



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der  
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2018/147403**  
 in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2  
 IntPatÜG)  
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2018 000 766.9**  
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2018/004524**  
 (86) PCT-Anmeldetag: **09.02.2018**  
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **16.08.2018**  
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
 in deutscher Übersetzung: **14.11.2019**

(51) Int Cl.: **H02P 29/028 (2016.01)**  
**H02M 7/48 (2007.01)**  
**H02P 25/22 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2017-023438**      **10.02.2017**      **JP**

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

(74) Vertreter:  
**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser, Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354 Freising, DE**

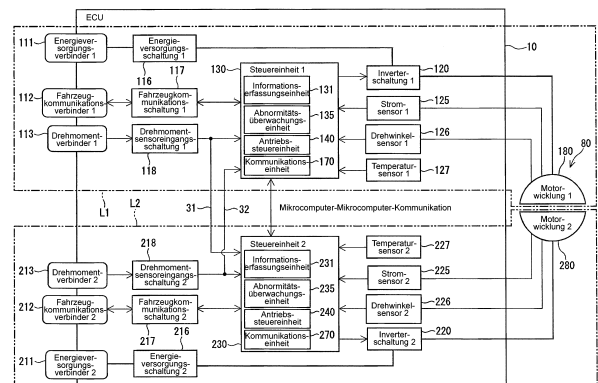
(72) Erfinder:  
**Kuramitsu, Shuji, Kariya-city, Aichi-pref., JP;**  
**Kabune, Hideki, Kariya-city, Aichi-pref., JP;**  
**Nakamura, Koichi, Kariya-city, Aichi-pref., JP;**  
**Oka, Atsuko, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Taki, Masaya, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

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

(54) Bezeichnung: **STEUERVORRICHTUNG FÜR ROTIERENDE ELEKTRISCHE MASCHINE UND DIESE NUTZENDE ELEKTRISCHE SERVOLENKUNGSVORRICHTUNG**

(57) Zusammenfassung: Eine Steuervorrichtung (10) für eine rotierende elektrische Maschine steuert den Antrieb einer rotierenden elektrischen Maschine (80), die mehrere Wicklungssätze (180, 280) aufweist, und beinhaltet mehrere Ansteuerschaltungen (120, 220) und mehrere Steuereinheiten (130, 230). Die Ansteuerschaltungen (120, 220) sind für die jeweiligen Wicklungssätze (180, 280) vorgesehen. Kombinationen der Wicklungssätze und Konfigurationen, die entsprechend den jeweiligen Wicklungssätzen vorgesehen sind, sind als Systeme definiert. Die Steuereinheiten (130, 230) sind für die jeweiligen Systeme vorgesehen. Eine Antriebssteuereinheit (140, 240) steuert die Energieversorgung des entsprechend vorgesehenen Wicklungssatzes (180, 280). Eine Abnormitätsüberwachungseinheit (135, 235) überwacht eine Abnormität eines Überwachungsziels. Die Antriebssteuereinheit (140, 240) führt eine Abnormitäts-erfassungszeit-Backup-Steuerung während eines Zeitraums von einer Erfassung der Abnormität des Überwachungsziels bis zu einer Bestätigung der Abnormität aus und führt eine Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung aus, wenn die Abnormität bestätigt wird.



**Beschreibung**QUERVERWEIS AUF IN BEZIEHUNG  
STEHENDE ANMELDUNG

**[0001]** Diese Anmeldung basiert auf der am 10. Februar 2017 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2017-23438, auf deren Offenbarung hiermit vollinhaltlich Bezug genommen ist.

## TECHNISCHES GEBIET

**[0002]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf eine Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine und eine die Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine nutzende elektrische Servolenkungs Vorrichtung.

## STAND DER TECHNIK

**[0003]** Bekannt ist eine Steuervorrichtung einer AC-Rotationsmaschine (AC = Wechselstrom), die in der Lage ist, eine Abnormität zu bestimmen. So wird beispielsweise in Patentdokument 1 eine an eine AC-Rotationsmaschine zu legende Spannung oder ein der AC-Rotationsmaschine zuzuführender Strom als eine Zustandsgröße verwendet und eine Abnormitätsbestimmung durch Vergleichen der Zustandsgrößen durchgeführt. Wenn eine Abnormitätsfortsetzungszeit eine vorbestimmte Zeit überschreitet, wird bestimmt, dass eine Abnormität aufgetreten ist, und wird ein Abnormitätsbestimmungsflag gesetzt. Wenn das Abnormitätsbestimmungsflag gesetzt ist, wird die AC-Rotationsmaschine gestoppt.

## LITERATUR ZUM DEM STAND DER TECHNIK

## PATENTLITERATUR

**[0004]** Patentdokument 1: JP 2014-7880 A

## Kurzdarstellung der Erfindung

**[0005]** Wie in Patentdokument 1 beschrieben, wird jedoch im Falle einer Abnormitätsbestimmung, nachdem die Abnormitätsfortsetzungszeit die vorbestimmte Zeit überschritten hat, Zeit benötigt, um die Abnormität zu bestimmen, so dass die Gefahr besteht, dass zwischen der Erfassung der Abnormität und der Bestimmung der Abnormität eine fehlerhafte Ausgabe basierend auf dem Erfassungswert oder dergleichen der Abnormität auftreten kann. Es ist Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, eine Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine, die in der Lage ist, eine fehlerhafte Ausgabe zur Zeit eines Auftretens einer Abnormität zu reduzieren, und eine die Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine verwendende elektrische Servolenkungs Vorrichtung bereitzustellen.

**[0006]** Eine Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine gemäß der vorliegenden Offenbarung dient zur Antriebssteuerung einer rotierenden elektrischen Maschine mit mehreren Wicklungssätzen und weist mehrere Ansteuerschaltungen und mehrere Steuereinheiten auf. Die Ansteuerschaltungen sind für die jeweiligen Wicklungssätze vorgesehen. Wenn Kombinationen der Wicklungssätze und Konfigurationen, die entsprechend den jeweiligen Wicklungssätzen vorgesehen sind, als Systeme definiert sind, sind die Steuereinheiten entsprechend den jeweiligen Systemen vorgesehen. Jede der Steuereinheiten weist eine Antriebssteuereinheit und eine Abnormitätsüberwachungseinheit auf. Die Antriebssteuereinheit steuert die Energieversorgung des entsprechend vorgesehenen Wicklungssatzes. Die Abnormitätsüberwachungseinheit überwacht eine Abnormität eines Überwachungsziels.

**[0007]** Die Antriebssteuereinheit führt eine Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung während einer Zeitspanne von einer Erfassung der Abnormität des Überwachungsziels bis zu einer Bestätigung der Abnormität aus. Darüber hinaus führt die Antriebssteuereinheit, wenn die Abnormität bestätigt wird, eine Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung aus. In der vorliegenden Offenbarung wechselt die Antriebssteuereinheit, wenn eine Abnormität erfasst wird, zur Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung. Dementsprechend wird verglichen mit einem Fall, in dem die Antriebssteuereinheit zu einer Backup-Steuerung wechselt, nachdem die Abnormität bestätigt wurde, eine Zeitspanne bis zum Wechsel zu der Backup-Steuerung verkürzt, so dass eine fehlerhafte Ausgabe der rotierenden elektrischen Maschine reduziert werden kann.

## Figurenliste

**[0008]** Die obigen und weitere Aufgaben, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Offenbarung sind aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher ersichtlich. In den Zeichnungen zeigt:

**Fig. 1** eine schematische Abbildung einer Konfiguration eines Lenksystems gemäß einer Ausführungsform;

**Fig. 2** ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer Motorsteuervorrichtung gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 3** ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer Antriebssteuereinheit gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 4** ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer Stromrückkopplungsberechnungseinheit gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 5** ein Ablaufdiagramm zur Veranschaulichung eines Backup-Übergangsprozesses gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 6** eine erklärende Abbildung zur Veranschaulichung einer Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und einer Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 7** ein Blockdiagramm zur Veranschaulichung einer Ein-System-Ansteuerung gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 8A** eine erklärende Abbildung zur Veranschaulichung einer Ausgabe während einer Ein-System-Ansteuerung gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 8B** eine erklärende Abbildung zur Veranschaulichung der Ausgabe während der Ein-System-Ansteuerung gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 8C** eine erklärende Abbildung zur Veranschaulichung der Ausgabe während der Ein-System-Ansteuerung gemäß der Ausführungsform;

**Fig. 9** ein Zeitdiagramm zur Veranschaulichung eines EPS-Ausgangs gemäß der Ausführungsform; und

**Fig. 10** ein Zeitdiagramm zur Veranschaulichung des EPS-Ausgangs gemäß einem Referenzbeispiel.

## BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0009]** Nachstehend sind eine Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine gemäß der vorliegenden Offenbarung und eine die Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine verwendende elektrische Servolenkvorrichtung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

(Ausführungsform)

**[0010]** Eine Ausführungsform ist in den **Fig. 1** bis **Fig. 9** gezeigt. Wie in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigt, wird eine Motorsteuervorrichtung **10** als eine Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine gemäß der vorliegenden Ausführungsform beispielsweise auf eine elektrische Servolenkvorrichtung **8** zum Unterstützen eines Lenkbetriebs eines Fahrzeugs zusammen mit einem Motor **80** als eine rotierende elektrische Maschine angewandt. In den Zeichnungen ist die Motorsteuervorrichtung **10** als „ECU“ bezeichnet. Ferner ist die elektrische Servolenkvorrichtung adäquat als „EPS“ bezeichnet.

**[0011]** **Fig. 1** zeigt eine Konfiguration eines Lenksystems **90** mit der elektrischen Servolenkvorrichtung **8**. Das Lenksystem **90** beinhaltet ein Lenkrad **91**

als ein Lenkelement, eine Lenkwelle **92**, ein Zahnradgetriebe **96**, eine Zahnstangenwelle **97**, Räder **98**, die elektrische Servolenkvorrichtung **8** und dergleichen. Das Lenkrad **91** ist mit der Lenkwelle **92** verbunden. Die Lenkwelle **92** ist mit einem Drehmomentensensor **94** zum Erfassen eines Lenkmoments  $T_s$  versehen. Ein Zahnradgetriebe **96** ist an einer Spitze der Lenkwelle **92** vorgesehen. Das Zahnradgetriebe **96** befindet sich in Eingriff mit der Zahnstangenwelle **97**. Das Paar von Rädern **98** ist über Spurstangen oder dergleichen mit beiden Enden der Zahnstangenwelle **97** verbunden.

**[0012]** Wenn ein Fahrer das Lenkrad **91** betätigt bzw. dreht, dreht sich die mit dem Lenkrad **91** verbundene Lenkwelle **92**. Die Drehbewegung der Lenkwelle **92** wird durch das Zahnradgetriebe **96** in eine lineare Bewegung der Zahnstangenwelle **97** gewandelt. Das Paar von Rädern **98** wird in einem Winkel entsprechend dem Verschiebungsbetrag der Zahnstangenwelle **97** gelenkt.

**[0013]** Die elektrische Servolenkvorrichtung **8** beinhaltet den Motor **80**, ein Untersetzungsgetriebe **89**, das als ein Energieübertragungsabschnitt zum Reduzieren der Drehung des Motors **80** und zum Übertragen der reduzierten Drehung auf die Lenkwelle **92** dient, die Motorsteuervorrichtung **10** und dergleichen. Mit anderen Worten, die elektrische Servolenkvorrichtung **8** der vorliegenden Ausführungsform ist ein sogenannter „Säulenunterstützungstyp“, kann jedoch auch ein sogenannter „Zahnstangenunterstützungstyp“ sein, der die Drehung des Motors **80** auf die Zahnstangenwelle **97** überträgt. In der vorliegenden Ausführungsform entspricht die Lenkwelle **92** einem „Antriebsziel“.

**[0014]** Der Motor **80** gibt ein unterstützendes Drehmoment aus, um den Fahrer beim Lenken des Lenkrads **91** zu unterstützen, und wird durch eine elektrische Energie angetrieben, die von einer Batterie (nicht gezeigt) als eine Energiequelle geliefert wird, und dreht das Untersetzungsgetriebe **89** in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung. Der Motor **80** ist ein bürstenloser Drehstrommotor und beinhaltet einen Rotor und einen Stator, die beide nicht gezeigt sind. Wie in **Fig. 2** gezeigt, weist der Motor **80** eine erste Motorwicklung **180** und eine zweite Motorwicklung **280** als einen Wicklungssatz auf. In den Zeichnungen ist die erste Motorwicklung **180** als „Motorwicklung 1“ und die zweite Motorwicklung **280** als „Motorwicklung 2“ bezeichnet. In weiteren Konfigurationen, die nachstehend noch beschrieben sind, ist, wie jeweils anwendbar, eine „erste“ als ein Index „1“ und eine „zweite“ als ein Index „2“ in den Zeichnungen beschrieben.

**[0015]** Nachstehend ist eine Kombination aus der ersten Motorwicklung **180**, einer ersten Inverterschaltung **120**, einer ersten Steuereinheit **130** und dergleichen als ein erstes System **L1** bezeichnet und ei-

ne Kombination aus der zweiten Motorwicklung **280**, einer zweiten Inverterschaltung **220**, einer zweiten Steuereinheit **230** und dergleichen als ein zweites System **L2** bezeichnet. In der vorliegenden Ausführungsform entsprechen die Inverterschaltungen **120** und **220** „Ansteuerschaltungen“. Nachstehend ist eine Konfiguration, die sich auf das erste System **L1** bezieht, durch eine **100er** Serie nummeriert, und eine Konfiguration, die sich auf das zweite System **L2** bezieht, durch eine **200er** Serie nummeriert. In dem ersten System **L1** und in dem zweiten System **L2** sind die gleichen Konfigurationen so nummeriert, dass die letzten beiden Stellen bzw. Ziffern gleich sind.

**[0016]** Die Motorsteuervorrichtung **10** beinhaltet Energieversorgungsschaltungen **116** und **216**, Fahrzeugkommunikationsschaltungen **117** und **217**, Drehmomentsensoreingangsschaltungen **118** und **218**, Inverterschaltungen **120** und **220**, Stromsensoren **125** und **225**, Drehwinkelsensoren **126** und **226**, Temperatursensoren **127** und **227**, Steuereinheiten **130** und **230** und dergleichen. Die Motorsteuervorrichtung **10** ist mit Energieversorgungsverbindern **111** und **211**, Fahrzeugkommunikationsverbindern **112** und **212** sowie Drehmomentverbindern **113** und **213** versehen. Der erste Energieversorgungsverbinder **111** ist mit einer ersten Batterie (nicht gezeigt) verbunden, und der zweite Verbinder **211** ist mit einer zweiten Batterie (nicht gezeigt) verbunden. Die Anschlüsse **111** und **211** können mit derselben Batterie verbunden sein. Der erste Energieversorgungsverbinder **111** ist über die erste Energieversorgungsschaltung **116** mit der ersten Inverterschaltung **120** verbunden. Der zweite Energieversorgungsverbinder **211** ist über die zweite Energieversorgungsschaltung **216** mit der zweiten Inverterschaltung **220** verbunden. Die Energieversorgungsschaltungen **116** und **216** sind beispielsweise Energieversorgungsrelais.

**[0017]** Die Fahrzeugkommunikationsverbinder **112** und **212** sind mit einem Fahrzeugkommunikationsnetz, wie beispielsweise einem CAN (Controller Area Network), verbunden. Das Fahrzeugkommunikationsnetz ist nicht auf CANs beschränkt, sondern kann jeder beliebige Standard wie CAN-FD (CAN mit flexibler Datenrate) oder FlexRay sein. Der erste Fahrzeugkommunikationsverbinder **112** ist über die erste Fahrzeugkommunikationsschaltung **117** mit der ersten Steuereinheit **130** verbunden. Der zweite Fahrzeugkommunikationsverbinder **212** ist über die zweite Fahrzeugkommunikationsschaltung **217** mit der zweiten Steuereinheit **230** verbunden. Dadurch können die Steuereinheiten **130** und **230** und das Fahrzeugkommunikationsnetz Information untereinander austauschen.

**[0018]** Die Drehmomentverbinder **113** und **213** sind mit dem Drehmomentsensor **94** verbunden. Insbesondere ist der erste Drehmomentverbinder **113**

mit einer ersten Sensoreinheit **194** (siehe **Fig. 1**) des Drehmomentsensors **94** verbunden. Der zweite Drehmomentverbinder **213** ist mit der zweiten Sensoreinheit **294** des Drehmomentsensors **94** (siehe **Fig. 1**) verbunden. Die erste Drehmomentsensoreingangsschaltung **118** ist über eine Verdrahtung **31** mit der ersten Steuereinheit **130** und der zweiten Steuereinheit **230** verbunden. Die zweite Drehmomentsensoreingangsschaltung **218** ist über eine Verdrahtung **32** mit der ersten Steuereinheit **130** und der zweiten Steuereinheit **230** verbunden. Infolgedessen werden ein Erfassungswert der ersten Sensoreinheit **194** und ein Erfassungswert der zweiten Sensoreinheit **294** im Drehmomentsensor **94** hardwaremäßig an die Steuereinheiten **130** und **230** gegeben.

**[0019]** Die erste Inverterschaltung **120** ist beispielsweise ein Drehstromwechselrichter mit einem Schaltelement (nicht gezeigt) und wandelt eine der ersten Motorwicklung **180** zugeführte elektrische Energie. Der Ein-/Aus-Betrieb des Schaltelements der ersten Inverterschaltung **120** wird basierend auf einem von der ersten Steuereinheit **130** ausgegebenen Steuersignal gesteuert. Die zweite Inverterschaltung **220** ist beispielsweise ein Drehstromwechselrichter mit einem Schaltelement (nicht gezeigt) und wandelt eine der zweiten Motorwicklung **280** zugeführte elektrische Energie. Der Ein-/Aus-Betrieb des Schaltelements der zweiten Inverterschaltung **220** wird basierend auf einem von der zweiten Steuereinheit **230** ausgegebenen Steuersignal gesteuert.

**[0020]** Der erste Stromsensor **125** erfasst einen ersten U-Phasen-Strom **lu1**, einen ersten V-Phasen-Strom **lv1** und einen ersten W-Phasen-Strom **lw1**, die den jeweiligen Phasen der ersten Motorwicklung **180** zugeführt werden, und gibt die Erfassungswerte an die erste Steuereinheit **130**. Der zweite Stromsensor **225** erfasst einen zweiten U-Phasen-Strom **lu2**, einen zweiten V-Phasen-Strom **lv2** und einen zweiten W-Phasen-Strom **lw2**, die den jeweiligen Phasen der zweiten Motorwicklung **280** zugeführt werden, und gibt die Erfassungswerte an die zweite Steuereinheit **230**. Nachstehend sind der U-Phasen-Strom, der V-Phasen-Strom und der W-Phasen-Strom kollektiv als „Phasenstrom“ oder „Drehstrom“ bezeichnet. Ein **d**-Achsen-Strom und ein **q**-Achsen-Strom sind kollektiv als „dq-Achsen-Strom“ bezeichnet. Gleiches gilt für die Spannung.

**[0021]** Der erste Drehwinkelsensor **126** erfasst einen Drehwinkel des Motors **80** und gibt den erfassten Drehwinkel an die erste Steuereinheit **130**. Der zweite Drehwinkelsensor **226** erfasst einen Drehwinkel des Motors **80** und gibt den erfassten Drehwinkel an die zweite Steuereinheit **230**. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist ein elektrischer Winkel basierend auf dem Erfassungswert des ersten Drehwinkelsensors **126** als ein erster elektrischer Winkel **EleAng1** definiert und ist ein elektrischer Winkel ba-

sierend auf dem Erfassungswert des zweiten Drehwinkelsensors **226** als ein zweiter elektrischer Winkel **EleAng2** definiert.

**[0022]** Der erste Temperatursensor **127** erfasst eine Temperatur des ersten Systems **L1**. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der erste Temperatursensor **127** in der Nähe der ersten Inverterschaltung **120** angeordnet und erfasst eine Temperatur der ersten Inverterschaltung **120**. Der erste Temperatursensor **127** kann für jedes Schaltelement vorgesehen sein, oder es können ein oder mehrere erste Temperatursensoren **127** für die gesamte erste Inverterschaltung **120** vorgesehen sein. Der zweite Temperatursensor **227** erfasst eine Temperatur des zweiten Systems **L2**. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite Temperatursensor **227** in der Nähe der zweiten Inverterschaltung **220** vorgesehen und erfasst eine Temperatur der zweiten Inverterschaltung **220**. Der zweite Temperatursensor **227** kann für jedes Schaltelement vorgesehen sein, oder es können ein oder mehrere zweite Temperatursensoren **227** für die gesamte zweite Inverterschaltung **220** vorgesehen sein. Die Temperatursensoren **127** und **227** können Temperaturen von Komponenten verschieden von den Inverterschaltungen **120** und **220**, wie beispielsweise der Motorwicklungen **180** und **280**, erfassen.

**[0023]** Die erste Steuereinheit **130** beinhaltet eine Informationserfassungseinheit **131**, eine Abnormitätsüberwachungseinheit **135**, eine Antriebssteuereinheit **140**, eine Kommunikationseinheit **170** und dergleichen. Die zweite Steuereinheit **230** beinhaltet eine Informationserfassungseinheit **231**, eine Abnormitätsüberwachungseinheit **235**, eine Antriebssteuereinheit **240** und eine Kommunikationseinheit **270**. Die Steuereinheiten **130** und **230** sind hauptsächlich durch Mikrocomputer konfiguriert. Jede Verarbeitung in den Steuereinheiten **130** und **230** kann eine Softwareverarbeitung anhand einer Ausführung eines Programms, das im Voraus in einer greifbaren Speichervorrichtung, wie beispielsweise einem ROM, gespeichert wird, durch eine CPU oder eine Hardwareverarbeitung anhand einer bestimmten elektronischen Schaltung sein.

**[0024]** Die Informationserfassungseinheit **131** erfasst Information aus einem Fahrzeugkommunikationsnetz über die Fahrzeugkommunikationsschaltung **117**. Die Informationserfassungseinheit **131** erfasst den Erfassungswert des Drehmomentsensors **94** von den Drehmomentsensoreingangsschaltungen **118** und **218**. Darüber hinaus erfasst die Informationserfassungseinheit **131** Erfassungswerte von dem Stromsensor **125**, dem Drehwinkelsensor **126** und dem Temperatursensor **127**. Die Informationserfassungseinheit **231** erfasst Information aus die Fahrzeugkommunikationsnetz über die Fahrzeugkommunikationsschaltung **217**. Die Informationserfassungs-

einheit **231** erfasst den Erfassungswert des Drehmomentsensors **94** von den Drehmomentsensoreingangsschaltungen **118** und **218**. Die Informationserfassungseinheit **231** erfasst Erfassungswerte von dem Stromsensor **225**, dem Drehwinkelsensor **226** und dem Temperatursensor **227**. Der von jedem Sensor erfasste Erfassungswert kann aus analogen oder digitalen Daten bestehen.

**[0025]** Die Abnormitätsüberwachungseinheit **135** überwacht die Abnormität eines Energieversorgungspfad, der sich von der Batterie zu der Motorwicklung **180** über den Energieversorgungsverbinder **111**, die Energieversorgungsschaltung **116** und die Inverterschaltung **120** erstreckt, sowie die Steuerinformation, die verschiedene Information ist, die für die Antriebssteuerung des Motors **80** verwendet wird. Die Abnormitätsüberwachungseinheit **235** überwacht die Abnormität eines Energieversorgungspfad, der sich von der Batterie zu der Motorwicklung **280** über den Energieversorgungsverbinder **211**, die Energieversorgungsschaltung **216** und die Inverterschaltung **220** erstreckt, sowie die Steuerinformation, die verschiedene Information ist, die für die Antriebssteuerung des Motors **80** verwendet wird.

**[0026]** Die Antriebssteuereinheit **140** erzeugt und gibt ein Steuersignal zum Steuern des Ein-/Aus-Betriebs des Schaltelements der Inverterschaltung **120** unter Verwendung der Steuerinformation aus. Der Ein/Aus-Betrieb des Schaltelements der Inverterschaltung **120** wird basierend auf dem Steuersignal gesteuert, um dadurch die Energieversorgung der Motorwicklung **180** zu steuern. Die Antriebssteuereinheit **240** erzeugt und gibt ein Steuersignal zum Steuern des Ein-/Aus-Betriebs des Schaltelements der Inverterschaltung **220** unter Verwendung der Steuerinformation aus. Der Ein/Aus-Betrieb des Schaltelements der Inverterschaltung **220** wird basierend auf dem Steuersignal gesteuert, um dadurch die Energieversorgung der Motorwicklung **280** zu steuern.

**[0027]** Die Kommunikationseinheit **170** beinhaltet eine Sendeeinheit **171** und eine Empfangseinheit **172** (siehe **Fig. 3** und dergleichen). Die Kommunikationseinheit **270** beinhaltet eine Sendeeinheit **271** und eine Empfangseinheit **272** (siehe **Fig. 3**). Die Steuereinheiten **130** und **230** beinhalten Kommunikationseinheiten **170** bzw. **270** und sind so vorgesehen, dass sie miteinander kommunizieren können. Im Folgenden ist die Kommunikation zwischen den Steuereinheiten **130** und **230** gegebenenfalls als „Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikation“ bezeichnet. Als ein Kommunikationsverfahren der Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikation kann jedes Verfahren wie eine serielle Kommunikation wie SPI oder SENT, eine CAN-Kommunikation oder dergleichen angewandt werden.

**[0028]** Die Antriebssteuereinheiten **140** und **240** sind in den **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird durch eine sogenannte „Summen- und Differenzsteuerung“, die die Stromsumme und die Stromdifferenz in zwei Systemen steuert, ein Ansteuersignal erzeugt. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist die erste Steuereinheit **130** eine Master-Vorrichtung und die zweite Steuereinheit **230** eine Slave-Vorrichtung, und die Antriebssteuereinheiten **140** und **240** erzeugen beide ein Ansteuersignal unter Verwendung eines von der Antriebssteuereinheit **140** berechneten Befehlswertes (in der vorliegenden Ausführungsform ein Strombefehlswert).

**[0029]** Wie in **Fig. 3** gezeigt, beinhaltet die Antriebssteuereinheit **140** eine dq-Achsen-Stromberechnungseinheit **141**, eine Hilfsdrehmomentbefehlsberechnungseinheit **142**, eine q-Achsen-Strombefehlsberechnungseinheit **143**, eine d-Achsen-Strombefehlsberechnungseinheit **144**, eine Stromrückkopplungsberechnungseinheit **150**, eine Dreiphasenspannungsbefehlsberechnungseinheit **161**, eine PWM-Berechnungseinheit **163** und dergleichen. Im Folgenden ist die Rückkopplung gegebenenfalls als „FB“ bezeichnet.

**[0030]** Die dq-Achsen-Stromberechnungseinheit **141** führt eine dq-Achsen-Transformation an den Phasenströmen **lu1**, **lv1** und **lw1**, die vom ersten Stromsensor **125** erfasst werden, unter Verwendung des elektrischen Winkels **EleAng1** aus und berechnet dq-Achsen-Stromerfassungswerte **ld1** und **lq1**. Die Hilfsdrehmomentbefehlsberechnungseinheit **142** berechnet einen Hilfsdrehmomentbefehlswert **Trq\*** als einen Drehmomentbefehlswert basierend auf einem Drehmomentensignal, das vom Drehmomentensensor **94** über die Drehmomentensensoreingangsschaltung **118** erfasst wird, einer Fahrzeuggeschwindigkeit, die vom Fahrzeugkommunikationsnetz über die Fahrzeugkommunikationsschaltung **117** erfasst wird, und dergleichen. Der Hilfsdrehmomentbefehlswert **Trq\*** wird an die q-Achsen-Strombefehlsberechnungseinheit **143** gegeben.

**[0031]** Die q-Achsen-Strombefehlsberechnungseinheit **143** berechnet einen q-Achsen-Strombefehlswert **lq\*** basierend auf dem Hilfsdrehmomentbefehlswert **Trq\***. Der q-Achsen-Strombefehlswert **lq\*** der vorliegenden Ausführungsform ist ein q-Achsen-Stromwert einer Zwei-System-Gesamtmenge, der zum Ausgeben des Drehmoments des Hilfsdrehmomentbefehlswertes **Trq\*** erforderlich ist. Der q-Achsen-Stromwert ergibt sich aus einer Multiplikation des Hilfsdrehmomentbefehlswertes **Trq\*** mit einer Motordrehmomentkonstanten. Die d-Achsen-Strombefehlsberechnungseinheit **144** berechnet einen d-Achsen-Strombefehlswert **ld\***.

**[0032]** Die Stromrückkopplungsberechnungseinheit **150** führt eine Stromrückkopplungsberechnung basierend auf den dq-Achsen-Strombefehlswerten **ld\*** und **lq\*** und den dq-Achsen-Stromerfassungswerten **ld1** und **lq1** sowie **ld2** und **lq2** aus und berechnet dq-Achsen-Spannungsbefehlswerte **Vd1\*** und **Vq1\***. Die Stromrückkopplungsberechnung ist nachstehend noch näher beschrieben.

**[0033]** Die Dreiphasenspannungsbefehlsberechnungseinheit **161** führt eine inverse dq-Transformation unter Verwendung der dq-Achsen-Spannungsbefehlswerte **Vd1\*** und **Vq1\*** und des elektrischen Winkels **EleAng1** aus und berechnet Dreiphasenspannungsbefehlswerte **Vu1\***, **Vv1\*** und **Vw1\***. Die PWM-Berechnungseinheit **163** berechnet die PWM-Signale **PWM\_u1\***, **PWM\_v1\*** und **PWM\_w1\*** basierend auf den Dreiphasenspannungsbefehlswerten **Vu1\***, **Vv1\*** und **Vw1\***. Die PWM-Signale **PWM\_u1\***, **PWM\_v1\*** und **PWM\_w1\*** werden an die erste Inverterschaltung **120** gegeben.

**[0034]** Die Sendeeinheit **171** sendet die dq-Achsen-Strombefehlswerte **ld\*** und **lq\*** und die dq-Achsen-Stromerfassungswerte **ld1** und **lq1** als die bei der Stromregelung beteiligten Werte an die zweite Steuereinheit **230**. Die Empfangseinheit **172** empfängt die dq-Achsen-Stromerfassungswerte **ld2** und **lq2** als die bei der Stromregelung beteiligten Werte von der zweiten Steuereinheit **230**.

**[0035]** Die Antriebssteuereinheit **240** beinhaltet eine dq-Achsen-Stromberechnungseinheit **241**, eine Stromrückkopplungsberechnungseinheit **250**, eine Dreiphasenspannungsbefehlsberechnungseinheit **261** und eine PWM-Berechnungseinheit **263**. Die dq-Achsen-Stromberechnungseinheit **241** führt eine dq-Achsen-Transformation an den Phasenströmen **lu2**, **lv2** und **lw2**, die vom zweiten Stromsensor **225** erfasst werden, unter Verwendung eines elektrischen Winkels **EleAng2** aus und berechnet dq-Achsen-Stromerfassungswerte **ld2** und **lq2**.

**[0036]** Die Stromrückkopplungsberechnungseinheit **250** führt eine Stromrückkopplungsberechnung basierend auf den dq-Achsen-Strombefehlswerten **ld\*** und **lq\*** und den dq-Achsen-Stromerfassungswerten **ld1**, **lq1**, **ld2** und **lq2** aus und berechnet dq-Achsen-Spannungsbefehlswerte **Vd2\*** und **Vq2\***. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform erfolgt, wenn beide der Systeme **L1** und **L2** normal sind, die Stromrückkopplungsberechnung unter Verwendung des von der ersten Steuereinheit **130** gesendeten dq-Achsen-Strombefehlswertes. Mit anderen Worten, die erste Steuereinheit **130** und die zweite Steuereinheit **230** führen die Stromrückkopplungsberechnung unter Verwendung der gleichen Strombefehlswerte **ld\*** und **lq\*** aus. Obgleich nicht gezeigt, beinhaltet die Antriebssteuereinheit **240** eine Hilfsdrehmomentbefehlsberechnungseinheit und eine dq-Achsen-Strom-

befehlsberechnungseinheit in der gleichen Weise wie die Antriebssteuereinheit **140** der ersten Steuereinheit **130**, und die berechneten Werte werden beispielsweise für eine nachstehend noch beschriebene Backup-Steuerung verwendet. Die Berechnung in der Hilfsdrehmomentbefehlsberechnungseinheit und der **dq**-Achsen-Strombefehlsberechnungseinheit der Antriebssteuereinheit **240** kann bei Bedarf erfolgen, z.B. zur Zeit der Ein-System-Ansteuerung durch das zweite System **L2**, oder sie kann zur Vermeidung einer Berechnungsverzögerung konstant durchgeführt werden.

**[0037]** Die Dreiphasenspannungsbefehlsberechnungseinheit **261** führt eine inverse **dq**-Transformation unter Verwendung der **dq**-Achsen-Spannungsbefehlswerte **Vd2\*** und **Vq2\*** und des elektrischen Winkels **EleAng2** aus und berechnet Dreiphasenspannungsbefehlswerte **Vu2\***, **Vv2\*** und **Vw2\***. Die zweite PWM-Berechnungseinheit **263** berechnet PWM-Signale **PWM\_u2\***, **PWM\_v2\*** und **PWM\_w2\*** basierend auf den Dreiphasenspannungsbefehlswerten **Vu2\***, **Vv2\*** und **Vw2\***. Die PWM-Signale **PWM\_u2\***, **PWM\_v2\*** und **PWM\_w2\*** werden an die zweite Inverterschaltung **220** gegeben.

**[0038]** Die Sendeeinheit **271** sendet die **dq**-Achsen-Stromerfassungswerte **Id2** und **Iq2** als die bei der Stromregelung beteiligten Werte an die erste Steuereinheit **130**. Die Empfangseinheit **272** empfängt die **dq**-Achsen-Strombefehlswerte **Id\*** und **Iq\*** und die **dq**-Achsen-Stromerfassungswerte **Id1** und **Iq1** von der ersten Steuereinheit **130** als die bei der Stromregelung beteiligten Werte.

**[0039]** Die Stromrückkopplungsberechnungseinheiten **150** und **250** sind nachstehend unter Bezugnahme auf **Fig. 4** näher beschrieben. In **Fig. 4** sind der Einfachheit halber die Blöcke der Sendeeinheiten **171** und **271** separat gezeigt. Darüber hinaus sind die Dreiphasenspannungsbefehlsberechnungseinheit **261** und die PWM-Berechnungseinheit **263** kollektiv in einem Block beschrieben und die Inverterschaltungen **120**, **220** und dergleichen ausgelassen. In **Fig. 4** ist hauptsächlich die an der **q**-Achse beteiligte Stromrückkopplungsberechnung beschrieben. Die Stromrückkopplungsberechnung für die **d**-Achse ist die gleiche wie für die **q**-Achse, so dass eine Beschreibung der **d**-Achse entfällt.

**[0040]** Die Stromrückkopplungsberechnungseinheit **150** beinhaltet einen Addierer **151**, Subtrahierer **152** bis **154**, Controller **155** und **156** sowie einen Addierer **157**. Der Addierer **151** addiert die **q**-Achsen-Stromerfassungswerte **Iq1** und **Iq2**, um eine **q**-Achsen-Stromsumme **Iq\_a1** zu berechnen. Der Subtrahierer **152** subtrahiert den **q**-Achsen-Stromerfassungswert **Iq2** von dem **q**-Achsen-Stromerfassungswert **Iq1**, um eine **q**-Achsen-Stromdifferenz **Iq\_d1** zu berechnen.

**[0041]** Der Subtrahierer **153** subtrahiert die **q**-Achsen-Stromsumme **Iq\_a1** von dem **q**-Achsen-Strombefehlswert **Iq\***, um eine Stromsummenabweichung **ΔIq\_a1** zu berechnen. Der Subtrahierer **154** subtrahiert die **q**-Achsen-Stromdifferenz **Iq\_d1** von dem Stromdifferenzbefehlswert, um eine Stromdifferenzabweichung **ΔIq\_d1** zu berechnen. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird der Stromdifferenzbefehlswert auf 0 gesetzt und die Steuerung ausgeführt, um eine Stromdifferenz zwischen den Systemen zu beseitigen. Der Stromdifferenzbefehlswert kann auf einen anderen Wert als 0 gesetzt werden, und die Steuerung kann so ausgeführt werden, dass eine gewünschte Stromdifferenz zwischen den Systemen entsteht. Gleiches gilt für den Stromdifferenzbefehlswert, der an den Subtrahierer **254** gegeben wird.

**[0042]** Der Controller **155** berechnet einen Basis-**q**-Achsen-Spannungsbefehlswert **Vq\_b1\*** beispielsweise per PI-Berechnung oder dergleichen, so dass die Stromsummenabweichung **ΔIq\_a1** 0 wird. Der Controller **156** berechnet einen **q**-Achsen-Spannungsdifferenzbefehlswert **Vq\_d1\*** beispielsweise per PI-Berechnung oder dergleichen, so dass die Stromdifferenzabweichung **ΔIq\_d1** 0 wird. Der Addierer **157** addiert den Basis-**q**-Achsen-Spannungsbefehlswert **Vq\_b1\*** und den **q**-Achsen-Spannungsdifferenzbefehlswert **Vq\_d1\***, um einen **q**-Achsen-Spannungsbefehlswert **Vq1\*** zu berechnen.

**[0043]** Die Stromrückkopplungsberechnungseinheit **250** beinhaltet einen Addierer **251**, Subtrahierer **252** bis **254**, Controller **255** und **256** sowie einen Subtrahierer **257**. Der Addierer **251** addiert die **q**-Achsen-Stromerfassungswerte **Iq1** und **Iq2**, um eine **q**-Achsen-Stromsumme **Iq\_a2** zu berechnen. Der Subtrahierer **252** subtrahiert den **q**-Achsen-Stromerfassungswert **Iq2** von dem **q**-Achsen-Stromerfassungswert **Iq1**, um eine **q**-Achsen-Stromdifferenz **Iq\_d2** zu berechnen. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform weisen, da die Addierer **151** und **251** den gleichen Wert verwenden, die **q**-Achsen-Stromsummen **Iq\_a1** und **Iq\_a2** den gleichen Wert auf. Gleiches gilt für die **q**-Achsen-Stromdifferenzen **Iq\_d1** und **Iq\_d2**.

**[0044]** Der Subtrahierer **253** subtrahiert die **q**-Achsen-Stromsumme **Iq\_a2** von dem **q**-Achsen-Strombefehlswert **Iq\***, um eine Stromsummenabweichung **ΔIq\_a2** zu berechnen. Der Subtrahierer **254** subtrahiert die **q**-Achsen-Stromdifferenz **Iq\_d2** von dem Stromdifferenzbefehlswert, um eine Stromdifferenzabweichung **ΔIq\_d2** zu berechnen. Der Stromdifferenzbefehlswert, der an den Subtrahierer **254** gegeben wird, kann ein von der ersten Steuereinheit **130** gesendeter Wert sein oder ein intern von der zweiten Steuereinheit **230** festgelegter Wert.

**[0045]** Der Controller **255** berechnet einen Basis-**q**-Achsen-Spannungsbefehlswert **Vq\_b2\*** beispiels-

weise per PI-Berechnung oder dergleichen, so dass die Stromsummenabweichung  $\Delta I_{q\_a2}$  0 wird. Der Controller **256** berechnet einen q-Achsen-Spannungsdifferenzbefehlswert  $V_{q\_d2}^*$  beispielsweise per PI-Berechnung oder dergleichen, so dass die Stromdifferenzabweichung  $\Delta I_{q\_d2}$  0 wird. Der Subtrahierer **257** subtrahiert den q-Achsen-Spannungsdifferenzbefehlswert  $V_{q\_d2}^*$  von dem Basis-q-Achsen-Spannungsbefehlswert  $V_{q\_b2}^*$ , um einen zweiten q-Achsen-Spannungsdifferenzbefehlswert  $V_{q2}^*$  zu berechnen.

**[0046]** Obwohl die **Fig. 3** und **Fig. 4** Beispiele zeigen, in denen die dq-Achsen-Strombefehlswerte  $I_d^*$  und  $I_q^*$  als Befehlswerte von der ersten Steuereinheit **130** an die zweite Steuereinheit **230** gesendet werden, können die gesendeten Befehlswerte der Hilfsdrehmomentbefehlswert  $trq^*$  sein. Alternativ kann die Berechnung in der Stromrückkopplungsberechnungseinheit **250** von der ersten Steuereinheit **130** durchgeführt werden, und der Spannungsbefehlswert oder der PWM-Befehlswert kann von der ersten Steuereinheit **130** an die zweite Steuereinheit **230** gesendet werden. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform sind nicht nur die Energieversorgungspfade von der Batterie zu den Motorwicklungen **180** und **280**, sondern ebenso die Steuereinheiten **130** und **230** sowie verschiedene Sensoren dupliziert. Aus diesem Grund kann, auch wenn eine Abnormität in einem der Systeme auftritt, die Antriebssteuerung des Motors **80** fortgesetzt werden.

**[0047]** Übrigens besteht, wie beispielsweise in dem Patentedokument 1 offenbart, wenn eine Abnormität bestätigt wird, nachdem die Abnormität erfasst worden ist, und die Abnormitätsfortsetzungszeit für eine vorbestimmte Zeit oder mehr verstrichen ist und die Steuerung nach Bestätigung der Abnormität umgeschaltet wird, die Möglichkeit, dass die Ausgangsleistung des Motors **80** in einem Zeitraum von der Abnormitätserfassung bis zur Abnormitätsbestätigung fehlerhaft wird. Daher wechselt der Prozess gemäß der vorliegenden Ausführungsform, wenn eine Abnormität erfasst wurde, sofort zu der Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung, die die erste Backup-Steuerung ist, und wenn die Abnormität bestätigt wurde, wechselt der Prozess zu der Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung, die die zweite Backup-Steuerung ist. Die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung voneinander verschieden oder gleich sein. Die Backup-Steuerung ist nachstehend noch näher beschrieben.

**[0048]** Nachstehend ist ein Backup-Übergangsprozess der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf das in **Fig. 5** gezeigte Ablaufdiagramm beschrieben. Dieser Prozess erfolgt in einem vorgegebenen Zyklus in jeder der Steuereinheiten **130** und **230**. Im Folgenden ist „Schritt“ bei Schritt **S101**

ausgelassen, und es ist einfach das Symbol „S“ erwähnt. Da die Verarbeitung in den Steuereinheiten **130** und **230** im Wesentlichen gleich ist, ist nachstehend die Verarbeitung in der ersten Steuereinheit **130** beschrieben. Die zweite Steuereinheit **230** überwacht die Abnormität des zweiten Systems **L2** anstelle des ersten Systems **L1**.

**[0049]** In **S101** (erster Schritt) bestimmt die erste Steuereinheit **130**, ob oder nicht eine Anomalie im ersten System **L1** erfasst wurde. In diesem Beispiel erfasst die erste Steuereinheit **130** (1) die Abnormität des Drehmomentsensors **94** und des Drehwinkelsensors **126**, (2) die Abnormität des Stromsensors **125**, (3) die Abnormität der Motorwicklung **180**, der Inverterschaltung **120** und der Energieversorgungsschaltung **116** und (4) die Abnormität des Fahrzeugkommunikationsnetzes und des Temperatursensors **127**. Ein Abnormitätserfassungsverfahren kann jedes bekannte Verfahren sein, wie z.B. das Erfassen mit einem unteren Grenzwert oder einem oberen Grenzwert, das Erfassen von Abnormitäten durch Vergleich mehrerer Werte oder dergleichen. Wenn bestimmt wird, dass im ersten System **L1** keine Anomalie erfasst wurde (NEIN in **S101**), schreitet der Prozess zu **S110** voran. Wenn bestimmt wird, dass eine Anomalie im ersten System **L1** erfasst wurde (JA in **S101**), schreitet der Prozess zu **S102** voran.

**[0050]** In **S102** setzt die erste Steuereinheit **130** ein Abnormitätserfassungsflag. In den Zeichnungen ist ein Zustand, in dem jedes Flag gesetzt wird, durch „1“ gekennzeichnet, und ein Zustand, in dem das Flag nicht gesetzt wird, durch „0“ gekennzeichnet. In **S103** bestimmt die erste Steuereinheit **130**, ob oder nicht ein Abnormitätserfassungszeitsteuerungsübergangsflag gesetzt ist. Wenn bestimmt wird, dass das Abnormitätserfassungszeitsteuerungsübergangsflag gesetzt wurde (JA in **S103**), wird die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung fortgesetzt, und der Prozess schreitet zu **S106** voran. Wenn bestimmt wird, dass das Abnormitätserfassungszeitsteuerungsübergangsflag nicht gesetzt ist (NEIN in **S103**), schreitet der Prozess zu **S104** voran.

**[0051]** In **S104** wechselt die erste Steuereinheit **130** zur Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung. Die erste Steuereinheit **130** und die zweite Steuereinheit **230** senden und empfangen notwendige Information gemäß dem Backup-Steuerungsprozess, in den zu wechseln ist. In **S105** setzt die erste Steuereinheit **130** das Abnormitätserfassungszeitsteuerungsübergangsflag. In **S106** inkrementiert die erste Steuereinheit **130** einen Abnormitätserfassungszähler und einen Zeitzähler. Der Abnormitätserfassungszähler ist ein Zähler zum Zählen der Anzahl von Malen einer Abnormitätserfassung, und der Zeitzähler ist ein Zähler zum Zählen einer Zeit ab dem Erfassen der Abnormität.

**[0052]** In **S107** bestimmt die erste Steuereinheit **130**, ob oder nicht der Zählwert des Abnormitätserfassungszählers größer als ein Bestätigungsbestimmungsschwellenwert THf ist. Wenn bestimmt wird, dass der Zählwert des Abnormitätserfassungszählers kleiner oder gleich als der Bestätigungsbestimmungsschwellenwert THf ist (NEIN in **S107**), führt der Abnormitätserfassungszähler die Prozesse von **S 108** und **S 109** nicht aus. Wenn bestimmt wird, dass der Zählwert des Abnormitätserfassungszählers größer als der Bestätigungsbestimmungsschwellenwert THf ist (JA in **S107**), schreitet der Prozess zu **S108** voran. In **S108** setzt die erste Steuereinheit **130** ein Abnormitätsbestätigungsflag. In **S109** sendet die erste Steuereinheit **130** Information an die zweite Steuereinheit **230**, die anzeigt, dass der Prozess zu der Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung wechselt, und wechselt die erste Steuereinheit **130** zu der Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung. Die erste Steuereinheit **130** und die zweite Steuereinheit **230** senden und empfangen notwendige Information gemäß dem Backup-Steuerungsprozess, in den zu wechseln ist.

**[0053]** In **S110**, in den der Prozess wechselt, wenn im ersten System **L1** keine Abnormität erfasst wurde (NEIN in **S101**), bestimmt die erste Steuereinheit **130**, ob oder nicht das Abnormitätserfassungsflag gesetzt wurde. Wenn bestimmt wird, dass das Abnormitätserfassungsflag nicht gesetzt ist (NEIN in **S110**), schreitet der Prozess zu **S115** voran und wird eine normale Steuerung fortgesetzt. Wenn die Information, die den Übergang zu der Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung oder der Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung anzeigt, von der zweiten Steuereinheit **230** empfangen wird, wird die Verarbeitung gemäß der auszuführenden Backup-Steuerung entsprechend ausgeführt. Wenn bestimmt wird, dass das Abnormitätserfassungsflag gesetzt ist (JA in **S110**), schreitet der Prozess zu **S111** voran.

**[0054]** In **S111** inkrementiert die erste Steuereinheit **130** den Zeitzähler. In **S112** bestimmt die erste Steuereinheit **130**, ob oder nicht der Zählwert des Zeitzählers größer als ein Ablaufbestimmungsschwellenwert THt ist. Wenn bestimmt wird, dass der Zählwert des Zeitzählers kleiner oder gleich als der Ablaufbestimmungsschwellenwert THt ist (NEIN in **S112**), werden die Prozesse in **S113** und **S114** nicht ausgeführt und wird die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung fortgesetzt. Wenn bestimmt wird, dass der Zählwert des Zeitzählers größer als der Ablaufbestimmungsschwellenwert THt ist (JA in **S112**), schreitet der Prozess zu **S113** voran. In **S113** setzt die erste Steuereinheit **130** das Abnormitätserfassungsflag, den Abnormitätserfassungszähler und den Zeitzähler zurück.

**[0055]** In **S114** kehrt die erste Steuereinheit **130**, da im ersten System **L1** eine Abnormität erfasst wur-

de, die Abnormität jedoch nicht innerhalb einer vorbestimmten Zeitspanne bestimmt wurde, zu der normalen Steuerung zurück, in der Annahme, dass die Abnormität vorübergehend ist. Im Falle einer Rückkehr zu der normalen Steuerung kann die Rückkehr sofort oder auf der Grundlage eines schrittweisen Erhöhungsprozesses oder einer Gewichtsfunktion erfolgen.

**[0056]** Fig. 6 zeigt die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung der vorliegenden Ausführungsform. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform werden die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung entsprechend dem Abnormitätsauftrittsort ausgewählt.

(1) Wenn eine Abnormität in dem Drehmomentsensor **94** oder den Drehwinkelsensoren **126** und **226** aufgetreten ist, wird die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung auf (A) eine Ein-System-Antriebssteuerung, (B) eine Mikrocomputer-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung oder (C) eine Kreuzeingangersatzsteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (A) die Ein-System-Antriebssteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung ebenso auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (B) die Mikrocomputer-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung oder (B) die Mikrocomputer-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung oder (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung eingestellt.

(2) Wenn in den Stromsensoren **125** und **225** eine Abnormität auftritt, wird die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung oder (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (A) die Ein-System-Antriebssteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung ebenso auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung oder (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung eingestellt.

(3) Wenn eine Abnormität in den Motorwicklungen **180** und **280**, den Inverterschaltungen **120** und **220** und den Energieversorgungsschaltungen **116** und **216** auftritt, werden die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung eingestellt. Die Motorwicklungen **180** und **280**, die Inverterschaltungen **120** und **220** und die Energieversorgungsschaltungen **116** und **216** sind in den Zeichnungen als „Motorsystem und Energieversorgungssystem“ bezeichnet.

(4) Wenn eine Abnormität in dem Fahrzeugkommunikationsnetz oder den Temperatursensoren **127** und **227** aufgetreten ist, wird die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung, (B) die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung, (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung oder (D) eine Strombegrenzungssteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (A) die Ein-System-Antriebssteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung ebenso auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (B) die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung, (B) die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung oder (D) die Strombegrenzungssteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung, (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung oder (D) die Strombegrenzungssteuerung eingestellt. Wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (D) die Strombegrenzungssteuerung ist, wird die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung auf (A) die Ein-System-Antriebssteuerung oder (D) die Strombegrenzungssteuerung eingestellt. Die Ein-System-Antriebssteuerung der vorliegenden Ausführungsform entspricht einer „normalen Systemantriebssteuerung“, und die Mikrocomputer-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung und die Kreuzeingangersatzsteuerung entsprechen einer „Signalersatzsteuerung“.

**[0057]** (A) Die Ein-System-Antriebssteuerung kann, auch während einer Abnormität an einem beliebigen Ort, als die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und als die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung gewählt werden. Nachstehend ist die Ein-System-Antriebssteuerung unter Bezugnahme auf die **Fig. 7** und **Fig. 8** näher beschrieben.

**Fig. 7** zeigt einen Fall, in dem eine Abnormität im zweiten System **L2** auftritt und die Ein-System-Ansteuerung im ersten System **L1** durchgeführt wird. Wenn die Ein-System-Ansteuerung im ersten System **L1** erfolgt, stoppt die erste Steuereinheit **130** das Senden der Strombefehlswerte  $I_d^*$  und  $I_q^*$  an die zweite Steuereinheit **230**. Ferner stoppt die erste Steuereinheit **130** den Empfang der Stromerfassungswerte  $I_{d2}$  und  $I_{q2}$  von der zweiten Steuereinheit **230** und setzt die Stromerfassungswerte  $I_{d2}$  und  $I_{q2}$  auf 0. In der Stromrückkopplungsberechnungseinheit **150** verdoppelt die Ausgangswandlungseinheit **158** die Ausgabe der Summen-PI-Berechnung. Die PI-Berechnung der Differenz in dem Controller **156** wird gestoppt.

**[0058]** Wenn das erste System **L1** fehlerhaft ist und die Ein-System-Ansteuerung im zweiten System **L2** durchgeführt wird, berechnet die zweite Steuereinheit **230** den Hilfsdrehmomentbefehlswert  $Trq^*$  und die Strombefehlswerte  $I_q^*$  und  $I_d^*$ . Ferner stoppt die zweite Steuereinheit **230** den Empfang der Stromerfassungswerte  $I_{d1}$  und  $I_{q1}$  von der ersten Steuereinheit **130** und setzt die Stromerfassungswerte  $I_{d1}$  und  $I_{q1}$  auf 0. Die Stromrückkopplungsberechnungseinheit **250** verdoppelt die Ausgabe der PI-Berechnung der Summe und stoppt die PI-Berechnung der Differenz in dem Controller **256**.

**[0059]** Wie in **Fig. 8A** gezeigt, wird, wenn der Befehl, der dem Ausgangsbedarf des Motors **80** entspricht,  $a$  [%] von 50% oder weniger eines Nennwertes ist und beide Systeme **L1** und **L2** normal sind,  $(1/2) \times a$  [%] von jedem der Systeme **L1** und **L2** ausgegeben. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wird das erste System **L1** von der ersten Steuereinheit **130** und das zweite System **L2** von der zweiten Steuereinheit **230** gesteuert. Aus diesem Grund wird, wenn das zweite System **L2** einfach gestoppt wird, wenn eine Abnormität im zweiten System **L2** aufgetreten ist, wie in **Fig. 8C** gezeigt, der Gesamtausgang zu  $(1/2) \times a$  [%].

**[0060]** Daher wird bei der Ein-System-Antriebssteuerung der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 8B** gezeigt, wenn die Ein-System-Ansteuerung durch das erste System **L1** erfolgt, der Ausgang des ersten Systems **L1** auf  $a$  [%] gesetzt, indem die Ausgabe durch die Ausgangswandlungseinheit **158** verdoppelt wird. Dadurch kann, auch wenn die Steuereinheiten **130** und **230** für die jeweiligen Systeme bereitgestellt werden, eine Abnahme im Ausgang durch die Ein-System-Ansteuerung verhindert werden. Wenn der Befehl größer als 50[%] des Nennwertes ist, ist es wünschenswert, dass der Ausgang (Ausgangsleistung) des ersten Systems **L1** auf einen maximalen Ausgang entsprechend dem Nennwert oder dergleichen eingestellt wird. Wie in **Fig. 6** gezeigt, wird gemäß der vorliegenden Ausführungsform, wenn die Ein-System-

tem-Ansteuerung als die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung gewählt wird, die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung ebenso als die Ein-System-Ansteuerung eingestellt und die Steuerung nicht zu einer anderen Steuerung gewechselt.

**[0061]** (B) Die Mikrocomputer-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung kann gewählt werden, wenn (1) der Drehmomentsensor **94** oder die Drehwinkelsensoren **126** und **226** fehlerhaft sind, oder (4) das Fahrzeugkommunikationsnetz oder die Temperatursensoren **127** und **227** fehlerhaft sind. Wenn beispielsweise die erste Sensoreinheit **194** des Drehmomentsensors **94** fehlerhaft ist, erfasst die erste Steuereinheit **130** den Erfassungswert der zweiten Sensoreinheit **294** von der zweiten Steuereinheit **230** durch die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikation und setzt die Antriebssteuerung des Motors **80** unter Verwendung des Wertes der zweiten Sensoreinheit **294** fort. Ferner erfasst, wenn beispielsweise die zweite Sensoreinheit **294** des Drehmomentsensors **94** fehlerhaft ist, die zweite Steuereinheit **230** den Erfassungswert der ersten Sensoreinheit **194** von der ersten Steuereinheit **130** durch die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikation und setzt die Antriebssteuerung des Motors **80** unter Verwendung des Wertes der ersten Sensoreinheit **194** fort.

**[0062]** In gleicher Weise wird, wenn im ersten System **L1** eine Abnormität bei einer Abnormität in den Drehwinkelsensoren **126** und **226**, dem Fahrzeugkommunikationsnetz oder den Temperatursensoren **127** und **227** aufgetreten ist, ein entsprechender Wert von der zweiten Steuereinheit **230** durch die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikation erfasst und zur Berechnung in der ersten Steuereinheit **130** verwendet. In gleicher Weise wird, wenn eine Abnormität im zweiten System **L2** aufgetreten ist, ein entsprechender Wert von der ersten Steuereinheit **130** durch die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikation erfasst und für die Berechnung in der zweiten Steuereinheit **230** verwendet.

**[0063]** Wenn (B) die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikationsersatzsteuerung unter der Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und der Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung erfolgt, kann die Information von dem Drehmomentsensor **94**, den Drehwinkelsensoren **126** und **226** und dem Fahrzeugkommunikationsnetz sowie die Information von dem Temperatursensor **127** durch die Mikrocomputer-zu-Mikrocomputer-Kommunikation zwischen den Steuereinheiten **130** und **230** ständig gemeinsam genutzt werden oder bei Bedarf erfasst werden, wenn die Abnormität auftritt.

**[0064]** (C) Die Kreuzeingangersatzsteuerung kann gewählt werden, (1) wenn der Drehmomentsensor **94** oder die Drehwinkelsensoren **126** und **226** feh-

lerhaft sind, (3) wenn die Stromsensoren **125** und **225** fehlerhaft sind, oder (4) wenn das Fahrzeugkommunikationsnetz oder die Temperatursensoren **127** und **227** fehlerhaft sind. Wenigstens eine der von dem Drehmomentsensor **94**, den Drehwinkelsensoren **126** und **226**, den Stromsensoren **125** und **225**, den Temperatursensoren **127** und **227** und dem Fahrzeugkommunikationsnetz erfassten Information entspricht „Information, die an der Antriebssteuereinheit der rotierenden elektrischen Maschine beteiligt ist“. Wie unter Bezugnahme auf die **Fig. 2** beschrieben, werden die Drehmomentsensoreingangsschaltungen **118** und **218** unter Verwendung der Verdrahtungen **31** und **32** mit den Steuereinheiten **130** und **230** verbunden. Mit anderen Worten, es ist denkbar, dass der Erfassungswert des Drehmomentsensors **94** über Kreuz an die Steuereinheiten **130** und **230** gegeben wird. In einem normalen Zustand führt die erste Steuereinheit **130** eine Steuerung unter Verwendung eines Wertes aus, der von der Drehmomentsensoreingangsschaltung **118** erfasst wird, und führt die zweite Steuereinheit **230** eine Steuerung unter Verwendung eines Wertes aus, der von der Drehmomentsensoreingangsschaltung **218** erfasst wird.

**[0065]** In diesem Beispiel setzt die erste Steuereinheit **130**, wenn der von der Drehmomentsensoreingangsschaltung **118** erfasste Wert fehlerhaft ist, die Steuerung mit dem von der Drehmomentsensoreingangsschaltung **218** über die Verdrahtung **32** erfassten Wert anstelle des von der Drehmomentsensoreingangsschaltung **118** erfassten Wertes fort. Wenn der von der Drehmomentsensoreingangsschaltung **218** erfasste Wert fehlerhaft ist, setzt die zweite Steuereinheit **230** die Steuerung mit dem von der Drehmomentsensoreingangsschaltung **118** über die Verdrahtung **31** erfassten Wert anstelle des von der Drehmomentsensoreingangsschaltung **218** erfassten Wertes fort.

**[0066]** Obgleich in **Fig. 2** nicht gezeigt, werden, wenn (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung als die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung oder die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung im Falle der Abnormität des Sensors oder dergleichen verschieden von dem Drehmomentsensor **94** gewählt wird, die Erfassungswerte und dergleichen per Verdrahtung so verbunden, dass sie über Kreuz an die jeweiligen Steuereinheiten **130** und **230** gegeben werden. Wenn (C) die Kreuzeingangersatzsteuerung nicht als die Backup-Steuerung ausgeführt wird, können Verdrahtungen zum Eingeben der jeweiligen Sensorwerte über Kreuz, wie beispielsweise die Verdrahtungen **31** und **32**, entfallen.

**[0067]** (D) Die Strombegrenzungssteuerung kann gewählt werden, (4) wenn das Fahrzeugkommunikationsnetz oder die Temperatursensoren **127** und **227** fehlerhaft sind. Bei der Strombegrenzungssteuerung erfolgt die Strombegrenzung, während die Steue-

zung in den beiden Systemen mit dem gleichen Wert wie im Normalzustand fortgesetzt wird. Mit anderen Worten, gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann die unterschiedliche Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung entsprechend dem Abnormitätsauftrittsort gewählt werden. In gleicher Weise kann eine unterschiedliche Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung entsprechend dem Abnormitätsauftrittsort gewählt werden.

**[0068]** Nachstehend ist der EPS-Ausgang unter Bezugnahme auf die in den **Fig. 9** und **Fig. 10** gezeigten Zeitdiagramme beschrieben. Die **Fig. 9** und **Fig. 10** zeigen, in den Zeichnungen von oben an gesehen, ein Verarbeitungstiming einer Abnormitätserfassungslogik, eines Abnormitätserfassungszählers, eines Abnormitätsbestätigungsflags und eines EPS-Ausgangs. **Fig. 10** ist ein Referenzbeispiel, das ein Beispiel zeigt, bei dem eine Abnormität bestätigt wird, wenn der Zählwert des Abnormitätserfassungszählers einen vorbestimmten Wert  $n$  erreicht, und, nachdem die Abnormität bestätigt wurde, der Prozess zur Backup-Steuerung wechselt. Da die Steuerung beispielsweise auf der Grundlage des Erfassungswertes erfolgt, der von einem Zeitpunkt  $x_0$ , zu dem eine Abnormität im Sensor oder dergleichen auftritt, bis zu einem Zeitpunkt  $x_n$ , zu dem die Abnormität bestätigt wird, fehlerhaft ist, besteht die Möglichkeit, dass der EPS-Ausgang über einen relativ langen Zeitraum fehlerhaft wird.

**[0069]** Daher wechselt der Prozess gemäß der vorliegenden Ausführungsform, wie in **Fig. 9** gezeigt, wenn eine Abnormität von einer Abnormitätserfassungslogik zu einem Zeitpunkt  $x_1$  unmittelbar nach dem Auftreten der Abnormität erfasst wird, sofort zur Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung. Aus diesem Grund kann, gemäß der vorliegenden Ausführungsform, eine Zeitspanne, in der der EPS-Ausgang wahrscheinlich fehlerhaft ist, so weit wie möglich verkürzt werden. Wenn die Abnormität zum Zeitpunkt  $x_n$  bestätigt wird, wechselt der Prozess zur Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung. Obwohl die EPS-Ausgänge zur Zeit der normalen Steuerung, der Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und der Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung als zueinander gleich beschrieben sind, können die Ausgänge je nach gewählter Backup-Steuerung voneinander abweichen.

**[0070]** Wie vorstehend beschrieben, steuert die Motorsteuervorrichtung **10** der vorliegenden Ausführungsform den Antrieb des Motors **80** einschließlich der mehreren Motorwicklungen **180** und **280** und beinhaltet die mehreren Inverterschaltungen **120** und **220** sowie die mehreren Steuereinheiten **130** und **230**. Die Inverterschaltungen **120** und **220** sind für die jeweilige Motorwicklung **180** und **280** vorgesehen. Wenn Kombinationen der Motorwicklungen **180** und

**280** und der für die jeweiligen Motorwicklungen **180** und **280** vorgesehenen Konfigurationen als Systeme definiert sind, sind die Steuereinheiten **130** und **230** für die jeweiligen Systeme bereitgestellt.

**[0071]** Die erste Steuereinheit **130** beinhaltet die Antriebssteuereinheit **140**, die die Energieversorgung der ersten Motorwicklung **180** steuert, die entsprechend vorgesehen ist, und die Abnormitätsüberwachungseinheit **135**, die die Abnormität des Überwachungsziels überwacht. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst das Überwachungsziel der ersten Steuereinheit **130** die Energieversorgungsschaltung **116**, die Fahrzeugkommunikationsschaltung **117**, die Drehmomentsensoreingangsschaltung **118**, die Inverterschaltung **120**, den Stromsensor **125**, den Drehwinkelsensor **126**, den Temperatursensor **127**, die Motorwicklung **180** und die erste Sensoreinheit **194** des Drehmomentsensors **94**.

**[0072]** Die zweite Steuereinheit **230** beinhaltet die Antriebssteuereinheit **240**, die die Energieversorgung der zweiten Motorwicklung **280** steuert, die entsprechend vorgesehen ist, und die Abnormitätsüberwachungseinheit **235**, die die Abnormität des Überwachungsziels überwacht. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform umfasst das Überwachungsziel der zweiten Steuereinheit **230** die Energieversorgungsschaltung **216**, die Fahrzeugkommunikationsschaltung **217**, die Drehmomentsensoreingangsschaltung **218**, die Inverterschaltung **220**, den Stromsensor **225**, den Drehwinkelsensor **226**, den Temperatursensor **227**, die Motorwicklung **280** und die zweite Sensoreinheit **294** des Drehmomentsensors **94**. Das Überwachungsziel der Steuereinheiten **130** und **230** ist nicht auf die oben beschriebene Konfiguration selbst beschränkt und umfasst Abnormitäten in der mit jeder Konfiguration verbundenen Verdrahtung, Signalabnormitäten und dergleichen.

**[0073]** Die Antriebssteuereinheiten **140** und **240** führen die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung während eines Zeitraums von der Erfassung der Abnormität des Überwachungsziels bis zur Bestimmung der Abnormität durch und führen die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung durch, wenn die Abnormität bestätigt wurde. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform wechselt der Prozess, wenn die Abnormität erfasst wurde, sofort zur Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung. Dadurch verkürzt sich die Zeit bis zum Übergang zur Backup-Steuerung gegenüber dem Fall, in dem der Übergang zur Backup-Steuerung nach Bestätigung der Abnormität erfolgt, so dass ein fehlerhafter Ausgang (Ausgangsleistung) des Motors **80** reduziert werden kann.

**[0074]** Die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung kann auf einen normalen Systemantrieb eingestellt werden, bei dem das Antreiben des Mo-

tors **80** mit der Verwendung eines normalen Systems fortgesetzt wird, das ein System ist, bei dem keine Abnormität festgestellt wurde, ohne ein fehlerhaftes System zu verwenden, das ein System ist, bei dem die Abnormität erfasst wurde. Darüber hinaus kann die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung auf einen normalen Systemantrieb eingestellt werden, bei dem das Antreiben des Motors **80** mit der Verwendung eines normalen Systems fortgesetzt wird, das ein System ist, bei dem keine Abnormität festgestellt wurde, ohne ein fehlerhaftes System zu verwenden, das ein System ist, bei dem die Abnormität erfasst wurde. Dadurch kann der fehlerhafte Ausgang durch die Verwendung des fehlerhaften Systems verhindert werden.

**[0075]** Die Steuereinheiten **130** und **230** können miteinander kommunizieren, um gegenseitig Information auszutauschen. Die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung kann auf eine Signalersatzsteuerung zum Steuern der Energieversorgung der Motorwicklungen **180** und **280** unter Verwendung von Information eingestellt werden, die durch eine Kommunikation von der Steuereinheit des Systems erfasst wird, in dem keine Abnormität erfasst wurde, anstelle von Information eines betreffenden Systems entsprechend einem Abnormitätsort in dem System, in dem die Abnormität erfasst wurde. Die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung kann auf eine Signalersatzsteuerung zum Steuern der Energieversorgung der Motorwicklungen **180** und **280** unter Verwendung von Information eingestellt werden, die durch eine Kommunikation von der Steuereinheit des Systems erfasst wird, in dem keine Abnormität erfasst wurde, anstelle von Information des betreffenden Systems entsprechend einem Abnormitätsort in dem System, in dem die Abnormität erfasst wurde. Hierdurch kann verhindert werden, dass die Steuerung mit der fehlerhaften Information erfolgt.

**[0076]** Die erste Steuereinheit **130** kann die Information, die für die Antriebssteuerung des Motors **80** verwendet wird, von dem zweiten System **L2**, das ein anderes System ist, über die Verdrahtung **32** erfassen. Die zweite Steuereinheit **230** kann die Information, die für die Antriebssteuerung des Motors **80** verwendet wird, von dem ersten System **L1**, das ein anderes System ist, über die Verdrahtung **31** erfassen. Die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung kann auf eine Signalersatzsteuerung zum Steuern der Energieversorgung der Motorwicklungen **180** und **280** unter Verwendung der von dem System erfassten Information eingestellt werden, in dem eine Abnormität nicht durch die Leitungen **31** und **32** erfasst wurde, anstelle der Information des betreffenden Systems entsprechend einem Abnormitätsort in dem System, in dem die Abnormität erfasst wurde. Die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung ist eine Signalersatzsteuerung zum Steuern der Energieversorgung der Motorwicklungen **180** und **280**

unter Verwendung der von dem System erfassten Information, in dem die Abnormität nicht durch die Leitungen **31** und **32** erfasst wurde, anstelle der Information des betreffenden Systems entsprechend dem Abnormitätsort in dem System, in dem die Abnormität erfasst wurde. Hierdurch kann verhindert werden, dass die Steuerung mit der fehlerhaften Information erfolgt.

**[0077]** Die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung kann auf eine Strombegrenzungssteuerung zum Begrenzen des den Motorwicklungen **180** und **280** zugeführten Stroms eingestellt werden. Die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung kann auf eine Strombegrenzungssteuerung zum Begrenzen des den Motorwicklungen **180** und **280** zugeführten Stroms eingestellt werden. Dadurch ist es möglich, einen Überstrom oder eine Überhitzung durch das Auftreten einer Abnormität zu reduzieren.

**[0078]** Die Abnormitätsüberwachungseinheiten **135** und **235** bestätigen eine Abnormität, wenn eine vorbestimmte Abnormitätsfortsetzungsbedingung erfüllt ist. In der vorliegenden Ausführungsform wird, wenn der Zählwert des Abnormitätserfassungszählers innerhalb einer vorbestimmten Zeit einen Bestätigungsbestimmungsschwellenwert THf überschreitet, die Abnormität bestätigt. Dadurch kann eine fehlerhafte Bestätigung der Abnormität durch eine vorübergehende Abnormität, z.B. durch Lärm oder dergleichen, verhindert werden.

**[0079]** Wenn die Abnormität nicht innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums nach der Abnormitätserfassung bestätigt wurde, kehren die Antriebssteuereinheiten **140** und **240** von der Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung zu der normalen Steuerung zurück. Dadurch kann, selbst wenn die Steuerung aufgrund einer vorübergehenden Abnormität zu der Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung umgeschaltet wird, die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung entsprechend in den normalen Zustand zurück versetzt werden, wenn die Abnormität nicht bestätigt wurde.

**[0080]** Das Überwachungsziel der vorliegenden Ausführungsform umfasst den Drehmomentsensor **94**. Infolgedessen kann die Steuerung, wenn eine Abnormität im Drehmomentsensor **94** auftritt, zu einer geeigneten Backup-Steuerung wechseln. Das Überwachungsziel der vorliegenden Ausführungsform umfasst die Drehwinkelsensoren **126** und **226**. Dadurch kann die Steuerung, wenn eine Abnormität in den Drehwinkelsensoren **126** und **226** aufgetreten ist, zu einer geeigneten Backup-Steuerung wechseln.

**[0081]** Die elektrische Servolenkungsrichtung **8** beinhaltet die Motorsteuervorrichtung **10**, den Motor **80** und das Untersetzungsgetriebe **89**. Der Motor **80** gibt ein Hilfsdrehmoment aus, um den Fahrer beim

Lenken des Lenkrads **91** zu unterstützen. Das Untersetzungsgetriebe **89** überträgt eine Antriebskraft des Motors **80** auf die Lenkwelle **92**. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform werden nicht nur die Motorwicklungen **180** und **280** und die Inverterschaltungen **120** und **220**, sondern ebenso die Steuerkomponenten einschließlich der Steuereinheiten **130** und **230** sowie die Sensoren in zwei Systeme systematisiert. Dadurch können, auch wenn eine Abnormität in einer der Steuerkomponenten auftritt, der Antrieb des Motors **80** und die Lenkhilfe fortgesetzt werden. Darüber hinaus kann, wenn die Steuerung nach der Abnormitätserfassung sofort zur Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung wechselt, eine Zeitspanne, in der der Ausgang fehlerhaft wird, so weit wie möglich verkürzt werden, wodurch ein Lenkgefühl zur Zeit der Abnormitätserfassung verbessert werden kann.

(Weitere Ausführungsformen)

**[0082]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform sind die beiden Wicklungssätze, die beiden Ansteuerschaltungen und die beiden Steuereinheiten, also zwei Systeme, vorgesehen. In einer weiteren Ausführungsform können drei oder mehr Wicklungssätze, Ansteuerschaltungen und Steuereinheiten vorgesehen sein, und es können drei oder mehr Systeme vorgesehen sein. Darüber hinaus können mehrere Komponenten eines jeden Systems so vorgesehen werden, dass mehrere Steuereinheiten in einem System oder mehrere Ansteuerschaltungen und mehrere Wicklungssätze in einer Steuereinheit vorgesehen sind. In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist, wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (**A**) die Ein-System-Ansteuerung ist, die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung ebenso (**A**) die Ein-System-Ansteuerung. In einer weiteren Ausführungsform kann jeder von (**A**) bis (**D**) in der Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und der Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung gewählt werden, und zwar derart, dass, wenn die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung (**A**) die Ein-System-Ansteuerung ist, jeder beliebige von (**B**) bis (**D**) als die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung gewählt wird. Die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung können andere Steuerungen als die obigen (**A**) bis (**D**) sein. Wie in der obigen Ausführungsform beschrieben, können die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung und die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung gleich oder unterschiedlich sein.

**[0083]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform steuert, wenn die zwei Systeme normal sind, die Antriebssteuereinheit den Strom, der den jeweiligen Wicklungssätzen von der ersten Steuereinheit und der zweiten Steuereinheit zuzuführen ist, basierend auf einem von der ersten Steu-

ereinheit berechneten Befehlswert. In einer weiteren Ausführungsform kann die Antriebssteuereinheit den dem Wicklungssatz zugeführten Strom basierend auf dem von jeder Steuereinheit berechneten Befehlswert steuern. In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform steuert die Antriebssteuereinheit den dem Wicklungssatz zuzuführenden Strom durch Steuern einer Summe und einer Differenz. In einer weiteren Ausführungsform kann die Energieversorgungssteuerung durch ein anderes Steuerverfahren als die Summen- und Differenzsteuerung erfolgen.

**[0084]** In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist die rotierende elektrische Maschine ein bürstenloser Drehstrommotor. In weiteren Ausführungsformen ist die rotierende elektrische Maschine nicht auf den bürstenlosen Motor beschränkt, sondern kann ein beliebiger Motor sein. Die rotierende elektrische Maschine ist nicht auf den Motor beschränkt und kann ein Generator sein oder ein sogenannter Motorgenerator mit beiden Funktionen eines Elektromotors und eines Generators. In der vorstehend beschriebenen Ausführungsform wird die Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine auf eine elektrische Servolenkungsanordnung angewandt. In einer weiteren Ausführungsform kann die Steuervorrichtung für eine rotierende elektrische Maschine auf andere Vorrichtungen als die elektrische Servolenkungsanordnung angewandt werden. Wie vorstehend beschrieben, ist die vorliegende Offenbarung nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt und kann in verschiedenen Formen umgesetzt werden, ohne vom Geist der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

**[0085]** Die vorliegende Offenbarung ist vorstehend anhand der Ausführungsformen beschrieben. Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht auf solche Ausführungsformen und Strukturen beschränkt. Die vorliegende Offenbarung umfasst ebenso verschiedene Modifikationen und Änderungen im Rahmen von Äquivalenten. Darüber ebenso sollen verschiedene Kombinationen und Formen sowie andere Kombinationen und Formen, die nur ein Element, mehr oder weniger umfassen, als mit im Sinne und Umfang der vorliegenden Offenbarung beinhaltet verstanden werden.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2017023438 [0001]
- JP 2014007880 A [0004]

## Patentansprüche

1. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine zur Antriebssteuerung einer mehrere Wicklungssätze (180, 280) aufweisenden rotierenden elektrischen Maschine (80), aufweisend:

- mehrere Ansteuerschaltungen (120, 220), die für die jeweiligen Wicklungssätze vorgesehen sind; und
- mehrere Steuereinheiten (130, 230), die entsprechend jeweiligen Systemen vorgesehen sind, wenn Kombinationen der Wicklungssätze und Konfigurationen, die entsprechend den jeweiligen Wicklungssätzen vorgesehen sind, als die Systeme definiert sind, wobei jede der Steuereinheiten eine Antriebssteuereinheit (140, 240), die eine Energieversorgung des entsprechend vorgesehenen Wicklungssatzes steuert, und eine Abnormitätsüberwachungseinheit (135, 235), die eine Abnormität eines Überwachungsziels überwacht, aufweist, wobei
- die Antriebssteuereinheit eine Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung während einer Zeitspanne von einer Erfassung der Abnormität des Überwachungsziels bis zu einer Bestätigung der Abnormität ausführt, und
- die Antriebssteuereinheit eine Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung ausführt, wenn die Abnormität bestätigt ist.

2. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung eine normale Systemantriebssteuerung zur Antriebssteuerung der rotierenden elektrischen Maschine unter Verwendung eines normalen Systems ist, das das System ist, in dem die Abnormität nicht erfasst wird, ohne ein fehlerhaftes System zu verwenden, das das System ist, in dem die Abnormität erfasst wird.

3. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei

- die Steuereinheiten in der Lage sind, Information durch gegenseitige Kommunikation auszutauschen, und
- die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung eine Signalersatzsteuerung ist, um die Energieversorgung des Wicklungssatzes unter Verwendung der Information zu steuern, die durch Kommunikation von der Steuereinheit des Systems erfasst wird, in dem die Abnormität nicht erfasst wird, anstelle von Information eines betreffenden Systems entsprechend einem Abnormitätsort in dem System, in dem die Abnormität erfasst wird.

4. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei

- jede der Steuereinheiten in der Lage ist, die Information, die zur Antriebssteuerung der rotierenden elektrischen Maschine verwendet wird, von einem anderen System unter Verwendung einer Verdrahtung (31, 32) zu erfassen, und

- die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung eine Signalersatzsteuerung ist, um die Energieversorgung des Wicklungssatzes unter Verwendung der Information zu steuern, die von dem System, in dem die Abnormität nicht erfasst wird, durch die Verdrahtung erfasst wird, anstelle von Information eines betreffenden Systems entsprechend einem Abnormitätsort in dem System, in dem die Abnormität erfasst wird.

5. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach Anspruch 1, wobei die Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung eine Strombegrenzungssteuerung zum Begrenzen eines dem Wicklungssatz zugeführten Stroms ist.

6. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Abnormitätsüberwachungseinheit die Abnormität bestätigt, wenn eine vorbestimmte Abnormitätsfortsetzungsbedingung erfüllt ist.

7. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung eine normale Systemantriebssteuerung zur Antriebssteuerung der rotierenden elektrischen Maschine unter Verwendung eines normalen Systems ist, das das System ist, in dem die Abnormität nicht erfasst wird, ohne ein fehlerhaftes System zu verwenden, das das System ist, in dem die Abnormität erfasst wird.

8. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei

- die Steuereinheiten in der Lage sind, Information durch gegenseitige Kommunikation auszutauschen, und
- die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung eine Signalersatzsteuerung ist, um die Energieversorgung des Wicklungssatzes unter Verwendung der Information zu steuern, die durch Kommunikation von der Steuereinheit des Systems erfasst wird, in dem die Abnormität nicht erfasst wird, anstelle von Information eines betreffenden Systems entsprechend einem Abnormitätsort in dem System, in dem die Abnormität erfasst wird.

9. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei

- jede der Steuereinheiten in der Lage ist, die Information, die zur Antriebssteuerung der rotierenden elektrischen Maschine verwendet wird, von einem anderen System unter Verwendung einer Verdrahtung (31, 32) zu erfassen, und
- die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung eine Signalersatzsteuerung ist, um die Energieversorgung des Wicklungssatzes unter Verwendung der Information zu steuern, die von dem System, in dem die Abnormität nicht erfasst wird, durch die Ver-

drahtung erfasst wird, anstelle von Information des betreffenden Systems entsprechend einem Abnormitätsort in dem System, in dem die Abnormität erfasst wird.

10. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Abnormitätsbestätigungszeit-Backup-Steuerung eine Strombegrenzungssteuerung zum Begrenzen eines dem Wicklungssatz zugeführten Stroms ist.

11. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Antriebssteuereinheit von der Abnormitätserfassungszeit-Backup-Steuerung zu einer normalen Steuerung zurückkehrt, wenn die Abnormität nicht innerhalb eines vorbestimmten Zeitraums nach der Abnormitätserfassung bestätigt wird.

12. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Überwachungsziel einen Drehmomentsensor (94) umfasst.

13. Steuervorrichtung für rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Überwachungsziel einen Drehwinkelsensor (126, 226) umfasst.

14. Elektrische Servolenkuvorrichtung mit:  
- der Steuervorrichtung (10) für eine rotierende elektrische Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 13;  
- der rotierenden elektrischen Maschine, die ein Hilfsdrehmoment ausgibt, um einen Fahrer beim Lenken eines Lenkelements (91) zu unterstützen; und  
- einem Energieübertragungsabschnitt (89), der eine Antriebskraft der rotierenden elektrischen Maschine auf ein Antriebsziel (92) überträgt.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

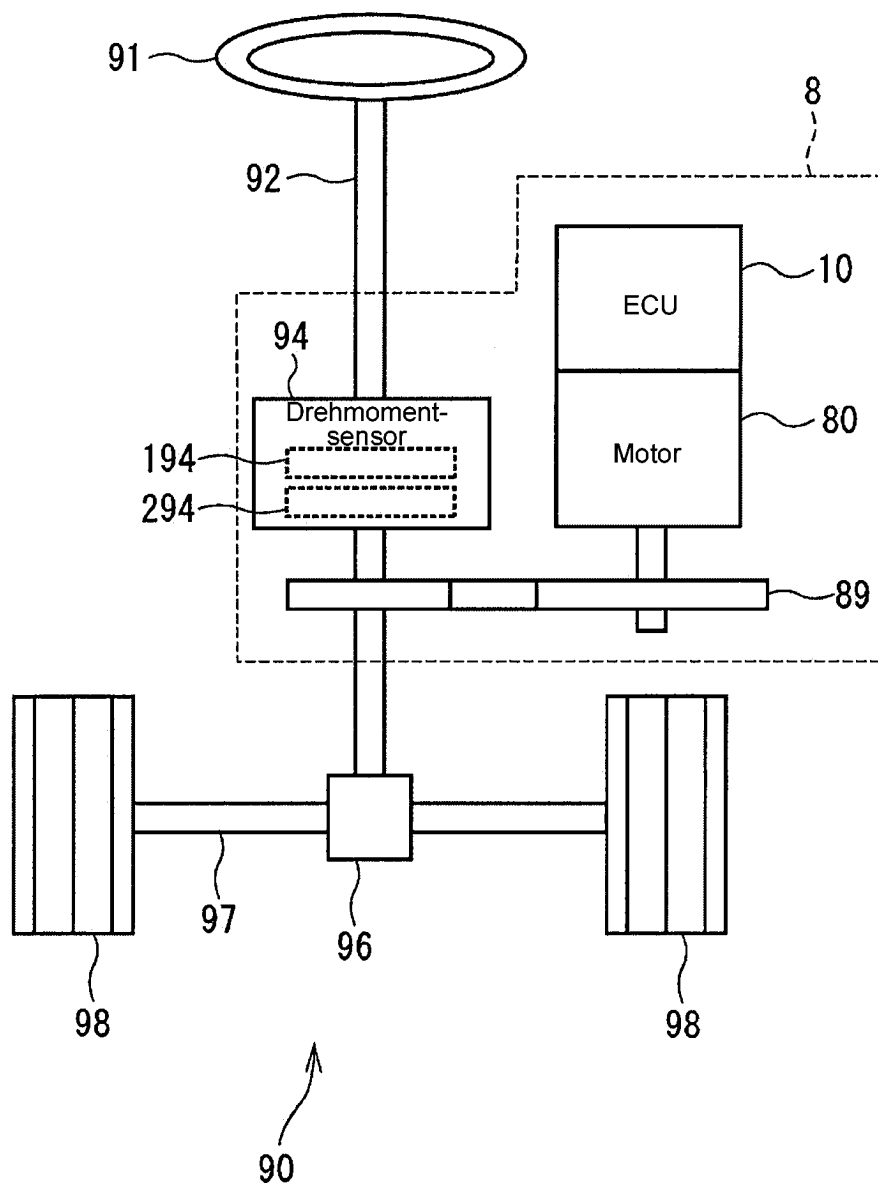




FIG. 3

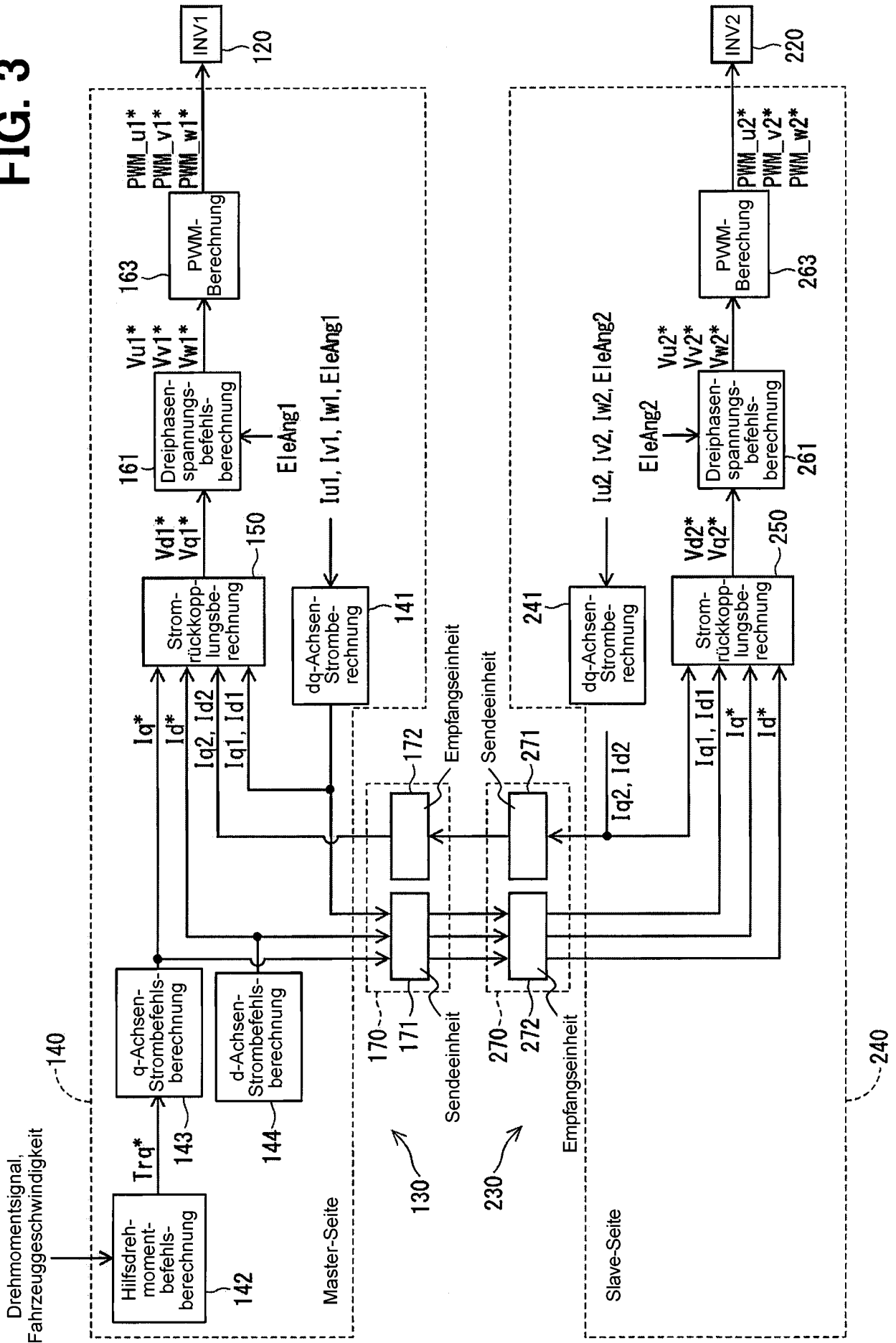


FIG. 4

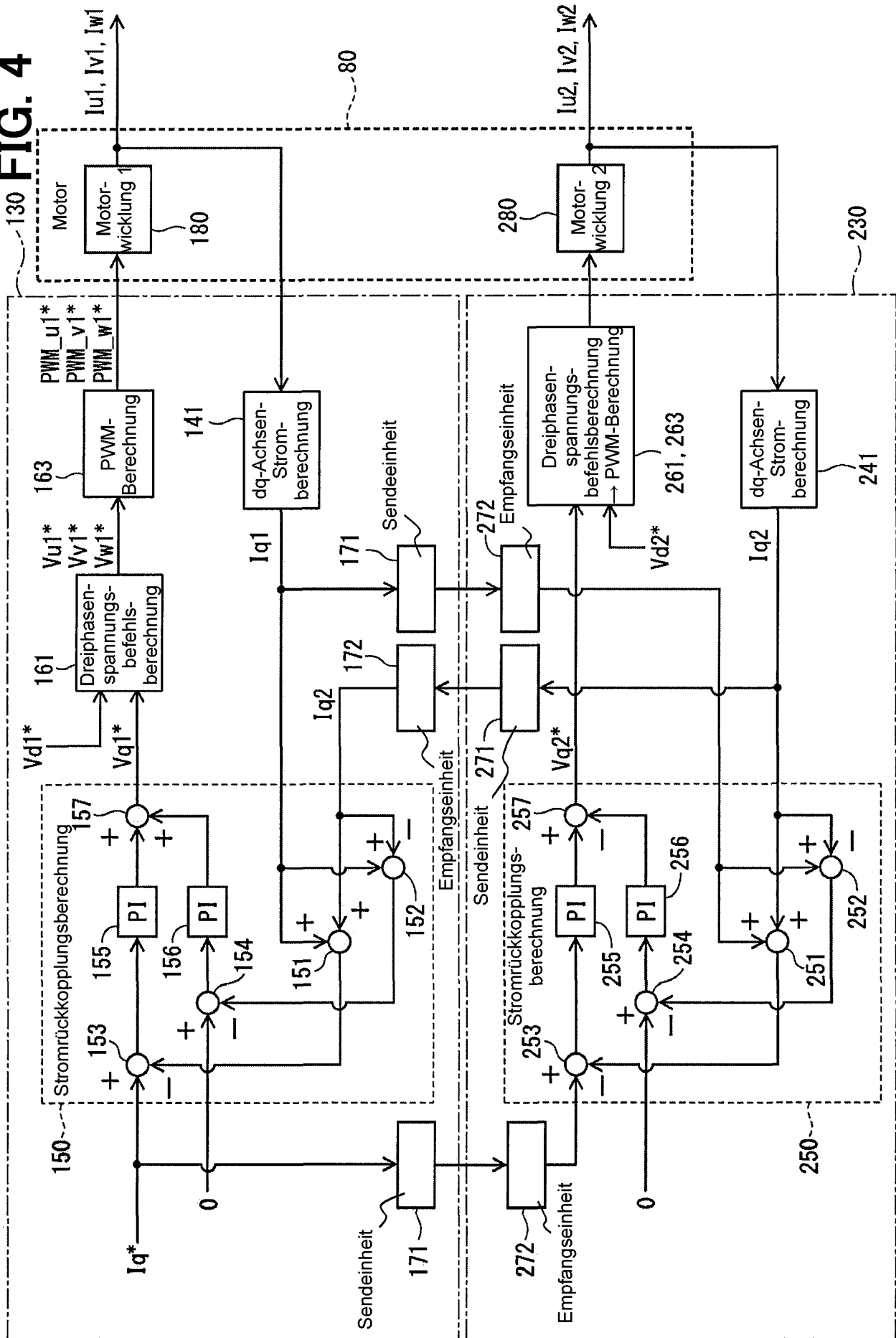
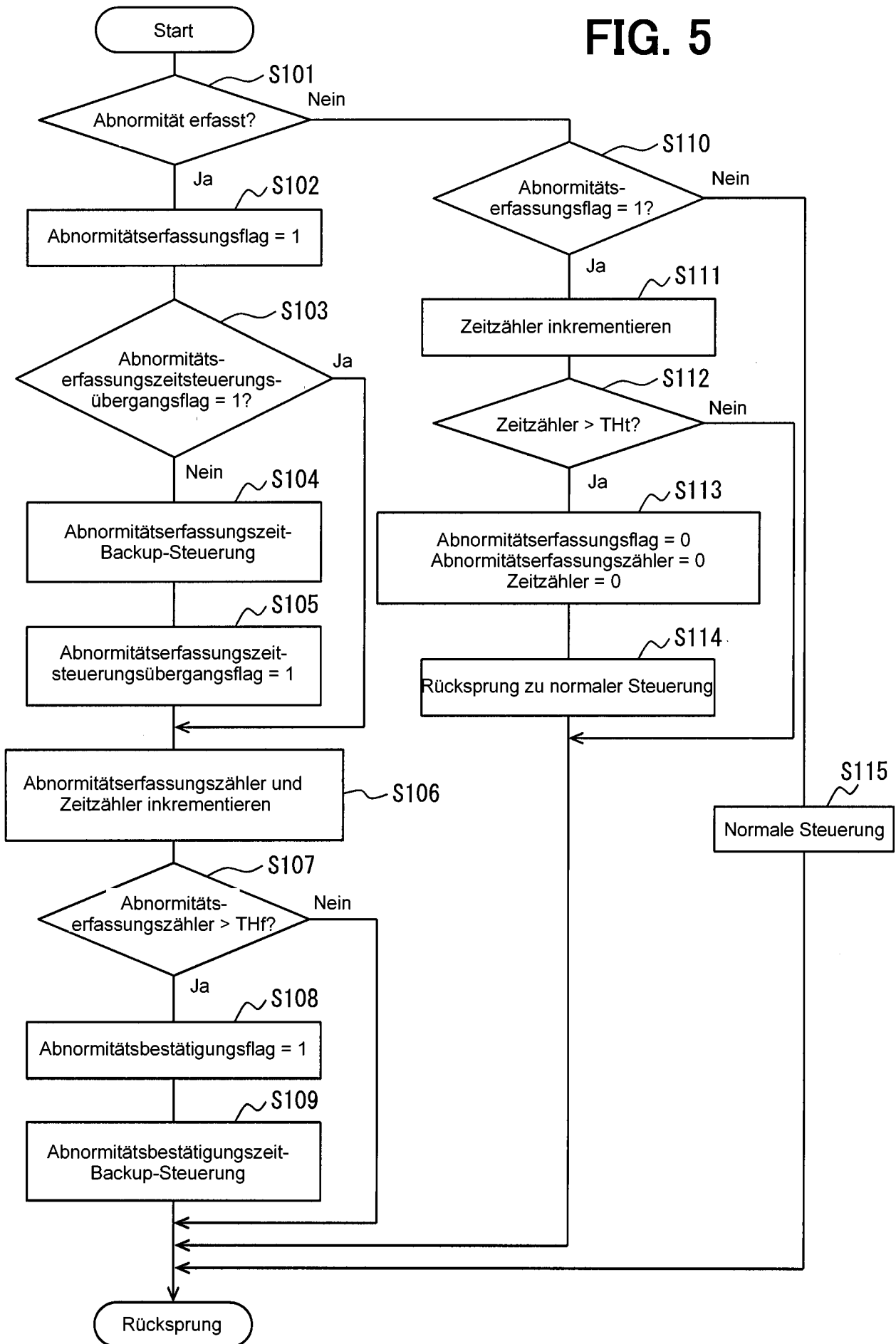


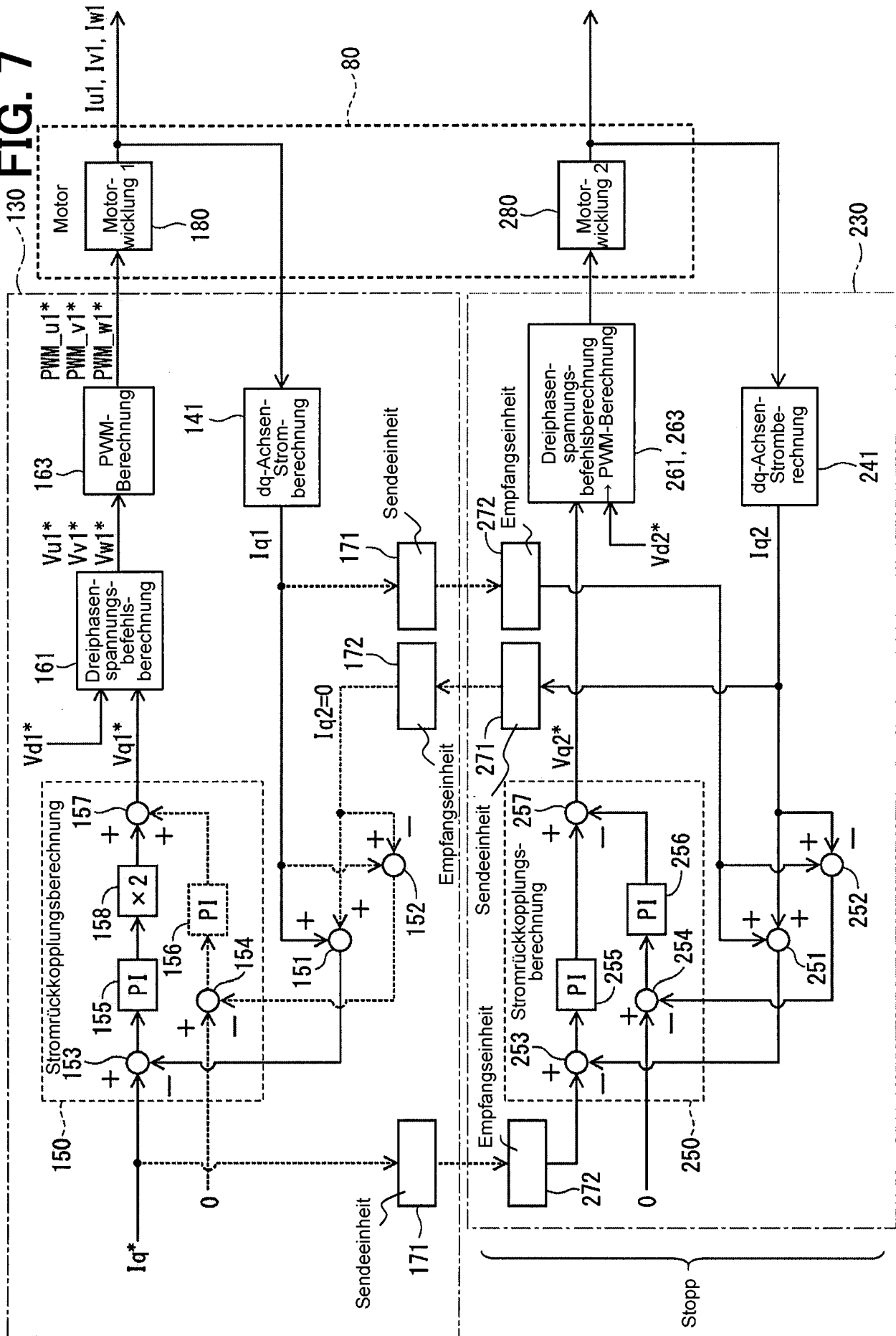
FIG. 5



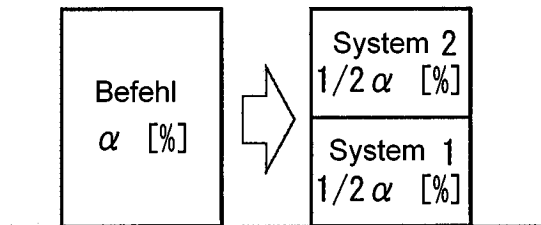
**FIG. 6**

Abnormitätsauftrittsort	Abnormitätserfassungszeit- Backup-Steuerung	Abnormitätsbestätigungszeit- Backup-Steuerung
(1) Drehmomentsensor, Drehwinkelsensor	(A) Ein-System-Ansteuerung	(A) Ein-System-Ansteuerung
	(B) Mikrocomputer-Mikrocomputer- Kommunikationsersatz	(A) Ein-System-Ansteuerung
		(B) Mikrocomputer-Mikrocomputer- Kommunikationsersatz
	(C) Kreuzeingangersatz	(A) Ein-System-Ansteuerung
		(C) Kreuzeingangersatz
(2) Stromsensor	(A) Ein-System-Ansteuerung	(A) Ein-System-Ansteuerung
	(C) Kreuzeingangersatz	(A) Ein-System-Ansteuerung
		(C) Kreuzeingangersatz
(3) Motorsystem, Energieversorgungssystem	(A) Ein-System-Ansteuerung	(A) Ein-System-Ansteuerung
(4) Fahrzeugkommunikationsnetz, Temperatursensor	(A) Ein-System-Ansteuerung	(A) Ein-System-Ansteuerung
	(B) Mikrocomputer-Mikrocomputer- Kommunikationsersatz	(A) Ein-System-Ansteuerung
		(B) Mikrocomputer-Mikrocomputer- Kommunikationsersatz
		(D) Strombegrenzung
	(C) Kreuzeingangersatz	(A) Ein-System-Ansteuerung
		(C) Kreuzeingangersatz
		(D) Strombegrenzung
	(D) Strombegrenzung	(A) Ein-System-Ansteuerung
		(D) Strombegrenzung

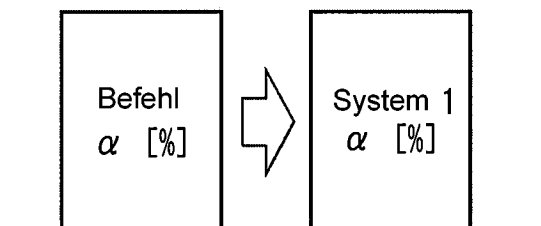
FIG. 7



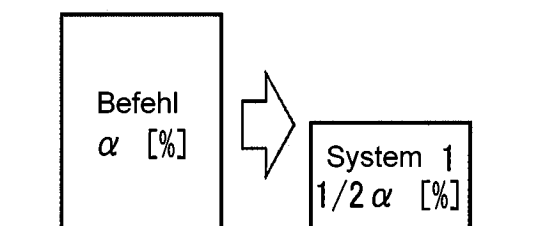
**FIG. 8A**



**FIG. 8B**



**FIG. 8C**



**FIG. 9**

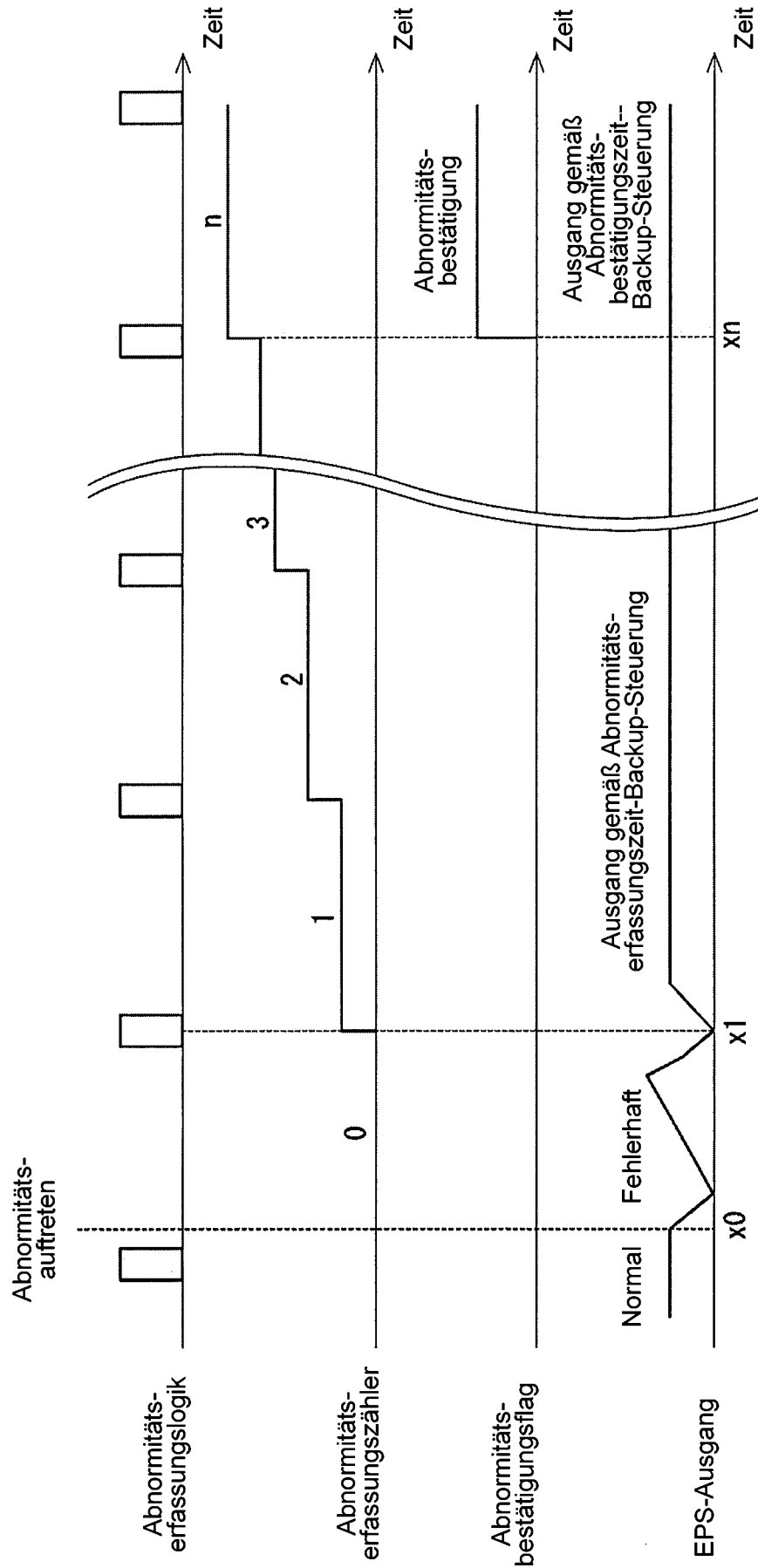


FIG. 10

