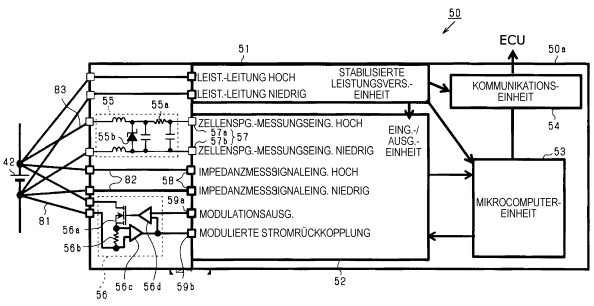
(72) Erfinder:
Kitagawa, Masaaki, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Ishibe, Isao, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **BATTERIEMESSVORRICHTUNG UND BATTERIEMESSVERFAHREN**

(57) Zusammenfassung: Eine Batteriemessvorrichtung (50) zum Messen eines Zustands einer wiederaufladbaren Batterie (42) weist eine Signalsteuerungseinheit (56), die auf einem ersten elektrischen Pfad (81) vorgesehen ist, der eine positive Elektrode und eine negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet, und konfiguriert ist, zu bewirken, dass die wiederaufladbare Batterie ein vorgegebenes Wechselstromsignal ausgibt oder ein vorgegebenes Wechselstromsignal in die wiederaufladbare Batterie eingegeben wird, eine Spannungsmesseinheit (50a, 52), die auf einem zweiten elektrischen Pfad (82) vorgesehen ist, der die positive Elektrode und die negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet, und konfiguriert ist, über den zweiten elektrischen Pfad Spannungsvariationen der wiederaufladbaren Batterie in Reaktion auf das Wechselstromsignal zu empfangen, eine Berechnungseinheit (53), die konfiguriert ist, Informationen bezüglich einer komplexen Impedanz auf der Grundlage der Spannungsvariationen zu berechnen, und eine Bestimmungseinheit (53) auf, die konfiguriert ist, eine Anomalität und ein Vorzeichen einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad auf der Grundlage der Informationen bezüglich der komplexen Impedanz zu bestimmen.



Beschreibung

Querverweis zu verwandter Anmeldung

[0001] Diese Anmeldung beruht auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2021-107923, die am 29. Juni 2021 eingereicht worden ist, wobei deren Inhalte hiermit durch Bezugnahme einbezogen sind.

Technisches Gebiet

[0002] Diese Offenbarung betrifft eine Batteriemessvorrichtung und ein Batteriemessverfahren.

Stand der Technik

[0003] Herkömmlich wurde eine Konfiguration zur Erfassung einer Anomalität (beispielsweise einer defekten Verbindung) in Erfassungsleitungen (elektrischen Pfaden), die eine Schaltung, die Überentlade- und Überladezustände jeder Batteriezelle erfasst, und die Batteriezellen verbinden, vorgeschlagen (beispielsweise PTL 1).

[0004] Gemäß der in der PTL 1 offenbarten Konfiguration wird eine Bestimmung, ob eine Anomalität in den Erfassungsleitungen auftritt, auf der Grundlage von Differenzen in erfassten Spannungen gemacht, wenn Kurzschlussschalter, die benachbarten Batteriezellen entsprechen, gesteuert werden, um ein- und ausgeschaltet zu werden. Dies erlaubt eine korrekte Erfassung von Defekten wie einer Erhöhung des Verdrahtungswiderstandwerts von irgendeiner der Erfassungsleitungen und dergleichen aufgrund defekter Verbindungen als auch von Erfassungsleitungsunterbrechungen als Erfassungsleitungsanomalitäten.

Zitierungsliste

Patentliteratur

[0005] PTL 1 JP 2014 - 102 127 A

Zusammenfassung der Erfindung

[0006] Typischerweise sind Erfassungsleitungen auf einer Leiterplatte verdrahtet, und die Erfassungsleitungen zwischen einer Batterieüberwachungsschaltung und den Batteriezellen sind mit Kabelbäumen und Verbindern zum Verbinden der Batteriezellen mit den Erfassungsleitungen als auch Elementen wie Sicherungen, Stützen (beads) und Filterschaltungen versehen. Wenn die Kurzschlussschalter ein- und ausgeschaltet werden, kann der Betrag ihrer Widerstandswerte und die Wirkung der Filterschaltungen zeitweilige Spannungsabfälle verursachen, die die Erfassungsgenauigkeit der gemessenen Spannungen verschlechtert. Somit ist es, wenn die Kurzschlussschalter ein- und ausgeschaltet werden, notwendig, mit einem Messen der Spannungen bis zur Wiederherstellung der Spannungen zu warten. Somit gab es ein Problem dahingehend, dass, wenn die Spannungen häufig gemessen werden müssen, es nicht möglich ist, ausreichend Zeit zum Ein- und Ausschalten der Kurzschlussschalter zu erlauben.

[0007] Im Hinblick auf das vorstehend Beschriebene ist es eine Aufgabe dieser Offenbarung, eine Batteriemessvorrichtung und ein Batteriemessverfahren zur Erfassung einer Anomalität und eines Vorzeichens einer Anomalität bei Unterdrückung einer Verschlechterung der Messgenauigkeit bereitzustellen.

[0008] Eine Batteriemessvorrichtung zum Messen eines Zustands einer wiederaufladbaren Batterie, die vorgesehen ist, die vorstehend beschriebenen Problem zu lösen, weist auf: eine Signalsteuerungseinheit, die auf einem ersten elektrischen Pfad vorgesehen ist, der eine positive Elektrode und eine negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet, und konfiguriert ist, zu bewirken, dass die wiederaufladbare Batterie ein vorgegebenes Wechselstromsignal (AC-Signal) ausgibt oder ein vorgegebenes Wechselstromsignal (AC-Signal) in die wiederaufladbare Batterie eingegeben wird, einer Spannungsmesseinheit, die auf einem zweiten elektrischen Pfad vorgesehen ist, der die positive Elektrode und die negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet, und konfiguriert ist, über den zweiten elektrischen Pfad Spannungsvariationen der wiederaufladbaren Batterie in Reaktion auf das Wechselstromsignal zu empfangen, eine Berechnungseinheit, die konfiguriert ist, Informationen bezüglich einer komplexen Impedanz auf der Grundlage der Spannungsvariationen zu berechnen, und eine Bestimmungseinheit, die konfiguriert ist, eine Anomalität und ein Vorzeichen einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad auf der Grundlage der Informationen bezüglich der komplexen Impedanz zu bestimmen.

[0009] 7. Batteriemessverfahren, das zum Lösen der vorstehend beschriebenen Probleme bereitgestellt ist, und das durch eine Batteriemessvorrichtung durchzuführen ist, zur Messung eines Zustands einer wiederaufladbaren Batterie, weist auf: einen Signalsteuerungsschritt des Bewirkens, dass die wiederaufladbare Batterie ein vorgegebenes Wechselstromsignal ausgibt oder die wiederaufladbare Batterie ein vorgegebenes Wechselstromsignal empfängt, durch Verwendung einer Signalsteuerungseinheit, die auf einem ersten elektrischen Pfad vorgesehen ist, der eine positive Elektrode und eine negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet, einen Spannungsbeschaffungsschritt, des Beschaffens, über den zweiten elektrischen Pfad, von Spannungsvariationen der wiederaufladbaren Batterie in Reaktion auf das Wechselstromsig-

nal durch Verwenden einer Spannungsmesseinheit, die auf einem zweiten elektrischen Pfad vorgesehen ist, der die positive Elektrode, und die negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet, einen Berechnungsschritt des Berechnens von Informationen bezüglich einer komplexen Impedanz auf der Grundlage der Spannungsvariationen, und einen Bestimmungsschritt des Bestimmens einer Anomalität und eines Vorzeichens einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad auf der Grundlage der Informationen bezüglich der komplexen Impedanz.

[0010] Eine Ein- oder Ausgabe eines Wechselstromsignals in den oder aus dem ersten elektrischen Pfad bewirkt Spannungsvariationen der wiederaufladbaren Batterie entsprechend dem Wechselstromsignal, was ein Berechnen von Informationen bezüglich der komplexen Impedanz auf der Grundlage der Spannungsvariationen erlaubt. Diese komplexe Impedanz reflektiert nicht nur den internen Zustand der wiederaufladbaren Batterie, sondern reflektiert ebenfalls die Zustände bzw. Bedingungen des zweiten elektrischen Pfads. Daher können anhand der Informationen bezüglich der komplexen Impedanz eine Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad und ein Vorzeichen einer Anomalität bestimmt werden.

[0011] Zusätzlich fließt, wenn Spannungsvariationen gemessen werden, lediglich ein sehr kleiner Strom durch den zweiten elektrischen Pfad im Vergleich zu dem Strom, der durch den ersten elektrischen Pfad fließt. Das heißt, dass, selbst wenn der Strom durch den ersten elektrischen Pfad gestoppt wird, die resultierenden Spannungsvariationen sehr klein sind. Daher ist beim Messen der Spannung der wiederaufladbaren Batterie durch Verwendung der Spannungsmesseinheit ein Grad eines Spannungsabfalls auf dem zweiten elektrischen Pfad niedrig, selbst wenn das Wechselstromsignal durch den ersten elektrischen Pfad gestoppt wird. Daher kann, selbst wenn die Spannung zu irgendeinem gegebenen Zeitpunkt beschafft wird, eine Verschlechterung der Spannungsmessgenauigkeit unterdrückt werden. Alternativ kann die Wartezeit bis zum Normalwerden der Spannung reduziert werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0012] Die vorstehenden und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden anhand der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen deutlicher. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Leistungsversorgungssystems,

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer Batteriemessvorrichtung,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Verbindungszustands zwischen der Batteriemessvorrichtung und einer Batteriezelle.

Fig. 4 ein Flussdiagramm eines Impedanzberechnungsprozesses.

Fig. 5(a) eine Veranschaulichung von Real- und Imaginärteilen einer komplexen Impedanz in dem Fall des Auftritts einer defekten Verbindung, und **Fig.** 5(b) eine Veranschaulichung von Real- und Imaginärteilen einer komplexen Impedanz in dem Fall einer guten Verbindung.

Fig. 6 ein Flussdiagramm eines Anomalitätsbestimmungsprozesses,

Fig. 7(a) eine Veranschaulichung eines Realteils einer komplexen Impedanz in dem Fall des Auftretens einer defekten Verbindung, **Fig.** 7(b) eine Veranschaulichung eines Realteils einer komplexen Impedanz in dem Fall des Auftretens einer Unterbrechung, und **Fig.** 7 (c) eine Veranschaulichung eines Realteils einer komplexen Impedanz in dem Fall des Auftretens einer Anomalität in einer Batteriezelle,

Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Verbindungszustands zwischen der Batteriemessvorrichtung und einer Batteriezelle gemäß einer Modifikation,

Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Verbindungszustands zwischen der Batteriemessvorrichtung und einer Batteriezelle gemäß einer weiteren Modifikation,

Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Verbindungszustands zwischen der Batteriemessvorrichtung und Batteriezellen gemäß einer weiteren Modifikation.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Erstes Ausführungsbeispiel

[0013] Ein erstes Ausführungsbeispiel, gemäß dem eine „Batteriemessvorrichtung“ bei einem Leistungsversorgungssystem eines Fahrzeugs (beispielsweise eines Hybridfahrzeugs oder eines Elektrofahrzeugs) angewendet wird, ist nachstehend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben.

[0014] Wie es in **Fig.** 1 veranschaulicht ist, weist das Leistungsversorgungssystem 10 einen Motor 20 als eine rotierende elektrische Maschine, einen Wechselrichter 30 als einen Leistungswandler, der dem Motor 20 einen Drei-Phasen-Strom zuführt, eine zusammengesetzte Batterie 40, die aufladbar und entladbar ist, eine Batteriemessvorrichtung 50, die den Zustand der zusammengesetzten Batterie 40 misst, und eine ECU 60 auf, die den Motor 20 und andere Komponenten steuert.

[0015] Der Motor 20 ist eine Fahrzeugantriebsmaschine und ist in der Lage, Leistung auf (nicht gezeigte) Antriebsrädern zu übertragen. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird als der Motor 20 ein Drei-Phasen-Permanentmagnet-Synchronmotor verwendet.

[0016] Der Wechselrichter 30 ist als eine Vollbrückenschaltung konfiguriert, die die gleiche Anzahl von Paaren oberer und unterer Zweige wie die Anzahl der Phasen der Phasenwicklungen aufweist, und ein Speisungsstrom wird in jeder Phasenwicklung durch Ein- und Ausschalten des in jedem Zweig vorgesehenen Schalters (Halbleiterschaltelements) gesteuert.

[0017] Der Wechselrichter 30 ist mit einer (nicht gezeigten) Wechselrichtersteuerungsvorrichtung ausgerüstet. Die Wechselrichtersteuerungsvorrichtung führt eine Speisungsteuerung durch Ein- und Ausschalten jedes Schalters in dem Wechselrichter 30 auf der Grundlage verschiedener Erfassungsinformationspunkte bezüglich des Motors 20 und Anforderungen nach einem Leistungsfahrantrieb und einer Leistungserzeugung durch. Dies erlaubt es der Wechselrichtersteuerungsvorrichtung, Leistung aus der zusammengesetzten Batterie 40 dem Motor 20 über den Wechselrichter 30 zuzuführen, um den Leistungsfahrantrieb des Motors 20 zu verwirklichen. Die Wechselrichtersteuerungsvorrichtung bewirkt, dass der Motor 20 Leistung auf der Grundlage von Leistung aus den Antriebsrädern erzeugt, und wandelt die erzeugte Leistung um und führt diese der zusammengesetzten Batterie 40 über den Wechselrichter 30 zum Laden der zusammengesetzten Batterie 40 zu.

[0018] Die zusammengesetzte Batterie 40 ist elektrisch mit dem Motor 20 über den Wechselrichter 30 verbunden. Die zusammengesetzte Batterie 40 weist eine Anschlussspannung von beispielsweise einigen hundert Volt oder mehr auf und weist eine Vielzahl von Batteriemodulen 41 auf, die in Reihe geschaltet sind. Das Batteriemodul 41 weist eine Vielzahl von Batteriezellen 42 auf, die in Reihe geschaltet sind. Beispielsweise kann eine wiederaufladbare Lithiumionenbatterie oder eine wiederaufladbare Nickelmetallhydridbatterie als die Batteriezelle 42 verwendet werden. Jede Batteriezelle 42 ist eine wiederaufladbare Batterie, die einen Elektrolyten und eine Vielzahl von Elektroden aufweist.

[0019] Wie es in **Fig.** 1 veranschaulicht ist, ist der positive Leistungsquellenpfad L1, der mit dem positiven Leistungsquellenanschluss der zusammengesetzten Batterie 40 verbunden ist, mit dem positiven Anschluss einer elektrischen Last wie des Wechselrichters 30 verbunden. Gleichermaßen ist ein negativer Leistungsquellenpfad L2, der mit dem negativen Leistungsquellenanschluss der zusammengesetzten Batterie 40 verbunden ist, mit dem negativen Anschluss einer elektrischen Last wie des Wechselrichters 30 verbunden. Der positive Leistungsquellenpfad L1 und der negative Leistungsquellenpfad L2 sind jeweils mit einem Relaisschalter SMR (Systemhauptrelais-Schalter) versehen, und der Relaisschalter SMR ist konfiguriert, ein elektrisches Leiten einzuschalten und auszuschalten.

[0020] Die Batteriemessvorrichtung 20 ist konfiguriert, den Ladezustand (SOC) und den Verschlechterungszustand (SOH) jeder Batteriezelle 42 zu messen. Die Batteriemessvorrichtung 50 ist mit der ECU 60 verbunden und gibt den Zustand jeder Batteriezelle 42 aus. Die Konfiguration der Batteriemessvorrichtung 50 ist später beschrieben.

[0021] Die ECU 60 stellt Anforderungen für einen Leistungsfahrantrieb und eine Leistungserzeugung der Wechselrichtersteuerungsvorrichtung auf der Grundlage verschiedener Informationspunkte bereit. Die verschiedenen Informationspunkte weisen beispielsweise Fahrpedal- und Bremsbedienungsinformationen, die Fahrzeuggeschwindigkeit und den Zustand der zusammengesetzten Batterie 40 auf.

[0022] Nachstehend ist die Batteriemessvorrichtung 50 ausführlich beschrieben. Wie es in **Fig.** 2 veranschaulicht ist, ist gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel die Batteriemessvorrichtung 50 zum Messen und Überwachen des Zustands jeder Batteriezelle 42 vorgesehen.

[0023] Die Batteriemessvorrichtung 50 weist eine ASIC-Einheit 50a, eine Filtereinheit 55 und eine Strommodulationsschaltung 56 auf. Die ASIC-Einheit 50a weist eine stabilisierte Leistungsversorgungseinheit 51, eine Eingangs-/Ausgangseinheit 52, eine Mikrocomputereinheit 53 als eine Berechnungseinheit und eine Kommunikationseinheit 54 auf.

[0024] Die stabilisierte Leistungsversorgungseinheit 51 ist mit der Leistungsversorgungsleitung der Batteriezelle 42 verbunden und führt der Eingangs-/Ausgangseinheit 52, der Mikrocomputereinheit 53 und der Kommunikationseinheit 54 Leistung aus der Batteriezelle 42 zu. Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52, die Mikrocomputereinheit 53 und die Kommunikationseinheit 54 werden auf der Grundlage dieser Leistung betrieben.

[0025] Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 ist mit der Batteriezelle 52 verbunden, die einer Messung unterzogen wird. Insbesondere weist die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 Gleichspannungseingangsanschlüsse 57 auf, die die Gleichspannung aus der Batteriezelle 42 empfangen (messen) können. Die Gleichspannungseingangsanschlüsse 57 sind mit den Batteriezellen 42 über einen dritten elektrischen

Pfad 83 zur Spannungserfassung verbunden. Der dritte elektrische Pfad 83 zwischen der Batteriezelle 42 und den Gleichspannungseingangsanschlüssen 57 ist mit der Filtereinheit 55 versehen. Das heißt, dass ein RC-Filter 55a als eine Filterschaltung und eine Zehner-Diode 55b als ein Schutzelement zwischen dem positiven Anschluss 57a und dem negativen Anschluss 57b des Gleichspannungseingangsanschlusses 57 vorgesehen sind. Das heißt, dass das RC-Filter 55a und die Zehner-Diode 55b parallel zu der Batteriezelle 42 geschaltet sind.

[0026] Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 weist Antwortsignaleingangsanschlüsse 58 zum Empfang eines Antwortsignals (einer Spannungsvariation), das (die) komplexe Innen-Impedanzinformationen der Batteriezelle 42 reflektiert, an den Anschlüssen der Batteriezelle 42 auf. Wie es in **Fig.** 3 veranschaulicht ist, sind die Antwortsignaleingangsanschlüsse 58 mit der Batteriezelle 42 über den zweiten elektrischen Pfad 82 verbunden. Das heißt, dass der positive Anschluss der Antwortsignaleingangsanschlüsse 58 mit dem positiven Anschluss 71a der Batteriezelle 42 über den zweiten elektrischen Pfad 82 verbunden ist und der negative Anschluss der Antwortsignaleingangsanschlüsse 58 mit dem negativen Anschluss 71b der Batteriezelle 42 über den zweiten elektrischen Pfad 82 verbunden ist. Obwohl gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel der zweite elektrische Pfad 82 und der dritte elektrische Pfad 83 unabhängig vorgesehen sind, können sie zum Teil oder insgesamt gemeinsam genutzt werden. Wie es vorstehend beschrieben worden ist, fungiert die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 als eine Spannungsmesseinheit.

[0027] Der positive Leistungsquellenanschluss 71a und der negative Leistungsquellenanschluss 71b der Batteriezelle 42 sind mit jeweiligen Elektroden (positive oder negative Elektrode) verbunden. Vorzugsweise sind die Antwortsignaleingangsanschlüsse 58 mit verbindbaren Abschnitten des positiven Leistungsquellenanschlusses 71a und des negativen Leistungsquellenanschlusses 71b verbunden, die am nächsten an den jeweiligen Elektroden sind. Vorzugsweise sind die Gleichspannungseingangsanschlüsse 57 ebenfalls mit verbindbaren Abschnitten des positiven Leistungsquellenanschlusses 71a und des negativen Leistungsquellenanschlusses 71b verbunden, die am nächsten an den jeweiligen Elektroden sind, oder sind mit verbindbaren Abschnitten verbunden, die am zweitnächsten an den jeweiligen Elektroden nach den Abschnitten sind, mit denen die Antwortsignaleingangsanschlüsse 58 verbunden sind. Dies kann die Wirkung von Spannungsabfällen, die durch den Haupt- oder Ausgleichsstrom verursacht werden, minimieren.

[0028] Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 ist mit der Strommodulationsschaltung 56 als eine Signalsteuerungseinheit verbunden und weist einen Anweisungssignalausgangsanschluss 59a zur Ausgabe eines Anweisungssignals auf, das die Strommodulationsschaltung 56 anweist, zu bewirken, dass die Batteriezelle 42 ein sinusförmiges Signal (Wechselstromsignal) ausgibt. Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 weist einen Rückkopplungssignaleingangsanschluss 59b auf. Der Rückkopplungssignaleingangsanschluss 59b empfängt den Wechselstrom, der tatsächlich aus der Batteriezelle 42 ausgegeben wird (der durch den ersten elektrischen Pfad 81 fließt), über die Strommodulationsschaltung 56 als ein Rückkopplungssignal (gemessenen Wechselstrom, d.h. als einen gemessenen Wert).

[0029] Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 ist mit dem Mikrocomputer 53 verbunden und ist konfiguriert, die über die Gleichspannungseingangsanschlüsse 57 empfangene Gleichspannung, das über die Antwortsignaleingangsanschlüsse 58 empfangene Antwortsignal und das über den Rückkopplungssignaleingangsanschluss 59b empfangene Rückkopplungssignal zu dem Mikrocomputer 53 auszugeben. Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 weist einen AD-Wandler auf und ist konfiguriert, ein empfangenes analoges Signal in ein digitales Signal umzuwandeln und das digitale Signal zu der Mikrocomputereinheit 53 auszugeben.

[0030] Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 ist konfiguriert, ein Anweisungssignal aus der Mikrocomputereinheit 53 zu empfangen, und ist konfiguriert, das Anweisungssignal über den Anweisungssignalausgangsanschluss 59a zu der Strommodulationsschaltung 56 auszugeben. Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 weist einen DA-Wandler auf und ist konfiguriert, ein aus der Mikrocomputereinheit 53 eingegebenes digitales Signal in ein analoges Signal umzuwandeln und das Anweisungssignal zu der Strommodulationsschaltung 56 auszugeben. Das Wechselstromsignal (Sinuswellensignal), das der Strommodulationsschaltung 56 durch das Anweisungssignal zur Ausgabe angewiesen wird, ist derart vorgespannt (biased), dass das Sinuswellensignal nicht ein negativer Strom (ein für die Batteriezelle 42 umgekehrter Strom) wird.

[0031] Die Strommodulationsschaltung 56 ist eine Schaltung, die bewirkt, dass die einer Messung unterzogene Batteriezelle 42 als die Leistungsquelle ein vorgegebenes Wechselstromsignal (Sinuswellensignal) ausgibt. Die Strommodulationsschaltung 56 ist in dem ersten elektrischen Pfad 81 angeordnet, die den positiven Leistungsquellenanschluss 71a und den negativen Leistungsquellenanschluss 71b der Batteriezelle 42 verbindet, wie es in **Fig.** 3 veranschaulicht ist. Gemäß dem vorliegenden Ausfüh-

rungsbeispiel sind der erste elektrische Pfad 81 und der zweite elektrische Pfad 82 unabhängig vorgesehen.

[0032] Insbesondere weist gemäß **Fig.** 2 die Strommodulationsschaltung 56 ein Halbleiterschaltelement 56a (beispielsweise ein MOSFET) als einen Schalter und einen Widerstand 56b als einen Shunt-Widerstand auf, der in Reihe zu dem Halbleiterschaltelement 56a geschaltet ist. Der Drain-Anschluss des Halbleiterschaltelements 56a ist mit dem positiven Leistungsquellenanschluss 71a der Batteriezelle 42 über den ersten elektrischen Pfad 81 verbunden, und der Source-Anschluss des Halbleiterschaltelements 56a ist in Reihe zu einem Ende des Widerstands 56b geschaltet. Das andere Ende des Widerstands 56b ist mit dem negativen Leistungsquellenanschluss 71b der Batteriezelle 42 über den ersten elektrischen Pfad 81 verbunden. Das Halbleiterschaltelement 56a ist konfiguriert, die Größe des Stromflusses zwischen dem Drain-Anschluss und dem Source-Anschluss zu justieren. Ein Widerstand kann in Reihe in der Strommodulationsschaltung eingesetzt werden, um die an das Halbleiterschaltelement 56a angelegte Spannung entsprechend der Betriebsregion des Halbleiterschaltelements 56a zu justieren.

[0033] Die Strommodulationsschaltung 56 weist einen Stromerfassungsverstärker 56c als eine Strommesseinheit auf, die zwischen beiden Enden des Widerstands 56b angeschlossen ist. Der Stromerfassungsverstärker 56c erfasst den durch den Widerstand 56b fließenden Wechselstrom (d.h. den durch den ersten elektrischen Pfad 81 fließenden Wechselstrom) und gibt ein Erfassungsergebnis als ein Rückkopplungssignal zu dem Rückkopplungssignaleingangsanschluss 59b der Eingangs-/Ausgangseinheit 52 aus.

[0034] Die Strommodulationsschaltung 56 ist mit einer Rückkopplungsschaltung 56d ausgerüstet. Die Rückkopplungsschaltung 56d ist konfiguriert, ein Anweisungssignal aus dem Anweisungssignalausgangsanschluss 59a der Eingangs-/Ausgangseinheit 52 und ein Rückkopplungssignal aus dem Stromerfassungsverstärker 56c zu empfangen. Die Rückkopplungsschaltung 56d ist konfiguriert, das Anweisungssignal mit dem Rückkopplungssignal zu vergleichen und das Vergleichsergebnis zu dem Gate-Anschluss des Halbleiterschaltelements 56a auszugeben.

[0035] Auf der Grundlage des Signals aus der Rückkopplungsschaltung 56d justiert das Halbleiterschaltelement 56a die zwischen dem Gate und der Source angelegte Spannung und justiert die Stromgröße zwischen dem Drain und der Source, so dass das sinusförmige Signal (vorgegebenes Wechselstromsignal), das durch das Anweisungssignal angegeben wird, aus der Batteriezelle 42 ausgegeben wird. Wenn es einen Fehler zwischen der Wellenform, die durch das Anweisungssignal angegeben wird, und der Wellenform gibt, die tatsächlich durch den Widerstand 56b fließt, justiert das Halbleiterschaltelement 56a auf der Grundlage des Signals aus der Rückkopplungsschaltung 56d die Stromgröße derart, dass der Fehler korrigiert wird. Dies stabilisiert das Wechselstromsignal (sinusförmige Signal), das durch den Widerstand 56b fließt.

[0036] Nachstehend ist ein Verfahren zur Berechnung der komplexen Impedanz der Batteriezelle 42 beschrieben. Die Batteriemessvorrichtung 50 führt einen in **Fig.** 4 veranschaulichten Impedanzberechnungsprozess zu vorgegebenen Zeitintervallen durch.

[0037] In dem Impedanzberechnungsprozess stellt die Mikrocomputereinheit 53 zunächst eine Messfrequenz für die komplexe Impedanz ein (in Schritt S101). Die Messfrequenz wird auf eine Frequenz innerhalb eines vorgegebenen Messbereichs eingestellt.

[0038] Danach bestimmt die Mikrocomputereinheit 53 die Frequenz des vorgegebenen Wechselstromsignals (sinusförmigen Signals) auf der Grundlage der Messfrequenz und gibt ein Anweisungssignal aus, das die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 anweist, das Wechselstromsignal auszugeben (in Schritt S102). Schritt S102 entspricht einem Signalsteuerungsschritt.

[0039] Bei Empfang des Anweisungssignals verwendet die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 den DA-Wandler zum Umwandeln des Anweisungssignals in ein analoges Signal und gibt das analoge Signal zu der Strommodulationsschaltung 56 aus. Die Strommodulationsschaltung 56 bewirkt, dass die Batteriezelle 42 als eine Leistungsquelle ein Wechselstromsignal auf der Grundlage des Anweisungssignals ausgibt. Insbesondere justiert das Halbleiterschaltelement 56a auf der Grundlage eines über die Rückkopplungsschaltung 56d eingegebenen Signals die Stromgröße derart, dass ein durch das Anweisungssignal angegebenes Wechselstromsignal aus der Batteriezelle 42 ausgegeben wird. Dies ermöglicht es, dass das Wechselstromsignal aus der Batteriezelle 42 ausgegeben wird.

[0040] Wenn das Wechselstromsignal aus der Batteriezelle 42 ausgegeben wird, das heißt, wenn Störungen der Batteriezelle 42 vermittelt werden, treten Spannungsvariationen, die Informationen bezüglich der komplexen Impedanz der Batteriezelle 42 reflektieren, zwischen den Anschlüssen der Batteriezelle 42 auf. Die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 empfängt die Spannungsvariationen über die Antwortsignaleingangsanschlüsse 58 und gibt die Spannungsvariatio-

nen als ein Antwortsignal zu der Mikrocomputereinheit 53 aus. Dabei wandelt der AD-Wandler das Antwortsignal in ein digitales Signal um und gibt das digitale Signal aus.

[0041] Nach Ausführung von Schritt S102 empfängt die Mikrocomputereinheit 53 das Antwortsignal aus der Eingangs-/Ausgangseinheit 52 (in Schritt S103). Die Mikrocomputereinheit 53 beschafft ebenfalls den durch den Widerstand 56b der Strommodulationsschaltung 56 fließenden Wechselstrom als ein Rückkopplungssignal (in Schritt S104). Insbesondere empfängt die Mikrocomputereinheit 53 das Rückkopplungssignal, das aus dem Stromerfassungsverstärker 56c ausgegeben wird, über die Eingangs-/Ausgangseinheit 52. Anstelle des Rückkopplungssignals kann ein Wert, der proportional zu dem Anweisungssignal ist, das aus der Strommodulationsschaltung 56 ausgegeben wird, beschafft werden. Schritt S103 entspricht einem Spannungsbeschaffungsschritt.

[0042] Danach berechnet die Mikrocomputereinheit 53 Informationen bezüglich der komplexen Impedanz der Batteriezelle 42 auf der Grundlage des Antwortsignals und des Rückkopplungssignals (des gemessenen Wechselstroms) (in Schritt S105). Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel berechnet die Mikrocomputereinheit 53 die Informationen bezüglich der komplexen Impedanz der Batteriezelle 42 durch Verwendung des Rückkopplungssignals als ein Referenzsignal und durch eine Zwei-Phasen-Lock-In-Erfassung an dem Antwortsignal. Das heißt, dass die Mikrocomputereinheit 53 alle oder irgendeinen des Realteils, des Imaginärteils, des absoluten Werts und der Phase der komplexen Impedanz auf der Grundlage des Realteils des Antwortsignals, des Imaginärteils des Antwortsignals, des Realteils des Stromsignals und des Imaginärteils des Stromsignals und dergleichen berechnet. Schritt S105 entspricht einem Berechnungsschritt. Die Mikrocomputereinheit 53 gibt ein Berechnungsergebnis zu der ECU 60 über die Kommunikationseinheit 54 aus (in Schritt S106). Dann endet der Berechnungsprozess.

[0043] Dieser Berechnungsprozess wird wiederholt durchgeführt, bis die komplexe Impedanz bei einer Vielzahl von Frequenzen innerhalb des Messbereichs berechnet worden ist. Auf der Grundlage der Berechnungsergebnisse erzeugt die ECU 60 beispielsweise ein komplexes Impedanzebenendiagramm (Cole-Cole-Diagramm) und beschafft die Eigenschaften der Elektroden und des Elektrolyten. Beispielsweise werden der Ladezustand (SOC) und der Gesundheitszustand (SOH) beschafft.

[0044] Es ist nicht notwendig, das gesamte Cole-Cole-Diagramm zu erzeugen, sondern es ist möglich, sich auf einen Abschnitt davon zu konzentrieren. Beispielsweise kann die komplexe Impedanz bei einer gewissen Frequenz zu festen Zeitintervallen während des Fahrens gemessen werden, und Änderungen in SOC, SOH, der Batterietemperatur und dergleichen während des Fahrens können auf der Grundlage von zeitlichen Variationen der komplexen Impedanz bei dieser gewissen Frequenz beschafft werden. Alternativ dazu kann die komplexe Impedanz bei einer gewissen Frequenz zu Zeitintervallen wie jeden Tag, jede Woche oder jedes Jahr gemessen werden, und Änderungen im SOH und dergleichen können auf der Grundlage von zeitlichen Variationen der komplexen Impedanz bei der gewissen Frequenz beschafft werden.

[0045] Die Batteriemessvorrichtung 50 ist konfiguriert, eine Anomalität in der Batteriezelle 42 auf der Grundlage der berechneten komplexen Impedanz zu bestimmen, als auch eine Anomalität und ein Vorzeichen einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad 82 zu bestimmen. Die Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad 82 bezieht sich insbesondere auf eine Unterbrechung (oder einen Leitungsbruch) in dem zweiten elektrischen Pfad 82. Die Unterbrechung bedeutet, dass die Verbindung vollständig verloren ist und eine Speisung blockiert ist. Insbesondere bezieht sich die Unterbrechung auf einen Zustand, in dem der Leiterabschnitt in der Mitte des elektrischen Pfads geteilt ist und geteilte Abschnitte lediglich durch einen Isolierfilm verbunden sind, der den Leiterabschnitt abdeckt, oder einen Zustand, in dem der Pfad vollständig im Verlaufe des elektrischen Pfads unterbrochen ist und eine Isolierschicht von Luft gebildet ist. Im Hinblick auf ein Ersatzschaltbild kann die Verbindung als ein Zustand angesehen werden, in dem ein großer Widerstandswert auf dem Pfad entweder durch den Isolierfilm oder die Isolierschicht von Luft angeordnet wird.

[0046] Vorzeichen der Anomalitäten in dem zweiten elektrischen Pfad 82 weisen eine defekte Verbindung und eine defekte Verdrahtung auf. Nachstehend können diese gemeinsam als defekte Verbindungen bezeichnet sein. Die defekte Verbindung oder die defekte Verdrahtung ist ein Zustand, in dem der elektrische Pfad kurz vor einer Unterbrechung steht, obwohl die Speisung ermöglicht ist, und der Widerstandswert des elektrischen Pfads erhöht ist oder stärker als normal variiert. Das heißt, obwohl es nicht gezeigt ist, es Elemente (beispielsweise Kabelbäume, Verbinder usw.) zwischen der Batteriezelle 42 und dem zweiten elektrischen Pfad 82 zur Verbindung von Verdrahtungen gibt, und aus irgendwelchen Gründen Verbindungen durch die Elemente getrennt (gelöst) werden, und eine defekte Verbindung auftreten kann. Obwohl es nicht gezeigt ist, gibt es Elemente (beispielsweise Sicherungen oder dergleichen) zum Schützen der Schaltungen und Elemente (Stützen (beads), Filter) zum Entfernen von Störungen auf dem zweiten elektrischen Pfad

82 gibt, und eine Verschlechterung oder ein Versagen dieser Elemente eine defekte Verdrahtung verursachen kann. Die Verdrahtung kann auf dem zweiten elektrischen Pfad 82 kurz vor einem Bruck sein, was zu einer defekten Verdrahtung führt.

[0047] Eine Beziehung zwischen der komplexen Impedanz und der Unterbrechung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 ist nachstehend beschrieben. Wenn der zweite elektrische Pfad 82 unterbrochen ist, ist es schwierig, Spannungsvariationen zu messen, und wird die komplexe Impedanz unmessbar oder extrem klein, was es erlaubt, die Unterbrechung zu bestimmen.

[0048] Nachstehend ist eine Beziehung zwischen der komplexen Impedanz und der defekten Verbindung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 beschrieben. Wie es in **Fig.** 3 veranschaulicht ist, weist der zweite elektrische Pfad 82 Verdrahtungsimpedanzen 82a, 82b und eine Zwischenverdrahtungsimpedanz 82c auf. Die Verdrahtungsimpedanzen 82a und 82b sind kombinierte Impedanzen, die auf verschiedenen Schaltungselementen beruhen, die in den Verdrahtungen und Pfaden angeordnet sind. Die Zwischenverdrahtungsimpedanz 82c ist gleichermaßen eine kombinierte Impedanz, die auf zwischen den Pfaden angeordneten Schaltungselementen und Streukapazitäten beruhen.

[0049] Somit wird, wenn die Spannungsvariation in dem zweiten elektrischen Pfad 82 durch die Eingangs-/Ausgangseinheit 52 gemessen wird und die komplexe Impedanz Z durch die Batteriemessvorrichtung 50 auf der Grundlage der gemessenen Spannungsvariation berechnet wird, die berechnete komplexe Impedanz Z nicht nur durch die komplexe Innen-Impedanz der Batteriezelle 42, sondern ebenfalls durch die Verdrahtungsimpedanzen 82a, 82b und die Zwischenverdrahtungsimpedanz 82c beeinträchtigt. Wenn eine defekte Verbindung oder dergleichen auftritt, erhöht sich im Allgemeinen der Verdrahtungswiderstand und dergleichen in dem zweiten elektrischen Pfad 82, und somit ändern sich ebenfalls die Verdrahtungsimpedanzen 82a, 82b und die Zwischenverdrahtungsimpedanz 82c.

[0050] Genauer veranschaulicht **Fig.** 5(a) die Real- und Imaginärteile (die jeweils den linken und rechten Abschnitten entsprechen) der komplexen Impedanz, wenn eine defekte Verbindung oder dergleichen aufgetreten ist. **Fig.** 5(b) veranschaulicht die Real- und Imaginärteile (die jeweils den linken und rechten Abschnitten entsprechen) der komplexen Impedanz, die berechnet wird, wenn die Verbindungen und Verdrahtungen einwandfrei sind. **Fig.** 5 veranschaulicht mehrere Messungen unter derselben Bedingung.

[0051] In **Fig.** 5 zeigt ein Vergleich der Imaginärteile der komplexen Impedanzen (der rechten Abschnitte), dass fast derselbe Wert für die Messfrequenz berechnet wird, die gleich wie oder höher als eine vorgegebene Frequenz f1 ist, ungeachtet davon, ob die Verbindungen oder Verdrahtungen einwandfrei oder defekt sind. Demgegenüber zeigt ein Vergleich der Realteile der komplexen Impedanzen (die den linken Abschnitten entsprechen), dass fast derselbe Wert für die Messfrequenz, die gleich wie oder höher als die vorgegebene Frequenz f1 ist, berechnet wird, wenn die Verbindungen einwandfrei sind (siehe **Fig.** 5(b)), dass jedoch wenn die Verbindungen defekt sind, es Variationen in dem berechneten Wert gibt (siehe **Fig.** 5(a)). Es wird in Betracht gezogen, dass der Grund für derartige Variationen in dem Realteil der berechneten komplexen Impedanz bei defekten Verbindungen oder Verdrahtungen, obwohl diese unter derselben Bedingung erfolgen, ist, dass die Widerstandskomponente (ohmsche Komponente) des Pfads sich aufgrund einer defekten Verbindung oder dergleichen erhöht oder variiert.

[0052] Der Imaginärteil der komplexen Impedanz ist ein Wert, der sich auf die kapazitive Komponente des Pfads bezieht. Selbst wenn die Widerstandskomponente sich aufgrund des Auftretens einer defekten Verbindung oder dergleichen erhöht, ist die Wirkung auf die Kapazitätskomponente klein (die Kapazitätskomponente variiert nicht sehr). Somit kann, selbst wenn eine defekte Verbindung auftritt, der Imaginärteil der komplexen Impedanz, die durch Hindurchführen eines Wechselstromsignals durch den Pfad gemessen wird, fast gleichermaßen gemessen werden, so lang wie der Strom fließt.

[0053] Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird dieses Prinzip verwendet, um eine Anomalität und ein Vorzeichen einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad 82 zu bestimmen, wie es vorstehend beschrieben worden ist. Ein Anomalitätsbestimmungsprozess, der durch die Mikrocomputereinheit 53 durchgeführt wird, ist nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig.** 6 beschrieben. Der Anomalitätsbestimmungsprozess wird beispielsweise nach dem Impedanzberechnungsprozess durchgeführt.

[0054] Die Mikrocomputereinheit 53 beschafft die Real- und Imaginärteile der komplexen Impedanz bei einer gewissen Frequenz, die gleich wie oder höher als die vorgegebene Frequenz f1 ist, anhand der zu dieser Zeit oder in dem gegenwärtigen Zyklus berechneten komplexen Impedanz (Schritt S201). Nachstehend kann jeder der in Schritt S201 beschafften Real- und Imaginärteile als ein gegenwärtiger Wert bezeichnet sein.

[0055] Danach beschafft die Mikrocomputereinheit 53 die Real- und Imaginärteile der komplexen Impedanz bei der gewissen Frequenz anhand der beim vorhergehenden Mal oder in dem vorhergehenden

Zyklus beschafften komplexen Impedanz (Schritt S202). Nachstehend kann jeder der Real- und Imaginärteile, die in Schritt S202 beschafft worden sind, als ein vorhergehender Wert bezeichnet sein. Vorzugsweise kann die verstrichene Zeit seit der Zeit der vorhergehenden Berechnung bis zu der Zeit der gegenwärtigen Berechnung eine derart kurze Zeit sein, dass die Messbedingung einschließlich des Zustands der Batteriezelle 42 (SOC, Spannung, SOH usw.) sich nicht ändert. Es gibt kein Problem, selbst wenn die verstrichene Zeit lang ist, so lang wie die Messbedingung als unverändert bestimmt wird.

[0056] Danach vergleicht die Mikrocomputereinheit 53 den Realteil der komplexen Impedanz, die zu dieser Zeit beschafft wird, und den Realteil der komplexen Impedanz, die zu der vorhergehenden Zeit beschafft worden ist, und bestimmt, ob eine Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert gleich wie oder größer als ein erster Schwellenwert ist (in Schritt S203). Wenn die Antwort NEIN ist, beendet die Mikrocomputereinheit 53 den Anomalitätsbestimmungsprozess. Der erste Schwellenwert ist auf einen Wert eingestellt, der angibt, dass zumindest eine defekte Verbindung oder dergleichen auftritt, und ist vorab durch Experiment oder dergleichen eingestellt.

[0057] Wenn demgegenüber die Antwort in Schritt S203 JA ist, vergleicht die Mikrocomputereinheit 53 den Imaginärteil der komplexen Impedanz, die zu dieser Zeit beschafft worden ist, und den Imaginärteil der komplexen Impedanz, die zu der vorhergehenden Zeit beschafft worden ist, und bestimmt, ob eine Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist (in Schritt S204). Der zweite Schwellenwert ist auf einen Wert eingestellt, der angibt, dass eine Unterbrechung oder eine Anomalität in der Batteriezelle 42 auftritt, und ist vorab durch Experimente oder dergleichen eingestellt. Wenn die Antwort JA ist, bestimmt die Mikrocomputereinheit 53, dass es wahrscheinlich eine defekte Verbindung oder dergleichen in dem zweiten elektrischen Pfad 82 als ein Vorzeichen einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad 82 gibt (in Schritt S205). Dann teilt die Mikrocomputereinheit 53 der ECU 60 und anderen mit, dass es wahrscheinlich ist, dass es eine defekte Verbindung oder dergleichen in dem zweiten elektrischen Pfad 82 gibt, und beendet den Anomalitätsbestimmungsprozess.

[0058] Wenn demgegenüber in Schritt S204 die Antwort NEIN ist (wenn die Differenz gleich wie oder größer als der zweite Schwellenwert ist), bestimmt die Mikrocomputereinheit 53, ob, für den Realteil der komplexen Impedanz der gegenwärtige Wert größer als der vorhergehende Wert ist, und die Differenz gleich wie oder größer als ein Batterieanomalitätskriteriumswert ist, der größer als der erste Schwellenwert ist (in Schritt S206). Wenn die Antwort JA ist, bestimmt die Mikrocomputereinheit 53, dass es wahrscheinlich eine Anomalität in der Batteriezelle 42 gibt (in Schritt S207). Dann teilt die Mikrocomputereinheit 53 der ECU 60 und anderen mit, dass es wahrscheinlich eine Anomalität in der Batteriezelle 42 gibt, und beendet den Anomalitätsbestimmungsprozess.

[0059] Wenn in Schritt S207 die Antwort NEIN ist, bestimmt die Mikrocomputereinheit 53, dass es wahrscheinlich eine Unterbrechung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 gibt (in Schritt S208). Beispielsweise bestimmt, wenn für den Realteil der komplexen Impedanz der gegenwärtige Wert um den ersten Schwellenwert oder mehr kleiner als der vorhergehende Wert ist, der Mikrocomputer 53, dass es wahrscheinlich eine Unterbrechung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 gibt. Dann wird der Anomalitätsbestimmungsprozess beendet.

[0060] Wie es vorstehend beschrieben worden ist, weist die Mikrocomputereinheit 53 eine Funktion als eine Bestimmungseinheit durch Durchführen des Anomalitätsbestimmungsprozesses auf. Schritte S201 bis S208 des Anomalitätsbestimmungsprozesses entsprechen einem Bestimmungsschritt. Das Batteriemessverfahren wird dadurch verwirklicht, dass die Batteriemessvorrichtung 50 den Impedanzberechnungsprozess und den Anomalitätsbestimmungsprozess durchführt.

[0061] Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel können die nachfolgenden Vorteile bereitgestellt werden.

[0062] Wenn ein Wechselstromsignal aus der Batteriezelle 42 über den ersten elektrischen Pfad 81 ausgegeben wird, variiert die Spannung der Batteriezelle 42 entsprechend dem Wechselstromsignal. Die Batteriemessvorrichtung 50 misst die Spannungsvariation über den zweiten elektrischen Pfad 82 und berechnet Informationen bezüglich der komplexen Impedanz auf der Grundlage der gemessenen Spannungsvariationen. Diese komplexe Impedanz reflektiert nicht nur den internen Zustand der Batteriezelle 42, sondern reflektiert ebenfalls den Zustand des zweiten elektrischen Pfads 82. Daher ist die Mikrocomputereinheit 53 in der Lage, anhand der Informationen bezüglich der komplexen Impedanz eine Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad 82 und ein Vorzeichen davon zu bestimmen.

[0063] Da die zweiten und dritten elektrischen Pfade 82 und 83 Leitungen zur Erfassung der Spannung sind, fließt im Vergleich zu dem Strom, der durch den ersten elektrischen Pfad fließt, lediglich ein sehr kleiner Strom durch die zweiten und dritten elektrischen Pfade 82 und 83, wenn Spannungsva-

riationen gemessen werden. Das heißt, dass, selbst wenn der Strom durch den ersten elektrischen Pfad 81 gestoppt ist, die resultierenden Spannungsvariationen sehr klein sind.

[0064] Daher ist bei Messen der Spannung der Batteriezelle 42 über den zweiten oder dritten elektrischen Pfad 82, 83 ein Grad des Spannungsabfalls auf jedem der zweiten und dritten elektrischen Pfade 82 und 83 niedrig, selbst wenn das Wechselstromsignal durch den ersten elektrischen Pfad 81 gestoppt ist. Daher kann, selbst wenn die Spannung zu irgendeinem gegebenen Zeitpunkt beschafft wird, eine Verschlechterung der Spannungsmessgenauigkeit unterdrückt werden. Alternativ kann die Wartezeit bis zu einem Normalwerden der Spannung reduziert werden.

[0065] Wenn eine defekte Verbindung oder dergleichen auftritt, erhöht sich die Widerstandskomponente (ohmsche Komponente) des zweiten elektrischen Pfad 82 oder variiert. Demgegenüber ist es unwahrscheinlich, dass die Kapazitätskomponente des zweiten elektrischen Pfads 82 sich ändert, selbst wenn eine defekte Verbindung oder dergleichen auftritt. Da die komplexe Impedanz auf der Grundlage der Spannungsvariationen entsprechend dem Wechselstromsignal gemessen wird, ist es möglich, die komplexe Impedanz selbst dann zu messen, wenn eine defekte Verbindung oder dergleichen auftritt, so lang wie eine elektrische Leitung erlaubt ist. Daher kann eine defekte Verbindung, die ein Vorzeichen für eine Anomalität ist, auf der Grundlage der komplexen Impedanz bestimmt werden.

[0066] Daher bestimmt, wenn die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Realteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der erste Schwellenwert ist und die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Imaginärteils der komplexen Impedanz kleiner als der zweite Schwellenwert ist, der Mikrocomputer 53, dass es eine defekte Verbindung oder eine defekte Verdrahtung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 geben kann, was ein Vorzeichen für eine Anomalität ist. Wenn die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Realteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der erste Schwellenwert ist und die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Imaginärteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der zweite Schwellenwert ist, bestimmt die Mikrocomputereinheit 53, dass es eine Anomalität in der Batteriezelle 42 oder eine Unterbrechung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 geben kann, was eine Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad 82 ist. Dies erlaubt die Durchführung einer Bestimmung auf der Grundlage der komplexen Impedanz dahingehend, ob es eine defekte Verbindung in dem zweiten elektrischen Pfad 82, eine Unterbrechung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 oder eine Anomalität in der Batteriezelle 42 gibt.

[0067] Im Wesentlichen tendiert der Realteil der komplexen Impedanz dazu, sich zu erhöhen, wenn die Batteriezelle 42 sich verschlechtert. Wenn demgegenüber der zweite elektrische Pfad 82 unterbrochen ist, wird der Realteil der komplexen Impedanz extrem klein. Daher bestimmt, wenn die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Imaginärteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der zweite Schwellenwert ist und der gegenwärtige Wert des Realteils der komplexen Impedanz größer als der vorhergehende Wert des Realteils der komplexen Impedanz ist, und die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Realteils der komplexen Impedanz größer als der Batterieanomalitätskriteriumswert ist, die Mikrocomputereinheit 53, dass es wahrscheinlich eine Anomalität in der Batteriezelle 42 gibt. Dies erlaubt eine Unterscheidung zwischen der Unterbrechung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 und der Anomalität in der Batteriezelle 42.

[0068] Wie es in **Fig.** 5 veranschaulicht ist, können, wenn die Messfrequenz niedriger als die vorgegebene Frequenz f1 ist, Variationen in den Real- und Imaginärteilen der komplexen Impedanz selbst unter derselben Bedingung auftreten, was eine fehlerhafte Bestimmung verursachen kann. Somit bestimmt, wenn die Messfrequenz des Wechselstromsignals gleich wie oder höher als die vorgegebene Frequenz f1 ist, die Mikrocomputereinheit 53 eine Anomalität und ein Vorzeichen einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad 82. Dies kann fehlerhafte Bestimmungen unterdrücken.

Modifikationen

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel vergleicht die Mikrocomputereinheit 53 die gegenwärtigen und vorhergehenden Werte der komplexen Impedanz. Alternativ dazu kann die Mikrocomputereinheit 53 den gegenwärtigen Wert der komplexen Impedanz mit einem anderen vergangenen Wert als dem vorhergehenden Wert vergleichen, so lang wie die Messbedingung dieselbe ist.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann die Mikrocomputereinheit 53 eine Anomalität und ein Vorzeichen einer Anomalität durch Bezugnahme auf den Verlauf der komplexen Impedanz bestimmen. Insbesondere kann, wie es in **Fig.** 7(a) veranschaulicht ist, in Fällen, in denen, obwohl eine Differenz zwischen der N-ten und der (N+1)-ten Messungen des Imaginärteils der komplexen

Impedanz (N: eine beliebige Ganzzahl) innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer T10 kleiner als der zweite Schwellenwert ist, wiederholt mehrfach bestimmt wird, dass eine Differenz zwischen den N-ten und (N+1)-ten Messungen des Realteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der erste Schwellenwert ist, die Mikrocomputereinheit 53 bestimmen, dass eine defekte Verbindung oder dergleichen in dem zweiten elektrischen Pfad 82 auftritt. Die vorgegebene Zeitdauer kann vorzugsweise eine kurze Zeit derart sein, dass die Messbedingungen, einschließlich des Ladezustand der Batteriezelle 42 (SOC, Spannung, SOH usw.) sich nicht ändern. Es gibt kein Problem, selbst wenn die vorgegebene Zeitdauer lang ist, so lang wie die Messbedingung als unverändert bestimmt wird.

[0069] Wie es in **Fig.** 7(b) veranschaulicht ist, kann die Mikrocomputereinheit 53 bestimmen, dass eine Unterbrechung in dem zweiten elektrischen Pfad 82 auftritt, wenn die Differenz zwischen einem Wert der N-ten oder einer früheren Messung des Realteils der komplexen Impedanz und ein Wert der (N+1)-ten oder späteren Messung des Realteils der komplexen Impedanz kontinuierlich gleich wie oder größer als der erste Schwellenwert ist.

[0070] Wie es in **Fig.** 7(c) veranschaulicht ist, kann die Mikrocomputereinheit 53 bestimmen, dass eine Anomalität in der Batteriezelle 42 auftritt, wenn ein Wert der (N+1)-ten oder späteren Messung des Realteils der komplexen Impedanz größer als ein Wert der N-ten oder einer früheren Messung des Realteils der komplexen Impedanz ist und die Differenz dazwischen kontinuierlich gleich wie oder größer als der Batterieanomalitätskriteriumswert ist.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann die Mikrocomputereinheit 53 in einem Fall, in dem die Werte der Real- und Imaginärteile der komplexen Impedanz nicht gemessen werden können, bestimmen, dass es wahrscheinlich eine Unterbrechung gibt. Der Fall, in dem die Werte der Real- und Imaginärteile der komplexen Impedanz nicht gemessen werden können, bezieht sich beispielsweise auf eine Situation, in der der Realteil oder der Imaginärteil der komplexen Impedanz oder beide nahe dem maximalen (oder minimalen) Wert innerhalb des messbaren Frequenzbereichs hängenbleibt, wenn die Messung normalerweise möglich ist, oder in der jede Situation abwechselnd auftritt.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann die Mikrocomputereinheit 53 auf der Grundlage des Rückkopplungssignals eine Anomalität (wie eine Unterbrechung) in dem ersten elektrischen Pfad 81 bestimmen. Insbesondere kann die Mikrocomputereinheit 53 das Rückkopplungssignal, das ein Messergebnis ist, mit dem angegebenen Wechselstromsignal vergleichen und bestimmen, dass eine Anomalität in dem ersten elektrischen Pfad 81 auftritt, wenn es eine Differenz gibt, die gleich wie oder größer als ein vorgegebener Schwellenwert ist, oder wenn das Rückkopplungssignal nicht erfasst werden kann.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel können, wie es in **Fig.** 8 veranschaulicht ist, einige Verdrahtungen in dem ersten elektrischen Pfad 81 gemeinsam mit einigen Verdrahtungen in dem zweiten elektrischen Pfad 82 sein. In **Fig.** 8 sind die gemeinsamen Verdrahtungen als gemeinsame Verdrahtungen 101, 102 dargestellt. In diesem Fall wird, wenn eine Unterbrechung in irgendeiner der gemeinsamen Verdrahtungen 101 und 102 auftritt, der Wert des Realteils der komplexen Impedanz zumindest 10-mal größer als vor dem Auftreten der Unterbrechung. Wenn es ein Vorzeichen für eine Unterbrechung gibt, wird der Wert des Realteils der gemessenen komplexen Impedanz größer, oder werden die Variationen in dem Realteil der gemessenen Impedanz größer, wie es in **Fig.** 5 veranschaulicht ist. Wenn der Wert des Realteils der komplexen Impedanz das Doppelte oder mehr wird, kann bestimmt werden, dass ein Vorzeichen auftritt. In dem Fall, in dem ein Vorzeichen auftritt, treten die Variationen in dem Imaginärteil nicht auf, wenn die Messfrequenz gleich wie oder höher als die vorgegebene Frequenz f1 ist, wie es in **Fig.** 5 veranschaulicht ist.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann, wie es in **Fig.** 9 veranschaulicht ist, der zweite elektrische Pfad 82 direkt mit Elektroden innerhalb des Gehäusekastens verbunden werden. Insbesondere kann die Batteriezelle 42 mit einem Elektrodenkörper 44 ausgerüstet sein, der eine Elektrolytlösung (Elektrolyt), eine positive Elektrode 43a, eine negative Elektrode 43b und einen Separator aufweist, der zwischen der positiven Elektrode 43a und der negativen Elektrode 43b angeordnet ist. Der Elektrodenkörper 44 ist als ein Wicklungsstapel der positiven Elektrode 43a, der negativen Elektrode 43b und des Separators konfiguriert. Die positive Elektrode 43a und die negative Elektrode 43b sind mit dem positiven Leistungsquellenanschluss 71a und dem negativen Leistungsquellenanschluss 71b jeweils verbunden, und der positive Leistungsquellenanschluss 71a und der negative Leistungsquellenanschluss 71b springen extern von dem Gehäusekasten 45 vor. Außerhalb des Gehäusekastens 45 sind der positive Leistungsquellenanschluss 71a und der negative

Leistungsquellenanschluss 71b mit dem ersten elektrischen Pfad 81 verbunden. Demgegenüber ist der zweite elektrische Pfad 82 zu der Innenseite des Gehäusekastens 45 hin verdrahtet und ist mit der positiven Elektrode 43a und der negativen Elektrode 43b innerhalb des Gehäusekastens 45 verbunden. Dies kann die Wirkungen von Spannungsabfällen minimieren.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel wird das Wechselstromsignal aus der Batteriezelle 42 ausgegeben. Alternativ dazu kann ein Wechselstromsignal (ein Wechselstrom-Strom oder eine Wechselstrom-Spannung) von einer externen Leistungsquelle zu der Batteriezelle 42 ausgegeben werden, um eine Störung zu verursachen. In diesem Fall kann das Wechselstromsignal derart eingegeben werden, dass die Ladegröße und die Entladegröße gleich sind, um zu verhindern, dass der Ladezustand (SOC) oder dergleichen der Batteriezelle 42 durch die Eingabe des Wechselstromsignals geändert wird. Die Ladegröße und die Entladegröße können justiert werden, indem bewirkt wird, dass eine Differenz zwischen der Ladegröße und der Entladegröße derart gemacht wird, dass der Ladezustand der Batteriezelle 42 der gewünschte Wert wird. In dem Fall der Batteriemessvorrichtung 50 für ein Fahrzeug kann die externe Leistungsquelle eine bordeigene oder eine externe Vorrichtung außerhalb des Fahrzeugs sein.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann, wie es in **Fig.** 10 veranschaulicht ist, ein Wechselstromsignal in und aus einer Vielzahl von Batteriezellen 42 eingegeben und ausgegeben werden, die in Reihe geschaltet sind.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann die Batteriemessvorrichtung 50 den Zustand einer anderen wiederaufladbaren Batterie als der bordeigenen zusammengesetzten Batterie 40 messen.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann die Batteriemessvorrichtung 50 in HEVs, EVs, PHVs, Zubehörbatterien, elektrische Flugzeuge, elektrische Motorkraftträder und elektrische Schiffe als Fahrzeuge angewendet werden. Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel können die Batteriezellen 42 parallel zueinander geschaltet sein.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel ist es nicht notwendig, dass die Mikrocomputereinheit 53 die komplexe Impedanz berechnet. Alternativ dazu können Informationen bezüglich der komplexen Impedanz auf der Grundlage des Antwortsignals und des Stromsignals berechnet werden und zu einer externen Vorrichtung wie die ECU 60 ausgegeben werden. Die Informationen bezüglich der komplexen Impedanz beziehen sich beispielsweise auf Zwischenschritte, beispielsweise lediglich die Real- und Imaginärteile des Stroms und der Spannung, die zur Berechnung des absoluten Werts der komplexen Impedanz, der Phasendifferenz und dergleichen notwendig sind. Es kann dann erlaubt sein, dass die externe Vorrichtung das endgültige Ergebnis, d.h. den absoluten Wert und die Phasendifferenz und dergleichen der komplexen Impedanz berechnet. Es kann dann erlaubt werden, dass die externe Vorrichtung eine Anomalität oder dergleichen in dem zweiten elektrischen Pfad 82 bestimmt.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann das Verfahren des Analysierens des Antwortsignals (Spannungsvariationen) bei jeder Messfrequenz und des Messens und Berechnens der Amplitude, Phase und dergleichen der komplexen Impedanz irgendein Verfahren sein. Beispielsweise ist das Verfahren nicht auf einer Lock-In-Erfassung begrenzt, sondern kann eine heterodyne Detektion (Erfassung), eine Fourier-Transformation und dergleichen nutzen.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel kann das Rückkopplungssignal (erfasste Signal) durch Lock-In-Erfassung erfasst werden (Zwei-Phasen-Erfassung), um das Wechselstromsignal zu extrahieren, das tatsächlich durch die Batteriezelle 42 fließt, und Informationen bezüglich der komplexen Impedanz können auf der Grundlage des gemessenen Wechselstromsignals und des Antwortsignals (der erfassten Spannungsvariationen) beschafft werden.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel können die gemessenen Spannungsvariationen und Wechselströme gespeichert werden und aufeinanderfolgend für jede Messfrequenz auf der Grundlage der gespeicherten Spannungsvariationen und der Wechselströme analysiert werden. Das heißt, es ist nicht notwendig, die Spannungsvariationen für eine Vielzahl von Wechselstromsignalen zu der gleichen Zeit zu analysieren.

- Gemäß dem vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel ist das Wechselstromsignal ein sinusförmiges Signal. Alternativ dazu kann das Wechselstromsignal beliebig geändert werden. Beispielsweise kann das Wechselstromsignal eine Rechteckwelle, eine Dreieckwelle oder dergleichen sein.

[0071] Die Offenbarung in dieser Beschreibung, den Zeichnungen und dergleichen ist nicht auf die veran-

schaulichten Ausführungsbeispiele begrenzt. Die Offenbarung umfasst die veranschaulichten Ausführungsbeispiele und Variationen davon, die für Fachleute ersichtlich sind. Beispielsweise ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die Kombinationen von Komponenten und/oder Elementen begrenzt, die in den Ausführungsbeispielen gezeigt sind. Die vorliegende Offenbarung kann in verschiedenen Kombinationen verwirklicht werden. Die vorliegende Offenbarung kann zusätzliche Abschnitte aufweisen, die zu den Ausführungsbeispielen hinzugefügt werden können. Die vorliegende Offenbarung umfasst ein Weglassen von Komponenten und/oder Elementen gemäß den Ausführungsbeispielen. Die vorliegende Offenbarung erfasst das Ersetzen oder eine Kombination von Komponenten und/oder Elementen zwischen einem Ausführungsbeispiel und einem anderen. Der offenbarte technische Umfang ist nicht auf die Beschreibung der Ausführungsbeispiele begrenzt. Verschiedene technische Umfänge, die offenbart sind, sind durch Beschreibungen in den Patentansprüchen angegeben und sollten derart verstanden werden, dass sie alle Modifikationen innerhalb der Bedeutung und des äquivalenten Umfangs zu den Beschreibungen in den Patentansprüchen umfassen.

[0072] Die Steuerungsvorrichtung und das zugehörige Verfahren, die in der vorliegenden Offenbarung beschrieben sind, können durch einen speziellen Computer verwirklicht werden, der vorgesehen ist, indem ein Prozessor und ein Speicher konfiguriert sind, die programmiert sind, eine oder mehrere Funktionen durchzuführen, die in einem Computerprogramm verkörpert sind. Alternativ dazu können die Steuerungsvorrichtung und das zugehörige Verfahren, die in der vorliegenden Offenbarung beschrieben sind, durch einen speziellen Computer, der durch Konfigurieren eines Prozessors mit einer oder mehreren speziellen Hardware-Logikschaltungen konfiguriert ist, verwirklicht werden. Alternativ dazu können die Steuerungsvorrichtung und das zugehörige Verfahren in der folgenden Offenbarung durch einen oder mehrere spezielle Computer, die durch eine Kombination eines Prozessors und eines Speichers konfiguriert sind, die zur Durchführung einer oder mehrerer Funktionen programmiert sind, und einen Prozessor verwirklicht werden, der mit einer oder mehreren Hardware-Logikschaltungen konfiguriert ist. Zusätzlich kann das Computerprogramm auf einem computerlesbaren, nichtflüchtigen greifbaren Speicherträger als Anweisungen gespeichert werden, die durch einen Computer auszuführen sind.

[0073] Obwohl die vorliegende Offenbarung gemäß den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen beschrieben worden ist, ist sie nicht auf derartige Ausführungsbeispiele begrenzt, sondern erfasst ebenfalls verschiedene Variationen und Variationen innerhalb gleichen Umfangs. Zusätzlich sind verschiedene Kombinationen und Formen, als auch andere Kombinationen und Formen einschließlich lediglich eines Elements, mehrerer oder weniger davon ebenfalls innerhalb des Umfangs und der Idee der vorliegenden Offenbarung.

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 2021107923 [0001]
- JP 2014102127 A [0005]

Patentansprüche

1. Batteriemessvorrichtung (50) zum Messen eines Zustands einer wiederaufladbaren Batterie (42) mit:
einer Signalsteuerungseinheit (56), die auf einem ersten elektrischen Pfad (81) vorgesehen ist, der eine positive Elektrode und eine negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet, und konfiguriert ist, zu bewirken, dass die wiederaufladbare Batterie ein vorgegebenes Wechselstromsignal ausgibt oder ein vorgegebenes Wechselstromsignal in die wiederaufladbare Batterie eingegeben wird,
einer Spannungsmesseinheit (50a, 52), die auf einem zweiten elektrischen Pfad (82) vorgesehen ist, der die positive Elektrode und die negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet, und konfiguriert ist, über den zweiten elektrischen Pfad Spannungsvariationen der wiederaufladbaren Batterie in Reaktion auf das Wechselstromsignal zu empfangen,
einer Berechnungseinheit (53), die konfiguriert ist, Informationen bezüglich einer komplexen Impedanz auf der Grundlage der Spannungsvariationen zu berechnen, und
einer Bestimmungseinheit (53), die konfiguriert ist, eine Anomalität und ein Vorzeichen einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad auf der Grundlage der Informationen bezüglich der komplexen Impedanz zu bestimmen.

2. Batteriemessvorrichtung nach Anspruch 1, wobei
die Bestimmungseinheit konfiguriert ist, wenn eine Differenz zwischen einem gegenwärtigen Wert und einem vorhergehenden Wert eines Realteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als ein erster Schwellenwert ist und außerdem eine Differenz zwischen einem gegenwärtigen Wert und einem vorhergehenden Wert eines Imaginärteils der komplexen Impedanz kleiner als ein zweiter Schwellenwert ist, zu bestimmen, dass es eine defekte Verbindung oder eine defekte Verdrahtung in dem zweiten elektrischen Pfad gibt, und
die Bestimmungseinheit weiterhin konfiguriert ist, wenn die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Realteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der erste Schwellenwert ist und außerdem die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Imaginärteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der zweite Schwellenwert ist, zu bestimmen, dass es eine Anomalität in der wiederaufladbaren Batterie oder eine Unterbrechung gibt, die eine Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad ist.

3. Batteriemessvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Bestimmungseinheit konfiguriert ist, wenn die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Imaginärteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der zweite Schwellenwert ist, der gegenwärtige Wert des Realteils der komplexen Impedanz größer als der vorhergehende Wert des Realteils der komplexen Impedanz ist, und die Differenz zwischen dem gegenwärtigen Wert und dem vorhergehenden Wert des Realteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als ein Batterieanomalitätskriteriumswert ist, zu bestimmen, dass es eine Anomalität in der wiederaufladbaren Batterie gibt, wobei der Batterieanomalitätskriteriumswert größer als der erste Schwellenwert ist.

4. Batteriemessvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, wobei die Bestimmungseinheit konfiguriert ist, zu bestimmen, dass es eine defekte Verbindung oder eine defekte Verdrahtung in dem zweiten elektrischen Pfad gibt, wenn, obwohl eine Differenz zwischen einer N-ten und einer (N+1)-ten Messung des Imaginärteils der komplexen Impedanz innerhalb einer vorgegebenen Zeitdauer kleiner als der zweite Schwellenwert ist, wiederholt mehrfach bestimmt wird, dass eine Differenz zwischen einer N-ten Messung und einer (N+1)-ten Messung des Realteils der komplexen Impedanz gleich wie oder größer als der erste Schwellenwert ist.

5. Batteriemessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Bestimmungseinheit konfiguriert ist, wenn eine Messfrequenz des Wechselstromsignals gleich wie oder höher als eine vorgegebene Frequenz ist, eine Anomalität und ein Vorzeichen für eine Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad zu bestimmen.

6. Batteriemessvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiterhin mit:
einer Strommesseinheit (56c), die konfiguriert ist, das durch den ersten elektrischen Pfad fließende Wechselstromsignal zu messen, wobei
die Berechnungseinheit konfiguriert ist, Informationen bezüglich der komplexen Impedanz auf der Grundlage von Messungen des durch die Strommesseinheit gemessenen Wechselstromsignals und der Spannungsvariationen zu berechnen, und
die Bestimmungseinheit konfiguriert ist, eine Anomalität in dem ersten elektrischen Pfad auf der Grundlage eines Vergleichs zwischen den Messungen des durch die Strommesseinheit gemessenen Wechselstromsignals und des Wechselstromsignals, das durch die Signalsteuerungseinheit einzugeben oder auszugeben ist, zu bestimmen.

7. Batteriemessverfahren, das durch eine Batteriemessvorrichtung (50) durchzuführen ist, zur Messung eines Zustands einer wiederaufladbaren Batterie (42) mit:
einem Signalsteuerungsschritt des Bewirkens, dass die wiederaufladbare Batterie ein vorgegebenes

Wechselstromsignal ausgibt oder die wiederaufladbare Batterie ein vorgegebenes Wechselstromsignal empfängt, durch Verwendung einer Signalsteuerungseinheit (56), die auf einem ersten elektrischen Pfad (81) vorgesehen ist, der eine positive Elektrode und eine negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet

einem Spannungsbeschaffungsschritt, des Beschaffens, über den zweiten elektrischen Pfad, von Spannungsvariationen der wiederaufladbaren Batterie in Reaktion auf das Wechselstromsignal durch Verwenden einer Spannungsmesseinheit (50a, 52), die auf einem zweiten elektrischen Pfad (82) vorgesehen ist, der die positive Elektrode, und die negative Elektrode der wiederaufladbaren Batterie verbindet,

einem Berechnungsschritt des Berechnens von Informationen bezüglich einer komplexen Impedanz auf der Grundlage der Spannungsvariationen, und

einem Bestimmungsschritt des Bestimmens einer Anomalität und eines Vorzeichens einer Anomalität in dem zweiten elektrischen Pfad auf der Grundlage der Informationen bezüglich der komplexen Impedanz.

Es folgen 8 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

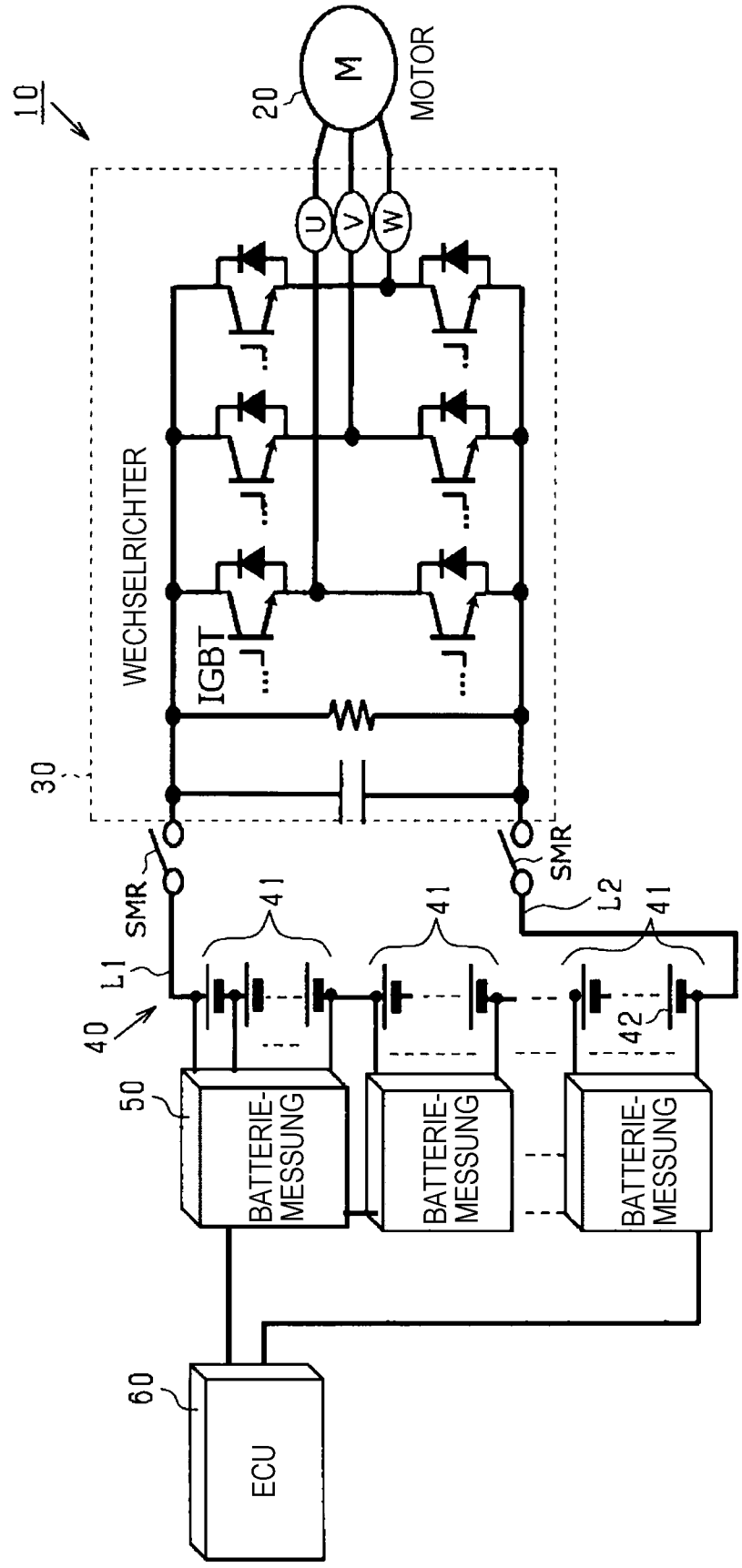


FIG.2

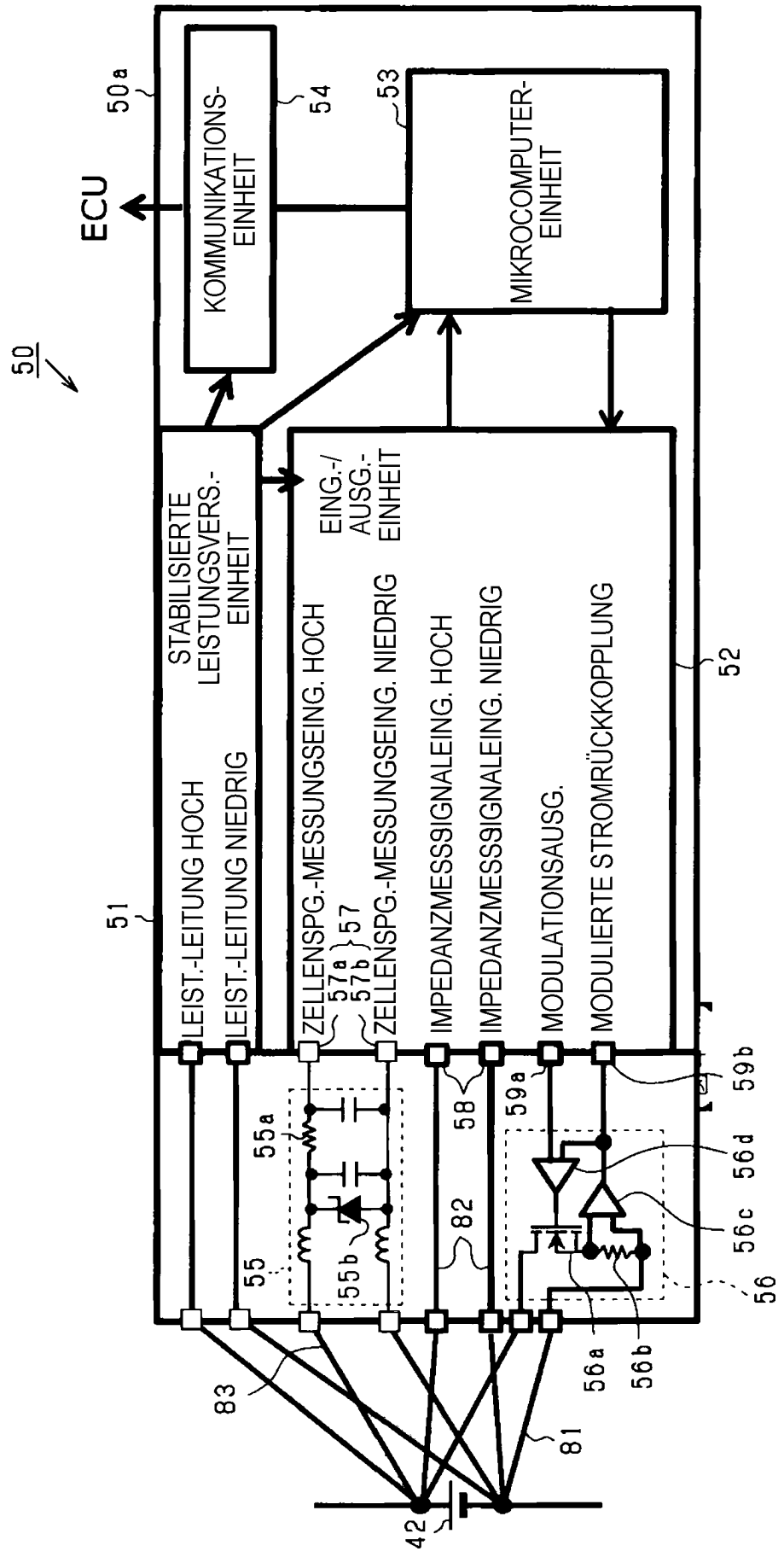

50
ECU
50a
KOMMUNIKATIONS-EINHEIT
54
53
MIKROCOMPUTER-EINHEIT
STABILISIERTE LEISTUNGSVERS.-EINHEIT
EING.-/AUSG.-EINHEIT
51
52
LEIST.-LEITUNG HOCH
LEIST.-LEITUNG NIEDRIG
ZELLENSPG.-MESSUNGSEING. HOCH
ZELLENSPG.-MESSUNGSEING. NIEDRIG
57
57a
57b
IMPEDANZMESSSIGNALEING. HOCH
IMPEDANZMESSSIGNALEING. NIEDRIG
MODULATIONSAUSG.
MODULIERTE STROMRÜCKKOPPLUNG
55a
55b
55
58
82
59a
59b
56d
56c
56
56a
56b
83
81
42

FIG.3

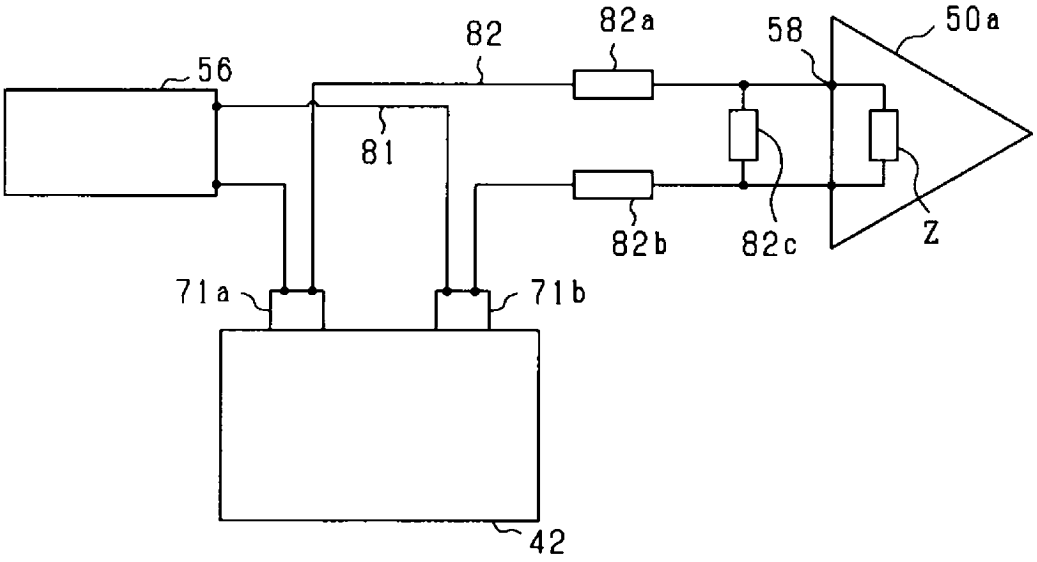

82
82a
58
50a
56
81
82b
82c
Z
71a
71b
42

FIG.4

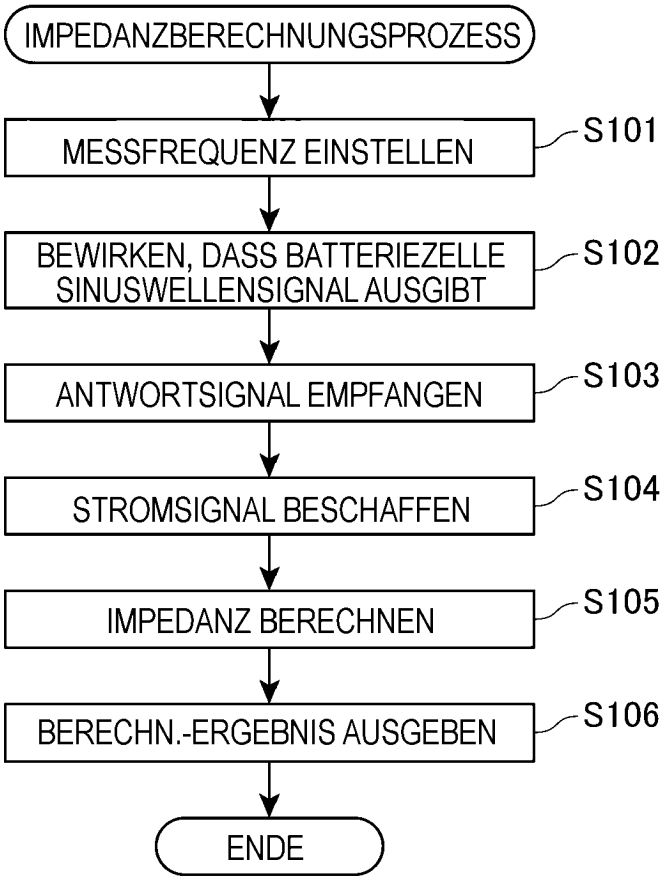

IMPEDANZBERECHNUNGSPROZESS
MESSFREQUENZ EINSTELLEN
S101
BEWIRKEN, DASS BATTERIEZELLE SINUSWELLENSIGNAL AUSGIBT
S102
ANTWORTSIGNAL EMPFANGEN
S103
STROMSIGNAL BESCHAFFEN
S104
IMPEDANZ BERECHNEN
S105
BERECHN.-ERGEBNIS AUSGEBEN
S106
ENDE

FIG.5

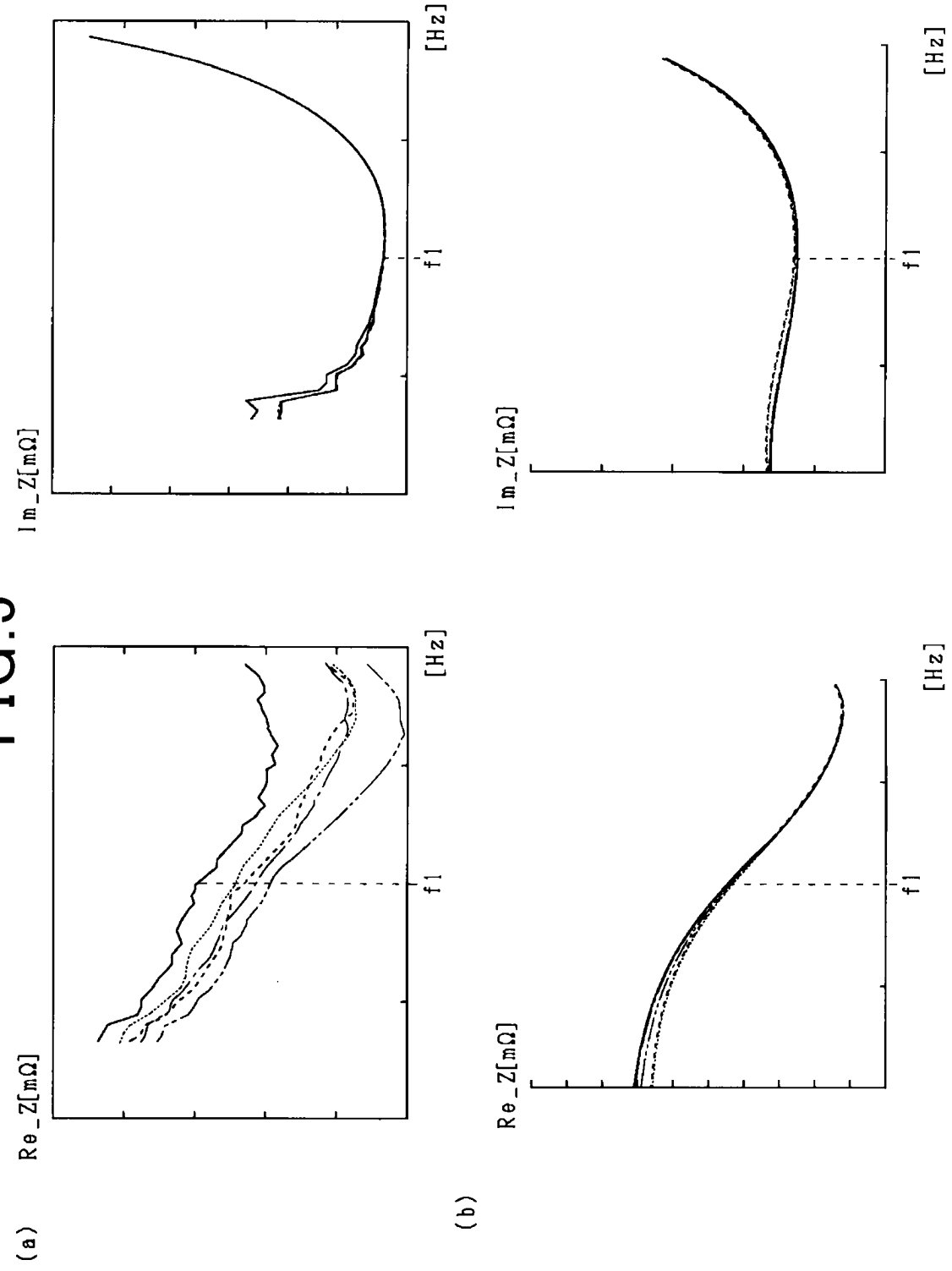


FIG.6

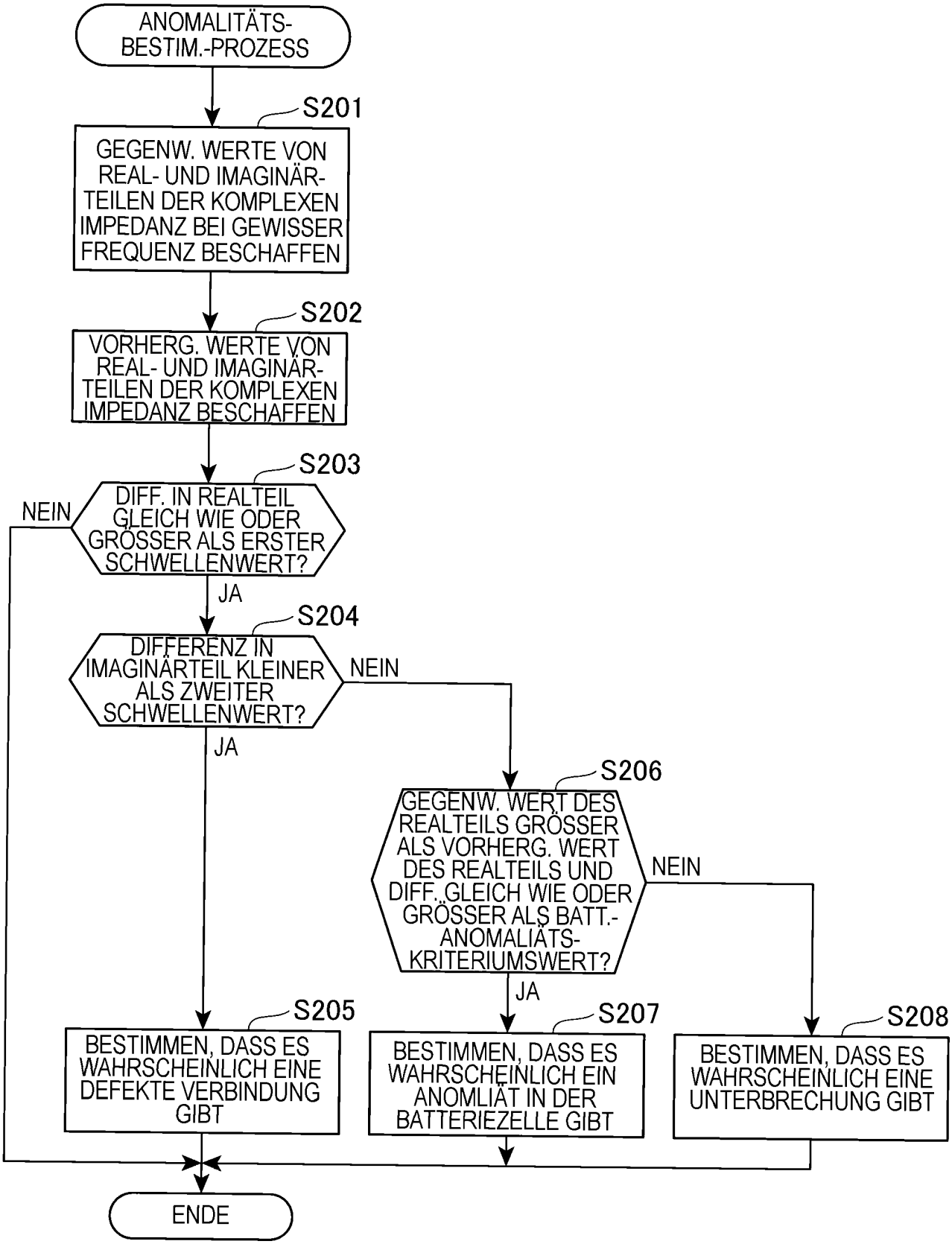
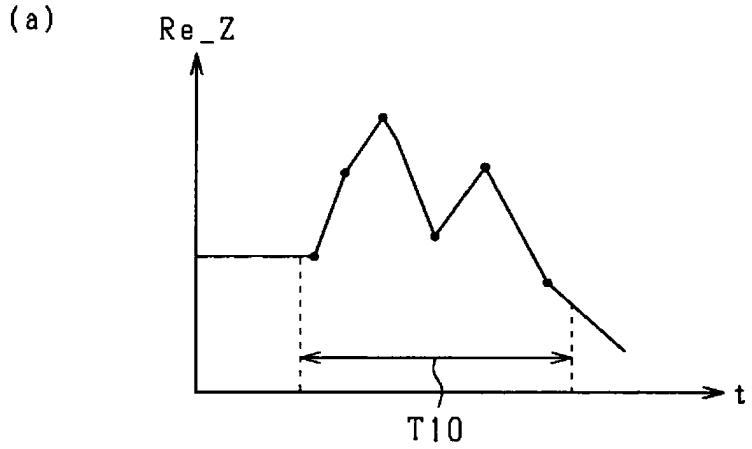
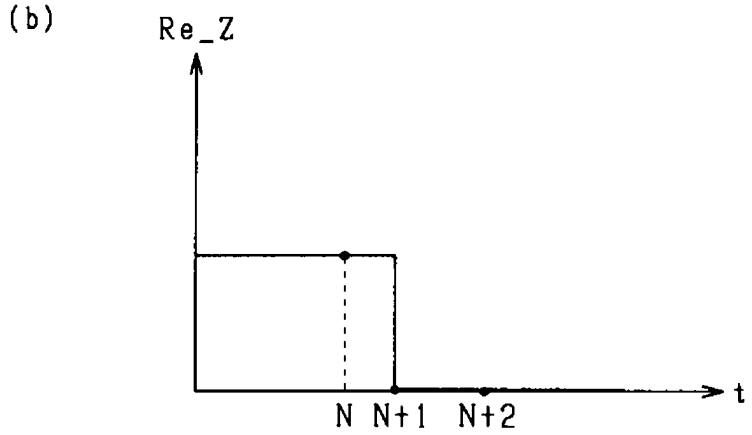

ANOMALITÄTS-BESTIM.-PROZESS
S201
GEGENW. WERTE VON REAL- UND IMAGINÄR-TEILEN DER KOMPLEXEN IMPEDANZ BEI GEWISSER FREQUENZ BESCHAFFEN
S202
VORHERG. WERTE VON REAL- UND IMAGINÄR-TEILEN DER KOMPLEXEN IMPEDANZ BESCHAFFEN
S203
DIFF. IN REALTEIL GLEICH WIE ODER GRÖSSER ALS ERSTER SCHWELLENWERT?
NEIN
JA
S204
DIFFERENZ IN IMAGINÄRTEIL KLEINER ALS ZWEITER SCHWELLENWERT?
NEIN
JA
S205
BESTIMMEN, DASS ES WAHRSCHEINLICH EINE DEFEKTE VERBINDUNG GIBT
S206
GEGENW. WERT DES REALTEILS GRÖSSER ALS VORHERG. WERT DES REALTEILS UND DIFF. GLEICH WIE ODER GRÖSSER ALS BATT.-ANOMALIÄTS-KRITERIUMSWERT?
NEIN
JA
S207
BESTIMMEN, DASS ES WAHRSCHEINLICH EIN ANOMLIÄT IN DER BATTERIEZELLE GIBT
S208
BESTIMMEN, DASS ES WAHRSCHEINLICH EINE UNTERBRECHUNG GIBT
ENDE

FIG.7





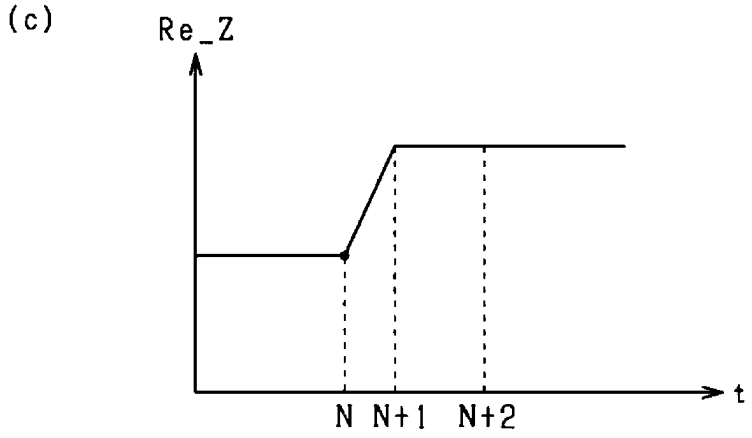


FIG.8

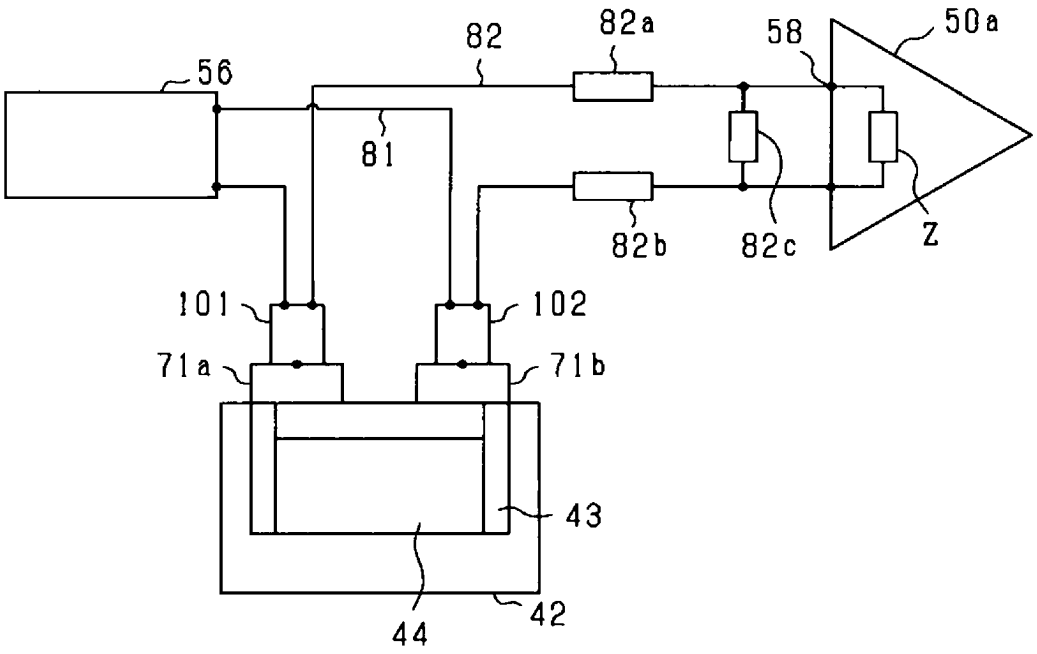

82
82a
58
50a
56
81
82b
82c
Z
101
102
71a
71b
43
44
42

FIG.9

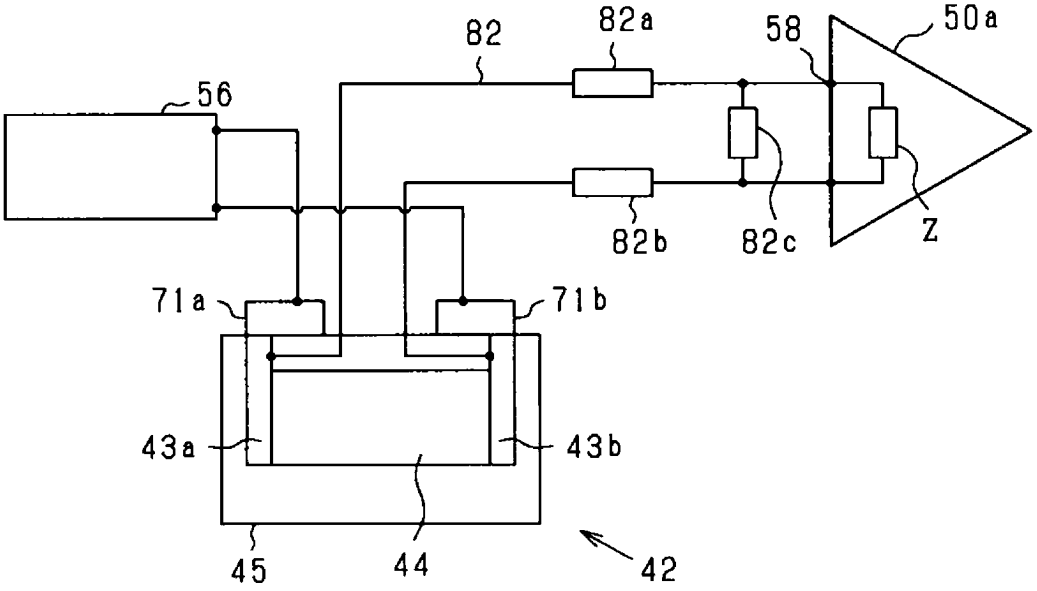
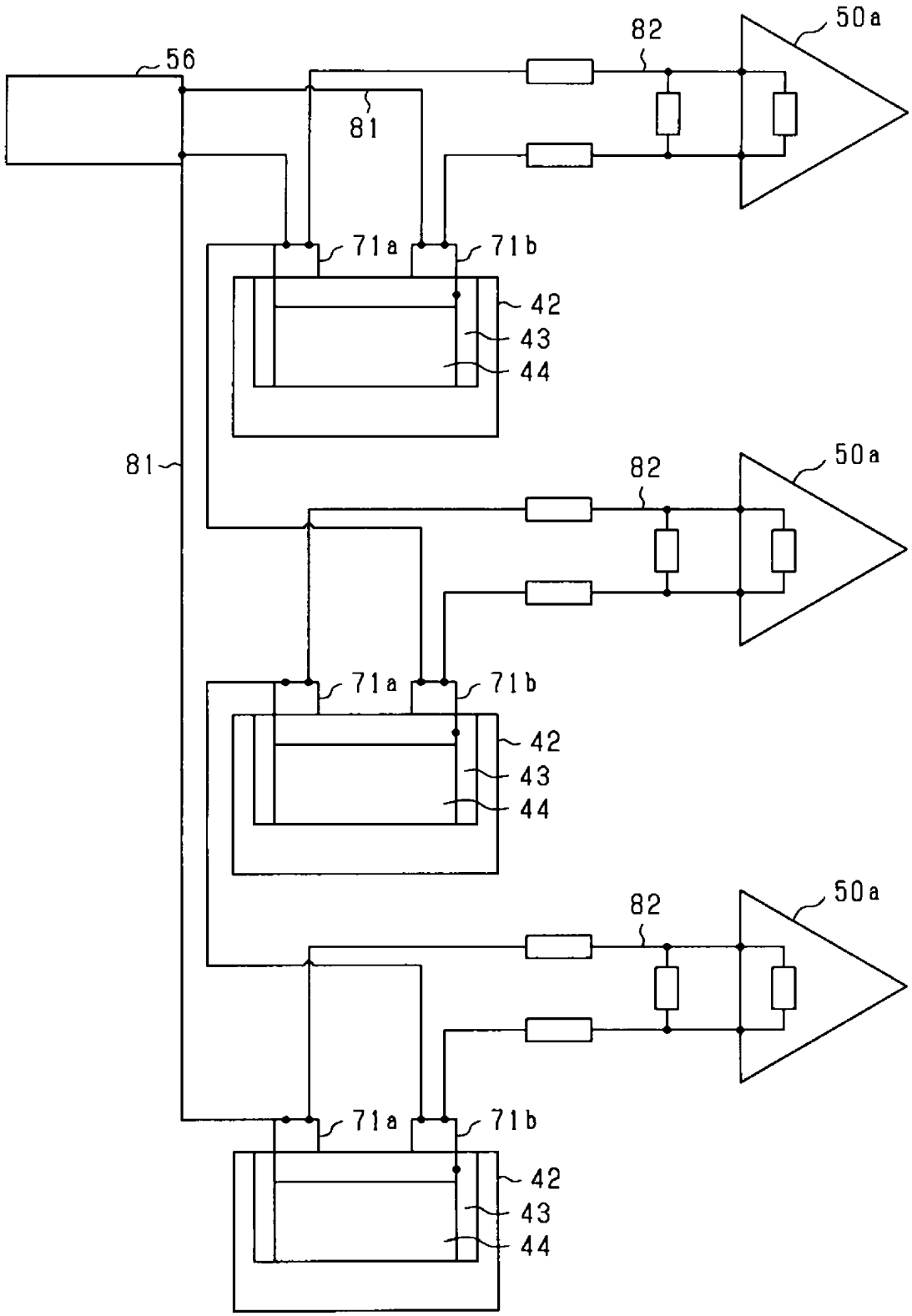

82
82a
58
50a
56
82b
82c
Z
71a
71b
43a
43b
45
44
42

FIG.10



 Das Dokument wurde durch die Firma Luminess hergestellt.