



(10) **DE 11 2017 004 002 B4** 2022.08.04

(12) **Patentschrift**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2017 004 002.7**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2017/028264**  
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/030276**  
(86) PCT-Anmeldetag: **03.08.2017**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.02.2018**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **25.04.2019**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **04.08.2022**

(51) Int Cl.: **H02P 29/024** (2016.01)  
**B60R 16/02** (2006.01)  
**B60L 50/60** (2019.01)

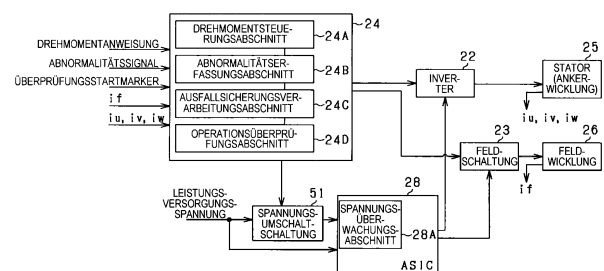
Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: <b>2016-157554</b> <b>10.08.2016</b> <b>JP</b>	(72) Erfinder: <b>Kawazu, Shinsuke, Kariya-city, Aichi-pref., JP</b>									
(73) Patentinhaber: <b>DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP</b>	(56) Ermittelter Stand der Technik:  <table><tr><td><b>DE</b></td><td><b>10 2013 102 390</b></td><td><b>A1</b></td></tr><tr><td><b>WO</b></td><td><b>2015/ 118 772</b></td><td><b>A1</b></td></tr><tr><td><b>JP</b></td><td><b>4 675 299</b></td><td><b>B2</b></td></tr></table>	<b>DE</b>	<b>10 2013 102 390</b>	<b>A1</b>	<b>WO</b>	<b>2015/ 118 772</b>	<b>A1</b>	<b>JP</b>	<b>4 675 299</b>	<b>B2</b>
<b>DE</b>	<b>10 2013 102 390</b>	<b>A1</b>								
<b>WO</b>	<b>2015/ 118 772</b>	<b>A1</b>								
<b>JP</b>	<b>4 675 299</b>	<b>B2</b>								
(74) Vertreter: <b>TBK, 80336 München, DE</b>										

(54) Bezeichnung: **Abnormalitätsdiagnosevorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Abnormalitätsdiagnosevorrichtung zum Durchführen einer Abnormalitätsdiagnose eines Systems, das mit einer Rotationselektromaschine (21) ausgestattet ist, wobei die Abnormalitätsdiagnosevorrichtung aufweist:

einen Abnormalitätserfassungsabschnitt (24B), der eine Abnormalität des Systems erfasst;  
einen Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt (24C), der, wenn der Abnormalitätserfassungsabschnitt (24B) eine Abnormalität erfasst, einen Ausfallsicherungsprozess zum Steuern der Rotationselektromaschine (21) auf eine sichere Weise durchführt;  
einen Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt (24E), der, wenn sich das System in einem normalen Zustand befindet, ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt, unter der Annahme, dass eine Abnormalität, die den Ausfallsicherungsprozess erfordert, aufgetreten ist; und  
einen Operationsüberprüfungsabschnitt (24D), der basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das durch den Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt (24E) erzeugt wird, eine Operationsüberprüfung zum Überprüfen, ob der Ausfallsicherungsprozess normal arbeitet, durchführt; und  
einer Umschalterschaltung (51), dadurch gekennzeichnet, dass  
der Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt ...



**Beschreibung**

## Querverweis auf verwandte Anmeldungen

**[0001]** Die vorliegende Anmeldung basiert auf der Japanischen Patentanmeldung Nr. 2016-157554, eingereicht am 10. August 2016, deren Beschreibung hierin durch Bezugnahme mit eingeschlossen sind.

## Technisches Gebiet

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abnormalitätsdiagnosevorrichtung, und genauer eine Abnormalitätsdiagnosevorrichtung zum Durchführen einer Abnormalitätsdiagnose eines Systems, das eine Rotationselektromaschine bzw. eine rotierende elektrische Maschine umfasst.

## Hintergrund

**[0003]** Herkömmlicherweise, in einem System, das eine Rotationselektromaschine bzw. eine rotierende elektrische Maschine bzw. eine elektrische Rotationsmaschine umfasst, wird ein abnormaler Zustand, wie etwa eine Abnormalität in einer Spannung erfasst und eine Ausfallsicherungsfunktion betrieben bzw. durchgeführt, um die Rotationselektromaschine bzw. rotierende elektrische Maschine zu steuern, so dass diese sich auf einer sicheren Seite befindet (siehe z. B. Patentliteratur 1). Die Patentliteratur 1 offenbart, dass, wenn bestimmt ist, dass sich eine Ausgabeschaltung der Rotationselektromaschine in einem Überspannungszustand befindet, die Rotationselektromaschine veranlasst wird, sich in einem Phasenkurzschlusszustand zu befinden, durch Steuern einer elektrischen Leistungsumwandlungseinrichtung, so dass ein Kurzschlussstrom durch die Rotationselektromaschine fließt. Somit, auch wenn ein plötzlicher Anstieg in der Spannung in einem Ladepfad einer Steuerungsschaltung während eines Betriebs der Rotationselektromaschine als ein Leistungsgenerator auftritt, wird die Überspannung unterdrückt und wird die Spannung ebenso sofort reduziert, um eine Beschädigung oder Ähnliches von Schaltungselementen und Einrichtungen zu verhindern.

## Liste des Standes der Technik

## Patentliteratur

**[0004]** [PTL 1] JP 4 675 299 B2

**[0005]** Die Druckschrift WO 2015/ 118 772 A1 offenbart eine Abnormalitätsdiagnosevorrichtung gemäß den jeweiligen Oberbegriffen der Patentansprüche 1 und 2.

**[0006]** Die Druckschrift DE 10 2013 102 390 A1 offenbart ein Energieversorgungssystem mit einer ersten Batterie, einer Batterieeinheit, die eine zweite Batterie umfasst, und einem Generator. Die Batterieeinheit ist über einen Leiter mit dem Generator und der ersten Batterie verbunden. Die Batterieeinheit umfasst einen mit dem Leiter verbundenen Verbindungsanschluss, einen mit einer Last verbundenen Ausgangsanschluss, einen ersten Schalter, der an einer den Verbindungsanschluss und den Ausgangsanschluss verbindenden Verdrahtung angeordnet ist, und eine Zweigleitung, die von der dazwischen liegenden Verdrahtung abzweigt den ersten Schalter und den Ausgangsanschluss und verbunden mit der zweiten Batterie, einen zweiten Schalter, der an der Zweigleitung zwischen der Verdrahtung und der zweiten Batterie angeordnet ist, eine erste Spannungserfassungseinheit, die die Spannung des Verbindungsanschlusses erfasst, und eine Schaltersteuereinheit, die den ersten und den zweiten Schalter steuert. Das Energieversorgungssystem umfasst ferner eine zweite Spannungserfassungseinheit, die eine elektromotorische Kraft der ersten Batterie erfasst, und eine Fehlerbestimmungseinheit, die einen Fehler des Leiters basierend auf Öffnungs-/ Schließzuständen des ersten und zweiten Schalters und Ergebnissen der ersten und zweiten Spannungserfassungseinheiten bestimmt.

## Kurzfassung der Erfindung

**[0007]** Auch in einer Situation, in der eine Ausfallsicherungsfunktion der Rotationselektromaschine nicht normal arbeitet bzw. durchgeführt, könnte eine Hauptfunktion nicht beeinträchtigt werden, solange das System normal arbeitet. Dies kann verursachen, dass ein Benutzer nicht wahrnimmt, dass die Ausfallsicherungsfunktion der Rotationselektromaschine nicht normal arbeitet. Wenn das Fahrzeug kontinuierlich verwendet wird, während die Ausfallsicherungsfunktion der Rotationselektromaschine nicht funktioniert, können jedoch keine Maßnahmen getroffen werden, wenn eine Abnormalität in dem System auftritt. Dies kann ergeben, dass die Rotationselektromaschine nicht geschützt wird.

**[0008]** Wenn z. B. in dem System, das in Patentliteratur 1 beschrieben ist, eine Abnormalität in einem Überspannungsbestimmungsabschnitt auftritt, arbeitet eine Ausfallsicherungsfunktion nicht normal. Während jedoch eine Leistungserzeugungsfunktion und eine Leistungsbetriebsfunktion, die die Hauptfunktionen sind, normal arbeiten, nimmt ein Benutzer die Abnormalität in der Ausfallsicherungsfunktion nicht wahr. Dann, wenn ein Fahrzeug kontinuierlich verwendet wird, ohne die Abnormalität in der Ausfallsicherungsfunktion zu korrigieren, und eine Überspannung tatsächlich auftritt, wenn z. B. eine Vibration des Fahrzeugs oder Ähnliches eine Trennung eines Konnektors verursacht, der eine Steuerungs-

einheit mit einer DC-Leistungsversorgung verbindet, wird die Steuerung, die verursacht, dass die Rotationselektromaschine in einem Phasenkurzschlusszustand gesetzt wird, nicht durchgeführt, und somit ist eine Beschädigung oder Ähnliches von Schaltungselementen und den Einrichtungen durch die Überspannung möglicherweise nicht vermeidbar.

**[0009]** Die vorliegende Offenbarung wurde angesichts des vorstehenden Problems vorgenommen und umfasst eine Aufgabe des Bereitstellens einer Abnormalitätsdiagnosevorrichtung, die dazu in der Lage ist, bevor eine Abnormalität auftritt, zu bestimmen, dass ein Ausfallsicherungsprozess zum Steuern einer Rotationselektromaschine auf eine sichere Weise normal arbeitet, wenn eine Abnormalität auftritt.

**[0010]** Mittel zum Lösen des vorstehenden Problems und Effekte davon werden nachstehend beschrieben.

**[0011]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst eine Abnormalitätsdiagnosevorrichtung zum Durchführen einer Abnormalitätsdiagnose eines Systems, das mit einer Rotationselektromaschine bzw. rotierenden elektrischen Maschine ausgestattet ist: einen Abnormalitätserfassungsabschnitt, der eine Abnormalität des Systems erfasst; einen Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt, der, wenn der Abnormalitätserfassungsabschnitt eine Abnormalität erfasst, einen Ausfallsicherungsprozess zum Steuern der Rotationselektromaschine bzw. rotierenden elektrischen Maschine auf eine sichere Weise durchführt; einen Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt, der, wenn sich das System in einem normalen Zustand befindet, ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt, unter der Annahme, dass eine Abnormalität, die den Ausfallsicherungsprozess erfordert, aufgetreten ist; und einen Operationsüberprüfungsabschnitt, der basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das durch den Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt erzeugt wird, eine Operationsüberprüfung durchführt, zum Überprüfen, ob der Ausfallsicherungsprozess normal arbeitet bzw. durchgeführt wird. Die Abnormalitätsdiagnosevorrichtung umfasst weiterhin eine Umschalterschaltung, wobei der Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt den Ausfallsicherungsprozess basierend auf einem Ergebnis eines Vergleichs zwischen einer Spannung eines Leistungsspeicherabschnitts, der mit der Rotationselektromaschine verbunden ist, und einer Schwellenwertspannung durchführt, die Umschalterschaltung eine Spannung, die mit der Schwellenwertspannung zu vergleichen ist, von der Spannung des Leistungsspeicherabschnitts zu einer niedrigeren oder höheren Spannung als der Schwellenwertspannung umschaltet; und der Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt das falsche Abnormalitätssignal

erzeugt, durch Veranlassen der Umschalterschaltung, die Spannung, die mit der Schwellenwertspannung zu vergleichen ist, von der Spannung des Leistungsspeicherabschnitts zu einer niedrigeren oder höheren Spannung als der Schwellenwertspannung umzuschalten. Der Operationsüberprüfungsabschnitt führt die Operationsüberprüfung durch, durch Steuern eines elektrischen Stroms, so dass kein Drehmoment durch die Rotationselektromaschine erzeugt wird.

**[0012]** Gemäß der vorstehenden Konfiguration, wenn sich das System in einem normalen Zustand befindet, wird ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt, unter der Annahme, dass eine Abnormalität, die den Ausfallsicherungsprozess erfordert, aufgetreten ist, und basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal wird die Operationsüberprüfung durchgeführt, zum Überprüfen, ob eine Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine auf eine sichere Weise normal arbeitet. Speziell, wenn sich das System in einem normalen Zustand befindet, wird virtuell erkannt, dass sich das System in einem abnormalen Zustand befindet, und aufgrund des virtuellen abnormalen Zustands wird die Operationsüberprüfung durchgeführt, zum Überprüfen, ob die Ausfallsicherungsfunktion normal arbeitet. Diese Konfiguration macht es möglich, bevor eine Abnormalität auftritt, zu bestimmen, ob die Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine auf eine sichere Weise arbeitet. Des Weiteren, durch Bestimmen, bevor eine Abnormalität auftritt, ob die Ausfallsicherungsfunktion arbeitet kann, kann eine Steuerung durchgeführt werden, bevor eine Abnormalität auftritt, dahingehend, ob die Ausfallsicherungsfunktion arbeitet. Somit kann die Rotationselektromaschine angemessen geschützt werden.

**[0013]** Weiterhin ermöglicht diese Konfiguration der Rotationselektromaschine virtuell einen abnormalen Leistungsversorgungsspannungswert aufzuweisen, und dies macht es möglich, ebenso zu überprüfen, ob der Vergleichsprozess mit der Schwellenwertspannung normal arbeitet. Speziell ist es möglich, in einer Reihe von Prozessen zu überprüfen, ob eine Abnormalitätserfassungsfunktion des Erfassens einer Abnormalität des Systems und die Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine auf eine sichere Weise, wenn eine Abnormalität durch die Abnormalitätserfassungsfunktion erfasst wird, normal arbeiten. Des Weiteren ist es in diesem Fall möglich, die Operation der Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine auf eine sichere Weise zu überprüfen, während verhindert wird, dass ein Drehmoment durch die Rotationselektromaschine erzeugt wird. Somit kann eine Unannehmlichkeit aufgrund des Auftretens eines ungewollten Systemverhaltens verhindert werden.

**[0014]** Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst die Abnormalitätsdiagnosevorrichtung weiterhin: einen ersten Leistungsspeicherabschnitt und einen zweiten Leistungsspeicherabschnitt, die parallel mit der Rotationselektromaschine verbunden sind; einen ersten Schalter, der in einem elektrischen Pfad zwischen dem ersten Leistungsspeicherabschnitt und der Rotationselektromaschine bereitgestellt ist und den ersten Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine elektrisch verbindet oder trennt; und einen zweiten Schalter, der in einem elektrischen Pfad zwischen dem zweiten Leistungsspeicherabschnitt und der Rotationselektromaschine bereitgestellt ist und den zweiten Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine elektrisch verbindet oder trennt, wobei während der Operationsüberprüfungsabschnitt eine Operationsüberprüfung des Ausfallsicherungsprozesses durchführt, elektrische Leistung von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt an eine elektrische Last zugeführt wird, die während der Operationsüberprüfung angetrieben wird; und der Operationsüberprüfungsabschnitt die Operationsüberprüfung durchführt, während der erste Leistungsspeicherabschnitt durch Öffnen des ersten Schalters von der Rotationselektromaschine elektrisch getrennt ist, und der zweite Leistungsspeicherabschnitt mit der Rotationselektromaschine durch Schließen des zweiten Schalters elektrisch verbunden ist.

**[0015]** Mit dieser Konfiguration, während der Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion, werden der zweite Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt getrennt und wird elektrische Leistung von dem zweiten Leistungsspeicherabschnitt zu der Rotationselektromaschine zugeführt. In diesem Fall wird während der Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion elektrische Leistung von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt an die elektrische Last, die während der Operationsüberprüfung angetrieben wird, zugeführt, und somit kann die Last stabil angetrieben werden. Des Weiteren kann die Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion ebenso in einem stabilen elektrischen Leistungszustand durchgeführt werden. Somit kann der Operationsüberprüfungsprozess angemessen durchgeführt werden.

**[0016]** Gemäß einem dritten Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst eine Abnormalitätsdiagnosevorrichtung zum Durchführen einer Abnormalitätsdiagnose eines Systems, das mit einer Rotationselektromaschine bzw. rotierenden elektrischen Maschine ausgestattet ist: einen Abnormalitätserfassungsabschnitt, der eine Abnormalität des Systems erfasst; einen Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt, der, wenn der Abnormalitätserfassungsabschnitt eine Abnormalität erfasst, einen Aus-

fallsicherungsprozess zum Steuern der Rotationselektromaschine bzw. rotierenden elektrischen Maschine auf eine sichere Weise durchführt; einen Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt, der, wenn sich das System in einem normalen Zustand befindet, ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt, unter der Annahme, dass eine Abnormalität, die den Ausfallsicherungsprozess erfordert, aufgetreten ist; und einen Operationsüberprüfungsabschnitt, der basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das durch den Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt erzeugt wird, eine Operationsüberprüfung durchführt, zum Überprüfen, ob der Ausfallsicherungsprozess normal arbeitet bzw. durchgeführt wird. Die Abnormalitätsdiagnosevorrichtung umfasst weiterhin: einen ersten Leistungsspeicherabschnitt und einen zweiten Leistungsspeicherabschnitt, die parallel mit der Rotationselektromaschine verbunden sind; einen ersten Schalter, der in einem elektrischen Pfad zwischen dem ersten Leistungsspeicherabschnitt und der Rotationselektromaschine bereitgestellt ist und den ersten Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine elektrisch verbindet oder trennt; und einen zweiten Schalter, der in einem elektrischen Pfad zwischen dem zweiten Leistungsspeicherabschnitt und der Rotationselektromaschine bereitgestellt ist und den zweiten Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine elektrisch verbindet oder trennt, wobei während der Operationsüberprüfungsabschnitt eine Operationsüberprüfung des Ausfallsicherungsprozesses durchführt, elektrische Leistung von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt an eine elektrische Last zugeführt wird, die während der Operationsüberprüfung angetrieben wird; und der Operationsüberprüfungsabschnitt die Operationsüberprüfung durchführt, während der erste Leistungsspeicherabschnitt durch Öffnen des ersten Schalters von der Rotationselektromaschine elektrisch getrennt ist, und der zweite Leistungsspeicherabschnitt mit der Rotationselektromaschine durch Schließen des zweiten Schalters elektrisch verbunden ist.

**[0017]** Mit dieser Konfiguration, während der Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion, werden der zweite Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt getrennt und wird elektrische Leistung von dem zweiten Leistungsspeicherabschnitt zu der Rotationselektromaschine zugeführt. In diesem Fall wird während der Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion elektrische Leistung von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt an die elektrische Last, die während der Operationsüberprüfung angetrieben wird, zugeführt, und somit kann die Last stabil angetrieben werden. Des Weiteren kann die Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion ebenso in einem stabilen elektrischen Leistungszustand durchgeführt werden.

Somit kann der Operationsüberprüfungsprozess angemessen durchgeführt werden.

**[0018]** Gemäß einem vierten Aspekt der vorliegenden Offenbarung, während ein Betrieb der Rotations-elektromaschine gestoppt ist, führt der Operationsüberprüfungsabschnitt die Operationsüberprüfung basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal durch. Diese Konfiguration macht es möglich, die Operation der Ausfallsicherungsfunktion zu überprüfen, wenn eine Abnormalität erfasst ist, ohne allgemeine Funktionen, d. h. eine Erzeugung einer elektrischen Leistung und einen Leistungsbetrieb der Rotationselektromaschine zu behindern.

**[0019]** Gemäß einem fünften Aspekt der vorliegenden Offenbarung erzeugt der Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt, als das falsche Abnormalitätssignal, ein Abnormalitätssignal, das Abnormalitätsinformationen enthält, die von einem tatsächlichen Ergebnis einer Erfassung, die durch den Abnormalitätserfassungsabschnitt durchgeführt wird, verschieden sind. Diese Konfiguration macht es möglich, basierend auf dem Abnormalitätssignal, das die Abnormalitätsinformationen enthält, die tatsächlich erzeugt werden, wenn sich das System in einem abnormalen Zustand befindet, zu überprüfen, ob die Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine auf eine sichere Weise normal arbeitet.

**[0020]** Gemäß einem sechsten Aspekt der vorliegenden Offenbarung, wenn der Operationsüberprüfungsabschnitt bestimmt, dass der Ausfallsicherungsprozess nicht normal arbeitet, wird eine Leistungsversorgung zu der Rotationselektromaschine unterbrochen. In diesem Fall ist es möglich, eine Situation zu vermeiden, in der, obwohl eine Abnormalität aufgetreten ist, die Ausfallsicherungsfunktion der Rotationselektromaschine nicht normal arbeitet, so dass die Rotationselektromaschine nicht angemessen geschützt werden kann.

**[0021]** Gemäß einem siebten Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird die Abnormalitätsdiagnosevorrichtung auf ein System angewendet, das mit einer elektromechanischen Rotationselektromaschineneinheit ausgestattet ist, die die Rotationselektromaschine und eine Steuerungseinheit, die eine Operation der Rotationselektromaschine steuert, umfasst. In diesem Fall, in einer Situation, in der die elektromechanische Rotationselektromaschineneinheit normal funktioniert, ist es möglich, im Voraus, bevor die Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine der Rotationselektromaschineneinheit auf eine sichere Weise tatsächlich durchgeführt wird, zu überprüfen, ob die Ausfallsicherungsfunktion normal arbeitet, wenn eine Abnormalität auftritt. Des Weiteren, gemäß der Konfiguration, in der basierend auf einem falschen

Abnormalitätssignal, das von der Steuerungseinheit der Rotationselektromaschineneinheit ausgegeben wird, überprüft wird, ob die Ausfallsicherungsfunktion arbeitet, kann die Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion so umgehend wie möglich durchgeführt werden.

#### Figurenliste

**[0022]** Die vorstehende Aufgabe und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden durch die folgende detaillierte Beschreibung mit Bezug auf die anhängigen Zeichnungen klarer:

**Fig. 1** ist ein elektrisches Schaltungsdiagramm, das ein Fahrzeugsystem darstellt;

**Fig. 2** ist ein Schaltungsdiagramm, das eine elektrische Konfiguration einer Rotationselektromaschineneinheit darstellt;

**Fig. 3** ist ein Schaltungsdiagramm, das einen Teil einer elektrischen Konfiguration eines Spannungsüberwachungsabschnitts darstellt;

**Fig. 4** ist ein funktionales Blockdiagramm, das einen Operationsüberprüfungsprozess für eine Abnormalitätsdiagnosefunktion gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel darstellt;

**Fig. 5** ist ein Ablaufdiagramm, das eine Prozedur eines Operationsüberprüfungsprozesses für eine Abnormalität in einer Spannung zeigt;

**Fig. 6** ist ein Zeitablaufdiagramm, das einen Operationsüberprüfungsprozess gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zeigt;

**Fig. 7** ist ein funktionales Blockdiagramm, das einen Operationsüberprüfungsprozess für eine Abnormalitätsdiagnosefunktion gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel darstellt;

**Fig. 8** ist ein Ablaufdiagramm, das eine Prozedur eines Operationsüberprüfungsprozesses für ein Abnormalitätssignal zeigt; und

**Fig. 9** ist ein Ablaufdiagramm, das eine Prozedur eines Leistungsversorgungszustandumschaltprozesses zeigt.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

##### Erstes Ausführungsbeispiel

**[0023]** Ein erstes Ausführungsbeispiel wird nachstehend mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist eine Abnormalitätsdiagnosevorrichtung verkörpert, die eine Abnormalitätsdiagnose eines Fahrzeugsystems durchführt. Das System führt eine elektrische Leistung an verschiedene Einrichtungen eines Fahrzeugs zu, das eine Maschine (Brennkraftmaschine) als eine Antriebskraft zum Fahren verwendet. In den

folgenden Ausführungsbeispielen sind den gleichen oder äquivalenten Abschnitten die gleichen Bezugszeichen in den Zeichnungen gegeben und Beschreibungen der Abschnitte, denen die gleichen Bezugszeichen gegeben sind, sind durch Bezugnahme mit eingeschlossen.

**[0024]** Wie in **Fig. 1** dargestellt ist, ist das Fahrzeugsystem ein Dualleistungsversorgungssystem mit einer Bleispeicherbatterie 11 und eine Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 als Leistungsspeicherabschnitte. Die Speicherbatterien 11 und 12 können jeweils elektrische Leistung an einen Anlasser 13, verschiedene elektrische Lasten 14 und 15 und eine Rotationselektromaschineneinheit bzw. rotierende elektrische Maschineneinheit 16 zuführen. Des Weiteren können die Speicherbatterien 11 und 12 durch die Rotationselektromaschineneinheit bzw. rotierende elektrische Maschineneinheit 16 geladen werden. In dem System sind die Bleispeicherbatterie 11 und die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 mit jeder der Rotationselektromaschineneinheit 16 und den elektrischen Lasten 14 und 15 parallel verbunden.

**[0025]** Die Bleispeicherbatterie 11 ist eine bekannte Allzweckspeicherbatterie. Die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 ist eine Speicherbatterie mit hoher Dichte, die weniger elektrische Leistung beim Laden und Entladen verliert und eine höhere Ausgabedichte und eine höhere Energiedichte als die der Bleispeicherbatterie 11 aufweist. Die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 ist vorzugsweise eine Speicherbatterie mit einer höheren Energieeffizienz beim Laden und Entladen als die der Bleispeicherbatterie 11. Die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 ist als ein Batterie-Pack mit einer Vielzahl von einzelnen Batterien gebildet. Nennspannungen der Speicherbatterien 11 und 12 sind die gleichen und z. B. 12 V.

**[0026]** Die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 ist in einem Gehäuse untergebracht und ist als eine Batterieeinheit U, die in einem Substrat integriert ist, gebildet. Die Batterieeinheit U umfasst zwei Ausgabeanschlüsse P1 und P2. Die Bleispeicherbatterie 11, der Anlasser 13 und die elektrische Last 14 sind mit dem Ausgabeanschluss P1 verbunden. Die elektrische Last 15 und die Rotationselektromaschineneinheit 16 sind mit dem Ausgabeanschluss P2 verbunden.

**[0027]** Die elektrischen Lasten 14 und 15 erfordern unterschiedliche Spannungen für eine elektrische Leistung, die von den Speicherbatterien 11 und 12 zugeführt wird. Speziell umfasst die elektrische Last 14 eine Last, die eine konstante Spannung erfordert, die erfordert, dass die Spannung der zugeführten elektrischen Leistung konstant ist oder zumindest so stabil ist, dass sie innerhalb eines vorbestimmten Bereichs variiert. Andererseits ist die elektrische Last

15 eine gewöhnliche elektrische Last, die von der Last, die eine konstante Spannung erfordert, verschieden ist.

**[0028]** Spezifische Beispiele der elektrischen Last 14, die die Last ist, die eine konstante Spannung erfordert, umfassen eine Navigationseinrichtung, eine Audioeinrichtung, eine Messgeräteinrichtung und verschiedene ECUs, wie etwa eine Maschinen-ECU und Ähnliches. In diesem Fall, wenn ein Auftreten einer Schwankung in einer Spannung der zugeführten elektrischen Leistung unterdrückt wird, wird ein Auftreten eines unnötigen Zurücksetzens oder Ähnliches in den vorstehenden Einrichtungen verhindert. Dies stellt eine stabile Operation der Einrichtungen sicher. Als die elektrische Last 14 können Fahrzeugsystemstellglieder, wie etwa eine elektrische Lenkeinrichtung und eine Bremseinrichtung umfasst sein. Spezifische Beispiele der elektrischen Last 15 umfassen eine Sitzheizung, eine Scheibenheizung einer Heckscheibe, Scheinwerfer, Wischer einer Windschutzscheibe und einen Ventilator einer Klimaanlage.

**[0029]** Die Rotationselektromaschineneinheit 16 umfasst eine Rotationselektromaschine bzw. rotierende elektrische Maschine 21, einen Inverter 22, eine Feldschaltung bzw. einen Feldstromkreis 23 und eine Rotationselektromaschinen-ECU 24, die eine Operation der Rotationselektromaschine 21 steuert. Die Rotationselektromaschineneinheit 16 ist ein Leistungsgenerator mit einer Motorfunktion und ist als ein elektromechanischer ISG („Integrated Starter Generator“, Generator mit integriertem Anlasser) gebildet. Details der Rotationselektromaschineneinheit 16 werden später beschrieben.

**[0030]** Die Batterieeinheit U umfasst, als elektrische Pfade in der Einheit, einen elektrischen Pfad L1, der den Ausgabeanschluss P1 und den Ausgabeanschluss P2 verbindet, und einen elektrischen Pfad L2, der einen Punkt N1 auf dem elektrischen Pfad L1 und die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 verbindet. Ein Schalter 31 ist in dem elektrischen Pfad L1 bereitgestellt und ein Schalter 32 ist in dem elektrischen Pfad L2 bereitgestellt.

**[0031]** Des Weiteren umfasst die Batterieeinheit U einen Umgehungspfad L3, der den Schalter 31 umgeht. Der Umgehungspfad L3 ist bereitgestellt, um einen Ausgabeanschluss P3 und den Punkt N1 auf dem elektrischen Pfad L1 zu verbinden. Der Ausgabeanschluss P3 ist mit der Bleispeicherbatterie 11 über eine Sicherung 35 verbunden. Der Umgehungspfad L3 ermöglicht, dass die Bleispeicherbatterie 11 mit der elektrischen Last 15 und der Rotationselektromaschineneinheit 16 nicht über den Schalter 31 verbunden wird. Ein Umgehungsschalter 36, der z. B. durch ein normal geschlossenes mechanisches Relais gebildet ist, ist in dem Umgehungspfad L3

bereitgestellt. Wenn der Umgehungsschalter 36 eingeschaltet (geschlossen) wird, ist die Bleispeicherbatterie 11 mit der elektrischen Last 15 und der Rotationselektromaschineneinheit 16 elektrisch verbunden, auch wenn sich der Schalter 31 in einem Aus-Zustand befindet (offen ist).

**[0032]** Die Batterieeinheit U umfasst eine Batterie-ECU 37, die einen An-/Aus-Zustand (offen/geschlossen) von jedem der Schalter 31, 32 und 36 steuert. Die Batterie-ECU 37 ist durch einen Microcomputer mit einer CPU, einem ROM, einem RAM, einer Eingabe-Ausgabe-Schnittstelle und Ähnlichem gebildet. Die Batterie-ECU 37 steuert den An-/Aus-Zustand der Schalter 31, 32 und 36 basierend auf einem Fahrzustand des Fahrzeugs und einem Leistungsspeicherzustand der Speicherbatterien 11 und 12. Dies ermöglicht ein Laden und Entladen durch wahlweises Verwenden der Bleispeicherbatterie 11 und der Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12. Zum Beispiel berechnet die Batterie-ECU 37 einen SOC (Ladezustand, „state of charge“) der Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 und steuert den Betrag eines Ladens und Entladens der Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12, so dass der SOC innerhalb eines vorbestimmten Bereichs beibehalten wird.

**[0033]** Eine Maschinen-ECU 40 ist mit der Rotationselektromaschinen-ECU 24 der Rotationselektromaschineneinheit 16 und der Batterie-ECU 37 der Batterieeinheit U verbunden. Die Maschinen-ECU 40 ist eine übergeordnete Steuerungseinheit, die die ECUs 23 und 37 umfassend steuert. Die Maschinen-ECU 40 wird durch einen Microcomputer mit einer CPU, einem ROM, einem RAM, einer Eingabe-Ausgabe-Schnittstelle und Ähnlichem gebildet. Die Maschinen-ECU 40 steuert eine Operation der Maschine 42 basierend auf einem Operationszustand der Maschine und einem Fahrzustand des Fahrzeugs zu jeder Zeit. Durch eine Kommunikationsleitung 41, die ein Kommunikationsnetzwerk, wie etwa ein CAN bildet, sind die ECUs 23, 37 und 40 miteinander verbunden, um dazu in der Lage zu sein, miteinander zu kommunizieren, und eine bidirektionale Kommunikation wird zu vorbestimmten Zeitintervallen durchgeführt. Somit werden verschiedene Daten, die in den ECUs 23, 37 und 40 gespeichert sind, untereinander geteilt.

**[0034]** Eine elektrische Konfiguration der Rotationselektromaschineneinheit 16 wird nachstehend mit Bezug auf **Fig. 2** beschrieben. Die Rotationselektromaschine 21 ist ein Dreiphasen-Wechselstrommotor und umfasst, als eine Dreiphasen-Ankerwicklung 25, eine U-Phasenwicklung 25U, eine V-Phasenwicklung 25V und eine W-Phasenwicklung 25W, und eine Feldwicklung 26. Die Rotationselektromaschineneinheit 16 besitzt eine Leistungserzeugungsfunktion des Erzeugens von elektrischer Leistung (regenerative Leistungserzeugung) durch Drehen einer

Maschinenausgabewelle und einer Radachse, und eine Leistungsbetriebsfunktion des Bereitstellens eines Drehmoments an die Maschinenausgabewelle. Speziell ist eine Rotationswelle der Rotationselektromaschine 21 mit der (nicht gezeigten) Maschinenausgabewelle unter Verwendung eines Riemens gekoppelt, um angetrieben zu werden. Über den Riemen wird elektrische Leistung erzeugt, wenn die Rotationswelle der Rotationselektromaschine 21 durch eine Rotation der Maschinenausgabewelle gedreht wird, und wenn die Maschinenausgabewelle durch eine Rotation der Rotationswelle der Rotationselektromaschine 21 gedreht wird, wird ein Drehmoment an die Maschinenausgabewelle bereitgestellt.

**[0035]** Der Inverter 22 wandelt eine Wechselstromspannung, die von den Phasenwicklungen 25U, 25V und 25W ausgegeben wird, in eine Gleichstromspannung um und gibt die Gleichstromspannung an die Batterieeinheit U aus. Des Weiteren wandelt der Inverter 22 eine Gleichstromspannung, die von der Batterieeinheit U eingegeben wird, in eine Wechselstromspannung um und gibt die Wechselstromspannung an die Phasenwicklungen 24U, 24V und 24W aus. Der Inverter 22 ist eine Brückenschaltung, die obere und untere Arme umfasst, deren Anzahl die gleiche ist wie die Anzahl von Phasen der Phasenwicklungen, und bildet eine Dreiphasen-Vollwellen-Gleichrichterschaltung. Der Inverter 22 bildet eine Antriebsschaltung, die die Rotationselektromaschine 21 antreibt, durch Anpassen einer elektrischen Leistung, die an die Rotationselektromaschine 21 zugeführt wird.

**[0036]** Der Inverter 22 umfasst einen Schalter eines oberen Arms Sp und einen Schalter eines unteren Arms Sn für jede Phase. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden als die Schalter Sp und Sn spannungsgesteuerte Halbleiterschaltetelemente, genauer N-Kanal MOSFETs verwendet. Eine Diode eines oberen Arms Dp ist antiparallel mit dem Schalter eines oberen Arms Sp verbunden und eine Diode eines unteren Arms Dn ist antiparallel mit dem Schalter eines unteren Arms Sn verbunden. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden Body-Dioden der Schalter Sp und Sn als die entsprechenden Dioden Dp und Dn verwendet. Die Dioden Dp und Dn sind nicht auf die Body-Dioden beschränkt, sondern können z. B. die Dioden von Komponenten sein, die von den Schaltern Sp und Sn verschieden sind. Ein Zwischenverbindungspunkt der in Reihe verbundenen Schalter Sp und Sn in jeder Phase ist mit einem Ende der entsprechenden der Phasenwicklungen 25U, 25V und 25W verbunden.

**[0037]** Die Feldschaltung 23 ist ein bidirektionaler Schalter und kann eine Gleichstromspannung an die Feldwicklung 26 anlegen. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel bildet die Feldschaltung 23

eine H-Brückengleichrichterschaltung, bei der vier Schalter Sp und Sn kombiniert sind. Die Schalter Sp und Sn weisen die gleiche Basiskonfiguration wie die der Schalter des Inverters 22 auf und werden somit hier nicht beschrieben. In den vorliegenden Ausführungsbeispielen wird eine Richtung und der Betrag eines Feldstroms, der durch die Feldwicklung 26 fließt, durch Anpassen einer Gleichstromspannung, die an die Feldwicklung 26 angelegt wird, durch eine Umschaltsteuerung der Schalter Sp und Sn gesteuert.

**[0038]** Die Schalter Sp und Sn, die den Inverter 22 und die Feldschaltung 23 bilden, werden jeweils unabhängig über einen Treiber 27 angesteuert, um sich in einem An/Aus-Zustand zu befinden. Das System umfasst einen Erfassungsabschnitt eines elektrischen Stroms 29A, der Phasenströme  $i_u$ ,  $i_v$  und  $i_w$  erfasst und eine Erfassungsschaltung eines elektrischen Stroms 29b, der einen Feldstrom  $i_f$  erfasst. Die Erfassungsabschnitte eines elektrischen Stroms 29A und 29B umfassen z. B. einen Stromtransformierer und einen Widerstand.

**[0039]** Die Rotationselektromaschinen-ECU 24 wird durch einen Microcomputer mit einer CPU, einem ROM, einem RAM, einer Eingabe-Ausgabe-Schnittstelle und Ähnlichem gebildet. Die Rotationselektromaschinen-ECU 24 steuert eine Spannung, die durch die Rotationselektromaschineneinheit 16 erzeugt wird (eine Spannung, die an die Batterieeinheit U ausgegeben wird) durch Anpassen eines Feldstroms, der an die Feldwicklung 26 anzulegen ist. Des Weiteren, nachdem das Fahrzeug ein Fahren startet, steuert die Rotationselektromaschinen-ECU 24 die Rotationselektromaschine 21 durch Steuern des Inverters 22 an, um eine Antriebskraft der Maschine zu unterstützen. Die Rotationselektromaschine 21 kann eine Anfangsrotation einer Kurbelwelle bereitstellen, wenn die Maschine gestartet wird, und besitzt ebenso eine Funktion als Maschinenanlasser.

**[0040]** Ein Abnormalitätsdiagnoseprozess, der in dem System durchgeführt wird, wird nachstehend beschrieben. Das System hat, als eine Abnormalitätsdiagnosefunktion, eine Abnormalitätserfassungsfunktion des Erfassens, dass eine Abnormalität in dem System aufgetreten ist, und eine Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine 21 auf eine sichere Weise, wenn eine Abnormalität durch den Abnormalitätserfassungsprozess erfasst wird.

**[0041]** Beispiele von Systemabnormalitäten umfassen eine Abnormalität in einer Spannung, wie etwa ein Abfall oder ein Anstieg in einer Leistungsversorgungsspannung, die eine Anschlussspannung der Leistungsspeicherabschnitte (der Bleispeicherbatterie 11, der Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12) ist, die

mit der Rotationselektromaschine 21 verbunden sind, ein An-/Aus-Fehler der Schalter in der Batterieeinheit U und eine abnormal hohe Temperatur der Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12. Als ein Ausfallsicherungsprozess für das Auftreten einer Abnormalität in einer Leistungsversorgungsspannung oder einer Abnormalität in der Batterieeinheit U beschränkt die Rotationselektromaschineneinheit 16 einen Betrieb der Rotationselektromaschine 21. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird bezüglich der Beschränkung des Betriebs der Rotationselektromaschine 21 ein Prozess durchgeführt, bei dem ein elektrischer Strom an die Rotationselektromaschine 21 durch Ausschalten der Schalter Sp und Sn des Inverters 22 und der Feldschaltung 23 unterbrochen wird.

**[0042]** Eine Abnormalität in einer Leistungsversorgungsspannung wird durch eine ASIC 28, die in der Rotationselektromaschineneinheit 16 enthalten ist, erfasst. **Fig. 3** stellt eine elektrische Konfiguration eines Spannungsüberwachungsabschnitts dar, der einen Abfall in der Leistungsversorgungsspannung überwacht. Die ASIC 28 umfasst einen Vergleicher 46 als den Spannungsüberwachungsabschnitt zum Überwachen, ob die Leistungsversorgungsspannung eine Schwellenwertspannung  $V_{th}$  oder mehr ist. Eine Spannung der Leistungsversorgung (der Bleispeicherbatterie 11, der Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12) wird an einen Eingabeanschluss (ein invertierter Eingabeanschluss in diesem Fall) des Vergleichers 46 über einen Widerstand 41 und einen Puffer 45 angelegt. Eine Spannung, die durch Teilen einer Spannung einer Leistungsversorgung 47 erhalten wird, wird an den anderen Eingabeanschluss (ein nicht-invertierter Eingabeanschluss in diesem Fall) des Vergleichers 46 angelegt.

**[0043]** Die Leistungsversorgung 47 ist z. B. durch eine Konstantspannungsschaltung gebildet und umfasst eine konstante Spannung von z. B. 5V. Zwei Widerstände 43 und 44 sind in Reihe mit der Leistungsversorgung 47 verbunden und die Widerstände 43 und 44 bilden eine Spannungsteilungsschaltung. Eine Zwischenpunktspannung der Widerstände 43 und 44 wird als die Schwellenwertspannung  $V_{th}$  in den nicht-invertierten Eingabeanschluss des Vergleichers 46 eingegeben. Ein Signal (H oder L) entsprechend einem Ergebnis eines Vergleichs zwischen der Leistungsversorgungsspannung und der Schwellenwertspannung  $V_{th}$  wird von einem Ausgabeanschluss des Vergleichers 46 ausgegeben. Eine Referenzspannung wird erzeugt, wenn die Leistungsversorgungsspannung durch den Widerstand 41 verringert wird. Somit wird tatsächlich eine Spannung, die durch Verringern der Leistungsversorgungsspannung erhalten wird, an den invertierten Eingabeanschluss des Vergleichers 46 angelegt.



**[0044]** Das Ausgabesignal des Vergleichers 46 wird in den Treiber 27 eingegeben. Gemäß dem eingegebenen Signal werden die Schalter Sp und Sn des Inverters 22 und der Feldschaltung 23 angesteuert, um in einem AN/AUS-Zustand zu sein.

**[0045]** Speziell, wenn das Ausgabesignal des Vergleichers 46 gleich L ist, wird bestimmt, dass die Leistungsversorgungsspannung normal ist. In diesem Fall wird eine normale Umschaltsteuerung basierend auf einer Drehmomentanweisung von der übergeordneten Steuerungseinheit durchgeführt. Andererseits, wenn das Ausgabesignal des Vergleichers 46 gleich H ist, wird bestimmt, dass eine Spannungsabfallabnormalität, bei der eine Leistungsversorgungsspannung abfällt, aufgetreten ist. In diesem Fall werden die Schalter Sp und Sn des Inverters 22 und der Feldsteuerung 23 angesteuert, um in einem Aus-Zustand zu sein.

**[0046]** Abnormalitäten, wie etwa ein Umschaltfehler und eine abnormal hohe Temperatur in der Batterieeinheit U werden durch die Batterie-ECU 37 erfasst. Die Batterie-ECU 37 gibt über die Kommunikationsleitung 41 ein Abnormalitätssignal, das ein Auftreten einer Abnormalität angibt, an andere ECUs, d. h. die Rotationselektromaschinen-ECU 24 und die Maschinen-ECU 40, aus. Basierend auf einem Ergebnis der Erfassung einer Abnormalität in einer Spannung, die durch die ASIC 28 durchgeführt wird, und dem Abnormalitätssignal, das von der Batterie-ECU 37 empfangen wird, veranlasst die Rotationselektromaschinen-ECU 24 die Rotationselektromaschine 21, eine Ausfallsicherungsoperation durchzuführen.

**[0047]** Auch in einer Situation, in der in dem Fahrzeugsystem die Ausfallsicherungsfunktion nicht normal arbeitet, kann eine Hauptfunktion unbeeinträchtigt sein, solange das System normal arbeitet. Dies kann verursachen, dass ein Benutzer nicht wahrnimmt, dass die Ausfallsicherungsfunktion nicht normal arbeitet. Wenn das Fahrzeug kontinuierlich verwendet wird, während die Ausfallsicherungsfunktion außer Betrieb ist, können jedoch keine Maßnahmen genommen werden, wenn eine Systemabnormalität auftritt. Dies kann einen Fehler beim Schützen der Rotationselektromaschine 21 ergeben.

**[0048]** Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird deshalb, wenn sich das Fahrzeugsystem in einem normalen Zustand befindet, ein falsches Abnormalitätssignal von der ASIC 28 ausgegeben, unter der Annahme, dass eine Abnormalität, die den Ausfallsicherungsprozess erfordert, aufgetreten ist, und basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal wird eine Operationsüberprüfung durchgeführt, zum Überprüfen, ob die Ausfallsicherungsfunktion normal arbeitet. D. h., wenn das Fahrzeugsystem sich in einem normalen Zustand befindet, wird eine Abnormalität, die den Ausfalls-

icherungsprozess erfordert, virtuell erzeugt, und in der virtuell abnormalen Situation wird die Operationsüberprüfung zum Überprüfen, ob die Ausfallsicherungsfunktion normal arbeitet, durchgeführt.

**[0049]** Speziell, gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, während eine Operation der Rotationselektromaschine 21 gestoppt ist, wird ein Spannungswert, der niedriger als der der Schwellenwertspannung  $V_{th}$  ist, in den invertierten Eingabeanschluss des Vergleichers 46 eingegeben, so dass die ASIC 28 ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt, das angibt, dass eine Spannungsabfallabnormalität aufgetreten ist. Dann wird das falsche Abnormalitätssignal von der ASIC 28 an eine Statorseite oder eine Feldseite ausgegeben. Phasenströme und ein Feldstrom an diesem Punkt werden überwacht, um zu überprüfen, dass ein elektrischer Strom zu der Rotationselektromaschine 21 zuverlässig unterbrochen wird, wenn die Leistungsversorgungsspannung abfällt. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel bilden ein Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt 24C und die ASIC 28 einen „Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt“ der vorliegenden Offenbarung und bildet die Rotationselektromaschinen-ECU 24 und die ASIC 28 einen „Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt“.

**[0050]** Als eine Konfiguration zum Erzeugen eines falschen Abnormalitätssignals, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, umfasst die Rotationselektromaschineneinheit 16 eine Spannungsumschalterschaltung 51 stromaufwärts der ASIC 28. Die Spannungsumschalterschaltung 51 schaltet eine Eingabespannung des invertierten Eingabeanschlusses des Vergleichers 46 zwischen einem Spannungswert entsprechend einer tatsächlichen Leistungsversorgungsspannung und einem Spannungswert, der niedriger als der der Schwellenwertspannung  $V_{th}$  ist, um.

**[0051]** Speziell, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, umfasst die Spannungsumschalterschaltung 51 einen Schalter 52, der durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 gesteuert wird, um in einem AN/AUS-Zustand zu sein. Ein Ende des Schalters 52 ist geerdet und das andere Ende des Schalters 52 ist mit der Batterieeinheit U über zwei Widerstände 53 und 41, die in Reihe angeordnet sind, verbunden. Die zwei Widerstände 41 und 53 bilden eine Spannungsteilungsschaltung. Wenn der Schalter 52 von einem Aus-Zustand zu einem An-Zustand umgeschaltet wird, wird eine Zwischenpunktspannung  $T_m$  der zwei Widerstände 41 und 53 in den invertierten Eingabeanschluss des Vergleichers 46 eingegeben. Widerstandswerte der zwei Widerstände 41 und 53 sind jeweils bestimmt, so dass die Zwischenpunktspannung  $T_m$ , die an diesem Punkt eingegeben wird, niedriger als die Schwellenwertspannung  $V_{th}$  ist.

**[0052]** Fig. 4 ist ein funktionelles Blockdiagramm, das einen Operationsüberprüfungsprozess des Überprüfens, dass die Abnormalitätsdiagnosefunktion für eine Abnormalität in einer Spannung normal arbeitet, darstellt. Die Rotationselektromaschinen-ECU 24 umfasst einen Drehmomentsteuerungsabschnitt 24A, einen Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B, den Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt 24C und einen Operationsüberprüfungsabschnitt 24D. Der Drehmomentsteuerungsabschnitt 24A führt eine Umschaltsteuerung des Schalters des Inverters 22 und der Feldschaltung 23 basierend auf einer Drehmomentanweisung, die von der Maschinen-ECU 40 empfangen wird, durch. Somit erzeugt die Rotationselektromaschine 21 eine elektrische Leistung oder führt einen Leistungsbetrieb durch.

**[0053]** Der Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B erfasst eine Abnormalität, die in der Rotationselektromaschineneinheit 16 auftritt, und empfängt ein Abnormalitätssignal von einer anderen ECU (der Batterie-ECU 37 in diesem Ausführungsbeispiel). Wenn der Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt 24C von dem Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B ein Abnormalitätssignal empfängt, das Informationen (Abnormalitätsinformationen) bezüglich einer Abnormalität enthält, die in dem Fahrzeugsystem aufgetreten ist, steuert der Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt 24C einen elektrischen Strom für den Ausfallsicherungsprozess. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel werden als der Ausfallsicherungsprozess elektrische Ströme zu der Statorseite und der Feldseite unterbrochen.

**[0054]** Bezüglich des Operationsüberprüfungsprozesses für die Abnormalitätsdiagnosefunktion empfängt der Drehmomentsteuerungsabschnitt 24A einen Überprüfungsstartmarker als einen Auslöser zum Durchführen des Operationsüberprüfungsprozesses für die Abnormalitätsdiagnosefunktion. Dann steuert der Drehmomentsteuerungsabschnitt 24A einen elektrischen Strom an die Rotationselektromaschine 21, so dass ein elektrischer Strom für eine Operationsüberprüfung als ein kleiner elektrischer Strom zur Überprüfung, dass der elektrische Strom unterbrochen ist, angelegt wird. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird die Operationsüberprüfung separat für jede der Statorseite und der Feldseite durchgeführt. Somit wird eine der Statorseite und der Feldseite als ein Operationsüberprüfungsziel ausgewählt und ein elektrischer Strom für eine Operationsüberprüfung wird an das ausgewählte Operationsüberprüfungsziel angelegt wird. Dies verhindert, dass ein Drehmoment durch die Rotationselektromaschine 21 erzeugt wird. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist der Überprüfungsstartmarker ein Marker, der von der Maschinen-ECU 40 empfangen wird, wenn das System abgeschaltet ist.

**[0055]** Wenn der Überprüfungsstartmarker eingegeben wird, legt der Operationsüberprüfungsabschnitt 24D einen elektrischen Strom an das Operationsüberprüfungsziel an. Dann gibt der Operationsüberprüfungsabschnitt 24D eine Umschaltanweisung an den Schalter 52 der Spannungsumschalterschaltung 51 aus, so dass der Schalter 52 angesteuert wird, um in einem An-Zustand zu sein. Somit, als eine Spannung, die mit der Schwellenwertspannung  $V_{th}$  zu vergleichen ist, wird eine Spannung, die niedriger als die Schwellenwertspannung  $V_{th}$  ist, in den Spannungsüberwachungsabschnitt 28A der ASIC 28 eingegeben. Wenn die niedrige Spannung eingegeben wird, wird ein Abnormalitätssignal, d. h. ein falsches Abnormalitätssignal zum Veranlassen einer virtuellen Abnormalität von der ASIC 28 in den Inverter 22 und die Feldschaltung 23 über den Treiber 27 ausgegeben. Wenn das Abnormalitätssignal ausgegeben wird, werden Schalter des Operationsüberprüfungsziels angesteuert, um in Aus-Zuständen zu sein, um einen elektrischen Strom zu der Rotationselektromaschine 21 zu unterbrechen. Der Operationsüberprüfungsabschnitt 24D überprüft, basierend auf den Erfassungswerten des elektrischen Stroms für die Feldseite und die Statorseite, die an diesem Punkt eingegeben werden, ob die Schalter des Operationsüberprüfungsziels tatsächlich ausgeschaltet wurden, d. h., ob der elektrische Strom unterbrochen wurde.

**[0056]** Die Operationsüberprüfung für die Feldseite wird sequentiell für jede Phase durchgeführt, aber die Reihenfolge der Operationsüberprüfungen ist nicht besonders beschränkt. Der elektrische Strom für die Operationsüberprüfung wird gesteuert, so dass der elektrische Strom durch einen elektrischen Pfad des Operationsüberprüfungsziels fließt. Zur Zeit der Operationsüberprüfung wird ein Schalter auf dem elektrischen Pfad, durch den der elektrische Strom für die Operationsüberprüfung weitergeleitet wurde, ausgeschaltet. Ebenso, in dem Fall der Statorseite, wird die Operationsüberprüfung sequentiell für die U-Phase, die V-Phase und die W-Phase durchgeführt, aber die Reihenfolge der Operationsüberprüfungen ist nicht besonders beschränkt. Der elektrische Strom für eine Operationsüberprüfung wird gesteuert, so dass der elektrische Strom durch eine Phasenwicklung fließt, die das Operationsüberprüfungsziel ist. Zur Zeit der Operationsüberprüfung wird ein Schalter, der mit der Phasenwicklung verbunden ist, durch die der elektrische Strom für eine Operationsüberprüfung weitergeleitet wurde, ausgeschaltet.

**[0057]** Ein Operationsüberprüfungsprozess für die Abnormalitätsdiagnosefunktion für eine Spannungsabfallabnormalität wird nachstehend mit Bezug auf ein Ablaufdiagramm in Fig. 5 beschrieben. Dieser Prozess wird durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 durchgeführt, wenn ein Überprüfungsstart-

marker durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 eingegeben wird.

**[0058]** In Fig. 5 wird in Schritt S101 eine Anweisung zum Steuern eines elektrischen Stroms zur Operationsüberprüfung eingegeben. In diesem Schritt wird von der Statorseite und der Feldseite zuerst die Feldseite als ein Operationsüberprüfungsziel ausgewählt und ein elektrischer Strom zur Operationsüberprüfung wird an die Feldwicklung 26 angelegt. In einem nachfolgenden Schritt S102 wird basierend auf einem Erfassungswert eines elektrischen Stroms, der durch den Erfassungsabschnitt eines elektrischen Stroms erfasst wird, überprüft, ob der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung fließt. Wenn der Erfassungswert des elektrischen Stroms ein vorbestimmter Wert oder mehr ist, wird bestimmt, dass der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung fließt und der vorliegende Prozess geht über zu Schritt S103.

**[0059]** In Schritt S103 wird eine Umschaltanweisung an die Spannungsumschalterschaltung 51 ausgegeben. Somit wird der Schalter 52 eingeschaltet, wobei ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt wird und das falsche Abnormalitätssignal wird von der ASIC 28 an den Treiber 27 ausgegeben. In einem nachfolgenden Schritt S104 wird basierend auf dem Erfassungswert des elektrischen Stroms, der durch den Erfassungsabschnitt des elektrischen Stroms erfasst wird, überprüft, ob der elektrische Strom unterbrochen wurde. Wenn z. B. das Operationsüberprüfungsziel die Feldseite ist, wird ein Erfassungswert eines elektrischen Stroms des Feldstroms, wenn dieser durch den Erfassungsabschnitt des elektrischen Stroms erfasst wird, mit einem Schwellenwert verglichen. Wenn der Erfassungswert des elektrischen Stroms der Schwellenwert oder weniger ist, wird bestimmt, dass für die Feldseite der elektrische Strom normal unterbrochen wurde und somit die Abnormalitätsdiagnosefunktion normal arbeitet.

**[0060]** Dann geht der vorliegende Prozess über zu Schritt S105 und es wird bestimmt, ob Diagnosemuster für die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion für eine Spannungsabfallabnormalität alle vollständig sind. Wenn, von der Feldseite und der Statorseite, eine Operationsüberprüfung für die Statorseite noch nicht durchgeführt wurde, wird eine negative Bestimmung in Schritt S105 vorgenommen und die Prozesse in Schritten S101 bis S105 werden für die Statorseite wiederholt durchgeführt. Wenn die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion für jede der Feldseite und der Statorseite vollständig ist, wird eine bestätigende Bestimmung in Schritt S105 vorgenommen und der vorliegende Prozess endet an diesem Punkt.

**[0061]** Wenn, obwohl der elektrische Strom für eine Operationsüberprüfung durchgeführt wurde, kein elektrischer Stromwert, der der vorbestimmte Wert oder mehr ist, bestätigt wurde, wird eine negative Bestimmung in Schritt S105 vorgenommen. Dann geht der vorliegende Prozess über zu Schritt S106 und ein Signal, das angibt, dass eine Abnormalität vorhanden ist, wird an die Maschinen-ECU 40 und die Batterie-ECU 37 ausgegeben.

**[0062]** Wenn, obwohl die Umschaltanweisung an die Spannungsumschalterschaltung 51 ausgegeben wurde, keine Unterbrechung des elektrischen Stroms bestätigt wurde, wird eine negative Bestimmung in Schritt S104 vorgenommen. Dann geht der vorliegende Prozess über zu Schritt S106 und es wird bestimmt, dass eine Abnormalität in der Abnormalitätsdiagnosefunktion vorhanden ist. In diesem Fall unterbricht die Rotationselektromaschineneinheit 16 einen elektrischen Strom zu der Rotationselektromaschine 21. Anstatt des Unterbrechens des elektrischen Stroms zu der Rotationselektromaschine 21 kann eine Mitteilung, dass eine Abnormalität vorhanden ist, einem Fahrer bereitgestellt werden. Alternativ können sowohl die Unterbrechung des elektrischen Stroms zu der Rotationselektromaschine 21 als auch die Mitteilung an den Fahrer durchgeführt werden. Zusätzlich wird ein Signal, das angibt, dass eine Abnormalität in der Abnormalitätsdiagnosefunktion aufgetreten ist, an die Maschinen-ECU 40 und die Batterie-ECU 37 ausgegeben. Die Unterbrechung des elektrischen Stroms zu der Rotationselektromaschine 21 und/oder die Mitteilung an den Benutzer können unter einer Bedingung vorgenommen werden, dass die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion mehrere Male durchgeführt wurde und dass eine vorbestimmte Anzahl oft oder mehr bestimmt ist, dass eine Abnormalität vorhanden ist.

**[0063]** Das vorstehend detailliert beschriebene Ausführungsbeispiel stellt die folgenden vorteilhaften Effekte bereit.

**[0064]** Gemäß der vorstehenden Konfiguration, wenn sich das System in einem normalen Zustand befindet, wird ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt, unter der Annahme, dass eine Abnormalität, die den Ausfallsicherungsprozess zum Steuern der Rotationselektromaschine 21 auf eine sichere Weise erfordert, aufgetreten ist, und basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal wird eine Operationsüberprüfung zum Überprüfen, ob die Ausfallsicherungsfunktion normal arbeitet, durchgeführt. Diese Konfiguration macht es möglich, im Voraus, bevor eine Abnormalität auftritt, zu bestimmen, ob die Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine 21 auf eine sichere Weise arbeitet. Somit kann die Steuerung dahingehend, ob die Ausfallsicherungsfunktion arbeitet, durchge-

führt werden. Des Weiteren kann die Rotationselektromaschine 21 angemessen geschützt werden.

**[0065]** Gemäß der vorstehenden Konfiguration, während die Operation der Rotationselektromaschine 21 gestoppt ist, wird eine Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal durchgeführt.

**[0066]** Dies macht es möglich, die Operation der Ausfallsicherungsfunktion zu überprüfen, wenn eine Abnormalität erfasst ist, ohne die allgemeinen Funktionen, d. h. die Erzeugung des elektrischen Stroms und den Leistungsbetrieb der Rotationselektromaschine 21 zu behindern. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird der Operationsüberprüfungsprozess insbesondere durchgeführt, wenn das System ausgeschaltet ist. Dies stellt eine ausreichende Zeit für die Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion sicher, wobei der Operationsüberprüfungsprozess zuverlässig beendet werden kann.

**[0067]** Gemäß der vorstehenden Konfiguration wird der Ausfallsicherungsprozess durchgeführt, wenn die Leistungsversorgungsspannung die Schwellenwertspannung  $V_{th}$  oder weniger ist. In dieser Konfiguration wird die Spannungsumschaltschaltung 51 als die Umschaltschaltung bereitgestellt, die eine Spannung, die mit der Schwellenwertspannung  $V_{th}$  zu vergleichen ist, von der Leistungsversorgungsspannung zu einer Spannung, die kleiner als die Schwellenwertspannung  $V_{th}$  ist, umschaltet. Zu der Zeit der Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion wird der Schalter 52 der Spannungsumschaltschaltung 51 angesteuert, um in einen An-Zustand zu sein, so dass ein falsches Abnormalitätssignal ausgegeben wird. Diese Konfiguration ermöglicht es, dass die Rotationselektromaschine 21 virtuell einen abnormalen Leistungsversorgungsspannungswert aufweist, und macht es möglich, ebenso zu überprüfen, ob der Vergleichsprozess mit der Schwellenwertspannung  $V_{th}$  normal arbeitet. Speziell ist es möglich, in einer Reihe von Prozessen zu überprüfen, ob die Abnormalitätserfassungsfunktion des Erfassens einer Abnormalität des Systems und die Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine auf eine sichere Weise normal arbeiten, wenn eine Abnormalität durch die Abnormalitätserfassungsfunktion erfasst wird.

**[0068]** Gemäß der vorstehenden Konfiguration wird die Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion der Rotationselektromaschine 21 durch Steuern des elektrischen Stroms, so dass kein Drehmoment durch die Rotationselektromaschine 21 erzeugt wird, durchgeführt. Dies macht es möglich, eine Unannehmlichkeit aufgrund des Auftretens eines ungewollten Systemverhaltens, speziell ein

Auftreten eines ungewollten Fahrzeugverhaltens, eine Verschlechterung einer Fahrbarkeit, oder Ähnliches, zu verhindern.

**[0069]** Gemäß der vorstehenden Konfiguration, wenn durch den Operationsüberprüfungsprozess bestimmt ist, dass der Ausfallsicherungsprozess der Rotationselektromaschine 21 nicht normal arbeitet, wird eine Leistungsversorgung zu der Rotationselektromaschine 21 unterbrochen. Dies macht es möglich, eine Situation zu vermeiden, bei der, auch wenn eine Abnormalität in dem System aufgetreten ist, die Ausfallsicherungsfunktion der Rotationselektromaschine 21 nicht normal arbeitet, wobei die Rotationselektromaschine 21 nicht angemessen geschützt werden kann.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

**[0070]** Ein zweites Ausführungsbeispiel wird nachstehend mit einer bestimmten Betonung auf Unterschiede zu dem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. In dem ersten Ausführungsbeispiel wird basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das aufgrund der Spannungsabfallabnormalität, die durch die Spannungsumschaltschaltung 51 virtuell verursacht wird, erzeugt wird, überprüft, ob die Ausfallsicherungsfunktion für die Spannungsabfallabnormalität arbeitet. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erzeugt die Rotationselektromaschinen-ECU 24 zusätzlich zu der vorstehenden Konfiguration als das falsche Abnormalitätssignal ein Abnormalitätssignal, das Abnormalitätsinformationen enthält, die von einem tatsächlichen Ergebnis einer Erfassung, die durch den Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B durchgeführt wird, verschieden sind, und basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal wird direkt durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 oder über die ASIC 28 überprüft, ob die Ausfallsicherungsfunktion normal durchgeführt werden kann.

**[0071]** Fig. 6 ist ein Zeitablaufdiagramm, das einen Operationsüberprüfungsprozess für die Abnormalitätsdiagnosefunktion zeigt. Dieser Prozess wird durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 durchgeführt, wenn das System abgeschaltet bzw. runtergefahren ist.

**[0072]** In Fig. 6, wenn eine Konnektorleistungsversorgung von einem An-Zustand zu einem Aus-Zustand umgeschaltet wird, werden zuerst die Schalter des Inverters 22 und der Feldschaltung 23 alle vorübergehend ausgeschaltet (Zeit  $t_{11}$ ).

**[0073]** Dann wird ein feldseitiger Überprüfungsprozess, der ein Prozess des Überprüfens einer Funktion des Unterbrechens eines elektrischen Stroms zu der Feldseite ist, und ein statorseitiger Überprüfungsprozess, der ein Prozess des Überprüfens

einer Funktion des Unterbrechens eines elektrischen Stroms zu der Statorseite ist, in dieser Reihenfolge durchgeführt.

**[0074]** Speziell, nach einer Zeit  $t_{12}$ , wenn eine vorbestimmte Zeitperiode von der Zeit  $t_{11}$  abgelaufen ist, werden ein erster Prozess und ein zweiter Prozess als der feldseitige Überprüfungsprozess durchgeführt. Der erste Prozess ist ein Prozess des Überprüfens, ob der Feldstrom  $i_f$  unterbrochen werden kann, basierend auf einer Anweisung von der ASIC 28. Der zweite Prozess ist ein Prozess des Überprüfens, ob der Feldstrom  $i_f$  unterbrochen werden kann, basierend auf einer Anweisung von der Rotations elektromaschinen-ECU 24.

**[0075]** In dem ersten Prozess wird die Operation der Ausfallsicherungsfunktion dadurch überprüft, dass zuerst ein Feldstrom  $i_f$  als der elektrische Strom für eine Operationsüberprüfung angelegt wird, dann der Schalter 52 der Spannungsumschalterschaltung 51 eingeschaltet wird, so dass eine Spannungsabfallabnormalität in dem System virtuell verursacht wird, und der Feldstrom  $i_f$  gemäß der virtuellen abnormalen Situation überwacht wird (Zeit  $t_{12}$  bis  $t_{14}$ ). Speziell wird überprüft, dass der elektrische Strom unterbrochen wurde, wenn der Feldstrom  $i_f$  für eine vorbestimmte Zeitperiode nach einer Zeit  $t_{12}$  angelegt wird, und dann arbeitet der Ausfallsicherungsprozess aufgrund der virtuellen Spannungsabfallabnormalität, und zur Zeit  $t_{13}$  werden alle Schalter der Feldschaltung 23 ausgeschaltet.

**[0076]** In dem zweiten Prozess wird überprüft, ob ein Feldstrom  $i_f$  unterbrochen werden kann, wenn der Feldstrom  $i_f$  als der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung angelegt wird, und dann wird eine Aus-Anweisung für die Schalter der Feldschaltung 23 ausgegeben, basierend auf einem falschen Abnormalitätssignal, das durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 ausgegeben wird (Zeit  $t_{14}$  bis  $t_{15}$ ).

**[0077]** Während des feldseitigen Überprüfungsprozesses werden alle Schalter der Statorseite in Aus-Zuständen beibehalten. Die Operationsüberprüfung wird für jede Phase separat durchgeführt, aber die Reihenfolge der Operationsüberprüfungen ist nicht besonders beschränkt. Der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung wird gesteuert, so dass der elektrische Strom durch einen elektrischen Pfad des Operationsüberprüfungsziels fließt. Zur Zeit der Operationsüberprüfung wird ein Schalter auf dem elektrischen Pfad, an den der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung angelegt wurde, ausgeschaltet.

**[0078]** Wenn der feldseitige Überprüfungsprozess endet, wird nachfolgend der statorseitige Überprüfungsprozess durchgeführt. Als der statorseitige Überprüfungsprozess werden ein dritter Prozess,

ein vierter Prozess und ein fünfter Prozess durchgeführt. Der dritte Prozess ist ein Prozess des Überprüfens, ob die Phasenströme  $i_u$ ,  $i_v$  und  $i_w$  unterbrochen werden können, basierend auf einer Anweisung von der ASIC 28. Der vierte Prozess ist ein Prozess des Überprüfens, ob die Phasenströme  $i_u$ ,  $i_v$  und  $i_w$  unterbrochen werden können, basierend auf einer Anweisung von der Rotationselektromaschinen-ECU 24. Der fünfte Prozess ist ein Prozess des Überprüfens, ob die Phasenströme  $i_u$ ,  $i_v$  und  $i_w$  unterbrochen werden können, basierend auf einer Anweisung, die von der Rotationselektromaschinen-ECU 24 über die ASIC 28 ausgegeben wird.

**[0079]** In dem dritten Prozess wird zuerst, nachdem ein Phasenstrom als der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung angelegt wird, der Schalter 52 der Spannungsumschalterschaltung 51 eingeschaltet, wobei eine Spannungsabfallabnormalität in dem System virtuell verursacht wird. Dann wird die Operation der Ausfallsicherungsfunktion durch Überwachung des Phasenstroms gemäß der virtuellen abnormalen Situation überprüft (Zeit  $t_{15}$  bis  $t_{16}$ ). In dem vierten Prozess wird überprüft, ob ein Phasenstrom unterbrochen werden kann, wenn der Phasenstrom als der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung angelegt wird, und dann wird eine Aus-Anweisung für die Schalter des Inverters 22 ausgegeben, basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 ausgegeben wird (Zeit  $t_{16}$  bis  $t_{17}$ ).

**[0080]** In dem fünften Prozess legt die Rotations elektromaschinen-ECU 24 einen Phasenstrom als den elektrischen Strom für eine Operationsüberprüfung an. Des Weiteren wird ein falsches Abnormalitätssignal, das durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 erzeugt wird, an die ASIC 28 ausgegeben. Die ASIC 28 bestimmt eine Systemabnormalität basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal und gibt eine Aus-Anweisung für die Schalter des Inverters 22 aus. Somit wird überprüft, ob der Phasenstrom unterbrochen werden kann (Zeit  $t_{17}$  bis  $t_{18}$ ). Während des statorseitigen Überprüfungsprozesses werden die Schalter der Feldseite in Aus-Zuständen beibehalten. Die Operationsüberprüfung für die Statorseite wird sequentiell für die U-Phase, die V-Phase und die W-Phase durchgeführt, aber die Reihenfolge der Operationsüberprüfungen ist nicht besonders beschränkt. Der elektrische Strom für eine Operationsüberprüfung wird gesteuert, so dass der elektrische Strom durch eine Phasenwicklung fließt, die das Operationsüberprüfungsziel ist. Zur Zeit der Operationsüberprüfung wird ein Schalter, der mit der Phasenwicklung verbunden ist, an den der elektrische Strom angelegt wurde, ausgeschaltet.

**[0081]** Fig. 7 ist ein funktionales Blockdiagramm, das einen Operationsüberprüfungsprozess des

Überprüfens, ob die Abnormalitätsdiagnosefunktion normal arbeitet, darstellt. Eine Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion für eine Spannungsabfallabnormalität ist die gleiche wie die in **Fig. 4** und wird somit hier nicht beschrieben. Zahlen in Klammern in **Fig. 7** geben Punkte an, an denen ein falsches Abnormalitätssignal in den ersten bis fünften Prozessen ausgegeben wird und die Zahlen entsprechend den entsprechenden Prozessnummern der ersten bis fünften Prozesse.

**[0082]** Zusätzlich zu dem Drehmomentsteuerungsabschnitt 24A, dem Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B, dem Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt 24C und dem Operationsüberprüfungsabschnitt 24D umfasst die Rotationselektromaschinen-ECU 24 weiterhin einen Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt 24E. Wenn ein Operationsstartmarker empfangen wird, erzeugt der Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt 24E ein falsches Abnormalitätssignal und gibt das falsche Abnormalitätssignal an den Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt 24C und die ASIC 28 aus.

**[0083]** Das falsche Abnormalitätssignal wird erzeugt, wenn der Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B keine Abnormalität erfasst hat, und das Ergebnis der Erfassung wird überschrieben, um anzugeben, dass eine Abnormalität vorhanden ist. Dieses falsche Abnormalitätssignal enthält Abnormalitätsinformationen über das System wie ein Abnormalitätssignal, das erzeugt wird, wenn tatsächlich eine Abnormalität auftritt. Beispiele der Abnormalitätsinformationen umfassen Informationen bezüglich Abnormalitäten, wie etwa eine Abnormalität in einer Leistungsversorgungsspannung und eine Abnormalität in der Batterieeinheit U. Nach einem Empfang des falschen Abnormalitätssignals von dem Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt 24E steuert der Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt 24C basierend auf dem Empfang des falschen Abnormalitätssignals einen elektrischen Strom für den Ausfallsicherungsprozess.

**[0084]** Der Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B kann die Funktion des Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitts 24E aufweisen. In diesem Fall wird eine Ausgabe des Ergebnisses der Erfassung, die durch den Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B durchgeführt wird, von Informationen, die angeben, dass „keine Abnormalität vorhanden ist“ zu Informationen, die angeben, dass „eine Abnormalität vorhanden ist“ überschrieben. Somit werden die falschen Abnormalitätsinformationen von dem Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B an den Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt 24C ausgegeben.

**[0085]** Zusätzlich zu dem Spannungsüberwachungsabschnitt 28A umfasst die ASIC 28 weiterhin einen Steuerungsabschnitt 28B. Nach einem Empfang

des falschen Abnormalitätssignals von dem Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt 24E der Rotationselektromaschinen-ECU 24 steuert der Steuerungsabschnitt 28B der ASIC 28 basierend auf dem Empfang des falschen Abnormalitätssignals einen elektrischen Strom für den Ausfallsicherungsprozess. In diesem Fall werden elektrische Ströme zu der Statorseite und der Feldseite unterbrochen.

**[0086]** Der Operationsüberprüfungsprozess des Überprüfens der Abnormalitätsdiagnosefunktion für ein Abnormalitätssignal wird nachstehend mit Bezug auf ein Ablaufdiagramm in **Fig. 8** beschrieben. Der Prozess von **Fig. 8** entspricht dem fünften Prozess. Dieser Prozess wird durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 zu einer Zeit durchgeführt, wenn der erste bis vierte Prozess endet, nachdem ein Überprüfungsstartmarker durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 empfangen wird.

**[0087]** In **Fig. 8** wird in Schritt S201 eine Anweisung zum Steuern eines elektrischen Stroms zur Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion ausgegeben. In diesem Schritt wird der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung an die Statorseite angelegt. In einem nachfolgenden Schritt S202 wird basierend auf einem Erfassungswert eines elektrischen Stroms, der durch den Erfassungsabschnitt eines elektrischen Stroms erfasst wird, überprüft, ob der elektrische Strom für eine Operationsüberprüfung fließt. Wenn der Erfassungswert des elektrischen Stroms ein vorbestimmter Wert oder mehr ist, wird bestimmt, dass der elektrische Strom für eine Operationsüberprüfung fließt und der vorliegende Prozess geht über zu Schritt S203.

**[0088]** In Schritt S203 wird ein Ergebnis der Erfassung, die durch den Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B durchgeführt wird, überschrieben, um ein falsches Abnormalitätssignal zu erzeugen und das erzeugte falsche Abnormalitätssignal wird an die ASIC 28 ausgegeben. In einem nachfolgenden Schritt S204 wird basierend auf einem Erfassungswert eines elektrischen Stroms, der durch den Erfassungsabschnitt eines elektrischen Stroms erfasst wird, überprüft, ob der elektrische Strom unterbrochen wurde. In diesem Schritt wird ein Erfassungswert des elektrischen Stroms von jedem Phasenstrom mit einem Schwellenwert verglichen. Wenn der Erfassungswert des elektrischen Stroms der Schwellenwert oder weniger ist, wird bestimmt, dass der elektrische Strom durch die ASIC 28 normal unterbrochen wurde, basierend auf einer Anweisung von der Rotationselektromaschinen-ECU 24 und dass somit die Abnormalitätsdiagnosefunktion normal arbeitet.

**[0089]** Wenn, obwohl der elektrische Strom zur Operationsüberprüfung angelegt wurde, kein elektrischer Stromwert, der der vorbestimmte Wert oder

mehr ist, bestätigt wurde, wird in Schritt S202 eine negative Bestimmung vorgenommen, und der vorliegende Prozess geht dann über zu Schritt S205. In Schritt S205 wird ein Signal, das angibt, dass eine Abnormalität in dem System aufgetreten ist, an die Maschinen-ECU 40 und die Batterie-ECU 37 ausgegeben.

**[0090]** Wenn keine Unterbrechung der Spannung bestätigt wurde, nachdem das falsche Abnormalitätssignal ausgegeben wurde, wird eine negative Bestimmung in Schritt S204 vorgenommen. Dann geht der vorliegende Prozess über zu Schritt S205 und es wird bestimmt, dass eine Abnormalität in der Abnormalitätsdiagnosefunktion vorhanden ist. In diesem Fall unterbricht die Rotationselektromaschineneinheit 16 einen elektrischen Strom zu der Rotationselektromaschine 21, teilt dem Fahrer mit, dass eine Abnormalität vorhanden ist, oder führt sowohl die Unterbrechung des elektrischen Stroms zu der Rotationselektromaschine 21 als auch die Mitteilung an den Fahrer durch. Zusätzlich wird ein Signal, das angibt, dass eine Abnormalität in der Abnormalitätsdiagnosefunktion aufgetreten ist, an die Maschinen-ECU 40 und die Batterie-ECU 37 ausgegeben.

**[0091]** Gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, das vorstehend detailliert beschrieben wurde, erzeugt der Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt 24E der Rotationselektromaschinen-ECU 24, als das falsche Abnormalitätssignal, ein Abnormalitätssignal, das Abnormalitätsinformationen enthält, die von dem tatsächlichen Ergebnis der Erfassung, die durch den Abnormalitätserfassungsabschnitt 24B durchgeführt wird, verschieden sind, und führt die Operationsüberprüfungsausfallsicherungsfunktion basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal durch. Somit ist es möglich, basierend auf dem Abnormalitätssignal, das die Abnormalitätsinformationen enthält, die tatsächlich erzeugt werden, wenn sich das System in einem abnormalen Zustand befindet, zu überprüfen, ob die Ausfallsicherungsfunktion zum Steuern der Rotationselektromaschine auf eine sichere Weise normal arbeitet.

(Andere Ausführungsbeispiele)

**[0092]** Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorstehenden Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern kann z. B. wie nachstehend beschrieben modifiziert werden.

**[0093]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen wurde ein Abfall in einer Leistungsversorgungsspannung als die Abnormalität in der Leistungsversorgungsspannung beschrieben, die virtuell in der ASIC 28 verursacht wird. Jedoch kann ein Anstieg in einer Leistungsversorgungsspannung in der ASIC 28 virtuell verursacht werden, und in einer

Situation, in der die virtuelle Abnormalität aufgetreten ist, kann basierend auf einem elektrischen Stromwert, der durch den Erfassungsabschnitt eines elektrischen Stroms 29 erfasst wird, überprüft werden, ob die Ausfallsicherungsfunktion normal arbeitet. Eine Konfiguration zum virtuellen Verursachen eines Anstiegs in einer Leistungsversorgungsspannung in der ASIC 28 ist nicht besonders beschränkt. Z. B. kann die ASIC 28 einen Vergleicher als einen Spannungsüberwachungsabschnitt umfassen, zum Überwachen, ob die Leistungsversorgungsspannung eine obere Grenzspannung oder weniger ist, so dass ein Signal (H oder L) entsprechend einem Ergebnis des Vergleichs zwischen der Leistungsversorgungsspannung und der oberen Grenzspannung von einem Ausgabeanschluss des Komparators ausgegeben wird.

**[0094]** Mit Bezug auf den Inhalt des Ausfallsicherungsprozesses muss der Ausfallsicherungsprozess nur ein Prozess zum Steuern der Rotationselektromaschine 21 auf eine sichere Weise sein, und der Ausfallsicherungsprozess ist nicht auf den Prozess des Unterbrechens des elektrischen Stroms zu der Rotationselektromaschine 21 beschränkt. Z. B. kann der Ausfallsicherungsprozess eine Ausgabe der Rotationselektromaschine 21 beschränken, durch Steuern des elektrischen Stroms zu der Rotationselektromaschine 21 in einem spezifischen Muster eines elektrischen Stroms. Des Weiteren, wenn ein Anstieg in einer Leistungsversorgungsspannung als die Abnormalität in der Leistungsversorgungsspannung erfasst wird, kann als der Ausfallsicherungsprozess eine Steuerung durchgeführt werden, um zu veranlassen, dass sich die Rotationselektromaschine 21 in einem Phasenkurzschlusszustand (in dem vorliegenden Ausführungsbeispiel, einem Dreiphasenkurzschluss) befindet, so dass ein Kurzschlussstrom durch die Rotationselektromaschine fließt.

**[0095]** Als der Ausfallsicherungsprozess kann ein Prozess durchgeführt werden, der sich nicht auf die Steuerung des elektrischen Stroms bezieht. Z. B. kann die vorliegende Offenbarung auf eine Konfiguration angewendet werden, bei der der Ausfallsicherungsprozess eine Mitteilung an den Fahrer bereitstellt, so dass sich die Rotationselektromaschine 21 auf einer sicheren Seite befindet. In diesem Fall wird ein Operationsüberprüfungsprozess für die Abnormalitätsdiagnosefunktion z. B. durch Bestimmen durchgeführt, ob, wenn ein falsches Abnormalitätssignal aufgrund einer virtuellen Abnormalität in der Leistungsversorgungsspannung ausgegeben wird, eine Ausgabe von einer Messgerät-ECU zu einem Anzeigeabschnitt eines Armaturenbretts vorgenommen wurde.

**[0096]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen wird ein Überprüfungssteuerungsprozess für die

Abnormalitätsdiagnosefunktion für die Feldseite und die Statorseite separat durchgeführt, um zu verhindern, dass ein Drehmoment durch die Rotations-elektromaschine 21 erzeugt wird. Jedoch kann als die Steuerung des elektrischen Stroms für die Operationsüberprüfung der elektrische Strom gesteuert werden, so dass ein q-Achsenstrom Null ist, um zu verhindern, dass ein Drehmoment durch die Rotationselektromaschine 21 erzeugt wird. Des Weiteren kann die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion durchgeführt werden, wenn das Fahrzeug stationär ist. Speziell könnte die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion durchgeführt werden, während in dem Fahrzeug eine Kupplung freigegeben ist, so dass eine Leistungsübertragung unterbrochen ist, oder ein Schaltbereich ein P-Bereich ist und eine Feststellbremse aufgebracht wird.

**[0097]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen wird der Operationsüberprüfungsprozess für die Abnormalitätsdiagnosefunktion durchgeführt, wenn das System ausgeschaltet bzw. heruntergefahren ist. Jedoch könnte der Operationsüberprüfungsprozess durchgeführt werden, wenn das System gestartet wird. Alternativ kann der Operationsüberprüfungsprozess durchgeführt werden, wenn eine übergeordnete Anweisung für ein erzeugtes Drehmoment (z. B. eine Drehmomentanweisung von der Maschinen-ECU 40), die an die Rotationselektromaschine 21 ausgegeben wird, Null ist. Die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion, die durchgeführt wird, wenn das System gestartet wird, oder wenn die übergeordnete Anweisung für das Drehmoment, die an die Rotationselektromaschine 21 ausgegeben wird, Null ist, ist dahingehend zu bevorzugen, dass, wie in dem Fall, wenn das System heruntergefahren ist, die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion durchgeführt werden kann, ohne die Leistungserzeugungsfunktion und die Leistungsbetriebsfunktion der Rotationselektromaschine 21 zu behindern.

**[0098]** Wenn durch die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion bestimmt ist, dass eine Abnormalität vorhanden ist, kann das Ergebnis der Bestimmung in einem nichtflüchtigen Speicher gespeichert werden, und nachdem das System das nächste und die nachfolgenden Male gestartet wird, kann das Ergebnis der Bestimmung beibehalten werden, um die Unterbrechung des elektrischen Stroms zu der Rotationselektromaschine 21 und/oder die Mitteilung an den Benutzer kontinuierlich durchzuführen.

**[0099]** In dem zweiten Ausführungsbeispiel wird ein falsches Abnormalitätssignal durch die Rotations-elektromaschinen-ECU 24 erzeugt und wird eine Anweisung direkt von der Rotationselektromaschinen-ECU 24 oder über die ASIC 28 ausgegeben,

um zu bestimmen, ob der Ausfallsicherungsprozess normal arbeitet. Alternativ könnte die Maschinen-ECU 40 ein falsches Abnormalitätssignal erzeugen und das falsche Abnormalitätssignal an die Rotationselektromaschinen-ECU 24 oder die ASIC 28 ausgeben, um zu bestimmen, ob der Ausfallsicherungsprozess zum Steuern der Rotationselektromaschine 21 auf eine sichere Weise normal arbeitet. Alternativ könnte die Batterie-ECU 37 ein falsches Abnormalitätssignal erzeugen und das falsche Abnormalitätssignal an die Rotationselektromaschinen-ECU 24 oder die ASIC 28 ausgeben, um zu bestimmen, ob der Ausfallsicherungsprozess zum Steuern der Rotationselektromaschine 21 auf eine sichere Weise normal arbeitet.

**[0100]** Der Operationsüberprüfungsprozess für die Abnormalitätsdiagnosefunktion wird vorzugsweise unter Verwendung von elektrischer Leistung, die von der Batterieeinheit U zugeführt wird, durchgeführt. In diesem Fall, bevor der Operationsüberprüfungsprozess gestartet wird, kann bestimmt werden, ob ein Leistungsversorgungszustand der Batterieeinheit U ein Zustand ist, in dem eine elektrische Leistung, die für die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion notwendig ist, zugeführt werden kann, und unter der Bedingung, dass der Leistungsversorgungszustand der Batterieeinheit U der Zustand ist, in dem die elektrische Leistung zugeführt werden kann, kann der Operationsüberprüfungsprozess für die Abnormalitätsdiagnosefunktion durchgeführt werden.

**[0101]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen ist die ASIC 28 als eine separate Komponente von der Rotationselektromaschinen-ECU 24 bereitgestellt. Jedoch könnte die Rotationselektromaschinen-ECU 24 die Funktion der ASIC 28 aufweisen.

**[0102]** In dem System, das die Bleispeicherbatterie 11 (erster Leistungsspeicherabschnitt) und die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 (zweiter Leistungsspeicherabschnitt) als die Speicherbatterien aufweist, die parallel mit der Rotationselektromaschine 21 verbunden sind, sind der Schalter 31 (erster Schalter) und der Schalter 32 (zweiter Schalter) bereitgestellt, wie in **Fig. 1** dargestellt ist. Der Schalter 31 ist in dem elektrischen Pfad zwischen dem ersten Leistungsspeicherabschnitt und der Rotations-elektromaschine 21 bereitgestellt und verbindet oder trennt elektrisch den ersten Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine 21. Der Schalter 32 ist in dem elektrischen Pfad zwischen dem zweiten Leistungsspeicherabschnitt und der Rotationselektromaschine 21 bereitgestellt und verbindet oder trennt elektrisch den zweiten Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine 21. Während der Operationsüberprüfungsabschnitt 24D eine Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion durchführt, führt der erste Leistungs-



speicherabschnitt elektrische Leistung an eine elektrische Last zu, die während der Operationsüberprüfung angetrieben wird. Des Weiteren kann der Operationsüberprüfungsabschnitt 24D einen Leistungsversorgungszustandsumschaltprozess durchführen, in dem eine Operationsüberprüfung durchgeführt wird, während der erste Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine 21 elektrisch getrennt sind, durch Öffnen des Schalters 31, und der zweite Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine 21 elektrisch verbunden sind, durch Schließen des Schalters 32. Speziell sind während der Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion der zweite Leistungsspeicherabschnitt und die Rotationselektromaschine 21 von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt getrennt und wird elektrische Leistung von dem zweiten Leistungsspeicherabschnitt an die Rotationselektromaschine 21 zugeführt. In diesem Fall, während der Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion, wird elektrische Leistung von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt zu der elektrischen Last zugeführt, die während der Operationsüberprüfung angetrieben wird, und somit kann die elektrische Last stabil angetrieben werden. Des Weiteren kann die Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion ebenso in einem stabilen elektrischen Leistungszustand durchgeführt werden. Somit kann der Operationsüberprüfungsprozess angemessen durchgeführt werden.

**[0103]** Fig. 9 ist ein Ablaufdiagramm, das eine Prozedur des Leistungsversorgungszustandsumschaltprozesses zeigt. In Fig. 9 wird in Schritt S301 ein Leistungsversorgungszustand des Systems für die Operationsüberprüfung des Ausfallsicherungsfunktionsprozesses umgeschaltet. In dem System in Fig. 1 werden der Schalter 31 und der Schalter 36 geöffnet und wird der Schalter 32 geschlossen. In einem nachfolgenden Schritt S302 wird bestimmt, ob die Operationsüberprüfung des Ausfallsicherungsfunktionsprozesses beendet wurde. In diesem Schritt, wenn der Operationsüberprüfungsprozess nicht beendet wurde, wird der Leistungsversorgungszustand an diesem Punkt beibehalten. Wenn der Operationsüberprüfungsprozess beendet wurde, geht der vorliegende Prozess über zu Schritt S303 und der Leistungsversorgungszustand wird zu dem ursprünglichen Zustand zurückgebracht. In dem Fall, in dem der Operationsüberprüfungsprozess durchgeführt wird, wenn das System heruntergefahren ist, werden die Schalter 31, 32 und 36 alle geöffnet.

**[0104]** In der Konfiguration in Fig. 1 ist die elektrische Last 14, die die Last ist, die eine konstante Spannung erfordert, mit der Seite des Ausgabeanschlusses P1 der Batterieeinheit U verbunden, d. h., der Seite der Bleispeicherbatterie 11, und ist die elektrische Last 15, die eine gewöhnliche Last ist,

mit der Seite des Ausgabeanschlusses P2 der Batterieeinheit U verbunden, d. h., der Seite der Rotationselektromaschineneinheit 16. Jedoch könnte diese Konfiguration modifiziert werden. Z. B. könnte die elektrische Last 15 (gewöhnliche Last) mit der Seite des Ausgabeanschlusses P1 der Batterieeinheit U verbunden werden und könnte die elektrische Last 14 (Last, die eine konstante Spannung erfordert) mit der Seite des Ausgabeanschlusses P2 der Batterieeinheit U verbunden werden.

**[0105]** In dem vorstehenden Ausführungsbeispiel wird die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion für sowohl die Feldseite als auch die Statorseite durchgeführt. Jedoch könnte die Operationsüberprüfung der Abnormalitätsdiagnosefunktion nur für eine der Feldseite und der Statorseite durchgeführt werden. Des Weiteren könnte in dem zweiten Ausführungsbeispiel nur einer oder mehrere der ersten bis fünften Prozesse durchgeführt werden.

**[0106]** Das zweite Ausführungsbeispiel führt den Prozess des Überprüfens, basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das unter Verwendung der Spannungsumschaltschaltung 51 erzeugt wird, ob die Ausfallsicherungsfunktion für eine Spannungsabfallabnormalität arbeitet, und den Prozess des Überprüfens, direkt durch die Rotationselektromaschinen-ECU 24 über die ASIC 28 basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das durch den Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt 24E der Rotationselektromaschinen-ECU 24 erzeugt wird, ob die Ausfallsicherungsfunktion arbeitet, durch. Jedoch könnte nur der letzte Prozess durchgeführt werden.

**[0107]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen, während der Betrieb der Rotationselektromaschine 21 gestoppt ist, wird die Operationsüberprüfung der Ausfallsicherungsfunktion basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal durchgeführt. Jedoch könnte die Operationsüberprüfung durchgeführt werden, während die Rotationselektromaschine 21 in Betrieb ist. In diesem Fall wird die Operationsüberprüfung vorzugsweise durchgeführt, während eine Leistungsübertragung des Fahrzeugs unterbrochen ist oder während der Schaltbereich in dem P-Bereich ist und die Feststellbremse betätigt wird.

**[0108]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen ist die Bleispeicherbatterie 11 als der erste Leistungsspeicherabschnitt bereitgestellt und ist die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 als der zweite Leistungsspeicherabschnitt bereitgestellt. Jedoch könnte diese Konfiguration modifiziert werden. Als der zweite Leistungsspeicherabschnitt könnte eine andere Speicherbatterie mit hoher Dichte als die Lithium-Ionen-Speicherbatterie 12 bereitgestellt werden, z. B. eine Nickel-Hydrid-Batterie kann verwenden.

det werden. Des Weiteren könnte ein Kondensator als zumindest einer der Leistungsspeicherabschnitte verwendet werden.

**[0109]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen wurde der Fall beschrieben, in dem die vorliegende Offenbarung auf den Motor angewendet wird, der den Wicklungsfeldrotor umfasst. Jedoch könnte die vorliegende Offenbarung ebenso auf einen Motor angewendet werden, der einen Permanentmagnetrotor umfasst.

**[0110]** In den vorliegenden Ausführungsbeispielen wurde ein Fall beschrieben, in dem ein Dreiphasenwechselstrommotor als die Rotationselektromaschine 21 verwendet wird. Jedoch könnte die vorliegende Offenbarung auf einen Motor angewendet werden, der von dem Dreiphasenwechselstrommotor verschieden ist, wie etwa ein Sechsphasenwechselstrommotor.

**[0111]** In den vorstehenden Ausführungsbeispielen wurde die Rotationselektromaschine beschrieben, die sowohl eine Leistungserzeugungsoperation als auch die Leistungsbetriebsoperation durchführt. Jedoch könnte die vorliegende Offenbarung auf eine Rotationselektromaschine angewendet werden, die nur eine der Leistungserzeugungsoperation und der Leistungsbetriebsoperation durchführt.

**[0112]** Ein Leistungsversorgungssystem, auf das die vorliegende Offenbarung angewendet wird, könnte z. B. andere Anwendungen als Fahrzeuge umfassen, z. B. Schiffe, Flugzeuge, Roboter und Ähnliches.

**[0113]** Die vorstehenden Komponenten sind konzeptionell und nicht auf die vorstehenden Ausführungsbeispiele beschränkt. Z. B. ist es möglich, Funktionen einer einzelnen Komponente durch Verteilen der Funktionen unter einer Vielzahl von Komponenten zu erreichen, oder Funktionen einer Vielzahl von Komponenten durch eine einzelne Komponente zu erreichen.

**[0114]** Die vorliegende Offenbarung wurde basierend auf den Ausführungsbeispielen beschrieben, aber es ist zu verstehen, dass die vorliegende Offenbarung nicht auf die Ausführungsbeispiele oder die Konfigurationen beschränkt ist. Die vorliegende Offenbarung umfasst verschiedene modifizierte Beispiele und Modifikationen innerhalb eines äquivalenten Bereichs. Zusätzlich umfasst eine Kategorie oder ein Gedankenbereich der vorliegenden Offenbarung verschiedene Kombinationen oder Formen und andere Kombinationen oder Formen inklusive von nur einem Element, einem oder mehreren Elementen, oder einem oder weniger Elementen als diesen.

## Patentansprüche

1. Abnormalitätsdiagnosevorrichtung zum Durchführen einer Abnormalitätsdiagnose eines Systems, das mit einer Rotationselektromaschine (21) ausgestattet ist, wobei die Abnormalitätsdiagnosevorrichtung aufweist:

- einen Abnormalitätserfassungsabschnitt (24B), der eine Abnormalität des Systems erfasst;
- einen Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt (24C), der, wenn der Abnormalitätserfassungsabschnitt (24B) eine Abnormalität erfasst, einen Ausfallsicherungsprozess zum Steuern der Rotationselektromaschine (21) auf eine sichere Weise durchführt;
- einen Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt (24E), der, wenn sich das System in einem normalen Zustand befindet, ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt, unter der Annahme, dass eine Abnormalität, die den Ausfallsicherungsprozess erfordert, aufgetreten ist; und
- einen Operationsüberprüfungsabschnitt (24D), der basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das durch den Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt (24E) erzeugt wird, eine Operationsüberprüfung zum Überprüfen, ob der Ausfallsicherungsprozess normal arbeitet, durchführt; und

einer Umschalterschaltung (51), **dadurch gekennzeichnet**, dass

- der Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt (24C) den Ausfallsicherungsprozess basierend auf einem Ergebnis eines Vergleichs zwischen einer Spannung eines Leistungsspeicherabschnitts (11, 12) der mit der Rotationselektromaschine (21) verbunden ist, und einer Schwellenwertspannung durchführt;
- die Umschalterschaltung (51) eine Spannung, die mit der Schwellenwertspannung zu vergleichen ist, von der Spannung des Leistungsspeicherabschnitts (11, 12) zu einer Spannung, die niedriger oder höher als die Schwellenwertspannung ist, umschaltet;
- der Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt (24E) das falsche Abnormalitätssignal erzeugt, durch Veranlassen der Umschalterschaltung (51), die Spannung, die mit der Schwellenwertspannung zu vergleichen ist, von der Spannung des Leistungsspeicherabschnitts (11, 12) zu einer Spannung, die niedriger oder höher als die Schwellenwertspannung ist, umzuschalten, und
- der Operationsüberprüfungsabschnitt (24D) die Operationsüberprüfung durch Steuern eines elektrischen Stroms, so dass kein Drehmoment durch die Rotationselektromaschine (21) erzeugt wird, durchführt.

2. Abnormalitätsdiagnosevorrichtung gemäß Anspruch 1, weiterhin mit:

- einem ersten Leistungsspeicherabschnitt (11) und
- einem zweiten Leistungsspeicherabschnitt (12), die parallel mit der Rotationselektromaschine (21) ver-

bunden sind;  
 einem ersten Schalter (31), der in einem elektrischen Pfad zwischen dem ersten Leistungsspeicherabschnitt (11) und der Rotationselektromaschine (21) bereitgestellt ist und den ersten Leistungsspeicherabschnitt (11) und die Rotationselektromaschine (21) elektrisch verbindet oder trennt; und  
 einem zweiten Schalter (32), der in einem elektrischen Pfad zwischen dem zweiten Leistungsspeicherabschnitt (12) und der Rotationselektromaschine (21) bereitgestellt ist und den zweiten Leistungsspeicherabschnitt (12) und die Rotationselektromaschine (21) elektrisch verbindet oder trennt, wobei  
 während der Operationsüberprüfungsabschnitt (24D) eine Operationsüberprüfung des Ausfallsicherungsprozesses durchführt, eine elektrische Leistung von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt (11) zu einer elektrischen Last, die während der Operationsüberprüfung angetrieben wird, zugeführt wird, und  
 der Operationsüberprüfungsabschnitt (24D) die Operationsüberprüfung durchführt, während der erste Leistungsspeicherabschnitt (11) von der Rotationselektromaschine (21) durch Öffnen des ersten Schalters (31) elektrisch getrennt ist und der zweite Leistungsspeicherabschnitt (12) mit der Rotationselektromaschine (21) durch Schließen des zweiten Schalters (32) elektrisch verbunden ist.

3. Abnormalitätsdiagnosevorrichtung zum Durchführen einer Abnormalitätsdiagnose eines Systems, das mit einer Rotationselektromaschine (21) ausgestattet ist, wobei die Abnormalitätsdiagnosevorrichtung aufweist:  
 einen Abnormalitätserfassungsabschnitt (24B), der eine Abnormalität des Systems erfasst;  
 einen Ausfallsicherungsverarbeitungsabschnitt (24C), der, wenn der Abnormalitätserfassungsabschnitt (24B) eine Abnormalität erfasst, einen Ausfallsicherungsprozess zum Steuern der Rotationselektromaschine (21) auf eine sichere Weise durchführt;  
 einen Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt (24E), der, wenn sich das System in einem normalen Zustand befindet, ein falsches Abnormalitätssignal erzeugt, unter der Annahme, dass eine Abnormalität, die den Ausfallsicherungsprozess erfordert, aufgetreten ist;  
 einen Operationsüberprüfungsabschnitt (24D), der basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal, das durch den Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt (24E) erzeugt wird, eine Operationsüberprüfung zum Überprüfen, ob der Ausfallsicherungsprozess normal arbeitet, durchführt; **gekennzeichnet durch**  
 einen ersten Leistungsspeicherabschnitt (11) und einen zweiten Leistungsspeicherabschnitt (12), die parallel mit der Rotationselektromaschine (21) ver-

bunden sind;  
 einen ersten Schalter (31), der in einem elektrischen Pfad zwischen dem ersten Leistungsspeicherabschnitt (11) und der Rotationselektromaschine (21) bereitgestellt ist und den ersten Leistungsspeicherabschnitt (11) und die Rotationselektromaschine (21) elektrisch verbindet oder trennt; und  
 einen zweiten Schalter (32), der in einem elektrischen Pfad zwischen dem zweiten Leistungsspeicherabschnitt (12) und der Rotationselektromaschine (21) bereitgestellt ist und den zweiten Leistungsspeicherabschnitt (12) und die Rotationselektromaschine (21) elektrisch verbindet oder trennt, wobei  
 während der Operationsüberprüfungsabschnitt (24D) eine Operationsüberprüfung des Ausfallsicherungsprozesses durchführt, eine elektrische Leistung von dem ersten Leistungsspeicherabschnitt (11) zu einer elektrischen Last, die während der Operationsüberprüfung angetrieben wird, zugeführt wird,  
 der Operationsüberprüfungsabschnitt (24D) die Operationsüberprüfung durchführt, während der erste Leistungsspeicherabschnitt (11) von der Rotationselektromaschine (21) durch Öffnen des ersten Schalters (31) elektrisch getrennt ist und der zweite Leistungsspeicherabschnitt (12) mit der Rotationselektromaschine (21) durch Schließen des zweiten Schalters (32) elektrisch verbunden ist, und  
 der Operationsüberprüfungsabschnitt (24D) die Operationsüberprüfung durch Steuern eines elektrischen Stroms, so dass kein Drehmoment durch die Rotationselektromaschine (21) erzeugt wird, durchführt.

4. Abnormalitätsdiagnosevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei während eine Operation der Rotationselektromaschine (21) gestoppt ist, der Operationsüberprüfungsabschnitt (24D) die Operationsüberprüfung basierend auf dem falschen Abnormalitätssignal durchführt.

5. Abnormalitätsdiagnosevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Abnormalitätssignalerzeugungsabschnitt (24E), als das falsche Abnormalitätssignal, ein Abnormalitätssignal erzeugt, das Abnormalitätsinformationen enthält, die von einem tatsächlichen Ergebnis der Erfassung, die durch den Abnormalitätserfassungsabschnitt (24B) durchgeführt wird, verschieden sind.

6. Abnormalitätsdiagnosevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei wenn der Operationsüberprüfungsabschnitt (24D) bestimmt, dass der Ausfallsicherungsprozess nicht normal arbeitet, die Leistungsversorgung zu der Rotationselektromaschine (21) unterbrochen wird.

7. Abnormalitätsdiagnosevorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Abnormali-

tätsdiagnosevorrichtung auf ein System angewendet wird, das mit einer elektromechanischen Rotationselektromaschineneinheit (16) ausgestattet ist, die die Rotationselektromaschine (21) und eine Steuerungseinheit (24) umfasst, die eine Operation der Rotationselektromaschine (21) steuert.

Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

FIG.1

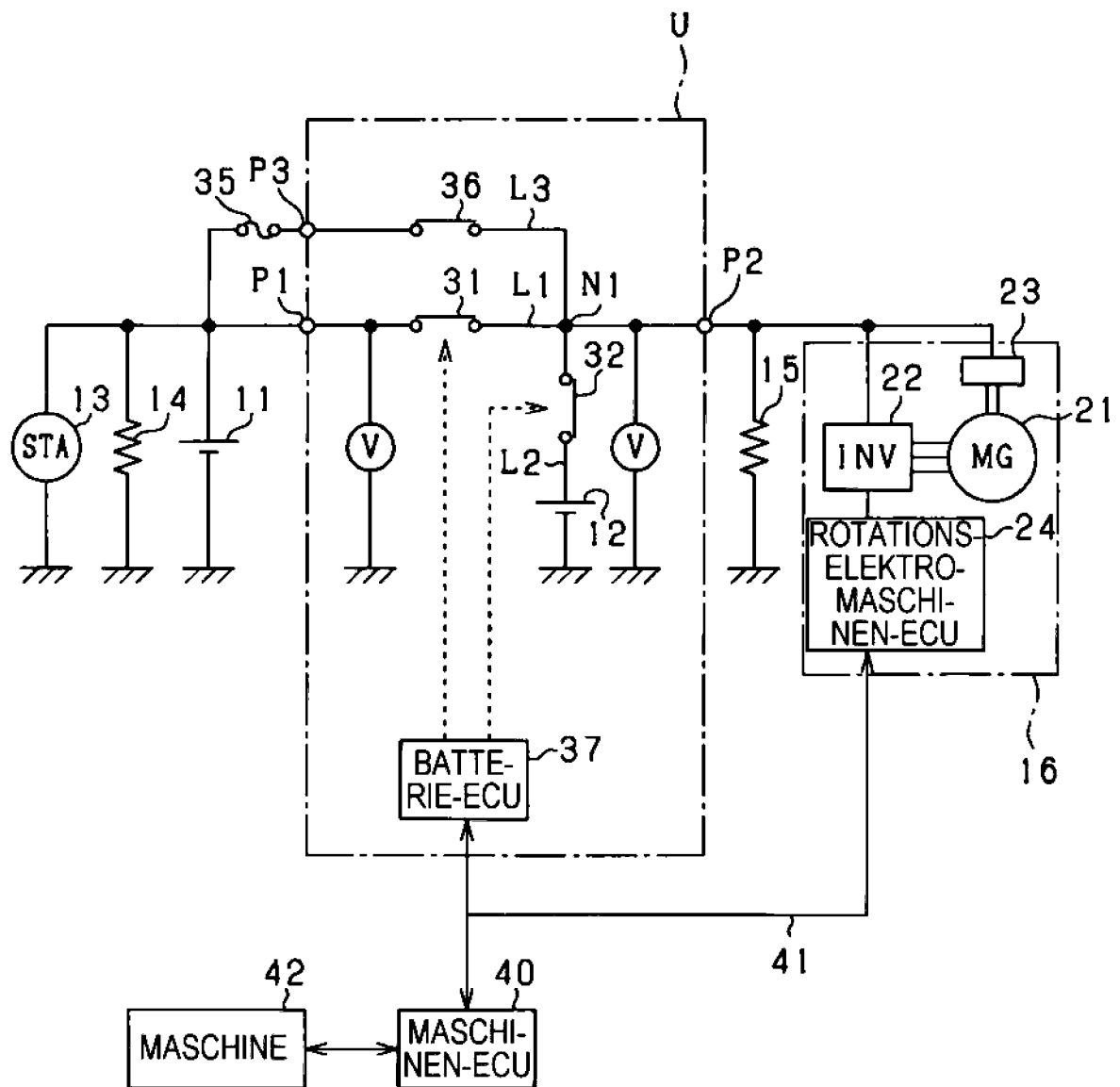


FIG.2

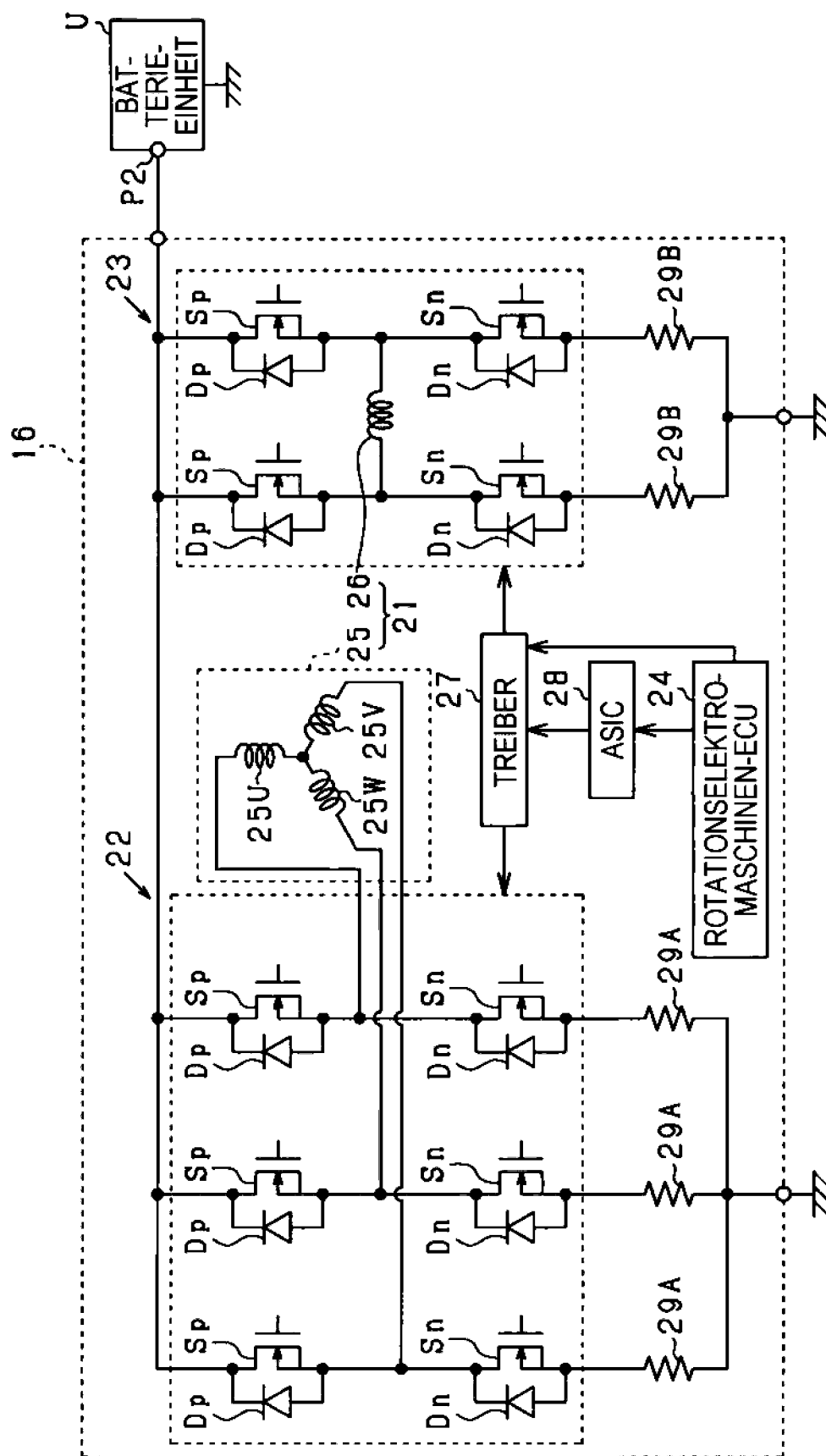


FIG.3

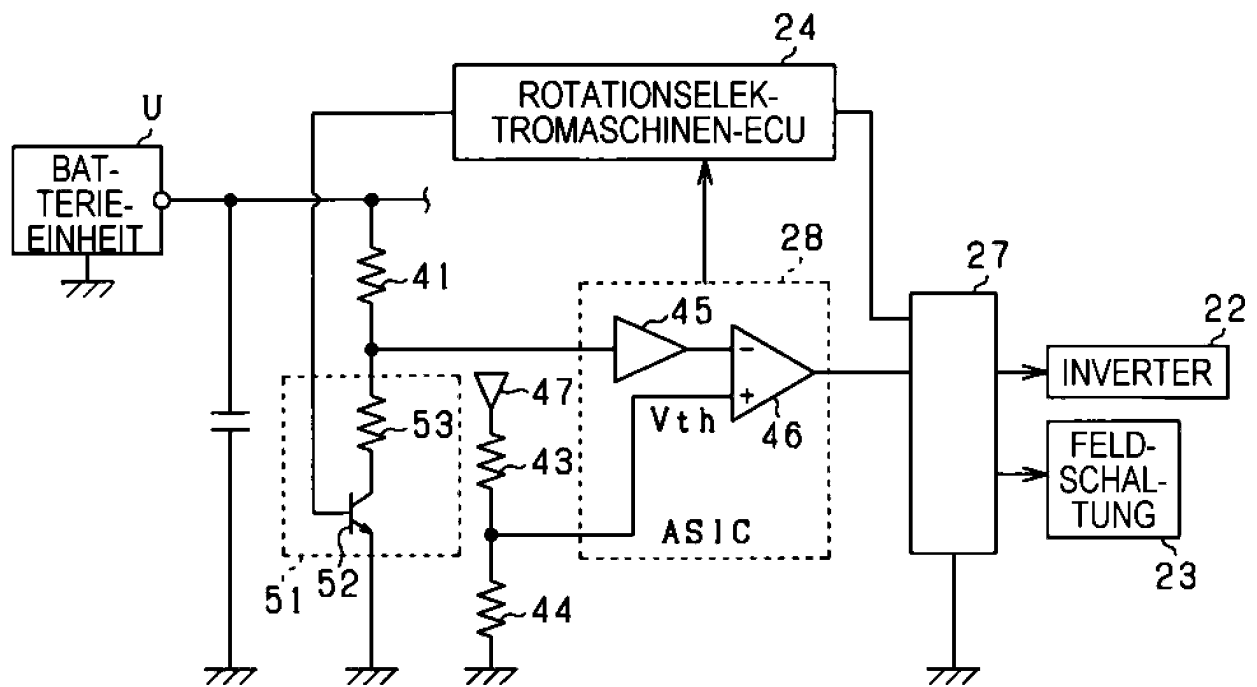


FIG. 4

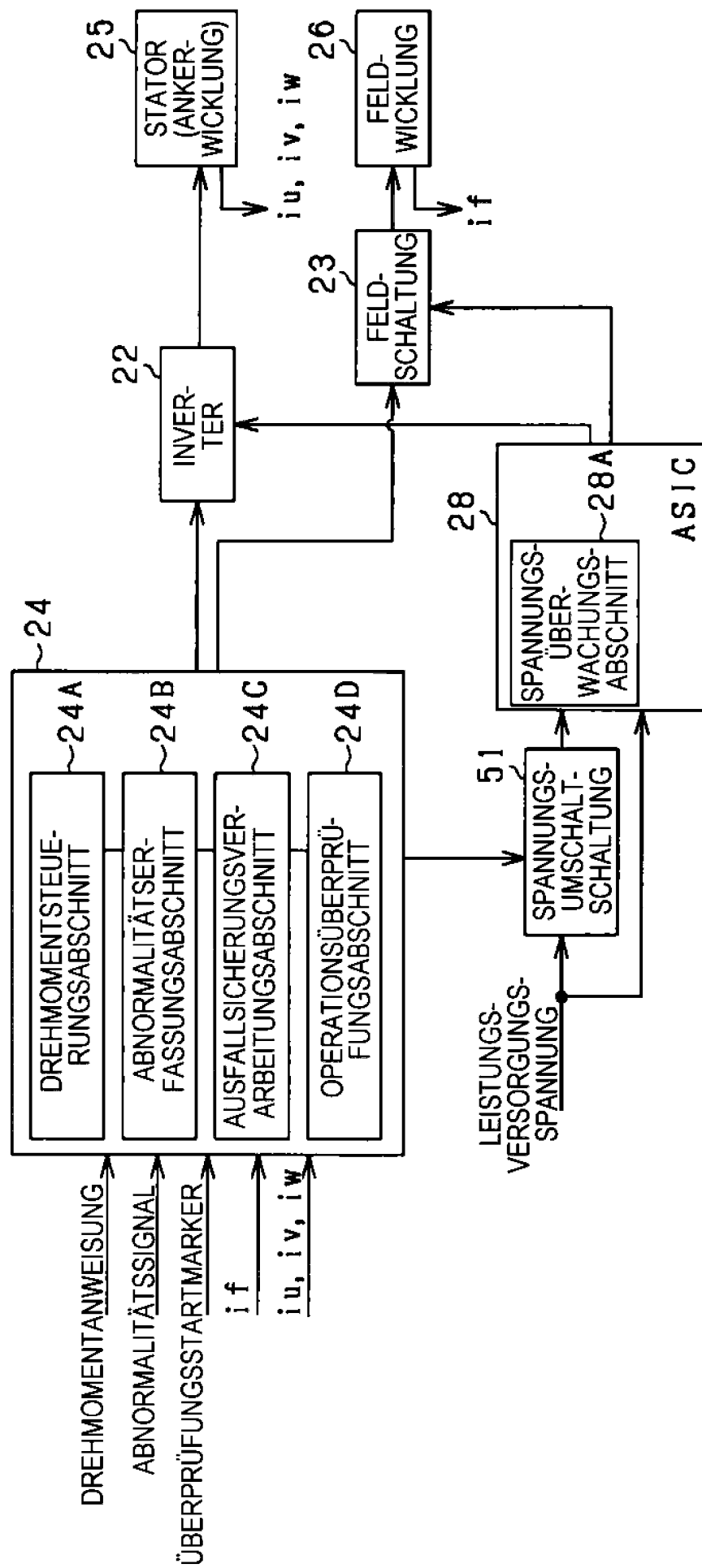
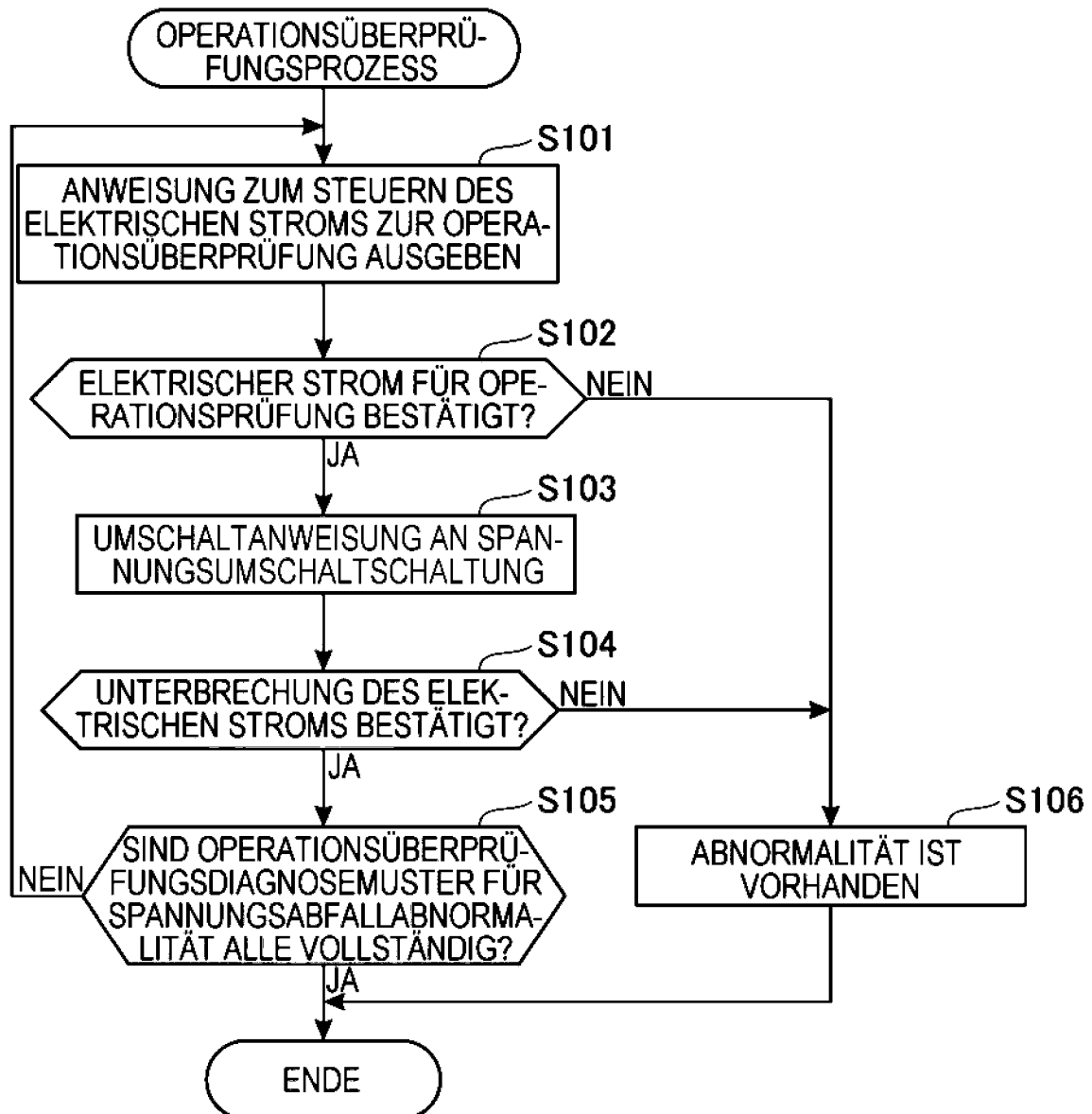




FIG.5



**FIG. 6**

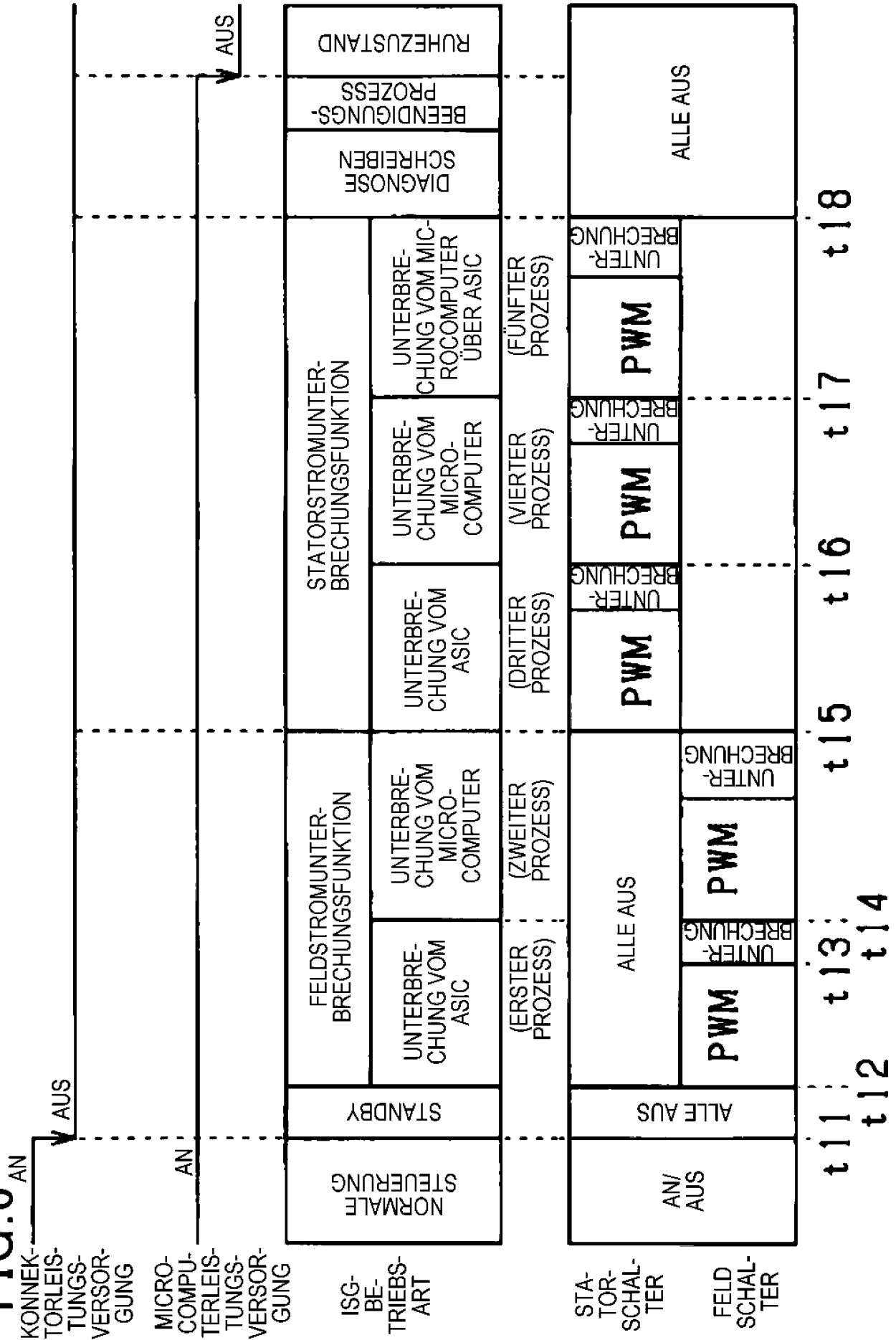


FIG.7

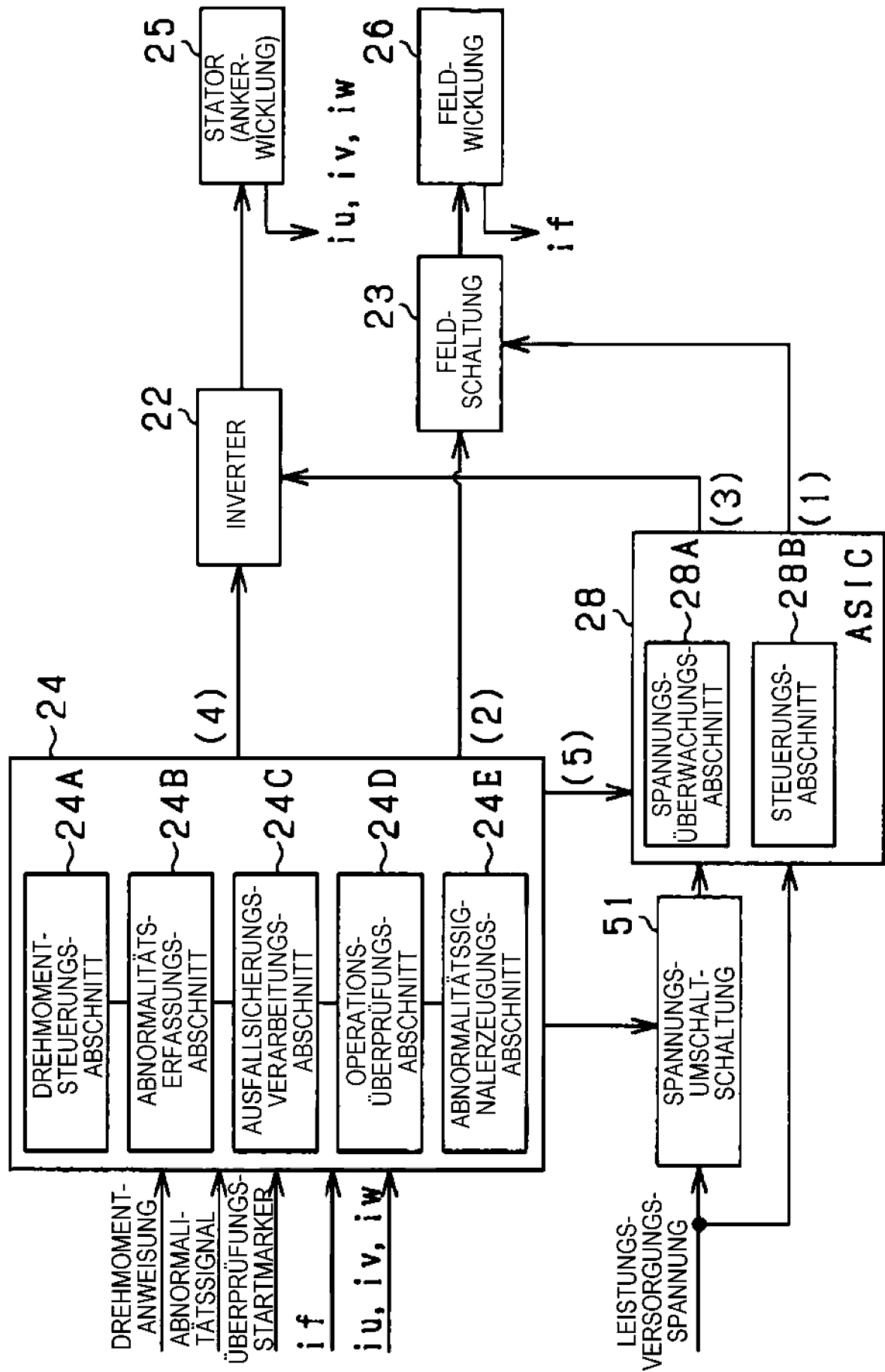


FIG.8

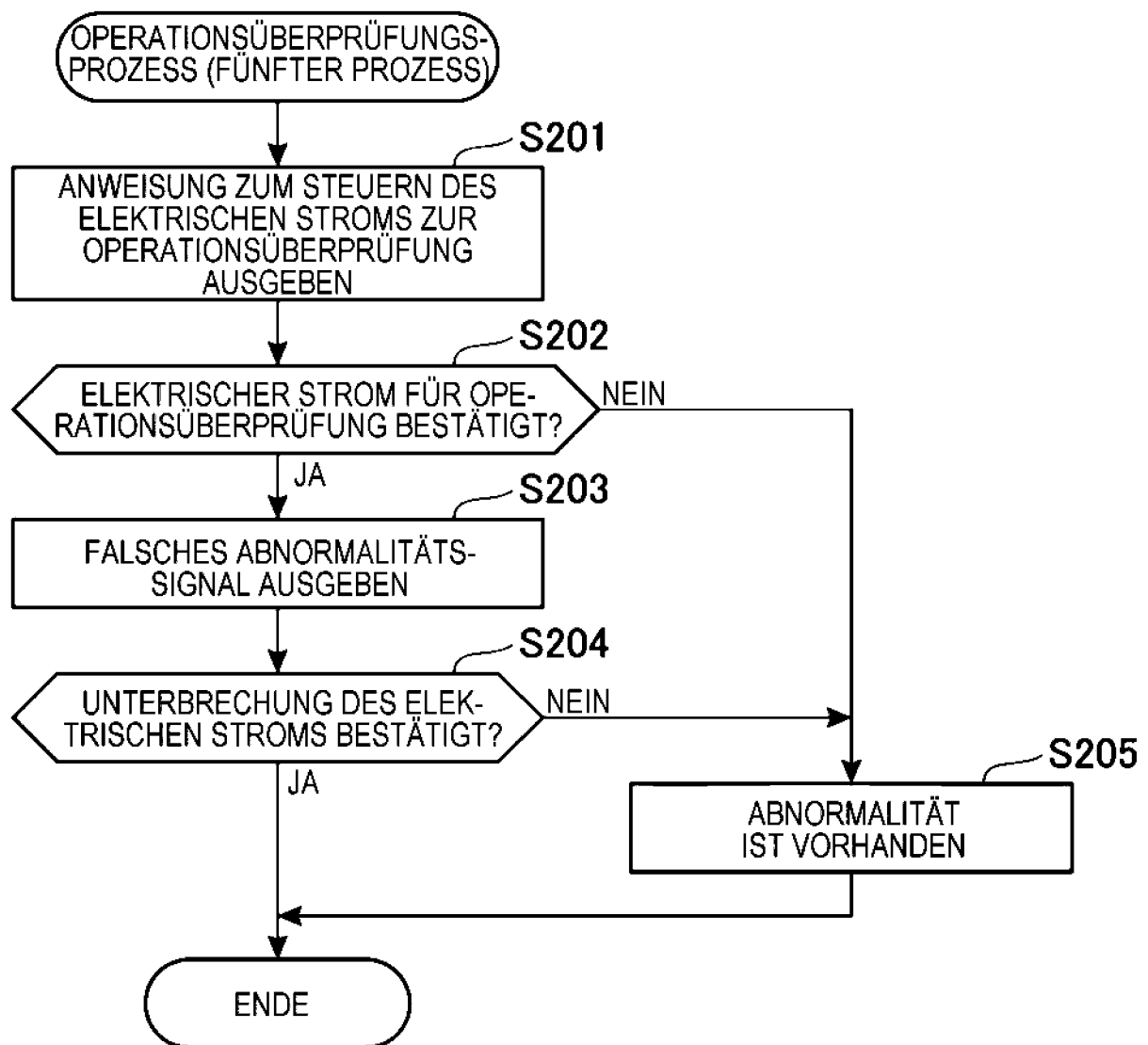


FIG.9

